



硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目

# 水土保持监测总结报告



建设单位：大唐得荣新能源开发有限公司

监测单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇二六年二月

硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目

# 水土保持监测总结报告

建设单位：大唐得荣新能源开发有限公司

监测单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇二六年二月





# 生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

## (正本)

单位名称：四川众望安全环保技术咨询有限公司

法定代表人：潘祖高

单位等级：★★★ (3星)

证书编号：水保监测(川)字第20250004号

有效期：自2025年12月31日至2028年12月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2025年12月10日

此页仅用于硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持监测总  
结报告使用

硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目  
水土保持监测总结报告

责任页

(四川众望安全环保技术咨询有限公司)

批准： 涂小萍 （副总经理）

核定： 郭伟康 （工程师）

审查： 何清柔 （工程师）

校核： 张 霞 （工程师）

项目负责人： 景天乙 （工程师）

编写： 景天乙 （工程师）（第 1、4、5、6 章、附图）

胡洪焰 （工程师）（前言、第 2、3、7、8 章）

## 前言

硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目（以下简称“本项目”）建设地点位于四川甘孜州得荣县白松镇境内，场址中心坐标为北纬 28°50'24"，东经 99°25'12"。场址海拔 4300m~4620m 左右。距国省干道直线距离约 9.3km，距离得荣县东北约 18km。得荣县距白松镇公路里程 38.5km，现状通行条件良好；白松镇至夺松村公路里程 10km，为水泥路面和砂石路面，现状通行条件良好；夺松村林场至项目区里程 26km，通过“得荣县白松镇夺松村至翁珠贡森林草原防灭火应急道路”可以满足本项目的进场。

本项目属于新建、建设生产类项目。本项目额定容量 210MW。光伏阵列及箱变工程共包含 68 个光伏方阵，包括 22 个 3.3MW 平单轴光伏方阵和 14 个 3.3MW+32 个 3.0MW 固定式光伏方阵，各子方阵由箱变、桥架集电线路和组串式逆变器组成；新建直埋 35kV 集电线路电缆 28.13km；新建 220kV 升压站一座；新建道路总长约 11.24km（其中新建场内主干道路长约 4.06km，新建场内支路 7.07km，升压站进站道路长 0.11km）；共布设 1 处施工营场地。

2023 年 4 月项目正式开工建设，并于 2024 年 5 月完工，总工期 14 个月。

项目总占地面积 333.26hm<sup>2</sup>，其中永久占地为 250.83hm<sup>2</sup>，临时占地为 82.43hm<sup>2</sup>，占地类型为草地和其他土地。其中光伏阵列（含箱变）工程区占地 321.48hm<sup>2</sup>、集电线路工程区占地 3.63hm<sup>2</sup>、升压站工程区占地 0.80hm<sup>2</sup>、道路工程区占地 7.14hm<sup>2</sup>、施工营场地占地 0.21hm<sup>2</sup>。其中集电线路工程区及施工营场地均为临时占地。

工程开挖土石方 6.30 万 m<sup>3</sup>（含草甸及下层营养土剥离 1.62 万 m<sup>3</sup>），填方总量为 6.30 万 m<sup>3</sup>（含草甸及下层营养土回覆 1.62 万 m<sup>3</sup>），无借方，无弃方，未布设弃渣场、取土（料）场。

本项目水土流失防治执行青藏高原区建设类项目一级标准。土壤流失总面积中以微度侵蚀为主。水土流失类型主要是冻融侵蚀和水力侵蚀。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》，《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）等法律、法规和文件的规定，建设单位在为推进水土保持验收工作，了解本项目水土保持方案实施情况，及时采取相应的修复防治措

施，最大限度地减少后续水土流失。大唐得荣新能源开发有限公司于 2023 年 10 月委托四川众望安全环保技术咨询有限公司（以下简称“我公司”）开展水土保持监测工作，监测工作稍有滞后。

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对现场现状进行了调查工作，根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）要求、结合《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案报告书（报批稿）》以及设计技术资料，调查了工程区水土流失现状和水土保持措施实施情况，编制了《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持监测实施方案》，并针对现场实际情况，布置了 7 个监测点位，采取资料分析和实地观测、巡查监测相结合的方法，重点对水土流失状况、防治责任范围及水土保持措施效果等方面进行了全面分析。

按照监测实施方案，我公司在监测中对水土流失情况、水土保持措施运行情况、水土保持效果实施情况、实施效果进行分析评价；对项目水土流失治理达标情况进行评价。在监测工作中，我单位根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139 号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）要求，结合本项目情况，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。在此基础上组织技术人员于 2026 年 2 月完成了《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持监测总结报告》。

根据监测结果，工程运行期六项指标完成情况：水土流失治理度达到 98%，土壤流失控制比达到 1.30，渣土防护达到 96%，表土保护率达 98%，林草植被恢复率达到 98%，林草植被覆盖率达到 97%。工程上述六项指标均达到方案的水土保持防治目标，满足水土保持验收要求。

我公司于 2023 年 10 月进场后，截至 2026 年 2 月，期间共完成监测实施方案 1 册，监测季报 11 期，监测总结报告 1 册。依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号），硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持监测三色评价得分为 88 分，评价结果为“绿色”。

本报告书在编制期间，得到了水行政部门的大力支持与指导，同时也得到了

业主单位大唐得荣新能源开发有限公司以及水土保持方案编制、监理等参建单位的通力配合和协助，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	硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目		
建设单位	大唐得荣新能源开发有限公司		
项目 规模	设计额定容量为 210MW	建设单位联系人	张晋诚 18080066887
		建设地点	四川甘孜州得荣县白松镇境内
		所属流域	长江流域
		项目建设面积	333.26hm <sup>2</sup>
		项目总工期	2023年4月~2024年5月, 14个月

### 水土保持监测指标

监测单位	四川众望安全环保技术咨询有限公司	联系人及电话	郭伟康 13679065336
自然地理类型	高原地貌	防治标准	建设类一级标准
监测 内容	监测指标	监测方法(设施)	监测指标
	1.水土流失状况监测	资料分析、调查监测、地面监测	2.防治责任范围
	3.水土保持措施情况监测	调查巡查	4.防治措施效果监测
	5.水土流失危害监测	调查监测	水土流失背景值
方案设计防治责任范围	333.40hm <sup>2</sup>	水土流失容许值	500t/km <sup>2</sup> ·a

防治措施	工程措施	<p><b>光伏阵列(含箱变)工程区:</b> 草甸及下层营养土回覆 0.54 万 m<sup>3</sup></p> <p><b>集电线路工程区:</b> 草甸及下层营养土剥离 0.54 万 m<sup>3</sup>、草甸及下层营养土回覆 0.54 万 m<sup>3</sup></p> <p><b>升压站工程区:</b> 排水沟 142m、雨水管 223m、沉沙池 1 座、草甸及下层营养土剥离 0.12 万 m<sup>3</sup>、草甸及下层营养土回覆 0.02 万 m<sup>3</sup></p> <p><b>道路工程区:</b> 草甸及下层营养土剥离 0.96 万 m<sup>3</sup>、草甸及下层营养土回覆 0.52 万 m<sup>3</sup>、沉沙池 20 口</p>
	植物措施	<p><b>光伏阵列(含箱变)工程区:</b> 补撒草籽 48.10hm<sup>2</sup></p> <p><b>集电线路工程区:</b> 补撒草籽 3.63hm<sup>2</sup></p> <p><b>升压站工程区:</b> 站内植草绿化 950 m<sup>2</sup>、补撒草籽 0.20hm<sup>2</sup></p> <p><b>道路工程区:</b> 补撒草籽 2.60hm<sup>2</sup>、道路边沟 11.24km</p> <p><b>施工管场地:</b> 补撒草籽 0.21hm<sup>2</sup></p>
	临时措施	<p><b>光伏阵列(含箱变)工程区:</b> 铺设棕垫 12000m<sup>2</sup></p> <p><b>集电线路工程区:</b> 铺设棕垫 31400m<sup>2</sup>、回填土装袋堆存 20545m<sup>3</sup>、密目网苫盖 11000m<sup>2</sup>、草甸及下层营养土日常养护 1.10hm<sup>2</sup></p> <p><b>升压站工程区:</b></p>

		铺设棕垫 2200m <sup>2</sup> 、密目网苫盖 3000m <sup>2</sup> 、草甸及下层营养土日常养护 0.24hm <sup>2</sup> <b>道路工程区:</b> 铺设棕垫 8654m <sup>2</sup> 、密目网苫盖 8654m <sup>2</sup> 、草甸及下层营养土日常养护 0.88hm <sup>2</sup> <b>施工场地:</b> 临时排水沟 135m、临时沉沙池 1 个、密目网苫盖 1200m <sup>2</sup> 、铺设棕垫 600m <sup>2</sup>								
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	85%	98%	防治措施面积/hm <sup>2</sup>	54.63	建筑物及硬化面积/hm <sup>2</sup>	4.99	扰动土地总面积/hm <sup>2</sup>	60.51
		土壤流失控制比	1.0	1.30	占地面积		333.26hm <sup>2</sup>	水土流失总面积		55.52hm <sup>2</sup>
		渣土防护率	87%	96%	工程措施面积		0.05hm <sup>2</sup>	容许土壤流失量		500t/km <sup>2</sup> ·a
		表土保护率	90%	98%	植物措施面积		54.58hm <sup>2</sup>	监测土壤流失情况		385t/km <sup>2</sup> ·a
		林草植被恢复率	95%	98%	可恢复林草总面积		55.47hm <sup>2</sup>	林草类植被面积		323.87hm <sup>2</sup>
		林草覆盖率	18%	97%	实际拦挡弃渣量		\	总弃渣量		\
		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，能够满足国家对开发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，可验收							
主要建议		1、重点对升压站及周边区域植被进行补植和养护，对草籽暂未生长的裸土地表应进行遮盖，保温保墒 2、进站道路沿线排水沟之间做好接缝处理，防止水流下渗，完善道路边沟接自然冲沟处沉沙措施，确保能持续有效的发挥水土保持功能								

## 目 录

前言 .....	I
<b>1 建设项目及水土保持工作概况 .....</b>	<b>1</b>
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.....	15
1.3 监测工作实施情况.....	18
<b>2 监测内容与方法 .....</b>	<b>23</b>
2.1 扰动土地情况监测.....	23
2.2 取料、弃渣情况监测.....	24
2.3 水土保持措施.....	24
2.4 水土流失情况.....	26
<b>3 重点部位水土流失动态监测 .....</b>	<b>29</b>
3.1 水土流失防治责任范围监测.....	29
3.2 取料监测结果.....	32
3.3 弃渣监测结果.....	32
3.4 土石方流向情况监测结果.....	33
3.5 其他重点部位监测结果.....	36
<b>4 水土流失防治措施监测结果 .....</b>	<b>37</b>
4.1 工程措施监测结果.....	37
4.2 植物措施监测结果.....	39
4.3 临时措施监测结果.....	41
4.4 水土保持措施防治效果.....	43
<b>5 土壤流失情况监测 .....</b>	<b>45</b>
5.1 水土流失面积.....	45
5.2 土壤流失量.....	45
5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量.....	49
5.4 水土流失危害.....	49

<b>6 水土流失防治效果监测结果 .....</b>	<b>51</b>
6.1 水土流失治理度.....	51
6.2 土壤流失控制比.....	51
6.3 渣土防护率.....	52
6.4 表土保护率.....	52
6.5 林草植被恢复率.....	52
6.6 林草覆盖率.....	52
<b>7 结论.....</b>	<b>54</b>
7.1 水土流失动态评价.....	54
7.2 水土保持措施评价.....	55
7.3 水土保持监测“三色评价”结论 .....	55
7.4 存在问题及建议.....	57
7.5 综合结论.....	57
<b>8 附图及有关资料 .....</b>	<b>59</b>
8.1 附图.....	59
8.2 有关资料.....	59

# 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

本项目位于四川甘孜州得荣县白松镇境内，场址中心坐标为北纬 28°50'24"，东经 99°25'12"。场址海拔 4300m~4620m 左右。距国省干道直线距离约 9.3km，距离得荣县东北约 18km。得荣县距白松镇公路里程 38.5km，现状通行条件良好；白松镇至夺松村公路里程 10km，为水泥路面和砂石路面，现状通行条件良好；夺松村林场至项目区里程 26km，通过“得荣县白松镇夺松村至翁珠贡森林草原防灭火应急道路”可以满足本项目的进场。

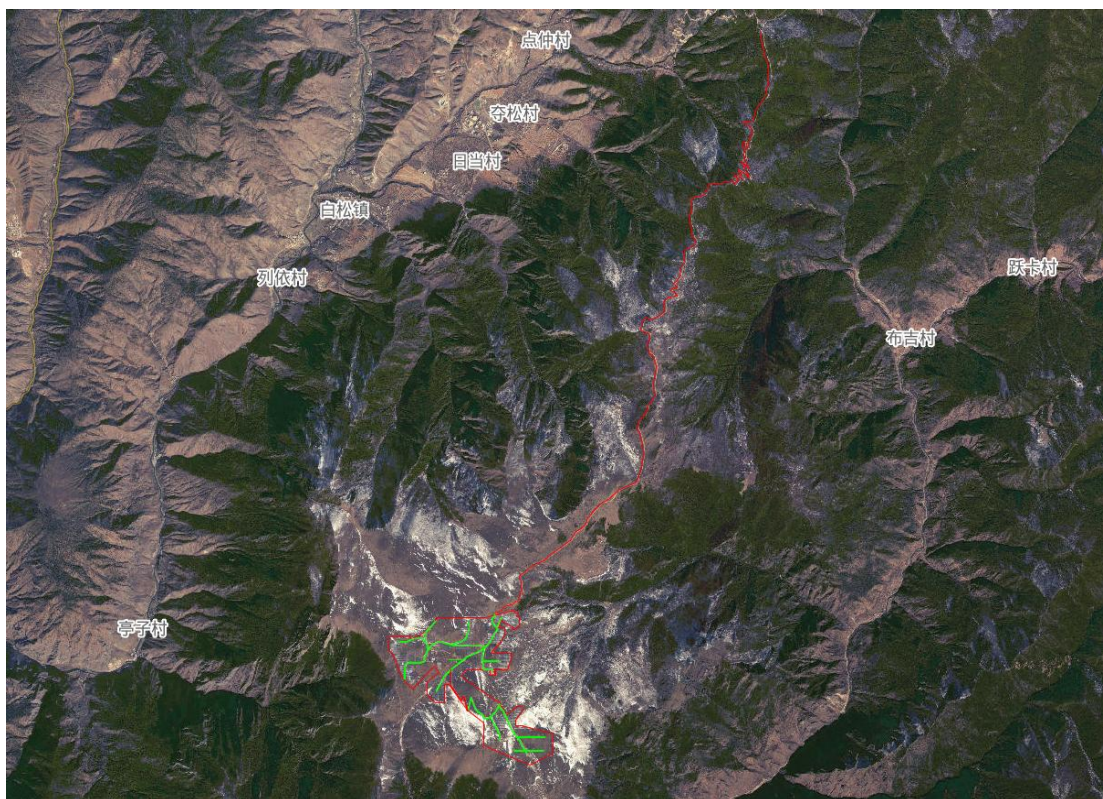


图1-1 工程建设场址位置示意图

#### 1.1.1.2 建设规模

本项目额定容量 210MW。光伏阵列及箱变工程共包含 68 个光伏方阵，包括 22 个 3.3MW 平单轴光伏方阵和 14 个 3.3MW+32 个 3.0MW 固定式光伏方阵，各子方阵由箱变、桥架集电线路和组串式逆变器组成；新建直埋 35kV 集电线路电

