

检索号：59-ZS00681S-SB01

成兰铁路阿坝茂县牵引站 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成都供电公司

监 测 单 位：四川电力设计咨询有限责任公司

2025 年 6 月

目录

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	9
1.3 监测工作实施情况	15
2 监测内容和方法	23
2.1 扰动土地情况	23
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	23
2.3 水土保持措施	23
2.4 水土流失情况	25
3 重点对象水土流失动态监测	26
3.1 防治责任范围监测	26
3.2 取料监测结果	30
3.3 弃渣监测结果	30
3.4 土石方流向情况监测结果	31
3.5 其他重点部位监测结果	33
4 水土流失防治措施监测结果	35
4.1 工程措施监测结果	35
4.2 植物措施监测结果	39
4.3 临时措施监测结果	42
4.4 水土保持措施防治效果	45
5 土壤流失情况监测	51
5.1 水土流失面积	51
5.2 土壤流失量	52
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量	53
5.4 水土流失危害	53
6 水土流失防治效果监测结果	54
6.1 扰动土地治理率和水土流失总治理度	54
6.2 土壤流失控制比	54

6.3 拦渣率	54
6.4 林草植被恢复率、林草覆盖率	55
7 结论	56
7.1 水土流失动态变化	56
7.2 水土保持措施评价	58
7.3 水土保持监测三色评价	59
7.4 存在的问题与建议	60
7.5 综合结论	60
8 附图及有关资料	62
8.1 附图	62
8.2 有关资料	62

前言

成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程位于四川省阿坝州茂县境内，项目区附近主要公路有 G213 国道、S302 省道、乡道、乡村道路等。

成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程由石大关 220kV 开关站新建工程、路平 500kV 变电站茂县牵引站间隔扩建工程、槽木 220kV 变电站保护改造工程、茂县 500kV 变电站保护改造工程、路平~茂县牵引站 220kV 线路工程、槽木~茂县牵引站 220kV 线路工程、石大关~槽木变 220kV 线路工程 7 部分组成。

2016 年 12 月，成都城电电力工程设计有限公司编制完成《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程可行性研究报告》（收口版）。

2017 年 7 月 28 日，国网四川省电力公司印发了《国网四川省电力公司关于成兰铁路阿坝太平牵引站 220kV 供电工程等 5 个项目可行性研究报告的批复》（川电发展〔2017〕111 号）对本工程可研报告进行批复。

2018 年 10 月，四川联合建设工程设计有限公司编制完成了《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书（报批稿）》；2018 年 11 月 5 日，四川省水利厅以《四川省水利厅关于成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案的批复》（川水函〔2018〕1957 号）文件批复了本工程水土保持方案报告书。

2019 年 1 月 16 日，四川省发展和改革委员会以《四川省发展和改革委员会关于成兰铁路阿坝茂县牵引站 220 千伏供电工程项目核准的批复》（川发改能源〔2019〕23 号）对本项目进行了核准。

2019 年 1 月，成都城电电力工程设计有限公司编制完成了《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程初步设计》（收口版），2019 年 4 月 26 日，国网四川省电力公司以《国网四川省电力公司关于成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程初步设计的批复》（川电建设〔2019〕93 号）对工程初步设计进行了批复。

2020 年 9 月，成都城电电力工程设计有限公司完成了本项目施工图设计。

本工程于 2020 年 8 月 30 日开工建设，于 2025 年 4 月 28 日全部完工，总建设工期 56 个月。

2021 年 7 月，四川电力设计咨询有限责任公司（我公司）组建了“成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持监测项目组”。于 2021 年 7 月~2025 年 4 月开展了本项目水土保持监测工作，同时对项目自开工以来到 2021 年 6 月期间项目的建设情况进

行了回顾性监测，监测工作开展期间现场勘查了项目区内各个监测单元的扰动与类型、水土流失危害与隐患、水土保持措施的实施现状与防治效果等情况，以实时掌握水土流失的实际情况。通过实地监测，在林草恢复期间的持续管理与维护下，项目区各项水土保持设施均基本已满足水土保持技术规范的各项要求；经资料汇总，我公司于 2025 年 6 月编制完成了《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持监测总结报告》，顺利完成了本项目的水土保持监测工作。

截止 2025 年 6 月，本项目水土保持监测累计完成监测季报 16 期，监测总结报告 1 份。

结合本项目施工实际情况，本项目监测分区由开关站站区、站外临时占地区、扩建场地区、塔基及周围施工区、施工道路区、其它施工临时占地区组成。本项目水土保持监测期间的土壤侵蚀总量为 1296.2t。经监测，项目区土壤侵蚀强度现已逐步恢复至背景值及以下。

通过现场调查和监测，本工程建设累计扰动地表 15.64hm²，包括永久占地 3.46hm²，临时占地 12.18hm²。实际土石方开挖总量 3.21 万 m³，填方 3.20 万 m³，间隔扩建工程余方 0.01 万 m³，余方全部运至站外终端塔摊平处理。

截止水土保持监测总结报告编制完成时，本项目的水土流失防治六项指标分别为：扰动土地整治率 99.99%，水土流失总治理度 99.96%，土壤流失控制 1.0，拦渣率 99.0%，林草植被恢复率 99.95%，林草覆盖率 86.06%，工程建设引起的水土流失基本得到控制，6 项水土流失防治指标达到并超过防治目标要求。

本项目在开展水土保持监测工作期间，得到了建设单位、设计单位、监理单位与施工单位等相关单位的大力支持，在此谨表谢意！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程									
建设规模		由石大关 220kV 开关站新建工程、路平 500kV 变电站 220kV 茂县牵引站间隔扩建工程、槽木 220kV 变电站 220kV 出线间隔改接工程、路平~茂县牵引站 220kV 线路新建工程、槽木~茂县牵引站 220kV 线路新建工程、石大关~槽木变（茂槽线改接点）220kV 线路/石大关~槽木变（金槽线改接点）双回 220kV 线路新建工程 6 部分组成。		建设单位联系人		国网四川省电力公司成都供电公司 联系人：张亮平					
				建设地点		四川省阿坝州茂县					
				所属流域		长江流域					
				工程总投资		26866.38 万元					
		工程总工期		2020 年 8 月 30 日开工建设，于 2025 年 4 月 28 日完工，总工期 56 个月							
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 18981815732			
自然地理类型		高中山峡谷地貌				防治标准		一级防治标准			
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、抽样调查		2.防治责任范围监测		调查监测、无人机监测				
	3.水土保持措施情况监测		调查监测、无人机监测		4.防治措施效果监测		调查监测、无人机监测				
	5.水土流失危害监测		调查监测		水土流失背景值		2536t/km ² .a				
	方案设计防治责任范围		17.16hm ²		土壤容许流失量		500t/km ² .a				
水土保持投资		450.48 万元		水土流失目标值		500t/km ² .a					
防治措施	工程措施： 站内排水管道 300m、站外排水管道 200m、截排水沟 552.42m ³ 、碎石铺设 2900m ³ 、表土剥离 6412m ³ 、土地整治 13.46hm ² 、表土回覆 6412m ³ 、复耕 1.31hm ² 。										
	植物措施： 生态袋 5000 个、撒播种草 13.46hm ² 。 临时措施： 土袋拦挡 244m ³ 、密目网苫盖 17130m ² 、棕垫隔离 1000m ² 、临时排水沟 1460m、临时沉沙池 2 口。										
监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数值						
		扰动土地整治率	95%	99.99%	防治措施面积	15.01hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.63hm ²	扰动土地总面积	15.64hm ²	
		水土流失总治理度	95%	99.96%	防治责任范围面积		15.64hm ²	水土流失总面积		15.02hm ²	
		土壤流失控制比	1	1	工程措施面积		1.547hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² .a	
		拦渣率	95%	99.0%	植物措施面积		13.463hm ²	监测土壤流失情况		500t/km ² .a	
		林草植被恢复率	97%	99.95%	可恢复林草植被面积		13.47hm ²	恢复林草植被面积		13.46hm ²	
		林草覆盖率	25%	86.06%	实际拦挡弃渣量		0.01 万 m ³	总弃渣量		0.01 万 m ³	
	水土保持治理达标评价		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，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、林草覆盖度等指标均达到了批复的水土保持方案报告书确定的目标值。								
	总体结论		根据施工过程控制资料、竣工结算资料、监理记录资料的查阅及结合项目区现场监测总体情况看，水土保持措施按设计要求进行了施工。经对工程在水土保持方面所起作用进行全面调查监测，其效果较好，达到了设计要求。								
主要建议		(1) 受项目区水热条件影响，部分位于山地的施工扰动区域植被恢复效果欠佳，由于项目区适宜植物生长的时节较短，建议运行单位加强施工扰动区域植被的抚育管理，在春夏季节回暖时及时对施工扰动区域补撒草籽，保证植物存活率。 (2) 建议运行单位在工程运行期间，加强对开关站站区、进站道路和塔基排水沟等水土保持设施的维护管理，对项目区内水土保持设施的运行情况和效益进行跟踪调查，确保各项水土保持措施发挥效用。									

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

成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程位于四川省阿坝州茂县境内，项目区附近主要公路有 G213 国道、S302 省道、乡道、乡村道路等，线路交通运输条件一般，线路走线均在半山坡及山顶走线，现场已有部分上山道路，上山运输主要靠人力运输。

1.1.1.2 项目基本特性

项目名称：成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程。

建设地点：四川省阿坝州茂县。

建设单位：国网四川省电力公司成都供电公司

建设性质：扩建、新建工程。

工程规模与等级：输变电工程一级。

项目组成：本工程由石大关 220kV 开关站新建工程、路平 500kV 变电站 220kV 茂县牵引站间隔扩建工程、槽木 220kV 变电站 220kV 出线间隔改接工程、路平～茂县牵引站 220kV 线路新建工程、槽木～茂县牵引站 220kV 线路新建工程、石大关～槽木变（茂槽线改接点）220kV 线路/石大关～槽木变（金槽线改接点）双回 220kV 线路新建工程 6 部分组成。

（1）石大关 220kV 开关站新建工程

①建设规模

主变压器：终期无主变，本期无主变；

220kV 出线：终期 10 回，本期 8 回（2 回至龙塘牵引变，1 回至太平牵引变，1 回至镇江关牵引变，2 回至槽木变电站，2 回至川主寺变电站）

无功补偿：220kV 母线高压并联电抗器，终期 $2 \times 20\text{Mvar}$ ，本期 $2 \times 20\text{Mvar}$ ；

站用变：设置 2 台站用变和 1 台柴油发电机，站用变 $2 \times 315\text{kVA}$ （外引站用电源），柴油发电机 380V、300kW。

②总平面布置

站址呈长方形布置，站区围墙长 120m，宽 48.7m，进站公路由站区西南侧引入。整体坡度约 5°，局部表现为台坎状，坎高 0.5m~2m。

本站采用户外 GIS 布置型式，220kV 电气设备布置在户外，二次设备室及辅助房间布置在主控综合楼内。220kV 配电装置布置在站区西北面，主控综合楼布置在站区西北面，220kV 并联电抗器布置在站区东南面，站用变布置在站区东南面，开关站大门位于站区西南侧。

③竖向布置

站址整体地势较高，排水通畅，无内涝。原始地面标高 1670m~1680m，站址西北侧 102 乡道标高约为 1671.55m，结合进站道路坡度及土石方平衡要求，本站场地设计标高为 1676.00m~1677.30m，站内室内外高差 1.0m。站区场地内采用平坡式布置，局部找坡。本站部分区域为挖方区，场地场平后，在场地周边形成了高边坡，继而形成一定面积的汇水面，在站址周围布置排水沟进行了拦截和引流。

④站区道路及进站道路

站内主车行路面宽 4.5m，采用公路型沥青混凝土道路，道路面积 780m²。

进站道路为三级道路，从开关站西北侧的 102 乡道上引接，新建进站道路长度约 108.84m，采用 4.5m 宽公路型道路，设置 28m 跨简支桥梁一座跨越王家沟，桥梁宽度 5.5m。

⑤站区给排水

站区水源采用打井取水与接站外集中供水点相结合，在开关站场地内打一口 30m 深井，装设深井潜水泵及输水管道。

站区排水管网将站区内的地面雨水、经油水分离后的废水汇集后，排至站外排水沟，站外排水沟主要沿围墙和进站道路布置，排水沟为矩形混凝土沟，排水沟断面尺寸为 40cm×40cm。

(2) 路平 500kV 变电站 220kV 茂县牵引站间隔扩建工程

路平 500kV 变电站规划 220kV 出线间隔 10 回，现状出线 6 回，均为向北出线，间隔由西向东依次为槽木 I、槽木 II、预留、预留、庙坪 I、庙坪 II、预留、预留、东兴 I、东兴 II，本工程由 3#出线间隔向北出线，出线间隔本次扩建。

(3) 槽木 220kV 变电站 220kV 出线间隔改接工程

槽木 220kV 变电站规划 220kV 出线间隔现有 6 回（至茂县变电站 1 回、至路平站 2 回、至金龙潭站 1 回，2 回待用），终期规模为 6 回，均为架空出线。本期不需单独扩建间隔，线路改接涉及的间隔均在槽木 220kV 变电站站内 220kV 配电装置现有出线间隔进行，不涉及土石方工程。

(4) 路平～茂县牵引站 220kV 线路新建工程

线路起于路平 500kV 变电站，止于茂县 220kV 牵引站。新建线路路径全长约 11.198km，新建铁塔 29 基。

(5) 槽木～茂县牵引站 220kV 线路新建工程

线路起于 220kV 茂槽线 5#小号侧，止于茂县 220kV 牵引站。新建线路路径全长约 11.747km，新建铁塔 28 基。

(6) 石大关～槽木变（茂槽线改接点）220kV 线路/石大关～槽木变（金槽线改接点）双回 220kV 线路新建工程

线路起于茂槽线 7#塔和金槽线 58#塔（杆塔现场编号 007#），止于石大关 220kV 开关站进线构架，新建 220kV 架空线路路径长约 35.609km，线路采用单双回混合架设。其中 N2-N71 新建双回路长约 34.83km，N71-N72-石大关开关站新建双回单边挂线 0.209km，N71-N73-石大关开关站新建双回单边挂线 0.204km，N1-N2 新建单回路长 0.366km，新建铁塔 75 基。

