

四川两河口水电站 500 千伏送出工程

水土保持监测总结报告

建设单位：国网四川省电力公司建设咨询有限公司
编制单位：四川电力设计咨询有限责任公司

2024 年 9 月

四川两河口水电站500千伏送出工程

水土保持监测总结报告

责任页

(四川电力设计咨询有限责任公司)

批 准: 杜全维 (副总工程师、正高级工程师) 

核 定: 曹立志 (主任工程师、正高级工程师) 

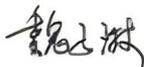
审 查: 杨晓瑞 (高级工程师) 

校 核: 尹武君 (高级工程师) 

项目负责人: 尹武君 (高级工程师) 

编 写: 邓 川 (工程师) (1-2章、附图、附件) 

张桂华 (高级工程师) (3-4章) 

魏子淋 (工程师) (5-8章) 

前言

本工程建设是为满足两河口水电站电力消纳需求，发挥雅砻江流域梯级效益，提高四川通道送电能力，满足地区富余水电送出需要；优化四川电网网架结构、提高四川送出通道的安全稳定水平具有重要意义。

2020年6月，国水江河（北京）工程咨询有限公司编制完成了《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案报告书》（送审稿）。2020年7月22日，四川省水利厅以“川水函〔2020〕936号”对《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案》进行了批复。

2019年12月，本工程获得四川省发展和改革委员会关于两河口水电站500千伏送出工程项目核准的批复（川发改能源〔2019〕537号）。

工程实际于2020年8月开工建设，2021年10月主体基本完工。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《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）和《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）、《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）等法律、法规和文件的规定，我单位（四川电力设计咨询有限责任公司）于工程建设前期接受委托开展本工程水土保持监测工作。

四川两河口水电站500千伏送出工程由新都桥变电站500kV间隔扩建工程、两河口~新都桥变电站500kV线路工程两部分组成，建设地点位于四川省甘孜藏族自治州（以下简称“甘孜州”）康定市和雅江县境内。线路工程自两河口水电站出线，至新都桥500kV变电站进线，路径长度 $2 \times 52.338 + (17.563 + 17.972)$ km，新建铁塔188基。地理坐标范围介于东经 $101^{\circ} 0' 8.82''$ ~ $101^{\circ} 33' 10.22''$ ，北纬 $30^{\circ} 11' 39.62''$ ~ $30^{\circ} 2' 12.26''$ 之间。

根据《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》（办水保〔2013〕188号）、《四川省水利厅关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》（川水函〔2017〕482号），本工程所在的雅江县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区；康

定市属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。区域内水土流失现状以水力侵蚀为主，侵蚀形态以沟蚀、面蚀为主，土壤容许流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。我公司接受委托后，立刻组织水土保持监测专业技术人员成立本工程监测小组进驻现场踏勘并编制完成《四川两河口水电站 500kV 送出工程水土保持监测实施方案》，监测小组按照水保监测规程和“实施方案”的相关要求，在建设单位、施工单位和监理单位的协助和配合下，开展了本工程建设过程中的水土保持监测工作。

在建设过程中，我单位监测到由于本工程所处高原高海拔地区施工条件恶劣，且州内防火形势严峻，影响了施工工期，为提高施工效率，在工程施工中采用了机械化施工，增加了大量施工道路用于运输工程建设所需要的物资、机械设备。因施工工艺的变化使本工程建设扰动范围扩大，达到“水土流失防治责任范围增加 30%以上”及“开挖填筑土石方总量增加 30%以上”的条件，构成了重大变更。建设单位委托四川嘉源生态发展有限责任公司编制本项目水土保持变更方案报告，同时组织工程项目部积极开展现场清理整治工作，变更方案编制单位于 2024 年 1 月完成了报告送审，2024 年 3 月变更方案通过四川省水利厅川水许可决[2024]51 号的批复。

按照变更方案的要求施工单位进一步对现场进行整治，补充了各类新增的水土保持措施。为配合水土保持设施竣工验收工作，我公司于 2024 年 9 月开展了全面巡查和调查工作，现场监测工作结束之后，查阅所有过程资料、补充收集其他资料，认为工程现状恢复情况达到了变更方案中确定的六项指标的目标值。

2024 年 9 月底编写完成《四川两河口水电站 500kV 送出工程水土保持监测总结报告》，最终水土保持监测三色评价平均得分为 80.0，三色评价结论为绿色。在项目监测过程中得到了建设单位高度重视，各参建单位积极配合，各级地方的水行政主管部门、水土保持工程施工、监理单位、水土保持方案编制单位和设计单位给予了大力的支持和指导，在此一并表示诚挚感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标									
项目名称		四川两河口水电站 500kV 送出工程							
建设规模	(1)新都桥 500kV 变电站间隔扩建 2 个至两河口水电站 500kV 出线间隔, 融冰装置, 加装 1 组低压并联电抗器; (2)两河口~新都桥变电站 500kV 线路双回架设, 线路全长 $2 \times 52.338 + (17.563 + 17.972)$ km	建设单位、联系人		国网四川省电力公司建设分公司、彭健伟					
		建设地点		甘孜州雅江县、康定市					
		所属流域		长江流域					
		工程总投资		80094 万元					
		工程总工期		2020 年 8 月~2021 年 10 月					
水土保持监测指标									
监测单位		四川电力设计咨询有限责任公司			联系人及电话			尹武君	
自然地理类型		高山地貌			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		巡查、查阅资料、侵蚀沟量测查			2.防治责任范围监测		实地量测	
	3.水土保持措施情况监测		无人机、实地调查、资料			4.防治措施效果监测		巡查、样方调查	
	5.水土流失危害监测		现场调查、询问调查和巡查			水土流失背景值		779t/km ² •a	
方案设计防治责任范围		30.72hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a		
水土保持投资		854.53 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a		
防治措施		监测分区		工程措施			植物措施		临时措施
		新都桥 500kV 变电站扩建区		站区铺撒碎石 1500m ²			/		塑料布覆盖 600m ²
		两河口水电站~新都桥 500kV 线路工程区		剥离表土 2.03 万 m ³ , 剥离草甸 1.01 万 m ³ 、整地面积 41.03hm ² 、表土回覆 2.03 万 m ³ 、装土草袋拦挡 2568m。			草甸养护 8.99hm ² 、草甸回铺 1.01 万 m ³ 、撒播草籽 37.80hm ² 、生态袋护坡 12845m ² 、栽植灌木 12017 株		临时土质排水沟 9505m、铺设棕垫 61897m ² 、无纺布覆盖 288257m ²
监测结论	分类指标	目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量					
	水土流失治理度	85	97.45	防治措施面积	40.16hm ²	永久建筑物及硬化、路面面积	3.74hm ²	扰动土地总面积	45.05hm ²
	土壤流失控制比	1.0	1.00	防治责任范围面积		45.05hm ²	水土流失总面积		45.05hm ²
	渣土防护率	87	95.68	工程措施面积		4.30hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² •a
	表土保护率	90	99.11	植物措施面积		35.86hm ²	监测土壤流失情况		500t/km ² •a
	林草植被恢复率	95	96.90	可恢复林草植被面积		27.00hm ²	林草类植被面积		35.86hm ²
	林草覆盖率	18	79.59	实际拦挡弃渣量		1.55 万 m ³	总弃渣量		1.62 万 m ³
水土保持治理达标评价		本工程通过各项水土保持措施的实施, 有效防治了工程建设产生的新增水土流失, 基本完成了水土流失治理任务, 水土流失治理度、土壤流失控制比、林草植被恢复率、林草覆盖度和拦渣率等指标均达到了批复的水土保持方案变更报告书拟定的目标值要求。							
总体结论		本工程水土保持措施建设符合现行国家水土保持法律法规、规程规范和技术标准的有关规定和要求。工程建设过程中发生了重大变更, 施工扰动地表面积较原批复方案发生了较大的变化, 控制在水保变更方案确定的水土流失防治责任范围内, 对周边未产生影响。工程实施期间, 建设单位制定管理规定, 明确了水土保持职责, 保证了水土保持措施的实施和水土流失防治效果。							

特性表

	各项水土保持要求基本上得到了贯彻实施。工程总体满足国家和地方水土保持相关要求。
主要建议	重视植物措施的定期检查工作，及时收集当地居民反馈的意见，让措施有效安全运行，持续发挥作用

目录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 建设项目概况	1
1.2 水土保持工作情况	5
1.3 监测工作实施情况	8
2 监测内容和方法	16
2.1 扰动土地情况	16
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	16
2.3 水土保持措施	17
2.4 水土流失情况	17
3 重点对象水土流失动态监测	19
3.1 防治责任范围监测	19
3.2 取料监测结果	23
3.3 弃渣监测结果	23
3.4 土石方流向情况监测结果	25
3.5 其他重点部位监测结果	30
4 水土流失防治措施监测结果	31
4.1 工程措施监测结果	31
4.2 植物措施监测结果	32
4.3 临时防护措施监测结果	33
4.4 水土保持措施防治效果	35
5 土壤流失情况监测	40
5.1 水土流失面积	40
5.2 土壤流失量	41
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	45
5.4 水土流失危害	45
6 水土流失防治效果监测结果	46
6.1 水土流失总治理度	46
6.2 渣土防护率	46
6.3 土壤流失控制比	46
6.5 林草植被恢复率	47
6.6 林草覆盖率	47
7 结论	48
7.1 水土流失动态变化	48
7.2 水土保持措施评价	49
7.3 存在问题及建议	50
7.4 综合结论	50
8 附图及有关资料	52
8.1 附图	52
8.2 有关资料	52

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

项目名称：四川两河口水电站 500kV 送出工程

建设性质：新建建设类项目

项目组成：新都桥变电站 500kV 间隔扩建工程、两河口 ~ 新都桥变电站 500kV 线路工程两部分。

项目建设地点：项目建设区域地理坐标介于东经 $101^{\circ} 0' 8.82'' \sim 101^{\circ} 33' 10.22''$ ，北纬 $30^{\circ} 11' 39.62'' \sim 30^{\circ} 2' 12.26''$ 之间，涉及甘孜州康定市、雅江县。

建设工期：2020 年 8 月~2021 年 10 月，15 个月。

工程规模与等级：

(1) 新都桥变电站 500kV 间隔扩建工程

在已建的新都桥 500kV 变电站站内扩建 500kV 线路高压并联电抗器 2 组。

(2) 两河口 ~ 新都桥变电站 500kV 线路工程

路径长度 $2 \times 52.338 + (17.563 + 17.972)$ km，新建铁塔 188 基。

辅助用地包括：塔基施工用地 188 处，布设了牵张场 22 处，架设索道 34 条，设置 3 个材料站（1 处为租用民房），新修、扩修施工便道 42 条/41.733km 施工道路，跨越施工场地 1 处，施工营地 6 处（5 处为租用民房），未设置取、弃土场。

占地面积：本工程总占地面积为 45.05hm^2 。按占地性质划分永久占地为 7.42hm^2 ，临时占地为 37.63hm^2 ；按占地类型划分林地 21.99hm^2 、草地 20.51hm^2 、公服用地 2.55hm^2 。

土石方量：挖方总量为 12.82 万 m^3 ，填方总量为 11.20 万 m^3 ，余方总量为 1.62 万 m^3 。

工程总投资：结算静态总投资 80094 万元，土建投资 24489 万元。

1.1.2 项目区概况

(1) 地形地貌

线路工程位于川西北高原山区，青藏高原东部、横断山脉中段、大雪山脉与沙鲁里山脉之间的山区地带。区域内整体地势为北高南低，近南北向切割剧烈，海拔高度在 3000~4500m，相对高差一般为 400~1100m，受河流沟谷侵蚀切割最大高差可达 1200m，受剥夷面控制部分区域相对高差小于 200m。区内主要地貌类型为小起伏~大起伏高山地貌，地形划分为山地占 24%，高山大岭占 60%，峻岭占 16%。

①线路两河口水电站至八角楼乡段主要为大起伏高山地貌，以构造侵蚀作用为主，区域海拔高程在 3000~4500m 之间，相对高差在 1000~1200m 之间，主要表现为高耸的山峰和深邃的河谷组成叠嶂群山。地形切割剧烈，山脊多呈尖峭状，沟谷深切呈“V”字型，山坡和谷坡坡度较大，坡度一般在 30~45°之间。

②线路八角楼乡至东俄洛村段主要为中起伏高山地貌，以构造侵蚀作用为主，区域海拔高程在 3500~4500m 之间，相对高差一般为 500~800m。地形切割较剧烈，主要表现为连绵起伏的山脊，山脊形态多呈浑圆状，少数呈尖峭状。山坡较陡，坡度一般为 20~35°。

