

深圳抽水蓄能电站 水土保持监测总结报告



建设单位：深圳蓄能发电有限公司

监测单位：珠江流域水土保持监测中心站

2019年6月



项目名称：深圳抽水蓄能电站水土保持监测

监测单位：珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站

批准：金平伟（副主任、高工）

核定：姜学兵（科长）

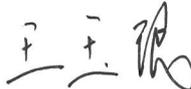
审查：黄俊（高工）

校核：向家平（工程师）

项目负责人：李 乐 

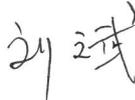
技术负责人：黄 俊（高工）

报告编写：李 乐（工程师）（编写前言、第3、4、5、6章）

王玉琅（工程师）（编写第2、8章）

林丽萍（助理工程师）（编写第1、7章）

主要参加：寇馨月（工程师）

刘 斌（工程师）

徐 舟（工程师）

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 建设项目概况	3
1.1.1 地理位置	3
1.1.2 主要技术经济指标	3
1.1.3 项目投资	4
1.1.4 项目组成及布置	4
1.1.5 施工组织及工期	7
1.1.6 土石方情况	8
1.1.7 征占地情况	10
1.1.8 移民安置和专项设施改（迁）建	10
1.1.9 项目区概况	10
1.2 水土保持工作概况	12
1.3 监测工作实施概况	14
1.3.1 监测实施方案执行情况	14
1.3.2 监测工作组设置	16
1.3.3 监测点布设	18
1.3.4 监测设备配备	21
1.3.5 监测技术方法	22
1.3.6 监测成果提交情况	26
1.3.7 配合监督检查	27
2 监测内容和方法	36
2.1 监测依据	36
2.1.1 法律法规	36
2.1.2 部委规章	36

2.1.3 规范性文件	37
2.1.4 技术标准	39
2.1.5 技术资料及其批复文件	40
2.2 扰动土地情况	40
2.3 取料弃渣情况	41
2.4 水土保持措施	42
2.5 水土流失情况	43
3 重点对象水土流失动态监测	45
3.1 防治责任范围监测	45
3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围	45
3.1.2 实际发生的防治责任范围	46
3.1.3 变化原因分析	46
3.2 建设期扰动土地面积	48
3.2.1 建设期扰动土地面积	48
3.2.2 扰动土地动态变化情况	49
3.2 取料监测结果	51
3.2.1 设计取料场情况	51
3.2.2 取料监测结果	51
3.2.3 取料对比分析	51
3.3 弃渣监测结果	51
3.3.1 设计弃渣情况	52
3.3.2 弃渣场监测结果	52
3.3.3 弃渣对比分析	52
4 水土保持措施监测结果	53

4.1	工程措施监测结果.....	74
4.2	植物措施监测结果.....	76
4.3	临时防治措施监测结果.....	79
4.4	水土保持措施防治效果.....	82
5	土壤流失情况监测.....	84
5.1	水土流失面积.....	84
5.2	土壤流失量.....	84
5.2.1	背景值水土流失量.....	84
5.2.2	土壤侵蚀模数确定的主要依据.....	85
5.2.3	水土流失量监测结果.....	86
5.3	取料、弃渣潜在土壤流失量.....	89
5.4	水土流失危害.....	89
6	水土流失防治效果监测结果.....	90
6.1	扰动土地整治率.....	90
6.2	水土流失总治理度.....	90
6.3	拦渣率.....	90
6.4	土壤流失控制比.....	90
6.5	林草植被恢复率.....	91
6.6	林草覆盖率.....	91
6.7	防治目标完成情况.....	93
7	结论.....	94
7.1	水土流失动态变化.....	94

7.2	水土保持措施评价.....	95
7.2.1	水土保持工程措施评价.....	95
7.2.2	水土保持植物措施评价.....	95
7.2.3	水土保持临时措施评价.....	96
7.3	存在问题及建议.....	96
7.4	综合结论.....	96
8	附图及有关资料.....	98
8.1	附图.....	98
8.2	有关资料.....	98
附表 1	1#监测点数据表.....	105
附表 2	2#监测点数据表.....	107
附表 3	3#监测点数据表.....	108
附表 4	4#监测点数据表.....	109
附表 5	5#监测点数据表.....	110
附表 6	6#监测点数据表.....	111
附表 7	1#径流小区监测点记录表.....	112
附表 8	2#径流小区监测点记录表.....	113
附表 9	3#径流小区监测点记录表.....	114
附表 10	4#植径流小区记录表.....	115
附表 11	5#径流小区观测记录表.....	116
附表 12	植被样方记录表.....	117
附表 13	植被样方记录表.....	118

前 言

深圳抽水蓄能电站（下称“本工程”）站址位于深圳市横岗镇以东 4km，大鹏湾北边盐田区西北约 4km，深圳市东部盐田区和龙岗区交界处。上库库区小三洲位于深圳海湾水系的盐田河支流上、高程 500m 的山谷台地中，行政隶属盐田区，深圳市多条河流的发源地和分水岭，集中于此。下库铜锣径水库位于横岗镇筒龙村东面沟谷中，系东江水系的龙岗河上游，行政隶属龙岗区，处于三洲田水库的下游，属已建水库，是横岗镇的水源水库。

本工程建设安装 4 台单机 300MW 水泵水轮发电机，总装机容量 1200MW。电站枢纽工程由上水库、下水库、输水系统、地下厂房洞室群及开关站等部分组成：上水库枢纽包括 1 座主坝、5 座副坝、库周防渗处理和环库公路等；下水库枢纽包括 1 座主坝和 3 座副坝、溢洪道、输水（放空）洞、库周防渗、库岸稳定处理、坝顶连接公路及深圳供水网络干线横岗调蓄工程输水支线铜锣径水库取水口改造等；水道系统建筑物包括上库进出水口、下库进出水口、上库闸门井、下库闸门井、输水隧洞、上游调压井、尾水调压井及尾调通气洞等；厂房系统由地下主副厂房、主变洞、母线洞、尾水闸门室、高压电缆洞、交通洞、通风洞、排水廊道、探洞排水工程和地面开关站等建筑物组成。

本工程由深圳蓄能发电有限公司负责建设，工程概算动态总投资 58.10 亿元，静态总投资 47.06 亿元。主体工程于 2011 年 12 月 10 日正式开工，2018 年 9 月 25 日工程 4 台机组全部投入运行，总工期 82 个月。

根据水土保持方案及其批复文件，本工程总占地面积 263.55hm²，防治责任范围为 301.09hm²，其中建设区 263.55hm²，直接影响区 37.54hm²。土石方开挖总量 436.90 万 m³，弃方 163.05 万 m³。项目水土流失防治目标为：扰动土地整治率

为 99%，水土流失总治理度为 98%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率为 98%，林草植被恢复率为 98%，林草覆盖率为 31.5%。

深圳蓄能发电有限公司依法编报了水土保持方案，主体工程设计单位根据水土保持方案，对主体工程进行优化设计，做到了水土保持工程同时设计。工程施工过程中，基本按照设计的水土保持方案及水土保持规范开展水土保持工作，并委托水土保持监测单位开展水土保持监测工作，对监测单位提出的整改建议进行落实，能主动接受水行政主管部门的监督检查，较好的履行了水土流失防治责任。

项目建设期间，深圳蓄能发电有限公司按照批复的水土保持方案及相关规范，结合工程在建设过程中的具体情况，布设了较为完善的水土保持措施，使工程在建设过程中的水土流失降到最低。施工结束后对扰动区域采取固化硬化、绿化等防治措施。在各防治分区采取的水土保持措施施工进度及施工量总体适宜工程建设区域水土保持的需要，水土保持工程布局基本合理。通过对本项目水土保持监测成果分析，工程实现了控制和减少水土流失、恢复和改善生态环境的目的。工程实际总占地面积 215.09hm²，水土流失防治责任范围 215.09hm²，较批复的水土流失防治责任范围减少了 86hm²。工程建设期间挖方总量 286.62 万 m³，其中土方 158.60 万 m³，石方 128.02 万 m³；填方总量 221.99 万 m³，其中土方 155.83 万 m³，石方 66.16 万 m³；产生弃方 64.63 万 m³，其中永久弃渣 2.78 万 m³，全部集中弃置在弃渣场内；破碎利用开挖石料 61.85 万 m³。水土流失防治六项指标均达到水土保持方案确定的防治目标值：扰动土地整治率为 99.6%，水土流失总治理度为 98.8%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率达 98.0%，林草植被恢复率 98.6%，林草覆盖率 32.2%。

根据工程实际进度，深圳蓄能发电有限公司于2011年9月委托珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站（以下称“我站”）承担本工程上下库连接道路的

水土保持监测工作，后又于2012年3月委托我站承担主体工程的水土保持监测工作。

接受委托后，我站成立分工明确、管理制度完善、质量控制程序规范、成果审核严格的水土保持监测工作组，在分析、研究内业资料和详细调查工程现场的基础上，分别于2011年9月编制完成了《深圳抽水蓄能电站上下库连接道路工程水土保持监测实施方案》、2012年5月编制完成了《深圳抽水蓄能电站工程水土保持监测实施方案》，作为指导本工程水土保持监测工作的基础性文件。

监测期内，我站监测工作组采用调查监测、地面观测和无人机航测相结合的方法，对本项目施工过程中扰动土地情况、取土（石、料）弃土（石渣）情况、水土流失情况、水土保持措施实施情况等进行水土保持监测，共计开展了 34 个季度的监测，先后共布设 13 个监测点，共完成监测实施方案 2 期，水土保持监测月报 29 期，水土保持监测季报 27 期，水土保持监测年报 4 期、植被恢复期（2018 年）监测专题报告 1 期。在实行常规地面监测的同时，我站利用遥感无人机等先进技术手段对项目区重点部位进行遥感监测，获取项目区整体扰动土地与整治情况、水土保持措施实施布局情况、取弃土场使用及复耕整治情况等水土保持专题信息。协助参与建设单位环水保管理制度的制定，先后多次参与珠江水利委员会、广东省水利厅等各级水行政主管部门的水土保持监督检查会议。

2019 年 3 月，深圳蓄能发电有限公司召开了本项目水土保持设施竣工验收工作布置会，安排部署了本项目水土保持设施竣工验收的准备工作，倒排各参建单位总结、提交相关工作报告的时间节点。2019 年 4 月，在完成本工程水土保持监测数据、现场监测记录、历次监督检查意见以及无人机遥感影像等资料的分析整理的基础上，我站开始编写本工程的水土保持监测总结报告。2019 年 5 月，为进一步掌握验收前项目区扰动土地整治情况、水土流失治理情况、土壤流失控制情

况、拦渣情况、林草植被恢复情况以及林草覆盖情况，筛查项目区水土流失防治工作的薄弱区域，我站技术人员深入工程现场，对工程现场开展全面的水土保持监测，通过全面评价本项目水土保持措施落实情况及其水土保持效益，对现场存在的遗留问题提出了整改建议。2019年6月，对此前提出的整改建议进行现场复核，在此基础上，我站编写完成了《深圳抽水蓄能电站水土保持监测总结报告》。

我站在开展水土保持监测工作的过程中，得到了水利部珠江水利委员会、广东省水利厅、深圳市水务局、盐田区环境保护和水务局、龙岗区环境保护和水利局以及深圳蓄能发电有限公司等单位的大力支持和协助，在此谨表谢意！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称	深圳抽水蓄能电站			
建设规模	深圳抽水蓄能电站总装机容量1200MW。工程等别为一等，工程规模为大（1）型。	建设单位联系人	刘权/18707556061	
		建设地点	广东省深圳市	
		所属流域	珠江流域	
		工程总投资	58.10 亿元	
		工程总工期	82 个月（2011 年 12 月~2018 年 9 月）	
水土保持监测指标				
监测单位	珠江水利委员会 珠江流域水土保持监测中心站		联系人及电话	李乐/15013101819
自然地理类型	南方红壤丘陵区		防治标准	一级
监测内容	监测指标	监测方法（设施）	监测指标	监测方法（设施）
	1.水土流失状况监测	地面监测、调查监测、遥感监测	2.防治责任范围监测	地面监测、调查监测、遥感监测
	3.水土保持措施情况监测	地面监测、调查监测、遥感监测	4.防治措施效果监测	地面监测、调查监测、遥感监测
	5.水土流失危害监测	地面监测、调查监测、遥感监测	水土流失背景值	500t/km ² ·a
方案设计防治责任范围		301.09hm ²	土壤容许流失量	500t/km ² ·a
水土保持投资		6917.96 万元	水土流失目标值	500 t/km ² ·a
防治措施	防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
	库坝建设区	排水沟土方开挖 21775m ³ ；M7.5 浆砌石截排水沟 7210m ³ ；混凝土护坡、排水沟 2563m ³ ；排水管 2684m；护坡沟槽开挖 1074m ³ ；护坡砼浇筑（喷射）1778m ³ ；边坡打锚杆、土钉 2326 根；边坡排水 888m；干砌石护坡 17859m ³ ；表土剥离与回填 35.50hm ²	铺种草皮护坡 138553m ² ；坝坡植铺草皮 47828m ² ；撒播种草护坡 11185m ² ；喷播植草护坡 7920m ² ；三维网植草护坡 11167m ² ；客土喷播植草护坡 6000m ² ；栽植地被护坡 1642m ² ；栽植乔木 132 株；栽植灌木 24416 株	尼龙土袋围 4920m ³ ；薄膜覆盖 96770m ² ；排水沟 40700m
	施工生产生活区	浆砌石排水沟 2680m ³ ；表土剥离与回填 4.32 hm ²	撒播草籽 7.16hm ²	编织袋土方填筑 5576 m ³ ； 编织袋围堰拆除 5576
	弃渣场区	M5.0 浆砌石衬砌 1169m ³ ；沉沙池 1 座；表土剥离与回填 1.45hm ²	撒播草籽 1.21hm ²	
	公路建设区	排水沟土方开挖 51967m ³ ；M7.5 浆砌石 44400m ³ ；砼排水沟 472m；锚杆、土钉 1484 根；表土剥离与回填 33.58hm ²	种草护坡 20925m ² ；铺草皮护坡 69557m ² ；三维网植草护坡 64228m ² ；客土喷播植草护坡 14742m ² ；U 型钉挂双层镀锌网喷播植草 21044m ² ；喷混植生	临时排水沟 9793m； 薄膜覆盖 15.76hm ²

					2060m ² ; 全面整地 33.23hm ² ; 栽植乔木 20817 株; 栽植灌木 53266 株; 栽植攀缘植物 (藤本)2304 株; 栽植色带 2994m ² ; 铺植草皮 58284m ² ; 喷混植草 2710m ² ; 撒播草籽 27.10hm ²				
监测 结论	分类分级指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
	扰动土地整治率	99	99.6	防治措施面积	45.64hm ²	永久建筑及硬化面积	83.01hm ²	扰动土地总面积	129.22hm ²
	水土流失总治理度	98	98.8	防治责任范围面积		129.22hm ²	水土流失总面积	46.21hm ²	
	土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积		4.06hm ²	容许土壤流失量	500 t/km ² ·a	
	林草植被覆盖率	98	98.6	植物措施面积		41.58hm ²	监测土壤流失量	500 t/km ² ·a	
	林草植被恢复率	31.5	32.2	可恢复林草植被面积		42.15hm ²	林草类植被面积	41.58hm ²	
	拦渣率	98	98	实际拦挡弃土 (石、渣) 量		2.78 万 m ³	总弃土 (石、渣) 量	2.78 万 m ³	
	水土保持治理达标评价	扰动土地整治率为 99.6%，水土流失总治理度为 98.8%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率达 98.0%，林草植被恢复率 98.6%，林草覆盖率 32.2%，均达到方案目标值。							
总体结论	本项目水土保持措施已实施且运行稳定，水土保持效果显著；水土保持六项指标均基本达到水保方案目标值，水保方案得到切实、有效的落实。监测结果表明该工程已达到水土保持验收标准，建议建设单位申请进行水土保持专项验收。								
主要建议	建议建设单位今后继续重视水土保持工作，加强水土保持设施运行期的管理维护和林草抚育，保证水土保持设施的正常运行，更好的保证主体工程安全运行。								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 地理位置

深圳抽水蓄能电站站址位于深圳市横岗镇以东 4km, 大鹏湾北边盐田区西北约 4km, 深圳市东部盐田区和龙岗区交界处。上库库区小三洲位于深圳海湾水系的盐田河支流上、高程 500m 的山谷台地中, 行政隶属盐田区, 深圳市多条河流的发源地和分水岭, 集中于此。下库铜锣径水库位于横岗镇筒龙村东面沟谷中, 系东江水系的龙岗河上游, 行政隶属龙岗区, 处于三洲田水库的下游, 属已建水库, 是横岗镇的水源水库。工程地理位置图详见附图 1。

1.1.2 主要技术经济指标

建设性质: 新建。

工程规模与等级: 深圳抽水蓄能电站总装机容量 1200MW。工程等别为一等, 工程规模为大 (1) 型。

主要经济指标: 工程概算动态总投资 58.10 亿元, 单位千瓦动态投资 4842 元/kW。概算静态投资 47.06 亿元, 单位千瓦静态投资 3922 元/kW。

建设主管单位: 中国南方电网有限责任公司调峰调频发电公司。

建设单位: 深圳蓄能发电有限公司。

主体工程设计单位: 广东省水利电力勘测设计研究院。

水土保持方案编制单位: 广东省水利电力勘测设计研究院。

水土保持设施主要施工单位: 中国葛洲坝集团股份有限公司(水道厂房 I 标)、

中国水利水电第十四工程局有限公司（水道厂房 II 标）、中国水利水电第一工程局有限公司（水道厂房 III 标）、中国水利水电第八工程局有限公司（上水库）、深圳市水务工程建设管理中心（下水库）、广东水电二局股份有限公司（永久公路 I 标）、武警水电第三总队（永久公路 II 标）等。

监理单位：浙江华东工程咨询有限公司（主体工程监理）、中国水电水利建设工程咨询有限公司（环保、水保监理）。

水土保持监测单位：珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站。

1.1.3 项目投资

工程概算动态总投资 58.10 亿元，静态总投资 47.06 亿元。工程投资全部由建设单位自筹。

1.1.4 项目组成及布置

(1) 上水库

上水库位于盐田区北面的小三洲盆地内。上库正常蓄水位 526.81m，死水位 502.0m，工作水深 24.81m，水库调节库容 825.24 万 m³。上水库由 6 座大坝及库岸围合而成，分别为主坝和 1#~5#副坝。根据坝型比较的结果，上水库主坝及 4#副坝采用碾压混凝土重力坝，其余各副坝均采用风化土心墙石渣坝。坝顶高程 528.6m，防浪墙顶高程 529.80m，坝顶宽 7m。上水库主坝坝顶长 335m，最大坝高 55m。

(2) 下水库

下水库利用已建的铜锣径水库进行扩容改建，扩建后正常蓄水位为 80.0m，死水位 60.0m，工作水头 20m，调节库容 1625.24 万 m³。主要建筑物有 4 座大坝、

溢洪道及放空底孔等，4座大坝分别为主坝和1#~3#副坝，坝型皆为风化土心墙石渣坝，坝顶高程为85.4m，防浪墙顶高程86.6m，坝顶宽7m。下水库主坝线位于原铜锣径水库旧主坝下游，坝顶长435m，最大坝高为50m。主坝左岸修建开敞式溢洪道，堰顶高程为80m。。

(3) 输水系统

引水系统：厂房上游段为引水系统，包括上库进出水口、上库闸门井、引水隧洞、上竖井、中平洞、下斜井、下平洞、高压岔管、高压钢支管。

尾水系统：厂房下游段为尾水系统，包括尾水钢支管、尾水砼支管、尾水岔管、尾水调压井、尾调通气洞、尾水隧洞、下库闸门井及下库进出水口。

输水系统除高压支管和部分尾水支管为钢板衬砌外，其余均为钢筋砼衬砌。

输水系统全长4850m。

(4) 厂房系统

厂房系统由地下主副厂房、安装间、主变洞、母线洞、尾水闸门室、高压电缆洞、交通洞、通风洞、尾闸运输洞、排水廊道等地下洞室群和地面开关站组成。开关站布置在地下厂房下游方向，距主变洞水平距离400m左右的一块较平缓山坡上，场地高程230m，平面尺寸87m×45m（长×宽）。场内设GIS楼、户外设备支架和出线构架等。

(5) 永久公路

场内永久公路的功能是连通电站枢纽区各地面建筑物，永久公路总长度为20.04km，其中新建道路长约18.668km，改建及利用现有道路为1.372km。交通洞支线公路按三级公路设计，路面宽6.5m，路基宽8.7m；其余场内永久公路按四级公路设计，设两车道，路面宽6m，路基宽7m~8.2m；路面结构采用厚0.25m水泥砼路面。

