

凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目 水土保持监测总结报告



建设单位：普格县子越光能新能源发电有限公司

编制单位：成都璟昱华宸环保科技有限公司

二〇二三年十月

凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目
水土保持监测总结报告

建设单位：普格县子越光能新能源发电有限公司

编制单位：成都璟昱华宸环保科技有限公司

二〇二三年十月



营业执照

统一社会信用代码

91510104MA6CCYM072



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

此页仅用于凉山州普格县子越30MW光伏发电项目水土保持监测总

(副本)

名称 成都璟昱华宸环保科技有限公司

结报告使用

注册资本 贰佰万元整

类型 有限责任公司(自然人独资)

成立日期 2018年04月10日

法定代表人 唐强

营业期限 2018年04月10日至 长期

经营范围 一般项目：环保咨询服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；自然生态系统保护管理；生态恢复及生态保护服务；生态资源监测；土壤污染防治服务；土壤污染治理与修复服务；水污染治理；环境应急治理服务；环境保护监测；工程管理服务；工程技术服务（规划管理、勘察、设计、监理除外）；土地整治服务；安全咨询服务；水文服务；水利相关咨询服务；水土流失防治服务；社会稳定风险评估；节能管理服务；运行效能评估服务；规划设计管理；环境保护专用设备销售（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

住所 成都市锦江区海棠路845号附3号73号（自编号）

登记机关



2022 年 4 月 1 日

凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目
水土保持监测总结报告

责任页

(成都璟昱华宸环保科技有限公司)

批 准： 唐 强 (总经理)

核 定： 汪 俊 (工程师)

审 查： 谭光渝 (工程师)

校 核： 张 霞 (工程师)

项目负责人： 余 波 (工程师)

编写人员：

| 姓 名 | 职 称 | 章 节 | 签 名 |
|-----|-----|---------------|-----|
| 高世雄 | 工程师 | 前言、第 1-4 章 | |
| 张 艳 | 工程师 | 第 5-7 章、附件及附图 | |

前 言

根据国家发展改革委等五部委《关于实施光伏发电扶贫工作的意见》(发改能源〔2016〕621号)、《四川省光伏发电扶贫工作实施意见》(川发改能源〔2016〕694号)的要求,光伏扶贫是国家扶贫攻坚的重要组成部分,是一项长期的工作任务。“十三五”期间在甘孜、阿坝、凉山三州部分县实施光伏扶贫工程,通过建设可再生能源局域网,不仅解决了周边居民生活用电问题,而且会对四川同类地区利用可再生能源产生良好的示范效益,也在技术上以及运营机制上为同类地区提供宝贵经验。本项目位于四川省凉山彝族自治州普格县,多年平均太阳辐射量 $5385.6\text{MJ}/\text{m}^2$,场址区域属B级太阳能资源很丰富带,具有一定的开发价值,加之当地经济发展滞后,在项目建设过程中,建设单位积极吸纳当地农民参与工程建设、运行维护,为当地农牧民脱贫致富提供就业岗位,提高了农牧民群众的生产生活水平,极大促进当地经济和社会的发展,起到了良好的环境效益和社会效益。

该项目属于新建建设类项目。工程装机容量30MW,属小型工程。项目由光伏阵列(含箱变)工程(由9个3.8948MW和1个2.2256MW的单晶硅535W光伏组件方阵组成,每个3.8948MW方阵由280个并联支路组成);集电线路工程、道路工程(道路长度4150m)等组成。

项目实际总占地面积 44.73hm^2 ,其中永久占地 43.73hm^2 ,临时占地 1.00hm^2 ;占地类型为草地。

项目实际土石方开挖总量 5.23万 m^3 (含表土 0.30万 m^3 ,自然方,下同),土石方填方总量 5.23万 m^3 (含表土 0.30万 m^3);项目土石方挖填平衡,无借方、无弃方。

项目于2022年5月正式开工,2022年12月完工,总工期8个月。

项目概算总投资为14581万元,其中土建投资1343.78万元;资金来源为建设单位自筹或贷款解决。

2021年9月14日,普格县自然资源局印发《普格县自然资源局关于普格县子越光能新能源发电有限公司征询凉山州普格子越30MW光伏发电项目工程选址的复函》(普自然资函76号);

2021年9月14日,普格县交通运输局印发《普格县交通运输局关于普格县子越光能新能源发电有限公司征询凉山州普格县子越30MW光伏发电项目工程选址的复函》;

2021年9月15日,普格县农业农村局印发《普格县农业农村局关于普格县子越光

能新能源发电有限公司征询凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目工程选址的复函》；

2021 年 9 月 15 日，普格县水利局印发《普格县水利局关于普格县子越光能新能源发电有限公司征询凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目工程选址的复函》（普水函〔2021〕51 号）；

2021 年 9 月 16 日，普格县人民武装部印发《中国人民解放军四川省普格县人民武装部关于凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目工程选址的复函》（普武函〔2021〕45 号）；

2021 年 9 月 16 日，普格县民族宗教事务局印发《普格县民族宗教事务局文件关于普格县子越光能新能源发电有限公司征询凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目工程选址的复函》（普民宗函〔2021〕1 号）；

2021 年 9 月 22 日，普格县林业和草原局印发《普格县林业和草原局关于凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目工程选址的复函》（普林函〔2021〕67 号）；

2021 年 10 月 25 日，四川省发展和改革委员会印发《四川省固定资产投资项目备案表》（备案号：川投资备【2110-510000-04-01-731204】FGQB-2547 号）；

2022 年 2 月 13 日，中国三峡新能源（集团）股份有限公司文件《关于凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目可行性研究报告评审的批复》（三峡能源科技〔2022〕102 号）；

2022 年 3 月 30 日，四川省水利厅行政许可决定《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2022〕56 号）；

2022 年 5 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司完成《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目施工图设计文件》。

2022 年 8 月 4 日，项目建设单位足额缴纳水土保持补偿费。

2022 年 3 月建设单位委托成都璟昱华宸环保科技有限公司开展水土保持监测工作。

接受委托后，我公司成立了监测项目组，并组织专业技术人员多次了解工程现场，根据《水土保持监测技术规程》（试行）、《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）及《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）等技术规范的要求、结合《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案报告书(报批

稿)》以及主体设计技术资料，调查了工程区水土流失现状和水土保持措施实施情况，并依据项目实际情况布置了 5 个监测点位，对项目区的水土流失状况、水土保持措施效益进行了全面监测。

2022 年 3 月开始，监测项目部组织有关技术人员，经过近几月的地面观测和多次调查，到 2023 年 7 月完成了本项目调查监测工作。在监测工作中，对监测期间的水土保持监测数据进行检查核实，确保监测成果的质量。监测工作完成之后，及时对监测获得的数据进行了分析和深入细致的探讨，结合《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案报告书(报批稿)》，在此基础上组织技术人员编写本项目工程的监测总结报告，并于 2023 年 9 月顺利完成了监测总报告的编写工作。本项目六项监测指标达到方案确定的目标值，可进行验收。

在本水土保持监测总结报告编制过程中，得到四川省水利厅水土保持处、凉山州水利局、普格县水务局、建设单位和监理单位等的大力支持和协助，在此一并表示衷心的感谢！

水土保持监测特性表

| 主体工程主要技术指标 | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|---|---|-----|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| 项目名称 | | 凉山州普格县子越30MW光伏发电项目 | | | | | | | | | |
| 建设单位 | | 普格县子越光能新能源发电有限公司 | | | | | | | | | |
| 项目规模 | 装机容量30MW | 建设单位联系人 | | | 尹强15310920452 | | | | | | |
| | | 建设地点 | | | 凉山彝族自治州普格县甘天地乡 | | | | | | |
| | | 所属流域 | | | 长江流域 | | | | | | |
| | | 项目建设面积 | | | 44.73hm ² | | | | | | |
| | | 项目总投资 | | | 14581万元 | | | | | | |
| | | 项目总工期 | | | 8个月（2022年5月~2022年12月） | | | | | | |
| 水土保持监测指标 | | | | | | | | | | | |
| 监测单位 | | 成都璟昱华宸环保科技有限公司 | | | 联系人及电话 | | 唐强18280098956 | | | | |
| 自然地理类型 | | 中山地貌 | | | 防治标准 | | 西南岩溶区一级标准 | | | | |
| 监测内容 | 监测指标 | | 监测方法（设施） | | | 监测指标 | | 监测方法（设施） | | | |
| | 1.水土流失状况监测 | | 资料分析、调查监测 | | | 2.防治责任范围 | | 调查、资料分析 | | | |
| | 3.水土保持措施情况监测 | | 皮尺等测量 | | | 4.防治措施效果监测 | | 调查、样方取样观测 | | | |
| | 5.水土流失危害监测 | | 巡查监测 | | | 6.水土流失背景值 | | 673t/km ² ·a | | | |
| 方案设计防治责任范围 | | 56.82hm ² | | | 水土流失容许值 | | 500t/km ² ·a | | | | |
| 防治措施 | | 工程措施：土质排水沟2890m、表土剥离0.47万 m ³ ，沉沙池6座，表土回铺0.47万 m ³ ，土地整治1.68hm ² ； 植物措施：撒播草籽42.37hm ² ； 临时措施：无纺布苫盖14000m ² 、土袋拦挡1135m ³ 。 | | | | | | | | | |
| 监测结论 | 防治效果 | 分类指标 | | 目标值 | 达标值 | 实际监测数量 | | | | | |
| | | 水土流失治理度 | | 97% | 99.9% | 防治措施面积/hm ² | 42.37 | 建筑物及硬化面积/hm ² | 2.33 | 扰动土地总面积/hm ² | 44.73 |
| | | 土壤流失控制比 | | 1.0 | 1.09 | 防治责任范围面积 | | 44.73hm ² | 水土流失总面积 | | 44.73hm ² |
| | | 渣土防护率 | | 92% | 97.8% | 实际拦挡量 | | 0.46万 m ³ | 临时堆土量 | | 0.47万 m ³ |
| | | 表土保护率 | | 95% | 98.9% | 监测末期值 | | 457t/km ² ·a | 容许土壤流失量 | | 500t/km ² ·a |
| | | 林草植被恢复率 | | 96% | 99.7% | 可恢复林草总面积 | | 42.47hm ² | 林草措施面积 | | 42.37hm ² |
| | | 林草覆盖率 | | 23% | 94.7% | 植物措施面积 | | 42.37hm ² | 水土流失总面积 | | 44.73hm ² |
| | 水土保持治理达标评价 | | 本项目水土保持措施总体布局合理，完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，水土流失得到有效控制，项目区生态环境基本得到改善。经试运行，未发现重大质量缺陷，水土保持工程运行情况基本良好，达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对生产建设项目水土保持的要求 | | | | | | | | |
| | 总体结论 | | 1 建设单位重视水土保持工作 2 基本上按照水保方案进行了实施 3 未产生较大水土流失危害，六项指标达标，可验收 | | | | | | | | |
| | 主要建议 | | 1、加强水保措施管护：路基排水、绿化措施的管护，保证水保措施的正常运行及自身和周边的安全。 2、每年雨季前对排水系统进行疏浚，雨季中定期及不定期对挡、排措施进行巡查，确保项目运行安全。 3、对林草绿化措施成活率和覆盖度不满足要求地段进行补植。 | | | | | | | | |

