

雅安市天全河锅浪跷水电站

水土保持监测总结报告

建设单位：大唐雅安电力开发有限公司天全分公司

监测单位：四川润蜀工程勘察设计有限责任公司

二〇二五年八月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价报告
(正本)

单位名称：四川润蜀工程勘察设计有限责任公司

法定代表人：张晓燕

单位等级：★(6星)

证书编号：水保监测(川)字第 20230013 号

有效期：自 2023 年 10 月 01 日至 2026 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2023 年 11 月

监测单位名称：四川润蜀工程勘察设计有限责任公司

监测单位地址：成都市武侯区武阳大道一段 288 号

监测单位邮编：610000

项目联系人：赵柏栋

联系电话：028-87033852

电子信箱：243130051@qq.com

雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测总结报告

责任页

四川润蜀工程勘察设计有限责任公司

责任	姓名	职位及职称		签名
批准	张晓燕	法人代表		张晓燕
核定	陈盛	工程师		陈盛
审查	陈志文	工程师		陈志文
校核	胥宏	监测工程师		胥宏
项目负责人	李志林	监测总工程师		李志林
	王祠有	监测工程师	建设项目及水土保持工作概况、重点对象水土流失动态监测、水土流失防治措施监测	王祠有
	宋瑜婷	监测工程师	土壤流失情况监测、水土流失防治效果监测结果、结论、监测内容及方法、附图及有关资料	宋瑜婷

目 录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	6
1.1 建设项目概况	6
1.1.1 项目区概况	13
1.1.2 项目区概况	13
1.2 水土保持工作情况	18
1.3 监测工作实施情况	24
2 监测内容和方法	33
2.1 扰动土地情况	33
2.1 扰动土地情况	33
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	33
2.3 水土保持措施	34
2.4 水土流失情况	36
3 重点对象水土流失动态监测	37
3.1 防治责任范围监测	37
3.2 取料监测结果	44
3.3 弃渣监测结果	44
3.4 土石方流向情况监测结果	51
3.5 其他重点部位监测结果	56
4 水土流失防治措施监测结果	57
4.1 工程措施监测结果	57
4.2 植物措施监测结果	67

4.3	临时措施监测结果	72
4.4	水土保持措施防治效果	77
5	土壤流失情况监测	78
5.1	水土流失面积	78
5.2	土壤流失量	80
5.3	取料、弃渣潜在土壤流失量	83
5.4	水土流失危害	83
6	水土流失防治效果监测	84
6.1	扰动土地整治率	85
6.2	水土流失总治理度	85
6.3	拦渣率与弃渣利用情况	86
6.4	土壤流失控制比	86
6.5	林草植被恢复率	87
6.6	林草覆盖率	87
7	结论	89
7.1	水土流失动态变化	89
7.2	水土保持措施评价	90
7.3	存在问题及建议	90
7.4	综合结论	91
8	附图及有关资料	92
8.1	附图	92
8.2	有关资料	92

前言

锅浪跷水电站是天全河梯级水电开发中的龙头水库电站，工程位于四川省雅安市天全县喇叭河镇境内，坝址位于喇叭河和新沟河两河交汇下游约 700m 处，发电厂房位于坝址下游约 11km 处的傍海腔，与下游脚基坪水电站衔接。

锅浪跷水电站项目由电站工程和重建公路工程两部组成。其中电站工程开发任务以发电为主、并兼顾天全河环境生态用水要求。电站采用混合式开发，由大坝枢纽（砼面板堆石坝挡水，表孔溢洪洞、中孔泄洪放空洞、取水口），引水系统（进水口、引水隧洞、调压井、压力管道），厂区枢纽（主厂房、副厂房、升压开关站、进厂公路（跨河公路桥））等建筑物组成。

重建公路工程由国道 G318 和喇叭河旅游重建公路组成。

本项目总征占地总面积 442.15hm²，包括电站工程和重建公路工程占地。电站工程占地面积 412.61hm²，工程占地包括大坝枢纽、厂区枢纽、施工支洞、淹没区、弃渣场、施工道路、施工生产生活设施等。永久占地 381.31hm²，施工临时占地 31.30hm²，占地类型为耕地、园地、林地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。重建公路工程占地面积 29.54hm²，工程占地包括路基路面、桥梁、隧道等永久占地和施工营地、施工便道、弃渣场占地等临时占地。永久占地 27.15hm²，施工临时占地 2.39hm²，占地类型为耕地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。

2004 年 8 月，四川省水利水电勘测设计研究院有限公司（原四川省水利水电勘测设计研究院）根据《天全河干流两河口至干溪坡河段的水电规划》（川计能源〔2003〕902 号）开展锅浪跷水电站可行性研究阶段勘测设计工作。2005 年 11 月，四川省水利水电勘测设计研究院有限公司完成可行性研究报告。2006 年 5 月省发改委主持对《四川省天全县锅浪跷水电站可行性研究报告》进行评估，并以“川发改能源函〔2006〕681 号文”印发了评估意见，批复同意锅浪跷水电站可行性研究报告工程技术方案。

2006 年 11 月，四川省水利水电勘测设计研究院有限公司编制完成《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书》，四川省水利厅以“川水函〔2007〕286 号文”进行了批复。

2006年6月，四川锅浪跷水力发电有限公司委托中国华西工程设计建设有限公司开展锅浪跷水电站库区淹没复建公路的勘察设计工作。

2007年1月，四川省工程咨询研究院组织有关专家对本项目《工程可行性研究报告（送审稿）》进行了审查。2007年3月11日，中国华西工程设计建设有限公司完成了本项目《工程可行性研究报告（修改稿）》，上报四川省发改委及四川省公路局审批。

2007年5月，中国华西工程设计建设有限公司对库区复建公路展开初步设计工作，2010年11月8日，四川省川交公路工程咨询有限公司组织专家《天全县锅浪跷水电站库区淹没区复建公路工程两阶段初步设计报告》进行了审查。2011年11月10日，四川省交通运输厅以（川交建便〔2010〕333号文）对该报告进行了批复。

因原《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书》未包括天全县锅浪跷水电站库区淹没复建公路工程。由于项目组成发生重大调整，施工布局发生较大变化，根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编制审批管理规定》等相关法律法规，2011年7月四川天全锅浪跷水力发电有限公司委托四川省水利水电勘测设计研究院有限公司承担天河锅浪跷水电站工程水土保持方案调整报告的编制工作，2011年11月11日，四川省水土保持局组织召开了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持方案调整报告（送审稿）》的技术审查会，2012年1月11日，四川省水利厅以“川水函〔2012〕30号”进行了批复。

项目建设过程中，因施工布置、弃渣场、料场发生了较大变化，2018年，建设单位委托四川省水利水电勘测设计研究院有限公司编制完成了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》，2018年4月27日，四川省水土保持处（原四川省水土保持局）以“川水保函〔2018〕108号”进行了批复。

由于资产重组，大唐雅安电力开发有限公司注销了四川天全锅浪跷水力发电有限公司，电站由大唐雅安电力开发有限公司全资子公司四川天全锅浪跷水力发电有限公司投资建设和管理调整为由大唐雅安电力开发有限公司投资建设和管理。

2017年5月，建设单位委托四川润蜀工程勘察设计有限责任公司（以下简

称“我单位”）开展本项目的水土保持监测工作，为保障监测工作高质量、高效率完成，我单位组织了一支专业知识强、业务水平高、监测设备齐全、监测经验丰富水土保持监测队伍，成立了“雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测项目部”。2017年5月，我单位与建设单位组成巡查组，按照《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持方案调整报告》（川水函〔2012〕30号）要求，对本项目水土保持工作情况进行了联合巡查。通过巡查，初步掌握了本项目施工过程中的水土流失状况与水土保持措施实施情况，并召开了现场技术交底会议，提出了部分施工现场存在的问题及整改建议。并于2022年8月编制完成了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测总结报告（蓄水阶段）》，于2025年8月，编制完成了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测总结报告》。在监测期间共完成监测季报30期，监测年度报告7期。

根据本项目水土保持监测结果，雅安市天全河锅浪跷水电站已全部完工，按照《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）对本项目进行三色评价。因此对比文件评分规则进行打分，综合监测季报得分取平均值，本项目平均为78分，其中2024年三季度三色评价为88分，评价为绿色。

前言

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称	雅安市天全河锅浪跷水电站			
建设规模	(1) 电站工程：由首部枢纽、引水系统和厂区枢纽等建筑物组成。 (2) 复建公路工程：国道 G318 和喇叭河旅游复建公路组成。	建设单位、联系人	李含钦/ 18227553969	
		建设地点	四川省雅安市天全县紫石乡境内	
		所属流域	青衣江一级支流	
		工程总投资		
		工程总工期	2012 年 11 月~2024 年 10 月，共 144 个月	
水土保持监测指标				
监测单位	四川润蜀工程勘察设计有限责任公司	联系人及电话	陈勤水/13881606920	
自然地理类型	中山地貌	防治标准	建设类一级标准	
监测内容	监测指标	监测方法	监测指标	监测方法
	1.水土流失状况监测	现场调查、巡查监测、地面观测	2.防治责任范围监测	调查监测、资料分析、遥感监测
	3.水土保持措施情况监测	调查监测、资料分析法、实地量测、植物样方法	4 防治措施效果监测	调查监测、场地巡查
	5.水土流失危害监测	现场调查和巡查监测	水土流失背景值	1561t/km ² *a
方案设计防治责任范围	553.86hm ²	容许土壤流失量	500t/ (km ² *a)	
水土保持投资		水土流失目标值	500t/ (km ² *a)	
防治措施	工程措施	表土剥离、土地平整、表土回覆、左右岸坝后框格梁护坡、左右岸边坡浆砌石护坡、左岸边坡被动网、左右岸坡脚挡墙护坡、排水管、浆砌石截水沟、洞脸喷砼、浆砌石排水沟、边坡喷混凝土、浆砌石挡墙、干砌石挡墙、挂网护坡、框格护坡、三维植被网、拱形骨架护坡、边沟、急流槽等。		
	植物措施	撒播草籽、栽植攀缘植物、种植乔木、种植灌木等。		
	临时措施	临时苦盖、土袋拦挡、临时排水沟、沉沙池、临时围堰、干砌片石挡墙、块石压边、土工防护网、沉砂凼、钢筋石笼等。		

前言

监测 结论	防治效 果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95	99.86	防治措施面积	39.93hm ²	永久建筑物及硬化面积、水域	401.59hm ²	扰动土地总面积	442.15hm ²
		水土流失总治理度	87	99.78	防治责任范围面积	442.15hm ²		水土流失总面积	442.15hm ²	
		土壤流失控制比	1	1.08	工程措施面积	4.26hm ²		容许土壤流失量	500t/km ² ·a	
		拦渣率	95	99.84	植被措施面积	35.67hm ²		土壤流失情况	486t/km ² ·a	
		林草植被恢复率	97	97.33	可恢复植被林草面积	36.3hm ²		林草类植被面积	35.33hm ²	
		林草覆盖率	27	30.36	实际拦挡弃渣量	476.78 万 m ³		总弃渣量	475.97 万 m ³	
		水土保持治理达到评价		通过实施各项水土保持措施，本项目各项防治指标均达到或超过了水保方案中确定的防治目标						
总体结论		监测结果表明本项目已完成水土保持方案报告书确定的防治任务，水土保持设施的完好率较高，可发挥其水土保持效益，可提请进入水土保持专项验收程序。								
主要建议		<p>(1) 本项目水土保持监测工作委托滞后，工程建设前期的水土流失状况等的监测数据无法获取，造成了对运行初期监测工作的不利影响，因此建议今后建设单位应在建设初期委托监测单位开展监测工作，以保证监测工作的连续性和监测数据的完整性。</p> <p>(2) 加强与市、县水行政主管部门的沟通和联系，接收并积极配合当地水行政主管部门的监督检查，进一步健全水土保持工作的管理制度，使水土保持工作规范化、制度化和长期化。</p> <p>(3) 加强和完善水土保持工程相关资料的归档和管理，方便今后查阅和使用，尤其做好重要资料的备份，避免资料的遗失。</p>								

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 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

雅安市天全河锅浪跷水电站系青衣江一级支流天全河梯级开发中的龙头水库，位于四川省雅安市天全县紫石乡境内，距县城 37km，距雅安 74km，枢纽区右岸有 318 国道通过，对外交通较方便。本工程为坝址位于两河口下游约 700m 处，厂址位于下游约 11km 处的傍海腔，与脚基坪电站衔接。地理位置图详见附图 1。

1.1.1.2 项目组成

（一）电站工程

电站工程由首部枢纽（砼面板堆石坝挡水，表孔溢洪洞、中孔泄洪放空洞、取水口），引水系统（进水口、引水隧洞、调压井、压力管道），厂区枢纽（主厂房、副厂房、升压开关站、进厂公路（跨河公路桥））等建筑物组成。

（一）首部枢纽

首部枢纽主要由主要由挡水建筑物（砼面板堆石坝）、泄水建筑物（表孔溢洪洞和中孔泄洪放空洞）、闸门竖井式取水口组成。

（二）引水系统

电站取水口设于大坝上游 400m 的河道左岸，取水口型式为深孔岸坡式。

（三）发电厂房

发电厂房为地面式厂房，包括主厂房和副厂房，厂区枢纽位于天全河傍海腔左岸的 I 级阶地上，采用地面厂房的布置型式，GIS 升压开关站设于安装间和副厂房下游侧的空地。

（四）生态流量机组

生态流量机组布置于主坝坝下，从引水隧洞外侧边墙开岔洞取水，沿大坝下游侧左岸山体布置压力隧洞和压力钢管埋管。

1 项目及项目区概况

(二) 复建公路工程

G318 改建路线起点位于倒插木，与 G318 线顺接，路线终点与既有 G318 线相接。

喇叭河旅游复建公路起点位于长河坝，路线终点止于昂州河处，接既有旅游公路。

(三) 施工生产生活设施

(1) 电站工程

电站工程实际共布设施工场地 23 处，其中租用当地民房 4 处，淹没区内 4 处，库区外 10 处，布设于永久占地范围和渣场内 5 处。施工生产生活设施总占地面积 5.59hm²，位于库区内占地面积 1.14hm²（占地纳入淹没区，不重复计列），库区外占地 5.59hm²。库区内施工场地已于蓄水前进行了拆除，采取了土地整治及绿化措施，并纳入了蓄水验收；库区外施工场地，现阶段已全部拆除硬化，进行了场地平整。

表 1.1-2 电站工程施工生产生活设施布置情况表

名称		位置	水库淹没区内	水库淹没区外	占地面积 (hm ²)	备注
导流洞生活区		3、4#施工场地	0.79		0.79	已恢复
大坝 (七局)	大坝七局拌合站	坝址下游 2.2km 处天全河左岸缓坡地		1.45	1.45	已恢复
	炸药库房	坝址下游 18km 处大渔溪沟左岸阶地		0.08	0.08	已恢复
	七局生产生活区	位于厂区枢纽范围内		\	\	\
	5#施工场地	租用民房		\	\	已退租
	钢筋加工厂	坝址下游 1.2km 左侧		0.06	0.06	已恢复
	钢筋加工厂	坝址下游 300m 右侧(表中孔出口)		0.04	0.04	已恢复
	临时值班房	坝址下游 150m 右侧(表中孔出口 11#路旁)		0.05	0.05	已恢复
	3#营地(库区)	库区两河口上游 100m	0.14		0.14	已恢复
	4#营地	临时交通洞出口中桥上游 100m	0.15		0.15	已恢复
	6#营地	位于渣场		\	\	\
	库区拌合站	临时交通洞出口中桥右侧	0.06		0.06	已恢复
厂房 枢纽 (十局)	厂房生产生活区	坝址下游 10.6km 处天全河左岸阶地		1.10	1.10	已恢复
	厂房拌合站	厂区枢纽范围内		\	\	\
	十局安装分局生活区	坝址下游 10.5km 处天全河右岸阶地，租用民房		\	\	已退租
	十局生活区	坝址下游 10.4km 处天全河右岸阶地，租用民房		\	\	已退租
引水	6#支洞	6#支洞口		0.21	0.21	已恢复

1 项目及项目区概况

名称	位置	水库淹没区内	水库淹没区外	占地面积 (hm ²)	备注	
隧道	4#支洞	4#支洞口		0.65	0.65	已恢复
	调压井生产生活区	坝址下游 10.6km 天全河左岸缓坡地		0.69	0.69	已恢复
	3#支洞	3#支洞		0.12	0.12	已恢复
	2#支洞营地	坝址下游 9km 处天全河右岸缓坡地, 租用当地		\	\	已退租
	二滩监理生活区	坝址下游 8km 处天全河右岸缓坡地, 租用当地		\	\	已退租
	二十三局生活区	坝址下游 9km 处天全河右岸缓坡地, 厂区枢纽范围内		\	\	\
合计		1.14	4.45	5.59		

(2) 复建公路

复建道路工程实际共布设施工场地 31 处, 其中租用当地民房 15 处, 水库淹没区内 13 处, 水库淹没区外 2 处, 借用电站工程营地 1 处。施工生产生活设施总占地面积 1.65hm², 位于库区内占地面积 2.05hm² (占地纳入淹没区, 不重复计列), 库区外占地 5.59hm²。库区内施工场地已于蓄水前进行了拆除, 采取了土地整治及绿化措施, 并纳入了蓄水验收; 库区外施工场地, 现阶段已全部拆除硬化, 进行了场地平整。

表 1.1-3 复建道路施工生产生活设施布置情况表

序号	名称	位置	水库淹没区内 (hm ²)	水库淹没区外 (hm ²)	占地面积 (hm ²)	备注
1	一标段浙江大成拌合站及梁场	K1+200 处		1.20	1.20	已恢复
2	一标段浙江大成项目部	租用		\	\	已退租
3	一标段浙江大成钢筋堆场	租用		\	\	已退租
4	长河坝施工场地	借用七局 4#施工场地	\		\	已恢复
5	2#拌合站	库区	0.23		0.23	已恢复
6	碎石堆料场	桥下		0.45	0.45	复耕
7	前碛梁场	前碛路基上	0.06		0.06	已恢复
8	拌合站、砂厂炸药库	牛黄沟	0.96		0.96	已恢复
9	水獭坪梁场	水獭坪	0.16		0.16	已恢复
10	高家坪梁场	高家坪	0.05		0.05	已恢复
11	谭家沟驻地	谭家沟	0.02		0.02	已恢复
12	一煤场隧道驻地	一煤场	0.06		0.06	已恢复
13	庙子沟桥梁驻地	一煤场	0.05		0.05	已恢复
14	二煤场驻地	二煤场	0.06		0.06	已恢复
15	老鹰岩隧道驻地	老鹰岩	0.02		0.02	已恢复
16	池秋萍梁场	池秋萍	0.10		0.10	已恢复
17	2 标项目部驻地	水獭坪	0.22		0.22	已恢复
18	水獭坪 (桥梁) 驻地	租用		\	\	已退租
19	新沟骑游 (桥梁) 驻地	租用		\	\	已退租
20	二郎山醉乡人家 (桥梁) 驻地	租用		\	\	已退租

1 项目及项目区概况

序号	名称	位置	水库淹没区内 (hm ²)	水库淹没区外 (hm ²)	占地面积 (hm ²)	备注
21	水獭坪驻地	租用		\	\	已退租
22	自保处(桥梁)驻地	租用		\	\	已退租
23	江峰隧道驻地	租用		\	\	已退租
24	二煤场拌合站驻地	租用		\	\	已退租
25	猪祀坪驻地	租用		\	\	已退租
26	大仁烟(桥梁)驻地	租用		\	\	已退租
27	磨房沟驻地	租用		\	\	已退租
28	山城饭店驻地	租用		\	\	已退租
29	集装箱营地	小仁烟	0.06		0.06	已恢复
30	大仁烟 1#驻地	租用		\	\	已退租
31	小仁烟民居驻地	租用		\	\	已退租
	合计		2.05	1.65	3.70	

(四) 施工便道

(1) 电站工程

本项目电站工程共设置施工便道 29.3km，其中库区内 5.57km，占地面积 5.13hm²（占地纳入淹没区，不重复计列），库区外便道 23.73km，其中借用 G318 4.5km，利用边坡治理工程道路 3.1km，库区外新建施工便道 16.13km，平均宽度为 4.5~8m，为混凝土硬化及泥结路面，施工便道占地面积 11.66hm²。库区内施工便道已于蓄水前进行了拆除，采取了土地整治及绿化措施，并纳入了蓄水验收；库区外施工便道，现阶段已全部拆除硬化，进行了场地平整。