缆 31.94km；新建 220kV 升压站一座；新建道路总长约 11.24km（其中新建场内主干道长约 4.06km，新建场内支路 7.07km，升压站进站道路长 0.11km）；共布设 1 处施工营场地。

### 1.1.1.3 项目组成

本方案根据项目的平面布置、竖向布置情况，将项目分为光伏阵列工程及箱变工程、集电线路工程、升压站工程、道路工程和域内施工扰动区，详见表 1-1。

表 1-1 项目组成及建设内容表

序号	项目组成	主要建设内容
1	光伏阵列及箱变工程	包括光伏阵列、箱变、桥架集电线路、组串式逆变器等，共设计安装 68 个方阵及 68 个箱变。
2	集电线路工程	各光伏阵列子方阵箱变到升压站为直埋集电线路，直埋集电线路电缆长度为 31.94km，单回或多回同沟敷设以减少扰动、节约占地，直埋沟槽长度约 11.00km。
3	升压站工程	新建一座 220kV 升压站，包括站内建筑、道路、绿化、站外边坡恢复及配套设施修建等。
4	道路工程	项目建设道路总长约 11.24km，其中新建场内主干道长约 4.06km，新建场内支路 7.07km，升压站进站道路长 0.11km
5	施工营场地	在升压站内西北侧布设 1 处施工营场地

#### (1) 光伏阵列（含箱变）工程

光伏阵列（含箱变）工程包括光伏板及箱变区和域内施工扰动区，总占地面积 321.48hm<sup>2</sup>。

##### \*1) 光伏板及箱变区

##### ① 光伏板及箱变区

主要包括光伏阵列、箱式变压器、组串式逆变器、桥架低压集电线路等，光伏阵列及箱变工程占地面积为 243.66hm<sup>2</sup>。

本项目总装机容量为 210MW，由 68 个方阵组成（包含 22 个 3.3MW 平单轴光伏方阵和 14 个 3.3MW+32 个 3.0MW 固定式光伏方阵），每个子阵配置一个箱变，即 68 个箱变。本项目光伏阵列接线方式如下：

每个发电单元采用两级升压方式，逆变器所发电能经现地 35kV 箱式变电站升压后，通过集电线路接入 220kV 升压站内 35kV 开关柜。其中每 24/26 块组件串联为 1 个光伏组串，每 21-22 路组串接入 1 台组串式逆变器，每 11/12 台组串式逆变器接入 1 台 3.0MVA/3.3MVA 箱式变压器，将升压后经 35kV 集电线路送入 220kV 升压站。根据电站布置情况，每 7~8 台 35kV 变压器并联为 1 回集电

线路，每回集电线路容量约 22.5~25MW，以 9 回 35kV 集电线路接入配套新建 220kV 升压站。

### ②箱式变电站基础

本项目每个光伏阵列配置一个箱变共有箱变 68 个，箱变基础为静压型钢桩基础，采用机械设备静压打桩入土，桩顶高处地面约 1m，单个设备基础由 6 根静压钢桩基础组成，初定单桩长度为 4m，初定设备长约 4.8m，宽约 3.6m，设备平台周边设置储油池（事故油池）。箱变共需要静压桩 1632m，引孔长度 816m，引孔回填量 26m<sup>3</sup>。经统计，单个箱变占地面积为 0.12hm<sup>2</sup>。

箱式变电站基础结构设计见附图 1-4。

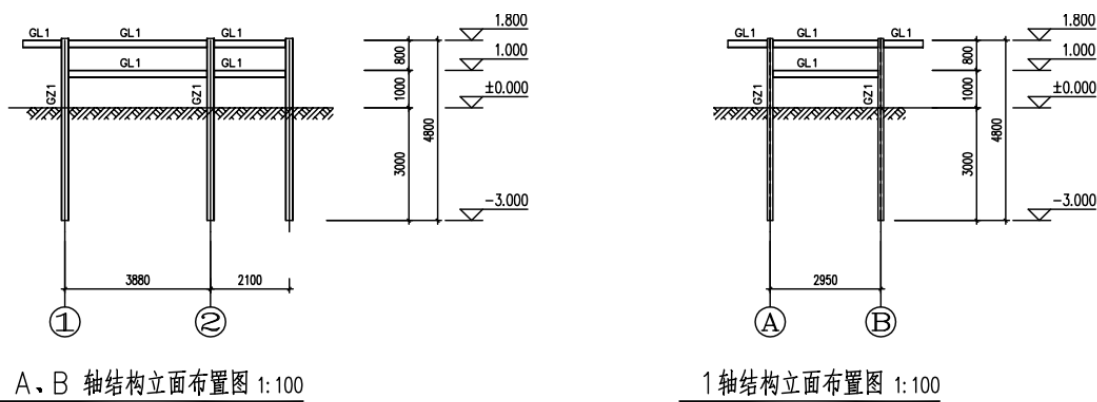


图 1-2 箱变基础结构示意图

### ③桥架集电线路

本项目直流电缆在光伏板后固定，过电缆槽盒，接入直流防雷汇流箱；电缆槽盒采用桥架方式布设，穿过场内道路时采用地埋，对地表扰动很小，桥架集电线路长约 117.70km，采用铝合金电缆，规格为 ZR-YJLHY23-1.8/3kV-3×150mm<sup>2</sup>，其呈树枝型交叉布设于光伏阵列之间。本项目将桥架集电线路扰动面积计入光伏阵列及箱变工程内。

### ④接地工程

由于光伏阵列工程面积较大，常规独立避雷针地面保护范围小，每个方阵区需布置数根避雷针，数量较多造价高，且存在对电池方阵遮挡而影响电站出力，经济性较差。因此本项目伏阵列形成一个总接地网，结合当地土壤电阻率的情况，水平接地体及垂直接地体均采用热镀锌扁钢，主接地网采用 50mm×5mm 热镀锌扁钢，垂直接地极采用 φ50 镀锌钢管，接地网热稳定满足要求。接地网与光伏组件基础支架焊接做接地体辅以垂直接地极，子方阵接地体焊接成网状，各子方阵

接地体相互连接，主接地网的接地电阻不大于  $4\Omega$ 。

中控室等二次房间的等电位接地网通过裸铜排、绝缘电缆等构成，对主要二次设备构成一个统一的等电位接地网，通过一点与一次主接地网连接。

综上所述，接地工程对原地表扰动轻微。

#### \*2) 域内施工扰动区

根据项目土地租赁合同，征地范围内扣除光伏板及箱变区、集电线路工程、升压站工程、道路工程、施工营场地工程等建设内容外，不涉及生产建设内容，仅施工期间存在人员走动等轻微扰动，不涉及较为剧烈的施工内容的区域为域内施工扰动区，占地面积  $77.82\text{hm}^2$ 。

### (2) 集电线路工程

#### \*1) 接线方案

由于桥架部分随光伏阵列及箱变工程的光伏阵列进行架设，此章节不再重复，本方案中后文所述“集电线路工程”均指“直埋集电线路”的建设内容。

场区内布置 1#~68# 电池方阵，按每个单元方阵配置一个 35kV 箱式变压器，每 7~8 台 35kV 变压器并联为 1 回集电线路，每回集电线路容量约 22.5~25MW，以 9 回 35kV 集电线路接入配套新建 220kV 升压站。

#### \*2) 直埋敷设

考虑到当地架空线路覆冰严重影响输电安全性，输出线路采用直埋方式，直埋线路尽量沿场内道路外侧走线，不在路基范围内布置。本工程电缆采取水平并列敷设，直埋电缆沟采用梯形断面，开挖底宽 0.6~1.2m，深约 1.1~1.3m，沟槽边坡根据实际地质情况确定为 1:0.1~1:0.3，开挖电缆沟埋设电缆后需尽快回填，恢复迹地。考虑冻土危害，主体设计对电缆沟下层 0.4m 用细砂换填，上方回填原开挖土石方压实到大于 0.94 压实度。

直埋集电线路电缆长度为 31.94km，单回或多回同沟敷设以减少扰动、节约占地，经统计直埋沟槽长度约 11.00km。

#### \*3) 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，工程区为高原地区，不涉及与电力、通信等线路的交叉跨越。

表 1-2 集电线路规格及数量表

名称及规格	单位	数量	直埋沟槽长度 (km)
35kV 铝合金电缆 ZC-YJLHY23-26/35kV-3×70mm <sup>2</sup>	m	5398	11.00
35kV 铝合金电缆 ZC-YJLHY23-26/35kV-3×185mm <sup>2</sup>	m	4186	
35kV 铝合金电缆 ZC-YJLHY23-26/35kV-3×300mm <sup>2</sup>	m	2121	
35kV 铝合金电缆 ZC-YJLHY23-26/35kV-3×500mm <sup>2</sup>	m	14092	
35kV 铜芯电缆 ZC-YJY23-26/35kV-3×300	m	6144	

### (3) 升压站工程

为便于本项目光伏电站的监控和电能集送，主体工程于场地内新建一座 220kV 升压站。本项目光伏阵列送出的 35kV 电能在升压站内升压至 220kV 后，经 14km 长的一回 220kV 线路（“硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站送出工程”作为专项工程建设，不纳入本项目） $\pi$  接入去学水电站送出线路，打捆并入四川电网运行。

#### \*1) 升压站选址

升压站场地位于光伏场地的中偏北部一山脊宽缓坡地，场地海拔 4535~4542m，场内设计标高为 4537.20~4539.25m。整体西南高、东北低，向东北倾斜，坡度约 4~6°。地质条件良好，占地类型为草地。占地面积 0.80hm<sup>2</sup>（升压站围墙中心内面积 0.60hm<sup>2</sup>，围墙外边坡占地面积 0.20hm<sup>2</sup>），占地性质为永久占地

#### \*2) 升压站组成

##### ① 站内建筑

本项目升压站围墙内总占地面积为 6004m<sup>2</sup>，主入口设置在站区北侧。包含生活区及生产区两部分，其中西侧为生活区，布置有综合预制舱、危废库预制舱、生活、消防泵预制舱、消防灌埋地及污水池等；东侧为生产区，布置有 35kV 高压配电舱、主变压器、GIS 预制舱、事故油池及出线构架等建构物。

##### ② 站内排水

升压站内排水采取雨污分流制。

污水：因厂区周边无市政设施，室内生活污水排至室外污水检查井，经管道收集进入化粪池后再进入污水一体化处理设备统一处理。处理后出水用于浇灌场区内绿地。食堂备餐间内污水经排水沟收集统一排入室外隔油池，经隔油池局部

处理后再接入室外污水管网；本工程设有效容积为  $2\text{m}^3$  的 1#化粪池 1 座、停留时间 24h，清掏周期 360d，化粪池后设置污水一体化处理设施，污水经化粪池及一体化设备（ $1\text{m}^3/\text{h}$ ）处理后出水用于浇灌场区内绿化用地，其出水水质应满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》GB/T25499-2010 中相应要求。场内共铺设污水管约 26m，埋深约 1.10m~1.30m。

雨水：场区内雨水排出采用雨水管结合雨水口收集后排入站外道路雨水沟内。沿场区道路设置雨水口排水，雨水口为平篦式铸铁单篦，雨水口连接管为 DN200，坡度 0.01。建筑散水沟排水在沟底以下 10cm 就近接入站内雨水系统连接管为 DN200，坡度 0.01；电缆沟内积水顺坡排至场外地势较低处或道路边沟，排出管接管为 DN200，坡度 0.01。场内共铺设雨水管约 223m，埋深约 1.60m~2.10m。

污水管、雨水管采用 DN300 双壁波纹管，承插连接，道路下管道环刚度不小于  $8.0\text{kN}/\text{m}^2$ ，绿化带下管道环刚度不小于  $4.0\text{kN}/\text{m}^2$ 。

### ③ 站内道路

站内道路型式为城市型道路，路面宽度不小于 4m，站内主要道路的转弯半径为 9m，站内道路纵坡不大于 6%，路面结构采用混凝土路面。升压站内砼道路（含停车位）占地面积  $1412.49\text{m}^2$ 。

### ④ 围墙

升压站外围墙高度为 2.4m，结构形式为砖砌围墙，长 310m。站内围墙高度为 1.8m，结构形式为铁艺围墙。主入口大门采用电动伸缩大门，生活区与生产区之间的围墙采用铁艺大门。

### ⑤ 升压站绿化

根据主体设计，升压站出线场区采用碎砾石铺砌地面，占地面积为  $2267.00\text{m}^2$ ；生活区空地需进行绿化，绿化方式拟采取撒草绿化，绿化面积为  $950.00\text{m}^2$ 。

### ⑥ 升压站边坡

升压站场地海拔 4535~4542m，场内设计标高为 4537.20~4539.25m。升压站场地北部设计标高略高于原始地形，将形成填方边坡，填方坡比 1:2~1:2.5，最大填方高度 2.5m。南部设计标高略低于原始地形，将形成挖方边坡，挖方坡比

1:1.5~1:2.0，最大挖方深度 3.45m。边坡面积约 0.20hm<sup>2</sup>。方案要求对边坡坡面采取草甸及下层营养土回覆+撒播草籽方式进行绿化。

表 1-3 主要经济技术指标表

	名称	单位	现有数量	备注
1	升压站征地面积	m <sup>2</sup>	8008.00	
1.1	围墙内总用地面积	m <sup>2</sup>	6004.00	升压站围墙中心内面积
1.2	边坡用地面积	m <sup>2</sup>	2004.00	
2	预制舱总面积			
	1) 综合预制舱	m <sup>2</sup>	247.37	1F
	2) 辅助用房预制舱	m <sup>2</sup>	83.20	1F
	3) GIS 预制舱	m <sup>2</sup>	150.00	1F
	4) 电气综合预制舱	m <sup>2</sup>	368.56	2F
3	升压站内砼道路	m <sup>2</sup>	1412.49	含道路、停车位
4	出线场区碎砾石铺砌地面	m <sup>2</sup>	2267.00	
5	绿化面积	m <sup>2</sup>	950.00	
6	升压站围墙	m	310.00	砖砌围墙(2.4m高)
7	铁艺围墙	m	85.00	铁艺围栏(1.8m高)

#### (4) 道路工程

光伏场进场道路依托“夺松村至翁珠贡森林草原防灭火应急道路”(单独立项, 已获取水保批复)。本项目新建道路总长约 11.24km, 其中新建场内主干道路长约 4.06km, 新建场内支路 7.07km, 升压站进站道路长 0.11km。

##### \*1) 升压站进站道路

升压站道路主要为连接升压站与场内主干道(纵向), 为新建道路, 路基宽度为 4.0m, 采用碎石路面, 升压站道路长为 0.11km。

##### \*2) 场内新建道路

本项目场内新建道路共有 18 条, 其中新建场内主干道路 3 条, 长约 4.06km, 新建场内支路 15 条, 长约 7.07km, 总长 11.13km, 均为新建道路。道路采用整体式路基断面, 路线纵断面依据公路采用的主要技术指标要求, 充分考虑公路沿线控制要素, 结合沿线地形地貌及地质条件进行纵断面设计, 道路最大纵坡为 18%, 圆曲线最小半径为 12.00m, 场内主干道贯穿整个场地, 路基宽度为 4.0m, 横断面布置为 0.25m(土路肩)+3.5m(行车道)+0.25m(土路肩), 设计道路时速为 10km/h, 为等外级道路, 采用 20cm 厚泥结碎石路面。路基设计主要采用挖填平衡, 减少弃方; 路基以挖方为主, 以挖作填, 纵向利用, 场内道路在相对开阔位置设置错车道。

