

水保监测(川)字第 0047 号

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程

水土保持监测总结报告

建设单位：国网四川省电力公司绵阳供电公司

编制单位：四川河川科技有限公司

二〇二三年六月

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程

水土保持监测总结报告

责任页

(四川河川科技有限公司)

批准：贺雷 贺雷

核定：王冠勇 王冠勇

审查：江贤聪 江贤聪

校核：贺丽 贺丽

项目负责人：张伟 张伟

监测技术人员名单：

姓 名	职 称	承担章节	签 名
邱代辉	工程师	第 1~2 章	邱代辉
李 梦	工程师	第 3~4 章	李梦
熊 建	工程师	第 5 章	熊建
付虹霖	工程师	第 6~7 章	付虹霖

目 录

目 录	1
前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 建设项目概况	4
1.2 水土保持工作情况	10
1.3 监测工作实施情况	12
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	23
3.5 其他重点部位监测结果	26
4 水土流失防治措施监测结果	27
4.1 工程措施监测结果	27
4.2 植物措施监测结果	29
4.3 临时防护措施监测结果	30
4.4 水土保持措施防治效果	32
5 土壤流失情况监测	33
5.1 水土流失面积	33

5.2 土壤流失量	33
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	36
5.4 水土流失危害	36
6 水土流失防治效果监测结果	37
6.1 扰动土地整治率	37
6.2 水土流失总治理度	38
6.3 土壤流失控制比	38
6.4 拦渣率	39
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率	39
6.6 实际完成防治指标与防治目标情况	39
7 结论	41
7.1 水土流失动态变化	41
7.2 水土保持措施评价	42
7.3 存在的问题与建议	43
7.4 综合结论	43
8 附图及有关资料	44
8.1 附图	44
8.2 有关资料	44

前言

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程的建设满足成兰铁路可靠用电需求。

工程于 2018 年 4 月 25 日获得四川省发展和改革委员会核准文件《四川省发展和改革委员会关于成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程项目核准的批复》（川发改能源〔2018〕196 号），2018 年 1 月，成都城电电力工程设计有限公司绵阳分公司完成本工程初步设计报告，并于 2018 年 8 月 14 日取得国网四川省电力公司批复（川电建设〔2018〕239 号）；2018 年 6 月，完成施工图设计。

工程由曲山 220kV 变电站间隔扩建工程、桑枣 220kV 变电站间隔扩建工程、曲山至高川牵引站 220kV 线路工程和桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程四部分组成。

项目建设地点位于四川省绵阳市安州区和北川县。

水土流失防治责任范围面积 9.86hm²，工程土石方总挖方 2.72 万 m³，填方 2.24 万 m³，间隔扩建和线路工程共产生余方 0.48 万 m³。

工程动态总投资 11692 万元，其中土建投资 3658 万元。

工程建设工期为 2019 年 5 月～2023 年 6 月，总工期 50 个月，由于高川牵引站建设工期及场地限制，本工程 2021 年 5 月～2023 年 5 月停工，曲山～高川 220kV 线路工程高川牵引站站外终端塔于 2023 年 5 月开工建设，2023 年 6 月完工。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》等法律法规和有关文件规定，为了对开发建设项目施工过程中的水土流失进行适时监测和监控，了解项目水土保持方案实施情况，掌握建设过程中水土流失发生的时段、强度等情况，及时采取相应的防控措施，最大限度地减少水土流失，2020 年 7 月，受建设单位委托，四川河川科技有限公司（以下简称：我单位）承担该工程的水土保持监测工作。

根据合同要求，我单位及时组织监测技术人员前往现场，开展水土保持工程效益监测工作。监测技术人员在全面搜集区域水文、气象、地形地貌、土壤植被、土地利用等资料的基础上，对项目区已建的水土保持工程措施和植物措施进行了

现场调查监测和巡查,我公司先后编制完成并提交和报送 2020 年 3~4 季度、2021 年 1~4 季度、2022 年 1~4 季度和 2023 年 1 季度监测成果,并于 2023 年 6 月完成水土保持监测总结报告。

在水土保持监测过程中,我单位得到了各参建单位的积极配合,各级地方的水行政主管部门、施工单位、监理单位、水土保持方案编制单位和设计单位的大力支持,在此一并表示衷心感谢!

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标												
项目名称		成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程										
建设规模	2 个变电站间隔扩建，新建 220kV 线路 59.719km，新建铁塔 138 基			建设单位、联系人		国网四川省电力公司绵阳供电公司、胡晓东						
				建设地点		绵阳市安州区和北川县						
				所属流域		长江流域						
				工程总投资		11692 万元						
				工程总工期		50 个月						
水土保持监测成果												
监测单位		四川河川科技有限公司				联系人及电话		贺雷(15882106196)				
自然地理类型				低中山地貌		防治标准		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		2、防治责任范围监测		现场调查、遥感监测				
		3、水土保持措施情况监测		现场调查、遥感监测		4、防治措施效果监测		现场调查、巡查、遥感监测				
		5、水土流失危害监测		现场调查、巡查、遥感监测		6、水土流失背景值		2560t/km ² -a				
批复方案防治责任范围				13.85hm ²		土壤容许流失量		500t/km ² -a				
水土保持投资				207.11 万元		水土流失目标值		500t/km ² -a				
防治措施		工程措施: 浆砌石护坡 394m ³ , 浆砌石排水沟 1165m, 覆土 2860m ³ , 剥离表土 2860m ³ , 铺碎石 580m ² , 复耕 0.64hm ² ;										
		植物措施: 撒播灌草籽面积为 9.03hm ² ;										
		临时措施: 密目网 13500m ² , 防护网 3267m ² , 防雨布 9250m ² , 土袋 2500m ³ 。										
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%	99.7%	水土保持措施防治面积		9.79hm ²	永久建筑物占压面积	0.04hm ²	扰动土地总面积	9.86hm ²
		水土流失总治理度		98%	98.37%	水土流失总面积		9.82hm ²	水土流失治理达标面积		9.66hm ²	
		土壤流失控制比		0.8	1.0	容许土壤流失量		500t/km ² -a	监测土壤流失情况		500t/km ² -a	
		拦渣率		95%	97.92%	采取措施后实际拦挡的弃土量		0.47 万 m ³	弃土总量		0.48 万 m ³	
		林草植被恢复率		99%	99.00%	植物措施面积		9.03hm ²	工程措施面积		0.76hm ²	
		林草覆盖率		28%	90.67%	可恢复林草植被面积		9.03hm ²	林草类植被面积		8.94hm ²	
		水土保持治理达标评价		水土保持措施实施完成后，六项指标均达到水土保持方案确定的防治目标。								
	总体结论		工程水土保持设施全部建设完成，工程质量合格，防治效果明显。									
	主要建议		进一步加强建成后的水土保持设施运行期管护，加强林草植被的管护，使水土保持工程效益持续发挥。									

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 项目地理位置

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程由曲山 220kV 变电站间隔扩建工程、桑枣 220kV 变电站间隔扩建工程、曲山至高川牵引站 220kV 线路工程和桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程四部分组成。

曲山 220kV 变电站位于绵阳市北川县擂鼓镇北端的盖头村。

桑枣 220kV 变电站位于绵阳市安州区桑枣镇。

曲山至高川牵引站 220kV 线路工程从曲山 220kV 变电站至高川牵引站，线路全长 40.258km，途径绵阳市安州区和北川县。

桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程从桑枣 220kV 变电站至高川牵引站，线路全长 19.461km，线路全线位于绵阳市安州区。

本工程位于绵阳市安州区和北川县境内。

1.1.1.2 项目工程特性

表 1-1 成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程特性表

一、项目简介				
项目名称		成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程		
工程等级		电压等级：220kV		
工程性质		新建工程		
建设地点		绵阳市安州区和北川县		
建设规模	变电站工程	曲山 220kV 变电站间隔扩建工程	曲山 220kV 变电站现有围墙内扩建出线间隔 1 个至高川牵引站	
		桑枣 220kV 变电站间隔扩建工程	桑枣 220kV 变电站现有围墙内扩建出线间隔 1 个至高川牵引站	
	线路工程	曲山至高川牵引站 220kV 线路工程	送电线路长度	40.258km
			塔基数量	92 基（利旧 6 基）
			额定电压	220kV
			回路数	单回
		桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程	送电线路长度	19.461km
			塔基数量	52 基
			额定电压	220kV

建设项目及水土保持工作概况

			回路数	单回	
二、工程组成及占地情况 单位: hm ²					
项 目		永久占地	临时占地	小 计	备 注
曲山 220kV 变电站间隔扩建工程	间隔扩建占地	0.06		0.06	站内扩建
桑枣 220kV 变电站间隔扩建工程	间隔扩建占地	0.01		0.01	站内扩建
曲山至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	0.86		0.86	新建 86 基塔
	塔基施工临时占地		2.07	2.07	
	牵张场占地		0.44	0.44	13 处牵张场
	跨越施工临时占地		0.20	0.20	20 处跨越架
	人抬道路占地		2.93	2.93	新修人抬 30.0km
	小 计	0.86	5.64	6.50	
桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	0.57		0.57	52 基塔
	塔基施工临时占地		1.21	1.21	
	牵张场占地		0.24	0.24	7 处牵张场
	跨越施工临时占地		0.17	0.17	17 处跨越架
	人抬道路占地		1.10	1.10	新修人抬 12.5km
	小 计	0.57	2.72	3.29	
合计		1.50	8.36	9.86	
三、工程土石方量（万 m ³ ，自然方）					
项 目		土石方工程量			
		挖方	填方	余土	备注
间隔扩建工程		0.03	0.01	0.02	塔基征地范围内处置
曲山至高川牵引站 220kV 线路工程		1.65	1.35	0.30	
桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程		1.04	0.88	0.16	
合 计		2.72	2.24	0.48	

