

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路
送出工程

水土保持监测总结报告

建设单位：四川能投巴中燃气发电有限公司

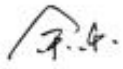
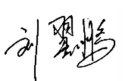
监测单位：四川鑫碧源工程咨询有限公司

二〇二六年七月

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程 水土保持监测总结报告

责任页

(四川鑫碧源工程咨询有限公司)

项目	人	员	签	名	职位
批准:	余乐		(	总 经 理	)
核定:	徐森		(	工 程 师	)
审查:	刘翼鹏		(	工 程 师	)
校核:	徐森		(	工 程 师	)
项目负责人:	姚宇轩		(	工 程 师	)
编写:	姚宇轩		(	工 程 师	)



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：四川鑫碧源工程咨询有限公司
法定代表人：余乐
单位等级：★(1星)
证书编号：水保监测(川)字第20240020号
有效期：自2024年12月31日至2027年12月30日

发证机构：中国水土保持学会
发证时间：2024年12月27日

仅限于巴中通江燃气发电项目220千伏线路送出工程水土保持监测使用

前言

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程位于四川省巴中市通江县(涉及诺江镇、民胜镇、杨柏镇、火炬镇和涪阳镇 5 个乡镇)、巴州区(涉及大和乡、清江镇、水宁寺镇和曾口镇 4 个乡镇)。巴中燃气电厂拟建两台发电机组通过本项目新建的 2 回 220kV 单回线路接入地方电网,2 回线路均起于拟建巴中燃气电厂出线构架,分别止于草池 220kV 变电站进线间隔及曾口 220kV 变电站进线构架。

巴中燃气电厂位于巴中市通江县广纳镇金堂村,厂址中心地理坐标 31°51'33.18"N, 107°14'11.00"E;草池 220kV 变电站位于巴中市通江县涪阳镇(原草池乡)城子坪村,站址中心地理坐标 31°59'45.92"N, 107°9'37.49"E;曾口 220kV 变电站位于巴中市巴州区曾口镇大柏树村,站址中心地理坐标 31°47'2.43"N, 106°53'46.05"E。工程沿线分布有县道、乡村公路、机耕道等,交通相对便利。

本项目为新建建设类项目,本项目建设内容包括:①扩建草池 220kV 变电站 220kV 电缆出线间隔 1 个;②新建巴中燃气电厂-草池 220kV 单回线路 24.747km(其中双回路架空线路长度 2×1.43km,单回路架空线路长度 1×23.116km,单回电缆线路长度 1×0.2km);③新建巴中燃气电厂-曾口 220kV 单回线路 37.5km(其中双回路架空线路长度 2×1.43km,单回路架空线路长度 1×36.07km)。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《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)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)及四川省水土保持相关规定,为了对施工建设过程中的水土流失进行实地监测和监控,了解本工程水土保持方案实施情况,掌握建设生产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。

2026 年 3 月,建设单位委托四川鑫碧源工程咨询有限公司(以下简称“我公司”)负责巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程的水土保持监测工作,因项目委托监测时间较晚,该项目已于 2025 年 5 月开工,已于 2026 年 1 月完工,

监测方式采取回顾性调查监测、遥感监测的方法，已完成监测实施方案、监测季报共计 4 期。

本项目水土保持监测工作主要采取了回顾调查与实地调查相结合的方法，通过资料分析、调查、遥感监测等方式取得相关资料信息，编制完成了监测季度报告表，按照《生产建设项目水土保持监测技术规程》和《关于贯彻落实国发〔2015〕58 号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知》（办水保〔2015〕247 号）以及《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管范围生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（川水函〔2018〕887 号）关于水土保持监测总结报告编写要求，将四川省水利厅出具的《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2025〕234 号）作为依据，经监测技术人员分析汇总，于 2026 年 7 月编制完成了《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持监测总结报告》。

在实地监测、调查和收集工程资料的基础上，经内业计算与分析，该工程的防治指标分别为：水土流失治理度 100%，土壤流失控制比 1.04，渣土防护率 97.80%，表土保护率 99.19%，林草植被恢复率 100%，林草覆盖率 95.53%。指标均达到了方案确定的防治目标值。

本工程监测工作，得到了项目建设单位、设计单位、施工单位、监理单位及各级水土保持部门的大力支持和协助，在此深表谢意。

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称		巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程		
建设规模	①扩建草池 220kV 变电站 220kV 电缆出线间隔 1 个；②新建巴中燃气电厂-草池 220kV 单回线路 24.747km（其中双回路架空线路长度 2×1.43km，单回路架空线路长度 1×23.116km，单回电缆线路长度 1×0.2km）；③新建巴中燃气电厂-曾口 220kV 单回线路 37.5km（其中双回路架空线路长度 2×1.43km，单回路架空线路长度 1×36.07km）。	建设单位、联系人	四川能投巴中燃气发电有限公司/沙万勤	
		建设地点	四川省巴中市通江县（涉及诺江镇、民胜镇、杨柏镇、火炬镇和涪阳镇 5 个乡镇）、巴州区（涉及大和乡、清江镇、水宁寺镇和曾口镇 4 个乡镇）	
		所属流域	岷江流域	
		工程总投资	13378.49 万元	
		工程总工期	工程建设总工期 9 个月	
水土保持监测指标				
监测单位		四川鑫碧源工程咨询有限公司	联系人及电话	姚宇轩/19980731691
自然地理类型		低山、丘陵	防治标准	西南紫色土区一级标准
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	实地调查、遥感监测和资料分析	2.防治责任范围监测	实地调查、遥感监测和资料分析
	3.水土保持措施情况监测	实地调查、遥感监测和资料分析	4.防治措施效果监测	实地调查、遥感监测和资料分析
	5.水土流失危害监测	实地调查、资料分析、遥感监测	水土流失背景值	1356t/km².a
方案设计防治责任范围		1.72hm²	容许土壤流失量	500t/km².a
水土保持投资		145.05 万元	水土流失目标值	500t/km².a
防治措施	分区	工程措施	植物措施	临时措施
	间隔扩建工程区	铺设碎石 120m²、恢复站外排水沟 10m	/	防雨布苫盖 52m²
	塔基及塔基施工场地区	塔基排水沟工程量 320m（115.20m³）、浆砌石挡土墙工程量 44m（74.8m³）、表土剥离 0.36 万 m³、表土回铺 0.36 万 m³、土地整治 1.22hm²	撒播草籽 1.22hm²、植被抚育 1.22hm²	土袋拦挡 332.5m、泥浆沉淀池 6 个、防雨布 5320m²、密目网 1.22hm²

		施工便道	表土剥离 0.03 万 m ³ 、表土回铺 0.03 万 m ³ 、 土地整治 0.09hm ²		撒播草籽 0.09hm ² 、栽植乔木 172 株、 植被抚育 0.09hm ²		土袋拦挡 136m、临时排水沟 57.84m、 临时沉淀池 1 个、铺设钢板 610m ² 、 防雨布 457m ² 、密目网 900m ²			
		其他施工临时占地区	表土剥离 0.09 万 m ³ 、表土回铺 0.09 万 m ³ 、 土地整治 0.31hm ²		撒播草籽 0.31hm ² 、栽植乔木 625 株、 栽植灌木 82 株、植被抚育 0.31hm ²		密目网 0.09hm ²			
		电缆沟及施工作业区	表土剥离 0.01 万 m ³ 、表土回铺 0.01 万 m ³ 、 土地整治 0.03hm ²		撒播草籽 0.03hm ² 、植被抚育 0.03hm ²		土袋拦挡 28.75m（10.35m ³ ）、泥防雨 布 180m ² 、密目网 0.03hm ²			
监测 结论	防治 效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数值					
		水土流失治理度	97%	100%	防治措施面积	1.72hm ²	永久建筑物、硬化区面积	0.05hm ²	扰动土地总面积 积	1.72hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.04	防治责任范围面积	1.72hm ²	水土流失总面积	1.72hm ²		
		渣土防护率	92%	97.80%	工程措施面积	/	容许土壤流失量	500t/km ² .a		
		林草植被恢复率	97%	100%	植物措施面积	1.65hm ²	监测土壤流失情况	480t/km ² .a		
		林草覆盖率	25%	95.93%	可恢复林草植被面积	1.65hm ²	林草类植被面积	1.65hm ²		
		表土保护率	92%	99.19%	实际拦挡弃渣量	0.32 万 m ³	总弃渣量	0.32 万 m ³		
	水土保持治理达 标评价		监测结果表明，水土流失治理度 100%，土壤流失控制比 1.04，渣土防护率 97.80%，表土保护率 99.19%，林草植被恢复率 100%， 林草覆盖率 95.93%，指标均达到了批复方案确定的防治目标值。							
	总体结论		建设单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了全面、系统的整治，完成了水土保持方案确定的各项防治任务。从监测的 情况来看各项水保措施得到了较好的落实，这对有效地防止工程建设带来的水土流失起到了较好的作用。总体看来，本工程水土 保持防护措施落实较好，施工过程中的水土流失得到了有效控制，项目区的水土流失强度下降到轻度。经过系统整治，项目区的 生态环境有明显改善，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。							
	主要建议		（1）本项目从目前恢复效果看基本满足水土保持要求。加强植被的抚育和管理，若出现有植物枯萎、坏死等影响植被覆盖的情 况需及时进行补肥和补栽，并保证其费用。							
（2）加强现有水土保持设施的管理、养护工作，若有破损的工程措施及时进行修补，定期巡查、清理排水设施，保证排水畅通。										

目录

1 建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 建设项目概况	3
1.2 水土保持工作情况	36
1.3 监测工作实施情况	39
2 监测内容与方法	45
2.1 扰动土地情况	45
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石等）	46
2.3 水土保持措施	47
2.4 水土流失情况	48
3 重点对象水土流失动态监测	51
3.1 防治责任范围监测	51
3.2 取土（石、料）监测结果	53
3.3 弃土（石、渣）监测结果	54
3.4 土石方流向情况监测结果	54
3.5 其他重点部位监测情况	59
4 水土流失防治措施监测结果	61
4.1 工程措施监测结果	61
4.2 植物措施监测结果	68
4.3 临时措施监测结果	72
4.4 水土保持措施防治效果	79
5 土壤流失情况监测	89
5.1 水土流失面积	89
5.2 土壤流失量	89
5.4 水土流失危害	91

6 水土流失防治效果监测结果	93
6.1 水土流失治理度	93
6.2 土壤流失控制比	93
6.3 渣土防护率	94
6.4 表土保护率	94
6.5 林草植被恢复率	94
6.6 林草覆盖率	95
7 结论	96
7.1 水土流失动态变化	96
7.2 水土保持措施评价	97
7.3 三色评价	99
7.4 存在问题与建议	100
7.5 综合结论	101
8 附件、附图	102

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

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程位于四川省巴中市通江县(涉及诺江镇、民胜镇、杨柏镇、火炬镇和涪阳镇 5 个乡镇)、巴州区(涉及大和乡、清江镇、水宁寺镇和曾口镇 4 个乡镇)。巴中燃气电厂拟建两台发电机组通过本项目新建的 2 回 220kV 单回线路接入地方电网, 2 回线路均起于拟建巴中燃气电厂出线构架, 分别止于草池 220kV 变电站进线间隔及曾口 220kV 变电站进线构架。

巴中燃气电厂位于巴中市通江县广纳镇金堂村, 厂址中心地理坐标 $31^{\circ}51'33.18''\text{N}$, $107^{\circ}14'11.00''\text{E}$; 草池 220kV 变电站位于巴中市通江县涪阳镇(原草池乡)城子坪村, 站址中心地理坐标 $31^{\circ}59'45.92''\text{N}$, $107^{\circ}9'37.49''\text{E}$; 曾口 220kV 变电站位于巴中市巴州区曾口镇大柏树村, 站址中心地理坐标 $31^{\circ}47'2.43''\text{N}$, $106^{\circ}53'46.05''\text{E}$ 。工程沿线分布有县道、乡村公路、机耕道等, 交通相对便利。



图 1.1-1 项目区地理位置图

1.1.1.2 项目特性

项目名称：巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程

建设单位：四川能投巴中燃气发电有限公司

建设地点：四川省巴中市通江县、巴州区

建设性质：新建、建设类

项目实际建设内容及规模：本项目建设内容包括：①扩建草池 220kV 变电站 220kV 电缆出线间隔 1 个；②新建巴中燃气电厂-草池 220kV 单回线路 24.747km（其中双回路架空线路长度 $2 \times 1.43\text{km}$ ，单回路架空线路长度 $1 \times 23.116\text{km}$ ，单回电缆线路长度 $1 \times 0.2\text{km}$ ）；③新建巴中燃气电厂-曾口 220kV 单回线路 37.5km（其中双回路架空线路长度 $2 \times 1.43\text{km}$ ，单回路架空线路长度 $1 \times 36.07\text{km}$ ）。

项目投资：本项目实际总投资 13378.49 万元，其中土建投资 9207.59 万元，资金来源为企业资本金及银行贷款。

工程占地：项目实际总占地面积 1.72hm^2 ，其中永久占地 1.28hm^2 ，临时占地 0.44hm^2 ；占地类型为林地及公共管理与公共服务用地。

建设工期：工程已于 2025 年 5 月进行开工，于 2026 年 1 月完工，总工期 9 个月。

土石方平衡：本项目土石方挖填方总量为 2.48 万 m^3 （自然方，下同）。其中土石方开挖总量 1.40 万 m^3 （含表土 0.49 万 m^3 ），土石方回填 1.08 万 m^3 （含表土 0.49 万 m^3 ），无借方，余方 0.32 万 m^3 （合松方 0.42 万 m^3 ），余方已在各塔基范围内及电缆施工作业带范围内就近摊平处理。

移民安置及专业项目迁建：本项目不涉及拆迁安置与专项设施改建。

1.1.1.3 项目组成

本项目由草池 20kV 变电站 220kV 间隔扩建工程、巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程和巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程三部分组成，配套的系统通信工程均包含在各子项建设内容中。

1.1.1.3.1 草池 220kV 变电站 220kV 间隔扩建工程

（1）站址概况

草池 220kV 变电站位于巴中市通江县涪阳镇城子坪村，站址中心地理坐标 $31^{\circ}59'45.92''\text{N}$ ， $107^{\circ}9'37.49''\text{E}$ ，场地紧邻 S201 省道，交通条件便利。该站已于 2010 年 12 月建成投运，2012 年 1 月通过四川省水利厅水土保持设施验收。

草池 220kV 变电站水土流失防治措施体系较为完善，符合水土保持要求，无遗留水保问题。站内供电、供水等设施完善，满足本次间隔扩建施工要求。

(2) 建设内容及规模

本项目利用 220kV 配电装置场地西北侧预留场地扩建 1 个 220kV 电缆出线间隔(考虑变电站周边设施及扩建出线间隔位置，本期采用电缆型式出线)，原场地间隔内构架、部分电缆沟已建成，本次扩建需新建 GIS 基础 1 座，搬迁站内投光灯基础 1 座、固定式安全隔离栏基础 2 座，新建站内电缆沟(与站外线路工程新建电缆沟相接)，巡视小道拆除并恢复、围墙基础开孔加固及恢复等，设备支架及基础完成后恢复原碎石地坪。

草池 220kV 变电站终期主变容量 $2 \times 180\text{MVA}$ ，已建 $150+180\text{MVA}$ ，本期不增容；220kV 出线已建 4 回，本期扩建 1 回，扩建后共 5 线 2 变，仍采用双母线接线不变。本期不涉及 110kV 配电装置和 10kV 配电装置扩建。



图 1.1-2 草池 220kV 变电站本期扩建出线间隔(巴中燃气电厂)

(3) 平面及竖向布置

本期间隔扩建工程在站址围墙内预留场地上进行扩建，无需新征地，扩建完成后保持原站区总平面布置不变。

间隔扩建场地竖向设计均与原设计相协调，场地设计标高同原变电站设计的场地标高，排水坡向与坡度同原设计。

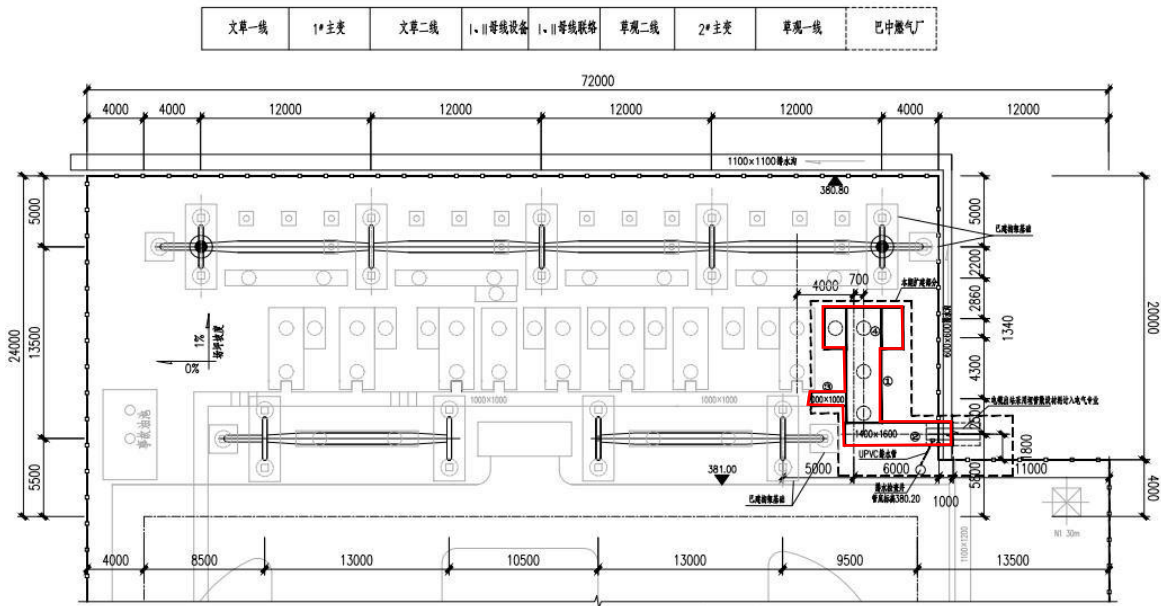


图 1.1-3 草池 220kV 变电站间隔扩建工程平面布置图（红线为本期间隔扩建工程）

（4）征占地及土石方工程量

本次间隔扩建在原站内预留场地上扩建完善相应的土建及二次系统，本次计划各新增设备基础开挖、开槽埋管及因改造破坏的场地地坪、电缆沟道、操作小道、排水沟等占地，施工占地面积约 0.02hm²。

设备基础、站内电缆沟槽开挖土石方约 80m³（自然方，下同），回土方 32m³，余土 48m³与巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程草池端终端塔施工余方一并在终端塔（杆塔编号：N155）塔基永久占地范围内摊平，摊平高度约 0.50m。

（5）进站道路已建的草池 220kV 变电站场地紧邻 S201 省道，交通条件便利，本次间隔扩建工程无需新建进站道路。

（6）站外供排水

本站给排水系统在前期工程中已按终期规模建成。本期改造无新增用水点，不涉及给水系统部分改扩建；对于本次施工破坏的站外排水沟（共计 10m）在施工后期按原规格尺寸予以恢复。

本项目站外电缆沟路径与现有变电站站外排水沟存在交叉，新建电缆沟开挖沟槽时需破坏既有站外排水沟，长度约 10m，主体设计在完成电缆沟施工后对破坏的站外排水沟按原规格尺寸进行恢复，共恢复站外排水沟 10m。站外排水沟为梯形断面，C15 混凝土结构，底宽 0.60m，顶宽 0.9m，深 0.60m，边坡比 1: 0.25，沟壁及沟底厚 0.20m。站外排水沟占地与电缆沟及施工作业区重叠，不重复计列；恢复站外排水沟纳入本方案防治措施体系。

表 1.1.1 草池 220kV 变电站间隔扩建工程量表

序号	指标	单位	数量	备注
1	扩建 GIS 设备基础	座	1	C30 钢筋混凝土筏板承台
2	人工挖孔桩	根	4	基础直径 1m, 长 11m
3	1.4×1.6m 电缆沟	m	13	C30 钢筋混凝土浇筑, 预制成品盖板
4	1.0×1.0m 电缆沟	m	6	C30 钢筋混凝土浇筑, 预制成品盖板
5	基槽余土外运	m ³	48	终端塔塔基占地范围内摊平
6	施工围栏	m ³	200	高度 ≥ 1.8m
7	拆除、恢复碎石地坪	m ²	120	150mm 厚碎石+100mm 厚 C20 砼
8	围墙基础加固开孔	m ²	3	围墙基础开出线电缆孔 1600 × 1800mm, 两侧设置钢模板防护
9	搬迁站内投光灯	座	1	
10	搬迁固定式安全隔离栏基础	座	2	
11	电缆沟 UPVC 排水管	m	10	排入站区已建排水管网
12	巡视小道拆除并恢复	m	24	宽度 2m
13	站外排水沟破坏及恢复	m	10	

1.1.1.3.2 巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程

(1) 路径方案

线路由新建巴中燃气电厂向西架空出线至双回路终端塔, 右转向北沿工业园区规划道路走线至垃圾站附近, 左转沿西北方向上山后在双回路分支塔分为两个单回线路。右回至草池变电站线路沿西偏北方向走线, 经过铁匠坪、赵家坟园、莽子背、白果树至大屋基, 跨越马岭岗隧道后右转沿西北方向走线, 跨越 110kV 高家线, 经过红碑湾、何家梁、茶园社、刘家沟、彭家梁、曾家湾, 跨越潘民路后至柏杨包, 然后在朱家湾附近右转沿北偏西方向走线, 经过危家湾、陈家咀后跨越 G347 国道至杨家湾附近, 随即右转北偏东方向走线, 经过五香庙、贾家大院、草房院, 在田家湾附近右转沿东北方向走线, 经过龙洞湾、梨树湾, 在王家院子附近左转沿北偏东方向走线, 经过贾家沟、三儿包、杨家河、包地湾后, 跨越诺水河、110kV 草通线、110kV 草高线后在草池变电站东北侧围墙外新建单回路电缆终端塔, 架空线路经电缆终端塔转换为电缆线路后, 向西新建单回路电缆沟, 沿变电站排水沟北侧山坡走线, 在变电站西北侧围墙处左转接入电缆工作井, 通过工作井接入变电站内预埋管道, 进入本期扩建间隔。

线路实际全长约 24.747km, 其中双回路架空线路长度 2×1.43km, 单回路架空线路长度 1×23.116km, 单回电缆线路长度 1×0.2km, 曲折系数 1.45。

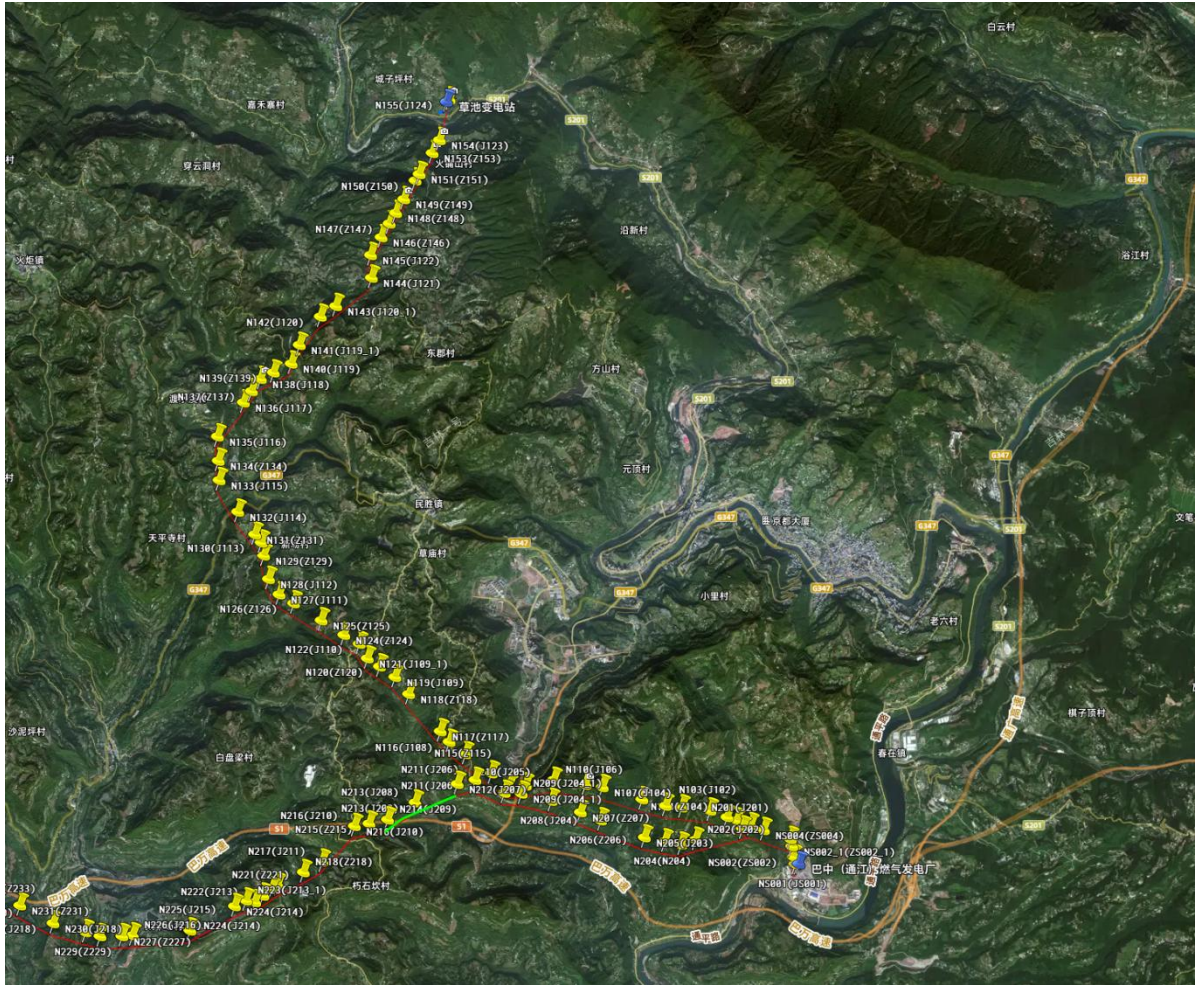


图 1.1-4 巴中燃气电厂-草池 220kV 线路路径图

(2) 线路长度及地形

新建巴中燃气电厂-草池 220kV 单回线路路径全长 24.747km，其中双回架空线路长 $2 \times 1.43\text{km}$ （本线路单侧挂线，与巴中燃气电厂-曾口线路同塔布置），单回路架空线路长度 $1 \times 23.116\text{km}$ ，单回电缆线路长度 $1 \times 0.2\text{km}$ （架空线路经电缆终端塔转换为地下电缆接入草池 220kV 变电站扩建间隔）。