由于项目位于得荣县白松镇山顶缓坡区域，地面坡度平缓。有土石方工程量的道路主要为场内道路坡度较陡段、升压站道路，路基主要以半挖半填为主，路基挖填边坡高度均小于 1.0m，挖方边坡以 1: 1.5 自然放坡为主，填方边坡以 1: 2 自然放坡为主，坡面以草甸绿化为主。

表 1-4 道路工程设置一览表

序号	项目名称	道路长度 (km)	路基宽度 (m)	路面宽度 (m)	边坡占地面积 (hm <sup>2</sup> )	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	路面类型	备注
1	进站道路	0.11	4.0	3.5		0.44	碎石路面	新建道路
2	场内道路	11.13	4.0	3.5	1.48	5.93	泥结石路面	新建道路
	合计	11.24			1.48	6.37		

#### 1.1.1.4 工程占地

本项目总占地面积 333.26hm<sup>2</sup>，其中永久占地为 250.83hm<sup>2</sup>，临时占地为 82.43hm<sup>2</sup>，占地类型为草地和其他土地。其中光伏阵列（含箱变）工程区占地 321.48hm<sup>2</sup>、集电线路工程区占地 3.63hm<sup>2</sup>、升压站工程区占地 0.80hm<sup>2</sup>、道路工程区占地 7.14hm<sup>2</sup>、施工营场地占地 0.21hm<sup>2</sup>。其中集电线路工程区及施工营场地均为临时占地。

表1-5 项目征占地面积表

项目组成	占地性质		小计 (hm <sup>2</sup> )
	永久占地 (hm <sup>2</sup> )	临时占地 (hm <sup>2</sup> )	
光伏阵列及箱变工程	243.66	77.82	321.48
集电线路工程	/	3.63	3.63
升压站工程	0.80	/	0.80
道路工程	6.37	0.77	7.14
施工营场地	/	0.21	0.21
合计	250.83	82.43	333.26

注：“\*”为重叠占地，面积不重复计列

#### 1.1.1.5 土石方平衡

根据本项目竣工资料及监测总结报告，项目开挖土石方 6.30 万 m<sup>3</sup>（含草甸及下层营养土剥离 1.62 万 m<sup>3</sup>），填方总量为 6.30 万 m<sup>3</sup>（含草甸及下层营养土回覆 1.62 万 m<sup>3</sup>），无借方，无弃方，未布设弃渣场、取土（料）场。

#### 1.1.1.6 施工进度

本项目于 2023 年 4 月开工建设，2024 年 5 月完工，总工期 14 个月。

## 1.1.2 项目区概况

### 1.1.2.1 地形地貌

工程区位于得荣县白松镇，属于构造剥蚀侵蚀高中山~高山峡谷地貌。项目场地位于得荣县白松镇南侧约 10km 的高山山顶，场地主要为山脊及近山脊缓坡，地势整体西南高，东南低，由西南向东北倾斜，海拔约 4300~4620m，最大高差约 320m，微地形包括宽缓山脊、斜坡、台地、冲沟等，坡度一般 0~20°，局部地段可达 20°~30°。局部分布有高约 5~10m 的陡崖，崖底可见较多已崩落块石。场地内，冲沟主要沿东北斜坡发育，断面一般呈宽弧形，切割浅，侵蚀作用较弱。

### 1.1.2.2 地质

#### 1、地质构造

工程区在构造上属于松潘甘孜地槽褶皱系（I）-义郭优地槽褶皱带（II）-义郭地向斜（III），区内地质构造主要由南北向压性断裂、褶皱。工程区附近主要断裂为金沙江断裂带。项目场地位于金沙江断裂带中段，夹在金沙江主断裂以东第 1、2 条次级断裂之间，距主断裂约 27km，距次级断裂约 9km。

#### 2、地层岩性

根据区调资料和踏勘调查，场地地层较为复杂，覆盖层主要为第四系全新统残坡积（ $Q_4^{el+dl}$ ）层，下伏基岩为三叠系上统曲嘎寺组（ $T_{3q}$ ）地层。现分述如下：

##### （1）第四系（Q）

①全新统残坡积（ $Q_4^{el+dl}$ ）层，主要为碎石、碎块石，一般呈灰白色、灰黄色，干~稍湿为主，稍密~中密状，棱角状，成分主要为板岩、灰岩和玄武岩，碎石粒径一般 2~10cm，碎块石粒径一般 15~70cm，个别可达 100cm 以上，粒间充填约 10~40%的黏土、砂和角砾，全场地分布，一般厚度一般 0.5~2m，部分地段可达 2~5m，最厚可达 5m 以上。表层 0~0.2m 为草甸，含较多植物根系。

##### （2）三叠系上统（ $T_3$ ）

①曲嘎寺组（ $T_{3q}$ ），主要为灰色灰岩、玄武岩和板岩，呈中厚~厚层块状构造，产状  $260^\circ\sim 290^\circ\angle 60^\circ\sim 90^\circ$ ，属于较硬岩；强风化层厚度一般 0~2m，裂隙较发育，岩体较破碎~破碎，结构面结合差，一般无充填，根据《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014），属 IV 类岩；中风化层，一般裂隙发育，结构面结合好，闭合性好，岩体较完整，属 III 类岩。

### 3、水文地质

场地水文地质条件相对简单，主要接受大气降水和冰雪融化补给，沿地面向地表沟谷排泄或沿基岩裂隙下渗。根据岩土勘察报告，场地内没有揭露出地下水。

根据地下水的赋存条件和特点，场地的地下水分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

松散岩类孔隙水主要分布于场地冲沟、洼地地段，赋存于碎石、碎块石孔隙中，埋深一般 0~2m，主要依靠大气降水、冰雪融化补给，向下游排泄。在冲沟、洼地地段具有汇水作用，地层孔隙性较好，储水和渗透能力均较强，地下水相对较为丰富。

基岩裂隙水主要分布于场地冲沟、洼地，主要赋存于基岩强风化带裂隙。而基岩深部中~微风化带因裂隙发育相对较少、闭合性较好、连通性较差，导致其储水能力较差。

### 4、地震烈度

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），站址 II 类场地的地震影响的特征周期为 0.40s，设计基本地震加速度值为 0.20g，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第二组 1、地质构造

工程区在构造上属于松潘甘孜地槽褶皱系（I）-义郭优地槽褶皱带（II）-义郭地向斜（III），区内地质构造主要由南北向压性断裂、褶皱。工程区附近主要断裂为金沙江断裂带。项目场地位于金沙江断裂带中段，夹在金沙江主断裂以东第 1、2 条次级断裂之间，距主断裂约 27km，距次级断裂约 9km。

### 2、地层岩性

根据区调资料和踏勘调查，场地地层较为复杂，覆盖层主要为第四系全新统残坡积（ $Q_4^{el+dl}$ ）层，下伏基岩为三叠系上统曲嘎寺组（ $T_{3q}$ ）地层。现分述如下：

#### （1）第四系（Q）

①全新统残坡积（ $Q_4^{el+dl}$ ）层，主要为碎石、碎块石，一般呈灰白色、灰黄色，干~稍湿为主，稍密~中密状，棱角状，成分主要为板岩、灰岩和玄武岩，碎石粒径一般 2~10cm，碎块石粒径一般 15~70cm，个别可达 100cm 以上，粒间充填约 10~40%的黏土、砂和角砾，全场地分布，一般厚度一般 0.5~2m，部分地段

可达 2~5m，最厚可达 5m 以上。表层 0~0.2m 为草甸，含较多植物根系。

## (2) 三叠系上统 (T<sub>3</sub>)

①曲嘎寺组 (T<sub>3q</sub>)，主要为灰色灰岩、玄武岩和板岩，呈中厚~厚层块状构造，产状 260°~290°∠60°~90°，属于较硬岩；强风化层厚度一般 0~2m，裂隙较发育，岩体较破碎~破碎，结构面结合差，一般无充填，根据《工程岩体分级标准》(GB/T50218-2014)，属 IV 类岩；中风化层，一般裂隙发育，结构面结合好，闭合性好，岩体较完整，属 III 类岩。

## 3、水文地质

场地水文地质条件相对简单，主要接受大气降水和冰雪融化补给，沿地面向地表沟谷排泄或沿基岩裂隙下渗。根据岩土勘察报告，场地内没有揭露出地下水。

根据地下水的赋存条件和特点，场地的地下水分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

松散岩类孔隙水主要分布于场地冲沟、洼地地段，赋存于碎石、碎块石孔隙中，埋深一般 0~2m，主要依靠大气降水、冰雪融化补给，向下游排泄。在冲沟、洼地地段具有汇水作用，地层孔隙性较好，储水和渗透能力均较强，地下水相对较为丰富。

基岩裂隙水主要分布于场地冲沟、洼地，主要赋存于基岩强风化带裂隙。而基岩深部中~微风化带因裂隙发育相对较少、闭合性较好、连通性较差，导致其储水能力较差。

## 4、地震烈度

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)，站址 II 类场地的地震影响的特征周期为 0.40s，设计基本地震加速度值为 0.20g，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第二组。

### 1.1.2.3 气象

得荣县的气候按地理地带性划分属亚热带，按中国气候区划分属高原气候区 (即康滇气候区)。从得荣县局部气候条件来看，由于受西风环流的南支急流和印度洋气候控制，以及青藏高原和重重高山屏障的作用，太平洋气候影响极小，蒸发量大、日照充足、辐射强烈、昼夜温差大、气候类型多样、垂直变化显著等特点。其气候垂直带通常为 5 带，即：

干旱河谷亚热带，海拔 1990-2500m，年均温 14.8℃，最冷月均温 5-8℃，最热月均温 22℃，大于或等于 0℃积温 5300℃，大于或等于 10℃积温 4458℃，年降水量 308mm，年蒸发量 2360mm，年相对湿度 45%，年日照时数 1967 小时，年无霜期 245 天。

半干旱暖温带，海拔 2500-2750m，年均温 13-15℃，最冷月均温 1-5℃，最热月均温 20℃，大于或等于 0℃积温 3880-4400℃，年降水量 314mm，年蒸发量 2443mm，年相对湿度 54%。年日照时数 1739 小时，年无霜期 240 天。

中山温带；海拔 2750-3250m，年均气温 9-13℃，最冷月均温-2-3℃。最热月均气温 16℃，大于或等于 10℃积温 2400-3800℃，年降水量 360mm，年蒸发量 1813mm，年相对湿度 54%，年日照时数 2092 小时，年无霜期 170 天。

亚高山寒温带，海拔 3250-4250m，年均气温 4.5-8.8℃，最冷月均气温-3.2℃，最热月均气温 11.2℃，大于或等于 10℃积温 930-2400℃，年降水量 510mm，年蒸发量 1135mm，年相对湿度 67%，年日照时数 2512 小时，年无霜期 126 天。

高山亚寒带，海拔 4250m 以上，年均气温-1℃，最冷月均气温-9.1℃，最大冻土深度 1.0m，最热月均气温 7.1℃，年降水量 540mm，年蒸发量 987mm，年相对湿度 76%，年日照时数 2023 小时，年无霜期 120 天。

本项目区海拔大于 4250m，属于高山亚寒带。根据《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》推算出项目区 3 年重现期 10 分钟平均雨强为 0.821mm/min，5 年重现期 10 分钟平均雨强为 1.003mm/min，10 年重现期 10 分钟平均雨强为 1.231mm/min；10 年一遇 1h、6h、24h 最大降雨

量分别为 11.91mm、38.22mm、58.8mm；20 年一遇 1h、6h、24h 最大降雨量分别为 21.71mm、43.42mm、66.8mm。

#### 1.1.2.4 水文

得荣县有“一江四河”，均为长江上游金沙江水系。金沙江由北向南经过县境西部和南部，境内流长 104km。县境内有 4 条主要河流、11 条山溪、9 个高山湖泊和 200 余处泉水。4 条主要河流即定曲河、由北向南纵贯全境，境内长 70km；玛依河，由东向西流入定曲河，境内流长 22km；岗且河，由东向西流入金沙江，境内流长 14km。全县主要河道 224km，径流总量（不含金沙江）52.28 亿立方米，电力理论蕴藏量达 34.31 万千瓦。全县有灌溉渠道 243 条、总长 389km，其中“三

面光"水渠 110 条, 101.3km, "混凝土"水塘 78 口、容量 17561 立方米, 保灌面积 1.06 万亩, 解决了 1.87 万人、85671 (只) 的人畜饮水问题。

定曲河是金沙江上段左岸一级支流, 发源于理塘县沙鲁里山主峰格聂山西麓, 自北向南流, 经理塘、巴塘、乡城、得荣四县, 在得荣县奔都桥左纳玛曲, 于古学大桥与最大支流许曲河汇合, 在古学以下汇入金沙江。定曲河流经得荣县城太阳谷镇 (原松麦镇), 故又称松麦河, 其河道全长约 226km, 流域面积 12213km<sup>2</sup>。

根据现场勘察, 项目区位于玛依河和定曲的分水岭, 绝大部分面积汇入玛依河, 西北侧小片区域汇水入定曲河。项目区无河流和可见水系。

项目建设期间产生的生活污水集中处理后统一排放, 排放水质达到国家污水排放要求。雨水经沉淀处理后排至周边自然沟箐, 项目建设不会对周边河流造成影响。

#### 1.1.2.5 土壤

项目区位于得荣县, 土壤类型具有多样性和垂直地带性, 土壤形成具有幼年性和粗骨性的特点, 一般土层贫瘠, 成土时间短, 母质风化弱。县域内土壤垂直分布十分明显。

土壤剖面层次分化不明显, 脱钙和脱盐基酸化作用弱, 物理风化强、化学风化弱, 尤其是河谷谷坡土壤粗骨性更强, 且植被稀少, 有机质和氮积累弱, 有机质含量普遍较高。土壤富含石灰质, 这一特点使土壤磷、锌、铁等矿物质的有效性降低, 造成土壤这些养分缺乏。据土壤普查资料, 共有 19 个土类, 12 个亚类, 14 个土属, 39 个土种。项目区土壤类型以棕壤为主, 土壤结构松散, 抗蚀性较。

经现场踏勘, 项目土壤类型主要高山草甸土为主, 由于本项目为点型项目, 且场地地势平缓, 起伏不大, 草甸及下层营养土厚度分布均匀。场地内草甸厚约 10cm, 下层营养土厚约 5cm。项目区冬季存在季节性冻土, 冻土最大厚度为 1.0m。土壤结构松散, 抗蚀性较差。

项目区位于得荣县, 土壤类型具有多样性和垂直地带性, 土壤形成具有幼年性和粗骨性的特点, 一般土层贫瘠, 成土时间短, 母质风化弱。县域内土壤垂直分布十分明显。

土壤剖面层次分化不明显, 脱钙和脱盐基酸化作用弱, 物理风化强、化学风化弱,

尤其是河谷谷坡土壤粗骨性更强，且植被稀少，有机质和氮积累弱，有机质含量普遍较高。土壤富含石灰质，这一特点使土壤磷、锌、铁等矿物质的有效性降低，造成土壤这些养分缺乏。据土壤普查资料，共有 19 个土类，12 个亚类，14 个土属，39 个土种。项目区土壤类型以棕壤为主，土壤结构松散，抗蚀性较。