表 1.1-4 电工程施工便道布置情况表

编号	起点位置	水库淹没区内			水库淹没区外			备注
		长度	宽度	占地面积	长度	宽度	占地面积	
		km	m	hm ²	km	m	hm ²	
1#公路					4.5	/	/	借用原有道路 (G318)
2#公路	砂石加工系统至下游围堰左堰肩				1.8	8	1.44	已恢复
3#公路	接鲲鹏桥至洪椿坪料场	4.7	6	4.6				已恢复，淹没区
4#公路	接两河口桥至洪椿坪料场开口线	0.87	6	0.53	0.33	6	0.2	已恢复，部分淹没
5#公路	接 8#路与 1#交通洞				0.6	8	-0.48	借用边坡治理工程道路
6#公路	连 8#公路至表孔溢洪洞出口及生态施工支洞进口				1.1	6	-0.66	借用边坡治理工程道路
7#公路	连 5#公路至取水口				0.7	8	-0.56	借用边坡治理工程道路
8#公路	连接 2#桥与 5#公路				1.1	8	0.88	已恢复
9#公路	经上游围堰下基坑				0.5	8	0.4	已恢复
10#公路	接 1#公路至取水口				0.7	8	-0.56	借用边坡治理工

1 项目及项目区概况

								程道路
11#公路	接 1#公路与右岸绕坝交通洞				0.6	8	0.48	已恢复
12#公路	接 1#公路与右岸坝肩顶部				1.2	6	0.72	已恢复
13#公路	经下游围堰下基坑				0.4	8	0.32	已恢复
14#公路	接鲲鹏桥与右岸绕坝交通洞				0.3	9	0.27	已恢复
15#公路	接 2#公路至 1#施工洞				0.8	8	0.64	已恢复
其他	临时施工道路				2	6	1.2	已恢复
1#贝雷桥	大坝下游连接左右岸				0.04	4	0.02	已恢复
1#公路	厂房至调压井施工道路				4.05	4.5	0.75	已恢复
3#支洞进场道路	G318 国道小仁烟砂场				1.48	4.5	1.75	已恢复
2#支洞进场道路	G318 国道 (1#桥位置)				1.53	4.5	2.59	已恢复
合计		5.57	6	5.13	23.73	4.5~8	11.66	

(2) 复建道路

本项目复建道路共设置施工便道 11.67km，其中库区内 9.47km，占地面积 8.61hm²（占地纳入淹没区，不重复计列），库区外便道 2.2km，其中借用 G318 1.82km，库区外新建施工便道 0.38km，平均宽度为 5.5~8m，为混凝土硬化及泥结路面，施工便道占地面积 0.74hm²。库区内施工便道已于蓄水前进行了拆除，采取了土地整治及绿化措施，并纳入了蓄水验收；库区外施工便道现阶段已全部拆除硬化，进行了场地平整。

表 1.1-5 复建道路施工便道布置情况表

编号	起点位置	水库淹没区内		水库淹没区外		备注
		长度	占地面积	长度	占地面积	
		km	hm ²	km	hm ²	
1	利用原 318 国道			1.82	/	
2	K5+543	1.58	3.08	0.14	0.28	已恢复，部分淹没
3	K6+000	1.4	2.77	0.24	0.46	已恢复，部分淹没
4	黄泥岗便道	0.41	0.21			已恢复
5	前碛便道	0.49	0.14			已恢复
6	海子沟便道	0.51	0.17			已恢复
7	牛黄沟拌合站便道	0.8	0.17			已恢复
8	高家坪便道	0.72	0.28			已恢复
9	谭家沟便道	1.21	0.24			已恢复

1 项目及项目区概况

10	一煤场便道	0.14	0.42			已恢复
11	红木林便道	0.55	0.49			已恢复
12	二煤场便道	0.82	0.17			已恢复
13	二煤场新修便道	0.21	0.28			已恢复
14	老鹰岩便道	0.32	0.07			已恢复
15	龙头沟便道	0.31	0.1			已恢复
合计		9.47	8.61	2.2	0.74	

1.1.1.4 工程占地

通过查阅本项目相关资料和现场监测结，本项目总占地面积 442.15hm²，包括电站工程和复建公路工程占地。其中电站工程占地包括水库淹没区、取水大坝枢纽、调压井及压力管道、发电厂房及进厂道路等永久占地和施工生产生活设施、施工道路、渣料场等临时占地。

电站工程占地面积 412.61hm²，工程占地包括大坝枢纽、厂区枢纽、施工支洞、淹没区、弃渣场、施工道路、施工生产生活设施等。永久占地 381.31hm²，施工临时占地 31.30hm²，占地类型为耕地、园地、林地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。

复建公路工程占地面积 29.54hm²，工程占地包括路基路面、桥梁、隧道等永久占地和施工营地、施工便道、弃渣场占地等临时占地。永久占地 27.15hm²，施工临时占地 2.39hm²，占地类型为耕地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地。工程占地面积统计见表 1.1-6。

表 1.1-6 工程占地情况表

占地性质	工程组成	占地面积			占地性质	备注	
		淹没区内	淹没区外	合计			
电站工程	首部枢纽		36.66	36.66	永久占地		
	引水系统		5.14	5.14	永久占地		
	厂区枢纽		13.72	13.72	永久占地		
	移民安置点		0	0	永久占地		
	水库淹没区	325.79		325.79	永久占地		
	小计	325.79	55.52	381.31			
	临时占地	施工生产生活设施	1.14*	4.45	4.45	临时占地	
		施工道路	5.13*	11.66	11.66	临时占地	

1 项目及项目区概况

占地性质	工程组成	占地面积			占地性质	备注	
		淹没区内	淹没区外	合计			
	渣场	19.3*	15.19	15.19	临时占地	原电3渣场现鱼类增殖站, 占地面积纳入永久占地	
	料场	17.05*					
	小计	42.62*	31.30	31.30			
	合计			412.61			
复建公路	永久占地	路基		22.33	22.33	永久占地	
		桥梁		4.12	4.12	永久占地	
		隧道		0.70	0.70	永久占地	
		小计		27.15	27.15		
	临时占地	施工营地	2.05*		1.65	临时占地	
		施工便道	8.61*		0.74	临时占地	
		渣场	2.41*		0	临时占地	
		小计	13.07*	2.39	2.39	临时占地	
合计	13.07*	29.54	29.54				
总计	永久占地			408.46			
	临时占地			33.69			
	总计			442.15			

1.1.1.5 土石方情况

根据施工总布置调整报告、施工设计等资料及现场实际调查, 实际工程建设共开挖土石方 713.38 万 m³, 回填土石方 236.60 万 m³, 经土石方平衡计算后, 产生弃方 476.78 万 m³ (自然方), 合松方 567.37 万 m³, 其中 487.47 万 m³ (松方) 弃土堆放于工程区内设置的 9 处弃渣场 (库区内 7 处), 其余 79.90 万 m³ (松方) 弃土已全部运至其他项目进行综合回填。

1.1.1.6 移民安置和专项设施改(迁)建

根据《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》(2018 年 4 月) 确认, 本工程移民安置工作采用货币化补偿, 由政府统一组织实施。2022 年 10 月 21 日, 验收委员会主任委员单位水利厅在成都主持召开雅安市天全县锅浪跷水电站工程蓄水移民安置验收会议, 会议同意通过锅浪跷水电站工程蓄水移民安置验收 (详见附件 11)。因此, 本工程移民安置及专项设施改(迁)建不在本

工程水土保持设施验收范围内。

专项设施改（迁）建主要为 G318 复建公路与喇叭河旅游公路，建设单位负责还建，已纳入本项目水土保持设施验收范围内。

1.1.1.7 项目投资及建设工期

锅浪跷水电站实际于 2012 年 11 月正式开工建设，2013 年 4 月受 4.20 芦山地震影响暂停施工，2013 年 10 月恢复现场工作。2015 年 5 月锅浪跷电站截流，7 月临时交通洞建设完工，10 月导流隧洞建设完工。2017 年 12 月锅浪跷水电站大坝正式开工建设。

厂区枢纽于 2015 年 9 月开工建设，2017 年 12 月，调压井穹顶灌浆完工。

引水隧洞于 2015 年 4 月开工建设，2016 年 12 月，施工支洞建设完工。

复建公路于 2018 年 6 月开工建设，2022 年 8 月全线贯通。

工程已于 2024 年 10 月工程全部完工。工程工期为 2012 年 11 月~2024 年 10 月，共 144 个月。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然概况

(1) 地形地貌

工程区位于青藏高原向四川盆地的过渡地带，地势总体呈西北高东南低，山脉走向受地质构造控制，以近南北及北东向为主，区内山高谷深，山势巍峨，海拔高程多在 2000~3000m 以上，为构造侵蚀深切割中高山区。

工程区沿河两岸分布有 I 级阶地，高出河水面 5~10m，为河流冲积层，上部 0.3~1.0m 砂壤土，下部砂卵砾石层；高出河水面 220~230m，零星残留 V 级阶地，为冰水堆积之浅黄灰色泥砾层。

(2) 工程地质

本工程涉及的主要地层岩性为澄江—晋宁期第三期、第四期、第五期之中酸性侵入岩及岩脉，其岩性主要为二长花岗岩、花岗岩，花岗闪长岩、闪长岩、石英闪长岩等。

1 项目及项目区概况

工程区大地构造上处于扬子地台西缘次一级构造单元龙门山、大巴山台缘断褶带之西南端，西邻康滇地轴，东接四川台坳，西北侧相邻松潘—甘孜地槽褶皱系。构造部位上处于 NE 向龙门山断裂带和 NW 向鲜水河断裂带及 SN 向安宁河断裂带构成的“Y”字形构造交汇部位东侧，具体构造部位处于龙门山断裂带西南段内。

地震：根据四川省地震局工程地震研究院对锅浪跷水电站工程进行的地震基本烈度复核和地震危险性分析，坝址区地震基本烈度为Ⅷ度，相应的基岩水平峰值加速度为 163cm/s^2 ，厂址区地震烈度值为Ⅶ度，相应的基岩水平峰值加速度值 132cm/s^2 。大坝抗震设计按 I 级建筑物要求 100 年基准期超越概率 2% 的基岩地震加速度设计，相应的基岩水平峰值加速度为 418cm/s^2 。

(3) 气候气象

天全河流域属四川盆地亚热带湿热气候区的盆地西部边缘区。气候具有冬无严寒，夏无酷热，降水丰沛，雨日多的特点。

根据天全气象站的观测资料统计，多年平均气温 15.1°C ，历年极端最低气温 -5.3°C ；历年极端最高气温 33.9°C 。多年平均降水量为 1682.4mm ，多年平均降水日数为 235.7 天，多年平均雷电日数 29.4 天，无霜期平均 283 天，多年平均相对湿度 83%，多年平均蒸发量 814.8mm ，约为年降水量的 48.4%。多年平均日照时数为 902.1 小时，多年平均风速为 1.0m/s ，多为东南风，最大风速为 25m/s 。

流域内地形复杂，海拔高程相差悬殊，气温随地势的升高而降低，变化趋势为由东向西、自河谷向山顶递减。降水量则由天全向西至南坝递减，再由河谷向山腰递增。

流域内降水丰沛，但时空分配很不均匀。下游的天全站多年平均降水量 1682.4mm ，中游的南坝站为 1279.4mm ，而上游高山的团牛坪站约为 2400.0mm 。年降水主要集中在 6~9 月，这四个月的降水量占年降水量的 65%，而 12 月至次年 3 月的降水量，仅占年降水量的 9.3%。

流域内降雨日数多。天全有“天漏”之称，多年平均降雨日数为 235.7 天，几乎三天中有两天下雨。最多年达 268 天（1964 年）。

流域地处青衣江暴雨区。最大一日暴雨量天全为 182.0mm ，龙门站为 206.5mm ，南坝站为 175.4mm ，两路站为 184.3mm 。其中一日暴雨量的 60% 左右集中在 6 小时内降落。三日暴雨量约为一日暴雨量的 1.5 倍。多年平均暴雨日数

6~4天。暴雨主要出现在5~9月，其中7、8两月的暴雨日数约占全年暴雨日数的80%左右。

(4) 水文

天全河古称徙水、和川，俗称始阳河，是青衣江的最大支流。主源冷水河发源于夹金山东支金棚山南麓，由北向南流，于两河口接纳由南向北流的新沟河后转向东流，经南坝、锅浪跷、紫石等地后，于脚基坪与北来的拉塔河相汇后始称天全河。再经天全、始阳，在飞仙关附近与荣经河汇合后，向东北约5km于飞仙关侧注入宝兴河。天全河流域地势由西向东倾斜，西高东低，北以金棚山、贝母山、药山包为分水岭与宝兴河为邻，南有大相岭的团灵山与荣经河相隔，西以二郎山与大渡河分界，东接青衣江正源宝兴河，河长103km，平均比降32.6%，流域面积2016km²。整个流域大致呈西南向的扇形。地理位置介于东经102°13'~102°52'，北纬29°49'~30°20'之间。

天全河在两河口以上为上游，天全河上游大部处于二郎山山脉东侧，河长49km，河床平均比降68.1%，集水面积935km²。境内山峦重迭，山势高峻，岭谷相间，平地极少，地形复杂。山地海拔多在3000~4000m。西部的月亮湾湾岗海拔5150m，为域内最高峰。流域上游河段河谷狭窄深切，坡陡流急，河道断面多呈“V”型，两岸多原始森林。主要支流有发源于二郎山附近的新沟河，为天全河的重要支流，于两河口汇入天全河，河道长26.7km，比降78.1%，天然落差2086m，流域面积322.9km²。

两河口以下至白沙河口为中游，河段长约35.8km，河床平均比降10.8%，天然落差386m，河谷宽窄相间，两岸山高坡陡，植被良好。主要支流有拉塔河、白沙河。拉塔河于县城西约15km的脚基坪处注入天全河，河道长20.3km，平均比降102‰，天然落差2070m，控制集雨面积173.7km²。白沙河于县城西约1.4km处注入天全河，河道长44.3km，平均比降64.1‰，天然落差2840m，流域面积328.4km²。

(5) 植被

天全县属盆地西部中山植被地区，大相岭东北部植被小区，是“华西雨屏”的中心地带。优越的气候条件形成了茂盛和种类繁多的植物群落，并在中、高山区显现出垂直分布的明显层带。海拔600~1300m的丘陵、低山、中山植被带，主要分布人工杉木、柳杉、桉木等树种；海拔1300~1800m的中山谷地带，主

1 项目及项目区概况

要分布山核桃等种类繁多的小乔木和灌木；海拔 1800~2300m 的中山阔叶混交林带，主要分布桦木、槭树、栎类等树种；海拔 2300~2600m 的中山针阔叶混交林带，主要分布铁杉、冷杉、青杠、栎类、丝栗、桦木等树种；海拔 2600~3400m 的亚高山针叶林带，主要分布冷杉；海拔 3400~4400m 是高杜鹃灌丛林带，主要分布杜鹃、箭竹等灌木和灌丛。

工程区内人工植被类型主要包括红薯和玉米等旱地农作物。耕地一般分布在河谷阶地上的冲积小平坝和山地缓坡。主要的经济作物有柑橘、核桃、枇杷、板栗、梨树、桃树、李子、黄柏、花椒、杜仲、茶树、竹子、楠竹、洋芋、大豆、蔬菜等。工程区植被覆盖度为 75%。工程区适生的水土保持树草种主要有枫杨、白杨、麻柳、桤木、杉木、楠木、松树、杉树、山核桃、桃树、漆树、杜鹃、车桑子、杜仲、茅状羊茅、柱花草、小冠花、爬山虎、多花墙薇等。

(6) 土壤

天全县成土条件比较复杂，土壤类型多样，有水稻土、潮土、黄壤石灰岩土、黄棕壤、暗棕壤、漂灰土、亚高山草甸土、高山寒漠土等。

农耕土壤有潮土、黄壤、紫色土、水稻土等土类。其中：水稻土面积 5392.167hm²，占总面积 30%，全县除紫石乡外，其余二十二个乡镇均有部分；潮土面积 1087.267hm²，占耕地面积 6.09%，主要分布在河流、溪河两岸，耕作层土层厚度多在 18cm 左右，土层中并夹有小砾石；紫色土面积 6767.867hm²，占耕地面积 27.5%，是该县农耕地主要土类之一；黄壤土面积 2099.067hm²，占耕地面积 15.5%，是该县主要土类之一。

总体看来，本县土壤质地较好，利用率较高，未利用的土地约 27162.333hm²，占总面积的 11.38%。

工程区内基带土壤为黄壤，但因区内地形条件差异引起水热条件，空间分布上的明显差异，土壤分布规律总的趋势是：以水平分布为基础，以垂直分布为主导。其垂直带谱为：黄壤—黄棕壤—暗棕壤—山地棕壤—亚高山草甸土—高山草甸土。

区内的土壤在不同的成土带上，土壤的有机质有较大的差异。基带黄壤和中带黄棕壤主要以植物根和动、植物残体为主，特别是腐植质占相当大的比例，也含有少量的微生物残体。顶带亚高山草甸土和高山草甸土主要以蒿草属腐殖质和动、植物残体为主，也含有一定的微生物残体。此外，冲积土物质来源较复杂，

有机质含量有较大差异，因其淋溶性强，有机质含量普遍较低，山地褐色土主要以土壤中生物和微生物残体为主，含少量的植物根和植物残体。

(7) 其他

天全县位于四川盆地西缘，二郎山东麓，邛崃山脉南段。根据《天全县统计年鉴》（天全县统计局 2009 年 6 月）天全县幅员面积 2491km²，耕地面积 6589hm²。全县总人口 15.2 万人，其中农业人口 12.8 万人，占总人口的 84.21%。2008 年全县实现生产总值 22.19 亿元，其中第一产业 4.41 亿元、第二产业 12.53 亿元、第三产业 5.24 亿元。农业总产值 19039 万元，农民人均纯收入 4157 元。

锅浪跷水电站建设征地涉及天全县 2 个乡 4 个村，即紫石乡的大仁烟村、小仁烟村和两路乡的水獭坪村、两路村。紫石乡、两路乡，农业总人口 4303 人，总耕地面积 975 亩，人均耕地 0.23 亩，人均耕地较少的原因是多数耕地已退耕还林。

1.1.2.2 工程区水土流失及水土保持情况

一、水土流失现状

天全县水土流失面积 55682hm²，占幅员面积的 23.34%，平均土壤侵蚀模数 3755t/hm²·a，年均流失土壤 219.41 万 t。区域内水土流失类型以水力侵蚀为主，侵蚀形式以面蚀为主，沟蚀、局部有重力侵蚀形式分布。

本工程涉及天全县两路乡、紫石乡，根据区域水土流失现状资料分析，两路乡水土流失面积为 2439hm²，占全乡幅员面积的 7.76%；紫石乡水土流失面积为 6666hm²，占全乡幅员面积的 7.38%。

二、批复防治标准

根据“川水函〔2012〕30 号”及“川水保函〔2018〕108 号”批复的《水土保持方案报告》（含调整报告），本项目按照《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50634—2008）（老标准）及《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）（老标准）规定执行建设类项目一级标准。

电站工程批复的防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失治理度 87%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97.0%，林草植被覆盖率 27%。

复建道路批复的防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失治理度 87%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97.0，林草植被覆盖率 27%。

1 项目及项目区概况

表 1.1-8 批复的防治目标值

一级防治分区	防治指标	批复值
电站工程	扰动土地整治率 (%)	95.0
	水土流失总治理度 (%)	87.0
	土壤流失控制比	1.0
	拦渣率 (%)	95.0
	林草植被恢复率 (%)	97.0
	林草覆盖率 (%)	27.0
复建公路工程	扰动土地整治率 (%)	95.0
	水土流失总治理度 (%)	87.0
	土壤流失控制比	1.0
	拦渣率 (%)	95.0
	林草植被恢复率 (%)	97.0
	林草覆盖率 (%)	27.0
综合防治目标	扰动土地整治率 (%)	95.0
	水土流失总治理度 (%)	87.0
	土壤流失控制比	1.0
	拦渣率 (%)	95.0
	林草植被恢复率 (%)	97.0
	林草覆盖率 (%)	27.0

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理情况

建设单位认真贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》和《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（2012年9月21日修订）的法律责任，确定专人负责水土保持相关日常工作，做到了水土保持管理有计划、有安排、有结果。在工程建设过程中，设计、施工、监理等相关部门相互配合，相互协调，积极落实水土保持方案的各项措施，起到了防治水土流失的作用，遏制了水土流失的危害。

在工程竣工阶段，建设单位根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部53号令）、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》及水利部《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号文）等法律的规定，组织监理、监测、验收评估等相关单位开展水土保持设施竣工专项验收工作。

1.2.2 “三同时”制度落实情况

建设过程中，建设单位定期组织设计、施工、工程监理、水土保持监理、监测等相关单位，召开专项会议，回溯上一阶段发现的水土保持问题的整改落实情况，并对本阶段水土保持工作中发现的问题确定措施整改方案。定期向有关水行政主管部门汇报水土保持工作并报送相关材料。公司对水行政主管部门到现场监督检查后形成的整改意见高度重视，并立即组织相关单位落实整改内容。各单位水土保持设计、施工、监理、监测资料均与工程质量建设资料纳入档案管理，由各单位分别负责归纳和收集，届时纳入竣工文件归口管理。工程施工过程中主体工程与水土保持工程同时施工，同时发挥效益；水土保持工程与主体工程同时投入使用。

