

# 海南省琼中抽水蓄能电站

## 竣工环境保护验收调查报告



委托单位: 海 南 蓄 能 发 电 有 限 公 司

编制单位: 中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

二〇二〇年六月

# 海南省琼中抽水蓄能电站

## 竣工环境保护验收调查报告

委托单位: 海 南 蓄 能 发 电 有 限 公 司

编制单位: 中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

# 目录

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 前言.....                | 1         |
| <b>1 综述.....</b>       | <b>3</b>  |
| 1.1 任务由来.....          | 3         |
| 1.2 编制依据.....          | 3         |
| 1.2.1 法律.....          | 3         |
| 1.2.2 行政法规.....        | 3         |
| 1.2.3 部门规章及规范性文件.....  | 4         |
| 1.2.4 地方规范性文件.....     | 5         |
| 1.2.5 技术规范.....        | 5         |
| 1.2.6 工程资料及批复文件.....   | 6         |
| 1.3 调查目的及原则.....       | 7         |
| 1.3.1 调查目的.....        | 7         |
| 1.3.2 调查原则.....        | 7         |
| 1.4 调查方法.....          | 8         |
| 1.5 调查范围.....          | 8         |
| 1.6 验收标准.....          | 9         |
| 1.6.1 环境质量标准.....      | 9         |
| 1.6.2 污染物排放标准.....     | 10        |
| 1.7 主要环境敏感对象.....      | 11        |
| 1.8 验收调查内容.....        | 14        |
| 1.9 调查重点.....          | 15        |
| 1.10 调查程序.....         | 15        |
| <b>2 工程调查.....</b>     | <b>17</b> |
| 2.1 流域规划及开发利用情况.....   | 17        |
| 2.1.1 流域概况.....        | 17        |
| 2.1.2 流域规划.....        | 18        |
| 2.1.3 开发利用情况.....      | 20        |
| 2.1.4 海南省抽水蓄能电站规划..... | 24        |
| 2.2 琼中抽水蓄能电站工程概况.....  | 25        |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 2.2.1 工程地理位置 .....         | 25        |
| 2.2.2 工程任务、规模及特性 .....     | 26        |
| 2.2.3 工程组成内容 .....         | 29        |
| 2.2.4 枢纽布置及主要建筑物 .....     | 30        |
| 2.2.5 工程施工组织 .....         | 31        |
| 2.2.6 建设征地与移民安置 .....      | 34        |
| 2.2.7 工程运行方式 .....         | 35        |
| 2.3 工程建设过程 .....           | 38        |
| 2.3.1 工程设计及批复过程 .....      | 38        |
| 2.3.2 环评制度执行过程 .....       | 38        |
| 2.3.3 工程建设过程 .....         | 39        |
| 2.3.4 环保设计与施工单位、监理单位 ..... | 40        |
| 2.4 工程变更情况 .....           | 40        |
| 2.4.1 主体工程变化情况 .....       | 40        |
| 2.4.2 施工布置调整 .....         | 40        |
| 2.4.3 主要环保措施变化情况 .....     | 42        |
| 2.4.4 工程是否涉及重大变更判定 .....   | 43        |
| 2.4.5 工程变更环境合理性分析 .....    | 44        |
| 2.5 工程投资及环保投资 .....        | 44        |
| 2.5.1 工程投资 .....           | 44        |
| 2.5.2 环保投资 .....           | 45        |
| 2.6 验收工况 .....             | 45        |
| <b>3 环境影响报告书回顾 .....</b>   | <b>47</b> |
| 3.1 环境影响报告书主要评价内容 .....    | 47        |
| 3.2 主要环境现状 .....           | 47        |
| 3.2.1 水环境 .....            | 47        |
| 3.2.2 大气环境与声环境 .....       | 47        |
| 3.2.3 生态环境 .....           | 47        |
| 3.3 环境影响预测评价主要结论 .....     | 48        |
| 3.3.1 水环境影响预测评价 .....      | 48        |
| 3.3.2 生态环境影响预测 .....       | 49        |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 3.3.3 环境空气影响预测评价 .....            | 51        |
| 3.3.4 声环境影响预测评价 .....             | 51        |
| 3.3.5 社会环境影响评价 .....              | 51        |
| 3.3.6 移民安置环境影响评价 .....            | 52        |
| 3.4 主要环境保护措施 .....                | 52        |
| 3.4.1 水环境保护措施 .....               | 52        |
| 3.4.2 生态环境保护措施 .....              | 53        |
| 3.4.3 环境空气保护措施 .....              | 53        |
| 3.4.4 声环境保护措施 .....               | 53        |
| 3.4.5 社会环境保护措施 .....              | 54        |
| 3.4.6 移民安置保护措施 .....              | 54        |
| 3.5 环境监测与管理计划 .....               | 54        |
| 3.5.1 环境监测 .....                  | 54        |
| 3.5.2 环境监理 .....                  | 57        |
| 3.5.3 环境管理 .....                  | 57        |
| 3.6 环境保护投资 .....                  | 58        |
| 3.7 环评总体结论 .....                  | 58        |
| 3.8 环评批复意见 .....                  | 58        |
| 3.9 蓄水阶段环境保护验收工作情况 .....          | 61        |
| <b>4 环境保护措施落实情况调查 .....</b>       | <b>62</b> |
| 4.1 环境保护措施“三同时”制度执行情况 .....       | 62        |
| 4.1.1 环境保护措施“同时设计”情况 .....        | 62        |
| 4.1.2 环境保护措施“同时施工、同时投产”情况调查 ..... | 63        |
| 4.1.3 “三同时”制度执行情况 .....           | 64        |
| 4.2 环境保护措施落实情况 .....              | 64        |
| 4.2.1 生态保护措施落实情况调查 .....          | 64        |
| 4.2.2 生态流量保证措施落实情况调查 .....        | 87        |
| 4.2.3 库底清理措施落实情况调查 .....          | 100       |
| 4.2.4 污染防治措施落实情况调查 .....          | 101       |
| 4.2.5 社会环境及其他保护措施 .....           | 120       |
| 4.3 环保措施设计与落实情况对比一览 .....         | 126       |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>5 环境影响调查.....</b>             | <b>136</b> |
| 5.1 生态影响调查.....                  | 136        |
| 5.1.1 植物影响调查.....                | 136        |
| 5.1.2 动物影响调查.....                | 156        |
| 5.1.3 水生生态影响调查.....              | 167        |
| 5.1.4 土地利用影响调查.....              | 184        |
| 5.1.5 景观生态质量影响调查.....            | 187        |
| 5.1.6 生态敏感区影响调查.....             | 188        |
| 5.2 水文情势影响调查.....                | 191        |
| 5.2.1 施工期水文情势影响调查.....           | 191        |
| 5.2.2 工程蓄水对河段水文情势影响分析.....       | 191        |
| 5.3 污染影响调查.....                  | 193        |
| 5.3.1 水质影响调查.....                | 193        |
| 5.3.2 环境空气影响调查.....              | 203        |
| 5.3.3 声环境影响调查.....               | 207        |
| 5.3.4 生活垃圾影响调查.....              | 210        |
| 5.4 社会环境影响调查.....                | 210        |
| 5.4.1 复建工程环境影响调查.....            | 210        |
| 5.4.2 人群健康影响调查.....              | 211        |
| <b>6 环境风险事故防范及应急措施调查 .....</b>   | <b>212</b> |
| 6.1 环境风险因素调查.....                | 212        |
| 6.2 环境风险事故以及影响调查.....            | 213        |
| 6.3 环境风险防范措施调查.....              | 213        |
| 6.4 环境风险应急预案和管理机构设置.....         | 216        |
| 6.4.1 应急预案制定.....                | 216        |
| 6.4.2 环境应急组织机构.....              | 216        |
| 6.4.3 应急预案主要内容.....              | 217        |
| <b>7 环境管理状况及监测计划落实情况调查 .....</b> | <b>220</b> |
| 7.1 环境管理工作.....                  | 220        |
| 7.1.1 施工期环境管理.....               | 220        |
| 7.1.2 运行期环境管理.....               | 222        |

|                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| 7.2 环保监理.....                                | 222        |
| 7.2.1 监理范围及工作内容 .....                        | 222        |
| 7.2.2 环境监理机构和工作程序 .....                      | 223        |
| 7.3 工程环境监测工作.....                            | 224        |
| 7.3.1 施工期环境监测 .....                          | 224        |
| 7.3.2 试运行期环境监测 .....                         | 227        |
| 7.4 环境管理与监测计划落实情况调查总体结论.....                 | 228        |
| <b>8 公众意见调查.....</b>                         | <b>229</b> |
| 8.1 调查目的.....                                | 229        |
| 8.2 调查方法和调查对象.....                           | 229        |
| 8.2.1 调查方法 .....                             | 229        |
| 8.2.2 调查对象 .....                             | 229        |
| 8.3 调查结果统计及分析评价 .....                        | 230        |
| 8.3.1 团体调查 .....                             | 230        |
| 8.3.2 个人调查 .....                             | 232        |
| 8.4 公众意见调查结论.....                            | 234        |
| <b>9 调查结论与建议.....</b>                        | <b>235</b> |
| 9.1 调查结论.....                                | 235        |
| 9.1.1 工程调查 .....                             | 235        |
| 9.1.2 环境保护措施落实情况调查 .....                     | 235        |
| 9.1.3 环境影响调查结论 .....                         | 237        |
| 9.1.4 环境风险防范和应急措施调查 .....                    | 239        |
| 9.1.5 环境管理及监测计划落实情况调查 .....                  | 239        |
| 9.1.6 公众意见调查结论 .....                         | 239        |
| 9.2 调查结论.....                                | 240        |
| 9.3 建议.....                                  | 240        |
| <b>附表 1: 海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区植物样方调查表 .....</b>  | <b>241</b> |
| <b>附录 1: 海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区主要植物名录 .....</b>   | <b>252</b> |
| <b>附录 2: 海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区主要动物名录 .....</b>   | <b>270</b> |
| <b>附录 3: 海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区主要水生生物名录 .....</b> | <b>289</b> |

**附件：**

附件 1 关于委托开展海南琼中抽水蓄能电站竣工环境保护验收调查的函

附件 2 海南国土环境资源厅《关于海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书的批复》

附件 3 海南省生态环境保护厅《关于海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》

附件 4 海南省生态环境保护厅《关于海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》

附件 5 海南省国土环境资源厅《关于海南省琼中抽水蓄能电站工程环境影响评价执行标准的复函》

附件 6 海南琼中抽水蓄能电站库底清理发现珍稀植物移植验收会议纪要

附件 7 关于海南琼中抽水蓄能电站 62 株珍稀植物移植项目初步验收的情况

附件 8 海南琼中抽水蓄能电站珍稀植物养护项目合同

附件 9 海南省人民政府《关于同意黎母山省级自然保护区范围及功能区划调整的批复》

附件 10 海南琼中抽水蓄能电站下水库库底清理专项验收意见

附件 11 海南琼中抽水蓄能电站上水库库底清理专项验收意见

附件 12.1 海南琼中抽水蓄能电站区域生活垃圾收集及运送处理项目合同

附件 12.2 海南琼中抽水蓄能电站区域生活垃圾收集及运送处理项目合同补充协议

附件 13 海南琼中抽水蓄能电站进场公路清扫及零星清扫服务项目合同

附件 14 海南蓄能发电有限公司 2017 年下半年至 2019 年上半年综合服务管理项目合同

附件 15 突发环境事件应急预案备案登记表

附件 16 突发环境事件应急预案备案申请表

附件 17 海南琼中抽水蓄能电站下水库生态放水管流量测量报告

**附图：**

附图 1 琼中抽水蓄能电站地理位置示意图

附图 2 琼中抽水蓄能电站枢纽平面布置图

附图 3 琼中抽水蓄能电站上水库施工总布置图

- 附图 4 琼中抽水蓄能电站下水库施工总布置图（1/2）
- 附图 4 琼中抽水蓄能电站下水库施工总布置图（2/2）
- 附图 5 海南琼中抽水蓄能电站调查区卫星影像图（建设前 2011）
- 附图 6 海南琼中抽水蓄能电站调查区卫星影像图（运营期 2018）
- 附图 7 海南琼中抽水蓄能电站调查区土地利用图（建设前 2011）
- 附图 8 海南琼中抽水蓄能电站调查区土地利用图（运营期 2018）
- 附图 9 海南琼中抽水蓄能电站调查区植被类型图（建设前 2011）
- 附图 10 海南琼中抽水蓄能电站调查区植被类型图（运营期 2018）
- 附图 11 海南琼中抽水蓄能电站调查区水土流失图（建设前 2011）
- 附图 12 海南琼中抽水蓄能电站调查区水土流失图（运营期 2018）
- 附图 13 海南琼中抽水蓄能电站与黎母山省级自然保护区调规前位置关系图
- 附图 14 海南琼中抽水蓄能电站与黎母山省级自然保护区调规后位置关系图
- 附图 15 海南琼中抽水蓄能电站与黎母山国家森林公园位置关系图
- 附图 16 海南琼中抽水蓄能电站调查区景观生态现状及变化图
- 附图 17 海南琼中抽水蓄能电站调查区调查线路及样方分布图
- 附图 18 海南琼中抽水蓄能电站调查区重点保护野生植物分布示意图（建设前 2011）
- 附图 19 海南琼中抽水蓄能电站调查区重点保护野生植物分布示意图（运营期 2018）
- 附图 20 海南琼中抽水蓄能电站调查区国家重点保护野生动物分布示意图（建设前 2011）
- 附图 21 海南琼中抽水蓄能电站调查区国家重点保护野生动物分布示意图（运营期 2018）
- 附图 22 琼中抽水蓄能电站生态放水管布置图
- 附图 23 琼中抽水蓄能电站施工期环境监测点位
- 附图 24 竣工验收阶段地表水水质监测断面示意图（1/2）
- 附图 24 竣工验收阶段环境空气和声环境监测点位示意图（2/2）

## 前言

琼中抽水蓄能电站位于海南省琼中县，上、下水库分别位于南渡江水系腰仔河支流黎田河的支沟槟榔沟、烂田河，距海南省海口市、三亚市直线距离分别为105km、110km，距昌江核电站直线距离 98km。电站建成后主要承担海南电力系统调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等任务。

琼中抽水蓄能电站总装机容量为 600MW，安装 3 台单机容量 200MW 的可逆式水泵水轮发电机组，年发峰荷电量 10.02 亿 kW·h，年抽水耗用低谷电量 13.36 亿 kW·h。电站为二等大（2）型工程。电站枢纽建筑物由上水库、下水库、输水系统、厂房系统、地面开关站和永久公路等部分组成。上水库大坝为沥青混凝土心墙土石坝，下水库大坝为混凝土面板堆石坝。上水库正常蓄水位 567.00m，死水位 560.00m，调节库容 499.6 万 m<sup>3</sup>，总库容 925.3 万 m<sup>3</sup>；下水库正常蓄水位 253.00m，死水位 239.00m，调节库容 599.5 万 m<sup>3</sup>，总库容 843.8 万 m<sup>3</sup>。

2010 年 11 月，国家发改委以“发改办能源[2010]2956 号”同意海南琼中抽水蓄能电站开展前期工作。2011 年 4 月，水电水利规划设计总院以“水电规规[2011]24 号”印发了海南省琼中抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见。2012 年 5 月，水电水利规划设计总院以“水电规水工[2012]19 号”印发了海南省琼中抽水蓄能电站可行性研究报告审查意见。2013 年 2 月，国家发改委以“发改能源[2013]379 号”对海南琼中抽水蓄能电站项目核准进行批复。

2011 年 11 月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司（以下简称“中南院”）编制完成《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》，2012 年 1 月，海南省国土环境资源厅以“琼土环资审字[2012]3 号”（附件 2）对该环境影响报告书进行了批复。2016 年 12 月 20 日，海南省生态环境保护厅以“琼环函[2016]2065 号”文（附件 3）同意海南琼中抽水蓄能电站下水库通过蓄水阶段环境保护验收。2017 年 4 月 28 日，海南省生态环境保护厅以“琼环函[2017]539 号”文（附件 4）同意海南琼中抽水蓄能电站上水库通过蓄水阶段环境保护验收。

琼中抽水蓄能电站 2010 年 7 月开始筹建，2014 年 4 月工程正式开工，2015 年 11 月主厂房开挖完成，当月首台机组开始安装，2017 年 3 月下水库下闸蓄水，2017 年 6 月上水库下闸蓄水，2017 年 12 月 23 日首台机组投产，2018 年 4 月 1 日电站 2#机组投入商业运行，2018 年 7 月 29 日电站全面投入发电。目前，上、下水库水位已达到正常蓄水位，电站已经满负荷试运行，工程已具备竣工环境保护验收调查的条件。

根据国务院国令第 682 号文关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定，编制环境影响报告书的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。2018 年 11 月，建设单位通过招标方式确定由中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司（以下简称“我院”）承担海南琼中抽水蓄能电站竣工环境保护验收调查工作。

接受委托后，我院立即组织相关技术人员，在建设单位的支持和帮助下，于 2019 年 3 月、5 月、6 月、9 月多次对工程现场进行了实地踏勘，收集了工程设计、环境影响评价及项目建设过程中环境保护设施情况等有关资料，并委托武汉市伊美净科技发展有限公司开展了项目区生态影响调查，委托南京万全检测技术有限公司开展了环境现状监测，并于 2020 年 6 月编制完成了《海南省琼中抽水蓄能电站竣工环境保护验收调查报告》。

## 1 综述

### 1.1 任务由来

“关于委托开展海南琼中抽水蓄能电站竣工环境保护验收调查的函”(附件 1)。

### 1.2 编制依据

#### 1.2.1 法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月修订)
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订)
- (3) 《中华人民共和国水土保持法》(2010 年 12 月 25 日修订)
- (4) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日修订)
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日修订)
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日修订)
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 4 月 29 日修订)
- (8) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018 年 12 月 29 日修订)
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月 26 日修订)
- (10) 《中华人民共和国文物保护法》(2017 年 11 月 4 日修订)
- (11) 《中华人民共和国森林法》(2019 年 12 月 28 日修订)
- (12) 《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月 28 日修正)
- (13) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018 年 10 月 26 日修订)
- (14) 《中华人民共和国传染病防治法》(2013 年 6 月 29 日修订)
- (15) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月施行)

#### 1.2.2 行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订)
- (2) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月 7 日修订)
- (3) 《中华人民共和国森林法实施条例》(2018 年 3 月 19 日修订)
- (4) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 日修订)
- (5) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(2011 年 1 月 8 日修订)
- (6) 《海南省环境保护条例》(2017 年 11 月 30 日修订)
- (7) 《海南省自然保护区条例》(2018 年 12 月 1 日修订)
- (8) 《海南省森林保护管理条例》(2004 年 9 月修订)
- (9) 《海南省生态功能区划》(2005 年 6 月)

(10)《海南省古树名木保护管理规定》(2013 年 7 月)

(11)《海南省林地管理条例》(2003 年 6 月)

### 1.2.3 部门规章及规范性文件

(1)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(原环境保护部, 国环规环评[2017]4 号)

(2)《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》(环发[2000]38 号)

(3)《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发[2014]65 号)

(4)《建设项目(工程)竣工验收办法》(计建设[1990]1215 号)

(5)《关于进一步加强生态保护工作的意见》(环发[2007]37 号)

(6)《关于加强自然资源开发建设项目的生态环境管理的通知》(原国家环保总局, 2004 年 12 月)

(7)《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(修正, 农业部、林业部第 53 号, 2001 年 8 月)

(8)《国家重点保护野生动物名录》(原农业部、林业部第 1 号, 1988 年 12 月)

(9)《国家重点保护野生动物名录的调整种类公布》(国家林业部第 7 号, 2003 年 2 月)

(10)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发[2012]77 号)

(11)《关于印发〈水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)〉的函》(环评函[2006]4 号)

(12)《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办[2012]4 号)

(13)关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知(办水保[2013]188 号)

(14)《国家能源局关于印发水电工程验收管理办法的通知》(国能新发[2011]263 号)

(15)《环境保护部建设项目“三同时”监督检查和竣工环保验收管理规程(试行)》(环发[2009]150 号)

(16)《关于印发建设项目竣工环境保护验收现场检查及审查要点的通知》(环办[2015]113 号)

- (17)《水电建设项目重大变动清单（试行）》（环办[2015]52 号）

#### 1.2.4 地方规范性文件

- (1)《海南岛水环境功能区划》（2004 年 11 月）
- (2)《海南省水污染防治规划》（2018 年 1 月 1 日）
- (3)《海南省水污染防治行动计划实施方案》（2015 年 12 月 21 日）
- (4)《海南省<中华人民共和国渔业法>实施办法》（2014 年 1 月 1 日）
- (5)《海南省实施<中华人民共和国水土保持法>办法》（2017 年 11 月 30 日）
- (6)《海南省实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》（1996 年 12 月 18 日）
- (7)《海南省人民政府关于公布海南省省级重点保护陆生野生动物名录和野生植物名录的通告》（2006 年 12 月）
- (8)《海南省省级重点保护陆生野生动物名录》（2006 年 12 月 18 日）
- (9)《海南省省级重点保护野生植物名录》（2006 年 12 月）

#### 1.2.5 技术规范

- (1)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》（HJ464-2009）
- (2)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》（HJ/T394-2007）
- (3)《水电工程验收规程》（NB/T35048-2015）
- (4)《水电站基本建设工程验收规程》（DL/T5123-2000）
- (5)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）
- (6)《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）
- (7)《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）
- (8)《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）
- (9)《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）
- (10)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/ T 88-2003）
- (11)《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50334-2008）
- (12)《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）
- (13)《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）
- (14)《环境影响评价公众参与办法》（2019 年 1 月）

### 1.2.6 工程资料及批复文件

(1)《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 2011 年 11 月)

(2)《海南省国土环境资源厅关于海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书的批复》(海南省国土环境资源厅, 琼土环资审字[2012]3 号, 2012 年 1 月)

(3)《海南琼中抽水蓄能电站水土保持方案报告书》(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 2011 年 10 月)

(4)《关于海南省琼中抽水蓄能电站水土保持方案的批复》(水利部, 水保函[2012]83 号, 2012 年 4 月)

(5)《海南琼中抽水蓄能电站可行性研究报告》(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 2012 年 3 月)

(6)《关于同意黎母山省级自然保护区范围及功能区划调整的批复》(海南省人民政府, 琼府函[2011]182 号, 2011 年 11 月)

(7)《对<关于海南琼中抽水蓄能电站建设项目占用黎母山国家森林公园用地有关问题的咨询函>的复函》(国家林业局, 林园函字[2011]49 号, 2011 年 9 月)

(8)《黎母山国家森林公园海南琼中抽水蓄能电站使用林地项目天然林采伐作业设计及淹没区内珍稀保护树种移植技术方案》(海南省林业科学研究所, 海林研规划字[2013]79 号, 2013 年 11 月)

(9)《海南琼中抽水蓄能电站水库清理环保方案》(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 2016 年 6 月)

(10)《海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》(中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司, 2016 年 11 月)

(11)《海南省生态环境保护厅关于海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》(琼环函[2016]2065 号, 2016 年 12 月 20 日)

(12)《海南琼中抽水蓄能电站库底清理发现珍稀植物移植验收会议纪要》(2016 年 11 月 4 日)

(13)《海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》(中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司, 2017 年 3 月)

(14)《海南省生态环境保护厅关于海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》(琼环函[2017]539 号, 2017 年 4 月 28 日)

## 1.3 调查目的及原则

### 1.3.1 调查目的

针对本工程环境影响特点和建设项目竣工环境保护验收要求，确定工程竣工环境保护验收调查的目的是：

（1）调查环境影响评价文件及工程设计文件中提出的环境保护措施（包括工程施工、试运行和环境管理等方面）的落实情况、运行情况，以及环境影响审批文件有关要求的执行情况。

（2）调查工程已采取的生态保护、水土保持及污染控制措施，并通过对项目所在区域环境监测与调查结果的评价，分析评价各项环境保护措施的有效性。针对该工程建设造成的实际环境影响及潜在的环境影响，提出切实可行的补救措施，对已实施但尚未满足环境保护要求的措施提出整改要求。

（3）通过公众意见调查，了解公众对工程建设期和试运行期环境保护工作的意见、对当地经济发展的作用、对工程所在区域居民工作和生活的情况，针对公众的合理要求提出解决方案和建议。

（4）根据工程环境影响的调查结果，客观、公正地从技术上论证工程是否符合竣工环境保护验收条件。

### 1.3.2 调查原则

（1）认真贯彻国家与地方的环境保护法律、法规及规定；

（2）坚持客观、公正、科学、实用的原则；

通过调查，如实反映项目建设期对环境的实际影响；如实反映污染防治设施、生态保护措施的建设、运行情况和运行效果；如实反映建设项目对环境敏感目标的实际影响；对存在的问题或不符合验收条件的情况实事求是地提出可行的整改意见；

（3）坚持污染防治与生态保护并重的原则；

（4）坚持现场监测、实地调查与理论分析相结合的原则；

（5）坚持全面调查，点、线、面结合，重点突出的原则；

认真贯彻国家与地方的环境保护法律、法规及规定；严格按照有关技术规范的要求进行调查，坚持现场监测、实地调查与收集资料相结合的原则；调查内容既全面，又突出重点，对环境影响敏感区域和环境敏感目标的影响进行说明。

（6）坚持对工程前期、施工期和试运行期进行全过程调查的原则；

加强对工程筹建期、施工期和试运行期环境影响的全过程分析，明确建设项

目不同时间对环境的影响特点，提出相应的环保措施。

## 1.4 调查方法

(1) 调查方法原则：验收调查方法满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《建设项目竣工环境保护验收调查技术规范 生态影响类》及《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》的要求，并参照《环境影响评价技术导则 生态影响》所规定的方法。

(2) 资料收集：收集工程设计资料，环境保护设计资料，施工期环境监测报告，施工区所在河段水文资料，蓄水前陆生生态和水生生态调查报告，环境监理季度、年度报告，涉及环境保护的相关协议和文件等。

(3) 现场调查：通过对工程涉及到的各施工区域、涉及水域和敏感点进行详尽的现场调查，了解工程各项环保措施落实情况。

(4) 环境监测：对试运行期间地表水环境质量、生活污水、环境空气及声环境质量等进行现状监测，分析相应环境保护措施实施效果。

(5) 生态调查：对试运行期间的陆生生态和水生生态进行调查，分析工程施工建设对生态系统的影响。

(6) 咨询走访：向当地环境保护主管部门、自然保护区、森林公园等管理机构了解工程环境影响及投诉情况。

(7) 公众意见调查：走访施工区和移民影响的相关居民，了解工程施工期间环境影响和采取的措施情况；采取发放调查问卷方式，征求受影响区公众和单位工作人员对工程环保工作的意见和建议。

## 1.5 调查范围

琼中抽水蓄能电站环境影响报告书的评价范围主要包括水库淹没区、施工区、工程所在河段及下游河段。本次验收调查范围原则上与环境影响评价报告书的评价范围一致，根据工程实际的变动情况以及环境影响的实际情况对调查范围进行合理的调整。

(1) 水环境：本工程水环境评价范围为电站上、下水库水域，其中上水库评价范围为大丰水库（又名槟榔湖），水库面积  $0.58\text{km}^2$ ；下水库评价范围为主河段黎田河河段长约  $7.75\text{km}$ ，包括回水末端至大坝  $2.9\text{km}$ ，坝下游至河道汇入口约  $4.85\text{km}$ ，以及区间支沟。

(2) 水生生态：本工程水生生态评价范围为上水库大丰水库（槟榔湖）及其

下游支沟槟榔沟，下水库所在烂田河主河段及下游黎田河。

(3) 陆生生态：本工程陆生生态评价范围为水库淹没区和施工占地区（施工占地区包括工程建设永久占地区、各施工场地、土、石料场及弃渣场等区域），以及水库第一级分水岭以下和施工占地区外扩 1km 以内区域，面积约为 39.96km<sup>2</sup>。

(4) 环境空气：本工程环境空气评价范围确定为分别以上、下库枢纽区为中心，半径为 2.5km 的区域，面积约 36.62km<sup>2</sup>。

(5) 声环境：本工程声环境评价范围为施工区和交通干线两侧，其中枢纽施工区评价范围为施工场界外 200m 范围，呈线声源的评价范围为路中心两侧各 200m 范围。并以施工区和交通干线两侧噪声影响敏感受体为重点评价对象。

(6) 社会环境：本工程社会环境评价范围为本工程施工区、水库淹没、复建工程涉及的琼中县、黎母山镇、黎母山林业公司和阳江农场大丰分场等。

## 1.6 验收标准

采用《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》及海南省国土环境资源厅“关于海南省琼中抽水蓄能电站工程环境影响评价执行标准的复函”琼土环资函[2011]488 号（见附件 5）确定的标准进行验收，对于已修订或新颁布的环境质量标准采用新标准进行复核。

### 1.6.1 环境质量标准

#### (1) 水环境

上、下水库地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准。工程区域地下水水质执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-1993)III 类标准。

复核标准：《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III 类标准。

本工程地表水执行的水环境标准值详见表 1.6-1。地下水执行的标准值见表 1.6-2。

表 1.6-1 水环境质量标准值表

| 项 目               | 单 位  | II 类标准值 | 项 目 | 单 位  | II 类标准值  |
|-------------------|------|---------|-----|------|----------|
| pH 值              | 无量纲  | 6~9     | 硒   | mg/L | ≤0.01    |
| SS                | -    | -       | 砷   | mg/L | ≤0.05    |
| 溶解氧               | mg/L | ≥6      | 汞   | mg/L | ≤0.00005 |
| COD <sub>mn</sub> | mg/L | ≤4      | 镉   | mg/L | ≤0.005   |
| COD <sub>cr</sub> | mg/L | ≤15     | 六价铬 | mg/L | ≤0.05    |
| BOD <sub>5</sub>  | mg/L | ≤3      | 铅   | mg/L | ≤0.01    |
| 氨氮                | mg/L | ≤0.5    | 氰化物 | mg/L | ≤0.05    |
| 总磷                | mg/L | ≤0.1    | 挥发酚 | mg/L | ≤0.002   |
| 总氮                | mg/L | ≤0.5    | 石油类 | mg/L | ≤0.05    |

|     |      |      |       |      |       |
|-----|------|------|-------|------|-------|
| 铜   | mg/L | ≤1.0 | LAS   | mg/L | ≤0.2  |
| 锌   | mg/L | ≤1.0 | 硫化物   | mg/L | ≤0.1  |
| 氟化物 | mg/L | ≤1.0 | 粪大肠菌群 | 个/L  | ≤2000 |

表 1.6-2 地下水评价标准 单位: mg/L, 总大肠菌群个/L

| 项目   | pH      | 高锰酸盐指数 | 总硬度 | 氯化物 | 氨氮  | 铜 | 铅    | 镉    | 六价铬  | 汞      | 总大肠菌群 |
|------|---------|--------|-----|-----|-----|---|------|------|------|--------|-------|
| 评价标准 | 6.8~8.5 | 3      | 450 | 250 | 0.2 | 1 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.0001 | 3     |

## (2) 环境空气

环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-1996)一级标准(日平均值), 即  $\text{NO}_2$  0.08  $\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{10}$  0.05  $\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\text{SO}_2$  0.05  $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

复核标准:《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准。

## (3) 声环境

声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准, 即昼间 55dB(A), 夜间 45dB(A)。进场公路两侧执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 4a 类标准, 即昼间 70dB(A), 夜间 55dB(A)。

## (4) 土壤

执行《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)二级标准, 由于项目区土壤 pH 值总体呈中性, 因此, 执行 pH 值为 6.5~7.5 的二级标准值, 见表 1.6-3。复核标准: 工程建设征地范围内土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地标准, 建设征地范围外土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)标准。

表 1.6-3 土壤评价标准 单位: mg/kg

| 项 目   | pH 值    | Cu  | pb  | Cd  | Zn  | Mn  | Hg  | As | Cr <sup>6+</sup> |
|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------------------|
| 二级标准值 | 6.5~7.5 | 100 | 300 | 0.6 | 250 | 443 | 0.5 | 25 | 300              |

## 1.6.2 污染物排放标准

## (1) 废污水

为保护下游河道水质, 生产废水、生活污水禁止直接外排, 生产废水需回用于生产系统, 回用指标  $\text{SS} \leq 300 \text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{pH} 6 \sim 9$ 。

生活污水处理后回用于绿化, 执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)“城市绿化”标准。

## (2) 大气污染物

大气污染物排放标准执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 无组织排放监控浓度限值。

## (3) 噪声

施工期噪声排放执行《建筑施工场地噪声限值》(GB12523-90)，并采用《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2011)进行复核；营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1 类标准。

本工程污染物排放执行标准详见表 1.6-4。

**表 1.6-4 污染物排放标准值表**

| 污染物  | 污染物排放标准                                              | 指标/标准值                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生活污水 | 回用于绿化，出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)“城市绿化”标准 | BOD <sub>5</sub> 20 mg/L、氨氮 20 mg/L、COD50mg/L*、SS10 mg/L*、总氮 15 mg/L*、总磷 0.5 mg/L*、动植物油 1 mg/L*           |
| 大气   | GB16297-96《大气污染物综合排放标准》表 2 无组织排放监控浓度限值               | SO <sub>2</sub> 0.4mg/Nm <sup>3</sup> 、NO <sub>2</sub> 0.12 mg/Nm <sup>3</sup> 、TSP1.0 mg/Nm <sup>3</sup> |
| 噪声   | 施工期 GB12523-90《建筑施工场界噪声限值》                           | 昼间 85dB(A)，夜间 55dB(A)                                                                                     |
|      | 运营期 GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》1 类标准                | 昼间 55dB(A)，夜间 45dB(A)                                                                                     |

注：由于《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)无 COD、SS、总氮、总磷、动植物油等指标，环评报告提出参照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级标准的 A 标准执行。

## 1.7 主要环境敏感对象

根据《海南琼中抽水蓄能电站工程环境影响报告书》、工程区域的环境现状、环境影响特点，确定验收调查需要关注的环境敏感目标如表 1.7-1 所示。

表 1.7.1

琼中抽水蓄能水电站环境敏感保护对象一览表

| 环境要素   | 环境保护敏感对象        | 与工程的位置关系                               | 规模及特征                                                                     | 保护要求        | 变化情况                                   |
|--------|-----------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|
| 水环境    | 黎田河及支沟槟榔沟、烂田河水质 | 上下水库库区及坝址下游                            | 南渡江源头水，现状水质达到 II 类标准                                                      | 保证水质满足功能区要求 | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 下水库坝下烂田河生态用水    | 初期蓄水期，烂田河下水库坝址下游流量减少                   | 下水库坝址处多年平均流量 0.819m³/s                                                    | 保证下游基本生态需水量 | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 烂田村供水工程         | 取水点位于烂田河下水库坝址上游 200m 处右岸支沟             | 岸边取水，供水人口 260 人，取水规模 52.0m³/d                                             | 恢复供水设施、保证水量 | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 南吉村供水工程         | 取水点位于坝址下游 1.0km 处支沟，红线位于取水点上游约 15m     | 支沟蓄水池，供水人口 65 人，取水规模 13.0m³/d                                             |             | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 关郎组供水工程         | 取水点位于坝址下游 1.5km 处支沟；红线位于取水点下游约 35m     | 支沟蓄水池，供水人口 180 人，取水规模 36.0m³/d                                            |             | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 大丰农场 13 队供水工程   | 取水点位于坝址下游 1.0km 处，红线位于取水点下游约 25m       | 支沟蓄水池，供水人口 110 人，取水规模 22.0m³/d                                            |             | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 大丰农场水厂          | 水厂位于上库下游 2.3km 处，取水点位于水厂上游 0.7km 处的槟榔沟 | 筑坝取水，水厂的供水范围主要是大丰农场场部各机关、医院以及 10 个连队，总人口约 3920 人                          | 保证水质、水量     | 与环评报告书及批复一致                            |
| 陆生生态环境 | 黎母山省级自然保护区      | 保护区边界距离工程征地红线 250m                     | 保护区主要保护对象是热带雨林为主的森林生态系统、区内分布的珍稀濒危野生动植物及其栖息地、区内丰富的景观资源和旅游资源                | 施工降噪除尘      | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 黎母山国家森林公园       | 下水库及部分施工占地位于森林公园内，涉及游憩区 I              | 多类型多功能的森林公园                                                               | 控制施工占地，植被恢复 | 与环评报告书及批复一致                            |
|        | 珍稀保护植物          | 在评价范围内国家或省级珍稀保护植物 9 种                  | 国家 I 级保护植物：黑桫欏；国家 II 级保护植物：大羽桫欏、红花天料木、野生荔枝<br>省级保护植物：野生茶、野生龙眼、观音座莲、重阳木、粘木 | 设置苗圃园，移栽保护  | 移栽时调查出保护植物 11 种；受工程影响的保护植物较环评阶段新增 26 株 |
|        | 珍稀保护哺乳动物        | 水鹿、猕猴和海南兔，分布于海拔较高、林相复杂茂密山林中            | 国家重点 II 级保护动物                                                             | 使其不受施工影响    | 与环评报告书及批复一致                            |
|        |                 | 赤鹿、豪猪、果子狸、树鼩、棕果蝠、隐纹花松鼠、赤腹松鼠，分布于山林中     | 海南省重点保护动物                                                                 | 使其不受施工影响    | 与环评报告书及批复一致                            |

续表 1.7.1

琼中抽水蓄能水电站环境敏感保护对象一览表

| 环境要素       | 环境保护敏感对象   | 与工程的位置关系                                                 | 规模及特征             | 保 护 要 求                        | 变化情况                                |
|------------|------------|----------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 陆生生态环境     | 珍稀保护爬行动物   | 细鳞树蜥、斑飞蜥、紫灰锦蛇、海南颈槽蛇、银环蛇、眼镜蛇、眼镜王蛇，区域林下灌草丛中均有分布            | 海南省重点保护动物         | 林地清理时不受人<br>为捕杀影响              | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
|            | 珍稀保护两栖动物   | 海南湍蛙、脆皮蛙、细刺蛙、云南臭蛙、滇南臭蛙、大绿蛙、弹琴蛙、海南溪树蛙，分布于施工区附近农田、水塘边      | 海南省重点保护动物         | 使其不受施工影响                       | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
|            | 珍稀保护鸟类     | 白鹇、原鸡、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、草鸦、黄嘴角鸮、领角鸮、斑头鸺鹠、黑耳鸢等 19 种，分布在项目区海拔较高的森林中 | 国家重点Ⅱ级保护动物        | 使其不受工程施工<br>的影响                | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
| 水生生态环境     | 鱼类         | 海南异鱾、细尾铲颌鱼、虹彩光唇鱼、琼中拟平鳅、海南细齿塘鳢 5 种特有种                     | 海南特有鱼类            | 保证生态基流                         | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
| 大气和<br>声环境 | 大边村居民点     | 距进场公路 9~40m                                              | 约 30 户、125 人      | 降低交通噪声、运<br>输扬尘，避免交通<br>安全事故发生 | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
|            | 黑石村居民点     | 距进场公路 40~70m                                             | 约 35 户、135 人      |                                | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
|            | 南吉村居民点     | 距进场公路 0m                                                 | 约 17 户、65 人       |                                | 距离进场公路约 40m                         |
|            | 保蕊村居民点     | 距砂石料加工系统厂界 1000m                                         | 约 15 户、60 人       |                                | 与环评报告书及批复<br>一致                     |
|            | 烂田村居民点     | 距砂石料加工系统厂界 300m                                          | 约 65 户、260 人      |                                | 距离砂石料加工系统<br>约 500m                 |
|            | 大丰 13 队居民点 | 距进场公路 5~30m                                              | 约 30 户、110 人      |                                | 距离进场公路约<br>200m，距离砂石料加<br>工系统约 300m |
| 社会环境       | 黎母山镇       | 工程区周边                                                    | 黎母山镇 3 个村 9 个村民小组 | 确保生产、<br>生活水平不降低               | 与环评报告书及批复<br>一致                     |

## 1.8 验收调查内容

### （1）核查实际工程内容及方案设计变更情况

调查工程建设过程和设计变更情况，收集工程立项文件、设计以及相关批复文件，说明工程审批程序的完整性和符合性。调查内容包括正常蓄水位、大坝坝型、装机规模、施工布置、施工方式；水库运行和调度方式、水库淹没范围和移民安置生产安置途径；工程投资和环保投资等。

调查工程周围保护目标分布情况，说明工程区域外环境关系的变更情况。

### （2）核查环境保护目标

调查工程周围环境保护目标的分布情况，说明工程区域外环境的变化情况及原因。

### （3）污染防治措施及影响调查

调查工程施工期间和试运行期间采取的水污染防治措施落实情况，以及环保设施的运行情况和运行效果；调查工程建设前、施工期、试运行期等各阶段工程所在河段水环境质量状况等，以及工程建设对水环境的影响。

调查工程施工期和试运行期采取的大气污染防治措施落实情况，及运行情况和运行效果，工程建设前、施工期、试运行期等各阶段工程区的环境空气质量状况等，以及工程建设对大气环境的影响。

调查工程施工期和试运行期采取的噪声污染防治措施及实际效果，工程建设前、施工期、试运行期等各阶段工程区声环境质量状况等，以及工程建设对声环境的影响。

调查生活垃圾、弃渣和建筑垃圾的处置方式，处置效果等。

### （4）生态保护措施及影响调查

调查工程区生态现状，施工占地区、库周及移民安置区的植被恢复状况，珍稀保护植物移栽情况，采取的水保措施及实际效果，工程建设前、后的水土流失状况等。

调查工程建设前、后水生生态的变化情况等，主要为库区及坝下的鱼类生境变化情况。

### （5）人群健康调查

调查工程施工期采取的人群健康保护措施落实情况，施工区的传染病情况。

### （6）环保投资调查

根据本工程实施的环保措施，核查相关委托合同，说明本工程实际环保投资。

### （7）公众意见调查

通过走访相关主管部门、地方管理机构及周边群众，发放公众意见调查表，调查工程施工期和试运行期的环保投诉、投诉内容以及解决途径，分析本工程施工期和试运行期间各方公众意见。

## 1.9 调查重点

本次竣工验收调查重点为：核查实际工程内容及方案设计变更情况、环境保护措施落实情况、水环境影响、生态环境影响等。

## 1.10 调查程序

本次竣工环境保护验收调查工作程序详见图 1.10-1。

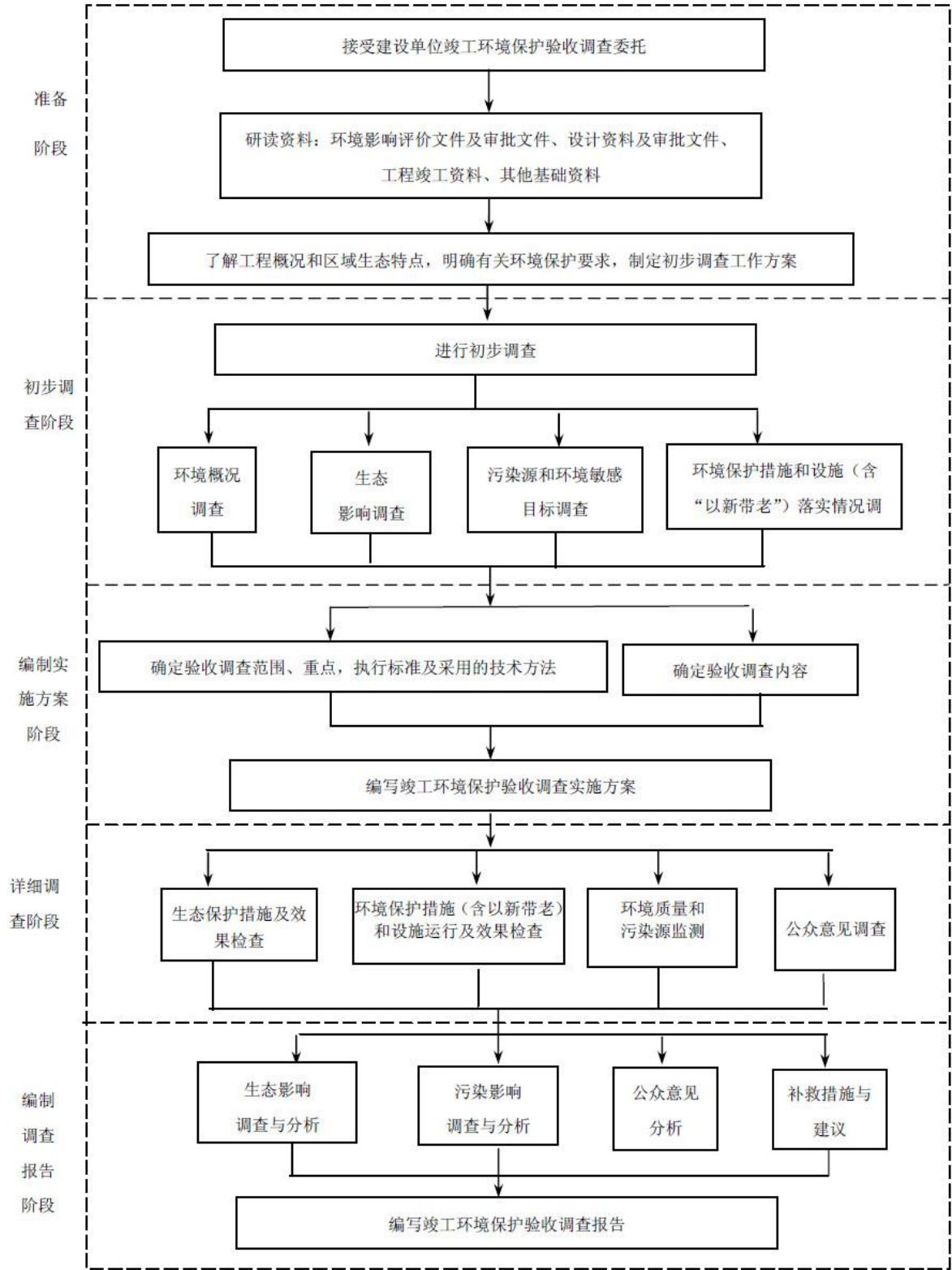


图 1.10-1 工程竣工环境保护验收调查工作程序图

## 2 工程调查

根据工程可研报告、蓄水验收阶段环境保护验收调查报告、各标段工程竣工验收的施工总结报告和管理总结报告、工程监理报告、环境监理报告、施工期生态调查报告、施工期环境监测报告等，结合现场调查，得出工程建设和运行的实际情况，对照环评阶段的设计成果，说明工程建设主要变化情况。

### 2.1 流域规划及开发利用情况

#### 2.1.1 流域概况

南渡江是海南第一大河，又称南渡河，古名黎母水（水系图见图 2.1-1）。它发源于海南省白沙县南峰山，流经白沙、琼中、儋州、临高、屯昌、澄迈、定安、海口等市县，于海口市三联村注入琼州海峡，流域地势西南高东北低，位置跨北纬  $18^{\circ}56' \sim 20^{\circ}05'$ ，东经  $109^{\circ}12' \sim 110^{\circ}35'$ ，流域呈狭长形，南渡江干流全长约 333.8km，总落差 703m，坡降 0.716‰，流域面积 7033.2km<sup>2</sup>，约占全省陆地总面积的 20.6%。南渡江干流在松涛水库大坝以上为上游，河长 137km；从松涛坝址至九龙滩一段为中游，河长 83km，流域面积 1520km<sup>2</sup>，高程多在 200m~500m 之间；九龙滩以下为下游，河长 114km，流域面积 4017km<sup>2</sup>，地形地貌主要为丘陵台地、河谷平原及滨海三角洲平原，干流距入海口十几公里的河段为感潮河段。

琼中抽水蓄能电站位于腰仔河流域，腰仔河为南渡江一级支流，腰仔河流域主要位于琼中县，发源于黎母山和鸡嘴岭，流经黎母山镇的腰子圩、国营阳江农场、国营大丰农场，至松涛乡的亲足口注入南渡江。上游河床陡峭，中、下游为丘陵地区，河床平缓。腰仔河全长 42.3km，集雨面积 356.4km<sup>2</sup>，河床平均坡降 2.47‰，多年平均径流量为 42700 万 m<sup>3</sup>，年平均流量 13.54m<sup>3</sup>/s。

腰仔河主要支流为南利河（即黎田河），发源于琼中县三星林岭，终点位于琼中县阳江农场，河流长度 23.6km，平均坡降 12.70‰，多年平均径流量 13500 万 m<sup>3</sup>，年平均流量 4.28m<sup>3</sup>/s。

琼中抽水蓄能电站位于腰仔河支流黎田河上游段支沟，利用黎母山林场场部以南约 2.5km 处原槟榔沟大丰水库库区作为上水库，控制流域面积 5.41km<sup>2</sup>。下水库位于黎母山林场一分区场部以南约 400m 处的黎田河支沟烂田河上，坝址以上控制流域面积 17.51km<sup>2</sup>，水量较丰富。



图 2.1-1 南渡江流域水系图

2.1.2 流域规划

海南省自 1988 年建省之后，全省经济发展和社会结构的调整对水资源保障提出了更高的要求，大量水利专业规划出台，包括重点城市和地区供水规划、大型灌区配套规划、防洪（潮）规划以及水资源综合利用和河流治理规划。2002～2005 年开展了全省水资源综合规划。

海南省近 20 年开展的大量规划工作主要是适应发展需求，以专项规划和区域性规划为主，缺乏以流域为主体的整体性规划。随着流域经济社会的快速发展、生态系统的演变、水系的变迁以及治水理念的转变，原有的流域规划已不能适应新时期的要求。为了适应新时期经济社会发展和生态环境保护对水资源可持续利用的要求，海南省决定开展《海南省流域综合规划（修编）》工作。2009 年 5 月，受海南省水务厅委托，由中国水利水电科学研究院承担《南渡江流域综合规划（修编）》报告编制任务。2010 年 12 月，提交报告送审稿征求海南省各相关部门意见，并根据反馈意见，对规划成果报告做了进一步修改。2011 年 5 月 10 日海南省水务厅组织审议并通过了《南渡江流域综合规划（修编）》。2014 年 8 月，海南省发展和改革委员会对该规划（修编）报告予以批复(琼发改农经[2014]1200 号)。

（1）水电规划

1) 干流规划方案

南渡江干流自上而下共 5 个梯级。分别为松涛水库、迈湾水库、谷石滩水库、九龙滩滚水坝、龙塘滚水坝，工程特性表见表 2.1-1 所示。

**表 2.1-1 南渡江干流规划开发方案特性表**

| 项 目     | 单位               | 梯 级 名 称 |             |        |         |            |
|---------|------------------|---------|-------------|--------|---------|------------|
|         |                  | 松 涛     | 迈 湾         | 谷石滩    | 九龙滩     | 龙 塘        |
| 距河口距离   | km               | 200     | 146         | 125    | 112     | 25.6       |
| 开发任务    |                  | 灌溉防洪发电  | 防洪供水灌溉      | 供水发电   | 发电      | 灌溉供水发电     |
| 流域面积    | km <sup>2</sup>  | 1496    | (970)       | (1131) | (1543)  | 6841(5345) |
| 多年平均来水量 | 亿 m <sup>3</sup> | 16.21   | (9.33)/9.6  | (10.8) | (15.07) | (55.3)     |
| 正常蓄水位   | m                | 188.23  | 115/108.0   | 57.0   | 40.7    | 7.5        |
| 坝顶高程    | m                | 195.33  | 120.5/113.5 | 62.0   | 40.7    | 7.5        |
| 最大坝高    | m                | 80.1    | 72.5/78.5   | 23.0   | 15.0    | 5.5        |
| 装机容量    | MW               | 44.85   | 75.0/40.0   | 9.6    | 5.4     | 6.125      |
| 年平均发电量  | 亿 kW·h           | 1.80    | 1.169/0.65  | 0.35   | 0.23    | 0.29       |
| 建成时间    | 年                | 1970    | 可研          | 2012   | 1976    | 1970       |

备注：流域面积栏中带括号之数值为扣除松涛水库控制面积后的流域面积；多年平均来水量栏中带括号之数值为扣除松涛水库跨流域引水量以后的来水量。

南渡江水系除干流以外，水能资源理论蕴藏量大于 10MW 的支流还有 2 条，即南湾河与龙州河。南湾河仅有理论蕴藏量，而无技术可开发量。龙州河规划建设 5 座小型引水式水电站，现已建 4 座，规划待建 1 座。

## 2) “十二五”小水电工程开发规划

综合规划（修编）提出“十二五”期间规划水电建设项目 4 座（表 2.1-2），装机容量 16850kW，可增加年发电量 4694 万 kW·h。

**表 2.1-2 南渡江流域“十二五”规划小水电工程项目**

| 序号 | 项目名称  | 所在地点 | 所在河流 | 建设性质 | 装机(kW) | 备注  |
|----|-------|------|------|------|--------|-----|
| 1  | 南伟坝后  | 白沙县  | 南开河  | 扩建   | 4800   | 已建成 |
| 2  | 金江水电站 | 澄迈县  | 南渡江  | 新建   | 4800   | 已建成 |
| 3  | 莫好水电站 | 白沙县  | 南开河  | 新建   | 3500   |     |
| 4  | 南兰电站  | 白沙县  | 南开河  | 新建   | 3750   |     |
| 合计 |       |      |      |      | 16850  |     |

## (2) 水利规划

根据用水增长需求，南渡江流域地表大中型蓄水工程规划新（扩）建 4 座（表 2.1-3）。

**表 2.1-3 南渡江流域大中型水库规划方案** 单位：亿 m<sup>3</sup>

| 水平年  | 水库名称   | 行政区 | 总库容   | 兴利库容  | 设计供水能力 | 备注    |
|------|--------|-----|-------|-------|--------|-------|
| 2020 | 迈湾     | 澄迈县 | 8.87  | 3.723 | 11.05  | 南渡江干流 |
|      | 昌旺（扩建） | 海口市 | 0.221 | 0.186 | 0.25   |       |
| 2030 | 谷石滩    | 澄迈县 | 0.799 | 0.325 | 0.30   | 南渡江干流 |
|      | 猫尾     | 屯昌县 | 0.278 | 0.173 | 0.46   |       |

### 2.1.3 流域开发利用情况

南渡江干流已建工程有松涛水库、谷石滩水电站、九龙滩水电站、金江水电站和龙塘水电站，在建的有南渡江引水工程。

#### (1) 上游

松涛水库位于儋州市，是海南省南渡江流域中开发最早的大型水利枢纽工程，是一座以灌溉为主，兼有发电、防洪、供水等综合效益的大型水库。工程于 1958 年动工，1968 年大坝竣工，1970 年工程验收。

松涛水库控制流域面积  $1496\text{km}^2$ ，多年平均径流量 16.21 亿  $\text{m}^3$ ，总库容 33.45 亿  $\text{m}^3$ 。正常蓄水位 188.23m，相应库容 25.95 亿  $\text{m}^3$ 。死水位 165.0m，相应库容 5.12 亿  $\text{m}^3$ ，水电站装机容量 24.9MW。

松涛灌区位于海南岛北部、西北部，总面积  $5866\text{km}^2$ ，灌区范围包括海口、琼山、儋州三市和澄迈、临高、白沙三县。松涛灌区是以松涛水库为水源，通过骨干渠道，与灌区内的儋州、临高、澄迈、琼山、海口、白沙等市县的众多中小型水库联结一起，形成大中小、蓄引提相结合的大型水利灌溉系统。整个灌区工程体系包括松涛水库、骨干渠道、中小型引水水库以及支、斗、农渠等三级渠道组成，支、斗、农渠与中小型水库的渠道等下三级渠道总长 3912km。工程设计灌溉面积 205 万亩，目前尚有约 1/3 灌区未建成，现状年总供水量 13 亿  $\text{m}^3$ 。

松涛水库是琼北、琼西北干旱区的重要灌溉水源，也是儋州市城乡和洋浦经济开发区可靠的生活生产用水水源，水库的滞洪作用减轻了下游地区和海口市的防洪压力，对海南的经济、社会、环境建设与发展作出了巨大的贡献，是海南省举足轻重的重要的基础设施。



松涛水库大坝（坝上）

溢洪道

图 2.1-2 松涛水库现状面貌

## (2) 中游

### 1) 谷石滩水电站

谷石滩水电站坝址位于海南省澄迈县加乐镇境内的南渡江干流上，距离加乐镇 8km，距离县城金江镇 28km。工程任务为发电，于 2005 年 12 月开工建设，2010 年 6 月完工，2012 年 4 月竣工验收。

谷石滩水电站坝址处集水面积  $1136\text{km}^2$ （扣除松涛坝址以上），多年平均径流量 14.68 亿  $\text{m}^3$ 。水库正常蓄水位 52.50m，死水位 52.00m；总库容 3460 万  $\text{m}^3$ ，正常蓄水位库容 2345 万  $\text{m}^3$ ，调节库容 125 万  $\text{m}^3$ ，属中型水库。正常蓄水位相应库区面积  $2.31\text{km}^2$ ，回水长度 15km。

枢纽工程由拦河坝、冲沙闸、厂房及升压站等主要建筑物组成。拦河坝为浆砌石重力坝+翻板坝，自左至右分别为左岸非溢流坝段、溢流坝段、冲沙闸段、厂房段和右岸非溢流坝段。坝轴线全长 254.6m，最大坝高 14.0m，坝顶高程 56.00m，堰顶高程 48.00m。电站装机 6.4MW( $2\times 3.2\text{MW}$ )，多年平均发电量 2339 万  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。



谷石滩水电站大坝

库区

图 2.1-3 谷石滩水电站现状面貌

### 2) 九龙滩水电站

九龙滩水电站坝址位于海南省澄迈县加乐镇境内的南渡江干流上，距离加乐镇 4.5km，距离县城金江镇 15km。工程任务为发电，1971 年开工建设，1976 年工程竣工。

九龙滩水电站坝址处集水面积  $3039\text{km}^2$ （扣除松涛坝址以上），多年平均径流量 15.07 亿  $\text{m}^3$ ，水库正常蓄水位 40.7m，总库容 2150 万  $\text{m}^3$ 。枢纽工程由左岸引水发电系统、拦河坝、右岸引水发电系统等组成。拦河坝为混凝土溢流坝，坝高 14m(不含坝基高 1m)，坝顶长度 176m，坝顶高程 40.7m。大坝右岸设有冲砂闸，由于年久失修，已多年未启用。发电厂房分东、西岸布置，总装机容量 5.6MW，其中东岸电站  $4\times 1\text{MW}$ (2010 年机组改造)，西岸电站  $2\times 0.8\text{MW}$ (尚有 2 台机坑未装机)，

实际多年平均发电量 2400 万 kW·h。



九龙滩大坝

右岸发电厂房

图 2.1-4 九龙滩水电站现状面貌

### (3) 下游

#### 1) 金江水电站

金江水电站位于海南省澄迈县金江镇城郊的南渡江干流上，距离金江镇城区 2.3km。工程任务以发电为主，兼顾美化环境和农田灌溉等综合利用。于 2010 年 12 月开工建设，2013 年工程完工，2015 年 7 月工程通过竣工验收。金江水电站属于《南渡江流域综合规划（修编）》“十二五”小水电工程开发项目之一，未纳入干流水能资源开发规划方案。



金江水电站大坝

发电厂房

图 2.1-5 金江水电站现状面貌

金江水电站坝址处集水面积 2226km<sup>2</sup>（扣除松涛坝址以上），多年平均径流量 23.77 亿 m<sup>3</sup>。水库正常蓄水位 27.70m，死水位 27.60m；正常蓄水位库容 1620 万 m<sup>3</sup>，调节库容 43 万 m<sup>3</sup>。主体工程主要由拦河闸坝、冲砂闸、发电厂房和升压站等设施组成。拦河坝为翻板坝，坝轴线全长 420.0m。电站装机 4×1250kW，多年平均发电量 1738.5 万 kW·h。

#### 2) 龙塘水电站

龙塘水电站位于海口市龙塘镇境内的南渡江干流下游，距离南渡江河口 26km。

工程任务为供水、发电和灌溉，于 1969 年底批准建设，1970 年 2 月动工，1970 年 5 月拦河坝主体工程完成，1971 年进行大坝挑鼻改建和加固。

龙塘水电站坝址处集水面积  $5345\text{km}^2$ （扣除松涛坝址以上），多年平均径流量  $52.56$  亿  $\text{m}^3$ 。工程设计正常高水位  $7.5\text{m}$ ，死水位  $2.5\text{m}$ ，库容  $1750$  万  $\text{m}^3$ 。主体工程包括滚水坝、左右岸引水、水轮泵站等部分。滚水坝为浆砌石硬壳坝，坝长  $205\text{m}$ ，溢流段  $142.4\text{m}$ ，坝顶水平段宽  $2.5\text{m}$ ，最大坝高  $8\text{m}$ 。左岸设有船闸室，但由于年久失修，船闸已废弃。左右两岸各一座水电站，左岸装机  $1125\text{kW}$ （ $4\times 250\text{kW}+1\times 125\text{kW}$ ），右岸装机  $5000\text{kW}$ （ $2\times 2500\text{kW}$ ），实际年均发电量约  $2400$  万  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。



图 2.1-6 龙塘水电站现状面貌

### 3) 南渡江引水工程

南渡江引水工程位于海南省海口市境内，开发任务以城镇生活工业供水和农业灌溉为主，同时改善五源河防洪排涝条件。工程由水源工程、输配水工程、五源河综合整治工程和连通工程组成。迈湾水利枢纽建成前后，工程设计水平年（2030 年）多年平均引水量分别为  $29760$  万  $\text{m}^3$  和  $33665$  万  $\text{m}^3$ 。水源工程包括东山水库、龙塘泵站和玉凤泵站，其中新建东山水库坝址位于南渡江干流河段，上、下游分别距已建的金江水电站、龙塘水电站约  $28.5\text{km}$ 、 $42\text{km}$ 。

东山水库正常蓄水位 15m，相应库容 497 万  $\text{m}^3$ ，供水死水位 13m，死库容 212 万  $\text{m}^3$ ，无调节性能。工程主要由连接坝、泄水冲砂闸、生态泄水闸、溢流坝组成，坝址上游设东山泵站，设计流量  $13.2\text{m}^3/\text{s}$ ，在龙塘水电站坝址上游和玉凤水库分别建设龙塘左、右泵站和玉凤泵站，设计流量分别为  $2.4\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.1\text{m}^3/\text{s}$  和  $0.38\text{m}^3/\text{s}$ 。溢流坝堰顶高程 15.0m，闸顶高程 27m，生态泄水闸孔口设计尺寸  $2\text{m}\times 5\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。输配水工程由 3 条城市供水灌溉干线、黄竹分干及各灌片干管、分干管、支管、泵站等组成。开展五源河整治和永庄水库至沙坡水库连通工程。

拟定的东山闸坝运行调度规则为：当坝址日平均流量小于  $14.4\text{m}^3/\text{s}$  时，库区不取水，来多少泄多少；当坝址日平均流量大于  $14.4\text{m}^3/\text{s}$ 、小于  $27.6\text{m}^3/\text{s}$  时，在优先保证生态流量前提下取水，坝位不低于死水位；当坝址日平均流量大于  $27.6\text{m}^3/\text{s}$ 、小于  $387\text{m}^3/\text{s}$  时，在保证生态流量前提下，按需取水，剩余量全部泄到河道，坝前水位不低于死水位；当坝址日平均流量大于  $387\text{m}^3/\text{s}$  时，泄水闸敞泄；东山闸坝右岸鱼道采用仿自然旁通设计，进口高程 11.5m，出口高程 14.0m，进出口不设闸门，每年 2 月~9 月，坝址水位保持正常蓄水位 15.0m 运行。

南渡江引水工程环评报告已于 2015 年 7 月批复，目前正进行工程施工建设。



主体已建成的东山水库闸坝

鱼道及出口闸门

图 2.1-7 东山水库闸坝建设面貌（2019 年 8 月）

## 2.1.4 海南省抽水蓄能电站规划

### （1）选点规划工作过程

海南省抽水蓄能电站规划最早起源于上世纪 90 年代初期，原能源部、水利部中南勘测设计研究院（即现“中南院”）先后于 1992 年、1994 年开展了海南省抽水蓄能电站选点规划前期工作，并分别提出了《海南省抽水蓄能电站规划选点报告》和《海南省抽水蓄能电站规划选点补充报告》。

2005 年 3 月，海南省电网公司根据海南省电网安全及电力发展需要，委托中南院开展海南全省抽水蓄能选点规划工作，初步完成了规划站址选择。

2006 年 7 月，受海南省发展和改革委员会委托，中南院全面开展海南全省抽水蓄能电站选点规划工作。2010 年 6 月完成了《海南省抽水蓄能电站选点规划报告》。

2010 年 7 月，水电水利规划设计总院会同海南省发改委召开海南省抽水蓄能电站选点规划报告审查会，同意琼中（大丰）、三亚（羊林）站址作为海南电网 2020 年新增抽水蓄能电站的推荐站点。

### （2）近期工程推荐

选点规划过程中，对三亚（羊林）、琼中（大丰）、琼中（风门岭）、保亭（同安岭）、昌江（石碌）共 5 个站址进行了比选。从成库条件来看，根据各规划站址上、下水库的地形地质条件，除昌江（石碌）站址上水库库盆较小、仅具备装机 600MW 的库容条件外，其他站址均具备进一步扩大水库规模的条件，其中尤其以三亚（羊林）站址成库条件最佳。从环境影响因素分析，三亚（羊林）、保亭（同安岭）环境因素相对简单，昌江（石碌）站址次之，琼中（大丰）、琼中（风门岭）站址相对复杂。各方案建设征地总量不大，方案征地量差异较小，且均未涉及耕地，不需考虑生产安置问题，不存在方案比选的制约因素。

综合各方面因素，结合海南电网 2020 年网架结构、电源分布，从区位条件、潮流分布以及各站址建设条件综合分析，选点规划推荐琼中（大丰）、三亚（羊林）站址作为海南电网 2020 年新增抽水蓄能电站的推荐站址。

### （3）选点规划主要环评结论

从环境影响分析，琼中（大丰）、琼中（风门岭）站址均位于黎母山省级自然保护区，琼中（风门岭）站址涉及保护区的核心区、缓冲区和实验区，琼中（大丰）站址涉及保护区的缓冲区和实验区，范围相对较小；昌江（石碌）站址位于保梅岭省级自然保护区实验区内，以上 3 个抽水蓄能电站的建设需要征求相关主管部门对该工程建设的意见。三亚（羊林）、保亭（同安岭）站址不存在环境制约因素。

## 2.2 琼中抽水蓄能电站工程概况

### 2.2.1 工程地理位置

琼中抽水蓄能电站位于海南省琼中县，南渡江水系腰仔河支流黎田河上游段，上、下水库均位于黎田河支沟上，分别为槟榔沟、烂田河，上、下水库落差约 310m。

电站距海南省海口市、三亚市直线距离分别为 105km、110km，距昌江核电站直线距离 98km。工程地理位置图见附图 1。

## 2.2.2 工程任务、规模及特性

工程名称：海南琼中抽水蓄能电站。

工程建设性质：新建。

工程等别：本工程等别为二等，上、下水库挡水建筑物及泄洪建筑物、发电输水系统建筑物、地下厂房洞群系统、地面开关站等主要建筑物按 2 级建筑物设计；进厂交通洞、通风洞、排水廊道、电缆洞等永久建筑物按 3 级建筑物设计，其它临时建筑物为 4 级。

工程规模：上水库正常蓄水位 567.00m，死水位 560.00m；下水库正常蓄水位 253.00m，死水位 239.00m；总装机容量为 600MW，年发峰荷电量 10.02 亿 kW·h，年抽水耗用低谷电量 13.36 亿 kW·h，为大(2)型工程。

开发方式：抽水蓄能。

开发任务：承担海南电力系统调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等。

琼中抽水蓄能电站工程特性指标见表 2.2-1。

**表 2.2-1 琼中抽水蓄能电站工程特性表**

| 序 号 | 项 目       | 单 位               | 环评阶段   | 实际情况   | 备 注 |
|-----|-----------|-------------------|--------|--------|-----|
| 一   | 水 文       |                   |        |        |     |
| 1   | 上水库       |                   |        |        |     |
| 1.1 | 坝址以上流域面积  | km <sup>2</sup>   | 5.41   | 5.41   |     |
| 1.2 | 多年平均年径流量  | 万 m <sup>3</sup>  | 797.9  | 797.9  |     |
| 1.3 | 多年平均流量    | m <sup>3</sup> /s | 0.253  | 0.253  |     |
| 2   | 下水库       |                   |        |        |     |
| 2.1 | 坝址以上流域面积  | km <sup>2</sup>   | 17.51  | 17.51  |     |
| 2.2 | 多年平均年径流量  | 万 m <sup>3</sup>  | 2583   | 2592   |     |
| 2.3 | 多年平均流量    | m <sup>3</sup> /s | 0.819  | 0.822  |     |
| 二   | 水 库       |                   |        |        |     |
| 1   | 上水库       |                   |        |        | 日调节 |
| 1.1 | 正常蓄水位     | m                 | 567.00 | 567.00 |     |
|     | 死水位       | m                 | 560.00 | 560.00 |     |
| 1.2 | 正常蓄水位水库面积 | km <sup>2</sup>   | 0.86   | 0.86   |     |

| 序 号 | 项 目        | 单 位              | 环评阶段   | 实际情况     | 备 注     |
|-----|------------|------------------|--------|----------|---------|
| 1.3 | 总库容        | 万 m <sup>3</sup> | 1053.3 | 925.3    | 蓄水复核后   |
|     | 正常蓄水位时库容   | 万 m <sup>3</sup> | 900.60 | 774.2    | 蓄水复核后   |
|     | 死库容        | 万 m <sup>3</sup> | 400.70 | 274.6    | 蓄水复核后   |
| 2   | 下水库        |                  |        |          | 日调节     |
| 2.1 | 正常蓄水位      | m                | 253.00 | 253.00   |         |
|     | 死水位        | m                | 239.00 | 239.00   |         |
| 2.2 | 正常蓄水位水库面积  | km <sup>2</sup>  | 0.49   | 0.49     |         |
| 2.3 | 回水长度       | km               | 2.71   | 2.71     |         |
| 2.4 | 总库容        | 万 m <sup>3</sup> | 892.28 | 843.8    | 蓄水复核后   |
|     | 正常蓄水位时库容   | 万 m <sup>3</sup> | 783.90 | 732.4    | 蓄水复核后   |
|     | 死库容        | 万 m <sup>3</sup> | 271.20 | 232.9    | 蓄水复核后   |
| 四   | 工程效益指标     |                  |        |          |         |
| 1   | 装机容量       | MW               | 600    | 600      |         |
| 2   | 机组台数       | 台                | 3      | 3        |         |
| 3   | 设计年发电量     | 亿 kW·h           | 10.02  | 10.02    |         |
| 4   | 年抽水电量      | 亿 kW·h           | 13.36  | 13.36    |         |
| 5   | 年发电利用小时数   | h                | 1670   | 1670     |         |
| 6   | 年抽水利用小时数   | h                | 2227   | 2227     |         |
| 五   | 建设征地及移民安置  |                  |        |          |         |
| 1   | 征占用耕地      | 亩                | 4.92   | 4.92     |         |
| 2   | 征占用林地      | 亩                | 4289.4 | 4289.4   |         |
| 3   | 征占用园地      | 亩                | 1256.2 | 1256.2   |         |
| 4   | 搬迁安置人口     | 人                | 0      | 0        |         |
| 六   | 主要建筑物及设备   |                  |        |          |         |
| 1   | 上水库建筑物     |                  |        |          |         |
| 1.1 | 挡水建筑物(大坝)  | 座                | 3      | 3        | 1 主 2 副 |
|     | 主坝型式       | 沥青混凝土心墙土石坝       |        |          |         |
|     | 最大坝高       | m                | 28.00  | 32.00    |         |
|     | 主坝轴线长度     | m                | 342.00 | 353.00   |         |
| 1.2 | 泄水建筑物(溢洪道) |                  |        |          |         |
|     | 型式         | 岸边开敞式溢洪道         |        | 竖井式进口溢洪道 |         |

| 序 号 | 项 目                       | 单 位                 | 环评阶段              | 实际情况             | 备 注   |
|-----|---------------------------|---------------------|-------------------|------------------|-------|
| 2   | 输水系统建筑物<br>(引、尾水系统均按一洞三机) |                     |                   |                  |       |
| 2.1 | 上、下水库进/出水口型式              | 侧式进/出水口             |                   |                  |       |
| 2.2 | 引水主洞型式                    | 圆形有压洞               |                   |                  |       |
| 2.2 | 引水主洞洞径/长度                 | m/m                 | 8.0/1443.164      | 8.0/923.872      |       |
| 3   | 厂 房                       |                     |                   |                  |       |
| 3.1 | 主厂房                       |                     |                   |                  |       |
|     | 型 式                       | 尾部式地下厂房             |                   |                  |       |
|     | 开挖尺寸(长×宽×高)               | m×m×m               | 134.50×24.0×54.0  | 134.50×24.0×54.0 |       |
| 3.2 | 主变洞                       |                     |                   |                  |       |
|     | 型 式                       | 地下式                 |                   |                  |       |
|     | 开挖尺寸(长×宽×高)               | m×m×m               | 98.00×19.00×20.55 | 120.38×19×27.736 |       |
| 4   | 下水库建筑物                    |                     |                   |                  |       |
| 4.1 | 挡水建筑物(大坝)                 | 座                   | 1                 | 1                |       |
|     | 大坝型式                      |                     | 混凝土面板堆石坝          | 混凝土面板堆石坝         |       |
|     | 最大坝高                      | m                   | 54.00             | 54.00            |       |
|     | 坝轴线长度                     | m                   | 347.00            | 370.00           |       |
| 4.2 | 泄水建筑物                     |                     |                   |                  |       |
| a   | 溢洪道                       |                     |                   |                  |       |
|     | 型 式                       |                     | 有闸门控制式溢洪道         | 有闸门控制式溢洪道        |       |
|     | 溢流控制段宽度                   | m                   | 14                | 14               |       |
|     | 单宽流量(设计/校核)               | m <sup>3</sup> /s/m | 35.86/48.43       | 35.86/48.43      |       |
|     | 消能方式                      |                     | 挑流消能              | 挑流消能             |       |
| b   | 放水底孔                      |                     |                   |                  |       |
|     | 底板进口高程                    | m                   | 233.00            | 235.00           |       |
|     | 有压钢管内径                    | mm                  | 1800              | 1800             |       |
| 七   | 施 工                       |                     |                   |                  |       |
| 1   | 主体工程量                     |                     |                   |                  |       |
|     | 土石方明挖                     | 万 m <sup>3</sup>    | 391.27            | 248.742          |       |
|     | 石方洞挖                      | 万 m <sup>3</sup>    | 80.84             | 61.345           |       |
|     | 坝体土、石方填筑                  | 万 m <sup>3</sup>    | 204               | 138.13           |       |
|     | 混凝土                       | 万 m <sup>3</sup>    | 34.45             | 33.75            | 含喷混凝土 |

| 序 号 | 项 目           | 单 位               | 环评阶段         | 实际情况         | 备 注 |
|-----|---------------|-------------------|--------------|--------------|-----|
| 2   | 施工导流          |                   |              |              |     |
|     | 方式(上水库/下水库)   |                   | 一次性拦断河床的隧洞导流 | 一次性拦断河床的隧洞导流 |     |
|     | 上水库挡水建筑物型式    |                   | 粘土斜墙土石围堰     | 粘土斜墙土石围堰     |     |
|     | 下水库挡水建筑物型式    |                   | 高喷灌浆心墙土石围堰   | 高喷灌浆心墙土石围堰   |     |
|     | 导流流量(上水库/下水库) | m <sup>3</sup> /s | 131/354      | 131/354      |     |
| 3   | 施工用地          | 万 m <sup>2</sup>  | 359.92       | 359.92       |     |
| 4   | 施工工期          |                   |              |              |     |
|     | 第一台机组投产工期     | 月                 | 51           | 45           |     |
|     | 总工期           | 月                 | 58           | 52           |     |
| 八   | 经济指标          |                   |              |              |     |
| 1   | 静态投资          | 万元                | 346756.06    | 332369.01    |     |
| 2   | 总投资           | 万元                | 428423.53    | 354366.75    |     |
| 3   | 环境保护投资        | 万元                | 6574.06      | 5527.73      |     |
| 4   | 经济指标          |                   |              |              |     |
|     | 单位千瓦投资(静态)    | 元/kW              | 5779         | 5656.75      |     |

### 2.2.3 工程组成内容

琼中抽水蓄能电站分为主体工程区和复建工程区，主体工程项目包括永久和临时工程。电站项目组成见表 2.2-2。

**表 2.2-2 琼中抽水蓄能电站工程项目组成表**

| 工程项目  |      |       | 环评阶段                                                                   | 竣工验收阶段                                                                      |
|-------|------|-------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 主体工程区 | 永久工程 | 挡蓄水工程 | 上库主坝、副坝 1、副坝 2 均采用沥青混凝土心墙土石坝，主坝右岸坝肩设自溢开敞式溢洪道；下库大坝采用混凝土面板堆石坝，左岸溢洪道、放水底孔 | 上水库开敞式溢洪道变更为竖井式进口溢洪道。下水库放水底孔进口控制段由塔式结构变更为坝体结构，进水口底板高程由 233m 提高到 235m，死水位不变。 |
|       |      | 引水工程  | 输水线路采用一洞三机布置。上、下水库进/出水口均为侧式，设下游调压室，厂房尾水管后设尾水洞。                         | 引水下平段、高压岔洞及引水支洞均采用钢板衬砌变更为高压管道除引水支洞长 100.0m 采用钢衬外，其余均采用钢筋混凝土衬砌。              |
|       |      | 发电工程  | 地下厂房洞室群主要由主副厂房、主变洞、母线洞、高压电缆洞、进厂交通洞等组成。厂房内安装 3 台单机容量为 200MW 可逆式水轮发电机组   | 其余同环评阶段。                                                                    |
|       |      | 交通工程  | 永久公路，包括对外交通公路（即进场公路）、上下库连接公路及场内交通公路。                                   | 同环评阶段                                                                       |

| 工程项目      |        |                  | 环评阶段                                                                                                            |                                                      | 竣工验收阶段                                                                     |
|-----------|--------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|           | 环境保护工程 |                  | 生活污水处理设施, 厂房油污水处理设施                                                                                             |                                                      | 同环评阶段                                                                      |
|           |        |                  | 保护植物移栽                                                                                                          |                                                      | 环评及 2013 年复核调查, 共发现保护植物 11 种 62 棵; 下水库库底清理阶段新发现 21 棵; 全部完成移栽。              |
|           |        |                  | 生态流量泄放措施                                                                                                        |                                                      | 对生态放水管布置位置进行调整                                                             |
|           | 临时工程   | 导流工程             | 上库                                                                                                              | 上游粘土斜墙土石围堰、引水渠和导流隧洞                                  | 同环评阶段                                                                      |
|           |        |                  | 下库                                                                                                              | 大坝上、下游土石围堰, 导流隧洞                                     |                                                                            |
|           |        | 施工布置             | 上库                                                                                                              | 沥青混凝土系统、综合加工厂(含钢筋、木材加工及混凝土预制件)、施工营地、仓库系统及供水系统        | 同环评阶段                                                                      |
|           |        |                  | 下库                                                                                                              | 砂石料加工系统、混凝土系统、供水系统、生活营地、金属结构拼装厂和钢管加工厂、其它施工工厂、仓库等临时设施 |                                                                            |
|           |        | 其他工程             | 2 个石料场(上库槟榔湖石料场、下库加普岭石料场), 2 个土料场(上库库中岛土料场, 下库义方 1 号土料场), 砂料采用人工骨料代替; 8 个弃渣场(上库 2 个、下库 6 个), 2 个表土堆存场、2 个利用料堆存场 |                                                      | 取消槟榔沟石料场、上水库库中岛土料场、3 号渣场、4 号渣场、8 号渣场、上水库利用料堆存场, 新增自流排水洞施工支洞弃渣场、自流排水洞出口弃渣场。 |
|           |        | 环境保护工程           | 污废水处理设施                                                                                                         |                                                      | 各标污废水处理设施与主体工程基本同时投入使用, 但处理工艺有变化。                                          |
|           |        | 水土保持工程           | 结合水土保持方案对各治理分区实施工程措施、植物措施及临时措施。                                                                                 |                                                      | 同水土保持方案                                                                    |
| 移民安置复建工程区 | 专项设施复建 | 电力电信线路、水利设施、交通道路 |                                                                                                                 | 同环评阶段                                                |                                                                            |

## 2.2.4 枢纽布置及主要建筑物

琼中抽水蓄能电站枢纽建筑物由上水库、下水库、输水系统、厂房系统、地面开关站和永久公路等部分组成, 枢纽平面布置图见附图 2。

### (1) 上水库

上水库主要建筑物有主坝、副坝 1、副坝 2 和溢洪道。主、副坝均采用沥青混凝土心墙土石坝, 主坝坝顶高程为 570.00m, 坝顶宽度 8.00m, 最大坝高 32.00m。原设计主坝右岸坝肩布置自溢开敞式溢洪道, 变更为竖井式进口溢洪道。

### (2) 下水库

下水库主要建筑物有大坝、溢洪道和放水底孔。大坝采用混凝土面板堆石坝,

坝顶高程为 257.00m，坝顶宽度 8.00m，最大坝高 54.00m，坝顶设防浪墙。左岸设有闸控制溢洪道，堰顶高程为 245.00m，共 2 孔，弧形工作门尺寸为 6.5m×8m（宽×高）。放水底孔进口底板高程 235.00m，直径 1.8m，在溢洪道内侧采用混凝土浇筑形成，在下游出口设置锥阀。

### （3）输水系统

输水系统采用一洞三机布置，由上水库侧式进/出水口、上平洞、上斜井、中平洞、下斜井、下平洞、引水支洞、尾水支洞、尾水主洞、尾水闸门井、尾水调压井、下水库侧式出/进水口和相应的建筑物组成。

### （4）厂房系统

厂房采用首部式地下厂房，主要建筑物包括主厂房、母线洞、主变洞、高压电缆洞、进厂交通洞和排风洞、排水廊道、自流排水洞等，220kV 地面开关站（GIS 室）、中控楼及出线场位于上下库连接公路旁。

## 2.2.5 工程施工组织

### 2.2.5.1 施工导流

#### 1) 上水库施工导流

采用围堰一次拦断河床的隧洞导流方式。右岸布置导流洞，采用 1 条断面尺寸为 2.5m×3m（宽×高）的隧洞，城门洞型，导流洞进口布置在主坝上游约 420m 的坡脚，出口布置在右岸山体北侧的冲沟内。上游围堰采用粘土斜墙土石围堰，下游不需设围堰。设 1 条引水渠连通库内左、右 2 条支沟，水流引至右侧支沟经导流洞排出库外。根据地形条件及防渗要求，在上水库进 / 出水口前缘预留岩坎挡水。

实际建设情况为：2014 年 7 月上库导流洞开始施工，2015 年 4 月导流洞完工。

#### 2) 下水库施工导流

采用一次拦断河床的隧洞导流方式。采用 1 条断面尺寸为 3m×4m（宽×高）的隧洞，城门洞型，洞身长度为 733.516m。上下游围堰均采用土石围堰。采用预留岩坎和粘土草袋围堰相结合的方式挡水，堰顶高程 238.600m。

实际建设情况为：2014 年 5 月下水库导流洞开始施工，2015 年 9 月导流洞施工完成，围堰填筑完成。

### 2.2.5.2 下闸蓄水

#### 1) 上水库下闸蓄水

根据可研阶段施工总进度计划，上水库从第 4 年 10 月开始封堵导流洞，采用

进口设围堰挡水方式，导流洞堵头为永久建筑物，第 4 年 11 月底完成施工，初期蓄水过程历时 21 个月，初期蓄水期间上水库不考虑流量下泄。

## 2) 下水库下闸蓄水

根据可研阶段施工总进度计划，下水库第 5 年 8 月初导流洞下闸开始蓄水。导流洞封堵闸门下闸后，在导流洞内修建永久堵头，堵头施工不设围堰。初期蓄水过程历时 11 个月。为满足初期蓄水期下水库坝址下游用水需求，当库水位在 239.00m(死水位)以下时考虑采用 2 台 12Sh-13 型水泵抽水向下游泄放生态流量，当库水位蓄至 239.00m 时，通过放水底孔内布置的生态放水管向下游泄放生态流量。

工程原计划 2016 年 12 月下水库蓄水，实际 2017 年 3 月下水库下闸蓄水，实际进度稍有推迟。原计划 2017 年 3 月上水库蓄水，2017 年 12 月底首台机组投产，2018 年 8 月底工程完工，实际上水库 2017 年 6 月下闸蓄水，2017 年 12 月首台机组投产，2018 年 7 月 30 日，电站全面投入发电。

### 2.2.5.3 料场及渣场

#### (1) 料场

工程共规划石料场 2 处，为槟榔湖石料场、加普岭石料场，实际建设中槟榔湖石料场取消。加普岭料场位于下水库坝址下游东北直线距离 1.7km~2.5km 处，料场区为近南北向偏东的条型山脊，坡脚高程约 243m，料场分布高程 320m~445m。高程约 320m 以下坡表见有大量的花岗岩崩块石，以上局部陡坡见强~弱风化基岩裸露。料场岩体风化较深，剥离层较厚，其全风化带下限埋深为 22m~32m，强风化带下限埋深一般为 23m~36.8m，开采底界高程 320m，石料总储量为  $702.26 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

工程共规划土料场 2 处，为上水库库中岛土料场、下水库义方土料场，实际建设中上水库库中岛土料场取消。义方土料场由义方 1 号与义方 2 号土料场组成，位于下水库坝址上游右岸，距大坝分别为 1.05km、1.4km，两者间相距 350m。料场分布高程 249m~303m。两料场面积  $5.0 \text{hm}^2$ ，料场下伏基岩以长石砂岩、砂岩为主，土料为残坡积粉质粘土，土层厚度不均一，有用层厚度较小；有用层平均厚度 1.35m，总储量  $6.75 \times 10^4 \text{m}^3$ ，剥离层体积  $3.25 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

#### (2) 渣场

工程共规划 8 个弃渣场，弃渣总量为 453.39 万  $\text{m}^3$ 。实际施工过程中，取消 3 号、4 号、8 号渣场，各弃渣场基本情况见表 2.2-3。

表 2.2-3

弃渣场基本情况表

| 渣场名称  | 与电站位置关系                          | 环评阶段       |           |           |        | 实际情况       |                | 备注                |
|-------|----------------------------------|------------|-----------|-----------|--------|------------|----------------|-------------------|
|       |                                  | 占地面积(万 m²) | 容渣量(万 m²) | 弃渣量(万 m²) |        | 占地面积(万 m²) | 弃渣量(自然方, 万 m³) |                   |
|       |                                  |            |           | 自然方       | 松方     |            |                |                   |
| 1#弃渣场 | 下水库库尾右岸冲沟, 距下水库大坝里程 2.30km       | 11.56      | 230.00    | 216.63    | 140.29 | 5.51       | 138            |                   |
| 2#弃渣场 | 下水库右岸冲沟, 下水库大坝里程为 0.84km         | 2.50       | 30.00     | 25.50     | 17     | /          | 0              | 已作为业主营地填方用料, 无弃渣。 |
| 3#弃渣场 | 下水库右岸冲沟, 距坝里程为 1.30km            | 2.84       | 45.00     | 37.50     | 25     | /          | /              | 取消                |
| 4#弃渣场 | 下水库右岸冲沟, 距坝里程为 1.30km            | 2.48       | 35.00     | 29.07     | 19.38  | /          | /              | 取消                |
| 5#弃渣场 | 加普岭料场北侧 300m 处, 距下水库大坝里程为 2.10m  | 6.20       | 115.00    | 106.85    | 71.23  | 4.23       | 70             |                   |
| 6#弃渣场 | 加普岭料场西北侧 350m 处, 距下水库大坝里程为 2.40m | 3.68       | 55.00     | 48.15     | 32.1   | 3.56       | 30             |                   |
| 7#弃渣场 | 上水库围堰与主坝之间死库容                    | 11.73      | 155.00    | 148.17    | 98.78  | 10.15      | 98             | 位于上水库淹没区          |
| 8#弃渣场 | 上水库东侧冲沟                          | 3.86       | 45.00     | 41.34     | 27.56  | /          | /              | 取消                |

#### 2.2.5.4 施工布置

##### 1) 施工生活区

环评阶段,琼中抽水蓄能电站施工区共设置 1 个业主营地和 9 个承包商营地。其中,业主营地前期租用大丰农场场部,后期在 1 号渣场附近建设永久业主营地,上水库主体工程标营地位于上水库库中岛,下水库主体工程标营地、输水发电系统标营地及机电设备安装标营地集中布置在下水库库尾右岸。

实际建设过程中,下水库库尾右岸仅布置七局机电标营地,其他下水库主体工程标营地主要集中布置在下水库坝下。业主营地前期租用大丰农场场部,后期在 2 号渣场附近新建永久业主营地。

##### 2) 砂石料及混凝土拌和系统

环评阶段,工程施工区共设置 1 个砂石骨料加工厂和 2 个混凝土拌和站。砂石骨料加工厂位于加普岭石料场附近,设计处理能力 250t/h,设计生产能力 200t/h。上下水库各布置一套混凝土生产系统,生产规模分别为 28m<sup>3</sup>/h 和 46m<sup>3</sup>/h。

工程实际建设中,共布置 1 个砂石料加工厂,位于加普岭石料场附近,设计生产能力 200t/h,砂石料系统采用湿法加工。上水库布置一套沥青混凝土生产系统,位于上水库主坝左坝肩。下水库共设置 4 套混凝土生产系统,分别位于下水库坝下进场公路右侧、下水库坝下主体工程标内、下水库右坝肩、下水库上游。

施工总布置图见附图 3~附图 4。

#### 2.2.5.5 施工交通

根据环评,工程共规划永久道路 4 条,包括:1#对外交通进场公路、2#上下库连接公路、3#至上水库施工营地公路、4#至下水库施工营地公路,以及临时施工道路 11 条,合计 39.5km。

工程在实施阶段,永久公路布置基本没有发生变化,仅 4#公路功能由于下水库施工营地布置变化,终点改为 1 号渣场的金属结构加工厂。

#### 2.2.6 建设征地与移民安置

##### (1) 建设征地指标

根据环评阶段成果,琼中抽水蓄能电站建设征地涉及琼中县黎母山镇 2 个村、3 个村民小组、黎母山省级自然保护区管理站、国营阳江农场、海南省海胶集团阳江分公司。经调查统计分析,建设征地总面积 421.04hm<sup>2</sup>,其中水库淹没影响面积 61.12 hm<sup>2</sup>,枢纽工程建设区面积 359.92 hm<sup>2</sup>。在建设征地总面积中,耕地面积 0.33

hm<sup>2</sup>，园地 83.75hm<sup>2</sup>，林地 285.96 hm<sup>2</sup>，交通运输用地 4.13 hm<sup>2</sup>，水域及水利设施用地 46.75hm<sup>2</sup>。

### （2）移民安置规划

本工程永久征收耕、园地涉及海南黎母山省级自然保护管理站和国营阳江农场等单位的国有土地，不涉及农村集体所有土地，故不涉及生产安置人口。根据实物指标调查成果，本工程征地处理范围内无搬迁安置人口。

### （3）专项设施复建

海南琼中抽水蓄能电站影响的交通设施包括汽车便道 4.77km、机耕道 6.63km、人行道 7.94km，路基宽度均为 4.5m，路面结构均为泥结碎石。规划采取复建和利用上下水库连接公路相结合的方式予以复建，复建汽车便道里程 0.57km。

海南琼中抽水蓄能电站影响供水工程 4 处，包括烂田供水工程、南吉供水工程、关郎供水工程、大丰农场 13 队供水工程。农村供水工程结合建设征地实际调查情况予以复建。

海南琼中抽水蓄能电站影响电信光缆 1.72km，采用架空敷设方式复建长度 3.0km。电站影响 10kV 电力线路 3.25km 和 20kVA 变压器 1 台，规划复建 10kV 电力线路长度 1.9km。影响小水电站 1 座装机 2060kW，按照评估成果进行一次性补偿。

目前复建工程已完成。

## 2.2.7 工程运行方式

### 2.2.7.1 电站运行方式

#### （1）日调节运行

琼中抽水蓄能电站按日调节库容设置，日内完成一次充、放水过程，抽水、发电运行随电力系统日负荷图变化。一般在用电低谷时段（夏季 2:00~7:00，冬季 1:00~7:00）作抽水工况运行填谷，日填谷时间一般为 4h~6h，在用电高峰时段（夏季 10:00~11:00、20:00~22:00，冬季 17:00~21:00）作发电工况运行调峰，日发电时间一般为 2h~5h，同时为系统提供备用容量。

#### （2）紧急事故备用

电站上、下水库均留有可供电站装机满发利用运行的紧急事故备用库容，调节库容约 500 万 m<sup>3</sup>，最大蓄能量 360 万 kWh，装机满发利用小时数 6h。紧急事故备用蓄水量平时置于上水库，在发电工况可利用未带满负荷的机组发生事故出力，顶替系统中因故障而停运的机组，在抽水工况则可按系统需要以整台机组退出水

泵运行工况或由抽水工况转至发电工况运行，承担系统的事故备用。电站备用水量使用后可安排在负荷较低时段抽水补回，以备下一次使用。

### （3）调相运行

电站可根据系统需要设置调相设备，使每台机组都具有压水调相功能，调相运行时间将由电力调度部门根据电网运行要求安排。

### （4）黑启动

琼中抽水蓄能电站机组具有自启动能力，启动速度快，又有良好的调频、调压能力，是方便、理想的黑启动电源。当电力系统因故障停运后，可以在没有外界帮助、缺少厂用电的情况下快速启动，迅速恢复自身的厂用电，然后向电网内其他电站机组送电，逐步恢复电网的供电。

## 2.2.7.2 水库运行调度

### （1）水库正常运行原则

工程的建立目的是承担海南电力系统的调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等任务，无供水、灌溉等综合利用功能，故水库运行最佳总库容为既可充分利用水能又不发生泄流状态下的库容。即：上库发电至死水位、下库至正常蓄水位，此时上、下库总库容为 1006.97 万  $\text{m}^3$ ；或下库抽水至死水位、上库至正常蓄水位，此时上、下库总库容为 1007.11 万  $\text{m}^3$ ；上、下库运行的最佳总库容取两者较小值，为 1006.97  $\text{m}^3$ 。

1) 保证大坝安全，正常运行时上/下库水位均不得超过其正常蓄水位 567.00m/253.00m。

2) 在满足上、下库水位控制的前提下，总库容在 975 万~1075 万  $\text{m}^3$  内对水库、大坝安全没有影响，故正常运行状态时上、下库总库容控制在 975 万~1075 万  $\text{m}^3$  之间。

### （2）洪水调度方式

#### 1) 调度原则

①考虑下库锥形阀泄洪流量大于 24  $\text{m}^3/\text{s}$  将淹没烂田村交通桥，无特殊情况（超标洪水或其他危及大坝安全等），总库容小于 1250 万  $\text{m}^3$  时，泄洪流量不大于 24  $\text{m}^3/\text{s}$ 。若需大于 24  $\text{m}^3/\text{s}$ ，须上报当地三防办，并启动电站相关应急预案。

②下库锥形阀流量大于 5  $\text{m}^3/\text{s}$  将淹没下游南吉新村便桥，选择泄洪流量时应尽量便于当地村民通行（雨天全天或晴天的 19 点至 23 点无通行需求）。

③防洪调度须满足当地三防办的统一指挥。

## 2) 泄洪设施的运用

### ①上水库

上水库泄水设施为竖井式溢洪道，堰顶高程为正常蓄水位 567.00 m，水库水位超过正常蓄水位时，洪水从堰上自由泄流。

### ②下水库

下水库泄水设施包括弧形闸门控制溢洪道和锥形阀控制放水底孔。

A、下水库水位高于死水位 239.00 m 且低于堰顶高程 245.00 m 时，溢洪道不具备下泄洪水条件，只能开启放水底孔锥形阀泄洪( 最大下泄流量  $51.6 \text{ m}^3/\text{s}$  ) ;泄流时间综合考虑库区水位、入库流量、发电（抽水）工况流量、生态放水流量、天然蒸发量等叠加情况。

B、当下水库水位高于堰顶高程 245.00 m，溢洪道具备泄流能力后可参与泄洪。溢洪道起挑流量为  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ ，当泄流量小于  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  时，禁止溢洪道运行；水库水位 249.40 m 时，溢洪道闸门全开度泄流能力  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 。因此，库水位低于 249.40 m 时，不能运用溢洪道，只能通过放水底孔泄洪；当库水位高于 249.40 m 且需开启溢洪道闸门泄洪时，当前库水位和需下泄流量根据溢洪道下泄流量—库区水位—闸门开度关系曲线得到闸门开度值，闸门开度及持续时间综合考虑库区水位、入库流量、发电（抽水）工况流量、生态放水流量、天然蒸发量等叠加情况。弧形闸门开启过程中，两扇闸门应对称开启（避免泄槽内形成折冲水流），按流量逐级递增或递减，严禁一次启闭到位；同时密切关注下游河道的水位、流态的变化，避免下游河道较大的冲刷与恶劣水流流态的发生。

C、始终控制下泄流量不大于已出现的最大天然入库流量，不制造人为洪峰。

## 3) 泄洪起始库容

电站汛期与非汛期目标总库容如表 2.2-4 所示。

**表 2.2-4 正常运行期每年月末库容控制**

| 月份  | 目标总库容 | 月份  | 目标总库容 | 月份  | 目标总库容 | 月份   | 目标总库容 |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|
| 1 月 | 1050  | 4 月 | 1000  | 7 月 | 1000  | 10 月 | 1050  |
| 2 月 | 1050  | 5 月 | 1000  | 8 月 | 1000  | 11 月 | 1050  |
| 3 月 | 1050  | 6 月 | 1000  | 9 月 | 1000  | 12 月 | 1050  |

各月的水库调度按照目标总库容进行控制，考虑到实际运行情况，允许各月控制偏差在  $\pm 25 \text{ 万 m}^3$ ：汛期以 5 月为例，当水库总库容达到  $1025 \text{ 万 m}^3$  时开始泄洪，至  $975 \text{ 万 m}^3$  结束泄洪；非汛期以 12 月为例，当水库总库容达到  $1075 \text{ 万 m}^3$  时开始泄洪，至  $1025 \text{ 万 m}^3$  结束泄洪。

#### 4) 下游河道行洪能力

海蓄电站上水库泄洪洞出口无居民聚居，行洪无风险。下水库坝址下游沿河道分别有烂田村、保蕊村、大丰农村 3 队等村落，比较明显的居民聚居点约有 7 个，居民聚居点烂田村，靠近黎田河，高程较河岸高约 1~2 m，最易受淹，风险较大。下水库坝址下游至黎田河河口 13.5 km 范围内河道共 42 个断面的测量资料显示：烂田村村前交通桥，距离坝址约 1.67km，桥面高程 193.4 m，桥厚约 0.4 m，是黎田河下游河道行洪能力控制断面。经泄水实验知，当下水库实际泄水流量达到  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，河道水面距离桥底仅 7cm，故将  $24\text{m}^3/\text{s}$  的下泄流量作为日常泄水和需要启动水库泄洪应急处置方案的分界点。

## 2.3 工程建设过程

### 2.3.1 工程设计及批复过程

2010 年 6 月，中国电建集团中南勘测设计院有限公司完成《海南省抽水蓄能电站选点规划报告》，同年 7 月，水电水利规划设计总院会同海南省发改委召开审查会，同意琼中（大丰）、三亚（羊林）站址作为海南电网 2020 年新增抽水蓄能电站的推荐站点。

2010 年 9 月，中国电建集团中南勘测设计院有限公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站预可行性研究报告》，2011 年 4 月，水电水利规划设计总院以“水电规规[2011]24 号”印发审查意见。

2012 年 3 月，中国电建集团中南勘测设计院有限公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站可行性研究报告》，同年 5 月，水电水利规划设计总院以“水电规水工[2012]19 号”印发审查意见。

2013 年 2 月，国家发改委以“发改能源[2013]379 号”对海南琼中抽水蓄能电站项目核准进行批复，同意工程建设。

### 2.3.2 环评制度执行过程

2011 年 11 月，中国电建集团中南勘测设计院有限公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书（报批稿）》；

2012 年 1 月，海南省国土环境资源厅以“琼土环资审字[2012]3 号”对该环境影响报告书进行了批复。

2016 年 11 月，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》。海南省生态环境保护厅

于 2016 年 12 月 20 日以“琼环函[2016]2065 号”同意海南琼中抽水蓄能电站下水库通过蓄水阶段环境保护验收。

2017 年 3 月，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》。海南省生态环境保护厅于 2017 年 4 月 28 日以《关于海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》“琼环函[2017]539 号”文同意海南琼中抽水蓄能电站上水库通过蓄水阶段环境保护验收。

### 2.3.3 工程建设过程

2010 年 7 月琼中抽水蓄能电站启动前期工作；  
2014 年 4 月主体工程正式开工；  
2014 年 5 月下水库导流洞开始施工；  
2014 年 6 月保护植物移栽开始实施；  
2014 年 7 月上水库导流洞开始施工；  
2014 年 8 月上下库连接公路隧道安全贯通；  
2015 年 1 月完成下水库截流验收；  
2015 年 4 月厂房Ⅲ层开始开挖；  
2015 年 6 月引水支洞全部开挖完成；  
2015 年 11 月厂房开挖全部完成；  
2016 年 4 月下水库大坝面板混凝土开始浇筑；  
2016 年 5 月完成上水库主坝坝基及岸坡清理验收，主坝第 1 层沥青混凝土心墙开始施工；  
2016 年 6 月，下水库大坝面板砼浇筑全部完成；  
2016 年 10 月，下水库库底清理完成验收；  
2017 年 1 月，上水库库底清理完成验收；  
2017 年 3 月下水库下闸蓄水；  
2017 年 6 月上水库下闸蓄水；  
2017 年 12 月首台机组投产；  
2018 年 4 月 1 日，电站 2#机组投入商业运行；  
2018 年 7 月 30 日，电站全面投入发电。

### 2.3.4 环保设计与施工单位、监理单位

琼中抽水蓄能电站在工程建设过程中，实行分标管理。主体工程建设共设置 6 个标段，包括：上水库工程、下水库工程、引水系统及地下厂房工程、尾水系统工程、自流排水洞工程、机电安装工程、机组设备采购项目。

工程主要参建单位见表 2.3-1。

**表 2.3-1 工程主要参建单位及主要建设内容**

| 单位类别      | 单位名称                 | 工程范围及内容                       |
|-----------|----------------------|-------------------------------|
| 建设单位      | 海南蓄能发电有限公司           | 工程建设管理及工程运行维护                 |
| 设计单位      | 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司  | 主体工程设计、环保工程设计、环境影响评价，水土保持方案编制 |
| 监理单位      | 广东省科源工程监理咨询公司        | 工程监理                          |
|           | 环境保护部环境工程评估中心        | 环保监理                          |
|           | 广州新珠工程监理有限公司         | 水保监理                          |
| 施工单位      | 广东水电二局股份有限公司         | 上水库工程                         |
|           | 中国水利水电第十二工程局有限公司     | 下水库工程                         |
|           | 中国水利水电第十四工程局有限公司     | 引水系统及地下厂房工程                   |
|           | 中国水利水电第七工程局有限公司等     | 尾水系统工程、机电安装工程                 |
|           | 中国水利水电第十五工程局有限公司     | 自流排水洞工程                       |
|           | 阿尔斯通                 | 机组设备采购项目                      |
| 环境监测和生态调查 | 奥来国信（北京）检测技术有限公司     | 污废水、地表水、大气和噪声监测、生态调查          |
| 水土保持监测    | 珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站 | 水土保持监测工作                      |

## 2.4 工程变更情况

### 2.4.1 主体工程变化情况

根据工程监理和工程设计资料，上水库泄水建筑物溢洪道型式由可研阶段的岸边开敞式溢洪道变更为竖井式进口溢洪道。竖井式进口溢洪道出口利用施工导流洞，不新增土地开挖面积，不会破坏生态环境。

下水库放水底孔进口控制段由塔式结构变更为坝体结构，进水口底板高程由 233m 提高到 235m，下水库死水位不变。

### 2.4.2 施工布置调整

工程施工过程中，根据实际工程建设时序和需要对施工布置进行了一定调整。

环评阶段琼中抽水蓄能电站施工区共设置 1 个业主营地和 9 个承包商营地，其中业主营地租用大丰农场场部，后期在 1 号渣场附近建设永久营地。实施阶段业主营地前期租用大丰农场场部，后期在 2 号渣场附近新建永久业主营地，建设规模约 150 人。原设计在下水库库尾右岸集中布置的承包商营地，集中调整至下水库坝下，包括：下水库主体工程标营地（中水 12 局，规模约为 150 人）、尾水标营地（中水 7 局，规模约为 200 人）、机电设备安装标营地（中水 7 局，规模约为 70 人）、引水发电系统标营地（中水 14 局，规模约为 100 人）。下水库库尾 1 号渣场附近主要布置机电安装标主营地。

工程环评阶段共规划 2 处混凝土生产系统，上下水库各设一处，下水库混凝土位于坝址上游右岸，实际建设阶段下水库共设置 4 套混凝土生产系统，分布位于下水库坝下进场公路右侧、下水库坝下主体工程标内、下水库右坝肩、下水库上游。上水库布置一套沥青混凝土生产系统，位置未发生变化，位于上水库主坝左坝肩。目前各系统均拆除完毕。

工程共规划石料场 2 处、土料场 2 处，实际建设中槟榔湖石料场、中上水库库中岛土料场取消。义方土料场总计开挖 36 万  $\text{m}^3$ ，加普岭共开挖 132 万，其中土方 28 万  $\text{m}^3$ ，石方 104 万  $\text{m}^3$ ，有用料 58 万  $\text{m}^3$ 。

环评阶段共规划 8 个弃渣场，弃渣总量为 453.39 万  $\text{m}^3$ 。实际施工过程中，取消 3 号、4 号、8 号渣场。

施工区布置变化情况详见表 2.4-1，总体上，施工场地的调整减少了工程布置占地范围，料场、渣场的取消和调整有利于降低工程施工期生态影响。

**表 2.4-1 琼中抽水蓄能电站施工区布置调整情况一览**

| 施工分区    | 环评阶段布置                       | 实际布置                                                                              | 主要变更情况                  | 环境影响变化         |
|---------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 业主营地    | 前期租用大丰农场场部，后期在 1 号渣场附近新建永久营地 | 前期租用大丰农场场部，后期在 2 号渣场附近新建永久业主营地                                                    | 位置变更                    | 施工区内布置，影响变化不明显 |
| 承包商营地   | 3 个施工营地集中布置在下水库库尾右岸          | 集中布置在下水库坝下                                                                        | 位置变更                    | 施工区内布置，新增影响不明显 |
| 混凝土拌和系统 | 上下水库各设一处混凝土拌和系统              | 下水库共设置 4 套混凝土生产系统，分布位于下水库坝下进场公路右侧、下水库坝下主体工程标内、下水库右坝肩、下水库上游。上水库在主坝左坝肩布置一套沥青混凝土生产系统 | 下水库新增 3 处混凝土生产系统，隶属不同标段 | 施工区内调整，新增影响不明显 |

| 施工分区 | 环评阶段布置                             | 实际布置              | 主要变更情况             | 环境影响变化      |
|------|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| 料场   | 规划槟榔湖石料场、加普岭石料场，上水库库中岛土料场、下水库义方土料场 | 保留加普岭石料场、下水库义方土料场 | 取消槟榔湖石料场、上水库库中岛土料场 | 减少了施工直接扰动面积 |
| 渣场   | 规划 8 个弃渣场                          | 实际使用 5 座渣场        | 取消 3 号、4 号、8 号渣场   | 减少了施工直接扰动面积 |