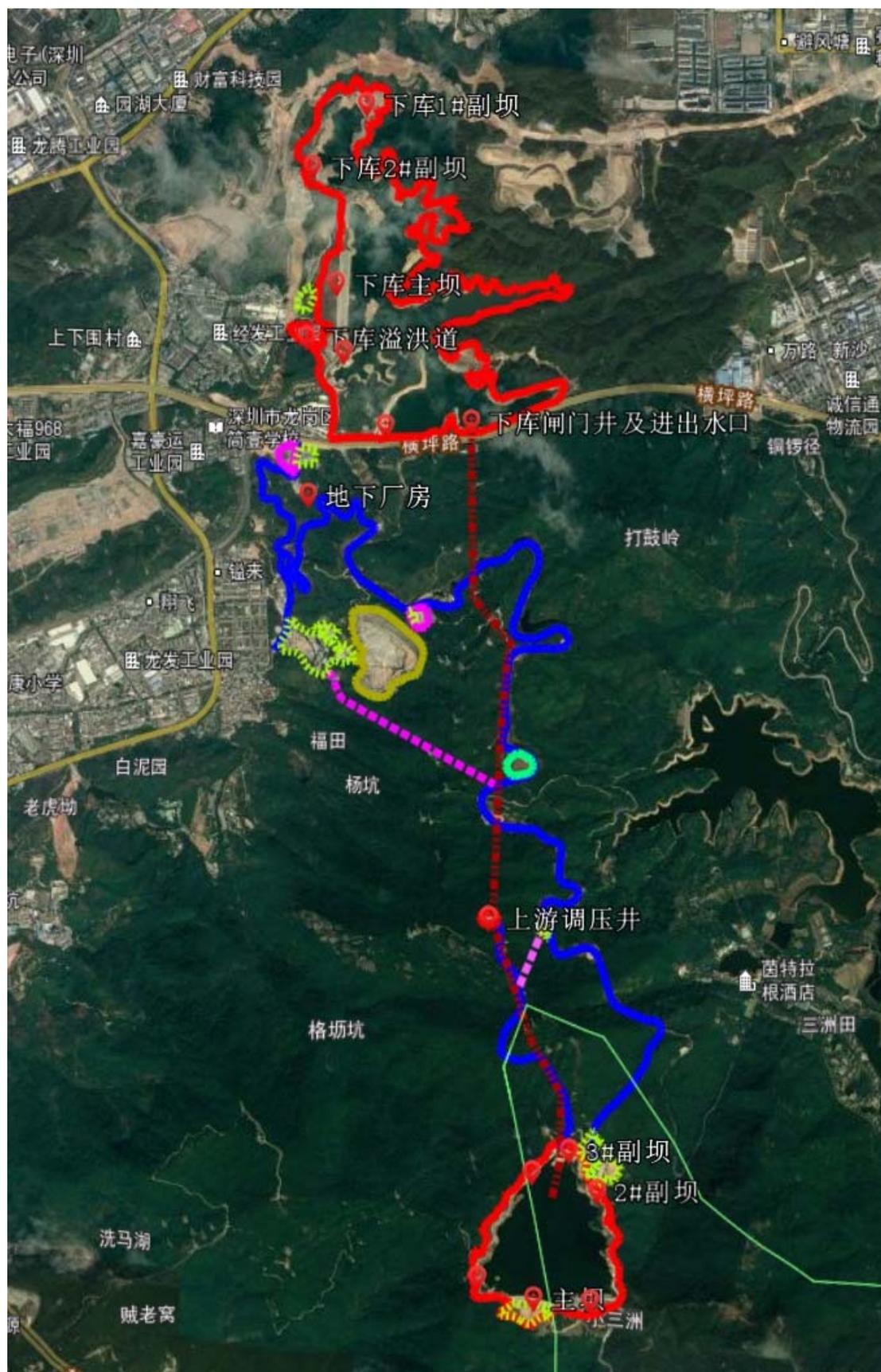


图 1-1 工程平面布置示意图

1.1.5 施工组织及工期

(1) 施工营地

工程建设前期，建设单位营地租用项目区西侧工业园办公楼办公，工程管理部建成后，建设单位搬至新办公楼办公。施工单位根据各自标段施工位置，因地制宜布置各自施工营地及其他施工临时设施。

(2) 料场

工程所需的土石料大部分利用地下厂房、隧道及地下输水管道的开挖料，开挖料运至骨料筛分系统进行处理。处理后的骨料临时堆置于大地采石场形成的空地内。

(3) 弃渣场

工程建设期间共产生弃渣 2.78 万 m³，全部集中弃置在弃渣场内，弃渣场占地面积 1.45hm²。弃渣场特性详见表 1-1。

表 1-1 弃渣场特性表

序号	弃渣场名称	弃方量 (万m ³)	占地面积 (hm ²)	平均堆高 (m)	最大堆高 (m)	备注
1	弃渣场	2.78	1.45	1.92	3.50	沟道型弃渣场

(4) 施工临时道路

①上库施工公路

包括新建至进出水口工作面施工道路，新建至各主副坝坝顶、坝底及分级上坝施工道路，新建场内各施工辅助企业、仓库及生活区之间道路，新建至雷管、炸药库的施工公路，新建导流工程施工公路，新建至土石料转运场施工公路，新建至进出水口工作面施工道路等。道路平均宽度在 3.5m~7.0m 之间。

②下水库区施工公路

包括新建至各主副坝坝顶、坝底及分级上坝施工道路，扩建至各主副坝坝顶、坝底及分级上坝施工道路，新建场内各施工辅助企业、仓库及生活区之间道路，新建至雷管、炸药库的施工公路，新建导流工程施工公路，新建至溢洪道工作面施工公路，扩建至弃渣场施工公路，扩建至石料场及其工区施工公路等。道路平均宽度在 3.5 ~ 7.0m 之间。

③上、下水库之间（或之外）的施工公路：包括新建至 1#施工支洞洞口及其工区施工公路，新建至 2#施工支洞洞口及其工区施工公路，新建至三洲田水库 1#坝及其工区施工公路等。道路平均宽度在 6.0m ~ 8.0m 之间。

(5) 施工工期

主体工程于 2011 年 12 月 10 日正式开工，2018 年 9 月 25 日工程 4 台机组全部投入运行，总工期 82 个月。

1.1.6 土石方情况

工程建设期间挖方总量 286.62 万 m^3 ，其中土方 158.60 万 m^3 ，石方 128.02 万 m^3 ；填方总量 221.99 万 m^3 ，其中土方 155.83 万 m^3 ，石方 66.16 万 m^3 ；产生弃方 64.63 万 m^3 ，其中永久弃渣 2.78 万 m^3 ，全部集中弃置在弃渣场内；破碎利用开挖石料 61.85 万 m^3 。土石方平衡情况详见表 1-2，弃渣场特性详见表 1-1。

表 1-2 工程土石方平衡表 单位：万 m³

序号	标段	挖方			填方			调入				调出				弃方				
		土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	来源	土方	石方	小计	去向	土方	石方	小计	去向	
①	水道厂房 1 标	24.48	25.02	49.50	2.17	0.45	2.61					22.31		22.31	④					
													22.30	22.30	④		2.28	2.28		大地采石场骨料筛分系统破碎利用
②	水道厂房 2 标	3.34	47.30	50.64	0.57		0.57							0.00		2.78		2.78		弃渣场
																47.30	47.30			大地采石场骨料筛分系统破碎利用
③	水道厂房 3 标	14.63	19.35	33.97	2.96	0.70	3.66					11.67		11.67						
													11.66	11.66			6.98	6.98		大地采石场骨料筛分系统破碎利用
④	上水库	55.82	17.24	73.06	71.15	39.54	110.68	15.33		15.33	①									
									22.30	22.30	①									
⑤	下水库	12.28	3.62	15.90	22.97	15.02	38.00	10.69		10.69	③									
									11.40	11.40	③									
⑥	永久公路 1 标	21.96	6.42	28.38	28.95	1.12	30.07	6.99		6.99	①									
																5.29	5.29			大地采石场骨料筛分系统破碎利用
⑦	永久公路 2 标	17.31	4.33	21.64	18.28	4.59	22.87	0.97		0.97	③									
									0.26	0.26	③									
⑧	三洞一路	8.78	4.74	13.52	8.78	4.74	13.52													
	合计	158.60	128.02	286.62	155.83	66.16	221.99	33.98	33.96	67.94		33.98	33.96	67.94		2.78	61.85	64.63		

1.1.7 征占地情况

工程总占地面积 215.09hm²，其中永久占地 194.97hm²，临时用地 20.12hm²。

工程征占地情况详见表 1-3。

表 1-3 工程征占地统计表

项目组成		单位	占地面积	占地性质	
				永久	临时
水库淹没区		hm ²	85.87	85.87	
库坝建设区	主坝区	hm ²	20.16	20.16	
	副坝区	hm ²	21.44	21.44	
	生产、管理及附属建筑物区	hm ²	10.21	10.21	
施工生产生活区		hm ²	12.23		12.23
弃渣场区		hm ²	1.45		1.45
公路建设区	环库公路	hm ²	18.45	18.45	
	上下库连接公路	hm ²	28.55	28.55	
	支线公路	hm ²	10.29	10.29	
	施工临时道路	hm ²	6.44		6.44
合计		hm²	215.09	194.97	20.12

1.1.8 移民安置和专项设施改（迁）建

工程无直接淹没人口，不涉及场地搬迁和移民安置问题。

1.1.9 项目区概况

(1) 地形地貌

深圳市地处广东省南部沿海，位于北回归线以南。地理位置介于东经 113°46'~114°37'，北纬 22°27'~22°52'，地形为东西长、南北窄的狭长形。地貌为东南高、西北低，主要山脉走向由东向西贯穿中部，形成天然屏障，成为主要河流的发源地和分水岭。沿着这种地势分布着三个地貌带：东南为半岛海湾地貌带，中部为海岸山脉地貌带，西北部为丘陵谷地地貌带。

站址区域地形总体表现为宽阔和缓的低山~丘陵地貌景观，地势上呈东南高

西北低，南临大海。山脊较平缓，山坡坡度一般 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

小三洲上库位于小三洲高程 500m 的山谷台地中，四周山岭都不太高，高程在 55m ~ 600m，水库四周山坡平缓，坡度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，库岸边坡稳定。

铜锣径下库位于筒龙村东面沟谷中，主要由 3 条沟盆组成，地形总体上呈东北高（山顶高程一般 150m ~ 200m）、西南低。库周冲沟水汇集于库盆经峡谷口向下排流，作为下库需新建一座大坝及 3 座副坝。

小三洲 ~ 铜锣径输水系统长度约 4830m，上、下库高差约 450m。输水系统横切山脊及冲沟走向，地形稍凌乱，沿线未发现不稳定边坡。

(2) 土壤植被

项目区土壤分布以发育于花岗岩上的红壤、赤红壤为主，此外有零星分布的花岗岩黄壤。在上库区主要为花岗岩赤红壤，另外有极少量的黄壤分布；下库区主要的土壤类型为花岗岩赤红壤，横坪公路东侧的边坡有部分发育于砂页岩上的赤红壤出露。上、下库连接公路近上库段为花岗岩红壤，靠近下库段为赤红壤。整个项目区土层都比较薄，土壤质地随母岩而别，花岗岩和变质岩发育的土壤含砂砾较多。

项目区植被随地势起伏变化很大，植物品种、群落多样，根据实地调查和样方分析，可划分为 6 个植被型，共分 25 个群落。上库区以低矮的灌丛和杂草为主，植被的覆盖率一般都比较高，在库盆内主要分布有茅草、糖蜜草、鹧鸪草、芒萁、及少量竹林和丛生的灌木；在铜锣径库区，乔灌混交、阔叶树种与针叶树种相伴而生，主要树种有湿地松、桉树、大叶相思，灌草主要有芒萁、白茅及禾本科杂草，在进库公路周边有零星分布的香蕉树及小片青竹林，下库副坝附近有部分人工栽植的荔科技园，整个下库区植被生长状况良好，覆盖度均在 80%以上。

(3) 气象水文

项目区地处南亚热带海洋性季风气候区域，夏季长，气候温和，雨量丰沛，产流量大，湿度高，日照时间长，蒸发量大，且台风频繁。(1954~2003年系列)多年平均降雨量为1941mm，雨量较为丰沛，但年内分配不均匀，4月~9月降雨量占全年降雨量的80%以上，前汛期(4月~6月)以锋面雨为主，后汛期(7月~9月)以台风雨为主；降雨年际变化大。多年平均气温22.4℃，年实测极端最高气温38.7℃(1980年)，极端最低气温0.2℃(1957年)，多年平均日气温高于30℃的天数为123天，最高气温多出现于7月~8月，最低气温多在1~2月。多年平均相对湿度79%，年平均陆地蒸发量800mm~1000mm，年平均水面蒸发量1346mm。平均日照时数为2120h，无霜期355天，太阳平均辐射量5404.9Mj/m²。常年主导风为东南风，多年平均风速2.7m/s，最大风速22.80m/s。平均日照时数为2120h，无霜期355天。项目区最大24h暴雨量177mm，最大6h暴雨量108mm，最大60min暴雨量54mm，最大10min暴雨量20mm。

流域洪水主要由暴雨形成，当降雨强度大于5mm/h时，一般即产流，因河流集雨面积小，山区河道比降大，故汇流时间较短，洪水暴涨暴落，一般洪水过程为1天~3天，流域内洪水主要集中发生于4月~9月。

(4) 水土流失现状

项目区水土流失属于典型的南方红壤丘陵区水力侵蚀类型，属于广东省水土流失两区划分中划定的省级重点预防区。蓄能电站所在区域原人工植被生长茂密，无明显的自然水土流失现象，土壤侵蚀模数容许值为500 [t/(km².a)]。

1.2 水土保持工作概况

(1) 水土保持方案编报

根据《中华人民共和国水土保持法》等相关法律法规，建设单位积极落实水土保持法定义务和程序。2004年11月，建设单位委托广东省水利电力勘测设计研究院编制完成了本项目的水土保持方案，2005年11月7日水利部以《关于深圳抽水蓄能电站水土保持方案的复函》（水保函〔2005〕416号）予以批复。水土保持方案报告中确认的项目防治责任范围包括库坝建设区、施工生产生活区、土石料转运场、其他临时占地区、石料场区、弃渣场区及公路建设区等7个防治分区。水土流失防治责任范围301.09hm²，其中项目建设区263.55hm²，直接影响区37.54hm²。

项目水土保持方案报告书中，防治措施体系总体上按“分片集中治理、分单元控制”的方式进行布局。以库坝建设区、施工生产生活区、土石料转运场、其他临时占地区、石料场区、弃渣场区及公路建设区等7个防治分区为单元进行综合治理。

(2) 水土保持管理

为加强本工程环境保护及水土保持管理工作，建设单位成立了工程水土保持管理工作的领导小组，领导小组办公室设在工程部。领导小组主要负责贯彻落实国家有关水土保持的法律法规和方针政策，执行南方电网有关水土保持的管理制度和工作要求，执行工程环境影响报告书、水土保持方案报告书及相应批复文件的具体措施和相关要求；制定环保水保工作目标、计划任务和相关管理办法，建立健全环保水保管理体系和制度，并对体系运行和制度执行情况进行监督、检查和考核；按照“三同时”工作的要求，做好工程配套环保水保设施的建设、验收及运行管理工作；协调参建各方的水土保持工作，定期分析水土保持工作形势、及时研究、解决水土保持工作中的重大问题，确保水土保持工作可控、在控；负责

与地方水行政主管部门的沟通协调工作，配合各级政府和上级管理单位的水土保持工作，组织或配合水土流失事件调查，妥善处理水土保持纠纷等。

(3) 水土保持监测与监督检查

工程建设过程中，建设单位基本按照设计的水土保持方案开展水土流失防治工作，并委托珠江水利委员会珠江流域水土保持监测中心站开展水土保持监测工作，对监测单位提出的水土保持监测意见能及时进行整改落实，并主动接受水行政主管部门的监督检查，较好的履行了本工程建设的的水土流失防治责任。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测实施方案执行情况

根据水利部行业标准《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139号)，结合本项目工程的实际情况确定监测技术路线，力求使用经济适用和可操作性强的监测技术路线。通过前期调研分析，确定本项目水土保持监测技术路线图见图1-2。

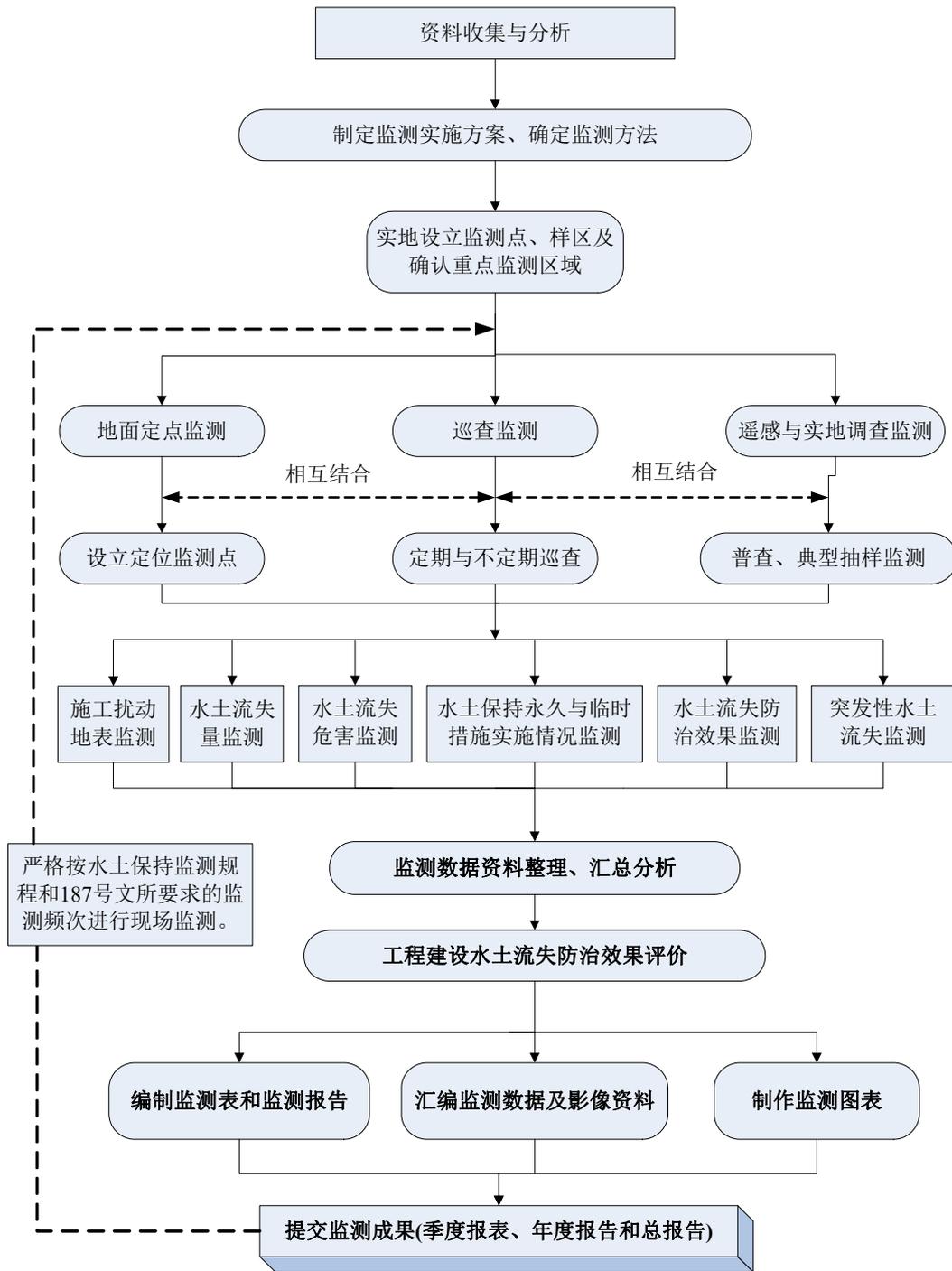


图 1-2 监测技术路线图

根据本项目水土保持监测实施方案中的规划，结合项目建设过程中实际情况，本项目水土保持监测以地面监测及调查监测为主，同时定期采用高分辨遥感影像、无人机航测等进行监测，全面了解和掌握区域内水土流失情况。

依据项目水土保持监测实施方案及相关规范的要求及规定，结合工程的实际

情况，本项目水土保持监测时段分为工程建设期及水土保持措施试运行期。

(1) 工程建设期（2011年12月-2017年12月）

施工过程的水土流失监测是监测工作的重点时段，主要采用现场巡视监测、定点监测相结合的方式，目的是随时对施工组织和工艺提供建议，以保证最大限度地控制施工造成的水土流失。具体内容包括：

水土流失因子监测主要包括植被类型、林草覆盖率、土壤侵蚀特性，汛期降雨气象参数、扰动地表面积、挖填方量、弃土弃渣量和堆放、运移情况，弃渣体积分形态变化与面积等；

水土流失危害监测主要包括水蚀程度发展、植被的损坏情况与生长状况、已有水土保持工程的损坏情况、地貌改变情况等；

水土保持成效监测主要包括水土保持措施的运行情况、林草措施布置和生长情况，防护工程自身的稳定性、运行情况和减水减沙拦渣效率；防护对象的稳定性、地貌恢复情况；水土保持管理等方面的工作。

(2) 水土保持措施运行期（2018年1月—2018年12月）

水土保持措施运行期监测内容主要为项目建设区内各项水土保持措施安全性、运行畅通性监测及拦渣保土效果、绿化带林草成活率及生长情况及覆盖度。

1.3.2 监测工作组设置

2011年9月，本站成立了以项目负责人牵头、技术负责人做技术总监、工作组组长做具体安排部署、监测工程师和监测员实施具体工作的监测工作组，并制定了监测工作组岗位职责，用于规范现场监测工作。工作组自2011年9月开展监测以来，实际监测期为2011年9月至2018年12月，共计29个季度。

监测人员配备详见表1-4，监测职责详见图1-2。

表 1-4 水土保持监测人员配备

编号	人员	专业	职务	监测证书编号
1	金平伟	水土保持与荒漠化防治	项目负责人	水保监岗证第 (2909)号
2	李万能	测绘工程	技术负责人	水保监岗证第 (3560)号
3	李岚斌	水土保持与荒漠化防治	工作组长	水保监岗证第 (5065)号
4	姜学兵	水土保持与荒漠化防治	监测工程师	水保监岗证第 (7038)号
5	向家平	水土保持与荒漠化防治	监测工程师	水保监岗证第 (2908)号
6	王玉琅	水土保持与荒漠化防治	监测员	水保监岗证第 (5061)号
7	李 乐	水土保持与荒漠化防治	监测员	水保监岗证第 (5060)号
8	方宗福	建设工程管理	监测员	水保监岗证第 (4646)号



