

美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目

水土保持方案报告表

(报批稿)

建设单位：四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司

编制单位：中远智信设计有限公司凉山分公司

二〇二五年九月

项目现状照片	
	
乐约发电站现状	柳洪变电站现状
	
佐戈伊达变电站现状	城关变电站现状
	
侯播变电站现状	华岗发电站现状

项目现状照片



牛牛坝变电站现状



峨曲古变电站现状



美姑电力有限公司现状



拉木阿觉变电站现状

美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目水土保持方案报告表

项目概况	位置	四川省凉山州美姑县 (美姑县坐标: 东经 102°53'~103°21', 北纬 28°02'~28°54')					
	建设内容	本工程总装机容量为 2234.92kWp, 逆变器安装容量为 2041kWp, 设计 25 年总发电量为 2186.6 万 kWh, 25 年平均发电量为 227.95 万 kWh, 年均发电利用小时数 837h。					
	建设性质	新建		总投资 (万元)	840.29		
	土建投资 (万元)	366.61		占地面积 (hm2)	永久: 2.08		
					临时: 0.24		
	动工时间	2025 年 10 月		完工时间	2026 年 2 月		
	土石方 (m³)	挖方	填方	借方	余 (弃) 方		
		0.23	0.23	0	0		
	取土 (石、砂) 场	无					
弃土 (石、渣) 场	无						
项目区概况	涉及重点防治区情况	金沙江下游国家级水土流失重点治理区		地貌类型	中山		
	原地貌土壤侵蚀模数[t/km2·a]	517		容许土壤流失量[t/km2·a]	500		
项目选址水土保持评价		本项目建设场地不占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带, 周围不存在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。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、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水保敏感区域, 但是项目选线无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区, 通过优化施工工艺、提高防治标准, 可满足规范要求。因此, 本项目主体工程选址合理可行。					
调查/预测水土流失总量 (t)		82					
防治责任范围面积 (hm2)		2.32					
防治目标	防治标准等级	西南紫色土区一级标准					
	水土流失治理度(%)	97		土壤流失控制比	1.0		
	渣土防护率 (%)	94		表土保护率(%)	95		
	林草植被恢复率(%)	96		林草覆盖率(%)	23		
水土保持措施	项目组成	工程措施		植物措施	临时措施		
	光伏阵列区	表土剥离 0.02 万 m³		撒播草籽 0.44hm² 抚育管理 0.44hm²	铺棕垫 600m² 防雨布遮盖 100m²		
	集电线路区	表土剥离 0.01 万 m³ 土地整治 0.32hm² 表土回铺 0.01 万 m³		撒播草籽 0.32hm² 抚育管理 0.32hm²	防雨布遮盖 100m²		
水土保持投资概算 (万元)	工程措施		0.70	植物措施	1.16	临时措施	1.38
	独立费用	建设管理费			2.09		
		工程监理费			0.00		
		科研勘测设计费			2.50		
	总投资		11.57		水土保持补偿费		3.016
编制单位	中远智信设计有限公司凉山分公司		建设单位	四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司			
法人代表	邓伟		法人代表	李代军			
地址	西昌市大巷口下街达达春天1幢1单元 11层11号		地址	美姑县巴普镇城北路100号			
邮编	616450		邮编	616450			
联系人及电话	勾玉祥 18809406309		联系人及电话	沈涛/15378522230			
电子信箱	2082234263@qq.com		电子信箱	/			

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	3
1.3 设计水平年	5
1.4 水土流失防治责任范围	5
1.5 水土流失防治目标	5
1.6 项目水土保持评价结论	6
1.7 水土流失预测结果	7
1.8 水土保持措施布设成果	8
1.9 水土保持监测方案	8
1.10 水土保持投资及效益分析成果	8
1.11 结论	9
2 项目概况	10
2.1 项目组成及工程布置	10
2.2 施工组织	39
2.3 工程占地	44
2.4 土石方平衡	44
2.5 拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建	46
2.6 施工进度	46
2.7 自然概况	46
3 项目水土保持评价	51
3.1 主体工程选址水土保持评价	51
3.2 建设方案与布局水土保持评价	52
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	56
4 水土流失分析与预测	58

4.1 水土流失现状	58
4.2 水土流失影响因素分析	59
4.3 土壤流失量预测	60
4.4 水土流失危害分析	64
4.5 指导性意见	65
5 水土保持措施	66
5.1 防治区划分	66
5.2 措施总体布局	66
5.3 分区措施布设	69
5.4 施工要求	71
6 水土保持监测	73
7 水土保持投资估算及效益分析	74
7.1 投资估算	74
7.2 效益分析	79
8 水土保持管理	82
8.1 组织管理	82
8.2 水土保持监测	82
8.3 水土保持监理	82
8.4 水土保持施工	83
8.5 后续设计	83
8.6 水土保持设施验收	83

附表

单价分析表

附件

附件 1 委托书

附件 2: 美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目-备案证明表

附件 3: 可研批复（能投水电发〔2025〕209 号

附图

附图 1: 地理位置图

附图 2: 项目区水系图

附图 3: 土壤侵蚀分布图

附图 4: 光伏组件平面布置图

附图 5: 水土保持防治责任范围图

附图 6: 水保典型措施设计图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

项目建设必要性：近些年，国际光伏发电迅猛发展，光伏发电已由补充能源向替代能源过渡，并在向并网发电的方向发展。2013 年国家发展和改革委员会下发了《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》（发改价格〔2013〕1638 号）文，适当调整不同资源条件下的上网电价，鼓励全国开展大型并网光伏电站的建设工作。随着光伏项目的实施，光伏电站建设成本及度电成本降低，使得本项目变得可行。

本并网光伏电站选址在美姑县，符合国家政策。从资源量以及太阳能产品的发展趋势来看，在美姑县开发光伏发电项目，有利于增加可再生能源的比例，优化系统电源结构，且没有任何污染，减轻环保压力。因此，本项目建设是十分必要的。

依托项目情况：本项目并网等级分为 10kV 和 0.4kV，其中 1~9#点位就近接入所在变电站周边 380V 低压四线，10#点位通过新建 1 套 1600kVA 箱式变压器后以 1 回 10kV 线路接入厂区拉场线，本工程送出线路暂不计入本次设计范围中，由美姑电力有限公司配套建设。

项目名称：美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目。

建设地点：凉山州美姑县。

建设性质：新建、建设类。

建设单位：四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司。

建设内容：本工程总装机容量为 2234.92kWp，逆变器安装容量为 2041kWp，设计 25 年总发电量为 2186.6 万 kWh，25 年平均发电量为 227.95 万 kWh，年均发电利用小时数 837h。

工程占地：本项目总占地面积 2.32hm²，其中永久占地 2.08hm²，临时占地 0.24hm²，用地类型为耕地、草地、其他土地。

土石方：本项目挖方总量 0.23 万 m³（表土剥离 0.03 万 m³），填方总量 0.23 万 m³（表土回覆 0.03 万 m³），无借方，余方。

项目组成：本项目主要由光伏阵列工程、集电线路及其附属工程组成。

拆迁安置及专项设施改（迁）建：本项目用地范围为屋顶及空地，不涉及拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建。

工程投资：项目总投资为 840.29 万元，其中土建投资 366.61 万元，资金来源为业主自筹。

建设工期：计划于 2025 年 10 月开工建设，2026 年 2 月完工，总工期 5 个月。

与备案文件不一致分析：相较于备案文件，根据可研批复情况，本项目实际建设 10 个点位分布式光伏站点，取消原有的牛牛坝发电站、城关发电站两个光伏站点。

1.1.2 项目前期工作进展情况

1.前期工作进展情况

2024 年 12 月，四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司取得了《美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目》备案表（川投资备【2412-513400-04-01-468788】FGQB-0307 号）。

2025 年 4 月，福建永福电力设计股份有限公司编制完成《美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目可行性研究报告》。

2025 年 6 月，四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司取得《四川省水电投资经营集团有限公司关于美姑公司 12 个点位分布式光伏项目可行性研究报告的批复》（能投水电发〔2025〕209 号）

2.方案编制过程

2025 年 7 月，四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司委托中远智信设计有限公司凉山分公司（以下简称“我公司”）编制本项目水土保持方案。我公司接受编制任务后，按照水土保持方案的编制程序，在认真研究相关设计资料基础上，组织有关人员深入现场，实地踏勘，根据相关资料拟定了工程水土保持方案的设计内容、方法和重点，于 2025 年 9 月编制完成了《美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目水土保持方案报告表》。

3.施工组织情况

施工人员临时驻地及经理部均租用附近民房，工人从周边乡镇招聘，不单独设置集中生活区，属于临时租用场地，不新增占地。

本工程砼采用外购水泥，不进行现场搅拌，也避免了大量砂石料及砼搅拌场的施工占地，工程建设过程中的钢材、土石混合料、砂、砂砾、块片石、碎石及其它建筑材料

按工程计划购买，堆放在场址已硬化空地，材料随用随取，不新增占地。

1.1.3 自然简况

本项目场地区域属于中山地貌，现状为已建变电站、发电站，地势较为开阔，四周无遮挡。总体地势呈平地型，略有起伏，场地空地、菜地坡度 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，电站周边交通极为便利。

本项目场地出露基岩岩性主要为泥岩、砂岩及粉砂岩，岩土体条件较好。场地整体稳定，地基土物理力学性能总体上较好，为良好的地基基础持力层或下卧层，场地地表水来源于大气降水，地表水依地势排泄为主。

项目区属亚热带湿润性季风气候区，多年平均气温 11.3°C ，极端最高气温为 34.1°C ，极端最低气温为 -10.7°C ，年日照 1790.7h ， $>10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 5292.43°C 。多年平均降雨量 814.3mm ，雨季为 5~10 月份，多年平均蒸发量 1858.2mm ，相对湿度多年平均为 73%，多年平均风速为 1.9m/s ，平均最大风速 27.46m/s ，主导风向为 N、NE。调查得最大冻土深度 10cm 。10 年一遇 24h 特征降雨量 109.90mm ；20 年一遇 24h 特征降雨量 128.80mm 。

项目区内以黄棕壤土为主， 0.25m 厚，表剥离总面积 0.16hm^2 ，剥离量 0.03 万 m^3 。项目区属亚热带工程区常绿阔叶林带，植被覆盖率约 33%。

项目区水土保持区划属于西南岩溶区，根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188 号）和四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函〔2017〕482 号），项目区属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。

项目区水土流失类型以水力侵蚀为主的西南岩溶区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。背景土壤侵蚀模数为 $517\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，侵蚀强度表现为轻度。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日颁布，2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日起施行）；

（2）《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（1993 年 12 月 15 日通

过，2012 年 9 月 21 日修订，2012 年 12 月 1 日施行）。

1.2.2 部委规章及规范性文件

（1）《生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定》（办水保〔2018〕135 号）；

（2）《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年 1 月 17 日，水利部令第 53 号发布）；

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

1.2.3 技术规范与标准

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（2）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

（3）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（4）《水利水电工程制图水土保持图》（SL73.6-2015）；

（5）《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》（水总〔2003〕67 号）；

（6）《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139 号）；

（7）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）

（8）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（9）《开发建设项目水土保持设施验收技术规范》（GBT22490-2008）；

（10）《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

（11）《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

（12）《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）。

（13）《水土保持监理规范》（SL/T523-2024）；

（14）《水土保持监测技术规程》（SL/T277-2024）。

1.2.4 技术资料

（1）《美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目可行性研究报告》（福建永福电力设计股份有限公司，2025.04）；

（2）《美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目接入系统方案》（福建永福电力设计股份有限公司，2025.04）；

- (3) 《全国水土保持区划(2015~2030)》;
- (4) 《美姑县水土保持规划(2015~2030)》;
- (5) 《四川省暴雨统计参数图集》(四川省水文水资源勘测局, 2010.12);
- (6) 其他相关设计资料。

1.3 设计水平年

本项目属于新建、建设类项目, 计划于 2025 年 10 月开工, 计划于 2026 年 2 月完工。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 的规定, 设计水平年为水保方案确定的水土保持措施实施完毕并初步发挥效益的年份, 应为主体工程完工后的当年或后一年, 即 2026 年

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 的要求: 水土流失防治责任范围应该“按县级行政区确定水土流失防治责任范围及面积, 并且生产建设项目水土流失防治责任范围应包括永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域”。本项目防治责任范围为 2.32hm², 其中永久占地 2.08hm², 临时占地 0.24hm²。

1.5 水土流失防治目标

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保〔2013〕188 号) 和《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》(川水函〔2017〕482 号), 项目所处的美姑县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区, 本工程区属于水土保持区划中的西南岩溶区, 根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018) 相关规定, 应执行西南岩溶区水土流失防治一级标准。

项目区所在区域土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主, 将土壤流失控制比防治标准值提高到 1.0。

项目区位于县级以上城市区域, 渣土防护率提高 2%。

根据 GB50433-2018 “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, 建设方案应提高植物措施标准, 林草覆盖率应提高 1~2 个百分点。

综上, 对项目水土流失防治目标进行修正后, 至设计水平年的六大指标详见表 1.5-1。

表 1.5-1 设计水平年防治目标值表

防治指标	一级标准		按城市区 位修正	按土壤侵蚀强 度修正	其他	采用标准	
	施工期	设计水平年				建设期	自然恢复期
水土流失治理度(%)	-	97					97
土壤流失控制比	-	0.85		+0.15			1.0
渣土防护率(%)	90	92	+2			92	94
表土保护率(%)	95	95				95	95
林草植被恢复率(%)	-	96					96
林草覆盖率(%)	-	21			+2		23

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址评价

本项目属于其他电力工程，为鼓励类项目，符合国家产业政策，符合当地能源规划，主体工程选址不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；项目场址内及周边无全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；项目选址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水土保持敏感区，场地及周边不涉及滑坡、崩塌、泥石流等不良地质地段；项目扰动范围不涉及国有林地、基本农田、基本草原。

项目选址存在的制约因素为无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本方案确认防治标准为西南岩溶区一级标准并根据项目区情况提高土壤流失控制比和林草覆盖率目标值、优化施工工艺，减少地表扰动和植被破坏，加强防护、综合治理措施等手段完善水土保持防治措施体系来控制扰动破坏范围积极防治水土流失。

本工程选址满足《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和规范性文件中的规定，从水土保持角度分析，工程选线是合理可行的。

1.6.2 建设方案与布局评价

1.建设方案分析评价结论

在施工过程中，主体工程优化了施工方案，减少了工程占地和土石方量，有效控制

了扰动破坏地表面积和减少了土石方开数量。因此，本项目的建设方案充分考虑了水土保持相关要求，最大限度地控制了工程建设造成的水土流失，符合水土保持要求。

2.工程占地水土保持分析评价结论

工程占地为耕地、草地、其他土地，工程占压区域不涉及基本农田，符合土地政策。项目建设对周围的生态环境影响较小，土地损坏后地表除被永久建筑物遮盖及硬化外，全部进行植草恢复，可以减少扰动后产生的水土流失，也可最大限度减少水土流失，符合水土保持的相关规定。

3.土石方平衡及弃土场设置分析评价结论

根据现场调查，为减少工程占地和土石方量，在施工过程中土石方挖填做到了挖填平衡，土石方挖填数量符合最优化原则；本项目土石方调运符合节点适宜、时序可行、运距合理的原则，工程建设过程中考虑了合理调配土石方，土石方平衡符合水土保持要求。

4.施工方法与工艺评价结论

主体工程施工采用的施工方法与工艺符合减少水土流失的要求，从主体工程的施工时序上分析，项目主要的土建施工避开了雨季，满足水土保持要求。对于现阶段存在的水土流失问题，本方案提出相应的水土保持要求。

5.具有水土保持功能工程的评价结论

在主体工程设计和施工过程中采取了一系列的防护措施，包括工程措施、植物措施及临时措施，在保证工程建设顺利实施的同时，有效地控制了施工过程中的水土流失。主体工程设计的具有水土保持功能的措施主要有表土剥离、植草绿化等。本方案补充完善施工期内的临时遮盖等措施。