③线路东俄洛村至新都桥变电站段主要为小起伏高山地貌，以构造剥蚀作用为主，区域海拔高程在 3800~4300m 之间，相对高差一般为 200~400m。地形相对平缓，山顶及山脊形态多呈浑圆状，沟谷横断面多呈“U”型，山坡较缓，坡度一般为 15~25°。

通过查阅竣工图资料及现场调查，项目有 12 基塔位于坡度小于等于 5° 地段，有 36 基塔位于坡度 5°~15°地段，有 106 基塔位于坡度 15°~30°地段，有 34 基塔位于坡度 30°~45°地段。

(2) 气象

本工程区域按地理纬度属于亚热带气候，但因地处横断山区，海拔高，受复杂多样地形的影响，改变了纬度气候带演变顺序，使区域内气候复杂多样，形成了独特的高原型大陆性季风气候，仅在海拔较低的河谷地带，才有一点亚热带气候的特征。气温变化年较差小，日较差大，昼夜温差悬殊；空气透明度高，太阳辐射强，年降水分配不均，干湿季分明，呈冬季漫长，严寒干燥；夏季短，温暖且湿润，雨水充沛。区域内地势起伏较大，气候呈垂直立体分布，按海拔可划分

为：山地暖温带（小于 2500m），山地温带（2500~3000m），高山寒温带（3000~3500m），高山亚寒带（3500~4200m），高山寒带（4200~4700m），寒冻冰雪带（4700m 以上）。50 年一遇平均最大风速为 24.1~33.0m/s。

①线路两河口水电站至八角楼乡段主要为大起伏高山地貌，区域海拔高程在 3000~4500m 之间，主要为高山寒温带、高山亚寒带，平均覆冰厚度在 9.9mm。

②线路八角楼乡至东俄洛村段主要为中起伏高山地貌，区域海拔高程在 3500~4500m 之间，主要为高山亚寒带、寒冻冰雪带，平均覆冰厚度在 22.7mm。

③路东俄洛村至新都桥变电站段主要为小起伏高山地貌，区域海拔高程在 3800~4300m 之间，主要为高山亚寒带，平均覆冰厚度在 13.4mm。

（3）水文

本线路工程跨越的主要河流有雅砻江、力曲河，均为不通航河流。项目区河流域水系涉及长江流域金沙江水系、岷江水系。

①雅砻江

雅砻江发源于甘孜州石渠县与青海省交界的巴颜喀拉山南麓，全长 1206km，自新龙、理塘、雅江三县交界处进入雅江县西北边境，向东南经普巴绒乡至两河口与鲜水河汇入后折向南流，再经呷拉、河口、麻郎错、恶古、波斯河、牙衣河等地于木里、雅江、康定三县交界处流入九龙县和凉山州木里藏族自治县。两河口以上叫扎楚河，两河口至波斯河乡雨日村段叫雅曲，雨日村以下叫尼亚曲。雅江县境内流长 227.45km，年均流量为 653m³/s，洪峰流量为 3980m³/s，最小流量为 94m³/s。

②力曲河

力曲河（又称力丘河、新都桥河、木雅河）为雅砻江左岸支流。发源于雅江县与道孚县接壤处之沼泽区。力曲河流域径流主要来源于降雨，其次是冰雪融水和地下水。流域内有生古桥水文站控制流域面积 3992km²，多年平均流量 69.2m³/s，水位变幅 3.5m。过站左纳色乌绒沟；转南至普沙绒乡前，左纳苦西绒沟；转西曲折向西过火山，汇入雅砻江。河长 199km，流域面积 5925km²，河口流量 130m³/s，总落差 1999m。

工程跨越雅砻江、力曲河，两岸跨越塔位不在河道管理范围内，塔基与主河

槽高差在 50m 以上，采用高空跨越方式，不受洪水影响。据雅江县水利局、康定市水利局沿线收资并办理路径协议的回函：原则同意；路径方案与当地水利建设及水利设施无影响。

(4) 土壤

项目所经区土壤类型复杂多样，主要有水稻土、黄壤、潮土、黄棕壤、山地棕壤、山地草甸土和亚高山草甸土 8 个土类、20 个亚类。其中棕壤、山地棕壤和亚高山草甸土是分布最广的土类。

经现场调查，工程沿线海拔高程 3000m~4500m，项目区表土类型主要为棕壤、山地棕壤、亚高山草甸土，其中沿线海拔 3600~4500m 区间存在高山草甸，主要分布在高尔寺山区域（20mm 冰区区域，共 68 基塔）以及新都桥区域（东俄洛村至新都桥变电站区域，共 24 基塔）区域，此部分属于高寒草原草甸地区，草甸厚度为 10~15cm，其余区域土壤为棕壤及山地棕壤，表土厚度为 10~30cm。



图 2.7-1 项目区土壤情况

(5) 植被

本项目区植被类型为亚高山针叶林带以及高山灌丛草甸带，本工程线路未穿越 I 级保护林地。沿线集中林区主要分布在雅砻江至高尔寺山沿线山脉，林木覆盖较密，主要树种多为松树、杉树等为主，自然生长高度不超过 18m。本工程林区长度约 33km。

工程沿线植被情况，两河口水电站至高尔寺山西测区域，海拔 3000~4500m，植被类型为亚高山针叶林带，植被状况为林木覆盖较密的乔木林；高尔寺山区域，海拔 3500~4500m，植被类型为高山灌丛草甸带，植被状况为混有少量灌木

的高山草甸；高尔寺山东侧至东俄洛村区域，海拔 3500~4300m，植被类型为高山灌丛草甸带，植被状况为覆盖较密的灌木林；东俄洛村至新都桥变电站区域，海拔 3800~4300m，植被类型为高山灌丛草甸带，植被状况为混有少量灌木的高山草甸。

本线路所经地区植被较好，森林覆盖率高，林草植被覆盖率约为 40%~65%。

(6) 项目区水土流失情况

项目区内土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。项目区水土流失平均侵蚀模数约 $779t/km^2 \cdot a$ ，年平均土壤侵蚀量约为 351t。水力侵蚀强度为轻度。

根据《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》(水利部[2013]188号)、《四川省水利厅关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》(川水函〔2017〕482号)，工程涉及的雅江县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区；康定市属于雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。

在《中国水土保持区划》中项目区划分到青藏高原区的藏东-川西高山峡谷区的川西高原高山峡谷生态维护水源涵养区(VIII-4-1wh)。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理及“三同时”制度的落实

(1) 水土保持管理

建设单位将水土保持管理工作列为工程建设管理工作的主要内容之一，水土保持工作采取国网四川省电力公司建设分公司统一管理，所属有关单位分级负责的原则。

本工程于 2020 年 8 月 8 日进场施工，建设单位在项目开工前成立工程业主项目部，确定了水土保持管理部门和专职人员，制定了水土保持管理制度。本工程水土保持监理由主体监理单位兼任，主体监理单位的监理工作内容中将水土保持工程的监理列入合同，监理单位在合同签订后 1 个月内组建监理项目部，设置水土保持监理工程师岗位；施工单位在合同签订后 1 个月内组建施工项目部，设

置环水保专责。

以批复的水保方案为基础，由主设单位将水土保持措施落实到后续的施工图设计中，从施工组织管理、施工时序安排和施工工艺等方面采取了一定的措施控制施工扰动范围，2020年9月项目开工后，组织设计单位、监理单位、施工单位进行技术交底，在施工过程中根据项目区的实际情况严把工程质量和技术关。

由于过程中部分地段施工工艺采用了机械化施工，导致施工道路长度、施工用地面积发生了重大变更，建设单位委托四川嘉源生态发展有限责任公司作为水保方案变更单位，同时对工程现场扰动范围进行治理。

在项目建设过程中建设单位自觉接受各级水行政主管部门和水土保持监督管理部门的检查监督，对工程建设过程中可能造成水土流失的情况及区域进行了及时、有效地防治。

（2）参建单位

法人单位：国网四川省电力公司

建设管理单位：国网四川省电力公司建设分公司

水土保持方案编制单位：国水江河（北京）工程咨询有限公司

水土保持变更方案编制单位：四川嘉源生态发展有限责任公司

主体设计单位：中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

水土保持监测单位：四川电力设计咨询有限责任公司

水土保持监理单位：四川电力工程建设监理有限责任公司（现用名：国网四川电力建设工程咨询有限公司）

施工单位：重庆市送变电工程有限公司、国网四川电力送变电建设有限公司、天津送变电工程有限公司

运行单位：国网四川电力送变电建设公司。

（3）“三同时”制度的落实

“三同时”制度，即水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，以减轻开发建设造成的人为水土流失并按时缴纳水土保持补偿费。

本工程建设单位落实了“三同时”制度，建设的水土保持设施在可研阶段开展水土保持方案编制工作，并取得《四川省水利厅关于四川两河口水电站 500kV

送出工程水土保持方案的批复》（川水函[2020]936号），随后将批复的水保方案措施落实到施工图专项设计中。由于工程建设过程中为了加快工程进度，高原草甸区采用机械化施工，造成面积和土石方的扩大，发生了重大变更。建设单位在督促施工单位实施治理的同时又重新委托了编制单位开展水保方案变更，并于2024年3月8日取得了《四川两河口水电站500千伏送出工程水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（川水许可决[2024]51号）。

本工程水保设施工程施工结束后由监理单位、设计单位、施工单位、质检单位等对已完成的工程的数量、质量等进行了较为完善和全面的自查初验，对质量等级评定不达标合格标准的单项工程进行先期整改完善，整改完善后重新组织自查初验，直至质量达标。

最终按质完成批复的变更方案的水土保持设施量，保证了项目的总体投运。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

国水江河（北京）工程咨询有限公司为本工程水土保持方案编制单位，于2020年6月编制完成《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案报告书（送审稿）》，2020年7月1日，四川省水利厅组织开展了《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案报告书》技术评审工作，形成了技术评审意见。编制单位于2020年7月修改完成《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

2020年7月22日，四川省水利厅以“川水函〔2020〕936号”对《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案》进行了批复。

由于四川两河口水电站500kV送出工程施工作业区线路海拔高度为3450m~4500m，海拔较高，交通不便，施工条件恶劣，工程建设了大量施工道路用于运输工程建设所需要的物资、机械设备，虽然主体建设规模、地点均未发生重大变动，但达到“水土流失防治责任范围增加30%以上”及“开挖填筑土石方总量增加30%以上”的条件，构成了重大变更，建设单位委托四川嘉源生态发展有限责任公司编制《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持方案变更报告书》。

2024年3月8日，四川省水利厅以《四川两河口水电站500千伏送出工程

水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（川水许可决[2024]51号）对水土保持方案变更报告书进行批复。

1.2.3 水土保持监测意见的落实情况

监测小组根据监测成果、结合施工现场条件，在监测过程报告（季报）中对存在的水土保持问题，提出了相应的水土保持监测意见和建议。

主要有：工程建设动土前应注重表土/高原草甸的保护剥离、保存及草甸养护；临时堆土需先拦后弃，雨季期间应对临时堆土区、裸露地表及坡面增加覆盖措施；补充水土保持临时排水工程；施工道路用地控制及恢复；注重场地（包含临时场地）的恢复整治，及时采取植物措施等。建设单位按照意见督促施工单位落实措施，逐步完善本工程水土保持建设工作，使各项水土保持措施得到了落实，较好的控制了因工程建设产生的水土流失。

1.2.4 重大水土流失危害事件处理情况

建设单位非常重视工程的安全管理，水土保持监测工作开展期间，本工程未发生重大水土流失危害事件。未对工程周边的基础、民用设施产生明显不利影响，未造成水库淤积、河道阻塞及引发其他地质灾害现象。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

我公司于2020年10月接受监测委托，编制《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持监测实施方案》。

根据“实施方案”拟定的计划和工程现场条件，在建设单位、各参建单位的协助和配合下，开展了2020年~2021年现场监测工作及方案变更后的补充监测工作。

按照“实施方案”划定的监测重点区域，随着施工进度细化监测点位的设置，适时补充临时监测点。在监测中选取典型坡面进行简易坡面、侵蚀沟量测计算土壤侵蚀模数，针对雨季易受冲刷部位进行重点调查，以便客观公正地反映施工造成的水土流失强度；选择植物样方分析整体植被覆盖率及绿化美化效果，再通过巡查各分区水土保持措施现状，抽样调查已实施水土保持措施的规格、运行情况

及防护效果；在监测工作中对监测中发现的问题及时提出水土保持工作建议，并形成水土保持监测季度、年度报告。

为配合工程完工后的水土保持设施竣工验收工作，全面反映项目开工以后本工程已实施的水保措施运行情况和工程区域目前的水土保持情况，监测小组于2024年8月开展了全面巡查和调查，之后查阅所有过程资料、补充收集其他资料，根据水土保持监测季报、过程监测图片和文字资料，结合本次现场监测及补充收集的工程相关资料等，完成《四川两河口水电站500kV送出工程水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测项目部设置

