

甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程

水土保持方案报告表

建设单位：川西（稻城）新能源发电有限公司

编制单位：成都南岩环境工程有限责任公司

2026 年 7 月

甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程

水土保持方案报告书

责任页

(成都南岩环境工程有限责任公司)

批准：李星兰 (董事长)

核定：刘世贵 (总工程师)

审查：谭海燕 (高级工程师)

校核：杨明兴 (工程师)

项目负责人：肖超 (高级工程师)

章节	负责人	职称/职务	签名
综合说明 项目概况 项目水土保持评价 表土资源保护与利用	谭海燕	高级工程师	
表土及草皮堆放场选址与堆置 水土流失分析与预测 水土保持措施 水土保持监测 水土投资估算及效益分析 水土保持管理	肖超	高级工程师	

甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程 水土保持方案报告表

项目概况	项目名称与代码	甘孜稻城噶通一期光伏发电项目220千伏送出工程 (项目代码: 2604-510000-04-01-169712)					
	项目地点	四川省甘孜州稻城县、乡城县					
	建设内容	甘孜稻城噶通一期光伏发电项目220千伏送出工程主要由220千伏线路工程和间隔扩建工程组成, 其中220千伏线路工程起于噶通一期光伏区升压站220kV 出线构架挂线点, 止于乡城县硕曲河硕中水电站220kV进线构架挂线点, 线路曲折系数1.49, 新建单回输电线路路径长度约75.04km, 其中架空段长约75km, 电缆路径段长约0.04km。线路新建铁塔200基。间隔扩建工程主要在乡城县硕曲河硕中水电站220千伏变电站的2#主变进线间隔和220kV 硕乡一线间隔之间扩建一个间隔, 通过主母线延伸方式, 采用户外式220kV GIS设备, PT和避雷器均采用内置式, 布置在户外空地内, 距离220kV出线终端塔较近, 出线方式为电缆出线, 通过电缆沟引至线终端塔。新增室外GIS基础1座, 支架基础3座, 新建1.4×2.0m电缆沟8m。扩建场地总占地约136m ² , 其中设备及设备基础占地约13.5m ² , 恢复室外碎石地坪110m ² , 恢复路面12.5m ² 。					
	建设性质	新建			总投资(万元)	18969	
	土建投资(万元)	4129.40		占地面积(hm ²)	4.68	永久: 1.84 临时: 2.84	
	开工时间	2026年9月			完工时间	2027年6月	
	土石方(万m ³)	挖方/表土	填方/表土	借方	项目自身建 材利用方	弃方	综合利用方
		0.54/0.27	0.54/0.27	0	0	0	/
	借方来源	本项目无借方					
	余方去向	项目土石方挖填总量 1.08 万 m ³ , 其中挖方 0.54 万 m ³ , 基础回填及塔基占地区域就地回铺 0.54 万 m ³ , 项目挖方利用率 100%。根据类似项目经验, 本项目塔基开挖的土石方在施工完毕后就地平铺于塔基施工占地范围内, 平铺时, 石方回铺在下层, 土方回铺在上层, 平均平铺厚度约 0.20m, 平铺后不改变塔基区施工后形成的地形地貌。经土石方挖填平衡后, 本项目无弃土产生。					
项目区概况	涉及重点防治区或其他水土保持敏感区情况	经查询, 本项目不在国家级和省级水土流失重点治理区和水土流失重点预防区内。 根据《稻城县水土保持规划(2015-2030年)》和《乡城县水土保持规划(2015-2030年)》, 项目区分别位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区。同时, 根据稻城县林业和草原局和乡城县林业和草原局路径回函, 项目部分塔位涉及占用基本草原和国家二级公益林。经查询, 稻城县除俄牙同乡划分为水土流失重点治理区外, 其余各乡、镇均划分为水土流失重点预防区; 乡城县除香巴拉镇(尼斯乡已并入香巴拉镇)、青德镇(青麦乡已并入青德镇)划分为水土流失重点治理区外, 其余各乡、镇均划分为水土流失重点预防区。本项目线路选址从客观上无论如何无法避让两县水土流失重点预防区或水土流失重点治理区; 项目线路自拟建噶通光伏项目一期220千伏升压站出线后周边均为连片基本草原, 线路路径无法避让, 同时稻城县和乡城县境内地表现状主要为草地和林地, 线路布设时将不可避免的占用草地或林地, 而本项目又是国家发展战略和国计民生确需建设的重要基础设施项目。由此, 主体及施工组织设计时, 优化了线路设计和施工工艺, 其中: 线路采取了高跨和加大档距的设计, 相比可研阶段减少了塔基数量29基, 相应减少了扰动破坏面积; 经过林区的线路的杆塔进行了加高设计, 减少了对林区植被的影响面积约2600m²; 施工期间, 线路采取无人机放导线, 减少了架线施工的扰动破坏; 塔基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整, 施工结束后进行植被恢复, 施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。本方案水土流失防治标准执行一级标准, 截排水工程级别提高了一级, 林草覆盖率提高了2个百分点, 通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺、加强施工管理等措施, 严格控制扰动地表和植被损坏范围, 最大限度的保护现有土地和植被, 能有效控制和项目建设可能造成					

		的水土流失，减少新增流失，可将水土流失风险降到最低。在全面落实上述措施的前提下，本工程建设基本不存在水土保持制约性因素。			
自然简况		项目区内总体地貌类型为高山地貌，线路沿线海拔在2771m~4838m，相对高差一般在1000~1300m。项目涉及的稻城县属大陆性季风高原型气候区，多年平均气温8.2℃，≥10℃积温为2066.5℃，多年平均蒸发量1175mm，多年平均降水量633.6mm，多年平均无霜期113天，多年平均风速2.9m/s，主导风向为S，6~9月为雨季，最大冻土深度0.8m。5年一遇10min的降雨强度为10.6mm。项目涉及的乡城城县属大陆性季风高原型气候区，多年平均气温10.7℃，≥10℃积温为2979.9℃，多年平均蒸发量2178mm，多年平均降水量501mm，多年平均无霜期146.6天，多年平均风速2.8m/s，主导风向为SSE，6~9月为雨季，最大冻土深度0.8m。5年一遇10min的降雨强度为9.3mm。项目沿线土壤主要为山地棕壤土、山地棕色针叶林土或灰化土、亚高山草甸土和高山草甸土，土层厚度在20~50cm之间，抵抗冲刷的能力较差。项目区植被类型属青藏高原高寒植被区，林草覆盖率约76%，植被盖度约为63%。			
水土流失类型		水力侵蚀		土壤侵蚀强度	
原地貌土壤侵蚀模数 [t/（km ² ·a）]		600		容许土壤流失量 [t/（km ² ·a）]	
预测土壤流失总量 (t)		675	新增土壤流失量 (t)	563	可减少土壤流失量 (t)
防治责任范围（hm ² ）		4.68			
防治标准等级及目标		防治标准等级		青藏高原区一级	水土流失治理度 (%)
		土壤流失控制比		1.0	渣土防护率（%）
		表土保护率（%）		90	林草植被恢复率 (%)
		林草覆盖率（%）		18	植被覆盖度
水土保持措施及效果分析		塔基截排水工程等级采用2级标准，即5年一遇10分钟短历时暴雨排水标准；表土剥离厚度0.10~0.20m，草皮剥离厚度0.10~0.15m；表土回覆厚度0.1m~0.2m，草皮回铺厚度0.10~0.15m。土地整治采取全面整地，整治厚度≥0.2m；本项目各工程区植被恢复与建设工程执行2级标准，以撒播灌草为主。			
		1、塔基及塔基施工临时占地区			
		塔基及塔基施工临时占地区水土流失主要来源于塔基工程基础开挖时堆放的回填方、表土（草皮）、人为和机械扰动等，针对塔基工程施工水土流失特点，施工前，对塔基永久占用草甸土区域进行草皮剥离，剥离后的草皮及表土堆放在塔基施工临时占地区内，以草垫垫底防护；施工期间，对临时堆土采用土袋进行临时拦挡，装土来源于塔基剥离的表土，堆土表面采用无纺布进行临时遮盖，部分塔位（有汇水面）周边布设截排水沟、部分塔位（地形较陡）下坡侧布设挡墙；施工后期塔基区进行覆土整治后回铺草皮、撒播灌草及抚育管理，塔基施工临时占地区进行土地整治后撒播灌草并抚育管理。			
		工程措施：表土剥离0.27万m ³ （主体已有）、表土回覆0.27万m ³ （主体已有）、截排水沟22.4m ³ （主体已有）、挡墙50m ³ （主体已有）、土地整治3.43hm ² （方案新增）。			
		植物措施：草皮剥离0.16万m ² （主体已有）、草皮回铺0.16万m ² （主体已有）、撒播灌草3.43hm ² （主体已有）、抚育管理3.43hm ² （方案新增）。			
		临时措施：铺设草垫16000m ² （方案新增）、无纺布遮盖3000m ² （方案新增）、土袋拦挡与拆除0.35万m ³ （方案新增）。			
		2、牵张场及跨越施工场地地区			
		牵张场及跨越施工场地工程区水土流失主要来源于架线施工时，材料、机械、人员对原地表的扰动破坏，针对该区域施工水土流失特点，在牵张场地及跨越施工场地使用前应对拟占地区域采用草垫垫底防护；施工结束后，对扰动区域进行土地整治，对占用林草地区域经土地整治后进行撒播灌草及抚育管理。			
		工程措施：土地整治0.30hm ² （方案新增）。			
		植物措施：撒播灌草0.30hm ² （主体已有）、抚育管理0.30hm ² （方案新增）。			

	临时措施：铺设草垫3000m²（方案新增）。 3、人抬道路区 人抬道路区水土流失主要来源于人员对原地表的踩踏扰动破坏，破坏程度较轻微；针对该区域施工水土流失特点，在施工结束后，对扰动区域进行撒播灌草即可恢复；但撒播时，须用钉耙翻土将草种覆盖，草种撒播后进行抚育管理。 植物措施：撒播灌草0.94hm²（主体已有）、抚育管理0.94hm²（方案新增）。 4、间隔扩建工程区 间隔扩建工程施工期间水土流失主要来源于设备基础及电缆后槽开挖的临时堆土；针对该区域水土流失特点，施工期间，对临时堆土（料）及裸露地表进行临时苫盖；施工后期，间隔扩建场地恢复碎石地坪。 工程措施：碎石地坪110m²（主体已有）。 临时措施：无纺布遮盖60m²（方案新增）。 方案实施后，可有效的控制项目施工期及林草恢复期的新增水土流失，减轻项目建设对周边环境的危害，有效的保护和利用项目区内的表土资源，保护及改善项目区的生态环境。方案的实施可治理水土流失面积4.68hm²，植被建设面积4.67hm²，预计可减少水土流失量610t；在设计水平年，水土流失治理度达到95.2%，土壤流失控制比为1.1，渣土防护率达到99%，表土保护率达到99%，项目区林草植被恢复率达到95.2%，林草覆盖率为95%，平均土壤侵蚀模数降为450t/（km²•a）。			
水土保持投资（万元）	工程措施	18.07	植物措施	32.76
	临时措施	117.43	水土保持补偿费	6.084
	独立费用	建设管理费	15.19	
		水土保持监理费	0	
		科研勘测设计费	8.00	
	总投资	212.61		
编制单位	成都南岩环境工程有限责任公司	建设单位	川西（稻城）新能源发电有限公司	
法人代表	李星兰	法人代表	曹梦林	
统一社会信用代码	91510107567194424E	统一社会信用代码	91513337MAK49W3R3Q	
地址/邮编	成都市青羊区家园南街1号/610071	地址/邮编	稻城县金珠镇亚卓街13号/627750	
联系人及电话	肖超/18780276870	联系人及电话	刘明/18080069731	
电子信箱	1148421104@qq.com	电子信箱	/	

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 项目水土保持评价结论	5
1.3 表土资源保护与利用	6
1.4 弃渣场选址与堆置	8
1.5 水土流失预测结果	8
1.6 水土流失防治	8
1.7 水土保持监测方案	11
1.8 水土保持投资及效益分析成果	11
1.9 结论	12
2 项目概况	14
2.1 项目基本情况	14
2.2 施工组织	22
2.3 工程占地	26
2.4 土石方平衡	27
2.5 施工进度	27
2.6 自然概况	28
3 项目水土保持评价	38
3.1 主体工程选址水土保持评价	38
3.2 建设方案与布局水土保持评价	44
3.3 工程占地评价	45
3.4 土石方平衡评价	46
3.5 施工方法与工艺评价	46
3.6 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价	47
4 表土资源保护与利用	51

4.1 表土资源调查与评价	51
4.2 表土保护方案	64
4.3 表土堆存与养护	66
4.4 表土利用	68
5 弃渣场选址与堆置	71
5.1 渣土来源及流向	71
5.2 弃渣场选址、堆置方案与级别	71
6 水土流失分析与预测	74
6.1 水土流失现状	74
6.2 水土流失因素分析	75
6.3 土壤流失量预测	76
6.4 水土流失危害分析	79
7 水土保持措施	81
7.1 水土流失防治责任范围	81
7.2 设计水平年	81
7.3 水土流失防治目标	81
7.4 防治区划分	83
7.5 措施总体布局	84
7.6 工程级别与设计标准	84
7.7 分区措施布设	86
7.8 施工组织	91
8 水土保持监测	94
9 水土保持投资估算及效益分析	95
9.1 投资估算	95
9.2 效益分析	103
10 水土保持管理	105

10.1 组织管理 105

10.2 后续设计 105

10.3 水土保持监测 106

10.4 水土保持监理 106

10.5 水土保持施工 106

10.6 水土保持设施验收 107

附表

1、单价分析表。

附件：

- 1、四川省发改委关于甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程项目核准的批复（川发改能源〔2026〕269 号）；
- 2、大唐四川发电有限公司关于甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程初步设计的批复（工程〔2026〕15 号）；
- 3、稻城县水利局关于核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及水利设施等敏感性因素的复函（稻水函〔2026〕69 号）；
- 4、甘孜州稻城生态环境局关于核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及饮用水水源保护区的复函（甘稻环函〔2026〕100 号）；
- 5、稻城县林业和草原局关于核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及自然保护地、基本草原、保护林地等敏感因素的复函（稻林草函〔2026〕104 号）；
- 6、稻城县自然资源和规划局关于核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及永久基本农田、生态红线、违法用地及信访事件的复函（稻自然资规函〔2026〕226 号）；
- 7、乡城县农牧农村水利和科技局关于《甘孜稻城噶通一期光伏

发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及河道管理范围及重要水利设施等敏感性因素的复函（乡农函〔2026〕190 号）；

8、甘孜州乡城生态环境局关于核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及饮用水水源保护区的复函（乡环函〔2026〕83 号）；

9、乡城县林业和草原局关于川西（稻城）新能源发电有限公司关于申请核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》线路路径复函（乡林草函〔2026〕189 号）；

10、乡城县自然资源和规划局关于申请核查《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程》是否涉及永久基本农田、生态红线、违法用地及信访事件的复函（乡自规函〔2026〕174 号）；

11、四川省水利厅关于四川硕曲河乡城水电站工程水土保持方案报告书的批复（川水函〔2008〕73 号）；

12、四川省水利厅关于印发四川硕曲河乡城水电站工程水土保持设施验收鉴定书的函（川水函〔2016〕463 号）；

13、甘孜稻城噶通一期光伏发电项目水土保持方案批复。

附图

附图 01 项目地理位置图

附图 02 国家级“两区”结果查询结果截图

附图 03 线路路径图

附图 04 220kV GIS 平面布置图

附图 05 铁塔型式一览表（3 张）

附图 06 塔基基础一览表

附图 07 表土分布与剥离范围图

附图 08 分区防治措施总体布局图

附图 09 塔基及塔基施工临时占地区水土保持措施典型设计图

附图 10 牵张场及跨越施工场地区水土保持措施典型设计图

附图 11 人抬道路区、间隔扩建工程区水土保持措施典型设计图

成都南岩环境工程有限责任公司

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设背景及前期工作进展情况

一、项目建设背景

四川省能源资源特点是煤少、油缺、气较丰，水力资源得天独厚，是四川能源的最大优势。甘孜稻城噶通一期光伏发电项目的建设有利于四川省能源结构的多元化，将增加四川电源的多样性，大大丰富当地电源结构，减少对常规能源的消耗，减少污染物排放，同时也将对生态环境的影响降到最低。在国家发展战略中，新能源成为推动乡村振兴的重要抓手。本项目为甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏电力送出工程，项目的建设能够打通甘孜稻城噶通一期光伏送至四川负荷中心的输电通道，引导优质光伏资源科学合理开发，满足甘孜稻城噶通一期光伏项目送出需要。同时，本项目的建设能为当地建设创造较好的经济效益和社会效益，项目建成后将给当地政府带来税收的收益，也为当地居民提供了新的就业机会。

因此，本项目的建设是十分必要的。

二、前期工作进展情况

2026 年 3 月，四川省西点电力设计有限公司完成了《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程可行性研究报告》；同年 3 月，四川省工程咨询院以“川工咨成果〔2026〕195 号”对本项目可研报告出具了评估意见的函。

2026 年 5 月，四川省西点电力设计有限公司编制完成了《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程初步设计》。同年 7 月，大唐四川发电有限公司对该初步设计方案进行了批复，批复文号“工程〔2026〕15 号”）。

2026 年 6 月，线路工程取得了稻城县水利局路径回函（稻水函〔2026〕69 号）、甘孜州稻城生态环境局路径回函（甘稻环函〔2026〕100 号）、稻城县林业和草原局路径回函（稻林草函〔2026〕104 号）、稻城县自然和规划局路径回函（稻自然资规函〔2026〕226 号）、乡城县农牧农村水利和科技局路径回函（乡农函〔2026〕190 号）、甘孜州乡城生态环境局路径回函（乡环函〔2026〕83 号）、乡城县林业和草原局路径回函（乡林草函〔2026〕189 号）、乡城县自然资源和规划局路径回函（乡自规函〔2026〕174 号）。根据相关单位路径回函，线路路径杆塔不在河湖

1 综合说明

划界范围内、不占用基本农田、不在生态红线区域、不在自然保护区，不在集中式饮用水源地保护区范围内；但项目部分塔基占用基本草原和林地，建设单位已委托四川众晟达科技有限公司正在办理林（草）用地手续，手续取得前不得开工建设。

2026 年 7 月，四川省发改委以“川发改能源〔2026〕269 号”对甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程进行了核准批复。

根据建设单位提供资料，目前本项目已完成初步设计及评审，现正在进行施工图设计编制中。

2026 年 3 月，建设单位委托我公司（成都南岩环境工程有限责任公司）开展本项目水土保持方案编制工作，我公司于 2026 年 3 月组织技术人员对拟建工程区进行了现场调查和资料收集，并于 2026 年 7 月按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）及相关法律法规，编制完成了《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程水土保持方案报告表》。

1.1.1.2 项目概况

- 1、项目名称：甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程
- 2、建设单位：川西（稻城）新能源发电有限公司
- 3、项目位置：四川省甘孜州稻城县、乡城县。
- 4、建设性质：新建
- 5、主要建设内容及规模：

（1）噶通一期 220 千伏升压站~乡城县硕曲河硕中水电站 220 千伏线路工程

线路起于噶通一期光伏区升压站 220kV 出线构架挂线点，止于乡城县硕曲河硕中水电站 220kV 进线构架挂线点，线路曲折系数 1.49，新建单回输电线路路径长度约 75.04km，其中架空段路径长约 75km（其中稻城县路径长约 36.4km，乡城县路径长约 38.6km），电缆路径长约 0.04km（电缆沟长约 8m）。线路新建铁（杆）塔 200 基（其中稻城县 115 基，乡城县 85 基）。同时，本工程随线路架设 2 根 48 芯 OPGW-120 光缆。

（2）硕中水电站 220 千伏间隔扩建工程

主体设计在 2#主变进线间隔和 220kV 硕乡一线间隔之间扩建一个间隔，通过主母线延伸方式，采用户外式 220kV GIS 设备，PT 和避雷器均采用内置式，布置在户外空地内，距离 220kV 出线终端塔较近，出线方式为电缆出线，通过电缆沟引至线终端塔。新增室外 GIS 基础 1 座，支架基础 3 座，新建 1.4×2.0m 电缆沟 8m。扩建

1 综合说明

场地总占地约 136m²，其中设备及设备基础占地约 13.5m²，恢复室外碎石地坪 110m²，恢复路面 12.5m²。

6、项目组成与建设方案

本项目主体工程主要由 220 千伏线路工程和间隔扩建工程组成，其建设方案如下：

220 千伏线路工程：线路新建铁塔 200 基，其中钢铁塔 199 基，钢管杆塔 1 基。基础主要采用直式板式基础、挖孔桩基础和灌注桩基础。位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水；对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位布设挡墙进行拦挡，按要求在汇水侧上方开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统。

间隔扩建工程：主体设计在 2#主变进线间隔和 220kV 硕乡一线间隔之间扩建一个间隔，新增室外 GIS 基础 1 座，支架基础 3 座，新建 1.4×2.0m 电缆沟 8m。

7、拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本项目不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建。

8、建设工期：总工期 10 个月，计划于 2026 年 9 月开始施工准备，2027 年 6 月完工。

9、工程投资：项目概算静态总投资为 18969 万元，其中建安投资 4129.40 万元，其资金来源于建设单位自筹及银行贷款。

10、施工组织：

（1）施工生产生活区：线路工程施工呈点状分布，每点施工周期短，加上土石方施工基本由当地民工承担，专业施工人员少，生活区租用每处所到地（乡镇）现有民房即可解决，不新增水土流失，因此租用当地民房作为生活区的面积不计入本方案建设区内。本工程拟设置主要材料站 4~6 处，以满足线路的施工材料供应要求。根据主体设计，拟在现场附近租用农民院落、院坝作为材料站，使用完毕后交还权利人，不新增临时占地。

（2）塔基施工临时占地：塔基施工主要利用塔下永久占地，为满足施工期间放置器材、材料、临时堆放开挖土石方、混凝土加工场及组塔施工场地等，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，结合本工程地形条件和施工实际需要，每处塔基需施工临时占地面积在 60~100m²，塔基数量 200 基（稻城县约 115 基，乡城县约 85 基），总占地面积约 1.60hm²，其中稻城县占地约 0.92hm²，乡城县占地约 0.68hm²。

1 综合说明

(3) 牵张场及跨越施工场地：本工程导线、地线架设采用张力放线，牵张场需设置在地势较缓地带，平均每 6~8km 设置一处。根据主体设计资料，本工程设置牵张场共计 12 处（稻城县约 7 处，乡城县约 5 处），每处场地面积约 200m²，总占地面积为 0.24hm²，其中稻城县占地约 0.14hm²，乡城县占地约 0.10hm²。本工程需跨越 3 处（均在稻城县），每处占地面积约 200m²，总占地面积约 0.06hm²。

(4) 人抬道路：根据主体工程设计及现场踏勘情况，人抬道路主要零星分布在线路经过林区段，施工区除原有人走小道以外需新建人抬道路约 9.4km（稻城县约 5.4km，乡城县约 4.0km），规划人抬道路宽度 1.0m，人抬道路属于临时占地，占地面积 0.94hm²，其中稻城县占地约 0.54hm²，乡城县占地约 0.40hm²。

11、工程占地面积：项目共计占用土地面积 4.68hm²，其中永久占地 1.84hm²，施工临时占地约 2.84hm²；占地类型主要为草地、林地和公共管理与公共服务用地；占地面积中，稻城县占地 2.71hm²，乡城县占地 1.97hm²。

12、土石方平衡：土石方挖填总量 1.08 万 m³，其中挖方 0.54 万 m³，基础回填及塔基占地区域就地回铺 0.54 万 m³，项目挖方利用率 100%。项目共计剥离表土 0.27 万 m³，剥离草皮 0.16 万 m²，回覆表土 0.27 万 m³，回铺草皮 0.16 万 m²，项目表土及草皮利用率为 100%。

1.1.2 自然简况

项目区内总体地貌类型为高山地貌，线路沿线海拔在 2771m~4838m，相对高差一般在 1000~1300m。项目涉及的稻城县属大陆性季风高原型气候区，多年平均气温 8.2℃，≥10℃积温为 2066.5℃，多年平均蒸发量 1175mm，多年平均降水量 633.6mm，多年平均无霜期 113 天，多年平均风速 2.9m/s，主导风向为 S，6~9 月为雨季，最大冻土深度 0.8m。5 年一遇 10min 的降雨强度为 10.6mm。项目涉及的乡城县属大陆性季风高原型气候区，多年平均气温 10.7℃，≥10℃积温为 2979.9℃，多年平均蒸发量 2178mm，多年平均降水量 501mm，多年平均无霜期 146.6 天，多年平均风速 2.8m/s，主导风向为 SSE，6~9 月为雨季，最大冻土深度 0.8m。5 年一遇 10min 的降雨强度为 9.3mm。项目沿线土壤主要为山地棕壤土、山地棕色针叶林土或灰化土、亚高山草甸土和高山草甸土，土层厚度在 20~50cm 之间，抵抗冲刷的能力较差。项目区植被类型属青藏高原高寒植被区，林草覆盖率约 76%，植被盖度约为 63%。项目区地层主要为第四系全新统坡残积层（Q₄^{dl+el}）砾砂，下伏基岩为三叠系上统拉纳山组（T₃l）板岩、变质砂岩，局部地段分布有少量的侵入岩（γ）

1 综合说明

花岗岩。工程区Ⅱ类场地 50 年超越概率 10%的基本地震动峰值加速度为 0.10g，相对应地震烈度为Ⅶ度；地震动反应谱特征周期为 0.45s，按《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）（2024 年版），抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

稻城县和乡城县均位于青藏高原区—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。项目区土壤侵蚀强度以轻度水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值 600t/(km²•a)，区域容许土壤流失量为 500t/(km²•a)。项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区；同时，项目区内无自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地、文物、古迹等。根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170 号）；经查询，项目区不在国家或省级划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内，但本项目位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区。

1.2 项目水土保持评价结论

1.2.1 主体工程选址（线）评价结论

本项目的建设符合国家产业政策，符合稻城县和乡城县国土空间总体规划，通过逐条对照水土保持法、青藏高原生态保护法、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的分析评价，本工程选址不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不在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，未占用国家确定的水土保持长期地面观测站，工程建设区不在生态红线范围内，工程不设置取土（石、料）场及弃渣场，本工程水土保持限制因素为工程区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区内，通过采取适当提高防护标准、优化建设方案及施工工艺、加强施工管理等措施，严格控制扰动地表和植被损坏范围，最大限度的保护现有土地和植被，能有效控制和项目建设可能造成的水土流失，减少新增流失。从水土保持角度评价，项目建设选址合理可行。

1.2.2 建设方案与布局评价结论

1、本项目塔基采取了不等的高低腿基础，主体设计采取掏挖、挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了开挖扰动面积及挖填土石方量；采取了高跨和加大水平档距的设计，减少了塔基数量，相应减少了扰动破坏。建设方案合理可行，符合水土保持要求。

