

水保方案（川）字第 0072 号

项目编号：ZW22-0650-SB-051

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目

水土保持方案报告表

（报批稿）

建设单位：雅江县晟天新能源有限公司

编制单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇二三年九月

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目

水土保持方案报告表

(报批稿)

已复核, 同意报批。

建设单位: 雅江县晟天新能源有限公司

赵芹

编制单位: 四川众望安全环保技术咨询有限公司

2023.10.10

二〇二三年十月



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书 (副本)

单位名称：四川众望安全环保技术咨询有限公司

法定代表人：潘祖高

单位等级：★★★★（4星）

证书编号：水保方案（川）字第 0072 号

有效期：自 2019 年 10 月 01 日至 2022 年 09 月 30 日

此页仅用于甘孜州雅江县红星光伏 220kV 送出工程水土保持方案报告表送审

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019 年 09 月 30 日

中国水土保持学会文件

中水会字[2022]第 021 号

关于生产建设项目水土保持方案编制和 监测单位水平评价证书延期的公告

各有关单位:

为贯彻落实党中央关于“疫情要防住、经济要稳住、发展要安全”的要求,统筹好疫情防控和经济发展的部署,推进生产建设项目水土保持方案编制和监测工作持续有效开展,学会经研究决定:

一、对有效期于 2021 年 9 月 30 日已经到期和 2022 年 9 月 30 日即将到期的证书,持证单位可保留原有星级延期至 2023 年 9 月 30 日。

二、对 2022 年有新申请和星级晋升需求的单位,根据《关于开展 2022 年生产建设项目水土保持方案编制及监测单位水平评价工作的通知》办理,按星级评定的结果执行。

水平评价证书延期的生产建设项目水土保持方案编制和监测单位,要保证技术人员、技术水平、管理能力、仪器设备等满足水平评价的标准要求,依法依规、遵守国家技术标准从事生产建设项目水土保持方案编制和监测工作。

咨询电话: 010-62338045 62336653



甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目

水土保持方案报告表

责任页

(四川众望安全环保技术咨询有限公司)

批 准： 杨 杰（副总经理）

核 定： 郭伟康（工程师）

审 查： 胡洪焰（工程师）

校 核： 张 霞（工程师）

项目负责人： 景天乙（工程师）

编 写： 景天乙（1、2、3、5 章）

何清柔（4 章、附件、附图）

姜 翔（6、7、8 章、附表）

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目

水土保持方案报告表修改对照表

序号	评审意见	修改内容	修改章节
1	复核方案特性表中明确涉及水土流失重点防治区情况	已分别明确康定市与雅江县涉及的重点防治区情况	特性表
2	根据核准批复,复核完善项目建设内容、规模等	已参照修改,建设内容补充修改,较核准内容数据有一定出入,核准数据为可研阶段数据,初设较该阶段有一定变化	1.1.1.2
3	补充考虑草甸土剥离和保护	已补充草甸剥离保护	全文复核并复核投资
4	本项目塔基基础开挖存在余方,进行摊平处理,不是填方	塔基多余土石方 0.35 万 m ³ 计入余方,在塔基范围摊平处理	2.4.3 全文复核
5	补充项目前期工作进展情况(2023年7月省发改委关于项目核准的批复项目涉及让阿弄巴饮用水水源保护区的批复)	已补充	1.1.2
6	复核自然简况数据	已复核,增加降雨时段、主导风向等数据	1.1.3
7	复核林草覆盖率	除基础塔脚与排水沟等硬化外,其余均恢复绿植	1.10
8	除塔基范围剥离表土,其他区域表土是否剥离	其它区域仅临时占压地表,扰动较轻微,若对上述区域进行剥离破坏了原始地表植被及土壤团粒结构,易引发水土流失,故不考虑剥离	2.4.2
9	明确州人民政府同意穿越水源地的批复	因 9.19 康定市政府向州上上报,文件暂未取得,目前为康定市政府文件	2.7.7
10	复核水土流失防治措施体系框图	笔误,已将其中一个修改为间隔扩建区	5.2.2
11	复核投资价格水平年	已修订为 2023 年第三季度	7.1.1.2
12	复核人工预算单价	已补充说法,按主要建筑物所在地确定	7.1.2.2
13	根据川水发[2015]9号,将监测措施纳入水保措施费用。	已修订,将监测措施单独罗列,删除独立费用中监测措施	第 7 章

已复核,同意报批。

赵其 2023.10.10

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目水土保持方案报告表

项目概况	位置	四川省甘孜州雅江县、康定市			
	建设内容	全线采用单双回混合设计,线路长度 35.58km,折算为单回为 50.23km,其中单回路段线路长度为 1×20.93km(红星 I 标光伏升压站~新都桥变电站单回路段线路长度约 1×9.715km,红星 II 标光伏升压站~新都桥变电站单回路段线路长度约 1×11.215km),双回路段线路长度约 2×14.65km;既有新都桥变电站扩建出线间隔 1 回			
	建设性质	新建	总投资(万元)	20366	
	土建投资(万元)	4831	占地面积(hm ²)	永久: 0.93 临时: 2.68	
	动工时间	2023 年 11 月		完工时间 2024 年 4 月	
	土石方(万 m ³)	挖方	填方	借方	余(弃)方
		1.08	0.73	\	0.35
	取土(石、砂)场	不设置取土(石、砂)场			
	弃土(石、渣)场	不设置弃土(石、渣)场			
	项目区概况	涉及重点防治区情况	雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区	地貌类型	中高山
原地貌土壤侵蚀模数 [t/(km ² ·a)]		1383	容许土壤流失量 [t/(km ² ·a)]	500	
项目选址(线)水土保持评价		本项目途经四川省甘孜州雅江县与康定市,雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区,因此本方案按青藏高原区一级标准执行,项目选址不存在其它水土保持制约因素			
预测水土流失总量(t)		350.65			
防治责任范围(hm ²)		3.61			
防治准等级及目标	防治标准等级	青藏高原区一级标准			
	水土流失治理度(%)	85	土壤流失控制比	1.0	
	渣土防护率(%)	87	表土保护率(%)	90	
	林草植被恢复率(%)	95	林草覆盖率(%)	18	
水土保持措施	<p>塔基工程区: (1)工程措施:草甸及表土剥离 0.14 万 m³(剥离面积 0.93hm²,平均剥离厚度 0.15m)、草甸及表土回覆 0.14 万 m³(回铺面积 0.86hm²,平均覆土厚 0.16m)、土地整治 2.01hm²、<u>浆砌石截排水沟 260m(矩形断面, B×H=0.5m×0.6m, 浆砌石砌筑)</u>; (2)植物措施:撒播植草 2.01hm²(老芒麦、披碱草混播,撒播密度 100kg/hm²,撒播草籽 201kg)、抚育管理 2.01hm²; (3)临时措施:土袋挡墙/拆除 784m(梯形堆放,高 0.8m,上底宽 0.6m,下底宽为 1m,共 501.76m³)、防雨布遮盖/拆除 2000m²、彩条布铺设/拆除 21500m²</p> <p>间隔扩建区: (1)临时措施:防雨布遮盖/拆除 80m²</p>				

<p>人抬道路区：（1）植物措施：撒播草籽 0.41hm²（老芒麦、披碱草混播，撒播密度 100kg/hm²，撒播草籽 41kg）、抚育管理 0.41hm²；（2）临时措施：棕榈垫铺设/拆除 3000m²。</p> <p>施工场地区：（1）植物措施：撒播草籽 1.09hm²（老芒麦、披碱草混播，撒播密度 100kg/hm²，撒播草籽 109kg）、抚育管理 1.09hm²；（2）临时措施：棕榈垫铺设/拆除 4000m²</p>				
水土保持 投资概算 (万元)	工程措施	22.30	植物措施	3.56
	临时措施	46.88	水土保持补偿费	4.693
	独立费用	建设管理费		1.22
		科研勘测设计费		4.80
		水土保持设施验收费		3.0
	基本预备费	7.0		
总投资	93.45			
方案编制单位	四川众望安全环保技术咨询有限公司		建设单位	雅江县晟天新能源有限公司
机构代码	915101057566343298		机构代码	91513325MABQYYA7M
法定代表人	潘祖高		法定代表人	张连
地址	成都市青羊区青龙街 51 号倍特康派大厦 26 楼		地址	四川省甘孜藏族自治州雅江县河口镇梯子巷 51 号
邮编	610031		邮编	627452
联系人及电话	景天乙/18848479491		联系人及电话	赵海光/15928891103
传真	/		传真	--
电子信箱	569617427@qq.com		电子信箱	scst@scshengtian.com

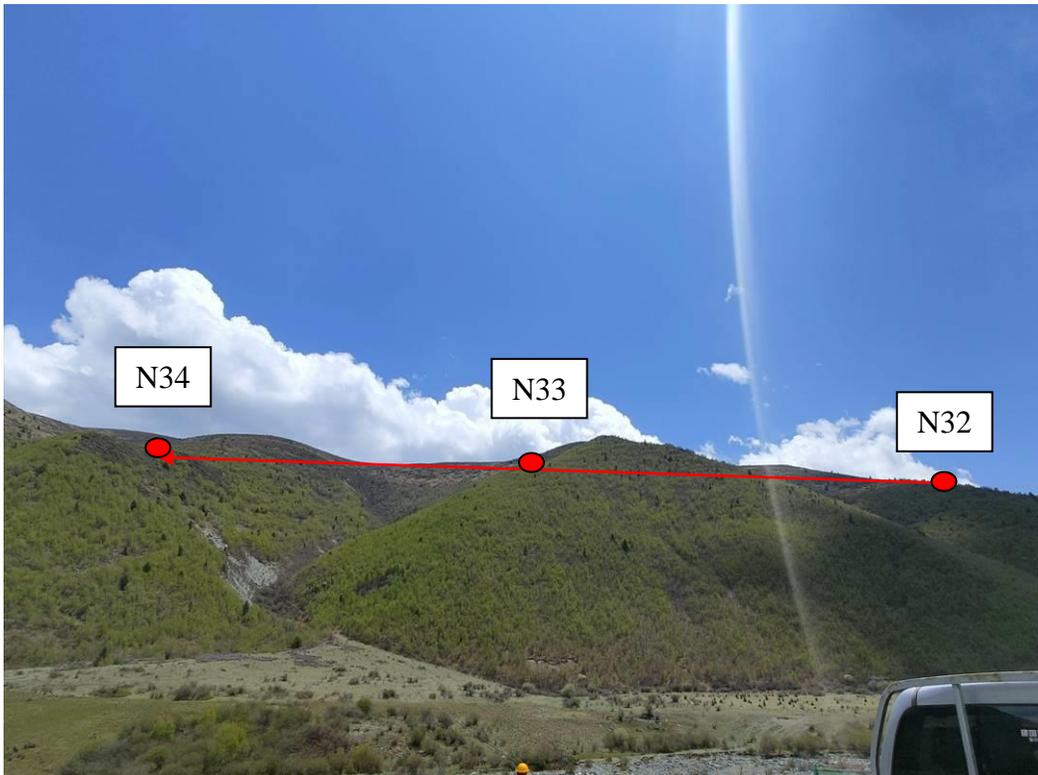
注：下划线为已实施措施

说 明

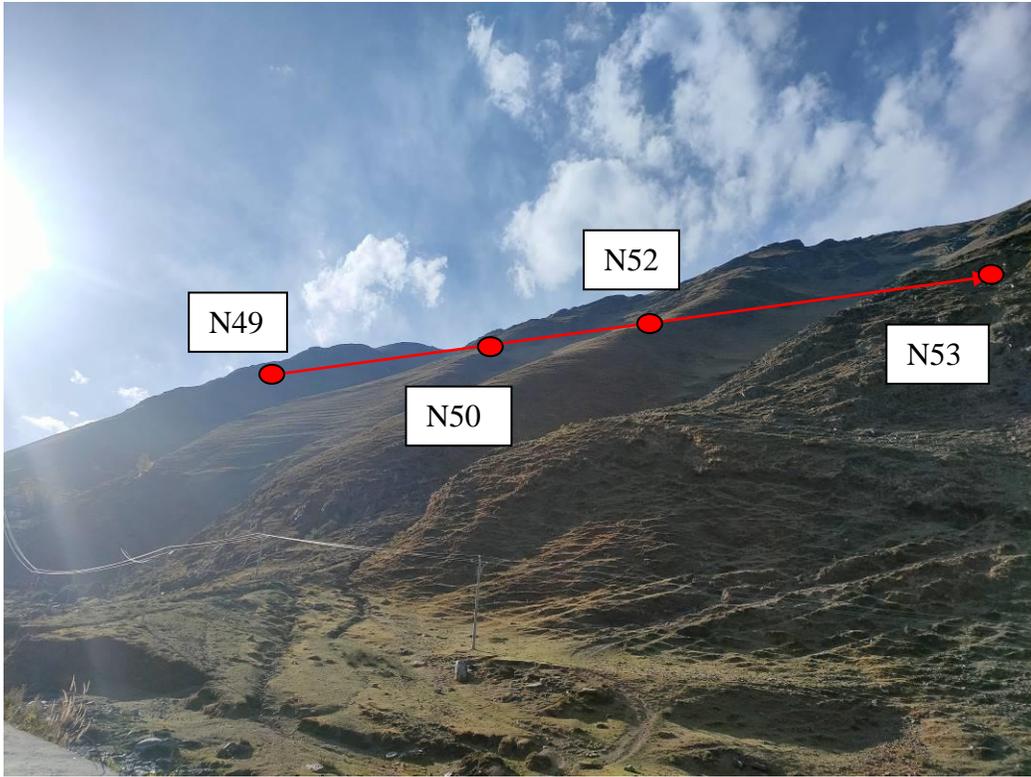
- 1、本方案表格是参照中华人民共和国国家标准 GB 50433-2018 编制。
- 2、一切单位和个人，必须严格遵守国家和地方有关水土保持的法律、法规、切实履行保护水土资源、防治水土流失的义务。
- 3、本表一式三份。附图附生产建设项目地理位置平面图、项目总体布置图和水土保持设计图，经水行政主管部门审查批准后，一份留水行政部门作为监督检查依据，一份送项目审批部门作为审批立项的依据，一份留本单位（或个人）作为实施依据。
- 4、在生产建设项目施工过程中，必须按“水土保持方案报告表”中的内容实施各项水土保持措施，并接受水行政部门监督检查



项目塔基路径现状



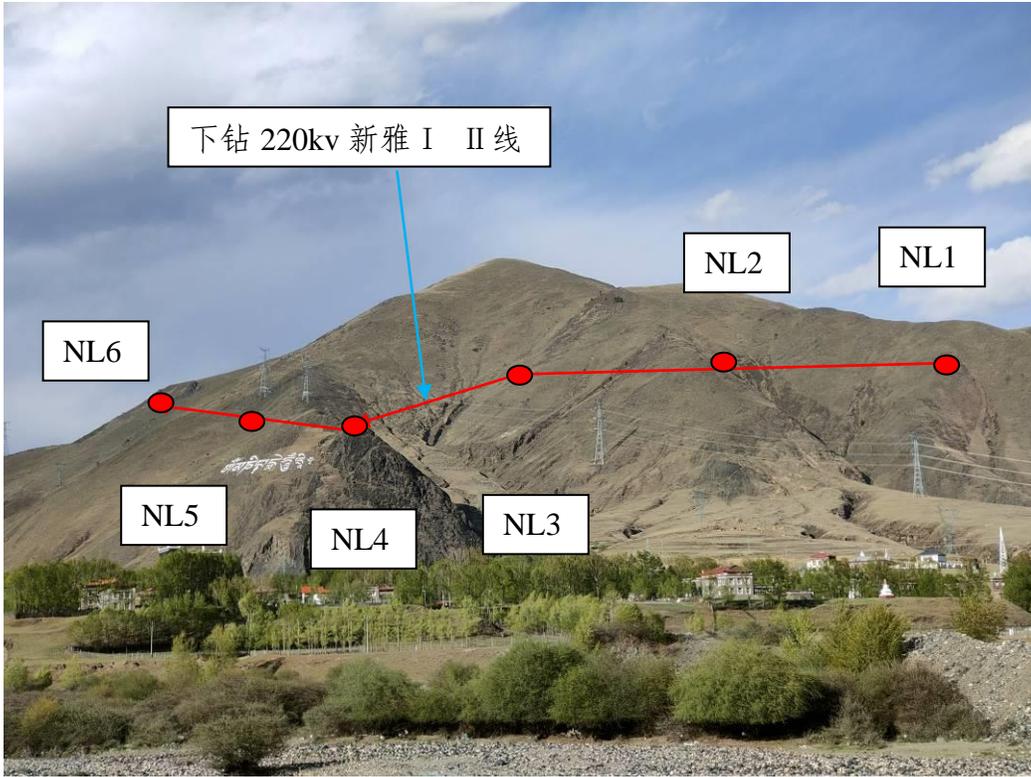
项目塔基路径现状



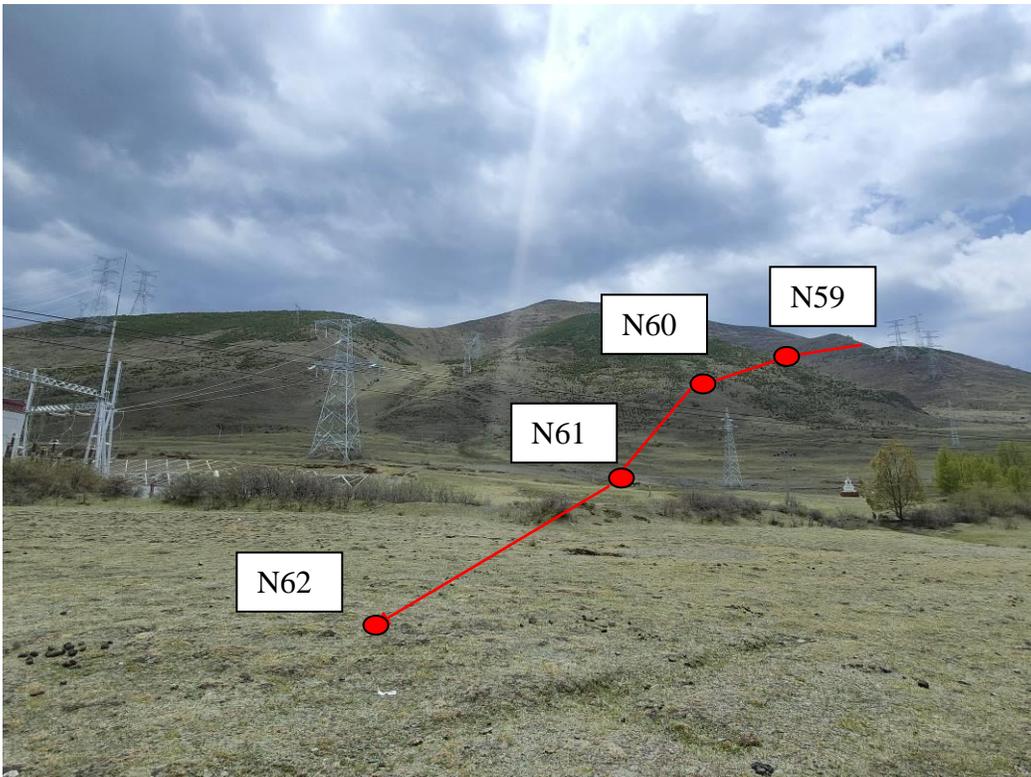
项目塔基路径现状



项目塔基路径现状



项目塔基路径现状



项目塔基路径现状



华电线进新都变电站塔基位-NL10



华电线进新都变电站塔基位-N62



利用雅江县红星“1+N”项目 I 标 500MW 光伏电站、雅江县红星“1+N”项目 II 标 500MW 光伏电站项目施工道路（已建）



利用周边放牧农耕道路



利用周边已有村道

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况.....	1
1.2 编制依据.....	4
1.3 设计水平年.....	6
1.4 水土流失防治责任范围.....	6
1.5 水土流失防治目标.....	6
1.6 项目水土保持评价结论.....	9
1.7 水土流失调查及预测结果.....	11
1.8 水土保持措施布设成果.....	12
1.9 水土保持监测方案.....	14
1.10 水土保持投资估算及效益分析成果.....	14
1.11 结论.....	15
2 项目概况	18
2.1 项目组成及工程布置.....	18
2.2 施工组织.....	29
2.3 工程占地.....	34
2.4 土石方平衡.....	37
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建.....	40
2.6 施工进度.....	40
2.7 自然概况.....	41
3 项目水土保持评价	49
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价.....	49
3.2 建设方案与布局水土保持评价.....	51
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定.....	60
4 水土流失分析及预测	62

4.1 水土流失现状.....	62
4.2 水土流失影响因素分析.....	63
4.3 土壤流失预测.....	64
4.4 水土流失危害分析.....	72
4.5 指导性意见.....	72
5 水土保持措施	74
5.1 防治区划分.....	74
5.2 措施总体布局.....	75
5.3 分区措施布设.....	77
5.4 施工要求.....	85
6 水土保持监测	90
7 水土保持投资估算及效益分析	91
7.1 投资估算.....	91
7.2 效益分析.....	102
8 水土保持管理	106
8.1 组织管理.....	106
8.2 后续设计.....	107
8.3 水土保持监测.....	108
8.4 水土保持监理.....	108
8.5 水土保持施工.....	109
8.6 水土保持设施验收.....	109

附表:

附表 1: 工程单价表

附件:

附件 1: 委托书

附件 2: 四川省发展和改革委员会关于甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目核准的批复（川发改能源〔2023〕361 号）

附件 3: 甘孜州发展和改革委员会关于甘孜雅江县红星 1000MW 光伏项目送出工程线路路径方案的复函

附件 4: 甘孜州自然资源和规划局关于甘孜雅江红星 1000MW 光伏项目送出工程线路路径方案与“三区三线”位置关系的复函

附件 5: 康定市人民政府关于报请审批甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目穿越康定市让阿弄巴水源准保护区及二级保护区的请示（康府〔2023〕50 号）

附图 6: 雅江县林业和草原局关于征求甘孜雅江红星光伏项目、雅江红星 1000 MW 光伏项目送出工程线路路径方案的复函（雅林草函〔2022〕147 号）

附件 7: 康定市林业和草原局关于征求甘孜雅江县红星 1000MW 光伏项目送出工程线路路径方案意见的复函（康林草函〔2022〕348 号）

附件 8: 关于雅江县红星“1+N”项目 I、II 标 500MW 光伏电站项目 220kV 送出工程初步设计的评审意见（塔湾电力〔2023〕0620 号）

附图:

附图 1: 项目地理位置图

附图 2: 项目区水系图

附图 3: 项目区土壤侵蚀分布图

附图 4: 线路路径方案图

附图 5: 间隔扩建平面布置图

附图 6: 铁塔一览图

附图 7: 基础一览图

附图 8: 分区防治措施总体布局图

附图 9: 塔基工程区水土保持措施典型布设图

附图 10: 施工临时占地区水土保持措施典型布设图

附图 11: 人抬道路区水土保持措施典型布设图

附图 12: 间隔扩建区水土保持措施典型布设图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设必要性

(1) 满足红星光伏电站的电力送出需要

华电红星光伏电站与晟天红星光伏电站各新建 1 座升压站用于汇集华电红星光伏与晟天红星光伏各 500MW 电力，新建 2 回线路至新都桥 500kV 变电站，缓解了周边电网的电力不足，为甘孜北部电网提供电力支撑，满足当地电力负荷发展需求，助力四川新能源规划目标实现。

(2) 有利于增量电网清洁电量供应，减少火电机组利用小时数和碳排放量

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。

综上所述，为满足红星光伏电站电力送出需要，推动实现“双碳”目标，促进地方经济社会发展，新建雅江县红星“1+N”项目 I、II 标 500MW 光伏电站项目送出线路工程是十分必要的。

1.1.1.2 项目概况

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目位于四川省甘孜州雅江县与康定市境内，起于红星 I 标光伏 220kV 升压站（101°21'16.57"，29°59'29.67"）、红星 II 标光伏 220kV 升压站出线构架（101°20'20.33"，29°58'33.63"），止于新都桥 500kV 变电站 220kV 进线构架（101°32'56.59"，30°02'15.62"），沿线海拔高度 3400m ~ 4500m。项目区附近有国道 G318、省道 S215 及农耕、乡村道路等，交通条件总体一般。材料等利用现有道路汽运，无法到达的区域，通过索道，马帮等方式进行运输。

本项目为新建建设类项目，行业类别属于输变电工程，由雅江县晟天新能源有

限公司投资建设。

本项目建设内容包括三部分：（一）扩建新都桥 500 千伏变电站 220 千伏出线间隔 1 回；（二）新建红星 I 标光伏电站升压站至新都桥 500 千伏变电站 1 回 220 千伏线路长约 24.365km，其中单回路段长约 9.715km，双回路段长约 14.65km（与红星 II 标线路同塔双回架设），新建红星 II 标光伏电站升压站至新都桥 500 千伏变电站 1 回 220 千伏线路，长约 25.865km，其中单回路段长约 11.215km，双回路段长约 14.65km（与红星 I 标线路同塔双回架设）。导线截面均为 $2 \times 630\text{mm}^2$ ；（三）配套建设相应的系统二次和通信工程。

本项目占地面积约 3.61hm^2 ，其中永久占地 0.93hm^2 ，临时占地 2.68hm^2 ，其中康定市内占地 2.54hm^2 ，雅江县内占地 1.07hm^2 ，占地类型为林地、草地、公共管理与公共服务用地；永久占地主要为 98 基铁塔占地范围，占地 0.93hm^2 ，临时占地主要为塔基施工周围临时场地，间隔扩建占地，人抬道路以及牵张场与索道施工临时占压场地等。其中塔基施工临时场地占地 1.16hm^2 ，间隔扩建临时扰动占地 0.02hm^2 ，人抬道路 0.41hm^2 ，施工临时占地 1.09hm^2 （牵张场占地 0.90hm^2 ，索道施工场地 0.19hm^2 ）。

本项目土石方开挖总量 1.08万 m^3 （含草甸剥离 0.04万 m^3 ，表土剥离 0.10万 m^3 ，一般土石方 0.94万 m^3 ），填方 0.73万 m^3 （含草甸回覆 0.04万 m^3 ，表土回覆 0.10万 m^3 ，一般土石方 0.59万 m^3 ），余方 0.35万 m^3 均在塔基施工扰动范围内摊平处理，未产生借方，未布设取土场与弃渣场。

本项目不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建。

本项目总投资 20366 万元，其中土建投资 4831 万元。项目资本金 4073 万元，占总投资的 20%，由雅江县晟天新能源有限公司出资，其余资金通过银行贷款解决。

本项目计划于 2023 年 11 月动工，计划 2024 年 4 月完工，总工期 6 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2022 年 3 月 28 日，《四川省发展和改革委员会 四川省能源局关于推进 2022 年电网项目建设有关工作的通知》（川发改能源〔2022〕147 号）。

2022年10月，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司完成《岩土工程勘察报告》。

2023年2月，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司完成《甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目可行性研究报告》。

2023年6月，中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司完成《甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目施工图设计》。

2023年7月，四川省发展和改革委员会出具《关于甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目核准的批复》（川发改能源〔2023〕361号）。