导线采用双分裂设计，每相导线采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/50}$ 型钢芯铝绞线。全线架设双地线进行防雷保护，地线采用直接接地方式。工程随新建双回 220kV 线路架设两根 96 芯 OPGW-150 光缆，随新建单回 220kV 线路架设两根 48 芯 OPGW-150 光缆。系统通信工程随线路工程一起施工架设，不新增占地，不涉及土石方工程，后文不再复述。本线路沿线海拔 300m~800m，相对高差 500m。

表 1.1.2 各行政区线路长度、杆塔数量及占地统计

线路	行政区划	线路长度 (km)			新建杆塔数量 (基) 及占地面积 (hm ²)				塔基施工场地 (hm ²)
		丘陵区	低山区	合计	丘陵区	低山区	合计	占地面积	
巴中燃气电厂-草池	通江县	5.11	20.42	25.53	11	46	57	0.36	0.13
	合计	5.11	20.42	25.53	11	46	57	0.36	0.13

(3) 杆塔形式及数量

本线路实际共新建杆塔 57 基，其中双回路耐张塔 2 基，双回路直线塔 1 基，双回路钢管杆 2 基，单回路耐张塔 29 基，单回路直线塔 22 基，均位于通江县境内。

单回路耐张塔采用干字型角钢塔，单回路直线塔采用猫头型角钢塔；双回路耐张塔采用鼓型角钢塔，双回路直线塔采用羊角型角钢塔及双回鼓型钢管杆；所有铁塔均设有全方位组合的长短腿。

根据现阶段施工现场实地勘查及主体竣工验收资料，本项目自立式铁塔塔基实际永久占地为 0.49hm²。

表 1.1.3 巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程杆塔形式及数量统计表

序号	塔位桩号	塔位点	塔型及呼称高	塔位桩顶高程 (m)	塔基实际永久占地	
					各塔基实际占地面积 (hm ²)	塔基施工场地 (hm ²)
1	NS001	JS001	GC21GS-J4-33	366.347	20	14
2	NS002	JS001_1	GC21GS-J1-33	380.075	37	18
3	NS002_1	ZS002_1	GC21GS-Z1-36	379.664	56	27
4	NS003	JS002	GC23S-DJC-39	373.259	70	19
5	NS004	ZS004	GC23S-ZC3-45	569.652	57	24
6	NS005	JS003	GC23S-DJC-39	589.166	42	16
7	NI01	JI01	GC23D-JCK2-42	618.452	55	19
8	NI02	ZI02	GC23D-ZMCK-39	677.242	87	26
9	NI03	JI02	GC23D-JC1-39	746.941	55	23
10	NI04	ZI04	GC23D-ZMC4-42	811.411	61	31
11	NI05	JI03	GC23D-JC1-39	671.615	42	27
12	NI06	ZI06	GC23D-JC1-30	486.283	68	21
13	NI07	JI04	GC23D-JC1-32	776.368	43	20
14	NI09	ZI09	GC23D-ZMCK-63	767.141	40	17
15	N110	JI06	GC23D-JC2-28	751.905	51	18
16	N111	JI06_1	GC23D-JC1-27	718.779	44	23
17	N112	JI07	GC23D-JCK2-51	726.94	52	27
18	N114	ZI14	GC23D-ZMCK-57	756.515	68	23

19	N115	Z115	GC23D-ZMC2-41	780.496	77	32
20	N116	J108	GC23D-JC1-34	756.76	59	26
21	N117	Z117	GC23D-ZMC4-45	767.077	43	25
22	N118	Z118	GC23D-JC1-39	645.628	51	15
23	N119	J109	GC23D-JC1-37	682.748	54	15
24	N120	Z120	GC23D-ZMC1-39	702.319	57	25
25	N121	J109_1	GC23D-JC2-32	688.24	51	18
26	N122	J110	GC23D-JC2-35	682.375	94	21
27	N124	Z124	GC23D-ZMC2-41	679.748	70	30
28	N125	Z125	GC23D-ZMC3-42	657.106	59	21
29	N126	Z126	GC23D-ZMC4-51	663.197	59	26
30	N127	J111	GC23D-JC2-29	708.197	54	27
31	N128	J112	GC23D-JC2-27	716.798	67	29
32	N129	Z129	GC23D-ZMC3-45	747.061	59	26
33	N130	J113	GC23D-JC2-39	687.454	53	19
34	N131	Z131	GC23D-ZMC1-33	698.061	125	22
35	N132	J114	GC23D-JC1-37	627.701	52	37
36	N133G	J115G	GC23D-JC2-27	631.168	74	32
37	N134	Z134	GC23D-ZMC2-32	630.597	59	25
38	N135	J116	GC23D-JCK2-44	635.908	64	28
39	N136	J117	GC23D-JC1-39	592.221	79	19
40	N137G	Z137G	GC23D-ZMC4-51	679.48	138	21
41	N138	J118	GC23D-JC2-24	715.447	80	29
42	N139	Z139	GC23D-ZMC1-33	727.979	101	24
43	N140	J119	GC23D-JCK2-48	709.699	57	27
44	N141G	J119_1G	GC23D-JCK2-42	747.694	53	22
45	N142G	J120G	GC23D-JCK2-45	821.875	52	23
46	N143G	J120_1G	GC23D-JCK2-42	766.624	55	24
47	N144G	J121	GC23D-JC1-27	640.489	61	18
48	N145	J122	GC23D-JC2-39	581.316	113	23
49	N146	Z146	GC23D-ZMC2-42	625.602	59	27
50	N147	Z147	GC23D-ZMC1-39	655.986	62	18
51	N148	Z148	GC23D-ZMC1-36	681.26	81	16
52	N149	Z149	GC23D-ZMC1-34	715.512	60	22
53	N150	Z150	GC23D-ZMC2-42	765.475	44	25
54	N151	Z151	GC23D-ZMC2-42	767.059	59	26
55	N153	Z153	GC23D-ZMCK-68	662.898	42	25
56	N154	J123	GC23D-JCK2-46	560.166	66	16
57	N155	J124	GC23D-DJC-24	438.059	60	21
合计					3556	1318

(4) 杆塔基础设计

结合本项目具体地形、地貌、地质、气象条件及荷载特点，采用掏挖基础、人工挖孔基础及灌注桩基础 3 种基础形式，铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

掏挖基础、人工挖孔基础结构采用 C₂₅ 混凝土，灌注桩基础结构采用 C₃₀ 混凝土；基础保护帽采用 C₁₅ 混凝土；基础垫层采用 C₁₅ 素混凝土或碎石灌浆垫层。线路充分利用地形条件采用全方位长短腿，配合长短柱基础使用，避免大量开方降基面；线路经过密集林区时主要采用高塔跨越方式通过，避免树木的砍伐。

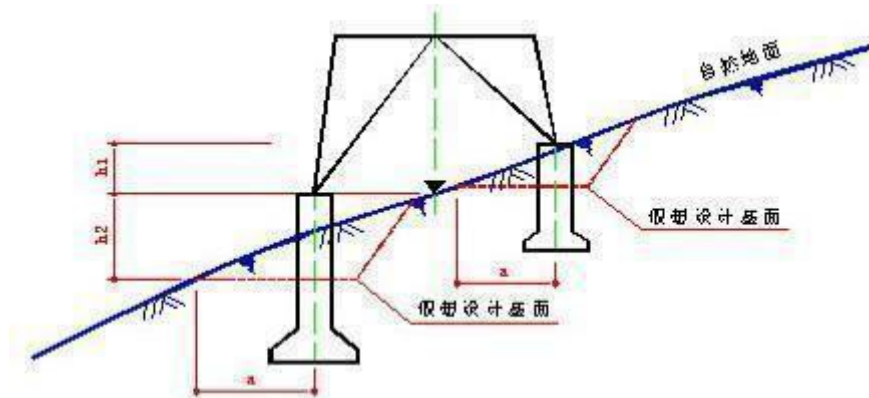
表 1.1.4 典型基础开挖尺寸表

杆塔类型	基础型式	杆塔数量	塔腿基础数量	桩径 (m)	埋深 (m)	单塔腿混凝土量 (m ³)	单塔腿开挖量 (m ³)
钢管杆	灌注桩基础	2	2	2	11.5	39.27	15.12
自立式铁塔	掏挖基础	7	28	1.0~1.2	3.0~4.7	3.82~7.21	6.56~20.22
	人工挖孔基础	33	132	1.0~1.8	5.8~11.8	4.71~30.5	8.17~30.85
	灌注桩基础	15	60	1.6~2.4	11.0~21.0	23.2~96.8	8.93~35.77

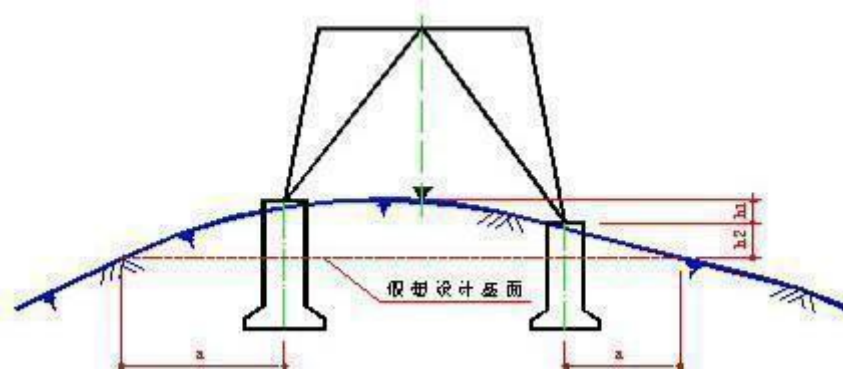
(5) 塔基挡护及排水

为了减少基础挖方量、节省投资、少破坏植被，本项目铁塔采用全方位高低腿（长短腿）设计。铁塔长短腿的使用，由于不能做到无级调整，往往只能达到基本上同原自然地形、地貌吻合，会留下一定范围的高差需要用基础立柱高度去调整。

铁塔全方位长短腿与不等高基础的配合使用如下图。



铁塔全方位长短腿与不等高基础应用（坡地区）



铁塔全方位长短腿与不等高基础应用（平地区）

①降基塔位施工基面防护

受地形限制，少部分地形较陡区域的塔位需进行施工基面开挖，对于需要降基的塔位，为保障塔基安全稳定，主体设计对部分塔位基面开挖后出现易风化、剥落的边坡采用浆砌块石护坡防护。护坡坡脚一般置于原状土土层上，坡度小于 50° ，用 M5 水泥砂浆砌筑、勾缝，并每隔 2m 设一个泄水孔。

②岩体表面保护

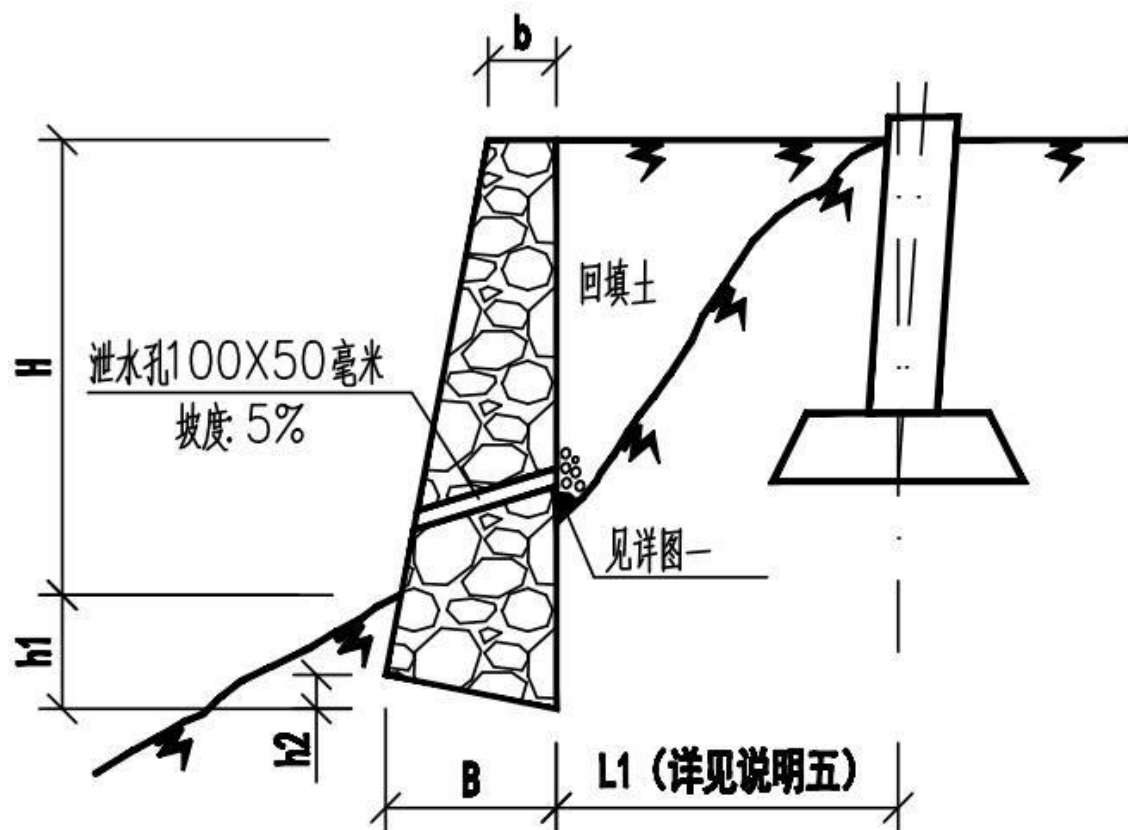
对于个别强风化、岩层裸露、表层破碎，水土极易受雨水冲刷流失的塔位，根据塔位情况在清除表层破碎岩屑后，对裸露岩体表面采取 M7.5 砂浆抹面防护。

③浆砌石挡土墙

本工程线路余土均在塔基范围内平摊，余土压实后基面做成龟背形，堆土边缘按 1:2 坡比放坡，少数位于坡地区的塔位平摊高度超过 40cm，为满足安全设计要求，需在平摊余土坡脚局部修筑浆砌石挡土墙以拦挡余土，防止溜坡。挡土墙采用 M10 浆砌块石结构，采用重力式断面，墙高 2.0m，顶宽 0.5m，底宽 1.2m，面坡坡比 1:0.35，背坡垂直。浆砌石挡土墙计划工程量 21m（ 35.7m^3 ）。

表 1.1.5 各塔基对应浆砌石挡土墙工程量表

线路	杆塔编号	浆砌石挡土墙长度	浆砌石挡土墙圬工量
		m	m^3
巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程	N106	10	17
	N155	11	18.7
	小计	21	35.7



浆砌石挡土墙设计图

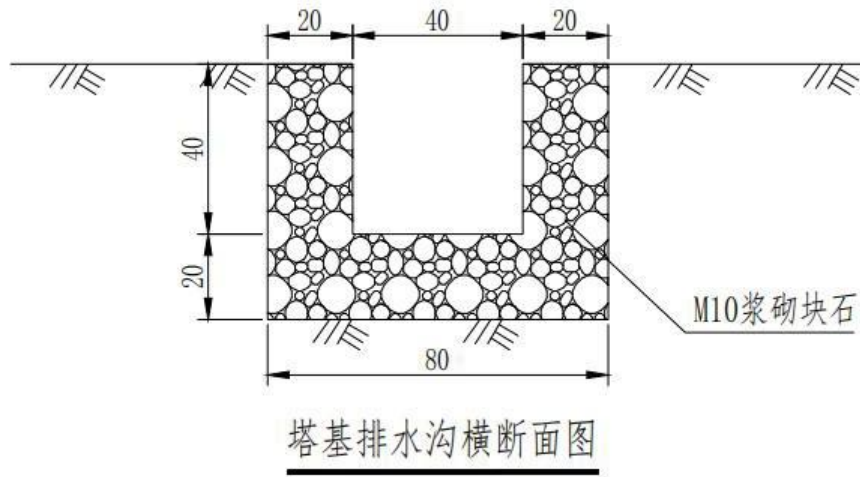
④塔基排水

对具有较大汇水面的塔位，塔基上游开挖塔基排水沟拦截上游坡面来水，排水沟坡度与斜坡坡度保持一致，塔基排水沟接入附近自然排水系统。排水沟采用矩形断面，尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （宽 $\times$ 深），M₁₀浆砌块石衬砌厚度 20cm。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式消能散水措施，所用材料与排水沟保持一致，其横断面尺寸为末端宽 0.8m、长 1.0m，塔基排水沟计划工程量 140m（50.40m³）。

表 1.1.6 各塔基对应塔基排水沟工程量表

线路	杆塔编号	塔基排水沟长度	塔基排水沟圬工量
		m	m ³
巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程	NS004	22	7.92
	N103	25	9
	N106	18	6.48
	N126	26	9.36
	N139	24	8.64
	N144	25	9
	合计	140	50.4

(6) 线路交叉跨越情况



本项目线路交叉跨越统计见下表：

表 1.1.7 巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程交叉跨越统计表

序号	被跨（钻）越物	跨越次数	备注（处理意见）
1	110kV 电力线	4	悬索封网跨越
2	35kV 电力线	3	悬索封网跨越（临措保电）
3	10kV 电力线	24	悬索封网跨越（临措保电）
4	0.4kV 以下低压线	18	直接跨越
5	通信线	22	直接跨越
6	国道	1	搭设跨越架跨越
7	省道	1	搭设跨越架跨越
8	乡村道路、机耕道	57	直接跨越
9	河流	5	无通航河流，直接跨越（跨越诺水河采用飞行器放线）

（7）电缆进站方案

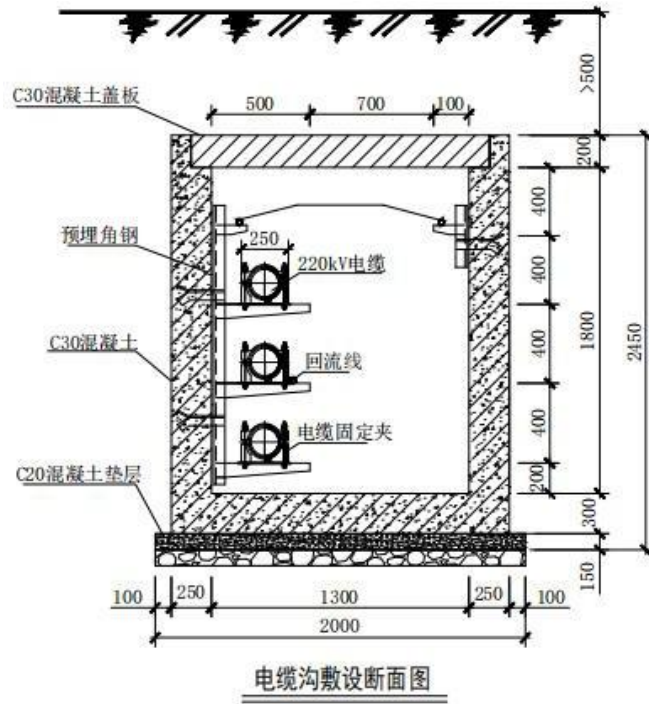
1）电缆路径布设

本线路电缆进站起于草池 220kV 变电站外新建单回路电缆终端塔，止于本期扩建 220kV 电缆进线间隔。新建单回电缆沟总长 0.23km（为站外敷设长度，与扩建间隔新建站内电缆沟相接，站内电缆沟工程量已纳入间隔扩建工程），并新建电缆竖井 1 座、电缆检查井 1 座。

2）电缆规格及型号

电缆型号为 ZC-YJLW02-Z-127/220kV1×1600（GB/T18890.2-2015）铜芯交联聚乙烯绝缘皱纹铝套聚氯乙烯外护套纵向阻水电力电缆（C 类阻燃），净空尺寸 1.3m×1.8m（宽×高），外观尺寸 2.45m×2.0m（宽×高），电缆沟及其盖板采用 C30 防水混凝土

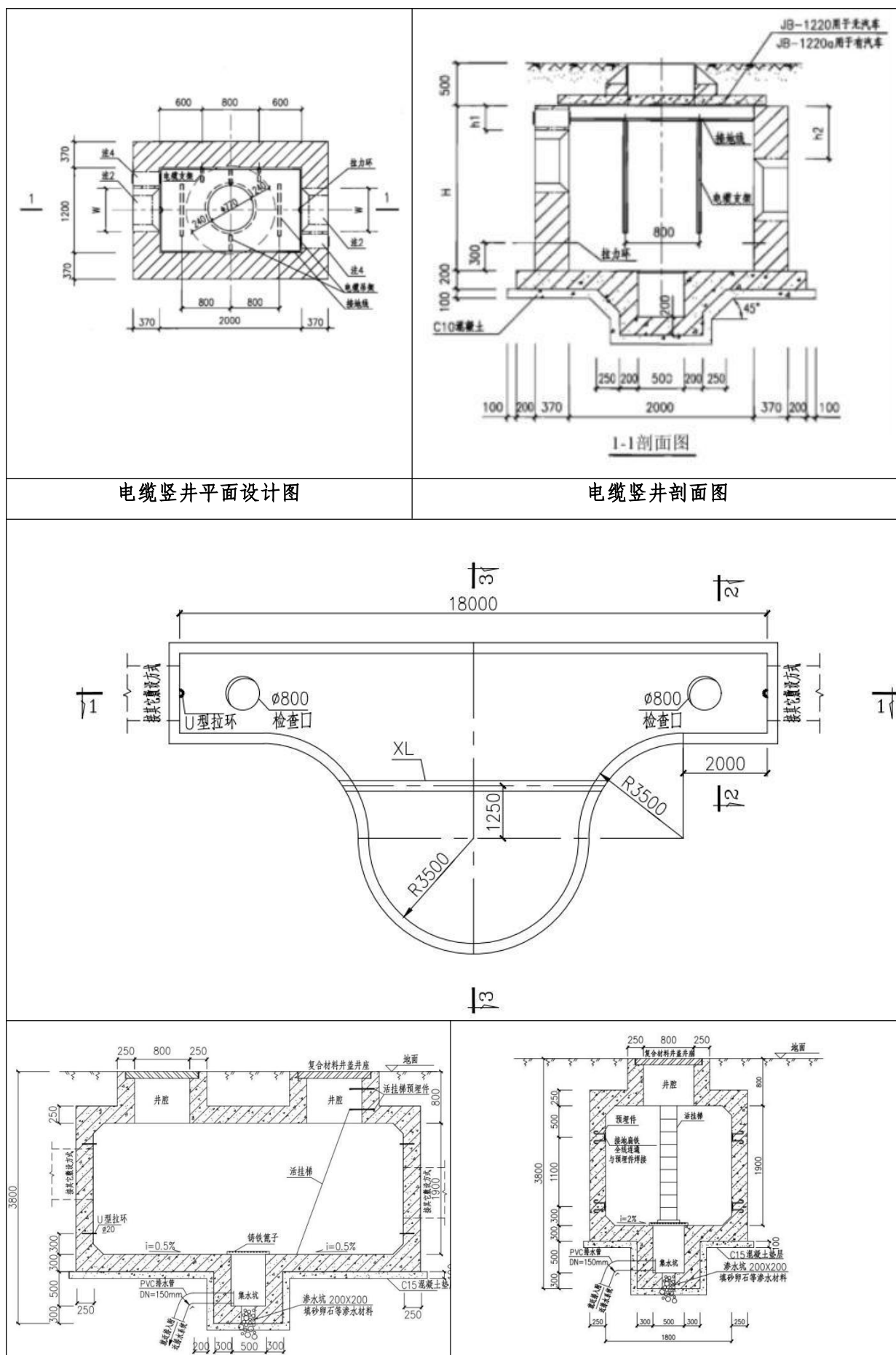
砌筑，盖板厚度 0.20m，垫层为 0.15m 厚 C20 混凝土，电缆沟配筋均采用 HRB400 钢筋。电缆沟顶部覆土厚度要求大于 50cm。