1 综合说明

2、经过林区的线路的铁塔增加了呼称高，尽量减少了对林区植被的影响。

3、线路采取无人机放导线，减少了架线施工的扰动破坏；基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。

4、本项目线路曲折系数 1.49 适中，建议主体设计下阶段设计进一步复核地形、地质等因素，复核线路是否可进一步优化路径。

5、项目区位于地方水土流失“两区”内，主体设计将塔基截排水沟标准由 3 年一遇 10 分钟短历时设计暴雨提高一级，即 5 年一遇 10 分钟短历时设计暴雨设计，满足相关要求。

7、本项目位于高海拔地区，植被恢复以撒播灌草为主，符合项目的实际情况。在设计水平年，项目林草植被覆盖率可到达 95%，水土流失防治目标林草覆盖率为 18%，远远超出了标准的目标值，符合水土保持要求。

8、本工程位于青藏高原区，主体设计对占用草皮区域采取了剥离及利用措施，设计方案合理，但未考虑草皮的堆存保护措施，本方案将进行补充设计。主体设计未考虑围挡措施及保护原有地表植被的措施，本方案将补充拦挡、隔离铺垫等保护原有地表植被的措施。工程植物措施草种采用垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦，灌木种子采用匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿为占地区的乡土草种，草籽选择合理。主体设计对基础采取了防冻害措施，并加入抗冻剂，冬季施工采取用草帘覆盖保温或用蒸汽加热保温的方法防冻害，防护措施考虑了冻害影响，建设方案合理。

1.3 表土资源保护与利用

1.3.1 表土资源调查与评价结果

本项目表土及草皮资源调查范围 4.68hm^2 （即工程征占地范围），布设调查点位 17 处，其中项目区 0.16hm^2 （可剥离表土范围）分布有表土及草皮资源，表土厚度 $0.10\text{m}\sim 0.15\text{m}$ ，草皮厚度 $0.10\text{m}\sim 0.15\text{m}$ ；经调查检测，项目区表土资源质量等级为 III 类，可剥离表土有机质含量一般、厚度适宜，具备剥离条件，表土剥离可行。

1.3.2 表土保护利用方案

1、塔基及塔基施工临时占地区

塔基及塔基施工临时占地区扰动破坏地表相对较少，其中塔基永久占地区域主要为开挖扰动，根据项目特点，施工前期对塔基永久占地区域进行表土剥离，表土剥离后装袋临时堆存于塔基施工临时场地内，每基铁塔临时堆土堆存时间控制在半

1 综合说明

月内，堆置时间较短，基础工程完工后用于塔基回覆；同时，对占用草地的塔位在表土剥离前需先进行草皮剥离，剥离后的草皮分层码放在塔基施工临时场地内。塔基及塔基施工临时占地区扰动破坏地表相对较少，其中塔基施工临时场地在施工期间主要为占压扰动，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，表土不进行剥离，拟采取铺设草垫的方式对地表进行保护。

2、牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区

牵张场及跨越施工场地区在施工期间主要为占压扰动，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，表土不进行剥离。

3、间隔扩建工程区

根据现场调查，间隔扩建工程区主要扰动区域为已建乡城县硕曲河硕中水电站变电站设备布设区域，场地现状主要为碎石铺设区域和场内硬化道路区域，无表土可剥离。

经统计，本项目拟剥离表土面积 1.83hm²，平均剥离厚度 0.15m，剥离表土总量约 0.27 万 m³。采用草垫隔离保护表土面积 2.84hm²，预计可保护表土数量约 0.43 万 m³。

1.3.3 表土及草皮堆放场布设

本工程为输电线路工程，表土和土石方就近分类堆放在各施工点位临时占地内，堆土区域占地已纳入施工临时占地计列，不单独设置临时堆土场。

为保护生态环境和表土，并与一般土石方进行区分，本项目各塔基剥离的表土全部就近装袋堆存在塔基施工临时场地内，堆放时常半月内。根据测算，本项目共需堆放表土 0.27 万 m³，折合松方约 0.35 万 m³，单基铁塔平均堆放表土约 17.6m³，堆存面积约 23m²，土袋采取“错缝叠压”呈“品”字型码放，单条土袋装土后尺寸为 70×40×20cm（长×宽×厚），平均堆放长度约 14m，堆放宽度 1.6m，堆放层数 6 层，每层堆放高度 20cm，最大堆高 1.2m。

为保护草甸资源，项目施工前须对占用草地塔位（N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135）进行草皮剥离，剥离总面积约 0.16 万 m²，单基铁塔剥离面积约 80m²，草皮剥离后就近堆放在塔基施工临时场地空地内，堆存面积约 10m²，堆放时常半月内，堆放宽度 2m，分 4~5 层堆放，层高不高于 20cm，草皮顶部采用无纺布苫盖。

1.4 弃渣场选址与堆置

本项目不涉及集中弃渣场或临时堆土场。

1.5 水土流失预测结果

1、本项目建设拟占用土地总面积约 4.68hm^2 ，扰动地表面积为 4.68hm^2 ，损毁植被面积 4.67hm^2 。

2、施工期及自然恢复期间，水土流失预测时段内水土流失总量约为 675t ，新增流失量约为 563t 。新增水土流失量中，施工期新增水土流失量约 141t ，占新增水土流失总量的 25% ；自然恢复期新增水土流失量约 422t ，占新增水土流失总量的 75% 。经分析，自然恢复期较施工期新增水土流失占地较大的原因主要是自然恢复期年限较长，但实际施工期水土流失强度大。因此，施工期是水土流失防治和监测重点时段。

塔基及塔基临时施工占地区、牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区和间隔扩建工程区施工期新增水土流失量分别为 120t 、 7t 、 13t 和 0.3t ，分别占施工期新增水土流失总量的 85.1% 、 5.0% 、 9.2% 和 0.7% 。因此，塔基及塔基临时施工占地区为重点监测和防治区域。

3、工程建设过程，工程开挖、填筑形成的边坡，表土（回填土）的临时堆存，扰动破坏后造成地表的植被破坏，在降雨作用下，水土流失将成倍增加，若不加以治理极有可能对工程施工安全及运行、水土流失治理难度、土地资源的破坏和当地生态环境造成重大影响。

1.6 水土流失防治

1.6.1 水土流失防治责任范围及目标

1、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），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）以及其他使用与管辖区域。本项目水土流失防治责任范围为建设区范围，水土流失防治责任范围共计 4.68hm^2 ，其中稻城县防治责任范围面积 2.71hm^2 ，乡城县防治责任范围面积 1.97hm^2 。

1 综合说明

表 1.6-1 水土流失防治责任范围表

行政区域	项目	防治责任范围				占地性质		
		林地	草地	公共管理与服务用地	小计	永久	临时	小计
稻城县	塔基及塔基施工临时占地	1.72	0.25		1.97	1.05	0.92	1.97
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.12		0.20		0.20	0.20
	人抬道路	0.38	0.16		0.54		0.54	0.54
	小计	2.18	0.53		2.71	1.05	1.66	2.71
乡城县	塔基及塔基施工临时占地	1.36	0.10		1.46	0.78	0.68	1.46
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.02		0.10		0.10	0.10
	人抬道路	0.28	0.12		0.40		0.40	0.40
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	小计	1.72	0.24	0.01	1.97	0.79	1.18	1.97
合计	塔基及塔基施工临时占地	3.08	0.35		3.43	1.83	1.60	3.43
	牵张场及跨越施工场地	0.16	0.14		0.30		0.30	0.30
	人抬道路	0.66	0.28		0.94		0.94	0.94
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	合计	3.90	0.77	0.01	4.68	1.84	2.84	4.68

2、水土流失防治目标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）相关规定，本项目水土流失防治标准定为青藏高原区一级标准。

经对防治指标进行修正后，本项目施工期水土流失防治指标为：渣土防护率 85%、表土保护率 90%；设计水平年水土流失防治指标为：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%。

表 1.6-2 水土流失防治目标表

防治指标	标准规定值		修正		采用标准值	
	施工期	设计水平年	土壤侵蚀强度	位于“两区”	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	≤1.0		-	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

1.6.2 水土流失防治分区及措施

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）第 4.1.3 条：设计水平年应为主体工程完后的当年或后一年，根据主体工程完时间和水土保持措施施工进度安排等综合确定。本项目计划于 2026 年 9 月开工，2027 年 6 月完工。因此，本方案的设计水平年为主体工程完工当年，即 2027 年。

1 综合说明

根据水土流失防治分区原则和方法，本项目的防治责任范围分为塔基及塔基施工临时占地区、牵张场及跨越施工场地地区、人抬道路区和间隔扩建工程区等 4 个防治区。项目各防治分区水土保持措施布设和工程量如下，除特殊备注外其余为方案新增措施：

1、塔基及塔基施工临时占地区

塔基及塔基施工临时占地区水土流失主要来源于塔基工程基础开挖时堆放的回填方、表土（草皮）、人为和机械扰动等，针对塔基工程施工水土流失特点，施工前，对塔基永久占用草甸土区域进行草皮剥离，剥离后的草皮及表土堆放在塔基施工临时占地区内，以草垫垫底防护；施工期间，对临时堆土采用土袋进行临时拦挡，装土来源于塔基剥离的表土，堆土表面采用无纺布进行临时遮盖，部分塔位（有汇水面）周边布设截排水沟、部分塔位（地形较陡）下坡侧布设挡墙；施工后期塔基区进行覆土整治后回铺草皮、撒播灌草及抚育管理，塔基施工临时占地区进行土地整治后撒播灌草并抚育管理。

工程措施：表土剥离 0.27 万 m^3 （主体已有）、表土回覆 0.27 万 m^3 （主体已有）、截排水沟 22.4 m^3 （主体已有）、挡墙 50 m^3 （主体已有）、土地整治 3.43 hm^2 （方案新增）。

植物措施：草皮剥离 0.16 万 m^2 （主体已有）、草皮回铺 0.16 万 m^2 （主体已有）、撒播灌草 3.43 hm^2 （主体已有）、抚育管理 3.43 hm^2 （方案新增）。

临时措施：铺设草垫 16000 m^2 （方案新增）、无纺布遮盖 3000 m^2 （方案新增）、土袋拦挡与拆除 0.35 万 m^3 （方案新增）。

2、牵张场及跨越施工场地地区

牵张场及跨越施工场地工程区水土流失主要来源于架线施工时，材料、机械、人员对原地表的扰动破坏，针对该区域施工水土流失特点，在牵张场地及跨越施工场地使用前应对拟占地区域采用草垫垫底防护；施工结束后，对扰动区域进行土地整治，对占用林草地区域经土地整治后进行撒播灌草及抚育管理。

工程措施：土地整治 0.30 hm^2 （方案新增）。

植物措施：撒播灌草 0.30 hm^2 （主体已有）、抚育管理 0.30 hm^2 （方案新增）。

临时措施：铺设草垫 3000 m^2 （方案新增）。

3、人抬道路区

人抬道路区水土流失主要来源于人员对原地表的踩踏扰动破坏，破坏程度较轻

1 综合说明

微；针对该区域施工水土流失特点，在施工结束后，对扰动区域进行撒播灌草即可恢复；但撒播时，须用钉耙翻土将草种覆盖，草种撒播后进行抚育管理。

植物措施：撒播灌草 0.94hm^2 （主体已有）、抚育管理 0.94hm^2 （方案新增）。

4、间隔扩建工程区

间隔扩建工程施工期间水土流失主要来源于设备基础及电缆后槽开挖的临时堆土；针对该区域水土流失特点，施工期间，对临时堆土（料）及裸露地表进行临时苫盖；施工后期，间隔扩建场地恢复碎石地坪。

工程措施：碎石地坪 110m^2 （主体已有）。

临时措施：无纺布遮盖 60m^2 （方案新增）。

1.7 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）、《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）等文件，项目可不开展水土保持专项监测，建设过程中建设单位应当依法履行水土流失防治责任和义务。

1.8 水土保持投资及效益分析成果

1、投资估算

项目水土保持总投资 212.61 万元，其中：主体工程已列的水土保持投资 40.62 万元，方案新增水土保持投资为 171.99 万元。水土保持投资中工程措施费为 18.07 万元，植物措施费 32.76 万元，施工临时工程费为 117.43 万元，独立费用为 23.19 万元（建设管理费 15.19 万元，科研勘测设计费 8.00 万元），预备费为 18.08 万元，水土保持补偿费 6.084 万元。

2、水土保持效果分析

本方案实施后，可有效的控制项目施工期及林草恢复期的新增水土流失，减轻项目建设对周边环境的危害，有效的保护和利用项目区内的表土资源，保护及改善项目区的生态环境。方案的实施可治理水土流失面积 4.68hm^2 ，植被建设面积 4.67hm^2 ，预计可减少水土流失量 610t；在设计水平年，水土流失治理度达到 95.2%，土壤流失控制比为 1.1，渣土防护率达到 99%，表土保护率达到 99%，项目区林草植被恢复率达到 95.2%，林草覆盖率为 95%，平均土壤侵蚀模数降为 $450\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，具有较好的生态效益。

1.9 结论

1、本工程的建设符合国家产业政策，工程选址不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期地面观测站，工程不设置取土（石、料）场及弃渣场，本工程水土保持限制因素为工程区位于地方水土流失重点预防区及重点治理区，通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺、加强施工管理等措施严格控制扰动地表和植被损坏范围，最大限度的保护现有土地和植被，能有效控制和项目建设可能造成水土流失，从水土保持角度评价，项目建设是可行的。

2、本工程占地面积符合实际，土石方挖填数量基本合理，建设方案符合相关法律法规、技术标准要求。

3、主体设计对工程措施、植物措施及施工期的水土保持临时措施考虑不足，需补充布置。通过本水保方案补充布置的水土保持工程措施、植物措施以及临时措施，将与主体设计已有的水土保持措施形成完整的水土保持体系，能有效控制因项目建设造成的新增水土流失量。

4、主体设计单位应在批复的水土保持方案基础上，按照有关技术规范进行水土保持措施后续设计，将各项治理措施定点定位，明确施工工序和施工工艺，并将水土保持措施内容和投资纳入主体工程设计文件中。建设单位应重视工程的后续设计工作，在施工图设计阶段以及建设过程中，严格对照《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）变更条件，符合变更条件的应及时开展水土保持变更报告的编制，并报水行政主管部门审批。

5、水土保持措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。施工单位施工时，施工范围要严格控制在工程征占地范围内，严格控制施工人员及施工机械的活动对周边的影响。在施工方案制定时，应充分考虑水土保持的要求，分区分片开挖填筑，以减少开挖及填筑面的裸露时间；施工过程中，严格按监理工程师核定的施工方案进行施工。加强施工管理，按水保方案中的施工管理措施做好水土保持工作，保护周边生态环境。特别是在土石方施工过程中，严禁乱挖乱弃。

6、监理单位应编制水土保持监理报告（季报、年报），作为生产建设项目水土保持设施验收的基础和资料；工作报告主要对水土保持监理工作进行总结，提出存在的重大水土保持问题和解决问题的方法，以及水土保持监理工作计划安排和工作重点；定期归档监理成果。水土保持监理单位应参加水土保持设施验收会，提交水

1 综合说明

水土保持监理总结报告、临时措施的影像资料和质量评定的原始资料。

7、结合本项目实际情况，建设单位可自行开展水土保持监测工作，建设过程中应当依法履行水土流失防治责任和义务。

8、施工结束后，建设单位应及时开展水土保持设施自主验收，验收合格后才能投入使用。

9、建设单位和施工单位应与各级水行政主管部门密切联系，积极向各级水行政主管部门报送相关资料，自觉接受监督和指导，落实好水土保持措施。

2 项目概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 基本情况

2.1.1.1 项目简况

- 1、项目名称：甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程
- 2、建设单位：川西（稻城）新能源发电有限公司
- 3、建设地点：四川省甘孜州稻城县、乡城县
- 4、建设性质：新建
- 5、建设类型：建设类项目
- 6、主要建设内容：

（1）噶通一期 220 千伏升压站~乡城县硕曲河硕中水电站 220 千伏线路工程

线路起于噶通一期光伏区升压站 220kV 出线构架挂线点，止于乡城县硕曲河硕中水电站 220kV 进线构架挂线点，线路曲折系数 1.49，新建单回输电线路路径长度约 75.04km，其中架空段路径长约 75km（其中稻城县路径长约 36.4km，乡城县路径长约 38.6km），电缆路径长约 0.04km（电缆沟长约 8m）。线路新建铁（杆）塔 200 基（其中稻城县 115 基，乡城县 85 基）。同时，本工程随线路架设 2 根 48 芯 OPGW-120 光缆。

（2）硕中水电站 220 千伏间隔扩建工程

主体设计在 2#主变进线间隔和 220kV 硕乡一线间隔之间扩建一个间隔，通过主母线延伸方式，采用户外式 220kV GIS 设备，PT 和避雷器均采用内置式，布置在户外空地内，距离 220kV 出线终端塔较近，出线方式为电缆出线，通过电缆沟引至线终端塔。新增室外 GIS 基础 1 座，支架基础 3 座，新建 1.4×2.0m 电缆沟 8m。扩建场地总占地约 136m²，其中设备及设备基础占地约 13.5m²，恢复室外碎石地坪 110m²，恢复路面 12.5m²。

- 7、工程等级与规模：电压等级 200kV，中型。

- 8、项目所属流域：长江流域

工程投资及资金筹措：项目概算总投资为 18969 万元，其中土建投资 4129.40 万元，其资金来源于建设单位自筹及银行贷款。

项目建设期：项目计划于 2026 年 9 月开工，2027 年 6 月完工，总工期为 10 个

月。

一、基本情况

2.1.1.2 地理位置

甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程起于噶通一期 220 千伏升压站出线构架挂线点，止于乡城县硕曲河硕中水电站 220 千伏进线构架挂线点，线路沿线海拔高度 2771m~4838m，途径甘孜稻城县和乡城县。线路沿线有 S216 和其他公路经过，交通较为便利。项目区地理位置示意图 2.1-1。



图 2.1-1 项目区地理位置示意

2 项目概况

2.1.1.3 依托项目概况

1、甘孜稻城噶通一期光伏发电项目

甘孜稻城噶通一期光伏发电项目位于甘孜州稻城县，项目主要任务为发电，装机容量 200MW，共包含 61 个 3.245MW 光伏方阵和 1 个 2.1MW 光伏方阵，工程全部采用单晶硅双面 630Wp 双面双玻 N 型组件和 300kw 组串式逆变器，采用固定式支架运行方式。项目配套建设 220kV 升压站 1 座（含 20MW/40MWh 电化学储能系统）、箱式变压器 62 台。光伏场区通过 8 回 35kV 光伏集电线路、升压站站内通过 1 回 35kV 储能集电线路将电能汇集于 220kV 升压站 35kV 母线上。项目建成后建成后多年平均年发电量为 380950MWh，多年平均年利用小时数为 1905h。

该项目拟建 220 千伏升压站西南位置为本项目预留出线间隔，相关出线间隔的建设在光伏本体项目中一并建设，本项目可直接利用。

经调查了解，甘孜稻城噶通一期光伏发电项目预计于 2026 年 7 月开工，项目开工前已委托水保方案编制单位编制完成了《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目水土保持方案》，目前该方案完成水土保持技术审查，处于报批阶段。

2、乡城县硕曲河硕中水电站概况

乡城县硕曲河硕中水电站位于乡城县，属于“四川硕曲河乡城水电站工程”建设内容，经调查了解，四川硕曲河乡城水电站工程于 2009 年 1 月开工建设，2013 年 12 月建成，项目主要建设内容有挡水建筑物、泄水建筑物、引水建筑物和地面式发电厂房及变电站组成，电站总装机容量 120MW，安装 3 台单机容量为 40MW 的水轮发电机组等组成。

经调查了解，乡城县硕曲河硕中水电站变电站目前进出线间隔 3 个，1#至娘拥，2#至乡城 I 线，3#至乡城 II 线。本项目 220 千伏送出工程间隔主要在 2#主变进线间隔和城 I 线之间扩建一个 220 千伏 GIS 间隔设备，通过主母线延伸方式采用户外式 220 千伏 GIS 设备电缆出线，通过电缆沟引至线终端塔。

项目建设前，建设单位（大唐四川水电开发有限公司）委托北京国电水利电力工程有限公司于 2007 年 12 月编报了《四川硕曲河乡城水电站工程水土保持方案报告书》（报批稿），并于 2008 年 1 月取得了四川省水利厅水土保持方案报告书批复，批复文号“川水函〔2013〕73 号”。项目建设期间，因工程调整，建设单位委托中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司编制了《四川硕曲河乡城水电站工程水土保持方案调整报告书》（报批稿），并于 2013 年 7 月取得四川省水利厅对调整报告

2 项目概况

的批复，批复文号“川水函〔2008〕1082号”。项目建成后，建设单位委托四川蜀水生态环境建设有限责任公司编制了水土保持设施技术评估报告，并通过了水土保持设施验收，四川省水利厅以“川水函〔2016〕463号”印发了该项目水土保持设施验收鉴定书的函，同意水土保持设施通过竣工验收。



图 2.1-2 乡城县硕曲河硕中水电站变电站现状

2.1.2 项目组成及工程布置

根据主体设计，本项目主要由 220kV 线路工程（含通信线路工程）和乡城县硕曲河硕中水电站变电站间隔扩建工程组成。

2.1.2.1 220 千伏线路工程

1、路径方案

线路从拟建嘎通一期光伏区升压站 220kV 构架侧起，向南出线经巨龙乡达翁、索松，噶通镇打绒纳格，在妖塔处跨越已建 110kV 稻香线、35kV 城香线后至安久米龙附近，右转沿山脊经木拉乡学禾，至巴多附近，穿越 500kV 乡水一二线、拟建 500kV 乡水三线经波英纳贡后再穿越 500kV 乡水一二线、拟建 500kV 乡水三线，与 500kV 乡水一二线同通道经青德镇打朗鼓、麦则、至仁堆村后，向北沿山脊经 500kV 乡城变电站、热差卡村、香巴拉镇边边哨村，跨越已建 110kV 尼稻南、北线后至乡城硕曲河硕中水电站。

线路路径长度约为 75.04km，其中架空长约 75km（10mm 冰区 22.7km，15mm 冰区 34.13km，20mm 冰区 18.17km），电缆长约 0.04km，新建铁塔 200 基（含钢管

2 项目概况

杆 1 基），曲折系数为 1.49。



图 2.1-3 线路路径方案图

2、铁塔型式与数量

10mm 冰区直线塔主要选用 ZB112、ZB113、ZB115 酒杯型直线塔，转角塔主要选用 GJ111、GJ112、GJ113，终端塔选用 DGJ 钢管杆。

15mm 冰区直线塔主要选用 ZBC211、ZBC212、ZBC213 酒杯型直线塔，转角塔主要选用 GJC211、GJC212。

20mm 冰区直线塔主要选用 ZBC211B、ZBC212B、ZBC213B 酒杯型直线塔，转角塔主要选用 GJC211B、GJC212B。

经统计，本项目共使用各类铁塔总量为 200 基，其中钢铁塔 199 基，钢管杆 1 基；各类铁塔位于稻城县约 115 基，乡城县 85 基；铁塔型式及数量详见下表。

表 2.1-2 铁塔型式及数量一览表

冰区	铁塔型式	铁塔型号	呼高 (m)	根开 (m)	数量 (基)	占地 (m ²)
10mm	直线塔	ZB112	27	6.5	1	56.3
			30	6.8	2	121.7
			33	7.1	4	262.4
			36	7.4	5	352.8
			39	7.8	2	154.9
			42	8.2	2	169.3
		ZB113	33	7.2	3	201.7
			36	7.6	1	74.0
			39	8	1	81.0
			42	8.4	1	88.4

2 项目概况

冰区	铁塔型式	铁塔型号	呼高 (m)	根开 (m)	数量 (基)	占地 (m ²)
		ZB115	54	9.2	2	208.1
			30	7	2	128.0
			33	7.3	2	137.8
			39	8.2	1	84.6
			42	8.6	1	92.2
			45	8.9	3	294.0
	耐张塔	GJ111	30	7	5	320.0
		GJ112	27	6.8	2	121.7
			30	7.3	7	482.2
		GJ113	27	6.9	1	62.4
			30	7.4	3	211.7
	终端塔	DGJ	30	1.55	1	2.4
	小计	/	/	/	52	3707.5
15mm	直线塔	ZBC211	21	7	1	64.0
			27	7.5	3	216.8
			30	7.8	8	619.5
			33	8.2	5	423.2
			36	8.5	6	541.5
			39	8.8	2	192.1
			42	9.1	1	102.0
		ZBC212	27	7.4	2	141.1
			30	7.8	4	309.8
			36	8.5	4	361.0
			39	9.2	3	312.1
			42	10.2	1	125.4
			45	11.5	2	312.5
		ZBC213	21	7.8	1	77.4
			27	8.2	2	169.3
			30	8.5	2	180.5
			33	8.9	3	294.0
			36	9.2	2	208.1
			45	12.5	1	182.3
	耐张塔	GJC211	21	7.5	2	144.5
			24	7.8	2	154.9
			27	8.2	4	338.6
			33	8.5	5	451.3
			36	9.2	2	208.1
		GJC212	21	7	1	64.0
			24	7.3	3	206.7
			27	7.6	2	147.9
			33	9.1	2	204.0
	小计	/	/	/	76	6752.5
20mm	直线塔	ZBC211B	21	7.5	1	72.3
			27	7.8	5	387.2
			30	8.5	1	90.3
			33	9.2	5	520.2

2 项目概况

冰区	铁塔型式	铁塔型号	呼高（m）	根开（m）	数量（基）	占地（m ² ）	
			36	9.6	7	786.5	
			39	10.8	2	278.5	
			42	13.6	3	639.5	
		ZBC212B	30	8.1	1	82.8	
			33	8.6	2	184.3	
			36	9.1	4	408.0	
			39	10.1	2	246.4	
			45	14.6	1	243.4	
			ZBC213B	21	8.1	1	82.8
				24	8.6	3	276.5
		27		8.9	2	196.0	
		30		9.2	2	208.1	
		36		9.8	1	116.6	
		39	12.2	2	348.5		
		耐张塔	GJC211B	21	7.8	1	77.4
				24	8.6	2	184.3
				27	9.1	6	612.1
				30	9.4	5	540.8
	33			10.5	3	396.8	
	GJC212B		21	7.7	3	227.1	
			24	8.1	1	82.8	
			27	8.4	4	353.4	
		33	9.5	2	220.5		
	小计	/	/	/	72	7863.0	
合 计		/	/	/	200	18323.0	

3、基础规划与设计

根据主体设计，本项目根据塔位位置及地质条件拟采用直式板式基础、挖孔桩基础、灌注桩基础；在塔腿最大使用级差不能满足要求的特殊情况下，采用“高低腿”的形式减少塔基开挖和占地。