2023年9月，康定市人民政府关于报请审批甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目穿越康定市让阿弄巴水源准保护区及二级保护区的请示（康府〔2023〕50号）。

2023年7月，建设单位雅江县晟天新能源有限公司委托（委托书见附件1）我公司开展《甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目水土保持方案报告表》的编制工作。接受委托后，我公司组织技术人员收集资料，对主体各阶段设计资料进行了研究，并与主设单位和建设单位进行了技术交流和咨询，随后与建设单位共同对项目区进行了现场勘察，于2023年9月完成《甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目水土保持方案报告表》。

1.1.3 自然简况

路径区构造上处青藏滇缅印尼歹字型构造体系中部转折部位的东北部外围区，构造较为复杂，路径构造形迹处于雅江弧形构造。线路所在的区域为川西高原的东部，区域地貌表现为构造侵蚀高中山、中高山及侵蚀堆积河流阶地、山麓斜坡。沿线地表海拔高程在3400m~4500m，总体西高东低，地形坡度一般5~40°。

项目区途经康定市与雅江县，康定市属亚热带半干旱大陆性季风气候区，多年平均气温5.2℃，≥10℃积温为2076.5℃，多年平均蒸发量为1285.8mm，多年平均降水量923.6mm，降雨集中在5-10月，无霜期81.7d，年平均相对湿度61%，年均风速2.2m/s，全年主导风向EN，冻土深度0.5m~0.8m。雅江县属高原季风气候类

型,多年平均气温 5.3℃,≥10℃有效积温为 1147.7℃,多年平均年蒸发量 1654.5mm,多年平均降雨量 911.5mm,降雨多集中在 6-9 月,无霜期 232.6d,年平均相对湿度 61%;多年平均风速为 1.7m/s,全年主导风向 W,冻土深度 0.5m~1.1m。

项目区土壤类型以山地棕壤为主,土层厚 0.2~0.4m,质地为中壤,结构为团状、粒状,土壤抗蚀性较强。表层土厚度一般在 5~30cm。保水性和自然肥力一般。

康定市植被类型属中国八大植被分区中的华中、西南常绿阔叶林区域,川西南山地偏干性常绿阔叶林带。工程场址位于海拔较高的地区,主要为草原、灌丛草场,林草覆盖率约 65%。

项目区属青藏高原区-藏东-川西高山峡谷区-川西高原高山峡谷生态维护水源涵养区,土壤侵蚀以水力侵蚀为主,容许土壤流失量为 500t/km²·a。项目建设区平均土壤侵蚀模数背景值为 1383t/km²·a,土壤侵蚀强度表现为轻度侵蚀。

项目所在的甘孜州雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区,项目区不涉及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、森林公园、重要湿地等其他环境敏感点区。线路路径方案共有 30 基铁塔在康定市让阿弄巴饮用水水源保护区范围内,其中 24 基铁塔在准保护区范围内,6 基铁塔在二级保护区范围内,未涉及一级保护区,距离一级保护区边界最近距离为 1.26km。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规规章

(1)《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令第 39 号,2010 年 12 月 25 日修订通过,自 2011 年 3 月 1 日起施行)。

(2)《中华人民共和国水土保持法实施条例》(国务院令第 120 号,1993 年 8 月 1 日发布;国务院令第 588 号,2011 年 1 月 8 日修订)。

(3)《中华人民共和国长江保护法》(2020 年 12 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过)。

(4) 《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》(四川省人大常委会第77号, 1993年12月15日通过, 1997年10月17日修正, 2012年9月21日修订, 2012年12月1日起施行)。

(5) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》(2023年3月1日施行, 水利部令第53号)。

1.2.2 技术规范与标准

- (1) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018);
- (2) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018);
- (3) 《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》(GBT2490-2008);
- (4) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014);
- (5) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007);
- (6) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015);
- (7) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018);
- (8) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017);
- (9) 《防洪标准》(GB50201-2014);
- (10) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018);
- (11) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)。

1.2.3 有关文件及技术资料

(1) 岩土工程勘察报告(中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司, 2022.10)

(2) 施工图设计资料(中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 2023.6);

(3) 《四川省甘孜雅江红星光伏项目220千伏送出工程项目可行性研究报告》(中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司, 2023.2);

(4) 《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》(四川省水利电力厅, 1984.6);

(5) 《四川省暴雨统计参数图集》(四川省水文水资源勘测局, 2010.12);

- (6) 《四川省水土保持规划》（2015~2030年）；
- (7) 《康定市水土保持规划》（2015~2030年）；
- (8) 《雅江县水土保持规划》（2015~2030年）；
- (9) 项目区相关自然、气象、水文、水土保持规划等资料。

1.3 设计水平年

本项目属于新建、建设类项目，项目计划于2023年11月开工，2024年4月竣工，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，项目设计水平年为水土保持方案确定的水土保持措施实施完毕并初步发挥效益的年份，方案根据主体工程完工时间以及水土保持措施实施进度安排综合确定本方案设计水平年为2024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）中“按县级行政确定水土流失防治责任范围及面积”和“生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）及其他使用和管辖区域”的规定。本项目建设场地途经雅江县与康定市，水土流失防治责任范围为3.61hm²（雅江县1.07hm²，康定市2.54hm²），其中永久占地0.93hm²，临时占地2.68hm²。

表 1-1 水土流失防治责任范围表

序号	分区	占地性质	水土流失防治责任范围（hm ² ）			备注
			雅江县	康定市	合计	
1	塔基工程区	永久占地	0.28	0.65	0.93	98基铁塔
		临时占地	0.35	0.81	1.16	98处施工场地
2	间隔扩建区	临时占地	\	0.02	0.02	1回出线间隔扩建
3	人抬道路区	临时占地	0.10	0.31	0.41	4.1km人抬道路
4	施工临时占地区	临时占地	0.34	0.75	1.09	9处牵张场，17处索道场
总计			1.07	2.54	3.61	

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 基本目标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），生产建设项目

水土流失防治应达到下列基本目标:

- (1) 项目建设范围的新增水土流失应得到有效控制, 原有水土流失得到治理;
- (2) 水土保持设施应安全有效;
- (3) 水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复;
- (4) 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、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定。

1.5.2 执行标准等级

根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018), 生产建设项目水土流失防治标准等级应根据项目所处地区水土保持敏感程度和水土流失影响程度确定。

根据《全国水土保持区划(试行)》(办水保〔2015〕512号), 项目区属青藏高原区(藏东-川西高山峡谷区-川西高原高山峡谷生态维护水源涵养区), 根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(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), 雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区, 康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区, 参照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018), 水土流失防治指标值均执行青藏高原区一级标准。

1.5.3 防治目标值

本项目为建设类、点线结合类型项目, 项目所在的甘孜州雅江县、康定市属于青藏高原区, 水土流失防治标准执行青藏高原区一级标准: 水土流失治理度 85%, 土壤流失控制比 0.80, 渣土防护率 87%, 表土保护率 90%, 林草植被恢复率 95%, 林草覆盖率 16%。

(1) 干旱程度修正值

项目区属半干旱区, 因此, 按照《生产建设项目水土流失防治标准》

(GB/T50434-2018)第4.0.6条的规定,水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率不作调整。

(2) 土壤侵蚀强度修正值

该项目涉及区域内土壤侵蚀为轻度侵蚀,按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)第4.0.7条的规定,土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不应小于1,本项目土壤流失控制比提高0.20。

(3) 地形地貌修正值

本项目地貌单元属中高山地区。按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T94334-2018)第4.0.8条的规定,在中山区的项目,渣土防护率可减少1%~3%;因本项目位于国家级水土流失重点预防区,考虑到提高防治标准,因此渣土防护率不进行下调。

(4) 两区划分修正值

雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区,康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区,按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)3.2.2第4条规定,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林草覆盖率应提高1~2%。因此本项目林草覆盖率提高2%。

(5) 城市区修正值

本项目未在城市区域内,按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)第4.0.9条的规定,渣土防护率和林草覆盖率不作调整。

综上,对防治目标进行修正后,至设计水平年,落实相关水保措施后,结合项目实际情况确定施工期渣土防护率为85%,表土保护率为90%;至设计水平年水土流失治理度85%,土壤流失控制比1.0,渣土防护率87%,表土保护率90%,林草植被恢复率95%,林草覆盖率18%。

防治目标计算表见表1-2。

表 1-2 设计水平年水土流失防治指标值汇总表

防治指标	一级标准		修正值	采用标准	
	施工期	设计水平年		施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	*	85		*	85
土壤流失控制比	*	0.80	0.20	*	1.0
渣土防护率 (%)	85	87		85	87
表土保护率 (%)	90	90		90	90
林草植被恢复率 (%)	*	95		*	95
林草覆盖率 (%)	*	16	+2	*	18

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址评价

本项目不涉及河流两岸、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、森林公园以及重要湿地、四川省生态红线等

本项目途经雅江县与康定市，无法避让金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区与雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。本方案在采取水土流失防治一级标准的同时，提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，提高植物措施标准、提高截排水、拦挡等工程等级，有效控制可能造成的水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求。

1.6.2 建设方案与布局评价

(1) 建设方案评价结论

本项目为线路工程，沿线地表海拔高程在 3400m ~ 4500m，施工点主要涉及 98 基塔基，施工范围分散，塔形均为长短腿设计，配合不等高基础，不统一进行降基，极大的减少了土石方量，且对无法避让的林木采取高跨措施，有效的减少植被破坏和地表扰动；汽运利用当地现有道路等进行运输，对无法到达的塔基位，拟采用索道与马帮等方式进行运输，人抬道路仅作为工人、马骡临时通行踩踏，不涉及高填

深挖，减少了土地的扰动与土石方填挖。

本项目不可避免的穿越了康定市新都桥镇让阿弄巴饮用水水源地二级保护区和准保护区，在穿越水源保护区时采取同塔双回架设，优化线路走廊间距，对一级水源保护区已进行避让（距离一级保护区边界距离为 1.26km），方案提出布线施工中，将牵张场等施工临时占地布设在水源保护区以外，尽可能的减少扰动，并提出施工中的临时拦挡遮盖，施工后的迹地恢复措施，实现无害化跨越。

塔基的占地呈点状线形分布，杆塔之间的区域为架空线路，空间跨度大，在严格落实相关水土流失防治措施，项目建设应符合相关规定的要求后，可将本项目建设对让阿弄巴饮用水水源保护区的影响降低到可接受的程度。

（2）工程占地评价结论

本项目总占地面积为 3.61hm²，其中：永久占地面积为 0.93hm²（占 25.76%），临时占地面积为 2.68hm²（占 74.24%），不存在漏项，占地类型主要为林地和草地，不占用基本农田、基本草原等；临时占地占较大，但临时占地主要为塔基施工、架线布设等服务，是施工建设活动过程中必须的；汽运最大程度的利用现有道路，不修建汽运施工便道，采用索道与马帮的交通形式进行运输，在满足施工要求的同时，最大限度的节约了土地、减少了地表扰动，符合水土保持的要求。

（3）土石方平衡评价结论

本项目总挖方 1.08 万 m³，填方 0.73 万 m³，余方 0.35 万 m³，开挖方主要集中于塔基基础开挖等，本项目塔基采用长短腿，不进行降基，尽量减少了土石方挖填量，挖填数量基本合理，无缺项漏项，基本满足最优原则；开挖土石方除回填方外均摊铺至塔基施工场地范围内，内部土石方调配方便，不存在远距运输，无施工时序限制，有利于水土保持；经土石方调运平衡后，本工程无永久弃渣产生；主体工程设计未考虑草甸及表土剥离，本方案设计对塔基工程区提出草甸及表土剥离保护要求，因施工点位较为分散，因此剥离的草甸及表土就近集中堆放于各塔基施工占地范围内，同时要求加强养护，保护了当地表土资源符合水土保持要求。

（4）取土（砂、石）场设置评价结论

本项目未单独设置取土（石、砂）场，所需的土石料全部利用挖方，砂砾石料从合法的料场购买，有效减少了料场开采占地及地表扰动，有利于水土保持。

（5）弃土（渣）场设置评价结论

本项目经内部土石方调运后，最终土石方达到平衡，因此项目无需单独设置弃渣场，有效减少了新设弃渣场占地及地表扰动，有利于水土保持。

（6）施工方法与工艺评价结论

本项目施工方法以人工施工为主，机械施工为辅，因本项目各塔基位处于中高山地貌，机械施工势必会大幅度对施工场地进行扰动，而采用索道运输，人抬道路，人工开挖塔基基础等施工工艺，不仅能有效解决中高山地貌运输施工问题，更能减少因机械施工而扩大的扰动地表面积，有利于水土保持。并提出了部分与水土保持相关的施工方法要求，主体工程施工方法和工艺基本满足减少水土流失、减少扰动范围、减少裸露时间和裸露面积的要求，符合水土保持要求。

（7）具有水土保持功能工程的评价

主体设计的浆砌石截排水沟等措施，具有一定的水土保持功能，有利于减少水土流失，但施工期间临时保护措施与施工结束迹地恢复等水土流失防治措施体系仍不完善，本方案将针对易产生水土流失的重点部位和环节补充相应水土保持措施。

1.7 水土流失预测结果

项目建设扰动地表面积 3.61hm^2 ，损毁植被面积 0.93hm^2 。在土壤流失预测年限内，本工程建设期土壤流失总量 350.65t ，其中施工期土壤流失总量 68.68t ，自然恢复期土壤流失总量 281.97t 。

建设期新增土壤流失量中，其中施工期新增土壤流失量 43.75t ，占新增土壤流失量的 52.13% ；自然恢复期新增土壤流失总量 40.18t ，占新增土壤流失量的 47.87% 。施工期是本项目建设产生水土流失的重点时段。

施工期新增土壤流失量中，塔基工程区新增土壤流失量 68.40t ，占新增土壤流失总量的 81.51% ，间隔扩建工程区新增土壤流失量 0.002t ，人抬道路区新增土壤流失量 13.85 ，施工场地区新增土壤流失量 1.81t 。

因此，塔基工程区是项目建设产生水土流失的重点部位，也是水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

项目建设及运行中如果不采取有效的水土保持措施，将对项目区及周边水土资源及生态环境带来不利影响，其可能的危害主要有：破坏土地资源、降低土地生产力；加剧当地水土流失治理难度；造成区域生态环境退化等。

1.8 水土保持措施布设成果

本项目水土流失防治分区为塔基工程区、间隔扩建区、人抬道路区和施工场地区。主体工程以临时措施、植物措施与永久措施相结合，通过主体设计及本方案的补充，完善水土保持综合防治体系，工程区水土流失可得到有效控制。各防治区所采取的水土保持措施及主要工程如下，下划线表示主体已有水保措施。

1.8.1 塔基工程区

在施工前，先采用彩条布对塔基周边施工占压区域进行铺设，对占扰范围内草甸及表土进行剥离，剥离后就近堆存于各塔基临时施工场地内，并在堆土坡脚堆码土袋挡墙进行挡护，采用防雨布对平台堆存的回填土及裸露边坡进行覆盖。

在塔基基础开挖前，先于坡面的塔位上坡面侧汇水面积较大的塔基位依山势设置弓形截排水沟；吊装平台开挖后，于吊装场地挖方边坡坡脚布置排水沟；

塔基施工组装完成后，对占扰范围内施工迹地进行土地整治；土地整治完毕后，通过撒播草籽（高羊茅、披碱草）进行植被恢复并进行抚育管理。

（1）工程措施

*1）草甸及表土剥离：对塔基根开范围内的草地进行草甸剥离，共剥离草甸面积 0.28hm^2 ，主要集中于雅江县内 32 基塔基，草甸厚度约 10cm，共剥离 0.04 万 m^3 ；对线路工程各塔基施工扰动范围内的表层土进行剥离，其可剥离面积为 0.93hm^2 ，平均剥离厚度 10cm，剥离量共计 0.10 万 m^3 。

*2）草甸及表土回覆：对各塔基占地区域除基柱以外的占地进行草甸及表土回覆，塔基占地需草甸回覆面积 0.28hm^2 ，草甸回覆量 0.04 万 m^3 ，表土回覆面积 0.86hm^2 ，平均覆土厚 0.11m，表土回覆量共计 0.10 万 m^3 。

*3) 土地整治: 清理塔基施工扰动范围内的块碎石和其他杂物, 土地整治面积整治 2.01hm²。

*4) 浆砌石截排水沟: 在部分位于坡面的塔位上坡面侧汇水面积较大的塔基位依山势设置弓形截排水沟, 截排水沟采用矩形断面, 断面尺寸为 B×H=0.5m×0.6m, 采用浆砌石砌筑, 需修建塔基截水沟 260m。

(2) 植物措施

*1) 撒播植草: 各塔基施工扰动范围内迹地撒草绿化。草本品种选用老芒麦、披碱草混播, 草籽撒播密度 100kg/hm², 绿化面积 2.01hm², 需撒播草籽 201kg。

*2) 抚育管理: 对施工扰动迹地及占压区域迹地进行抚育管理, 面积约 2.01hm²。

(3) 临时措施

*1) 土袋挡墙/拆除: 在临时堆土坡脚堆码土袋挡墙进行挡护, 土袋呈梯形堆放, 高 0.8m, 上底宽 0.6m, 下底宽为 1m, 每个塔基平均土袋堆放长度为 8m (土方 5.12m³), 共计 98 塔基土袋挡墙共计 784m/501.76m³。

*2) 防雨布遮盖/拆除: 表土和临时土石方之间采用防雨布进行隔离, 堆土表面用防雨布进行遮盖, 防雨布使用量预计约 2000m², 使用后作废旧处理。

*3) 彩条布铺设/拆除: 在塔基施工场地占压前, 用彩条布铺设在场地表面, 彩条布使用量预计约 21500m², 使用后作废旧处理。

1.8.2 间隔扩建区

在设备及支架基础开挖时, 对堆置在旁侧的临时堆土进行遮盖, 回填后即拆除。

(1) 临时措施

*1) 防雨布遮盖/拆除: 堆土表面用防雨布进行遮盖, 防雨布使用量预计约 80m², 使用后作废旧处理。

1.8.3 人抬道路区

人抬道路踩踏前, 先于踩踏区域铺设棕榈垫, 棕榈垫随塔基建设进度, 回收多次利用; 施工结束, 道路不再通行后, 于踩踏范围内补撒草籽恢复生态, 并进行抚育管理。

(1) 植物措施

*1) 撒播草籽: 对踩踏迹地进行补撒草籽, 草本品种选用老芒麦、披碱草混播, 草籽撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$, 绿化面积为 0.41hm^2 , 需撒播草籽 41kg 。

*2) 抚育管理: 对施工扰动迹地及占压区域迹地进行抚育管理, 面积约 0.41hm^2 。

(2) 临时措施

*1) 棕榈垫铺设/拆除: 采用棕榈垫对踩踏区域进行铺垫, 棕榈垫使用约 3000m^2 。

1.8.4 施工场地区

施工前先于占压区域铺设棕榈垫; 施工结束, 于占压范围内补撒草籽恢复生态, 并进行抚育管理。

(1) 植物措施

*1) 撒播草籽: 施工场地迹地进行撒草绿化。草本品种选用老芒麦、披碱草混播, 撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$, 绿化面积为 1.09hm^2 , 需撒播草籽 109kg 。

*2) 抚育管理: 对施工扰动迹地及占压区域迹地进行抚育管理, 面积约 1.09hm^2 。

(2) 临时措施

*1) 棕榈垫铺设/拆除: 牵张场、索道场地占地范围内采用棕榈垫进行铺垫, 棕榈垫使用约 4000m^2 。

1.9 水土保持监测方案

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)中简化验收报备的要求和《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), 本项目属于实行承诺制管理的项目, 对水土保持监测不做相应要求, 但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

1.10 水土保持投资估算及效益分析成果

该项目水土保持总投资 93.45 万元(主体工程已列投资 11.79 万元, 本方案新增水土保持投资 81.66 万元)。

本项目工程措施费 22.30 万元, 植物措施费 3.56 万元, 临时措施费 46.88 万元。

新增水土保持投资中：工程措施费 10.51 万元，植物措施费 3.56 万元，临时措施费 46.88 万元，工程独立费用 8.98 万元（其中工程建设管理费 1.18 万元，科研勘测设计费 4.80 万元，水土保持设施验收费 3.0 万元），基本预备费 6.79 万元，水土保持补偿费 4.693 万元（其中雅江县 1.391 万元，康定市 3.302 万元）。

至设计水平年，落实相关水保措施后，水土流失治理度达到 95.01%，土壤流失控制比为 1.04，表土保护率达到 96.43%，渣土防护率达到 99.06%，植被恢复率达到 95.16%，林草覆盖率达到 92.52%。

综上所述，本项目扰动土地面积为 3.61hm²，方案实施后可治理水土流失面积 3.41hm²，恢复林草植被面积 3.34hm²，采取措施后可减少水土流失流失量 64t。

1.11 结论

本项目不涉及河流两岸、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；不涉及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、森林公园及重要湿地及生态保护红线等水土保持敏感区。对于无法避让金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区与雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，根据规范要求通过提高防治标准、优化施工工艺、提高截排水标准及尽量减少地表扰动和植被损坏范围等各项措施后，可满足水土保持法律法规、技术标准的相关规定。在工程建设过程中通过实施本方案制定的一系列的水土保持措施后，能有效控制项目区水土流失，达到方案所确定的防治目标，实现项目区生态环境的恢复和改善。

因此，本方案认为项目建设不存在水土保持强制条款的制约性因素，在采取本方案报告表设计的各项水土流失防治措施的前提下，工程建设是可行的。

为确保水土保持方案的落实，提出如下要求：

(1) 建设单位应尽早成立水土保持工作领导小组，进一步加强管理，切实抓好水土流失防治工作，生产建设单位可自行或委托开展水土保持监测工作，以保证水土流失防治措施顺利进行，为竣工验收做好准备，严格落实“同时设计、同时施工、

同时验收”的三同时制度，保证经济效益与环境保护协调发展。水土保持方案经批准后，若项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或修改水土保持方案并报原审批单位批准。

(2) 设计单位在下阶段的施工中应注意进一步优化土石方平衡，减少工程实施造成的水土流失；在施工组织管理中必须将水土保持措施纳入主体工程投招标文件，施工时要加强施工管理，采取相应的临时防护措施，尽量减少项目建设所造成的水土流失。初设阶段和施工图阶段应不断细化完善各项水土保持措施，以方便后期施工有图可依。

(3) 临时用地应施工中严格控制用地范围，施工结束后，临时用地应及时恢复植被，并及时归还当地政府或群众恢复生产能力。

(4) 在工程开工前，应进行生态敏感区范围、法规政策等的宣贯，并结合主体工程建设情况，水土保持、环境保护施工图设计单位做好敏感因素识别、防护要求、措施实施重点位置、实施时间、自查要求等交底，确保水土保持与环境保护意识和“三同时”贯穿于整个工程施工过程。

(5) 施工单位负责水土保持方案设计内容的实施，应加强施工过程中的临时防护措施；应在施工手册中专章给出水土保持实施细则，将水土保持方案报告书及设计文件中规定的水土保持措施进行细化，做到管理到位，监理到场，责任到人；在具体施工过程中发现问题，要及时联系，反馈信息，尽早确定有效防治方案，确保水土保持工作顺利开展达到预期的治理目标；注重水土保持临时措施的实施，以最大限度地减小施工期间的水土流失；要注意对施工征地范围以外土地的保护，严禁扰动、占压征地范围以外的土地面积；注意对临近河流的施工组织安排和施工实施，尽量减少生态环境破坏；严格执行“先拦后弃”的堆渣原则，禁止向河道、占地以外的区域随意倾倒弃渣，严格按照要求进行草甸堆存。

(6) 建议成立水土保持专职监理部，对于沿线设计的各项防护措施进行监督，对专项资金专款专用，加强工程建设水土保持意识，落实责任到人；施工期严格监控汇水较大区域现场监理，合理进行监理安排，保障不间断现场监督；监理单位应

对批复的水土保持方案实施过程进行监理,确保水土保持方案各项措施落实到实处;监理单位或单位定期向建设管理单位提交水土保持施工进度、质量报告;加强对于生态环境防护工程的监理工作,建议委派专职监理对沿汇水较大区域进行重点监理;监理单位应在水土保持措施验收时提交监理专项报告并配合主体工程水保验收。

(7) 本项目属于实行承诺制管理的项目,虽未对水土保持监测做相应要求,但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

(8) 生产建设项目完工后,应当按照水利部办公厅文件《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》(办水保〔2019〕172号)、《四川省水利厅转发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》(川水函〔2018〕887号)及相关文件精神,及时开展水土保持设施的验收工作。水土保持设施未建设、未经验收或验收不合格的,主体工程不得投入生产或使用。水土保持验收合格后,建设单位应当加强水土保持设施的管理和维护,确保水土保持设施安全、有效的运行。

(9) 建设单位及时缴纳水土保持补偿费。

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 工程特性

项目名称：甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目

建设单位：雅江县晟天新能源有限公司

建设地点：四川省甘孜州雅江县与康定市境内

建设性质：新建，扩建，建设类

行业类别：输变电工程

所属流域：长江流域

工程占地：总占地面积 3.61hm²，其中永久占地 0.93hm²，临时占地 2.68hm²；占地类型为林地、草地、公共管理与公共服务用地。

建设内容及规模：（一）扩建新都桥 500 千伏变电站 220 千伏出线间隔 1 回；（二）新建红星 I 标光伏电站升压站至新都桥 500 千伏变电站 1 回 220 千伏线路长约 24.365km，其中单回路段长约 9.715km，双回路段长约 14.65km（与红星 II 标线路同塔双回架设），新建红星 II 标光伏电站升压站至新都桥 500 千伏变电站 1 回 220 千伏线路，长约 25.865km，其中单回路段长约 11.215km，双回路段长约 14.65km（与红星 I 标线路同塔双回架设）。导线截面均为 2×630mm²；（三）配套建设相应的系统二次和通信工程。

建设工期：计划于 2023 年 11 月动工，2024 年 4 月完工，总工期 6 个月。

工程投资：本项目总投资 20366 万元，其中土建投资 4831 万元。项目资本金 4073 万元，占总投资的 20%，由雅江县晟天新能源有限公司出资，其余资金通过银行贷款解决。

2.1.2 地理位置

本项目起于红星 I 标光伏电站 220kV 升压站（101°21'16.57"，29°59'29.67"）、红星 II 标光伏电站 220kV 升压站出线构架（101°20'20.33"，29°58'33.63"），止于新都桥 500kV 变电站 220kV 进线构架（101°32'56.59"，30°02'15.62"）。

线路途经四川省甘孜州雅江县与康定市境内，沿线海拔高度 3400m~4500m。项目区附近有国道 G318、省道 S215 及农耕、乡村道路等，交通条件总体一般。材料等利用现有道路汽运，无法到达的区域，通过索道，马帮等方式进行运输。