综上所述，本项目不存在水土保持制约性因素，项目建设可行。

1.7 水土流失预测结果

(1) 本项目建设将扰动破坏土地面积 2.32hm^2 ，损毁植被面积 0.77hm^2 ，工程建设无余方产生。

(2) 根据预测结果，建设期内可能产生的土壤流失总量为 82t ，其中背景流失量 32.4t ，新增土壤流失总量 49.6t ，新增土壤流失量主要集中在光伏阵列区，新增土壤流失量 45t ，占新增土壤流失总量的 90.73% 。

(3) 施工期新增土壤流失量 29.6t ，占新增土壤流失总量的 59.68% ，因此施工期是

产生水土流失最为严重的时期，应加强施工期间的防护。

(4) 土壤流失主要危害为：若不及时治理可能在一定程度上加剧当地土壤流失，对项目区的生态环境等造成不良影响，影响工程的正常运行，具体表现在破坏原地貌，加速了土壤侵蚀、影响区域生态环境和自然景观等。

1.8 水土保持措施布设成果

根据确定的分区原则，结合项目区自然条件、主体工程施工特点、施工工期等因素的分析，项目建设区划分为光伏阵列区和集电线路区共计 2 个水土流失防治分区。

1. 光伏阵列区

施工前对区域可剥离表土进行了剥离，施工过程中临时材料堆场铺设棕垫进行隔离，保护场内植被，同时对裸露区域进行遮盖，施工后期完成后对施工机械扰动区及裸露区域进行植草绿化。

工程措施：表土剥离 0.02 万 m^3 ；

植物措施：撒播草籽 0.44 hm^2 ，抚育管理 0.44 hm^2 ；

临时措施：铺棕垫 600 m^2 、防雨布遮盖 100 m^2 。

2. 集电线路区

施工前，对场地占压表土进行剥离，施工期间，使用土工布对剥离表土及临时材料进行遮盖，施工结束后，对施工区回铺表土、土地整治、撒播草籽、无纺布遮盖。

工程措施：表土剥离 0.01 万 m^3 、土地整治 0.32 hm^2 、表土回铺 0.01 万 m^3 ；

植物措施：撒播草籽 0.32 hm^2 ，抚育管理 0.32 hm^2 ；

临时措施：防雨布遮盖 100 m^2 。

1.9 水土保持监测方案

按照《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）等规范要求，本项目可不用提供监测报告，建设单位可视项目水土流失防治需要自行开展必要的监测工作。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持工程总投资为 11.57 万元，其中主体工程计列水土保持措施投资 0.60 万元，新增水土保持专项投资为 10.97 万元。水土保持总投资中，工程措施费 0.70

万元，植物措施费 1.16 万元，施工临时工程费 1.38 万元，独立费用 4.59 万元，基本预备费 0.72 万元，水土保持补偿费为 3.016 万元。

水土保持措施实施后，可治理水土流失面积 2.30hm²，林草植被建设面积 0.76hm²，表土保护量 0.03 万 m³，渣土防护量 0.22 万 m³，可减少水土流失量 49.6t，水土流失治理度达到 99.1%、土壤流失控制比达到 1.0、渣土防护率达到 95.7%、表土保护率达到 99.9%、林草植被恢复率达到 98.7%、林草覆盖率达到 32.8%，防治目标均能达到方案设定的防治目标。建设区水土流失可基本得到有效治理和控制，生态环境得到恢复或改善。。

1.11 结论

（1）建设单位应对已建成的水土保持设施进行管理和维护，使得水土保持措施能够发挥良好的作用；

（2）建设单位在后续建设项目实施过程中应将水土保持工作作为工程建设管理的重要内容，加强水土保持管理，规范施工行为，以后的生产建设项目都应按照“三同时”原则，在项目开工前及时编制相应的水土保持方案，并积极实施水保措施，从而有效控制因工程建设造成的水土流失；

（3）工程施工结束后，应按《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〉的通知》（办水保〔2018〕133号）及《四川省水利厅转发水利部关于的通知》（川水函〔2018〕887号）等规定进行水土保持设施竣工验收，验收合格后方可投入使用。

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

2.1.1.1 地理位置

美姑县位于四川省西南部、凉山彝族自治州东北部，地处大凉山黄茅埂西麓。地理坐标为东经 $102^{\circ}53' \sim 103^{\circ}21'$ ，北纬 $28^{\circ}02' \sim 28^{\circ}54'$ 之间。县境东邻雷波县，西接越西县，南连昭觉县，北毗峨边彝族自治县，西北与甘洛县交界，东北同马边彝族自治县接壤。美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目建设场地全部位于凉山彝族自治州美姑县境内，分散布置于 10 处已建场地。利用现有升压站空地、屋顶分散布置。建设场地周边乡道、升压站进站等道路，交通设施较便利。

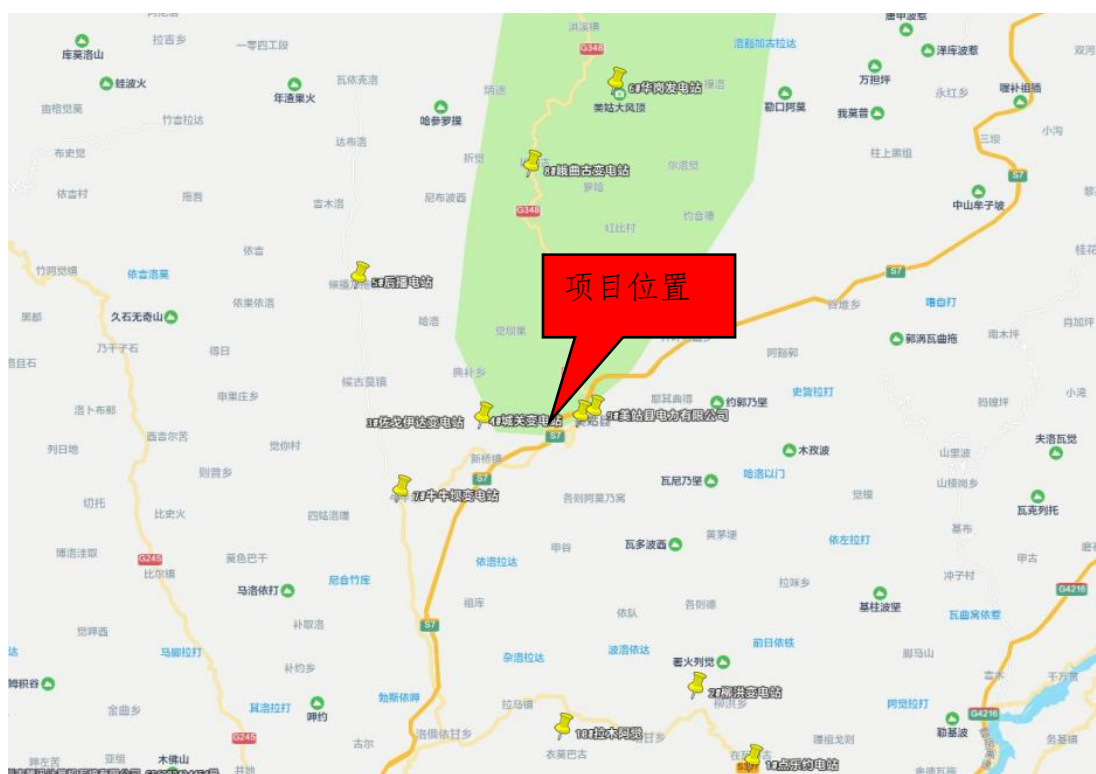


图2.1-1 项目区位置示意图

表2.1-1 项目组成经纬度坐标表

项目组成		中心点坐标
1	乐约发电站	东经 $103^{\circ}15'23.49''$ ，北纬 $28^{\circ}5'7.87''$
2	柳洪变电站	东经 $103^{\circ}12'40.80''$ ，北纬 $28^{\circ}8'6.60''$
3	佐戈伊达变电站	东经 $103^{\circ}02'36.64''$ ，北纬 $28^{\circ}19'22.57''$
4	城关变电站	东经 $103^{\circ}07'13.70''$ ，北纬 $28^{\circ}19'26.06''$

5	侯播变电站	东经 102°56'43.71", 北纬 28°25'11.52"
6	华岗发电站	东经 103°08'54.27", 北纬 28°33'17.25"
7	牛牛坝变电站	东经 102°58'43.83", 北纬 28°16'19.14"
8	峨曲古变电站	东经 103°04'53.08", 北纬 28°29'51.49"
9	美姑电力有限公司	东经 103°07'52.07", 北纬 28°19'38.47"
10	拉木阿觉变电站	东经 103°06'22.33", 北纬 28°06'24.69"

2.1.1.2 项目特性

项目名称：美姑电力公司 12 个点位分布式光伏项目；

建设单位：四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司；

建设地点：凉山州美姑县；

建设性质：新建、建设类；

建设内容及规模：本工程总装机容量为 2234.92kWp，逆变器安装容量为 2041kWp，设计 25 年总发电量为 2186.6 万 kWh，25 年平均发电量为 227.95 万 kWh，年均发电利用小时数 837h。

工程投资：项目总投资为 840.29 万元，其中土建投资 366.61 万元，资金来源为业主自筹；

建设工期：计划于 2025 年 10 月开工建设，2026 年 2 月完工，总工期 5 个月。

与备案文件不一致分析：相较于备案文件，根据可研批复情况，本项目实际建设 10 个点位分布式光伏站点，取消原有的牛牛坝发电站、城关发电站两个光伏站点。

表2.1-1 项目特性表

一、项目简介			
项目名称	美姑电力公司12个点位分布式光伏项目		
工程性质	新建、建设类		
建设地点	四川省凉山彝族自治州美姑县		
建设单位	四川省水电投资经营集团美姑电力有限公司		
建设工期	2025年10月~2026年2月，共计5个月		
建设投资	总投资840.29万元，其中土建投资366.61万元		
二、经济技术指标			
序号	内容	单位	数量
1	装机规模	KWp	2234.92
2	组件容量	Wp/块	590
3	年平均上网发电量	万kWh	103.31
4	年利用小时数	h	1048.45
5	组件	块	3788
6	组串式逆变器320kW(1500V)含通讯柜	台	40
7	单位千瓦静态投资	元/kWp	3944.08

三、项目组成及工程占地				
项目组成	占地面积 (hm ²)			
	永久占地	临时占地	合计	
光伏阵列区	2.08		2.08	
集电线路区		0.24	0.24	
合计	2.08	0.24	2.32	

四、项目土石方工程量 (万m ³)				
项目组成	挖方	填方	借方	弃方
光伏阵列区	0.16	0.16	/	/
集电线路区	0.07	0.07	/	/
合计	0.23	0.23	/	/

2.1.2 与其他项目依托关系

本项目并网等级分为 10kV 和 0.4kV, 其中 1~9#点位就近接入所在变电站周边 380V 低压四线, 10#点位通过新建 1 套 1600kVA 箱式变压器后以 1 回 10kV 线路接入厂区拉场线, 本工程送出线路暂不计入本次设计范围中, 由美姑电力有限公司配套建设。

2.1.3 项目组成

根据总平面布置及组成情况, 将本项目主体工程划分为 1~10#站点工程。

表2.1-2 项目组成分析表

序号	项目地点	装机容量 (kWp)	安装地点	安装方式	可利用面积 (m²)	组件数 (块)	逆变器 (kW)	容配比
1	乐约发电站	88.5	菜地	阵列式	595	150	40 (2 台)	1.11
			屋顶	阵列式				
2	柳洪变电站	30.68	屋顶	阵列式	307	52	14 (2 台)	1.10
3	佐戈伊达变电站	94.4	空地	阵列式	740	160	80 (1 台)	1.18
4	城关变电站	84.96	空地	阵列式	772	144	27 (2 台)	1.15
			屋顶	阵列式			20 (1 台)	
5	侯播变电站	173.46	空地	阵列式	1446	294	30 (2 台)	1.16
			办公楼 营业厅	BIPV			40 (1 台)	
			屋顶	阵列式			50 (1 台)	
6	华岗发电站	87.32	屋顶	阵列式	772	148	12 (1 台) 20 (1 台) 25 (1 台)	1.13
7	牛牛坝变电站	63.72	空地	阵列式	1666	108	9 (3 台)	1.12
			屋顶	阵列式			30 (1 台)	
8	峨曲古变电站	93.22	菜地	阵列式	591	158	12 (1 台)	1.20
			屋顶	阵列式			15 (2 台)	
			营业厅	BIPV			36 (1 台)	
9	美姑电力有限公司	38.94	停车棚	BIPV	297	66	17 (1 台)	1.05

			屋顶	阵列式			20 (1 台)	
10	拉木阿觉变电站	1439.72	屋顶	阵列式	22704	2508	110(12 台)	1.07
			空地	阵列式			30 (2 台)	
合计		2234.92			29890	3788	2041	1.10

2.1.3.1 乐约发电站

本区域住宿楼、生产楼屋顶、菜地布置 150 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 88.5kWp，接入 2 台 40kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 巴姑村 5 号台区 5#杆，并上送至 10kV 柳乐线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 115.5A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*70+1*35 电缆，载流量为 213A，满足本项目送出线路需求。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 88.5kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

(2) 电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 150 块光伏电池板。

本区域利用原有 2 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接；有 1 块空地，为现有电站中的菜地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

(3) 光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

② 逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③ 配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤ 接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 $L50 \times 5 \times 2.5$ 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以 -40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 $BVR-4.0\text{mm}^2$ 接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

(4) 集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 100m，地埋线路共计 68m。

1) 电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2) 直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 68m。

1) 直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2) 线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3) 电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，直埋电缆总长度 68m。

2.1.3.2 柳洪变电站

本区域设备房、住宿楼屋顶布置 52 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 30.68kWp，接入 2 台 14kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 马洛村 2 号台区 3#杆，并上送至 10kV 柳场线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 40.4A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*35+1*25 电缆，载流量为 140A，满足本项目送出线路需

求。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 30.68kWp。太阳电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m。

(2) 电池及基础

本区域太阳电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 52 块光伏电池板。

本区域利用原有 2 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接。

(3) 光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

② 逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③ 配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用-40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以-40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 BVR-4.0mm²接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路均采用架空方式敷设，架空线路共计 135m。直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2.1.3.3 佐戈伊达变电站

本区域仅在生产楼旁菜地布置 160 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 94.4kWp，接入 1 台 80kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 佐哈村 1 号台区 1#杆，并上送至 10kV 佐哈线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 115.5A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*70+1*35 电缆，载流量为 213A，满足本项目送出线路需

求。

（1）光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 94.4kWp。太阳电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

（2）电池及基础

本区域太阳电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 160 块光伏电池板。

本区域利用原有 1 块空地，为现有电站中的菜地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

（3）光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1）逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2）箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3）防雷、接地设计

①光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

②逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用-40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以-40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 BVR-4.0mm²接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 36m，地埋线路共计 14m。

1）电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2）直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 14m。

1）直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所

在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2) 线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3) 电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，直埋电缆总长度 14m。

2.1.3.4 城关变电站

本区域 2 栋办公楼屋顶、地面空地布置 144 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 84.96kWp，接入 1 台 20kW、2 台 27kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 俄普村 3 号台区 4#杆，并上送至 10kV 城普线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 107A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*50+1*25 电缆，载流量为 168A，满足本项目送出线路需求。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 84.96kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

(2) 电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 144 块光伏电池板。

本区域利用原有 2 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接；有 1 块空地，为现有电站中的仓库

空地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

（3）光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1）逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2）箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3）防雷、接地设计

①光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

②逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以 -40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四

处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 $BVR-4.0\text{mm}^2$ 接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m 。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 92m ，地埋线路共计 18m 。

1）电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护， PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2）直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自空地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 18m 。

1）直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2）线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3）电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m ，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 $1:0.3$ ，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m 、开挖顶宽为 1.10m ，直埋电缆总长度 18m 。

2.1.3.5 侯播变电站

本区域设备楼、营业厅屋顶、空地、菜地布置 294 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 173.46kWp，接入 2 台 30kW、1 台 40kW、1 台 50kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 俄觉村 1 号台区 2#杆，并上送至 10kV 侯采线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 200A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*70+1*35 电缆，载流量为 213A，满足本项目送出线路需求。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 173.46kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