2020年10月我公司（四川电力设计咨询有限责任公司）接受委托开展四川两河口水电站500kV送出工程水土保持监测工作。我公司即刻组建了本工程监测项目部，根据监测规范、批复的水土保持方案报告书的要求和工程实际，组织技术业务人员进行现场勘查、测量和资料收集工作。项目部由1名项目负责人和3名技术人员组成，分别负责项目总体技术工作和现场观测、调查、巡查和数据采集工作。

在现场踏勘，全面收集工程相关资料（包括主体工程建设进度、水土保持措施实施进度情况等）之后，于进场后1个月内编制完成“实施方案”。本工程监测技术人员配备情况详见表1.3-1。

表 1.3-1 主要监测人员配备表

	职务	成员名单
监测项目部	总监测工程师	尹武君
	监测工程师	邓川
	监测员	张桂华
	监测员	魏子淋

1.3.3 监测点布设

根据开发建设项目监测有关技术规范，水土保持监测应在防治责任范围分区进行，监测分区原则上应与工程项目水土流失防治分区一致。根据不同工程对地表扰动特点不同，按照工程类型将项目区分为4个监测区，即间隔扩建防治区、塔基及施工临时防治区、其它施工临时占地区（牵张场区、跨越施工临时占地区

和材料站区等)以及临时道路防治区(新建、拓建/整修施工便道区及索道区)。在不同监测区选择具有代表性的地段或场地,布设定位监测点。

实际监测过程中监测组对本项目共布设水土保持监测点为9个,固定监测点多为观测型,临时监测点则以调查型为主;监测点分别布设于项目的4个重点监测分区,其中新都桥500kV变电站扩建区1个,两河口~新都桥500kV变电站500kV线路区9个。详见附图监测点位图。

在监测过程中,因为地灾、防火及专项通道封路等问题,导致部分监测点位不便于进行数据采集,经综合分析后在其它类似地段重新补充选点监测。

表 1.3-2 本工程监测点布设

监测范围	监测点名称	监测点位置	原地貌描述	行政区
塔基及塔基施工临时占地区区	1#监测点	101° 33'08.18"E, 30° 02'14.95"N	建设用地,平地	康定县境内
		康定县/新都桥变电站外进线塔		
	2#监测点	101° 32'55.85"E, 30° 02'32.10"N	原地貌为草地,场地 20° ~25°	康定县境内
		N2037S		
3#监测点	101° 23'03.57"E, 30° 04'01.82"N N2038A 塔	原地貌为草地,场地 5~10°	康定县境内	
4#监测点	101° 21'22.28"E, 30° 03'51.49"N	草地,场地较平整	雅江县境内	
	N2031A			
施工临时道路区	5#监测点	101° 21'27.18"E, 30° 03'42.11"N 连接本地道路与 N2029B	草地,坡地约 0~5°	雅江县境内
	6#监测点	101° 23'02.82"E, 30° 04'00.80"N 连接本地道路至 N2038A 塔	草地,坡地约 14°	雅江县境内
索道施工区	7#监测点	101° 26'40.94"E, 30° 04'09.80"N, N2007S 索道口	草地	康定县境内
	8#监测点	101° 08'12.29"E, 30° 04'35.67"N, N1043/1044 索道	规划用地	雅江县境内
牵张场工区	9#监测点	101° 8' 17.501", 30° 4' 33.991" 18#牵张场	原地貌草地 5~10°	康定县境内
间隔扩建区	10#监测点	新都桥变电站内	建设用地	康定县内

1.3.4 监测设施设备

表 1.3-3 本工程水土保持监测设施设备表

编号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	侵蚀沟监测点	宽度不小于 5m	个	4	
2	GPS	手持式	台	1	
3	罗盘	方向确定	个	1	
4	测距仪	手持式激光	台	1	
5	坡度仪		台	1	
6	便携式电脑	戴尔	台	1	

7	烘箱		台	1	
8	铝盒		个	若干	
9	环刀				
10	皮尺		把	1	
11	卷尺	测量沟深	把	1	
12	游标卡尺	测量沟宽	把	1	
	4轴旋翼无人机	大疆	个	1	

1.3.5 监测技术方法

本工程实际建设过程中采用的监测技术方法有调查监测、地面(定位)观测、巡查监测和遥感监测。

(1) 调查监测

调查方法包括实地调查、询问、收集资料和抽样调查等方法。

实地调查: 主要通过现场实地勘测,采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和皮尺、卡尺等工具,测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录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(拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等)实施情况。

样方调查: 主要是选取有代表性的地块作为标准地,标准地的面积为投影面积,要求灌木林 2.5m×2.5m、草地 1m×1m。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覆盖度。

询问调查: 向工程施工单位、监理单位和当地居民等以口头问询并记录的方式,调查本工程的实际开、完工时间,施工中对地面实际扰动情况,水土保持措施实施情况、造成的水土流失危害及影响情况等。

查阅资料分析: 资料的查阅是进行相关数据收集的重要依据,通过对施工图设计资料、建设管理档案、质检资料及监理资料的查阅核定工程建设内容、各类措施实施情况及工程防护效果等。

调查监测要用于:

(一) 面积监测

面积监测通过收集资料、采用手持式 GPS 定位仪测定结合图纸分析获取,包括防治责任范围和水土流失面积的监测。

先对调查区按照扰动类型进行分区,如堆渣、开挖面等,然后利用 GPS 沿

各分区边界走一圈，确定各个分区的面积，并结合图纸进行计算机软件处理获得相应的面积数据。面积监测的时段主要是施工期。

（二）植被监测

植被监测主要是在植物措施布设后运行初期开展监测工作，固定监测点位进行典型调查和样方抽查，对整个工程的全部区域进行巡查监测。

（三）水土保持设施效果监测

① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、护坡、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

（2）地面观测

定位监测方法主要用于施工期和运行初期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

定点观测：通过本项目布置固定监测点位进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

侵蚀沟量测法：主要适用于各类开挖回填边坡土质开挖面、土或土石混合或

粒径较小的石砾堆等坡面的土壤侵蚀量的测定,本工程可用于路基边坡等区域边坡上水土流失监测。在选定的坡面,量测坡面形成初期的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等,并记录造成侵蚀沟的历次降雨。具体监测时通过量测侵蚀沟的体积,得出沟蚀量,来计算土壤侵蚀量(图6-2)。当观测坡面能保存一年以上时,应量测至少一年的流失量。

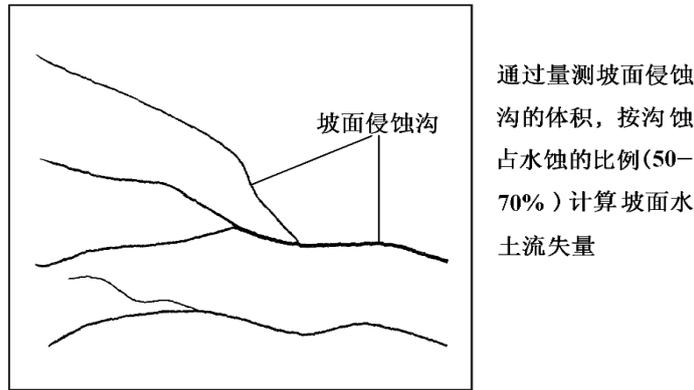


图 6-2 侵蚀沟量测法示意图

经验数学模型法:根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)年平均土壤水蚀侵蚀模数可根据数学模型 $M=RKLSBET$ 计算,对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值,再根据各侵蚀单元的面积,求得全区土壤流失量。

R——多年平均降雨侵蚀力; K——土壤可蚀性; L——坡长因子,无量纲; S——坡度因子,无量纲; B——生物措施因子,无量纲; E——工程措施因子,无量纲; T——耕作措施因子,无量纲; 各类因子的取值参考《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)根据现场实际情况调查获得。

(3) 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和运行初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法,尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和突发性重大水土流失事件动态监测。

(4) 遥感监测

① 卫星影像获取

通过 google earth 图像技术获取直观的各建设期的宏观图像资料,对施工扰动破坏情况及其施工进度有一个全面直观的了解。

② 无人机技术

是利用先进的无人驾驶飞行器技术、遥感传感器技术、遥测遥控技术、通讯技术、GPS 差分定位技术和遥感应用技术，能够实现自动化、智能化、专用化快速获取各种空间遥感信息，且完成遥感数据处理、建模和应用分析的应用技术。包括前期准备和遥感信息处理、遥感图像解译、数据统计汇总成果等，是一个先进、有效且全面、准确的监测方式。

本工程利用无人机对变电站在不同的监测时期进行了全面的数据采集，对难以到达的线路区域也能极好的进行监控返回监测数据。

表 1.3-4 现场监测照片

		
<p>实地量测（草甸厚度、侵蚀沟）</p>		<p>设置样方</p>
		
<p>侵蚀沟采集</p>		<p>填写记录</p>

1.3.6 监测成果提交情况

从 2020 年 10 月本项目监测项目部接收委托进场监测，至 2021 年 10 月监测结束，我公司按合同要求向建设单位提交的监测成果有：《四川两河口水电站 500kV 送出工程水土保持监测实施方案》、《四川两河口水电站 500kV 送出工程水土保持监测季报》共计 14 期，监测季报在下季度第一个月底前报送；监测

年报 1 期。根据本工程水保设施建设情况，工期 3 年以上的项目，每年 1 月底前报送上一年度监测报告，监测年度报告与第四季度报告结合上报。

监测季报每阶段按时提交至“全国水土保持监督管理系统平台”，整改意见提交至建设单位。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

项目建设区域面积的监测，要确定扰动区域的边界线和地理坐标，而且要同时确定不同分区的界线、面积，为水土流失影响范围、水土流失量监测、防治措施评价等提供了一个清晰的目标，并为整个区域及其分区分析评价水土流失及其危害、治理措施及其效果等提供准确的依据。

扰动土地情况监测内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等，对应的监测频次和方法详见表 2.1-1。

表 2.1-1 扰动土地情况监测内容和方法

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
1	扰动范围	工程对地表扰动边界、植被的占压、毁损等情况	·查阅相关技术文件 ·实地巡查，以影像、文字、表格记录扰动现状 ·遥感监测	每季度/次
2	扰动面积	征占地情况、防治责任范围及变化	·查阅项目征占地文件 ·实测法，使用 GPS 量测 ·绘图法，采用实际调查、结合施工图大比例尺测绘	每季度/次，遥感影像
3	土地利用类型	原地貌、地类类型与扰动后地貌、地类类型变化	·实地勘测、卫星遥感收集项目区原地貌、土壤植被等自然情况 ·抽样调查，土壤主要采用手测法、环刀法，植被采用照相法、样线法	实地量测每季度监测记录 1 次

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）（以下简称取料、弃渣）的监测内容包括取料场、弃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，本工程不存在设置取土场，也无永久弃渣场，故该部分的监测内容主要是对工程表土剥离保护、临时堆土/余土处置情况的跟踪调查及流失情况调查。

表 2.1-2 取土、弃渣（临时堆土）、表土监测内容和方法

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
1	表土/草甸	表土/草甸剥离位置、方量； 表土/草甸堆放面积； 表土/草甸防护措施； 表土覆土区域、工程量	·查阅相关施工、监理文件 ·实地调查 ·线路巡查，以影像、文字、表格记录表土防护措施	查阅资料每月/次； 实地调查每季度/次

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
2	临时堆土	临时堆土场的数量、位置及其方量	<ul style="list-style-type: none"> · 实地调查 · 查阅资料，分析 	土建期间收集信息资料每月/次
3	取料	/	/	/
4	弃渣	/	/	/

2.3 水土保持措施

工程措施、植物措施、临时防护工程等水土保持措施的监测内容包括措施类型、开工与完工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、郁闭度、防治效果、运行状况等。

① 工程措施对于拦渣工程、斜坡防护工程、土地整治工程等，依据设计文件、水保变更方案，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、稳定性及其安全性采用不定期巡查监测。

② 植物措施主要指防治责任分区内的林草植被的分布、面积、种类、植被建设工程实施时间生长情况及养护管理情况，记录同期防治责任范围的绿化面积监测指标包括草种类型、种植方式、措施分布、面积等。

施工期临时防护措施通过施工记录和主体工程监理记录资料，调查施工过程中临时防护措施的实施情况。

监测频次与方法见表 2.3-1。

表 2.3-1 水土保持措施实施情况监测内容和方法

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
1	工程措施	措施类型、实施时间、位置、规格、尺寸、数量、防治效果、运行状况	<ul style="list-style-type: none"> · 查阅相关施工、监理文件 · 实地量测、巡查，以影像、文字、表格记录扰动现状 · 遥感监测 	查阅资料每月/次； 实地调查每季度/次
2	植物措施	措施类型、实施时间、位置、数量、林草覆盖度、郁闭度、防治效果、运行状况	<ul style="list-style-type: none"> · 设样方监测点调查 · 全线路巡查 · 查阅验收记录 	每季度/次，遥感影像 1 年 1 次
3	临时措施	措施类型、实施时间、位置、数量、防治效果；拦渣率	<ul style="list-style-type: none"> · 实地勘测、卫星遥感收集项目区原地貌、土壤植被等自然情况 · 抽样调查，土壤主要采用手测法、环刀法，植被采用照相法、样线法 	实地量测每季度监测记录 1 次