1.1.1.3 项目组成

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程由曲山 220kV 变电站间隔扩建工程、桑枣 220kV 变电站间隔扩建工程、曲山至高川牵引站 220kV 线路工程和桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程四部分组成。

(1) 曲山 220kV 变电站间隔扩建工程

1、变电站概况

曲山 220kV 变电站位于北川县擂鼓镇北端的盖头村, 配电装置采用户外 GIS 布置, 于 2014 年投运。

2、本期建设规模

本期在曲山 220kV 变电站现有围墙内扩建出线间隔 1 个至高川牵引站, 户

外 GIS 双母线、母线侧隔离开关及接地开关。本扩建工程为站内扩建，用地面积 0.06hm²，不需新增征地。

(2) 桑枣 220kV 变电站间隔扩建工程

1、变电站概况

安县桑枣 220kV 变电站地处绵阳市安州区桑枣镇，于 2003 年投运。

2、本期建设规模

本期在桑枣 220kV 变电站现有围墙内扩建出线间隔 1 个至高川牵引站，本扩建工程为站内扩建，用地面积 0.01hm²，不需新增征地。

(3) 曲山至高川牵引站 220kV 线路工程

线路从曲山 220kV 变电站出线后，利用已建曲山至东兴 220kV 双回铁塔单侧挂线至印把石分支点，右转穿越已建 500kV 茂潭 I、II 线，向西南方向走线，经水塘坪在荆竹园附近左转穿越在建 500kV 路乐 I、II 线，继续向西南方向走线，经坪坪头翻过南华岭至安州区境内，在牛角岩左转向南方向走线，经梯子岩、贺家坪、干河坝至香炉山右转，改向西南方向走线，经双石墩跨过 2 条 35kV 线路，经瓦窑沟、龙家山改向西走线，经金塘坪、响水岩进入 15mm 冰区翻过夜火槽至车乐坪半山腰，改为 10mm 冰区走线，经河沙堰、二郎庙至 220kV 高川牵引站东北侧大左转进入牵引站进线间隔。线路全长 40.258km，曲折系数为 1.09，新建铁塔 86 基，利旧 6 基，经绵阳市北川县、安州区两个行政区域。

(4) 桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程

线路出桑枣站后连续左转跨越 3 条 110kV 线路。在二级保护区内基本平行已建的 110kV 枣晓线走线。在三级保护内基本平行已建的 35kV 秀雄线走线，至五显庙，经杨家湾、两河村东侧，经金塘坪向西方向走线至西帮安北侧，翻超车乐坪林场，经二郎庙至高川牵引站。线路路径全长 19.461km，曲折系数 1.22，新建铁塔 52 基，经绵阳市安州区一个行政区域。

1.1.1.4 项目投资

工程动态总投资 11692 万元，其中土建投资 3658 万元。

1.1.1.5 建设工期

实际建设工期为 2019 年 5 月~2023 年 6 月，总工期 5 个月，其中基础施工工期：2019 年 5 月~2020 年 6 月；铁塔组立工期：2019 年 11 月~2020 年 10 月；

放线工期：2020 年 1 月 ~ 2023 年 6 月。

由于高川牵引站建设工期及场地限制，本工程 2021 年 5 月 ~ 2023 年 5 月停工，曲山 ~ 高川 220kV 线路工程高川牵引站站外终端塔于 2023 年 5 月开工建设，2023 年 6 月完工。

1.1.1.6 工程占地情况

总占地面积为 9.86hm²，其中永久占地 1.50hm²，临时占地 8.36hm²，主要占地类型为林地、草地和耕地。

1.1.1.7 工程土石方量

本工程总挖方 2.72 万 m³（其中表土剥离 0.28 万 m³），填方 2.24 万 m³（其中表土回覆 0.28 万 m³），间隔扩建和线路工程共产生余方 0.48 万 m³。

变电站间隔扩建工程余土运至站外终端塔及其施工临时占地范围内平摊处理，线路工程余方主要来自送电线路塔基基坑挖方，由于线路塔位具有沿线路分布、点分散的特点，各个塔基产生的余土就地平摊于塔基区内进行夯实，并按有关规定进行放坡，余土堆放达到自然稳定状态。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

北川县全境皆山，峰峦起伏，沟壑纵横，山脉大致以白什、外白为界，其西属岷山山脉，其东属龙门山脉，境内插旗山的最高峰海拔 4769m，最低点香水渡海拔 540m，相对高差 4229m。地势西北高，东南低，由西北向东南平均每公里海拔递减 46m。

安州区西北部系龙门山脉，地势较高。高川乡境内的大光包海拔 3047m，为县境内最高点。茶坪乡境内的千佛山海拔 2942.2m，睢水镇境内的大柏岩主峰海拔 2417m。根据地貌成因和地表形态，安县地貌可分为平坝、丘陵（台地）、山地三种类型。山地分布在晓坝—沸水—睢水一线的西北部（包括茶坪、高川两乡全部）。

本工程线路均为低中山地貌，其中曲山至高川牵引站 220kV 线路工程沿途海拔 1000 ~ 1900m；桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程沿途海拔 600 ~ 1900m。

1.1.2.2 气象

本工程所经行政区域为绵阳市安州区和北川县，属亚热带湿润季风气候区，其中北川县多年平均气温 16.2°C 、大于等于 10°C 积温 5107.6°C 、年蒸发量 1216.7mm 、多年平均降水量 1280mm ，年无霜期 290 天、多年平均风速 1.6m/s ，最大风速 17m/s ，主导风向偏北风、大风日数平均 2.3 天，最多 14 天，雨季为 5~9 月。

安州区多年平均气温 16.3°C 、大于等于 10°C 积温 5354.4°C 、年蒸发量 1084.26mm 、多年平均降水量 1261mm ，年无霜期 300 天、多年平均风速 1.6m/s ，最大风速 16m/s ，主导风向偏北风、大风日数平均 2.3 天，最多 14 天，雨季为 5~9 月。

1.1.2.3 水文

本线路将跨越几条小河流，河上无水电设施。跨越处地形深切，山高谷窄，河槽宽度均小于 50m ，河道属稳定河段，无变迁影响；线路跨河断面设计洪水水位变幅只有几米，线路跨越较大的河流为安昌河源头河流苏包河与茶坪河，跨河塔位高出河床 100m 以上，线路不受洪水影响。

茶坪河属安昌河流域涪江水系，是安昌河上游支流，流域面积 303km^2 。流域发源于千佛山南华岭西侧，位于著名的鹿头山暴雨区中心。全年降雨充沛，水源丰富。流域地势为深山区，冬季气候寒冷。海拔 2500m 以上山峰（千佛山）积雪长达 4 个月，河流有融雪水补给，同时地下水丰富，有四季不竭的山泉，因而枯水期流量较大，常年枯水期流量 $3 \sim 4\text{m}^3/\text{s}$ 。该河上设有小坝水文站（集雨面积 230km^2 ），水文站下游 3km 处是一大渠进水口，其下 11km 处有大支流苏保河在安州区城郊从左岸汇入，汇口以下称安昌河。

1.1.2.4 土壤

北川县土壤呈带状分布，自下而上依次为黄壤、黄棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土和高山草甸土。按照土壤分类系统，北川县土壤有 11 个土类、15 个亚类、16 个土属、35 个土种。

安州区土壤质地以岩层土类为主，次为壤土、粘土，粗骨性很强。区域境内沿海拔高度增加，土壤依次为黄壤、黄棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土和高山草甸土，土壤酸碱度适中，有机质含量较高，适合多种植物生长。

项目区土壤的垂直分布：海拔 1200m 以下主要为黄壤，1200~2800m 主要为黄棕壤，2800~3000m 主要为暗棕壤，3000~3900m 主要为亚高山草甸土，3900~4200m 主要为高山草甸土。

工程线路沿线海拔 600~1900m，土壤以黄壤土为主，土壤质地为重壤土，有机质含量较丰富，含氮量较高，土壤以中性偏酸性为主，土壤抗蚀性较强。

1.1.2.5 植被

北川羌族自治县森林资源丰富，植被呈带状分布，自下而上依次为常绿阔叶林，常绿落叶混交林、针阔叶混交林、亚高山灌丛草甸、高山草甸。还拥有珙桐、红豆杉等多种国家一级珍稀植物。北川羌族自治县有自然保护区 3 个，其中国家级自然保护区 2 个，全县自然保护区面积 65835hm²，其中国家级自然保护区面积 44385hm²。县境已知植物 243 科 823 属 1896 种，其中高等植物中的苔藓植物 47 科 92 属 153 种，蕨类植物 28 科 58 属 147 种，裸子植物 7 科 14 属 26 种，被子植物 130 科 607 属 1532 种；低等植物中的大型真菌有 39 科 77 属 124 种。野生植物 1000 余种，其中已知的树木有 83 科 176 属 327 种；牧草 61 科 174 属 243 种，药用植物 549 种。