### 2.4.3 主要环保措施变化情况

根据琼中抽水蓄能电站环境影响报告书，工程施工期间主要环保工程包括生态流量泄放措施、保护植物移栽及施工污废水处理措施。各主要措施实际实施过程中发生的调整如表 2.4-2 所示。

**表 2.4-2 琼中抽水蓄能电站实施阶段主要环保工程调整情况**

| 项目             | 环评阶段设计                                                                                                                                                                      | 实施阶段调整                                                                                                                                        |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 砂石料加工系统废水处理措施  | 采用 DH 高效（旋流）污水净化法                                                                                                                                                           | 工艺调整，采用四级沉淀池+回用水池处理                                                                                                                           |
| 沥青混凝土拌和站废气处理措施 | 袋式除尘器                                                                                                                                                                       | 废气导入沉淀池处理                                                                                                                                     |
| 保护植物移栽         | 环评阶段调查影响保护植物共 9 种 58 棵，移栽至施工区业主管理营地旁                                                                                                                                        | 实际移栽过程中，海南省林业科学研究所共调查出保护植物 11 种 62 棵，移栽至新建永久业主营地附近及黎母山林场管理范围内的锦绣谷地管理分站苗圃基地，下水库库底清理过程中于下水库淹没区新发现 21 棵保护植物，已于 2016 年移栽完成。                       |
| 生态放水管布置        | 布置在放水底孔尾部，其进口位于放水底孔桩号泄 0+149.500m 处，初步拟定进口高程（钢管中心线）为 215.5m，在此高程向下游延伸 16.5m，出口位于放水底孔右侧末端，出口处钢管中心线高程为 214.0m，其下游接河床，生态放水钢管内径 0.15m。<br>初期蓄水阶段，库水位蓄至 239.00m 时，可从生态放水管下泄生态流量。 | 布置位置调整：进口位于放水底孔桩号放水 0+124.465m 处，进口高程（钢管中心线）为 215.6m，在此高程向下游延伸 11m，出口处钢管中心线高程为 215.5m，生态放水钢管内径不变为 0.15m。<br>初期蓄水阶段，初始泄放高程降低为 235.00m，不影响泄放过程。 |
| 进场公路沿线隔声墙      | 在进场公路沿线靠近居民点一侧修建隔声墙。                                                                                                                                                        | 沿线居民点临路侧植被茂密，取消隔声墙。                                                                                                                           |

### 2.4.4 工程是否涉及重大变更判定

根据环境保护部《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办[2015]52 号）要求，工程建设发生“重大变动的应当重新报批环境影响评价文件”。根据实际调查，对比《水电建设项目重大变动清单（试行）》，琼中抽水蓄能电站在建设过程中，其工程性质、规模、地点、生产工艺、环境保护措施未发生重大变动，环评阶段设计成果与实施成果对比如表 2.4-3 所示。

**表 2.4-3 琼中抽水蓄能电站主体及环保工程变更情况一览**

| 项目       |                | 环评阶段设计                                           |             | 实施阶段成果                                           |             | 是否发生变更 | 是否属于重大变动 |
|----------|----------------|--------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|-------------|--------|----------|
| 性质       | 开发任务           | 电力系统调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等                      |             | 电力系统调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等                      |             | 否      | /        |
| 规模       | 单机容量           | 200MW                                            |             | 200MW                                            |             | 否      | /        |
|          | 机组数量           | 3 台                                              |             | 3 台                                              |             | 否      | /        |
|          | 正常蓄水位          | 上水库<br>567m                                      | 下水库<br>253m | 上水库<br>567m                                      | 下水库<br>253m | 否      | /        |
|          | 死水位            | 上水库<br>560m                                      | 下水库<br>239m | 上水库<br>560m                                      | 下水库<br>239m | 否      | /        |
|          | 调节性能           | 上水库<br>日调节                                       | 下水库<br>日调节  | 上水库<br>日调节                                       | 下水库<br>日调节  | 否      | /        |
| 地点       | 坝址             | 上水库坝址采用下坝址方案，下水库坝址采用下坝址方案，位于黎母山林场一分区木材检查站上游 400m |             | 上水库坝址采用下坝址方案，下水库坝址采用下坝址方案，位于黎母山林场一分区木材检查站上游 400m |             | 否      | /        |
| 生产工艺     | 坝型             | 上水库沥青混凝土心墙土石坝<br>下水库混凝土面板堆石坝                     |             | 上水库沥青混凝土心墙土石坝<br>下水库混凝土面板堆石坝                     |             | 否      | /        |
|          | 施工方案           | 不涉及黎母山省级自然保护区，占用黎母山国家级森林公园                       |             | 不涉及黎母山省级自然保护区，占用黎母山国家级森林公园                       |             | 否      | /        |
| 主要环境保护措施 | 生态流量下泄设施       | 生态放水管设置在放水底孔尾部，内径 0.15m                          |             | 生态放水管设置在放水底孔尾部，内径 0.15m，但具体位置调整                  |             | 是      | 否        |
|          | 保护植物移栽         | 保护植物共 9 种 58 株，移栽至施工区业主管理营地旁                     |             | 保护植物 11 种 83 株，移栽至主营地附近及锦绣谷苗圃基地                  |             | 是      | 否        |
|          | 砂石料废水处理措施      | 采用 DH 高效（旋流）污水净化法                                |             | 工艺调整，采用四级沉淀池+回用水池处理                              |             | 是      | 否        |
|          | 沥青混凝土拌和站废气处理措施 | 经袋式除尘器处理                                         |             | 废气通入沉淀池水洗处理                                      |             | 是      | 否        |

## 2.4.5 工程变更环境合理性分析

### (1) 施工布置

永久业主营地由库尾 1 号渣场附近变更为 2 号渣场附近，下水库库尾右岸集中布置的承包商营地调整至下水库坝下，可以使业主营地和施工营地远离复建的引水工程取水口及自然保护区边界，减少对两者的影响。

与环评阶段相比，工程实施阶段施工总布置取消了 3 号、4 号、8 号渣场以槟榔湖石料场、中上水库库中岛土料场，共计减少临时占地约 13.88hm<sup>2</sup>。

总体而言，琼中抽水蓄能电站工程实际建设阶段由于取消了部分施工用地设施，实际占地较环评阶段有所减少，对地表植被破坏减小，因此具有环境合理性。

### (2) 主要环保工程

根据琼中抽水蓄能电站环境影响报告书及批复，要求对水库淹没及施工占地涉及的国家及省级保护植物采取迁地保护措施，移栽至施工区业主管理营地旁。根据海南省林业科学研究所完成《黎母山国家森林公园海南琼中抽水蓄能电站使用林地项目天然林采伐作业设计及淹没区内珍稀保护树种移植技术方案》，共调查出保护植物 11 种 62 株，与环评阶段调查的数量和种类存在出入。移栽过程中由于业主营地附近阳光充裕，不适合蕨类植物及半阴性植物生长，因此将桫欏、观音坐莲、野生茶树等 25 棵移栽至锦绣谷苗圃基地，业主营地仅移栽乔木。此次调整考虑了保护植物的适生条件，保证了移栽植物的成活率，锦绣谷苗圃基地为黎母山林场管理范围，可以有效的对移栽植物进行专业管理。

砂石料废水处理工艺由 DH 高效（旋流）污水净化法变更为四级沉淀池+回用池，可以满足废水回用及禁止排放要求。

生态放水管调整后仍然布置在放水底孔尾部，进口位置、进口高程、出口高程等变化大不，调整后不影响原放水功能及泄流能力。

隔声墙取消，但道路沿线植被茂密，对村庄遮挡效果明显，以进场公路视角村庄基本不可见，可部分替代隔声墙减噪作用。

## 2.5 工程投资及环保投资

### 2.5.1 工程投资

海南琼中抽水蓄能电站环评阶段概算总投资为 47.05 亿元，国家发改委核准海南琼中抽水蓄能电站项目工程总投资为 39.95 亿元。

## 2.5.2 环保投资

琼中抽水蓄能电站环评阶段环保投资为 6574.06 万元（不含水土保持投资），其中主体工程环境保护投资为 4902.74 万元。根据各项环保措施实际投资，截至 2019 年 6 月，工程建设累计完成环保总投资 5527.73 万元（详见表 2.5-1），其中主体工程环境保护投资 4075.77 万元，总投资及主体工程环境保护投资分别是环评阶段概算投资的 84.1%和 83.1%。本阶段主体工程环境保护投资与环评阶段概算差异的主要原因在于：①水环境保护措施中砂石料污水处理取消投资较高的 DH（旋流）污水净化法处理，采用四级沉淀池处理；施工营地生活污水处理取消成套处理设备；其他污水处理措施也进行了相应简化。②进场公路沿线村庄植被相对茂密，取消了隔声墙。③生态环境保护措施投资中含工程区域景观绿化工程 1355.9 万。

**表 2.5-1 琼中抽水蓄能电站蓄水阶段环境保护投资落实情况一览表**

| 序号 | 项目名称     | 环评概算费用<br>(万元) | 截至 2019 年 6 月<br>落实费用 (万元) | 备注               |
|----|----------|----------------|----------------------------|------------------|
| 一  | 主体工程环境保护 | 4902.74        | 4075.77                    |                  |
| 1  | 水环境保护    | 3238.82        | 674.22                     |                  |
| 2  | 大气环境保护   | 335.00         | 244.64                     |                  |
| 3  | 声环境保护    | 265.80         | 201.8072                   |                  |
| 4  | 固体废物处置   | 320.00         | 293.1372                   |                  |
| 5  | 生态环境保护   | 364.00         | 2280.45                    | 包括道路绿化、施工迹地修复    |
| 6  | 人群健康保护   | 108.00         | 50                         |                  |
| 7  | 环境监测     | 211.12         | 167.97                     |                  |
| 8  | 事故风险防范   | 60.00          | 3.5                        |                  |
| 9  | 其他环境保护投资 | 0              | 160.0499                   | 合同中未分项           |
| 二  | 移民安置环境保护 | 16.15          | 16.15                      | 移民安置工程由地方政府按规划实施 |
| 三  | 一、二部分合计  | 4918.89        | 4091.92                    |                  |
| 四  | 独立费用     | 1283.05        | 1122.91                    |                  |
| 五  | 基本预备费    | 372.12         | 312.89                     |                  |
| 六  | 环境保护总投资  | 6574.06        | 5527.73                    |                  |

## 2.6 验收工况

根据《建设项目竣工环境保护验收技术规范(水利水电)》(HJ464-2009)，水电站、水利枢纽等工程，其运行生产能力达到其设计生产能力的 75%或以上并稳定运行，同时相应环保设施已投入运行的情况下，方可进行验收。

2018 年 7 月 30 日，琼中电站全面投入发电试运行。目前，上、下水库水位已达到正常蓄水位，电站已经满负荷稳定试运行，相应环保设施已投入运行。因此，工程已具备竣工环境保护验收调查的条件。

### 3 环境影响报告书回顾

#### 3.1 环境影响报告书主要评价内容

根据工程特点、区域环境特征以及建设方式,《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》针对工程建设对环境影响进行了评价,包括施工期环境影响评价、水环境影响评价、生态环境影响评价、大气和声环境影响评价、固体废物环境影响评价、社会环境影响评价、移民安置环境影响评价等。

#### 3.2 主要环境现状

##### 3.2.1 水环境

根据海南岛水环境功能区划,南渡江上游支流腰仔河为 II 类水体,由于本工程涉及水域为源头水,应不降低现状水质,高标准(参照 II 类)保护。电站上、下水库流域范围内均无工矿企业等工业污染源分布。海南省环境监测中心站 2011 年 4 月对琼中抽水蓄能电站工程区水质监测结果表明,各项监测水质指标均符合 GB3838-2002《地表水环境质量标准》II 类标准。

##### 3.2.2 大气环境与声环境

工程区无工矿企业,大气环境和声环境质量良好。根据 2011 年 4 月海南省环境监测中心站监测资料分析,工程区大气环境符合 GB3095-1996《环境空气质量标准》一级标准。昼夜间噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类标准要求。

##### 3.2.3 生态环境

###### (1) 陆生植物

工程评价区植物种类丰富,维管植物有 111 科 764 种,区内自然植被分为热带山地雨林、热带湿润雨林、次生热带雨林、次生灌丛和草地等植被型。其中热带湿润雨林植被类型有青梅+海南木莲+大花第伦桃群系和青梅+海南木莲+长柄梭罗群系 2 个群系;热带山地雨林植被类型有线枝蒲桃+鸡毛松+陆均松+海南蕈树群系和鸡毛松+陆均松+线枝蒲桃+乌营群系 2 个群系;次生热带雨林有枫香+厚皮树+黄牛木群系、海南榄仁+香合欢+厚皮树群系和黄桐+白颜+鸭脚木群系 3 个群系。区内分布有 9 种保护植物,分别为属国家 II 级保护的黑桫欏、大羽桫欏、野生荔枝、红花天料木;属省级保护的野生龙眼、重阳木、粘木、野生茶和观音座莲。

## （2）陆生动物

工程评价区两栖动物有 1 目 5 科 23 种，其中海南湍蛙、脆皮蛙、细刺蛙、云南臭蛙、滇南臭蛙、大绿蛙、弹琴蛙、海南溪树蛙等 8 种为海南省重点保护动物；爬行类(除龟鳖目)有 2 目 6 科 35 种，细鳞树蜥、斑飞蜥、紫灰锦蛇、海南颈槽蛇、银环蛇、眼镜蛇、眼镜王蛇等 7 种为海南省重点保护爬行动物，海南颈槽蛇为海南特有种；鸟类有 17 目 46 科 148 种，国家 I 级重点保护野生动物 2 种，即海南山鹧鸪和海南孔雀雉；国家 II 级重点保护野生动物 19 种，即白鹇、原鸡、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、草鹑、黄嘴角鹑、领角鹑、斑头鹧鸪、黑耳鸢、凤头蜂鹰、褐耳鹰、赤腹鹰、普通鵟、黑翅鸢、蛇鵟、雀鹰、松雀鹰、红隼、游隼。兽类共有 8 目 17 科 28 种，水鹿、猕猴和海南兔 3 种为国家 II 级重点野生保护动物，赤鹿、豪猪、果子狸、树鼩、棕果蝠、隐纹花松鼠、赤腹松鼠 7 种为海南省重点保护野生动物。

## （3）水生生物

工程评价区腰仔河和黎田河的主要淡水鱼类有 5 目 15 科 47 种，以鲤形目的种类最丰富，达 32 种，约占总种数的 68.1%，其中海南异鱾、细尾铲颌鱼、虹彩光唇鱼、琼中拟平鳅、海南细齿塘鳢 5 种特有种。淡水龟类共有 2 科 7 种，其中三线闭壳龟为国家 II 级重点保护野生动物。

## （4）黎母山省级自然保护区

工程可研阶段，黎母山省级自然保护区的范围进行了调整，调整后工程不涉及黎母山省级自然保护区，保护区调整已经海南省人民政府同意。海南省人民政府已于 2011 年 11 月以“琼府函[2011]182 号”《关于同意黎母山省级自然保护区范围及功能区划调整的批复》批准调整海南黎母山省级自然保护区范围。现工程水库淹没和工程占地均位于黎母山省级自然保护区外，不涉及保护区占地，本工程占地与保护区的最近距离为 250m。

# 3.3 环境影响预测评价主要结论

## 3.3.1 水环境影响预测评价

### （1）水文情势

琼中抽水蓄能电站建成运行后，上、下水库的来水除弥补蒸发、渗漏损失之外，上下库总库容将实行自动监控，积蓄于库中超过上下水库总调节库容的天然径流通过下水库的放水底孔下泄，因此电站运行对坝下河道的水文情势影响不大。为满足初期蓄水期下水库坝址下游用水需求，并保证河流不断流，工程中考虑通过放水底孔内的生态放水管向下游泄放  $0.082\text{m}^3/\text{s}$  生态用水流量。

### （2）施工期废（污）水影响

由于施工区河段的水质保护目标为Ⅱ类，施工期间必须对施工生产废水、生活污水进行处理后回用。通过废（污）水回用以及加强对废（污）水处理设备的维护与运行，施工对地表水的影响甚微。

### （3）运行期

运行期上、下水库水量交换频繁，增加了溶解氧含量，促进有机物溶解，水库出现富营养化现象可能性较小。

由于抽水蓄能电站运行特性，海南琼中抽水蓄能电站调节水量始终在上、下库循环使用，上、下库在频繁的交换过程中不存在水温分层现象。

电站运行期本身不产生水污染物，主要污废水为工作人员的生活污水和厂房内少量的地面冲洗污水。由于污废水排放量极小，在采取相应的处理措施后，对黎田河水质无影响。

### （4）用水影响

下水库全年各月下泄水量大于下游生态需水量、生活用水量和农田灌溉用水量，因此运行期对下游农田灌溉和生态用水基本无影响。为保证下游用水安全，并根据琼中抽水蓄能电站建设的实际情况，生态需水采用推荐的 Tennant 法计算结果，生态基流为  $0.082\text{m}^3/\text{s}$ 。

## 3.3.2 生态环境影响预测

### （1）对陆生动物影响

施工期内由于机械和施工人员进场，石料、土料堆积场及施工噪声均破坏了现有陆生动物的生存环境，导致动物栖息环境发生改变，对该区域的陆生动物将产生不利影响。

工程涉及区域的陆生动物活动能力较强，其觅食环境很广，而且由于淹没的面积相对较小，库淹区周围存在大量适合生境，陆生动物将移居到附近的适宜的环境中生存和繁殖。由于迁移距离较小，且环境基本相似，短时间内可以适应新的环境，不会导致其种群消失，总的来说工程建设期和运行期对它们总体影响较小。

### （2）对植物影响

施工期对植被的影响主要为施工占地对植物的影响。施工区内的植被构成了自然体系的主体，施工活动将破坏施工区植被，失去原有的自然性和生物生产力，降低了景观的质量与稳定性。工程施工占用的主要为林地，其中大多为灌木林，

工程施工区总占地占评价区的比例很小，因此，工程占地对植被的影响较小。

工程运行时会淹没部分植物，影响较大的自然植被为次生林地、灌丛及灌草丛，如以黄桐、白颜和鸭脚木为优势的次生林，以及桃金娘、野牡丹、刺桑灌丛等，但这几种植被在黎田河流域中较常见，也是植被恢复的主要对象。水库蓄水后，将在一定程度上改善区内土壤和空气湿度，改善区内生态环境，有利于喜湿、喜阴植物发育和热带山地雨林优势种的更新，总体来说，工程运行期对当地植物影响较小。

### （3）对自然体系生态完整性的影响

对区域自然体系生态完整性的影响是由水库淹没和工程永久占地引起的，水库淹没和工程永久占地面积约 299.40hm<sup>2</sup>，主要为林地和园地。在工程建成后，各种拼块类型面积发生变化，导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况发生改变，对本区域生态完整性具有一定影响。

### （4）对重点保护植物影响

工程建设占地和水库淹没涉及 9 种重点保护植物，即国家重点保护植物桫欏属植物 2 个种，黑桫欏和大羽桫欏，海南省重点保护植物名录野生荔枝、野生龙眼、重阳木、粘木、红花天料木、野生茶和观音座莲等 7 个种。施工期大量施工人员活动、车辆行驶等行为，以及水库淹没均可能对其造成破坏影响。但采取相应移栽保护措施，该影响可得到减免。

### （5）对水生生物影响

水库下游没有发现珍稀保护鱼类及鱼类“三场”，该区域主要为小型经济鱼类，且现存数量较少，鱼类在水电站蓄水后，那些原来生活在溪流和稻田中的鱼类的数量将会明显减少，库区的形成为大型鱼类提供一个空间较大的越冬场所。而适应阔水水域生活的类型将会增加，预计 3 年后将形成稳定的群落结构。因此电站建成后，对鱼类影响较小。

水库蓄水以后，原来的适合于虾、蟹及贝类生活的环境都会淹没在几十米的底层，预计蓄水 3~5 年后，水库环境会有所改善，软体动物的某些种类会开始定居，并逐渐增多，而溪蟹会在库区的沿岸出现。

### （6）土地利用变化影响

工程施工造成的区域土地利用格局的变化，将对评价范围自然体系产生一定的影响。但是，通过工程涉及区的自然生态系统体系的自我调节，以及施工完成后进行绿化工程，在工程运行一段时间后，工程影响区自然体系的性质和功能将

得到恢复。

#### (7) 水土流失影响

本电站扰动原地貌、损坏土地和植被的面积为  $378.09\text{hm}^2$ ，损坏水土保持设施面积为  $350.46\text{hm}^2$ ，设施类型为林地；水土流失总面积为  $292.46\text{hm}^2$ ，预测水土流失总量为 75.28 万 t，新增水土流失量为 75.24 万 t，另外弃渣流失总量为 24.94 万 t，施工期间施工场地土壤侵蚀强度可达剧烈，土壤侵蚀以水力侵蚀为主。

### 3.3.3 环境空气影响预测评价

琼中抽水蓄能电站的施工区距离最近居民生活区为南吉村，距离砂石料加工系统仅 500m，其余居民点距离施工场界均超过 1.5km，施工造成的大气污染对居民的生活基本没有影响。在无防治措施下，大气污染的主要影响受体主要是施工人员。

下库进场公路两侧 200m 内的大边村、黑石村、大丰农场 13 队和 15 队、南吉村、烂田村居民点，在未采取保护措施的情况下，对其正常的工作和学习有一定的影响。

### 3.3.4 声环境影响预测评价

本工程施工区噪声主要来源于施工开挖、钻孔、短时和定时爆破，砂石粉碎，交通噪声等。根据施工总体布置，较大的噪声源主要分布在砂石加工系统、混凝土生产系统、坝基、施工主干道等地方，由于施工区最近居民点除南吉村外，其余距离在 1.5km 之外，因此噪声受体为施工人员。施工期交通运输对下库进场公路少量居民点有一定的影响，应注意避免对其正常生活的影响。

### 3.3.5 社会环境影响评价

#### (1) 社会经济

工程在建设过程中可促进当地建筑业、建材行业、劳动力和第三产业的发展，促进地方基础设施建设，活跃当地商品市场，将成为推动琼中县城经济的动力源，刺激其经济发展。

工程建成运行后，将增加地方税收，促进社会经济的发展，还为发展当地经济提供了交通、能源等方面的必要条件，并将带动附近地区运输业、原材料加工等相关产业的发展；同时可利用电站上、下库的人工湖景观，发展旅游业。本工程的兴建对促进地区产业结构优化调整和社会经济可持续发展，以及当地脱贫致富具有一定的作用。

## （2）人群健康

大量施工人员集中生活和移民安置活动可能会增加传染性疾病的发病率，应采取相应的对策和措施，尽可能地减小发病率。

## （3）固体废物

施工期产生的工程弃渣和生活垃圾若处置不当会对环境产生一定影响，应采取措施进行处置。

### 3.3.6 移民安置环境影响评价

由于本工程无移民搬迁安置和生产安置，因此避免了移民搬迁安置带来“三废一噪”影响，以及生产安置带来土地开垦、水土流失等影响，移民安置活动对环境产生的影响相对较小，仅表现在专项设施复建等过程中的开挖、植被的破坏等活动造成一定程度水土流失，破坏局部土地植被和植物。另外，专项设施复建后其等级和规模较原有状况有所改善，工程建设将吸引更多的剩余劳动力从事非农业生产，当地居民收入将逐步提高。

## 3.4 主要环境保护措施

### 3.4.1 水环境保护措施

#### （1）生产废水

为保护工程区域的地表水环境，对于工程施工产生的砂石料生产废水、混凝土系统废水、洞室废水、机修含油废水、生活污水通过采取污水处理工程措施处理后回用。

#### （2）运行期

电站运行期油污水产生量很小，主要来源于厂房机组设备安装及检修时产生的漏油。机组安装及检修期间的漏油可采用油水分离装置进行处理。正常运行期厂房内各层地面少量漏油可采用布擦或铺设木糠等吸油物质吸附。运行期生活污水可采用施工期成套设施进行处理。

#### （3）生态用水

为确保初期蓄水期下游农田灌溉，在不考虑区间来水情况下，根据各月下水库下游供水要求，通过设置生态流量管下泄一定生态基流，可满足不同时期的生态流量，满足下游供水要求；上水库蓄水对下游生态用水影响很小，可不考虑下泄生态基流。

### 3.4.2 生态环境保护措施

#### (1) 陆生动物保护措施

做好保护野生动物的宣传工作，提高施工人员的保护意识，严格遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，根据动物的生物节律安排施工时间和施工方式。

#### (2) 植物保护措施

施工期严格管理可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，禁止在林区野外用火。施工过程中应尽量减少施工对区域植被的破坏，对工程建设中形成的次生裸地，要结合水土保持，按照生态环境保护的要求，及时复土、还林。

在库底清理范围内对库区植物进行清理，避免破坏清理范围外的植被，保护库区周围的陆生生态系统。

#### (3) 水生生物保护措施

在输水洞的进/出水口增加拦鱼设施，避免或减少鱼类等水生生物通过输水洞进入水轮机因受到机械性损伤而造成水生生物数量和种类的减少。

#### (4) 国家重点保护植物

对在施工区业主管理营地旁边规划一片绿化用地，建设假植苗圃园，对受工程施工和水库淹没影响的国家级、省重点保护植物如黑桫欏、大羽桫欏、母生、野生荔枝、野生龙眼、野生茶、重阳木、粘木和观音座莲等采用移植的方式进行移栽保护，即可美化施工区环境，达到绿化美化效果。

#### (5) 水土保持

针对工程新增的水土流失，采取工程防护和植被恢复相结合的控制措施，尽可能地维护和改善区域的生态环境状况。

### 3.4.3 环境空气保护措施

针对废气和粉尘等大气污染物对施工人员及敏感点的影响，尤其是粉尘的影响，采取湿式作业以及对施工区和敏感点区域的公路进行洒水等除尘、降尘措施减少废气和粉尘的排放量，施工人员配带口罩、头盔等防护措施，减少大气污染物对自身的影响和危害。

### 3.4.4 声环境保护措施

针对施工噪声对施工人员的影响，采取优化施工时序、采用低噪声设备和施工工艺，降低声源、利用地形，合理布置施工机械，设置限速和禁鸣标志牌，保

护周围的声环境；施工人员配戴耳塞等防护措施，减少噪声对施工人员的影响和危害。下库进场公路两侧的 5 处居民点，采取设置隔声墙、隔声板、限速禁鸣以及种植绿化带等保护措施。

### 3.4.5 社会环境保护措施

为保护施工人员和移民安置区居民的健康，制定了人群健康检疫检查措施和防疫措施。

针对施工区生活垃圾对当地环境的影响，对生活垃圾采用先分选可回收部分，然后外运至琼中县城生活垃圾填埋场进行填埋处理。

### 3.4.6 移民安置保护措施

移民安置区环境保护措施主要是专项设施复建过程中采取的水土保持、防尘降噪措施。如水土保持工程以工程措施与植物措施相结合；对于敏感点区域进行洒水控制扬尘，并悬挂限速、禁鸣警示牌。

## 3.5 环境监测与管理计划

### 3.5.1 环境监测

工程环境监测项目包括施工期废水、地表水、饮用水、环境空气、噪声、陆生生态、水生生物和水土保持监测；运行期地表水、水生生态、陆生生态。

#### 3.5.1.1 水环境监测计划

##### （1）施工期

##### 1) 生活污水监测

采样点：上库主体标生活营地、下库集中生活营地生活污水排放口设 1 个采样点。

监测项目：pH 值、SS、COD、BOD<sub>5</sub>、粪大肠菌群、石油类、总氮、总磷、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群等 11 项。

采样频率：每 4 个月采样分析 1 天，每天 3 次。

监测方法：按照 GB3838-2002《地表水环境质量标准》、HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》以及 SL219-98《水环境监测规程》等有关的监测要求进行。

##### 2) 生产废水监测

生产废水监测作用：是监视施工活动中产生的生产废水所造成的水污染情况，作出水质预报或警报，为施工管理或采取防治污染应急措施提供依据。

采样点：砂石料加工废水处理系统出水口、进厂交通洞室废水处理系统排放

口。

监测项目：SS、COD、pH、石油类等 4 项。

监测频率：每年至少监测 3 期，每期 3 次。其监测频率随生产活动的变化而变化。

监测方法：按照 GB3838-2002《地表水环境质量标准》、HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》以及 SL219-98《水环境监测规程》等有关的监测要求进行。

### 3) 地表水质监测

监测断面：在琼中抽水蓄能电站工程项目区设 3 水质监测点(或断面)，分别为上库坝址下游 500m 处(消减断面)、下库库尾处(对照断面)、下库坝址下游 2.8km(保蕊村\消减断面)处。

监测项目：水温、pH 值、SS、COD、BOD<sub>5</sub>、总氮、总磷、粪大肠菌群等。

监测频次：每年丰、平、枯 3 个水期各监测 2 次，每次连续监测 2 天。

监测方法：按照 GB3838-2002《地表水环境质量标准》、HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》以及 SL219-98《水环境监测规程》等有关的监测要求进行。

### (2) 运行期

监测断面布设：在可能受电站运行期水质影响的地方设 4 个水质监测断面，分别是上水库库区、下水库库尾、下库坝址上游 0.5km 处，下库坝址下游 2.8km 处。

监测内容：第 1~3 期监测内容为水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等共 24 个监测因子，从第 4 期水质监测开始的监测内容为 pH 值、溶解氧、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、氨氮、石油类、总氮、总磷、粪大肠菌群等共 9 个监测因子，并且根据水质质量实时增减监测因子。

监测频率：每年监测 3 期(丰水期、平水期、枯水期)，每期连续监测 2 天。

监测时间：水库蓄水后的前 3 年，共监测 9 期。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)方法执行。

### 3.5.1.2 大气环境监测计划

#### (1) 监测布点

在施工区及其运输道路区敏感点布设 5 个监测点，分别是上库坝址施工区、下库坝址施工区、下库砂石料加工厂、南吉村居民点、大边居民点。

(2) 监测项目

主要为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、TSP。

(3) 监测时段与频次

工程施工期间，每年各季度监测 1 次。

(4) 监测技术与方法

监测方法按照 GB3095-1996《环境空气质量标准》、HJ/T193-2005《环境空气质量自动监测技术规范》、HJ/T194-2005《环境空气质量手工监测技术规范》等国家有关规定执行。

### 3.5.1.3 声环境监测计划

(1) 监测布点

在施工区及其运输道路区敏感点布设 6 个监测点，分别是上库坝址施工区场界、下水库坝址施工区场界、下库施工营地、砂石料加工厂场界、南吉村居民点、大边居民点。

(2) 监测项目

主要为 A 声级及等效 A 声级 LAeq。

(3) 监测时段与频次

工程施工期间，每年各季度监测 1 次，每一测点分别进行昼间和夜间测量。

(4) 监测方法

监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 等国家规定方法执行。

### 3.5.1.4 生态环境监测计划

(1) 水生生态

1) 断面设置

水生生态调查共设置 3 个调查点，分别为上水库库中、下水库坝址上游 500m、下游 1000m。其中，鱼类资源调查以区域性调查为主，不设固定调查点位。

2) 监测内容

饵料生物：监测各断面的水生植物(包括浮游藻类、着生藻类、水生维管植物)、水生无脊椎动物(包括浮游动物、底栖无脊动物)的区系组成及特点、种类密度及生物量。

鱼类：调查河段鱼类区系及其特点、种群数量、分布、渔获物组成及优势度。

### 3) 监测频率

筹建期调查 1 次，施工期第 2 年、第 4 年各调查 1 次，水库运行 2 年后调查 1 次，共调查 4 次。每次选择主要鱼类产卵期和渔获期各调查 1 期。

### 4) 监测方法

采用样品采集和市场调查相结合的方法。

#### (2) 陆生生态

##### 1) 监测点位

在上、下库区靠近大坝施工区各布设 1 个调查点位，各调查点设置固定调查样线 2 条~4 条，各样线设置固定乔木、灌木、草本样方 2 个~4 个，两栖类和小型兽类也将设置一定数量的样方进行调查。

##### 2) 监测内容

陆生生物现状调查采用线路调查和设置典型样方相结合的方法，陆生植物调查内容主要包括植物植被特征、植被类型、植被地理分布规律、覆盖率、区系组成及特点、生物多样性、生物量、演替趋势等，陆生动物调查内容主要包括动物种类及其生境、种群数量、区系特性、两栖类、爬行类、兽类及鸟类的种类及分布，国家保护动植物种类、分布及生境状况等。

调查工程前后树木的生长情况；统计兽类、鸟类、两栖类和爬行类的物种分布、数量及出现频率，通过访问当地居民、集市等方法对调查结果进行修正。

##### 3) 监测时段与监测时间

筹建期调查 1 次，施工期第 2 年、第 4 年调查各 1 次，水库运行 2 年后调查 1 次，共调查 4 次。每次选择春季调查 1 期。

##### 4) 监测方法及结果

按照国家颁布的有关规定监测。对监测结果作出综合评价与分析，编制监测报告，报送建设单位与行政主管部门。

## 3.5.2 环境监理

在工程施工期间，根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理。全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题。

## 3.5.3 环境管理

建设单位组建工程的环境管理机构，结合国家和行业有关环保法规要求，制

定环境管理目标。通过宣传教育、监理招投标制度、开展相关学习培训等方法，落实环境管理各项目标。

### 3.6 环境保护投资

琼中抽水蓄能电站环境保护总投资为 6574.06 万元（不含水土保持投资），其中主体工程环境保护投资为 4902.74 万元，移民安置环境保护工程投资为 16.15 万元，独立费用 1283.05 万元。

### 3.7 环评总体结论

本工程影响范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区、基本农田保护区等环境敏感区。本工程水环境敏感对象为黎田河及其支沟槟榔沟和烂田河。大气和声环境主要的敏感对象为主体工程附近的居民点。生态环境主要的敏感对象主要为工程区域内国家和地方野生保护动植物。工程建设征地范围和工程区核查评估范围内未压覆查明矿产资源。本工程现状环境条件较好，无制约本工程建设的环境因素。

工程建设对环境的影响主要发生在施工期，施工期产生的“三废一噪”等污染以及生态环境、社会环境的影响均可以通过采取相应的工程措施、管理措施予以减缓，工程建设对生态环境的影响在可承受范围之内，不会对生态系统的稳定性和多样性构成破坏。运行期主要的影响是初期蓄水对下游河道生态需水的影响，通过下泄一定的水量可以保证下游河道生态用水和其他用水的需求。工程建设可以推动当地的经济发展，改善区域交通条件，促进工程区旅游资源的开发，具有良好的社会和经济效益。

综合分析，从环境保护的角度，在落实本报告提出的各项环保措施的前提下，本电站建设是可行的。

### 3.8 环评批复意见

2012 年 1 月 9 日海南省国土环境资源厅以“琼土环资审字[2012]3 号”下发《关于海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书的批复》，批复意见如下：

一、海南琼中抽水蓄能电站项目选址位于琼中县，工程建设内容主要由上水库、下水库、输水系统、厂房系统、地面开关站和道路等组成。上、下水库分别位于南渡江上游腰仔河支流黎田河支沟的槟榔沟和烂田河，上水库正常蓄水位 567.00 米，死水位 560.00 米，调节库容 499.9 万立方米，总库容 1053.26 万立方米；下水库正常蓄水位 253.00 米，死水位 239.00 米，调节库容 512.7 万立方米，总库

容 892.28 万立方米,电站安装 3 台单机容量 200 兆瓦的可逆式水泵水轮发电机组,总装机容量为 600 兆瓦。电站年发峰荷电量 10.02 亿千瓦时。工程等别为二等,工程规模为大(2)型,项目概算总投资 42.84 亿元。项目建成后主要担负海南电力系统的调峰、填谷,兼有调频、调相、紧急事故备用和黑启动等任务,并配合核电安全运行。

项目建设符合国家产业政策及我省电力发展建设规划。根据《报告书》的综合结论,在认真落实《报告书》提出的污染防治和生态保护对策措施的前提下,项目建设带来的环境问题基本可以得到缓解和消除。从环境保护角度分析,项目建设是可行的。

## 二、项目执行的环境质量标准、污染物排放标准

环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-1996, 修改版)一级标准;上、下水库水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II 类标准;地下水水质执行《地下水质量标准》(GB/T14848-1993)III 类标准;土壤质量执行《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)二级标准;区域声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。

大气污染物排放标准执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-96)表 2 无组织排放监控浓度限值;生活污水经处理满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)城市绿化标准后,回用于绿化,不得外排;营运期厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1 类标准;施工期噪声排放执行《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)。

## 三、项目建设及运营应重点做好以下工作:

(一)项目建设须遵循开发与保护并重的原则,科学规划,合理选取拦水坝址,优化项目总体布局,集约利用土地,合理布置上水库、下水库、输水系统、厂房系统、地面开关站及进厂公路、办公区、生活区等。按规范进行油库、炸药库的选址设计,库内建筑物平面布置根据使用要求和现场地形因地制宜布局,各建筑物间的相对距离严格按规范要求布置,在确保安全、方便的前提下,尽量减小土建工程量。

(二)要制定水库蓄水和运行调度方案,合理分配发电和下游生态用水,减轻项目建设可能产生的生态环境影响。建立生态流量在线自动监测系统,严格落实水库初期蓄水和运行期下泄生态流量措施,设置专用的生态流量下泄通道,安装流量在线监控设施。根据《报告书》核定,坝下必须保持不小于 0.082 立方米/

秒的生态下泄流量。

（三）严格执行国家及本省有关自然保护区的管理规定，切实加强对海南黎母山省级自然保护区及黎母山国家森林公园的保护，项目建设不得占用自然保护区用地。

（四）加强施工期环境保护管理工作，落实水土流失防治及生态保护措施。优化施工方案，合理安排施工时间、顺序和方式，尽量避免在雨季施工。合理选址渣场、料场，重点对渣场、料场、枢纽建筑区、施工临时占地及施工道路及其影响区进行水土流失治理。加强项目区域植被保护，严禁乱砍、滥伐，最大限度防止水土流失和减少河床侵蚀。对水库淹没区内的保护树木应进行迁地保护。施工期间，尽量减轻施工及水下工程作业对鱼类的影响。严格控制土方开挖强度，做好土、石方平衡，综合利用建设过程产生的弃土、弃石，合理设置弃土、弃石堆场，减少占用土地和压覆植被。弃土、弃石不得向河道及施工场周边推压、抛弃，对散落河道和施工场周边的弃土、弃石须及时进行清理，统一集中堆存。在易发生水土流失的切削面坡顶设置截洪沟或挡水墙，完善弃渣场周边的雨水排水系统，减少水土流失和塌方等灾害发生。对工程弃渣堆场和开挖地段实施监控，及时排除可能存在的水土流失、塌方隐患。

（五）加强施工期环境监管，严格落实报告书提出的施工期大气环境、水环境、声环境和固体废弃物处理等措施。采用袋式除尘装置对混凝土拌和系统、砂石加工系统产生的粉尘进行处理。重视施工区道路的维修、养护，对施工区和敏感点区域的公路进行洒水等，减少扬尘影响。采用环保型炸药，严格控制爆破时间，尽量定时爆破，防止施工扰民。采取洒水等措施防治施工场地扬尘污染。生产、生活废水经处理达标后全部回用。施工人员生活垃圾分类收集，委托当地环卫部门定期清运、处置。

（六）制定水库清理环保方案，规范库底清理环境标准和蓄水环保要求。水库蓄水前要进行库底全面清理，防止二次污染。

（七）开展施工期环境管理，确保生态保护和污染防治措施得到落实。须委托有资质的环境监理单位开展施工期的环境监理工作，全过程、全方位对施工过程的生态保护和污染防治措施的落实情况进行监督、检查，及时发现和消除可能产生环境影响的隐患，提出相应整改或补救的对策、措施。定期向我厅及琼中县国土环境资源局报送环境监理报告。环境监理报告将作为项目竣工环保验收的重要依据。

（八）营运期生活污水要经污水处理设施处理达标后，回用于绿化灌溉。设置发电机废油池收集滴漏的废油并交有资质的机构回收综合利用。生活垃圾要分类收集，可综合利用的回收处理，不可利用的委托当地环卫部门及时清运处置。发电机组维修产生的含油废物须按危险废物有关规定委托有资质的单位妥善处理。

（九）落实运营期的各项环境调查、监测计划，及时掌握生态环境、水土保持及地表水等环境质量变化情况，发现问题应及时采取有效措施进行处理。

四、项目建设及运营过程中，须按照《报告书》及本批复的要求落实与完善各项环境保护措施。项目动工前，须将开工时间报告琼中县国土环境资源局。施工期间的环境保护监督检查工作由琼中县国土环境资源局负责。项目竣工试运营前须向我厅提出申请，经检查同意后方可试运营。试运营三个月内，须向我厅申请项目竣工环境保护验收。

### 3.9 蓄水阶段环境保护验收工作情况

2016 年 7 月，建设单位通过招标方式确定由中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司承担上、下水库蓄水阶段环境保护验收调查工作。

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司于 2016 年 11 月编制完成《海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》。海南省生态环境保护厅于 2016 年 12 月 20 日以《关于海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》“琼环函[2016]2065 号”（附件 3）文同意海南琼中抽水蓄能电站下水库通过蓄水阶段环境保护验收。

下水库通过蓄水阶段环境保护验收后，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司于 2017 年 2 月对工程上水库进行了补充调查、资料收集等工作，在此基础上编制完成《海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》。海南省生态环境保护厅于 2017 年 4 月 28 日以《关于海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》“琼环函[2017]539 号”（附件 4）文同意海南琼中抽水蓄能电站上水库通过蓄水阶段环境保护验收。

## 4 环境保护措施落实情况调查

琼中抽水蓄能电站蓄水前已委托中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》和《海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收调查报告》，2016年12月20日，海南省生态环境保护厅以《关于海南琼中抽水蓄能电站下水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》“琼环函[2016]2065号”文通过了本工程下水库蓄水阶段环境保护验收；2017年4月28日，海南省生态环境保护厅以《关于海南琼中抽水蓄能电站上水库蓄水阶段环境保护验收意见的函》“琼环函[2017]539号”文通过了本工程上水库蓄水阶段环境保护验收。

2019年3月，我院开展首次调查时，工程施工已基本结束，大部分施工场地已拆除，因此施工期环保措施落实情况调查主要以收集前期工程设计资料、施工期环境监测和环境监理记录、竣工整编资料以及蓄水阶段环保验收调查报告为主，辅以现场踏勘。

### 4.1 环境保护措施“三同时”制度执行情况

#### 4.1.1 环境保护措施“同时设计”情况

##### （1）预可行性研究阶段

2010年9月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司编制完成了《海南琼中抽水蓄能电站预可行性研究报告》，同时编制了环境影响评价篇章，对工程的环境影响进行了分析和评价，并提出了预防和减缓不良环境影响的对策和措施。

##### （2）可行性研究阶段

2010年11月，国家发展和改革委员会文件《国家发展改革委办公厅关于同意琼中抽水蓄能电站开展前期工作的复函》(发改办能源[2010]2956号)，同意开展相应前期工作。

2011年10月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司完成了《海南琼中抽水蓄能电站工程水土保持方案报告书(报批稿)》。2012年4月，水利部以水保函[2012]83号文对水保方案进行了批复。

2011年11月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司完成了《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》，2012年1月，海南省国土环境资源厅以“琼土环资审字[2012]3号”对报告书予以了批复。

2011年10月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司完成了《海南琼中

抽水蓄能电站可行性研究报告》(送审稿)。2012 年 5 月,水电水利规划设计总院以“水电规水工[2012]19 号”印发了海南省琼中抽水蓄能电站可行性研究报告审查意见。

### (3) 招标技施阶段

为满足琼中抽水蓄能电站环境保护相关措施要求,建设单位委托相关单位开展了各项后续设计。

2013 年 4 月,海南凯景园林工程有限公司编制完成《海蓄电站进场公路边坡绿化工程施工组织设计》;2014 年 11 月,海南建筑园林工程公司编制完成《海南琼中抽水蓄能电站上下库连接公路绿化工程施工组织设计》;为落实环评报告书及批复中对保护植物的移栽要求,2013 年 7 月海南大学热带生物工程研究院及海南省林业科学院进行了保护植物的复核调查,并于 2013 年 11 月完成《黎母山国家森林公园海南琼中抽水蓄能电站使用林地项目天然林采伐作业设计及淹没区内珍稀保护树种移植技术方案》;2016 年 6 月中南院编制完成《海南琼中抽水蓄能电站水库清理环保方案》,10 月编制完成《琼中抽水蓄能电站生态放水管流量自动监测仪安装方案》。2016 年 11 月,完成《2017 年水库调度运用报告》

## 4.1.2 环境保护措施“同时施工、同时投产”情况调查

琼中抽水蓄能电站于 2010 年 7 月开始筹建,2014 年 4 月主体工程开工。工程主要环境保护措施投入运行使用情况如下:

### (1) 生产废水处理措施

根据环境监理月报,2013 年 11 月部分洞室开始开挖,同月进厂交通洞及 1#施工支洞洞室废水处理设施建设完成。砂石料加工系统于 2013 年 12 月开工建设,2014 年 10 月完成,12 月开始运行,废水处理设施沉淀池于 2014 年 8 月完成,同步投入使用。2014 年 1 月自流排水洞混凝土拌和站安装完成,同月拌和站废水收集设施完成。2014 年 8 月下水库混凝土拌和站建设完成,11 月拌和站施工废水收集处理设施完成。

### (2) 生活污水及生活垃圾处理措施

主体工程标 2014 年 4 月进场,根据环境监理报告,2014 年 4 月施工营地已配备临时厕所化粪池及垃圾桶。2014 年 9、10 月海南蓄能发电有限公司同海口广居实业有限公司签订了生活垃圾处置及营地化粪池清理合同,统一进行施工区生活垃圾处置及化粪池清理。工程试运行期间,业主营地生活区、生产楼均设置垃圾桶,由海口广居实业有限公司统一收集外运处理,建设单位已和海口广居实业有

限公司签订生活垃圾清运合同。

### （3）水土保持措施

2013 年 12 月进场公路全线贯通，同时公路边坡绿化已完成，急流槽、U 型槽、路面、路肩防护排水工程等均已完成。目前，大部分渣料场已完成植被恢复，下水库库尾弃渣场、加普岭料场的植被恢复已列入复垦方案，上下库连接路两侧边坡及其施工占地的植被恢复也已完成。

### （4）保护植物移栽

保护植物移栽工作于 2013 年 7 月进行保护植物的复核调查，2014 年 6 月开始场地平整，8 月完成移栽，9 月完成初步验收。2016 年 10 月库底清理阶段新发现保护植物 21 株，已于电站全面投产前完成移栽。

### （5）生态流量泄放措施

2015 年 7 月，下水库溢洪道开挖基本完成进行混凝土浇筑，放水底孔及生态放水管同步施工，目前，生态放水管和生态流量在线监测系统均已安装并运行。

## 4.1.3 “三同时”制度执行情况

工程招标技施阶段开展了绿化工程、保护植物移栽和生态流量自动监测等专项设计，编制了环境风险应急预案，施工期污水处理设施与施工辅助设施同步建设并投产使用，弃渣场水土保持措施按要求落实。工程建设期间基本落实了环境保护“三同时”制度，基本做到了环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

## 4.2 环境保护措施落实情况

### 4.2.1 生态保护措施落实情况调查

#### 4.2.1.1 植物保护措施落实情况

##### （1）环评阶段保护措施

##### 1) 环评报告书中保护措施

根据《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》，琼中抽水蓄能电站建设及运营将对区域植物产生不利影响，环评阶段针对项目建设及运营产生的不利影响提出了保护措施。

①采取有效措施预防森林火灾。在工程建设期采取有效措施预防森林火灾，加强施工管理，严禁林区野外用火；在施工区、临时居住区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围，并最好巡回检查、搞好消防队伍及设施的建设、营造

防火林带等，以预防和杜绝森林火灾发生。

②加强外来入侵种的防治工作。目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。结合工程特点，建议加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径进行宣传，严禁私自带入未经严格检测、评估的外来物种；施工占地区应该及时进行植被恢复；水土保持和绿化树种、草种优先采用土著种。

③尽量减少施工对区域植被的破坏。施工期，应减少施工对区域植被的破坏，对施工形成的次生裸地，要结合水土保持，按照生态环境保护的要求，及时覆土、还林。

④收集表层土。工程开挖区的表层土有机质丰富，是该区域植物生长的重要营养源，收集、合理存放并利用表层土用于植被恢复，有利于区域植物的生长，有利于植被的恢复，同时也防止了营养物质和水土的流失。

⑤库底清理避免破坏淹没区外的植被。库底清理应严格按照清理技术要求，在库底清理范围内对区域植物进行清理，避免破坏清理范围外的植被，保护库周陆生生态系统。

⑥进行植被恢复。施工结束后，及时进行植被恢复，植被恢复除考虑适合当地气候，速成树种外，在布局上还应考虑多种树种的交错分布，提高走廊带内植物种类的多样性，增加抗病害能力，并增强廊道自身的稳定性。

⑦严格执行各项环境保护政策法规，保护现有的森林资源，禁止乱砍乱伐。

⑧开展生态监测。工程施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。

⑨对受工程施工和水库淹没影响的国家级、省重点保护植物如黑桫欏、大羽桫欏、母生、野生荔枝、野生龙眼、野生茶、重阳木、粘木和观音座莲等采用移植的方式进行移栽保护。

## 2) 环评报告批复意见中植物保护措施

对水库淹没区内的保护树木应进行迁地保护。

### (2) 保护措施落实情况

通过现场调查，本工程陆生保护措施在工程建设和试运营期间基本落实。

#### 1) 枢纽工程区

##### ①上水库

上水库主要建筑物包括主坝、副坝 1、副坝 2 和溢洪道。根据现场调查，上水库枢纽工程边坡及空闲地区均实施了绿化措施，对空闲地主要采取了灌木、草本

植物相结合的形式进行了绿化，对边坡主要通过植草皮、播草籽等方式进行了绿化，区域主要的灌木有白灰毛豆、三角梅、红花檵木、大叶千斤拔、木豆、山乌柏、山鸡椒等，主要的草本植物有芒穗鸭嘴草、刚莠竹、地毯草、白茅、五节芒、猪屎豆等，上水库枢纽工程区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，植被覆盖率较高，区域植被恢复情况良好（图 4.2-1）。

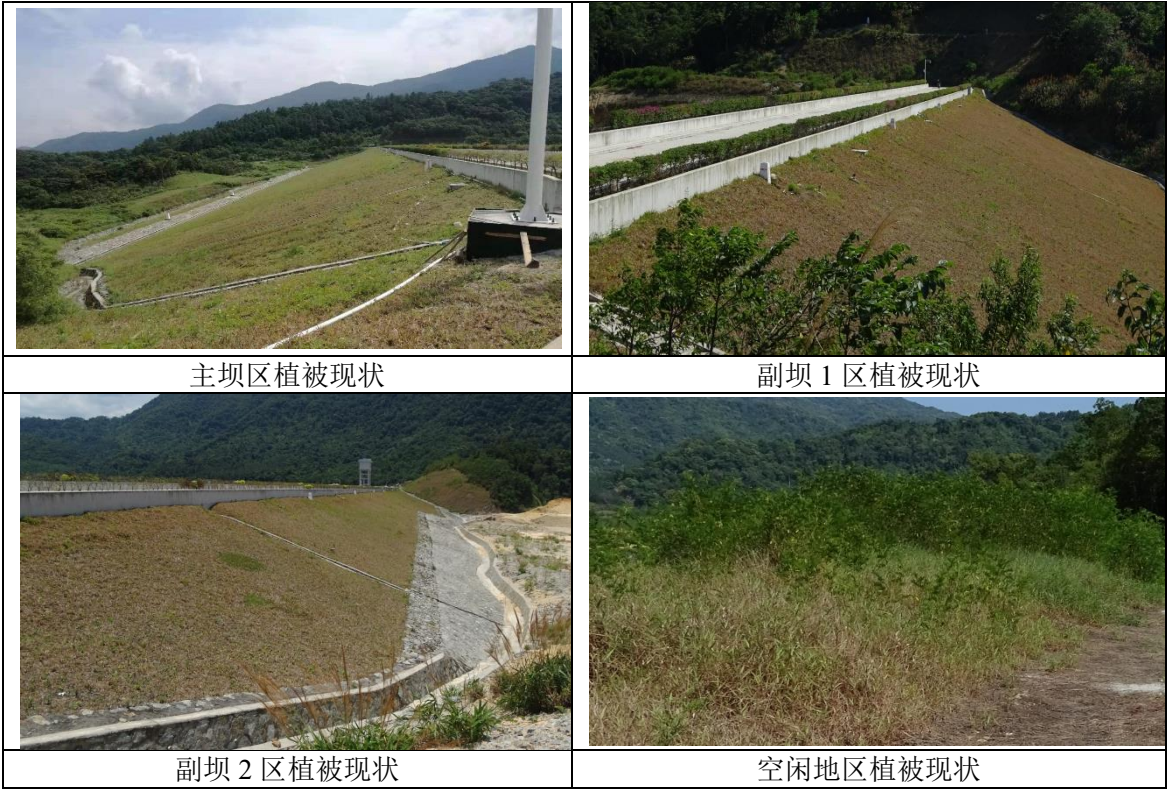


图 4.2-1 上水库大坝绿化

②下水库

下水库主要建筑物有大坝、溢洪道和泄洪洞。根据现场调查，下水库枢纽工程边坡及空闲地区均实施了绿化措施，对边坡、空闲地主要采取了灌木、草本植物相结合的形式进行了绿化，对坝肩主要采取了乔木、灌木、草本植物相结合的方式进行了绿化，区域主要的乔木有马占相思、银合欢、狭叶山黄麻等，主要的灌木有三角梅、白背枫、白楸等，主要的草本植物有蜈蚣草、斑茅、类芦、粽叶芦、芒穗鸭嘴草、狗牙根等，下水库枢纽工程区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，植被覆盖率较高，区域植被恢复情况良好（图 4.2-2）。



图 4.2-2 下水库大坝绿化

2) 施工交通区

①永久道路区

本工程有永久道路 4 条，总长 22.80km，路面宽 7m，路基宽 8.5m。根据现场调查，永久道路两侧边坡及空闲地区均采取了乔木、灌木、草本植物相结合的形式进行了绿化，区域主要的乔木树种有小叶榄仁、橡胶树、槟榔树、椰子、银合欢等，常见的灌木有白灰毛豆、三角梅、构树、洋金凤等，常见的草本植物有五节芒、斑茅、芒穗鸭嘴草、粽叶芦、含羞草、猪屎豆等，永久道路两侧均实施了绿化，区域植物成活率较高，其生长及生存状态良好，植被覆盖率较高，区域植被恢复效果良好。



图 4.2-4 永久道路区绿化

②临时道路区

本工程主要临时道路有 11 条，总长 16.70km。根据现场调查，由于部分施工场地、渣料场区植被恢复等工作还在进行，区域临时道路仍在使⤵用，临时道路区植被恢复以自然恢复为主，区域常见的乔木有橡胶树、槟榔、加勒比松、山麻树、黑木姜子、狭叶山黄麻等，常见的灌木有木薯、白背枫、野牡丹等，常见的草本植物有粽叶芦、类芦、五节芒、白茅等，常见的藤本植物有葛、金钟藤等。

目前临时道路区植被覆盖率较低，植被恢复情况一般。12#、13#、14#公路应当地群众要求，作为其生产生活便道，未予拆除，目前仍由村民正常使用；5#公路作为上水库溢洪道检修公路，不考虑恢复。



图 4.2-5 临时道路区绿化

3) 施工场地及营地区

①永久业主营地区

本工程业主营地位于下水库库区右岸。根据现场调查，业主营地区边坡及空闲地区均采取了乔木、灌木、草本植物相结合的形式进行了景观绿化，区域主要的乔木树种有小叶榄仁、洋紫荆、假槟榔、金椰、大叶蒲葵、王棕、黄钟木等，常见的灌木有银合欢、洋金凤、红花檵木、灰莉、鸡蛋花、黄蝉、龙船花、假连翘、三角梅等，常见的草本植物有沟叶结缕草、狗牙根、猪屎豆等，业主营地区各边坡及空闲地区均实施了绿化措施，区域植物成活率较高，其生长及生存状态

良好，植被覆盖率较高，区域植被恢复效果良好。



图 4.2-6 永久业主营地区绿化

②临时施工场地区

本工程布置有临时施工场地 9 处。根据现场调查，随着施工结束，施工场地区临时建筑物均已拆除，区域土地平整、植被恢复工作多已开展。据调查，施工场地多根据用地性质进行植被恢复，主要采取乔木、灌木、草本植物相结合的形式进行，区域常见的乔木有橡胶树、槟榔、马占相思等，常见的灌木有木薯、白灰毛豆、银合欢、白背枫等，常见的草本植物有五节芒、斑茅、芒穗鸭嘴草、粽叶芦、猪屎豆等，施工场地区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，但部分施工场地区土地平整还在继续，部分施工场地区植被恢复以自然恢复为主，区域植被覆盖率不高，植被恢复效果一般（图 4.2-7）。

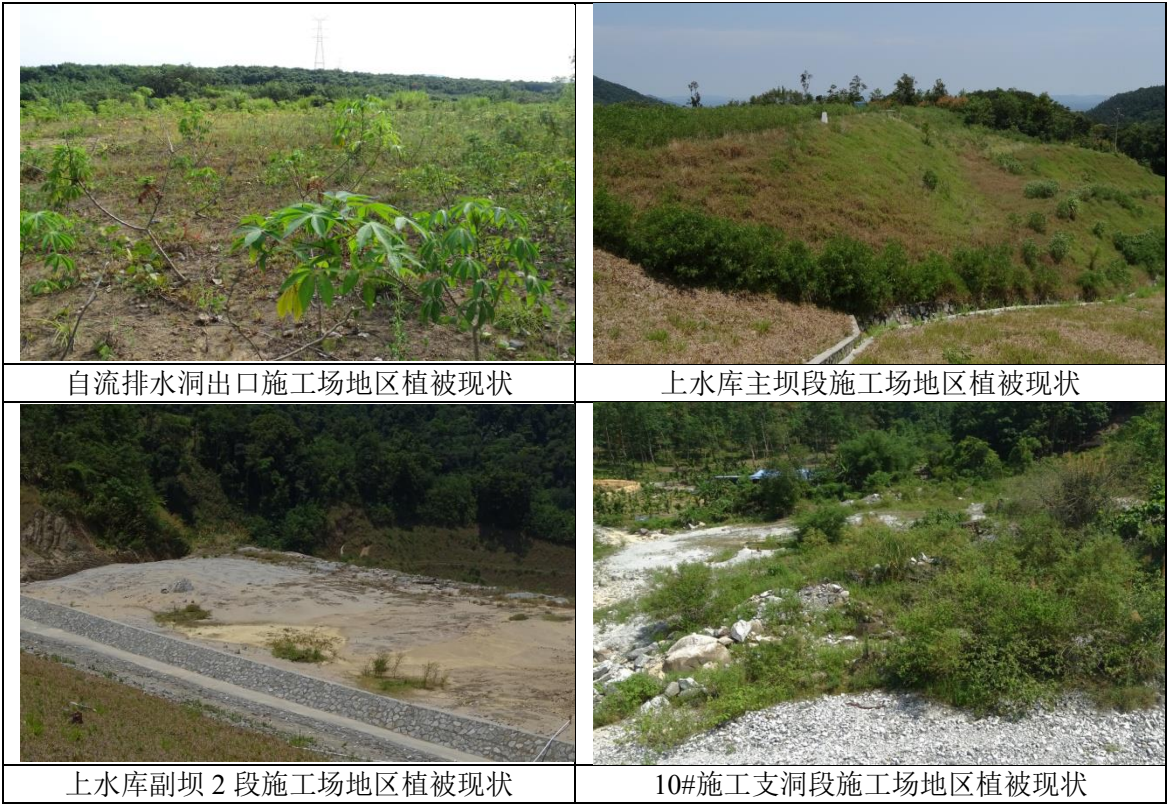




图 4.2-7 临时施工营地区绿化

4) 料场区

①土料场区

本工程在下水库各布置土料场 1 处，为义方土料场区。根据现场调查，随着施工结束，土料场区土地平整、植被恢复工作已结束。义方土料场位于业主营地区，该区主要以景观绿化的方式进行了植被恢复，区域常见的乔木有洋紫荆、小叶榄仁、王棕、椰子等，常见的灌木有鸡蛋花、红花檵木、三角梅等，常见的草本植物有沟叶结缕草、狗牙根等，义方土料场区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，植被覆盖率较高，区域植被恢复效果良好。(图 4.2-8)。



图 4.2-8 义方土料场区绿化

②石料场区

本工程布置有石料场 1 处，为加普岭石料场。根据现场调查，随着施工结束，石料场区土地平整、覆土等工作已经结束，目前正开展植被恢复工作。据调查，石料场区多采取了灌木、草本植物相结合的形式进行了绿化，区域常见的灌木有白灰毛豆、银合欢、白背枫、山乌桕等，常见的草本植物有芒穗鸭嘴草、粽叶芦、五节芒等，石料场区植物成活率较高，其生长及生存状态良好（图 4.2-9）。



加普岭石料场区植被现状  
图 4.2-9 石料场区绿化

③临时材料堆放场区

本工程施工布置区有多处材料堆放场。根据现场调查，随着施工结束，材料堆放场区土地平整工作多已结束，植被恢复工作多正在开展。据调查，材料堆放场区植被恢复多根据周边绿化情况进行，主要采取了灌木、草本植物相结合的形式进行绿化，区域常见的灌丛有白灰毛豆、狭叶山黄麻等，常见的草本植物有五节芒、芒穗鸭嘴草、地毯草、粽叶芦、蜈蚣草等，常见的藤本植物有金钟藤等，材料堆放场区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，但部分区域以自然恢复为主，区域植被覆盖率较低（图 4.2-10）。



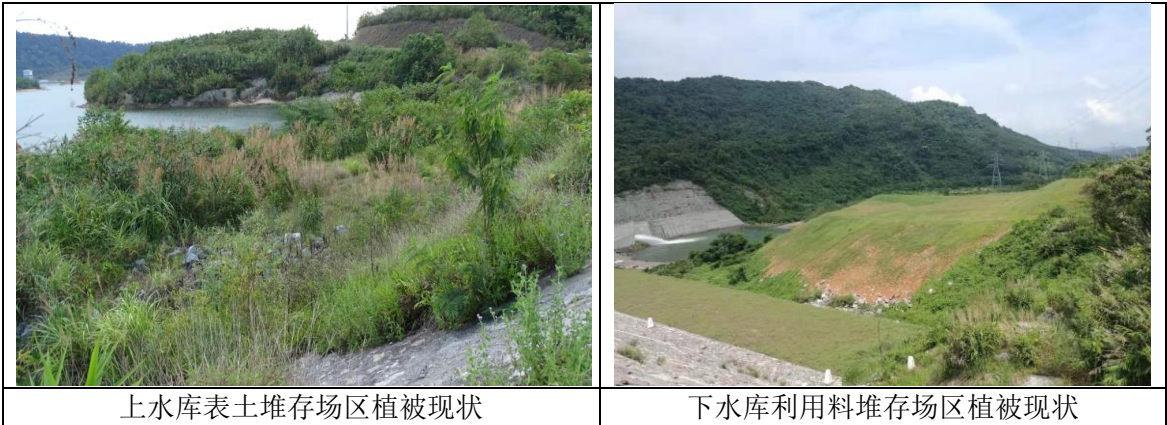


图 4.2-10 材料堆放场区绿化

5) 弃渣场区

本工程布置有弃渣场 5 处，其中 7#弃渣场位于上水库库区。根据现场调查，随着施工结束，弃渣场区土地平整、植被恢复工作多已开展。据调查，2#弃渣场位于业主营地区，该区主要以景观绿化的方式进行了植被恢复，区域常见的乔木有洋紫荆、椰子等，常见的灌木有龙船花、三角梅等，常见的草本植物有沟叶结缕草等，2#弃渣场区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，区域植被覆盖率较高，植被恢复效果良好。5#、6#、自流排水洞出口弃渣场主要根据用地性质进行了植被恢复，区域主要种植的经济树种有橡胶树、槟榔、木薯等，其它植物主要有山麻树、粽叶芦、白茅、葛、金钟藤等，该类弃渣场区植物成活率较高，其生长及生存状态良好，但区域植被覆盖率一般，植被恢复效果一般。1#弃渣场区、自流排水施工支洞弃渣场区现状植被以自然恢复为主，区域常见的灌木有白背枫等，常见的草本植物有粽叶芦、五节芒、假臭草等，该类型弃渣场区植物多零散分布（图 4.2-11）。





图 4.2-11 弃渣场区绿化

结合琼中抽水蓄能电站施工及运营期生态环境监理及监测报告，根据访问调查及现场实地调查，环评阶段所提出的植物保护措施均得到落实，总体来说，落实效果良好（见表 4.2-1）。

表 4.2-1 植物保护措施落实情况一览表

| 序号 | 环评阶段提出的植物措施   | 措施落实情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 采取有效措施预防森林火灾。 | 根据工程施工期环境监理报告及访问调查，施工前，建设单位开展了宣传教育活动，制定了森林火灾预防及应急预案，同时组织了消防队伍，配备了相关消防设备。施工期，建设单位划定了可生火范围，并在施工区、林地区竖立了防火警示牌，同时施工过程中加强了施工管理，加强了巡回检查。根据访问调查及现场调查，调查区未出现工程建设及运营引起的火灾事故，区域森林火灾防范措施得到落实。                                                                                                                                                                                                     |
| 2  | 加强外来入侵种的防治工作。 | 根据工程环境监理、监测报告及访问调查，施工前，建设单位就区域外来入侵种及其危害进行了广泛宣传。施工期，建设单位利用工程施工的机会对区域现有外来入侵种进行了人工拔除，对进出车辆、木材等进行了严格检疫。施工结束后，建设单位对永久建筑区空闲地、施工迹地区土地进行了平整，植被进行了恢复，对恢复树种进行了筛查，工程区发生了微甘菊等外来物种入侵。根据《琼中黎族苗族自治县林业局关于林业有害生物限期防治的函》、《海南省黎母山林场关于海南蓄能发电公司辖区内薇甘菊发生情况和防治建议的函》，调查区微甘菊主要发现于进场道路两侧，面积约 17hm <sup>2</sup> 。针对调查区薇甘菊入侵及扩散情况，项目建设单位海南蓄能发电有限公司委托琼中园林绿棕虫害防治有限公司开展了调查区薇甘菊应急防治工作。根据工程环境监理、监测报告及现场调查，调查区薇甘菊得到有效控制。 |
| 3  | 尽量减少施工        | 根据工程环境监理报告及访问调查，电站设计期，建设单位尽量通过                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| 序号 | 环评阶段提出的植物措施      | 措施落实情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 对区域植被的破坏。        | “永临结合”的方式优化了工程布置，通过利用水库淹没土地，减少了施工便道、施工场地、弃渣场等工程占地对植物及植被的破坏。工程施工前，建设单位通过划定施工活动范围，规划了施工作业边界，减少了人为干扰对施工区外植被的影响。施工期，建设单位通过优化土石方运输及利用方式，取消了 3#、4#、8#弃渣场，利用排水洞口区施工场地、灌草地及撂荒地区，通过优化工程布置选择了生态环境较差、占地面积较小的弃渣场，其选址减少了对调查区植被的破坏。运营期，为缓解工程建设及运营对区域植被的破坏，建设单位及时对施工迹地区植被进行了恢复。根据访问调查及现场调查，建设单位通过规范施工作业，加强施工管理，施工活动均在征地范围内进行，通过优化工程布置减轻了占地对区域植被的破坏，通过对占地区植被恢复，减缓了工程建设及运营对区域植被的影响。 |
| 4  | 收集表层土。           | 根据工程设计，为收集保存施工区表层土，建设单位在电站上下水库各选择了一处表土堆存场。根据工程环境监理报告，施工前，建设单位对施工开挖面区表层土进行了剥离，并就近留存于上下水库表土堆存场，同时采取了遮盖、防风及排水等措施。施工结束后，建设单位对施工场地区土地进行了平整，对区域种植土进行了回填。根据现场调查，上水库表土堆存场区表层土均得到回填，施工迹地区植物存活率较高，其生长及生存状态良好。                                                                                                                                                                |
| 5  | 库底清理避免破坏淹没区外的植被。 | 根据上下水库库底专项清理报告、工程环境监理报告及访问调查，库底清理前，建设单位划定了库底清理范围，明确了库底清理内容、要求，电站上下水库库底清理工作均在水库正常蓄水位以下进行。根据访问调查及现场调查，上下水库正常蓄水位外植被发育良好，其未受到库底清理影响，同时，下水库库底清理过程中新发现有 21 株保护植物，为避免库底清理工作、水库淹没对其影响，库底清理前，建设单位委托黎母山自然保护区专业技术人员对其进行了迁地保护，库底清理工作对区域植物及植被的影响较小，对淹没线上植物影响较小。                                                                                                                 |
| 6  | 进行植被恢复。          | 根据工程水土保持报告书及工程区景观绿化设计项目合同，电站建设前，建设单位对施工区进行了水土保持设计及景观绿化设计。根据《海南琼中抽水蓄能电站工程区域绿化工程施工合同》，建设单位委托广东云林绿化工程有限公司开展了工程区域景观绿化。根据工程环境监理、监测报告及访问调查，施工结束后，建设单位对永久占地空闲地、施工迹地区植被进行恢复，对业主营地区、道路区主要采取了乔木、灌木、草本植物相结合的方式进行了景观绿化，区域植物成活率较高，植被覆盖率较高，恢复效果良好。                                                                                                                               |
| 7  | 严格执行各项环境保护政策法规。  | 根据工程环境监理报告及访问调查，施工前，建设单位对区域生态环境、动植物保护等法律法规进行了广泛宣传。施工期，建设单位划定了施工活动范围，规范了施工活动及加强了巡回检查工作，同时对占地及淹没区保护植物进行了移栽保护，对微甘菊等外来入侵种进行了综合防治工作。结合工程环境监理及监测报告，根据访问调查及现场调查，工程施工期及运营期，调查区未发生森林火灾及滥砍滥伐等事故，区域微甘菊等外来入侵物种得到有效控制，占地及淹没区保护植物均得到移栽保护，电站建设及运营过程中严格执行了各项环境保护政策法规。                                                                                                              |
| 8  | 开展生态监测。          | 根据工程环境影响报告书，环评单位对调查区生态监测内容、方法、布点等进行了说明。为落实环评报告书提出的生态监测，电站建设单位海南蓄能发电有限公司委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司开展了电站工程筹建期、施工期（第 2 年、第 4 年）、运营期（水                                                                                                                                                                                                                                       |

| 序号 | 环评阶段提出的植物措施              | 措施落实情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                          | 库运行 2 年后）生态监测工作，至目前，已完成工程生态监测 2014 年度、2015 年度、2017 年度报告，通过生态监测，完善了施工及运营期管理，区域生态向良性或有利方向发展。                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | 对受工程施工和水库淹没影响的保护植物采取移栽保护 | 环评阶段，海南师范大学等单位在工程占地及水库淹没范围内调查到保护植物 9 种 57 株（丛）；2013 年 7 月，海南大学热带生物工程研究院及海南省林业科学研究所对占地及淹没区保护植物进行复查调查，调查到重点保护野生植物 11 种 62 株（丛）；2016 年 10 月，在下水库库底清理过程中，黎母山自然保护区相关工作人员在下水库淹没区新发现有保护植物 21 株（丛）。为保护工程占地及水库淹没区重点保护野生植物，项目建设单位海南蓄能发电有限公司委托海南黎母山省级自然保护区管理站开展了保护植物的移栽保护工作。结合电站施工期监理及监测报告，根据访问调查及现场调查，工程占地及淹没区保护植物均采取了移栽保护措施，其中锦绣谷苗圃区移栽有保护植物 25 株（丛），业主营地区移栽有保护植物 58 株（丛）。 |



图 4.2-12 工程区植物保护措施

### （3）小结

结合琼中抽水蓄能电站施工及运营期环境监理报告、监测报告及各环境保护措施设计、合同、验收资料等，根据访问调查及现场实地调查，环评阶段所提出的植物保护措施基本得到落实。施工前，建设单位对占地工程布置进行了优化，对施工区进行了水土保持及景观绿化设计，同时划定了施工活动范围及可生火范围，并广泛开展了生态环境保护宣传教育活动，制定了环境风险预防及应急预案，并成立了专班小组。施工期，建设单位委托开展了施工监理及监测工作，加强了巡回检查及施工管理工作，同时预留了表层土，竖立了生态保护警示牌，开展了水土保持、外来入侵种防治工作，并对占地区保护植物进行了移栽保护。建设单位委托开展了库底清理、外来入侵种防治工作，同时对施工迹地区土地进行了平整，对植被进行了恢复，对上下水库淹没范围内保护植物采取了移栽保护。琼中抽水蓄能电站施工及运营期，区域植物保护措施均得到落实。此外，受移栽保护植物生长及生存状态、原分布区环境、移栽方案、移栽区环境等因素影响，保护植物移栽后成活情况一般。

#### 4.2.1.2 陆生动物保护措施落实情况

##### （1）环评阶段保护措施

1）加强宣传，制定生态环境保护手册，设置生态环境保护警示牌，增强施工人员的环保意识。严禁捕猎保护动物与特有动物，施工过程中如遇到要尽量保护，对故意捕杀的行为给予严惩。

2）防治爆破噪声对野生动物的惊扰，根据动物的生物节律安排施工时间和施工方式。

3）各施工场地周围应通过设置铁丝网和绿色塑料网进行隔离，划定工作区和活动范围，营地和施工便道尽量选择在无植被或植被较差的地方。施工期灯光（探照灯）尽量避免对动物生境直射。夜间使用低能灯，尽可能避免强光直接照射。

4）加强生境建设。大坝建成河面上涨，调查区原有林地和灌草地减少，在此生境中生存的动物生境有所缩减，要保护好其栖息地，或者在其它适合地区另辟它处供其生存，降低工程对它的影响。尽快恢复地面植被，维持野生动物原有生境。

5）水库蓄水前搜救。根据库周重点保护和特有动物分布情况，因水库蓄水对其基本不造成影响，对由于蓄水造成人为活动的干扰而受伤、或食物暂时性短缺受影响的重点保护和特有动物需采取统一搜救措施，设置保护站点。

7) 自然疫源性疾病的传播者(部分鼠形兽),在大坝建成后,将向非淹没区转移,其密度将有所增加,在这种情况下,既要维护自然生态系统的食物链关系,又要重视对非淹没区的人、畜和工程施工人员防疫工作

8) 业主单位应配备专职或兼职巡护人员,防止人口和人类开发活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。枢纽工程的建设使区域动物的分布格局发生改变,有些动物会迁移到附近适合的替代生境中,例如坝址上游的森林。需要野生动物保护部门在这些区域加强监测与保护。

### (2) 保护措施落实情况

从表 4.2-2 可以看出,海南琼中抽水蓄能电站环评阶段提出的提高施工人员的保护意识,严禁捕猎野生动物、处理好多样性保护与安全防疫的关系、加强管理、减少污染等野生动物保护措施已基本落实。此外,业主单位还聘请专业单位开展施工期的生态监测来加强陆生野生动物保护工作。

**表 4.2-2 琼中抽水蓄能电站环评阶段陆生动物保护措施落实情况表**

| 环评提出的环保措施                    | 落实情况                                                                                                                                                      |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 加强宣传,提高施工人员的保护意识,严禁捕猎野生动物    | 经过现场调查和访问,对于重点保护动物的保护,工程施工单位进行了专门的保护动物的工作会议,讨论重点保护动物的保护;施工方已通过开座谈会、发放宣传册、集中学习《野生动物保护法》、观看野生动物图片等方式做好施工人员的野生动物保护宣传教育工作;施工方签订的合同中已有禁止捕猎野生动物相关事宜,若违约将受到相应惩罚。 |
| 合理安排施工时间,防治施工噪声对野生动物的惊扰      | 已落实,施工期间的高噪音活动主要在白天进行,尽可能避开了多数鸟类和兽类的活动觅食时间                                                                                                                |
| 划定施工范围,营地和便道施工期灯光避免对野生动物生境直射 | 已落实,工程在施工期间严格按照施工范围施工,未出现越界施工的情况发生,对于植被生境较好的区域,施工期间一般都选择了避让,尽可能避免了对野生动物生境的直射。                                                                             |
| 蓄水前进行野生动物搜救,设置野生动物保护站点       | 在 2017 年水库蓄水运行前,建设单位联合当地林地相关部门开展此项工程,清库前加大对动物驱赶措施等救助措施,尽最大可能减小对野生动物的影响。                                                                                   |
| 处理好多样性保护与安全防疫的关系             | 施工方已对非淹没区的居民做好宣传工作,使其注重毒蛇的防治,并与县卫生局合作,为附近非淹没区的居民房屋进行消毒。                                                                                                   |
| 业主单位应配备专职或兼职巡护人员             | 基本落实,业主单位配备了专职的巡护人员,在野生动物活动频繁的季节,对项目区野生动物进行巡护保护,对发现的受伤的野生动物采取了一定的救助措施。                                                                                    |

### (3) 小结

环评阶段所提出的陆生动物保护措施已经基本落实,施工期间未出现猎捕野生动物、破坏野生动物生境的现象。施工期间,根据野生动物的习性,施工活动主要在白天进行,避开了多数鸟类和兽类的活动觅食时间。施工期间,施工活动

严格控制在征地红线内，施工结束后，业主单位对临时占地区进行了植被恢复，部分区域虽未进行植被恢复，但已列入土地复垦计划，且因为当地的水热条件适宜，区域内自然生长了灌草丛植被，恢复和建设了部分野生动物的生境。此外，业主单位还聘请专业单位开展施工期的生态监测来加强陆生野生动物保护工作。

#### 4.2.1.3 保护植物移栽措施

##### （1）保护植物发现过程

工程前期阶段和施工建设过程中，分三个阶段共发现保护植物 83 株，第一阶段是 2011 年环评阶段、第二阶段是 2013 年 7 月海南省林业科学研究所对占地及淹没区保护植物复查阶段、第三阶段是 2016 年 10 月下水库库底清理阶段。各阶段发现的具体情况如下：

第一阶段：根据工程环评阶段调查，工程建设占地和水库淹没涉及 9 种国家级及省级重点保护植物，包括：黑桫欏、大羽桫欏、野生荔枝、红花天料木、野生龙眼、重阳木、粘木、野生茶和观音座莲等，共计 57 株（丛）。

第二阶段：为保证移栽工作顺利科学进行，海南蓄能发电有限公司委托海南黎母山省级自然保护区管理站开展移栽工作。2013 年 7 月，海南大学热带生物工程院及海南省林业科学研究所对占地及淹没区国家级及省级保护植物进行复查，复查结果表明工程占地及淹没涉及 11 种国家级及省级重点保护植物共计 62 种，其中国家 II 级重点保护野生植物 4 种 21 株，海南省级重点保护野生植物 7 种 41 株。

复查结果见表 4.2-3。

**表 4.2-3 占地及淹没区保护植物复核调查结果一览表**

| 编号 | 名称        | 保护级别    | 数量 | 分布位置   |
|----|-----------|---------|----|--------|
| 1  | 青梅        | 国家 II 级 | 12 | 占地及淹没区 |
| 2  | 大羽桫欏      | 国家 II 级 | 4  |        |
| 3  | 黑桫欏       | 国家 II 级 | 4  |        |
| 4  | 油丹        | 国家 II 级 | 1  |        |
| 5  | 野生荔枝      | 海南省级    | 5  |        |
| 6  | 野生龙眼      | 海南省级    | 1  |        |
| 7  | 皱皮油丹      | 海南省级    | 1  |        |
| 8  | 红花天料木（母生） | 海南省级    | 8  |        |
| 9  | 重阳木       | 海南省级    | 9  |        |
| 10 | 观音坐莲      | 海南省级    | 8  |        |
| 11 | 野茶树       | 海南省级    | 9  |        |
| 合计 |           |         | 62 |        |

第三阶段：2016 年 10 月，在下水库库底清理过程中，黎母山自然保护区工作人员新发现 21 棵保护植物（附件 6、图 4.2-13），包括国家 II 级重点保护野生植物 1 种为青梅，共 9 株；海南省级重点保护植物 2 种 12 株，有野生荔枝 1 株、重阳木 11 株。此阶段发现的 21 棵保护植物由施工单位完成移栽。



图 4.2-13 2016 年 10 月下水库库底清理新发现的保护植物

#### （2）保护植物移栽过程及养护情况

2013 年 11 月，海南省林业科学研究所根据复查成果，编制完成《黎母山国家森林公园海南琼中抽水蓄能电站使用林地项目天然林采伐作业设计及淹没区内珍稀保护树种移植技术方案》用于指导保护植物移栽工作。

为使工程占地及水库淹没区重点保护野生植物得到移栽保护，项目建设单位海南蓄能发电有限公司委托海南黎母山省级自然保护区管理站开展移栽保护工作。由于原计划移栽场地，业主营地区阳光充裕，不适合蕨类植物及半阴性植物生长，2014 年 6 月，黎母山省级自然保护区管理站提出“增加珍稀植物移栽地块报告”，建议将大羽杪椏、黑杪椏、观音坐莲、野生茶树等共计 25 株（丛）重点保护野生植物移栽至锦绣谷苗圃基地，剩余 37 株保护植物按原计划移栽至业主营地区。

根据移栽项目监理单位海南绿岛林业规划设计咨询有限公司出具的监理报告，2014 年 6 月 5 日开始进行移栽地块土地平整，6 月 20 日正式开始移栽，8 月底完成全部移栽工作，2014 年 8 月至 2015 年 4 月进行养护管理。

2014 年 9 月，海南蓄能发电有限公司、黎母山省级自然保护区管理站、海南椰卉园艺有限公司（移栽具体实施单位）等相关单位，对本次保护植物移栽项目进行了初步验收，要求海南椰卉园艺有限公司“做好树木排水，清理烂泥；重新包扎稻草，防治病虫害；部分植株根部陷空，重新培土；继续输液”。同年 12 月各相关单位召开了“关于海蓄电站珍稀植物移栽验收会议”，形成总体意见：锦绣谷管理分站苗圃基地“移栽株数符合合同要求，全部成活，符合验收标准，同意

验收”；永久业主营地“移植 37 株，成活 35 株，成活率达到 94.69%，达到合同要求成活率 90%标准，同意验收”（附件 7）。

2015 年 4 月，监理单位出具了监理报告（绿岛监理字[2015]18 号）：移栽工作未出现擅自变更移栽树种、改变数量、改变移栽地点等现象，后期经检查移栽成活率达到 92%，业主营地移栽 37 棵成活 33 棵，锦绣谷苗圃移栽 25 棵成活 24 棵，完成移栽任务，移栽植物成活情况见表 4.2-4。

**表 4.2-4 2015 年移栽植物成活情况表**

| 编号 | 名称        | 保护等级    | 移栽地块   | 移栽数量 | 成活数量    | 备注    |
|----|-----------|---------|--------|------|---------|-------|
| 1  | 大羽杪椏      | 国家 II 级 | 锦绣谷苗圃  | 4    | 3       | 死 1 株 |
| 2  | 黑杪椏       | 国家 II 级 | 锦绣谷苗圃  | 4    | 4       |       |
| 3  | 青梅        | 国家 II 级 | 永久业主营地 | 12   | 10      | 死 2 株 |
| 4  | 油丹        | 国家 II 级 | 永久业主营地 | 1    | 0       | 死 1 株 |
| 5  | 野生荔枝      | 海南省级    | 永久业主营地 | 5    | 5       |       |
| 6  | 野生龙眼      | 海南省级    | 永久业主营地 | 1    | 1       |       |
| 7  | 皱皮油丹      | 海南省级    | 永久业主营地 | 1    | 1       |       |
| 8  | 红花天料木（母生） | 海南省级    | 永久业主营地 | 8    | 7       | 死 1 株 |
| 9  | 重阳木       | 海南省级    | 永久业主营地 | 9    | 9       |       |
| 10 | 观音坐莲      | 海南省级    | 锦绣谷苗圃  | 8    | 8       |       |
| 11 | 野茶树       | 海南省级    | 锦绣谷苗圃  | 9    | 9       |       |
| 合计 |           |         |        | 62   | 57（92%） |       |

2016 年 7 月，为了对移栽保护植物进行阶段养护，海南蓄能发电有限公司委托海口广居实业有限公司进行两个片区的移栽植物维护（合同见附件 8），工作内容包含除草、浇水、施肥、除蚊虫，工作期限为 2016 年 7 月 25 日至 2017 年 1 月 24 日。

本次验收阶段委托武汉市伊美净科技发展有限公司进行了详细调查，结合区域重点保护野生植物的调查及监测资料，根据访问调查及现场复核调查，在锦绣谷苗圃及业主营地区调查到移栽的重点保护野生植物 11 种 83 株（丛），其中移栽成活的保护植物有 8 种 46 株（丛），移栽成活率为 55.42%，具体成活情况见表 4.2-5。总体来看成活率较低，后期应加强保护植物的管理维护，适时开展引种培育或移栽，对死亡的保护植物予以恢复。

表 4.2-5 调查区各阶段重点保护野生植物移栽情况一览表

| 序号 | 种名     | 保护级别 | 移栽地       | 移栽及成活情况       |                |               |                |                 |
|----|--------|------|-----------|---------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
|    |        |      |           | 2014 年<br>6 月 | 2014 年<br>12 月 | 2015 年<br>4 月 | 2016 年<br>10 月 | 2019 年<br>4~5 月 |
| 1  | 黑桫欏    | 国家Ⅱ级 | 锦绣谷<br>苗圃 | 4 丛           | 4 丛            | 4 丛           | 4 丛            | 成活 3 株          |
| 2  | 大羽桫欏   | 国家Ⅱ级 |           | 4 丛           | 4 丛            | 成活 3 丛        | 成活 3 丛         | 均已死亡            |
| 3  | 油丹     | 国家Ⅱ级 | 业主营<br>地  | 1 株           | 死亡             | 死亡            | 死亡             | 已死亡             |
| 4  | 青梅     | 国家Ⅱ级 |           | 12 株          | 成活 11 株        | 成活 10 株       | 19 株           | 成活 7 株          |
| 5  | 海南观音座莲 | 海南省级 | 锦绣谷<br>苗圃 | 8 株           | 8 株            | 8 株           | 8 株            | 成活 8 株          |
| 6  | 野生茶    | 海南省级 |           | 9 株           | 9 株            | 9 株           | 9 株            | 成活 9 株          |
| 7  | 野生龙眼   | 海南省级 | 业主营<br>地  | 1 株           | 1 株            | 1 株           | 1 株            | 成活 1 株          |
| 8  | 野生荔枝   | 海南省级 |           | 5 株           | 5 株            | 5 株           | 6 株            | 成活 2 株          |
| 9  | 皱皮油丹   | 海南省级 |           | 1 株           | 1 株            | 1 株           | 1 株            | 死亡              |
| 10 | 红花天料木  | 海南省级 |           | 8 株           | 8 株            | 成活 7 株        | 成活 7 株         | 成活 7 株          |
| 11 | 重阳木    | 海南省级 |           | 9 株           | 9 株            | 9 株           | 20 株           | 成活 9 株          |
| 合计 |        |      |           | 62 株          | 60 株           | 57 株          | 78 株           | 46 株            |

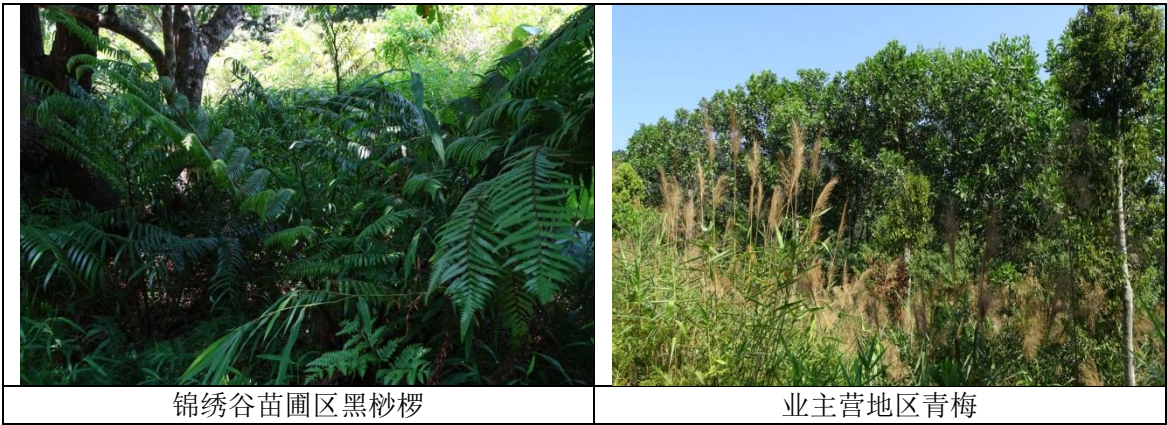


图 4.2-14 移栽区部分国家重点保护植物现状





图 4.2-15 移栽区部分海南省级重点保护植物现状

4.2.1.4 水生生态保护措施落实情况

(1) 环评阶段保护措施要求

- 1) 做好施工规划前期工作，水下开挖工程施工避开鱼类繁殖季节 4~7 月。
- 2) 加强水环境保护，弃渣场周围应设置挡渣墙、截水沟和排水沟；施工期间加强施工人员的各类卫生管理。
- 3) 加强宣传，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。电站运行前 5 年库区全面禁渔，此后严格控制捕捞强度，严禁电鱼、炸鱼等各种非法作业。
- 4) 在输水洞的进/出水口增加拦鱼设施。
- 5) 保证河道生态流量，下水库蓄水期坝址下游河段为了不致因减缺水而造成对水生生物的影响，工程考虑采用泄放 0.082m³/s 的生态流量。
- 6) 工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。

(2) 保护措施落实情况

- 1) 加强宣传，设置水生生物保护警示牌，严禁电鱼、炸鱼等各种非法作业（图 4.2-16）。



图 4.2-16 水生生物保护警示牌

## 2) 在输水洞的进/出水口增加拦鱼设施。

上下水库进出水口均布置了拦鱼网，拦鱼网均距进出水口断面 50m 处，上水库拦截断面长 350m，下水库拦截断面长 370m，上水库设计拦截对象以 12cm 以上的马口鱼为主，下水库设计拦截对象以 12cm 以上无斑南鳅、马口鱼、宽额鳢、鲫、大刺鳅等。拦鱼网网衣采用具有耐腐蚀、价低，强度大的聚乙烯线为网材料。网线直径 1.44mm。



上水库进出水口拦鱼网



下水库进出水口拦鱼网



(3) 保证河道生态流量。

具体见 4.2.2 节的相关要求。

环评阶段所提出的水生生物保护措施落实情况见表 4.2-6。

**表 4.2-6 琼中抽水蓄能电站环评阶段水生生物保护措施落实情况表**

| 环评提出的环保措施                                             | 落实情况                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 做好施工规划前期工作，水下开挖工程施工避开鱼类繁殖季节 4~7 月                     | 工程建设于 2014 年 5 月下水库导流洞开始施工，2014 年 7 月上水库导流洞开始施工，未完全避开鱼类繁殖季节。                                                                                                                                                                                                  |
| 加强水环境保护，弃渣场周围应设置挡渣墙、截水沟和排水沟；施工期间加强施工人员的各类卫生管理         | 弃渣场周围应设置挡渣墙、截水沟和排水沟；在各生活区布置了垃圾桶、垃圾收集池，并且业主单位委托海口广居实业有限公司对海南琼中抽水蓄能电站区域内各施工单位生活营地和工作面的生活垃圾进行收集及运输，并统一运至垃圾处理场处理。                                                                                                                                                 |
| 设置水生生物保护警示牌，电站运行前 5 年库区全面禁渔，此后严格控制捕捞强度，严禁电鱼、炸鱼等各种非法作业 | 业主单位已在坝下、库区内设置禁渔标语，警示牌，并联合当地畜牧水产局取缔库区内毒、电、炸等毁灭性的捕鱼方式。                                                                                                                                                                                                         |
| 在输水洞的进/出水口增加拦鱼设施                                      | 上下水库进出水口均布置了拦鱼网                                                                                                                                                                                                                                               |
| 保证河道生态流量，工程考虑采用泄放 $0.082\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量    | 已落实，下水库泄放生态流量，生态放水管布设在放水底孔尾部，出口安装下泄生态流量自动计量装置，保证最小下泄流量 $0.082\text{m}^3/\text{s}$ 。根据在线监测数据 2017 年运行数据大于 $0.082\text{m}^3/\text{s}$ ，2018 年 7~12 月生态流量数值出现小于 $0.082\text{m}^3/\text{s}$ 的情况，在此期间生态流量正常下泄，为仪器计数故障，已于 2019 年 7 月维修好。现场调查生态放水管运行良好，下游河道未出现断流的情况。 |
| 工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查                             | 落实，业主单位委托了奥来国信（北京）检测技术有限责任公司开展工程区的生态监测。                                                                                                                                                                                                                       |

### (3) 小结

根据本次验收调查结果，琼中抽水蓄能电站环境保护措施及相关设施已基本落实，目前水库蓄水和运行调度方案已编制完成；工程生态流量放水管已安装完成，生态流量在线自动监测系统已运行，最小下泄流量为  $0.082\text{m}^3/\text{s}$ ；在坝下、库区内设置禁渔标语，警示牌，进出口安装了拦鱼设施。

#### 4.2.1.5 黎母山省级自然保护区保护措施落实情况

##### (1) 环评阶段保护措施要求

##### 1) 环评报告书提出的措施主要为：

①预防森林火灾。施工期严格管理可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，禁止在林区野外用火。

②加大宣传力度，严格执行各项环境保护政策法规。对施工人员宣传相关生态保护政策法规，提高施工人员的素质，树立自觉保护野生动物的意识和责任感，并制定相应管理制度，严禁捕猎野生动物及乱砍伐。对于捕捉国家重点保护动物的不法行为，可交有关部门对其依法惩罚。

③由黎母山自然保护区管理站设立分界标桩，严禁施工人员等其他人员进入或进行其他活动等。

2) 环评批复提出的要求为：严格执行国家及本省有关自然保护区的管理规定，切实加强对海南黎母山省级自然保护区及黎母山国家森林公园的保护，项目建设不得占用自然保护区用地。

#### (2) 保护措施落实情况

根据调查，蓄水环保验收阶段，施工区各边界均不进入上述区域，距离自然保护区最近的施工区为上水库库尾附近的环库公路以及下水库左坝肩，但距离均大于 100m。本次竣工环保验收调查期间，经过进一步核实，琼中抽水蓄能电站建设不涉及保护区范围。

此外，工程建设过程中已经颁布了多项文明施工相关制度，并制定了环保宣传手册，通过对施工单位及人员行为进行管理和约束，以减少施工过程产生的环境影响，达到保护黎母山自然保护区等敏感区域的目的。

结合琼中抽水蓄能电站施工及运营期生态环境监理及监测报告，根据访问调查及现场实地调查，环评阶段对黎母山省级自然保护区提出的保护措施均得到落实，总体来说，落实效果良好（见表 4.2-7）。

**表 4.2-7 黎母山省级自然保护区保护措施落实情况**

| 序号 | 环评阶段提出的保护措施            | 措施落实情况                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 采取有效措施预防森林火灾。          | 根据工程施工期环境监理报告及访问调查，施工前，建设单位开展了宣传教育活动，制定了森林火灾预防及应急预案，同时组织了消防队伍，配备了相关消防设备。施工期，建设单位划定了施工活动范围，加强了施工管理及巡回检查，并在施工区、林地区竖立了防火警示牌。根据访问调查及现场调查，调查区未出现工程建设及运营引起的火灾事故，区域森林火灾防范措施得到落实，其未对保护区产生不利影响。 |
| 2  | 加大宣传力度，严格执行各项环境保护政策法规。 | 根据工程环境监理报告及访问调查，施工前，建设单位对自然保护区管理办法及区域生态环境保护、动植物保护等法律法规进行了广泛宣传。施工期，建设单位划定了施工活动范围，并规范了施工活动及加强了巡回检查工作。结合工程环境监理及监测报告，根据访问调查及现场调查，工程施工期及运营期，保护区未发生滥砍滥伐、捕猎野生动物等违法行为。                         |
| 3  | 由黎母山自然保护区管理站设立分界标桩     | 根据访问调查及现场调查，为加强对自然保护区管理，黎母山自然保护区规划调整后，保护区管理站相关工作人员开展保护区勘界工作，同时在保护区界设立了标桩。根据工程环境监理报告及访问调查，电                                                                                             |

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  |  | 站建设及运营期，未出现施工人员等随意进出保护保护区等行为。 |
|--|--|-------------------------------|

4.2.1.6 黎母山国家森林公园保护措施落实情况

(1) 环评阶段保护措施要求

1) 通过景观总体布局规划，优化工程区域整体景观效果。采取植物和景观建筑设计等景观保护措施，降低和消除工程建设的不利景观影响，优化、美化工程设施景观，依据工程所在区域的地貌、生态景观现状，以及琼中抽水蓄能电站的功能特点，通过景观总体布局规划，优化工程区域整体景观，在保护当地现有自然景观的同时，结合工程区景观建设，为当地开发新的旅游资源。

2) 体现工程区域自然与人文景观有机融合的理念。电站建设及运营将形成上库生态景观区、下库人文景观区为主要景观区块，以工程上下库连接道路景观廊道为纽带，观景节点为点缀的景观格局，体现工程区域自然与人文景观有机融合的理念。

①上水库生态景观区：根据工程建设前，区域生态环境现状及人为扰动的情况，结合工程建成后区域生态恢复和保护的需要，将上库景观以生态为基调，恢复工程临时施工区、槟榔湖石料场的植被；并结合景观要求、生态保护和工程特性对工程坝体分别进行生态、景观绿化；尽量减少除枢纽布置外的上库永久建筑数量，并开辟上库小部分永久建筑进行工程建设过程中的生态保护理念和措施展示设施，达到生态保护教育和宣传的目的。

②下水库人文景观区：根据工程施工及枢纽布置的特点，对工程下库区分下库库尾下库库尾、下库坝区、施工区三个小区块分别进行工程区域景观恢复和规划：对下库库尾的永久配套设施区、办公用地以生态休闲、景观绿化为主；下库坝区以生态恢复为主；施工区由于靠近村镇，结合工程布置，进行适当景观绿化。

③上下库连接公路的景观敏感度较高，必需对该道路进行复绿和景观优化。

④工程上下库连接公路间 4 个弃渣场中，3#、4#弃渣场景观敏感度较高，同时公路施工营地也位于永久公路旁，其敏感度也较高，鉴于景观廊道的重要性和弃渣场、施工营地的景观敏感度，以及三处位于工程的入口、中部和顶部的特殊地理位置，在该 3 处设置观景节点，与永久公路组成观景廊道。

(2) 保护措施落实情况

结合琼中抽水蓄能电站施工及运营期生态环境监理及监测报告，根据访问调查及现场实地调查，环评阶段对黎母山国家森林公园提出的保护措施均得到落实，

总体来说，落实情况良好（见表 4.2-8）。

表 4.2-8 黎母山国家森林公园保护措施落实情况

| 序号 | 环评阶段提出的保护措施              | 措施落实情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 通过景观总体布局规划，优化工程区域整体景观效果。 | 根据工程设计方案、布置，项目水土保持报告书及工程区景观绿化设计项目合同，电站设计阶段，项目设计单位结合区域地形地貌、生态环境特点及工程特点等对具体工程布置、设计方案等进行了综合比选，尽量选择了对区域生态环境、景观影响小的方案。同时，为缓解项目建设对区域景观的影响，项目建设单位委托相关单位开展了水土保持设计及景观绿化设计工作。结合工程施工期环境监理报告，根据访问调查及现场实地调查，为缓解项目建设对区域景观的影响，建设单位尽量通过“永临结合”的方式优化了工程布置，通过利用水库淹没土地，减少了施工便道、施工场地、弃渣场等工程占地对区域自然景观的破坏。施工期，建设单位通过优化土石方运输及利用方式，取消了 3#、4#、8#弃渣场，利用了排水洞口区施工场地、灌草地及撂荒地区环境，通过优化工程布置选择了生态环境较差、占地面积较小的弃渣场，其选址减少了对区域自然景观的影响。运营期，为缓解工程建设及运营对区域的破坏，建设单位委托广东云林绿化工程有限公司开展了工程区域景观绿化工作。 |
| 2  | 体现工程区域自然与人文景观有机融合的理念。    | 根据工程水土保持报告书及工程区景观绿化设计项目合同，电站建设前，建设单位对施工区进行了水土保持设计及景观绿化设计。结合工程环境监理、监测报告，根据访问调查及现场实地调查，为缓解项目建设对区域景观的影响，建设单位通过优化工程布置，取消了景观敏感度较高的 3#、4#弃渣场。通过对上下库连接公路、业主营地等景观敏感度较高的区域实施园林景观绿化，对库尾、坝区、施工区结合区域环境进行分区绿化等增加了景观相容性。                                                                                                                                                                                                                                            |

4.2.2 生态流量保证措施落实情况调查

（1）环评阶段保护措施要求

环评报告要求：上水库建设基本不改变现状水量及过程，减水对下游生态系统不会产生新的不利影响，不考虑下泄生态流量。下水库需泄放生态流量，生态放水管布设在放水底孔尾部，出口安装下泄生态流量自动计量装置，保证最小下泄流量 0.082m³/s。

环评批复要求：制定水库蓄水和运行调度方案，合理分配发电和下游生态用水，减轻项目建设可能产生的生态环境影响。建立生态流量在线自动监测系统，严格落实水库初期蓄水和运行期下泄生态流量措施，设置专用的生态流量下泄通道，安装流量在线监控设施。根据环评核定，坝下必须保持不小于 0.082m³/s 的生态下泄流量。

（2）保护措施落实情况

1) 生态流量下泄方案

### ①蓄水阶段下泄方案

根据蓄水及运行调度方案，在 75%保证率情况下，下水库在 2017 年 4 月底即可蓄至水位线 232.5m，2017 年 5 月底即可蓄至水位线 238.8m。因此，综合考虑，预计 2017 年 5 月下水库即可蓄至水位线 235.0m。当下水库蓄水至水位线 235.0m 以上时，可通过放水底孔（底板高程 235m）及生态放水管以自流的方式下泄，保证下游生态流量。当下水库蓄水至水位线 235.0m 以下时，需通过水泵抽水至下库溢洪道放水底孔进口处（高程 235m），再通过放水底孔及生态放水管以自流的方式下泄，保证下游生态流量。

开始蓄水时，下库导流洞封堵后，在下库导流洞前面的低洼处（高程 220m）放置潜水泵，通过 200m 的排水管（镀锌钢管，直径 150mm，沿程阻力系数  $\lambda$  为 0.0155）将水抽至下库溢洪道放水底孔进口处，再通过放水底孔及生态放水管以自流方式下泄，保证下游生态流量达到  $0.082\text{m}^3/\text{s}$ （ $294.84\text{m}^3/\text{h}$ ）。抽水过程选用 2 台 55kW 的 200-150-400 型号潜水泵，1 用 1 备。

### ②运行期下泄方案

运行期水库水位一般高于 235m，通过放水底孔尾部布设的生态放水管向下游泄放生态流量。生态放水管布置在放水底孔钢管尾部锥形阀之前，不受该阀门控制，可长期放水。

## 2) 生态流量泄放设施落实情况

### ①生态放水管

生态放水管位于放水底孔尾部，其进口位于放水底孔桩号放水 0+124.465m 处，进口高程（钢管中心线）为 215.6m，在此高程向下游延伸 11m，出口位于放水底孔右侧末端，出口处钢管中心线高程为 215.5m，其下游接河床，生态放水钢管内径 0.15m，生态放水管布置情况见图 4.2-17、附图 22。

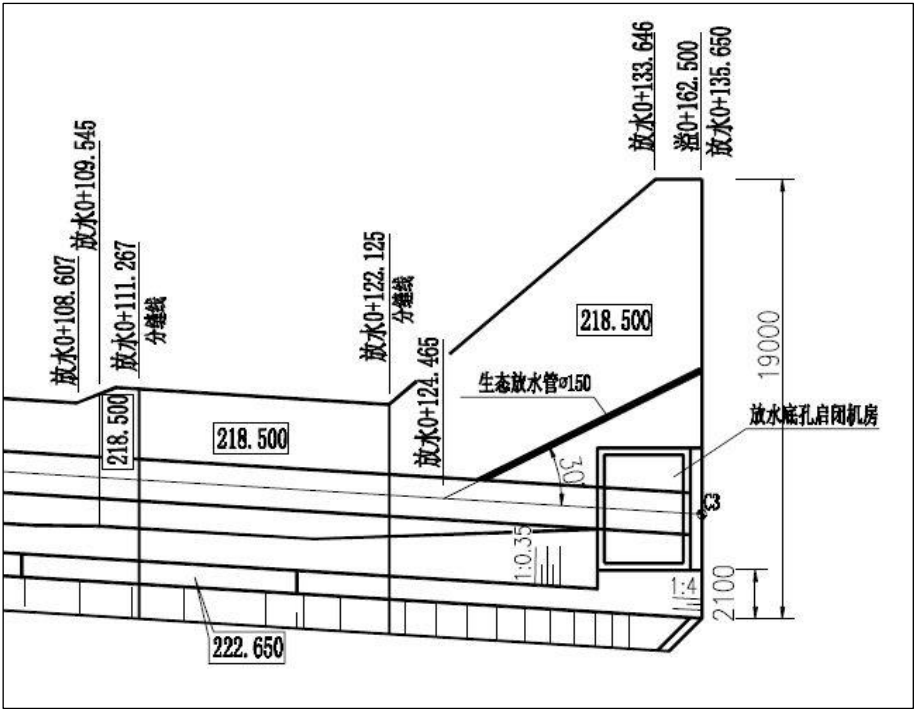


图 4.2-17 放水底孔尾部平面布置图（生态放水管布置图）

2015 年 7 月，下水库溢洪道开挖基本完成，开始进行混凝土浇筑，放水底孔及生态放水管同步施工，蓄水前生态放水管已安装完成，现场情况见图 4.2-18 和图 4.2-19。