图 1-2 监测工作组岗位职责图

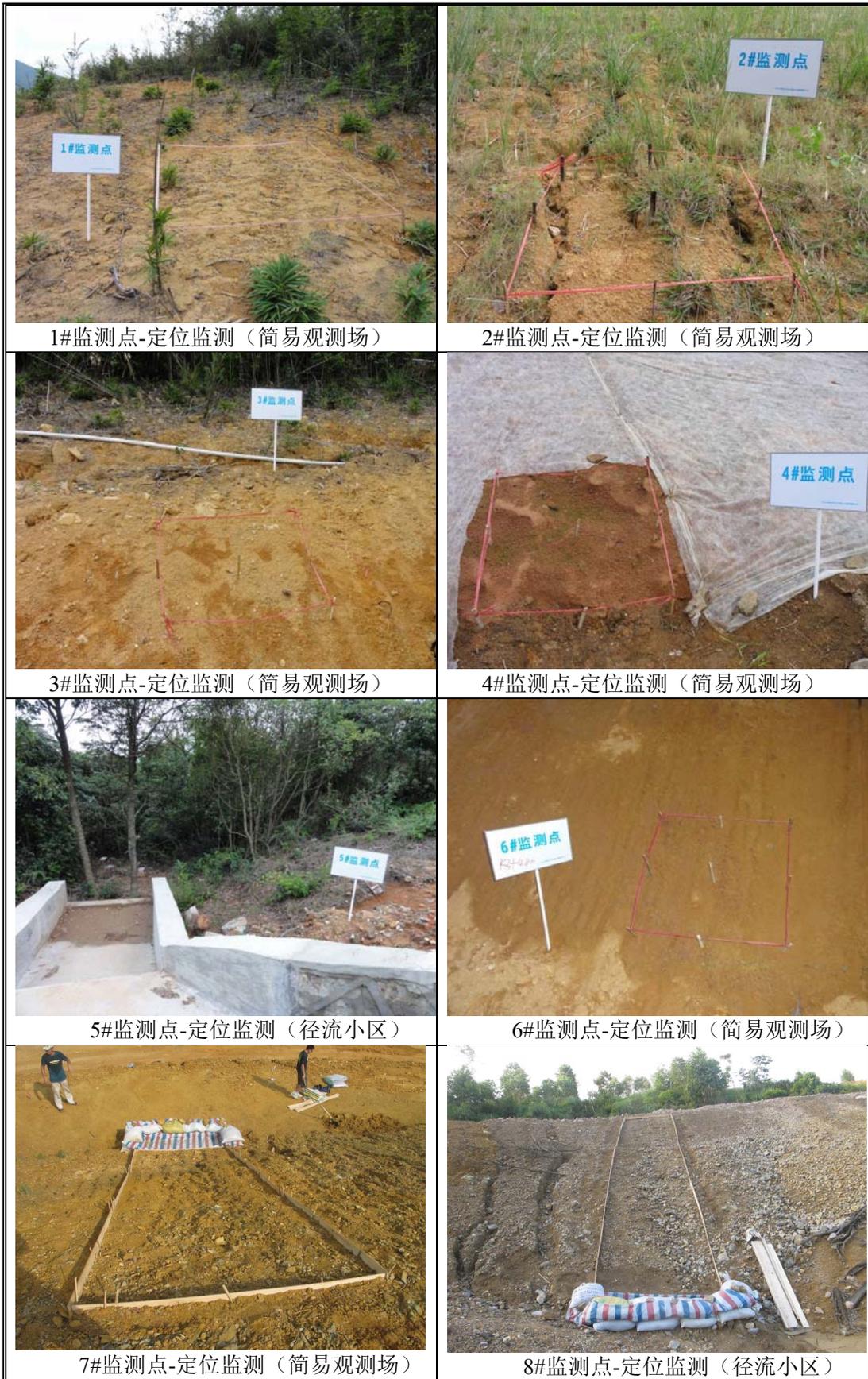
1.3.3 监测点布设

根据《水土保持监测技术规程》、《水土保持监测实施方案》及项目实际建

设情况，监测工作组在监测期内先后完成布设13个定位监测点。监测点布设情况详见表1-5、图1-3，监测点分布图详见附图2。

表 1-5 固定监测点布设情况表

点号	经度/纬度	类型	监测内容	位置
1#监测点	E114°14'56"	简易观测场	土壤流失量	下库泄洪洞左侧挖方边坡
	N22°39'58"			
2#监测点	E114°14'58"	简易观测场	土壤流失量	下库泄洪洞左侧挖方边坡
	N22°40'28"			
3#监测点	E114°14'48"	简易观测场	土壤流失量	下库环库公路挖方边坡
	N22°40'42"			
4#监测点	E114°14'47"	简易观测场	土壤流失量	下库环库公路填方边坡
	N22°40'40"			
5#监测点	E114°14'59"	简易观测场	土壤流失量	下库原主坝附近边坡
	N22°40'06"			
6#监测点	E114°15'43"	简易观测场	土壤流失量	上库中水八局营地
	N22°37'35"			
7#监测点	E114°15'31"	径流小区	土壤流失量	上库土料转运场
	N22°37'02"			
8#监测点	E114°15'36"	径流小区	土壤流失量	上库主坝右侧附近
	N22°37'02"			
9#监测点	E114°15'41"	径流小区	土壤流失量、 植被盖度	上水库主坝后方
	N22°37'01"			
10#监测点	E114°15'41"	径流小区	土壤流失量、 植被盖度	上下库连接道路隧道入口 处填方边坡
	N22°37'58"			
11#监测点	E114°14'25"	径流小区	植被盖度、植 被恢复情况	上下库连接道路附近
	N22°40'35"			
12#监测点	E114°15'35"	植被样方	植被盖度、植 被恢复情况	上下库连接道路附近
	N22°37'12"			
13#监测点	E114°15'37"	植被样方	植被盖度、植 被恢复情况	下库
	N22°37'13"			



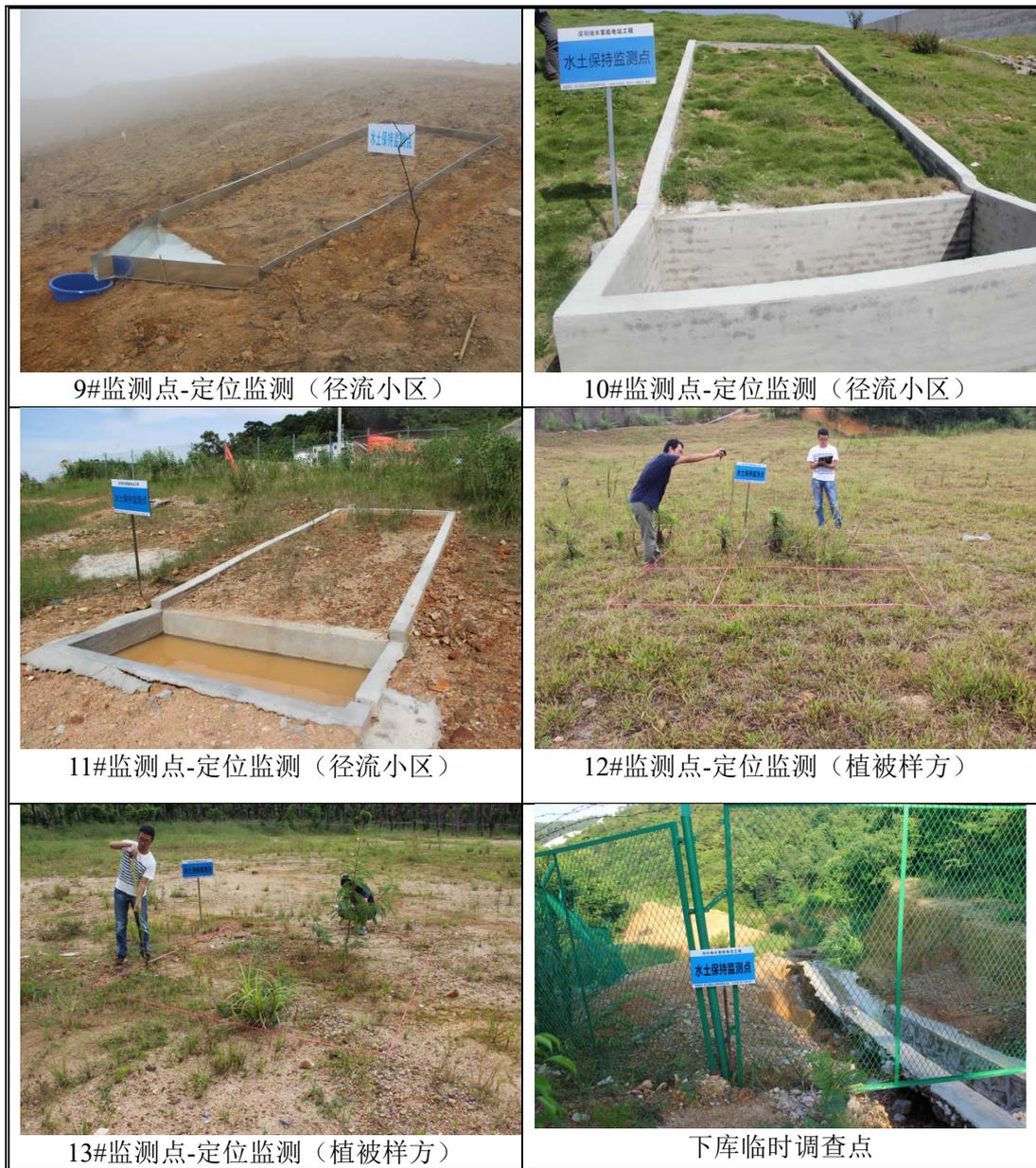


图 1-3 深蓄电站水土保持监测点图

1.3.4 监测设备配备

针对项目实际情况及具体的监测指标，选用不同的监测仪器设备，主要有投入的监测设备详见表1-6，遥感雨量站分布情况详见附图3。

表 1-6 水土保持监测设施和设备汇总表

仪器设备名称	规格及型号	单位	数量
无人机	大疆精灵 4pro	架	2
移动工作站	HP	台	1
径流小区	自建	处	3
简易观测场	自建	处	8
植被样方	自建	处	2
遥感雨量站	自主研发	台	2
GPS12c 定位仪	手持式	台	1
鼓风干燥箱	101-1	台	1
地质罗盘仪	DQY-1	台	2
流速仪	LS20B(含 XZ-2 计数器)	套	1
泥沙采样器	ANX-HW-5kg	台	1
数码照相机	佳能 G11	台	1
电脑	联想 X201S	台	1
打印机	A4 激光	台	1
对讲机		台	3
铝盒	QL1 ($\phi 55 \times 28$)	个	100
托盘天平	500g	架	3
三角瓶	250ml	个	100
量筒	100ml	只	10
水分测定器	500ml	套	3

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139号)的规定,水土保持监测采用地面观测法、调查监测法和巡查法,在注重最终观测结果的同时,对其发生、发展变化的过程进行全面监测,以保证监测结果的可靠性。结合本项目的实际建设情况要求,水土保持监测主要采用了三种方法进行监测。

(1) 调查监测

调查监测方法是指定期采用分区调查的方式,主要用于整个项目各个分区水

土流失因子监测。

①水土流失背景值调查

采取重点调查和普查的调查方法对原地貌水土保持设施类型与数量、地面组成物质及其结构、地形地貌、原地貌植被及其覆盖度、水土流失状况进行实地勘测。

②施工扰动面积监测

利用 GPS、测绳等测量仪器，按照监测分区测量实际施工扰动面积，确定防治责任范围，同时测量各监测分区扰动土地整治面积。

③工程措施调查

对于土地整治工程、道路硬化工程、裸露地面硬化固化工程、护坡工程、排水工程、拦挡工程等所有具有水土保持功能的工程，依据设计文件，参考监理报告，按照监测分区进行统计调查，对工程质量、数量、完好程度、运行状况、稳定性及其安全性进行现场调查监测。

④植物措施调查

植被监测按监测分区进行调查统计。选有代表性的地块作为样地进行调查，样地的面积为投影面积，要求乔木林 10×10m (造林面积较大时可采用 30×30m)、灌木林 2×2m、草地 1×1m。样地的数量一般不少于 3 块。若为行道树时可采用样行调查，每隔 100m 测定 10m。

a 植物措施类型、分布和面积调查

按照监测分区进行分类调查，对分布面积较大的林草措施采用 GPS 测量其面积；对于分布面积较小的林草措施采用钢尺或卷尺等工具实地测量其面积。

b 林草覆盖度调查

主要包括草地盖度和各分区林草的植被覆盖度，选有代表性的地块作为样地进行监测，样地的面积为投影面积。

草地盖度调查：样方面积为 $1 \times 1\text{m}$ ，用方格法测定。事先准备一个方格网，网的规格为 $1 \times 1\text{m}$ ，上下左右各拉 10 根线，间距 10cm，形成 100 个交叉点。将方格网置于样方之上，用粗约 2mm 的细针，顺序沿交叉点垂直插下，针与草相接触即算一次“有”，如不接触则算“无”，并做记录。

用下式算出盖度 (%)：

$$R_2 = \frac{n}{N} \times 100$$

式中： R_2 ——草的盖度 (%)；

N ——插针的总次数；

n ——针与草相接触的次数。

c 植被生长情况调查

植被生长情况调查包括林木成活率、保存率、种草的有苗面积率和林草生长及管护情况。生长状况、成活率在春季、雨季、秋季造林种草后进行，保存率在植物措施实施一年后进行，按植被面积逐季统计。在填写调查成果表时，应同时填写样地记录表。

造林成活率、保存率测定：在选定的样方或样行内，逐株调查，统计出样方或样行内成活的株数和总植株数，计算出样方或样行的成活率，在计算平均成活率。依据调查时间的不同，统计砌各阶段的保存率。

种草有苗面积率测定：在选定的样方内，测定出苗情况，统计出苗数量，草密度达到 $30 \text{株}/\text{m}^2$ 以上为合格，计算出平均有苗面积率。有苗面积率大于 75% 为合格。

⑤水土流失危害调查

调查方法以现场调查结合收集资料和询问为主。开展对电厂建设活动破坏土地资源、形成径流泥沙灾害或诱发大型灾害性事故的调查，具体调查其发生时间、地点、危害程度及面积等。

(2) 巡查监测

场地巡查是水土保持监测中的一种常用方法。施工场地的时空变化复杂，定位监测有时是十分困难的，常采用场地巡查方法。主要用于整个项目区的全面监测。监测内容主要包括：水土保持措施落实及运行情况（包括工程措施的完整性、完好性、运行效果，植物措施的成活率、盖度，临时措施防护效果等）；巡查项目建设过程中是否存在水土流失隐患或水土流失危害及其趋势；巡查工程建设造成的水土流失对直接影响区的影响情况。

(3) 定位监测

定位监测时施工期和试运行初期对项目区土壤流失量进行监测。根据项目实际建设情况，通过布设监测设施（简易土壤流失观测场、径流小区等）进行实测，获得某一具有代表性地区的侵蚀模数作为基础，在根据项目其他区域的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖、土壤类型及人为扰动状况等因素，综合分析得出项目个侵蚀单元的平均侵蚀模数，进而计算而出项目区土壤流失量。

(4) 遥感监测

遥感监测的主要方式有卫星遥感、航空遥感和无人机航拍。遥感技术应用具有信息源丰富、遥感数据可获取性强、定量数据可信度高、数据处理灵活便捷、调查过程费时少涉及面广等特点。

通过正射纠正、数据配准、影像融合、增强与调色、镶嵌等图像处理，对工

程防治责任范围、征地红线、现场调查资料等相关工程资料空间化表达处理，结合地形图、专家知识、外业调查解译标志对影像综合判读，在此基础上，利用项目区范围内不同时期的多源高分辨率遥感影像对工程进行监测、分析。具体技术路线见图 1-4。

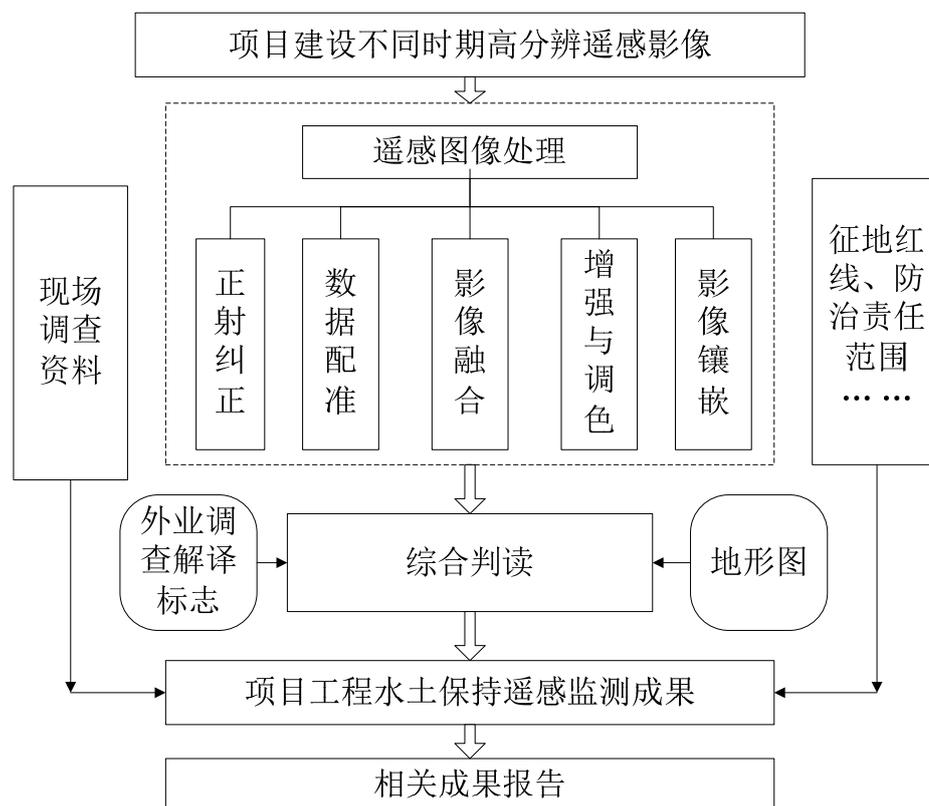


图 1-4 水土保持遥感（无人机）监测技术路线图

我站监测工作组通过购买获取项目区多期遥感影像资料，结合工程设计、竣工图纸对项目区施工扰动面积、边坡防护状况、水保措施实施状况及工程对周边产生的水土流失或水土流失潜在危害进行监测，宏观全面的掌握项目不同时期的水土流失及水土保持工作状况，为水土保持监测工作提供了有力的保障。

1.3.6 监测成果提交情况

在分析、研究内业资料和详细调查工程现场的基础上，分别于2011年9月编制完成了《深圳抽水蓄能电站上下库连接道路工程水土保持监测实施方案》、2012

年6月编制完成了《深圳抽水蓄能电站工程水土保持监测实施方案》，作为指导深蓄电站的水土保持监测工作的基础性文件。

监测期内，我站监测工作组采用调查监测、地面观测和无人机航测相结合的方法，对本项目施工过程中扰动土地情况、取土（石、料）弃土（石渣）情况、水土流失情况、水土保持措施实施情况等进行水土保持监测，共计开展了 29 个季度的监测，共完成水土保持监测月报 29 期，水土保持监测季报 28 期，水土保持监测年报 4 期、植被恢复期监测专题报告 1 期。

监测成果完成后，我站均按要求将监测实施方案、季度报告等监测成果均报送至珠江水利委员会水土保持处、广东省水利厅水土保持处等水行政主管部门。

1.3.7 配合监督检查

监测期内，珠江委、广东省水利厅及深圳市水务局先后多次对本工程水土保持方案落实情况进行监督检查。我站作为本工程的水土保持监测单位，积极配合现场检查，利用无人机航拍影像介绍工程现场的水土保持情况，并汇报工程水土保持监测开展情况，有力支撑了各级监管部门的监督检查工作。



现场调查 (2011.10)



布设监测点 (2011.11)



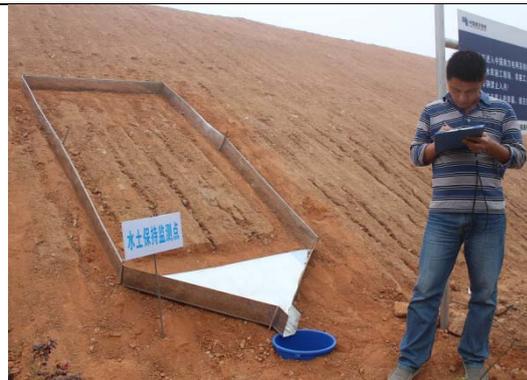
现场调查 (2011.11)



测量水土流失量 (2013.3)



现场调查 (2013.3)



记录水土流失数据 (2013.3)



配合水土保持检查 (2012.3)



配合水土保持检查 (2013.4)



现场调查 (2013.4)



测量侵蚀厚度 (2013.7)



监测点取样 (2013.9)



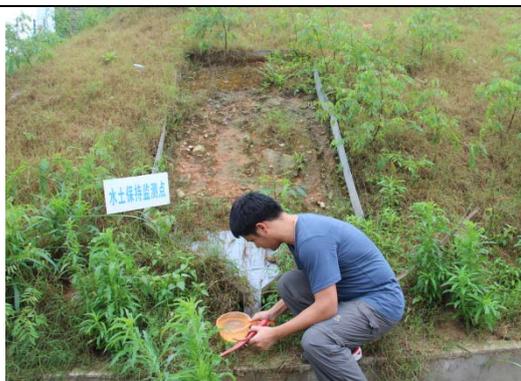
监测点取样 (2013.9)



测量侵蚀厚度 (2014.4)



维护监测点 (2014.4)



监测点取样 (2014.5)



监测点量测 (2014.5)

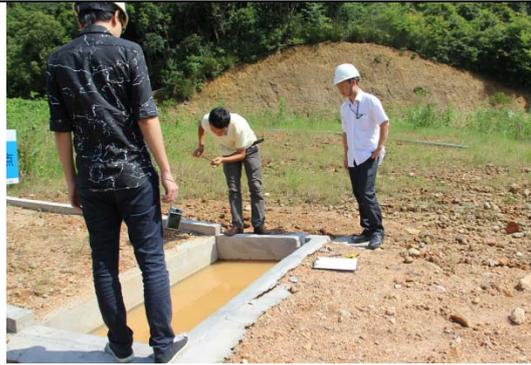




固定监测点取样 (2015.7)



固定监测点取样 (2015.7)



固定监测点取样 (2015.7)



无人机航测 (2015.8)



监测点取样 (2015.8)



监测点取样 (2015.9)



现场调查 (2015.11)



现场调查 (2015.11)



测量水土保持措施 (2015.12)



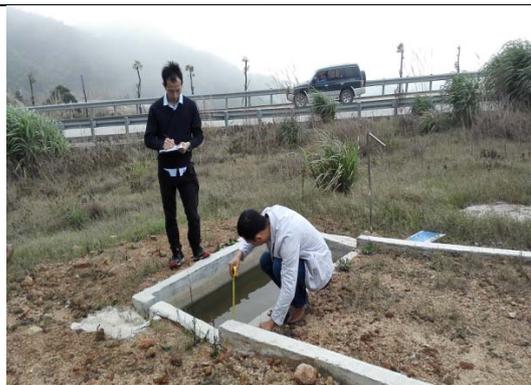
测量水土保持措施 (2015.12)



维护遥感雨量站 (2016.3)



现场调查 (2016.3)



监测点取样 (2016.3)



无人机航测 (2016.3)



测量土壤侵蚀厚度 (2016.3)



测量土壤侵蚀厚度 (2016.3)



维护下库遥感雨量站 (2016.4)



维护上库遥感雨量站 (2016.4)



测量绿化措施坡度 (2016.4)



监测点采样 (2016.5)



测量水土保持措施 (2016.5)



无人机航测 (2016.7)



测量水土保持措施 (2016.7)



测量水土保持措施 (2016.7)



无人机航测 (2016.8)



现场记录 (2016.8)



维护上库遥感雨量站 (2016.9)



固定监测点取样 (2016.9)



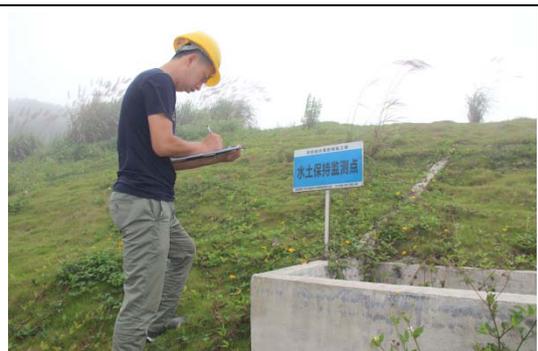
现场调查 (2016.11)



