检索号：**59-ZS01511K-SB01**

凉山西昌牦牛山风电项目220千伏送出工程

水土保持方案报告表

建设单位：　雅 砻 江 流 域 水 电 开 发 有 限 公 司

编制单位：　四 川 电 力 设 计 咨 询 有 限 责 任 公 司

2025年3月

凉山西昌牦牛山风电项目220千伏送出工程水土保持方案报告表

责任页

四川电力设计咨询有限责任公司

批准：	杜全维	副总工程师、正高级工程师	
核定：	李关强	主任工程师、高级工程师	
审查：	杨晓瑞	高级工程师	
校核：	岳　成	工程师	
项目负责人：	尹武君	高级工程师	
编写：	尹武君	高级工程师	（1-3章、附图）
	张桂华	高级工程师	（4-6章）
	谢　勇	高级工程师	（7章）
	邓　川	工程师	（8章）

项目区现场照片

1、牦牛山北-牦牛山南

（1）拟建牦牛山北升压站现状

（2）风电场现有道路

（3）线路沿线地形及植被

（4）线路沿线地形及植被

（5）线路沿线地形及植被

（6）线路沿线地形及植被

（7）林区现有道路

（8）林区现有道路

（9）林地表土厚度分布情况

（10）线路沿线地形及植被

（11）线路沿线地形及植被

（12）线路沿线地形及植被

（13）线路沿线地形及植被

（14）草地表土厚度分布情况

（11）线路沿线道路分布

（12）道路跨越

2、牦牛山南-月城变

（1）拟建牦牛山南升压站现状

（2）线路沿线地形及植被

（3）线路沿线地形及植被

（4）线路沿线耕地分布

（5）道路跨越

（6）线路沿线地形及植被

（7）现有道路

（8）现有道路

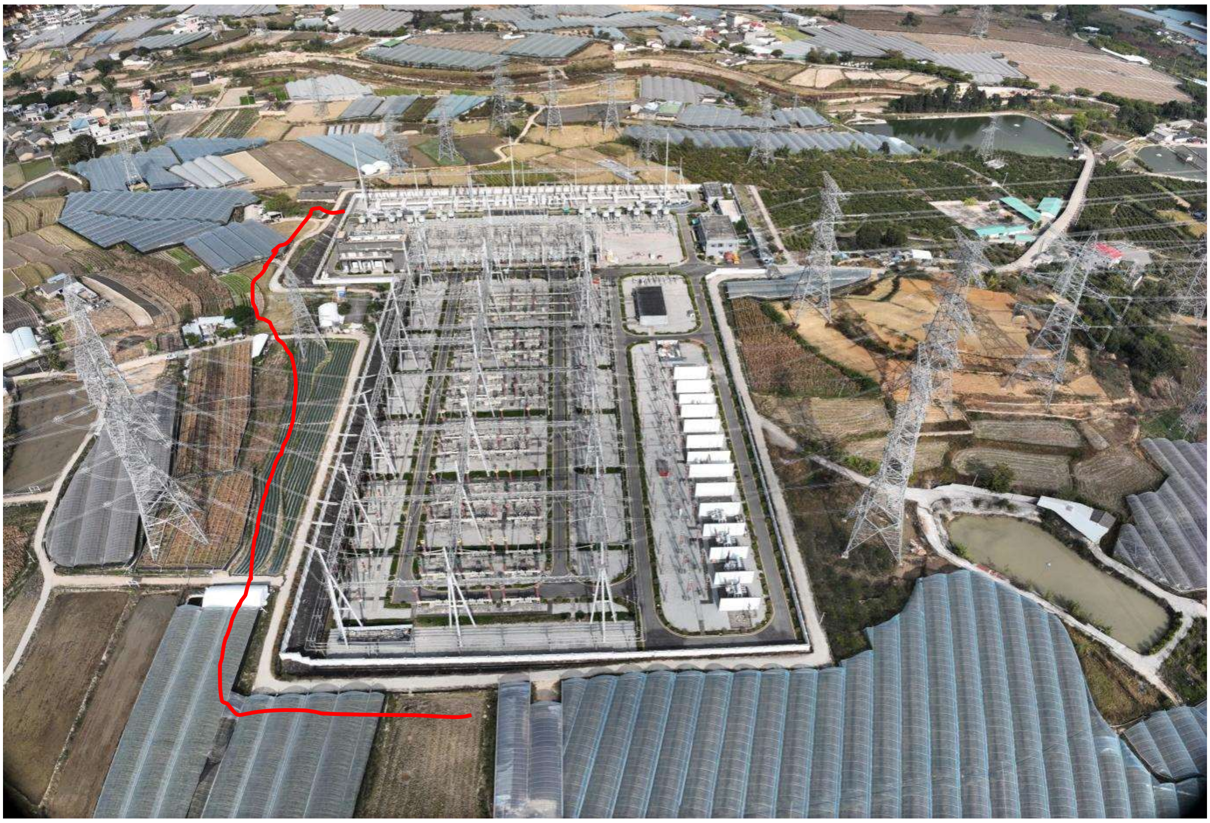
3、间隔扩建及电缆

（1）间隔扩建区域现状

（2）间隔扩建区域现状

（3）站外排水沟现状

（4）拟建电缆沟场地现状



（5）拟建电缆沟现状

凉山西昌牦牛山风电项目**220**千伏送出工程项目水土保持方案报告表

<table>
<tr><td rowspan="12">项目概况</td><td>位置</td><td colspan="4">凉山州西昌市</td></tr>
<tr><td>建设内容</td><td colspan="4">扩建月城 500kV 变电站 220kV 间隔 2 个；新建牦牛山北升压站~南升压站 220kV 线路 34.0km，单回路架设，新建铁塔 82 基；新建牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路 10.00km，单回路架设，其中：电缆线路 0.50km，架空线路 9.50km，新建铁塔 24 基、新建电缆沟 381m。</td></tr>
<tr><td>建设性质</td><td colspan="2">新建、扩建工程</td><td>总投资（万元）</td><td>15764</td></tr>
<tr><td rowspan="2">土建投资（万元）</td><td rowspan="2">3153</td><td rowspan="2">占地面积（hm²）</td><td>永久：</td><td>1.44</td></tr>
<tr><td>临时：</td><td>3.44</td></tr>
<tr><td>动工时间</td><td colspan="2">2025 年 4 月</td><td>完工时间</td><td>2025 年 12 月</td></tr>
<tr><td rowspan="2">土石方（万 m³）</td><td>挖方</td><td>填方</td><td>借方</td><td>余（弃）方</td></tr>
<tr><td>1.63</td><td>1.21</td><td>/</td><td>0.42</td></tr>
<tr><td>取土（石、砂）场</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>弃土（石、渣）场</td><td colspan="4">间隔扩建工程余方运至站外终端塔塔基基面摊平处理，塔基余土全部在塔基占地范围摊平处理。不新设置弃土场</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">项目区概况</td><td>涉及重点防治区情况</td><td colspan="2">金沙江下游国家级水土流失重点治理区</td><td>地貌类型</td><td>高山、中山、丘陵地貌</td></tr>
<tr><td>原地貌土壤侵蚀模数[t/km²•a]</td><td>1672</td><td colspan="2">容许土壤流失量[t/km²•a]</td><td>500</td></tr>
<tr><td>项目选址（线）水土保持评价</td><td colspan="5">工程选址（线）无法避让水土流失重点防治区，此外不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带、全国水土保持监测网络中的水土保持监测点和重点试验区、生态红线等。</td></tr>
<tr><td colspan="2">预测水土流失总量（t）</td><td colspan="4">360.85</td></tr>
<tr><td colspan="2">防治责任范围（hm²）</td><td colspan="4">4.88</td></tr>
<tr><td rowspan="4">防治标准等级及目标</td><td>防治标准等级</td><td colspan="4">西南岩溶区一级标准</td></tr>
<tr><td>水土流失治理度（%）</td><td>97</td><td>土壤流失控制比</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td>渣土防护率（%）</td><td>92</td><td>表土保护率（%）</td><td colspan="2">95</td></tr>
<tr><td>林草植被恢复率（%）</td><td>96</td><td>林草覆盖率（%）</td><td colspan="2">23</td></tr>
<tr><td>水土保持措施</td><td colspan="5">（1）间隔扩建工程区
工程措施：**碎石铺设 47m²（主体已列）**；
临时措施：防雨布遮盖 300m²。
（2）塔基及其施工临时占地区：
工程措施：**浆砌石堡坎 171.2m/400m³、浆砌石排水沟 230m/120.8m³（主体已列）**；表土剥离 1.40hm²/3000m³、表土回覆 3000m³、土地整治 2.78hm²；
植物措施：撒播种草 2.58hm²、撒播灌木籽 0.82hm²；
临时措施：**泥浆沉淀池 6 座（主体已列）**；土袋挡墙 147m³、防雨布遮盖 5170m²、防雨布隔离 10200m²。
（3）人抬道路区：
工程措施：土地整治 1.15hm²；
植物措施：撒播种草 1.15hm²。
（4）其他施工临时占地区：
工程措施：土地整治 0.48hm²；
植物措施：撒播种草 0.48hm²；
临时措施：棕垫隔离 1600m²、防雨布隔离 1600m²。
（5）电缆区
工程措施：表土剥离 0.38hm²/1200m³，表土回覆 1200m³，土地整治 0.38hm²；</td></tr>
</table>

	临时措施：防雨布遮盖 2860m^2。			
水土保持投资估算（万元）	工程措施	49.64	植物措施	3.91
	临时措施	28.96	水土保持补偿费	6.344
	独立费用	建设管理费	1.18	
		水土保持监测费	4.00	
		设计费	12.80	
	总投资	117.27		
编制单位	四川电力设计咨询有限责任公司	建设单位	雅砻江流域水电开发有限公司	
法人代表及电话	侯磊	法人代表及电话	郭绪元	
地址	成都市高新区蜀绣西路 299 号	地址	成都市成华区双林路 288 号	
邮编	610041	邮编	610066	
联系人及电话	尹武君/18981815732	联系人及电话	王瑞/15828024527	
电子信箱	353205796@qq.com	电子信箱	/	
传真	028-62920945	传真	/	

注：

1 封面后应附责任页。

2 报告表后应附项目支撑性文件、地理位置图和总平面布置图。

3 用此表表达不清的事项，可用附件表述。

目录

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设的必要性

凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程建设单位为雅砻江流域水电开发有限公司，其建设的必要性主要体现在以下几个方面：

（1）牦牛山风电场装机容量600MW，预计 2025 年投产，根据接入系统方案设计报告，牦牛山风电场建成投产后将接入凉山电网，所发电力优先满足凉山电网电力负荷用电需求，多余电力送四川主网消纳。本工程为牦牛山风电场的电力送出工程，主要建设内容为新建牦牛山北 220kV 升压站~牦牛山南 220kV 升压站、牦牛山南 220kV 升压站~月城 500kV 变电站 2 回 220kV 线路，能够满足牦牛山风电场电力送出需要。

（2）本工程建设有利于提高清洁能源开发比例，实现资源优势组合和有效利用，并有利于地区经济社会的发展，推动实现“双碳”目标，对于优化地区电网的能源结构，保障我国的能源安全具有重大意义，有利于增加电网清洁电量供应，减少火电机组利用小时数和碳排放量，符合国家能源发展战略。

综上，新建凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程是十分必要的。

1.1.1.2 项目基本情况

（1）项目位置

凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程位于四川省凉山州西昌市境内。项目区地理位置图见附图 1。

（2）建设性质、规模与等级

本工程为新建、扩建，建设类项目，项目类型为输变电工程，电压等级为 220kV，由雅砻江流域水电开发有限公司建设。

（3）项目组成

本工程由月城 500kV 变电站 220kV 间隔扩建工程、牦牛山北升压站~南升压站 220kV 线路工程、牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路工程 3 部分组成，具体如下：

①月城 500kV 变电站 220kV 间隔扩建工程

月城 500kV 变电站位于西昌市西南面佑君镇（河西乡）站沟村，变电站已于 2012

年 8 月投运。本期扩建月城 500kV 变电站的 2 回 220kV 出线间隔，其中 1 回至牦牛山南 220kV 升压站，另 1 回备用，本期扩建工程主要工程量包括：在原 220kV 配电装置场地东侧端部间隔和西侧端部间隔新建 GIS 设备基础；新建 2 条 1.8m×2.0m 电缆隧道 30m；拆除及恢复围墙 5m、恢复碎石地坪 47m^2。

②牦牛山北升压站~南升压站 220kV 线路工程

线路起于牦牛山北升压站 220kV 构架，至牦牛山南升压站 220kV 进线架构止，线路路径全长约 34.0km，单回路架设，曲折系数 1.21，新建铁塔 82 基，全线位于西昌市。线路施工需布置塔基施工场地 82 处、牵张场地 6 处、跨越施工场地 3 处、新建人抬道路 9.60km。

③牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路工程

线路起于牦牛山南升压站 220kV 构架，至月城变拟建 220kVGIS 电缆间隔止，线路路径全长约 10.00km，单回路架设，其中：电缆线路 0.50km，架空线路 9.50km，曲折系数 1.20，新建铁塔 24 基、新建电缆沟 381m，全线位于西昌市。线路施工需布置塔基施工场地 24 处、牵张场地 2 处、跨越施工场地 1 处、新建人抬道路 1.90km、设置 6m 宽电缆沟施工作业带 381m。

（4）拆迁（移民）数量及安置方式

根据主体设计资料，结合现场调查情况，牦牛山北升压站至南升压站 220kV 线路拆迁房屋 3 户，拆迁面积 750m^2；牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路拆迁房屋 2 户，拆迁面积 600m^2，均位于西昌市境内。拆迁安置费用由建设单位一次性货币补偿当地政府后，由地方政府负责落实移民的安置问题，并负责拆迁区域的场地清理工作，补偿标准参照西昌市相关文件执行，拆迁安置区域不纳入本工程防治责任范围。

（5）专项设施改（迁）建

根据主体设计资料，本工程不涉及专项设施改（迁）建。

（6）开工与完工时间、总工期

本工程计划于 2025 年 4 月开工，2025 年 12 月底建成运行，总工期为 9 个月。

（7）总投资与土建投资

工程动态总投资 15764 万元，其中土建投资 2312 万元，由雅砻江流域水电开发有限公司进行建设。本工程资金来源：自有资本金 20%，向银行贷款 80%。

（8）工程占地面积与土石方量

根据主体设计资料，经方案补充，本工程总占地面积为 4.88hm^2，按占地性质划分，永久占地 1.44hm^2，临时占地 3.44hm^2；占地类型包括耕地、林地、草地和公共管理与公共服务用地；本工程土石方总开挖 1.63 万 m^3（其中表土剥离 0.42 万 m^3），回填 1.21 万 m^3（其中表土利用方 0.42 万 m^3），产生余方 0.42 万 m^3（折合松方 0.54 万 m^3），结合各塔位微地形条件，间隔扩建工程余方 0.007 万 m^3 运至站外终端塔塔基基面摊平处理，线路工程余土 0.41 万 m^3 全部在塔基占地范围摊平处理，就地平摊余土堆放高度为 30cm 左右，堆土体高度较小，部分坡地塔位设置堡坎防护，土体压实后能够保持稳定。

本工程不单独设置取土、弃土场。

1.1.2 项目前期工作进展情况

（1）项目设计及立项情况

①2024 年 7 月，四川电力设计咨询有限责任公司编制完成《凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程可行性研究设计》。

②2025 年 1 月，四川电力设计咨询有限责任公司编制完成《凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程初步设计》。

③2025 年 2 月 19 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凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程项目核准的批复》（川发改能源〔2025〕80 号）对本工程进行了核准，详见附件 2。

④本工程目前已取得西昌市自然资源局等主管部门同意本工程输电线路路径方案的协议，相关协议文件详见附件 3。

（2）其他前期专项进展情况

本项目地质灾害危险性评估、环境影响评价等前期工作正在同步开展。

（3）水土保持工作情况

2024 年 11 月，建设单位委托四川电力设计咨询有限责任公司承担本项目水土保持方案报告编制工作。根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》水保[2019]160 号文的要求，本工程属于“征占地面积在 0.5 公顷以上 5 公顷以下，挖填土石方总量在 1 千立方米以上 5 万立方米以下”，应编制水土保持方案报告表。我公司水土保持专业人员对工程区的自然环境、社会环境、生态环境及水土保持现状进行了现场调查和踏勘，结合本工程的实际情况及主体工程设计等相关文件，在水土流失预测的基础上，制定了相应的水土保持措施，于 2025 年 2 月完成了《凉山西昌牦牛山

风电项目220千伏送出工程水土保持方案报告表》。

1.1.3 自然简况

（1）地质、地貌：在构造单元是属于康滇前陆隆起带，线路工程路径区域内的全新世断层为则木河断裂，距离线路最短距离大于5km，与拟建工程距离较远；工程区设计地震基本加速度值为0.20g~0.30g，设计特征周期为0.45s，相对应的抗震设防烈度为8度，地震分组为三组；线路沿线海拔高度1549m～3500m，相对高差较大，沿线为高山、中山、丘陵地貌，线路塔位微地形坡度较缓，一般在10°~25°，主要为林地、草地和耕地。

（2）气象：项目区属亚热带湿润季风气候区，多年平均气温为16.9℃，≧10℃积温3246.60℃;多年平均降水量1013.5mm,集中在5~10月,多年平均蒸发量为1945mm，5年一遇10min短历时暴雨量为15.0mm，区内无冻土。

（3）水文：本工程所在区域属雅砻江水系，项目区内主要流经河流为安宁河。本工程线路沿线需跨越破石头沟、长村沟、保城河等河流，跨越河段均不通航，均可以利用两岸山坡一档高跨,跨河塔位不受河流30年一遇设计洪水和未来30年河道演变影响，跨河塔位也已避开相应河道管理范围红线。

（4）土壤、植被：工程所在区域土壤以山地黄壤、山地黄棕壤、山地棕壤、灰棕壤土、山地棕色灰化土为主，表层土厚度约20cm~30cm，抗蚀性和水土保持功能较差。项目区主要有亚热带高山高原季风气候区的常绿针叶、阔叶林类型，项目区林草覆盖率约45%～60%。项目区适生树草种主要有箭竹、杜鹃、矮高山栎、矮杨梅、三颗针、乌饭果、川滇金丝桃、芸香草、黄茅、旱茅、高羊茅、披碱草、蒿草、结缕草等。

（5）其他：根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属西南岩溶区，水土流失类型以轻度水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值约为1672t/（km^2·a），容许土壤流失量为500t/（km^2·a）。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复核划分成果》(办水保[2013]188号)、四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函[2017]482号），工程所在的西昌市属金沙江下游国家级水土流失重点治理区，此外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、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、重要湿地、生态脆弱区、生态红线；不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规及部委规章

（1）《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月全国人大常委会通过，2010 年 12 月全国人大常委会修订，2011 年 3 月 1 日起施行；中华人民共和国主席令第 39 号）；

（2）《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（2012 年 9 月 21 日第十一届人民代表大会第三十二次会议修订，2012 年 12 月 1 日起实施）；

（3）《中华人民共和国长江保护法》（全国人大常委会 2020 年 12 月 26 日通过，2021 年 3 月 1 日起施行）；

（4）《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，2023 年 3 月 1 日起实施）；

（5）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》 (办水保〔2023〕177 号)。

1.2.2 技术标准

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；

（2）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

（3）《输变电项目水土保持技术规范》（SL640-2013）；

（4）《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T 51297-2018）；

（5）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；

（6）《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；

（7）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

（8）《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL73.6-2015）；

（9）《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

（10）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（11）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（12）《水土保持概(估)算编制规定和定额》（水利部水总[2003]67 号）。