图 4.2-18 生态放水管设置情况



图 4.2-19 生态放水管俯视图

②生态流量在线自动监测系统

2016 年 10 月，中南院编制完成了《琼中抽水蓄能电站生态放水管流量自动监测仪安装方案》。在蓄水环保验收调查阶段已完成在线监测系统的安装。

根据中南院设计方案，采用 MGG/KL-DC 型电池供电电磁流量计进行生态流量在线监测，该监测系统由壁挂式主机（RTU）、电磁流量传感器等组成，测量管道管径 DN150mm。

监测系统技术特性参数如下（图 4.2-20、4.2-21）：

公称通径：DN6mm~DN1200mm；DN32mm~DN2000mm 也可选插入式电池供电电磁流量计；

公称压力：0.6~4.0Mpa（特殊压力可定制）；

精确度：0.2%，0.5%；

测量范围：0~15m/s；

测量介质（电导率）：>20 $\mu$ s/cm；

介质温度：-10℃~160℃；

环境温度：-25℃~60℃；

供电方式：3.6V/DC 内置锂电池供电，不间断连续工作时间 5~10 年，分体型转换器支持 DC3.6V/12V/24V 和 AC220 多路电源自动切换功能；

显示方式：LCD 大屏幕背光液晶显示，全中文菜单，自动双向测量，同时显示瞬时流量、流速、压力、正反向累计总量、电池电量、时钟以及报警提示符等；

输出信号：4~20mA 输出（分体式，需外接电源），脉冲输出 0.00001~1/p，频率输出 1~1000Hz 任意设置（无源光耦输出）；

通讯方式：RS232/RS485 接口，SMS 短信形式数据包，GPRS 无线数据远传。



图 4.2-20 生态流量在线监测主机



图 4.2-21 生态流量在线流量传感器

生态流量监测传感器安装在生态放水钢管尾端，传感器底部使用角钢支架支撑，主机安装在附近墙壁或角钢支架上，安装布置示意图见图 4.2-22。

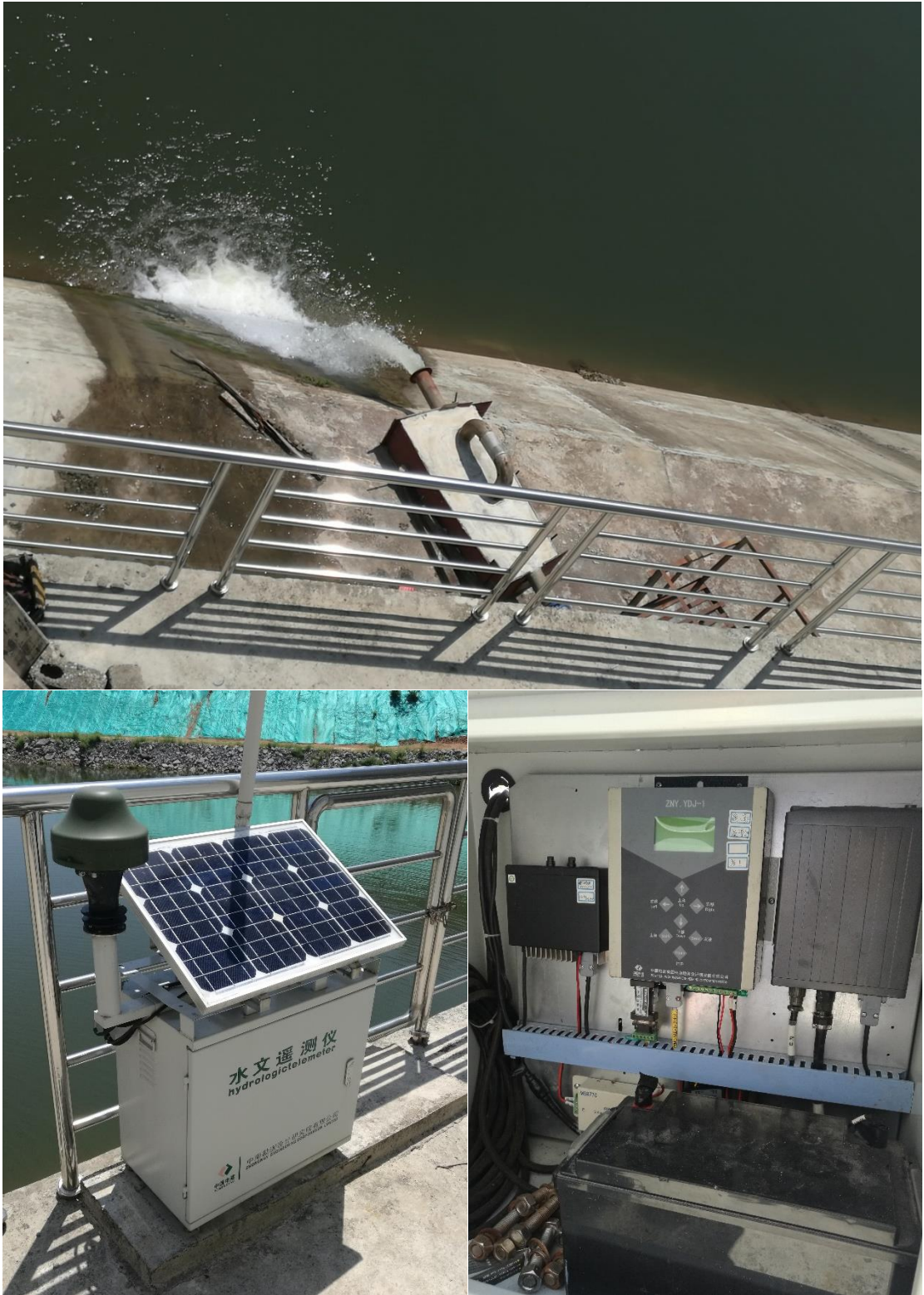


图 4.2-22 生态流量监测安装布置示意图

流量在线监测设备配置表见表 4.2-9。

**表 4.2-9 流量在线监测设备配置表**

| 序号 | 名称         | 规格型号            | 单位 | 数量 |
|----|------------|-----------------|----|----|
| 1  | 北斗卫星通信终端   | 北京神州天鸿 YDD-3-01 | 套  | 1  |
| 2  | 数传电台       | 日精 ND889A       | 台  | 1  |
| 3  | 超短波天线及馈线   | 远通全向 3.5Db      | 根  | 1  |
| 4  | 遥测终端       | 中南院 LINGQU-I    | 套  | 1  |
| 5  | 遥测机箱       |                 | 个  | 1  |
| 6  | 电磁流量计      | MGG/KL          | 套  | 1  |
| 7  | 太阳能光板（40W） | 宝星科技 PMS40W     | 套  | 1  |
| 8  | 充电控制器      | 中南院 MS8710      | 套  | 1  |
| 9  | 蓄电池        | 冠军 NP-65-12     | 个  | 1  |
| 10 | 安装材料及支架    |                 | 套  | 1  |

### 3) 生态流量在线监测系统运行情况

根据调查组现场调查情况结合环境监理报告，生态放水管运行良好，下游河道未出现断流情况。调取 2017 年和 2018 年生态流量在线监测系统的监测数据，发现仅 2017 年 6 月 12 日至 6 月 22 日和 2017 年 10 月 21 日至 11 月 17 日以及 2018 年 9 月 7 日至 12 月 19 日的监测数据为有效数据，根据环境监理报告，未出现下游河道断流记录，经调查异常数据为仪器计数故障，实际生态流量下泄情况正常，根据水生生态调查结果，工程建设前后水生生态也未受到影响。2019 年 7 月，建设单位对生态流量在线监测系统进行了维修，目前在线监测系统运行正常，2019 年 8 月监测数据见表 4.2-10。

2019 年 9 月，建设单位的检修试验分公司实验室采用便携式超声波流量计对生态流量在线监测系统进行了比对，结果显示，在线监测系统所测的流量数据可靠，比对报告见附件 17。

**表 4.2-10 2019 年 8 月生态流量在线监测数据**

| 时间             | 下库坝前水位 m | 生态流量 m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水位 m | 生态流量 m <sup>3</sup> /s |
|----------------|----------|------------------------|-----------------|----------|------------------------|
| 2019-8-1 00:00 | 246.71   | 0.0772                 | 2019-8-16 00:00 | 245.9    | 0.0852                 |
| 2019-8-1 01:00 | 246.71   | 0.0916                 | 2019-8-16 01:00 | 245.89   | 0.0931                 |
| 2019-8-1 02:00 | 246.73   | 0.0858                 | 2019-8-16 02:00 | 245.89   | 0.088                  |
| 2019-8-1 03:00 | 246.44   | 0.0871                 | 2019-8-16 03:00 | 245.89   | 0.0932                 |
| 2019-8-1 04:00 | 245.85   | 0.0882                 | 2019-8-16 04:00 | 245.9    | 0.0776                 |
| 2019-8-1 05:00 | 245.24   | 0                      | 2019-8-16 05:00 | 245.89   | 0.0851                 |
| 2019-8-1 06:00 | 244.62   | 0.0903                 | 2019-8-16 06:00 | 245.89   | 0.0867                 |
| 2019-8-1 07:00 | 244.04   | 0.0854                 | 2019-8-16 07:00 | 245.89   | 0.0861                 |
| 2019-8-1 08:00 | 243.65   | 0.087                  | 2019-8-16 08:00 | 245.89   | 0.0895                 |
| 2019-8-1 09:00 | 243.54   | 0                      | 2019-8-16 09:00 | 245.89   | 0.0817                 |
| 2019-8-1 10:00 | 243.64   | 0.0776                 | 2019-8-16 10:00 | 245.9    | 0.091                  |
| 2019-8-1 11:00 | 243.68   | 0.0841                 | 2019-8-16 11:00 | 245.9    | 0.0833                 |
| 2019-8-1 12:00 | 243.73   | 0.086                  | 2019-8-16 12:00 | 245.9    | 0.09                   |

| 时间             | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-1 13:00 | 244.1        | 0.083                     | 2019-8-16 13:00 | 245.91       | 0.0875                    |
| 2019-8-1 14:00 | 244.33       | 0.0831                    | 2019-8-16 14:00 | 245.9        | 0.0899                    |
| 2019-8-1 15:00 | 244.51       | 0.0683                    | 2019-8-16 15:00 | 245.89       | 0.089                     |
| 2019-8-1 16:00 | 244.96       | 0.0784                    | 2019-8-16 16:00 | 245.89       | 0.0862                    |
| 2019-8-1 17:00 | 245.67       | 0.0804                    | 2019-8-16 17:00 | 245.89       | 0.0853                    |
| 2019-8-1 18:00 | 246.24       | 0.0868                    | 2019-8-16 18:00 | 245.89       | 0.081                     |
| 2019-8-1 19:00 | 246.72       | 0.0888                    | 2019-8-16 19:00 | 245.91       | 0.0833                    |
| 2019-8-1 20:00 | 247.35       | 0.0863                    | 2019-8-16 20:00 | 245.89       | 0.0904                    |
| 2019-8-1 21:00 | 247.95       | 0.094                     | 2019-8-16 21:00 | 245.9        | 0.0894                    |
| 2019-8-1 22:00 | 249          | 0.0952                    | 2019-8-16 22:00 | 245.91       | 0.0919                    |
| 2019-8-1 23:00 | 249.51       | 0.0958                    | 2019-8-16 23:00 | 245.9        | 0.0863                    |
| 2019-8-2 00:00 | 249.84       | 0.0942                    | 2019-8-17 00:00 | 245.91       | 0.0834                    |
| 2019-8-2 01:00 | 249.75       | 0.0904                    | 2019-8-17 01:00 | 245.91       | 0.0881                    |
| 2019-8-2 02:00 | 249.21       | 0.0953                    | 2019-8-17 02:00 | 245.89       | 0.0794                    |
| 2019-8-2 03:00 | 248.43       | 0.0965                    | 2019-8-17 03:00 | 245.9        | 0.0903                    |
| 2019-8-2 04:00 | 247.3        | 0.094                     | 2019-8-17 04:00 | 245.91       | 0.086                     |
| 2019-8-2 05:00 | 246.1        | 0.0862                    | 2019-8-17 05:00 | 245.89       | 0                         |
| 2019-8-2 06:00 | 244.85       | 0.0883                    | 2019-8-17 06:00 | 245.91       | 0.0827                    |
| 2019-8-2 07:00 | 243.67       | 0.0839                    | 2019-8-17 07:00 | 245.9        | 0.0881                    |
| 2019-8-2 08:00 | 242.99       | 0                         | 2019-8-17 08:00 | 245.91       | 0.0641                    |
| 2019-8-2 09:00 | 242.89       | 0.0817                    | 2019-8-17 09:00 | 245.91       | 0.0874                    |
| 2019-8-2 10:00 | 243.23       | 0.083                     | 2019-8-17 10:00 | 245.91       | 0.0888                    |
| 2019-8-2 11:00 | 243.86       | 0.0813                    | 2019-8-17 11:00 | 245.91       | 0.0748                    |
| 2019-8-2 12:00 | 244.22       | 0.0854                    | 2019-8-17 12:00 | 245.91       | 0.0966                    |
| 2019-8-2 13:00 | 244.17       | 0.0891                    | 2019-8-17 13:00 | 245.91       | 0.09                      |
| 2019-8-2 14:00 | 244.13       | 0.088                     | 2019-8-17 14:00 | 245.9        | 0.0928                    |
| 2019-8-2 15:00 | 244.09       | 0.0879                    | 2019-8-17 15:00 | 245.92       | 0.1                       |
| 2019-8-2 16:00 | 244.04       | 0.0851                    | 2019-8-17 16:00 | 245.92       | 0.0867                    |
| 2019-8-2 17:00 | 244.48       | 0.0836                    | 2019-8-17 17:00 | 245.92       | 0.0913                    |
| 2019-8-2 18:00 | 245.51       | 0.0898                    | 2019-8-17 18:00 | 245.9        | 0.0861                    |
| 2019-8-2 19:00 | 246.19       | 0.0835                    | 2019-8-17 19:00 | 245.92       | 0.0818                    |
| 2019-8-2 20:00 | 247.23       | 0.0902                    | 2019-8-17 20:00 | 245.9        | 0.0875                    |
| 2019-8-2 21:00 | 247.97       | 0.0959                    | 2019-8-17 21:00 | 245.9        | 0.0834                    |
| 2019-8-2 22:00 | 248.15       | 0.094                     | 2019-8-17 22:00 | 245.9        | 0                         |
| 2019-8-2 23:00 | 248.12       | 0.0876                    | 2019-8-17 23:00 | 245.91       | 0.0875                    |
| 2019-8-3 00:00 | 248.09       | 0.0889                    | 2019-8-18 00:00 | 245.91       | 0.0851                    |
| 2019-8-3 01:00 | 248.07       | 0.0864                    | 2019-8-18 01:00 | 245.9        | 0.0931                    |
| 2019-8-3 02:00 | 247.61       | 0.0948                    | 2019-8-18 02:00 | 245.9        | 0.0926                    |
| 2019-8-3 03:00 | 247.02       | 0.0839                    | 2019-8-18 03:00 | 245.9        | 0.0849                    |
| 2019-8-3 04:00 | 245.86       | 0.0779                    | 2019-8-18 04:00 | 245.91       | 0.0898                    |
| 2019-8-3 05:00 | 244.6        | 0.0905                    | 2019-8-18 05:00 | 245.9        | 0.0978                    |
| 2019-8-3 06:00 | 243.28       | 0.0768                    | 2019-8-18 06:00 | 245.9        | 0.0856                    |
| 2019-8-3 07:00 | 242.44       | 0.0836                    | 2019-8-18 07:00 | 245.92       | 0.0918                    |
| 2019-8-3 08:00 | 242.42       | 0.0849                    | 2019-8-18 08:00 | 245.91       | 0.0865                    |
| 2019-8-3 09:00 | 242.37       | 0.0696                    | 2019-8-18 09:00 | 245.91       | 0.0844                    |
| 2019-8-3 10:00 | 242.61       | 0.0884                    | 2019-8-18 10:00 | 245.92       | 0.0914                    |
| 2019-8-3 11:00 | 243.18       | 0.0903                    | 2019-8-18 11:00 | 245.91       | 0.0968                    |

| 时间             | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-3 12:00 | 243.67       | 0.0914                    | 2019-8-18 12:00 | 245.91       | 0.089                     |
| 2019-8-3 13:00 | 243.88       | 0.0805                    | 2019-8-18 13:00 | 245.92       | 0.0919                    |
| 2019-8-3 14:00 | 243.85       | 0.0973                    | 2019-8-18 14:00 | 245.92       | 0.6554                    |
| 2019-8-3 15:00 | 243.94       | 0.0776                    | 2019-8-18 15:00 | 245.91       | 0.6554                    |
| 2019-8-3 16:00 | 244.58       | 0.0845                    | 2019-8-18 16:00 | 245.91       | 0.0916                    |
| 2019-8-3 17:00 | 245.24       | 0.0847                    | 2019-8-18 17:00 | 245.91       | 0.6554                    |
| 2019-8-3 18:00 | 245.92       | 0.0809                    | 2019-8-18 18:00 | 245.91       | 0.095                     |
| 2019-8-3 19:00 | 246.53       | 0.0847                    | 2019-8-18 19:00 | 245.91       | 0.0845                    |
| 2019-8-3 20:00 | 247.16       | 0.088                     | 2019-8-18 20:00 | 245.91       | 0.0811                    |
| 2019-8-3 21:00 | 247.63       | 0.086                     | 2019-8-18 21:00 | 245.91       | 0.0883                    |
| 2019-8-3 22:00 | 247.99       | 0.0977                    | 2019-8-18 22:00 | 245.91       | 0.091                     |
| 2019-8-3 23:00 | 248.34       | 0.0822                    | 2019-8-18 23:00 | 245.91       | 0.0932                    |
| 2019-8-4 00:00 | 248.32       | 0.0936                    | 2019-8-19 00:00 | 245.91       | 0.0892                    |
| 2019-8-4 01:00 | 248.28       | 0.093                     | 2019-8-19 01:00 | 245.9        | 0.0867                    |
| 2019-8-4 02:00 | 248.26       | 0.0893                    | 2019-8-19 02:00 | 245.91       | 0.092                     |
| 2019-8-4 03:00 | 248.22       | 0.0857                    | 2019-8-19 03:00 | 245.9        | 0.0857                    |
| 2019-8-4 04:00 | 248.2        | 0.0877                    | 2019-8-19 04:00 | 245.9        | 0.0838                    |
| 2019-8-4 05:00 | 247.61       | 0.0874                    | 2019-8-19 05:00 | 245.9        | 0.0858                    |
| 2019-8-4 06:00 | 247          | 0.0908                    | 2019-8-19 06:00 | 245.9        | 0.0899                    |
| 2019-8-4 07:00 | 246.91       | 0.0899                    | 2019-8-19 07:00 | 245.89       | 0.0865                    |
| 2019-8-4 08:00 | 246.9        | 0.0861                    | 2019-8-19 08:00 | 245.9        | 0.0839                    |
| 2019-8-4 09:00 | 246.85       | 0.0875                    | 2019-8-19 09:00 | 245.9        | 0.0841                    |
| 2019-8-4 10:00 | 246.83       | 0.0824                    | 2019-8-19 10:00 | 245.91       | 0.0868                    |
| 2019-8-4 11:00 | 246.81       | 0.0934                    | 2019-8-19 11:00 | 245.91       | 0.0804                    |
| 2019-8-4 12:00 | 246.77       | 0.0851                    | 2019-8-19 12:00 | 245.91       | 0.0909                    |
| 2019-8-4 13:00 | 246.75       | 0.0855                    | 2019-8-19 13:00 | 245.91       | 0.0965                    |
| 2019-8-4 14:00 | 246.71       | 0.6554                    | 2019-8-19 14:00 | 245.91       | 0.0981                    |
| 2019-8-4 15:00 | 246.69       | 0.0877                    | 2019-8-19 15:00 | 245.91       | 0.0833                    |
| 2019-8-4 16:00 | 246.65       | 0.0882                    | 2019-8-19 16:00 | 245.91       | 0.0862                    |
| 2019-8-4 17:00 | 246.63       | 0.0777                    | 2019-8-19 17:00 | 245.89       | 0.0884                    |
| 2019-8-4 18:00 | 246.59       | 0.0926                    | 2019-8-19 18:00 | 245.87       | 0.0905                    |
| 2019-8-4 19:00 | 246.57       | 0.0915                    | 2019-8-19 19:00 | 245.85       | 0.0879                    |
| 2019-8-4 20:00 | 246.53       | 0.0926                    | 2019-8-19 20:00 | 245.83       | 0.0882                    |
| 2019-8-4 21:00 | 246.51       | 0.0913                    | 2019-8-19 21:00 | 245.82       | 0.6554                    |
| 2019-8-4 22:00 | 246.47       | 0.0942                    | 2019-8-19 22:00 | 245.81       | 0.6554                    |
| 2019-8-4 23:00 | 246.43       | 0.0864                    | 2019-8-19 23:00 | 245.79       | 0.6554                    |
| 2019-8-5 00:00 | 246.41       | 0                         | 2019-8-20 00:00 | 245.77       | 0.088                     |
| 2019-8-5 01:00 | 246.38       | 0.0818                    | 2019-8-20 01:00 | 245.75       | 0.0945                    |
| 2019-8-5 02:00 | 246.34       | 0.6554                    | 2019-8-20 02:00 | 245.48       | 0                         |
| 2019-8-5 03:00 | 246.31       | 0.0856                    | 2019-8-20 03:00 | 244.85       | 0                         |
| 2019-8-5 04:00 | 246.28       | 0.0863                    | 2019-8-20 04:00 | 244.19       | 0.083                     |
| 2019-8-5 05:00 | 246.25       | 0.087                     | 2019-8-20 05:00 | 243.51       | 0.0892                    |
| 2019-8-5 06:00 | 246.21       | 0.0955                    | 2019-8-20 06:00 | 242.82       | 0.0724                    |
| 2019-8-5 07:00 | 246.19       | 0.0792                    | 2019-8-20 07:00 | 242.09       | 0.0813                    |
| 2019-8-5 08:00 | 246.15       | 0.0961                    | 2019-8-20 08:00 | 241.55       | 0.0824                    |
| 2019-8-5 09:00 | 246.14       | 0.0848                    | 2019-8-20 09:00 | 241.55       | 0.6554                    |
| 2019-8-5 10:00 | 246.12       | 0.0915                    | 2019-8-20 10:00 | 241.55       | 0.089                     |

| 时间             | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-5 11:00 | 246.12       | 0.0894                    | 2019-8-20 11:00 | 241.53       | 0.0865                    |
| 2019-8-5 12:00 | 246.1        | 0.0883                    | 2019-8-20 12:00 | 241.51       | 0.0825                    |
| 2019-8-5 13:00 | 246.09       | 0.0933                    | 2019-8-20 13:00 | 241.49       | 0.08                      |
| 2019-8-5 14:00 | 246.07       | 0.092                     | 2019-8-20 14:00 | 241.46       | 0.0925                    |
| 2019-8-5 15:00 | 246.05       | 0.0842                    | 2019-8-20 15:00 | 241.46       | 0.0922                    |
| 2019-8-5 16:00 | 246.05       | 0.0885                    | 2019-8-20 16:00 | 241.44       | 0.08                      |
| 2019-8-5 17:00 | 246.03       | 0.0885                    | 2019-8-20 17:00 | 241.42       | 0.0798                    |
| 2019-8-5 18:00 | 246.01       | 0.0902                    | 2019-8-20 18:00 | 241.91       | 0.0863                    |
| 2019-8-5 19:00 | 245.99       | 0.088                     | 2019-8-20 19:00 | 242.4        | 0.0759                    |
| 2019-8-5 20:00 | 245.97       | 0.081                     | 2019-8-20 20:00 | 242.98       | 0.0813                    |
| 2019-8-5 21:00 | 245.98       | 0.0813                    | 2019-8-20 21:00 | 243.5        | 0.0809                    |
| 2019-8-5 22:00 | 245.95       | 0.0857                    | 2019-8-20 22:00 | 243.93       | 0.0807                    |
| 2019-8-5 23:00 | 245.93       | 0.0845                    | 2019-8-20 23:00 | 244.45       | 0.0872                    |
| 2019-8-6 00:00 | 245.92       | 0.084                     | 2019-8-21 00:00 | 245.16       | 0                         |
| 2019-8-6 01:00 | 245.9        | 0.0856                    | 2019-8-21 01:00 | 245.27       | 0.0883                    |
| 2019-8-6 02:00 | 245.89       | 0.0829                    | 2019-8-21 02:00 | 245.26       | 0.0855                    |
| 2019-8-6 03:00 | 245.87       | 0.081                     | 2019-8-21 03:00 | 244.95       | 0.0824                    |
| 2019-8-6 04:00 | 245.87       | 0.0819                    | 2019-8-21 04:00 | 244.3        | 0.0845                    |
| 2019-8-6 05:00 | 245.85       | 0.0863                    | 2019-8-21 05:00 | 243.63       | 0.0819                    |
| 2019-8-6 06:00 | 245.83       | 0.0915                    | 2019-8-21 06:00 | 242.94       | 0.0806                    |
| 2019-8-6 07:00 | 245.83       | 0.0855                    | 2019-8-21 07:00 | 242.22       | 0.0798                    |
| 2019-8-6 08:00 | 245.8        | 0.0839                    | 2019-8-21 08:00 | 241.81       | 0.0781                    |
| 2019-8-6 09:00 | 245.79       | 0.0848                    | 2019-8-21 09:00 | 241.82       | 0.0787                    |
| 2019-8-6 10:00 | 245.79       | 0.0885                    | 2019-8-21 10:00 | 241.79       | 0.0729                    |
| 2019-8-6 11:00 | 245.76       | 0.0749                    | 2019-8-21 11:00 | 241.77       | 0.0859                    |
| 2019-8-6 12:00 | 245.76       | 0.0841                    | 2019-8-21 12:00 | 241.76       | 0.0776                    |
| 2019-8-6 13:00 | 245.74       | 0.0807                    | 2019-8-21 13:00 | 241.77       | 0.0759                    |
| 2019-8-6 14:00 | 245.72       | 0.0843                    | 2019-8-21 14:00 | 241.81       | 0.0831                    |
| 2019-8-6 15:00 | 245.72       | 0                         | 2019-8-21 15:00 | 241.85       | 0.0762                    |
| 2019-8-6 16:00 | 245.71       | 0.0834                    | 2019-8-21 16:00 | 241.85       | 0.0808                    |
| 2019-8-6 17:00 | 245.71       | 0.0872                    | 2019-8-21 17:00 | 241.85       | 0.0717                    |
| 2019-8-6 18:00 | 245.71       | 0.0919                    | 2019-8-21 18:00 | 241.82       | 0.0856                    |
| 2019-8-6 19:00 | 245.73       | 0.0812                    | 2019-8-21 19:00 | 241.84       | 0.0865                    |
| 2019-8-6 20:00 | 245.73       | 0.0854                    | 2019-8-21 20:00 | 241.82       | 0.0764                    |
| 2019-8-6 21:00 | 245.73       | 0.0836                    | 2019-8-21 21:00 | 241.82       | 0.0738                    |
| 2019-8-6 22:00 | 245.73       | 0.0891                    | 2019-8-21 22:00 | 241.82       | 0.0822                    |
| 2019-8-6 23:00 | 245.74       | 0.088                     | 2019-8-21 23:00 | 241.8        | 0.0812                    |
| 2019-8-7 00:00 | 245.74       | 0.0818                    | 2019-8-22 00:00 | 241.79       | 0.0769                    |
| 2019-8-7 01:00 | 245.74       | 0.0856                    | 2019-8-22 01:00 | 241.79       | 0.0842                    |
| 2019-8-7 02:00 | 245.74       | 0.0855                    | 2019-8-22 02:00 | 241.77       | 0.0768                    |
| 2019-8-7 03:00 | 245.74       | 0.0841                    | 2019-8-22 03:00 | 241.75       | 0.0818                    |
| 2019-8-7 04:00 | 245.74       | 0.0854                    | 2019-8-22 04:00 | 241.75       | 0.0831                    |
| 2019-8-7 05:00 | 245.74       | 0.0844                    | 2019-8-22 05:00 | 241.73       | 0.0906                    |
| 2019-8-7 06:00 | 245.74       | 0.0896                    | 2019-8-22 06:00 | 241.71       | 0.6554                    |
| 2019-8-7 07:00 | 245.74       | 0.0866                    | 2019-8-22 07:00 | 241.69       | 0.6554                    |
| 2019-8-7 08:00 | 245.74       | 0.0856                    | 2019-8-22 08:00 | 241.68       | 0.0749                    |
| 2019-8-7 09:00 | 245.74       | 0.0919                    | 2019-8-22 09:00 | 241.66       | 0.0844                    |

| 时间             | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-7 10:00 | 245.76       | 0                         | 2019-8-22 10:00 | 241.65       | 0.6554                    |
| 2019-8-7 11:00 | 245.76       | 0.0911                    | 2019-8-22 11:00 | 241.63       | 0.6554                    |
| 2019-8-7 12:00 | 245.76       | 0.0912                    | 2019-8-22 12:00 | 241.62       | 0.0779                    |
| 2019-8-7 13:00 | 245.76       | 0.0908                    | 2019-8-22 13:00 | 241.6        | 0.0895                    |
| 2019-8-7 14:00 | 245.76       | 0.6554                    | 2019-8-22 14:00 | 241.6        | 0.0848                    |
| 2019-8-7 15:00 | 245.76       | 0.09                      | 2019-8-22 15:00 | 241.58       | 0.078                     |
| 2019-8-7 16:00 | 245.76       | 0.0825                    | 2019-8-22 16:00 | 241.58       | 0.0798                    |
| 2019-8-7 17:00 | 245.77       | 0.0863                    | 2019-8-22 17:00 | 241.7        | 0.0772                    |
| 2019-8-7 18:00 | 245.76       | 0.0898                    | 2019-8-22 18:00 | 242.52       | 0.0867                    |
| 2019-8-7 19:00 | 245.77       | 0.0897                    | 2019-8-22 19:00 | 243.3        | 0.0828                    |
| 2019-8-7 20:00 | 245.76       | 0.0875                    | 2019-8-22 20:00 | 244.03       | 0.0839                    |
| 2019-8-7 21:00 | 245.78       | 0.0875                    | 2019-8-22 21:00 | 244.74       | 0.0845                    |
| 2019-8-7 22:00 | 245.76       | 0.0853                    | 2019-8-22 22:00 | 245.44       | 0.0838                    |
| 2019-8-7 23:00 | 245.78       | 0.0923                    | 2019-8-22 23:00 | 246          | 0.0933                    |
| 2019-8-8 00:00 | 245.77       | 0.0913                    | 2019-8-23 00:00 | 246.46       | 0.092                     |
| 2019-8-8 01:00 | 245.78       | 0.0864                    | 2019-8-23 01:00 | 246.77       | 0.0959                    |
| 2019-8-8 02:00 | 245.78       | 0.0904                    | 2019-8-23 02:00 | 246.75       | 0.0947                    |
| 2019-8-8 03:00 | 245.79       | 0.0778                    | 2019-8-23 03:00 | 246.74       | 0                         |
| 2019-8-8 04:00 | 245.77       | 0.0967                    | 2019-8-23 04:00 | 246.73       | 0.0828                    |
| 2019-8-8 05:00 | 245.79       | 0.0956                    | 2019-8-23 05:00 | 246.71       | 0.0888                    |
| 2019-8-8 06:00 | 245.79       | 0.0845                    | 2019-8-23 06:00 | 246.69       | 0.0936                    |
| 2019-8-8 07:00 | 245.79       | 0.0914                    | 2019-8-23 07:00 | 246.68       | 0.082                     |
| 2019-8-8 08:00 | 245.78       | 0.085                     | 2019-8-23 08:00 | 246.67       | 0.0846                    |
| 2019-8-8 09:00 | 245.8        | 0.0948                    | 2019-8-23 09:00 | 246.65       | 0                         |
| 2019-8-8 10:00 | 245.78       | 0.0857                    | 2019-8-23 10:00 | 246.65       | 0.0753                    |
| 2019-8-8 11:00 | 245.79       | 0.0838                    | 2019-8-23 11:00 | 246.63       | 0.0869                    |
| 2019-8-8 12:00 | 245.8        | 0.0838                    | 2019-8-23 12:00 | 246.63       | 0.0864                    |
| 2019-8-8 13:00 | 245.79       | 0.0848                    | 2019-8-23 13:00 | 246.61       | 0.0944                    |
| 2019-8-8 14:00 | 245.8        | 0.077                     | 2019-8-23 14:00 | 246.59       | 0.0929                    |
| 2019-8-8 15:00 | 245.8        | 0.0802                    | 2019-8-23 15:00 | 246.58       | 0.0912                    |
| 2019-8-8 16:00 | 245.82       | 0.077                     | 2019-8-23 16:00 | 246.55       | 0.0937                    |
| 2019-8-8 17:00 | 245.82       | 0.0918                    | 2019-8-23 17:00 | 246.55       | 0.0831                    |
| 2019-8-8 18:00 | 245.82       | 0.0919                    | 2019-8-23 18:00 | 246.53       | 0.0811                    |
| 2019-8-8 19:00 | 245.83       | 0.0866                    | 2019-8-23 19:00 | 246.53       | 0.0887                    |
| 2019-8-8 20:00 | 245.82       | 0.0844                    | 2019-8-23 20:00 | 246.51       | 0.0831                    |
| 2019-8-8 21:00 | 245.83       | 0.0864                    | 2019-8-23 21:00 | 246.49       | 0.0877                    |
| 2019-8-8 22:00 | 245.83       | 0.0826                    | 2019-8-23 22:00 | 246.49       | 0.0917                    |
| 2019-8-8 23:00 | 245.83       | 0.0902                    | 2019-8-23 23:00 | 246.48       | 0.0862                    |
| 2019-8-9 00:00 | 245.83       | 0.0516                    | 2019-8-24 00:00 | 246.46       | 0.0939                    |
| 2019-8-9 01:00 | 245.83       | 0.0899                    | 2019-8-24 01:00 | 246.44       | 0.0922                    |
| 2019-8-9 02:00 | 245.83       | 0.0794                    | 2019-8-24 02:00 | 246.44       | 0.0918                    |
| 2019-8-9 03:00 | 245.83       | 0.0907                    | 2019-8-24 03:00 | 246.42       | 0.0878                    |
| 2019-8-9 04:00 | 245.84       | 0.0956                    | 2019-8-24 04:00 | 246.4        | 0.0868                    |
| 2019-8-9 05:00 | 245.82       | 0.0819                    | 2019-8-24 05:00 | 246.4        | 0                         |
| 2019-8-9 06:00 | 245.84       | 0.0825                    | 2019-8-24 06:00 | 246.38       | 0.0897                    |
| 2019-8-9 07:00 | 245.84       | 0.0854                    | 2019-8-24 07:00 | 246.37       | 0.0906                    |
| 2019-8-9 08:00 | 245.83       | 0.0511                    | 2019-8-24 08:00 | 246.37       | 0.0916                    |

| 时间              | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|-----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-9 09:00  | 245.83       | 0.09                      | 2019-8-24 09:00 | 246.37       | 0.0834                    |
| 2019-8-9 10:00  | 245.84       | 0.0896                    | 2019-8-24 10:00 | 246.37       | 0.0826                    |
| 2019-8-9 11:00  | 245.85       | 0.0833                    | 2019-8-24 11:00 | 246.38       | 0.092                     |
| 2019-8-9 12:00  | 245.84       | 0.0919                    | 2019-8-24 12:00 | 246.4        | 0.0861                    |
| 2019-8-9 13:00  | 245.83       | 0.0874                    | 2019-8-24 13:00 | 246.4        | 0.0904                    |
| 2019-8-9 14:00  | 245.85       | 0.0916                    | 2019-8-24 14:00 | 246.4        | 0.0821                    |
| 2019-8-9 15:00  | 245.84       | 0.0888                    | 2019-8-24 15:00 | 246.41       | 0.0885                    |
| 2019-8-9 16:00  | 245.85       | 0.0866                    | 2019-8-24 16:00 | 246.41       | 0.0828                    |
| 2019-8-9 17:00  | 245.84       | 0.0856                    | 2019-8-24 17:00 | 246.41       | 0.0826                    |
| 2019-8-9 18:00  | 245.88       | 0.0899                    | 2019-8-24 18:00 | 246.41       | 0.0852                    |
| 2019-8-9 19:00  | 245.95       | 0.0816                    | 2019-8-24 19:00 | 246.42       | 0.0919                    |
| 2019-8-9 20:00  | 246.13       | 0.0855                    | 2019-8-24 20:00 | 246.41       | 0.0901                    |
| 2019-8-9 21:00  | 246.59       | 0.0805                    | 2019-8-24 21:00 | 246.41       | 0.0833                    |
| 2019-8-9 22:00  | 247.03       | 0.0924                    | 2019-8-24 22:00 | 246.42       | 0.091                     |
| 2019-8-9 23:00  | 247.35       | 0.094                     | 2019-8-24 23:00 | 246.42       | 0.0868                    |
| 2019-8-10 00:00 | 247.35       | 0.0862                    | 2019-8-25 00:00 | 246.42       | 0.0859                    |
| 2019-8-10 01:00 | 247.37       | 0.0868                    | 2019-8-25 01:00 | 246.42       | 0.0861                    |
| 2019-8-10 02:00 | 247.37       | 0.0909                    | 2019-8-25 02:00 | 246.42       | 0.0862                    |
| 2019-8-10 03:00 | 247.37       | 0.0965                    | 2019-8-25 03:00 | 246.43       | 0.0946                    |
| 2019-8-10 04:00 | 247.39       | 0.0897                    | 2019-8-25 04:00 | 246.41       | 0.0856                    |
| 2019-8-10 05:00 | 246.88       | 0.084                     | 2019-8-25 05:00 | 246.43       | 0.0887                    |
| 2019-8-10 06:00 | 246.3        | 0.0866                    | 2019-8-25 06:00 | 246.42       | 0.0888                    |
| 2019-8-10 07:00 | 245.86       | 0.0939                    | 2019-8-25 07:00 | 246.43       | 0.0841                    |
| 2019-8-10 08:00 | 245.89       | 0.0886                    | 2019-8-25 08:00 | 246.43       | 0.0879                    |
| 2019-8-10 09:00 | 245.89       | 0.0903                    | 2019-8-25 09:00 | 246.43       | 0.0856                    |
| 2019-8-10 10:00 | 245.89       | 0.0869                    | 2019-8-25 10:00 | 246.43       | 0                         |
| 2019-8-10 11:00 | 245.89       | 0.0803                    | 2019-8-25 11:00 | 246.43       | 0.0788                    |
| 2019-8-10 12:00 | 245.89       | 0.0826                    | 2019-8-25 12:00 | 246.45       | 0.0862                    |
| 2019-8-10 13:00 | 245.89       | 0                         | 2019-8-25 13:00 | 246.43       | 0.0865                    |
| 2019-8-10 14:00 | 245.91       | 0.0875                    | 2019-8-25 14:00 | 246.43       | 0.056                     |
| 2019-8-10 15:00 | 245.91       | 0.0868                    | 2019-8-25 15:00 | 246.45       | 0.0848                    |
| 2019-8-10 16:00 | 245.91       | 0.0875                    | 2019-8-25 16:00 | 246.43       | 0.0916                    |
| 2019-8-10 17:00 | 245.91       | 0.0837                    | 2019-8-25 17:00 | 246.45       | 0.0748                    |
| 2019-8-10 18:00 | 245.93       | 0.0955                    | 2019-8-25 18:00 | 246.45       | 0.0947                    |
| 2019-8-10 19:00 | 245.93       | 0.091                     | 2019-8-25 19:00 | 246.44       | 0.0873                    |
| 2019-8-10 20:00 | 246.11       | 0.0926                    | 2019-8-25 20:00 | 246.67       | 0.0891                    |
| 2019-8-10 21:00 | 246.66       | 0.0921                    | 2019-8-25 21:00 | 247.19       | 0.0841                    |
| 2019-8-10 22:00 | 247.32       | 0.0869                    | 2019-8-25 22:00 | 247.67       | 0.0853                    |
| 2019-8-10 23:00 | 248.25       | 0.0901                    | 2019-8-25 23:00 | 248.09       | 0.0835                    |
| 2019-8-11 00:00 | 248.97       | 0.0949                    | 2019-8-26 00:00 | 248.34       | 0.083                     |
| 2019-8-11 01:00 | 249.09       | 0.0923                    | 2019-8-26 01:00 | 248.34       | 0.0895                    |
| 2019-8-11 02:00 | 249.05       | 0.0899                    | 2019-8-26 02:00 | 248.27       | 0.0859                    |
| 2019-8-11 03:00 | 248.51       | 0.0831                    | 2019-8-26 03:00 | 247.7        | 0.0868                    |
| 2019-8-11 04:00 | 247.94       | 0.0905                    | 2019-8-26 04:00 | 247.13       | 0.0897                    |
| 2019-8-11 05:00 | 247.39       | 0.0825                    | 2019-8-26 05:00 | 246.53       | 0.0887                    |
| 2019-8-11 06:00 | 246.81       | 0.0912                    | 2019-8-26 06:00 | 245.94       | 0.0853                    |
| 2019-8-11 07:00 | 246.42       | 0.0895                    | 2019-8-26 07:00 | 245.33       | 0.0885                    |

| 时间              | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|-----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-11 08:00 | 246.42       | 0.078                     | 2019-8-26 08:00 | 245.15       | 0.0899                    |
| 2019-8-11 09:00 | 246.44       | 0.0867                    | 2019-8-26 09:00 | 245.15       | 0.0921                    |
| 2019-8-11 10:00 | 246.44       | 0.0964                    | 2019-8-26 10:00 | 245.15       | 0.0878                    |
| 2019-8-11 11:00 | 246.45       | 0.0868                    | 2019-8-26 11:00 | 245.15       | 0.0783                    |
| 2019-8-11 12:00 | 246.45       | 0.0847                    | 2019-8-26 12:00 | 245.15       | 0.0885                    |
| 2019-8-11 13:00 | 246.44       | 0.083                     | 2019-8-26 13:00 | 245.17       | 0.0853                    |
| 2019-8-11 14:00 | 246.45       | 0.0806                    | 2019-8-26 14:00 | 245.16       | 0.086                     |
| 2019-8-11 15:00 | 246.45       | 0.0847                    | 2019-8-26 15:00 | 245.17       | 0.0903                    |
| 2019-8-11 16:00 | 246.46       | 0.086                     | 2019-8-26 16:00 | 245.29       | 0.0849                    |
| 2019-8-11 17:00 | 246.45       | 0.0912                    | 2019-8-26 17:00 | 245.61       | 0.0905                    |
| 2019-8-11 18:00 | 246.46       | 0.0928                    | 2019-8-26 18:00 | 245.63       | 0.0957                    |
| 2019-8-11 19:00 | 246.46       | 0.0925                    | 2019-8-26 19:00 | 245.62       | 0.0898                    |
| 2019-8-11 20:00 | 246.67       | 0.0896                    | 2019-8-26 20:00 | 245.76       | 0.0857                    |
| 2019-8-11 21:00 | 247.29       | 0.0936                    | 2019-8-26 21:00 | 246.15       | 0.0892                    |
| 2019-8-11 22:00 | 248.11       | 0.0899                    | 2019-8-26 22:00 | 246.52       | 0.0825                    |
| 2019-8-11 23:00 | 249.02       | 0.0885                    | 2019-8-26 23:00 | 246.69       | 0.1002                    |
| 2019-8-12 00:00 | 249.95       | 0.0902                    | 2019-8-27 00:00 | 246.68       | 0                         |
| 2019-8-12 01:00 | 250.53       | 0.0919                    | 2019-8-27 01:00 | 246.69       | 0.0925                    |
| 2019-8-12 02:00 | 250.55       | 0.0961                    | 2019-8-27 02:00 | 246.68       | 0.0845                    |
| 2019-8-12 03:00 | 250.12       | 0.0908                    | 2019-8-27 03:00 | 246.68       | 0.0839                    |
| 2019-8-12 04:00 | 249.36       | 0.0911                    | 2019-8-27 04:00 | 246.68       | 0.0887                    |
| 2019-8-12 05:00 | 248.27       | 0.0896                    | 2019-8-27 05:00 | 246.68       | 0.0943                    |
| 2019-8-12 06:00 | 247.14       | 0.0934                    | 2019-8-27 06:00 | 246.69       | 0.0916                    |
| 2019-8-12 07:00 | 246.2        | 0.082                     | 2019-8-27 07:00 | 246.68       | 0.0926                    |
| 2019-8-12 08:00 | 245.6        | 0.0879                    | 2019-8-27 08:00 | 246.68       | 0.0851                    |
| 2019-8-12 09:00 | 245.49       | 0.0823                    | 2019-8-27 09:00 | 246.69       | 0.0912                    |
| 2019-8-12 10:00 | 245.49       | 0.0892                    | 2019-8-27 10:00 | 246.67       | 0.0917                    |
| 2019-8-12 11:00 | 245.5        | 0.0891                    | 2019-8-27 11:00 | 246.69       | 0.0845                    |
| 2019-8-12 12:00 | 245.5        | 0.0871                    | 2019-8-27 12:00 | 246.69       | 0.0911                    |
| 2019-8-12 13:00 | 245.5        | 0.0903                    | 2019-8-27 13:00 | 246.69       | 0.0924                    |
| 2019-8-12 14:00 | 245.51       | 0.089                     | 2019-8-27 14:00 | 246.69       | 0.0907                    |
| 2019-8-12 15:00 | 245.52       | 0.0928                    | 2019-8-27 15:00 | 246.69       | 0.0944                    |
| 2019-8-12 16:00 | 245.51       | 0.0844                    | 2019-8-27 16:00 | 246.69       | 0.084                     |
| 2019-8-12 17:00 | 245.51       | 0.0904                    | 2019-8-27 17:00 | 246.71       | 0.0892                    |
| 2019-8-12 18:00 | 245.51       | 0.0917                    | 2019-8-27 18:00 | 246.69       | 0.0901                    |
| 2019-8-12 19:00 | 245.53       | 0.0884                    | 2019-8-27 19:00 | 246.69       | 0.0862                    |
| 2019-8-12 20:00 | 245.53       | 0.0861                    | 2019-8-27 20:00 | 246.69       | 0.0935                    |
| 2019-8-12 21:00 | 245.84       | 0.0841                    | 2019-8-27 21:00 | 246.71       | 0.0802                    |
| 2019-8-12 22:00 | 245.86       | 0.0952                    | 2019-8-27 22:00 | 246.69       | 0.0884                    |
| 2019-8-12 23:00 | 245.86       | 0.0593                    | 2019-8-27 23:00 | 246.69       | 0.0913                    |
| 2019-8-13 00:00 | 245.86       | 0.0844                    | 2019-8-28 00:00 | 246.71       | 0.0884                    |
| 2019-8-13 01:00 | 245.85       | 0.0859                    | 2019-8-28 01:00 | 246.69       | 0                         |
| 2019-8-13 02:00 | 245.85       | 0.0776                    | 2019-8-28 02:00 | 246.71       | 0.0914                    |
| 2019-8-13 03:00 | 245.86       | 0.0895                    | 2019-8-28 03:00 | 246.71       | 0.0951                    |
| 2019-8-13 04:00 | 245.86       | 0.0894                    | 2019-8-28 04:00 | 246.7        | 0.0853                    |
| 2019-8-13 05:00 | 245.86       | 0.0885                    | 2019-8-28 05:00 | 246.71       | 0.0826                    |
| 2019-8-13 06:00 | 245.86       | 0.0841                    | 2019-8-28 06:00 | 246.7        | 0.0836                    |

| 时间              | 下库坝前<br>水位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水<br>位 m | 生态流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|-----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------------------|
| 2019-8-13 07:00 | 245.85       | 0.0785                    | 2019-8-28 07:00 | 246.7        | 0.0948                    |
| 2019-8-13 08:00 | 245.87       | 0.0783                    | 2019-8-28 08:00 | 246.71       | 0.0878                    |
| 2019-8-13 09:00 | 245.86       | 0.079                     | 2019-8-28 09:00 | 246.7        | 0.0865                    |
| 2019-8-13 10:00 | 245.87       | 0.0747                    | 2019-8-28 10:00 | 246.7        | 0.6554                    |
| 2019-8-13 11:00 | 245.87       | 0.0918                    | 2019-8-28 11:00 | 246.71       | 0.6554                    |
| 2019-8-13 12:00 | 245.89       | 0.0825                    | 2019-8-28 12:00 | 246.72       | 0.0856                    |
| 2019-8-13 13:00 | 245.89       | 0.081                     | 2019-8-28 13:00 | 246.72       | 0.0847                    |
| 2019-8-13 14:00 | 245.88       | 0.0904                    | 2019-8-28 14:00 | 246.71       | 0.0867                    |
| 2019-8-13 15:00 | 245.88       | 0.082                     | 2019-8-28 15:00 | 246.71       | 0.1025                    |
| 2019-8-13 16:00 | 245.88       | 0.0847                    | 2019-8-28 16:00 | 246.71       | 0.0845                    |
| 2019-8-13 17:00 | 245.88       | 0.0841                    | 2019-8-28 17:00 | 246.71       | 0.0765                    |
| 2019-8-13 18:00 | 245.88       | 0.0872                    | 2019-8-28 18:00 | 246.7        | 0.087                     |
| 2019-8-13 19:00 | 245.88       | 0.0888                    | 2019-8-28 19:00 | 246.72       | 0.0825                    |
| 2019-8-13 20:00 | 245.88       | 0.0916                    | 2019-8-28 20:00 | 246.97       | 0.0871                    |
| 2019-8-13 21:00 | 245.88       | 0.0873                    | 2019-8-28 21:00 | 247.53       | 0.0856                    |
| 2019-8-13 22:00 | 245.88       | 0.089                     | 2019-8-28 22:00 | 248.08       | 0.087                     |
| 2019-8-13 23:00 | 245.88       | 0.0826                    | 2019-8-28 23:00 | 248.6        | 0.0906                    |
| 2019-8-14 00:00 | 245.88       | 0.0831                    | 2019-8-29 00:00 | 248.91       | 0.097                     |
| 2019-8-14 01:00 | 245.87       | 0                         | 2019-8-29 01:00 | 248.89       | 0.0826                    |
| 2019-8-14 02:00 | 245.88       | 0.0906                    | 2019-8-29 02:00 | 248.87       | 0.0968                    |
| 2019-8-14 03:00 | 245.87       | 0.0858                    | 2019-8-29 03:00 | 248.85       | 0.0986                    |
| 2019-8-14 04:00 | 245.87       | 0.089                     | 2019-8-29 04:00 | 248.85       | 0.0907                    |
| 2019-8-14 05:00 | 245.88       | 0.0852                    | 2019-8-29 05:00 | 248.85       | 0.0841                    |
| 2019-8-14 06:00 | 245.88       | 0.086                     | 2019-8-29 06:00 | 248.82       | 0.0906                    |
| 2019-8-14 07:00 | 245.87       | 0.0854                    | 2019-8-29 07:00 | 248.81       | 0.0813                    |
| 2019-8-14 08:00 | 245.88       | 0.0824                    | 2019-8-29 08:00 | 248.81       | 0.0896                    |
| 2019-8-14 09:00 | 245.88       | 0.0872                    | 2019-8-29 09:00 | 248.79       | 0.0878                    |
| 2019-8-14 10:00 | 245.88       | 0.0907                    | 2019-8-29 10:00 | 248.78       | 0.0921                    |
| 2019-8-14 11:00 | 245.88       | 0.0931                    | 2019-8-29 11:00 | 248.78       | 0.0861                    |
| 2019-8-14 12:00 | 245.88       | 0.0908                    | 2019-8-29 12:00 | 248.78       | 0.0876                    |
| 2019-8-14 13:00 | 245.88       | 0.0857                    | 2019-8-29 13:00 | 248.76       | 0.093                     |
| 2019-8-14 14:00 | 245.87       | 0.0832                    | 2019-8-29 14:00 | 248.77       | 0.0947                    |
| 2019-8-14 15:00 | 245.89       | 0.0967                    | 2019-8-29 15:00 | 248.75       | 0.0883                    |
| 2019-8-14 16:00 | 245.89       | 0.0807                    | 2019-8-29 16:00 | 248.75       | 0.0926                    |
| 2019-8-14 17:00 | 245.89       | 0.0911                    | 2019-8-29 17:00 | 248.77       | 0.095                     |
| 2019-8-14 18:00 | 245.88       | 0.0844                    | 2019-8-29 18:00 | 248.79       | 0.092                     |
| 2019-8-14 19:00 | 245.88       | 0.0844                    | 2019-8-29 19:00 | 248.79       | 0.0889                    |
| 2019-8-14 20:00 | 245.89       | 0.0949                    | 2019-8-29 20:00 | 248.78       | 0.09                      |
| 2019-8-14 21:00 | 245.89       | 0.0846                    | 2019-8-29 21:00 | 248.78       | 0.0886                    |
| 2019-8-14 22:00 | 245.88       | 0.0841                    | 2019-8-29 22:00 | 248.78       | 0.0942                    |
| 2019-8-14 23:00 | 245.89       | 0.0863                    | 2019-8-29 23:00 | 248.78       | 0.0868                    |
| 2019-8-15 00:00 | 245.89       | 0.0875                    | 2019-8-30 00:00 | 248.76       | 0.0604                    |
| 2019-8-15 01:00 | 245.88       | 0.0907                    | 2019-8-30 01:00 | 248.78       | 0.0917                    |
| 2019-8-15 02:00 | 245.89       | 0.0918                    | 2019-8-30 02:00 | 248.77       | 0.0933                    |
| 2019-8-15 03:00 | 245.89       | 0.0907                    | 2019-8-30 03:00 | 248.79       | 0.0876                    |
| 2019-8-15 04:00 | 245.88       | 0.0816                    | 2019-8-30 04:00 | 248.79       | 0.087                     |
| 2019-8-15 05:00 | 245.88       | 0.0864                    | 2019-8-30 05:00 | 248.79       | 0.0948                    |

| 时间              | 下库坝前水位 m | 生态流量 m <sup>3</sup> /s | 时间              | 下库坝前水位 m | 生态流量 m <sup>3</sup> /s |
|-----------------|----------|------------------------|-----------------|----------|------------------------|
| 2019-8-15 06:00 | 245.89   | 0.0871                 | 2019-8-30 06:00 | 248.81   | 0.0813                 |
| 2019-8-15 07:00 | 245.89   | 0.0909                 | 2019-8-30 07:00 | 248.81   | 0.0856                 |
| 2019-8-15 08:00 | 245.89   | 0.0781                 | 2019-8-30 08:00 | 248.82   | 0.0964                 |
| 2019-8-15 09:00 | 245.88   | 0.0795                 | 2019-8-30 09:00 | 248.82   | 0                      |
| 2019-8-15 10:00 | 245.9    | 0.0847                 | 2019-8-30 10:00 | 248.82   | 0.0942                 |
| 2019-8-15 11:00 | 245.89   | 0.0922                 | 2019-8-30 11:00 | 248.82   | 0.0884                 |
| 2019-8-15 12:00 | 245.89   | 0                      | 2019-8-30 12:00 | 248.84   | 0.0909                 |
| 2019-8-15 13:00 | 245.9    | 0.0839                 | 2019-8-30 13:00 | 248.84   | 0.0903                 |
| 2019-8-15 14:00 | 245.9    | 0.082                  | 2019-8-30 14:00 | 248.84   | 0.0935                 |
| 2019-8-15 15:00 | 245.89   | 0.0812                 | 2019-8-30 15:00 | 248.83   | 0.0792                 |
| 2019-8-15 16:00 | 245.9    | 0.0818                 | 2019-8-30 16:00 | 248.84   | 0.0879                 |
| 2019-8-15 17:00 | 245.89   | 0.0873                 | 2019-8-30 17:00 | 248.86   | 0.0849                 |
| 2019-8-15 18:00 | 245.9    | 0                      | 2019-8-30 18:00 | 248.86   | 0.0916                 |
| 2019-8-15 19:00 | 245.89   | 0.0825                 | 2019-8-30 19:00 | 248.86   | 0.092                  |
| 2019-8-15 20:00 | 245.9    | 0.0888                 | 2019-8-30 20:00 | 248.86   | 0.0871                 |
| 2019-8-15 21:00 | 245.91   | 0.0853                 | 2019-8-30 21:00 | 248.88   | 0.088                  |
| 2019-8-15 22:00 | 245.89   | 0.0859                 | 2019-8-30 22:00 | 248.86   | 0.0874                 |
| 2019-8-15 23:00 | 245.9    | 0.0792                 | 2019-8-30 23:00 | 248.86   | 0.0949                 |

#### 4.2.3 库底清理措施落实情况调查

2016 年 5 月，建设单位与中国水利水电第十二工程局有限公司签订《海南琼中抽水蓄能电站上下水库库盆清理项目合同》。

##### (1) 下水库

根据采购文件技术条款，琼中抽水蓄能电站下水库库底清理范围为：正常蓄水位 253m 以下库盆林地清理和树木运输填埋、建筑物拆除与清理、污染物卫生清理、库区杂物与淤泥清理等。

由于下水库淹没面积相对较小，主要淹没土地为林地。因此，库区清理主要工作内容为林地清理。清理范围内残留树桩齐地面砍伐并清理出库，残留树桩不得超出地面 0.2m；森林砍伐残余树叉、枯木、灌木丛及桔杆、泥炭等易漂浮物，在蓄水前运出库外，草丛及草皮应进行铲除收集后运出库外；清理范围内的库内杂物、腐殖土层及淤泥收集后运出库外。

2016 年 10 月建设单位会同琼中县环保局、卫生局、疾控中心、林业局以及中南院、监理单位等对下水库库底清理工作进行了验收。验收结论如下（详见附件 10）：①库区清理范围内淹没区地面建筑物及其附属设施已拆除，设备与旧料已运出库外，符合要求。②库区清理范围内的树木、森林砍伐残余的树丫、枯木、灌木丛等易漂浮物已清理完毕，符合要求。③库区清理范围内的杂物、腐殖土层及

淤泥已清理完毕，符合要求。④库区清理范围内无输电、广播、厕所、粪坑、畜圈、垃圾堆及埋葬 15 年内的坟墓。海南琼中抽水蓄能电站下水库库底清理达到清库要求，库底清理专项验收合格。

## （2）上水库

上水库库底清理工作于 2016 年 6 月 18 日开工，清理内容主要包括：正常蓄水位高程 567m 至 533.5m 范围内的各项建筑物及其残留物（如桥墩、线杆、墙体等）的拆除与清理，卫生清理、林地清理、库区杂物及淤泥与腐殖土层清理，以及为工程运行安全而必须的特殊清理。清理总面积约 24 万 m<sup>2</sup>，清除的废弃物运送至指定弃渣场。

2017 年 1 月建设单位会同琼中县环保局、卫生局、疾控中心、林业局以及中南院、监理单位等对上水库库底清理工作进行了验收。验收结论如下（详见附件 11）：①库区清理范围内淹没区地面建筑物及其附属设施已拆除，设备与旧料已运出库外，符合要求。②库区清理范围内的树木、森林砍伐残余的树丫、枯木、灌木丛等易漂浮物已清理完毕，符合要求。③库区清理范围内的杂物、腐殖土层及淤泥已清理完毕，符合要求。④库区清理范围内无输电、广播、厕所、粪坑、畜圈、垃圾堆及埋葬 15 年内的坟墓。海南琼中抽水蓄能电站上水库库底清理达到清库要求，库底清理专项验收合格。

## 4.2.4 污染防治措施落实情况调查

### 4.2.4.1 施工期污水处理措施

施工期污水主要来源有砂石料加工系统、混凝土拌和系统、综合加工厂、洞室废水以及施工生活污水。

环评报告要求：生产废水、生活污水禁止直接外排，生产废水处理后可回用于生产系统，生活污水处理后可回用于绿化。

环评批复要求：生产、生活废水经处理达标后全部回用。

#### （1）砂石料加工系统废水处理措施

琼中抽水蓄能电站建设阶段设一处砂石料加工系统，布置于加普岭石料场附近，设计生产能力 200t/h，砂石料系统采用湿法加工。

环评阶段设计采用 DH 高效（旋流）污水净化法处理生产废水，实际建设情况为四级沉淀池+回用水池处理，废水处理规模为 160m<sup>3</sup>/h。砂石料加工系统于 2013 年 12 月开工建设，2014 年 12 月开始运行，废水处理设施沉淀池于 2014 年 8 月完成，同步投入使用。四级沉淀池容量分别为：5000m<sup>3</sup>、1500m<sup>3</sup>、500m<sup>3</sup>、500m<sup>3</sup>，

污泥定期清理，于沉淀池附近自然干化。



| 沉淀池定期清理检查表 |          |      |     |    |
|------------|----------|------|-----|----|
| 序号         | 日期       | 是否清理 | 检查人 | 备注 |
| 1          | 2016.1.2 | √    | 陈国平 |    |
| 2          | 1.12     | √    | 陈国平 |    |
| 3          | 1.20     | √    | 陈国平 |    |
| 4          | 1.27     | √    | 陈国平 |    |
| 5          | 2.4      | √    | 陈国平 |    |
| 6          | 2.11     | √    | 陈国平 |    |
| 7          | 2.27     | √    | 陈国平 |    |
| 8          | 3.6      | √    | 陈国平 |    |
| 9          | 3.13     | √    | 陈国平 |    |
| 10         | 3.20     | √    | 陈国平 |    |
| 11         | 3.27     | √    | 陈国平 |    |
| 12         | 4.3      | √    | 陈国平 |    |
| 13         | 4.10     | √    | 陈国平 |    |
| 14         | 4.17     | √    | 陈国平 |    |
| 15         | 4.24     | √    | 陈国平 |    |
| 16         | 4.30     | √    | 陈国平 |    |
| 17         | 5.7      | √    | 陈国平 |    |
| 18         | 5.14     | √    | 陈国平 |    |
| 19         | 5.21     | √    | 陈国平 |    |
| 20         | 5.28     | √    | 陈国平 |    |
| 21         | 6.4      | √    | 陈国平 |    |
| 22         | 6.11     | √    | 陈国平 |    |
| 23         | 6.18     | √    | 陈国平 |    |
| 24         | 6.25     | √    | 陈国平 |    |
| 25         | 7.2      | √    | 陈国平 |    |
| 26         | 7.9      | √    | 陈国平 |    |
| 27         | 7.16     | √    | 陈国平 |    |
| 28         | 7.23     | √    | 陈国平 |    |
| 29         | 7.30     | √    | 陈国平 |    |
| 30         | 8.6      | √    | 陈国平 |    |
| 31         | 8.13     | √    | 陈国平 |    |
| 32         | 8.20     | √    | 陈国平 |    |
| 33         | 8.27     | √    | 陈国平 |    |
| 34         | 8.30     | √    | 陈国平 |    |
| 35         |          |      |     |    |
| 36         |          |      |     |    |
| 37         |          |      |     |    |
| 38         |          |      |     |    |



图 4.2-23 砂石加工沉淀池清理记录

(2) 混凝土拌合系统废水处理措施

1) 上水库沥青混凝土拌合系统废水处理

上水库沥青混凝土拌和系统配置 LBJ500 型沥青混凝土搅拌站 1 座，其额定生产能力为 40t/h，该站距上水库混凝土生产系统约 200m，其布置高程 570.00m。

沥青混凝土拌和系统于 2016 年 5 月开始运行，生产过程不直接产生废水，本系统的废水主要是拌和站废气通过水洗处理产生的。废水经两级沉淀池处理，沉淀池与拌和站同步建设投入使用。沉淀池由上水库施工单位广东水电二局清理，其中液态沥青残留物及沥青残渣为危险废物，委托海南宝来工贸有限公司处理。



图 4.2-24 上水库混凝土拌合站沉淀池及清理记录

2) 下水库混凝土拌合系统废水处理

施工阶段，下水库共设置 4 套混凝土拌和系统，分别位于下水库坝下进场公路右侧、下水库坝下主体工程标内、下水库右坝肩、下水库上游右岸。

2014 年 8 月开始，下水库混凝土拌和站陆续建设完成，混凝土拌和站均采用三级沉淀池处理，废水收集处理设施基本与拌和站同步建设投入使用。





下水库右坝肩

图 4.2-25 下水库混凝土拌合站沉淀池及清理记录

### (3) 洞室废水处理措施

工程建设期间产生的洞室废水主要为地下厂房及水道施工过程中的洞室渗水，工程施工中对洞室废水采用三级沉淀池进行处理。



自流排水洞支洞口沉淀池



进厂交通洞废水沉淀池

图 4.2-26 洞室废水处理及排放

### (4) 综合加工厂废水处理

综合加工厂废水主要为含油废水，各综合加工厂设置有含油废水集中收集及处理设施。

### (5) 含油废水处理措施

海南蓄能发电有限公司与海南宝来工贸有限公司签订了“危险废物处置服务合同书”，委托其对施工期产生的废机油进行处理。

#### （6）生活污水处理措施

生活污水来源于施工期现场人员生活用水和粪便的排放。施工期临时业主营地租用大丰农场场部，上水库施工人员主要为土建主体工程 C1 标（广水二局）约 180 人。下水库承包商营地集中布置在下水库坝下，其中下水库主体工程标营地（中水 12 局）规模约为 150 人，尾水标营地（中水 7 局）规模约为 200 人，机电设备安装标营地（中水 7 局）规模约为 70 人，输水发电系统标营地（中水 14 局）规模约为 100 人。

临时业主营地租用大丰农场场部，生活污水排入农场现有市政污水管网，由农场场部污水处理站处理，不另外增加污水处理设施。承包商营地目前均采用化粪池处理，各施工单位已与海口广居实业有限公司签订了“营地生活污水化粪池清理合同”，对各化粪池进行定期清理。



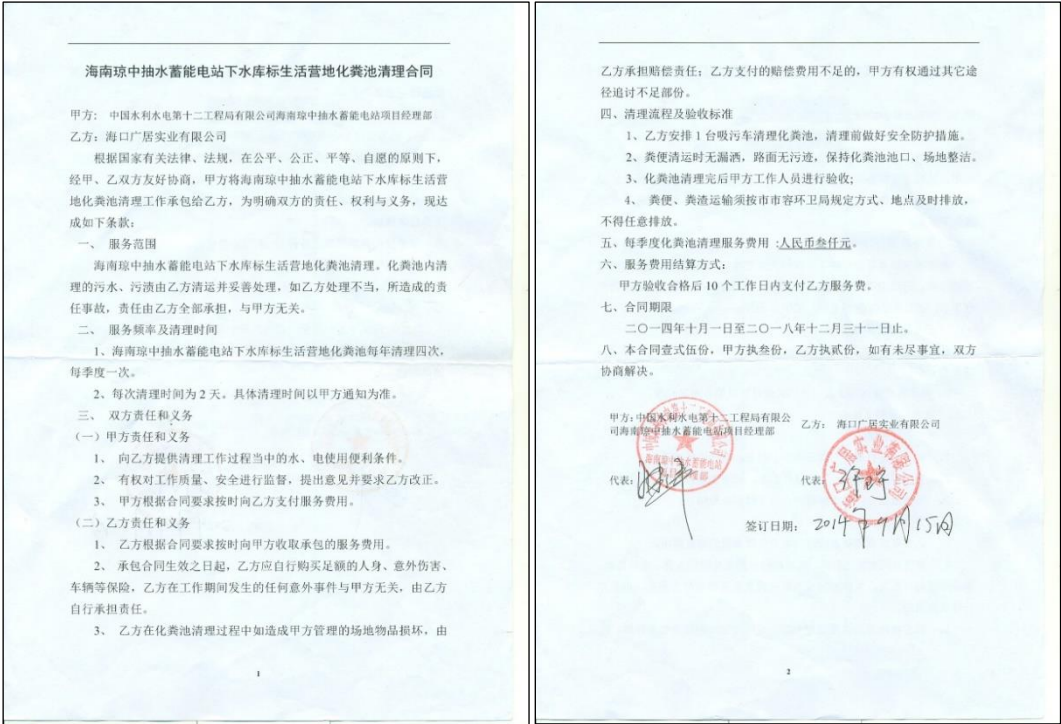
上水库工程施工营地

上水库生活污水沉淀池

图 4.2-28 上水库生活污水处理



化粪池清理合同（上水库）



化粪池清理合同（下水库）

图 4.2-29 工程施工期生活污水处理化粪池清理合同

（7）施工期污水处理效果分析

建设单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司开展了海南琼中抽水

蓄能电站施工期的水质监测工作。

#### 1) 施工期生产废水监测成果

施工期生产废水监测点位包括砂石加工系统废水处理设施末端、进厂交通洞室废水处理设施末端，监测因子包括 pH、悬浮物、石油类等。监测结果见表 4.2-11。

根据监测结果，砂石加工系统生产废水和进厂交通洞室废水处理设施的出水均满足环评报告提到的标准要求。

**表 4.2-11 施工期生产废水监测结果** 单位 mg/L

| 监测项目    | 监测时间     | 砂石加工系统废水 | 进厂交通洞室废水 | 回用标准     |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| pH(无量纲) | 2014.9.5 | 7.31     | 6.93     | 6~9      |
|         | 2015.6.3 | 7.43     | 7.71     |          |
|         | 2015.9.4 | 7.41     |          |          |
|         | 2016.6.5 | 7.81     | 7.82     |          |
|         | 2016.9.5 | 8.07     | 7.85     |          |
| 悬浮物     | 2014.9.5 | 9        | 6        | ≤300mg/L |
|         | 2015.6.3 | 9        | 7        |          |
|         | 2015.9.4 | 7        |          |          |
|         | 2016.6.5 | 5        | 5        |          |
|         | 2016.9.5 | 8        | 7        |          |
| 石油类     | 2014.9.5 | 0.65     | 0.67     | ≤5mg/L   |
|         | 2015.6.3 | 0.59     | 0.74     |          |
|         | 2015.9.4 | 0.52     |          |          |
|         | 2016.6.5 | 0.71     | 0.66     |          |
|         | 2016.9.5 | 0.53     | 0.34     |          |

#### 2) 施工期生活污水监测结果

施工期生活污水监测点包括上、下水库生活污水处理设施出水口，监测因子为 pH、悬浮物、总磷、总氮、阴离子表面活性剂、五日生化需氧量、粪大肠菌群、化学需氧量等，监测结果见表 4.2-12。

根据监测结果，上、下库生活污水处理设施出水水质各项监测因子，均满足环评报告提到的标准要求。

**表 4.2-12 施工期生活废水监测结果** 单位 mg/L

| 监测项目    | 监测时间     | 上水库生活污水处理设施出水口 | 下水库生活污水处理设施出水口 | 回用标准   |
|---------|----------|----------------|----------------|--------|
| pH(无量纲) | 2014.9.5 | 7.53           | 7.09           | 6~9    |
|         | 2015.6.3 | 7.68           | 7.27           |        |
|         | 2015.9.4 | 7.59           | 7.50           |        |
|         | 2016.6.5 | 7.68           | 7.93           |        |
|         | 2016.9.5 | 8.21           | 7.93           |        |
| 悬浮物     | 2014.9.5 | 5              | 8              | 10mg/L |
|         | 2015.6.3 | 5              | 8              |        |
|         | 2015.9.4 | 6              | 8              |        |
|         | 2016.6.5 | 6              | 8              |        |

| 监测项目       | 监测时间     | 上水库生活污水处理设施出水口 | 下水库生活污水处理设施出水口 | 回用标准            |
|------------|----------|----------------|----------------|-----------------|
|            | 2016.9.5 | 5              | 9              |                 |
| 总磷         | 2014.9.5 | 0.191          | 0.181          | 0.5 mg/L        |
|            | 2015.6.3 | 0.183          | 0.192          |                 |
|            | 2015.9.4 | 0.172          | 0.197          |                 |
|            | 2016.6.5 | 0.195          | 0.206          |                 |
|            | 2016.9.5 | 0.185          | 0.206          |                 |
| 总氮         | 2014.9.5 | 2.41           | 2.21           | 15 mg/L         |
|            | 2015.6.3 | 2.96           | 3.23           |                 |
|            | 2015.9.4 | 2.86           | 2.71           |                 |
|            | 2016.6.5 | 2.81           | 2.77           |                 |
|            | 2016.9.5 | 3.13           | 3.20           |                 |
| 阴离子表面活性剂   | 2014.9.5 | 0.75           | 0.68           | 1.0 mg/L        |
|            | 2015.6.3 | 0.15           | 0.68           |                 |
|            | 2015.9.4 | 0.50           | 0.39           |                 |
|            | 2016.6.5 | 0.57           | 0.54           |                 |
|            | 2016.9.5 | 0.55           | 0.28           |                 |
| 五日生化需氧量    | 2014.9.5 | 5.8            | 6.3            | 20 mg/L         |
|            | 2015.6.3 | 5.9            | 5.2            |                 |
|            | 2015.9.4 | 7.6            | 4.2            |                 |
|            | 2016.6.5 | 6.6            | 7.2            |                 |
|            | 2016.9.5 | 7.9            | 7.0            |                 |
| 粪大肠菌群(个/L) | 2014.9.5 | 80             | 60             | 10 <sup>3</sup> |
|            | 2015.6.3 | 90             | 20             |                 |
|            | 2015.9.4 | 60             | 70             |                 |
|            | 2016.6.5 | 50             | 90             |                 |
|            | 2016.9.5 | 70             | 50             |                 |
| 化学需氧量      | 2014.9.5 | 29.9           | 31.9           | 50 mg/L         |
|            | 2015.6.3 | 29.8           | 26.7           |                 |
|            | 2015.9.4 | 37.2           | 22.2           |                 |
|            | 2016.6.5 | 33.2           | 37.1           |                 |
|            | 2016.9.5 | 38.8           | 35.4           |                 |

#### 4.2.4.2 试运行期水环境保护措施

##### (1) 业主营地生活污水处理

永久业主营地已于 2017 年 6 月建成生活污水处理设施，采用一体化生活污水处理设备（100T）处理生活污水（图 4.2-29），设备型号为 SC-系列，生产厂家为山东舜创环保设备科技有限公司，处理规模为 100t/d，生活污水处理后进入回用水罐，回用于营地区的菜地浇灌，不外排。回用水罐进水管直径 110mm，不锈钢水罐 5m<sup>3</sup>，出水管直径 32mm。



设备运行记录

|                    |    |                  |                                                                    |            |            |     |
|--------------------|----|------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----|
| 单位名称: 广东水电二局股份有限公司 |    | 填报时间:            |                                                                    | SC-系列      |            |     |
| 设备名称<br>一体化污水处理设备  |    | 规格型号<br>20170403 |                                                                    | 良好         |            |     |
| 设备编号<br>2018年      |    | 设备状态             |                                                                    |            |            |     |
| 月                  | 日  | 使用时间 (开机——关机)    | 运行状态                                                               | 累计使用<br>时间 | 故障停机<br>时间 | 操作人 |
| 6                  | 1  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 2  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 3  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 4  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 5  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 6  | 自动模式             | ? □                                                                |            |            |     |
|                    | 7  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 8  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 9  | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 10 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 11 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 12 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 13 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 14 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 15 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 16 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 17 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 18 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 19 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 20 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 21 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 22 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 23 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 24 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 25 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 26 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 27 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 28 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 29 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 30 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
|                    | 31 | 自动模式             | ✓                                                                  |            |            |     |
| 记录图例<br>记录人: 李永    |    |                  | 1、正常运行 “✓”<br>2、停运抢修 “?”<br>3、日常加药 “Y”<br>4、日常小修 “△”<br>5、计划检修 “□” |            |            |     |

图 4.2-29 业主营地生活污水处理设备、回用水罐及运行记录

(2) 地下厂房生活污水处理

本工程地下厂房仅设置厕所和洗手间，无淋浴和厨房等生活设施，生活污水量较少；生活污水处理采用一体化生活污水处理设备，达标处理后灌装外运用于地下厂房门口附近的绿化浇水（图 4.2-30）。该部分工作已委托广东鼎元双合企业管理有限责任公司海南分公司负责。



图 4.2-30 地下厂房生活污水处理设备

### （3）电站运行期油污防治措施

本工程厂房为地下厂房，根据现场调查，电站厂房透平油库设废油罐用于回收使用后的透平油。另外，电站运行过程中产生的含油废水采用油水分离器（ZYSC-10）进行处理，设备由自贡真空过滤设备有限责任公司提供，处理量为 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。所有工程运行过程中产生的废油经人工装罐外运进行统一处理，工程机组正常运行期间不产生油污水，仅当机组故障或进行常规检修时，可能会产生少量的油污水，含油废水经收集后由废水处理设备处理。电站试运行期间，还未产生废机油和废油渣。

建设单位制定了《海蓄公司危险化学品管理业务指导书》，根据该指导书，生产技术部每年年底根据各部门上报的需要处理的危险废物情况，再联系具有资质的相应回收单位进行处理。



图 4.2-31 透平油处理室的油罐



图 4.2-32 地下厂房含油废水处理室

（4）试运行期生活污水处理效果分析

业主营地生活污水处理设备在设备安装验收阶段，海南中南标质量科学研究院对处理设施的出水水质进行了监测工作，监测因子包括 pH(无量纲)、悬浮物、总磷、氨氮、化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD<sub>5</sub>、总氮，监测结果见表 4.2-13 所示。

竣工验收阶段，我院委托南京万全检测技术有限公司对业主营地生活污水处理设备的进、出水口水质进行了监测，监测结果如表 4.2-14 所示。

监测结果表明，试运行期业主营地生活污水出水水质满足环评报告提出的标准要求。

| 表 4.2-13  |         | 业主营地生活污水处理监测结果 |      |       |            |                          | 单位 mg/L |
|-----------|---------|----------------|------|-------|------------|--------------------------|---------|
| 监测时间      | pH(无量纲) | 悬浮物            | 总磷   | 氨氮    | 化学需氧量(COD) | 生化需氧量(BOD <sub>5</sub> ) | 总氮      |
| 2018.3.15 | 7.76    | 9              | 0.39 | 0.343 | 26         | 8.8                      | 0.61    |
| 标准值       | 6~9     | 10             | 0.5  | 20    | 50         | 20                       | 15      |

| 表 4.2-14  |     | 业主营地生活污水处理监测结果 |      |       |      |       |       |      |                  | 单位 mg/L |          |
|-----------|-----|----------------|------|-------|------|-------|-------|------|------------------|---------|----------|
| 监测时间      |     | pH             | 悬浮物  | 总磷    | 氨氮   | 化学需氧量 | 生化需氧量 | 总氮   | 粪大肠菌群<br>(MPN/L) | 石油类     | 阴离子表面活性剂 |
| 2019.4.28 | 进水口 | 7.12           | 26.7 | 0.848 | 5.57 | 43    | 8.35  | 8.35 | 50               | 1.04    | ND       |
|           | 出水口 | 7.26           | 9.3  | 0.216 | 0.51 | 14    | 2.74  | 0.76 | <20              | 0.77    | ND       |
| 2019.4.29 | 进水口 | 7.10           | 26.7 | 0.838 | 5.60 | 42    | 8.13  | 8.40 | 50               | 1.03    | ND       |
|           | 出水口 | 7.24           | 10   | 0.214 | 0.50 | 14    | 2.76  | 0.75 | <20              | 0.71    | ND       |
| 标准值       |     | 6~9            | 10   | 0.5   | 20   | 50    | 20    | 15   | 10 <sup>3</sup>  | 1       | 1.0      |

4.2.4.3 环境空气保护措施

环评报告要求：采取工艺改进、洒水降尘等措施对爆破粉尘、砂石骨料加工系统粉尘、混凝土拌和系统粉尘、燃油废气和交通粉尘进行削减与控制。

环评批复要求：爆破采用环保型炸药，进行施工场地及道路洒水降尘，砂石料及混凝土系统采用袋式除尘装置。

根据环境监理文件及现场调查，上水库沥青混凝土拌和系统产生的粉尘和沥青烟，采用水洗法处理。砂石骨料加工系统采用湿法加工，增加骨料湿度，从源头上最大程度地减少了粉尘的产生。施工现场配备了洒水车，场地洒水采用洒水车与人工洒水结合；各主要道路已完成硬化，有效减少了路面扬尘产生；组建专门清扫队的对进场道路及场内道路路面进行清扫洒水。



图 4.2-33 场地洒水



道路清扫合同支付

道路清扫记录

图 4.2-34 道路清扫合同及记录

奥来国信（北京）检测技术有限责任公司在 2014 年、2015 年、2016 年对上库坝址施工区、下库坝址施工区、砂石料加工厂的大气环境进行了监测，结果见表 4.2-15。工程施工期间施工场地内 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、TSP 等常规污染物浓度达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放浓度的要求。

表 4.2-15

## 施工期环境空气监测结果

单位 mg/m<sup>3</sup>

| 监测日期       | 1#上库坝址施工区       |                 |     |                  | 2#下库坝址施工区       |                 |     |                  | 3#砂石料加工厂        |                 |     |                  |
|------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|
|            | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> |
| 2014.6.16  | 29              | 17              | 93  | 39               | 30              | 17              | 100 | 44               | 24              | 17              | 105 | 45               |
| 2014.6.17  | 27              | 15              | 76  | 33               | 27              | 19              | 82  | 33               | 28              | 19              | 83  | 36               |
| 2014.6.18  | 31              | 13              | 63  | 28               | 28              | 21              | 73  | 32               | 32              | 15              | 74  | 24               |
| 2014.6.19  | 30              | 20              | 87  | 39               | 25              | 24              | 91  | 41               | 28              | 22              | 96  | 36               |
| 2014.6.20  | 26              | 19              | 101 | 41               | 23              | 22              | 104 | 38               | 25              | 17              | 94  | 38               |
| 2014.8.8   | 19              | 8               | 70  | 27               | 19              | 8               | 91  | 30               | 15              | 6               | 80  | 30               |
| 2014.8.9   | 21              | 13              | 77  | 28               | 23              | 6               | 86  | 28               | 20              | 8               | 94  | 33               |
| 2014.8.10  | 18              | 12              | 82  | 30               | 19              | 10              | 96  | 32               | 17              | 12              | 88  | 32               |
| 2014.8.11  | 15              | 10              | 83  | 33               | 22              | 15              | 100 | 35               | 23              | 15              | 105 | 36               |
| 2014.8.12  | 17              | 11              | 96  | 38               | 26              | 10              | 113 | 42               | 24              | 10              | 116 | 41               |
| 2014.12.4  | 19              | 6               | 80  | 16               | 19              | 6               | 87  | 19               | 11              | 6               | 96  | 21               |
| 2014.12.5  | 21              | 13              | 94  | 27               | 23              | 8               | 94  | 24               | 16              | 8               | 100 | 30               |
| 2014.12.6  | 24              | 18              | 111 | 49               | 28              | 18              | 113 | 48               | 25              | 18              | 117 | 46               |
| 2014.12.7  | 18              | 11              | 101 | 37               | 24              | 13              | 106 | 38               | 20              | 13              | 109 | 37               |
| 2014.12.8  | 16              | 7               | 103 | 35               | 20              | 11              | 102 | 37               | 22              | 11              | 112 | 35               |
| 2015.3.13  | 9               | 6               | 62  | 28               | 7               | 4               | 65  | 26               | 8               | 8               | 78  | 32               |
| 2015.3.14  | 8               | <4              | 70  | 30               | 8               | 8               | 68  | 28               | 6               | 4               | 83  | 35               |
| 2015.3.15  | <6              | 8               | 52  | 24               | 6               | 6               | 51  | 23               | 7               | 9               | 52  | 26               |
| 2015.3.16  | 6               | 4               | 65  | 30               | <6              | 13              | 60  | 29               | <6              | 11              | 76  | 33               |
| 2015.3.17  | <6              | 10              | 78  | 40               | 6               | 8               | 73  | 36               | <6              | 10              | 88  | 43               |
| 2015.6.9   | 8               | <4              | 43  | 25               | <6              | <4              | 43  | 25               | <6              | 7               | 57  | 27               |
| 2015.6.10  | 9               | 5               | 57  | 28               | <6              | <4              | 51  | 27               | 6               | 5               | 63  | 29               |
| 2015.6.11  | <6              | 6               | 44  | 26               | 7               | 5               | 46  | 26               | <6              | <4              | 59  | 26               |
| 2015.6.12  | 6               | <4              | 59  | 31               | <6              | <4              | 57  | 30               | <6              | <4              | 67  | 32               |
| 2015.6.13  | 7               | 6               | 52  | 25               | <6              | 7               | 53  | 27               | <6              | 9               | 64  | 30               |
| 2015.8.14  | 7               | 5               | 65  | 29               | 7               | 5               | 62  | 27               | 7               | 5               | 68  | 30               |
| 2015.8.15  | 9               | <4              | 80  | 34               | 8               | 7               | 69  | 30               | 8               | 8               | 62  | 27               |
| 2015.8.16  | 9               | 7               | 90  | 33               | 6               | 10              | 78  | 29               | 7               | 8               | 77  | 38               |
| 2015.8.17  | 8               | 10              | 83  | 36               | 7               | 10              | 75  | 35               | 8               | 5               | 69  | 32               |
| 2015.8.18  | <6              | 10              | 70  | 31               | <6              | 8               | 64  | 32               | 9               | 10              | 80  | 37               |
| 2015.12.9  | 7               | 7               | 37  | 19               | 7               | 7               | 37  | 19               | <6              | 7               | 47  | 21               |
| 2015.12.10 | 6               | <4              | 53  | 28               | 6               | <4              | 53  | 28               | 7               | 5               | 61  | 28               |
| 2015.12.11 | <6              | 11              | 89  | 48               | <6              | 11              | 89  | 48               | 7               | 7               | 104 | 48               |
| 2015.12.12 | 6               | 7               | 55  | 28               | 6               | 7               | 55  | 28               | <6              | <4              | 61  | 30               |
| 2015.12.13 | <6              | 9               | 58  | 30               | <6              | 9               | 58  | 30               | 8               | <4              | 77  | 34               |
| 2016.3.15  | 15              | <4              | 40  | 28               | 14              | 5               | 74  | 33               | 14              | 7               | 64  | 38               |
| 2016.3.16  | 19              | 7               | 49  | 32               | 20              | <4              | 81  | 42               | 19              | 5               | 76  | 40               |
| 2016.3.17  | 18              | 7               | 67  | 42               | 17              | 9               | 68  | 30               | 16              | 7               | 71  | 31               |
| 2016.3.18  | 22              | 9               | 97  | 53               | 23              | 11              | 61  | 33               | 23              | 9               | 80  | 42               |
| 2016.3.19  | 25              | 5               | 93  | 49               | 25              | 7               | 85  | 43               | 26              | 9               | 95  | 50               |
| 2016.5.16  | 13              | 5               | 58  | 28               | 12              | 7               | 55  | 29               | 13              | 9               | 57  | 29               |
| 2016.5.17  | 18              | 11              | 74  | 43               | 16              | 9               | 68  | 38               | 15              | 7               | 73  | 38               |

| 监测日期       | 1#上库坝址施工区       |                 |     |                  | 2#下库坝址施工区       |                 |     |                  | 3#砂石料加工厂        |                 |     |                  |
|------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|
|            | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> |
| 2016.5.18  | 17              | 9               | 98  | 77               | 18              | 11              | 87  | 59               | 19              | 9               | 89  | 59               |
| 2016.5.19  | 22              | <4              | 88  | 47               | 23              | 5               | 74  | 42               | 24              | <4              | 84  | 42               |
| 2016.5.20  | 24              | 7               | 66  | 34               | 21              | 9               | 67  | 33               | 20              | 13              | 63  | 33               |
| 2016.9.4   | 17              | 5               | 65  | 31               | 18              | <4              | 53  | 28               | 19              | 5               | 57  | 30               |
| 2016.9.5   | 18              | 7               | 74  | 40               | 17              | 5               | 65  | 35               | 16              | <4              | 63  | 37               |
| 2016.9.6   | 22              | 7               | 79  | 41               | 21              | 5               | 72  | 37               | 20              | 7               | 67  | 37               |
| 2016.9.7   | 20              | <4              | 69  | 36               | 21              | 7               | 67  | 33               | 22              | 5               | 56  | 35               |
| 2016.9.8   | 21              | <4              | 61  | 34               | 19              | <4              | 65  | 35               | 18              | 5               | 64  | 34               |
| 2016.12.14 | 8               | 7               | 83  | 55               | 8               | 7               | 73  | 43               | 7               | 5               | 92  | 55               |
| 2016.12.15 | 7               | 5               | 78  | 49               | 6               | 7               | 76  | 418              | 7               | 7               | 88  | 49               |
| 2016.12.16 | 9               | 7               | 67  | 45               | 9               | 8               | 75  | 46               | 8               | 7               | 76  | 48               |
| 2016.12.17 | 8               | 9               | 71  | 50               | 8               | 7               | 69  | 43               | 8               | 9               | 90  | 60               |
| 2016.12.18 | 9               | 7               | 64  | 47               | 9               | 8               | 72  | 45               | 9               | 5               | 84  | 52               |
| 2016.12.20 | 8               | 6               | 59  | 38               | 7               | 7               | 69  | 40               | 7               | 7               | 65  | 42               |
| 2016.12.21 | 7               | 4               | 67  | 45               | 6               | 6               | 79  | 45               | 8               | 6               | 76  | 46               |
| 2016.12.22 | 7               | 7               | 72  | 47               | 8               | 7               | 63  | 35               | 7               | 9               | 72  | 45               |
| 2016.12.23 | 8               | 6               | 64  | 39               | 8               | 7               | 58  | 43               | 9               | 8               | 65  | 43               |
| 2016.12.24 | 9               | 5               | 69  | 41               | 9               | 8               | 74  | 47               | 8               | 7               | 69  | 49               |
| 2017.3.18  | 10              | 7               | 70  | 38               | 11              | 8               | 67  | 36               | 13              | 9               | 71  | 39               |
| 2017.3.19  | 12              | 9               | 68  | 36               | 13              | 9               | 64  | 35               | 15              | 10              | 67  | 37               |
| 2017.3.20  | 13              | 8               | 66  | 35               | 14              | 7               | 65  | 32               | 12              | 6               | 69  | 34               |
| 2017.3.21  | 11              | 7               | 62  | 33               | 12              | 6               | 66  | 35               | 11              | 7               | 65  | 32               |
| 2017.3.22  | 13              | 6               | 56  | 30               | 15              | 7               | 54  | 28               | 14              | 5               | 51  | 29               |
| 2017.6.1   | 15              | 8               | 59  | 37               | 16              | 7               | 62  | 35               | 14              | 8               | 55  | 34               |
| 2017.6.2   | 13              | 8               | 68  | 32               | 12              | 8               | 66  | 30               | 15              | 9               | 71  | 37               |
| 2017.6.3   | 12              | 9               | 73  | 40               | 14              | 10              | 75  | 42               | 12              | 7               | 76  | 44               |
| 2017.6.4   | 12              | 8               | 62  | 33               | 13              | 9               | 62  | 34               | 10              | 7               | 61  | 30               |
| 2017.6.5   | 14              | 8               | 57  | 29               | 13              | 9               | 55  | 28               | 12              | 9               | 59  | 28               |
| 2017.9.25  | 8               | 5               | 49  | 25               | 10              | 6               | 53  | 26               | 9               | 6               | 53  | 28               |
| 2017.9.26  | 12              | 6               | 56  | 33               | 11              | 7               | 58  | 37               | 10              | 8               | 59  | 30               |
| 2017.9.27  | 13              | 6               | 70  | 43               | 14              | 6               | 68  | 41               | 12              | 8               | 73  | 46               |
| 2017.9.28  | 11              | 7               | 62  | 36               | 12              | 7               | 58  | 36               | 10              | 8               | 68  | 35               |
| 2017.9.29  | 8               | 8               | 57  | 28               | 9               | 9               | 56  | 26               | 9               | 9               | 67  | 32               |
| 2017.12.5  | 8               | 7               | 64  | 38               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2017.12.6  | 9               | 6               | 68  | 40               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2017.12.7  | 8               | 6               | 75  | 44               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2017.12.8  | 9               | 7               | 93  | 48               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2017.12.9  | 8               | 8               | 89  | 48               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2018.3.2   | 8               | 5               | 67  | 30               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2018.3.3   | 8               | 7               | 63  | 35               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2018.3.4   | 10              | 6               | 56  | 31               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2018.3.5   | 12              | 6               | 71  | 40               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |
| 2018.3.6   | 8               | 6               | 50  | 29               | /               | /               | /   | /                | /               | /               | /   | /                |

| 监测日期                      | 1#上库坝址施工区             |                 |      |                  | 2#下库坝址施工区             |                 |      |                  | 3#砂石料加工厂              |                 |      |                  |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|------|------------------|-----------------------|-----------------|------|------------------|-----------------------|-----------------|------|------------------|
|                           | NO <sub>2</sub>       | SO <sub>2</sub> | TSP  | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub>       | SO <sub>2</sub> | TSP  | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub>       | SO <sub>2</sub> | TSP  | PM <sub>10</sub> |
| (GB16297-96)表2无组织排放监控浓度限值 | 120(NO <sub>x</sub> ) | 400             | 1000 | —                | 120(NO <sub>x</sub> ) | 400             | 1000 | —                | 120(NO <sub>x</sub> ) | 400             | 1000 | —                |

4.2.4.4 声环境保护措施

环评报告要求：合理布置施工场地，使用符合环保要求施工机械；加强道路交通管理，降低机动车辆驶速度；修建警示牌、隔声墙削减交通噪声影响；严格控制爆破时间等。

环评批复要求：严格控制爆破时间，尽量定时爆破，防止施工扰民。

琼中抽水蓄能电站施工区噪声来源主要为施工设备运行、交通噪声、砂石料加工厂噪声和爆破噪声等。为减小噪声影响，工程施工期间主要采取了以下措施：对施工设备、车辆、施工区场内道路进行定期维护保养；严格控制爆破时间；拌和楼、空压机站等远离生活区布置；加强道路交通管理，设置减速带、绿化隔离带，在临近村庄附近设置减速标识；在高噪声施工区严格要去佩戴防噪声耳塞等劳保用品。

根据现场调查，进场公路附近居民点沿线未设置隔声墙，但道路沿线植被茂密，对村庄遮挡效果明显，以进场公路视角村庄基本不可见，可部分替代隔声墙减噪作用。根据施工期环境监测数据（表 4.2-17），进场公路沿线大边村声环境质量能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。



大边村绿化



黑石村绿化



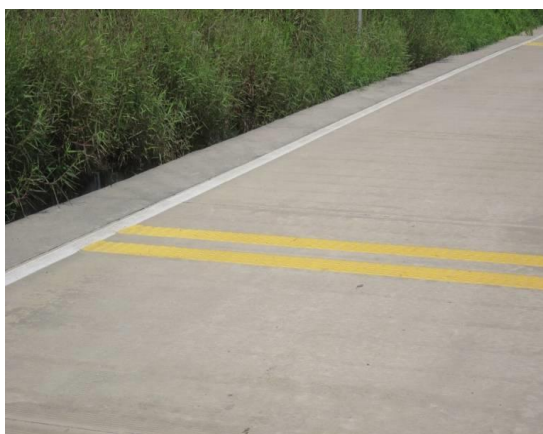
限速标志



进场公路统一管理



减速标志



减速带

图 4.2-35 声环境保护措施

根据奥来国信（北京）检测技术有限公司在施工期对上水库坝址施工区场界、下水库坝址施工区场界、下水库施工营地、砂石料加工厂界的噪声监测结果，工程施工期间大部分时段噪声可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间 70dB（A）、夜间 55dB（A）要求，仅 2014 年 12 月 24 日下水库施工营地夜间及砂石料加工厂界昼间出现超标，下水库营地夜间超标 2.8dB（A），砂石料加工厂界昼间超标 5.2dB（A），主要原因为下水库施工营地附近夜间进行了施工，砂石料系统处于运行初期调试阶段，之后监测数据中未发生超标现象。

表 4.2-16

场界噪声监测结果

单位: dB (A)

| 监测点        | 上库坝址施工区<br>场界 |      | 下库坝址施工区<br>场界 |      | 下库施工营地 |             | 砂石料加工厂场<br>界 |      |
|------------|---------------|------|---------------|------|--------|-------------|--------------|------|
| 监测日期       | 昼间            | 夜间   | 昼间            | 夜间   | 昼间     | 夜间          | 昼间           | 夜间   |
| 2014.6.16  | 42.5          | 39.0 | 43.7          | 41.1 | 44.0   | 41.2        | 43.3         | 41.0 |
| 2014.7.23  | 48.3          | 40.9 | 49.4          | 41.0 | 50.3   | 40.2        | 51.2         | 40.5 |
| 2014.8.12  | 49.2          | 39.6 | 50.9          | 38.5 | 53.6   | 44.2        | 50.4         | 39.0 |
| 2014.9.26  | 48.2          | 42.3 | 48.5          | 42.5 | 47.9   | 46.4        | 50.3         | 42.7 |
| 2014.11.18 | 45.9          | 40.3 | 49.2          | 41.2 | 50.3   | 40.5        | 51.4         | 42.0 |
| 2014.12.6  | 51.2          | 39.8 | 52.3          | 40.9 | 53.5   | 43.5        | 54.4         | 43.9 |
| 2014.12.24 | /             | /    | 53.7          | 41.4 | 63.6   | <b>57.8</b> | <b>75.2</b>  | 41.6 |
| 2015.1.4   | 47.0          | 42.3 | 48.6          | 40.5 | 50.3   | 41.2        | 51.4         | 40.8 |
| 2015.2.4   | 44.3          | 40.2 | 46.7          | 40.9 | 48.4   | 40.8        | 49.5         | 40.7 |
| 2015.3.13  | 51.9          | 40.2 | 52.7          | 41.3 | 54.0   | 40.9        | 54.6         | 42.1 |
| 2015.3.22  | 47.2          | 40.0 | 48.5          | 39.9 | 50.4   | 40.5        | 51.7         | 41.2 |
| 2015.6.10  | 52.4          | 40.7 | 52.9          | 40.4 | 54.5   | 41.2        | 54.8         | 41.9 |
| 2015.8.15  | 52.0          | 40.7 | 52.9          | 41.0 | 54.1   | 40.4        | 54.7         | 41.5 |
| 2015.12.10 | 52.2          | 39.8 | 52.6          | 41.1 | 53.8   | 41.5        | 54.4         | 41.8 |
| 2016.3.15  | 51.1          | 40.3 | 52.2          | 41.4 | 54.6   | 40.8        | 54.5         | 42.6 |
| 2016.5.16  | 51.2          | 40.5 | 52.3          | 41.6 | 54.4   | 40.7        | 54.8         | 42.4 |
| 2016.9.4   | 52.7          | 40.1 | 52.1          | 41.2 | 54.2   | 40.3        | 54.1         | 42.7 |
| 2016.12.10 | 53.2          | 40.3 | 52.6          | 41.4 | 54.4   | 40.9        | 53.8         | 42.2 |
| 2017.3.19  | 51.3          | 39.9 | 51.9          | 41.2 | 54.4   | 40.4        | 54.2         | 42.0 |
| 2017.6.2   | 51.9          | 40.4 | 53.2          | 39.5 | 54.2   | 39.2        | 52.4         | 41.3 |
| 2017.9.26  | 52.4          | 39.5 | 52.7          | 39.8 | 53.8   | 39.9        | 51.4         | 40.3 |
| 执行标准       | 70            | 55   | 70            | 55   | 70     | 55          | 70           | 55   |

#### 4.2.4.5 生活垃圾处理措施

环评报告要求: 在各施工区、办公区及施工人群密集区设置垃圾筒, 生活垃圾集中收集后运送至琼中县生活垃圾填埋场处置。

环评批复要求: 生活垃圾分类收集, 委托当地环卫部门定期清运、处置。

##### (1) 工程施工期

工程施工期生活垃圾来源包括工程业主营地、施工承包商营地和施工工区。建设单位已在各生活区布置了垃圾桶、垃圾收集池。

对于临时业主营地生活垃圾纳入大丰农场统一收集处理, 施工承包商营地及施工工区生活垃圾, 建设单位已委托海口广居实业有限公司对施工区域内各施工营地以及施工场所的生活垃圾进行收集、清理及运输, 并统一转运至阳江农场垃圾处理场。

工程施工期间, 为保证施工生产生活区的环境卫生面貌, 建设单位要求海口

广居实业有限公司每隔一天安排专人对各处垃圾桶进行清理，并根据实际情况对垃圾车及垃圾桶进行清洗和消毒处理，每月至少一次，保证无异味、干净、整洁、无垃圾遗留，确保卫生。根据现场调查，较好地落实了施工期生活垃圾处理相关要求。



图 4.2-36 垃圾收集池及垃圾桶

## 合同支付审核意见

合同编号：NXJ20140704GC014

甲 方：海南蓄能发电有限公司

乙 方：海口广居实业有限公司

合同名称：海南琼中抽水蓄能电站生活垃圾处理工程合同

审核意见：

1、《海南琼中抽水蓄能电站生活垃圾处理工程合同》（合同编号：NXJ20140704GC014）合同总价为：人民币（大写）捌拾陆万零陆佰贰拾圆整（¥860620.00）。

2、到目前为止，甲方已向乙方支付了3次合同款，共计人民币（大写）叁拾捌万柒仟贰佰柒拾玖圆整（¥387279.00）。

3、乙方按照合同要求隔天对垃圾进行了处理，每月对垃圾车进行了消毒，并向甲方提交了清理记录。

4、根据合同第7条 工程价款的支付规定：乙方完成18个月的生活垃圾处理工作，甲方向乙方支付至合同总价的60%；

故本次甲方向乙方支付金额 = ¥516372.00 - ¥387279.00  
= ¥129093.00

在支付前乙方提供全额正式发票给甲方。

综上所述：按合同支付条件，本次甲方向乙方支付第4次合同款为人民币（大写）壹拾贰万玖仟零玖拾叁圆整（¥129093.00）。

特此报告。

## 海南琼中抽水蓄能电站生活垃圾处理次数月度汇总表

| 月份     | 日期        | 垃圾处理次数/次 | 是否对垃圾车进行消毒        | 是否符合合同要求 |
|--------|-----------|----------|-------------------|----------|
| 2016.3 | 2016.3.2  | 1        | 按合同要求对垃圾车及垃圾桶进行消毒 | 符合合同要求   |
|        | 2016.3.4  | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.7  | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.9  | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.11 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.14 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.16 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.18 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.21 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.23 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.25 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.28 | 1        |                   |          |
|        | 2016.3.30 | 1        |                   |          |
| 本月汇总   |           | 13       |                   |          |
| 2016.4 | 2016.4.1  | 1        | 按合同要求对垃圾车及垃圾桶进行消毒 | 符合合同要求   |
|        | 2016.4.4  | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.6  | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.8  | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.11 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.13 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.15 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.18 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.20 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.22 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.25 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.27 | 1        |                   |          |
|        | 2016.4.29 | 1        |                   |          |
| 本月汇总   |           | 13       |                   |          |

乙方确认：[Signature]

监理确认：[Signature]

建设单位确认：[Signature]

生活垃圾处理合同支付

生活垃圾处理记录

图 4.2-37 生活垃圾处理合同及记录

(2) 工程试运行期

工程试运行期间，业主营地生活区、生产楼均设置垃圾桶，由海口广居实业有限公司统一收集外运处理，建设单位已和海口广居实业有限公司签订生活垃圾清运合同，详见附件 12、附件 13、附件 14。



| 海南琼中抽水蓄能电站生活垃圾收集清洁记录表 |          |         |                  |      |
|-----------------------|----------|---------|------------------|------|
| 序号                    | 时间       | 垃圾车清洁消毒 | 垃圾桶维护及<br>周边清洁消毒 | 垃圾收集 |
| 1                     | 2019.1.1 |         |                  | ✓    |
| 2                     | 1.3      | ✓       |                  | ✓    |
| 3                     | 1.5      |         |                  | ✓    |
| 4                     | 1.7      |         |                  | ✓    |
| 5                     | 1.9      |         |                  | ✓    |
| 6                     | 1.11     |         |                  | ✓    |
| 7                     | 1.13     |         | ✓                | ✓    |
| 8                     | 1.15     |         |                  | ✓    |
| 9                     | 1.17     |         |                  | ✓    |
| 10                    | 1.19     |         |                  | ✓    |
| 11                    | 1.21     |         |                  | ✓    |
| 12                    | 1.23     |         |                  | ✓    |
| 13                    | 1.25     | ✓       |                  | ✓    |
| 14                    | 1.27     |         |                  | ✓    |
| 15                    | 1.29     |         |                  | ✓    |
| 16                    | 2.2      |         |                  | ✓    |
| 17                    | 2.4      |         | ✓                | ✓    |
| 18                    | 2.6      |         |                  | ✓    |
| 19                    | 2.8      |         |                  | ✓    |
| 20                    | 2.10     |         |                  | ✓    |

| 生活垃圾清运记录表 |           |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |        |
|-----------|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| 序号        | 时间        | 垃圾清运             |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  | 清理人员签字 |
|           |           | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 | 生活垃圾清运车<br>清运垃圾量 |        |
| 1         | 2019.1.1  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 2         | 2019.1.3  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 3         | 2019.1.5  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 4         | 2019.1.7  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 5         | 2019.1.9  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 6         | 2019.1.11 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 7         | 2019.1.13 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 8         | 2019.1.15 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 9         | 2019.1.17 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 10        | 2019.1.19 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 11        | 2019.1.21 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 12        | 2019.1.23 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 13        | 2019.1.25 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 14        | 2019.1.27 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 15        | 2019.1.29 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 16        | 2019.2.2  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 17        | 2019.2.4  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 18        | 2019.2.6  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 19        | 2019.2.8  | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |
| 20        | 2019.2.10 | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | ✓                | 何明娟    |

图 4.2-38 垃圾桶和清运记录

4.2.5 社会环境及其他保护措施

4.2.5.1 复建工程环保措施落实情况

工程建设不涉及生产安置人口及搬迁安置人口，移民安置工程仅包括专项设施复建，主要复建工程为下游村庄供水、电力电信线路、交通道路等。

根据中南院 2016 年 8 月编写的《海南琼中抽水蓄能电站蓄水阶段建设征地移民安置验收设计工作报告》，供水工程、汽车便道已完成复建投入使用。目前已实施的复建工程施工迹地已基本恢复。



图 4.2-39 复建工程环保措施落实情况

#### 4.2.5.2 人群健康保护措施落实情况调查

##### (1) 卫生防疫

琼中抽水蓄能电站工程规模大、施工人数多，工程建设过程中十分重视卫生防疫工作。工程建设初期，参建单位按要求对进场施工人员进行体检。在施工期间，参建单位对工区内员工每年进行一次定期、定比例体检。工程施工期间未发生季节性传染病及疑似病例。