投资：总投资 26866.38 万元，其中土建投资 6781 万元。

建设工期：本工程建设工期为 56 个月，即 2020 年 8 月-2025 年 4 月。

表 1.1-1 各分项工程建设工期统计表

编号	项目	开工时间	完工时间	工期（个月）
1	石大关 220kV 开关站新建工程	2021 年 12 月 27 日	2023 年 8 月 24 日	20
2	路平 500kV 变电站 220kV 茂县牵引站间隔扩建工程	2023 年 3 月 16 日	2023 年 6 月 30 日	3.5
3	路平～茂县牵引站 220kV 线路新建工程	2020 年 8 月 30 日	2023 年 6 月 30 日	32
4	槽木～茂县牵引站 220kV 线路新建工程	2020 年 8 月 30 日	2025 年 4 月 28 日	56
5	石大关～槽木变（茂槽线改接点）220kV 线路/石大关～槽木变（金槽线改接点）双回 220kV 线路新建工程	2020 年 8 月 30 日	2023 年 12 月 20 日	40

占地面积：本工程实际总用地面积 15.64hm²，其中永久占地 3.46hm²，临时占地 12.18hm²，占地类型主要有草地、林地、耕地、园地和公共管理与公共服务用地。

土石方量：本工程实际开挖土石方量为 3.21 万 m³，回填 3.20 万 m³，间隔扩建工程余方 0.01 万 m³，余方全部运至站外终端塔摊平处理。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

站址区域地貌属于构造侵蚀地形之高中山峡谷地貌，站址场地较为平坦开阔，站址场地自然地形高程为 1670m~1680m；线路所在区域地貌整体为构造侵蚀高中山地貌，山高坡陡，山峦层叠，岷江两侧支沟众多，且沟谷深切、狭窄，线路沿线海拔介于 1200m~2800m 之间，台至谷底相对高差 200m~800m。

1.1.2.2 气象

工程区位于四川省阿坝州茂县境内，地处北亚热带季风气候区的四川盆地西北部边缘区，项目区参证气象站记录最高气温为 32℃(1953 年 8 月 18 日)，最低气温为-11.6℃(1975 年 12 月 15 日)，多年平均气温为 11℃，多年平均降水量 488.9mm，≥10℃积温为 3293.3℃，年平均蒸发量 1496.7mm，5~10 月为雨季，雨水集中，年平均相对湿度为 72%，主导风向为 ENE.E，年平均风速 3.7m/s，最大风速 21m/s。

1.1.2.3 水文

本工程所在区域属岷江水系，新建线路主要涉及黑水河、杂谷脑河。

①黑水河

黑水河位于阿坝州黑水县和茂县境内，是岷江上游最大的支流，有西、北两源：西源发源于黑水县西部的羊拱山麓；北源发源于毛尔盖草原，其流程和面积均大于西源，但习惯上以西源为干流。全流域面积为 7240km²，占岷江上游流域面积的 31.4%。河口多年平均流量 140m³/s，干流全长 122km，落差达 1048m，平均比降 8.6‰，水能资源十分丰富。

②杂谷脑河

杂谷脑河发源于县境鹧鸪山南麓的红水沟，从海拔 4451m 高处奔流而下，由西北向东南斜贯全县境。向西流经米亚罗、夹壁、沙坝、朴头、农家乐、甘堡、薛城、木卡、通化、桃坪 10 个乡（镇），东流至古城后，转向东北直至汶川县威州与岷江汇合，全

长 157.4km。根据桑坪水文站观测的资料，实测最大洪水流量 $929\text{m}^3/\text{s}$ ，相应水位 1335.51m，最枯流量 $16.6\text{m}^3/\text{s}$ ，相应水位 1332.32m。杂谷脑河为非通航河流。

杂谷脑河干流段已建一系列梯级水电站，从上游至下游分别有狮子坪电站、红叶二级电站、理县电站、危关电站、甘堡电站、薛城电站、古城电站、桑坪电站。以上电站除狮子坪电站首部采用高坝外，其余均为低坝引水式电站。

本工程线路跨越岷江、黑水河多次，各跨越点河谷深切，河道稳定，跨越处 100 年一遇洪水变幅约 $3\text{m}\sim 4\text{m}$ ，线路大多在山上走线，所走位置较高，与河床高差在 60m 以上，所以线路不受黑水河 100 年一遇洪水影响，线路所跨河流为不通航河流。

1.1.2.4 土壤

开关站场地海拔介于 1670m~1680m 之间，土壤类型以冲积土为主；本线路工程沿线海拔介于 1200m~2800m 之间，经过区域土壤类型以冲积土、山地褐色土、山地棕壤、黄棕壤、黑色石灰土为主。工程所经部分区域土壤发育不深，土层浅薄，抗蚀性和水土保持功能较差。

1.1.2.5 植被

项目区沿线海拔介于 1200m~2800m 之间，主要分布有山地灌丛草地、亚高山灌丛草被、干旱河谷灌丛草地等，草种主要有披碱草、高羊茅、老芒麦、白草、黑麦草、早熟禾、芸香草、红豆草等。据调查，本项目沿线区域植被条件差异较大，线路通过的区域林草覆盖率为 30~60%。

1.1.2.6 水土保持现状

(1) 项目所在县（市、区）水土流失现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），线路涉及茂县在全国土壤侵蚀类型区划中属于水力侵蚀类型区（I）-西南土石山区（I5），侵蚀类型主要为水力侵蚀，主要表现为面蚀、沟蚀，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，流失强度为中度。

(2) 水土保持分区

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》（水利部办公厅，办水保[2013]188 号），线路工程经过的茂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。

1.2 水土保持工作情况

本工程于 2020 年 8 月 30 日开工建设，2025 年 4 月 28 日主体工程全部完工，由国网四川省电力公司成都供电公司负责建设。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、水土保持方案编报及变更、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 水土保持管理及“三同时”制度落实情况

1.2.1.1 水土保持管理

为切实搞好水土保持工作，建设单位会同本工程施工单位，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；将水土保持工程纳入到主体工程管理，要求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，我公司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。

1.2.1.2 “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了相关单位编报水土保持方案，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，确保了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，在项目建设过程中采取了表土剥离、浆砌石排水沟、浆砌石护坡和堡坎、防雨布铺垫和覆盖、棕垫隔离防护、临时排水、临时沉沙池等措施；结合临时场地使用情况，部分区域使用完毕后立即撒草籽绿化，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试运行，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水土保持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。

截止水土保持监测总结报告编制期间，本工程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 $500t/(km^2 \cdot a)$ 及以下，符合“三同时”制度的要求。

1.2.2 水土保持方案编制及变更

1.2.2.1 水土保持方案编制

(1) 2018 年 7 月，四川联合建设工程设计有限公司编制完成了《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书（送审稿）》；2018 年 8 月 24 日，四川省水利厅在成都主持召开了《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》技术评审会。

(2) 2018 年 10 月，四川联合建设工程设计有限公司编制完成《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书（报批稿）》；2018 年 11 月 5 日，四川省水利厅以《四川省水利厅关于成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案的批复》（川水函〔2018〕1597 号）文件批复了本工程水土保持方案报告书。

1.2.2.2 水土保持方案变更

(1) 项目组成、建设内容变化情况

通过对比分析，本工程施工阶段与水土保持方案阶段，项目组成和建设内容发生了一定的变化，具体详见下表。

表 1.2-1 主体工程方案设计阶段与实际施工变化情况

项目		方案设计阶段	实际施工	变化情况
石大关开关站新建工程	建设规模	(1) 主变压器: 最终无, 本期无; (2) 220kV 出线: 最终 10 回, 本期 8 回; (3) 接线方式: 本期双母线单分段接线, 远期双母线单分段接线; (4) 无功补偿: 220kV 母线高压并联电抗器, 本期: 2×20Mvar, 终期: 2×20Mvar	与方案一致	无
	占地面积 (hm ²)	0.85	0.86	0.01
路平变电站间隔扩建工程	建设规模	在路平 500kV 变电站预留的 220kV 配电装置场地内扩建一个间隔	与方案一致	无
	占地面积 (hm ²)	0.05	与方案一致	无
槽木变电站出线间隔改造工程	建设规模	本期不需单独扩建间隔, 仅进行线路改接	与方案一致	无
	占地面积 (hm ²)	/	与方案一致	无
路平~茂县线路	线路长度	12.00	11.198	减少 0.802km
	塔基数量 (基)	33	29	减少 4 基
	牵张场 (处)	8	5	减少 3 处
	跨越施工场地 (处)	5	5	0
	施工汽运道路 (km)	1.6		减少 1.6km
	人抬道路 (km)	13.2	15.5	增加 2.3km
	索道 (处)		12	增加 12 处
	占地面积 (hm ²)	3.19	2.93	减少 0.26hm ²
槽木~茂县线路	线路长度	11.5	11.747	增加 0.247km
	塔基数量 (基)	29	28	减少 1 基
	牵张场 (处)	6	7	增加 1 处
	跨越施工场地 (处)	5	5	/
	施工汽运道路 (km)	1.1	0	减少 1.1km
	人抬道路 (km)	11.6	11	减少 0.6km
	索道 (处)		14	增加 14 处
	占地面积 (hm ²)	3.19	2.41	减少 0.78hm ²
石大关~槽木变 (茂槽线改接点) 线路/石大关~槽木变 (金槽线改接点) 双回线路	线路长度	35.60	35.609	增加 0.009km
	塔基数量 (基)	78	75	减少 3 基
	牵张场 (处)	10	8	减少 2 处
	跨越施工场地 (处)	14	4	减少 10 处
	施工汽运道路 (km)	3.6	1.2	减少 2.4km
	人抬道路 (km)	58.1	45.5	减少 12.6km
	索道 (处)		16	增加 16 处
	占地面积 (hm ²)	10.29	9.26	减少 1.03hm ²

(2) 水土保持变更情况

依据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年 1 月 17 日水利部令第 53 号发布）的要求，对工程可能涉及变更的环节进行了对比核查。从核查结果看，本工程不涉及重大变更。

表 1.2-2 依据“水利部令第 53 号”水土保持方案变更情况分析表

序号	“水利部令第 53 号”文件要求	方案阶段	验收阶段	变化情况	是否涉及重大变更
1	工程扰动新涉及水土流失重点预防区或者重点治理区的	金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区	同方案	无变化	否
2	水土流失防治责任范围增加 30%以上的	17.01hm ²	15.64hm ²	减少 9.68%	否
3	开挖填筑土石方总量增加 30%以上的	9.21 万 m ³	6.17 万 m ³	减少 33%	否
4	线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度的 30%以上的	线路长度 12.00km+11.50km+3 5.60km	线路长度 11.198km+11.747km+ 35.609km	没有横向位移超过 300 米的路径	否
5	表土剥离量减少 30%以上的	剥离表土 7636m ³	剥离表土 6412m ³	减少 16%。	否
6	植物措施总面积减少 30%以上的	14.70hm ²	13.46hm ²	植物措施面积减少 8.44%。	否
7	水土保持重要单位工程措施体系发生变化,可能导致水土保持功能显著降低或丧失的	土地整治工程、防洪排导工程、植被建设工程、临时防护工程	同方案	无变化	否

经资料收集与汇总，从表 1.2-2 可看出，本工程水土保持方案批复后，在后续的具体施工中，主要的防护措施体系、性质基本与方案保持一致。水土保持方案受设计深度限制，与后续的初步设计、施工图和施工情况存在一些差别，但从核查结果看，本工程不涉及重大变更。

1.2.3 水土保持后续设计情况

2020 年 9 月，成都城电电力工程设计有限公司陆续提交本工程的施工图设计说明书及相关图纸。

初步设计与施工图设计阶段均将水土保持工程列入专项设计，使水土保持后续设计在主体设计中得到落实。





1.2.4 水土保持监测意见落实情况

2021 年 7 月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作，2021 年 7 月，监测项目组进场，现场监测工作正式启动。

项目施工期间我公司工作人员分别于 2021 年 7 月-2025 年 4 月，多次深入现场开展现场监测工作，根据主体工程总体施工进度，针对现场存在的水土保持问题，我公司前后 3 次提出了整改通知，详见附件 7。建设单位比较重视水土保持工作，组织施工单位及时对整改通知提及的问题进行了整改，主要包括：清理塔基施工场地，清运剩余施工材料，对满足要求的施工场地进行土地整治并撒播草籽进行绿化，部分塔位上坡侧修筑排水沟，牵张场采用棕垫进行隔离保护等。通过项目的持续管理与维护，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，有效发挥了水土保持防治功能。本工程水土保持监测意见及落实情况详见表 1.2-2。

表 1.2-2 工程水土保持监测意见及落实情况一览表（节选）

位置	存在问题	整治措施	现场照片	
石大 关-槽 木线 路	J3 号塔基基 面植被恢复 效果较差	对塔基基面进行 土地整治，撒播 草籽恢复植被	整改前	
			整改后	

路平- 茂县 线路	ZNL24 塔位 施工区域裸露，余方未清理，植被恢复差	尽快清理余土，土地整治后补撒草籽，撒草籽后用密目网进行遮盖。	整改前	
			整改后	
槽木- 茂县 线路	ZC23 号塔位 施工区域裸露，余方未清理，植被恢复差	尽快清理余土，土地整治后补撒草籽，撒草籽后用密目网进行遮盖。	整改前	
			整改后	

1.2.5 监督检查意见落实情况

本工程建设期间，建设单位比较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。工程建设期间，水行政主管部门没有对该工程下达监督检查意见。

在本工程建设过程中，监测单位根据每季度监测情况，针对工程现场存在的水土保持问题，提出了相应的整改意见，建设单位均积极配合并督促施工单位对整改意见提出的问题进行逐一整改完善。

1.2.6 重大水土流失危害事件处理情况

经现场监测，结合资料汇总与分析，本工程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

本项目水土保持监测工作从 2021 年 7 月首次监测起，至监测总结报告编制时止，同时对项目自开工以来到 2021 年 6 月期间项目的建设情况进行了回顾性监测。

（1）水土保持监测技术路线执行情况

我公司通过资料汇总，结合项目区的水土流失及其影响因子、水土流失背景值、土壤侵蚀方式等情况综合分析，合理制定了水土保持监测的技术路线等前期规划设计，确定本项目水土保持监测以调查监测、巡查监测、无人机监测为主。重点监测塔基基础开挖区域、土石方临时堆放场地、材料站、索道起始站等水土流失典型区域的水土流失现状、危害与隐患；同时根据施工特点，不同监测区域分别设置了临时监测点位，以便于通过持续完善的水土保持监测，全面了解与掌握项目区内水土流失情况，及时发现项目建设各个阶段的水土流失隐患与危害，提出合理有效的处理意见与建议。