目 录

| | |
|-----------------------|----|
| 前 言 | 1 |
| 1 建设项目及水土保持工作概况 | 1 |
| 1.1 建设项目及项目区概况 | 1 |
| 1.2 水土流失防治工作情况 | 10 |
| 1.3 监测工作实施情况 | 11 |
| 2.监测内容与方法 | 17 |
| 2.1 扰动土地情况监测 | 17 |
| 2.2 取料、弃渣情况监测 | 18 |
| 2.3 水土保持措施 | 18 |
| 2.4 水土流失情况 | 21 |
| 3 重点部位水土流失动态监测 | 25 |
| 3.1 防治责任范围监测 | 25 |
| 3.2 取料监测结果 | 26 |
| 3.3 弃土监测结果 | 26 |
| 3.4 土方流向监测结果 | 27 |
| 3.5 其他重点部位监测结果 | 27 |
| 4 水土流失防治措施监测结果 | 29 |

| | |
|------------------------|----|
| 4.1 工程措施监测结果 | 29 |
| 4.2 植物措施监测结果 | 29 |
| 4.3 临时措施监测结果 | 30 |
| 4.4 水土保持措施防治效果 | 31 |
| 5 土壤流失情况监测 | 32 |
| 5.1 水土流失面积 | 32 |
| 5.2 土壤流失量 | 32 |
| 5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量 | 34 |
| 5.4 水土流失危害 | 34 |
| 6 水土流失防治效果监测结果 | 36 |
| 6.1 水土流失治理度 | 36 |
| 6.2 表土保护率 | 36 |
| 6.3 渣土防护率 | 36 |
| 6.4 土壤流失控制比 | 36 |
| 6.5 林草植被恢复率 | 37 |
| 6.6 林草覆盖率 | 37 |
| 7 结论 | 38 |
| 7.1 水土流失动态评价 | 38 |

| | |
|--------------------|----|
| 7.2 水土保持措施评价 | 38 |
| 7.3 存在问题及建议 | 39 |
| 7.4 综合结论 | 39 |
| 8 附图及有关资料 | 41 |
| 8.1 附图 | 41 |
| 8.2 有关资料 | 41 |

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目及项目区概况

1.1.1 项目概况

1.1.1.1 地理位置

凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目位于普格县境内的甘天地乡。东北侧距布拖县城约 30km，西侧距普格县城直线距离约 22km。场地海拔高程约 3300~3450m 之间，场址中心坐标：东经 102°45'26"，北纬 27°26'42"，可通过附近风电场已建施工便道进入光伏场区附近，交通条件较好。项目地理位置见图 1 和附图 1。



图 1 地理位置图

1.1.1.2 建设规模

项目属于新建、建设类项目。工程实际规模为装机容量 30MW，属小型工程，项目由光伏阵列（含箱变）工程、集电线路工程、道路工程等组成，无升压站，采用 35kV 集电线路接入已建子越光伏 110kV 升压站，后通过子越至普格 110kV 线路接入系统。

1) 光伏阵列（含箱变）工程：由 9 个 3.8948MW 和 1 个 2.2256MW 的单晶硅 535W 光伏组件方阵组成，每个 3.8948MW 方阵由 280 个并联支路组成。每个并联支路由 26

块电池组件（535W）串联形成。每 20 个光伏组串并联支路接入 1 台 225kW 组串式逆变器，每 14 台组串式逆变器接入 1 台 3.15MVA 双绕组箱式变压器，经升压后送入 110kV 升压站。

2) 集电线路工程：采用 1 回 35kV 集电线路在子越 110kV 升压站汇集升压后，仍通过原子越~普格 1 回 110kV 线路（导线截面 240mm²，长度约 18km）接入普格 220kV 变电站。

3) 道路工程：新建光伏阵列（含箱变）工程区的连接道路，总长约 4150m，占地面积 3.03hm²。

项目实际总占地面积 44.73hm²，其中永久占地 43.73hm²，临时占地 1.00hm²；占地类型为草地。

项目实际土石方开挖总量 5.23 万 m³（含表土 0.47 万 m³，自然方，下同），土石方填方总量 5.23 万 m³（含表土 0.47 万 m³）；项目土石方挖填平衡，无借方、无弃方。

项目于 2022 年 5 月正式开工，2022 年 12 月完工，总工期 8 个月。

1.1.1.3 项目组成

本项目由光伏阵列工程、集电线路工程、道路工程等组成。

表 1-1 凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目组成表

| 序号 | 项目组成 | 内容 | 备注 |
|----|--------|---|----------------------|
| 1 | 光伏阵列工程 | 由 9 个 3.8948MW 和 1 个 2.2256MW 的单晶硅 535W 光伏组件方阵组成；逆变器、箱式变电器等。 | 与批复建设内容基本一致，局部进行调整优化 |
| 2 | 集电线路工程 | 1 回 35kV 集电线路，通过直埋电缆铺设至子越 110kV 升压站；集电线路总长 56.18km，其中桥架铺设 40km、35kV 集电线路直埋敷设 16.18km。 | |
| 3 | 道路工程 | 新建道路 4.15km，路宽 4m；土质排水沟 2890m。 | |

（一）光伏阵列工程

项目由 9 个 3.8948MW 和 1 个 2.2256MW 的单晶硅 535W 光伏组件方阵组成，每个 3.8948MW 方阵由 280 个并联支路组成。每个并联支路由 26 块电池组件（535W）串联形成。每 20 个光伏组串并联支路接入 1 台 225kW 组串式逆变器，每 14 台组串式逆变器接入 1 台 3.15MVA 双绕组箱式变压器，经升压后送入 110kV 升压站。

（1）安装方式：工程安装方式采用固定式支架。

（2）安装方位角：当电池组件方位角为正南方向时，电池组件日平均发电量最大。光伏电站场地四周平旷，基本无遮挡，因此本电站电池组件安装方位角拟定为正南方向。

（3）光伏支架基础

本项目光伏阵列采用固定式光伏支架结构布置方案，由主梁、檩条、支柱组成，支架与基础为刚性连接，立柱与横梁、横梁与檩条之间均为铰接，全钢结构。支架采用微型注浆钢管桩，桩柱基础直径为200mm，光伏板低点离地高度1.5m，支架与基础之间高度根据地形条件调节。钻孔桩入土深度不小于1.5m或进入持力层深度不小于0.6m，钻孔桩入土深度一般在1.8m~2.3m之间。光伏阵列选用平缓场地，采用打桩基础，基本不涉及土石方挖填。

(4) 箱式变电站基础

每个光伏子方阵配置1台35kV箱式变压器，箱式变压器选择美式双绕组箱变，容量1600kVA，共计10台。

箱式变电站置于光伏阵列旁约2m的位置，光伏子方阵的出口电压为0.69kV，选择户外箱式变电站；箱式变电站两侧均采用电缆连接方式。

表 1-2 光伏阵列（含箱变）工程基本概况表

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量或特性 | 备注 |
|----|----------------|-----|-------|---|
| 一 | 光伏阵列设计 | | | |
| 1 | 总装机容量 | MWp | 30 | 发电效率 17% |
| 2 | 光伏组件 | | | 微型注浆钢管桩基础，单根桩长根据现场调整 |
| 3 | 535W 国产单晶硅电池组件 | 块 | 69680 | |
| 4 | 固定倾角角度 | ° | 24 | |
| 5 | 单阵列布局子阵个数 | 个 | 10 | |
| 二 | 逆变、箱式变压器 | | | |
| 1 | 逆变器 | 台 | 134 | 其中 9 个发电单元每个配置 14 台,1 个发电单元配置 8 台，固定于光伏支架上，不再另行设置基础 |
| 2 | 箱式变电站 | 台 | 10 | 每个发电单元 1 台，钢结构平台，基础为注浆钢管桩 |
| 三 | 场地排水 | | | 自然散排，汇入天然沟道和场内道路排水沟 |

(二) 集电线路工程

(1) 接线方案

为便于区分，全场集电线路分为光伏阵列（含箱变）工程区内桥架敷设集电线路和外送直埋集电线路 2 部分。集电线路总长 56.18km，其中桥架铺设 40km、直埋敷设 16.18km。各光伏方阵与箱式变电站之间、1#~5#箱变之间、6#~10#箱变之间串联连接的电缆均采用桥架方式；5#箱变串联至 10#箱变段 0.8km、10#箱变外接至子越 110kV 升压站段 15.2km 集电线路采用直埋方式，电缆铺设好后进行回填。桥架部分随光伏阵列（含箱变）工程的光伏支架进行架设。

(2) 桥架敷设

敷设于桥架中的集电线路主要为低压部分，采用铝合金电缆，进出线均在桥架侧壁或托盘上打孔，汇集接入箱式变压器。

(3) 直埋敷设

5#箱变串联至10#箱变段、10#箱变外接至子越110kV升压站段为外送集电线路，为35kV高压输电。考虑到当地架空线路覆冰严重影响输电安全性，输出线路采用地埋方式，直埋电缆沟开挖底宽0.6m，深约1.1m，开挖电缆沟埋设电缆后尽快回填，恢复迹地。

直埋集电线路路径：线路由5#终端箱变单回电缆敷设串接10#终端箱变，电缆型号为ZC-YJY23-26/35-3×120mm²，电缆长度为0.8km，再由10#箱变电缆敷设出光伏场区后向东方直埋至道路，沿道路向西方向敷设至子越升压站35kV开关柜，电缆型号为ZC-YJY23-26/35-3×400mm²，电缆线路长度15.2km。直埋集电线路合计长度为16.0km。

(4) 线路交叉跨越情况

结合主体工程收集的资料可知，工程区为山区，线路沿道路侧山坡直埋敷设，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。主体设计路径选择时已避免跨越大型沟道，仅跨越小型沟道，施工中设置穿管保护电缆，防止雨季山洪溪流对电缆的冲击。

(三) 道路工程

光伏场区新建道路工程总长4.15km，主要为场内道路。半挖半填路基路段长3.85km，占总长度的92.77%，填方路段长0.09km，占总长度的2.17%，挖方路段长0.21km，占总长度的5.06%。

(1) 路基边坡及防护

根据道路工程典型设计及主体设计提供资料，道路工程施工结束后，道路断面主要包含半挖半填路基路段3.85km、填方路段0.09km、挖方路段0.21km，断面宽度范围8m~12m，路基挖方边坡坡度采用1:0.5，宽度在2m以内，共形成挖方边坡面积7130m²，填方边坡坡比采用1:1，宽度在3.5以内，共形成填方边坡面积14102m²，挖填方边坡面积共计21232m²。

在高填方边坡(>2.0m)坡脚布置C20F200埋石混凝土挡土墙防护措施，防止回填土石方滑落对边坡下方植被造成影响，共布置C20F200埋石混凝土挡土墙577m³。

(2) 路基排水

在道路挖方边坡坡脚设置排水沟，共布置排水沟2890m。道路排水沟按照《公路排

水设计规范》(JTG/T D33-2012)进行设计,设计暴雨重现期为10年一遇。在路基开挖边坡坡脚布置土质排水沟,排水沟断面采用梯形断面,底宽0.3m,沟深0.3m,边坡1:0.5,排水坡度不小于1%。道路与沟道交叉处埋设涵管共计60m,汇集上坡侧来水和排水沟集水排入下侧天然沟道。

1.1.1.4 工程占地

本项目实际总占地面积 44.73hm²,其中永久占地 43.73hm²,临时占地 1.00hm²;占地类型为草地。详见下表:

表 1-3 工程占地面积表 单位: hm²

| 序号 | 项目组成 | 小计 | 占地性质 | | 备注 |
|----|-----------|--------|-------|--------|---|
| | | | 永久占地 | 临时占地 | |
| 1 | 光伏阵列工程 | 40.70 | 40.70 | / | 由9个3.8948MW和1个2.2256MW的单晶硅535W光伏组件方阵组成;逆变器、箱式变电器等 |
| 2 | 集电线路工程 | 1.00 | | 1.00 | 光伏区以外集电线路 |
| 3 | 道路工程 | 3.03 | 3.03 | | 新建进场道路、检修道路 |
| 4 | 施工生产生活设施区 | (0.68) | | (0.68) | 位于光伏区,属重复占地 |
| 合计 | | 44.73 | 43.73 | 1.00 | |

1.1.1.5 土石方平衡

(1) 表土剥离及回铺

本工程剥离表土面积 4.71hm²,表土剥离厚度 0.1m,表土剥离量 0.47 万 m³。其中集电线路工程剥离表土 0.10 万 m³,道路工程剥离表土 0.30 万 m³,施工生产生活区剥离表土量 0.07 万 m³。详见表 1-4。

2) 表土利用方案

该项目剥离的表土 0.47 万 m³,用于集电线路沟槽回填后表土回铺;道路工程区剥离的表土用于填方边坡植草回铺;施工生产生活区剥离的表土全部用于场地回铺。

3) 表土堆存

该项目集电线路电缆沟开挖表土堆放在沟槽下一侧;道路工程剥离表土就近利用于前一段道路填方边坡表土回覆,少量不能及时回覆的部分堆放在路基已完工的道路加宽的区域,条带状沿道路侧堆存;施工生产生活区剥离的表土临时堆放在临建场地一角。在施工时序上和空间布局上可满足表土的堆放。

表 1-4 表土平衡分析表

| 序号 | 项目 | 表土剥离 | | | 表土铺设 | | |
|----|---------|----------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|
| | | 剥离面积 (hm ²) | 剥离厚度 (cm) | 剥离方量 (万 m ³) | 铺设面积 (hm ²) | 铺设厚度 (cm) | 回铺方量 (万 m ³) |
| ① | 集电线路工程 | 1.00 | 10 | 0.10 | 1.00 | 10 | 0.10 |
| ② | 道路工程 | 3.03 | 10 | 0.30 | 0.75 | 40 | 0.30 |
| ③ | 施工生产生活区 | 0.68 | 10 | 0.07 | 0.68 | 10 | 0.07 |
| 合计 | | 4.71 | / | 0.47 | 2.43 | | 0.47 |

(2) 土石方平衡

1) 光伏阵列工程

根据《2022年三峡能源四川省凉山州普格县子越30MW光伏发电项目进度结算审核表》；光伏阵列工程区接地扁平钢敷设土石方开挖量0.65万m³，土石方回填0.65万m³；光伏阵列工程无借方，无余方。

2) 道路工程

根据《2022年三峡能源四川省凉山州普格县子越30MW光伏发电项目进度结算审核表》，道路工程区土石方开挖总量2.69万m³，土石方回填总量2.69万m³；道路工程区无借方，无余方。

3) 集电线路工程

根据《2022年三峡能源四川省凉山州普格县子越30MW光伏发电项目进度结算审核表》，本项目光伏集电线路采用桥架，不进行沟槽开挖；汇集到升压站的线路采用埋地敷设；集电线路沟槽土石方开挖量1.42万m³，土石方回填1.42万m³；集电线路工程无借方，无余方。

4) 施工临时设施场地

经调查，本项目施工生产生活区前期剥离表土量0.07万m³；经现场调查核实，项目施工临时设施场完工后回铺表土0.07万m³。

项目实际土石方开挖总量5.23万m³（含表土0.47万m³、自然方，下同），土石方填方总量5.23万m³（含表土0.47万m³）；项目土石方挖填平衡，无借方、无弃方。

表 1-5 实际土石方平衡表 单位：万 m³，均为自然方

| 单项工程 | 挖方 | | | 填方 | | | 调入 | | 调出 | | 外借 | | 弃方 | |
|---------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 表土 | 土石方 | 小计 | 表土 | 土石方 | 小计 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 |
| ①光伏阵列工程 | / | 0.65 | 0.65 | / | 0.65 | 0.65 | | | | | | | | |
| ②道路工程 | 0.30 | 2.69 | 2.99 | 0.30 | 2.69 | 2.99 | | | | | | | | |
| ③集电线路工程 | 0.10 | 1.42 | 1.52 | 0.10 | 1.42 | 1.52 | | | | | | | | |

| 单项工程 | 挖方 | | | 填方 | | | 调入 | | 调出 | | 外借 | | 弃方 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 表土 | 土石方 | 小计 | 表土 | 土石方 | 小计 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 |
| ④施工临时设施场地 | 0.07 | | 0.07 | 0.07 | | 0.07 | | | | | | | | |
| 合计 | 0.47 | 4.76 | 5.23 | 0.30 | 4.76 | 5.23 | | | | | | | | |

1.1.1.6 施工进度及投资

项目概算总投资为 14581 万元，其中土建投资 1343.78 万元；资金来源为建设单位自筹或贷款解决。

本项目于 2022 年 5 月正式动工，于 2022 年 12 月完成全部施工，总工期 8 个月。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

(1) 地形地貌

普格县属云贵高原之横断山脉。螺髻山与采乃东西对峙，中梁山纵亘其中。中梁子、波尾梁子和采乃均属大凉山向南的分支。地形主要为山地，以中山（含亚高山）为主，占总面积的 67.4%。丘陵平坝仅分布在河谷地带，呈高山、中山深切割地貌。

场址区海拔在 3300m~3450m 之间，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）条文说明 4.0.8 条款，地貌类型属于中山。光伏阵列在南向平面上布设，地形坡度 5°~15°，局部地段地形起伏较大，东西两侧坡度 20°~50°，局部发育小型冲沟。总体地势上具有北高南低、东缓西陡的地势特点。

(2) 工程地质

场址区位于扬子准地台西侧，属滇黔川鄂台拗二级大地构造单元，西邻康滇台隆（地轴）及扬子准地台与甘孜地槽的过渡带——盐源台缘拗陷。工程区附近发育的主要断裂有：安宁河（隐伏）断裂、则木河断裂、四开——交际河断裂、黑水河断裂、罗西断裂、于孟断裂、毛家山断层、刺竹坪断层、钻天坡断层。

地震：根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版），区域地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震动峰值加速度为 0.30g，设计地震分组为二组，相对应的地震基本烈度均为 VIII 度，抗震设防烈度为 VIII 度。

不良地质：光伏场地位于较平缓的山坡上，地势较为开阔，不良地质现象发育较少，现场调查表明，场地主要不良地质现象主要表现为局部地段的小型土滑及岩溶问题。

1.1.2.2 气候

项目区属亚热带季风气候，具有高原、亚热带季风气候特征，冬暖夏凉。由于立体地貌明显，气候呈明显的垂直分布，属亚热带冬干夏湿气候类型，日照充足，降雨充沛。

普格气象站多年平均气温 16.7℃，极端最高气温 37℃，极端最低气温 -4.6℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 5301.5℃，年平均蒸发量 1911.3mm，年平均降水量 955.6mm，年平均无霜期 306 天，年平均风速 1.8m/s，主导风向为 SSW、SW，5 月~9 月为雨季。5 年重现期 10min 降雨历时的标准降雨强度为 1.5mm/min，5 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 38mm、88mm，10 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 45mm、103mm。

1.1.2.3 水文

项目区属长江水系，主要涉及长江上游支流金沙江流域。普格县境内河流主要有则木河和西洛河沿横断山脉山脚由北向南流过，在县城附近东北角的扭皮各则处，二水合流，南注金沙江。场址区地形总体较缓，汇水面积较小，大气降雨产生的地表水大部分转化为地下水，沿各裂隙向附近沟谷排泄，注入鲁溪河，排入西洛河，最终注入金沙江。在场址区外围山体斜坡区，汇水面积逐渐增大，降雨条件下在山体中下部可能会汇集大量地表径流，已利用风电场已建场内道路排水沟进行截流和导排，不会对光伏场地产生影响。

1.1.2.4 土壤

普格县土壤从低海拔到高海拔呈现明显的垂直规律变化，主要包括 5 个土类，7 个亚土类。

红壤：分布在海拔 1860m-2100m。土壤富铝化作用明显，粘土矿物质中硅铝分子比率 2.2~2.0。粘粒组成以高岭土为主，含水氧化铁较多，尤以晶质赤铁矿占优势，将土壤染成红色色调。土壤淋溶作用强，呈强酸性到酸性反应。划分出山地红壤亚类和红黄壤亚类。

山地黄棕壤：分布在海拔 2100m-2500m。为亚热带向暖温带过度条件下发育的地带性土类。土壤有明显的淋溶作用和次生粘化作用，心土层呈黄棕色，具脱钙、粘化和弱富铝化特征，有明显粘粒沉淀和暗棕色胶膜及锰结核，呈块状结构，微酸性反应。

山地棕壤：分布在海拔 2500m~3000m 左右。土壤在形成过程中，由生物循环产生的胡敏酸、富里酸与游离的氧化铁、结合形成复合体，包附在粘土矿物质表面，使土壤

染成棕色调，因而未发生铁、铝氧化物的粘化层，PH 值 5.0~6.5，盐基饱和度 50%~70%。划分为山地棕壤和草地棕壤两亚类。

山地暗棕壤：分布在海拔 3000m 以上的暗针叶林带，界于棕壤之上与亚高山草地相间分布。层次明显，表层腐殖质含量高，呈黑色，心土层棕色至暗棕色，底土层为黄棕色，呈微酸反应，质地偏重。酸性土壤淋溶作用强，粘化层更加明显，并产生一定灰化作用，PH 值 6.0~6.8。

亚高山草甸土：分布在海拔 3000m 以上的山顶坡地，大多处于林线以上的开阔地带。上层为草根盘结层，交织成毡状，致密而富有弹性，其下为腐殖质土，黑色，团粒状结构，有机质含量高，再下为心土层，质地较粘，呈棕色，底土层砾石含量高。

本项目占地区海拔为 3300m~3450m，其土壤类型主要为亚高山草甸土，土层厚度在 10cm 左右，抵抗冲刷的能力较差。本工程表土可剥离厚度在 10cm 左右，剥离区域为工程施工扰动的 0~20°草地范围，表土剥离面积 6.60hm²，其他区域采取原状保护。

1.1.2.5 植被

普格县因自然条件的巨大差异，植被也随海拔、温度的变化呈垂直带分布。海拔 4000m 以上为高山灌丛草地，植被稀疏，种类单调，有香柏、杜鹃、禾本科和菊科等矮小灌木和草本植物；海拔 4000m~3500m，为川滇冷杉林，混生有冷杉及少量乔灌木状杜鹃，其他植物种类极少，仅有零星分布的香柏和蔷薇科植物，在沟壑旁边有水生草本植物岩白菜，在某些地段有高山栎林生长；海拔 3500m~3000m，在阴坡仍然以冷杉为主，但灌木和草本植物有所增加，阳坡为大面积的高山栎林，呈灌木状、乔木状或与冷杉构成混交林；海拔 3000m~2500m，开始受人为影响，植被多呈灌木状，高山栎为主，混有铁杉、槭、桦、榛、鹅耳栎、忍冬、杜鹃和箭竹等；海拔 2500m~1500m，主要分布为云南松林，局部有栎、青冈栎、石栎、滇润楠等组成的长阔叶林或混交林。林草植被覆盖率约为 58%。其中森林覆盖率约为 16.4%。