安州区有森林面积 503.13km²，区境已知植物 243 科 823 属 1896 种，其中高等植物中的苔藓植物 47 科 92 属 153 种，蕨类植物 28 科 58 属 147 种，裸子植物 7 科 14 属 26 种，被子植物 130 科 607 属 1532 种；低等植物中的大型真菌有 39 科 77 属 124 种。野生植物 1000 余种，其中已知的树木有 83 科 176 属 327 种。牧草 61 科 174 属 243 种，药用植物 549 种。区境植物区系具有以下特征：种类丰富。从苔藓、蕨类、裸子到被子植物种类丰富，分布了大量的温带属和众多的古老孑遗植物，如红豆杉、珙桐、光叶珙桐、连香树等。起源古老。植物区系中第三纪的古老植物较多，其中蕨类植物有中生代的紫萁、芒萁、里白等。

工程沿线乔木树种主要有塔柏、香樟树、小叶榕等；灌木树种主要有红花继木、紫叶小蘗、金叶女贞、多花木兰、紫穗槐等；草本植物以黑麦草、早熟禾、狗牙根为主。沿线林草覆盖率为 40%~75%。

1.1.2.6 水土流失情况

项目所在区域地处西南土石山区，容许土壤流失量为 500t/km²·a，土壤侵蚀模数背景值约为 1560t/km²·a，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，主要形式有面蚀、

沟蚀等。

1.1.2.7 防治区划分

在《全国水土保持区划》中安州区和北川县划分到西南紫色土区（四川盆地及周围山地丘陵区）—川渝山地丘陵区—龙门山峨眉山山地减灾生态维护区（VI-3-3zw）。

根据《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》（办水保〔2017〕482号），本工程所在区域均属于嘉陵江下游省级水土流失重点治理区。

1.2 水土保持工作情况

本工程于2019年5月开工，2023年6月完工，由国网四川省电力公司绵阳供电公司负责建设。建设单位作为工程的水土流失防治责任主体，在工程建设过程中，高度重视工程的水土流失防治工作，在水土保持管理、水土保持“三同时”制度落实、水土保持方案编报、水土保持监测意见落实情况、监督检查意见及重大水土流失危害事件处理情况等方面遵循《中华人民共和国水土保持法》《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》等相关法律法规要求，切实治理工程建设过程中可能造成水土流失。

1.2.1 水土保持管理

为切实搞好水土保持工作，落实《四川省水利厅关于成兰铁路绵阳高川牵引站220kV供电工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2018〕671号）的意见，建设单位通过加强领导和组织管理，成立了专职机构，设置专人负责水土保持工作，并从施工招投标入手，落实施工单位防治责任；将水土保持工程纳入到主体工程管理中，要求各施工单位严格按照四川省水利厅批复的水土保持方案进行施工，要求施工单位就施工中遇到的问题，及时向各项目组、工程设计单位、方案编制单位进行技术咨询和反映。在当地水行政主管部门指导和监督，设计、施工单位大力配合支持下，建设单位统一组织实施，结合主体工程施工进度安排，科学合理地安排水土保持工程施工，统一规划，统一部署，统一实施。

在接受建设单位委托后，我单位根据《成兰铁路绵阳高川牵引站220kV供

电工程水土保持方案报告书》成立了水土保持监测小组并明确了水土保持监测目标、监测工程师职责等，且制定了一系列水土保持监测制度文件，对本项目水土保持工程进行了全面监测管理，使水土保持措施总体上得到正常开展，较好地发挥了水土保持效果。此外，建设单位组织制定了多项水土保持专项管理制度，主要包括：工作记录制度、报告制度、会议制度、人员培训和宣传教育制度、档案管理制度等。

1.2.2 “三同时”制度落实情况

建设单位于本项目前期设计阶段及时委托四川涪圣工程设计咨询有限公司编报水土保持方案，并要求设计单位将水土保持纳入主体工程后续设计进一步优化与完善水土保持措施，确保水土保持设施与主体工程同时设计。

施工单位根据项目建设实际情况，在项目建设过程中实施了工程措施、植物措施、临时措施相结合的水土保持措施体系，有效执行了水土保持设施与主体工程同时施工的制度。

目前，主体工程与各项水土保持措施现已投入运行，建设单位逐步建立健全了管理养护责任制，通过定期管理与维护，确保了项目区各项水土保持措施的功能与防治效果不断增强。符合各项水土保持设施与主体工程同步投入使用的相关规定。

截至水土保持监测总结报告编制期间，本项目的各项水土保持措施运行状况基本稳定，防护效果较为明显，有效保持了水土，改善了生态环境，将项目区内的水土流失控制在了 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 及以下，符合“三同时”制度的要求。

1.2.3 水土保持方案编报及变更

2017年11月，四川涪圣工程设计咨询有限公司受建设单位委托，开展水土保持方案报告书的编制工作。

2017年12月，方案编制单位完成了《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》（送审稿）。

2018年1月11日，四川省水利厅在成都市主持了《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》技术评审会，通过审查并形成了审查

意见。

2018年3月，编制单位根据审查意见和要求完成了《成兰铁路绵阳高川牵引站220kV供电工程水土保持方案报告书》（报批稿）。

2018年5月2日，四川省水利厅以《成兰铁路绵阳高川牵引站220kV供电工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2018〕671号）对其进行了批复。

本工程不存在水土保持方案和措施的重大变更。

1.2.4 水土保持监测意见落实情况

2020年7月，建设单位委托我单位开展本项目水土保持监测工作，项目施工期间和试运行期间，我单位先后多次前往现场开展监测工作。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。

由于监测进场时本工程已完成土建施工，处于放线阶段，主要监测意见为对牵张场施工场地采取地表隔离措施；对已完工施工场地需及时清理，并采取迹地恢复措施等。建设单位按照意见督促施工单位规范施工，不断修复和完善了项目区内各项水土保持设施，确保了各项防护措施稳定运行，有效发挥了水土流失防治功能。

1.2.5 水土保持监督检查意见与落实情况

本工程建设期间，建设单位高度重视本工程的水土保持工作的开展，认真落实了各项水土保持措施的实施，施工单位施工较规范。目前该项目为未接到当地水行政部门的整改意见或行政处罚。

1.2.6 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，本项目暂无重大水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2020年7月，受国网四川省电力公司绵阳供电公司委托，我单位承担该工

程的水土保持监测工作。

接受委托后，我单位成立了成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持监测项目组，根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的要求，结合《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》以及施工技术资料，2020 年 8 月，监测人员深入工程现场，听取了建设单位开展水土保持工作和水土保持工程建设情况的介绍后，查阅了工程相关资料，对工程现场进行了实地调查、踏勘测量。详细调查了解了水土保持工程建设情况，实地查看了工程区水土流失现状和水土保持设施运行情况。于 2020 年 8 月，我单位根据项目情况，编写了《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程监测实施方案》。

按照“实施方案”拟定的计划和工程现场条件，在建设单位、各参建单位及运行期管理单位的协助和配合下，顺利开展了 2020 年~2023 年现场监测工作。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；选择植物样方分析整体植被覆盖率及绿化美化效果。在监测工作中针对雨季易受冲刷部位进行重点调查，以保证客观公正地反映施工造成的水土流失强度。对监测中发现的问题及时提出水土保持工作建议，并形成各期水土保持监测季度报告。

监测小组于 2023 年 6 月开展了现场巡查和调查工作，之后根据提交的水土保持监测季度报告、过程监测图片和文字资料，结合补充收集的工程相关资料等，编写完成《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持监测总结报告》，至此，本工程水土保持监测任务全部完成。

1.3.2 监测项目部设置

根据监测工作需要，我单位成立了成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持监测工作项目组。监测工作组职责是按照水土保持监测规范要求，制定工作计划，编制监测实施方案，开展日常水土保持监测工作，定期提交监测报告。该工程水土保持监测工作实行组长负责制，项目组长组建监测机构，配备监测工程师 3 人。详见表 1-2。

表 1-2 监测人员情况表

监测项目部	职务	姓名	分 工
	总监测工程师	贺 雷	组长
	监测工程师	邱代辉	数据采集、整理、分析
	监测员	李 梦	数据采集、整理、分析
		付虹霖	数据采集、整理、分析

1.3.3 监测点布设

针对本项目工程特点、施工布置、水土流失特点和水土保持措施布局特征，根据现场情况，本项目不设置固定监测点位，主要采取现场调查的方式对本工程水土流失情况，林草措施成活率、保存率，扰动土地面积，水土保持措施实施效果进行巡查监测。