现场调查 (2017.3)



固定监测点采样 (2017.3)



固定监测点采样 (2017.6)



图 1-5 深蓄电站水土保持监测工作开展情况

2 监测内容和方法

2.1 监测依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国水土保持法》（2011.3.1, 主席令第39号）；
- (2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院1993第120号令, 2010年修订）；
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》（1989.12.26, 第七届全国人大常委会第十一次会议通过, 2014年修订）；
- (4) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002.10.28, 主席令第77号, 2016年修订）；
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》（1998.11.29, 国务院令第253号, 2017年修订）；
- (6) 《中华人民共和国土地管理法》（2004.8.28第二次修正, 全国人大常委会）；
- (7) 《中华人民共和国电力法》（1995.12.28, 主席令第60号）；
- (8) 《中华人民共和国防洪法》（1998.1.1, 主席令第88号）；
- (9) 《广东省水土保持条例》（2016.9.29, 广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过）；

2.1.2 部委规章

- (1) 《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》（水利部第24号令 2005.6.22）；

(2) 《水利部关于修改或者废止部分水利行政许可规范性文件的决定》(水利部第25号令 2005年6月22日实行) ;

(3) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部第12号令 2000.1.31) ;

(4) 《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(水利部2002年第16号令, 2015修订) ;

(5) 《水利工程建设监理规定》(2006-12, 中华人民共和国水利部令第28号) ;

(6) 《企业投资项目核准暂行办法》(2004.9.15, 国家发展和改革委员会令19号) 。

2.1.3 规范性文件

(1) 《全国水土保持预防监督纲要》(水利部〔2004〕332号) ;

(2) 《全国生态环境保护纲要》(国家环保总局, 环办〔2001〕38号) ;

(3) 《国务院关于加强水土保持工作的通知》(国发〔1993〕5号) ;

(4) 《国务院关于投资体制改革的决定》(国发〔2004〕20号) ;

(5) “关于印发《全国水土保持生态环境监督管理规范化建设验收标准》的通知”(水利部水土保持保监〔1999〕29号) ;

(6) 《财政部国家发展改革委关于公布2006年全国性及中央部门和单位行政事业性收费项目目录的通知》(财综〔2007〕28号);

(7) 水利部办公厅关于印发《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) ;

(8) 《关于加强大中型开发建设项目水土保持监理工作的通知》(水利部水保〔2003〕89号) ;

- (9) 《水土保持生态建设工程监理管理暂行办法》(水建管〔2003〕79号)；
- (10) 《全国水土保持预防监督纲要》(水保〔2004〕332号)
- (11) 《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》(水保〔2009〕187号)；
- (12) 水利部水土保持监测中心关于印发《生产建设项目水土保持方案技术审查要点》的通知(水保监〔2014〕58号)；
- (13) 《关于发布全省水土流失重点防治区通告的通知》(广东省水利厅, 粤水农〔2000〕23号);
- (14) 《关于印发水土保持监督能力建设省级配套制度的通知》(粤水水保〔2010〕126号);
- (15) 《关于进一步加强我省生产建设项目水土保持监测工作的通知》(粤水水保〔2012〕94号)。
- (16) 水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》的通知(办水保〔2015〕139号)。
- (17) 水利部办公厅关于贯彻落实国发〔2015〕58号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知(办水保〔2015〕247号);
- (18) 水利部办公厅《关于强化依法行政进一步规范生产建设项目水土保持监督管理工作的通知》(办水保〔2016〕21号);
- (19) 水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的通知(办水保〔2016〕65号);
- (20) 水利厅办公厅关于进一步加强流域机构水土保持监督检查工作的通知(办水保〔2016〕211号);
- (21) 水利部关于贯彻落实《全国水土保持规划(2015-2030年)》的意见(水

保〔2016〕37号)；

(22) 水利部关于加强水土保持监测工作的通知 (水保〔2017〕36号)；

(23) 《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》(水保〔2017〕365号)；

(24) 广东省水利厅关于我厅审批及管理生产建设项目水土保持设施验收报备有关事项的公告 (广东省水利厅, 2017年12月8日发布)。

2.1.4 技术标准

(1) 《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008)；

(2) 《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)；

(3) 《防洪标准》(GB50201-94)；

(4) 《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)；

(5) 《水土保持监测设施技术条件》(SL342-2006)；

(6) 《水土保持试验规程》(SL419-2007)；

(7) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)；

(8) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2001)；

(9) 《生态公益林建设技术规程》(GB/T18337.3-2001)；

(10) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T1635.1-1635.6-2008)；

(11) 《水土保持综合治理验收规范》(GB/T15773-2008)；

(12) 《水利工程建设项目施工监理规范》(SL288-2003)；

(13) 《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006)；

(14) 《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139号)。

2.1.5 技术资料及其批复文件

- (1) 《深圳抽水蓄能电站水土保持方案报告书（报批稿）》（广东省水利电力勘测设计研究院，2005年11月）；
- (2) 《关于深圳抽水蓄能电站水土保持方案的复函》（水保函〔2005〕416号）；
- (3) 《深圳抽水蓄能电站上下库连接道路水土保持监测合同》（合同编号：PGCSX11015）；
- (4) 《深圳抽水蓄能电站水土保持监测合同补充协议》（合同编号：PGCSX11026）；
- (5) 其他基础性资料。

2.2 扰动土地情况

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况。收集监理、施工征占地资料，利用高精度 GPS，按照监测分区抽测实际施工扰动面积，确定防治责任范围及地表扰动土地面积。

根据水土保持方案，结合其施工组织设计和工程平面布局图，通过采取实地量测、资料分析、遥感监测等方法监测各分区的扰动情况，与水土保持方案确定的防治责任范围进行对比，分析变化原因。

本项目扰动土地情况的监测情况详见表 2-1。

表 2-1 扰动土地情况监测

监测内容	监测频次	监测方法
扰动范围	每季度不少于一次	现场调查及遥感调查
扰动面积	每季度不少于一次,根据施工进度情况增加频次	现场观测 (GPS、皮尺、激光测距仪等) 及施工监理资料分析
土地利用类型及其变化	每季度不少于一次	现场调查、资料查阅

2.3 取料弃渣情况

取、弃土(石)监测内容包括取土(石、料)场、弃土(石、渣)场及临时堆放场的数量、位置、方量、表土剥离、防治措施落实情况等。根据项目水土保持方案报告书、初步设计等文件,结合遥感监测和实地调查,建立取土(石、料)场、弃土(石、渣)场的名录表,主要包括其位置、面积、方量和使用时间。监测过程中发现取土(石、料)场、弃土(石、渣)场存在(周边有居民点、学校、公路、铁路等重要设施,且排水、拦挡等防治措施不完善;靠近水源地、江河湖泊、水库、塘坝等,没有落实防治措施;位于沟道内,上游汇水面积较大,且排水、拦挡等防治措施不完善)水土流失隐患时,须补充调查有关情况并及时告知建设单位。对比水土保持监测方案,发现取土(石、料)场、弃土(石、渣)场的位置、规模、数量发生变化时,应及时告知建设单位变化情况并要求其做好变更设计备案。

本项目取土弃渣情况监测情况详见表2-2。

表 2-2 取料（土、石）、弃渣（土、石）监测

监测内容	监测频次	监测方法
土石方开挖量	每季度不少于一次，根据土石方工程增加频次	现场调查、资料分析
土石方回填量		
弃土弃渣量		
弃土弃渣处理情况	根据土石方关键节点调整监测频次	现场调查、资料收集
临时堆土数量	每季度不少于一次	现场调查、资料分析
临时堆土防护情况	每季度不少于一次	现场调查

2.4 水土保持措施

水土保持措施监测内容包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行情况等。监测准备期根据水土保持方案、施工组织设计、施工图等资料建立水土保持措施名录，主要包括各类措施的数量、位置和实施进度等。

本项目水土保持措施监测详见表 2-3。

表 2-3 水土保持措施监测

监测内容	监测频次	监测方法
措施类型	根据水土保持措施施工关键节点 调整监测频次	现场调查、资料分析
开工完工日期		施工监理资料收集
位置		现场调查、资料分析
规格尺寸		现场观测、资料分析
措施工程量	每季度不少于一次,根据水土保持 措施施工进度调整监测频次	现场调查、施工监理资料收集
防治效果及运行状况	每季度不少于一次	现场调查
林草覆盖度	每季度不少于一次	现场调查及遥感调查
郁闭度		现场调查观测

2.5 水土流失情况

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等。工程建设前，根据水土保持方案，监测防治分区范围内土壤流失面积。本工程水土流失量监测方法主要有以下 2 种。

(1) 简易观测场

适用于土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的砾石堆垫坡面。选择能够保留一定时间的开挖面或堆垫面，时间最好为 1 年。量测场地应具有代表性，面积应根据坡面情况确定，宜在坡面的上中下均匀布设或从坡顶至坡底全面量测，每一类不同组成物质的坡面应至少保证有一个坡面量测场。量测坡面形成初的坡度、坡长、地面组成物质、容重等，并记录造成侵蚀沟的次降雨。坡度、坡长可用全站仪测量，地面组成物质用目测法，容重采用称重法。每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量并通过沟蚀占水蚀的比例计算流失量。对能存放 1 年的观测坡面，量测出 1 年的流失量。

(2) 简易径流小区观测法

在交通设施区、弃渣场区监测点的现状下垫面、水土保持设施实施区域选择能够保留一定时间的开挖面或堆垫面设置观测小区,每个小区面积为 10m×5m(可根据实际调整),定期(以 1 年为最佳)测量小区急流槽内淤积的泥沙干重,以推算该径流小区作用面积内的土壤侵蚀模数。

本项目水土流失情况监测详见表 2-4。

表 2-4 水土流失情况监测

水土流失情况	监测频次	监测方法
水土流失面积	每季度不少于一次, 根据实际施工进度增加频次	现场观测 (GPS、激光测距仪、皮尺等)、遥感调查、资料分析
土壤流失量	每季度不少于一次	现场调查、沉沙池法、桩钉法、资料分析
水土流失危害	每季度不少于一次, 根据实际施工情况及气候降雨等增加频次	现场调查、遥感调查

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据批复的水土保持方案统计，本工程水土流失防治责任范围总面积为 301.09hm²，其中项目建设区 263.55hm²，直接影响区 37.54hm²。批复的防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 工程水土流失防治责任范围统计表（方案） 单位：hm²

防治分区		项目建设区			直接 影响区	界定依据
		占地性质	地类	面积		
水库淹没区		永久	林地	86.48	不计	水库正常蓄水位以下淹没范围列入项目建设区，不计影响区
库坝 建设区	主坝区	永久	林地	21.31	不计	不计影响区范围
	副坝区	永久	林地	22.61	不计	
	生产、管理及附属建筑物区	永久	林地	12.03	0.18	生产、管理区周边外扩 1m，附属建筑物区周边外扩 2.0m
施工生产生活区		临时	林地、耕地	20.81	不计	施工生产生活区地势较缓、不计影响区范围
土石料转运场		永久 临时	林地	8.80	0.10	上库土石料转运场属于淹没范围 下库土石料转运场为弃渣场
其他临时占地区		临时	林地	5.13	不计	临时占地地势较缓、不计影响区范围
石料场区		临时	林地	6.18	0.23	开挖线以上边坡外 2m，坡角向外延伸 4m 范围
弃渣场区		临时	林地	10.03	0.28	弃渣场顶部上边坡外 3m、下边坡挡墙外 2m 范围
公路 建设区	环库公路	永久	林地	22.70	不计	在征地范围内
	上下库连接公路	永久	林地	30.09	25.08	丘陵区上边坡延伸 2m，下边坡延伸 15m
	支线公路	永久	林地	10.66	8.88	

	施工临时道路	临时	林地	8.87	2.79	丘陵区上边坡延伸 1m, 下边坡延伸 10m
合计				263.55	37.54	

3.1.2 实际发生的防治责任范围

根据工程征占地资料 and 实际现场监测, 结合遥感调查得知, 本项目实际发生水土流失防治责任范围为 215.09hm^2 , 较水保方案批复确定的防治责任范围面积减少 86hm^2 。

3.1.3 变化原因分析

与水土保持方案相比, 水土流失防治责任范围减少 86.00hm^2 , 其中项目建设区减少 48.46hm^2 , 直接影响区减少 37.54hm^2 。

1) 库坝建设区

根据水保监测结果, 库坝建设区扰动面积 51.81hm^2 , 较方案设计阶段减少了 4.14hm^2 , 变化主要原因是上库主坝与 1#副坝之间的管理所以及下库的电站管理区未建设, 故库坝建设区防治责任范围减少了 4.14hm^2 。

2) 施工生产生活区

根据水保监测结果, 施工生产生活区扰动面积 8.58hm^2 , 较方案设计阶段减少了 8.58hm^2 , 变化主要原因是建设单位、施工单位及监理单位项目部在项目区附近租用当地大楼, 未新建项目部。同时, 各标施工临建尽量采取紧凑型布置方案, 集约用地, 节省投资, 故施工生产生活区防治责任范围减少了 8.58hm^2 。

3) 土石料转运场

方案设计阶段, 在上库淹没区、下库弃渣场各设置 1 个土石料转运场, 总占地面积 8.80hm^2 , 工程实际仅在上库淹没区内设置 1 处土石料转运场, 该转运场面积计入水库淹没区, 不再重复统计, 故土石料转运场防治责任范围减少了

8.80hm²。

4) 其他临时占地区

方案设计阶段，编制单位将骨料轧筛系统区以及调压井、通风洞、开关站等施工区单独划分为其他临时占地区，本次验收阶段，将上述临时占地统一并入施工生产生活区，故其他临时占地区防治责任范围减少了 5.13hm²。

5) 石料场区

方案设计阶段，规划将项目区附近的大地石料场作为工程石料来源。实际建设过程中，该石料场仅作为骨料临时堆存场地使用，且该石料场已纳入当地统一绿化计划，由当地统一实施，本次验收不包含该石料场，故石料场区防治责任范围减少了 6.18hm²。

6) 弃渣场区

方案设计阶段，规划在下库 1#副坝西侧沟谷内设置一处弃渣场，实际建设过程中，下库建设区域对开挖料进行了充分利用，故方案规划的弃渣场未投入使用。而上库道路由于沿线均为山地，产生了部分弃渣，就近堆放在 2#施工支洞尾端北侧道路附近西侧的山沟内，实际占地 1.45hm²，故弃渣场区防治责任范围减少了 8.58hm²。

6) 公路建设区

公路建设区包含环库公路、上下库连接公路、支线公路、施工临时道路等。其中上下库连接公路、支线公路、施工临时道路基本和方案设计阶段相同，变化不大，而下库从 1#副坝至下库闸门井段环库道路未建设，故公路建设区防治责任范围减少了 8.59hm²。

7) 直接影响区减少 37.54hm²

工程在建设期间，及时实施了各项水土流失防治措施，未对项目建设区外造成影响，直接影响区减少 37.54hm²。

防治责任范围变化情况详见表 3-3。

表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况对照表

项目	单位	方案统计	实际扰动	增 (+) /减 (-)	
项目建设区	水库淹没区	hm ²	86.48	85.87	-0.61
	库坝建设区	hm ²	55.95	51.81	-4.14
	施工生产生活区	hm ²	20.81	12.23	-8.58
	土石料转运场	hm ²	8.80		-8.80
	其他临时占地区	hm ²	5.13		-5.13
	石料场区	hm ²	6.18		-6.18
	弃渣场区	hm ²	10.03	1.45	-8.58
	公路建设区	hm ²	72.32	63.73	-8.59
	小计	hm ²	263.55	215.09	-48.46
直接影响区	hm ²	37.54		-37.54	
合计	hm²	301.09	215.09	-86.00	

3.2 建设期扰动土地面积

3.2.1 建设期扰动土地面积

根据水土保持监测结果，并现场调查核实，工程实际扰动土地面积为 215.09hm²，其中水库淹没区 85.87hm²，库坝建设区 51.81hm²，施工生产生活区 12.23hm²，弃渣场区 1.45hm²，公路建设区 63.73hm²，主要构成如下：

(1) 水库淹没区：包括上库、下库淹没区正常蓄水位以下淹没范围，总面积 85.87hm²。

(2) 库坝建设区：包括上库主坝及 1#~5#副坝，下库主坝及 1#~3#副坝，扰动土地面积 51.81hm²。

(3) 施工生产生活区：包括所有为工程建设服务的碎石场、新建施工营地、

临时堆场等，扰动土地面积 12.23hm²。

(4) 弃渣场区：仅 1 处弃渣场，位于 2#施工支洞北侧附近的上库道路西侧，扰动土地面积 1.45hm²。

(5) 公路建设区：包括环库公路、上下库连接公路、支线公路及施工临时道路，扰动土地面积 63.73hm²。

实际扰动土地面积详见表 3-2。

表 3-2 实际扰动土地面积统计表

序号	项目组成		单位	面积
1	水库淹没区		hm ²	85.87
2	库坝建设区	主坝区	hm ²	20.16
		副坝区	hm ²	21.44
		生产、管理及附属建筑物区	hm ²	10.21
3	施工生产生活区		hm ²	12.23
4	弃渣场区		hm ²	1.45
5	公路建设区	环库公路	hm ²	18.45
		上下库连接公路	hm ²	28.55
		支线公路	hm ²	10.29
		施工临时道路	hm ²	6.44
6	合计		hm ²	215.09

3.2.2 扰动土地动态变化情况

根据监测数据，开工以来，扰动土地面积随着工程进度的推进逐步扩大，至2014年3季度，扰动面积达到最大值215.09hm²，此后扰动面积不再增大。其中，2012年3季度、4季度，2013年1季度、2季度共4个季度扰动面积增加最快。监测显示，本工程的建设扰动活动基本位于设计的防治责任范围以内，未发现明显超出防治责任范围现象。各监测分区分年度扰动土地面积变化情况见表3-3、3-4、3-5。

表 3-3 2012 年各季度扰动土地面积统计表

单位: hm²

监测分区	防治责任范围	第三季度	第四季度	合计
水库淹没区	86.48	10.25	20.75	31.0
库坝建设区	55.95	8.70	17.2	25.9
施工生产生活区	20.81	2.30	5.50	7.8
土石料转运场	8.8	0.0	0.0	0.0
其他临时占地区	5.13	2.40	3.4	5.8
石料场区	6.18	0.0	0.0	0.0
弃渣场区	10.03	0.0	0.0	0.0
公路建设区	42.23	10.23	17.73	27.96
小计	235.61	33.88	64.58	98.46

表 3-4 2013 年各季度扰动土地面积统计表

单位: hm²

监测分区	防治责任范围	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	增加扰动面积
水库淹没区	86.48	61.05	71.55	72.85	75.35	14.3
库坝建设区	55.95	47.4	49.8	50.6	51.8	4.4
施工生产生活区	20.81	13.7	15	15.2	18.5	4.8
土石料转运场	8.8	0	5	5.6	5.6	5.6
其他临时占地区	5.13	3.9	4.9	5.3	5.3	1.4
石料场区	6.18	0	3.3	3.3	3.3	3.3
弃渣场区	10.03	0	2.3	2.7	2.7	2.7
公路建设区	42.23	27.93	36.83	37.83	38.13	10.2
小计	235.61	153.98	188.68	193.38	201.58	47.6

表 3-5 2014 年各季度扰动土地面积统计表

单位: hm^2

监测分区	防治责任范围	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	增加扰动面积
水库淹没区	86.48	76.65	81.65	86.48	86.48	9.8
库坝建设区	55.95	53.8	54.1	55.95	55.95	2.2
施工生产生活区	20.81	19.3	19.3	20.81	20.81	1.5
土石料转运场	8.8	5.6	5.6	5.6	5.6	0.0
其他临时占地区	5.13	5.3	5.3	5.3	5.3	0.0
石料场区	6.18	3.3	3.3	3.3	3.3	0.0
弃渣场区	10.03	2.7	2.7	2.7	2.7	0.0
公路建设区	42.23	39.63	40.13	42.23	42.23	2.6
小计	235.61	206.28	212.08	215.09	215.09	8.81

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料场情况

根据批复的《深圳抽水蓄能电站水土保持方案报告书》，项目共设置 1 个石料场，该石料场为位于上下库之间的大地石料场，开采区占地约 6.18hm^2 ，设计开采量为 165.46万 m^3 。

3.2.2 取料监测结果

工程所需的土石料大部分利用地下厂房、隧道及地下输水管道的开挖料，开挖料运至骨料筛分系统进行处理，累计破碎处理石料 61.85万 m^3 。处理后的骨料大部分已作为建筑材料利用，少量临时堆置于大地采石场形成的空地内。

3.2.3 取料对比分析

相较于水保方案设计，减少了 165.46万 m^3 的取料。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《深圳抽水蓄能电站水土保持方案报告书》，本项目共设置 1 个弃渣场，位于位于下库 1#副坝西面沟谷内。弃渣场占地面积 10.03hm²，沟谷海拔约 100m，地类为林地，渣场容量为 163.05 万 m³。

3.3.2 弃渣场监测结果

工程实际建设过程中，方案设计的弃渣场未启用。工程建设期间共产生弃渣 2.78 万 m³，全部集中弃置在位于上下库道路附近的弃渣场内，该弃渣场占地面积 1.45hm²。弃渣场特性详见表 3-6。

表 3-6 弃渣场特性表

序号	弃渣场名称	弃方量 (万m ³)	占地面积 (hm ²)	平均堆高 (m)	最大堆高 (m)	备注
1	弃渣场	2.78	1.45	1.92	3.50	沟道型弃渣场

3.3.3 弃渣对比分析

根据批复的《深圳抽水蓄能电站水土保持方案报告书》，本项目设计总弃渣量为 163.05 万 m³。通过土石方优化调运和弃渣综合利用，工程建设期间实际产生弃渣 2.78 万 m³，相较于方案设计弃渣减少了 160.27 万 m³，弃渣综合利用效果明显。