2.4 水土流失情况

水土流失情况包括水土流失面积、土壤流失量、取料弃渣潜在土壤流失量和水土流失危害等，对应的监测频次与方法见表 2.4-1。

表 2.4-1 本工程水土流失情况监测内容和方法

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
1	水土流失面积	轻度以上土壤侵蚀面积	·抽样调查,选取典型地段、典型区域和部位进行实地调查后综合分析	每季度/次
2	土壤流失量	典型地段、重点部位和工程总体土壤流失量	·设置侵蚀沟量测样方,获得不同时段的水土流失量 ·综合分析各类监测结果,推算工程土壤流失量	每季度/次
3	弃渣潜在土壤流失量	未实施防护措施或未按要求水土保持方案处置的弃土数量	·实地勘测、卫星遥感收集项目区原地貌、土壤植被等自然情况 ·抽样调查,土壤主要采用手测法、环刀法,植被采用照相法、样线法	每季度/次
4	水土流失危害	引起基础设施和民用设施的损毁,水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害	·水土流失危害数量采用实地调查、巡查 ·水土流失危害程度采用实地调查、测量	发现水土流失危害事件,应现场通知建设单位,并开展监测

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

3.1.1.1 方案批复的水土流失防治责任范围

根据 2020 年 7 月 22 日四川省水利厅以川水函[2020]936 号批复的水土保持方案报告书，项目建设区占地面积 20.84hm²，占地分为新都桥 500kV 变电站扩建占地、线路塔基占地等永久占地 7.01hm²；线路塔基施工临时占地、牵张场、跨越施工、索道架设场地占及施工道路占地等临时占地 13.83hm²，水土流失防治责任范围总面积为 20.84hm²。其中康定市 7.98hm²，雅江县 12.86hm²。

具体面积详见表 3.1-1。

表 3.1-1 方案批复的水土流失防治责任范围面积表 单位:hm²

项目		占地面积 (hm ²)				
		雅江县	康定市	合计		
永久 占地	新都桥变电站 500kV 间隔扩建工程占地			0.20	0.20	
	两河口~新都桥变电站 500kV 线路工程	塔基占地	3.98	2.83	6.81	
	合计		3.98	3.03	7.01	
临时 占地	两河口~新都桥变电站 500kV 线路工程		塔基施工临时占地	5.24	3.68	8.92
			牵张场区	0.72	0.4	1.12
			索道区	0.25	0.1	0.35
			跨越施工临时占地	0.16	0.14	0.3
			材料站占地	/	/	/
			施工临时道路	2.51	0.63	3.14
			小计	8.88	4.95	13.83
总计		12.86	7.98	20.84		

因工程在施工中采用机械化施工方式，临时道路的设置增加，面积和土石方发生较大的变化，达到重大变更的规定，建设单位在 2024 年重新报审了本工程水保方案变更报告，于 3 月取得批复文件川水许可决[2024]51 号《四川两河口水电站 500 千伏送出工程水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》，批复中征占地面积 45.05hm²，其中康定市 23.92hm²，临时占地面积雅江县 21.13hm²。

3.1.1.2 实际发生的水土流失防治责任范围

根据工程现场监测数据，本工程实际发生的水土流失防治责任范围为 45.05hm²，包括新都桥 500kV 变电站扩建占地、线路塔基及施工临时占地、施工临时道路占地（临时道路及索道架设场地）、其他施工临时占地（牵张场、材料

站、跨越施工等占地)，与方案阶段的水土流失防治责任范围对比如下表。

表 3.1—2 防治责任范围变化对比表 单位:hm²

项目分区		原方案面积	变更方案面积	实际责任范围面积	增减情况	
					与原方案比	与变更方案比
新都桥变 500kV 间隔扩 建区	扩建占地区	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00
	小计	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00
两河口~新都 桥变电站 500kV 线路工 程区	塔基占地区	6.81	7.22	7.22	0.41	0.00
	塔基施工临时占 地区	8.92	10.77	10.77	1.85	0.00
	牵张场区	1.12	1.65	1.65	0.53	0.00
	索道区	0.35	1.62	1.62	1.27	0.00
	跨越临时占地	0.30	0.02	0.02	-0.28	0.00
	施工道路	3.14	22.18	22.18	19.04	0.00
	施工营地	0.00	0.49	0.49	0.49	0.00
	材料站	0.00	0.90	0.90	0.90	0.00
小计	20.64	44.85	44.85	24.21	0.00	
合计		20.84	45.05	45.05	24.21	0.00

防治责任范围是生产建设单位依法应承担水土流失防治义务的区域,包括永久占地和临时占地。工程实际发生的水土流失防治范围面积与变更后的方案一致,因为方案变更是由于施工工艺和组织发生变化导致,在变更方案同时也在对项目区实际扰动范围进行治理,后期不再新增面积。

3.1.1.3 变化过程分析

变更方案根据实际发生的面积计列,实际工程使用占地情况与可研方案阶段的变化情况如下:

表 3.1-3 方案及实际工程总布置主要变化情况对照表

项目组成		实际施工	可研阶段(原水土保持方案)	变化情况及原因
主体工程	新都桥 500kV 变 电站间隔 扩建工程	站内扩建 500kV 间隔 2 个,占地面积 0.20hm ² ,在站内扩建不新征地。	站内扩建 500kV 间隔 2 个,占地面积 0.20hm ² ,在站内扩建不新征地。	无变化。
	两河口水 电站~新 都桥 500kV 线 路工程	新建铁塔 188 基,搭设输电线路,途经甘孜藏族自治州雅江县、康定市两个行政区,线路长度约 2×52.338+(17.563+17.972) km。	新建铁塔 188 基,搭设输电线路,途经甘孜藏族自治州雅江县(46.1km)、康定市(25.4km)两个行政区,线路长度约 2×71.5km。	经现场定位查勘及施工图资料与可研路径对比,本项目实际施工有个别塔基位置稍有调整,线路长度及塔基基数与前期设计线路基本一致。
临时辅助工程	塔基及其 施工占地 区	塔基数量为 188 基,占地 10.77hm ² ,平均单个施工临时场地占地 0.06hm ² 。	塔基数量 188 基,占地 8.92hm ² ,平均单个施工临时场地占地 0.05hm ² 。	塔基数量不变,实际施工根据现场地形条件布置,较水土保持方案增加 1.85hm ² 。
	牵张场区	共设牵张场 22 个,平均 3.19km 设 1 个;牵张场单个占地 0.08hm ² ,设计总占地 1.65hm ² 。	原方案设计 3~6km 设 1 个牵张场,共规划牵张场 16 个,平均 4.47km 设 1 个,牵张场单个占地 0.07hm ² ,占地面积 1.12hm ² 。	实际施工根据现场地形条件布置,较水土保持方案增加 6 个,占地增加 0.53hm ² 。

索道区	实际施工共布设索道 34 条, 均为单级索道, 共服务塔基 71 个, 平均单条索道占地 476.47m ² , 设计总占地 1.62hm ² 。	原方案设计索道 15 条, 均为单级索道, 共服务塔基 28 个, 平均单条索道占地 236.33m ² , 设计总占地 0.35hm ² 。	实际较水土保持方案新增 19 条, 占地增加 1.27hm ² , 实际施工过程中发现项目区海拔较高, 原设计的索道数量无法满足施工需求, 因此增加了索道用于物资设备的运输。
跨越施工临时占地	实际布设 1 处跨越场, 占地面积 0.02hm ² 。	布设 15 处跨越场, 占地面积 0.30hm ² 。	线路工程跨越数量基本未发生变化, 实际施工主要采用铁塔本身作为支撑平台进行跨越, 直接在两侧铁塔之间搭设索桥封网进行保护, 因此跨越场数量及占地减少均有所减少。
施工道路	实际修建施工道路 41.733km, 其中新建 34.234km, 拓宽 7.449km, 占地 22.18hm ² 。	整修道路 10km、扩宽道路 4.0km, 人抬道路 12.9km, 占地 3.14hm ² 。	施工道路增加 18.333km, 占地增加 19.04hm ² 。原方案考虑减轻水土流失, 施工交通尽可能考虑利用现有道路修整和扩宽, 以及新建索道和人抬道路施工, 占地和扰动面积尽可能减小; 实际施工过程中发现, 项目区海拔较高, 施工条件恶劣, 施工作业人员行走困难, 且容易产生高原反应, 在优先考虑建设索道的的基础上, 高尔寺山上部分塔基无法布设索道, 工程建设所需要的物资、机械设备难以运输至塔基施工区域, 因此采用全车行道路。
施工营地	实际布设施工营地 6 处, 其中 5 处为租用民房, 1 处为新增临时占地作为施工营地使用, 位于高尔寺山上, 占地面积 0.49hm ² 。	原批复方案中施工营地全部租用所在地(乡镇)现有民房。	实际施工过程中施工营地主要租用民房, 由于高尔寺山海拔较高(是全线海拔最高的区域), 山上没有居民点, 无法找到可以租用的民房, 因此新增了 1 处临时占地作为施工营地
材料站	实际布设材料站 3 处, 其中 1 处为租用当地村庄内带院落的民房, 新增 2 处临时占地作为施工营地使用, 占地 0.90hm ² 。	原批复方案中全线共设置 3 个材料站, 材料站租用当地集镇或村庄内带院落的民房, 搭建的临时棚库, 不新增占地。	实际施工中高尔寺山及新都桥镇上未找到可以租用的民房, 因此新增了 2 处临时占地作为材料站使用。

比最初方案批复的增加了 24.21hm², 增加比例为 116.17%。其中永久占地面积变化幅度较小, 表明项目组成和规模变化不大; 临时占地面积由 13.83hm² 变化为 37.63hm², 增加幅度达 172%。对比各区用地占用情况主要的变化发生在线路工程的道路区。

工程相关变化情况详见表 3.1-3。本工程前后防治责任面积变化的原因分析主要如下:

(1) 永久占地的变化率在 1.69%, 工程规模没有变化, 路径在允许调整的范围内容略有偏移;

(2) 临时占地的变化率在 98.31%, 变化最大的是施工便道, 从方案阶段设计的 26.04km 到实际修建施工道路 41.733km, 主要是原方案编制时施工道路属于估列, 对该区域临时用地考虑不足, 由于项目区山高坡陡, 气候寒冷、气压低

等不利于人工行走施工，加上项目区每年可施工期限较短，工期紧张等，实际工程建设中，采用机械化施工，增加了索道数量、施工道路长度。

3.1.2 建设期扰动土地面积

地表扰动面积与项目施工进度、施工阶段密切相关，项目于 2020 年 8 月开工，2021 年 10 月全线架通，施工总工期 15 个月，我公司监测小组于 2020 年第四季度初进场监测，根据现场监测及前期调查情况反映，因为本工程工程分成三个标段同时施工，前期的工程占地主要是施工准备期的道路整修、索道架设、塔位定点、基础开挖，随着工程进程推进、线路大部分塔基的开挖集中在 2020 年，避开了雨季施工。2020 年工程用地扰动达 19.12hm^2 ，扰动比例占方案阶段的防治责任面积 91.75%。

从 2021 年初至第一季度末，线路部分基础浇筑大部分完成，开始转序进入铁塔组建，组塔时间短，由于塔材运输等本季度新增较多施工道路，一季度扰动面积新增 16.67hm^2 ，累计达 35.79hm^2 ，扰动比例已超过方案阶段的防治责任面积 71.73%。

2021 年 4 月，项目部分标段转序进入牵引放线施工阶段，至 2021 年 2 季度期间启用了牵张场、材料站、跨越点等，在本年度中除了土石方、基础工程外，继续完善道路运输，新增了架线施工用地，整个项目扰动面积有所增长，但架线辅助用地较前期用地相比增长幅度不大，2021 年第二季度末扰动面积达到了 43.46hm^2 ，扰动面积超过了线路区整个工程的 108.54%左右。

2021 年 9 月底主体架线基本全线贯通，进行线路缺陷检查，整改，项目进入消缺阶段，此阶段已无大的土石方工程，地面部分仅余少量整改中的场地清理、整治回填、挡墙工程量、植被恢复等工程。