1.2.3 前期工作开展情况及水土保持方案（含变更）编制情况

（一）主体工程设计情况

2005年11月，四川省水利水电勘测设计研究院编制完成了《四川省天全县锅浪跷水电站可行性研究报告》。

2006年5月省发改委主持对《四川省天全县锅浪跷水电站可行性研究报告》进行评估，并以川发改能源函〔2006〕681号文印发了评估意见，批复同意锅浪跷水电站可行性研究报告工程技术方案。

2007年1月8日到12日，四川省工程咨询研究院组织有关专家对本项目《工程可行性研究报告（送审稿）》进行了审查。2007年3月11日，中国华西工程设计建设有限公司完成了本项目《工程可行性研究报告（修改稿）》，上报四川省发改委及四川省公路局审批。

2007年5月，中国华西工程设计建设有限公司对库区复建公路展开初步设计工作，于2010年7月完成初步设计。

2010年11月8日，四川省川交公路工程咨询有限公司组织专家，对中国华西工程设计建设有限公司编制的《天全县锅浪跷水电站库区淹没区复建公路工程两阶段初步设计报告》进行了审查。2011年11月10日，四川省交通运输厅以川交建便〔2010〕333号文对该报告进行了批复。

2009年8月，四川省水利水电勘测设计研究院开展锅浪跷电站初步设计阶

段勘测设计工作，并委托相关单位分别完成了《四川天全县锅浪跷水电站工程溢洪道、泄洪洞及放空洞水力学模型试验研究报告》（南京水利科学研究院）、《四川省雅安市天全县锅浪跷水电站引水发电系统水力过渡过程计算专题报告》（四川大学水电学院）、《天全锅浪跷水电站面板堆石坝静动力有限元应力变形分析和安全评价》（清华大学水利水电工程系）等专题报告，于 2010 年 11 月完成《四川天全河锅浪跷水电站初步设计报告》。

2011 年 5 月省发改委主持对《四川天全河锅浪跷水电站工程初步设计报告》进行评估，2011 年 6 月以川发改能源〔2011〕794 号文印发了《四川省发展和改革委员会关于核准雅安市天全河锅浪跷水电站项目的批复》。

2017 年 11 月四川省水利水电勘测设计研究院完成了《天全河锅浪跷水电站施工图设计》。

（二）水土保持方案编制（含变更）情况

2006 年 11 月，四川省水利水电勘测设计研究院编制完成了《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书（送审稿）》。2007 年 1 月 18 日，四川省水土保持局在成都市组织召开了《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书（送审稿）》的技术审查会议。根据专家评审意见，项目组对方案报告书送审稿进行修改和完善，并于 2007 年 2 月，四川省水利水电勘测设计研究院修改完成了《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》。2007 年 4 月，四川省水利厅以“川水函〔2007〕286 号文”对《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》进行了批复。

由于原《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书》未包括天全县锅浪跷水电站库区淹没复建公路工程。项目组成发生重大调整，施工布局发生较大变化，根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编制审批管理规定》等相关法律法规，2011 年 7 月四川天全锅浪跷水力发电有限公司（原建设单位）委托四川省水利水电勘测设计研究院承担天全河锅浪跷水电站工程水土保持方案调整报告的编制工作。

2011 年 10 月，四川省水利水电勘测设计研究院编制完成《四川天全河锅浪跷水电站工程水土保持方案调整报告（送审稿）》。2011 年 11 月 11 日，四川省水土保持局组织召开了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持方案调整报告

(送审稿)》的技术审查会，会后四川省水利水电勘测设计研究院根据专家意见对《调整报告》进行了修改、补充和完善，于2011年12月修改完成《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持方案调整报告(报批稿)》。2012年1月四川省水利厅以“川水函〔2012〕30号文”印发了《四川省水利厅关于雅安市天全河锅浪跷水电站项目水土保持方案调整报告的批复》。

项目建设阶段因锅浪跷水电站工程施工期发生的变化，原《调整报告》中的水土保持措施已不能完全指导工程建设中的水土保持工作。为能更好地控制锅浪跷水电站工程区的水土流失，2017年8月，建设单位委托四川省水利水电勘测设计研究院开展锅浪跷水电站水土保持措施变更报告的编制工作。2018年4月，四川省水利水电勘测设计研究院编制完成了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》。2018年4月27日，四川省水土保持局以“川水保函〔2018〕108号”对《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》进行了批复。

1.2.4 水土保持监测意见落实情况

2017年5月，大唐雅安电力开发有限公司天全分公司委托四川润蜀工程勘察设计有限责任公司承担本项目水土保持监测工作。在监测过程中，监测单位发现现场存在问题并及时与建设单位沟通，提出整改意见，建设单位积极落实整改，有效的控制了水土流失。

1.2.5 水土保持监督检查意见落实情况

1、2016年6月27日，四川省水土保持局督查锅浪跷水电站水土保持施工情况，并提出整改意见，建设单位随后根据意见进行了整改，具体如下：

(1) 进一步加强水土保持工作的组织领导，建立水土保持工作报告制度，定期向水行政主管部门报告水土保持工作情况。

整改情况：建设单位成立生态环保专项整改工作领导小组，加强对锅浪跷水电站水土保持问题的综合整治。并定期编制《建设项目水土保持工作情况报告表》上报水行政主管部门备案。

(2) 渣场位置调整等水土保持措施重大变更依法报水利厅批准。

整改情况：按照水土保持措施重大变更有关要求，委托四川省水利水电勘测设计研究院编制《锅浪跷电站水土保持措施变更报告》，报水利厅进行了审批。

1 项目及项目区概况

(3) 加强水土保持宣传，组织相关单位及人员学习水土保持法律法规，建议在施工区写水土保持标语，建立水团保持公示牌，接受社会监督。

整改情况：组织单位水土保持相关人员学习水土保持相关法律法规，加大锅浪跷电站水土保持工作宣传报道。

(4) 加强施工单位管理，严格落实水土保持“三同时”制度，切实加强施工期得水土保持临时措施。对左坝肩施工公路造成水土流失要立即进行整改，完善砼拌合站排水沟。

整改情况：编制“三同时”自查报告，严格按照要求落实水土保持“三同时”制度。对左坝肩施工公路水土流失部分及时清理，并采取挡护措施防止再次发生水土流失，按要求完善了砼拌合站排水沟。

(5) 尽快开展水土保持监测工作和监理工作。加强汛期水土保持监测，确保安全度汛。

整改情况：2017年5月委托四川润蜀工程勘察设计有限责任公司开展锅浪跷水电站项目施工期水土保持监测工作；2017年2月委托四川嘉源生态发展有限责任公司开展锅浪跷水电站施工期水土保持监理工作。

(6) 尽快依法缴纳水土保持补偿费。

整改情况：2013年7月锅浪跷水电站项目被四川省人民政府以《四川省人民政府关于印发芦山地震灾后恢复城乡住房建设等11个专项规划的通知》（川办发〔2013〕47号）列为芦山地震灾后重建项目，符合灾后重建相关优惠政策。2017年10月建设单位以《四川天全锅浪跷水力发电有限公司关于减免雅安市天全河锅浪跷水电站项目水土保持设施补偿费的请示》（锅水电办〔2017〕31号）向四川省水土保持局申报减免锅浪跷水土保持补偿费，最终于2019年8月8日将按批复的水土保持补偿费进行了缴纳。

2、2017年7月14日，天全县水务局督查锅浪跷水电站施工现场，并提出整改意见，建设单位随后根据意见进行了整改，具体如下：

(1) 临时交通洞两路乡出口处弃渣场，未按规定弃土弃渣。

整改情况：将不符规定弃渣清运到新电3#渣场进行了堆放。

(2) 水电七局贝雷桥左岸桥台有弃渣侵占河道。

整改情况：弃渣清运至电4#渣场，2017年7月20日前完成覆土绿化，已按

要求完成。

(3) 2#支洞弃渣场沟道内有弃渣侵占沟道。

整改情况：已于2017年7月30日前将侵占沟道弃渣清运到电4#渣场进行堆放。

(4) 厂房施工区：截水沟未硬化；围堰填筑料侵占河道。

整改情况：截水沟已硬化，对超出围堰填筑范围，不符合施工规划要求的多余渣体进行清运，已于2017年8月15日前按要求完成。

(5) 边坡治理项目无水土保持方案

整改情况：委托四川联合建设工程有限公司完成编制锅浪跷电站边坡治理项目水土保持方案，2017年12月27日已取得《天全县水务局关于印发锅浪跷水电站枢纽工程建设边坡治理项目水土保持方案报告书的批复的函》（天水函〔2017〕170号）。

3、2017年7月25日天全县水务局督查锅浪跷水电站施工现场并提出整改意见，建设单位随后根据意见进行了整改，具体如下：

(1) 厂房施工区：部分顺河围堰无挡护措施，沉砂池未启用，绿化未完成。

整改方案：2017年7月27日前完成顺河围堰挡墙挡护，沉砂池完成清淤并启用，已按要求于8月15日前完成绿化工作。

(2) 雄黄溪施工区：在天全河岸和雄黄溪沟口无序弃渣，影响行洪安全。

整改方案：停止无序弃渣，将不符合规定弃渣清运到新电5#渣场，疏通行洪河道，已按要求完成。

(3) 4#弃渣场沟内弃渣：弃渣已清运80%，仍残留部分未清理完。

整改方案：2017年7月27日前将弃渣全部清运到电4#弃渣场，确保水流畅通，已按要求完成。

(4) 水电七局拌合站：临时挡护设施部分损毁

整改方案：汛期结束后立即对损毁的挡护设施进行修复，已按要求完成。

综上、工程建设中，四川省水土保持局、天全县水务局及工程所在地各级水行政主管部门对本工程进行了监督检查，为建设单位依法合规建设提供了有力保障。

1.2.6 重大水土流失危害事件

本项目建设期间未发生重大水土流失事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2017年5月，自我单位与建设单位签订了水土保持监测委托合同，在实地调查和分析整理野外调查资料等前期准备工作的基础上，我单位编写了《水土保持监测实施方案》。并以监测实施方案作为监测工作的技术依据，成立监测项目部，配备了相应的监测设备，并对监测技术人员开展技术培训，制定了监测工作制度和技术“把关”程序。

此后，我单位依据监测实施方案，对全线开展水土保持监测工作，主要包括对主体工程建设进度、防治责任范围动态监测、工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、工程建设过程中水土流失动态变化、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果以及水土保持设计、水土保持管理等情况进行监测。在开展水土保持监测工作期间，通过水土流失观测场法、调查监测、巡查监测等方法对项目区水土流失情况经行监测，实时监测建设过程的水土流失类型、强度和危害，及时掌握新增水土流失发展的变化趋势，了解水土保持措施的防护效果，并通过向建设单位、设计单位反馈监测结果来调整防护措施，有效减少水土流失。水土保持监测技术路线见下图：

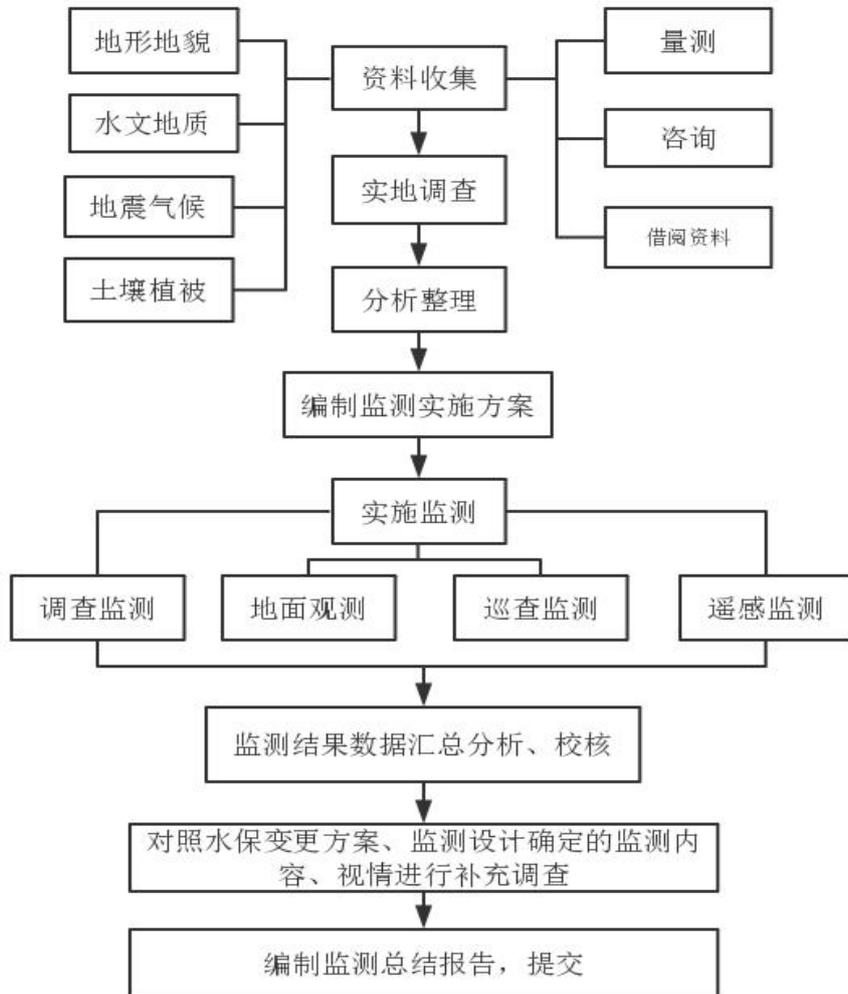


图 2 水土保持监测技术路线图

1.3.2 监测项目部设置

2017年5月，建设单位委托四川润蜀工程勘察设计有限责任公司开展本项目的水土保持监测工作，为保障监测工作高质量、高效率完成，我单位组织了一支专业知识强、业务水平高、监测设备齐全、监测经验丰富的水土保持监测队伍，成立了“雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测项目部”，确定了以监测总工程师为项目负责人，监测工程师为技术负责人，监测员协助监测工程师完成监测项目的工作体系。

2017年5月，在建设单位配合下，我单位对工程项目区采取现场查勘量测、GPS定位、摄像、摄影等方式进行了第一次全区调查，初步了解了项目区的水土流失和水土保持情况。其后，我单位编制了《水土保持监测实施方案》，并根据监测实施方案成立了雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测项目部，配备了相应的监测设备，并对监测技术人员开展技术培训，制定了监测工作制度和技术“把关”程序。

2017年5月底，在建设单位组织下召开了水土保持监测技术交底大会，由监测总工程师对参建单位进行了水土保持专项培训，增强了参加单位的水土保持观念及意识，为更好的开展水土保持工作奠定了基础。项目部人员安排见下表1.3-1。

表 1.3-1 监测项目部设置一览表

序号	姓名	职称	分工
1	陈勤水	总监测工程师	全面主持监测项目工作，保障工作经费，调配监测人员和设施，主持制定监测实施方案，指导和参与水土流失监测设计和监测数据的观测、调查、分析等工作。
2	胥宏	监测工程师	协助总监测工程师开展水土流失监测技术工作，负责监测现场的技术指导和相关协调工作，负责监测简报、监测总结等的技术审查。
3	冯靖	监测工程师	协助总监测工程师开展水土流失监测技术工作，负责监测现场的技术指导和相关协调工作，负责监测简报、监测总结等的技术审查。
4	杨鑫	监测工程师	参与现场调查，读取监测数据，收集相关资料，采集监测样品，参与监测实施方案、监测简报和监测总结报告等的编写。
5	李娴娴	监测员	参与现场调查，读取监测数据、收集相关资料，采集监测样品，参与监测实施方案、监测简报和监测总结报告等的编写。

1.3.3 监测点布设

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中监测点布设原则和选址要

1 项目及项目区概况

求，在实地踏勘的基础上，针对项目区特点、水土流失特点和水土保持措施的布局特征，根据《水土保持方案》水土流失量预测及调查并结合项目实际情况，本项目在枢纽工程区、水库淹没区、施工道路区、施工临时设施区、渣场区、料场区共布置 12 个监测点，部分详见表 1.3-2。

表 1.3-2 监测点位布置情况表

监测点位	监测区域	监测点位	点位数 (个)	监测内容	监测方法
水土保持监测点位	水库淹没区	1#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	枢纽工程区	2#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	厂区枢纽	3#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	电站施工道路	4#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	渣场区(新电 8#渣场)	5#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	渣场区(新电 4#渣场)	6#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
	电 10#渣场	7#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	新电 1C 渣场	8#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	新电 1A 渣场	9#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	新电 9#渣场	10#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	施工营地	11#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测
水土保持监测点位	进水口	12#	1	扰动土地情况、水土保持措施实施情况、弃渣量、水土流失量	实地量测、资料分析、遥感监测

1.3.4 监测设施设备

雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。

雅安市天全河锅浪跷水电站监测过程中主要地面观测设施为沉砂池和测钎。监测过程中消耗性材料主要包括：钢钎、油漆、量筒、测绳、记录笔和记录纸等。

主要设备有：皮尺、数码相机、无人机、取样设备等，详细设备清单见下表：

表 1.3-3 水土保持监测设施情况表

序号	设施或设备名称	主要规格型号	数量
1	多旋翼无人机	大疆精灵 4A	3
2	GPS 定位仪	BH20-60CSX	3
3	全站仪	SD3 型	1
4	电子天平	200g	2
5	烘箱	101-2A	1
6	环刀	/	若干
7	钉锤	/	2
8	测钎	/	若干
9	监测牌	/	2
10	卷尺	5m	2
11	测绳	50m	2
12	坡度仪	JZC-B2	2
13	相机	佳能	2
14	计算机	Dell	3
15	监测交通车	/	1
16	制图软件	AutoCAD	1
17	易耗品	实验器材	若干

1.3.5 监测技术方法

(1) 调查监测是指定期采取全线路调查的方式,通过现场实地勘测,采用 GPS 定位仪结合地形图、照相机、标杆、尺子等工具,按照标段测定不同工程和标段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表登记每个扰动类型区的基本特征(特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型)及水土保持措施(拦渣工程、护坡工程、土地整治等)实施情况。

①面积监测:本项目主要对渣场等较为集中的区域采用手持 GPS 进行定位监测。首先对调查区按扰动类型进行分区,如堆渣、开挖面等,同时在监测记录簿上记录调查点名称、工程名称扰动类型和监测数据编号等。然后沿着分区边界走一圈,通过 GPS 记录所走区域的形状(边界坐标点数据),然后将 GPS 记录的监测数据结果转入计算机,通过计算机软件显示监测区域的图形和面积。

②植被监测:选有代表性的地块作为标准地,标准地的面积为投影面积,要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为:

$$D = \frac{f_e}{f_d}$$

式中: D——林地的郁闭度(或草地的盖度) %;

f_d ——样方面积, m^2 ;

f_e ——样方内树冠(草冠)垂直投影面积, m^2 ;

统计郁闭或盖度应大于 20%的林草地面积之和,计算林草覆盖率(C)。计算公式为:

$$C = \frac{f}{F}$$

C——林(或草)植被覆盖度, %;

F——类型区总面积, km^2 ;

f ——类型区内林地或灌、草地的垂直投影面积, km^2 。

需要注意:纳入计算的林地或草地面积,其林地的郁闭度或草地的盖度都应大于 20%。关于标准地的灌丛、草本覆盖度调查,采用目测方法按国际通用分级标准进行。

1.3.5.2 地面观测法

对不同地表扰动类型，侵蚀强度的监测，采用地面观测方法。如测钎法、侵蚀沟样方测量法、简易径流小区法，人工模拟降雨试验等，雅安市天全河锅浪跷水电站监测方法以测钎法、沉砂池法和侵蚀沟法为主。同时采用自记雨量计观测降雨量和降雨强度。

对不同地表扰动类型，侵蚀强度的监测，采用地面观测方法。如测钎法、侵蚀沟样方测量法、简易径流小区法，人工模拟降雨试验等，本项目监测方法以测钎法、侵蚀沟法和简易径流小区法为主。同时采用自记雨量计观测降雨量和降雨强度。

(1) 测钎法：将直径 0.6cm、长 50cm 类似钉子形状的钢钎相距 1m，分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，地面上漏出 20cm，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册，周边用石块或绳子作好标记，以便定期观测土壤流失情况。样地面积可根据坡面实际情况进行调整，简易水土流失观测场布置见图 2-3。