(2) 电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 294 块光伏电池板。

本区域利用原有 2 栋建筑物，本次新建阳光棚屋面光伏工程。阳光棚屋面光伏建设的支撑结构需要具备足够的强度和稳定性，以承受外部风力、自重以及确保光伏面板的安全稳固。支撑结构通常由立柱、斜梁、檩条及紧固件等组成，阳光棚屋面光伏组件采用檩条，U 本区域防水导轨、导轨盖板、U 型导水槽等镀锌钢构件与型钢连接，阳光棚建设时设计坡度固定，光伏组件采用固定角度沿坡屋面安装；有 2 块空地，为现有电站中的菜地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

(3) 光伏支架及箱变

地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案，阳光棚支撑立柱、固接在支撑立柱之间的斜梁、接在斜梁上用于支撑太阳能电池组件阵列的檩条及固定电池组 103 件阵列的紧固件等。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢

结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

② 逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③ 配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤ 接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 $L50 \times 5 \times 2.5$ 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以 -40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 $BVR-4.0\text{mm}^2$ 接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在

地点附近对地电压分布均匀。

(4) 集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 30m，地埋线路共计 24m。

1) 电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2) 直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 24m。

1) 直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2) 线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3) 电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，直埋电缆总长度 24m。

2.1.3.6 华岗发电站

本区域住宿楼、设备楼屋顶布置 148 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 87.32kWp，接入 1 台 12kW、1 台 20kW、1 台 25kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 岗洛村 1 号台区 5#杆，并上送至 10kV 洪维线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 111A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*70+1*35 电缆，载流量为 213A，满足本项目送出线路需求。

（1）光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 87.32kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

（2）电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 150 块光伏电池板。

本区域利用原有 4 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接。

（3）光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质粘土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

② 逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③ 配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤ 接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用-40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以-40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω。

发电区所有带外框的电池组件通过 BVR-4.0mm²接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路均采用架空方式敷设，架空线路共计 280m。直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2.1.3.7 牛牛坝变电站

本区域办公楼、设备楼屋顶、空地、菜地布置 108 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 63.72kWp，接入 3 台 9kW、1 台 30kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 腾地村 8 号台区 1#杆，并上送至 10kV 牛电

线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 82.3A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*35+1*25 电缆，载流量为 140A，满足本项目送出线路需求。

（1）光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 63.72kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

（2）电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 108 块光伏电池板。

本区域利用原有 2 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接；有 2 块空地，为现有电站中的空地、菜地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

（3）光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流

效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

②逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用-40×4热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以-40×4热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω。

发电区所有带外框的电池组件通过 BVR-4.0mm²接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 235m，地埋线路共计 25m。

1）电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2）直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 25m。

1) 直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2) 线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3) 电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，直埋电缆总长度 16m，电站内已有电缆沟 9m，可直接利用。

2.1.3.8 峨曲古变电站

本区域设备楼、营业厅屋顶、菜地布置 158 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 93.22kWp，接入 1 台 12kW、2 台 15kW、1 台 36kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 雷觉莫村 2 号台区 1#杆，并上送至 10kV 峨尼线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 112.6A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*50+1*25 电缆，载流量为 168A，满足本项目送出线路需求。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 93.22kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 $2278 \times 1134 \times 30\text{mm}$ ，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

（2）电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 158 块光伏电池板。

本区域利用原有 3 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接；有 2 块空地，为现有电站中的菜地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

（3）光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1）逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2）箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3）防雷、接地设计

①光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

②逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵

支架之间以-40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 BVR-4.0mm²接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 20m，地埋线路共计 32m。

1）电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2）直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 32m。

1）直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2）线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3) 电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，直埋电缆总长度 32m。

2.1.3.9 美姑电力有限公司

本区域办公楼、停车棚布置 66 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 38.94kWp，接入 1 台 17kW、1 台 20kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入办公楼配电箱 380V 低压母线，并上送至 10kV 城关二线公共线路。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 53.4A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*35+1*25 电缆，载流量为 140A，满足本项目送出线路需求。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 8.94kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278 × 1134 × 30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

(2) 电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 66 块光伏电池板。

本区域利用原有 1 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接；1 处停车棚，本次工程车棚为新建工程，为园区提供了传统的停车棚功能的同时增加了发电能力，为电网或车辆提供清洁能源。光伏车棚建设的支撑结构 105 构需要具备足够的强度和稳定性，以承受外部风力、自重以及确保光伏面板的安全稳固。支撑结构通常由立柱、斜梁、檩条及紧固件等组成，车棚屋面光伏组件采用檩条，W 防水导轨、导轨盖板、U 型导水槽等镀锌钢构件与型钢连接，车棚建设时设计坡度固定，光伏组件采用固定角度沿车棚斜面安装。

(3) 光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案；停车棚支架系统主要包括支撑立柱、固接在支撑立柱之间的斜梁、接在斜梁上用于支撑太阳能电池组件阵列的檩条及固定电池组件阵列的紧固件等。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变电器

设低压并网箱 1 台。再由并网箱出线至就近 380V 低压线路搭接并网，并网箱采取定制，采用华式箱变器，箱内预留计量表、断路器、电涌保护器等安装位置，总开关采用塑壳断路器，具备电源端与负荷端反接能力的框架式智能断路器，并具备短路瞬时、长延时保护功能、分励脱扣、失压跳闸及低电压闭锁合闸功能。

3) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

② 逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③ 配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤ 接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 L50×5×2.5 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以 -40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四

处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 BVR-4.0mm^2 接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m 。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

（4）集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 48m ，地埋线路共计 12m 。

1）电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护， PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2）直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 12m 。

1）直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2）线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3）电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m ，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 $1:0.3$ ，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m 、开挖顶宽为 1.10m ，直埋电缆总长度 12m 。

2.1.3.10 拉木阿觉变电站

本区域设备楼、空地布置 2508 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 1439.72kWp，接入 2 台 30kW、12 台 110kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 10kV 拉场一线。

此子项目光伏逆变单元最大功率输出时，光伏并网计量箱至低压配电箱母线最大持续工作电流约为 159A，电缆直埋敷设根据热稳定校验和考虑温度校正系数和敷设系数后，选用 ZC-YJV22-0.6/1kV-3*70+1*35 电缆，载流量为 213A，满足本项目送出线路需求。箱变至上网点选用 ZC-YJV22-0.6/10kV-3*70 电缆。

(1) 光伏阵列

本区域直流侧总装机容量为 1439.72kWp。太阳能电池组件全部采用 590Wp 高效单晶硅双面双玻半片太阳能组件。电池组件尺寸 2278×1134×30mm，屋面和地面组串布置形式按竖向 2 行 7 列、2 行 8 列布置，采用倾角为 5° 固定安装在支架上；电池组件每 14 块一串、16 块一串，列间距约 0.5m，东西坡向和北坡向根据实际地形间距相应调整。

(2) 电池及基础

本区域太阳能电池组件全部采用双面单晶硅高效半片组件，峰值功率 590Wp。本区域设计配置 2508 块光伏电池板。

本区域利用原有 2 栋建筑物，且均为混凝土屋顶，光伏阵列基础配有配重墩，利用预埋地脚锚栓、U 型螺栓等连接件与光伏支架连接；有 1 块空地，为现有电站中的空地，光伏阵列地面桩基础双立柱采用预埋套管（或构件）连接。

(3) 光伏支架及箱变

屋面和地面固定支架采用横向檩条，纵向支架布置方案。

1) 逆变器

逆变器采用 C 抱箍螺栓和安装横担固定在光伏支架立柱上，安装材料由光伏工艺开列。设备基础为 C30 钢筋混凝土基础，地基采用天然地基，基础持力层为粉质黏土。钢结构构件防腐处理均采用热浸镀锌，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2) 箱式变压器

110kV 拉木阿觉变电站通过新建一套 1600kVA 箱式变压器后通过 1 回 10kV 集电线路接入到预制舱送出，最终通过 1 回 10kV 架空线路送出至 10kV 拉场线电网线路，线路长度约 100m，导线截面选择 8.7/15kV-3x70mm²。

3) 预制舱

预制舱基础形式为 C30 钢筋混凝土框架式结构。

4) 防雷、接地设计

① 光伏电池方阵区直击雷保护

光伏组件边框与支架可靠等电位连接，然后与接地网可靠连接，为增加雷电流散流效果，可将站内所有光伏组件支架可靠连接，并与周边建筑物接地网可靠连接。

② 逆变器的直击雷保护

在逆变器进线回路装有过电压保护器可以防止单个电池板回路直接雷和感应雷电波串至其他电池板回路，迅速释放雷电波从而保护其他电池板不受雷电波损坏。

③ 配电装置的雷电侵入波保护

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏配电房内的并网设备，其防雷措施主要采用浪涌保护器来保护。

⑤ 接地

屋顶光伏采用水平接地体与原有建筑女儿墙避雷带连通组成接地网。水平接地线采用 -40×4 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 $L50 \times 5 \times 2.5$ 米（暂定）的角钢。太阳能电池方阵支架之间以 -40×4 热镀锌扁钢相互连接后，再与主接地网相连。在各光伏方阵内设置连接各电池组件、逆变器和箱变等电气设备的均压网，并以不少于两点与主接地网可靠连接，接地体之间的焊接点应进行防腐处理。接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。接地体应埋设于冻土层下。光伏组件与支架采用接地线可靠连接，每个光伏组件串与支架可靠连接点为四处，支架与光伏场区水平接地网可靠连接点为两处。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

发电区所有带外框的电池组件通过 $BVR-4.0\text{mm}^2$ 接地线与支架可靠联结，所有组件支架通过镀锌扁钢与接地网连接，为节省钢材用量，利用支架横梁做部分接地网联结。接地网的外缘闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧形半径应不小于 3.0m 。

接地装置的接地电阻、接触电压和跨步电压满足规程要求，尽可能使电气设备所在地点附近对地电压分布均匀。

(4) 集电线路

本区域内集电线路采用直埋和架空结合的敷设方式，电缆跨道路及基岩裸露部分采用钢管穿管或架空敷设方式。本区域架空线路共计 1545m ，地埋线路共计 619m 。

1) 电缆桥架

直流电缆在光伏板后固定，沿光伏组件支架檩条敷设。在相邻支架与支架之间的跨越处，电缆需穿 PVC 管保护，PVC 管的长度应方便施工捆扎固定；部分需跨越检修维护通道的光伏组件至逆变器的电缆、组件支架排与排之间的电缆均采用托盘式桥架敷设。

2) 直埋电缆

光伏场区的直流电缆敷设由支架引下至地面段采用 PVC 管敷设，直埋电缆自菜地光伏组件出线，汇总后穿 PVC 管地埋，再接入逆变器，直流地埋电缆总长 619m。

1) 直埋敷设

本工程条件：地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，场地地势平缓开阔，自然坡度为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。在满足运行可靠维护方便的同时，考虑场址所在地水土保持等影响。本项目电缆走向按照横向南北间距作为主通道，采用就近入地穿管直埋敷设的方式，不作重复路径。

2) 线路交叉跨越情况

根据现场实际调查，结合主体工程收集的资料可知，本项目属于屋顶平台，空余菜地，地势较为开阔，四周无遮挡，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

3) 电缆施工作业带

根据同类工程经验，直埋电缆施工作业带由沟槽开挖带、施工作业带、临时堆土带组成，结合电缆保护要求，直埋电缆沟采用梯形断面，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，直埋电缆总长度 619m。

表 2.1-3 项目特性及工程量汇总表

组成	位置	建设内容	永久占地 (hm ²)	临时占地 (hm ²)	挖方 (m ³)	填方 (m ³)	备注
乐约发电站	屋顶菜地	住宿楼、生产楼屋顶、菜地布置 150 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 88.5kWp，接入 2 台 40kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 巴姑村 5 号台区 5#杆，并上送至 10kV 柳乐线公共线路	0.01	0.02	63.41	63.41	
柳洪变电站	屋顶	设备房、住宿楼屋顶布置 52 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 30.68kWp，接入 2 台 14kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 马洛村 2 号台区 3#杆，并上送至 10kV 柳场线公共线路	/	/	/	/	
佐戈伊达变电站	菜地	生产楼旁菜地布置 160 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件，总计装机 94.4kWp，接入 1 台 80kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱，然后接入 0.4kV 佐哈村 1 号台区 1#杆，并上送至 10kV 佐哈线公共线路	0.07	0.01	23.65	23.65	

组成	位置	建设内容	永久占地 (hm ²)	临时占地 (hm ²)	挖方 (m ³)	填方 (m ³)	备注
城关变电站	屋顶空地	2 栋办公楼屋顶、地面空地布置 144 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 84.96kWp, 接入 1 台 20kW、2 台 27kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入 0.4kV 俄普村 3 号台区 4#杆, 并上送至 10kV 城普线公共线路	/	0.01	16.2	16.2	
侯播变电站	屋顶菜地	设备楼、营业厅屋顶、空地、菜地布置 294 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 173.46kWp, 接入 2 台 30kW、1 台 40kW、1 台 50kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入 0.4kV 俄觉村 1 号台区 2#杆, 并上送至 10kV 侯采线公共线路	0.08	0.01	30.86	30.86	
华岗发电站	屋顶	住宿楼、设备楼屋顶布置 148 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 87.32kWp, 接入 1 台 12kW、1 台 20kW、1 台 25kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入 0.4kV 岗洛村 1 号台区 5#杆, 并上送至 10kV 洪维线公共线路	/	/	/	/	
牛牛坝变电站	屋顶空地菜地	办公楼、设备楼屋顶、空地、菜地布置 108 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 63.72kWp, 接入 3 台 9kW、1 台 30kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入 0.4kV 腾地村 8 号台区 1#杆, 并上送至 10kV 牛电线公共线路。	0.16	0.01	27.61	27.61	
峨曲古变电站	屋顶菜地	设备楼、营业厅布置 158 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 93.22kWp, 接入 1 台 12kW、2 台 15kW、1 台 36kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入 0.4kV 雷觉莫村 2 号台区 1#杆, 并上送至 10kV 峨尼线公共线路。	0.02	0.01	31.84	31.84	
美姑电力有限公司	屋顶停车棚	办公楼、停车棚布置 66 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 38.94kWp, 接入 1 台 17kW、1 台 20kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入办公楼配电箱 380V 低压母线, 并上送至 10kV 城关二线公共线路	/	0.01	10.8	10.8	/
拉木阿觉变电站	空地	设备楼、空地布置 2508 块 590Wp 单晶硅太阳能电池组件, 总计装机 1439.72kWp, 接入 2 台 30kW、12 台 110kW 组串式逆变器完成交直流转换后接至新建光伏并网计量箱, 然后接入 10kV 拉场一线。	1.74	0.16	2076.17	2076.17	
合计			2.08	0.24	2280.54	2280.54	

2.2 施工组织

2.2.1 施工生产区和生活区

2.2.1.1 施工生活区

施工人员临时驻地项目部租用附近民房, 工人从周边乡镇招聘, 不单独设置集中生

活区，不新增占地。

2.2.1.2 施工场地

本工程混凝土量较小，混凝土浇筑强度低。为减小工程施工对当地的影响，较好地满足环保要求，本工程考虑不设置混凝土系统。工程所需混凝土从美姑县采购商品混凝土，由混凝土搅拌车运输至施工现场；工程建设过程中的钢材、土石混合料、砂、砂砾、块片石、碎石及其它建筑材料按工程计划从美姑县采购，堆放在场址已硬化空地，材料随用随取，不新增占地。

2.2.1.3 集电线路施工作业带

根据项目布置，本项目设计直埋电缆沟槽开挖深度为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质粘土，电缆沟槽的开挖带宽度为 1.1m，直埋沟槽总长度约 812m。

本工程沟槽开挖方式采用人工剥离表土后，使用小型挖掘机后推开挖、人工辅助清底，开挖深度为 0.8m，本项目开挖深度内土层为粉质黏土，根据相关规定及施工实际，对于裸露时间较短的边坡，按 1:0.3 放坡开挖。