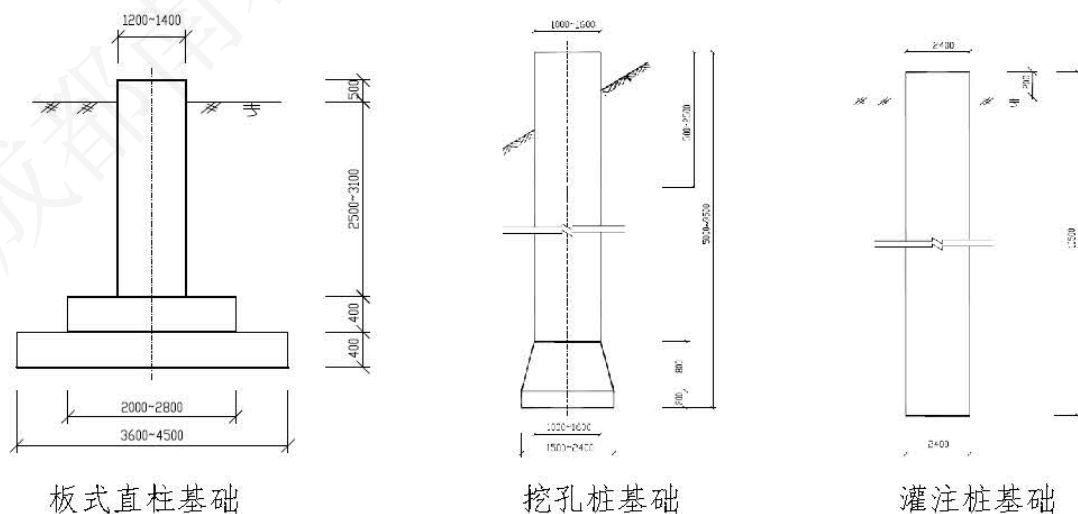


图 2.1-4 基础一览图

2 项目概况

4、塔基（截）排水

根据主体设计，位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水。对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统。排水沟采用 M10 浆砌石，排水沟为矩形断面，断面尺寸为：40cm×40cm，衬砌厚 0.30m，工程量为 40m/22.4m³。

5、塔基边坡及防护

根据主体设计资料，本工程需在部分塔基处修建挡土墙进行防护，挡墙采用 M10 浆砌块石，挡土墙型号、规格、尺寸等均按常规方法估列。主体工程设计挡土墙采用 M10 浆砌块石，工程量暂列为 M10 浆砌块石 50m³。

6、线路交叉跨越情况

根据主体设计，线路工程不涉及“三跨”区段，本项目主要的交叉跨越见下表。

表 2.1-3 线路工程主要跨（钻越）越情况

被跨越物	跨越次数	备注
500kV 电力线	4	钻越
110kV 电力线	2	跨越
35kV 电力线	1	跨越
10kV 电力线	1	跨越
公路	9	临时封道
乡村路	17	临时封道

2.1.2.2 乡城县硕曲河硕中水电站变电站间隔扩建工程

1、变电站站址概况及总体布置

硕中水电站位于四川省甘孜州乡城县境内，为硕曲河干流乡城、得荣段“一库六级”梯级开发方案的第三个梯级电站，电站装机 3 台，总装机 120MW，设计年利用小时数 4145 小时，多年平均年发电量 5.453 亿 kWh，3 台机组于 2014 年 10 月全部投产发电。硕中水电站出线电压等级为 220kV，出线回路为双回，由硕中水电站 220kV 硕乡一线、硕乡二线接入川藏联网 500kV 乡城变电站，供电四川主网。

硕中水电站 220kV 配电装置均布置在 GIS 开关楼，GIS 楼长 66m，宽 12m，共计一层，220kV GIS 配电装置室地面海拔高度为 2759.90m，GIS 开关楼左侧为 220kV GIS 配电装置，右侧为 110kV GIS 配电装置，在 GIS 开关楼北侧和南侧有块空地，分别为 110kV、220kV GIS 配电装置架空出线。

GIS 开关楼室内为 110kV、220kV GIS 配电装置设备，110kV GIS 间隔 3 个，分别为：110kV 乡城变电站 1#、110kV 乡城变电站 2#、玛依二级电站；220kV GIS 间

2 项目概况

隔 3 个，分别为：220kV 硕拥线、220kV 硕乡一线、220kV 硕乡二线。



图 2.1-5 GIS 楼现状

2、GIS 室平面布置方案

主体设计在 2#主变进线间隔和 220kV 硕乡一线间隔之间扩建一个间隔，通过主母线延伸方式，采用户外式 220kV GIS 设备，PT 和避雷器均采用内置式，布置在户外空地内，距离 220kV 出线终端塔较近，出线方式为电缆出线，通过电缆沟引至线终端塔。

3、间隔扩建主要土建内容

新增室外 GIS 基础 1 座，支架基础 3 座，新建 $1.4 \times 2.0\text{m}$ 电缆沟 8m。扩建场地总占地约 136m^2 ，其中设备及设备基础占地约 13.5m^2 ，恢复室外碎石地坪 110m^2 ，恢复路面 12.5m^2 。

4、供排水系统

依托电站原有供排水系统，本次不涉及。

2.2 施工组织

2.2.1 施工生产生活区

1、生活区布置

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

2、材料站设置

本工程拟设置主要材料站 4~6 处，以满足线路的施工材料供应要求。根据主体设计，拟在现场附近租用农民院落、院坝作为材料站，使用完毕后交还权利人，不新增临时占地。

2 项目概况

3、塔基施工临时占地

塔基施工主要利用塔下永久占地，为满足施工期间放置器材、材料、临时堆放开挖土石方、混凝土加工场及组塔施工场地等，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，结合本工程地形条件和施工实际需要，每处塔基需施工临时占地面积在 $60\sim 100\text{m}^2$ ，塔基数量 200 基（稻城县约 115 基，乡城县约 85 基），总占地面积约 1.60hm^2 ，其中稻城县占地约 0.92hm^2 ，乡城县占地约 0.68hm^2 。

4、牵张场设置

本工程导线、地线架设采用张力放线，牵张场需设置在地势较缓地带，平均每 $6\sim 8\text{km}$ 设置一处。根据主体设计资料，本工程设置牵张场共计 12 处（稻城县约 7 处，乡城县约 5 处），每处场占地面积约 200m^2 ，总占地面积为 0.24hm^2 ，其中稻城县占地约 0.14hm^2 ，乡城县占地约 0.10hm^2 。

5、跨越施工场地

①跨越配电线路：线路沿线遇 10kV 及以下线路时直接跨越；沿线遇 $35\sim 110\text{kV}$ 配电线路时采用高塔跨越，架线时在被跨越线两侧用脚手架钢管搭建简易“高架桥”，将导线由桥面拖拽过被跨线后牵张拉线；沿线遇。根据设计，本工程需跨越 3 处（均在稻城县），每处占地面积约 200m^2 ，总占地面积约 0.06hm^2 。

②跨越公路（铁路）：线路在跨越车流量较大的高速、省道（铁路）、县道时，在道路两侧搭脚手架，然后导线从脚手架上方通过，同时用牵张机进行放线，跨越其他道路不设跨越场地。本工程主要跨越 S216 和一般道路，由于工程路段车辆通行数量较少，跨越施工时间相对较短，在跨越时采取临时断道施工。因此，本项目不设跨越公路施工场地。

③跨河、水库：本工程线路跨越河流、水库时采用船只渡河放线或飞艇放线的方式跨越，不设置跨越施工场地。

④跨越林区：线路部分区段跨越集中林区，线路走线优先采用高塔跨越，尽量减少林木砍伐，导线展放期间，在跨越密集林区时可考虑采用无人机空中放线的方式进行跨越。

2.2.2 施工道路

项目区内以汽车运输为主，拟建塔位可利用现有 S216、县道、乡道、村道和防火通道等将材料运至现场，整体交通条件良好，基本能满足项目建设对道路运输的要求；对部分塔位不能到达的位置需整修人抬道路到达塔位。根据主体工程设计及

2 项目概况

现场踏勘情况，人抬道路主要零星分布在线路经过林区段，施工区除原有人走小道以外需新建人抬道路约 9.4km（稻城县约 5.4km，乡城县约 4.0km），规划人抬道路宽度 1.0m，人抬道路属于临时占地，占地面积 0.94hm²，其中稻城县占地约 0.54hm²，乡城县占地约 0.40hm²。

2.2.3 施工用水、用电等

本项目施工用水相对较小，用水可就近从河流、沟渠取水；施工用电由施工单位自备柴油发电机解决。

工程所在区域网络覆盖程度较高，施工通信采用当地电信、移动等通信公司提供的通讯线路的方式解决。

本工程所需的砂石料从周边等有合法开采手续的采砂、石场购买，相应的水土保持防治责任在购买合同中明确由砂石场负责。

2.2.4 施工工艺及方法

本项目施工方法简单，总体而言，主体工程施工一般采用机械施工为主，人工施工为辅。

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基础施工期。

1、基础施工流程大体如下：

①塔基开挖；

②开挖接地槽；

③绑扎钢筋、浇注基础混凝土，埋接地线材；

④ 基坑回填，弃土。严禁将降基面及基坑开挖的弃土就地置于塔位下坡方向，以防止弃土滑坡破坏塔位下坡方向自然地貌，危及塔基安全。

2、组塔

对一般钢铁塔，当塔基础混凝土强度达到设计值的 70%以上后，便可在塔位上组装铁塔组件成塔。本阶段在塔基区仅存在从加工厂运来的铁塔组件的堆放、组装，在搬运过程对地面略有扰动，造成的水土流失轻微。对钢管杆，待砼强度达到设计值后，对杆塔采用汽车吊装，杆塔与基础之间采用法兰盘连接，汽车吊装过程中应符合立杆及其他要求。

3、放紧线和附件安装

架线施工的主要流程：施工准备——放线——紧线——附件及金具安装。

2 项目概况

间隔扩建工程主要为基础开挖与浇筑、电器设备安装和场地碎石铺装等，均为常规施工工艺。

4、草皮剥离及回铺、表土剥离及回覆

(1) 草皮剥离

用白灰放样出草皮切割的范围和大小，一般为 $0.3\times 0.3\text{m}$ 或 $0.5\times 0.5\text{m}$ ；纵横向切割草皮时，应保证所取草皮厚度大于根系埋入地下深度，确保根系的完整性；草皮下的土层应同时剥离，本工程取 10~15cm 厚，确保养护期的营养和水分贮存。

(2) 草皮养护

①草皮堆存位置：草皮堆放时选择背风面、地势平坦的地段，同时在草皮表面用防风透气的无纺布进行覆盖，避免大风带走蓄含水分，保证草皮存活。

②草皮堆置方式：草皮采取重叠堆放，最大堆存层数不超过 4 层，并在草皮堆场顶部采用无纺布苫盖，草皮与草皮之间的接缝处，需用掘取草皮后的表土塞填，塞填时，保证草皮与草皮之间要塞实，保证草皮之间的链接和防治水分的蒸发。可有效的改善草皮附着土壤的通气条件，提高土壤的透水性与透气性。

③草皮养护：叠置存放草皮时，在每层表面上浇水，以保持湿润。草皮存放期间根据气候、土壤含水量等进行适时洒水养护，特别是最下层的草皮更需洒水养护，必要时，可在水中添加草皮生长所需的肥料，帮助草皮度过脆弱的保存期。夏季光照强，需用加厚遮阳网遮盖草皮，防止草皮晒死；冬季寒冷，需用无纺布遮盖，预防霜冻。

(3) 草皮回铺

草皮回铺前，需在回铺基底面上铺一层原剥离的表土，在表土里掺和一些适宜所选草类生长的有机肥及化肥，并洒水使表土层保持湿润，再回铺草皮；根据草皮堆存期间生长情况，选取已成活的草皮，草皮在搬运过程中，应轻取轻放，不能随意切割草皮，以保证草皮的完整性，搬运后及时回铺，最好不要过夜，以防止草皮裸露出根系被冻死和水分蒸发；回铺时顶面要平顺，草皮块厚度不一时，用其底下的表土层找平，草皮块与块之间的缝隙用表土填塞，填塞时，草皮与草皮间一定要塞实，起到根部保湿和土壤衔接的作用；草皮移植回覆区域后，要禁牧管理，防止人员踩踏，防止牛羊啃食。回铺后的草皮处于较脆弱的恢复期，应尽量做到一次铺设到位，减少回铺后对草皮的扰动，根据实际环境条件和回铺草皮生长发育的季节需要，适时对其进行施肥、浇水等养护，以满足其对营养和水分的需求。回铺后恢

2 项目概况

复较差的区域可相应延长养护期限，使其恢复生长，促使其及时返青。

5、表土剥离及回覆

表土剥离及回覆主要采用机械作业结合人工完成，用推土机结合人工将表层熟土剥离，剥离厚度为 15~25cm，表土剥离后集中堆放，待工程建设后期场地绿化覆土利用。堆放场地应设临时拦挡设施，堆土坡面应用防雨布覆盖。施工后期，用推土机或人工将表土回铺到植被恢复区域。

2.3 工程占地

根据主体设计及施工组织，本工程用地主要由塔基及塔基施工临时占地工程、牵张场及跨越施工场地工程、人抬道路工程和间隔扩建工程占地等组成。

1、塔基及塔基施工临时占地

本工程共设塔基200基，铁塔工程占地根据塔基工程设计确定的铁塔基础形式、地形等条件，同时结合现场查勘情况后，主体设计其永久占地按（根开+1）²计算，本项目塔基占永久地约1.83hm²，其中稻城县占地约1.05hm²，乡城县占地约0.78hm²。

塔基施工临时占地主要为塔基施工过程中的塔基附近临时堆土、堆放材料等的占地，平均每处占地60~100m²，占地面积约1.60hm²，其中稻城县占地约0.92hm²，乡城县占地约0.68hm²。

因此，塔基及塔基施工临时场地总占地3.43hm²，其中塔基永久占地1.83hm²，塔基施工临时占地1.60hm²。总占地面积中，稻城县占地约1.97hm²，乡城县占地约1.46hm²。

2、牵张场及跨越施工场地工程占地

根据施工组织，本项目设置牵张场地12处，跨越施工场地3处，共计占地约0.30hm²，其中稻城县占地约0.14hm²，乡城县占地约0.10hm²。

3、人抬道路占地

根据施工组织，本项目需新建人抬道路约9.4km，道路宽约1.0m，新增临时占地约0.94hm²，其中稻城县占地约0.54hm²，乡城县占地约0.40hm²。

4、间隔扩建工程占地

根据主体设计，硕中水电站220kV 220kV 配电装置场地内间隔扩建工程主要为GIS设备及电缆沟占地，占地约0.01hm²。

综上，本项目共计占用土地面积 4.68hm²，其中永久占地 1.84hm²，施工临时占

2 项目概况

地约 2.84hm²；占地类型主要为草地、林地和公共管理与公共服务用地；占地面积中，稻城县占地 2.71hm²，乡城县占地 1.97hm²；详见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程占地面积统计表

行政区域	项目	占地类型				占地性质		
		林地	草地	公共管理与服务用地	小计	永久	临时	小计
稻城县	塔基及塔基施工临时占地	1.72	0.25		1.97	1.05	0.92	1.97
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.12		0.20		0.20	0.20
	人抬道路	0.38	0.16		0.54		0.54	0.54
	小计	2.18	0.53		2.71	1.05	1.66	2.71
乡城县	塔基及塔基施工临时占地	1.36	0.10		1.46	0.78	0.68	1.46
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.02		0.10		0.10	0.10
	人抬道路	0.28	0.12		0.40		0.40	0.40
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	小计	1.72	0.24	0.01	1.97	0.79	1.18	1.97
合计	塔基及塔基施工临时占地	3.08	0.35		3.43	1.83	1.60	3.43
	牵张场及跨越施工场地	0.16	0.14		0.30		0.30	0.30
	人抬道路	0.66	0.28		0.94		0.94	0.94
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	合计	3.90	0.77	0.01	4.68	1.84	2.84	4.68

2.4 土石方平衡

经分析，本线路工程土石方主要来源于塔基基础及接地工程开挖；间隔扩建工程土石方主要来源于基础开挖。

经统计，项目土石方挖填总量 1.08 万 m³，其中挖方 0.54 万 m³，基础回填及塔基占地区域就地回铺 0.54 万 m³，项目挖方利用率 100%。根据类似项目经验，本项目塔基开挖的土石方在施工完毕后就地平铺于塔基施工占地范围内，平铺时，石方回铺在下层，土方回铺在上层，平均平铺厚度约 0.20m，平铺后不改变塔基区施工后形成的地形地貌。经土石方挖填平衡后，本项目无弃土产生。。

表 2.4-1 土石方平衡表 单位：万 m³，自然方

项目		挖方			填方			余土处置	
		土方	石方	总量	土方	石方	总量	余土	备注
线路工程	基面施工及塔基础开挖	0.22	0.28	0.50	0.22	0.28	0.50		
	接地槽	0.03		0.03	0.03		0.03		
间隔扩建及电缆工程			0.01	0.01		0.01	0.01		
合计		0.25	0.29	0.54	0.25	0.29	0.54		/

2.5 施工进度

本项目主体工程建设总工期 10 个月，计划 2026 年 9 月开工， 2027 年 6 月完工；

2 项目概况

在进度安排上应尽量减少或避免冬季施工项目，如混凝土工程、钢筋的焊接等。由于工程需要，必须要在冬季施工的项目，需做好防冻保暖措施。浇筑混凝土可以采取用草帘覆盖保温或用蒸汽加热保温的方法，防止混凝土发生冻结，同时对冬季进行大体积混凝土浇筑时更要做好温度监控，防止由于内外温差过大产生裂缝。

2.6 自然概况

2.6.1 地质

2.6.1.1 区域地质构造

工程区地处横断山脉中北端，属青藏高原滇印尼“歹”字型构造体系中部与川滇南北向构造体系归并复合的最北地段，按板块构造划分，工程区位于一级构造单元松潘甘孜地槽褶皱系，二级构造位于义敦优地槽褶皱带，三级构造属义敦地向斜构造单元。区内山势雄伟，河流湍急，宁静山脉、沙鲁里山脉和其间的硕曲河谷，大都走向南北；紧密线状褶皱和迭瓦状断层，亦作南北展布。

区域内构造主要断裂有乡城断层、索让断层、雨洼断层、雨地断层、罗塞断层、从古断层、赤土断层、力英断层、民主乡断层等，走向 $290^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ，为压型冲断层。上述断裂构造仅乡城断裂在早中更新世有过活动，在全新世以来以继承性弱活动或无活动为主，线路周边无全新世活动断裂，线路以大交角穿越多条小型断层，断层对线路的影响小。



图 2.6-1 四川省大地构造分区图

2 项目概况

2.6.1.2 地层岩性

根据本项目岩土工程勘察报告，拟建场址区岩土层主要为有第四系（Q）和三叠系（T）等，沿线地层按由新到老如下：

（1）第四系全新统坡残积层（ Q_4^{dl+el} ）

①砾砂：一般表层土厚度 0.2m，草地植物根系较发育。褐黄、灰黄、灰黑等色，稍湿~湿，以稍密状为主、局部中密状，母岩成份主要为板岩、变质砂岩、花岗岩等，粒径一般 2~60mm，少数大者达 100mm 以上，大于 2mm 的颗粒质量约占总质量的 30%~45%，碎砾石呈棱角状，大小不均匀，磨圆度及分选性差，强风化~中风化为主，砾砂粒间以中、细砂粒和粉粒充填为主。该层较连续分布于场区地表，厚度不一，大部分坡体中、上段较薄，坡体下段近溪（冲）沟区域一般较厚。本次勘察揭示层厚 0.3~6.5m，部分探坑未揭穿此层。

（2）三叠系上统拉纳山组（ T_3l ）

②板岩：为本次勘察主要揭露基岩层。局部夹变质砂岩，范围、规模小，本次未单独列出。板岩主要呈灰、灰黑、青灰色，稍湿，变晶结构，板状构造及变余带状~条带状构造。主要矿物成份主要为石英和绢云母，其次是绿泥石、炭质等。岩层产状主要为 $295^\circ \angle 60^\circ$ 。在钻探深度范围内主要揭露强风化、中风化两个风化带，分述如下：

②1 强风化板岩：组织结构大部分被破坏，节理裂隙极发育，薄-中厚层状构造，敲击声哑，无回弹，手掰易碎，岩芯主要呈碎块状，岩芯采取率约 65%~75%。属软岩，岩体完整程度为破碎，岩石基本质量等级为V级，本层在绝大部分光伏阵列区场地均有分布，层顶埋深不一、大部分较浅，局部地段地表出露，本次勘察在光伏阵列区大部分地段揭示层顶埋深 0.3~2.2m、部分探坑 2.5m 深度内未揭示；在升压站场地揭示层顶埋深 5.2~6.5m，揭示层厚 0.5~1.6m。

②2 中风化板岩：组织结构部分被破坏，层理清晰，裂隙不甚发育，中-厚层状构造，锤击易碎，用镐难挖掘，岩芯钻方可钻进，岩芯主要呈短柱状、柱状、部分长柱状或碎块状，胶结程度较好，岩芯采取率约 80%~90%。属较硬岩，岩体完整程度为较完整，岩体基本质量等级为III级。本层在场区绝大部分地段均有分布，层顶埋深一般较大，厚度大，本次勘察在光伏阵列区勘探深度范围内未揭示，升压站钻孔揭示层顶埋深 6.5~7.0m，未揭穿、最大揭露厚度 3.5m。

2 项目概况

(3) 侵入岩 (γ)

③花岗岩：场区东北侧局部地段分布，本次勘察仅在探坑 TK11 揭露，附近区域局部地表出露，据区域地质资料和现场地质调查，花岗岩岩性等特征描述如下：灰、灰白等色，主要矿物成份为石英、长石、黑云母等。中粗粒结构，块状构造。一般深度范围内主要呈强风化、中风化两个风化带，其中：

③1 强风化花岗岩：组织结构大部分被破坏，节理裂隙较发育，层顶埋深不一、大部分较浅或地表出露，层厚一般 2.0~3.0m。

③2 中风化花岗岩：组织结构部分被破坏，裂隙不甚发育，层顶埋深一般较大，厚度较大。

2.6.1.3 地震

根据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021)和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，场区隶属甘孜州稻城县和乡城县，对应工程区II类场地 50 年超越概率 10%的基本地震动峰值加速度为 0.10g，相对应地震烈度为VII度；地震动反应谱特征周期为 0.45s，按《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010) (2024 年版)，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。

2.6.1.4 水文地质条件

工程区大部分地段地下水贫乏，地下水主要分布于局部地势较低的坡体中下段和谷底的溪沟、季节性冲沟两侧地段。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，场区地下水类型主要为孔隙潜水和基岩裂隙水。

①孔隙潜水：主要以上层滞水和潜水的形式存在，上层滞水主要分布于斜坡地段、坡脚地段的第四系土层中，其水量一般较小，无统一地下水位；潜水主要分布于打朗鼓附近，受大气降水、地表水（夏季融雪）补给为主，并以蒸发、侧向径流等方式排泄，该段的地表水流在不同季节变动剧烈，地下水埋深和水量随季节会出现较大幅度的变动。

②基岩裂隙水：主要赋存于岩层的构造裂隙和风化裂隙之中，以大气降水为主要补给来源，顺裂隙向基岩深部排泄，其富水性及埋深受地形、地层岩性、构造及大气降水直接影响，因岩性差异大，地质构造作用强烈，无统一地下水位。

2.6.1.5 不良地质

根据岩土工程勘察报告，线路塔位不涉及崩塌、滑坡、泥石流、地表塌陷等不

2 项目概况

良地质作用，适宜输电线路建设。但线路塔号 N6 和 N7 之间横跨噶通镇寒洪村亚巴河泥石流，根据地灾建议宜设置地质灾害警示牌，汛期加强泥石流监护排查，宜建立防灾预案。建议施工图阶段根据塔位进一步做好场地详细勘察，为后续设计、施工提供科学数据参考。

2.6.2 地貌

项目区位于四川甘孜州稻城县和乡城县境内，主要为高山地貌，海拔高程约在 2771m~4838m，相对高差一般在 1000~1300m，场地地势较为开阔，线路沿线地表现状主要为林、草地。

2.6.3 气候气象

项目区位于稻城县和乡城县，均属大陆性季风高原型气候区，气温较低，冬季长，无霜期短，降水较少，旱雨季分明，日照丰富，光照强度大，气温随地势呈明显的垂直分布。

根据稻城县气象站 2000~2023 年气象资料统计，多年平均气温 8.2℃，极端最高气温 32℃，极端最低气温-14.3℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 2066.5℃；多年平均蒸发量 1175mm；多年平均降水量 633.6mm，6~9 月为雨季；多年平均相对湿度 58%；多年平均日照时数 2318.5h；无霜期 113d；多年平均大风日数 41d；多年平均风速为 2.9m/s，主导风向为 S；最大冻土深度 80cm。5 年一遇 10min 的降雨强度为 10.6mm。

根据乡城县气象站 2000~2023 年气象资料统计，多年平均气温 10.7℃，极端最高气温 34.4℃，极端最低气温-14.4℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 2979.9℃；多年平均蒸发量 2178mm；多年平均降水量 501mm，5~9 月为雨季；多年平均相对湿度 50%；多年平均日照时数 2164.2h；无霜期 146.6d；多年平均大风日数 64d，多年平均风速为 2.8m/s，主导风向为 SSE；最大冻土深度 80cm，冻土时段主要为 12 月至次年 3 月。5 年一遇 10min 的降雨强度为 9.3mm。

工程区气象特征详见下表。

2 项目概况

表 2.6-1 工程区气象特征表

气象要素		单位	特性值	
			稻城县	乡城县
气温	多年平均	°C	8.2	10.7
	极端最高	°C	32	34.4
	极端最低	°C	-14.3	-14.4
降雨量	多年平均降水量	mm	633.6	501
多年平均蒸发量		mm	1175	2178
5 年一遇 10min 的降雨强度		mm	10.6	9.3
多年平均相对湿度		%	58	50
多年平均日照时数		h	2318.5	2164.2
无霜期		d	113	146.6
多年平均大风日数		d	41	64
多年平均风速		m/s	2.9	2.8
主导风向			S	SSE
最大冻土深度		cm	0.8	0.8

注：气象资料由气象部门提供。

表 2.6-2 稻城县区域暴雨特征值表（四川省暴雨统计参数图集）

历时(h)	雨量均值 (mm)	变差系数 Cv	偏差系数 Cs/ 变差系数 Cv	设计暴雨值(mm)				
				P=50%	P=20%	P=10%	P=5%	P=3%
1/6	8.0	0.50	3.5	6.8	10.6	13.3	15.9	16.2
1	13.0	0.45	3.5	11.7	17.0	20.7	24.5	25.5
6	25.0	0.40	4.0	22.4	31.7	38.2	44.6	49.8
24	38.0	0.33	4.0	35.2	47.2	54.6	62.2	64.3