2021 年 10 月工程主体全完工后进行地表恢复，但施工过程中超范围施工破坏面较大，尤其是高原道路区域，一直进行的植被恢复工作成效不佳，由于涉及水保方案重大变更，现场恢复工程进展较缓慢，但扰动面积不再增加。

2021 年 4 季度至 2024 年 7 月主要以现场治理工程为主。本工程于 2024 年 3 月取得变更批复，实际扰动面积与变更批复一致。

监测结果显示：2020 年第四季度项目区扰动面积为 19.12hm^2 ，2021 年第四

季度扰动面积为 45.05hm²，从 2021 年第三季度开始，本工程基本不再新增扰动面积，均在原有扰动区内展开治理工程。工程最终扰动面积为 45.05hm²。

工程地表扰动进度图见下图：



本工程未设计取料场，在实际建设过程中也未设取料场。工程实际使用的砂石料均全部采用外购商品料。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据本工程 2020 年经批复的水土保持方案报告书，余土主要来自于塔基基坑。共产生余土 1.70 万 m³。

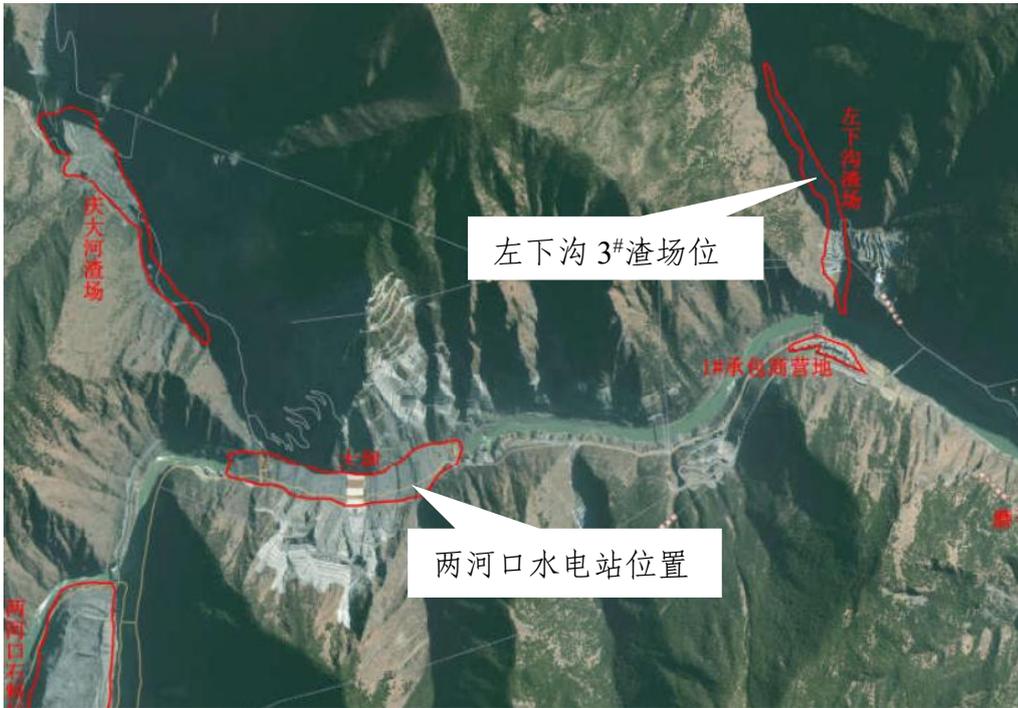
2024 年变更的水土保持方案报告书中余土来自新都桥间隔扩建及塔基施工余土，共计 1.62 万 m³。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

在原水土保持方案中未设置弃土点，余方均在塔基区及塔基施工场地占地范围内摊平处理。实际施工过程中本工程未设置弃土点，但借用了雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场进行堆放。

左下沟 3#渣场属于水利部（水保函〔2012〕380 号）批复的四川省雅砻江两河口水电站水土保持方案报告书中设置的弃渣场，位于两河口水电站坝址下游左下沟沟中，属沟道型渣场。

其堆土时间为 2014 年~2021 年 9 月，本项目基础开挖等土石方工程实施时间为 2020 年 8 月~2021 年 3 月。



雅砻江 3#堆渣场位置及堆渣封场情况





堆渣方案在变更报告中已进行确认。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 设计的土石方流向情况

四川两河口水电站 500kV 送出工程土石方开挖量共计 6.89 万 m^3 (含草甸及表土剥离 1.65 万 m^3)；土石方回填量 5.19 万 m^3 (含草甸及表土 1.65 万 m^3)，土石方开挖回填总量为 12.08 万 m^3 ，产生余土 1.70 万 m^3 。方案设计土石方工程量见表 3.4-1。

3.4.2 实际监测的土石方流向情况

根据建设单位、监理单位、监测单位及现场调查结果本工程挖方总量为土石方开挖量共计 12.82 万 m^3 (含草甸剥离 1.01 万 m^3 、表土剥离 2.03 万 m^3)；土石方回填量共计 11.20 万 m^3 (含草甸回覆 1.01 万 m^3 、表土回覆 2.03 万 m^3)。

余方 1.62 万 m^3 (折算成松方为 1.88 万 m^3)，余方中 0.72 万 m^3 在塔基及其施工临时占地范围内摊平处理或堆置于塔腿下方，余方中 1.16 万 m^3 作为弃方运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场堆放。

新都桥 500kV 变电站内本期扩建工程共开挖土石方 0.08 万 m^3 ，回填 0.04 万 m^3 ，剩余的 0.04 万 m^3 运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场进行堆放。

线路工程的土石方主要由塔基及施工道路组成，其中塔基开挖土方 4.89 万 m^3 ，基础回填 3.31 万 m^3 ，剩余的 1.58 万 m^3 主要在塔基基面及基脚周围堆放，若无法堆放的再运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场堆放；道路工程采用半挖半填方式，开挖土石方在道路下坡侧作为路基填土。道路工程开挖土方 4.13 万 m^3 ，回填 4.13 万 m^3 ，无余土外运处置的问题。

其它区域的土石方工程，（牵张场区、跨越施工临时占地、施工营地、材料站）主要选择地形平缓的区域，但由于本项目位于高山地貌区域，需对其进行场地平整处理，主要是挖高填低场平，其他施工临时占地区开挖土石方 0.68 万 m^3 ，填方 0.68 万 m^3 ，不产生余土。

此外本工程涉及表土剥离 2.03 万 m^3 ，草甸 1.01 万 m^3 ，用于施工完毕后相应区域内的就地覆土。本工程实际土石方工程量见 3.4-2。

3.4.3 对比变化情况

本工程土石方量经与原批复方案比较，工程挖填土石方总量 24.02 万 m^3 ，较原水土保持方案中的 12.08 万 m^3 增加了 11.94 万 m^3 ，增加比例为 98.84%。变化情况见 3.4-3。

发生变化的主要原因如下：

①线路塔基区基础经过优化实际较原方案挖填土石方量略有减少，但余土处置方式发生了变化，根据单塔塔位的弃土情况考虑到回填边坡稳定性和风景名胜区内的景观管理要求，约 91 基铁塔余土采用外运堆放处置，不再就地增设挡墙。

②由于本工程在高山大岭区建设，地形条件较差，通道内较平整的场地有限，大多布设在斜坡，需局部进行平整，再加上牵张场个数、索道长度增加，增加了土石方工程量及表土（草甸）剥离量。

③本工程在施工中为提高施工效率，采用了机械化施工，新增较多的施工临

时便道，增加了临时便道的挖填工程量，导致土石方总量及表土（草甸）剥离量增加。

表 3.4.1 工程设计的土石方平衡表 (单位: 万 m³)

工程分区	序号	开挖				回填				调入		调出		借方		余方	
		表土	草甸	土石方	合计	表土	草甸	土石方	合计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
变电站间隔扩建工程区	①			0.08	0.08			0.04	0.04							0.04	余方 1.62 万 m ³ (折算成松方为 1.88 万 m ³), 余方中 0.72 万 m ³ 在塔基及其施工临时占地范围内摊平处理, 余方中 1.16 万 m ³ 作为弃方运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场堆放
线路工程区	塔基及期施工临时占地	②	0.58	0.17	4.89	5.64	0.58	0.17	3.31	4.06						1.58	
	其它施工临时占地-牵张场、索道口平整	③	0.37	0.10	0.88	1.35	0.37	0.1	0.88	1.35							
	施工道路	④	1.08	0.74	3.93	5.75	1.08	0.74	3.93	5.75							
合计			2.03	1.01	9.78	12.82	2.03	1.01	8.16	11.2						1.62	

表 3.4-2 工程实际监测土石方情况统计表 (单位: 万 m³)

工程分区	序号	开挖				回填				调入		调出		借方		余方	
		表土	草甸	土石方	合计	表土	草甸	土石方	合计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
变电站间隔扩建工程区	①			0.08	0.08			0.04	0.04							0.04	余方 1.62 万 m ³ (折算成松方为 1.88 万 m ³), 余方中 0.72 万 m ³ 在塔基及其施工临时占地范围内摊平处理, 余方中 1.16 万 m ³ 作为弃方运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场堆放
线路工程区	塔基及期施工临时占地	②	0.58	0.17	4.89	5.64	0.58	0.17	3.31	4.06						1.58	
	其它施工临时占地	③	0.37	0.10	0.88	1.35	0.37	0.1	0.88	1.35							
	施工道路	④	1.08	0.74	3.93	5.75	1.08	0.74	3.93	5.75							
合计			2.03	1.01	9.78	12.82	2.03	1.01	8.16	11.2						1.62	

表 3.4-3 原方案设计土石方与工程实际土石方对比情况表 (单位: 万 m³)

项目组成		可研阶段 (原批复方案)				实际施工阶段				变化情况			
		挖方	填方	借方	余方	挖方	填方	借方	余方	挖方	填方	借方	余方
变电站间隔扩建工程区		0.08	0.04		0.04	0.08	0.04		0.04	0	0	0	0
线路工程区	塔基及其施工临时占地	6.38	4.72		1.66	5.64	4.06		1.58	-0.74	-0.66	0	-0.08
	其他施工临时占地	0	0		0	0.99	0.99		0	0.99	0.99	0	0
	施工道路	0.43	0.43		0	6.11	6.11		0	5.68	5.68	0	0
合计		6.89	5.19	0	1.70	12.82	11.2	0	1.62	5.93	6.01	0	-0.08

3.5 其他重点部位监测结果

3.5.1 施工道路区

根据工程实际情况，本工程施工道路主要是利用沿线已有的国道、县（乡）道及林间上山道路和牧道。部分道路在原牧道上局部区域拓宽，其余以新修道路为主。全线共布设 42 条/41.733km 施工道路（整修扩修 4 条/11.787km，新建 38 条/29.946km）。

道路土石方以挖填平衡，工程的主要流失环节是土石方挖填过程中，施工下垫面和路面裸露。松散的土体当处于当地降雨较集中的时段（2021 年项目区降雨量达 892.1mm，降雨集中在每年的二、三季度）容易以面蚀、沟蚀形式流失。本工程道路施工基本避开雨季，但临时堆土由于缺乏保护造成了土壤活性的流失，道路区土壤侵蚀量占侵蚀总量的 43%；由于施工道路大多设在高原面，下垫面较宽缓，道路填方边坡放坡较缓（1:1.5~1:2.0，宽度为 2~3m，局部转弯区填方宽度较大），并未造成较大的流失，也未造成水土流失危害。

3.5.2 塔基边坡的监测结果

本工程中新建铁塔位 188 基，斜坡塔位约 141 处，余土外运塔位约 91 处，余土在坡面及坡脚堆放。部分塔位在施工中防护措施完成较差，防护措施不足，且施工不规范，但经过整治，已完善相关措施，斜坡区补充采取草袋、生态袋等防护 13 处，期间没有造成大的水土流失及危害。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

(1)原批复方案工程措施设计

本工程 2020 年 7 月 22 日批复的水土保持方案中工程措施的设计情况如下表:

表 4.1-1 水土保持方案工程措施设计工程量

项目分区		措施	单位	数量
间隔扩建工程		碎石铺垫	m ²	1670
线路工程	塔基及施工场地	剥离草甸	hm ²	2.58
		剥离表土	hm ²	3.89
		表土回覆	万 m ³	0.97
		浆砌石排水沟	m ³	414.54
	其他施工临时占地	整地	hm ²	8.92
		整地	hm ²	1.77
	施工临时道路	剥离表土	hm ²	0.8
		表土回覆	万 m ³	0.16
		整地	hm ²	1.94

本工程 2024 年 3 月 8 日批复的变更报告的工程措施设计及工程量如下表:

表 4.1-2 工程变更后的工程措施量

项目分区		措施	单位	工程量
间隔扩建工程区		碎石铺垫	m ²	1500
线路工程区	塔基及其施工临时占地区	草甸剥离	万 m ³	0.17
		表土剥离	万 m ³	0.58
		表土回覆	万 m ³	0.58
		整地	hm ²	17.61
		装土草袋拦挡	m	1138
	其他施工临时占地区	草甸剥离	万 m ³	0.1
		表土剥离	万 m ³	0.21
		表土回覆	万 m ³	0.21
		整地	hm ²	2.94
	施工道路区	装土草袋拦挡	m	38
		草甸剥离	万 m ³	0.74
		表土剥离	万 m ³	1.24
		表土回覆	万 m ³	1.24
整地		hm ²	20.35	
		装土草袋拦挡	m	1392

变更方案与原方案相比措施类型大致相同,主要变化在于:①根据实际立塔的汇流情况,变更方案按施工图专项设计取消了浆砌石排水沟;②增加了塔基余土和道路边坡的下方拦挡。

本工程工程措施体系贯穿于施工期及整改期,从工程措施的实施时段来看

2021 年的第三季度和 2023 年第三季度至 2024 年的第二季度是工程措施施工及增补的主要时期，可看出前期的整治效果不足，未做到水土保持工程与主体工程同时施工，实际实施的工程措施量及时间表如下表：

表 4.1-3 本工程实际实施水土保持工程措施量统计表

项目分区	措施	实施位置	单位	完成工程量	实施时间	
间隔扩建区	碎石铺垫	扩建构支架下	m ²	1500	2021.7~2021.8	
线路工程区	塔基及其施工临时占地区	草甸剥离	N2021S、N2023S、N2025S、N2009A、N2014A、N2031A、N2037A、N2008B、N2009B、N2029B、N2028B、N2031B 塔基基面	万 m ³	0.17	2020.8~2021.4
		表土剥离	塔基占用林草地等具有可剥离表土的开挖区	万 m ³	0.58	2020.8~2021.4
		表土回覆	塔基占用林草地等具有可剥离表土的开挖区	万 m ³	0.58	2021.4~2023.8
		整地	塔基及临时占地扰动范围	hm ²	17.84	2021.10~2024.5
		装土草袋拦挡	N1053、N2028A、N2016S、N2018S、N2036S、N2037S 等塔位	m	1138	2023.8~2024.7
	其他施工临时占地区	草甸剥离	N2021S、N2023S、N2025S、N2009A、N2014A、N2031A、N2037A、N2008B、N2009B、N2029B、N2028B、N2031B 等塔位	万 m ³	0.10	2020.8~2023.7
		表土剥离	部分牵张场、索道口的开挖区	万 m ³	0.21	2020.8~2021.7
		表土回覆	部分牵张场、索道口的回填区	万 m ³	0.21	2021.7~2023.7
		整地	占用结束后未固化的临建设施场地	hm ²	2.84	2021.4~2023.7
		装土草袋拦挡	局部牵张场边坡	m	38	2024.3
	施工道路区	草甸剥离	草甸区新建道路开挖区域	万 m ³	0.74	2020.8~2020.10
		表土剥离	占用林草地等具有可剥离表土的开挖区	万 m ³	1.24	2020.8~2020.10
		表土回覆	道路恢复场地	万 m ³	1.24	2021.10~2023.8
		整地	路面及边坡	hm ²	20.35	2021.10~2024.5
		装土草袋拦挡	局部边坡	m	1392	2024.7

4.2 植物措施监测结果

本工程 2020 年 7 月 22 日批复的水土保持方案中植物措施的设计情况如下表：

表 4.2-1 水土保持方案工程措施设计工程量

项目分区	措施	单位	数量	
线路工程区	塔基及其施工临时占地区	草甸养护	hm ²	2.58
		草皮回覆	hm ²	2.58
		撒播草籽	hm ²	12.81
		草籽量	kg	1127.28
	其他施工临时占地区	撒播草籽	hm ²	1.77
		草籽量	kg	155.76
	施工道路区	撒播草籽	hm ²	2.74
		草籽量	kg	241.12

本工程 2024 年 3 月 8 日批复的变更报告的植物措施设计及工程量如下表：

表 4.2-2 工程变更后的植物措施量

项目分区		措施	单位	工程量
线路工程区	塔基及其施工临时占地区	草甸养护	hm2	1.42
		草甸回覆	m3	0.17
		撒播草籽	hm2	17.61
		撒播灌草	hm2	10.47
		生态袋护坡	m2	7513
	其他施工临时占地区	草甸养护	hm2	0.84
		草甸回覆	万 m3	0.1
		撒播草籽	hm2	2.94
		撒播灌草	hm2	0.67
		生态袋护坡	m2	79
	施工道路区	草甸养护	hm2	6.73
		草甸回覆	万 m3	0.74
		撒播草籽	hm2	20.35
		撒播灌草	hm2	11.32
		生态袋护坡	m2	8315

变更方案与原方案相比植物措施类型有所增加，主要变化在于：①根据实际用地地类，变更方案补充了其他用地区和施工道路区的草甸剥离和养护、回覆措施；②增加了工程区塔基、道路、牵张场填方边坡的边坡防护，为最大限度的保护草原生态取得效果，采用生态袋恢复。

本工程实施的植物措施以草甸养护和回铺、撒播灌草/草籽为主，基本按照变更设计的措施体系布置，但为了恢复效果，在林区采取了栽植灌木代替撒播灌木籽的措施。

本工程植物措施实施时段主要在工程完工后，集中在 2021 年三季度，由于恢复效果较差，集中在 2023 年第三季度~2024 年进行全线整改及措施补充。实际实施的植物措施及工程量如下表：

表 4.2-3 本工程实际实施水土保持植物措施量统计表

项目分区	措施	实施位置	单位	完成工程量	实施时间	
线路工程区	草甸养护	N2021S、N2023S、N2025S、N2009A、N2014A、N2031A、N2037A、N2008B、N2009B、N2029B、N2028B、N2031B 塔基基面	hm ²	1.42	2020.9~2021.4	
	草甸回覆	其他塔位	万 m ³	0.17	2021.4~2023.8	
	撒播草籽	118 处塔位	hm ²	17.61	2021.4~2023.8	
	栽植灌木	难恢复的塔位坡面	株	12017	2020.9~2023.8	
	生态袋护坡	临时占地区一侧	m ²	6010	2024.5	
	其他施工临时占地区	草甸养护	草甸剥离区	hm ²	0.84	2020.9~2023.7
		草甸回覆	占用林草地的牵张场、材料站、跨越区	万 m ³	0.1	2021.7~2023.7
		撒播草籽	占用草甸的开挖区	hm ²	2.64	2021.8~2023.8
	施工道路区	草甸养护	草甸开挖区	hm ²	6.73	2020.9~2020.10
		草甸回覆		万 m ³	0.74	2021.10~2023.8

项目分区	措施	实施位置	单位	完成工程量	实施时间
	撒播草籽	路面及边坡	hm ²	17.55	2020.9~2023.8
	生态袋护坡	部分边坡	m ²	6835	2024.5~2024.7

4.3 临时防护措施监测结果

本工程 2020 年 7 月 22 日批复的水土保持方案中工程措施的设计情况如下表：

表 4.3-1 原水土保持方案临时措施设计工程量

项目分区	措施	单位	数量	
间隔扩建区	彩条布覆盖	m ²	500	
线路工程区	塔基及其施工临时占地区	彩条布覆盖	m ²	5900
		场地铺设棕垫	m ²	17800
		装土草袋	m ³	2715
		草袋拦挡及护坡	m ³	1365
		泥浆池	座	1
	其他施工临时占地区	场地铺设棕垫	m ²	5900
	施工道路区	草袋拦挡及护坡	m ³	520
土质排水沟		m	4000	

本工程 2024 年 3 月 8 日批复的变更报告的植物措施设计及工程量如下表：

表 4.2-2 工程变更后的临时措施量

项目分区	措施	单位	工程量	
间隔扩建区	彩条布覆盖	m ²	600	
线路工程区	塔基及其施工临时占地区	铺设棕垫	m ²	44058
		无纺布苫盖	m ²	79250
	其他施工临时占地区	铺设棕垫	m ²	11388
		无纺布苫盖	m ²	13141
	施工道路区	无纺布苫盖	m ²	103391
		铺设棕垫	m ²	6451
	临时土质排水沟	m	9505	

变更方案与原方案相比临时措施类型有所增加，主要变化在于：①根据实际用地地类，变更方案补充了其他用地区和施工道路区的草甸剥离和养护、回覆措施；②增加了工程区塔基、道路、牵张场填方边坡的边坡防护，为最大限度的保护草原生态取得效果，采用生态袋恢复。

本工程的实施临时措施体系及工程量如下表：

表 4.3-3 本工程实际实施水土保持植物措施量统计表

项目分区	措施	实施位置	单位	完成工程量	实施时间
间隔扩建区	彩条布覆盖	间隔扩建区	m ²	600	2021.5~2021.7
线路工程	塔基及其施工临时占地区	铺设棕垫	m ²	44058	2020.8~2021.10
		无纺布苫盖	m ²	169996	2020.8~2024.5
	其他施工临时	铺设棕垫	m ²	11388	2021.4~2021.10

程 区	占地区	无纺布苫盖	牵张场区临时堆土或踩踏裸露处	m ²	14143	2020.8~2024.5
	施工道路区	无纺布苫盖	表土堆放区表面、绿化养护区	m ²	104118	2020.8~2024.5
		铺设棕垫	非开挖路面	m ²	6451	2020.8~2021.10
		临时土质排水沟	部分段挖方路基侧	m	9505	2020.8~2021.10

根据监测情况看，临时措施与工程基本进度一致，部分临时措施较滞后，在后续阶段进行了补充，由于扰动面积的增加，临时措施工程量也新增了工程量。

临时覆盖措施基本满足要求，在工程建设过程及其之后整个工程基本达到了水土流失的防治效果。

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持变更方案措施情况汇总及与设计变化情况

从已实施的水土保持各项措施的数量和变更方案的对比来看，工程内容以全部在施工中得以体现，但部分措施和工程量有所变化以及优化，现就已实施的各措施与方案设计的水土保持工程量进行对比，对比情况详见下表：

表 3.5-4 水土保持措施变化情况表

项目分区	措施类型	措施	单位	变更方案 工程量	完成工 程量	对比情况	
间隔扩建工程区	工程措施	碎石铺垫	m ²	1500	1500	0	
	临时措施	彩条布覆盖	m ²	600	600	0	
线路工程区	工程措施	草甸剥离	万 m ³	0.17	0.17	0	
		表土剥离	万 m ³	0.58	0.58	0	
		表土回覆	万 m ³	0.58	0.58	0	
		整地	hm ²	17.61	17.84	+0.23	
		装土草袋拦挡	m	1138	1138	0	
		植物措施	草甸养护	hm ²	1.42	1.42	0
	草甸回覆		万 m ³	0.17	0.17	0	
	撒播草籽		hm ²	17.61	17.61	0	
	撒播灌草		hm ²	10.47	/	-10.47	
	栽植灌木		株	/	12017	+12017	
	生态袋护坡		m ²	7513	6010	-1502.6	
	临时措施	铺设棕垫	m ²	44058	44058	0	
		无纺布苫盖	m ²	79250	169996	+90746	
	其他施工临时占地区	工程措施	草甸剥离	万 m ³	0.1	0.1	0
			表土剥离	万 m ³	0.21	0.21	0
			表土回覆	万 m ³	0.21	0.21	0
			整地	hm ²	2.94	2.84	-0.1
		装土草袋拦挡	m	38	38	0	
植物措施		草甸养护	hm ²	0.84	0.84	0	
		草甸回覆	万 m ³	0.1	0.1	0	
		撒播草籽	hm ²	2.94	2.64	-0.30	
		撒播灌草	hm ²	0.67	0	-0.67	
生态袋护坡		m ²	79	0	-79		
临时措施	铺设棕垫	m ²	11388	11388	0		

水土流失防治措施监测结果

项目分区	措施类型	措施	单位	变更方案 工程量	完成工 程量	对比情况
			无纺布苫盖	m ²	13141	14143
施工道路 区	工程措施	草甸剥离	万 m ³	0.74	0.74	0
		表土剥离	万 m ³	1.24	1.24	0
		表土回覆	万 m ³	1.24	1.24	0
		整地	hm ²	20.35	20.35	0
		装土草袋拦挡	m	1392	1392	0
	植物措施	草甸养护	hm ²	6.73	6.73	0
		草甸回覆	万 m ³	0.74	0.74	0
		撒播草籽	hm ²	20.35	17.55	-2.80
		撒播灌草	hm ²	11.32	0	-11.32
		生态袋护坡	m ²	8315	6835	-1480
	临时措施	无纺布苫盖	m ²	103391	104118	+727.2
		铺设棕垫	m ²	6451	6451	0
		临时土质排水沟	m	9505	9505	0