工程区位于海拔较高的地区，海拔在 31020m~3450m，分布的植被类型主要为亚高山灌丛草地，地表覆盖层植被主要为禾本科类草本植物和菊科等矮小灌木，林草覆盖率约 57%。

1.1.2.6 原水保方案设计防治标准

据批复水土保持方案，工程建设所涉及的凉山彝族自治州普格县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，故按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)

规定，原方案水土流失防治按西南岩溶区一级标准执行。水土流失防治目标见表 1-6:

表 1-6 工程水土流失防治目标值表

| 项目 | 执行标准 | 标准值 | |
|-------------|-----------|-----|-------|
| | | 施工期 | 设计水平年 |
| 水土流失治理度 (%) | 西南岩溶区一级标准 | - | 97 |
| 土壤流失控制比 | | - | 1.0 |
| 渣土防护率 (%) | | 92 | 92 |
| 表土保护率 (%) | | 95 | 95 |
| 林草植被恢复率 (%) | | - | 96 |
| 林草覆盖率 (%) | | - | 23 |

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 水土保持管理

本项目为点、线型结合项目，建设过程中对建设区域存在一定的扰动，建设过程中严格按照征地范围进行施工，因地貌起伏大的差异性，为了更有利于电池方阵的布局，项目在建设过程中水土保持工程相关事务纳入工程管理部门进行负责并落实，安排有专人负责水土保持工作。

1.2.2“三同时”制度落实情况

建设单位十分重视水土保持工作，严格按照水土保持“三同时”制度，开展了各项水土保持工作。

(1) 水土保持方案与主体工程设计同步进行，在开工前编报了水土保持方案，并于 2022 年 3 月 30 日取得了四川省水利厅行政许可决定《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2022〕56 号）。

(2) 在施工过程中，在普格县水务局的督导下，及时在雨季初期合理布置了水土保持工程措施和植物措施，截止 2023 年 7 月，各项措施防治效果良好。

(3) 在试运行期，组织开展水土保持自查自验，及时委托相关三方机构开展验收调查工作。

1.2.3 水土保持方案编报

本项目建设单位“普格县子越光能新能源发电有限公司”积极贯彻《中华人民共和国水土保持法》，认真落实水土保持“三同时”制度，根据项目实际，在主体工程可行性研究阶段，及时开展水土保持方案的编制，以便水土保持工程与主体工程同步实施，防治工程建设造成新增水土流失。

2022年3月30日，四川省水利厅水保处以“川水许可决〔2022〕56号”对水土保持方案报告书（报批稿）予以批复。针对工程建设项目区水土流失特点、工程建设时序、造成危害的程度等，设计了较为完整的水土流失防治措施体系。

普格县子越光能新能源发电有限公司成立了环境保护、安全领导小组，负责项目施工过程中生态环境保护问题。建设单位在施工阶段对主体工程的方格防护、路基排水和植物措施基本实施到位，方格、道路两侧植被恢复良好，防治效果较好。土建工程区主要发生在春季节，雨季时土建工程基本收尾，但施工道路未及时恢复覆盖地表，地表裸露，造成了一定的水土流失量。

建设单位根据监测、监理单位意见，积极对现场水土保持措施不足的位置进行了整改。确保了工程建设中无重大水土流失现象发生，整体而言，水土保持措施实施到位。

1.2.4 重大水土流失危害时间处置情况

工程建设期间，工程各项水土保持措施相对较为完善，在监测时段内局部区域存在水土流失现象，但经过治理，已达到水土保持验收要求，截止2023年7月，项目施工未引起水土流失危害。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

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）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）对于编制水土保持方案报告书的生产建设项目（及征占地在5公顷以上或者挖填土石方中在5万立方米以上的生产建设项目），生产建设单位应当自行或者委托具有相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。

承担生产建设项目水土保持监测任务的单位（以下简称监测单位），应当按照水土保持有关技术标准和水土保持方案的要求，根据不同生产建设项目的特点，明确监测内容、方法和频次，调查获取项目区水土流失背景值，定量分析评价自项目动土至投产使用过程中的水土流失状况和防治效果，及时向生产建设单位提出控制施工过程中水土流失的意见建议，并按规定向水行政主管部门定期报送监测情况。

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，编制水土保持方案报告书的项目，应当依法开展水土保持监测工作。实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监

测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门将监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

根据《中华人民共和国水土保持法》第四十一条“对可能造成严重水土流失的大中型生产建设项目，生产建设单位应当自行或者委托具备水土保持监测资质的机构，对生产建设活动造成的水土流失进行监测”。因此，本项目在施工准备期，即 2022 年 3 月委托了成都璟昱华宸环保科技有限公司（我公司）开展水土保持监测工作。我公司随即完成《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持监测实施方案》。在施工期，先后完成各季度的《水土保持监测季度报告》。

本项目 2022 年 5 月开工，2022 年 12 月完工，设计水平年为 2023 年，施工期监测时段应为 8 个月。目前主体工程已经进入试运行期阶段，实施的水保措施已经发挥效益。因工程在施工中采取了植物措施，经过半年的自然恢复，目前植物恢复良好。

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>光伏阵列（含箱变）工程区-光伏支架施工方法</p> | <p>光伏阵列（含箱变）工程区-扰动情况监测</p> |
|  |  |
| <p>箱变建设方式-架空以及周边植被恢复情况</p> | <p>光伏阵列（含箱变）工程区-植被恢复情况</p> |



图 2 项目现场情况

从 2022 年 12 月至 2023 年 7 月，本项目经过近半年的自然恢复期，我公司组织人员在验收前进行了现场调查，通过全面分析可知，本项目现场植被恢复良好，排水设施完善，施工中没有高陡边坡形成，各项指标达到验收要求。

1.3.2 监测项目部署

我公司接受委托后，成立了监测项目组，定期对现场进行监测。监测人员组成如下。

表 1-7 监测项目部

| 姓名 | 专业 | 职称 | 职务 |
|-----|------|-----|-----|
| 余波 | 水土保持 | 工程师 | 监测员 |
| 谭光渝 | 水土保持 | 工程师 | 监测员 |
| 高世雄 | 环境工程 | 工程师 | 监测员 |

1.3.3 监测点布设

1.3.3.1 监测点布设原则

(1) 典型性原则

结合新增水土流失预测结果，以电池方阵、施工道路为重点，选择典型场所及典型样点进行监测；

(2) 代表性原则

根据工程施工工艺及工程水土流失特点相似性，选取有代表性区域进行监测；

(3) 结合项目实际情况布设原则

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

1.3.3.2 监测点布设主要思路

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

(1) 根据工程特点，重点监测工程道路、方阵建设的水土流失情况及措施建设运行情况，对实施工程措施、植物措施及水土流失强的区域进行点位布设，按设计要求主要有道路排水沟工程措施，集电线路植物措施等；

(2) 针对工程建设过程中临时施工占地，以巡查、调查为主；

(3) 选取有代表性的边坡进行典型样地观测，在获取近期典型样点水土流失程度的同时推求项目建设过程中水土流失状况。

1.2.3.3 监测点布设结果

结合项目情况，监测组进行现场踏查，确定本项目监测点 5 个，以调查监测为主，采用巡查、侵蚀沟量测等方式进行监测。具体布置见下表 1-7。

表 1-8 工程水土保持监测点布设情况

| 监测分区 | 监测点位 | 监测内容 | 监测方法 | 监测时段及频次 |
|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------------------|
| 光伏阵列施工扰动区 | 场内自然排水沟出口 | 水土流失强度、土壤流失量及变化情况 | 实地调查 | 每年初及雨季初各 1 次，雨季每月末 1 次 |
| | 绿化区域 | 林草措施的成活率、保存率 | 植物样地 1 个 | 实施植物措施后每季度 1 次 |
| 未扰动区 | 原始地表植被区域 | 原地表植被的存活率 | 植物样地 1 个 | 每季度 1 次 |
| 草甸堆存场 | 绿化区域 | 林草措施的成活率、保存率 | 植物样地 1 个 | 实施植物措施后每季度 1 次 |
| 表土堆存场 | 表土堆存场堆渣坡面 | 水土流失强度、土壤流失量及变化情况 | 实地调查 | 每年初及雨季初各 1 次，雨季每月末 1 次 |
| 道路工程挖填段区 | 挖填边坡 | 水土流失强度、土壤流失量及变化情况 | 实地调查、巡查检查 | 每年初及雨季初各 1 次，雨季每月末 1 次 |
| 道路工程碾压段区 | 绿化区域 | 原生植被的成活率、保存率 | 植物样地 1 个 | 每季度 1 次 |
| 施工生产生活区 | 绿化区域 | 林草措施的成活率、保存率 | 植物样地 1 个 | 实施植物措施后每季度 1 次 |

1.3.4 监测设施设备

监测设备主要有：数码相机、测距仪、钢卷尺、坡度仪等。本项目采用监测仪器、设备详见下表。

表 1-9 工程水土保持监测设施及设备一览表

| 序号 | 设施和设备 | 型号 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|---------|----|----|----|-----------------|
| 一 | 设施 | | | | |
| 1 | 植被样方 | | 个 | 2 | 用于调查植被生长情况 |
| 二 | 设备 | | | | |
| 5 | 手持式 GPS | | 台 | 1 | 监测点、场地、渣场的定位量测 |
| 6 | 皮尺、钢卷尺 | | 套 | 1 | 措施调查 |
| 7 | 坡度仪 | | 套 | 1 | 用于测量坡度 |
| 8 | 测距仪 | | 台 | 1 | 测量面积 |
| 9 | 数码照相机 | | 台 | 1 | 用于监测现场的图片记录 |
| 10 | 数码摄像机 | | 台 | 1 | 用于监测现场的影像记录 |
| 11 | 易耗品 | | | 若干 | 样品分析用品、玻璃器皿、测针等 |

1.3.5 监测技术方法

我公司接收委托后，立即组织相关技术人员对现场进行查看，通过现场查看。在查看调查过程中，主要针对路基土质边沟、植被实施情况等措施进行调查，同时对项目区内侵蚀沟、侵蚀坡面进行调查，结合当季雨水量进行合理分析。