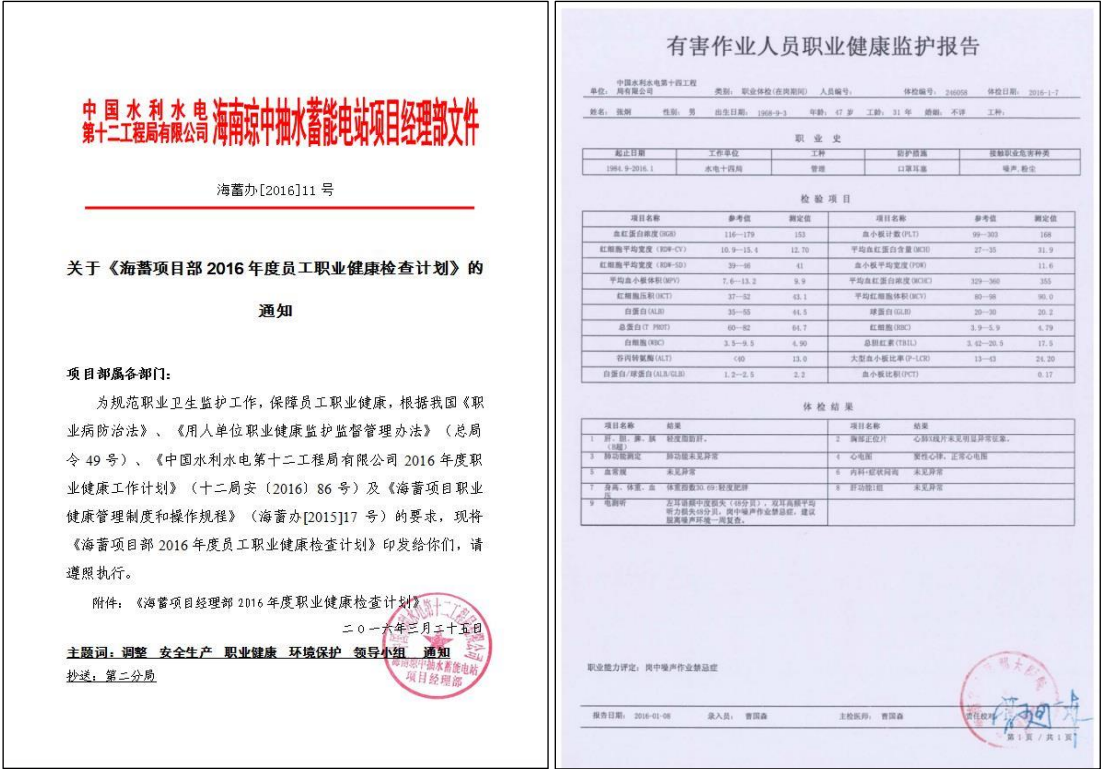


图 4.2-40 职工体检相关文件

(2) 施工期生活饮用水监测

工程生活饮用水由各施工局营地内自备水井或山泉水提供，根据琼中县疾病预防控制中心提供的饮用水源监测报告（表 4.2-17），下水库大坝标十二局营地饮用水源满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006），厂房标十四局营地地下水及地表水和尾水标七局营地地下水均出现超标现象，需进行消毒等处理。后期部分营地配备了净水消毒器或采用高温消毒；为保障饮用水水质，建设单位要求各施工单位均需配备净水装置，并对供水系统进行日常维护。

表 4.2-17 施工期饮用水源监测结果

| 位置         | 水电十二局营地   | 水电七局营地    | 水电十四局营地  | 水电十四局营地  | 《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 标准限制 |
|------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------------------------|
| 水源类型       | 地下水       | 地下水       | 地下水      | 地表水      |                             |
| 监测时间       | 2014.6.11 | 2016.3.22 | 2015.9.6 | 2015.9.6 |                             |
| 色度         | <5        | <5        | <5       | <5       | 15                          |
| 嗅和味        | 无         | 无         | 无        | 无        | 无异臭、异味                      |
| 可见物        | 无         | 无         | 无        | 无        | 无                           |
| pH 值       | 6.54      | 6.12      | 6.42     | 7.00     | 6.5-8.5                     |
| 总硬度 (mg/L) | 22.6      | 46.0      | 37.0     | 35.0     | 450                         |
| 氯化物 (mg/L) | 2.35      | 7.88      | 6.44     | 7.52     | 250                         |
| 氟化物 (mg/L) | 0.15      | 0.10      | 0.10     | 0.10     | 1.0                         |
| 铁 (mg/L)   | <0.05     | <0.05     | <0.05    | <0.05    | 0.3                         |
| 锰 (mg/L)   | <0.05     | <0.05     | <0.05    | <0.05    | 0.1                         |
| 硫酸盐 (mg/L) | 14.0      | 9         | 38.79    | 68.15    | 250                         |

| 位置                 | 水电十二局营地   | 水电七局营地    | 水电十四局营地            | 水电十四局营地         | 《生活饮用水卫生标准》<br>GB5749-2006<br>标准限制 |
|--------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| 水源类型               | 地下水       | 地下水       | 地下水                | 地表水             |                                    |
| 监测时间               | 2014.6.11 | 2016.3.22 | 2015.9.6           | 2015.9.6        |                                    |
| 硝酸盐氮 (mg/L)        | 1.9       | 4.0       | 2.02               | 1.73            | 10 (地下水20)                         |
| 溶解性总固体 (mg/L)      | 185       | 133       | 199                | 206             | 1000                               |
| 砷 (mg/L)           | <0.01     | <0.01     | <0.01              | <0.01           | 0.01                               |
| 氨氮 (mg/L)          | 0.03      | 0.16      | 0.07               | 0.05            | 0.5                                |
| 耗氧量 (mg/L)         | 1.00      | 0.96      | 0.84               | 0.92            | 3 (5)                              |
| 菌落总数 (CFU/mL)      | 50        | 80        | 20                 | 40              | 100                                |
| 总大肠菌群 (MPN/100mL)  | 未检出       | 未检出       | 5                  | 130             | 不得检出                               |
| 耐热大肠菌群 (MPN/100mL) | 未检出       | 未检出       | 5                  | 130             | 不得检出                               |
| 浑浊度                | -         | 3.42      | 0.13               | 0.57            | 3                                  |
| 监测结果               | 合格        | pH、浑浊度不合格 | pH、总大肠菌群耐、热大肠菌群不合格 | 总大肠菌群耐、热大肠菌群不合格 |                                    |

### (3) 试运行期间生活饮用水监测

试运行期间，建设单位在上下库连接路附近设置了地下水井，地下水经净水处理后，供生产生活区使用。



图 4.2-41 生活饮用水蓄水池和净水车间

2018 年 5 月 8 日，建设单位委托海口开源水务资产管理有限公司水质监测中心对生活饮用水水质进行了监测。监测指标包括：总大肠菌群、耐热大肠菌群、菌落总数、砷、镉、铬、铅、汞、硒、氰化物、氟化物、硝酸盐、三氯甲烷、四氯甲烷、色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、pH、铅、铁、锰、铜、锌、氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、

总  $\alpha$  放射性、总  $\beta$  放射性、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷、六氯苯、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、三氯乙烯、四氯乙烯、甲苯、苯、苯乙烯、氨氮、硫化物、亚硝酸盐、电导率、总碱度、化学需氧量、石油类。

根据监测结果（表 4.2-18），处理前 1#~4#井水质均有部分指标不达标，处理后清水池水质除 pH 不达标外，其余指标检测结果均符合《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 规定要求，但本次竣工验收阶段监测清水池 pH 达标，因此 pH 超标可能与检测样品被污染有关。

**表 4.2-18 试运行期饮用水源监测结果**

| 点位<br>指标 | 1#井          | 2#井         | 3#井         | 4#井         | 清水池         | 《生活饮用水卫生标准》<br>GB5749-2006<br>标准限制 |
|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| 总大肠菌群    | <b>35</b>    | 未检出         | <b>30</b>   | <b>38</b>   | 未检出         | 不得检出                               |
| 耐热大肠菌群   | 未检出          | 未检出         | 未检出         | 未检出         | 未检出         | 不得检出                               |
| 菌落总数     | 36           | 10          | 13          | 20          | 8           | 100                                |
| 砷        | 0.0052       | 0.0048      | 0.0043      | 0.0048      | <0.001      | 0.01                               |
| 镉        | <0.0005      | <0.0005     | <0.0005     | <0.0005     | <0.0005     | 0.005                              |
| 铬        | 0.008        | 0.006       | 0.004       | 0.006       | <0.004      | 0.05                               |
| 铅        | 0.0091       | 0.0084      | 0.0085      | 0.0081      | 0.0060      | 0.01                               |
| 汞        | <0.0001      | 0.00031     | 0.00012     | 0.00017     | <0.00010    | 0.001                              |
| 硒        | <0.0004      | 0.0007      | <0.0004     | <0.0004     | <0.0004     | 0.01                               |
| 氰化物      | <0.002       | <0.002      | <0.002      | <0.002      | <0.002      | 0.05                               |
| 氟化物      | <b>8.83</b>  | <b>1.04</b> | 0.38        | 0.27        | <0.10       | 1.0                                |
| 硝酸盐      | <0.15        | <0.15       | <0.15       | <0.15       | <0.15       | 20                                 |
| 三氯甲烷     | 0.0009       | 0.0100      | 0.0062      | 0.0062      | 0.0061      | 0.06                               |
| 四氯甲烷     | 0.0003       | 0.0005      | 0.0004      | 0.0004      | 0.0004      | 0.002                              |
| 色度       | <b>30</b>    | 10          | 10          | 15          | <5          | 15                                 |
| 浑浊度      | <b>59.4</b>  | <b>38.4</b> | <b>33.1</b> | <b>38.2</b> | 0.10        | 1                                  |
| 臭和味      | 无            | 无           | 无           | 无           | 无           | 无异味、臭味                             |
| 肉眼可见物    | 浑浊有悬浮物       | 浑浊有悬浮物      | 浑浊有悬浮物      | 浑浊有悬浮物      | 无           | 无                                  |
| pH       | 7.30         | 6.88        | 6.98        | 6.53        | <b>5.84</b> | 6.5-8.5                            |
| 铅        | <b>0.528</b> | 0.098       | 0.139       | 0.105       | 0.014       | 0.2                                |
| 铁        | <b>9.06</b>  | <b>4.36</b> | <b>2.78</b> | 4.78        | <0.05       | 0.3                                |
| 锰        | <0.05        | <b>0.42</b> | <b>0.66</b> | <0.05       | <0.05       | 0.1                                |
| 铜        | 0.08         | 0.07        | <0.04       | <0.04       | <0.04       | 1.0                                |
| 锌        | <0.05        | <0.05       | <0.05       | <0.05       | <0.05       | 1.0                                |
| 氯化物      | 3.77         | 3.24        | 3.13        | 3.25        | 1.20        | 250                                |
| 硫酸盐      | 6.06         | 7.16        | 4.35        | 1.25        | <0.75       | 250                                |
| 溶解性总固体   | 146          | 161         | 128         | 118         | 5           | 1000                               |
| 总硬度      | 43.5         | 137         | 108         | 105         | 1.58        | 450                                |
| 耗氧量      | 3.84         | 1.17        | 1.66        | 4.77        | 0.64        | 3                                  |

| 点位<br>指标       | 1#井     | 2#井         | 3#井     | 4#井     | 清水池     | 《生活饮用水卫生标准》<br>GB5749-2006<br>标准限制 |
|----------------|---------|-------------|---------|---------|---------|------------------------------------|
| 挥发酚类           | <0.002  | <0.002      | <0.002  | <0.002  | <0.002  | 0.002                              |
| 阴离子合成洗涤剂       | <0.050  | <0.050      | <0.050  | <0.050  | <0.050  | 0.3                                |
| 总 $\alpha$ 放射性 | <0.016  | 0.032       | 0.085   | 0.018   | /       | 0.5                                |
| 总 $\beta$ 放射性  | 0.057   | 0.052       | 0.140   | 0.041   | /       | 1                                  |
| 一氯二溴甲烷         | 0.0016  | 0.0015      | 0.0016  | 0.0016  | 0.0016  | 0.1                                |
| 二氯一溴甲烷         | 0.0022  | 0.0021      | 0.0020  | 0.0020  | <0.0002 | 0.06                               |
| 三溴甲烷           | <0.0004 | <0.0004     | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.1                                |
| 六氯苯            | <0.0001 | <0.0001     | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.001                              |
| 乙苯             | <0.002  | <0.002      | <0.002  | <0.002  | <0.002  | 0.3                                |
| 对二甲苯           | <0.001  | <0.001      | <0.001  | <0.001  | <0.001  | 0.5                                |
| 间二甲苯           | <0.001  | <0.001      | <0.001  | <0.001  | <0.001  | 0.5                                |
| 邻二甲苯           | <0.003  | <0.003      | <0.003  | <0.003  | <0.003  | 0.5                                |
| 三氯乙烯           | <0.0001 | <0.0001     | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.07                               |
| 四氯乙烯           | <0.0004 | <0.0004     | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.04                               |
| 甲苯             | <0.001  | <0.001      | <0.001  | <0.001  | <0.001  | 0.7                                |
| 苯              | <0.0007 | <0.0007     | <0.0007 | <0.0007 | <0.0007 | 0.01                               |
| 苯乙烯            | <0.002  | <0.002      | <0.002  | <0.002  | <0.002  | 0.02                               |
| 氨氮             | 0.34    | <b>0.66</b> | 0.30    | 0.50    | <0.02   | 0.5                                |
| 硫化物            | 0.03    | <0.02       | <0.02   | <0.02   | <0.02   | 0.02                               |
| 亚硝酸盐           | 0.002   | 0.005       | 0.002   | 0.001   | 0.001   | /                                  |
| 电导率            | 294     | 323         | 252     | 231     | 12.0    | /                                  |
| 总碱度            | 133.6   | 145.1       | 113.7   | 111.8   | 8.7     | /                                  |
| 化学需氧量          | 12.7    | 4.56        | 4.24    | 13.8    | 5.15    | /                                  |
| 石油类            | 0.014   | 0.027       | 0.019   | 0.007   | <0.005  | /                                  |

本阶段，我院委托南京万全检测技术有限公司对业主营地经处理后的井水的清水池水质进行了监测，取样时间为 2019 年 4 月 28 日，监测结果如表 4.2-19 所示。

监测结果表明，清水池的水质满足环评报告提出的《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 标准限制要求。

表 4.2-19

饮用水检测结果

单位: mg/L

| 检测项目                   | 清水池    | 《生活饮用水卫生标准》<br>GB5749-2006 标准限制 |
|------------------------|--------|---------------------------------|
| pH 值 (无量纲)             | 7.12   | 6.5-8.5                         |
| 耐热大肠菌 (MPN/L)          | ND     | 不得检出                            |
| 大肠埃希氏菌 (MPN/L)         | ND     | 不得检出                            |
| 菌落总数 (MPN/L)           | 50     | 100                             |
| 总大肠菌群 (MPN/L)          | <2     | 不得检出                            |
| 镉                      | ND     | 0.005                           |
| 铬 (六价)                 | ND     | 0.05                            |
| 铅                      | ND     | 0.01                            |
| 汞                      | ND     | 0.001                           |
| 硒                      | ND     | 0.01                            |
| 氰化物                    | ND     | 0.05                            |
| 氟化物                    | 0.115  | 1.0                             |
| 硝酸盐 (以氮计)              | 1.05   | 20                              |
| 三氯甲烷                   | ND     | 0.06                            |
| 四氯化碳                   | ND     | 0.002                           |
| 色度                     | 5      | 15                              |
| 浑浊度                    | ND     | 1                               |
| 臭和味                    | 无      | 无异味、臭味                          |
| 肉眼可见度                  | 无      | 无                               |
| 砷                      | ND     | 100                             |
| 铝*                     | <0.040 | 0.2                             |
| 铁                      | ND     | 0.3                             |
| 锰                      | ND     | 0.1                             |
| 铜                      | ND     | 1.0                             |
| 锌                      | ND     | 1.0                             |
| 氯化物                    | 112    | 250                             |
| 硫酸盐                    | 103    | 250                             |
| 溶解性总固体                 | 523    | 1000                            |
| 总硬度                    | 163    | 450                             |
| 耗氧量                    | 1.09   | 3                               |
| 挥发酚                    | ND     | 0.002                           |
| 阴离子合成洗涤剂               | ND     | 0.3                             |
| 总 $\alpha$ 放射性* (Bq/L) | <0.016 | 0.5                             |
| 总 $\beta$ 放射性* (Bq/L)  | 0.086  | 1                               |

### 4.3 环保措施设计与落实情况对比一览

经调查, 琼中抽水蓄能电站环评文件及其批复要求的环保措施基本得到了落实, 较好的控制、减缓或消除因工程建设产生的环境影响, 发挥了较好的环境保护效果。本工程环评报告书及批复文件意见环境保护措施落实情况调查对照详见表 4.3-1, 本工程蓄水阶段竣工环保验收意见环境保护措施落实情况调查对照详见表 4.3-2。

表 4.3-1

工程环评报告要求及环评批复文件环境保护措施落实情况对照表

| 要素  | 环评要求                |                                                     | 批复要求                      | 落实情况                                   | 是否满足验收要求  |
|-----|---------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|-----------|
|     | 污染源或措施类型            | 环保措施                                                |                           |                                        |           |
| 水环境 | 砂石加工系统废水            | DH 高效(旋流)污水净化法                                      | 生产、生活废水处理达标后全部回用。         | 采用四级沉淀池+回用水池                           | 满足        |
|     | 混凝土系统废水（4 处）        | 混凝沉淀法，在初沉池和二沉池中加入凝聚剂进行沉淀                            |                           | 采用三级沉淀池处理                              | 满足        |
|     | 沥青混凝土系统废水（1 处）      |                                                     |                           | 不直接产生废水，废气处理过程产生的废水采用二级沉淀池处理           | 满足        |
|     | 洞室开挖废水（各洞口附近）       |                                                     |                           | 采用“絮凝沉淀+过滤”，投加混凝剂，沉淀                   | 采用三级沉淀池处理 |
|     | 综合加工厂废水(1#渣场金属加工厂等) | 采取隔油池处理含油废水，其他设置小型集水沟                               |                           | 各综合加工厂设置有含油废水集中收集及处理设施，并委托海南宝来工贸有限公司处理 | 满足        |
|     | 业主营地生活污水            | 业主营地租用大丰农场场部，生活污水排入市政污水管网，由农场场部污水处理站处理，不另外增加污水处理设施。 | 新建永久业主营地生活污水处理达标后回用于绿化灌溉。 | 由农场场部污水处理站处理，不另外增加污水处理设施。              | 满足        |
|     |                     | 运行期业主营地污水处理采用下水库施工生活污水处理设施                          |                           | 安装成套污水处理设备，处理后回用营地的菜地浇灌。               | 满足        |
|     | 承包商生活营地生活污水         | 4 处采用成套生活污水处理设备,4 处规模较小的采样化粪池处理后回用于山林、农田灌溉          |                           | 生活污水进入化粪池，委托海口广居实业有限公司定期清理。            | 满足        |

| 要素   | 环评要求          |                                                                                                             | 批复要求                                                                                                                     | 落实情况                                       | 是否满足验收要求 |
|------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|
|      | 污染源或措施类型      | 环保措施                                                                                                        |                                                                                                                          |                                            |          |
|      | 库底清理          | 卫生清理,应将其污染物尽量运出征地范围外, 建(构)筑物清理,林木清理。                                                                        | 制定库底清理环保方案,满足库底环境标准和蓄水环保要求,进行全面清理防止二次污染。                                                                                 | 已完成验收                                      | 满足       |
|      | 库周环境管理        | 禁止在库周及上游地区圈养禽畜、兴建污染工矿企业,保护库周植被,涵养水源,控制水土流失                                                                  |                                                                                                                          | 库周及上游未见规模禽畜、污染工矿企业。                        | 满足       |
|      | 生态用水保证        | 上水库不考虑下泄生态流量。                                                                                               | 制定水库蓄水和运行调度方案,合理分配发电和下游生态用水。建立生态流量在线自动监测系统,严格落实水库初期蓄水和运行期下泄生态流量措施,设置专用的生态流量下泄通道,安装流量在线监控设施,坝下必须保持不小于 0.082 m³/s 的生态下泄流量。 | 下水库安装了生态放水管,水库蓄水和运行调度方案已编制完成,在线监测系统已安装并运行。 | 满足       |
|      |               | 下水库布设生态放水管,安装下泄生态流量自动计量装置,最小泄流能力 0.082m³/s                                                                  |                                                                                                                          |                                            | 满足       |
| 大气环境 | 废气治理          | 优化施工方法、施工技术。加强施工机械和车辆管理,对施工机械和运输车辆进行定期检查、维修,确保施工机械和车辆尾气排放符合环保标准,使用优质燃油,定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测,禁止未达标的车辆在施工区使用。 |                                                                                                                          | 车辆定期检修,使用优质燃油                              | 满足       |
|      | 开挖、爆破粉尘控制     | 采取产尘率低的开挖爆破方法,钻孔设备要选用带除尘器,采用湿式作业。对产尘开挖料适当加湿,防止开挖和转运过程起尘。                                                    | 采用环保型炸药,施工场地洒水降尘。                                                                                                        | 采用环保型炸药,湿式作业                               | 满足       |
|      | 混凝土拌和系统粉尘控制   | 采用袋式除尘装置,水泥和粉煤灰输送采用封闭设备                                                                                     | 采用袋式除尘装置                                                                                                                 | 场地洒水                                       | 满足       |
|      | 沥青混凝土拌和系统粉尘控制 |                                                                                                             |                                                                                                                          | 将废气收集后采用水洗法处理                              | 满足       |

| 要素   | 环评要求                  |                                                                                  | 批复要求                                               | 落实情况                               | 是否满足验收要求 |
|------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|----------|
|      | 污染源或措施类型              | 环保措施                                                                             |                                                    |                                    |          |
|      | 制                     |                                                                                  |                                                    |                                    |          |
|      | 砂石料加工系统粉尘控制           | 破碎筛分设备保证采用全密封环保设计，在破碎机的进出口部位采用洒水除尘措施，成品料堆场、施工场地及其周围进行洒水降尘。                       | 采用袋式除尘装置                                           | 采用湿法加工，场地洒水，废气通入沉淀池水洗处理。           | 基本满足     |
|      | 交通运输系统粉尘及扬尘控制         | 主干道路面硬化，应成立公路养护、清扫专业队伍，配备 4 辆洒水车洒水。村庄临近段洒水，并实行限速管理，设置 500m 绿化带。                  | 重视施工区道路维护、养护，对施工区和敏感点区域采取洒水降尘。                     | 对场地进行洒水，成立道路清扫专业队伍，进场道路沿线村庄附近植被较好。 | 满足       |
|      |                       |                                                                                  |                                                    |                                    |          |
| 声环境  | 噪声源控制                 | 合理布置，利用施工区地形屏障降噪，采购符合环保要求施工机械，缩短高噪音机械设备的使用时间，配备减震隔音装置，对机械设备进行维修和保养。              | 严格控制爆破时间，尽量定时爆破，防止施工扰民。                            | 机械设备维护                             | 满足       |
|      | 场内交通                  | 加强道路交通管理，敏感区路段减速禁鸣，加强道路养护和车辆的维修保养，降低机动车辆驶速度。                                     |                                                    | 进入工区车辆统一管理，设置限速标志及减速带。             | 满足       |
|      | 进场公路                  | 受进场公路影响的 6 处居民点悬挂禁鸣限速牌和减速墩。南吉村、黑石村、大边村 3 处居民点靠近道路一侧修建 700m 预制混凝土板隔声墙，墙体平均高 3.5m。 |                                                    | 设置限速标志及减速带，村庄附近植被茂密，未设置隔声墙。        | 满足       |
|      | 爆破噪声控制                | 严格控制爆破时间。                                                                        |                                                    | 控制爆破时间                             | 满足       |
|      | 施工人员防护措施              | 进行办公生活区周围的绿化，优化施工布置，加强个人防护。                                                      |                                                    | 加强管理，配套个人防护用具                      | 满足       |
| 固废处置 | 生活垃圾，施工期年产生生活垃圾量 545t | 施工期生活垃圾集中收集，运送至琼中县生活垃圾填埋场进行集中处理。运行期生活垃圾收集后集中运送至琼中县生活垃圾填埋场处理。                     | 生活垃圾分类收集，委托当地环卫部门定期清运、处置。运营期生活垃圾分类收集，委托当地环卫部门定期清运。 | 与海口广居实业有限公司签订转运及处理协议               | 满足       |
|      | 施工弃渣处置                | 上、下水库分别规划了 2 个和 6 个弃渣场。各弃渣                                                       |                                                    | 3#、4#、8#渣场取                        | 满足       |

| 要素   | 环评要求     |                                                                                                                 | 批复要求                                                               | 落实情况                                                                                 | 是否满足验收要求 |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|      | 污染源或措施类型 | 环保措施                                                                                                            |                                                                    |                                                                                      |          |
|      |          | 场的挡土墙及边坡处理等防护工程措施，及对弃渣处置后的地表利用、恢复。                                                                              |                                                                    | 消。对弃渣场采取了防护工程及地表植被恢复措施或已列入土地复垦计划                                                     |          |
|      | 建筑垃圾     | 合理选购材料和构件，加强施工管理，废混凝土尽量进行破碎处理。                                                                                  |                                                                    | 分类回收或处理                                                                              | 满足       |
|      | 运行期废油    | 避免机组的跑、冒、滴、漏，做到清洁生产。安装及检修期间的漏油可采用油水分离装置进行处理。正常运行期厂房内各层地面少量漏油可采用布擦或铺设木糠等吸油物质，布或木糠吸油后外运焚烧。油水分离器选用 YSF-10 型油水分离装置。 | 设置发电机废油池收集滴漏的废油并交有资质的机构回收综合利用，发电机组维修产生的含油废物须按危险废物有关规定委托有资质的单位妥善措置。 | 危险废物仓库已建成，厂房内已设油水分离器及事故油池。目前暂无需要回收处理的危化品，生产技术部每年年底根据各部门上报需处理的危化品情况，联系具有相应资质的回收单位进行处理 | 满足       |
|      |          |                                                                                                                 |                                                                    |                                                                                      |          |
| 生态环境 | 植物资源保护措施 | 严格管理，减少施工对区域植被的破坏，收集、合理存放并利用表层土，进行弃渣场、石料场植被恢复措施，开展生态监测和管理，进行保护植物移栽。                                             | 对水库淹没区内的保护树木应进行迁地保护。                                               | 已完成移栽，蓄水前已完成验收                                                                       | 基本满足     |
|      | 农业生态系统保护 | 保护周边大气和水环境，对于临时占用的耕地面积，应该尽可能的减少，进行耕地补偿。                                                                         | 优化总体布局，集约利用土地，合理工程布置，尽量减小土建工程量。                                    | 进行占地补偿                                                                               | 满足       |
|      | 陆生动物保护措施 | 加强宣传，制定生态环境保护手册。合理安排施工时间，各施工场地进行隔离，划定工作区和活动范围。加强生境建设，野生动物搜救，设置保护站点。配备专职或兼职巡护人员，加强管理，开展生态环                       | 严格执行国家及本省有关自然保护区的管理规定，切实加强对海南黎母山省级自然保护区及黎母山国家森林公园的保护，项目建           | 控制爆破及施工时间，进行施工期陆生生态调查，开展生态保护宣传。                                                      | 满足       |

| 要素   | 环评要求     |                                                                                | 批复要求                                                                                                               | 落实情况                                                                       | 是否满足验收要求  |
|------|----------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
|      | 污染源或措施类型 | 环保措施                                                                           |                                                                                                                    |                                                                            |           |
|      |          | 境监测。                                                                           |                                                                                                                    |                                                                            |           |
|      |          |                                                                                | 设不得占用自然保护区用地。                                                                                                      | 在2017年水库蓄水运行前，建设单位联合当地林地相关部门对动物进行驱赶，并对部分动物采取协助迁移等救助措施，尽最大可能减小野生动物被淹死的情况发生。 |           |
|      | 水生生物保护措施 | 做好施工规划，避开主要鱼类繁殖季节，避免水环境影响，加强宣传，禁止违规捕鱼。在输水洞的进/出水口增加拦鱼设施。下水库泄放生态流量，进行生态影响的监测或调查。 | 施工期间，尽量减轻施工及水下工程作业对鱼类的影响。                                                                                          | 生态流量泄放管已安装完成，进行了施工期水生生态调查，开展了生态保护宣传。进/出水口增加了拦鱼设施。                          | 满足        |
| 水土保持 | 枢纽工程区    | 设置截水沟，采取植物措施绿化美化。                                                              | 加强施工期环境保护管理工作，落实水土流失防治及生态保护措施。优化施工方案，尽量避免雨季施工。合理选址渣场、料场，重点对渣场、料场、枢纽建设区、施工临时占地及施工道路及其影响区进行水土流失治理。加强项目区域植被保护，严禁乱砍滥伐。 | 工程各永久占地和临时占地正逐步开展植被恢复及其他水土保持工作。                                            | 应满足水保验收调查 |
|      | 交通设施区    | 重点采取植物措施,防止施工期间产生的水土流失,及时恢复施工迹地的植被。                                            |                                                                                                                    |                                                                            |           |
|      | 施工生产生活区  | 设置截水沟，对施工生活营地等区域按园林绿化要求布置植物措施，以绿化美化环境。                                         |                                                                                                                    |                                                                            |           |
|      | 料场区      | 设置截排水沟和沉沙池，石料场封场后，对开采平台和石质边坡采取灌草绿化措施。                                          |                                                                                                                    |                                                                            |           |
|      | 弃渣场区     | 采取工程措施设置挡渣墙、护脚墙及排水系统，施工完毕后实施植被恢复措施、复垦措施和网格梁内覆土绿化措施。                            |                                                                                                                    |                                                                            |           |
|      | 表土（利用料）  | 采取挡护及截排水措施，表土堆存期间，在表土表                                                         |                                                                                                                    |                                                                            |           |

| 要素      | 环评要求       |                                                                        | 批复要求                                                                  | 落实情况                | 是否满足验收要求 |
|---------|------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|
|         | 污染源或措施类型   | 环保措施                                                                   |                                                                       |                     |          |
|         | 堆存区        | 面撒播白喜草草籽防护。                                                            |                                                                       |                     |          |
|         | 水库淹没及库岸区   | 对库岸断续分布的残坡积土质边坡实施挖填平整，放缓边坡，采用干砌石护面、浆砌石挡墙护脚，以防止边坡在水位冲刷下破坏变形。            |                                                                       |                     |          |
| 移民安置    | 水环境保护措施    | 设置小型沉淀池进行处理废水，在居民点路段禁鸣和限速，非雨日每天洒水，加强宣传提高居民环保意识，优化布置减少占地及植被破坏，复建道路边坡恢复。 |                                                                       | 主要复建工程已结束，施工迹地基本恢复。 | 满足       |
|         | 大气、声环境保护措施 |                                                                        |                                                                       |                     |          |
|         | 生态保护措施     |                                                                        |                                                                       |                     |          |
|         | 水土保持措施     |                                                                        |                                                                       |                     |          |
| 社会环境及其他 | 人群健康保护措施   | 进行卫生检疫，对工区原有生活性污染源旧址的一次性清理和消毒。                                         |                                                                       | 进行职工体检及饮用水监测        | 满足       |
|         | 自然保护区保护措施  | 对施工人员加强宣传、管理，严禁施工人员等其他人员进入或进行其他活动等。                                    | 严格执行国家及本省有关自然保护区的管理规定，切实加强对海南黎母山省级自然保护区及黎母山国家森林公园的保护，项目建设不得占用自然保护区用地。 | 工程建设不涉及自然保护区        | 满足       |
|         | 土地资源保护措施   | 进行耕地补偿，临时耕地及时恢复，加强资金管，补偿资金实行专款专用。                                      |                                                                       | 进行土地补偿              | 满足       |
|         | 景观恢复措施     | 依据工程所在区域的地貌、生态景观现状，以及琼中抽水蓄能电站的功能特点，通过景观总体布局规划，优化工程区域整体景观               |                                                                       | 已完成设计               | 满足       |
|         | 库岸防护措施     | 上水库适当开挖平整地形，放缓边坡，除去表面覆                                                 |                                                                       | 已处理                 | 满足       |

| 要素           | 环评要求     |                                                      | 批复要求                                                                    | 落实情况                                   | 是否满足验收要求 |
|--------------|----------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|
|              | 污染源或措施类型 | 环保措施                                                 |                                                                         |                                        |          |
|              |          |                                                      |                                                                         |                                        |          |
|              |          | 盖层或全风化层。部分采取浆砌石挡墙护脚，干砌石护面。                           |                                                                         |                                        |          |
|              |          | 下水库对较陡边坡放缓，对原缓坡进行平整，除去表面覆盖层，做砌石护坡，护坡设排水孔，砌石护坡下铺设反滤层。 |                                                                         |                                        |          |
| 环境风险         | 环境风险措施   | 砂石料系统设置备用事故池，严格油库管理，并建设事故污水收集池，严格炸药库及用火管理，制定应急预案。    | 按规范进行油库、炸药库的选址设计，确保安全。                                                  | 已制定环境污染事故应急预案并已备案。                     | 满足       |
| 环境监测         | 环境监测     | 进行施工期环境监测，包括生活污水、生产废水、地表水、大气环境、声环境监测。                | 落实各项环境调查、监测计划，及时掌握生态环境、水土保持及地表水等环境质量变化情况，发现问题应及时采取有效措施进行处理。             | 已委托相关单位进行环境及水保监测，生态调查已于筹建期及施工期进行了6次调查。 | 满足       |
|              | 生态监测     | 水生生态：筹建期调查1次，施工期第2年、第4年各调查1次。                        |                                                                         |                                        | 满足       |
|              |          | 陆生生态：筹建期调查1次，施工期第2年、第4年调查各1次。                        |                                                                         |                                        | 满足       |
|              | 人群健康     | 饮用水源卫生监测施工区每年按丰、平、枯水期共采样分析3次。人群健康监测施工区每年监测一次。        |                                                                         |                                        | 满足       |
| 环境管理<br>环境监理 | 环境管理     | 由建设单位的环保机构承担，环境保护实施规划和管理办法制定、执行等。                    | 开展施工期环境管理，确保生态保护和污染防治措施落实。委托开展环境监理，全过程、全方位对环境保持措施的实施监督检查。定期向环保部门报送监理报告。 | 环境管理纳入工程部工作内容，环境监理机构为环境保护部环境工程评估中心。    | 满足       |
|              | 环境监理     | 成立环境监理机构，确保各项环保、水保措施和规划方案的落实                         |                                                                         |                                        | 满足       |

表 4.3-2 工程蓄水阶段环保验收意见环境保护措施落实情况调查对照表

| 上水库蓄水阶段环保验收意见                                                                        | 落实情况调查结果                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 加强环境保护管理工作。完善环境保护管理制度, 安排专人负责环境保护工作。                                             | 在工程管理部门中设置“环境保护办公室”, 设专职人员 2 人, 具体负责和落实工程环境保护管理工作。                                                                                                                      |
| (2) 继续做好保护植物移栽工作, 对已移栽的保护植物进行维护。                                                     | ①2016 年 7 月, 为了对移栽保护植物进行阶段养护, 海南蓄能发电有限公司委托海口广居实业有限公司进行两个片区的移栽植物维护 (合同见附件 8), 工作内容包含除草、浇水、施肥、除蚊虫, 工作期限为 2016 年 7 月 25 日至 2017 年 1 月 24 日。<br>②后期保护植物的养护纳入电站工程区后勤管理服务合同中。 |
| (3) 完善环境监控计划, 委托有资质的单位定期对地表水环境质量、水生生物等开展监测和库区生态调查工作, 发现问题及时处理。                       | 按照环评报告书要求开展了环境监测和生态调查。试运行阶段, 委托奥来国信 (北京) 检测技术有限责任公司和南京万全检测技术有限公司分别于 2018 年 9 月、2019 年 4 月对工程区地表水进行了两期监测。2019 年 4 月~5 月, 委托武汉市伊美净技术股份有限公司对工程影响区域进行了生态调查。                 |
| (4) 水道运行前应在进出水口安装防鱼设施。                                                               | 已在上下水库进出水口布设了拦鱼网。                                                                                                                                                       |
| (5) 项目后期工程施工过程中应进一步加强环境保护管理, 做好渣场、料场的水土保持工作, 规范处理施工废水, 以及沥青混凝土拌合站废渣、废液。              | 蓄水验收后工程施工过程中未发生污染及环境事故, 施工结束后对渣场料场进行了防护及植被恢复工作。<br>施工废水均处理达标后回用, 沥青混凝土拌合站废渣、废液均已规范处置。                                                                                   |
| 下水库蓄水阶段环保验收意见                                                                        | 落实情况调查结果                                                                                                                                                                |
| (1) 加强环境保护管理工作。完善环境保护管理制度, 安排专人负责环境保护工作。                                             | 在工程管理部门中设置“环境保护办公室”, 设专职人员 2 人, 具体负责和落实工程环境保护管理工作。                                                                                                                      |
| (2) 继续做好保护植物移栽工作, 加快完成新发现的保护植物移栽工作, 对已移栽的保护植物进行维护。                                   | 2016 年 10 月, 在下水库库底清理过程中, 黎母山自然保护区工作人员新发现 21 棵保护植物, 已由施工单位完成移栽。<br>保护植物的养护纳入电站工程区后勤管理服务合同中。                                                                             |
| (3) 完善环境监控计划, 定期委托有资质的单位对地表水、水生生物等开展跟踪监测和生态调查工作。                                     | 按照环评报告书要求开展了环境监测和生态调查。试运行阶段, 委托奥来国信 (北京) 检测技术有限责任公司和南京万全检测技术有限公司分别于 2018 年 9 月、2019 年 4 月对工程区地表水进行了两期监测。2019 年 4 月~5 月, 委托武汉市伊美净技术股份有限公司对工程影响区域进行了生态调查。                 |
| (4) 蓄水后应尽快开展生态流量在线监控装置的对比工作, 保证监控装置的准确性, 确保下水库生态下泄流量不低于 $0.082\text{m}^3/\text{s}$ 。 | 2019 年 9 月, 建设单位的检修试验分公司采用便携式超声波流量计对生态流量在线监控装置进行了比对, 经过比对, 监测装置的监测数据准确可靠, 具体见附件 17。                                                                                     |

|                                                                |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| (5) 水道运行前后应在进出水口安装防鱼设施。                                        | 已在上下水库进出水口布设了拦鱼网。                                                                   |
| (6) 项目后期工程施工过程中应进一步加强环境保护管理，做好渣场、料场的水土保持工作，规范施工废水、废油桶、含油废物的处置。 | 蓄水验收后工程施工过程中未发生污染及环境事故，施工结束后对渣场料场进行了防护及植被恢复工作。<br>施工废水均处理达标后回用，沥青混凝土拌合站废渣、废液均已规范处置。 |
| (7) 抽水蓄能电站项目建成后应及时办理竣工环保验收手续。                                  | 建设单位于 2018 年 11 月委托北京院开展工程竣工环保验收，目前验收报告已完成咨询稿。                                      |

## 5 环境影响调查

### 5.1 生态影响调查

2011年4月~5月,工程环评阶段海南师范大学对工程影响区域陆生生物资源进行了调查。为客观反映工程影响区域陆生生物资源变化情况,本次竣工环保验收阶段,2019年4月~5月,我院委托武汉市伊美净技术股份有限公司对工程影响区域生物资源进行了实地调查,调查方法、调查线路及点位与环评阶段保持一致,并根据实际情况做适当调整,调查内容主要包括调查区景观生态、土地利用、动植物及水生生物等,同时对施工迹地及其它工程影响区生态现状也进行了重点调查,以客观反映工程建设对区域生态环境的影响及生态保护措施实施情况。

#### 5.1.1 植物影响调查

##### 5.1.1.1 植物现状调查

###### (1) 植被

###### 1) 区域植被特征

根据《中国植被》(吴征镒等,1980年),调查区处琼北丘陵台地高山榕、天料木林,桃金娘、银柴灌丛,白茅、清香茅草丛小区与琼中山地丘陵青皮、蝴蝶树林、海南木莲、鸡毛松、陆均松林小区过渡区。根据《广东植被》(广东省植物研究所,1976年),调查区处琼东南丘陵山地植被分段。调查区位于海南省中部,黎母岭区,处我国热带季雨林、湿润雨林区,该区自然环境优越,植被发育良好,丘陵山地上部热带湿润雨林保存较完好。

###### 2) 主要植被类型

通过对调查区植被的实地调查,参考《中国植被》、《广东植被》及相关林业调查资料,根据植物群落学-生态学分类原则,采用植被型组、植被型、群系等基本单位,在对现存植被进行调查的基础上,结合区域内植被构成情况、植被中群系外貌,以及群系的环境生态与地理分布特征等进行分类、描述及分析。将区域自然植被初步划分为4个植被型组、5个植被型、12个群系。

表 5.1-1 琼中抽水蓄能电站调查区植被类型概况

| 类别       | 植被<br>型组      | 植被型               | 群系中文名                             | 群系拉丁名                                                                                                                                          | 分布                                                                                                        |                   |
|----------|---------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 自然植被     | 一、<br>阔叶<br>林 | I、热带<br>阔叶林       | 1. 青梅、海南<br>木莲、大花第<br>伦桃林         | Form. <i>Vatica mangachapoi</i> ,<br><i>Manglietia hainanensis</i> ,<br><i>Dillenia turbinata</i>                                              | 槟榔沟上段、黎母山<br>自然保护区段海拔<br>700~900m 的沟谷区                                                                    |                   |
|          |               |                   | 2. 青梅、华润<br>楠、长柄梭罗<br>林           | Form. <i>Vatica mangachapoi</i> ,<br><i>Machilus chinensis</i> , <i>Reevesia</i><br><i>longipetiolata</i>                                      | 槟榔沟上段、黎母山<br>自然保护区段海拔<br>700~900m 的沟谷区                                                                    |                   |
|          |               |                   | 3. 线枝蒲桃、<br>鸡毛松、陆均<br>松、海南蕈树<br>林 | Form. <i>Syzygium araiocladum</i> ,<br><i>Podocarpus imbricatus</i> ,<br><i>Dacrydium pierrei</i> , <i>Altingia</i><br><i>obovata</i>          | 黎母山自然保护区段<br>海拔 900~1200m 的山<br>地区                                                                        |                   |
|          |               |                   | 4. 鸡毛松、陆<br>均松、线枝蒲<br>桃、乌营林       | Form. <i>Podocarpus imbricatus</i> ,<br><i>Dacrydium pierrei</i> , <i>Syzygium</i><br><i>araiocladum</i> , <i>Syzygium</i><br><i>chunianum</i> | 黎母山自然保护区段<br>海拔 900~1200m 的山<br>地区                                                                        |                   |
|          |               | II、次生<br>热带雨<br>林 | 5. 枫香、厚皮<br>树、黄牛木林                | Form. <i>Liquidambar</i><br><i>formosana</i> , <i>Lannea</i><br><i>coromandelica</i> , <i>Cratoxylum</i><br><i>cochinchinense</i>              | 烂田河及槟榔沟段海<br>拔 700m 以下阴坡、<br>半阴坡                                                                          |                   |
|          |               |                   | 6. 海南榄仁、<br>香合欢、厚皮<br>树林          | Form. <i>Terminalia hainanensis</i> ,<br><i>Albizia odoratissima</i> , <i>Lannea</i><br><i>coromandelica</i>                                   | 槟榔沟段海拔 700m<br>以下沟谷地带                                                                                     |                   |
|          |               |                   | 7. 黄桐、白<br>颜、鸭脚木林                 | Form. <i>Endospermum chinense</i> ,<br><i>Gironniera subaequalis</i> ,<br><i>Schefflera octophylla</i>                                         | 烂田河及槟榔沟段海<br>拔 700m 以下沟谷地<br>带                                                                            |                   |
|          |               | 二、<br>竹林          | III、热带<br>竹林                      | 8. 山骨罗竹<br>林                                                                                                                                   | Form. <i>Schizostachyum</i><br><i>hainanense</i>                                                          | 常呈小斑块状分布于<br>林地边缘 |
|          |               | 三、<br>灌丛          | IV、次生<br>灌丛                       | 9. 热带坡地<br>灌丛                                                                                                                                  | \                                                                                                         | \                 |
|          |               |                   |                                   | 10. 桃金娘 、<br>野牡丹、 刺桑<br>灌丛                                                                                                                     | Form. <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ,<br><i>Melastoma candidum</i> , <i>Streblus</i><br><i>ilicifolius</i> | 调查区人为干扰区分<br>布广泛  |
|          | 四、<br>灌草<br>丛 | V、灌草<br>丛         | 11.热带坡地灌<br>草地                    | \                                                                                                                                              | \                                                                                                         |                   |
|          |               |                   | 12. 五节芒 、<br>斑茅、飞机草<br>灌草丛        | Form. <i>Miscanthus floridulus</i> ,<br><i>Saccharum arundinaceum</i> ,<br><i>Eupatorium odoratum</i>                                          | 调查区人为干扰区分<br>布广泛                                                                                          |                   |
| 栽培<br>植被 | 人工<br>林       | 用材树<br>种          | 加勒比松、马占相思等                        |                                                                                                                                                | 常呈斑块状分布于海<br>拔 500~900m 区域                                                                                |                   |
|          |               | 经济果<br>木          | 橡胶树、槟榔、椰子、菠萝蜜、香蕉、木薯、<br>芒果等       |                                                                                                                                                | 海拔 700m 以下丘陵<br>山地区分布广泛                                                                                   |                   |
|          | 农作<br>物       | 粮食作<br>物          | 水稻、玉米、番薯、豆类等                      |                                                                                                                                                |                                                                                                           |                   |
|          |               | 经济作<br>物          | 蔬菜等                               |                                                                                                                                                | 调查区村落附近分布<br>广泛                                                                                           |                   |

|                                                                                                                 |                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                   |
| 青梅、华润楠、长柄梭罗林 (Form. <i>Vatica mangachapoi</i> , <i>Machilus chinensis</i> , <i>Reevesia longipetiolata</i> )    | 枫香树、厚皮树、黄牛木林 (Form. <i>Liquidambar formosana</i> , <i>Lannea coromandelica</i> , <i>Cratoxylum cochinchinense</i> ) |
|                               |                                  |
| 黄桐、白颜树、鸭脚木林 (Form. <i>Endospermum chinense</i> , <i>Gironniera subaequalis</i> , <i>Schefflera octophylla</i> ) | 山骨罗竹林 (Form. <i>Schizostachyum hainanense</i> )                                                                     |
|                              |                                 |
| 斑茅灌草丛 (Form. <i>Saccharum arundinaceum</i> )                                                                    | 五节芒灌草丛 (Form. <i>Miscanthus floridulus</i> )                                                                        |
|                              |                                 |
| 加勒比松林 (Form. <i>Pinus caribaea</i> )                                                                            | 橡胶树林 (Form. <i>Hevea brasiliensis</i> )                                                                             |

图 5.1-1 调查区部分群系照片

(1) 植物区系

1) 植物区系概况

根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等, 2011 年), 调查区属于古热带植物区—马来西亚亚区—南海地区—琼中亚地区。本区为南海岛屿地区的核心区, 处我国热带植物区, 区域雨量充沛, 气候湿热, 丘陵谷地起伏, 植物区系组成丰富, 以热带成分为主。

2) 植物区系组成成分

通过对调查区植物资源的野外调查与室内鉴定分析, 结合《中国植物志》、《海南植物志》、《海南黎母山省级自然保护区科学调查报告》、《海南黎母山省级自然保护区总体规划》、《黎母山国家森林公园总体规划》及对调查区历年积累的植物区系资料系统的整理, 得出调查区有维管植物 799 种, 隶属 112 科, 其中蕨类植物有 16 科 50 种, 裸子植物 3 科 5 种, 被子植物 93 科 744 种。调查区维管植物分别占海南省维管植物总科、总种数的 44.62%、17.29%, 占全国维管植物总科、总种数的 31.64%、2.89%。详见表 5.1-2。

表 5.1-2 琼中抽水蓄能电站工程调查区植物资源统计表

| 项目          | 蕨类植物  |       | 裸子植物  |       | 被子植物  |       | 合计    |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 科     | 种     | 科     | 种     | 科     | 种     | 科     | 种     |
| 调查区         | 16    | 50    | 3     | 5     | 93    | 744   | 112   | 799   |
| 海南省         | 44    | 450   | 8     | 42    | 207   | 4170  | 251   | 4620  |
| 全国          | 63    | 2600  | 11    | 240   | 291   | 25000 | 354   | 27600 |
| 调查区占海南省 (%) | 36.36 | 11.11 | 37.50 | 11.90 | 44.93 | 17.84 | 44.62 | 17.29 |
| 调查区占全国 (%)  | 25.40 | 1.92  | 27.27 | 2.08  | 31.96 | 2.98  | 31.64 | 2.89  |

由上表 5.1-1 可知, 调查区植物区系组成成分以被子植物为主, 蕨类植物组成成分较丰富。根据现场调查, 调查区被子植物以木本植物为主, 区域优势科主要有番荔枝科、樟科、山茶科、桃金娘科、梧桐科、大戟科、蝶形花科、壳斗科、桑科、冬青科、芸香科、紫金牛科、夹竹桃科、茜草科、菊科、旋花科、棕榈科、莎草科、禾本科、水龙骨科等。调查区处琼中山地丘陵区, 属我国热带植物区, 区域气候湿热, 地势起伏, 植物区系组成成分较丰富。

3) 植物区系地理成分

属往往在植物区系研究中作为划分植物区系地理的标志或依据。统计分析调查区种子植物属的地理成分具有重要意义。按照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统(1991 年、1993 年), 将调查区种子植物 366 属划分为 13 个分布区类型(表 5.1-3)。

表 5.1-3 调查区种子植物属的分布区类型

| 属的分布区类型          | 属数  | 占调查区非世界总属数比例 (%) |
|------------------|-----|------------------|
| 1.世界分布           | 13  | -                |
| 2.泛热带分布          | 106 | 30.03            |
| 3.热带亚洲和热带美洲间断分布  | 17  | 4.82             |
| 4.旧世界热带分布        | 52  | 14.73            |
| 5.热带亚洲至热带大洋洲分布   | 39  | 11.05            |
| 6.热带亚洲至热带非洲分布    | 36  | 10.20            |
| 7.热带亚洲分布         | 77  | 21.81            |
| 第 2-7 项热带分布      | 327 | 92.63            |
| 8.北温带分布          | 7   | 1.98             |
| 9.东亚和北美间断分布      | 9   | 2.55             |
| 10.旧世界温带分布       | 3   | 0.85             |
| 11.温带亚洲分布        | \   | \                |
| 12. 地中海区、西亚至中亚分布 | \   | \                |
| 13.中亚分布          | 3   | 0.85             |
| 14.东亚分布          | 1   | 0.28             |
| 第 8-14 项温带分布     | 23  | 6.52             |
| 15.中国特有分布        | 3   | 0.85             |
| 合计               | 366 | 100.00           |

由上表 5.1-2 可知，调查区种子植物区系地理成分较复杂，有 13 个分布区类型，含有世界分布属、热带分布属（第 2~7 类）、温带分布属（第 8~14 类）和中国特有分布属 4 个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占调查区种子植物非世界分布总属数的 92.62%、6.52%、0.85%，调查区植物区系为热带性质。

#### 4) 植物区系特征

通过对调查区植物区系统计分析的基础上，将区域植物区系性质和特点概述如下：

##### ①植物种类组成较丰富

调查区自然环境复杂，植物区系组成成分较丰富。据统计，调查区主要有维管植物 112 科 799 种，调查区维管植物占海南省维管植物总科、总种数的 44.62%、17.29%，调查区维管植物在海南省植物区系组成中所占比例较大，区域植物种类组成成分较丰富。

##### ②地理成分复杂、地理联系广泛

调查区处琼中地区，处琼雷台地向海南岛南部丘陵山地过渡区，及琼东丘陵山地向琼西丘陵山地过渡带上，该区各植物区系成分交互渗透，地理成分复杂，地理联系广泛。从属的分布型来看，调查区种子植物 366 属可划分为 13 个分布区类型，包含世界分布、热带分布、温带分布和中国特有分布 4 个大类，调查区植

物区系地理成分是比较复杂的。同时由于调查区独特的地理位置，区域植物区域与我国华南、西南、中南半岛地区有一定区系联系，是华夏植物区系的重要组成部分。

### ③区系分化程度较弱，但仍保留有一些古老种类

调查区处南海地区，由于火山活动及历史上多次海侵影响，区域植物分化程度较低，寡种属及少种属较多，如五列木科、水东哥科、钩枝藤科、使君子科、金丝桃科、粘木科、金缕梅科、肉实科、安息香科等。但项目区处琼中黎母岭区，受小地形影响，该区仍保留了一些古老的区系成分，包括多心皮类如木兰科、毛茛科、八角科、五味子科、木通科、大血藤科、金粟兰科、金缕梅科等，柔荑花序类如壳斗科、榛科、榆科、桑科等。

### ④热带性质较强

调查区种子植物有热带分布属 327 属、温带分布属 23 属，分别占调查区种子植物非世界分布总属数的 92.63%、6.52%，在 13 个属的分布区类型中泛热带分布属所含属数最多，为 106 属，其次为热带亚洲分布属、旧世界热带分布属，为 77 属、52 属，由此可知，调查区植物区系热带性质较强，区系成分以泛热带、热带亚洲分布、旧世界热带分布成分为主。

## （3）重点保护植物

### 1) 国家重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》（第一批）（农业部、国家林业局，2001 年 8 月 4 日），参考《海南黎母山省级自然保护区科学调查报告》、《海南黎母山省级自然保护区总体规划》、《黎母山国家森林公园总体规划》、《海南琼中抽水蓄能电站环境影响评价报告书》及调查区内其它关于国家重点保护野生植物及其分布的相关资料，通过访问调查和现场复核调查，在调查区调查到国家 II 级重点保护野生植物 4 种，其中锦绣谷苗圃及业主营地区移栽有黑桫欏、大羽桫欏、油丹、青梅等国家重点保护野生植物 4 种 30 株（丛），调查区其它区域分布有黑桫欏、大羽桫欏、青梅等国家重点保护野生植物 3 种 91 株（丛）。

表 5.1-4 调查区非移栽区国家重点保护植物分布情况一览表

| 序号 | 种名                                     | 保护级别    | 数量<br>(株/丛) | GPS 点位                                 | 生长及生存情况               |
|----|----------------------------------------|---------|-------------|----------------------------------------|-----------------------|
| 1  | 黑桫欏<br>( <i>Cyathea podophylla</i> )   | 国家 II 级 | 57          | N19°12'27", E109°42'47"; H: 257m       | 生长及生存情况良好，受电站建设运营影响较小 |
|    |                                        |         |             | N19°12'05", E109°42'36"; H: 342m       |                       |
|    |                                        |         |             | N19°12'01", E109°42'32"; H: 391m       |                       |
|    |                                        |         |             | N19°11'21", E109°44'20"; H: 635m       |                       |
|    |                                        |         |             | N19°11'40.18", E109°43'17.84"; H: 592m |                       |
|    |                                        |         |             | N19°12'13.51", E109°42'33.35"; H: 314m |                       |
| 2  | 大羽桫欏<br>( <i>Cyathea contaminans</i> ) | 国家 II 级 | 13          | N19°13'34", E109°43'17"; H: 253m       |                       |
|    |                                        |         |             | N19°12'27", E109°42'47"; H: 409m       |                       |
|    |                                        |         |             | N19°11'37.26", E109°44'10.51"; H: 588m |                       |
| 3  | 青梅 ( <i>Vatica mangachapoi</i> )       | 国家 II 级 | 21          | N19°11'52", E109°46'35"; H: 680m       |                       |

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| 大羽桫欏 (N19°11'37.26", E109°44'10.51")                                                | 大羽桫欏 (N19°12'27", E109°42'47")                                                       |
|  |  |
| 黑桫欏 (N19°12'13.51", E109°42'33.35")                                                 | 黑桫欏 (N19°12'05", E109°42'36")                                                        |



图 5.1-2 调查区非移栽区部分国家重点保护植物

表 5.1-5 调查区国家重点保护野生植物移栽情况一览表

| 序号 | 种名                                    | 保护级别    | 数量<br>(株/丛) | 移栽地   | GPS 点位                                      | 成活情况   |
|----|---------------------------------------|---------|-------------|-------|---------------------------------------------|--------|
| 1  | 黑桫欏 ( <i>Cyathea podophylla</i> )     | 国家 II 级 | 4           | 锦绣谷苗圃 | N 19°10'18.90", E 109°43'56.30";<br>H: 652m | 成活 3 株 |
| 2  | 大羽桫欏 ( <i>Cyathea contaminans</i> )   | 国家 II 级 | 4           |       |                                             | 均已死亡   |
| 3  | 油丹 ( <i>Alseodaphne hainanensis</i> ) | 国家 II 级 | 1           | 业主营地  | N 19°12'15.03", E 109°42'21.72";<br>H: 273m | 已死亡    |
| 4  | 青梅 ( <i>Vatica mangachapoi</i> )      | 国家 II 级 | 21          |       |                                             | 成活 7 株 |

2) 海南省重点保护野生植物

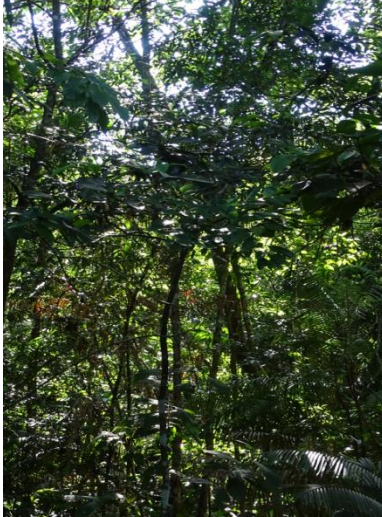
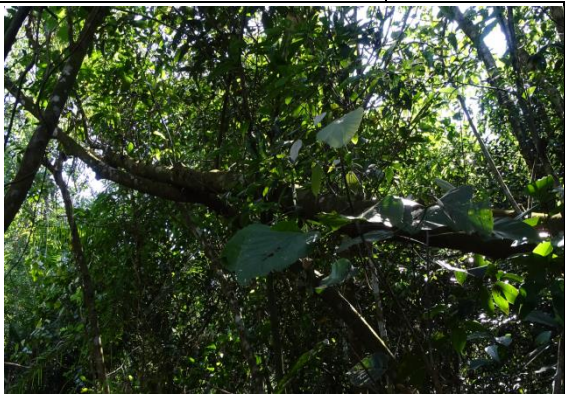
根据《海南省省级重点保护野生植物名录》(海南省政府,2006 年 12 月 18 日),参考调查区内其它关于海南省级重点保护野生植物及其分布的相关资料,通过访问调查和现场复核调查,在调查区调查到海南省级重点保护野生植物 12 种,其中锦绣谷苗圃及业主营地区移栽有海南观音座莲、野生茶、野生龙眼、野生荔枝、皱皮油丹、红花天料木、重阳木等海南省级重点保护野生植物 7 种 53 株(丛),调查区其它区域分布有海南观音座莲、野生荔枝、野生龙眼、野生茶、皱皮油丹、美冠兰、高斑叶兰、大序隔距兰、海南石斛、昌江石斛等海南省级重点保护野生

植物 10 种 38 株（丛）。

表 5.1-6 调查区非移栽区海南省级重点保护植物分布情况一览表

| 序号 | 种名                                           | 保护级别 | 数量<br>(株/丛) | GPS 点位                                   | 生长及生存情况                |
|----|----------------------------------------------|------|-------------|------------------------------------------|------------------------|
| 1  | 海南观音座莲<br>( <i>Angiopteris hainanensis</i> ) | 海南省级 | 11          | N19°13'11", E109°43'34", H: 433m         | 生长及生存情况良好, 受电站建设运营影响较小 |
|    |                                              |      |             | N19°12'01", E109°42'32", H: 515m         |                        |
|    |                                              |      |             | N 19°12'14.20", E 109°42'32.70", H: 309m |                        |
| 2  | 野生荔枝 ( <i>Litchi chinensis</i> )             | 海南省级 | 7           | N19°13'34", E109°43'17", H: 252m         |                        |
|    |                                              |      |             | N19°12'12", E109°42'36", H: 320m         |                        |
| 3  | 野生龙眼 ( <i>Dimocarpus longan</i> )            | 海南省级 | 8           | N19°12'27", E109°42'47", H: 408m         |                        |
| 4  | 野生茶 ( <i>Camellia sinensis</i> )             | 海南省级 | 3           | N 19°11'41.40", E 109°43'17.98", H: 589m |                        |
| 5  | 皱皮油丹 ( <i>Alseodaphne rugosa</i> )           | 海南省级 | 1           | N 19°12'50.00", E 109°43'25.00", H: 455m |                        |
| 6  | 美冠兰 ( <i>Eulophia graminea</i> )             | 海南省级 | 2           | N 19°12'14.46", E 109°42'26.67", H: 288m |                        |
| 7  | 高斑叶兰 ( <i>Goodyera procera</i> )             | 海南省级 | 1           | N19°12'7.80", E 109°44'40.69", H: 596m   |                        |
| 8  | 大序隔距兰<br>( <i>Cleisostoma paniculatum</i> )  | 海南省级 | 1           | N19°12'8.20", E109°44'47.46", H: 672m    |                        |
| 9  | 海南石斛 ( <i>Dendrobium hainanense</i> )        | 海南省级 | 3           |                                          |                        |
| 10 | 昌江石斛 ( <i>Dendrobium changjiangense</i> )    | 海南省级 | 1           |                                          |                        |



|                                                                                     |                                                                                      |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |  |
| 野生荔枝 (N19°12'12", E109°42'36")                                                      | 皱皮油丹 (N 19°12'50.00", E 109°43'25.00")                                               | 野生茶 (N 19°11'41.40", E 109°43'17.98")                                               |
|   |   |                                                                                     |
| 野生龙眼 (N19°12'27", E109°42'47")                                                      | 美冠兰 (N 19°12'14.46", E 109°42'26.67")                                                |                                                                                     |
|  |  |                                                                                     |
| 高斑叶兰 (N19°12'7.80", E 109°44'40.69")                                                | 大序隔距兰 (N19°12'8.20", E109°44'47.46")                                                 |                                                                                     |

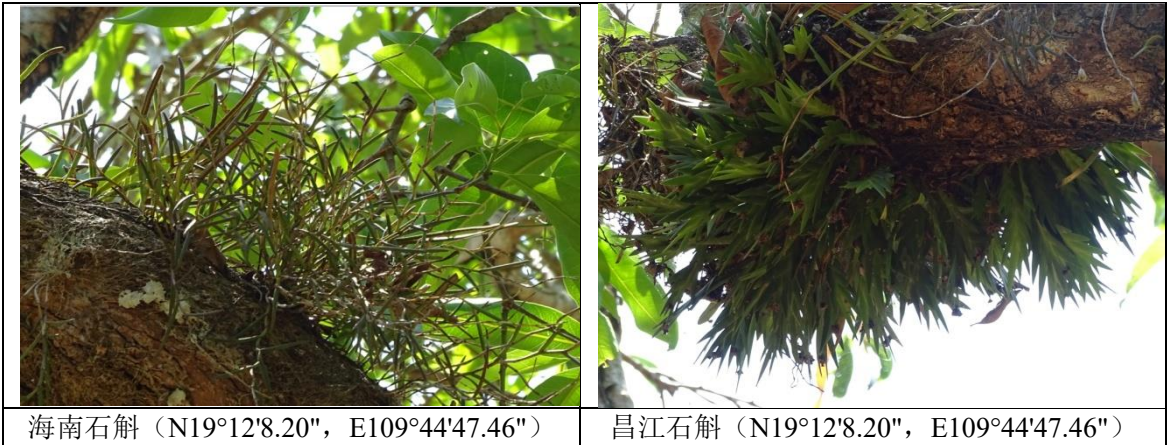


图 5.1-3 调查区非移栽区部分海南省级重点保护植物

表 5.1-7 调查区海南省级重点保护野生植物移栽情况一览表

| 序号 | 种名                                           | 保护级别 | 数量<br>(株/丛) | 移栽地   | GPS 点位                                   | 成活情况   |
|----|----------------------------------------------|------|-------------|-------|------------------------------------------|--------|
| 1  | 海南观音座莲<br>( <i>Angiopteris hainanensis</i> ) | 海南省级 | 8           | 锦绣谷苗圃 | N 19°10'20.10", E 109°43'57.18"; H: 646m | 成活 8 株 |
| 2  | 野生茶 ( <i>Camellia sinensis</i> )             | 海南省级 | 9           |       | N 19°10'21.36", E 109°44'0.96"; H: 641m  | 成活 9 株 |
| 3  | 野生龙眼 ( <i>Dimocarpus longan</i> )            | 海南省级 | 1           | 业主营地  | N 19°12'14.64", E 109°42'21.66"; H: 275m | 成活 1 株 |
| 4  | 野生荔枝 ( <i>Litchi chinensis</i> )             | 海南省级 | 6           |       |                                          | 成活 2 株 |
| 5  | 皱皮油丹 ( <i>Alseodaphne rugosa</i> )           | 海南省级 | 1           |       |                                          | 死亡     |
| 6  | 红花天料木 ( <i>Homalium hainanense</i> )         | 海南省级 | 8           |       |                                          | 成活 8 株 |
| 7  | 重阳木 ( <i>Bischofia polycarpa</i> )           | 海南省级 | 20          |       |                                          | 成活 9 株 |

5.1.1.2 电站建设前后植物对比

(1) 植物多样性对比

环评阶段，海南师范大学等单位对调查区植物资源进行了实地调查及整理分析，统计得出调查区有维管植物 111 科 764 种，其中蕨类植物 15 科 47 种，裸子植物 3 科 5 种，被子植物 93 科 721 种。验收阶段，参考环评阶段调查方法及调查线路，并结合区域历年监测积累的植物区系资料，通过现场实地调查，统计得出调查区有维管植物 112 科 799 种，其中蕨类植物有 16 科 50 种，裸子植物 3 科 5 种，被子植物 93 科 744 种（见表 5.1-8）。

表 5.1-8 调查区各阶段维管植物种类组成统计表

| 项目         | 蕨类植物 |    | 裸子植物 |   | 被子植物 |     | 合计  |     |
|------------|------|----|------|---|------|-----|-----|-----|
|            | 科    | 种  | 科    | 种 | 科    | 种   | 科   | 种   |
| 环评阶段       | 15   | 47 | 3    | 5 | 93   | 712 | 111 | 764 |
| 竣工验收阶段     | 16   | 50 | 3    | 5 | 93   | 744 | 112 | 799 |
| 验收期较环评阶段新增 | 1    | 3  | 0    | 0 | 0    | 32  | 1   | 35  |

表 5.1-9 验收阶段调查区新增维管植物一览表

| 序号 | 种名                                                  | 分布及生境          |
|----|-----------------------------------------------------|----------------|
| 1  | 疏裂凤尾蕨 <i>Pteris finotii</i>                         | 上水库库尾林下溪边      |
| 2  | 食用双盖蕨 <i>Diplazium esculentum</i>                   | 山谷林下湿地及河沟边     |
| 3  | 普通针毛蕨 <i>Macrothelypteris torresiana</i>            | 业主营地林下潮湿处      |
| 4  | 小叶榄仁 <i>Terminalia mantaly</i>                      | 业主营地栽培         |
| 5  | 假苹婆 <i>Sterculia lanceolata</i>                     | 上水库库尾段山谷溪旁     |
| 6  | 银合欢 <i>Leucaena leucocephala</i>                    | 业主营地栽培         |
| 7  | 含羞草 <i>Mimosa pudica</i>                            | 业主营地区较常见       |
| 8  | 洋紫荆 <i>Bauhinia variegata</i>                       | 业主营地栽培         |
| 9  | 洋金凤 <i>Caesalpinia pulcherrima</i>                  | 业主营地栽培         |
| 10 | 大叶千斤拔 <i>Flemingia macrophylla</i>                  | 下水库坝下施工迹地区     |
| 11 | 白灰毛豆 <i>Tephrosia candida</i>                       | 各施工迹地区均有栽培     |
| 12 | 红花檵木 <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i> | 业主营地栽培         |
| 13 | 灰莉 <i>Fagraea ceilanica</i>                         | 业主营地栽培         |
| 14 | 鸡蛋花 <i>Plumeria rubra</i> cv. <i>Acutifolia</i>     | 业主营地栽培         |
| 15 | 黄蝉 <i>Allamanda schottii</i>                        | 业主营地栽培         |
| 16 | 龙船花 <i>Ixora chinensis</i>                          | 业主营地栽培         |
| 17 | 金钮扣 <i>Spilanthes paniculata</i>                    | 1#公路路旁及林缘      |
| 18 | 五爪金龙 <i>Ipomoea cairica</i>                         | 1#公路路旁         |
| 19 | 黄钟木 <i>Tabebuia chrysantha</i>                      | 业主营地栽培         |
| 20 | 假连翘 <i>Duranta erecta</i>                           | 业主营地栽培         |
| 21 | 海南重楼 <i>Paris dunniana</i>                          | 上水库库尾段山谷溪旁     |
| 22 | 假槟榔 <i>Archontophoenix alexandrae</i>               | 业主营地栽培         |
| 23 | 直立省藤 <i>Calamus erectus</i>                         | 上水库库尾段山谷溪旁     |
| 24 | 金椰 <i>Dictyocaryum lamarckianum</i>                 | 业主营地栽培         |
| 25 | 大叶蒲葵 <i>Livistona saribus</i>                       | 业主营地栽培         |
| 26 | 王棕 <i>Roystonea regia</i>                           | 业主营地栽培         |
| 27 | 大序隔距兰 <i>Cleisostoma paniculatum</i>                | 上水库东侧山阔叶林中树干上  |
| 28 | 美冠兰 <i>Eulophia graminea</i>                        | 业主营地有分布        |
| 29 | 高斑叶兰 <i>Goodyera procera</i>                        | 上水库东侧沟谷潮湿处     |
| 30 | 海南石斛 <i>Dendrobium hainanense</i>                   | 上水库东侧山阔叶林中树干上  |
| 31 | 昌江石斛 <i>Dendrobium changjiangense</i>               | 上水库东侧山阔叶林中树干上  |
| 32 | 粉单竹 <i>Bambusa chungii</i>                          | 黎田河、烂田河下段河流沿岸  |
| 33 | 狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>                         | 业主营地区、上水库库周有栽培 |
| 34 | 红毛草 <i>Melinis repens</i>                           | 12#公路沿岸        |
| 35 | 沟叶结缕草 <i>Zoysia matrella</i>                        | 业主营地栽培         |

通过对比各阶段对调查区维管植物的调查结果可知，琼中抽水蓄能电站建设及运营等虽破坏了部分植物，但从整个调查区维管植物种类组成上来看，工程建

设、库区蓄水等并没有使区域某些植物种类消失，相反随着调查次数的增加、调查工作的深入及调查范围的扩大，调查区野生维管植物种类有所增加，验收阶段调查区新发现的野生维管植物有 14 种，主要包括金钮扣、红毛草、粉单竹、食用双盖蕨、高斑叶兰、假苹婆、海南重楼等；随着施工结束，业主营地区、永久道路两侧、库周区、渣料场区、生产生活区等施工迹地区植被恢复不断引入新的绿化植物，调查区维管植物多样性不断增加，验收阶段在调查区新发现的栽培植物有 20 种，主要包括白灰毛豆、小叶榄仁、银合欢、洋紫荆、洋金凤、红花檵木、鸡蛋花等；但与此同时，由于调查区路网结构完善，区域人流、车流量增加，调查区新发现有外来入侵种五爪金龙，其可能会对区域物种多样性产生威胁。总体而言，琼中抽水蓄能电站建设及运营对调查区维管植物种类组成的影响较小，且由于永久占地空闲地区、临时占地区植被恢复不断引入新的绿化植物，区域维管植物多样性有所增加。

## (2) 植物类型对比

环评阶段，评价组相关专业技术人员对调查区植被进行了详细调查，参照《中国植被》、《广东植被》等的分类原则及方法，将调查区植被划分为 4 个植被型组、5 个植被型、12 个群系。验收阶段，参考环评阶段调查方法及调查线路，并结合区域历年监测积累的植被调查资料，通过现场实地调查，环评阶段调查到的群系在验收阶段均有调查到。通过对比各阶段对调查区植被类型的调查结果可知，琼中抽水蓄能电站建设及运营等虽破坏了部分植被，但从整个调查区来看，工程建设、库区蓄水等并没有使区域某些植被类型及群系消失，电站建设及运营对区域植被类型的影响较小。

**表 5.1-10 各阶段调查范围植被类型及群系统计表**

| 植被<br>型组      | 植被型             | 群系中文名                 | 群系拉丁名                                                                                                                   | 调查阶段     |          |
|---------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|               |                 |                       |                                                                                                                         | 环评<br>阶段 | 验收<br>阶段 |
| 一、<br>阔叶<br>林 | I、热<br>带阔叶<br>林 | 1. 青梅、海南木莲、大花第伦桃林     | Form. <i>Vatica mangachapoi</i> , <i>Manglietia hainanensis</i> , <i>Dillenia turbinata</i>                             | √        | √        |
|               |                 | 2. 青梅、华润楠、长柄梭罗林       | Form. <i>Vatica mangachapoi</i> , <i>Machilus chinensis</i> , <i>Reevesia longipetiolata</i>                            | √        | √        |
|               |                 | 3. 线枝蒲桃、鸡毛松、陆均松、海南草树林 | Form. <i>Syzygium araiocladum</i> , <i>Podocarpus imbricatus</i> , <i>Dacrydium pierrei</i> , <i>Altingia obovata</i>   | √        | √        |
|               |                 | 4. 鸡毛松、陆均松、线枝蒲桃、乌营林   | Form. <i>Podocarpus imbricatus</i> , <i>Dacrydium pierrei</i> , <i>Syzygium araiocladum</i> , <i>Syzygium chunianum</i> | √        | √        |
|               | II、次<br>生热带     | 5. 枫香、厚皮树、黄牛木林        | Form. <i>Liquidambar formosana</i> , <i>Lannea coromandelica</i> , <i>Cratoxylum</i>                                    | √        | √        |

| 植被<br>型组 | 植被型      | 群系中文名             | 群系拉丁名                                                                                            | 调查阶段     |          |
|----------|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|          |          |                   |                                                                                                  | 环评<br>阶段 | 验收<br>阶段 |
|          | 雨林       |                   | <i>cochinchinense</i>                                                                            |          |          |
|          |          | 6. 海南榄仁、香合欢、厚皮树林  | Form. <i>Terminalia hainanensis</i> , <i>Albizia odoratissima</i> , <i>Lannea coromandelica</i>  | √        | √        |
|          |          | 7. 黄桐、白颜、鸭脚木林     | Form. <i>Endospermum chinense</i> , <i>Girardinia subaequalis</i> , <i>Schefflera octophylla</i> | √        | √        |
| 二、竹林     | III、热带竹林 | 8. 山骨罗竹林          | Form. <i>Schizostachyum hainanense</i>                                                           | √        | √        |
| 三、灌丛     | IV、次生灌丛  | 9. 热带坡地灌丛         | \                                                                                                | √        | √        |
|          |          | 10. 桃金娘、野牡丹、刺桑灌丛  | Form. <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> , <i>Melastoma candidum</i> , <i>Streblus ilicifolius</i>     | √        | √        |
| 四、灌草丛    | V、灌草丛    | 11. 热带坡地灌草地       | \                                                                                                | √        | √        |
|          |          | 12. 五节芒、斑茅、飞机草灌草丛 | Form. <i>Miscanthus floridulus</i> , <i>Saccharum arundinaceum</i> , <i>Eupatorium odoratum</i>  | √        | √        |

### (3) 重点保护野生植物对比

环评阶段，根据资料搜集及现场调查，海南师范大学等单位在调查区调查到青梅、大羽杪椏、黑杪椏、油丹等国家Ⅱ级重点保护野生植物，调查到观音座莲、野生荔枝、野生龙眼、重阳木、粘木、野生茶等海南省级重点保护植物，调查区重点保护野生植物主要分布于烂田河、槟榔沟两侧支沟，其分布点位及数量较多，在工程占地及水库淹没区有 9 种 57 株（丛）分布。

2013 年 7 月，海南大学热带生物工程研究院及海南省林业科学研究所对占地及淹没区重点保护野生植物进行复查调查，调查到重点保护野生植物 11 种 62 株，其中国家Ⅱ级重点保护野生植物 4 种 21 株，海南省级重点保护野生植物 7 种 41 株。2013 年 11 月，海南省林业科学研究所根据复查调查成果，编制完成了《黎母山国家森林公园海南琼中抽水蓄能电站使用林地项目天然林采伐作业设计及淹没区内珍稀保护树种移植技术方案》用于指导区域保护植物移栽工作。

表 5.1-11 占地及淹没区保护植物复核调查结果一览表

| 编号 | 名称        | 保护级别    | 数量 | 位置     |
|----|-----------|---------|----|--------|
| 1  | 青梅        | 国家 II 级 | 12 | 占地及淹没区 |
| 2  | 大羽杪椋      | 国家 II 级 | 4  |        |
| 3  | 黑杪椋       | 国家 II 级 | 4  |        |
| 4  | 油丹        | 国家 II 级 | 1  |        |
| 5  | 野生荔枝      | 海南省级    | 5  |        |
| 6  | 野生龙眼      | 海南省级    | 1  |        |
| 7  | 皱皮油丹      | 海南省级    | 1  |        |
| 8  | 红花天料木（母生） | 海南省级    | 8  |        |
| 9  | 重阳木       | 海南省级    | 9  |        |
| 10 | 观音坐莲      | 海南省级    | 8  |        |
| 11 | 野茶树       | 海南省级    | 9  |        |
| 合计 |           |         | 62 |        |

为使工程占地及水库淹没区重点保护野生植物得到移栽保护，项目建设单位海南蓄能发电有限公司委托海南黎母山省级自然保护区管理站开展移栽保护工作。由于原计划移栽场地，业主营地区阳光充裕，不适合蕨类植物及半阴性植物生长，2014 年 6 月，黎母山省级自然保护区管理站提出“增加珍稀植物移栽地块报告”，建议将大羽杪椋、黑杪椋、观音坐莲、野生茶树等共计 25 株（丛）重点保护野生植物移栽至锦绣谷苗圃基地，剩余 37 株保护植物按原计划移栽至业主营地区。

根据项目监理单位海南绿岛林业规划设计咨询有限公司出具的区域保护植物移栽的监理报告，2014 年 6 月 5 日开始进行移栽地块土地平整，6 月 20 日正式开始移栽，8 月底完成全部移栽工作，2014 年 8 月至 2015 年 4 月进行养护管理。2014 年 9 月，海南蓄能发电有限公司、黎母山省级自然保护区管理站、海南椰卉园艺有限公司（移栽具体实施单位）等相关单位，对保护植物移栽项目进行了初步验收，要求海南椰卉园艺有限公司“做好树木排水，清理烂泥；重新包扎稻草，防治病虫害；部分植株根部陷空，重新培土；继续输液”。2014 年 12 月，各相关单位召开了“关于海蓄电站珍稀植物移栽验收会议”，形成总体意见：锦绣谷管理分站苗圃基地“移栽株数符合合同要求，全部成活，符合验收标准，同意验收”；永久业主营地“移植 37 株，成活 35 株，成活率达到 94.69%，达到合同要求成活率 90%标准，同意验收”。2015 年 4 月，监理单位出具了监理报告（绿岛监理字[2015]18 号）：移栽工作未出现擅自变更移栽树种、改变数量、改变移栽地点等现象，后期经检查移栽成活率达到 92%，业主营地移栽 37 棵成活 33 棵，锦绣谷苗圃移栽 25 棵成活 24 棵，完成移栽任务，移栽植物成活情况见表 5.1-12。

表 5.1-12 2015 年区域保护植物移栽成活情况一览表

| 编号 | 名称        | 保护等级 | 移栽地块   | 移栽数量 | 成活数量    | 备注    |
|----|-----------|------|--------|------|---------|-------|
| 1  | 大羽杪椶      | 国家Ⅱ级 | 锦绣谷苗圃  | 4    | 3       | 死 1 株 |
| 2  | 黑杪椶       | 国家Ⅱ级 | 锦绣谷苗圃  | 4    | 4       |       |
| 3  | 青梅        | 国家Ⅱ级 | 永久业主营地 | 12   | 10      | 死 2 株 |
| 4  | 油丹        | 国家Ⅱ级 | 永久业主营地 | 1    | 0       | 死 1 株 |
| 5  | 野生荔枝      | 海南省级 | 永久业主营地 | 5    | 5       |       |
| 6  | 野生龙眼      | 海南省级 | 永久业主营地 | 1    | 1       |       |
| 7  | 皱皮油丹      | 海南省级 | 永久业主营地 | 1    | 1       |       |
| 8  | 红花天料木（母生） | 海南省级 | 永久业主营地 | 8    | 7       | 死 1 株 |
| 9  | 重阳木       | 海南省级 | 永久业主营地 | 9    | 9       |       |
| 10 | 观音坐莲      | 海南省级 | 锦绣谷苗圃  | 8    | 8       |       |
| 11 | 野茶树       | 海南省级 | 锦绣谷苗圃  | 9    | 9       |       |
| 合计 |           |      |        | 62   | 57（92%） |       |

2016 年 7 月，为了对移栽的保护植物进行阶段养护，项目建设单位海南蓄能发电有限公司委托海口广居实业有限公司对两个移栽地块区的保护植物进行养护，工作内容包含除草、浇水、施肥、除蚊虫，工作期限为 2016 年 7 月 25 日至 2017 年 1 月 24 日。

2016 年 10 月，在下水库库底清理过程中，黎母山自然保护区相关工作人员在下水库淹没区新发现有 21 株保护植物，包括国家Ⅱ级重点保护野生植物 1 种 9 株，为青梅；海南省级重点保护植物 2 种 12 株，有野生荔枝 1 株、重阳木 11 株。

本次调查时，结合区域重点保护野生植物的调查及监测资料，根据访问调查及现场复核调查，在锦绣谷苗圃及业主营地区调查到移栽的重点保护野生植物 11 种 83 株（丛），其中移栽成活的保护植物有 8 种 46 株（丛），移栽成活率为 55.42%；在移栽区外调查到重点保护野生植物 13 种 129 株（丛），其生长及生存状态良好。通过对比各阶段对调查区重点保护野生植物的调查结果可知，工程占地及水库淹没区各重点保护野生植物均得到移栽保护，区域保护植物成活状况良好；同时随着调查次数的增加、调查工作的深入及调查范围的扩大，调查区重点保护野生植物种类及数量不断增加，本次调查较环评阶段新增加的保护植物有 5 种 79 株（丛），其生长及生存状态良好，受电站建设及运营的影响较小。

表 5.1-13 调查区各阶段重点保护野生植物移栽情况一览表

| 序号 | 种名     | 保护级别 | 移栽地       | 移栽及成活情况       |                |               |                |                 |
|----|--------|------|-----------|---------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
|    |        |      |           | 2014 年<br>6 月 | 2014 年<br>12 月 | 2015 年<br>4 月 | 2016 年<br>10 月 | 2019 年<br>4~5 月 |
| 1  | 黑桫欏    | 国家Ⅱ级 | 锦绣谷<br>苗圃 | 4 丛           | 4 丛            | 4 丛           | 4 丛            | 成活 3 丛          |
| 2  | 大羽桫欏   | 国家Ⅱ级 |           | 4 丛           | 4 丛            | 成活 3 丛        | 成活 3 丛         | 均已死亡            |
| 3  | 油丹     | 国家Ⅱ级 | 业主营<br>地  | 1 株           | 死亡             | 死亡            | 死亡             | 已死亡             |
| 4  | 青梅     | 国家Ⅱ级 |           | 12 株          | 成活 11 株        | 成活 10 株       | 19 株           | 成活 7 株          |
| 5  | 海南观音座莲 | 海南省级 | 锦绣谷<br>苗圃 | 8 株           | 8 株            | 8 株           | 8 株            | 成活 8 株          |
| 6  | 野生茶    | 海南省级 |           | 9 株           | 9 株            | 9 株           | 9 株            | 成活 9 株          |
| 7  | 野生龙眼   | 海南省级 | 业主营<br>地  | 1 株           | 1 株            | 1 株           | 1 株            | 成活 1 株          |
| 8  | 野生荔枝   | 海南省级 |           | 5 株           | 5 株            | 5 株           | 6 株            | 成活 2 株          |
| 9  | 皱皮油丹   | 海南省级 |           | 1 株           | 1 株            | 1 株           | 1 株            | 死亡              |
| 10 | 红花天料木  | 海南省级 |           | 8 株           | 8 株            | 成活 7 株        | 成活 7 株         | 成活 7 株          |
| 11 | 重阳木    | 海南省级 |           | 9 株           | 9 株            | 9 株           | 20 株           | 成活 9 株          |
| 合计 |        |      |           | 62 株          | 60 株           | 57 株          | 78 株           | 46 株            |

表 5.1-14 各阶段调查区移栽区外重点保护野生植物一览表

| 序号 | 种名     | 保护级别    | 各阶段调查情况 |               |          |              |
|----|--------|---------|---------|---------------|----------|--------------|
|    |        |         | 2011 年  | 2015 年/2016 年 | 2017 年   | 2019 年 4~5 月 |
| 1  | 黑桫欏    | 国家 II 级 | 37 丛    | 51 丛          | 51 丛     | 57 丛         |
| 2  | 大羽桫欏   | 国家 II 级 |         | 12 丛          | 12 丛     | 13 丛         |
| 3  | 青梅     | 国家 II 级 | \       | \             | 21 株     | 21 株         |
| 4  | 海南观音座莲 | 海南省级    | 6 丛     | 6 丛           | 8 丛      | 11 丛         |
| 5  | 野生荔枝   | 海南省级    | 6 株     | 6 株           | 7 株      | 7 株          |
| 6  | 野生龙眼   | 海南省级    | 1 株     | 8 株           | 8 株      | 8 株          |
| 7  | 野生茶    | 海南省级    | \       | \             | \        | 3 株          |
| 8  | 皱皮油丹   | 海南省级    | \       | \             | 1 株      | 1 株          |
| 9  | 美冠兰    | 海南省级    | \       | \             | \        | 2 丛          |
| 10 | 高斑叶兰   | 海南省级    | \       | \             | \        | 1 丛          |
| 11 | 大序隔距兰  | 海南省级    | \       | \             | \        | 1 丛          |
| 12 | 海南石斛   | 海南省级    | \       | \             | \        | 3 丛          |
| 13 | 昌江石斛   | 海南省级    | \       | \             | \        | 1 丛          |
| 合计 |        |         | 50 株(丛) | 83 株(丛)       | 108 株(丛) | 129 株(丛)     |

### 5.1.1.3 植物影响分析

#### (1) 对植物多样性的影响

通过验收阶段调查，调查区内维管植物较环评阶段增加了 1 科 35 种，电站建设及运营虽破坏了部分植物，但并没有使区域某些植物种类消失，相反，区域不

断发现有一些新种的分布，随着永久建筑物空闲地、施工迹地区区植被恢复不断引入新的绿化植物，区域维管植物多样性增加。调查结果显示，调查区内植物多样性、区系与建库前相比未发生较大变化。

## (2) 对植被类型的影响

### 1) 对植被类型的影响

通过本次调查，在调查范围内发现有自然植被 4 个植被型组、5 个植被型、12 个群系，环评阶段在调查范围内发现的群系在验收阶段均有调查到，电站建设及运营等虽破坏了部分植被，但从整个调查区植被组成来看，工程建设、库区蓄水等并没有使区域某些植被类型及群系消失，从调查区植被分布上来看，区域地带性植被多分布于海拔 700m 以上区域，而工程占地及淹没区多位于海拔 567m 以下区域，受工程建设及运营影响的植被以次生性植被为主，电站建设及运营对区域植被类型及群系的影响较小。

### 2) 对植被类型面积的影响

通过野外调查及室内对电站建设前后调查区卫星影像的解译分析，得出电站建设前后各植被类型面积，见表 5.1-15。

**表 5.1-15 电站建设前后调查区各植被类型面积统计表**

| 植被类型      | 电站建设前 (2011 年)        |        | 电站建设后 (2018 年)        |        | 变化                    |        |
|-----------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
|           | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 比例 (%) | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 比例 (%) | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 比例 (%) |
| 热带阔叶林     | 285.50                | 7.14   | 297.80                | 7.45   | 12.30                 | 0.31   |
| 次生热带雨林    | 1944.85               | 48.67  | 1742.60               | 43.61  | -202.25               | -5.06  |
| 热带竹林      | 29.19                 | 0.73   | 26.47                 | 0.66   | -2.72                 | -0.07  |
| 次生灌丛      | 604.77                | 15.13  | 588.96                | 14.74  | -15.81                | -0.40  |
| 灌草丛       | 259.19                | 6.49   | 248.97                | 6.23   | -10.22                | -0.26  |
| 人工林       | 473.30                | 11.84  | 481.43                | 12.05  | 8.13                  | 0.20   |
| 农作物       | 293.39                | 7.34   | 292.42                | 7.32   | -0.97                 | -0.02  |
| 水生植被及淡水藻类 | 102.70                | 2.57   | 163.57                | 4.09   | 60.87                 | 1.52   |
| 合计        | 3992.89               | 99.92  | 3842.22               | 96.15  | -150.67               | -3.77  |

注：1) 表中未包括建设用地及其它土地面积，其中电站建设前面积为 3.36hm<sup>2</sup>，所占比例为 0.08%，电站建设后面积为 154.03hm<sup>2</sup>，所占比例为 3.85%；

2) 变化为建设后的面积及比例减去建设前的值，正值表示建库后增加，负值表示建库后减少。

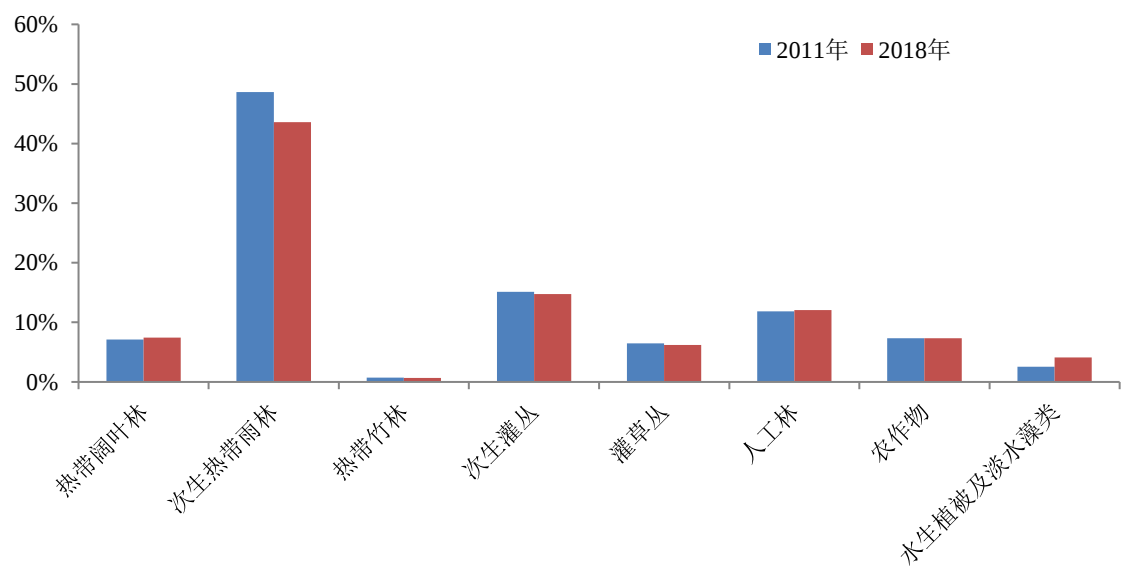


图 5.1-4 电站建设前后调查区各植被类型面积变化

由上表可知，琼中抽水蓄能电站建设前后调查区植被均以次生热带雨林占优势，区域植被仍以自然植被为主，同时次生灌丛、人工林占有较大比例，区域植被具有一定人为干扰的特点。电站建设后调查区次生热带雨林、热带竹林、次生灌丛、灌草丛、农作物面积均有减少，其中次生热带雨林减少面积最多，为202.25hm<sup>2</sup>，减少比例为 5.06%，减少的比例较小，在区域次生热带雨林植被的可承受范围内，调查区其它植被减少的面积及比例均较小，电站建设及运营对区域植被面积的影响较小。

3) 对植被生物量的影响

琼中抽水蓄能电站建设前后调查区各植被类型生物量状况见表 5.1-16。

表 5.1-16 电站建设前后调查区各植被类型生物量统计表

| 植被类型      | 电站建设前（2011 年） |        | 电站建设后（2018 年） |        | 变化        |        |
|-----------|---------------|--------|---------------|--------|-----------|--------|
|           | 生物量 (t)       | 比例 (%) | 生物量 (t)       | 比例 (%) | 生物量 (t)   | 比例 (%) |
| 热带阔叶林     | 56614.65      | 16.85  | 59053.74      | 18.65  | 2439.09   | 1.80   |
| 次生热带雨林    | 206543.07     | 61.48  | 185064.12     | 58.44  | -21478.95 | -3.04  |
| 热带竹林      | 1891.51       | 0.56   | 1715.26       | 0.54   | -176.26   | -0.02  |
| 灌丛及灌草丛    | 27905.91      | 8.31   | 27065.14      | 8.55   | -840.77   | 0.24   |
| 人工林       | 38100.65      | 11.34  | 38755.12      | 12.24  | 654.46    | 0.90   |
| 农作物       | 4694.24       | 1.40   | 4678.72       | 1.48   | -15.52    | 0.08   |
| 水生植被及淡水藻类 | 225.94        | 0.07   | 359.85        | 0.11   | 133.91    | 0.05   |
| 合计        | 335975.97     | 100.00 | 316691.94     | 100.00 | -19284.03 | 0.00   |

注：1) 变化为建设后的生物量及比例减去建设前的值，正值表示建库后增加，负值表示建库后减少。



图 5.1-5 电站建设前后调查区各植被类型生物量变化

由上表可知，琼中抽水蓄能电站建设前后调查区各植被类型生物量发生了一定变化，主要表现为次生热带雨林、热带竹林、灌丛及灌草丛、农作物生物量减少，其中次生热带雨林植被生物量减少最多，为  $2.15 \times 10^4 \text{t}$ ，占调查区植被总生物量的 6.39%，所占比例不大，其它植被生物损失量均较少。调查区热带阔叶林、人工林、水生植被及淡水藻类的生物量有所增加，但增加量及比例均不多。电站建设后，调查区植被总生物量减少了  $1.93 \times 10^4 \text{t}$ ，占区域植被总生物量的 5.74%，所占比例较小，电站建设及运营对区域植被生物量的影响较小。

### （3）重点保护野生植物的影响

环评阶段，海南师范大学等单位在工程占地及水库淹没范围内调查到保护植物 9 种 57 株（丛）；2013 年 7 月，海南大学热带生物工程研究院及海南省林业科学研究所对占地及淹没区保护植物进行复查调查，调查到重点保护野生植物 11 种 62 株（丛），其中国家 II 级重点保护野生植物 4 种 21 株（丛），海南省级重点保护野生植物 7 种 41 株（丛）；2016 年 10 月，在下水库库底清理过程中，黎母山自然保护区相关工作人员在下水库淹没区新发现有保护植物 21 株（丛），包括国家 II 级重点保护野生植物 1 种 9 株（丛），海南省级重点保护植物 2 种 12 株（丛）。为保护工程占地及水库淹没区重点保护野生植物，项目建设单位海南蓄能发电有限公司委托海南黎母山省级自然保护区管理站开展了保护植物的移栽保护工作。结合电站施工期监理及监测报告，根据现场调查，工程占地及淹没区保护植物均采取了移栽保护措施，其中锦绣谷苗圃区移栽有保护植物 25 株（丛），业主营地区

移栽有保护植物 58 株（丛），移栽区成活的保护植物有 8 种 46 株（丛），移栽成活率为 55.42%，由于工程占地及淹没区内保护植物均得到移栽保护，加之受电站建设及运营影响的保护植物在调查区、黎母山省级自然保护区及海南省其它区域均有较广泛分布，电站建设及运营对区域重点保护野生植物的影响较小。

## 5.1.2 动物影响调查

### 5.1.2.1 动物现状调查

#### （1）动物区系分析

根据《中国动物地理》（科学出版社，2011），我国动物地理区划分属于世界动物地理分区的古北界与东洋界。两界在我国境内的分界线西起横断山脉北部，经过川北的岷山与陕南的秦岭，向东至淮河南岸，直抵长江口以北。我国动物区系根据陆栖脊椎动物，特别是哺乳类和鸟类的分布情况，可以分为东北区、华北区、蒙新区、青藏区、西南区、华中区及华南区 7 个区。其中前 4 个区属于古北界；后 3 个区属于东洋界。

本工程调查区位于海南省琼中苗族黎族自治县，根据本项目与《中国动物地理区划图》叠加可知，本项目所在区域动物区划属于东洋界—华南区—海南岛亚区，其中动物类群细分为中部山地省—热带山地林灌动物群。

#### （2）动物资源现场调查

2019 年 4 月，调查人员对海南琼中抽水蓄能电站验收调查区内分布的陆生野生动物进行实地调查，调查方法包括样线法、样方法、资料搜集法以及访问调查。共调查到陆生野生脊椎动物 27 目 85 科 236 种，其中两栖类 1 目 6 科 23 种，爬行类 1 目 9 科 36 种，鸟类 17 目 52 科 150 种，兽类 8 目 18 科 27 种。中国石龙子、三宝鸟、麻雀为此次调查较环评阶段增加的种类；黑家鼠为争议种，本次验收阶段未将其列入调查区野生动物名录。

#### （3）动物种类组成

根据实地调查及对相关资料的综合分析，调查区有陆生脊椎动物 4 纲 27 目 85 科 236 种；调查区有国家 I 级重点保护野生动物 2 种，有国家 II 级重点保护野生动物 22 种，有海南省级重点保护野生动物 65 种。调查区的两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系及保护等级见表 5.1-17。

**表 5.1-17 调查区陆生脊椎动物种类、区系及保护级别一览表**

| 类别  | 种类组成 |    |     | 动物区系 |     |     | 保护级别   |         |      |
|-----|------|----|-----|------|-----|-----|--------|---------|------|
|     | 目    | 科  | 种   | 东洋种  | 古北种 | 广布种 | 国家 I 级 | 国家 II 级 | 海南省级 |
| 两栖类 | 1    | 6  | 23  | 23   | 0   | 0   | 0      | 0       | 8    |
| 爬行类 | 1    | 9  | 36  | 36   | 0   | 0   | 0      | 0       | 7    |
| 鸟类  | 17   | 52 | 150 | 100  | 16  | 34  | 2      | 19      | 41   |
| 兽类  | 8    | 18 | 27  | 26   | 0   | 1   | 0      | 3       | 9    |
| 合计  | 27   | 85 | 236 | 185  | 16  | 35  | 0      | 22      | 65   |

1) 两栖类

①种类、数量及分布

调查区两栖类共 1 目 6 科 23 种（名录详见附录 2），其中蛙科种类最多，共 9 种，占调查区两栖类总种数的 39.13%。调查区内未发现国家级重点保护野生两栖类分布，有海南省级重点保护野生两栖类 8 种，为弹琴蛙、细刺水蛙、云南臭蛙、滇南臭蛙、大绿臭蛙、海南湍蛙、脆皮大头蛙和海南溪树蛙。黑眶蟾蜍、沼蛙、泽陆蛙、饰纹姬蛙、花姬蛙等为调查区常见种，数量较多。

②区系组成

按区系类型分，调查区分布的 23 种野生两栖类全为东洋种。调查区地理位置处于东洋界，两栖类的迁移能力较弱，古北界成分很难跨越地理障碍向东洋界渗透，调查区内的两栖动物地理分区与所处地理位置相符。

③生态类型

根据两栖类生活习性的不同，将调查区分布的 23 种两栖类分为以下 3 种生态类型：

**静水型**（在静水或缓流中觅食）：有台北纤蛙（*Hylarana taipehensis*）、弹琴蛙和沼蛙共 3 种，主要在调查区内水流较缓的水域，如池塘、水洼、稻田等处生活，相对适应一般强度的人为干扰。

**陆栖型**（在陆地上活动觅食）：有海南拟髭蟾（*Leptobrachium hasseltii*）、黑眶蟾蜍、泽陆蛙、无声囊泛树蛙（*Polypedates mutus*）、花姬蛙（*Microhyla pulchra*）、小弧斑姬蛙（*Microhyla heymonsi*）、粗皮姬蛙（*Microhyla butleri*）、饰纹姬蛙和花狭口蛙（*Kaloula pulchra*）共 9 种，主要栖息于相对较为干燥的草地或林下，对海拔和湿度等没有太大的限制性因素，在调查区内分布相对广泛。主要食物为昆虫类，对人为干扰相对适应性比较强。

**树栖型**（在树上活动觅食，离水源较近的林子）：有锯腿水树蛙、背条跳树蛙（*Chirixalus doriae*）和斑腿泛树蛙共 3 种，树栖型蛙类生活环境多为溪流水质比

较清澈、水流速度较为湍急，河流中大小石头相对较多的区域。白天可见，但数量少，多为夜晚活动，摄食河流两岸的昆虫等，主要分布于林间溪流。此类群多数为中部山地省份成分类型，对人为干扰影响比较敏感，几乎都生活于人为干扰比较小的环境中。

**溪流型**（在流水中活动觅食）：有细刺水蛙、云南臭蛙、滇南臭蛙、大绿臭蛙、海南湍蛙、小湍蛙、脆皮大头蛙和海南溪树蛙共 8 种，它们主要分布于水库淹没区附近的大边河、大拉河、新郎河等支流附近，河流两岸植被茂盛、具有相对数量的石头覆盖率，栖息于海拔 120m~400m 的河流附近。此类群多数为中部山地省份成分类型，对人为干扰影响比较敏感，几乎都生活于人为干扰比较小的环境中。

## 2) 爬行类

### ①种类、数量及分布

调查区内野生爬行类共有 1 目 9 科 36 种（名录见附录 2）。其中游蛇科的种类最多，有 13 种，占调查区内野生爬行类总数的 36.11%。调查区内未发现国家级重点保护野生爬行类分布，有海南省级重点保护野生爬行类 7 种，为斑飞蜥（*Draco maculatus*）、细鳞拟树蜥（*Pseudocalotes microlepis*）、眼镜王蛇（*Ophiophagus hannah*）、舟山眼镜蛇（*Naja atra*）、银环蛇、紫灰蛇和海南颈槽蛇。调查区分布的野生爬行类中优势种为疣尾蜥虎（*Hemidactylus frenatus*）、中国石龙子、铜蜓蜥和乌华游蛇等，在调查区较常见。

### ②区系类型

调查区分布的 36 种爬行类全为东洋种。爬行类仍以东洋界成分仍占优势，此结果与调查区所处东洋界的地理位置相吻合。

### ③生态类型

根据爬行动物生活习性的不同，将调查区内的 36 种爬行动物分为以下 3 种生态类型：

**住宅型**（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括中国壁虎、疣尾蜥虎和锯尾蜥虎（*Hemidactylus garnotii*）共 3 种，其中中国壁虎和疣尾蜥虎比较喜欢在居民区附近生活，白天常隐蔽于墙缝或阴暗处，夜间出来活动，主要食物为蚊虫；锯尾蜥虎则不在居民区分布，常分布林地中，隐蔽性比较强。

**灌丛石隙型**（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括铜蜓蜥、中国石龙子、长尾南蜥（*Mabuya longicaudata*）、多线南蜥（*Mabuya multifasciata*）、

南滑蜥(*Scincella reevesii*)、斑飞蜥(*Draco maculatus*)、变色树蜥(*Calotes versicolor*)、细鳞拟树蜥、缅甸钝头蛇(*Pareas hamptoni*)、横纹钝头蛇(*Pareas margaritophorus*)、原矛头蝮(*Protobothrops mucrosquamatus*)、舟山眼镜蛇、台湾小头蛇、草腹链蛇、坡普腹链蛇、棕黑腹链蛇和海南颈槽蛇共 17 种, 它们主要栖息环境为阳光比较充足的道路两侧灌草丛、石堆或开阔的环境地带, 其中, 铜蜓蜥、中国石龙子、长尾南蜥、多线南蜥等蜥蜴类对生境要求严格, 适应人为干扰能力较弱。

**林栖傍水型** (在山谷间有溪流的山坡上活动): 包括海南棱蜥(*Tropidophorus hainanus*)、丽棘蜥、台湾竹叶青蛇(*Trimeresurus gracilis*)、中国沼蛇(*Myrrophis chinensis*)、铅色蛇、紫灰蛇、眼镜王蛇、银环蛇、尖尾两头蛇(*Calamaria pavementata*)、绿瘦蛇、过树蛇、繁花林蛇、翠青蛇、紫灰蛇、乌华游蛇(*Sinonatrix percarinata*)和异色蛇(*Xenochrophis piscator*)共 16 种, 它们大多为夜行性, 主要食物以昆虫、蜥蜴、鸟、小型哺乳动物等; 丽棘蜥主要活动于沿河沙滩区域; 尖尾两头蛇生活环境一般为林下或农田地下富含土壤动物的环境中, 食物主要为蚯蚓和一些中小型的土壤动物, 其他蛇类主要在调查区内水域附近的山间林地、溪流或水田中活动。调查区林栖傍水型爬行类种类数量最多, 此种生态类型构成了调查区中爬行类的主体。

### 3) 鸟类

#### ①种类、数量及分布

调查区内共分布有鸟类 150 种, 隶属于 17 目 52 科 (名录见附录 2)。其中, 以雀形目鸟类最多, 共 69 种, 占调查区内野生鸟类总数的 46.00%。调查区有国家 I 级重点保护野生鸟类分布 2 种: 海南山鹧鸪和海南孔雀雉, 有国家 II 级重点保护野生鸟类 19 种: 包括红原鸡、白鹇、小鸦鹃(*Centropus toulou*)、褐翅鸦鹃(*Centropus sincnsis*)、黑翅鸢、凤头蜂鹰、蛇雕、褐耳鹰、赤腹鹰、松雀鹰、雀鹰、黑鸢(*Milvus migrans*)、普通鵟、黄嘴角鸢、领角鸢、斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*)、东方草鸢、红隼(*Falco tinnunculus*)和游隼, 有海南省级重点保护野生鸟类 41 种, 包括中华鹧鸪(*Francolinus pintadeanus*)、栗树鸭(*Dendrocygna javanica*)、绿翅鸭(*Anas crecca*)、白眉鸭(*Anas querquedula*)、山斑鸠、火斑鸠、珠颈斑鸠、绿嘴地鸫(*Phaenicophaeus diardi*)、灰胸秧鸡(*Gallirallus striatus*)、白胸苦恶鸟(*Amaurornis phoenicurus*)、白鹭等。其中, 白鹭、池鹭、白鹇、黑卷尾(*Dicrurus macrocerus*)、白胸翡翠(*Halcyon snyderensis*)、棕背伯劳、珠颈斑鸠等为调查区内的优势种, 数量较多。