经现场踏勘，项目土壤类型主要高山草甸土为主，由于本项目为点型项目，且场地地势平缓，起伏不大，草甸及下层营养土厚度分布均匀。场地内草甸厚约 10cm，下层营养土厚约 5cm。项目区冬季存在季节性冻土，冻土最大厚度为 1.0m。土壤结构松散，抗蚀性较差。

#### 1.1.2.6 植被

根据《中国植被区划》，项目区属高原山地寒温性、温性针叶林常绿阔叶林区域—高原山地寒温性针叶林区域—横断山北部云杉、冷杉林区。项目区植被类型为高寒灌丛草甸草地。通过对该项目征占用草原情况进行现场勘查和基本情况调查，获取了草原类型、主要植物种类等数据。占地范围内，植被以草本和灌木为主，草本主要有高山嵩草、四川嵩草、苔草、垂穗披碱草、老芒麦等莎草科及禾本科草种以及马先蒿、火绒草、委陵菜、珠芽蓼、圆穗蓼、香青等其他杂类草；灌木以小叶杜鹃为主。现场调查表明，征占用草原主要为高寒灌丛草甸草地类。当地为牧区，项目区内的优势牧草为垂穗披碱草、老芒麦，方案进行补撒恢复植亦采用此两种草籽。

工程占地类型主要为草地，不占用乔木林地，林草覆盖率约 85%。

#### 1.1.2.7 项目区水土流失区划及容许水土流失量等

项目区地处四川甘孜州得荣县，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（水利部办水保〔2013〕188号文）、《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），项目所属的得荣县属于金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防区。

根据《全国水土保持区划（试行）》，本项目建设工程区属于青藏高原区，根据批复的水保方案，水土流失防治标准根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）4.0.1 的划分标准，位于各级人民政府和相关机构确定的水土流失重点治理区内，应执行一级标准。本项目水土流失防治标准执行等级采用青藏高原区一级标准。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属 I 类水力侵蚀类型

区中 I 5 西南土石山区，土壤容许流失量  $500t/(km^2 \cdot a)$ ，项目所在地的区域土地利用类型为草地和其他土地等。根据水土流失现状调查，工程区水土流失类型和形式与区域水土流失类型和形式基本相同，水土流失主要为水力侵蚀和冻融侵蚀，尤其以面蚀、片蚀、沟蚀等类型为主。根据现场调查和区域土壤、植坡度等因素综合分析，项目区水土流失以轻度为主，平均土壤侵蚀模数为  $122t/(km^2 \cdot a)$ 。

项目自然保护区界内且不涉及饮用水源保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜區、地质公园、森林公园、重要湿地。也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的地区。

水土流失防治目标见表 1-6:

表 1-6 项目水土流失防治目标值表

项目	防治目标						
	规范标准					采用标准	
	建设期	设计水平年	按重点预防区修正	按土壤侵蚀强度修正	按地形条件修正	建设期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	*	85				*	85
土壤流失控制比	*	0.80		+0.20		*	1.0
渣土防护率 (%)	85	87				85	87
表土保护率 (%)	90	90				90	90
林草植被恢复率 (%)	*	95				*	95
林草覆盖率 (%)	*	16	+2			*	18

## 1.2 水土流失防治工作情况

### 1.2.1 建设单位水土保持管理

本项目为点线结合项目，建设单位建立了以大唐得荣新能源开发有限公司、设计、施工、监理、质量专家组、工程质量监督总站等构成的质量管理框架，即“业主负责、施工保证、社会监理、专家把关、政府监督”的行之有效的工程质量管理体系。

大唐得荣新能源开发有限公司将水土保持等专项评价纳入主体工程管理，水土保持方案于 2023 年 4 月 17 日取得批复。同时为做好项目施工过程中的水土保持缺项，建设单位对此进行专项管理，委托了四川众望安全环保技术咨询有限公司承担项目水土保持监测，四川中和智慧项目管理有限公司承担项目水保监理工作，对现场水土保持工作进行管理，配置了专职人员，对整个工程建设水土保持全面的质量监督职责构成了完善的质量保证体系。

## 1.2.2“三同时”制度落实情况

“三同时”即水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

### (1) 方案编制及设计

本项目于项目开工前编制了水土保持方案并于 2023 年 4 月 17 日取得了批复，以便水土保持工程与主体工程同步施工，水保方案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。2023 年 3 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司完成《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目施工图设计》，水土保持措施与主体工程设计基本同步进行设计。

### (2) 施工过程管理

2023 年 4 月，项目正式开工建设，施工前，对场地内开挖扰动区域的草甸及表土进行了剥离并保护；2023 年 5 月~2023 年 12 月，随施工进度，在升压站土建施工期间，在周围布设了排水、沉沙、临时遮盖等措施，在道路工程修建了临时排水沟，对区域内长时间裸露地表进行了密目网苫盖；2024 年至今，项目开始逐步对场地内植被进行恢复，着重加强了光伏阵列区与升压站四周扰动占压区域的迹地恢复，并完善了道路工程的排水沟与沉沙池等措施。项目基本完成工程措施、植物措施等防治措施。

本项目水土保持设施建设从程序上符合“同时设计、同时施工、同时投产使用”的“三同时”原则。

## 1.2.3 水土保持方案编报及变更

### 1.2.3.1 水土保持方案编报

大唐得荣新能源开发有限公司积极贯彻《水土保持法》，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，防止工程建设造成新增水土流失。

2022 年 11 月，建设单位大唐得荣新能源开发有限公司委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司编制《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案报告书》。2023 年 2 月，编制单位完成《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案报告书》并上报四川省水利厅审查。

2023 年 4 月 17 日，四川省水利厅印发了《硕曲河去学水电站水光互补项目

白松光伏电站项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》(川水许可决〔2023〕65号),对本项目水土保持方案进行了批复。

### 1.2.3.2 水土保持方案变更

本项目在施工过程中按照水土保持方案措施体系等施工,未达到变更要求,因此本方案无变更。

### 1.2.4 水土保持监测意见的落实情况

2023年10月,建设单位委托四川众望安全环保技术咨询有限公司开展水土保持监测工作,本项目水土保持监测单位入场后,建设单位等相关单位积极配合水土保持监测组开展相关水土保持监测工作。

监测期间,我公司多次前往现场进行调查监测,针对现场不到位的方面提出问题及建议。

2023年10月,我公司对现场进行踏勘巡查,根据现场实际情况提出存在的问题主要有:土建施工主要集中于道路工程与升压站工程,现场临时堆土较多且较为分散,现场未采取临时遮盖拦挡等措施,不能起到良好的防护作用;进场道路与场内道路未明确界定行进路线,较多人员水土保持意识淡薄,未按规定路线行驶,在场内乱碾乱压,对本该不必扰动的区域造成了不必要的破坏,加剧了水土流失;现场已剥离的草甸(表土)保护不当,未按照规定要求进行管护,现场专门的草甸(表土)堆场堆叠方式不当,无法起到良好的保护作用,且部分草甸乱丢乱弃,部分与一般土方混置,无法保障草甸存活。

我公司对不到位的方面提出问题及建议,形成水土保持监测意见书一份,项目业主随即对现场进行整治工作,对升压站施工期间开挖的临时堆土加强了临时遮盖防护,并在四周开挖修建了排水沉沙设施;在道路重要转弯导向区域布设了彩条旗限界,防止扰动面积进一步扩大;加强了草甸及表土的堆置,整齐堆放于道路一侧并进行保护。

截至目前,建设施工单位针对以上问题积极对应整改,针对场内道路进行平整,压实浮土,在道路一侧实施土质道路边沟,并对路堤边坡进行覆土撒草绿化;同时对扰动占压较为严重的区域,对土地进行翻扰施肥,撒播草籽,目前绿植已逐步生长。

运营管护单位,应加强后续的管护工作,加强植被抚育管理,同时后续需继

续加强对水土保持设施的维护工作，巩固现有水土保持措施成果，确保运行期持续发挥生态效益和工程安全，并做好记录。

## 1.2.5 监督检查意见落实及重大水土流失危害事件处理情况

### 1.2.5.1 监督检查意见落实情况

在工程建设过程中，建设单位积极配合并接受当地水行政主管部门等开展水土保持监督检查工作，对水行政主管部门的监督检查提出的意见予以认真落实，工程建设的监督检查有力的促进了工程建设任务的顺利完成和水土保持“三同时”制度的落实。

项目建设单位对所负责的硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目对照批复的项目水土保持方案，结合现场建设开展的实际情况，对项目水土保持工作开展情况进行了全面自查，针对存在的问题及时整改，确保各项水土保持措施按照批复的方案落实到位。并上报生产建设项目水土保持方案实施情况总结以及相关工作开展支撑材料。

### 1.2.5.2 重大水土流失危害事件处理情况

本项目于 2023 年 4 月开工，于 2024 年 5 月完工。建设单位于 2023 年 10 月委托我单位进行水土保持调查监测。通过现场调查监测、资料调查以及现场巡查等，项目建设过程中，形成了以水土保持工程措施、植物措施、临时措施等为主的综合水土流失防治措施体系，针对现场水保措施不完善之处，加强了修缮新建，建设方比较重视施工建设中的水土保持工作，水土流失危害，水土流失得到了有效的控制，通过历史卫片判读及施工资料等，施工方严格控制扰动面积，未对周边环境造成影响，未收到周边群众等举报。施工期无水土流失危害情况发生，未发生重大水土流失危害事件。截止目前，未对周边区域构成安全生产事故。

## 1.3 监测工作实施情况

### 1.3.1 监测实施方案执行情况

#### 1.3.1.1 接受委托时间

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”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）“对编

制水土保持方案报告书的生产建设项目，生产建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作”。本项目已于 2023 年 4 月开工建设，并于 2023 年 10 月委托了四川众望安全环保技术咨询有限公司进行监测工作，监测工作稍有滞后。

### 1.3.1.2 监测实施方案执行情况

我公司接收委托后，立刻组织相关人员成立监测小组，根据工程实际开工时间，监测工作组成员经现场踏勘，全面收集工程相关资料（包括主体工程建设进度、水土保持措施实施进度、投资情况等），了解了项目区的水土流失和水土保持情况，于 2023 年 10 月编制完成水土保持监测实施方案。

我单位接收委托后与建设单位、探讨了建设工程水土保持监测工作的组织实施和监测技术方法，在建设单位积极配合下，我公司开始组织监测工作，组织技术人员对项目区采取实地调查、定位观测、巡查查勘量测、摄像等方式进行调查，初步了解了项目区的水土流失和水土保持情况。按照实施方案确定的收集整理项目区的自然条件、社会经济、土地利用现状及防治情况→调查项目区土壤流水背景值→调查项目区建设期施工扰动土地面积→防治责任范围面积→土石方量和弃土（石、渣）情况→水土保持工程、植物及临时措施完成数量及防治效果情况→监测数据统计分析及计算→提交监测阶段成果和监测总结报告的监测技术路线开展监测工作。

在监测布局中，基本按照实施方案划分监测分区，确定重点监测时段和重点监测区域，布设监测点位，选定监测点 7 个；在监测内容中，按照实施方案确定的扰动土地情况，水土流失情况和水土保持措施等监测内容进行监测；在监测方法中完全采用实施方案制定的调查监测实地量测和资料分析相结合的监测方法。

### 1.3.2 监测项目部设置

2023 年 10 月，我公司接受委托后，为保障本项目水土保持监测工作顺利开展，本公司组织水土保持与荒漠化防治等专业知识强、业务水平高、监测经验丰富的人员成立该项目水土流失监测组，根据项目实际情况，采取不定期方式对现场进行监测。监测人员组成如下。

表 1-7 监测项目部

姓名	专业	职称	职务
----	----	----	----

郭伟康	水土保持	工程师	监测员
景天乙	水土保持	工程师	监测员
胡洪焰	水土保持	工程师	监测员
何清柔	水土保持	工程师	监测员

### 1.3.3 监测点布设

为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，针对项目区工程特点、施工布置、水土流失特点，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点位布设。根据工程实际情况采取以下思路进行项目区水土保持监测点进行布设：

(1) 根据工程特点，重点监测道路工程区与光伏阵列及箱变工程的水土流失情况、措施建设运行情况以及植被恢复情况，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，按设计要求完善排水沟、迹地恢复等工程措施与植物措施等；

(2) 针对工程建设过程中临时堆土等占地，以咨询、调查为主；

(3) 选取有代表性的区域进行典型样地观测，在获取近期典型样点水土流失程度的同时估算项目建设过程中水土流失状况。

结合实施方案并根据现场实际情况进行调整，监测组确定本项目监测点共 7 个，以实地调查和现场巡查为主，采用调查巡查、测钎法、沉沙池法等方式进行监测。具体布置见下表 1-8。

表 1-8 监测点位布设

项目分区	监测点编号	监测区域	点位数(个)	监测内容	监测方法
光伏阵列(含箱变)工程区	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 实测法、遥 感监测法 样地调查法
	2#	33#光伏阵列区	1		
	3#	域内施工扰动区	1		
集电线路工程区	4#	集电线路区	1		
升压站工程区	5#	升压站扰动区域	1		
道路工程区	6#	2#主干道路	1		
施工营场地	7#	施工营场地	1		

### 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、测钎等。本项目采用监测仪器、设备详见下表 1-10。

表 1-10 工程水土保持监测设施及设备一览表

序号	设备名称	单位	设备数量	备注
1	手持式 GPS	台	2	经纬度定位
2	激光测距仪	台	2	测量距离
3	坡度仪	个	2	测量坡度
4	数码摄像机	台	2	记录影像资料
5	皮尺或钢卷尺	个	2	测量距离和面积
6	笔记本电脑	台	10	处理数据
7	监测车辆	台	2	交通工具
8	量杯	个	4	泥沙含量
9	植物样方		若干	植被调查
10	测钎		若干	风蚀测量

### 1.3.5 监测技术方法

2023 年 10 月，建设单位委托我公司进行水土保持监测，我公司接收委托后，立即组织相关技术人员对现场进行检查，为调查项目施工过程中造成的水土流失情况和项目水土保持措施效果，采取实地调查，定位观测，收集分析资料等方法。主要针对边坡、植被、临时措施实施情况、排水等措施进行调查，同时采用沉沙池法与测钎法对项目土壤流失量进行调查，结合当季雨水量进行合理分析。

为充分调查项目施工过程中造成的水土流失情况和项目水土保持措施效果，针对该项目实际情况，落实各项监测工作。工作过程中，采取定期和不定期的方式多次对现场进行地面监测和调查监测。

#### (1) 调查监测

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，布设水土保持地面监测和调查点位，主要采用沉沙法与测钎法。

#### (2) 调查咨询和资料分析

监测组根据地形地貌的变化情况、扰动土地、工程挖方、填方数量，采用三维地形测量和现场调查方法监测，并与监理数据进行对比修正；工程建设区水土流失危害监测评估采用实地调查、痕迹排查的方法进行；防护措施的数量和质量、林草成活率、保存率、生长情况及林草覆盖度、防护工程的稳定性、完好性和运行状态采用植被调查方法进行。调查监测在本项目中的应用：