1.2.3 技术资料

（1）《凉山西昌牦牛山风电项目 220 千伏送出工程可行性研究报设计》（四川电力设计咨询有限责任公司，2024 年 7 月）

（2）《四川省水土保持规划》（2015-2030 年）；

（3）《西昌市水土保持规划》（2015-2030 年）。

1.3 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，建设类项目方案设计水平年为主体工程完工当年或后一年；本项目计划于 2025 年 4 月开工，2025 年 12 月完工，因此方案设计水平年确定为工程建设完工后一年，即 2026 年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，水土流失防治责任范围是指生产建设项目建设征地、占地、使用及管辖的地域。本工程防治责任范围面积共计 4.88hm^2，按占地性质划分，永久占地 1.44hm^2，临时占地 3.44hm^2。

表 1.4-1　本工程水土流失防治责任范围统计表

防治分区	水土流失防治责任范围（hm^2）		
	永久占地	临时占地	合计
间隔扩建工程区	0.03		0.03
塔基及其施工场地区	1.41	1.42	2.83
人抬道路区		1.15	1.15
其他施工临时占地区		0.48	0.48
电缆区		0.39	0.39
合计	1.44	3.44	4.88

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本工程属建设类项目，位于四川省凉山州西昌市境内，在全国水土保持区划中属于西南岩溶区。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复核划分成果》(办水保[2013]188 号)、四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函[2017]482 号），工程所在的西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434－2018）的相关规定，本工程执行西南岩溶区一级标准。

1.5.2 防治目标

（1）本工程水土流失防治标准指标值按西南岩溶区一级标准制定，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）相关规定调整如下：

①水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率：本工程所在区域不属于极干旱地区、干旱地区，故水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率不作修正。

②土壤流失控制比：土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不应小于 1，本工程所在区域以轻度侵蚀为主，土壤流失控制比取 1.0。

③渣土防护率：沿线以高山、中山地貌为主，渣土防护率可减少 1%～3%，工程所在区域属金沙江下游国家级水土流失重点治理区，考虑到输变电工程特殊性，本方案不进行调整。

（2）根据《生产建设项目水土保持技术标准》3.2.2 第 4 款，对无法避让水土流失重点预防区、重点治理区的生产建设项目，林草覆盖率应提高 1%～2%，本工程线路无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本方案提高 2%。

综上，本方案确定至设计水平年内总的目标值：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 95%，林草植被恢复率 96%，林草覆盖率 23%。

表 1.5　　水土流失防治指标值

序号	指标	规范基准值		按土壤侵蚀强度修正		按地形修正		无法避让两区修正		采用目标值	
		施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
1	水土流失治理度（%）		97							*	97
2	土壤流失控制比		0.85		+0.15					*	1.0
3	渣土防护率（%）	90	92							90	92
4	表土保护率（%）	95	95							95	95
5	林草植被恢复率（%）		96							*	96
6	林草覆盖率（%）		21						+2	*	23

1.6 项目水土保持评价结论

（1）本项目选线无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本方案将提高防治指标值，优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理措施，将工程建设造成的水土流失影响降至最低。

（2）本项目选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及水域管理范围，本项目选址选线不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。

项目选址（线）除无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区等制约因素外，其余全部符合要求，本方案将提高防治目标，加强防护和治理措施配置以控制因工程建

设造成的水土流失。

1.7 水土流失预测结果

本工程扰动地表面积 4.88hm^2、损毁植被面积共计 4.06hm^2；施工期水土流失面积为 4.88hm^2，自然恢复期间水土流失面积为 4.79hm^2。

经水土流失预测，预测时段内可能造成的土壤流失总量 360.85t，新增的土壤流失总量 140.65t，水土流失程度最严重区域为塔基及其施工临时占地区、电缆区，施工期是项目建设过程中产生水土流失的重点时段。

本工程水土流失危害主要表现在：间隔扩建构架基础、铁塔基础、电缆沟沟槽的开挖、回填等，局部扰动强烈，若工程施工不规范，容易形成裸露区域、临时堆土未采取有效挡护及覆盖措施等，造成新增水土流失。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 防治分区结果

按各施工区的空间位置的不同及施工扰动特点等，将本工程划分为间隔扩建工程区、塔基及其施工临时占地区、人抬道路区、其他施工临时占地区、电缆区 5 个防治分区。

1.8.2 措施布设成果

各防治区措施布设情况及主要工程量如下：

（1）间隔扩建工程区

施工期，采用防雨布对临时堆土进行遮盖；施工后期，恢复碎石地坪。

工程措施：碎石铺设 **47m^2**（主体已列）；

临时措施：防雨布遮盖 300m^2。

（2）塔基及其施工临时占地区：

施工前，对塔基永久占地区域进行表土剥离，表土剥离后堆放在塔基施工临时占地范围内，堆土前采用防雨布对场地进行隔离保护，减少对表层土的扰动；施工期，采用土袋挡墙、防雨布遮盖对临时堆存的塔基回填土方和表土进行防护；在灌注桩基础塔位开挖泥浆沉淀池；在部分塔基上游布设浆砌石排水沟，在部分塔基下坡侧布设浆砌石堡坎；施工后期，对塔基及其施工临时占地进行土地整治，对塔基永久占地区域回覆表土、撒播种草，对临时占用的草地撒播种草绿化，临时占用的林地撒播灌草籽绿化，临时占用的耕地移交当地村民恢复耕作。

工程措施：<u>浆砌石堡坎 **171.2m/400m³**、浆砌石排水沟 **230m/120.8m³**（主体已列）</u>；表土剥离 1.40hm²/3000m³、表土回覆 3000m³、土地整治 2.78hm²；

植物措施：撒播种草 2.58hm²、撒播灌木籽 0.82hm²；

临时措施：<u>泥浆沉淀池 **6** 座（主体已列）</u>；土袋挡墙 147m³、防雨布遮盖 5170m²、防雨布隔离 10200m²。

（3）人抬道路区：

施工后期，对人抬道路占地区域进行土地整治，然后撒播种草绿化。

工程措施：土地整治 1.15hm²；

植物措施：撒播种草 1.15hm²。

（4）其他施工临时占地区：

施工前，对牵张场铺垫棕垫和防雨布隔离地表，减少对表层土的扰动；施工结束后，对占地区域进行土地整治，然后撒播种草绿化。

工程措施：土地整治 0.48hm²；

植物措施：撒播种草 0.48hm²；

临时措施：棕垫隔离 1600m²、防雨布隔离 1600m²。

（5）电缆区

施工前，剥离电缆沟占地区域的表土，堆放在施工作业带一侧；施工期，采取防雨布对临时堆土进行遮盖，防雨布四周及顶部采用石块压盖；施工结束后，对占地区域进行土地整治、回覆表土，然后移交当地村民恢复耕作。

工程措施：表土剥离 0.38hm²/1200m³，表土回覆 1200m³，土地整治 0.38hm²；

临时措施：防雨布遮盖 2860m²。

1.9 水土保持监测方案

监测内容：水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测、水土保持措施监测。

监测时段：施工准备期开始至设计水平年结束，即从 2025 年 4 月开始监测，至 2026 年 12 月底结束，在施工准备期进行本底值监测。

监测方法：主要采取调查监测和巡查方法进行监测。

监测点位布设：不设置固定监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本工程水土保持总投资为117.27万元，其中主体已有水保投资23.69万元，方案新增水保投资为93.58万元。水土保持投资中工程措施费用49.64万元，植物措施费用3.91万元，临时措施费用28.96万元，独立费用23.48万元，基本预备费4.94万元，水土保持补偿费6.344万元。

本方案实施后，根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土流失面积4.87hm^2，减少水土流失量162t，恢复林草植被面积4.21hm^2，临时堆土挡护量1.18万m^3，表土剥离及保护量0.77万m^3。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到99.9%，土壤流失控制比达到1，渣土防护率达到97.5%，表土保护率达到98.7%，林草植被恢复率达到99.0%，林草覆盖率达到86.3%，均达到本方案确定的西南岩溶区一级防治标准目标值。

1.11 结论

（1）通过水土保持分析，本工程选址（线）避让了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避让了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站，符合水土保持要求。

（2）本工程选址（线）无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，主体设计通过采用高低腿等优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，减少工程占地，同时本方案提高了防治标准，加强防护和治理措施配置，符合水土保持法律法规。

（3）通过本方案水保措施的实施，总体上可有效的治理工程建设过程中以及完工后续阶段的新增和原有水土流失，保护和改善工程区的生态环境，恢复工程区内的林草植被，对保障工程安全运行和促进区域可持续发展起到重要作用。

从水土保持角度分析，工程建设是可行的。

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

项目名称：凉山西昌牦牛山风电项目220千伏送出工程。

地理位置：凉山州西昌市。

建设性质：新建、扩建工程。

工程等级与规模：电压等级220kV。

总投资及土建投资：项目设计动态总投资15764万元，其中土建投资2312万元。

建设工期：计划于2025年4月～2025年12月底实施，总工期9个月。

建设单位：雅砻江流域水电开发有限公司。

本输变电工程特性详见表2.1-1。项目区建设地点详见附图1。

表2.1-1　工程主要技术指标表

<table>
<tr><td colspan="6">一、项目简介</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="4">凉山西昌牦牛山风电项目220千伏送出工程</td></tr>
<tr><td colspan="2">工程等级</td><td colspan="4">220kV，二级</td></tr>
<tr><td colspan="2">工程性质</td><td colspan="4">新建、扩建，建设类</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设地点</td><td colspan="4">凉山州西昌市</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="4">雅砻江流域水电开发有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">工程总投资</td><td>动态投资</td><td>15764</td><td>土建投资（万元）</td><td>2312</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设工期</td><td colspan="4">计划于2025年4月～2025年12月底实施，总工期9个月。</td></tr>
<tr><td rowspan="14">建设规模</td><td>变电工程</td><td colspan="2">月城500kV变电站220kV间隔扩建工程</td><td colspan="2">本期扩建月城500kV变电站的2回220kV出线间隔，其中1回至牦牛山南220kV升压站，另1回备用，本期需新上该间隔的全部设备。</td></tr>
<tr><td rowspan="13">线路工程</td><td rowspan="6">牦牛山北升压站~南升压站220kV线路工程</td><td>线路路径</td><td colspan="2">起于拟建牦牛山220kV北升压站220千伏出线构架，终至拟建牦牛山220kV南升压站220千伏进线构架</td></tr>
<tr><td>电压等级</td><td colspan="2">220kV</td></tr>
<tr><td>路径长度</td><td colspan="2">34.0km，单回路架设。</td></tr>
<tr><td>塔基数量</td><td colspan="2">82基，其中：直线塔28基、转角塔54基</td></tr>
<tr><td>跨越主要河流</td><td colspan="2">无</td></tr>
<tr><td>地形地貌</td><td colspan="2">中山、高山</td></tr>
<tr><td rowspan="7">牦牛山南升压站至月城站220kV线路工程</td><td>线路路径</td><td colspan="2">起于拟建牦牛山220kV南升压站220千伏出线构架，终至扩建月城500kV变电站220千伏电缆进线间隔，采用架空和电缆方式混合建设。</td></tr>
<tr><td>电压等级</td><td colspan="2">220kV</td></tr>
<tr><td>路径长度</td><td colspan="2">线路全长约10km，其中：电缆线路0.50km，架空线路9.50km，曲折系数1.22。</td></tr>
<tr><td>塔基数量</td><td colspan="2">24基，其中：直线塔7基、转角塔17基</td></tr>
<tr><td>跨越主要河流</td><td colspan="2">无</td></tr>
<tr><td>地形地貌</td><td colspan="2">中山、丘陵</td></tr>
<tr><td>电缆敷设方式</td><td colspan="2">本工程电缆线路长0.50km，需新建1.40m×1.35m电缆沟381m。</td></tr>
</table>

二、项目组成及占地情况						
项目		单位	永久占地	临时占地	小计	备注
间隔扩建工程	间隔扩建区域	hm^2	0.03		0.03	间隔扩建区域占地
	小计	hm^2	0.03		0.03	
牦牛山北升压站~南升压站220kV线路工程	塔基占地	hm^2	1.09		1.09	82 基铁塔征地范围
	塔基施工临时占地	hm^2		1.10	1.10	82 基铁塔施工临时占地
	人抬道路占地	hm^2		0.96	0.96	9.60km 人抬道路占地区域。
	牵张场	hm^2		0.24	0.24	6 处牵张场占地区域
	跨越场	hm^2		0.12	0.12	3 处跨越施工场地占地区域
	小　计	hm^2	1.09	2.42	3.51	
牦牛山南升压站至月城站220kV线路工程	塔基占地	hm^2	0.32		0.32	24 基铁塔征地范围
	塔基施工临时占地	hm^2		0.32	0.32	24 基铁塔施工临时占地
	人抬道路占地	hm^2		0.19	0.19	1.90km 人抬道路占地区域。
	牵张场	hm^2		0.08	0.08	2 处牵张场占地区域
	跨越场	hm^2		0.04	0.04	1 处跨越施工场地占地区域
	电缆沟	hm^2		0.39	0.39	381m 电缆沟及施工作业带
	小　计	hm^2	0.32	1.02	1.34	
合计		hm^2	1.44	3.44	4.88	

三、工程土石方量								
项目		单位	土石方工程量（自然方）					
			挖方	填方	调入	调出	余方	备注
间隔扩建工程	扩建场地基础	万 m^3	0.015	0.008			0.007	终端塔摊平处理
	小计	万 m^3	0.015	0.008			0.007	
线路工程	铁塔基础	万 m^3	0.77	0.40			0.37	塔基基面、电缆沟占地区域摊平
	接地沟槽	万 m^3	0.52	0.52			0.00	
	排水沟、堡坎	万 m^3	0.06	0.02			0.04	
	电缆沟	万 m^3	0.26	0.26			0.00	
	小计	万 m^3	1.61	1.20			0.41	
合计		万 m^3	1.63	1.21			0.42	

四、工程拆迁情况		
项目	拆迁房屋面积（m^2）	备注
牦牛山北升压站~南升压站 220kV 线路工程	750	采用货币安置，补偿标准参照项目所在区、县（市）文件执行。
牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路工程	600	
合计	1350	

2.1.2 依托工程

本工程的依托工程主要为牦牛山南升压站、牦牛山北升压站和月城 500kV 变电站。

（1）牦牛山南升压站、牦牛山北升压站

线路起点 1 牦牛山北升压站位于四川省凉山州西昌市巴汝镇境内，线路起点 2 牦牛山南升压站位于四川省凉山州西昌市磨盘乡境内，两座升压站均属于凉山西昌牦牛山风电项目的一个建设子项，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制完成了该风电项目水土保持方案报告书，针对升压站建设过程中水土流失特点，设计了较为完善的水土流失防治措施体系，并于 2024 年 8 月 16 日取得四川省水利厅出具的《凉山西昌牦牛山风电项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决[2024]191 号），目前升压站尚未开工建设。

（2）月城 500kV 变电站

线路终点月城 500kV 变电站位于西昌市佑君镇，月城 500kV 变电站已于 2012 年 8 月竣工投运，月城 500kV 变电站作为西昌 500kV 输变电工程组成部分，于 2007 年 12 月取得《四川省水利厅关于印发西昌 500kV 输变电工程水土保持方案的批复》（川水函[2007]1279 号）；该项目已完成水土保持设施竣工验收，并于 2013 年 11 月 7 日取得《四川省水利厅关于印发西昌 500kV 输变电工程水土保持设施竣工验收鉴定书的函》（川水函[2013]1674 号）。目前，变电站挡土墙、排水沟、护坡等设施运行正常。

图2.1-1 月城变站外护坡、排水沟

2.1.3 项目组成及布置

本工程主要由月城 500kV 变电站 220kV 间隔扩建工程、牦牛山北升压站~南升压站 220kV 线路工程、牦牛山南升压站~月城站 220kV 线路工程三部分组成。

2.1.3.1 月城 500kV 变电站 220kV 间隔扩建工程

（1）变电站概况

月城 500kV 变电站位于西昌市西南面佑君镇（河西乡）站沟村，距市区直线距离约 20km，变电站已于 2012 年 8 月投运。

220 千伏出线：已建：12 回(永郎 3 回，太和 2 回，马鞍山 1 回，攀钢 2 回，西昌南 2 回，鲁基 1 回，黄水 1 回)。220kV 配电装置前期采用户外 GIS 布置。

（2）本期扩建工程

本期扩建月城 500kV 变电站的 2 回 220kV 出线间隔，其中 1 回至牦牛山南 220kV 升压站，另 1 回备用，本期需新上该间隔的全部设备。因站内场地及带电距离受限，本期站内扩建 2 回出线均采用电缆出线方式，变电站 220kV 配电装置朝北出线。其中本期扩建 1 回至牦牛山南升压站出线间隔布置于 220kV 配电装置最西侧，另 1 回备用回路布置于 220kV 配电装置最东侧。

本期扩建工程主要工程量如下：

①在原 220kV 配电装置场地东侧端部间隔和西侧端部间隔新建 GIS 设备基础；

②新建 1.8m×2.0m 电缆隧道 30m；

③拆除及恢复围墙 5m、破坏及恢复碎石地坪 47m^2。

（3）经济技术指标

间隔扩建工程主要技术指标详见下表。

表 2.1-2　月城 500kV 变电站 220kV 间隔扩建工程主要技术指标表

序号	名称		单位	数量	备注
1	站内扩建区域		m^2	278	
2	扩建部分土石方量	挖方(-)	m^3	145	支架基础开挖
		填方(+)	m^3	80	
		余方	m^3	65	外运至站外终端塔摊平处理
3	恢复碎石地坪		m^2	47	150mm 厚
5	围墙	拆除	m	5	
		恢复	m	5	
6	GIS 设备基础		组	2	
7	电缆隧道		m	30	1.8m×2.0m
8	总投资		万元	843	
9	土建投资		万元	17	

2.1.3.2 牦牛山北升压站~南升压站 220kV 线路工程

（1）路径方案

线路从牦牛山北升压站 220kV 构架出线后，在马井子西侧右转向东南方向走线至布沙日木鸠东侧，进而右转继续向南走线，跨越已建 35kV 巴马线和 110kV 樟官线、110kV 马官线后再钻越 500kV 东锦一二线、500kV 西锦三线、西锦一二线，在石觉哈拉左转，经小高山、泥点阿么、马海八甘继续向南方向走线，在石匠槽钻越 500kV 官地-月城一二线、500kV 木里-月城一二线后跨越待建西香高速再钻越 220kV 果石线继续向南走线，最后左转接入牦牛山南升压站 220kV 进线架构。

线路路径全长约 34.0km，曲折系数 1.21，其中 10mm 冰区长约 18.0km，20mm 冰区长约 7km，30mm 冰区约 9km，沿线海拔 1735m～3500m，全线位于西昌市境内。本工程线路路径方案图详见附图 5。

（2）铁塔型式及塔基永久占地面积

本工程共新建铁塔 82 基，其中：直线塔 28 基、转角塔 54 基；根据主体设计资料，结合铁塔所处微地形条件，本工程塔基永久占地面积按（根开+主柱+1m）^{2} 估算，经统计塔基永久占地面积 1.09hm²，占地类型为草地、林地、耕地。