## ②区系组成

调查区分布的 150 种鸟类中, 东洋种 100 种, 占全部鸟类种数的 66.67%; 古北种 16 种, 占全部鸟类种数的 10.67%; 广布种 34 种, 占全部鸟类种数的 22.67%。调查区东洋界成分仍保持最多但古北界成分和广布种成分也占了较大比重, 这是由于鸟类季节性迁徙现象造成的。

## ③生态类型

根据鸟类生活习性的不同, 将调查区的 150 种野生鸟类分为以下 6 种生态类型:

**游禽** (脚向后伸, 趾间有蹼, 有扁阔的或尖嘴, 善于游泳、潜水和在水中掏取食物): 调查区分布的游禽有雁形目和鸕鹚目的部分种类, 如: 栗树鸭、绿翅鸭、白眉鸭和小鸕鹚, 共 4 种, 它们主要在调查区内的黎田河、琼中抽水蓄能电站的上下水库内活动、捕食, 适应人为干扰能力较弱。

**涉禽** (嘴、颈和脚都比较长, 脚趾也很长, 适于涉水行进, 不会游泳, 常用长嘴插入水底或地面取食): 调查区分布的涉禽有鸕鹚形目、鹤形目和鸕鹚形目 (除鸕鹚科鸟类外) 的部分种类, 如: 灰胸秧鸡、白胸苦恶鸟、黑水鸡、白骨顶、金眶鸕鹚、环颈鸕鹚、丘鹬、扇尾沙锥 (*Capella gallinago*)、矶鸕鹚 (*Actitis hypoleucos*)、大白鹭 (*Egretta alba*)、白鹭、牛背鹭和池鹭等, 共 21 种, 它们在调查区内主要分布于电站上下水库沿岸滩涂、周边村庄的池塘, 水田及树上, 清晨和傍晚活动频繁, 其余时间多为休息或隐蔽, 对人为干扰适应能力较弱。

**陆禽** (体格结实, 嘴坚硬, 脚强而有力, 适于挖土, 多在地面活动觅食): 调查分布的陆禽有鸡形目和鸕鹚形目的部分种类, 如: 海南山鸕鹚、中华鸕鹚、红原鸡、白鸕鹚、海南孔雀雉、山斑鸕鹚、火斑鸕鹚、珠颈斑鸕鹚和绿翅金鸕鹚, 共 9 种, 鸡形目鸟类多生活于山地雨林、山区常绿林、草灌丛等各类环境附近, 对人为干扰适应能力较弱; 鸕鹚形目鸟类则在林地附近生活, 属于林冠层鸟类, 适应人为干扰能力较强。

**猛禽** (具有弯曲如钩的锐利嘴和爪, 翅膀强大有力, 能在天空翱翔或滑翔, 捕食空中或地下活的猎物): 调查区域分布的猛禽有鹰形目、隼形目和鸕鹚形目的部分种类, 如: 黑翅鸕鹚、凤头蜂鸕鹚、蛇雕、褐耳鸕鹚、赤腹鸕鹚、松雀鸕鹚、雀鸕鹚、黑鸕鹚、普通鸕鹚、黄嘴角鸕鹚、领角鸕鹚、斑头鸕鹚、东方草鸕鹚、红隼和游隼, 共 15 种, 主要分布于针叶林或阔叶林, 活动范围较广, 偶尔游荡至调查区上空。猛禽处于食物链顶端, 在生态系统中占有重要地位。它们在控制啮齿类动物的数量, 维持环境

健康和生态平衡方面具有不可替代的作用。由于数量稀少，我国将所有猛禽都列为国家重点保护鸟类。

**攀禽**（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：调查区域内分布的攀禽有夜鹰目、鹃形目、咬鹃目、犀鸟目、佛法僧目和啄木鸟目的部分种类，如：普通夜鹰、长尾夜鹰、棕雨燕（*Cypsiurus balasiensis*）、小鸦鹃、褐翅鸦鹃、绿嘴地鹃、四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）、红头咬鹃（*Harpactes erythrocephalus*）、栗喉蜂虎（*Merops philippinus*）、普通翠鸟、白胸翡翠、戴胜（*Upupa epops*）和大斑啄木鸟（*Picoides major*）等，共 22 种，在调查区中除了翠鸟科鸟类主要分布于溪流水域附近外，以水中鱼虾类或蛙类为主要食物，杜鹃科和戴胜以昆虫为食物，多为节肢动物，常生活于灌丛附近，对人为干扰适应能力相对较强，其他种类主要分布于各种树林灌丛中，有部分也在林缘村庄内活动，对人为干扰适应能力相对较弱。

**鸣禽**（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：调查区分布的 69 种雀形目鸟类均为鸣禽，为典型的森林鸟类，它们在调查区内广泛分布，主要生境为林地、农田、居民区或灌丛。

#### ④居留型

在 150 种鸟类中，留鸟 127 种，占调查区鸟类总种数的 84.67%；冬候鸟 20 种，占调查区鸟类总种数的 13.33%；夏候鸟 3 种，占调查区鸟类总种数的 2.00%。调查区繁殖鸟（留鸟和夏候鸟）所占调查区鸟类总种数的 86.67%，大部分鸟类在调查区繁殖。

### 4) 兽类

#### ①种类、数量及分布

调查区内兽类共有 8 目 18 科 27 种（名录见附录 2）。其中，以翼手目最多，有 8 种，占调查区内兽类总数的 29.63%。调查区有国家 II 级重点保护野生兽类 3 种：猕猴（*Macaca mulatta*）、水鹿（*Cervus equinus*）和海南兔（*Lepus hainanus*），有海南省级重点保护野生兽类 9 种：即北树鼯（*Tupaia belangeri*）、棕果蝠（*Rousettus leschenaulti*）、皱唇犬吻蝠（*Tadarida plicata*）、鼬獾、果子狸、食蟹獾、印度鹿（*Muntiacus muntjak*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）和豪猪。

#### ②区系类型

根据区系类型分，调查区的野生兽类可分为东洋种 26 种，占调查区内野生兽类总数的 96.30%；广布种 1 种，占调查区内野生兽类总数的 3.70%。调查区内的

兽类主要是一些小型兽类，其迁移能力也不强，因此古北界种很难跨越地理障碍向东洋界渗透。

### ③生态类型

根据兽类生活习性的不同，将调查区内的 27 种野生兽类分为以下 4 种生态类型：

**半地下生活型**（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：有华南缺齿鼯、臭鼯（*Suncus murinus*）、华南中麝鼯（*Crocidura rapax*）、鼯獾、果子狸、食蟹獾、黄胸鼠、北社鼠、褐家鼠、针毛鼠、豪猪和海南兔共 12 种，其中，华南缺齿鼯、大臭鼯等劳亚食虫目的视觉相对退化，嗅觉功能相对发达，主要食物为地下的蚯蚓等土壤动物或昆虫幼虫，一般都分布于土壤有机质相对比较丰富、土壤颗粒比较疏松的地带或林缘；鼯獾、果子狸和食蟹獾栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近，夜行性，主要以啮齿类动物为食，性机警，在调查区主要分布于平原灌草丛及农田生境；海南兔生境多样，在调查区较为常见；黄胸鼠、北社鼠和褐家鼠等鼠类具有家和野外两种习性，由于居民区生活垃圾比较多，食物资源比较丰富，因此密度相对较高，褐家鼠多分布于居民区附近，而黄胸鼠在野外分布也比较大，这些鼠类对人为干扰适应能力较强，伴人而居的类群。

**岩洞栖息型**（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：有棕果蝠、大菊头蝠（*Rhinolophus luctus*）、大蹄蝠、中蹄蝠（*Hipposideros larvatus*）、皱唇犬吻蝠、锡兰伏翼（*Pipistrellus ceylonicus*）、大黄蝠和亚洲长翼蝠（*Miniopterus schreibersii*）共 8 种。它们在清晨和黄昏活动频繁。食物为空中飞翔的昆虫等，多栖息于椰子树等乔木树冠或村落具有洞穴处，甚至在山洞中栖息，适应人为干扰能力较强，村落常见优势类群。

**地面生活型**（主要在地面上活动、觅食）：有野猪、印度鹿和水鹿 3 种，野猪生境多样，杂食性，一般在早晨和黄昏时分活动觅食；印度鹿和水鹿体型相对较大，它们主要栖息在小丘陵、小山的低谷或热带雨林边缘的灌丛、杂草丛中。

**树栖型**（主要在树上栖息、觅食）：该类型有猕猴、北树鼯、隐纹花松鼠和赤腹松鼠共 4 种。猕猴栖息广泛，包括草原、沼泽各类森林，在调查区主要在水库附近溪旁沟谷和江河岸边的密林中；隐纹花松鼠和在各种生境几乎都可见，是非常适应人为干扰的物种之一，而赤腹松鼠多分布于人为干扰较小的林地，抗人为干扰能力较弱。

## 5) 国家重点保护野生动物

调查区内陆生野生脊椎动物中, 有国家 I 级重点保护野生动物 2 种: 海南山鹧鸪和海南孔雀雉, 有国家 II 级重点保护野生动物 22 种: 包括红原鸡、白鹇、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、凤头蜂鹰、蛇雕、褐耳鹰、赤腹鹰、松雀鹰、雀鹰、黑鸢、普通鵟、黄嘴角鸢、领角鸢、斑头鸺鹠、东方草鸮、红隼、游隼、猕猴、水鹿和海南兔。根据《海南琼中抽水蓄能电站珍稀动物分布图》和《海南黎母山自然保护区珍稀动植物分布图》, 海南孔雀雉在调查区主要分布于上水库坝址及库尾东侧约 1km 的山地雨林及竹林中, 对活动区的利用非常稳定, 活动区面积较小, 数量十分稀少, 为全球性濒危物种, 对人为干扰非常敏感, 弱受惊扰, 即行遁去。海南山鹧鸪在调查区主要分布山水库中间段仅存的几片山地常绿林中, 群众数量较小, 为全球性易危种, 极为罕见; 黑翅鸢、凤头蜂鹰、蛇雕等为猛禽, 飞行能力强, 活动范围广, 主要栖息于调查区的林间密林, 偶尔从调查区上空掠过; 水鹿、猕猴和海南兔等哺乳动物多数为夜间活动, 而且活动能力强, 都栖息于深山密林, 人迹少涉之地。调查区国家重点保护野生动物名录见表 5.1-18。

表 5.1-18 调查区国家重点保护野生动物名录

| 中文名、拉丁名                                 | 生境                                              | 居留型<br>(鸟类) | 保护<br>等级 | 环评<br>阶段 | 竣工验收阶段 |    |    |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|----------|----------|--------|----|----|
|                                         |                                                 |             |          |          | 资料     | 访问 | 目击 |
| 海南山鹧鸪<br><i>Arborophila ardens</i>      | 栖息在海拔较低的山地和丘陵地带。                                | 留鸟          | 国家 I 级   | √        | √      |    |    |
| 海南孔雀雉<br><i>Polyplectron katsumatae</i> | 栖息于常绿阔叶林及竹林中                                    | 留鸟          | 国家 I 级   | √        | √      |    |    |
| 红原鸡<br><i>Gallus gallus</i>             | 主要栖息于低山、丘陵、平原的热带雨林、常绿和落叶阔叶林、竹林以及林缘灌丛、稀树草坡等各类生境中 | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      | √  |    |
| 白鹇<br><i>Lophura nycthemera</i>         | 主要栖于山地阔叶林。                                      | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      |    |    |
| 小鸦鹃<br><i>Centropus toulou</i>          | 喜山边灌木丛、沼泽地带及开阔的草地包括高草                           | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      |    |    |
| 褐翅鸦鹃<br><i>Centropus sincnsis</i>       | 喜林缘地带、次生灌木丛                                     | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      | √  | √  |
| 黑翅鸢<br><i>Elanus caeruleus</i>          | 栖息于有树木和灌木的开阔原野                                  | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      |    |    |
| 凤头蜂鹰<br><i>Pernis ptilorhyncus</i>      | 栖息于阔叶林、针叶林和混交林中, 尤以疏林和林缘地带较为常见                  | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      |    |    |
| 蛇雕<br><i>Spilornis cheela</i>           | 栖息和活动时于山地森林及其林缘开阔地带                             | 留鸟          | 国家 II 级  | √        | √      |    |    |

| 中文名、拉丁名                              | 生境                        | 居留型<br>(鸟类) | 保护<br>等级  | 环评<br>阶段 | 竣工验收阶段 |    |    |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|----------|--------|----|----|
|                                      |                           |             |           |          | 资料     | 访问 | 目击 |
| 褐耳鹰<br><i>Accipiter badius</i>       | 栖息于山地和平原森林中               | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 赤腹鹰<br><i>Accipiter soloensis</i>    | 栖息于山地森林和林缘地带              | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 松雀鹰<br><i>Accipiter virgatus</i>     | 栖息于林缘和丛林等较为空旷的地带          | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 雀鹰<br><i>Accipiter nisus</i>         | 栖息于山地森林和林缘地带              | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 黑鸢<br><i>Milvus migrans</i>          | 栖息于开阔平原、草地、荒原             | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      | √  |    |
| 普通鵟<br><i>Buteo buteo</i>            | 多栖息在开阔地和附近的林缘。            | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 黄嘴角鸢<br><i>Otus spilocephalus</i>    | 主要栖息于山地常绿阔叶林和混交林中         | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 领角鸢<br><i>Otus lettia</i>            | 主要栖息于山地阔叶林和混交林中           | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 斑头鸺鹠<br><i>Glaucidium cuculoides</i> | 栖息于从阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛等生境   | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 东方草鸮<br><i>Tyto longimembris</i>     | 活动于茂密的热带草原，沼泽地            | 留鸟          | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 红隼<br><i>Falco tinnunculus</i>       | 常栖息于林缘、林间空地、疏林和旷野、河谷和农田地区 | 冬候鸟         | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 游隼<br><i>Falco peregrinus</i>        | 主要栖息于山地、丘陵、半荒漠、沼泽与湖泊沿岸地带  | 冬候鸟         | 国家<br>II级 | √        | √      |    |    |
| 猕猴<br><i>Macaca mulatta</i>          | 栖息广泛，草原、沼泽各类森林            | —           | 国家<br>II级 | √        | √      | √  |    |
| 水鹿<br><i>Cervus equinus</i>          | 生活于热带和亚热带林区以及高原地区等环境      | —           | 国家<br>II级 | √        | √      | √  |    |
| 海南兔<br><i>Lepus hainanus</i>         | 栖息在西部丘陵平野的灌丛低草坡           | —           | 国家<br>II级 | √        | √      | √  |    |

### 5.1.2.2 电站建设前后动物对比及影响分析

#### (1) 电站建设前后动物对比

对《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报告书》(即抽水蓄能电站建设前,调查时间为2011年4月)及本次(抽水蓄能电站运行后,调查时间为2019年4月)实地野外调查的陆生动物种类进行对比,抽水蓄能电站建设前后工程调查区陆生脊椎动物种类变化见表5.1-19。

表 5.1-19 项目建设前及蓄水后动物组成对照表

| 纲 | 两栖纲 |     | 爬行纲 |     | 鸟纲  |     | 兽纲  |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 建设前 | 蓄水后 | 建设前 | 蓄水后 | 建设前 | 蓄水后 | 建设前 | 蓄水后 |
| 目 | 1   | 1   | 2   | 1   | 17  | 17  | 8   | 8   |
| 科 | 5   | 6   | 6   | 9   | 46  | 52  | 17  | 18  |
| 种 | 23  | 23  | 35  | 36  | 148 | 150 | 28  | 27  |

对比环评阶段调查成果，两栖类种类数量未发生变化，但是科增加一种，这是由于采用的分类系统不同，将泽陆蛙和脆皮大头蛙列入了叉舌蛙科。爬行类少了一目，是由于分类系统不一致的原因，环评阶段将爬行纲分为蜥蜴目和蛇目，现阶段将蜥蜴目和蛇目合并为有鳞目；科由环评阶段的 6 科增加到 9 科，这是由于将环评阶段游蛇科的缅甸钝头蛇和横纹钝头蛇列入了钝头蛇科，将中国沼蛇和铅色蛇列入水蛇科，将紫沙蛇列入了鳗形蛇科；同时，根据现场调查增加中国石龙子 1 种。鸟类增加了 6 科 2 种，由于采用的分类系统的不同，将环评阶段属于隼形目的鹰科归入鹰形目，先阶段隼形目仅包括隼科，同时，将雨燕目归入夜鹰目，将戴胜目归入犀鸟目；增加的 6 科为从莺科中单独列出苇莺科、柳莺科，从画眉科中单独列出的幽鹛科、林鹛科，从鸫科中单独列出的鹟科以及验收阶段新调查到的佛法僧科，增加的 2 种为验收阶段新调查到的三宝鸟和麻雀。兽类中的黑家鼠为争议种，因此本次验收阶段未将其列入调查区野生动物名录，故本阶段比环评阶段减少 1 种。

重点保护野生动物方面，本次验收阶段两栖类、爬行类和鸟类在国家级和省级重点保护野生动物未发生变化，兽类中增加海南省重点保护野生兽类皱唇犬吻蝠和鼬獾，为环评阶段统计遗漏。

总体来说，验收阶段和环评阶段调查成果相比，陆生野生动物各类群种数变化不大，仅爬行列增加了 1 种，鸟类有增加了 2 种，兽类由于存在争议种 1 种未列入验收阶段野生动物名录。物种增加的主要原因：两次调查前后相距 8 年，随着调查次数的增加以及调查的深入，一些此前未被发现的物种陆续被发现。验收阶段，电站蓄水，淹没了部分林地、灌草地、耕地和水域等，导致部分动物生境及栖息地被占用，淹没线下的动物往高海拔地区迁移，导致调查区内物种的分布格局的变化，但对调查区内动物数量影响较小。

表 5.1-20 环评阶段至蓄水验收阶段陆生动物变化情况表

| 项目            | 评价阶段调查到的物种数 | 验收阶段调查到的物种数 | 变化情况                                                                                      |
|---------------|-------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 两栖类           | 23          | 23          | 种类基本未有变化，但是枢纽工程区及水库淹没线下两栖类数量有所减少。                                                         |
| 爬行类           | 35          | 36          | 种类增加 1 种，为中国石龙子，为本阶段现场调查所得，但是枢纽工程区及水库淹没线下两栖类数量有所减少。                                       |
| 鸟类            | 148         | 150         | 鸟类增加 2 种，增加的鸟类主要为三宝鸟和麻雀，均为本阶段现场调查所得。                                                      |
| 兽类            | 28          | 27          | 种类减少 1 种，黑家鼠，由于其为争议种，因此本次验收阶段未将其列入调查区野生动物名录，枢纽工程区及淹没线下其他兽类数量有所减少。但枢纽工程区及库区淹没线上鼠类种群数量有所增加。 |
| 国家 I 级重点保护动物  | 2           | 2           | 没有变化                                                                                      |
| 国家 II 级重点保护动物 | 63          | 65          | 兽类中增加海南省重点保护野生兽类皱唇犬吻蝠和鼬獾，为环评阶段统计遗漏                                                        |

## (2) 陆生动物影响分析

### 1) 施工期对陆生动物的影响分析

工程施工对调查区内的动物影响主要为工程占地、开挖和施工人员活动等干扰因素破坏植被，从而对野生动物的生境产生了一定的干扰和破坏，使其活动区域、迁移途径、栖息区域、觅食范围受到一定的影响。另外施工机械、车辆的噪声等将迫使动物远离工程施工附近区域。此外，由于水库建设临时公路的修建，辅助建筑物的搭建，原材料的堆放等和人为干扰活动的增加将使有些动物的栖息地和活动范围受到破坏和缩小，使原来较大面积或范围内的连续分布的生境，被分成多个小生境，产生新的边界，形成片断化的生境，随着生境变化，受到此影响动物被迫寻找新的生活环境。根据本次验收调查，工程永久占地区已不存在适合野生动物栖息的生境，但由于本工程永久占地较小，占地区不是野生动物活动的主要范围，且调查区周边植被覆盖率高，适宜野生动物栖息的生境较丰富，野生动物在部分生境遭到破坏和干扰时，很容易逃逸到附近合适生境继续生活。工程的建设对区域内野生动物的分布格局造成了一定的影响，但未改变区域内动物种类组成和区系，对动物的影响不大。

### 2) 运行期对陆生动物的影响分析

水库建成后，坝区以上的支流部分区域的岸边、河谷地带现有的野生动物生境将被淹没，将使得陆生动物的栖息地相对缩小。库区水深变深，动物的迁移通

道被切断。水库建成后，由于水面的上升和水域面积的扩大，使淹没区的水域面积增加，因此静水类型将会增多，湿地也随着有新的改变，动物类群会发生较为明显的变化。根据本次验收调查，电站运行期间，上下水库水深较深，水域面积增加，淹没了部分野生动物的生境，对野生动物的生存环境造成了一定的破坏，其中，受影响较大的为对水环境依赖较大的蛙类，调查表明，项目区的两栖动物除泽蛙、大绿蛙、沼蛙、细刺蛙、花姬蛙尚有一定数量外，其他种类的数量十分稀少，且区间的两栖类种类由溪流型逐渐向静水型转变。而爬行类、鸟兽类活动能力相对较强，且主要活动于上下水库间的山地雨林，工程运行期间对该区域干扰较小，外次，随着电站的运行，区域水域环境增加，有利于这些野生动物饮水，对其生存起到一定有利的作用。总体来说，工程在运行期间对野生动物的影响很小。

### 5.1.3 水生生态影响调查

#### 5.1.3.1 水生生物现状调查

##### （1）鱼类资源

##### 1) 种类组成

根据《海南黎母山省级自然保护区科学调查报告》（海南黎母山自然保护区科学组，2010），黎母山共有鱼类 4 目 12 科 31 种，在南渡江水系支流中发现鱼类 14 种。2011 年 4 月，海南师范大学对琼中抽水蓄能电站影响水域水生生态进行了实地调查，结合历史资料，统计出调查区淡水鱼类有 5 目 13 科 47 种，其中现场调查到的鱼类有 22 种。奥来国信（北京）检测技术有限责任公司分别于筹建期（2014 年 3 月 22-30 日和 2014 年 10 月 8-12 日）、施工期（2015 年 4 月 10-16 日和 2015 年 10 月 3-10 日）开展了水生生态调查，调查范围内主要淡水鱼类种类未发生变化，为 5 目 13 科 47 种。本次生态验收现场调查中，调查人员共调查到鱼类 25 种，其中鰱（*Hemiculter leucisculus*）和大刺鲃（*Mastacembelus armatus*）在之前调查中未记录。结合环评、监测资料及现场调查，琼中抽水蓄能电站调查区分布有鱼类 5 目 14 科 49 种，没有国家级保护鱼类，鱼类名录见附录 3。

##### 2) 鱼类区系

根据动物区系复合体学说，调查区鱼类主要由 4 个区系复合体构成：

①中国平原区系复合体：调查区有鲴亚科、鰱、马口鱼、等为代表种类。这类鱼的特点：很大部份产漂流性鱼卵，一部分鱼虽产粘性卵但粘性不大，卵产出后附着在物体上，不久即脱离，顺水漂流并发育；该复合体的鱼类都对水位变动

敏感，许多种类在水位升高时从湖泊进入江河产卵，幼鱼和产过卵的亲鱼入湖泊育肥。

②南方平原区系复合体：调查区有波鱼属、拟细鲫、宽额鳊、大刺鳅、鰕虎鱼等。这类鱼常具拟草色，身上花纹较多，有些种类具棘和吸取游离氧的副呼吸器官，如鳊的鳃上器。此类鱼喜暖水，在北方选择温度最高的盛夏繁殖，多能保护鱼卵和幼鱼，分布在东亚，愈往低纬度地带种类愈多。分布除东南亚外，印度也有一些种类。说明此类鱼适合在炎热气候、多水草易缺氧的浅水湖泊池沼中生活。

③中亚山地区系复合体：南方热带、亚热带山区急流生活鱼类，包括纹唇鱼（*Osteochilus salsburyi*）、横纹南鳅（*Schistura fasciolata*）、琼中拟平鳅（*Liniparhomaloptera disparis qiongzhongensis*），这些鱼类分布范围较狭，具体特征结构能适应山区急流的环境。

④晚第三纪早期区系复合体：调查区有泥鳅、越鳊等。该动物区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚，但在西伯利亚已绝迹，故这些鱼类被看作残遗种类。它们共同特征是视觉不发达，嗅觉发达，以底栖生物为食者较多，适应于当时浑浊的水中生活。

### 3) 鱼类生态特点

#### ①生态类群

按鱼类主要生活环境和生活水层的不同。该区鱼类生态类群有下列类群：

静水缓流水体类群适宜生活于静缓流水水体中，或以浮游动植物为食，或杂食，或动物性食性，部分种类须在流水环境下产漂流性卵或可归于流水性种类，此类群有鳊、麦穗鱼、泥鳅、罗非鱼、鲃科鱼类等。

流水类群主要或完全生活在江河流速环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚或为杂食性；或以浮游动植物为食。此类群有鮡亚科、野鲮亚科、鲃亚科、平鳍鳅科。

调查的河流多为砾石、卵石底质溪流，因而适宜于急流、地层和石隙岩洞生活的鱼类生长，适应急流流水环境的种类较多。

#### ②食性类型

根据调查区成鱼的摄食对象，将琼中抽水蓄能电站工程影响区鱼类划分为 3

类：

A.植食性鱼类 包括以维管植物为食的草鱼和以周丛植物为食的银鲴、纹唇鱼等。

B.肉食性鱼类 包括以鱼类为主要捕食对象的鲇、宽额鳢等，及以底栖动物、浮游动物为食的大刺鲃等。

C.杂食性鱼类 该类鱼食谱广，包括小型动物、植物及其碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。包括鲤、鲫、泥鳅、马口鱼、鲮等。

### ③产卵类型

调查水域分布鱼类依繁殖习性可分为 3 个类群。

#### A.产粘沉性卵类群

本水域鱼类绝大多数鱼类为产粘沉性卵类群。

这一类群包括包括鲇形目的鲇等。鲤科的宽鳍鱮、马口鱼、鲤、鲫、白甲鱼等，鳅科的泥鳅、花鳅等。其产卵季节多为春夏间，也有部分种类晚至秋季，且对产卵水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。

少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵，其卵有的黏附于水草发育，如鲤、鲫、泥鳅等；有的黏附于砾石，如鲇、鰕虎鱼等。

#### B.产浮性卵类群

宽额鳢等鱼类的卵具油球，在水中漂浮发育。

#### C.特异性产卵类群

此类群有鳊鲂多产卵于蚌类的鳃瓣中发育，丽鱼科罗非鱼属鱼卵在口腔内受精发育。

### 4) 渔获物情况

2019 年 4 月，调查人员在上水库、下水库、槟榔沟和黎田河 4 个区域进行调查。调查方式以现场捕捞为主，主要调查方式为流刺网（网目：2cm）、地笼。进行鱼类资源调查，共采集到鱼类 20 种。

调查区内渔获物以鲮、无斑南鳅、南方波鱼、马口鱼、罗非鱼和宽额鳢为主。

表 5.1-21                    2019 年琼中抽水蓄能电站调查区渔获物统计表

| 物种      | 样本量 | 数量比   | 重量     | 重量比   |
|---------|-----|-------|--------|-------|
|         | /尾  | %     | /kg    | %     |
| 鲮       | 82  | 36.9  | 861    | 11.2  |
| 无斑南鳅    | 28  | 12.6  | 95.2   | 1.2   |
| 南方波鱼    | 19  | 8.6   | 64.6   | 0.8   |
| 子陵吻鰕虎鱼  | 16  | 7.2   | 56     | 0.7   |
| 马口鱼     | 15  | 6.8   | 523.5  | 6.8   |
| 尼罗罗非鱼   | 14  | 6.3   | 2821   | 36.8  |
| 宽额鳊     | 10  | 4.5   | 652    | 8.5   |
| 高体鳊     | 7   | 3.2   | 22.4   | 0.3   |
| 鲫       | 7   | 3.2   | 1004.5 | 13.1  |
| 大刺鳅     | 5   | 2.3   | 495    | 6.5   |
| 横纹南鳅    | 4   | 1.8   | 12.4   | 0.2   |
| 纹唇鱼     | 3   | 1.4   | 354    | 4.6   |
| 拟细鲫     | 2   | 0.9   | 9      | 0.1   |
| 银鲴      | 2   | 0.9   | 109.6  | 1.4   |
| 南方白甲鱼   | 2   | 0.9   | 292.6  | 3.8   |
| 鲃       | 2   | 0.9   | 39.2   | 0.5   |
| 海南黑鳍鲸   | 1   | 0.5   | 12.2   | 0.2   |
| 唇鲮      | 1   | 0.5   | 49     | 0.6   |
| 莫桑比克罗非鱼 | 1   | 0.5   | 196    | 2.6   |
| 溪吻鰕虎鱼   | 1   | 0.5   | 3.2    | 0.04  |
| 合计      | 222 | 100.0 | 7672.4 | 100.0 |



|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |
| 宽额鳊                                                                                 | 南方波鱼                                                                                 |
|    |    |
| 鲫                                                                                   | 马口鱼                                                                                  |
|   |   |
| 东方墨头鱼                                                                               | 南方白甲鱼                                                                                |
|  |  |
| 纹唇鱼                                                                                 | 尼罗罗非鱼                                                                                |



图 5.1-6 调查区渔获物情况

表 5.1-22

调查区现场渔获物调查表

| 物种      | 上水库 | 下水库 | 槟榔沟 | 黎田河 |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| 鲮       | 0   | 68  | 0   | 14  |
| 无斑南鳅    | 0   | 24  | 4   | 0   |
| 南方波鱼    | 0   | 0   | 6   | 13  |
| 子陵吻鰕虎鱼  | 0   | 0   | 7   | 9   |
| 马口鱼     | 3   | 8   | 0   | 4   |
| 尼罗罗非鱼   | 5   | 8   | 0   | 1   |
| 宽额鳊     | 0   | 7   | 1   | 2   |
| 高体鳊     | 0   | 0   | 3   | 4   |
| 鲫       | 0   | 3   | 0   | 4   |
| 大刺鳅     | 0   | 3   | 2   | 0   |
| 横纹南鳅    | 0   | 0   | 0   | 4   |
| 纹唇鱼     | 0   | 3   | 0   | 0   |
| 拟细鲫     | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 银鲮      | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 南方白甲鱼   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 鲃       | 0   | 0   | 2   | 0   |
| 海南黑鳍鳈   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| 唇鲮      | 0   | 0   | 0   | 1   |
| 莫桑比克罗非鱼 | 0   | 1   | 0   | 0   |
| 溪吻鰕虎鱼   | 0   | 0   | 1   | 0   |

5) 渔业资源状况

根据历次调查结果，调查范围内鱼类多样性较高，以山溪小型鱼类为主，河流中渔获物以南方波鱼、宽额鳊和马口鱼为主，水库中以罗非鱼和鲮为主。野生鱼类以中小型鱼类为主，缺乏经济价值较高的大型种类。

河流鱼类受人类干扰影响，由于过度捕捞、电捕等原因，大型鱼类已经非常稀少，许多常见鱼类以及土著鱼类种群数量显著下降。黎田河、槟榔沟和烂田河属山溪性小河流，当地人使用电鱼机电鱼、毒鱼等非法捕捞现象时有发生。非法捕鱼手段对渔业资源造成毁灭性的打击。琼中县近几年进行渔业增殖放流活动并发展水产养殖，开展水产养殖池塘补贴等工作，恢复了鱼类资源，一定程度缓

解了当地居民对河流鱼类捕捞需求。

#### 6) 外来物种

调查区调查到的外来物种有罗非鱼，分布于上下库区和黎田河河段。通过调查，调查区上水库大丰水库有养殖的历史，在槟榔沟上游有鱼类养殖池塘，引入的外来种在评价水域自然繁殖。

#### 7) 鱼类重要生境

##### ①产卵场

山地江河鱼类的产卵场因产卵鱼群小，产卵场地分散，常因不同年份洪水量的大小，滑坡、泥石流的大小、频度，河床的形态、淤积程度、水流态势、落差变化等综合因子的影响而发生变化。鱼类的产卵场，常常每年都在变动之中，鱼类的产卵场是很不稳定的，其不稳定性常随江河的上溯而增大，所以山地江河鱼类繁殖产卵为分散小群，以适应山地江河水域环境的动态特征。在环评阶段发现评价河段适宜鱼类产卵的生境较多，鱼类的产卵场分散，产卵场上同时产卵的群体较小，没有发现大型的鱼类的产卵场。槟榔沟、黎田河、烂田河底质为砾石，河滩及两岸具有丰富的水生植被，适宜产卵生境较多，本次调查在槟榔沟大边村、烂田河和黎田河的多处河段发现有仔鱼和稚鱼鱼群，河流流速很缓，结合河流生境，河流中鱼类的产卵场分布较分散，没有发现成规模的鱼类产卵场。

##### ②索饵场

鳊属、鲃科鱼类等以鱼类为食鱼类的索饵场，随其生活习性及摄食鱼群的分布而分布。马口鱼、鲫等杂食性鱼类索饵场的环境基本特征是水生植物丰富，缓流或静水，水深 0~0.5cm，其间有砾石、礁石、沙质岸边，这些区域易于躲避敌害，同时，这些地方小型饵料丰富，敌害生物少，有利于幼鱼的存活。

三条山溪小河流中幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵，索饵场分布较分散。

下水库库区内大多数区域消落带明显，水生植物资源匮乏，库区鱼类分散在库尾和库叉等具有水流汇入及块石附着藻类的区域索饵。

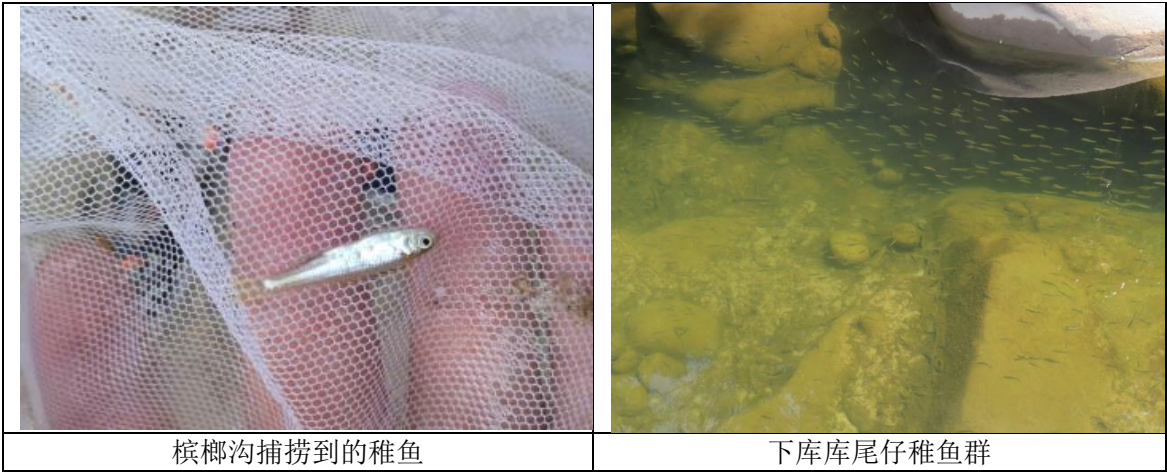


图 5.1-7 调查区仔稚幼鱼调查

③越冬场

调查区在中、高纬天气系统的环流入侵下，形成热带岛屿季风气候，高温多雨，干季、雨季明显，冬春干旱，夏秋多雨。调查区水域不存在鱼类的越冬场，只是在枯水期来临之际，位于烂田河、槟榔沟等流水域鱼类会进入到饵料相对丰富、水态相对稳定、水深相对较大水域中生活，下水库上游支流的鱼类进入水库中生活。

(2) 淡水龟类

1) 种类组成

在调查区淡水龟种类共有 2 科 7 种，其中三线闭壳龟为国家 II 级重点保护野生动物。三线闭壳龟主要栖息于海拔 50-400m 的河流和沼泽地区，摄食螺、虾、蚯蚓等。目前在海南，包括许多自然保护区，其种群数量非常低，野外已很难调查到。

2) 淡水龟种类的分布、栖息地以及生活习性

淡水龟类种群数量非常低，通过访问当地居民，并结合环评报告及生态监测的成果，淡水龟的分布、栖息地及生活习性如下：

①三线闭壳龟：分布于腰仔河和黎田河流域的低地河段，栖息于海拔 50-400m 的河流和沼泽地区。摄食螺、虾、蚯蚓等。由于三线闭壳龟目前市场价格非常昂贵，非法狩猎相当严重，目前在海南，包括许多自然保护区，其种群数量非常低，野外已很难调查到，已濒临绝灭。

②锯缘摄龟：分布于腰仔河和黎田河流域的上游地区。栖息于山区溪流附近，陆栖种类，主要摄食植物果实，蚯蚓等。

③中华花龟：分布于腰仔河和黎田河流域的下游地区。栖息于池塘、水流平

缓的河流等环境。食性杂，摄食植物果实、嫩叶以及昆虫、虾等。

④平胸龟：分布于腰仔河和黎田河流域的上游山区，栖息于海拔 150-400 米的溪流中。摄食螃蟹、螺、虾等。

⑤四眼斑水龟：栖息于山区溪流环境中的水栖龟类，在黎母山主要分布于海拔 170-470 米的溪流中。摄食摄食螺、虾、蚯蚓和水绵摄食、大榕落果等。

⑥黄额闭壳龟：分布于腰仔河和黎田河流域。栖息于山区林下，陆栖种类，主要摄食植物果实，蚯蚓等。

⑦黄喉拟水龟：分布于腰仔河和黎田河流域。栖息于溪流、水流平缓的河流。食性杂，摄食植物果实、嫩叶以及昆虫、虾等。

(3) 饵料生物

2019 年 4 月调查人员对琼中抽水蓄能电站调查区进行了现场调查，根据代表性、整体性和可操作性原则，水生生物调查监测在工程调查区的水域内设置了 5 个水生生物采样断面。

表 5.1-23 水生生物调查样点环境因子表

| 序号 | 采样点 | 经纬度                              | 海拔<br>(m) | 气温  | 水温  |    |           |        |             |
|----|-----|----------------------------------|-----------|-----|-----|----|-----------|--------|-------------|
|    |     |                                  |           | (℃) | (℃) | 底质 | 水深<br>(m) | 透明度(m) | 流速<br>(m/s) |
| 1  | 上水库 | 19°11'37.6"N,<br>109°43'40.3"E   | 573       | 32  | 27  | 砂石 | 30        | 2      | 0           |
| 2  | 下水库 | 19°12'16.7" N,<br>109°42'44.8" E | 267       | 34  | 28  | 砂石 | 50        | 1.5    | 0           |
| 3  | 烂田河 | 19°13'53.8" N,<br>109°43'00.4" E | 190       | 35  | 28  | 砾石 | 0.5       | 见底     | 0.3         |
| 4  | 槟榔沟 | 19°14'19.3" N,<br>109°44'54.0" E | 171       | 34  | 27  | 砾石 | 0.4       | 见底     | 0.3         |
| 5  | 黎田河 | 19°15'38.0" N,<br>109°44'36.6" E | 160       | 34  | 27  | 砾石 | 0.5       | 见底     | 0.3         |





图 5.1-8 水生生境情况

1) 浮游植物

①种类组成

调查人员在 5 个采样点共检出浮游藻类植物 6 门 49 种（属），其中硅藻门 23 种（属），绿藻门 19 种（属），名录见附录 3。各采样点常见浮游植物有硅藻门的普通等片藻（*Diatoma vulgare*）、针杆藻（*Synedra* sp.）、颤藻（*Oscillatoria* sp.）和四尾栅藻（*Scenedesmus quadricauda*）等。上下库区与河流中浮游植物组成有较大差异，上水库和下水库浮游植物优势种为水华微囊藻（*Microcystis flosaquae*）、锥囊藻（*Dinobryon* sp.）、针杆藻和栅藻等，三条河流中浮游植物优势种为普通等片藻、颤藻、针杆藻、水绵（*Spirogyra* sp.）、栅藻等。

②密度和生物量

通过调查，调查区水体中浮游植物的平均密度为  $33.21 \times 10^4 \text{ ind/L}$ ，平均生物量为  $0.2716 \text{ mg/L}$ 。其中蓝藻密度最高，硅藻生物量最高，分别为  $22.06 \times 10^4 \text{ ind./L}$  和  $0.2019 \text{ mg/L}$ 。

上下库区以蓝藻门的微囊藻和金藻门的锥囊藻密度较大，三条河流采样点为流水河段，因此硅藻密度较高。

表 5.1-24 调查区各采样点浮游植物密度 ( $\times 10^4 \text{ind./L}$ ) 与生物量 ( $\text{mg/L}$ )

|     |     | 上水库    | 下水库    | 烂田河    | 槟榔沟    | 黎田河    | 平均     |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 蓝藻门 | 密度  | 36.24  | 72.6   | 0.64   | 0.16   | 0.64   | 22.06  |
|     | 生物量 | 0.0192 | 0.0289 | 0.0213 | 0.0096 | 0.0304 | 0.0219 |
| 硅藻门 | 密度  | 2.4    | 4.8    | 11.84  | 10.56  | 7.84   | 7.49   |
|     | 生物量 | 0.0890 | 0.1126 | 0.2398 | 0.3680 | 0.2003 | 0.2019 |
| 绿藻门 | 密度  | 4.08   | 2.28   | 2.72   | 2.56   | 2.72   | 2.87   |
|     | 生物量 | 0.0672 | 0.0234 | 0.0566 | 0.0279 | 0.0406 | 0.0432 |
| 其它  | 密度  | 2.28   | 1.2    | 0.32   | 0      | 0.16   | 0.79   |
|     | 生物量 | 0.0138 | 0.0060 | 0.0016 | 0      | 0.0016 | 0.0046 |
| 总计  | 密度  | 45     | 80.88  | 15.52  | 13.28  | 11.36  | 33.21  |
|     | 生物量 | 0.1893 | 0.1709 | 0.3193 | 0.4055 | 0.2729 | 0.2716 |

## 2) 浮游动物

## ①种类组成

5 个采样点共检出浮游藻类植物 4 类 21 种 (属), 名录见附录 3。各采样点常见浮游植物有原生动物类的表壳虫 (*Arcella* sp.)、砂壳虫 (*Diffugia* sp.), 轮虫类的臂尾轮虫 (*Brachionus* sp.), 桡足类的无节幼体 (*Nauplius*) 和跨立小剑水蚤 (*Microcyclops varicans*)。

## ②密度和生物量

通过调查, 调查区水体中浮游动物的平均密度为  $42.5 \text{ind./L}$ , 浮游动物的平均生物量为  $0.141 \text{mg/L}$ 。其中原生动物密度最高为  $24.0 \text{ind./L}$ , 桡足类平均生物量最高为  $0.103 \text{mg/L}$ 。

表 5.1-25 调查区各采样点浮游动物密度 ( $\text{ind./L}$ ) 与生物量 ( $\text{mg/L}$ )

|      |     | 上水库   | 下水库   | 烂田河   | 槟榔沟   | 黎田河    | 平均    |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 原生动物 | 密度  | 30    | 36    | 24    | 20    | 10     | 24.0  |
|      | 生物量 | 0.010 | 0.012 | 0.011 | 0.007 | 0.0030 | 0.009 |
| 轮虫   | 密度  | 21    | 16    | 12    | 8     | 10     | 13.4  |
|      | 生物量 | 0.060 | 0.059 | 0.042 | 0.032 | 0.046  | 0.048 |
| 枝角类  | 密度  | 1     | 1     | 0     | 0     | 0      | 0.4   |
|      | 生物量 | 0.040 | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.000  | 0.016 |
| 桡足类  | 密度  | 10.6  | 9     | 2     | 1.2   | 2      | 5.0   |
|      | 生物量 | 0.170 | 0.176 | 0.060 | 0.036 | 0.073  | 0.103 |
| 总计   | 密度  | 62.6  | 61    | 40    | 29    | 20     | 42.5  |
|      | 生物量 | 0.195 | 0.202 | 0.113 | 0.075 | 0.122  | 0.141 |

## 3) 底栖生物

## ①种类组成

调查人员通过对琼中抽水蓄能电站调查区内共 5 个采样点调查, 共获得底栖动物种类 17 种。上水库口周多处固化及其余为硬底质的消落带, 底栖动物匮乏,

除在上水库未采集到底栖动物外，其余各采样点常见的底栖生物有梨形环棱螺（*Bellamya purificata*）、海南溪蟹（*Hainanpotamon* sp.）、沼虾（*Macrobrachium* sp.）、扁蜉（*Ecdyru* sp.）等。

## ②密度和生物量

通过调查调查区水体中底栖生物的平均密度为 20.8ind./L，平均生物量为 3.46g/L。其中节肢动物密度最高，为 10.5ind./L；软体动物平均生物量最高，为 2.22g/m<sup>2</sup>。

**表 5.1-26 调查区水体底栖动物密度（ind./L）与生物量（g/m<sup>2</sup>）**

| 采样点  |     | 上水库 | 下水库  | 烂田河  | 槟榔沟  | 黎田河  | 平均   |
|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 环节动物 | 密度  | 0   | 4    | 14   | 10   | 10   | 7.6  |
|      | 生物量 | 0   | 0.00 | 0.02 | 0.45 | 0.01 | 0.10 |
| 节肢动物 | 密度  | 0   | 11.7 | 14.1 | 12.1 | 14.5 | 10.5 |
|      | 生物量 | 0   | 1.90 | 1.74 | 1.15 | 0.92 | 1.14 |
| 软体动物 | 密度  | 0   | 0.6  | 1.4  | 4.8  | 6.5  | 2.7  |
|      | 生物量 | 0   | 0.52 | 1.32 | 3.38 | 5.88 | 2.22 |
| 总计   | 密度  | 0   | 16.3 | 29.6 | 26.9 | 31.0 | 20.8 |
|      | 生物量 | 0   | 2.42 | 3.07 | 4.98 | 6.82 | 3.46 |

## 4) 水生维管植物

上下水库因为水位涨落频繁，水库消落带不利于区域植物的生长，根据现场调查，在水库消落带区未发现有水生维管植物分布，仅在下水库库尾调查到零星分布的耳基水荇、节节菜、水龙等，在黎田河、槟榔沟和烂田河河岸调查到有水生维管植物有 8 科 14 属 15 种，主要种类为水莎草、水竹叶、耳基水荇、节节菜、草龙等，见附录 3。

## 5.1.3.2 电站建设前后水生生物对比

### （1）鱼类及其生境变化

环评阶段通过实地调查并查询有关资料，调查区的主要淡水鱼类有 5 目 15 科 47 种，其中以鲤形目的种类最丰富，达 32 种，约占总种数的 68.1%。无国家重点保护鱼类。调查河段适宜鱼类产卵的生境较多，所以鱼类的产卵场分散，索饵场分布较分散，幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵。越冬场水体宽大而深，底质多为乱石或礁石，凹凸不平。

根据奥来国信（北京）检测技术有限责任公司分别于 2014 年、2015 年环开展了水生生态调查，调查范围内主要淡水鱼类种类有 47 种，未发生变化；本次生态验收现场调查中，调查人员共调查到鱼类 25 种，新调查到的物种有鰲和大刺鲃，未调查到环评阶段现场调查到的疏斑小鲃、条纹小鲃、光倒刺鲃、厚唇光唇鱼、

细尾白甲鱼、墨头鱼、食蚊鱼等。几条支流中的鱼类的产卵场分布较分散，没有发现成规模的鱼类产卵场，与环评阶段变化不大。原本下水库区河段中分散的索饵场被淹没，仔稚鱼鱼群在下水库库尾聚集索饵，形成了新的索饵场所。

**表 5.1-27 琼中抽水蓄能电站建设前后鱼类对比**

| 项目  | 环评阶段调查到的物种                         | 竣工验收阶段调查到的物种                                                              | 变化情况                                                                                      |
|-----|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 鱼类  | 47 种，现场调查到 22 种                    | 49 种，现场调查到 25 种                                                           | 环评阶段调查相比，验收阶段调查到的种类变化不大，新调查到的物种有鰱和大刺鲃，鰱为喜静水缓流的鱼类，水库的形成其适宜的栖息生境增加，在库区数量较多，另外库区优势的鱼类还有罗非鱼等。 |
| 产卵场 | 河段适宜鱼类产卵的生境较多，鱼类的产卵场分散，没有大型的鱼类产卵场。 | 在电站下游的槟榔沟、黎田河、烂田河河道内适宜产卵生境较多，鱼类的产卵场分布较分散。                                 | 环评阶段鱼类产卵场在各河段分散分布，产卵群体小。现场调查发现几条支流的鱼类的产卵场分布较分散，没有发现成规模的鱼类产卵场，与环评阶段变化不大。                   |
| 索饵场 | 幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵                     | 幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵，鱼类的索饵场分布较分散；库区鱼类分散在库尾和库叉等具有水流汇入及块石附着藻类的区域索饵。               | 原河段分散的索饵场被淹没，形成库区后，在下水库库尾和库叉形成了新的索饵场所。                                                    |
| 越冬场 | 越冬场分布在有 1~3m 深的流水浅滩和江岸。            | 枯水期来临之际，位于烂田河、槟榔沟等支流水域的鱼类会进入到饵料相对丰富、水态相对稳定、水深相对较大水域中生活，下水库上游支流的鱼类进入水库中生活。 | 受蓄水影响，调查区内越冬场面积增加。                                                                        |

## （2）饵料生物

根据环评阶段及生态监测的调查结果，共检出浮游植物 6 门 20 属 23 种，种类组成上以硅藻、绿藻为主，数量上以硅藻占优势。

琼中抽水蓄能电站蓄水后，库区的水体由流水型转变为静水型。验收阶段 5 个采样点共检出浮游藻类植物 6 门 49 种（属），硅藻、绿藻、蓝藻物种均有增加，种类组成上仍以硅藻、绿藻为主。几条支流河段仍以硅藻占优势，优势种普通等片藻、颤藻、针杆藻等，与环评阶段相似。库区绿藻物种较多，数量上以蓝藻的微囊藻和金藻的锥囊藻占优势，喜富营养水体的种类和丰度增加，如上下水库库区内浮游植物中的微囊藻、锥囊藻、颤藻的丰度较大。

环评阶段浮游动物有 16 种，其中原生动物 6 种，轮虫 8 种，节肢动物 2 种，平均密度为 29.8 ind./L，平均生物量为 0.214 mg/L。验收阶段轮虫和桡足类种类数

有所增加，共检出浮游动物 21 种，以桡足类种类数增加幅度最大，其次为轮虫。调查区域浮游动物物种和密度均有增加。

验收调查 5 个点位有底栖动物 17 种，与环评阶段底栖动物物种数一致，支流中底栖动物组成较环评阶段一致，变化较小。上水库原为大丰水库，经过库底清理并库岸多处固化，库周是原为山坡的消落带，底栖动物匮乏。在下水库有几条入库溪流，库区内水生昆虫明显减少，库区内的沼虾数量较多，成为底栖动物的主体。

环评阶段调查到水生植物 11 种，优势种为水竹叶，水莎草，其次为光头稗草、草龙和小眼子菜。上下水库因为水位涨落频繁，水库消落带不利于区域植物的生长，在水库消落带区未发现有水生维管植物分布，仅在下水库库尾调查到零星分布的耳基水荇、节节菜、水龙等，在黎田河、槟榔沟和烂田河河岸调查到有水生维管植物有 8 科 14 属 15 种，主要种类为水莎草、水竹叶、耳基水荇、节节菜、草龙等，溪流河段水生植物变化很小。

**表 5.1-28 琼中抽水蓄能电站建设前后饵料生物组成对比**

| 项目      | 环评阶段                                                                                 | 竣工验收阶段                                                                              | 变化情况                                                                                       |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 浮游植物    | 6 门 23 种 (属), 平均密度 $21.991 \times 10^4 \text{ ind./L}$ , 平均生物量 $0.4219 \text{ mg/L}$ | 6 门 49 种 (属), 平均密度 $33.21 \times 10^4 \text{ ind./L}$ , 平均生物量 $0.2716 \text{ mg/L}$ | 物种数增加, 支流河段以硅藻占优势, 与环评阶段相似。库区浮游生物群落变化相对较大, 库区绿藻物种较多, 数量上以蓝藻的微囊藻和金藻的锥囊藻占优势, 喜富营养水体的种类和丰度增加。 |
| 浮游动物    | 4 类 16 种 (属), 平均密度 $29.8 \text{ ind./L}$ , 平均生物量 $0.214 \text{ mg/L}$                | 4 类 21 种 (属), 平均密度 $42.5 \text{ ind./L}$ , 平均生物量为 $0.141 \text{ mg/L}$              | 上下水库库区浮游动物桡足类和轮虫物种数和密度均有增加, 几条河流断面的浮游生物群落变化不大。                                             |
| 底栖动物    | 3 门 17 种, 平均密度 $17.7 \text{ ind./m}^2$ , 平均生物量 $4.78 \text{ g/m}^2$                  | 3 门 17 种, 平均密度 $20.8 \text{ ind./m}^2$ , 平均生物量 $3.46 \text{ g/m}^2$                 | 采集到的种类减少, 减少的种类主要是喜流水的水生昆虫, 库区内适应底栖的摇蚊幼虫和水丝蚓有所增加。                                          |
| 水生维管束植物 | 11 种, 优势种为水竹叶, 水莎草, 其次为光头稗草、草龙和小眼子菜                                                  | 15 种, 支流水生植被较丰富, 库周水生植被稀少, 下水库库尾植被较丰富。                                              | 调查区内几条支流的水生维管植物与环评阶段较一致, 而在上下水库因水位频繁的变动, 库周水生植被稀少。                                         |

### 5.1.3.3 水生生物影响分析

#### (1) 对鱼类的影响

由于库区河段水文情势的变化, 河流生态系统变为湖泊生态系统, 水容量扩大, 水流减缓, 对适宜于静水环境的鱼类来说, 库区流速减缓, 水面扩大, 河水变深, 将使该型鱼类索饵、繁殖场所增大, 同时水库淹没区有机质的富集、营养盐的滞留, 饵料丰富, 将形成一个比建库前更适合生存的环境, 因此这类鱼类数

量扩大，如鲮、罗非鱼、鲃科鱼类等。

环境的改变使那些适应急流生活的鱼类如海南纹胸鮡、白甲鱼、平鳍鳅科和鳅科等鱼类失去赖以生存的急流水环境，导致这些鱼类在该区域日益减少，特别是白甲鱼属和平鳍鳅科等刮食性鱼类将失去可供刮食藻类的浅水滩头后，只能在库尾以上河段摄食，生存范围被压缩，对适宜急流环境鱼类资源的增殖带来了不利影响。

2010 年黎母山共有鱼类 4 目 12 科 31 种；环评报告阶段，2011 年海南师范大学记录琼中抽水蓄能电站调查区鱼类有 5 目 13 科 47 种，其中现场调查到鱼类 22 种；根据奥来国信（北京）检测技术有限责任公司分别于 2014 年、2015 年环开展了水生生态调查，调查范围内主要淡水鱼类种类未发生变化；本次生态验收现场调查中，调查人员共调查到鱼类 25 种，电站的建设对下游溪流生境的影响较小，在库区河段未调查到流水性的海南纹胸鮡、白甲鱼、平鳍鳅科和鳅科等鱼类，鲮、罗非鱼在库区为优势类群。

上水库利用了原来的大丰水库，下水库是在烂田河的河道上筑坝蓄水形成新的库区，本次验收阶段调查和环评阶段调查相比较，结合施工期监测的结果，鱼类种类变化不大，新调查到的物种有鲮、大刺鳅 2 种，其中鲮属于喜栖息于静水缓流生境的鱼类，琼中电站蓄水前，调查区内适宜这些鱼类栖息的生境较少，电站蓄水导致的生境改变使这些鱼类的栖息空间明显增加；大刺鳅栖息于砾石底的江河溪流中，常藏匿于石缝或洞穴中，以小型无脊椎动物和部分植物为食，在槟榔河和下水库库尾均有调查到。罗非鱼在上下水库均有一定数量，上水库鱼类物种较少，下水库有支流汇入，鱼类种类较多，数量较多的有马口鱼、宽额鳢和无斑南鳅等。上水库鱼类的主要为罗非鱼和马口鱼，下水库因有支流汇入，生境多样性较高，鱼类物种更丰富。

表 5.1-29 琼中抽水蓄能电站建设前后鱼类种类变化表

| 项目 | 2010 年调查到的物种     | 环评阶段调查到的物种        | 竣工验收阶段调查到的物种      | 变化情况                                                                             |
|----|------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 鱼类 | 31 种，南渡江水系为 14 种 | 47 种，现场调查到鱼类 22 种 | 49 种，现场调查到鱼类 25 种 | 环评阶段调查相比，验收阶段溪流河段调查到的种类变化不大。下水库库尾新调查到的物种有鲮和大刺鳅，鲮为喜静水缓流的鱼类，在下水库库区数量较多，而流水性鱼类种类减少。 |

(2) 对鱼类重要生境的影响

环评阶段调查发现河段适宜鱼类产卵的生境较多，所以鱼类的产卵场分散，

没有大型的鱼类产卵场；索饵场分布较分散，幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵。越冬场水体宽大而深，底质多为乱石或礁石，凹凸不平。

水库蓄水、水位上升、坝前库区流速变缓，形成相对静水环境，水体透明度增加，有利于水生植物的光合作用。又由于水库蓄水初期，淹没大量的土地和其它残留物，增加水中无机盐类和有机营养物质，加上水库表层水温增高，这为库区浮游生物的繁衍，提供良好条件，浮游生物数量将大幅增加，而浮游生物是大部分鱼类幼鱼阶段的饵料，因此鱼类索饵场面积将增大。根据施工期的生态监测结果，鱼类“三场”较环评阶段未发生显著变化，鱼类的产卵场分散，同时产卵场产卵的群体小；幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵；越冬场分布在有 1~3m 深的流水浅滩和江岸。

库区建成后，原流速较快的河流变成了湖泊型微流动水库，水面开阔、水位加深，库区鱼类分散在库尾和库叉等具有水流汇入及块石附着藻类的区域索饵。在槟榔沟、黎田河、烂田河适宜产卵生境较多，鱼类的产卵场和索饵场分布较分散，没有发现成规模的鱼类产卵场和索饵场。



图 5.1-9 现状生境分布情况

表 5.1-30 工程建设前后鱼类重要生境变化表

| 项目  | 环评阶段调查到的结果                         | 验收阶段调查到的结果                                                                | 变化情况                                                                                 |
|-----|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 产卵场 | 河段适宜鱼类产卵的生境较多，鱼类的产卵场分散，没有大型的鱼类产卵场。 | 在电站下游的槟榔沟、黎田河、烂田河河道内适宜产卵生境较多，鱼类的产卵场分布较分散。                                 | 环评阶段鱼类产卵场在各河段分散分布，产卵群体小。现场调查发现几条支流的鱼类的产卵场分布较分散，没有发现成规模的鱼类产卵场，与环评阶段变化不大。没有形成新的成规模产卵场。 |
| 索饵场 | 幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵                     | 幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵，鱼类的产卵场分布较分散；库区鱼类分散在库尾和库叉等具有水流汇入及块石附着藻类的区域索饵。               | 山溪小河流中幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵，索饵场分布较分散。库区分散在库尾及库叉水域索饵。                                        |
| 越冬场 | 越冬场分布在有1~3m深的流水浅滩和江岸。              | 枯水期来临之际，位于烂田河、槟榔沟等支流水域的鱼类会进入到饵料相对丰富、水态相对稳定、水深相对较大水域中生活，下水库上游支流的鱼类进入水库中生活。 | 受蓄水影响，调查区内越冬场面积增加。                                                                   |

(3) 对饵料生物的影响

根据环评阶段及生态监测的调查结果，共检出浮游植物 6 门 20 属 23 种，种类组成上以硅藻、绿藻为主，数量上以硅藻占优势。

琼中抽水蓄能电站蓄水后，库区的水体由流水型转变为静水型。验收阶段 5 个采样点共检出浮游藻类植物 6 门 49 种（属），硅藻、绿藻、蓝藻物种均有增加，种类组成上仍以硅藻、绿藻为主。几条支流河段仍以硅藻占优势，优势种普通等片藻、颤藻、针杆藻等，与环评阶段相似。库区绿藻物种较多，数量上以蓝藻的微囊藻和金藻的锥囊藻占优势，喜富营养水体的种类和丰度增加，如上下水库库区内浮游植物中的微囊藻、锥囊藻、颤藻的丰度较大。

环评阶段浮游动物有 16 种，其中原生动物 6 种，轮虫 8 种，节肢动物 2 种，平均密度为 29.8 ind./L，平均生物量为 0.214 mg/L。验收阶段轮虫和桡足类种类数有所增加，共检出浮游动物 21 种，以桡足类种类数增加幅度最大，其次为轮虫。调查区域浮游动物物种和密度均有增加。

调查区原为山溪性河流，电站建立后水库营养程度较低，库区浮游生物密度和生物量较低。下游几条支流浮游生物群落变化不大，库区浮游生物群落变化相对较大，库区绿藻门和蓝藻门种类和现存量有所增加，浮游动物桡足类和轮虫物种和密度小幅增加，其他断面浮游生物群落变化不大。

验收调查 5 个点位有底栖动物 17 种，与环评阶段底栖动物物种数一致，支流中底栖动物组成较环评阶段一致，变化较小。上水库原为大丰水库，经过库底清理并库岸多处固化，库周是原为山坡的消落带，底栖动物匮乏。在下水库有几条入库溪流，库区内水生昆虫明显减少，库区内的沼虾数量较多，成为底栖动物的主体。

调查区内几条支流的水生维管植物与环评阶段较一致，而上下水库因水位频繁变动，库周水生植被稀少。

表 5.1-31 工程施工前后饵料生物种类变化表

| 项目      | 环评阶段                                                              | 验收阶段                                                              | 变化情况                                                                                  |
|---------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 浮游植物    | 6 门 23 种（属），平均密度 21.991 × 10 <sup>4</sup> ind./L，平均生物量 0.4219mg/L | 6 门 49 种（属），平均密度 33.21 × 10 <sup>4</sup> ind./L，平均生物量 0.2716mg/L  | 物种数增加，支流河段以硅藻占优势，与环评阶段相似。库区浮游生物群落变化相对较大，库区绿藻物种较多，数量上以蓝藻的微囊藻和金藻的锥囊藻占优势，喜富营养水体的种类和丰度增加。 |
| 浮游动物    | 4 类 16 种（属），平均密度 29.8 ind./L，平均生物量 0.214 mg/L                     | 4 类 21 种（属），平均密度为 42.5 ind./L，平均生物量为 0.141 mg/L                   | 浮游动物桡足类和轮虫物种和密度小幅增加，其他断面浮游生物群落变化不大。                                                   |
| 底栖动物    | 3 门 17 种，平均密度 17.7ind./m <sup>2</sup> ，平均生物量 4.78g/m <sup>2</sup> | 3 门 17 种，平均密度 20.8ind./m <sup>2</sup> ，平均生物量 3.46g/m <sup>2</sup> | 采集到的种类减少，减少的种类主要是喜流水的水生昆虫，库区内适应底栖的摇蚊幼虫和水丝蚓有所增加。                                       |
| 水生维管束植物 | 11 种，优势种为水竹叶，水莎草，其次为光头稗草、草龙和小眼子菜                                  | 15 种，支流水生植被较丰富，库周水生植被稀少，下水库库尾植被较丰富。                               | 调查区内几条支流的水生维管植物与环评阶段较一致，而在上下水库因水位频繁的变动，库周水生植被稀少。                                      |

5.1.4 土地利用影响调查

5.1.4.1 土地利用现状

调查区土地利用现状是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运营景观生态法即以植被作为主导因素，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将调查区土地利用格局的拼块类型分为林地、灌草地、耕地、水域、建设用地及其它用地等类型（见表 5.1-32）。

表 5.1-32 调查区土地利用现状（2018 年）

| 拼块类型      | 面积（hm <sup>2</sup> ） | 面积比例（%） |
|-----------|----------------------|---------|
| 林地        | 2548.3               | 63.77%  |
| 灌草地       | 837.93               | 20.97%  |
| 耕地        | 292.42               | 7.32%   |
| 水域        | 163.57               | 4.09%   |
| 建设用地及其它用地 | 154.03               | 3.85%   |
| 合计        | 3996.25              | 100.00% |

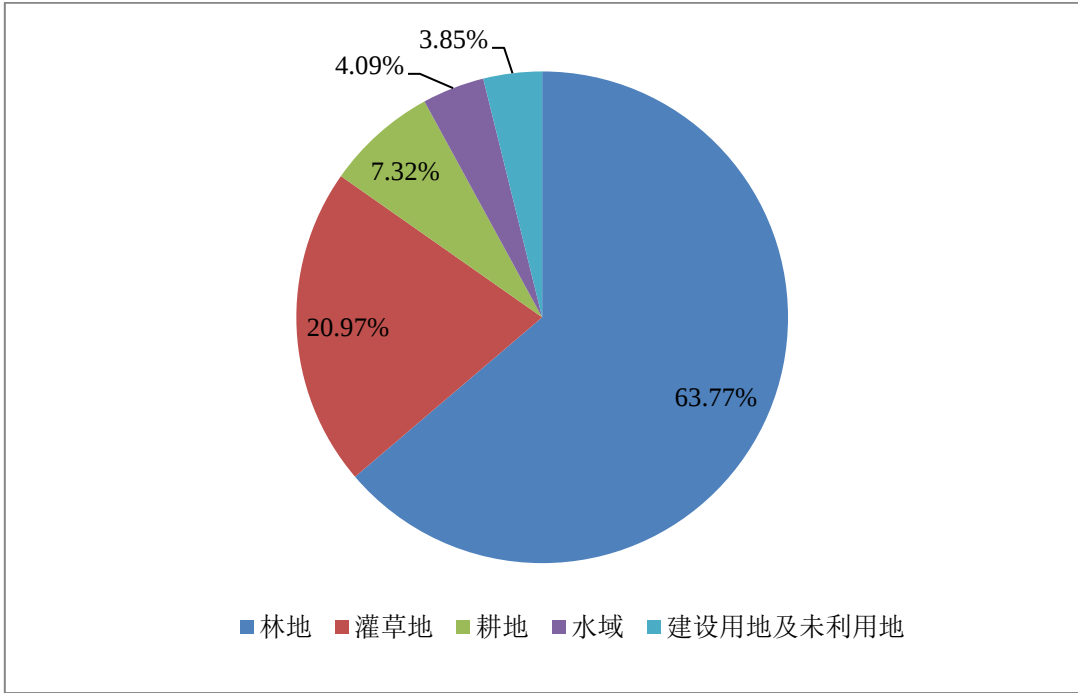


图 5.1-10 调查区土地利用类型占比情况

由上表可知，调查区土地利用类型以林地为主，面积 2548.30hm<sup>2</sup>，所占比例为 63.77%；其次为灌草地，面积为 837.93hm<sup>2</sup>，所占比例为 20.97%；其它土地类型面积相对较小。调查区土地类型以林地为主，同时灌草地所占比例较大，说明区域生态环境良好，但受到了一定程度的干扰。

5.1.4.2 土地利用变化及影响分析

通过选取电站建设前（2011 年 2 月，LandSat5 的 OL1 数据）及建设后（2018 年 8 月，LandSat8 的 OL1 数据）调查区的卫星影像图，利用这两期的遥感影像数据为数据源对调查区的土地利用变化情况作对比分析。所采用的影像资料具体参数详见表 5.1-33。

表 5.1-33 调查区两期影像数据

|          |            |          |
|----------|------------|----------|
| 来源       | 国际科学数据服务平台 | 美国地质勘探局  |
| 卫星       | Landsat5   | Landsat8 |
| 轨道/中心经纬度 | 124/37     | 124/47   |
| 波段数      | 1234567    | 12345678 |
| 分辨率      | 30 m       | 15m      |
| 接收日期     | 2011.2     | 2018.08  |

参考环评阶段调查区土地利用类型资料，根据区域土地利用特征及两期影像数据，将调查区土地类型分为林地、灌草地、耕地、水域、建设用地及其它类型土地。采用野外调查与室内解译相结合的方法，首先通过野外实地调查，利用 GPS 收集土地利用类型遥感影像监督分类的训练区，对土地利用类型典型区域做重点记录，在室内应用 ERDAS IMAGINE 9.2 对两期影像进行监督分类，在 ArcGIS 9.3 中进行人工修改并最终成图，得到琼中抽水蓄能电站建设前后调查区土地利用类型图，通过遥感影像解译得到电站建设前后区域土地类型面积。

表 5.1-34 琼中抽水蓄能电站调查范围蓄水前后土地利用类型面积统计表

| 土地利用类型 |           | 2011 年                |        | 2018 年                |         | 变化                    |        |
|--------|-----------|-----------------------|--------|-----------------------|---------|-----------------------|--------|
| 编码     | 类型        | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 比例 (%) | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 百分比 (%) | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 比例 (%) |
| 1      | 林地        | 2732.84               | 68.39  | 2548.30               | 63.77   | -184.54               | -4.62  |
| 2      | 灌草地       | 863.96                | 21.62  | 837.93                | 20.97   | -26.03                | -0.65  |
| 3      | 耕地        | 293.39                | 7.34   | 292.42                | 7.32    | -0.97                 | -0.02  |
| 4      | 水域        | 102.70                | 2.57   | 163.57                | 4.09    | 60.87                 | 1.52   |
| 5      | 建设用地及其它土地 | 3.36                  | 0.08   | 154.03                | 3.85    | 150.67                | 3.77   |
| 总计     |           | 3996.25               | 100.00 | 3996.25               | 100.00  | 0.00                  | 0.00   |

注：变化为建设后的面积及比例减去建设前的值，正值表示建库后增加，负值表示建库后减少。

由表可知，电站建设前后，调查区土地利用格局发生了变化，主要表现为工程占地及水库淹没等破坏了部分林地、灌草地、耕地，该类型土地面积减少，减少的面积分别为 184.54hm<sup>2</sup>、26.03hm<sup>2</sup>、0.97hm<sup>2</sup>，减少的比例分别为 4.62%、0.65%、0.02%，减少的面积及比例较小。由于业主营地、坝址、永久道路等工程建设，区域建设用地面积增加，由于库区蓄水，区域水域面积增加，电站建设运营后，调查区水域、建设用地及其它土地面积分别增加了 60.87hm<sup>2</sup>、150.67hm<sup>2</sup>，增加的比例分别为 1.52%、3.77%，增加的面积及比例亦较小。电站建设及运营后，调查区土地类型面积变化程度较小，区域土地类型仍以林地占优势，灌草地次之，调查

区土地类型主次顺序未发生变化，电站建设及运营对区域土地类型及面积的影响较小。

### 5.1.5 景观生态质量影响调查

#### 5.1.5.1 景观生态质量现状

景观生态体系的质量现状由调查区的自然环境、各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。调查区模地主要采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类拼块的优势度值（Do），优势度值大的就是模地。优势度值通过计算调查区各拼块的重要值的方法判定某拼块在景观中的优势，由以下 3 种参数计算出：密度（Rd）、频度（Rf）和景观比例（Lp）。

密度  $R_d = \text{斑块 I 的数目} / \text{斑块总数} \times 100\%$

频度  $R_f = \text{斑块 I 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100\%$

景观比例（Lp）= 斑块 I 的面积 / 样地总面积  $\times 100\%$

通过以上三个参数计算出优势度值（Do）

优势度值（Do）=  $\{ (R_d + R_f) / 2 + L_p \} / 2 \times 100\%$

运营上述参数计算本项目调查区各类斑块优势度值，其结果见下表 5.1-35。

**表 5.1-35 琼中抽水蓄能电站调查区各景观斑块指数表**

| 景观类型      | 密度 $R_d$ (%) | 频率 $R_f$ (%) | 景观比例 $L_p$ (%) | 优势度 $D_o$ (%) |
|-----------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| 林地景观      | 42.55        | 62.82        | 63.77          | 54.84         |
| 灌草地景观     | 30.97        | 19.52        | 20.97          | 25.79         |
| 耕地景观      | 13.06        | 3.95         | 7.32           | 8.51          |
| 水域景观      | 7.57         | 8.26         | 4.09           | 6.34          |
| 建设用地及其它景观 | 5.85         | 5.45         | 3.85           | 4.52          |

由上表 5.1-35 可知，调查区林地景观的优势度值最高，达到 54.84%，其次是灌草地景观，其优势度值为 25.79%，其它景观斑块优势度值较小。调查区林地景观的优势度、密度、频度和景观比例都显著高于其它拼块类型，说明林地是调查区对景观具有控制作用的生态组分。

#### 5.1.5.2 景观生态质量对比分析

琼中抽水蓄能电站建设前后调查区景观斑块优势度状况见表 5.1-36。

**表 5.1-36 琼中抽水蓄能电站建设前后调查区各类景观斑块指数一览表**

| 拼块类型      | 密度 $R_d$ (%) |           | 频率 $R_f$ (%) |           | 景观比例 $L_p$ (%) |           | 优势度 $D_o$ (%) |           |       |
|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|----------------|-----------|---------------|-----------|-------|
|           | 2011<br>年    | 2018<br>年 | 2011<br>年    | 2018<br>年 | 2011<br>年      | 2018<br>年 | 2011<br>年     | 2018<br>年 | 变化    |
| 林地景观      | 42.82        | 42.55     | 57.63        | 62.82     | 68.39          | 63.77     | 57.00         | 54.84     | -2.16 |
| 灌草地景观     | 31.26        | 30.97     | 32.16        | 19.52     | 21.62          | 20.97     | 26.34         | 25.79     | -0.55 |
| 耕地景观      | 13.49        | 13.06     | 5.96         | 3.95      | 7.34           | 7.32      | 8.52          | 8.51      | -0.01 |
| 水域景观      | 7.62         | 7.57      | 3.23         | 8.26      | 2.57           | 4.09      | 4.76          | 6.34      | 1.58  |
| 建设用地及其它景观 | 4.81         | 5.85      | 1.02         | 5.45      | 0.08           | 3.85      | 3.38          | 4.52      | 1.13  |

注：变化为建设后的优势度值减去建设前的值，正值表示建库后增加，负值表示建库后减少。

由上表可知，调查区各景观斑块指数在琼中抽水蓄能电站建设前后出现了一定程度的变化，主要表现为工程占地及水库淹没等破坏了部分林地、灌草地、耕地，该类型景观斑块优势度减少，减少的值分别为 2.16%、0.55%、0.01%，其优势度值变化程度较小。由于业主营地、坝址、永久道路等永久工程建设，区域建设用地面积增加，由于库区蓄水，区域水域面积增加，电站建设运营后，调查区水域、建设用地及其它景观斑块优势度增加，增加的值分别为 1.58%、1.13%，其优势度值变化较小。电站建设及运营后，调查区各景观斑块优势度值变化程度均较小，各景观斑块指数都基本保持在原有水平，调查区景观生态均以林地景观为主，电站建设及运营对区域景观生态质量的影响较小。

### 5.1.6 生态敏感区影响调查

通过对区域生态敏感区进行逐一排查，并与琼中县林业局、环保局、国土局、城乡规划和住房保障局核实，确定调查区内有生态敏感区 2 个，其中特殊生态敏感区 1 个，为黎母山省级自然保护区，重要生态敏感区 1 个，为黎母山国家森林公园。

#### 5.1.6.1 生态敏感区现状

##### (1) 黎母山省级自然保护区

##### 1) 生物资源现状

保护区植被类型主要为热带湿润雨林、热带山地雨林、次生热带雨林、灌丛和灌草丛。保护区主要有野生维管植物 190 科 759 属 1490 种，其中国家Ⅰ级重点保护植物有台湾苏铁、龙尾苏铁、海南粗榧、坡垒等 4 种，国家Ⅱ级重点保护野生植物有青梅、白木香、油丹、海南紫荆木等 18 种。

黎母山自然保护区共有脊椎动物 31 目 82 科 293 种，其中鱼类 4 目 12 科 31

种，两栖类 1 目 5 科 19 种，爬行类 3 目 14 科 63 种，鸟类 15 目 35 科 141 种，兽类 8 目 16 科 39 种。保护区已记录的各类珍稀保护动物有 70 种，其中有蟒蛇、圆鼻巨蜥、海南山鹧鸪、孔雀雉、云豹、海南黑长臂猿等国家 I 级重点保护物种 6 种；虎纹蛙、三线闭壳龟、原鸡、绯胸鹦鹉、穿山甲、海南大灵猫等国家 II 级重点保护物种 38 种；斑腿树蛙、眼镜王蛇、鹧鸪、树鼩、海南果子狸、野猪、赤麂等省级保护物种 26 种。

## 2) 保护区与工程的区位关系

通过叠加工程与保护区区位关系图可知，琼中抽水蓄能电站占地及淹没范围不涉及自然保护区，上水库工程征地范围与保护区最近距离约 50m(详见附图 14)。

### (2) 黎母山国家森林公园

#### 1) 生物资源现状

森林公园植被有明显的垂直地带性，海拔 600~800m 的为热带沟谷雨林，800~1000m 为热带山地雨林，1000~1200m 为热带针叶阔叶混交林，1200m 以上为高山苔藓矮林。森林公园有重点保护植物有 55 种，珍稀濒危野生动物有 28 科 57 种。

## 2) 保护区与工程的区位关系

通过叠加工程与森林公园区位关系图可知，琼中抽水蓄能电站上下水库坝区及淹没区、输水系统及发电厂房系统等工程涉及森林公园游憩区 I（槟榔湖度假区）和生态抚育区，项目建设占用森林公园面积约 353.54hm<sup>2</sup>，其中永久占地面积 146.55 hm<sup>2</sup>，临时占地面积 246.99 hm<sup>2</sup>。琼中抽水蓄能电站与黎母山国家森林公园位置关系图见附图 15。

表 5.1-37 工程与黎母山森林公园区位关系

| 电站建设里程      | 工程建设内容       | 森林公园建设历程 | 区位关系                                                                                                                                                       |
|-------------|--------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2002 年 12 月 | \            | 森林公园成立   | 电站上下水库坝区及淹没区、输水系统及发电厂房系统等工程涉及森林公园游憩区 I（槟榔湖度假区）和生态抚育区，项目建设占用森林公园面积约 353.54hm <sup>2</sup> ，其中永久占地面积 146.55 hm <sup>2</sup> ，临时占地面积 246.99 hm <sup>2</sup> 。 |
| 2010 年 9 月  | 工程选址         |          |                                                                                                                                                            |
| 2011 年 9 月  | 环境影响评价报告书审查会 |          |                                                                                                                                                            |
| 2012 年 1 月  | 环境影响报告书得到批复  |          |                                                                                                                                                            |
| 2014 年 4 月  | 电站主体工程正式开工建设 |          |                                                                                                                                                            |
| 2018 年 7 月  | 电站全面投产发电     |          |                                                                                                                                                            |

### 5.1.6.2 生态敏感区变化分析

#### （1）对黎母山省级自然保护区的影响

项目不涉及自然保护区范围，上水库工程征地范围与保护区最近距离约 250m，项目建设及运营对保护区影响较小。

#### （2）对黎母山国家森林公园的影响

##### 1）对森林公园结构及功能的影响

根据工程与黎母山森林公园区位关系可知，琼中抽水蓄能电站上下水库坝区及淹没区、输水系统及发电厂房系统等工程位于森林公园范围内，项目建设及运营切割了森林公园生境，对森林公园结构产生了一定影响，但从整个森林公园范围来看，项目区位于森林公园西北边缘，其建设规模较小，项目建设及运营对森林公园切割、破碎化的影响较小，对森林公园结构的影响较小。根据具体工程布置，项目建设占用了森林公园林地 252.02 hm<sup>2</sup>，项目建设改变了森林公园林地性质，对森林公园森林生态系统生物多样性保护、水土保持、水源涵养等功能产生了一定影响，由于项目建设规模较小，项目总征地面积占森林公园总面积的 3.05%，征占地面积较小，征地区多位于农耕区，区域植被以次生热带雨林、人工林为主，其生态功能较弱，项目建设及运营对森林公园功能的影响较小。

##### 2）对森林公园景观的影响

根据具体工程布置及森林公园景区、景点分布图，琼中抽水蓄能电站建设主要影响的是以槟榔湖为主体的水体景观区，具体涉及白龙嬉涧、天女散花、银河归川、槟榔湖 4 个景点，占水文景点的 40%，占整个园区景点数量的 10.3%。工程建设的影响只是临时减少了景点数量，并没有使森林公园的景观类型减少，而且减少的景点以飞流瀑布为主要特色，类似的景点如天河瀑布、吊灯岭瀑布等在园

区内依然存在。另外，项目涉及的锦绣谷休闲度假区和黎母岭热带丛林探险区，分别位于锦绣谷休闲度假区的北部和黎母岭热带丛林探险区的西北部，相对集中并独立分布，工程建设没有造成上述景区破碎，也未对上述景区和其他景区景点的整体功能造成影响。

槟榔湖原为人工水库景观，随着抽水蓄能电站工程建设的完工，槟榔湖湖面面积进一步扩大，湖中岛屿增多，景观价值得到提升，同时烂田河段下水库的建成蓄水，新增了一块较大面积的水体景观，上下两库对应，景观资源更加丰富，其是对森林公园景观资源的有效补充，新的景观、景点的出现，使得森林公园的可旅游资源进一步扩大。因此，项目建设及运营未对黎母山森林公园景观资源产生较大不利影响。

## 5.2 水文情势影响调查

### 5.2.1 施工期水文情势影响调查

工程施工期对水文情势影响主要为施工导流及围堰修建改变原始河道走向。

#### (1) 上水库槟榔沟

上水库大坝施工导流采用隧洞导流方案。上水库导流洞于 2014 年 7 月开工，2015 年 4 月导流洞完工。上水库坝址上游来水均经由主坝右岸导流洞过水，并于坝址下游导流洞出口处汇入下游河道。由于工程施工期间围堰不具备壅水能力，导流洞按来流量泄流，因此不会对下游河道水文情势造成影响。

#### (2) 下水库烂田河

下水库大坝施工导流采用围堰一次拦断河床的隧洞导流方式。

工程导流洞于 2014 年 4 月开工，2014 年 10 月导流洞贯通，2015 年 1 月下水库截流，开始过水。工程自截流后，下水库坝址上游来水均经由左岸导流洞过水，并于坝址下游导流洞出口处汇入下游河道。

因此工程施工期在上、下游围堰之间约有 500m 左右河段水流流程发生改变。但由于工程施工期间围堰不具备壅水能力，导流洞按来流量泄流，因此不会对下游河道水文情势造成影响。

### 5.2.2 工程蓄水对河段水文情势影响分析

#### 5.2.2.1 蓄水阶段影响分析

##### (1) 上水库槟榔沟

上水库下游的槟榔沟水量较少，砂底或石底，水文变化大，枯水期有断流现

象，沉水植物极少，水生生物以浮游动物、底栖动物及虾蟹为主，鱼类较少见，且无国家重点保护和特有土著鱼类。在初期蓄水期上水库下游不会造成新的影响，仅表现为河流断流的时间可能增加，蓄水期受影响物种均为常见浮游动物和底栖动物。

由于琼中抽水蓄能电站上水库占用了大丰小水电站水库，南方电网调峰调频公司已与大丰水库电站业主进行协商，对电站进行货币补偿，将不再发电，电站厂房下游水量比现状将有所减少，下游大丰农场水厂取水来自区间径流和水井补充即可满足需求，因此上水库蓄水初期不影响其下游生产生活用水。

## （2）下水库烂田河

电站初期蓄水期间，水库蓄水将导致下泄水量减少，下水库所在的烂田河水文情势将受较大影响。下水库于 2016 年 12 月底下闸蓄水，在来水保证率 50%、75%情况下，至 2017 年 9 月底水库蓄水量可满足水道充水和机组试运行的要求，在此期间需下水库按  $0.082\text{m}^3/\text{s}$  下泄生态流量，满足下游河道生态需水。

根据可研阶段设计，下水库坝址下游农场职工生活用水和烂田村灌溉用水基本均取用地下水及区间来流，不需要琼中抽水蓄能电站下水库供给，工程建成后也不考虑对其进行供水。下水库坝址下游至黎田河河口之间有 3 条支沟汇入，不会形成下游主要河道脱水。此外，工程建设影响的原供水设施已经完成复建，取水口位于下水库库尾上游，工程蓄水不会对其产生影响。

### 5.2.2.2 蓄水后影响分析

#### （1）上水库槟榔沟

工程建成后上水库为中型水库，正常蓄水位为 567.00m，死水位 560.00m，相应库容为 900.6 万  $\text{m}^3$ ，水库面积为  $0.86\text{km}^2$ ，调节库容 499.9 万  $\text{m}^3$ 。库区水位大幅升高，水面面积增加，水面蒸发量增大。

根据海南统调电网设计平水年电力电量平衡成果，电站一般在冬季 17:00～21:00，夏季 20:00～22:00 作发电工况运行，上水库水位开始从正常蓄水位 568.00 逐步消落至 562.00m 左右；一般在冬季 1:00～7:00 或夏季 2:00～7:00 作抽水工况运行，上水库水位将逐步抬高至正常蓄水位 568.00m。可见，随着电站运行水位每天有一个升降过程，上库在 7:00 左右蓄至最高位，在 22:00 左右则降至最低水位，通常运行水位在 562.0m～568.0m 之间，日变幅 6.0m。

根据环评阶段对上水库所在槟榔沟水文情势的预测，电站运行期间，上水库蓄水后，大坝至黎田河汇入口之间的河段水文情势相对于建库前变化不明显，河

口流量略小于建库前的流量，建库前流量主要由大丰小水电发电尾水和区间来水，工程建成后天然来流量在保证上水库库容的基础上，多余水量通过竖井式进口溢洪道下泄，区间还汇入了上水库渗漏水量和坝址至汇入口的地表径流。相对于蓄水前只是减少了库区蒸损量，流量比蓄水前减小 14.0%，对水文情势的影响不大。上水库下游槟榔沟内没有对流量有特殊要求的水生生物，蓄水后流量减少并不会对生态环境造成明显的不利影响。

### （2）下水库烂田河

蓄水后下水库形成河道型水库，水库回水长度约 2.71km，水文情势较原来天然河道发生变化，水位抬高，水面面积增大。以多年平均径流量计，则下水库年交换次数为 3.30，交换率较高。反复抽放水使水体在上、下库间循环往复，日内循环水量约占下水库库容的 54.5%，置换周期为 1.83d。水位每天有一个升降过程，日变幅 11.0m。

工程建成后下水库坝址处泄放水量与建库前相差很小，电站上、下水库均不承担综合利用任务，正常运行期间无生产、生活用水要求，上、下水库的来水，除了弥补蒸发、渗漏损失之外，上下库总库容将实行自动监控，积蓄于库中超过上下水库总调节库容的天然径流通过下水库的放水底孔下泄，由阀门自动控制，因此本工程对下水库坝下游径流量及时间分布影响均不大。坝址至下游右岸的第一条冲沟相距 2.3km，其集水面积为 0.69km<sup>2</sup>，根据电站运行方式和坝下支沟径流过程，以及枯水年（P=90%）典型月坝下减水段流量情况，该河段不会有脱水影响。

## 5.3 污染影响调查

### 5.3.1 水质影响调查

#### 5.3.1.1 水质保护目标

根据海南岛水环境功能区划，南渡江上游支流腰仔河为 II 类水体，由于本工程涉及水域为源头水，应不降低现状水质。根据工程环评，上、下水库地表水水质执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。

#### 5.3.1.2 环评阶段水质监测

##### （1）地表水水质

环评阶段，海南省环境监测中心站于 2011 年 4 月对琼中抽水蓄能电站工程区地表水水质进行监测，上、下水库各设 1 个水质监测断面，其中上水库监测断面

设在已建的大丰水库坝前、下水库监测断面设在腰仔河上游支沟烂田河。水质监测结果如表 5.3-1 所示。根据监测结果可知，除总氮超（水库）II 类标准外（III 类），其余各项监测水质指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。

表 5.3-1 环评阶段地表水水质监测结果

| 评价因子               | 监测结果                  |                       |                       |                       |                       |                       | 标准<br>限值    | 评价<br>结果 |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|----------|
|                    | 4 月 20 日              |                       | 4 月 21 日              |                       | 4 月 22 日              |                       |             |          |
|                    | 上水库                   | 下水库                   | 上水库                   | 下水库                   | 上水库                   | 下水库                   |             |          |
| pH(无量纲)            | 7.73                  | 7.23                  | 7.38                  | 7.19                  | 7.37                  | 7.18                  | 6~9         | 达标       |
| 悬浮物(mg/L)          | 8                     | 6                     | 7                     | 5                     | 7                     | 6                     | -           | -        |
| 溶解氧(mg/L)          | 7.13                  | 6.03                  | 7.38                  | 6.19                  | 7.37                  | 6.01                  | 6           | 达标       |
| 生化需氧量(mg/L)        | 0.6                   | 0.5                   | 0.5                   | 0.6                   | 0.6                   | 0.6                   | 3           | 达标       |
| 化学需氧量(mg/L)        | 12                    | 10                    | 14                    | 8                     | 12                    | 10                    | 15          | 达标       |
| 高锰酸盐指数(mg/L)       | 3.2                   | 2.9                   | 3.4                   | 2.8                   | 3.1                   | 2.7                   | 4           | 达标       |
| 氨氮(mg/L)           | 0.077                 | 0.052                 | 0.088                 | 0.055                 | 0.091                 | 0.041                 | 0.5         | 达标       |
| 总氮(mg/L)           | 0.95                  | 0.87                  | 0.88                  | 0.78                  | 0.77                  | 0.96                  | 0.5         | 超标       |
| 总磷(mg/L)           | 0.01                  | 0.02                  | 0.01                  | 0.01                  | 0.01                  | 0.01                  | 0.1         | 达标       |
| 挥发酚 mg/L)          | 0.0010                | 0.0003L               | 0.0012                | 0.0003L               | 0.0010                | 0.0003L               | 0.002       | 达标       |
| 石油类(mg/L)          | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05        | 达标       |
| 硫化物(mg/L)          | 0.005L                | 0.005L                | 0.005L                | 0.005L                | 0.005L                | 0.005L                | 0.1         | 达标       |
| 氰化物(mg/L)          | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.05        | 达标       |
| 氟化物(mg/L)          | 0.18                  | 0.09                  | 0.18                  | 0.09                  | 0.18                  | 0.09                  | 1.0         | 达标       |
| 六价铬(mg/L)          | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.05        | 达标       |
| 汞(mg/L)            | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.000<br>05 | 达标       |
| 砷(mg/L)            | 0.0025                | 0.0004                | 0.0021                | 0.0013                | 0.0013                | 0.0009                | 0.05        | 达标       |
| 铜(mg/L)            | 4.56×10 <sup>-3</sup> | 4.16×10 <sup>-3</sup> | 7.20×10 <sup>-3</sup> | 3.74×10 <sup>-3</sup> | 8.18×10 <sup>-3</sup> | 3.10×10 <sup>-3</sup> | 1.0         | 达标       |
| 锌(mg/L)            | 0.006L                | 0.006L                | 0.009                 | 0.008                 | 0.009                 | 0.006L                | 1.0         | 达标       |
| 铅(mg/L)            | 1.76×10 <sup>-3</sup> | 1.37×10 <sup>-3</sup> | 2.85×10 <sup>-3</sup> | 1.23×10 <sup>-3</sup> | 1.89×10 <sup>-3</sup> | 1×10 <sup>-3</sup> L  | 0.01        | 达标       |
| 镉(mg/L)            | 1×10 <sup>-4</sup> L  | 1×10 <sup>-4</sup> L  | 1×10 <sup>-4</sup> L  | 1×10 <sup>-4</sup> L  | 1×10 <sup>-4</sup> L  | 1×10 <sup>-4</sup> L  | 0.005       | 达标       |
| 阴离子表面活性剂<br>(mg/L) | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.05L                 | 0.2         | 达标       |
| 粪大肠菌群(个/L)         | 750                   | 600                   | 100                   | 850                   | 200                   | 750                   | 2000        | 达标       |

## (2) 地下水水质

环评阶段，海南省环境监测中心站于 2011 年 4 月对琼中抽水蓄能电站工程区上库和下库施工区附近各设 1 个点，点位分别设置在渣场附近饮用水井处。地下水水质监测结果如表 5.3-2 所示。根据监测结果可知，工程区域地下水水质除总大肠菌群超标外，其余各项监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-1993)III 类标准要求。环评阶段分析认为总大肠菌群超标与当地村民放养家禽、用粪便作农家肥施用有关。

表 5.3-2 地下水水质监测结果

| 评价因子 | 监测结果     |     |          |     | 标准<br>限值 | 评价结果 |
|------|----------|-----|----------|-----|----------|------|
|      | 4 月 22 日 |     | 4 月 23 日 |     |          |      |
|      | 上水库      | 下水库 | 上水库      | 下水库 |          |      |

|              |                       |                       |                       |                       |         |      |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|------|
| pH(无量纲)      | 6.74                  | 7.08                  | 6.77                  | 7.10                  | 6.8~8.5 | 满足要求 |
| 高锰酸盐指数(mg/L) | 1.7                   | 1.5                   | 1.5                   | 1.6                   | 3.0     | -    |
| 总硬度(mg/L)    | 8                     | 9                     | 7                     | 11                    | 450     | 满足要求 |
| 磷酸盐(mg/L)    | 0.01                  | 0.02                  | 0.01                  | 0.02                  | -       | -    |
| 氯化物(mg/L)    | 1.5                   | 5.6                   | 2.0                   | 6.4                   | 250     | 满足要求 |
| 氨氮(mg/L)     | 0.031                 | 0.061                 | 0.058                 | 0.055                 | 0.2     | 满足要求 |
| 铜(mg/L)      | $8.36 \times 10^{-3}$ | $8.34 \times 10^{-3}$ | $6.69 \times 10^{-3}$ | $7.32 \times 10^{-3}$ | 1.0     | 满足要求 |
| 铅(mg/L)      | $3.42 \times 10^{-3}$ | $2.58 \times 10^{-3}$ | $1.11 \times 10^{-3}$ | $1.44 \times 10^{-3}$ | 0.05    | 满足要求 |
| 镉(mg/L)      | $1 \times 10^{-4}$ L  | $1 \times 10^{-4}$ L  | $1 \times 10^{-4}$ L  | $1 \times 10^{-4}$ L  | 0.01    | 满足要求 |
| 六价铬(mg/L)    | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.004L                | 0.05    | 满足要求 |
| 汞(mg/L)      | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.00004L              | 0.0001  | 满足要求 |
| 总大肠菌群(个/L)   | 2000                  | 1900                  | 360                   | 2000                  | 3       | 超 标  |

### 5.3.1.3 施工期地表水监测

施工阶段，工程建设单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司对施工期地表水环境质量进行了监测。监测断面分别为上水库坝址下游 500m、下水库坝址上游 500m、下水库坝址下游 2.8km。监测指标包括水温、pH、悬浮物、COD、BOD<sub>5</sub>、总磷、总氮、粪大肠菌群。2014~2018 年监测结果分别见表 5.3-3~5.3-4。

根据监测结果可知，各监测断面水质基本满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 标准，COD、BOD<sub>5</sub>、粪大肠菌群偶有超标现象，COD、BOD<sub>5</sub> 分别超标 6 次和 8 次。粪大肠菌群超标时段发生在 2014 年 9 月，下水库上游 500m 处，当时主体工程刚刚开始施工，上游区营地基本未建成，发生超标的原因可能是采样点受到污染，在之后的监测中均未出现超标。总氮超标情况与环评阶段监测结果总氮超标情况接近，原因主要是区域多山地黄壤，该土类易产生较明显的淋溶作用，使得易溶盐分、游离碳酸钙和氮淋失，造成监测断面总氮超标。

对比琼中抽水蓄能电站建设前后地表水各监测断面水质可知，水域各监测指标并未发生明显变化，基本达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水域水质标准。由此可知，工程施工期间施工活动未对区域地表水体水质造成较大影响。

**表 5.3-3 施工期地表水质监测结果 单位 mg/L**

| 监测时间         | 水温<br>(°C) | pH   | 悬浮物<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | BOD <sub>5</sub><br>(mg/L) | 总氮<br>(mg/L) | 总磷<br>(mg/L) | 粪大肠菌群<br>(MPN/L) |
|--------------|------------|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 上水库坝址下游 500m |            |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2014.4.7     | 8.2        | 6.81 | 19            | 13.1          | 2.5                        | 0.895        | 0.027        | 40               |
| 2014.4.8     | 8.5        | 6.83 | 20            | 12.3          | 2.6                        | 0.927        | 0.030        | 40               |
| 2014.4.20    | 8.4        | 6.80 | 26            | 10.7          | 2.8                        | 0.852        | 0.024        | 40               |
| 2014.4.21    | 8.8        | 6.81 | 23            | 11.6          | 2.6                        | 0.884        | 0.029        | 40               |
| 2014.5.17    | 9.4        | 6.83 | 18            | 12.2          | 2.6                        | 0.746        | 0.031        | 40               |
| 2014.5.18    | 9.8        | 6.82 | 23            | 13.6          | 2.7                        | 0.788        | 0.034        | 40               |
| 2014.6.17    | 14.2       | 6.79 | 20            | 13.8          | 2.4                        | 0.927        | 0.023        | 40               |
| 2014.6.18    | 14.5       | 6.82 | 16            | 12.4          | 2.5                        | 0.873        | 0.025        | 40               |

| 监测时间          | 水温<br>(℃) | pH   | 悬浮物<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | BOD <sub>5</sub><br>(mg/L) | 总氮<br>(mg/L) | 总磷<br>(mg/L) | 粪大肠菌群<br>(MPN/L) |
|---------------|-----------|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 2014.8.13     | 16.2      | 7.82 | 21            | 14.3          | 2.5                        | 0.48         | 0.029        | 340              |
| 2014.8.14     | 16.0      | 7.83 | 23            | 12.6          | 2.3                        | 0.58         | 0.027        | 330              |
| 2014.9.22     | 18.0      | 8.89 | 6             | 14.2          | 0.5                        | 1.04         | 0.01         | 340              |
| 2014.9.23     | 18.2      | 8.92 | 5             | 12.4          | 0.7                        | 0.92         | 0.01         | 430              |
| 2014.12.4     | 8.5       | 7.31 | 17            | 10.8          | 2.6                        | 0.78         | 0.024        | 700              |
| 2014.12.5     | 8.7       | 7.32 | 18            | 13.9          | 2.4                        | 0.87         | 0.021        | 940              |
| 2014.12.18    | 8.3       | 7.32 | 19            | 14.8          | 2.4                        | 0.81         | 0.026        | 630              |
| 2014.12.19    | 9.0       | 7.35 | 18            | 13.9          | 2.9                        | 0.84         | 0.026        | 700              |
| 2015.3.13     | 9.8       |      | 22            | 14.2          | 2.1                        | 0.88         | 0.028        | 40               |
| 2015.3.14     | 9.5       |      | 25            | 14.0          | 2.7                        | 0.87         | 0.025        | 40               |
| 2015.5.10     | 13.5      |      | 17            | 10.8          | 2.8                        | 0.72         | 0.032        | 40               |
| 2015.5.11     | 13.7      |      | 20            | 12.1          | 2.2                        | 0.75         | 0.033        | 40               |
| 2015.6.9      | 15.2      |      | 18            | 12.5          | 2.3                        | 0.94         | 0.024        | 40               |
| 2015.6.10     | 15.4      |      | 15            | 11.3          | 2.2                        | 0.95         | 0.025        | 40               |
| 2015.8.14     | 18.2      |      | 16            | 12.3          | 2.2                        | 0.59         | 0.028        | 320              |
| 2015.8.15     | 18.0      |      | 17            | 12.5          | 2.1                        | 0.60         | 0.026        | 320              |
| 2015.12.8     | 7.1       |      | 17            | <10           | 2.1                        | 0.85         | 0.020        | 940              |
| 2015.12.9     | 6.8       |      | 19            | <10           | 2.0                        | 0.86         | 0.022        | 940              |
| 2015.12.22    | 7.3       |      | 18            | 12.8          | 1.9                        | 0.85         | 0.025        | 690              |
| 2015.12.23    | 7.0       |      | 21            | 13.0          | 2.0                        | 0.87         | 0.026        | 720              |
| 2016.3.15     | 8.9       | 7.41 | 14            | 12.2          | 1.9                        | 0.66         | 0.030        | 40               |
| 2016.3.16     | 9.2       | 7.56 | 23            | 11.8          | 1.8                        | 0.75         | 0.068        | 50               |
| 2016.5.16     | 13.8      | 7.17 | 16            | 13.7          | 1.9                        | 0.85         | 0.020        | 40               |
| 2016.5.17     | 14.0      | 7.25 | 18            | 14.3          | 2.1                        | 0.96         | 0.022        | 50               |
| 2016.9.4      | 18.4      | 7.48 | 18            | 11.2          | 2.4                        | 0.80         | 0.045        | 330              |
| 2016.9.5      | 18.6      | 7.53 | 20            | 14.2          | 1.8                        | 0.70         | 0.053        | 340              |
| 2016.12.10    | 8.4       | 7.42 | 21            | 12.9          | 2.7                        | 0.82         | 0.042        | 320              |
| 2016.12.11    | 8.2       | 7.49 | 20            | 13.2          | 2.7                        | 0.68         | 0.046        | 320              |
| 2017.3.19     | 9.5       | 7.18 | 15            | 12.0          | 2.3                        | 0.87         | 0.023        | 50               |
| 2017.3.20     | 9.6       | 7.20 | 17            | 13.1          | 2.5                        | 0.95         | 0.027        | 70               |
| 2017.6.3      | 17.1      | 7.08 | 18            | 13            | 2.6                        | 0.77         | 0.036        | 50               |
| 2017.6.4      | 17.3      | 7.10 | 24            | 13            | 2.6                        | 0.73         | 0.038        | 80               |
| 2017.9.27     | 15.8      | 7.06 | 20            | 13            | 2.6                        | 0.85         | 0.026        | 230              |
| 下水库坝上游 500m 处 |           |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2014.8.13     | 17.0      | 7.81 | 18            | 12.8          | 2.7                        | 0.98         | 0.023        | 260              |
| 2014.8.14     | 16.6      | 7.81 | 19            | 13.7          | 2.8                        | 0.94         | 0.024        | 330              |
| 2014.9.22     | 18.2      | 7.57 | 7             | <b>15.4</b>   | 0.6                        | 0.86         | 0.03         | <b>9200</b>      |
| 2014.9.23     | 17.9      | 7.60 | 7             | 11.9          | 0.7                        | 0.86         | 0.05         | <b>16000</b>     |
| 2014.12.4     | 8.6       | 7.32 | 14            | <10           | 2.7                        | 0.68         | 0.029        | 790              |
| 2014.12.5     | 9.2       | 7.31 | 15            | 14.0          | 2.3                        | 0.70         | 0.027        | 700              |
| 2014.12.18    | 8.4       | 7.31 | 14            | 13.3          | 2.5                        | 0.71         | 0.023        | 790              |
| 2014.12.19    | 8.6       | 7.32 | 15            | 14.7          | 2.4                        | 0.74         | 0.024        | 700              |
| 2015.3.13     | 9.3       |      | 25            | 14.9          | 2.3                        | 0.99         | 0.022        | 270              |
| 2015.3.14     | 9.9       |      | 26            | 12.5          | 2.8                        | 0.95         | 0.024        | 270              |
| 2015.5.10     | 13.7      |      | 19            | 11.7          | 2.9                        | 0.97         | 0.025        | 250              |
| 2015.5.11     | 13.4      |      | 26            | 11.5          | 2.0                        | 0.96         | 0.026        | 240              |
| 2015.6.9      | 14.9      |      | 19            | 11.7          | 2.4                        | 0.99         | 0.021        | 260              |
| 2015.6.10     | 15.1      |      | 21            | 10.6          | 1.9                        | 0.98         | 0.022        | 250              |
| 2015.8.14     | 18.0      |      | 17            | 12.8          | 2.2                        | 0.96         | 0.025        | 300              |
| 2015.8.15     | 18.4      |      | 22            | 14.0          | 2.0                        | 0.98         | 0.024        | 290              |
| 2015.12.8     | 6.7       |      | 15            | <10           | 2.1                        | 0.72         | 0.026        | 700              |
| 2015.12.9     | 6.9       |      | 21            | 13.2          | 2.1                        | 0.75         | 0.028        | 690              |
| 2015.12.22    | 6.5       |      | 17            | 13.8          | 2.1                        | 0.76         | 0.021        | 720              |
| 2015.12.23    | 6.8       |      | 19            | 13.0          | 2.1                        | 0.77         | 0.020        | 700              |
| 2016.3.15     | 9.2       | 7.47 | 23            | <10           | 1.5                        | 0.97         | 0.041        | 280              |
| 2016.3.16     | 9.5       | 7.43 | 15            | 12.8          | 2.0                        | 0.93         | 0.044        | 270              |
| 2016.5.16     | 13.6      | 7.22 | 21            | 11.3          | 2.1                        | 0.91         | 0.028        | 260              |
| 2016.5.17     | 14.1      | 7.40 | 15            | 13.2          | 2.3                        | 0.88         | 0.027        | 270              |
| 2016.9.4      | 17.9      | 7.52 | 22            | 13.1          | 2.0                        | 1.04         | 0.032        | 310              |
| 2016.9.5      | 18.1      | 7.49 | 15            | 13.7          | 2.0                        | 0.79         | 0.049        | 320              |
| 2016.12.10    | 7.6       | 7.50 | 14            | 13.9          | 3.0                        | 0.77         | 0.053        | 260              |

| 监测时间          | 水温<br>(℃) | pH   | 悬浮物<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | BOD <sub>5</sub><br>(mg/L) | 总氮<br>(mg/L) | 总磷<br>(mg/L) | 粪大肠菌群<br>(MPN/L) |
|---------------|-----------|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 2016.12.11    | 8.8       | 7.53 | 16            | 14.2          | 3.1                        | 0.71         | 0.055        | 260              |
| 2017.3.19     | 9.7       | 7.28 | 20            | 11.0          | 2.2                        | 0.85         | 0.019        | 240              |
| 2017.3.20     | 9.9       | 7.30 | 19            | 12.6          | 2.4                        | 0.97         | 0.022        | 260              |
| 2017.6.3      | 17.2      | 7.11 | 22            | 10            | 1.9                        | 0.96         | 0.026        | 270              |
| 2017.6.4      | 17.3      | 7.09 | 21            | 12            | 2.4                        | 0.93         | 0.023        | 330              |
| 2017.9.27     | 16.1      | 7.09 | 2.2           | 24            | 11                         | 0.76         | 0.022        | 640              |
| 下水库坝址下游 2.8km |           |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2014.8.13     | 16.5      | 7.84 | 24            | 14.9          | 2.4                        | 0.88         | 0.027        | 210              |
| 2014.8.14     | 16.8      | 7.85 | 19            | 15.8          | 2.4                        | 0.83         | 0.023        | 260              |
| 2014.9.22     | 18.2      | 7.50 | 7             | <10           | 0.5                        | 1.15         | 0.03         | 490              |
| 2014.9.23     | 18.1      | 7.62 | 6             | <10           | 0.6                        | 1.09         | 0.03         | 940              |
| 2014.12.4     | 8.6       | 7.35 | 16            | 12.8          | 2.1                        | 0.94         | 0.024        | 630              |
| 2014.12.5     | 8.9       | 7.33 | 16            | 14.3          | 2.7                        | 0.96         | 0.026        | 790              |
| 2014.12.18    | 8.7       | 7.33 | 16            | 11.8          | 2.3                        | 0.93         | 0.029        | 630              |
| 2014.12.19    | 8.9       | 7.33 | 18            | 12.8          | 2.1                        | 0.91         | 0.021        | 700              |
| 2015.3.13     | 9.2       |      | 24            | 12.3          | 2.0                        | 0.87         | 0.026        | 210              |
| 2015.3.14     | 9.4       |      | 20            | 11.5          | 2.6                        | 0.85         | 0.022        | 200              |
| 2015.5.10     | 13.2      |      | 22            | 10.6          | 2.6                        | 0.85         | 0.029        | 190              |
| 2015.5.11     | 13.0      |      | 20            | 12.1          | 2.0                        | 0.84         | 0.030        | 170              |
| 2015.6.9      | 15.5      |      | 18            | 10.6          | 2.2                        | 0.87         | 0.026        | 190              |
| 2015.6.10     | 15.3      |      | 14            | 11.3          | 2.0                        | 0.85         | 0.026        | 220              |
| 2015.8.14     | 18.1      |      | 16            | 13.2          | 2.0                        | 0.86         | 0.024        | 240              |
| 2015.8.15     | 18.2      |      | 17            | 12.1          | 2.1                        | 0.87         | 0.022        | 230              |
| 2015.12.8     | 7.0       |      | 17            | 12.1          | 2.0                        | 0.98         | 0.025        | 790              |
| 2015.12.9     | 7.4       |      | 17            | 12.1          | 2.1                        | 0.97         | 0.026        | 760              |
| 2015.12.22    | 6.8       |      | 19            | 13.2          | 1.9                        | 0.94         | 0.019        | 700              |
| 2015.12.23    | 6.4       |      | 17            | 13.0          | 2.0                        | 0.93         | 0.020        | 690              |
| 2016.3.15     | 9.5       | 7.59 | 18            | <10           | 2.1                        | 0.66         | 0.057        | 220              |
| 2016.3.16     | 9.3       | 7.40 | 16            | <10           | 2.0                        | 0.68         | 0.038        | 210              |
| 2016.5.16     | 13.9      | 7.46 | 12            | 12.4          | 2.3                        | 0.93         | 0.022        | 170              |
| 2016.5.17     | 13.7      | 7.38 | 11            | 11.7          | 1.8                        | 0.93         | 0.018        | 220              |
| 2016.9.4      | 18.6      | 7.37 | 16            | 11.8          | 2.2                        | 0.77         | 0.040        | 240              |
| 2016.9.5      | 19.7      | 7.41 | 19            | 12.5          | 2.2                        | 0.94         | 0.036        | 260              |
| 2016.12.10    | 7.8       | 7.48 | 23            | 13.6          | 2.9                        | 0.86         | 0.050        | 280              |
| 2016.12.11    | 8.2       | 7.50 | 22            | 13.6          | 2.8                        | 0.91         | 0.047        | 320              |
| 2017.3.19     | 9.8       | 7.43 | 11            | 10.6          | 2.0                        | 0.90         | 0.025        | 150              |
| 2017.3.20     | 10.1      | 7.45 | 13            | 11.5          | 2.2                        | 0.92         | 0.021        | 200              |
| 2017.6.3      | 17.3      | 7.23 | 19            | 12            | 2.4                        | 0.85         | 0.028        | 170              |
| 2017.6.4      | 17.5      | 7.22 | 26            | 11            | 2.1                        | 0.87         | 0.031        | 220              |
| 2017.9.27     | 15.6      | 7.25 | 17            | 12            | 2.3                        | 0.96         | 0.020        | 540              |
| II 类标准        | -         | 6-9  | -             | 15            | 3                          | 0.5          | 0.1          | 2000             |