表 2.6-3 乡城县区域暴雨特征值表（四川省暴雨统计参数图集）

历时(h)	雨量均值(mm)	变差系数 Cv	偏差系数 Cs/ 变差系数 Cv	设计暴雨值(mm)			
				P=20%	P=10%	P=5%	P=3%
1/6	7	0.50	3.5	9.3	11.6	13.9	15.2
1	12	0.48	3.5	15.8	19.6	23.4	25.5
6	25	0.43	3.5	32.4	39.3	46.0	49.8
24	35	0.37	3.5	44.3	52.3	59.9	64.2

2.6.4 水文

项目区所处的稻城县全县水系纵横，稻城河流均属长江流域金沙江水系，三大河流为稻城河、赤土河和东义河，均流入木里县水洛河注入金沙江，一级水功能区为硕曲河理塘、乡城保留区。在高山峡谷中还有终年流水不断的溪沟 60 多条，其中积水面积在 100 平方公里以上的有 12 条。全县河流天然落差大，电力蕴藏量达 22.6 万千瓦，待开发利用。县境内还有大小湖泊（海子）1145 个，面积 3200km²，最大的为兴伊错湖，面积 7.5km²，为常年淡水湖。这些湖泊均在海拔 4000m 以上的县境北部冰蚀地形区，难以直接利用，但为县内河流提供了丰富的水源。稻城河全长 104km，流域面积 1989.6km²，年径流深 0.6-4m，流速 3.5m³/s，年均流量 14.79m³/s，年径流量 16.4 亿 m³。与本项目线路最近的河流为项目区西侧的傍河，傍河是位于四

2 项目概况

川省甘孜州稻城县境内的一条河流，也是当地的一个乡名，它是金沙江的二级支流，河流流经桦林，河床平坦，水流缓慢，与田园、村落等共同构成高原风光。本项目塔位与其高差较大，不受其洪水影响。

项目区所处的乡城县主要有硕曲、定曲、玛依三条河流在县境内总流长 300km，总流量 23.92 亿 m^3 ，一级支流 21 条，有 72 条支沟和众多冲沟，大小海 44 个。硕曲河为长江上游金沙江支流定曲（松麦河）的支流，发源于巴塘东南，经理塘县邓波入境，纵贯沙贡、水洼、尼斯、桑披、青德、青麦、洞松 7 个乡入云南境。境内流长 121 km，流域面积为 1669 km^2 。河流深切，水流湍急，河床平均比降为 7%，多年平均流量为 38.33 m^3/s ，年总径流量为 11.92 亿 m^3 。本项目塔位与其高差较大，不受其洪水影响。

2.6.5 土壤

稻城县地域辽阔，土地资料十分丰富，土壤在水平地带性分布基础上，有明显的垂直变异规律，并与海拔高程基本一致，由于水文、植被、成土母质等条件的变化，不同土类还呈现出复合分布状态，如丘原地貌类型区内有沼泽土。稻城各类土壤分布以垂直分布为主要形式，由于气候、植被、地理位置和山体大小的差异，构成了三条较明显的垂直带谱：俄初山西南面，以红壤上为基带的垂直带谱，俄初山北面、波瓦山以南是山地褐色土为基带的垂直带谱，波瓦山以北是山地棕壤土为基带土壤的垂直带谱。其次是局部地形及成土母质的影响，镶嵌着沼泽土、石灰炭土、潮土等非地带性土壤。全县土壤的垂直带是：冲积土（3400-3500m）、山地褐土（3350-3750m）、山地棕壤土（3600-4200m）、亚高山草甸土（3570-4200m）、高山草甸土（4200-4700m）。

乡城县地域辽阔，全县土壤同样呈垂直带分布，山地黄棕壤主要分布于海拔 1300~2300m 处，土壤表层呈暗棕色，下层为黄棕色；山地褐土主要分布于海拔 1800~2800m 处，土壤呈褐色或棕褐色；山地暗棕壤主要分布于海拔 2300~2800m 处，质地轻壤至中壤；山地棕壤主要分布于海拔 2500~3500m 处，土壤为间棕色，下层黄棕色、棕褐色；山地棕色针叶林土或灰化土主要分布于海拔 3500~4000m 处，山地棕色针叶林土有机质含量虽高，但氮量与磷量均低，碳氮比值增大；亚高山草甸土主要分布于海拔 3900~4100m；高山草甸土主要分布于海拔 3900~4700m 处，其土壤剖面由暗色腐殖质层和棕色母质层组成，其中腐殖质层厚度 10~20cm。

根据调查，本项目范围内海拔 2771~4838m 土壤类型主要为山地棕壤土、山地

2 项目概况

棕色针叶林土或灰化土、亚高山草甸土和高山草甸土。

2.6.6 植被

稻城县林草覆盖率约为 45%，植被群落垂直分布为针阔叶混交林-暗针林-高山灌丛-亚高山草甸-积雪带，水平分布由东向西北森林植被种类成分逐渐减少。针叶林种主要有鳞皮冷杉、鳞皮云杉、铁杉、红杉、高山松、黄果冷杉、高山柏、香柏等；阔叶树种主要有白桦、糙皮桦、山杨、青杨、白杨、五叶子槭、高山栎、女贞、洋槐、大叶桉、高山柳等；灌木丛林常见有紫穗槐、砂生槐、火棘、沙棘、高山杜鹃、高山柳、狼牙刺、白蓟花、野蔷薇、侧柏等；常见草本植物有高山蒿草、黑花苔草、无芒披碱草、尧芒表、矮羊茅、早熟禾、老芒麦、垂穗披碱草等。海拔 1920~2000m 为干热河谷常绿阔叶、落叶阔叶混交林；海拔 2000~2900m 为山地暗针叶林、混交林及灌丛带；海拔 2900~3900m 为亚高山针叶林及灌丛草甸带；海拔 3900~4400m 为高山灌丛草甸带；海拔 4400~4700m 为高山荒漠植被带；海拔 4700~5000m 为高山流石滩植被带；海拔 5000m 以上属于永久冻土带。

乡城县具有丰富的森林资源，境内植被类型为森林、灌丛、草地三种，植被类型垂直结构分布明显。海拔在 2700~3000m 范围内多为高山松、白桦、川滇高山栎等。海拔在 3000~3600m 范围内，主要分布针阔叶混交林和暗针叶林，以云杉、川滇高山栎等为主。海拔在 3600~4000m 范围内以冷杉、云杉为主。4000~4800m 范围内以紫花杜鹃及高山草甸为主。

项目区海拔 2771~4838m，属青藏高原高寒植被，地表现状主要为林、草地，林草覆盖率约为 76%，植被盖度约为 63%。

2.6.7 水土保持敏感区及其他敏感区

根据《全国水土保持区划（试行）》，稻城县和乡城县均属于青藏高原区-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《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007），项目区属于水力侵蚀区，二级区为西南土石山区，区域内容许土壤流失量为 500t/（km²·a）。项目区不属于生态脆弱区。

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170 号），经查询，项目区不在国家划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内。根据四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函〔2017〕482 号），项目区不在省级划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内。根据

2 项目概况

《稻城县水土保持规划（2015-2030 年）》，项目区位于稻城县水土流失重点预防区；根据《乡城县水土保持规划（2015-2030 年）》，项目区位于乡城县水土流失重点治理区。本工程占地不在饮用水水源保护区、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等。项目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，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

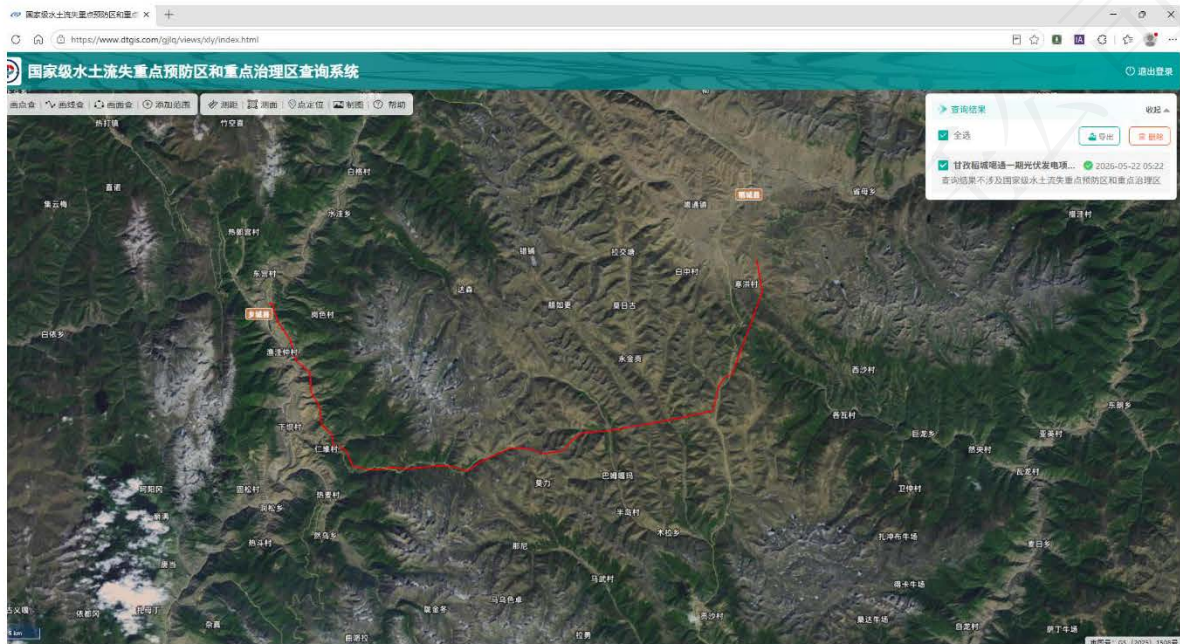


图 2.6-1 水土流失“两区”查询结果截图

根据稻城县林业和草原局路径回函（稻林草函〔2026〕104 号）和乡城县林业和草原局路径回函（乡林草函〔2026〕189 号），本项目拟建的 N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135 号铁塔涉及占用基本草原，N2、N11~N31、N36~N44、N47~N51、N53~N115、N123~N126、N132~N134、N136~N141、N143~N167、N171~N195 涉及占用国家二级公益林，项目开工前应取得林草部门用地手续。根据咨询建设单位，本项目线路铁塔占用林、草永久用地手续已委托四川众晟达科技有限公司正在办理，手续取得前不得开工建设。

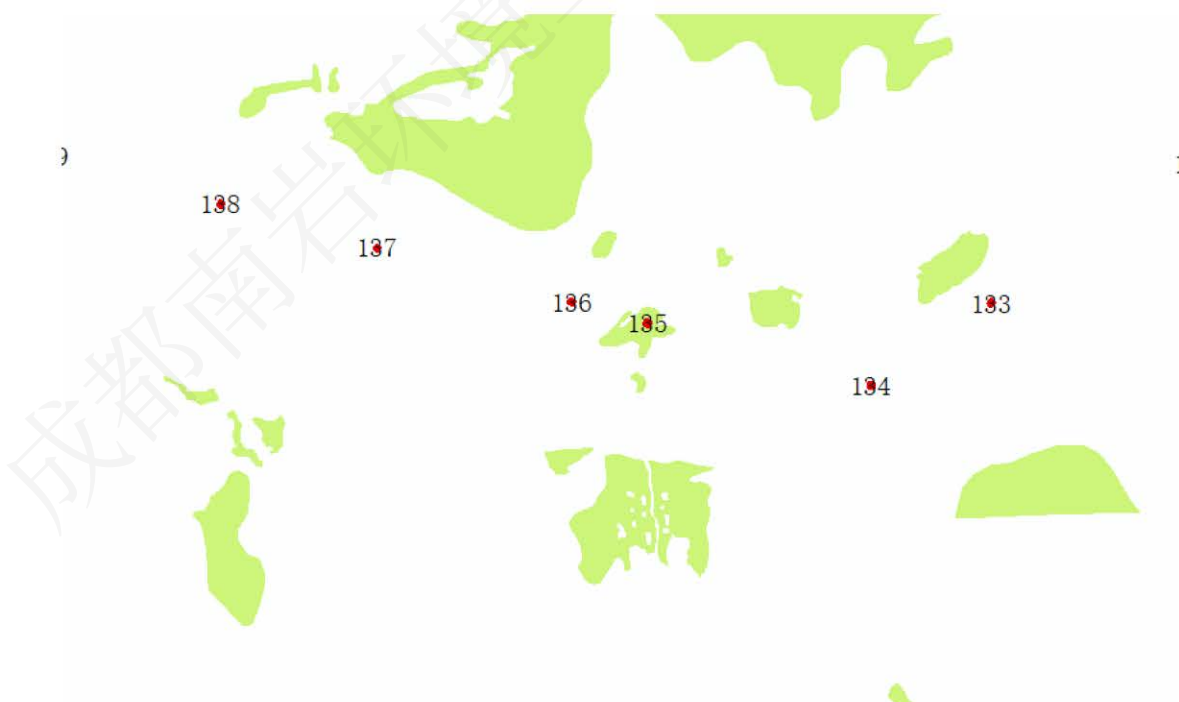
2 项目概况



N32~N35、N45~N46 号塔位与基本草原位置关系



N118、N119、N122、N127 号塔位与基本草原位置关系



N135 号塔位与基本草原位置关系

图 2.6-2 线路铁塔与基本草原位置关系图

2 项目概况



图 2.6-3 线路铁塔与国家二级公益林位置关系图

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址水土保持评价

3.1.1 与产业政策的符合性分析

本项目为甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程，且已通过省发改委核准，核准文号为“川发改能源〔2026〕269 号”，该类项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类第四条“电力”第 2 款“电力基础设施建设”中的输变电类，符合国家产业政策。

3.1.2 与相关规划的符合性分析

根据《稻城县国土空间总体规划》（2021-2035 年）和《乡城县国土空间总体规划》（2021-2035 年）动态维护方案，甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程为两县总体规划的重点项目。项目的建设符合稻城县和乡城县国土空间总体规划。

本项目选线后，取得了稻城县水利局路径回函（稻水函〔2026〕69 号）、甘孜州稻城生态环境局路径回函（甘稻环函〔2026〕100 号）、稻城县林业和草原局路径回函（稻林草函〔2026〕104 号）、稻城县自然和规划局路径回函（稻自然资规函〔2026〕226 号）、乡城县农牧农村水利和科技局路径回函（乡农函〔2026〕190 号）、甘孜州乡城生态环境局路径回函（乡环函〔2026〕83 号）、乡城县林业和草原局路径回函（乡林草函〔2026〕189 号）、乡城县自然资源和规划局路径回函（乡自规函〔2026〕174 号）。根据相关单位路径回函，线路路径杆塔不在河湖划界范围内、不占用基本农田、不在生态红线区域、不在自然保护区，不在集中式饮用水源地保护区范围内，原则同意路径规划；但项目部分塔基占用基本草原和二级公益林地，建设单位已委托四川众晟达科技有限公司正在办理永久林（草）地手续，取得林草地征占用手续前不得进行施工。线路路径基本符合相关规划。

3.1.3 与水土保持法的符合性分析

本方案进行了项目与水土保持法符合性对照分析，结果详见表 3.1-1。由表中可见，本工程不属于禁止开发的活動项目，项目区属于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区，将采取适当提高防护标准、优化施工工艺等措施控制因工程建设造成的水土流失。

3 项目水土保持评价

表 3.1-1 《中华人民共和国水土保持法》预防和治理规定的符合性对照分析表

《中华人民共和国水土保持法》第三、四章 预防与治理规定	本项目情况	相符性分析
第十七条：地方各级人民政府应当加强对取土、挖沙、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、挖沙、采石等可能造成水土流失的活动。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围，由县级以上地方人民政府划定并公告。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的划定，应当与地质灾害防治规划确定的地质灾害易发区、重点防治区相衔接。	①本项目不设取土场、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本项目线路塔位已避开崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害易发区。	符合批准条件
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。	项目区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区，项目采取的优化建设方案、施工工艺等措施如下： 1.塔基采取了不等的高低腿基础，主体设计采取掏挖、挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了开挖扰动面积及挖填土石方量。采取了高跨和加大档距的设计，减少了塔基数量，相应减少了扰动破坏。 2.经过林区的线路的杆塔进行了加高设计，减少了对林区植被的影响。 3.线路采取无人机放线，减少了架线施工的扰动破坏。 4.塔基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。 5.本方案执行水土流失防治标准执行青藏高原区一级标准，截排水工程级别提高一级，林草覆盖率提高2个百分点，提高了项目的防治标准。	基本符合批准条件
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沙、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。	本项目无借方，塔基开挖产生的余方在塔基永久占地范围内平铺处理，并采取水土保持措施进行防护。	符合批准条件
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。	1.主体设计考虑了草皮及表土剥离存放利用，土石方做到了挖填平衡，施工迹地考虑了植被恢复等方面的要求。 2.本方案对临时堆土补充完善了临时拦挡、苫盖等水土流失防治措施。	符合批准条件

3.1.4 与青藏高原生态保护法的符合性分析

本方案进行了项目与青藏高原生态保护法符合性对照分析，结果详见表 3.1-2。

由表中可见，本工程不属于禁止开发的活动项目，项目区选址不涉及三江源地区，不属于青藏高原水土流失严重、生态脆弱的区域，不涉及多年冻土区保护范围。

3 项目水土保持评价

表 3.1-2 《中华人民共和国青藏高原生态保护法》预防和治理规定的符合性对照分析表

序号	《中华人民共和国青藏高原生态保护法》	本项目情况	相符性分析
1	国务院有关部门和有关地方人民政府加强三江源地区的生态保护修复工作，对依法设立的国家公园进行系统保护和分区分类管理，科学采取禁牧封育等措施，加大退化草原、退化湿地、沙化土地治理和水土流失防治的力度，综合整治重度退化土地；严格禁止破坏生态功能或者不符合差别化管控要求的各类资源开发利用活动	本项目选址不涉及三江源地区。	符合
2	禁止在青藏高原水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的，应当经科学论证，并依法办理审批手续，严格控制扰动范围。	本工程不属于在青藏高原水土流失严重、生态脆弱的区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。	符合
3	青藏高原省级人民政府应当划定冻土区保护范围，加强对多年冻土区和中深季节冻土区的保护，严格控制多年冻土区资源开发，严格审批多年冻土区城镇规划和交通、管线、输变电等重大工程项目。	根据对比中国冻土分布图（2000），本项目选址不涉及多年冻土区保护范围。	符合

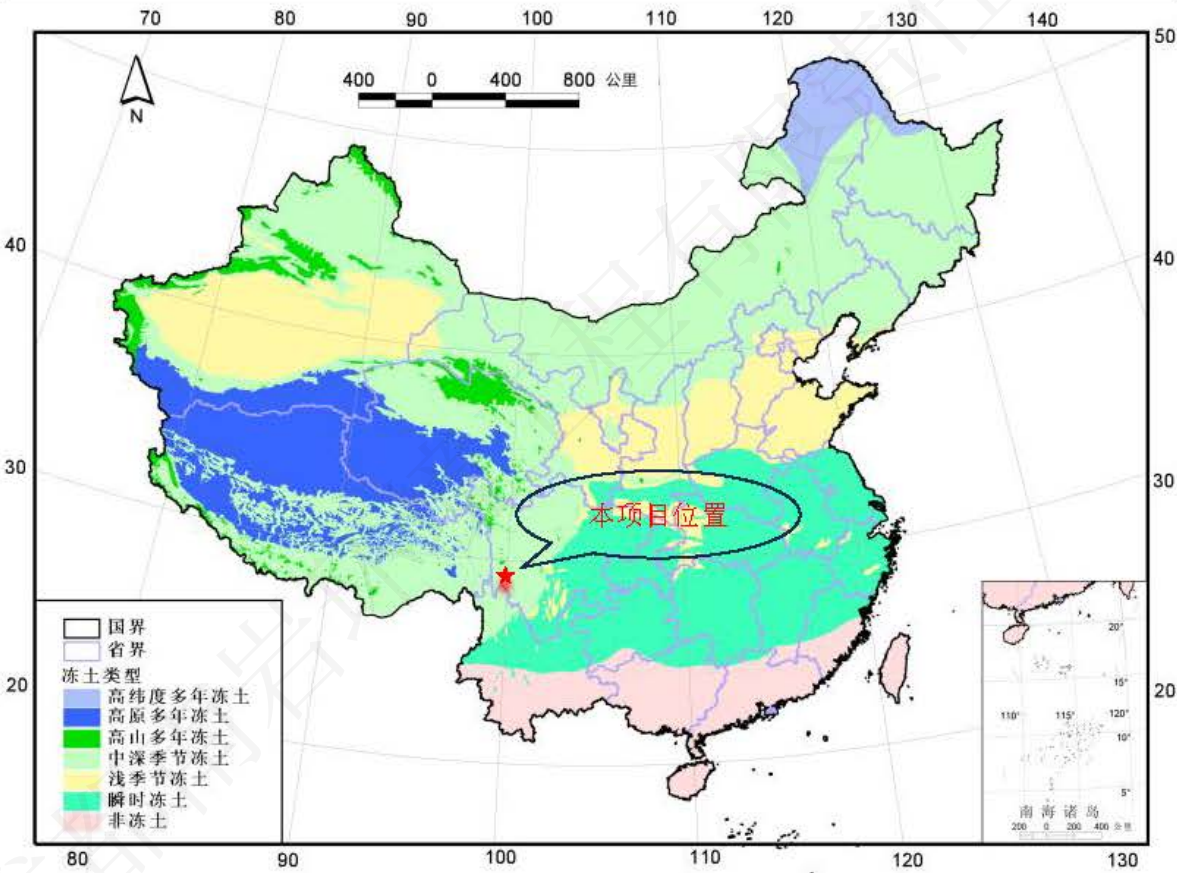


图 3.1-1 项目位置与多年冻土区范围位置关系示意图

3.1.5 与国标《GB50433-2018》的符合性分析

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中规定，项目建设应满足规范要求的强制性条款，本工程选址不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不在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，未占用国家确定的水土保持长期地面观测站，工程不设置取土（石、料）场及弃渣场。本

3 项目水土保持评价

工程水土保持限制因素为工程区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区，主体已优化设计和施工工艺，塔基采取了不等的高低腿基础，主体设计采取掏挖、挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了开挖扰动面积及挖填土石方量。采取了高跨和加大档距的设计，减少了塔基数量，相应减少了扰动破坏。经过林区的线路的杆塔进行了加高设计，减少了对林区植被的影响。施工期间，线路采取无人机放导线，减少了架线施工的扰动破坏。塔基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。本方案水土流失防治标准执行一级标准，截排水工程级别提高了一级，林草覆盖率提高了 2 个百分点。通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺、加强施工管理等措施，严格控制扰动地表和植被损坏范围，最大限度的保护现有土地和植被，能有效控制和项目建设可能造成的水土流失，减少新增流失，项目建设基本符合生产建设项目水土保持技术标准要求。

表 3.1-3 国标 GB50433-2018 的符合性对照分析表

《生产建设项目水土保持技术标准》 (GB50433-2018) 相关规定	本项目情况	相符性分析
3.2.1 主体工程（线）应避免让下列区域： 1 水土流失重点预防区和重点治理区； 2 河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带； 3 全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期地面观测站。	1、工程区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区，通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺等措施，最大限度的保护现有土地和植被，减少新增流失。 2、本工程采取高位立塔跨越河谷，未占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。 3、根据对比分析，本项目不占用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地面观测站。	符合规范要求
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。 2) 截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。 3) 宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。 4) 提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点。	1、主体设计已优化设计方案，无永久弃渣产生；铁塔采取高低腿设计和不等高基础组合，尽可能采取了掏挖、挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了基础土石方挖填量，缩短了施工工期。 2、工程截排水工程及拦挡工程的工程等级和防洪标准均满足提高一级标准要求。 3、本项目林草覆盖率提高 2 个百分点的要求。	通过本方案补充设计后，符合规范要求

3.1.6 不可避免水土流失重点预防区和治理区的符合性分析

1、本项目涉及水土保持“两区”情况

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170 号），经查询，项目区不在国家划分的成都南岩环境工程有限责任公司

3 项目水土保持评价

水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内。根据四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函〔2017〕482号），项目区不在省级划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内。根据《稻城县水土保持规划（2015-2030年）》，项目区位于稻城县水土流失重点预防区；根据《乡城县水土保持规划（2015-2030年）》，项目区位于乡城县水土流失重点治理区。

2、不可避让水土保持“两区”分析

（1）项目建设的符合性及必要性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类中第四条“电力”第2款“电力基础设施建设”的输变电类，符合国家产业政策。根据《稻城县国土空间总体规划》（2021-2035年）和《乡城县国土空间总体规划》（2021-2035年）动态维护方案，甘孜稻城噶通一期光伏发电项目220千伏送出工程为两县总体规划的重点项目，项目的建设符合稻城县和乡城县国土空间总体规划。

四川省能源资源特点是煤少、油缺、气较丰，水力资源得天独厚，是四川能源的最大优势。本光伏电站的建设有利于四川省能源结构的多元化，将增加四川电源的多样性，大大丰富当地电源结构，减少对常规能源的消耗，减少污染物排放，同时也将对生态环境的影响降到最低。在国家发展战略中，新能源成为推动乡村振兴的重要抓手。本项目能为当地建设创造较好的经济效益和社会效益，项目的建成将给当地政府带来税收的收益，也为当地居民提供了新的就业机会。本项目为甘孜稻城噶通一期光伏发电项目电力送出工程，项目的建设能够打通甘孜稻城噶通一期光伏送至四川负荷中心的输电通道，引导优质光伏资源科学合理开发，满足甘孜稻城噶通一期光伏项目送出需要。因此，本项目的建设是十分必要的。

（2）不可避让水土保持“两区”符合性分析

根据《稻城县水土保持规划（2015-2030年）》和《乡城县水土保持规划（2015-2030年）》，项目区分别位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区。经查询，稻城县除俄牙同乡划分为水土流失重点治理区外，其余各乡、镇均划分为水土流失重点预防区；乡城县除香巴拉镇（尼斯乡已并入香巴拉镇）、青德镇（青麦乡已并入青德镇）划分为水土流失重点治理区外，其余各乡、镇均划分为水土流失重点预防区。本项目线路选址从客观上无论如何无法避让两县水土流失重点预防区或水土流失重点治理区，而本项目是国家发展战略和国计民生确需建

3 项目水土保持评价

设的重要基础设施项目。主体及施工组织设计时，主体已优化设计和施工工艺，塔基采取了不等的高低腿，基础设计采取掏挖、挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了开挖扰动面积及挖填土石方量；线路采取了高跨和加大档距的设计，相比可研阶段减少了塔基数量 29 基，相应减少了扰动破坏；经过林区的线路的杆塔进行了加高设计，减少了对林区植被的影响；施工期间，线路采取无人机放导线，减少了架线施工的扰动破坏；塔基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工结束后进行植被恢复，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。本方案水土流失防治标准执行一级标准，截排水工程级别提高了一级，林草覆盖率提高了 2 个百分点，通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺、加强施工管理等措施，严格控制扰动地表和植被损坏范围，最大限度的保护现有土地和植被，能有效控制和项目建设可能造成的水土流失，减少新增流失，可将水土流失风险降到最低。在全面落实上述措施的前提下，本工程建设基本不存在水土保持制约性因素。