4 水土保持措施监测结果

由于工程实际防治责任范围发生变化（石料场取消），且后续设计过程中对各区水土保持措施进行了优化设计，所以工程实际实施的防治措施体系较水保方案阶段有所变化。总体而言，工程实际实施的各项水土保持措施发挥了极大的水土流失防治功能，这些措施既有利于工程正常运行，又有效的控制了工程防治责任范围内的水土流失。已完成的各项水土保持措施监测结果如下：

a) 工程措施

工程实际实施的水土保持工程措施主要有防洪排导工程、斜坡防护工程、表土剥离与回填等，完成的主要工程量有：排水沟土方开挖 73742 m³、砼浇筑 3035 m³、浆砌石砌筑 49540 m³、排水管埋设 2684 m、沉沙池 1 座；护坡沟槽开挖 1074m³、砼浇筑（喷射） 1778 m³、浆砌石框格砌筑 5919m³、打锚杆（土钉） 3810 根、干砌石砌筑 17859 m³；表土剥离与回填 41.27hm²。

b) 植物措施

工程实际实施的水土保持植物措施主要有绿化美化工程、边坡绿化工程、植被恢复工程等，完成的主要工程量有：栽植乔木 20949 株、栽植灌木 77682 株、栽植攀缘植物（藤本） 2304 株、栽植色带 0.30hm²、铺植草皮 5.83hm²、喷混植草 0.27hm²、撒播草籽 35.47hm²、整理绿化用地 33.23hm²；铺草皮护坡 20.81 万 m²、撒播种草护坡 3.21 万 m²、客土喷播植草护坡 2.07 万 m²、喷播植草护坡 0.79 万 m²、三维网植草护坡 7.54 万 m²、栽植地被护坡 0.16 万 m²、U 型钉挂双层镀锌网喷播植草 2.10 万 m²、喷混植生 0.21 万 m²、坝坡植铺草皮 4.78 万 m²。

c) 临时措施

工程实际实施的水土保持临时措施主要有临时拦挡、临时苫盖、临时排水等，完成的主要工程量有：尼龙土袋围堰 10496m³、薄膜覆盖 25.44 万 m²、临时排水沟 50493 m。

工程各防治区实际完成的水土保持措施工程量详见表详见表 4-1。

表 4-1 水土保持措施工程量汇总表（实际实施）

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	第一部分 工程措施				
一	库坝建设区				
1	防洪排导工程				
1.1	排水沟土方开挖	m³	21775		
	排水沟沟槽开挖	m ³	18057		
	排水沟沟槽开挖	m ³	2570	上水库	主坝坝后管理区
	排水沟沟槽开挖	m ³	1148	上水库	1#副坝坝后管理区
1.2	砼排水沟	m³	2563		
	C20 排水沟	m ³	484	上水库	主坝
	C20 排水沟	m ³	523	上水库	4#副坝
	C25 排水沟	m ³	244	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	C20 混凝土排水明渠	m ³	1268	水道厂房 3 标	交通洞口前场地排水系统
	蝶式预制 C25 混凝土浅沟	m ³	20	水道厂房 3 标	交通洞口前场地排水系统
	C15 混凝土坡面排水沟	m ³	8	水道厂房 3 标	交通洞口支线起点接横坪一级公路加减速车道
	C15 混凝土坡面排水沟	m ³	16	水道厂房 3 标	下库进出水口接横坪一级公路加减速车道
1.3	浆砌石截排水沟	m³	7210		
	M7.5 浆砌石天沟	m ³	206	上水库	主坝
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	975	上水库	1#副坝
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	301	上水库	2#副坝
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	435	上水库	3#副坝

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	155	上水库	4#副坝
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	203	上水库	5#副坝
	浆砌石排水沟	m ³	1070	上水库	坝后回填管理区
	浆砌石排水沟	m ³	510	上水库	1#副坝坝后管理用地回填区
	浆砌石截水沟	m ³	287	上水库	坝后回填管理区
	浆砌石截水沟	m ³	81	上水库	1#副坝坝后管理用地回填区
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	325	水道厂房 1 标	上游调压井
	M7.5 浆砌石边沟和天沟	m ³	62	水道厂房 2 标	交通洞洞口
	M7.5 浆砌石天沟和截水沟	m ³	445	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	M7.5 浆砌石排水沟	m ³	709	水道厂房 3 标	下库进出水口
	M7.5 浆砌片石排水沟	m ³	300	水道厂房 3 标	交通洞口前场地排水系统
	M7.5 浆砌片石排水沟	m ³	1146	水道厂房 3 标	下库进出水口接横坪一级公路加减速车道
1.4	排水管	m	2684		
	Φ100mmPVC 排水管	m	245	上水库	主坝
	Φ100mmPVC 排水管	m	856	上水库	1#副坝
	Φ100mmPVC 排水管	m	262	上水库	2#副坝
	Φ100mmPVC 排水管	m	301	上水库	4#副坝
	Φ100mmPVC 排水管	m	199	上水库	5#副坝
	φ1500 钢筋混凝土涵管	m	155	上水库	1#副坝坝后管理用地回填区
	φ75PVC 排水管	m	473	水道厂房 1 标	上游调压井
	Φ50PVC 排水管	m	93	水道厂房 2 标	交通洞洞口

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	Φ100PVC 排水管	m	100	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
2	斜坡防护工程				
2.1	沟槽开挖	m³	1074		
	沟槽开挖	m ³	786	上水库	1#副坝
	沟槽开挖	m ³	288	上水库	3#副坝
2.2	护坡砼浇筑 (喷射)	m³	1778		
	C20 框格护坡砼	m ³	786	上水库	1#副坝
	C20 框格护坡砼	m ³	288	上水库	3#副坝
	C20 框格护坡砼	m ³	309	上水库	库周防渗及库岸防护
	护坡梁砼 C25	m ³	19	水道厂房 2 标	交通洞洞口
	边坡喷射 C20 混凝土	m ³	376		
2.3	边坡打锚杆、土钉	根	2326		
	边坡锚杆 Φ18mm, L=2.0m	根	526	上水库	库周边坡
	边坡锚杆 Φ20mm, L=3.0m	根	883	上水库	库周边坡
	边坡锚杆 Φ20mm, L=4.0m	根	107	上水库	库周边坡
	边坡锚杆 Φ20mm, L=5.0m	根	64	上水库	库周边坡
	边坡锚杆 Φ22mm, L=6.0m	根	54	上水库	库周边坡
	边坡土钉 Φ20mm, L=4.0m	根	104	上水库	库周边坡
	边坡土钉 Φ20mm, L=5.0m	根	242	上水库	库周边坡
	边坡土钉 Φ22mm, L=6.0m	根	138	上水库	库周边坡
	边坡土钉 Φ25mm, L=7.0m	根	104	上水库	库周边坡

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	边坡土钉 $\Phi 28\text{mm}$, $L=9.0\text{m}$	根	104	上水库	库周边坡
2.4	边坡排水	m	888		
	边坡 PVC 排水管, $\phi 50\text{mm}$	m	888	上水库	库周边坡
2.5	钢筋	t	15.8		
	边坡钢筋网	t	8.4	上水库	库周边坡
	边坡热镀锌机编铁丝网	t	5.4	上水库	库周边坡
	护坡梁钢筋	t	2	水道厂房 2 标	交通洞洞口
2.6	干砌石护坡	m^3	17859		
	干砌石 (厚 400mm、600mm)	m^3	10360	上水库	1#副坝
	干砌石(厚 400mm、600mm)	m^3	1886	上水库	2#副坝
	干砌石(厚 400mm、600mm)	m^3	3214	上水库	3#副坝
	干砌石(厚 400mm、600mm)	m^3	1946	上水库	5#副坝
	干砌石护坡	m^3	453	上水库	库周防渗及库岸防护
3	表土剥离与回填	hm^2	35.50		
3.1	表土剥离	hm^2	35.50	上水库	可剥离区域
3.2	表土回填	hm^2	35.50	上水库	可剥离区域
二	施工生产生活区				
1	防洪排导工程				
1.1	排水沟	m^3	2680		
2	表土剥离与回填	hm^2	4.32		
2.1	表土剥离	hm^2	4.32	各标段	可剥离区域

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
2.2	表土回填	hm ²	4.32	各标段	可剥离区域
三	弃渣场区				
1	防洪排导工程				
1.1	排水沟	m ³	1169		
1.2	沉沙池	座	1		
2	表土剥离与回填	hm²	1.45		
2.1	表土剥离	hm ²	1.45	永久公路 1 标	可剥离区域
2.2	表土回填	hm ²	1.45	永久公路 1 标	可剥离区域
四	公路建设区				
1	防洪排导工程				
1.1	排水沟土方开挖	m³	51967		
	挖沟槽土方	m ³	18057	水道厂房 1 标	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+031 段
	挖沟槽土方	m ³	121	水道厂房 2 标	交通洞洞口
	挖沟槽土方	m ³	4603	水道厂房 3 标	交通洞口前场地排水系统
	挖沟槽土方	m ³	28628	上水库	环库道路
	挖沟槽土方	m ³	141	三洞一路	2#施工支洞
	挖沟槽土方	m ³	417	三洞一路	连接公路前段
1.2	砼排水沟	m³	472		
	C20 混凝土路肩排水沟	m ³	239	上水库	上库环库道路
	F 型 C20 钢筋砼排水渠	m ³	41	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	H 型 C20 钢筋砼排水渠	m ³	38	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	I型 C20 钢筋砼排水渠	m ³	65	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	J型 C20 钢筋砼排水渠	m ³	52	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	K型 C20 钢筋砼排水渠	m ³	37	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
1.3	浆砌石排水沟 (截水沟、急流槽等)	m³	38481		
	M7.5 浆砌片石水沟	m ³	3117	上水库	上库环库道路
	M7.5 浆砌片石水沟	m ³	800	上水库	上库对外连接支线
	M7.5 浆砌片石水沟	m ³	50	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+031 段
	M7.5 浆砌石排水沟、截水沟	m ³	862	下水库	7 号连坝路
	砖砌排水沟排水沟、截水沟	m ³	1921	下水库	8 号连坝路
	A 型 M7.5 浆砌片石边沟	m ³	5507	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	B 型 M7.5 浆砌片石排水沟	m ³	6789	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	景观平台浆砌石排水沟	m ³	980	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	C 型 M7.5 浆砌片石截水沟	m ³	4471	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	D 型 M7.5 浆砌片石急流槽	m ³	1551	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	A 型 M7.5 浆砌片石边沟	m ³	370	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	B 型 M7.5 浆砌片石排水沟	m ³	94	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	C 型 M7.5 浆砌片石截水沟	m ³	250	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	D 型 M7.5 浆砌片石急流槽	m ³	35	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	A 型 M7.5 砂浆砌片石边沟	m ³	3162	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	B 型 M7.5 砂浆砌片石排水沟	m ³	2977	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	景观平台浆砌石排水沟	m ³	387	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	C型 M7.5 砂浆砌片石截水沟	m ³	2433	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	D型 M7.5 砂浆砌片石急流槽	m ³	865	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	A型 M7.5 砂浆砌片石边沟	m ³	265	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	B型 M7.5 砂浆砌片石排水沟	m ³	157	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	C型 M7.5 砂浆砌片石截水沟	m ³	220	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	D型 M7.5 砂浆砌片石急流槽	m ³	32	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	浆砌石 M7.5 (天沟、边沟、截水沟)	m ³	65.03	三洞一路	通风洞洞口
	浆砌石 M7.5(天沟、边沟、截水沟)	m ³	203.6	三洞一路	交通洞洞口
	M7.5 浆砌石 (天沟)	m ³	133.24	三洞一路	7#施工支洞洞口
	A型 7.5#浆砌片石边沟	m ³	66.6	三洞一路	连接公路前段
	B型 7.5#浆砌片石排水沟	m ³	63.2	三洞一路	连接公路前段
	C型 7.5#浆砌片石截水沟	m ³	449.76	三洞一路	连接公路前段
	7.5#浆砌片石急流槽	m ³	204.9	三洞一路	连接公路前段
2	斜坡防护工程				
2.1	浆砌石框格	m³	5919		
	M7.5 浆砌片石方格护坡	m ³	2549	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	M7.5 砂浆砌片石方格护坡	m ³	3370	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
2.2	锚杆、土钉	根	1484		
	边坡锚杆 φ18mm,L=1.5~3.5m	根	672	永久公路 1 标	
	边坡锚杆 Φ18mm, L=1.5m	根	30	永久公路 2 标	
	坡面锚杆 Φ25, 入岩 L = 5.6 ~ 6.5m	根	70	三洞一路	通风洞洞口

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	坡面土钉锚杆 Φ28, 入土 (岩) L = 3.6 ~ 4.5m	根	70	三洞一路	交通洞洞口
	坡面土钉锚杆 Φ28, 入土 (岩) L = 5.6 ~ 6.5m	根	516	三洞一路	交通洞洞口
	坡面土钉锚杆 Φ28, 入土 (岩) L = 8.6 ~ 9.5m	根	126	三洞一路	交通洞洞口
	第二部分 植物措施				
一	库坝建设区				
1	绿化美化工程				
1.1	栽植乔木		株	132	
	山乌桕	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	红荷木	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	大叶相思	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	野漆树	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	大头茶	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	木荷	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	阴香	株	8	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	山乌桕	株	8	下水库	F、G 段 2 号副坝左、右坝肩
	红荷木	株	8	下水库	F、G 段 3 号副坝左、右坝肩
	大叶相思	株	8	下水库	F、G 段 4 号副坝左、右坝肩
	野漆树	株	8	下水库	F、G 段 5 号副坝左、右坝肩
	大头茶	株	8	下水库	F、G 段 6 号副坝左、右坝肩
	木荷	株	8	下水库	F、G 段 7 号副坝左、右坝肩
	阴香	株	8	下水库	F、G 段 8 号副坝左、右坝肩

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	细叶榕、阴香间植	株	20	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
1.2	栽植灌木	株	24416		
	木荷、羊蹄甲、映山红株间混交	株	21745	上水库	坝后回填管理区
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	1900	上水库	坝后回填管理区
	假连翘	株	50	下水库	F、G 段 10 号副坝左、右坝肩
	野牡丹	株	50	下水库	F、G 段 11 号副坝左、右坝肩
	桃金娘	株	39	下水库	F、G 段 12 号副坝左、右坝肩
	美丽胡枝子	株	39	下水库	F、G 段 13 号副坝左、右坝肩
	映山红、勒杜鹃株间混交	株	11	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	羊蹄甲、映山红株间混交	株	13	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	569	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
2	边坡绿化工程				
2.1	铺种草皮护坡	m²	138553		
	狗牙根	m ²	86981	上水库	坝后回填管理区
	狗牙根	m ²	2936	上水库	1#副坝
	狗牙根	m ²	2060	上水库	2#副坝
	狗牙根	m ²	2167	上水库	3#副坝
	狗牙根	m ²	1730	上水库	5#副坝
	狗牙根	m ²	618	上水库	库周防渗及库岸防护
	狗牙根	m ²	5595	下水库	溢洪道泄槽
	狗牙根	m ²	1276	下水库	消力池、护坦

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	狗牙根	m ²	1402	水道厂房 1 标	上游调压井
	狗牙根	m ²	8000	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	狗牙根	m ²	271	水道厂房 2 标	交通洞洞口
	狗牙根	m ²	1569	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	满地黄金	m ²	1680	下水库	4 号坡面
	满地黄金	m ²	20714	下水库	5 号坡面
	满地黄金	m ²	312	下水库	6 号坡面
	满地黄金	m ²	1242	下水库	10 号坡面
2.2	坝坡植铺草皮	m²	47828		
	坝坡植铺草皮	m ²	7322	下水库	1#副坝
	坝坡植铺草皮	m ²	125	下水库	2#副坝
	坝坡植铺草皮	m ²	2427	下水库	3#副坝
	坝坡植铺草皮	m ²	37954	下水库	坝体下游面
2.3	撒播种草护坡	m²	11185		
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	6000	上水库	坝后回填管理区
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	700	水道厂房 1 标	上游调压井
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	266	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	460	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	1820	水道厂房 3 标	交通洞口支线起点接横坪一级公路加减速车道
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	1939	水道厂房 3 标	下库进出水口接横坪一级公路加减速车道
2.4	喷播植草护坡	m²	7920		

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	顶挂双层镀锌网喷草 (满地黄金)	m ²	1386	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	顶挂双层镀锌网喷草 (满地黄金)	m ²	744	下水库	D、E 段 2 号副坝左、右坝肩
	顶挂双层镀锌网喷草 (满地黄金)	m ²	3971	下水库	F、G 段 1 号副坝左、右坝肩
	百喜草、狗牙根混播	m ²	1819	下水库	上坝道路
2.5	三维网植草护坡	m²	11167		
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	9000	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	556	水道厂房 2 标	开关站及开关站支线工程
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	780	水道厂房 3 标	交通洞口支线起点接横坪一级公路加减速车道
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	831	水道厂房 3 标	下库进出水口接横坪一级公路加减速车道
2.6	客土喷播植草护坡(厚 100mm)	m²	6000		
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	6000	水道厂房 1 标	上游调压井支线
2.7	栽植地被护坡	m²	1642		
	满地黄金	m ²	673	下水库	B 段主坝左坝肩及岸库
	满地黄金	m ²	969	下水库	F、G 段 9 号副坝左、右坝肩
二	施工生产生活区				
1	植被恢复工程				
	种草	hm ²	7.16		
三	弃渣场区				
1	植被恢复工程				
	种草	hm ²	1.21		
四	公路建设区				

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
1	绿化美化工程				
1.1	栽植乔木	株	20817		
	细叶榕、阴香间植	株	456	上水库	上库环库道路
	细叶榕、阴香间植	株	242	上水库	上库对外连接支线
	细叶榕、阴香间植	株	8	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+038 段
	细叶榕、阴香间植	株	415	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	木荷	株	15805	下水库	11 号连坝路
	木荷	株	489	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	木荷	株	129	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	阴香	株	808	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	阴香	株	448	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	细叶榕	株	808	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	细叶榕	株	448	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	桉树	株	489	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	桉树	株	129	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	小叶榕	株	1	绿化提升	上水库、交通道路
	南洋楹	株	1	绿化提升	上水库、交通道路
	秋枫	株	5	绿化提升	上水库、交通道路
	非洲楝	株	1	绿化提升	上水库、交通道路
	台湾相思	株	50	绿化提升	上水库、交通道路
	黄槿	株	7	绿化提升	上水库、交通道路

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	凤凰木 A	株	9	绿化提升	上水库、交通道路
	凤凰木 B	株	8	绿化提升	上水库、交通道路
	美丽异木棉	株	8	绿化提升	上水库、交通道路
	宫粉紫荆	株	38	绿化提升	上水库、交通道路
	黄槐	株	15	绿化提升	上水库、交通道路
1.2	栽植灌木	株	53266		
	映山红、勒杜鹃株间混交	株	243	上水库	上库环库道路
	映山红、勒杜鹃株间混交	株	65	上水库	上库对外连接支线
	映山红、勒杜鹃株间混交	株	8	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+039 段
	映山红、勒杜鹃株间混交	株	225	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	羊蹄甲、映山红株间混交	株	313	上水库	上库环库道路
	羊蹄甲、映山红株间混交	株	50	上水库	上库对外连接支线
	羊蹄甲、映山红株间混交	株	10	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+040 段
	羊蹄甲、映山红株间混交	株	160	水道厂房 1 标	上游调压井
	羊蹄甲、映山红株间混交	株	63	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	575	水道厂房 1 标	上游调压井
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	603	水道厂房 1 标	上游调压井支线
	大红花	株	35361	下水库	12 号连坝路
	小叶女贞	株	550	下水库	上坝道路
	小叶女贞	株	1150	下水库	进场道路
	小叶女贞	株	380	下水库	2 号连坝路

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	小叶女贞	株	450	下水库	5号连坝路
	野牡丹	株	200	下水库	上坝道路
	野牡丹	株	447	下水库	进场道路
	野牡丹	株	100	下水库	2号连坝路
	野牡丹	株	163	下水库	6号连坝路
	三角梅(勒杜鹃)/高山杜鹃/映山红(毛杜鹃)	株	12000	零星绿化	主坝坝后回填区地块
	毛杜鹃	株	150	零星绿化	开关站地块
1.3	栽植攀缘植物(藤本)	株	2304		
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	650	上水库	上库环库道路
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	173	上水库	上库对外连接支线
	爬山虎、中华常春藤、凌霄株间混交	株	11	上水库	上游调压井支线 K0+000~K0+041 段
	异叶地锦	株	240	绿化提升	上水库、交通道路
	爬山虎	株	150	零星绿化	上水库坝头
	爬山虎	株	210	零星绿化	上库调压井口地块
	炮仗花	株	150	零星绿化	上水库坝头
	炮仗花	株	210	零星绿化	上库调压井口地块
	凌霄	株	150	零星绿化	上水库坝头
	常春藤	株	150	零星绿化	上水库坝头
	常春藤	株	210	零星绿化	上库调压井口地块
1.4	栽植色带	m²	2994	绿化提升	上水库、交通道路
	伞房决明	m ²	666	绿化提升	上水库、交通道路

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	翅荚决明	m ²	485	绿化提升	上水库、交通道路
	花叶良姜	m ²	149	绿化提升	上水库、交通道路
	紫花野牡丹	m ²	57	绿化提升	上水库、交通道路
	软枝黄蝉	m ²	98	绿化提升	上水库、交通道路
	红绒球	m ²	393	绿化提升	上水库、交通道路
	紫花勒杜鹃	m ²	38	绿化提升	上水库、交通道路
	红花勒杜鹃	m ²	477	绿化提升	上水库、交通道路
	九里香	m ²	70	绿化提升	上水库、交通道路
	黄金叶	m ²	254	绿化提升	上水库、交通道路
	马樱丹	m ²	69	绿化提升	上水库、交通道路
	满天星	m ²	105	绿化提升	上水库、交通道路
	亮叶朱蕉	m ²	70	绿化提升	上水库、交通道路
	小叶龙船花	m ²	31	绿化提升	上水库、交通道路
	芒草	m ²	32	绿化提升	上水库、交通道路
1.5	铺植草皮	m²	58284		
	大叶油草	m ²	246	绿化提升	上水库、交通道路
	台湾草	m ²	188	绿化提升	上水库、交通道路
	台湾草	m ²	20000	零星绿化	上库拌合楼地块
	台湾草	m ²	7000	零星绿化	上库临时营地地块
	台湾草	m ²	3500	零星绿化	上库气象站地块
	台湾草	m ²	21500	零星绿化	主坝坝后回填区地块

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	台湾草	m ²	2100	零星绿化	2#副坝下游坝坡面
	台湾草	m ²	1000	零星绿化	正常蓄水位以上库岸裸露边坡
	台湾草	m ²	750	零星绿化	开关站地块
	台湾草	m ²	2000	零星绿化	K6 地块
1.6	喷混植草	m²	2710		
	狗牙根, 黑麦草, 蛇目菊混播	m ²	460	绿化提升	上水库、交通道路
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	1750	零星绿化	环库路部分裸露边坡
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	500	零星绿化	正常蓄水位以上库岸裸露边坡
1.7	撒播草籽	m²	271000		
	百喜草、糖蜜草混播	m ²	250700	下水库	13 号连坝路
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	8500	零星绿化	正常蓄水位以上库岸裸露边坡
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	1000	零星绿化	上库调压井口地块
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	1800	零星绿化	1#施工支洞口地块
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	3000	零星绿化	上下库连接公路隧道进口地块
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	3000	零星绿化	K7 地块
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	3000	零星绿化	3#副坝下游回填地块
1.8	整理绿化用地	m²	332311		
	整理绿化用地	m ²	250600	下水库	10 号连坝路
	整理绿化用地	m ²	12511	绿化提升	上水库、交通道路
	整理绿化用地	m ²	20000	零星绿化	上库拌合楼地块
	整理绿化用地	m ²	7000	零星绿化	上库临时营地地块