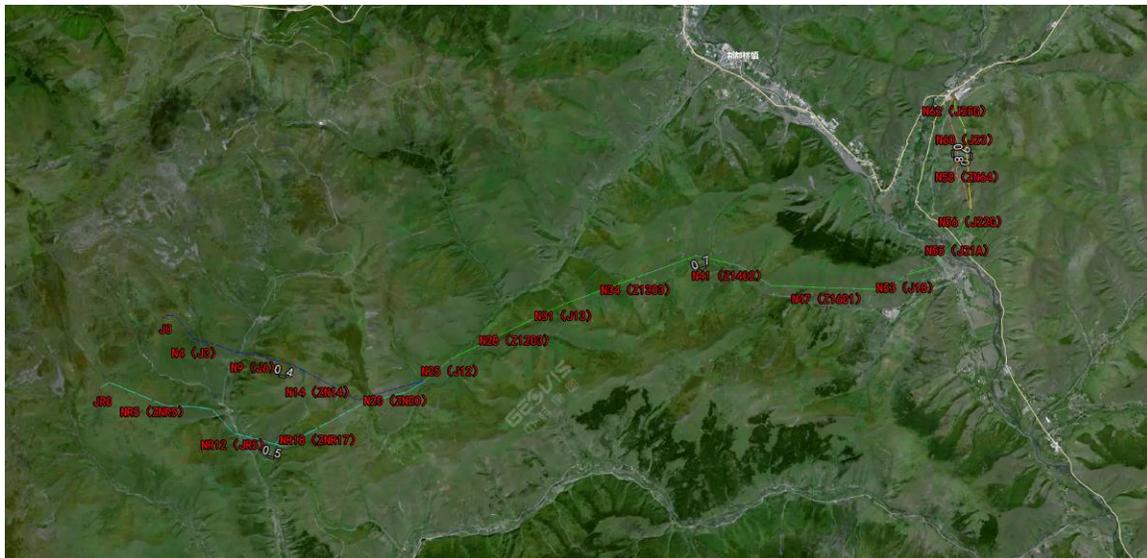


图 2-1 项目区地理位置示意图

2.1.3 工程任务及规模

本项目属新建、建设类项目，主要扩建出线间隔 1 回，建设 98 基塔基，架设线路 35.58km（其中单回路段线路长度为 1×20.93km，双回路段线路长度约 2×14.65km），设人抬道路 4.1km、牵张场 9 处，索道施工场 17 处。

工程特性及主要技术指标见表 2-1。

表 2-1 项目组成及工程特性表

一、项目基本情况			
项目名称	甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目		
建设地点	甘孜州彝族自治州雅江县、康定市		
工程性质	建设类项目，新建		
建设单位	雅江县晟天新能源有限公司		
建设期	计划于 2023 年 11 月动工，预计 2024 年 4 月完工，总工期 6 个月		
投资	总投资 19775 万元，其中土建投资 14831 万元		
二、经济指标			
线路长度	35.58km	曲折系数	1.256/1.211
转角次数	57 次	杆塔总数	98 基
导线型号	2×JL/G1A-630/45 钢芯铝绞线	地线型号	OPGW-120

项目概况

绝缘子型号	U70BP、U160BP、U210BP	防振措施	防振锤
绝缘污秽等级	c 级污区		
主要气象条件	全线划分为 15mm、20mm 冰区 20mm 冰区段基本风速为 30m/s，15mm 冰区段基本风速为 27m/s		
铁塔型式	单回路悬垂塔采用酒杯塔，耐张塔采用“干”字型铁塔、酒杯型铁塔 双回路悬垂塔、耐张塔采用鼓型塔		
基础型式	人工挖孔桩基础、灌注桩基础、大板基础		

三、项目组成

1	塔基工程	铁塔	98 基塔基
		塔基施工场地	随每基铁塔布设 1 处
2	间隔扩建工程		新都桥变电站扩建间隔 1 回
3	人抬道路		约 4.1km
4	施工场地	牵张场	沿线设 9 处
		索道场	沿线布置 17 处

四、占地情况 (hm²)

1	塔基工程	铁塔	0.93	永久占地
		塔基施工场地	1.16	临时占地
2	间隔扩建工程		0.02	临时占地
3	人抬道路		0.41	临时占地
4	施工场地	牵张场	0.90	临时占地
		索道场	0.19	临时占地

五、土石方工程量 (自然方, 万 m³)

1	土石方开挖	1.08	含草甸剥离 0.04 万 m ³ , 表土剥离 0.10 万 m ³
2	土石方回填	0.73	含草甸回覆 0.04 万 m ³ , 表土回覆 0.10 万 m ³
3	外购方	\	\
4	余方	0.35	在塔基施工扰动范围内摊平处理

2.1.4 与其它项目依托关系

(1) 红星 I 标光伏电站 220kV 升压站进出线

本项目线路起点位于红星 I 标光伏电站 220kV 升压站与红星 II 标光伏电站 220kV 升压站出线构架。

*1) 雅江县红星“1+N”项目 I 标 500MW 光伏电站

红星 I 标光伏电站升压站~新都桥变电站 220kV 线路起点位于红星 I 标光伏电站 220kV 升压站, 该升压站为雅江县红星“1+N”项目 I 标 500MW 光伏电站建设内容, 建设单位为华电福新(雅江)能源发展有限公司。该项目已由建设单位单独立

项（项目代码：川投资备【2208-510000-04-01-112535】FGQB-2081号），作为专项工程建设，不纳入本项目组成。

雅江县红星“1+N”项目 I 标 500MW 光伏电站位于四川省甘孜藏族自治州雅江县祝桑乡，场址中心坐标约为东经 101°20′52.87″，北纬 29°59′49.79″。该项目建设规模为：总装机容量 500MW，共包含 167 个光伏方阵。新建 1 座 220kV 升压站，汇集区域内 500MW 光伏电站所发电能后，经一回 220kV 出线接入新都桥 500kV 变电站 220kV 侧。工程开发主要任务为发电，多年平均年发电量 911057 万 kW·h。

雅江县红星“1+N”项目 I 标 500MW 光伏电站水土保持方案已于 2022 年 12 月 26 日由四川省水利厅批复（批复文号：川水许可决〔2022〕299 号）。



图 2-2 华电红星 220kV 升压站站址现状

*2) 雅江县红星“1+N”项目 II 标 500MW 光伏电站项目

红星 II 标光伏电站升压站~新都桥变电站 220kV 线路起点位于红星 II 标光伏电站 220kV 升压站，该升压站为雅江县红星“1+N”项目 II 标 500MW 光伏电站项目建

设内容，建设单位为雅江县晟天新能源有限公司。该项目已由建设单位单独立项（项目代码：川投资备【2208-510000-04-01-532943】FGQB-2162号），作为专项工程建设，不纳入本项目组成。

雅江县红星“1+N”项目 II 标 500MW 光伏电站项目位于四川省甘孜藏族自治州雅江县祝桑乡，场址中心坐标约为东经 101°19′28.70″、北纬 29°57′51.33″。该项目建设规模为：总装机容量 500MW，共包含 155 个光伏方阵。新建 1 座 220kV 升压站，汇集区域内 500MW 光伏电站所发电能后，经一回 220kV 线路接入新都桥 500kV 变电站。工程开发主要任务为发电，多年平均年发电量 91749.95 万 kW·h。

雅江县红星“1+N”项目 II 标 500MW 光伏电站水土保持方案已于 2023 年 6 月 13 日由四川省水利厅批复（批复文号：川水许可决〔2023〕114 号）。



图 2-3 晟天红星 220kV 升压站站址现状

（2）新都桥 500kV 变电站 220kV 进出线情况

新都桥 500kV 变电站为已建变电站，该变电站于 2014 年建成投运。位于甘孜州康定市新都桥镇东侧，进站道路直连国道 G318。新都桥 500kV 变电站 220kV 间隔共 8 回，已用 6 回（甘孜 2 回，雅江 2 回，施工变电站 1 回，榆林 1 回，备用 2 回）、其余间隔暂无规划。



图 2-4 新都桥 500kV 变电站现状图

2.1.5 项目布置

2.1.5.1 平面布置

线路起于红星 I 标光伏电站 220kV 升压站、红星 II 标光伏电站 220kV 升压站出线构架，止于新都桥 500kV 变电站 220kV 进线构架，全线采用单双回混合设计，线路长度折算为单回为 50.23km，其中单回路段线路长度为 $1 \times 20.93\text{km}$ （红星 I 标光伏电站升压站~新都桥变电站单回路段线路长度约 $1 \times 9.715\text{km}$ ，红星 II 标光伏电站升压站~新都桥变电站单回路段线路长度约 $1 \times 11.215\text{km}$ ），双回路段线路长度约 $2 \times 14.65\text{km}$ 。线路途经四川省甘孜州康定市、雅江县。

2.1.5.2 竖向布置

本项目线路地势西高东低，工程沿线海拔分布为 3400m~4500m，山体总体连续性较好，山体自然坡度一般 10~40°，本项目塔基采用高低腿的形式进行布设，较好地贴合了原始地形，减少了土石方开挖。

主体设计对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的下边坡采用浆砌块石保坎，护坡、保坎均采用重力式挡土墙，挡护工程量约 500m³。对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，在上坡面开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统，拟修建塔基截排水沟 260m。

2.1.6 项目组成

本方案根据项目的平面布置及投资组成情况，将主体工程划分为塔基工程。

表 2-2 项目组成一览表

项目组成		建设内容
主体工程	塔基工程	建设线路总长 35.58km，采用架空线路，塔基 98 基
	间隔扩建工程	新都桥变电站扩建出线间隔 1 回
临时工程	塔基施工场地	随塔基布设 98 处
	人抬道路	人抬道路预计布设 4.1km
	牵张场	线路沿线平均每隔 3~8km 设一处牵张场，拟设 9 处
	索道场	沿线共设索道施工场地 17 处

2.1.6.1 塔基工程

(1) 线路路径

*1) 新建红星 I 标光伏电站升压站~新都桥变电站 220kV 线路

该段线路全长 24.365km，其中单回路段 1×9.715km，双回路段 2×14.65km，曲折系数 1.256。

新建线路由红星 I 标光伏电站升压站 220kV 构架出线后，沿着雅江县 I 级林地区间向东南方向走线，而后在修屋隆巴东部左转进入康定市，与晟天红星升压站~新都桥变电站 220kV 线路合成同塔双回线路，沿让阿弄巴两侧向东北走线，依次钻越 500kV 金上~甘孜特线路和 500kV 木绒~甘孜特高压线路后右转向东，经过更泽陀、拉里巴，在居里村北侧山坡左转向东北，而后平行于 220kV 新雅 I、II 线南侧

跨越立曲河和国道 248 后，由同塔双回线路分为两个单回线路，向左转后沿正北方向钻越 220kV 新雅 I、II 线后，平行 220kV 新雅 I、II 线西侧进入 500kV 新都桥变电站。

*2) 新建红星 II 标光伏电站升压站 ~ 新都桥变电站 220kV 线路

该段线路全长 25.865km，其中单回路段 1×11.215km，双回路段 2×14.65km，曲折系数 1.211。

新建线路从红星 II 标光伏电站升压站 220kV 构架出线后，沿着雅江县 I 级林地与光伏场区间隙向东南走线，从木吉走线至修屋隆巴，而后左转沿东北方向进入康定市，与华电红星升压站 ~ 新都桥变电站 220kV 线路合成同塔双回线路，沿让阿弄巴两侧向东北走线，依次钻越 500kV 金上 ~ 甘孜特线路和 500kV 木绒 ~ 甘孜特高压线路后右转向东，经过更泽陀、拉里巴，在居里村北侧山坡左转向东北，而后平行于 220kV 新雅 I、II 线南侧跨越立曲河和国道 248 后，由同塔双回线路分为两个单回线路，向左转后平行 220kV 新雅 I、II 线东侧进入 500kV 新都桥变电站。



图 2-5 线路路径方案图

(2) 冰区划分

本项目线路设计基准风速取 27m/s 和 30m/s（风速基准高度 10m），设计覆冰厚度划为 15mm 中、20mm 重两种冰区。

表 2-3 冰区划分表

冰区		起止塔号	长度 (km)
20mm 重	单回路	红星 I 标光伏电站升压站-N21	15.34
		红星 II 标光伏电站升压站-NR26	
15mm 中	双回路	N22-N56	14.65
		N21-N22	5.59
		NR26-N22	
		N56-新都桥变电站晟天间隔	
		N56-新都桥变电站华电间隔	
合计			35.58

(3) 铁塔规划

本线路采用单双回混合架设，共采用杆塔铁塔 98 基，其中单回路耐张塔 40 基，单回路直线塔 23 基，双回路耐张塔 17 基，双回路直线塔 18 基。

单回路悬垂塔采用酒杯塔，耐张塔采用“干”字型铁塔、酒杯型铁塔，双回路悬垂塔、耐张塔采用鼓型塔。铁塔均采用全方位不等高腿，并结合高低基础，可减少塔基开方量，尽量维持塔基的原始地貌，减少新增水土流失。

表 2-4 铁塔型号、数量

序号	塔型		转角度数	根开 (m)	数量	
1	单回路	单回路直线塔	ZBC9202	\	8.60	23
2		单回路耐张塔	GJC9201	0° ~ 30°	9.044	21
3			GJC9202	30° ~ 60°	9.244	17
4			JB351	0° ~ 60°	11.47	2
6	双回路	双回路直线塔	SZC9151	\	9.40	7
7			SZC9152	\	9.80	11
8		双回路耐张塔	SJC9151	0° ~ 20°	10.736	9
9			SJC9152	20° ~ 40°	11.414	6
2			SJC9154	60° ~ 90°	12.488	2
合计						98

本项目杆塔采用方型断面的角钢塔，均按高低腿进行设计，最小级差 1.0m。结合本项目地形坡度，为减少开方，在满足构造要求的前提下，级差宜按不小于 35° 地形坡度控制。

(4) 基础设计

本线路路径区域为山地和高山。根据以上水文、地质条件，结合所推荐采用的塔型，拟采用人工挖孔桩基础、灌注桩基础、大板基础。

针对位于陡坡地形及狭窄的山脊的塔位，在塔腿最大使用级差不能满足要求的特殊情况下，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。基础开挖桩径为 1.1m~2.1m，挖深 6m~17.5m。

塔位高差较大时，人工挖孔桩基础可显著减少尖峰方量、基坑开挖量及施工弃土量，有效降低施工对环境的破坏。

(5) 交叉跨越

本项目线路路径涉及重要跨越 52 次，主要为新雅 I II 线 220kV 线路、立曲河、国道 G248。

表 2-5 跨越施工情况

序号	交叉跨（钻）越物	次数	备注	施工方式
1	20kV 新雅 I II 线	1	NL3~NL4 钻 1 次	穿越 不需布设跨越施工场地
2	35kV 新麦线	3	N25~N26、N60~N61 跨越 1 次 NL7~NL8 钻 1 次	NL7~NL8 封网跨越
3	35kV 新甲线	1	N25~N26 跨越 1 次	封网跨越
4	10kV 电力线	8	N54~N55、N61~N62、NR12~NR13、 NL10~新都变电站跨越 1 次 N55~N56、NL9~NL10 跨越 2 次	
5	220V 电力线	2	N55~N56 跨越 2 次	
6	通信线	11	N8~N9、N55~N56、NR12~NR13 跨越 1 次 N60~N61、NL8~NL9 跨越 2 次 N54~N55 跨越 4 次	直接跨越
7	G248 国道	1	N54~N55 跨越 1 次	封网跨越
8	乡村公路	11	N8~N9、N54~N55、N60~N61、NR12~NR13、 NL8~NL9 跨越 1 次 N17~N18、N25~N26、NR24~NR24 跨越 2 次	暂停通行，直接跨越 不需布设跨越施工场地
9	进场道路	3	NR9~NR10 跨越 1 次、NR7~NR8 跨越 2 次	
10	立曲河	1	N54~N55 跨越 1 次	直接跨越
11	河流	10	N4~N5、N8~N9、N17~N18、N25~N26、N38~ N39、N40~N41、NR10~NR11、NR12~NR13、 NR14~NR15、NR24~NR24 跨越 1 次	直接跨越

(6) 导、地线选型

按系统规划本项目导线截面选择 $2 \times 630\text{mm}^2$, 导线选择标准执行 GB/T1179-2017《圆线同心绞架空导线》。

在保证送电线路的安全可靠性、抵御稀有条件下的抗过载能力的情况下, 并从经济角度考虑, 推荐本项目 20mm 冰区导线采用与 15mm 冰区一致的 JL/G1A-630/45 导线。

本项目导线采用 $2 \times \text{JL/G1A-630/45}$ 钢芯铝绞线, 双分裂导线采用水平排列方式, 间距 600mm。对耐张塔跳线采用水平排列方式, 双联中相、边相硬跳跳线间距 250mm, 边相直跳跳线间距 200mm。

根据系统和通信要求, 本项目单回路架设两根 36 芯 OPGW 光缆, 双回路架设两根 72 芯 OPGW 光缆, 本期光通信系统传输容量为 622Mbit/s。

(7) 边坡防护

主体设计对较好的岩石边坡, 则按有关规定和现场地质情况作放坡处理; 对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的下边坡采用浆砌块石堡坎, 护坡、保坎均采用重力式挡土墙, 根据主体设计, 挡护工程量约 500m^3 。

(8) 截排水

位于斜坡的塔基表面应回填成斜面, 恢复自然排水。对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位, 在上坡面开挖排水沟, 并接入原地形自然排水系统, 截排水沟采用浆砌石砌筑, 矩形断面, 断面标准尺寸为 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.6\text{m}$, 根据主体设计资料, 共需修建塔基截排水沟 260m。

2.1.6.2 间隔扩建工程

(1) 项目情况

红星 II 标光伏电站 220kV 升压站占用前期 270 备用间隔, 红星 I 标光伏电站 220kV 升压站占用前期 269 预留间隔, 本项目需还建 1 回 220kV 出线备用间隔, 占用前期 265 预留间隔。

(2) 间隔扩建建设内容

本项目扩建内容：新建 220kV 出线避雷器支架基础 3 个；新建 220KV 出线电压互感器支架基础 3 个；220kV GIS 套管基础 3 个；新建 220kV GIS 室内接地件 1 块。

(3) 平面布置

本期工程为既有新都桥 500kV 变电站内部扩建 1 个 220 千伏出线间隔设备支架及基础，位于 265 间隔处，占用预留间隔及场地，不需新征用地，场平、主道路已由变电站前期完成，无需新建。

(4) 竖向布置与排水

站区竖向设计考虑与原设计相协调，扩建间隔场地设计标高同原设计的场地标高，排水坡向与坡度同原设计。

表 2-6 主要经济技术指标

编号	名称	单位	数量
1	220kV 出线避雷器支架基础	组/个	1/3
2	220kV 出线电压互感器支架基础	组/个	1/3
3	220kV GIS 设备套管基础	组/个	1/3
4	220kV GIS 室内接地件	个	1
5	碎石地坪恢复	m ²	60

2.2 施工组织

2.2.1 交通运输

汽车运输：线路所经区域有国道 G318、省道 S215 及农耕、乡村道路等分布，交通运输条件总体一般，为尽可能的减少施工扰动，保护周边环境，减少水土流失，本项目未新修施工临时道路，部分地形条件较差的塔位需新修简易的人力运输道路与现有道路连接。

人抬道路：主要利用现有乡间小路、骡马道等。根据线路沿线乡间道路分布情况，人抬道路主要分布在线路经过林区段，需新建人抬道路约 4.1km，规划人抬道路宽度 0.80 ~ 1.2m，占地面积 0.41hm²。

表 2-7 全线人力运输距离一览表

冰区划分	线路长度 (km)	人力运距 (km)
华电 15mm 冰区单回段	2.890	0.60
华电 20mm 冰区单回段	6.250	1.00
晟天 15mm 冰区单回段	2.705	0.80
晟天 20mm 冰区单回段	8.510	0.70
15mm 冰区双回路段	14.650	1.00
合计	35.58	4.10

2.2.2 主要材料及来源

项目所需砂、石料在当地具有开采许可证的合法采砂、采石场进行购买，并在合同中明确其开采及运输过程中产生的水土流失责任由料场负责，不计入本项目防治责任范围内。

2.2.3 施工用水、用电

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 施工布置

2.2.4.1 施工生活区

线路工程施工周期较短，呈点状分布，施工随进度从一个塔到另一个塔具有较强的移动性，因此施工人员的生活区布置采用租用线路沿线附近的民房解决，或就在索道、塔基旁搭设帐篷住宿，施工现场不新增施工营地布设，不新增水土流失。

2.2.4.2 施工临时占地

(1) 牵张场

本项目导线、地线架设采用张力放线，线路沿线平均每隔 3~8km 设一处牵张场，布置在地形平坦开阔处，根据线路走向情况以及交通运输情况，本项目共设置牵张场共 9 处，单个牵张场约 1000m²，共计 0.90hm²。

(2) 索道场

本项目送出铁塔线路均沿连绵不断的山脉走向布置，塔基点位分散、海拔高、

山地陡峭，部分塔位地形地势条件较差、采用传统的人力和畜力运输难度很大，运输距离和运输时间长，同时运输效率也非常低，除起点段、终点段个别塔位材料可通过现有运输至作业点外，其余大部分塔位施工所涉及的钢筋、混凝土、塔材、导线等材料及施工工器具均需依赖于简易货运索道运输至作业点位。

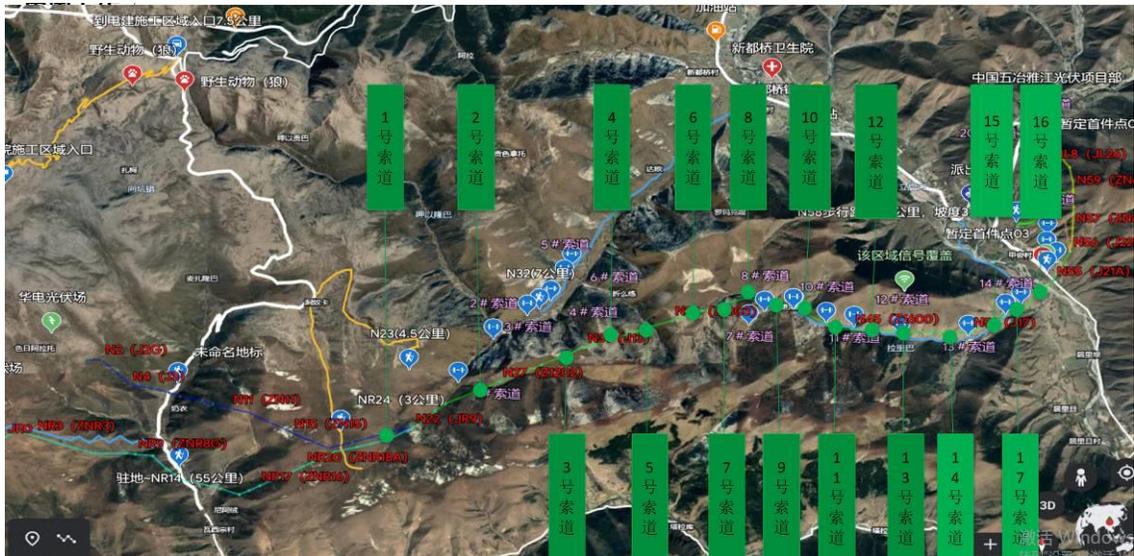
结合现场地形地貌，根据现场实地踏勘，拟架设 17 条简易货运索道，结构形式为单跨或多跨单索循环式索道，设计单件最大起重量均不超过 1t。

索道两端布设上料口与下料口，每处占地约 100~120m²，占地面积约 0.19hm²。

索道布设情况如下表所示：

附表 2-8 索道工作范围

索道编号	工作范围（塔位）	长度	结构型式
1#	N26	188m	单索单跨
2#	N27~N29	1346m	单索六跨
3#	N30	819m	单索三跨
4#	N31	870m	单索两跨
5#	N32~N33	1511m	单索五跨
6#	N35~N38	968m	单索五跨
7#	N39~N40	413m	单索两跨
8#	N43	390m	单索单跨
9#	N44~N45	834m	单索四跨
10#	N46~N47	1625m	单索六跨
11#	N48~N50	1899m	单索八跨
12#	N51~N53	1343m	单索五跨
13#	N54	247m	单索两跨
14#	N56	435m	单索单跨
15#	NL1~NL2、N57	896m	单索四跨
16#	N58~N60	1325m	单索五跨
17#	NL6	636m	单索两跨



附图 2-6 索道布置平面图

2.2.6 取土（石、砂）场

本项目未单独设取土场、取沙场和石料场，在周边合法的商品料场采购，“取土、挖沙、采石等”活动造成的水土流失由料场业主负责治理。

2.2.7 弃渣场

本项目挖填方较小，均在本项目建设范围内摊平综合利用，未布设弃渣场。

2.2.8 施工工艺

（1）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，准备场地堆放建筑材料，设置施工场地等。

塔基区表土剥离实施技术：在剥离表土前，对开挖区域内的杂草等有碍物进行彻底清除，然后采用人工开挖，先把表层土按实际厚度剥离，单独堆放在塔基施工临时占地区一角，临时堆土可用防雨布覆盖，避免雨水淋刷使土壤大量流失。

*2) 基础施工

本线路在确保安全和质量的前提下，已尽量减小开挖的范围，避免不必要的开

挖和过多的破坏原状土，利于环境保护，同时保证塔基边坡稳定性。

1) 塔腿小平台及基坑开挖：需设土袋挡墙、排水沟，凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

2) 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) 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。

4) 绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

5) 基坑回填。基坑开挖土临时堆放于塔基施工临时占地区，在回填之前应做好临时挡护措施，回填后在基坑上口尺寸堆筑约 0.3m 高的防陷土层，以使塔基不形成凹坑。防陷土层堆筑后的余方就地堆放在塔基范围、塔基施工临时占地范围，用于塔基防护及塔基占地区域植被恢复。

*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。本阶段在塔基及塔基施工临时区，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

架线施工的主要流程：施工准备（包括通道清理）—放线（地线架设采用一牵一张力放线，导线架设采用一牵四或一牵二张力放线）—紧线—附件及金具安装。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 10~15 天，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。本项目铁塔架线采用高跨，可减少树木的砍伐。

(2) 跨越封网施工

根据现场查勘及跨越点施工条件，跨越点对地距离高，不利于搭设跨越架，根据跨越档距相对较小的特点，对该跨越点跨越施工采用不停电跨越方式，采用迪尼

玛绳张牵绝缘网方法进行跨越施工。

此方法的优点在于不搭设跨越架，仅采用在两新建塔挂线点上方利用塔身采用遥控飞机放迪尼玛绳主承力绳，利用迪尼玛绳绝缘性和高强度张牵承力，与横绳及吊绳连接两眼滑车，作为吊线挂两眼滑车并相隔 15m 用限位绳在跨越点上限位，通过吊点滑车内牵引绳，牵引导地线，跨越电力线上方必须为绝缘迪尼玛绳→停电或不停电封网→架线期间采用不停电的施工方法。

2.3 工程占地

根据主体现有的设计资料，结合现场调查，本项目总占地面积 3.61hm²，其中永久占地 0.93hm²，临时占地 2.68hm²。本项目跨康定市与雅江县，其中康定市内占地 2.54hm²，雅江县内占地 1.07hm²，详见表 2-8。

永久占地主要为 98 基铁塔占地范围，占地 0.93hm²；临时占地主要为塔基施工周围临时场地，间隔扩建临时场地，人抬道路以及牵张场与索道施工临时占压场地等。其中塔基施工临时场地占地 1.16hm²，间隔扩建工程 0.02hm²，人抬道路 0.41hm²，施工临时占地 1.09hm²（牵张场 0.90hm²，索道场 0.19hm²）。