在管道一侧布设 1m 宽临时堆土作业带，中间预留 0.5m 安全距离，堆土区最大堆高不超过 1.5m、平均堆高 1.0m，电缆敷设后原土回填。

2.2.2 施工道路

(1) 场外交通

光伏电站的交通运输依靠公路运输。本项目站址周边有乡村道路，站址对外交通运输十分便利，无需新建施工便道。

(2) 场内交通

项目因用地面积、成本和组件布置情况等因数综合考虑，本工程利用光伏阵列之间的间距空地和施工产生的临时道路进行规划，无需新建站内道路。

2.2.3 施工用水、用电

本工程施工用电电源引自项目周边现有的电力供电线路 380V 电压等级，通过动力控制箱、照明箱和施工电缆送到施工现场的用电设备上；光伏电站用水包括建筑施工用水、施工机械用水、生活用水等。施工用水及生活用水可从场址管道末端引水。

2.2.4 取土（石、砂）场

本项目未设置取土（石、砂）场。项目区所在的美姑县拥有各种不同标号的水泥供应，工程建设中所需的建构筑物所用的水泥，均根据设计所需的标号在当地解决。钢材和木材均按国家价格就近采购，能保证工程建设的需要。混凝土从附近购买商品混凝土，中粗砂、片（块）石、碎（砾）石等均在项目区周边的合法商品材料厂采购，料场工采导致的新增水土流失由商品料场业主单位负责治理。外购材料中水泥、钢材、中粗砂等材料用量大。钢材、木材、水泥等材料堆放方式为仓储，中粗砂采用露天堆存方式。

2.2.5 弃土（石、渣）场

本项目建设过程中挖方总计 0.23 万 m³，填方 0.23 万 m³，无弃方产生。

2.2.6 施工工艺

光伏工程施工主要包括：电池方阵、电缆和光缆敷设等。

2.2.6.1 电池方阵

电池方阵施工包括：电池方阵桩基、电池组件支架的安装、电池组件安装等。主要施工程序为：电池方阵桩基施工→电池组件支架的安装→电池组件安装→电池组件接线。

（1）支架基础

1）基础桩基施工

地面阵列支架桩基础施工包括桩孔的开挖、绑扎钢筋、浇筑混凝土。

按照桩位布置图进行测量定位，设置标高控制点和轴线控制网，对每一个桩位进行标识。

①根据施工现场坐标控制点首先建立该区测量控制网，包括基线和水平基准点，定出基础轴线，再根据轴线定出基坑开挖线，利用白灰进行放线。灰线、轴线经复核检查无误后方可进行挖土施工。

②土方开挖采取以机械施工开挖为主，人工配合为辅的方法。孔采用钻孔机进行开挖，施工过程中要控制好基底标高，严禁超挖，开挖的土石按照项目工程公司指定的地点及要求进行堆放。

③开挖完工后，应将基底清理干净，经勘察单位进行孔验收，验收合格后方可进行下道工序施工。

④桩孔开挖完毕，在混凝土浇筑前应对桩孔进行保护。

将预先编好的钢筋笼放入桩孔中，调整好高差，经检验合格后方可进行下一道工序。

混凝土浇筑采用集中购买、小型自卸汽车运输、人工浇筑、插入式振捣器振捣的施工方
案。

2) 电池组件钢支架

电池组件钢支架全部采用厂家定型产品，人工现场拼装。

3) 电池组件安装

电池组件的安装采用人工自下而上，逐块安装，螺杆的安装方向为自内向外，并紧
固电池组件螺栓。安装过程中必须轻拿轻放以免破坏表面的保护玻璃；电池组件的连接
螺栓应有弹簧垫圈和平垫圈，紧固后应将螺栓露出部分及螺母涂刷油漆，做防松处理。

4) 电池组件接线

接线时应注意勿将正负极接反，保证接线正确。每串电池组件连接完毕后，应检查
电池组件串开路电压是否正确，连接无误后断开一块电池组件的接线，保证后续工序的
安全操作。

(2) 控制柜、蓄电池及控制器安装

控制柜、蓄电池及控制器安装按照施工图纸及随机说明书进行安装。

(3) 防雷接地安装

施工顺序：接地极安装→接地网连接→避雷针安装。

接地网由接地体和接地扁钢组成，接地扁钢应埋在冻土层以下并和镀锌扁钢焊在一
起，各拐角处应做成弧形，接地扁钢应垂直与接地体焊接在一起，以增大与土壤的接触
面积。最后扁钢和立柱的底板焊接在一起，焊后应做防腐处理，应采用沥青漆或防士林
回填土尽量选择碎土，土壤中不应含有石块和垃圾。

(4) 整体汇线

1) 整体汇线前事先考虑好走线方向，然后向配电柜放线，电池组件连线应采用单
芯直流电缆，放线完毕后可穿 $\Phi 25$ PVC管。线管要做到横平竖直，柜体内部的电线应用
色带包裹为一个整体，以免影响美观性。

2) 切断直流汇流箱内的直流断路器，连接好连线，线的颜色要分开，红色为正，
黑色为负。

3) 连接汇流阀到逆变器的电源连接线。应采用经电缆沟连接的方式。

(5) 系统调试

系统调试前进行系统检查，其中包括：接地电阻值的检测、线路绝缘电阻的检测、
逆变器的性能测试、充电蓄电池组的检测、方阵输出电压的检测、控制器调试。

(6) 排水系统

电池方阵区域的排水依托于原地块自然下渗跟场址原有的排水系统相结合的方式
进行排水，不在新增排水措施。

2.2.6.2 集电线路

桥架电缆施工工艺流程为：测量定位→打入桥架支撑→桥架槽盒安装→放入电缆→
安装桥架盖板。直流电缆在光伏板后固定，通过电缆槽盒，接入直流防雷汇流箱；直流
防雷汇流箱出线电缆通过电缆盒接入逆变器室中的直流防雷配电柜，电缆槽盒采用桥架
布设，对地表扰动很小，施工过程无大规模土石方开挖，主要水土流失来源于沟槽开挖、
施工器材及材料堆放、施工人员活动等临时占压区域。

直埋电缆线路工程主要施工内容包括电缆沟槽开挖与回填，电缆埋设等，采用机械
结合人工的施工方法进行施工。集电线路采用分段施工，分段验收。

沟槽开挖前进行地表表土剥离，剥离后进行沟槽开挖，直埋电缆沟采用梯形断面，
结合电缆保护要求，沟槽开挖深度应为 0.80m，沟槽开挖方主要为粉质黏土，放坡系数
取 1:0.3，则电缆沟槽的开挖底宽为 0.60m、开挖顶宽为 1.10m，开挖电缆沟埋设电缆后
需尽快回填，恢复迹地。

沟槽回填采用原状土，细土回填于下部，多余土平铺于沟口上方，不足从多余土平
铺于沟口上方，不足从临近段调运，回填完成后利用前期剥离的表土回覆后补撒草籽以
恢复植被。

2.2.6.3 表土剥离与回覆

①表土剥离

采用机械结合人工，首选人工进行剥离原生表土，按照大小 0.3m×0.3m 的规格切
割成块，厚度根据土层深浅，以 20cm 为宜，尽量连同下层腐殖土一同剥离，减少对根
系的破坏。根据本工程表土资源分析，剥离厚度为 20cm，剥离的表土采取就近堆存原
则处理，堆存于各分项工程临近的空闲地，并采取相应的防护措施。

②表土回覆

回铺前，将需回铺场地进行土地平整，首先采用 74kW 推土机对本区进行土地整治，
包括场地的削凸填凹，进行粗平整。

先将表土块堆存后的散落表土均匀摊撒在回铺场地，然后采用人工将表土块回覆，
铺植于地面时，表土间应有 3~5cm 的间距，后用 0.27T 中的碾压器压平，也可用圆筒或

人工脚踩，使表土与土壤结合紧密，无空隙，易于生根。

2.3 工程占地

根据现场调查并结合工程建设用地、规划等前期资料，本项目总占地面积 2.32hm²，其中永久占地 2.08hm²，临时占地 0.24hm²，用地类型为耕地、草地、其他土地。

表2.3-1 工程占地类型及面积统计表（hm²）

项目组成	占地类型			占地性质		合计
	耕地	草地	其他土地	永久占地	临时占地	
光伏阵列区	0.34	1.74		2.08		2.08
集电线路区			0.24		0.24	0.24
合计	0.34	1.74	0.24	2.08	0.24	2.32

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土平衡

1.可剥离表土分析

根据调查，场地菜地、空地存在可剥离表土，可剥离表土面积 2.19hm²，可剥离表土厚度 20cm，可剥离表土 0.29 万 m³，实际剥离表土面积 0.16hm²，剥离表土厚度 20cm，剥离表土 0.03 万 m³，光伏阵列区域内非开挖区域实施原地保护，不进行表土剥离。

表 2.4-1 可剥离表土量分析表

地类	可剥离面积（hm ² ）	实际剥离面积（hm ² ）	剥离厚度（cm）	可剥离量（万 m ³ ）	实际剥离量（万 m ³ ）
光伏阵列	2.08	0.11	20	0.42	0.02
集电线路	0.11	0.05	20	0.02	0.01
合计	2.19	0.16		0.44	0.03

2.原地保护

根据主体设计统计，本项目实际剥离表土量为 0.03 万 m³，来源于光伏阵列基础开挖和直埋电缆沟开挖，剥离总面积 0.16hm²。

光伏方阵外不扰动范围、光伏方阵用地内非开挖沟槽区域仅临时占压地表不涉及挖填施工，若对上述区域进行表土剥离反而破坏了原始地表植被及土壤团粒结构，将加剧该区域的扰动及水土流失情况，故不考虑表土剥离。

通过对机械行进路线采取铺设棕垫隔离进行原地保护，施工完成后进行土地整治、补撒草籽进行植被恢复，以减少了对表土的扰动及植被的破坏，有利于水土保持，因此对该部分表土不进行剥离。

3.表土利用情况

光伏阵列基础开挖和直埋电缆沟开挖，剥离表土总量 0.03 万 m³（自然方，下同），由于接地和开挖沟槽时间较短，施工场地剥离的表土量较小且不宜进行长距离运输，直接以土埂形式堆存在原地。埋敷后直接回铺原地表，用于植草绿化恢复。覆土厚度 20cm，覆土面积 0.16hm²，覆土量 0.02 万 m³。施工前期剥离的表土可全部利用，无余方产生。

表 2.4-2 表土综合利用分析表

覆土区域	覆土面积（hm ² ）	处理方式	覆土厚度（cm）	覆土量（万 m ³ ）	备注
光伏阵列	0.11	原地回铺	20	0.02	剥离的表土全部综合利用，无余方产生
集电线路	0.05			0.01	
合计	0.16			0.03	

2.4.2 土石方平衡

根据主体设计资料，本项目挖方主要为桩基础挖方和直埋电缆沟开挖。桩基础开挖土石方量约 0.16 万 m³（含表土回覆 0.02 万 m³），回填利用总量约 0.16 万 m³（含表土回覆 0.02 万 m³），直埋电缆沟开挖土石方量约 0.07 万 m³（含表土回覆 0.01 万 m³），回填利用总量约 0.07 万 m³（含表土回覆 0.01 万 m³），无借方、无余方，土石方平衡满足施工及水土保持要求。各组成土石方挖填情况如下：

本项目土石方平衡分析详见表 2.4-3。土石方流向框图详见图 2.4-1。

表 2.4-3 土石方平衡分析表（单位：万 m³）

序号	项目组成	挖方			填方			调出		调入		借方	余方
		表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	数量	去向	数量	来源		
①	光伏阵列	0.02	0.14	0.16	0.02	0.14	0.16						
②	集电线路	0.01	0.06	0.07	0.01	0.06	0.07						
	合计	0.03	0.2	0.23	0.03	0.2	0.23						

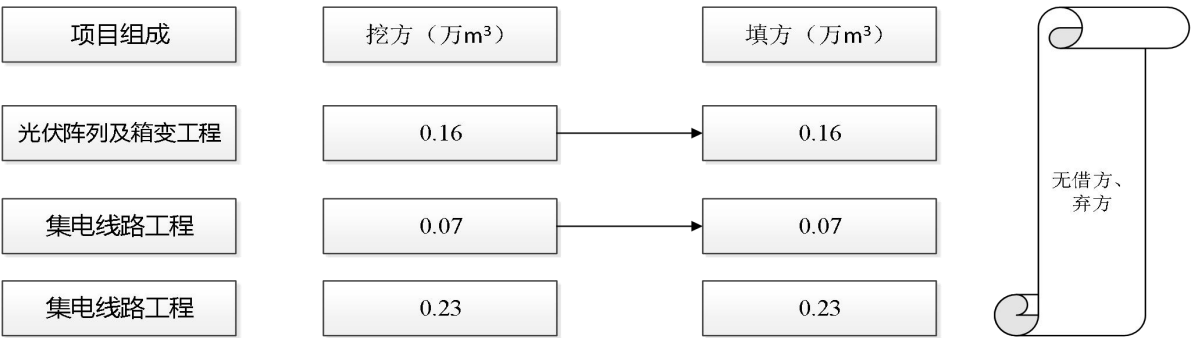


图 2.4-1 土石方流向框图（单位：万 m³）

2.5 拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建

本项目用地范围内均为楼顶，菜地、空地，不涉及拆迁（移民）安置及专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

工程计划于 2025 年 10 月开工建设，2026 年 2 月完工，总工期 5 个月。

表 2.6-1 工程实施进度安排一览表

工程	2025年			2026年	
	10月	11月	12月	1月	2月
施工准备					
光伏阵列					
集电线路					
调试及试运行					

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

美姑县位于四川省西南部、凉山彝族自治州东北部，地处大凉山黄茅埂西麓。地理坐标为东经 102°53′~103°21′，北纬 28°02′~28°54′之间。县境东邻雷波县，西接越西县，南连昭觉县，北毗峨边彝族自治县，西北与甘洛县连界，东北同马边彝族自治县接壤。地处青藏高原东南部的横断山脉与四川盆地西南边缘交汇处，境内山峦起伏，河流纵横。大风顶、黄茅埂、连渣果峨、阿米特洛、瓦侯能和等大山分别位于县境的东部、西部和北部，地势由北向南倾斜。东北部最高海拔 4042 米，东南部最低海拔 640 米。

场地区域属于中山地貌，现状为已建变电站、发电站，地势较为开阔，四周无遮挡。总体地势呈平地型，略有起伏，场地空地、菜地坡度 5°~10°，电站周边交通极为便利。

2.7.2 地质

2.7.2.1 地质构造

美姑县地质构造属川滇上扬子台坳西部的凉山陷褶束带。特点是褶皱多，断层发育，褶皱背斜紧凑，向斜较开阔。

全县由西向东依次穿过连渣洛河向斜、苏堡背斜、三合向斜、双河口—拖木向斜、黄茅埂大背斜等几个较大的构造，几乎都呈南北走向。其中以黄茅埂大背斜为最大，约

占全县面积的 1/3，位于本县的东部、东南部、东北部。其他几处大的地质构造体，集中分布于本县的中、西部，大约为全县面积的 2/3。

2.7.2.2 地层岩性

本项目地形类型为平地，地势较为平缓，宜于光伏电站建设。场地所处区域稳定性较好，场区范围内未见有断裂构造发育，其稳定性基本条件满足光伏电站建设要求。出露基岩岩性主要为泥岩、砂岩及粉砂岩，岩土体条件较好。场地整体稳定，地基土物理力学性能总体上较好，为良好的地基基础持力层或下卧层。

2.7.2.3 水文地质及地下水

场地地表水来源于大气降水，地表水依地势排泄为主，部分通过地表冲沟及岩溶裂隙汇集后注入地下岩溶管道径流排泄；地下水为孔隙水和基岩裂隙水，由大气降水入渗补给，水量有限，影响微小。初步判断场地地下水对混凝土及混凝土配筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。

2.7.2.4 地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016 年版《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），拟建工程区建筑场地类别为 II 类，抗震设防烈度为 VIII 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，地震反应谱特征周期为 0.45s，设计地震分组为第三组。