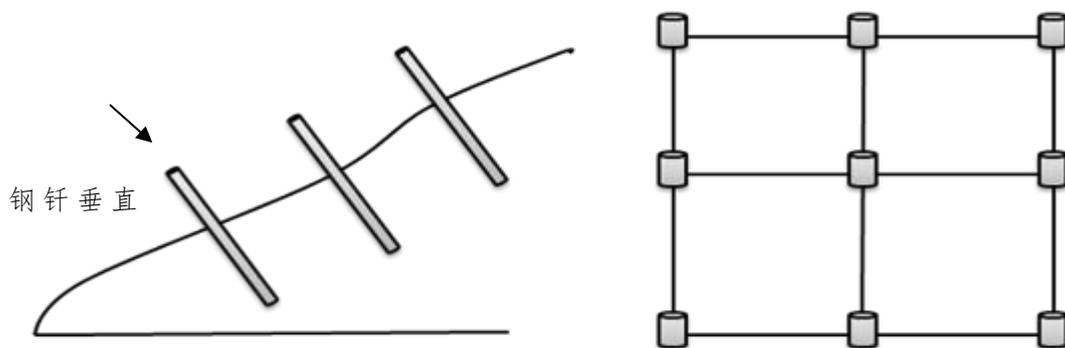


图 2-3 简易水土流失观测示意图

针对每个桩订小区，在每次现场监测时测出钉帽出露地面高度，并作好记录，结合上一次监测时记录的对应钉帽出露地面高度，计算出前后两次监测期间的侵蚀深度，再计算出土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。

计算公式采用： $A=ZS/1000\cos\theta$

式中 A——土壤侵蚀量；

Z——侵蚀深度（mm）；

S——侵蚀面积（ m^2 ）；

θ ——坡度值。

(2) **侵蚀沟样方法**：在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽 > 100cm）、中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽 < 30cm）分三类统计，每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。

侵蚀沟样方法通过调查实际出现的水土流失情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。必须及时了解工程进展和施工状况，通过照相、录像等方式记录、确认水土流失的实际发生过程。详见下图 2-4。

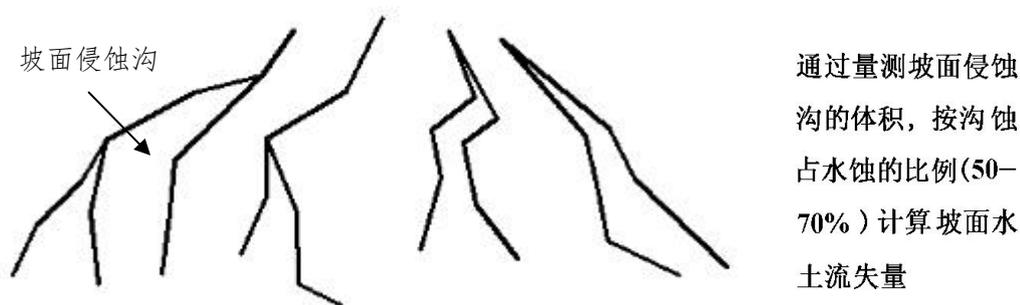


图 2-4 侵蚀沟法测量水土流失示意图

(3) **沉砂池法**：通过在弃渣场内修建沉砂池，渣场排水沟汇水携带的泥沙量，从而推求出土壤侵蚀量及侵蚀模数。

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} S \rho_s \times 10^4$$

式中： S_T ——汇水区土壤流失量(g)；
 h_i ——集沙池四角和中心点的泥沙厚度(cm)；
 S ——集沙池底面面积(m²)；
 ρ_s ——泥沙密度(g/cm³)。

图 4 沉砂池法计算方法

1.3.5.3 巡查监测

在进行调查监测的同时，还采取对现场巡查，及时掌握各种可能出现的水土流失问题，及时向项目建设单位汇报和提出相应的处理意见，由建设单位根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的实效。巡视方法采取定期或不定期方式。

1.3.5.4 遥感监测法

无人机遥感监测：无人机遥感是以无人驾驶飞机作为空中平台，以机载遥感设备，如高分辨率 CCD 数码相机、轻型光学相机、红外扫描仪、激光扫描仪、磁测仪等获取信息，用计算机对图像信息进行处理，并按照一定精度要求制作成图像。无人机遥感系统可快速获取地理、资源、环境等空间遥感信息，完成遥感数据采集、处理和应用分析，通过对监测结果的整理分析，弥补传统监测手段的不足之处，有效提高项目监测的精度、效率及自动化程度。通过航拍的照片经处理引入地理信息系统中，从而直观的获取项目在建设过程中造成的扰动地表面积，植被覆盖率，堆渣量等情况。

1.3.6 监测成果提交情况

截止至 2025 年 8 月，在监测期间共完成监测季报 30 期，监测年度报告 7 期，《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测总结报告（蓄水阶段）》。目前本项目已全面完工，我公司监测项目部完成了水土保持监测全区调查监测工作后，技术人员及时对监测获得的数据进行了汇总分析，并结合批复的《水土保持方案报告书》和《水土保持措施变更报告》于 2025 年 5 月完成了《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持监测总结报告》的编写工作。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

2.1 扰动土地情况

在开发建设活动中,对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为均属扰动地表行为,主要包括:

①毁坏地表植被。全部或部分毁坏地表植被,但未扰动表土,例如倾倒渣土、堆放建材、机械等压埋植被。

②表土被剥离。按规定,开发建设过程中被剥离的表土应集中堆存,以保护珍贵的土壤资源,表土部分或全部被剥离时毁坏地表植被。

③改变地形。例如填挖过程中对原地形地貌的改变。

扰动地表面积水土保持监测的内容包括扰动地表类别及面积、损坏水土保持设施种类、数量及面积。

本项目主要采取资料分析与现场测量方法对扰动土地情况及防治责任范围进行监测。监测内容与方法详见表 2.1-1。

表 2.1-1 扰动土地情况监测方法

监测项目	监测类别	监测方法	监测频次
扰动土地情况	扰动范围	现场巡查、实地量测、资料分析、 无人机遥感监测	每季度不少于 1 次
	扰动面积	现场巡查、实地量测、资料分析、 无人机遥感监测	每季度不少于 1 次
	土地利用类型	资料分析、现场调查、走访调查	每季度不少于 1 次

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本项目工程对取土、弃土、弃渣情况综合采用资料收集与分析、地面观测、实地量测、遥感监测以及无人机航拍相结合的监测方法。监测内容主要包括取料场、弃渣场及临时堆料场的数量、位置、面积、取料、弃渣量防治措施落实及迹地恢复情况等。

2 监测内容和方法

弃渣场、取料场面积监测方法同扰动土地情况监测弃渣扰动面积监测方法一致。弃渣量、取料量以收集施工单位统计的数据为主，基于无人机对弃渣场、取料场航拍影像，生成弃渣场区、料场区 DSM 数据，以此为基础计算方量，对统计数据进行校核。

弃渣、取料完成后，弃渣、取料面积确定同扰动土地面积防治责任范围确定方法，弃渣方量、取料量以施工单位统计方量为主。

弃渣防治措施主要包括挡渣墙、截排水沟、渣体边坡防治等工程措施以及植物措施。施工过程中以实地量测为主，施工结束后以相关措施验收资料为主统计防治措施类型和工程量。弃渣场情况每季度监测 1 次。

取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）情况监测内容、方法及频次见表 2.2-1。

表 2.2-1 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）情况监测内容、方法及频次

防治分区	监测内容	监测方法	监测频次
取土场、弃土场、弃渣场区	数量	资料收集与分析、地面观测、实地量测、遥感监测以及无人机航拍	数量、位置、面积、水土保持措施等每个季度监测记录一次；正在实施的取弃土方量、表土剥离情况等每个月监测记录一次；遥感监测：施工前一次，施工中一次，资料分析：每季度一次
	位置		
	面积		
	取土量、弃渣量、来源及去向		
	防治措施落实情况		
	迹地恢复、对周边环境影响及潜在危害		

2.3 水土保持措施

雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施的实施效果监测主要采用地面观测、调查监测、遥感监测的监测方法。对于工程措施（挡墙、排水沟、截水沟、土地整治、沉砂池、工程护坡等），主要调查其实施数量、质量及进度；防护工程稳定性、完好程度、运行情况、措施的拦渣保土效果。植物措施主要调查其不同阶段林草种植面积、成活率、生长情况及覆盖度；扰动地表林草自然恢复情况；植物措施拦渣保土效果。对于临时防护措施（临时排水沟、密目网苫盖等），主要调查其实施情况，如实施数量、质量、进度、运行情况和临时措施的拦渣保土效果。水土保持措施监测指标包括：措施类型、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状况。

2 监测内容和方法

在施工期，监测方法以实地量测为主。根据水土保持方案及防治措施实施情况，采用实地量测和巡测相结合的方法，获取各监测分区水土保持措施建设动态及防治措施数量、质量。也可通过无人机航拍的方法调查水土流失防治措施建设动态。

在植被恢复期，工程措施基本实施完毕，工程措施监测以运行情况和运行效果监测为主，以施工单位实施防治措施验收资料为基础，通过分析获得工程措施数量，通过实地巡查了解工程措施运行情况及运行效果。植物措施处于实施阶段或实施完成发挥防治效果阶段，对于已实施完成的植物措施，采用典型样方或典型植株调查的方法，记录林草生长情况、成活率、保存率、覆盖度及自然植被恢复情况；对于处于实施阶段的植物措施，通过实地调查、资料收集获取实施进度；以施工单位实施防治措施验收资料为基础，通过分析获得植物措施数量。

在水土保持措施监测过程中，以无人机航拍为辅助手段，用无人机对监测区域进行全景拍摄，从拍摄的全景照片上经过专业分析，获取监测区域水土流失防治措施布局、建设进度。水土保持措施每季度监测记录 1 次。

水土保持措施实施效果监测内容、方法及频次见表 2-3。

表 2.2-2 水土保持措施监测内容、方法及频次

防治分区	监测内容			监测方法	监测频次
	工程措施	植物措施	临时措施		
水库淹没区	工程措施施工进度、数量、质量、稳定性、完好程度、运行情况等； 工程措施实施效果	植物措施实施进度、数量、成活率、保存率等	临时措施施工进度、数量、效果等	调查监测、资料分析、实地量测、遥感监测	每季度不少于 1 次
枢纽工程区					
施工临时设施区					
施工道路区					
渣场区					
料场区					

2.4 水土流失情况

水土流失情况主要监测指标包括水土流失面积、土壤流失量、潜在土壤流失量和水土流失危害等。项目区以水力侵蚀为主，通过在不同区域布设简易水土流失观测场定位观测土壤流失量。

水土流失情况监测主要采用地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法。水土流失面积监测采用实地量测、遥感监测相结合的方法；土壤流失量监测采用测钎法，沉沙池量测的方法，在不同防治分区选择典型代表区域布设监测点位，根据监测点位动态监测结果，通过相似区域尺度放大的方法，得出不同分区的水土流失总量。

潜在土壤流失量和水土流失危害监测方法以实地调查为主，无人机航拍为辅。对于在现场巡查过程中发现的未实施防护措施的临时堆土、堆渣计入潜在土壤流失量，采用实地量测法估算潜在土壤流失量，若临时堆土、堆渣在规定的时间内按规定堆放且实施了防护措施，则不再计入潜在土壤流失量。水土流失危害除通过现场巡查发现外，还可以利用无人机获得监测区域全景照片，通过对全景照片的专业分析，发现水土流失危害或隐患部位。水土流失情况每季度监测1次。

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 水土流失防治责任范围

(一) 批复的防治责任范围

根据“川水函〔2012〕30号”《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持方案调整报告》和“川水保函〔2018〕108号”《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》，本项目水土流失防治责任范围共计553.86hm²，电站工程防治责任范围412.17hm²，复建公路56.01hm²。其中，首部枢纽10.6hm²、引水系统5.14hm²、厂区枢纽5.8hm²、移民安置点10hm²、水库淹没区380.63hm²、施工生产生活设施6.53hm²、施工道路16.64hm²、料场17.05hm²、弃渣场45.47hm²；复建公路路基工程23.47hm²、桥梁工程3.77hm²、隧道工程0.5hm²、施工营地2.27hm²、施工便道17.25hm²、弃渣场8.75hm²。

表 3.1-1 批复的防治责任范围（单位：hm²）

占地性质		工程组成	防治责任范围	
项目 建设区	电站工程	首部枢纽	10.60	
		引水系统	5.14	
		厂区枢纽	5.80	
		移民安置点	10	
		水库淹没区	380.63	
		小计	412.17	
		临时占地	施工生产生活设施	6.53
			施工道路	16.64
			渣场	45.47
			料场	17.05
	小计	85.69		
	合计		497.86	
	复建公路	永久占地	路基	23.47
			桥梁	3.77
隧道			0.50	
小计			27.74	

3 重点对象水土流失动态监测

占地性质		工程组成	防治责任范围
	临时占地	施工营地	2.27
		施工便道	17.25
		渣场	8.75
		小计	28.27
	合计		56.01
总计			553.86

(二) 实际的防治责任范围

经现场监测及相关资料查阅，本项目实际施工过程中占地控制严格，未发生超红线用地现象，本项目水土流失防治责任范围为 442.15hm²，电站工程防治责任范围 412.61hm²，复建公路工程防治责任范围 29.54hm²，包括水库淹没区、大坝枢纽、调压井及压力管道、发电厂房及进厂道路、复建道路等永久占地和施工生产生活设施、施工道路、渣料场等临时占地，详见表 3.1-2。

表 3.1-2 实际防治责任范围（单位：hm²）

防治分区		工程组成	防治责任范围	
项目 建设区	电站工程区	首部枢纽区	36.66	
		引水系统区	5.14	
		厂区枢纽区	13.72	
		移民安置点区	0	
		水库淹没区	325.79	
		小计	381.13	
		临时占地	施工生产生活设施区	4.45
			施工道路区	11.66
			弃渣场区	15.19
			料场区	0
	小计	31.3		
	合计		412.61	
	复建公路区	永久占地	路基工程区	22.33
			桥梁工程区	4.12
			隧道工程区	0.7
			小计	27.15
		临时占地	施工营地区	1.65
施工便道区			0.74	
弃渣场区			0	
小计	2.39			
合计		29.54		
总计			442.15	

(三) 防治责任范围变化情况

建设期实际产生水土流失防治责任范围面积 442.15hm²，较方案报告批复水土流失防治责任范围 553.86hm²减少了 111.71hm²。

对比本项目方案（措施变更报告）批复的防治责任范围，项目建设期实际的水土流失防治责任范围减少的主要原因有以下几点：

(1) 电站工程中首部枢纽在实际建设中增加了大坝下游雾化区及生态机组，导致防治责任范围增加 26.06hm²。

(2) 厂区枢纽工程保留厂房至调压井道路转为永久占地，导致防治责任范围增加 7.92hm²。

(3) 移民安置工作采用货币化补偿，由政府统一组织实施，因此移民安置工作不纳入本项目防治责任范围，导致防治责任范围减少 10.00hm²。

(4) 水库淹没区面积在变更方案阶段重复计算了库区内弃渣场、料场、施工道路、施工营地等防治责任范围，实际减少重复计列面积 54.84hm²。

(5) 电站工程和复建公路工程布设的施工生产生活设施较方案阶段有增加，但其部分租用当地民房、部分布设于库区内，导致防治责任范围总体减少 2.70hm²。

(6) 新电 3#渣场转为鱼类增殖站，纳入厂区枢纽防治责任范围，导致防治责任范围减少 2.06hm²。

(7) 方案批复电站工程和复建公路工程的施工道路各为 20 处和 18 处，实际建设中复建公路工程的施工道路减少 3 处。工程部分施工道路布设于库区内，面积纳入水库淹没区，导致防治责任范围减少 21.49 hm²。

(8) 方案批复电站工程的弃渣场 11 处，复建公路工程的弃渣场 6 处。因正在建设中的雅康高速与本项目建设区较近，本工程产生的部分废弃土石料被雅康高速用于路基回填。因此实际电站工程仅启用电 1#（A、B、C 区）、新电 2#、新电 3#、电 4#、新电 8#、新电 9#、新电 10#这 7 处弃渣场和电 1#暂存料场，复建公路工程仅启用 2 处路 2#、新路 4#弃渣场，并且部分弃渣场位于水库淹没区，导致防治责任面积减少 36.97hm²。

(9) 实际仅启用 1 处红椿坪料场，位于水库淹没区，不重复计列防治责任范围，导致面积减少 17.05hm²。

3 重点对象水土流失动态监测

表 3.1-3 防治责任范围变化情况（单位：hm²）

防治分期	占地性质	工程组成	批复方案面积	实际防治责任范围	变化情况	变化原因	
电站工程	永久占地	首部枢纽	10.60	36.66	+26.06	实际建设增加了大坝下游雾化区及生态机组，面积增大。	
		引水系统	5.14	5.14	0.00	无变化。	
		厂区枢纽	5.80	13.72	+7.92	施工布置有所变化，厂房至调压井道路将保留使用，后续增加了边坡工程，已单独验收，不再重复计列。	
		移民安置点	10.00	0.00	-10.00	移民安置工作采用货币化补偿，由政府统一组织实施，不纳入本项目防治责任范围。	
		水库淹没区	380.63	325.79	-54.84	变更方案阶段重复计算了库区内弃渣场、料场、施工道路、施工营地等防治责任范围，实际水库淹没区防治责任范围与“川水函〔2012〕30号”批复一致。	
		小计	412.17	381.31	-30.86	/	
	临时占地	施工生产生活设施	6.53	4.45	-2.08	部分施工场地为租用当地民房，不计列面积，另有部分施工场地布设于库区内，防治责任范围不再重复计列。	
		施工道路	16.64	11.66	-4.98	部分施工道路布设于库区内，面积纳入水库淹没区，防治责任范围减少。	
		弃渣场	45.47	15.19	-30.28	暂存料场启用了1处，电站工程新电5、6、7#、11#渣场未使用，电1#、2#、8#、9#、10#渣场位于库区，纳入水库淹没区，新电3#纳入厂区枢纽，防治责任范围减少。	
		料场	17.05	0.00	-17.05	实际仅启用1处红椿坪料场，位于水库淹没区，不重复计列防治责任范围。	
		小计	85.69	31.30	-54.39	/	
		合计	497.86	412.61	-85.25	/	
	复建公路工程	永久占地	路基	23.47	22.33	-1.14	实际布线较设计阶段略有减少，同时隧道有所增加，因此路基面积减少，桥梁隧道面积增加。
			桥梁	3.77	4.12	+0.35	
			隧道	0.50	0.70	+0.20	
小计			27.74	27.15	-0.59	/	

3 重点对象水土流失动态监测

防治分期	占地性质	工程组成	批复方案面积	实际防治责任范围	变化情况	变化原因
	临时占地	施工营地	2.27	1.65	-0.62	实际布设的施工营地较方案阶段略有增加，但部分位于淹没区内，因此面积减少。
		施工便道	17.25	0.74	-16.51	部分施工道路布设于库区内，面积纳入水库淹没区，防治责任范围减少。
		弃渣场	8.75	0.00	-8.75	复建公路开挖多余的土石方已用于周边建设项目回填，实际仅启用路 2#、新路 4#渣场，且位于淹没区内，面积减少。
		小计	28.27	2.39	-25.88	/
	合计	56.01	29.54	26.47	/	
总计	永久占地	439.91	408.46	-31.45	/	
	临时占地	113.95	33.69	-80.26	/	
	总计	553.86	442.15	-111.71	/	

3.1.2 背景值监测

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），工程区属于以水力侵蚀为主的高山峡谷地区，区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区地处喇叭河沿岸，占地类型为耕地、林地、内陆滩涂、住宅用地和裸岩，工程占地区域植被主要为林地，固持土壤能力相对较好，水土流失以轻为主，局部冲沟区域中、强度侵蚀呈零星分布状态。根据现场调查并结合工程占用各类土地类型分析，项目区平均土壤侵蚀模数背景值为 $1561\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.1.3 建设期扰动土地面积

通过查阅工程永久占地主要征占地资料，结合典型区域现场量测复核和遥感监测量测的方式确定其面积，对临时占地主要是依据工程施工图设计和征占地资料，同时结合现场调查和回访来综合确定。

根据本工程水土保持监测实施方案，我单位于 2017 年 5 月进场开展水土保持监测工作，本项目建设期扰动土地面积为 442.15hm²。

表 3.1-4 各年度扰动地表面积（单位：hm²）

分区及占地性质		工程组成	建设区	监测到的扰动面积 (hm ²)													
				扰动土地动态变化面积 (年度新增)													
				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	合计
电站工程	永久占地	首部枢纽	36.66	0	1.2	4.7	5.2	4	4.36	2.1	2.4	12.7	0	0	0	0	36.66
		引水系统	5.14	0	1.03	1.78	2.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.14
		厂区枢纽	13.72	0	0	1.4	12.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.72
		移民安置点	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		水库淹没区*	325.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270.78	0	0	270.78
		小计	381.31	0	2.23	7.88	19.85	4	4.36	2.1	2.4	12.7	0	270.78	0	0	326.3
	临时占地	施工生产生活设施	5.59	1.74	0	1.04	0.63	0.02	0.03	0.44	1.16	0.53	0	0	0	0	5.59
		施工道路	17.23	10.81	0.74	3.38	1.42	0.88									17.23
		渣场	34.85	1.28	2.06	0	7.67	1.77	12.18	9.89	0	0	0	0	0	0	34.85
		料场	17.05	0				17.05									17.05
		小计	74.72	13.83	2.8	4.42	9.72	19.72	12.21	10.33	1.16	0.53	0	0	0	0	74.72
合计		412.61	13.83	5.03	12.3	29.57	23.72	16.57	12.43	3.56	13.23	0	270.78	0	0	401.02	