根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）中分类，工程占地类型包括林地、草地、公共管理与公共服务用地。其中林地 1.39hm²，草地 2.20hm²，公共管理与公共服务用地 0.02hm²。

（1）塔基工程

*1) 塔基永久占地

根据主体设计，本项目共设置塔基 98 基，根据各塔形根开等数据，确定本项目塔基永久占地面积为 0.93hm²，塔基永久占地表详见表 2-9。

*2) 塔基周边施工临时施工场地

为满足施工期间放置器材、材料、临时堆放开挖土石方、混凝土加工及组塔施工场地等，需在每个塔基周围设置施工临时用地。根据其它线路施工现场调查，结合本项目实际需要，本项目塔基临时施工场地占地面积约为 1.16hm²。

表 2-9 塔基占地面积表

塔型	根开	数量	塔基永久占地面积 (m ²)	塔基临时占地面积 (m ²)	占地面积 (m ²)
GJC9202	9.244	17	1516.22	1880.11	3396.32
GJC9201	9.044	21	1794.48	2225.16	4019.64
ZBC9202	8.6	23	1781.12	2208.59	3989.71
SJC9151	10.736	9	1076.36	1334.69	2411.06
SJC9152	11.414	6	809.31	1003.54	1812.85
SJC9154	12.488	2	321.97	399.24	721.21
SZC9151	9.4	7	645.12	799.95	1445.07
SZC9152	9.8	11	1100.00	1364.00	2464.00
JB351	11.47	2	272.38	337.75	610.13
合计			9316.96	11553.03	20869.99

综上，塔基工程占地面积为 2.09hm²，其中塔基占地面积 0.93hm²，为永久占地，塔基周边临时施工场地占地面积为 1.16hm²，为临时占地。

(2) 间隔扩建工程

间隔扩建工程均在既有新都桥变电站内进行扰动，不新征占地，在场地内做临时扰动，埋设设备及支架基础等，占地扰动约 0.02hm²。

(3) 人抬道路

本项目山区运输主要依托农耕小路与村民上山道路，无道路区域需新修人抬道路到达塔位，根据各塔位与周边道路距离，初步估算长度约 4.1km，宽 0.8~1.2m，占地总面积 0.41hm²。

(4) 施工临时占地

*1) 牵张场

本项目导线架设采用张力放线，牵张场选择设置在相对平缓地带，共设置牵张场共 9 处，每处面积约 1000m²，占地面积为 0.90hm²。

*2) 索道场

本项目部分塔位地形地势条件较差、运输条件困难，采用索道进行运输，索道两端布设上料口与下料口，根据施工实际情况，拟布设索道场地 17 处，每处占地约 100~120m²，占地面积约 0.19hm²。

综上，施工场地面积 1.09hm²，其中牵张场占地面积 0.90hm²，索道场占地面积为 0.19hm²，均为临时占地。本项目总占地统计情况见下表：

表 2-10 工程占地面积表

序号	项目		总占地					
			占地性质			占地类型		
			永久占地	临时占地	小计	林地	草地	公共管理与公共服务用地
1	塔基工程	塔基占地	0.93	0	0.93	0.36	0.57	0
		塔基施工临时场地	0	1.16	1.16	0.45	0.71	0
	小计		0.93	1.16	2.09	0.81	1.28	0
2	间隔扩建工程		0	0.02	0.02	0	0	0.02
3	人抬道路		0	0.41	0.41	0.11	0.30	0
4	施工临时占地	牵张场	0	0.90	0.90	0.40	0.50	0
		索道场地	0	0.19	0.19	0.07	0.12	0
	小计		0	1.09	1.09	0.47	0.62	0
合计			0.93	2.68	3.61	1.39	2.20	0.02

本项目途经雅江县与康定市，按县级行政区划分：

表 2-11 各行政区工程占地面积表

行政区划			康定市						雅江县				
序号	项目		占地性质			占地类型			占地性质			占地类型	
			永久占地	临时占地	小计	林地	草地	公共管理与公共服务用地	永久占地	临时占地	小计	林地	草地
1	塔基工程	塔基占地	0.65	0	0.65	0.26	0.39	0	0.28	0	0.28	0.10	0.18
		塔基施工临时场地	0	0.81	0.81	0.31	0.50	0	0	0.35	0.35	0.14	0.21
	小计		0.65	0.81	1.46	0.57	0.89		0.28	0.35	0.63	0.24	0.39
2	间隔扩建工程		0	0.02	0.02	\	\	0.02	\	\	\	\	\
3	人抬道路		0	0.31	0.31	0.08	0.23	0	0	0.10	0.10	0.03	0.07
4	施工临时占地	牵张场	0	0.60	0.60	0.27	0.33	0	0	0.30	0.30	0.13	0.17
		索道场地	0	0.15	0.15	0.06	0.09	0	0	0.04	0.04	0.01	0.03
	小计		0	0.75	0.75	0.33	0.42	0	0	0.34	0.34	0.14	0.20
合计			0.65	1.89	2.54	0.98	1.54	0.02	0.28	0.79	1.07	0.41	0.66

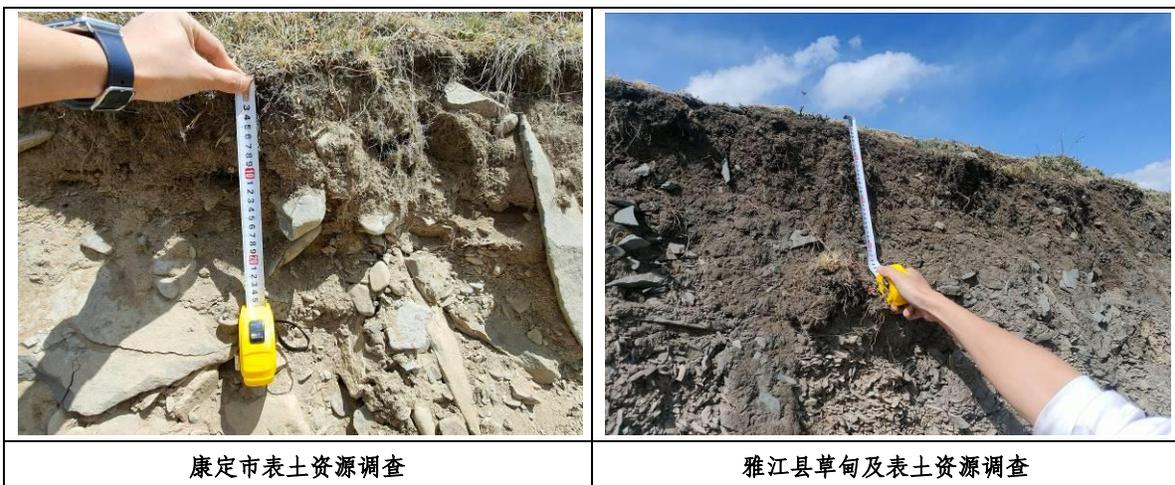
2.4 土石方平衡

2.4.1 草甸及表土资源调查

根据项目设计资料，本区域占用地类主要为林草地，以草地居多，经现场调查，塔基基础基本置于草地上，伴有部分小簇灌木丛。

康定市内塔基占地草本植物高度较低，根系一般，盖度 65% 左右，上部表土厚约 5~15cm，下部为砂岩等，土层厚度较薄，根据现场测定，上部草层较薄，方案要求对表土层进行剥离，可剥离厚度约为 5~15cm。

雅江县内海拔较高，植被以草本为主，植物高度约 5~10cm，该区域内覆盖层主要为粉质粘土、碎块石混合土，土层总体具有分布不均、厚度变化大的特点，该区域海拔处于 4000m~4500m 间，属高山草甸土，根据现场测定，草甸层可剥离厚度约为 10~15cm，可剥离厚度约为 5~10cm。



2.4.2 草甸及表土剥离及平衡

本项目线路工程地貌属于中高山区，主要占地类型以草地和林地为主，根据土地利用类型、立地条件的差异以及需要覆土的量，综合平衡表土剥离量和覆土量。

为保护好项目区的草甸及表土资源，方案要求对线路塔基施工扰动面范围内的草甸及表层土进行剥离。剥离草甸及表土就近堆存于各塔基施工临时占地区内，并采取拦挡和遮盖措施，待施工结束后在塔基范围内进行回覆。

塔基周边临时施工场地，人抬道路，牵张场与索道施工场地主要为短时间内踩

踏、占压扰动，仅临时占压地表，扰动较为轻微，不进行动土开挖破坏，若对上述区域进行草甸及表土剥离反而破坏了原始地表植被及土壤团粒结构，易引发水土流失，故不考虑草甸及表土剥离，在施工期间，通过棕榈垫铺设保护，后期补撒草籽进行绿化恢复。

(1) 草甸剥离及回铺

本项目占地类型为草地，部分区域出露岩石无法剥离草甸。根据现场调查统计，可剥离草甸面积为 0.28hm^2 ，剥离厚度约 $10\sim 15\text{cm}$ ，共计可剥离草甸 0.04 万 m^3 ，剥离的草甸就近堆存在各塔基位旁侧，后续用作塔基扰动区域的绿化恢复。回铺草甸面积为 0.28hm^2 ，回铺量约 0.04 万 m^3 。

(2) 表土剥离及回铺

为保护表土资源，提高回铺草皮存活率，本方案拟计划对各扰动区内剥离草皮后仍有表土资源及无法剥离草皮的区域进行表土剥离，后续在草皮回铺前先回覆一层表土，使草皮根部与土壤无缝衔接，以最大限度提高草皮存活率。剥离范围及厚度根据现场调查结果确定。本项目剥离表土面积 0.93hm^2 ，平均剥离厚度约 10cm ，共计剥离表土 0.10 万 m^3 。剥离后的表土运至塔基临时场地范围内堆存，后续用于各区域草皮回铺覆土。

表 2-12 草甸剥离与回覆平衡表

序号	项目组成	草甸剥离			草甸回覆		
		面积 (hm^2)	厚度 (m)	方量 (m^3)	面积 (hm^2)	厚度 (m)	方量 (m^3)
1	塔基工程区	0.28	15	0.04	0.28	15	0.04

表 2-13 表土剥离与回覆平衡表

序号	项目组成	表土剥离			表土回覆		
		面积 (hm^2)	厚度 (m)	方量 (m^3)	面积 (hm^2)	厚度 (m)	方量 (m^3)
1	塔基工程区	0.93	0.10	0.10	0.86	0.11	0.10

2.4.3 一般土石方平衡

根据本项目组成以及施工工艺等条件考量，本项目所涉及的人抬道路、施工场地（牵张场、索道场地）等基本为踩踏、占压扰动，且布置在相对平坦的位置，施工时间较短，因此不进行土石方开挖回填扰动。

根据项目设计资料结合现场调查，本项目主要土石方基本集中在各塔基施工，土石方来源主要为本区域内的塔基基础、接地槽、排水沟等开挖及回填。

(1) 塔基基础

根据主体设计估算，本项目单个塔基基础施工开挖直径约 1.50m，深度约 8m，开挖土石方量为 15m³，平均每基挖方量约 60m³，基础埋置后，对基础两侧扩挖区域回填，每基回填方量约 24m³。由此推算全线 98 基塔基开挖土石方量 0.59 万 m³，回填方量约 0.24 万 m³，剩余 0.35 万 m³ 在塔基施工范围内进行摊平处理。

(2) 接地沟

根据主体设计，接地沟尺寸（宽度×深度）采用 0.4×0.8m，全线接地沟开挖土石方量为 0.32 万 m³，后期开挖方均回填于接地沟内，未产生余弃方。

(3) 排水沟

本项目排水沟为矩形排水沟，宽 0.5m，深 0.60m，壁厚 0.20m，排水沟长约 260m，估计挖方量约为 0.02 万 m³，开挖方除回填于沟壁两侧外，其余平铺在塔基施工临时场地内。

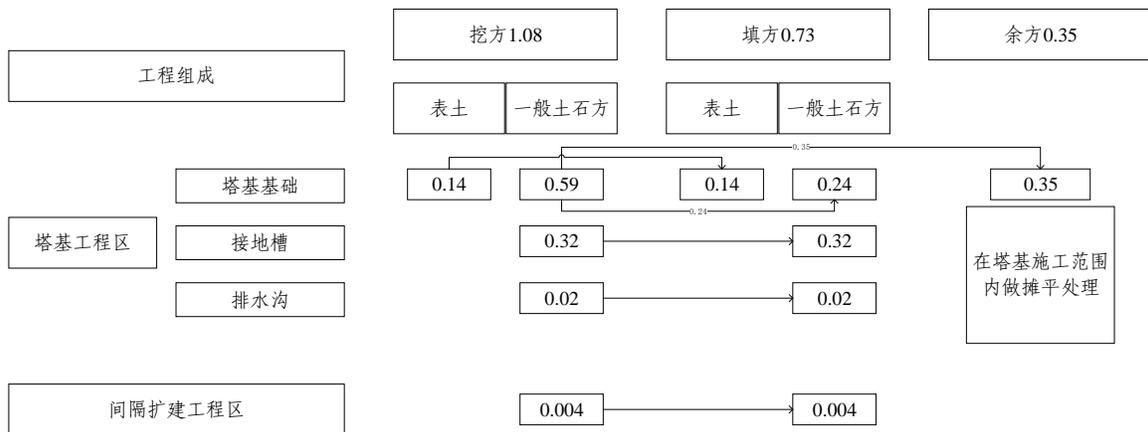
(4) 间隔扩建工程

本项目扩建工程土石方主要为设备及支架基础开挖，基础开挖深度约 1.8m，长宽约 1.2m，共开挖 9 处基础，基础开挖方量约 40m³，开挖后均就地回填并进行压实后采用碎石进行苫盖。

综上，确定本项目总挖方 1.08 万 m³（含草甸剥离 0.04 万 m³，表土剥离 0.10 万 m³，一般土石方 0.94 万 m³），填方 0.73 万 m³（含草甸回铺 0.04 万 m³，表土回覆 0.10 万 m³，一般土石方 0.59 万 m³），余方 0.35 万 m³ 在塔基施工范围内摊平处理，未产生借方，未布设取土场与弃渣场。

表 2-14 本项目土石方平衡表 (单位: 万 m³, 均为自然方)

项目名称	挖方 (万 m ³)				填方 (万 m ³)				借方 (万 m ³)		余方 (万 m ³)		
	草甸	表土	一般土石方	合计	草甸	表土	一般土石方	合计	总量	来源	总量	去向	
间隔扩建工程	\	\	0.004	0.004	\	\	0.004	0.004	\	\	\	余方在塔基范围内摊平处理	
塔基工程区	塔基基础	0.04	0.10	0.59	0.73	0.04	0.10	0.24			0.38	0.35	在塔基范围内摊平处理
	接地槽	\	\	0.32	0.32	\	\	0.32			0.32	\	在塔基范围内摊平处理
	排水沟	\	\	0.02	0.02	\	\	0.02			0.02	\	在塔基范围内摊平处理
合计	0.04	0.10	0.94	1.08	0.04	0.10	0.59	0.73			0.35		

图 2-7 土石方流向框图 (单位: 万 m³)

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本项目原始占地类型为林草地，项目自身不涉及因征地而产生的拆迁及移民安置问题；不涉及专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

根据本项目的工程特点和施工条件，本着保证施工质量、进度高效和提高投资效益的原则，重点考虑场内道路施工的制约性，结合气候、植被恢复的季节性等因素，本项目计划于 2023 年 11 月开工，计划 2024 年 4 月全部安装结束，总工期 6 个月。

本项目的施工进度安排如下：

主体工程施工期主要项目包括：索道施工、人抬道路、塔基工程施工。

2023年11月~2023年12月：项目进场后即架设索道，运输材料至各塔基位；

2023年11月~2024年2月：材料机械人员到达基位后，开始人工开挖塔基基础，组装各塔位铁塔，并在塔基施工期间，跟随塔基施工进度，沿线踏勘开辟人抬道路；

2024年2月~2024年4月：全线架线施工，同步进行出线间隔扩建。

表 2-15 主体工程施工进度安排表

序号	工程项目	2023年		2024年			
		11	12	1	2	3	4
1	施工准备	—					
2	索道施工	—	—				
3	塔基工程						
*1	塔基基础		—	—	—		
*2	铁塔组装		—	—	—		
*3	架线施工					—	—
3	间隔扩建						—
4	人抬道路	—	—	—	—		

2.7 自然概况

2.7.1 地貌

线路位于甘孜州雅江县、康定市境内，地处川西高原西南、横断山脉北坡，区域地貌表现为构造侵蚀地形及侵蚀堆积地形。

(1) 构造侵蚀地形

主要表现为构造侵蚀之高中山、中高山地形，山体切割剧烈，山势陡峭，沟谷发育，多呈“V”型，河岸岸坡通常大于40°。随着地势升高，切割逐渐减弱，部分分水岭地区地势平缓，尚有残存高原剥夷面，有“山原”之称。海拔高程在3400m~4500m，相对高差100~500m不等，地形坡度一般10~40°。该地貌形态分布于大部分线路段，为路径区主要地貌类型。

(2) 侵蚀堆积地形

主要表现为丘状高原区河流二级阶地与山麓斜坡交汇部位地形，局部地段则表

现为山间凹地地貌，总体上地势平缓开阔，主要由坡洪积地层组成，表现为含碎石黏性土及碎石土等。该地貌形态分布于受端变电站进线段一带及省道 S215 两侧。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造

路径区构造上处青藏滇缅印尼歹字型构造体系中部转折部位的东北部外围区，构造较为复杂，路径构造形迹处于雅江弧形构造。雅江弧形构造在平面上由西北端构造线的近南北走向往东南逐渐弯转成北北西向、北西向、近东西向，然后又弯转成北东东向，构成一完整而优美的弧形褶皱带。它由一系列复式褶皱组成，主要褶皱有麦曲复向斜、雅砻江复背斜、尤拉西-俄洛堆复向斜。其内的断裂在平面上也有呈弧形弯转的特征，但不发育，卷入地层为三叠系上统侏倭组-雅江组之巨厚的变质砂岩及板岩组合。雅江弧形构造东北侧毗邻鲜水河断裂带。

路径所在区域经历过晋宁-澄江期至喜山期的多次构造运动，晚近时期的新构造运动也很强烈。特别是喜山期以后的新构造运动也很强烈，是在东西向均匀挤压下发生的构造变动，该构造运动从地貌变迁及一系列的形迹、地震活动、地热活动等诸方面表现出来。与路径区相关的断裂及断裂带主要为：铁门钩断裂，新都桥断裂及东侧鲜水河深断裂带。

2.7.2.2 地层岩性

沿线出露的地层主要为三叠系雅江组 (T_3^y)、三叠系两河口组 (T_3^h)、居里寺组 (T_3^j) 砂岩和板岩，少量中生代燕山期侵入闪长岩 (δ_5)，上覆第四系残坡积 (Q_4^{el+dl}) 的碎块石、块石及含碎石粉质黏土。部分塔位位于山麓斜坡，地层主要为含碎石粉质黏土、碎块石、卵石等。碎块石、卵石、砂岩、板岩和闪长岩，物理力学性能良好，为良好的塔基天然持力层；含碎石粉质黏土，物理力学性能一般，可作为塔基天然持力层。

2.7.2.3 地震效应

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，本线路路径类别按 II 类路径考虑，拟

选路径设计基本地震加速度及其所对应的抗震设防烈度分段如表 2-16。

表 2-16 沿线地震动参数

地段	反应谱特征周期	设计基本地震加速度	抗震设防烈度	设计地震分组
华电光伏升压站-出线约 3.5km 处	0.45	0.15	VII度	第三组
晟天光伏升压站-出线约 5.0km 处	0.45	0.15	VII度	第三组
华电出线约 3.5km 处-省道 S215 西侧	0.45	0.2	VIII度	第三组
晟天出线约 5.0km 处-省道 S215 西侧	0.45	0.2	VIII度	第三组
省道 S215 西侧-受端变电站	0.4	0.2	VIII度	第二组

2.7.2.4 水文地质

路径区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，可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。松散岩类孔隙水赋存于含碎石粉质黏土及碎块石层中，由地表水及孔隙网状冰雪融化水下渗补给，向低洼地带排泄，水量较小，受季节影响较大，主要分布于 NR23、N61、N62 塔位。基岩风化带网状裂隙水赋存于变质砂岩和板岩的风化裂隙带中，主要接受大气降水及冰雪融化水补给，以泉的形式向沟谷排泄，径流受地形地貌和裂隙发育程度的限制，径流条件差，具有水量分布不均、储藏量小、埋深大等特点，对杆塔基础及开挖无影响。

2.7.3 气象

康定市属亚热带半干旱大陆性季风气候区，其气候特点是：日照多，气温低，冬长而干冷，夏凉多低温，无四季之分，干湿季明显，降水集中，年温差小，日温差大，无霜期短等。多年平均气温 5.2℃，极端高温 28.9℃，极端低温-14.7℃；≥10℃积温 2076.5℃，多年平均降雨量 923.6mm，多年平均蒸发量 1285.8mm，无霜期 81.7 天，年均日照时数 2525.9h，平均无霜期 95 天，年相对湿度 61%，年均风速 2.2m/s，全年主导风向 EN，最大冻土深 0.80m。

雅江县属高原季风气候类型，冬季受西北大陆性季风影响，夏季受印度洋海洋性季风影响，春秋受上述两种季风的交替影响，总的特点是：冬季（11 月～次 4 月）干旱、夏秋（5 月～10 月）多雨，气温年较差小，日较差大，日照丰富，热量不足。多年平均气温 5.3℃，极端最高气温 27.2℃，极端最低气温-32.2℃；≥10℃有效积温为 1147.7℃；多年平均降雨量 911.5mm，降雨多集中在 6 月到 9 月，无霜期

232.6d, 年均日照 2319h; 多年平均相对湿度 61%; 多年平均年蒸发量 1654.5mm; 全年主导风向 W, 多年平均风速为 1.7m/s, 最大风速 15.3m/s, 最大冻土深 1.10m, 最大积雪深度 30cm。

工程区气象特征详见表 2-17。

表 2-17 工程区气象特征表

行政区划		康定市 (康定市气象站, 1952年~2020年)	雅江县 (理塘县气象站, 1952年~2020年)
序号	项目	数值	
1	历年平均温度	5.2℃	5.3℃
2	极端最低气温	-14.7℃	-32.2℃
3	极端最高气温	28.9℃	27.2℃
4	多年平均降雨量	923.6mm	911.5mm
5	多年平均蒸发量	1285.8mm	1654.5mm
6	≥10℃积温	2076.5℃	1147.7℃
7	年平均无霜期	81.7 天	232.6 天
8	年平均风速	2.2m/s	1.7m/s

2.7.4 水文

本项目 N54~N55 塔基跨越立曲河, 立曲河为长江上游金沙江支流雅砻江的一级支流, 源头茶垭沟发源于四川省甘孜藏族自治州雅江县、道孚县、康定市交界处大雪山之折多山西南麓道孚县色卡乡四水塘沟, 流经道孚县色卡乡, 南下进入康定市, 经塔公镇、新都桥、瓦泽乡、呷巴、甲根坝、朋布西、沙德, 在康定市普沙绒乡境内注入雅砻江, 全长 194 公里, 有大小河沟 60 余条注入, 流域面积 5856.2 平方公里。流域面积 5856.2 平方公里, 落差 1975 米, 平均比降 10.18%, 落差 1975 米, 多年平均径流 28.73 亿立方米, 水能蕴藏量 751000 千瓦。

2.7.5 土壤

康定市共有 12 个土类、17 个亚类和农耕地 11 个土属于 41 个土种, 土壤类型以潮土、褐土、黄棕壤土、亚高山草甸土为主, 高山草甸土、高山寒漠土次之。土壤质地多为轻壤至中壤, 砂壤及重壤少, 土壤自然肥力水平较高, 有机质含量丰富, 耕地熟化程度低, 土层较薄, 土壤结构较松散, 保水保肥能力较差。

雅江县土壤受岩性、地貌、生物、气候的深刻影响, 立体分布特征明显, 从河

谷到山顶土壤垂直带谱完整，土壤类型复杂多样。主要土壤类型有高原潮土、山地灰褐土、山地褐土、山地棕壤土、山地暗棕壤、亚高山草甸土、沼泽土、高山草甸土、高山寒漠土等九个种类 15 个亚类。土壤垂直分布特征为：2266m~2500m 主要是高原潮土（中性、微酸）、山地灰褐土（微碱、缺磷钾）；2500m~3000m 主要是高原潮土（中性、微酸）、山地褐土（中性、缺磷）；3000m~3500m 主要是山地暗棕壤（微酸）；3500m~4200m 主要是山地棕壤（微酸）、亚高山草甸土；4200m~4700m 主要是沼泽土、高山草甸土；4700m 以上主要是高山寒漠土。

项目区土壤类型以山地棕壤为主，土层厚 0.2~0.4m，质地为中壤，结构为团状、粒状，土壤抗蚀性较强。

本项目可剥离草甸面积 0.28hm²，剥离厚度约 10cm，主要集中于雅江县；可剥离表土面积 0.93hm²，剥离厚度 5~15cm，平均可剥离厚度 10cm。

表 2-18 草甸及表土资源调查表

行政区划	剥离区域	草甸			表土		
		剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (cm)	剥离量 (万 m ³)
康定市	66 基塔基	\	\	\	0.65	5~20	0.08
雅江县	32 基塔基	0.28	10	0.04	0.28	5~10	0.02
合计	98 基塔基	0.28		0.04	0.93		0.10

2.7.6 植被

康定市有亚热带植被，又有寒带植被。植被垂直分带明显，从海拔 1390~5000m 的不同地带垂直带谱由低到高大致为常绿肉质多刺灌丛→稀树草丛→常绿落叶林→针阔叶混交林→暗针叶林→高山草甸与高山灌丛→荒漠与流石滩植被。按水平分布，从东南到西北，依次出现干旱河谷灌丛、针阔叶混交林、暗针叶林和高山草甸。流域植被以云杉、冷杉及其混交林为主，其次为云南松林，川滇高山栎林也占有一定比重，区域代表性植物主要为牛皮桦、青杨、漆树、泡花树、大叶栎等。

雅江县全县植被受立体地形和气候的制约，呈垂直分布，形成典型的高原山区植物群落，草地主要分布在境内雅砻江各大小支流的阴坡和河谷内，呈不连续的片状、带状、斑状与草地或耕地相间。其群落垂直分布由下至上分别为：落叶阔叶林

→针阔混交林→针叶林→灌丛及阴暗针叶林→高山草甸灌丛→稀疏草甸灌丛。牧草垂直分布由下至上为：山地灌木草丛草场→亚高山草甸草场→高山草甸草场→高寒灌丛草场。

工程场址位于海拔较高的地区，平均海拔在 3400~4500m 左右，工程区占地主要植被为草原，林草覆盖率约 65%。

2.7.7 水土保持敏感区

雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，项目区位于青藏高原区，水土流失主要以水力侵蚀为主，容许土壤流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目占地不涉及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、森林公园、重要湿地等。