2.7.2.5 不良地质情况

地及附近目前未发现影响场地稳定性的崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、地裂缝、地面塌陷等不良地质作用。场地目前未发现埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞等对工程不利的埋藏物

2.7.3 气象

根据美姑县气象站资料，美姑县位于亚热带湿润性季风气候区，属低纬度高原性气候，立体气候明显，四季分明，常年日照充足，雨量充沛，降水量北部多南部少。多年平均气温 11.3℃，极端最高气温为 34.1℃（2001.7.24），极端最低气温为 -10.7℃（1975.12.14），年日照 1790.7h，>10℃的有效积温为 5292.43℃。多年平均无霜期 240 天。多年平均降雨量 814.3mm，降雨季节分布不均，雨季为 5~10 月份，年最大 1607.1mm，最大一日降雨量为 66.9mm，发生于 1974 年 7 月 27 日，最大时降雨量为 48mm。暴雨

发生在雨季 6~9 月，以 6~7 月最多，一般年出现 2~3 次，1980 年出现 5 次。1959~1985 年，共出现 58 次（日雨量>50mm），其中，大暴雨 2 次（日雨量>100mm），占 3.4%，多年平均蒸发量 1858.2mm，相对湿度多年平均为 73%，多年平均风速为 1.9m/s，平均最大风速 27.46m/s，主导风向为 N、NE。调查得最大冻土深度 10cm。10 年一遇 24h 特征降雨量 109.90mm；20 年一遇 24h 特征降雨量 128.80mm。

表 2.7-1 项目区气象特征值指标表

气温（℃）			降水量（mm）		年平均风速 （m/s）	≥10℃ 积温（℃）	无霜期 （d）	年均日照时 数（h）
极端最高	极端最低	年平均	多年均量	日最大量				
34.1	-10.7	11.3	814.3	66.9	1.9	5292.43	240	1790.7

表 2.7-2 项目区暴雨特征值表

时段（h）	均值 （mm）	Cv	Cs/Cv	各频率暴雨强度值（mm）				
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%	P=50%
1/6	9	0.45	3.5	20.2	16.9	14.4	11.8	8.0
1	17	0.38	3.5	34.3	29.4	25.7	21.6	15.6
6	30	0.33	3.5	55.8	48.9	43.2	37.2	28.2
24	43	0.31	3.5	77.4	68.4	61.1	52.9	40.8

注：以上数据根据《四川省暴雨暴雨统计参数图集》计算。

2.7.4 水文

美姑县河流属金沙江和岷江两大水系。河流大部分沿断层发育，河道狭窄，间有阶地，落差较大，流水湍急，洪枯水位变化明显。水网成羽毛状向主流汇聚，支流短促。沿阿米特洛-椅子垭口-祖鲁马皆-大风顶为界，北为岷江水系，南为金沙江水系。流域面积大于 100km²的河流有美姑河、连渣洛河、溜筒河、瓦候河、井叶特西河、若哈河、尔觉河共 7 条，加小河流、溪沟共 159 条。

美姑河源于阿米特洛东北坡，流经洪溪、峨曲古、巴普、新桥、牛牛坝、大桥等六片区，纵贯全县南北，全长 104.9km，于洛俄依甘流入溜筒河。

美姑河属典型的山区河流，河床强烈下切，河源至河口由海拔 3855m 降为 409m，干流自洪溪至河口的地貌特征，以美姑大桥为界，大体分为上、下两段：上段属高原丘陵山区，山原坦荡，残山园浑，主要分布于连渣洛河以东，山峰海拔 3000~3500m，相对高差 500~600m。地势由北向南倾斜，维其沟至美姑大桥河道平均比降 10.2%，其中维其沟至觉洛，牛牛坝至美姑大桥河段，河道比降相对平缓，分别为 7.6%和 6.8%。洪溪以下河谷缩放相间，大部分河谷开阔，呈“U”形或梯形，谷宽 200~400m，其中连渣洛河与美姑河交汇处谷宽达 1km。河流穿行于高山峡谷间、水流切割剧烈，尤以尔其乡一柳洪 13km 河段内，河谷异常深窄呈“V”形，断崖峭壁随处可见，河中乱石栉比、

险滩、跌水连续不断，平均比降高达 30.5%，是美姑河坡降最陡的河段。

项目区及附近无大型河流及水渠通过，主要地表水体为大气降水形成的地面汇流，水量较小。夏季暴雨时，雨水向低处洼地排泄或在低洼地带蓄积。

2.7.5 土壤

根据美姑县土壤普查资料及土壤分类原则，土壤划分为十个土类，十八个亚类，二十五个土属，四十六个土种，二十个变种。由于地理位置和复杂的地形地貌以及气候垂直变化的影响，各类土壤也具有明显的区域性分布规律。低山河谷区分布有水稻土、潮土、黄土、紫色土和石灰（岸）土等，有机质积累较多，为主要耕作土类。海拔 1500 ~ 2250m 地带分布黄棕壤土，是山地基带土壤向上演变的第一个垂直带土壤。海拔 2250 ~ 2900m 地带分布有暗棕壤土，是山地土壤向上演变的第二个垂直带土壤。海拔 2900 ~ 3500m 地带分布有灰化土，是山地土壤向上演变的第三个垂直带土壤。海拔 3500m 以上地带分布有亚高山灌丛草甸土。

项目区内以黄棕壤土为主，0.25m 厚，表剥离总面积 0.16hm²，剥离量 0.03 万 m³。

2.7.6 植被

项目区植被在四川植被分区中属于亚热带常绿阔叶林区，川东盆地及川西南山地常绿阔叶林带，川东盆地偏湿性山地常绿阔叶林亚带，盆地南部中山植被地区，黄毛埂东侧植被小区。植被分布的垂直带谱明显，海拔 2000m 以下主要为常绿阔叶林，其中 1500m 以下为低山常绿阔叶林，以栲树、青冈林为主，1500m 以上由较耐寒的植物种类构成中山常绿阔叶林，以峨眉栲，华木荷林为主，在海拔 2000m 左右地带，还有小面积包石栎林，一般生于向阳的陡坡或斜坡，有时可沿沟谷上升到海拔 2200m 左右的地段。海拔 2000m ~ 2400m 主要为常绿、落叶阔叶混交林，以石栎、槭树、桦木等为主。海拔 2400m ~ 2800m 主要为落叶阔叶林或针阔混交林，次生林较多。2800m ~ 3500m 主要为亚高山针叶林，其中 2800m ~ 3000m 以铁杉林或铁杉、冷杉混交林为主，3000m ~ 3500m 则主要为冷杉林。3500m 以上为亚高山灌丛或亚高山草甸，灌丛常见种类有杜鹃、香柏和冷箭竹，草甸植物以野青茅、野古草、羊茅、四川嵩草等为主。美姑县植被类型属亚热带常绿阔叶林，林木资源十分丰富，仅天然乔木树种就有 150 余种，50 个科 65 属，用材树种主要有杉、松、杨、桦、桤木等。

经调查，建设场地多为屋顶空地，少部分现状为草地，植被覆盖率为 33%。

2.7.7 水土保持敏感区

根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号）和四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函〔2017〕482号），项目区属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。

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、重要湿地等。本项目建设区域未在县级以上地方人民政府划定的崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区内，不属于水土流失严重、生态脆弱的地区。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址水土保持评价

按《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)和相关规范性文件中关于水土保持限制和约束性规定进行分析评价。

1、与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

根据《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月1日实施)规定,分析评价本工程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,本工程建设基本符合《中华人民共和国水土保持法》的相关规定。

表3.1-1 与《中华人民共和国水土保持法》的符合性对照分析表

《中华人民共和国水土保持法》第三章预防规定	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、挖砂、采石等活动的管理,预防和减轻水土流失。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。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本项目无取土场、取砂场和石料场,无“取土、挖砂、采石等”活动。 ②本项目区不属于崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害易发区。	符合法律要求
第二十四条:生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区;无法避让的,应当提高防治标准,优化施工工艺,减少地表扰动和植被损坏范围,有效控制可能造成的水土流失。	项目所在地美姑县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区,无法避让,本方案通过执行西南岩溶区水土流失一级防治标准。并优化施工设计,提高防护标准	符合法律要求
第二十八条:依法应当编制水土保持方案的生产建设项目,其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用;不能综合利用,确需废弃的,应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地,并采取措施保证不产生新的危害。	本项目无余方产生	符合法律要求
第三十八条:对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用,做到土石方挖填平衡,减少地表扰动范围;对废弃的砂、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实施表土剥离及利用措施,主体工程提出了土石方平衡等方面要求,严格控制施工扰动范围;工程建设未产生余方 ②主体工程施工后期将及时对裸露地表进行硬化或绿化。	符合法律要求

2、与《生产建设项目水土保持技术标准》(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)中对主体工程选址(线)的约束性规定,本方案编制过程中就本项目情况对约束性因素进行对照、评价,结果详见表3.1-2。由表中可见,本工程建设基本符合《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的相关约束性规定。

表 3.1-2 项目选址水土保持约束性规定分析与评价

章节		约束性规定	本工程执行情况	规定符合性
工程 选址	1	是否涉及水土流失预防区和重点治理区	项目所在地美姑县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，无法避让，本方案通过执行西南岩溶区水土流失一级防治标准。方案采取提高防治标准，加强防护措施，降低水土流失不利影响	选址满足约束性规定
	2	是否涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	不涉及	选址满足约束性规定
	3	是否涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	不涉及	选址满足约束性规定
西南岩溶区特殊约束性规定	1	应保存和综合利用土壤资源	项目施工前期对场地表土进行剥离，后期作为绿化覆土使用。	满足约束性规定的要求
	2	应避免破坏地下暗河和溶洞等地下水系	本项目不涉及上述区域。	满足约束性规定的要求

通过逐条对照《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日实施）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）相关规定的分析评价，本项目建设场地不占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，周围不存在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。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、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水保敏感区域，但是项目选线无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，通过优化施工工艺、提高防治标准，可满足规范要求。

综上，本项目主体工程选线合理可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中对主体工程选址（线）的约束性规定，本方案编制过程中就本项目情况对约束性因素进行对照、评价，结果详见表 3.1-2。由表中可见，本工程建设基本符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关约束性规定。

表 3.2-1 项目建设方案水土保持约束性规定分析与评价

章节	约束性规定	本工程执行情况	规定符合性
3.2.2	1 公路、铁路工程在高填深挖路段，应采用加大桥隧比例的方案，减少大填大挖；填高大于 20m，挖深大于 30m 的，应进行桥隧替代方案论证；路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案；	不涉及。	建设方案满足水土保持约束性规定。
	2 城镇区的建设项目应提高植被建设标准，注重景观效果。配套建设灌溉、排水和雨水利用设施；	不涉及。	建设方案满足水土保持约束性规定。
	3 山丘区输电工程塔基应采用不等高基础，经过林区的应采用加高杆塔跨越方式；	不涉及。	建设方案满足水土保持约束性规定。
	4 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：	无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区。	建设方案满足水土保持约束性规定。
	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 应采用桥梁方案；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。	光伏组件、箱变支架采用桩基础，电缆沟槽堆土区拟利用现有硬化场地，可大大减少扰动范围及土石方量	
	②截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。	不涉及	
	③宜布设雨洪积蓄、沉沙设施。	不涉及	
	④提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点。	本方案设计提高植物措施标准，并将林草覆盖率目标值在标准值的基础上提高 2%。	

(1) 本工程施工扰动破坏面积较小，主体工程设计结合地形直接通过桩基础设置光伏支架，光伏场址进站道路根据原有周围乡村道路，光伏电站运行期检修通道与施工期施工通道均利用光伏电站阵列设计的间距通道，无高填深挖，将有效减少土石方开挖量、控制破坏扰动面积，有利于水土保持，符合水土保持的相关要求。

(2) 本工程无法避让金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本方案防治标准执行西南岩溶区一级标准，并根据项目区情况提高土壤流失控制比、林草覆盖率目标值、拟优化施工工艺（扰动占压的区域铺棕垫、涉及挖填的区域，挖填施工前表土剥离、过程中的挖填面临时遮盖、施工后期对可绿化区域实施表土回铺或撒草绿化、补充撒草前的土地整治）、并提高植物措施标准（提高林草覆盖率指标 1%~2%）、结合主体设计采用的光伏支架、箱变采用微孔注浆钢管桩、桥架集电线路采用静压钢管桩基础、施工后期在光伏方阵范围地面撒播植草等优化方案，可大大减少工程占地和土石方量，有利于控制因工程建设造成的水土流失，满足水土保持要求。

(3) 项目施工临时设施布置紧凑，尽量减少工程征占地和扰动面积，施工组织要

求大开挖施工应避开雨季，减少降雨径流冲刷，同时要求加强施工作业面的防护措施，项目砂石料、商品砼来源合法料场，随用随运，不临时堆放，减少水土流失，整个项目的施工组织践行了水土保持理念，满足水土保持技术标准要求。

综上，项目建设方案及布局合理可行。

3.2.2 工程占地分析评价

本项目永久占地 2.08hm^2 ，与主体设计的占地面积保持一致，出于施工期间的需要，红线外新增集电线路堆土临时占地 0.24hm^2 ，施工生活管理区、材料堆场等施工临时设施均租用周边民房或者利用场址现有场地进行堆放，减少场外新增临时占地，本项目的工程占地据实统计，无漏项。

综上，本工程占地符合行业用地指标，施工临时设施不新增场外临时占地，能够满足施工要求，工程占地合理，用地数量符合节约用地和减少扰动的要求，满足水土保持法律法规相关规定。

3.2.3 土石方平衡评价

本项目建设过程中挖方总计 0.23 万 m^3 （自然方，下同，其中表土剥离 0.03 万 m^3 ），填方 0.23 万 m^3 （含表土回覆 0.03 万 m^3 ），无借方、弃方。

从水土保持角度分析工程土石方平衡可知：

1.场地多为发电站楼顶，少数部分采用发电站空地、菜地，不涉及大挖大填，少部分电缆沟开挖，本项目减少土石方挖填，符合最优化原则。

2.光伏支架基础采用桩基础以减少挖填方量，挖方约 0.14 万 m^3 就近摊铺，集电线路沟槽开挖土石方 0.06 万 m^3 ，堆存在沟槽一侧，施工后期全部回填、覆土；工程建设土石方挖填、利用情况设计合理、无漏项，土石方挖填数量符合最优化原则。

3.本方案考虑对用地范围内涉及的表土进行保护，其中挖填施工范围的实施剥离保护，其余占压扰动或不扰动范围则铺设棕垫隔离进行原地保护，施工完成后进行土地整治、补撒草籽，可对表土进行有效保护。

4.外购石、料拟自周边商品合规的料场采购。

综上所述，本工程的土石方平衡合理可行，满足水土保持要求。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

项目建设过程中需要的砂石料、商品砼等建筑材料全部从美姑县外购，其水土流失

防治责任由料场负责。本工程没有设置取土（石、料）场，本方案不对取土场进行评价。

3.2.5 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

本工程经挖填平衡后不产生永久弃渣，不设置弃土场，本方案不对弃土场进行评价。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 施工组织设计分析评价

主体工程设计提出了以机械化施工为主，人工施工为辅的施工方法，并提出了部分与水土保持相关的施工方法要求。主体工程施工方法和施工工艺基本满足减少水土流失、减少扰动范围，减少裸露时间和裸露面积的要求，经本方案补充完善后，形成如下施工要求：

（1）已考虑将施工场地、材料临时堆场等施工临时生产生活设施均租用周边民房或者利用场址现有场地进行堆放，不另行在场外新增临时占地，工程占地均不涉及林地、基本农田、基本草原。

（2）施工安排合理，主要挖方区域与主要填方区域施工同期，开挖后直接运至填方区域回填，不涉及重复开挖和多次倒运，减少了裸露时间和范围。

（3）工程主要挖填施工不涉及河岸陡坡，开挖边坡下方无河渠、公路、铁路、居民点和重要基础设施。

（4）工程无弃方、借方。

（5）工程一次性建设完成，不进行分标段施工。

3.2.6.2 工程施工方法（工艺）分析评价

（1）场地平整

本工程对光伏阵列范围内，光伏阵列支架采用微型混凝土桩，未产生大面积的地表扰动，仅对箱变支架基础和电缆桥架基础桩孔开挖部分扰动周围进行简单的场地清理，未形成大面积开挖范围，有利于减少土石方挖填量，减小扰动面积，符合水土保持要求。