1.3.4 监测设施设备

监测设备主要有：皮尺、卷尺、GPS、数码相机、大疆无人机等，结合项目情况布置情况，本项目监测设施及设备详见表 1-3。

表 1-3 工程水土保持监测设施和设备一览表

监测设施	数量
50m 皮尺	1 支
坡度仪	1 个
计算机	1 台
数码照相机	1 台
测距望远镜	1 台
GPS 定位仪	1 台
大疆无人机	1 台

1.3.5 监测技术方法

利用监测设备采取现场调查、巡查监测、查阅资料全面调查和遥感监测的方式，通过现场实地勘测，结合地形图，测定各监测分区的地表扰动类型和面积，并现场填表记录。

1.3.6 监测成果提交情况

1、2020 年 8 月，监测人员到绵阳市与建设单位进行了座谈，实地踏勘了工程现场，查阅收集了相关资料，并编制了《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供

电工程水土保持监测实施方案》。

2、2020年9月-2023年6月，监测人员到实地与建设单位相关人员一起，对工程区工程建设进度、地表扰动面积以及完工后的水土保持植物措施的生长情况，成活率和保存率及覆盖率进行了效益监测，并完成了2020年第三、四季度监测季报、2021年第一~四季度监测季报、2022年第一~四季度监测季报，2023年第一季度监测季报。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

建设项目的扰动土地主要包括永久占地和临时占地，永久占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段和运行期保持不变，临时占地面积则随着工程进展可能发生一定变化。

水土保持监测是对征地红线占地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况、各阶段永久性占地变化情况、是否超越审批范围使用临时性占地以及影响区范围是否扩大等，从而确定施工期的扰动土地情况。对应的监测频次和方法详见表 2-1。

表 2-1 本工程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	水土流失防治责任范围	征占地情况、防治责任范围变化	·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、大比例尺测绘	实地量测每季度监测记录 1 次
2	地表扰动面积	工程对原地貌、植被的占压、毁损等情况	·查阅相关技术文件 ·实地巡查，影像、文字记录扰动现状 ·遥感监测	实地量测每季度监测记录 1 次；遥感监测在验收前 1 次
3	自然因素	降雨量、地形地貌、地表组成物质、植被等	·收集附近气象站资料，分析降雨分布及降雨量、雨强对水土流失的影响 ·实地勘测、查阅资料 ·抽样调查	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）

工程施工过程中的弃土弃渣处理是水土保持特别重要的环节，它的处理妥善与否直接关系到工程项目水土保持工作的成败，因此将弃土弃渣作为监测的重点十分必要。

弃土弃渣监测主要结合《水土保持方案》设计弃渣量，监测其实际弃渣量及堆放处理情况等。

水土保持监测主要是对弃土弃渣的数量、临时拦挡、回填利用情况、弃渣去向等情况进行监测。本工程弃土弃渣监测主要通过查阅施工、监理资料及实地测

量。对应的监测频次和方法详见表 2-2。

表 2-2 本工程弃土（石、渣）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	临时堆土点	数量、位置、方量	·查阅施工、监理等资料 ·实地调查	回顾性监测
2	表土剥离	实施进度、工程量	·查阅施工、监理等资料 ·实地调查	回顾性监测
3	防治措施	临时防护措施实施情况	·查阅施工、监理等资料 ·实地调查	实地量测每季度监测记录 1 次

2.3 水土保持措施

水土流失防治措施监测包括对水土保持工程措施和植物措施的监测。水土保持工程措施（包括临时性防护措施）监测其实施数量、质量、防护工程的稳定性、完好程度、运行情况以及实施进度、拦渣保土效果等，植物措施主要监测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、植被措施拦渣保土效果等。对应的监测频次和方法详见表 2-3。

表 2-3 本工程水土保持措施监测内容和方法

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	施工进度	水土保持措施开（完）工日期	查阅施工、监理等资料 实地巡查	每季度监测记录 1 次
2	临时措施	措施类型、数量及效果	查阅施工、监理等资料 实地调查、拍摄照片 查阅施工、监理等资料	临时措施施工期间每月监测记录 1 次
3	工程措施	措施类型、规格、尺寸、数量、运行状况及防护效果	抽样调查工程措施，使用卷尺、测距仪等对尺寸进行核查，拍摄照片记录外观质量，综合分析措施防护效果 遥感监测 查阅设计文件和监理资料	工程措施及防治效果每季度监测记录 1 次
4	植物措施	植物种类、面积、生长状况及林草覆盖率（郁闭度）	·抽样调查植物措施，设置植物样方，使用网格法等综合分析绿化及水土保持效果	植物措施生长情况每季度监测记录 1 次

2.4 水土流失情况

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。对应的监测频次和方法详见表 2-4。

表 2-4 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	土壤流失面积	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调查后综合分析	每季度监测记录 1 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	每季度监测记录 1 次
3	弃土(石、渣)潜在土壤流失量	未实施防护措施，或未按水土保持方案实施且未履行变更手续的弃土(石、渣)数量	查阅施工、监理等资料 实地巡查	每季度监测记录 1 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 水土流失危害程度采用实地调查、测量	本工程没有发生水土流失危害事件

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 批复方案确定的防治责任范围

根据四川涪圣工程设计咨询有限公司编制的《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告》（报批稿）（2018 年 3 月）及《四川省水利厅关于成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2018〕671 号），该工程水土流失防治责任范围面积为 13.85hm²，其中项目建设区占地面积 13.64hm²和直接影响区面积 0.21hm²。

表 3-1 方案批复的防治责任范围 单位：hm²

序号	一级分区	二级分区	项目建设区	直接影响区	合计
1	变电站工程区	间隔扩建区	0.04	/	0.04
2	线路工程区	塔基区	1.56	/	1.56
3		塔基施工临时占地区	3.98	/	3.98
4		其它施工临时占地区	1.55	/	1.55
5		人抬道路区	6.3	/	6.3
6		居民拆迁区	0.21	0.21	0.42
合计			13.64	0.21	13.85

3.1.1.2 监测的防治责任范围

根据现场监测结果，本工程实际发生的防治责任范围为 9.86hm²，包括间隔扩建区、塔基区、塔基施工临时占地区、其它施工临时占地区、人抬道路占地区，详见表 3-2。

表 3-2 工程监测的防治责任范围表 单位：hm²

序号	一级分区	二级分区	项目建设区	直接影响区	合计
1	变电站工程区	间隔扩建区	0.07	/	0.07
2	线路工程区	塔基区	1.43	/	1.43
3		塔基施工临时占地区	3.28	/	3.28
4		其它施工临时占地区	1.05	/	1.05
5		人抬道路区	4.03	/	4.03
合计			9.86	/	9.86

3.1.1.3 防治责任范围监测结果分析

本工程方案确定的与监测的防治责任范围情况对比分析一览表如表 3-3 所示。

表 3-3 方案报告书确定的与监测的防治责任范围情况对比分析表

监测分区	方案批复防治责任范围			实际水土流失防治责任范围			防治责任范围变化情况		
	项目建 设区	直接影 响区	防治责 任范围	项目建 设区	直接影 响区	防治责 任范围	项目建 设区	直接影 响区	防治责 任范围
间隔扩建区	0.04		0.04	0.07	/	0.07	0.03		0.03
塔基区	1.56		1.56	1.43	/	1.43	-0.13		-0.13
塔基施工临时占地区	3.98		3.98	3.28	/	3.28	-0.70		-0.70
其它施工临时占地区	1.55		1.55	1.05	/	1.05	-0.50		-0.50
人抬道路区	6.3		6.3	4.03	/	4.03	-2.27		-2.27
居民拆迁区	0.21	0.21	0.42	0	0	0	-0.21	-0.21	-0.42
合计	13.64	0.21	13.85	9.86	0	9.86	-3.78	-0.21	-3.99

从 3-3 可以看出，工程监测防治责任范围比方案批复的防治责任范围减少了 3.99hm²，变化情况分析如下：

(1) 间隔扩建区

变化情况：该区监测的水土流失防治责任范围较方案阶段增加 0.03hm²。

变化原因：原方案仅计列了桑枣站间隔构架占地面积，没有统计站内其它配套支架及基础扰动面积，故该区水土流失防治责任范围较方案阶段增加了 0.03hm²。

(2) 塔基区

变化情况：该区监测的水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 0.13hm²。

变化原因：本工程方案阶段铁塔数量 159 基，实际新建铁塔 138 基，塔基数量减少 21 基，每基铁塔占地按实际征地面积统计，导致该区水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 0.13hm²。

(3) 塔基施工临时占地区

变化情况：该区监测的水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 0.70hm²。

变化原因：方案估计临时占地约为塔基征地外 5~10m 范围，每处场地面积约 250m²。实际施工时，根据现场监测测量及施工监理提供数据，塔基施工场地控制在塔基周围 4~8m 之间，每处场地面积 180~250m²（位于坡地塔基受地形限制施工场地较平地塔基小），整体较方案估列面积偏小，同时塔基数量减少，

导致该区水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 0.70hm^2 。

(4)其它施工临时占地区

变化情况：该区监测的水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 0.50hm^2 。

变化原因：方案阶段，该区包括 17 处牵张场（每处占地 0.05hm^2 ）和 70 处跨越（每处占地 0.01hm^2 ），总占地面积为 1.55hm^2 。实际施工过程中，本工程共设置牵张场 20 处，每处占地面积根据地形和放线情况有所不同，约为 $0.03\sim 0.05\text{hm}^2$ ，总占地 0.68hm^2 ，较方案阶段减少 0.17hm^2 ；设置跨越 37 处，每处占地 0.01hm^2 ，总占地 0.37hm^2 ，较方案阶段减少 0.33hm^2 ，故该区水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 0.50hm^2 。