本项目建设区域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、生态脆弱的地区。

本项目线路路径方案共有 30 基铁塔在康定市让阿弄巴饮用水水源保护区范围内，其中 24 基铁塔在准保护区范围内，6 基铁塔在二级保护区范围内，未涉及一级保护区，距离一级保护区边界最近距离为 1.26km。

表 2-19 穿越水源保护区铁塔的基本情况

序号	塔号	塔位中心桩坐标			线路类型	铁塔类型	保护区划分	铁塔数量
		(2000 坐标系 1985 国家高程基准)						
		(中央子午线: 102°00'00")						
北坐标 (X)	东坐标 (Y)	高程 (H)						
1	NR18	3316707.85	441385.14	4237.70	晟天~新都桥 单回线路	单回路铁塔	准保护区	共 24 基, 其中单回路铁塔 17 基, 双回路铁塔 7 基
2	NR19	3316858.85	441670.88	4316.60				
3	NR20	3316955.05	441852.90	4291.17				
4	NR21	3317050.85	442034.17	4266.00				
5	NR22	3317150.46	442222.66	4212.90				
6	NR23	3317269.33	442447.57	4136.50				
7	NR24	3317373.42	442857.50	4156.10				
8	NR25	3317435.88	443103.46	4212.30				
9	NR26	3317529.95	443473.93	4100.70				
10	N14	3317832.91	441431.13	4298.90				
11	N15	3317714.99	441644.89	4222.00				
12	N16	3317473.82	442082.06	4203.30				
13	N17	3317344.02	442317.36	4166.50				
14	N18	3317480.51	442772.93	4147.10				
15	N19	3317550.94	443007.95	4235.10				
16	N20	3317621.60	443243.83	4195.70				
17	N21	3317686.50	443460.38	4110.10				
18	N22	3317776.67	443890.16	3981.10	晟天~新都桥 与华电~新都桥 同塔双回架设	双回路铁塔	二级保护区	
19	N23	3317978.68	444131.85	4034.33				
20	N24	3318141.79	444327.00	4039.20				
21	N25	3318303.41	444520.35	3991.54				
22	N26	3318638.59	445222.41	3903.93				
23	N27	3318810.37	445582.26	3971.58				
24	N28	3319030.08	446042.40	3985.73				
25	N29	3319196.53	446391.07	3979.81				
26	N30	3319355.38	446723.78	3975.59				
27	N31	3319582.74	447200.01	3895.00				
28	N32	3319750.43	447667.61	3994.66				
29	N33	3319901.05	448087.56	3950.06				
30	N34	3320199.96	448921.01	4007.70				

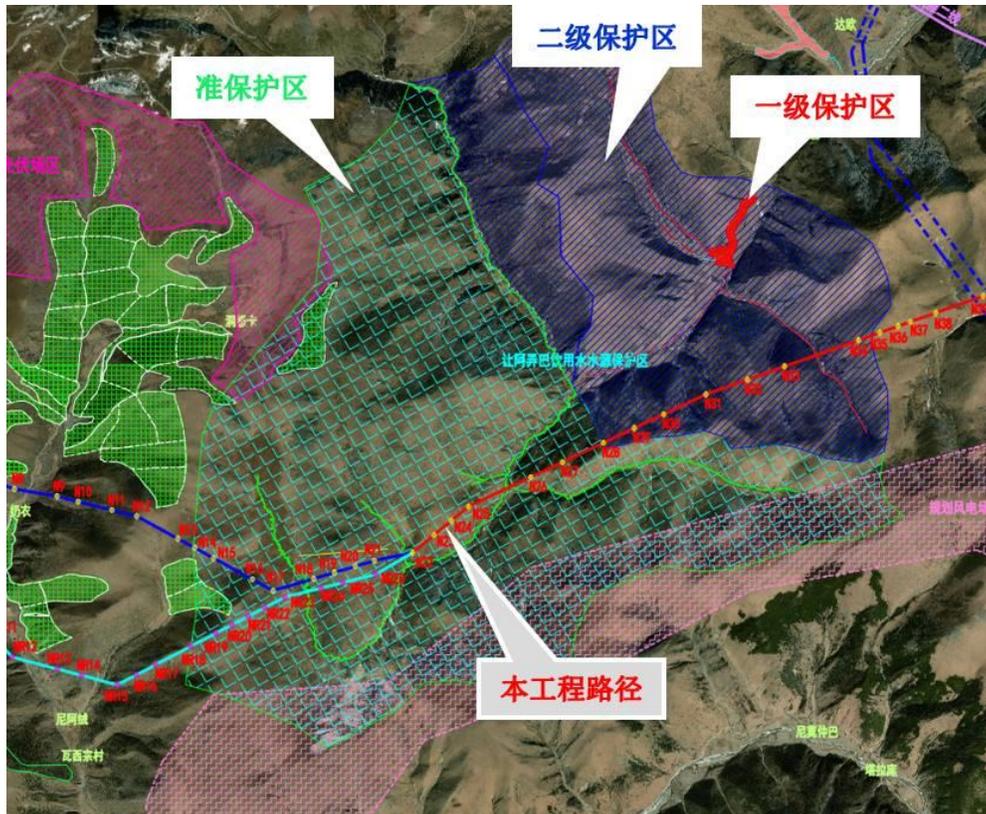


图 2-8 线路路径方案与让阿弄巴饮用水水源保护区相对位置关系图

本项目路径穿越康定市让阿弄巴二级保护区长度约 3.28km（全部为双回路架空线路，N29、N30、N31、N32、N33、N34 共 6 基双回路铁塔），穿越让阿弄巴准保护区长度约 7.89km（其中双回路架空线路长度约 2.5km，N22、N23、N24、N25、N26、N27、N28 共 7 基双回路铁塔；单回路架空线路长度约 5.39km，NR18、NR19、NR20、NR21、NR22、NR23、NR24、NR25、NR26、N14、N15、N16、N17、N18、N19、N20、N21 共 17 基单回路铁塔）。

建设单位已按要求编制《甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程不可避免让饮用水水源保护区报告》并通过专家技术审查，根据论证报告及专家审查意见，在落实环保措施的基础上加强施工运营管理并严格落实运营期应急预案，该项目的实施对让阿弄巴水源地带来的环境影响可得到有效控制，在环境保护方面是可行的。

2023 年 9 月 19 日，康定市人民政府出具《关于报请审批甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目穿越康定市让阿弄巴水源准保护区及二级保护区的请示》（康府〔2023〕50 号）。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

3.1.1 项目与国家产业政策的符合性分析评价

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目属于新能源产业中的光伏发电产业，在《产业结构调整指导目录》（2022 年本）中属于鼓励类“电网改造与建设”的范畴，项目的建设符合国家和地方现行相关产业政策要求。

3.1.3 与水土保持法的符合性分析与评价

根据《中华人民共和国水土保持法》相关要求，结合本项目建设特征和区域现状。结果详见表 3-1。

表 3-1 主体工程建设与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析与评价表

《中华人民共和国水土保持法》规定	分析评价	符合性分析
第十七条：地方各级人民政府应当加强对取土、挖砂、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动	未涉及	符合法律要求
第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等	未涉及	符合法律要求
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区和重点治理区；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。	项目途经的雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，无法避让，通过优化施工设计，提高防护标准处理	符合法律要求
第二十八条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	土石方于场内合理利用，无外运弃方，不设置弃渣场	符合法律要求
第三十八条：对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围；对废弃的沙、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后	方案对可剥离表土区域提出剥离要求，并进行保存和利用，开挖方就近平铺在各塔基施工扰动面上，做到土石方平衡，对开挖占压扰动面提出迹地恢复措施，通过撒播草籽等方式恢复植被	符合法律要求

《中华人民共和国水土保持法》规定	分析评价	符合性分析
应当及时在取土场、开挖面和存放地的裸露土地上种树植草、恢复植被。		

3.1.4 与技术标准的符合性分析与评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），结合本项目建设特征和区域现状，本项目与该技术标准的符合性分析见表 3-2。

表 3-2 与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的符合性分析与评价表

序号	规范所列约束性规定	分析评价	符合性分析
一	主体工程选址（线）应避免让下列区域		
1	主体工程选址应避免水土流失重点预防区和重点治理区	项目途经的雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，无法避让，通过优化施工设计，提高防护标准处理	符合法律要求
2	主体工程选址应避免让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	未涉及	符合法律要求
3	主体工程选址应避免让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	未涉及	符合法律要求
二	青藏高原区应符合下列规定		
1	应严格控制施工扰动范围，保护地表、植被	本方案提出要求	符合法律要求
2	高原草甸区应注重草甸的剥离、保护和利用	本方案将补充草甸与表土剥离防护措施及后续利用途径	符合法律要求
3	防护措施应考虑冻害影响	主体设计已考虑防冻害措施	符合法律要求
4	植物措施应优先使用乡土树种草种，合理配置乔灌草植被	本方案选用乡土草本垂穗披碱草、川草 2 号老芒麦	符合法律要求

3.1.5 结论

综上，主体工程选址（线）不涉及生态红线保护区，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，但无法避让金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区与雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，本方案在采取水土流失防治一级标准的同时，提高防治指标，优化施工工艺，

严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成的水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被等要求，主体工程选址基本合理。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

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建设方案，本项目与该技术标准的符合性分析见表 3-3。

表 3-3 与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的符合性分析与评价表

序号	规范所列约束性规定	分析评价	符合性分析
一	建设方案应符合下列规定		
1	公路、铁路工程在高填深挖路段，应采用加大桥隧比例的方案，减少大填大挖；填高大于 20m，挖深大于 30m 的，应进行桥隧替代方案论证；路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案	本项目为输变电工程，道路主要为抬道路，仅做临时通行踩踏，不进行土石方挖填，不涉及高填路堤与深挖路堑	符合规范要求
2	山丘区输电工程塔基应采用不等高基础，经过林区的应采用加高杆塔跨越方式	本项目塔基将采用长短腿与不等高基础配合，经过林区的将采用加高杆塔跨越方式	符合规范要求
二	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；公路、铁路等项目填高大于 8m 宜采用桥梁方案；管道工程穿越宜采用隧道、定向钻、顶管等方式；山丘区工业场地宜优先采取阶梯式布置	本项目塔基在原地貌高程基础上不进行降基，采用长短腿与不等高基础配合，减少了土石方量，位置较为偏远的塔基，通过索道、人抬道路等方式运输，不建设施工便道，减少了工程占地	符合规范要求
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	本方案对布设的挡防、截排水工程等级与排洪工程提高一级	符合规范要求
3	宜布设雨洪集蓄、沉沙设施	本方案在部分塔基上游设弓形截排水措施	符合规范要求
4	提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点	本方案林草覆盖率提高 2%	符合规范要求

（1）本项目为线路工程，施工点主要涉及 98 基塔基，施工范围分散，根据地施工条件，施工单位利用当地现有的国道、省道以及乡村道路等进行运输，不修建汽运施工便道，大大减少了土地的扰动与土石方填挖。

对无法到达的塔基位，拟采用索道与马帮等方式进行运输，施工道路主要涉及人抬道路，人抬道路仅作为工人、马骡临时通行踩踏，不涉及高填深挖，该建设方案和布局相较于修建施工便道，有利于减少工程建设开挖量和对地表的扰动范围，符合水土保持的要求。

(2) 本项目铁塔主要选择 ZBC9202、GJC9201、SZC9152、SJC9152 等塔形，均为长短腿设计，配合不等高基础，结合场地现状高程，不统一进行降基，减少了土石方量，且对无法避让的林木采取高跨措施，有效的减少植被破坏和地表扰动符合水土保持要求。

本项目塔基基础开挖为桩孔开挖，主要以人工为主开挖，扰动范围较小，且桩孔有效地减少了土石方量开挖，有利于水土保持。

(3) 本项目位于青藏高原区，主体设计对主体工程基础采取了防冻害措施。建设区途经的雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，选址无法避让。本项目施工以人工施工为主，机械施工为辅，通过索道、人抬道路等合理布设与塔基基础埋置、人工开挖基础结合等方式，减少了扰动面积和土石方量，可有效减少水土流失量，建设方案合理，符合水土保持的要求。

(4) 主体工程在部分较陡塔基下方考虑了浆砌石挡墙等工程护坡措施，以维持塔基的稳定性，对部分上游汇水面积较大的塔基位布设了相应的截排水沟等排水设施，充分了考虑了工程区的排水功能，提高了截排水工程的工程等级和防洪标准，设计尺寸满足提高一级标准要求。

主体工程未提出保护地表、植被的措施，针对施工期间人抬道路、施工场地，提出采用棕榈垫铺设进行地表保护，防止过度踩踏占压。

本方案提高了林草覆盖率的指标，林草覆盖率提高 2 个百分点，有利于水土保持。针对施工完成后迹地恢复，通过回覆表土，完善塔基位及周边扰动区域的植被恢复，并对人抬道路、施工场地等临时占地区域补撒草籽，以恢复其原本生态。

(5) 水土保持敏感区调查分析

项目占地不涉及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、森林公园、重要湿地等。

*1) 位置关系

本项目不可避免的涉及了康定市新都桥镇让阿弄巴饮用水水源地，该水源地位于康定市新都桥镇境内，为河流型水源地。

取水口设置：新都桥镇政府西南方约 4880m 处的让阿弄巴水源地；取水口坐标：东经 101°27'26.7228"，北纬 30°00'49.9680"，海拔 3564m。

本项目线路路径方案共有 30 基铁塔在让阿弄巴饮用水水源地保护区范围内，其中 24 基铁塔在准保护区范围内（其中双回路架空线路长度约 2.5km，单回路架空线路长度约 5.39km，双回路铁塔 7 基，单回路铁塔 17 基），6 基铁塔在二级保护区范围内（全部为双回路架空线路，约 3.28km），未涉及一级保护区，距离一级保护区边界最近距离为 1.26km。

*2) 调查分析

本项目输电线路属于国家基础设施，不涉及各类保护地的核心保护区，在让阿弄巴饮用水水源地保护区仅穿越了二级保护区和准保护区，在穿越水源保护区时采取同塔双回架设，优化线路走廊间距，降低环境影响，线路路径方案对一级水源保护区已进行避让，输电线路塔基在国土空间中的占地呈点状线形分布，杆塔之间的区域为架空线路，空间跨度大，不会对穿越的让阿弄巴饮用水水源地保护区功能产生显著影响。

*3) 防护措施

为实现无害化跨越，应在项目实施过程中切实加强管理，本方案提出除塔基建设以外，尽可能的减少扰动，布线施工中，将牵张场等施工临时占地布设在水源地保护区以外，塔基建设合理安排施工组织时序，塔基基础等土石方开挖避开雨季，对临时堆土做好拦挡、遮盖等临时性防护措施，施工完成后即刻进行迹地恢复，避免裸土长时间暴露。

在严格落实相关水土流失防治措施后，可将本项目建设对让阿弄巴饮用水水源

保护区的影响降低到可接受的程度。总体而言，本项目不可避免让阿弄巴饮用水水源保护区，但项目建设对水源保护区的影响总体可控，项目建设可行。

综上，本项目建设方案基本符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关约束性规定，从水土保持角度分析，本项目建设方案，基本符合水土保持要求。

3.2.2 工程占地评价

(1)本方案根据主体工程资料从水土保持角度对项目占地面积及占地性质进行复核。本项目总占地面积为 3.61hm^2 ，其中：永久占地面积为 0.93hm^2 （占 25.91%），临时占地面积为 2.68hm^2 （占 74.24%）。

永久占地为塔基占地，临时占地为塔基施工场地、间隔扩建场地、牵张场以及人抬道路等占地，通过复核调整后，不存在漏项，能够满足施工需求。

(2)从水土保持角度出发，工程占地类型主要为林地、草地、公共管理与公共服务用地，不占用基本农田、基本草原等。临时占地占比较大，但临时占地主要为塔基施工、架线布设等服务，是施工建设活动过程中必须的，在满足施工要求的同时，最大限度的节约了土地、减少了地表扰动，间隔扩建场地在既有变电站内实施，不新征占土地，严格控制了施工扰动范围，符合水土保持的要求。

(3)本项目交通汽运最大程度的利用现有国道、省道及乡村道路等，不修建汽运施工便道，采用索道与马帮的交通形式进行运输，通过对运输方式的优化，极大的减少了占用土地面积，有利于水土保持。

(4)本项目施工作业点较为分散，因此不单独布设施工营地，办公住宿等均沿线租赁，避免新增扰动面积，符合水土保持的要求。

综上，本项目的占地面积合理，永久占地面积控制严格。本项目建设占地对水土流失影响有限，占地类型符合水土保持的相关规定，占地规划可行，通过合理水土保持措施，工程建设造成的水土流失不利影响可得到减小，同时在项目实施过程中，应加强项目占地范围监督和管理。

3.2.4 土石方平衡评价

(1) 草甸及表土剥离及利用评价

主体设计未考虑草甸及表土剥离与回铺，本方案予以补充和落实。在工程施工前，对塔基根开范围的表土全部进行剥离，经统计，共剥离草甸面积 0.28hm^2 ，表土面积约 0.93hm^2 ，剥离厚度约 $5\sim 30\text{cm}$ ，剥离的草甸及表土堆放在各个塔基施工临时占地区域内，方案布设在堆土坡脚用土袋进行挡护，顶面用防雨布遮盖，用于场地后期覆土绿化。

本项目位于高海拔地区，区域生态环境较为脆弱，植被恢复困难。草甸及表土资源极其珍贵，施工前进行原地表草甸及表土剥离，并妥善保护利用，有利于后期植被恢复。

(2) 土石方挖填数量评价

本项目总挖方 1.08万 m^3 （含草甸剥离 0.04万 m^3 ，表土剥离 0.10万 m^3 ，一般土石方 0.94万 m^3 ），填方 0.73万 m^3 （含草甸回覆 0.04万 m^3 ，表土回覆 0.10万 m^3 ，一般土石方 0.59万 m^3 ），开挖方主要集中于塔基基础、接地沟、排水沟等。

本项目塔基依地形而建，结合现状场地高程，采用长短腿与不等高基础，不对场地进行降基，仅针对塔基基础、接地工程开挖回填，极大的减少了不必要的开挖方量；间隔扩建土石方量较少，开挖后在周边回填压实；人抬道路仅作临时踩踏使用，施工期间做好棕榈垫铺设防护，不进行土石方挖填工作；牵张场等施工场地布设于平缓地带，无需进行场平建设，土石方挖填符合最优化原则。

(3) 土石方调运平衡评价

*1) 调运评价

本项目土石方挖填主要集中于塔基工程区，塔基基位较为分散，针对本项目工程特点，方案建议根据塔基施工工序先后顺序，前期将塔基施工土石方就近临时堆存于塔基施工临时占地内，表土与一般土石方分类堆放，塔基基础验收后即可回填，余方在各自塔基施工范围内摊平处理即可，不外运，土石方可得到充分的利用，不影响后续组塔施工，不用修建渣场，不单独布置土石方临时堆场，不用因堆渣而新

增占用土地，不因土石方调运造成新增水土流失，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。

*2) 平衡评价

本项目接地沟与排水沟等开挖后，土石方全部回填于沟槽内与沟壁两侧，做到土石方平衡。项目多余土方主要为塔基基础开挖，根据主体设计资料估算，本项目线路平均每基塔余方 36m^3 ，平均每基塔基占地面积为 96m^2 ，堆土平铺后高度为 35cm 左右，堆土体高度较小，不影响塔腿保护帽外露，摊平处理对塔基安全无影响，可满足水土保持要求。

综上，从水土保持角度分析，土石方平衡在挖填方量、转运、利用、平衡等方面基本符合水土保持相关要求。

3.2.5 取土（石、砂）场设置评价

本项目材料采用外购形式，项目不单独设取料场，避免了工程单独开挖取土取料造成的水土流失，水土流失防治责任由供料商负责。

3.2.6 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

线路工程具有塔基点位分散、单个塔位土石方工程量小的特点，本工程土石方全部回填在塔基区域内，经综合利用后无余（弃）方产生，无需设置弃土场，减少了设置弃土场产生的扰动。

3.2.7 施工方法与工艺评价

根据本项目的特点，线路工程施工工艺一般为施工准备、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）施工准备评价

施工准备期预先剥离草甸及表土可保护土壤表土层不被破坏殆尽，塔基区采用人工开挖的方式剥离草甸及表土，剥离后将表层土装袋，在施工期做挡护用，施工结束时候做绿化用土。

草甸及表土剥离平整、堆放平整时采取就近原则，开挖及回填时保证了表土回

填前土块有足够的保水层。

(2) 塔基基础施工评价

铁塔基础开挖前，应同时先修砌截排水沟，防止施工期间地表径流对开挖面和临时堆土冲刷，本方案认为，线路工程施工工艺遵循了“保护优先”的原则，排水措施、土袋挡墙实施适时，而且主体工程尽可能优化了施工工艺减少工程占地和扰动地表面积，从而降低了因工程建设带来的水土流失，建筑材料购买成品料，避免了工程新增占地，同样减少了水土流失，因此基本符合水保要求。

施工结束后对施工场地进行清理、平整，有利于进一步的植物措施布置。

(3) 铁塔组立及架线施工评价

铁塔组立时将分段搭建，在此阶段内，主要使用塔基施工区和人抬道路，主要表现为占压破坏，产生水土流失较基础施工时大幅减少。

(4) 交叉跨越施工评价

*1) 在跨越一般乡村道路等低等级道路、小型河流时、通信管等，可快速架线跨越，不需搭设跨越架和设置临时跨越场。

*2) 跨越较高等级公路、交叉跨越 35kv 线路、立曲河等，采用迪尼玛绳张牵绝缘网方法进行跨越施工，不会对跨越线路产生影响。该方法不搭设跨越架，不需设跨越施工临时场地，因此不新增临时占地，从水土保持角度出发，有着积极效益。

(5) 人抬道路施工评价

线路沿途有已建公路和机耕道相通，满足材料运输要求，部分塔基位于山坡地区，塔材和塔基建筑材料通过人力运输到位，需修整人抬道路。

人抬道路在施工过程前，先砍伐小树木和清理表草，施工过程中主要表现为对地表的踩压扰动，对地表扰动较小，从水土保持角度分析是可行的。

(6) 材料选择水土保持评价

工程所需水泥、砂石等均采用外购的方式，相应水土流失防治责任在购买合同中予以明确，由营运商承担，不再因自设料场产生新的水土流失面。从水土保持角度分析是可行的。

(7) 施工布置水土保持评价

根据行业特点、工程特性及现场状况，线路施工呈点状分布，塔基临时场地等可以布置在塔基永久占地周边，施工结束进行迹地恢复，从而减少因扰动地表而造成水土流失。

牵张场、索道场经分析后尽量考虑最优设计，同时其选址选择在交通方便、平缓易于布设的位置，选用荒草地进行布设，合理可行。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，工程的施工方法与工艺是合理可行的

施工方法和工艺满足工作建设进度要求，保证施工安全，减少地面重复开挖扰动，有利于水土保持。主体采用的施工工艺是合理的。通过分析认为，本项目施工工艺对主体工程不存在限制性影响，从水土保持角度认为是可行的。因此，主体工程的施工组织设计及确定的施工工艺可有效减少施工对场地造成成片无序的扰动损坏，符合水土保持的相关要求。

3.2.8 主体设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.8.1 塔基工程区

(1) 主体设计中具有水土保持功能工程

*1) 浆砌石排水沟：本项目线路工程在中高山地貌区走线，部分位于坡面的塔位上坡面侧汇水面积较大，因此主体工程设计中为防止上坡面侧汇水面的雨水、山洪及其它地表水对基面的冲刷影响，设计对除位于面包形山顶或山脊外的塔基上坡侧，依山势设置弓形截水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。塔基截水沟采用矩形断面，断面标准尺寸为 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，采用浆砌石砌筑。经统计，本区共需修建塔基截水沟 260m。

由于方案设计阶段限制，目前尚不能确定线路每一基塔的具体位置和措施详细设计，根据现场踏勘调查，考虑 N46 附近最低塔位上坡侧来水面积最大，以其为最不利情况，上坡面来水面积 0.007km^2 ，结合所在区域气候水文资料进行估算，根据《水土保持工程技术规范》(GB51018-2014)，下面对排水沟的过水能力进行分析：

排水标准按 5 年一遇 10min 短历时最大洪峰流量计算，设计流量采用下列公式计算：

排水沟设计排水流量采用小流域面积设计流量公式计算：

$$Q_m = 16.67 \phi q F$$

式中： Q_m - 最大洪峰流量， m^3/s ；

q - 设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度

ϕ - 径流系数，0.80

F - 汇水面积

表 3-4 洪峰流量计算表

洪峰流量 Q (m^3/s)	径流系数 ϕ	5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度 (mm/min)	汇水面积 F (km^2)
0.136	0.8	1.46	0.007

主体设计考虑的排水沟采用明渠均匀流公式计算：

$$Q = A \cdot C \sqrt{Ri}$$

式中： Q - 排水流量， m^3/s

A - 过水断面面积， m^2

C - 流速系数， $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$

n - 排水沟糙率

R - 水力半径， $R = A/\chi$ ， m

i - 排水沟纵坡比降

排水沟安全超高考虑 20cm，排水沟过流能力计算详见下表 3-5 所示。

表 3-5 排水沟过水能力表

断面形式	排水流量 Q (m^3/s)	过水断面面积 A (m^2)	流速系数 C	糙率 n	水力半径 R (m)	湿周 χ (m)	纵坡比降 i
浆砌石矩形 ($B \times H = 0.5m \times 0.6m$)	0.151	0.200	43.059	0.017	0.154	1.300	0.002

经过验算，设计排水沟排水能力为 $0.151m^3/s > 0.136m^3/s$ ，浆砌石排水沟措施满

足过流要求。

*2) 挡墙: 在部分稍陡塔基位, 主体工程采取了浆砌石挡墙进行边坡防护, 挡护量约 500m^3 。这些措施在维持边坡稳定、保护塔基安全的同时, 也较好地起到了防治水土流失的作用, 具有一定的水土保持功能。

(2) 需补充完善的措施设计

主体工程设计中未考虑草甸及表土剥离及防护措施, 工程占地为林草地, 具备表土剥离条件, 因此, 本方案需补充设计, 同时补充施工过程中对临时堆土进行防护, 堆土坡脚利用填土袋临时拦挡, 施工面内可能存在临时堆存的土石方全部铺盖防雨布进行临时覆盖, 防雨布遮盖为减少因大风、暴雨等天气对堆存于施工平台内的土方引起的水土流失, 水保效果显著。

塔基施工后, 未考虑后续恢复措施, 本方案补充塔基施工迹地恢复措施, 如土地整治, 表土回覆及撒播草籽等。

本方案将对上述措施在主体已有水保措施基础上进行补充完善, 并纳入水保专项措施投资。

3.2.8.2 人抬道路区、施工临时占地区

人抬道路与施工临时占地在施工过程中主要为占压、踩踏, 主体设计未对该区域水保措施进行专项设计。本方案针对其施工特点, 在施工期内增设棕榈垫铺设, 防止过度的踩压对下部植被造成破坏, 施工结束后补撒草籽以恢复迹地。