采用红外线测距仪测量二维数据或皮尺等，经计算得出扰动土地面积，统计各类工程项目占压或开挖土地的类型面积。

#### (3) 巡查监测

巡查监测是指定期、定位采取点线结合的方式，进行现场巡视。本项目定位主要采用摄像、照相，重点标记等方法，无法到达的地方采用无人机进行巡视，全面掌握建设区水土流失动态及特征，及时发现问题和排除隐患，充分发挥水土保持监测的预防先导功能，通报建设单位进行环境监管和整治。

#### (4) 咨询

在监测过程中，关于主体工程的实施进度，工程建设过程的变更事宜，及时向建设单位、施工单位以及监理单位了解、咨询，便于我们根据工程进度实施水土保持监测工作。

### 1.3.6 监测成果提交

2023年10月进场后，结合批复的水土保持方案与现场情况编制完成了《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持监测实施方案》；监测工作组对监测范围内扰动土地面积、水土流失状况、水土保持措施实施情况和防治效果进行调查监测。地面观测小组完成植物样方的调查等。调查监测组完成监测范围内扰动土地面积、水土流失状况、水土保持措施实施情况的调查监测以及水土保持设施运行情况等监测内容的现场监测。

#### \*1) 监测季度报告

监测项目组进场后结合施工期等资料，从2023年10月开始，对现场持续监测至2026年2月，共编制了监测季度报告11本，其中实地调查监测季报2023年度第4季度至2025年第4季度水土保持监测季报共计9本，回顾性调查监测季报2023年度第2季度至2023年第3季度共计2本。

#### \*2) 监测总结报告

根据监测结果，从施工结束至今，我单位通过收集资料和监测数据进行汇总，对施工期水土流失情况加以总结，对照批复的水土保持方案综合分析施工期防治责任范围、水土流失动态变化、水土保持措施实施情况及6项水土流失防治指标等内容进行分析，场地内挡护、排水、沉沙、覆盖等水保措施基本布设到位，光伏阵列范围与道路路堤边坡、扰动占压迹地植被生长良好，于2026年2月，编制完成了《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站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

扰动土地情况监测范围为项目建设过程中实际发生的扰动面积，主要为项目建设区。根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）规定，在扰动土地方面，重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况等。

调查本项目与批复方案扰动土地动态变化情况，有无超范围的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况，复核是否新增临时占地使用，复核扰动地表植被面积及其动态变化情况，量算施工占地，从而确定实际的水土流失防治责任范围。

#### 2.1.2 监测方法

监测方法主要包括调查监测、无人机航拍监测、地面量测及巡查等，采用设计资料分析，结合实地调查，即首先调查、收集项目水土保持方案、建设单位、施工单位、监理单位等的现场资料，作为参考资料。然后通过无人机航拍确定扰动范围的边界，再通过GPS、皮尺、相机等设备进行实地量测，结合竣工图纸，最后经过分析计算得出扰动土地情况。

#### 2.1.3 监测频次

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）规定，扰动土地情况应至少每月监测1次。我单位于2023年10月进场，对现场的情况进行了调查，分析了原地貌及可能造成的破坏情况，通过现场巡查监测是否有扩大扰动面积的施工行为。

表 2-1 项目扰动土地情况监测表单位：hm<sup>2</sup>

分区	扰动面积	监测频次	监测方法
光伏阵列（含箱变）工程区	321.48	1次/月	资料分析 现场测量 卫星图量测
集电线路工程区	3.63		
升压站工程区	0.80		
道路工程区	7.14		
施工营场地	0.21		
<b>总计</b>	<b>333.26</b>		

注：“\*”为重叠占地，面积不重复计列

## 2.2 取料、弃渣情况监测

### 2.2.1 监测内容

本项目不包括取料场与弃渣场，主要分析监测临时堆土数量、位置、方量、草甸及下层营养土剥离及保护、防治措施落实情况及渣土防护率，调查项目现场水土流失情况，同时结合施工资料分析土石方调配情况。

### 2.2.2 监测方法

施工中因场平剥表，基础、沟槽等开挖等有临时堆土，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水土流失量，通过施工期间巡查量测等调查临时堆土期间布设的防护措施内容及工程量等，采用植被样方等工具测定项目现场迹地恢复情况。

### 2.2.3 监测频次

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）规定，正在使用的弃土弃渣场，应每两周监测1次。本项目无弃渣场，根据项目实际情况，对草甸表土堆场及接地沟沟槽开挖堆土进行持续调查监测，每季度1次。

表2-2 监测内容和方法及频次

序号	监测内容		监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
1	临时堆土点	数量、位置、方量	现场调查巡查 查阅施工监理等资料	1次/季度
2	草甸及下层营养土剥离	实施进度、工程量		
3	防治措施	防护措施实施情况		

## 2.3 水土保持措施

### 2.3.1 监测内容

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号），应重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

### 2.3.2 监测方法

#### 2.3.2.1 工程措施监测方法

工程措施主要通过查阅与分析设计资料、监理资料、施工资料进行，同时采用巡查和抽样法进行复核性调查。利用GPS定位仪、照相机、标杆、尺子、激

光测距仪等设备，实地监测项目区工程措施的实施位置、措施种类与工程量、措施完好程度与稳定性、措施规格与尺寸、措施工程质量与运行情况、拦渣保土防护效果。

### 2.3.2.2 植物措施监测方法

植物措施监测主要通过查阅与分析设计资料、监理资料、施工资料，采用巡查调查和植物样方法相结合的方式，实地核实植物措施面积、成活率、保存率、生长发育及植被覆盖率的变化情况，并判定水土保持植物措施的防护效果。

植被措施采用样方调查的方式，对植被恢复效果进行调查：

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，草地 2m×2m。

分别取标准地进行观测并计算草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为：

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

式中：C—林（或草）植被覆盖度，%

f 林地（或草地）面积，hm<sup>2</sup>

F—类型区总面积，hm<sup>2</sup>

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。

### 2.3.2.3 临时措施监测方法

临时措施监测主要通过查阅与分析设计资料、监理资料、施工资料，确定水土保持临时措施的布置区域、措施种类与工程量、措施规格与尺寸，分析水土保持临时措施实施效果。

表2-3 水土保持措施监测内容和方法

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
1	施工进度	水土保持措施开（完）工日期	查阅施工、监理等资料； 实地巡查；	1次/季度
2	临时措施	措施类型、数量及效果	查阅施工、监理等资料；	1次/月
3	工程措施	措施类型、规格、尺寸、数量、运行状况及防护效果	查阅施工、监理等资料； 抽样调查工程措施，使用卷尺、测距仪等对尺寸进行核查，拍摄照片记录外观质量，综合分析措施防护效果； 遥感监测；	1次/季度

序号	监测内容		具体监测方法	监测频次
	监测指标	指标内容		
4	植物措施	植物种类、面积、生长状况及林草覆盖率（郁闭度）	查阅设计文件和监理资料； 抽样调查植物措施，设置植物样方，使用照相法、网格法等综合分析绿化及水土保持效果； 遥感监测；	植物措施生长情况 1次/季度

## 2.4 水土流失情况

### 2.4.1 水土流失面积监测

水土流失面积监测内容包括扰动地表面积、工程建设占压面积、硬化面积、产生水土流失的面积等。本项目水土流失面积的监测主要通过现场调查量测并结合卫星影像资料的方法进行，每月监测1次。

### 2.4.2 土壤流失量监测

土壤流失量的监测内容包括工程建设扰动地表植被面积、占用破坏水土保持设施的数量、土石方量及弃土弃渣量、流失面积和流失量、水土流失变化情况（类型、形式、流失量）等方面的监测。本项目水土流失量监测主要采取调查以及巡查相结合方法。

对水土流失重点地段和水土流失防治重要点进行类比分析调查，监测组通过实地调查监测、沉沙池与测钎法等实地定位观测、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。

### 2.4.3 水土流失危害监测

水土流失危害主要包括工程建设过程产生的水土流失及其对周边环境的影响；工程建设区植被及生态环境变化；工程建设对环境的影响等。本次工程建设中临时堆土场均采用有效的防护措施，因此建设中未产生水土流失危害。

项目建设对水土流失的影响主要是施工活动。根据工程建设实际情况和方案对水土保持监测的要求，结合现场调查分析，水土流失的重点区域是道路工程区与光伏阵列及箱变工程。

参考批复的水保方案，确定项目区水土流失类型主要为水力侵蚀，伴有风力侵蚀及冻融侵蚀。因项目在施工活动过程中进行了较大的土石方开挖回填活动，水土流失量增大。在项目区建设完成后，由于采用工程措施和植物措施进行防护，在运行期水土流失到防治标准，水土流失量小。水土流失主要采用调查监测法。

(1) 项目建设造成水土流失对林地、耕地等的危害；

本项目施工过程中，未对非建设区域的林地草地耕地等构成危害。

(2) 项目建设造成水土流失对周边民房、居民造成的影响状况；

项目施工中，未对周边建筑及居民造成不良影响。

(3) 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；

项目施工过程中，积极做好水土保持措施，排水疏导，做好保土保水工作。

(4) 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；

水土流失可控，需加快植被恢复，形成一定郁闭度，促进生态和谐发展。

(5) 调查项目建设过程重大水土流失事件。

项目无重大水土流失现象发生。

表2-4 水土流失情况监测内容、频次和方法

监测内容	监测方法	监测频次	备注
水土流失面积	资料分析	1次/季度	主要结合工程建设情况，确定扰动土地面积和水土流失面积
	实地量测		定点量测扰动土地面积和水土流失面积
土壤流失量	资料分析		通过分析施工中资料及定位观测、类比其它项目确定土壤流失量
	实地调查		
潜在土壤流失量	实地调查		通过查询施工中资料及走访周边群众，调查建设过程中是否对周边造成水土流失影响，并巡查场地内水土保持措施实施情况，分析场地内还是否存在水土流失因素
水土流失危害	实地调查		

### 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，布设水土保持地面监测和调查点位。

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测钎法、沉沙池法。

#### (1) 沉沙池法

地面观测方法主要是针对不同地表扰动类型、侵蚀强度的监测，采用地面定位监测方法，利用确定的地面监测位点监测水土流失强度。本工程地面定位观测点宜布置在沉沙池和排水沟出口处，重点监测排水含沙量。

沉沙池法即在道路排水系统末端修建沉沙池，按照设计频次或在每次降雨后及时观测沉沙池中的泥沙厚度，通常是在沉沙池的四个角及中心点分别量测泥沙厚度，并测得泥沙容重，采用下列公式计算土壤流失量。

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} S \gamma_s \times 10^4$$

式中： $S_T$ ——排水沟控制的汇水区域土壤流失量，g

$h_i$ ——沉沙池四个角和中心点的泥沙厚度，cm

$S$ ——沉沙池底面积， $m^2$

$\gamma_s$ ——泥沙容重， $g/cm^3$

## (2) 简易水土流失观测场-测钎法

测钎法适用于开挖、填筑或堆砌形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失量监测。在地表环境相对稳定的开挖填筑或堆土场地坡面布设简易水土流失观测场，然后将直径小于0.50cm、长50~100cm类似于钉子形状的钢钎，根据坡面面积分上中下、左中右纵横各3排9根布设（按品字形布设，如图2-1）。每次降雨后观测记录钢钎或竹签顶部露出坡面的距离。依据每次观测桩露出坡面的距离，按以下计算土壤侵蚀量。

$$W = \rho (ZS/1000\cos\alpha) \quad (\text{式 6-1})$$

式中： $W$ ——土壤侵蚀量（t）

$\rho$ ——小区土样容重（ $t/m^3$ ）

$Z$ ——土壤侵蚀厚度（mm）

$S$ ——小区斜坡面积（ $m^2$ ）

$\alpha$ ——小区坡面坡度（ $^\circ$ ）

根据土壤侵蚀量、侵蚀面积和侵蚀时间推求土壤侵蚀模数。

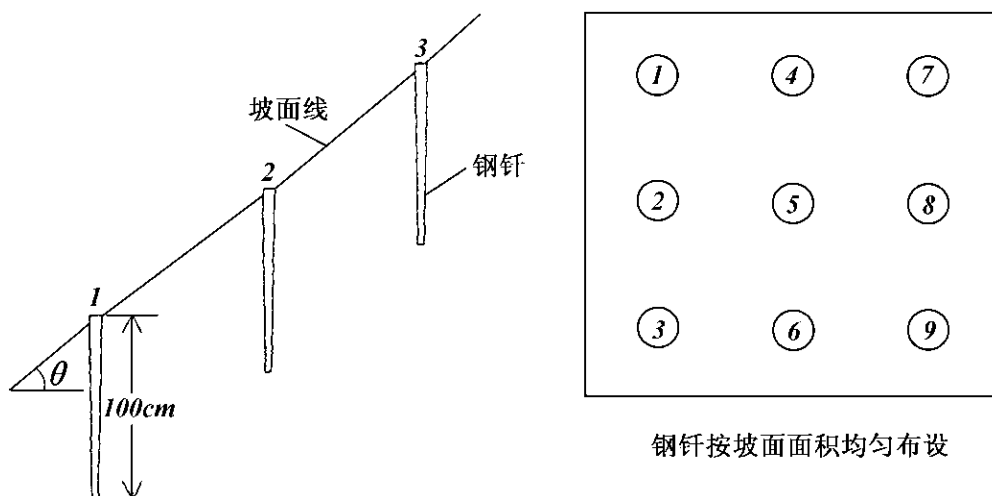


图2-1 测钎法布置示意图

### 3 重点部位水土流失动态监测

#### 3.1 水土流失防治责任范围监测

##### 3.1.1 批复的水土流失防治责任范围

根据《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2023〕65号）及《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站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为 333.40hm<sup>2</sup>。

表3-1 水土保持方案确定的防治责任范围 单位：hm<sup>2</sup>

防治分区	防治范围 (hm <sup>2</sup> )	防治对象
光伏阵列(含箱变)工程区	319.06	主要包括光伏板及箱变区及域内施工扰动区域
集电线路工程区	4.65	集电线路施工作业带总宽度为 2.6~4.0m, 直埋沟槽长度约 14.10km
升压站工程区	0.96	于场地内新建一座 220kV 升压站
道路工程区	8.52	包括路基、边沟、草甸及下层营养土堆存带
施工营场地	0.21	本项目设置了 1 处施工营场地
合计	333.40	

注：“\*”为重叠占地，面积不重复计列

##### 3.1.1.2 实际发生的水土流失防治责任范围

根据监测资料、现场调查情况，并结合资料，卫星影像等，本项目实际发生的水土流失防治责任范围为 333.26hm<sup>2</sup>。

表3-2 实际水土保持防治责任范围 单位：hm<sup>2</sup>

防治分区	防治责任范围 (hm <sup>2</sup> )	备注
光伏阵列(含箱变)工程区	321.48	主要包括光伏板及箱变区及域内施工扰动区域
集电线路工程区	3.63	直埋沟槽长度约11.00km
升压站工程区	0.80	新建一座220kV升压站
道路工程区	7.14	项目建设道路总长约11.24km
施工营场地	0.21	本项目设置了1处施工营场地
合计	333.26	

注：“\*”为重叠占地，面积不重复计列

##### 3.1.2 防治责任范围变化情况对比分析

根据监测调查核实结果，本项目施工期实际水土流失防治责任范围面积为 333.26hm<sup>2</sup>，全部为项目建设区。方案确定与实际发生的水土流失责任范围对比