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	整理绿化用地	m ²	3500	零星绿化	上库气象站地块
	整理绿化用地	m ²	21500	零星绿化	主坝坝后回填区地块
	整理绿化用地	m ²	2100	零星绿化	2#副坝下游坝坡面
	整理绿化用地	m ²	5000	零星绿化	正常蓄水位以上库岸裸露边坡
	整理绿化用地	m ²	1500	零星绿化	1#施工支洞口地块
	整理绿化用地	m ²	2000	零星绿化	K6 地块
	整理绿化用地	m ²	3000	零星绿化	K7 地块
	整理绿化用地	m ²	600	零星绿化	开关站地块
	整理绿化用地	m ²	3000	零星绿化	3#副坝下游回填地块
2	边坡绿化工程				
2.1	种草护坡	m²	20925		
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	5328	上水库	上库环库道路
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	2070	上水库	上库对外连接支线
	狗牙根、百喜草、猪屎豆混播	m ²	25	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+035 段
	种草植物护坡	m ²	9514	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	种草植物护坡	m ²	3988	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
2.2	铺草皮护坡	m²	69557		
	狗牙根草皮	m ²	500	上水库	上库环库道路
	狗牙根草皮	m ²	200	上水库	上库对外连接支线
	狗牙根草皮	m ²	10	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+036 段
	狗牙根草皮	m ²	15640	永久公路 1 标	1 号炸药库支线

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	狗牙根草皮	m ²	4125	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
	百喜草、狗牙根混播	m ²	2030	下水库	进场道路
	百喜草、狗牙根混播	m ²	3294	下水库	1 号连坝路
	百喜草、狗牙根混播	m ²	12335	下水库	2 号连坝路
	百喜草、狗牙根混播	m ²	3138	下水库	4 号连坝路
	铺草皮植物护坡	m ²	19028	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	铺草皮植物护坡	m ²	883	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	铺草皮植物护坡	m ²	7975	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	铺草皮植物护坡	m ²	400	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
2.3	三维网植草护坡	m²	64228		
	三维网植草护坡	m ²	26029	上水库	上库环库道路
	三维网植草护坡	m ²	2924	上水库	上库对外连接支线
	三维网植草护坡	m ²	250	上水库	上游调压井支线 K0+000 ~ K0+037 段
	三维植被网护坡	m ²	16822	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	三维植被网护坡	m ²	2460	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
	三维植被网护坡	m ²	13035	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	三维植被网护坡	m ²	2708	永久公路 2 标	2 号炸药库支线
2.4	客土喷播植草护坡	m²	14742		
	客土喷播植草护坡(厚 10cm)	m ²	3760	上水库	上库环库道路
	客土喷播护坡 (厚 10cm)	m ²	18453.000	永久公路 2 标	K7+156-K10+523.028
	客土喷播护坡 (厚 10cm)	m ²	677.000	永久公路 2 标	2 号炸药库支线

序号	措施类型	单位	工程量	标段	实施位置
	客土喷播护坡 (厚 10cm)	m ²	10709	永久公路 1 标	K1+080 ~ K7+156
	客土喷播护坡 (厚 10cm)	m ²	273	永久公路 1 标	1 号炸药库支线
2.5	U 型钉挂双层镀锌网喷播植草	m²	21044		
	U 型钉挂双层镀锌网喷播植草	m ²	2686	下水库	进场道路
	U 型钉挂双层镀锌网喷播植草	m ²	3207	下水库	1 号连坝路
	U 型钉挂双层镀锌网喷播植草	m ²	1014	下水库	2 号连坝路
	U 型钉挂双层镀锌网喷播植草	m ²	14136	下水库	3 号连坝路
2.6	喷混植生		2060		
	喷百喜草、狗牙根	m ²	2060	三洞一路	交通洞洞口
	第三部分 施工临时工程				
一	库坝建设区				
1	尼龙土袋围堰	m ³	4920	上、下水库	临时堆土
2	薄膜覆盖	m ²	96770	上、下水库	库周边坡
3	排水沟	m	40700	上、下水库	施工区
二	施工生产生活区				
1	尼龙土袋围堰	m ³	5576	各标段	施工临建区
三	公路建设区				
1	薄膜覆盖	万 m ²	15.76		
	临时排水沟	m	9793	下水库	9 号连坝路

4.1 工程措施监测结果

通过现场监测及查阅相关资料得知，项目区工程措施主要为截排水沟、挡墙、框架梁护坡等，上述措施很好的控制了雨水、径流对坡面的冲刷，在保水保土、涵养水源方面起到了至关重要的作用。工程措施实施情况见图4-1。



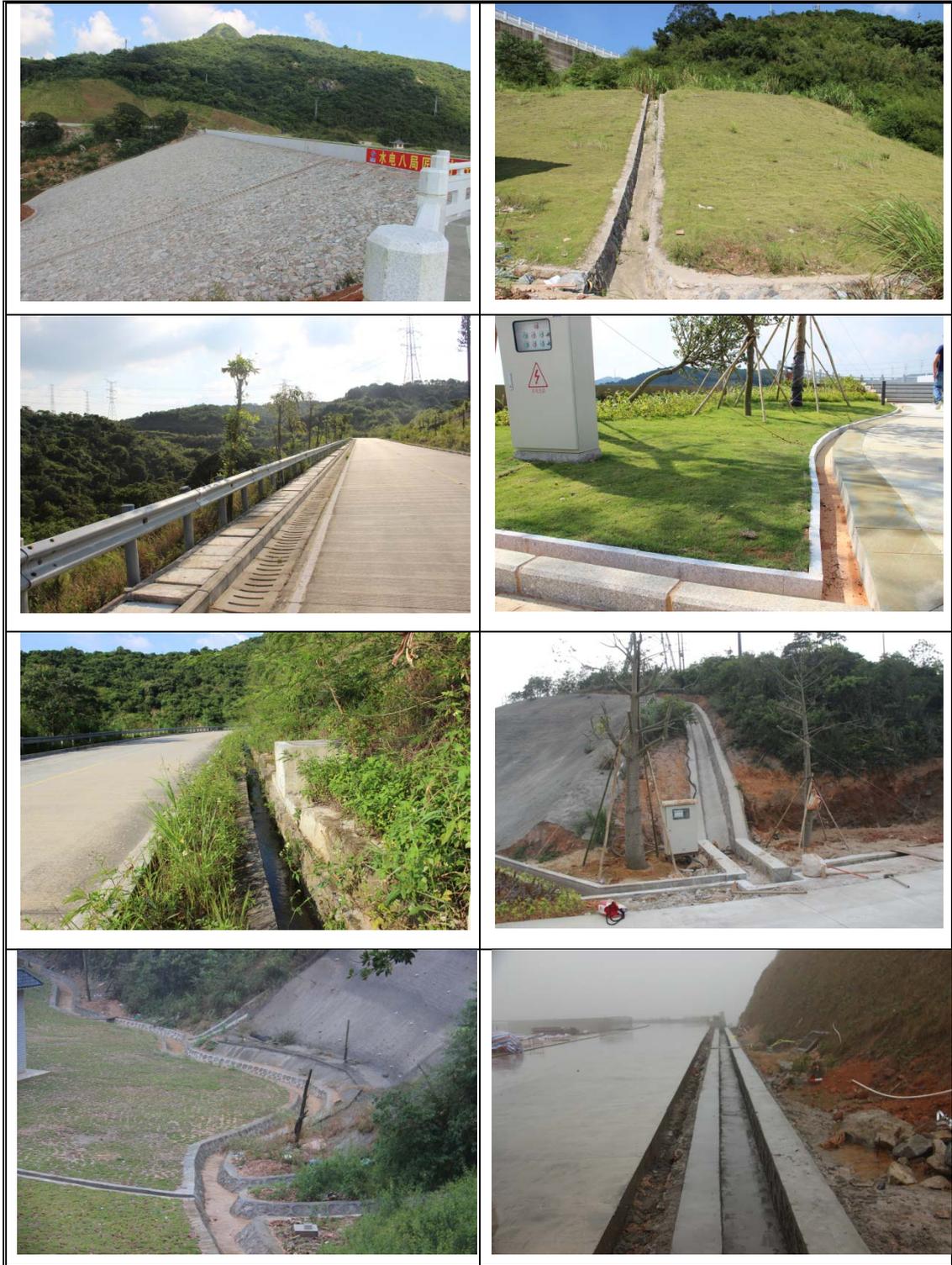




图 4-1 项目区工程措施现状

4.2 植物措施监测结果

通过现场监测及查阅相关资料得知，项目区实施的植物措施主要为铺植草皮、栽植乔灌等，上述措施取得了良好的生态效益和景观效益，体现了土建活动，生态先行的可持续发展理念。现场典型植物措施实施情况图见图4-2。

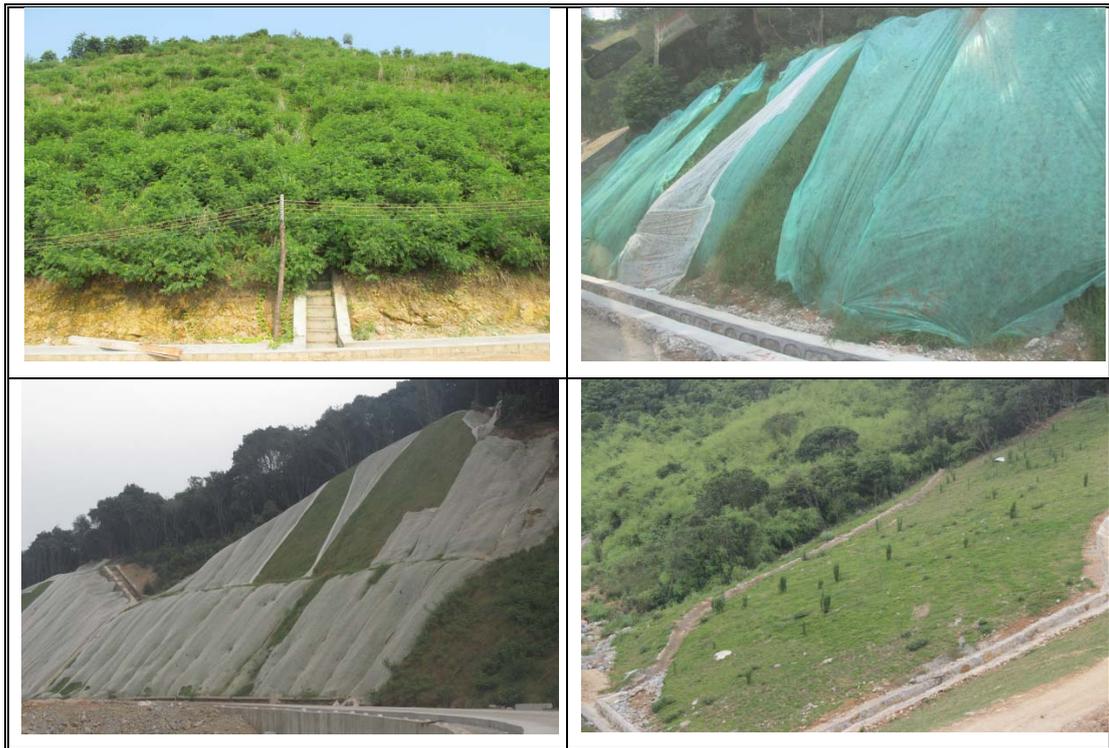








图 4-2 水土保持植物措施

4.3 临时防治措施监测结果

通过现场监测及查阅相关资料得知，项目区临时措施主要为临时排水、拦挡、覆盖等措施。临时措施有效的防护了施工过程中项目区的水土流失，为工程的正

常进展提供了可靠保障。临时措施实施情况图见图4-3。





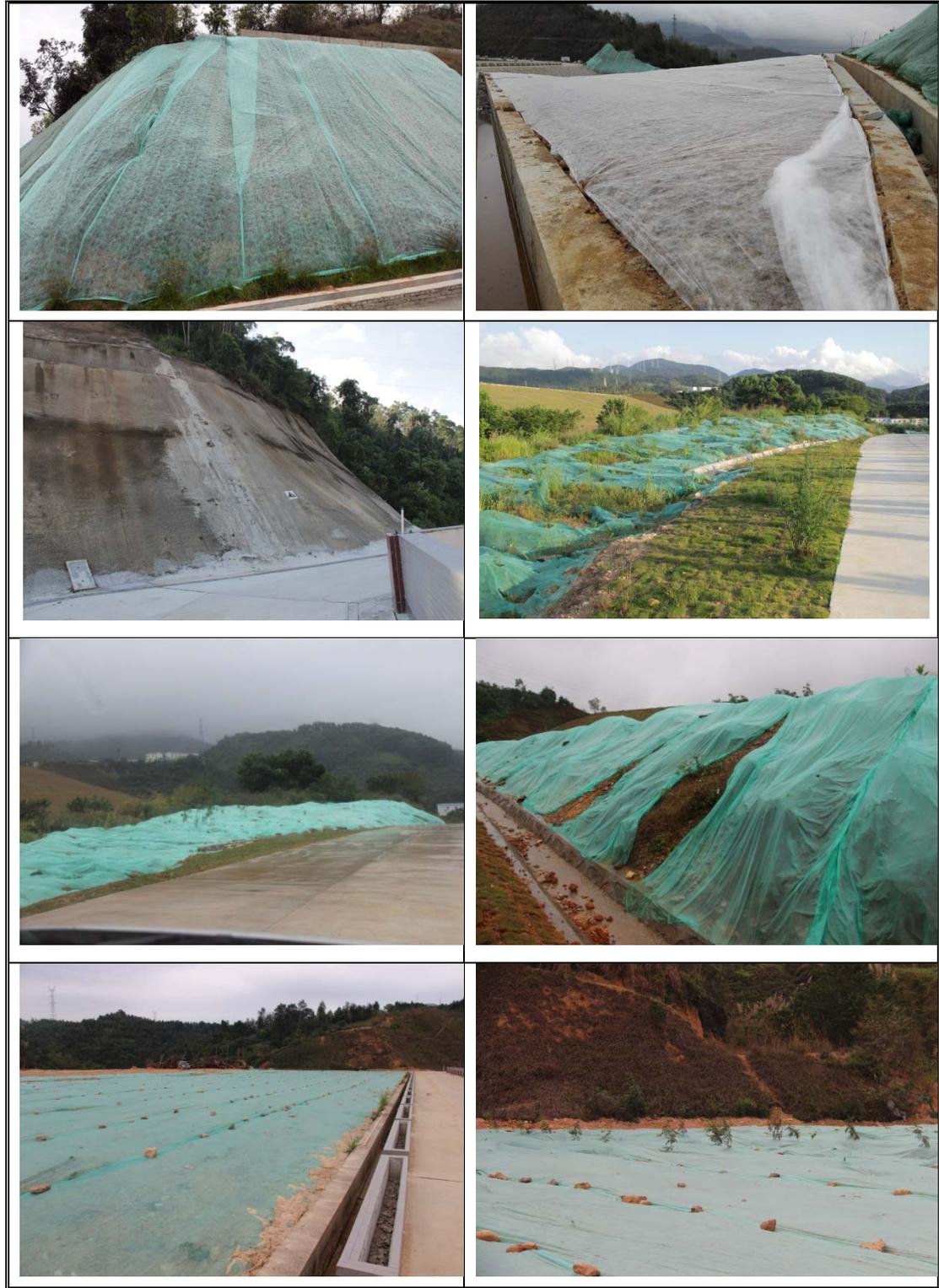


图 4-3 水土保持临时措施

4.4 水土保持措施防治效果

完成的各项水保措施工程量与水保方案对照，发生了些许变化，主要是由于

防治责任范围减小。总体来说，建设单位和施工单位较为重视本工程的水土流失防治工作，采取大量的工程措施和植物措施进行防护，施工过程中没有发生大的水土流失问题，水土流失防治取得了比较好的治理效果，完成的工程量可以满足工程水土流失防治的需要。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目位于亚热带季风气候带内，气候温和，雨量充沛。主要的水土流失类型有水蚀、重力侵蚀和混合侵蚀。根据现场调查监测，项目区内主要的水土流失形式有面蚀和沟蚀，面蚀分布最广。沟蚀主要发生于边坡区，尤其上下库公路区域的深挖、高填路段和弃土（渣）场，由于部分边坡表面裸露，土壤原状结构受到破坏，在坡面形成深浅不一的侵蚀沟。

本项目的水土流失主要集中在工程施工期，水土流失区域主要集中在开挖量大的交通工程区及弃渣场。2011年9月我站接受委托时，项目前期标段已经开工建设，水土流失区域主要为交通工程区，面积为30.73hm²。施工期水土流失发生区域主要为交通工程区、弃渣场区、石料场区、库坝建设区及施工营造区，至2014年3季度，项目建设区内水土流失面积为196.5hm²，为施工期水土流失面积的最大值。2014年3季度后，各分区陆续布设的水土保持措施逐渐发挥效益，水土流失面积逐年减少。试运行期间，水土流失面积为46.21hm²，主要集中于除硬化区以外的绿化区。

5.2 土壤流失量

5.2.1 背景值水土流失量

根据项目区特点及水利部《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190 - 2007) 中土壤侵蚀强度分级标准表确定的分级判别因子，结合项目设计资料和实地调查结果显示，广东省的水土流失重点监督区。项目区地以丘陵为主，根据对项目周边区域原地貌的水土流失情况监测，项目区原地貌水土流失以水力侵蚀为主，部分区域

有轻度风力侵蚀，水土流失背景侵蚀模数平均值约 500t/km².a，容许土壤流失量为 500 t/km²。

5.2.2 土壤侵蚀模数确定的主要依据

土壤侵蚀模数的确定以《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）为依据，同时结合项目区地形地貌、降雨、现场调查情况等综合考虑。面蚀分级指标及强度详见表5-1、5-2。

(1) 施工期土壤侵蚀强度：施工期是造成水土流失的主要时段，尤其是土建施工期，由于开挖扰动，改变了植被条件，破坏了土体结构，使土壤可蚀性指数升高，各施工场所根据扰动强度不同，土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加，各防治分区综合土壤侵蚀模数为 3500~5000t/(km²·a)。

(2) 植被恢复期土壤侵蚀强度：通过调查项目区内地势坡度、林草植被生长情况、林草植被覆盖度等水土流失因子，结合《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190 - 2007），工程建设区域各项水土流失防治措施实施后的侵蚀模数，经监测分析，试运行期综合土壤侵蚀模数约为 500t/(km²·a)。

表 5-1 面蚀分级指标

地类 \ 坡度 (°)		坡度 (°)				
		5~8	8~15	15~25	25~35	>35
非耕地林草盖度 (%)	60~75	轻 度			中 度	强 烈
	45~60	轻 度		中 度	强 烈	极 强 烈
	30~45	轻 度		中 度	强 烈	极 强 烈
	<30	轻 度		强 烈	极 强 烈	剧 烈

表 5-2 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数 [t/(km ² .a)]	平均流失厚度 (mm/a)
微度	<500	<0.345

轻度	500 ~ 2500	0.345 ~ 1.724
中度	2500 ~ 5000	1.724 ~ 3.448
强烈	5000 ~ 8000	3.448 ~ 5.517
极强烈	8000 ~ 15000	5.517 ~ 10.345
剧烈	>15000	>10.345
注：本表流失厚度系按广东省当地平均土壤干容重 1.45g/cm ³ 折算。		

5.2.3 水土流失量监测结果

主体工程总工期 82 个月。我站于 2011 年 9 月进场开展监测,监测时段为 2011 年 9 月至 2018 年 12 月,监测期共 29 个季度。根据工程建设实际情况,结合降雨、现场监测时收集监测点数据及相关工程资料计算统计,项目区施工期(2011 年 9 月至 2017 年 12 月)土壤流失量为 39381t,植被恢复期(2018 年 1 月至 2018 年 12 月)土壤流失量为 231t。

项目区施工期和植被恢复期土壤侵蚀量详见表 5-3、5-4。

表 5-3 各扰动分区施工期土壤侵蚀量统计表

监测时段	监测分区	扰动面积(hm ²)	水土流失面积(hm ²)	土壤侵蚀强度	土壤侵蚀模数([t/(km ² .a)])	水土流失量(t)
2011 年 9 月 -2011 年 12 月	公路建设区	30.73	30.73	剧烈	14000	1434
	小计	30.73	30.73			1434
2012 年 1 月 -2012 年 12 月	水库淹没区	20.75	20.75	强烈	7000	1452
	库坝建设区	17.2	17.2	极强烈	9600	1651
	施工生产生活区	5.5	5.5	中度	3500	192
	公路建设区	55.85	50.36	极强烈	10500	5287
	小计	99.30	93.81			8582

监测时段	监测分区	扰动面积(hm ²)	水土流失面积(hm ²)	土壤侵蚀强度	土壤侵蚀模数([t/(km ² .a)])	水土流失量(t)
2013年 1月 -2013年 12月	水库淹没区	85.87	78	极强烈	9000	7020
	库坝建设区	51.81	48.5	强烈	9000	4365
	施工生产生活区	12.23	10	中度	3500	350
	弃渣场区	1.45	1.45	极强烈	10000	145
	公路建设区	63.73	58.55	强烈	8000	4684
	小计	215.09	196.5			16564
2014年 1月 -2014年 12月	水库淹没区	85.87	46.95	强烈	5200	2441
	库坝建设区	51.81	45.5	强烈	5600	2548
	施工生产生活区	12.23	7.5	轻度	1500	112
	弃渣场区	1.45	1.45	强烈	6800	99
	公路建设区	63.73	35.8	中度	4000	1432
	小计	215.09	137.2			6632
2015年 1月 -2015年 12月	水库淹没区	85.87	33.42	中度	4500	1503
	库坝建设区	51.81	29.5	中度	3500	1032
	施工生产生活区	12.23	7.5	轻度	1000	750
	弃渣场区	1.45	1.45	中度	4800	70
	公路建设区	63.73	35.8	中度	2800	1002
	小计	215.09	107.67			4357
2016年 1月 -2016年 12月	水库淹没区	85.87	26.5	轻度	2400	636
	库坝建设区	51.81	19.5	轻度	1600	312