(5)人抬道路占地区

变化情况：该区监测的水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 2.27hm^2 。

变化原因：方案阶段，施工材料主要依靠人抬的方式运输到塔位，预计新修人抬道路 62km，宽 1.0m；实际施工塔位减少，新修人抬道路 42.5km，宽度 0.6~1.0m，较方案估列减少了 19.5km，故该区水土流失防治责任范围较方案阶段减少了 2.27hm^2 。

(6)居民拆迁区

变化情况：该区监测的水土流失防治责任范围较批复方案减少 0.42hm^2 。

变化原因：实际建设工程中，居民拆迁和安置工作由建设单位以现金方式一次性进行补偿，当地政府负责组织实施，不计入本次验收防治责任范围。

3.1.2 背景值监测

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），工程区域属于以水力侵蚀为主的西南土石山区，区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。结合区域海拔高程、地形地貌、地表植被及土壤等水土流失因子进行综合分析，工程区土壤侵蚀主要为轻度的水力侵蚀。经现场监测，项目区以面蚀与沟蚀等水力侵蚀为主。

本工程不涉及大型弃渣场（弃渣量 50 万 m^3 以上）、大型取料场（取料量 10 万 m^3 以上）、大型开挖填筑面积（占地面积 2000m^2 以上或开挖填筑高度 30m 以上）等扰动强度较大的区域，因此未运用遥感技术获取上述区域的背景值。

3.1.3 建设期扰动面积

地表扰动面积与项目施工进度、施工阶段密切相关，项目于 2019 年 5 月开工，2023 年 6 月完工，施工总工期 50 个月，根据现场监测及前期调查情况反映，前期的工程占地主要是施工准备期的人抬道路修筑、基础开挖和组塔，随着工程推进放线阶段会扰动牵张场和跨越场地。

我公司监测小组于 2020 年 7 月进场监测，截至 2020 年第三季度，除曲山～高川线路高川牵引站站外终端塔还未动工外，其他塔基基础土建工程均已完工，且已完成组塔，进入放线阶段，已启用 6 个牵张场，累计放线 18.93km。工程扰动地表面积为 9.08hm²，扰动比例占方案阶段的防治责任面积 65.56%。

截至 2020 年第四季度，本年度共启用 16 个牵张场，共完成架线 47.87km，工程扰动地表面积为 9.53hm²，扰动比例占方案阶段的水土流失防治责任面积 68.81%。

截至 2021 年第一季度，本季度无新增地表扰动。

截至 2021 年第二季度，由于高川牵引站还未建设，曲山～高川线路高川牵引站站外终端塔还未动工，高川进线端未架线外，其他线路均完成放线，工程扰动地表面积为 9.83hm²，扰动比例占方案阶段的水土流失防治责任面积 70.97%。

2021 年第三季度～2023 年第一季度，工程处于停工状态。

截至 2023 年 6 月，曲山～高川线路高川牵引站站外终端塔已建成，本工程全线完工。

监测结果显示：2020 年底扰动面积为 9.53hm²，2021 年本工程新增扰动面积 9.83hm²，2022 年工程停工，2023 年 5 月，曲山～高川线路高川牵引站站外终端塔开工建设，确定工程最终扰动面积为 9.86hm²。

工程地表扰动进度图见下图：



3.2 取料监测结果

本工程使用的砂石料全部外购，没有设置取料场。

3.3 弃渣监测结果

本工程主要余土为间隔扩建余土和塔基基础开挖土，其中间隔扩建余土外运至站外终端塔处置，其它余土均在塔基征地范围内摊平处置，没有单独设置弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 批复方案确定的土石方量

根据《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》及《四川省水利厅关于成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2018〕671 号），本工程水土保持方案确定的土石方量为：挖方总量为 4.83 万 m^3 （其中表土剥离 0.75 万 m^3 ），填方总量为 5.29 万 m^3 （其中表土回覆 0.75 万 m^3 ），外购砂石 1.60 万 m^3 ，余方 1.14 万 m^3 在塔基基面及施工临时占地摊平处理。详见表 3-4。

表 3-4 批复方案确定的土石方平衡表 单位: 万 m³

项目		开挖			回填			余方	
		表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	土石方	去向
间隔扩建	设备支架及基础		0.02	0.02		0.01	0.01	0.01	
曲山至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	0.21	1.65	1.86	0.21	0.63	0.84	1.02	拆迁建渣土质部分就地回填, 砖块、木材、钢筋等尽量回收利用; 弃土平摊于塔基区内
	接地槽		0.53	0.53		0.53	0.53		
	排水沟		0.01	0.01			0	0.01	
	小计	0.21	2.19	2.4	0.21	1.16	1.37	1.03	
桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	0.13	0.9	1.03	0.13	0.43	0.56	0.47	
	接地槽		0.34	0.34		0.34	0.34	0	
	排水沟		0.01	0.01			0	0.01	
	小计	0.13	1.25	1.38	0.13	0.77	0.9	0.48	
合计	设备支架及基础		0.02	0.02		0.01	0.01	0.01	
	塔基占地	0.34	2.55	2.89	0.34	1.06	1.4	1.49	
	接地槽		0.87	0.87		0.87	0.87		
	排水沟		0.02	0.02			0	0.02	
	合计	0.34	3.46	3.8	0.34	1.94	2.28	1.52	

3.4.2 监测的土石方量

经统计, 经统计, 本工程总挖方 2.72 万 m³ (其中表土剥离 0.28 万 m³), 填方 2.24 万 m³ (其中表土回覆 0.28 万 m³), 间隔扩建和线路工程共产生余方 0.48 万 m³。变电站间隔扩建工程余土运至站外终端塔及其施工临时占地范围内平摊处理, 线路工程余方主要来自送电线路塔基基坑挖方, 由于线路塔位具有沿线路分布、点分散的特点, 各个塔基产生的余土就地平摊于塔基区内进行夯实, 并按有关规定进行放坡, 余土堆放达到自然稳定状态。

表 3-5 工程建设期监测的土石方量表 单位: 万 m³

项目		开挖			回填			余方	
		表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	土石方	去向
间隔扩建	设备支架及基础		0.03	0.03		0.01	0.01	0.02	余土平摊于塔基内
曲山至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	0.17	1.09	1.26	0.17	0.83	1.00	0.26	
	接地槽		0.35	0.35		0.35	0.35	0.00	
	挡墙、排水沟		0.04	0.04			0.00	0.04	
	小计	0.17	1.48	1.65	0.17	1.18	1.35	0.30	
桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	0.11	0.66	0.77	0.11	0.52	0.63	0.14	
	接地槽		0.25	0.25		0.25	0.25	0.00	
	挡墙、排水沟		0.02	0.02			0.00	0.02	
	小计	0.11	0.93	1.04	0.11	0.77	0.88	0.16	
合计	设备支架及基础		0.03	0.03		0.01	0.01	0.02	
	塔基占地	0.28	1.75	2.03	0.28	1.35	1.63	0.40	
	接地槽		0.60	0.60		0.6	0.60	0.00	
	挡墙、排水沟		0.06	0.06			0.00	0.06	
	合计	0.28	2.44	2.72	0.28	1.96	2.24	0.48	

3.4.3 土石方量监测结果分析

本工程方案报告书确定的与监测的土石方量情况对比分析一览表如表 3-6 所示。

表 3-6 报告批复土石方量与监测土石方量变化情况表 单位: 万 m³

项目		方案阶段土石方量			监测土石方量			变化情况		
		挖方	填方	余方	挖方	填方	余方	挖方	填方	余方
间隔扩建	设备支架及基础	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01
曲山至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	1.86	0.84	1.02	1.26	1	0.26	-0.60	0.16	-0.76
	接地槽	0.53	0.53	0	0.35	0.35	0	-0.18	-0.18	0.00
	挡墙、排水沟	0.01	0	0.01	0.04	0	0.04	0.03	0.00	0.03
	小计	2.4	1.37	1.03	1.65	1.35	0.3	-0.75	-0.02	-0.73
桑枣至高川牵引站 220kV 线路工程	塔基占地	1.03	0.56	0.47	0.77	0.63	0.14	-0.26	0.07	-0.33
	接地槽	0.34	0.34	0	0.25	0.25	0	-0.09	-0.09	0.00
	挡墙、排水沟	0.01	0	0.01	0.02	0	0.02	0.01	0.00	0.01
	小计	1.38	0.9	0.48	1.04	0.88	0.16	-0.34	-0.02	-0.32
合计	设备支架及基础	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01
	塔基占地	2.89	1.4	1.49	2.03	1.63	0.4	-0.86	0.23	-1.09
	接地槽	0.87	0.87	0	0.6	0.6	0	-0.27	-0.27	0.00
	挡墙、排水沟	0.02	0	0.02	0.06	0	0.06	0.04	0.00	0.04
	合计	3.80	2.28	1.52	2.72	2.24	0.48	-1.08	-0.04	-1.04