见下表。

**表3-3 方案确定与实际发生的水土流失防治责任范围对比表** 单位:  $\text{hm}^2$

分区	批复面积	实际面积	增减情况	变化幅度
光伏阵列(含箱变)工程区	319.06	321.48	2.42	0.76%
集电线路工程区	4.65	3.63	-1.02	-21.94%
升压站工程区	0.96	0.80	-0.16	-16.67%
道路工程区	8.52	7.14	-1.38	-16.20%
施工营场地	0.21	0.21	0	0.00%
<b>合计</b>	<b>333.40</b>	<b>333.26</b>	-0.14	-0.04%

注：“\*”为重叠占地，面积不重复计列

根据现场监测、实地勘查，工程建设扰动防治责任范围分区为光伏阵列(含箱变)工程区、集电线路工程区、升压站工程区、道路工程区、施工营场地共5个区域，防治责任范围面积共计  $333.26\text{hm}^2$ ，其中光伏阵列(含箱变)工程区  $321.48\text{hm}^2$ 、集电线路工程区  $3.63\text{hm}^2$ 、升压站工程区  $0.80\text{hm}^2$ 、道路工程区  $7.14\text{hm}^2$ 、施工营场地  $0.21\text{hm}^2$ 。

实际水土保持防治责任范围与批复的水保方案确定防治责任范围存在一定变化，经查阅工程资料及现场复核，较批复的水保报告水土流失防治责任范围减小  $0.14\text{hm}^2$ ，各分区防治责任范围有稍许变化，变化原因如下：

#### (1) 光伏阵列(含箱变)工程区

本项目总装机容量未发生改变，由68个方阵组成(包含22个  $3.3\text{MW}$  平单轴光伏方阵和14个  $3.3\text{MW}+32$  个  $3.0\text{MW}$  固定式光伏方阵)，方阵数量未发生变化，光伏板及箱变区占地面不变，但域内施工扰动区占地(不涉及生产建设内容，仅施工期间存在人员走动等轻微扰动，不涉及较为剧烈的施工内容的区域为域内施工扰动区)增加，防治分区总面积增加了  $2.42\text{hm}^2$ 。

#### (2) 集电线路工程区

本项目场内集电路开挖沟道长度由  $14.10\text{km}$  减少至  $11.00\text{km}$ ，施工作业带总宽度为  $2.6\sim 4.0\text{m}$ ，占地面积约为  $3.63\text{hm}^2$ ，为临时占地，防治分区总面积减少了  $1.02\text{hm}^2$ 。

#### (3) 升压站工程区

本项目升压站位置未发生变化，但调整升压站围墙外边坡占地为永久占地，减少升压站征地外的临时占地，防治分区总面积减小了  $0.16\text{hm}^2$ 。

#### (4) 道路工程区

本项目道路总长度由 14.96km 减至 11.24km, 减少 3.72km, 根据现场踏勘结合施工图对比水保方案阶段道路路径, 主要减少了道路支线 3.72km。综上, 道路工程防治分区总面积减小 1.38hm<sup>2</sup>。

#### (5) 施工营场地

本项目根据施工情况在升压站内北侧布设 1 处施工营场地, 用于材料堆放和加工, 占地面积 0.21hm<sup>2</sup> 该区防治分区总面积较批复方案无变化。

### 3.1.3 背景值监测

项目区水土流失背景值采用调查工程区周边类似地表水土流失情况进行分析确定。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007), 工程区域属于以水力侵蚀为主的青藏高原区, 区域容许土壤流失量为 500t/km<sup>2</sup>·a。根据现场查勘, 同时结合四川省水土流失重点防治分布图, 区域海拔高程、地形地貌、地表植被及土壤等水土流失因子进行综合分析, 项目区土壤侵蚀类型以冻融侵蚀和水力侵蚀为主为主, 伴有水力侵蚀。工程区背景土壤侵蚀模数为 122t/(km<sup>2</sup>·a)。

### 3.1.4 建设期扰动土地面积

本项目光伏阵列(含箱变)工程区方阵及箱变个数未发生变化, 永久占地面积为 243.66hm<sup>2</sup>, 未发生变化, 域内施工扰动区占地面积为 77.82 hm<sup>2</sup>, 增加了 2.42hm<sup>2</sup>;本工程集电线路开挖沟道长度 11.00km, 施工作业带总宽度为 2.6~4.0m, 占地面积约为 3.63hm<sup>2</sup>, 为临时占地; 根据施工设计图, 项目升压站占地占地面积 0.80hm<sup>2</sup> (升压站围墙中心内面积 0.60hm<sup>2</sup>, 围墙外边坡占地面积 0.20hm<sup>2</sup>), 占地为永久占地; 根据施工阶段调整, 项目建设道路总长约 11.24km, 其中新建场内主干道路长约 4.06km, 新建场内支路 7.07km, 升压站进站道路长 0.11km, 占地面积为 7.14hm<sup>2</sup>, 为永久占地; 项目施工营场地在升压站内北侧布设 1 处, 用于材料堆放和加工, 占地面积 0.21hm<sup>2</sup>。故项目实际总占地为 333.26hm<sup>2</sup>, 永久占地为 250.83hm<sup>2</sup>, 临时占地为 82.43hm<sup>2</sup>。

3-5 各阶段扰动土地面积监测表单位  $\text{hm}^2$ 

防治分区	批复防治责任范围	实际防治责任范围	实际年度扰动情况		
			2023	2024	2025
光伏阵列（含箱变）工程区	319.06	321.48	321.48	321.48	321.48
集电线路工程区	4.65	3.63	3.63	3.63	3.63
升压站工程区	0.96	0.80	0.80	0.80	0.80
道路工程区	8.52	7.14	7.14	7.14	7.14
施工营场地	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
合计	333.40	333.26	333.26	333.26	333.26

注：“\*”为重叠占地，面积不重复计列

根据施工资料和完工资料，项目2023年4月开工，2024年5月完工，扰动面积约 $333.26\text{hm}^2$ ，扰动最大面积区域为光伏阵列（含箱变）工程区，面积达 $321.48\text{hm}^2$ 。

## 3.2 取料监测结果

### 3.2.1 设计取料情况

根据批复的水土保持方案，本项目不涉及取土场取土问题。

### 3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

通过对本项目施工资料的查阅及现场勘查分析可知，项目建设期不涉及取土场取土问题。

### 3.2.3 取料对比分析

本项目实际施工情况与方案一致，无取料场。建设过程中所需的砂石料及混凝土为外购。

## 3.3 弃渣监测结果

### 3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的水土保持方案，本项目不涉及弃渣场弃渣问题。

### 3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

通过对本项目施工资料的查阅及现场勘查分析可知，项目建设期不涉及弃渣场弃渣问题。

### 3.3.3 弃渣对比分析

本项目实际施工情况与方案一致，无弃渣场。建设过程中开挖方量均在本项目内部回填利用。

### 3.4 土石方流向情况监测结果

#### 3.4.1 设计土石方流向情况

根据《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2023〕65号）及《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案报告书（报批稿）》，本项目土石方总开挖量为 6.55 万 m<sup>3</sup>（含草甸及下层营养土剥离 1.47 万 m<sup>3</sup>），填方总量为 6.55 万 m<sup>3</sup>（含草甸及下层营养土回覆 1.47 万 m<sup>3</sup>），无借方，无弃方。

表 3-6 批复土石方流向表单位：万 m<sup>3</sup>

序号	项目组成	挖方（万 m <sup>3</sup> ）			填方（万 m <sup>3</sup> ）			调入（万 m <sup>3</sup> ）		调出（万 m <sup>3</sup> ）	
		表土	土石方	合计	表土	土石方	合计	数量	来源	数量	去向
a	光伏阵列及箱变工程	0	0.55	0.55	0.52	0.55	1.07	0.52	cd	0	\
b	集电线路工程	0.24	2.33	2.57	0.24	1.88	2.12			0.45	d
c	升压站工程	0.11	0.63	0.74	0.02	0.63	0.65	0	\	0.09	a
d	道路工程	1.12	1.57	2.69	0.69	2.02	2.71	0.45	b	0.43	a
	合计	1.47	5.07	6.55	1.47	5.07	6.55	0.97		0.97	

#### 3.4.2 实际土石方流向情况

根据本项目竣工资料，项目开挖土石方 6.30 万 m<sup>3</sup>（含剥离表土 1.62 万 m<sup>3</sup>），填方总量为 6.30 万 m<sup>3</sup>（含回覆表土 1.62 万 m<sup>3</sup>），无借方，无弃方，未布设弃渣场、取土（料）场。

##### （1）光伏阵列（含箱变）工程区

根据主体设计资料，本项目光伏阵列区场地不进行平整。

##### \*1) 光伏板及箱变区

土石方开挖量为 0.56 万 m<sup>3</sup>（为静压桩引孔开挖和接地工程开挖）；土石方回填量为 0.74 万 m<sup>3</sup>，其中草甸、下层营养土回覆 0.18 万 m<sup>3</sup>，静压桩引孔及接地工程回填 0.56 万 m<sup>3</sup>。草甸、下层营养土从升压站工程和道路工程余方调入。

##### \*2) 域内施工扰动区

域内施工扰动区土石方回填 0.36 万 m<sup>3</sup>，全部为裸地治理，从道路工程调入。

综上，光伏阵列（含箱变）工程区共计开挖量 0.56 万  $m^3$ （不含草甸及表土剥离），回填量 0.74 万  $m^3$ （其中草甸及表土回覆 0.18 万  $m^3$ ）。

#### （2）集电线路工程区

本项目集电线路开挖沟道长度 11.00km，施工作业带总宽度为 2.6~4.0m，占地面积约为 3.63 $hm^2$ ，平均开挖深度约 0.5m，集电线路工程土石方开挖量为 2.58 万  $m^3$ ，其中草甸、下层营养土剥离 0.54 万  $m^3$ ，电缆沟施工开挖 2.04 万  $m^3$ ，土石方回填量为 2.58 万  $m^3$ ，其中草甸、下层营养土回覆 0.54 万  $m^3$ ，电缆沟施工回填 2.04 万  $m^3$ 。

#### （3）升压站工程区

升压站工程主要挖填量来源于场平及建筑物等基础，升压站地势较为平整，草甸与表土剥离共计 0.12 万  $m^3$ （站内绿化回填 0.02 万  $m^3$ ，调出 0.10 万  $m^3$ 用于光伏阵列（含箱变）工程区原地貌较差的区域恢复回填），场地平整及各建构筑物开挖共计 0.59 万  $m^3$ ，场地平整及各建构筑物回填共计 0.59 万  $m^3$ 。

升压站工程区总计挖方 0.71 万  $m^3$ （其中草甸与表土剥离 0.12 万  $m^3$ ），回填 0.61 万  $m^3$ （其中草甸与表土回覆 0.02 万  $m^3$ ），调出 0.10 万  $m^3$ 至光伏阵列（含箱变）工程区。

#### （4）道路工程区

土石方开挖量为 2.45 万  $m^3$ ，其中草甸、下层营养土剥离 0.96 万  $m^3$ ，路基施工开挖 1.50 万  $m^3$ ；土石方回填量为 2.44 万  $m^3$ ，其中草甸、下层营养土回覆 0.52 万  $m^3$ （生态路面段路基型压实后的路面回覆和其他的道路边坡的回覆），路基施工回填 1.92 万  $m^3$ 。剥离的多余草甸、下层营养土 0.44 万  $m^3$ 调出至光伏阵列（含箱变）工程和域内施工扰动区裸地回覆利用。路基回填缺方 0.42 万  $m^3$ 从集电线路工程调入。

道路工程区总计挖方 2.45 万  $m^3$ （其中草甸与表土剥离 0.96 万  $m^3$ ），回填 2.44 万  $m^3$ （其中草甸与表土回覆 0.52 万  $m^3$ ），调出 0.44 万  $m^3$ 草甸与表土至光伏阵列（含箱变）工程区回填，从集电线路工程调入 0.42 万  $m^3$ 土石方回填路基。

表 3-7 实际土石方流向表 单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	项目组成	挖方 (万 m <sup>3</sup> )			填方 (万 m <sup>3</sup> )			调入 (万 m <sup>3</sup> )		调出 (万 m <sup>3</sup> )		借方 (万 m <sup>3</sup> )		弃方 (万 m <sup>3</sup> )	
		表土	土石方	合计	表土	土石方	合计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
a	光伏阵列及箱变工程	0	0.56	0.56	0.54	0.56	1.10	0.54	cd	0	\	0	\	0	\
b	集电线路工程	0.54	2.04	2.58	0.54	1.62	2.16	0	\	0.42	d	0	\	0	\
c	升压站工程	0.12	0.59	0.71	0.02	0.59	0.61	0	\	0.10	a	0	\	0	\
d	道路工程	0.96	1.50	2.45	0.52	1.92	2.44	0.42	b	0.44	a	0	\	0	\
	<b>合计</b>	<b>1.62</b>	<b>4.68</b>	<b>6.30</b>	<b>1.02</b>	<b>4.68</b>	<b>6.30</b>	<b>0.96</b>		<b>0.96</b>		<b>0</b>	<b>\</b>	<b>0</b>	<b>\</b>

表 3-8 土石方变化表 单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	项目组成	挖方 (万 m <sup>3</sup> )			填方 (万 m <sup>3</sup> )			调入 (万 m <sup>3</sup> )			调出 (万 m <sup>3</sup> )		
		批复	实际	变化	批复	实际	变化	批复	实际	变化	批复	实际	变化
a	光伏阵列及箱变工程	0.55	0.56	<b>0.01</b>	1.07	1.10	<b>0.03</b>	0.52	0.54	0.02	0	0	0
b	集电线路工程	2.57	2.58	<b>0.01</b>	2.12	2.16	<b>0.04</b>	0	0	0	0.45	0.42	-0.03
c	升压站工程	0.74	0.71	<b>-0.03</b>	0.65	0.61	<b>-0.04</b>	0	0	0	0.09	0.10	0.01
d	道路工程	2.69	2.45	<b>-0.24</b>	2.71	2.44	<b>-0.27</b>	0.45	0.42	-0.03	0.43	0.44	0.01
	<b>合计</b>	<b>6.55</b>	<b>6.30</b>	<b>-0.25</b>	<b>6.55</b>	<b>6.30</b>	<b>-0.25</b>	<b>0.97</b>	<b>0.96</b>	<b>-0.01</b>	<b>0.97</b>	<b>0.96</b>	<b>-0.01</b>

批复土石方开挖总量 6.55 万 m<sup>3</sup>，土石方回填利用量 6.55 万 m<sup>3</sup>；项目实际挖方总量 6.30 万 m<sup>3</sup>，实际填方总量 6.30 万 m<sup>3</sup>。

本项目挖填平衡，实际挖方量较批复挖方量减少了 0.25 万 m<sup>3</sup>，主要原因是本项目方案为可研阶段进行编制，编制情况较实际有一定出入，项目集电线路及道路工程占地减少，挖填方量有所减少；升压站工程占地减少，挖填方量有所减少。综上，本项目土石方挖填量整体有所减少。

### 3.5 其他重点部位监测结果

从扰动面积看，光伏阵列（含箱变）工程区较大，该区域主要为光伏板及箱变基础施工，本项目光伏基础主体设计采取静压钢桩基础，不用进行大面积场平，施工快捷，无土石方开挖量，但用钢量较大施工精度不高且需要专门的施工机械。钢桩地下部分一旦积水容易产生腐蚀影响结构安全性，耐腐蚀性能较差。本项目场址区含有大量基岩，直接静压打桩施工难度较大，需根据不同场址区地质条件采用直接静压打桩或采用辅助引孔等施工措施，静压钢桩基础无需使用现浇混凝土，更加环保，可以满足四川省甘孜州当地复合光伏项目建设技术要求。