监测时段	监测分区	扰动面积(hm ²)	水土流失面积(hm ²)	土壤侵蚀强度	土壤侵蚀模数([t/(km ² .a)])	水土流失量(t)
	施工生产生活区	12.23	7.5	轻度	1000	75
	弃渣场区	1.45	1.45	中度	3300	48
	公路建设区	63.73	26.5	轻度	1000	265
	小计	215.09	81.45			1336
2017年 1月 -2017年 12月	水库淹没区	85.87	0	/	/	/
	库坝建设区	51.81	18	微度	800	144
	施工生产生活区	12.23	7.5	微度	800	60
	弃渣场区	1.45	1.45	中度	1500	22
	公路建设区	63.73	25	轻度	1000	250
	小计	215.09	51.95			476
合计		/	/	/	/	39381

表 5-4 各扰动分区自然恢复期土壤侵蚀量统计表

监测时段	监测分区	扰动面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀强度	土壤侵蚀模数 ([t/(km ² .a)])	水土流失量(t)
2018年 1月 -2018年 12月	水库淹没区	85.87	0	/	/	0
	库坝建设区	51.81	17.26	微度	500	86
	施工生产生活区	12.23	7.22	微度	500	36
	弃渣场区	1.45	1.45	微度	500	7
	公路建设区	63.73	20.28	微度	500	101
合计		129.22	46.21			231

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据监测，本工程渣场按设计要求采取了弃渣拦挡措施，在工程完建后均按设计要求采用相应的复耕措施、植被恢复措施。因此，本工程不存在潜在的土壤流失量。

5.4 水土流失危害

通过现场监测得知，工程在监测阶段（2011年9月至2018年12月）未发生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

工程扰动土地总面积为 215.09hm²，扣除水库淹没面积 85.87hm²后扰动土地面积 129.22hm²，扰动土地整治面积为 128.65hm²，其中工程措施面积为 4.06hm²、植物措施面积为 41.58hm²、建筑物及硬化面积为 83.01hm²。项目区扰动土地整治率为 99.6%，达到目标值 99%。分析详见表 6-1。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。根据施工记录资料及现场调查核实，工程水土流失面积为 46.21hm²，水土流失治理面积 45.64hm²，水土流失总治理度达到 98.8%，达到目标值 98%。分析详见表 6-1。

6.3 拦渣率

根据水土保持监测成果，工程产生弃方 2.76 万 m³，全部集中弃渣场内，弃渣场采取植被恢复等措施进行防护，拦渣率达 98.0%以上，达到目标值 98%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。根据本工程水土保持方案，结合项目区土壤侵蚀类型与强度，并通过典型调查，结合《土壤侵蚀分类分级标准》，采用综合估判的方法，估算典型地段的土壤侵蚀模数和各分区土壤侵蚀模数，综合确定项目区平均土壤侵蚀模数和控制比。

项目区所处区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,通过自然恢复期第一年水土保持现场监测,采取水土保持防治措施后,防治责任范围内的平均土壤侵蚀强度已降低至 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,土壤流失控制比为1.0,达到方案目标值的要求。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目建设区内,林草类植被面积占可恢复林草植被(在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被)面积的百分比。林草覆盖率指林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。工程防治责任范围 215.09hm^2 ,扣除水库淹没面积 85.87hm^2 后防治责任范围 129.22hm^2 ,可绿化面积 42.15hm^2 ,恢复植被面积 41.58hm^2 ,林草植被恢复率为98.6%,达到目标值98%。分析详见表6-2。

6.6 林草覆盖率

工程竣工验收时,工程建设区内绿化面积将达到 41.58hm^2 ,林草覆盖率为32.2%,达到水土流失防治目标的要求。分析详见表6-2。

表 6-1

扰动土地治理情况分析表

分区名称	防治责任范围面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土保持措施面积 (hm ²)			建筑物或场地道路硬化面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)	水土流失总治理度 (%)
			工程措施	植物措施	小计			
库坝建设区	51.81	17.26	2.58	14.66	17.24	34.55	100.0	99.9
施工生产生活区	12.23	7.22		7.16	7.16	5.01	99.5	99.2
弃渣场区	1.45	1.45	0.22	1.21	1.43		98.6	98.6
公路建设区	63.73	20.28	1.26	18.55	19.81	43.45	99.3	97.7
合计	129.22	46.21	4.06	41.58	45.64	83.01	99.6	98.8

注：根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)，水域面积在计算指标时不包括在总防治面积内。

表 6-2

工程林草植被恢复情况分析表

分区名称	防治责任范围 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
库坝建设区	51.81	14.68	14.66	99.9	28.3
施工生产生活区	12.23	7.22	7.16	99.2	58.5
弃渣场区	1.45	1.23	1.21	98.4	83.4
公路建设区	63.73	19.02	18.55	97.5	29.1
合计	129.22	42.15	41.58	98.6	32.2

注：工程防治责任范围总面积 215.09hm²，其中水库淹没面积 85.87hm²，根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)，水域面积在计算指标时不包括在总防治面积内。

6.7 防治目标完成情况

综上所述，截至2019年5月底的监测数据显示，本项目六项指标已经达到方案目标值，详见表6-3。

表 6-3 水土保持方案防治指标目标值达标情况表

序号	项目	目标值	实际值	达标情况	备注
1	扰动土地整治率 (%)	99	99.6	达标	
2	水土流失总治理度 (%)	98	98.8	达标	
3	土壤流失控制比	1.0	1.0	达标	
4	拦渣率 (%)	98	98.0	达标	
5	林草植被恢复率 (%)	98	98.6	达标	
6	林草覆盖率 (%)	31.5	32.2	达标	

7 结论

7.1 水土流失动态变化

项目区扰动地表面积为 215.09hm^2 ，防治责任范围面积为 215.09hm^2 。根据土壤流失动态监测结果分析，监测时段内水土流失主要发生在主体工程区，水土流失主要发生在工程土建期，依据定点监测及定期遥感监测结果结论如下：

(1) 扰动范围及水土流失面积：本项目的扰动及水土流失主要集中在工程施工期，水土流失区域主要集中在开挖量大的交通工程区及弃渣场。2011年9月我站接受委托时，项目前期标段已经开工建设，项目区扰动面积 30.37hm^2 ，水土流失区域主要为交通工程区，水土流失面积为 30.37hm^2 。施工期水土流失发生区域主要为交通工程区、弃渣场区、石料场区、库坝建设区及施工营造区，2014年3季度项目建设区内扰动面积 215.09hm^2 ，水土流失面积为 196.5hm^2 ，为施工期水土流失面积的最大值，2014年3季度后，各分区陆续布设的水土保持措施逐渐发挥效益，水土流失面积逐年减少。试运行期间，水土流失面积为 46.21hm^2 ，集中于绿化区。

(2) 土壤流失量：根据工程建设实际情况，结合降雨、现场监测时收集监测点数据及相关工程资料计算统计，项目区施工期（2011年9月至2017年12月）土壤流失量合计 39381t ，2013年项目区土壤流失量 16464t ，为施工期年度土壤流失量的最大值。植被恢复期（2018年1月至2018年12月）土壤流失量为 231t 。到2018年6月，项目区土壤侵蚀强度已经控制在项目区水土流失容许值范围之内，随着人为扰动的停止，项目区植被的恢复，土壤侵蚀模数降低至 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

由此可知，项目建设造成水土流失主要发生在主体工程区，土壤流失强度主要受到降雨及地表扰动双重影响，主要发生时段在2012~2015年。

7.2 水土保持措施评价

7.2.1 水土保持工程措施评价

监测期内，我站监测人员分多次对各分区水土保持工程进行现场调查、巡查监测、遥感监测。监测时采用现场勘察、实测、图片拍摄、调查巡访、遥感影像、无人机航摄、查阅自检成果和交工验收资料等，对水土保持工程措施进行评价。

根据外业调查，并结合项目现有的资料进行核算，得出以下监测结论：

- (1) 现场勘测结果显示，本工程已实施的水土保持工程措施主要有截排水沟、挡墙、框架梁护坡等；
- (2) 项目建设区各工程防护措施基本按水土保持方案设计实施；
- (3) 通过现场勘查各项措施运行效果、量测外观尺寸，项目区已实施的工程措施整体实施情况良好，无明显人为破坏迹象，很好的控制了雨水、径流对坡面的冲刷，在保水保土、涵养水源方面起到了至关重要的作用。。

7.2.2 水土保持植物措施评价

从全面调查监测和定点监测结果来看，本项目的植物措施满足水土保持方案的要求。项目区整体。综合分析后，得出如下评价结论：

- (1) 植物措施实施效果较好，已形成一定的植物林草覆盖度；
- (2) 大部分场地植物措施已落实，水土保持效果良好，乔灌草相结合的园林绿化方式，不但能发挥保土保水的作用，还有景观美化效果；
- (3) 通过工程区巡视以及典型样地调查，项目区施工扰动区域基本绿化，植物措施成活率达90%以上。

7.2.3 水土保持临时措施评价

本项目在建设过程中，建设单位比较重视水土保持工作，按照需要布设了临时排水、拦挡、覆盖等临时防护措施，有效的减少了工程施工中水土流失的产生，减少了工程实施对项目区及其周边生态环境的影响。

7.3 存在问题及建议

建议建设单位今后继续重视水土保持工作，加强水土保持设施运行期的管理维护和林草抚育，保证水土保持设施的正常运行，更好的保证主体工程安全运行。

7.4 综合结论

通过对本项目的水土保持监测，对比土壤侵蚀背景状况及调查监测结果分析，可以看出建设单位和施工单位都比较重视水土保持工作，基本能够按照《深圳抽水蓄能电站水土保持方案报告书》及相关法律法规开展水土流失防治工作。根据监测成果资料分析，得出以下总体结论：

(1) 本项目水土保持方案报告书中确定的水土流失防治责任范围为301.09hm²，建设期实际防治责任范围215.09hm²，扰动面积为215.09hm²。本项目原设计需要外借石料165.46万m³，总弃渣163.05万m³，通过查阅工程竣工资料和监理资料以及现场实际调查，本项目实际采石料0万m³，弃渣2.78万m³。

(2) 通过对工程的水土保持监测成果分析，项目建设区域基本没有产生严重的水土流失危害，工程的排水、拦挡、绿化等各类措施都已基本落实，有效的控制了水土流失。水土保持六项防治指标分别为：扰动土地整治率99.6%，水土流失总治理度98.8%，土壤流失控制比达1.0，拦渣率为98%，林草植被恢复率98.6%，林草覆盖率32.2%。监测期水土流失量39612t。

综上所述，深圳抽水蓄能电站项目水土保持措施已实施且运行稳定，水土保持效果显著；水土保持六项指标均已达到水保方案目标值，水保方案得到切实、有效的落实。监测结果表明该工程已达到水土保持验收标准，建议建设单位组织开展水土保持自主验收。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 监测点布设图
- (3) 遥感雨量站布设图
- (4) 防治责任范围图-上库
- (5) 防治责任范围图-下库
- (6) 水土保持措施布局图