3 重点对象水土流失动态监测

复建公路	永久占地	路基工程	22.33	0	0	0	0	0	0	2.75	8.69	9.15	1.74	0	0	0	22.33
		桥梁工程	4.12	0	0	0	0	0	0	0	1.27	2.04	0.81	0	0	0	4.12
		隧道工程	0.7	0	0	0	0	0	0	0.26	0.44	0	0	0	0	0	0.7
		小计	27.15	0	0	0	0	0	0	3.01	10.4	11.19	2.55	0	0	0	27.15
	临时占地	施工营地	3.7							0.92	0.83	0.63	0	0	0	0	2.38
		施工便道	9.33	0	0	0	0	0	0	3.2	4.79	1.54	1.12	0	0	0	10.65
		渣场	0.95	0	0	0	0	0	0	0.95	0	0	0	0	0	0	0.95
		小计	13.98	0	0	0	0	0	0	5.07	5.62	2.17	1.12	0	0	0	13.98
	合计		41.13	0	0	0	0	0	0	8.08	16.02	13.36	3.67	0	0	0	41.13
	总计		442.15	13.83	5.03	12.3	29.57	23.72	16.57	20.51	19.58	26.59	3.67	270.78	0	0	442.15

注：位于库区内的施工场地、施工便道扰动面积纳入对应防治分区进行统计，共计 55.01hm²。

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

本次雅安市天全河锅浪跷水电站工程竣工水土保持设施验收,项目建设区设置取土场 1 处,即红椿坪料场,红椿坪料场位于喇叭河与新沟河汇流处的喇叭河右岸,为一斜坡地形,距坝址约 500m,主体工程已在石料场顶部开采红线外设置截水沟疏导上游坡面汇水,现阶段已开采结束,淹没区以下为裸露基岩,整体稳固,无需进行防护,蓄水位以上开采平台已栽种攀缘植物及树草种绿化开采面。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

本项目项目建设区设置取土场 1 处,即红椿坪料场,红椿坪料场位于喇叭河与新沟河汇流处的喇叭河右岸,为一斜坡地形,距坝址约 500m,主体工程已在石料场顶部开采红线外设置截水沟疏导上游坡面汇水,现阶段已开采结束,淹没区以下为裸露基岩,整体稳固,无需进行防护,蓄水位以上开采平台已栽种攀缘植物及树草种绿化开采面。

3.2.3 取料对比分析

因此实际取料场情况与批复的水土保持变更文件一致。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据“川水保函〔2018〕108号”《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》,本项目电站工程土石方开挖总量 547.46 万 m^3 (自然方,下同),土石方回填利用总量 186.51 万 m^3 ,工程调运 111.93 万 m^3 ,围堰拆除 4.16 万 m^3 ,工程弃渣总量 365.11 万 m^3 (松方 513.42 万 m^3)。共设置 11 处弃渣场,总堆渣量 513.42 万 m^3 ,2 处暂堆料场,暂堆料总量 80 万 m^3 ,总占地面积 45.47 hm^2 。

复建公路工程土石方开挖总量 70.10 万 m^3 (自然方,下同),土石方回填利用 22.73 万 m^3 ,电站工程绿化覆土 2.08 万 m^3 ,工程调运 2.29 万 m^3 ,工程弃渣总量 45.29 万 m^3 (松方 69.30 万 m^3)。共设置 6 处弃渣场,总堆渣量 69.30 万

3 重点对象水土流失动态监测

m³，占地面积 8.75hm²。设计弃渣场情况详见表 3-3。

表 3.3-1 批复的弃渣场情况

渣场编号		渣场位置	堆渣容量 (万 m ³)	堆渣量 (万 m ³)	占地面 积 (hm ²)	渣场 类型	
电站 工程	电 1# 渣场	A 区	大坝上游 1.3km 处喇叭河右岸缓坡地	137.20	119.29	8.26	库区型
		B 区	大坝上游 1.9km 处喇叭河右岸缓坡地	22.60	19.63	1.97	库区型
		C 区	大坝上游 3.0km 处喇叭河右岸缓坡地	10.90	9.50	1.95	库区型
	新电 2#渣场		大坝上游 4.2km 处喇叭河右岸缓坡地	10.90	9.50	1.28	库区型
	新电 3#渣场		坝址下游 3.0km 处天全河右岸河滩地	25.30	22	2.06	临河型
	电 4#渣场		坝址下游 4.8km 处天全河左岸缓坡地	243.60	210	9.73	临河型
	新电 5#渣场		坝址下游 7.5km 处天全河左岸河滩地	5.20	4.50	1.36	临河型
	新电 6#渣场		坝址下游 10.5km 处天全河右岸河阶地	17.30	15	1.47	临河型
	新电 7#渣场		坝址上游 2.7km 处新沟河左岸公路侧	5.50	4.70	0.99	库区型
	新电 8#渣场		坝址上游 3.2km 处新沟河左岸公路侧	12.90	11.20	1.77	库区型
	新电 9#渣场		坝址上游 2.9km 处新沟河右岸河滩地	46.50	40.40	2.03	库区型
	新电 10#渣场		坝址上游 3.5km 处新沟河右岸河滩地	50.30	43.70	2.04	库区型
	新电 11#渣场		坝址上游 1.5km 处新沟河右岸河滩地	4.60	4	0.36	库区型
	1#暂存料场		坝址下游 1.8km 处天全河左岸缓坡地	80		5.46	临河型
	2#暂存料场		坝址下游 2.6km 处天全河左岸缓坡地			4.74	临河型
	合计			592.78	513.42	45.47	
	复建 公路	新路 1#渣场		坝址下游 3.5km 处天全河右岸河滩地	11.50	10	1.67
路 2#渣场		坝址上游 4.70km 处喇叭河右岸缓坡地	14.90	13	0.95	库区型	
路 3#渣场		1K6+600 右 40m 处喇叭河右岸滩地	25.60	22.30	2.05	库区型	

3 重点对象水土流失动态监测

渣场编号	渣场位置	堆渣容量 (万 m ³)	堆渣量 (万 m ³)	占地面 积 (hm ²)	渣场 类型
新路 4#渣场	K8+640~K8+780 处 新沟河左岸滩地	12.60	11	1.46	库区型
路 5#渣场	K8+600 左 340m 处 新沟河右岸滩地	5.80	5	0.95	库区型
新路 6#渣场	K8+080~K8+250 处 新沟河左岸缓坡地	9.20	8	1.67	库区型
合计		79.60	69.30	8.75	

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据施工总布置调整及现场工程实施情况，工程实际启用 9 处弃渣场和 1 处暂存料场，总占地面积 38.96hm²。9 处弃渣场占地面积 33.50hm²，其中电站工程 7 处，占地面积 31.09hm²，堆渣容量 560.20 万 m³，弃渣量 464.15 万 m³；复建公路工程 2 处，占地面积 2.41hm²，堆渣容量 27.50 万 m³，弃渣量 23.32 万 m³。工程实际启用电 1#暂存料场，临时堆料 42 万 m³，占地面积 5.46hm²。

目前水库淹没区外仅存电 4#渣场和电 1#暂存料场，现已绿化恢复，因此淹没区外总占地面积为 15.19hm²，具体情况如下：

(1) 电站工程

①电 1#渣场：电 1#渣场分为 A、B、C 三个区，分别位于坝址上游 1.3km、1.9km、3.0km 处喇叭河右岸缓坡地，均为库区型渣场，电 1#渣场三个区均无人居住，A 区为狭长的河滩地，B 区和 C 区大部分为储煤场和岸边树林占地，地势平坦，渣场挡墙及护脚均位于岸边滩地。总弃渣量 150.66 万 m³，占地面积 12.18hm²。

电 1#渣场 A 区堆渣量 121.53 万 m³，占地面积 8.26hm²，最大堆渣高度 44.83m，渣场级别 3 级。渣脚护坡长 1044.88m，渣顶上方侧施工期间布置了截排水沟，满足现阶段验收需求。因该弃渣场级别为 3 级，建设单位已委托四川恒得复生态科技有限公司编制了《雅安市天全河锅浪跷水电站电 1#渣场 A 区稳定性安全评价报告》，评估结论为稳定。

电 1#渣场 B 区堆渣量 19.63 万 m³，占地面积 1.97hm²，最大堆渣高度 19.82m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 264m。渣顶上方侧施工期间布置了简易排水沟，满足验收需求。

电 1#渣场 C 区堆渣量 9.5 万 m^3 ，占地面积 1.95 hm^2 ，最大堆渣高度 18.75m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 280.38m，渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧施工期间布置了简易截排水沟，满足验收需求。

②新电 2#渣场：新电 2#渣场位于坝址上游 4.2km 处的喇叭河右岸缓坡地，为库区型渣场，渣场挡墙位于岸边河滩地，渣场地势平坦。新电 2#渣场已完成弃渣，总弃渣量 6.94 万 m^3 ，占地面积 1.28 hm^2 ，最大堆渣高度 19.34m，渣场级别 5 级。渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧施工期间布置了简易截排水沟，满足验收需求。

③新电 3#渣场：新电 3#渣场位于坝址下游 3.0km 处天全河右岸河滩地，为临河性渣场，位于水库淹没区外。新电 3#渣场已完成弃渣，总弃渣量 22.65 万 m^3 ，占地面积 2.06 hm^2 ，最大堆渣高度 8.10m，渣场级别 5 级。渣场上游侧有冲沟，沿冲沟侧布置有浆砌石护坡和护脚。渣场已实施的挡渣墙、截排水沟等水土保持措施发挥有效作用，后续不会造成水土流失。后期项目在渣顶建设建筑物，前期用作电站工程施工生产生活区，施工结束后用作鱼类增殖站，占地面积纳入厂区枢纽区一并统计。

④电 4#渣场：电 4#渣场位于坝址下游 4.8km 处天全河左岸缓坡地，为临河型渣场，位于水库淹没区外。该渣场弃渣量 208.51 万 m^3 ，占地面积 9.73 hm^2 ，最大堆渣高度 60.47m，渣场级别 3 级。渣脚挡墙长 445.83m，挡墙设计尺寸为：挡墙高 4.0m，顶宽 2.0m，底宽 4.0m，面坡坡度为 1:0.50，背坡坡度为 1:0.00，挡墙材料为 C20 混凝土，墙身设 ϕ 10PVC 排水管 2 排，比降 5%，向下游倾斜，排水管间排距均为 2.00m，呈梅花型布置。挡墙顶部渣体堆放边坡坡比为 1:1.75。挡墙基础宽 5.0m，深 5.0m，基础材料为 C20 埋石混凝土。渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧截排水沟措施完善，满足验收需求。

⑤新电 8#渣场：新电 8#渣场位于坝址上游 3.2km 处新沟河左岸公路侧，为库区型渣场，渣场均位于公路侧河道外侧，渣场范围地势平坦，渣场挡墙位于岸边滩地，该渣场弃渣量 8.94 万 m^3 ，占地面积 1.77 hm^2 ，最大堆渣高度 19.29m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 264.97m，渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧施工期间布置了简易截排水沟，满足验收需求。

⑥新电 9#渣场：新电 9#渣场位于坝址上游 2.9km 处新沟河右岸河滩地，为

库区型渣场，渣场占地主要为河滩地和林地，渣场范围地势平坦，该渣场弃渣量 32.03 万 m³，占地面积 2.03hm²，最大堆渣高度 19.5m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 304.78m，渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧施工期间布置了简易截排水沟，满足验收需求。

⑦新电 10#渣场：新电 10#渣场位于坝址上游 3.5km 处新沟河右岸河滩地，为库区型渣场，渣场占地主要为河滩地和林地，渣场范围地势平坦，该渣场弃渣量 34.42 万 m³，占地面积 2.04hm²，最大堆渣高度 18.45m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 276.78m，渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧施工期间布置了简易截排水沟，满足验收需求。

(2) 复建公路工程

路 2#渣场：路 2#渣场位于坝址上游游 4.70km 处喇叭河右岸缓坡地，为库区型渣场，渣场位于公路侧河道外侧，渣场范围地势平坦，渣场挡墙位于岸边滩地，该渣场弃渣量 12.67 万 m³，占地面积 0.95hm²，最大堆渣高度 15.00m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 214m，渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧施工期间布置了简易截排水沟，满足验收需求。

新路 4#渣场：路 2#渣场位于 G318 复建公路 K8+640~K8+780 处新沟河左岸滩地，为库区型渣场，该渣场弃渣量 10.65 万 m³，占地面积 1.46hm²，最大堆渣高度 16m，渣场级别 5 级。渣脚挡墙长 255m，渣场边坡采用浆砌石护坡+草皮护坡，渣顶上方侧布置截排水沟，截排水沟布置在渣场边缘，满足验收需求。

3 重点对象水土流失动态监测

表 3.3-2 实际启用的弃渣场情况

序号	名称		位置	占地面积 (hm ²)	堆渣容量 (万 m ³)	实际堆渣量	最大堆渣高 度 (m)	渣场类型	渣场 等级	备注
						(万 m ³)				
1	电 1#渣场	电 1#渣场 A 区	坝址上游 1.3km 处喇叭河 右岸缓坡地	8.26*	137.2	121.53	44.83	库区型	3 级	位置不变, 弃渣量增加, 已恢复。
		电 1#渣场 B 区	坝址上游 1.9km 处喇叭河 右岸缓坡地	1.97*	22.6	19.63	19.82	库区型	5 级	位置不变, 弃渣量减少, 已恢复。
		电 1#渣场 C 区	坝址上游 3.0km 处喇叭河 右岸缓坡地	1.95*	10.9	9.5	18.75	库区型	5 级	位置不变、弃渣量增加, 已恢复。
2	新电 2#渣场		大坝上游 4.2km 处喇叭河 右岸缓坡地	1.28*	10.9	6.94	19.34	库区型	库区型	位置不变, 弃渣量减少, 已恢复。
3	新电 3#渣场		坝址下游 3.0km 处天全河 右岸缓坡地	(2.06)	25.3	22.65	8.10	临河型	5 级	淹没区外, 现已用作鱼类增殖站。
4	电 4#渣场		坝址下游 4.8km 处天全河 左右岸缓坡地	9.73	243.6	208.51	60.47	临河型	3 级	淹没区外, 位置不变, 弃渣量基本一致, 现已恢复。
5	新电 8#渣场		坝址上游 3.2km 处新沟河 左岸公路侧	1.77*	12.9	8.94	19.29	库区型	5 级	位置不变, 弃渣量减少, 已恢复。
6	新电 9#渣场		坝址上游 2.9km 处新沟河 右岸河滩地	2.03*	46.5	32.03	19.5	库区型	5 级	位置不变, 弃渣量减少, 已恢复。
7	新电 10#渣场		坝址上游 3.5km 处新沟河 右岸河滩地	2.04*	50.3	34.42	18.5	库区型	5 级	位置不变, 弃渣量减少, 已恢复。
8	路 2#渣场		坝址上游游 4.70km 处喇叭 河右岸缓坡地	0.95*	14.9	12.67	15	库区型	5 级	位置不变, 弃渣量减少, 已恢复。
9	路 4#渣场		坝址上游游 4.70km 处喇叭	1.46*	12.6	10.65	16	库区型	5 级	位置不变, 弃渣量减

3 重点对象水土流失动态监测

		河右岸缓坡地							少，已恢复。
10	1#暂存料场	坝址下游 1.8km 处天全河 左岸缓坡地	5.46	42 万 m ³ (临时堆料场)					位置不变，已恢复。
合计			38.96 (21.71)	582.72	487.47				

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 设计土石方情况

一、批复方案土石方情况

根据四川省水利厅批复的《四川省天全锅浪跷水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》（川水函〔2007〕286号文），本工程土石方开挖总量为 594.83 万 m³（松方，下同），填筑及回采利用总量为 383.33 万 m³，围堰拆除 10.11 万 m³，弃渣总量为 221.61 万 m³。弃渣用于规划的 6 处弃渣场进行堆放。

二、调整报告土石方情况

根据 2012 年 1 月四川省水利厅印发的《四川省水利厅关于雅安市天全河锅浪跷水电站项目水土保持方案调整报告的批复》（川水函〔2012〕30号文）。本工程土石方开挖总量 1217.01 万 m³（其中电站工程开挖总量 1069.80 万 m³，公路复建工程开挖总量 147.21 万 m³），土石方填筑总量 806.05 万 m³（其中电站工程填筑总量 739.62 万 m³，公路复建工程填筑总量 66.43 万 m³），其中总量 410.96 万 m³（其中电站工程弃渣量 330.18 万 m³，设置 6 个弃渣场，1 个临时堆料场；公路复建工程弃渣量 80.78 万 m³，设置 5 个弃渣场）。

三、变更报告土石方情况

根据 2018 年 4 月 27 日，四川省水土保持局以“川水保函〔2018〕108 号”批复的《雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更报告》。锅浪跷电站工程土石方开挖总量 547.46 万 m³（自然方，下同），土石方回填利用总量 186.51 万 m³，工程调运 111.93 万 m³，围堰拆除 4.16 万 m³，工程弃渣总量 365.11 万 m³（松方 513.42 万 m³）。

复建公路工程经土石方平衡分析，全线土石方开挖总量 70.10 万 m³（自然方，下同），土石方回填利用 22.73 万 m³，电站工程绿化覆土 2.08 万 m³，工程调运 2.29 万 m³，工程弃渣总量 45.29 万 m³（松方 69.30 万 m³）。

3.4.2 实际土石方情况

根据施工总布置调整报告、施工设计等资料及现场实际调查，实际工程建设共开挖土石方 713.38 万 m³，回填土石方 236.60 万 m³，经土石方平衡计算后，

3 重点对象水土流失动态监测

产生弃方 476.78 万 m³（自然方），合松方 567.37 万 m³，其中 487.47 万 m³（松方）弃土堆放于工程区内设置的 9 处弃渣场（库区内 7 处），其余 79.90 万 m³（松方）弃土已全部运至其他项目（雅安高速天全县喇叭河互通及综合服务区 42.6 万 m³、雅康高速 C12 合同段路基填筑工程 19.2 万 m³、川藏物流（旅游）产业园项目 9.2 万 m³、国家战略储备林项目 8.9 万 m³）进行综合回填。

3 重点对象水土流失动态监测

项目			开挖				回填				调入		调出		弃渣		综合利用弃渣		实际弃渣场弃渣量		
序号	工程区域	项目名称	土方	石方	砂卵石	小计	土方	石方	砂卵石	小计	数量	来源	数量	去向	小计	(松方)	综合利用(松方)	去向	实际弃渣(松方)	去向	
1	导流隧洞	导流洞	0.27	15.24		15.51							12.7	8	2.81	3.34			3.34	新电 3#渣场	
2	临时交通洞	临时交通洞	0.26	7.93		8.19							6.23	8	1.96	2.33			2.33	新电 3#渣场	
3	大坝枢纽	面板坝工程		113.25	88.29	201.54	22	40.8	31.5	94.3	22	4	15	8	114.24	135.95			135.95	电 1#渣场 A 区、B 区、C 区新电 3#渣场	
4		红椿坪料场	66.53	72.79		139.32							29.5	3、13、15	109.82	130.69	42.6	雅康高速喇叭河互通及服务 区回填	88.09	电 1 渣场 A 区、新电 2#渣场、4#渣场、新电 8#渣场、路 2#渣场	
5		泄洪洞工程	68.95	43.69		112.64								34.86	8	77.78	92.56	9.2	川藏物流(旅游) 产业园	83.36	4#渣场
6		生态电站基坑			1.21	1.21								1.21	8	0	0.00				
7		取水口工程		8.03		8.03										8.03	9.56			9.56	4#渣场

3 重点对象水土流失动态监测

8		混凝土骨料利用						55	15	70	70	1、2、3、5、6			0	0.00			0.00	
9	引水系统	引水隧洞		39.7		39.7									39.7	47.24	19.2	雅康高速公路填筑工程	28.04	4#渣场
10		调压室		5.77		5.77									5.77	6.87			6.87	4#渣场
11	厂房枢纽	压力管道		4.58		4.58									4.58	5.45			5.45	4#渣场
12		厂房	12.28	4.99	0.22	17.49									17.49	20.81			20.81	4#渣场
13		施工道路	0.23	0.1		0.33			2.5	2.5	2.5	4			0.33	0.39			0.39	新电 3#渣场
14	临建工程	弃渣场	0.14		2.51	2.65									2.65	3.15			3.15	新电 3#渣场
15		施工生产生活区					1.5		3.5	5	5	4			0	0.00			0.00	
小计			148.66	316.07	92.23	556.96	23.5	95.8	52.5	171.8	99.5		99.5		385.16	458.34	71		387.34	
16	复建公路	路基工程	24.83	32.47		57.3	5.63	9.27		14.9			3.1	20	39.3	46.77	8.9	天全县国家战略储	37.87	电 4#渣场、新电 9#渣场