3) 电缆竖井及检查井设计

电缆竖井净空尺寸为 2.0m × 1.2m，为小型直通型电缆井，井壁采用 M10 浆砌砖砌筑，底板采用 C30 混凝土，盖板采用 C30 防水混凝土砌筑，盖板厚度 0.20m。

电缆检查井井口高出地面 50cm，检查孔直径（内径）为 80cm，孔壁厚 25cm，采用 M10 浆砌砖砌筑，井盖采用“五防”球墨铸铁井盖井座，外翻 180 度开启，并应符合《球墨铸铁件》（GB/T1348-2019）的相关要求。



电缆检查井平面及剖面图

4) 电缆敷设方式

本项目除电缆平台支架引下电缆段采用直埋套管的方式穿电缆沟道端墙外，其余电缆均布置在电缆沟内沿沟槽敷设，电缆沟采用可开启式。电缆在单回路电缆沟内敷设时均采用垂直排列，在电缆沟一侧的托臂敷设，电缆中心间距 400mm。

5) 电缆工程占地及土石方量

本项目站外新建电缆沟 230m，根据主体设计竣工资料，全段沟槽均采用 1: 0.3 放坡开挖，明挖施工。新建电缆沟开挖沟槽平均宽度 4~5m，占地面积约 0.04hm²，其中电缆竖井及检查井占地面积约 0.01hm²。

新建电缆沟土石方开挖量 0.17 万 m³，其中电缆沟槽回填及沟顶覆土约 0.11 万 m³，电缆沟盖板顶部平均覆土厚度 60cm（满足电缆沟顶部覆土厚度 > 50cm 的设计要求），余方 0.06 万 m³（折松方 0.08 万 m³）就近摊平至开挖电缆沟槽上方及机械通行作业带，平均摊平高度约 35cm。

(8) 主要经济技术指标

表 1.1.8 巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程主要经济技术指标表

起迄点	拟建巴中燃气电厂出线构架~草池 220kV 变电站站外终端塔		
电压等级	220kV		
线路长度	单回线路路径全长 24.747km，其中双回架空线路长 2×1.43km（本线路单侧挂线，与巴中燃气电厂-曾口线路同塔布置），单回路架空线路长度 1×23.116km，单回电缆线路长度 1×0.2km	曲折系数	1.52
转角次数	35 次	平均耐张段长度	740m
杆塔总数	57 基	平均档距	405m
导线型号	2×JL/G1A-400/50	地线型号	OPGW-150
绝缘子型号	悬垂串采用双联 14 片 U120BP 玻璃缘子； 耐张串采用双联 14 片 U160BP 玻璃绝缘子； 跳线串采用单、双联 14 片 U70BP 玻璃绝缘子。 门构采用双联 14 片 U70BP 瓷质绝缘子。		
防振措施	采用预绞式防振锤		
沿线海拔高度	300m~800m		
主要气象条件	最大风速 27m/s；5mm 覆冰		
污秽等级	c 级		
地震烈度	VI 度	年平均雷电日	30 天
沿线地形	丘陵 20%、低山 80%		
沿线地质	普通土 15%，松砂石 25%，岩石 60%		
铁塔型式	自立式角钢塔（鼓型塔、猫头塔、干字型塔）		
基础型式	掏挖基础、人工挖孔基础、灌注桩基础		

接地型式	环型放射式接地装置		
汽车运距	15km	平均人力运距	0.6km

1.1.1.3.3 巴中燃气电厂至曾口变电站 220kV 线路

北沿工业园区规划道路走线至垃圾站附近，左转沿西北方向上山后分为两个单回线路，左回至曾口变电站线路沿西偏南方向，经过铁匠坪、作坊沟，在柏林林附近右转沿西北方向走线，经过张家河、周家坡后左转跨越马岭岗隧道，与已建 110kV 高家线平行走线，在彭家坡附近左转沿西偏南方向走线跨越 S1 巴万高速杨柏隧道，在观音岩附近左转沿西南方向跨越潘民路，经过王家沟、张家院，在王家么房附近右转沿西偏南方向走线，经过太平乡、郎家院子、青山梁村，在纪家院子右转沿西北方向走线，经过老鹰咀、新房子、孙家湾、天星村，在丘家老屋左转沿西偏南方向后，经过黄家塆、北头山后左转向西南方向走线跨越 G347 国道，经过陈家湾、付家大院、柳树垭、二黄湾，在龙骨山左转向西南走线，跨越 110kV 文龙线、G542 国道、G5012 恩广高速，经过吴家湾、梭萝村、周家湾、关山村、苟家湾、刘家湾、龙池村、邓家院，在凉风石附近左转接入已规划曾口 220kV 变电站。

线路全长约 37.508km，其中双回路架空线路长度 2×1.43km，单回路架空线路长度 1×36.078km，曲折系数 1.43。双回路分支塔基础、小号侧导地线、金具、绝缘子、接地工程量计入草池线路工程。



图 1.1-5 巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路路径图

(2) 线路长度及地形

新建巴中燃气电厂-曾口 220kV 单回线路路径实际全长约 37.508km，其中双回路架空线路长度 2×1.43km，单回路架空线路长度 1×36.078km。导线采用双分裂设计，每相导线采用 2×JL/G1A-400/50 型钢芯铝绞线。全线架设双地线进行防雷保护，地线采用直

接接地方式。工程随新建双回 220kV 线路架设两根 96 芯 OPGW-150 光缆，随新建单回 220kV 线路架设两根 48 芯 OPGW-150 光缆。系统通信工程随线路工程一起施工架设，不新增占地，不涉及土石方工程。本线路沿线海拔 360m~900m，相对高差 540m。

表 1.1.9 各行政区线路长度、塔基数量及占地统计

线路	行政区划	线路长度 (km)			新建塔基数量(基)及占地面积 (hm ²)				塔基施工场地 (hm ²)
		丘陵区	低山区	合计	丘陵区	低山区	合计	占地面积	
巴中燃气电厂-曾口	通江县	4.05	12.81	16.86	9	21	30	0.20	0.07
	巴州区	3.85	17.99	21.84	7	39	46	0.36	0.13
	合计	7.9	30.8	38.7	16	60	76	0.56	0.20

(3) 杆塔形式及数量

本线路共新建铁塔 76 基(双回线路段塔基工程量计入巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程，本线路无钢管杆)，其中单回路耐张塔 49 基，单回路直线塔 27 基，均位于通江县及巴州区境内。

单回路耐张塔采用干字型角钢塔，单回路直线塔采用猫头型角钢塔；所有铁塔均设有全方位组合的长短腿。

根据现阶段施工现场实地勘查及主体竣工验收资料，本项目自立式铁塔塔基实际永久占地为 0.76hm²。

表 1.1.10 巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程铁塔形式、数量及占地统计表

序号	塔位桩号	塔位点	塔型及呼称高	塔位桩顶高程 (m)	塔基区实际永久占地	
					各塔基实际占地面积 (hm ²)	塔基施工场地 (hm ²)
1	N201	J201	GC23D-JC1-35	543.791	57	20
2	N202	J202	GC23D-JC1-31	702.489	46	27
3	N203	J202_1	GC23D-JC2-32	782.922	88	21
4	N204	Z204	GC23D-ZMCK-61	659.897	42	21
5	N205	J203	GC23D-JC1-36	525.937	90	20
6	N206	Z206	GC23D-ZMC3-45	457.373	58	28
7	N207	Z207	GC23D-ZMC3-41	490.375	70	21
8	N208	J204	GC23D-JC1-37	582.042	64	23
9	N209	J204_1	GC23D-JCK2-42	693.074	61	26
10	N210	J205	GC23D-JC2-39	625.841	63	19
11	N211	J206	GC23D-JCK2-57	623.937	67	20
12	N212	J207	GC23D-JC1-39	602.194	69	21
13	N213G	J208G	GC23D-JC1-39	640.883	71	21

14	N214	J209	GC23D-JCK2-53	679.276	75	22
15	N215	Z215	GC23D-ZMCK-59	801.925	89	27
16	N216	J210	GC23D-JC2-33	808.153	91	21
17	N217	J211	GC23D-JC2-31	731.278	96	24
18	N218	Z218	GC23D-ZMC3-44	740.09	99	26
19	N219	J212	GC23D-JC1-33	823.402	85	25
20	N220	Z220	GC23D-ZMC1-31	838.776	104	31
21	N221	Z221	GC23D-ZMC1-34	838.661	115	26
22	N222	J213	GC23D-JC3-34	789.927	107	23
23	N223	J213_1	GC23D-JC2-39	761.475	86	26
24	N224	J214	GC23D-JC2-31	768.958	96	29
25	N225	J215	GC23D-JC2-35	830.803	64	21
26	N226	J216	GC23D-JC2-29	696.689	66	22
27	N227	Z227	GC23D-ZMC1-36	683.78	94	28
28	N228	J217	GC23D-JC1-39	660.884	74	22
29	N229	Z229	GC23D-ZMC3-43	576.909	79	24
30	N230	J218	GC23D-JCK2-52	436.906	82	25
31	N231	Z231	GC23D-ZMCK-61	428.91	95	54
32	N232	J219	GC23D-JC3-39	465.793	94	28
33	N233	Z233	GC23D-ZMC4-50	656.94	55	25
34	N234	J220	GC23D-JC2-27	700.653	60	18
35	N235	J221	GC23D-JC2-35	650.926	91	39
36	N236	J221_1	GC23D-JC2-39	698.471	81	49
37	N238	J222	GC23D-JC3-37	636.413	84	44
38	N239	J223	GC23D-JC1-39	478.393	73	22
39	N240	Z240	GC23D-ZMC2-48	464.153	91	41
40	N241G	Z241G	GC23D-ZMCK-62	460.669	107	45
41	N242	J224	GC23D-JC2-32	432.37	63	19
42	N243	Z243	GC23D-JC2-24	393.513	86	26
43	N244	J225	GC23D-JC2-32	573.485	95	29
44	N245	Z245	GC23D-ZMC4-42	726.366	124	51
45	N246	Z246	GC23D-ZMC4-51	715.049	56	24
46	N247	J226	GC23D-JC2-39	608.093	102	31
47	N248	Z248	GC23D-ZMC2-33	529.244	98	29
48	N249	J227	GC23D-JC2-24	421.588	100	36
49	N250	J228	GC23D-JC2-35	409.652	117	47
50	N251	J229	GC23D-JC1-39	385.681	108	51
51	N252	J230	GC23D-JCK1-39	391.377	112	48
52	N254	Z254	GC23D-ZMCK-60	419.34	76	43
53	N255	J231	GC23D-JCK1-25	494.673	75	14
54	N256	J232	GC23D-JC2-33	524.225	50	18
55	N257	Z257	GC23D-ZMC4-48	694.272	48	17
56	N258	J233	GC23D-JC1-32	691.672	46	20
57	N259	Z259	GC23D-ZMC3-42	700.553	41	19

58	N260	J234	GC23D-JC2-33	658.949	42	20
59	N261	Z261	GC23D-ZMC4-47	776.466	58	17
60	N262	Z262	GC23D-ZMC2-42	799.479	63	28
61	N263	Z263	GC23D-ZMC1-36	804.117	54	19
62	N264	Z264	GC23D-ZMCK-69	792.796	57	21
63	N265	J235	GC23D-JC2-39	669.169	63	24
64	N266	Z266	GC23D-ZMC3-31	560.537	48	26
65	N267	J236	GC23D-JC1-33	482.448	62	24
66	N268	Z268	GC23D-ZMC1-33	456.285	67	20
67	N269	J237	GC23D-JC1-39	411.302	51	25
68	N270	J238	GC23D-JCK2-52	409.845	59	15
69	N271	J238_1	GC23D-JC2-34	534.155	70	18
70	N272	J239	GC23D-JC3-39	549.105	58	27
71	N273	J240	GC23D-JCK2-49	540.145	54	21
72	N274	Z274	GC23D-ZMCK-62	560.286	56	24
73	N275	Z275	GC23D-ZMC2-41	588.278	38	22
74	N276	J241	GC23D-JC3-28	627.833	56	21
75	N277	J242	GC23D-JC2-39	660.612	45	24
76	N278	J243	GC23D-DJC-38	669.885	39	23
合计					5615	2016

(4) 杆塔基础设计

结合本项目具体地形、地貌、地质、气象条件及荷载特点，采用掏挖基础、人工挖孔基础及灌注桩基础 3 种基础形式，铁塔采用地脚螺栓与基础连接。掏挖基础、人工挖孔基础结构采用 C₂₅ 混凝土，灌注桩基础结构采用 C₃₀ 混凝土；基础保护帽采用 C₁₅ 混凝土；基础垫层采用 C₁₅ 素混凝土或碎石灌浆垫层。线路充分利用地形条件采用全方位长短腿，配合长短柱基础使用，避免大量开方降基面；线路经过密集林区时主要采用高塔跨越方式通过，避免树木的砍伐。

表 1.1.11 典型基础开挖尺寸表

杆塔类型	基础型式	杆塔数量	塔腿基础数量	桩径(m)	埋深(m)	单塔腿混凝土量(m ³)	单塔腿开挖量(m ³)
自立式铁塔	掏挖基础	10	40	1.0~1.2	3.0~4.7	3.82~7.21	6.56~20.22
	人工挖孔基础	56	224	1.0~1.8	5.8~11.8	4.71~30.5	8.17~30.85
	灌注桩基础	10	40	1.6~2.4	11.0~21.0	23.2~96.8	8.93~35.77

(5) 塔基挡护及排水

①降基塔位施工基面防护

受地形限制，少部分地形较陡区域的塔位需进行施工基面开挖，对于需要降基的塔位，为保障塔基安全稳定，主体设计对部分塔位基面开挖后出现易风化、剥落的边坡采用浆砌块石护坡防护。护坡坡脚一般置于原状土土层上，坡度小于 50° ，用 M5 水泥砂浆砌筑、勾缝，并每隔 2m 设一个泄水孔。

②岩体表面保护

对于个别强风化、岩层裸露、表层破碎，水土极易受雨水冲刷流失的塔位，根据塔位情况在清除表层破碎岩屑后，对裸露岩体表面采取 M7.5 砂浆抹面防护。

③浆砌石挡土墙

本工程线路余土均在塔基范围内平摊，余土压实后基面做成龟背形，堆土边缘按 1:2 坡比放坡，少数位于坡地区的塔位平摊高度超过 40cm，为满足安全设计要求，需在平摊余土坡脚局部修筑浆砌石挡土墙以拦挡余土，防止溜坡。挡土墙采用 M10 浆砌块石结构，采用重力式断面，墙高 2.0m，顶宽 0.5m，底宽 1.2m，面坡坡比 1:0.35，背坡垂直。浆砌石挡土墙计划工程量 23m (39.1m^3)。

表 1.1.12 各塔基对应浆砌石挡土墙工程量表

线路	杆塔编号	浆砌石挡土墙长度	浆砌石挡土墙圬工量
		m	m^3
巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程	N220	9	15.3
	N273	14	23.8
	小计	23	39.1

④塔基排水

对具有较大汇水面的塔位，塔基上游开挖塔基排水沟拦截上游坡面来水，排水沟坡度与斜坡坡度保持一致，塔基排水沟接入附近自然排水系统。排水沟采用矩形断面，尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （宽×深），M10 浆砌块石衬砌厚度 20cm。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式消能散水措施，所用材料与排水沟保持一致，其横断面尺寸为末端宽 0.8m、长 1.0m，塔基排水沟计划工程量 180m (64.80m^3)。

表 1.1.13 各塔基对应塔基排水沟工程量表

线路	杆塔编号	塔基排水沟长度	塔基排水沟圬工量
		m	m^3
巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程	N202	18	6.48
	N206	22	7.92
	N217	25	9
	N229	24	8.64
	N231	21	7.56
	N248	25	9

	N259	20	7.2
	N273	25	9
	合计	180	64.8

(6) 线路交叉跨越情况

本项目线路交叉跨越统计见下表:

表 1.1.14 巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程交叉跨越统计表

序号	被跨(钻)越物	跨越次数	备注(处理意见)
1	110kV 电力线	4	悬索封网跨越
2	35kV 电力线	4	悬索封网跨越(临措保电)
3	10kV 电力线	25	悬索封网跨越(临措保电)
4	0.4kV 以下低压线	28	直接跨越
5	通信线	25	直接跨越
6	高速公路	1	搭设跨越架跨越, G5012 恩广高速
7	国道	2	搭设跨越架跨越
8	乡村道路、机耕道	100	直接跨越
9	河流	7	无通航河流, 直接跨越

(7) 主要经济技术指标

表 1.1.15 巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程主要经济技术指标表

起迄点	拟建巴中燃气电厂出线构架~拟建曾口 220kV 变电站进线构架		
电压等级	220kV		
线路长度	单回线路路径实际全长约 37.508km, 其中双回路架空线路长度 2×1.43km, 单回路架空线路长度 1×36.078km	曲折系数	1.12
转角次数	48 次	平均耐张段长度	770m
杆塔总数	76 基	平均档距	405m
导线型号	2×JL/G1A-400/50	地线型号	OPGW-150
绝缘子型号	悬垂串采用双联 14 片 U120BP 玻璃缘子; 耐张串采用双联 14 片 U160BP 玻璃绝缘子; 跳线串采用单、双联 14 片 U70BP 玻璃绝缘子。 门构采用双联 14 片 U70BP 瓷质绝缘子。		
防振措施	采用预绞式防振锤		
沿线海拔高度	360m~900m		
主要气象条件	最大风速 27m/s; 5mm 覆冰		
污秽等级	c 级		
地震烈度	VI 度	年平均雷电日	30 天
沿线地形	丘陵 20%、低山 80%		
沿线地质	普通土 15%, 松砂石 25%, 岩石 60%		
铁塔型式	自立式角钢塔(猫头塔、干字型塔)		
基础型式	掏挖基础、人工挖孔基础、灌注桩基础		
接地型式	环型放射式接地装置		

汽车运距	15km	平均人力运距	0.6km
------	------	--------	-------

1.1.1.4 工程实际占地面积

根据施工资料、监测调查及主体竣工验收资料，本工程实际总征占地面积为 1.72hm²，其中永久占地 1.28hm²，临时占地 0.44hm²；占地类型为林地及公共管理与公共服务用地。

工程占地情况详见表 1.1.16、1.1.17。

表 1.1.16 工程占地类型及性质一览表 单位：hm²

项目组成	占地类型		合计	占地性质	
	林地	公共管理与公共服务用地		永久占地	临时占地
间隔扩建工程		0.02	0.02	0.02	
塔基区	0.92		0.92	0.92	
塔基施工场地区	0.33		0.33	0.33	
人抬道路	0.09		0.09		0.09
牵张场	0.31		0.31		0.31
电缆沟及施工作业区	0.04	0.01	0.05	0.01	0.04
合计	1.69	0.03	1.72	1.28	0.44

表 1.1.17 分行政区工程占地统计表 单位：hm²

项目组成	工程占地			备注
	通江县	巴州区	合计	
间隔扩建工程	0.02		0.02	站内扩建 1 个 220kV 电缆出线间隔
塔基区	0.56	0.36	0.92	新建杆塔 133 基
塔基施工场地区	0.20	0.13	0.33	塔基施工临时场地
人抬道路		0.09		新建人抬道路 167m
牵张场	0.13	0.18	0.31	布置牵张场，共计 16 处
电缆沟及施工作业区	0.05		0.05	新建单回电缆沟总长 0.23km，并新建电缆竖井 1 座、电缆检查井 1 座
合计	0.96	0.76	1.72	

1.1.1.5 土石方量

一、表土剥离

根据施工、监理和监测资料，施工阶段项目已剥离表土 0.49 万 m³，其中塔基工程区 0.37 万 m³，人抬道路 0.03 万 m³，牵张场 0.09 万 m³，电缆沟 0.01 万 m³。塔基工程区内各个塔基表土剥离范围小，因此表土临时堆存于个塔基施工范围内，牵张场剥离表土临时堆存于牵张场施工范围一侧，均就近对应各工程区布设，规避跨区域长距离运输，大幅降低运输成本，同时减少运输过程中表土散落、流失风险，降低水土流失；表土堆

场总容量达 0.49 万 m³，满足项目剥离表土的临时堆存需求，无堆存空间不足导致的表土浪费或随意堆放问题。剥离表土堆存后均同步配套临时防护措施，有效规避雨水冲刷导致的表土流失、养分损耗，以及风力扬尘对周边环境的影响，确保表土有机质含量及土壤结构稳定，为后续回覆利用奠定质量基础。施工结束后，所有临时堆存表土全部回覆于项目复绿区域及复耕区域，实现 100%利用。

施工阶段，项目剥离表土已全部用于项目绿化、复耕使用。本项目实际表土剥离及平衡分析见表 1.1.18。

表 1.1.18 表土剥离及平衡分析表

项目组成	表土剥离				表土回覆				堆存区域
	剥离区域	剥离面积	剥离厚度	剥离量	回覆区域	回覆面积	回覆厚度	回覆量	
		hm ²	m	万 m ³		hm ²	m	万 m ³	
塔基及塔基施工场地占地	塔基占用林地区域	1.25	0.10~0.50	0.36	塔基占地范围内除立柱、排水挡护工程硬化占压外的区域	1.22	0.20~0.50	0.36	各塔基施工临时场地内
人抬道路	占用林地区域	0.09	0.10~0.50	0.03	恢复为林地	0.09	0.20~0.50	0.03	新建人抬道路范围一侧
牵张场	占用林地区域	0.31	0.10~0.50	0.09	恢复为原来用地	0.31	0.20~0.50	0.09	牵张场施工范围一侧
电缆沟及施工作业区	占用林地区域	0.04	0.10~0.50	0.01	机械通行作业带、开挖电缆沟槽范围内除电缆竖井及检查井占压以外的区域	0.04	0.20~0.50	0.01	施工作业带一侧
合计		1.69		0.49		1.66		0.49	

二、一般土石方

1、变电工程

(1) 草池 220kV 变电站 220kV 出线间隔扩建工程：设备基础、站内电缆沟槽施工余土 48m³与巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程草池端终端塔施工余方一并在终端塔（杆塔编号：N155）塔基永久占地范围内摊平，摊平高度约 0.50m。

2、线路工程

(1) 间隔扩建工程开挖一般土石方 0.008 万 m³，回填一般土石方 0.003 万 m³，余方 0.005 万 m³（折松方 0.007 万 m³），余方于就近塔基处摊平处理；

(2) 杆塔施工：根据施工、监理、监测资料及主体竣工验收资料，全线杆塔施工土石方量施工共产生挖方 0.91 万 m³（含剥离表土 0.36 万 m³），填方 0.66 万 m³（含回覆表土 0.36 万 m³），余土 0.25 万 m³（折松方 0.34 万 m³），余方均在各塔基永久占地范围内摊平处理，余土摊平高度约 10~50cm，并采取相应的水保措施进行防护，可达到自然稳定状态，不影响杆塔正常运行；

(3) 接地沟槽施工共产生挖方 0.18 万 m³，回填一般土石方 0.18 万 m³；

(4) 人抬道路开挖 0.03 万 m³（含剥离表土 0.03 万 m³），回填土方 0.03 万 m³（含回覆表土 0.03 万 m³）；

(5) 牵张场开挖 0.09 万 m³（含剥离表土 0.09 万 m³），回填土方 0.09 万 m³（含回覆表土 0.09 万 m³）；

(6) 电缆沟施工：机械通行作业带修整及电缆沟槽开挖共产生挖方 0.18 万 m³（含剥离表土 0.01 万 m³），电缆沟槽回填及沟顶覆土填方 0.12 万 m³（含回覆表土 0.01 万 m³），余方 0.06 万 m³（折松方 0.08 万 m³）就近摊平至电缆施工作业带，余土摊平高度约 35cm。

三、土石方总体平衡

根据施工、监理、监测资料及主体竣工验收资料，本项目土石方挖填方总量为 2.48 万 m³（自然方，下同）。其中土石方开挖总量 1.40 万 m³（含表土 0.49 万 m³），土石方回填 1.08 万 m³（含表土 0.49 万 m³），无借方，余方 0.32 万 m³（合松方 0.42 万 m³），余方已在各塔基范围内及电缆施工作业带范围内就近摊平处理。