监测技术路线如下图所示：

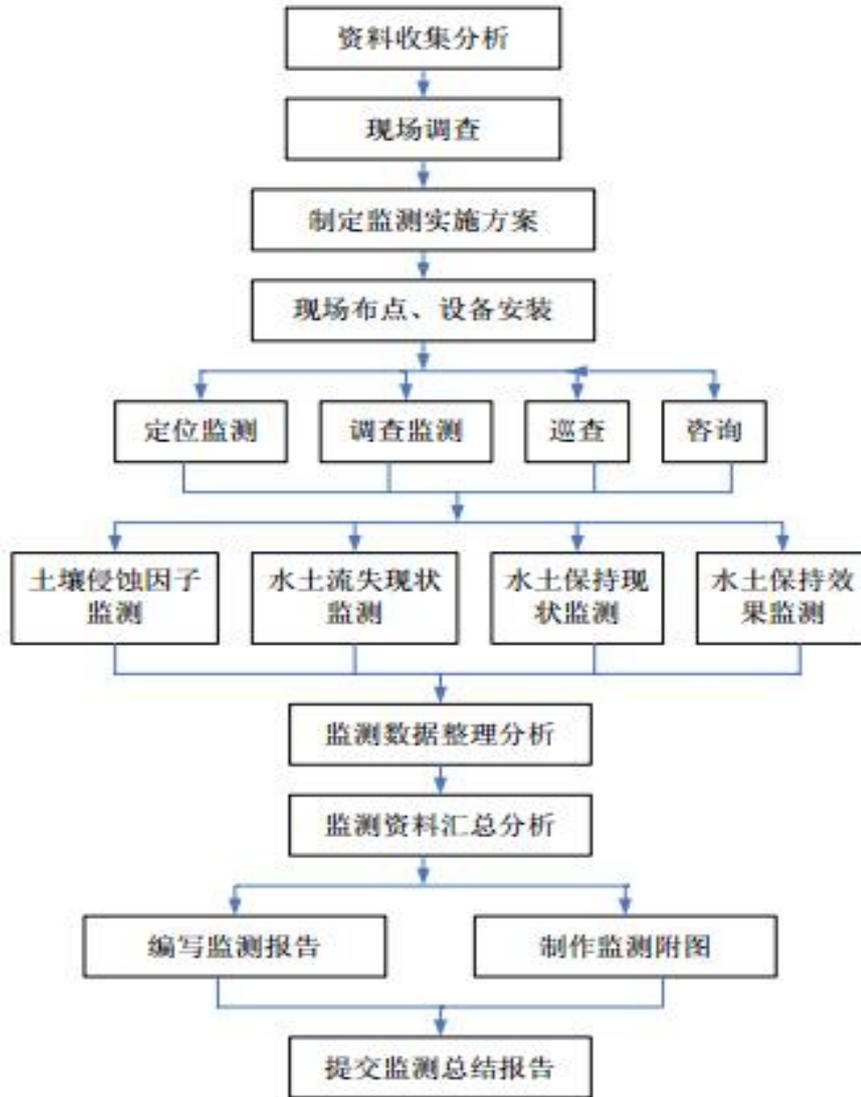


图3 监测技术路线

1.3.6 监测成果提交

(1) 监测数据记录

每次调查过程中，收集工程进度，收集各项措施规格及数量，并做影像记录，同时对现场不足提出整改意见。本项目监测过程中形成了1份监测意见书。

(2) 监测报告

我公司在项目施工准备期完成《凉山州普格县子越30MW光伏发电项目水土保持监测实施方案》；在施工期先后提交季度报告4个；我公司通过收集竣工资料和监测数据进行汇总，于2023年8月，编制完成了《凉山州普格县子越30MW光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

2.监测内容与方法

2.1 扰动土地情况监测

2.1.1 监测内容

结合实地调查从而分析因施工造成的水土流失。主要包括水土流失防治责任范围内工程扰动地表面积，表土剥离及保存情况，挖填土石方量和堆放面积、运移情况，开挖、填筑体形态变化和占地面积等的变化；结合原始土地利用类型，分析施工过程中新增水土流失面积及其分布，水土流失强度、水土流失量变化情况，获取水土流失状况的数据及主要影响因子的参数的变化情况。获取各扰动面积的实施时间、工程量。

2.1.2 监测方法

采用设计资料分析，结合实地调查，以实际调查情况为准。首先对调查区按扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，同时记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。然后监测记录监测时段内产生的降雨量、洪水量和频次等。

A 项目建设区

监测元素：永久占地、临时占地以及各类占地动态扰动变化过程；

监测方法：结合工程设计资料、施工进度采用测距仪、皮尺等监测仪器进行实地核算，进行面积测量。

B 直接影响区

项目建设可能影响区域面和各类土地利用类型面积。

C 水土流失面积监测

主要对工程建设扰动区域土壤侵蚀模数大于容许土壤侵蚀模数区域采用皮尺等监测仪器进行实地核算、面积测量。

D 其它面积监测

包括工程建设过程中植被临时恢复生长面积，复垦等水土保持措施面积。

监测方法：结合工程设计资料、施工施工和竣工资料并用 GPS、皮尺等监测仪器进行实地核算，进行面积测量。

2.1.3 监测频次

本项目于 2022 年 5 月正式开工建设，2022 年 12 月完工，总工期为 8 个月，我公司于 2022 年 12 月进场进行初步调查，对项目已经扰动的情况进行了调查，分析了原地面破坏情况。因工程监测采取方式主要为调查监测，且入场时原地貌均已扰动，施工期

2.监测内容与方法

每月一次，恢复期基本按照每月一次进行扰动面积全面性恢复调查。

表 2-1 水土保持定位监测点位布置表

| 监测点编号 | 监测区域 | 点位数(个) | 监测内容 | 监测方法 | 监测时段 |
|-------|--------------|--------|---------------------------------------|--|------------------|
| 监 1 | 1#光伏阵列区 | 1 | 水土流失影响因素监测；水土流失状况监测；水土流失危害监测；水土保持措施监测 | 实地调查、查阅资料、抽样调查、实测法、无人机遥感监测法、测钎法、集沙池法、样地调查法 | 施工期（含施工准备期）、试运行期 |
| 监 2 | 1#直埋电缆工程区 | 1 | | | |
| 监 3 | 2#直埋电缆工程区 | 1 | | | |
| 监 4 | 1#道路 AK2+640 | 1 | | | |
| 监 5 | 2#道路 BK0+240 | 1 | | | |
| 监 6 | 1#施工生产生活区 | 1 | | | |

2.2 取料、弃渣情况监测

2.2.1 监测内容

主要分析监测土石方开挖、回填利用、土方堆放情况，以及土石方开挖临时堆放后防护及渣土防护率；表土堆场、草甸堆场的数量、堆存方量以及防护措施等。

2.2.2 监测方法

本项目不涉及弃土，局部区域有临时堆土，针对临时堆土主要调查其堆放量、位置、堆放时间和可能造成的水土流失量，多采用皮尺、坡度仪等工具通过测定坡长、坡度进行确定。

2.2.3 监测频次

依据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）及《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的规定；临时堆土监测应按照每季度监测一次。

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

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

2.3.2 监测方法

采用地面观测、实地量测和资料分析的方式进行。

工程措施主要采用皮尺、钢卷尺、坡度仪量测排水沟尺寸、坡面、坡度等。

（1）防治措施数量与质量

工程水土保持数量由现场测量结合监理资料进行确定，施工质量由监理单位确定。

(2) 防护工程稳定性、完好程度和运行情况

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

针对项目直接影响区亦采用巡查的监测方法。巡查监测内容主要有①工程实施的水土保持措施运行情况，包括工程措施的完整性、完好性，植物措施的成活率、盖度等等。②巡查项目建设过程中是否存在重大水土流失隐患，工程施工结束后是否有未进行水土流失治理的盲区，例如，边坡治理存在缺陷、土质冲沟造成下垫面侵蚀等。③巡查工程建设可能造成水土流失对周边的影响程度。

植被措施采用样方调查的方式，对植被恢复效果进行调查。

(1) 乔木生长情况

A 树高：采用测高仪进行测定；

B 胸径：采用胸径尺进行测量；

C 冠幅：晴天选取合理时间利用太阳光产生阴影进行量算。

(2) 灌草存活率和保存率

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

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

$$D = f_e / f_d \qquad C = f / F$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C—林（或草）植被覆盖度，%；

f_d ——样方面积， m^2 ；

f_e ——样方内树冠（草冠）垂直投影面积， m^2 。

f ——林地（或草地）面积， hm^2 ；

F ——类型区总面积， hm^2 。

需要注意：纳入计算的林地或草地面积，其林地的郁闭度或草地的盖度都应大于20%。关于标准地的灌丛、草本覆盖度调查，采用目测方法按国际通用分级标准进行。

2.监测内容与方法



图 10 植被调查

2.4 水土流失情况

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

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况,土壤侵蚀的类型主要有水力侵蚀及重力侵蚀,其中,水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀,是要发生在道路以及方阵扰动面较大的区域。

(2) 水土保持措施防治效果动态监测

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

2.4.1 施工期土壤流失量调查

综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

施工期土壤流失量动态监测主要包括施工期水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。因工程竣工,施工期水土流失量采用资料分析法分析土壤侵蚀情况。

(1) 水土流失因子

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

A 地形地貌因子:地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

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

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

D 植被因子:项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子:水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况:项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子:社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的,通过对水土流失因子的监

测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。本项目气候、水文等因子采用当地气象局或者附近监测站数据进行水土流失因子可能造成的水土流失分析评价。

(2) 土壤侵蚀量监测

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

A 土壤侵蚀强度

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

B 土壤侵蚀模数

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

C 土壤侵蚀量

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

2.4.2 水土流失危害监测

- A 项目建设造成水土流失对坡地等的危害；
- B 项目建设造成水土流失对周边民房、居民造成的影响状况；
- C 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；
- D 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；
- E 调查项目建设过程重大水土流失事件。

2.4.3 水土流失监测方法

对水土流失重点地段和水土流失防治重要点进行地面调查，布设水土保持调查点位。

监测组通过原地貌侵蚀模数、各地表扰动类型侵蚀分析及工程施工过程典型监测点土壤侵蚀分析推算。土壤流失量调查方法采用简易坡面量测法

(1) 简易坡面量测场原理

简易坡面量测法又称侵蚀沟量测法。主要用于土质边坡、土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面水土流失量的测定。调查坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，

记录造成侵蚀沟的次降雨量。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%~70%），计算水土流失量，如图 10 所示。



图 11 水土流失简易坡面量测场示意图

(2) 简易坡面量测场选址

选定的坡面应具有较为明显的侵蚀沟，以侵蚀沟形状简单为宜，所选地面要方便量测，具有代表性，选址时若土渣堆周边来水较大，易造成冲刷的渣堆，应考虑排水或查明来水量和流向，布设时避开这类地段。

(3) 简易坡面量测场的布置

简易坡面量测场的布置主要由实际的坡面侵蚀沟确定，布置规格不等，小型侵蚀沟以 3m×3m 内为佳，较大侵蚀沟则视实际情况确定观测面积。本项目监测选择典型的坡面进行监测，同时结合简易观测场进行调查监测，以达到充分调查分析工程产生水土流失的情况。

(4) 简易坡面量测场侵蚀量的计算

在调查样地上等间距取若干个断面（B 样地宽×L 坡长），每个断面上量测侵蚀沟的断面积，然后按下式进行计算：

$$M=1nr (S_1+ S_n) /2+1nr (S_2+... S_i+ S_{i+1}+...+ S_{n-1})$$

式中：M——样地侵蚀量，t；

S_i ——第 i 个断面的面积， m^2 ；

S_{i+1} ——第 i+1 个断面的面积， m^2 ；

l——样地断面间距，m；

r——土壤容重， t/m^3 ；

n——断面数。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱柱、棱台等，按下式计算：

$$\text{棱锥体积：} V=S \cdot H / 3$$

棱柱体积: $V=S \cdot H$

棱台体积: $V=H \cdot [S_1+S_2+ (S_1 \cdot S_2)^{1/2}] / 3$

式中: V ——体积, cm^3 ;

S_1 、 S_2 、 S ——底面积, cm^2 ;

H ——高, cm 。

(5) 其他注意事项

① 侵蚀沟断面大致可分为“V”型和“U”型, 根据实际情况应进行判别, 便于采取正确的公式进行计算;