从扰动频次看，光伏阵列（含箱变）工程区和道路工程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。在道路形成后对边坡进行了覆土绿化，沿进场道路一侧修建排水沟，起到了一定的保护作用。光伏阵列之间的间距机械行驶扰动碾压频繁，在光伏基础建设中，采用密目网进行铺垫，减轻了机械碾压造成的破坏，对水土保持有着积极效益。

就现状而言。项目区域植被已逐步生长，无明显水土流失现象。

## 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

根据《硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持方案报告书（报批稿）》，在本项目建设前，项目批复水土保持方案设计工程措施如下：

（1）光伏阵列（含箱变）工程区草甸及下层营养土回覆 0.54 万 m<sup>3</sup>；

（2）集电线路工程区：草甸及下层营养土剥离 0.24 万 m<sup>3</sup>、草甸及下层营养土回覆 0.24m<sup>3</sup>；

（3）升压站工程区：排水沟 348m、沉沙池 1 口、草甸及下层营养土剥离 0.11 万 m<sup>3</sup>、草甸及下层营养土回覆 0.02m<sup>3</sup>；

（4）道路工程区：草甸及下层营养土剥离 1.12 万 m<sup>3</sup>、草甸及下层营养土回覆 0.69m<sup>3</sup>、道路排水沟 1.33km、蓄水池 5 座、沉沙池 18 口。

#### 4.1.2 监测结果

项目水土保持工程措施种类及实际工程量主要是通过实地量测，并结合主体设计单位和施工单位所提供的图纸、表格等资料统计分析得出。见表 4-2。

表 4-1 工程措施变化表

防治区域	分区防治措施	单位	方案设计工程量	实际实施工程量	增减	变化幅度	变化原因
光伏阵列（含箱变）工程区	草甸及下层营养土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.52	0.54	+0.02	4%	增加域内施工扰动区开挖草甸及表土回覆
集电线路工程区	草甸及下层营养土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.24	0.54	+0.30	125%	集电线路铺设范围内草甸及下层营养土均采用剥离措施
	草甸及下层营养土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.24	0.54	+0.30	125%	
升压站工程区	排水沟	m	348	142	-206	-59%	站内排水明沟调整为雨水管，增加储能区排水
	雨水管	m	0	223	223	/	
	沉沙池	口	1	1	0	0%	\
	草甸及下层营养土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.11	0.12	+0.01	9%	升压站实际剥离草甸及下层营养土增加
	草甸及下层营养土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.02	0.02	0	0%	\
道路工程区	草甸及下层	万 m <sup>3</sup>	1.12	0.96	-0.18	-16%	道路长度减小，面积减

防治区域	分区防治措施	单位	方案设计工程量	实际实施工程量	增减	变化幅度	变化原因
	营养土剥离						小
	草甸及下层营养土回覆	万m <sup>3</sup>	0.69	0.52	-0.17	-25%	
	道路排水沟	km	1.33	0	-1.33	-100%	道路排水沟统一采取生态边沟
	蓄水池	座	5	0	-5	-100%	由于项目需要，蓄水池统一改成沉沙池
	沉沙池	口	18	20	+2	11%	

从对比来看，工程实际施工中工程措施工程量较方案设计工程量有所变化，主要变化原因如下：

#### （1）光伏阵列（含箱变）工程区

光伏阵列（含箱变）工程区增加了域内施工扰动区，补充了裸露区域的草甸及表土回覆，因此回覆量增加。

#### （2）集电线路工程区

##### \*1) 草甸及下层营养土剥离

本项目集电线路铺设范围内草甸及下层营养土均采取剥离措施，集电线路工程区可剥离草甸及下层营养土增加，因此剥离量增加。

##### \*2) 草甸及下层营养土回覆

本项集电线路工程区开挖扰动范围增加，因此回覆量增加。

#### （3）升压站工程区

##### \*1) 排水设施

批复的水保方案中，排水设施为升压站内外砼排水明沟。

实际施工中，站内汇集的雨水排至站外排水沟，站外排水沟沿围墙外侧布置，未发生变化。站内考虑地面平整易管理，将站内的排水设施均调整为暗埋地下雨水管网，同时在储能区等位置增加了排水设施，通过地面雨水口进行收集，因此，升压站排水设施工程量有所增加。

##### \*2) 草甸及下层营养土剥离

本项目升压站实际草甸及下层营养土增加，因此剥离量增加。

#### （4）道路工程区

##### \*1) 草甸及下层营养土剥离及回铺

实际施工中，本项目道路总长度由 14.80km 减至 11.24km，减少 3.56km，长度占比减少 24.05%，面积减少了 1.38hm<sup>2</sup>。因道路长度减短，致面积减小，因此前期草甸及表土剥离及回铺量等相应减少。

#### \*2) 道路排水沟

根据项目实际布置，沿道路修建的生态边沟能满足项目区内排水需求，因此道路排水沟统一采取生态边沟，道路排水沟工程量减少。

#### \*3) 蓄水池及沉沙池

根据现场勘察，项目区位于玛依河和定曲的分水岭，绝大部分面积汇入玛依河，西北侧小片区域汇水入定曲河。项目区无河流和可见水系，项目内汇水经排水沟、沉沙排入附近冲沟即可，无需设置蓄水池，项目将蓄水池更改为沉沙池，因此蓄水池工程量减少，沉沙池工程量增加。

## 4.2 植物措施监测结果

### 4.2.1 植物措施设计情况

各防治分区在建设结束后，采取各项植物恢复措施以恢复植被建设，项目批复的水土保持方案设计植物措施如下：

- (1) 光伏阵列（含箱变）工程区：补撒草籽 45.68hm<sup>2</sup>；
- (2) 集电线路工程区：补撒草籽 4.65hm<sup>2</sup>；
- (3) 升压站工程区：站内植草绿化 322m<sup>2</sup>、补撒草籽 0.37hm<sup>2</sup>；
- (4) 道路工程区：补撒草籽 4.61hm<sup>2</sup>、道路边沟 13.47km；
- (5) 施工营场地：补撒草籽 0.21hm<sup>2</sup>。

### 4.2.2 监测结果

项目水土保持工程措施种类及实际工程量主要是通过实地量测，并结合主体设计单位和施工单位所提供的图纸、表格等资料统计分析得出。见表 4-2。

表 4-2 植物措施变化表

防治区域	分区防治措施	单位	方案设计工程量	实际实施工程量	增减	变化幅度	变化原因
光伏阵列 (含箱变) 工程区	补撒草籽	m <sup>2</sup>	45.68	48.10	+2.42	5%	增加植被较差区域补撒草籽
集电线路工 程区	补撒草籽	hm <sup>2</sup>	4.65	3.63	-1.02	-22%	集电线路区扰动范围减小
升压站工程 区	站内植草 绿化	m <sup>2</sup>	322	950	628	195%	升压站布置根据施工图调整有所 增加
	补撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.37	0.20	-0.17	-46%	由于站外施工扰动范围减小有所 减小
道路工程区	补撒草籽	hm <sup>2</sup>	4.61	2.60	-2.01	-44%	道路长度减小, 可恢复的绿化面 积减小, 布设边沟减少
	道路边沟	km	13.47	11.24	-2.23	-17%	
施工营场地	补撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.21	0.21	0	0%	施工营场地为发生变化

从上表对比可以看出：本项目各防治区植物措施量均有一定变化。

经现场踏勘及以上对比分析可以看出，实际施工与批复水保方案设计水保植物措施有一定变化，其变化原因如下：

#### (1) 光伏阵列（含箱变）工程区

##### \*1) 补撒草籽

项目施工过程中，光伏阵列（含箱变）工程区植被较差区域较多，增加了该区域补撒草籽的措施，因此植物措施工程量有所增加。

#### (2) 集电线路工程区

##### \*1) 补撒草籽

项目施工过程中，集电线路区扰动范围减小，减少了该区域补撒草籽的措施，因此植物措施工程量有所减小。

#### (3) 升压站工程区

##### \*1) 站内植草绿化、补撒草籽

批复方案中，升压站绿化主要集中于升压站内生活区空地、填方边坡等位置。实际施工中，升压站布置根据后续设计有所调整，增加了生活区的绿化面积。

由于站外施工扰动范围减小有所减小，因此站外补撒草籽工程量减小。

#### (4) 道路工程区

##### \*1) 补撒草籽、道路边沟

实际道路长度较水保方案批复的道路长度缩短，道路整体面积减小，两侧可绿化的边坡绿化量面积相应减小，道路边沟布设长度相应减少，因此后期补撒草籽和道路边沟工程量等减少。

#### (5) 施工营场地

##### \*1) 补撒草籽

与批复水土保持方案措施保持一致。

本监测报告认为：工程实际实施的水保植物措施根据项目实际施工情况布局完整，经过后续养护后，场地绿化效果进一步增加，林草覆盖率增加，可达到批复水保方案水土保持植物措施防治功能要求。

### 4.3 临时措施监测结果

#### 4.3.1 临时措施设计情况

查阅监理资料和施工资料或影响，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。依据原水土保持方案，设计了铺设棕垫、密目网遮盖、临时排水沟、临时沉沙池、草甸及下层营养土日常养护等临时措施。

(1) 光伏阵列（含箱变）工程区：铺设棕垫 7200m<sup>2</sup>；

(2) 集电线路工程区：铺设棕垫 30284m<sup>2</sup>、回填土装袋堆存 18755m<sup>3</sup>、密目网遮盖 5405m<sup>2</sup>、草甸及下层营养土日常养护 0.54hm<sup>2</sup>；

(3) 升压站工程区：铺设棕垫 2400m<sup>2</sup>、密目网遮盖 2400m<sup>2</sup>、草甸及下层营养土日常养护 0.24hm<sup>2</sup>；

(4) 道路工程区：铺设棕垫 10327m<sup>2</sup>、密目网遮盖 10327m<sup>2</sup>、草甸及下层营养土日常养护 1.03hm<sup>2</sup>；

(5) 施工营场地：临时排水沟 185m、临时沉沙池 1 个、防雨布遮盖 1000m<sup>2</sup>、铺设棕垫 500m<sup>2</sup>。

#### 4.3.2 监测结果

临时措施主要为打桩机机械行驶铺垫保护、对草甸及表土、升压站与沟槽建设过程中的基础开挖方，用密目网及防雨布进行遮盖，避免降雨冲刷，待基础施工完成后及时回填。为最大限度减少临时堆土新增的水土流失。

表 4-3 临时措施变化表

防治区域	分区防治措施	单位	方案设计 工程量	实际实施 工程量	增减	变化幅 度	变化原因
光伏阵列（含箱变）工程区	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	7200	12000	4800	66.67%	铺设的棕垫重复利用
集电线路工程区	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	30284	31400	1116	3.69%	集电线路区扰动范围区域较多，增加了临时措施
	回填土装袋堆存	m <sup>3</sup>	18755	20545	1790	9.54%	
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	5405	11000	5595	103.52%	
	草甸及下层营养土日常养护	hm <sup>2</sup>	0.54	1.10	0.56	103.70%	
升压站工程区	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	2400	2200	-200	-8.33%	施工过程中增加了临时遮盖的措施
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	2400	3000	600	25.00%	
	草甸及下层营养土日常养护	hm <sup>2</sup>	0.24	0.24	0	0	
道路工程区	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	10327	8654	-1673	-16.20%	道路长度减小，面积减小
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	10327	8654	-1673	-16.20%	
	草甸及下层营养土日常养护	hm <sup>2</sup>	1.03	0.88	-0.15	-14.56%	草甸及下层营养土剥离减少
施工营场地	临时排水沟	m	185	185	0	0	施工营场地增加了临时遮盖措施
	临时沉沙池	口	1	1	0	0	
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	1000	1200	200	20.00%	
	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	500	600	100	20.00%	

从上表对比可以看出：本项目各防治区临时措施量有一定变化，主要原因是：

#### （1）光伏阵列（含箱变）工程区

##### \*1) 铺设棕垫

批复的水保方案中，铺垫保护主要为防止光伏发电系统场区支架、箱式变电器等基础周边施工期受施工人员和施工机械占压扰动，破坏植被，对该区域周边实施铺垫棕垫保护措施，实际施工过程中，由于光伏阵列（含箱变）工程区扰动较大，施工中增加了棕垫的使用量，因此铺设棕垫保护工程量增加。

#### （2）集电线路工程区

实际施工中，集电线路区扰动范围区域较多，增加了临时措施。

#### （3）升压站工程区

升压站工程施工过程中增加了临时遮盖的措施。

#### （4）道路工程区

## \*1) 铺设棕垫、临时遮盖

实际施工中，道路基本以填方为主，不进行大开挖扰动，进站道路开挖的土石方随挖随填，场内道路基本不进行开挖，回填压实后即进行使用，本项目道路长度减小，面积减小，因此铺设棕垫及临时遮盖等工程量有一定减少。

## (5) 施工营场地

## \*1) 临时遮盖、临时排水

施工营场地基本按批复水土保持方案实施，但增加了临时遮盖措施。

## 4.4 水土保持措施防治效果

本项目建设引起的水土流失，主要发生在土石方开挖回填（填筑）、临时堆土等过程中。通过与主体工程建设同步实施的水土保持工程、植物和临时措施，有效控制和减少了本项目建设新增水土流失。

表 4-4 水土保持措施统计一览表

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际实施	增减
光伏阵列（含箱变） 工程区	工程措施	草甸及下层营养土回覆	万m <sup>3</sup>	0.52	0.54	0.02
	植物措施	补撒草籽	m <sup>2</sup>	45.68	48.1	2.42
	临时措施	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	7200	12000	4800
集电线路工程区	工程措施	草甸及下层营养土剥离	万m <sup>3</sup>	0.24	0.54	0.3
		草甸及下层营养土回覆	万m <sup>3</sup>	0.24	0.54	0.3
	植物措施	补撒草籽	hm <sup>2</sup>	4.65	3.63	-1.02
	临时措施	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	30284	31400	1116
		回填土装袋堆存	m <sup>3</sup>	18755	20545	1790
		密目网遮盖	m <sup>2</sup>	5405	11000	5595
		草甸及下层营养土日常养护	hm <sup>2</sup>	0.54	1.1	0.56
升压站工程区	工程措施	排水沟	m	348	142	-206
		雨水管	m	0	223	223
		沉沙池	口	1	1	0
		草甸及下层营养土剥离	万m <sup>3</sup>	0.11	0.12	0.01
		草甸及下层营养土回覆	万m <sup>3</sup>	0.02	0.02	0
	植物措施	站内植草绿化	m <sup>2</sup>	322	950	628
		补撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.37	0.2	-0.17
	临时措施	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	2400	2200	-200
		密目网遮盖	m <sup>2</sup>	2400	3000	600
		草甸及下层营养土日常养护	hm <sup>2</sup>	0.24	0.24	0
道路工程区	工程措施	排水沟	m	348	142	-206
		雨水管	m	0	223	223