（2）水土保持监测布局、内容与方法执行情况

我公司结合输变电工程建设和水土流失特点，合理地规划了水土保持监测布局、内容与方法执行情况，详见表 1.3-1。

表 1.3-1 水土保持监测布局、内容与方法执行情况一览表

监测时段	监测范围	监测方法	监测内容	监测频次
施工期、试运行期	项目建设区	调查监测、巡查监测、无人机监测	(1) 跟踪主体工程建设内容, 调查工程建设扰动占地情况。 (2) 调查工程建设土石方开挖情况, 弃土弃渣处置情况。 (3) 调查林草措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖率。 (4) 监测水土保持措施实施进度、数量、质量及效益。 收集监测数据, 复核各项指标, 分析、汇总, 完成监测总报告。	每 1 个季度监测 1 次, 遇暴雨、大风等情况及时加测。

1.3.2 监测项目部设置

2021 年 7 月, 我公司接受委托开展本工程水土保持监测工作, 为确保成兰铁路茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持监测工作的成果质量, 成立成兰铁路茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持监测项目组, 完善质量控制体系, 对监测工作实行质量负责制, 由项目负责人对项目质量进行总负责, 在各监测地段和各监测点明确具体的工作质量负责人, 所有的监测数据必需由质量负责人审核, 监测数据整编后, 项目负责人还将组织对监测成果进行审核和查验, 以保证监测成果的质量。

水土保持监测项目组由 5 人组成, 监测人员均有丰富的输变电项目监测经验。

本工程水土保持监测人员派遣计划见表 1.3-1。

表 1.3-2 项目水保监测人员及分工

人员分工	姓名	职务/职称	主要工作
总负责人	杨晓瑞	高级工程师	项目监测工作总负责人
技术负责人	尹武君	高级工程师	负责现场监测技术, 协调各方, 指导监测工作
成员	邓川	工程师	现场地形测量、定位, 重要监测设施的建立, 对现场监测数据及施工单位监理单位资料的分析、汇总
	杨建霞	高级工程师	资料分析
	岳成	工程师	现场监测设施位置的布设, 监测点位的照相, 植物措施调查汇总, 施工期项目区现场影像资料的收集

1.3.3 监测点布设

1.3.3.1 监测点位布设

为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性, 并结合各分区内土壤侵蚀类型和地形地貌特点的不同, 以及在总结野外考察资料和分析勘测资料的基础上, 经过反复研究, 选取容易造成水土流失, 且具有一定的代表性的地点, 在工程各分区设置 11 个监测点位。项目水保监测点布设情况详见表 1.3-3。

表 1.3-3 本工程水土保持监测点布置

水土保持监测分区		点位布置		监测方法	备注
		数量 (个)	位置		
变电工程区	主体工程区	1	石大关开关站	调查监测、实地量测等	固定监测点
	进站道路区	1	开关站进站道路	调查监测、实地量测等	固定监测点
	施工场地区	1	施工临建场地	调查监测、实地量测等	固定监测点
	间隔扩建区	1	路平变电站间隔扩建	调查监测、实地量测等	固定监测点
线路工程区	塔基及塔基施工区	1	石大关-槽木 Z51 塔位	调查监测、实地量测等	巡查点
		1	石大关-槽木 Z48 塔位	调查监测、实地量测等	巡查点
		1	石大关-槽木 J15 塔位	调查监测、实地量测等	巡查点
		1	槽木-茂县 JC18 塔位	调查监测、实地量测等	巡查点
		1	路平-茂县 JL17 塔位	调查监测、实地量测等	巡查点
	施工便道区	1	石大关-槽木 Z46 塔位	调查监测、实地量测等	巡查点
	牵张场临时占地区	1		调查监测	巡查点
合计		11			

监测点位现场照片详见下图：



图 1.3-1 石大关开关站监测点



图 1.3-2 开关站进站道路监测点



图 1.3-3 施工临建场地监测点



图 1.3-4 石大关-槽木 Z48 塔位监测点



图 1.3-5 石大关-槽木 Z51 塔位监测点



图 1.3-6 槽木-茂县 JC18 塔位监测点



图 1.3-7 路平-茂县 JL17 塔位监测点



图 1.3-8 Z46 施工便道监测点

1.3.3.2 动态巡测情况

为全面掌握本项目施工过程中和施工后土地扰动区域水土流失状况、土地扰动面积、水土流失防治措施实施情况和防治效果等情况，根据本项目主体建设的进度和施工后期水土保持防治措施的实施进度对项目进行巡测。巡测点涉及本项目水土流失防治责任范围的各个区域，在现场巡测过程中，定期或不定期对于重点水土流失防治区域开展动态巡测工作，使得巡测点能够全面的反映本项目施工过程中水土流失状况和施工后水土保持措施的防治效果情况。自进场启动水土保持监测工作以来，全面掌握了各水土流失防治责任范围内的土地扰动面积、水土流失危害、水土保持措施布设等情况，为准确分析施工过程中扰动土地面积、弃土弃渣数量和流向，以及最终水土流失防治六项指标的计算和核定提供了可靠详实的数据支撑。

1.3.4 监测设施设备

本项目投入的监测设备主要有：卷尺、GPS、数字雨量计、数码相机、无人机等，结合监测点布置情况，本项目监测设施及设备详见表 1.3-4。

表 1.3-4 工程水土保持监测设施和设备一览表

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
一	设施				
	植被样方		个	10	用于观测植被生长情况
二	设备				
1	远距离激光测距仪	NIKONLR800	台	1	便携式
2	高精度激光测距仪	PD40	台	1	手持
3	土壤水分仪		套	1	测 4 个深度
4	植被覆盖度动态测量仪	PCL01	套	1	

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
5	天平	HC-TP11-5	套	1	1/500g
6	烘箱 LG450		台	1	用于土壤试验
7	土壤采样器	ST-99027	台	1	用于土壤试验
8	土壤刀、铝盒、环刀、酒精		套	1	用于土壤含水率、容重等的量测
9	手持式 GPS		台	2	监测点、场地的定位量测
10	罗盘、塔尺		套	2	用于测量坡度
11	测高仪	NIKONLR800	台	2	测量植物生长状况
12	数码照相机		台	2	用于监测现场的图片记录
13	无人机	大疆	台	1	用于监测现场的遥感监测
15	笔记本电脑		台	2	用于电子资料编写、图片储存等
16	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
17	辅材及配套设备				各种设备安装辅助材料

1.3.5 监测技术方法

根据监测任务要求及《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）的规定，为达到监测目的，本项目的水土流失监测采用了调查监测、巡查监测、无人机遥感监测的方法进行。

（1）调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测对地形、地貌、水系的变化进行监测；通过设计资料、监理资料和实地调查（采用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子等）对土地扰动面积和程度、林草覆盖度、挖填方量、岩土类型和堆放状态（面积、高度、坡长、坡度和堆放时间等）及工程造成危害进行调查，并对水土保持措施实施情况进行测量。

①面积监测

首先对调查项目区按扰动类型进行分区，根据项目进展情况，确定项目的基本扰动情况，依据征地图纸或项目区地形图，采用实地量测（GPS 定位仪、尺子等）和地形图量算相结合的方法，确定扰动面积。

②植被监测

在项目区选择有代表性的地块作为植被调查的标准地，标准地的面积为投影面积，要求草地为 1m×1m～2m×2m。取标准地进行观测并计草地盖度和覆盖率。计算公式为：

$$D = fd/fe \quad \text{式 1.3-1}$$

$$C = f/F \quad \text{式 1.3-2}$$

式中：

D—林草地的盖度；

C—林草覆盖率，%；

fd—样方面积， m^2 ；

fe—样方内草冠垂直投影面积， m^2 ；

f—林草地面积， hm^2 ；

F—类型区总面积， hm^2 。

注：纳入计算的林草地面积，其林草地的覆盖度都应大于 20%。

关于标准地的草本覆盖度调查，采用目测方法按国际通用分级标准进行。

(2) 巡查监测

不定期的进行场地踏勘，若发现水土流失隐患、水土流失危害、较大的扰动类型的变化（如新出现堆渣或堆渣消失、开挖面采取了措施等）等现象，及时通知建设和施工单位采取有效的防治措施并做好监测记录。

(3) 无人机遥感监测

①监测方案设计：根据监测区地形图为基础，依据监测区地形、地貌条件设计包括航拍比例尺、重叠度与航拍时间、航拍区域与数量等内容的无人机航拍方案。

②外业工作：根据交通条件，分别在各个航拍区域内布置或选取一定数量的地面标志与参照物，以便于无人机起飞后即可开展航拍监测工作，并按照工作行进路线，将无人机逐一升空获取项目区各个航拍点位的第一手实地资料。

③数据处理与解译校对：采用遥感影像处理软件通过拼接、纠正、调色等处理无人机航拍影像资料；根据野外调查，建立的解译标志；依据解译标志提取无人机航拍影像资料内的植被覆盖度、土地利用现状等信息；利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息。

④分析对比叠加与成果输出：依据无人机航拍影像资料提取的植被覆盖度、土地利用现状、地形坡度等矢量图层资料，通过 GIS 矢量图层叠加分析，判定航拍区域内的土壤侵蚀强度与面积、余土堆放数量等各项水土保持动态监测数据。

1.3.6 监测成果提交情况

自我公司接受建设单位委托后开始对本项目实施水土保持监测，监测时段为 2021 年 7 月~2025 年 4 月，对项目自开工以来到 2021 年 6 月期间项目的建设情况进行了回顾性监测。

2021 年 7 月，我公司编制完成《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持监测实施方案》。同月，我公司组织启动监测工作，同月即组织对现场进行全区调查，布设监测点位共计 11 个，向建设单位汇报了第一阶段水土保持监测基本情况、水土保持工程存在的问题及建议、后续的水土保持监测工作的内容。监测工作主要针对水土流失严重地段或重要水土保持工程（措施）开展监测，并对整个监测区域土壤侵蚀状况进行调查，获取评价水土流失动态的基础数据。

2021 年 7 月至 2025 年 4 月，我公司编制完成《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持监测季报》共计 16 期，并上报四川省水利厅。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。

本项目扰动土地情况监测采用实地量测、资料分析两种方法相结合，对已扰动的土地情况采取全面量测的方法。在水土保持监测期间，扰动土地情况按每季度实地量测 1 次的原则进行监测。我公司多次组织监测人员对现场深入调查，主要借助测距仪、钢尺、卷尺、GPS 对各监测分区占地面积度等进行了测量。通过查阅施工、监理资料、工程用地协议等文件，结合现场量测复核，核实扰动地表面积。扰动土地情况监测频次及方法详见表 2.1-1。

表 2.1-1 本项目扰动土地情况监测内容、方法及频次

序号	监测内容		监测方法	监测频次
	监测指标	具体内容		
1	扰动范围、面积	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	每个季度监测一次，根据实际情况灵活调整监测次数
2	土地利用类型及其变化情况	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	

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本项目不涉及取料（土、石）场，所需砂石料均通过合法料场购买。

本项目不涉及弃渣（土、石）场：开关站经场内综合调运后，土石方挖填平衡；间隔扩建工程产生的余方，在站外终端塔摊平处理；线路工程每个铁塔产生的余土量较少，施工过程中全部在塔基基面或周边平缓处摊平处理，因此无弃渣处置点。

2.3 水土保持措施

2.3.1 工程措施监测方法及内容

通过查阅与分析设计资料、监理资料、施工资料，采用巡查调查和抽样调查相结合的方式，利用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子、激光测距仪、无人机等设备，实地监测项目试运行期的工程措施的实施位置、措施种类与工程量、措施完好程度与稳定性、措施规格与尺寸、措施工程质量与运行情况、拦渣保土防护效果。详见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程措施监测频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法	备注
1	各类工程措施规格与尺寸、具体位置	每季度一次	资料收集与现场调查	项目建设期
2	各类工程措施实施起讫日期	每季度一次	资料收集	项目建设期
3	各类工程措施的实施类型与工程量汇总	每季度一次	资料收集与现场调查	项目建设期
4	试运行期工程措施的稳定性与完好程度	不少于一次，根据工程措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	调查监测与无人机监测、巡查监测	项目试运行期
5	试运行期工程措施运行状况与防护效果	不少于一次，根据工程措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	调查监测与无人机监测、巡查监测	项目试运行期

2.3.2 植物措施监测方法及内容

通过查阅与分析设计资料、监理资料、施工资料，采用巡查调查和抽样调查相结合的方式，实地核实植物措施面积、生长发育及植被覆盖率的变化情况；采用影像对比作为辅助监测，使用高分辨率的数码相机和摄像机定点、定期拍照和摄像水土保持植物措施，通过历次影像对比分析，监测植物措施实施前后林草面积变化，植物措施落实情况，成活率、保存率及生长量等情况；采用调查监测结合地面定位监测点位观测的泥沙淤积量等数据，判定水土保持植物措施的防护效果。详见表 2.3-2。

表 2.3-2 植物措施监测内容、频次和方法一览表

序号	监测内容	监测频次	监测方法	备注
1	各类植物措施规格与尺寸、具体位置	每季度一次	资料收集与现场调查	项目建设期
2	各类植物措施实施起讫日期	每季度一次	资料收集	项目建设期
3	植物措施实施类型与工程量	每季度一次	资料收集与现场调查	项目建设期
4	试运行期林草措施成活率、保存率、生长状况、林草覆盖率	不少于一次，根据植物措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	调查监测与无人机监测、巡查监测	项目试运行期
5	试运行期植物措施运行状况与防护效果	不少于一次，根据植物措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	调查监测与无人机监测、巡查监测	项目试运行期

2.3.3 临时措施监测方法及内容

通过查阅与分析设计资料、监理资料、施工资料，结合巡查与调查相结合的方式，核实水土保持临时措施的布置区域、措施种类与工程量、措施规格与尺寸，以及水土保持临时措施控制与减少水土流失面积、水土流失量的效果。