3.1.7 线路工程穿越其他水土保持敏感区评价分析

根据《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程永久占用草原生态影响评价与植被保护方案》、稻城县林业和草原局和乡城县林业和草原局路径回函，本项目占用基本草原塔位 11 基，占用国家二级公益林塔位基 162 基。

根据现场调查，本项目线路自拟建噶通光伏项目一期 220 千伏升压站出线后周边均为连片基本草原，线路路径无法避让；同时，稻城县和乡城县境内地表现状主要为草地和林地，线路布设时将不可避免的占用草地或林地。根据项目实际情况，经与主体设计协商，初设阶段主体设计采取加大档距的设计减少塔基数量 29 基，过林区的线路的杆塔进行了加高设计，减少了对林区植被的影响面积约 2600m²；施工期间，线路采取无人机放导线，减少了架线施工的扰动破坏；塔基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工结束后进行植被恢复，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。

同时，本方案水土流失防治标准执行一级标准，截排水工程级别提高了一级，林草覆盖率提高了 2 个百分点，通过采取适当提高防护标准、优化施工工艺、加强施工管理等措施，严格控制扰动地表和植被损坏范围，最大限度的保护现有土地和植被，能有效控制和项目建设可能造成的水土流失，减少新增流失，可将水土流失风险降到最低。

3 项目水土保持评价

3.1.8 综合分析结论

本工程的建设符合国家产业政策，符合稻城县和乡城县国土空间总体规划，通过逐条对照水土保持法、青藏高原生态保护法、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的分析评价，本工程选址不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不在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，未占用国家确定的水土保持长期地面观测站，工程建设区不在生态红线范围内，工程不设置取土（石、料）场及弃渣场，本工程水土保持限制因素为工程区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区内，通过采取适当提高防护标准，即水土流失防治标准执行一级标准，截排水工程采用五年一遇 10 分钟短历时降雨标准，林草覆盖率提高 2 个百分点。优化建设方案及施工工艺，即采取高跨和加大档距的设计，减少了塔基数量，经过林区的线路的杆塔进行了加高设计，减少了对林区植被的影响；施工期间，线路采取无人机放导线，减少了架线施工的扰动破坏，塔基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。同时，通过加强施工管理等措施，严格控制扰动地表和植被损坏范围，最大限度的保护现有土地和植被，能有效控制和项目建设可能造成的水土流失，减少新增流失。从水土保持角度评价，项目建设选址合理可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

1、本项目塔基采取了不等的高低腿基础，主体设计采取掏挖、挖孔桩和灌注桩施工工艺，减少了开挖扰动面积及挖填土石方量；采取了高跨和加大水平档距的设计，减少了塔基数量，相应减少了扰动破坏。建设方案合理可行，符合水土保持要求。

2、经过林区的线路的铁塔增加了呼称高，尽量减少了对林区植被的影响。

3、线路采取无人机放导线，减少了架线施工的扰动破坏；基施工场地、牵张场、人抬道路等场地不作场地平整，施工组织尽可能的减少了地表扰动和植被破坏。

4、本项目线路曲折系数 1.49 适中，建议主体设计下阶段设计进一步复核地形、地质等因素，复核线路是否可进一步优化路径。

5、项目区位于地方水土流失“两区”内，主体设计将塔基截排水沟标准由 3 年一遇 10 分钟短历时设计暴雨提高一级，即 5 年一遇 10 分钟短历时设计暴雨设计，满足相关要求。

3 项目水土保持评价

7、本项目位于高海拔地区，植被恢复以撒播灌草为主，符合项目的实际情况。在设计水平年，项目林草植被覆盖率可到达 95%，水土流失防治目标林草覆盖率为 18%，远远超出了标准的目标值，符合水土保持要求。

8、本工程位于青藏高原区，主体设计对占用草皮区域采取了剥离及利用措施，设计方案合理，但未考虑草皮的堆存保护措施，本方案将进行补充设计。主体设计未考虑围挡措施及保护原有地表植被的措施，本方案将补充拦挡、隔离铺垫等保护原有地表植被的措施。工程植物措施草种采用垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦，灌木种子采用匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿为占地区的乡土草种，草籽选择合理。主体设计对基础采取了防冻害措施，并加入抗冻剂，冬季施工采取用草帘覆盖保温或用蒸汽加热保温的方法防冻害，防护措施考虑了冻害影响，建设方案合理。

3.3 工程占地评价

3.3.1 占地面积统计

经复核，本项目共计占用土地面积约 4.68hm²，其中永久用地面积约 1.84hm²，临时用地面积约 2.84hm²；占地类型主要为草地和林地；占地位于甘孜州稻城县和乡城县境内，其中稻城县占地约 2.71hm²，乡城县占地约 1.97hm²。

3.3.2 工程占地的水土保持分析与评价

1、本项目共计占用土地面积约 4.68hm²，根据路径回函，项目占地不涉饮用水水源保护区、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等，符合水土保持要求。

2、本项目塔基永久占地面积约 1.83hm²，除 1 基为杆塔外，其余均为常规铁塔，平均每基铁塔占地面积约 92m²，相比同类其他项目，单基铁塔占地适中，建设单位在项目开工前办理了林、草永久用地手续，符合相关要求。

3、项目施工临时占地面积约 2.84hm²，主要包括塔基施工临时场地、牵张场及跨越施工场地和人抬道路等，无缺项、漏项，占地面积基本合理。同时，建设单位应在项目开工前办理相关临时用地手续。

4、根据水利部办公厅《关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》（办水保〔2023〕177 号），项目临时占地应避免占用耕地、林地、草地等。本项目占地类型主要为草地和林地。本项目位于四川省甘孜州稻城县和乡城县境内，项目区内林、草地广泛分布，林草覆盖率达 76%以上，项目不可避免的需要占用这部分

3 项目水土保持评价

草地和林地，但主体设计已尽可能的优化了建设方案及施工工艺，尽可能的减少了对草地及林地的现状植被造成破坏；在施工结束后，通过撒播灌草籽可进行恢复临时用地的植被，水土流失较小，符合水土保持要求。

5、本项目充分利用现有国道、省道、防火通道和乡村道路，运输方便，塔位距离道路相对较近，只需少量人抬道路，符合水土保持要求。

6、本项目占用土地范围内，除塔基基础对地表的损坏形式以挖损为主外，其余扰动区域以压占为主，地表损坏程度相对较轻；施工结束后，经过简单土地整治和撒播种灌草后可对施工迹地进行植被恢复。

3.4 土石方平衡评价

3.4.1 土石方平衡分析与评价

项目土石方挖填总量 1.08 万 m^3 ，其中挖方 0.54 万 m^3 ，基础回填及塔基占地区域就地回铺 0.54 万 m^3 ，项目挖方利用率 100%。根据类似项目经验，本项目塔基开挖的土石方在施工完毕后就地平铺于塔基施工占地范围内，平铺时，石方回铺在下层，土方回铺在上层，平均平铺厚度约 0.20m，平铺后不改变塔基区施工后形成的地形地貌。经土石方挖填平衡后，本项目无弃土产生。

3.4.2 土石方减量化与资源化分析、评价

线路工程在设计时，铁塔以掏挖和挖孔桩基础基础为主，少量采用灌注桩基础，减少了工程土石方挖填量；在陡坡地段，采用“高低腿”的形式减少了塔基土石方开挖。经对比分析，本项目可研阶段与初设阶段线路路径进行了局部微调，路径长度基本一致，但初设阶段优化了塔位位置和数量，原可研阶段拟布设铁塔总量 229 基，初设阶段拟布设铁塔总量 200 基，初设阶段较可研阶段减少塔基数量 29 基，可减少土石方开挖量约 0.05 万 m^3 ，减少回填量 0.05 万 m^3 （含塔基下方就地回铺方量）。主体设计通过增加水平档距的方式优化塔基数量，采用“高低腿”的形式减少塔基土石方开挖，余土采取在塔基下就地平铺处置，从水土保持角度分析，主体工程设计方案合理，工程尽量做到了土石方减量化，符合水土保持要求。

3.5 施工方法与工艺评价

1、主体设计拟布设 4~6 处材料站，材料站布设采取租用沿线农民院落、院坝方式，不新增临时用地，减少了地表扰动。施工阶段，人抬道路、牵张场地、跨越场地和塔基施工临时用地区域不进行硬化及场平，保留原始地貌，采取隔离铺垫措施，

3 项目水土保持评价

施工布置尽可能的减少了对现状植被的扰动破坏，符合水土保持要求。

2、主体设计通过合理的施工工序安排，能做到减少重复开挖和多次倒运，减少裸露时间和范围。

3、本项目施工内容主要包括塔基土石方开挖回填、铁塔组装和架线等，均为常规施工内容，在项目区广泛采用，施工工艺简单，符合项目区的施工特点。

4、本项目主体工程施工内容简单，单基铁塔施工作业周期短，每基铁塔施工结束即对施工迹地进行恢复，相对减少了地表扰动时间，符合水土保持技术要求。

5、对部分塔基边坡采取工程防护措施，同时做好坡面、坡脚排水系统，施工一段、防护一段。

6、本项目主要采用挖孔桩基础和灌注桩基础，施工扰动面积小；本工程主体土建施工未避开雨季施工，施工工期安排不合理。本方案建议，主体设计及建设单位在下阶段设计中，合理安排施工工期，土石方挖填施工应尽量避免雨天施工，并做好土石方的临时拦挡及临时遮盖措施，减少水土流失量。

上述可见，工程大部分土石方能做到随挖随填，部分草皮、表土以及土石方需进行临时堆存，在采取临时拦挡、临时遮盖等措施后，能尽量减少新增水土流失量，符合水土保持要求。同时，塔基基础开挖等水土流失较严重的工程施工应避开雨天，不能避开时应采取防雨措施，能够有效减少水土流失。此外，在工程施工中还应注意严格控制扰动面积在规定范围内，减少地表裸露时间。因此，从水土保持角度分析，本工程施工方法、工艺及时序基本合理，有利于防止水土流失。但工程应合理安排施工工期，尽可能不要在雨季进行土石方挖填。

3.6 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.6.1 塔基及塔基施工临时占地工程区

1、表土剥离

经分析、统计，塔基永久占地区域可剥离表土面积 1.83hm^2 ，可剥离厚度 $0.10\sim 0.20\text{m}$ ，可剥离表土量约 0.27万 m^3 。表土中含有较多利于植被生长的微生物，将剥离后的表土用于工程后期植被恢复，将极大提高植被成活率。

2、表土回覆

在施工后期，将塔基永久占地区域剥离的表土回填至塔基下方，回覆面积约 1.83hm^2 ，平均回覆厚度 0.15m ，回覆表土量 0.27万 m^3 。表土中含有较多利于植被

3 项目水土保持评价

生长的微生物，将剥离后的表土用于工程后期植被恢复，将极大提高植被成活率。

3、截排水沟

根据主体设计，位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水。对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统。排水沟采用 M10 浆砌石，排水沟为矩形断面，断面尺寸为：40cm×40cm，衬砌厚 0.30m，工程量为 40m/22.4m³。

4、塔基挡墙

根据主体设计资料，本工程需在部分塔基处修建挡土墙进行防护，挡墙采用 M10 浆砌块石，挡土墙型号、规格、尺寸等均按常规方法估列。主体工程设计挡土墙采用 M10 浆砌块石，工程量暂列为 M10 浆砌块石 50m³。

5、草皮剥离及回铺

在施工前期，对海拔位于 3600m 以上占用亚高山草甸土和高山草甸土的塔位（涉及 N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135，共 20 基）进行草皮剥离，剥离面积约 0.16 万 m²，剥离厚度 0.10~0.15m，剥离后的草皮就近堆放在塔基施工临时场地空地内；在塔基永久占地区域下方表土回覆后进行草皮回铺，回铺面积 0.16 万 m²，回铺厚度 0.10~0.15m。剥离的草皮富含有机质和活性微生物，回铺原生草皮比人工播种或自然恢复更快见效，将极大提高植被成活率。

6、撒播灌草

对塔基下方及塔基施工临时场地进行撒播种草，灌草种推荐选择垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦、匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿按 1: 1: 1: 1: 1 混合，撒播密度为 100kg/hm²，撒播灌草面积 3.43hm²。撒播种草相比自然恢复对扰动区域能更加快速的形成植被覆盖，从而发挥多种水土保持功能。

分析评价：根据对主体工程设计中具有水土保持功能的措施分析评价，主体设计工程措施有表土剥离与回覆、截排水沟和塔基挡墙，植物措施有草皮剥离与回铺、撒播种草，已有的工程和植物措施数量充足，设计标准基本满足工程建设及运行期间的水土流失防治要求；但主体未考虑塔基施工期间对临时扰动区域的隔离防护措施，未考虑临时堆土及表土、草皮的防护措施，植物措施实施前缺乏土地整治措施，植物措施实施后缺乏抚育管理措施。方案将针对以上不足进行补充、完善。

3.6.2 牵张场及跨越施工场地地区

1、撒播灌草

施工结束后，对牵张场及跨越施工场地进行撒播种种灌草，灌草种推荐选择垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦、匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿按 1: 1: 1: 1: 1 混合，撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播灌草面积 0.30hm^2 。撒播种草相比自然恢复对扰动区域能更加快速的形成植被覆盖，从而发挥多种水土保持功能。

分析评价：根据对主体工程设计中具有水土保持功能的措施分析评价，主体设计的植物措施有撒播种草，植物措施数量充足，设计标准基本满足工程建设及运行期间的水土流失防治要求；但主体未考虑施工期间对地表的隔离防护措施；同时，本区域植物措施实施前缺乏土地整治措施，实施后缺乏植物抚育管理措施。方案将针对以上不足进行补充、完善。

3.6.3 人抬道路工程区

1、撒播灌草

施工结束后，对人抬道路踩踏区域进行撒播种种灌草，灌草种推荐选择垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦、匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿按 1: 1: 1: 1: 1 混合，撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播灌草面积 0.94hm^2 。撒播种草相比自然恢复对扰动区域能更加快速的形成植被覆盖，从而发挥多种水土保持功能。

分析评价：根据对主体工程设计中具有水土保持功能的措施分析评价，主体设计的植物措施有撒播种草，植物措施数量充足，设计标准基本满足工程建设及运行期间的水土流失防治要求。经分析，人抬道路主要为铁塔架设期间人员短暂踩踏，基本不会破坏植被根系，在植物措施后补充植物抚育管理措施。方案将针对以上不足进行补充、完善。

3.6.4 间隔扩建工程区

1、碎石地坪

施工后期，对间隔扩建扰动区域进行碎石铺设，铺设厚度约 15cm，铺设面积 110m^2 。碎石层具有透水效果，有利于对降水、蓄渗。

分析评价：根据对主体工程设计中具有水土保持功能的措施分析评价，主体设计的工程措施有碎石地坪，措施设计数量和设计标准基本满足工程建设及运行期间的水土流失防治要求；但主体未考虑施工期间对设备基础及电缆沟槽开挖的临时堆土苫盖防护措施。方案将针对以上不足进行补充、完善。

3 项目水土保持评价

表 3.6-1 水土保持措施完善意见表

分 区	防治措施	
	主体工程设计	方案补充、完善措施
塔基及塔基施工临时占地	表土剥离、表土回覆、截排水沟、塔基挡墙、草皮剥离与回铺、撒播灌草	土地整治、棕垫隔离、无纺布遮盖、土袋拦挡、抚育管理
牵张场及跨越施工场地	撒播灌草	土地整治、抚育管理
人抬道路	撒播灌草	抚育管理
间隔扩建工程	碎石地坪	无纺布遮盖

3.6.7 主体工程设计中水土保持措施界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），水土保持措施界定原则如下：

1、主导功能原则。以防治水土流失为目标的工程为水土保持工程；以主体设计功能为主，此时具有水土保持功能的工程，不作为水土保持工程。

2、责任区分原则。对建设项目临时征、占地范围内的各项防护工程均作为水土保持工程。

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

根据以上水土保持措施界定原则，结合“3.6.1~3.6.4”章节分析，主体工程设计具有水保功能的措施数量、投资详见“表 3.6-2”。

表 3.6-2 主体工程设计中水土保持措施汇总表

分 区	措施类型	措施规模			投资（万元）	
		措施内容	单位	数量	单价	合价
塔基及塔基施工临时占地	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.27	13.36 元/m ³	3.61
		表土回覆	万 m ³	0.27	15.28 元/m ³	4.13
		截排水沟	m ³	22.4	364 元/m ³	0.82
		挡墙	m ³	50	364 元/m ³	1.82
	植物措施	撒播灌草	hm ²	3.43	4.8 元/m ²	16.46
		草皮剥离	万 m ²	0.16	21.13 元/m ²	3.38
		草皮回铺	万 m ²	0.16	23.22 元/m ²	3.72
牵张场及跨越施工场地	植物措施	撒播灌草	hm ²	0.30	4.8 元/m ²	1.44
人抬道路	植物措施	撒播灌草	hm ²	0.94	4.8 元/m ²	4.51
间隔扩建工程	工程措施	碎石地坪	m ²	110	66.4 元/m ²	0.73
合 计	/	/	/	/	/	40.62

4 表土资源保护与利用

4.1 表土资源调查与评价

4.1.1 表土资源调查

1、调查点位的确定

土壤的形成是由母质、气候、生物、地形等因素的长时间作用而成的；土壤的形态与性质差异既是发生过程的结果，也记录了成土因素的综合影响。为充分反馈项目扰动范围原始地表表土资源特征，进行合理、科学的表土质量评定，其调查方案的点位代表性应当充分反映上述几个因素差异性。

根据稻城县和乡城县土壤情况（详见“2.6.5”）可知，两县土壤类型均呈垂直带分布，土壤类型主要随海拔高程变化而变化。因此，在调查表土分布及厚度时，本方案主要采取调查线路沿线不同海拔处土壤剖面，从而反映出线路沿线表土厚度情况。本项目线路沿线海拔高程在 2771m~4838m，相对高差一般在 1000~1300m，共布设调查点位 17 个。

表 4.1-1 工程区表土调查点位一览表

点 位	位置	经纬度			土壤类型	行政 区划	地类
		东经	北纬	海拔 (m)			
1#	N1 塔位附近	100°18'13"	28°58'56"	4191	亚高山草甸土	稻城县	草地
2#	N13 塔位附近	100°18'27"	28°56'59"	3966	山地棕色针叶林土或 灰化土	稻城县	林地
3#	N23 塔位附近	100°17'34"	28°55'25"	4190		稻城县	林地
4#	N40 塔位附近	100°16'35"	28°52'47"	4410	高山草甸土	稻城县	草地
5#	N46 塔位附近	100°15'57"	28°51'58"	4323	高山草甸土	稻城县	草地
6#	N52 塔位附近	100°15'47"	28°50'51"	4261	山地棕色针叶林土或 灰化土	稻城县	林地
7#	N67 塔位附近	100°12'45"	28°50'21"	3980		稻城县	林地
8#	N74 塔位附近	100°11'34"	28°50'10"	4113		稻城县	林地
9#	N87 塔位附近	100°9'10"	28°49'48"	4107		稻城县	林地
10#	N94 塔位附近	100°7'38"	28°49'58"	4246		稻城县	林地
11#	N121 塔位附近	100°3'12"	28°48'53"	4455		乡城县	林地
12#	N134 塔位附近	100°0'29"	28°47'41"	4213		乡城县	林地
13#	N149 塔位附近	99°56'44"	28°47'46"	3875		乡城县	林地
14#	N160 塔位附近	99°53'20"	28°47'42"	3286	山地棕壤主	乡城县	林地
15#	N176 塔位附近	99°51'31"	28°51'6"	3244	山地棕壤主	乡城县	林地
16#	N188 塔位附近	99°49'48"	28°54'27"	2977	山地棕壤主	乡城县	林地
17#	N199 塔位附近	99°48'28"	28°56'38"	2777	山地棕壤主	乡城县	草地

4 表土资源保护与利用

表 4.1-2 (1) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°18'13", 纬度: 28°58'56"
2	地形坡度/坡向		5~8°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		微度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	草地
		历史	草地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		11%
12	周边概况	路况	距离牧道约 150m
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片 (编号 1)		

表 4.1-2 (2) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°18'27", 纬度: 28°56'59"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		18%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染

4 表土资源保护与利用

13	调查照片（编号 2）	
----	------------	--

表 4.1-2（3）工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置（定位）		经度: 100°17'34", 纬度: 28°55'25"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水（根据地勘报告）
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		21%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片（编号 3）		

4 表土资源保护与利用

表 4.1-2 (4) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°16'35", 纬度: 28°52'47"
2	地形坡度/坡向		5~8°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		微度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	草地
		历史	草地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		16%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片 (编号 4)		

表 4.1-2 (5) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°15'57", 纬度: 28°51'58"
2	地形坡度/坡向		5~8°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		微度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	草地
		历史	草地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		17%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染

4 表土资源保护与利用

13	调查照片（编号 5）	
----	------------	--

表 4.1-2（6）工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置（定位）		经度: 100°15'47", 纬度: 28°50'51"
2	地形坡度/坡向		5~8°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水（根据地勘报告）
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		22%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片（编号 6）		

4 表土资源保护与利用

表 4.1-2 (7) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°12'45", 纬度: 28°50'21"
2	地形坡度/坡向		8~15°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		23%
12	周边概况	路况	紧邻村道
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片 (编号 7)		

表 4.1-2 (8) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°11'34", 纬度: 28°50'10"
2	地形坡度/坡向		8~15°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		23%
12	周边概况	路况	紧邻村道
		潜在污染源及影响程度	无污染

4 表土资源保护与利用

13	调查照片（编号8）	
----	-----------	--

表 4.1-2（9）工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置（定位）		经度: 100°9'10", 纬度: 28°49'48"
2	地形坡度/坡向		8~15°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水（根据地勘报告）
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		23%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片（编号 9）		

4 表土资源保护与利用

表 4.1-2 (10) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°7'38", 纬度: 28°49'58"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		26%
12	周边概况	路况	紧邻村道
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片 (编号 10)		

表 4.1-2 (11) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 100°3'12", 纬度: 28°48'53"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		24%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染

4 表土资源保护与利用

13	调查照片（编号 11）	
----	-------------	--

表 4.1-2（12）工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置（定位）		经度: 100°0'29", 纬度: 28°47'41"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃₁
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水（根据地勘报告）
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		23%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片（编号 12）		

4 表土资源保护与利用

表 4.1-2 (13) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 99°56'44", 纬度: 28°47'46"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		23%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片 (编号 13)		

表 4.1-2 (14) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 99°53'20", 纬度: 28°47'42"
2	地形坡度/坡向		8~15°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		22%
12	周边概况	路况	紧邻 S216
		潜在污染源及影响程度	无污染

4 表土资源保护与利用

13	调查照片（编号 14）	
----	-------------	--

表 4.1-2（15）工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置（定位）		经度: 99°51'31", 纬度: 28°51'6"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水（根据地勘报告）
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		22%
12	周边概况	路况	紧邻村道
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片（编号 15）		

4 表土资源保护与利用

表 4.1-2 (16) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 99°49'48", 纬度: 28°54'27"
2	地形坡度/坡向		8~15°/南北坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		轻度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	林地
		历史	林地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		26%
12	周边概况	路况	紧邻村道
		潜在污染源及影响程度	无污染
13	调查照片 (编号 16)		

表 4.1-2 (17) 工程区表土调查点位一览表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录
1	土源位置 (定位)		经度: 99°48'28", 纬度: 28°56'38"
2	地形坡度/坡向		5~8°/东西坡向
3	土壤侵蚀类型/程度		微度水力侵蚀
4	地面平整度		较平整
5	土地利用形式	现状	草地
		历史	草地
6	地表概况	植物长势	较好
		地表水	无地表水
7	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	20
8	成土母质		T ₃ l
9	地下水埋深		勘探深度范围内未见地下水 (根据地勘报告)
10	可视杂物		基本无杂物
11	砾石含量		26%
12	周边概况	路况	紧邻 S217
		潜在污染源及影响程度	无污染

4 表土资源保护与利用

13	调查照片（编号 17）	
----	-------------	--

2、调查结果

本项目位于稻城县和乡城县境内，工程区海拔在 2771m~4838m，相对高差一般在 1000~1300m，场地地势较为开阔，以缓坡为主，场址内植被茂密，主要为林、草地，项目区土壤呈垂直分布，根据对工程区范围内土壤剖面调查，项目区土壤类型主要为山地棕壤土、山地棕色针叶林土或灰化土、亚高山草甸土和高山草甸土。

本项目总占地面积 4.68hm²，工程用地范围内地表现状主要为林地和草地；根据项目总平面图、卫星影像及现场调查，本项目拟占用草地面积约 0.77hm²，林地面积约 3.90hm²、公共管理与服务用地面积约 0.01hm²。根据岩土工程勘察报告及现场土壤剖面调查、量测，工程区林、草地区域下方存在表土资源，表土平均厚度约 0.15m；同时，经调查发现，本项目海拔 3570m 以上草地区域存在草甸分布，涉及本项目拟建 N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135 塔位，共 20 基，占地面积约 0.16hm²，草皮厚度 10~15cm，草皮下方表土厚度约 0.10~0.15m。

4.1.2 表土资源评价

根据《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程岩土工程勘察报告》及参照《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45017—2024）中“表 B.1 表土质量评价单项指标分级要求和检测方法”本项目表土单项指标值如“表 4.1-1”。

4 表土资源保护与利用

表 4.1-1 本项目表土质量评价单项指标表

序 号	评价指标		分级要求				本项目 取值情况	本项目达 到等级标 准（级）
			1 级	2 级	3 级	4 级		
1	pH		6.5~7.5	5.5~6.5, 7.5~8.0	4.5~5.5, 8.0~8.5	<4.5 或 ≥8.5	7.04~7.22	1
2	含 盐 量	EC 值/（mS/cm）	<1.2	1.2~1.5	1.5~1.8	≥1.8	0.0438~0. 0483	1
3		易溶盐主要 成分	Na ² CO ₃	<0.8	0.8~1.8	≥1.8	—	/
4			NaCl	<1.2	1.2~2.4	≥2.4	—	/
5		（g/kg）	SO ₄ ²⁻	<2	2~3	≥3.5	—	18.0~23.2
6	有机质（g/kg）		≥30	30~20	20~10	<10	2.33	4
7	质地		壤质土	黏质土	砂质土	砾质土	砂质土	3
8	发芽指数/%		≥100	85~100	70~85	<70	10~18	4
9	表土可剥离厚度/cm		≥50	50~25	25~10	<10	25~10	3
10	砾石含量/%		<2	2~5	5~10	≥10	16.75	4
11	地形坡度（°）		<2	2~8	8~25	≥25	8~25	3

根据《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45017—2024）中“表 B.2 表土质量评价和等级分类表”及“表 4.1-1”；经综合分析、评价，本项目表土等级为Ⅲ类表土。