工程土石方平衡分析见表 1.1.19。

表 1.1.19 一般土石方平衡分析表

项目组成	挖方				填方			调入		调出		借方		余方		
	表土	钻渣	一般土石方	小计	表土	一般土石方	小计	土石方	来源	土石方	去向	数量	来源	数量	松方	去向
①间隔扩建工程			0.008	0.008		0.003	0.003							0.005	0.007	各塔基永久占地范围内摊平处理
②杆塔基础施工	0.36	0.01	0.54	0.91	0.36	0.30	0.66							0.25	0.34	
③接地沟槽施工			0.18	0.18		0.18	0.18									
④人抬道路	0.03			0.03	0.03		0.03									
⑤牵张场	0.09			0.09	0.09		0.09									
⑥机械通行作业带修整及电缆沟槽开挖	0.01		0.17	0.18						0.11	⑦			0.06	0.08	电缆沟施工作业带内摊平处理
⑦电缆沟槽回填及沟顶覆土					0.01	0.11	0.12	0.11	⑥							
合计	0.49	0.01	0.90	1.40	0.49	0.59	1.08	0.11		0.11				0.32	0.42	

备注：项目余方以土方为主，松方系数取 1.35。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

1.1.2.1.1 地质构造

场地大地构造单元属扬子地台之四川台拗的北部，工程在构造位置上处于仪陇-巴中莲花状构造和大巴山外弧褶带内。仪陇-巴中莲花状构造主要分布在巴中、仪陇、平昌、营山四县。以瓦子场穹隆为中心，直径为 100 公里，四周环布了 55 个宽缓弧形褶曲，大致可分为四束褶皱群，因貌似莲花而得名。内环有宽缓的穹隆和鼻状背斜组成，两翼大致对称，倾角 1° - 5° ，鼻状背斜均向北西倾没。外环有短轴背斜和少数穹隆组成，褶皱度较高，不对称背斜的内翼较外翼陡，倾角 2° - 9° 。大巴山外弧褶带主要展布在通江至宣汉一线北东地域，主要由近似的北西向褶皱组成。其中的鼻状构造多向北西倾没，南东扬起。从西南到东北（即向大巴山靠近）的岩层倾角逐渐增大，由 5° - 15° - 45° ，个别达 70° ，褶皱渐趋紧密；卷入地层也渐老，从下白垩系-中三叠统雷口坡组；背斜两翼一般都不对称，多数背斜北东翼较陡，南西翼较缓。

线路所在区域断裂构造不发育，走向多与轴线平行或小角度斜交，规模小，一般都在 10 公里以下，压扭性特征较明显。多数断层北东盘地层向南东错移，一些断层挤压带中的破劈理、斜冲擦痕、分枝构造均指示了北东盘曾向南东移动，以及部份褶皱左列的展布特点，说明该褶带是顺时针扭动的产物。拟建线路经过区褶皱构造主要有中兴场鼻状背斜和马家坪向斜。

马家坪向斜：主要分布在通江马家坪到东山乡一带，轴向北 40° - 60° 西间变化，地层为下白垩统。两翼略不对称，南西翼 2° - 6° ，长约 30 公里。线路主要在其北段翼走线。

中兴场鼻状背斜：主要分布在巴中柳岗坪、花溪河、孙家河一带，轴向北 45° ，长约 25 公里。地层为白垩系下统，两翼近对称，南东翼端倾角 2° 左右，向北西端倾角渐增，倾角可达 10° 左右。

区内构造形迹均属白垩系末期燕山运动所造成，晚近期处于相对稳定阶段。新构造运动微弱，主要表现为缓慢上升的差异运动。路径区域无全新活动断裂分布，区域稳定性较好，适宜架设线路。

1.1.2.1.2 地层岩性

根据区域地质资料及现场踏勘调查，线路经过区域主要出露地层为白垩系下统七曲寺组(K1q)、白龙组(K1b)、苍溪组(K1c)地层和第四系全新统残坡积层(Q4el+dl)组成。地层由老至新简述如下：

白垩系地层

白垩系下统七曲寺组(K1q): 岩性主要为浅灰色块状长石细砂岩夹紫红色泥岩。草池方向主要分布在铁匠坪~王家院子一带, 约占线路长度的 75%。曾口方向主要分布在铁匠坪~太平乡一带, 约占线路长度的 32%。

白垩系下统白龙组(K1b): 岩性主要为灰-浅灰绿色长石砂岩与紫红色泥岩不等厚互层。草池方向主要分布在王家院子~草池 220kV 变电站一带, 约占线路长度的 15%。曾口方向主要分布在太平乡~曾口 220kV 变电站一带, 约占线路长度的 64%。

白垩系下统苍溪组(K1c): 岩性主要为紫红色泥岩夹砂岩。草池方向主要分布在巴中燃气电厂~铁匠坪一带, 约占线路长度的 10%。曾口方向主要分布在巴中燃气电厂~铁匠坪一带, 约占线路长度的 4%。

第四系地层

第四系全新统残坡积层(Q4el+dl): 主要为粉质粘土、粘土等, 褐黄、棕红色, 湿~稍湿, 可塑~硬塑, 局部含多量碎块石, 厚度分布不均, 一般厚度在 0~5m, 沿线均有分布。

1.1.2.1.3 地震烈度

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)及《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)附录A、附录B, 项目区地震基本烈度为VI度, 设计地震分组为第一组, 基本地震动峰值加速度为 0.05g, 基本地震动反应谱特征周期为 0.35s。

1.1.2.1.4 地下水

根据含水层的性质以及地下水在地层中的富集形式和分布特征, 路径区地下水主要为基岩裂隙水和松散岩类孔隙水。

松散岩类孔隙水: 松散堆积层中的孔隙水主要以上层滞水和潜水的形式存在。上层滞水主要分布于斜坡地段的第四系土层中, 潜水主要分布于山间谷地。上层滞水和潜水主要接受大气降水、地表水补给, 通过蒸发和向地势低洼的沟谷排泄。由于地下水赋存条件的差异, 地下水埋深变化较大。山间谷地地段的地下水埋深较浅, 一般为 2.0~5.0m。

基岩裂隙水: 基岩裂隙水主要赋存于砂岩等地层中, 埋深受地形、地层岩性、构造及大气降水直接影响, 一般埋藏深。径流条件受地形限制, 由高向低运动, 于陡坎下、山脚坡麓以泉、井形式排泄, 一般无稳定水位。本线路路径走势较高, 该类地下水对线路塔基设计及施工无影响。

1.1.2.1.5 不良地质及特殊性岩土

据地质调查及钻探揭示,拟建线路路径沿线无全新活动断裂、无断层及破碎带分布,岩层连续、完整,岩土体现状稳定;线路路径避让了滑坡、崩塌等不良地质,沿线未见岩溶、危岩、泥石流、采空区、地面沉降等不良地质作用,未见古河道、沟浜、孤石、墓穴、防空洞等对工程不利的埋藏物;沿线无特殊性岩土分布。

1.1.2.2 地形地貌

线路位于巴中市通江县、巴州区,路径区属川东构造侵蚀、剥蚀地形,涉及低山、丘陵 2 种地貌,比例划分为丘陵 20%: 低山 80%,以低山地貌为主。路径沿线海拔在 360~900m 之间,相对高差 100~300m,地形坡度一般为 15~30°。

1.1.2.3 气象

项目区属亚热带湿润季风气候区,根据通江气象站及巴中气象站系列观测数据:通江县多年平均气温 16.6℃,极端最高气温 41.1℃,最低气温-7.2℃,≥10℃活动积

温 4644℃;多年年均蒸发量 1159.9mm,多年平均相对湿度 77%;多年平均降水量为 1194mm,降水主要集中于 5 月~10 月;年均无霜期 280 天;多年平均风速 1.2m/s,主导风向为 SE,年平均大风日数 20 天,风季时段为 3 月~8 月;多年平均日照 1377h;最大积雪厚度 3.0cm,无季节性冻土分布。

巴州区多年平均气温 16.9℃,极端最高气温 40.3℃,最低气温-5.3℃,≥10℃活动积温 5410℃;多年年均蒸发量 1045.8mm,多年平均相对湿度 77%;多年平均降水量为 1120mm,降水主要集中于 5 月~10 月;年均无霜期 271 天;多年平均风速 1.7m/s,主导风向为东南风,年平均大风日数 15 天,风季时段为 3 月~8 月;多年平均日照 1462h;最大积雪厚度 2.5cm,无季节性冻土分布。

表 1.1.20 工程区气象特征表 (1959~2009 年系列观测数据)

气象因子	通江县	巴州区
多年平均气温 (°C)	16.6	16.9
极端最高气温 (°C)	41.1	40.3
极端最低气温 (°C)	-7.2	-5.3
≥10℃积温 (°C)	4644	5410
多年平均蒸发量 (mm) (20cm 口径蒸发器)	1159.9	1045.8
多年平均相对湿度 (%)	77	77
多年平均降水量 (mm)	1194	1120
无霜期 (天)	280	271
多年平均风速 (m/s)	1.2	1.7
主导风向	SE	SE

多年平均日照 (h)	1377	1462
------------	------	------

表 1.1-21 项目区典型暴雨特征值表

时段 (h)	点雨量均值 (mm)	Cv	Cs/Cv	各频率暴雨强度值 (mm)			
				P=50%	P=20%	P=10%	P=5%
1/6	16	0.36	3.5	14.9	20.2	23.7	27.0
1	42	0.40	3.5	38.2	53.8	64.3	74.8
6	80	0.55	3.5	67.2	107.2	137.6	168.0
24	140	0.60	3.5	113.4	189.0	247.8	308.0

1.1.2.4 水文

巴中市大小河流共有 1100 多条，流域面积在 1000km²以上的河流有巴河、南江河、恩阳河和通江河等 7 条，100km²以上的有 45 条，50km²以上的有 138 条，河流总长 4342km，河网密度达 0.33km/km²。河流均呈南北流向，树枝状分布，水位洪枯变幅大，部分溪河在枯水期有断流的现象。除南江县北部的焦家河属嘉陵江水系外，其余均属渠江水系。

本项目巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程 N154-N155 塔跨越诺水河（小通江河，通江右岸支流）后接入已建草池 220kV 变电站，巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程沿线 N230-N231 塔跨越花溪（驷马河左岸支流）、N243-N244 塔跨越长滩河（驷马河左岸支流）、N250-N251 塔跨越驷马河（巴河左岸支流），上述河流均属渠江水系。

本项目线路均采用高跨过河的方式布置，巴中燃气电厂-草池 220kV 线路跨诺水河处（N154-N155）档距 832m，为一跨过河，属一般跨越。两岸塔基均不涉水，跨江线路塔基基础至河道管理范围线均较远，塔基地面高程远大于河道划界水位及历史最高洪水位，平面和竖向均无交叉，不受洪水影响。

诺水河（小通江河）为通江右岸支流，属渠江的二级支流，发源于米仓山南麓陕西省广家店境内的大红岩（海拔 2500m），由北向南流，经陕西省碑坝、通江县平溪、涪阳至马家咀转为由西向东流，经通江县城至小江口汇入通江。诺水河流域面积 1876km²，河道全长 154km，河道平均坡降 3.28‰，流域平面形态呈长条形。本项目线路跨越诺水河河段（起止断面：涪阳镇-河口（小江口））属四川省一级水功能区中的小通江通江开发利用区。

驷马河为巴河左岸支流，发源于南江县平岗乡小狮子包，上段又称关渡河，南流入巴中市境，东南流又转南，过关渡乡(官渡)、楼房嘴，右纳清江，以下乃称驷马河。曲折南流入平昌县境，左纳花溪、桃园沟，南过驷马镇，左纳莲山院沟，又南至坦溪乡，汇入巴河。河长 73km，流域面积 848km²，河口流量 15.2m³/s，总落差 872m。

1.1.2.5 土壤

通江县境内成土过程以物理风化为主，化学风化势弱，土体发育程度浅，粗骨化、黄化、酸化、复钙化、黏化、潜育化、潜育化、白鳍化、棕化和熟化等成土过程，使土壤类型复杂化。全县土壤共划分为水稻土、紫色土、黄壤土、黄棕壤土、石灰岩土和新积土等 6 个土类、10 个亚类、16 个土属、38 个土种，有 31 个土种是农业土壤，7 个土种是森林土。水稻土是通江县农业土壤中最大的土类，占农业土壤的 54%；次为紫色土类，占 25.8%；再次为棕壤、黄壤、石灰岩土、新积土等 4 个土类。县内土壤分布的垂直带谱主要有：紫色砂泥岩区的紫色土-冷沙黄泥-豆末泥垂直带谱和钙质砂岩区域的黄色砂土-矿子黄泥土-黄棕壤垂直带谱。

巴州区土壤可划分 4 个土类、7 个亚类、9 个土属、42 个土种。其土壤分布特点为：冲积土主要分布在巴河沿岸河漫滩一级阶地上，土壤为沙砾土，质地较松散，一般厚在 80~150cm；黄壤土零星分布在巴河沿岸二、三级地上，土壤主要由软弱黄砂岩风化而来，土层瘦薄，一般厚在 20~30cm，土质较松散，土壤抗蚀性差；紫色土是主要的旱作土，广泛分布于高丘和低山地带，土壤多为紫色泥岩风化而来，一般厚在 30~50cm；水稻土是区内主要土类，分布于境内各地，以高丘区的比重最大。

项目区主要土壤类型为水稻土及黄壤土，项目占地中的耕地及园地土壤主要为水稻土，占用的林地、公共管理与公共服务用地主要为黄壤土，表层土厚度约 10~50cm。

1.1.2.6 植被

通江县行政区域植被分区为“川东盆地及西南山地常绿阔叶林地带--川东盆地偏湿性常绿阔叶林地带--盆边北部中山植被地区--米仓山植被小区”。海拔 450~1000m 之间的主要乔木树种有柏木、马尾松、青冈、桉木、杨树，灌木树种以马桑、黄荆、盐肤木、火棘为主；海拔 1000m 以上主要乔木树种为油松、华山松、栎类等落叶常绿混交林，灌木树种以马桑、盐肤木为主，岭脊有少量的箭竹、杜鹃等。

巴州区植被属大巴山常绿阔叶林和山地常绿阔叶落叶林，常见树种包括柏木、马尾松、杉木、桉木、栎、樟树、枫香等，竹类有慈竹、水竹、木竹、荆竹等；灌木、草本、藤本植物有黄荆、盐肤木、女贞、茅草、艾蒿、狗牙根、黑麦草、蕨类等。

项目区植被类型主要为亚热带常绿阔叶林，线路工程所经地区森林覆盖率较高，一般山坡、山脊多有树木生长，树木密集高大，主要为马尾松、柏树、铁坚杉、香樟、桉木树，自然生长高度约 10~20m；间有杂树林，民房周围亦多种有竹林、药材基地及果树。项目区林草覆盖率约 45%。

1.1.2.7 其他

(1) 水土流失重点预防区和重点治理区

根据水利部《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划分成果》（办水保〔2013〕188号）和四川省水利厅《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），项目涉及的通江县属于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，巴州区属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，本项目无法避让。

(2) 诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区（实验区）及生态保护红线

诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区位于四川省巴中市通江县境内，范围在东经107°08'14"-107°40'07"，北纬31°56'54"-32°28'50"之间，由嘉陵江支流渠江上游的大、小通江河组成，全长217km，其中诺水河（小通江河）从诺江镇起，经草池乡、涪阳镇、新场乡、青浴乡、板桥乡至诺水河镇，大通江河从烟溪乡起，经永安镇、泥溪乡、长坪乡、铁溪镇、河口乡至什字乡，河流两岸以20年一遇洪水水位线为界。自然保护区总面积为9220hm²，其中核心区面积5440hm²，缓冲区面积2430hm²，实验区面积1350hm²。主要保护对象包括大鲵、水獭、岩原鲤、重口裂腹鱼、青石爬鱼、鳠、乌龟等珍稀水生动物，中华倒刺鱼巴、白甲鱼、华鲮、南方鲇、鳊、黄颡鱼等名贵经济鱼类及其生活的水生生态系统。

草池220kV变电站位于诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区（实验区）河段北侧，而巴中燃气电厂位于草池220kV变电站东南部，草池220kV变电站南侧被诺水河实验区河段阻隔，在保持项目功能完整性的情况下，线路无法避让诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区（实验区）及生态保护红线。

本项目巴中燃气电厂-草池220kV线路工程（N154-N155）一档跨越诺水河（小通江河，通江右岸支流）后接入已建草池220kV变电站，采用高跨过河的方式布置，N154-N155档距832m，跨越保护区长度约120m。项目未在保护区及生态红线范围内立塔和布设施工临时设施。



图 1.2-1 线路路径与诺水河珍稀水生动物国家级自然保护区（实验区）的相对位置关系图

（3）结论

除无法避让水土流失重点预防区和重点治理区、国家级自然保护区（实验区）、生态保护红线外，项目选线不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园以及重要湿地等水土保持敏感区，未在县级以上地方人民政府划定的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区内，不属于水土流失严重的地区。

1.1.2.8 项目区水土流失情况

1、水土流失现状

本项目位于四川省巴中市通江县、巴州区，根据四川省水土保持公报（2025 年）水土流失动态监测成果数据，巴中市通江县轻度及以上水土流失面积 1407.79km²，巴中市巴州区轻度及以上水土流失面积 586.84km²。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），通江县、巴州区属于以轻度水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量 500t/（km²•a）。

表 1.1.21 通江县、巴州区水土流失现状

行政区划		水土流失 面积	侵蚀强度及面积/占水土流失面积比例				
			轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
通江县	面积 (km ²)	1407.79	1010.88	104.36	105.41	105.26	78.88
	比例 (%)	100	71.81	7.41	7.49	7.48	5.60
巴州区	面积 (km ²)	586.84	384.74	53.73	46.19	60.37	41.81
	比例 (%)	100	65.56	9.16	7.87	10.29	7.12

注：表中数据来源于四川省水土保持公报（2025 年）水土流失动态监测成果数据。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持工作管理情况

四川能投巴中燃气发电有限公司非常重视本工程建设过程中的水土保持工作，为贯彻《中华人民共和国水土保持法》及相关法律法规及批复文件要求，根据工程建设需要，通过竞争性谈判方式选择了有资质、有业绩的水土保持监理、监测单位，对监理、监测工作实行合同制管理，并明确了各机构的责任。

为了切实做好本项目水土流失防治工作，建设单位加强领导和组织管理，落实施工单位的水土流失防治责任；与地方水行政主管部门保持联系，积极配合其监督检查，确保水土保持工作落到实处。本项目在建设过程中，基本按“三同时”的要求进行水土保持工程的建设，施工过程中，监测单位向各施工单位提出了文明施工和水土保持的相关要求，土建施工单位按照文明施工和水土保持的要求，采取了一些水土保持临时措施，设置了临时排水沟、土袋挡墙、临时苫盖等措施。工程建设后期，实施了水土保持工程措施和植物措施，包括表土回覆、土地整治、铺设碎石、截排水沟、绿化工程等，有效保障了主体工程安全和项目建设引起的水土流失。

1.2.2“三同时”制度落实

在巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程建设中，建设单位重视水土保持工作，将水土保持工程纳入到主体工程建设中，按照“三同时”原则，最大限度控制施工建设造成的水土流失。

工程开工后，项目建设单位按照本工程水土保持方案报告书及批复文件，向地方政府水行政主管部门缴纳了水土保持补偿费；工程建设过程中，建设单位委托监理单位（四川公众项目咨询管理有限公司）开展本项目水土保持监理工作，同时，在施工过程中，项目部向施工单位（四川能投建工集团有限公司）提出了文明施工环境保护的相关管理

要求，土建施工单位按照文明施工和环保的要求，采取了一些水土保持工程措施和临时措施，设置了临时排水沟、土袋挡墙、临时苫盖等临时措施。

工程建设期，主要实施了水土保持措施，建设单位委托四川鑫碧源工程咨询有限公司先后开展本工程的水土保持监测，通过实地调查监测，该工程已经完成了全部的水土保持工程措施和植物措施，水土保持临时措施伴随主体工程同步实施。

按照工程施工质量验收标准和设计文件，监理单位组织对主体工程进行了验收，并分别形成了分部、分项工程验收记录。

本工程在建设过程中，基本按“三同时”的要求进行水土保持工程的建设，现已实施了包括工程措施、植物措施和临时措施等水土保持措施。已实施的水土保持措施目前已充分发挥水土保持效益，有效控制了项目建设产生的水土流失。

1.2.3 水土保持方案编报情况

2025 年 4 月，建设单位委托四川善信工程项目管理有限公司开展本项目水土保持方案报告书的编制工作；

2025 年 8 月，四川善信工程项目管理有限公司完成了《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》；

2025 年 9 月，四川省水利厅以《关于巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书的批复》（川水许可决〔2025〕234 号）批复了本工程水土保持方案；

批复认为水土保持方案编制依据充分，内容全面，水土流失目标和防治责任范围明确，水土保持措施总体布局及分区防治措施基本可行，满足有关技术规范和标准的规定，可以作为下阶段水土保持工作的依据。

1.2.4 重大水土流失危害事件处置情况

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程在建设的过程中未发生重大水土流失危害事件。

1.2.5 主体工程设计及施工过程中变更情况

一、塔基工程设计变更情况

1、根据“设计变更单（巴中燃气电厂-通江草池变电站线路工程）”，该设计变更单变更事由为：

2025 年 6 月 8 日，根据施工单位提及由于巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送

出工程（巴中燃气电厂-通江草池变电站线路工程）N133、N137、N143 涉及塔基占地归属农户不同意立塔。现对巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程（巴中燃气电厂-通江草池变电站线路工程）进行调整。

由建设单位、监理单位、设计单位同意该调整方案：

（1）N133 沿大号侧反方向移动 13 米，塔型呼高不变；

（2）N137 沿大号侧顺线路方向移 45 米，塔型由 GC23D-ZMC2-48 调整为 GC23D-ZMC4-51；

（3）N141-N145 调整路径从村上蓝莓园附近通过。N141 塔型呼高不变；N142 塔型由 GC23D-JCK2-51 调整为 GC23D-JCK2-45；N143 塔型由 GC23D-JC1-39 调整为 GC23D-JCK2-42；N143 塔型由 GC23D-JC1-39 调整为 GC23D-JCK2-42，N144 塔型由 GC23D-JC3-39 调整为 GC23D-JC1-27；N145 塔型呼高不变。调整后巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程（巴中燃气电厂-通江草池变电站线路工程）路径长度由 24.628km 变为 24.747km。

2、根据“N213 设计变更单（巴中燃气电厂-曾口变电站线路工程）”，该设计变更单变更事由为：

2025 年 10 月 29 日，根据施工单位提及 N213 塔位因国庆期间连续下雨，使 N213 塔位附近坡面出祝地质灾害，导致坡面整体滑移，N213 塔位 A、B 腿出现沉降，部分塔材杆件变形。经地质专业与地灾评估单位共同踏勘现场，对 N213 塔位的稳定性进行了重新评估，评估结果为整体坡面存在不稳定性，后续线路的运行存在风险。因此现对 N213 塔位进行移位处理，移位后塔位中心桩东坐标为 3527697.676，北坐标为 419746.729，高程 603.695。

由建设单位、监理单位、设计单位同意该改线方案：将 N213 移位，移位后塔型呼高不变，原 N212、N214 塔位位置不变，改线前 N212-N214 段线路路径长度为 1.569 千米，改线后 N212-N214 段线路路径长度为 1.577 千米。由于导地线已完成展放，绝缘子金具已完成挂线，接地装置等均已完成施工。改线后需新建工作内容为 N213 塔基础施工、杆塔组立、N212-N214 段导地线展放、绝缘子金具附件安装、接地装置施工。拆除工作内容为拆除原位置 N213 塔位塔材(报废处理)、原 N212-N214 档中导线回收、绝缘子金具附件拆卸，原 N212-N214 档中光缆在 N213 塔位处断线分别回收在 N212-N214 塔位处。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2026 年 3 月，建设单位委托四川鑫碧源工程咨询有限公司开展水土保持监测工作。

2026 年 3 月，双方签订了巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持监测技术服务合同。

2026 年 4 月，四川鑫碧源工程咨询有限公司组织技术人员对本工程进行了全面的水土流失现状调查，根据调查收集的数据及技术资料，对项目扰动区水土保持现状情况进行了评价，2026 年 6 月编写了《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持监测实施方案》。

1.3.2 监测项目部设置

为监测实施得到保障，我单位在人员、资金、交通工具、监测工具等后勤保障方面考虑周到，出发前为能顺利地开展工作做了大量的准备工作，单位在接到监测任务时，由技术组直接指定项目负责人，并负责调配监测技术人员，展开监测工作。后勤方面，公司目前拥有型号不同的专用工作汽车若干，能够保证监测出差车辆需要。在监测设备方面，单位监测设备齐全，通过各个方面的保障措施，可使得该项目水土保持监测工作得以顺利地组织实施，也能够更好地对项目进行管理。