3.2.8.3 间隔扩建区

间隔扩建区施工扰动时间较短, 大部分占地多为占压, 仅存在 9 处小型基础开挖, 但不可避免的存在小型松散堆积体形成, 主体设计未对该区域水保措施进行专项设计, 本方案补充堆土临时堆置过程中的临时遮盖措施。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 水土保持工程界定原则

(1) 以防治水土流失为主要目标的防护工程, 应界定为水土保持工程。以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程, 不纳入水土流失防治措施体系。

(2) 对建设过程中的临时征地、临时占地，因施工结束后需归还当地群众或政府，水土流失防治责任将发生转移，须通过水土保持验收予以确认，各项防护措施均应界定为水土保持工程，纳入水土流失防治措施体系。

(3) 对永久占地区内主体设计功能和水土保持功能难以直观区分的防护措施，可按破坏性试验的原则进行排除：假定没有这项防护措施，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，该项防护措施应界定为水土保持工程，纳入水土流失防治措施体系。

3.3.2 主体工程设计中水土保持措施统计

主体设计考虑的具有水土保持功能的工程为浆砌石截排水沟等措施。

界定为水土保持措施：

塔基工程区设置浆砌石截排水沟，属防洪排导工程，能很好的降汇水排出工程区内，应界定为水土保持措施。

不界定为水土保持措施：

塔基工程区形成的边坡布设挡墙支护，按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的界定原则和附录 D，塔基挡墙不纳入水土流失防治措施体系。

主体已有的水土保持措施类型和工程量，重点偏向于永久性的排水和挡护措施，比较缺乏建设区的草甸及表土保护和利用、各临时占地区域的土地整治迹地恢复、植草措施、施工期间的临时堆土防护、开挖裸露面等区域的拦挡和遮盖，本方案对不足之处进行补充。主体工程中具有水土保持功能的措施具体内容见下表。

表 3-6 主体工程已有水土保持措施汇总表

项目	措施类型	防治措施	措施数量		单价（元）	投资 （万元）
			单位	数量		
塔基工程区	工程措施	浆砌石排水沟	m	260	350	9.10
合计						9.10

4 水土流失分析及预测

4.1 水土流失现状

4.1.1 项目所在区水土流失现状

本项目途经四川省甘孜州雅江县与康定市。根据《水利部办公厅关于印发〈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〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482号），雅江县属金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区，康定市属雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区。

根据《全国水土保持区划（试行）》，雅江县与康定市属于青藏高原区，其水土流失表现形式主要是水力侵蚀、面蚀、沟蚀和泥石流。项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据2022年度四川省水土流失动态变化数据，雅江县水土流失面积 1944.61km^2 ，其中轻度流失面积 1744.39km^2 ，中度流失面积 196.88km^2 ，强度流失面积 1.61km^2 ，极强度流失面积 1.60km^2 ，剧烈流失面积 0.13km^2 ；

康定市水土流失面积 3440.40km^2 ，占土地总面积的28.27%，其中轻度流失面积为 2165.45km^2 、中度流失面积为 658.94km^2 、强烈流失面积为 537.85km^2 、极强烈流失面积 72.36km^2 、剧烈 5.8km^2 。

表 4-1 雅江县、康定市水土流失现状表

项目	雅江县		康定市		
	面积 (km ²)	占水土流失总面积 (%)	面积 (km ²)	占水土流失总面积 (%)	
水土流失面积	1944.61	100	3440.40	100	
水力侵蚀	轻度侵蚀	1744.39	81.64	2165.45	62.94
	中度侵蚀	196.88	9.21	658.94	19.15
	强烈侵蚀	1.61	0.08	537.85	15.63
	极强烈侵蚀	1.6	0.07	72.36	2.1
	剧烈侵蚀	0.13	0.01	5.8	0.17

4.1.2 项目区水土流失现状

甘孜州雅江县、康定市属青藏高原区，原地貌扰动区域为轻度流失区，项目区域水土流失背景值取 $1383\text{t}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 。

本项目土壤侵蚀背景值详见下表 4-2。

表 4-2 原地貌的水土流失背景值

项目	占地类型	面积 (hm ²)	坡度 (°)	林草覆盖度 (%)	侵蚀强度	侵蚀模数 (t/km ² ·a)
塔基工程区	林地	0.58	15~25	60~75	轻度	1500
		0.23	25~35	60~75	中度	3750
	草地	0.48	5~8	>75	微度	300
		0.37	8~15	>75	轻度	1500
		0.25	15~25	60~75	轻度	1500
		0.19	25~35	60~75	中度	3750
小计		2.09				1675
间隔扩建区	公共管理与公共服务用地	0.02	5~8	\	微度	300
人抬道路	林地	0.08	8~15	>75	轻度	1500
		0.03	25~35	60~75	中度	3750
	草地	0.11	5~8	>75	微度	300
		0.04	8~15	>75	轻度	1500
		0.10	15~25	60~75	轻度	1500
		0.04	25~35	60~75	中度	3750
小计		0.41				1570
施工临时占地	草地	0.33	5~8	>75	微度	300
		0.14	8~15	60~75	轻度	1500
	林地	0.33	5~8	>75	微度	300
		0.29	8~15	60~75	轻度	1500
小计		1.09				773
合计		3.61				1383

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失影响因素

本线路工程建设过程中，塔基基面、塔基基础、截水沟、挡土墙、接地沟槽等基础开挖、填筑及开挖土石方的临时堆放，地表径流对开挖回填边坡的冲刷，人抬道路、施工场地的踩踏占压等将不可避免地改变原有地形、地貌、扰动或破坏原有

地表和植被，损坏原有的水土保持设施，导致项目区造成新增水土流失。

4.2.2 扰动地表面积预测

根据主体工程设计资料和土地利用现状现场调查资料分析，查明工程施工可能造成的扰动地表面积，经预测，本项目扰动地表面积 3.61hm^2 。

表 4-3 扰动地表面积统计表

序号	项目组成	扰动地表面积 (hm^2)	扰动特征	扰动形式
1	塔基工程	2.09	开挖面、施工平台、建筑物	填挖
2	间隔扩建区	0.02	开挖面、施工平台	填挖、占压
3	人抬道路	0.41	踩压	占压
4	施工临时占地	1.09	埋压	占压
合计		3.61		

4.2.3 损毁植被面积

根据现场调查和资料分析，本项目总占地 3.61hm^2 ，扰动地表面积 3.61hm^2 ，本项目损毁植被类型为林草地。根据施工工艺与施工组织来看，施工场地在施工过程中主要为占压，人抬道路主要为通行踩压，不会进行土石方开挖，不会对下层植被进行破坏，因此损毁植被主要集中于塔基工程填挖，损毁植被面积共计 0.93hm^2 。

4.2.4 废弃土量预测

弃渣量的预测主要是通过查阅设计资料、项目区地形图，并结合现场勘查分析确定。本项目建设期土石方量主要产生于项目基础开挖。

根据土石方平衡，本项目余方 0.35 万 m^3 ，根据工程区地形特点及输变电工程建设特点，土石方均在塔基占地区域摊平处理，无外运土石方，运行期不产生余方，

4.3 土壤流失预测

4.3.1 预测单元

本项目预测范围为整个项目建设区，根据本项目施工进度和特点及扰动地表程度，结合项目区环境和水土流失现状，对可能产生的水土流失进行预测分析。

根据工程总体布局、工程特点及对水土流失的影响，将本项目水土流失预测单元划分为塔基工程、间隔扩建工程、人抬道路、施工场地等 4 个预测单元。

根据施工扰动、施工后硬化、绿化等情况，分别预测施工期和自然恢复期水土

流失面积，调查分析结果表明，施工期水土流失面积 3.61hm^2 ，自然恢复期水土流失面积 3.51hm^2 。

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），本项目属于建设类项目，根据工程建设特点，本项目水土流失预测时段包括施工准备期、施工期和自然恢复期。其中施工准备期主要是材料采购运输和施工前测量等准备工作期间，本项目施工准备期历时较短，因此将施工准备期并入施工期一并调查及预测。

（1）施工期（含施工准备期）

施工期间，工程开挖和填筑、建筑材料堆置及机械占压等施工活动，破坏了项目区原稳定地貌和植被，扰动土体结构，改变了现状地形，开挖面、松散裸露面无植被覆盖，土地抗蚀能力降低，在降雨作用下水土流失增强，因此施工期是本次预测的重点，在土建工程施工结束时，水土流失强度达到最大。各单元水土流失预测时间长短的确定，是根据地面扰动时间，同时考虑工程影响的后续效果而定。

结合项目实际情况，工程计划 2023 年 11 月开工，计划在 2024 年 4 月完工，总工期为 6 个月。工程建设带来的地面扰动、植被破坏等产生的新增水土流失主要集中在施工期（含施工准备期）。

按最不利条件进行预测，施工期预测时间为 0.50 年，预测范围为整个项目占地范围 3.61hm^2 。

（3）自然恢复期

工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，植被得到逐步恢复，松散裸露面逐步趋于稳定，水土流失将逐步减小，但自然恢复期仍有一定量的水土流失，属于半干旱区，各单元自然恢复期按 5 年计算。

表 4-4 预测时段表

预测单元	施工期		自然恢复期	
	施工期预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)	自然恢复期预测范围 (hm ²)	预测时段 (a)
塔基工程	2.09	0.50	2.01	5
间隔扩建	0.02	0.06	\	\
人抬道路	0.41	0.50	0.41	5
施工场地	1.09	0.50	1.09	5
总计	3.61		3.51	

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 扰动前（原地貌）土壤侵蚀模数

项目区水土流失是在地形地貌、土壤植被等影响水土流失的自然因素调查和现场定性评价的基础上，参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）中土壤侵蚀等级划分进行确定。项目区原始水土流失强度为轻度，土壤侵蚀类型为水力侵蚀，经计算工程区平均土壤侵蚀模数 1383t/km²·a。

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

扰动后的土壤侵蚀模数取值根据施工过程中水土流失规律，结合本项目施工建设扰动地表的方式、特点、施工期采取的水保措施等确定本项目的施工扰动后的土壤侵蚀模数。本项目建设过程中新增水土流失主要来自塔基工程填挖等区域。由于本项目水土流失类型均以水力侵蚀为主。

本项目施工预测期的水土流失量按《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）中地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量测算方法进行。公式如下：

$$M_{yd} = RK_{yd}L_yS_yBETA$$

式中： M_{yd} —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/（hm²·h）；

K_{yd} —地表翻扰后土壤可蚀性因子，t·hm²·h/（hm²·MJ·mm）； $K_{yd} = NK$

L_y —坡长因子，无量纲；

S_y —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 ；

N—地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无量纲。

自然恢复期涉及面积 3.51hm^2 ，其土壤流失量按《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）中**植被破坏型一般扰动地表**土壤流失量测算；

$$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$$

式中： M_{yz} —植被破坏性一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；

R—降雨侵蚀力因子， $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$ ；

K—土壤可蚀性因子， $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$ ； $K_{yd}=NK$ ；

L_y —坡长因子，无量纲；

S_y —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 ；

经以上公式计算，本项目施工期和自然恢复期的各预测单元采用公式及土壤流失因子取值如下表：

表 4-5 施工期水土流失因子取值表

时段	区域	参数								
	地表翻扰型	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yd}
康定市	塔基工程	2932.8	0.0117	0.8395	6.0948	0.345	1	1	1.46	88.43
	间隔扩建工程	2932.8	0.0117	0.9026	0.2777	0.516	1	1	0.02	0.09
	人抬道路	2932.8	0.0117	2.1976	2.1976	0.17	1	1	0.31	8.73
	施工场地	2932.8	0.0117	1.2188	1.7249	0.17	1	1	0.75	9.20
雅江县	塔基工程	1869.3	0.0126	0.8395	6.0948	0.345	1	1	0.63	26.19
	人抬道路	1869.3	0.0126	2.1976	2.1976	0.17	1	1	0.10	1.93
	施工场地	1869.3	0.0126	1.2188	1.7249	0.17	1	1	0.34	2.86

表 4-6 自然恢复期水土流失因子取值表

时段	区域	参数								
		R	K	L _y	S _y	B	E	T	A	M _{yd}
康定市	植被破坏型									
	塔基工程	2932.8	0.0117	0.8395	4.5594	0.165	1	1	1.37	29.69
	人抬道路	2932.8	0.0117	2.1976	2.1976	0.14	1	1	0.31	7.19
雅江县	施工场地	2932.8	0.0117	1.2188	1.7249	0.11	1	1	0.75	5.95
	塔基工程	1869.3	0.0126	0.8395	4.5594	0.165	1	1	0.64	9.52
	人抬道路	1869.3	0.0126	2.1976	2.1976	0.14	1	1	0.10	1.59
	施工场地	1869.3	0.0126	1.2188	1.7249	0.11	1	1	0.34	1.85

4.3.4 预测结果

4.3.4.1 水土流失量计算

计算公式：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} M_{ji} T_{ji}$$

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）、自然恢复期。

i——预测单元，i=1、2、...、n；

F_{ji}——第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测面积，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 预测单元的预测时长，a。

4.3.4.2 水土流失量预测

本项目建设区水土流失类型主要考虑水力侵蚀，分不同的扰动类型采用数学模型法确定，土壤流失量的主要影响因子根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018）计算，根据上述预测的各单元土壤流失强度、面积和各预测时间，施工期和自然恢复期的土壤侵蚀模数及水土流失量详见表 4-7。

在土壤流失预测年限内，本项目土壤流失总量 350.65t，其中新增土壤流失量 83.92t，占项目土壤流失总量的 23.93%。

建设期新增土壤流失量中，施工期新增土壤流失量 43.75t，占新增土壤流失量

的 52.13%；自然恢复期新增土壤流失总量 40.18t，占新增土壤流失量的 47.87%。施工期是本项目建设产生水土流失的重点时段。

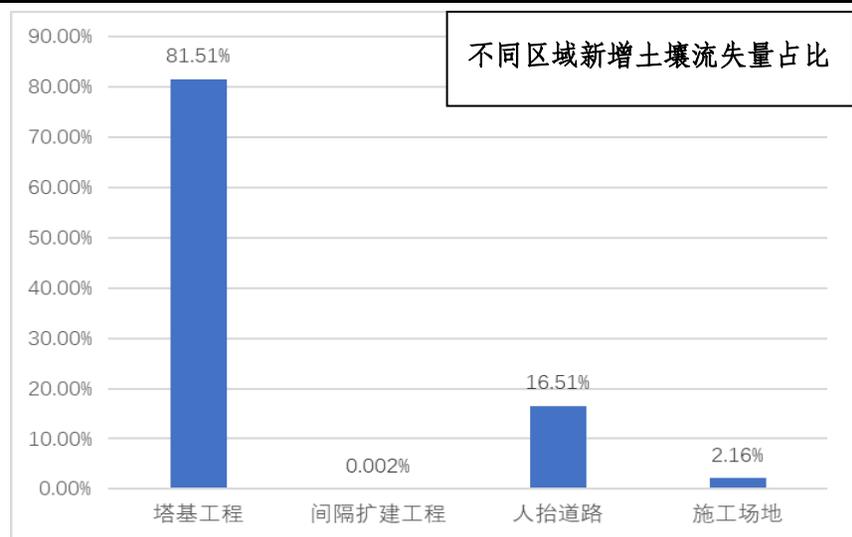
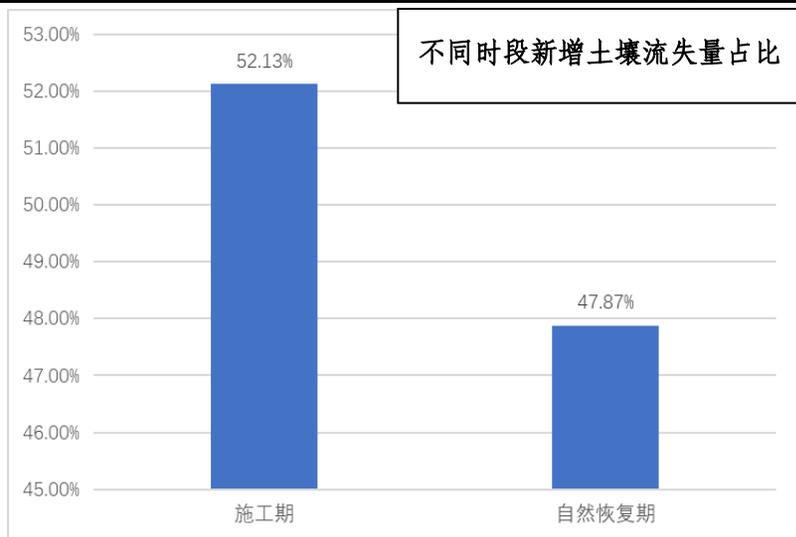
建设期新增土壤流失量中，塔基工程区新增土壤流失量 68.40t，占新增土壤流失总量的 81.51%，间隔扩建工程区新增土壤流失量 0.002t，人抬道路区新增土壤流失量 13.85，施工场地区新增土壤流失量 1.81t。因此，塔基工程区是项目建设产生水土流失的重点部位，也是水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

表 4-7 水土流失量计算表

时段	区域	参数									预测时间段 (a)	土壤流失量 (t)
		R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yd}		
康定市 (施工期)	地表翻扰型	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yd}		
	塔基工程	2932.8	0.0117	0.8395	6.0948	0.345	1	1	1.29	78.02	0.50	44.22
	间隔扩建工程	2932.8	0.0117	0.9026	0.2777	0.516	1	1	0.02	0.09	0.06	0.01
	人抬道路	2932.8	0.0117	2.1976	2.1976	0.17	1	1	0.28	7.89	0.50	4.37
	施工场地	2932.8	0.0117	1.2188	1.7249	0.17	1	1	0.49	6.01	0.50	4.60
康定市 (自然恢复期)	植被破坏型	R	K	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yd}		
	塔基工程	2932.8	0.0117	0.8395	4.5594	0.165	1	1	1.29	27.91	5	148.45
	人抬道路	2932.8	0.0117	2.1976	2.1976	0.14	1	1	0.28	6.50	5	35.96
	施工场地	2932.8	0.0117	1.2188	1.7249	0.11	1	1	0.49	3.89	5	29.76
雅江县 (施工期)	地表翻扰型	R	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yd}		
	塔基工程	1869.3	0.0126	0.8395	6.0948	0.345	1	1	2.06	85.65	0.50	13.10
	人抬道路	1869.3	0.0126	2.1976	2.1976	0.17	1	1	0.22	4.25	0.50	0.97
	施工场地	1869.3	0.0126	1.2188	1.7249	0.17	1	1	0.16	1.35	0.50	1.43
雅江县 (自然恢复期)	植被破坏型	R	K	L_y	S_y	B	E	T	A	M_{yd}		
	塔基工程	1869.3	0.0126	0.8395	4.5594	0.165	1	1	2.06	30.64	5	47.60
	人抬道路	1869.3	0.0126	2.1976	2.1976	0.14	1	1	0.22	3.50	5	7.96
	施工场地	1869.3	0.0126	1.2188	1.7249	0.11	1	1	0.16	0.87	5	9.26

表 4-8 水土流失量计算总表

预测时段	预测单元	面积 (hm ²)	背景侵蚀模数 (t/km ² ·a)	预测时间 (a)	背景水土流失量 (t)	计算单元土壤流失 量 (t)	新增水土流失量 (t)	新增水土流失占比 (%)
施工期	塔基工程	2.09	1675	0.50	17.50	57.31	39.81	47.44%
	间隔扩建工程	0.02	300	0.06	0.004	0.01	0.002	0.002%
	人抬道路	0.41	1570	0.50	3.22	5.33	2.11	2.52%
	施工场地	1.09	773	0.50	4.22	6.03	1.81	2.16%
	小计	3.61			24.94	68.68	43.75	52.13%
自然恢复期	塔基工程	2.01	1675	5	167.46	196.05	28.59	34.07%
	人抬道路	0.41	1570	5	32.19	43.92	11.74	13.99%
	施工场地	1.09	773	5	42.15	42.00	0.00	0.00%
	小计	3.51			241.79	281.97	40.18	47.87%
合计					266.73	350.65	83.92	100%



4.4 水土流失危害分析

本项目在建设过程中，由于扰动和破坏了原地貌，在降水及人为活动影响下，工程建设极易造成表土面蚀、沟蚀、临时堆土崩塌等水土流失形式。如果不采取水土保持措施，将对工程周边的水土资源及生态环境带来不利影响，其可能的危害主要有：

(1) 对线路工程区土地资源的破坏

工程建设将扰动、破坏原地表，使原表层土剥离形成裸露地表，失去原有硬化、植被的防冲、固土能力。据统计，整个工程建设过程中破坏扰动地表面积 3.61hm^2 ，若不采取水土保持措施对其加以防护，表层耕植土或腐殖土以裸露松散土壤将被剥离、冲刷；施工期间若对工程临时堆土不加防护，则其周围的地表可能被流失的土石渣淤埋覆盖，使土壤中的养分大大降低，造成区域植被生长立地条件变差，对植被生长不利。

(2) 对局部生态环境的影响

工程水土保持设施建设破坏了区域内原有的地表、植被和自然景观，加剧了水土流失，对小区域环境将造成影响。

(3) 加剧当地水土流失治理难度

工程扰动区域侵蚀强度以轻度为主，造成的土壤侵蚀模数远远超过当地土壤侵蚀容许值 ($500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)，若不采取水土保持措施，势必对当地生态环境造成不利影响，加大当地水土流失治理难度。

4.5 指导性意见

根据以上水土流失预测综合分析结果，结合主体工程设计防护措施，本方案将塔基工程区作为本方案水土流失重点防治区域和水土保持重点监测区域。在分区防治中，结合水土流失情况和特点，制定针对性强的水土保持措施。

(1) 水土流失防治的重点时段与部位指导意见

项目建设过程中，防治责任范围可能产生的水土流失因不同施工区域的施工方式不同而强度各异，预测分析表明工程建设中可能导致的水土流失量主要产生于塔

基工程，水土流失防治重点时段应在施工期。

(2) 防治措施布局指导意见

通过对本工程的水土流失量预测，在布设水保措施时，要以控制工程重点区域的水土流失为主，其关键位坡面径流的调控防护，主要体现在临时堆土坡脚挡护和坡面雨水的排导，对裸露施工迹地还应进行植被恢复等。综上，在本工程建设过程中，应加强水土流失的防治，采取工程措施与植物措施、永久措施与临时措施相结合，有效控制项目建设引起的新增水土流失，将项目建设对区域产生的负面影响降到最小程度，实现区域生态环境的良性循环。

(3) 施工进度安排指导意见

根据预测结果，施工期是水土流失较为严重的时期，应合理进行施工组织设计，有效减少扰动影响范围，缩短施工时间。塔基基础和防护设施基建尽量避开雨季、雨天和大风天气施工，并加强应急预防措施。植物措施应结合主体工程施工进度安排、分期实施。

(4) 水土保持监测安排指导意见

由水土流失预测分析可知，本工程水土保持监测重点区域为塔基及塔基施工临时占地。在项目实施过程中，应注重定期对该区域进行调查监测，重点监测塔基开挖与临时堆土的水土保持情况，监测单位如发现异常结果，可根据现场实际情况进行调整，并记录在案，以确保监测工作的顺利进行，有效控制因项目建设引起的新增水土流失，将项目建设对区域产生的负面影响降到最小程度，实现区域生态环境的良性循环。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治责任范围的确定

生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地以及其他使用与管辖区域。本项目防治责任范围为 3.61hm²。

5.1.2 水土流失防治分区

(1) 分区原则

本方案依据主体工程布局、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，将水土流失影响因素相同的区域划分到一起。分区原则如下：

- *1) 各分区之间具有显著差异性。
- *2) 各分区内造成水土流失的主导因子相近或相似。
- *3) 一级分区具有控制性、整体性、全局性。
- *4) 二级及以下分区应结合工程布局和施工区进行逐级分区。
- *5) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

(2) 分区结果

根据工程布置及运行特点、工程占地类型及用途、地貌、建设时序等，在实地调查勘测、有关资料收集和数据分析基础上，进行了项目区水土流失防治分区。

本方案将本项目水土流失防治范围分为塔基工程区、间隔扩建区、人抬道路区、施工临时占地区 4 个一级分区。详细结果见下表。

表 5-1 水土流失防治分区表

序号	分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)	备注
1	塔基工程区	2.09	98 基塔基及周边临时施工场地
2	间隔扩建区	0.02	扩建出线间隔 1 回
3	人抬道路区	0.41	4.1km 人抬道路
4	施工临时占地区	1.09	9 处牵张场、17 处索道施工场地
合计		3.61	

5.2 措施总体布局

5.2.1 布置原则

根据生产建设项目水土保持技术要求，以及本项目的特点分区治理，采取水土保持工程措施与临时措施相结合，水土保持措施与当地生态环境、绿化建设相结合的原则进行防治措施的布置。为进一步搞好项目区水土保持以及生态环境保护工作，本项目水土保持方案应贯彻遵循以下原则：

(1) 水土保持方案编制应按国家和地方有关水土保持、环境保护的法律、法规要求，坚持采取“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针。

(2) 注重吸收当地水土保持治理经验，借鉴国内外先进的技术。

(3) 坚持科学、经济、有效、可行的原则。充分考虑主体工程已采取的水土保持措施。在水土保持措施设计中进行完善与补充，形成一个完整、有效的防治体系，做到保护环境、保持水土和生态相协调发展的功效。各种水土保持措施或工程中用到的材料应尽量就地取材，以便节省投资。

(4) 坚持全局观点的原则。把水土保持工程作为整个工程设计的重要组成部分，将水土流失防治纳入工程建设的总体安排和年度计划中，与主体工程建设、工程跨越区域的环境保护及工程安全运行等相结合的原则。

(5) 根据工程地理位置、工程布局、施工工艺和施工中水土流失特点，综合考虑工程占地区域地形地貌等自然条件，结合工程建设方式和造成新增水土流失的特点，合理布置水保措施。

本方案通过对主体工程设计的分析与评价，结合水土流失防治责任范围和水土流失防治分区结果，以及水土保持工程的界定与主体工程已实施的水保措施，在此基础上提出需补充、完善和细化的防治措施和内容，确定不同防治分区的防治措施体系及布局，“点、线、面”相结合，形成该项目水土流失综合防治措施体系和总体布局。

5.2.2 总体布局

本项目属建设项目，方案结合工程实际和项目区水土流失特点，以“因地制宜，应害设防”，提出如下总体防治思路，明确了综合防治措施体系，使得工程措施、植物措施以及临时措施有机结合。

(1) 塔基工程区

塔基工程区水土流失主要来源于基础开挖施工及开挖土方临时堆置期间易产生的流失，针对塔基基础工程及施工平台水土流失特点，在施工前对场内扰动的地表进行草甸及表土剥离，该区开挖的土石方临时堆放于施工平台内，并采取临时拦挡遮盖，部分塔基上游汇水面大的，设置浆砌石永久性排水沟，防止汇水冲刷塔基。施工期间对塔基周边施工临时占地彩条布铺设，防止机械材料人员等过度踩压破坏植被，施工结束后将表土回覆、土地整治后撒播植草恢复施工迹地。

(2) 间隔扩建区

间隔扩建区在既有新都桥变电站内进行扩建，扩建扰动主要为设备及支架基础，基础开挖的土石方堆置在旁侧，考虑扰动范围较小，时间较短，对临时堆土采取临时遮盖措施，回填后即拆除。