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失情况监测内容

水土流失情况监测主要包括以下内容。

(1) 水土流失面积监测：主要监测因项目建设活动导致或诱发的水土流失面积，以及项目建设区内尚未达到容许土壤流失量的未扰动地表水土流失面积。

(2) 土壤流失量监测：主要监测截止水土保持设施专项验收阶段，项目建设区内流失的土、石、沙、渣等总量。

(3) 弃土（石、渣）潜在土壤流失量监测：主要监测项目区内未实施防护措施，或者未按水土保持方案实施且未履行变更手续的取土（石、料）弃土（石、渣）数量。

(4) 水土流失危害监测：主要监测项目建设引起水土流失造成损毁林地、草地等方面内容。

2.4.2 水土流失情况监测频次与方法

表 2.4-1 水土流失情况监测内容、频次和方法一览表

序号	监测内容	监测频次	监测方法	备注
1	水土流失面积	每季度一次	资料收集结合调查监测、巡查法监测与无人机监测	项目建设期
2	土壤流失量	每季度一次，根据水土保持措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	资料收集与现场调查	项目建设期
3	弃土（石、渣）潜在土壤流失量	每季度一次，根据水土保持措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	调查监测与无人机监测、巡查监测等	项目建设期
4	水土流失危害	不少于一次，根据水土保持措施运行状况与防护效果，判定是否增加频次	调查监测与无人机监测、巡查监测等	项目建设期

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 方案确定的防治责任范围

本工程水土流失防治责任范围为 17.16hm²，具体组成详见表 3.1-1。

表 3.1-1 方案确定水土流失防治责任范围统计表

项目			防止责任范围（hm ² ）							
			项目建设区			直接影 响区	合计			
								永久占地	临时占地	小计
变 电 工 程	开关站新建工程		主体工程区	0.58	0	0.58		0.58		
			进站道路区	0.23	0	0.23		0.23		
			施工场地区	0	0.04	0.04		0.04		
			小计	0.81	0.04	0.85	0	0.85		
	间隔扩建工程		间隔扩建区			0.05	0.05		0.05	
	合计			0.81	0.09	0.9		0.9		
线 路 工 程 区	路平~茂县牵引站 220kV 线路		塔基及其施工临时占地		0.46	0.27	0.73		0.73	
			施工便道 区	人抬道路		0	1.32	1.32		1.32
				汽运道路		0	0.8	0.8		0.8
			牵张场临时占地区				0.24	0.24		0.24
			跨越施工临时占地区				0.05	0.05		0.05
			居民拆迁区				0.04	0.04	0.04	0.08
			小计			0.46	2.72	3.18	0.04	3.22
	槽木~茂县牵引站 220kV 线路		塔基及其施工临时占地		0.40	0.24	0.64		0.64	
			施工便道 区	人抬道路			1.16	1.16		1.16
				汽运道路			0.55	0.55		0.55
			牵张场临时占地区				0.18	0.18		0.18
			跨越施工临时占地区				0.05	0.05		0.05
			居民拆迁区				0.05	0.05	0.05	0.1
			小计			0.40	2.23	2.63	0.05	2.68
	石大关~槽木变（茂 槽线改接点）220kV 线路/石大关~槽木 变（金槽线改接点） 双回 220kV 线路		塔基及其施工临时占地		1.37	0.82	2.19		2.19	
			施工便道 区	人抬道路			5.81	5.81		5.81
				汽运道路			1.8	1.8		1.8
			牵张场临时占地区				0.3	0.3		0.3
			跨越施工临时占地区				0.14	0.14		0.14
			居民拆迁区				0.06	0.06	0.06	0.12
			小计			1.37	8.93	10.30	0.06	10.36
	合计			2.23	13.88	16.11	0.15	16.26		
共计			3.04	13.97	17.01	0.15	17.16			

3.1.1.2 水土保持监测防治责任范围

项目按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433—2018）的有关规定，结合现场监测和分析，确定本项目实际发生的水土流失防治责任范围面积为 15.64hm²，具体组成详见表 3.1-2。

表 3.1-2 本项目实际发生的水土流失防治责任范围统计表

项目			防治责任范围（hm ² ）			
			永久占地	临时占地	小计	
变电工程	石大关 220kV 开关站新建工程	主体工程区	0.62		0.62	
		进站道路区	0.20		0.20	
		施工场地区	0.00	0.04	0.04	
		小计	0.82	0.04	0.86	
	路平 500kV 变电站 220kV 茂县牵引站间隔扩建工程	间隔扩建区		0.05	0.05	
		小计		0.05	0.05	
	合计		0.82	0.09	0.91	
线路工程 区	路平~茂县牵引站 220kV 线路（12km）	塔基及其施工临时占地		0.46	0.48	0.94
		施工便道区	人抬道路		1.55	1.55
			汽运道路		0.00	0.00
			索道		0.24	0.24
		牵张场临时占地区			0.15	0.15
		跨越施工临时占地区			0.05	0.05
		居民拆迁区			0.05	0.05
		小计		0.46	2.52	2.98
	槽木~茂县牵引站 220kV 线路（11.5km）	塔基及其施工临时占地		0.38	0.40	0.78
		施工便道区	人抬道路		1.10	1.10
			汽运道路		0.00	0.00
			索道		0.28	0.28
		牵张场临时占地区			0.21	0.21
		跨越施工临时占地区			0.05	0.05
		居民拆迁区			0.02	0.02
		小计		0.38	2.06	2.44
	石大关~槽木变（茂槽线改接点）220kV 线路/石大关~槽木变（金槽线改接点）双回 220kV 线路（70.3km）	塔基及其施工临时占地		1.80	1.89	3.69
		施工便道区	人抬道路		4.55	4.55
			汽运道路		0.42	0.42
			索道		0.32	0.32
		牵张场临时占地区			0.24	0.24
		跨越施工临时占地区			0.04	0.04
		居民拆迁区			0.05	0.05
		小计		1.80	7.51	9.31
	合计		2.64	12.09	14.73	
共计			3.46	12.18	15.64	

3.1.1.3 防治责任范围变化原因分析

水土流失防治责任范围变化情况详见表 3.1-3。

表 3.1-3 方案确定与水土保持监测防治责任范围变化情况对比表

项目		方案批复防治责任范围 (hm ²)			实际防治责任范围 (hm ²)			变化情况 (实际-方案) (hm ²)		
		项目建 设区	直接影 响区	合计	项目建 设区	直接影 响区	合计	项目建 设区	直接影 响区	合计
变 电 工 程 区	主体工程区	0.58	0.00	0.58	0.62	0.00	0.62	0.04	0.00	0.04
	进站道路区	0.23	0.00	0.23	0.20	0.00	0.20	-0.03	0.00	-0.03
	施工场地区	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
	间隔扩建区	0.05	0.00	0.05	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
	小计	0.90	0.00	0.90	0.91	0.00	0.91	0.01	0.00	0.01
线 路 工 程 区	塔基及塔基施工场地区	3.56	0.00	3.56	5.41	0.00	5.41	1.85	0.00	1.85
	人抬道路	8.29	0.00	8.29	7.20	0.00	7.20	-1.09	0.00	-1.09
	汽运道路	3.15	0.00	3.15	0.42	0.00	0.42	-2.73	0.00	-2.73
	索道				0.84	0.00	0.84	0.84	0.00	0.84
	牵张场临时占地区	0.72	0.00	0.72	0.60	0.00	0.60	-0.12	0.00	-0.12
	跨越施工临时占地区	0.24	0.00	0.24	0.14	0.00	0.14	-0.10	0.00	-0.10
	居民拆迁区	0.15	0.15	0.30	0.12	0.00	0.12	-0.03	-0.15	-0.18
	小计	16.11	0.15	16.26	14.73	0.00	14.73	-1.38	-0.15	-1.53
合计		17.01	0.15	17.16	15.64	0.00	15.64	-1.37	-0.15	-1.52

从表 3.1-3 可以看出,本工程监测范围内,工程建设期实际的水土流失防治责任范围较方案批复的防治责任范围减少了 1.52hm²。水土流失防治责任范围变化原因如下:

(1) 变电工程区

变化情况:本区实际的水土流失防治责任范围较方案批复的防治责任范围增加了 0.01hm²。

变化原因:施工图设计阶段,主体设计完善了站外排水沟和边坡挡墙,主体工程区占地面积增加了 0.04hm²;同时对进站道路走向和布局进行了优化,长度减少 35.74m,进站道路区面积减少 0.03hm²。

综上,变电工程区防治责任范围增加了 0.01hm²。

(2) 线路工程区

本区实际的水土流失防治责任范围较方案批复的防治责任范围减少了 1.53hm²。

①塔基及塔基施工临时占地区

变化情况:根据工程实施情况,塔基及其施工临时占地区水土流失防治责任范围较方案设计增加了 1.85hm²。

变化原因主要为：施工图阶段，虽然铁塔使用数量减少了 8 基，但是档距变大，主体设计对塔型和基础型式进行了优化，铁塔根开有所增加，使得塔基永久占地面积增加；而且通过现场调查监测，受地形条件影响，在铁塔组立和架设过程中，部分塔位塔基施工场地占地范围较方案阶段有所增加，所以塔基施工临时占地总面积有所增加。

②施工便道区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，施工便道区水土流失防治责任范围较方案设计减少了 2.98hm^2 。

变化原因：受地形条件影响，本工程大部分陡坡地段塔位均采用索道运输，实际布置索道 42 处，占地面积 0.84hm^2 ；由于采用索道运输，施工汽运道路较方案阶段减少了 5.1km ，面积减少 2.73hm^2 ；人抬道路较方案阶段减少了 10.9km ，面积减少 1.09hm^2 ；由于索道增加的面积小于施工汽运道路和人抬道路减少的面积，因此占地面积减少。

③牵张场临时占地区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，牵张场临时占地区水土流失防治责任范围较方案设计减少了 0.12hm^2 。

变化原因：实际施工过程中，牵张场减少了 4 处，因此占地面积减少。

④跨越施工临时占地区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，跨越施工临时占地区水土流失防治责任范围较方案设计减少了 0.10hm^2 。

变化原因：实际施工过程中，在交叉跨越各电压等级的线路时主要采用封网跨越，仅设置 14 处跨越施工场地，因此占地面积减少。

⑤居民拆迁区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，居民拆迁区水土流失防治责任范围较方案设计减少了 0.18hm^2 。

变化原因：实际建设工程中，居民拆迁工程量有所减少，直接影响区实际未发生。

3.1.2 背景值监测

本项目未设置弃渣场，也不涉及大型开挖填筑面等扰动强度很大的情况，故不进行背景值动态遥感监测。

3.1.3 建设期扰动土地面积

根据现场监测，结合地形图量算，本项目建设累计扰动土地面积 15.64hm²，按照水土保持监测分区划分，各监测分区分年度扰动地表面积详见表 3.1-4。

表 3.1-4 建设期扰动土地面积统计表

监测分区			各年度累计扰动地表面积（hm ² ）				累计扰动面积（hm ² ）
			2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
变 电 工 程 区	主体工程区				0.58	0.62	0.62
	进站道路区				0.20	0.20	0.20
	施工场地区				0.04	0.04	0.04
	间隔扩建区				0.00	0.05	0.05
	小计		0.00	0.00	0.85	0.91	0.91
线 路 工 程 区	塔基及塔基施工场地区		0.43	2.84	4.97	5.41	5.41
	施 工 便 道 区	人抬道路	0.85	2.97	3.98	7.20	7.20
		汽运道路				0.42	0.42
		索道				0.84	0.84
		小计	0.85	2.97	3.98	8.46	8.46
	牵张场临时占地区					0.60	0.60
	跨越施工临时占地区					0.14	0.14
	居民拆迁区					0.12	0.12
	小计		1.28	5.81	8.95	14.73	14.73
合 计			1.28	5.81	9.80	15.64	15.64

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料结果

根据《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》，结合现场监测资料，本工程不涉及取土（石、料）场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

根据监测结果，本工程建设未设置取土（石、料）场。

3.2.3 取料对比分析

根据现场监测情况，本工程无取土（石、料）场，工程施工过程中所需成品砂石料均由当地合法砂石厂购买。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》，本工程不涉及弃土（石、料）场。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

通过现场监测和查阅施工资料，本项目实际开挖土石方量为 3.21 万 m^3 ，填方 3.20 万 m^3 ，间隔扩建工程产生余方 0.01 万 m^3 ，余方在站外终端塔摊平处理。

通过现场监测结合查阅资料：开关站经场内综合调运后，土石方挖填平衡；间隔扩建工程产生的余方，在站外终端塔摊平处理；线路工程每个铁塔产生的余土量较少，施工过程中全部在塔基基面或周边平缓处摊平处理，因此无弃渣处置点。

3.3.3 弃渣对比分析

由于各工程在施工过程中的挖填转换周期短暂，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水土流失量。本工程最终达到挖填平衡，未设置弃渣处置点。

3.4 土石方流向情况监测结果

经资料汇总与现场监测，工程实际建设过程中土石方工程量发生变化：经统计，本工程实际挖方 3.21 万 m^3 ，填方 3.20 万 m^3 ，间隔扩建工程产生余方 0.01 万 m^3 ，余方在站外终端塔摊平处理。本工程实际土石方平衡分析详见下表。

表 3.4-1 本工程实际土石方平衡分析表

项目组成		挖方			填方			调入		调出		余方	
		表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	数量	来源	数量	去向	数量	去向
变电站工程	①主体工程区	0.04	0.74	0.78		0.76	0.76	0.02	②	0.04	②、③		
	②进站道路区		0.11	0.11	0.02	0.09	0.11	0.02	①	0.02	①		
	③施工场地区		0.06	0.06	0.02	0.06	0.08	0.02	①				
	④间隔扩建区		0.02	0.02		0.01	0.01					0.01	终端塔摊平处理
	小计	0.04	0.93	0.97	0.04	0.92	0.96	0.06		0.06	0.00	0.01	
线路工程	⑤塔基及其施工临时占地区	0.53	1.34	1.87	0.53	1.34	1.87						
	⑥施工便道区	0.07	0.18	0.26	0.07	0.18	0.26						
	居民拆迁区		0.12	0.12		0.12	0.12						
	小计	0.60	1.64	2.24	0.60	1.64	2.24						
合计		0.64	2.57	3.21	0.64	2.57	3.20	0.06		0.06		0.01	