表 2.1-3 本工程铁塔型式、数量及占地面积统计表

项目		分类	塔型	根开（m）	边长（m）	数量（基）	塔基永久占地面积（m^2）
牦牛山北升压站至南升压站220kV线路	10mm	直线塔	2B11-ZMC2	6.96	8.96	3	241
			2B11-ZMC3	7.38	9.38	4	352
			2B11-ZMC4	7.86	9.86	3	292
			2B12-ZMC3	9.29	11.29	1	127
			2B12-ZMC4	9.70	11.70	1	137
	20mm	直线塔	ZB7201	6.98	8.98	2	161
			ZB7202	6.72	8.72	1	76
			ZB7203	7.57	9.57	2	183
			ZB7301	8.44	10.44	1	109
	30mm	直线塔	ZBC8301	8.2	10.20	2	208
			ZBC8301	8.86	10.86	4	472
			ZBC8301	9.52	11.52	3	398
			ZBC8301	10.18	12.18	1	148
	小计					28	2904
	10mm	转角塔	2B12-JC1	7.5	9.50	8	722
			2B12-JC2	8.1	10.10	7	714
			2B12-JC3	10.06	12.06	6	873
			2B12-DJC	10.01	12.21	4	596
	20mm	转角塔	GJ7201	9.241	11.24	4	505
			GJ7201	9.946	11.95	3	428
			GJ7202	10.33	12.53	7	1099
			GJ7202	11.05	13.25	5	878
	30mm	转角塔	JBC8301	11.60	14.00	5	980
			JBC8301	12.50	14.90	5	1200
		小计				54	7995
	合计					82	10899

（3）基础规划与设计

根据工程区水文、地质条件，结合本工程特点，推荐基础型式为挖孔桩基础、板式支柱基础、灌注桩基础。

①挖孔桩基础：挖孔桩基础为原状土基础，主要用于地形坡度较大、地形受限的塔位，利用其可露出地面高度较大的特点来满足塔位地形的要求，减少基础土石方开挖及塔基降方，从而有效生态环境，为本工程的主要基础形式，共 80 基铁塔使用。

②板式直柱基础：对地质条件差，地基承载力低，且地下水丰富，如水田，淤泥等基坑无法深挖的塔基，采用板式基础浅埋，方便施工，本工程共 1 基铁塔使用。

③灌注桩基础：该基础为水下灌注桩，是一种深型基础，用于地下水丰富、地质条件为淤泥、流砂等软弱地基的塔位，本工程共 1 基铁塔使用。

本项目线路所经地段地貌为高山、中山地貌，主体设计中塔基及其施工场地避开了不良地质区域，根据沿线地形地貌特点，铁塔采用高低腿设计和不等高基础组合，最大限度减少平台基面开挖量。

（4）塔基挡墙、排水沟

本线路共设置浆砌石堡坎 128.4m/300m^3、浆砌石排水沟 150m/78m^3。

①浆砌石堡坎

当杆塔位于山包或斜坡，塔位四周或下坡侧为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳，主体设计考虑在堆土的下方修一道挡墙，将土堆放在挡墙内。挡墙采用 M7.5 浆砌石砌筑，高 3.0~4.0m、顶宽 0.6m、底宽 1.5m、基础埋深 1.0m、面坡坡比 1:0.2、背坡垂直。

②浆砌石排水沟

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m 处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），工程无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，线路塔基区永久排水沟执行 2 级标准，按 5 年一遇 10min 降水强度设计。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处。排水沟为矩形断面，具体尺寸为 0.4m×0.4m，安全超高 0.20m。

（5）线路交叉跨越情况

根据现场实际调查了解、结合主体工程收集的资料可知，其主要的交叉跨越有：

表 2.1-4　线路工程主要交叉跨越情况

序号	跨越物	跨越次数	备注
1	500kV 线路	5	钻越
2	220kV 线路	2	220kV 果石线（钻越）、220kV 华润光伏送出（拟建、跨越）
3	110kV 线路	1	封网跨越
4	35kV 线路	1	封网跨越
5	10kV 线路	20	封网跨越
6	380V/220V 线路	30	封网跨越
7	通信线	45	封网跨越
8	高速公路	1	隧道上方
9	国道	1	跨越架
10	县道	2	跨越架
11	乡道	1	
12	乡村公路	21	
13	机耕道	7	

（5）沿线林区情况

本工程新建线路推荐路径沿线植被发育，以冷杉、云杉、高山柏、桦木等树木为主，自然生长高度 18m，线路跨越集中林区长度约 27.0km，线路在考虑树木自然生长高度后按高跨考虑，最大限度减少树木砍伐，以保护生态环境。本工程路径内无一级公益林地、二级公益林地。

（6）主要经济技术指标

表 2.1-5　线路工程主要技术经济指标

<table>
<tr><td>线路名称</td><td colspan="5">牦牛山北升压站至南升压站 220kV 线路</td></tr>
<tr><td>起止点</td><td colspan="5">起于拟建牦牛山 220kV 北升压站 220 千伏出线构架，终至拟建牦牛山 220kV 南升压站 220 千伏进线构架</td></tr>
<tr><td>线路长度</td><td colspan="3">34.0km，单回路架设。</td><td>曲折系数</td><td>1.21</td></tr>
<tr><td>电压等级</td><td colspan="5">220kV</td></tr>
<tr><td>沿线地形</td><td colspan="5">中山、高山</td></tr>
<tr><td>海拔高程</td><td colspan="5">1700m～3500m</td></tr>
<tr><td>地震烈度</td><td colspan="3">8 度</td><td>年平均雷电日</td><td>70 天</td></tr>
<tr><td>主要气象条件</td><td colspan="5">基本设计风速：27m/s、29m/s；导线覆冰：10mm、20mm、30mm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">杆塔用量</td><td>直线塔（基）</td><td>耐张塔（基）</td><td>合计（基）</td><td>平均档距(m)</td><td>平均耐张段长度（m）</td></tr>
<tr><td>28</td><td>54</td><td>82</td><td>395</td><td>700</td></tr>
<tr><td>基础型式</td><td colspan="5">挖孔桩基础、板式支柱基础、灌注桩基础</td></tr>
<tr><td>汽车运距</td><td>20km</td><td colspan="2">平均人力运距</td><td colspan="2">0.7km</td></tr>
<tr><td>房屋拆迁</td><td>6300m²</td><td colspan="2">集中林区长度</td><td colspan="2">27km</td></tr>
</table>

2.1.3.3 牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路工程

（1）路径方案

线路从牦牛山南升压站 220kV 构架出线后，在马海八甘右转向东北方向走线至摩沙沟北侧，先钻越 220kV 果石线后再跨越 35kV 线路和 110kV 线路继续向北走线，在陶家沟南侧跨越西香高速后右转至马槽沟，先后钻越 220kV 月永一二线、500kV 木里-月城一二线以及 220kV 月周三线向右转最终至 500kV 月城变西侧，以电缆方式进入月城变拟建 220kVGIS 电缆间隔。线路全长约 10km，其中：电缆线路 0.50km，架空线路 9.50km，曲折系数 1.21，全线均为 10mm 冰区，沿线海拔 1560~2580m，全线位于西昌市境内。本工程线路路径方案图详见附图 5。

（2）铁塔型式及塔基永久占地面积

本工程共新建铁塔 24 基，其中：直线塔 7 基、转角塔 17 基；根据主体设计资料，结合铁塔所处微地形条件，本工程塔基永久占地面积按（根开+主柱+1m）^{2} 估算，经统计塔基永久占地面积 0.32hm²，塔基施工场地占地面积 0.32hm^2。

表 2.1-6 本工程铁塔型式、数量及占地面积统计表

<table>
<tr><td colspan="2">项目</td><td>分类</td><td>塔型</td><td>根开（m）</td><td>边长（m）</td><td>数量（基）</td><td>塔基永久占地面积（m²）</td></tr>
<tr><td rowspan="9">牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路</td><td rowspan="8">10mm</td><td rowspan="3">直线塔</td><td>220-HH24DA-ZC1</td><td>7.87</td><td>9.87</td><td>3</td><td>292</td></tr>
<tr><td>220-HH24DA-ZC2</td><td>6.56</td><td>8.56</td><td>1</td><td>73</td></tr>
<tr><td>220-HH24DA-ZC3</td><td>8.96</td><td>10.96</td><td>3</td><td>360</td></tr>
<tr><td rowspan="5">转角塔</td><td>220-HH24DA-JC1</td><td>9.384</td><td>11.38</td><td>6</td><td>778</td></tr>
<tr><td>220-HH24DA-JC2</td><td>10.481</td><td>12.68</td><td>5</td><td>804</td></tr>
<tr><td>220-HH24DA-JC3</td><td>9.98</td><td>12.38</td><td>3</td><td>460</td></tr>
<tr><td>220-HH35DA-JC2</td><td>10.021</td><td>12.22</td><td>1</td><td>149</td></tr>
<tr><td>220-HH24DA-DJC</td><td>8.752</td><td>10.75</td><td>2</td><td>241</td></tr>
<tr><td colspan="3">小计</td><td></td><td></td><td>24</td><td>3157</td></tr>
</table>

（3）基础规划与设计

根据工程区水文、地质条件，结合本工程特点，推荐基础型式为挖孔桩基础、板式支柱基础、灌注桩基础。

①挖孔桩基础：挖孔桩基础为原状土基础，主要用于地形坡度较大、地形受限的塔位，利用其可露出地面高度较大的特点来满足塔位地形的要求，减少基础土石方开挖及塔基降方，从而有效生态环境，为本工程的主要基础形式，共 21 基铁塔使用。

②板式直柱基础：对地质条件差，地基承载力低，且地下水丰富，如水田，淤泥等基坑无法深挖的塔基，采用板式基础浅埋，方便施工，本工程共 1 基铁塔使用。

③灌注桩基础：该基础为水下灌注桩，是一种深型基础，用于地下水丰富、地质条件为淤泥、流砂等软弱地基的塔位，本工程共 2 基铁塔使用。

本项目线路所经地段地貌为中山、丘陵地貌，主体设计中塔基及其施工场地避开了不良地质区域，根据沿线地形地貌特点，铁塔采用高低腿设计和不等高基础组合，最大限度减少平台基面开挖量。

（4）塔基挡墙护坡及排水沟

本线路共设置浆砌石堡坎 42.8m/100m^3、浆砌石排水沟 80m/42m^3。

①浆砌石堡坎：当杆塔位于山包或斜坡，塔位四周或下坡侧为陡坡时，降底基面与基坑开挖的土石方无法就地堆稳，主体设计考虑在堆土的下方修一道挡墙，将土堆放在挡墙内。挡墙采用 M7.5 浆砌石砌筑，高 3.0~4.0m、顶宽 0.6m、底宽 1.5m、基础埋深 1.0m、面坡坡比 1:0.2、背坡垂直。

②浆砌石排水沟：为为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m 处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），工程无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，线路塔基区永久排水沟执行 2 级标准，按 5 年一遇 10min 降水强度设计。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处。排水沟为矩形断面，具体尺寸为 0.4m×0.4m，安全超高 0.20m。

（5）线路交叉跨越情况

根据现场实际调查了解、结合主体工程收集的资料可知，其主要的交叉跨越有：

表 2.1-7 线路工程主要交叉跨越情况

序号	被跨越物	跨越次数	备注
1	500kV 线路	3	500kV 木月一二线、500kV 官月城一二线、500kV 月锦一二线（钻越）
2	220kV 线路	4	220kV 果石线（钻越）、220kV 月永一二线（钻越）、220kV 月周三线（钻越）
3	110kV 线路	1	封网跨越
4	35 千伏线路	10	封网跨越
5	10 千伏线路	15	封网跨越
6	通信线缆	20	封网跨越
7	高速公路	1	西香高速（待建）
8	县道	1	跨越架
9	乡村公路	7	
10	机耕道	1	
11	大棚	5	

（6）沿线林区情况

本工程新建线路推荐路径沿线植被发育，以冷杉、云杉、高山柏、桦木等树木为主，自然生长高度 18m，线路跨越集中林区长度约 2.0km，线路在考虑树木自然生长高度后按高跨考虑，最大限度减少树木砍伐，以保护生态环境。本工程路径内无一级公益林地、二级公益林地。

（7）电缆建设规模及敷设方式

本工程电缆线路长 0.50km，需新建 1.40m×1.35m 电缆沟 381m，断面形式采用《国家电网公司输变电工程通用设计-电缆线路分册》（2017 年版）C-4-08 模块，电缆沟净空尺寸 B×H 为 1.40m×1.35m，覆土厚度 0.5m。电缆沟槽开挖深度为 2.25m，采用 1:0.5 放坡开挖，电缆沟开挖区域宽度按 4.35m 计，不临道路一侧预留 6.0m 宽作业带，电缆沟临时占地面积 0.39hm^2。

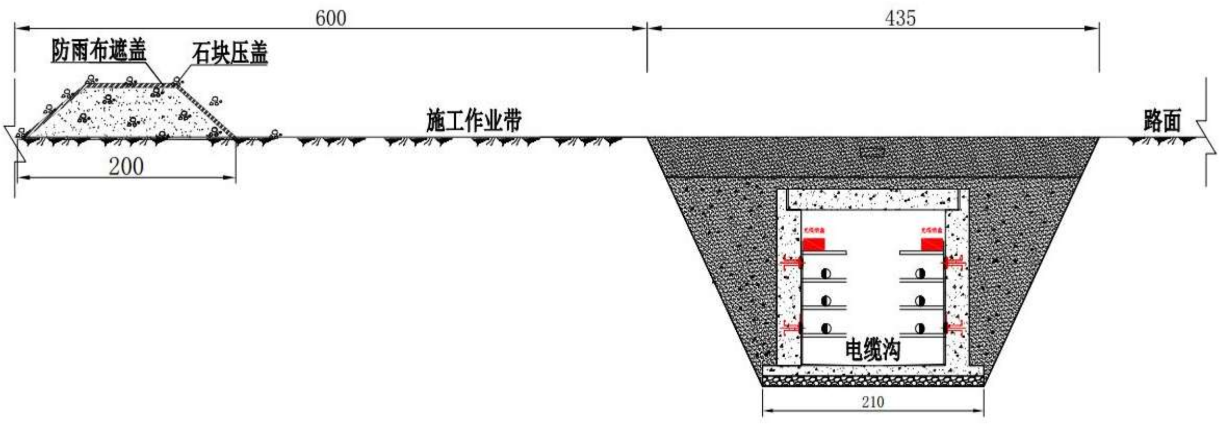


图 2.1-2 电缆沟及施工作业带布置图

（8）主要经济技术指标

表 2.1-8 线路工程主要技术经济指标

线路名称	牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路工程				
起止点	起于拟建牦牛山 220kV 南升压站 220 千伏出线构架，终至扩建月城 500kV 变电站 220 千伏电缆进线间隔				
线路长度	10.0km 其中：电缆线路 0.50km，架空线路 9.50km，单回路架设。			曲折系数	1.21
电压等级	220kV				
沿线地形	中山、丘陵				
沿线地质	岩石 70%，松砂石 20%，普通土 10%				
海拔高程	1500m～2600m				
地震烈度	8 度			年平均雷电日	70 天
主要气象条件	基本设计风速：27m/s；导线覆冰：10mm				
杆塔用量	直线塔（基）	耐张塔（基）	合计（基）	平均档距(m)	平均耐张段长度（m）
	7	17	24	360	600
基础型式	挖孔桩基础、板式支柱基础、灌注桩基础				
电缆通道长度	0.50km，新建电缆沟 381m。				
汽车运距	20km	平均人力运距	1.4km		
房屋拆迁	6300m^2	集中林区长度	2km		

2.2 施工组织

2.2.1 施工生产区和生活区布置

2.2.1.1 间隔扩建工程

根据主体设计资料，结合现场踏勘情况，本期扩建工程需在站外租用硬化场 667m^2 地用作材料堆码，租用的硬化场地无新增地表扰动情况，故该区域占地不纳入本工程防治责任范围；扩建工程施工生活区采用租用当地现有民房即可解决。

图2. 2-1 拟租用场地现状

2.2.1.2 塔基施工临时占地

为满足施工期间放置器材、材料、临时堆放开挖土石方、混凝土加工场及组塔施工场地等。本工程每处塔基都布设一处塔基施工场地，共布置 106 处。

本项目单回路塔基施工区临时占地按（根开+7m）^{2}-永久占地估算。经估算，本工

程每处塔基施工临时占地介于 115m²~158m²之间，总占地面积为 1.42hm²。

2.2.1.3 牵张场设置

为满足施工放线需要，沿线设置牵张场，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。

根据主体设计资料，本工程需设置牵张场 8 处，每处场地面积约 400m^2，总占地面积为 0.32hm^2。

2.2.1.4 跨越施工临时占地

（1）跨越配电线路：根据主体设计，线路沿线遇 10kV~110kV 配电线路时，均采用悬索封网跨越，不需设置跨越施工场地。

（2）跨越公路：线路在跨越车流量较大的国道、县道高等级公路时，在道路两侧搭脚手架，然后导线从脚手架上方通过，同时用牵张机进行放线，跨越其他道路不设跨越场地。本工程需设置约 4 处道路跨越施工场地。

综上所述，本工程需设置 4 处跨越施工场地，每处占地 400m^2，临时占地面积约 0.16hm^2。

2.2.1.5 电缆沟施工作业带

因电缆沟主要沿机耕道布设，根据电缆沟所处位置，不临道路一侧预留 6.0m 宽作业带，本工程新建电缆沟长度为 381m，施工作业带占地面积合计 0.23hm^2。

2.2.1.6 材料站设置

线路工程拟设集中材料站以满足线路的施工材料供应要求，材料站租用项目区现有院坝或者硬化场地，不另占地，根据本项目线路分布及走向，共租用一处材料站，使用完后，拆除搭建的临时棚库，交还业主，不新增水土流失，该面积不计入本方案工程建设区内。

2.2.1.7 生活区布置

线路工程施工呈点状分布，每点施工周期短，加上土石方施工基本由当地民工承担，专业施工人员少，生活区租用每处所到地（乡镇）现有民房即可解决，不新增水土流失，因此租用当地民房作为生活区的面积不计入本方案建设区内。

2.2.2 施工道路

2.2.2.1 现状交通条件

本工程线路位于四川省凉山州西昌市境内，根据线路路径走向，线路沿线路网发达，各等级道路纵横交错，区域交通条件较好。根据主体设计资料，本工程不采用机械化施

工，线路工程周边分布有 G348 国道、县道、乡道及各级乡村道路，不需新建汽运道路。

2.2.2.2 施工临时道路

（1）汽运道路

本工程线路主要沿风电场进场道路、现有乡村道路和防火通道走线，已有道路满足运输要求，不进行改扩建；本项目采取人抬道路进行运输，不设置汽运道路。综上，本项目不新建、改扩建汽运道路。

（2）人抬道路

本工程建设时，建筑材料、杆塔材料等需要往塔基场地运输，外部运输到距离塔基场地最近处后由人抬的方式进行运输。这些人抬道路属于施工临时道路，根据线路的地形、地貌的情况不同，每个塔基的人抬道路长度也不尽相同。施工期间，应采用彩条旗对人抬道路两侧进行限界，严格控制扰动范围。

根据主体工程设计，人抬道路主要分布在无现有道路到达塔位的区段，农耕区域利用现有道路。

经统计，本工程需新建人抬道路约 11.50km，规划人抬道路宽度 1.0m，人抬道路属于临时占地，占地面积 1.15hm^2。

2.2.3 施工用水、用电

（1）间隔扩建工程

根据主体设计，施工供水水源采用变电站现有水源；施工用电电源就近引自变电站站用电源。

（2）线路工程

线路施工时可取用沿线河道水、沟道水，用电可搭接沿线乡镇供电网络或使用柴油机发电。施工期间针对施工人员的生活供水、供电，一般均在附近居民点租用房屋作为施工人员临时住宿所用，其所用水、电由原居民点供水、供电系统提供。