（2）光伏阵列支架、箱变基础施工

本工程光伏板支架、箱变基础采用微型混凝土灌注桩，桩孔采用钻孔机进行开挖，施工过程中控制基底标高，严禁超挖，钻孔灌注桩基础施工方法与工艺有利于控制扰动地表面积、减土石方挖填量，符合水土保持的要求。

（3）逆变器及箱变基础施工

本项目设计不考虑逆变器基础，通过螺栓将逆变器固定在光伏支架上，无需开挖回填，施工方法与工艺有利于控制扰动地表面积、减少土石方挖填量，符合水土保持的要求。

施工中还需注意以下水土保持要求：

- 1) 开挖地表前应进行表土剥离，妥善保存，用于恢复植被的覆土。
- 2) 开挖渣料禁止随意向下边坡倾倒，填方要求先拦挡再回填。
- 3) 开挖的土石方应尽快运至回填利用区域，缩短土石方的临时堆放时间。
- 4) 在施工中应及时对已完成土建施工的场地和路段进行植被恢复。
- 5) 施工过程中严格按照施工方法与工艺施工，禁止随意扩大开挖回填扰动范围。

3.2.7 主体工程设计及施工实施的具有水土保持功能工程的评价

根据主体设计资料，主体设计的表土剥离、绿化等工程具有一定的水土保持功能。

(1) 表土剥离

主体工程对光伏阵列基础、电缆沟槽挖方涉及草地、耕地进行表土剥离，剥离面积 0.11hm^2 ，剥离厚度 20cm ，共剥离表土 0.02 万 m^3 。剥离的表土全部后期回铺原地表、用于植草绿化恢复。

水土保持评价：表土剥离一方面能做到保护表层土，另一方面可避免因后期绿化引起的水土流失，具有良好的水土保持效果，应界定为水土保持措施。

(4) 撒播植草

施工结束后采用撒播草籽的方式对电缆沟槽开挖带及项目区施工机械碾压区域进行绿化，撒草绿化面积 0.44hm^2 ，草籽选用黑麦草和狗牙根混播，混播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

水土保持评价：绿化工程在美化环境的同时减少了雨水直接冲刷地表，固定了土壤，具有很好的水土保持功能，应界定为水土保持措施。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 主体设计中的水土保持措施界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），水土保持措施界定应符合下列规定：

1. 应将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施；
2. 难以区分是否以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行界定；即

假定没有这些工程，主体设计功能仍然可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类工程应界定为水土保持措施。

3.具体界定可按《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）附录 D 的规定进行。

3.3.2 界定结果及投资

根据以上分析和水土保持工程的界定原则，主体工程设计中的表土剥离、撒播草籽等为防治水土流失为主要目标的措施，界定为水土保持措施，纳入本方案设计的水土保持防护措施体系，计列其水土保持投资，主体工程已有水土保持措施投资为 0.60 万元。

主体工程已有的水土保持工程量及水土保持措施防治体系见下表 3.3-1。

表 3.3-1 主体工程中具有水保功能措施工程量及投资表

编号	名称	单位	数量	单价（万元）	投资（万元）	备注
1	光伏阵列				0.60	
1.1	工程措施				0.13	
1.1.1	表土剥离	万 m ³	0.02	6.32	0.13	
1.2	植物措施				0.47	
1.2.1	撒播草籽	hm ²	0.44	1.06	0.47	
合计					0.60	

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

4.1.1 项目区水土流失现状

根据《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》（川水函〔2017〕482号），本项目所在的凉山彝族自治州美姑县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区。

根据《全国水土保持区划》，项目区属于西南岩溶区。按照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）确定，项目区在土壤侵蚀类型区中属于Ⅰ水力侵蚀区中的Ⅰ₅西南土石山区，区域容许土壤流失量为500t/km²•a。

根据2024年四川省水土流失动态监测数据，美姑县国土总面积为2573km²，其中微度侵蚀面积1522.37，占总面积的59.17%；水土流失面积964.47km²，占总面积的37.48%；在水土流失面积中，轻度侵蚀面积590.04km²，占水土流失面积的61.18%；中度侵蚀面积182.72km²，占水土流失面积的18.95%；强烈侵蚀面积97.96km²，占水土流失面积的10.16%；极强烈侵蚀面积64.32km²，占水土流失面积的6.67%；剧烈侵蚀面积32.69km²，占水土流失面积的3.39%。美姑县水土流失现状见下表4-1。

表4.1-1 美姑县水土流失面积和侵蚀强度统计表

项目		美姑县	
		水土流失面积（km ² ）	占水土流失面积比例%
水土流失总面积		964.47	100
水土流失面积（hm ² ）	轻度	590.04	61.18
	中度	182.72	18.95
	强烈	97.96	10.16
	极强烈	64.32	6.67
	剧烈	32.69	3.39

4.1.2 工程区水土流失现状

根据《全国水土保持区划》，项目区属于西南岩溶区。工程区土壤侵蚀类型为水力侵蚀，侵蚀强度以轻度侵蚀为主，表现形式主要为面蚀和沟蚀。根据水利普查数据，结合工程区地形图分析，并经现场踏勘调查工程区土地利用类型、面积、地形坡水土流失分析及调查、预测度和植被覆盖率等，参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）推求各工程单元不同土地利用类型下的侵蚀强度，根据经验确定工程区各个工程单元各

种土地利用类型下的侵蚀强度，最终确定工程区各个工程单元各种土地利用类型下的土壤侵蚀模数，区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目建设区各工程区域不同地形条件下的原地貌土壤侵蚀模数详见下表。

表 4.1-2 项目建设区土壤侵蚀模数背景值一览表

工程区域	地类	面积	地形坡度 (°)	林草覆盖度 (%)	侵蚀强度	背景侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	流失量 (t/a)
光伏阵列	耕地	0.34	5~8	/	轻度	536	2
	草地	1.74	5~15	45~60	轻度	541	9
集电线路	其他土地	0.24	5~15	45~60	轻度	526	1
合计		2.32				517	12

经分析，项目区平均土壤侵蚀模数背景值为 $517\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，为轻度侵蚀。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 施工期水土流失影响分析

根据对建设区地形地貌调查、工程设计资料的分析，工程建设过程中，土石方开挖、回填、搬运及散落、堆置形成边坡是造成破坏原地表土壤、植被等水土保持设施的主要因素，在外力作用下，原地表水土流失量将增加，加大新增水土流失量和水土流失危害。

(1) 主体工程水土流失影响分析

光伏阵列区及箱变接地工程需开挖沟槽，将破坏原地表，降低林草覆盖率，并可能影响周边土地，破坏土壤结构，造成原地表防冲固土能力下降，施工过程中若不严格按照设计的施工方法与工艺施工，将会导致扰动面积扩大，支架孔桩数量较多，大量的局部点侵蚀汇聚，在降雨等外营力的作用下，可能会造成大量的水土流失。

(2) 施工场地水土流失影响分析

施工临时设施的建设和拆除过程中，将损坏、占压或改变原有的地形地貌、植被等，会不同程度地降低、改变其水土保持功能，可能会引起新的水土流失。

4.2.2 自然恢复期水土流失影响分析

工程建设完成后，光伏阵列区域化管理，无水土流失隐患。自然恢复期的水土流失主要部位可能为因施工挖填、机械碾压、材料或表土堆存碾压、踩踏造成的原表面部分植被死亡，施工结束后若不及时进行植被恢复，符合水土保持标准。

总体来说，若能进一步完善水土保持工程和植物措施，在水土保持防治措施体系发

挥作用后，工程建设场地内的水土流失可得到较好地控制，工程建设造成的水土流失可得到基本治理，并使工程占地区域内水土流失状况得到明显改善。

4.2.3 扰动地表、损毁植被面积

项目施工将不可避免改变原有地貌，损害或压埋原有植被，不同程度地对原有具有水土保持功能的设施造成破坏，造成工程区水土流失量的增加。项目建设扰动地表面积共计 2.32hm²。损毁植被面积 0.77hm²。

4.2.4 废弃渣量

本项目建设过程中挖方总计 0.23 万 m³，填方 0.23 万 m³，无余方产生。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

根据前面对工程建设期各建筑物施工活动与新增水土流失的相关性分析，本项目水土流失预测区域包括整个工程水土流失防治责任范围，预测单元包括光伏阵列、集电线路，涉及面积共计 2.32hm²。

4.3.2 预测时段

本项目为新建建设类项目，本项目计划 2025 年 10 月开工建设，2026 年 2 月完工，总工期 5 个月。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），根据工程建设特点，本项目水土流失预测时段包括施工期（含施工准备期）、自然恢复期：

（1）施工期（含施工准备期）

2025 年 10 月~2026 年 2 月，不涉及 2025 年的雨季，按最不利情况计 0.25 年。

（2）自然恢复期

工程竣工后，人为活动对地表的扰动有所减少，工程建设区内水土流失逐步减少，水土流失因素将以自然因素为主。自然恢复期水土流失预测时段计为 2.0 年。

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 原地貌土壤侵蚀模数

根据 4.1.2 章节计算工程区平均土壤侵蚀模数为 517t/km²•a，侵蚀强度总体表现为轻度。

4.3.3.2 扰动后各预测单元各时段土壤侵蚀模数

(1) 扰动后各单元土壤流失量测算方法

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），本项目土壤流失类型主要为上方无来水工程开挖面、上方无来水堆积体、地表翻扰型一般扰动地表3类（按扰动方式、坡度、坡长、地表覆盖度、土壤类型和质地、气候参数等细化），其对应的计算公式如下所示：

①上方无来水工程开挖面土壤流失量按公式（23）计算：

$$M_{kw}=RG_{kw}L_{kw}S_{kw}A.....(23)$$

式中：

R—降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h)，查附录C，美姑县为4121.7；
G_{kw}——上方无来水工程开挖面土质因子，t·hm²·(hm²·MJ)；
L_{kw}——上方无来水工程开挖面坡长因子，无量纲；
S_{kw}——上方无来水工程开挖面坡度因子，无量纲。

表 4.3-1 上方无来水工程开挖面侵蚀模数计算表

扰动单元	计算单元	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	侵蚀模数（t/km ² ·a）
光伏阵列区	桩基础开挖	4121.7	0.0076	2.72	0.4497	3832
集电线路区	沟槽开挖	4121.7	0.0076	2.72	0.4497	3832

②上方无来水工程堆积体土壤流失量按公式（32）计算：

$$M_{dw}=XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A.....(32)$$

式中：M_{dw}——土壤流失量（t）；
X——工程堆积体形态因子，无量纲，坡面取1.0，锥体取0.92；
R——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h)，查附录C，美姑县为4121.7；
G_{dw}——上方无来水工程堆积体土石质因子，t·hm²·h(hm²·MJ·mm)；
L_{dw}——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；
S_{dw}——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲；

表 4.3-2 上方无来水工程堆积体侵蚀模数计算表

扰动单元	计算单元	X	R	G _{dw}	L _{dw}	S _{dw}	侵蚀模数（t/km ² ·a）
集电线路区	沟槽堆土	0.92	4121.7	0.0397	0.21	1.12	3541

③地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量按公式（19）计算：

$$M_{yd}=RK_{yd}L_yS_yBETA.....(19)$$

$$K_{yd}=NK.....(20)$$

式中：

M_{yd} —地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；

R —降雨侵蚀力因子， $MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$ ，可获得多年平均降雨资料时，降雨侵蚀力因子 R 取值 R_d ， $R_d=0.067pd^{1.627}$ ；

K_{yd} —地表翻扰后土壤可蚀性因子， $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ，取 0.0087；

表 4.3-3 地表翻扰型一般扰动地表计算单元计算表

预测单元	计算单元	R_d	K_{yd}	L_y	S_y	B	E	T	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
光伏阵列	机械、人员扰动	4121.7	0.0087	1.423	4.31	0.11	1	1	2419

自然恢复期土壤侵蚀模数按植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量公式 (1) 计算：

表 4.3-4 自然恢复期土壤侵蚀模数估算表

计算单元	Myz	R	K	L_y	S_y	B	E	T	A	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
第一年	15.77	4121.7	0.0083	0.8	0.758	1	1	1	0.76	975
第二年	15.77	4121.7	0.0083	0.8	0.758	1	1	1	0.76	975

4.3.4 预测结果

4.3.4.1 计算方法

针对预测单元划分情况，分施工期及自然恢复期进行土壤流失量的计算。

$$W=\sum_{j=1}^2\sum_{i=1}^n(F_{ij}\times M_{ij}\times T_{ij})$$

土壤流失量：

- 式中： W - 土壤流失量，t；
- F_{ij} - 某时段某单元的预测面积， km^2 ；
- M_{ij} - 某时段某单元的新增土壤侵蚀模数， $t/km^2 \cdot a$ ，只计正值，负值按 0 计；
- T_{ij} - 某时段某单元的预测时间，a；
- i - 预测单元， $i=1、2、3、……、n$ ；
- j - 预测时段， $j=1、2$ ，指施工期和自然恢复期。

4.3.4.2 计算结果

各扰动单元侵蚀时间据实按雨季比例估算，计算结果详见表 4.3-5。

表 4.3-5 土壤流失估算表

预测单元	流失时段	计算单元	面积 (hm ²)	扰动前侵蚀模数 (t/km ² ·a)	扰动后侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀时间 (a)	背景流失量 (t)	总流失量 (t)	新增流失量 (t)	占新增流失比 (%)
光伏阵列区	施工期	桩基础开挖	2.08	517	3832	0.25	3	20	17	34.27
		机械扰动	2.08	517	2419	0.25	3	13	10	20.16
	自然恢复期	第一年	2.08	517	975	1	11	20	9	18.15
		第二年	2.08	517	975	1	11	20	9	18.15
	小计						28	73	45	90.73
集电线路区	施工期	沟槽开挖	0.24	517	3832	0.25	0.3	2	1.7	3.43
		堆土	0.11	517	3541	0.25	0.1	1	0.9	1.81
	自然恢复期	第一年	0.32	517	975	1	2	3	1	2.02
		第二年	0.32	517	975	1	2	3	1	2.02
	小计						4.4	9	4.6	9.27
建设期	施工期						6.4	36	29.6	59.68
	自然恢复期						26	46	20	40.32
	合计						32.4	82	49.6	100.00

通过预测分析结果,建设期内可能产生的土壤流失总量为 82t,其中背景流失量 32.4t,新增土壤流失总量 49.6t,新增土壤流失量主要集中在光伏阵列区,新增土壤流失量 45t,占新增土壤流失总量的 90.73%。施工期为水土流失主要时段,新增土壤流失量 29.6t,占新增土壤流失总量的 59.68%。

4.4 水土流失危害分析

本项目工程扰动面积较小,影响范围较小,若对工程施工影响区域不采取有效的水土流失防治措施,在项目区降水及人为活动影响下,工程建设极易造成大面积面蚀、沟蚀等水土流失形式。工程建设对工程所在区域和工程本身将造成较大危害,主要体现在以下几方面:

(1) 影响工程施工及运行

施工建设期内土方开挖、回填,产生的泥沙可能随水流入地势较低的施工区域,淤塞工程区域内的降排水设施,影响主体工程施工及设施安全。

在遇到强度较大的降水时,冲刷开挖、回填形成的坡面,产生集中坡面径流,在水力和重力作用下,沿坡面可能产生不同程度面蚀、沟蚀,影响工程的运行。

(2) 增加项目区内水土流失治理难度

项目区气候条件较恶劣,生态环境稳定性相对较差。工程建设将占用和破坏部分草地,对原地表土壤结构构成破坏,使土壤养分流失、土地生产力下降,导致原植被覆盖度降低,破坏草地,形成裸露面,降低了原地表的水土保持功能,而且当地水热条件较差,破坏后修复的成本和难度极大。