(3) 人抬道路区、施工场地区

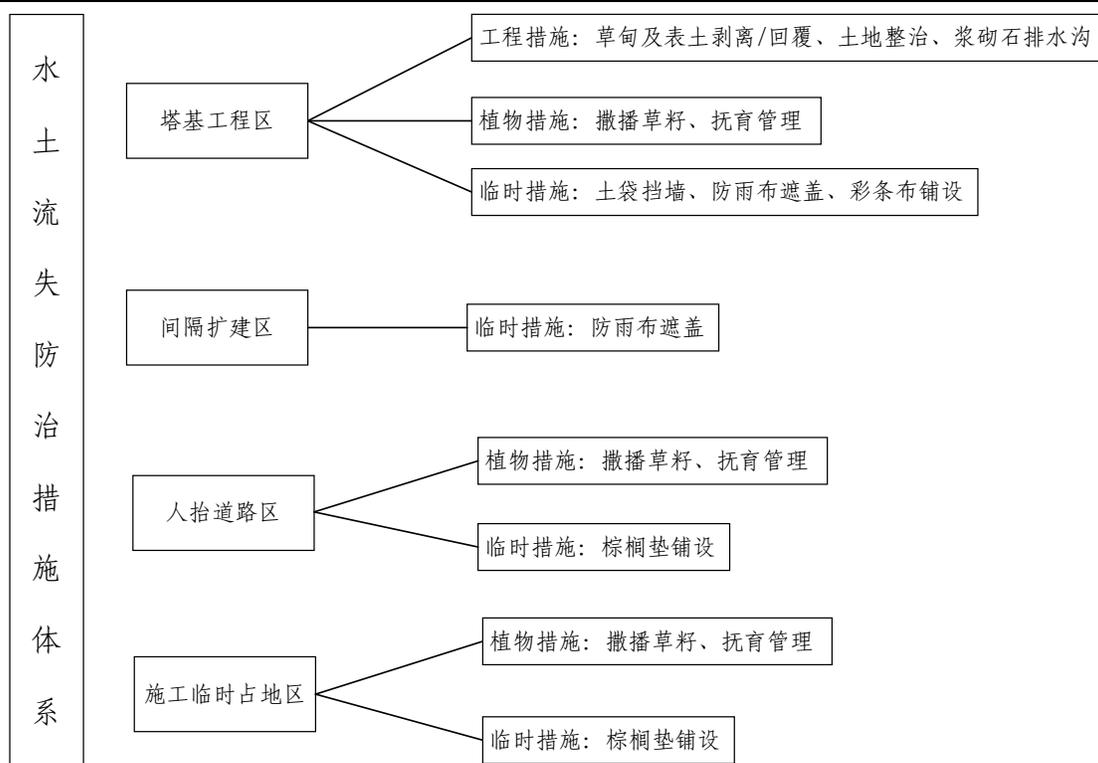
人抬道路与施工场地主要为人员踩踏，以及施工机械临时占压，施工时间短，不作土石方开挖回填，因此不进行表土剥离，但在施工期间，应采用棕榈垫对下层进行防护，使用结束后，应撤走机械，对场地进行补撒草籽。

本项目水土流失防治措施总体布局如下表所示：

表 5-2 项目水土保持措施体系表

分区	措施	工程名称	布设位置	备注
塔基工程区	工程措施	草甸及表土剥离	塔基施工占地范围	方案新增
		草甸及表土回覆		
		土地整治		
	植物措施	浆砌石排水沟	部分塔基上游	主体已有
		撒播草籽	塔基施工扰动范围	方案新增
抚育管理	迹地植被恢复区域			

分区	措施	工程名称	布设位置	备注
	临时措施	防雨布遮盖	临时堆土堆置面	方案新增
		土袋挡墙	剥离表土与临时堆土坡脚	
		彩条布铺设	塔基周边施工临时占地	
间隔扩建区	临时措施	防雨布遮盖	临时堆土堆置面	方案新增
人抬道路区	植物措施	撒播草籽	道路踩踏区域	方案新增
		抚育管理		
施工临时占地区	植物措施	撒播草籽	施工场地占地范围	方案新增
		抚育管理		
	临时措施	棕榈垫铺设	施工场地占地范围	方案新增



5.3 分区措施布设

5.3.1 水土保持措施设计标准及等级

5.3.1.1 工程措施设计标准及等级

(1) 坡面截排水工程：根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）设计，工程坡面塔位截排水沟工程级别 2 级，设计标准为 3 年一遇~5 年一遇短历时

设计暴雨，考虑到涉及金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区与雅砻江、大渡河中下游省级水土流失重点预防区，设计标准提高至5年一遇短历时设计暴雨。

(2) 草甸剥离

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)，高寒草原草甸地区，应对表层草甸进行剥离，采取专门养护措施，施工结束后回铺利用，本工程草甸剥离厚度10~15cm。

(3) 土地整治：根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)，覆土厚度：林地覆土厚度0.20~0.40m，草地覆土厚度0.10~0.30m。

5.3.1.2 植物措施设计标准及等级

(1) 设计标准

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)，植物措施级别为2级，按照生态公益林绿化标准执行。

(2) 草种选择

草种的选择应坚持植物种类的生态学特种与立地条件相适应，尽量选择乡土植草种，以提高植物恢复存活率。同时，为降低植被恢复成本和管护成本，提升生态效益和经济效益，选择植物种时应尽量考虑防护能力强、适应能力广的草种。草本植物建群种为高山嵩草、四川嵩草；杂类草有委陵菜、香青、珠芽蓼、园穗蓼、龙胆等；禾草有羊茅、早熟禾、披碱草；有毒植物有狼毒、马先蒿等物种。本方案草种选择混播垂穗披碱草、川草2号老芒麦。

表 5-3 植物品种特性表

名称	科名	生物特性	分布	图片
垂穗披碱草	禾本科	多年生丛生草本，秆直立，基部稍呈膝曲状，高50-70cm。基部和根出的叶鞘具柔毛；叶片扁平，上面有时疏生柔毛，下面粗糙或平滑，长6-8cm，宽3-5mm。适宜生长海拔3000-4200m	分布于中国内蒙古、河北、陕西、甘肃、青海、四川、新疆、西藏等省区	

名称	科名	生物特性	分布	图片
川草2号老芒麦	禾本科	禾本科披碱草属多年生疏丛型禾草，株高 90-140cm。根系密集，茎秆直立或基部稍倾斜，叶片扁平，内卷，长 10-20cm，宽 5-10mm，两面粗糙或下面平滑。穗状花序疏松下垂，长 15-25cm，具 34-48 个穗节，每节 2 小穗，小穗灰绿色或稍带紫色，含 4-5 枚小花。颖果长椭圆形，易脱落。老芒麦抗寒力强，在 -30℃ 至 -40℃ 的低温和海拔 4000 米左右的高原能安全越冬	中国东北、内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、四川、西藏等省区	

5.3.1.3 临时措施设计标准及等级

(1) 根据项目设计资料，项目各塔基基槽开挖产生的土石方量较为分散、量不大，且堆放周期短，因此不集中设置临时堆土场。开挖的土石方就近堆放，待基槽施工完毕后用于回填。基槽土石方临时堆放期间为防止水土流失，采用彩条布遮盖措施，防止雨水冲刷、避免大风吹扬临时堆放的土石方造成严重水土流失。临时覆盖措施执行《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中关于“临时防护工程”的规定。

5.3.2 水土保持措施典型设计

5.3.2.1 塔基工程区

(1) 工程措施

*1) 草甸及表土剥离（方案新增）

施工前，对塔基根开范围内的草地进行草甸剥离，共剥离草甸面积 0.28hm²，主要集中于雅江县内 32 基塔基，草甸厚度约 10cm，共剥离 0.04 万 m³；为保护和利用有限的表土资源，并为塔基占地后期的绿化提供覆土来源，方案要求对线路工程各塔基施工扰动范围内的表层土进行剥离，其可剥离面积为 0.93hm²，平均剥离厚度 10cm，剥离量共计 0.10 万 m³。剥离的草甸及表土临时堆存于塔基施工临时占地内进行集中防护，在线路工程施工后期作为绿化覆土。

*2) 草甸及表土回覆（方案新增）

本方案设计在各铁塔施工完成后，对各塔基占地区域除基柱以外的占地进行草甸及表土回铺。经统计，塔基占地需草甸回铺面积 0.28hm^2 ，草甸回铺量 0.04 万 m^3 ，表土回铺面积 0.86hm^2 ，平均覆土厚 0.11m ，表土回铺量共计 0.10 万 m^3 。来源为前期已剥离堆存的草甸及表土。

*3) 土地整治（方案新增）

为进一步改善植被立地条件，本方案设计在塔基及塔基施工临时占地区草甸及表土回铺后和绿化前，对其待绿化区域进行土地整治。经统计，塔基及塔基施工临时占地区共需进行土地整治 2.01hm^2 。整治内容包括清理地表中的块碎石和其他杂物，并对地表进行坑凹回填，整平改造，恢复利用。

*4) 浆砌石排水沟（主体已有）

本项目线路工程在中高山地貌区走线，部分位于坡面的塔位上坡面侧汇水面积较大，因此主体工程设计中为防止上坡面侧汇水面的雨水、山洪及其它地表水对基面的冲刷影响，设计对除位于面包形山顶或山脊外的塔基上坡侧，依山势设置弓形截水沟，以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。塔基截水沟采用矩形断面，断面标准尺寸为 $B \times H = 0.5\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，采用浆砌石砌筑。经统计，本区共需修建塔基截水沟 260m 。

（2）植物措施

*1) 撒播植草（方案新增）

方案要求施工结束后对迹地进行撒草绿化。草本品种选用老芒麦、披碱草混播，采取片状整地，草籽撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播比例为 1: 1，经统计撒草绿化面积为 2.01hm^2 ，需撒播草籽 201kg 。

*2) 抚育管理（方案新增）

为提高植物成活和保存率，撒播草种后应根据生长发育情况，进行病虫害防治及防火等抚育管护。抚育次数依据实际情况确定，立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。对补撒草籽区域进行抚育管理。据统计，该区抚育管理面积为 2.01hm^2 。

(3) 临时措施

*1) 土袋挡墙/拆除 (方案新增)

塔基施工临时占地主要用于堆放材料、塔基剥离表土和基础等施工时的开挖土石方，这些土石方若松散地堆放在塔基周围空地，在施工人员扰动和重力作用下会垮塌，降雨时易被冲刷。因此，本方案根据塔基施工临时占地的堆土点堆土量进行临时挡护设计。在临时堆土坡脚堆码土袋挡墙进行挡护，土袋挡墙沿土堆周边设置，土袋呈梯形堆放，高 0.8m，上底宽 0.6m，下底宽为 1m，每个塔基平均土袋堆放长度为 8m (土方 5.12m³)，共计 98 塔基土袋挡墙共计 784m/501.76m³。

*2) 防雨布遮盖/拆除 (方案新增)

草甸及表土和临时土石方之间采用防雨布进行隔离，同时也为了防止大雨对堆土边坡造成冲刷，对堆土表面用防雨布进行遮盖，并用大石块压顶，防止大风吹刮，防雨布使用量预计约 2000m²，使用后作废旧处理。

*3) 彩条布铺设/拆除 (方案新增)

塔基基础施工中，塔基周边需堆置建材、临时堆土等，同时施工人员小型机械等将对周边占地进行占压，为保护下部植被，在占压前先采用彩条布铺设至下方，铺设面积约 21500m²，在施工完成后，拆除彩条布作废旧处理。

表 5-4 塔基工程区水保措施工程量表

分区	措施类型	防治措施	措施数量		工程量	
			单位	数量	单位	数量
塔基工程区	工程措施	草甸剥离	hm ²	0.28	万 m ³	0.04
		表土剥离	hm ²	0.93	万 m ³	0.10
		草甸回覆	hm ²	0.28	万 m ³	0.04
		表土回覆	hm ²	0.86	万 m ³	0.10
		土地整治	hm ²	2.01	hm ²	2.01
		浆砌石排水沟	m	260	m	260
	植物措施	撒播草籽	hm ²	2.01	kg	201
		抚育管理	hm ²	2.01	hm ²	2.01
	临时措施	防雨布遮盖/拆除	m ²	2000	m ²	2000
		土袋拦挡/拆除	m	784	m ³	501.76
		彩条布遮盖/拆除	m ²	21500	m ²	21500

5.3.2.4 间隔扩建区

(1) 临时措施

*1) 防雨布遮盖/拆除 (方案新增)

间隔扩建基础开挖土石方在场地内短暂堆存，堆存期间采用防雨布进行遮盖，防雨布使用量预计约 80m²，使用后作废旧处理。

表 5-5 间隔扩建区水保措施工程量表

分区	措施类型	防治措施	措施数量		工程量	
			单位	数量	单位	数量
塔基工程区	临时措施	防雨布遮盖/拆除	m ²	80	m ²	80

5.3.2.3 人抬道路区

(1) 植物措施

*1) 撒播草籽 (方案新增)

在各塔基施工完成后，拆除棕榈垫，下层植被经踩压后，部分植被发育不良，方案要求施工结束后对迹地进行补撒草籽。草本品种选用老芒麦、披碱草混播，采取片状整地，草籽撒播密度 100kg/hm²，撒播比例为 1: 1，经统计，撒草绿化面积为 0.41hm²，需撒播草籽 41kg。

*2) 抚育管理 (方案新增)

为提高植物成活和保存率，撒播草种后应根据生长发育情况，进行病虫害防治及防火等抚育管护。抚育次数依据实际情况确定，立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。对补撒草籽区域进行抚育管理。据统计，该区抚育管理面积为 0.41hm²。

(2) 临时措施

*1) 棕榈垫铺设/拆除 (方案新增)

人抬道路在使用期间，人员，马骡等将频繁踩踏，为保护下层植被及土壤，在道路开辟后应及时采用棕榈垫对踩踏区域进行铺垫，考虑各塔基施工时序不同，棕榈垫可回收再利用，经估算，棕榈垫使用约 3000m²。

表 5-6 人抬道路区水保措施工程量表

分区	措施类型	防治措施	措施数量		工程量	
			单位	数量	单位	数量
人抬道路区	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.41	kg	41
		抚育管理	hm ²	0.41	hm ²	0.41
	临时措施	棕榈垫铺设/拆除	m ²	3000	m ²	3000

5.3.2.4 施工临时占地区

(1) 植物措施

*1) 撒播草籽 (方案新增)

各施工场地使用结束后, 方案要求对迹地进行撒草绿化。草本品种选用老芒麦、披碱草混播, 采取片状整地, 草籽撒播密度 100kg/hm², 撒播比例为 1: 1, 经统计, 撒草绿化面积为 1.09hm², 需撒播草籽 109kg。

*2) 抚育管理 (方案新增)

为提高植物成活和保存率, 撒播草种后应根据生长发育情况, 进行病虫害防治及防火等抚育管护。抚育次数依据实际情况确定, 立地条件好、初期生长快的抚育次数可适当减少, 立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。对补撒草籽区域进行抚育管理。据统计, 该区抚育管理面积为 1.09hm²。

(2) 临时措施

*1) 棕榈垫铺设/拆除 (方案新增)

牵张场、索道场地等将在短期内布设施工机械, 场地选择平缓地带, 不做土石方开挖, 为保护下层植被及土壤, 机械进场前应采用棕榈垫进行铺垫, 考虑各塔基施工时序不同, 棕榈垫可回收再利用, 经估算, 棕榈垫使用约 4000m²。

表 5-7 施工场地区水保措施工程量表

分区	措施类型	防治措施	措施数量		工程量	
			单位	数量	单位	数量
施工临时占地区	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.09	kg	109
		抚育管理	hm ²	1.09	hm ²	1.09
	临时措施	棕榈垫铺设	m ²	4000	m ²	4000

5.3.3 防治措施工程量汇总

该项目水土保持措施汇总详见下表。

表 5-8 项目水土保持措施汇总表

分区	措施类型	防治措施	措施数量		工程量		备注
			单位	数量	单位	数量	
塔基工程区	工程措施	草甸及表土剥离	hm ²	0.93	万 m ³	0.14	方案新增
		草甸及表土回覆	hm ²	0.86	万 m ³	0.14	
		土地整治	hm ²	2.01	hm ²	2.01	
		浆砌石排水沟	m	260	m	260	主体已有
	植物措施	撒播草籽	hm ²	2.01	kg	201	方案新增
		抚育管理	hm ²	2.01	hm ²	2.01	
	临时措施	防雨布遮盖/拆除	m ²	2000	m ²	2000	方案新增
		土袋拦挡/拆除	m	784	m ³	5017.6	
		彩条布遮盖/拆除	m ²	21500	m ²	21500	
间隔扩建区	临时措施	防雨布遮盖/拆除	m ²	80	m ²	80	
人抬道路区	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.41	kg	41	方案新增
		抚育管理	hm ²	0.41	hm ²	0.41	
	临时措施	棕榈垫铺设/拆除	m ²	3000	m ²	3000	方案新增
施工临时占地区	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.09	kg	109	方案新增
		抚育管理	hm ²	1.09	hm ²	1.09	
	临时措施	棕榈垫铺设/拆除	m ²	4000	m ²	4000	方案新增

5.3.4 水土保持要求

(1) 施工单位应加强水土保持宣传力度，加强水土保持有关法律法规宣传，增强施工人员水土保持意识，明确水土保持的义务和责任；

(2) 在施工临时设施周边设置征用地界标志，施工活动严格控制在征地范围内，避免扩大扰动破坏面积。在生活和施工区设置水土保持宣传板，定期对施工人员进行水土保持宣传和知识讲座，提高施工人员水土保持意识，从思想上控制人为水土流失的发生。

(3) 工程建设中尽量做到挖填平衡，施工过程中应边开挖、边回填、边碾压、边采取防护措施；施工场地在施工结束后，及时清理地表杂物，并进行覆土绿化措施。

(4) 尽量缩短施工周期，减少疏松地面的裸露时间，合理安排施工时间，尽量

避开大风季节施工。

(5) 雨季施工应采取切实可行的防汛措施，特别是回填土必须临时压盖拦挡，以防止大量的水土流失。

5.4 施工要求

5.4.1 施工组织设计原则

(1) 与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量；

(2) 水土保持措施实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失；

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、及时跟进”的原则。施工场地使用完毕后，按原占地类型及时进行恢复，植物措施在具备条件后尽快实施。

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，工程施工所需柴油、钢筋、钢材、水泥、砂石料、木材等均由康定市或雅江县采购，由汽车运至现场；水保措施施工用水、用电利用主体施工设施并与主体设计一致；种子在当地采购，本项目选用草种为披碱草、老芒麦等。

(3) 水土保持工程措施与临时措施同步进行，植物措施结合主体工程进度协调实施，工程措施应尽量避免雨天。

5.4.3 施工方法

(1) 工程措施

*1) 草甸剥离

草甸主要采用机械，辅以人工开挖剥离。剥离草甸就近运输至指定堆存点并防护，施工后期用于恢复植被。

施工前，对施工开挖扰动范围内的草甸（含腐殖土层）进行剥离。草甸剥离时应严格控制好开挖的深度，必须开挖到根系层以下并保留 3-5cm 的裕度，以保证根

系完整并与土壤良好结合，确保草甸具有足够的养分来源。根据高原草甸的根系深度估算，开挖的深度应控制在 30cm 左右。

其次，草甸剥离时应严格控制其分块大小，其最小边长不应小于 25cm，防止分块过小容易切断植物根系导致草甸枯死；同时为便于搬运，其最大边长应尽量控制在 50cm 以内。草甸剥离后，下层有机土对植被的回植成活十分重要，应将其一并收集并集中堆放。

*2) 表土剥离

人工开挖，包括挖松、集土等施工工序。要求集中堆放，并对堆土表面进行拍实压紧。

*3) 截排水沟

放好边沟沟底、沟沿边线，并用白灰在地上画出，利用人工开挖，开挖至距设计尺寸 10~15cm 时，改以人工挖掘。人工修整至设计尺寸，不能扰动沟底及坡面原土层，不允许超挖。

施工流程：施工准备→测量放线→沟底沟壁开挖、基底清理→基底夯实、砌筑→成品养护。测量组根据施工设计位置、规范、技术交底结合现场地形放出排水沟的布设位置、长度和开挖轮廓线。开挖后基底务必清理干净，确保基底无松土、淤泥、杂志。开挖完后，把沟内的虚渣清理干净，无其他杂物，并对沟底松软的部分压实。

*4) 土地整治：绿化覆土前，对地面凹凸不平的区域，应削凸填凹，进行粗平整；若压实度较高的区域，应予以翻松。

*5) 绿化覆土：覆土前应地表的垃圾等杂物清理干净，并检验覆土有无杂物等，采用人工摊铺的方式分层铺摊，每层铺摊后，随之耙平。

(2) 临时措施

*1) 防雨布遮盖：购买防雨布，人工遮盖，要求全面压盖，并对周边压实，施工结束后人工拆除、清理。

*2) 棕榈垫/彩条布铺设：购买棕榈垫/彩条布，人工铺设至扰动占压范围内，

要求全面压盖，施工结束后人工拆除、清理。

*3) 土袋拦挡：根据开挖下边坡坡比情况，于坡脚设置袋装土拦挡。码砌时应按三顺一丁处理，保证拦挡的稳定性。

(3) 植物措施

*1) 种子处理

大部分种子有后成熟过程，即种胚休眠，播种前必须进行种子处理，以打破休眠，促进发芽。

1) 机械处理、选种晒种。用清选机或人工筛种，清除杂志，提高种子纯净度。播种前要筛种，以加速种子干燥、后熟以刺激种胚打破休眠，提高生活力或用机械方法擦伤种皮以利吸水发芽。

2) 浸种。用冷水、温水或变温水浸种，可以加快种子吸水发芽，打破豆科硬实种子。豆科种子浸 12~16h；禾本科种子浸 1~2d，期间要换水 2~3 次。

3) 去壳去芒。带芒带壳的种子影响播种质量，如披碱草，需在播前用去芒机、石碾或碾米机去掉芒、壳或豆荚，使种子与湿土密接以利发芽出苗。

4) 草种消毒。为了消除草种可能带有的病毒，需进行必要的草种消毒，确保播种成功和草种质量。选用福尔马林浸种消毒。

*2) 播种

播种方法采用撒播，首先使草种均匀撒播在表层，再通过耙地等物理手段使草种掺合到 1~1.5cm 的土层区中。大面积播种可利用播种机，小面积则可采用手播。如遇风力较强劲区域，可采用水力播种，即借助水力播种机将种子喷至场地表层。

*3) 抚育管理

造林及植草后必须对幼林及草甸进行抚育管理，分别在生长季节和秋末冬初进行，抚育内容包括除草、松土、施肥、修枝、整形和灌水等。草甸抚育从铺装到适应坡面环境健壮生长期间都需要及时进行洒水，每天都需洒水，每次的洒水量以保持土壤湿润为原则，每日洒水次数视土壤湿度而定，直至出苗成坪；当草苗发生病害时，应及时使用杀菌剂防治病害，对于常发生的虫害可进行生物防治和药物防治

相结合的综合防治方法。为了保证草苗能茁壮地生长，在有条件的情况下，可根据草甸生长需要及时追肥。

对于自然灾害和人为损坏应采取一定的补植措施，补植采用同一树种大苗和同龄苗，确保植苗当年成活率，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高造林的实际成效，尽早发挥水土保持功能。

5.4.4 水土保持措施进度安排

(1) 方案实施进度安排的原则

*1) 与主体工程相互配合、协调的原则。在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少水保施工辅助设施工程量和投资。

*2) 按照“三同时”原则，水土保持措施实施进度与主体工程建设、开挖进度相适应，及时防治新增水土流失。

*3) 施工进度安排以“预防为主、防治结合”的原则进行。

(2) 施工进度安排

根据主体工程施工进度，结合各防治分区的水土流失特点，按照“三同时”原则及时采取工程措施、临时措施加以防护，施工裸露场地应及时采取防护措施，减少裸露时间。根据该项目工程设计，本项目计划于2023年11月开工，2024年4月完工，施工工期为6个月。

本项目水土保持措施实施进度计划详见表5-9。

表 5-9 项目工程水土保持措施实施进度计划表 (单位: 年 月)

分区	措施类型	防治措施	2023 年		2024 年			
			11	12	1	2	3	4
塔基工程区	工程措施	草甸及表土剥离	■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■			
		草甸及表土回覆	■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■		
		土地整治	■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■		
		浆砌石排水沟	■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■		
	植物措施	撒播草籽					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
		抚育管理					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	临时措施	防雨布遮盖	■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■		
		土袋挡墙	■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■		
		彩条布铺设	■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■		
间隔扩建区	临时措施						■■■■■■■■■■	
人抬道路区	植物措施	撒播草籽					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
		抚育管理					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	临时措施	棕榈垫铺设	■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
施工临时占地区	植物措施	撒播草籽					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
		抚育管理					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	临时措施	棕榈垫铺设	■■■■	■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■

6 水土保持监测

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）中简化验收报备的要求和《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），本项目属于实行承诺制管理的项目，对水土保持监测不做相应要求，但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

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

甘孜雅江红星光伏项目 220 千伏送出工程项目水土保持工程作为工程建设的一个重要组成部分，将与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产使用”，为保证工程投资的合理性，为了和主体工程估算编制保持一致，工程水土流失防治投资估算编制采用主体工程估算的编制依据、原则和方法。

主体工程估算定额中未明确的定额、取费项目及费率参照水利部水总〔2003〕67 号文颁布的《水土保持工程概（估）算定额》进行编制，未明确的主要材料价格参照四川省建设工程造价信息及甘孜州材料价格。

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) 财政部、国家发展和改革委员会、水利部、中国人民银行关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知（财综〔2014〕8 号）；
- (3) 《国家发展改革委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）；
- (4) 《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）；
- (5) 《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）；
- (6) 《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) 价格水平年：2023 年第三季度。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

根据水利部《水土保持工程概（估）算编制规定》的要求，本方案水保投资由工程措施费、植物措施费、施工临时工程费、独立费用四部分以及预备费、水土保持补偿费等组成。各项工程单价和费用组成计算方法为：

（1）工程措施和植物措施单价由直接费、间接费、利润、税金、扩大系数 5 部分组成。

（2）临时工程包括施工临时防护工程和其他临时工程。

（3）独立费用由建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、监测措施费、水保设施验收费、水土保持监测费、招标代理服务费、经济技术咨询费等组成。

（4）预备费包括基本预备费，不考虑价差预备费。

7.1.2.2 基础价格编制

（1）人工预算单价

人工预算单价与主体工程人工单价一致。本项目位于四川省雅江县与康定市，跨地区建设项目的人工预算单价可按主要建筑物所在地确定，本项目塔基多数位于康定市，人工预算单价按“编制规定”和“费用标准”规定以五类地区计取，人工预算单价见下表：