② 侵蚀沟断面一般以上、中、下三处进行划分, 必要时可增加观测断面;

③ 在量测某个侵蚀沟断面深度时, 应注意“V”型需量测最深处, “U”型需要对底部实测两次以上, 以减少误差;

④ 观测人员进行量测时, 应尽量避免对侵蚀沟形状造成破坏, 尽量不要破坏到侵蚀沟, 保证观测数据的合理性、准确性;

⑤ 因具体计算时数字偏差对侵蚀模数计算影响较大, 读数时应注意估读, 在测尺最小刻度后还应估读一位。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

表 3-1 防治责任范围监测表

| 序号 | 水土流失防治分区 | 方案批复防治责任范围 | 实际防治责任范围 | 增减 | 建设内容 |
|----|--------------|------------|----------|--------|--|
| 1 | 光伏阵列（含箱变）工程区 | 47.53 | 40.70 | -6.83 | 施工中优化光伏板平面布置，实际光伏阵列布置更为紧凑、合理。较批复面积减少了 6.83hm ² |
| 2 | 集电线路工程区 | 4.29 | 1.00 | -3.29 | 批复方案中采用机械开挖，直埋沟槽平均作业带宽度 2.6~2.8m。施工中优化施工方法，采用人工开挖沟槽，平均作业带宽度 0.62m。综上，在直埋线路长度变化不大情况下，集电线路工程区占地面积较批复面积减少 3.29hm ² |
| 3 | 道路工程区 | 4.00 | 3.03 | -0.97 | 实施道路长度较批复长度增加了 0.15km，由于局部线路调整，占地面积较批复减少 0.97hm ² |
| 4 | 施工生产生活设施区 | 1.00 | （0.68） | -1.00 | 实际将施工场地布置在光伏区，属重叠占地。临时办公、食宿等租赁民房 |
| | 合计 | 56.82 | 44.73 | -12.09 | |

根据四川省水利厅行政许可（川水许可决〔2022〕56号）批准的《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》，本项目水土流失防治责任范围面积 56.82hm²，其中光伏阵列（含箱变）工程区 40.70hm²、集电线路工程区 4.29hm²、道路工程区 4.00hm²、施工生产生活设施区 1.00hm²

本项目实际水土流失防治责任范围面积 44.73hm²，较方案批复的 56.82hm²减少了 12.09hm²；原因主要是：项目施工中通过优化光伏平面布置、道路走向，以及集电线路施工方法等。

（1）光伏阵列（含箱变）工程区

项目光伏阵列（含箱变）工程区方案批复占地面积 47.53hm²，实际占地面积 40.70hm²，实际占地面积较方案批复面积减少了 6.83hm²；施工中优化光伏板平面布置，实际光伏阵列布置更为紧凑、合理。

（2）集电线路工程区

项目集电线路区方案批复占地面积 4.29hm²，实际占地面积 1.00hm²；批复方案中采用机械开挖，直埋沟槽平均作业带宽度 2.6~2.8m。施工中优化施工方法，采用人工开挖沟槽，平均作业带宽度 0.62m。综上，在直埋线路长度变化不大情况下，集电线路工

程区占地面积较方案批复面积减少 3.29hm²。

(3) 道路工程区

批复方案中新建光伏区施工、运行及维修道路 4.0km，采用泥结石路面，路面宽度为 3m，总占地面积 4.0hm²。实际道路走向、长度、路基宽度与批复参数比较有所调整；实际占地面积较方案批复占地面积减少 0.97hm²。

(4) 施工生产生活设施区

批复方案中，施工生产生活区布置在光伏西侧，临时占地面积 1.00hm²；实际施工中通过优化施工组织，临时办公、食宿租赁民房；在光伏布置 1#、2#、3#施工场地，用于材料堆放、混凝土加工等；重复占地面积 0.68hm²。

3.1.2 建设期扰动土地面积

表 3-2 防治责任范围监测表

| 序号 | 分区 | 防治责任范围 | | | |
|----|--------------|----------|--------|---------------------|--------|
| | | 实际监测调查结果 | | 进入 2023 年自然恢复水土流失面积 | |
| | | 小计 | 项目建设区 | 小计 | 水土流失面积 |
| 1 | 光伏阵列（含箱变）工程区 | 40.70 | 40.70 | 40.00 | 40.00 |
| 2 | 集电线路工程区 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3 | 道路工程区 | 3.03 | 3.03 | 1.37 | 1.37 |
| 4 | 施工生产生活设施区 | (0.68) | (0.68) | (0.68) | (0.68) |
| | 合计 | 44.73 | 44.73 | 42.37 | 42.37 |

本项目于 2022 年 5 月开始动工，主要对道路工程区、施工生产生活区和局部方阵区域进行扰动。由于工程工期紧，各分部工程施工相对集中，2022 年 12 月全部完工，施工扰动集中在施工期。

3.2 取料监测结果

本项目建设过程中，工程填方利用工程开挖的土石方，建材从正规渠道外购。工程建设不涉及取土（料）场。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃土情况

根据《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》；本项目土石方挖填平衡，无弃方产生。

3.3.2 弃土量监测结果

该项目实际土石方开挖总量 5.23 万 m³（含表土 0.47 万 m³，自然方，下同），土石方填方总量 5.23 万 m³（含表土 0.47 万 m³）；项目土石方挖填平衡，无借方、无弃

方。项目不涉及弃（土）渣场。

3.4 土方流向监测结果

3.4.1 设计弃土情况

根据《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》；项目土石方挖填平衡，无弃方。

3.4.2 实际土方情况

经查阅施工资料，并结合现场调查情况，该项目实际土石方开挖总量 5.23 万 m³（含表土 0.47 万 m³，自然方，下同），土石方填方总量 5.23 万 m³（含表土 0.47 万 m³）；项目土石方挖填平衡，无借方、无弃方。

表 3-3 实际土石方平衡表 单位：万 m³，均为自然方

| 单项工程 | 挖方 | | | 填方 | | | 调入 | | 调出 | | 外借 | | 弃方 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 表土 | 土石方 | 小计 | 表土 | 土石方 | 小计 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量 | 去向 |
| ①光伏阵列工程 | / | 0.65 | 0.65 | / | 0.65 | 0.65 | | | | | | | | |
| ②道路工程 | 0.30 | 2.69 | 2.99 | 0.30 | 2.69 | 2.99 | | | | | | | | |
| ③集电线路工程 | 0.10 | 1.42 | 1.52 | 0.10 | 1.42 | 1.52 | | | | | | | | |
| ④施工临时设施场地 | 0.07 | | 0.07 | 0.07 | | 0.07 | | | | | | | | |
| 合计 | 0.47 | 4.76 | 5.23 | 0.30 | 4.76 | 5.23 | | | | | | | | |

原批复水保方案中的土石方工程量是在可行性研究阶段对主体设计资料进行的整理、统计，受设计阶段的限制，确定的项目总体布局、施工道路等的布置主要是为项目前期工作开展的需要，存在一定误差。

随着工程区地质勘查工作的进一步深入，项目在初步设计、施工图设计阶段和实际施工时，工程部分区域标高设计、道路及线路布置、施工组织等方面均较可研设计阶段有所优化、调整。

在项目选址整体不变的情况下，主体工程在后续设计中对区域占地范围进行了较全面地现场调查、地质勘查，并在基础资料更充分、详实的基础上进行了较为准确的布置设计和优化。

经优化、调整过后的主体工程设计较充分地考虑了沿线原始地形、地貌和地质条件，因设计和布置的调整使得开挖量、填方量均较水保方案编制时确定的挖填方有一定差异。

3.5 其他重点部位监测结果

从地形陡峭程度分析，整个光伏区属高海拔区域，光伏板布置相对高差低，光伏支

架平整安装难度不大，光伏支架基础施工对原地貌扰动较小；整个光伏布置山顶或山腰位置，不存在安全因素，未导致大的水土流失。

从扰动强度看，施工道路扰动强度最大，光伏区次之，施工道路位于山顶及半山腰，这种地形对路基排水要求较高，我公司在第一次现场踏勘时就要求建设单位、施工单位，做好路基边沟的施工，对防治水土流失意义重大；通过第二次现场复核，施工单位已按要求完成土质边沟施工。

从扰动频次看，道路区域属于车辆经常碾压的区域，扰动频次较高，在雨季存在一定的水土流失，后期采用碎石路面，起到了一定的保护作用，但碎石路面仍存在少量的水土流失。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

主要以查阅方案设计资料、施工单位施工资料以及工程监理资料并进行水土保持措施调查确认。

批复水保方案设计的主要工程措施有土质边沟、表土剥离、绿化覆土、土地整治、沉沙池，具体各区设计量见表 4-1 中“方案工程量”。

4.1.2 监测结果

工程措施中，主体工程措施量有所变化，具体变化见下表。

表 4-1 工程措施变化表

| 分区 | 措施类型 | 措施内容 | 方案设计工程量 | | 实施工程量 | | 增减 | 措施实施时间 | 布设位置 |
|-----------|------|-------|------------------|------|-------|--------|----------------|----------|------|
| | | | 单位 | 数量 | 数量 | 数量 | | | |
| 集电线路工程区 | 工程措施 | 表土剥离 | 万 m ³ | 0.16 | 0.10 | --0.06 | 2022.5-2022.12 | 集电线路直埋区域 | |
| | | 表土回铺 | 万 m ³ | 0.16 | 0.10 | --0.06 | 2022.5-2022.12 | 集电线路直埋区域 | |
| | | 土地整治 | hm ² | 4.29 | 1.00 | -3.29 | 2022.5-2022.12 | 集电线路直埋区域 | |
| 道路工程区 | 工程措施 | 表土剥离 | 万 m ³ | 0.40 | 0.30 | --0.10 | 2022.5-2022.12 | 道路开挖区域 | |
| | | 表土回铺 | 万 m ³ | 0.40 | 0.30 | --0.10 | 2022.5-2022.12 | 路基填方边坡 | |
| | | 土质排水沟 | m | 3910 | 2890 | -1020 | 2022.5-2022.12 | 路堑边坡处 | |
| | | 排水涵管 | m | 60 | 60 | 0 | 2022.5-2022.12 | 穿路布置 | |
| | | 沉沙池 | 座 | 4 | 6 | 2 | 2022.5-2022.12 | 路堑边坡处 | |
| 施工生产生活设施区 | 工程措施 | 表土剥离 | 万 m ³ | 0.10 | 0.07 | -0.03 | 2022.5-2022.12 | 施工临建 | |
| | | 表土回铺 | 万 m ³ | 0.10 | 0.07 | -0.03 | | | |
| | | 土地整治 | hm ² | 1.00 | 0.68 | -0.32 | | | |