原水土保持方案与实际土石方变化情况，详见表 3.4-2。

表 3.4-2 批复水保方案土石方情况与水土保持监测土石方情况对比分析表

项目组成		方案阶段 (万 m ³)			建设期实际 (万 m ³)			变化 (万 m ³)		
		挖方	填方	余方	挖方	填方	余方	挖方	填方	余方
变电 站工 程	主体工程区	0.91	0.87	0	0.78	0.76		-0.13	-0.11	0.00
	进站道路区	0.12	0.16	0	0.11	0.11		-0.01	-0.05	0.00
	施工场地区	0.07	0.07	0	0.06	0.08		-0.01	0.01	0.00
	间隔扩建区	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	小计	1.12	1.11	0.01	0.97	0.96	0.01	-0.15	-0.15	0.00
线路 工程	塔基及其施工临时占地区	1.98	2.13	0	1.87	1.87		-0.11	-0.26	0.00
	施工便道区	1.29	1.29	0	0.26	0.26		-1.03	-1.03	0.00
	牵张场临时占地区	0.05	0.05	0	0.00	0.00		-0.05	-0.05	0.00
	跨越施工临时占地区	0.02	0.02	0	0.00	0.00		-0.02	-0.02	0.00
	居民拆迁区	0.15	0.00	0	0.12	0.12		-0.03	0.12	0.00
	小计	3.49	3.49	0	2.25	2.24		-1.25	-1.25	0.00
合计		4.61	4.60	0.01	3.21	3.20	0.01	-1.40	-1.40	0.00

根据监测结果,与批复的水土保持方案比较:本工程实际土石方开挖量较方案减少 1.40 万 m³, 回填量较方案减少 1.40 万 m³, 土石方变化情况及原因分析如下:

(1) 变电工程区

变化情况:根据现场监测,结合施工资料,本区实际土石方开挖量较方案减少 0.15 万 m³, 回填量较方案减少 0.15 万 m³。

变化原因:施工图设计阶段,主体设计优化了站区布局和构架基础型式,同时对进站道路走向和布局进行了优化,长度减少 35.74m,从而使得本区土石方挖填工程量有所减少。

(2) 线路工程区

根据现场监测,结合施工资料,本区实际土石方开挖量较方案减少 1.37 万 m³, 回填量较方案减少 1.37 万 m³。

①塔基及塔基施工临时占地区

变化情况:根据工程实施情况,塔基及其施工临时占地区实际土石方开挖量较方案减少 0.11 万 m³, 回填量较方案减少 0.26 万 m³。

变化原因主要为:施工图阶段,虽然铁塔使用数量减少了 8 基,且土石方开挖量随之减少;实际施工过程中房屋拆迁区的建渣就地处理,未转运至本区回填。

②施工便道区

变化情况:根据现场监测,结合施工资料,施工便道区实际土石方开挖量较方案减少 1.03 万 m³, 回填量较方案减少 1.03 万 m³。

变化原因：受地形条件影响，本工程大部分陡坡地段塔位均采用索道运输，施工汽运道路较方案阶段减少了 5.1km，索道场平工程量较小，加之汽运道路缩短，因此土石方开挖量减少。

③牵张场临时占地区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，牵张场临时占地区实际土石方开挖量较方案减少 0.05 万 m³，回填量较方案减少 0.05 万 m³。

变化原因：实际施工过程中，牵张场选址均在平缓区域，未进行场地平整，不涉及土石方开挖回填。

④跨越施工临时占地区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，跨越施工临时占地区实际土石方开挖量较方案减少 0.02 万 m³，回填量较方案减少 0.02 万 m³。

变化原因：实际施工过程中，跨越施工场地未进行场地平整，不涉及土石方开挖回填。

⑤居民拆迁区

变化情况：根据现场监测，结合施工资料，居民拆迁区实际土石方开挖量较方案减少 0.03 万 m³，回填量较方案增加 0.12 万 m³。

变化原因：居民拆迁区实际拆迁工程量有所减少，但拆迁后的建渣全部破碎后就地摊平处理，未外运。

3.5 其他重点部位监测结果

3.5.1 大型开挖填筑区监测结果

根据现场监测，本项目不存在单个占地面积 2000m² 以上或开挖填筑高度 30m 以上的大型开挖填筑区。

3.5.2 施工道路监测结果

根据现场监测情况，结合施工单位报送的施工资料，在实施阶段，本工程以索道和人抬道路运输为主，仅部分地形条件较好塔位修筑了汽运道路。根据现场监测，结合施工资料，本工程新修筑施工汽运道路 1.20km，路面宽度 3.0m~4.0m 不等，占地面积 0.42hm²；本工程施工过程中，共布置索道 42 处，占地面积 0.84hm²。

3.5.3 临时堆土场监测结果

根据现场监测，本项目未设置专门的临时堆土场，剥离的表土就近堆存于塔基及其施工临时场地一角、施工道路一侧，采用密目网遮盖和土袋拦挡，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迹地恢复的区域。

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

根据四川省水利厅批复的《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》，本工程各防治分区工程措施设计情况如下。

表 4.1-1 方案阶段各监测分区工程措施工程量统计表

监测分区		措施类型	单位	工程量
变电工程区	主体工程区	表土剥离	m ³	420
		站内排水管道	m	300
		站外排水管道	m	200
		截排水沟	m ³	388.8
		碎石铺设	m ²	2100
	进站道路区	截排水沟	m ³	143.55
		表土回覆	m ³	420
	施工场地区	复耕	hm ²	0.04
线路工程区	间隔扩建区	碎石铺设	m ²	500
	塔基及塔基施工场地区	堡坎	m ³	3539
		截排水沟	m ³	1075
		浆砌石护坡	m ³	1065
		表土剥离	m ³	4016
		表土回覆	m ³	4016
		土地整治	hm ²	2.58
		复耕	hm ²	0.75
	施工便道区	表土剥离	m ³	3200
		表土回覆	m ³	3200
		土地整治	hm ²	10.88
		复耕	hm ²	0.56
	牵张场临时占地区	土地整治	hm ²	0.72
	跨越施工临时占地区	土地整治	hm ²	0.16
	居民拆迁区	土地整治	hm ²	0.15

4.1.2 工程措施实施情况监测结果

根据现场监测情况，结合施工单位报送的施工资料，工程措施实施情况如下：

(1) 变电工程区

①主体工程区：站内排水管道 300m、站外排水管道 200m、截排水沟 378m³、碎石铺设 2400m³、表土剥离 420m³。

②进站道路区：截排水沟 161m³、土地整治 0.08hm²、表土回覆 232m³。

③施工场地区：复耕 0.04hm²、表土回覆 188m³。

④间隔扩建区：碎石铺设 500m²。

(2) 线路工程区

①塔基及塔基施工场地区：浆砌石堡坎 729m³，浆砌石护坡 317m³，浆砌石排水沟 13.5m³/25m，表土剥离 5272m³，表土回覆 5272m³，土地整治 4.13hm²，复耕 1.20hm²。

②施工便道区：表土剥离 720m³，表土回覆 720m³，土地整治 8.46hm²。

③牵张场临时占地区：土地整治 0.60hm²。

④跨越施工临时占地区：土地整治 0.14hm²。

⑤居民拆迁区：土地整治 0.05hm²、复耕 0.07hm²。

本项目实际实施的水土保持工程措施工程量详见表 4.1-2。

表 4.1-2 工程措施实际完成量及实施时间统计表

防治分区		措施位置	措施内容	单位	工程量	实施时间
变电工程区	主体工程区	站区占地区域	表土剥离	m ³	420	2022 年 1 月
		站内道路两侧、站构筑物周边	站内排水管道	m	300	2022 年 12 月-2023 年 3 月
		站外排水沟与自然沟道	站外排水管道	m	200	2022 年 12 月-2023 年 3 月
		围墙外沿围墙布置	截排水沟	m ³	378	2022 年 6 月-2022 年 10 月
		配电装置场地	碎石铺设	m ²	2400	2023 年 4 月-5 月
	进站道路区	进站道路一侧	截排水沟	m ³	161	2023 年 4 月-5 月
		进站道路侧绿化区域	表土回覆	m ³	232	2023 年 8 月
			土地整治	hm ²	0.08	2023 年 8 月
	施工场地区	施工场地占地区域	复耕	hm ²	0.04	2023 年 9 月
			表土回覆	m ³	188	2023 年 9 月
	间隔扩建区	间隔扩建区域	碎石铺设	m ²	500	2023 年 3 月-5 月
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	较陡坡地塔位下坡侧	堡坎	m ³	729	2022 年 10 月-2023 年 10 月
		汇水面较大塔位上坡侧	浆砌石排水沟	m ³	13.5	2023 年 10 月
		坡地塔位不稳定边坡	浆砌石护坡	m ³	317	2022 年 10 月-2023 年 10 月
		塔基基面	表土剥离	m ³	5272	2020 年 10 月--2023 年 9 月
		塔基基面	表土回覆	m ³	5272	2020 年 12 月-2025 年 4 月
		塔基基面、临时占用林草地区域	土地整治	hm ²	4.13	2022 年 12 月-2025 年 4 月
		塔基施工场地占用耕地区域	复耕	hm ²	1.2	2022 年 12 月-2025 年 4 月
	施工便道区	汽运施工道路路面	表土剥离	m ³	720	2022 年 12 月-2023 年 3 月
			表土回覆	m ³	720	2023 年 10 月-2025 年 4 月
		道路、索道平台占地区域	土地整治	hm ²	8.46	2023 年 11 月-2025 年 4 月
	牵张场临时占地区	牵张场占地区域	土地整治	hm ²	0.6	2023 年 11 月-2025 年 4 月
	跨越施工临时占地区	跨越场地占地区域	土地整治	hm ²	0.14	2023 年 11 月
	居民拆迁区	房屋拆迁区域	土地整治	hm ²	0.05	2022 年 12 月-2025 年 4 月
			复耕	hm ²	0.07	

表 4.1-3 本工程水土保持工程措施监测结果对比表

防治分区		措施内容	单位	方案设计量	实际工程量	增减情况（完成量-设计量）
变电工程区	主体工程区	表土剥离	m ³	420	420	0
		站内排水管道	m	300	300	0
		站外排水管道	m	200	200	0
		截排水沟	m ³	388.8	378	-10.8
		碎石铺设	m ²	2100	2400	300
	进站道路区	截排水沟	m ³	143.55	160.92	17.37
		表土回覆	m ³	420	232.5	-187.5
		土地整治	hm ²		0.08	0.08
	施工场地区	复耕	hm ²	0.04	0.04	0
		表土回覆	m ³		188	188
	间隔扩建区	碎石铺设	m ²	500	500	0
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	堡坎	m ³	3539	729	-2810
		浆砌石排水沟	m ³	1075	13.5	-1061.5
		浆砌石护坡	m ³	1065	317	-748
		表土剥离	m ³	4016	5272	1256
		表土回覆	m ³	4016	5272	1256
		土地整治	hm ²	2.58	4.13	1.55
		复耕	hm ²	0.75	1.2	0.45
	施工便道区	表土剥离	m ³	3200	720	-2480
		表土回覆	m ³	3200	720	-2480
		土地整治	hm ²	10.88	8.46	-2.42
		复耕	hm ²	0.56	0	-0.56
	牵张场临时占地区	土地整治	hm ²	0.72	0.6	-0.12
	跨越施工临时占地区	土地整治	hm ²	0.16	0.14	-0.02
	居民拆迁区	土地整治	hm ²	0.15	0.05	-0.10
		复耕	hm ²		0.07	+0.07

4.1.3 工程措施变化原因分析

根据表 4.1-3 以看出本工程实际实施的工程措施较批复的水土保持方案发生了一定的变化，具体分析如下：

（1）主体工程区

变化情况：与方案比较，本区截排水沟减少 10.8m³、碎石铺设增加 300m²。

变化原因：施工图阶段，主体设计优化了站区总体布局，围墙长度较方案阶段有所减少，所以截排水沟工程量随之减少；配电装置场地面积较方案阶段有所增加，所以碎石铺设面积增加。

（2）进站道路区

变化情况：与方案比较，本区截排水沟增加 17.37m^3 、表土回覆较少 187.5m^3 、土地整治面积增加 0.08hm^2 。

变化原因：实际施工阶段，考虑到拦截站区外空地汇水，进站道路左侧增加了截排水沟布置，使得进站道路两侧可绿化面积减少，所以表土回覆量有所减少；方案阶段未对绿化区域设计土地整治措施，施工阶段对绿化区域进行了土地整治，所以土地整治措施工程量相应增加。

（3）施工场地区

变化情况：与方案比较，本区表土回覆增加 188m^3 。

变化原因：方案阶段，本区无表土回覆措施，实际施工阶段，将站区剥离的表土回覆至本区，所以表土回覆措施工程量相应增加。

（4）间隔扩建区

本区工程措施工程量无明显变化。

（5）塔基及其施工场地区

变化情况：与方案比较，本区堡坎减少 2810m^3 、浆砌石排水沟减少 1061.5m^3 、浆砌石护坡减少 748m^3 、表土剥离及回覆增加 1256m^3 、土地整治增加 1.55hm^2 、复耕增加 0.45hm^2 。

变化原因：施工图阶段，主体设计在定位时，最大限度地避开了汇水面较大、地质不稳定区域，所以堡坎、浆砌石排水沟、浆砌石护坡工程量减少较多；实施阶段，塔基永久占地面积、塔基施工场地占地面积较方案阶段均有所增加，使得表土剥离及回覆、土地整治和复耕措施工程量随之增加。

（6）施工便道区

变化情况：与方案比较，本区表土剥离及回覆减少 2480m^3 、土地整治减少 2.42hm^2 、复耕减少 0.56hm^2 。

变化原因：受地形条件影响，本工程大部分陡坡地段塔位均采用索道运输，实际布置索道 42 处，占地面积 0.84hm^2 ；由于采用索道运输，施工汽运道路较方案阶段减少了 5.1km ，面积减少 2.73hm^2 ；人抬道路较方案阶段减少了 10.9km ，面积减少 1.09hm^2 ；由于索道增加的面积小于施工汽运道路和人抬道路减少的面积，因此占地面积减少，使得表土剥离及回覆、土地整治和复耕措施工程量随之减少。