表 5.3-4 施工期地表水质监测结果（蓄水后） 单位 mg/L

| 监测时间            | 水温<br>(°C) | pH   | 悬浮物<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | BOD <sub>5</sub><br>(mg/L) | 总氮<br>(mg/L) | 总磷<br>(mg/L) | 粪大肠菌群<br>(MPN/L) |
|-----------------|------------|------|---------------|---------------|----------------------------|--------------|--------------|------------------|
| 1#上水库库区         |            |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2017.12.6       |            | 7.12 | 19            | 12            | 2.1                        | 0.82         | 0.033        | 700              |
| 2017.12.7       |            | 7.09 | 16            | 13            | 1.7                        | 0.76         | 0.030        | 460              |
| 2018.3.3        |            | 7.10 | 20            | 13            | 2.3                        | 0.79         | 0.035        | 470              |
| 2018.3.4        |            | 7.13 | 18            | 11            | 1.6                        | 0.75         | 0.031        | 630              |
| 2018.5.15       |            | 7.04 | 16            | 14            | 3.6                        | 0.86         | 0.041        | 130              |
| 2018.5.16       |            | 7.07 | 18            | 12            | 3.4                        | 0.93         | 0.045        | 100              |
| 2#下水库库区         |            |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2017.12.6       |            | 7.07 | 21            | 14            | 2.4                        | 0.90         | 0.023        | 490              |
| 2017.12.7       |            | 7.13 | 24            | 11            | 2.2                        | 0.94         | 0.021        | 700              |
| 2018.3.3        |            | 7.07 | 23            | 12            | 2.0                        | 0.95         | 0.025        | 490              |
| 2018.3.4        |            | 7.09 | 25            | 10            | 2.2                        | 0.92         | 0.022        | 560              |
| 2018.5.15       |            | 7.13 | 24            | 11            | 3.0                        | 0.74         | 0.036        | 80               |
| 2018.5.16       |            | 7.11 | 20            | 13            | 3.7                        | 0.72         | 0.039        | 90               |
| 3#下水库库尾         |            |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2017.12.6       |            | 7.18 | 20            | 10            | 2.5                        | 0.85         | 0.037        | 790              |
| 2017.12.7       |            | 7.15 | 18            | 12            | 1.9                        | 0.83         | 0.039        | 630              |
| 2018.3.3        |            | 7.16 | 21            | 9             | 2.1                        | 0.91         | 0.038        | 700              |
| 2018.3.4        |            | 7.21 | 25            | 12            | 2.5                        | 0.87         | 0.041        | 460              |
| 2018.5.15       |            | 7.17 | 21            | 16            | 4.2                        | 0.81         | 0.048        | 170              |
| 2018.5.16       |            | 7.21 | 22            | 19            | 4.5                        | 0.78         | 0.042        | 140              |
| 4#下水库坝址下游 2.6km |            |      |               |               |                            |              |              |                  |
| 2017.12.6       |            | 7.26 | 24            | 11            | 1.8                        | 0.87         | 0.035        | 630              |
| 2017.12.7       |            | 7.24 | 22            | 10            | 1.7                        | 0.86         | 0.036        | 700              |
| 2018.3.3        |            | 7.28 | 22            | 13            | 1.7                        | 0.84         | 0.034        | 790              |
| 2018.3.4        |            | 7.25 | 27            | 11            | 2.1                        | 0.89         | 0.037        | 700              |
| 2018.5.15       |            | 7.25 | 17            | 15            | 4.6                        | 0.99         | 0.045        | 210              |
| 2018.5.16       |            | 7.27 | 18            | 18            | 4.9                        | 0.94         | 0.046        | 190              |
| II 类标准          | -          | 6-9  | -             | 15            | 3                          | 0.5          | 0.1          | 2000             |

## 5.3.1.4 试运行期水质监测结果分析

## (1) 试运行期地表水水质监测

## 1) 监测点位

试运行阶段，建设单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司于 2018 年 9 月对工程区地表水水质进行了监测，各监测点位、监测时间和监测项目见表 5.3-5。

表 5.3-5 琼中抽水蓄能电站地表水水质监测基本情况

| 监测点位                                    | 监测时间                   | 监测项目                                        | 监测单位               |
|-----------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|--------------------|
| 1#上水库库区、2#下水库库区、3#下水库库尾、4#下水库坝址下游 2.6km | 2018.9.10<br>2018.9.11 | 水温、pH、悬浮物、COD、BOD <sub>5</sub> 、总氮、总磷、粪大肠菌群 | 奥来国信（北京）检测技术有限责任公司 |

本次竣工环保验收阶段，我院委托南京万全检测技术有限公司于 2019 年 4 月对工程区地表水水质进行了监测，各监测点位、监测时间和监测项目见表 5.3-6。

**表 5.3-6 琼中抽水蓄能电站地表水水质监测基本情况**

| 监测点位                                       | 监测时间                | 监测项目                                                                                                      | 监测单位         |
|--------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1#上水库进出水口、2#下水库库区进出水口、3#下水库坝下 2.8km 保蕊村断面处 | 2019.4.28~2019.4.29 | 水温、SS、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、CODCr、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群 | 南京万全检测技术有限公司 |

## 2) 监测结果

工程试运行期 2018 年 9 月的地表水环境监测成果见表 5.3-7 所示, 监测结果显示。除总磷、COD 和 BOD<sub>5</sub> 超标外, 其余指标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 标准, 超标原因可能与周边地区橡胶林地施肥以及周边居民生活等面源污染有关。2019 年 4 月的监测成果见表 5.3-8 所示, 监测结果显示, 除总磷有超标外, 其余指标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 标准, 总磷可能与周边地区橡胶林地施肥等面源污染有关。

**表 5.3-7 2018 年试运行期地表水质监测结果 单位 mg/L**

| 监测时间            | 水温 (°C) | pH   | 悬浮物 (mg/L) | COD (mg/L) | BOD <sub>5</sub> (mg/L) | 总氮 (mg/L) | 总磷 (mg/L)     | 粪大肠菌群 (MPN/L) |
|-----------------|---------|------|------------|------------|-------------------------|-----------|---------------|---------------|
| 1#上水库库区         |         |      |            |            |                         |           |               |               |
| 2018.9.10       |         | 7.06 | 16         | 16         | 3.4                     | 0.90      | 0.043         | 140           |
| 2018.9.11       |         | 7.04 | 19         | 12         | 3.7                     | 0.94      | 0.047         | 160           |
| 2#下水库库区         |         |      |            |            |                         |           |               |               |
| 2018.9.10       |         | 7.15 | 27         | 14         | 2.8                     | 0.75      | 0.034         | 90            |
| 2018.9.11       |         | 7.12 | 21         | 11         | 3.3                     | 0.70      | 0.040         | 110           |
| 3#下水库库尾         |         |      |            |            |                         |           |               |               |
| 2018.9.10       |         | 7.19 | 23         | 17         | 4.3                     | 0.84      | 0.046         | 210           |
| 2018.9.11       |         | 7.16 | 25         | 20         | 4.6                     | 0.80      | 0.049         | 180           |
| 4#下水库坝址下游 2.6km |         |      |            |            |                         |           |               |               |
| 2018.9.10       |         | 7.27 | 19         | 13         | 4.5                     | 1.02      | 0.041         | 240           |
| 2018.9.11       |         | 7.26 | 17         | 16         | 4.8                     | 0.98      | 0.037         | 200           |
| II 类标准          | -       | 6-9  | -          | 15         | 3                       | 0.5       | 0.1(湖库 0.025) | 2000          |

**表 5.3-8 2019 年试运行期地表水监测结果 单位: mg/L**

| 检测项目       | 采样日期      | 上水库进出水口 | 下水库库区进出水口 | 下水库坝下保蕊村 | II 类标准 |
|------------|-----------|---------|-----------|----------|--------|
| 水温 (°C)    | 2019.4.28 | 25.7    | 24.1      | 26.5     | -      |
|            | 2019.4.29 | 25.4    | 24.7      | 26.3     |        |
| pH 值 (无量纲) | 2019.4.28 | 7.22    | 7.16      | 7.26     | 6-9    |
|            | 2019.4.29 | 7.24    | 7.20      | 7.30     |        |
| 悬浮物        | 2019.4.28 | 11      | 13        | 11       | -      |
|            | 2019.4.29 | 12      | 12        | 10       |        |
| 溶解氧        | 2019.4.28 | 7.2     | 7.5       | 7.4      | 6      |

| 检测项目             | 采样日期      | 上水库进出水口      | 下水库库区进出水口    | 下水库坝下保蕊村 | II 类标准           |
|------------------|-----------|--------------|--------------|----------|------------------|
|                  | 2019.4.29 | 7.4          | 7.8          | 7.6      |                  |
| 五日生化需氧量          | 2019.4.28 | 1.2          | 2.0          | 1.8      | 3                |
|                  | 2019.4.29 | 1.5          | 2.2          | 2.0      |                  |
| 高锰酸盐指数           | 2019.4.28 | 2.23         | 2.36         | 2.10     | 4                |
|                  | 2019.4.29 | 2.14         | 2.25         | 2.22     |                  |
| 氨氮               | 2019.4.28 | 0.385        | 0.344        | 0.378    | 1.0              |
|                  | 2019.4.29 | 0.366        | 0.325        | 0.394    |                  |
| 总氮               | 2019.4.28 | 0.477        | 0.453        | 0.502    | 0.5              |
|                  | 2019.4.29 | 0.486        | 0.448        | 0.512    |                  |
| 总磷<br>(以 P 计)    | 2019.4.28 | <b>0.044</b> | <b>0.046</b> | 0.042    | 0.1(湖库<br>0.025) |
|                  | 2019.4.29 | <b>0.042</b> | <b>0.042</b> | 0.044    |                  |
| 化学需氧量            | 2019.4.28 | 12           | 13           | 12       | 15               |
|                  | 2019.4.29 | 13           | 14           | 12       |                  |
| 铜                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 1.0              |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 锌                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 1.0              |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 氟化物              | 2019.4.28 | 0.0523       | 0.0510       | 0.0515   | 1.0              |
|                  | 2019.4.29 | 0.0538       | 0.0528       | 0.0542   |                  |
| 硒                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.01             |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 砷                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.05             |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 汞                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.00005          |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 隔                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.005            |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 六价铬              | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.05             |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 铅                | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.01             |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 氰化物              | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.05             |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 挥发酚              | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.002            |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 石油类              | 2019.4.28 | 0.02         | 0.03         | 0.03     | 0.05             |
|                  | 2019.4.29 | 0.03         | 0.02         | 0.02     |                  |
| 阴离子表面活性剂         | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.2              |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 硫化物              | 2019.4.28 | ND           | ND           | ND       | 0.1              |
|                  | 2019.4.29 | ND           | ND           | ND       |                  |
| 粪大肠菌群<br>(MPN/L) | 2019.4.28 | 1100         | 1300         | 1400     | 2000             |
|                  | 2019.4.29 | 1300         | 1100         | 1300     |                  |

注：ND 表示未检出。

## (2) 试运行期地下水水质监测

### 1) 监测点位

本次竣工环保验收阶段，我院委托南京万全检测技术有限公司于 2019 年 4 月

对工程区地下水水质进行了监测，各监测点位、监测时间和监测项目见表 5.3-8。

**表 5.3-8 琼中抽水蓄能电站地下水水质监测基本情况**

| 监测点位                        | 监测时间                | 监测项目                                                                                       | 监测单位             |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1#上水库渣场附近水井、<br>2#下水库渣场附近水井 | 2019.4.28~2019.4.29 | pH、总硬度、磷酸盐、<br>氯化物、COD <sub>Mn</sub> 、<br>NH <sub>3</sub> -N、总铜、总铅、<br>总镉、六价铬、总汞、<br>总大肠菌群 | 南京万全检测技术有<br>限公司 |

## 2) 监测结果

工程试运行期 2019 年 4 月的地下水水质监测成果见表 5.3-9 所示。根据监测结果，工程试运行期，各监测断面各项监测因子地下水环境均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-1993)III 类标准。采用《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III 类标准进行复核，也满足 III 类标准要求。

**表 5.3-9 地下水检测结果** 单位: mg/L

| 检测项目              | 2019.4.28      |       |                |       | 2019.4.29      |       |                |       | GB/T<br>14848-<br>93 标<br>准限值 | GB/T<br>14848-<br>2017<br>标准<br>限值 |
|-------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|------------------------------------|
|                   | 原上水库<br>渣场饮用水井 |       | 原下水库<br>渣场饮用水井 |       | 原上水库<br>渣场饮用水井 |       | 原下水库<br>渣场饮用水井 |       |                               |                                    |
|                   | 1              | 2     | 1              | 2     | 1              | 2     | 1              | 2     |                               |                                    |
| pH 值<br>(无量纲)     | 7.22           | 7.24  | 7.17           | 7.18  | 7.26           | 7.28  | 7.28           | 7.30  | 6.8~8.5                       | 6.8~8.5                            |
| 总硬度<br>(以CaCO3计)  | 210            | 223   | 205            | 217   | 229            | 214   | 220            | 231   | 450                           | 450                                |
| 磷酸盐               | 0.023          | 0.020 | 0.022          | 0.026 | 0.019          | 0.023 | 0.022          | 0.020 | -                             | -                                  |
| 氯化物               | 176            | 148   | 167            | 158   | 166            | 158   | 160            | 155   | 250                           | 250                                |
| COD <sub>MN</sub> | 1.12           | 1.15  | 1.20           | 1.11  | 1.08           | 1.14  | 1.12           | 1.10  | 3.0                           | 3.0                                |
| 氨氮(以N计)           | 0.035          | 0.040 | 0.038          | 0.044 | 0.031          | 0.035 | 0.033          | 0.035 | 0.2                           | 0.5                                |
| 总铜                | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | 1.0                           | 1.00                               |
| 总铅                | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | 0.05                          | 0.20                               |
| 总镉                | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | 0.01                          | 0.005                              |
| 六价铬               | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | 0.05                          | 0.05                               |
| 总汞                | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | ND             | ND    | 0.001                         | 0.001                              |
| 总大肠菌群<br>(MPN/L)  | 未检出            | 未检出   | 未检出            | 未检出   | 未检出            | 未检出   | 未检出            | 未检出   | 3.0                           | 3.0                                |

5.3.1.5 水环境质量变化趋势

根据施工前、施工期和验收期的水质监测数据，绘制上水库和下水库的水质超背景倍数趋势图如图 5.3-1 和 5.3-2 所示。

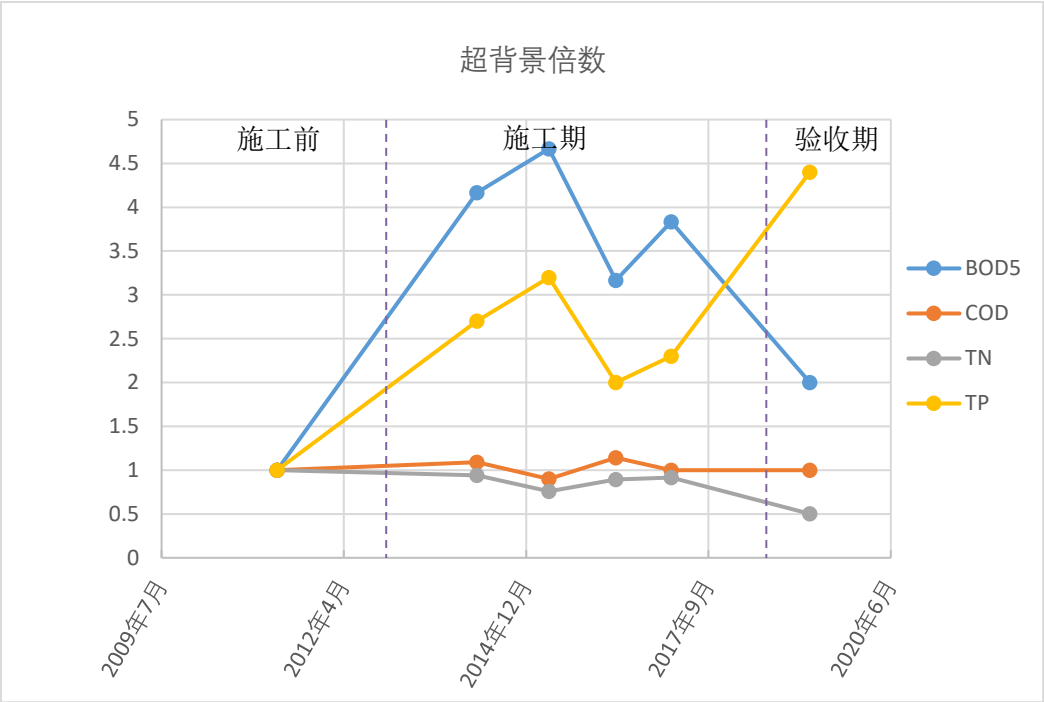


图 5.3-1 上水库水质超背景倍数趋势图

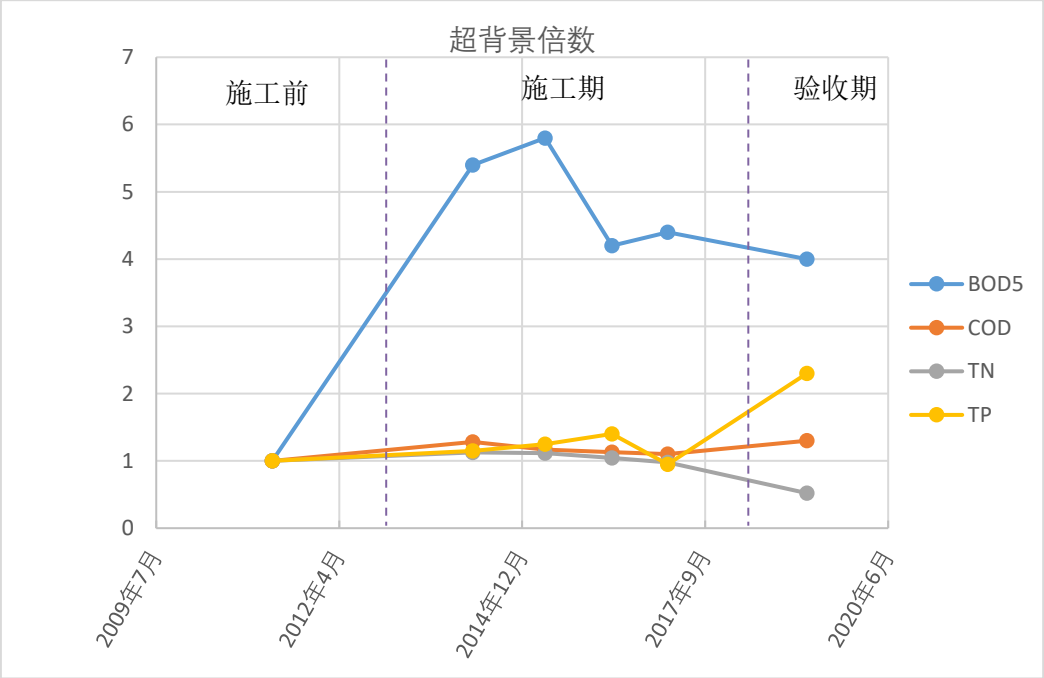


图 5.3-2 下水库水质超背景倍数趋势图

根据 5.3.1.1~5.3.1.4 节内容及上图，工程施工期间，各处地表水监测的多项指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的相关标准要求，施工高峰时段出现 BOD<sub>5</sub>、总磷等指标有超标情况，随着主体工程的结束，BOD<sub>5</sub> 等污染物浓

度开始降低，但总磷有所升高，超标原因可能与周边地区橡胶林地施肥以及周边居民生活等面源污染有关，同时可能由于水库初期蓄水营养盐释放产生叠加影响，建议保持对上下水库水质的监测，持续关注水质变化情况。

### 5.3.2 环境空气影响调查

工程对大气环境的影响主要为施工期，本次调查主要对施工期影响进行调查分析，并根据试运行期间环境空气现状监测，分析工程试运行后工程区域环境空气质量现状。

#### 5.3.2.6 保护目标调查

根据现场调查，施工阶段环境空气保护目标为进场公路沿线及施工区周边村庄，包括：大边村、黑石村、南吉村、烂田村等，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准，本次验收按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准进行复核。

#### 5.3.2.7 环评阶段环境空气质量监测

环评阶段，海南省环境监测中心站于 2011 年 4 月在对施工区大气环境质量进行了现状监测，监测点位为上水库大丰水库右坝肩、下水库大坝左岸施工区，监测结果见表 5.3-10。由监测结果可知，工程区各环境空气质量监测点均达到《环境空气质量标准》GB3095-1996 及 GB3095-2012 一级标准限值要求。

**表 5.3-10 环评阶段环境空气质量监测结果 单位：mg/m<sup>3</sup>**

| 监测点               | 监测日期                | 监测结果（日均值）        |                 |                 |
|-------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                   |                     | PM <sub>10</sub> | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> |
| 大丰水库<br>右坝头       | 4 月 12 日            | 0.034            | 0.002           | 0.017           |
|                   | 4 月 13 日            | 0.037            | 0.002           | 0.018           |
|                   | 4 月 14 日            | 0.042            | 0.002           | 0.016           |
|                   | 4 月 15 日            | 0.036            | 0.002           | 0.020           |
|                   | 4 月 16 日            | 0.038            | 0.002           | 0.016           |
|                   | 4 月 17 日            | 0.033            | 0.002           | 0.012           |
|                   | 4 月 18 日            | 0.044            | 0.002           | 0.015           |
| 下库大坝<br>左岸施工<br>区 | 4 月 12 日            | 0.039            | 0.002           | 0.016           |
|                   | 4 月 13 日            | 0.040            | 0.002           | 0.015           |
|                   | 4 月 14 日            | 0.036            | 0.002           | 0.016           |
|                   | 4 月 15 日            | 0.040            | 0.002           | 0.018           |
|                   | 4 月 16 日            | 0.037            | 0.002           | 0.015           |
|                   | 4 月 17 日            | 0.038            | 0.002           | 0.012           |
|                   | 4 月 18 日            | 0.041            | 0.002           | 0.017           |
| 结 果               | GB3095-1996<br>标准限值 | 0.05             | 0.05            | 0.08            |
|                   | GB3095-2012<br>标准限值 | 0.05             | 0.05            | 0.08            |

|  |      |    |    |    |
|--|------|----|----|----|
|  | 评价结果 | 达标 | 达标 | 达标 |
|--|------|----|----|----|

### 5.3.2.8 施工期环境空气质量监测

在电站施工期，建设单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司对施工期敏感点环境空气质量进行监测，监测点位为施工区周边的南吉村以及进场公路沿线的大边村。监测结果如表 5.3-11 所示。

根据监测结果可知，两个监测点环境空气质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准要求。采用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）作为校核标准对环境空气质量监测结果进行分析，由于新标准中监测指标一级标准浓度限值不变，评价结果不变。

**表 5.3-11 工程施工期敏感点环境空气质量监测结果** 单位：μg/m<sup>3</sup>

| 监测日期       | 南吉村             |                 |     |                  | 大边村             |                 |     |                  |
|------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|
|            | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | TSP | PM <sub>10</sub> |
| 2014.6.16  | 25              | 19              | 91  | 38               | 26              | 20              | 94  | 41               |
| 2014.6.17  | 29              | 20              | 79  | 31               | 30              | 22              | 79  | 30               |
| 2014.6.18  | 31              | 17              | 62  | 28               | 33              | 17              | 60  | 32               |
| 2014.6.19  | 29              | 20              | 88  | 39               | 27              | 20              | 90  | 39               |
| 2014.6.20  | 24              | 19              | 99  | 36               | 24              | 17              | 101 | 41               |
| 2014.8.8   | 13              | 6               | 89  | 31               | 14              | 6               | 91  | 28               |
| 2014.8.9   | 15              | 8               | 83  | 30               | 21              | 8               | 88  | 30               |
| 2014.8.10  | 17              | 10              | 98  | 33               | 23              | 10              | 95  | 32               |
| 2014.8.11  | 22              | 8               | 108 | 41               | 18              | 8               | 99  | 41               |
| 2014.8.12  | 24              | 11              | 113 | 38               | 19              | 11              | 113 | 39               |
| 2014.9.21  | 26              | 36              | 60  | 36               | 28              | 12              | 72  | 34               |
| 2014.9.22  | 28              | 27              | 92  | 44               | 30              | 10              | 80  | 44               |
| 2014.9.23  | 33              | 25              | 70  | 34               | 33              | 16              | 72  | 38               |
| 2014.9.24  | 29              | 14              | 67  | 39               | 29              | 6               | 70  | 44               |
| 2014.9.25  | 34              | 12              | 82  | 38               | 32              | 14              | 88  | 39               |
| 2014.12.4  | 13              | 6               | 83  | 12               | 15              | 7               | 80  | 21               |
| 2014.12.5  | 15              | 9               | 97  | 21               | 19              | 9               | 88  | 30               |
| 2014.12.6  | 22              | 13              | 110 | 43               | 26              | 14              | 107 | 42               |
| 2014.12.7  | 18              | 11              | 104 | 34               | 18              | 9               | 95  | 35               |
| 2014.12.8  | 19              | 7               | 106 | 31               | 17              | 11              | 93  | 35               |
| 2014.12.23 | 7               | <4              | 89  | 36               | 8               | <4              | 85  | 42               |
| 2014.12.24 | 8               | <4              | 91  | 41               | 7               | <4              | 83  | 38               |
| 2014.12.25 | 8               | <4              | 92  | 43               | 8               | <4              | 85  | 36               |
| 2014.12.26 | 8               | <4              | 91  | 43               | 7               | <4              | 87  | 35               |
| 2014.12.27 | 9               | <4              | 88  | 42               | 7               | <4              | 85  | 35               |
| 2015.3.13  | 7               | <4              | 50  | 24               | 6               | 4               | 44  | 24               |
| 2015.3.14  | 8               | <4              | 59  | 26               | 7               | 6               | 59  | 31               |
| 2015.3.15  | 6               | 6               | 35  | 20               | 7               | <4              | 40  | 21               |
| 2015.3.16  | 7               | 8               | 59  | 25               | 8               | 10              | 57  | 28               |
| 2015.3.17  | 6               | <4              | 68  | 36               | <6              | 8               | 73  | 36               |
| 2015.6.9   | <6              | 5               | 46  | 24               | <6              | <4              | 43  | 25               |
| 2015.6.10  | <6              | 9               | 48  | 26               | <6              | 5               | 47  | 27               |
| 2015.6.11  | 7               | <4              | 46  | 24               | 6               | 7               | 45  | 26               |
| 2015.6.12  | <6              | 7               | 54  | 29               | 7               | <4              | 53  | 30               |

|                        |    |    |     |    |    |    |     |    |
|------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|----|
| 2015.6.13              | <6 | 7  | 40  | 24 | <6 | 9  | 48  | 29 |
| 2015.8.14              | <6 | 5  | 57  | 24 | <6 | 5  | 67  | 33 |
| 2015.8.15              | 6  | 7  | 73  | 30 | 7  | 8  | 76  | 38 |
| 2015.8.16              | 10 | 12 | 82  | 37 | 8  | 8  | 78  | 42 |
| 2015.8.17              | 9  | 10 | 80  | 43 | 9  | 10 | 72  | 38 |
| 2015.8.18              | 8  | 8  | 66  | 35 | 9  | 10 | 66  | 37 |
| 2015.12.9              | 8  | 8  | 53  | 23 | 7  | 7  | 53  | 25 |
| 2015.12.10             | <6 | 5  | 61  | 24 | <6 | 10 | 73  | 37 |
| 2015.12.11             | 7  | 12 | 83  | 39 | 8  | 14 | 76  | 45 |
| 2015.12.12             | 8  | 5  | 69  | 25 | 6  | 5  | 59  | 24 |
| 2015.12.13             | <6 | 10 | 73  | 37 | 6  | 15 | 64  | 31 |
| 2016.3.15              | 13 | <4 | 52  | 24 | 12 | 5  | 46  | 26 |
| 2016.3.16              | 18 | 11 | 62  | 29 | 16 | 5  | 71  | 33 |
| 2016.3.17              | 15 | 5  | 68  | 40 | 16 | 11 | 78  | 42 |
| 2016.3.18              | 22 | 7  | 92  | 52 | 23 | 9  | 92  | 52 |
| 2016.3.19              | 25 | 9  | 80  | 43 | 24 | 7  | 88  | 49 |
| 2016.5.16              | 15 | <4 | 49  | 24 | 16 | 5  | 49  | 23 |
| 2016.5.17              | 18 | 5  | 61  | 33 | 19 | <4 | 52  | 33 |
| 2016.5.18              | 17 | 11 | 87  | 49 | 16 | 9  | 75  | 45 |
| 2016.5.19              | 23 | <4 | 63  | 39 | 24 | 11 | 65  | 37 |
| 2016.5.20              | 18 | 15 | 51  | 28 | 16 | 13 | 63  | 32 |
| 2016.9.4               | 16 | 9  | 55  | 25 | 18 | 7  | 51  | 28 |
| 2016.9.5               | 15 | 7  | 63  | 33 | 15 | 5  | 60  | 35 |
| 2016.9.6               | 17 | 5  | 74  | 35 | 19 | <4 | 63  | 37 |
| 2016.9.7               | 22 | 9  | 69  | 33 | 24 | 7  | 53  | 32 |
| 2016.9.8               | 18 | 5  | 64  | 32 | 19 | <4 | 55  | 34 |
| 2016.12.14             | 8  | 7  | 68  | 45 | 7  | 8  | 68  | 40 |
| 2016.12.15             | 9  | 6  | 74  | 49 | 9  | 7  | 71  | 45 |
| 2016.12.16             | 7  | 5  | 69  | 48 | 7  | 5  | 76  | 48 |
| 2016.12.17             | 8  | 7  | 64  | 42 | 9  | 7  | 82  | 54 |
| 2016.12.18             | 9  | 8  | 79  | 54 | 8  | 7  | 78  | 52 |
| 2016.12.20             | 7  | 9  | 53  | 34 | 8  | 7  | 65  | 42 |
| 2016.12.21             | 8  | 9  | 56  | 38 | 8  | 9  | 68  | 39 |
| 2016.12.22             | 7  | 7  | 63  | 41 | 9  | 7  | 64  | 37 |
| 2016.12.23             | 8  | 9  | 72  | 47 | 10 | 9  | 63  | 41 |
| 2016.12.24             | 9  | 7  | 54  | 40 | 7  | 6  | 72  | 46 |
| 2017.3.18              | 12 | 10 | 69  | 34 | 11 | 9  | 65  | 38 |
| 2017.3.19              | 14 | 9  | 70  | 36 | 13 | 8  | 63  | 32 |
| 2017.3.20              | 10 | 7  | 67  | 33 | 12 | 6  | 62  | 32 |
| 2017.3.21              | 12 | 8  | 59  | 30 | 15 | 7  | 58  | 31 |
| 2017.3.22              | 13 | 6  | 56  | 33 | 12 | 5  | 57  | 30 |
| 2017.6.1               | 15 | 7  | 74  | 43 | 14 | 9  | 68  | 36 |
| 2017.6.2               | 13 | 9  | 62  | 34 | 12 | 9  | 55  | 32 |
| 2017.6.3               | 13 | 8  | 68  | 39 | 10 | 7  | 75  | 43 |
| 2017.6.4               | 14 | 10 | 64  | 32 | 14 | 10 | 65  | 38 |
| 2017.6.5               | 16 | 11 | 55  | 36 | 13 | 9  | 62  | 31 |
| 2017.9.25              | 9  | 7  | 52  | 27 | 9  | 5  | 51  | 23 |
| 2017.9.26              | 11 | 9  | 55  | 30 | 12 | 7  | 61  | 36 |
| 2017.9.27              | 13 | 6  | 67  | 42 | 14 | 6  | 74  | 46 |
| 2017.9.28              | 10 | 8  | 65  | 38 | 11 | 8  | 66  | 38 |
| 2017.9.29              | 10 | 8  | 59  | 30 | 9  | 7  | 61  | 30 |
| GB3095-2012<br>一级标准(24 | 80 | 50 | 120 | 50 | 80 | 50 | 120 | 50 |

|                                 |    |    |     |    |    |    |     |    |
|---------------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|----|
| 小时均值)                           |    |    |     |    |    |    |     |    |
| GB3095-1996<br>一级标准(24<br>小时均值) | 80 | 50 | 120 | 50 | 80 | 50 | 120 | 50 |

对比琼中抽水蓄能电站建设前后环境空气质量监测结果未发生明显变化，所有监测指标均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准要求，工程建设对周边环境空气质量影响较小。

### 5.3.2.9 试运行期环境空气质量影响调查

#### （1）试运行期监测点位

本次竣工环保验收阶段，我院委托南京万全检测技术有限公司于 2019 年 4 月对工程区环境空气质量进行了监测，各监测点位、监测时间和监测项目见表 5.3-12。

**表 5.3-12 琼中抽水蓄能电站环境空气质量监测基本情况**

| 监测点位                   | 监测时间                | 监测项目                                                                      | 监测单位         |
|------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1#下水库大坝左岸原施工区、2#上水库右坝头 | 2019.4.28~2019.4.29 | NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> 、TSP、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> | 南京万全检测技术有限公司 |

#### （2）试运行期环境空气质量监测结果

2019 年 4 月环境空气质量的的监测成果见表 5.3-13 所示。根据监测结果，各监测点位的各检测因子满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准要求。

表 5.3-13

环境空气检测结果

单位:  $\text{mg}/\text{m}^3$ 

| 检测点位                          | 采样日期      | TSP | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2.5</sub> |
|-------------------------------|-----------|-----|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 下水库大坝左岸原施工区                   | 2019.4.28 | 65  | 6               | 11              | 34               | 25                |
|                               | 2019.4.29 | 70  | 5               | 13              | 42               | 22                |
| 上水库右坝头                        | 2019.4.28 | 72  | 7               | 15              | 40               | 23                |
|                               | 2019.4.29 | 68  | 7               | 12              | 36               | 24                |
| GB3095-1996 一级标准<br>(24 小时均值) |           | 120 | 50              | 80              | 50               | 35                |
| GB3095-2012 一级标准<br>(24 小时均值) |           | 120 | 50              | 80              | 50               | 35                |

### 5.3.3 声环境影响调查

#### 5.3.3.1 保护目标调查

根据调查,声环境保护目标与环境空气基本一致,为进场公路沿线及施工区周边村庄。声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准,进场公路两侧执行 4a 类标准。

#### 5.3.3.2 环评阶段声环境质量监测

环评阶段,海南省环境监测中心站于 2011 年 4 月对区域声环境质量进行了现状监测,监测点位分布位于大丰水库左坝肩、大丰农场居民点、进场公路附近、下水库大坝施工区和料场,监测结果如表 5.3-14、5.3-15 所示。

监测结果显示,琼中抽水蓄能电站工程环评阶段声环境质量较好,符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准,进场公路两侧噪声符合 4a 类标准。

表 5.3-14 环评阶段进场公路交通噪声监测结果 单位: dB(A)

| 监测点位 | 监测日期     | 时段 | 评价结果 | 车流量统计(辆/小时) |    |     | 监测结果[dB(A)]     |                 |                 |                 |     |
|------|----------|----|------|-------------|----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
|      |          |    |      | 大型          | 中型 | 小型  | L <sub>eq</sub> | L <sub>10</sub> | L <sub>50</sub> | L <sub>90</sub> | SD  |
| 进场公路 | 4 月 12 日 | 昼间 | 70   | /           | /  | 144 | 60.2            | 60.8            | 48.8            | 40.5            | 4.0 |
|      |          | 夜间 | 55   | /           | /  | 27  | 45.1            | 46.5            | 44.2            | 43.1            | 2.4 |
|      | 4 月 13 日 | 昼间 | 70   | /           | 3  | 159 | 62.3            | 65.3            | 54.4            | 48.7            | 3.8 |
|      |          | 夜间 | 55   | /           | /  | 33  | 46.6            | 48.9            | 46.1            | 44.3            | 3.2 |
|      | 4 月 14 日 | 昼间 | 70   | /           | 3  | 156 | 61.9            | 63.5            | 60.6            | 58.6            | 5.7 |
|      |          | 夜间 | 55   | /           | /  | 30  | 45.8            | 47.6            | 43.6            | 43.4            | 3.6 |

表 5.3-15 环评阶段声环境监测结果 单位: dB(A)

| 监测点位                                | 监测结果     |      |          |      |          |      |
|-------------------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|
|                                     | 4 月 12 日 |      | 4 月 13 日 |      | 4 月 14 日 |      |
|                                     | 昼间       | 夜间   | 昼间       | 夜间   | 昼间       | 夜间   |
| 大丰水库左坝肩                             | 51.3     | 42.6 | 50.4     | 42.3 | 50.0     | 42.6 |
| 大丰农场居民点 1                           | 47.9     | 41.8 | 46.9     | 41.4 | 46.8     | 40.5 |
| 大丰农场居民点 2                           | 49.3     | 41.2 | 48.1     | 41.6 | 47.3     | 41.1 |
| 下水库大坝施工区                            | 51.8     | 43.0 | 50.8     | 42.8 | 49.1     | 42.6 |
| 料场                                  | 46.8     | 40.5 | 46.9     | 40.9 | 46.8     | 40.8 |
| 《声环境质量标准》<br>(GB3096-2008) 1<br>类标准 | 55       | 45   | 55       | 45   | 55       | 45   |

## 5.3.3.3 施工期声环境质量监测

电站施工期,建设单位委托奥来国信(北京)检测技术有限责任公司对施工期敏感点声环境质量进行监测,监测点位为施工区周边的南吉村以及进场公路沿线的大边村。监测结果如表 5.3-16 所示。由监测结果可知,各敏感点声环境质量能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类标准。

表 5.3-16 施工期声环境敏感点监测结果 单位: dB(A)

| 监测点        | 南吉村  |      | 大边村  |      |
|------------|------|------|------|------|
| 监测日期       | 昼间   | 夜间   | 昼间   | 夜间   |
| 2014.6.16  | 41.2 | 40.2 | 41   | 39.8 |
| 2014.7.23  | 47.3 | 40.4 | 46.8 | 39.9 |
| 2014.8.12  | 48.3 | 40.3 | 48.9 | 40   |
| 2014.9.22  | 49.0 | 40.0 | 50.5 | 40.1 |
| 2014.9.26  | 46.5 | 41.2 | 47.4 | 41.5 |
| 2014.11.18 | 46.5 | 40.7 | 47.2 | 40.4 |
| 2014.12.6  | 49.0 | 40.2 | 49.2 | 39.9 |
| 2014.12.24 | 48.6 | 39.3 | 51.2 | 41.7 |
| 2015.1.4   | 43.2 | 40.6 | 44.7 | 40.4 |
| 2015.2.4   | 43.7 | 40.0 | 44.1 | 40.4 |
| 2015.3.13  | 49.4 | 39.9 | 49.7 | 40   |
| 2015.3.22  | 45.2 | 41.5 | 46   | 41.3 |

| 监测点                              | 南吉村  |      | 大边村  |      |
|----------------------------------|------|------|------|------|
| 监测日期                             | 昼间   | 夜间   | 昼间   | 夜间   |
| 2015.6.10                        | 49.8 | 40.0 | 49.6 | 40.5 |
| 2015.8.15                        | 49.8 | 40.3 | 50.2 | 39.8 |
| 2015.12.10                       | 50.3 | 40.2 | 49.9 | 40.5 |
| 2016.3.15                        | 49.3 | 39.9 | 49.1 | 40.5 |
| 2016.5.16                        | 49.2 | 39.7 | 49.3 | 40.4 |
| 2016.9.4                         | 49.7 | 39.4 | 49.9 | 40.8 |
| 2016.12.10                       | 49.5 | 39.3 | 49.3 | 41.2 |
| 2017.3.19                        | 49.1 | 39.6 | 49.4 | 39.8 |
| 2017.6.2                         | 50.4 | 40.6 | 51.6 | 39.4 |
| 2017.9.26                        | 52.2 | 40.4 | 51.0 | 39.5 |
| 《声环境质量标准》<br>(GB3096-2008) 1 类标准 | 55   | 45   | 55   | 45   |

对比琼中抽水蓄能电站建设前后声环境质量监测结果, 未发生明显变化, 敏感点均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类标准要求。主要是由于进场公路沿线植被覆盖较好, 对噪声吸收和消减作用明显, 主要施工区基本采取封闭施工, 固定噪声源距离周围村庄较远, 因此工程建设对周围村庄声环境影响较小。

#### 5.3.3.4 试运行期声环境影响调查

##### (1) 试运行期监测点位

本次竣工环保验收阶段, 我院委托南京万全检测技术有限公司于 2019 年 4 月对工程区环境空气质量进行了监测, 各监测点位、监测时间和监测项目见表 5.3-17。

**表 5.3-17 琼中抽水蓄能电站声环境质量监测基本情况**

| 监测点位                                                             | 监测时间                          | 监测项目                        | 监测单位         |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1#上水库左坝头、2#上水库大丰农场居民点、3#上水库进场公路、4#下水库库尾居民点、5#下水库大坝施工区和 6#下水库附近料场 | 2019.4.28~29、<br>2019.4.29~30 | 昼间等效声级 (Ld)、<br>夜间等效声级 (Ln) | 南京万全检测技术有限公司 |

##### (2) 试运行期声环境质量监测结果

工程试运行期 2019 年 4 月声环境质量的监测成果见表 5.3-18 所示。根据试运行期声环境监测结果, 各监测点位除 5#下水库大坝施工区昼间等效声级 (Ld) 超标外, 其余均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类标准标准, 5#下水库大坝施工区昼间等效声级 (Ld) 超标, 是因为在进行声环境监测时有工程设备正在进行场地恢复、覆土绿化。3#上水库进场公路声环境监测结果满足《声环境质

量标准》(GB3096-2008)中的 4a 类标准要求。

**表 5.3-18 琼中抽水蓄能电站声环境质量 单位: dB(A)**

| 测点<br>编号                                   | 2019.4.28~29 |      | 2019.4.29~30 |      |
|--------------------------------------------|--------------|------|--------------|------|
|                                            | 昼间           | 夜间   | 昼间           | 夜间   |
| 1#上水库左坝头                                   | 53.3         | 44.7 | 54.0         | 43.8 |
| 2#上水库大丰农场居民点                               | 50.6         | 40.2 | 51.1         | 41.4 |
| 3#上水库进场公路                                  | 57.1         | 43.6 | 56.2         | 43.3 |
| 4#下水库库尾居民点                                 | 50.1         | 39.8 | 50.8         | 40.7 |
| 5#下水库大坝施工区                                 | <b>60.1</b>  | 41.1 | <b>58.6</b>  | 42.0 |
| 6#下水库附近料场                                  | 53.3         | 41.4 | 54.1         | 41.6 |
| 《声环境质量标准》<br>(GB3096-2008) 1 类标准           | 55           | 45   | 55           | 45   |
| 进场公路两侧执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的<br>4a 类标准 | 70           | 55   | 70           | 55   |

### 5.3.4 生活垃圾影响调查

#### (1) 施工期

根据项目环评,电站施工高峰期间施工人员 2000 人,高峰期垃圾日产生量 1.20t,施工期生活垃圾总量约为 1716t。实际施工过程中,施工高峰总人数约 900 人,以每人每天产生垃圾 1kg 计,目前生活垃圾日产量约为 0.9t/d。

工程施工期,建设单位委托海口广居实业有限公司对施工区域内各施工营地以及施工场所的生活垃圾进行收集、清理及运输,并统一转运至阳江农场垃圾处理场。因此工程施工阶段,工程区范围内无生活垃圾乱堆乱放等问题,环境卫生面貌良好。

#### (2) 运行期

本工程运行期管理区主要位于业主营地,电站运行管理人员为 120 人,日产生活垃圾约 120kg。

试运行期生活垃圾由海口广居实业有限公司收集外运处理,建设单位已和海口广居实业有限公司签订生活垃圾清运合同。生活垃圾对区域环境卫生影响较小。

## 5.4 社会环境影响调查

### 5.4.1 复建工程环境影响调查

本工程建设不涉及生产安置人口及搬迁安置人口,移民安置工程仅包括专项设施复建,主要为供水工程及汽车便道工程,工程量相对较小。根据本次调查,大丰水厂现主要利用支沟或地下水作为水源,上库施工对大丰农场水厂取水无明

显影响。

#### 5.4.2 人群健康影响调查

建设单位要求各施工单位每年组织开展施工区人群健康调查工作，施工区人群健康调查包括一般疫病防治和重点疾病监测控制措施，包括施工人员体检、疫情抽查、重点疾病检查和监测、生物传染病媒介监测、有害作业人员职业健康监测等工作。工程施工期间未发生传染病疫情暴发事件。

## 6 环境风险事故防范及应急措施调查

### 6.1 环境风险因素调查

#### (1) 施工期环境风险

琼中抽水蓄能电站施工期环境风险包括炸药库、油库风险，森林火灾风险，河流水质污染风险。

工程油库设置在下水库坝址下游约 900m 的进场公路旁，油库储量 30t，采用半地埋卧式油罐。油库主要是暂存施工机械所用的柴油、汽油等，风险类型为泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等。

炸药库布置在加普岭料场北侧 500m 处的山坡，施工期炸药使用总量约 720t。其风险类型为爆炸，危害因素主要为雷电、静电、电气火花、人为因素等。

工程周围森林植被较好，在非雨季森林较为干燥，很容易发生火灾。根据以往经验，引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工区爆破器材的使用，也是引起森林火灾的危害之一。

工程主体已设有各类污水收集处理系统，正常工况下，施工废水经处理后不会对地表水质产生事故影响。但施工过程中可能因回用水泵或各污水处理设施故障等情况造成污水事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，也会造成污水的排放，从而污染地表水质。

#### (2) 运行期环境风险

抽水蓄能电站建成运行本身不产生污染物，运行期厂房产生的污水主要为机组运转所用透平油的跑、冒、滴、漏而产生的地面冲洗含油废水，主变事故产生的变压器油污水，机组检修时产生的少量含油生产废水及电站工作人员的日常生活污水。

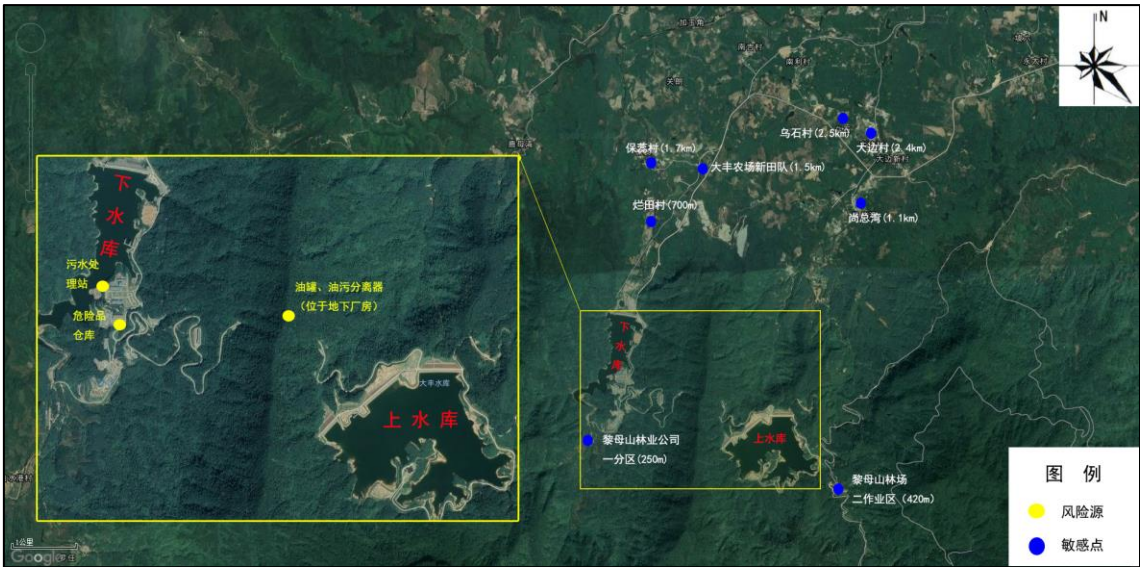


图 6.1-1 运行期环境风险源及外环境关系图

### 6.2 环境风险事故以及影响调查

根据调查，琼中抽水蓄能电站工程施工期间，油库和炸药库运行管理正常，未发生油料及炸药库引起的火灾、泄漏等环境风险事故，未因工程施工发生森林火灾。根据环境监理月报及环境监测数据，施工过程中未发生环境污染事故。

试运行期间也未发生环境风险事故。

### 6.3 环境风险防范措施调查

#### (1) 油库

工程油库运行使用过程中采取的相关措施如下：①工程油库运营单位中国石化海南琼中公司按照中石化相关制度《油品验收操作流程》、《加油站员工安全职责》等，规范琼中抽水蓄能电站工程施工期的油料供应，明确了安全管理措施，制定了安全管理制度和应急预案；②在油库外围设立了警示标牌；③油库周边配套了消防设施。



消防器材



油库警示牌

图 6.3-1 消防器材及油库警示牌

(2) 炸药库

为确保炸药库运行的安全可靠，工程采取措施如下：①委托专业公司进行炸药库的运行管理，编制安全管理制度、突发事件综合应急预案、火工产品管理制度等以规范炸药等爆破材料管理和使用；②炸药库设有围墙和警卫室，由专人负责安保，进行巡查和记录；③炸药库配备有监控、消防和防雷设施。



图 6.3-2 炸药库值班室及相关制度

(3) 火灾

施工期在施工区内建立了防火及火灾警报体系，由建设单位安全部和各施工单位安全部门分级管理。除此之外，还对施工人员进行防火宣传教育，严格规范和限制施工人员的野外活动，以确保黎母山自然保护区、区域森林资源及居民生命财产安全。



图 6.3-3 安全生产宣传

(4) 河流水质

工程实施阶段，污水产生量最大的为砂石料加工系统，根据现场调查，砂石料加工废水采用四级沉淀池处理，沉淀池总容积不小于 7000m<sup>3</sup>，砂石料废水产生量为 100~150m<sup>3</sup>/h，处理系统抗冲击能力较强，在正常工况情况下，不会出现大

规模污水直接排入河道现象。根据监理月报及环境监测数据，施工过程中未发生大规模污水直接排入河道的水质污染事件。

### （5）应急物资储存和逃生疏散路线

#### 1) 应急物资及疏散路线

运行期根据环境危害因素的特点及可能的事件类别，进行必要的应急物资储备。公司的应急物资实行专人管理。应急物资存放点应做好通风、防潮工作。管理人员应将应急物资登记造册，及时申请更新即将到期的物资。同时应急物资应定期检查和维护，以保证其有效性。同时根据场地布置和交通条件，规划了逃生疏散路线，确保在发生环境事故必要撤离现场时，能够及时迅速的撤离现场。项目应急物资存放点和逃生疏散路线见图 6.3-4 所示，应急物资橱柜见图 6.3-5。



图 6.3-4 项目应急物资存放点和逃生疏散路线



图 6.3-5 应急物资

#### 2) 应急演练及培训

运行期成立了应急指挥中心，并定期开展应急培训及应急演练（图 6.3-6），提高员工的应急响应能力，确保安全生产。

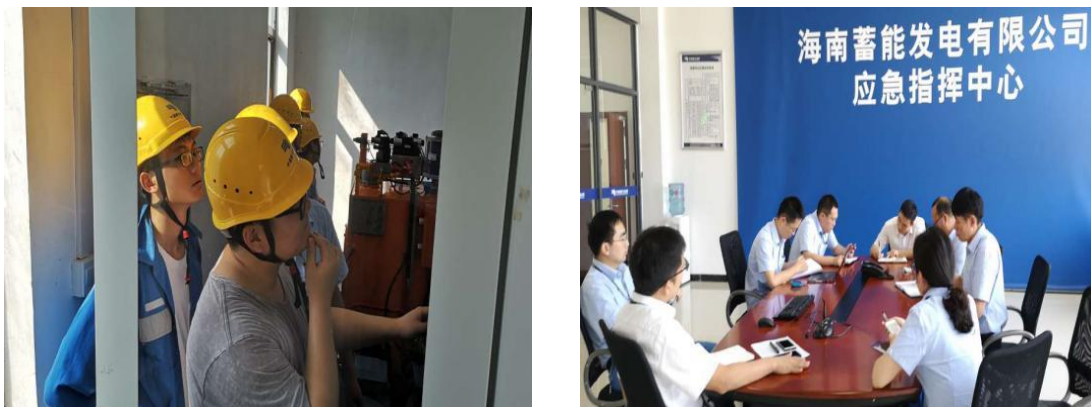


图 6.3-6 应急演练及培训

## 6.4 环境风险应急预案和管理机构设置

### 6.4.1 应急预案制定

2013 年，建设单位制定并颁布《海南蓄能发电有限公司环境污染事故应急预案》，并在此后每年对其进行修订。该应急预案主要针对工程建设过程中环境污染应急事件的管理机构及职责、事故监测与预警、应急响应与处置措施等进行规定。预案主要针对水环境污染、空气环境污染、固体废弃物污染、生态环境破坏等污染事件。

建设单位还制定了《海南蓄能发电有限公司突发事件综合应急预案》，环境污染事故应急预案作为综合应急预案中的一个专项预案，在应急处置过程中，与相关应急预案连带启动，包括《海南蓄能发电有限公司人身事故应急预案》、《海南蓄能发电有限公司突发群体性事件应急预案》等。

工程运行期，建设单位制定了《海南琼中抽水蓄能电站突发环境事件应急预案》，并于 2019 年 3 月 29 日在琼中黎族苗族自治县环境保护局完成备案（详见附件 15 和附件 16）。

### 6.4.2 环境应急组织机构

工程突发事件应急组织指挥体系如下图 6.4-1 所示，应急组织机构职责与《海南蓄能发电有限公司突发事件综合应急预案》一致。

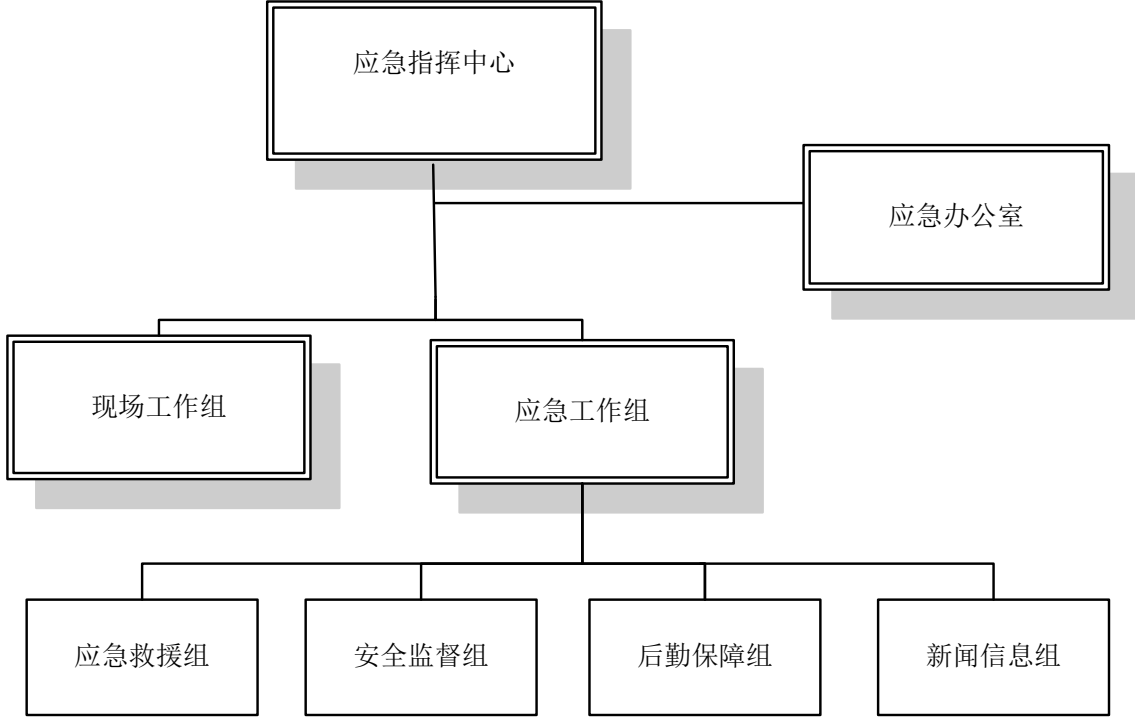


图 6.4-1 琼中抽水蓄能电站工程突发事件应急组织指挥体系

6.4.3 应急预案主要内容

(1) 施工期环境风险应急预案

1) 监测与预警

根据环境污染的影响范围、严重程度、变化趋势等可能引发的突发事件等级，环境污染事故预警共分为四级，即红色预警、橙色预警、黄色预警和蓝色预警。

海蓄公司应急指挥中心办公室通过各种途径收集环境污染预警信息。信息来源主要为海蓄工程环境监测单位环境保护监测报告；各施工单位上报的环境污染预警信息；地方政府发布的防止环境污染事故预报信息。

海蓄公司应急办在获取预警支持信息后及时进行汇总分析，必要时组织环保水保监理、环保水保监测单位专家及相关部门进行会商，对环境污染事故发生的可能性及其可能造成的影响进行评估，并根据评估情况发布预警信息。

预警信息发布后，预警范围内的各参建单位应立即按要求进行预警响应，针对可能发生的环境污染事故，及时采取有效的防范和应对措施，并将响应情况反馈至海蓄公司应急办。

2) 应急响应与处置

海蓄公司环境污染事故分为特别重大、重大、较大、一般四个级别分级响应。环境污染突发事件发生后，事发现场人员或事发单位在进行现场处置的同时，应

立即通过电话报告海蓄公司应急办，报告内容主要包括事件时间、地点，人员伤亡情况，已采取的控制措施及事件发展态势等。

海蓄公司应急办接警后，立即组织进行会商，综合判断响应级别，填写并提请海蓄公司应急指挥中心总指挥或授权副总指挥签发“海蓄公司环境污染突发事件应急响应启动（调整）单”，并通过电话等多种方式，确保将指令快速下达到海蓄公司应急指挥中心及其办公室全体成员。

环境污染突发事件应急响应启动后，海蓄公司应急指挥中心为处置事件的主体，各参建单位在海蓄公司应急指挥中心的统一指挥下，开展救援抢险工作。处置原则如下：

- ①事发单位立即按照环境污染突发事件现场处置方案进行现场处置；
- ②海蓄公司现场处置和综合保障工作组迅速赶赴事发现场，各单位抢险救援队伍和物资装备处于待命和待调状态；
- ③必要时由海蓄公司应急指挥中心组织设计、监理及施工单位制定救援抢险方案，各单位在应急指挥中心的统一指挥下，按照方案开展救援抢险；
- ④如果事态严重，海蓄公司应急指挥中心已无法控制事态发展，则应迅速上报调峰调频发电公司应急办和琼中县政府应急办，请求地方政府救援力量给予支援。

## （2）运行期环境风险应急预案

### 1）预防

地下厂房设置有截污沟和油水分离器，当发生油类泄漏事故时，可以有效防止油类物质流入周边水体环境中，并得到有效处置。厂房排风系统较好，主变压器配备有应急事故池，发生火灾爆炸事故时，满足环境事件应急使用要求，消防车、消防器材、防毒面罩、堵漏工具等配备齐全，能保证现场应急处理人员及时启用，同时还有担架、急救药箱等医疗设施和物资，便于在第一时间对受伤人员进行医疗救护。

一旦发生事故应急情况，所在岗位人员及时启用岗位应急设施、应急物资，关闭事故应急池排放阀门，封堵废水，防止废水流入外部环境。平日在指挥中心的指挥下，做好应急物资经费预算，及时对应急物资的采购，保证应急物资能够满足救援需要。

### 2）预警

根据该企业突发环境事件可能发生的部位、事故的严重性、紧急程度和可能

波及的范围，将环境事件划分二级，即企业级（一般突发环境事件Ⅳ）和社会级（较大突发环境事件Ⅲ）。

企业级：事故限制在企业内的现场周边地区，影响到相邻的生产单元。

社会级：事故超出了企业的范围，临近环境受到影响，或者产生连锁反应，影响事故现场之外的周围地区。

二级事件对应预警级别由低到高，依次为企业级预警（一般突发环境事件Ⅳ）、社会级预警（较大突发环境事件Ⅲ）。每级预警随事态的发展情况和采取措施的效果会升级、降级或解除。

### 3）应急响应

环境事件即将发生或已经发生时：

①第一发现者确认事件发生后，首先立即警告直接暴露于危险环境的人群（如操作人员），同时报告所在部门负责人。必要时（如事件明显威胁人身安全），立即撤离现场。其次，如果可行，应控制事件源，防止污染源向外环境泄漏。

②事件所在部门负责人接到报警后应当立即赶赴现场，做出初始评估（如事件性质，准确的事件源，危险物品的泄漏程度，事件可能对环境 and 人体健康造成的危害等），确定应急响应级别，向应急指挥中心办公室报告，建议是否启动应急预案。

如果需要外界救援，则应当向应急指挥中心办公室提出建议。

③应急指挥中心办公室接到报警后，应当按应急预案的要求启动相应的工作。

## 7 环境管理状况及监测计划落实情况调查

### 7.1 环境管理工作

#### 7.1.1 施工期环境管理

##### 7.1.1.1 环境管理体系及组织结构

本工程环境保护工作设立了专门的领导机构，并在海南省、琼中县环保行政主管部门的指导下进行，建设单位工程部直接负责日常管理工作，琼中抽水蓄能电站环保管理体系见图 7.1-1。

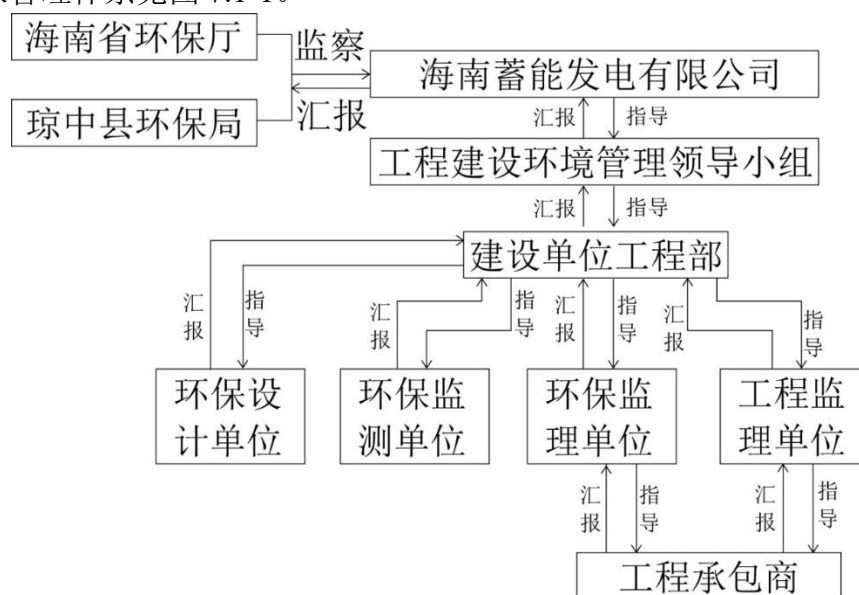


图 7.1-1 琼中抽水蓄能电站环保管理体系

工程建设环境管理领导小组主要职责为：贯彻落实国家有关工程建设环境保护的法律、法规、规章和公司有关工程建设环境保护的规章制度；审议和批准工程建设有关环境保护的规章制度；研究决定工程建设有关环境保护的重大事项；审议和批准工程建设有关环境保护施工措施、计划和技术方案；确定电站工程建设环境管理目标，对工程建设环境管理工作进行指导，协调解决环境管理工作中出现的问题。

工程建设环境管理领导小组下设办公室，办公室负责组织海南琼中抽水蓄能电站工程建设有关环境保护施工措施、计划和技术方案的审查工作；组织开展环境保护巡检工作，监督现场环保问题的闭环整改工作，监督环保会议决议的贯彻落实；负责监督和检查参建单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题。建设单位工程部与该办公室合并办公，作为琼中抽水蓄能电站环保专业技术管理机构，直接负责日常管理工作，在环境管理领导小组

领导下开展工作。

海南蓄能发电有限公司委托环境监理依据国家法律法规、环保监理合同文件，对琼中抽水蓄能电站的环保工作实施监理。

施工标段合同中的相关环保措施项目由工程监理单位开展进度、质量、投资等控制、协调。承包商是环保措施的实施单位，承包商应按照设计文件和合同要求，开展各项环保措施落实和实施，并接受建设单位、工程监理、环保监理的指导和监督管理。

#### 7.1.1.2 制度建设和责任落实

##### (1) 规章制度

琼中抽水蓄能电站工程自开工以来参照中国南方电网调峰调频发电公司制度颁布并实施了多项涉及环保水保管理的规章制度，从而明确各参建单位环境保护的职责、要求，严格执行“三同时”制度、考核制度。各规章制度发布时间及名称详见表 7.1-1，通过对工程建设过程中承包单位在环境保护及水土保持工作中的相关责任和义务进行规定，制定清晰的奖惩制度，有效地促进了工程环境保护管理工作的推动。

**表 7.1-1 琼中抽水蓄能电站环保水保工作相关制度**

| 序号 | 发布时间   | 制度名称                     |
|----|--------|--------------------------|
| 1  | 2010 年 | 中国南方电网有限责任公司环境保护管理办法（试行） |
| 2  | 2010 年 | 建设管理局环保水保工作管理办法（试行）      |
| 3  | 2013 年 | 海南蓄能发电有限公司环境污染事故应急预案     |
| 4  | 2015 年 | 中国南方电网有限责任公司基建项目管理办法     |
| 5  | 2015 年 | 海南蓄能发电有限公司施工期环保水保管理业务指导书 |
| 6  | 2015 年 | 海南蓄能发电有限公司突发事件综合应急预案     |

##### (2) 工作实施

琼中抽水蓄能电站环境保护工作执行过程中具体工作形式包括工地巡查、定期会议、环保信息统计、工作报告、检查考评、教育宣传等。

工地巡查通过定期巡查和不定期巡查相结合、明查和暗查相结合、单独巡查及会同各相关单位开展联合检查等方式开展。对于巡查中发现一般问题，由监理单位签发环保、水保问题整改文函及环保、水保问题整改通知单要求限期整改，未能整改或整改后反复出现问题根据有关奖惩制度进行处罚。

项目工程部负责组织环境保护相关会议，包括环境监理内部会议、环保水保工作月例会、环保工作现场会、环保工作专题会、环保工作汇报会等。

环保信息统计制度要求承包商按规定格式、规定时间向工程建设监理提供统计材料后，经工程建设监理审核后报项目工程部，工程部负责对统计信息进行汇总、分析和存档。

工作报告制度包括工作月报编制工作，环境监理通过报告定期向建设单位及行政主管部门汇报工程环境保护工作进展情况。

定期检查与考核制度是通过组织施工区环境保护联合大检查，并结合检查结果对工程监理单位，施工单位进行考核，并将考核结果作为监理单位、施工单位季度、年度环境保护评优的重要依据，同时也作为综合评优活动的重要依据。

环保宣传和培训由工程建设单位和环境监理组织，施工区所有参建单位负责人参加，宣传培训的形式灵活选择。与此同时，根据工程建设的实际情况，培训过程中还邀请环境保护和水土保持专家参与工程环保水保宣传培训工作。

### 7.1.2 运行期环境管理

在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设专职人员 2 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

- ① 根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；
- ② 负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计；
- ③ 协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

此外，还制定了《海南琼中抽水蓄能电站突发环境事件应急预案》，并于 2019 年 3 月在琼中黎族苗族自治县环境保护局完成了备案。

## 7.2 环保监理

琼中抽水蓄能电站建设单位于 2013 年 8 月与环境保护部环境工程评估中心签订了《海南琼中抽水蓄能电站建设环境保护监理合同》，合同期限为从合同签订（2013 年 8 月）至电站工程试运行期结束。环保监理采取定期巡视形式开展，共提交了环境监理月报 39 期。

### 7.2.1 监理范围及工作内容

环境监理主要工作范围包括海南琼中抽水蓄能电站施工区等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

监理主要工作任务为确保海南琼中抽水蓄能电站建设符合《中华人民共和国环境保护法》等法律法规的规定，切实落实《海南琼中抽水蓄能电站环境影响报

告书》及其批复意见中各项环保措施，并保障各项环保设施按设计要求建成并正常、有效地运行，实现工程顺利通过环保专项竣工验收。

主要工作内容包括：进行环保监理巡视检查，就电站施工现场环保问题，按照电站环评报告及其批复要求提出意见和建议；在工程竣工前，负责收集、整理、存档环保工程和与环保有关的工程设计、建设、运行、投资等方面资料；就海南琼中抽水蓄能电站工程建设环保事务，代表或协助甲方与政府相关主管部门沟通、协调及办理相关手续等。

### 7.2.2 环境监理机构和工作程序

监理单位环境保护部环境工程评估中心于 2013 年 11 月组建成立了琼中抽水蓄能电站环境监理项目部，代表环境保护部环境工程评估中心承担琼中抽水蓄能电站环境监理合同的履约责任。

环境监理负责授权范围内环境保护措施的监理工作，对主体工程环保措施进行效果管理，负责专业巡检，对发现的问题提出处理和改进建议。为确保项目环境监理工作目标及内容顺利完成，环境监理工作实行总监理工程师负责制，由总监理工程师主持本项目的全面监理工作。环境监理部人员共计 4 人，其中总监理工程师 1 人、副总监理工程师 1 人、环保达标监理工程师 1 人、环保工程监理工程师 1 人。环境监理部组织结构图见图 7.2-1。

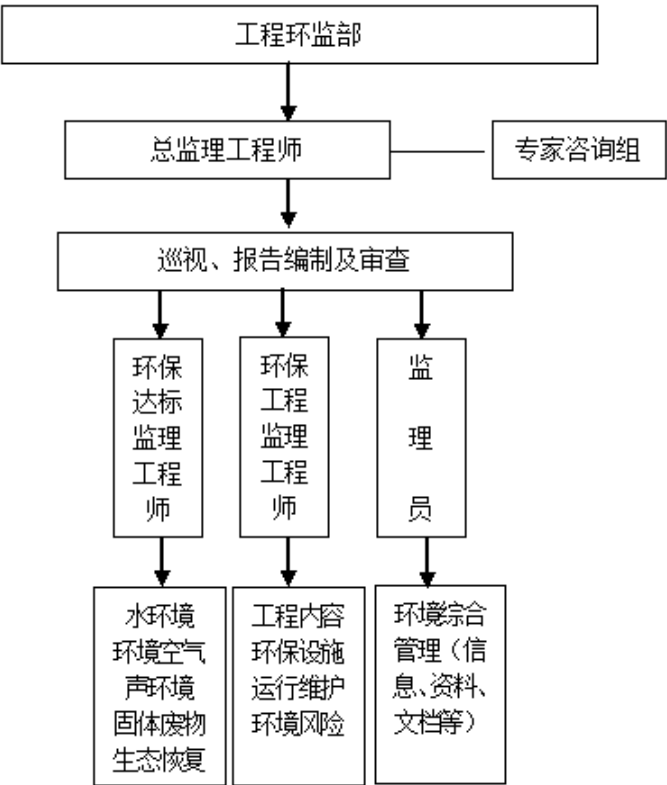


图 7.2-1 环境监理部组织结构图

7.3 工程环境监测工作

7.3.1 施工期环境监测

7.3.1.1 环境质量监测

根据工程项目环评及批复要求，工程施工期应开展环境质量监测。2013 年 8 月建设单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司对工程施工期地表水、生产生活污水、大气、声环境监测，委托琼中县疾病预防控制中心进行饮用水监测。

施工期环境监测落实情况见表 7.3-1。根据统计可知，施工期生产废水及生活废水监测频率为每半年 1 期，1 期 1 次；饮用水监测进行了一次监测；地表水监测中下库库尾监测断面调整为下水库坝址上游 500m；环境空气监测增加了 PM<sub>10</sub> 监测指标。

总体而言，施工期环境质量监测工作基本能够反映工程建设产生的实际影响，地表水、环境空气、声环境监测基本满足环评提出的监测方案要求。

表 7.3-1

琼中抽水蓄能电站施工期环境监测落实情况一览

| 监测类型 |         | 监测断面/点位置                                               |                             | 监测项目                                                        |                                          | 监测周期、时段及频率                         |                                                                |
|------|---------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|      |         | 环评报告书                                                  | 实际及变更                       | 环评报告书                                                       | 实际及变更                                    | 环评报告书                              | 实际及变更                                                          |
| 水环境  | 地表水     | 上库坝址下游 500m 处（消减断面）、下库库尾处（对照断面）、下库坝址下游 2.8km（保蕊村消减断面）处 | 下库库尾监测断面调整为下库坝址上游 500m，其他不变 | 水温、pH 值、SS、COD、BOD <sub>5</sub> 、总氮、总磷、粪大肠菌群等 8 项           | 未变化，2015 年 3 月之后未监测 pH 值，2016 年恢复 pH 值监测 | 施工期每年丰、平、枯 3 个水期各监测 2 次，每次连续监测 2 天 | 未变化                                                            |
|      | 施工期生产废水 | 砂石料加工废水处理系统出水口、进厂交通洞室废水处理系统排放口                         | 未变化                         | SS、COD、pH、石油类等 4 项                                          | 增加总氮、总磷、BOD <sub>5</sub> 、粪大肠菌群          | 系统生产期每年至少监测 3 期，每期 3 次。            | 每半年 1 期，1 期 1 次                                                |
|      | 施工期生活污水 | 上库主体标生活营地、下库集中生活营地生活污水排放口设 1 个采样点                      | 未变化                         | pH 值、SS、COD、BOD <sub>5</sub> 、粪大肠菌群、石油类、总氮、总磷、阴离子表面活性剂等 9 项 | 未变化                                      | 生活营地使用期每 4 个月采样分析 1 天，每天 3 次       | 每半年 1 期，1 期 1 次                                                |
|      | 饮用水     | 施工区饮用水取水口、移民安置区饮用水取水口（地下水井）                            | 七局、十二局、十四局营地                | 浑浊度、pH 值、总硬度、色度、嗅和味、大肠菌群、BOD <sub>5</sub> 等 7 项             | 色度、嗅和味、可见物、pH 值、总硬度、菌落总数、氟化物等 18 项       | 施工区每年按丰、平、枯水期共采样分析 3 次             | 于 2014~2016 年分别对水电十二局营地地下水、水电十四局营地地表水及地下水、水电七局营地地下水水源开展了 1 次监测 |
| 环境空气 | 施工区     | 上库坝址施工区、下库坝址施工区、下库砂石料加工厂                               | 未变化                         | SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、TSP 等 3 项                 | 增加 PM <sub>10</sub>                      | 工程施工期间，每年各季度监测 1 次                 | 未变化                                                            |
|      | 敏感点     | 南吉村居民点、大边居民点                                           | 未变化                         |                                                             |                                          |                                    |                                                                |
| 声环境  | 噪声源     | 上库坝址施工区场界、下水库坝址施工区场界、下库施工营地、砂石料加工厂场界                   | 未变化                         | 等效 A 声级 LAeq                                                | 未变化                                      | 工程施工期间，每年各季度监测 1 次，每一测点分别进行昼间和夜间测量 | 未变化                                                            |
|      | 敏感点     | 南吉村居民点、大边居民点                                           | 未变化                         |                                                             |                                          |                                    |                                                                |

### 7.3.1.2 生态调查

根据琼中抽水蓄能电站环境影响报告书，工程施工期生态调查包括陆生生态和水生生态调查。建设单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司对工程施工期陆生及水生生态开展调查。琼中抽水蓄能电站施工期生态调查实施情况如表 7.3-2 所示。

根据对比可知，琼中抽水蓄能电站施工期生态调查基本能够按照环境影响报告书提出的调查要求，总体上满足环评及批复要求。

**表 7.3-2 琼中抽水蓄能电站施工期生态调查实施情况一览表**

| 项目     |      | 环评报告要求                                                                                                                              | 实际调查                                                                                                                              |
|--------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水生生态调查 | 监测时间 | 筹建期调查 1 次，施工期第 2 年、第 4 年各调查 1 次，筹建期和施工期共调查 3 次。每次选择主要鱼类产卵期和渔获期各调查 1 期。                                                              | 筹建期和施工期已进行 6 次调查，筹建期（2014 年 3 月和 2014 年 10 月），施工期（2015 年 4 月、2015 年 10 月、2017 年 4 月、2017 年 10 月）                                  |
|        | 监测断面 | 设置 3 个断面，分别为上水库库中、下水库坝址上游 500m、下游 1000m。                                                                                            | 共设置 4 个断面，分别为大丰水库断面、槟榔沟断面、烂田河下水库坝址断面、黎田河断面。                                                                                       |
|        | 调查内容 | 饵料生物：监测各断面的水生植物（包括浮游藻类、着生藻类、水生维管植物）、水生无脊椎动物（包括浮游动物、底栖无脊椎动物）的区系组成及特点、种类密度及生物量。<br>鱼类：调查河段鱼类区系及其特点、种群数量、分布、渔获物组成及优势度。                 | 调查内容包含：浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的区系组成及特点、种类密度及生物量，以及调查河段鱼类种类组成、资源量、“三场”分布情况等。                                                        |
| 陆生生态调查 | 监测时间 | 筹建期调查 1 次，施工期第 2 年、第 4 年各调查 1 次，筹建期和施工期共调查 3 次，每次选择春季调查 1 期。                                                                        | 筹建期和施工期已进行 6 次调查，筹建期（2014 年 3 月和 2014 年 10 月），施工期（2015 年 4 月、2015 年 10 月、2017 年 4 月、2017 年 10 月）                                  |
|        | 监测点位 | 在上、下库区靠近大坝施工区各布设 1 个调查点位，各调查点设置固定调查样线 2 条~4 条，各样线设置固定乔木、灌木、草本样方 2 个~4 个，两栖类和小型兽类也将设置一定数量的样方进行调查。                                    | 上、下库区各布设 1 个调查点位，各调查点设置固定调查样线主线 1 条，并设置多条支线，并选择典型群落进行样方调查。兽类利用监测路线直接观察，监测记录拟建水电站两侧 500m 内所看到的兽类个体和数量，对兽类活动的痕迹，如粪便、足迹、取食痕迹也进行观测记录。 |
|        | 调查内容 | 陆生植物调查内容主要包括植物植被特征、植被类型、植被地理分布规律、覆盖率、区系组成及特点、生物多样性、生物量、演替趋势等，陆生动物调查内容主要包括动物种类及其生境、种群数量、区系特性、两栖类、爬行类、兽类及鸟类的种类及分布，国家保护动植物种类、分布及生境状况等。 | 陆生植物调查内容包括：植被类型、分布情况、维管植物物种调查、区系组成及特点、分布特征、保护植物等。陆生动物调查内容包括：两栖类、爬行类、兽类及鸟类的种类及分布、种群数量、保护动物等。                                       |

### 7.3.1.3 水土保持监测

2013 年 8 月建设单位委托珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站对工程施工期开展水土保持监测工作，同年 9 月，珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站编制完成《海南省琼中抽水蓄能电站水土保持监测实施方案》。

水土保持监测实施阶段将琼中抽水蓄能电站划分为枢纽工程区、交通设施区、施工生产生活区、料场区、弃渣场区（含表土堆存及利用料堆存场）、水库淹没区和专项设施复建区等共 7 个区，监测频次为每季度一次。通过水土保持监测工作，监控了施工区水土流失程度，为项目实施水土保持措施奠定了基础，基本满足水土保持方案要求。

### 7.3.1.4 施工区人群健康监测

琼中抽水蓄能电站建设期间，承包商对工区内员工每年进行一次定期、定比例体检，体检人数为总人数的 10%，体检报告由各承包商留存备案。详见 4.2.5 小节。

## 7.3.2 试运行期环境监测

### （1）水环境

#### ①地表水

试运行阶段，委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司和南京万全检测技术有限公司分别于 2018 年 9 月、2019 年 4 月对工程区地表水进行了两期监测，2018 年 9 月监测点位分别为 1#上水库库区、2#下水库库区、3#下水库库尾、4#下水库坝址下游 2.6km，监测指标为水温、pH、悬浮物、COD、BOD<sub>5</sub>、总氮、总磷、粪大肠菌群。2019 年 4 月监测点位分别为 1#上水库进出水口、2#下水库库区进出水口、3#下水库坝下 2.8km 保蕊村断面处，监测指标为水温、SS、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群。

此外，建设单位于 2018 年 10 月，委托深圳市宇驰检测技术股份有限公司进行运行期水质监测，并制定了《南方电网调峰调频发电有限公司蓄能电厂水库水质检测技术服务项目执行方案》，根据执行方案，于 2018 年 10 月、2019 年 3 月、2019 年 6 月、2019 年 9 月、2020 年 3 月、2020 年 6 月、2020 年 9 月对上、下水库水质进行监测。

根据环评报告书要求，水库蓄水后的前 3 年，每年监测 3 期，共监测 9 期。

因此，根据目前已开展的监测及监测计划，满足环评报告的相关要求。

## ②污废水

试运行期，我院于 2019 年 4 月 28 日~29 日委托南京万全检测技术有限公司对业主营地生活污水处理设备的进、出水口水质进行了监测，监测指标包括 pH、悬浮物、总磷、氨氮、化学需氧量、生化需氧量、总氮、粪大肠菌群（MPN/L）、石油类、阴离子表面活性剂。

环评报告中对工程试运行期污废水监测无相关要求。

## （2）环境空气

试运行期间，委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司和南京万全检测技术有限公司分别于 2018 年 9 月、2019 年 4 月对工程区环境空气进行了两期监测，2018 年 9 月监测点位为上库坝址施工区，监测指标为 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、TSP、PM<sub>10</sub>，2019 年 4 月监测点位为下水库大坝左岸原施工区和上水库右坝头，监测指标为 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、TSP、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>。

环评报告中对工程试运行期环境空气监测无相关要求。

## （3）声环境

试运行期间，我院委托南京万全检测技术有限公司于 2019 年 4 月对工程区环境空气质量进行了监测，监测点位为上水库左坝头、上水库大丰农场居民点、上水库进场公路、下水库库尾居民点、下水库大坝施工区和下水库附近料场，监测项目为昼间等效声级（L<sub>d</sub>）、夜间等效声级（L<sub>n</sub>）。

环评报告中对工程试运行期声环境监测无相关要求。

## （4）生态调查

我院于 2019 年 4 月~5 月委托武汉市伊美净技术股份有限公司对工程影响区域进行了工程竣工验收阶段生态调查工作，生态调查的内容和频次基本满足环评报告要求。

## 7.4 环境管理与监测计划落实情况调查总体结论

工程施工期间和试运行期间，琼中抽水蓄能电站落实了相关环境管理要求，按照环评报告书的环境监测计划开展了水环境监测、环境空气监测、声环境监测和生态调查工作。本次调查认为，工程环境管理和环境监测落实情况基本满足环评报告书要求。

## 8 公众意见调查

我公司与建设单位于 2019 年 4 月~6 月间对工程影响区域居民、单位团体进行了公众意见调查，并对调查结果进行了统计。

### 8.1 调查目的

公众意见调查是本工程环境影响调查的重要方法和手段之一，公众意见调查的目的是为了解琼中抽水蓄能电站施工期产生的社会及环境影响问题和目前遗留的环境问题，以便核查环评和设计所提环保措施的落实情况，同时，明确运营期公众关心的热点问题，为改进已有的环保措施和提出补救措施提供依据。通过公众调查评论公众对工程建设前后周边环境的变化的认识，从侧面调查工程的建设对环境造成的影响以及工程环保措施的实施效果。

### 8.2 调查方法和调查对象

#### 8.2.1 调查方法

为能与社会各阶层人士对本项目建设显现的环境影响进行充分交流，确保与公众的良好沟通，本次公众意见调查主要采取了团体调查和个人调查 2 种方式。

##### (1) 团体调查

团体调查主要是通过问卷调查方式对工程建设涉及的地方政府、相关职能部门进行调查，了解其对本工程建设及其环境影响的看法，并通过参与团体了解当地政府对工程兴建的态度。

##### (2) 个人调查

公众个人调查主要是采用填写公众个人调查表的方式，通过在施工区调查现场向公众介绍工程建设情况、采取的主要环境保护措施，了解公众反映的主要环境影响问题，并认真做好记录。

#### 8.2.2 调查对象

本工程公众参与调查对象主要为工程所涉地区的烂田村、黎母山镇、保蕊村、南吉村、大丰农场、大丰十三队的个人及各相关部门的团体。根据本工程建设特点，重点为直接受影响人群，在公众代表的选择上，注意广泛性与随机性，并考虑了地区、性别及年龄结构、文化结构和职业组成等因素。

8.3 调查结果统计及分析评价

8.3.1 团体调查

(1) 调查结果统计

本次调查共发放团体调查表 10 份，收回 10 份，回收率 100%。接受调查的团体见表。调查结果统计见表。

表 8.3-4 公众参与团体问卷调查对象情况

| 序号 | 单位名称                   | 序号 | 单位名称                  |
|----|------------------------|----|-----------------------|
| 1  | 琼中县生态环境局               | 6  | 黎母山司法局                |
| 2  | 琼中县水务局                 | 7  | 海南农垦阳江农场有限公司社会事务部     |
| 3  | 海南省黎母山林场/黎母山省级自然保护区管理站 | 8  | 海南天然橡胶产业集团股份有限公司阳江分公司 |
| 4  | 海南省黎母山森林发展有限公司         | 9  | 琼中黎族苗族自治县黎母山镇人民政府     |
| 5  | 南吉村委会                  | 10 | 黎母山镇大丰居居民委员会          |

表 8.3-5 公众参与团体调查结果统计表

| 调查内容                              | 调查结果统计 |      |        |
|-----------------------------------|--------|------|--------|
|                                   | 选项     | 有效份数 | 比例 (%) |
| 1、贵单位认为本工程是否有利于本地区经济发展？           | 有利     | 10   | 100%   |
|                                   | 不利     | 0    | 0%     |
|                                   | 不知道    | 0    | 0%     |
| 2、贵单位认为本工程施工期间对环境的主要不利影响是什么？      | 噪声     | 5    | 50%    |
|                                   | 空气污染   | 2    | 20%    |
|                                   | 水污染    | 3    | 30%    |
|                                   | 固体废物   | 2    | 20%    |
|                                   | 生态影响   | 3    | 30%    |
| 3、贵单位认为本工程建设对当地环境的影响如何？           | 无影响    | 4    | 40%    |
|                                   | 影响较小   | 6    | 60%    |
|                                   | 影响一般   | 0    | 0%     |
|                                   | 影响较大   | 0    | 0%     |
| 4、贵单位认为本工程建设对下游黎田河两岸生产、生活用水的影响如何？ | 无影响    | 3    | 30%    |
|                                   | 影响较小   | 6    | 60%    |
|                                   | 影响一般   | 1    | 10%    |
|                                   | 影响较大   | 0    | 0%     |
| 5、贵单位对本工程采取的环境保护措施效果是否满意？         | 很满意    | 7    | 70%    |
|                                   | 较满意    | 3    | 30%    |
|                                   | 不满意    | 0    | 0%     |
| 6、据贵单位所知，工程施工及试运行期间有没有环境污染风险事故发生？ | 无      | 9    | 90%    |
|                                   | 不了解    | 1    | 10%    |
|                                   | 发生过    | 0    | 0%     |
| 7、贵单位对本工程的环境保护工作是否满               | 满意     | 9    | 90%    |

| 调查内容<br><br>意？                     | 调查结果统计                                                                 |      |       |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|-------|
|                                    | 选项                                                                     | 有效份数 | 比例（%） |
|                                    | 基本满意                                                                   | 1    | 10%   |
|                                    | 不满意                                                                    | 0    | 0%    |
| 8、请贵单位写出最关注的环境问题及希望进一步采取的环境保护措施建议。 | 1、电站工作区和生活区污水处理问题，建议加强上下水库水质监测，防止水污染情况发生；<br>2、加强废弃物管理，防治人员出入带来的废弃物污染。 |      |       |

## （2）调查结果分析

团体意见调查结果统计分析如下：

在本工程建设对当地经济发展的问题上，所有的被调查团体均认为工程建设对本区域的经济发展具有有利影响，说明受调查者普遍认识到本工程建设对当地经济、税收等方面的积极作用。

在参与调查的单位团体中，有 50%的被调查对象认为工程建设对环境产生的主要影响为噪声影响，其次为生态影响，占 30%。

有 40%的受调查团体代表认为工程建设对当地环境无影响，60%的受调查团体代表认为工程建设对当地环境影响较小。30%的团体认为工程建设对下游黎田河两岸生产、生活用水无影响，60%的团体认为影响较小。

对于建设单位对本工程采取的环境保护措施效果的评价中，70%的受调查团体表示很满意，30%的受调查团体表示较满意，说明各社会团体普遍认同建设单位采取的各项环境保护措施。

工程施工及试运行期间，90%的受访调查团体表示无环境污染风险事故发生，其余调查对象表示不了解。

对于建设单位在本工程采取的环境保护工作中，90%的受调查团体表示满意，剩余 10%的受调查团体表示基本满意，说明公众普遍认同建设单位在竣工验收阶段的环境保护工作。

通过以上调查结果分析，被调查团体对琼中抽水蓄能电站工程的环保工作基本满意，但也存在噪声污染、生态影响等对周围环境造成一定不利影响，但总体维持在环境容量范围之内。本工程建设对环境的影响既有有利影响、也有不利影响，社会团体调查意见较好的反映了琼中抽水蓄能电站工程环境保护工作的实施情况及其效果。

### 8.3.2 个人调查

#### (1) 调查结果统计

本次公众参与调查共发放个人调查表 99 份，收回 99 份，回收率 100%，调查对象基本情况见表 8.3-1。调查各村庄与工程的关系见表 8.3-2。

**表 8.3-1 公众参与个人调查基本情况统计表**

| 项目   | 人数 (人)  | 比例 (%) |
|------|---------|--------|
| 性别   | 男       | 71     |
|      | 女       | 28     |
| 年龄   | 30 及以下  | 5      |
|      | 30~40   | 24     |
|      | 40~50   | 48     |
|      | 50~60   | 15     |
|      | 60 以上   | 7      |
| 文化程度 | 大学及以上   | 0      |
|      | 高中      | 13     |
|      | 初中      | 75     |
|      | 小学      | 11     |
|      | 其他      | 0      |
| 职业   | 农民      | 73     |
|      | 工人      | 23     |
|      | 干部      | 3      |
|      | 个体      | 0      |
|      | 其他      | 0      |
| 民族   | 黎族      | 69     |
|      | 苗族      | 1      |
|      | 汉族      | 27     |
|      | 其他      | 2      |
| 住址   | 大丰农场    | 14     |
|      | 大丰 13 队 | 10     |
|      | 黎母山镇    | 1      |
|      | 南吉村     | 10     |
|      | 烂田村     | 34     |
|      | 保蕊村     | 30     |

**表 8.3-2 调查村庄与工程关系表**

| 村庄      | 位置关系   | 调查人数 |
|---------|--------|------|
| 大丰农场    | 所在农场   | 14   |
| 大丰 13 队 | 施工区附近  | 10   |
| 黎母山镇    | 所在城镇   | 1    |
| 南吉村     | 进场道路附近 | 10   |
| 烂田村     | 施工区附近  | 34   |
| 保蕊村     | 施工区附近  | 30   |

调查结果统计见表 8.3-3。

**表 8.3-3 公众参与个人调查结果统计表**

| 调查内容                                  | 调查结果统计                                                                |    |        |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|--------|
|                                       | 选项                                                                    | 份数 | 比例 (%) |
| 1、您是否了解本工程？                           | 了解                                                                    | 62 | 63%    |
|                                       | 一般                                                                    | 36 | 36%    |
|                                       | 不太了解                                                                  | 1  | 1%     |
| 2、您认为本工程是否有利于本地区经济发展？                 | 有利                                                                    | 99 | 100%   |
|                                       | 不利                                                                    | 0  | 0%     |
|                                       | 不知道                                                                   | 0  | 0%     |
| 3、您对本工程已采取的环保措施是否了解？                  | 了解                                                                    | 90 | 91%    |
|                                       | 不了解                                                                   | 9  | 9%     |
|                                       | 无所谓                                                                   | 0  | 0%     |
| 4、本项目施工建设对您影响最大的是：                    | 施工噪声                                                                  | 0  | 0%     |
|                                       | 施工粉尘                                                                  | 0  | 0%     |
|                                       | 施工废水                                                                  | 13 | 13%    |
|                                       | 农业生产                                                                  | 4  | 4%     |
|                                       | 出行不便                                                                  | 3  | 3%     |
|                                       | 没有影响                                                                  | 79 | 80%    |
| 5、项目试运营期间对区域环境影响主要为：                  | 水体污染                                                                  | 24 | 24%    |
|                                       | 空气污染                                                                  | 0  | 0%     |
|                                       | 环境噪声                                                                  | 2  | 2%     |
|                                       | 水土流失                                                                  | 1  | 1%     |
|                                       | 生活垃圾                                                                  | 1  | 1%     |
|                                       | 没有影响                                                                  | 71 | 72%    |
| 6、您认为工程对当地农业生产：                       | 影响较大                                                                  | 0  | 0%     |
|                                       | 影响较小                                                                  | 43 | 43%    |
|                                       | 无影响                                                                   | 56 | 57%    |
| 7、您对工程施工场地生态恢复措施是否满意？                 | 满意                                                                    | 70 | 71%    |
|                                       | 基本满意                                                                  | 27 | 27%    |
|                                       | 不满意                                                                   | 1  | 1%     |
| 8、您认为工程采取的环保措施哪些方面需要改善？               | 生态保护                                                                  | 55 | 56%    |
|                                       | 粉尘控制                                                                  | 5  | 5%     |
|                                       | 水质保护                                                                  | 23 | 23%    |
|                                       | 噪声防治                                                                  | 3  | 3%     |
|                                       | 景观恢复                                                                  | 5  | 5%     |
|                                       | 其它                                                                    | 9  | 9%     |
| 9、您对本工程环保工作总体满意程度                     | 满意                                                                    | 89 | 90%    |
|                                       | 基本满意                                                                  | 10 | 10%    |
|                                       | 不满意                                                                   | 0  | 0%     |
| 10、请写出您最关注的环境保护问题，以及希望进一步改善的环境保护工作建议。 | 关注的问题：污水处理、生活垃圾处理、营地绿化和环境卫生；<br>环境保护工作建议：节约粮食、节约用水、节约用电、分类回收废品、不乱扔垃圾。 |    |        |

## （2）调查结果分析

根据公众意见调查结果统计分析：

在参与调查的公众中，99%的被调查者了解本工程；有 100%的被调查者认为本工程建设有利于本地区经济发展；91%的被调查者了解本工程已采取的环保措施；80%的被调查者认为本项目施工建设对个人生活工作没有影响；72%的被调查者认为本项目试运营期间对区域环境影响没有影响，24%的被调查者认为主要为水体污染影响；所有被调查者认为工程建设对当地农业生产影响较小或无影响。

所有被调查者对工程施工场地生态恢复措施基本满意或满意；56%的被调查者认为工程采取的环保措施中生态保护措施需要改善，其次是水质保护措施；所有被调查者对本工程环保工作的总体满意程度为满意或基本满意。

在希望进一步采取的环境保护措施建议中被调查者提出：节约粮食、节约用水、节约用电、分类回收废品、不乱扔垃圾。

通过以上调查结果分析，受调查的公众对琼中抽水蓄能电站竣工验收阶段的环保工作基本满意，本工程建设对环境的影响既有有利影响，也有不利影响，个人调查意见较好地反映了琼中抽水蓄能电站竣工环境保护验收阶段工作的实施情况及其效果。

## 8.4 公众意见调查结论

通过对当地相关单位、团体和个人的走访及问卷调查得知，公众总体对琼中抽水蓄能水电站工程所做的环保工作表示基本满意，认为建设单位对生态环境保护、“三废”污染治理措施基本有效，并建议建设单位应节约用水、节约用电、分类回收废品、不乱扔垃圾，继续维持良好的生态环境。截止目前，工程没有相关环保投诉事件发生，当地环保部门未收到工程相关投诉意见。

## 9 调查结论与建议

### 9.1 调查结论

#### 9.1.1 工程调查

琼中抽水蓄能电站位于海南省琼中县，上、下水库分别位于南渡江水系腰仔河支流黎田河的支沟槟榔沟、烂田河，距海南省海口市、三亚市直线距离分别为105km、110km，距昌江核电站直线距离98km。

琼中抽水蓄能电站建成后主要承担海南电力系统调峰、填谷、调频、调相、紧急事故备用和黑启动等任务。总装机容量为600MW，安装3台单机容量200MW的可逆式水泵水轮发电机组，年发峰荷电量10.02亿kW·h，年抽水耗用低谷电量13.36亿kW·h。电站为二等大（2）型工程。电站枢纽建筑物由上水库、下水库、输水系统、厂房系统、地面开关站和永久公路等部分组成。上水库大坝为沥青混凝土心墙土石坝，下水库大坝为混凝土面板堆石坝。上水库正常蓄水位567.00m，死水位560.00m，调节库容499.9万m<sup>3</sup>，总库容1053.26万m<sup>3</sup>；下水库正常蓄水位253.00m，死水位239.00m，调节库容512.7万m<sup>3</sup>，总库容892.28万m<sup>3</sup>。

工程施工总工期为52个月，2018年7月30日，电站全面投入发电试运行。目前，上、下水库水位已达到正常蓄水位，电站已经满负荷试运行。因此，工程已具备竣工环境保护验收调查的条件。

本工程实际总投资约354366.75万元，实际完成环境保护投资为5527.73万元，实际完成环境保护投资占实际工程总投资的1.56%。

#### 9.1.2 环境保护措施落实情况调查

本工程在环评批复和环评报告中提出的环保措施，大部分在工程施工期间和试运行期间已得到落实。

##### 9.1.2.1 水环境保护措施

###### （1）施工期废污水防治措施

工程砂石料加工系统采取四级沉淀池+回用水池处理废水，混凝土拌和站废水、洞室废水均采用三级沉淀池处理，施工营地生活污水进入化粪池并定期清理。施工期与海南宝来工贸有限公司签订了“危险废物处置服务合同书”，委托其对施工期产生的废机油进行处理。经监测，施工期各废污水处理设施出水均达到相应回用标准或排放标准。

新建业主营地生活污水采用成套污水处理设备处理后回用菜地浇灌。地下厂房生活污水处理采用一体化生活污水处理设备处理，达标处理后外运用于绿化浇灌。含油废水等经收集后由废水处理设备处理，每年年底统一交由具有资质的相应回收单位进行处理。

## （2）生态流量

蓄水期：当下水库蓄水至水位线 235.0m 以下时，需通过水泵抽水至下库溢洪道放水底孔进口处（高程 235m），再通过放水底孔及生态放水管以自流的方式下泄，保证下游生态流量。当下水库蓄水至水位线 235.0m 以上时，可通过放水底孔（底板高程 235m）及生态放水管以自流的方式下泄，保证下游生态流量。

试运行期：下水库采用生态放水管泄放生态流量，下水库蓄水前生态放水管已安装完成，在蓄水环保验收调查阶段已完成生态流量在线监测系统的安装。

### 9.1.2.2 生态环境保护措施

#### （1）陆生生态

工程占地及淹没区保护植物均采取了移栽保护措施，其中锦绣谷苗圃区移栽有保护植物 25 株（丛），业主营地区移栽有保护植物 58 株（丛）。其中移栽成活的保护植物有 8 种 46 株（丛），移栽成活率为 55.42%。

施工期，建设单位委托开展了施工监理及监测工作，加强了巡回检查及施工管理工作，同时预留了表层土，竖立了生态保护警示牌，开展了水土保持、外来入侵种防治工作。

试运行期，建设单位委托开展了库底清理、外来入侵种防治工作，同时对施工迹地区土地进行了平整、植被进行了恢复。

#### （2）水生生态

在坝下、库区内设置了禁渔标语，警示牌，上下水库进出水口安装了拦鱼设施。

#### （3）黎母山省级自然保护区

经过进一步核实，琼中抽水蓄能电站建设不涉及保护区范围。工程建设过程中已经颁布了多项文明施工相关制度，并制定了环保宣传手册，通过对施工单位及人员行为进行管理和约束，以减少施工过程产生的环境影响，达到保护黎母山自然保护区等敏感区域的目的。

#### （4）黎母山国家森林公园

工程通过景观总体布局规划，优化工程区域整体景观效果，体现工程区域自

然与人文景观有机融合的理念。

### 9.1.2.3 大气环境和声环境

#### (1) 大气环境

上水库沥青混凝土拌和系统采用将废气收集后用水洗的方式处理拌和系统产生的粉尘和沥青烟。施工现场配备了洒水车，场地洒水采用洒水车与人工洒水结合；各主要道路已完成硬化，有效减少了路面扬尘产生；组建专门清扫队的对进场道路及场内道路路面进行清扫洒水。采取措施后，各监测区域未出现 TSP、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 超标的情况。

#### (2) 声环境

对施工设备、车辆、施工区场内道路进行定期维护保养；严格控制爆破时间；拌和楼、空压机站等远离生活区布置；加强道路交通管理，设置减速带、绿化隔离带，在临近村庄附近设置减速标识；在高噪声施工区严格要去佩戴防噪声耳塞等劳保用品。落实各项措施后，工程施工期噪声排放水平达到相关标准要求。

### 9.1.2.4 其他环境保护措施

工程施工期生活垃圾来源包括工程业主营地、施工承包商营地和施工工区。建设单位已在各生活区布置了垃圾桶、垃圾收集池。对于临时业主营地生活垃圾纳入大丰农场统一收集处理，施工承包商营地及施工工区生活垃圾，建设单位已委托海口广居实业有限公司对施工区域内各施工营地以及施工场所的生活垃圾进行收集、清理及运输，并统一转运至阳江农场垃圾处理场。

工程试运行期间，业主营地生活区、生产楼均设置垃圾桶，由海口广居实业有限公司统一收集外运处理，建设单位已和海口广居实业有限公司签订生活垃圾清运合同。

## 9.1.3 环境影响调查结论

### 9.1.3.1 生态影响调查

#### (1) 陆生植物影响调查

工程占地及淹没区保护植物均采取了移栽保护措施，其中锦绣谷苗圃区移栽有保护植物 25 株（丛），业主营地区移栽有保护植物 58 株（丛），移栽区成活的保护植物有 8 种 46 株（丛），移栽成活率为 55.42%，成活率较低，后期应加强管护。

#### (2) 陆生动物影响调查

施工期对动物的影响主要表现在施工占地及施工活动对动物生境的破坏和干扰影响。陆生脊椎动物较工程建设前调查统计数量基本没有发生变化，电站建设对区域内动物种类组成影响较小，调查结果中保护动物的组成及种类也无差异，因此电站施工期未对区域内陆生动物生存产生明显影响。