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

本项目绿化工程设计按景观好，效果高效持久、安全可靠；管理简单易行；价格合理来综合考虑方案。遵循以下设计原则：

(1) 生态优先、注重复绿实效的原则

依照生态学的理论，采用一系列科学合理的工程措施和生物措施，以恢复和营造一个良好的生态环境和最佳的生态效益并最终形成稳定高效的生态群落为首要目的。

(2) 注重景观原则

水土保持工程同时也是一个景观恢复工程，必须考虑工程本身的景观效果，以及与周边环境的协调，尽可能的设计和营造一个赏心悦目的美观得体的自然生态景观。

(3) 施工安全、长期安全的原则

采用科学、安全的设计，确保工程验收后不会因本项目的质量问题而出现滑坡等安全问题。

(4) 因地制宜、适地适树的原则

根据工程建设区的自然条件，因地制宜地选用一种或多种复绿方式，以求达到良好的复绿和生态效果。

(5) 生物多样性原则

考虑“生物多样性”，尽可能采用多种植物混播，增加生态系统的稳定性和可持续性，形成自然生态群落。

批复水土保持方案设计的植物措施主要是撒播草籽，具体设计量见表 4-2。

4.2.2 监测结果

通过查阅资料核实工程植物措施面积情况如下所示。

表 4-2 植物措施变化表

| 分区 | 措施类型 | 措施内容 | 方案设计工程量 | | 实施工程量 | 增减 | 措施实施时间 | 布设位置 |
|--------------|------|------|-----------------|-------|---------------|--------|----------------|-----------|
| | | | 单位 | 数量 | 数量 | | | |
| 光伏阵列(含箱变)工程区 | 植物措施 | 撒播草籽 | hm ² | 47.30 | 40.7 | -6.6 | 2022.6-2023.6 | 光伏区轻微扰动区域 |
| 集电线路工程区 | 植物措施 | 撒播种草 | hm ² | 4.29 | 1.00 | -3.29 | 2022.5-2023.7 | 集电线路直埋区域 |
| | | 高羊茅 | kg | 214.5 | 50 | -164.5 | 2022.5-2022.12 | 集电线路直埋区域 |
| | | 黑麦草 | kg | 214.5 | 50 | -164.5 | 2022.5-2023.7 | 集电线路直埋区域 |
| 道路工程区 | 植物措施 | 喷播植草 | hm ² | 0.71 | 0 | -0.71 | / | / |
| | | 植生袋 | m ³ | 344 | 0 | -344 | / | / |
| | | 撒播种草 | hm ² | 1.41 | 1.37 | 0.04 | 2022.5-2023.7 | 路基填方边坡 |
| | | 高羊茅 | kg | 70.5 | 68.5 | -2 | 2022.5-2023.7 | 路基填方边坡 |
| 黑麦草 | kg | 70.5 | 68.5 | -2 | 2022.5-2023.7 | 路基填方边坡 | | |
| 施工生产生活设施区 | 植物措施 | 撒播草籽 | hm ² | 1.00 | 0.68 | -0.32 | 2022.5-2022.12 | 施工临建 |

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

查阅监理资料、施工资料、施工影像资料，核实施工过程中临时措施是否实施，并根据监理资料核实其工程量，具体见 4-3。

4.3.2 监测结果

表 4-3 临时措施变化表

| 分区 | 措施类型 | 措施内容 | 方案设计工程量 | | 实施工程量 | 增减 | 措施实施时间 | 布设位置 |
|-----------|------|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|----------|
| | | | 单位 | 数量 | 数量 | | | |
| 集电线路工程区 | 临时措施 | 无纺布遮盖 | m ² | 43000 | 10000 | 33000 | 2022.5-2022.12 | 集电线路直埋区域 |
| | | 土地拦挡 | m ³ | 1125 | 1000 | -125 | 2022.5-2022.12 | 集电线路直埋区域 |
| 道路工程区 | 临时措施 | 无纺布遮盖 | m ² | 2000 | 3000 | 1000 | 2022.5-2022.12 | 表土防护 |
| | | 土地拦挡 | m ³ | 75 | 100 | 25 | | |
| 施工生产生活设施区 | 临时措施 | 土袋挡护 | m ³ | 35 | 35 | 0 | 2022.5-2022.12 | 表土防护 |
| | | 无纺布苫盖 | m ² | 700 | 1000 | 300 | | |
| | | 临时排水沟 | m | 390 | 0 | -390 | / | / |
| | | 临时沉砂池 | 座 | 4 | 0 | -4 | / | / |

4.4 水土保持措施防治效果

本项目水土保持效果详见附件 01。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

表 5-1 水土流失面积一览表 单位: hm^2

| 项目分区 | 总面积 | 建筑占地面积 | 水土流失面积 |
|--------------|--------|--------|--------|
| 光伏阵列（含箱变）工程区 | 40.70 | 0.70 | 40.00 |
| 集电线路工程区 | 1.00 | 0 | 1.00 |
| 道路工程区 | 3.03 | 1.63 | 1.37 |
| 施工生产生活设施区 | (0.68) | 0 | (0.68) |
| 合计 | 44.73 | 2.33 | 42.37 |

5.2 土壤流失量

5.2.1 背景土壤流失量

项目施工准备期水土流失量及项目施工前未扰动时期水土流失量即为项目的原生水土流失量；工程建设工期 8 个月，本项目监测过程中，主要采用侵蚀沟调查法对水土流失量进行分析，以确定雨季可能造成水土流失量进行预判。

表 5-2 原生土壤侵蚀量模数确定表

| 地面类型 | 坡度 | 侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$) | 备注 |
|------|------------|--|--------|
| 草地 | $<5^\circ$ | 300 | 实际监测确定 |

表 5-3 原生土壤侵蚀量 (2022.5~2022.12)

| 占地分区 | 占地类型 | 面积 (hm^2) | 侵蚀强度 | 侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$) | 侵蚀时段 (a) | 流失量 (t) |
|--------------|------|----------------------|------|--|----------|---------|
| 光伏阵列（含箱变）工程区 | 草地 | 40.70 | 微度 | 300 | 1.0 | 122 |
| 集电线路工程区 | 草地 | 1.00 | 微度 | 300 | 1.0 | 3 |
| 道路工程区 | 草地 | 3.03 | 微度 | 300 | 1.0 | 9 |
| 施工生产生活设施区 | 草地 | (0.68) | 微度 | 300 | 1.0 | 1 |
| 合计 | | 44.73 | 微度 | 300 | 1.0 | 135 |

综上所述计算，按照原生侵蚀量监测计算，从 2022 年 5 月至 2022 年 12 月产生原生水土流失量 114t。

5.2.2 工程建设过程土壤流失量

工程建设过程中，发生的侵蚀类型以水力侵蚀为主，其中以面蚀、沟蚀为主。特别是在工程开挖和堆土过程中，在未采取防护措施的情况下，各开挖面，堆积体容易在降雨条件下形成较严重水土流失。

本项目按照水土流失监测分区划分。通过实际调查与监测等，获取土壤侵蚀模数，根据各个调查监测区域的质进行综合分析，取平均值，并根据各区特点通过修正得出，面积按各自侵蚀面积计列；本项目分析过程中，将根据扰动的时间情况进行具体分析，

其中施工期为 2022 年 5 月至 2022 年 12 月，即侵蚀时段为 1.00a。自然恢复期时间段为 2023 年 1 月至 2023 年 7 月，为 0.5a。

侵蚀沟计算方式：

在调查样地上等间距取若干个断面（B 样地宽×L 坡长），每个断面上量测侵蚀沟的断面积，然后按下式进行计算：

$$M=1nr(S_1+S_n)/2+1nr(S_2+\dots+S_i+S_{i+1}+\dots+S_{n-1})$$

式中：M——样地侵蚀量，t；

S_i ——第 i 个断面的面积， m^2 ；

S_{i+1} ——第 i+1 个断面的面积， m^2 ；

l——样地断面间距，m；

r——土壤容重， t/m^3 ；

n——断面数。

通过侵蚀沟计算各测量面积相关的侵蚀模数，见下表 5-4

表 5-4 水土流失样地随机调查和定位监测情况汇总表

| 监测点 | 测量总面积 (m^2) | 样地数 | 地面组成 物质 | 土壤侵蚀体 积(m^3) | 土壤侵蚀容 重(t/m^3) | 时段 | 侵蚀模数 ($t/km^3.a$) |
|--------------|--------------------|-----|------------|---------------------|-----------------------|------|------------------------|
| 光伏阵列(含箱变)工程区 | 75 | 3 | 草地 | 0.11 | 1.46 | 1.00 | 450 |
| 道路工程区 | 36 | 3 | 草地 | 0.16 | 1.5 | 1.00 | 1680 |
| 集电线路工程区 | 36 | 3 | 草地 | 0.08 | 1.5 | 1.00 | 1280 |
| 施工生产生活区 | 75 | 3 | 草地 | 0.15 | 1.46 | 1.00 | 600 |

表 5-5 自然恢复期水土流失样地随机调查情况表

| 监测点 | 测量总面积 (m^2) | 样地数 | 地面组成物 质 | 土壤侵蚀体 积(m^3) | 土壤侵蚀容 重(t/m^3) | 调查时 段 | 侵蚀模数 ($t/km^3.a$) |
|--------------|--------------------|-----|------------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------|
| 光伏阵列(含箱变)工程区 | 50 | 2 | 草地 | 0.004 | 1.5 | 1.0 | 400 |
| 集电线路工程区 | 50 | 2 | 草地 | 0.004 | 1.5 | 1.0 | 400 |
| 道路工程区 | 75 | 3 | 边坡草地 | 0.006 | 1.5 | 1.0 | 500 |
| 施工生产生活区 | 25 | 1 | 边坡草地 | 0.002 | 1.5 | 1.0 | 450 |

工程建设过程中土壤流失状况见下表 5-6。

表 5-6 各扰动年限土壤流失量

| 阶段 | 分区 | 流失面积 (hm ²) | 平均侵蚀模数 (t/km ² ·a) | 侵蚀时间 (a) | 水土流失量 (t) |
|--------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------|----------|-----------|
| 2022.5~ 2022.12 | 光伏阵列(含箱变)工程区 | 40.70 | 450 | 1.0 | 183 |
| | 集电线路工程区 | 1.00 | 1280 | 1.0 | 13 |
| | 道路工程区 | 3.03 | 1680 | 1.0 | 51 |
| | 施工生产生活区 | (0.68) | 600 | 1.0 | 4 |
| | 合计 | 44.73 | | | 251 |
| 2023.1~ 2023.7 | 光伏阵列(含箱变)工程区 | 40.00 | 400 | 0.5 | 80 |
| | 集电线路工程区 | 1.00 | 400 | 0.5 | 2 |
| | 道路工程区 | 1.37 | 500 | 0.5 | 3 |
| | 施工生产生活区 | (0.68) | 450 | 0.5 | 2 |
| | 合计 | 42.37 | | | 87 |
| 总计 | | | | | 338 |

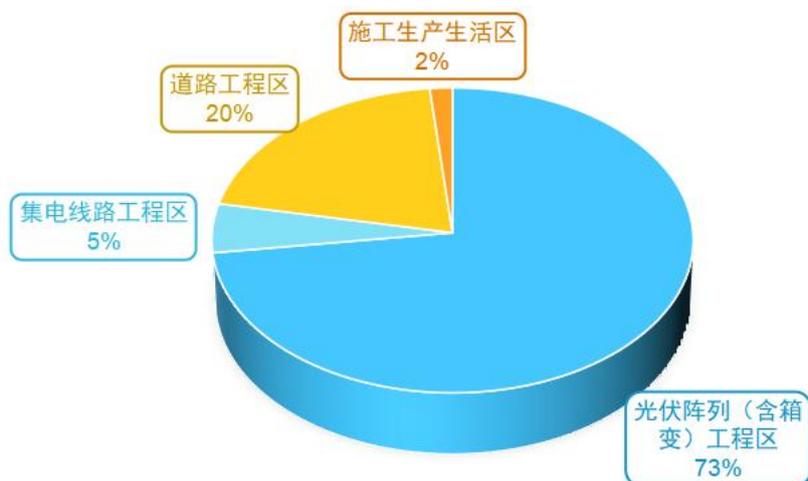


图 12 施工期水土流失量调查分析图

由上表 5-6 可知：各区产生水土流失量因光伏阵列（含箱变）工程区面积最大，水土流失量最大，道路工程区次之，最小为施工生产生活区。整个项目区内从 2022 年 5 月至 2022 年 12 月共产生水土流失量约 251t，而原生地面侵蚀量为 135t；工程竣工后，水土流失得到了很好治理，地面侵蚀模数大量减少，故与原生侵蚀量相比，新增水土流失量为 116t。