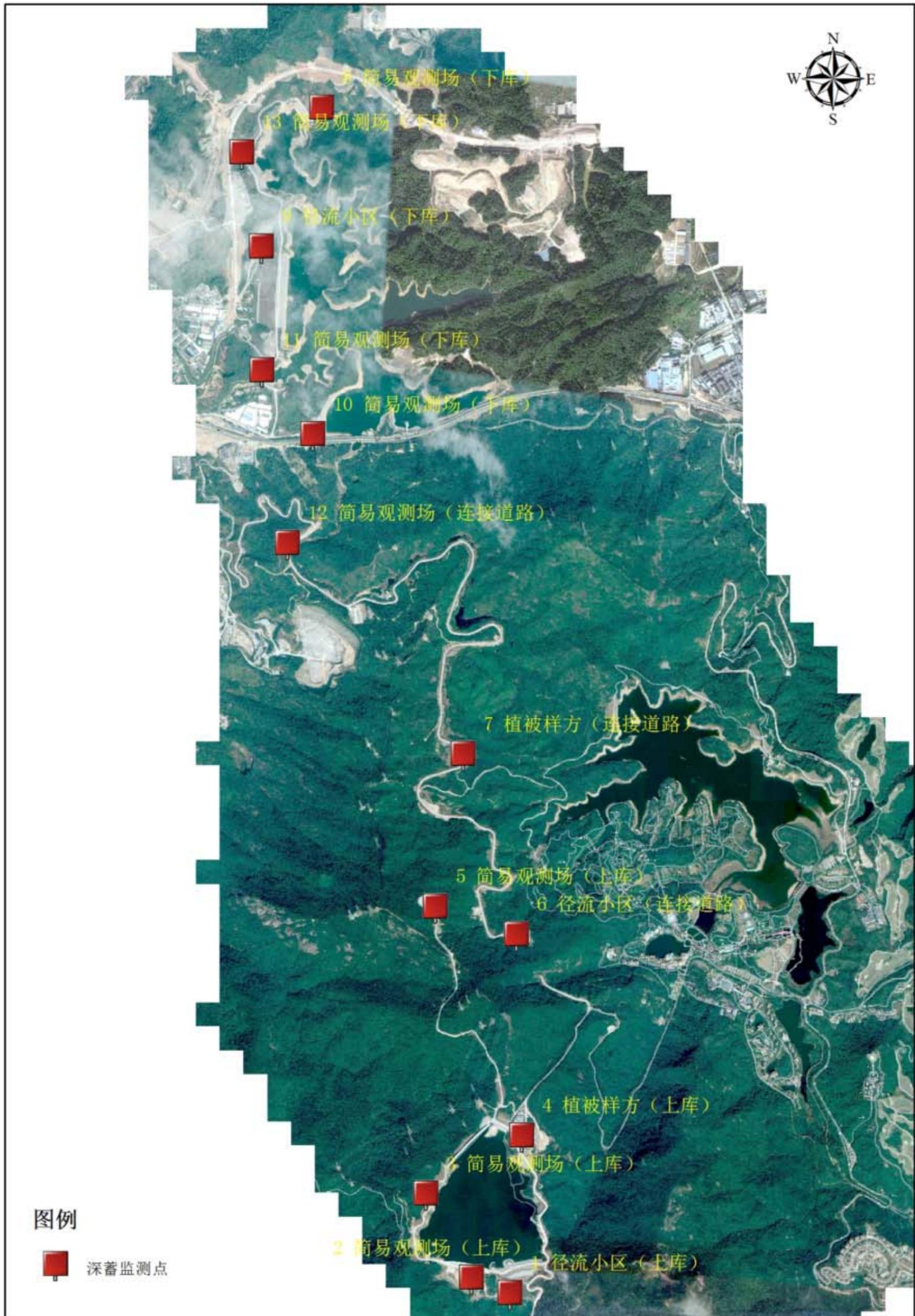
8.2 有关资料

- (1) 监测点数据资料
- (2) 其他项目监测工作相关的资料

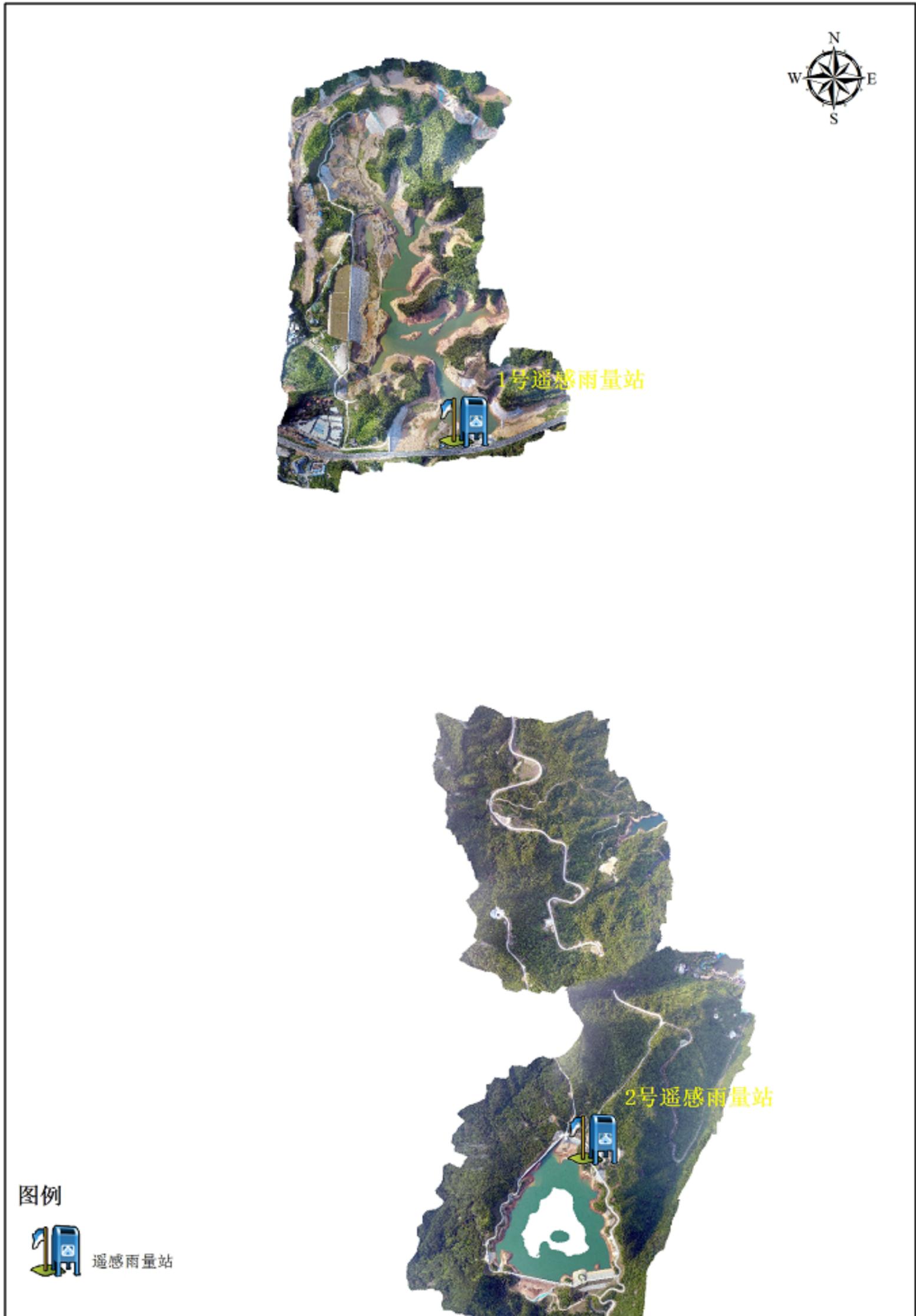
附图 1 项目区地理位置图



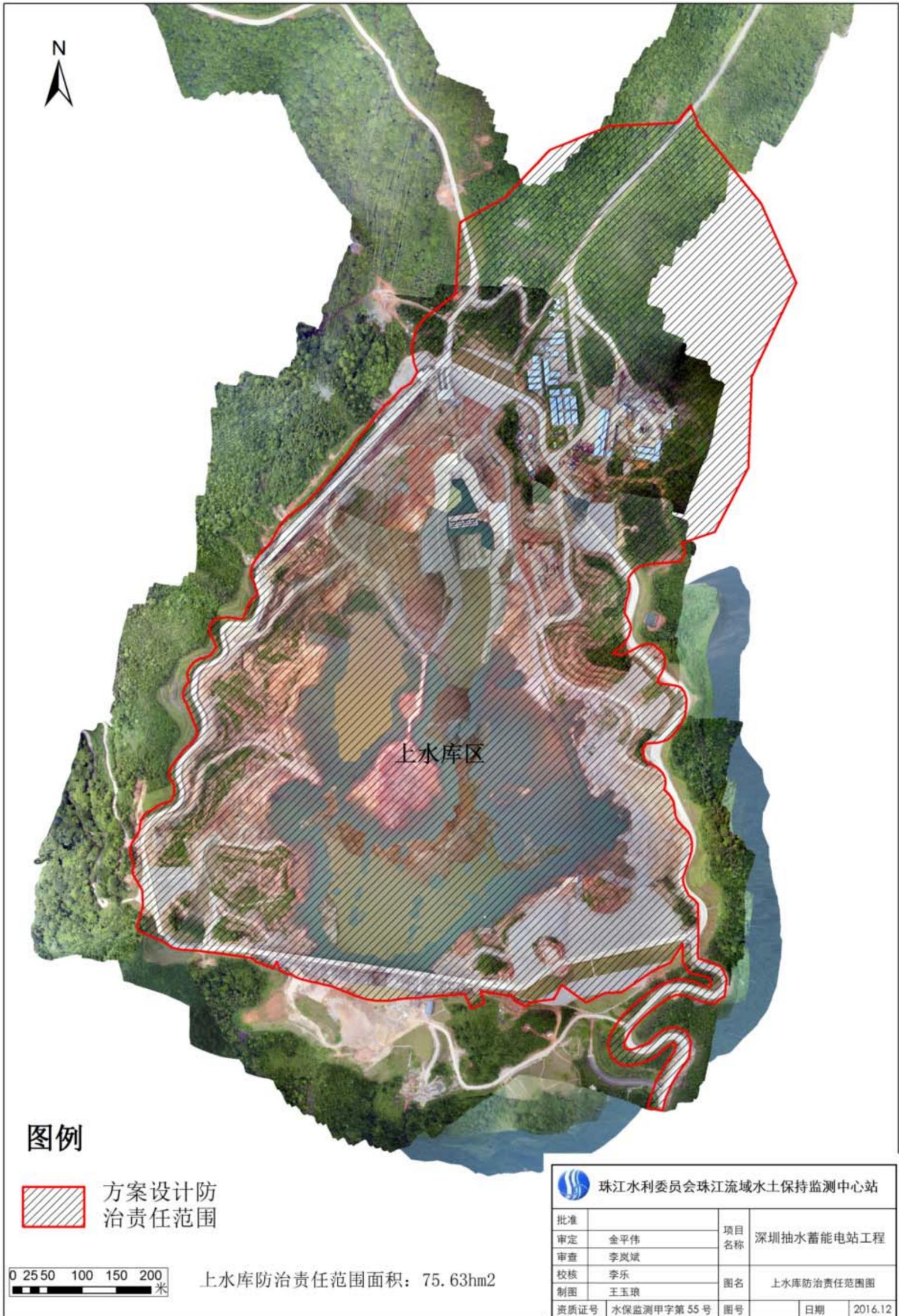
附图 2 监测点布设图



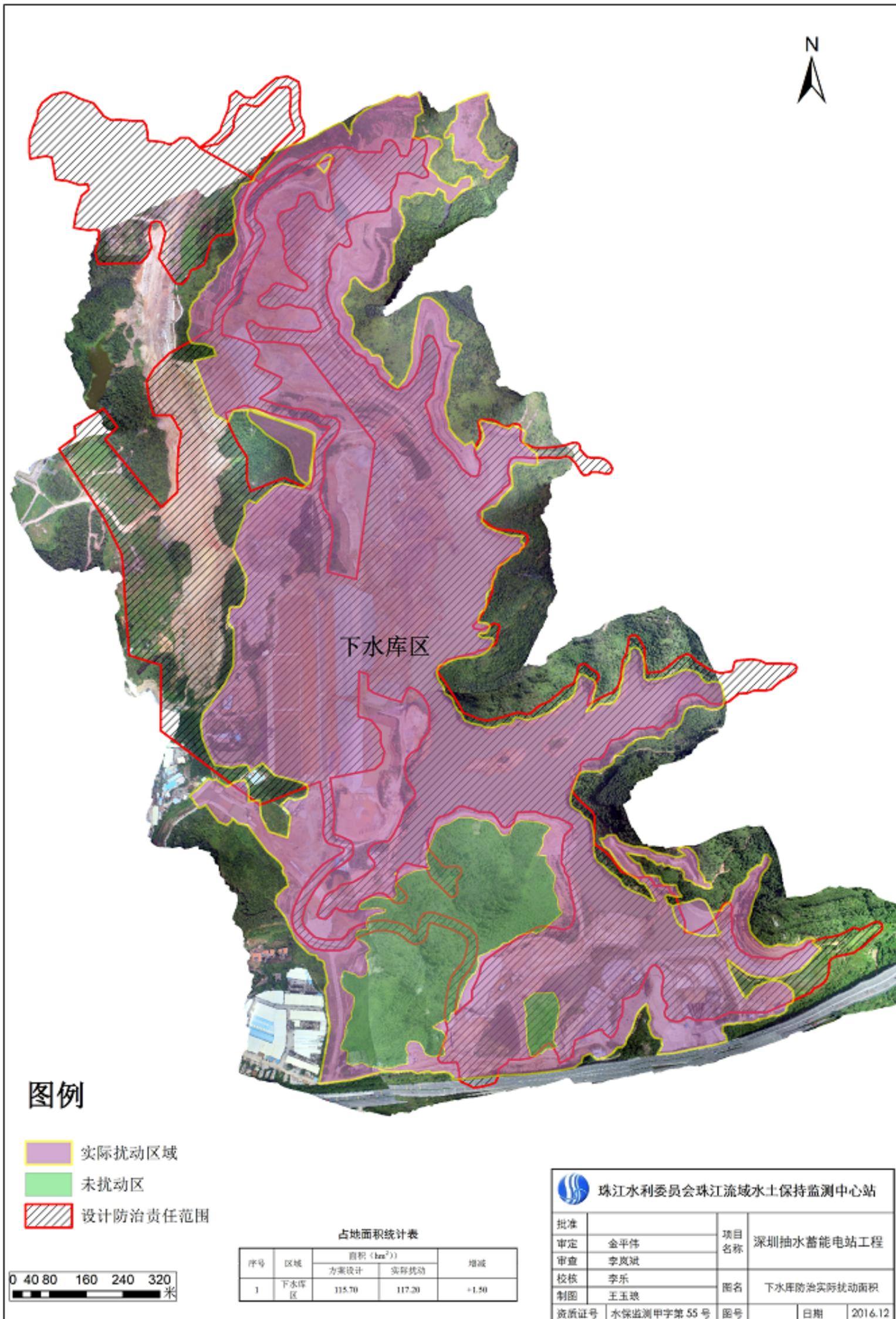
附图 3 遥感雨量站布设图



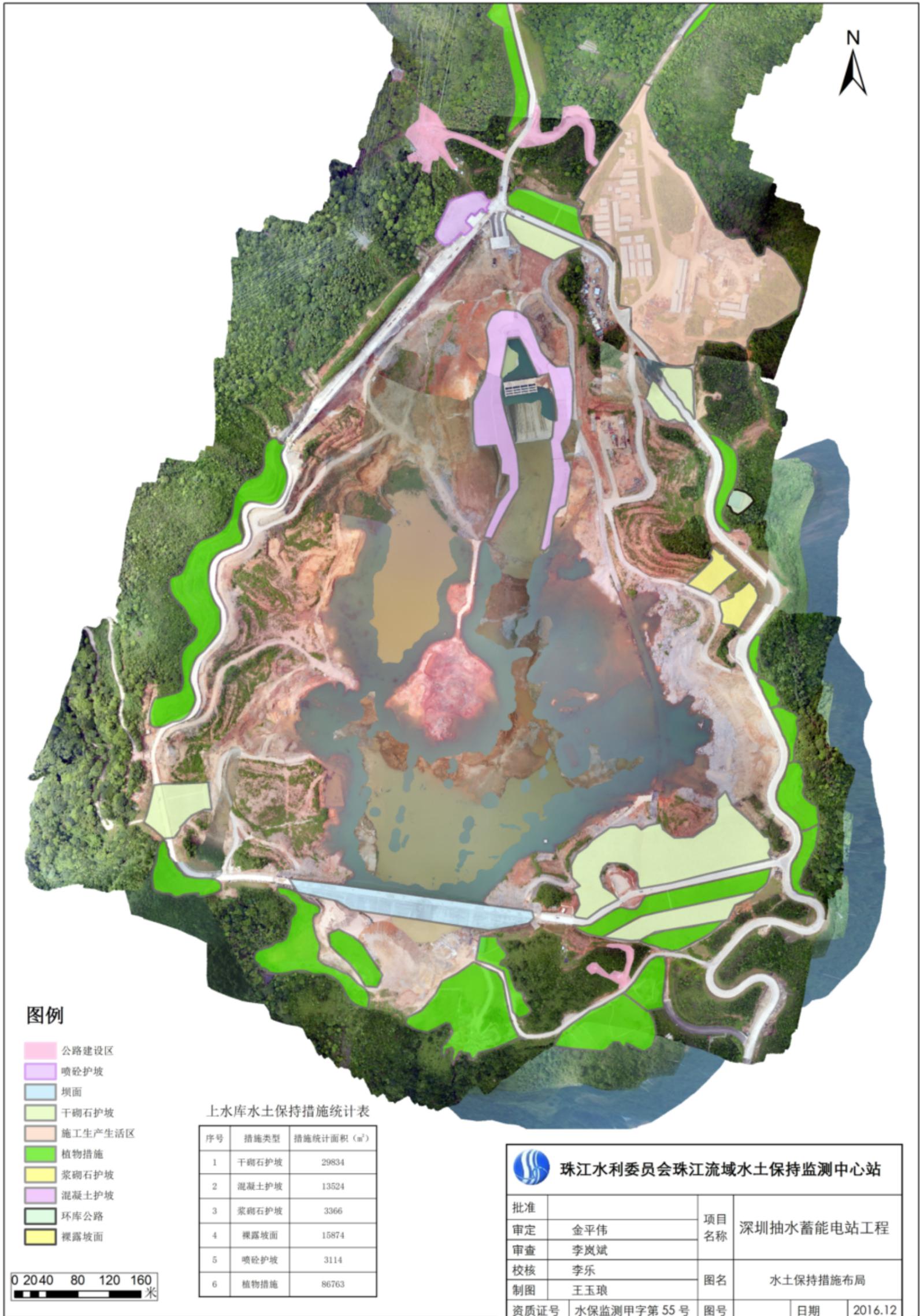
附图 4 防治责任范围图-上库



附图 5 防治责任范围图-下库



附图 6 水土保持措施布局图



附件 1 监测点数据资料

附表 1 1#监测点数据表

监测点编号	1#监测点		
小区图示			
监测内容	林草覆盖率及自然植被恢复效果	林草植被覆盖率	3%，基本没有什么变化
经度	114°15'59"	纬度	22°39'11"
小区面积	2m × 2m	小区坡度	21°
小区植被	小区裸露，土石质松散		
监测人员	李万能，张广分		

监测时间	2011年(10)11月(18)22日
------	---------------------

附表 2 2#监测点数据表

经度	114°16'03"	纬度	22°38'49"	坡度	41°	面积	1m × 1m
点号日期	10月18日 (cm)	11月22日 (cm)	侵蚀深度 (cm)	12月21日 (cm)	侵蚀深度 (cm)		
1#	14.8	15.4	0.6	15.4	0.0		
2#	17.6	18.1	0.5	18.1	0.0		
3#	13.7	14.4	0.7	14.4	0.0		
4#	14.5	15.4	0.9	15.4	0.1		
5#	20	20.3	0.3	20.3	0.0		
6#	17.2	17.2	0.0	17.2	0.0		
7#	14.6	15.1	0.5	15.1	0.1		
8#	16.2	16.7	0.5	16.7	0.0		
9#	15.3	15.3	0.0	15.3	0.0		
平均值	—	—	0.44	—	0.00		
侵蚀模数 (t/km ² ·a)		35000					

监测点图示



附表3 3#监测点数据表

经度	114°16'24"	纬度	22°38'29"	坡度	39°	面积	1m × 1m
点号日期	11月22日 (cm)	12月21日 (cm)	侵蚀深度 (cm)				
1#	22.1	22.3	0.2				
2#	19.1	19.4	0.3				
3#	18.3	18.3	0.0				
4#	18.9	18.9	0.0				
5#	16.4	16.5	0.1				
6#	17.7	17.7	0.0				
7#	20.7	20.7	0.0				
8#	18.6	18.7	0.1				
9#	17.6	17.6	0.0				
平均值	—	—	0.00				
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	本阶段为旱季，本月降雨量为0，侵蚀量数据在收集阶段						

监测点图示



附表 4 4#监测点数据表

经度	114°16'28"	纬度	22°38'34"	坡度	39°	面积	1m × 1m
点号日期	11月22日 (cm)	12月21日 (cm)	侵蚀深度 (cm)				
1#	23.2	23.4	0.2				
2#	18.4	18.4	0.0				
3#	16.8	16.8	0.0				
4#	17.7	17.8	0.1				
5#	18.5	18.6	0.1				
6#	19.3	19.4	0.1				
7#	17.8	17.9	0.1				
8#	18.8	18.8	0.0				
9#	18.3	18.3	0.0				
平均值	—		0.0				
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	本阶段为旱季，本月降雨量为0，侵蚀量数据在收集阶段						

监测点图示



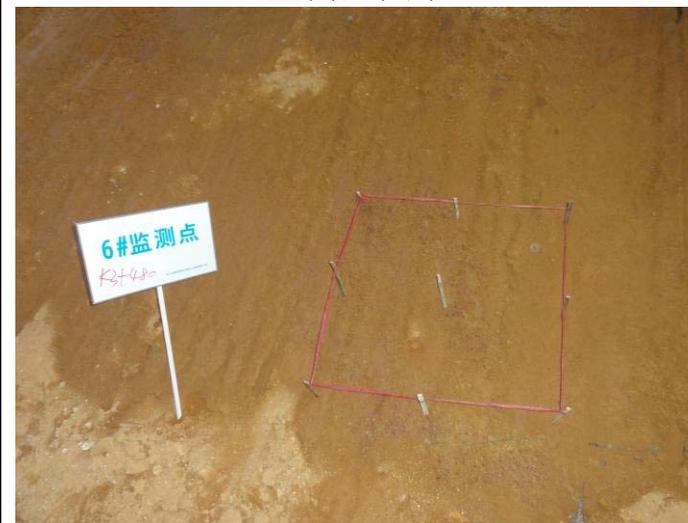
附表 5 5#监测点数据表

监测点编号		5#监测点		
第二次测定	小区图示			
	监测内容	水土流失量、水保措施防治效益		
	经度	114°18'35"	纬度	22°35'41"
	样方面积	4.5m×2.4m	样方坡度	
	泥沙主要来源	主要来自边坡泥沙		
	冲刷泥沙总重量 (kg)	4.8kg		
	间隔时段	2011年10月18日~2011年12月21日		
		天数 (天)	65	
监测人员	李万能 张广分			
监测时间	2011年12月22日			

附表 6 6#监测点数据表

经度	114°16'24"	纬度	22°38'33"	坡度	39°	面积	1m × 1m
点号日期	11月22日 (cm)	12月21日 (cm)	侵蚀深度 (cm)				
1#	22.8	22.8	0.0				
2#	20.3	20.6	0.3				
3#	20.4	20.5	0.1				
4#	26.9	27.0	0.1				
5#	23.5	23.5	0.0				
6#	21.9	22.0	0.1				
7#	20.4	20.4	0.0				
8#	25.2	25.3	0.1				
9#	22.8	22.8	0.0				
平均值	—		0.0	—	0.0		
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	本阶段为旱季，本月降雨量为0，侵蚀量数据在收集阶段						

监测点图示



附表 7 1#径流小区监测点记录表

					
时间		2014 年 4 月 6 日			
地点	位置	下库道路挖方边坡			
	坐标	E112°56'19"		N23°45'41"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	径流小区	坡长 (m)	5	坡宽 (m)	5
		坡度 (°)	33	沉沙池宽 (m)	1
地面组成物质		红壤土			
植被	类型	无			
	覆盖度 (%)	/			
	生长状况	/			
水土保持措施		沉沙池			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		中度			
简要说明		坡面裸露, 无植被措施, 水土流失较严重			
填表人		李万能	核查人		向家平

附表 8 2#径流小区监测点记录表

					
时间		2014年6月10日			
地点	位置	施工便道挖方边坡			
	坐标	E112°55'43"		N23°55'27"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	径流小区	坡长 (m)	8	坡宽 (m)	5
		坡度 (°)	36	沉沙池宽 (m)	1
地面组成物质		土石混合			
植被	类型	无			
	覆盖度 (%)	/			
	生长状况	/			
水土保持措施		沉沙池			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		中度			
简要说明		坡面裸露，表土较薄，如遇降雨冲刷，坡面较难进行植被恢复			
填表人		李万能	核查人		向家平

附表 9 3#径流小区监测点记录表

					
时间		2015 年 5 月 4 日			
地点	位置	交通洞出口附近边坡			
	坐标	E112°55'19"		N23°45'16"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	径流小区	坡长 (m)	9	坡宽 (m)	5
		坡度 (°)	51	沉沙池宽 (m)	1
地面组成物质		土石混合			
植被	类型	无			
	覆盖度 (%)	/			
	生长状况	/			
水土保持措施		沉沙池、喷砼护坡			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		轻度			
简要说明		该边坡已采用喷砼护坡进行防护，水土流失轻微			
填表人		李万能	核查人	向家平	

附表 10 4#植径流小区记录表

					
时间		2018年3月6日9时40分			
地点	位置	上库道路挖方边坡			
	坐标	N23°44'59.27"		E112°50'34.08"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	小地形	坡度 (°)	45	坡长 (m)	7
地面组成物质		红壤土			
植被	类型	狗牙根			
	覆盖度 (%)	90			
	生长状况	良好			
水土保持措施		植草护坡、排水沟			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		轻度			
简要说明		上库道路副坝四附近，部分坡面裸露			
核查人		向家平			

附表 11 5#径流小区观测记录表

					
时间		2014年4月6日			
地点	位置	下库道路挖方边坡			
	坐标	E112°56'19"		N23°45'41"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	径流小区	坡长 (m)	5	坡宽 (m)	5
		坡度 (°)	33	沉沙池宽 (m)	1
地面组成物质		红壤土			
植被	类型	无			
	覆盖度 (%)	/			
	生长状况	/			
水土保持措施		沉沙池			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		中度			
简要说明		坡面裸露, 无植被措施, 水土流失较严重			
填表人	李万能	核查人	向家平		

附表 12 植被样方记录表

					
时间		2017年7月6日14时40分			
地点	位置	上下库连接道路挖方边坡			
	坐标	N23°44'18.40"		E112°50'00.24"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	小地形	坡度 (°)	40	坡长 (m)	12
地面组成物质		红壤土			
植被	类型	狗牙根			
	覆盖度 (%)	95			
	生长状况	良好			
水土保持措施		植草护坡、挡墙			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		微度			
简要说明		监测点位于上下库连接道路，植被长势较好，水土流失轻微			
填表人		王玉琅	核查人		向家平

附表 13 植被样方记录表



时间		2018年8月29日15时35分			
地点	位置	上下库连接道路挖方边坡			
	坐标	N23°44'18.40"		E112°50'00.24"	
地形地貌	地貌类型	山地			
	小地形	坡度(°)	40	坡长(m)	12
地面组成物质		红壤土			
植被	类型	狗牙根			
	覆盖度(%)	95			
	生长状况	良好			
水土保持措施		植草护坡、挡墙			
水土流失类型		水力侵蚀 面蚀			
土壤侵蚀强度		微度			
简要说明		监测点位于上下库连接道路, 植被长势较好, 水土流失轻微			
填表人		王玉琅	核查人		向家平

附件 2 水土保持方案批复

16-NDU-2005 14:27 FROM

TO

档号	序号
3100-8002-001	06

中华人民共和国水利部

水保函〔2005〕416号

关于深圳抽水蓄能电站 水土保持方案的复函

深圳市能源集团有限公司：

你公司《关于呈报〈深圳抽水蓄能电站工程水土保持方案报告书(报批稿)〉的函》(深能函〔2005〕39号)收悉。经研究,现函复如下:

一、深圳抽水蓄能电站工程位于深圳市盐田~横岗地区,距深圳市中心约 20 公里。电站总装机容量 1200 兆瓦,设计年平均发电量 16.2 亿千瓦时。上水库为新建项目,下水库利用已建的铜锣径水库扩容改建。工程枢纽由上水库主坝及 5 座副坝、下水库主坝及 3 座副坝、溢洪道、输水系统、地下厂房和地面开关站组成。工程总占地 263.6 公顷(含水库淹没区面积 86.5 公顷),土石方开挖总量 436.9 万立方米,总投资约 42.6 亿元,计划与 2006 年 1 月开工建设,2012 年 6 月竣工,总工期 6.5 年。建设单位编报水土

— 1 —

保持方案符合我国水土保持法律法规的规定,对于防治工程建设可能造成水土流失,保护项目区生态环境具有重要意义。

二、该报告书编制规范,依据充分,内容全面,重点突出,资料翔实,水土流失防治目标和责任范围明确,水土保持措施总体布局及分区防治措施基本可行,符合有关技术规范、标准的规定,可以作为下阶段水土保持工作的依据。

三、同意水土流失现状分析。项目区地处广东省南部沿海,区内地形总体表现为宽阔和缓的低山~丘陵地貌类型,地势东南高西北低;属南亚热带海洋性季风气候区,气候温和,雨量充沛,多年平均降雨量为 1941 毫米,多年平均风速为 2.7 米/秒;区内土壤以花岗岩发育而成的红壤、赤红壤为主,局部有黄壤分布;区内植被良好,以天然次生林为主,覆盖率达 80% 以上。水土流失以微度水力侵蚀为主,是广东省人民政府公告的水土流失重点监督区。基本同意水土流失预测方法和预测结果,预测工程建设期新增水土流失量 6.9 万吨,损坏水土保持设施面积 254.5 公顷。

四、同意水土流失防治责任范围为 301.1 公顷,其中项目建设区 263.6 公顷(含水库淹没区面积),直接影响区 37.5 公顷。

五、基本同意水土流失防治分区和各区防治措施。

1、库坝建设防治区:合理安排开挖、填筑工序,控制开挖边坡坡度,保证边坡稳定;做好排水、拦挡措施,完善排水系统;施工活动应控制在施工征地范围内,围堰拆除及清理弃渣要及时运到指定渣场;加强施工期间临时排水、剥离表土临时覆盖等防护措施,

做好项目区内裸露面的复绿工作;进一步完善库坝区的园林绿化措施。

2、道路建设防治区:下一阶段应进一步研究路线平纵断面和走向,增加桥隧比例,合理调配土石方,尽量减少对地表的扰动;做好路基排水、边坡拦挡、护坡和沿线绿化美化措施,完善截排水系统;加强施工期间的临时防护措施,施工造成的弃土(渣、泥浆)要及时清运至弃渣场,禁止沿路、河、沟随意倾倒;施工结束后做好施工临时道路的场地清理、平整和植被恢复工作。

3、料场防治区:料场开采前要做好截水措施,按照“分区取料、分级开挖”原则进行取料,剥离表土要集中堆放并防护,以作覆土之用;做好料场的拦挡、护坡和排水措施,对开采形成的高陡边坡进行安全处理,做好边坡防护和坡面绿化;加强开采期间的组织管理和临时防护措施,开采结束后及时实施覆土整治和复绿工作。

4、渣场防治区:弃渣前做好挡渣工程和截排水系统建设,挡渣坝要满足安全稳定要求,防洪排水措施要达到设计的防洪标准;加强弃渣期间组织管理和临时防护,堆渣过程中要先拦后弃,弃渣时要分层堆放并夯实,做好弃渣场边坡防护工作,弃渣结束后及时实施覆土绿化;做好土石料转运场的防护工作,下阶段进一步提高开挖料的直接上坝率。

5、施工生产生活区及其他临时占地区:进一步优化施工布置,尽可能将施工临建设施布置在库内;施工场地平整前应修建排水设施,加强开挖及回填边坡的防护;严格施工管理,加强临时防护

措施,禁止施工材料乱堆乱放;施工结束后对施工迹地进行清理平整和植被建设,废弃物应及时清运至弃渣场。

各类施工活动要严格控制在用地范围内,禁止随意占压、扰动和破坏地表,加强施工管理和临时防护措施,严格控制施工及运行期间可能造成水土流失。

六、同意水土保持方案实施进度安排,要严格按照审批的水土保持方案确定的进度组织实施水土保持工程。

七、基本同意水土保持监测时段、内容和方法。进一步搞好监测设计,落实监测重点,细化监测内容。

八、基本同意水土保持投资概算编制的原则、依据和方法,该工程水土保持总投资为 6384.8 万元,其中水土保持监测费 172.8 万元,水土保持设施补偿费 90.3 万元。

九、建设单位在工程建设中要重点做好以下工作:

1、按照方案落实资金、监理、管理等保障措施,做好本方案下阶段的工程设计、招投标和施工组织工作,加强对施工单位的管理,切实落实水土保持“三同时”制度。

2、定期向流域机构和省级水行政主管部门报告水土保持方案的实施情况,并接受有关水行政主管部门的监督检查。

3、委托有水土保持监测资质的机构承担水土保持监测任务,并及时向有关水行政主管部门提交监测报告。

4、委托有水土保持监理资质的监理机构和人员承担水土保持工程监理任务,加强水土保持工程建设监理工作,确保水土保持工

程建设质量。

5、水土保持后续设计应报省级水行政主管部门备案。

6、按规定将批复的水土保持方案报告书于30日内分送项目所在地流域机构和地方各级水行政主管部门，并将送达回执报我部水土保持司。

十、建设单位要按照《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定，及时申请并配合水行政主管部门组织水土保持设施验收。



主题词：水利 水土保持 方案 广东 函

抄送：国家发展和改革委员会，国家环境保护总局，中国国际工程咨询公司，水电水利规划设计总院，珠江水利委员会，广东省水利厅，深圳市水务局，广东省水利电力勘测设计研究院。

水利部办公厅

2005年11月9日印发