表 7-1 人工单价表

序号	人工单价	元/工时
1	高级熟练工	16.56
2	熟练工	12.51
3	半熟练工	9.97
4	普工	8.36

工程措施人工单价按熟练工 12.51 元/工时计；机械台时人工单价按熟练工 12.51 元/工时计；植物措施人工单价按半熟练工 9.97 元/工时计。

（2）施工机械台时费

施工机械台时费与主体工程一致，主体工程不涉及的按照《水土保持工程施工机械台时费定额》（水利部水总〔2003〕67号）计算，对于定额缺项的施工机械，

可参考有关行业的施工机械台时费定额。

根据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），机械台时费定额的折旧费除以 1.15，修理及替换设备费除以 1.11，安装拆卸费不变。

表 7-2 机械台时费表

序号	名称及规格	台时费（元）	一类费用（元）			二类费用（元）					
			折旧费	修理费	安拆费	人工	汽油	柴油	电	风	水
1	胶轮车	1.01	0.26	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

（3）海拔调整系数

根据《水土保持工程概（估）算编制规定》（水总〔2003〕67号），对高海拔地区人工和机械需进行海拔调整，按照海拔进行取费调整，本项目海拔高程多数在 3400~4500m，人工调整系数为 1.25，机械调整系数为 1.55。在单价分析表中，均已包含人工及机械海拔调整系数。

（4）主要材料预算单价

本方案材料预算价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，与主体工程一致。对于水土保持工程植物措施所需草籽的单价，以现场调查甘孜州雅江县当地市场实际价格为准。主要材料预算价格见表 7-3。

表 7-3 主要材料单价汇总表

序号	材料名称及规格	单位	预算价（元）	备注
1	水泥（42.5 袋装）	t	1050	主体价格
2	砂	m ³	180	主体价格
3	碎石	m ³	200	主体价格
4	柴油	t	7500	主体价格
5	汽油	t	8746	主体价格
6	农家土杂肥	m ³	260	信息价
7	防雨布	m ²	1.65	信息价
8	棕榈垫	m ²	5.2	信息价
9	披碱草	kg	58	信息价
10	老芒麦	kg	72	信息价
11	编织袋	个	0.35	信息价

（5）施工用电、水、风预算价格

施工用电、水、风预算价格和主体设计保持一致。

表 7-4 主要材料价格一览表

序号	名称及规格	单位	预算价格
1	水	元/m ³	2
2	电	元/kw.h	1.058
3	风	元/m ³	0.32

(6) 建筑、安装工程单价

建安工程费用构成及计算方法详见表 7-5，各项措施费率取值见 7-6。

表 7-5 建安工程单价费用构成及计算方法

序号	费用项目	计算方法
一	直接费	基本直接费+其它直接费
1	基本直接费	人工费+材料费+机械使用费
(1)	人工费	定额劳动量(工时)×1.25(高程调整系数)×人工预算单价(元/工时)
(2)	材料费	定额材料用量(不含苗木、草及种子费)×材料预算单价
(3)	机械使用费	定额机械使用量(台时)×1.55(高程调整系数)×施工机械台时费(元/台时)
2	其它直接费	基本直接费×其它直接费率之和
二	间接费	直接费×间接费率
三	利润	(直接费+间接费)×利润率
四	价差	(材料预算价格-材料基价)×材料消耗量
五	税金	(直接费+间接费+利润)×税率
六	扩大系数	(直接工程费+间接费+企业利润+税金)×10%
七	工程单价	直接工程费+间接费+企业利润+税金+扩大费

表 7-6 工程措施及植物措施费率取值表

序号	费率名称	土石方工程	混凝土工程	植物措施
1	其他直接费率	2	2	2
2	间接费率	5	4	3
3	企业利润	7	7	7
4	税率	9	9	9
5	扩大系数	10	10	10

7.1.2.3 各部估算编制

(1) 工程措施

工程措施费 = 工程量(设备清单) × 工程(设备)单价

安装费按设备费的百分率计算

(2) 植物措施

植物措施费 = 工程量×工程单价

(3) 监测措施

本项目属于实行承诺制管理的项目，对水土保持监测不做相应要求，不计列监测措施费。

(4) 施工临时工程

临时防护措施费 = 工程量×工程单价

其他临时工程费按工程措施、植物措施费用之和的 2.0% 计算。

(5) 独立费用

*1) 建设管理费：按新增工程、植物、临时措施之和的 2.0% 计列。

*2) 水土保持监理费：参照《建设工程监理与相关服务收费参考计算标准》计算，本项目监理可考虑纳入主体工程监理一并实施，费用纳入水保投资。

*3) 科研勘测设计费：

科研勘测设计费分为工程科学研究试验费、工程勘测设计费、方案编制费。参照《关于颁发〈水土保持概（估）算编制规定和定额〉的通知》（水总〔2003〕67号）规定，结合市场实际情况计取。

*4) 水土保持设施验收费：按本项目水保设施验收报告编制实际工作估算。

*5) 招标代理服务费：本项目水土保持工程不公开招标，不计列此项费用。

*6) 经济技术咨询费：本项目经济技术简单，不计列经济技术咨询费。

(6) 基本预备费

按水土保持工程估算的工程措施费、植物措施费、施工临时工程及独立费用四部分之和的 10.0% 计取。

(7) 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）的规定，对一般性生产建设项目，水土保持补偿费按照征占用土地面积每平方米 1.30 元一次性计征，本项目占地面积为

3.61hm²，水土保持补偿费为 4.693 万元（其中雅江县 1.391 万元，康定市 3.302 万元）。

表 7-7 水土保持补偿费计算表

工程或费用名称	行政区划	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
水土保持补偿费	雅江县	hm ²	1.07	1.30	1.391	按占地面积征收
	康定市	hm ²	2.54	1.30	3.302	按占地面积征收
合计			3.61		4.693	

7.1.2.4 水土保持总投资

本项目水土保持总投资 93.45 万元（主体工程已列投资 11.79 万元，本方案新增水土保持投资 81.66 万元）。

本项目工程措施费 22.30 万元，植物措施费 3.56 万元，临时措施费 46.88 万元。新增水土保持投资中：工程措施费 10.51 万元，植物措施费 3.56 万元，临时措施费 46.88 万元，工程独立费用 8.98 万元（其中工程建设管理费 1.18 万元，科研勘测设计费 4.80 万元，水土保持设施验收费 3.0 万元），基本预备费 6.79 万元，水土保持补偿费 4.693 万元（其中雅江县 1.391 万元，康定市 3.302 万元）。具体估算表格见表 7-8 ~ 7-13。

表 7-8 水土保持投资估算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	建安工程费		设备费	植物措施费		独立费用	合计
		主体已有	方案新增		主体已有	方案新增		
第一部分	工程措施	11.79	10.51					22.30
1	塔基工程区	11.79	10.51					22.30
2	间隔扩建区							0
3	人抬道路区							0
4	施工临时占地区							0
第二部分	植物措施				0	3.56		3.56
1	塔基工程区					2.04		2.04
2	间隔扩建区							0
3	人抬道路区					0.42		0.42
4	施工临时占地区					1.11		1.11
第三部分	监测措施		0	0				0.00
第四部分	临时措施	0	46.88					46.88
1	塔基工程区		36.57					36.57

水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	建安工程费		设备费	植物措施费		独立费用	合计
		主体已有	方案新增		主体已有	方案新增		
2	间隔扩建区		0.07					0.07
3	人抬道路区		4.27					4.27
4	施工临时占地区		5.69					5.69
	其他临时工程费		0.28					0.28
第五部分	独立费用						9.02	9.02
1	建设管理费						1.22	1.22
2	水土保持监理费						0	0
3	科研勘测设计费						4.80	4.80
4	水土保持设施验收费						3.0	3.0
5	招标代理服务费						0	0
6	经济技术咨询费						0	0
一至五部分合计		11.79	57.39	0	0	3.56	9.02	81.76
基本预备费								7.00
水土保持补偿费								4.693
水土保持投资合计								93.45

表 7-9 新增水保措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
	第一部分 工程措施				10.51
一	塔基工程区				10.51
1	表土剥离	万 m ³	0.10	209118.15	2.09
2	草甸剥离	hm ²	0.28	60105.81	1.68
3	表土回覆	万 m ³	0.14	278412.67	3.90
4	土地整治	hm ²	2.01	14135.57	2.84
	第二部分 植物措施				3.56
一	塔基工程区				2.04
1	撒播草籽				1.36
a	撒播	hm ²	2.01	251.91	0.05
b	草籽	kg	201	65	1.31
2	抚育管理	hm ²	2.01	3385.70	0.68
二	人抬道路区				0.42
1	撒播草籽				0.28
a	撒播	hm ²	0.41	251.91	0.01
b	草籽	kg	41	65	0.27
2	抚育管理	hm ²	0.41	3385.70	0.14

水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
三	施工临时占地区				1.11
1	撒播草籽				0.74
a	撒播	hm ²	1.09	251.91	0.03
b	草籽	kg	109	65	0.71
2	抚育管理	hm ²	1.09	3385.70	0.37
	第三部分 监测措施				0.00
	第四部分 临时措施				46.88
一	塔基工程区				36.57
1	防雨布遮盖				1.78
a	铺防雨布	m ²	2000	6.02	1.20
b	拆除防雨布	m ²	2000	2.88	0.58
2	土袋挡墙				15.65
a	编织袋土石填筑	m ³	501.76	273.56	13.73
b	编织袋土石拆除	m ³	501.76	38.35	1.92
3	彩条布铺设				19.14
a	铺彩条布	m ²	21500	6.02	12.94
b	拆除彩条布	m ²	21500	2.88	6.19
二	间隔扩建区				0.07
1	防雨布遮盖				0.07
a	铺防雨布	m ²	80	6.02	0.05
b	拆除防雨布	m ²	80	2.88	0.02
三	人抬道路区				4.27
1	棕榈垫铺设				4.27
a	铺棕榈垫	m ²	3000	11.34	3.40
b	拆除棕榈垫	m ²	3000	2.88	0.86
四	施工临时占地区				5.69
1	棕榈垫铺设				5.69
a	铺棕榈垫	m ²	4000	11.34	4.54
b	拆除棕榈垫	m ²	4000	2.88	1.15
	其他临时工程	%	2	140714.74	0.28
	第五部分 独立费用				9.02
一	建设管理费	%	2	609509.92	1.22
二	水土保持监理费				0
三	科研勘测设计费				4.80
四	水土保持设施验收费				3.0
五	招标代理服务费用				0
六	经济技术咨询费				0

水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)
I	第一至五部分合计				69.97
II	基本预备费	%	10	699700.11	7.00
IV	水土保持补偿费	hm ²	3.61	1.3 元/m ²	4.693
V	新增工程投资合计				81.66

表 7-10 分区水保措施投资估算表(单位:万元)

分区	工程措施	植物措施	临时措施	小计
塔基工程区	22.30	2.04	36.57	60.91
间隔工程区	0.00	0.00	0.07	0.07
人抬道路区	0.00	0.42	4.27	4.68
施工场地区	0.00	1.11	5.69	6.80
合计	22.30	3.56	46.60	72.46

表 7-11 独立费用计算表

编号	工程或费用名称	合计(万元)	备注
	独立费用		
1	建设管理费	1.18	按新增工程措施、监测措施、植物措施和施工临时工程费用之和的 2.0% 计列
2	水土保持工程监理费	0	结合项目实际情况计列
3	科研勘测设计费	4.80	
	*工程勘测设计费	0	结合项目实际情况计列
	*方案编制费	4.80	以实际发生费用计列
4	水土保持设施验收费	3.0	本项目水土保持设施验收报告编制实际工作概算
5	招标代理服务费	0	结合项目实际情况计列
6	经济技术咨询费	0	结合项目实际情况计列
一至五项合计		8.98	

表 7-12 分年度水土保持投资估算表

序号	工程或费用名称	总投资	2023 年	2024 年
第一部分 工程措施		22.30	18.24	4.06
1	塔基工程区	22.30	18.24	4.06
2	间隔扩建区	0.00	0.00	0.00
3	人抬道路区	0.00	0.00	0.00
4	施工场地区	0.00	0.00	0.00

水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	总投资	2023年	2024年
第二部分 植物措施		3.56	0.00	3.56
1	塔基工程区	2.04	0.00	2.04
2	间隔扩建区	0.00	0.00	0.00
3	人抬道路区	0.42	0.00	0.42
4	施工场地区	1.11	0.00	1.11
第三部分 监测措施		0	0	0
第四部分 临时措施		46.88	42.09	4.79
1	塔基工程区	36.57	32.91	3.66
2	间隔扩建区	0.07	0.00	0.07
3	人抬道路区	4.27	3.84	0.43
4	施工场地区	5.69	5.12	0.57
	其他临时工程	0.28	0.22	0.06
第五部分 独立费用		9.02	5.98	3.00
基本预备费		7.00	6.10	0.68
水土保持补偿费		4.693	4.693	0.00
水土保持总投资		93.45	77.10	16.35

表 7-13 工程单价汇总表

序号	工程名称	单位	单价(元)	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	利润	价差	税金	扩大费
1	表土剥离	100m ²	418.24	269.37	35.0	0	6.09	15.52	22.82	0	31.39	38.02
2	草甸剥离	100m ²	601.06	387.12	50.3	0	8.75	22.31	32.80	0	45.12	54.64
3	土地整治	100m ²	14135.57	9993.96	293.80	0	205.76	524.68	771.27	0	1061.05	1285.05
4	绿化覆土	100m ³	2784.13	1869.47	93.47	63.33	40.53	103.34	151.91	0	208.98	253.10
5	撒播草籽	1hm ²	251.91	186.90	0	0	3.74	5.72	13.74	0	18.91	22.90
6	棕榈垫铺设	100m ²	1134.40	258.08	567.53	0	16.51	42.11	61.90	0	85.15	103.13
7	防雨布遮盖	100m ²	602.04	258.08	180.08	0	8.76	22.35	32.85	0	45.19	54.73
8	棕榈垫/防雨布拆除	100m ²	288.12	209.69	0	0	4.19	10.69	15.72	0	21.6	26.19
9	土袋挡墙-填筑	100m ³	27356.16	18743.06	1166.55	0	398.19	1015.39	1492.62	0	2053.42	2486.92
10	土袋挡墙-拆除	100m ³	3835.07	2709.84	81.30	0	55.82	142.35	209.25	0	287.87	348.64
11	抚育管理	1hm ²	3385.70	1794.24	717.70	0	50.24	76.87	184.73	0	254.14	307.79

7.2 效益分析

7.2.1 水土流失防治效果

7.2.1.1 水土流失治理分析

(1) 水土流失面积

本项目水土流失防治责任范围 3.61hm²，施工结束后永久建筑物及硬化面积 0.09hm²，施工结束后水土流失面积 3.51hm²，详见表 7-14。

表 7-14 项目区工程施工结束后水土流失面积统计表

防治分区	建设区面积 (hm ²)	工程扰动地表面积 (hm ²)	建(构)筑物面积 (hm ²)	施工期侵蚀面积 (hm ²)	试运行期侵蚀面积 (hm ²)
塔基工程区	2.09	2.09	0.07	2.09	2.01
间隔扩建区	0.02	0.02	0.02	0.02	0
人抬道路区	0.41	0.41	\	0.41	0.41
施工临时占地区	1.09	1.09	\	1.09	1.09
合计	3.61	3.61	0.09	3.61	3.51

(2) 水土保持措施面积

经测算，工程措施面积 0.02hm²，植物措施面积 3.51hm²，水土保持措施总面积 3.53hm²，详见表 7-15。

表 7-15 项目区水土保持措施面积统计表

防治分区	工程措施 (hm ²)	植物措施 (hm ²)	总计 (hm ²)
塔基工程区	0.02	2.01	2.03
人抬道路区	\	0.41	0.41
施工临时占地区	\	1.09	1.09
合计	0.02	3.51	3.53

7.2.1.2 水土流失治理度分析

本项目可治理水土流失面积 3.61hm²，预计水土流失治理达标面积为 3.34hm²，水土流失治理度达到 95.01%。

表 7-16 项目区水土流失治理度计算表

防治分区	水土流失面积 (hm ²)	建构筑物占压面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
塔基工程区	2.09	0.07	1.91	95.01%
间隔扩建区	0.02	0.02	0	
人抬道路区	0.41	\	0.38	
施工临时占地区	1.09	\	1.05	
合计	3.61	0.09	3.34	

7.2.1.3 土壤流失控制比分析

本项目建设可能造成水土流失量为 350.65t，其中新增水土流失量 83.92t。本方案水土保持防治措施设计，采取防雨布等临时防护措施有效地控制施工期间产生的水土流失；按照施工进度安排，及时采取植被恢复等措施进行防治，从而有效遏制因工程建设造成的水土流失。随着项目区人为扰动因素的停止和水土保持逐步发挥作用，工程扰动区域土壤侵蚀强度逐渐趋于稳定达到预期治理目标。本水保方案实施后将减少水土流失量 64t，平均土壤侵蚀模数降为 482t/km²·a，水土流失控制比为 1.04。

表 7-17 水保方案实施后的土壤流失控制比计算表

防治分区	扰动区面积 (hm ²)	容许土壤流失量 (t/km ² ·a)	采取措施后侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤流失控制比
塔基工程区	2.09	500	480	1.04
间隔扩建区	0.02	500	300	
人抬道路区	0.41	500	450	
施工临时占地区	1.09	500	500	
合计	3.61	500	482	

7.2.1.4 渣土防护率分析

本项目土石方均摊铺至塔基施工范围内，无外弃方量，场内临时堆存主要为塔基基础开挖堆土与剥离表土，总堆存量约 1.08 万 m³，在采取拦挡、截排水沟、覆盖等水土保持措施后，预估施工过程中约 0.01 万 m³ 流失，渣土防护率可达到 99.06%。

7.2.1.5 表土保护率分析

本项目占用林地、草地，可剥离草甸及表土 0.14 万 m³，在剥离过程中，预估少部分角落剥离不全遗漏。经分析计算，本项目表土保护率为 96.43%，详见表 7-18。

表 7-18 表土保护率计算表

项目区	可剥离草甸及表土量(万 m ³)	剥离或保护草甸及表土量(万 m ³)	表土保护率(%)
塔基工程区	0.14	0.135	96.43
间隔扩建区	\	\	
人抬道路区	\	\	
施工临时占地区	\	\	
合计	0.14	0.135	

7.2.1.6 林草植被恢复率及林草覆盖率分析

本方案实施后，预估恢复林草总面积 3.51hm²，林草植被恢复率达到 95.16%，林草覆盖率达到 92.52%。

表 7-19 项目区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 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	植被建设面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)	林草植被恢复率 (%)
塔基工程区	2.09	2.01	1.91	92.52%	95.16%
间隔扩建区	0.02	0	0		
人抬道路区	0.41	0.41	0.38		
施工临时占地区	1.09	1.09	1.05		
合计	3.61	3.51	3.34		

7.2.1.7 综合分析

综合以上分析，方案实施后可治理水土流失面积 3.61hm²，恢复林草地面积 3.51hm²，水土流失治理度达到 95.01%，林草植被恢复率达到 95.16%，林草覆盖率达到 92.52%，表土保护率达到 96.43%，渣土防护率达到 99.06%，平均土壤侵蚀模数降为 482t/km²·a，土壤流失控制比为 1.04，减少水土流失流失量 64t，具有较好的生态效益，同时起到美化环境的效果。

经本方案治理后，六项水土流失防治指标均达到了目标值，详见表 7-20。

表 7-20 项目区水土流失防治目标实现情况统计表

序号	防治指标		达到值	目标值
1	水土流失治理度	水土流失治理达标面积/水土流失面积	95.01%	85%
2	土壤流失控制比	容许土壤流失量/方案实施后土壤侵蚀模数	1.04	1.0
3	渣土防护率	项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比	99.06%	87%
4	表土保护率	项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比	96.43%	90%
5	林草植被恢复率	林草植被面积/可恢复林草植被面积	95.16%	95%
6	林草覆盖率	林草植被面积/项目建设区面积	92.52%	18%

7.2.2 水土保持效益分析

(1) 生态效益

水土保持方案中的临时防护工程、植物措施将产生明显的基础效益，即保水、保土效益。通过增加地表植被、改良土壤，可增加入渗，减轻水力侵蚀。保水效益的实现最终体现在植物措施的实施上，从整地至栽植后管理的全过程体现了上述措施的实施效果。植被有改良土壤的作用，随着植被的生长发育，土壤的水热条件、理化性质和植物活动状况逐渐得到改善，肥力不断提高，植被的生长环境也不断得到改善，形成了生态系统的良性循环。

通过落实水土流失治理措施，工程完工后，水土保持设施逐步发挥功能，建设区侵蚀模数可低于 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(2) 社会效益

通过认真贯彻水土保持法规，因地制宜地采取水土保持预防措施、治理措施、监测检查督促等措施，使项目建设期、林草恢复期可能造成的水土流失及危害降到最低限度，从而确保项目建设顺利进行，降低水土流失隐患，杜绝因水土流失而引起的群体投诉等社会问题；同时水土保持措施实施后将进一步提高、改善生态环境。

(3) 经济效益

实施本方案中水土保持工程措施及植物措施的目的在于控制工程建设造成的水土流失，维护工程的安全运行，绿化、美化环境，恢复改善工程建设破坏的土地及植被，水保措施带来的直接经济效益不明显。

8 水土保持管理

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日水利部令第53号发布）第四条，生产建设单位是生产建设项目水土流失防治的责任主体，应加强全过程水土保持管理，优化施工工艺和时序，提高水土资源利用效率，减少地表扰动和植被损坏，及时采取水土保持措施，有效控制可能造成水土流失。

8.1 组织管理

8.1.1 组织机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报四川省水利厅批准后，由建设单位负责组织实施。为保证水土保持方案的顺利实施，需要建立强有力的组织领导机构。因此，在工程筹建期，建设单位需成立水土保持管理机构，负责工程建设和运行期水土保持方案的实施工作。机构的主要职责为：

（1）认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合防治、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保水保工程安全，充分发挥水保工程效益。

（2）工程施工期间，负责与设计、施工、监测、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水保工程的正常开展和顺利进行，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

（3）深入工程现场进行检查和观测，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况，为有关部门决策提供基础资料。

（4）建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

8.1.2 管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要应采取以下管理措施：

（1）将水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，自觉接受有关部门和社会监督。

（2）加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工人员和各级管理人员以及工程附近群众的水土保持意识。

(3) 制定方案实施的目标责任制，防止建设中的不规范行为与水土保持方案相抵触的现象发生，并负责协调本方案和主体工程的关系。

(4) 在施工和运行过程中，定期或不定期地对在建或已建的水土保持工程进行检查观测，尤其是道路工程中水土保持措施，随时掌握其运行状态，进行日常维修养护，消除隐患，维护水土保持工程完整。

(5) 要坚持水土保持工程实施与主体工程实施的“三同时”制度，确保水土保持措施按批准的《方案》落到实处。

8.2 后续设计

8.2.1 招标设计及施工图设计

根据《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）及《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）等法律法规和政策文件的要求，本水土保持方案在取得批复以后，项目建设实施过程中，建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持招标设计和施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。

后续水土保持措施设计可在批准的水土保持方案的措施总体体系基础上有所调整，但不得低于原技术标准和防护要求。

8.3.2 方案变更

根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条规定，“水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准。水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经原审批机关批准”。本项目在后续设计过程中，应重视水土保持后续设计工作。

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日水利部令第53号发布）第十六条，同时结合本项目实际，水土保持方案经批准后存在下列情形之一的，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报原审批部门审批：

- (1) 工程扰动新涉及水土流失重点预防区或者重点治理区的；
- (2) 水土流失防治责任范围或者开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的；
- (3) 表土剥离量或者植物措施总面积减少 30% 以上的；
- (4) 水土保持重要单位工程措施发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或者丧失的。

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）的要求，需在批准的水土保持方案确定的专门存放地外新设弃渣场的，生产建设单位可在征得所在地县级水行政主管部门同意后先行使用，同步做好防护措施，保证不产生水土流失危害，并及时向原审批部门办理变更审批手续。

8.3 水土保持监测

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）中简化验收报备的要求和《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），本项目属于实行承诺制管理的项目，对水土保持监测不做相应要求，但生产建设单位应依法做好水土流失防治工作。

8.4 水土保持监理

在水土保持工程施工中，必须实施监理制度，形成项目法人、承包商、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以期达到降低造价，保证进度，提高水土保持工程质量的目的。监理单位应派出具有水土保持工程监理能力的人员，采取跟踪、旁站等监理方案，对水土保持工程的质量、进度及投资进行控制，对水土保持工程实行信息管理和合同管理，确保工程如期完成。

水土保持监理是促进水土保持方案实施的重要措施，应符合《水土保持工程施工监理规范》（SL523-2011）和《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）的有关规定，容易发生水土流失危害及隐患的工程部位即重要防护对象是水保监理的重点，监理单位发现问题并督促施工单位整改，监理过程中形成监理总结报告及原始材料，是制备验收材料之一，是自验的基础。

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），征占地面积在200hm²以上或者挖填方总量在200万m³以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。本项目征占地面积3.61hm²，挖填方总量2.16万m³，水土保持监理单位可委托工程监理单位代为开展。

8.5 水土保持施工

（1）建设单位根据批复的水土保持方案，对施工单位水土保持实施提出具体要求。施工单位在施工过程中，对其责任范围内的水土流失负责。

（2）施工单位应采取各种有效措施，防止在其防治范围内发生水土流失，避免对其范围外的土地进行扰动、破坏地表植被，避免对周边环境的影响。

（3）严格按照水土保持要求进行施工，施工过程中，如需进行设计变更，及时与建设单位、设计单位和监理单位协商，按相关程序变更或补充设计批准后，再进行相应的施工。

（4）植物措施施工过程中，应注意加强绿化植物的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，确保各种植物的成活率，尽早发挥植物措施的水土保持效益。

（5）施工期应控制和管理车辆机械的运行范围，防止扩大对地表的扰动；施工现场设立保护地表和植被的警示牌，在施工过程中严格保护表土与植被。

（6）施工期间应有施工及生活用火安全措施，防止火灾烧毁地表植被。

（7）严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被。生产建设单位应当加强对施工单位的管理，在招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。为严格控制施工扰动地表面积，保证施工对周边环境不造成影响

8.6 水土保持设施验收

水土保持设施验收由建设单位开展自主验收，按照《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保〔2019〕172号）、《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）、《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）、《四川省水利厅转发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》（川水函〔2018〕887号）等文件规定严格执行。

生产建设单位是生产建设项目水土保持设施验收的责任主体，应当在生产建设项目投产使用或者竣工验收前，自主开展水土保持设施验收，完成报备并取得报备回执。

生产建设项目水土保持设施验收一般应当按照编制验收鉴定书、组织竣工验收、公开验收情况、报备验收材料的程序开展。

本项目编制水土保持方案报告表，生产建设单位应当组织第三方机构编制水土保持设施验收鉴定书。形成的水土保持设施验收鉴定书应当明确水土保持设施验收合格与否的结论。

水土保持分部工程和单位工程验收按照有关规定开展。

生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，及时在其官方网站或者其他公众知悉的网站公示水土保持设施验收材料，公示时间不得少于 20 个工作日。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

本项目编制水土保持方案报告表，水土保持设施验收材料包括水土保持设施验收鉴定书。

生产建设单位应当在水土保持设施验收通过 3 个月内，向审批水土保持方案的水行政主管部门或者水土保持方案审批机关的同级水行政主管部门报备水土保持设施验收材料。