从 3-6 可以看出, 工程实际土石方量与水土保持方案相比挖方减少了 1.08

万 m³，填方减少了 0.04 万 m³，余土减少了 1.04 万 m³，土石方变化主要原因是 1、设计深度的变化，方案为可研阶段，工程量为后续设计留有裕度；2、线路塔基数量减少，铁塔型式及基础型式进行了调整优化，加大了原状土基础的比例，导致线路工程土石方量减少。

3.5 其他重点部位监测结果

根据工程实际情况，本工程不涉及大型开挖填筑区等其他重点部位的监测。

根据现场监测及施工单位收集资料，线路工程区部分塔基采取了排水沟、挡土墙、护坡等工程措施，同时施工前边坡采取防护网防护措施，剥离的表土就近堆存于开挖面附近，采用密目网、防雨布遮盖和土袋拦挡，施工结束后已按水土保持方案提出的相关要求回覆于需要绿化的区域。

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 工程措施方案设计情况

根据批复的水保报告，本项目的工程措施如下所示：

- 1、间隔扩建占地区：碎石铺设 320m²；
- 2、塔基区：浆砌石排水沟 840m、护坡 520m³，表土剥离 3400m³、覆土 3400m³，生态袋护坡 108m³；
- 3、塔基施工临时占地区：复耕 0.20hm²；
- 4、其它施工临时占地区：复耕 0.41hm²；
- 5、居民拆迁区：废渣填埋 1200m³，浆砌砖排水沟 180m。

4.1.2 工程措施监测结果

根据施工图资料及现场查勘结果，施工过程中采取的水土保持工程措施主要有铺撒碎石、护坡、排水沟、复耕、表土剥离和覆土等。主要实施措施如下：

- 1、间隔扩建占地区：碎石铺设 580m²；
- 2、塔基区：浆砌石排水沟 1165m、护坡 394m³，表土剥离 2860m³、覆土 2860m³；
- 3、塔基施工临时占地区：复耕 0.34hm²；
- 4、其它施工临时占地区：复耕 0.30hm²。

表 4-1 工程措施监测结果表

监测分区	措施内容	工程量				实施时间
		单位	方案工程量	完成工程量	变化量	
间隔扩建区	铺碎石	m ²	320	580	260	2020.4
塔基区	浆砌石截排水	m	840	1165	325	2019.7-2020.6
	护坡	m ³	520	394	-126	2019.7-2020.6
	生态袋护坡	m ³	108	0	-108	/
	表土剥离	m ³	3400	2860	-540	2019.7-2020.6
	覆土	m ³	3400	2860	-540	2019.7-2020.6
塔基施工临时占地区	复耕	hm ²	0.2	0.34	0.14	2020.6-2020.10
其它施工临时占地区	复耕	hm ²	0.41	0.3	-0.11	2020.10-2021.6
居民拆迁区	砖砌排水沟	m ³	23.16	/	-23.16	/
	废渣填埋	m ³	900	/	-900	/

工程措施现场监测照片如下:



曲山间隔铺撒碎石



桑枣间隔扩建铺撒碎石



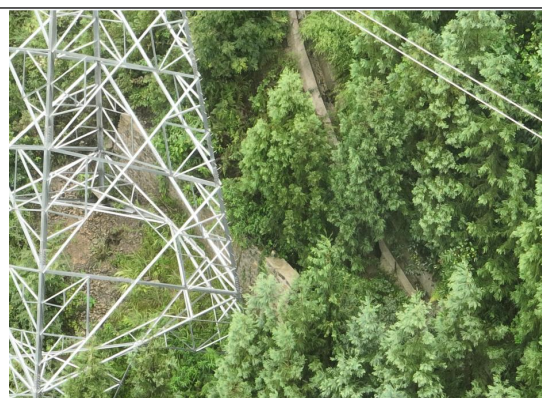
桑柏线 28#排水沟



桑柏线 31#护坡及排水沟



曲柏线 35#护坡及排水沟



曲柏线 59#护坡及排水沟



曲柏线牵张场复耕



桑柏线牵张场复耕

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施方案设计情况

根据批复的水保报告，本工程的植物措施如下所示。

- 1、塔基区：撒播灌草籽 1.36hm²；
- 2、塔基施工临时占地区：撒播灌草籽 3.78hm²；
- 3、其它施工临时占地区：撒播灌草籽 1.14hm²；
- 4、人抬道路占地区：撒播灌草籽 6.30hm²；
- 5、居民拆迁区：撒播灌草籽 0.09hm²。

4.2.2 植物措施监测结果

施工过程中采取的水土保持植物措施主要有撒草绿化，主要实施措施如下：

- 1、塔基区：撒播灌草籽 1.37hm²；
- 2、塔基施工临时占地区：撒播灌草籽 2.94hm²；
- 3、其它施工临时占地区：撒播灌草籽 0.69hm²；
- 4、人抬道路占地区：撒播灌草籽 4.03hm²。

表 4-2 植物措施监测结果表

监测分区	措施内容	工程量				实施时间
		单位	方案工程量	完成工程量	变化量	
塔基区	撒播灌草籽	hm ²	1.36	1.37	0.01	2020.6-2020.10
塔基施工临时占地区		hm ²	3.78	2.94	-0.84	2020.6-2020.10
其它施工临时占地区		hm ²	1.14	0.69	-0.45	2020.10-2021.6
人抬道路区		hm ²	6.30	4.03	-2.27	2020.6-2021.6
居民拆迁区		hm ²	0.09	/	/	/

植物措施现场监测照片如下：



	
曲柏线牵张场绿化	桑柏线牵张场绿化
	
曲柏线人抬道路绿化	桑柏线人抬道路绿化

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时防护方案设计情况

根据批复的水土保持方案，方案设计的临时防护措施如下表所示。

- 1、间隔扩建占地区：防雨布遮盖 150m²；
- 2、塔基区：土袋拦挡 1200m³，防雨布遮盖 3000m²；
- 3、塔基施工临时占地区：土袋挡墙 2200m³、防雨布遮盖 4290m²。

4.3.2 临时防护措施监测结果

施工过程中采取的水土保持临时防护措施主要防雨布、密目网遮盖、土袋挡护、防护网等。主要实施措施如下：

- 1、间隔扩建占地区：防雨布 450m²；
- 2、塔基区：土袋拦挡 1000m³，防护网 3267m²，防雨布遮盖 2800m²，密目网遮盖 4600m²；

3、塔基施工临时占地区：土袋挡护 1500m³，密目网遮盖 8900m²，防雨布隔离 4000m²；

4、其它施工临时占地区：防雨布隔离 2000m²。

表 4-3 临时防护措施监测结果表

监测分区	措施内容	工程量				实施时间
		单位	方案工程量	完成工程量	变化量	
间隔扩建区	防雨布	m ²	150	450	300	2020.2-2020.3
塔基区	土袋拦挡	m ³	1200	1000	-200	2019.7-2020.6
	防护网	m ²		3267	3267	2019.7-2020.6
	密目网	m ²		4600	4600	2019.7-2020.6
	防雨布	m ²	3500	2800	-700	2019.7-2020.6
塔基施工临时占地区	土袋拦挡	m ³	2200	1500	-700	2019.7-2020.6
	密目网	m ²	0	8900	8900	2019.7-2020.6
	防雨布	m ²	4290	4000	-290	2019.7-2020.6
其它施工临时占地区	防雨布	m ²		2000	2000	2020.5-2021.6

临时防护措施现场监测照片如下：



4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施实施情况汇总

本工程实际建设过程中已实施的水土保持措施及其工程量汇总见表 4-4。

表 4-4 水土保持措施监测结果汇总表

监测分区	措施类型		实施位置	工程量		实施时间
				单位	完成工程量	
间隔扩建区	工程措施	铺碎石	间隔扩建配电装置及空闲区域	m ²	580	2020.4
	临时措施	防雨布遮盖	临时堆土区域和裸露地表	m ²	450	2020.2-2020.3
塔基区	工程措施	浆砌石截排水	汇水面积较大塔位，共 41 处	m	1165	2019.7-2020.6
		护坡	边坡稳定较差区域，共 15 处	m ³	394	2019.7-2020.6
		表土剥离	塔基占地区域	m ³	2860	2019.7-2020.6
		覆土	塔基占地区域	m ³	2860	2019.7-2020.6
	植物措施	撒播灌草籽	塔基占地区域	hm ²	1.37	2020.6-2020.10
	临时措施	土袋拦挡	临时堆土区域	m ³	1000	2019.7-2020.6
		防护网	塔基边坡，共 25 基	m ²	3267	2019.7-2020.6
		密目网	临时堆土区及材料堆放区域	m ²	4600	2019.7-2020.6
		防雨布		m ²	2800	2019.7-2020.6
	工程措施	复耕	塔基施工临时占用耕地区域	hm ²	0.34	2020.6-2020.10
塔基施工临时占地区	植物措施	撒播灌草籽	塔基施工临时占用林草地区域	hm ²	2.94	2020.6-2020.10
	临时措施	土袋拦挡	临时堆土区域	m ³	1500	2019.7-2020.6
		密目网	临时堆土区及材料堆放区域	m ²	8900	2019.7-2020.6
		防雨布		m ²	4000	2019.7-2020.6
	工程措施	复耕	牵张场、跨越占用耕地区域	hm ²	0.3	2020.10-2021.6
其它施工临时占地区	植物措施	撒播灌草籽	牵张场、跨越占用林草地区域	hm ²	0.69	2020.10-2021.6
	临时措施	防雨布	牵张场材料堆放区域	m ²	2000	2020.5-2021.6
人抬道路区	植物措施	撒播草籽	人抬道路占地区域	hm ²	4.03	2020.6-2021.6