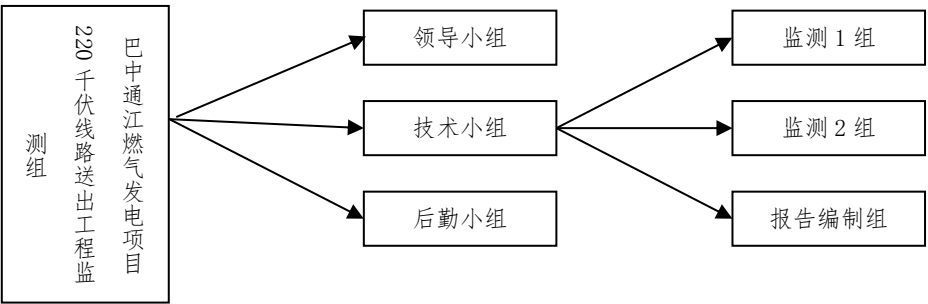


图 1.3-1 本项目监测组织机构图

为保障监测工作高质量、高效率完成，我公司组织了一支专业知识强、业务水平熟练、监测设备齐全、监测经验丰富的水土保持队伍，成立了新建巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持监测项目组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与水行政主管部门的联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。针对项目实际情况及公司业务能力，公司董事长对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，由高级工程师对本项目进行统筹安排管理，项目负责人领导该

项目监测工作，对项目监测工作进行统筹安排及技术把关。根据该项目实际情况及相关要求，保证至少有 3 人参与监测工作，参与人员有相关技术能力水平，根据监测外业工作量进行合理分工，确保监测工作科学、系统地进行。

表 1.3.1 监测项目部人员组成

监测组	姓名	职称/职务	专业/从事工作	监测工作分工
质量监督组	余乐	工程师	水土保持	项目管理、项目负责人
调查观测组	徐森	工程师	水土保持	项目核定人员
	姚宇轩	工程师	水土保持	监测报告主要编写人员

1.3.3 监测点布设

1.3.3.1 监测点布设原则

(1) 典型性原则

结合新增水土流失预测结果，以塔基及塔基施工场地区为重点，选择典型场所及典型样点进行监测。

(2) 代表性原则

根据施工工艺及工程水土流失特点相似性，选取有代表性区域进行监测。

(3) 结合项目实际情况布设原则

布设水土流失监测点应该结合工程的实际情况，同时与主体设计及施工相一致，保证项目水土保持监测与工程实际情况相吻合。

1.3.3.2 监测点布设主要思路

项目监测组根据工程实际情况，从多方面，多角度地了解项目建设过程水土保持情况，从收集资料开始，分析确定重要监测内容和重点区域进行监测点布设。根据工程实际情况采取以下思路进行项目区水土保持监测点布设：

(1) 根据工程特点，重点监测工程建设的水土流失情况及措施建设运行情况，对实施工程措施、植物措施及水土流失强的区域进行点位布设，按设计要求主要有开挖回填区，工程措施，植物措施等；

(2) 针对工程建设过程中临时设施用地，以实地调查为主；

(3) 选取有代表性的区域进行典型样地监测, 根据工程建设进度逐步监测项目建设过程中水土流失状况。

1.3.3.3 监测点布设结果

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, 以及资料分析和实地调查的基础上, 经过反复研究, 选取容易造成大量水土流失, 且具有一定的代表性的地点, 根据实际情况布设 6 个监测点位。

本项目监测点位布置情况详见下表 1.3.2。

表 1.3.2 工程水土保持监测点位布设情况

序号	部位	监测方法	监测项目与内容	监测指标
1#监测点	草池 220kV 变电站间隔 扩建配电装置场地	回顾性调查监测、遥 感监测、地面观测和 实地调查量测	1.扰动地表面积。	扰动地表面积变化 情况、措施实施情 况
2#监测点	塔基永久占地(燃气电厂 -草池线路 NS003 塔基, 丘陵区)	回顾性调查监测、遥 感监测、地面观测和 实测法	1.扰动地表面积;	扰动地表面积变化 情况、植被覆盖率
		样方调查法	2.植被生长情况。	
3#监测点	塔基施工场地(燃气电厂 -草池线路 NS003 塔基施 工场地, 丘陵区)	回顾性调查监测、遥 感监测、地面观测和 实测法	1.扰动地表面积;	扰动地表面积变化 情况、植被覆盖率
		样方调查法	2.植被生长情况。	
4#监测点	塔基永久占地(燃气电厂 -曾口线路 N234 塔基, 低 山区)	回顾性调查监测、遥 感监测、地面观测和 实测法	1.扰动地表面积;	边坡冲刷深、泥沙 含量、植被覆盖率
		样方调查法	2.植被生长情况。	
5#监测点	塔基施工场地(燃气电厂 -曾口线路 N234 塔基施 工场地, 低山区)	回顾性调查监测、遥 感监测、地面观测和 实测法	1.扰动地表面积;	扰动地表面积变化 情况、植被覆盖率
		样方调查法	2.植被生长情况。	
6#监测点	电缆沟工程区(临时堆土 带)	回顾性调查监测、遥 感监测、地面观测和 实测法	1.扰动地表面积;	扰动地表面积变化 情况、临时堆土量、 植被覆盖率
		样方调查法	2.植被生长情况。	

1.3.4 监测设施设备

本工程主要采用实地调查、定点观测和资料分析方法, 本公司水土保持监测采取的主要技术装备较简单, 主要有 GPS、相机、无人机、皮尺、钢卷尺、电脑、以及量筒、量杯、烘箱、皮尺、卷尺、卡尺等。

结合监测点布置情况, 本项目监测设施及设备详见表 1.3.3。

表 1.3.3 水土保持监测设备配备

序号	设施和设备	单位	数量	单价(元)	总价(元)	备注
1	量筒、量杯、烘箱、皮尺、卷尺、卡尺、GPS、照相机、无人机、笔记本电脑	套	1	28000	28000	用于观测侵蚀量及沉降变化, 植被生长情况及其他测量

1.3.5 监测技术方法

重要水土保持监测指标包括扰动土地面积、水土流失防治责任范围、取土场或弃土(渣)场的占地面积与土石方量、土壤流失量、水土流失防治措施实施情况(包括植物措施指标、工程措施指标及临时措施指标)及防治效果、水土流失危害及建设单位管理情况等。

根据监测任务要求及《水土保持监测技术规程》的规定,为达到监测目的,本项目的水土流失监测主要采取实地调查、定点观测和资料分析相结合的方法,对防治责任区范围内水土流失进行监测。

对施工区建设活动结束后的林草生长情况、各种工程防护措施实施效果、水土保持效益等采取实地测量。

发现地貌变化(如新出现堆渣或堆渣消失、开挖填筑开始或结束)、新的扰动区域、较大强度水土流失和明显的水土流失危害,及时记录。

表 1.3.4 监测指标与具体监测方法汇总表

序号	监测内容	监测指标	具体监测方法
1	扰动土地情况	原土地利用类型	①回顾性调查监测、实地调查监测,查阅相关技术文件; ②遥感监测,解译开工前遥感影像
2		扰动面积	①资料分析,通过工程平面布局图、路线走向图,在现场确定扰动区域; ②实地量测,利用皮尺、测距仪、手持GPS等常规量测设备开展实地测量; ③无人机、遥感监测,利用无人机和卫星遥感影像解译获取
3		防治责任范围	①回顾性调查监测、实地调查监测,工程征地红线图与建设单位提供的永久占地文件及临时用地文件; ②遥感监测,解译无人机和卫星遥感影像获取
4	取土弃土情况	取土弃土(渣)场数量、位置	①回顾性调查监测、调查监测,查阅相关技术文件,施工单位提供的施工记录、监理单位提供的监理月报和计量清单,实地调查获取
5		取土弃土(渣)场面积、方量	①实地调查监测,查阅相关技术文件; ②实地量测,利用皮尺、测距仪、手持GPS、RTK等常规量测设备开展实地测量;

			③无人机、遥感监测，利用无人机和卫星遥感影像解译、对比前后地形获取
6	水土流失情况	水土流失类型	①实地调查监测，选取各区段典型部位调查； ②资料分析，综合分析各区段水土流失类型
7		水土流失面积	①回顾性调查监测、实地调查监测，采用抽样调查法选取典型地段，典型区域和部位进行调查； ②无人机、遥感监测，利用无人机和卫星遥感影像解译获取
8		土壤侵蚀强度	①无人机、遥感监测，利用无人机和卫星遥感影像解译获取指标，通过土壤侵蚀分类分级标准确定各分区侵蚀强度级别
9		水土流失量	①资料分析，综合分析监测结果，推算工程水土流失量
10	水土保持措施情况	措施类型	①资料分析，查阅设计、施工、监理资料； ②回顾性调查监测、实地调查监测，实地调查拍照和录像
11		措施数量、规格、尺寸	①资料分析，查阅设计、施工、监理资料； ②回顾性调查监测、实地调查监测，利用皮尺、测距仪、手持GPS等常规量测设备开展实地测量； ③无人机、遥感监测，利用无人机和卫星遥感影像解译获取
12		措施效果及运行情况	①回顾性调查监测、实地调查监测，实地调查各区段典型措施运行效果
13	水土流失危害情况	对主体工程及周边敏感点造成危害数量和程度等	①实地调查监测，询问 ②无人机、遥感监测，利用无人机和卫星遥感影像解译获取
14		其他危害	
15	水保工程建设管理情况	管理体系、人员、制度、措施等	①实地调查监测，查阅相关技术文件

1.3.6 监测成果提交情况

2026年4月，四川鑫碧源工程咨询有限公司组织启动监测工作，每季度组织对施工现场进行全区调查，进行各监测点的监测设施布设，向建设单位汇报了水土保持监测基本情况、水土保持工程存在的问题及建议、水土保持监测工作的内容。我单位（四川鑫碧源工程咨询有限公司）依据现场施工情况重新编制了监测实施方案以及监测季报、年报以及总结报告。

①2026年6月，四川鑫碧源工程咨询有限公司编制完成了《巴中通江燃气发电项目220千伏线路送出工程水土保持监测实施方案》；

②2025年5月-2026年1月，四川鑫碧源工程咨询有限公司完成每个季度监测季度报告表，总计4期；

截至2026年6月，项目区植被生长长势较好，我公司依据水保报告和实地监测数

据进行汇总，于 2026 年 7 月四川鑫碧源工程咨询有限公司编制完成了《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持监测总结报告》。

1.3.7 水土保持监测意见及落实情况

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。

从监测的结果来看，工程项目区内排水系统较为完善，植物措施得到了较好的落实，有效地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由强度、中度下降到轻度。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水土保持、改善区域生态环境的作用。

2 监测内容与方法

根据监测任务要求及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和《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）的规定，本工程监测内容包括扰动情况动态监测、取料弃土（渣）情况、水土流失情况、水土保持措施情况等。为达到监测目的，根据本项目的实际情况，本项目的监测工作主要采用实地调查、遥感监测和资料分析的方法进行。

2.1 扰动土地情况

2.1.1 监测内容

扰动土地情况监测，即为防治责任范围监测，重点对工程建设单位有无超越红线施工，量算施工占地和直接影响区面积，从而确定实际的水土流失防治责任范围。

通过资料分析并结合实地调查从而分析水土流失相关的工程施工活动及工程水土保持方案实施情况。主要包括水土流失防治责任范围内工程扰动地表面积，土石方挖填、堆放和运移情况，开挖、填筑体形态变化和占地面积等记录资料；分析调查新增水土流失面积及其分布，水土流失强度、水土流失量变化情况，获取水土流失状况的数据及主要影响因子的参数的变化情况。获取各项防治措施的实施时间、工程量及投资。

2.1.2 监测方法

对项目区林草生长情况、各种工程防护措施实施效果、水土保持效益、水土流失危害和重大水土流失事件等采取调查监测、资料分析。

（1）对施工开挖、临时堆放进行调查，查阅施工设计、监理文件，通过计算、分析确定建设过程中的开挖回填利用量及弃土、弃渣量。

（2）扰动土地面积和程度，采用设计资料分析，结合实地调查，以实际施工情况为准。监测时段内产生的降雨量、洪水量和频次等；水土流失程度变化量及对周边地区造成的影响趋势等。

（3）对新建的水土保持设施的运行情况进行监测，充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

(4) 调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边地区经济、社会发展的影响，进行分析，评价本项目水土保持措施的作用与效果。

(5) 水土保持效益监测，主要为水土保持设施的保土效益等监测。保土效益测算按《水土保持综合治理效益计算方法》规定进行。

(6) 通过实地调查、走访群众等形式监测，对周边河道影响情况。

(7) 通过实地调查、问卷调查等形式进行监测，其他水土流失危害。

2.1.3 监测频次

本项目建设的具体施工时间 2025 年 5 月开工，2026 年 1 月竣工验收，总工期 9 个月。主要采用回顾调查监测、实地调查监测、遥感监测并结合资料分析的方式进行扰动面积分析，按照回顾调查监测一次的频次进行记录。扰动土地情况监测频次与监测方法见表 2.1.1。

表 2.1.1 扰动土地情况监测频次与监测方法表

扰动土地情况监测内容	监测方法	监测频次
扰动范围	回顾调查监测、实地调查、遥感监测、资料分析	每月 1 次
扰动面积	回顾调查监测、实地调查、遥感监测、资料分析	每月 1 次
土地利用类型及其变化情况	回顾调查监测、实地调查、遥感监测、资料分析	每月 1 次

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石等）

2.2.1 监测内容

对生产建设活动中所有的取料（土、石）场、弃渣（土、石）场和临时堆放场进行监测，主要包括取料（土、石）场、弃渣（土、石）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。

2.2.2 监测方法

取料（土、石）场、弃渣（土、石）场情况监测采取实地量测、遥感监测和资料分析的方法，结合扰动土地遥感监测，核实其位置、数量及分布。

2.1.3 监测频次

取料（土、石）场、弃渣（土、石）场监测频次与监测方法见表 2.1.2。

表 2.1.2 取料（土、石）场、弃渣（土、石）场监测频次与监测方法表

监测内容	监测方法	监测频次
取料（土、石）场、弃渣（土、	实地量测、遥感监测、资料分析	每月 1 次

石)场面积		
取料(土、石)场、弃渣(土、石)场方量	实地量测、遥感监测、资料分析	每月1次
水土保持措施	实地量测、资料分析	每月1次
表土剥离情况	实地量测、资料分析	每月1次

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

对工程建设的工程措施、植物措施和临时措施进行全面监测,主要包括措施类型、开完工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状况等。

2.3.2 监测方法

主要采用实地调查和资料分析的方式进行。

工程措施主要采用皮尺、钢卷尺、坡度仪量测排水沟尺寸、坡面、坡度等。

(1) 防治措施数量与质量

工程水土保持数量由现场测量结合监理资料进行确定,施工质量由监理单位确定。

(2) 防护工程稳定性、完好程度和运行情况

工程水保措施主要有挡墙、排水沟,工程施工质量由施工监理单位确定,监测过程中查看措施运行情况,因工程施工可能造成的影响,完好程度。

针对项目采用巡查的监测方法。巡查监测内容主要有:

①工程实施的水土保持措施运行情况,包括工程措施的完整性、完好性,植物措施的成活率、盖度等等。

②巡查项目建设过程中是否存在重大水土流失隐患,工程施工结束后是否有未进行水土流失治理的盲区,例如土质冲沟造成下垫面侵蚀等。

③巡查工程建设可能造成水土流失对周边的影响程度。

(3) 植被措施采用样方调查的方式,对植被恢复效果进行调查。

1) 乔木生长情况

A 树高: 采用测高仪进行测定;

B 胸径: 采用胸径尺进行测量;

C 冠幅: 晴天选取合理时间利用太阳光产生阴影进行量算。

2) 灌草存活率和保存率

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。

分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为：

$$D = fe / fd$$

$$C = f / F$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C—林（或草）植被覆盖度，%；

fd——样方面积，m²；

fe——样方内树冠（草冠）垂直投影面积，m²。

f——林地（或草地）面积，hm²；

F——类型区总面积，hm²。

2.3.3 监测频次

水土保持措施监测频次与监测方法见表 2.3.1。

表 2.3.1 水土保持措施监测频次与监测方法表

监测内容	监测方法	监测频次
水土保持措施类型	实地量测、资料分析	每月 1 次
水土保持措施开工与完工日期	调查及资料分析	每月 1 次
水土保持措施的位置、规格、尺寸、数量	实地量测、资料分析	每月 1 次
林草覆盖度、郁闭度	实地量测、遥感监测	每月 1 次
水土保持措施防治效果	实地量测、资料分析	每月 1 次
水土保持措施运行状况	实地量测、资料分析	每月 1 次

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失情况监测

水土流失防治监测主要开展资料分析，分析包括水土流失状况监测和水土保持措施防治效果监测。主要以水土保持措施防治效果监测为主，并通过水土流失调查的方式分析水土流失状况。

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地

区实际情况，土壤侵蚀的类型主要有水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀，是要发生在方阵扰动面较大的区域。

(2) 水土保持措施防治效果动态监测

主要针对项目建设过程中防治措施的数量与质量、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；林草生长情况及植被覆盖率、已经实施的水土保持措施拦渣保土效果；监督及管理措施实施情况监测。

综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

施工期土壤流失量动态监测主要包括施工期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

1) 水土流失因子

收集资料，主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

B 气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。其中，降雨因子主要为多年平均降雨量，数据主要来自气象站等。

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子：水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。本项目气候、水文等因子采用当地气象局或者附近监测站数据进行水土流失因子可能造成的水土流失分析评价。

2) 土壤侵蚀量监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

A 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强度侵蚀、极强度侵蚀及剧烈侵蚀。

B 土壤侵蚀模数

单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小。是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程中实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测。

2.4.2 水土流失危害监测

- (1) 项目建设造成水土流失对周边民房、居民造成的影响状况；
- (2) 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；
- (3) 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；
- (4) 调查项目建设过程重大水土流失事件。

2.4.3 水土流失监测方法

对水土流失重点地段和水土流失防治重要点进行实地调查，布设水土保持调查点位。监测组通过原地貌侵蚀模数、各地表扰动类型侵蚀分析及工程施工过程典型监测点土壤侵蚀分析推算。

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 批复的水土流失防治责任范围

根据批复的《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书》，本项目水土流失防治责任范围面积为 8.79hm²，包括永久占地及新增临时占地。

表 3.1.1 方案水土流失防治责任范围表

项目组成	占地类型					合计	占地性质	
	林地	园地	耕地	公共管理与公共服务用地	交通运输用地		永久占地	临时占地
间隔扩建工程				0.02		0.02	0.02	
塔基区	1.73	0.22	0.21			2.16	2.16	
塔基施工场地	2.71	0.54	0.36			3.61		3.61
新建/扩宽汽运道路	0.97		0.16		0.25	1.38		1.38
人抬道路	0.3	0.09	0.04			0.43		0.43
牵张场	0.24		0.4			0.64		0.64
跨越施工场地	0.08		0.12			0.2		0.2
电缆沟及施工作业区	0.21		0.14			0.35	0.01	0.34
合计	6.24	0.85	1.43	0.02	0.25	8.79	2.19	6.6

3.1.2 防治责任范围监测结果

施工过程中的防治责任范围面积以实际征地范围和实际扰动的临时占地为准。通过分析本工程土地征用资料和实地调查，实际发生的水土流失防治责任范围 1.72m²。

表 3.1.2 水土流失防治责任范围实际监测结果表

项目组成	占地类型		合计	占地性质	
	林地	公共管理与公共服务用地		永久占地	临时占地
间隔扩建工程		0.02	0.02	0.02	
塔基区	0.92		0.92	0.92	
塔基施工场地区	0.33		0.33	0.33	
人抬道路	0.09		0.09		0.09
牵张场	0.31		0.31		0.31
电缆沟及施工作业区	0.04	0.01	0.05	0.01	0.04

合计	1.69	0.03	1.72	1.28	0.44
----	------	------	------	------	------

3.1.3 防治责任范围变化情况

本项目各防治分区实际扰动范围同批复的方案水土流失防治责任范围相比,由于变化。本项目各防治分区水土流失防治责任范围变化情况详见表 3.1.3。

表 3.1-3 防治责任范围监测表

防治分区	防治责任范围 (hm ²)		
	方案	监测结果	增减情况
间隔扩建工程	0.02	0.02	0.00
塔基区	2.16	0.92	-1.24
塔基施工场地	3.61	0.33	-3.28
新建/扩宽汽运道路	1.38	0	-1.38
人抬道路	0.43	0.09	-0.34
牵张场	0.64	0.31	-0.33
跨越施工场地	0.2	0	-0.20
电缆沟及施工作业区	0.35	0.05	-0.30
合计	8.79	1.72	-7.07

3.1.4 防治责任范围变化情况分析

经与工程批复的水土保持方案相比较,工程实际水土流失防治责任范围减少 7.07hm²。本工程实际发生的水土流失防治责任范围与方案批复防治责任范围变化原因分析如下:

(1) 间隔扩建工程

间隔扩建工程区域永久占地面积未发生变化。

(2) 塔基区

方案是根据现阶段主体设计《单基施工方案》及《输变电工程水土保持技术规程》(Q/GDW11970.1-2023),本项目自立式铁塔塔基永久占地按[根开+主柱宽度+1m]²估算,钢管杆单杆永久占地按[直径+1m]²对塔基进行估算。

本项目根据施工资料、监测调查及主体竣工验收资料,塔基工程实际施工过程中总征占地面积减少 1.24hm²。

(3) 塔基施工场地

在建设过程中,塔基及施工占地工程优化施工方法,仅占用塔脚周围占地以及塔基自身占地范围,因此减少了施工临时占地面积,塔基施工临时占地面积减少 3.28hm²。

(4) 新建/扩宽汽运道路

实际施工过程中,项目建设过程中材料和工具的运输均利用现有的交通道路及乡

道，施工单位使用马匹驮运的方式，场地内不需要设置临时施工道路。

新建/扩宽汽运道路临时占地面积减少 1.38hm^2 。

（5）人抬道路

实际施工过程中，项目建设过程中材料和工具的运输均利用现有的交通道路及乡道，对于实在无法到达的塔基施工场地 N255（J231）号塔基，修建施工便道 167m，根据现阶段施工现场实地勘查及附件《巴中市自然资源和规划局巴州分局巴中市巴州区林业局关于巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程（巴州区境内）临时用地用林的批复》（巴州自然资临准字〔2026〕第 3 号），该施工便道位于水宁寺镇印盒村，占地 0.09hm^2 。人抬道路临时占地面积减少 0.34hm^2 。

（6）牵张场

牵张场工程占地面积较水保方案减少 0.24hm^2 。本工程优化工程施工方法，尽量减少施工范围，牵张场占地面积减少 0.24hm^2 。

（7）跨越施工场地

本项目跨越施工场地全部为利用各处牵张场位置，不新增临时占地，跨越施工场地减少 0.20hm^2 。

（8）电缆沟及施工作业区

根据项目实地调查以及遥感影像监测，本项目草池变电站外电缆沟及施工作业区实际实施长度为 123m，宽度为 3-3.5m，实际占地面积为 0.04hm^2 ，电缆沟及施工作业区占地面积减少 0.31hm^2 。

综上，本项目实际占地面积较水保方案减少 7.07hm^2 。未超过水土保持方案批复的总占地面积。

3.2 取土（石、料）监测结果

（1）设计取土（石、料）情况

根据《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》及项目设计资料，项目施工不设置取土（石、料）场，所需砂、石、商品砼等均就近从当地合法料场购买，并在购买合同中明确运输过程中的水土流失防治责任由供应商承担。

（2）取土（石、料）场位置及占地面积监测结果

根据施工资料以及现场调查，实际施工阶段，项目施工不设置取土（石、料）场，所需砂、石、商品砼等均就近从当地合法料场购买，并在购买合同中明确运输过程中的水土流失防治责任由供应商承担。与方案对比，未发生变化。

（3）取土（石、料）量监测结果

根据施工资料以及现场调查，实际施工阶段，本项目取土量 19.13 万 m^3 ，项目施工不设置取土（石、料）场，所需砂、石、商品砼等均就近从当地合法料场购买，并在购买合同中明确运输过程中的水土流失防治责任由供应商承担。与方案对比，未发生变化。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书（报批稿）》及项目设计资料：余方 0.48 万 m^3 （松方 0.64 万 m^3 ），余方已在各塔基范围内及电缆施工作业带范围内就近摊平处理。本项目不设置弃土（石、渣）场。

3.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

根据施工资料以及现场调查，实际施工阶段，余方 0.32 万 m^3 （松方 0.42 万 m^3 ），余方已在各塔基范围内及电缆施工作业带范围内就近摊平处理。本项目不设置弃土（石、渣）场。与方案对比，余方量减少 0.16 万 m^3 （松方 0.22 万 m^3 ）。

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

根据施工资料以及现场调查，实际施工阶段，本项目余方 0.32 万 m^3 （松方 0.42 万 m^3 ），余方已在各塔基范围内及电缆施工作业带范围内就近摊平处理。本项目不设置弃土（石、渣）场。

与方案对比，余方量减少 0.16 万 m^3 （松方 0.22 万 m^3 ）。

变化原因分析：本项目减少了优化工程施工方法，减少了施工范围及施工道路，土石方开挖回填量减少，余方量也随之减少。

3.4 土石方流向情况监测结果

方案批复情况：本项目土石方挖填总量 4.76 万 m^3 ，其中土石方开挖量为 2.62 万 m^3 （含表土剥离 0.49 万 m^3 ），土石方回填量为 2.14 万 m^3 （含表土回覆 0.49 万 m^3 ），无借方，余方 0.48 万 m^3 （折松方 0.64 万 m^3 ），余方均在各塔基永久占地范围、电缆沟施工作业带内摊平处理，余土摊平高度约 10~50cm。