5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

本项目不涉及取土（料）场、弃土（渣）场；项目整体潜在土壤流失量较小。

5.4 水土流失危害

工程建设过程中水土流失量主要发生在发电方阵区，该区占地面积大，为丘状高原

地貌，因工程均采取了措施，水土流失危害较小；项目场地无人为开挖形成的高陡边坡；运行期做好危险排除工作，确保行车安全的同时，做好沿线生态环境景观效果。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度=(水土流失治理达标面积/水土流失总面积)×100%。

本项目总占地面积 44.73hm²，其中建构筑及道路永久占压地表 2.33hm²、植物措施面积 42.37hm²。经计算，至设计水平年水土流失治理度为达 99.9%，达到方案批复水土流失治理度 97%的要求。见下表 6-1。

表 6-1 水土流失治理度情况表 单位：hm²

| 项目分区 | 水土流失面积 | 建筑占地面积 | 水土流失治理达标面积 | | | 水土流失治理度% |
|--------------|--------|--------|------------|------|--------|----------|
| | | | 植物措施 | 工程措施 | 合计 | |
| 光伏阵列(含箱变)工程区 | 40.70 | 0.70 | 40.00 | 0 | 40.00 | 99.0 |
| 集电线路工程区 | 1.00 | 0 | 1.00 | 0 | 1.00 | 99.0 |
| 道路工程区 | 3.03 | 1.63 | 1.37 | 0 | 1.37 | 99.0 |
| 施工生产生活设施区 | (0.68) | 0 | (0.68) | 0 | (0.68) | 100.0 |
| 合计 | 44.73 | 2.33 | 42.37 | 0 | 42.37 | 99.9 |

6.2 表土保护率

表土保护率=(水土流失防治责任范围内保护的表土数量/可剥离表土总量)×100%。

经调查，项目已剥离表土 0.47 万 m³；可剥离表土量 0.475 万 m³；实际剥离表土量为 0.47 万 m³，表土保护率达标值 98.9%。达到批复方案中表土保护率目标值 95%的要求。

表土保护率=0.47 万 m³/0.475 万 m³×100=98.9%。

6.3 渣土防护率

渣土防护率=项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

项目区临时堆土主要为表土，其中表土堆存量 0.47 万 m³；实际挡护的土方为 0.46 万 m³，施工期间临时堆土全部采用无纺布苫盖的方式防护，渣土防护率=(0.46)/(0.47)=97.8%。达到方案批复渣土防护率指标值 92%的要求。

6.4 土壤流失控制比

运行期的土壤侵蚀模数，由于各类措施实施时间不同，以及措施发挥效益的差异，以最后一次调查数据作为最后土壤侵蚀模数，为 457t/km²·a，容许土壤侵蚀模数为

500t/km²·a，土壤流失控制比为 1.09，达到方案批复土壤流失控制比 1.0 的要求。

表 6-2 工程各防治分区土壤流失控制比

| 项目分区 | 容许流失量 (t/km ² ·a) | 完工后侵蚀模数 (t/km ² ·a) | 土壤流失控制比 |
|----------------|------------------------------|--------------------------------|---------|
| 光伏阵列 (含箱变) 工程区 | 500 | 450 | 1.11 |
| 集电线路工程区 | 500 | 450 | 1.11 |
| 道路工程区 | 500 | 450 | 1.11 |
| 施工生产生活设施区 | 500 | 480 | 1.04 |
| 合计 | 500 | 457 | 1.09 |

注：各分区土壤侵蚀模数为最后一次监测数据，与项目区的平均侵蚀模数及各分区平均侵蚀模数不同。

6.5 林草植被恢复率

项目建设区总面积 44.73hm²；项目场地已实施植物措施面积 42.37hm²；可恢复植被面积 42.47hm²。经计算，林草植被恢复率达 99.7%，到方案批复的林草植被恢复率 96% 的要求。各分区林草植被恢复率情况见下表 6-3。

表 6-3 林草植被恢复面积情况一览表

| 项目分区 | 总面积 (hm ²) | 林草植被恢复面积 (hm ²) | 可恢复林草植被面积 (hm ²) | 林草植被恢复率% |
|----------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------|
| 光伏阵列 (含箱变) 工程区 | 40.70 | 40.00 | 40.10 | 99.7 |
| 集电线路工程区 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 99.0 |
| 道路工程区 | 3.03 | 1.37 | 1.37 | 99.0 |
| 施工生产生活设施区 | (0.68) | (0.68) | (0.68) | 99.0 |
| 合计 | 44.73 | 42.37 | 42.47 | 99.7 |

6.6 林草覆盖率

项目建设区总面积 44.73hm²；项目场地已实施植物措施面积 42.37hm²；经计算分析，本项目林草覆盖率 94.7%，达到方案批复林草覆盖率 23% 的要求。本项目林草植被恢复率计算情况详见表 6-4。

表 6-4 林草覆盖率面积情况一览表

| 项目分区 | 总面积 (hm ²) | 林草植被恢复面积 (hm ²) | 林草覆盖率% |
|----------------|------------------------|-----------------------------|--------|
| 光伏阵列 (含箱变) 工程区 | 40.70 | 40.00 | 98.3 |
| 集电线路工程区 | 1.00 | 1.00 | 100.0 |
| 道路工程区 | 3.03 | 1.37 | 45.2 |
| 施工生产生活设施区 | (0.68) | (0.68) | 100.0 |
| 合计 | 44.73 | 42.37 | 94.7 |

7 结论

7.1 水土流失动态评价

7.1.1 各阶段流失变化情况

本项目从 2022 年 5 月开工以来建设单位成立了项目部，在施工单位、监理单位的协同配合下完成了水土保持相关工作。施工期工程扰动面积约 44.73hm²，扰动过程主要以机械扰动为主。工程已于 2022 年 12 月完工，已经过 1 个雨季的自然恢复，工程区水土流失已得到有效治理。工程裸露面积较小，工程坡面水土流失量主要以面蚀为主，局部区域为沟蚀，施工道路采取了排水和防护措施，部分施工位置存在裸露，建设单位及时处理，减少了新增水土流失量。

工程施工结束后，经过自然恢复，到 2023 年 7 月，方阵区域等植被恢复良好，恢复期间建设单位对工程进行养护，水土保持措施基本到位，水土保持措施防治效果良好。2023 年，我公司经过实地检测和调查，认为：本项目在建设过程中存在一定的新增水土流失量，水土流失主要区域主要在道路工程区，经过合理管理，建设过程中未造成重大水土流失事件，工程水土保持措施基本到位，整体合格。

7.1.2 防治目标达标情况

根据本项目水土保持监测情况，经计算分析，水土流失治理度 99.9%、土壤流失控制比 1.09，渣土防护率 97.8%，表土保护率 98.9%，林草植被恢复率为 99.7%，林草覆盖率 94.7%。本项目防治目标达标情况见表 7-1。

表 7-1 防治目标达标情况表

| 防治指标 | 方案确定目标值 | 实际完成指标 |
|-------------|---------|--------|
| 水土流失治理度 (%) | 97 | 99.9 |
| 土壤流失控制比 | 1.0 | 1.09 |
| 渣土防护率 (%) | 92 | 97.8 |
| 表土保护率 (%) | 95 | 98.9 |
| 林草植被恢复率 (%) | 96 | 99.7 |
| 林草覆盖率 (%) | 23 | 94.7 |

7.2 水土保持措施评价

建设单位依据《水土保持方案报告书（报批稿）》的要求，开展了相应的水土保持工作。施工期结合工程进度及时撒播草籽，目前方阵区域植被恢复良好，施工道路采取了排水措施，道路两侧均已实施植草措施；绿化选择的植物为当地乡土植物，植被生长良好，覆盖度较大；施工生产生活区位于红线内，已移交给土地使用者（当地村委会）。

集电线路沿着道路和方阵布局，采用桥架敷设，扰动面积小，恢复良好。总体而言，施工期实施的水土保持措施为后期水保专项验收奠定了基础。

7.3 存在问题及建议

(1) 存在问题分析

1) 场内道路两侧扰动强度大，需加强施工迹地植被的抚育和管理，若出现有植物枯萎、坏死等影响应及时进行补栽，并保证其费用，确保其保持水土的持续性和有效性；

2) 施工道路（进场道路、场内道路）边沟夯实度不够，我方建议在气候适宜时可在边沟内植草，将其改造成土质排水沟，确保排水设施畅通有效；

3) 部分区域植被没有完全恢复成原地貌植被盖度，建设单位需继续加强维护工作，确保项目区与周边环境相协调；最大限度的发挥生态效益和经济效益；

4) 建设单位要增加水土保持意识，明确该项目水土流失防治范围、任务等，加强水土保持宣传，深切体会“绿水青山就是金山银山”的意义所在；同时要接受水行政主管部门的监督、检查、执法。

(2) 建议要求

1) 生产建设项目水土保持监测是验证项目水土保持方案、水土保持措施实施情况及效果的根本手段，是水土保持工程验收的基本依据。作为水土保持监测工作者及时对施工过程中的扰动范围、扰动程度、水土流失等进行监测。

2) 生产建设项目水土保持监测施工期水土流失监测的特点是实时性，工程建设过程中易发生水土流失的堆渣、开挖裸露面等在工程完工时大多不复存在，它们在施工期是否有流失、流失量有多大，需通过实时监测得知。

因此，生产建设项目水土保持工作的最终目的是减少水土流失，对项目防治责任范围内的水土流失进行治理。

鉴于水土保持监测的重要性，建议建设单位及时加强了水土保持相关法律法规学习；加强后续水土保持设施管护工作。使得项目区与周边环境相协调一致。

7.4 综合结论

根据本项目水土保持监测过程监测，建设单位在施工过程中基本按照《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案报告书》设计的各项水土保持措施进行实施，工程完工后，项目区水土流失已得到有效治理。工程建设过程中注重项目周边环境的保护，项目建设过程未造成大量的水土流失危害；现状土壤侵蚀模数整体已接近背景土壤

侵蚀模数；同时，工程建设过程土石方得到充分利用和挡护，无借方、无弃方，工程建设方案有利于水土保持。

截止 2023 年 7 月，项目 6 项水土流失防治指标均达到《水土保持方案报告书（报批稿）》设计的目标值，六项指标达标，减少了项目区水土流失，符合验收要求。后期需加强植草措施的抚育管理，同时及时维护排水设施，确保水保措施持续发挥作用。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目地理位置图;
- (2) 防治责任范围图。

8.2 有关资料

- (1) 监测照片;
- (2) 委托书;
- (3) 四川省水利厅行政许可决定《凉山州普格县子越 30MW 光伏发电项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2022〕56号）。