4.4.2 水土保持措施防治效果评价

根据对工程区的监测调查，确定工程区原地貌占地类型主要为林草地，水土流失强度为中度流失，少量区域为微度侵蚀，水土流失类型以水力侵蚀为主。

监测结果表明，工程区在施工过程中采取了工程措施（铺设碎石、护坡、排水沟、复耕）、植物措施（撒播灌草籽）和临时措施（密目网、防雨布遮盖等），并在工程结束后进行复耕或绿化。根据现场监测，工程建设过程中实施的工程措施、植物措施和临时措施取得了良好的水土保持效果。

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（间隔扩建硬化场地、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，本工程监测委托较晚，监测进场时工程土建已完工，处于放线阶段，新增水土流失面积主要集中在其它施工临时占地区域，2021年2季度~2023年1季度工程停工，无新增扰动。

本工程各阶段水土流失面积见表 5-1。

表 5-1 各阶段水土流失面积表 单位：hm²

监测位置	各阶段水土流失面积				
	2020 年 3 季度	2020 年 4 季度	2021 年 1 季度	2021 年 2 季度 ~ 2023 年 1 季度	2023 年 2 季度
间隔扩建占地区	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
塔基区	1.42	1.42	1.42	1.42	1.43
塔基施工临时占地区	3.26	3.26	3.26	3.26	3.28
其它施工临时占地区	0.3	0.75	0.75	1.05	1.05
人抬道路区	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
合计	9.08	9.53	9.53	9.83	9.86

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

根据水土流失特点，将施工期土壤侵蚀单元划分为原地貌侵蚀单元（未施工地段）、扰动地表侵蚀单元（各施工地段）和实施防治措施单元（水土保持设施建设阶段）三大类侵蚀单元。在施工初期，原地貌单元面积所占比例较高，随着

工程建设进展，扰动地表单元的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌完全被扰动地表单元和防治措施单元取代，随水土流失防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表单元比例大增。

1、地表扰动类型划分

根据工程特点和可能造成水土流失情况，并结合工程建设区域的地貌类型、地面组成物质和新增水土流失的特点，为了客观地反映工程区的水土流失特点，在监测中，对工程区的地表扰动进行了分类。工程水土保持项目施工过程中对地表的扰动主要表现为：表土剥离、土石方开挖、表土回填。

2、防治措施分类

工程水土保持项目分为工程措施、植物措施和临时措施三类。工程措施包括排水沟、护坡、复耕、剥离表土、覆土，植物措施包括撒播灌草籽，临时措施包括编织土袋临时拦挡、防护网拦挡和防雨布、密目网临时遮盖。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

1、原地貌土壤侵蚀模数

原地貌土壤平均侵蚀模数为 $1560\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失强度表现为轻度。

2、原地表扰动类型及土壤侵蚀模数

监测小组通过实地考察、收集相关资料，针对本工程建设对原地貌、土地和植被的损害情况，根据监测结果得出各分区在不同时段的平均土壤侵蚀强度以及水土流失量。

5.2.3 项目区水土流失量监测结果

1、水土流失量监测结果

项目区施工期及试运行期水土流失量监测结果如下表所示。

表 5-2 项目区水土流失量调查监测结果表

监测位置	扰动面积 (hm ²)	土壤流失量 (t)												小计
		2019 年 2 季度 ~ 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	2021 年 4 季度	2022 年 1 季度	2022 年 2 季度	2022 年 3 季度	2022 年 4 季度	2023 年 1 季度	2023 年 2 季度	
间隔扩建占地区	0.07	0.18												0.18
塔基区	1.43	34.79	6.39	6.04	4.97	4.62	4.26	3.91	3.55	3.20	2.84	2.49	2.07	79.11
塔基施工临时占地区	3.28	55.42	9.78	8.97	8.15	7.34	6.93	6.52	6.36	5.79	5.05	4.24	3.94	128.47
其它施工临时占地区	1.05	0.98	2.4375	2.25	2.89	2.63	2.36	2.15	2.10	1.84	1.58	1.31	1.26	23.78
人抬道路区	4.03	60.45	12.09	16.12	13.10	11.59	10.58	9.17	9.17	8.16	7.15	6.15	5.04	168.76
合计	9.86	151.81	30.70	33.37	29.11	26.16	24.13	21.75	21.18	18.98	16.62	14.18	12.31	400.28

本工程施工初期施工水土流失量较大，后期水土流失量相对较小，各分区施工后立即绿化、复耕，土壤侵蚀模数以建设和植被恢复后调查的土壤侵蚀模数加权取值。

由上述分析可知，本工程在采取各种防护措施的情况下，建设期开挖、扰动、破坏地表等影响产生的水土流失总量和运行期产生的水土流失总量共计 400.28t，远小于水土保持方案预测的无任何措施条件下的水土流失总量 2349t，经过各项措施的防治，极大的减少了工程建设过程中产生的水土流失。

2、防治措施实施后土壤侵蚀模数

监测结果表明：随着主体工程和水土保持设施的建设完成，植物措施种植的灌草种，长势良好，建构筑物区已经不产生水土流失，植物措施绿化区域只产生微度水土流失。工程水土保持措施实施后土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，达到了土壤侵蚀容许值内。

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，间隔扩建工程和线路工程在施工过程中的挖填转换周期短暂，加上密目网、防雨布、土袋临时覆盖、拦挡措施的跟进，临时堆土均未超出防治责任范围且在堆存期间未产生较大的新增水土流失，没有单独设置弃渣场。从现场监测情况看，塔基区植被恢复较好，植被覆盖率达 80%以上，基本无潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

建设单位在工程建设中，重视水土保持工作，严格按照水土保持方案实施了植物措施、临时措施；土石方开挖、堆放、回填按照水土保持方案和水土保持技术规范实施。通过查阅资料和调查监测，工程建设中未发生水土流失危害，没有对周边环境造成影响。

6 水土流失防治效果监测结果

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程的途经的北川县和安州区均属于嘉陵江下游省级水土流失重点治理区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB 50434-2008)的规定,本工程防治标准等级按建设类项目一级标准防治标准制定相应的目标。批复的方案提出的水土流失防治目标为:

表 6-1 水土保持方案设计水土流失防治目标

序号	指 标	规范基准值		按降水量修正		按土壤侵蚀强度修正		采用目标值	
		施工期	试运行期	施工期	试运行期	施工期	试运行期	施工期	试运行期
1	扰动土地整治率(%)	*	95					*	95
2	水土流失总治理度(%)	*	95		+3			*	98
3	土壤流失控制比	0.7	0.8					0.7	0.8
4	拦渣率(%)	95	95					95	95
5	林草植被恢复率(%)	*	97		+2			*	99
6	林草覆盖率(%)	*	25		+3			*	28

根据项目水土流失防治责任范围,结合工程总体布局、施工时序、占地类型及占用方式,造成的水土流失类型、水土流失的重点区域及水土流失防治目标等工程建设特点和人为活动影响情况等综合分析,本工程的水土流失防治分区可按工程性质划分为变电工程区和线路工程区两个一级分区。二级分区则按照各施工区的空间位置的不同及施工扰动特点等,将变电工程区分为间隔扩建区 1 个防治分区;线路工程区划分为塔基区、塔基施工临时占地区、人抬道路占地区和其它施工临时占地区 4 个防治分区。

其中塔基区和塔基施工临时占地区为水土流失防治重点区域。在施工过程中,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,达到水土保持方案设计要求。

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目防治责任范围内的扰动土地整治面积占扰动土地面积的百分比。扰动土地是指生产建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地,均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积,指对扰动土地采取各类整治措施的面积,包括永久建筑面积。

建设单位在工程建设过程中，认真实施了工程、植物等各项水土保持措施，对各分区水土流失进行了有效防治。经验收调查组核定，成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程实际扰动地表面积 9.86hm²，水土保持措施防治面积 9.79hm²，永久建筑物及硬化占压面积 0.04hm²，工程扰动土地整治率为 99.70%，详见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率

监测分区	扰动地表面积 (hm ²)	水土保持措施防治面积 (hm ²)	永久建筑物占压面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)
间隔扩建区	0.07	0.06	0.01	100.00
塔基区	1.43	1.39	0.03	99.30
塔基施工临时占地区	3.28	3.26		99.39
其它施工临时占地区	1.05	1.05		100.00
人抬道路区	4.03	4.03		100.00
合计	9.86	9.79	0.04	99.70

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目防治责任范围内的水土流失防治面积(不含永久建筑)水土流失总治理度指项目防治责任范围内的水土流失防治面积(不含永久建筑物及水面面积)占防治责任范围内水土流失总面积的百分比。