实际监测结果：根据施工、监理、监测资料及主体竣工验收资料，本项目土石方挖

填方总量为 2.48 万 m^3 （自然方，下同）。其中土石方开挖总量 1.40 万 m^3 （含表土 0.49 万 m^3 ），土石方回填 1.08 万 m^3 （含表土 0.49 万 m^3 ），无借方，余方 0.32 万 m^3 （合松方 0.42 万 m^3 ），余方已在各塔基范围内及电缆施工作业带范围内就近摊平处理。

变化结果：土石方实际开挖回填量及流向与方案对比，本项目土石方挖填方总量减少 2.28 万 m^3 ，开挖量减少 1.22 万 m^3 ，回填量减少 1.06 万 m^3 ，余方量减少 0.16 万 m^3 。土石方变化情况见表 3.4-1。

表 3.4.1 方案批复土石方平衡表 单位: 万 m³

项目组成	挖方				填方			调入		调出		借方		余方		
	表土	钻渣	一般土石方	小计	表土	一般土石方	小计	土石方	来源	土石方	去向	数量	来源	数量	松方	去向
①间隔扩建工程			0.008	0.008		0.003	0.003							0.005	0.007	各塔基永久占地范围内摊平处理
②杆塔基础施工	0.36	0.01	0.44	0.81	0.36	0.13	0.49							0.32	0.43	
③接地沟槽施工			1.18	1.18		1.18	1.18									
④施工基面开挖			0.09	0.09										0.09	0.12	
⑤新建/扩建汽运道路	0.09		0.23	0.32	0.09	0.23	0.32									电缆沟施工作业带内摊平处理
⑥机械通行作业带修整及电缆沟槽开挖	0.04		0.17	0.21						0.15	⑦			0.06	0.08	
⑦电缆沟槽回填及沟顶覆土					0.04	0.11	0.15	0.15	⑥							
合计	0.49	0.01	2.12	2.62	0.49	1.65	2.14	0.15		0.15				0.48	0.64	

备注: 项目余方以土方为主, 松方系数取 1.35。

表 3.4.2 项目实际土石方平衡表 单位: 万 m³

项目组成	挖方				填方			调入		调出		借方		余方		
	表土	钻渣	一般土石方	小计	表土	一般土石方	小计	土石方	来源	土石方	去向	数量	来源	数量	松方	去向
①间隔扩建工程			0.008	0.008		0.003	0.003							0.005	0.007	各塔基永久占地范围内摊平处理
②杆塔基础施工	0.36	0.01	0.54	0.91	0.36	0.30	0.66							0.25	0.34	
③接地沟槽施工	0.00		0.18	0.18	0.00	0.18	0.18									
④人抬道路	0.03				0.03											
⑤牵张场	0.09			0.09	0.09		0.12									电缆沟施工作业带内摊平处理
⑥机械通行作业带修整及电缆沟槽开挖	0.01		0.17	0.18	0.00					0.11	⑦			0.06	0.08	
⑦电缆沟槽回填及沟顶覆土	0.00				0.01	0.11	0.12	0.11	⑥							
合计	0.49	0.01	0.90	1.40	0.49	0.59	1.08	0.11		0.11				0.32	0.42	

备注: 项目余方以土方为主, 松方系数取 1.35。

表 3.4.2 土石方变化情况监测成果表

单位: 万 m³

防治分区	方案情况			监测结果			变化情况		
	挖方	填方	余方	挖方	填方	余方	挖方	填方	余方
间隔扩建工程	0.008	0.003	0.005	0.008	0.003	0.005	0.00	0.00	0.00
杆塔基础施工	0.81	0.49	0.32	0.91	0.66	0.25	0.10	0.17	-0.07
接地沟槽施工	1.18	1.18		0.18	0.18		-1.00	-1.00	0.00
施工基面开挖	0.09		0.09				-0.09	0.00	-0.09
新建/扩建汽运道路	0.32	0.32					-0.32	-0.32	0.00
人抬道路	0	0	0	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	0.00
牵张场				0.09	0.09		0.09	0.09	0.00
机械通行作业带修整及电缆沟槽开挖	0.21		0.06	0.18		0.06	-0.03	0.00	0.00
电缆沟槽回填及沟顶覆土		0.15			0.12		0.00	-0.03	0.00
合计	2.62	2.14	0.48	1.40	1.08	0.32	-1.22	-1.06	-0.16

备注: 表中土石方均为自然方。

3.4.1 土石方变化情况分析

经与工程批复的水土保持方案相比较，土石方挖填方总量减少 2.28 万 m^3 ，开挖量减少 1.22 万 m^3 ，回填量减少 1.06 万 m^3 ，余方量减少 0.16 万 m^3 。本工程实际发生的土石方实际开挖回填量变化原因分析如下：

(1) 间隔扩建工程

间隔扩建工程土石方挖填方量未发生变化。

(2) 杆塔基础施工

本项目根据施工资料、监测调查及主体竣工验收资料，塔基工程实际施工过程中实际开挖量增加 0.10 万 m^3 ，回填量增加 0.17 万 m^3 ，余方量减少 0.07 万 m^3 。

(3) 接地沟槽施工

在建设过程中，塔基及施工占地工程优化施工方法，塔基施工临时占地面积减少 3.48 hm^2 。因此接地沟槽施工实际施工过程中实际开挖量减少 1.00 万 m^3 ，回填量减少 1.00 万 m^3 。

(4) 施工基面开挖

本项目根据施工资料、监测调查及主体竣工验收资料，施工基面实际施工过程中实际开挖量减少 0.09 万 m^3 ，余方量减少 0.09 万 m^3 。

(5) 新建/扩宽汽运道路

实际施工过程中，项目建设过程中材料和工具的运输均利用现有的交通道路及乡道，施工单位使用马匹驮运的方式，场地内不需要设置临时施工道路。因此新建/扩宽汽运道路施工实际施工过程中实际开挖量减少 0.32 万 m^3 ，回填量减少 0.32 万 m^3 。

(6) 人抬道路

实际施工过程中，项目建设过程中材料和工具的运输均利用现有的交通道路及乡道，对于实在无法到达的塔基施工场地 N255 (J231) 号塔基，修建施工便道 167m，实际人抬道路开挖 0.03 万 m^3 (含剥离表土 0.03 万 m^3)，回填土方 0.03 万 m^3 (含回覆表土 0.03 万 m^3)，人抬道路开挖量增加 0.03 万 m^3 ，回填量增加 0.03 万 m^3 。

(7) 牵张场

牵张场工程实际占林地面积为 0.41 hm^2 ，较水保方案增加表土剥离面积，增加表土剥离量 0.12 万 m^3 。因此牵张场施工实际施工过程中实际开挖量增加 0.12 万 m^3 (全部为表土)，回填量增加 0.12 万 m^3 (全部为表土)。

(8) 机械通行作业带修整及电缆沟槽开挖

根据项目实地调查以及遥感影像监测,本项目草池变电站外电缆沟及施工作业区实际实施长度为 123m, 宽度为 3-3.5m, 实际占地面积为 0.04hm², 电缆沟及施工作业区占地面积减少 0.31hm²。因此机械通行作业带修整及电缆沟槽实际开挖量减少 0.03 万 m³。

(9) 电缆沟槽回填及沟顶覆土

根据项目实地调查以及遥感影像监测,本项目草池变电站外电缆沟及施工作业区实际实施长度为 123m, 宽度为 3-3.5m, 实际占地面积为 0.04hm², 电缆沟及施工作业区占地面积减少 0.31hm²。因此电缆沟槽回填及沟顶实际回填量减少 0.03 万 m³。

综上, 本项目土石方挖填方总量减少 2.28 万 m³, 开挖量减少 1.22 万 m³, 回填量减少 1.06 万 m³, 余方量减少 0.16 万 m³。未超过水土保持方案批复的土石方量。

3.5 其他重点部位监测情况

本项目不涉及其他重点部位。

根据查阅施工资料, 施工期间, 工程建设过程中对地表的扰动导致原始植被的丧失和土壤结构的破坏, 使得地表土壤的抗冲蚀能力降低, 产生大量的裸露区域, 容易发生面蚀、沟蚀等水土流失形式, 水土流失强度较高, 通过监测过程总结, 主体设计对开挖地进行了防护, 采用工程措施和临时措施相结合的方法, 有效的减少了水土流失。工程后续施工过程中各分区的排水、植物措施的相继实施, 使得土壤侵蚀强度逐渐降低, 截至竣工后, 工程总体土壤侵蚀强度减低到轻度范围。水土保持措施运行情况良好, 在施工过程中未发生重大水土流失危害。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 设计情况

根据水保方案及批复文件，项目区布设的水土保持工程措施为：

4.1.1.1 间隔扩建工程区

(1) 铺设碎石

主体设计对草池 220kV 变电站 220kV 电缆出线间隔扩建场地在施工后期恢复碎石地坪，铺设碎石厚度为 150mm，碎石底部采用 100mm 厚 3: 7 灰土封闭，共计恢复碎石地坪 120m²，铺设碎石量 18m³。

(2) 恢复站外排水沟

本项目站外电缆沟路径与现有变电站站外排水沟存在交叉，新建电缆沟开挖沟槽时需破坏既有站外排水沟，长度 10m，主体设计在完成电缆沟施工后对破坏的站外排水沟按原规格尺寸进行恢复，共恢复站外排水沟 10m。站外排水沟为梯形断面，C15 混凝土结构，底宽 0.60m，顶宽 0.9m，深 0.60m，边坡比 1: 0.25，沟壁及沟底厚 0.20m。

4.1.1.2 塔基及塔基施工场地区

(1) 塔基排水沟

对具有较大汇水面的塔位，塔基上游开挖塔基排水沟拦截上游坡面来水，排水沟坡度与斜坡坡度保持一致，塔基排水沟接入附近自然排水系统。排水沟采用矩形断面，尺寸为 0.4m×0.4m（宽×深），M10 浆砌块石衬砌厚度 20cm。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式消能散水措施，所用材料与排水沟保持一致，其横断面尺寸为末端宽 0.8m、长 1.0m，塔基排水沟计划工程量 320m（115.20m³）。其中，巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程布设长度 140m（50.40m³），巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程布设长度 180m（64.80m³）。

(2) 浆砌石挡土墙

本工程线路余土均在塔基范围内平摊，余土压实后基面做成龟背形，堆土边缘按 1: 2 坡比放坡，少数位于坡地区的塔位平摊高度超过 40cm，为满足安全设计要求，需在平摊余土坡脚局部修筑浆砌石挡土墙以拦挡余土，防止溜坡。挡土墙采用 M10 浆砌块石结构，采用重力式断面，墙高 2.0m，顶宽 0.5m，底宽 1.2m，面坡坡比 1: 0.35，背

坡垂直。浆砌石挡土墙计划工程量 44m (74.8m³)。

(3) 表土剥离及回覆

本项目对塔基占用的耕地、园地和林地区域进行表土剥离,剥离表土面积 2.16hm²,剥离表土量 0.36 万 m³。塔基永久占地范围内除塔基立柱硬化、护坡护面、排水挡护工程占压区域外,均实施撒播草籽绿化,覆土厚度 0.10~0.20m;塔基施工场地区内的表土前期采取隔离铺垫就地保护,后期无需再进行覆土。本区覆土面积共计 2.14hm²,回覆表土量 0.36 万 m³。

(4) 土地整治

施工后期,需对塔基及塔基施工场地区进行土地整治,整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。塔基及塔基施工场地区土地整治面积 5.75hm²,其中 0.90hm²用于恢复园地、耕地,4.85hm²用于迹地绿化。

4.1.1.3 施工道路区

(1) 表土剥离及回覆

本项目对未采取铺设钢板防护的汽运道路占用林地及耕地区域进行表土剥离,施工道路区剥离表土面积 0.62hm²,剥离表土量 0.09 万 m³。施工后期对前期剥离表土区域进行回覆表土,施工道路区覆土面积 0.62hm²,回覆表土量 0.09 万 m³。

(2) 土地整治

施工结束后,及时清理施工道路场地(含汽运道路和人抬道路)并采取土地整治措施,整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。施工道路区土地整治面积 1.56hm²,其中 0.29hm²用于恢复耕地,1.27hm²用于迹地绿化。

4.1.1.4 其他施工临时占地区

(1) 土地整治

该区域扰动主要以人为踩踏、临时机械器具占压为主,扰动深度小于 20cm,施工前该区域表土可不进行剥离,对其表面采取隔离铺垫措施即可。在施工结束后,施工单位应及时拆除临时设施及清理施工现场,平整施工迹地并深翻土层,以便后期绿化、恢复耕地等。其他施工临时占地区土地整治面积 0.84hm²,其中 0.52hm²用于恢复耕地,0.32hm²用于迹地绿化。

4.1.1.5 电缆沟及施工作业区

(1) 表土剥离及回覆

施工前,对电缆沟工程占用林地及耕地区域进行表土剥离,电缆沟及施工作业区剥

离表土面积 0.17hm^2 ，剥离表土量 0.04 万 m^3 。施工后期对机械通行作业带、开挖电缆沟槽范围内除电缆竖井及检查井占压以外的区域回覆表土，电缆沟及施工作业区回覆表土面积 0.16hm^2 ，回覆表土量 0.04 万 m^3 。

(2) 土地整治

施工后期对除电缆竖井及检查井占压以外的区域进行土地整治，整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。电缆沟及施工作业区土地整治面积 0.34hm^2 ，其中 0.14hm^2 用于恢复耕地， 0.20hm^2 用于迹地绿化。

4.1.2 监测结果

4.1.2.1 间隔扩建工程区

(1) 铺设碎石

主体已对草池 220kV 变电站 220kV 电缆出线间隔扩建场地在施工后期恢复碎石地，铺设碎石厚度为 150mm ，碎石底部采用 100mm 厚 3: 7 灰土封闭，共计恢复碎石地 120m^2 ，铺设碎石量 18m^3 。

(2) 恢复站外排水沟

本项目站外电缆沟路径与现有变电站站外排水沟存在交叉，新建电缆沟开挖沟槽时需破坏既有站外排水沟，长度 10m ，主体在完成电缆沟施工后对破坏的站外排水沟按原规格尺寸进行恢复，共恢复站外排水沟 10m 。站外排水沟为梯形断面，C15 混凝土结构，底宽 0.60m ，顶宽 0.9m ，深 0.60m ，边坡比 1: 0.25，沟壁及沟底厚 0.20m 。

4.1.2.2 塔基及塔基施工场地区

(1) 塔基排水沟

对具有较大汇水面的塔位，塔基上游开挖塔基排水沟拦截上游坡面来水，排水沟坡度与斜坡坡度保持一致，塔基排水沟接入附近自然排水系统。排水沟采用矩形断面，尺寸为 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ （宽 $\times$ 深），M10 浆砌块石衬砌厚度 20cm 。排水沟末端与自然沟道顺接在较平缓区域，排水沟出口设八字式消能散水措施，所用材料与排水沟保持一致，其横断面尺寸为末端宽 0.8m 、长 1.0m ，塔基排水沟实际工程量 128m （ 46.08m^3 ）。其中，巴中燃气电厂-草池 220kV 线路工程布设长度 40m （ 18.06m^3 ），巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程布设长度 88m （ 28.02m^3 ）。

(2) 浆砌石挡土墙

本工程线路余土均在塔基范围内平摊，余土压实后基面做成龟背形，堆土边缘按 1: 2 坡比放坡，少数位于坡地区的塔位平摊高度超过 40cm ，为满足安全设计要求，需在

平摊余土坡脚局部修筑浆砌石挡土墙以拦挡余土，防止溜坡。挡土墙采用 M10 浆砌块石结构，采用重力式断面，墙高 2.0m，顶宽 0.5m，底宽 1.2m，面坡坡比 1: 0.35，背坡垂直。浆砌石挡土墙工程量 44m³（74.8m³）。

（3）表土剥离及回覆

本项目对塔基占用的林地区域进行表土剥离，剥离表土面积 1.25hm²，剥离表土量 0.36 万 m³。塔基永久占地范围内除塔基立柱硬化、护坡护面、排水挡护工程占压区域外，均实施撒播草籽绿化，覆土厚度 0.10~0.20m；本区覆土面积共计 1.22hm²，回覆表土量 0.36 万 m³。

（4）土地整治

施工后期，需对塔基及塔基施工场地区进行土地整治，整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。塔基及塔基施工场地区土地整治面积 1.22hm²，用于迹地绿化。

4.1.2.3 施工道路区

（1）表土剥离及回覆

本项目对道路占用林地区域进行表土剥离，施工道路区剥离表土面积 0.09hm²，剥离表土量 0.03 万 m³。施工后期对前期剥离表土区域进行回覆表土，施工道路区覆土面积 0.09hm²，回覆表土量 0.03 万 m³。

（2）土地整治

施工结束后，及时清理施工道路场地（人抬道路）并采取土地整治措施，整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。施工道路区土地整治面积 0.09hm²，用于迹地绿化。

4.1.2.4 其他施工临时占地区

（1）表土剥离及回覆

本项目对施工临时占用的林地区域进行表土剥离，剥离表土面积 0.31hm²，剥离表土量 0.03 万 m³。覆土厚度 0.10~0.20m；本区覆土面积共计 0.31hm²，回覆表土量 0.03 万 m³。

（2）土地整治

施工后期，需对其他施工临时占地区进行土地整治，整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。土地整治面积 0.31hm²，用于迹地绿化。

4.1.2.5 电缆沟及施工作业区

(1) 表土剥离及回覆

施工前，对电缆沟工程占用林地进行表土剥离，电缆沟及施工作业区剥离表土面积 0.03hm^2 ，剥离表土量 0.01 万 m^3 。施工后期对机械通行作业带、开挖电缆沟槽范围内除电缆竖井及检查井占压以外的区域回覆表土，电缆沟及施工作业区回覆表土面积 0.03hm^2 ，回覆表土量 0.01 万 m^3 。

(2) 土地整治

施工后期对除电缆竖井及检查井占压以外的区域进行土地整治，整治内容包括场地清理、土地平整、翻地并增施有机肥。电缆沟及施工作业区土地整治面积 0.03hm^2 ，用于迹地绿化。

4.1.3 变化情况

根据实地调查监测，并结合工程施工、监理提供的相关数据进行整理和分析，本项目实际实施的工程措施量与方案设计相比发生变化。

具体工程措施布设情况见下表 4.1.1。

表 4.1.1 工程实际完成的水土保持工程措施工程量情况表

防治区	措施类型	措施名称	结构型式	单位	方案设计数量	项目实际完成	增减情况	实施时间
间隔扩建工程区	工程措施	铺设碎石	面积	m ²	120	120	0	2025 年 7~8 月
			体积	m ³	18	18	0	2025 年 7~8 月
		恢复站外排水沟	长度	m	10	10	0	2025 年 7~8 月
			C15 混凝土	m ³	3.67	3.67	0	2025 年 7~8 月
塔基及塔基施工场地区	工程措施	塔基排水沟	长度	m	320	320	0	2025 年 8 月~10 月
			M10 浆砌块石	m ³	115.2	115.2	0	2025 年 8 月~10 月
		浆砌石挡土墙	长度	m	44	44	0	2025 年 9 月~11 月
			M10 浆砌块石	m ³	74.8	74.8	0	2025 年 9 月~11 月
		表土剥离	剥离面积	hm ²	2.16	1.25	-0.91	2025 年 5 月~10 月
			剥离量	万 m ³	0.36	0.36	0	2025 年 5 月~10 月
		表土回覆	覆土面积	hm ²	2.14	1.22	-0.92	2025 年 7 月~2026 年 1 月
			回覆量	万 m ³	0.36	0.36	0	2025 年 7 月~2026 年 1 月
		土地整治	恢复园地、耕地	hm ²	0.9	0.00	-0.9	2025 年 7 月~2026 年 1 月
			迹地绿化	hm ²	4.85	1.22	-3.63	2025 年 7 月~2026 年 1 月
施工道路区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²	0.62	0.09	-0.53	2025 年 5 月~6 月
			剥离量	万 m ³	0.09	0.03	-0.06	2025 年 5 月~6 月
		表土回覆	覆土面积	hm ²	0.62	0.09	-0.53	2026 年 1 月
			回覆量	万 m ³	0.09	0.03	-0.06	2026 年 1 月
		土地整治	恢复园地、耕地	hm ²	0.29	/	-0.29	2026 年 1 月
			迹地绿化	hm ²	1.27	0.09	-1.18	2026 年 1 月

其他施工临时占地 区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²	/	0.31	0.31	2025 年 5 月~10 月
			剥离量	万 m ³	/	0.09	0.093	2025 年 5 月~10 月
		表土回覆	覆土面积	hm ²	/	0.31	0.31	2025 年 7 月~2026 年 1 月
			回覆量	万 m ³	/	0.09	0.093	2025 年 7 月~2026 年 1 月
		土地整治	恢复园地、耕地	hm ²	0.52	/	-0.52	2025 年 7 月~2026 年 1 月
			迹地绿化	hm ²	/	0.31	0.31	2025 年 7 月~2026 年 1 月
电缆沟及施工作业 区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²	0.17	0.03	-0.14	2025 年 5 月~6 月
			剥离量	m ³	0.04	0.01	-0.03	2025 年 5 月~6 月
		表土回覆	覆土面积	hm ²	0.16	0.03	-0.13	2025 年 10 月~12 月
			回覆量	万 m ³	0.04	0.01	-0.03	2025 年 10 月~12 月
		土地整治	恢复园地、耕地	hm ²	0.14	0.00	-0.14	2025 年 10 月~12 月
			迹地绿化	hm ²	0.2	0.03	-0.17	2025 年 10 月~12 月
		截水沟		m	/	74	74	2025 年 8 月~11 月
		排水沟		m	/	58	58	2025 年 8 月~11 月

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 设计情况

根据水保方案及批复文件，项目区布设的水土保持植物措施为：

4.2.1.1 塔基及塔基施工场地区

(1) 撒播草籽

塔基永久占地范围内除塔基立柱硬化、护坡护面、排水挡护工程占压区域外，均实施撒播草籽绿化，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，草种选择和配比为黑麦草：狗牙根=1：1。经估算，塔基及塔基施工场地区共需实施撒播草籽绿化 2.14hm^2 。

(2) 撒播灌草籽

塔基施工场地扰动区域后期需进行迹地绿化，绿化方式为撒播灌草籽，灌草绿化草籽选择木春菊、黑麦草、狗牙根，撒播密度 $90\text{kg}/\text{hm}^2$ ，黑麦草、狗尾草与木春菊草籽用量比例为 4：4：1。经估算，塔基及塔基施工场地区共需撒播灌草籽 2.71hm^2 。

(3) 植被抚育

灌草绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。塔基及塔基施工场地区植被抚育面积 4.85hm^2 。

4.2.1.2 施工道路区

(1) 撒播灌草籽

施工道路占用林地区域后期需进行迹地绿化，绿化方式为撒播灌草籽，灌草绿化草籽选择木春菊、黑麦草、狗牙根，撒播密度 $90\text{kg}/\text{hm}^2$ ，黑麦草、狗尾草与木春菊草籽用量比例为 4：4：1。经估算，施工道路区共需实施灌草绿化 1.27hm^2 。

(2) 植被抚育

撒播灌草籽绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。施工道路区植被抚育面积 1.27hm 。

4.2.1.3 其他施工临时占地区

(1) 撒播灌草籽

其他施工临时占地区占用林地区域后期需进行迹地绿化，绿化方式为撒播灌草籽，灌草绿化草籽选择木春菊、黑麦草、狗牙根，撒播密度 $90\text{kg}/\text{hm}^2$ ，黑麦草、狗尾草与木春菊草籽用量比例为 4：4：1。经估算，其他施工临时占地区共需撒播灌草籽绿化 0.32hm^2 。

(2) 植被抚育

撒播灌草籽绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。其他施工临时占地区植被抚育面积 0.32hm^2 。

4.2.1.4 电缆沟及施工作业区

(1) 撒播草籽

电缆沟及施工作业区除电缆竖井及检查井占压以外的区域需进行土地整治，其中对占用的林地进行撒播草籽恢复植被，绿化方式为撒播草籽，绿化草籽选择黑麦草、狗牙根，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，黑麦草、狗牙根用量比例为 1: 1。经估算，电缆沟及施工作业区共需撒播草籽绿化 0.20hm^2 。

(2) 植被抚育

撒播草籽绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。电缆沟及施工作业区植被抚育面积 0.20hm^2 。

4.2.2 监测结果

4.2.2.1 塔基及塔基施工场地区

(1) 撒播草籽

塔基永久占地范围内除塔基立柱硬化、护坡护面、排水挡护工程占压区域外，均实施撒播草籽绿化，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，草种选择和配比为黑麦草：狗牙根=1: 1。塔基及塔基施工场地区共实施撒播草籽绿化 1.22hm^2 。

(2) 植被抚育

灌草绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。塔基及塔基施工场地区植被抚育面积 1.22hm^2 。