2.2.4 取土（石、砂）场

工程所用的砂、石料等均在当地购买商品料，并在合同中明确水土流失防治责任由料场销售商负责。本工程不设置单独的取土（石、料）场，减少了新增水土流失。

2.2.5 弃土（石、渣）场

本项目余土主要来自塔基基坑，本项目全部采用挖孔桩基础，单基余方结合塔位所处地形条件，本方案处理余土方式为就地摊平压实，不设置弃渣场。本项目平均每基铁

塔余土 40m³，就地平摊余土堆放高度为 30cm 左右，堆土体高度较小，不影响塔腿保护帽外露，坡地塔位应严格将余土摊平于堡坎防护范围之内，土体压实后能够保持稳定。

2.2.6 施工方法与工艺

2.2.6.1 间隔扩建工程

间隔扩建工程水土流失主要产生在土建施工阶段。

土建工程施工主要包括：场地清理——建构筑物基础——建构筑物上部结构、建筑装修——道路面层及站区零星土建收尾。站区土石方工程考虑采用机械开挖和人工挖土修边相结合方式。土石方工程基础均采用机械开挖、回填，人工辅助的方式。

2.2.6.2 线路工程

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及调整几个阶段。对水土保持影响较大的是施工准备、基础施工两个阶段。

（1）施工准备

施工准备阶段主要工作内容为：场地清理，塔基开挖区表土剥离，设置施工场地等。

在剥离表土前，对开挖区域及后期余土占压区域内的杂草、树木等有碍物进行彻底清除，然后采用人工进行开挖，先把表层土按预定厚度剥离，单独堆放在塔基施工临时占地区一侧，需用防雨布遮盖，避免地表径流冲刷使土壤大量流失。

（2）基础施工

①挖孔桩基础

施工时序：场地整平→放线、定桩位→挖第一节桩孔土方→绑扎钢筋→支模→浇筑砼→浇筑坑口砼地坪→校核标高及桩位十字轴线→安装土方吊运设备→拆上节模板→挖第二节桩孔土方→修整桩孔土壁→校核桩孔垂直度和直径→绑扎钢筋→支模→浇筑砼→依次循环作业至设计深度→清理持力层→排除积水→隐验→接下道工序施工。

②板柱基础施工

基础开挖—钢筋模板安装—混凝土浇筑—养护。

④开挖接地槽：对位于附近人口稀少的塔位，接地沟开挖可不形成封闭环形（允许断开一点），以避免垂直方向开挖接地槽而形成冲沟。

⑤开挖排水沟：在主体中设计有开挖排水沟的塔基区，将排水沟开挖产生的余土堆放在塔基施工临时占地区，进行临时防护，减少水土流失。

（3）组塔：当塔基础混凝土强度达到设计值的 70%以上后，便可在塔位上组装铁塔组件成塔。本阶段在塔基区仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装，在搬运过

程中对地面略有扰动，造成的水土流失轻微。

（4）放紧线和附件安装：架线主要采取张力放线，首先将导线穿过铁塔挂线处，然后用牵张机以张力牵放的方法进行牵张。牵张场使用时间多在 10d～15d，应选择场地平整工作量小、费用低的地方，相应对水土流失的影响也较小。本工程铁塔架线采用高跨，可减少树木的砍伐

（5）跨越施工

跨越施工工艺流程有：调查勘测→确定方案→提出申请→跨越架搭设→跨越施工→安全措施→拆除跨越架、场地恢复。

本工程跨越国道、县道时采用搭设全封闭式跨越架，跨越架中心应在新建线路中心线上，其架顶宽度应超出新建线路两边线各≥1.5m，且应满足跨越架与电力线路的最小安全距离。施工完成后拆除支架，本施工工艺将对地表植被产生一定程度破坏，容易引发水土流失。

2.3 工程占地

根据主体设计资料结合现场调查，经水土保持分析补充后，本工程总占地面积为 4.88hm^2，按占地性质划分，永久占地 1.44hm^2，临时占地 3.44hm^2；按土地利用现状划分，占用耕地 0.78hm^2，林地 1.63hm^2，草地 2.43hm^2、交通运输用地 0.01hm^2、公共管理与公共服务用地 0.03hm^2。工程占地面积及占地类型见表 2.3-1。

表 2.3-1 本工程占地面积及类型统计表

项目		占地类型及面积（hm^2）						占地性质（hm^2）		
		耕地	林地	草地	交通运输用地	公共管理与公共服务用地	合计	永久占地	临时占地	合计
间隔扩建工程						0.03	0.03	0.03		0.03
牦牛山北升压站至南升压站220kV线路	塔基占地	0.15	0.67	0.27			1.09	1.09		1.09
	塔基施工临时占地	0.15	0.68	0.27			1.10		1.10	1.10
	人抬道路占地			0.96			0.96		0.96	0.96
	牵张场			0.24			0.24		0.24	0.24
	跨越场			0.12			0.12		0.12	0.12
	小　计	0.30	1.35	1.86			3.51	1.09	2.42	3.51
牦牛山南升压站至月城站220kV线路	塔基占地	0.05	0.14	0.13			0.32	0.32		0.32
	塔基施工临时占地	0.05	0.14	0.13			0.32		0.32	0.32
	人抬道路占地			0.19			0.19		0.19	0.19
	牵张场			0.08			0.08		0.08	0.08
	跨越场			0.04			0.04		0.04	0.04
	电缆沟	0.38		0	0.01		0.39		0.39	0.39
	小　计	0.48	0.28	0.57	0.01	0.00	1.34	0.32	1.02	1.34
合计		0.78	1.63	2.43	0.01	0.03	4.88	1.44	3.44	4.88

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土平衡分析

2.4.1.1 表土资源调查

根据项目区土地利用类型、立地条件分析，耕地表土剥离厚度为 30cm，林地和草地表土剥离厚度约为 20cm。项目区表土资源调查情况详见下表：

表 2.4-1　项目区表土资源调查情况统计表

表土调查剖面 1		表土调查剖面 2	
位置	牦牛山南升压站至月城站 N13 塔位附近	位置	牦牛山北升压站至牦牛山南升压站 N84 塔位附近
占地类型	草地	占地类型	林地
海拔（m）	1744	海拔（m）	2152
表土平均厚度（cm）	20	表土平均厚度（cm）	20
			
表土调查剖面 3		表土调查剖面 4	
位置	牦牛山北升压站至牦牛山南升压站 N71 塔位附近	位置	牦牛山北升压站至牦牛山南升压站 N14 塔位附近
占地类型	耕地	占地类型	林地
海拔（m）	1871	海拔（m）	3047
表土平均厚度（cm）	30	表土平均厚度（cm）	20
			

2.4.1.2 可剥离表土量分析

根据同类工程现场施工经验，结合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，临时占地范围内扰动深度小于 20cm 的表土可不剥离，宜采取铺垫等保护措施。根据工程施工扰动区域、土地利用类型、立地条件分析，本工程区内

可剥离表土区域的面积为 3.53hm^2，可剥离表土量为 0.79 万 m^3。

2.4.1.3 表土保护量分析

本工程施工临时占地均为占压扰动，主要采用隔离措施对地表进行保护，考虑到电缆沟施工作业带需要平铺余土，本方案设计施工作业带也进行表土剥离。经统计分析，本工程可剥离的表土量为 0.79 万 m^3，表土保护量为 0.79 万 m^3，其中：表土隔离保护 0.37 万 m^3、表土剥离保护 0.42 万 m^3。本工程可剥离表土统计见表 2.4-3。

表 2.4-2　本工程可剥离表土分析表

项目	占地类型	可剥离面积（hm²）	剥离厚度（cm）	表土资源量(万m³)	表土保护量			
					剥离保护		隔离保护	
					面积（hm²）	数量（m³）	面积（hm²）	数量（m³）
塔基占地	耕地	0.20	30	0.06	0.20	0.06		
	林地	0.81	20	0.16	0.81	0.16		
	草地	0.40	20	0.08	0.39	0.08		
	小计	1.41		0.30	1.40	0.30	0.00	
塔基施工临时占地	耕地	0.20	30	0.06			0.20	0.06
	林地	0.82	20	0.17			0.83	0.17
	草地	0.40	20	0.08			0.40	0.08
	小计	1.42		0.31	0.00	0.00	1.43	0.31
牵张场占地	草地	0.32	20	0.06			0.32	0.06
电缆沟	耕地	0.38	30	0.12	0.38	0.12	0.00	0.00
	小计	0.38		0.12	0.38	0.12	0.00	0.00
合计		3.53		0.79	1.78	0.42	1.75	0.37

本方案考虑按就近集中统一堆放原则，各塔基剥离表土堆放于塔基施工场地占地区域一侧，电缆沟的表土堆存于施工作业带一侧，减少运输和新增扰动占地。表土堆存期间，设置临时拦挡、遮盖措施等。

2.4.1.4 表土平衡分析

根据可剥离表土量和表土保护量分析，本工程区内实际剥离表土面积为 1.78hm^2，剥离方量为 0.42 万 m^3，剥离的表土将全部用于工程区后期绿化和土地整治回覆，项目区表土资源可得到保护和合理利用。本工程需要覆土的区域主要为电缆沟占地区域、塔基永久占地区域，面积约为 1.73hm^2，覆土厚度为 20cm~32cm，绿化覆土共计 0.42 万 m^3。本工程表土供需平衡详见表 2.4-3。

表 2.4-3　　表土平衡分析表

项目	占地类型	剥离表土			表土回覆		
		厚度（cm）	面积（hm²）	数量（m³）	厚度（cm）	面积（hm²）	数量（m³）
塔基占地	耕地	30	0.20	600	32	0.19	600
	林地	20	0.81	1600	21	0.78	1600
	草地	20	0.39	800	21	0.38	800
	小计		1.40	3000		1.35	3000
电缆沟	耕地	30	0.38	1200	30	0.38	1200
	小计		0.38	1200		0.38	1200
合计			1.78	4200		1.73	4200

2.4.2 土石方平衡分析

经统计，本工程土石方总开挖 1.63 万 m^3（其中表土剥离 0.42 万 m^3），回填 1.21 万 m^3（其中表土利用方 0.42 万 m^3），产生余方 0.42 万 m^3（折合松方 0.54 万 m^3）。

（1）间隔扩建工程：间隔扩建工程土石方开挖 0.015 万 m^3，回填 0.008 万 m^3，调运 0.007 万 m^3 至站外终端塔占地范围摊平处理。

（2）线路工程：线路工程土石方总开挖 1.61 万 m^3（其中表土剥离 0.42 万 m^3），回填 1.20 万 m^3（其中表土利用方 0.42 万 m^3），产生余方 0.41 万 m^3（折合松方 0.53 万 m^3），均在塔基占地范围内摊平处理。本线路工程平均每基塔基回填余土 40m³，平均每基铁塔可摊平余土的面积为 123m^2，由此推算余土平均堆放高度为 30cm 左右，堆土体高度较小，坡地塔位应严格将余土摊平于堡坎防护范围之内，土体压实后能够保持稳定。

本工程土石方平衡分析详见表 2.4-4。

表 2.4-4　土石方平衡及流向表　　单位：万 m^3

项目分项		开挖			回填			调入		调出		弃土	
		表土剥离	一般土石方	小计	表土利用	一般土石方	小计	数量	来源	数量	去向	数量	去向
扩建构架物基础			0.015	0.015		0.008	0.008					0.007	终端塔摊平处理
线路工程	铁塔基础	0.30	0.47	0.77	0.30	0.10	0.40					0.37	塔基占地范围内平摊
	接地沟槽		0.52	0.52		0.52	0.52						
	排水沟、堡坎		0.06	0.06		0.02	0.02					0.04	
	电缆沟	0.12	0.14	0.26	0.12	0.14	0.26						
	小计	0.42	1.19	1.61	0.42	0.78	1.20					0.41	
合计		0.42	1.21	1.625	0.42	0.79	1.208					0.417	

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

2.5.1 拆迁（移民）安置

根据主体设计资料，结合现场调查情况，牦牛山北升压站至南升压站 220kV 线路拆迁房屋 3 户，拆迁面积 750m^2；牦牛山南升压站至月城站 220kV 线路拆迁房屋 2 户，拆迁面积 600m^2，拆迁安置费用由建设单位一次性货币补偿当地政府后，由地方政府负责落实移民的安置问题，并负责拆迁区域的场地清理工作，补偿标准参照西昌市相关文件执行，拆迁安置区域不纳入本工程防治责任范围。

2.5.2 专项设施改（迁）建

根据主体设计资料，本工程不涉及专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

本工程计划于 2025 年 4 月～2025 年 12 月底实施，总工期 9 个月。

本工程土建施工无法避开雨季，土建施工应避开雨天，减少因降水冲刷而增加的水土流失量。工期详见表 2.6-1。

表 2.6-1　　主体工程施工总进度表

项目		2025 年								
		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
间隔扩建工程	施工准备									
	土建施工									
	安装调试									
线路工程	施工准备									
	基础工程									
	杆塔工程									
	架线									
	金具安装									
	消缺									

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

线路路径沿线海拔高程 1549m～3500m，高差 20m～300m，地貌主要为高山、中山、丘陵地貌。线路塔位微地形坡度较缓，一般在 10°~25°，沿线主要为林地、草地，部分塔位位于耕地。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造及地层岩性

（1）地质构造

拟建线路工程所在构造单元是属于康滇前陆隆起带，线路工程路径区域内的全新世断层为则木河断裂，距离线路最短距离大于 5km，与拟建工程距离较远，拟建区域属构造活动相对稳定地段，区域稳定性较好，适宜工程建设。

（2）地层岩性

根据岩土工程勘察报告和区域地质资料，线路沿线地层较简单，场地地层主要由第四系、三叠纪、二叠纪地层组成，零星分布有古元古代地层，分述如下：

（1）第四系地层

①（Q_4^{el+dl}）粉质黏土：黄褐、红褐色，可塑-硬塑，无摇振反应，干强度及韧性中等，稍有光泽反应；该层厚度一般在 1m 左右，全线分布。

（2）三叠纪地层

②（γo 15）斜长花岗岩、花岗闪长岩：主要分布在第一段线路中的 J1-J6、J31-J38 和第二段线路中的 J1-J5。

③（γm15）二长花岗岩：主要分布在第一段线路中的 J28-J31 和第二段线路中的 J6-J10。

④（T）粉砂岩、泥岩、泥灰岩：主要分布在第一段中的 J7-J15。

（3）二叠纪地层

⑥（$P_2\beta$）凝灰质砂岩:主要分布在第一段中的 J6-J7、J28-J30 和第二段中 J10-月城 500kV 变。

2.7.2.2 地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016 年版和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），拟建线路工程区地震动峰值加速度值为 0.20g~0.30g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组属于第三组。

2.7.2.3 水文地质条件

线路区域根据地下水赋存条件、水理性质及水力特征，地下水类型可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水。

（1）松散岩类孔隙水：主要表现为潜水或上层滞水，主要赋存于山地、丘陵的强风化岩层中，主要接受大气降水和地表渗流补给，向低洼地段排泄，也通过蒸发作用进入大气层，水量较小。近月城 500kV 变电站 1km 段地下水埋深 1.0~3.5m 不等，季节性变幅±1.0m。地下水对基础施工有较大的影响，施工中须采取必要的抽排水与基坑支护措施。其余段孔隙水埋深一般超过 10m，对基础及施工均无影响。

（2）基岩裂隙水：主要为构造裂隙水，主要在各类岩层深部构造内，受褶皱、断裂构造影响，主要赋存于宽缓背斜、向斜核部、切割剧烈的低中山等区域，该类地下水主要接受大气降水和地表渗流补给，一般埋藏深，对塔杆基础及开挖无影响。

2.7.2.4 不良地质情况

线路附近地质条件复杂、地形起伏大，崩塌、滑坡、泥石流等不良地质灾害发育。

（1）滑坡及不稳定斜坡

受风化剥蚀作用影响，路径区岩体较破碎，近坡脚覆盖层厚度较大，加之人工开挖边坡、暴雨等因素的影响，容易诱发滑坡的发生。

（2）崩塌及危岩

沿线崩塌主要存在于灰岩、白云岩及变质砂岩等硬质岩石分布区域，受构造作用、差异风化及河水下切等因素的影响，该类岩层更易形成大规模的崩塌体或危岩。线路工程大部分情况下选择在山脊等地势较高处立塔，已避让崩塌或危岩影响范围。

（3）泥石流

沿线泥石流多为暴雨型、沟谷型泥石流。由于强烈的物理风化作用叠加岩性及构造因素，山体斜坡及坡脚堆积体土层较疏松，部分地段坡体上部汇水面积大，地面坡度陡，沟槽坡降大，为冲沟、泥石流的形成创造了较丰富物质来源和地形条件。在暴雨季节，容易产生泥石流及诱发灾害。

主体设计人员在线路选线时对以上不良地质作用均采取了避让措施。

2.7.3 气象

本工程位于凉山州西昌市，西昌市属亚热带高原性季风气候区。其气象特征具有夏秋多雨，冬季多风，雨旱(雨季)分明，日温差大，年温差小，少冰雪，多日照，冬暖夏凉，冷热适度的特点，素有“四季无寒暑”之称。

据西昌市气象站多年气象观测资料，多年平均气温 16.9℃，极端最高气温 39.7℃，极端最低气温-3.8℃，≧10℃积温 3246.60℃；多年平均降水量 1013.5mm，集中在 5~10 月，多年平均蒸发量为 1945mm，无霜期为 280d，年平均日照时数 2431.40 小时，年平均相对湿度 62%，多年平均风速 1.9m/s，瞬时最大风速 31.60m/s，主导风向为 N。

主要气象特征值见表 2.7-1。

表 2.7-1 工程所在区域参证气象站气象特征值统计表

项目		西昌市
气温（℃）	多年平均气温	16.9
	≥10℃积温	3246.60
降水量（mm）	多年平均降水量	1013.5
	5 年一遇 10min 短历时暴雨值	15.0
	5 年一遇 1h 暴雨值	39.0
	5 年一遇 6h 暴雨值	78.0
	5 年一遇 24h 暴雨值	83.2
	10 年一遇 1h 暴雨值	47.7
	10 年一遇 6h 暴雨值	94.4
	10 年一遇 24h 暴雨值	99.5
	20 年一遇 1h 暴雨值	55.8
	20 年一遇 6h 暴雨值	110.1
	20 年一遇 24h 暴雨值	115.7
相对湿度（%）	年平均相对湿度	62
风	年平均风速（m/s）	1.9
	大风日数（d）	10.8
	主导风向	N
其它	年平均蒸发量（mm）	1945
	年平均无霜日数（d）	280

注：暴雨特征值参考《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》计算得出。

2.7.4 水文

本工程所在区域属雅砻江水系，项目区内主要流经河流为安宁河。

安宁河系雅砻江下游左岸一级支流，发源于冕宁县东小相岭记牌山，有东西两源，东源苗冲河，西源北茎河，两源在冕宁县大桥乡处汇合后始称安宁河，干流由北向南流经冕宁、西昌、德昌、米易四县市，于米易县得石乡注入雅砻江，河长 326km，流域面积 11150km^2，平均比降 3.1‰。

本工程线路沿线需跨越破石头沟、长村沟、保城河等河流，跨越河段均不通航，均可以利用两岸山坡一档高跨，跨河塔位不受河流 30 年一遇设计洪水和未来 30 年河道演变影响，初选跨河塔位也已避开相应河道管理范围红线。

2.7.5 土壤

西昌市土壤属川西南山地湿润亚热带森林土壤区，黄壤系该县地带性土壤。

全市土壤为 9 个土类，20 个亚类，51 个土种，按类型分为：水稻土 0.70%，冲积土 0.20%，紫色土 8.10%，黄壤 48.90%，红壤 5.70%，黄棕壤 15.00%，暗棕壤 9.50%，亚高山草甸土 6.60%，石灰岩土 0.30%，水面和难利用地 5.00%。由于县境内地势高低悬殊，土壤垂直分布带十分明显，其分布规律为：600m~1600m 为山地黄壤，1601m~2000m 为山地黄棕壤，2001m~2200m 为山地棕壤，2201m~2500m 为山地灰棕壤，2501m~3500m 为山地棕色灰化土，3501m~4000m 为高山草甸土。