根据本次验收调查，电站运行期间，上下水库水深较深，水域面积增加，淹没了部分野生动物的生境，对野生动物的生存环境造成了一定的破坏，其中，受影响较大的为对水环境依赖较大的蛙类；而爬行类、鸟兽类活动能力相对较强，且主要活动于上下水库间的山地雨林，工程运行期间对该区域干扰较小。总体来说，工程在运行期间对野生动物的影响很小。

### （3）水生生态影响调查

鱼类种类：与环评阶段调查相比，验收阶段调查到的鱼类种类变化不大，新调查到的物种有鰱和大刺鲃，鰱为喜静水缓流的鱼类，水库的形成其适宜的栖息生境增加，在库区数量较多，另外库区优势的鱼类还有罗非鱼等。

产卵场：环评阶段鱼类产卵场在各河段分散分布，产卵群体小。现场调查发现几条支流的鱼类的产卵场分布较分散，没有发现成规模的鱼类产卵场，与环评阶段变化不大。

## 9.1.3.2 环境污染影响调查

### （1）水质影响

对比琼中抽水蓄能电站施工期和施工前地表水监测断面水质，监测指标并未发生明显变化，除总氮外均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水域标准，工程建设未对河段水质造成明显不利影响。

工程试运行期地表水环境监测成果除总磷、COD 和 BOD<sub>5</sub> 超标外，其余指标达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 标准，超标原因可能与周边地区橡胶林地施肥以及周边居民生活等面源污染有关。

### （2）环境空气影响

根据环境空气监测结果，施工期和试运行期所有监测指标均满足《环境空气质量标准》（GB3095-1996）和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准要求，工程建设对周边环境空气质量影响较小。

### （3）声环境影响

对比琼中抽水蓄能电站施工期和施工前声环境质量监测结果，未发生明显变化，敏感点均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准要求，工程建设

对周围村庄声环境影响较小。

工程试运行期声环境监测结果显示，各监测点位除 5#下水库大坝施工区昼间等效声级（Ld）超标外，其余均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准标准，5#下水库大坝施工区昼间等效声级（Ld）超标，是因为在进行声环境监测时有工程设备正在进行场地恢复、覆土绿化。

#### （4）生活垃圾影响

琼中抽水蓄能电站施工期和运行期委托特定单位对施工垃圾和生活垃圾进行收集和定期外运，较好地维持了工程区域内环境卫生情况。

### 9.1.4 环境风险防范和应急措施调查

本工程建设和试运营期间没有发生过重大的环境污染事故。建设单位设立了风险事故防范与应急领导小组，制定了应急措施和应急预案。

### 9.1.5 环境管理及监测计划落实情况调查

本工程在施工及运行期间，设有专门的环境管理机构负责工程的环境保护工作，制定了环境保护管理制度、环境管理措施，并以相应的环境管理机构为核心建立了环境管理组织体系，相关环境管理制度包括《中国南方电网有限责任公司环境保护管理办法（试行）》、《建设管理局环保水保工作管理办法（试行）》等，保证了环境保护工作的顺利进行。按月进行了环境保护与水土保持工作考核，并在年终开展了环保专项检查，基本实现了工程环保目标，监督落实了环境保护措施。

工程施工期环境监理由环境保护部环境工程评估中心负责。工程环境监督由地方环保局负责，环保局定期进行检查，工程施工期间，各施工单位基本上按照环保条款要求，落实相应的环保措施；各工程结束后提交了相应工程的环保总结报告。对施工过程中发生的问题，业主单位汇同监理和施工单位立即采取措施进行处理。根据走访附近居民和当地环保部门，工程施工期间未发生重大施工污染事件或扰民事件。同时业主单位委托奥来国信（北京）检测技术有限责任公司进行了施工期环境监测，作为环境监督管理的依据。奥来国信（北京）检测技术有限责任公司对施工期及试运行期的水环境质量、声环境质量、大气环境质量均进行了监测，调查认为基本可满足工程建设环境监测工作的需要。

### 9.1.6 公众意见调查结论

通过发放调查问卷访问结合工作人员详细讲解的形式对当地相关单位、团体

和个人的走访及问卷调查可知，绝大多数被调查的公众对琼中抽水蓄能电站工程建设所做的环保工作表示满意，认为电站在落实生态环境保护、“三废”污染处理措施方面均取得较好效果。

## 9.2 调查结论

海南琼中抽水蓄能电站开工前进行了环境影响评价，在工程建设中按照“三同时”制度的要求建设了相应的环保措施并与主体工程同时投产使用，在设计、施工、蓄水阶段和试运行期基本执行了国家环保法规、规章和环境影响报告书及其批复对于项目建设环境保护工作的各项要求。根据本次建设项目竣工环境保护验收调查，琼中抽水蓄能电站基本满足竣工环境保护验收条件。

## 9.3 建议

（1）应加强生态流量在线监测系统的维护，确保监测系统记录的数据准确、有效，以监督生态流量的泄放。

（2）建议加强移栽保护植物的养护工作，开展移栽保护植物的长期维护、养护。

（3）进一步加强采料场、弃渣场的生态恢复工作，建议加强与黎母山省级自然保护区互动，在动植物保护等方面建立长效机制。

附表 1: 海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区植物样方调查表

阔叶林样方调查表 1

日期: 2019.04.23 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 橡胶树林 (Form. <i>Hevea brasiliensis</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 环境特征                                                                                |        |    |        |
|------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 地形                                                                                  | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 自流排水洞段                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 坡地                                                                                  | 182    | WN | 10     |
| 经纬度  | 109°44'8.94"E, 19°14'29.44"N            |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |        |    |        |
| 层次   | 三层                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                     | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                                             | 考察照片                                                                                |        |    |        |
| 乔木层  | 郁闭度 0.7                                 | 层均高 9m, 优势种为橡胶树 ( <i>Hevea brasiliensis</i> ), 高 6~12m, 胸径 8~15cm, 盖度 65%, 主要伴生种有山麻树 ( <i>Commersonia bartramia</i> )、山乌柏 ( <i>Sapium discolor</i> ) 等。                                                                                                                               |  |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 20%                                 | 层均高 1.5m, 优势种为木薯 ( <i>Manihot esculenta</i> ), 高 1~2m, 盖度 15%, 主要伴生种有红背山麻秆 ( <i>Alchornea trewioides</i> )、桃金娘 ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> )、地念 ( <i>Melastoma dodecandrum</i> ) 等。                                                                                                |                                                                                     |        |    |        |
| 草本层  | 层盖度 40%                                 | 层均高 0.5m, 优势种为小蓬草 ( <i>Conyza canadensis</i> ), 高 0.3~1m, 盖度 30%, 主要伴生种有墨苜蓿 ( <i>Richardia scabra</i> )、柔毛艾纳香 ( <i>Blumea mollis</i> )、荩草 ( <i>Arthraxon hispidus</i> )、刚莠竹 ( <i>Microstegium ciliatum</i> )、白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> )、类芦 ( <i>Neyraudia reynaudiana</i> ) 等。 |                                                                                     |        |    |        |

竹林样方调查表 2

日期: 2019.04.23 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 粉单竹林 (Form. <i>Bambusa chungii</i> ) |                                                                                                                                                                                   | 环境特征                                                                                 |        |    |        |
|------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                      |                                                                                                                                                                                   | 地形                                                                                   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 自流排水洞段                               |                                                                                                                                                                                   | 平地                                                                                   | 169    | -- | --     |
| 经纬度  | 109°44'11.48" E, 19°14'32.32" N      |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |        |    |        |
| 层次   | 三层                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                  | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                         | 考察照片                                                                                 |        |    |        |
| 乔木层  | 郁闭度 0.75                             | 层均高 10m, 优势种为粉单竹 ( <i>Bambusa chungii</i> ), 高 6~12m, 杆径 8~15cm, 盖度 70%, 主要伴生种有橡胶树 ( <i>Hevea brasiliensis</i> )、槟榔 ( <i>Areca catechu</i> )、黄果榕 ( <i>Ficus benguetensis</i> ) 等。 |  |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 20%                              | 层均高 1.5m, 优势种为水茄 ( <i>Solanum torvum</i> ), 高 1~2m, 盖度 15%, 主要伴生种有毛八角枫 ( <i>Alangium</i>                                                                                          |                                                                                      |        |    |        |

|     |         |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|     |         | <i>kurzii</i> )、鲫鱼胆 ( <i>Maesa perlarius</i> )、白背枫 ( <i>Buddleja asiatica</i> ) 等。                                                                                                                                                           |  |
| 草本层 | 层盖度 40% | 层均高 0.35m, 优势种为柃叶 ( <i>Phrynium rheedii</i> ), 高 0.3~0.5m, 盖度 25%, 主要伴生种有闭鞘姜 ( <i>Costus speciosus</i> )、海芋 ( <i>Alocasia odora</i> )、牛筋草 ( <i>Eleusine indica</i> )、类芦 ( <i>Neyraudia reynaudiana</i> )、广防风 ( <i>Anisomeles indica</i> ) 等。 |  |

灌草丛样方调查表 3

日期: 2019.04.24 样方总面积/m<sup>2</sup>: 1mx1m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 白茅灌草丛 (Form. <i>Imperata cylindrica</i> ) | 环境特征                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |    |        |
|------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|
|      |                                           | 地形                                                                                                                                                                                                                                                      | 海拔 (m)                                                                              | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 12#公路边                                    | 平地                                                                                                                                                                                                                                                      | 266                                                                                 | -- | --     |
| 经纬度  | 109°43'12.91" E, 19°13'26.96" N           |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |    |        |
| 层次   | 一层                                        |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |    |        |
| 分层   | 层盖度                                       | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                               | 考察照片                                                                                |    |        |
| 草本层  | 层盖度 75%                                   | 层均高 0.3m, 优势种为白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> ), 高 0.2~0.35m, 盖度 70%, 主要伴生种有酢浆草 ( <i>Oxalis corniculata</i> )、鬼针草 ( <i>Bidens pilosa</i> )、地胆草 ( <i>Elephantopus scaber</i> )、金腰箭 ( <i>Synedrella nodiflora</i> )、假臭草 ( <i>Praxelis clematidea</i> ) 等。 |  |    |        |

灌草丛样方调查表 4

日期: 2019.04.24 样方总面积/m<sup>2</sup>: 1mx1m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 粽叶芦灌草丛 (Form. <i>Thysanolaena latifolia</i> ) | 环境特征                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                      |    |        |
|------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|
|      |                                               | 地形                                                                                                                                                                                                                                                       | 海拔 (m)                                                                               | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 12#公路边                                        | 坡地                                                                                                                                                                                                                                                       | 315                                                                                  | N  | 50     |
| 经纬度  | 109°43'22.67" E, 19°13'25.20" N               |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                      |    |        |
| 层次   | 一层                                            |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                      |    |        |
| 分层   | 层盖度                                           | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                | 考察照片                                                                                 |    |        |
| 草本层  | 层盖度 80%                                       | 层均高 1.5m, 优势种为粽叶芦 ( <i>Thysanolaena latifolia</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 70%, 主要伴生种有类芦 ( <i>Neyraudia reynaudiana</i> )、飞机草 ( <i>Chromolaena odoratum</i> )、柔毛艾纳香 ( <i>Blumea mollis</i> )、吊球草 ( <i>Hyptis rhomboidea</i> )、糙叶斑鸠菊 ( <i>Vernonia aspera</i> ) 等。 |  |    |        |

灌丛样方调查表 5

日期: 2019.04.25 样方总面积/m<sup>2</sup>: 5mx5m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 白背枫灌丛 (Form. <i>Buddleja asiatica</i> ) |                                                                                                                                                                                                                          | 环境特征 |                                                                                    |    |        |
|------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|
|      |                                         |                                                                                                                                                                                                                          | 地形   | 海拔 (m)                                                                             | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 加普岭石料场附近                                |                                                                                                                                                                                                                          | 平地   | 293                                                                                | -- | --     |
| 经纬度  | 109°43'21.17" E, 19°13'28.65" N         |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                    |    |        |
| 层次   | 二层                                      |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                    |    |        |
| 分层   | 层盖度                                     | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                |      | 考察照片                                                                               |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 65%                                 | 层均高 1.5m, 优势种为白背枫 ( <i>Buddleja asiatica</i> ), 高 1~2m, 盖度 60%, 主要伴生种有水茄 ( <i>Solanum torvum</i> )、山乌桕 ( <i>Sapium discolor</i> )、山麻树 ( <i>Commersonia bartramia</i> )、白灰毛豆 ( <i>Tephrosia candida</i> ) 等。              |      |  |    |        |
| 草本层  | 层盖度 50%                                 | 层均高 0.25m, 优势种为假臭草 ( <i>Praxelis clematidea</i> ), 高 0.2~0.5m, 盖度 40%, 主要伴生种有鼠妇草 ( <i>Eragrostis atrovirens</i> )、蜈蚣草 ( <i>Pteris vittata</i> )、白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> )、粗毛鸭嘴草 ( <i>Ischaemum barbatum</i> ) 等。 |      |                                                                                    |    |        |

灌草丛样方调查表 6

日期: 2017.04.25 样方总面积/m<sup>2</sup>: 1mx1m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 蜈蚣草灌草丛 (Form. <i>Pteris vittata</i> ) | 环境特征                                                                                                                                                                                                                                            |        |                                                                                      |        |
|------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|      |                                       | 地形                                                                                                                                                                                                                                              | 海拔 (m) | 坡向                                                                                   | 坡度 (°) |
| 地点   | C4 标混凝土系统区                            | 坡地                                                                                                                                                                                                                                              | 257    | N                                                                                    | 40     |
| 经纬度  | 109°42'33.92" E, 19°12'39.82" N       |                                                                                                                                                                                                                                                 |        |                                                                                      |        |
| 层次   | 一层                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 |        |                                                                                      |        |
| 分层   | 层盖度                                   | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                       |        | 考察照片                                                                                 |        |
| 草本层  | 层盖度 70%                               | 层均高 0.3m, 优势种为蜈蚣草 ( <i>Pteris vittata</i> ), 高 0.2~0.35m, 盖度 65%, 主要伴生种有鬼针草 ( <i>Bidens pilosa</i> )、酢浆草 ( <i>Oxalis corniculata</i> )、柔毛艾纳香 ( <i>Blumea mollis</i> )、刚莠竹 ( <i>Microstegium ciliatum</i> )、白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> ) 等。 |        |  |        |

灌草丛样方调查表 7

日期: 2019.04.26 样方总面积/m<sup>2</sup>: 1mx1m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 斑茅灌草丛 (Form. <i>Saccharum arundinaceum</i> ) | 环境特征 |        |    |        |
|------|----------------------------------------------|------|--------|----|--------|
|      |                                              | 地形   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 下水库库尾                                        | 滩地   | 262    | -- | --     |
| 经纬度  | 109°42'8.61" E, 19°11'57.21" N               |      |        |    |        |
| 层次   | 一层                                           |      |        |    |        |

| 分层  | 层盖度        | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                       | 考察照片                                                                               |
|-----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 草本层 | 层盖度<br>75% | 层均高 1.5m, 优势种为斑茅 ( <i>Saccharum arundinaceum</i> ), 高 1~2m, 盖度 65%, 主要伴生种有类芦 ( <i>Neyraudia reynaudiana</i> )、香膏萼距花 ( <i>Cuphea balsamona</i> )、水蔗草 ( <i>Apluda mutica</i> )、地毯草 ( <i>Axonopus compressus</i> )、海芋 ( <i>Alocasia odora</i> ) 等。 |  |

针叶林样方调查表 8

日期: 2019.04.27 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 加勒比松林 (Form. <i>Pinus caribaea</i> )                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 环境特征 |                                                                                      |    |        |
|------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|
|      |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 地形   | 海拔 (m)                                                                               | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 上水库库尾                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 坡地   | 584                                                                                  | E  | 20     |
| 经纬度  | 109°44'8.94"E, 19°14'29.44"N                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                      |    |        |
| 层次   | 三层                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                      |    |        |
| 分层   | 层盖度                                                                        | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                         |      | 考察照片                                                                                 |    |        |
| 乔木层  | 郁闭度<br>0.7                                                                 | 层均高 12m, 优势种为加勒比松 ( <i>Pinus caribaea</i> ), 高 10~15m, 胸径 10~18cm, 盖度 65%, 主要伴生种有秀丽锥 ( <i>Castanopsis jucunda</i> )、白楸 ( <i>Mallotus paniculatus</i> )、黄杞 ( <i>Engelhardtia roxburghiana</i> )、亮叶猴耳环 ( <i>Abarema lucida</i> )、大果榕 ( <i>Ficus auriculata</i> ) 等。 |      |  |    |        |
| 灌木层  | 层盖度<br>35%                                                                 | 层均高 1.5m, 优势种为毛念 ( <i>Melastoma sanguineum</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 20%, 主要伴生种有三桠苦 ( <i>Melicope pteleifolia</i> )、白楸 ( <i>Mallotus paniculatus</i> )、黄牛木 ( <i>Cratoxylum cochinchinense</i> )、粗叶榕 ( <i>Ficus hirta</i> ) 等。                                           |      |                                                                                      |    |        |
| 草本层  | 层盖度<br>25%                                                                 | 层均高 0.5m, 优势种为割鸡芒 ( <i>Hypolytrum nemorum</i> ), 高 0.3~0.5m, 盖度 15%, 主要伴生种有疏裂凤尾蕨 ( <i>Pteris finotii</i> )、巢蕨 ( <i>Neottopteris nidus</i> )、崖姜 ( <i>Pseudodrynaria coronans</i> )、葫芦茶 ( <i>Tadehagi triquetrum</i> ) 等。                                           |      |                                                                                      |    |        |
| 层间植物 | 钩枝藤 ( <i>Ancistrocladus tectorius</i> )、石柑子 ( <i>Pothos chinensis</i> ) 等。 |                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                      |    |        |

草甸样方调查表 9

日期: 2019.04.28 样方总面积/m<sup>2</sup>: 1mx1m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 狗牙根灌草丛 (Form. <i>Cynodon dactylon</i> ) | 环境特征                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                                                                                    |        |
|------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|      |                                         | 地形                                                                                                                                                                                                                                                                 | 海拔 (m) | 坡向                                                                                 | 坡度 (°) |
| 地点   | 副坝 1 左岸                                 | 滩地                                                                                                                                                                                                                                                                 | 578    | EN                                                                                 | 5      |
| 经纬度  | 109°43'19.92" E, 19°11'41.75" N         |                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                                                                    |        |
| 层次   | 一层                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                                                                                    |        |
| 分层   | 层盖度                                     | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                          |        | 考察照片                                                                               |        |
| 草本层  | 层盖度 80%                                 | 层均高 0.2m, 优势种为狗牙根 ( <i>Cynodon dactylon</i> ), 高 0.1~0.25m, 盖度 70%, 主要伴生种有两歧飘拂草 ( <i>Fimbristylis dichotoma</i> )、紫马唐 ( <i>Digitaria violascens</i> )、下田菊 ( <i>Adenostemma lavenia</i> )、三点金 ( <i>Desmodium triflorum</i> )、耳基水苣 ( <i>Ammannia auriculata</i> ) 等。 |        |  |        |

阔叶林样方调查表 10

日期: 2019.04.28 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 黑木姜子林 (Form. <i>Litsea atrata</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                | 环境特征 |        |                                                                                      |        |
|------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|      |                                     |                                                                                                                                                                                                                                | 地形   | 海拔 (m) | 坡向                                                                                   | 坡度 (°) |
| 地点   | 预留副坝 1 填筑料场                         |                                                                                                                                                                                                                                | 坡地   | 561    | W                                                                                    | 50     |
| 经纬度  | 109°43'21.18" E, 19°11'52.62" N     |                                                                                                                                                                                                                                |      |        |                                                                                      |        |
| 层次   | 三层                                  |                                                                                                                                                                                                                                |      |        |                                                                                      |        |
| 分层   | 层盖度                                 | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                      |      |        | 考察照片                                                                                 |        |
| 乔木层  | 郁闭度<br>0.7                          | 层均高 8m, 优势种为黑木姜子 ( <i>Litsea atrata</i> ), 高 6~10m, 胸径 6~12cm, 盖度 60%, 主要伴生种有枫香树 ( <i>Liquidambar formosana</i> )、假苹婆 ( <i>Sterculia lanceolata</i> )、狭叶山黄麻 ( <i>Trema angustifolia</i> ) 等。                                   |      |        |  |        |
| 灌木层  | 层盖度<br>30%                          | 层均高 1.5m, 优势种为白楸 ( <i>Mallotus paniculatus</i> ), 高 1~2m, 盖度 20%, 主要伴生种有野牡丹 ( <i>Melastoma malabathricum</i> )、排钱树 ( <i>Phyllodium pulchellum</i> )、黑面神 ( <i>Breynia fruticosa</i> )、土蜜树 ( <i>Bridelia tomentosa</i> ) 等。      |      |        |                                                                                      |        |
| 草本层  | 层盖度<br>35%                          | 层均高 0.5m, 优势种为刚莠竹 ( <i>Microstegium ciliatum</i> ), 高 0.3~0.5m, 盖度 20%, 主要伴生种有粽叶芦 ( <i>Thysanolaena latifolia</i> )、艾纳香 ( <i>Blumea balsamifera</i> )、佩兰 ( <i>Eupatorium fortunei</i> )、高秆珍珠茅 ( <i>Scleria terrestris</i> ) 等。 |      |        |                                                                                      |        |

灌丛样方调查表 11

日期: 2019.04.28 样方总面积/m<sup>2</sup>: 5mx5m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 白楸灌丛 (Form. <i>Mallotus paniculatus</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                        | 环境特征                                                                               |        |    |        |
|------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                        | 地形                                                                                 | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 预留副坝 1 填筑料场                               |                                                                                                                                                                                                                                                        | 坡地                                                                                 | 528    | W  | 20     |
| 经纬度  | 109°43'22.49" E, 19°11'56.83" N           |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |        |    |        |
| 层次   | 二层                                        |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                       | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                              | 考察照片                                                                               |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 75%                                   | 层均高 1.5m, 优势种为白楸 ( <i>Mallotus paniculatus</i> ), 高 1~2m, 盖度 60%, 主要伴生种有山鸡椒 ( <i>Litsea cubeba</i> )、银柴 ( <i>Aporosa dioica</i> )、土蜜树 ( <i>Bridelia tomentosa</i> )、余甘子 ( <i>Phyllanthus emblica</i> )、了哥王 ( <i>Wikstroemia indica</i> ) 等。            |  |        |    |        |
| 草本层  | 层盖度 35%                                   | 层均高 1m, 优势种为粽叶芦 ( <i>Thysanolaena latifolia</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 25%, 主要伴生种有艾纳香 ( <i>Blumea balsamifera</i> )、地胆草 ( <i>Elephantopus scaber</i> )、血见愁 ( <i>Teucrium viscidum</i> )、山菅 ( <i>Dianella ensifolia</i> )、半边旗 ( <i>Pteris semipinnata</i> ) 等。 |                                                                                    |        |    |        |

阔叶林样方调查表 12

日期: 2019.04.29 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 马占相思 ( <i>Acacia mangium</i> ) 林 (Form. <i>Litsea atrata</i> ) |                                                                                                                                                                                                                         | 环境特征                                                                                 |        |    |        |
|------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                                                |                                                                                                                                                                                                                         | 地形                                                                                   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 下水库表土堆存场附近                                                     |                                                                                                                                                                                                                         | 坡地                                                                                   | 265    | W  | 50     |
| 经纬度  | 109°42'20.87"E, 19°12'15.58"N                                  |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |        |    |        |
| 层次   | 三层                                                             |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                                            | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                               | 考察照片                                                                                 |        |    |        |
| 乔木层  | 郁闭度 0.75                                                       | 层均高 10m, 优势种为马占相思 ( <i>Acacia mangium</i> ), 高 8~12m, 胸径 8~15cm, 盖度 70%, 主要伴生种有小叶榄仁 ( <i>Terminalia mantaly</i> )、狭叶山黄麻 ( <i>Trema angustifolia</i> )、黑木姜子 ( <i>Litsea atrata</i> ) 等。                                  |  |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 30%                                                        | 层均高 1.5m, 优势种为白楸 ( <i>Mallotus paniculatus</i> ), 高 1~2m, 盖度 20%, 主要伴生种有红背山麻杆 ( <i>Alchornea trewioides</i> )、银柴 ( <i>Aporosa dioica</i> )、余甘子 ( <i>Phyllanthus emblica</i> )、大叶千斤拔 ( <i>Flemingia macrophylla</i> ) 等。 |                                                                                      |        |    |        |
| 草本层  | 层盖度 20%                                                        | 层均高 1m, 优势种为粽叶芦 ( <i>Thysanolaena latifolia</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 10%, 主要伴生种有三点金                                                                                                                                          |                                                                                      |        |    |        |

|  |  |                                                                                                                |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | ( <i>Desmodium triflorum</i> )、华南远志( <i>Polygala chinensis</i> )、普通针毛蕨( <i>Macrothelypteris torresiana</i> )等。 |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

阔叶林样方调查表 13

日期: 2019.04.30 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 枫香树、厚皮树、黄牛木林 (Form. <i>Liquidambar formosana</i> , <i>Lannea coromandelica</i> , <i>Cratoxylum cochinchinense</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 环境特征                                                                                 |        |    |        |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 地形                                                                                   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 上水库库尾段                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 坡地                                                                                   | 649    | W  | 35     |
| 经纬度  | 109°44'1.11"E, 19°11'20.07" N                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |        |    |        |
| 层次   | 三层                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                                                                                                 | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 考察照片                                                                                 |        |    |        |
| 乔木层  | 郁闭度 0.75                                                                                                            | 层均高 12m, 优势种为枫香树 ( <i>Liquidambar formosana</i> )、厚皮树 ( <i>Lannea coromandelica</i> )、黄牛木 ( <i>Cratoxylum cochinchinense</i> ), 高 6~15m, 盖度 65%, 主要伴生种有海南榄仁 ( <i>Terminalia nigrovenulosa</i> )、乌墨 ( <i>Syzygium cumini</i> )、潺槁木姜子 ( <i>Litsea glutinosa</i> )、大果榕 ( <i>Ficus auriculata</i> )、山杜英 ( <i>Elaeocarpus sylvestris</i> )、木荷 ( <i>Schima superba</i> ) 等。 |  |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 25%                                                                                                             | 层均高 1.5m, 优势种为桃金娘 ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 15%, 主要伴生种有野牡丹 ( <i>Melastoma malabathricum</i> )、刺桑 ( <i>Streblus ilicifolius</i> )、猪肚木 ( <i>Canthium horridum</i> )、土蜜树 ( <i>Bridelia tomentosa</i> )、飞龙掌血 ( <i>Toddalia asiatica</i> ) 等。                                                                                                         |                                                                                      |        |    |        |
| 草本层  | 层盖度 15%                                                                                                             | 层均高 0.3m, 优势种为高秆珍珠茅 ( <i>Scleria terrestris</i> ), 高 0.2~0.5m, 盖度 10%, 主要伴生种有黑莎草 ( <i>Gahnia tristis</i> )、密花杜若 ( <i>Polia thyrsiflora</i> )、糙叶斑鸠菊 ( <i>Vernonia aspera</i> ) 等。                                                                                                                                                                                      |                                                                                      |        |    |        |

阔叶林样方调查表 14

日期: 2019.04.30 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20mx20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 枫香树林 (Form. <i>Liquidambar formosana</i> ) |           | 环境特征 |        |    |        |
|------|--------------------------------------------|-----------|------|--------|----|--------|
|      |                                            |           | 地形   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 上水库库尾段                                     |           | 坡地   | 596    | W  | 30     |
| 经纬度  | 109°43'36.65" E, 19°11'15.65" N            |           |      |        |    |        |
| 层次   | 三层                                         |           |      |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                        | 种类组成与生长状况 | 考察照片 |        |    |        |

|      |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                    |
|------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 乔木层  | 郁闭度<br>0.75                              | 层均高 12m，优势种为枫香树（ <i>Liquidambar formosana</i> ），高 8~15m，盖度 60%，主要伴生种有厚皮树（ <i>Lannea coromandelica</i> ）、黄牛木（ <i>Cratoxylum cochinchinense</i> ）、大果榕（ <i>Ficus auriculata</i> ）、山杜英（ <i>Elaeocarpus sylvestris</i> ）、木荷（ <i>Schima superba</i> ）等。        |  |
| 灌木层  | 层盖度<br>30%                               | 层均高 1.5m，优势种为桃金娘（ <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ），高 1~1.5m，盖度 15%，主要伴生种有野牡丹（ <i>Melastoma malabathricum</i> ）、罗伞树（ <i>Ardisia quinquegona</i> ）、粗叶木（ <i>Lasianthus chinensis</i> ）、海南九节（ <i>Psychotria hainanensis</i> ）、草珊瑚（ <i>Sarcandra glabra</i> ）等。 |                                                                                    |
| 草本层  | 层盖度<br>20%                               | 层均高 0.3m，优势种为高秆珍珠茅（ <i>Scleria terrestris</i> ），高 0.2~0.5m，盖度 10%，主要伴生种有割鸡芒（ <i>Hypolytrum nemorum</i> ）、佩兰（ <i>Eupatorium fortunei</i> ）、地胆草（ <i>Elephantopus scaber</i> ）、血见愁（ <i>Teucrium viscidum</i> ）、闭鞘姜（ <i>Costus speciosus</i> ）等。             |                                                                                    |
| 层间植物 | 钩枝藤（ <i>Ancistrocladus tectorius</i> ）等。 |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                    |

阔叶林样方调查表 15

日期: 2019.05.01 样方总面积/m<sup>2</sup>: 20m×20m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 黄桐、白颜树、鸭脚木林 (Form. <i>Endospermum chinense</i> , <i>Gironniera subaequalis</i> , <i>Schefflera octophylla</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 环境特征                                                                                 |        |    |        |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 地形                                                                                   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 上水库库尾段                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 坡地                                                                                   | 578    | W  | 30     |
| 经纬度  | 109°43'36.66" E, 19°11'21.37" N                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                      |        |    |        |
| 层次   | 三层                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                      |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                                                                                             | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 考察照片                                                                                 |        |    |        |
| 乔木层  | 郁闭度<br>0.75                                                                                                     | 层均高 10m, 优势种为黄桐 ( <i>Endospermum chinense</i> )、白颜树 ( <i>Gironniera subaequalis</i> )、鸭脚木 ( <i>Schefflera octophylla</i> ), 高 5~15m, 盖度 70%, 主要伴生种有枫香树 ( <i>Liquidambar formosana</i> )、秀丽锥 ( <i>Castanopsis jucunda</i> )、黄杞 ( <i>Engelhardtia roxburghiana</i> )、厚皮树 ( <i>Lannea coromandelica</i> )、假苹婆 ( <i>Sterculia lanceolata</i> ) 等。 |  |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度<br>30%                                                                                                      | 层均高 1.5m, 优势种为水锦树 ( <i>Wendlandia uvariifolia</i> ), 高 1~2m, 盖度 20%, 主要伴生种有展毛野牡丹 ( <i>Melastoma normale</i> )、黄牛木                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                      |        |    |        |

|      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|      |                                                                 | ( <i>Cratoxylum cochinchinense</i> )、厚叶<br>算盘子 ( <i>Glochidion hirsutum</i> )、山乌<br>柏 ( <i>Sapium discolor</i> )、粗叶榕 ( <i>Ficus<br/>hirta</i> )、虎舌红 ( <i>Ardisia mamillata</i> )<br>等。                                                 |  |
| 草本层  | 层盖度<br>15%                                                      | 层均高 0.3m，优势种为高秆珍珠茅<br>( <i>Scleria terrestris</i> )，高 0.2~0.5m，盖<br>度 10%，主要伴生种有黑桫欏<br>( <i>Alsophila podophylla</i> )、斜叶蒟<br>( <i>Piper senporeiense</i> )、下田菊<br>( <i>Adenostemma lavenia</i> )、小花山姜<br>( <i>Alpinia brevis</i> ) 等。 |  |
| 层间植物 | 石柑子 ( <i>Pothos chinensis</i> )、百足藤 ( <i>Pothos repens</i> ) 等。 |                                                                                                                                                                                                                                        |  |

阔叶林样方调查表 16

日期： 2019.05.02    样方总面积/m²： 20mx20m    记录人： 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 青梅、华润楠、长柄梭罗林 (Form. <i>Vatica mangachapoi</i> , <i>Machilus chinensis</i> , <i>Reevesia longipetiolata</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 环境特征                                                                                 |           |    |           |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|-----------|
|      |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 地形                                                                                   | 海拔<br>(m) | 坡向 | 坡度<br>(°) |
| 地点   | 黎母山保护区段                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 坡地                                                                                   | 578       | W  | 30        |
| 经纬度  | 109°43'36.66" E, 19°11'21.37" N                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |           |    |           |
| 层次   | 三层                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |           |    |           |
| 分层   | 层盖度                                                                                                          | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 考察照片                                                                                 |           |    |           |
| 乔木层  | 郁闭度<br>0.8                                                                                                   | 第一层均高 20m，优势种为青梅<br>( <i>Vatica mangachapoi</i> )、华润楠<br>( <i>Machilus chinensis</i> )、长柄梭罗<br>( <i>Reevesia longipetiolata</i> ) 等，伴生<br>种有海南木莲 ( <i>Manglietia fordiana<br/>var. hainanensis</i> )、红毛山楠 ( <i>Phoebe<br/>hungmoensis</i> )、大花第伦桃 ( <i>Dillenia<br/>turbinata</i> )、黄桐 ( <i>Endospermum<br/>chinense</i> ) 等；第二层均高 12m，主<br>要有白颜树 ( <i>Gironniera<br/>subaequalis</i> )、木奶果 ( <i>Baccaurea<br/>ramiflora</i> )、琼岛柿 ( <i>Diospyros<br/>machurei</i> )、油丹 ( <i>Alseodaphne<br/>hainanensis</i> ) 等；第三层均高 8m，主<br>要有大果水翁 ( <i>Cleistocalyx<br/>conspersipunctatus</i> )、白楸 ( <i>Mallotus<br/>paniculatus</i> )、岭南山竹子 ( <i>Garcinia<br/>oblongifolia</i> )、假苹婆 ( <i>Sterculia<br/>lanceolata</i> ) 等。 |  |           |    |           |
| 灌木层  | 层盖度<br>30%                                                                                                   | 层均高 1.5m，优势种为海南狗牙花<br>( <i>Ervatamia hainanensis</i> )，高 1~2m，<br>盖度 20%，主要伴生种有斜基粗叶木<br>( <i>Lasianthus attenuatus</i> )、柏拉木<br>( <i>Blastus cochinchinensis</i> )、九节<br>( <i>Psychotria rubra</i> )、猪肚木<br>( <i>Canthium horridum</i> )、鲫鱼胆                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                      |           |    |           |

|      |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                               |  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|      |                                                                                                                                                                                            | ( <i>Maesa perlarius</i> ) 等。                                                                                                                                                                                 |  |
| 草本层  | 层盖度<br>10%                                                                                                                                                                                 | 层均高 0.3m, 优势种为小花山姜 ( <i>Alpinia brevis</i> ), 高 0.2~0.5m, 盖度 5%, 主要伴生种有疏裂凤尾蕨( <i>Pteris finotii</i> )、单叶新月蕨 ( <i>Pronephrium simplex</i> )、石韦 ( <i>Pyrrosia lingua</i> )、密花杜若 ( <i>Polia thyrsoflora</i> ) 等。 |  |
| 层间植物 | 钩枝藤( <i>Ancistrocladus tectorius</i> )、崖姜( <i>Pseudodrynaria coronans</i> )、巢蕨( <i>Neottopteris nidus</i> )、石柑子 ( <i>Pothos chinensis</i> )、红花芒毛苣苔 ( <i>Aeschynanthus moningeriae</i> ) 等。 |                                                                                                                                                                                                               |  |

竹林样方调查表 17

日期： 2017.05.02    样方总面积/m2： 20mx20m    记录人： 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 山骨罗竹林 (Form. <i>Schizostachyum hainanense</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                            | 环境特征                                                                                 |           |    |           |
|------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|-----------|
|      |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            | 地形                                                                                   | 海拔<br>(m) | 坡向 | 坡度<br>(°) |
| 地点   | 上水库库尾段                                          |                                                                                                                                                                                                                                            | 坡地                                                                                   | 578       | W  | 30        |
| 经纬度  | 109°43'36.66" E, 19°11'21.37" N                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                      |           |    |           |
| 层次   | 三层                                              |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                      |           |    |           |
| 分层   | 层盖度                                             | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                  | 考察照片                                                                                 |           |    |           |
| 乔木层  | 郁闭度<br>0.75                                     | 层均高 13m, 优势种为山骨罗竹 ( <i>Schizostachyum hainanense</i> ), 高 10~15m, 盖度 70%, 主要伴生种有黑木姜子 ( <i>Litsea atrata</i> )、毛八角枫 ( <i>Alangium kurzii</i> )、山杜英 ( <i>Elaeocarpus sylvestris</i> )、山乌柏 ( <i>Sapium discolor</i> ) 等。                      |  |           |    |           |
| 灌木层  | 层盖度<br>35%                                      | 层均高 1.5m, 优势种为水锦树 ( <i>Wendlandia uvariifolia</i> ), 高 1~2m, 盖度 20%, 主要伴生种有火索麻 ( <i>Helicteres isora</i> )、破布叶 ( <i>Microcos paniculata</i> )、黄牛木 ( <i>Cratoxylum cochinchinense</i> )、金锦香 ( <i>Osbeckia chinensis</i> ) 等。                |                                                                                      |           |    |           |
| 草本层  | 层盖度<br>25%                                      | 层均高 1m, 优势种为粽叶芦 ( <i>Thysanolaena latifolia</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 15%, 主要伴生种有黄花稔( <i>Sida acuta</i> )、三点金 ( <i>Desmodium triflorum</i> )、梵天花 ( <i>Urena procumbens</i> )、刺芹 ( <i>Eryngium foetidum</i> )、吊球草 ( <i>Hyptis rhomboidea</i> )、等。 |                                                                                      |           |    |           |

灌草丛样方调查表 18

日期: 2017.05.03 样方总面积/m<sup>2</sup>: 1mx1m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 五节芒灌丛 (Form. <i>Miscanthus floridulus</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                                 | 环境特征                                                                               |        |    |        |
|------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 | 地形                                                                                 | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | 库中岛                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                 | 平地                                                                                 | 569    | -- | --     |
| 经纬度  | 109°43'40.97" E, 19°11'29.16" N             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    |        |    |        |
| 层次   | 一层                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                         | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                       | 考察照片                                                                               |        |    |        |
| 草本层  | 层盖度 75%                                     | 层均高 1.5m, 优势种为五节芒 ( <i>Miscanthus floridulus</i> ), 高 1~1.5m, 盖度 65%, 主要伴生种有粽叶芦 ( <i>Thysanolaena latifolia</i> )、类芦 ( <i>Neyraudia reynaudiana</i> )、细毛鸭嘴草 ( <i>Ischaemum ciliare</i> )、斑茅 ( <i>Saccharum arundinaceum</i> )、柔毛艾纳香 ( <i>Blumea mollis</i> ) 等。 |  |        |    |        |

灌丛样方调查表 19

日期: 2017.05.03 样方总面积/m<sup>2</sup>: 5mx5m 记录人: 兰德庆、胡旭仁、晏启

| 植被类型 | 白灰毛豆灌丛 (Form. <i>Tephrosia candida</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                                        | 环境特征                                                                                 |        |    |        |
|------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|--------|
|      |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                        | 地形                                                                                   | 海拔 (m) | 坡向 | 坡度 (°) |
| 地点   | C1 标混凝土系统区                               |                                                                                                                                                                                                                                                                        | 坡地                                                                                   | 575    | WS | 20     |
| 经纬度  | 109°43'40.67" E, 19°11'56.50" N          |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                      |        |    |        |
| 层次   | 二层                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                      |        |    |        |
| 分层   | 层盖度                                      | 种类组成与生长状况                                                                                                                                                                                                                                                              | 考察照片                                                                                 |        |    |        |
| 灌木层  | 层盖度 70%                                  | 层均高 1.5m, 优势种为白灰毛豆 ( <i>Tephrosia candida</i> ), 高 1~2m, 盖度 65%, 主要伴生种有余甘子 ( <i>Phyllanthus emblica</i> )、银柴 ( <i>Aporosa dioica</i> )、野牡丹 ( <i>Melastoma malabathricum</i> ) 等。                                                                                       |  |        |    |        |
| 草本层  | 层盖度 50%                                  | 层均高 0.3m, 优势种为芒穗鸭嘴草 ( <i>Ischaemum aristatum</i> ), 高 0.2~0.35m, 盖度 40%, 主要伴生种有白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> )、狸尾豆 ( <i>Uraria lagopodioides</i> )、龙爪茅 ( <i>Dactyloctenium aegyptium</i> )、雀稗 ( <i>Paspalum thunbergii</i> )、鼠妇草 ( <i>Eragrostis atrovirens</i> ) 等。 |                                                                                      |        |    |        |

附录 1: 海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区主要植物名录

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                           | 环评阶段 | 验收阶段 |
|------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| <b>一、卷柏科 Selaginellaceae</b>                                                 |      |      |
| 1. 卷柏 <i>Selaginella tamariscina</i> (Beauv.)                                | √    | √    |
| 2. 深绿卷柏 <i>S. doederleinii</i> Hieron.                                       | √    | √    |
| <b>二、观音座莲科 Angiopteridaceae</b>                                              |      |      |
| 3. 长假脉观音座 <i>Angiopteris venulosa</i> Ching *                                | √    | √    |
| 4. 尖齿观音座莲 <i>A. acutidentata</i> Ching *                                     | √    | √    |
| <b>三、海金沙科 Lygodiaceae</b>                                                    |      |      |
| 5. 掌叶海金沙 <i>Lygodium digitatum</i> Preel.                                    | √    | √    |
| 6. 狭叶海金沙 <i>L. mierostachyum</i> Desv.                                       | √    | √    |
| 7. 海金沙 <i>L. japoicum</i> (Thunb.) Sw.                                       | √    | √    |
| <b>四、里白科 Gleicheniaceae</b>                                                  |      |      |
| 8. 大芒萁 <i>Dicranopteris ampla</i> Ching et Chiu                              | √    | √    |
| 9. 铁芒萁 <i>D. lineais</i> (Burm. f.) Underw.                                  | √    | √    |
| <b>五、膜蕨科 Hymenophyllaceae</b>                                                |      |      |
| 10. 团扇蕨 <i>Gonocormus minutus</i> (Bl.) v. d. Bosch                          | √    | √    |
| <b>六、陵齿蕨科 Lindsaeaceae</b>                                                   |      |      |
| 11. 浅叶乌蕨 <i>Stenoloma eberhardtii</i> (Christ) Ching                         | √    | √    |
| 12. 乌蕨 <i>S. chusanun</i> (L.) Chig                                          | √    | √    |
| <b>七、骨碎补科 Davalliaceae</b>                                                   |      |      |
| 13. 肾蕨 <i>Nephrolepis cordifolia</i> (Linn.) Presl.                          | √    | √    |
| 14. 藤蕨 <i>Arthropteris obliterated</i> (R. Br.) J. Sm.                       | √    | √    |
| <b>八、凤尾蕨科 Pteridaceae</b>                                                    |      |      |
| 15. 蕨羽叶变种 <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Dssv.) underw. | √    | √    |
| 16. 凤尾蕨 <i>P. multifida</i> Poir                                             | √    | √    |
| 17. 琼南凤尾蕨 <i>P. morii</i> M.*                                                | √    | √    |
| 18. 井边茜 <i>P. ensiformi</i> Barm. f. Fl.                                     | √    | √    |
| 19. 疏裂凤尾蕨 <i>Pteris finotii</i>                                              |      | √    |
| 20. 半边旗 <i>P. semipinnata</i> L.                                             | √    | √    |
| 21. 林下凤尾草 <i>P. grevilleana</i> Wall.                                        | √    | √    |
| <b>九、铁线蕨科 Adiantaceae</b>                                                    |      |      |
| 22. 长尾铁线蕨 <i>Adiantum diaphanum</i> Bl.                                      | √    | √    |
| 23. 扇叶铁线蕨 <i>A. flabellulatum</i> L.                                         | √    | √    |
| <b>十、蹄盖蕨科 Athyriaceae</b>                                                    |      |      |
| 24. 食用双盖蕨 <i>Diplazium esculentum</i>                                        |      | √    |
| <b>十一、铁角蕨科 Aspleniaceae</b>                                                  |      |      |
| 25. 细辛蕨 <i>Boniniella cardiophylla</i> (Hance) Ching*                        | √    | √    |
| 26. 巢蕨 <i>Neottopteris nidus</i> (L.) J. Sm.                                 | √    | √    |
| <b>十二、金星蕨科 Thelypteridaceae</b>                                              |      |      |
| 27. 普通针毛蕨 <i>Macrothelypteris torresiana</i>                                 |      | √    |
| 28. 单叶新月蕨 <i>Ahacopteris simplex</i> (Hook.)                                 | √    | √    |
| 29. 新月蕨 <i>A. aspera</i> (Presl) Ching                                       | √    | √    |
| <b>十三、乌毛蕨科 Blechnaceae</b>                                                   |      |      |
| 30. 乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i> Linn.                                      | √    | √    |
| 31. 光叶藤蕨 <i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.f.) Bedd.                       | √    | √    |
| <b>十四、杪罗科 Cyatheaceae</b>                                                    |      |      |
| 32. 黑杪罗 <i>Cyathea podophylla</i> (Hook.) Cop.                               | √    | √    |
| 33. 大羽杪罗 <i>C. contaminans</i> (Wall.) Cop.                                  | √    | √    |
| <b>十五、叉蕨科 Aspidiaceae</b>                                                    |      |      |
| 34. 海南肋毛蕨 <i>Ctenitis decurranti-pinnata</i> Ching*                          | √    | √    |
| 35. 台湾轴脉蕨 <i>Ctenitopsis kusukusensis</i> (Hayata) C. Chr.                   | √    | √    |
| 36. 海南轴脉蕨 <i>C. hainanensis</i> Ching et C. H. Wang*                         | √    | √    |
| <b>十六、水龙骨科 Polypodiaceae</b>                                                 |      |      |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                      | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 37.海南瓦韦 <i>Lepisorus affinis</i> Ching**                                | √    | √    |
| 38.膜叶星蕨 <i>Microsorium membranaceum</i> (Don) Ching                     | √    | √    |
| 39.显脉星蕨 <i>M. zippelii</i> (Bl.) Ching                                  | √    | √    |
| 40.星蕨 <i>M. punctatum</i> (L.) Cop.                                     | √    | √    |
| 41.琼越线蕨 <i>Colysis bonii</i> Ching                                      | √    | √    |
| 42.断线蕨 <i>C. hemionitidea</i> (Wall.) Presl.                            | √    | √    |
| 43.三裂线蕨 <i>C. triphylla</i> Ching*                                      | √    | √    |
| 44.掌叶线蕨 <i>C. digitata</i> (Bak.) Ching                                 | √    | √    |
| 45.贴生石韦 <i>Pyrrosia adnascens</i> (Sw.) Ching                           | √    | √    |
| 46.黄毛石韦 <i>P. mollis</i> (Kuhnze) Ching                                 | √    | √    |
| 47.越南石韦 <i>P. tonkinensis</i> (Gies.) Ching                             | √    | √    |
| 48.石韦 <i>P. lingun</i> (Thunb.) Farwell                                 | √    | √    |
| 49.南洋石韦 <i>P. longifolia</i> (Burm. f.) Morton                          | √    | √    |
| 50.崖姜蕨 <i>Pseudodrynaria coronans</i> (Wall.) Ching                     | √    | √    |
| 裸子植物门 GYMNOSPERMAE                                                      |      |      |
| 一、松科 Pinaceae                                                           |      |      |
| 1.加勒比松 <i>Pinus caribaea</i> Morelet                                    | √    | √    |
| 二、罗汉松科 Podocarpaceae                                                    |      |      |
| 2.鸡毛松 <i>Podocarpus imbricatus</i> Bl.                                  |      |      |
| 3.陆均松 <i>Dacrydium pierrei</i> Hickel                                   |      |      |
| 三、买麻藤科 Gnetaceae                                                        |      |      |
| 4.买麻藤 <i>G. montanum</i> Markgr.                                        | √    | √    |
| 5.小叶买麻藤 <i>G. parvifolium</i> (Warb.) C. Y. Cheng                       | √    | √    |
| 被子植物门 ANGLOSPERMAE                                                      |      |      |
| 一、番荔枝科 Annonaceae                                                       |      |      |
| 1.海南藤春 <i>Alphonsea hainanensis</i> Merr. et Chun                       | √    | √    |
| 2.单果阿芳 <i>A. monogyne</i> Merr. et Chun                                 | √    | √    |
| 3.蒙高子 <i>Anaxagorea luzonensis</i> A. Gray                              | √    | √    |
| 4.毛叶鹰爪 <i>Artabotrys pilosus</i> Merr. et Chun                          | √    | √    |
| 5.毛叶鹰爪花 <i>A. pilosus</i> Merr. et Chun                                 | √    | √    |
| 6.假鹰爪 <i>Desmos chinensis</i> Lour.                                     | √    | √    |
| 7.白背瓜馥木 <i>Fissistigma glaucescens</i> (Hance) Merr.                    | √    | √    |
| 8.毛叶瓜馥木 <i>F. maclurei</i> Merr                                         | √    | √    |
| 9.哥纳香 <i>Goniothalamus chinensis</i> Merr. et Chun                      | √    | √    |
| 10.保亭哥纳香 <i>G. gabriacianus</i> (Bail.) Ast                             | √    | √    |
| 11.长叶哥纳香 <i>G. gardneri</i> Hook. f. et Thoms                           | √    | √    |
| 12.山蕉 <i>Mitrephora maingayi</i> Hook. f. et Thoms.                     | √    | √    |
| 13.银钩花 <i>M. thorelii</i> Pierre                                        | √    | √    |
| 14.毛澄广花 <i>Orophea hirsuta</i> King                                     | √    | √    |
| 15.广西澄广花 <i>O. polycarpa</i> A. DC.                                     | √    | √    |
| 16.细基丸 <i>Polyalthia cerasoides</i> (Roxb.) Benth. et Hook. f. ex Bedd. | √    | √    |
| 17.海南暗罗 <i>P. laui</i> Merr.*                                           | √    | √    |
| 18.陵水暗罗 <i>P. nemoralis</i> A. DC.                                      | √    | √    |
| 19.暗罗 <i>P. suberosa</i> (Roxb.) Thw.                                   | √    | √    |
| 20.光叶紫玉盘 <i>Uvaria boniana</i> Finet et Gagnep.                         | √    | √    |
| 21.刺果紫玉盘 <i>U. calamistrata</i> Hance                                   | √    | √    |
| 22.山椒子 <i>U. grandiflora</i> Roxb.                                      | √    | √    |
| 23.紫玉盘 <i>U. microcarpa</i> Champ. ex Benth.                            | √    | √    |
| 二、樟科 Lauraceae                                                          |      |      |
| 24.白背黄肉楠 <i>Actinodaphne glaucina</i> Allen*                            | √    | √    |
| 25.毛黄肉楠 <i>A. pilosa</i> (Lour.) Merr.                                  | √    | √    |
| 26.樟树 <i>Cinnamomum camphora</i> (Linn.) Presl                          | √    | √    |
| 27. 景烈樟 <i>Cinnamomum tsoi</i> Allen                                    | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                                    | 环评阶段 | 验收阶段 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 28.厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i> (Hance) Hemsl                                     | √    | √    |
| 29.黄果厚壳桂 <i>C. concinna</i> Hance                                                     | √    | √    |
| 30.丛花厚壳桂 <i>C. densiflora</i> Bl.                                                     | √    | √    |
| 31.广东山胡椒 <i>Lindera kwangtungensis</i> (Liou) Allen                                   | √    | √    |
| 32.大叶广东山胡椒 <i>L. kwangtungensis</i> (Liou) Allen f. <i>robusta</i> Allen*             | √    | √    |
| 33.山胡椒 <i>L. metcalfiana</i> Allen                                                    | √    | √    |
| 34.海南山胡椒 <i>L. robusta</i> (Allen) H. P. Tsui*                                        | √    | √    |
| 35.尖脉木姜子 <i>Litsea acutivena</i> Hay.                                                 | √    | √    |
| 36.黑木姜子 <i>L. atrata</i> S. Lee                                                       | √    | √    |
| 37.大萼木姜子 <i>L. baviensis</i> Lec.                                                     | √    | √    |
| 38.山鸡椒 <i>L. cubeba</i> (Lour.) Pers.                                                 | √    | √    |
| 39.潺槁木姜 <i>L. glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.                                        | √    | √    |
| 40.大果木姜子 <i>L. lancilimba</i> Merr.                                                   | √    | √    |
| 41.假柿木姜子 <i>L. monopetala</i> (Roxb.) Pers.                                           | √    | √    |
| 42.豺皮樟 <i>L. rotundifolia</i> Hemsl. var. <i>oblongifolia</i> (Nees) Allen            | √    | √    |
| 43.黄椿木姜 <i>L. variabilis</i> Hemsl.                                                   | √    | √    |
| 44.雄鸡树 <i>L. variabilis</i> Hemsl f. <i>chinensis</i> (Allen) Yang et P. H. Huang     | √    | √    |
| 45.轮叶木姜子 <i>L. verticillata</i> Hance                                                 | √    | √    |
| 46.短序润楠 <i>Machilus breviflora</i> (Benth.) Hemsl.                                    | √    | √    |
| 47.华润楠 <i>M. chinensis</i> (Champ. ex Benth.) Hemsl.                                  | √    | √    |
| 48.黄绒润楠 <i>M. grijsii</i> Hance                                                       | √    | √    |
| 49.尖峰润楠 <i>M. monticola</i> S. Lee*                                                   | √    | √    |
| 50.茶槁楠 <i>Phoebe hainanensis</i> Merr.*                                               | √    | √    |
| 51.红毛山楠 <i>P. hungmaoensis</i> S. Lee.                                                | √    | √    |
| 52.乌心楠 <i>P. tavoyana</i> (Meissn.) Hook. f.                                          | √    | √    |
| 三、防己科 Menispermaceae                                                                  |      |      |
| 53.崖藤 <i>Albertisia laurifolia</i> Yamamoto                                           | √    | √    |
| 54.古山龙 <i>Arcangelisia gusanlung</i> H. S. Lo*                                        | √    | √    |
| 55.毛叶轮环藤 <i>Cyclea barbata</i> Miers                                                  | √    | √    |
| 56.密花轮环藤 <i>C. glacillima</i> Diels                                                   | √    | √    |
| 57.粉叶轮环藤 <i>C. hypoglauca</i> (Schauer) Diels                                         | √    | √    |
| 58.铁藤 <i>C. polyetala</i> Dunn                                                        | √    | √    |
| 59.苍白秤钩风 <i>Diploclisia glaucescens</i> (Bl.) Diels                                   | √    | √    |
| 60.细圆藤 <i>Pericampylus glaucus</i> (Lam.) Merr.                                       | √    | √    |
| 61.密花藤 <i>Pycnarrhena lucida</i> (Teijsm. et Binn.) Miq.                              | √    | √    |
| 62.粪箕笃 <i>Stephaniea longa</i> Lour.                                                  | √    | √    |
| 四、胡椒科 Piperaceae                                                                      |      |      |
| 63.细穗草胡椒 <i>Piper leptostachya</i> Hook. & Arn. var. <i>cambodiana</i> (C. DC.) Merr. | √    | √    |
| 64.海南蒟 <i>P. hainanense</i> Hemsl.                                                    | √    | √    |
| 65.山蒟 <i>P. hancei</i> Maxim.                                                         | √    | √    |
| 66.假蒟 <i>P. sarmentosum</i> Roxb.                                                     | √    | √    |
| 67.斜叶蒟 <i>P. senporeiense</i> Yamamoto*                                               | √    | √    |
| 五、白花菜科 Capparidaceae                                                                  |      |      |
| 68.广州槿果藤 <i>Capparis cantoniensis</i> Lour.                                           | √    | √    |
| 69.台湾槿果藤 <i>C. formosana</i> Hemsl.                                                   | √    | √    |
| 70.保亭槿果藤 <i>C. versicolor</i> Griff.                                                  | √    | √    |
| 71.罗志藤 <i>Stixis suaveolens</i> (Roxb.) Pierre                                        | √    | √    |
| 六、远志科 Polygalaceae                                                                    |      |      |
| 72.黄叶树 <i>Xanthophyllum hainanense</i> Hu                                             | √    | √    |
| 73.华南远志 <i>Polygala chinensis</i>                                                     | √    | √    |
| 七、蓼科 Polygonaceae                                                                     |      |      |
| 74.毛蓼 <i>Polygonum barbatum</i> Linn.                                                 | √    | √    |
| 75.簇蓼 <i>P. caespitosum</i> Bl.                                                       | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                                         | 环评阶段 | 验收阶段 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 76.火炭母 <i>P. chinense</i> Linn.                                                            | √    | √    |
| <b>八、苋科 Amaranthaceae</b>                                                                  |      |      |
| 77.土牛膝 <i>Achyranthes aspera</i> L.                                                        | √    | √    |
| 78.牛膝 <i>A. bidentata</i> Blume                                                            | √    | √    |
| 79.刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i> Linn.                                                     | √    | √    |
| 80.野苋 <i>A. viridis</i> L.                                                                 | √    | √    |
| 81.青葙 <i>Celosia argentea</i> Linn.                                                        | √    | √    |
| 82.林地苋 <i>Psilotrichum ferrugineum</i> (Roxb.) Moq. var. <i>hainanense</i> H. S. Kiu       | √    | √    |
| <b>九、酢浆草科 Oxalidaceae</b>                                                                  |      |      |
| 83.酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i> Linn.                                                     | √    | √    |
| <b>十、千屈菜科 Lythraceae</b>                                                                   |      |      |
| 84.耳基水苋 <i>Ammannia auriculata</i> Willd.                                                  | √    | √    |
| 85.细叶水苋 <i>A. baccifera</i> Linn.                                                          | √    | √    |
| 86.密花节节菜 <i>Rotala densiflora</i> (Roth) Koehne                                            | √    | √    |
| 87.异叶节节菜 <i>R. diversifolia</i> Koehne                                                     | √    | √    |
| 88.节节菜 <i>R. indica</i> (Willd.) Koehne                                                    | √    | √    |
| <b>十一、柳叶菜科 Onagraceae</b>                                                                  |      |      |
| 89.水龙 <i>Ludwigia adscendens</i> (L.) Hara                                                 | √    | √    |
| 90.草龙 <i>L. hyssopifolia</i> (G. Don) Exell. ex A. et R. Fernades                          | √    | √    |
| 91.毛草龙 <i>L. octovalvis</i> (Jacq.) Raven subsp. <i>sessiliflora</i> (Mich.) Raven         | √    | √    |
| <b>十二、瑞香科 Thymelaeaceae</b>                                                                |      |      |
| 92.狭叶堇花 <i>Wikstroemia chuii</i> Merr.*                                                    | √    | √    |
| 93.了哥王 <i>W. indica</i> (Linn.) C. A. Mey.                                                 | √    | √    |
| 94.大叶堇花 <i>W. liangii</i> Merr. et Chun                                                    | √    | √    |
| 95.细轴堇花 <i>W. nutans</i> Champ.                                                            | √    | √    |
| <b>十三、山龙眼科 Proteaceae</b>                                                                  |      |      |
| 96.小果山龙眼 <i>Helicia cochinchinensis</i> Lour.                                              | √    | √    |
| 97.海南山龙眼 <i>H. hainanensis</i> Hayata                                                      | √    | √    |
| 98.长柄山龙眼 <i>H. longipetiolata</i> Merr. et Chun                                            | √    | √    |
| 99.倒卵叶山龙眼 <i>H. obovatifolia</i> Merr. et Chun                                             | √    | √    |
| 100.枇杷叶山龙眼 <i>H. obovatifolia</i> Merr. et Chun var. <i>mixta</i> (Li) Sleum.              | √    | √    |
| 101.调羹树 <i>Heliciopsis lobata</i> (Merr.) Sleum.                                           | √    | √    |
| <b>十四、五桠果科 Dilleniaceae</b>                                                                |      |      |
| 102.小花五桠果 <i>Dillenia pentagyna</i> Roxb.                                                  | √    | √    |
| 103.大花五桠果 <i>D. turbinata</i> Finet et Gagnep.                                             | √    | √    |
| 104.锡叶藤 <i>Tetracera sarmentosa</i> (Linn.) Vahl ssp. <i>asiatica</i> (Lour.) Hoogl.       | √    | √    |
| <b>十五、大风子科 Flacourtiaceae</b>                                                              |      |      |
| 105.本勒木 <i>Bennettiodendron lebrsipes</i> (Clos) Merr. ( <i>B. longipes</i> (Oliy.) Merr.) | √    | √    |
| 106.刺篱木 <i>Flacourtia indica</i> (Burm. f.) Merr.                                          | √    | √    |
| 107.大叶刺篱 <i>F. rukam</i> Zoll. et Mor.                                                     | √    | √    |
| 108.刺柃 <i>Scolopia chinensis</i> (Lour.) Clos                                              | √    | √    |
| 109.广东刺柃 <i>S. saeva</i> (Hance) Hance                                                     | √    | √    |
| 110.南岭柃木 <i>Xylosma controversum</i> Clos                                                  | √    | √    |
| <b>十六、天料木科 Samydaceae</b>                                                                  |      |      |
| 111.嘉赐树 <i>Casearia glomerata</i> Roxb.                                                    | √    | √    |
| 112.膜叶嘉赐树 <i>C. membranacea</i> Hance                                                      | √    | √    |
| 113.毛叶嘉赐树 <i>C. villilimba</i> Merr.                                                       | √    | √    |
| 114.红花天料木 <i>Homalium hainanense</i> Gagnep.                                               | √    | √    |
| 115.毛天料木 <i>H. mollissimum</i> Merr.                                                       | √    | √    |
| <b>十七、西番莲科 Passifloraceae</b>                                                              |      |      |
| 116.蒴莲 <i>Adenia heterophylla</i> (Bl.) Koord.                                             | √    | √    |
| 117.龙珠果 <i>Passiflora foetida</i> Linn.                                                    | √    | √    |
| 118.蛇王藤 <i>P. moluccana</i> Reiw. ex Bl. var. <i>teysmanniana</i> (Miq.) de Wilde          | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                                           | 环评阶段 | 验收阶段 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| <b>十八、葫芦科 Cucurbitaceae</b>                                                                  |      |      |
| 119.毒瓜 <i>Diplocyclos palmatus</i> (Linn.) C. Jeffer.                                        | √    | √    |
| 120.三叶绞股蓝 <i>Gynostemma laxum</i> (Wall.) Cogn.                                              | √    | √    |
| 121.绞股蓝 <i>G. pentaphyllum</i> (Thunb.) Makino                                               | √    | √    |
| 122.糙点栝楼 <i>Trichosanthes dunniana</i> Le'vl.                                                | √    | √    |
| 123.长萼栝楼 <i>T. laceribracter</i> Hayata                                                      | √    | √    |
| 124.趾叶栝楼 <i>T. pedata</i> Merr. et Chun                                                      | √    | √    |
| 125.三尖栝楼 <i>T. tricuspidata</i> Lour.                                                        | √    | √    |
| <b>十九、番木瓜科 Caricaceae</b>                                                                    |      |      |
| 126.番木瓜 <i>Carica papaya</i> Linn.                                                           | √    | √    |
| <b>二十、山茶科 Theaceae</b>                                                                       |      |      |
| 127.无腺杨桐 <i>Adinandra epunctata</i> Merr. et Chun*                                           | √    | √    |
| 128.海南杨桐 <i>A. hainanensis</i> Hayata                                                        | √    | √    |
| 129.琼中杨桐 <i>A. howii</i> Merr. et Chun*                                                      | √    | √    |
| 130.长尾毛蕊茶 <i>Camellia caudata</i> Wall.                                                      | √    | √    |
| 131.糙果油茶 <i>C. furfuracea</i> (Merr.) Cohen-Stuart                                           | √    | √    |
| 132.茶 <i>C. sinensis</i> (Linn.) O. Ktze.                                                    | √    | √    |
| 133.隐脉红淡比 <i>Cleyera obscurinervia</i> (Merr. et Chun) Chang*                                | √    | √    |
| 134.华南毛柃 <i>Eurya ciliata</i> Merr.                                                          | √    | √    |
| 135.楔叶柃 <i>E. cuneata</i> Kobuski*                                                           | √    | √    |
| 136.光枝楔叶柃 <i>E. cuneata</i> Kobuski var. <i>glabra</i> Kobuski                               | √    | √    |
| 137.光叶柃 <i>E. groffii</i> Merr.                                                              | √    | √    |
| 138.细齿柃 <i>E. nitida</i> Korth.                                                              | √    | √    |
| 139.卵叶柃 <i>E. ovatifolia</i> Chang*                                                          | √    | √    |
| 140.大头茶 <i>Gordonia axillaries</i> (Roxb.) Dietrich.                                         | √    | √    |
| 141.海南大头茶 <i>G. hainanensis</i> Chang*                                                       | √    | √    |
| 142.多瓣核果茶 <i>Parapyrenaria multiseptala</i> (Merr. et Chun) Chang                            | √    | √    |
| 143.荷木 <i>Schima saepeba</i> Gardn et Champ.                                                 | √    | √    |
| <b>二十一、五列木科 Pentaphylaceae</b>                                                               |      |      |
| 144.五列木 <i>Pentaphylax euryoides</i> Gardn et Champ.                                         | √    | √    |
| <b>二十二、水冬哥科 Sauraniaceae</b>                                                                 |      |      |
| 145.水冬哥 <i>Saurauja tristyla</i> DC.                                                         | √    | √    |
| <b>二十三、钩枝藤科 Ancistrocladaceae</b>                                                            |      |      |
| 146.钩枝藤 <i>Ancistrocladus tectorius</i> (Lour.) Merr.                                        | √    | √    |
| <b>二十四、桃金娘科 Myrtaceae</b>                                                                    |      |      |
| 147.大果水翁 <i>Cleistocalyx conspersipunctatus</i> Merr. et Perry*                              | √    | √    |
| 148.水翁 <i>C. operculatus</i> (Roxb.) Merr. et Perry                                          | √    | √    |
| 149.圆枝多核果 <i>Pyrenocarpa teretis</i> Chang et Miao*                                          | √    | √    |
| 150.玫瑰木 <i>Rhodamnia dumetorum</i> (Poir.) Merr. et Perry                                    | √    | √    |
| 151.海南玫瑰木 <i>R. dumetorum</i> (Poir.) Merr. et Perry var. <i>hainanensis</i> Merr. et Perry* | √    | √    |
| 152.桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> (Ait.) Hassk.                                           | √    | √    |
| 153.华南蒲桃 <i>Syzygium austrosinense</i> (Merr. et Perry) Chang et Miao                        | √    | √    |
| 154.无柄蒲桃 <i>S. boisianum</i> (Gagnep.) Merr. et Perry                                        | √    | √    |
| 155.短药蒲桃 <i>S. brachyantherum</i> Merr. et Perry                                             | √    | √    |
| 156.黑嘴蒲桃 <i>S. bullochii</i> (Hance) Merr. et Perry                                          | √    | √    |
| 157.子凌蒲桃 <i>S. championii</i> (Benth.) Merr. et Perry                                        | √    | √    |
| 158.密脉蒲桃 <i>S. chunianum</i> Merr. et Perry                                                  | √    | √    |
| 159.乌墨 <i>S. cumini</i> (Linn.) Skeels                                                       | √    | √    |
| 160.阔叶蒲桃 <i>S. latilimbum</i> (Merr.) Merr. et Perry                                         | √    | √    |
| 161.山蒲桃 <i>S. levinei</i> (Merr.) Merr. et Perry                                             | √    | √    |
| 162.竹叶蒲桃 <i>S. myrsinifolium</i> (Hance) Merr. et Perry*                                     | √    | √    |
| 163.方枝蒲桃 <i>S. tephrodes</i> (Hance) Merr. et Perry*                                         | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                         | 环评阶段 | 验收阶段 |
|------------------------------------------------------------|------|------|
| 164.四角蒲桃 <i>S. tetragonum</i> Wall.                        | √    | √    |
| <b>二十五、野牡丹科 Melastomataceae</b>                            |      |      |
| 165.异形木 <i>Allomorpha balansae</i> Cogn.                   | √    | √    |
| 166.柏拉木 <i>Blastus cochinchinensis</i> Lour.               | √    | √    |
| 167.多花野牡丹 <i>Melastoma affine</i> D. Don                   | √    | √    |
| 168.野牡丹 <i>M. candidum</i> D. Don                          | √    | √    |
| 169.展毛野牡丹 <i>M. normale</i> D. Don                         | √    | √    |
| 170.海南谷木 <i>Memecylon hainanensis</i> Merr. & Chun         | √    | √    |
| 171.谷木 <i>M. ligustrifolium</i> Champ. ex Benth.           | √    | √    |
| 172.细叶谷木 <i>M. scutellatum</i> (Lour.) Naud.               | √    | √    |
| 173.金锦香 <i>Osbeckia chinensis</i> Linn.                    | √    | √    |
| <b>二十六、使君子科 Combretaceae</b>                               |      |      |
| 174.风车子 <i>Combretum pilosum</i> Roxb.                     | √    | √    |
| 175.小叶榄仁 <i>Terminalia mantaly</i>                         |      | √    |
| <b>二十七、金丝桃科 Hypericaceae</b>                               |      |      |
| 176.黄牛木 <i>Cratoxylum cochinchinense</i> (Lour.) Bl.       | √    | √    |
| <b>二十八、藤黄科 Guttiferae</b>                                  |      |      |
| 177.薄叶红厚壳 <i>Calophyllum membranaceum</i> Gardn. et Champ. | √    | √    |
| 178.岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i> Champ.              | √    | √    |
| 179.单花山竹子 <i>G. oligantha</i> Merr.*                       | √    | √    |
| <b>二十九、椴树科 Tiliaceae</b>                                   |      |      |
| 180.甜麻 <i>Corchorus aestuans</i> Linn.                     | √    | √    |
| 181.黄麻 <i>C. capsularis</i> Linn.                          | √    | √    |
| 182.同色扁担杆 <i>Grewia concolor</i> Merr.*                    | √    | √    |
| 183.毛果扁担杆 <i>G. eriocarpa</i> Juss.                        | √    | √    |
| 184.稔叶扁担杆 <i>G. urenaefolia</i> (Pierre) Gagnep.           | √    | √    |
| 185.海南破布木 <i>Microcos chungii</i> (Merr.) Chun*            | √    | √    |
| 186.破布叶 <i>M. paniculata</i> Linn.                         | √    | √    |
| <b>三十、杜英科 Elaeocarpaceae</b>                               |      |      |
| 187.长芒杜英 <i>Elaeocarpus apiculatus</i> Mast.               | √    | √    |
| 188.显脉杜英 <i>E. dubius</i> A. DC.                           | √    | √    |
| 189.圆果杜英 <i>E. ganitrus</i> Roxb.                          | √    | √    |
| 190.水石榕 <i>E. hainanensis</i> Oliv.                        | √    | √    |
| 191.锈毛杜英 <i>E. howii</i> Merr. & Chun                      | √    | √    |
| 192.山杜英 <i>E. sylvestris</i> Poir.                         | √    | √    |
| 193.海南猴欢喜 <i>Sloanea hainanensis</i> Merr. et Chun*        | √    | √    |
| 194.猴欢喜 <i>S. sinensis</i> (Hance) Hemsl.                  | √    | √    |
| <b>三十一、梧桐科 Sterculiaceae</b>                               |      |      |
| 195.山麻树 <i>Commersonia bartramia</i> (Linn.) Merr.         | √    | √    |
| 196.美丽梧桐 <i>Firmiana pulcherrima</i> (Hsue) Hsue           | √    | √    |
| 197.山芝麻 <i>Helicteres angustifolia</i> Linn.               | √    | √    |
| 198.雁婆麻 <i>H. hirsuta</i> Lour.                            | √    | √    |
| 199.火索麻 <i>H. isora</i> Linn.                              | √    | √    |
| 200.剑叶山芝麻 <i>H. lanceolata</i> DC.                         | √    | √    |
| 201.粘毛山芝麻 <i>H. viscida</i> Bl.                            | √    | √    |
| 202.翻白叶 <i>Pterospermum heterophyllum</i> Hance            | √    | √    |
| 203.窄叶半枫荷 <i>P. lanceaefolium</i> Roxb.                    | √    | √    |
| 204.海南苹婆 <i>Sterculia hainanensis</i> Merr. & Chun         | √    | √    |
| 205.假苹婆 <i>S. lanceolata</i> Cav.                          | √    | √    |
| <b>三十二、木棉科 Bombacaceae</b>                                 |      |      |
| 206.木棉 <i>Bombax ceiba</i> Linn.                           | √    | √    |
| <b>三十三、锦葵科 Malvaceae</b>                                   |      |      |
| 207.磨盘草 <i>Abutilon indicum</i> (L.) Sweet                 | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                         | 环评阶段 | 验收阶段 |
|----------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 208.黄花稔 <i>Sida acuta</i> Burm. f.                                         | √    | √    |
| 209.桉叶黄花稔 <i>S. alnifolia</i> Linn.                                        | √    | √    |
| 210.假苹婆 <i>Sterculia lanceolata</i>                                        |      | √    |
| 211.肖梵天花 <i>Urena lobata</i> Linn.                                         | √    | √    |
| 212.梵天花 <i>U. procumbens</i> Linn.                                         | √    | √    |
| 三十四、粘木科 <i>Ixonanthaceae</i>                                               |      |      |
| 213.粘木 <i>Ixonanthes chinensis</i> Champ.                                  | √    | √    |
| 三十五、大戟科 <i>Euphorbiaceae</i>                                               |      |      |
| 214.铁苋菜 <i>Acalypha australis</i> L.                                       | √    | √    |
| 215.三稜蒴 <i>Alchornea rugosa</i> (Lour.) Muell.-Arg.                        | √    | √    |
| 216.红背山麻杆 <i>A. trewioides</i> (Benth.) Muell.-Arg.                        | √    | √    |
| 217.光萼五月茶 <i>Antidesma apiculatum</i> Hemsl.*                              | √    | √    |
| 218.五月茶 <i>A. buniis</i> (Linn.) Spreng.                                   | √    | √    |
| 219.方叶五月茶 <i>A. ghaesembilla</i> Gaertn.                                   | √    | √    |
| 220.海南五月茶 <i>A. hainanense</i> Merr.                                       | √    | √    |
| 221.银柴 <i>Aporosa dioica</i> Muell.-Arg.                                   | √    | √    |
| 222.毛银柴 <i>A. villosa</i> (Lindl.) Baill.                                  | √    | √    |
| 223.橄树 <i>A. yunnanensis</i> (Pax et Hoffm.) Metc.                         | √    | √    |
| 224.枝花木奶果 <i>Baccaurea ramiflora</i> Lour.                                 | √    | √    |
| 225.重阳木 <i>Bischoffia javanica</i> Bl.                                     | √    | √    |
| 226.留萼木 <i>Blachia pentzii</i> (Muell.-Arg.) Benth.                        | √    | √    |
| 227.黑面神 <i>Breynia fruticosa</i> (Linn.) Hook. f.                          | √    | √    |
| 228.喙果黑面神 <i>B. rostrata</i> Merr.                                         | √    | √    |
| 229.禾串树 <i>Bridelia balansae</i> Tutch.                                    | √    | √    |
| 230.土密藤 <i>B. stipularis</i> (Linn.) Bl.                                   | √    | √    |
| 231.土密树 <i>B. tomentosa</i> Bl.                                            | √    | √    |
| 232.拱弧脉核果 <i>Drypetes arcuatinervia</i>                                    | √    | √    |
| 233.海南核果木 <i>D. hainanensis</i> Merr.*                                     | √    | √    |
| 234.长柄核果木 <i>D. hainanensis</i> Merr. var. <i>longistipitata</i> P. T. Li. | √    | √    |
| 235.黄桐 <i>Endospermum chinense</i> Benth.                                  | √    | √    |
| 236.飞扬草 <i>Euphorbia hirta</i> L.                                          | √    | √    |
| 237.红算盘子 <i>Glochidion coccineum</i> Muell.-Arg.                           | √    | √    |
| 238.厚叶算盘子 <i>G. hirsutum</i> (Roxb.) Voigt                                 | √    | √    |
| 239.香港算盘子 <i>G. hongkongense</i> Muell.-Arg.                               | √    | √    |
| 240.艾胶算盘子 <i>G. lanceolarium</i> (Roxb.) Voigt                             | √    | √    |
| 241.白背算盘子 <i>G. wrightii</i> Benth                                         | √    | √    |
| 242.高山澳杨 <i>Homalanthus alpinus</i> Elm.                                   | √    | √    |
| 243.水柳 <i>Homonola riparia</i> Lour.                                       | √    | √    |
| 244.刺果血桐 <i>Macaranga auriculata</i> (Merr.) Airy.-Show                    | √    | √    |
| 245.中平树 <i>Mallotus. denticulate</i> (Bl.) Muell.-Arg.                     | √    | √    |
| 246.海南血桐 <i>M. hemsleyana</i> Pax et Hoffm.                                | √    | √    |
| 247.锈毛野桐 <i>M. anomalus</i> Merr. & Chun                                   | √    | √    |
| 248.白背叶 <i>M. apelta</i> (Lour.) Muell.-Arg.                               | √    | √    |
| 249.粗齿野桐 <i>M. grossedentatus</i> Merr. et Chun*                           | √    | √    |
| 250.粗毛野桐 <i>M. hookerianus</i> (Seem.) Muell.-Arg.                         | √    | √    |
| 251.白楸 <i>M. paniculatus</i> (Lam.) Muell.-Arg.                            | √    | √    |
| 252.粗糠柴 <i>M. philippinensis</i> (Lam.) Maell.-Arg.                        | √    | √    |
| 253.石岩枫 <i>M. repandus</i> (Willd.) Muell.-Arg.                            | √    | √    |
| 254.木薯 <i>Manigot esculenta</i> Crantz                                     | √    | √    |
| 255.小盘木 <i>Microdesmis casearifolia</i> Planch.                            | √    | √    |
| 256.叶轮木 <i>Ostodes paniculatus</i> Bl.                                     | √    | √    |
| 257.越南叶下珠 <i>Phyllanthus cochinchinensis</i> Spreng.                       | √    | √    |
| 258.余甘子 <i>P. embalica</i> Linn.                                           | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                                 | 环评阶段 | 验收阶段 |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 259.水油甘 <i>P. parvifolius</i> Buch.-Ham.                                           | √    | √    |
| 260.龙眼睛 <i>P. reticulatus</i> Poir.                                                | √    | √    |
| 261.蓖麻 <i>Ricinus communis</i> Linn.                                               | √    | √    |
| 262.山乌柏 <i>Sapium discolor</i> Muell.-Arg.                                         | √    | √    |
| 263.白树 <i>Suregada glomerulata</i> (Bl.) Baill.                                    | √    | √    |
| 264.滑桃树 <i>Trewia nudiflora</i> Linn.                                              | √    | √    |
| <b>三十六、蔷薇科 Rosaceae</b>                                                            |      |      |
| 265.桃 <i>Prunus persica</i> (Linn.) Batsch                                         | √    | √    |
| 266.粗叶悬钩子 <i>Rubus alceaefolius</i> Poir.                                          | √    | √    |
| 267.裂叶悬钩子 <i>R. howii</i> Merr. et Chun*                                           | √    | √    |
| 268.梨叶悬钩子 <i>R. pirifolius</i> Sm.                                                 | √    | √    |
| 269.越南悬钩子 <i>R. cochinchinensis</i> Tratt.                                         | √    | √    |
| <b>三十七、含羞草科 Mimosaceae</b>                                                         |      |      |
| 270.猴耳环 <i>Abarema clypearia</i> (Jack.) Kistern.                                  | √    | √    |
| 271.亮叶猴耳环 <i>A. lucida</i> (Benth.) Kostern.                                       | √    | √    |
| 272.马占相思 <i>Acacia mangium</i> Willd.                                              | √    | √    |
| 273.楹树 <i>Albizia chinensis</i> (Osbeck) Merr.                                     | √    | √    |
| 274.天香藤 <i>A. corniculata</i> (Lour.) Druce                                        | √    | √    |
| 275.黄豆树 <i>A. procera</i> (Roxb.) Benth.                                           | √    | √    |
| 276.榼藤 <i>Entada phaseoloides</i> (Linn.) Merr.                                    | √    | √    |
| 277.银合欢 <i>Leucaena leucocephala</i>                                               |      | √    |
| 278.含羞草 <i>Mimosa pudica</i>                                                       |      | √    |
| 279.光荚含羞草 <i>Mimosa sepiaria</i> Benth.                                            | √    | √    |
| <b>三十八、苏木科 Caesalpinjiaceae</b>                                                    |      |      |
| 280.龙须藤 <i>Bauhinia championii</i> (Benth.) Benth.                                 | √    | √    |
| 281.首冠藤 <i>B. corymbosa</i> Roxb. ex DC.                                           | √    | √    |
| 282.琼岛羊蹄甲 <i>B. ornata</i> Kurz var. <i>austrosinensis</i> (Tang et Wang) T. Chen* | √    | √    |
| 283.洋紫荆 <i>Bauhinia variegata</i>                                                  |      | √    |
| 284.洋金凤 <i>Caesalpinia pulcherrima</i>                                             |      | √    |
| 285.翅荚决明 <i>Cassia alata</i> Linn.                                                 | √    | √    |
| 286.短叶决明 <i>C. leschenaultiana</i> DC.                                             | √    | √    |
| 287.望江南 <i>C. occidentalis</i> Linn.                                               | √    | √    |
| 288.决明 <i>C. tora</i> Linn.                                                        | √    | √    |
| <b>三十九、蝶形花科 Papilionaceae</b>                                                      |      |      |
| 289.毛鸡骨草 <i>Abrus mollis</i> Hance                                                 | √    | √    |
| 290.线苞异型豆 <i>Amphicarpaea linearis</i> Chun & T. Chen*                             | √    | √    |
| 291.藤槐 <i>Bowringia callicarpa</i> Champ.                                          | √    | √    |
| 292.木豆 <i>Cajanus cajan</i> (Linn.) Millsp.                                        | √    | √    |
| 293.海南蝙蝠草 <i>Christia hainanensis</i> Yang & Huang*                                | √    | √    |
| 294.铺地蝙蝠草 <i>C. obcordata</i> (Poir.) Bahn. f.                                     | √    | √    |
| 295.圆叶舞草 <i>Codariocalyx gyroides</i> (Roxb. ex Link) Hassk.                       | √    | √    |
| 296.响铃豆 <i>Crotalaria albida</i> Heyne ex Roth.                                    | √    | √    |
| 297.凸尖野百合 <i>C. assamica</i> Benth.                                                | √    | √    |
| 298.假地蓝 <i>C. ferruginea</i> (Grah.) Benth.                                        | √    | √    |
| 299.猪屎豆 <i>C. pallida</i> Ait.                                                     | √    | √    |
| 300.凹叶野百合 <i>C. retusa</i> Linn.                                                   | √    | √    |
| 301.野百合 <i>C. sessiliflora</i> Linn.                                               | √    | √    |
| 302.南岭檀 <i>Dalbergia balansae</i> Prain                                            | √    | √    |
| 303.两广檀 <i>D. benthami</i> Prain                                                   | √    | √    |
| 304.海南檀 <i>D. hainanensis</i> Merr. & Chun*                                        | √    | √    |
| 305.藤檀 <i>D. hancei</i> Benth.                                                     | √    | √    |
| 306.假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i> (Retz.) A. K. Schindl.                     | √    | √    |
| 307.白花鱼藤 <i>Derris alborubra</i> Hamsl.                                            | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                            | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 308.短枝鱼藤 <i>D. breviramosa</i> How*                                           | √    | √    |
| 309.锈毛鱼藤 <i>D. ferruginea</i> Benth.                                          | √    | √    |
| 310.大叶山蚂蝗 <i>Desmodium gangeticum</i> (Linn.) DC.                             | √    | √    |
| 311.金钱草 <i>D. styracifolium</i> (Osbeck) Merr.                                | √    | √    |
| 312.三点金 <i>D. triflorum</i> (Linn.) DC.                                       | √    | √    |
| 313.大叶千斤拔 <i>Flemingia macrophylla</i>                                        |      | √    |
| 314.毛乳豆 <i>Galactia tenuiflora</i> (Klein) Wight et Arn.                      | √    | √    |
| 315.假大青蓝 <i>Indigofera galeoides</i> DC.                                      | √    | √    |
| 316.长脐红豆 <i>Ormosia balansae</i> Drake                                        | √    | √    |
| 317.凹叶红豆 <i>O. emarginata</i> (Hook. et Arn.) Benth.                          | √    | √    |
| 318.肥荚红豆 <i>O. fordinata</i> Oliv                                             | √    | √    |
| 319.海南红豆 <i>O. pinnata</i> (Lour.) Merr.                                      | √    | √    |
| 320.软荚红豆 <i>O. semicastrata</i> Hance                                         | √    | √    |
| 321.荔枝叶红豆 <i>O. semicastrata</i> Hance f. <i>lithiifolia</i> How*             | √    | √    |
| 322.毛排钱草 <i>Phyllodium elegans</i> (Lour.) Desv.                              | √    | √    |
| 323.排钱草 <i>P. pulchellum</i> (Linn.) Desv.                                    | √    | √    |
| 324.野葛 <i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi                                   | √    | √    |
| 325.越南野葛 <i>P. montana</i> (Lour.) Merr.                                      | √    | √    |
| 326.三裂叶野葛 <i>P. phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.                               | √    | √    |
| 327.白灰毛豆 <i>Tephrosia candida</i>                                             |      | √    |
| 328.葫芦茶 <i>Tadehagi triquetrum</i> (L.) Ohashi                                | √    | √    |
| 四十、金缕梅科 Hamamelidaceae                                                        |      |      |
| 329.红花檫木 <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>                       |      | √    |
| 330.枫香 <i>Liquidambar formosana</i> Hance                                     | √    | √    |
| 四十一、壳斗科 Fagaceae                                                              |      |      |
| 331.罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i> Hance                                        | √    | √    |
| 332.黧蒴 <i>C. fissa</i> (Champ.) Rehd. & Wils.                                 | √    | √    |
| 333.黄楣栲 <i>C. formosana</i> (Skan) Hayata                                     | √    | √    |
| 334.海南栲 <i>C. hainanensis</i> Merr.*                                          | √    | √    |
| 335.刺栲 <i>C. hystrix</i> A. DC.                                               | √    | √    |
| 336.东南栲 <i>C. jucunda</i> Hance                                               | √    | √    |
| 337.印度栲 <i>C. indica</i> (Roxb.) A. DC.                                       | √    | √    |
| 338.竹叶青冈 <i>Cyclobalanopsis bambusaefolia</i> (Hamce) Chun                    | √    | √    |
| 339.饭甑青冈 <i>C. fleuryi</i> (Hick. & A. Camus) Chun                            | √    | √    |
| 340.雷公青冈 <i>C. hui</i> (Chun) Chun                                            | √    | √    |
| 341.南岛青冈 <i>C. insularis</i> Chun & Tam*                                      | √    | √    |
| 四十二、榆科 Ulmaceae                                                               |      |      |
| 342.朴树 <i>Celtis sinensis</i> Pers.                                           | √    | √    |
| 343.光叶白颜树 <i>Gironniera cuspidate</i> (Blume) Kurz                            | √    | √    |
| 344.白颜树 <i>G. subaequalis</i> Planch.                                         | √    | √    |
| 345.狭叶山黄麻 <i>Trema angustifolia</i> (Planch.) Blume                           | √    | √    |
| 346.山黄麻 <i>T. orientalis</i> (Linn.) Blume                                    | √    | √    |
| 四十三、桑科 Moraceae                                                               |      |      |
| 347.构树 <i>Broussonctia papyrifera</i> (Linn.) L'Herit. ex Vent.               | √    | √    |
| 348.大果榕 <i>Ficus auriculata</i> Lour.                                         | √    | √    |
| 349.垂叶榕 <i>F. benjamina</i> Linn.                                             | √    | √    |
| 350.水同木 <i>F. fistulosa</i> Reinw. ex Bl.                                     | √    | √    |
| 351.台湾榕 <i>F. formosana</i> Maxim.                                            | √    | √    |
| 352.窄叶台湾榕 <i>F. formosana</i> Maxim. var. <i>shimadai</i> (Hayata) W. C. Chen | √    | √    |
| 353.黄毛榕 <i>F. fulva</i> Reinw. ex Bl.                                         | √    | √    |
| 354.斜叶榕 <i>F. gibbosa</i> Bl.                                                 | √    | √    |
| 355.大叶水榕 <i>F. glaberrima</i> Bl.                                             | √    | √    |
| 356.藤榕 <i>F. hederacea</i> Roxb.                                              | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                                | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 357.山榕 <i>F. heterophylla</i> Linn. f.                                            | √    | √    |
| 358.粗叶榕 <i>F. hirta</i> Vahl                                                      | √    | √    |
| 359.对叶榕 <i>F. hispida</i> Linn. f.                                                | √    | √    |
| 360.榕树 <i>F. microcarpa</i> Linn. f.                                              | √    | √    |
| 361.九丁树 <i>F. nervosa</i> Heyne ex Roth.                                          | √    | √    |
| 362.裂掌榕 <i>F. simplicissima</i> Lour                                              | √    | √    |
| 363.假斜叶榕 <i>F. subulata</i> Bl.                                                   | √    | √    |
| 364.杂色榕 <i>F. variegata</i> Bl.                                                   | √    | √    |
| 365.青果榕 <i>F. variegata</i> Bl. var. <i>chlorocarpa</i> (Benth.) King             | √    | √    |
| 366.变叶榕 <i>F. variolosa</i> Lindl. ex Benth.                                      | √    | √    |
| 367.笔管榕 <i>F. virens</i> Ait.                                                     | √    | √    |
| 368.黄葛榕 <i>F. vierens</i> Ait. var. <i>sublanceolata</i> (Miq.) Corner            | √    | √    |
| 369.叶披木 <i>Phyllochlamys taxoides</i> (Heyne) Koord.                              | √    | √    |
| 四十四、荨麻科 <i>Urticaceae</i>                                                         |      |      |
| 370.海南楼梯草 <i>Elatostema edule</i> C. B. Rob.                                      | √    | √    |
| 371.多齿楼梯草 <i>E. lineolatum</i> Wight var. <i>majus</i> Thwait                     | √    | √    |
| 372.糯米团 <i>Memorialis hirta</i> (Bl.) Wedd.                                       | √    | √    |
| 373.粗齿冷水花 <i>Pilea sinofasiata</i> C. J. Chin                                     | √    | √    |
| 374.三脉冷水花 <i>P. trinervia</i> Wight                                               | √    | √    |
| 375.海南冷水花 <i>P. tsiangiana</i> Metc.*                                             | √    | √    |
| 四十五、冬青科 <i>Aquifoliaceae</i>                                                      |      |      |
| 376.棱枝冬青 <i>Ilex angulata</i> Merr. et Chun*                                      | √    | √    |
| 377.长梗棱枝冬青 <i>I. angulata</i> Merr. & Chun var. <i>longipedunculata</i> S. Y. Hu* | √    | √    |
| 378.伞花冬青 <i>I. godajam</i> Wall. ex Hook. f.                                      | √    | √    |
| 379.海南冬青 <i>I. goshiensis</i> Hayata                                              | √    | √    |
| 380.广东冬青 <i>I. kwangtungensis</i> Merr.                                           | √    | √    |
| 381.剑叶冬青 <i>I. lancilimba</i> Merr.                                               | √    | √    |
| 382.铁冬青 <i>I. rotunda</i> Thunb.                                                  | √    | √    |
| 383.小果冬青 <i>I. rotunda</i> var. <i>microcarpa</i> (Lindl. ex Paxt.) S. Y. Hu      | √    | √    |
| 384.华南冬青 <i>I. sterrophylla</i> Merr. & Chun                                      | √    | √    |
| 385.三花冬青 <i>I. triflora</i> Bl.                                                   | √    | √    |
| 四十六、卫矛科 <i>Celastraceae</i>                                                       |      |      |
| 386.清江藤 <i>Celastrus hindsii</i> Benth.                                           | √    | √    |
| 387.单籽南蛇藤 <i>C. monospermus</i> Roxb.                                             | √    | √    |
| 388.华卫矛 <i>Euonymus chinensis</i> Lindl.                                          | √    | √    |
| 四十七、茶茱萸科 <i>Icacinaceae</i>                                                       |      |      |
| 389.柴龙 <i>Apodytes dimidiata</i> E. Meyer                                         | √    | √    |
| 390.粗丝木 <i>Gomphandra tetrandra</i> (Wall.) Sleum.                                | √    | √    |
| 391.琼榄 <i>Gonocaryum lobbianum</i> (Miers) Kurz                                   | √    | √    |
| 四十八、鼠李科 <i>Rhamnaceae</i>                                                         |      |      |
| 392.麦珠子 <i>Alphitonia philippinensis</i> Braid                                    | √    | √    |
| 393.多花勾儿茶 <i>Berchemia floribunda</i> (Wall.) Brongn.                             | √    | √    |
| 394.铁包金 <i>B. lineata</i> (L.) DC.                                                | √    | √    |
| 395.光枝勾儿茶 <i>B. polyphylla</i> Wall. ex Lawson var. <i>leioclada</i> Hand.-Mazz.  | √    | √    |
| 396.钩状雀梅藤 <i>Sageretia lucida</i> Merr.                                           | √    | √    |
| 397.扁果藤 <i>Smythea nitida</i> Merr.                                               | √    | √    |
| 398.海南翼核果 <i>Ventilago inaequalateralis</i> Merr. et Chun                         | √    | √    |
| 四十九、胡颓子科 <i>Elaeagnaceae</i>                                                      |      |      |
| 399.曲柱胡颓子 <i>Elaeagnus gaudichaudiana</i> DC.                                     | √    | √    |
| 400.角花胡颓子 <i>E. gonyanthes</i> Benth.                                             | √    | √    |
| 五十、葡萄科 <i>Vitaceae</i>                                                            |      |      |
| 401.角花乌藟莓 <i>Cayratia corniculata</i> (Benth.) Gagnep.                            | √    | √    |
| 402.膝曲乌藟莓 <i>C. geniculata</i> (Blume) Gagnep.                                    | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                    | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-----------------------------------------------------------------------|------|------|
| 403.戟叶粉藤 <i>Cissus hastata</i> (Miq.) Planch.                         | √    | √    |
| 404.翅茎白粉藤 <i>C. hexangularis</i> Thorel ex planch                     | √    | √    |
| 405.白粉藤 <i>C. repens</i> Lam.                                         | √    | √    |
| 406.火筒树 <i>Leea indica</i> (Burm. f.) Merr.                           | √    | √    |
| <b>五十一、芸香科 Rutaceae</b>                                               |      |      |
| 407.贡甲 <i>Acronychia oligophlebia</i> Merr.                           | √    | √    |
| 408.山油柑 <i>A. pedunculata</i> (Linn.) Miq.                            | √    | √    |
| 409.光滑黄皮 <i>Clausena lenis</i> Drake                                  | √    | √    |
| 410.三叉苦 <i>Euodia lepta</i> (Spreng.) Merr.                           | √    | √    |
| 411.楝叶吴茱萸 <i>E. meliaefolia</i> (Hance) Benth                         | √    | √    |
| 412.牛绞吴茱萸 <i>E. trichotoma</i> (Lour.) Pierre                         | √    | √    |
| 413.大萼 <i>Micromelum falcatum</i> (Lour.) Tanaka                      | √    | √    |
| 414.单叶藤橘 <i>Paramignya confertifolia</i> Swingle                      | √    | √    |
| 415.飞龙掌血 <i>Toddalia asiatica</i> (Linn.) Lam.                        | √    | √    |
| 416.土花椒 <i>Zanthoxylum avicennae</i> (Lam.) DC.                       | √    | √    |
| <b>五十二、橄榄科 Burseraceae</b>                                            |      |      |
| 417.橄榄 <i>Canarium album</i> (Lour.) Raeusch.                         | √    | √    |
| <b>五十三、楝科 Meliaceae</b>                                               |      |      |
| 418.麻楝 <i>Chukrasia tabularia</i> A. Juss.                            | √    | √    |
| 419.割舌树 <i>Walsura robusta</i> Roxb.                                  | √    | √    |
| 420.苦楝 <i>Melia azedarach</i> L.                                      | √    | √    |
| <b>五十四、无患子科 Sapindaceae</b>                                           |      |      |
| 421.异木患 <i>Allophylus viridis</i> Radlk.                              | √    | √    |
| 422.龙眼 <i>Dimocarpus longan</i> Lour.                                 | √    | √    |
| 423.假山罗 <i>Harpullia cupanioides</i> Roxb.                            | √    | √    |
| 424.荔枝 <i>Litchi chinensis</i> Sonn.                                  | √    | √    |
| <b>五十五、漆树科 Anacardiaceae</b>                                          |      |      |
| 425.厚皮树 <i>Lannea coromandelica</i> (Houtt.) Merr.                    | √    | √    |
| 426.野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i> (Linn.) O. Kuntze             | √    | √    |
| <b>五十六、牛栓藤科 Connaraceae</b>                                           |      |      |
| 427.牛栓藤 <i>Connarus paniculatus</i> Roxb.                             | √    | √    |
| 428.单叶豆 <i>Ellipanthus glabrifolius</i> Merr.                         | √    | √    |
| <b>五十七、胡桃科 Juglandaceae</b>                                           |      |      |
| 429.短翅黄杞 <i>Engelhardtia colebroodene</i> Lindl. ex Wall              | √    | √    |
| 430.海南黄杞 <i>E. hainanensis</i> P. Y. Chen*                            | √    | √    |
| 431.黄杞 <i>E. roxburgiana</i> Lindl.                                   | √    | √    |
| <b>五十八、八角枫科 Alangiaceae</b>                                           |      |      |
| 432.八角枫 <i>Alangium chinense</i> (Lour.) Harms                        | √    | √    |
| 433.阔叶八角枫 <i>A. faberi</i> Oliv. var. <i>platyphyllum</i> Chun et How | √    | √    |
| 434.毛八角枫 <i>A. kurzii</i> Craib.                                      | √    | √    |
| 435.土坛树 <i>A. salviifolium</i> (Linn. f.) Wanger.                     | √    | √    |
| <b>五十九、五加科 Araliaceae</b>                                             |      |      |
| 436.黄毛櫟木 <i>Aralia decaisneana</i> Hance                              | √    | √    |
| 437.鸭脚罗车 <i>Brassaiopsis glomerulata</i> (Bl.) Regel                  | √    | √    |
| 438.树参 <i>Dendropanax dentiger</i> (Harms ex Diels) Merr.             | √    | √    |
| 439.幌伞枫 <i>Heteropanax fragrans</i> (Roxb.) Seem.                     | √    | √    |
| 440.鹅掌藤 <i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Hayata                  | √    | √    |
| 441.鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i> (Lour.) Harms                    | √    | √    |
| <b>六十、伞形花科 Umbelliferae</b>                                           |      |      |
| 442.积雪草 <i>Centella asiatica</i> (Linn.) Urban                        | √    | √    |
| 443.刺芫荽 <i>Eryngium foetidum</i> Linn.                                | √    | √    |
| <b>六十一、柿科 Ebenaceae</b>                                               |      |      |
| 444.崖柿 <i>Diospyros chunii</i> Metc. et L. Chen                       | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                          | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 445.红枝柿 <i>D. ehretioides</i> ex A. DC.                                     | √    | √    |
| 446.乌柿 <i>D. eriantha</i> Champ. ex Benth.                                  | √    | √    |
| 447.海南柿 <i>D. hainanensis</i> Merr.*                                        | √    | √    |
| 六十二、肉实科 <b>Sarcospermaceae</b>                                              | √    | √    |
| 448.水石梓 <i>Sarcosperma laurinum</i> (Benth.) Hook. f.                       | √    | √    |
| 六十三、紫金牛科 <b>Myrsinaceae</b>                                                 |      |      |
| 449.粗脉紫金牛 <i>Ardisia crassinervosa</i> Walker*                              | √    | √    |
| 450.密鳞紫金牛 <i>A. densilepidotula</i> Merr.*                                  | √    | √    |
| 451.短柄月月红 <i>A. faberi</i> Hemsl. var. <i>oblanceifolia</i> C. Chen*        | √    | √    |
| 452.郎伞木 <i>A. hanceana</i> Mez                                              | √    | √    |
| 453.矮紫金牛 <i>A. humilis</i> Vahl                                             | √    | √    |
| 454.心叶紫金牛 <i>A. maclurei</i> Merr.                                          | √    | √    |
| 455.虎舌红 <i>A. mamillata</i> Hance                                           | √    | √    |
| 456.罗伞树 <i>A. quinqueгона</i> Bl.                                           | √    | √    |
| 457.长萼罗伞树 <i>A. quinqueгона</i> Bl. var. <i>oblonga</i> Walker*             | √    | √    |
| 458.酸藤子 <i>Embelia laeta</i> (Linn.) Mez                                    | √    | √    |
| 459.长叶酸藤子 <i>E. longifolia</i> (Benth.) Hemsl.                              | √    | √    |
| 460.小叶杜茎山 <i>Maesa parvifolia</i> A. DC.                                    | √    | √    |
| 461.鲫鱼胆 <i>M. perlarius</i> (Lour) Merr.                                    | √    | √    |
| 462.尖叶铁仔 <i>Myrsine stolonifera</i> (Koidz.) Walker                         | √    | √    |
| 463.拟密花树 <i>Rapanea affinis</i> (A. DC.) Mez                                | √    | √    |
| 464.密花树 <i>R. neriifolia</i> (Sieb. et Zucc.) Mez                           | √    | √    |
| 六十四、安息香科 <b>Styracaceae</b>                                                 |      |      |
| 465.赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i> (Hemsl.) Makino                         | √    | √    |
| 六十五、山矾科 <b>Symplocaceae</b>                                                 |      |      |
| 466.腺叶山矾 <i>Symplocos adenophylla</i> Wall.                                 | √    | √    |
| 467.腺柄山矾 <i>S. adenopus</i> Hance                                           | √    | √    |
| 468.越南山矾 <i>S. cochinchinensis</i> (Lour.) Moore                            | √    | √    |
| 469.密花山矾 <i>S. congesta</i> Benth.                                          | √    | √    |
| 470.丛花山矾 <i>S. poilanei</i> Guill.                                          | √    | √    |
| 471.铁山矾 <i>S. pseudobarberina</i> Gontsch.                                  | √    | √    |
| 六十六、马钱科 <b>Loganiaceae</b>                                                  |      |      |
| 472.灰莉 <i>Fagraea ceilanica</i>                                             |      | √    |
| 473.牛眼马钱 <i>Strychnos angustiflora</i> Benth.                               | √    | √    |
| 474.华马钱 <i>S. cathayensis</i> Merr.                                         | √    | √    |
| 475.海南马钱 <i>S. ignatii</i> Berg.                                            | √    | √    |
| 476.伞花马钱 <i>S. umbellata</i> (Lour.) Merr.                                  | √    | √    |
| 六十七、木犀科 <b>Oleaceae</b>                                                     |      |      |
| 477.扭肚藤 <i>Jasminum elongatum</i> (Bergius) Willd.                          | √    | √    |
| 478.清香藤 <i>J. lanceolarium</i> Roxb.                                        | √    | √    |
| 479.海南李榄 <i>Linociera hainanensis</i> Merr. & Chun*                         | √    | √    |
| 480.白枝李榄 <i>L. leucoclada</i> Merr. & Chun*                                 | √    | √    |
| 六十八、夹竹桃科 <b>Apocynaceae</b>                                                 |      |      |
| 481.鳝藤 <i>Anodendron affine</i> (Hook. et Arn.) Druce                       | √    | √    |
| 482.广花鳝藤 <i>A. affine</i> (Hood. et Arn.) Druce var. <i>effusum</i> Tsiang* | √    | √    |
| 483.花皮胶藤 <i>Ecdysanthera utilis</i> Hay. & Kaw.                             | √    | √    |
| 484.海南狗牙花 <i>Ervatamia hainanensis</i> Tsiang                               | √    | √    |
| 485.药用狗牙花 <i>E. officinalis</i> Tsiang                                      | √    | √    |
| 486.仔榄树 <i>Hunteria zeylanica</i> (Retz.) Gard. ex Thw.                     | √    | √    |
| 487.鸡蛋花 <i>Plumeria rubra</i> cv. <i>Acutifolia</i>                         |      | √    |
| 488.山橙 <i>Melodinus suaveolens</i> Champ. ex Benth.                         | √    | √    |
| 489.盆架树 <i>Winchia calophylla</i> A. DC.                                    | √    | √    |
| 490.蓝树 <i>Wrightia laevis</i> Hook. f.                                      | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                             | 环评阶段 | 验收阶段 |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 491.倒吊笔 <i>W. pubescens</i> R. Br.                                             | √    | √    |
| <b>六十九、萝藦科 Asclepiadaceae</b>                                                  |      |      |
| 492.吊花灯 <i>Ceropegia trichantha</i> Hemsl.                                     | √    | √    |
| 493.荃蔓藤 <i>Cosmostigma hainanense</i> Tsiang*                                  | √    | √    |
| 494.眼树木莲 <i>Dischidia chinensis</i> Champ. ex Benth.                           | √    | √    |
| 495.醉魂草 <i>Heterostemma alatum</i> Wight                                       | √    | √    |
| 496.催乳藤 <i>H. oblongifolium</i> Cost.                                          | √    | √    |
| 497.海南醉魂藤 <i>H. sinicum</i> Tsiang                                             | √    | √    |
| <b>七十、茜草科 Rubiaceae</b>                                                        |      |      |
| 498.黄蝉 <i>Allamanda schottii</i>                                               |      | √    |
| 499.海南水团花 <i>Adina hainanensis</i> How*                                        | √    | √    |
| 500.水团花 <i>A. pilulifera</i> (Lam.) Franch. ex Drake                           | √    | √    |
| 501.异色雪花 <i>Argostemma discolor</i> Merr.*                                     | √    | √    |
| 502.岩雪花 <i>A. saxatile</i> Chun & How                                          | √    | √    |
| 503.粗叶丰花草 <i>Borreria articularis</i> (Linn. f.) F. N. Will.                   | √    | √    |
| 504.鱼骨木 <i>Canthium dicoccum</i> (Gaertn.) Merr.                               | √    | √    |
| 505.猪肚木 <i>C. horridum</i> Bl.                                                 | √    | √    |
| 506.大叶鱼骨木 <i>C. simile</i> Merr. & Chun                                        | √    | √    |
| 507.长叶弯管花 <i>Chassalia curviflora</i> Thwaites var. <i>longifolia</i> Hook. f. | √    | √    |
| 508.穴果木 <i>Coelospermum kanehirae</i> Merr.                                    | √    | √    |
| 509.广花耳草 <i>Hedyotis ampliflora</i> Hance*                                     | √    | √    |
| 510.细叶亚婆潮 <i>H. auricularia</i> Linn. var. <i>mina</i> Ko                      | √    | √    |
| 511.双花耳草 <i>H. biflora</i> Lam.                                                | √    | √    |
| 512.中花耳草 <i>H. cathayana</i> Ko*                                               | √    | √    |
| 513.龙船花 <i>Ixora chinensis</i>                                                 |      | √    |
| 514.团花龙船花 <i>Ixora cephalophora</i> Merr.                                      | √    | √    |
| 515.长萼粗叶木 <i>Lasianthus calycinus</i> Dunn*                                    | √    | √    |
| 516.粗叶木 <i>L. chinensis</i> Benth.                                             | √    | √    |
| 517.鸡屎树 <i>L. cyanocarpus</i> Jack                                             | √    | √    |
| 518.毛枝粗叶木 <i>L. fordii</i> Hancevar. <i>trichocladus</i> H. S. Lo              | √    | √    |
| 519.广东粗叶木 <i>L. kwangtungensis</i> Merr.                                       | √    | √    |
| 520.美脉粗叶木 <i>L. lancifolius</i> Hook. f.                                       | √    | √    |
| 521.斜基粗叶木 <i>L. wallichii</i> Wight                                            | √    | √    |
| 522.壮丽玉叶金花 <i>Mussaenda antiloga</i> Chun & Ko*                                | √    | √    |
| 523.楠藤 <i>M. erosa</i> Champ.                                                  | √    | √    |
| 524.海南玉叶金花 <i>M. hainanensis</i> Merr.*                                        | √    | √    |
| 525.粗毛玉叶金花 <i>M. hirsutula</i> Miq.                                            | √    | √    |
| 526.膜叶玉叶金花 <i>M. membranifolia</i> Merr.*                                      | √    | √    |
| 527.玉叶金花 <i>M. pubescens</i> Ait. f.                                           | √    | √    |
| 528.乌檀 <i>Nauclea officinalis</i> (Pierre ex Pitard.) Merr. et Chun            | √    | √    |
| 529.琼崖蛇根草 <i>Ophiorrhiza aureolina</i> Lo f. <i>qiongyaensis</i> Lo*           | √    | √    |
| 530.广州蛇根草 <i>O. cantoniensis</i> Hance                                         | √    | √    |
| 531.鸡屎藤 <i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr.                                 | √    | √    |
| 532.狭枝鸡屎藤 <i>P. stenobotrya</i> Merr.*                                         | √    | √    |
| 533.光萼大沙叶 <i>Pavetta areneosa</i> Lour. f. <i>glabrituba</i> Chun & How        | √    | √    |
| 534.三角瓣花 <i>Prismatomeris tetrandra</i> (Roxb.) K. Schum.                      | √    | √    |
| 535.海南九节 <i>Psychotria hainanensis</i> H. L. Li*                               | √    | √    |
| 536.九节 <i>P. rubra</i> (Lour.) Poir.                                           | √    | √    |
| 537.匍匐九节 <i>P. serpens</i> Linn.                                               | √    | √    |
| 538.毛山黄皮 <i>Randia acuminatissima</i> Merr.                                    | √    | √    |
| 539.山石榴 <i>R. spinosa</i> (Thunb.) Poir.                                       | √    | √    |
| 540.海南染木树 <i>Saprosma hainanense</i> Merr.*                                    | √    | √    |
| 541.琼岛染木树 <i>S. merrillii</i> H. S. Lo                                         | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-------------------------------------------------------------------|------|------|
| 542.染木树 <i>S. ternatum</i> (Wall.) Hook. f.                       | √    | √    |
| 543.乌口树 <i>Tarenna attenuata</i> (Voigt) Hutch.                   | √    | √    |
| 544.椭圆乌口树 <i>T. tsangii</i> Merr. f. <i>elliptica</i> Chun & How* | √    | √    |
| 545.狗骨柴 <i>Tricalysia dubia</i> (Lindl.) Ohwi                     | √    | √    |
| 546.大叶钩藤 <i>Uncaria macrophylla</i> Wall.                         | √    | √    |
| 547.广东水锦树 <i>Wendlandia guangdongensis</i> W. C. Chen             | √    | √    |
| 548.水锦树 <i>W. uvariifolia</i> Hance                               | √    | √    |
| 七十一、菊科 <b>Compositae</b>                                          |      |      |
| 549.下田菊 <i>Adenostemma lavenia</i> O. Ktze.                       | √    | √    |
| 550.山黄菊 <i>Anisopappus chinensis</i> (L.) Hook. et Arn.           | √    | √    |
| 551.白花蒿 <i>Artemisia lactiflora</i> Wall. ex DC.                  | √    | √    |
| 552.五月艾 <i>A. lancea</i> Vaniot                                   | √    | √    |
| 553.三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i> Turcz.                          | √    | √    |
| 554.鬼针草 <i>Bidens bipinnata</i> Linn.                             | √    | √    |
| 555.金盏银盘 <i>B. biternata</i> Merr. & Sherff                       | √    | √    |
| 556.三叶鬼针草 <i>B. pilosa</i> L.                                     | √    | √    |
| 557.艾纳香 <i>Blumea balsamifera</i> (Linn.) DC.                     | √    | √    |
| 558.千头艾纳香 <i>B. lanceolaria</i> (Roxb.) Druce                     | √    | √    |
| 559.柔毛艾纳香 <i>B. mollis</i> (D. Don) Merr.                         | √    | √    |
| 560.天名精 <i>Carpesium abrotanoides</i> L.                          | √    | √    |
| 561.香丝草 <i>Conyza bonariensis</i> (Linn.) Cronq.                  | √    | √    |
| 562.加拿大蓬 <i>C. canadensis</i> (Linn.) Cronq.                      | √    | √    |
| 563.地胆草 <i>Elephantopus scaber</i> Linn.                          | √    | √    |
| 564.白花地胆头 <i>E. tomentosa</i> Linn.                               | √    | √    |
| 565.一点红 <i>Emilia sonchifolia</i> (Linn.) DC.                     | √    | √    |
| 566.佩兰 <i>E. fortunei</i> Turcz.                                  | √    | √    |
| 567.飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i> L.                             | √    | √    |
| 568.假臭草 <i>E. catarium</i> (Griseb.) R. M. King et H. Rob.)       | √    | √    |
| 569.两色三七草 <i>Gynura bicolor</i> (Willd.) DC.                      | √    | √    |
| 570.革命菜 <i>G. crepidioides</i> Benth.                             | √    | √    |
| 571.蔓三七草 <i>G. procumbens</i> (Lour.) Merr.                       | √    | √    |
| 572.金钮扣 <i>Spilanthes paniculata</i>                              |      | √    |
| 573.金腰箭 <i>Synedrella nodiflora</i> (Linn.) Gaertn.               | √    | √    |
| 574.糙叶斑鸠菊 <i>Vernonia aspera</i> (Roxb.) Buch.-Ham.               | √    | √    |
| 575.小花斑鸠菊 <i>V. chunii</i> Chang*                                 | √    | √    |
| 七十二、紫草科 <b>Boraginaceae</b>                                       |      |      |
| 576.宿苞厚壳树 <i>Ehretia asperula</i> Zoll. et Mor.                   | √    | √    |
| 577.毛萼厚壳树 <i>E. laevis</i> Roxb.                                  | √    | √    |
| 七十三、茄科 <b>Solanaceae</b>                                          |      |      |
| 578.少花龙葵 <i>Solanum photeinocarpum</i> Nakamura et Chun           | √    | √    |
| 579.牛茄子(颠茄) <i>S. surattense</i> Burm. f.                         | √    | √    |
| 580.假烟叶树 <i>S. verbascifolium</i> Linn.                           | √    | √    |
| 七十四、旋花科 <b>Convolvulaceae</b>                                     |      |      |
| 581.硬毛白鹤藤 <i>Argyreia capitata</i> (Vahl) Arn. ex Choisy          | √    | √    |
| 582.黄毛白鹤藤 <i>A. obtusifolia</i> Lour.                             | √    | √    |
| 583.毛叶丁公藤 <i>Erycibe hainanensis</i> Merr.                        | √    | √    |
| 584.多花丁公藤 <i>E. myriantha</i> Merr.                               | √    | √    |
| 585.丁公藤 <i>E. obtusifolia</i> Benth.                              | √    | √    |
| 586.疏花丁公藤 <i>E. oligantha</i> Merr. et Chun*                      | √    | √    |
| 587.五爪金龙 <i>Ipomoea cairica</i>                                   |      | √    |
| 588.多花山猪菜 <i>Merremia boissiana</i> (Gagnep.) V. Ooststr.         | √    | √    |
| 589.篱栏网 <i>M. hederacea</i> (Burm. f.) Hall. f.                   | √    | √    |
| 590.毛山猪菜 <i>M. hirta</i> (Linn.) Merr.                            | √    | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                               | 环评阶段 | 验收阶段 |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 591.掌叶山猪菜 <i>M. vitifolia</i> (Burm. f.) Hall. f.                                | √    | √    |
| <b>七十五、紫葳科 Bignoniaceae</b>                                                      |      |      |
| 592.猫尾木 <i>Dolichandrone cauda-felina</i> (Hance) Benth. et Hook. f.             | √    | √    |
| 593.美叶菜豆树 <i>Radermachera frondosa</i> Chun et How                               | √    | √    |
| 594.海南菜豆树 <i>R. hainanensis</i> Merr.                                            | √    | √    |
| 595.黄钟木 <i>Tabebuia chrysantha</i>                                               |      | √    |
| <b>七十六、爵床科 Acanthaceae</b>                                                       |      |      |
| 596.海南山蓝 <i>Peristrophe floribunda</i> (Hemsl.) C. Y. Wu & H. S. Lo              | √    | √    |
| 597.五指山蓝 <i>P. lanceolaria</i> (Roxb.) Nees                                      | √    | √    |
| 598.二色老鸦嘴 <i>Thunbergia eberhardti</i> R. Ben.                                   | √    | √    |
| <b>七十七、马鞭草科 Verbenaceae</b>                                                      |      |      |
| 599.短柄紫珠 <i>Callicarpa brevipes</i> (Benth.) Hance                               | √    | √    |
| 600.倒卵紫珠 <i>C. brevipes</i> (Benth.) Hance var. <i>obovata</i> H. T. Chang*      | √    | √    |
| 601.披针叶紫珠 <i>C. longifolia</i> Lam. var. <i>lanceolaria</i> (Roxb.) C. B. Clarke | √    | √    |
| 602.裸花紫珠 <i>C. nudiflora</i> Hook. et Arn.                                       | √    | √    |
| 603.毛萼叶桐 <i>Clerodendrum. canescens</i> Wall.                                    | √    | √    |
| 604.大青 <i>C. cyrtophyllum</i> Turcz.                                             | √    | √    |
| 605.白花灯笼 <i>C. fortunatum</i> Linn.                                              | √    | √    |
| 606.马缨丹 <i>Lantana camara</i> Linn.                                              | √    | √    |
| 607.假连翘 <i>Duranta erecta</i>                                                    |      | √    |
| <b>七十八、唇形科 Labiatae</b>                                                          |      |      |
| 608.鳞果草 <i>Achyrospermum densiflorum</i> Bl.                                     | √    | √    |
| 609.广防风 <i>Epimeredi indica</i> (Linn.) Rothm.                                   | √    | √    |
| 610.茎花锥花 <i>Gomphostemma chinense</i> Oliv.                                      | √    | √    |
| 611.血见愁 <i>Teucrium viscidum</i> Blume                                           | √    | √    |
| <b>七十九、鸭跖草科 Commelinaceae</b>                                                    |      |      |
| 612.穿鞘花 <i>Amischotolype hispida</i> (Less. Et A. Rich.) Hong                    | √    | √    |
| 613.竹节草 <i>Commelina diffusa</i> Burm. f.                                        | √    | √    |
| 614.大苞鸭跖草 <i>C. paludosa</i> Bl.                                                 | √    | √    |
| 615.四孔草 <i>Cyanotis cristata</i> (Linn.) D. Don                                  | √    | √    |
| 616.粗柄杜若 <i>Polia hasskarlii</i> R. Rao                                          | √    | √    |
| 617.长柄杜若 <i>P. secundiflora</i> (Bl.) Bakh. F.                                   | √    | √    |
| 618.密花杜若 <i>P. thyrsiflora</i> (Bl.) Endl. ex Hassk.                             | √    | √    |
| <b>八十、芭蕉科 Musaceae</b>                                                           |      |      |
| 619.野蕉 <i>Musa balbisiana</i> Colla                                              | √    | √    |
| <b>八十一、姜科 Zingiberaceae</b>                                                      |      |      |
| 620.小花山姜 <i>Alpinia brevis</i> T. L. Wu & Senjen                                 | √    | √    |
| 621.华山姜 <i>A. chinensis</i> (Retz.) Rosc.                                        | √    | √    |
| 622.革叶山姜 <i>A. coriacea</i> T. L. Wu & Senjen*                                   | √    | √    |
| 623.草豆蔻 <i>A. katsumadai</i> Hayata                                              | √    | √    |
| 624.益智 <i>A. oxyphylla</i> Miq.                                                  | √    | √    |
| 625.艳山姜 <i>A. zerumbet</i> (Pers.) Burt & Smith                                  | √    | √    |
| 626.闭鞘姜 <i>Costus speciosus</i> (Koen.) Smith                                    | √    | √    |
| <b>八十二、竹芋科 Marantaceae</b>                                                       |      |      |
| 627.柃叶 <i>Phrynium capitatum</i> Willd.                                          | √    | √    |
| 628.少花柃叶 <i>P. dispersum</i> Gagnep.                                             | √    | √    |
| <b>八十三、百合科 Liliaceae</b>                                                         |      |      |
| 629.蜘蛛抱蛋 <i>Aspidistra elatior</i> Bl.                                           | √    | √    |
| 630.小花蜘蛛抱蛋 <i>A. minutiflora</i> Stapf                                           | √    | √    |
| 631.海南重楼 <i>Paris dunniana</i>                                                   |      | √    |
| 632.白丝草 <i>Chionographis chinensis</i> Krause                                    | √    | √    |
| 633.山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i> Linn.                                          | √    | √    |
| <b>八十四、菝葜科 Smilacaceae</b>                                                       |      |      |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                              | 环评阶段 | 验收阶段 |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 634.疣枝菝葜 <i>Smilax aspericaulis</i> Wall. ex A. DC.                             | √    | √    |
| 635.灰叶菝葜 <i>S. astrosperma</i> Wang et Tang                                     | √    | √    |
| 636.粉叶菝葜 <i>S. corbularia</i> Kunth                                             | √    | √    |
| 637.光叶菝葜 <i>S. corbularia</i> Kunth var. <i>wood</i> (Merr.) T. Koyama          | √    | √    |
| 638.土茯苓 <i>S. glabra</i> Roxb.                                                  | √    | √    |
| <b>八十五、天南星科 Araceae</b>                                                         |      |      |
| 639.石菖蒲 <i>Acorus gramineus</i> Soland.                                         | √    | √    |
| 640.海南芋 <i>Alocasia hainanica</i> N. E. Brown                                   | √    | √    |
| 641.箭叶海芋 <i>A. longiloba</i> Miq.                                               | √    | √    |
| 642.海芋 <i>A. macrorrhiza</i> (L.) Schott                                        | √    | √    |
| 643.寄心藤 <i>Amydrium hainanense</i> (Ting et Wu ex H. L. et al.) H. Li           | √    | √    |
| 644.野芋 <i>Colocasia antiquorum</i> Schott                                       | √    | √    |
| 645.大野芋 <i>C. gigantea</i> (Blume) Hook. f.                                     | √    | √    |
| 646.麒麟叶 <i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.                                   | √    | √    |
| 647.石柑子 <i>Pothos chinensis</i> (Raf.) Merr.                                    | √    | √    |
| 648.百足藤 <i>P. repens</i> (Lour.) Druce                                          | √    | √    |
| <b>八十六、石蒜科 Amaryllidaceae</b>                                                   |      |      |
| 649.文殊兰 <i>Crinum asiaticum</i> linn. var. <i>sinicum</i> (Roxb. ex Her.) Baker | √    | √    |
| <b>八十七、薯蓣科 Dioscoreaceae</b>                                                    |      |      |
| 650.黄独 <i>Dioscorea alata</i> Linn.                                             | √    | √    |
| 651.白薯蓣 <i>D. hispida</i> Dennst.                                               | √    | √    |
| 652.山薯 <i>D. persimilis</i> Prain et Burkill                                    | √    | √    |
| <b>八十八、棕榈科 Palmae</b>                                                           |      |      |
| 653.假槟榔 <i>Archontophoenix alexandrae</i>                                       |      | √    |
| 654.槟榔 <i>Areca catechu</i> L.                                                  | √    | √    |
| 655.桃榔 <i>Arenga pinnata</i> (Wurmb. f) Merr.                                   | √    | √    |
| 656.多穗省藤 <i>Calamus bonianus</i> Becc.                                          | √    | √    |
| 657.直立省藤 <i>Calamus erectus</i>                                                 |      | √    |
| 658.短叶省藤 <i>C. egreius</i> Burret*                                              | √    | √    |
| 659.大白藤 <i>C. faberii</i> Becc.                                                 | √    | √    |
| 660.华南省藤 <i>C. rhabdocladus</i> Burret                                          | √    | √    |
| 661.单叶省藤 <i>C. simplidifolius</i> Wei                                           | √    | √    |
| 662.多刺鸡藤 <i>C. tetradactyloides</i> Burret*                                     | √    | √    |
| 663.白藤 <i>C. tetradactylus</i> Hance                                            | √    | √    |
| 664.短穗鱼尾葵 <i>Caryota mitis</i> Lour.                                            | √    | √    |
| 665.红藤 <i>Daemonorops jankinsianus</i> Mart.                                    | √    | √    |
| 666.黄藤 <i>D. margaritae</i> (Hance) Bart.                                       | √    | √    |
| 667.金椰 <i>Dictyocaryum lamarckianum</i>                                         |      | √    |
| 668.穗花轴榈 <i>Licuala fordiana</i> Becc.                                          | √    | √    |
| 669.大叶蒲葵 <i>Livistona saribus</i>                                               |      | √    |
| 670.王棕 <i>Roystonea regia</i>                                                   |      | √    |
| 671.刺轴榈 <i>L. spinosa</i> Wurmb.                                                | √    | √    |
| <b>八十九、露兜树科 Pandanaceae</b>                                                     |      |      |
| 672.露兜草 <i>Pandanus austrosinensis</i> T. L. Wu*                                | √    | √    |
| 673.小露兜 <i>P. gressittii</i> Stone                                              | √    | √    |
| <b>九十、仙茅科 Hypoxidaceae</b>                                                      |      |      |
| 674.大叶仙茅 <i>Curculigo capitulata</i> (Lour.) O. Kuntze                          | √    | √    |
| <b>九十一、兰科 Orchidaceae</b>                                                       |      |      |
| 675.大序隔距兰 <i>Cleisostoma paniculatum</i>                                        |      | √    |
| 676.美冠兰 <i>Eulophia graminea</i>                                                |      | √    |
| 677.海南石斛 <i>Dendrobium hainanense</i>                                           |      | √    |
| 678.昌江石斛 <i>Dendrobium changjiangense</i>                                       |      | √    |
| 679.高斑叶兰 <i>Goodyera procera</i>                                                |      | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                                                        | 环评阶段 | 验收阶段 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| <b>九十二、莎草科 Cyperaceae</b>                                                                                 |      |      |
| 680.长尖莎草 <i>Cyperus cuspidatus</i> H. B. K.                                                               | √    | √    |
| 681.绿穗莎草 <i>C. diffusus</i> Vahl                                                                          | √    | √    |
| 682.细茎莎草 <i>C. tenuiculmis</i> Bocklr.                                                                    | √    | √    |
| 683.网果裂瓣茅 <i>Diplacrum reticulatum</i> Holtt.                                                             | √    | √    |
| 684.两歧飘拂草 <i>Fimbristylis dichotoma</i> (Linn.) Vahl                                                      | √    | √    |
| 685.柔毛飘拂草 <i>F. dichotoma</i> (Linn.) Vahl f. <i>tomentosa</i> (Vahl) Ohwi                                | √    | √    |
| 686.散穗黑莎草 <i>Gahnia baniensis</i> Benl                                                                    | √    | √    |
| 687.黑莎草 <i>G. tristis</i> Nees                                                                            | √    | √    |
| 688.割鸡芒 <i>Hypolytrum nemorum</i> (Vahl) Spreng.                                                          | √    | √    |
| 689.多花剑叶莎 <i>Machaerina myrianthus</i> (Chun & How) Y. C. Tong*                                           | √    | √    |
| 690.海南蔗草 <i>Scirpus hainanensis</i> S. M. Huang                                                           | √    | √    |
| 691.缘毛珍珠茅 <i>Scleria ciliaris</i> Nees                                                                    | √    | √    |
| 692.珍珠茅 <i>S. levis</i> Retz.                                                                             | √    | √    |
| 693.高秆珍珠茅 <i>S. terrestris</i> (Linn.) Fassett                                                            | √    | √    |
| <b>九十三、禾本科</b>                                                                                            |      |      |
| 694.蓬菜竹 <i>Bambusa duriuscula</i> W. T. Lin*                                                              | √    | √    |
| 695.粉单竹 <i>Bambusa chungii</i>                                                                            |      | √    |
| 696.藤单竹 <i>B. hainanensis</i> Chia et Fung*                                                               | √    | √    |
| 697.无耳藤竹 <i>Dinochloa orenuda</i> McCl.*                                                                  | √    | √    |
| 698.毛藤竹 <i>D. puberula</i> McCl.*                                                                         | √    | √    |
| 699.藤竹 <i>D. utilis</i> McCl.*                                                                            | √    | √    |
| 700.甜竹 <i>Dendrocalamus brandisii</i> (Munro)Kurz                                                         | √    | √    |
| 701.水竹 <i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin.ex Steud                                                      | √    | √    |
| 702.凤头黍 <i>Acroceras munroanum</i> (Balansa) Henr.                                                        | √    | √    |
| 703.水蔗草 <i>Apluda mutica</i> Linn.                                                                        | √    | √    |
| 704.野古草 <i>Arundinella anomala</i> Steud.                                                                 | √    | √    |
| 705.石芒草 <i>A. nepalensis</i> Trin.                                                                        | √    | √    |
| 706.芦竹 <i>Arundo donax</i> Linn.                                                                          | √    | √    |
| 707.地毯草 <i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.                                                           | √    | √    |
| 708.四生臂形草 <i>Brachiaria subquadripara</i> (Trin.) Hitchc.                                                 | √    | √    |
| 709.酸模芒 <i>Centotheca lappacea</i> (Linn.) Desv.                                                          | √    | √    |
| 710.狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>                                                                           |      | √    |
| 711.竹节草 <i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.                                                       | √    | √    |
| 712.尖叶弓果黍 <i>Cyrtococcum oxyphyllum</i> (Hochst. ex Steud.) Stapf                                         | √    | √    |
| 713.长花马唐 <i>Digitaria longiflora</i> (Retz.) Pers.                                                        | √    | √    |
| 714.短颖马唐 <i>D. microbachne</i> (Presl) Henr.                                                              | √    | √    |
| 715.宿根马唐 <i>D. thwaitesii</i> (Hack.) Henr.                                                               | √    | √    |
| 716.紫马唐 <i>D. violascens</i> Link                                                                         | √    | √    |
| 717.牛筋草 <i>Eleusine inkica</i> (Linn.) Gaertn.                                                            | √    | √    |
| 718.鼠妇草 <i>Eragrostis atrovians</i> (Desf.) Trin. ex Steud.                                               | √    | √    |
| 719.短穗画眉草 <i>E. cylindrical</i> (Roxb.) Nees                                                              | √    | √    |
| 720.宿根画眉草 <i>E. perennans</i> Keng                                                                        | √    | √    |
| 721.蜈蚣草 <i>Eremochloa ciliaris</i> (Linn.) Merr.                                                          | √    | √    |
| 722.棕茅 <i>E. phaeothrix</i> (Hack.) Kuntze                                                                | √    | √    |
| 723.白茅 <i>Imperata cylindrical</i> (Linn.) Beauv. var. <i>major</i> (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb.& Vaughan. | √    | √    |
| 724.芒穗鸭嘴草 <i>Ischaemum aristatum</i> Linn.                                                                | √    | √    |
| 725.毛穗鸭嘴草 <i>I. barbatum</i> Retz.                                                                        | √    | √    |
| 726.纤毛鸭嘴草 <i>I. indicum</i> (Houtt.) Merr.                                                                | √    | √    |
| 727.田间鸭嘴草 <i>I. rugosum</i> Salib var. <i>segetum</i> (Trin.) Hack.                                       | √    | √    |
| 728.淡竹叶 <i>Lophatherum gracile</i> Brongn                                                                 | √    | √    |
| 729.红毛草 <i>Melinis repens</i>                                                                             |      | √    |