通过对措施防治体系、工程量实施情况的对比可看出，本工程已完成了变更方案的全部防治措施类型，工程措施量基本无变化，但植物措施工程量有减少，临时措施工程量增加。

经分析，措施量变化的情况及引起的原因如下：

（1）工程措施量基本无变化

在变更报告编制时主体的扰动范围已基本形成，工程措施主要是统计已经实施的措施工程量及后续治理工程量；在主体工程结束后的施工过程中为了治理工程建设扰动带来的水土流失破坏均加大了投入力度进行整治。

（2）植物措施工程量减少

①实施面积因涉及占地责任移交，较变更方案减少；

如为减少高原面的破坏，部分施工道路被当地其他在建项目利用，项目用地因碾压无法得到恢复，办理用地移交协议。

②为提高植物成活率及植被盖度，部分斜坡处的塔基基面恢复采用灌木栽植代替撒播灌木籽。

（3）临时措施工程量增加

主要是在施工中需要大量的养护工作、无纺布苫盖措施量增加。

经分析，四川两河口水电站 500kV 送出工程分区水土流失布局基本按变更方案实施，基本遵循了水土保持变更批复方案的原则和要求。措施较为合理有效的起到了保护环境、减少水土流失的作用。

4.4.2 已实施的各类措施现场监测

以下是各防治分区实施措施的效果情况:

图 4-1 工程已实施的部分水土保持措施现场监测效果



	
<p>施工中土袋临时拦挡</p>	<p>道路回铺草甸</p>
	
<p>道路临时排水沟</p>	<p>苫盖无纺布</p>
	
<p>道路路面回覆表土</p>	<p>施工场地平整撒草恢复</p>
	
<p>土地平整撒草</p>	<p>塔基绿化植灌草</p>

4.4.3 水土保持措施防治效果评价

本项目建设单位十分重视水土流失防治工作，按照项目管理体系，认真督促各施工及时实施各项防治措施，水土保持设施建设前期由于水保意识较差，后期加大整改力度，多次以项目为典型，督促专项整改工作。

在项目建设过程中根据工程建设特点、施工情况、自然条件情况等，对工程发生的重大变更按照相关规定履行了水土保持变更手续，最终的水土保持措施通过工程措施与植物措施的有机结合，永久措施和临时措施的相互补充，因地制宜、有效地防治了建设区内因工程建设带来的扰动破坏。

完成工程措施包括表土/草甸剥离及回覆、碎石压盖、土地整治、草袋拦挡等；植物措施包括撒播草籽，栽植灌木、生态袋护坡；临时措施包括临时排水沟、彩条布、无纺布覆盖/铺垫、棕垫铺设等。

本工程针对塔腿处堆放的余土及道路填方边坡设置了拦挡和护坡，土石方能得到有效控制，拦挡的效果显著；已实施的植物措施已发挥作用，在防治地表径流的冲刷和侵蚀方面起到了显著效果，高原生态景观也得到了初步恢复。

已实施的水土保持措施能够较好地起到本项目保水固土的效果，水土保持效果明显，对项目区生态环境起到了积极的推动作用。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

水土流失面积即土壤侵蚀强度为轻度和轻度以上的土地面积。施工准备期主要是线路运输路线的构架等同时穿插线路土石方施工等内容，因此施工准备期与土建施工期无法明显划分时间节点。随着工程进度的推进，扰动土地面积，主要是线型项目扰动土地面积的扩大，形成工程建设最终的扰动区域，水土流失面积达到最大，侵蚀类型以水力侵蚀为主；但施工后期建（构）筑物及硬化地表（道路路面、塔基塔腿）的形成，这些区域不再发生明显的水土流失现象，水土流失面积又会减小。

根据本工程监测时段的安排，将水土流失面积按季度进行汇总，本工程的主体施工期是2020年8月至2021年10月，施工土建期主要在2020年底至2021年初，从2021年2季度开始的架线、附件、设备安装期及之后的整改及设备调试期。本工程各阶段水土流失面积见表5.1-1，动态变化情况见图5-1水土流失面积变化情况图。

表 5.1-1 各季度水土流失面积表 单位：hm²

时间	2020年 3季度	2020年 4季度	2021年 1季度	2021年 2季度	2021年3季度~2024年2季度
扰动面积	8.47	19.12	35.79	43.46	45.05

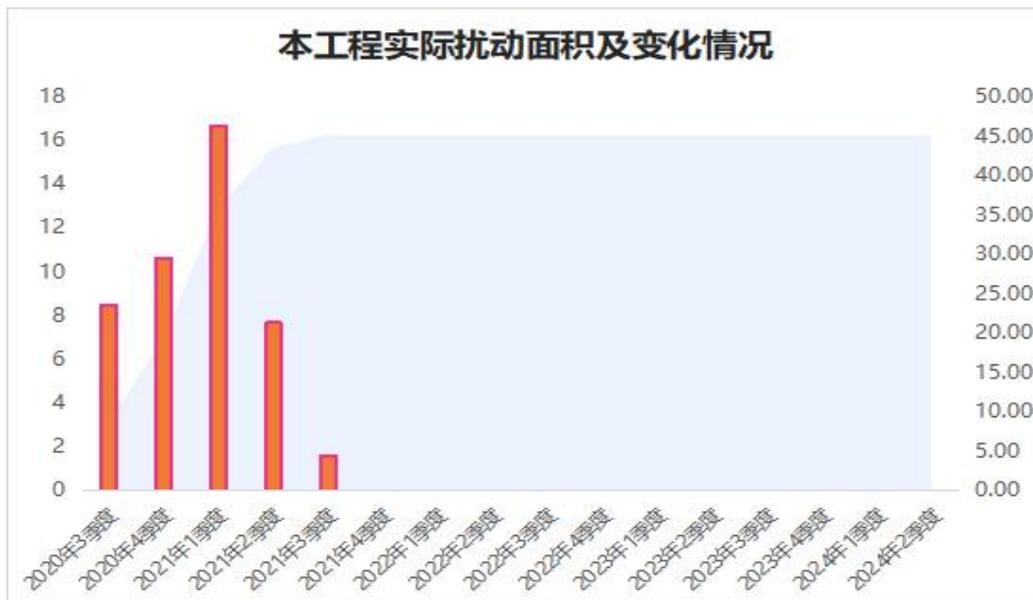


图 5-1 水土流失面积变化情况图

5.2 土壤流失量

5.2.1 地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，施工准备和土建期的土壤流失测算需分析划分工程施工中的地表扰动类型。由于同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致，不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同，为了客观地反映建设项目的水土流失特点，在实地调查的基础上，对项目在建设过程中按下垫面地表扰动形态进行分类。主要表现为四类，一般扰动地表、工程开挖面、堆积体、未扰动区等。

表 5.2-1 施工地表扰动类型分类表

扰动类型	明显扰动			未扰动区
扰动特征	一般扰动地表	开挖面	堆积体	原地貌
分类代号	1类	2类	3类	4类
分类依据	植被破坏、地表翻扰	土石质开挖坡面	土石方堆积体	不扰动区
主要区域	塔基施工临时占地 区、其它施工临时占 地区、道路整修	塔基削坡工作面、 施工便道挖方边坡	塔基施工临时堆土 区	原地貌、硬化地表、 或施工中无扰动区

5.2.2 防治措施分类类型划分

本项目实际实施的防治措施有斜坡防护工程、土地整治工程、植被建设工程、临时措施工程、降雨蓄渗工程等，项目实际实施的水土保持措施详见 4.1 章节。措施特别是拦挡和斜坡防护等措施实施后能起到防治和减少水土流失的作用，对于已实施措施区域应考虑已实施工程措施因子、植被恢复因子方面的影响。

5.2.3 土壤流失量计算方法

土壤流失量的获得通过本工程布设的监测点、划分的监测分区和整个监测范围三个不同的空间尺度进行分析。

(1) 监测点的土壤流失量通过监测数据计算得到，获得数据的方式参考 1.3.5。

(2) 监测分区的土壤流失量可在分析本监测分区内各监测点空间分布的基础上，通过监测点土壤流失量拟合得到，采用简单平均数加法，按下式进行计算：

$$S_j = \frac{A_j}{n} \sum_{i=1}^n S_j$$

式中： S_j ——第 j 个监测分区的土壤流失量 (t)；
 A_j ——第 j 个监测分区的面积 (km^2)；
 n ——第 j 个监测分区内监测点数量 (个)；
 S_i ——由第 i 个监测点观测数据计算的单位面积土壤流失量 (t/km^2)；
 j ——监测项目划分的监测分区数量 (个)；
 i ——某监测分区内土壤流失量监测点数量 (个)， $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

(3) 监测范围的土壤流失量可由各监测分区的土壤流失量加和得到。

$$S_T = \sum_{j=1}^m S_j$$

式中： S_T ——监测范围内的总土壤流失量 (t)；
 S_j ——第 j 个监测分区的土壤流失量 (t)；
 m ——监测分区数量 (个)。

5.2.4 土壤流失量监测结果

(1) 监测点数据采集汇总

由于沿线地形地貌基本相同，本工程典型选点在不同的监测分区共设置监测点 11 个，由于工程建设的特点，换流站扩建工程为点型集中扰动，由于工程在前期场平的基础上进行建设，不再改变微地形地貌，且施工场地控制在围墙范围内，场地较平整且已建设施对水土流失进行了防治，不是水土流失的重点区域。

线路的塔基及塔基施工临时占地点位虽分散但总体地形地貌相似，主要是高原高山区，一般为斜坡塔位和山脊塔位，地势条件较差，且点位约占 75%，是产生水土流失的重点区域。施工便道区的填方边坡（特别是转弯部分）及路面，在强降雨条件下形成侵蚀沟槽，其水土流失量也较大。

在监测时段内监测点流失量获得的方式一是采取通过监测设施、设备得到的某个时段内的定位观测（如侵蚀沟测量、降雨前后观测场测量）的数据；二是结合监测点位实测的坡面面积、坡长、降雨因子、土壤可蚀性因子、植被覆盖因子及施工扰动方式，利用数学模型公式来综合考虑。

施工准备期及施工期各监测点位的流失量（2020 第 3 季度~2021 年 3 季度）计算结果如表 5.4-1。

2021年10月以后的监测则主要以样方调查植被恢复率、各类措施实施效果为主。

(2) 侵蚀模数的确定

① 原地貌侵蚀模数

参照批复的水土保持方案背景取值、遥感调查成果及外业实地调查占地情况，对项目建设区的地形地貌、气候、植被、水土流失现状等进行了详细分析，确定原地貌水土流失以水力侵蚀为主，土壤侵蚀程度为轻度、中度为主，沿线水土流失平均背景值确定为 $779\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

② 施工准备及施工期土壤流失量的确定

参照 5.2.3 的计算方式，由代表性的监测点位流失量推导监测分区流失量和侵蚀模数。根据监测结果，施工准备及施工期土壤侵蚀模数推算值为 $2985\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

③ 林草恢复期侵蚀模数确定

在 2021 年第三季度（10 月）后，主体工程完工，建构筑物固化成形，进入林草恢复期。

2021 年 10 月后侵蚀模数的推算与防治措施和流失时段有较大的关系，各类型区侵蚀模数按林草恢复盖度、降雨量、土壤侵蚀因子及措施影响因子进行确定，强流失时段主要指雨季（集中在 2、3 季度），次流失时段为（集中在 1、4 季度），根据监测结果，林草恢复期土壤侵蚀模数推算值第一年为 $2200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，第二年为 $1376\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(3) 监测时段内的水土流失量

通过汇总监测季报数据，本工程 2024 年 3 季度（目前不足一个季度，将纳入总结报告中考虑）及之前的水土流失总量为 3190t，平均土壤侵蚀模数为 $1770\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

经调查，已实施的水土保持工程防护措施保存完好、运行正常，大部分植物措施达到 0.4 盖度以上。截至现场监测服务期末（2024 年 8 月底），7~8 月为强流失时段，计流失量 112.6t，本工程 4 年实际产生水土流失量为 3189t。

表 5.4-5 施工准备及施工期监测分区水土流失量及平均土壤侵蚀模数

指 标		累计流 失面积 (hm ²)	2020 年		2021 年				2022 年				2023 年				2024 年		流失 总量 (t)	平均土壤 侵蚀模数 (t/km ² ·a)
			S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2		
变电站扩 建工程	间隔扩建区	0.26		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
线路工程	塔基及塔基施 工临时占地区	18.27		72.35	14.05	306.87	380.03	16.01	5.37	207.87	303.73	24.85	6.54	142.36	203.78	12.03	0	28.48	1804	2507
	其他临时施工 区	5.1		0.00	0.17	43.01	56.74	2.18	0.73	33.24	27.14	1.75	0.46	10.05	14.38	0.85	0	3.65	194	1588
	施工道路区	7.05		5.54	18.97	161.54	334.55	17.06	5.73	141.35	228.50	15.78	4.15	90.42	129.43	7.64	0	22.13	1191	1251
合 计		45.05	99.79	77.89	33.19	511.42	771.31	35.25	11.83	382.46	559.37	42.38	11.1 6	242.82	347.59	20.53	0	54.26	3189	1770
			117.68		1351.16				996.04				622.10				54.26			