（7）牵张场临时占地区

变化情况：与方案比较，本区土地整治减少 0.12hm^2 。

变化原因：实际施工过程中，牵张场减少了 4 处，因此占地面积减少，使得土地整治措施工程量随之减少。

（8）跨越施工临时占地区

变化情况：与方案比较，本区土地整治减少 0.02hm^2 。

变化原因：实际施工过程中，在交叉跨越各电压等级的线路时主要采用封网跨越，仅设置 14 处跨越施工场地，因此占地面积减少，使得土地整治措施工程量随之减少。

（9）居民拆迁区

变化情况：与方案比较，本区土地整治减少 0.10hm^2 ，复耕增加 0.07hm^2 。

变化原因：居民拆迁工程量实际有所减少，部分拆迁区域采用复耕的方式对场地进行了恢复，所以较方案复耕措施工程量增加，土地整治工程量减少。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施方案设计情况

根据四川省水利厅批复的《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》，各防治分区工程措施设计情况如下。

表 4.2-1 方案阶段各监测分区植物措施工程量统计表

监测分区		措施类型	单位	工程量
变电工程区	进站道路区	撒播种草	hm^2	0.21
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	撒播草籽	hm^2	2.58
		栽植灌木	株	4275
	施工便道区	撒播草籽	hm^2	10.88
		栽植灌木	株	6475
	牵张场临时占地区	撒播草籽	hm^2	0.72
	跨越施工临时占地区	撒播草籽	hm^2	0.16
	居民拆迁区	撒播草籽	hm^2	0.15
		栽植灌木	株	375

4.2.2 植物措施实施情况监测结果

根据现场监测情况，结合施工单位报送的施工资料，植物措施实施情况如下：

（1）变电工程区

进站道路区：本区完成撒播种草 0.08hm^2 。

（2）线路工程区

- ①塔基及塔基施工场地区：本区域完撒播种草 4.13hm²，生态袋 5000 个。
- ②施工便道区：本区域完成撒播种草 8.46hm²。
- ③牵张场临时占地区：本区域完成撒播种草 0.60hm²。
- ④跨越施工临时占地区：本区域共完成撒播种草 0.14hm²。
- ⑤居民拆迁区：本区域共完成撒播种草 0.05hm²。
- 本项目实际实施的水土保持植物措施工程量详见表 4.2-2。

表 4.2-2 植物措施实际完成量及实施时间统计表

防治分区		措施位置	措施内容	单位	实际工程量	实施时间
变电工程区	进站道路区	进站道路两侧绿化区域	撒播种草	hm ²	0.08	2023 年 8 月
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	塔基基面、临时占用林草地区域	撒播草籽	hm ²	4.13	2022 年 3 月-2025 年 4 月
			生态袋	个	5000	2024 年 9 月
	施工便道区	占地区域	撒播草籽	hm ²	8.46	2023 年 10 月-2025 年 4 月
	牵张场临时占地区	牵张场占地区域	撒播草籽	hm ²	0.6	2023 年 10 月--2025 年 4 月
	跨越施工临时占地区	跨越场地占地区	撒播灌草籽	hm ²	0.14	2023 年 10 月-12 月
	居民拆迁区	房屋拆迁区域	撒播草籽	hm ²	0.05	2023 年 3 月-2025 年 4 月

表 4.2-3 本工程水土保持植物措施监测结果对比表

防治分区		措施内容	单位	方案设计量	实际工程量	增减情况（完成量-设计量）
变电工程区	进站道路区	撒播种草	hm ²	0.21	0.08	-0.13
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	撒播草籽	hm ²	2.58	4.13	1.55
		栽植灌木	株	4275	0	-4275
		生态袋	个		5000	5000
	施工便道区	撒播草籽	hm ²	10.88	8.46	-2.42
		栽植灌木	株	6475		-6475
	牵张场临时占地区	撒播草籽	hm ²	0.72	0.6	-0.12
	跨越施工临时占地区	撒播灌草籽	hm ²	0.16	0.14	-0.02
	居民拆迁区	撒播草籽	hm ²	0.15	0.05	-0.10
		栽植灌木	株	375	0	-375

4.2.3 植物措施变化原因分析

根据表 4.2-3 以看出本工程实际实施的植物措施较批复的水土保持方案发生了一定的变化，具体分析如下：

（1）进站道路区

变化情况：与方案比较，本区撒播种草面积减少 0.13hm²。

变化原因：实际施工阶段，采用彩条旗限界，严格控制了进站道路扰动范围，同时考虑到拦截站区外空地汇水，进站道路左侧增加了截排水沟布置，使得进站道路两侧可绿化面积减少，所以植物措施工程量相应减少。

（2）塔基及其施工场地地区

变化情况：与方案比较，本区撒播种草增加 1.55hm^2 、栽植灌木减少 4275 株、增加生态袋 5000 个。

变化原因：实施阶段，塔基永久占地面积、塔基施工场地占地面积较方案阶段均有所增加，使得撒播种草工程量随之增加；为便于线路运维，塔基及其施工场地全部采用撒播种草进行绿化，未栽植灌木，根据现场调查，水土流失防治效果未因灌木栽植的减少而降低；2024 年 9 月，施工单位根据水土保持监测整改意见，采用生态袋的方式对部分塔位进行了植被恢复。

（3）施工便道区

变化情况：与方案比较，本区撒播种草减少 2.42hm^2 、栽植灌木减少 6475 株。

变化原因：施工阶段，因施工汽运道路、人抬道路长度缩短，本区占地面积减少，使得撒播种草工程量随之减少；新建汽运道路和人抬道路未占用林地，因此栽植灌木措施未实施。

（4）牵张场临时占地区

变化情况：与方案比较，本区撒播种草减少 0.12hm^2 。

变化原因：实际施工过程中，牵张场减少了 4 处，因此占地面积减少，使得撒播种草工程量随之减少。

（5）跨越施工临时占地区

变化情况：与方案比较，本区撒播种草减少 0.02hm^2 。

变化原因：实际施工过程中，在交叉跨越各电压等级的线路时主要采用封网跨越，仅设置 14 处跨越施工场地，因此占地面积减少，使得撒播种草工程量随之减少。

（6）居民拆迁区

变化情况：与方案比较，本区撒播种草减少 0.10hm^2 、栽植灌木减少 375 株。

变化原因：实际建设工程中，居民拆迁工程量有所减少，且部分区域采用复耕措施恢复场地，实施植物措施区域采用撒播种草绿化，未实施栽植灌木措施，使得植物措施工程量随之减少。

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施方案设计情况

根据批复的《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书（报批稿）》，各防治分区工程措施设计情况如下：

表 4.3-1 方案阶段各监测分区植物措施工程量统计表

监测分区		措施类型	单位	工程量
变电工程区	主体工程区	临时排水沟	m	350
		临时沉砂池	座	1
		土袋拦挡	m ³	22.4
		防雨布遮盖	m ²	280
	进站道路区	临时排水沟	m	145
		临时沉砂池	座	1
		防雨布遮盖	m ²	2520
	施工场地区	临时排水沟	m	50
		临时沉砂池	座	1
		土袋拦挡	m ³	12.8
		防雨布遮盖	m ²	100
	间隔扩建区	土袋拦挡	m ³	10.88
		防雨布遮盖	m ²	70
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	土袋拦挡	m ³	143.36
		防雨布遮盖	m ²	7028
		防护网	m ²	1728
		钢柱	根	576
	施工便道区	临时排水沟	m	3600
		临时沉砂池	座	27
		土袋拦挡	m ³	18.9
		防雨布遮盖	m ²	5600

4.3.2 临时措施实施情况监测结果

根据现场监测情况，结合施工单位报送的施工资料，临时措施实施情况如下：

（1）变电工程区

①主体工程区：本区完成临时排水沟 320m、土袋拦挡 20m³、防雨布遮盖 700m²。

②进站道路区：本区完成临时排水沟 110m、防雨布遮盖 900m²。

③施工场地区：本区完成临时排水沟 500m、临时沉砂池 1 座、土袋拦挡 12.8m³、防雨布遮盖 200m²。

④间隔扩建区：本区完成防雨布遮盖 100m²。

(2) 线路工程区

①塔基及塔基施工场地区：本区域完成土袋拦挡 212m³、防雨布遮盖 11040m²。

②施工便道区：本区域完成临时排水沟 980m、临时沉砂池 1 座、防雨布遮盖 2190m²。

本项目实际实施的水土保持临时措施工程量详见表 4.3-2。

表 4.3-2 临时措施实际完成量及实施时间统计表

防治分区		措施位置	措施内容	单位	实际工程量	实施时间
变电工程区	主体工程区	围墙外四周	临时排水沟	m	320	2022 年 1 月-2022 年 12 月
		站内回填土临时堆存点	土袋拦挡	m ³	20	2022 年 1 月-2022 年 2 月
			防雨布遮盖	m ²	700	2022 年 1 月-2023 年 4 月
	进站道路区	进站道路两侧	临时排水沟	m	110	2022 年 1 月-2023 年 3 月
		道路两侧临时堆土区域	防雨布遮盖	m ²	900	2022 年 1 月-2023 年 7 月
	施工场地区	场地四周	临时排水沟	m	50	2021 年 12 月-2023 年 8 月
		排水沟出口处	临时沉砂池	座	1	2021 年 12 月-2023 年 8 月
		临时堆土区域	土袋拦挡	m ³	12.8	2021 年 12 月-2023 年 8 月
			防雨布遮盖	m ²	200	2021 年 12 月-2023 年 8 月
	间隔扩建区	临时堆土区域	防雨布遮盖	m ²	100	2023 年 6 月-12 月
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	临时堆土区域	土袋拦挡	m ³	212	2020 年 10 月-2023 年 10 月
			防雨布遮盖	m ²	11040	2020 年 10 月-2023 年 10 月
	施工便道区	汽运道路临坡侧	临时排水沟	m	980	2022 年 12 月-2023 年 10 月
		排水沟出口处	临时沉砂池	座	1	2022 年 12 月-2023 年 10 月
		道路边坡基临时堆土区域	防雨布遮盖	m ²	2190	2022 年 12 月-2023 年 10 月
	牵张场临时占地区	机械停放区域	防雨布遮盖	m ²	2000	2023 年 4 月-2023 年 10 月
			棕垫隔离	m ²	1000	2023 年 4 月-2023 年 10 月

表 4.3-3 本工程水土保持临时措施监测结果对比表

防治分区		措施内容	单位	方案设计量	实际工程量	增减情况（完成量-设计量）
变电工程区	主体工程区	临时排水沟	m	350	320	-30
		临时沉砂池	座	1	0	-1
		土袋拦挡	m ³	22.4	20	-2.4
		防雨布遮盖	m ²	280	700	420
	进站道路区	临时排水沟	m	145	110	-35
		临时沉砂池	座	1	0	-1
		防雨布遮盖	m ²	2520	900	-1620
	施工场地区	临时排水沟	m	50	50	0
		临时沉砂池	座	1	1	0
		土袋拦挡	m ³	12.8	12.8	0
		防雨布遮盖	m ²	100	200	100
	间隔扩建区	土袋拦挡	m ³	10.88	0	-10.88
		防雨布遮盖	m ²	70	100	30

线路工程区	塔基及塔基施工场地区	土袋拦挡	m ³	143.36	212	68
		防雨布遮盖	m ²	7028	11040	4012
		防护网	m ²	1728	0	-1728
		钢柱	根	576	0	-576
	施工便道区	临时排水沟	m	3600	980	-2620
		临时沉砂池	座	27	1	-26
		土袋拦挡	m ³	18.9	0	-18.9
		防雨布遮盖	m ²	5600	2190	-3410
	牵张场临时占地区	防雨布遮盖	m ²		2000	2000
		棕垫隔离	m ²		1000	1000

4.3.3 临时措施变化原因分析

根据表 4.3-3 可以看出，本工程实际实施的临时措施较批复的水土保持方案发生了一定的变化，具体分析如下：

（1）主体工程区

变化情况：与方案比较，本区临时排水沟减少 30m、临时沉砂池减少 1 座、土袋拦挡减少 2.4m³、防雨布遮盖增加 420m²。

变化原因：施工图阶段，主体设计优化了站区总体布局，围墙长度较方案阶段有所减少，所以临时排水沟工程量较方案阶段减少，临时排水沟坡降较小，实际实施过程中未设置临时沉砂池；实际施工过程，站区主要为即挖即填，临时堆土减少，所以土袋拦挡工程量减少；施工期间，增加了站外边坡的临时遮盖，所以防雨布遮盖工程量增加。

（2）进站道路区

变化情况：与方案比较，本区临时排水沟减少 35m、临时沉砂池减少 1 座、防雨布遮盖减少 1620m²。

变化原因：施工图设计阶段，主体设计对进站道路走向和布局进行了优化，长度减少 35.74m，使得进站道路临时排水沟工程量减少，临时排水沟坡降较小，实际实施过程中未设置临时沉砂池；实际施工阶段，采用彩条旗限界，严格控制了进站道路扰动范围，裸露边坡面积减少，路面即挖即填，临时堆减少，因此防雨布遮盖工程量随之减少。

（3）施工场地区

变化情况：与方案比较，本区防雨布遮盖增加 100m²。

变化原因：实际施工阶段，将站区剥离的堆存至本区，所以表土临时遮盖措施工程量相应增加。

（4）间隔扩建区

变化情况：与方案比较，本区防雨布遮盖增加 30m^2 、土袋拦挡减少 10.88。

变化原因：实际施工阶段，临时堆土量减少，堆高较低，主要采用防雨布遮盖措施进行防护，防雨布表面采用碎石和其他重物压盖，未设置土袋拦挡，所以防雨布遮盖工程量有所增加、土袋拦挡工程量减少。

（5）塔基及其施工场地区

变化情况：与方案比较，本区土袋拦挡增加 68m^3 、防雨布遮盖增加 4012m^2 、防护网减少 1728m^2 、钢柱减少 576 根。

变化原因：由于本工程施工期较长，跨越了雨季，施工现场加强了临时堆土的拦挡和遮盖，因此土袋拦挡和防雨布遮盖措施工程量有所增加；施工图阶段，主体设计在定位时，最大限度地避开了汇水面较大、地质不稳定区域，所以未实施防护网等措施，使得防护网、钢柱、工程量随之减少。