3 重点对象水土流失动态监测

行号	标段	工程名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
17	一标段	隧道工程		15.6		15.6							15.6	22									
18	复建公路二标段	路基工程	20.41	36.21		56.62	4.1	5.9		10			3.3	21	43.32	51.55				51.55			路 2#渣场, 路 4#渣场, 新电 10#渣场
19		隧道工程		26.9		26.9								17.9	22	9	10.71				10.71		
20	施工营地							1.5	1.6		3.1	16											
21	施工便道							1.5	1.8		3.3	18											
22	混凝土骨料利用								33.5		33.5	17、19											
小计			45.24	111.18		156.42	12.73	52.07		64.8	39.9		39.9		91.62	109.03	8.9			100.13			
合计			193.90	427.25	92.23	713.38	36.23	147.87	86.0	236.60	139.4		139.4		476.78	567.37	79.9			487.47			

3.5 其他重点部位监测结果

本项目土石方主要来自于基础开挖，根据现场调查监测情况，施工初期，工程建设过程中对地表的扰动导致原始植被的丧失和土壤结构的破坏，使得地表土壤的抗冲蚀能力降低，产生大量的裸露区域，容易发生面蚀、沟蚀等水土流失形式，水土流失强度较高，监测进场时，工程正处于全面建设阶段，通过现场监测，在建设过程中对开挖地裸露面及临时堆土等都进行了防护，采用工程措施、临时措施和植物措施结合的方法，有效的减少了水土流失。

工程后续施工过程中各分区的排水、绿化措施的相继实施，土壤侵蚀强度逐渐降低，水土保持设施发挥其水土保持功能，目前，工程总体土壤侵蚀强度减低到轻度范围。水土保持措施运行情况良好，在施工过程中未发生重大水土流失危害。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据水土保持方案设计情况，本项目的工程措施设计情况如下表 4.1-1、4.1-2：

表 4.1-1 批复的工程措施情况表（电站工程）

工程名称		措施名称	单位	设计量
施工导流	枢纽围堰	钢筋石笼	m ³	1837
		C20砼	m ³	3124
		钢筋石笼	m ³	1335
	厂区围堰	钢筋石笼	m ³	0
坝区枢纽	堆石坝	M7.5浆砌块石	m ³	955
		干砌块石（护坡）	m ³	60680
	近坝岸坡	C20砼（网格梁）	m ³	1361
		喷砼	m ³	883
		锚杆（φ22，L=4.5m）	根	2300
		M7.5浆砌块石	m ³	365
		自进式锚杆φ28mm，L=6m	根	800
		预应力锚索1000kN，L=25m	根	12
		预应力锚索1000kN.L=30m	根	57
		预应力锚索1000kN，L=35m	根	60
		预应力锚索2000kN，L=30m	根	12
		预应力锚索2000kN，L=40m	根	57
		预应力锚索2000kN，L=45m	根	40
		引水系统	进水口	C20砼（护坡）
锚杆（Φ22，L=4.5m）	根			5104
锚杆（Φ28，L=8m）	根			636
预应力锚索2000kN，L=45m	根			30
预应力锚索1000kN0，L=30m	根			40
施工支洞	喷砼（洞口）		m ³	9033
厂区枢纽	调压井	M7.5浆砌块石	m ³	129
	尾水渠	M7.5浆砌块石	m ³	253
	发电基础	M7.5浆砌块石	m ³	389

4 水土流失防治措施监测结果

		大卵石回填	m ³	500	
	升压变电站	M7.5浆砌块石	m ³	40	
施工道路		土石方开挖	m ³	1883.9	
		M7.5浆砌块石衬砌	m ³	1448.9	
料场		干砌石挡墙	m ³	253	
		表土剥离	万m ³	0.21	
		表土回覆	万m ³	0.21	
	排水沟		土夹石开挖	m ³	1150
			M7.5浆砌块石衬砌	m ³	830
			浆抹排水沟	m	0
弃渣场		砂卵石开挖	m ³	101974.2	
		土方开挖	m ³	0	
		大块石回填	m ³	24641.6	
		砂砾石回填	m ³	23008.8	
		砂卵石填筑	m ³	8376	
		钢筋制安（钢筋石笼）	t	0	
		钢筋石笼	m ³	0	
		抛填大块石	m ³	0	
		C20混凝土面板	m ³	4676	
		M7.5水泥砂浆垫层	m ³	936	
		C15混凝土垫层	m ³	0	
		M7.5浆砌石基础	m ³	214	
		M7.5浆砌石面板	m ³	1781	
		M7.5浆砌石框格梁	m ³	173	
		C20混凝土堤脚基础	m ³	757	
		C15混凝土挡墙	m ³	14313	
		C20混凝土挡墙	m ³	0	
		M7.5浆砌石挡墙	m ³	0	
		C15埋石混凝土基础	m ³	21494.11	
		M7.5浆砌石护坡	m ³	3657.5	
		10cmPVC排水管	m	10430.5	
		反滤土工布350g0m ²	m ²	654	
		沥青杉木板	m ³	4507.9	
	排水沟		土夹石开挖	m ³	24641.6
			M7.5浆砌块石衬砌	m ³	23008.8
			3cm水泥砂浆抹面	m ³	8376
		表土剥离及回覆	m ³	74000	
		全面整地	hm ²	24.68	

4 水土流失防治措施监测结果

表 4.1-2 批复的工程措施情况表（复建道路）

工程名称	措施名称		单位	设计量
路基工程	三维植被网	φ8U型钉	kg	1490.3
		三维网	m ²	2497.5
		塑料薄膜	m ²	2541.4
		土工绳	m	1963.8
	拱形骨架护坡	M7.5浆砌片石	m ³	1878.4
		φ8U型钉	kg	2592.8
		三维网	m ²	4345.5
		塑料薄膜	m ²	4422
	边沟、排水沟、急流槽	土工绳	m	3387
		M7.5浆砌片石	m ³	9106.8
	C20混凝土	m ³	7.2	
隧道工程	M7.5拱形骨架护坡	M7.5浆砌片石	m ³	337.9
施工场地	土地整治		hm ²	3.9
施工便道	表土剥离		万m ³	5.73
	土地整治		hm ²	11.26
	表土回覆		万m ³	4.01
弃渣场	挡墙	砂卵石开挖	m ³	21807.2
		砂砾石回填	m ³	6628.7
		大块石回填	m ³	6628.7
		C15混凝土挡墙	m ³	3325.3
		C15埋石混凝土基础	m ³	8549.8
		10cmPVC排水管	m	57254.6
		沥青杉木板	m ²	424.1
		反滤土工布350g/m ²	m ²	1241.6
	护坡	M7.5浆砌石护坡	m ³	1983.7
	排水沟	土夹石开挖	m ³	1047.6
		M7.5浆砌块石衬砌排水沟	m ³	1149.8
		3cm水泥砂浆抹面	m ²	2470.3
		简易排水沟（砂浆铺底）	m	0
	土地整治	表土剥离	万m ³	1.03
		表土回覆	万m ³	0.85
		全面整地	hm ²	2.49
	路基工程	喷播植草	一般边坡喷薄植草	m ²
三维植被网			m ²	2310.3
拱形骨架护坡内撒播草籽			m ²	4020
隧道工程	洞口边坡喷播植草		m ²	1463
桥梁工程	桥底绿化	撒播草籽	m ²	0
	使用结束后撒播灌草种		hm ²	3.9
	使用结束后灌木		kg	390
	使用结束后草种		kg	195
	使用结束后撒播灌草种		hm ²	11.26
	使用结束后灌木		kg	1126
	使用结束后草种		kg	573.5
弃渣场	撒播杜鹃、车桑子灌种		kg	292.5

4 水土流失防治措施监测结果

	撒播小冠花、柱花草、茅状羊茅草种		kg	146.3
	黑色密目网		万m ²	2.98
主体工程	被动防护网	防护网	m ²	4200
		立柱	根	700
	临时遮盖	防雨布	m ²	2880
施工场地	场内	浆砌石排水沟	m	1754.8
		沉淀池	座	5
	骨料周边	干砌石挡墙	m ³	197.4
施工便道	被动防护网	防护网(土工布)	m ²	6200
		立柱	根	1046
	临时拦挡	干砌石挡墙	m ³	6370
	临时排水	土质排水沟	m	12440
		沉砂函	座	50
临时遮盖	密目网	m ²	0	
弃渣场	临时拦挡	表土土袋拦挡	m ³	1195
		钢筋石笼	m ³	0
	临时遮盖	密目网	m ²	29059
	临时排水	土质排水沟	m ³	0

4 水土流失防治措施监测结果

4.1.2 工程措施实施情况

在施工过程中，严格按照批复的水土保持方案实施水土保持措施，本项目实施水土保持措施实施与设计对比情况如下表

表 4.1-3 工程措施完成情况对比表

分区	单位工程		工程防护措施		单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
电站工程区	施工导流	枢纽围堰	上下游围堰	钢筋石笼	m ³	1837	3146	1309	2015.5~2015.6
			导流洞	C20 砼	m ³	3124	2770	-354	2015.5~2015.10
			进口围堰	钢筋石笼	m ³	1335	2451	1116	2015.5~2015.6
		厂区围堰		钢筋石笼	m ³	7516	3715	-3801	2015.9
	坝区枢纽	堆石坝	M7.5 浆砌块石		m ³	955	17201	16246	2019.10~2022.4
			干砌块石（护坡）		m ³	60680	60680	0	2019.10~2022.4
		近坝岸坡	C20 砼（网格梁）		m ³	1361	1167	-194	2019.10~2022.4
			喷砼		m ³	883	4957	4074	2019.10~2022.4
			锚杆（φ22，L=4.5m）		根	2300	2078	-222	2019.10~2022.4
			M7.5 浆砌块石		m ³	365	404	39	2019.10~2022.4
			自进式锚杆φ28mm，L=6m		根	800	600	-200	2019.10~2022.4
			预应力锚索 1000kN，L=25m		根	12	0	-12	2019.10~2022.4
			预应力锚索 1000kN.L=30m		根	57	41	-16	2019.10~2022.4
			预应力锚索 1000kN，L=35m		根	60	0	-60	2019.10~2022.4
			预应力锚索 2000kN，L=30m		根	12	41	29	2019.10~2022.4
预应力锚索 2000kN，L=40m		根	57	82	25	2019.10~2022.4			
预应力锚索 2000kN，L=45m		根	40	58	18	2019.10~2022.4			

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程		工程防护措施	单位	设计量	实际	变化情况	实施时间		
	引水系统	进水口	C20 砼（护坡）	m ³	585	681.94	96.94	2019.10~2022.4		
			锚杆（Φ22，L=4.5m）	根	5104	228	-4876	2019.10~2022.4		
			锚杆（Φ28，L=8m）	根	636	771	135	2019.10~2022.4		
			预应力锚索 2000kN，L=45m	根	30	30	0	2019.10~2022.4		
			预应力锚索 1000kN0，L=30m	根	40	0	-40	2019.10~2022.4		
		施工支洞		喷砼（洞口）	m ³	9033	8612	-421	2015.5~2015.9	
	厂区枢纽		调压井	M7.5 浆砌块石	m ³	129	146	17	2016.10~2017.10	
			尾水渠	M7.5 浆砌块石	m ³	253	260	7	2016.10~2017.10	
			发电基础	M7.5 浆砌块石	m ³	389	378	-11	2016.10~2017.5	
				大卵石回填	m ³	500	487	-13	2016.10~2017.5	
			升压变电站	M7.5 浆砌块石	m ³	40	110	70	2016.10~2017.5	
	施工道路			土石方开挖	m ³	1883.9	1883.9	0	2012.11~2016.8	
				M7.5 浆砌块石衬砌	m ³	1448.9	1448.9	0	2012.11~2016.8	
	料场			干砌石挡墙	m ³	253	27.55	-225.45	2017.12~2019.12	
				铅丝石笼挡墙	m ³	0	960	960	2017.12~2019.12	
				表土剥离	m ³	0.21	0.21	0	2017.12	
				表土回覆	万 m ³	0.21	0.21	0	2022.6	
		排水沟			土夹石开挖	m ³	1150	200	-950	2022.6
					M7.5 浆砌块石衬砌	m ³	830	0	-830	2022.6
					浆抹排水沟	m	0	600	600	2022.6
	弃渣场	挡护措施		基础开挖	m ³	0	6573.2	6573.2	2016.9~2017.10	
				砂砾石开挖	m ³	101974.2	63054.04	-38920.16	2016.9~2017.10	

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程	工程防护措施	单位	设计量	实际	变化情况	实施时间	
		大块石回填	m ³	24641.6	18623.14	-6018.46	2016.9~2017.10	
		砂砾石回填	m ³	23008.8	22630.98	-377.82	2016.9~2017.10	
		M7.5 浆砌石挡墙			2090.1	2090.1		2016.9~2017.10
		C15 混凝土挡墙	m ³	14313	38837.53	24524.53	2016.9~2017.10	
		C15 混凝土垫层	m ³	33888.9	2286.6	-31602.3	2016.9~2017.10	
		C20 混凝土挡墙	m ³	0	12784.7	12784.7	2016.9~2017.10	
		M7.5 浆砌石护坡	m ³	3657.5	10031.37	6373.87	2016.9~2017.10	
		φ10cmPVC 排水管	m	10430.5	4723.9	-5706.6	2016.9~2017.10	
		反滤土工布 350g/m ²	m ²	654	283.99	-370.01	2016.9~2017.10	
		沥青杉木板	m ³	4507.9	2479.29	-2028.61	2016.9~2017.10	
		C15 混凝土垫层	m ³	0	417.06	417.06	2016.9~2017.10	
		铅丝笼装大块石	m ³	7574	1544	-6030	2016.9~2017.10	
		M7.5 浆砌石基础	m ³	214	214	0	2016.9~2017.10	
		M7.5 浆砌石面板	m ³	1781	1781	0	2016.9~2017.10	
		M7.5 浆砌石框格梁	m ³	173	173	0	2021.10~2022.4	
		排水沟	M7.5 浆砌块石衬砌	m ³	3734.2	3545.59	-188.61	2016.9~2020.12
			表土剥离及回覆	m ³	74000	67900	-6100	2017.9~2024.7
	全面整地	hm ²	24.68	34.85	10.17	2022.1.10~2024.7		
复建公路区	路基工程	表土剥离	m ³	0	30580	30580	2018.6	
		表土回覆	m ³	0	36080	36080	2022.4~2023.9	
		三维植被网	φ8U 型钉	kg	1490.3	1013.4	-476.9	2019.8~2022.4
			三维网	m ²	2497.5	1701	-796.5	2019.8~2022.4

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程	工程防护措施		单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
			塑料薄膜	m ²	2541.4	1728.15	-813.25	2019.8~2022.4
			土工绳	m	1963.8	1335.38	-628.42	2019.8~2022.4
		拱形骨架护坡	M7.5 浆砌片石	m ³	1878.4	3778.72	1900.32	2019.8~2022.4
			φ8U 型钉	kg	2592.8	5147.35	2554.55	2019.8~2022.4
			三维网	m ²	4345.5	8626.73	4281.23	2019.8~2022.4
			塑料薄膜	m ²	4422	11433.78	7011.78	2019.8~2022.4
			土工绳	m	3387	8787.33	5400.33	2019.8~2022.4
			边沟、排水沟、急流槽	M7.5 浆砌片石	m ³	9106.8	4073	-5033.8
			C20 混凝土	m ³	7.2	5599.2	5592	2019.8~2022.4
		隧道工程	洞口边坡 M7.5 拱形骨架护坡		m ³	337.9	335.6	-2.3
	施工场地	土地整治		hm ²	3.9	3.7	-0.2	2021.10~2022.4
	施工便道	表土剥离		万 m ³	5.73	2.13	-3.6	2018.6~2019.3
		土地整治		hm ²	11.26	9.35	-1.91	2021.10~2022.4
		表土回覆		万 m ³	4.01	1.58	-2.43	2021.10~2022.4
	弃渣场	挡墙	砂卵石开挖	m ³	21807.2	6486.7	-15320.5	2018.9~2018.10
			砂砾石回填	m ³	6628.7	2415.6	-4213.1	2018.9~2018.10
			大块石回填	m ³	6628.7	2210.3	-4418.4	2018.9~2018.10
			C15 混凝土挡墙	m ³	3325.3	2329.55	-995.75	2018.9~2018.10
			C15 埋石混凝土基础	m ³	8549.8	662	-7887.8	2018.9~2018.10
			10cmPVC 排水管	m	57254.6	662	-56592.6	2018.9~2018.10
沥青杉木板			m ²	424.1	181.1	-243	2018.9~2018.10	
反滤土工布 350g/m ²			m ²	1241.6	112	-1129.6	2018.9~2018.10	

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程	工程防护措施		单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
		护坡	M7.5 浆砌石护坡	m ³	1983.7	3247.63	1263.93	2021.4~2021.10
		排水沟	土夹石开挖	m ³	1047.6	0	-1047.6	2021.4~2021.10
			M7.5 浆砌块石衬砌排水沟	m ³	1149.8	0	-1149.8	2021.4~2021.10
			3cm 水泥砂浆抹面	m	2470.3	0	-2470.3	2021.4~2021.10
			简易排水沟	m	0	244	244	2021.4~2021.10
		土地整治	表土剥离	万 m ³	1.03	0.21	-0.82	2021.10~2022.4
			表土回覆	万 m ³	0.85	0.21	-0.64	2021.10~2022.4
			全面整地	hm ²	2.49	0.57	-1.92	2021.10~2022.4

4.1.3 监测结果

施工初期，工程措施实施情况由主体工程监理单位及水土保持监测监督实施，根据工程建设过程控制资料，监测组进场前，水土保持工程措施已根据主体工程进度实施，监测组进场后，通过回顾调查及巡查的方法，对前期工程措施水土保持防治效果进行了监测及其工程量进行了核查，后期采用巡查监测、实地量测、低空无人机遥感监测等监测方法对现场开展监测工作。根据建设过程资料和现场监测情况，各项水土保持工程措施严格按照批复的《水保方案》及《水土保持方案补充报告》设计工程量实施完成，现阶段各项工程措施养护完好，运行正常，在施工过程中发挥了应有的水土保持效果，工程建设过程中未发生因工程措施不完善带来的水土流失灾害情况。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据水土保持方案设计情况，本项目植物措施设计情况如下 5-5、5-6：

表 4.2-1 植物措施设计情况表（电站工程）

工程名称		措施名称	单位	设计量
坝区枢纽	坝下游坝坡绿化及美化	坡面植草皮	m ²	38085
		草皮	m ²	38085
	左坝肩	攀缘植物	株	200
	右坝肩	攀缘植物	株	383
施工支洞	迹地恢复	乔木	株	12
		灌木	株	12
	开挖边坡	攀缘植物	株	64
厂区枢纽	开挖边坡	攀缘植物	株	833
	厂区空地	绿化及美化	项	1
施工道路	迹地恢复及永久道路两侧	种植乔木	株	26258
		种植灌木	株	24933
		栽植攀缘植物	株	42735
		撒播草种	kg	1196.8
		复合肥	kg	7477
施工场地	迹地恢复	全面整地	hm ²	12.15
		种植乔木	株	7746
		种植灌木	株	7746
		撒播草种	kg	371.8
料场区	扰动范围	撒播杜鹃、车桑子灌种	kg	71.1
		撒播小冠花、柱花草、苇状羊茅草种	kg	35.5
		栽植爬山虎攀缘植物	株	1359
		栽植多花蔷薇攀缘植物	株	1359
		穴装整地	个	2717
		复合肥	kg	135.9
		苗木抚育	hm ²	0.69
弃渣场	坡面及渣顶	撒播草籽	hm ²	0
		撒播杜鹃、车桑子灌种	kg	2542
		撒播小冠花、柱花草、苇状羊茅草种	kg	1271
		黑色密目网	万m ²	8.76

4 水土流失防治措施监测结果

表 4.2-2 植物措施设计情况表（复建工程）

工程名称	措施名称		单位	设计量
路基工程	喷播植草	一般边坡喷薄植草	m ²	4471.5
		三维植被网	m ²	2310.3
		拱形骨架护坡内撒播草籽	m ²	4020
隧道工程	洞口边坡喷播植草		m ²	1463
桥梁工程	桥底绿化	撒播草籽	m ²	0
施工场地	使用过程中临时绿化		m ²	
	使用结束后撒播灌草种		hm ²	3.9
	使用结束后灌木		kg	390
	使用结束后草种		kg	195
施工便道	道路边坡临时绿化		m ²	
	使用结束后撒播灌草种		hm ²	11.26
	使用结束后灌木		kg	1126
	使用结束后草种		kg	573.5
弃渣场	撒播杜鹃、车桑子灌种		kg	292.5
	撒播小冠花、柱花草、苇状羊茅草种		kg	146.3
	黑色密目网		万m ²	2.98