本工程线路海拔高程位于 1500m~3500m 之间，根据对项目区土壤类型的调查，主要分布的土壤类型有山地黄壤、山地黄棕壤、山地棕壤、灰棕壤土、山地棕色灰化土，项目区内未形成草甸层，无高山草甸土分布。

工程所经区域表层土厚度约 20cm~30cm 不等，可剥离表土区域主要为工程占用的耕地、林地、草地。经统计分析，本工程可剥离表土面积约 3.54hm^2，可剥离的表土量为 0.79 万 m^3。

2.7.6 植被

西昌市森林植被属中国西部亚热带高山高原季风气候区的常绿针叶、阔叶林类型，全市林草覆盖率为 51.50%。由于市辖区山地林区自然条件复杂，地形高差悬殊，植被依海拔升高，演替成不同层次的带谱。

项目区植被类型属于川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带-川西南山地偏干性常绿阔叶林亚带-川西南河谷山原植被地区-金沙江下游安宁河植被小区。本工程线路沿线海拔介于 1500m～3500m 之间，根据收集的基础资料分析，线路沿线自然植被以冷杉林，

冷、云杉混交林以及黄背栎林等灌丛为主，局部地区分布有川滇冷杉、油麦吊杉混迹林，代表性物种有箭竹、杜鹃、矮高山栎、矮杨梅、三颗针、乌饭果、川滇金丝桃、芸香草、黄茅、旱茅、高羊茅、披碱草、蒿草、结缕草等。

据调查，线路通过的区域林草覆盖率为45%～60%。

2.7.7 水土保持敏感区调查

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属水力侵蚀类型区（I）-Ⅶ（西南岩溶区）-Ⅶ-2（滇北及川西南高山峡谷区）-Ⅶ-2-1tz（川西南高山峡谷保土减灾区），水土流失类型以轻度水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值约为 1672t/（km^2·a），容许土壤流失量为500t/（km2·a）。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复核划分成果》(办水保[2013]188号)、四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函[2017]482号），工程所在的西昌市属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，此外本工程不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选线水土保持评价

3.1.1 与水土保持法符合性分析

根据《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日实施）规定，进行项目与水土保持法符合性对照分析，结果详见表 3.1-1。

表 3.1-1 工程与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

序号	约束性条件	本工程情况	分析评价
1	第二十条：禁止在 25 度以上陡坡地开垦种植农作物	本工程不属农林开发项目，同时迹地恢复不在 25 度以上陡坡地开垦种植农作物，符合要求。	符合要求
2	第二十一条：禁止毁林、毁草开垦和采集发菜。禁止在水土流失重点预防区和重点治理区铲草皮、挖树兜或者滥挖虫草、甘草、麻黄等	本工程不涉及。	符合要求
3	第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防和重点治理区，无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失	本工程所在区域涉及国家级水土流失重点治理区，本方案将按西南岩溶区一级标准防治，优化施工工艺，提高目标值，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、治理措施以减小因工程建设带来的不利影响。	符合要求
4	第二十五条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应该编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土方案，采取水土流失预防和治理措施	建设单位已委托我公司开展本工程的水土保持方案编制工作。	符合要求
5	第二十六条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的，生产建设项目不得开工建设	建设单位已委托编制水土保持方案，项目将在水土保持方案经水行政主管部门批准后开工建设。	符合要求
6	第三十二条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理	工程建设将损坏水土保持设施，本方案将计列水土保持补偿费，由建设单位缴纳，专项用于水土流失预防和治理。	符合要求
综上分析，本工程符合水保法的相关规定			

3.1.2 与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），结合本项目建设特征和区域现状，本项目与规范的符合性分析见表 3.1-2。

表 3.1-2 工程与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

项目	规范所列约束性规定	本工程情况	分析评价
3.2.1	主体工程选线应避让： 1、水土流失重点预防区和重点治理区； 2、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带； 3、全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	本工程涉及国家级水土流失重点治理区；此外，工程选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周围的植物保护带；项目沿线占地范围内没有监测站、试验站和观测站	优化施工工艺、提高防治标准后，工程选线能满足约束性规定
3.2.2	应符合下列规定： 1、山丘区输电工程塔基采用不等高基础，经过林区的应采用加高杆塔跨越方式； 2、对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目，建设方案应符合下列规定：①应优化方案，减少工程占地和土石方量。②截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级；③提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个～2 个百分点。	1、主体设计全线采用高低腿设计，通过林区均采用高塔跨越； 2、本工程涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区；①主体设计全线采用高低腿设计，不存在施工基面开挖，有效减少了工程占地和土石方量；②主体工程定位时避开了汇水面较大区域；③本方案将林草覆盖率提高 2 个百分点。	
3.3	西南岩溶区应符合下列规定： ①弃土（石、渣）场应注重防洪排水、拦挡措施； ②江河上游水源涵养区应采取水源涵养措施。	①、②均不涉及。	符合规定

3.1.3 与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

表 3.1-3　　与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

序号	约束性条件	相符性分析	分析结果
1	第二十五条：国务院水行政主管部门加强长江流域河道、湖泊保护工作。长江流域县级以上地方人民政府负责划定河道、湖泊管理范围，并向社会公告，实行严格的河湖保护，禁止非法侵占河湖水域。	本项目不占用河道、湖泊管理范围	符合
2	第六十一条：禁止在长江流域水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的，应当经科学论证，并依法办理审批手续。	本项目所在区域不属于水土流失严重、生态脆弱的地区	符合

3.1.4 分析结果

（1）水土流失重点预防区和治理区

本工程无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，主体设计主要通过采用塔基高低腿、挖孔桩基础减少工程土石方和扰动地表面积。本方案结合现场调查情况，将林草覆盖率提高 2 个百分点。

（2）其他水土保持敏感区

结合上述本项目对《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》相关限制性规定的分析，本工程选线不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；项目区不属于水土流失严重、生态脆弱的地区，不占用河道、湖泊管理范围。。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

（1）本期扩建工程均在原月城变电站征地红线内进行，不改变站区总体布置，余方全部运至终端塔进行综合利用，不单独设置弃渣场，减小并节约了占地，符合水土保持要求。间隔扩建工程施工可利用变电站现有进站道路，交通便利，施工时无需修建施工便道，从而减小了新修道路造成的地表扰动，施工交通布局合理。

（2）本工程线路所经地段地貌以高山、中山为主，月城变进线端分布有丘陵，主体设计的路径沿线均避开了不良地质区域，根据地形地貌特点，铁塔采用高低腿设计和不等高基础组合，基础主要采用人工开挖，减少了基面开挖扰动时间，施工场地充分利用塔基永久占地和周围临时占地，减少新增扰动面积，设计方案和布局合理，有利于水土保持。

（3）根据本工程沿线范围内林业主管部门收资了解，本工程沿线部分区段有林区，线路通过林区时，主体采取提高呼称高，增加架空线路对地高度的“高跨”措施，减少树木的砍伐，同时采取加大塔基档距的“长档”措施和缩减塔基根开的“小根开”塔型，减少线路占用林地面积，减少植被损坏，主体设计在林区采用“高跨”、“长档”、“小根开”的设计合理可行，符合水土保持要求。

（4）线路工程立塔后的牵张放线采用成熟先进的施工工艺和方法，包括张力放线、无人机放线等，大大减少林木砍伐和地表扰动，施工方案合理可行。

（5）施工交通布局方面，本线路工程可利用道路有 G348 国道、县道、乡道及各级乡村道路，主体设计施工组织中尽量利用原有道路，无道路可利用段新建人抬道路，尽量减少新修道路造成的地表扰动，施工交通布局合理。

（6）本工程选线无法避让国家级水土流失重点治理区，本方案已将林草覆盖率提高 2 个百分点，以加强防护和治理措施，将工程建设造成的水土流失影响降至最低。

总体来说，本工程选线充分考虑了区域构造稳定条件、不良地质、主体及施工配套设施的布置等因素，从水土保持角度分析，本工程建设方案与布局较为合理。

3.2.2 工程占地评价

3.2.2.1 项目组成占地评价

通过对主体资料的分析，经本方案对部分临时占地进行补充设计后，工程占地不存在漏项。经本方案补充设计后，本工程永久占地为间隔扩建占地、塔基永久占地；临时占地包括塔基施工场地、人抬道路、牵张场、跨越施工场地、电缆沟用地。

本工程总占地面积为 4.88hm^2，占地类型以草地、林地为主，还占用部分耕地、交通运输用地、公共管理与公共服务用地。

3.2.2.2 永久占地评价

本工程线路塔基永久占地约 0.04hm^2/km，与工程区内同类工程基本相当。线路工程塔型的选择结合现场地形，采用了高低腿设计，减小了塔基占地开挖对原地貌的扰动。

3.2.2.3 临时占地合理性评价

本工程临时占地 3.44hm^2。本项目布局本着节约用地的原则，严格执行国家规定的土地使用审批程序。塔基施工场地、人抬道路、牵张场、跨越施工场地、电缆沟等均为临时占地，占地类型以草地、林地为主，还占用部分耕地，从水土保持角度分析，工程占地类型、性质无限制因素，基本符合水土保持的要求。在下阶段的设计和施工中，主体设计单位和施工单位应再结合详细的现场勘查，以尽量减少扰动土地面积为宗旨，对选线进行优化，进而对工程占地进一步优化。

综上，从水土保持角度出发，工程占地类型以草地、林地为主，还占用部分耕地，耕地在使用结束后恢复耕作，草地、林地在施工结束后恢复林地，基本可以满足用地要求；严格控制用地范围，对周边产生的影响较小，符合水土保持少占地的原则，临时占地亦满足施工要求。

3.2.3 土石方平衡评价

3.2.3.1 表土平衡分析

（1）可剥离表土量分析

本项目主要占地类型为耕地和林地，根据现场踏勘情况，项目区可剥离的表土厚度约为 20cm~30cm。本工程区内可剥离表土区域的面积为 3.54hm^2，可剥离表土量为 0.79 万 m^3。

（2）需土量分析

在施工结束后，按恢复使用用途的不同，回覆相应厚度表土，进行迹地恢复。

本项目需要回覆表土的区域主要为塔基永久占地、电缆沟占地区域，表土回覆面积为 1.74hm^2，表土回覆量为 0.42 万 m^3。

（3）表土平衡分析

本工程区内剥离表土量为 0.42 万 m^3，全部用于本工程区后期回覆利用，所有表土资源均得到保护和利用，符合水土保持要求。

3.2.3.2 主体工程的土石方平衡分析

经统计，本工程土石方总开挖 1.63 万 m^3（其中表土剥离 0.42 万 m^3），回填 1.21 万 m^3（其中表土利用方 0.42 万 m^3），产生余方 0.42 万 m^3（折合松方 0.54 万 m^3）。

间隔扩建工程调运 0.007 万 m^3 运至站外终端塔摊平处理后不产生余方；线路工程共产生 0.41 万 m^3（折合松方 0.53 万 m^3），结合线路沿线地形条件，余方全部在塔基占地范围摊平处理，坡度较大塔位布设堡坎措施进行拦挡处理。

本工程不用修建渣场，不用因堆渣而新增占用土地，总体设计符合水土保持的理念，对防治水土流失起到了积极的作用。

综上所述，主体工程考虑的土石方工程开挖、临时堆置、回填处理等符合水土保持要求，基本合理可行。

3.2.3.3 土石方减量化、资源化分析

初设阶段，主体设计根据地形条件、交通条件、植被分布等情况，对路径方案进行了优化：可研阶段共计使用铁塔 132 基，修筑电缆沟 908m，基础开挖土石方 1.81 万 m^3，回填土石方 1.31 万 m^3，余方 0.51 万 m^3；初设阶段共计使用铁塔铁塔 106 基，修建电缆沟 381m，减少了新建铁塔 30 基、电缆沟 527m，减少土石方挖填总量 0.03 万 m^3，减少余方约 0.31 万 m^3。

通过资源化利用，将余方在塔基占地范围内摊平处理，减少弃方 0.417 万 m^3。本工程余方就地摊平处理，达到了土石方资源化利用的目的，同时避免了因堆存防护余土而新设置弃渣场，减少了对地表的扰动，符合水土保持要求。

3.2.3.4 土石方平衡评价结论

从水土保持角度分析，线路部分由于铁塔分散，余土集中收集困难，平余方在塔基占地区内就地回填平摊处理、部分塔位布设堡坎进行防护，可有效减少因弃方堆放而产生的新的扰动面积，满足水土保持要求。但由于各工程开挖、回填施工时序的不同，项目在建设过程中要严格落实水土保持方案设计的临时堆土防护措施。另外，结合工程地形特点，建议在后续设计阶段继续优化设计，减少土石方量。

综上所述，主体工程考虑的土石方工程开挖、临时堆置、回填处理等符合水土保持要求，基本合理可行。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本工程主要建筑材料包括砖、砂、碎石等，砂石料来源主要为西昌市范围内的砂石料厂，不单独设置取土（石、料）场。

3.2.5 弃土（石、渣）场设置评价

线路工程余土充分利用场地有利地势条件进行消纳平衡，不存在需集中防护处理的弃渣，因此，本工程不设置弃渣场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

本工程施工过程中采用成熟的施工方法与工艺，加强施工组织管理。施工过程中采用人工施工的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流，施工组织大纲中增加水土保持要求，施工单位严格按照施工组织大纲施工。

工程施工方法与工艺分析评价见表 3.2-6。

表 3.2-6 本工程施工方法（工艺）水土保持分析与评价

序号	评价内容		项目情况	水土保持分析与评价结论
1	施工方法是否符合减少水土流失的要求	基础施工	施工前剥离塔基永久占地区域的表土，表土与一般土石方分开堆放于塔基施工临时占地范围内。基坑开挖主要为人工开挖。浇筑混凝土基础时在挖好的基坑放置钢筋笼、支好钢模板，进行混凝土浇筑。基础拆除模板，测试砼强度达到设计强度后进行土方回填。钻渣排入泥浆沉淀池中干化处理后就地深埋。	符合要求，应增加施工过程中塔基剥离表土与基础土方的分层堆放措施，开挖土方的临时拦挡、苫盖、减少因雨水冲刷和大风造成的水土流失。
		组塔	工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。	符合要求，注意组塔过程中组装器具、塔材的堆放、拦挡措施，尽量减少对地表的扰动。
		架线	线路架线采用张力架线方法施工，施工方法依次为：放线通道处理、架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。	本工程架线施工中，结合国内先进架线施工工艺和本工程沿线地形地貌情况，选择适宜的架线工艺。先进工艺的架线施工方式虽然投资较高，但是利用施工简易道路及牵张场地即可实施，能大大减少对沿线植被的破坏，减少工程临时占地，减少可能造成的水土流失。
2	施工场地是否避让植被相对良好的区域和基本农田。		施工道路尽量利用当地已有的道路，在汽车运输无法到达的地段开辟人抬便道，采用畜力和人力运输，尽量避免新建施工道路，避让植被相对良好的区域和基本农田。	符合要求。
3	在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，是否设计渣石渡槽、溜渣洞等专门导渣或防护设施。		不涉及左栏内容。塔基选址中避让河岸陡坡以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施。	符合要求。
4	大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。		不涉及左栏内容。施工材料均就近采购运输。	符合要求。
5	土石方在运输是否采取防止沿途散溢等保护措施。		土石方在运输车辆采用密封环保车辆，防止沿途散逸。	符合要求。
6	是否采取表土剥离或保护措施及具体施工方法。		线路工程塔基占地基础开挖前采取表土剥离，单独堆放，用于塔基区覆土。	符合要求，需加强表土的隔离和覆盖等防护措施。

序号	评价内容	项目情况	水土保持分析与评价结论
7	裸露地表是否及时采取防护措施，填筑土方是否做到随挖、随运、随填、随压。	裸露地表及时苫盖，避免产生扬尘等。填筑土方及时挖运填压，做好防护措施。	符合要求。裸露地表及时苫盖，填筑土方及时挖运填压。
8	临时堆土应集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。	线路工程单个塔基剥离表土量和堆放面积小，根据地形采取挡护，加强临时苫盖和拦挡，无需设沉沙池。	符合要求。
9	弃渣场是否满足“先拦后弃”原则。	不涉及左栏内容。本工程无弃渣场。	符合要求。
10	取土场开挖前是否按要求设置截（排、挡）水、沉沙等措施。	不涉及左栏内容。本工程无取土场。	符合要求。

工程总体本着“方便施工、利于运输、易于管理”的原则进行布置，同时也兼顾了一定的水土保持要求，从水土保持角度分析，工程的施工工艺是合理可行的。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1 间隔扩建工程具有水土保持功能措施的分析与评价

间隔扩建期间，将破坏扩建区域配电装置场地原有碎石地坪，主体考虑施工后期对碎石地坪进行恢复。配电装置场地采用铺设碎石的方式处理，碎石覆盖满足了经济效益，同时具有一定的水土保持功能，该部分工程费用已在主体工程中列支，本期工程需恢复碎石地坪 47m^2。

考虑间隔扩建工程量小，工期较短，且位于已建变电站平坦场地内，水土流失极小，因此，本水土保持方案仅新增施工期间的临时防护措施。。

3.2.7.2 线路工程具有水土保持功能措施的分析与评价

（1）塔基区域具有水土保持功能措施的分析与评价

1）塔基排水

为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，除塔位位于山顶或丘脊外，其他塔位上坡侧（如果基面有降基挖方，距挖方坡顶水平距离≥4m 处），依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。

本工程线路塔基排水沟主要布设在山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面有冲刷影响的塔基处，主体共布设浆砌石排水沟 230m/121m^3。

①排水沟型式：根据线路沿线地貌和项目区降水情况，按最大汇水面积考虑，排水沟为矩形断面，具体尺寸为 0.4m×0.4m，安全超高 0.20m，均采用浆砌石砌筑。沟底纵坡 0.8%，施工时根据实际地形情况作适当调整，以保证排水沟水流顺畅，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。排水沟具体型式见附图。

②排水沟坡面洪峰流量

主体设计线路工程塔基坡面截排水工程按5年一遇标准设计，主体工程采用的设计标准与根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）确定的5年一遇短历时暴雨值设计标准相同。

坡面洪水设计径流量公式：

Qm＝16.67∮qF 式3.2-1

式中：Qm---设计排水流量，m^3/s；

∮---径流系数，取0.6；

q----设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度（mm/min），q=CpCtq5，10，计算的1.5mm/min。

F----集水面积，km^2，结合项目区地形条件，进站道路最大汇水面积为$0.002km^2$。

经计算，项目区5年一遇10min降雨强度流量为$0.04m^3/s$。

③排水沟过流能力校核

各排水设施过流能力采用明渠均匀流公式计算：

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$ 式3.2-2

式中：A—过水面积，$0.08m^2$；

C—谢才系数，用公式$C = R^{1/6}/n$计算，22.39；

R—水力半径，m。R=A/χ，0.03m；

底坡i取0.02，糙率n取0.025。

经计算，排水沟设计排水流量为$0.05m^3/s$，大于设计洪峰流量$0.04m^3/s$，经复核，主体设计的浆砌块石排水沟满足过流要求。

②浆砌石堡坎

当杆塔位于山包或斜坡，塔位四周或下坡侧为陡坡时，基坑开挖的土石方无法就地堆稳，主体设计考虑在堆土的下方修一道挡墙，将土堆放在挡墙内。根据主体设计资料统计，本工程共修筑浆砌石堡坎171.2m/$400m^3$。塔基挡墙主要为确保塔基边坡（主要是塔基余土回填后边坡）的稳定安全所设置的工程措施，同时具有拦挡余土的功能，应界定为水土保持措施。