(3) 破坏土地资源,土地生产力下降

工程建设将扰动和破坏地表和植被形成裸露地表,失去原有植被的防冲固土能力。若不采取水土保持措施对其加以防护,草地下层营养土将被冲刷殆尽,土壤肥力下降,导致土地生产力降低。若对工程开挖回填土石不加防护,则其周围的地表可能被流失的土石淤埋覆盖,使土壤中的养分大大降低,造成区域植被生长立地条件变差,对植被生长不利。

(4) 导致区域生态环境退化

工程建设改变了原有生态系统的物质流动与能量循环,对当地生态环境造成影响。工程开挖与占压破坏了区域内原有的地表及植被,形成多个与背景不一致的块状创面,破坏了区内景观生态系统,将导致区域生态环境退化。

4.5 指导性意见

（1）重点流失时段和流失区域指导意见

施工期为本工程重点治理时段。光伏阵列区为本项目的重点防治区域。

（2）防治措施指导意见

本工程水土流失防治的重点时段应在建设期的整个施工扰动面上，除了主体工程目前设计的部分防治措施外，方案还应建立工程、植物、临时措施相结合的综合防护体系。

（3）施工时序指导意见

在主体工程施工安排时，土石方挖填等扰动强烈的施工应尽量避免雨季。土石方挖方工程和填方工程尽量同步，减少临时堆土量。在满足工程建设要求的情况下，就近利用土石方，尽量避免土石方运移产生的水土流失。使水土保持工程和主体工程在施工时相配套，特别做好临时防护工程，减少施工中水土流失的发生。

（4）水土保持监测指导意见

根据预测结果，本工程水土保持监测的重点应该为光伏阵列区。主要监测内容包括项目区的水土流失影响因子、土壤流失量等，监测重点时段为施工期。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

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

- 1.各区之间应具有显著差异性；
- 2.同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；
- 3.根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级；
- 4.一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区、二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；
- 5.各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

根据本项目水土流失特点、工程占地类型及用途、建设时序等，将本项目防治责任范围划分为光伏阵列区、集电线路区 2 个水土流失防治分区。

表 5.1-1 水土流失防治责任范围及分区一览表

行政区划	防治分区	防治责任范围 (hm ²)		
		永久占地	临时占地	小计
凉山彝族自治州美姑县	光伏阵列区	2.08		2.08
	集电线路区		0.24	0.24
	合计	2.08	0.24	2.32

5.2 措施总体布局

5.2.1 布设原则

措施总体布局应结合工程实际和项目区水土流失特点，因地制宜，因害设防，提出总体防治思路，明确综合防治措施体系，工程措施、植物措施以及临时措施有机结合。

- 1.应将主体工程设计中以水土保持功能为主的工程界定为水土保持措施；
- 2.应注重表土资源保护；
- 3.应注重降水的排导、集蓄利用以及排水与下游的衔接，防止对下游造成危害；
- 4.应注重弃土（石、渣）场、取土（石、砂）场的防护；
- 5.应注重地表防护，防止地表裸露，优先布设植物措施，限制硬化面积；
- 6.应注重施工期的临时防护对临时堆土、裸露地表应及时防护。

5.2.2 措施总体布局及防治措施体系

项目区水土保持措施总体布局以工程措施为主，植物措施和临时工程为辅，工程措施、植物措施和临时工程有机结合，点、线、面上水土流失治理相互辅佐。充分发挥工程措施和临时措施控制性和时效性，保证在短时期内遏制或减少水土流失，再利用植物措施的蓄水保土，保护新生地表，实现有效防治水土流失、绿化美化周边环境的目的。

在对主体工程设计进行分析评价的基础上，结合工程水土流失预测结果，补充、完善及细化水土流失防治措施，提出水土流失防治措施体系及总体布局。防治措施注重各区的关联性、系统性和科学性，将水土保持工程措施、植物措施、临时措施有机结合。

(1) 光伏阵列区

施工前期，对施工扰动区域采取棕垫铺垫隔离，开挖前实施表土的剥离，对剥离的表土实施防雨布遮盖，施工后期，对机械碾压的区域、方阵用地范围内因车辆碾压形成的裸露地表实施撒草恢复。

(2) 集电线路区

施工前期，对集电线路区占压草地进行表土剥离；施工期间，使用防雨布对剥离的表土临时遮盖；施工结束后，对场地实施土地整治、撒播草籽恢复。

表 5.2-1 水土流失防治体系及措施总体布局表

防治分区	措施类型	措施内容	投资属性	实施部位	措施时间
光伏阵列	工程措施	表土剥离	主体已有	阵列基础开挖区域	施工前期
	植物措施	撒播植草	主体已有	施工区域、现状裸露地表	施工后期
		抚育管理	方案新增	植草绿化区域	施工后期
	临时措施	铺棕垫	方案新增	机械扰动区域	施工期间
		防雨布遮盖	方案新增	临时堆土	施工期间
集电线路	工程措施	表土剥离	方案新增	可剥离区域	施工前期
		表土回覆	方案新增	植草绿化区域	施工后期
		土地整治	方案新增	植草绿化区域	施工后期
	植物措施	撒播植草	方案新增	植草绿化区域	施工后期
		抚育管理	方案新增	植草绿化区域	施工后期
	临时措施	防雨布遮盖	方案新增	临时堆土、堆料区域	施工期间

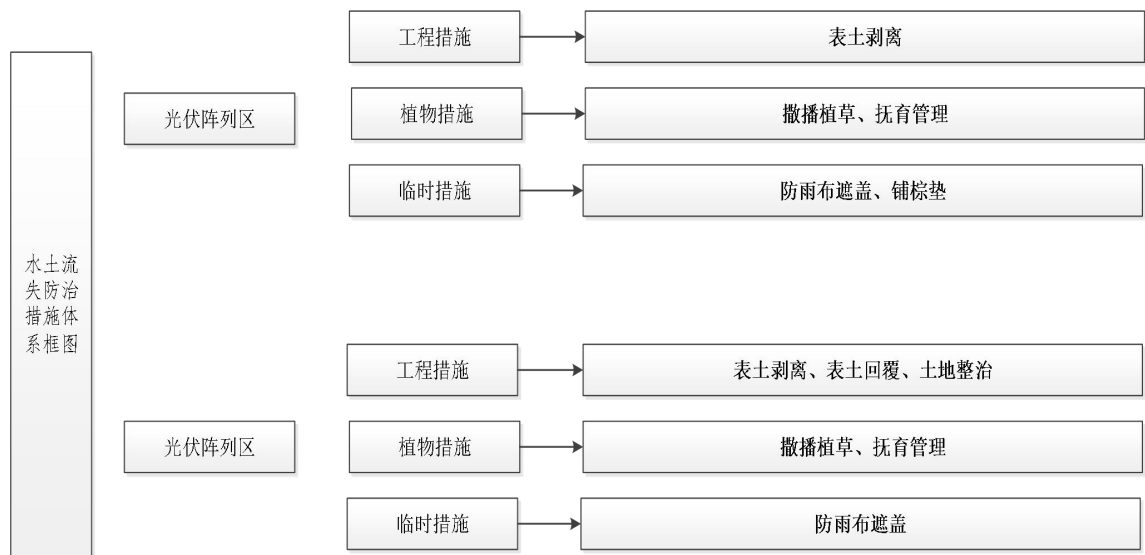


图 5.2-1 水土流失防治体系框图

5.2.3 水土保持措施设计标准及等级

5.2.3.1 工程措施设计标准

（1）土地整治：根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）标准，覆土厚度：草坪覆土厚度 0.1 ~ 0.3m。

（2）对于主体工程具有水土保持功能的措施，在方案编制中不重新设计，对于达不到水土保持方案设计深度和要求的工程，将在原设计基础上加深细化；

（3）在主体工程之外规划的水土保持工程，设计时以安全、经济、水土保持效果好为原则；

（4）设计采用的技术标准《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），同时参照水利部和相关行业有关的技术规范，工程设计满足有关技术规范的要求。

5.2.3.2 植物措施设计标准

1.植被恢复级别

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）第 5.11.3 条“表 5.11.3-2 注：发电、变电等光伏阵列不设植被恢复与植被建设工程级别，其设计应首先符合主体工程相关技术标注对植被绿化的约束性要求”，考虑本项目涉及金沙江下游国家级水土流失重点治理区，本项目植被恢复与建设工程执行 3 级标准。

2.主要树（草）种

本项目植被恢复选用草种，草籽选用黑麦草和狗牙根混播，混播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

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。

4. 种子发芽试验

应在撒播前确定种子发芽率及种子用量，以确保工作的撒播植草的正常效果。

撒播植草前，须进行种子发芽试验，检验作物或树木种子播种品质时，测定发芽率和发芽势的工作。方法甚多，常从经种子净度检验后的样品种子中，随意抽取 100 粒（小粒种子）或 50 粒（大粒种子）为一组。重复四次（共取四组），分别均匀播入保持湿度的发芽床上（垫滤纸或脱脂棉、沙、木屑、泥土的发芽器皿）。根据作物种类保持发芽的适宜温度。发芽后，逐日观察测定。

国家规定的小麦种子发芽率标准是 85%，发芽率低于 85% 的种子不准出售。一般尽量选用发芽率高的种子，最好在 90% 以上。

5.3 分区措施布设

5.3.1 光伏阵列区

1. 工程措施

（1）表土剥离（方案新增）

为保护表土资源，施工前期对光伏阵列区基础开挖区域进行表土剥离，总计面积 0.11m^2 ，剥离厚度 20cm，经估算，本区可剥离表土 0.02 万 m^3 。

2. 植物措施

（1）撒播植草（主体已有）

主体设计采用撒播草籽的方式对机械扰动区及项目区现状裸露区域进行绿化，总计撒草绿化面积 0.44hm^2 ，草籽选用黑麦草和狗牙根混播，混播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

（2）抚育管理（方案新增）

为了增加植草成活率，保证绿化效果。方案新增后期绿化区抚育措施，对已有绿化措施实施包括锄草、松土、施肥、灌溉等抚育管理，新增抚育管理面积 0.44hm^2 。

3. 临时措施

（1）铺棕垫（方案新增）

为减少施工作业对原地貌表土的损毁破坏，提高植物成活和保存率，光伏阵列基础

施工阶段，在打桩机行进路径上铺设棕垫进行隔离，保护场内植被。根据施工进度合理安排铺设措施，棕榈垫可重复利用，经估算，共需棕榈垫约 600m²。

(2) 防雨布遮盖（方案新增）

为避免降雨对阵列基础挖方的击溅、冲刷造成水土流失，本方案补充使用防雨布对堆土表面进行遮盖，本方案补充防雨布遮盖措施，经估算，共需防雨布遮盖约 100m²。

5.3.2 集电线路

1.工程措施

(1) 表土剥离（方案新增）

为保护表土资源，施工前期对集电线路区沟槽开挖区域进行表土剥离，总计面积 0.05hm²，剥离厚度 20cm，经估算，本区可剥离表土 0.01 万 m³。

(2) 土地整治（方案新增）

施工结束后，施工单位对设计绿化区域先进行土地整治，以确保植物措施的成活率，经过翻松、除杂、施肥，改善土壤条件，以增加植被立地条件，有利于后期植被生长。经估算，土地整治面积 0.32hm²。

(3) 表土回覆（方案新增）

施工前期剥离表土用于施工后场地绿化覆土，覆土厚度 20cm，覆土面积 0.05hm²，表土回覆量 0.01 万 m³。

2.植物措施

(1) 撒播植草（方案新增）

施工结束后采用撒播草籽的方式对临时占地区进行绿化，撒草绿化面积 0.32hm²，草籽选用黑麦草和狗牙根混播，混播密度 100kg/hm²。

(2) 抚育管理（方案新增）

为了增加植草成活率，保证绿化效果。方案新增后期绿化区抚育措施，对已有绿化措施实施包括锄草、松土、施肥、灌溉等抚育管理，新增抚育管理面积 0.32hm²。

3.临时措施

(1) 防雨布遮盖（方案新增）

为避免降雨对电缆沟槽挖方的击溅、冲刷造成水土流失，本方案补充使用防雨布对堆土表面进行遮盖，本方案补充电缆沟槽挖方的防雨布遮盖，经估算，共需防雨布遮盖约 100m²。

5.3.3 水土保持措施工程量汇总

表 5.3-4 水土保持措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	工程量	投资属性
光伏阵列区	工程措施	表土剥离	万m³	0.02	主体已有
	植物措施	撒播草籽	hm²	0.44	主体已有
		抚育管理	hm²	0.44	方案新增
	临时措施	铺棕垫	m²	600	方案新增
		防雨布遮盖	m²	100	方案新增
集电线路区	工程措施	表土剥离	万m³	0.01	方案新增
		土地整治	hm²	0.32	方案新增
		表土回铺	万m³	0.01	方案新增
	植物措施	撒播草籽	hm²	0.32	方案新增
		抚育管理	hm²	0.32	方案新增
	临时措施	防雨布遮盖	m²	100	方案新增

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

交通条件：水土保持工程是与主体工程同一区域施工，主体工程施工道路利用已有道路，满足各种器材运输。

施工材料：本工程水土保持措施所需防雨布等施工材料均可在周边采购，由汽车运至所需场地。

施工用水用电：水土保持防护工程施工用水和用电量相对较小，直接采用主体工程施工供水、供电工程。

5.4.2 施工进度安排

本项目的水土保持防治包括临时措施、植物措施、工程措施，其工作进度是建立在主体工程施工进度的基础上的，工程计划 2025 年 10 月开始施工准备、2026 年 2 月完工。

表 5.4-1 主体工程与水土保持工程施工进度双横道图

工程	2025年			2026年	
	10月	11月	12月	1月	2月
一、主体工程					
二、水保工程					
1.光伏阵列区					
表土剥离					
撒播草籽、抚育管理					
铺棕垫					

工程	2025年			2026年	
	10月	11月	12月	1月	2月
防雨布遮盖					
2.集电线路区					
表土剥离					
土地整治、表土回铺					
撒播草籽、抚育管理					
防雨布遮盖					

注：图中“”为主体工程进度，“”为主体已有水保工程进度，“”为方案新增水保工程进度。

6 水土保持监测

依据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）文件要求：“征占地面积在0.5公顷以上5公顷以下或者挖填土石方总量在1千立方米以上5万立方米以下的项目编制水土保持方案报告表……对水土保持方案报告表实行承诺制管理。”本工程征占地面积 2.32hm^2 ，在 0.5hm^2 以上 5hm^2 以下，挖填方总量为 0.46万 m^3 ，在 1000m^3 以上 5万 m^3 以下，故本项目属于编制水土保持方案报告表，实行承诺制项目。

“水保〔2019〕160号”文还规定“水土保持设施自主验收报备应当提交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。其中，实行承诺制或者备案制管理的项目，只需要提交水土保持设施验收鉴定书……”，故本工程水土保持设施自主验收报备可不提供水土保持监测总结报告。

《生产建设项目水土保持监督管理办法》（办水保〔2019〕172号）第八条也规定“……编制水土保持方案报告书的生产建设项目水土保持设施验收材料包括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；编制水土保持方案报告表的验收材料为水土保持设施验收鉴定书”。本工程是编制水土保持方案报告表的项目，验收材料未要求水土保持监测材料。

综上，建设单位可结合本工程生产建设特点及实际需求自行安排水土保持监测工作，水土保持监测相关技术可参照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《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）、《水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保〔2015〕139号）等技术标准和政策文件执行。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

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

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

3.植物措施单价依据当地水土保持植树造林价格确定；

4.本项目水土保持工程作为项目建设的一个重要内容，为保证方案工程投资的合理性，其价格水平年为 2025 年第 2 季度。

7.1.1.2 编制依据

（1）《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号）；

（2）《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）；

（3）《四川省财政厅四川省发展和改革委员会四川省水利厅中国人民银行成都分行关于印发〈四川省水土保持补偿费征收使用管理实施办法〉的通知》（川财综〔2014〕6 号）；