4 水土流失防治措施监测结果

4.2.2 植物措施实施情况

在施工过程中，严格按照批复的水土保持方案实施水土保持措施，本项目实施水土保持措施实施与设计对比情况如下表

表 4.2-3 植物措施完成情况对比表

分区	单位工程		工程防护措施	单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
电站工程区	坝区枢纽	坝下游坝坡绿化及美化	坡面植草皮	m ²	38085	1687	-36398	2023.4~2024.6
			草皮	m ²	38085	1687	-36398	2023.4~2024.6
		左坝肩	攀缘植物	株	200	200	0	2023.4~2024.6
		右坝肩	攀缘植物	株	383	383	0	2023.4~2024.6
	施工支洞	迹地恢复	乔木	株	12	12	0	2023.4~2024.6
			灌木	株	12	12	0	2023.4~2024.6
		开挖边坡	攀缘植物	株	64	64	0	2023.4~2024.6
	厂区枢纽	开挖边坡	攀缘植物	株	833	833	0	2023.4~2024.6
		厂区空地	绿化及美化	项	1	1	0	2023.4~2024.6
	施工道路	迹地恢复及永久道路两侧	种植乔木	株	26258	18741	-7517	2021.10~2024.8
			种植灌木	株	24933	16744	-8189	2021.10~2024.8
			栽植攀缘植物	株	42735	24741	-17994	2021.10~2024.8
			撒播草种	kg	1196.8	697	-499.8	2021.10~2024.8
			复合肥	kg	7477	5741	-1736	2021.10~2024.8
	施工场地	迹地恢复	全面整地	hm ²	12.15	5.59	-6.56	2021.10~2024.8
			种植乔木	株	7746	6474	-1272	2021.10~2024.8
种植灌木			株	7746	6474	-1272	2021.10~2024.8	
撒播草种			kg	371.8	457	85.2	2021.10~2024.8	

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程		工程防护措施	单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
	料场区	扰动范围	撒播杜鹃、车桑子灌种	kg	71.1	248	176.9	2021.9~2022.8
			撒播小冠花、柱花草、茅状羊茅草种	kg	35.5	372	336.5	2021.9~2022.8
			栽植爬山虎攀缘植物	株	1359	300	-1059	2021.9~2022.8
			栽植多花蔷薇攀缘植物	株	1359	300	-1059	2021.9~2022.8
			穴装整地	个	2717	0	-2717	2021.9~2022.8
			复合肥	kg	135.9	360	224.1	2021.9~2022.8
			苗木抚育	hm ²	0.69	0	-0.69	2021.9~2022.8
	弃渣场	坡面及渣顶	撒播杜鹃、车桑子灌种	kg	2542	2147	-395	2021.9~2024.8
			撒播草籽	hm ²	0	4.09	4.09	2021.9~2024.8
			撒播小冠花、柱花草、茅状羊茅草种	kg	1271	1147	-124	2021.9~2024.8
草皮护坡			m ²	0	73301	73301	2021.9~2024.8	
黑色密目网			万 m ²	8.76	0	-8.76	2021.9~2024.8	
复建公路区	路基工程	喷播植草	一般边坡喷薄植草	m ²	4471.5	1672	-2799.5	2022.4~2023.9
			三维植被网	m ²	2310.3	1701	-609.3	2022.4~2023.9
			拱形骨架护坡内撒播草籽	m ²	4020	831.32	-3188.68	2022.4~2023.9
	隧道工程		洞口边坡喷播植草	m ²	1463	1463	0	2022.4~2023.9
	施工场地		使用结束后撒播灌草种	hm ²	3.9	0.43	-3.47	2021.9~2022.4
			使用结束后灌木	kg	390	387	-3	2021.9~2022.4
			使用结束后草种	kg	195	184	-11	2021.9~2022.4
	施工便道		道路边坡临时绿化	m ²	0	1.17	1.17	2021.9~2022.4
			使用结束后撒播灌草种	hm ²	11.26	1.17	-10.09	2021.9~2022.4
			使用结束后灌木	kg	1126	978	-148	2021.9~2022.4

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程	工程防护措施	单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
		使用结束后草种	kg	573.5	374	-199.5	2021.9~2022.4
	弃渣场	撒播杜鹃、车桑子灌种	kg	292.5	365	72.5	2021.9~2022.4
		撒播小冠花、柱花草、菁状羊茅草种	kg	146.3	219	72.7	2021.9~2022.4
		黑色密目网	万 m ²	2.98	0	-2.98	2021.9~2022.4

4.2.3 监测结果

植物措施实施情况由主体工程监理单位监督实施,根据工程建设过程控制资料,监测组进场前,水土保持植物措施根据主体工程进度实施。监测组进场后,监测组通过回顾性调查、实地调查、巡查的方法,对植物措施水土保持防治效果进行了监测及其工程量进行了核查。根据建设过程控制资料和现场监测情况,已实施的大部分水土保持植物措施长势良好,存活率较高,在施工过程中发挥了应有的水土保持效果,但是部分施工场地和施工便道植被恢复不佳,仍然存在裸露地表,易造成水土流失;部分弃渣场灌草植物措施生长较差,建议施工单位在这些区域加强植物措施养护,补撒草籽,补栽灌木工程建设过程中,综上所述,本项目截止目前为止未发生因植物措施不完善带来的水土流失灾害情况。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

根据水土保持方案设计情况,本项目临时措施设计情况如下表。

表 4.3.-1 临时措施完成情况对比表(电站工程)

工程名称		措施名称		单位	设计量
坝区枢纽	坝肩开挖边坡	土工防护网	防护面积	m ²	735
			φ4cm铁杆	根	238
	临时遮盖	密目网	m ²	0	
	临时拦挡	浆砌石挡墙	m ³	0	
钢筋石笼		m ³	0		
临时防护	干砌石护坡	m ³	0		
厂区枢纽	厂房后边坡	土工防护网	m ²	1050	
		φ4cm铁杆	根	340	
	临时遮盖	密目网	m ²	0	
弃渣场	钢筋石笼	m ³	0		
	土袋挡墙	m ³	1343		
	防雨布遮盖	万m ²	2.47		
	块石压边	m ³	49.9		
	土质排水沟	m	0		
	密目网	m ²	0		
料场工程区	土袋挡墙	m ³	731		
	钢筋石笼	m ³	0		
	防雨布遮盖	万m ²	2.15		
	密目网临时遮盖	m ²	0		
	块石压边	m ³	45		

4 水土流失防治措施监测结果

施工道路	土工防护网	土工防护网	m ²	50380
		φ4cm铁杆	根	8397
	临时排水	土石方开挖	m ³	3426.2
		土工布衬砌	m ²	25470.3
施工场地	临时排水	土石方开挖	m ³	374.8
		土工布衬砌	m ²	2782
	临时拦挡	钢筋石笼	m ³	0
	临时防护	浆砌石挡墙	m ³	0

表 4.3.-2 临时措施完成情况对比表（复建道路）

工程名称	措施名称		单位	设计量
主体工程	被动防护网	防护网	m ²	4200
		立柱	根	700
	临时遮盖	防雨布	m ²	2880
施工场地	场内	浆砌石排水沟	m	1754.8
		沉淀池	座	5
	骨料周边	干砌石挡墙	m ³	197.4
施工便道	被动防护网	防护网（土工布）	m ²	6200
		立柱	根	1046
	临时拦挡	干砌石挡墙	m ³	6370
	临时排水	土质排水沟	m	12440
		沉砂函	座	50
临时遮盖	密目网	m ²	0	
弃渣场	临时拦挡	表土土袋拦挡	m ³	1195
		钢筋石笼	m ³	0
	临时遮盖	密目网	m ²	29059
	临时排水	土质排水沟	m ³	0

4 水土流失防治措施监测结果

4.3.2 临时措施实施情况

经过现场监测并结合施工监理资料分析可知，工程施工过程中，施工扰动区域、基础开挖或回填而产生的松散堆积物及坡度较陡的开挖（堆积）面等在降水（集中）条件下极易引发水土流失。水土流失临时监测是采取不定期的对某些标段或扰动类型进行调查监测。施工单位在主体工程施工过程中，采取了有效的临时防护措施。水土保持方案中设计的临时措施包括临时苫盖、临时排水沟、沉砂池、土袋挡护等。本工程已实施水土保持临时措施如下表。

表 4.3-3 临时措施完成情况对比表

分区	单位工程		工程防护措施	单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
电站工程区	坝区枢纽	上下游围堰	钢筋石笼	m ³	1837	1837	0	2015.5~2015.6
		导流洞进口围堰	C20 砼	m ³	3124	3124	0	2015.5~2015.6
			钢筋石笼	m ³	1336	1000	-336	2015.5~2015.6
		厂区围堰	钢筋石笼	m ³	7516	5674	-1842	2015.5~2015.6
		施工支洞	喷砼（洞口）	m ³	9033	8741	-292	2015.5~2015.9
		坝肩开挖边坡	φ4cm 铁杆	根	238	209.44	-28.56	2017.12~2018.3
	土工防护网		m ²	735	646.8	-88.2	2017.12~2018.3	
	密目网		m ²	0	231701	231701	2017.12~2022.4	
	厂区枢纽	厂房后边坡	铁杆	根	340	340	0	2015.10~2015.12
			土工防护网	m ²	1050	1177	127	2015.10~2015.12
			密目网	m ²	0	12760	12760	2015.10~2022.4
	弃渣场		土袋挡墙	m ³	1343	0	-1343	2015.4~2022.4
防雨布遮盖			万 m ²	2.47	0	-2.47	2015.4~2022.4	

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程	工程防护措施		单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
		块石压边		m ³	49.9	0	-49.9	2015.4~2022.4
		钢筋石笼		m ³	0	123	123	2015.4~2022.4
		土质排水沟		m	0	4299	4299	2015.4~2022.4
		密目网		m ²	0	126100	126100	2015.4~2022.4
	料场工程区	土袋挡墙		m ³	731	0	-731	2019.10~2022.4
		防雨布遮盖		万 m ²	2.15	0	-2.15	2019.10~2022.4
		块石压边		m ³	45	0	-45	2019.10~2022.4
		钢筋石笼		m ³	0	123	123	2019.10~2022.4
		密目网临时遮盖		m ²	0	6470	6470	2019.10~2022.4
	施工道路	土工防护网	土工防护网	m ²	50380	58380	8000	2018.9
			φ4cm 铁杆	根	8397	6297	-2100	2015.4~2022.4
		临时排水	土石方开挖	m ³	3426.2	2862.2	-564	2015.4~2022.4
			土工布衬砌	m ²	25470.3	17738.3	-7732	2015.4~2022.4
	施工场地	临时排水	土石方开挖	m ³	374.8	674.8	300	2015.4~2022.4
			土工布衬砌	m ²	2782	3784	1002	2015.4~2022.4
		临时拦挡	钢筋石笼	m ³	0	210	210	2015.4~2022.4
临时防护		浆砌石挡墙	m ³	0	167	167	2015.4~2022.4	
复建公路区	主体工程	被动防护网	防护网	m ²	4200	4200	0	2018.6~2022.4
			立柱	根	700	700	0	2018.6~2022.4
		临时遮盖	防雨布	m ²	2880	6100	3220	2018.6~2022.4
	施工场地	场内	浆砌石排水沟	m	1754.8	1176	-578.8	2018.6~2022.4
			沉淀池	座	5	4	-1	2018.6~2022.4

4 水土流失防治措施监测结果

分区	单位工程	工程防护措施		单位	设计量	实际	变化情况	实施时间
		骨料周边	干砌石挡墙	m ³	197.4	4200	4002.6	2018.6~2022.4
	施工便道	被动防护网	防护网（土工布）	m ²	6200	5230	-970	2018.6~2022.4
			立柱	根	1046	1046	0	2018.6~2022.4
		临时拦挡	干砌石挡墙	m ³	6370	5474	-896	2018.6~2022.4
		临时排水	土质排水沟	m	12440	10296	-2144	2018.6~2022.4
			沉砂函	座	50	41	-9	2018.6~2022.4
		临时遮盖	密目网	m ²	0	5230	+5230	2018.6~2022.4
	弃渣场	临时拦挡	表土土袋拦挡	m ³	1195	58	-1137	2018.6~2022.4
			钢筋石笼	m ³	0	348	348	2018.6~2022.4
		临时遮盖	密目网	m ²	29059	945	-28114	2018.6~2022.4
		临时排水	土质排水沟	m	0	478	478	2018.6~2022.4

4.3.3 监测结果

施工初期，临时措施实施情况由主体工程监理单位监督实施，根据工程建设过程资料，监测组进场前期，临时措施根据主体工程进度情况实施，监测组进场后，通过回顾调查及巡查的方法，对前期实施的临时措施工程量进行了核查。根据建设过程控制资料和现场监测情况，已实施的各项水土保持临时措施目前已拆除恢复，在施工过程中发挥了应有的水土保持效果，工程建设过程中未发生因临时措施不完善带来的水土流失灾害情况。

4.4 水土保持措施防治效果

(1) 工程措施防治效果

各分区水土保持防治的工程措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。水土保持工程措施防治责任基本得到落实。工程措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

(2) 植物措施防治效果

总体上各分区水土保持防治的植物措施基本已按照水土保持方案设计进行实施，弃渣场区削坡坡面按照设计灌草植物措施实施。目前，种植的植物措施已经起到了良好的水土保持作用，水土流失情况也得到了改善，临时占地在施工完成后除了复耕部分外均撒播草籽，撒播草籽前进行土地平整，之后均匀撒播，并采取了适当的养护措施。水土保持植物措施防治责任基本得到落实。植物措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

(3) 临时措施防治效果

总体上各分区水土保持防治的临时措施基本已按照水土保持方案设计进行实施。水土保持临时措施防治责任基本得到落实。临时措施已按照相应的设计标准进行了施工，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目水土流失防治责任范围面积实际为 422.15hm²。经测算，施工扰动原地貌、损坏土地面积 422.15hm²。

通过对项目建设区采取工程措施、植物措施相结合的水土保持综合防治，待措施充分发挥效益后，能够减少或遏制因项目建设而引起的水土流失量，促进项目区的生态系统的恢复，水土流失面积统计表详见表 5.1-1。

5 土壤流失情况监测

表 5.1-1 各年度水土流失面积统计表

分区	工程组成	施工期水土流失面积统计 (hm ²)												
		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
电站工程	枢纽工程区	0	2.23	10.11	25	27.31	31.67	29.12	31.52	31.92	23.22	15.62	1.38	1.38
	水库淹没区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	施工场地	0.49	0.49	0.83	1.73	1.74	1.76	1.75	2.25	2.48	2.48	2.48	4.45	4.45
	施工道路	9.3	9.53	12.44	13.66	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	11.66	11.66
	渣场	1.28	3.34	3.34	13.07	14.84	27.02	36.91	36.91	36.91	36.91	36.91	15.19	15.19
	料场	0	0	0	0	17.05	17.05	17.05	17.05	17.05	11.25	11.25	0	0
	合计	11.06	15.58	26.71	53.45	75.35	91.91	99.24	102.14	102.77	88.27	80.67	32.68	32.68
复建公路	路基工程	0	0	0	0	0	0	2.75	11.44	20.59	22.33	5.14	1.08	1.08
	桥梁工程	0	0	0	0	0	0	0	1.27	3.31	3.71	3.71	0	0
	隧道工程	0	0	0	0	0	0	0.26	0.01	0.01	0.01	0.01	0.15	0.15
	施工场地	0	0	0	0	0	0	0.21	0.71	0.85	0.85	0.85	1.65	1.65
	施工便道	0	0	0	0	0	0	3.2	7.51	8.96	10.01	10.01	0.74	0.74
	渣场	0	0	0	0	0	0	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0	0
	合计	0	0	0	0	0	0	7.36	21.88	34.67	37.86	20.66	3.62	3.62
总计	11.06	15.58	26.71	53.45	75.35	91.91	106.61	124.02	137.43	126.13	101.33	36.3	36.3	

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤流失量监测方法

(1) 土壤侵蚀模数

测钎法：布设样地规格为 1.0×1.0m，长边顺坡，期前将长 50cm、直径 1cm 的钢钎（侵蚀测针）按照上中下、左中右纵横各三排共 9 根打入地下，钉帽与地面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记。监测年限内于每年定期分别观测钉帽距地高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。每遇日降雨量 >20mm 或风速 >5m/s 时在雨后或风后加测。观测钉帽出露地面高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。

计算公式：

$$A=Z \times r S \cos \theta / (1000)$$

式中：A—土壤侵蚀量，t；r—土壤容重，t/m³；

Z—侵蚀厚度，mm；S—侵蚀面积，m²；

θ—坡度。

(2) 沉砂池法：通过在弃渣场内修建沉砂池，渣场排水沟汇水携带的泥沙量，从而推求出土壤侵蚀量及侵蚀模数。

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} S \rho_s \times 10^4$$

式中：S_T——汇水区土壤流失量(g)；

h_i——集沙池四角和中心点的泥沙厚度(cm)；

S——集沙池底面面积(m²)；

ρ_s——泥沙密度(g/cm³)。

5.2.1 计算结果

水土流失量计算公式如下：

$$W = \sum_{i=k}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times M_{ik} \times T_{ik}$$

新增土壤流失量计算公式：

$$\Delta W = \sum_{i=k}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times \Delta M_{ik} \times T_{ik}$$

$$\Delta M_{ik} = \frac{(M_{ik} - M_{i0}) + |M_{ik} - M_{i0}|}{2}$$

式中：

W ——扰动地表土壤流失量，t；

ΔW ——扰动地表新增土壤流失量，t；

i ——预测单元，1，2，3，……，n；

k ——预测时段，1，2，指施施工期和自然恢复期；

F_i ——第 i 个预测单元的面积， km^2 ；

M_{ik} ——扰动后不同预测单元不同时段土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

ΔM_{ik} ——不同单元各时段新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

M_{i0} ——不同预测单元土壤侵蚀模数背景值， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

T_i ——预测时段（扰动时段），a。

5 土壤流失情况监测

表 5.2-1 各年度水土流失量统计表

工程组成		2012年			2013年			2014年			2015年			2016年			2017年		
		水土流失面积	平均土壤侵蚀模数	水土流失量(t)															
电站工程	枢纽工程区	0		0	2.23	5522.87	123.16	10.11	5281.80	533.99	25	4766.72	1191.68	27.31	4496.63	1228.03	31.67	4015.35	1271.66
	水库淹没区	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0
	施工生产生活设施	0.49	5960	4.93	0.49	3760	18.29	0.83	3587	29.7	1.73	3600	62.33	1.74	2480	43.18	1.76	2160	37.92
	施工道路	9.3	5840	92.3	9.53	5630	536.47	12.44	4610	573.28	13.66	3410	465.7	14.41	3540	510.24	14.41	3440	495.83
	渣场	1.28	6760	14.71	3.34	7000	233.8	3.34	6370	212.76	13.07	5898	770.87	14.84	5220	774.65	27.02	5120	1383.42
	料场	0		0	0		0	0		0	0		0	17.05	7430	1266.82	17.05	6830	1164.52
	合计	11.06		111.93	15.58		911.72	26.71		1349.73	53.45		2490.58	75.35		3822.91	91.91		4353.35
复建道路工程	路基工程	0		0	0		0		0		0		0		0		0		0
	桥梁工程	0		0	0		0		0		0		0		0		0		0
	隧道工程	0		0	0		0		0		0		0		0		0		0
	施工营地			0	0		0		0		0		0		0		0		0
	施工便道	0		0	0		0		0		0		0		0		0		0
	渣场	0		0	0		0		0		0		0		0		0		0
	合计	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总计	11.06	0	111.93	15.58	0	911.72	26.71	0	1349.73	53.45	0	2490.58	75.35	0	3822.91	91.91	0	4353.35	