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程未设取料场和永久弃渣场，经监测，变电站扩建和线路工程在施工过程中的挖填转换周期短暂，且大部分开挖、回填工程避开了雨季施工，且进行了转运堆存，过程中有彩条布、土袋临时覆盖、拦挡措施，但初期存在滞后性，临时堆土未产生较大的新增水土流失，全部回填，本工程未外设弃渣场，余土在基面内处置的，通过增设草袋挡墙及生态袋护坡进行防护，从 2020 年 8 月至 2021 年 10 月，本项目累计有 4 处土石方堆放存在潜在土壤流失情况，主要表现为拦挡措施不及时、不完善和挡墙外有未拦挡零星堆土情况，具有一定的潜在流失。

经督促整改后，已补充相应的拦挡措施并将外侧的坡面土石渣进行了清理回基面平整。

5.4 水土流失危害

本工程水土流失主要发生在施工期，施工扰动破坏了大量地表和植被，使原表土/草甸层剥离形成裸露地表，失去原有植被的防冲固土能力，导致土层变薄，质地变粗，肥力下降、水分涵养能力降低，制约了经济发展和生活水平的提高，同时恶化了施工区域生态环境，使植被覆盖率降低，土壤营养元素流失，土质恶化等。为控制好水土流失、减小水土流失危害，施工期按照“水保报告书”要求实施了各项水土保持防治措施，加强表土资源保护的同时，进一步改善了扰动区域生态形象。根据现场监测情况，本工程在监测的建设及运行期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 水土流失治理度

根据四川两河口水电站 500kV 送出工程监测结果,本工程实际扰动地表面积 45.05hm²,水土保持措施合格面积 40.16hm²,工程中修筑永久建筑物及场地、基础硬化、道路路面等面积 3.74hm²,水土流失治理度为 97.45%。

各分区防治情况详见表 6.1-1。

表 6.1-1 水土流失治理情况统计表

防治分区	扰动面积 (hm ²)	移交责任面积 (hm ²)	建构筑物及硬化区域面积 (hm ²)	水土保持措施面积 (hm ²)			水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
				工程措施	植物措施	小计		
(参数代号)	a		b	c	d	e	f	A
(计算公式)							b+e	f/a
间隔扩建工程区	0.20		0.05	0.15		0.15	0.20	100.00%
塔基及其施工临时占地	17.99		0.34		17.61	17.61	17.95	99.78%
其他施工临时占地	3.06	1.12	0.10	1.12	1.84	2.96	3.06	99.98%
施工道路区	23.80	5.13	3.25	3.04	16.40	19.44	22.69	95.35%
小计	45.05	6.25	3.74	4.30	35.86	40.16	43.90	97.45%

6.2 渣土防护率

渣土防护率是采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。目前四川两河口水电站 500kV 送出工程主体及后续的整改工作已实施完毕,现场不存在临时堆土。根据施工资料,本工程共产生余方 1.62 万 m³,未单独设置弃渣场。余方中 1.00 万 m³ 作为弃方运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场堆放,该渣场有完善的拦挡措施,取得同意堆放协议,运渣过程中也未出现沿途遗撒及相关遗漏事故。余方中 0.62 万 m³ 均属于塔基余土(约 97 处),在塔基及其施工临时占地范围内摊平处理(约 50 处)或堆置于塔腿下方,其中涉及斜坡塔位设置草袋、生态护坡 13 处,共计采取拦挡措施的余土量为 0.55 万 m³;因此本工程实际拦渣量为 1.55 万 m³,拦渣率为 95.68%。

6.3 表土保护率

表土保护率=保护的表土量/可剥离表土总量×100%。

根据施工资料及成果调查,本工程可剥离表土量为 4.48 万 m³,表土实施剥离防护 3.04 万 m³,现已全部回覆利用,塑料布铺垫保护表土/草甸 1.40 万 m³,

可有效的防止水土流失，工程的表土保护率 99.11%。

6.4 土壤流失控制比

项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，根据各防治责任分区的治理情况，输变电工程本身产生的松散土量小，虽然新增了施工道路，但在高原宽缓面上，经治理和恢复，采取了表土/草甸回铺、撒播草籽、栽植灌木、坡脚草袋及生态袋护坡等防治措施控制，从目前来看全线植被已基本得到恢复，各区水土流失得到了较为有效的控制，结合经现场调查，根据确定治理后的平均土壤流失模数，得出治理后的土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，因此项目建设区土壤流失控制比为 1.00。

6.5 林草植被恢复率

根据本工程建设条件和工程总布置，根据调查，本工程有约 0.39hm^2 为扩建硬化地坪、铁塔基础等用地，约 3.35hm^2 用地为整（扩）修道路路面、停车坪等无条件恢复植被用地，共计 3.74hm^2 ；变电站扩建区碎石铺设 0.15hm^2 ，浆砌石护坡、整地和治理合格后移交因其他工程使用无法植被恢复的面积 4.15hm^2 ，本工程可恢复植被面积为 37.00hm^2 。本工程植物措施达标面积为 35.86hm^2 ，故本工程林草植被恢复率为 96.90%，达到水土保持方案确定的防治目标。

6.6 林草覆盖率

项目建设区面积为 45.05hm^2 ，林草植被面积（投影面积） 35.86hm^2 。经计算，本项目林草覆盖率为 79.59%。项目建设区及各防治分区林草覆盖率详见表 6.5-1。

项目建设区及各防治分区植被恢复系数详见表 6.5-1。

表 6.5-1 植被恢复情况统计表

防治分区		防治责任面积 (hm^2)	可恢复植被面 积 (hm^2)	植物措施达 标面积 (hm^2)	林草植被 恢复率	林草覆盖 率
扩建区	间隔扩建占地区	0.20	0.00	0.00		0.00%
线路工 程区	塔基及临时占地区	17.99	17.65	17.61	99.77%	97.89%
	其它施工临时占地区	3.06	1.84	1.84	99.97%	60.25%
	施工临时道路区	23.8	17.51	16.40	93.68%	68.92%
合计		45.05	37.00	35.86	96.90%	79.59%

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

(1) 造成水土流失面积的变化：本工程在施工准备期及施工期间，需要进行施工道路路基开挖填筑、施工场地的平整、塔基的开挖和填筑，主要的土石方施工活动主要集中在2020年第4季度和2021年第一、二季度，工程建设对原地形地貌和地表植被产生了扰动和破坏，随着工程的进程不断深入，扰动地表面积随之增大，本工程在施工中因建设需要新增了施工临时道路，导致防治责任范围增加，造成水土流失面积达到45.05hm²，较原方案批复增加了24.21hm²。

林草恢复期随着地表主体工程基础固化物的建成及施工活动的结束，其水土流失强度影响逐渐减少，但由于施工单位水土保持防治措施不够完善，施工结束后因项目建设形成的塔基基面、道路路基及各类边坡松散堆填面，开挖裸露面未得以及时修复，在降雨条件下仍然产生水土流失，林草恢复期间仍然存在水土流失量。

由于项目涉及重大变更，建设单位按照法律法规要求委托方案变更单位按照项目实际变化情况开展了措施变更方案的编报，同时组织施工单位对现场进行专项水保措施治理。实际造成水土流失面积与变更方案一致为45.05hm²。对工程区内造成水土流失的区域增加了坡面治理、植被恢复、余土拦挡等措施，补充水土保持植物措施，使得水土流失在防治措施实施后得到一定的控制，监测期间本工程水土流失尚未造成水土流失危害。

(2) 工程土石方量

根据2020年原批复的水土保持方案报告土石方开挖量共计6.89万m³；回填量5.19万m³，产生余土1.70万m³，均采用在工程区就近在变电站预留用地、塔基区及塔基施工场地等占地范围内摊平处理。

施工过程中因为新增施工道路和线路优化，导致土石方工程量发生变化。项目于2021年下旬主体建成，实际土石方量挖填量有所增加。

2024年批复的水土保持变更方案报告根据实际进行统计，土石方开挖量共计12.82万m³，土石方回填量共计11.20万m³，余方1.62万m³，余方中0.62

万 m³ 在塔基及其施工临时占地范围内摊平处理，余方中 1.00 万 m³ 作为弃方运至雅砻江两河口水电站左下沟 3#渣场堆放。

(3) 水土流失防治目标及达标情况

本工程防治标准等级执行建设类青藏高原一级标准，变更方案确定的目标值为：水土流失治理度 85%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 87%，表土保护率 90%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 18%。

经计算及综合分析，本工程通过补充水土保持措施，逐渐形成了以工程措施和植物措施为主的水土流失防治措施体系，建设区范围内扰动土地整治率、水土流失总治理度和林草覆盖率能达到目标值，本工程植物措施（含补充植物措施）主要施工时间为 2021 年 8 月~2024 年 8 月，共按可恢复植物措施（投影）面积实施 37.00hm²，但项目区生态脆弱，部分区域存在初期恢复盖度不满足要求后续进行补植，现阶段合格面积 35.86hm²，植被恢复效果已展现。本工程各项指标达到：水土流失治理度 97.45%，土壤流失控制比 1.00，渣土防护率 96.90%，表土保护率 99.11%，林草植被恢复率 96.90%，林草覆盖率 79.59%。

7.2 水土保持措施评价

(1) 水土保持措施体系布局

建设单位经过督促整改，工程建设过程中形成了工程措施、临时措施相结合的水土流失防治措施体系，整体措施体系较完备，能满足工程区内水土流失防治需要。

(2) 水土保持措施数量变化情况

由于本工程水保方案在施工过程中发生了重大变更，其水保措施相应发生了变化，水土保持变更方案结合工程建设中已实施的水保措施，对存在水土流失隐患的部位有针对性的布设了水土保持措施，因此工程实际实施的水土保持措施量与水土保持方案报告书中设计的水土保持措施量基本一致，但部分区域因为涉及用地占用、场地移交及提高防治效果等因素工程量（主要是植物措施）略有调整。

总体来看，完成的水土保持措施满足水土流失防治要求，各项措施布局合理，达到控制和减少水土流失的目的。布设的临时防护措施满足防治水土流失要求，有效的减少了水土流失。

（3）水土保持措施适宜性情况

截至目前工程区的各类措施已完成并发挥效益，按照水保方案报告书设计成果实施的各项水保措施与主体工程的适宜性较好，发挥了良好的水土保持作用。同时在工程建设过程中针对工程施工实际情况对部分工程、植物和临时水土保持措施进行了优化和调整，增强了各类水土保持措施与主体工程和项目区区域景观的适宜性。

（4）水土保持措施运行维护情况

建设单位重视已有水保措施的管护，工程试运行后，本工程运行维护单位结合线路巡检对项目区（变电站扩建及线路塔基）已实施的植被建设、土地整治、生态袋防护、草袋拦挡等措施进行定期巡视，并对不完善措施及时修整、补植，确保已有工程措施运行良好。

（5）水土保持措施总体效果评价

本工程施工过程中实施的各项水土保持措施基本控制了工程建设造成的新增水土流失，发挥了水土保持作用；本项目完成了治理任务，达到了水土流失防治目标，使工程区生态环境得到有效恢复。

7.3 存在问题及建议

在本工程中虽已按照防治体系完成了相应的防治措施任务，经过各参建单位的共同努力，四川两河口水电站 500 千伏送出工程基本完成了各项水土保持设施建设任务，总体上建立了比较完善的水土保持综合防护体系，水土保持防护措施布局基本合理，防治效果明显。在工程水保设施验收后，运行单位需继续加强对水土保持设施的管护，以保障其正常发挥水土保持功能，维持其措施持续发挥效果。

7.4 综合结论

根据项目水土保持监测，比照土壤侵蚀背景状况及调查监测结果的分析，工程建设发生重大变更后，按照要求补充编报了水保变更方案，落实了经批复的水保变更方案设计实施的各项措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

（1）通过对全区调查资料进行分析，项目建设期因工程建设施工不可避免的扰动和破坏防治责任范围内的原地貌增加了水土流失强度和程度。

(2) 各个分区的各项水土保持措施基本到位，已实施的水土保持措施质量和运行状况能满足方案和设计的要求，水土流失治理度、渣土保护率、土壤流失控制比等六项指标均达到了水保变更方案中提出的水土流失防治目标。对周边环境影响较小。

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图
- (3) 防治责任范围图

8.2 有关资料

- (1) 监测影像资料
- (2) 监测实施方案（另见分册）
- (3) 监测季报、年报