（4）四川省建设工程造价总站关于对各市（州）2020 年《四川省建设工程工程量清单计价定额》人工费调整的批复（川建价发〔2024〕44 号）；

（5）水利部关于发布《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总〔2024〕323 号）。

7.1.2 编制说明与估算成果

根据水利部《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》的要求，本方案水保投资由工程措施费、植物措施费、监测措施、临时措施费、独立费用以及预备费、水土

保持补偿费等组成。各项工程单价和费用组成计算方法为：

1.人工预算单价

本工程人工预算单价采用主体工程普工工资，即 21.5 元/工时计。

2.主要材料预算单价

(1) 材料预算价

本方案材料价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，与主体工程一致，主体未列的材料单价在当地市场调查所得。

表 7.1-1 工程材料预算单价表（单位：元）

序号	名称及规格	单位	单价		
			原价	运杂费	合计
1	混凝土	m ³	350.05	47.73	397.78
2	砂浆	m ³	264.00	36.00	300
3	防雨布	m ²	4.20	0.48	4.68
4	汽油	t	9090	400	9490
5	草籽	kg	60	20	80
6	预拌砌筑砂浆 M7.5	m ³	555.28	75.72	631
7	钢模板	kg	5.68	0.77	6.45
8	板枋材	m ³	1015.70	138.51	1154.21
9	农家肥	m ³	3.60	0.60	4.20
10	棕榈垫	m ²	7.40	2.10	9.5
11	编织袋	条	0.44	0.06	0.5
12	铁件	kg	3.00	0.41	3.41
13	电	kW · h	0.607		0.607
14	风	m ³	0.17	0.01	0.18
15	水	m ³	5.00	0.68	5.68

3.施工用电、水价格

根据项目区施工用电情况，施工用电为地方电网供电，电网供电价格=基本电价 × 1.06=0.607 元/kWh；

施工用水价格=[水泵组（台）时总费用/水泵额定容量之和] × 1.45=5.68 元/m³。

施工用风价格按 0.18 元/m³计算。

4.施工机械使用费

施工机械使用费应依据《水利工程施工机械台时费定额》及有关规定计算。机械台时二类费用人工单价执行本编制规定工资标准。

对于定额缺项的施工机械，可参考有关行业的施工机械台时费定额。

表 7.1-2 施工机械台时费汇总表

序号	名称及规格	台时费	其中				
			折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
01052	推土机 55kW	91.06	8.41	11.33	0.43	14.70	56.19
02055	振动器插入式 1.1kW	1.43	0.25	0.69			0.49
02090	风水（砂）枪 6.0m³/min	60.45	0.17	0.30			59.98
03004	载重汽车 5t	23.50	6.47	9.37		7.66	
04093	汽车起重机 5t	37.65	12.41	9.93		15.31	
04153	卷扬机单筒慢速 3t	11.93	1.59	0.64	0.03	6.38	3.29

5. 建筑工程单价

建筑工程单价=直接费+间接费+利润+材料补差+税金。

表 7.1-3 水土保持工程费率统计表

工程类别		其他直接费	间接费	企业利润	税金	扩大系数
工程措施、 监测措施	土方工程	3.3%	5%	7.0%	9%	10%
	石方工程	3.3%	8%	7.0%	9%	10%
	基础处理工程	3.3%	5%	7.0%	9%	10%
	混凝土工程	3.3%	7%	7.0%	9%	10%
	其他工程	3.3%	7%	7.0%	9%	10%
植物措施		1.0%	6%	7.0%	9%	10%

6. 独立费用

（1）建设管理费

①项目经常费按一至四部分投资合计的 0.6%~2.5%计算（水土保持竣工验收费可按市场调节价计列或根据实际计算）。

②技术咨询费根据工作内容，按一至四部分投资合计的 0.4%~1.5%计算（弃渣场稳定安全评估费可按市场调节价计列或根据实际计算，不涉及此项费用的不计列）。

（2）水土保持监理费

本项目水土保持监理由主体监理承担，不计列。

（3）科研勘测设计费

①工程科学研究试验费。遇大型、特殊工程，经论证确需开展有关科学研究试验的可列此项费用，一般按一至四部分投资合计的 0.2%~0.5%计列，也可根据工程实际需求经方案论证后计列。

②工程勘测设计费。前期工作阶段（项目建议书、可行性研究阶段）的工程勘测设计费按照批复费用计列。初步设计、招标设计及施工图设计阶段的工程勘测费、设计费

参照《国家计委、建设部关于发布〈工程勘察设计收费管理规定〉的通知》(计价格〔2002〕10号)计算。水土保持方案编制费可按市场调节价计列或根据实际计算。

相应阶段的工程勘测设计费应根据所完成的勘测设计工作阶段确定,未发生的工作阶段不计相关费用。

7.基本预备费

基本预备费按一至五部分投资合计的3%~5%计算。投资规模大的工程取中值或小值,反之取大值。生产建设项目水土保持工程不单独计列价差预备费。

8.水土保持补偿费

根据文件《四川省发展和改革委员会、四川省财政厅、四川省水利厅关于制定〈水土保持补偿费收费标准〉的通知》(川发改价格〔2017〕347号),本项目为一般性生产建设项目,水土保持补偿费按征占地面积每平方米1.3元计算,本项目占地面积共2.32hm²,水土保持补偿费为3.016万元。

7.1.3 估算成果

本项目水土保持工程总投资为11.57万元,其中主体工程计列水土保持措施投资0.60万元,新增水土保持专项投资为10.97万元。水土保持总投资中,工程措施费0.70万元,植物措施费1.16万元,施工临时工程费1.38万元,独立费用4.59万元,基本预备费0.72万元,水土保持补偿费为3.016万元。

水土保持投资估算成果详见表7.1-2~7.1-5。

表 7.1-2 水土保持投资估算总表(万元)

序号	工程或费用名称	方案新增				主体已有	合计
		建筑及安装工程费	设备购置费	独立费用	合计（万元）		
第一部分工程措施		0.57			0.57	0.13	0.70
1	光伏阵列区					0.13	0.13
2	集电线路区	0.57					0.57
第二部分植物措施		0.69			0.69	0.47	1.16
1	光伏阵列区	0.20				0.47	0.67
2	集电线路区	0.49					0.49
第三部分监测措施							
1	土建设施及设备						
2	设备及安装						
3	建设期观测运行费						
第四部分施工临时工程		1.38			1.38		1.38
1	光伏阵列区	1.25					1.25
2	集电线路区	0.13					0.13

第五部分独立费用				4.59	4.59		4.59
一	建设管理费			2.09	2.09		2.09
1	项目经常费			0.06	0.06		0.06
2	技术咨询费			0.03	0.03		0.03
3	水土保持竣工验收费			2.00	2.00		2.00
二	工程建设监理费						
三	科研勘测设计费			2.50	2.50		2.50
1	工程科学研究试验费						
2	工程勘测设计费						
3	水土保持方案编制费			2.50	2.50		2.50
I	第一至五部分合计	2.64		4.59	7.23	0.60	7.83
II	预备费				0.72		0.72
III	水土保持补偿费				3.016		3.016
水土保持总投资（I+II+III）					10.97	0.60	11.57

表 7.1-3 主体已有水土保持措施投资估算表

编号	名称	单位	数量	单价（万元）	投资（万元）	备注
1	光伏阵列				0.60	
1.1	工程措施				0.13	
1.1.1	表土剥离	万 m ³	0.02	6.32	0.13	
1.2	植物措施				0.47	
1.2.1	撒播草籽	hm ²	0.44	1.06	0.47	
合计					0.60	

表 7.1-4 新增水土保持措施分部工程投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
第一部分	工程措施				0.57
1	集电线路区				0.57
1.1	表土剥离	万 m ³	0.01	63242.56	0.06
1.2	土地整治	hm ²	0.32	10051.59	0.32
1.3	表土回铺	万 m ³	0.01	185646.00	0.19
第二部分	植物措施				0.69
1	光伏阵列区				0.2
1.1	抚育管理	hm ²	0.44	4632.55	0.2
2	集电线路区				0.49
2.1	撒播草籽	hm ²	0.32	10564.58	0.34
2.2	抚育管理	hm ²	0.32	4632.55	0.15
第三部分	监测措施				0
1	土建设施及设备	项	1		
2	设备及安装	项	1	0.00	0.00
3	建设期观测运行费	项	1	0.00	0.00
第四部分	施工临时工程				1.38
1	光伏阵列区				1.25
1.1	铺棕垫	m ²	600	18.68	1.12

1.2	防雨布遮盖	m ²	100	12.52	0.13
2	集电线路区				0.13
2.1	土工布遮盖	m ²	100	12.52	0.13
第五部分	独立费用				4.59
一	建设管理费				2.09
1	项目经常费	%	2	29699.48	0.06
2	技术咨询费	%	1	29699.48	0.03
3	水土保持竣工验收费	项	1	20000	2.00
二	工程建设监理费	项	1	0	0.00
三	科研勘测设计费				2.5
1	工程科学研究试验费	%	0	29699.48	0.00
2	工程勘测设计费				2.5
-1	勘测费				0
-2	设计费				0
-3	水土保持方案编制费	项	1	25000	2.5
I	第一至五部分合计				7.23
II	基本预备费	%	10	72272.76	0.72
III	水土保持补偿费				3.016
水土保持总投资 (I+II+III)					10.97

表 7.1-5 水土保持补偿费计算表

序号	征收面积 (hm ²)	征收标准	数额 (万元)
1	2.32	1.30 元/m ²	3.016

7.2 效益分析

7.2.1 水土保持基础效益

水土保持效益分析应本着可持续发展的原则,着重分析方案实施后在控制人为水土流失所产生的保土保水、改善生态环境、保障项目工程运行安全方面的效益和作用。本方案着重分析工程建设区在实施水土保持治理措施后所产生的效益,效益分析中以减轻和控制水土流失为主,其次才考虑其他方面的效益。

水土保持效益指标包括水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率。根据本水保方案采取的各项措施,计算结果见表 7.2-1。

表 7.2-1 水土流失防治效果综合分析表

评估指标	目标值	计算依据	单位	数量	设计达到值	达标情况
水土流失治理度 (%)	97	水土流失治理达标面积	hm ²	2.30	99.1	达标
		水土流失总面积	hm ²	2.32		
土壤流失控	1.0	侵蚀模数容许值	t/(km ² ·a)	500	1.00	达标

制比		侵蚀模数达到值	t/(km ² ·a)	500		
渣土防护率 (%)	94	实际挡护的临时堆土量	万 m ³	0.22	95.7	达标
		临时堆土总量	万 m ³	0.23		
表土保护率 (%)	95	保护的表土量	万 m ³	0.03	99.9	达标
		可剥离表土总量	万 m ³	0.03		
林草植被恢复率 (%)	96	林草植被面积	hm ²	0.76	98.7	达标
		可恢复林草植被面积	hm ²	0.77		
林草覆盖率 (%)	23	林草植被面积	hm ²	0.76	32.8	达标
		总面积	hm ²	2.32		

从上表中可以看出，水土保持措施实施后，可治理水土流失面积 2.30hm²，林草植被建设面积 0.76hm²，表土保护量 0.03 万 m³，渣土防护量 0.22 万 m³，可减少水土流失量 49.6t，水土流失治理度达到 99.1%、土壤流失控制比达到 1.0、渣土防护率达到 95.7%、表土保护率达到 99.9%、林草植被恢复率达到 98.7%、林草覆盖率达到 32.8%，防治目标均能达到方案设定的防治目标。建设区水土流失可基本得到有效治理和控制，生态环境得到恢复或改善。

7.2.2 效益评价

7.2.2.1 生态效益

水土保持效益以减轻和控制水土流失为主。通过本方案的实施，使工程建设区的水土流失得到有效治理，原有的土壤侵蚀也得到一定程度的控制，建设过程中的裸露地恢复植被后，能有效地固结土壤、涵养水分、稳定边坡、减少径流和侵蚀量，同时改善项目区周边的区域环境，具有显著的生态效益。

7.2.2.2 社会效益

本方案实施后，形成了工程和植物措施相结合的综合防治体系，对建设过程中人为造成的水土流失能够有效地进行控制和治理，确保了工程运营安全以及工程直接影响区域内人民群众生命财产的安全，营运期 1~2 年后，施工期产生的水土流失影响将基本消除，并逐步发挥其综合环境效益。

7.2.2.3 经济效益

通过实施水土保持方案，有效预防和治理可能造成水土流失，控制、减少、避免项目建设可能给项目区造成的水土流失危害，保证项目区的安全运行，从而保证了该项

目发挥最佳的投资效益。因此，实施本项目水土保持方案，不仅有持久的社会、生态效益，而且可取得良好的经济效益。

7.2.3 效益分析结论

通过效益分析可知，本项目水土保持措施带来的综合效益较明显，基础效益能够满足方案设定的目标值，生态效益和社会效益相协调，对于防治项目区水土流失起着十分重要的作用，因此在项目实施的过程中，贯彻落实临时防护措施、工程措施、植物措施是必要的和行之有效的。

8 水土保持管理

8.1 组织管理

8.1.1 组织机构

(1) 建设单位根据《中华人民共和国水土保持法》要求，成立水土保持管理机构，负责水土保持方案的补充编报工作。

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

8.1.2 管理措施

(1) 水土保持措施是生态建设的重要内容，建设单位要把水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，并接受社会监督。

(2) 加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工承包商、各级管理人员和施工人员的水土保持意识。

(3) 建设单位要加强对开发建设活动的监督管理，成立专业的技术监督队伍，预防人为活动造成新的水土流失，并及时对开发建设活动造成的水土流失进行治理，确保工程质量。

8.2 水土保持监测

按照《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）等规范要求，本项目可不用提供监测报告，建设单位可视项目水土流失防治需要自行开展必要的监测工作。

8.3 水土保持监理

在工程施工期间，应根据水土保持方案设计要求，开展施工期水土保持工程监理工作，全面监督和检查各施工单位水保方案的实施和效果，在计划的投资、进度和质量目标内实施水保方案措施，使水土保持工程按时、保质保量完成，使水土流失得以及时有效地防治，本项目委托主体工程监理将水土保持工程纳入其工作范围，主体工程监理接受委托后成立了水土保持监理工作组负责开展本项目水土保持工程监理工作。

8.4 水土保持施工

(1) 水土保持工程施工过程中，建设单位需对施工单位提出具体的水土保持工程施工要求，并要求施工单位对其责任范围内的水土流失负责。

(2) 施工期间，施工单位应严格按照工程设计图纸和施工技术要求施工，并满足施工进度的要求。

(3) 施工过程中，应采取各种有效措施防止在其占用的土地上发生不必要的水土流失，防止其对占地范围外土地的侵占及植被资源的损坏，严格控制和管理车辆机械的运行范围，防止扩大对地表的扰动。设立保护地表和植被的警示牌，施工过程中应注重保护表土和植被。注意施工及生活用火的安全，防止火灾烧毁地表植被。

(4) 在水土保持施工过程中，如需进行设计变更，施工单位需及时与建设单位、设计单位和监理单位协商，按相关程序要求实施变更或补充设计，并经批准后方可实施。

(5) 施工单位应加强施工人员管理，接受水土保持服务单位的定期培训和指导；施工过程中严格控制扰动范围，实施的水土保持措施工程质量把关，达到合格的要求。

8.5 后续设计

(1) 根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管》的意见（水保〔2019〕160号）的要求，建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。集中挖填场地等重要防护对象应当开展点对点勘察与设计。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。

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

(3) 水土保持方案经批准后，后续设计或施工过程中：若项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或修改水土保持方案并报原审批机关批准；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，应根据《水利部办公厅关于印发<水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）>的通知》（办水保〔2016〕65号）的要求，及时办理变更审批手续。

8.6 水土保持设施验收

水土保持设施验收的内容、程序等应按照《水利部关于进一步深化“放管服”改革

全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）及《四川省水利厅转发水利部关于〈加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收〉的通知》（川水函〔2018〕887号）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日，水利部令第53号发布）执行：

（1）建设单位应开展水土保持设施自主验收工作。

（2）明确验收结论：组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

（3）公开验收情况：生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，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。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

（4）报备验收材料：生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书。生产建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书等材料的真实性负责。