③泥浆沉淀池

根据主体设计资料，本工程共有3基铁塔使用灌注桩基础。主体工程共设计了6座泥浆沉淀池对塔基基础产生的钻渣泥浆进行处理，泥浆沉淀池可提高水资源利用率，

减少外排施工用水的泥沙含量，具有良好的水土保持效果。

结论：主体工程设计的措施一定程度上能有效的防止水土流失，但由于主体设计未对塔基挖方临时堆土采取临时性的防护措施，土石方开挖时易造成新的水土流失；同时，由于缺少施工结束后的植物措施设计，易造成运行初期的水土流失问题。本方案将对主体设计中尚未完善之处新增水土保持措施。

（2）塔基施工临时占地区域水土保持分析与评价

塔基施工临时占地主要用于堆放塔基临时堆土及各种施工材料。由于各种材料的堆放，占压了原地表，特别是临时堆土的堆放极易引起水土流失，主体工程中没有设计具有水保功能的相关措施。

结论：为减少施工过程中引起的水土流失，本方案将补充设计相应临时防护措施、工程措施和植物措施。

（3）人抬道路区域水土保持分析与评价

本工程的人抬道路仅对影响人员通行的少量灌木进行砍伐，对不便行走的（坡）地面作局部修整、压实，由于材料运输等引起的人为活动可能会产生较大的水土流失问题。

施工后期应针对地面损坏程度采取植物恢复措施，减少可能产生的水土流失。

结论：施工结束后应及时进行植被恢复，减少可能产生的水土流失。

（4）牵张场地水土保持功能分析与评价

线路工程导线架设采用张力放线，全线需设置牵引场和张力场，每处牵张场地占地面积都较小，主要用于牵、张机械工作、线材装卸、堆放。场地在使用过程中处于裸露状态，在架线施工的短时间内，总体上对周边造成的水土流失影响较小。

结论：牵张场的使用历时较短，扰动相对较轻，施工过程中宜采取必要的隔离措施；使用结束后经清理、平整、翻挖即可恢复原来的使用状态。

（5）跨越施工临时占地

本工程在施工期间对跨越施工临时占地产生一定的扰动，搭建的脚手架对地表植被造成一定的破坏，主体工程设计中没有采取其它的水保措施，施工结束后，在雨季或暴雨时段，仍然有水土流失隐患。

结论：场地使用结束后，及时进行植被恢复。

（6）电缆区域水土保持功能分析与评价

本工程在施工期间将对占地产生一定的扰动，主体工程设计中没有采取水保措施，施工结束后，在雨季或暴雨时段，仍然有水土流失隐患。

结论：本方案需做补充施工前的表土剥离措施，施工过程中应做好裸露边坡及临时土方的防护措施，施工后期应针对原占地类型采取植物措施或恢复耕作。

3.2.8 评价结论

经过对本工程建设方案、施工组织设计、工程占地、主体工程设计对水土流失影响等方面的分析，本方案认为：

（1）项目选线无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，除此以外无其他制约因素，通过采取优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，减少工程占地，加强工程管理和提高防治标准等措施以减小因工程建设带来的不利影响，满足水土保持要求。

（2）主体工程设计能够正确处理工程建设与生态环境及水土保持之间的关系，基本做到了开发建设与环境保护及水土保持同步进行。从水土保持角度分析，本方案同意主体工程线路路径方案。

（3）主体工程路径方案在工程占地、土石方工程、施工方法及工艺设计等方面符合水土保持要求。

（4）本方案将根据工程建设扰动特点，针对造成水土流失的重点部位和环节及时补充布设水土保持措施，特别是施工期的临时措施及结束后的植物措施的实施。

从水土保持角度看，工程在优化施工工艺，提高防治标准，采取各项水土保持措施后，水土流失防治效果可达到水土保持要求，工程建设可行。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 主体工程设计水土保持措施界定原则

本方案对主体工程设计中水土保持措施的界定参照以下原则：

（1）主导功能原则：主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施；以主体设计功能为主，同时具有水土保持功能的工程，不作为水土保持措施。

（2）试验排除原则：难以区分以主体设计功能为主或以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行排除。假定没有这些工程，主体设计功能仍旧可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应作为水土保持措施。

3.3.2 主体工程中具有水土保持功能措施的工程量及投资

通过对主体工程中具有水土保持功能工程的分析，参照以上界定原则，同时参考《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）附录 D，界定如下：

塔基的堡坎、排水沟、泥浆沉淀池具有良好的水土保持功能，界定为水土保持工程。

主体工程中具有水土保持功能措施的工程量及投资详见表 3.3-1 中所列。

表 3.3-1　　主体工程中具有水保功能措施工程量及投资表

项目	措施类型		结构类型	措施位置	单位	数量	单价	投资（万元）
间隔扩建	工程措施	碎石铺设	碎石	配电装置场	m^2	47	30	0.14
塔基区域	工程措施	排水沟	浆砌石	坡地塔位	m^3	120.8	425	5.14
		堡坎			m^3	400.0	430.16	17.21
	临时措施	泥浆沉淀池	土质	灌注桩塔位	座	6	2000	1.20
小计								23.69

3.3.3 水土保持措施完善意见

根据对主体工程中具有水土保持功能工程的分析，主体设计的水保设施基本满足水土保持要求。施工前，本方案将对部分开挖区域补充表土剥离；施工过程中，本方案将根据各区域水土流失特点补充临时拦挡和覆盖等措施；施工结束后，本方案将补充后期绿化区域的表土回覆、全面整地措施，为植物生长提供良好的立地条件、对部分耕地破坏区域全面整地以恢复其耕地功能。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本工程位于凉山州西昌市，根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属水力侵蚀类型区（I）-Ⅶ（西南岩溶区）-Ⅶ-2（滇北及川西南高山峡谷区）-Ⅶ-2-1tz（川西南高山峡谷保土减灾区），项目区水土流失类型主要是水力侵蚀，侵蚀强度以轻度为主，区域内容许土壤流失量为500t/（km^2·a）。

根据2023年四川省级监测区水土流失动态监测成果，工程所经过各行政区域水土流失现状统计见下表。

表4.1-1 工程所经过各行政区域水土流失现状统计表

行政区划			西昌市
幅员面积（km^2）			2655
水土流失面积		面积（km^2）	844.96
		占总面积（%）	31.83
水力侵蚀强度分级	轻度	面积（km^2）	555.36
		占流失面积（%）	65.73
	中度	面积（km^2）	149.27
		占流失面积（%）	17.67
	强烈	面积（km^2）	97.53
		占流失面积（%）	11.54
	极强烈	面积（km^2）	36.96
		占流失面积（%）	4.37
	剧烈	面积（km^2）	5.84
		占流失面积（%）	0.69

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失成因分析

（1）施工准备期及施工期

间隔扩建、塔基占地区域、电缆敷设等区域的开挖平整和基础清理，开挖土石方及剥离表土的临时堆存，牵张场、跨越场、人抬道路等施工活动对地表的扰动和再塑，使表层植被受到破坏，失去固土保水的能力，造成新增水土流失。

（2）自然恢复期

输电线路在自然恢复期因余土的堆放处理较为稳定，使新增水土流失得到了有效控制，但植物措施不能在短期内完全发挥作用，因此在植被恢复过程中仍然会有少量的新增水土流失。

4.2.2 扰动地表、损毁植被面积

根据现场调查结果，结合主体工程设计资料，本工程扰动地表面积4.88hm^2、损毁

植被面积共计 4.06hm^2。详细情况统计结果见表 2.3-1。

4.2.3 弃渣量预测

本工程产生余方 0.42 万 m^3，全部在塔基占地范围摊平处理，运行期本工程无永久弃渣。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

通过对主体工程进行分析，本方案水土流失预测的范围包括整个工程建设所占用和扰动区域的永久占地和临时占地，预测单元可分为：间隔扩建工程区、塔基及其施工临时占地区、人抬道路区、其他施工临时占地区。

本项目水土流失预测单元划分详见表 4.3-1。

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433－2018）要求，将本工程水土流失预测时段划分施工期（含施工准备期）和自然恢复期，由于项目施工准备期较短，本方案将施工准备期同施工期一并考虑。

本工程计划于 2025 年 4 月开工，2025 年 12 月建成投运，总工期 9 个月。

（1）施工期（含施工准备期）

本工程施工准备期为 2025 年 4 月，时间较短，将施工准备期纳入施工期一并预测；根据输变电工程施工特性，间隔扩建工程区、其他施工临时占地区使用时间较短，按最不利因素进行考虑，水土流失预测时段按 0.5 年进行计算；根据同类工程建设经验，单基铁塔施工时间、人抬道路使用时间一般为 3-6 个月，考虑工期跨越雨季，按最不利因素进行考虑，水土流失预测时段按 1.0 年进行计算。

（2）自然恢复期

自然恢复期大规模的土建施工活动都已结束，人为活动对地表的扰动有所减少，工程建设区内水土流失逐步减少，水土流失因素将以自然因素为主，塔基立柱等永久占地面积已硬化，基本不产生水土流失，不再对此部分进行水土流失预测。根据《中国气候区划名称与代码气候带和气候大区》（GB/T17297），本工程所在区域属湿润型气候区，根据当地实际情况，对恢复期内的水土流失进行预测，预测时间确定为 2 年。

表 4.3-1　项目区水土流失预测单元划分表

预测单元	土壤流失类型	施工期及施工准备期		自然恢复期预测面积（hm^2）	
		预测面积（hm^2）	预测时间（年）	预测面积（hm^2）	预测时间（年）
间隔扩建工程区域	地表翻扰型-一般扰动地表	0.03	0.5	0.00	2
塔基及其施工临时占地区域	地表翻扰型-一般扰动地表	1.41	1	1.35	2
	植被破坏型-一般扰动地表	1.10	1	1.10	2
	上方无来水工程堆积体	0.34	1	0.34	
人抬道路区域	植被破坏型-一般扰动地表	1.15	1	1.15	2
其他施工临时占地区域	植被破坏型-一般扰动地表	0.48	0.5	0.48	2
电缆区域	地表翻扰型-一般扰动地表	0.29	1	0.28	2
	上方无来水工程堆积体	0.10	1	0.10	2
合计		4.88		4.79	

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 原地貌土壤侵蚀模数

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）中的土壤侵蚀强度分级标准，结合2023 年四川省级监测区水土流失动态监测成果，按原地貌的土地利用类型、坡度和覆盖度，结合线路的地貌类型、地质、土壤类型和项目区的降雨情况、植被覆盖情况，地面组成物质及管理措施等因子，综合分析确定项目占地区原地貌土壤侵蚀模数背景值为1672t/（km^2•a），计算过程详见下表。

表 4.3-2　工程扰动前土壤侵蚀模数背景值表

预测单元	土地类型	面积（hm^2）	坡度（°）	林草覆盖度（%）	侵蚀强度	平均侵蚀模数（t/km^2·a）	流失量（t/a）
间隔扩建工程区	公共管理与公共服务用地	0.03	＜5		微度	300	0.08
塔基及其施工临时占地区	耕地	0.40	5～8		轻度	1500	6.00
	林地	0.65	5～8	45～60	轻度	1500	9.75
		0.59	8～15	45～60	轻度	1500	8.85
		0.39	15～25	45～60	中度	3750	14.76
	草地	0.52	5～8	45～60	轻度	1500	7.80
		0.28	8～15	45～60	轻度	1500	4.20
	小计	2.83				1813	51.36
人抬道路区	草地	0.69	5～8	30～45	轻度	1500	10.35
		0.46	8～15	45～60	轻度	1500	6.90
	小计	1.15				1500	17.25
其他施工临时占地区	草地	0.48	8～15	45～60	轻度	1500	7.20
电缆区	耕地	0.38	5～8		轻度	1500	5.85
	交通运输用地	0.01	＜5			0	0
	小计	0.39				1462	5.70
合计		4.85				1682	81.66
总　计		4.88				1672	81.59

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数的确定

施工期，铁塔基础的开挖将损坏原有地形地貌和植被，增加土壤的可蚀性；同时，基础挖填土方将会形成一定面积的裸露面，还会改变原地形，增大侵蚀扰动面积。

自然恢复期，地表翻扰活动基本结束，主体工程和各项水土保持措施已发挥一定的水土保持功能，但植物措施发挥水土保持功能具有后效性，故在自然恢复期仍存在一定程度的水土流失。

本项目施工期和自然恢复期土壤流失量根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）推荐公式计算。

本工程土壤流失预测计算公式如下：

①地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量按以下公式计算

$$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA \quad \text{式 4.3-1}$$

式中：Myd-地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量（t）；

R-降雨侵蚀力因子，MJ·mm/（hm^2.h）；

K_{yd}-地表翻扰后土壤可蚀性因子，Kyd=NK，t.hm^2·h/（km^2·MJ·mm）；

Ly-坡长因子，无量纲；

Sy-坡度因子，无量纲；

B-植被覆盖因子，无量纲；

E-工程措施因子，无量纲；

T-耕作措施因子，无量纲；

A-计算单元的水平投影面积，hm^2。

②植被破坏型一般扰动地表土壤流失量按以下公式计算

$$M_{yz}=RKL_yS_yBETA \quad \text{式 4.3-2}$$

式中：Myz-植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量（t）；

K-土壤可蚀性因子， t.hm^2·h/（km^2·MJ·mm）；

其他同上。

③**上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量**按以下公式计算

$$M_{dw}=X\cdot R\cdot G_{dw}\cdot L_{dw}\cdot S_{dw}\cdot A \quad \text{式 4.3-3}$$

式中：M_{dw}-上方无来水工程堆积体测算单元土壤流失量，t；

X-工程堆积体形态因子，无量纲

G_{dw}——上方无来水工程堆积体土石质因子，t•hm^2•h/(hm^2•MJ•mm)；

L_{dw}——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dw}——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲；

其他同上。

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），依照各分区水土流失扰

动特点不同，本工程各施工区域的侵蚀模数取值见表4.3-3。

表4.3-3 各预测单元土壤侵蚀模数取值表

预测单元	土壤流失类型	原地貌土壤侵蚀模数 t/(km²·a)	施工期土壤侵蚀模数 t/(km²·a)	自然恢复期土壤侵蚀模数 t/(km²·a)	
				第1年	第2年
间隔扩建工程区	地表翻扰型-一般扰动地表	300	3779		
塔基及其施工临时占地区	地表翻扰型-一般扰动地表	1830	5083	2175	1831
	植被破坏型-一般扰动地表	1830	3992	2175	1831
	上方无来水工程堆积体	1830	5586	2175	1831
人抬道路区	植被破坏型-一般扰动地表	1500	2155	1800	1515
其他施工临时占地区	植被破坏型-一般扰动地表	1500	2216	1800	1515
电缆区	地表翻扰型-一般扰动地表	1462	4872	1754	1476
	上方无来水工程堆积体	1462	5080	1754	1476

4.3.4 预测结果

4.3.4.1 计算公式

根据工程各施工分区开挖后形成的地形、地面组成物质等实际情况，分析确定其扰动后土壤侵蚀模数，并采用以下公式进行水土流失量预测：

新增土壤流失量预测公式如下：

$$W=\sum_{j=1}^{2}\sum_{i=1}^{n}F_{ij}\times M_{ij}\times T_{ij} \qquad \text{式 4.3-3}$$

式中：

W——土壤流失量（t）;

j——预测时段，j=1，2，指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

i——预测单元，1，2，3,……，n-1,n;

F_{ji}——第j预测时段、第i预测单元的的面积，km²;

M_{ji}——第j预测时段、第i预测单元的土壤侵蚀模数，t/（km²·a）;

T_{ji}——第j预测时段、第i预测单元的时段长（a）。

4.3.4.2 土壤流失预测结果

施工期间水土流失面积为4.88hm²，自然恢复期间水土流失面积为总面积减去间隔扩建工程、塔基基础立柱等硬化场地面积，经计算自然恢复期水土流失预测面积为4.80hm²。水土流失预测结果汇总见表4.3-4。

表 4.3-4　　本工程可能造成水土流失量汇总分析表

预测单元	预测时段	流失面积（hm^2）	影响年限（年）	扰动前流失量（t）	扰动后流失量（t）	新增流失量（t）	新增/总新增(%)
间隔扩建工程区	施工期	0.03	0.5	0.04	0.53	0.49	
	自然恢复期	0.00	2	0.00	0.00	0.00	
	小计			0.04	0.53	0.49	0.35
塔基及其施工临时占地区	施工期	2.83	1	51.30	133.62	82.32	
	自然恢复期	2.78	2	100.79	111.37	10.58	
	小计			152.09	244.99	92.90	66.05
人抬道路占地区	施工期	1.15	1	17.25	24.78	7.53	
	自然恢复期	1.15	2	33.62	38.12	4.50	
	小计			50.87	62.90	12.03	8.55
其他施工临时占地区	施工期	0.48	0.5	3.60	5.32	1.72	
	自然恢复期	0.48	2	0.00	15.91	15.91	
	小计			3.60	21.23	17.63	12.53
电缆区	施工期	0.39	1	5.71	19.25	13.54	
	自然恢复期	0.38	2	7.89	11.95	4.06	
	小计			13.60	31.20	17.60	12.51
合计	施工期	4.88		77.90	183.50	105.60	75.08
	自然恢复期	4.79		142.30	177.35	35.05	24.92
	合计			220.20	360.85	140.65	100.00

经预测，本工程施工期及自然恢复期在不采取任何水土保持措施的前提下，可能造成的土壤流失总量约 360.85t，新增的土壤流失总量 140.65t，水土流失程度最严重区域为塔基及其施工临时占地区、电缆区。施工过程中应适时采取临时防护措施和工程措施相结合，在施工结束后采取土地整治和绿化措施，要有效的控制工程建设期和自然恢复期各种水土流失的发生，并在项目区建立完善的水土流失防治体系。

从不同阶段水土流失量预测的结果来看，可以得出施工期新增土壤流失总量 105.60t，占 75.08%，自然恢复期新增土壤流失总量 35.05t，占 24.92%。因此施工期是水土保持监测的重点时段。

4.4 水土流失危害分析

本项目建设过程中，项目占地范围内的地表将受到不同程度的破坏，局部地貌将发生较大的改变，具有影响范围及时段集中的特点，如不采取水土保持措施，开挖形成裸露地面和松散堆土产生的水土流失，很容易对区域土地生产力，区域生态环境、工程本身等造成不同程度的危害。

4.5 指导性意见

本工程水土保持监测的重点区域为塔基及其施工临时占地区、电缆区，重点监测时段为施工期。同时，方案应加强水土保持措施设计，并结合项目区以水力侵蚀为主，水土流失分散的特点，做好挡护工程、排水工程施工组织设计。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 分区原则

根据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。分区的原则应符合下列规定：

（1）各区之间应具有显著差异性；

（2）同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；

（3）根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级；

（4）一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；

（5）各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 水土流失防治分区

按照各施工区的空间位置的不同及施工扰动特点等，将本工程划分为间隔扩建工程区、塔基及其施工临时占地区、人抬道路区、其他施工临时占地区、电缆区 5 个防治分区。防治分区结果详见下表。

表 5.1-1　　水土流失防治分区表

防治分区	水土流失防治责任范围（hm^2）			备注
	永久占地	临时占地	合计	
间隔扩建工程区	0.03		0.03	间隔扩建区域
塔基及其施工场地区	1.41	1.42	2.83	106 基铁塔及其施工临时占地区
人抬道路区		1.15	1.15	11.5km 人抬道路占地区域
其他施工临时占地区		0.48	0.48	8 处牵张场和 4 处跨越场地占地
电缆区		0.39	0.39	381m 电缆沟及其施工作业带占地
合计	1.44	3.44	4.88	