4.2 表土保护方案

4.2.1 表土及草皮剥离保护

1、塔基及塔基施工临时占地区

塔基及塔基施工临时占地区扰动破坏地表相对较少，其中塔基永久占地区域主要为开挖扰动，根据项目特点，施工前期对塔基永久占地区域进行表土剥离，表土剥离后装袋临时堆存于塔基施工临时场地内，每基铁塔临时堆土堆存时间控制在半月内，堆置时间较短，基础工程完工后用于塔基回覆；同时，对占用草地的塔位在表土剥离前需先进行草皮剥离，剥离后的草皮分层码放在塔基施工临时场地内。

经测算，本区域拟剥离表土面积 1.83hm²，平均剥离厚度 0.15m，剥离表土总量约 0.27 万 m³；剥离草皮面积 0.16 万 m²（涉及 N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135 塔位）。

2、牵张场及跨越施工场地区

牵张场及跨越施工场地区在施工期间主要为占压扰动，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，表土不进行剥离。

3、人抬道路区

人抬道路区在施工期间主要为占压扰动，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，表土不进行剥离。

4 表土资源保护与利用

4、间隔扩建工程区

根据现场调查，间隔扩建工程区主要扰动区域为已建乡城县硕曲河硕中水电站变电站设备布设区域，场地现状主要为碎石铺设区域和场内硬化道路区域，无表土可剥离。

5、表土及草皮剥离施工工艺及方法

表土剥离主要采用人工完成，人工将表层熟土剥离，剥离厚度为 10~20cm，表土剥离后装袋保存，待工程建设后期场地绿化覆土利用。

草皮剥离：用白灰放样出草皮切割的范围和大小，一般为 $0.3\times 0.3\text{m}$ 或 $0.5\times 0.5\text{m}$ ；纵横向切割草皮时，应保证所取草皮厚度大于根系埋入地下深度，确保根系的完整性；草皮下的土层应同时剥离，本工程取 10~15cm 厚，确保养护期的营养和水分贮存。

综上，本项目拟剥离表土面积 1.83hm^2 ，平均剥离厚度 0.15m，剥离表土总量约 0.27 万 m^3 。

4.2.2 表土就地保护

1、塔基及塔基施工临时占地区

塔基及塔基施工临时占地区扰动破坏地表相对较少，其中塔基施工临时场地在施工期间主要为占压扰动，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，表土不进行剥离，拟采取铺设草垫的方式对地表进行保护。经测算，塔基施工临时场地占地面积 1.60hm^2 ，表土平均厚度 0.15m，可保护表土数量约 0.24 万 m^3 。

2、牵张场及跨越施工场地区

牵张场及跨越施工场地区在施工期间主要为占压扰动，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，表土不进行剥离，拟采取铺设草垫的方式对地表进行保护。经测算，牵张场及跨越施工场地区占地面积 0.30hm^2 ，表土平均厚度 0.15m，可保护表土数量约 0.05 万 m^3 。

3、人抬道路区

人抬道路区在施工期间主要为短暂人行踩踏，扰动深度小于 20cm 且土地利用方向不变，为避免开挖扰动对地表，表土不进行剥离。经测算，牵张场及跨越施工场地区占地面积 0.94hm^2 ，表土平均厚度 0.15m，可保护表土数量约 0.14 万 m^3 。

综上，本项目拟采用草垫隔离的方式保护表土面积 2.84hm^2 ，预计可保护表土数量约 0.43 万 m^3 。

4 表土资源保护与利用

表 4.2-1 项目表土剥离与保护数量表 单位: hm²、m、万 m³

项目组成	表土剥离			表土、草皮保护		
	面积	厚度	方量	保护面积	保护方式	可保护量
①塔基及塔基施工临时占地区	1.83	0.15	0.27	1.60	铺设草垫	0.24
②牵张场及跨越施工场地区				0.30	铺设草垫	0.05
③人抬道路区				0.94	铺设草垫	0.14
合计	1.83	/	0.27	2.84	/	0.43

表 4.2-2 项目草皮剥离数量表

项目组成	草皮剥离	
	剥离面积 (万 m ²)	剥离厚度 (m)
①塔基及塔基施工临时占地区	0.16	0.10~0.15
合计	0.16	/

4.3 表土堆存与养护

4.3.1 表土堆存

根据统计, 本项目共需堆放表土 0.27 万 m³, 折合松方约 0.35 万 m³; 堆放草皮 0.16 万 m²。根据项目特点, 本项目剥离的表土就近集中统一堆放在相应的塔基施工临时场地内, 不单独设置临时堆土场。

1、表土堆放方案

为保护生态环境和表土, 并与一般土石方进行区分, 本项目各塔基剥离的表土全部就近装袋堆存在塔基施工临时场地内, 堆放时常半月内。根据测算, 本项目共需堆放表土 0.27 万 m³, 折合松方约 0.35 万 m³, 单基铁塔平均堆放表土约 17.6m³, 土袋采取“错缝叠压”呈“品”字型码放, 单条土袋装土后尺寸为 70×40×20cm (长×宽×厚), 平均堆放长度约 14m, 堆放宽度 1.6m, 堆放层数 6 层, 每层堆放高度 20cm, 最大堆高 1.2m。

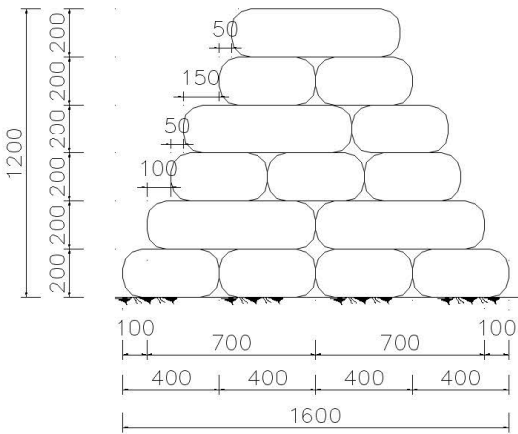


图 4.3-1 表土装袋码放断面示意图

2、草皮堆放方案

为保护草甸资源，项目施工前须对占用草地塔位进行草皮剥离，剥离总面积约 0.16 万 m^2 ，单基铁塔剥离面积约 80m^2 ，草皮剥离后就近堆放在塔基施工临时场地空地内，堆放时常半月内，堆放宽度 2m，分 4~5 层堆放，层高不高于 20cm，草皮顶部采用无纺布苫盖。



图 4.3-2 草皮堆放断面示意图

4.3.2 表土及草皮养护

1、表土养护

为保护生态环境和表土，并与一般土石方进行区分，本项目各塔基剥离的表土全部就近装袋堆存在塔基施工临时场地内，堆放时常半月内。因表土全部装袋保存，且堆放时常相对较短，现有措施已满足表土养护需求，故不再采取其他保护措施。

2、草皮养护

(1) 草皮堆存位置：草皮堆放时选择背风面、地势平坦的地段，同时在草皮表面用防风透气的无纺布进行覆盖，避免大风带走蓄含水分，保证草皮存活。

(2) 草皮堆置方式：剥离的草皮按照 4~5 层依次堆放，并在草皮顶部采用无纺布苫盖，草皮与草皮之间的接缝处，需用掘取草皮后的表土塞填，塞填时，保证草皮与草皮之间要塞实，保证草皮之间的链接和防治水分的蒸发。可有效的改善草皮附着土壤的通气条件，提高土壤的透水性及透气性。

(3) 草皮养护：草皮存放期间根据气候、土壤含水量等进行适时洒水养护，特别是最下层的草皮更需洒水养护，洒水量为 $1.0/100 (\text{m}^3/\text{m}^2)$ ；必要时，可在水中添加草皮生长所需的肥料，帮助草皮度过脆弱的保存期，复合肥施用量为 $2.0/100 (\text{kg}/\text{m}^2)$ 。夏季光照强，需用加厚无纺布遮盖草皮，防止草皮晒死；冬季寒冷，需用无纺布遮盖，预防霜冻。

4.4 表土利用

4.4.1 表土及草皮需求分析

1、塔基及塔基施工临时占地区

经分析，塔基及塔基施工临时占地区在施工后期须对塔基永久占地区域进行表土回覆及草皮回铺，回覆面积约 1.83hm^2 ，平均回覆厚度 0.15m ，回覆表土量 0.27万 m^3 ；对 N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135 占用草地的塔位进行草皮回铺，回铺面积 0.16万 m^2 。表土及草皮来源于前期塔基永久占地区域剥离的表土及草皮。

2、其他临时占地区

牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区在施工期间主要为占压扰动，施工期间采用草垫隔离防护，施工结束后采取土地整治和撒播种草即可对施工迹地进行植被恢复。

综上，本项目需回铺草皮 0.16m^2 ；共计需回覆表土面积 1.83hm^2 ，需回覆表土总量约 0.27万 m^3 。

4.4.2 表土回覆

根据“4.2.1 表土及草皮剥离保护”及“4.4.1 表土及草皮需求分析”，本项目各防治区表土回覆面积、厚度、方量，以及表土回复时序、工艺及方法如下：

1、塔基及塔基施工临时占地区

经分析，塔基及塔基施工临时占地区在施工后期须对塔基永久占地区域进行表土回覆及草皮回铺，回覆面积约 1.83hm^2 ，平均回覆厚度 0.15m ，回覆表土量 0.27万 m^3 ；表土回覆后再对 N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135 占用草地的塔位进行草皮回铺，回铺面积 0.16万 m^2 。表土及草皮来源于前期塔基永久占地区域剥离的表土及草皮，表土及草皮回铺时段可在春秋季节实施。

2、其他临时占地区

牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区在施工期间主要为占压扰动，施工期间采用草垫隔离防护，施工结束后采取土地整治和撒播种草即可对施工迹地进行植被恢复。

综上，本项目需回铺草皮 0.16m^2 ；共计需回覆表土面积 1.83hm^2 ，需回覆表土总量约 0.27万 m^3 。

4 表土资源保护与利用

3、表土及草皮回铺施工工艺及方法

表土回覆主要采用人工完成。施工后期，拆除土袋，将前期装袋表土回铺到植被恢复区域。

草皮回铺前，需在回铺基底面上铺一层原剥离的表土，在表土里掺和一些适宜所选草类生长的有机肥及化肥，并洒水使表土层保持湿润，再回铺草皮；根据草皮堆存期间生长情况，选取已成活的草皮，草皮在搬运过程中，应轻取轻放，不能随意切割草皮，以保证草皮的完整性，搬运后及时回铺，最好不要过夜，以防止草皮裸露出根系被冻死和水分蒸发；回铺时顶面要平顺，草皮块厚度不一时，用其底下的表土层找平，草皮块与块之间的缝隙用表土填塞，填塞时，草皮与草皮间一定要塞实，起到根部保湿和土壤衔接的作用；草皮移植回覆区域后，要禁牧管理，防止人员踩踏，防止牛羊啃食。回铺后的草皮处于较脆弱的恢复期，应尽量做到一次铺设到位，减少回铺后对草皮的扰动，根据实际环境条件和回铺草皮生长发育的季节需要，适时对其进行施肥、浇水等养护，以满足其对营养和水分的需求。回铺后恢复较差的区域可相应延长养护期限，使其恢复生长，促使其及时返青。

4 表土资源保护与利用

表 4.4-1 项目草皮剥离、利用平衡分析表

分 区	草皮剥离		草皮回覆		调入		调出	
	剥离面积 (万 m ²)	剥离厚度 (m)	回覆面积 (万 m ²)	回覆厚度 (m)	来源	数量 (万 m ²)	去向	数量 (万 m ²)
塔基及塔基施工临时占地区	0.16	0.10~0.15	0.16	0.10~0.15				
合 计	0.16	/	0.16	/	/	/	/	/

表 4.4-2 项目表土剥离、利用与保护分析表

单位: hm²、m、万 m³

项目组成	表土剥离			表土回覆			调入		调出		表土、草皮保护		
	面积	厚度	方量	面积	厚度	方量	数量	来源	数量	去向	保护面积	保护方式	可保护量
塔基及塔基施工临时占地区	1.83	0.10~0.20	0.27	1.83	0.15	0.27					1.60	铺设草垫	0.24
牵张场及跨越施工场地区		0.10~0.15									0.30	铺设草垫	0.05
人抬道路区		0.15~0.25									0.94	铺设草垫	0.14
合 计	1.83	/	0.27	1.83	/	0.27	/	/	/3	/	2.84	/	0.43

5 弃渣场选址与堆置

5.1 渣土来源及流向

1、表土及草皮

根据“4.2 表土保护方案”，本项目表土及草皮主要来源于塔基永久占地区域；塔基施工期间，共需堆放表土方量约 0.27 万 m^3 ，折合松方约 0.35 万 m^3 ，单基铁塔平均堆放表土约 17.6 m^3 ，堆存面积约 23 m^2 ，堆存时间半月内，平均运距约 0.01km。堆存的表土后期全部用于塔基永久占地区域回覆利用。表土的来源及流向可参见“表 4.4-2”。

本项目堆放的草皮主要来源于占用草地的塔位（N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135），堆放数量约 0.16 万 m^2 ，占地面积约 10 m^2 ，堆存时间半月内，平均运距约 0.01km。堆存的草皮后期全部用于原剥离草皮塔基永久占地区域回铺。草皮的来源及流向可参见“表 4.4-1”。

2、其他临时堆土

根据“2.4 土石方平衡”，本项目临时堆土主要来源于塔基基础开挖及间隔扩建工程基础开挖，临时堆土方量分别为 0.53 万 m^3 （单个塔基平均最大堆土量为 26.6 m^3 ）和 0.01 万 m^3 。详见“表 2.4-1”。

5.2 弃渣场选址、堆置方案与级别

本工程为输电线路工程，表土和土石方就近分类堆放在各施工点位临时占地内，堆土区域占地已纳入施工临时占地计列，不单独设置临时堆土场。

1、弃渣场（含临时堆土场）主体设计审查情况

2026 年 3 月，四川省西点电力设计有限公司编制完成了《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程可行性研究报告》。同年 3 月，该可研报告取得了四川省工程咨询院关于《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程可行性研究报告》评审意见的函（川工咨询成果〔2026〕195 号）。

2026 年 5 月，四川省西点电力设计有限公司编制完成了《甘孜稻城噶通一期光伏发电项目 220 千伏送出工程初步设计》。同年 5 月，大唐四川发电有限公司对该初步设计方案进行了批复，批复文号“工程〔2026〕15 号”）。

根据批复文件和主体设计报告，本项目不涉及弃渣场。主体设计考虑了塔基开挖土石方及表土堆存于塔基施工临时场地，但未明确具体堆放方案，本方案根据表土剥

5 弃渣场选址与堆置

离区域对表土和回填土临时堆置进行了补充布置，主体设计后续应将表土及草皮堆置方案纳入施工图设计进行细化、完善。

2、堆置方案及分析评价

表土堆置方案：为保护生态环境和表土，并与一般土石方进行区分，本项目各塔基剥离的表土全部就近装袋堆存在塔基施工临时场地内，堆放时常半月内。根据测算，本项目共需堆放表土 0.27 万 m^3 ，折合松方约 0.35 万 m^3 ，单基铁塔平均堆放表土约 17.6m^3 ，堆存面积约 23m^2 ，土袋采取“错缝叠压”呈“品”字型码放，单条土袋装土后尺寸为 $70\times 40\times 20\text{cm}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 厚），平均堆放长度约 14m，堆放宽度 1.6m，堆放层数 6 层，每层堆放高度 20cm，最大堆高 1.2m。

草皮堆置方案：为保护草甸资源，项目施工前须对占用草地塔位（N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135）进行草皮剥离，剥离总面积约 0.16 万 m^2 ，单基铁塔剥离面积约 80m^2 ，草皮剥离后就近堆放在塔基施工临时场地空地内，堆存面积约 10m^2 ，堆放时常半月内，堆放宽度 2m，分 4~5 层堆放，层高不高于 20cm，草皮顶部采用无纺布苫盖。

塔基施工临时堆土堆置方案：本项目各塔基表土、基础开挖土石方分类就近堆放在塔基施工临时场地内，单个铁塔塔基平均堆放一般土石方总量约 26.6m^3 ，折合松方约 34.6m^3 ；由于铁塔 4 个塔腿基础不可能同时施工，本方案按同时堆放 2 个塔腿基础开挖土石方进行测算，单基铁塔最大堆放一般土石方量约 17.3m^3 ，临时堆土堆放时利用装袋表土作为临时挡墙进行拦挡，靠土袋挡墙一侧与土袋齐高，即最大堆土高度 1.2m，顶宽约 1.0m，另一侧按 1:1.75 自然放坡，平均占地宽度约 3.0m，堆放面积约 42m^2 ，堆土表面采用无纺布进行遮盖。基础浇筑完成后及时进行回填、基面平整、表土回覆，临时堆存时间为半月内，不单独设置集中临时堆土场。

间隔扩建工程区临时堆土堆置方案：间隔扩建工程区为设备基础开挖临时堆土，堆土量约 0.01 万 m^3 ，累计堆土面积约 60m^2 ，堆土坡比 1:1，堆土高度 1.0m。站内地势平坦，可满足本区域临时堆土的要求，基础浇筑完成后及时进行回填，堆存时间不超过 1 个月，不单独设置临时堆土场。

分析评价：经分析，剥离后的表土通过装入土袋分层码放的方式相比露天堆放可防止降雨对土堆的直接冲刷，也可对塔基基础开挖的临时堆土进行拦挡；堆放时，土袋按“错缝叠压”呈“品”字型码放，最大堆高 1.2m，稳定性较好。输电线路塔位呈线性点状分布，各塔位土石方单独平衡，塔基临时堆土遵循就近原则在塔基施工临时

5 弃渣场选址与堆置

场地内堆放，有利于减少土石方转运过程中的水土流失和经济成本，同时主体设计已对塔基选址开展了详细的地质勘察，区域整体地质条件稳定，地基承载力可满足临时堆土荷载要求，土体稳定性能够保障临时堆土安全，塔基临时堆土方案合理可行。间隔扩建工程区临时堆土堆存期间采取防雨布对堆土区域进行苫盖，同时利用变电站已实施站内外排水系统可以有效排导临时堆土区域的雨水，不对外部环境产生影响；因此间隔扩建区临时堆土方案合理可行。

6 水土流失分析与预测

6.1 水土流失现状

6.1.1 项目区所处的水土保持分区位置

根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170号），经查询，项目区不在国家划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内；根据《四川省水利厅关于印发<四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果>的通知》（川水函〔2017〕482号），项目区不在省级水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内；根据《稻城县水土保持规划（2015-2030年）》和《乡城县水土保持规划（2015-2030年）》，项目区分别位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区。根据《全国水土保持区划（试行）》项目所处区域均属水土保持分区属青藏高原区；根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目所在区域一级类型区均为水力侵蚀区，二级类型区为西南土石山区，区内容许土壤流失量为500t/（km²•a）。

6.1.2 稻城县、乡城县水土流失现状

根据《四川省水土保持公报》（2025年），稻城县和乡城县水土流失均以轻度水力流失为主。稻城县和乡城县水土流失现状见表6.1-1。

表 6.1-1 稻城县、乡城县水土流失现状表 单位：km²

行政区划	轻度侵蚀及以上面积		各级强度土壤侵蚀面积									
			轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈	
	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%
稻城县	435.98	5.95	358.47	82.22	59.41	13.63	14.05	3.22	4.05	0.93	0	0
乡城县	383.78	7.65	355.74	92.70	22.91	5.97	2.97	0.77	1.19	0.31	0.97	0.25

6.1.3 项目区水土流失现状

根据现场调查，根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018）第10.3.2条规定，扰动前计算单元水力作用下的土壤流失量参照“植被破坏型一般扰动地表土壤流失量测算”公式计算（详见4.3.3章节）以及《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）等相关规程规范，结合区域地理位置、地形地貌、地表植被及土壤等水土流失因子进行综合分析。

本工程占地类型以林、草地为主，工程区土壤侵蚀程度以轻度水力侵蚀为主，原地表土壤侵蚀模数值为600t/（km²•a），年平均土壤侵蚀量约为28t。

6.2 水土流失因素分析

6.2.1 项目建设新增水土流失分析

1、土石方开挖

工程开挖存在临时堆土，土方滚落是扩大建设区影响范围的主要原因；同时挖方区域表面为松散层，受降水及人为影响，容易发生面蚀、溅蚀等水土流失形式。

2、其它因素

工程施工中，不可避免的破坏了工程区原有地表植被，一旦遇到暴雨将产生地表径流，造成土壤流失，加之土壤和水的亲合力较大，此时，地表植被已被破坏，裸露的地表土的团粒结构易损坏和解体，引起土壤透水性变小和土壤表层的淤积；同时，工程机械在土石方施工中也易随工程机械进出将场内泥土带出场外。

3、自然恢复期水土流失影响分析

塔基及塔基施工临时占地区域将是自然恢复期间水土流失的主要来源；工程完工后，如不对临塔基及塔基施工临时占地区域采取植被恢复措施，根据项目区实际情况，一般需3年该区域才能逐步恢复稳定。因此在自然恢复期还有一定程度的水土流失。

6.2.2 扰动地表、损毁植被面积分析

本项目建设拟占用土地总面积约4.68hm²，扰动地表面积为4.68hm²，损毁植被面积4.67hm²。详见表6.2-1。

表 6.2-1 项目区扰动地表、损毁植被面积汇总表

行政区域	项目	扰动地表类型				占地性质		
		林地	草地	公共管理与服务用地	小计	永久	临时	小计
稻城县	塔基及塔基施工临时占地	1.72	0.25		1.97	1.05	0.92	1.97
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.12		0.20		0.20	0.20
	人抬道路	0.38	0.16		0.54		0.54	0.54
	小计	2.18	0.53		2.71	1.05	1.66	2.71
乡城县	塔基及塔基施工临时占地	1.36	0.10		1.46	0.78	0.68	1.46
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.02		0.10		0.10	0.10
	人抬道路	0.28	0.12		0.40		0.40	0.40
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	小计	1.72	0.24	0.01	1.97	0.79	1.18	1.97
合计		3.90	0.77	0.01	4.68	1.84	2.84	4.68

6.2.3 弃渣量分析

项目土石方挖填总量1.08万m³，其中挖方0.54万m³，基础回填及塔基占地区域就地回铺0.54万m³，项目挖方利用率100%。根据类似项目经验，本项目塔基开挖的

6 水土流失分析与预测

土石方在施工完毕后就地平铺于塔基施工占地范围内，平铺时，石方回铺在下层，土方回铺在上层，平均平铺厚度约 0.20m，平铺后不改变塔基区施工后形成的地形地貌。经土石方挖填平衡后，本项目无弃土产生。

6.3 土壤流失量预测

6.3.1 预测单元

根据各项工程水土流失分布、施工特点和对土地的扰动强度，将项目区划分为塔基及塔基施工临时占地区、牵张场及跨越施工场地、人抬道路区和间隔扩建工程区 4 个预测单元。

6.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），本工程水土流失预测时段包括施工期（含施工准备期）和自然恢复期。

1、施工期（含施工准备期）

根据施工计划安排，本工程计划于 2026 年 9 月开工，2026 年 6 月完工，工期为 10 个月，该时段工程将进行开挖、回填等施工活动。根据地面扰动时间，同时考虑工程的后续影响，按照最不利的情况考虑，因此将施工期预测时段设为 1 年。

2、自然恢复期

自然恢复期是指各单元施工扰动结束后，在不采取水土保持措施情况下，土壤侵蚀强度减弱并接近原背景值所需要的时间；结合项目区实际情况，本项目自然恢复期按 3 年计算。

6.3.3 土壤侵蚀模数

1、项目区土壤侵蚀模数背景值确定

根据现场查勘，同时结合项目区土壤侵蚀分布图，项目区以微度~轻度水力侵蚀为主；根据对项目区水土流失特点分析和区域现状调查，按照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）中侵蚀等级划分，结合项目区地形地貌条件、土壤、植被等影响水土流失的自然因素，确定工程占地范围内原地貌土壤侵蚀模数 $600\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

2、施工期和自然恢复期土壤侵蚀模数的确定

（1）生产建设项目土壤流失类型

本项目区土壤侵蚀外营力主要是在水力作用下的土壤流失，根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018），水力作用下生产建设项目土壤流失可按一般扰动地表、工程开挖面、工程堆积体 3 种下垫面类型进行计算，生产建设项目土壤流

失类型划分见表 6.3-1。

表 6.3-1 生产建设项目土壤流失类型划分表

一级分类	二级分类	三级分类	说明
水力作用下的 土壤流失	一般扰动地表	植被破坏型 一般扰动地表	人为活动导致原有林草植被遭受破坏，地表植被覆盖减少或裸露，未扰动地表土壤，维持原有整体地形的扰动地表
		地表翻扰型 一般扰动地表	人为活动导致地表土壤翻动，原有植被覆盖明显减少或裸露，维持原有整体地形的扰动地表
	工程开挖面	上方无来水 工程开挖面	工程开挖面上缘已达到或越过分水岭，或在工程开挖面顶部有截排水沟等坡面径流拦截措施，不受上方来水侵蚀的开挖面
		上方有来水 工程开挖面	工程开挖面上缘未达到分水岭，且在工程开挖面顶部无截排水沟等坡面径流拦截措施，受上方来水侵蚀的开挖面
	工程堆积体	上方无来水 工程堆积体	在平地或坡面堆积，不受上方来水冲刷侵蚀的堆积体
		上方有来水 工程堆积体	在沟坡堆积或在平地堆积但顶部有较大平台，受降水和堆积体顶部以上来水共同侵蚀的堆积体

(2) 预测单元土壤流失类型划分

根据各项工程水土流失分布、施工特点和对土地的扰动强度，将项目区划分为塔基及塔基施工临时占地区、牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区和间隔扩建工程区等 4 个预测单元，根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018）土壤流失类型对项目流失类型进行划分。

(3) 土壤流失量计算

1) 计算方法

①植被破坏型一般扰动地表

$$M_{yz}=RKL_yS_yBETA$$

式中：

M_{yz} ——植被破坏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， $MJ\cdot mm/(hm^2\cdot h)$ ；

K ——土壤可蚀性因子， $t\cdot hm^2\cdot h/(hm^2\cdot MJ\cdot mm)$ ；

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 。

②上方有来水工程开挖面

$$M_{ky}=F_{ky}G_{ky}L_{ky}S_{ky}A+M_{kw}$$

6 水土流失分析与预测

式中：

- M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；
- F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲刷力因子，MJ·mm；
- G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土质因子， $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ)$ ；
- L_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡长因子，无量纲；
- S_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡度因子，无量纲。

③上方有来水工程堆积体

$$M_{dy}=F_{dy}G_{dy}L_{dy}S_{dy}A+M_{dw}$$

式中：

- M_{dy} ——上方有来水工程堆积体计算单元土壤流失量，t；
- F_{dy} ——上方有来水工程堆积体径流冲刷力因子，MJ/hm²；
- G_{dy} ——上方有来水工程堆积体土石质因子， $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ)$ ；
- L_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡长因子，无量纲；
- S_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