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土流失总面积 9.82hm²，水土流失治理达标面积为 9.66hm²，水土流失总治理度为 98.37%，详见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度

防治分区	水土流失总面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失总治理度 (%)
间隔扩建区	0.06	0.06	100.00
塔基区	1.40	1.37	97.86
塔基施工临时占地区	3.28	3.19	97.26
其它施工临时占地区	1.05	1.03	98.10
人抬道路区	4.03	4.01	99.50
合计	9.82	9.66	98.37

6.3 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目水土流失防治责任范围内的容许土壤流失量与项目防治责任范围内治理后的平均土壤流失量之比。

项目区容许土壤流失量为 500t/km²·a，根据各防治责任分区的治理情况，

工程措施运行良好，植物恢复较快，各区水土流失得到了有效控制。项目区地势平缓，根据经验判估，结合经现场调查，确定治理后的平均土壤流失量能达到 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，因此项目建设区土壤流失控制比为 1.0。

6.4 拦渣率

拦渣率是指项目防治责任范围内实际拦挡弃土弃渣量与防治责任范围内弃土弃渣总量的百分比。

本工程余土总量 0.48 万 m^3 ，变电站间隔扩建工程余土 0.02 万 m^3 运至站外终端塔及其施工临时占地范围内平摊处理；线路工程余土 0.46 万 m^3 平摊于塔基区内进行夯实，并按有关规定放坡，恢复林草植被，余土堆放达到自然稳定状态。经估算该工程拦渣率为 97.92%。

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

林草植被恢复率是指项目防治责任范围内植被恢复面积占防治责任区范围内可恢复植被面积百分比，可恢复植被面积是指在当前技术经济条件下，通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积。

林草覆盖率是指项目防治责任范围内的林草面积占防治责任区范围总面积的百分比。

成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程植物措施在结合方案要求的同时，针对项目区的自然环境，结合输电工程的实际情况，把乡土草种以及当地绿化中已使用的草种作为首选，因地制宜，所采取的植物措施既美化，又起到了保持水土的作用。项目区可恢复林草面积 9.03hm^2 ，实际恢复林草植被面积 8.94hm^2 。经计算，本项目林草植被恢复率为 99.00%，林草覆盖率为 90.67%，详见表 6-4。

表 6-4 植被恢复情况统计表

防治分区	扰动地表面积 (hm^2)	可恢复林草面 积 (hm^2)	林草植被面 积 (hm^2)	林草植被恢复 率 (%)	林草覆盖率 (%)
间隔扩建区	0.07				0.00
塔基区	1.43	1.37	1.34	97.81	93.71
塔基施工临时占地区	3.28	2.94	2.91	98.98	88.72
其它施工临时占地区	1.05	0.69	0.68	98.55	64.76
人抬道路区	4.03	4.03	4.01	99.50	99.50
合计	9.86	9.03	8.94	99.00	90.67

6.6 实际完成防治指标与防治目标情况

工程实际完成的防治指标与防治目标对比情况，详见表 6-5:

表 6-5 工程实际完成的防治指标与防治目标情况表

序号	项目	计算方法	计算数据		计算结果	方案目标
1	扰动土地整治率	水保措施面积+永久建筑物面积/扰动土地总面积	水保措施面积+永久建筑物面积 (hm ²)	扰动土地总面积 (hm ²)	99.7	95
			9.83	9.86		
2	水土流失总治理度	水土流失治理达标面积/水土流失总面积	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失总面积 (hm ²)	98.37	98
			9.66	9.82		
3	土壤流失控制比	容许土壤流失量/治理后平均土壤流失强度	容许土壤流失量 (t/km ² ·a)	治理后平均土壤流失强度 (t/km ² ·a)	1	0.8
			500	500		
4	拦渣率	采取措施实际拦挡弃渣量/工程弃渣总量 (自然方)	实际拦渣量 (万 m ³)	项目总弃渣量 (万 m ³)	97.92	95
			0.47	0.48		
5	林草植被恢复率	林草类植被面积/可恢复林草植被面积	林草类植被面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	99.00	99
			8.94	9.03		
6	林草覆盖率	林草类植被面积/项目建设区面积	林草类植被面积 (hm ²)	项目建设区面积 (hm ²)	90.67	28
			8.94	9.86		

从上表中可以看出，工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率都达到了防治目标。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土保持监测通过水土流失动态变化和防治达标情况等数据,反映建设项目在水土资源保护工作的效果与存在问题。

7.1.1 防治责任范围

根据《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》以及现场监测,成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程建设期实际防治责任范围面积为 9.86hm²,较批复方案减少了 3.99hm²。

7.1.2 土石方

根据《成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》以及现场监测,工程实际总挖方 2.72 万 m³,总填方 2.24 万 m³,间隔扩建和线路工程共产生余方 0.48 万 m³。变电站间隔扩建工程余土运至站外终端塔及其施工临时占地范围内平摊处理,线路工程余土就地平摊于塔基区内进行夯实,并按有关规定进行放坡,余土堆放达到自然稳定状态。

7.1.3 水土流失防治达标情况

对照水土流失防治标准,本工程的水土流失防治指标如下:

1、扰动土地整治率

本工程实际扰动地表面积 9.86hm²,水土保持措施防治面积 9.79hm²,永久建筑物及硬化占压面积 0.04hm²,工程扰动土地整治率为 99.70%,达到方案批复的防治目标 95%的要求。

2、水土流失总治理度

本工程水土流失总面积 9.82hm²,水土流失治理达标面积为 9.66hm²,水土流失总治理度为 98.37%,达到方案批复的防治目标 98%的要求。

3、土壤流失控制比

项目区容许土壤流失量为 500t/km²·a,根据各防治责任分区的治理情况,工程措施运行良好,植物恢复较快,各区水土流失得到了有效控制。项目区地势

较平缓，根据经验判估，结合经现场调查，确定治理后的平均土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，因此项目建设区土壤流失控制比为 1.0。

4、拦渣率

本工程余土总量 0.48 万 m^3 ，变电站间隔扩建工程余土 0.02 万 m^3 运至站外终端塔及其施工临时占地范围内平摊处理；线路工程余土 0.46 万 m^3 平摊于塔基区内进行夯实，并按有关规定放坡，恢复林草植被，余土堆放达到自然稳定状态，经估算该工程拦渣率为 97.92%，超过方案设计目标 95%。

5、林草植被恢复率和林草覆盖率

项目区可恢复林草面积 9.03hm^2 ，恢复林草植被面积 8.94hm^2 。经计算，本项目林草植被恢复率为 99%，达到方案设计防治目标 99%的要求。

本项目建设区面积为 9.86hm^2 ，林草植被面积 8.94hm^2 。经计算，本项目林草覆盖率为 90.67%，达到方案设计防治目标 28%的要求。

7.2 水土保持措施评价

在施工过程中，遵守“三同时”原则，各个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，达到水土保持方案设计要求。

1、工程水土保持措施主要采用铺设碎石、排水沟、护坡、表土剥覆、土袋挡护、防护网、密目网、防雨布遮盖、复耕、撒播灌草籽等措施，有效地控制了水土流失，而且也保证了工程的安全运行，因此，主体工程和水土保持方案中所设计的水土保持措施是可行的。

2、在工程建设过程中，本项目各个分区严格执行水土保持“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；林草治理措施与项目区绿化美化、水土资源利用相结合的植被恢复体系；较好地控制了工程建设造成的水土流失。

总体上看，成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案针对项目特点，设计的各种防治措施切合实际，具有较强的可操作性，水土保持方案效果较显著。

7.3 存在的问题与建议

根据监测结果及现场调查，在工程建设过程中，项目区内未发生重大水土流失事故，截至本工程监测工作结束，项目区内植被恢复效果较好，铺碎石、护坡、排水沟、挡土墙运行情况良好，能够满足水土保持要求，仅曲山至高川 220kV 线路高川牵引站站外终端塔现场未清理、植被未恢复，施工单位应尽快清理场地，恢复植被。

7.4 综合结论

建设单位国网四川省电力公司绵阳供电公司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，将水土保持工程纳入了整个主体工程建设管理体系，确保水土保持方案的实施。

综合 2020 年第 3 季度~2023 年第 1 季度水土保持监测三色评价赋分情况，工程三色评价得分 90 分，为绿色。

从监测的总体情况看，工程区永久占地区、临时占地区等区域的临时防护工程等措施较完善，重点区域的植物措施也得到了较好地落实。总体上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，项目运行初期区域内水土流失强度基本下降到方案设计目标，项目区生态环境已逐渐得到改善，总体上发挥了较好的保水保土、改善生态环境的作用。

监测结果表明，建设单位在工程建设中认真贯彻执行水土保持的法律法规，完成了水土保持方案确定的生产建设项目水土流失防治任务，有效控制和减少了工程建设造成的水土流失；实施后的防治效果明显，水土流失防治目标均达到或高于水土保持方案确定的防治目标。在工程运行过程中，确定了主体工程及水土保持设施运行管理部门，能够保证工程的长久正常运行。

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、防治责任范围及监测点布设图

8.2 有关资料

- (1)监测照片
- (2)《四川省水利厅关于成兰铁路绵阳高川牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书的批复》（川水函〔2018〕671 号）
- (3)监测季度报告