续表 5.2-1 各年度水土流失量统计表

工程组成		2018			2019			2020			2021			2022			2023			2024			合计水土流失量(t)
		水土流失面积	平均土壤侵蚀模数	水土流失量(t)																			
电站工程	枢纽工程	29.12		1176.24	31.52	3599.87	1134.68	31.92	2689.76	858.57	23.22	2356.20	547.11	15.62	1050.03	164.01	1.38	822.50	11.35	1.38	325	4.49	8244.97
	水库淹没区	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
	施工生产生活设施	1.75	2060	36.12	2.25	1720	38.69	2.48	1960	48.53	2.48	1710	42.34	2.48	1542.58	38.26	4.45	825	36.71	4.45	325	14.46	451.46
	施工道路	14.41	3300	475.65	14.41	3640	524.66	14.41	3340	481.41	14.41	2240	322.86	14.41	2292.49	330.35	11.66	820	95.61	11.66	325	37.90	4942.26
	渣场	36.91	4900	1808.59	36.91	5320	1963.61	36.91	4600	1697.86	36.91	3640	1343.52	36.91	1420	524.12	15.19	1080	164.05	15.19	325	49.37	10941.33
	料场	17.05	5630	959.92	17.05	5230	891.72	17.05	4830	823.52	11.25	3430	385.98	11.25		156.66	0		0		0		5649.14
	合计	99.24		4456.51	102.14		4553.35	102.77		3909.88	88.27		2641.81	80.67	1504.14	1213.39	32.68	941.64	307.73	32.68		106.21	30229.10
复建道路工程	路基工程	2.75	5760	158.15	11.44	5548	634.69	20.59	4880	1004.89	22.33	3270	730.26	5.14	1504.96	77.36	1.08	810	8.75	1.08	295	3.19	2617.28
	桥梁工程	0		0	1.27	5700	72.39	3.31	4600	152.26	3.71	3160	117.17	3.71		63.54	0		0		0		405.36
	隧道工程	0.26	4420	11.49	0.01	3020	0.21	0.01	1480	0.10	0.01	1460	0.10	0.01	825	0.08	0.15	812.50	1.22	0.15	295	0.44	13.64
	施工营地	0.21	4720	10.04	0.71	4220	29.81	0.85	3240	27.58	0.85	2680	22.81	0.85	1130.59	9.61	1.65	872.50	14.40	1.65	295	4.87	119.11
	施工便道	3.20	5080	162.31	7.51	4380	328.86	8.96	3200	286.59	10.01	2560	256.22	10.01	1314.98	131.63	0.74	1025	7.59	0.74	295	2.18	1175.38
	渣场	0.95	6070	57.67	0.95	5270	50.07	0.95	4820	45.79	0.95	3700	35.15	0.95		13.56	0		0		0		202.24
	合计	7.36		399.65	21.88		1116.03	34.67		1517.21	37.86		1161.72	20.66	1430.92	295.77	3.62	882.54	31.95	3.62		10.68	4533.01
总计	106.61		4856.16	124.02		5669.38	137.43		5427.09	126.13		3803.53	101.33		1509.16	36.30	935.74	339.68	36.30		116.89	34762.11	

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程产生的临时堆土，边坡松散，稳定性差，抗蚀性差，容易形成面蚀或沟蚀，侵蚀强度为剧烈。工程对土壤环境的影响是由于施工开挖使土壤裸露造成的侵蚀，以及项目建成后，土壤植被条件的变化改变了地面径流条件而造成的侵蚀。施工期引起土壤侵蚀的主要因素有：开挖造成地表裸露，填筑增加裸露面；施工过程中损坏原有地表植被及水土保持措施；干扰不良地质增加其不稳定性等引起的水土流失。

工程实际施工过程中，部分开挖土石方符合工程填筑使用要求和标准。经实际监测，弃土（渣）场及时完成各项水土保持措施，未出现潜在水土流失量。

5.4 水土流失危害

针对本工程特点，在水土保持监测过程中，主要围绕工程建设对沿线河道、村庄、农田、道路交通等对象的影响及危害情况进行监测。在施工过程中，因基础开挖、回填，施工便道修筑等施工过程，开挖地表、改变原地貌、破坏地表植被，受到降水和风的影响，直接形成地表剥蚀和扬沙灰尘，易对周边造成一定影响。

本工程水土保持监测期间，根据监测项目组的实地监测和走访调查结果，本项目在建设的过程中未发生重大水土流失危害事件。工程施工扰动和水土流失均控制在项目建设区范围内，未对周边生态环境产生大的影响。

6 水土流失防治效果监测

水土保持效益包括基础效益、生态效益、社会效益和经济效益四大效益。本方案属于建设类工程水土保持项目，其效益主要是生态效益和社会效益，即水土保持措施实施后，效益体现在地面土壤侵蚀量和产沙量的减少、环境质量的改善和周边（沿线）人民生活水平的提高等方面。本项目《水土保持方案》设计的水土保持措施实施后，因工程建设而带来的水土流失将得到有效的控制，对改善项目区自然环境具有重要作用。

根据“川水函〔2012〕30号”及“川水保函〔2018〕108号”批复的《水土保持方案报告》（含调整报告），本项目按照《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50634—2008）（老标准）及《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）（老标准）规定执行建设类项目一级标准。

电站工程批复的防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失治理度 87%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97.0%，林草植被覆盖率 27%。

复建道路批复的防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失治理度 87%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97.0，林草植被覆盖率 27%。

表 6-1 批复的防治目标值

一级防治分区	防治指标	批复值
电站工程	扰动土地整治率（%）	95.0
	水土流失总治理度（%）	87.0
	土壤流失控制比	1.0
	拦渣率（%）	95.0
	林草植被恢复率（%）	97.0
	林草覆盖率（%）	27.0
复建公路工程	扰动土地整治率（%）	95.0
	水土流失总治理度（%）	87.0
	土壤流失控制比	1.0
	拦渣率（%）	95.0
	林草植被恢复率（%）	97.0
	林草覆盖率（%）	27.0
综合防治目标	扰动土地整治率（%）	95.0
	水土流失总治理度（%）	87.0
	土壤流失控制比	1.0

6 水土流失防治效果监测

	拦渣率 (%)	95.0
	林草植被恢复率 (%)	97.0
	林草覆盖率 (%)	27.0

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率为项目建设区内的扰动土地整治面积占扰动土地面积的百分比。根据现场监测和查阅施工单位提供的数据和相关资料，本项目扰动土地面积 442.15hm²，实际扰动土地整治面积 441.52hm²，扰动土地整治面积扰动土地整治率达到了 99.86%，满足设计 97%的目标值，详见表 6.1-1。

表 6.1-1 扰动土地整治率情况表（单位：hm²）

分区		项目区面积	水土流失面积	硬化占地面积	水域占地	水土保持措施面积			扰动土地整治率 (%)
						工程措施	植物措施	小计	
电站工程	枢纽工程区	55.52	55.52	49.88		4.26	1.36	5.62	99.96%
	水库淹没区	325.79	325.79		325.79			0	\
	施工生产生活设施	4.45	4.45	0			4.3	4.3	96.63%
	施工道路	11.66	11.66	0			11.5	11.5	98.63%
	弃渣场	15.19	15.19	0			15.02	15.02	98.88%
	料场	0	0					0	\
	合计	412.61	412.61	49.88	325.79	4.26	32.18	36.44	99.88%
复建道路	路基工程	22.33	22.33	21.25			1.08	1.08	99.99%
	桥梁工程	4.12	4.12	4.12				0	99.99%
	隧道工程	0.7	0.7	0.55			0.15	0.15	99.99%
	施工营地	1.65	1.65				1.56	1.56	94.55%
	施工便道	0.74	0.74				0.7	0.7	94.59%
	渣场	\	\	\	\	\	\	\	\
	合计	29.54	29.54	25.92	0	0	3.49	3.49	99.56%
综合值		442.15	442.15	75.8	325.79	4.26	35.67	39.93	99.86%

6.2 水土流失总治理度

根据现场监测和查阅施工单位提供的数据和相关资料，项目区扰动面积 442.15m²，水土流失面积 442.15m²，硬化及水域占地面积 401.59hm²，水土流失措施达标的面积为 39.95hm²，水土流失总治理度为 99.78%，达到设计 87%的目标值。水土流失总治理度情况详见表 6.2-1。

表 6.2-1 水土流失总治理度计算表 (单位: hm^2)

	防治分区	项目区面积	水土流失面积	硬化占地面积	水域占地	措施达标面积			水土流失总治理度 (%)
						工程措施	植物措施	小计	
电站工程	枢纽工程区	55.52	55.52	49.88		4.26	1.34	5.6	99.93%
	水库淹没区	325.79	325.79	0	325.79			0	\
	施工生产生活设施	4.45	4.45	0			4.2	4.2	94.38%
	施工道路	11.66	11.66	0			11.5	11.5	98.63%
	弃渣场	15.19	15.19	0			14.8	14.8	97.43%
	料场	0	0	0				0	0
	合计	412.61	412.61	49.88	325.79	4.26	31.84	36.1	99.80%
	总计	442.15	442.15	75.8	325.79	4.26	35.33	39.59	99.78%
复建道路	路基工程	22.33	22.33	21.25			1.08	1.08	99.99%
	桥梁工程	4.12	4.12	4.12				0	99.99%
	隧道工程	0.7	0.7	0.55			0.15	0.15	99.99%
	施工营地	1.65	1.65				1.56	1.56	94.55%
	施工便道	0.74	0.74				0.7	0.7	94.59%
	渣场	\	\	\	\	\	\	\	\
	合计	29.54	29.54	25.92		0	3.49	3.49	99.56%

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率 = (采取措施后实际拦渣量 / 总弃渣量) $\times 100\%$ 。

经现场调查,结合实际监测情况,工程实际产生弃方 476.78 万 m^3 (自然方),合松方 567.37 万 m^3 ,其中 487.47 万 m^3 (松方)弃土堆放于工程区内设置的 9 处弃渣场(库区内 7 处),其余 79.90 万 m^3 (松方)弃土已全部运至其他项目进行综合回填。施工期间弃渣场共造成水土流失 0.81 万 m^3 。实际拦渣率达到 99.83%,满足 95%的目标值。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内的容许土壤流失量与项目建设区内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。经过计算分析，截止当前本项目平均土壤侵蚀模数为 $462\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.08，达到调整报告确定的目标值 1.0。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率 = (林草植被总面积/可恢复林草植被面积) $\times 100\%$ 。根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434 - 2018) 第 4.05 条，本项目水库淹没区不纳入林草覆盖率及林草植被恢复率计算。

根据核查竣工资料和监测结果可知，本项目林草类植被恢复达标面积为 35.33hm^2 ，可恢复林草植被面积为 36.3hm^2 ，林草植被恢复率为 97.33%。达到方案既定 97% 的目标值，详见表 6-5。

表 6.5-1 林草植被恢复率、林草覆盖率一览表 (单位: hm^2)

	防治分区	项目建设区 面积 (hm^2)	可恢复林草 植被面积	林草植 被面积	林草植被恢 复率	林草覆盖 率
		(hm^2)	(hm^2)	(hm^2)	(%)	(%)
电站工 程	枢纽工程区	55.52	1.38	1.34	97.10%	2.41%
	施工生产生活设施	4.45	4.45	4.2	94.38%	94.38%
	施工道路	11.66	11.66	11.5	98.63%	98.63%
	弃渣场	15.19	15.19	14.8	97.43%	97.43%
	料场	0	0			
	合计	86.82	32.68	31.84	97.43%	36.67%
	复建道 路	路基工程	22.33	1.08	1.08	100.00%
桥梁工程		4.12	0			0.00%
隧道工程		0.7	0.15	0.15	100.00%	21.43%
施工营地		1.65	1.65	1.56	94.55%	94.55%
施工便道		0.74	0.74	0.7	94.59%	94.59%
渣场		\	0	\		
合计		29.54	3.62	3.49	96.41%	11.81%
总计		116.36	36.3	35.33	97.33%	30.36%

注：根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434 - 2018) 第 4.05 条，本项目水库淹没区不纳入林草覆盖率及林草植被恢复率计算。

6.6 林草覆盖率

草覆盖率为项目建设区内林草植被面积占项目建设区面积的百分比。林草类植被面积是指开发建设项目建设区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434 - 2018) 第 4.05 条，本项目水库淹没区不纳入林草覆盖率及林草植被恢复率计算。

6 水土流失防治效果监测

根据核查竣工资料和现场监测结果可知,本项目占地总面积为 116.36hm²(不含水库淹没区),林草植被恢复达标面积为 35.33hm²,林草覆盖率为 30.36%。达到方案既定 25%的目标值。

本项目基本落实了水土保持方案及批复文件要求,基本完成了水土流失预防和治理任务,总体水土保持效果比较明显,符合水土保持要求。

将上述六项指标的监测结果与水土保持方案的设计目标值进行对比分析,详情见表 6.5-2。

表 6.5-2 项目水土流失防治目标值一览表 (单位: hm²)

一级防治分区	防治指标	批复值	实际值
电站工程	扰动土地整治率	95	99.88%
	水土流失总治理度	87	99.80%
	土壤流失控制比	1	1.04
	拦渣率	95	99.81%
	林草植被恢复率	97	97.43%
	林草覆盖率	27	36.67%
复建公路工程	扰动土地整治率	95	99.86%
	水土流失总治理度	87	99.56%
	土壤流失控制比	1	1.67
	拦渣率	95	99.74%
	林草植被恢复率	97	96.41%
	林草覆盖率	27	11.81%
综合防治目标	扰动土地整治率	95	99.86%
	水土流失总治理度	87	99.78%
	土壤流失控制比	1	1.08
	拦渣率	95	99.84%
	林草植被恢复率	97	97.33%
	林草覆盖率	27	30.36%

根据表 6.5-2,本项目水土流失防治效果可知,通过实施各项水土保持措施,本项目六项防治指标均达到了水保方案中确定的防治目标。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程的水土流失动态变化总体上表现为：工程建设初期由于表土剥离、场地平整、基础开挖和土方调运等施工过程造成地表大面积裸露，形成裸露边坡和平面，使裸露的土地丧失或降低原有的水土保持功能，水土流失面积和水土流失量急剧增加，同时对周边生态环境产生不利影响。随着工程进展，基础挖填和土方调运量逐渐减小，以及水土保持临时措施和工程措施的逐步实施，水土流失面积和水土流失量向递减趋势变化，主要表现为水土流失面积、水土流失量逐渐降低、土壤侵蚀强度逐步减轻。进入施工后期，由于水土保持植物措施的实施，裸露的地表得到有效治理，水土保持生态环境逐步得到恢复和改善。

通过对资料的查阅、对施工单位和监理单位的走访及调查、遥感影像解译和实地监测等手段，收集相关资料和实际监测数据，经分析、计算、总结得如下结论：主体工程期间水土保持措施的实施基本按照主体工程和水土保持方案设计的要求组织实施。部分水土保持措施根据工程的变化情况做了合理的调整。水土保持措施施工安排合理、紧凑，且与主体工程施工同步进行，水土保持措施质量符合要求，达到防治标准和防治效果，且防护效果明显，运行情况良好。

施工建设活动引起的水土流失主要发生在路基开挖、填筑施工阶段，裸露地表在雨季形成了重要的土壤流失源。根据土壤流失动态监测结果，结合本工程施工进度分析，由工程项目建设造成的水土流失主要发生施工期间，本阶段主要进行路基开挖、填筑施工等，土石方量大，时逢雨季，流失较强；随着主体工程施工结束，水土保持设施逐步完善，水土流失逐渐降低。随着各项土建工程的完工和各项水土保持设施的建设逐渐完成，水土流失逐渐降至轻度，植物措施基本发挥出其水土保持功能，土壤侵蚀模数降低到容许土壤流失量以下。

为了对项目区防治责任范围内水土流失防治措施的防治效果进行综合评价，依据各防治分区防治指标计算结果，得出整个防治责任范围内各项防治指标：扰动土地整治率 99.86%，水土流失总治理度 99.87%，土壤流失控制比 1.08，拦渣率 99.84%，林草植被

恢复率 97.33%，林草覆盖率 30.36%，各项指标均已达到方案设计的目标值。

7.2 水土保持措施评价

1、本项目建设过程中遵守“三同时”原则，分区采取了适宜的水土保持措施，水土保持工程的总体布局合理，效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

2、监测结果表明，弃渣场和枢纽工程是该项目主要的水土流失源，方案将主体工程区和弃渣场确定为重点治理区是合适的，主体工程区和弃渣场采用的各项水土保持措施是可行的。

3、项目区采取了拦挡、排水、边坡防护、植被恢复和复耕等多种措施进行水土流失防治，效果良好。

4、在工程建设过程中，虽然进行了大量的开挖、临时堆土等活动，大范围扰动地表，土石方工程量大，但本项目应用现代化管理手段，严格执行水土保持“三同时”制度，按照水土保持方案设计的防治措施，从管理和施工工艺上强调水土流失防治措施和生态建设。初步形成了工程措施和植物措施因地制宜、紧密结合的综合防治措施体系；林草治理措施与水土资源利用相结合的植被恢复体系；较好地控制了工程造成的水土流失。

总体上看，水土保持方案能够针对项目建设特点，设计的各项防治措施切合实际，水土保持方案合理，水土保持措施效果是显著的。经水土保持监测分析，工程实施的水土保持措施布局总体合理，工程措施质量合格，植物措施选用的乔灌草生长较好且覆盖度高，防治效果明显，水土保持措施效益已正常发挥并运行正常。

7.3 存在问题及建议

2024年，我司监测技术人员对线路沿线水土保持措施实施情况进行了现场复查，复核前期监测意见基本落实，但项目施工现场仍存在以下遗留问题：部分施工场地和施工便道植被恢复不佳，仍然存在裸露地表，易造成水土流失；部分弃渣场灌草植物措施生长较差。建议项目建设单位在这些区域加强植物措施养护，补撒草籽，补栽灌木，以保证裸露地表有植被保护，减少水土流失发生。

水土保持生态修复工作是一项长期的持续性的工作，建议后期，运营单位要严格落实好后期工程的土地平整、植被恢复等措施，做好水土流失的后续防治工作。明确组织机构、人员和责任，防止新的水土流失发生，并加强对水土保持工作的管理和技术指导。

7.4 综合结论

建设单位对工程建设中的水土保持工作给予了充分重视，按照水土保持法律法规的规定，在项目前期依法编报了水土保持方案，并报四川省水利厅批复，基本落实了水土保持工程设计。将水土保持工程的建设和管理纳入高标准、规范化管理模式和程序中，在工程建设过程中落实了项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责，强化了对水土保持工程的管理，实行了“项目法人对国家负责，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量管理体系，确保了水土保持方案的顺利实施。

项目法人单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了全面、系统的整治，完成了水土保持方案确定的各项防治任务。从监测的情况来看，工程项目区内排水系统较完善，植物措施也得到了较好地落实，这对有效地防止工程建设带来的水土流失起到了较好的作用。总体看来，本工程水土保持防护措施落实较好，施工过程中的水土流失得到了有效控制，项目区大部分地区的水土流失强度由中、强度下降到轻度以下。经过系统整治，项目区的生态环境有明显改善，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。总体结论如下：

(1) 项目建设区内水土保持措施布局合理，数量和质量基本达到了该工程《水土保持方案报告书》和《变更水土保持方案补充报告》的设计要求。林草措施实施后植被生长情况良好，工程措施无严重损坏，能起到较好的防治作用。

(2) 工程建设区经过系统整治后，水土流失面积、水土流失量和水土流失强度都逐年递减。项目区的水土流失强度由施工中的中、强度下降到轻度、微度，有效的将水土流失控制在较低的范围。

(3) 水土保持措施落实与环境美化治理相结合，既达到了防治水土流失的目的，又起到了美化环境的作用。

(4) 经过监测、计算，该工程扰动土地整治率、水土流失中治理度、土壤流失控制比、拦渣率、草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标均达到水土流失防治标准。

综上所述，项目建设区水土保持措施总体布局合理，防护效果明显，经过对监测数据分析汇总，监测结果表明各项水土流失防治指标均达到方案设计的目标水平，已完成水土保持方案报告书确定的防治任务，本工程水土保持设施的完好率较高，可发挥其水土保持效益，符合生产建设项目水土保持设施竣工验收的条件。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 监测分区、监测点布设及防治责任范围图

8.2 有关资料

附件 1、《天全河干流两河口至干溪坡河段水电规划报告审查意见的通知》（川计能源〔2003〕902 号）；

附件 2、《四川省发展和改革委员会关于印发四川省天全锅浪跷水电站工程可行性研究报告评估意见的通知》（川发改能源函〔2006〕681 号）；

附件 3、《四川天全河锅浪跷水电站工程初步设计工程方案技术评审意见》的函（川工咨〔2011〕279 号）；

附件 4、四川省发展和改革委员会关于核准雅安市天全河锅浪跷水电站项目的批复；

附件 5、四川省工程咨询研究院关于《四川天全河锅浪跷水电站工程大坝下游雾化区处理设计方案》咨询意见的函（川工咨成果〔2019〕318 号）；

附件 6、四川省发展和改革委员会关于雅安市天全河锅浪跷水电站项目核准内容调整的批复（川发改能源〔2019〕27 号）；

附件 7、四川省工程咨询研究院关于《四川天全河锅浪跷水电站工程重大设计变更报告》评审意见的函；

附件 8、水土保持方案报告书批复；

附件 9、雅安市天泉河锅浪跷水土保持方案调整报告的批复（川水函〔2012〕30 号）；

附件 10、四川省水土保持局关于雅安市天全河锅浪跷水电站水土保持措施变更的复函；

附件 11、截流阶段验收鉴定书；

附件 12、蓄水阶段验收鉴定书；

附件 13、影像资料；