5.2 措施总体布局

本方案在对主体工程设计中具有水土保持功能措施分析评价的基础上，提出本方案防治水土流失需要补充、完善和细化的防治措施和内容，结合主体界定的水土保持工程，形成综合防治措施体系。本工程的水土流失防治体系总体布局详见表 5.2-1。

表 5.2-1　　水土流失防治体系总体布局表

<table>
<tr><td>防治分区</td><td>措施类型</td><td>水土保持措施</td><td>备注</td></tr>
<tr><td rowspan="2">间隔扩建工程区</td><td>工程措施</td><td>碎石铺设</td><td>主体已有</td></tr>
<tr><td>临时措施</td><td>防雨布遮盖</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="4">塔基及其施工临时占地区</td><td rowspan="2">工程措施</td><td>浆砌石堡坎、浆砌石排水沟</td><td>主体已有</td></tr>
<tr><td>表土剥离、表土回覆、土地整治</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>植物措施</td><td>撒播种草、撒播灌草</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>临时措施</td><td>泥浆沉淀池、临时拦挡、防雨布遮盖和隔离</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="2">人抬道路区</td><td>工程措施</td><td>土地整治</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>植物措施</td><td>撒播种草</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="3">其他施工临时占地区</td><td>工程措施</td><td>土地整治</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>植物措施</td><td>撒播种草</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>临时措施</td><td>棕垫隔离、防雨布隔离</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="2">电缆区</td><td>工程措施</td><td>表土剥离、表土回覆、土地整治</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>临时措施</td><td>防雨布遮盖</td><td>水保新增</td></tr>
</table>

5.3 分区措施布设

5.3.1 工程等级及设计标准

（1）工程措施

①防洪标准

根据《220kV 及以下架空送电线路勘测技术规程》DL/T 5076-2023，220kV 架空送电线路防洪标准为 30 年一遇。

②坡面截排水工程

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），工程无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，线路塔基区永久排水沟级别由 3 级提高到 2 级，执行 2 级标准，按 5 年一遇 10min 降水强度设计，超高 0.2m。

③土地整治工程

本工程属于西南土石山区，土壤侵蚀类型属于水力侵蚀，表土剥离厚度按 0.20m~0.30m 标准执行；开挖区覆土厚度按 0.20m~0.32m 标准执行；施工临时区占压耕地进行土地整治，然后恢复耕作，土壤翻松厚度按 0.30m 执行，占压林地、草地区域经土地整治后撒播（灌）草籽，土壤翻松厚度按 0.20m 执行。人为扰动后的土地，整治后立地条件应具备绿化、耕种需要，采取人工施肥、畜力耕翻地或机械耕翻地等土壤改良措施。

（2）植被恢复与建设工程级别

①设计标准

参照《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本工程属输变电工程，输电线路塔基的植被恢复与建设工程执行 2 级，其他区域植被恢复与建设工程执行 3 级标准。

②树草种选择

撒播草籽：草种在海拔 3000m 以下选用蒿草、结缕草等，海拔 3000m 以上选用高羊茅、披碱草等，多草种 1:1 混播，根据项目区沿线各地水热条件的实际情况，撒播密度标准为 80kg/hm^2。

灌木：灌木种子选用当地适生品种杜鹃、矮高山栎、矮杨梅、三颗针、乌饭果等，视种子销售情况，确定最终品种。灌木种子撒播密度 50kg/hm^2。

（3）临时措施设计标准

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），临时排水沟的设计标准按 5 年一遇 10min 短历时暴雨强度设计。

5.3.2 间隔扩建工程区

5.3.2.1 工程措施

碎石铺设：间隔扩建期间，将破坏扩建区域配电装置场地原有碎石地坪，主体考虑施工后期对碎石地坪进行恢复，需恢复碎石地坪 47m^2。

5.3.2.2 临时措施

主要考虑间隔扩建施工期构架基础开挖土方的临时堆存和防护，为减少水土流失，临时堆土堆高按 2.0m，放坡 1:1 进行堆放。本方案考虑利用防雨布进行覆盖，最大限度减少水土流失，防雨布四周采用石块或其他硬质材料压盖。经统计，需防雨布 300m^2。

5.3.2.3 工程量汇总

间隔扩建工程区水保措施工程量见表 5.3-1。

表 5.3-1　间隔扩建工程区水保措施工程量表

措施名称		单位	数量	备注
工程措施	碎石铺设	m^2	47	主体工程
临时措施	防雨布遮盖	m^2	300	水保新增

5.3.3 塔基及其施工临时占地区

本线路工程共布设杆塔 106 基，永久占地面积 1.41hm^2，塔基施工临时占地 1.42hm^2，平缓地 70 基、坡地 36 基。

5.3.3.1 工程措施

为便于主体工程施工结束后迹地恢复，本方案补充设计表土剥离及回覆、土地整治

等工程措施。

（1）主体设计

①浆砌石堡坎：堡坎主要用于高低腿间斜坡因基面面积小无法放坡的情形，斜坡塔基余土通常结合此类堡坎回填堆放，本工程堡坎采用直立式浆砌块石结构。根据主体设计资料统计，本工程 19 基铁塔共修筑浆砌石堡坎 171m/400m^3。

②浆砌石排水沟：为防止上部山坡侧汇水面的雨水及其它地表水对基面的冲刷影响，主体设计对汇水面积大的塔位上坡侧依山势设置环状排水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水，并引接至附近（省道、县道、乡村道路）排水沟、农灌沟或天然沟道进行排泄，排水沟出处设置喇叭形消能措施。共修建浆砌石排水沟 230m/120.8m^3。

（2）方案新增

①表土剥离及回覆

本方案考虑施工前期对塔基永久占地范围内进行表土剥离，耕地表土剥离厚度为 30cm，林地和草地表土剥离厚度 20cm，经统计，本工程共剥离表土 1.40hm^2，合 3000m^3。

施工结束后，首先将剩余土石方平铺到塔基内，在平摊的土石方表面回覆表土，土源采用前期剥离的表土，回覆表土 3000m^3，回覆的表土厚度 20cm~32cm。

②土地整治

场地清理：清理并收集建筑垃圾、废弃物等，对占压区域进行坑凹回填、整平改造，恢复利用。

整地：包括平整土地、翻地、碎土（耙磨）等。翻地以秋翻为主，翻地宜深，多在 15cm~20cm，春翻 10cm~12cm。通过整地可以改善土壤理化性状，给作物生长尤其是根的发育创造了适宜的土壤条件。

土壤改良：增施有机肥（如绿肥、农家肥等），用以改善土壤不良结构，提高土壤中营养物质的有效性，或施加土壤改良剂，提高土壤的团粒结构和保水性能。

施工完毕后为满足铁塔基面绿化要求，主体工程施工结束后，对本区硬化的表层地坪进行铲除，清理的残渣就地填埋，场地清理后削凸填凹平整地。将表土均匀回覆在已整平的塔基表面，覆土后立即实施耕地恢复或撒草绿化，避免裸露土层的水力侵蚀。塔基施工临时占地使用结束后翻松土地，避免裸露土层的水力侵蚀。经统计，本区土地整治面积 2.78hm^2（其中 0.20hm^{2}用于恢复耕地，2.58hm^{2}用于恢复绿化）。

通过土地整治可以改善土壤理化性状，给作物生长尤其是根的发育创造了适宜的土壤条件。

5.3.3.2 植物措施

（1）撒播种草

施工结束后对基面永久占地和临时占用草地范围先进行土地翻松，其后在整平的土面上撒播草籽，草种在海拔3000m以下选用蒿草、结缕草等，海拔3000m以上选用高羊茅、披碱草等，多草种 1:1 混播。种子级别为一级，发芽率不低于 80%，种子用量 80kg/hm²。撒播草籽面积 2.58hm²。

（2）撒播灌草

施工结束后对塔基施工临时占地占用的林地经土地整治后，播撒灌木籽绿化。灌木可在杜鹃、矮高山栎、矮杨梅、三颗针、乌饭果中选择 1 种，灌木撒播密度 50kg/hm²，撒播面积 0.82hm²。

（3）种植方法

灌木籽和草籽在施工结束后的当年或第二年春季播种，播深 2cm～3cm，撒播后覆土 1cm～2cm，并轻微压实。种子级别为一级，发芽率不低于 85%，本区需草种量为 206.4kg、需灌木籽 41.0kg。

5.3.3.3 临时措施

本区临时措施主要是泥浆沉淀池、临时拦挡、覆盖、防雨布隔离。

（1）主体设计

--泥浆沉淀池：本工程由 3 基铁塔采用灌注桩基础，主体工程共设计了 6 座泥浆沉淀池对塔基基础产生的钻渣泥浆进行处理，泥浆沉淀池可减少外排施工用水的泥沙含量，泥浆沉淀池积水通过施工便道临时排水沟排入自然排水系统。

（2）方案新增

①临时拦挡、覆盖：临时堆土堆放于塔基施工临时占地区一角，占地面积约 0.34hm^2，采用土袋临时拦挡和防雨布临时遮盖。本方案考虑采取土袋装土临时拦挡，土袋尺寸为 0.8m×0.4m×0.2m，土袋挡墙设计规格为堆高 0.40m，按双排双层堆放，同时利用防雨布进行覆盖，最大限度减少水土流失。经统计，需要土袋挡墙 918m/147m^3；同时采用防雨布对堆土和裸露区域进行覆盖，需防雨布 5170m^2。

②防雨布隔离：塔基施工临时场地，在施工过程中对堆存材料的区域采用防雨布隔离，以保护表层土不被破坏，经估算本区需防雨布隔离 10200m^2。

5.3.3.4 工程量汇总

塔基及其施工临时占地区水保措施工程量见表 5.3-2。

表 5.3-2 塔基及其施工临时占地区水保措施工程量表

<table>
<tr><th>措施类型</th><th colspan="2">措施名称</th><th>单位</th><th>工程量</th><th>备注</th></tr>
<tr><td rowspan="10">工程措施</td><td rowspan="2">浆砌石堡坎</td><td>长度</td><td>m</td><td>171.2</td><td rowspan="4">主体已有</td></tr>
<tr><td>砌筑量</td><td>m^3</td><td>400</td></tr>
<tr><td rowspan="2">浆砌石排水沟</td><td>长度</td><td>m</td><td>230</td></tr>
<tr><td>砌筑量</td><td>m^3</td><td>120.8</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">表土剥离</td><td>hm^2</td><td>1.40</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>m^3</td><td>3000</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td colspan="2">表土回覆</td><td>m^3</td><td>3000</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土地整治</td><td>耕地恢复</td><td>hm^2</td><td>0.20</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>绿化</td><td>hm^2</td><td>2.58</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>合计</td><td>hm^2</td><td>2.78</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="4">植物措施</td><td rowspan="2">撒播种草</td><td>面积</td><td>hm^2</td><td>2.58</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>草籽</td><td>kg</td><td>206.4</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="2">撒播灌木籽</td><td>面积</td><td>hm^2</td><td>0.82</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td>种子</td><td>kg</td><td>41.0</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td rowspan="4">临时措施</td><td colspan="2">土袋挡墙</td><td>m^3</td><td>147</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td colspan="2">防雨布遮盖</td><td>m^2</td><td>5170</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td colspan="2">防雨布隔离</td><td>m^2</td><td>10200</td><td>水保新增</td></tr>
<tr><td colspan="2">泥浆沉淀池</td><td>座</td><td>6</td><td>主体已有</td></tr>
</table>

5.3.4 人抬道路区

为满足材料运输，本工程需新修人抬道路 11.5km。人抬道路使用期较短，以占压为主，对原地表不会造成大的土壤流失。施工期间，应采取限界措施严格限制人抬道路占地范围；施工结束后，应对占地区域尽快进行迹地恢复。

5.3.4.1 工程措施

土地整治：施工结束后，对占地区域开展土地整治，恢复其原有的使用功能，本区需土地整治面积 1.15hm^2。

5.3.4.2 植物措施

本区主体设计未布设植物措施，结合人抬道路占地类型，方案设计采取撒播种草的方式恢复植被。

（1）草种选择

通过对项目区的气候、土壤、地形等因素的综合分析，草种在海拔 3000m 以下选用蒿草、结缕草等，海拔 3000m 以上选用高羊茅、披碱草等，多草种 1:1 混播。

（2）种植面积及方法

通过计算，本区需要进行撒播种草的面积为 1.15hm^2。

草籽在施工结束后的当年或第二年春季播种，播深 2cm～3cm，撒播后覆土 1cm～2cm，并轻微压实。种子级别为一级，发芽率不低于 85%，种植密度为 80kg/hm^2，本区需草种量为 92.0kg。

5.3.4.3 工程量汇总

人抬道路区水保措施工程量见表 5.3-3。

表 5.3-3 人抬道路区水保措施工程量汇总表

措施类型	措施名称		单位	工程量	备注
工程措施	土地整治		hm^2	1.15	水保新增
植物措施	撒播种草	面积	hm^2	1.15	水保新增
		草籽	kg	92.0	水保新增

5.3.5 其他施工临时占地区

本区包括 8 处牵张场、4 处跨越场地占地范围，占地面积为 0.48hm^2，使用时间短，以占压为主，不涉及土石方开挖回填，扰动程度较轻，对原地表不会造成大的土壤流失。施工结束后，应对其尽快恢复原地貌。

5.3.5.1 工程措施

土地整治：在施工结束后对占地区域进行土地整治，土地整治方法、要求同塔基及施工临时占地区。经统计，本区土地整治 0.48hm^2。

5.3.5.2 植物措施

本区域后期采用撒播种草的方式进行绿化。

（1）草种选择：通过对项目区的气候、土壤、地形等因素的综合分析，草种在海拔 3000m 以下选用蒿草、结缕草等，海拔 3000m 以上选用高羊茅、披碱草等，多草种 1:1 混播。

（2）种植面积及方法

通过计算，本区需要进行撒播种草的面积为 0.48hm^2。

草籽在施工结束后的当年或第二年春季播种，播深 2cm～3cm，撒播后覆土 1cm～2cm，并轻微压实。草籽种子级别为一级，发芽率不低于 85%，种植密度为 80kg/hm^2，本区需草种量为 38.4kg。种草采用面状整地。

5.3.5.3 临时措施

（1）棕垫隔离。

为防止施工期间，人为扰动增加占地区域水土流失，本方案设计在牵张场机械活动的范围或者停放机械的地方采用棕垫隔离防护，减小对地表的扰动，单个牵张场棕垫隔离按 200m^2 计。经过计算，本区需要棕垫隔离防护 1600m^2

（2）防雨布隔离

牵张场使用期间会堆放建筑材料，临时占地扰动方式为占压扰动，因此方案新增防

雨布进行隔离防护，平均每处牵张场使用防雨布 200m^2，共需防雨布 1600m^2。

5.3.5.4 工程量汇总

其他施工临时占地区水保新增措施工程量见表 5.3-4。

表 5.3-4 其他施工临时占地区水保新增措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施名称		单位	工程量	备注
其他施工临时占地区	工程措施	土地整治		hm^2	0.48	水保新增
	植物措施	撒播种草	面积	hm^2	0.48	水保新增
			草籽	kg	38.4	水保新增
	临时措施	棕垫隔离		m^2	1600	水保新增
		防雨布隔离		m^2	1600	水保新增

5.3.6 电缆区

本区主要为 381m 电缆沟占地区域。

5.3.6.1 工程措施

（1）表土剥离及回覆

本方案设计，施工前期对电缆沟占地区域进行表土剥离，表土剥离厚度为 30cm，经统计，本工程共剥离表土 0.38hm^2/1200m^3。

施工结束后，首先将土石方平铺到电缆浅沟占地范围内，在平摊的土石方表面回覆表土，土源采用前期剥离的表土，回覆表土 1200m^3，回覆的表土厚度 30cm。

（2）土地整治

根据后期绿化的需要，方案设计对后期绿化区域进行土地整治。土地整治在主体工程施工结束后进行，在施工结束后施工单位应及时清理杂物，除去工作井和恢复路面永久占地区域，土地整治面积为 0.38hm^2，整治结束后交由老百姓恢复耕作。

5.3.6.2 临时措施

本区需临时堆存表土和回填土共计 2600m^3，临时堆土堆放于施工临时占地区一侧，本方案考虑利用防雨布进行覆盖，最大限度减少水土流失，为防止大风吹扬，防雨布四周及顶部采用石块压盖。经统计，需覆盖防雨布约 2860m^2。

5.3.6.3 工程量汇总

电缆区水保新增措施工程量见表 5.3-6。

表 5.3-6 电缆区水保新增措施工程量汇总表

措施类型	措施名称	单位	工程量	备注
工程措施	表土剥离	hm^2	0.38	水保新增
		m^3	1200	水保新增
	表土回覆	m^3	1200	水保新增
	土地整治	hm^2	0.38	水保新增
临时措施	防雨布遮盖	m^2	2860	水保新增

5.3.7 水土保持措施工程量

本工程水土保持方案设计，通过采取各种工程措施、植物措施、临时措施等综合防治措施，最大可能的防止新增及原有水土流失的产生。水土保持措施工程量见下表。

5.3-4　　水土保持措施工程量汇总表

措施类型			单位	间隔扩建工程区	塔基及其施工临时占地区	人抬道路区	其他施工临时占地区	电缆区	合计
工程措施	**浆砌石堡坎**	**长度**	m		171.2				171.2
		砌筑量	m		400				400
	浆砌石排水沟	**长度**			230				230
		砌筑量	m		120.8				120.8
	碎石铺设		**m^2**	47					47
	表土剥离		m^3		3000			1200	4200
	表土回覆		m^3		3000			1200	4200
	土地整治		hm^2		2.78	1.15	0.48	0.38	4.79
植物措施	撒播种草	面积	hm^2		2.58	1.15	0.48		4.21
		草籽	kg		206.4	92	38.4		336.8
	撒播灌草	面积	hm^2		0.82				0.82
		种子	kg		41				41
临时措施	防雨布遮盖		m^2	300	5170			2860	8330
	土袋挡墙		m^3		147				147
	防雨布隔离		m^2		10200		1600		11800
	棕垫隔离		m^2				1600		1600
	泥浆沉淀池		**座**		6				6

注：黑体字措施及工程量为主体已有。

5.4 施工要求

5.4.1 施工组织

根据水土保持工程与主体工程“三同时”的原则，组织安排施工。

（1）根据工程总进度安排，合理安排措施实施进度；

（2）体现预防为主的方针，以尽量减少工程施工期和完工后的水土流失为原则；

（3）水保工程措施施工应与主体工程施工同时进行；植物措施实施计划应充分考虑植物对季节的要求。

5.4.2 施工条件

（1）水土保持施工可依托主体工程的交通、水电、道路和机械等施工条件；

（2）建筑材料纳入主体工程材料供应体系，种子在当地采购；

（3）水土保持措施应工程措施与植物措施同步进行，协调发展，工程措施应避开雨天施工，植物措施在具备条件后应尽快实施。

5.4.3 施工方法

5.4.3.1 工程措施

本项目水土保持新增工程措施主要包括表土剥离及回覆、土地整治（复绿）等。

（1）表土剥离及回覆

表土剥离、回覆：施工前期对区内的表土层采用人工稿锹等进行剥离。剥离的表土人工搬运至集中堆放场或临时堆放的位置平铺，堆放期间严禁人为踩踏，采取临时拦挡、覆盖等措施进行防护。施工结束后，将区内堆放的表土回覆到可以绿化的区域，根据种植草种以及前期剥离表土量的不同进行覆土厚度的规划。