4.2.2.2 施工道路区

(1) 撒播灌草籽

施工道路占用林地区域后期需进行迹地绿化，绿化方式为撒播灌草籽，灌草绿化草籽选择黑麦草，撒播密度 $90\text{kg}/\text{hm}^2$ 。经估算，施工道路区共需实施灌草绿化 0.09hm^2 。

(2) 栽植乔木

施工道路占用林地区域后期需进行迹地绿化，绿化方式为栽植柏木，共 172 株。施工道路区共栽植柏木 172 株。

(3) 植被抚育

撒播灌草籽绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。施工道路区植被抚育面积 0.09hm^2 。

4.2.2.3 其他施工临时占地区

(1) 撒播灌草籽

其他施工临时占地区占用林地区域后期需进行迹地绿化，绿化方式为撒播灌草籽，灌草绿化草籽选择木春菊、黑麦草、狗牙根，撒播密度 $90\text{kg}/\text{hm}^2$ ，黑麦草、狗尾草与木春菊草籽用量比例为 4: 4: 1。其他施工临时占地区共撒播灌草籽绿化 0.41hm^2 。

(2) 植被抚育

撒播灌草籽绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。其他施工临时占地区植被抚育面积 0.41hm^2 。

4.2.2.4 电缆沟及施工作业区

(1) 撒播草籽

电缆沟及施工作业区除电缆竖井及检查井占压以外的区域需进行土地整治，其中对占用的林地撒播草籽恢复植被，绿化方式为撒播草籽，绿化草籽选择黑麦草、狗牙根，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，黑麦草、狗牙根用量比例为 1: 1。电缆沟及施工作业区共撒播草籽绿化 0.03hm^2 。

(2) 植被抚育

撒播草籽绿化措施实施后，应加强植被管理、抚育工作，定期浇水施肥养护，观察记录植被生长情况。电缆沟及施工作业区植被抚育面积 0.03hm^2 。

4.2.3 变化情况

根据实地调查监测，并结合工程施工、监理提供的相关数据进行整理和分析，本项目实际实施的植物措施量与方案设计相比发生变化。

具体植物措施布设情况见下表 4.2.1。

表 4.2.1 工程实际完成的水土保持植物措施工程量情况表

防治区	措施类型	措施名称	结构型式	单位	方案设计数量	项目实际完成	增减情况	实施时间
塔基及塔基施工场地区	植物措施	撒播草籽	面积	hm ²	2.14	1.22	-0.92	2025 年 8 月~2026 年 1 月
			黑麦草草籽	kg	85.6	42.8	-42.80	2025 年 8 月~2026 年 1 月
			狗牙根草籽	kg	85.6	42.8	-42.80	2025 年 8 月~2026 年 1 月
		撒播草籽	面积	hm ²	2.71	/	-2.71	/
			黑麦草草籽	kg	108.4	/	-108.40	/
			狗牙根草籽	kg	108.4	/	-108.40	/
			木春菊种籽	kg	27.1	/	-27.10	/
		植被抚育		hm ²	4.85	1.22	-3.63	2025 年 8 月~2026 年 1 月
施工道路区	植物措施	撒播灌草籽	面积	hm ²	1.27	0.09	-1.18	2026 年 1 月
			黑麦草草籽	kg	50.8	7.74	-43.06	2026 年 1 月
			狗牙根草籽	kg	50.8	0	-50.8	2026 年 1 月
			木春菊种籽	kg	12.7	0	-12.7	2026 年 1 月
		栽植乔木	柏木	株	/	172	172	2026 年 1 月
		植被抚育		hm ²	1.27	0.09	-1.18	2026 年 1 月
其他施工临时占地区	植物措施	撒播灌草籽	面积	hm ²	2.71	0.41	-2.30	2025 年 10 月~2026 年 1 月
			黑麦草草籽	kg	108.4	16.94	-91.46	2025 年 10 月~2026 年 1 月
			狗牙根草籽	kg	108.4	16.94	-91.46	2025 年 10 月~2026 年 1 月
			木春菊种籽	kg	3.2	/	-3.20	/
		植被抚育		hm ²	0.32	0.41	0.09	2025 年 10 月~2026 年 1 月
电缆沟及施工作业区	植物措施	撒播草籽	面积	hm ²	0.2	0.03	-0.17	2025 年 10 月~12 月
			黑麦草草籽	kg	8	0.8	-7.20	2025 年 10 月~12 月
			狗牙根草籽	kg	8	0.8	-7.20	2025 年 10 月~12 月
		植被抚育		hm ²	0.2	0.03	-0.17	2025 年 10 月~12 月

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 设计情况

根据水保方案及批复文件，项目区布设的水土保持临时措施为：

4.3.1.1. 间隔扩建工程区

(1) 防雨布苫盖

间隔扩建开挖余土外运处置前，临时堆放间隔扩建场地内，为防止开挖临时堆土和裸露地表受降雨冲刷产生流失，需采取临时防护措施，方案设计对临时堆土区域新增防雨布苫盖 50m²。

4.3.1.2 塔基及塔基施工场地区

(1) 土袋拦挡

各塔基永久占地范围内剥离的表土临时堆存在对应的塔基施工场地区范围内，方案设计对临时堆土区域四周采用土袋拦挡进行挡护，共计 1330m (478.80m³)。土袋挡墙采用梯形断面，按“一丁两顺”码放，顶宽 0.3m，底宽 0.9m，高 0.6m，边坡比 1: 0.5。

(2) 泥浆沉淀池

方案设计对地下水丰富的采取钻孔灌注桩基础的塔位旁布设泥浆沉淀池，施工期间泵送出的钻孔泥浆进行初步沉淀处理，钻孔泥浆除部分用于灌注桩钻孔护壁外，剩余泥浆在塔基施工场地区内晾晒，铁塔架设完成后摊铺至塔基永久占地范围内。泥浆沉淀池底长 3m，底宽 2m，深 1.5m，池壁坡比 1: 0.75，沉淀池内壁拍实用并用土工布铺盖。经估算，塔基及塔基施工场地区共需新增泥浆沉淀池 12 个。

(3) 棕垫隔离

为减少施工过程中对地表的扰动破坏，方案设计对塔基施工场地机械作业区域地面实施棕垫隔离，共计 6650m²。

(4) 防雨布苫盖/隔离

各塔基永久占地剥离的表土及杆塔基础开挖产生的一般土石方均临时堆存在对应的塔基施工场地范围内，方案设计在临时堆土（含表土）上方新增防雨布苫盖，并对材料堆放、人行操作及车辆停放区域地面采取防雨布隔离，共计 13300m²。

4.3.1.3 施工道路区

(1) 临时排水沟、沉沙池

为满足施工期排水需求，对部分上方汇水面较大的施工道路内侧布设临时排水沟，

排水沟末端接临时沉沙池。临时排水沟为土质结构，梯形断面，底宽 0.30m，顶宽 0.60m，深 0.30m，边坡比 1: 0.5，沟内素土排实并铺设防渗土工布；临时沉沙池为土质结构，尺寸为 1.5m×1.0m×1.0m（底长×底宽×深），边坡比 1: 0.75，池内素土排实并铺设防渗土工布。共需布设临时排水沟 482m，临时沉沙池 16 个。

（2）土袋拦挡

方案设计对施工道路一侧临时堆土区域坡脚采用土袋拦挡进行挡护，共计 1130m（406.80m³）。土袋挡墙采用梯形断面，按“一丁两顺”码放，顶宽 0.3m，底宽 0.9m，高 0.6m，边坡比 1: 0.5。

（3）铺设钢板

对于地势较为平缓的路段，新建/扩建营运道路时通过局部修整地形后直接铺设钢板，减轻重型机械及车辆对原地表的扰动，减少路基土石方挖填。主体设计铺设钢板用量约 5080m²。

（4）防雨布苫盖

方案设计对施工道路挖填形成的裸露边坡及临时堆土区域新增防雨布苫盖，共计 1800m²。

4.3.1.4 其他施工临时占地区

（1）棕垫隔离

为减少施工过程中对地表的扰动破坏，方案设计对牵张场机械作业区域地面采取铺设棕垫隔离临时防护，共计 2000m²。

4.3.1.5 电缆沟及施工作业区

（1）土袋拦挡

施工期间，对电缆开挖沟槽一侧临时堆土带堆土坡脚采取编织土袋拦挡，共计 230m（82.80m³）。土袋挡墙采用梯形断面，按“一丁两顺”码放，顶宽 0.3m，底宽 0.9m，高 0.6m，边坡比 1: 0.5。

（2）防雨布苫盖

方案设计对电缆开挖沟槽一侧临时堆土带上方新增防雨布苫盖，共计 500m²。

4.3.2 监测结果

4.3.2.1. 间隔扩建工程区

（1）防雨布苫盖

间隔扩建开挖余土外运处置前，临时堆放间隔扩建场地内，为防止开挖临时堆土和

裸露地表受降雨冲刷产生流失，需采取临时防护措施，临时堆土区域共布设防雨布苫盖 52m^2 。

4.3.2.2 塔基及塔基施工场地区

(1) 土袋拦挡

各塔基永久占地范围内剥离的表土临时堆存在对应的塔基施工场地区范围内，本项目对临时堆土区域四周采用土袋拦挡进行挡护，共计 332.5m (119.7m^3)。土袋挡墙采用梯形断面，按“一丁两顺”码放，顶宽 0.3m ，底宽 0.9m ，高 0.6m ，边坡比 $1: 0.5$ 。

(2) 泥浆沉淀池

方案设计对地下水丰富的采取钻孔灌注桩基础的塔位旁布设泥浆沉淀池，施工期间泵送出的钻孔泥浆进行初步沉淀处理，钻孔泥浆除部分用于灌注桩钻孔护壁外，剩余泥浆在塔基施工场地区内晾晒，铁塔架设完成后摊铺至塔基永久占地范围内。泥浆沉淀池底长 3m ，底宽 2m ，深 1.5m ，池壁坡比 $1: 0.75$ ，沉淀池内壁拍实用并用土工布铺盖。塔基及塔基施工场地区共布置泥浆沉淀池 6 个。

(3) 防雨布苫盖/隔离

各塔基永久占地剥离的表土及杆塔基础开挖产生的一般土石方均临时堆存在对应的塔基施工场地范围内，在临时堆土（含表土）上方铺设防雨布苫盖，并对材料堆放、人行操作及车辆停放区域地面采取防雨布隔离，共计 5320m^2 。

(4) 密目网遮盖

根据主体工程施工进度安排，绿化措施的开展位于施工末期。绿化措施实施前松散、裸露，受人为扰动、降雨径流冲刷易产生水土流失，本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖，共布设密目网 1.22hm^2 。

4.3.2.3 施工道路区

(1) 临时排水沟、沉沙池

为满足施工期排水需求，对部分上方汇水面较大的施工道路内侧布设临时排水沟，排水沟末端接临时沉沙池。临时排水沟为土质结构，梯形断面，底宽 0.30m ，顶宽 0.60m ，深 0.30m ，边坡比 $1: 0.5$ ，沟内素土排实并铺设防渗土工布；临时沉沙池为土质结构，尺寸为 $1.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ （底长 $\times$ 底宽 $\times$ 深），边坡比 $1: 0.75$ ，池内素土排实并铺设防渗土工布。共需布设临时排水沟 57.84m ，临时沉沙池 1 个。

(2) 土袋拦挡

施工道路一侧临时堆土区域坡脚采用土袋拦挡进行挡护，共计 136m (40.68m^3)。

土袋挡墙采用梯形断面，按“一丁两顺”码放，顶宽 0.3m，底宽 0.9m，高 0.6m，边坡比 1: 0.5。

（3）铺设钢板

对于地势较为平缓的路段，新建道路时通过局部修整地形后铺设钢板，减轻重型机械及车辆对原地表的扰动，减少路基土石方挖填。主体设计铺设钢板用量约 610m²。

（4）防雨布苫盖

本工程对施工道路挖填形成的裸露边坡及临时堆土区域铺设防雨布苫盖，共计 457m²。

（5）密目网遮盖

根据主体工程施工进度安排，绿化措施的开展位于施工末期。绿化措施实施前松散、裸露，受人为扰动、降雨径流冲刷易产生水土流失，本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖，共布设密目网 0.09hm²。

4.3.2.4 其他施工临时占地区

（1）密目网遮盖

根据主体工程施工进度安排，绿化措施的开展位于施工末期。绿化措施实施前松散、裸露，受人为扰动、降雨径流冲刷易产生水土流失，本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖，共布设密目网 0.31hm²。

4.3.2.5 电缆沟及施工作业区

（1）土袋拦挡

施工期间，对电缆开挖沟槽一侧临时堆土带堆土坡脚采取编织土袋拦挡，共计 28.75m (10.35m³)。土袋挡墙采用梯形断面，按“一丁两顺”码放，顶宽 0.3m，底宽 0.9m，高 0.6m，边坡比 1: 0.5。

（2）防雨布苫盖

本项目对电缆开挖沟槽一侧临时堆土带上方布设防雨布苫盖，共计 180m²。

（3）密目网遮盖

根据主体工程施工进度安排，绿化措施的开展位于施工末期。绿化措施实施前松散、裸露，受人为扰动、降雨径流冲刷易产生水土流失，本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖，共布设密目网 0.03hm²。

4.3.3 变化情况

本项目水土保持临时措施在施工过程中均按现场需要进行布设，实际实施量与方案

相比部分措施发生变化。

具体水土保持临时措施量与方案设计量对比情况见下表 4.3.1。

表 4.3.1 工程实际完成的水土保持临时措施工程量情况表

防治区	措施类型	措施名称	结构型式	单位	方案设计数量	项目实际完成	增减情况	实施时间
间隔扩建工程区	临时措施	防雨布苫盖		m ²	50	52	2	2025 年 5 月~6 月
塔基及塔基施工场地区	临时措施	土袋拦挡	长度	m	1330	332.5	-997.5	2025 年 7 月~8 月
			土袋拦挡及拆除	m ³	478.8	119.7	-359.1	2025 年 7 月~8 月
		泥浆沉淀池	数量	个	12	6	-6	2025 年 7 月~8 月
			土方开挖及回填	m ³	108	54	-54	2025 年 7 月~8 月
			防渗土工布	m ²	234	117	-117	2025 年 7 月~8 月
		棕垫隔离		m ²	6650	/	-6650	/
		防雨布苫盖/隔离		m ²	13300	5320	-7980	2025 年 7 月~8 月
		密目网苫盖		m ²	/	12200	12200	2025 年 10 月~2026 年 1 月
施工道路区	临时措施	临时排水沟	长度	m	482	57.84	-424.16	2025 年 5 月~6 月
			土方开挖及回填	m ³	86.76	10.41	-76.35	2025 年 5 月~6 月
			防渗土工布	m ²	468	60.84	-407.16	2025 年 5 月~6 月
		临时沉沙池	数量	个	16	1	-15	2025 年 5 月~6 月
			土方开挖及回填	m ³	98.56	9.86	-88.704	2025 年 5 月~6 月
			防渗土工布	m ²	184	23.92	-160.08	2025 年 5 月~6 月
		土袋拦挡	长度	m	1130	135.6	-994.4	2025 年 5 月~6 月
			土袋拦挡及拆除	m ³	406.8	40.68	-366.12	2025 年 5 月~6 月
		铺设钢板		m ²	5080	609.6	-4470.4	2025 年 5 月~6 月
		防雨布苫盖/隔离		m ²	1800	365.6	-1434.4	2025 年 5 月~2025 年 12 月

第 4 章水土流失防治措施监测结果

		密目网苫盖		m²	/	900	900	2026 年 1 月
其他施工临时占地区	临时措施	棕垫隔离		m²	2000	/	-2000	/
		密目网苫盖		m²	/	3100	3100	2025 年 10 月~2026 年 1 月
电缆沟及施工作业区	临时措施	土袋拦挡	长度	m	230	28.75	-201.25	2025 年 10 月~12 月
			土袋拦挡及拆除	m³	82.8	10.35	-72.45	2025 年 10 月~12 月
		防雨布苫盖/隔离		m²	1800	180	-1620	2025 年 6 月~11 月
		密目网苫盖		m²	/	300	300	2025 年 10 月~12 月

4.4 水土保持措施防治效果

建设单位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，以工程措施为先导，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，因地制宜地布设了工程措施、植物措施、临时措施。

截至 2025 年 12 月，工程措施已按照相应的设计标准进行施工完成，符合有关标准要求，能够起到良好的水土保持作用。工程措施中已实施的排水措施能够有效疏导地表径流，在防治地表径流对本项目造成冲刷和侵蚀方面起到了显著效果。

植物措施实施区域中植被长势较好，植物措施能够较好地起到了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

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

变化原因分析：根据表 4.4.1 可知，项目实际水保措施工程量与方案设计的工程量有所变化，与方案相比，塔基及塔基施工场地区占地工程优化施工方法，减少了防治责任范围，塔基施工场地占用塔基永久占地，临时占地面积减少，地表扰动和植被损坏范围减少。

实际施工过程中，项目建设过程中材料和工具的运输均利用现有的交通道路及乡道，实在无法到达的塔基施工场地，施工单位使用人工或马匹驮运的方式，场地内不需要设置临时施工道路。

其他临时施工场地区等临时工程由于施工期优化施工布局，临时占地面积减少，地表扰动和植被损坏范围减少，因此对应表土剥离、回覆数量、土地整治及植草恢复面积有所减小；临时工程防雨布苫盖、土袋拦挡、临时沉沙池等临时措施根据实际情况布置，临时措施工程量稍有变化。

项目实际实施水保措施已基本按照四川省水利厅批复的《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2025〕234 号）落实，项目无水土流失现象，以上水土保持措施微小变化未导致水土保持功能显著降低。经对比生产建设项目水土保持方案管理办法（水利部令第 53 号）要求，本项目水土保持措施不存在重大变更。

表 4.4.1 水土流失防治措施监测汇总表

防治区	措施类型	措施名称	结构型式	单位	方案设计数量	实际完成	增减情况	实施时间	变化原因分析
间隔扩建工程区	工程措施	铺设碎石	面积	m ²	120	120	0	2025 年 7~8 月	/
			体积	m ³	18	18	0	2025 年 7~8 月	/
		恢复站外排水沟	长度	m	10	10	0	2025 年 7~8 月	/
			C15 混凝土	m ³	3.67	3.67	0	2025 年 7~8 月	/
	临时措施	防雨布苫盖		m ²	50	52	2	2025 年 5 月~6 月	根据实际情况布置，数量有所增加
塔基及塔基施工场地区	工程措施	塔基排水沟	长度	m	320	320	0	2025 年 8 月~10 月	/
			M10 浆砌块石	m ³	115.2	115.2	0	2025 年 8 月~10 月	/
		浆砌石挡土墙	长度	m	44	44	0	2025 年 9 月~11 月	/
			M10 浆砌块石	m ³	74.8	74.8	0	2025 年 9 月~11 月	/
		表土剥离	剥离面积	hm ²	2.16	1.25	-0.91	2025 年 5 月~10 月	在建设过程中，塔基及施工占地工程优化施工方法，减少防治责任范围，表土剥离面积减少 0.91hm ² ，表土剥离量实际全部按林地厚度剥离，实际未发生变化
			剥离量	万 m ³	0.36	0.36	0	2025 年 5 月~10 月	
		表土回覆	覆土面积	hm ²	2.14	1.22	-0.92	2025 年 7 月~2026 年 1 月	在建设过程中，塔基及施工占地工程优化施工方法，减少防治责任范围，表土回覆面积减少 0.92hm ² ，表土剥离量实际全部按草地厚度回覆，实际未发生变化
			回覆量	万 m ³	0.36	0.36	0	2025 年 7 月~2026 年 1 月	
		土地整治	恢复园地、耕地	hm ²	0.9	/	-0.9	2025 年 7 月~2026 年 1 月	在建设过程中，塔基及施工占地工程优化施工方法，减少了防治责任范围，减少了土地整
			迹地绿化	hm ²	4.85	1.22	-3.63	2025 年 7 月~2026 年 1	

第 4 章水土流失防治措施监测结果

								月	治面积，实际未恢复园地、耕地
	植物措施	撒播草籽	面积	hm ²	2.14	1.22	-0.92	2025 年 8 月~2026 年 1 月	在建设过程中，塔基及施工占地工程优化施工方法，减少防治责任范围，实际植物措施范围减少 0.92hm ²
			黑麦草草籽	kg	85.6	42.8	-42.8	2025 年 8 月~2026 年 1 月	
			狗牙根草籽	kg	85.6	42.8	-42.8	2025 年 8 月~2026 年 1 月	
		撒播草籽	面积	hm ²	2.71	/	-2.71	/	
			黑麦草草籽	kg	108.4	/	-108.4	/	
			狗牙根草籽	kg	108.4	/	-108.4	/	
			木春菊种籽	kg	27.1	/	-27.1	/	
		植被抚育		hm ²	4.85	1.22	-3.63	2025 年 8 月~2026 年 1 月	
	临时措施	土袋拦挡	长度	m	1330	332.5	-997.5	2025 年 7 月~8 月	根据实际情况布置，数量有所减少
			土袋拦挡及拆除	m ³	478.8	119.7	-359.1	2025 年 7 月~8 月	
		泥浆沉淀池	数量	个	12	6	-6	2025 年 7 月~8 月	根据实际情况布置，数量有所减少
			土方开挖及回填	m ³	108	54	-54	2025 年 7 月~8 月	
			防渗土工布	m ²	234	117	-117	2025 年 7 月~8 月	
		棕垫隔离		m ²	6650	/	-6650	/	实际未布设该措施
		防雨布苫盖/隔离		m ²	13300	5320	-7980	2025 年 7 月~8 月	根据实际情况布置，重复利用，数量有所减少
		密目网苫盖		m ²	/	12200	12200	2025 年 10 月~2026 年 1 月	本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖
施工道路区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²	0.62	0.09	-0.53	2025 年 5 月~6 月	实际施工过程中，项目建设过程中材料和工具的运输均利用现有的交通道路及乡道，施工单位使用人工或马匹驮运的方
			剥离量	万 m ³	0.09	0.03	-0.06	2025 年 5 月~6 月	
		表土回覆	覆土面积	hm ²	0.62	0.09	-0.53	2026 年 1 月	
			回覆量	万 m ³	0.09	0.03	-0.06	2026 年 1 月	

		土地整治	恢复园地、耕地	hm²	0.29	/	-0.29	2026 年 1 月	式，对于实在无法到达的塔基施工场地 N255(J231)号塔基，修建施工便道 167m，该施工便道位于水宁寺镇印盒村，占地 0.09hm²。
			迹地绿化	hm²	1.27	0.09	-1.18	2026 年 1 月	
	植物措施	撒播灌草籽	面积	hm²	1.27	0.09	-1.18	2026 年 1 月	
			黑麦草草籽	kg	50.8	7.74	-43.06	2026 年 1 月	
			狗牙根草籽	kg	50.8	0	-50.8	2026 年 1 月	
			木春菊种籽	kg	12.7	0	-12.7	2026 年 1 月	
		栽植乔木	柏木	株	/	172	172	2026 年 1 月	
			植被抚育	hm²	1.27	0.09	-1.18	2026 年 1 月	
	临时措施	临时排水沟	长度	m	482	57.84	-424.16	2025 年 5 月~6 月	
			土方开挖及回填	m³	86.76	10.41	-76.35	2025 年 5 月~6 月	
			防渗土工布	m²	468	60.84	-407.16	2025 年 5 月~6 月	
		临时沉沙池	数量	个	16	1	-15	2025 年 5 月~6 月	
			土方开挖及回填	m³	98.56	9.86	-88.704	2025 年 5 月~6 月	
			防渗土工布	m²	184	23.92	-160.08	2025 年 5 月~6 月	
		土袋拦挡	长度	m	1130	135.6	-994.4	2025 年 5 月~6 月	
			土袋拦挡及拆除	m³	406.8	40.68	-366.12	2025 年 5 月~6 月	
		铺设钢板		m²	5080	609.6	-4470.4	2025 年 5 月~6 月	
		防雨布苫盖/隔离		m²	1800	365.6	-1434.4	2025 年 5 月~2025 年 12 月	
		密目网苫盖		m²	/	900	900	2026 年 1 月	
其他施工临时占地区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm²	/	0.31	0.31	2025 年 5 月~10 月	该区域为牵张场区域，实际进行表土剥离
			剥离量	万 m³	/	0.09	0.093	2025 年 5 月~10 月	
		表土回覆	覆土面积	hm²	/	0.31	0.31	2025 年 7 月~2026 年 1 月	该区域为牵张场区域，实际进行表土回覆
			回覆量	万 m³	/	0.09	0.093	2025 年 7 月~2026 年 1 月	
		土地整治	恢复园地、耕地	hm²	0.52	/	-0.52	2025 年 7 月~2026 年 1 月	该区域实际为恢复绿化