(4) 土壤侵蚀模数的确定

根据水土流失类型划分，采用数学模型法对个预测单元土壤侵蚀模数进行计算，计算结果详见表 6.3-2。

表 6.3-2 项目区扰动前后土壤侵蚀模数取值表

预测单元	原地表土壤综合 侵蚀模数 (t/km ² ·a)	施工期		自然恢复期	
		侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失面 积 (hm ²)	3 年平均侵蚀模 数 (t/km ² ·a)	水土流失面 积 (hm ²)
塔基及塔基临时施工占地	600	4110	3.43	830	3.43
牵张场及跨越施工场地	600	3040	0.30	830	0.30
人抬道路	600	1970	0.94	830	0.94
间隔扩建工程	600	3620	0.01	830	
合计	/	/	4.68	/	4.67

6.3.4 预测结果

1、扰动地表面积

本项目建设拟占用土地总面积约 4.68hm²，扰动地表面积为 4.68hm²，损毁植被面积 4.67hm²。

2、可能造成水土流量预测

施工期及自然恢复期间，水土流失预测时段内水土流失总量约为 675t，新增流失量约为 563t。新增水土流失量中，施工期新增水土流失量约 141t，占新增水土流失总

6 水土流失分析与预测

量的 25%；自然恢复期新增水土流失量约 422t，占新增水土流失总量的 75%。经分析，自然恢复期较施工期新增水土流失占地较大的原因主要是自然恢复期年限较长，但实际施工期水土流失强度大。因此，施工期是水土流失防治和监测重点时段。

塔基及塔基临时施工占地区、牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区和间隔扩建工程区施工期新增水土流失量分别为 120t、7t、13t 和 0.3t，分别占施工期新增水土流失总量的 85.1%、5.0%、9.2%和 0.7%。因此，塔基及塔基临时施工占地区为重点监测和防治区域。

从以上分析可以得出，施工期流失强度大，应作为本工程水土流失重点防治时段；塔基及塔基临时施工占地区为本工程防治和监测的重点区域。

表 6.3-3 水土流失预测表

单位：t

预测单元	施工期			自然恢复期			合 计		
	扰动前 流失量	扰动后 流失量	新增流 失量	扰动前 流失量	扰动后 流失量	新增流 失量	扰动前 流失量	扰动后 流失量	新增流 失量
塔基及塔基临时施工占地	20.6	141.0	120.4	61.7	422.9	361.2	82.3	563.9	481.6
牵张场及跨越施工场地	1.8	9.1	7.3	5.4	27.4	22.0	7.2	36.5	29.3
人抬道路	5.6	18.5	12.9	16.9	55.6	38.7	22.5	74.1	51.6
间隔扩建工程	0.1	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.3
合 计	28.1	169.0	140.9	84.0	505.9	421.9	112.1	674.9	562.8

6.4 水土流失危害分析

6.4.1 水土流失危害分析

项目建设造成的水土流失主要发生在土石方工程，本项目在建设期间会给建设区的地表带来较大的扰动，损坏现有的水土保持功能，增加土壤侵蚀强度，如果不采取任何水土保持措施，盲目施工将会造成以下危害：

1、塔基开挖填筑、临时堆土堆放等土石方工程施工将大面积扰动地表，破坏项目区植被、地表结皮层和土壤稳定结构，致使土体疏松，土壤抗蚀性进一步降低，如不加以及时防护，在强降雨作用下将造成严重水土流失，致使土层进一步变薄，土壤抗逆性降低，土壤涵养水源能力下降，水分丧失，肥力下降，导致土地生产力降低。

2、本项目用地四周主要为草地和林地耕地，大量的水土流失会对项目周边生态环境造成影响。

6.4.2 指导性意见

综合分析造成新增水土流失的特点和原因，本方案提出如下指导性意见：

1、施工中做到随挖、随填，对临时堆土应采取先垫底防护、拦挡后再堆放，并对堆土表面采取遮盖措施。

6 水土流失分析与预测

2、施工中做好临时遮盖措施，施工结束后及时拆除临时措施进行迹地恢复。

3、施工期应合理进行施工组织设计，采取合理的施工时序。应尽量避免在雨天施工，若无法避免，要做好雨天的临时防护设施。防治措施应以临时遮盖和拦挡为主。

7 水土保持措施

7.1 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），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）以及其他使用与管辖区域。

本项目水土流失防治责任范围为建设区范围，水土流失防治责任范围共计 4.68hm²，其中稻城县防治责任范围面积 2.71hm²，乡城县防治责任范围面积 1.97hm²。

表 7.1-1 水土流失防治责任范围表

行政区域	项目	防治责任范围				占地性质		
		林地	草地	公共管理与服务用地	小计	永久	临时	小计
稻城县	塔基及塔基施工临时占地	1.72	0.25		1.97	1.05	0.92	1.97
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.12		0.20		0.20	0.20
	人抬道路	0.38	0.16		0.54		0.54	0.54
	小计	2.18	0.53		2.71	1.05	1.66	2.71
乡城县	塔基及塔基施工临时占地	1.36	0.10		1.46	0.78	0.68	1.46
	牵张场及跨越施工场地	0.08	0.02		0.10		0.10	0.10
	人抬道路	0.28	0.12		0.40		0.40	0.40
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	小计	1.72	0.24	0.01	1.97	0.79	1.18	1.97
合计	塔基及塔基施工临时占地	3.08	0.35		3.43	1.83	1.60	3.43
	牵张场及跨越施工场地	0.16	0.14		0.30		0.30	0.30
	人抬道路	0.66	0.28		0.94		0.94	0.94
	间隔扩建工程			0.01	0.01	0.01		0.01
	合计	3.90	0.77	0.01	4.68	1.84	2.84	4.68

7.2 设计水平年

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）第 4.1.3 条：设计水平年应为主体工程完后的当年或后一年，根据主体工程完时间和水土保持措施实进度安排等综合确定。本项目计划于 2026 年 9 月开工，2027 年 6 月完工。因此，本方案的设计水平年为主体工程完工当年，即 2027 年。

7.3 水土流失防治目标

7.3.1 执行标准等级

项目区位于甘孜州稻城县和乡城县境内，水土保持区划属于青藏高原区；项目占地不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。项目不涉及全

7 水土保持措施

国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。根据《水利部办公厅关于做好国家级水土流失重点预防区和重点治理区落地上图成果应用的通知》（办水保〔2025〕170号），经查询，项目区不在国家划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内。根据四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函〔2017〕482号），项目区不在省级划分的水土流失重点预防区和水土流失重点治理区内。根据《稻城县水土保持规划（2015-2030年）》和《乡城县水土保持规划（2015-2030年）》，项目区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区。因此，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）相关规定，本项目水土流失防治标准定为青藏高原区一级标准。

7.3.2 防治目标

水土流失防治目标为：

- 1、项目建设范围内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 50434-2018 的规定。

5、根据《全国水土保持区划（试行）》，稻城县属于青藏高原区，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。本项目水土流失防治指标应执行青藏高原区一级标准。

7.3.2.1 防治指标修正

1、干旱程度修正

位于极干旱地区的，林草植被恢复率和林草覆盖率可不作定量要求，水土流失治理度可降低 5%~8%；位于干旱地区的，水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率可降低 3%~5%。本项目不属于干旱地区，水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率不作调整。

2、原地貌侵蚀强度修正

土壤流失控制比在轻度侵蚀为主的区域不应小于 1，中度以上侵蚀为主的区域可降低 0.1~0.2。项目区所在区域现状土壤侵蚀强度以微度水力侵蚀为主，土壤侵蚀模数背景值 $600t/(km^2 \cdot a)$ ，土壤流失控制比为 1.0，项目建成后土壤流失控制比不小于 1.0。

7 水土保持措施

3、地貌修正

在中山区的项目，渣土防护率可减少 1%~3%；在极高山、高山区的项目渣土防护率可减少 3%~5%。本项目属于高山地貌，但项目区位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区，结合工程实际，项目渣土防护率不进行降低修正。

4、城市区修正

位于城市区的项目，渣土防护率和林草覆盖率可提高 1%~2%。本项目不在城区，因此不作修正。

5、“两区”修正

本工程位于稻城县水土流失重点预防区和乡城县水土流失重点治理区，将林草覆盖率提高 2%。

7.3.2.2 防治指标值

对防治指标进行修正后，本项目施工期水土流失防治指标为：渣土防护率 85%、表土保护率 90%；设计水平年水土流失防治指标为：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%。详见表 7.3-1。

表 7.3-1 水土流失防治目标表

防治指标	标准规定值		修正		采用标准值	
	施工期	设计水平年	土壤侵蚀强度	县级“两区”	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	≤1.0		-	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

7.4 防治区划分

根据主体工程布局、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，将本项目防治分区划分为塔基及塔基施工临时占地区、牵张场及跨越施工场地区、人抬道路区和间隔扩建工程区等4个一级防治分区。

7 水土保持措施

表 7.4-1 项目区水土保持防治分区表

防治分区	分区面积			备注
	永久	临时	小计	
塔基及塔基施工临时占地	1.83	1.60	3.43	包含塔基永久及塔基施工临时占地
牵张场及跨越施工场地		0.30	0.30	牵张场及跨越施工场地占地
人抬道路		0.94	0.94	人行道路占地
间隔扩建工程	0.01		0.01	间隔扩家及杆塔
小计	1.84	2.84	4.68	/

7.5 措施总体布局

本工程为建设类项目，占地面积相对较小，工程布局较为单一，产生水土流失的主要时段是施工期。因此，施工期主要以临时遮盖和拦挡为主。水土保持防治措施体系见下表：

表 7.5-1 水土流失防治措施总体布局表

防治分区	措施类型	防治措施	备注
塔基及塔基施工临时占地区	工程措施	表土剥离	主体设计
		表土回覆	主体设计
		截排水沟	主体设计
		挡墙	主体设计
		土地整治	方案新增
	植物措施	草皮剥离	主体设计
		草皮回铺	主体设计
		撒播灌草	主体设计
		抚育管理	方案新增
	临时措施	土袋拦挡与拆除	方案新增
		草垫垫底防护	方案新增
		无纺布遮盖	方案新增
牵张场及跨越施工场地	工程措施	土地整治	方案新增
	植物措施	撒播灌草	主体设计
		抚育管理	方案新增
	临时措施	草垫垫底防护	方案新增
人抬道路区	工程措施	土地整治	主体设计
	植物措施	撒播灌草	主体设计
		抚育管理	方案新增
间隔扩建工程区	工程措施	碎石地坪	主体设计
	临时措施	无纺布遮盖	方案新增

7.6 工程级别与设计标准

7.6.1 水土保持工程设计标准及要求

1、按照《变电所给水排水设计规范》（DL/T5143-2018）和《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）要求，本项目塔基截排水沟设计重现期应为 2~3 年一遇，结合《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），考虑到本项目位于县级“两区”，塔基截排水工程等级提高为 1 级，采用 2 级标准，即 5 年一遇 10 分钟短历时暴雨排水标准。

7 水土保持措施

2、根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）及本项目实际情况，本项目表土剥离厚度 0.10~0.20m，草皮剥离厚度 0.10~0.15m；表土回覆厚度 0.1m~0.2m，草皮回铺厚度 0.10~0.15m。土地整治采取全面整地，整治厚度 $\geq 0.2\text{m}$ 。

7.6.2 植物措施设计标准及要求

1、植被恢复级别

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本项目位于高海拔、高寒地区，以天然林为主，工程区基本无适生的人工栽植乔木树种，且工程区周边主要以草地为主，结合工程区扰动地表主要以人工踩踏或临时占压形式，方案施工期间主要采取铺设草垫保护原植被，施工后期采取撒播种草恢复植被。因此，为与周边环境相协调本项目各工程区植被恢复与建设工程执行 2 级标准，以撒播灌草为主。

2、主要树（草）种

主要林草种的生物特性及种植技术详见“表 7.6-1”。

表 5.3-1 主要树（草）种生物学特性

树种（草种）名称	生物学特性
垂穗披碱草 (<i>Elymus dahuricus</i> Turcz.)	根系发达，叶片具旱生结构，比较耐旱。披碱草对土壤的适应性很广泛，各种土壤均能生长，在 pH 值 7.6-8.7 的土壤中发育良好，但不适于在 pH 值 4 以下的酸性土壤中生长。披碱草抗风沙能力较强，根系发达可作为植被恢复和保护水土的植物。
冷地早熟禾 (<i>Poa crymophila</i> Keng)	具有广泛的生态适应性。抗旱能力较强，在年降水量不足 200mm 的青海柴达木盆地种植，也能获得较高的产量。耐盐碱，耐瘠薄，在 pH 7-8.3 的土壤上种植，生长良好。抗寒，幼苗能耐 -5 至 3℃ 低温，成株，冬季 -38.5℃ 也能安全越冬。对土壤要求不严，但在湿润的沙壤土、轻黏性暗栗钙土上生长繁茂。
老芒麦 (<i>Elymus sibiricus</i> L.)	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。能耐湿，抗旱力稍差，在年降水量 400-600 毫米的地区可旱作栽培，而在干旱地区若有灌溉条件可以获得高产。对土壤的适应性较广，适于弱酸性或微碱性腐殖质土壤生长。
匙叶小檗 (<i>Berberis vernae</i> C. K. Schneid. in C. S. Sargent)	小檗科、小檗属的落叶灌木，高可达 1.5 米，生长于海拔 2200-3850 米的河滩地或山坡灌丛中，老枝暗灰色，细弱，具条棱，无毛，散生黑色疣点，幼枝常带紫红色；茎刺粗壮，单生，淡黄色，长 1-3 厘米。
鬼箭锦鸡儿 (<i>Caragana jubata</i> (Pall.) Poir.)	豆科、锦鸡儿属灌木植物。生于海拔 1200-4600 米的干旱山坡、灌丛、云杉林林缘与林下、亚高山草甸、高山山谷草原、河滩。耐旱，耐瘠薄土壤，适生于高寒、湿润的生态环境。

3、种苗质量要求和种植技术指标

用于水土保持植物措施的苗木及草种必须是一级苗或一级种，并且要具有“一签三证”，即要有标签、生产经营许可证、质量合格证和植物检疫证。

7.7 分区措施布设

7.7.1 塔基及塔基施工临时占地区

塔基及塔基施工临时占地区水土流失主要来源于塔基工程基础开挖时堆放的回填方、表土（草皮）、人为和机械扰动等，针对塔基工程施工水土流失特点，施工前，对塔基永久占用草甸土区域进行草皮剥离，剥离后的草皮及表土堆放在塔基施工临时占地区内，以草垫垫底防护；施工期间，对临时堆土采用土袋进行临时拦挡，装土来源于塔基剥离的表土，堆土表面采用无纺布进行临时遮盖，部分塔位（有汇水面）周边布设截排水沟、部分塔位（地形较陡）下坡侧布设挡墙；施工后期塔基区进行覆土整治后回铺草皮、撒播灌草及抚育管理，塔基施工临时占地区进行土地整治后撒播灌草并抚育管理。

7.7.1.1 工程措施

1、表土剥离（主体设计）

塔基永久占地区域剥离表土面积 1.83hm^2 ，剥离厚度 $0.10\sim 0.20\text{m}$ ，剥离表土量约 0.27万 m^3 。

2、表土回覆（主体设计）

在施工后期，将塔基永久占地区剥离的表土回填至塔基下方，回覆面积约 1.83hm^2 ，平均回覆厚度 0.15m ，回覆表土量 0.27万 m^3 。

3、截排水沟（主体设计）

主体设计对位于斜坡的塔基表面应做成斜面，恢复自然排水。对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统。排水沟采用 M10 浆砌石，排水沟为矩形断面，断面尺寸为： $40\text{cm}\times 40\text{cm}$ ，衬砌厚 0.30m ，工程量为 $40\text{m}/22.4\text{m}^3$ 。

4、塔基挡墙（主体设计）

主体设计对部分塔基处修建挡土墙进行防护，挡墙采用 M10 浆砌块石，挡土墙型号、规格、尺寸等均按常规方法估列。主体工程设计挡土墙采用 M10 浆砌块石，工程量暂列为 M10 浆砌块石 50m^3 。

5、土地整治（方案新增）

施工后期对塔基及塔基施工临时占地区域进行土地平整及翻松，使土壤疏松透气便于植被快速恢复，共进行土地整治 3.43hm^2 。

7.1.1.2 植物措施

1、草皮剥离及回铺（主体设计）

在施工前期，对海拔位于 3600m 以上占用亚高山草甸土和高山草甸土的塔位（涉及 N1、N3~N11、N32~N35、N45、N46、N118、N119、N122、N127 和 N135，共 20 基）进行草皮剥离，剥离面积约 0.16 万 m^2 ，剥离厚度 0.10~0.15m，剥离后的草皮就近堆放在塔基施工临时场地空地内；在塔基永久占地区域下方表土回覆后进行草皮回铺，回铺面积 0.16 万 m^2 ，回铺厚度 0.10~0.15m。

2、撒播种草（主体设计）

对塔基下方及塔基施工临时场地进行撒播种草，灌草种推荐选择垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦、匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿按 1: 1: 1: 1: 1 混合，撒播密度为 100kg/hm²，撒播灌草面积 3.43hm²。

3、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。抚育工作内容主要为松土、除杂草、施肥、浇水和喷药等。抚育时间为 1 年，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。本防治区共需抚育管理面积为 3.43hm²。

7.1.1.3 临时措施

1、铺设草垫（方案新增）

为保护占压区域表土层，工程施工前应对拟扰动的塔基施工临时场地先进行草垫垫底防护。经统计，该区域草垫垫底防护面积约 16000m²。

2、无纺布遮盖（方案新增）

施工期间，对塔基临时堆土采用无纺布进行遮盖，无纺布可重复利用。经统计、分析，预计使用无纺布 3000m²。

3、土袋拦挡与拆除（方案新增）

为保护生态环境和表土，并与一般土石方进行区分，本项目各塔基剥离的表土全部就近装袋堆存在塔基施工临时场地内，施工结束后拆除土袋，并将表土用于植被恢复。土袋采取“错缝叠压”呈“品”字型码放，单条土袋装土后尺寸为 70×40×20cm（长×宽×厚），平均堆放长度约 14m，堆放宽度 1.6m，堆放层数 6 层，每层堆放高度 20cm，最大堆高 1.2m。根据资料分析，共布置土袋挡墙约 2786/0.35（m/万 m³）。

7 水土保持措施

表 7.7-1 塔基及塔基施工临时占地区水土保持措施及工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施内容及工程量			备注
		措施内容	单位	数量	
塔基及塔基施工临时占地区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.27	主体设计
		表土回覆	万 m ³	0.27	主体设计
		截排水沟	m ³	22.4	主体设计
		挡墙	m ³	50	主体设计
		土地整治	hm ²	3.43	方案新增
	植物措施	草皮剥离	万 m ²	0.16	主体设计
		草皮回覆	万 m ²	0.16	主体设计
		撒播种草	hm ²	3.43	主体设计
		抚育管理	hm ²	3.43	方案新增
	临时措施	铺设草垫	m ²	16000	方案新增
		无纺布遮盖	m ²	3000	方案新增
		土袋拦挡与拆除	万 m ³	0.35	方案新增

7.7.2 牵张场及跨越施工场地区

牵张场及跨越施工场地工程区水土流失主要来源于架线施工时，材料、机械、人员对原地表的扰动破坏，针对该区域施工水土流失特点，在牵张场地及跨越施工场地使用前应对拟占地区域采用草垫垫底防护；施工结束后，对扰动区域进行土地整治，对占用林草地区域经土地整治后进行撒播灌草及抚育管理。

7.7.2.1 工程措施

1、土地整治（方案新增）

牵张场及跨越施工场地区施工完后，清理地表草垫，由于施工期间对扰动地表仅是压占破坏，对扰动区域进行土地翻松整治，对临时占用林草地区域土地整治后进行撒播灌草。经统计，土地整治面积约 0.30hm²。

7.7.2.2 植物措施

1、撒播灌草（主体设计）

施工结束后，对牵张场及跨越施工场地进行撒播种种灌草，灌草种推荐选择垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦、匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿按 1: 1: 1: 1: 1 混合，撒播密度为 100kg/hm²，撒播灌草面积 0.30hm²

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。抚育工作内容主要为松土、除杂草、施肥、浇水和喷药等。抚育时间为 1 年，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

7 水土保持措施

减少，立地条件差、前期生长慢的可适当提高抚育次数。本防治区共需抚育管理面积为 0.30hm^2 。

7.7.2.3 临时措施

1、铺设草垫（方案新增）

为保护扰动地表表土层，工程施工前应对拟扰动的牵张场及跨越施工场地占地区域先进行草垫垫底防护。经统计，该区域草垫垫底防护面积约 3000m^2 。

表7.7-2 牵张场及跨越施工场地区水土保持措施数量统计表

防治分区	措施类型	措施内容及工程量			备注
		措施内容	单位	数量	
牵张场及跨越施工场地区	工程措施	土地整治	hm^2	0.30	方案新增
	植物措施	撒播灌草	hm^2	0.30	主体设计
		抚育管理	hm^2	0.30	方案新增
	临时措施	铺设草垫	m^2	3000	方案新增

7.7.3 人抬道路区

人抬道路区水土流失主要来源于人员对原地表的踩踏扰动破坏，破坏程度较轻微；针对该区域施工水土流失特点，在施工结束后，对扰动区域进行撒播灌草即可恢复；但撒播时，须用钉耙翻土将草种覆盖，草种撒播后进行抚育管理。

7.7.3.1 植物措施

1、撒播种草（主体设计）

施工结束后，对人抬道路踩踏区域进行撒播种草灌草，灌草种推荐选择垂穗披碱草、冷地早熟禾、老芒麦、匙叶小檗和鬼箭锦鸡儿按 1: 1: 1: 1: 1 混合，撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播灌草面积 0.94hm^2 。

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。抚育工作内容主要为松土、除杂草、施肥、浇水和喷药等。抚育时间为 1 年，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。本防治区共需抚育管理面积为 0.94hm^2 。

表 7.7-3 人抬道路区水土保持措施及工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施内容及工程量			备注
		措施内容	单位	数量	
人抬道路	植物措施	撒播灌草	hm^2	0.94	主体设计
		抚育管理	hm^2	0.94	方案新增

7 水土保持措施

7.7.4 间隔扩建工程区

间隔扩建工程施工期间水土流失主要来源于设备基础及电缆后槽开挖的临时堆土；针对该区域水土流失特点，施工期间，对临时堆土（料）及裸露地表进行临时苫盖；施工后期，间隔扩建场地恢复碎石地坪。

7.7.4.1 工程措施

1、碎石地坪（主体设计）

施工后期，对间隔扩建扰动区域进行碎石铺设，铺设厚度约 15cm，铺设面积 110m²。碎石层具有透水效果，有利于对降水、蓄渗。

7.7.4.2 临时措施

1、无纺布遮盖（方案新增）

施工期间，对场地堆放材料、裸露地表及临时堆土表面采用无纺布进行遮盖。经分析，预计使用防雨布 60m²。

表 7.7-4 间隔扩建工程区水土保持措施数量统计表

防治分区	措施类型	措施内容及工程量			备注
		措施内容	单位	数量	
间隔扩建工程区	工程措施	碎石地坪	m ²	110	主体设计
	临时措施	无纺布遮盖	m ²	60	方案新增

7.7.7 防治措施工程量汇总

项目区水土保持工程措施、植物措施和临时措施工程量汇总于“表 7.7-5”。

表 7.7-5 水土保持工程措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施内容及工程量			备注
		措施内容	单位	数量	
塔基及塔基施工临时占地区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.27	主体设计
		表土回覆	万 m ³	0.27	主体设计
		截排水沟	m ³	22.4	主体设计
		挡墙	m ³	50	主体设计
		土地整治	hm ²	3.43	方案新增
	植物措施	草皮剥离	万 m ²	0.16	主体设计
		草皮回铺	万 m ²	0.16	主体设计
		撒播种草	hm ²	3.43	主体设计
		抚育管理	hm ²	3.43	方案新增
	临时措施	铺设草垫	m ²	16000	方案新增
		无纺布遮盖	m ²	3000	方案新增
		土袋拦挡与拆除	万 m ³	0.35	方案新增
牵张场及跨越施工场地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.30	方案新增
	植物措施	撒播灌草	hm ²	0.30	主体设计
		抚育管理	hm ²	0.30	方案新增

7 水土保持措施

防治分区	措施类型	措施内容及工程量			备注
		措施内容	单位	数量	
人抬道路	临时措施	铺设草垫	m ²	3000	方案新增
	植物措施	撒播灌草	hm ²	0.94	主体设计
		抚育管理	hm ²	0.94	方案新增
间隔扩建工程区	工程措施	碎石地坪	m ²	110	主体设计
	临时措施	无纺布遮盖	m ²	60	方案新增

7.8 施工组织

7.8.1 施工条件

1、交通条件

水土保持工程位于主体工程施工范围内，交通条件与主体工程一致，利用现有 S216、县道、乡道、村道和防火通道和部分人抬道路可满足工程建设需求。

2、施工场地及设施

水土保持工程作为项目组成部分，施工辅助设施布置与主体工程一致。本项目水土保持措施布置在整个工程区内，其工程量相对较小，可依托和利用主体工程施工场地、设施等，同主体工程一起以合同形式列入施工清单。

3、材料来源

施工用水、电、水泥、汽油及柴油、钢材的供应与主体工程一致，可在当地及周边市场进行购买。

植物措施的种子可在当地种植站、苗木市场或网上具备合法经营资质的购物平台购买；植物措施整地覆土可利用工程施工前剥离后保存的表土。

7.8.2 冬雨季施工组织安排及预案措施

1、冬季施工的组织安排及预案措施

成立冬季施工领导小组，进入冬期施工前，对掺外加剂人员、测温保温人员、火炉管理人员，专门组织技术业务培训，学习本工作范围内的有关知识，明确职责，经考试合格后，方准上岗工作。派专人及时收听天气预报，防止寒流突然袭击。试验人员测量施工期间的室外气温，暖棚内气温，砂浆、砼的温度并做好记录。

浆砌石排水沟施工时，应加入抗冻剂。从本工程的结构类型、性质、施工部位以及抗冻剂使用的目的来选择抗冻剂。选择中应考虑：改善砼或砂浆的和易性，减少用水量，提高拌合物的品质，提高砼的早期强度；降低拌合物的冻结冰点，促使水泥在低温或负温下加速水化；促进早中期强度的增长，减少干缩性，提高抗冻融性；在保证质量的情况下，提高模板的周转速度，缩短工期，缩短或取消加热养护，降低成本；

7 水土保持措施

外加剂的选择时要注意其对砼后期强度的影响、对钢筋的锈蚀作用及对环境的影响，如含氮的砼外加剂；冬期施工尽量不使用水化热较小的矿渣水泥等。浆砌石排水沟可以采取用草帘覆盖保温或用蒸汽加热保温的方法，防止砂浆发生冻结。