（2）土地整治

土地整治工程主要是对施工后期需绿化区域进行的地貌平整、表层土翻松等一系列小型整治工程措施。结合土地使用的立地条件及项目区生产建设需要，尽量采取深耕深松、增施有机肥等土壤改良措施。

采取机械施工为主，人工为辅的方法，对土地整治区进行建筑垃圾和块石清理、翻耕，结合表土回覆进行平整、土壤改良、施肥等内容。

5.4.3.2 植物措施

撒播灌草籽

灌草种撒播前，根据气候条件温度，预先 1 天~2 天将灌草籽浸水。根据设计比例将处理好的灌草种和混合料拌和，均匀地撒播到已备好的表土区内。

根据土壤肥力、湿度、天气情况，酌情追施化肥并洒水养护，太阳大的时候，要在下午 16 点以后，才能进行洒水养护，以后转入常规管理阶段，促使早日复绿。

种子前期养护一般为 45 天，发芽期为 15 天。前期养护时间为每天养护两次，早晚各一次，早晨养护时间应在 10 点以前完成，晚上养护应在 16 点以后开始，避免在强烈的阳光下进行喷水养护，以免造成生理性缺水和诱发病虫害。在高温干旱季节，种子幼芽及幼苗由于地面高温容易被灼伤，每天应增加 1 次~2 次养护。中期以自然雨水养护为主，每月喷水两次，并追施肥，促苗转青。在整个养护期中，须注意病虫害的防治。

5.4.3.3 临时措施

（1）土袋挡护：人工装土、封包、堆筑；施工结束后土袋内装土翻松后就地铺平。

（2）防雨布：防雨布的目的主要是防止下雨天或者大风天气雨水、风等自然因素对临时堆放的表土、土石方、砂石材料等冲刷、吹蚀造成新的水土流失。防雨布的覆盖原则上按有多少临时堆方即覆盖多少面积，周边采用大块石等对防雨布进行压角。

（3）棕垫隔离：机械活动的范围或者停放机械的地方采用棕垫隔离防护，减小对

地表的扰动和对周边环境的影响。

（4）临时排水沟和临时沉沙池：均采用人工进行开挖，开挖成型后用铁锹将内壁拍实，保证排水通畅，出口处应与自然沟道连接，避免造成集中冲刷。

5.4.4 绿色施工的要求

工程建设中，可采取以下绿色施工措施：

（1）选择低能耗、低排放的设备和技术，使用高效节能的施工机械和工具，采用环保材料和设备。

（2）优化施工工艺及施工组织，采用彩条旗对塔基施工场地周边、牵张场周边、跨越施工场地周边、人抬道路两侧进行限界，减少对土地植被的占用和破坏。合理规划施工区域，减少土方挖填量，尽可能采用无损施工技术。

（3）建立科学合理的废弃物管理系统，对施工中产生的废弃物进行分类、减量和资源化利用。

（4）建立监测系统，对施工工程中的环境影响进行实时监测，采取防尘、减噪等措施，减少对周边环境的影响。

（5）在工地周边设置绿色标识，宣传绿色施工理念，提高工人的环保意识和绿色施工的重要性。

5.4.5 施工进度安排

本工程施工期 9 个月，计划于 2025 年 4 月初开工，2025 年 12 月底建成运行。方案实施进度安排，遵循工程措施在先，随后实施植物措施的原则，遵循拦挡工程措施先于土石回填的原则。

针对输电线路工程施工点分散、施工时间分散、各施工点施工时间不长的特点，各施工点水土保持措施应在各点施工期间或施工结束后立即实施，不能等到全线施工结束后才实施。主体工程与水土保持工程实施进度见双横道图。

表 5.4-1　主体工程与水土保持工程实施进度双横道图

分区	措施类型	措施名称	2025 年								
			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
间隔扩建工程区	主体工程										
	工程措施	碎石压盖									
	临时措施	防雨布遮盖									
塔基及其施工临时占地区	主体工程										
	工程措施	*浆砌石截排水沟、堡坎*									
		表土剥离									
		表土回覆、土地整治									
	植物措施	撒播灌草									
	临时措施	土袋挡墙、防雨布遮盖、隔离									
		泥浆沉淀池									
人抬道路区	主体工程										
	工程措施	土地整治									
	植物措施	撒播灌草									
其他施工临时占地区	主体工程										
	工程措施	土地整治									
	植物措施	撒播种草									
	临时措施	棕垫隔离、防雨布隔离									
电缆区	主体工程										
	工程措施	表土剥离									
		表土回覆、土地整治									
	临时措施	棕垫隔离、防雨布隔离									

注：主体工程进度　　　　　　水保措施进度

6 水土保持监测

根据《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）文件要求，开展生产建设项目水土保持监测，是生产建设单位应当履行的一项法定义务，对编制水土保持方案报告书的生产建设项目（即征占地面积在 5 公顷以上或者挖填土石方总量在 5 万立方米以上的生产建设项目），生产建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。

本项目为编制水土保持方案报告表的生产建设项目（征占地面积小于 5 公顷以上且挖填土石方总量小于 5 万立方米），为了做好本项目水土保持工作，建议建设单位自行开展监测工作，做好施工管理，减少因工程建设产生的水土流失。

自主监测具体要求如下：

（1）监测内容

本项目水土保持监测内容包括水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测、水土保持措施监测。

（2）监测方法及点位

本项目应主要采取调查监测和巡查监测，不设置固定监测点。

（3）监测时段

监测时段从 2025 年 4 月至 2026 年 12 月，施工准备期进行本底值监测。

（4）监测成果

监测成果按《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）的要求编制。生产建设项目水土保持监测成果应按照档案管理相关规定建立档案。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

（1）主体工程具有水土保持功能的水土保持措施，按照工程量及单价统计投资；

（2）本项目水土保持方案作为工程建设的一个重要内容，其措施投资的基础单价、编制依据、方法和主体工程设计估算一致，不足部分采用水保、其他行业、地方标准和当地现行价；

（3）材料价格与主体工程一致，主体工程定额中没有的工程项目，采用水土保持或相关行业的定额；

（4）植物措施单价依据当地水土保持植树造林价格确定；

（5）本项目水土保持工程作为项目建设的一个重要内容，为保证方案工程投资的合理性，其价格水平年为2024年第4季度。

7.1.1.2 编制依据

（1）《水土保持工程概（估）算定额》（水总〔2003〕67号）；

（2）《关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；

（3）《四川省发展和改革委员会、四川省财政厅<关于制定水土保持补偿费收费标准>的通知》（川发改价格[2017]347号）；

（4）《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）；

（5）四川省水利厅《关于印发增值税税率调整后<四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定>相应调整办法的通知》（川水函〔2019〕610号）。

7.1.2 编制说明与估算成果

本方案费用估算包括：第一部分工程措施费；第二部分植物措施费；第三部分临时措施费；第四部分独立费用；第五部分基本预备费；第六部分水土保持补偿费。

7.1.2.1 编制说明

（1）人工预算单价

本方案人工预算单价与主体工程保持一致，主体工程人工预算单价按照《电力建设工程预算定额》（2018年版）基准工日单价取定，工程措施和植物措施均按132.9元/

工日计算，即 16.61 元/工时。

本工程线路海拔高程约在 1549m～3500m 间，根据《水土保持工程概算定额》，经加权平均后，塔位平均高程为 2568m，人工定额调整系数取 1.15，施工机械台时费调整系数取 1.35。

（2）主要材料单价

本方案材料价格由材料原价、包装费、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，参照主体工程同种材料计算单价。

对于水土保持植物措施所需苗木、草籽的单价，以现场调查当地实际价格为准。主要材料预算价格见表 7.1-1。

表 7.1-1 水土保持工程主要材料预算单价表

序号	名称	单位	预算单价（元）
1	水	m^3	4.00
2	电	kwh	0.90
3	防雨布	m^2	2.60
4	棕垫	m^2	16.6
5	编织袋	个	1.00
6	草籽	kg	80
7	灌木籽	kg	100
8	农家土杂肥	m^3	70

（3）水土保持补偿费

根据《四川省发展和改革委员会、四川省财政厅<关于制定水土保持补偿费收费标准>的通知》（川发改价格[2017]347 号）相关规定，水土保持补偿费按 1.3 元/m^2 计标准征收，本工程占地面积 4.88hm^2，共需缴纳水土保持补偿费 6.344 万元。

7.1.2.2 估算成果

本工程水土保持总投资为 117.27 万元，其中主体已有水保投资 23.69 万元，方案新增水保投资为 93.58 万元。水土保持投资中工程措施费用 49.64 万元，植物措施费用 3.91 万元，临时措施费用 28.96 万元，独立费用 23.48 万元，基本预备费 4.94 万元，水土保持补偿费 6.344 万元。

本工程水土保持投资估算总表详见表 7.1-2、分区措施投资表详见表 7.1-3、独立费用计算表详见表 7.1-4、水土保持补偿费计算表详见表 7.1-5、工程单价汇总表详见表 7.1-6。

表 7.1-2 投资估算总表单位：万元

序号	工程或费用名称	方案新增投资					主体投资	合计
		建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	小计		
一	**第一部分：工程措施**	**27.15**				**27.15**	**22.49**	**49.64**
1	间隔扩建工程区					**0.00**	**0.14**	**0.14**
2	塔基及其施工临时占地区	19.35				19.35	22.35	41.70
3	人抬道路区	1.11				1.11		1.11
4	电缆区	6.23				6.23		6.23
5	其他施工临时占地区	0.46				**0.46**		**0.46**
二	**第二部分：植物措施**			**3.91**		**3.91**	**0.00**	**3.91**
1	塔基及其施工临时占地区			2.60		2.60		2.60
2	人抬道路区			0.92		0.92	0.00	0.92
3	其他施工临时占地区			0.39		0.39		0.39
三	**第三部分：临时措施**	**27.76**				**27.76**	**1.20**	**28.96**
（一）	**临时防护措施**	**27.14**				**27.14**	**1.20**	**28.34**
1	间隔扩建工程区	**0.25**				**0.25**		**0.25**
2	塔基及其施工临时占地区	18.58				18.58	1.20	19.78
3	电缆区	2.34				2.34	0.00	2.34
4	其他施工临时占地区	5.97				5.97		5.97
（二）	**其他临时工程**	**0.62**				**0.62**		**0.62**
四	**第四部分：独立费用**				**23.48**	**23.48**		**23.48**
1	建设管理费				1.18	1.18		1.18
2	科研勘测设计费				12.80	12.80		12.80
3	水土保持监理费				0.00	0.00		0.00
4	水土保持监测费				4.00	4.00		4.00
5	水土保持设施验收费				5.50	5.50		5.50
五	一至四部分合计	**54.91**	**0.00**	**3.91**	**23.48**	**82.30**	**23.69**	**105.99**
六	基本预备费					**4.94**		**4.94**
七	水土保持补偿费					**6.344**		**6.344**
水土保持工程总投资						**93.58**	**23.69**	**117.27**

表 7.1-3 分区措施投资表

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
第一部分	工程措施				**27.20**
1	**塔基及其施工临时占地区**				**19.35**
1.1	表土剥离	hm^2	1.4	49725.45	6.96
1.2	表土回覆	m^3	3000	32.97	9.89
1.3	土地整治	hm^2	2.58	9679.24	2.5
2	**人抬道路区**				**1.11**
	土地整治	hm^2	1.15	9679.24	1.11
3	**电缆区**				6.23
3.1	表土剥离	hm^2	0.38	49725.45	1.89
3.2	表土回覆	m^3	1200	32.97	3.96
3.3	土地整治	hm^2	0.38	9679.24	0.38
4	**其他施工临时占地区**				**0.46**
	土地整治	hm^2	0.48	9679.24	0.46
第二部分	植物措施				**3.91**
1	**塔基及其施工临时占地区**				**2.60**
1.1	撒播种草				**2.06**
1.1.1	种草面积	hm^2	2.58	1595.68	0.41
1.1.2	草籽	kg	206.4	80.00	1.65

1.2	撒播灌木籽				0.54
1.2.1	种草面积	hm^2	0.82	1595.68	0.13
1.2.2	灌木种子	kg	41	100.00	0.41
2	**人抬道路区**				**0.92**
2.1	撒播种草	hm^2	1.15	1595.68	0.18
2.2	草籽	kg	92.00	80.00	0.74
3	**其他施工临时占地区**				**0.39**
3.1	种草面积	hm^2	0.48	1595.68	0.08
3.2	草籽	kg	38.4	80.00	0.31
第三部分	**临时措施**				**27.14**
1	**间隔扩建工程区**				0.25
	防雨布遮盖	m^2	300	8.18	0.25
2	**塔基及其施工临时占地区**				**18.58**
2.1	防雨布遮盖	m^2	5170	8.18	4.23
2.2	土袋挡墙				6.01
2.2.1	土袋填筑	m^3	147	361.77	5.32
2.2.2	土袋拆除	m^3	147	46.84	0.69
2.3	防雨布隔离	m^2	10200	8.18	8.34
3	**电缆区**				**2.34**
	防雨布覆盖	m^2	2860	8.18	2.34
4	**其他施工临时占地区**				**5.97**
4.1	棕垫隔离	m^2	1600	29.16	4.66
4.2	防雨布隔离	m^2	1600	8.18	1.31
合计					**58.25**

表 7.1-4 独立费用计算表

编号	工程或费用名称	计列标准	总价（元）
1	建设管理费	按（第一至第三部分之和）×2%计列	1.18
2	科研勘测设计费	按合同计列	12.80
3	水土保持监理费	纳入主体监理，不单独计列。	0.00
4	水土保持监测费	按合同计列	4.00
5	水土保持设施验收费	按合同计列	5.50
合计			23.48

表 7.1-5　水土保持补偿费计算表

行政区域	占地面积（hm^2）	补偿费标准（元/m^2）	水土保持补偿费（万元）
西昌市	4.88	1.3	6.344
合计	4.88		6.344

表 7.1-6　工程单价汇总表　　单位：元

编号	工程名称	单位	单价	直接工程费	间接费	利润	税金	扩大系数
1	表土剥离（20cm）	100m^2	497.25	367.39	20.21	27.13	37.33	45.20
2	表土剥离（30cm）	100m^2	714.62	527.98	29.04	38.99	53.64	64.97
3	表土回覆	100m^3	3297.39	2436.21	133.99	179.91	247.51	299.76
4	土地整治	hm^2	9679.24	7151.32	393.32	528.12	726.55	879.93
5	撒播种草	hm^2	1595.68	1190.21	53.56	87.06	119.78	145.06
6	土袋填筑	100m^3	36177.20	26728.80	1470.08	1973.92	2715.55	3288.84
7	土袋拆除	100m^3	4683.99	3460.67	190.34	255.57	351.59	425.82
8	防雨布遮盖	100m^2	817.64	611.26	32.11	43.12	59.31	71.84
9	棕垫隔离	100m^2	2915.58	2179.67	114.50	153.74	211.51	256.16

7.2 效益分析

7.2.1 生态效益

本工程水土保持方案得到全面实施后，将使本工程水土流失防治责任范围内的新增水土流失得到有效控制。

7.2.2 社会效益

在实施各项水土保持措施后（包括具有水土保持功能的主体工程措施），对于保障输变电工程建设和安全运行起到了重要作用。

7.2.3 经济效益

项目区水土保持措施产生的经济效益以间接经济效益为主。对于本工程而言，间接经济效益体现在通过采取工程措施和植物措施后，项目在土石方开挖期可减少水土流失量，避免对周边土地的破坏，减轻和改善了工程占地对当地社会环境造成的不良影响。

7.2.4 水土流失防治目标实现情况

本工程建设区面积为 4.88hm^2，扰动地表面积为 4.88hm^2，永久建筑物及硬化面积 0.07hm^2，水土流失面积 4.88hm^2。水土持方案防治效果计算如下：

表 7.2-1　水土流失防治六项指标计算结果表

项目	计算方法	计算数据		计算结果	目标值
水土流失治理度	水土流失治理达标面积/水土流失总面积	水土流失治理达标面积(hm^2)	水土流失总面积(hm^2)	99.9%	97%
		4.87	4.88		
土壤流失控制比	容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失强度	容许土壤流失量($t/km^2 \cdot a$)	治理后的平均土壤流失强度($t/km^2 \cdot a$)	1	1
		500	500		
渣土挡护率	实际挡护临时堆土数量/临时堆土总量	实际挡护的临时堆土数量(m^3)	临时堆土总量(m^3)	97.5%	92%
		11760	12057		
表土保护率	表土数量/可剥离表土总量	保护的表土数量(万 m^3)	可剥离表土总量（万 m^3）	98.7%	95%
		0.77	0.78		
林草植被恢复率	林草类植被面积/可恢复林草植被面积	林草总面积(hm^2)	可恢复林草植被面积(hm^2)	99.0%	96%
		4.21	4.25		
林草覆盖率	林草类植被面积/项目建设区面积	林草总面积(hm^2)	项目建设区面积(hm^2)	86.3%	23%
		4.21	4.88		

本方案实施后，本工程水土流失防治责任范围内因工程建设造成的新增水土流失得到有效治理。根据水土保持措施实施效果分析测算，可治理水土流失面积 4.87hm^2，减少水土流失量 162t，恢复林草植被面积 4.21hm^2，临时堆土挡护量 1.18 万 m^3，表土剥离及保护量 0.77 万 m^3。通过水土保持措施治理后，至设计水平年末，项目区水土流失治理度可达到 99.9%，土壤流失控制比达到 1，渣土防护率达到 97.5%，表土保护率达到 98.7%，林草植被恢复率达到 99.0%，林草覆盖率达到 86.3%。

因此，六项防治指标均达到本方案确定的西南岩溶区一级防治标准目标值。

8 水土保持管理

根据《生产建设项目水土保持管理办法》（水利部令第 53 号）规定，建设单位应当按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。

8.1 组织管理

建设单位应成立水土保持方案实施管理机构，确定专职人员，并设专人负责水土保持工作，对相关人员培训，强化水土保持意识，明确水土流失防治责任和义务。

该机构负责组织实施审批的本水土保持方案，开展水土保持方案的实施检查，全力保证该项工程的水土保持工作按年度、按计划进行，并主动与当地水土行政主管部门密切配合，自觉接受地方水行政主管部门的监督检查。

8.2 后续设计

方案批复后，在施工图阶段应当细化水土保持措施设计。

当生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，建设单位将补充或者修改水土保持方案并报水行政主管部门批准，方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应到相应的水行政主管部门备案。

8.3 水土保持监测

根据《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）文件要求，本项目建设单位可自行，也可委托具有水土保持监测能力的单位开展水土保持监测工作，做好施工管理，减少因工程建设产生的水土流失。

8.4 水土保持监理

本工程水土保持监理工作可纳入主体监理一并完成。监理工作须建立水土保持监理档案，工程监理文件中应落实水土保持监理的具体内容和要求，由监理单位控制水土保持工程的进度、质量和投资。

8.5 水土保持施工

建设单位主体责任和各参建单位水土保持责任应明确。建设单位在实施审定的水土保持方案过程中，应采取公平、公开、公正的原则实行招投标制，以确定本方案实施的施工单位，把水土保持工作内容和任务纳入施工合同，要求施工单位落实水土保持“三同时”和绿色施工，采用科学合理的施工工艺和程序，控制和减少新增水土流失。

8.6 水土保持设施验收

建设单位应经常开展水土保持工作的检查，并接受水行政主管部门的监督管理。

根据水土保持“三同时”制度要求，主体工程竣工验收前必须完成水土保持设施专项验收工作，验收内容、程序等按《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号文）、《水利部办公厅关于做好生产建设项目水土保持承诺制管理的通知》（办水保〔2020〕160 号）等文件的相关要求执行。