| 蕨类植物门 PTARIDOPHYTA                                                      | 环评<br>阶段 | 验收<br>阶段 |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 730.刚莠竹 <i>Microstegium ciliatum</i> (Trin.) A. Camus                   | √        | √        |
| 731.蔓生莠竹 <i>M. gratum</i> (Hack.) A. Camus                              | √        | √        |
| 732.五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb ex Schum & Lauterb. | √        | √        |
| 733.芒 <i>M. sinensis</i> Anderss.                                       | √        | √        |
| 734.类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i> (Kunth) Keng                        | √        | √        |
| 735.糠稷 <i>Panicum bisulcatum</i> Thunb.                                 | √        | √        |
| 736.短叶黍 <i>P. brevifolium</i> Linn.                                     | √        | √        |
| 737.藤竹草 <i>P. incommum</i> Trin.                                        | √        | √        |
| 738.心叶稷 <i>P. notatum</i> Retz.                                         | √        | √        |
| 739.发枝稷 <i>P. trichoides</i> Sw.                                        | √        | √        |
| 740.斑茅 <i>Saccharum arundinaceum</i> Retz.                              | √        | √        |
| 741.褐毛狗尾草 <i>Setaria pallidifusca</i> (Schumach.) Stapf et Hubb         | √        | √        |
| 742.棕叶狗尾草 <i>S. palmaefolia</i> (Koen.) Stapf                           | √        | √        |
| 743.棕叶芦 <i>Thysanolaena maxima</i> (Roxb.) Kuntze                       | √        | √        |
| 744.沟叶结缕草 <i>Zoysia matrella</i>                                        |          | √        |

## 附录 2：海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区主要动物名录

## 调查区主要两栖类名录

| 中文名、拉丁名                                      | 生境                                           | 区系  | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|------|------|----|
| <b>一、无尾目 Anura</b>                           |                                              |     |      |      |    |
| <b>(一) 角蟾科 Megophryidae</b>                  |                                              |     |      |      |    |
| 1. 海南拟髭蟾<br><i>Leptobrachium hasseltii</i>   | 生活于山间小溪流两侧坡地草丛中                              | 东洋种 | 未列入  | VU   | 资料 |
| <b>(二) 蟾蜍科 Bufonida</b>                      |                                              |     |      |      |    |
| 2. 黑眶蟾蜍<br><i>Duttaphrymus melanostictus</i> | 常活动在草丛、石碓、耕地、水塘边及住宅附近                        | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| <b>(三) 蛙科 Ranidae</b>                        |                                              |     |      |      |    |
| 3. 台北纤蛙<br><i>Hylarana taipehensis</i>       | 主要栖息于山区的稻田、水塘或溪流附近                           | 东洋种 | 未列入  | NT   | 资料 |
| 4. 弹琴蛙<br><i>Nidirana adenopleura</i>        | 生活于山区的梯田、水草地、水塘及其附近                          | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| 5. 沼蛙<br><i>Boulengerana guentheri</i>       | 栖息于稻田、池塘或水坑内，隐蔽在水生植物丛间或杂草丛中                  | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 6. 细刺水蛙<br><i>Sylvirana spinulosa</i>        | 生活于中型溪流内及其附近，所在环境一般林木繁茂，较为潮湿                 | 东洋种 | 省级   | VU   | 资料 |
| 7. 云南臭蛙<br><i>Odorrana andersonii</i>        | 生活于林区，成体多栖息在森林较为茂密阴郁的小大型山溪内                  | 东洋种 | 省级   | VU   | 资料 |
| 8. 滇南臭蛙<br><i>Odorrana tiannanensis</i>      | 主要生活于海拔 120-1200m 的林木繁茂的山区，常栖于环境阴湿、水流湍急的山涧中。 | 东洋种 | 省级   | NT   | 资料 |
| 9. 大绿臭蛙<br><i>Odorrana graminea</i>          | 生活于海拔 450-1200m 森林茂密的大中型山溪及其附近               | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| 10. 海南湍蛙<br><i>Amolops hainanensis</i>       | 生活于海拔 80-850m 水流湍急之溪边岩石上或瀑布直泄的岩壁上            | 东洋种 | 省级   | EN   | 资料 |
| 11. 小湍蛙<br><i>Amolops torrentis</i>          | 生活于海拔 80-780m 的大型或中型山溪内，溪两岸植被繁茂，环境阴湿。        | 东洋种 | 未列入  | VU   | 资料 |
| <b>(四) 叉舌蛙科 Dicroglossidae</b>               |                                              |     |      |      |    |

| 中文名、拉丁名                                      | 生境                                                  | 区系  | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|------|------|----|
| 12. 泽陆蛙<br><i>Fejervarya multistriata</i>    | 生活于平原、丘陵和海拔 2000 以下的山区稻田、沼泽、水塘、水沟等静水域或其附近的旱地草丛      | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 13. 脆皮大头蛙<br><i>Limnonectes fragilis</i>     | 生活于海拔 290-900m 山区平缓水域的溪流内。                          | 东洋种 | 省级   | VU   | 资料 |
| <b>(五) 树蛙科 Rhacophoridae</b>                 |                                                     |     |      |      |    |
| 14. 海南溪树蛙<br><i>Buergeria oxycephala</i>     | 生活于海拔 80-500m 的大中型溪流内及其附近岸边                         | 东洋种 | 省级   | NT   | 资料 |
| 15. 锯腿水树蛙<br><i>Aquixalus odontotarsus</i>   | 生活于海拔 250-1500m 的灌木林地带                              | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 16. 背条跳树蛙<br><i>Chirixalus doriae</i>        | 生活于海拔 80~1650m 山区的稻田、水坑或水沟灌木和杂草丛中以及芭蕉叶下             | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 17. 斑腿泛树蛙<br><i>Polypedates megacephalus</i> | 生活于海拔 80~2200 的丘陵山区，常栖息在稻田、草丛或泥窝内，或在田埂石缝以及附近的灌木草丛中  | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 18. 无声囊泛树蛙<br><i>Polypedates mutus</i>       | 生活于海拔 340-1100m 丘陵、山区。多栖息于水塘边、稻田埂边的草丛或泥窝以及污水池边的石缝内。 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(六) 姬蛙科 Microhylidae</b>                  |                                                     |     |      |      |    |
| 19. 粗皮姬蛙<br><i>Microhyla butleri</i>         | 栖息于水田、水坑边土隙或草丛中                                     | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 20. 小弧斑姬蛙<br><i>Microhyla heymonsi</i>       | 常栖息于稻田、水坑变、沼泽泥窝、土穴或草丛中                              | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 21. 饰纹姬蛙<br><i>Microhyla ornata</i>          | 生活于海拔 1400m 以下的平原、丘陵和山地的水田、水坑、水沟的泥窝或土穴中，或在水域附近的草丛中  | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 22. 花姬蛙<br><i>Microhyla pulchra</i>          | 生活于海拔 10~1350m 平原、丘陵和山区，常栖息于水田、园圃及水坑附近的泥窝、洞穴和草丛     | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 23. 花狭口蛙<br><i>Kaloula pulchra</i>           | 栖息于海边平原地区的土穴中                                       | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |

注：分类系统参照《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》，费梁 主编，2012 年。

濒危等级：灭绝（EX）、野外灭绝（EW）、区域灭绝（RE）、极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）、无危（LC）、数据缺乏（DD）【下同】

## 调查区主要爬行类名录

| 中文名、拉丁名                                      | 生境                                                                   | 区系  | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|------|------|----|
| <b>一、有鳞目 SQUAMATA</b>                        |                                                                      |     |      |      |    |
| <b>(一) 壁虎科 Gekkonidae</b>                    |                                                                      |     |      |      |    |
| 1. 中国壁虎 <i>Gekko chinensis</i>               | 栖息于野外森林地区的山洞内或建筑物的缝隙内                                                | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| 2. 疣尾蜥虎<br><i>Hemidactylus frenatus</i>      | 常出没于居家屋舍、路灯或近光源处，夜行性                                                 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 3. 锯尾蜥虎<br><i>Hemidactylus garnotii</i>      | 栖息于中低海拔地区房舍附近。                                                       | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(二) 石龙子科 Scincidae</b>                    |                                                                      |     |      |      |    |
| 4. 铜蜓蜥<br><i>Sphenomorphus indicus</i>       | 主要生活于海拔 2000 米以下的低海拔地区、平原及山地阴湿草丛中以及荒石堆或有裂缝的石壁处。                      | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| 5. 中国石龙子<br><i>Eumeces chinensis</i>         | 生活于低海拔的山区，平原耕作区，住宅附近公路旁边草丛中，及树林下的落叶杂草中，丘陵地区青苔和茅草丛生的路旁，低矮灌木林下和杂草茂密的地方 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 目击 |
| 6. 长尾南蜥<br><i>Mabuya longicaudata</i>        | 白天常活动于路旁、草堆或小灌丛等处                                                    | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 7. 多线南蜥<br><i>Mabuya multifasciata</i>       | 生活于低海拔的开阔地，以 200 米左右的山地丘陵最多                                          | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 8. 南滑蜥 <i>Scincella reevesii</i>             | 栖息于低山区以及常活动于路旁落叶或橡胶林下草丛中                                             | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 9. 海南棱蜥<br><i>Tropidophorus hainanus</i>     | 栖于山区小溪边阴湿处                                                           | 东洋种 | 我列入  | LC   | 资料 |
| <b>(三) 鬣蜥科 Agamidae</b>                      |                                                                      |     |      |      |    |
| 10. 斑飞蜥 <i>Draco maculatus</i>               | 生活于热带山间盆地和山麓乔木林或阔叶林中，亦见于村边道旁                                         | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| 11. 丽棘蜥<br><i>Acanthosaura lepidogaster</i>  | 生活于海拔 400-1000 米的山区林下                                                | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 12. 变色树蜥 <i>Calotes versicolor</i>           | 多栖息于热带和亚热带地区以及常见于林下、山坡草丛、坟地、河边、路旁、住宅附近的草丛或树干上                        | 东洋种 | 未列入  | LC   | 目击 |
| 13. 细鳞拟树蜥<br><i>Pseudocalotes microlepis</i> | 生活于山间草坡、灌丛或乱石间                                                       | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| <b>(四) 钝头蛇科 Pareatidae</b>                   |                                                                      |     |      |      |    |

| 中文名、拉丁名                                         | 生境                                              | 区系  | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|------|------|----|
| 14. 缅甸钝头蛇 <i>Pareas hamptoni</i>                | 生活于山区林间                                         | 东洋种 | 未列入  | NT   | 资料 |
| 15. 横纹钝头蛇<br><i>Pareas margaritophorus</i>      | 常见于低海拔地区或山区                                     | 东洋种 | 未列入  | NT   | 资料 |
| <b>(五) 蝰科 Viperidae</b>                         |                                                 |     |      |      |    |
| 16. 原矛头蝮<br><i>Protobothrops mucrosquamatus</i> | 生活于丘陵及山区，栖于竹林、灌丛、溪边、茶山、耕地，常到住宅周围如草丛、垃圾堆、柴草石缝间活动 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| 17. 台湾竹叶青蛇<br><i>Trimeresurus gracilis</i>      | 生活于山区树林中或阴湿的山溪旁杂草丛、竹林中，常栖息于溪涧边灌木杂草、岩石上或山区稻田田埂杂草 | 东洋种 | 未列入  | NT   | 访问 |
| <b>(六) 水蛇科 Homalopsidae</b>                     |                                                 |     |      |      |    |
| 18. 中国沼蛇 <i>Myrophis chinensis</i>              | 一般生活于平原、丘陵或山麓地区，栖息于溪流、池塘、水田或水渠内                 | 东洋种 | 未列入  | VU   | 资料 |
| 19. 铅色蛇 <i>Hypsiscopus plumbea</i>              | 生活于平原、丘陵或低山地区的水稻田、池塘、湖泊、小河及附近水域                 | 东洋种 | 未列入  | VU   | 资料 |
| <b>(七) 鳝形蛇科 Lamprophiidae</b>                   |                                                 |     |      |      |    |
| 20. 紫沙蛇<br><i>Psammodynastes pulverulentus</i>  | 平原、沼泽、湿地甚至是稻田、森林、山麓或低山，常栖于林荫下水草丰茂的地方            | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(八) 眼镜蛇科 Elapidae</b>                        |                                                 |     |      |      |    |
| 21. 眼镜王蛇<br><i>Ophiophagus hannah</i>           | 多见于森林边缘近水处，林区村落附近也时有发现                          | 东洋种 | 省级   | EN   | 访问 |
| 22. 舟山眼镜蛇 <i>Naja atra</i>                      | 栖息于平原、丘陵和低山。见于耕作区、路边、池塘附近、住宅院内                  | 东洋种 | 省级   | VU   | 访问 |
| 23. 银环蛇<br><i>Bungarus multicinctus</i>         | 栖息于平原、丘陵或山麓近水处；傍晚或夜间活动，常发现于田边、路旁、坟地及菜园等处        | 东洋种 | 省级   | EN   | 访问 |
| <b>(九) 游蛇科 Colubridae</b>                       |                                                 |     |      |      |    |
| 24. 尖尾两头蛇<br><i>Calamaria pavementata</i>       | 栖息于土中                                           | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 25. 绿瘦蛇<br><i>Ahaetulla prasina</i>             | 生活于灌木、树林及草丛中                                    | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 26. 过树蛇<br><i>Dendrelaphis pictus</i>           | 生活于平原或山区                                        | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 27. 繁花林蛇<br><i>Boiga multomaculata</i>          | 生活在山区的灌丛树林上                                     | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 28. 台湾小头蛇<br><i>Oligodon formosanus</i>         | 生活于平原、丘陵、山区地带，常见于灌丛、石堆、草地、树林茂密潮湿环境、农田、山道等地      | 东洋种 | 未列入  | NT   | 资料 |

| 中文名、拉丁名                                       | 生境                                 | 区系  | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|-----|------|------|----|
| 29. 翠青蛇<br><i>Cycphiops major</i>             | 多活动在耕作区的地面或树上，或隐居于石下，也栖息于山地阔叶林和次生林 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| 30. 紫灰蛇<br><i>Oreocryptophis porphyraceus</i> | 生活于山区的林缘、路旁、耕地、溪边及居民点              | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| 31. 草腹链蛇<br><i>Amphiesma stolatum</i>         | 广泛生活在平原、丘陵、谷地的草丛和农耕区               | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 32. 坡普腹链蛇<br><i>Hebius popei</i>              | 生活于海拔 281-813m 的山区，多见于稻田中          | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 33. 棕黑腹链蛇<br><i>Hebius sauteri</i>            | 广泛分布于中低海拔山区、丘陵、草原、树林中              | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 34. 海南颈槽蛇<br><i>Rhabdophis adleri</i>         | 生活于山区的林缘、草丛、耕地及居民点                 | 东洋种 | 省级   | NT   | 资料 |
| 35. 异色蛇<br><i>Xenochrophis piscator</i>       | 栖息于山区丘陵、平原及田野的河湖水塘边。半水性，夜行性。       | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 36. 乌华游蛇<br><i>Sinonatrix percarinata</i>     | 常栖息于山区溪流或水田内                       | 东洋种 | 未列入  | VU   | 资料 |

注：分类系统参考《中国爬行纲动物分类厘定》，蔡波 等，2015 年。

## 调查区主要鸟类名录

| 中文名、拉丁名                                   | 生境                                                      | 区系  | 居留型 | 保护等级    | 濒危等级 | 依据   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|-----|---------|------|------|
| <b>一、鸡形目 GALLIFORMES</b>                  |                                                         |     |     |         |      |      |
| <b>(一) 雉科 Phasianidae</b>                 |                                                         |     |     |         |      |      |
| 1. 海南山鹧鸪 <i>Arborophila ardens</i>        | 栖息在海拔较低的山地和丘陵地带，尤以原始的山地雨林、沟谷雨林和山地常绿林中较为常见               | 东洋种 | 留鸟  | 国家 I 级  | EN   | 资料   |
| 2. 中华鹧鸪 <i>Francolinus pintadeanus</i>    | 生活在低山间干燥的山谷内及丘陵的岩坡和砂坡上，多在灌丛、草地、荒山等环境                    | 东洋种 | 留鸟  | 省级      | NT   | 资料访问 |
| 3. 红原鸡 <i>Gallus gallus</i>               | 主要栖息于低山、丘陵和山脚平地带的热带雨林、常绿和落叶阔叶林、混交林、竹林，以及林缘灌丛、稀树草坡等各类生境中 | 东洋种 | 留鸟  | 国家 II 级 | NT   | 资料   |
| 4. 白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>           | 主要栖于山地阔叶林。尤以森林茂密，林下植物稀疏的常绿阔叶林和沟谷雨林较为常见                  | 东洋种 | 留鸟  | 国家 II 级 | LC   | 资料   |
| 5. 海南孔雀雉 <i>Polyplectron katsumatae</i>   | 栖息于海拔 150-1500m 的常绿阔叶林及竹丛中                              | 东洋种 | 留鸟  | 国家 I 级  | EN   | 资料   |
| <b>二、雁行目 ANSERIFORMES</b>                 |                                                         |     |     |         |      |      |
| <b>(二) 鸭科 Anatidae</b>                    |                                                         |     |     |         |      |      |
| 6. 栗树鸭 <i>Dendrocygna javanica</i>        | 栖息于富有植物的池塘、湖泊、水库等水域中                                    | 东洋种 | 留鸟  | 省级      | VU   | 资料   |
| 7. 绿翅鸭<br><i>Anas crecca</i>              | 主要栖息在开阔、水生植物茂盛且少干扰的中小型湖泊和各种水塘中                          | 古北种 | 冬候鸟 | 省级      | LC   | 资料   |
| 8. 白眉鸭<br><i>Anas querquedula</i>         | 栖息于开阔的湖泊、江河、沼泽、河口、池塘、沙洲等水域中，也出现于山区水塘、河流和海滩上             | 古北种 | 冬候鸟 | 省级      | LC   | 资料   |
| <b>三、鸊鷉目 PODICIPEDIFORMES</b>             |                                                         |     |     |         |      |      |
| <b>(三) 鸊鷉科 Podicipedidae</b>              |                                                         |     |     |         |      |      |
| 9. 小鸊鷉<br><i>Podiceps ruficollis</i>      | 喜在清水及有丰富水生生物的湖泊、沼泽及涨过水的稻田                               | 东洋种 | 留鸟  | 未列入     | LC   | 资料访问 |
| <b>四、鸽形目 COLUMBIFORMES</b>                |                                                         |     |     |         |      |      |
| <b>(四) 鸠鸽科 Columbidae</b>                 |                                                         |     |     |         |      |      |
| 10. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>    | 多在开阔农耕区、村庄及房前屋后、寺院周围活动                                  | 广布种 | 留鸟  | 省级      | LC   | 资料访问 |
| 11. 火斑鸠 <i>Streptopelia tranquebarica</i> | 栖息于开阔的平原、田野、村庄、果园和山麓疏林及宅旁竹林地带，也出现于低山丘陵和林缘地带             | 广布种 | 留鸟  | 省级      | LC   | 资料   |

| 中文名、拉丁名                                  | 生境                                                    | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 12. 珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>   | 栖息于有稀疏树木生长的平原、草地、低山丘陵和农田地帶，也常出现于村庄附近的杂木林、竹林及地边树上或住家附近 | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料访问 |
| 13. 绿翅金鸠 <i>Chalcophaps indica</i>       | 通常单个或成对活动于森林下层植被浓密处                                   | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 目击   |
| <b>五、夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES</b>            |                                                       |     |     |      |      |      |
| <b>(五) 夜鹰科 Caprimulgidae</b>             |                                                       |     |     |      |      |      |
| 14. 普通夜鹰<br><i>Caprimulgus indicus</i>   | 主要栖息于海拔 3000m 以下的阔叶林和针阔叶混交林                           | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| 15. 长尾夜鹰<br><i>Caprimulgus macrurus</i>  | 栖息于落叶林、常绿阔叶林、农田、休耕地、公园、乡下的花园、种植园和退化天然林                | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | DD   | 资料   |
| <b>(六) 雨燕科 Apodidae</b>                  |                                                       |     |     |      |      |      |
| 16. 棕雨燕<br><i>Cypsiurus balasiensis</i>  | 栖息于低山丘陵、平原等开阔地区，尤以林缘、灌丛、城镇、村寨和有棕榈树的田间地区               | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 17. 白腰雨燕<br><i>Apus pacificus</i>        | 主要栖息于陡峻的山坡、悬岩、尤其是靠近河流、水库等水源附近                         | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 18. 小白腰雨燕<br><i>Apus nipalensis</i>      | 主要栖息于开阔的林区、城镇、悬岩和岩石海岛等各类生境中                           | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>六、鸮形目 CUCULIFORMES</b>                |                                                       |     |     |      |      |      |
| <b>(七) 杜鹃科 Cuculidae</b>                 |                                                       |     |     |      |      |      |
| 19. 小鸦鹃<br><i>Centropus toulou</i>       | 喜山边灌木丛、沼泽地带及开阔的草地包括高草，常栖地面。                           | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料访问 |
| 20. 褐翅鸦鹃<br><i>Centropus sincnsis</i>    | 喜林缘地带、次生灌木丛、多芦苇河岸及红树林，常下至地面，但也在小灌木丛及树间跳动。             | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 目击   |
| 21. 绿嘴地鹃<br><i>Phaenicophaeus diardi</i> | 喜栖于原始林、次生林及人工林中枝叶稠密及藤条缠结处                             | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 目击   |
| 22. 噪鹃 <i>Eudynamys scolopacea</i>       | 栖息于山地，丘陵，山脚平原地带林木茂盛的地方                                | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| 23. 翠金鹃<br><i>Chrysococcyx maculatus</i> | 多常见于山区低处茂密的常绿林以及繁殖期活动于山上灌木丛间                          | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | NT   | 资料   |
| 24. 八声杜鹃<br><i>Cacomantis merulinus</i>  | 栖息于低山丘陵、草坡、山麓平原、耕地和村庄附近的树林与灌丛中                        | 东洋种 | 夏侯鸟 | 未列入  | LC   | 资料   |
| 25. 乌鹃<br><i>Surniculus dicruroides</i>  | 栖息于山地和平原茂密的森林中，也出现于林缘次生林、灌木林和耕地及村屯附近稀树荒坡地带            | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |

| 中文名、拉丁名                                   | 生境                                                 | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 26. 大鹰鹗 <i>Cuculus sparveroides</i>       | 多见于山林中，高至海拔 1600m，冬天常到平原地带                         | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 27. 四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>       | 通常栖于森林及次生林上层                                       | 广布种 | 夏候鸟 | 未列入  | LC   | 目击   |
| 28. 中杜鹃<br><i>Cuculus saturatus</i>       | 栖息于山地针叶林、针阔叶混交林和阔叶林等茂密的森林中，偶尔也出现于山麓平原人工林和林缘地带      | 广布种 | 夏候鸟 | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>七、 鹤形目 GRUIFORMES</b>                  |                                                    |     |     |      |      |      |
| <b>(八) 秧鸡科 Rallidae</b>                   |                                                    |     |     |      |      |      |
| 29. 灰胸秧鸡<br><i>Gallirallus striatus</i>   | 栖息于低山丘陵和山脚平原地带的竹林、灌丛和草丛中，也出现于山边耕地和村屯附近             | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 30. 白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i>   | 营巢于水边或近水岸边草丛或灌木丛中                                  | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料访问 |
| 31. 黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>        | 栖息于富有芦苇和水生挺水植物的淡水湿地、沼泽、湖泊、水库、苇塘、水渠和水稻田中            | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 32. 白骨顶 <i>Fulica atra</i>                | 栖息于低山丘陵和平原草地、甚至荒漠与半荒漠地带的各类水域中                      | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| <b>八、 鸻形目 CHARADRIIFORMES</b>             |                                                    |     |     |      |      |      |
| <b>(九) 鸻科 Charadriidae</b>                |                                                    |     |     |      |      |      |
| 33. 金眶鸻<br><i>Charadrius dubius</i>       | 通常出现在沿海溪流及河流的沙洲，也见于沼泽地带及沿海滩涂                       | 广布种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 资料   |
| 34. 环颈鸻<br><i>Charadrius alexandrinus</i> | 栖息于海滨沙滩、泥地、沿海沼泽、河口沙洲以及内陆河流、湖泊、水塘、盐碱湿地、沼泽和水稻田等水域岸边  | 广布种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 资料   |
| <b>(十) 鹬科 Scolopacidae</b>                |                                                    |     |     |      |      |      |
| 35. 丘鹬 <i>Scolopax rusticola</i>          | 栖息于林中或林缘开阔沼泽、湖泊、水塘与溪流岸边                            | 古北种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 36. 扇尾沙锥<br><i>Capella gallinago</i>      | 活动于河边、湖岸、水塘等水域生境，也出现于水田、鱼塘、溪沟、水洼地、河口沙洲和林缘水塘等生境     | 古北种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 37. 矶鹬<br><i>Actitis hypoleucos</i>       | 栖息于低山丘陵和山脚平原一带的江河沿岸，湖泊、水库、水塘岸边，也出现于海岸、河口和附近沼泽湿地    | 古北种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 38. 红颈瓣蹼鹬<br><i>Phalaropus lobatus</i>    | 多在近海的浅水处栖息和活动                                      | 古北种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| <b>(十一) 三趾鹬科 Turnicidae</b>               |                                                    |     |     |      |      |      |
| 39. 林三趾鹬 <i>Turnix sylvaticus</i>         | 栖息于平原草地、河流、湖泊岸边灌丛草地以及低山丘陵和山脚平原地带的草地和灌丛中，有时也出现在农田地带 | 古北种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |

| 中文名、拉丁名                                  | 生境                                                       | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 40. 棕三趾鹑 <i>Turnix suscitator</i>        | 通常藏匿在地上草丛和灌丛中活动                                          | 古北种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>九、 鹇形目 PELECANIFORMES</b>             |                                                          |     |     |      |      |      |
| <b>(十二) 鹭科 Ardeidae</b>                  |                                                          |     |     |      |      |      |
| 41. 黄斑苇鳉 <i>Ixobrychus sinensis</i>      | 常沿沼泽地芦苇塘飞翔或在水边浅水处慢步涉水觅食                                  | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 42. 紫背苇鳉<br><i>Ixobrychus eurhythmus</i> | 栖息于开阔平原草地上富有岸边植物的河流、干湿草地、水塘和沼泽地上，也见于山区村屯附近的水稻田、水渠及其他水体边上 | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 43. 栗苇鳉<br><i>Ixobrychus cinnamomeus</i> | 栖息于芦苇沼泽、水塘、溪流和水稻田中，也见栖于田边和水塘附近小灌木上                       | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| 44. 夜鹭<br><i>Nycticorax nycticorax</i>   | 栖息和活动于平原和低山丘陵地区的溪流、水塘、江河、沼泽和水田地上附近的大树、竹林等地               | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 访问资料 |
| 45. 池鹭<br><i>Ardeola bacchus</i>         | 栖息于稻田、池塘、湖泊、水库和沼泽湿地等水域                                   | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 目击   |
| 46. 牛背鹭<br><i>Bubulcus ibis</i>          | 栖息于平原草地、牧场、湖泊、水库、山脚平原和低山水田、池塘、旱田和沼泽地上                    | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料访问 |
| 47. 苍鹭<br><i>Ardea cinerea</i>           | 栖息于江河、溪流、湖泊、海岸等水域岸边及其浅水处，也见于沼泽、山地、森林和平原荒漠上的水边浅水处和沼泽地上。   | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 访问资料 |
| 48. 大白鹭 <i>Egretta alba</i>              | 栖息于开阔平原和山地丘陵地区的河流、湖泊、水田、海滨、河口及其沼泽地带                      | 广布种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料访问 |
| 49. 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>           | 喜稻田、河岸、沙滩、泥滩及沿海小溪流                                       | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 目击   |
| <b>十、 鹰形目 ACCIPITRIFORMES</b>            |                                                          |     |     |      |      |      |
| <b>(十三) 鹰科 Accipitridae</b>              |                                                          |     |     |      |      |      |
| 50. 黑翅鸢<br><i>Elanus caeruleus</i>       | 栖息于有树木和灌木的开阔原野、农田、疏林和草原地区，从平原到 4000m 多的高山均见有栖息           | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | NT   | 资料   |
| 51. 凤头蜂鹰<br><i>Pernis ptilorhyncus</i>   | 栖息于不同海拔高度的阔叶林、针叶林和混交林中，尤以疏林和林缘地带较为常见                     | 古北种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | NT   | 资料   |
| 52. 蛇雕<br><i>Spilornis cheela</i>        | 栖息和活动于山地森林及其林缘开阔地带，单独或成对活动                               | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | NT   | 资料   |
| 53. 褐耳鹰<br><i>Accipiter badius</i>       | 栖息于山地和平原森林中以及在有稀疏树木的农田、草地、林缘等生境                          | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | NT   | 资料   |

| 中文名、拉丁名                                      | 生境                                         | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 54. 赤腹鹰<br><i>Accipiter soloensis</i>        | 栖息于山地森林和林缘地带,也见于低山丘陵和山麓平原地带的小块丛林           | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料   |
| 55. 松雀鹰<br><i>Accipiter virgatus</i>         | 栖息于林缘和丛林等较为空旷的地带                           | 广布种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料   |
| 56. 雀鹰<br><i>Accipiter nisus</i>             | 栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带                   | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料   |
| 57. 黑鸢<br><i>Milvus migrans</i>              | 栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带,也常在城郊、村屯、田野、港湾、湖泊上空活动 | 广布种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料访问 |
| 58. 普通鵟<br><i>Buteo buteo</i>                | 主要栖息于山地森林和林缘地带                             | 古北种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料   |
| <b>十一、 鸢形目 STRIGIFORMES</b>                  |                                            |     |     |      |      |      |
| <b>(十四) 鸱鸃科 Strigidae</b>                    |                                            |     |     |      |      |      |
| 59. 黄嘴角鸢<br><i>Otus spilocephalus</i>        | 主要栖息于海拔 2000m 以下的山地常绿阔叶林和混交林中,有时也到山脚林缘地带   | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | NT   | 资料   |
| 60. 领角鸢<br><i>Otus lettia</i>                | 主要栖息于山地阔叶林和混交林中,也出现于山麓林缘和村寨附近树林内           | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料   |
| 61. 斑头鸺鹠<br><i>Glaucidium cuculoides</i>     | 栖息于从阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛,也出现于村寨和农田附近的疏林和树上     | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料访问 |
| <b>(十五) 草鸢科 Tytonidae</b>                    |                                            |     |     |      |      |      |
| 62. 东方草鸢<br><i>Tyto longimembris</i>         | 活动于茂密的热带草原,沼泽地,特别是芦苇荡边的蔗田,隐藏在地面上的高草中       | 东洋种 | 留鸟  | 国家Ⅱ级 | DD   | 资料   |
| <b>十二、 咬鹃目 TROGONIFORMES</b>                 |                                            |     |     |      |      |      |
| <b>(十六) 咬鹃科 Trogonidae</b>                   |                                            |     |     |      |      |      |
| 63. 红头咬鹃<br><i>Harpactes erythrocephalus</i> | 生活于热带雨林,特别是次生密林                            | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | NT   | 资料   |
| <b>十三、 犀鸟目 BUCEROTIFORMES</b>                |                                            |     |     |      |      |      |
| <b>(十七) 戴胜科 Upupidae</b>                     |                                            |     |     |      |      |      |
| 64. 戴胜<br><i>Upupa epops</i>                 | 栖息在开阔的田园、园林、郊野的树干上,有时也长时间伫立在农舍房顶或墙头        | 广布种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料访问 |
| <b>十四、 佛法僧目 CORACIIFORMES</b>                |                                            |     |     |      |      |      |
| <b>(十八) 蜂虎科 Meropidae</b>                    |                                            |     |     |      |      |      |

| 中文名、拉丁名                                          | 生境                                                          | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 65. 蓝须夜蜂虎<br><i>Nyctyornis athertoni</i>         | 见于山地或丘陵地带，草地上或山坡、沟谷、河边、村旁等林间乔木中层或树冠                         | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | VU   | 资料   |
| 66. 蓝喉蜂虎<br><i>Merops viridis</i>                | 栖息于林缘疏林、灌丛、草坡等开阔地方，也出现于农田、海岸、河谷和果园等地                        | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 67. 栗喉蜂虎<br><i>Merops philippinus</i>            | 栖于裸露树枝或电线                                                   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料访问 |
| <b>(十九) 佛法僧科 Coracidae</b>                       |                                                             |     |     |      |      |      |
| 68. 三宝鸟<br><i>Eurystomus orientalis</i>          | 主要栖息于针阔叶混交林和阔叶林林缘路边及河谷两岸高大的乔木树上                             | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| <b>(二十) 翠鸟科 Alcedinidae</b>                      |                                                             |     |     |      |      |      |
| 69. 普通翠鸟<br><i>Alcedo atthis</i>                 | 常出没于开阔郊野的淡水湖泊、溪流、运河、鱼塘及红树林                                  | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| 70. 三趾翠鸟<br><i>Ceyx erithaca</i>                 | 栖息于海拔 1500 米以下的常绿阔叶林小溪与河流岸边，是典型的林间溪边鸟类                      | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | DD   | 资料   |
| 71. 白胸翡翠<br><i>Halcyon snyderi</i>               | 栖息活动于沿河流和稻田中的沟渠，稀疏丛林，城市花园，鱼塘和海滩                             | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| 72. 蓝翡翠<br><i>Halcyon pileata</i>                | 主要栖息于林中溪流一以及山脚与平原地带的河流、水塘和沼泽地带                              | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 访问   |
| 73. 冠鱼狗<br><i>Megaceryle lugubris</i>            | 常光顾流速快、多砾石的清澈河流及溪流，栖于大块岩石                                   | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 访问   |
| <b>十五、 啄木鸟目 PICIFORMES</b>                       |                                                             |     |     |      |      |      |
| <b>(二十一) 拟啄木鸟科 Capitonidae</b>                   |                                                             |     |     |      |      |      |
| 74. 黑眉拟啄木鸟 <i>Megalaima oorti</i>                | 主要栖息于海拔 2500m 以下的中、低山和山脚平原常绿阔叶林和次生林中                        | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(二十二) 啄木鸟科 Picidae</b>                        |                                                             |     |     |      |      |      |
| 75. 星头啄木鸟<br>76. <i>Dendrocopos canicapillus</i> | 栖息于山地和平原阔叶林、针阔叶混交林和针叶林中，也出现于杂木林和次生林，甚至出现于村边和耕地中的零星乔木树上      | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 77. 大斑啄木鸟 <i>Picoides major</i>                  | 主要栖息于山地和平原针叶林、针阔叶混交林和阔叶林中，尤以混交林和阔叶林较多，也出现于林缘次生林和农田地边疏林及灌丛地带 | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | DD   | 资料访问 |

| 中文名、拉丁名                                 | 生境                                                | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 78. 黄冠啄木鸟 <i>Picus chlorolophus</i>     | 主要栖息于海拔 2000m 以下的常绿阔叶林和混交林中，也出现于竹林和林缘灌丛地带         | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | NT   | 资料   |
| 79. 大黄冠啄木鸟 <i>Picus flavinucha</i>      | 主要栖息于海拔 2000 米以下的中、低山常绿阔叶林内                       | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | EN   | 资料   |
| 80. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>           | 主要栖息于低山阔叶林和混交林，也出现于次生林和林缘地带，很少到原始针叶林中             | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 访问资料 |
| 81. 黄嘴栗啄木鸟 <i>Blythipicus pyrrhotis</i> | 主要栖息于海拔 500-2200m 的山地常绿阔叶林中                       | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 82. 栗啄木鸟 <i>Celeus brachyurus</i>       | 主要栖息于海拔 1000m 以下的低山丘陵和平原地带的阔叶林、竹林、林缘疏林、次生林和灌丛     | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>十六、 隼形目 FALCONIFORMES</b>            |                                                   |     |     |      |      |      |
| <b>(二十三) 隼科 Falconidae</b>              |                                                   |     |     |      |      |      |
| 83. 红隼 <i>Falco tinnuculus</i>          | 常栖息于林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区                 | 广布种 | 冬候鸟 | 国家Ⅱ级 | LC   | 资料   |
| 84. 游隼 <i>Falco peregrinus</i>          | 主要栖息于山地、丘陵、半荒漠、沼泽与湖泊沿岸地带，也到开阔的农田、耕地和村屯附近活动        | 广布种 | 冬候鸟 | 国家Ⅱ级 | NT   | 资料   |
| <b>十七、 雀形目 PASSERIFORMES</b>            |                                                   |     |     |      |      |      |
| <b>(二十四) 黄鹡科 Oriolidae</b>              |                                                   |     |     |      |      |      |
| 85. 黑枕黄鹡 <i>Oriolus chinensis</i>       | 要栖息于低山丘陵和山脚平地带的天然次生阔叶林、混交林，也出入于农田、原野、村寨附近和城市公园的树上 | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 访问   |
| <b>(二十五) 莺雀科 Vireonidae</b>             |                                                   |     |     |      |      |      |
| 86. 白腹凤鹑 <i>Erpornis zantholeuca</i>    | 常见于活动于小树冠和灌丛颠端                                    | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 87. 红翅鵙鹑 <i>Pteruthius aeralatus</i>    | 一般栖息于活动于阔叶树上的树枝间、灌丛间以及栖息于灌木小枝的顶端                  | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(二十六) 山椒鸟科 Campephagidae</b>         |                                                   |     |     |      |      |      |
| 88. 赤红山椒鸟 <i>Pericrocotus flammeus</i>  | 栖息于平原、低山森林、草地和农田等环境中                              | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| 89. 灰喉山椒鸟 <i>Pericrocotus solaris</i>   | 主要栖息于平原和山区杂木林、阔叶林、针叶林以至茶园间                        | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料访问 |
| <b>(二十七) 钩嘴鹎科 Tephrodornithidae</b>     |                                                   |     |     |      |      |      |
| 90. 钩嘴鹎 <i>Tephrodornis gularis</i>     | 主要栖息于低山丘陵和山脚平地带的常绿阔叶林、次生阔叶林、雨林和季雨林                | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(二十八) 扇尾鹟科 Rhipiduridae</b>          |                                                   |     |     |      |      |      |

| 中文名、拉丁名                                   | 生境                                    | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 91. 白喉扇尾鹟 <i>Rhipidura albicollis</i>     | 主要栖息于常绿和落叶阔叶林、针叶林、针阔叶混交林和山边林缘灌丛与竹林中   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(二十九) 卷尾科 Laniidae</b>                 |                                       |     |     |      |      |      |
| 92. 黑卷尾 <i>Dicrurus macrocerus</i>        | 栖息在山麓或沿溪的树顶上, 或在竖立田野间的电线杆上            | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| 93. 灰卷尾 <i>Dicrurus leucophaeus</i>       | 栖息于平原丘陵地带、村庄附近、河谷或山区。通                | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 94. 鸦嘴卷尾 <i>Dicrurus annectans</i>        | 常出没于山区、茂密的林中或林间草地、林下灌丛间觅食             | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 95. 古铜色卷尾 <i>Dicrurus aeneus</i>          | 多见于热带树林、山区密林或河谷阔叶林区                   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(三十) 王鹟科 Monarchidae</b>               |                                       |     |     |      |      |      |
| 96. 黑枕王鹟 <i>Hypothymis azurea</i>         | 主要栖息于低山丘陵和脚平地带的常绿阔叶林、次生林、竹林和林缘疏林灌丛中   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(三十一) 伯劳科 Laniidae</b>                 |                                       |     |     |      |      |      |
| 97. 红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>          | 主要栖息于低山丘陵和山脚平地带的灌丛、疏林和林缘地带            | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 98. 棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>             | 栖息于开阔平原和低山一带, 有时也到园林、农田、村宅附近活动        | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| <b>(三十二) 鸦科 Corvidae</b>                  |                                       |     |     |      |      |      |
| 99. 灰树鹊 <i>Dendrocitta formosae</i>       | 主要栖息于山地阔叶林、针阔叶混交林和次生林, 也见于林缘疏林和灌丛     | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(三十三) 山雀科 Paridae</b>                  |                                       |     |     |      |      |      |
| 100. 大山雀 <i>Parus cinereus</i>            | 息在山区和平原林间                             | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| <b>(三十四) 扇尾莺科 Cisticolidae</b>            |                                       |     |     |      |      |      |
| 101. 黄腹山鹪莺 <i>Prinia flaviventris</i>     | 栖于芦苇沼泽、高草地及灌丛                         | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 102. 长尾缝叶莺 <i>Orthotomus sutorius</i>     | 主要栖息于海拔 1000m 以下的低山、山脚和平原地带。          | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(三十五) 苇莺科 Acrocephalidae</b>           |                                       |     |     |      |      |      |
| 103. 东方大苇莺 <i>Acrocephalus orientalis</i> | 主要栖息于湖畔、河边、水塘、芦苇沼泽等水域或水域附近的植物丛和芦苇与草丛中 | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(三十六) 燕科 Hirundinidae</b>              |                                       |     |     |      |      |      |
| 104. 家燕 <i>Hirundo rustica</i>            | 活动于村庄及其附近的田野                          | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击   |
| <b>(三十七) 鹎科 Pycnonotidae</b>              |                                       |     |     |      |      |      |
| 105. 白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>       | 多活动于丘陵或平原的树本灌丛                        | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料访问 |

| 中文名、拉丁名                                      | 生境                                                         | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据   |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| 106. 白喉冠鹎 <i>Alophoixus pallidus</i>         | 主要栖息于海拔 1500m 以下的低山丘陵阔叶林、次生林、常绿阔叶林、季雨林和雨林中                 | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 107. 栗背短脚鹎 <i>Hemixos castanonotus</i>       | 主要栖息于低山丘陵地区的次生阔叶林、林缘灌丛和稀树草坡灌丛及地边丛林等生境中                     | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 108. 黑短脚鹎 <i>Hypsipetes madagascariensis</i> | 低山丘陵和山脚平原地带的树林                                             | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料访问 |
| 109. 绿翅短脚鹎 <i>Hypsipetes mcclllandii</i>     | 主要栖息于海拔约 2300 米以下的次生阔叶林、混交林、松、杉针叶林以及也见于溪流河畔或村寨附近的竹林、杂木林中   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(三十八) 柳莺科 Phylloscopidae</b>              |                                                            |     |     |      |      |      |
| 110. 褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>        | 喜栖息各林缘地带以及溪流沿岸的疏林与灌丛                                       | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 111. 黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inoratus</i>       | 栖息于海拔几米至 4000 米高原、山地和平原地带的森林中                              | 古北种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 112. 海南柳莺 <i>Phylloscopus hainanus</i>       | 栖息于森林和林缘灌丛地带                                               | 古北种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |
| <b>(三十九) 绣眼鸟科 Zosteropidae</b>               |                                                            |     |     |      |      |      |
| 113. 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonica</i>         | 主要栖息于阔叶林和以阔叶树为主的针阔叶混交林、竹林、次生林等各种类型森林中，也栖息于果园、林缘以及村寨和地边高大的树 | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料访问 |
| <b>(四十) 林鹛科 Timaliidae</b>                   |                                                            |     |     |      |      |      |
| 114. 棕颈钩嘴鹛 <i>Pomatorhinus ruficollis</i>    | 常见于海拔 80~3400 米混交林、常绿林或有竹林的矮小次生林                           | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 115. 红头穗鹛 <i>Stachyris ruficeps</i>          | 栖于森林、灌丛及竹丛                                                 | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| 116. 斑头穗鹛 <i>Stachyris striolata</i>         | 栖息于亚热带或热带的湿润低地林、亚热带或热带的湿润疏灌丛和亚热带或热带的湿润山地林                  | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(四十一) 幽鹛科 Pellorneidae</b>                |                                                            |     |     |      |      |      |
| 117. 灰眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>          | 主要栖息于海拔 2500m 以下的山地和山脚平原地带的森林和灌丛                           | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料   |
| <b>(四十二) 噪鹛科 Leiothrichidae</b>              |                                                            |     |     |      |      |      |
| 118. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>              | 常栖息于灌丛及次生林                                                 | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | NT   | 资料访问 |
| 119. 褐胸噪鹛 <i>Garrulax maesi</i>              | 常隐匿于山区常绿林的林下密丛                                             | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料   |

| 中文名、拉丁名                                  | 生境                                                       | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|----|
| 120. 黑喉噪鹛 <i>Garrulax chinensis</i>      | 主要栖息于海拔 1500 米以下的低山和丘陵地带的常绿阔叶林、热带季雨林和竹林中                 | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 资料 |
| 121. 白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>         | 栖息于低山丘陵和山脚平原等地的矮树灌丛和竹丛中, 也栖息于林缘、溪谷、农田和村庄附近的灌丛、芦苇丛和稀树草地   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 访问 |
| <b>(四十三) 椋鸟科 Sturnidae</b>               |                                                          |     |     |      |      |    |
| 122. 八哥 <i>Acridotheres cristatellus</i> | 栖息于次生阔叶林、竹林和林缘疏林, 也栖息于农田、牧场、果园和村寨附近的大树                   | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 访问 |
| 123. 灰背椋鸟 <i>Sturnus sinensis</i>        | 主要栖息于低山、平原及丘陵之开阔地带, 尤其喜好附近有树林之旱田环境, 亦出现在农田、村镇、耕地和住家的周边活动 | 东洋种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 124. 丝光椋鸟 <i>Sturnus sericeus</i>        | 栖息于电线、丛林、果园及农耕区                                          | 东洋种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 目击 |
| 125. 灰椋鸟 <i>Sturnus cineraceus</i>       | 栖息生境多样、疏林草甸、河谷阔叶林、林缘、农田等地                                | 古北种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(四十四) 鸫科 Turdidae</b>                 |                                                          |     |     |      |      |    |
| 126. 灰背鸫 <i>Turdus hortulorum</i>        | 主要栖息于低山丘陵地带的茂密森林中                                        | 东洋种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 资料 |
| 127. 乌灰鸫 <i>Turdus cardis</i>            | 栖于落叶林, 藏身于稠密植物丛及林子                                       | 东洋种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 资料 |
| 128. 乌鸫 <i>Turdus merula</i>             | 栖息于林地、村镇边缘, 平原草地或园圃间                                     | 广布种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 目击 |
| <b>(四十五) 鶇科 Muscicapidae</b>             |                                                          |     |     |      |      |    |
| 129. 鹡鸰 <i>Copsychus saularis</i>        | 村落旁的果园、菜地、灌丛、稀疏树林                                        | 东洋种 | 留鸟  | 省级   | LC   | 目击 |
| 130. 白腰鹡鸰 <i>Kittacincla malabaricus</i> | 栖于热带林及竹林内                                                | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| 131. 红尾水鹡鸰 <i>Rhyacornis fuliginosa</i>  | 活动于山泉溪涧中或山区溪流、河谷、平原河川岸边的岩石间、溪流附近的建筑物四周或池塘堤岸间             | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击 |
| 132. 白尾蓝地鶇 <i>Myiomela leucurum</i>      | 主要栖息于常绿阔叶林和混交林中, 尤其喜欢在阴暗、潮湿的山溪河谷森林地带栖息                   | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| 133. 黑喉石鶇 <i>Saxicola torquata</i>       | 栖息于农田、花园及次生灌丛                                            | 广布种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 资料 |
| 134. 蓝矶鶇 <i>Monticola solitarius</i>     | 栖息于多岩石的低山峡谷以及山溪、湖泊等水域附近的岩石山地                             | 古北种 | 冬候鸟 | 省级   | LC   | 目击 |
| 135. 黄眉姬鶇 <i>Ficedula narcissina</i>     | 主要栖息于山地阔叶林、针阔叶混交林和林缘地带                                   | 东洋种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 136. 棕胸蓝姬鶇 <i>Ficedula hyperythra</i>    | 栖息于热带、亚热带的潮湿低地森林和山地森林                                    | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| 137. 海南蓝仙鶇 <i>Cyornis hainanus</i>       | 主要栖息于低山常绿阔叶林、次生林和林缘灌丛                                    | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |

| 中文名、拉丁名                                   | 生境                                                   | 区系  | 居留型 | 保护等级 | 濒危等级 | 依据 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|----|
| 138. 纯蓝仙鹟 <i>Cyornis unicolor</i>         | 栖息于低山和山脚地带潮湿的常绿阔叶林和竹林中                               | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(四十六) 叶鹎科 Chloropseidae</b>            |                                                      |     |     |      |      |    |
| 139. 橙腹叶鹎<br><i>Chloropsis hardwickii</i> | 主要栖息于低山丘陵和山脚平地带的森林中                                  | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(四十七) 啄花鸟科 Dicaeidae</b>               |                                                      |     |     |      |      |    |
| 140. 朱背啄花鸟 <i>Dicaeum cruentatum</i>      | 生活于低山高大乔木林间                                          | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(四十八) 花蜜鸟科 Nectariniidae</b>           |                                                      |     |     |      |      |    |
| 141. 黄腹花蜜鸟 <i>Nectarinia jugularis</i>    | 栖息活动沿海的灌丛                                            | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击 |
| 142. 叉尾太阳鸟 <i>Aethopyga christinae</i>    | 栖于森林及有林地区甚至城镇，常光顾开花的矮丛及树木                            | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击 |
| <b>(四十九) 梅花雀科 Estrildidae</b>             |                                                      |     |     |      |      |    |
| 143. 白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>         | 活动于草丛，稻田中，在榕树、相思树等上筑巢                                | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| 144. 斑文鸟 <i>Lonchura punctulata</i>       | 多在庭院、村边、农田和溪边树上以及灌丛与竹林中，也在草丛和地上活动                    | 东洋种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(五十) 雀科 Fringillidae</b>               |                                                      |     |     |      |      |    |
| 145. 麻雀 <i>Passer montanus</i>            | 多活动在有人类居住的地方                                         | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击 |
| <b>(五十一) 鹨科 Motacillidae</b>              |                                                      |     |     |      |      |    |
| 146. 树鹨 <i>Anthus hodgsoni</i>            | 多见于杂木林、针叶林、阔叶林、灌木丛及其附近的草地以及也见于居民点、田野                 | 古北种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 147. 田鹨<br><i>Anthus richardi</i>         | 主要栖息于开阔平原、草地、河滩、林缘灌丛、林间空地以及农田和沼泽地带                   | 东洋种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 148. 白鹨<br><i>Motacilla alba</i>          | 喜欢在水边活动，栖息于农田、湿草原、沼泽等湿地，有时还栖于水域附近的居民点和公园             | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击 |
| 149. 灰鹨<br><i>Motacilla cinerea</i>       | 栖息于山区、河谷、池畔等各类生境中                                    | 广布种 | 留鸟  | 未列入  | LC   | 目击 |
| <b>(五十二) 鹀科 Emberizidae</b>               |                                                      |     |     |      |      |    |
| 150. 黄胸鹀<br><i>Emberiza aureola</i>       | 喜平原的灌丛、苇丛、农田等低矮植物生境                                  | 古北种 | 冬候鸟 | 未列入  | EN   | 资料 |
| 151. 灰头鹀<br><i>Emberiza spodocephala</i>  | 生活于山区河谷溪流两岸，平原沼泽地的疏林和灌丛中，也在山边杂林、草甸灌丛、山间耕地以及公园、苗圃和篱笆上 | 东洋种 | 冬候鸟 | 未列入  | LC   | 资料 |

注：分类系统参考《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》，郑光美 主编，2017 年。

## 调查区主要哺乳类名录

| 中文名、拉丁名                                 | 生境                                             | 区系  | 保护级别 | 濒危等级 | 依据 |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|-----|------|------|----|
| <b>一、 劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA</b>            |                                                |     |      |      |    |
| <b>(一) 鼯科 Talpidae</b>                  |                                                |     |      |      |    |
| 1. 华南缺齿鼯<br><i>Mogenam insularis</i>    | 栖息于海拔 420-1160m 的林缘, 也有在菜园地; 喜土壤疏松、腐植质较多、湿润的环境 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(二) 鼯科 Soricidae</b>                 |                                                |     |      |      |    |
| 2. 臭鼯<br><i>Suncus murinus</i>          | 栖于海拔 370-1580m 的平原田野、沼泽地的草丛、灌木和竹林, 喜温暖潮湿的环境    | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 3. 华南中麝鼯<br><i>Crocidura rapax</i>      | 栖息于林地、田野中                                      | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>二、 攀鼯目 SCANDENTIA</b>                |                                                |     |      |      |    |
| <b>(三) 树鼯科 Tupaiaidae</b>               |                                                |     |      |      |    |
| 4. 北树鼯<br><i>Tupaia belangeri</i>       | 主要生活在热带、亚热带地区的落叶和常绿森林和次生林, 喜欢潮湿的环境             | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| <b>三、 翼手目 CHIROPTERA</b>                |                                                |     |      |      |    |
| <b>(四) 狐蝠科 Pteropidae</b>               |                                                |     |      |      |    |
| 5. 棕果蝠<br><i>Rousettus leschenaulti</i> | 棕果蝠喜群栖于大石灰岩山洞中, 有时也在高树的隐蔽处或椰树叶和芭蕉叶下栖息          | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| <b>(五) 菊头蝠科 Rhinolophidae</b>           |                                                |     |      |      |    |
| 6. 大菊头蝠<br><i>Rhinolophus luctus</i>    | 多生活于岩洞以及树林                                     | 东洋种 | 未列入  | NT   | 资料 |
| <b>(六) 蹄蝠科 Hipposideridae</b>           |                                                |     |      |      |    |
| 7. 大蹄蝠<br><i>Hipposideros armiger</i>   | 多栖息于湿度较大的喀斯特洞穴或废弃坑道的高处, 主要选择黑暗带作为栖息位点          | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 8. 中蹄蝠<br><i>Hipposideros larvatus</i>  | 主要生活于岩洞                                        | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(七) 犬吻蝠科 Molossidae</b>              |                                                |     |      |      |    |
| 9. 皱唇犬吻蝠<br><i>Tadarida plicata</i>     | 主要分布于热带、亚热带山林、岩洞                               | 东洋种 | 省级   | LC   | 资料 |
| <b>(八) 蝙蝠科 Vespertilionidae</b>         |                                                |     |      |      |    |

| 中文名、拉丁名                                      | 生境                                           | 区系  | 保护级别 | 濒危等级 | 依据 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|------|------|----|
| 10. 锡兰伏翼<br><i>Pipistrellus ceylonicus</i>   | 一般生活在树林或田野，但也可以生存在城市房屋顶楼或房檐                  | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 11. 大黄蝠<br><i>Scotophilus heathi</i>         | 居于古庙、古塔、树洞、房屋之天花板上、顶楼等处                      | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 12. 亚洲长翼蝠<br><i>Miniopterus schreibersii</i> | 一般生活于岩洞以及家舍                                  | 东洋种 | 未列入  | NT   | 资料 |
| <b>四、灵长目 PRIMATES</b>                        |                                              |     |      |      |    |
| <b>(九) 猴科 Cercopithecidae</b>                |                                              |     |      |      |    |
| 13. 猕猴<br><i>Macaca mulatta</i>              | 栖息广泛，草原、沼泽各类森林。主要栖息在石山峭壁、溪旁沟谷和江河岸边的密林中或疏林岩山上 | 东洋种 | 国家Ⅱ级 | LC   | 访问 |
| <b>五、食肉目 CARNIVORA</b>                       |                                              |     |      |      |    |
| <b>(十) 鼬科 Mustelidae</b>                     |                                              |     |      |      |    |
| 14. 鼬獾<br><i>Melogale moschata</i>           | 栖于河谷、沟谷、丘陵及山地的森林、灌丛和草丛中                      | 东洋种 | 省级   | NT   | 访问 |
| <b>(十一) 灵猫科 Viverridae</b>                   |                                              |     |      |      |    |
| 15. 果子狸<br><i>Paguma larvata</i>             | 主要栖息在森林、灌木丛、岩洞、树洞或土穴中，偶可在开垦地发现               | 东洋种 | 省级   | NT   | 访问 |
| <b>(十二) 獾科 Herpestidae</b>                   |                                              |     |      |      |    |
| 16. 食蟹獾 <i>Herpestes urva</i>                | 栖息于海拔 1000m 以下的树林草丛、土丘、石缝、土穴中，喜群居            | 东洋种 | 省级   | NT   | 资料 |
| <b>六、偶蹄目 ARTIODACTYLA</b>                    |                                              |     |      |      |    |
| <b>(十三) 猪科 Suidae</b>                        |                                              |     |      |      |    |
| 17. 野猪 <i>Sus scrofa</i>                     | 栖息于山地、丘陵、荒漠、森林、草地和林丛间，环境适应性极强。               | 广布种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| <b>(十四) 鹿科 Cervidae</b>                      |                                              |     |      |      |    |
| 18. 印度麂 <i>Muntiacus muntjak</i>             | 栖息在小丘陵、小山的低谷或森林边缘的灌丛、杂草丛中                    | 东洋种 | 省级   | DD   | 资料 |
| 19. 水鹿<br><i>Cervus equinus</i>              | 生活于热带和亚热带林区、草原、阔叶林、季雨林、高山溪谷以及高原地区等环境         | 东洋种 | 国家Ⅱ级 | NT   | 访问 |
| <b>七、啮齿目 RODENTIA</b>                        |                                              |     |      |      |    |
| <b>(十五) 松鼠科 Sciuridae</b>                    |                                              |     |      |      |    |
| 20. 隐纹花松鼠<br><i>Tamias swinhoi</i>           | 广泛栖息各种林型，以亚热带森林为主，常在林缘和灌丛                    | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |

| 中文名、拉丁名                                    | 生境                                                                | 区系  | 保护级别 | 濒危等级 | 依据 |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----|------|------|----|
| 21. 赤腹松鼠<br><i>Callosciurus erythraeus</i> | 栖息于热带和亚热带森林，亦见于次生林、砍伐迹地以及丘陵台地、椰林、灌木林、竹林、乔木和竹林混交林、马尾松林、枞林、灌木丛等植被环境 | 东洋种 | 省级   | LC   | 目击 |
| <b>(十六) 鼠科 Muridae</b>                     |                                                                   |     |      |      |    |
| 22. 黄胸鼠<br><i>Rattus flavipectus</i>       | 主要栖息在平原及部分山区                                                      | 东洋种 | 未列入  | LC   | 访问 |
| 23. 北社鼠<br><i>Niviventer confucianus</i>   | 常见于林灌田野                                                           | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 24. 褐家鼠<br><i>Rattus norvegicus</i>        | 主要栖居于人的住房和各类建筑物中                                                  | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| 25. 针毛鼠<br><i>Rattus fulvescens</i>        | 栖息于热带、亚热带林区、丘陵地带山地、灌丛及山谷溪流两旁，选择林下灌丛、树根、岩石缝及山区农田等地                 | 东洋种 | 未列入  | LC   | 资料 |
| <b>(十七) 豪猪科 Hystricidae</b>                |                                                                   |     |      |      |    |
| 26. 豪猪<br><i>Hystrix hodgsoni</i>          | 栖息于森林和开阔田野，在堤岸和岩石下挖大的洞穴                                           | 东洋种 | 省级   | LC   | 访问 |
| <b>八、兔形目 LAGOMORPHA</b>                    |                                                                   |     |      |      |    |
| <b>(十八) 兔科 Leporidae</b>                   |                                                                   |     |      |      |    |
| 27. 海南兔<br><i>Lepus hainanus</i>           | 栖息在海南岛西部丘陵平野的灌丛低草坡和滨海地区的旱生性草原中                                    | 东洋种 | 国家Ⅱ级 | NT   | 访问 |

注：分类系统参考《中国哺乳动物多样性（第2版）》，蒋志刚 等，2017 年。

## 附录 3：海南琼中抽水蓄能电站验收阶段调查区主要水生生物名录

## 调查区鱼类名录

| 序号                  | 中文名   | 学名                                 | 环评报告及监测<br>报告（2011） | 黎母山科考<br>（2010）-南渡<br>江水系 | 2019 年 |     |    |
|---------------------|-------|------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------|-----|----|
|                     |       |                                    |                     |                           | 下水库    | 上水库 | 支流 |
| I 鲤形目 CYPRINIFORMES |       |                                    |                     |                           |        |     |    |
| 一、鲤科 Cyprinidae     |       |                                    |                     |                           |        |     |    |
| 1                   | 南方波鱼  | <i>Rasbora steineri</i>            | ⊙                   |                           |        |     | ⊙  |
| 2                   | 海南异𩚰  | <i>Parazacco spilurus</i>          | +                   |                           |        |     |    |
| 3                   | 宽鳍𩚰   | <i>Zacco platypus</i>              | +                   |                           |        |     |    |
| 4                   | 马口鱼   | <i>Opsariichthys bidens</i>        | ⊙                   | ⊙                         | ⊙      | ⊙   |    |
| 5                   | 拟细鲫   | <i>Nicholsicypris normalis</i>     | ⊙                   | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 6                   | 𩚰     | <i>Hemiculter leucisculus</i>      |                     |                           | ⊙      |     | ⊙  |
| 7                   | 海南华鳊  | <i>Sinibrama melrosei</i>          | +                   |                           |        |     |    |
| 8                   | 海南鲃   | <i>Culter recurviceps</i>          | +                   |                           |        |     |    |
| 9                   | 银鲴    | <i>Xenocypris argentea</i>         | ⊙                   |                           |        |     | ⊙  |
| 10                  | 海南黑鳍𩚰 | <i>Sarcohilichthys nigripinnis</i> | +                   |                           |        |     | ⊙  |
| 11                  | 暗斑银𩚰  | <i>Squalidus atromaculatus</i>     | +                   |                           |        |     |    |
| 12                  | 海南𩚰鮠  | <i>Gobiobotia kollerii</i>         | +                   |                           |        |     |    |
| 13                  | 高体𩚰𩚰  | <i>Rhodeus ocellatus</i>           | +                   |                           |        |     | ⊙  |
| 14                  | 疏斑小𩚰  | <i>Puntius paucimaculatus</i>      | ⊙                   |                           |        |     |    |
| 15                  | 条纹小𩚰  | <i>Capoeta semifasciolate</i>      | ⊙                   | ⊙                         |        |     |    |
| 16                  | 光倒刺𩚰  | <i>Spinibarbus hollandi</i>        | ⊙                   |                           |        |     |    |
| 17                  | 厚唇光唇鱼 | <i>Acrossocheilus labiatus</i>     | ⊙                   |                           |        |     |    |
| 18                  | 虹彩光唇鱼 | <i>Acrossocheilus iridescent</i>   | ⊙                   | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 19                  | 细尾白甲鱼 | <i>Onychostoma lepturus</i>        | ⊙                   |                           |        |     |    |
| 20                  | 南方白甲鱼 | <i>Onychostoma gerlachi</i>        | +                   |                           |        |     | ⊙  |
| 21                  | 海南瓣结鱼 | <i>Tor brevifilis</i>              | +                   |                           |        |     |    |

| 序号                            | 中文名   | 学名                                               | 环评报告及监测<br>报告 (2011) | 黎母山科考<br>(2010)-南渡<br>江水系 | 2019 年 |     |    |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|--------|-----|----|
|                               |       |                                                  |                      |                           | 下水库    | 上水库 | 支流 |
| 22                            | 唇鲮    | <i>Semilabeo notabilis</i>                       | ⊙                    |                           |        |     | ⊙  |
| 23                            | 纹唇鱼   | <i>Osteochilus salsburyi</i>                     | +                    |                           | ⊙      |     |    |
| 24                            | 东方墨头鱼 | <i>Garra orientalis</i>                          | +                    |                           |        |     |    |
| 25                            | 墨头鱼   | <i>Garra pingi</i>                               | ⊙                    |                           |        |     |    |
| 26                            | 须鲫    | <i>Carassioides cantonensis</i>                  | +                    |                           |        |     |    |
| 27                            | 鲫     | <i>Carassius auratus</i>                         | ⊙                    |                           | ⊙      |     | ⊙  |
| <b>二、鳅科 Cobitidae</b>         |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| 28                            | 中华花鳅  | <i>Cobitis sinensis</i>                          | ⊙                    | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 29                            | 泥鳅    | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>                | ⊙                    | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 30                            | 横纹南鳅  | <i>Schistura fasciolata</i>                      | +                    | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 31                            | 无斑南鳅  | <i>Schistura incerta</i>                         | ⊙                    | ⊙                         | ⊙      |     | ⊙  |
| 32                            | 琼中拟平鳅 | <i>Liniparhomaloptera disparis qiongzhoensis</i> | +                    | ⊙                         | ⊙      |     | ⊙  |
| 33                            | 广西华平鳅 | <i>Sinohomaloptera kwangsiensis</i>              | +                    |                           |        |     |    |
| <b>II 脂鲤目 CHARACIFORMES</b>   |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| <b>三、无齿脂鲤科 Curimatidae</b>    |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| 34                            | 条纹鲮脂鲤 | <i>Prochilodus lineatus</i>                      | +                    |                           |        |     |    |
| <b>III 鲇形目 SILURIFORMES</b>   |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| <b>四、鲿科 Bagridae</b>          |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| 35                            | 越鲿    | <i>Hemibagrus pluriradiatus</i>                  | +                    |                           |        |     |    |
| <b>五、长臀鲿科 Cranoglanididae</b> |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| 36                            | 海南长臀鲿 | <i>Cranoglanis multiradiatus</i>                 | +                    |                           |        |     |    |
| <b>六、鲇科 Siluridae</b>         |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |
| 37                            | 吉氏隐鳍鲇 | <i>Pterocryptis gilberti</i>                     | +                    |                           |        |     |    |
| 38                            | 鲇     | <i>Silurus asotus</i>                            | +                    | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 39                            | 胡子鲇   | <i>Clarias fuscus</i>                            | ⊙                    | ⊙                         |        |     |    |
| <b>七、鲿科 Sisoridae</b>         |       |                                                  |                      |                           |        |     |    |

| 序号                               | 中文名     | 学名                            | 环评报告及监测<br>报告 (2011) | 黎母山科考<br>(2010)-南渡<br>江水系 | 2019 年 |     |    |
|----------------------------------|---------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|--------|-----|----|
|                                  |         |                               |                      |                           | 下水库    | 上水库 | 支流 |
| 40                               | 海南纹胸鮡   | <i>Glyptothorax fukiensis</i> | +                    |                           |        |     |    |
| <b>IV 鲮形目 CYPRINODONTIFORMES</b> |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| <b>八、胎鲮科 Poeciliidae</b>         |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 41                               | 食蚊鱼     | <i>Gambusia affinis</i>       | ⊙                    |                           |        |     |    |
| <b>V 鲈形目 PERCIFORMES</b>         |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| <b>九、丽鱼科 Cichlidae</b>           |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 42                               | 莫桑比克罗非鱼 | <i>Oreochromis mossambica</i> | ⊙                    |                           | ⊙      |     |    |
| 43                               | 尼罗罗非鱼   | <i>Oreochromis niloticus</i>  | ⊙                    |                           | ⊙      | ⊙   | ⊙  |
| <b>十、塘鳢科 Eleotridae</b>          |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 44                               | 海南细齿塘鳢  | <i>Philypnus chalmersi</i>    | +                    |                           |        |     |    |
| <b>十一、鰕虎鱼科 Gobiidae</b>          |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 45                               | 子陵吻鰕虎鱼  | <i>Rhinogobius giurinus</i>   | +                    | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| 46                               | 溪吻鰕虎鱼   | <i>Rhinogobius duospilus</i>  | +                    | ⊙                         |        |     | ⊙  |
| <b>十二、攀鲈科 Anabantidae</b>        |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 47                               | 攀鲈      | <i>Anabas testudineus</i>     | ⊙                    |                           |        |     |    |
| <b>十三、鱧科 Channidae</b>           |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 48                               | 宽额鱧     | <i>Channa gachua</i>          | ⊙                    |                           | ⊙      |     | ⊙  |
| <b>十四、刺鲃科 Mastacembelidae</b>    |         |                               |                      |                           |        |     |    |
| 49                               | 大刺鲃     | <i>Mastacembelus armatus</i>  |                      |                           | ⊙      |     | ⊙  |

注：“+”为历史文献记录种，“⊙”为各阶段调查到的物种，“◎”为访问调查的物种

调查区淡水龟类名录

| 序 号 | 种 类                                  |
|-----|--------------------------------------|
| 一   | 平胸龟科 <i>Platysternidae</i>           |
| 1   | 平胸龟 <i>Platysternon megacephalum</i> |
| 二   | 淡水龟科 <i>Bataguridae</i>              |
| 2   | 三线闭壳龟 <i>Cuora trifasciata</i>       |
| 3   | 中华花龟 <i>Ocadia sinensis</i>          |
| 4   | 四眼斑水龟 <i>Sacalia quadriocellata</i>  |
| 5   | 锯缘摄龟 <i>Pyxidea mouhotii</i>         |
| 6   | 黄额闭壳龟 <i>Cuora galbinifrons</i>      |
| 7   | 黄喉拟水龟 <i>M mutica</i>                |

调查区浮游植物名录

| 中文名           | 拉丁名                          | 上水库 | 下水库 | 烂田河 | 槟榔沟 | 黎田河 |
|---------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>I 蓝藻门</b>  | <b>Cyanophyta</b>            |     |     |     |     |     |
| 1. 色球藻        | <i>Chroococcus</i> sp.       |     |     | +   |     |     |
| 2. 水华微囊藻      | <i>Microcystis flosaquae</i> | +   | +   |     |     |     |
| 3. 颤藻         | <i>Oscillatoria</i> sp.      | +   | +   | +   | +   | +   |
| 4. 席藻         | <i>Phormidium</i> sp.        | +   |     | +   |     | +   |
| <b>II 硅藻门</b> | <b>Bacillariophyta</b>       |     |     |     |     |     |
| 5. 颗粒直链藻      | <i>Melosira granulata</i>    |     | +   | +   |     | +   |
| 6. 普通等片藻      | <i>Diatoma vulgare</i>       | +   | +   | +   | +   | +   |
| 7. 长等片藻       | <i>Diatom elongatum</i>      |     |     | +   |     | +   |
| 8. 曲壳藻        | <i>Achnanthes</i> sp.        | +   | +   | +   |     |     |
| 9. 卵形藻        | <i>Cocconeis</i> sp.         |     | +   |     |     |     |
| 10. 肘状针杆藻     | <i>Synedra ulna</i>          | +   |     | +   | +   | +   |
| 11. 近缘针杆藻     | <i>Synedra affinis</i>       | +   | +   | +   |     |     |
| 12. 钝脆杆藻      | <i>Fragilaria capucina</i>   |     |     |     |     | +   |
| 13. 中型脆杆藻     | <i>Fragilaria intermedia</i> |     | +   | +   |     | +   |
| 14. 舟形藻       | <i>Navicula</i> sp.          |     | +   |     | +   | +   |
| 15. 偏肿桥弯藻     | <i>Cymbella tumida</i>       | +   |     | +   |     |     |
| 16. 膨胀桥弯藻     | <i>Cymbella pusilla</i>      |     | +   |     |     | +   |
| 17. 近缘桥弯藻     | <i>Cymbella affinis</i>      |     | +   |     |     | +   |
| 18. 菱形藻       | <i>Nitzschia</i> sp.         |     | +   | +   |     | +   |
| 19. 谷皮菱形藻     | <i>Nitzschia palea</i>       |     | +   |     |     |     |
| 20. 粗壮双菱藻     | <i>Surirella robusta</i>     |     |     | +   | +   | +   |
| 21. 美丽双菱藻     | <i>Surirella elegans</i>     | +   |     |     | +   |     |

| 中文名       | 拉丁名                             | 上水库 | 下水库 | 烂田河 | 槟榔沟 | 黎田河 |
|-----------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 22. 异极藻   | <i>Gomphonema</i> sp.           |     |     | +   |     | +   |
| 23. 缢缩异极藻 | <i>Gomphonema constrictum</i>   |     | +   | +   | +   | +   |
| 24. 纤细异极藻 | <i>Gomphonema</i>               |     | +   | +   |     |     |
| 25. 双头幅节藻 | <i>Stauroneis anceps</i>        |     |     | +   |     | +   |
| 26. 双尖菱板藻 | <i>Hantzschia amphioxys</i>     |     |     | +   |     | +   |
| 27. 双壁藻   | <i>Diploneis</i> sp.            |     |     |     | +   |     |
| III 绿藻门   | <b>Chlorophyta</b>              |     |     |     |     |     |
| 28. 衣藻    | <i>Chlamydomonas</i> sp.        |     | +   |     |     |     |
| 29. 小球藻   | <i>Chlorella</i> sp.            |     | +   |     | +   |     |
| 30. 二角盘星藻 | <i>Pediastrum</i>               | +   | +   |     |     |     |
| 31. 丝藻    | <i>Ulothrix</i> sp.             | +   |     | +   | +   | +   |
| 32. 空球藻   | <i>Eudorina elegans</i>         | +   | +   |     |     |     |
| 33. 针丝藻   | <i>Raphidonema</i> sp.          |     | +   | +   | +   | +   |
| 34. 实球藻   | <i>Pandorina</i> sp.            |     |     | +   |     | +   |
| 35. 肾形藻   | <i>Nephrocytium</i> sp.         | +   | +   |     |     |     |
| 36. 鼓藻    | <i>Cosmarium</i> sp.            |     | +   |     |     |     |
| 37. 方鼓藻   | <i>Cosmarium quadrum</i>        |     | +   | +   |     |     |
| 38. 美丽鼓藻  | <i>Cosmarium formosulum</i>     |     | +   | +   |     | +   |
| 39. 微星鼓藻  | <i>Micraterias</i> sp.          |     |     | +   |     |     |
| 40. 角星鼓藻  | <i>Staurodesmus</i> sp.         | +   |     |     |     |     |
| 41. 四尾栅藻  | <i>Scenedesmus quadricauda</i>  | +   | +   | +   | +   | +   |
| 42. 新月藻   | <i>Closterium</i> sp.           | +   | +   | +   |     | +   |
| 43. 直角十字藻 | <i>Crucigenia rectangularis</i> | +   |     |     |     |     |
| 44. 纤维藻   | <i>Ankistrodesmus</i> sp.       | +   | +   | +   | +   | +   |

| 中文名      | 拉丁名                      | 上水库 | 下水库 | 烂田河 | 槟榔沟 | 黎田河 |
|----------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 45. 水绵   | <i>Spirogyra</i> sp.     |     |     | +   | +   | +   |
| 46. 小桩藻  | <i>Characium</i> sp.     | +   |     |     |     |     |
| IV 隐藻门   | <b>Cryptophyta</b>       |     |     |     |     |     |
| 47. 卵形隐藻 | <i>Cryptomonas ovata</i> | +   |     |     |     |     |
| V 黄藻门    | <b>Xanthophyta</b>       |     |     |     |     |     |
| 48. 黄丝藻  | <i>Tribonema</i> sp.     | +   |     |     |     | +   |
| VI 金藻门   | <b>Chrysophyta</b>       |     |     |     |     |     |
| 49. 锥囊藻  | <i>Dinobryon</i> sp.     | +   | +   | +   |     |     |

注：“+”表示在调查点位出现，下同。

调查区浮游动物名录

| 中文名            | 拉丁名                            | 上水库 | 下水库 | 烂田河 | 槟榔沟 | 黎田河 |
|----------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>I 原生动物</b>  | <b>Protozoa</b>                |     |     |     |     |     |
| 1. 表壳虫         | <i>Arcella sp.</i>             | +   | +   | +   | +   | +   |
| 2. 褐砂壳虫        | <i>Diffugia avellana</i>       | +   | +   | +   | +   |     |
| 3. 瓶砂壳虫        | <i>Diffugia urceolata</i>      | +   | +   | +   |     | +   |
| 4. 冠砂壳虫        | <i>Diffugia corona</i>         |     |     | +   | +   |     |
| 5. 拟铃虫         | <i>Tintinnopsis sp.</i>        | +   |     |     |     |     |
| 6. 匣壳虫         | <i>Centorpyxis sp.</i>         |     |     | +   | +   |     |
| <b>II 轮虫类</b>  | <b>Rotatoria</b>               |     |     |     |     |     |
| 7. 盘状鞍甲轮虫      | <i>Lepadella patella</i>       |     |     | +   | +   | +   |
| 8. 角突臂尾轮虫      | <i>Brachionus angularis</i>    | +   |     |     |     |     |
| 9. 剪形臂尾轮虫      | <i>Brachionus forficula</i>    | +   | +   |     |     |     |
| 10. 螺形龟甲轮虫     | <i>Keratella cochlearis</i>    | +   | +   |     |     |     |
| 11. 圆筒异尾轮虫     | <i>Trichocerca cylindrical</i> | +   |     |     |     |     |
| 12. 广布多肢轮虫     | <i>Polyarthra vnlgaris</i>     | +   | +   |     |     |     |
| 13. 奇异六腕轮虫     | <i>Hexarthra mira</i>          | +   | +   |     |     |     |
| 14. 蹄形腔轮虫      | <i>Lecane unguolata</i>        |     |     | +   | +   | +   |
| 15. 爪趾单趾轮虫     | <i>Monostyla unguitata</i>     |     |     | +   | +   | +   |
| <b>III 枝角类</b> | <b>Cladocera</b>               |     |     |     |     |     |
| 16. 长额象鼻蚤      | <i>Bosmina longirostris</i>    | +   | +   |     |     |     |
| <b>IV 桡足类</b>  | <b>Copepoda</b>                |     |     |     |     |     |
| 17. 无节幼体       | Nauplius                       | +   | +   |     | +   | +   |
| 18. 新镖水蚤       | <i>Neodiaptomus sp.</i>        | +   | +   |     |     |     |
| 19. 跨立小剑水蚤     | <i>Microcyclops varicans</i>   | +   | +   | +   |     | +   |
| 20. 广布中剑水蚤     | <i>Mesocyclops teuckarti</i>   | +   | +   |     |     |     |
| 21. 温剑水蚤       | <i>Thermocyclops sp.</i>       | +   | +   |     |     |     |

调查区底栖动物名录

| 序 号 | 种类                                     | 上水库 | 下水库 | 烂田河 | 槟榔沟 | 黎田河 |
|-----|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一   | 环节动物门 ANNELIDA                         |     |     |     |     |     |
| (一) | 寡毛类 OLIGOCHAETA                        |     |     |     |     |     |
| 1   | 霍甫水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>  |     |     | +   |     | +   |
| 2   | 中华颤蚓 <i>Tubifex sinicus</i>            |     |     |     | +   | +   |
| 3   | 苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiurus sowrbyi</i>       |     | +   | +   |     | +   |
| 4   | 淡水单孔蚓 <i>Monopylephorus limosus</i>    |     |     |     | +   |     |
| 二   | 节肢动物门 ANTHROPODINSECTA                 |     |     |     |     |     |
| (二) | 昆虫类 CRUSTACEA                          |     |     |     |     |     |
| 5   | 小蜉 <i>Ephem erella</i>                 |     |     | +   |     | +   |
| 6   | 细蜉 <i>Caenis</i> sp.                   |     | +   | +   |     | +   |
| 7   | 二翼蜉 <i>Cloeon dipterum</i>             |     |     |     | +   |     |
| 8   | 扁蜉 <i>Ecdyru</i> sp.                   |     | +   | +   | +   | +   |
| (三) | 甲壳类 CRUSTACE                           |     |     |     |     |     |
| 9   | 米虾 <i>Caridina</i> sp.                 |     | +   | +   |     |     |
| 10  | 沼虾 <i>Macrobrachium</i> sp.            |     | +   | +   | +   | +   |
| 11  | 海南溪蟹 <i>Hainanopotamon</i> sp.         |     | +   | +   | +   | +   |
| 三   | 软体动物门 MOLLUSCA                         |     |     |     |     |     |
| (四) | 腹足类 GASTROPODA                         |     |     |     |     |     |
| 12  | 方格短沟蜷 <i>Semisulcospira cancellata</i> |     |     |     | +   |     |
| 13  | 放逸短沟蜷 <i>Semisulcospira libertina</i>  |     |     |     | +   | +   |
| 14  | 中国圆田螺 <i>Cipangopaludina chinensis</i> |     |     | +   |     | +   |
| 15  | 福寿螺 <i>Pomacea canaliculata</i>        |     |     |     |     | +   |
| 16  | 梨形环棱螺 <i>Bellamya purificata</i>       |     | +   | +   | +   | +   |
| (五) | 瓣鳃类 LAMELLIBRANCHIA                    |     |     |     |     |     |
| 17  | 背角无齿蚌 <i>Anodonta woodiana</i>         |     |     |     |     | +   |

调查区水生维管束植物名录

| 序号  | 种 类                                 |
|-----|-------------------------------------|
| 一、  | 天南星科 <b>Araceae</b>                 |
| 1.  | 石菖蒲 <i>Acorus gramineus</i>         |
| 二、  | 水鳖科 <b>Hydrocharitaceae</b>         |
| 2.  | 轮叶黑藻 <i>Hydrilla verticillata</i>   |
| 3.  | 亚洲苦草 <i>Vallisneria asiatica</i>    |
| 三、  | 禾本科 <b>Gramineae</b>                |
| 4.  | 光头稗草 <i>Echinochloa colonum</i>     |
| 四、  | 鸭跖草科 <b>Commelinaceae</b>           |
| 5.  | 水竹叶 <i>Murdannia triquetra</i>      |
| 五、  | 莎草科 <b>Cyperaceae</b>               |
| 6.  | 两歧飘拂草 <i>Fimbristylis dichotoma</i> |
| 7.  | 牛毛毡 <i>Eleocharis yokoscensis</i>   |
| 8.  | 猪毛草 <i>Scipuswallichii</i>          |
| 9.  | 水莎草 <i>Juncellus serotinus</i>      |
| 10. | 哇畔莎草 <i>Cyperus haspan</i>          |
| 六、  | 沟繁缕科 <b>Elatinaceae</b>             |
| 11. | 沟繁缕 <i>Elatine triandra</i>         |
| 七、  | 千屈菜科 <b>Lythraceae</b>              |
| 12. | 耳基水苳 <i>Ammannia auriculata</i>     |
| 13. | 节节菜 <i>Rotala indica</i>            |
| 八、  | 柳叶菜科 <b>Onagraceae</b>              |
| 14. | 草龙 <i>Jussiaea linifolia</i>        |
| 15. | 水龙 <i>Jussiaea repens</i>           |