草皮堆放过冬时，需用无纺布遮盖，预防霜冻，根据气候条件，定期进行施肥及洒水养护。

2、雨季施工的组织安排及预案措施

雨季来临前，要建立防汛领导小组，安排专人收集天气预报资料，及时组织汛前检查，建立雨季汛期值班制度。工程土石方开挖工程应尽可能的避开雨天施工，根据水土保持方案布设，完善工程区的拦挡及遮盖措施。

7.8.3 施工方法及工艺

1、浆砌石工程施工

采用人工施工为主，机械为辅的施工方法。一般以标准断面为主，采用人工砌筑。首先进行挂线，保证开挖的沟槽顺直，使用镐、锹等工具进行土方开挖，采用常规砌石施工方法，人工选石、修石、冲洗，根据一定配合比进行水泥砂浆拌和，人工砌筑片石头，并用水泥砂浆进行勾缝。

2、草皮养护

夏季光照强，需用加厚无纺布遮盖草皮，防止草皮晒死；冬季寒冷，需用无纺布遮盖，预防霜冻。

3、撒播种草

植物措施在具备条件后尽快实施，在前秋、冬季进行场地平整，覆土、施基肥，促进生土熟化，从而获得较高的造林成活率和初期生长量，整地时应严格按照设计规格进行，清理地表杂物，改善立地条件和土壤理化性质，于翌年春夏季或秋季播种。

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。大面积播种可利用无人机，小面积则可采用手播。

4、土袋拦挡：购买土袋，人工装土入土袋，人工码砌。

5、铺无纺布/稻草垫：场内运输，人工裁切、铺垫。

6、抚育管理

种草后须对草地进行抚育管理，抚育一年。种草初期，根系分布浅，生长比较缓慢，抵抗力弱，适应性差，因此，须加强其初期管理，采取松土、除杂草、施肥、浇水和喷药等，第一次抚育在撒播种草后1次；第2次在来年开春后。当草苗发生病害

7 水土保持措施

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，可根据草地生长需要及时追肥。

7.8.4 绿色施工

- 1、施工现场临时堆土应采取覆盖措施。裸露的场地采用垫底防护或遮盖措施。
- 2、遇有四级以上大风天气，不得进行土方回填、转运及其他可能产生扬尘污染的施工，若必须施工时需采取防风遮盖措施。
- 3、施工现场进行机械剔凿作业时，作业面局部应遮挡、掩盖或采取水淋等降尘措施。
- 4、回填土施工时，掺拌石灰时禁止抛撒，避免产生扬尘。及时清扫散落在地面上的回填土。

7.8.5 施工进度安排

根据主体工程施工进度安排，主体工程建设期为 10 个月，计划于 2026 年 9 月开始施工，2027 年 6 月完工。根据防治水土流失的实际需要，水土保持工程与主体工程同步实施，植物措施安排春秋两季实施。

8 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)、《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)等文件,项目可不开展水土保持专项监测,建设过程中建设单位应当依法履行水土流失防治责任和义务。

9 水土保持投资估算及效益分析

9.1 投资估算

9.1.1 编制原则及依据

9.1.1.1 编制原则

1、本水土保持方案概算编制的项目划分、费用构成、编制方法等严格按照《水利工程设计概（估）算编制规定》·水土保持工程（水总〔2024〕323号）及《生产建设项目水土保持技术标准》等进行编制。

2、水土保持工程作为主体工程的重要内容，其投资估算价格水平、人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率与主体工程一致。主体工程估算定额中未明确的，采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率。本方案新增措施主要材料估算价格参照四川省建设工程造价信息及主体工程预算材料单价。本水土保持方案新增措施部分价格水平年取2026年第一季度。

3、本工程水土保持投资估算作为主体工程投资估算组成部分，计入建设项目总投资估算中。对于主体工程中界定为水土保持工程的防护措施投资，将其列入本方案的投资总估算中，和新增的水土保持措施估算投资一起构成该水保方案的估算总投资。

9.1.1.2 编制依据

- 1、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
- 2、《水利工程设计概（估）算编制规定》·水土保持工程（水总〔2024〕323号）；
- 3、国家发展和改革委员会《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、国家发改委、建设部《关于印发〈建设工程监理与相关服务收费管理规定〉的通知》（发改价格〔2007〕670号）；
- 5、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）。

9.1.2 编制说明与估算成果

9.1.2.1 编制说明

根据《水利工程设计概（估）算编制规定》·水土保持工程（水总〔2024〕323号），本项目由工程措施费、植物措施费、监测措施费、施工临时工程费、独立费用五部分及预备费、水土保持补偿费构成。

9 水土保持投资估算及效益分析

工程措施费：包括本工程各项水土保持工程措施。按设计工程量×工程单价计算；工程单价由直接工程费、间接费、企业利润、税金四部分组成。

植物措施费：包括本工程各项水土保持植物措施。由苗木、草、种子等材料费、种植费组成，其概算由苗木、草、种子的预算价格×数量进行编制。栽（种）植费按《水土保持工程概算定额》进行编制。

水土保持监测费：按市场价计列。

施工临时工程费：包括临时防护工程和其他临时工程。临时防护工程按设计方案的工程量×单价编制；其他临时工程按一至三部分合计的 2.0% 编制。

独立费用：由建设管理费、工程建设监理费、科研勘测设计费三项组成。

1、基础单价

（1）人工预算单价，本项目所在的稻城县区域为五类地区，乡城县为一般地区，结合项目实际情况，本项目人工单价统一参照稻城县五类地区取值，即 8.31 元/工时。

（2）主要材料估算价格

本方案采用材料价格与主体工程一致，新增材料估算价格参照《四川造价信息》（2026 年第一季度）及当地现行材料价格。

（3）水、电预算价格

本方案水、电采用主体价格，根据主体设计提供，其中，电 1.43 元/KW·h，水 3.24 元/m³。

（4）施工机械台班费

施工机械台时按《水土保持工程概算定额》附录中的施工机械台时费定额计算。

（5）海拔调整系数

本项目海拔高程在 2771m~4838m，根据项目海拔分布情况，按照海拔高度 4000~4500m 计取人工、机械定额调整系数，即人工调整系数 1.30，机械调整系数 1.65。

2、工程措施单价

工程单价及有关费率按照《水利工程设计概（估）算编制规定》·水土保持工程（水总〔2024〕323 号）、《水土保持工程概算定额》、《水土保持工程施工机械台时费用定额》计取。

（1）费用构成及计算方法

工程措施和植物措施单价由直接费、间接费、利润、税金组成，费用构成及计算方法详见“表 9.1-1”。

9 水土保持投资估算及效益分析

表 9.1-1 工程措施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	直接费+其他直接费
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)×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)×施工机械台时费(元/台时)
2	其他直接费	基本直接费×其他直接费费率
二	间接费	直接费×间接费费率
三	利润	(直接费+间接费)×利润率
四	材料补差	材料补差=(材料预算价格-材料基价)×材料消耗量
五	税金	(直接工程费+间接费+企业利润)×费率
六	建筑工程单价	(直接费+间接费+利润+材料补差+税金)×扩大系数

(2) 费用标准

a 其他直接费：

①冬雨季施工增加费：根据相关规定，本项目不计列；

②夜间施工增加费：本项目不计列夜间施工增加费。

③临时设施费：该费按基本直接费的百分率计算。

工程措施(除固沙及土地整治工程)、监测措施：按基本直接费的 2.0% 计算。

工程措施(固沙及土地整治工程)、植物措施：按基本直接费的 1.0 计算。

④其他：其他按基本直接费的 0.5% 计算。

b 间接费：间接费率按下表计算。

表 9.1-2 间接费费率表

序号	工程类型	计算基础	间接费率
一	工程措施、监测措施		
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	8
3	混凝土工程	直接费	7
4	钢筋制安工程	直接费	5
5	基础处理工程	直接费	10
6	其他工程	直接费	7
二	植物措施	直接费	6

c 企业利润：按直接费与间接费之和的 7.0% 计。

税金：按直接费、间接费、企业利润、材料补差之和的 9% 计。

3、水土保持工程估算编制

(1) 工程措施

工程措施概算按照设计工程量乘以工程单价进行编制。

(2) 植物措施

9 水土保持投资估算及效益分析

植物措施概算按照设计工程量乘以工程单价进行编制。

(3) 水土保持监测费：根据项目实际情况计列。

(4) 临时防护工程

1) 临时防护工程：施工期为防止水土流失采取的临时防护措施，按设计方案的工程量乘以单价进行编制。

2) 其他临时防护措施：按新增一至三部分之和的 2% 编制。

3) 施工安全生产专项：按一至四部分建安工作量之和的 2.5% 计算。

(5) 独立费用

1) 建设管理费：包含项目经常费和技术咨询费，其中：①项目经常费包括：

建设管理人员费。指水土保持建设管理人员的基本工资、辅助工资、规费、职工福利费、工会经费、职工教育经费、劳动保护费等。

工程建设过程中用于水土保持管理、视察水土保持工程建设所发生的会议和差旅等费用。

水土保持建设管理人员的办公费、差旅交通费、会议费、工具用具使用费、技术图书资料费、固定资产折旧费、工具用具使用费、修理费、水电费、采暖费等。

水土保持宣传费、水土保持竣工验收费。

招标业务费、印花税、审计费等其他费用。

本项目水土保持竣工验收费按市场价计列，其他项目经常费按一至四部分投资合计的 2.5% 计算。

②技术咨询费。主要指委托第三方开展的水土保持有关勘测设计成果咨询、评审、弃渣场稳定安全评估等费用。本项目不计列。

2) 工程建设监理费：纳入主体一并监理，本方案不单独计列。

3) 科研勘测设计费：指生产建设项目水土保持工程中所发生的科研、勘测设计及水土保持方案编制等费用。

①工程科学研究试验费

工程科学研究试验费指为保障水土保持工程质量、解决工程建设技术问题，而进行必要的科学研究试验所需的费用。本项目为普通常规项目，不计列工程科学研究试验费。

②工程勘测设计费

工程勘测设计费指工程从项目建议书（或可行性研究报告）阶段开始至以后各设

9 水土保持投资估算及效益分析

计阶段所发生的勘测费、设计费，以及水土保持方案编制费用。本项目仅计列水土保持方案编制费用。

(5) 预备费

本项目仅计列基本预备费，基本预备费按新增投资第一部分～第五部分之和的10%计取。

(6) 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）文件，“对一般性生产建设项目，按照征占用土地面积每平方米1.3元一次性计征”，本工程属于一般性建设项目，征占地面积为4.68hm²，应缴纳水土保持补偿费6.084万元。

9.1.2.2 估算成果

本项目水土保持总投资212.61万元，其中：主体工程已列的水土保持投资40.62万元，方案新增水土保持投资为171.99万元。水土保持投资中工程措施费为18.07万元，植物措施费32.76万元，施工临时工程费为117.43万元，独立费用为23.19万元（建设管理费15.19万元，科研勘测设计费8.00万元），预备费为18.08万元，水土保持补偿费6.084万元。其投资估算情况详见下表。

9 水土保持投资估算及效益分析

表 9.1-3 总估算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	主体工程已有	方案新增				合计
			建筑安装工程费	设备购置费	独立费用	小计	
	第一部分 工程措施	11.11	6.96				18.07
一	塔基及塔基施工临时占地区	10.38	6.40			6.40	16.78
(一)	土地整治工程		6.40			6.40	6.40
(二)	防洪排导工程	0.82					0.82
(三)	挡墙工程	1.82					1.82
(四)	表土保护工程	7.74					7.74
二	牵张场及跨越施工场地区						0.56
(一)	土地整治工程		0.56			0.56	0.56
三	间隔扩建工程区	0.73					0.73
(一)	降水蓄渗工程	0.73					0.73
	第二部分 植物措施	29.51	3.25			3.25	32.76
一	塔基及塔基施工临时占地区	23.56	2.97			2.97	26.53
(一)	植被恢复与建设工程	23.56	2.97			2.97	26.53
二	牵张场及跨越施工场地区	1.44	0.07			0.07	1.51
(一)	植被恢复与建设工程	1.44	0.07			0.07	1.51
三	人抬道路区	4.51	0.21			0.21	4.72
(一)	植被恢复与建设工程	4.51	0.21			0.21	4.72
	第三部分 监测措施					0	0
	第四部分 施工临时工程		117.43			117.43	117.43
一	塔基及塔基施工临时占地区		111.92			111.92	111.92
(一)	临时防护工程		111.92			111.92	111.92
二	牵张场及跨越施工场地区		2.42			2.42	2.42
(一)	临时防护工程		2.42			2.42	2.42
三	间隔扩建工程区		0.03			0.03	0.03
(一)	临时防护工程		0.03			0.03	0.03
四	其他临时工程		0.20			0.20	0.20
五	施工安全生产专项		2.86			2.86	2.86
	第五部分 独立费用				23.19	23.19	23.19
一	建设管理费				15.19	15.19	15.19
1	项目经常费				3.19	3.19	3.19
2	水土保持竣工验收费				12.00	12.00	12.00
二	科研勘测设计费				8.00	8.00	8.00
1	水土保持方案编制费				8.00	8.00	8.00
I	一至五部分合计	40.62	127.64		23.19	150.83	191.45
II	预备费					15.08	15.08
III	水土保持补偿费					6.084	6.084
	水土保持总投资 (I+II+III)	40.62				171.99	212.61

9 水土保持投资估算及效益分析

表 9.1-4 方案新增水土保持措施分部估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
	第一部分 工程措施				6.96
一	塔基及塔基施工临时占地区				6.40
(一)	土地整治工程				6.40
1	土地翻松平整	hm ²	3.43	18653.25 元/hm ²	6.40
二	牵张场及跨越施工场地区				0.56
(一)	土地整治工程				0.56
1	土地翻松平整	hm ²	0.30	18653.25 元/hm ²	0.56
	第二部分 植物措施				3.25
一	塔基及塔基施工临时占地区				2.97
(一)	植被恢复与建设工程				2.97
1	抚育工程				2.97
①	草种管护	hm ²	3.43	2212.83 元/hm ²	2.97
二	牵张场及跨越施工场地区				0.07
(一)	植被恢复与建设工程				0.07
1	抚育工程				0.07
①	草种管护	hm ²	0.30	2212.83 元/hm ²	0.07
三	人抬道路区				0.21
(一)	植被恢复与建设工程				0.21
1	抚育工程				0.21
①	草种管护	hm ²	0.94	2212.83 元/hm ²	0.21
	第三部分 监测措施				0
1	建设期观测费	项	1	0	0
	第四部分 施工临时工程				117.43
一	塔基及塔基施工临时占地区				111.92
(一)	临时防护工程				111.92
1	苫盖防护				14.62
①	无纺布遮盖	m ²	3000	5.63 元/m ²	1.69
②	铺设草垫	m ²	16000	8.08 元/m ²	12.93
2	临时拦挡工程				97.30
①	土袋拦挡	万 m ³	0.35	251.23 元/m ³	87.93
②	土袋拆除	万 m ³	0.35	26.76 元/m ³	9.37
二	牵张场及跨越施工场地区				2.42
(一)	临时防护工程				2.42
1	苫盖防护				2.42
①	铺设草垫	m ²	3000	8.08 元/m ²	2.42
三	间隔扩建工程区				0.03
(一)	临时防护工程				0.03
1	苫盖防护				0.03
①	无纺布遮盖	m ²	60	5.63 元/m ²	0.03
四	其他临时工程		102100	2%	0.20
五	施工安全生产专项		1143700	2.5%	2.86

9 水土保持投资估算及效益分析

表 9.1-5 分年度投资表

序号	工程或费用名称	分年度投资		合 计
		2026	2027	
	第一部分 工程措施	8.18	9.89	18.07
一	塔基及塔基施工临时占地区	7.23	9.55	16.78
(一)	土地整治工程	3.10	3.30	6.40
(二)	防洪排导工程	0.35	0.47	0.82
(三)	挡墙工程	0.66	1.16	1.82
(四)	表土保护工程	3.12	4.62	7.74
二	牵张场及跨越施工场地区	0.22	0.34	0.56
(一)	土地整治工程	0.22	0.34	0.56
三	间隔扩建工程区	0.73		0.73
(一)	降水蓄渗工程	0.73		0.73
	第二部分 植物措施	13.10	19.66	32.76
一	塔基及塔基施工临时占地区	10.61	15.92	26.53
(一)	植被恢复与建设工程	10.61	15.92	26.53
二	牵张场及跨越施工场地区	0.60	0.91	1.51
(一)	植被恢复与建设工程	0.60	0.91	1.51
三	人抬道路区	1.89	2.83	4.72
(一)	植被恢复与建设工程	1.89	2.83	4.72
	第四部分 施工临时工程	47.06	70.37	117.43
一	塔基及塔基施工临时占地区	44.77	67.15	111.92
(一)	临时防护工程	44.77	67.15	111.92
二	牵张场及跨越施工场地区	0.96	1.46	2.42
(一)	临时防护工程	0.96	1.46	2.42
三	间隔扩建工程区	0.03		0.03
(一)	临时防护工程	0.03		0.03
四	其他临时工程	0.10	0.10	0.20
五	施工安全生产专项	1.20	1.66	2.86
	第五部分 独立费用	9.19	14.00	23.19
一	建设管理费	1.19	14.00	15.19
1	项目经常费	1.19	2.00	3.19
2	水土保持竣工验收费		12.00	12.00
二	科研勘测设计费	8.00		8.00
1	水土保持方案编制费	8.00		8.00
I	一至五部分合计	77.53	113.92	191.45
II	预备费	5.08	10.00	15.08
III	水土保持补偿费	6.084		6.084
	水土保持总投资 (I+II+III)	88.69	123.92	212.61

表 9.1-6 独立费用估算表

序号	工程及费用名称	单位	计算依据	单价(万元)	合计(万元)
	第四部分 独立费用				23.19
一	建设管理费				15.19
1	项目经常费	万元	一至四部分新增投资的 2.5%	127.64	3.19
2	水土保持竣工验收费	万元	市场价	12.00	12.00
二	科研勘测设计费				8.00
1	水土保持方案编制费	万元	市场价	8.00	8.00

9 水土保持投资估算及效益分析

表 9.1-7 水保持补偿费计算表

行政区域	征占地面积 (hm ²)	征收标准 (元/m ²)	应征收金额 (万元)	备注
稻城县	2.71	1.3	3.523	
乡城县	1.97	1.3	2.561	
合计	4.68	/	6.084	

表 9.1-8 工程单价汇总表

单位：元

编号	工程名称	单位	单价	其 中						
				人工费	材料费	其 他直接费	间接费	利润	税金	扩大
1	土地整治	hm ²	18653.25	3277.63	10170	268.95	822.99	1017.77	1400.16	1695.75
2	抚育管理	hm ²	2212.83	1438.96	156.32	31.91	97.63	120.74	166.1	201.17
3	铺设草垫	m ²	8.08	1.08	4.57	0.19	0.47	0.44	0.61	73.46
4	无纺布遮盖	m ²	5.63	1.08	2.85	0.13	0.33	0.31	0.42	51.18
5	土袋拦挡	m ³	251.23	125.53	50	5.79	14.51	13.71	18.86	2283.89
6	土袋拆除	m ³	26.76	18.15	0.54	0.62	1.54	1.46	2.01	243.24

表 9.1-9 主要材料预算价格汇总表

序号	名称及规格	单位	材料价格
1	编织袋	元/条	1.5
2	农家肥	元/m ³	200
3	肥料 (综合)	元/kg	1.0
4	无纺布	元/m ²	2.5
5	草垫	元/m ²	4.0

9.2 效益分析

本方案实施后，可有效的控制项目施工期及林草恢复期的新增水土流失，减轻项目建设对周边环境的危害，有效的保护和利用项目区内的表土资源，保护及改善项目区的生态环境。方案的实施可治理水土流失面积 4.68hm²，植被建设面积 4.67hm²，预计可减少水土流失量 610t；在设计水平年，水土流失治理度达到 95.2%，土壤流失控制比为 1.1，渣土防护率达到 99%，表土保护率达到 99%，项目区林草植被恢复率达到 95.2%，林草覆盖率为 95%，平均土壤侵蚀模数降为 450t/ (km²•a)，具有较好的生态效益。项目区 6 项水土流失防治目标均达到了预期目标。

9 水土保持投资估算及效益分析

表 9.2-1 项目区水土保持目标实现情况统计表

项目	计算方法	计算数据		计算结果	目标值
水土流失总治理度	水土流失治理达标面积/水土流失总面积	预计水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失总面积 (hm ²)	95.2%	85%
		4.46	4.68		
土壤流失控制比	容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失强度	容许土壤流失量 (t/km ² ·a)	治理后的平均土壤流失强度 (t/km ² ·a)	1.1	1.0
		500	450		
渣土防护率	实际挡护的临时堆土量/临时堆土总量	预计挡护的临时堆土量 (万 m ³)	临时堆土总量 (万 m ³)	99%	87
		0.54	0.54		
表土保护率	实际保护表土量/可剥离表土总量	预计保护表土量 (万 m ³)	可剥离表土总量 (万 m ³)	99%	90%
		0.27	0.27		
林草植被恢复率	林草类植被面积/可恢复林草植被面积	林草植被恢复达标面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	95.2%	95
		4.45	4.67		
林草覆盖率	林查植被面积/总面积	林草植被达标面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)	95%	18
		4.45	4.68		

10 水土保持管理

10.1 组织管理

建设单位首先要设立专人负责的水土保持管理机构，负责组织、协调和监督水土保持方案的实施，实行项目法人制、工程招标投标制，工程监理制和合同管理制等一系列规章制度，确保按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求保质、保量地实施水土保持方案；监督部门要定期对水土保持方案的实施进度、质量、资金落实情况等进行监督，具体可通过以下制度来实现：

1、建立限期防治目标责任制。将水土流失防治目标按年度分解，纳入项目建设单位负责人的年度责任目标考核中，落实奖惩措施，限期治理。

2、完善现场监督检查制度。水保监督检查实行定员定责，监督人员应按照本工程建设进度，定时前往现场检查各项水保措施的落实情况，发现问题，及时纠正。

3、加强对施工队伍的管理。严格落实项目法人制、招投标制和合同管理制。发包标书中应有水土保持要求，并列入招标合同，明确承包商防治水土流失的责任。施工招标时，应将草皮及表土保护的施工要求纳入施工招标文件，明确施工工艺及养护工艺、剥离范围、工程量及临时堆存场地规划情况。

4、加大水土保持执法力度，对不执行“三同时”制度的，要追查责任，严肃处理。

5、生产建设单位应当将水土保持工作任务和内容纳入施工合同，落实施工单位水土保持责任，在建设过程中同步实施水土保持方案提出的水土保持措施，保证水土保持措施的质量、实施进度和资金投入。

10.2 后续设计

10.2.1 后续施工图设计

本方案批复后，应将本方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程初步设计及施工图设计文件，并独立成章或单独成册。水土保持工程的后续设计，应具有相应工程设计资质的单位完成，水土保持工程施工图设计应在批复的水土保持方案基础上，按照有关技术规范进行单项工程设计，对项目区的植被恢复方案进行专项研究，将各项治理措施定点定位，明确施工工序和施工工艺，并将水土保持措施内容和投资纳入主体工程设计文件中。

10.2.2 方案变更管理

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，

10 水土保持管理

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》（水利部令第53号），有下列情形之一的，建设单位应补充或修改水土保持方案，并报四川省水利厅审批。

- 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、线型工程山区、丘陵区部分线路横向位移超过300米的长度累计达到该部分线路长度30%以上的；
- 4、表土剥离量或者植物措施总面积减少30%以上的；
- 5、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。
- 6、在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的，或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的，生产建设单位应当开展弃渣减量化、资源化论证，并在弃渣前编制水土保持方案补充报告，报原审批部门审批。

10.3 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）、《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）等文件，项目可不开展水土保持专项监测，建设过程中建设单位应当依法履行水土流失防治责任和义务。

10.4 水土保持监理

根据水土保持法及《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），本项目属于编报水土保持方案报告表的项目，因此本项目水土保持监理工作由主体工程监理单位进行水土保持监理。

监理单位应编制水土保持监理报告，作为生产建设项目水土保持设施验收的基础和资料；工作报告主要对水土保持监理工作进行总结，提出存在的重大水土保持问题和解决问题的方法，以及水土保持监理工作计划安排和工作重点；定期归档监理成果。

10.5 水土保持施工

水土保持方案实施过程中应采取“三制”质量保证措施，即实行项目管理制、工程

10 水土保持管理

招投标制和工程监理制。以保证水保方案的顺利实施，并达到预期目的。

1、加强对施工技术人员水土保持法律、法规的宣传工作，提高水土保持法律意识，形成全社会支持水土保持生态环境建设的局面。

2、工程建设时，主体工程施工进度应进行合理安排，及时对占地区进行撒播灌草恢复植被，施工一片，恢复一片，减少新增水土流失的时段。

3、施工期间，应注重草皮及表土的保护工作，杜绝为抢工期而忽略草皮及表土的保护。

4、工程措施施工时，对施工质量进行检查，对不符合设计要求和质量要求的工程验收的水土保持工程进行检查观测。

5、植物措施施工时，加强植物措施的后期抚育工作，抓好植物的抚育和管护，清除杂草，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

6、绿色施工要求

(1) 施工现临时堆土采取覆盖措施。裸露的场地采用覆盖措施。

(2) 遇有 4 级以上大风天气，不得进行土方回填、转运及其他可能产生扬尘污染的施工。

(3) 施工现场进行机械剔凿作业时，作业面局部应遮挡、掩盖等降尘措施。

(4) 回填土施工时，掺拌白灰时禁止抛撒，避免产生扬尘。

10.6 水土保持设施验收

根据水土保持法及其实施条例的有关规定，水保工程验收合格后主体工程方可投入运行。在验收前，建设单位应当会同水土保持验收单位，依据批复的水土保持方案报告、设计文件的内容和工程量，对水土保持设施完成情况进行检查，依法开展水土保持设施验收工作。

根据《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133号）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）的要求，建设单位应及时组织水土保持验收报告编制单位编制水土保持设施验收报告，开展验收工作，形成水土保持验收鉴定书，明确水土保持设施验收结论。承担生产建设项目水土保持方案技术评审、水土保持监测、水土保持监理工作的单位不得作为该生产建设项目水土保持设施验收报告编制的第三方机构。

10 水土保持管理

根据水保〔2019〕160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》的要求，实行承诺制或备案制管理的项目只需提交水土保持设施验收鉴定书。因此，本项目在水土保持设施验收时只需提交水土保持设施验收鉴定书，其水土保持设施验收组中应当至少有一名省级水行政主管部门水土保持方案专家库专家。

根据《水利部办公厅关于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）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）在水土保持设施验收合格后，建设单位应通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告，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，生产建设单位应及时给予处理或者回应。

生产建设单位应当在水土保持设施验收通过3个月内，向水土保持方案审批部门或者同级水行政主管部门报备水土保持设施验收材料。

在验收后，建设单位应定期对项目的水土保持工程措施进行维护，定期检查水土保持措施的完整性，有效性，对损坏的水土保持工程措施进行工程维修；此外，建设单位应定期对工程区的植物措施进行抚育管理。