第 4 章水土流失防治措施监测结果

			迹地绿化	hm ²	/	0.31	0.31	2025 年 7 月~2026 年 1 月	
	植物措施	撒播灌 草籽	面积	hm ²	2.71	0.31	-2.4	2025 年 10 月~2026 年 1 月	根据实际情况布置，实际牵张场区域建设，植物措施区域减少，数量也有所减少
			黑麦草草籽	kg	108.4	24.24	-84.16	2025 年 10 月~2026 年 1 月	
			狗牙根草籽	kg	108.4	/	-108.4	2025 年 10 月~2026 年 1 月	
			木春菊种籽	kg	3.2	/	-3.2	/	
		栽植乔木	柏木	株	/	625	625	2025 年 10 月~2026 年 1 月	
		栽植灌木	黄荆	株	/	82	82	2025 年 10 月~2026 年 1 月	
		植被抚育		hm ²	0.32	0.31	-0.01	2025 年 10 月~2026 年 1 月	
	临时措施	棕垫隔离		m ²	2000	/	-2000	/	实际未布设该措施
		密目网苫盖		m ²	/	3100	3100	2025 年 10 月~2026 年 1 月	本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖
电缆沟及施工作业区	工程措施	表土剥离	剥离面积	hm ²	0.17	0.03	-0.14	2025 年 5 月~6 月	根据项目实地调查以及遥感影像监测，缆沟及施工作业区实际占地面积为 0.04hm ² ，电缆沟及施工作业区占地面积减少 0.31hm ² ，表土剥离面积减少 0.14hm ² ，表土剥离量减少 0.03 万 m ³
			剥离量	万 m ³	0.04	0.01	-0.03	2025 年 5 月~6 月	
		表土回覆	覆土面积	hm ²	0.16	0.03	-0.13	2025 年 10 月~12 月	根据项目实地调查以及遥感影像监测，缆沟及施工作业区实际占地面积为 0.04hm ² ，电缆沟
			回覆量	万 m ³	0.04	0.01	-0.03	2025 年 10 月~12 月	

第 4 章水土流失防治措施监测结果

									及施工作业区占地面积减少 0.31hm²，表土回覆面积减少 0.14hm²，表土回覆量减少 0.03 万 m³
		土地整治	恢复园地、耕地	hm²	0.14	/	-0.14	2025 年 10 月~12 月	根据项目实地调查以及遥感影像监测，缆沟及施工作业区实际占地面积为 0.04hm²，电缆沟及施工作业区占地面积减少 0.31hm²，土地整治面积减少 0.14hm²，实际未恢复园地、耕地
			迹地绿化	hm²	0.2	0.03	-0.17	2025 年 10 月~12 月	
		截水沟		m	/	74	74	2025 年 8 月~11 月	该区域实际修建截、排水沟
		排水沟		m	/	58	58	2025 年 8 月~11 月	
	植物措施	撒播草籽	面积	hm²	0.2	0.03	-0.17	2025 年 10 月~12 月	根据项目实地调查以及遥感影像监测，缆沟及施工作业区实际占地面积为 0.04hm²，电缆沟及施工作业区占地面积减少 0.31hm²，实际植物措施范围减少了 0.17hm²
			黑麦草草籽	kg	8	0.8	-7.2	2025 年 10 月~12 月	
			狗牙根草籽	kg	8	0.8	-7.2	2025 年 10 月~12 月	
		植被抚育		hm²	0.2	0.03	-0.17	2025 年 10 月~12 月	
	临时措施	土袋拦挡	长度	m	230	28.75	-201.25	2025 年 10 月~12 月	该区域防治责任范围减少，根据实际情况布置，数量有所减少
			土袋拦挡及拆除	m³	82.8	10.35	-72.45	2025 年 10 月~12 月	
		防雨布苫盖/隔离		m²	1800	180	-1620	2025 年 6 月~11 月	根据实际情况布置，重复利用，数量有所减少
		密目网苫盖		m²	/	300	300	2025 年 10 月~12 月	本项目实际在绿化区域施工期间设置临时覆盖措施，区域内 100%需进行遮盖

各项水土保持措施现场影像：

	
四川能投巴中（通江）燃气发电工程建设现状，项目起点	起点塔位桩号 GJ,塔位点 DCGJ
	
塔位桩号 NS001，塔位点 JS001 绿化措施	塔位桩号 NS002-1，塔位点 ZS002-1 绿化
	
塔位桩号 NS003，塔位点 JS002	塔位桩号 NS005，塔位点 JS003

	
塔位桩号 N101，塔位点 J101	塔位桩号 N154，塔位点 J123
	
燃气电厂-草池线路（N154-N155）上跨诺水河保护区	终点塔位桩号 N155，塔位点 J124
	
草池变电站	塔基挡土墙修建

	
电缆沟修建截水沟	电缆沟修建截水沟
	
电缆沟修建排水沟	电缆沟修建排水沟
	
电缆沟修建	电缆沟撒播草籽

	
间隔工程区铺设碎石	巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程塔位桩号 N238, 塔位点 J222
	
巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程-终点塔位桩号 N278, 塔位点 J243	巴中燃气电厂-曾口 220kV 线路工程-终点曾口 变电站

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本工程在建设过程中，不同区域、不同时段发生的水土流失面积各不相同，根据项目施工进度、项目建设区水土流失特点以及水土保持措施布设情况等，采取资料分析、实地量测等适当方法，分别统计各区域水土流失面积。

根据工程勘测设计界定成果、查阅工程施工资料及卫星影像资料并经现场水土保持实地调查监测，本项目水土流失面积从施工期到自然恢复期，伴随着工程、植物措施发挥水土保持效益，水土流失将逐渐减弱。

经实地监测，施工期扰动面积共计 1.72hm²，水土流失面积共计 1.72hm²，水土流失类型主要为水力侵蚀，水土流失形式以面蚀、沟蚀为主。截至监测期末工程建设已全面完工，此时段建设场地内产生水土流失的面积主要是除去已硬化路面的部分，主要为恢复绿化区域。各阶段水土流失面积监测结果见表 5.1.1。各阶段水土流失面积监测结果见表 5.1.2。

表 5.1.1 工程各阶段水土流失面积监测结果表

时间	扰动面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)
施工期	1.72	1.72
自然恢复期	/	1.69

5.2 土壤流失量

5.2.1 各阶段土壤侵蚀模数情况

根据水土保持实地调查监测情况及施工资料分析，塔基及塔基施工场地区为水土流失的重点区域，自 2026 年 4 月水土保持监测工作介入时，对这些区域进行了水土流失状况实地调查。本工程基本按照水土保持方案设计的防治措施体系对建设区进行水土流失防治，在建设过程中以征地地文件为界，尽量控制工程对其周边的影响。

本工程原始占地以林地、公共管理与公共服务用地为主，水土流失类型以水力侵蚀为主，水土流失强度以轻度为主。因工程建设过程中，挖填过程中松散土石滚落，地表裸露，水土流失大大增加，水土流失强度多表现为中度或轻度。在工程建设完成后，建设区地表部分硬化，硬化部分基本不产生水土流失，部分地区采用工程措施和植物措施进行防护，总的来说，本工程水土保持工程措施和植物措施效果显著，现阶段水土流失逐渐降低。

本项目土壤侵蚀模数的测定在实际测定的基础上，结合施工、竣工记录资料，采用

实地调查法的方式，确定本项目各个阶段土壤侵蚀模数。在绿化措施实施并产生防治效益后，2026 年 1 月施工结束后侵蚀模数将逐渐减小，土壤侵蚀模数平均值下降到轻度。

5.2.2 土壤流失量计算结果

(1) 土壤流失量计算方法

通过定位观测和调查收集到的监测数据按各个防治责任分区进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量通过观测数据的汇总、整理和分析，测算施工期各地表扰动类型侵蚀模数，再根据各防治区的占地，测算出本工程施工准备期和施工期各个观测时段土壤流失总量，汇总观测时段的数据，形成年度土壤流失量数据。

土壤流失量计算公式：

$$Ms = F \times Ks \times T$$

式中：F-水土流失面积，km²；

Ks-侵蚀模数、t/km²·a；

T-侵蚀时段，a。

土壤流失总量计算公式：

$$W = \sum_{s=1}^n Ms$$

$$Ws = \sum_{j=1}^n Ms$$

式中：W-项目区土壤流失总量，t；

Ws-各防治分区土壤流失量，t；

Ms-防治分区分时段土壤流失量，t。

(2) 各阶段土壤流失量详见表 5.2.2。

表 5.2.2 各防治分区土壤流失量汇总表（单位：t）

监测分区	2025 第 2 季度	2025 第 3 季度	2025 第 4 季度	2026 第 1 季度	合计
间隔扩建工程	0.08	0.10	0.09	0.03	0.30
塔基区	0.97	3.02	5.06	1.52	10.58
塔基施工场地区	0.41	1.19	1.25	0.39	3.24
人抬道路	0.35	0.47	0.40	0.12	1.35
其他施工临时占地区	0.40	1.14	1.24	0.36	3.13
电缆沟及施工作业区	0.22	0.30	0.26	0.07	0.85
合计	2.43	6.22	8.30	2.49	19.45

根据现场调查监测及计算结果，本项目监测期内共造成土壤流失量 19.45t，根据监测资料可以看出，土壤流失主要产生在 2025 年第 4 季度，重点部位主要在塔基区。

根据查阅相关资料、实地调查及走访周边相关人员，施工期间未发生因项目区水土流失而产生的投诉事件，未发现现场及周边有严重水土流失的痕迹。

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

根据施工资料以及现场调查，实际施工阶段，项目施工不设置取土（石、料）场，所需砂、石、商品砼等均就近从当地合法料场购买，并在购买合同中明确运输过程中的水土流失防治责任由供应商承担。

5.4 水土流失危害

针对本工程特点，在水土保持监测过程中，主要围绕工程建设对沿线住宅、道路交通、市政管网等对象的影响及危害情况进行监测。在施工过程中，因土石方开挖、回填等施工过程，开挖地表、改变原地貌、破坏地表植被，受到降水和风的影响，直接形成地表剥蚀和扬沙飞尘，对周边造成一定影响。

本工程水土保持监测期间（2025 年 5 月～2026 年 1 月），根据监测项目组的实地监测和走访调查结果，本项目在建设的过程中未发生重大水土流失危害事件。工程施工扰动和水土流失均控制在项目建设区范围内，未对周边生态环境产生大的影响。

5.4.1 对住宅影响及危害的监测

根据监测项目组的实地监测和走访调查，本工程施工期间未发生滑坡、泥石流等严重水土流失现象，未发生对附近住宅和居民造成危害的情况。施工过程中道路扬尘对路线附近居民造成了一定的影响，但随着工程的建设，对土地的大面积扰动逐渐减少，扬尘也逐渐减少。施工结束后，由施工造成的扬尘也随之消失，对附近居民的影响也随之

消失。

5.4.2 对道路交通影响及危害的监测

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程施工过程中使用了部分已有市政道路运输施工材料、机械、人员等。施工现场不位于既有的线路上，未对既有线路造成大的影响和危害。

5.4.3 对市政管网影响及危害的监测

通过根据监测项目组的实地监测和对该项目周边区域实地走访调查，监测组未发现项目在建设过程中直接或间接对所在流域水系内的水体、周边市政管网等造成水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

根据批复的水土保持方案，本工程水土流失防治目标为水土流失治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 92%，表土保护率 92%，林草植被恢复率为 97%，林草覆盖率 25%执行。

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度(%) = 水土流失治理达标面积/建设区水土流失总面积×100%。

项目建设区扰动地表面积为 1.72hm²，通过各项措施共计完成整治面积 1.72hm²，其中水土保持措施面积 1.72hm²，硬化地表及永久建筑物面积占地面积 0.05hm²，水土流失治理度达 100%，达到方案确定的 97%的防治目标。

表 6.1.1 水土流失治理度计算表

防治分区	建设区 面积	扰动地表 面积	施工期水 土流失面 积	永久建筑 物占地面 积及硬化 面积	水土保持 措施面积	水土流失 治理预计 达标面积	水土流 失治理 度
	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	%
间隔扩建工程	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	100
塔基区	0.92	0.92	0.92	0.03	0.92	0.92	100
塔基施工场地区	0.33	0.33	0.33		0.33	0.33	100
人抬道路	0.09	0.09	0.09		0.09	0.09	100
其他施工临时占地区	0.31	0.31	0.31		0.31	0.31	100
电缆沟及施工作业区	0.05	0.05	0.05		0.05	0.05	100
合计	1.72	1.72	1.72	0.05	1.72	1.72	100

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比 = 项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量/治理后每平方公里年平均土壤流失量。

本项目所属区域属于西南紫色土区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007)，项目区土壤侵蚀容许值为 500t/km²·a。至监测期末，由本项目土壤流失量监测结果，本项目防治措施逐步实施完毕后初步发挥效益时的平均土壤侵蚀模数为 480t/km²·a，由此得出运行初期土壤流失控制比为 1.04，满足批复的方案设计水平年综合防治目标 1.0 的要求。

6.3 渣土防护率

渣土防护率(%) = 采取措施实际拦挡的永久弃渣、临时堆土数量/永久弃渣和临时堆土总量×100%。工程弃渣的流失是主体工程容易忽视而且潜伏危害严重的流失方式。

根据实地调查监测，项目永久弃渣、临时堆土总量为 0.32 万 m³，在堆存、转运过程中耗损 0.01 万 m³，实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量 0.31 万 m³，渣土防护率为 97.80%，满足批复的方案设计水平年综合防治目标 95%的要求。

表 6.3.1 渣土防护率计算表

防治分区	永久弃渣、临时堆土量	实际拦渣、临时堆土量	渣土防护率
	万 m ³	万 m ³	%
间隔扩建工程	0.005	0.005	100.00
塔基区	0.25	0.246	98.40
电缆沟及施工作业区	0.06	0.057	95.00
合计	0.32	0.31	97.80

6.4 表土保护率

表土保护率(%) = 保护的表土数量/可剥离表土总量×100%。

本项目实际剥离表土 0.49 万 m³，根据实地调查监测，本项目剥离表土临时堆放在场内空地，并进行了临时苫盖、临时拦挡等措施，实际已剥离并利用表土 0.49 万 m³，故表土保护率 99.19%，满足批复的方案设计水平年综合防治目标 92%的要求。

表 6.4.1 表土保护率计算表

防治分区	可剥离表土量	表土剥离及保护量	表土保护率
	万 m ³	万 m ³	%
间隔扩建工程			
塔基区及塔基施工场地区	0.36	0.36	99.72
人抬道路	0.03	0.03	100.00
其他施工临时占地区	0.09	0.09	100.00
电缆沟及施工作业区	0.01	0.01	75.00
合计	0.49	0.49	99.19

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率(%) = 林草植被面积/可恢复林草植被面积×100%。

根据监测结果，本工程可恢复植被的面积为 1.65hm²，至项目完工已绿化恢复且发挥效益的区域为 1.65hm²，林草植被恢复率为 100%。满足批复的方案设计水平年综合防治目标 98%的要求。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率 (%) = 林草植被面积 / 项目建设区总面积 × 100 %。

根据监测结果，本项目水土流失防治责任范围内涉及总面积 1.72hm²，截至目前，实施水土保持治理措施后林草植被恢复达标总面积 1.66hm²，林草覆盖率为 96.51%，满足批复的方案设计水平年综合防治目标 25%的要求。

表 6.6.1 林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

防治分区	建设区面积	可恢复林草植被面积	林草类植被面积	林草植被恢复率	林草覆盖率
	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²
间隔扩建工程	0.02				0.00
塔基区及塔基施工场地区	1.25	1.22	1.22	100	97.60
人抬道路	0.09	0.09	0.09	100	100.00
其他施工临时占地区	0.31	0.31	0.31	100	100.00
电缆沟及施工作业区	0.04	0.03	0.03	100	75.00
合计	1.72	1.65	1.65	100	95.93

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据水保方案批复，本项目水土流失防治标准等级按一级标准执行，工程建设期水土流失防治目标为：水土流失治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 92%，表土保护率 92%，林草植被恢复率为 97%，林草覆盖率 25%。

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程在建设过程中，施工活动扰动原地貌和地表植被，工程建设实际扰动地表面积 1.72hm^2 ，产生了一定的新增水土流失，主要表现为面蚀、沟蚀，在各水土保持分区的流失强度相对集中，塔基区及塔基施工场地区是本工程建设过程中的重点水土流失区域。

施工初期，水土保持工程防治措施实施情况由主体工程监理单位监督实施，根据工程建设过程资料，通过实地调查的方法，对水土保持工程防治措施水土保持防治效果进行了监测及其工程量进行了核查。根据建设过程控制资料和实地监测情况，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工程防治措施不完善带来的水土流失灾害情况。

施工竣工期，已实施的水土保持工程防护措施运行正常，水土保持植物措施效果逐渐显著，水土保持综合防治体系得到完善，工程总体新增水土流失量明显降低，工程区内土壤侵蚀强度进一步降低，目前水土流失强度在轻度，满足国家水土流失防治标准、水土保持方案报告书的设计目标。根据监测及统计成果，截至目前项目建设区域内：水土流失治理度 100%，土壤流失控制比 1.04，渣土防护率 97.80%，表土保护率 98.28%，林草植被恢复率 100%，林草覆盖率 96.51%，防治标准均能达到水保方案设计的水土流失防治目标，详见表 7.1.1。通过对项目区周边居民、政府、施工单位及建设单位的调查，证实在巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程施工过程中未发生水土流失事故，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 7.1.1 水土流失防治目标达标情况表

水土流失防治指标	水土流失治理度 (%)	土壤流失控制比	渣土防护率 (%)	表土保护率 (%)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
(参数代号)	1	2	3	7	5	6
方案目标值	97	1	92	92	97	25
监测值	100	1.04	97.80	99.19	100	95.93
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

巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程在落实水土保持方案的过程中,根据主体工程设计与实际施工情况,结合各防治区的实际情况对水土保持措施进行了调整。监测组经过查阅设计、施工档案等资料,并进行了实地调查,认为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。根据调查复核和回访,工程建设未造成水土流失事故,从目前恢复情况看植被覆盖度基本满足水土保持要求。

水土流失防治效果达到了国家有关法律、法规和技术规范的要求,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实际实施成果,所以与监测的水土保持措施数量部分产生变化。总体来看主体工程基本按照“水保报告书”的要求实施了工程、植物和临时措施等各类水土保持措施,有效地保证了主体工程的正常运行。

(3) 水土保持措施适宜性及进度情况

截至目前工程已稳定运行,按照“水保报告书”设计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。

在工程措施方面:从目前来看各类工程措施与主体工程和周边环境相互协调,适宜性较好。本工程已实施的各项工程措施满足水土流失防治要求,实际实

施的工程措施量与水土保持方案相比发生变化,不仅满足了水土保持的要求,也满足了周边景观协调和水利行业设施安全的相关要求,增强了这些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满足水土流失防治要求,本项目实际实施的植物措施量与方案设计相比部分发生变化,已实施的各项植物措施目前效果显著,有效地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: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,临时措施实施情况基本满足“三同时”的水土保持要求,效果较为显著,有效地抑制了新增水土流失的大量产生。

从措施实施进度上看,通过查阅施工和监理过程中的影像资料以及实地监测结果来看,工程措施、植物措施和临时措施实施相对及时,施工过程中主要采用临时排水、临时遮盖和土袋挡墙等临时措施有效减少了施工过程中地表临时占压带来的水土流失。排水系统等工程措施及时起到了永久防护作用。施工结束后建设单位及时落实了绿化方案、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

工程措施:建设单位重视已有工程措施的管护工作,在工程建设中,对排水系统进行定期巡视和修补,对破损处及时进行修补和定期清淤。

植物措施:在施工过程中,建设单位重视原有地表植被保护,对工程区内剥离的表土集中堆放,基本保证了表土的肥沃性;施工后期,在植物措施实施后及时对植物措施进行了浇水、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排水、临时遮盖和土袋挡墙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

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带来的新增水土流失。

工程措施:主体工程实施的排水措施,目前排水良好,无破损淤积现象;工程措施大部分保存完整、运行良好。

植物措施：主体工程在施工结束后及时实施了相应的植物措施，采用乔灌草绿化模式，植物措施形成的覆盖层达到了良好的防治效果，植被总体生长一般，需加强抚育管理。

临时措施：本项目水土保持临时措施在施工过程中均按现场需要进行布设，实际实施量与方案设计相比发生变化，整体上临时措施有效发挥了水土保持作用，减少了施工过程中的水土流失。

目前工程已全面竣工，工程在已建成的排水等工程措施的防护下，排水系统基本通畅，周边住户未受到影响，植物措施在养护和管理下生长一般，更需加强抚育管理，其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，工程已实施排水设施、绿化等水保措施大部分保存完整、运行良好，植物措施形成的覆盖层达到良好的防治效果，达到水土保持设施验收要求。

7.3 三色评价

根据建设单位的水土保持工作情况、项目扰动土地情况、水土流失防治情况等情况复核，按照水土保持监测三色评价指标对其进行评价，本项目水土保持监测三色评价得分为 87 分，三色评价结论为绿色。

表 7.3.1 水土保持措施监测三色结论表

项目名称		巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程		
监测时段和防治责任范围		2014 年 1 月至 2025 年 12 月，149.34 公顷		
三色评价结论		绿色 ☒ 黄色 ☐ 红色 ☐		
评价指标		分值	得分	赋分说明
扰动土地情况	扰动范围控制	15	15	工程严格控制施工扰动范围，未超出方案批复的防治责任范围
	表土剥离保护	5	4	本项目剥离区域基本按要求进行了表土剥离与保护
	弃土（石、渣）堆放	15	15	本项目余方已摊平
水土流失状况		15	12	水土流失总量控制较好
水土流失防治成效	工程措施	20	16	工程措施基本完善，基本无较大水土流失
	植物措施	15	14	植物措施基本完善，目前植被长势较好。
	临时措施	10	6	施工期间各项临时措施基本防护到位
水土流失危害		5	5	未发生水土流失危害事件
合计		100	87	

7.4 存在问题与建议

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。根据现场施工情况，提出以下几个方面的建议：

- 1、后期需加强水土保持设施的管护。
- 2、在后续的建设项目中加强与地方水行政主管部门的沟通衔接，主动接受主管部门的监督检查，及时掌握政策新动向。

3、加强植物措施的管护。

7.5 综合结论

监测组自受委托之日起开始进行监测，主要采用以实地调查、资料分析等相结合的监测方法。对防治责任范围、水土保持措施、水土流失量等水土保持相关要求要求进行监测。

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可以看出，工程建设单位和施工单位都重视水土保持工作和生态保护，基本按照《水保方案》的设计实施各种预防保护措施。根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

(1) 通过对全面调查资料进行分析，项目建设期占地面积为 1.72hm^2 ，项目建设期实际扰动地表面积为 1.72hm^2 ，施工过程中严格控制施工扰动面，没有因工程建设施工扰动而造成大面积水土流失。

(2) 通过对各工程部位的分项评价，通过各项措施的实施，扰动区域已得到全面治理，基本不产生水土流失；可绿化区域已基本实施绿化，工程区水土流失基本得到有效治理。监测组认为本项目的水土流失治理措施都取得了显著效果，最大限度地减少了因项目建设引发的水土流失。

(3) 各项水土保持措施到位，指标均达到了《巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案报告书》中提出的水土流失防治目标，水土保持防治效果较好。

(4) 将水土保持工程的建设和管理纳入高标准、规范化管理模式和程序中，在工程建设过程中落实了项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责，强化了对水土保持工程的管理，实行了“项目法人对国家负责，监理单位控制，承包商保证，政府监督”的质量管理体系，确保了水土保持方案的顺利实施。

(5) 项目建设单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了全面、系统的整治，完成了水土保持方案确定的各项防治任务。

8 附件、附图

附件

附件 1: 委托书

附件 2: 四川省发展和改革委员会关于巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程项目核准的批复(川发改能源[2024] 540 号)

附件 3: 国网四川省电力公司关于批转巴中通江燃气发电项目 220kV 送出工程可行性研究报告评审意见的函(川电发展函[2024])70 号)

附件 4: 四川省工程咨询研究院关于巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程初步设计评审意见的函(川工咨成果【2025】480 号)

附件 5: 巴中市通江县各部门关于送出工程路径协议的复函.pdf 附件 6 巴中市巴州区各部门关于送出工程路径协议的复函

附件 7: 巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程水土保持方案审批准予行政许可决定书

附件 8 水土保持补偿费-中央非税收入统一票据

附件 9 巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程竣工验收签证书(盖章签字版)

附件 10: 占用林地行政许可(2)--永久

附件 11: 关于巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程(巴州区境内)临时用地用林的批复--临时

附件 12: 关于批复巴中通江燃气发电项目 220 千伏线路送出工程临时用地用林的函--临时

附件 13: 监测照片集

附件 14: 监测季度报告表

附图

附图 1: 项目区地理位置图

附图 2: 线路总平面布置图

附图 3: 间隔工程区、电缆沟工程区平面布置图

附图 4: 线路部分水土流失防治责任范围及水土保持措施布设图

附图 5: 间隔工程区、电缆沟施工作业带水土流失防治责任范围及水土保持

措施布设验收图

附图 6: 线路部分监测分区及监测点位布设图

附图 7: 间隔工程区、电缆沟施工作业带监测分区及监测点位布设图