（6）施工便道区

变化情况：与方案比较，本区临时排水沟减少 2620m、土袋拦挡减少 18.9m^3 、防雨布遮盖减少 3410m^2 。

变化原因：受地形条件影响，本工程大部分陡坡地段塔位均采用索道运输，施工汽运道路较方案阶段减少了 5.1km，使得汽运道路的临时排水沟、土袋拦挡、防雨布遮盖工程量随之减少。

（7）牵张场临时占地区

变化情况：与方案比较，本区防雨布遮盖增加 2000m^2 、棕垫隔离增加 1000m^2 。

变化原因：方案阶段本区未设计相关临时措施，实施阶段，为减少地表扰动，便于机械放置，施工单位采用防雨布和棕垫对牵张场部分区域进行了隔离保护，使得防雨布遮盖、棕垫隔离工程量随之增加。

4.4 水土保持措施防治效果

经现场监测，各分区按照水保方案中的设计要求进行了工程措施、植物措施和临时措施的实施，个别区域根据实际情况进行了相适应的变化，通过监测，目前各个分区所实施的工程措施、植物措施，在项目施工建设过程中较好的防治了项目水土流失的发生，同时植物措施随着时间的推移，逐步发挥出相应的效益，现项目区水土流失程度较低。

表 4.4-1 项目实际完成水土保持措施工程量统计表

措施		单位	变电工程区				线路工程区					合计
			主体工程区	进站道路区	施工场地区	间隔扩建区	塔基及塔基施工场地区	施工便道区	牵张场临时占地区	跨越施工临时占地区	居民拆迁区	
工程措施	站内排水管道	m	300									300
	站外排水管道	m	200									200
	截排水沟	m ³	378	160.92			13.5					552.42
	碎石铺设	m ²	2400			500						2900
	堡坎	m ³					729					729
	截排水沟	m ³										0
	浆砌石护坡	m ³					317					316.8
	表土剥离	m ³	420				5272	720				6412
	表土回覆	m ³		232	188		5272	720				6412
	土地整治	hm ²		0.08			4.14	8.46	0.6	0.14	0.05	13.46
植物措施	复耕	hm ²			0.04		1.20				0.07	1.31
	撒播草籽	hm ²		0.08			4.14	8.46	0.60	0.14	0.05	13.46
	栽植灌木	株										0
临时措施	植生草袋	个					5000					5000
	临时排水沟	m	320	110	50			980				1460
	临时沉砂池	座	0	0	1			1				2
	土袋拦挡	m ³	20		13		212	0				244
	防雨布遮盖	m ²	700	900	200	100	11040	2190	2000			17130
	棕垫隔离	m ²							1000			1000
临时措施	钢柱	根										0

表 4.4-2 各分项工程实际完成水土保持措施工程量统计表

措施		工程措施										植物措施			临时措施					
		站内排水管道	站外排水管道	截排水沟	碎石铺设	堡坎	截排水沟	浆砌石护坡	表土剥离	表土回覆	土地整治	复耕	撒播草籽	栽植灌木	生态袋	临时排水沟	临时沉砂池	土袋拦挡	防雨布遮盖	棕垫隔离
单位		m	m	m³	m²	m³	m³	m³	m³	hm²	hm²	hm²	株	个	m	座	m³	m²	m²	
变电工程区	主体工程区	300	200	378	2400				420						320	0	20	700		
	进站道路区			160.92						232	0.08		0.08		110	0		900		
	施工场地区									188		0.04			50	1	13	200		
	间隔扩建区				500													100		
线路工程区	塔基及塔基施工场地区			13.5		729		317	5272	5272	4.13	1.2	4.13		5000			212	11040	
	施工便道区								720	720	8.46		8.46			980	1	0	2190	
	牵张场临时占地区										0.6		0.6					2000	1000	
	跨越施工临时占地区										0.14		0.14							
	居民拆迁区										0.05	0.07	0.05							
合计		300	200	552.42	2900	729	0	316.8	6412	6411	13.46	1.31	13.46	0	5000	1460	2	244	17130	1000
路平~茂县牵引站220kV线路	塔基及塔基施工场地区					138		7.2	915	915	0.72	0.21	0.72		1000			47	2425	
	施工便道区										1.79		1.79							
	牵张场临时占地区										0.15		0.15					500	250	
	跨越施工临时占地区										0.05		0.05							
	居民拆迁区										0.05		0.05							
	合计					138	0	7.2	915	915	2.76	0.21	2.76	0	1000	0	0	47	2925	250

水土流失防治措施监测结果

槽木~ 茂县牵 引站 220kV 线路	塔基及塔基施 工场地区					159			753	753	0.59	0.17	0.59		1000			45	2342	
	施工便道区										1.38		1.38							
	牵张场临时占 地区										0.21		0.21						700	350
	跨越施工临时 占地区										0.05		0.05							
	居民拆迁区											0.02								
	合计					159	0	0	753	753	2.23	0.19	2.23	0	1000	0	0	45	3042	350
石大关 ~槽木 变 220kV 线路	塔基及塔基施 工场地区			13.5		432		309.6	3605	3605	2.82	0.82	2.82		3000			120	6273	
	施工便道区								720	720	5.29		5.29			980	1		2190	
	牵张场临时占 地区										0.24		0.24						800	400
	跨越施工临时 占地区										0.04		0.04							
	居民拆迁区											0.05								
	合计					432	0	309.6	4325	4325	8.39	0.87	8.39	0	3000	980	1	120	9263	400

本项目各类水土保持措施防治效果图如下：

(1) 临时措施防治效果



图 4.4-1 施工场地区临时排水沟



图 4.4-2 槽木-茂县 JC17 号塔土袋拦挡



图 4.4-3 牵张场临时隔离

(2) 工程措施防治效果



图 4.4-9 石大关-槽木 N11 号塔位排水沟及护坡



图 4.4-10 石大关-槽木 N 24 号塔位堡坎

(3) 植物措施防治效果



图 4.4-11 槽木-茂县 JC6 号塔植被恢复



图 4.4-12 槽木-茂县 ZC28 号塔植被恢复



图 4.4-13 路平-茂县 JL5 号塔植被恢复



图 4.4-14 路平-茂县 ZL35 号塔植被恢复



图 4.4-11 石大关-槽木 N48 号塔植被恢复



图 4.4-12 石大关-槽木 N65 号塔植被恢复



图 4.4-13 进站道路边坡植被恢复

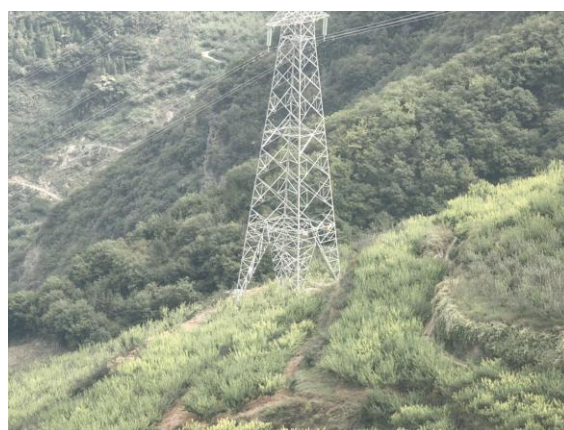


图 4.4-14 ZG1 塔基区植被恢复

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本工程 2020 年 9 月开工建设，水土流失面积先由少逐渐增多，然后随着各项水土保持措施发挥效用，水土流失面积逐渐减少。根据本工程监测时段的安排，水土流失面积每季度实地量测抽样监测记录 1 次，分年度汇总整理后将其划分为施工准备期、施工期和试运行期进行统计。

(1) 施工准备期：施工准备期主要为 2020 年 9 月，主要进行人抬道路和索道的布设，根据收集和分析施工资料，结合现场监测情况，水土流失面积为 1.28hm^2 。

(2) 施工期：施工期主要为 2020 年 10 月至 2025 年 4 月，主要进行开关站、间隔扩建工程、塔基基础开挖及浇筑、铁塔组立、架线施工；塔基排水沟、护坡的施工；塔基施工场地、施工汽运道路、人抬道路、索道、牵张场和跨越施工场地等的布设。根据工程建设进度，随着施工全面铺开，水土流失面积也随之逐步增大，根据收集和分析施工资料，结合现场监测情况，水土流失面积为 15.64hm^2 。

(3) 试运行期：试运行期（林草恢复期）为 2025 年 5 月至 6 月，相对施工期水土流失面积明显减少。根据项目区水热条件，本工程试运行期为植被生长最佳时期，施工单位在土建工程施工结束后，根据我公司水土保持监测人员提出的整改意见及时实施了植物措施，同时开关站截排水沟、塔位护坡和堡坎、排水沟等工程措施开始发挥水土保持效果，故水土流失面积逐渐减少，根据收集和分析施工资料，结合现场监测情况，水土流失面积为 14.54hm^2 。

根据现场监测，并结合工程相关资料统计工程施工准备期、施工期和试运行期水土流失面积情况如下表 5.1-1。

表 5.1-1 各阶段水土流失面积统计表（单位：hm²）

监测分区			各阶段水土流失面积					
			施工准备期	施工期				试运行期
				2020 年	2021 年	2022 年	2023 年-2024 年	
变电工程区	主体工程区		0.00	0.00	0.58	0.62		
	进站道路区		0.00	0.00	0.23	0.20	0.08	
	施工场地区		0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	
	间隔扩建区		0.00	0.00	0.00	0.05		
	小计		0.00	0.00	0.85	0.91	0.12	
线路工程区	塔基及塔基施工场地区		0.43	2.84	4.97	5.41	5.22	
	施工便道区	人抬道路	0.85	2.97	3.98	7.20	7.20	
		汽运道路	0.00	0.00	0.00	0.42	0.42	
		索道	0.00	0.00	0.00	0.84	0.84	
		小计	0.85	2.97	3.98	8.46	8.46	
	牵张场临时占地区		0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	
	跨越施工临时占地区		0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	
	居民拆迁区				0.07	0.12		
	小计		1.28	5.81	9.02	14.73	14.42	
合计		1.28	5.81	9.87	15.64	14.54		

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤侵蚀模数确定

本工程建设期间，水土保持监测项目组主要采用现场调查监测，结合分析计算，取得了各监测区不同时段土壤侵蚀模数，详见表 5.2-1。

表 5.2-1 监测区各时段土壤侵蚀模数取值一览表（单位：t/km².a）

监测分区		施工准备期	施工期	试运行期
变电工程区	主体工程区		5068	
	进站道路区		5400	
	施工场地区		2000	500
	间隔扩建区		2500	
线路工程区	塔基及塔基施工场地区		3840	500
	人抬道路	1800	1900	500
	汽运道路		3000	500
	索道	2000	2100	500
	牵张场临时占地区		2080	500
	跨越施工临时占地区		1664	500

5.2.2 土壤流失量监测

通过水土保持监测项目组对定位观测和调查收集到的监测数据按各个监测分区进行分类、汇总、整理，建设期共造成土壤流失量为 1296.2t，其中施工期（含施工准备期）造成土壤流失量为 1242.0t、试运行期土壤流失量为 54.2t，本项目土壤流失量、发生部位与流失时间见表 5.2-2。

表 5.2-2 土壤流失量、发生部位与流失时间汇总表

监测分区		各阶段土壤流失量 (t)		
		施工期（含施工准备期）	试运行期	合计
变电工程区	主体工程区	31.5		31.5
	进站道路区	10.7		10.7
	施工场地区	0.8	0.2	1.0
	间隔扩建区	0.6		0.6
	小计	43.6	0.2	43.8
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	674.4	19.6	694.0
	施工便道区	516.5	31.7	548.3
	牵张场临时占地区	6.2	2.3	8.5
	跨越施工临时占地区	1.2	0.5	1.7
	小计	1198.3	54.1	1252.4
合计		1242.0	54.2	1296.2

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

5.3.1 取土（石、料）潜在土壤流失量监测结果

根据工程水土保持方案报告书，结合现场监测情况，本工程不设置取土场。

5.3.2 弃土（石、渣）潜在土壤流失量监测结果

本项目不涉及弃渣（土、石）场：开关站挖填平衡，无余方，无弃渣场；线路工程每个铁塔产生的余土量较少，施工过程中全部在塔基基面或周边平缓处摊平处理，无弃渣场，本工程未设置弃渣场。

5.4 水土流失危害

经现场监测和调查走访，本工程建设期间在落实各项水土保持措施后，水土流失得到了有效的控制，工程建设期间未发生较大的水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

本项目在施工过程中产生了大量的地表扰动，造成了一定的水土流失，但建设单位在施工过程中采取了水土保持措施，使水土流失得到了有效地控制。

6.1 扰动土地治理率 and 水土流失总治理度

根据监测结果显示，工程建设期实施水土保持工程、植物措施和施工临时工程后，整治扰动土地面积 15.64hm^2 ，可治理水土流失面积 15.01hm^2 ，扰动土整治率达到 99.99%、水土流失总治理度达 99.96%，详见表 6.1-1。

表 6.1-1 各监测分区水土流失总治理度计算表

监测分区		防治责任范围 (hm^2)	扰动面积 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	建筑物及场地道路硬化	水土保持措施面积 (hm^2)			扰动土地整治率 (%)	水土流失总治理度 (%)
						工程措施	植物措施	小计		
变电工程区	主体工程区	0.62	0.62	0.19	0.44	0.19		0.19	99.99	97.47
	进站道路区	0.20	0.20	0.08	0.12		0.08	0.08	99.99	100.00
	施工场地区	0.04	0.04	0.04		0.04		0.04	99.99	100.00
	间隔扩建区	0.05	0.05	0.05		0.05		0.05	99.99	100.00
线路工程区	塔基及塔基施工场地区	5.41	5.41	5.33	0.07	1.20	4.13	5.33	99.99	99.98
	施工便道区	8.46	8.46	8.46			8.46	8.46	99.99	100.00
	牵张场临时占地区	0.60	0.60	0.60			0.60	0.60	99.99	100.00
	跨越施工临时占地区	0.14	0.14	0.14			0.14	0.14	99.99	100.00
	居民拆迁区	0.12	0.12	0.12		0.07	0.05	0.12	99.99	100.00
合计		15.64	15.64	15.02	0.63	1.547	13.463	15.01	99.99	99.96

6.2 土壤流失控制比

根据工程建设相关资料，经实地核查：随着主体工程和水土保持措施的建设完成，水土流失主要发生在植被恢复区域，土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。土壤流失控制比 1。

6.3 拦渣率

本工程实际挖方 3.21万 m^3 ，填方 3.20万 m^3 ，间隔扩建工程产生余方 0.01万 m^3 ，余方在站外终端塔摊平处理。从现场抽查的情况看来土体堆放都较稳定，采取了彩条布覆盖，无垮塌和流失现象，基本符合水保要求，拦渣率为 99.0%。

6.4 林草植被恢复率、林草覆盖率

本工程实际占用面积 15.64hm²，除去变电工程硬化地表、复耕和铁塔立柱占地，共有 13.47hm² 区域可恢复植被，截止 2025 年 4 月，实施植物措施的面积为 13.46hm²，通过治理，建设区林草植被恢复率达 99.95%、林草覆盖率 86.06%，达到方案设计目标值。各分区植被恢复率见表 6.1-2。

表 6.1-2 各监测分区林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

监测分区		占地面积 (hm ²)	可恢复植被 面积 (hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复 率 (%)	林草覆盖率(%)
变电工程 区	主体工程区	0.62				
	进站道路区	0.20	0.08	0.07	97.50	39.00
	施工场地区	0.04				
	间隔扩建区	0.05				
线路工程 区	塔基及塔基施工场地区	5.41	4.13	4.13	100.00	76.44
	施工便道区	8.46	8.46	8.46	100.00	100.00
	牵张场临时占地区	0.60	0.60	0.60	100.00	100.00
	跨越施工临时占地区	0.14	0.14	0.14	100.00	100.00
	居民拆迁区	0.12	0.06	0.05	90.91	41.67
合计		15.64	13.47	13.46	99.95	86.06

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据监测结果，在本工程建设过程中，水土流失防治责任范围随着施工扰动区增加而逐渐增大，水土流失量随着施工进度及扰动范围增加逐步增大；后续随着建筑物及硬化区域建设、水土保持工程及植物措施逐步实施并发挥防治效益，水土流失量又逐渐减小。

(1) 水土流失防治责任范围动态变化

本工程各年度水土流失防治责任范围动态变化情况详见表 7.1-1。

表 7.1-1 水土流失防治责任范围动态变化情况表 单位 hm^2

监测分区			各年度累计扰动地表面积（hm²）				累计扰动面积（hm²）
			2020 年	2021 年	2022 年	2023 年-2025 年	
变 电 工 程 区	主体工程区				0.58	0.62	0.62
	进站道路区				0.20	0.20	0.20
	施工场地区				0.04	0.04	0.04
	间隔扩建区				0.00	0.05	0.05
	小计		0.00	0.00	0.85	0.91	0.91
线 路 工 程 区	塔基及塔基施工场地区		0.43	2.84	4.97	5.41	5.41
	施工便道区	人抬道路	0.85	2.97	3.98	7.20	7.20
		汽运道路				0.42	0.42
		索道				0.84	0.84
		小计	0.85	2.97	3.98	8.46	8.46
	牵张场临时占地区					0.60	0.60
	跨越施工临时占地区					0.14	0.14
	居民拆迁区				0.07	0.12	0.12
	小计		1.28	5.81	9.02	14.73	14.73
合计			1.28	5.81	9.93	15.64	15.64

(2) 水土流失量动态变化

根据现场监测结果，工程建设累计产生土壤流失量为 1296.2t。从监测结果看，工程水土流失重点时段为施工期，水土流失重点区域为塔基及塔基施工场地区和施工便道区。项目区土壤流失量与施工扰动情况密切相关，2024 年受现场施工活动影响，新增土壤流失量明显低于 2021 年、2022 年、2023 年，本项目水土流失量动态变化见下图。

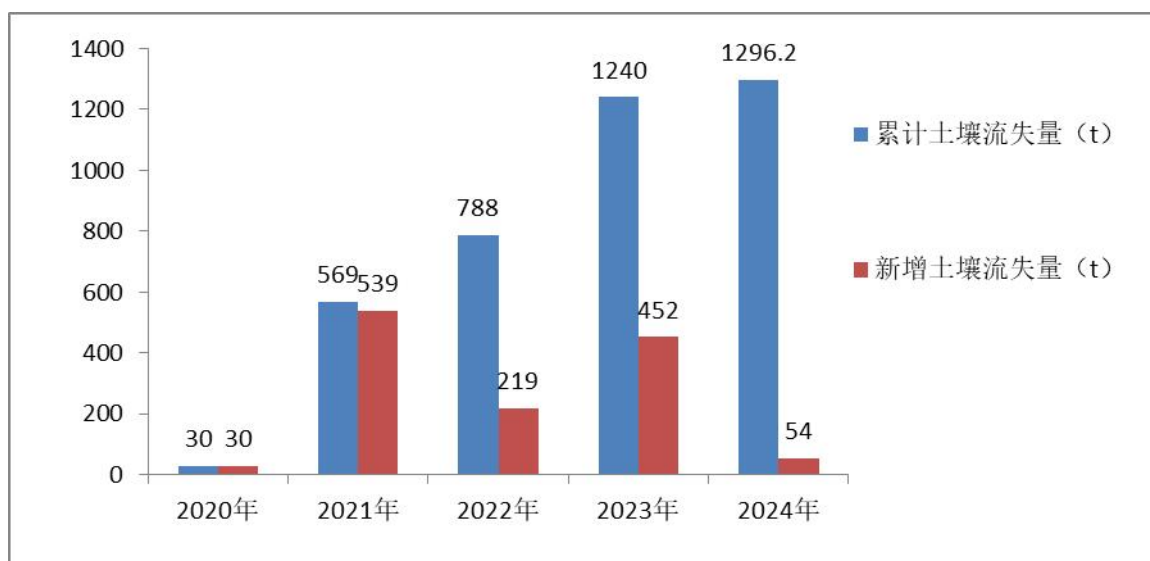


图 7.1-1 工程水土流失量动态变化图

(3) 水土流失防治目标完成情况

根据批复的《成兰铁路阿坝茂县牵引站 220kV 供电工程水土保持方案报告书》，本项目水土流失防治标准执行一级防治标准，水土流失防治目标为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 95%，土壤流失控制 0.8，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 25%。

根据现场调查，工程在建设过程中，施工活动扰动原地貌和地表植被，实际造成水土流失面积 15.64hm²，对应产生了一定的新增水土流失，主要表现为面蚀，永久占地区是本工程建设过程中的重点水土流失区域。

根据现场调查，水土保持措施实施情况由主体监理单位监督实施，水土保持措施根据主体工程进度情况实施，监测小组进场后，通过调查监测、巡查监测、无人机遥感监测的方法，对水土保持措施的防治效果进行了监测，对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，已实施的各项水土保持措施，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水土保持措施不完善带来的水土流失灾害情况。

工程建设过程中，建设单位加强管理，注重水土保持工作，按设计进度逐步实施各项水保措施，形成了以工程措施为主，植物措施为辅的水土流失防治措施体系，有效控制了工程区水土流失隐患，水土流失危害得到有效避免。

根据监测及统计成果，截止目前本工程扰动土地整治率 99.99%，水土流失总治理度 99.96%，土壤流失控制 1.0，拦渣率 99.0%，林草植被恢复率 99.95%，林草覆盖率

86.06%，工程建设引起的水土流失基本得到控制，6项水土流失防治指标达到并超过防治目标要求。

通过对项目区村民、政府、施工单位及建设单位的调查，证实在工程施工过程中未发生水土流失事故，工程建设过程中的水土流失投诉为零，工程建设中总体的水土流失危害较小，基本达到了防治水土流失的目的和效果。

表 7.1-2 工程水土流失防治目标完成情况表

水土流失防治目标	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(%)	林草覆盖率(%)
(参数代号)	A	C	B	D	E	F
方案目标值	95	95	0.8	95	97	25
验收值	99.99	99.96	1	99.0	99.95	86.06
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

7.2 水土保持措施评价

(1)水土保持措施体系布局

根据监测结果及现场调查，建设单位在落实水土保持方案的过程中，根据主体工程实际施工情况，结合各防治区的实际情况对水土保持措施进行了调整，但水土流失防治措施在总体布局上基本维持了原设计的框架。工程建设单位在严格设计管理的前提下，根据实际情况对该工程水土保持措施的总体布局和水土保持工程措施的具体设计进行适度调整是合理的、适宜的。根据实地抽查复核和回访，建设过程中未造成水土流失事故，满足水土保持要求，治理规模合适，治理效果较好，达到水土流失防治目标。因此，监测组认为水土流失防治总体布局合理，治理效果满足要求。

(2)水土保持措施数量变化情况

由于本工程水土保持方案报告书主要依据工程可研阶段成果，建设单位在落实相关水土保持措施的过程中，对现场水土流失防治进行了全面复核，根据主体工程情况对部分水土保持措施相应进行了优化调整。

总体来看主体工程区基本按照《报告书》的要求实施了植物和临时措施等各类水土保持措施，有效的保证了工程的正常运行。

(3)水土保持措施适宜性及进度情况

根据监测结果及现场调查，截至目前工程已稳定运行，按照《报告书》设计成果实施的各項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的适宜性。

植物措施方面：本工程已实施的各项植物措施基本满足水土保持防治要求，已实施的各项植物措施目前效果比较显著，有效的控制了水土流失的产生，发挥了其应有的功效。

临时措施方面：方案中提出的临时防护措施基本适应本工程施工特点，已实施的临时措施在施工过程中发挥了重要的作用，整体上，临时措施效果较为显著，有效的抑制了新增水土流失的大量产生。

从措施实施进度上看，工程措施和临时措施在施工过程中实施。施工结束后建设单位及时落实了土地整治和绿化措施恢复扰动地表植被，有效减少地表裸露期间带来的新增水土流失。

(4)水土保持措施运行维护情况

植物措施：在施工过程中，建设单位重视原有地表植被保护，施工后期，在植物措施实施后及时对已有绿化植物进行了浇水、更替枯死植株等养护管理。

临时措施：在施工过程中施工单位对临时遮盖等临时措施进行及时检查和维护，发现破损和淤积及时进行修补、更换和清理，基本保证了这些临时措施充分发挥水土保持作用。

(5)水土保持措施总体效果评价

目前工程已全面完工，试运行期内，大部分已实施的迹地植物恢复措施在养护和管理下生长良好，工程整体植被覆盖率较高，有效发挥了减轻土壤侵蚀强度、美化生态环境的作用。总体上讲，工程建设过程中采取的各项水土保持措施基本控制了新增水土流失。总体来看，区域内已完成的植物措施形成的覆盖层达到良好的防治效果。

7.3 水土保持监测三色评价

通过对各季度对项目区扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果进行汇总和分析，本工程水土保持监测三色评价得分 80.7 分，评价结论为绿色。各季度水土保持监测三色评价赋分表详见 8.2 有关资料。

表 7.3-1 本工程三色评价赋分表

监测时段	防治责任范围 (hm ²)	三色评价赋分 (分)	三色评价
2020 年第 4 季度	1.28	80	绿色
2021 年第 1 季度	2.57	80	绿色
2021 年第 2 季度	4.14	81	绿色
2021 年第 3 季度	5.81	81	绿色
2021 年第 4 季度	5.81	81	绿色
2022 年第 1 季度	8.95	80	绿色
2022 年第 2 季度	8.95	80	绿色
2022 年第 3 季度	8.95	80	绿色
2022 年第 4 季度	9.80	80	绿色
2023 年第 1 季度	9.80	80	绿色
2023 年第 2 季度	15.22	80	绿色
2023 年第 3 季度	15.28	80	绿色
2023 年第 4 季度	15.51	80	绿色
2024 年第 1 季度	15.51	81	绿色
2024 年第 2 季度	15.51	82	绿色
2024 年第 3 季度	15.51	85	绿色
加权平均		80.7	绿色

7.4 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,这与合理的工程设计、严格的施工管理和施工技术水平有关。但现阶段也存在部分问题亟待解决,主要有以下几个方面:

(1) 受项目区水热条件影响,部分位于山地的施工扰动区域植被恢复效果欠佳,由于项目区适宜植物生长的时节较短,建议运行单位在春、夏季节回暖时及时对施工扰动区域补撒草籽,保证植物存活率。

(2) 建议运行单位在工程运行期间,加强对塔基排水沟等水土保持设施的维护管理,对项目区内水土保持设施的运行情况和效益进行跟踪调查,确保各项水土保持措施发挥效用。

7.5 综合结论

本次监测是以批复的水土保持方案报告书及相关法律、法规为依据,监测范围为项目建设区。

根据资料查阅及现场调查,建设单位在工程建设过程中对水土保持工作给予了充分的重视,按照水土保持相关的法律法规,在项目前期委托有关单位编报了水土保持方案,

并取得批复，在施工过程中根据工程实际情况，水土保持防治措施较方案有局部变化，但基本保持原设计思路，工程基本落实了水土保持方案报告设计的各项水土流失防治措施，将工程建设过程中的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、建设单位、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“项目法人对工程负责，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。

项目建设单位对本工程水土流失防治责任范围内的水土流失进行了较为全面、系统的治理，基本完成了水土保持方案确定的各项防治任务、目标。从施工过程控制资料、竣工结算资料、监理记录资料、影像资料及现场调查来看，工程项目区各项措施得到了较好的落实，这有效的防治了因工程建设带来的水土流失影响。总体来看，本工程水土保持措施落实较好，施工过程中的水土流失得到了有效控制，项目区大部分区域水土流失强度由极强度、强度下降到轻度以下。经过系统的整治，项目区生态环境有明显的改善，总体上发挥了较好的保水保土、改善区域生态环境的作用。

8 附图及有关资料

8.1 附图

附图 1 项目区地理位置图

附图 2 监测分区及监测点布设图

附图 3 防治责任范围图

8.2 有关资料

(1) 监测影像资料

(2) 监测季度报告

(3) 《四川省发展和改革委员会关于成兰铁路阿坝茂县牵引站 220 千伏供电工程项目核准的批复》（川发改能源〔2019〕23 号）

(4) 《四川省水利厅关于成兰铁路阿坝茂县牵引站 220 千伏供电工程水土保持方案的批复》（川水函〔2018〕1597 号）

(5) 《国网四川省电力公司关于成兰铁路茂县牵引站 220kV 供电工程初步设计的批复》（川电建设〔2019〕93 号）

(6) 生产建设项目水土保持监测三色评价及赋分表

(7) 水土保持现场整改通知及回复