防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案设计	实际实施	增减	
		沉沙池	口	1	1	0	
		草甸及下层营养土剥离	万m <sup>3</sup>	0.11	0.12	0.01	
		草甸及下层营养土回覆	万m <sup>3</sup>	0.02	0.02	0	
	植物措施	补撒草籽	hm <sup>2</sup>	4.61	2.6	-2.01	
		道路边沟	km	13.47	11.24	-2.23	
	临时措施	铺设棕垫	m <sup>2</sup>	10327	8654	-1673	
		密目网遮盖	m <sup>2</sup>	10327	8654	-1673	
		草甸及下层营养土日常养护	hm <sup>2</sup>	1.03	0.88	-0.15	
	施工场地	工程措施	草甸及下层营养土剥离	万m <sup>3</sup>	0	0.06	0.06
			草甸及下层营养土回覆	万m <sup>3</sup>	0	0.06	0.06
植物措施		补撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.21	0.21	0	
临时措施		临时排水沟	m	185	185	0	
		临时沉沙池	口	1	1	0	
		密目网遮盖	m <sup>2</sup>	1000	1200	200	
		铺设棕垫	m <sup>2</sup>	500	600	100	

通过了解本项目的《水土保持方案报告书》，对照项目施工过程中实施的水土保持防治措施与效果，检验项目建设过程中水土流失是否得到有效控制，是否达到了水土保持方案提出的目标和规定的标准，判断项目水土保持防护工程的技术合理性。

工程在建设过程中，参建单位注重水土保持工作与生态环境的保护，按照水土保持方案报告书和专项设计的要求，结合各防治分区的特点，因地制宜、因害设防地实施了全面有效的水土保持防护措施。

工程建设期间针对水土保持措施实施类型、数量、保存状况、运行状况与防治效果监测。草甸及表土剥离及保护等措施有效保护了宝贵的表土资源，保持土壤肥力，确保地貌恢复；排水沟、沉沙池等措施确保施工区域积水及时排出；工程施工结束后，及时对施工迹地进行地貌恢复，可持续有效的发挥水土保持效益。

通过实施水土保持监测，结合工程施工对地表扰动方式、扰动程度、造成水土流失以及采取的防护措施效益分析，可以确定水土保持措施基本得到了及时落实，水土保持措施在保持土壤肥力、控制水土流失、地貌恢复、绿化等方面来看，均达到预期效果。本项目水土保持管理规范、严格规范施工、及时落实水土保持措施，建设期间未产生因水土流失造成影响施工进度和施工安全的事件。

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

施工前期水土流失面积的确定主要根据监理资料、卫星影像、施工组织设计等分析估测得出，项目监测工作正式开展后的水土流失面积主要采用实地测量及卫星影像资料相结合的方法得出。详见表 5-1:

表 5-1 水土流失面积一览表单位:  $\text{hm}^2$

阶段	分区	占地面积	扰动面积	流失面积
2023.4 ~ 2025.6	光伏阵列(含箱变)工程区	321.48	48.73	321.48
	集电线路工程区	3.63	3.63	3.63
	升压站工程区	0.8	0.8	0.8
	道路工程区	7.14	7.14	7.14
	施工营场地	0.21	0.21	0.21
	小计	333.26	60.51	333.26

本项目于 2023 年 4 月开始施工，项目进场后，首先对进站道路与升压站区域进行了全扰动，扰动面积  $0.91\text{hm}^2$ ，截至 2023 年 12 月，为达各箱变施工点，对场内道路进行了建设，扰动面积约  $7.03\text{hm}^2$ ，施工营场地跟随光伏基础建设及安装进度布设，扰动面积约  $0.21\text{hm}^2$ ，截至 2024 年 5 月，光伏阵列(含箱变)工程区内因施工营场地占压以及光伏基础打桩机行驶扰动，扰动面积  $48.73\text{hm}^2$ ，集电线路扰动面积  $3.63\text{hm}^2$ 。综上，本项目总计扰动面积  $60.51\text{hm}^2$ 。

本项目总面积  $333.26\text{hm}^2$ ，未扰动面积  $272.75\text{hm}^2$ ，未扰动面积多半为草地，存在原地貌土壤侵蚀，因此本项目水土流失总面积为  $333.26\text{hm}^2$ 。

### 5.2 土壤流失量

#### 5.2.1 土壤侵蚀模数

##### 5.2.1.1 原地貌侵蚀模数

项目建设准备期前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，原生侵蚀按照用地类型，通过历史卫片调查原地貌性质及走访调查周边土地性质，并结合相关规范和各年份水文气象特征进行估算。项目原生土壤侵蚀量为项目区平均土壤侵蚀模数为  $122\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

##### 5.2.1.2 施工期侵蚀模数

施工期土壤侵蚀模数通过沉沙池法及测钎缸法实地观测收集推算土壤流失量，并结合施工、监理资料，确定各时段实施的水保防护措施进度，对土壤侵蚀

模数进行分析。

表5-2 各监测分区施工期平均土壤侵蚀模数

序号	区域	平均侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
1	光伏阵列(含箱变)工程区	159
2	集电线路工程区	1125
3	升压站工程区	1639
4	道路工程区	1913
5	施工营场地	565

## 5.2.2 土壤流失量

### 5.2.2.1 土壤流失量计算方法

利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时间段计算出各分区水土流失量。

土壤侵蚀量计算公式：

$$M_S = F \times K_S \times T$$

式中： $M_S$ —侵蚀量 (t)

$F$ —水土流失面积 (km<sup>2</sup>)

$K_S$ —水蚀模数 (t/km<sup>2</sup>·a)

$T$ —侵蚀时段 (a)

### 5.2.2.2 土壤流失量计算

工程建设过程中，发生的侵蚀类型以水力侵蚀及冻融侵蚀为主。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，通过类比及实施监测确定工程建设过程中扰动侵蚀模数。

目前本项目施工已基本结束，主体工程实施措施已经发挥效益，根据工程实际情况将监测时段确定为施工开始至水保设施验收结束。本项目于2023年4月进入施工期，2024年5月施工结束，目前主体工程实施措施已经初步发挥效益。截止目前，现场水保措施基本到位，植物措施得到一定恢复，发挥了水土保持效益。

根据监测季报：工程建设过程中土壤流失状况见下表。

表 5-3 各扰动时段土壤流失量

时间	分区	平均侵蚀模数 (t/km·a)	水土流失量 (t)
2023.4 ~ 2023.6	光伏阵列 (含箱变) 工程区	153	122.87
	集电线路工程区	140	1.27
	升压站工程区	2201	4.40
	道路工程区	1896	33.84
	施工营场地	769	0.40
	小计		162.79
2023.7 ~ 2023.9	光伏阵列 (含箱变) 工程区	168	135.30
	集电线路工程区	1254	11.38
	升压站工程区	2465	4.93
	道路工程区	3096	55.26
	施工营场地	844	0.44
	小计		207.32
2023.10 ~ 2023.12	光伏阵列 (含箱变) 工程区	172	137.98
	集电线路工程区	1762	15.99
	升压站工程区	2465	4.93
	道路工程区	2988	53.34
	施工营场地	680	0.36
	小计		<b>212.59</b>
2024.1 ~ 2024.3	光伏阵列 (含箱变) 工程区	174	139.93
	集电线路工程区	1544	14.01
	升压站工程区	1890	3.78
	道路工程区	2243	40.04
	施工营场地	522	0.27
	小计		<b>198.03</b>
2024.4 ~ 2024.6	光伏阵列 (含箱变) 工程区	152	122.51
	集电线路工程区	1544	14.01
	升压站工程区	1890	3.78
	道路工程区	2243	40.04
	施工营场地	522	0.27
	小计		<b>180.61</b>
2024.7 ~ 2024.9	光伏阵列 (含箱变) 工程区	152	122.51
	集电线路工程区	1362	12.36
	升压站工程区	1655	3.31
	道路工程区	1866	33.31
	施工营场地	680	0.36
	小计		<b>171.84</b>
2024.10 ~ 2024.12	光伏阵列 (含箱变) 工程区	167	134.45
	集电线路工程区	1142	10.36
	升压站工程区	980	1.96
	道路工程区	1287	22.97

5 土壤流失情况监测

	施工营场地	473	0.25
	<b>小计</b>		<b>169.99</b>
2025.1 ~ 2025.3	光伏阵列（含箱变）工程区	157	125.92
	集电线路工程区	890	8.08
	升压站工程区	758	1.52
	道路工程区	1055	18.83
	施工营场地	300	0.16
	<b>小计</b>		<b>154.50</b>
2025.4 ~ 2025.6	光伏阵列（含箱变）工程区	131	105.21
	集电线路工程区	488	4.43
	升压站工程区	450	0.90
	道路工程区	542	9.67
	施工营场地	300	0.16
	<b>小计</b>		<b>120.37</b>
<b>合计</b>			<b>1578.04</b>

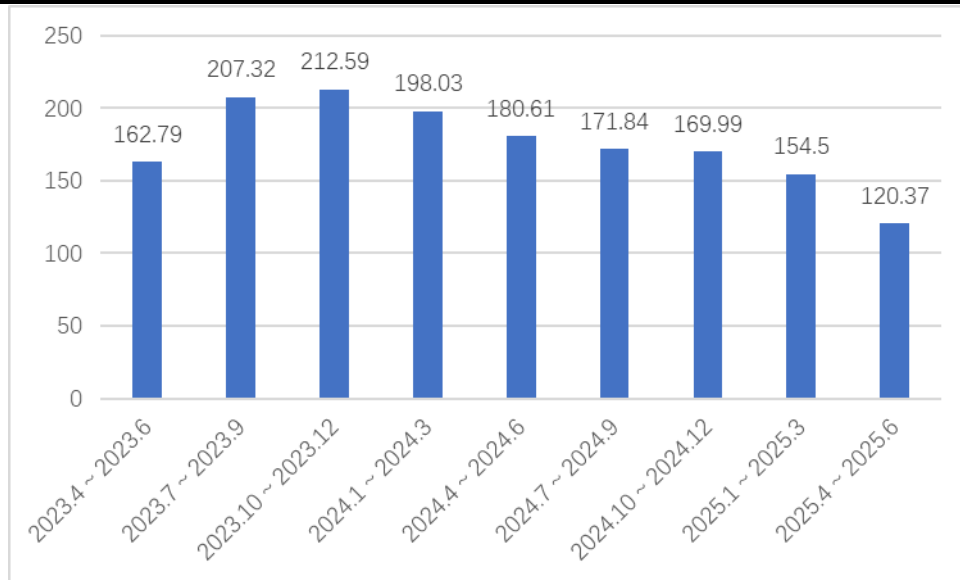


图 5-1 各阶段水土流失量图

表 5-4 各防治分区土壤流失量

年份	分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	平均侵蚀模数 (t/km·a)	侵蚀时段 (a)	水土流失量 (t)
2023.4 ~ 2025.6	光伏阵列（含箱变）工程区	321.48	48.73	159	2.25	1146.68
	集电线路工程区	3.63	3.63	1125	2.25	91.89
	升压站工程区	0.8	0.80	1639	2.25	29.51
	道路工程区	7.14	7.14	1913	2.25	307.3
	施工营场地	0.21	0.21	565	2.25	2.67
<b>合计</b>		<b>333.26</b>	<b>60.51</b>			<b>1578.04</b>

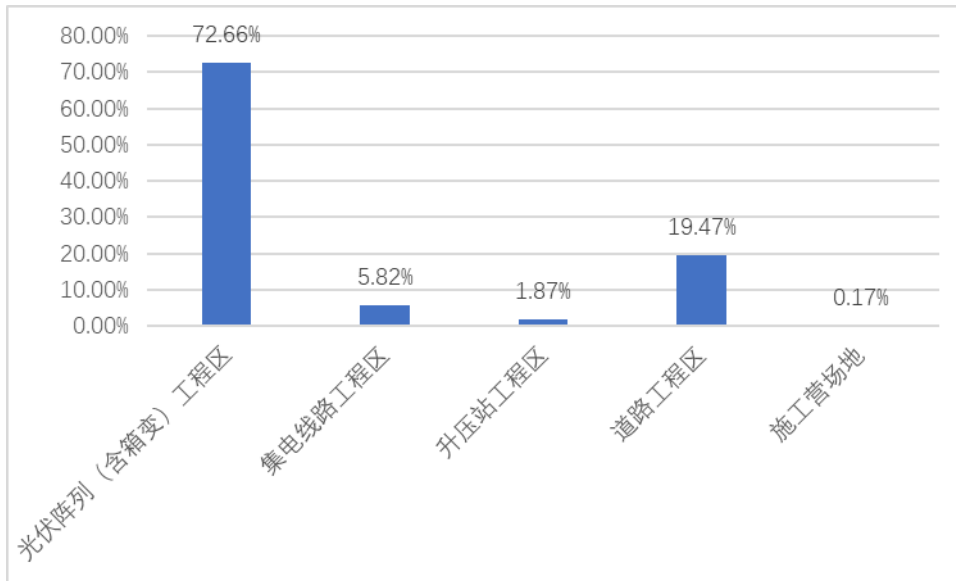


图 5-2 各防治分区水土流失量图

据表得出土壤流失量监测结果:

(1) 截止监测服务期末,本工程实际产生水土流失 1578.04t,各区产生水土流失量光伏阵列(含箱变)工程区面积最大,水土流失量最大。

(2) 施工初期是基础开挖等扰动阶段,降雨对临时堆土和裸露地面的冲刷,土壤侵蚀强度大大增加,属于水土流失处于最严重的时期。

(3) 施工期间,光伏阵列(含箱变)工程区与道路工程区因车辆长时间高强度频繁碾压等,土壤侵蚀强度增加,有一定的水土流失,随着施工过程中的水土保持措施相继实施,已实施的水土保持工程防护措施保存完好、运行正常,土壤侵蚀强度逐渐降低,水土流失得到了治理。

(4) 从图 5-1 可看出,随着现场水土保持设施的布设,每季度水土流失量已逐步降低,截至 2026 年 2 月,现场水土保持成效已逐步呈现。

### 5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

本项目未涉及取料场与弃渣场,不存在取料、弃渣弃土潜在流失量。

### 5.4 水土流失危害

场地及构建筑设施的开挖和平整,临时堆土的堆置等改变了原地表形态,破坏了植被,产生的挖填方和土的临时堆积等新增了水土流失量。水土流失危害主要表现为,一方面降水造成的地表侵蚀可能占压周边道路等,另一方在施工过程中,裸露地表造成一定风蚀、扬沙、扬尘顺风迁移到附近地区,产生土壤侵蚀。

工程建设过程中水土流失量主要发生在光伏阵列（含箱变）工程区和道路工程区，该区占地面积大。目前因工程均采取了措施，水土流失危害减轻，项目无明显水土流失危害，需加强后期植物的养护管理工作。

## 6 水土流失防治效果监测结果

水土流失防治效果监测主要为了监测实施水土保持措施后，项目区水土流失控制和环境改善的效果能否满足《生产建设项目水土流失防治标准》的要求。通过实地调查，通过监测数据计算工程水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等防治指标，是否达到了批复的水土保持方案和批复文件的要求，以及国家和地方的有关技术标准。

### 6.1 水土流失治理度

工程建设过程中，项目建设区共扰动地表面积 60.51hm<sup>2</sup>，建构筑物及道路硬化占压面积 4.99hm<sup>2</sup>，水土流失总面积为 55.52hm<sup>2</sup>。通过绿化、排水等一系列措施治理后，水土流失治理达标面积 54.58hm<sup>2</sup>，其中：排水沟等工程措施实施面积约 0.05hm<sup>2</sup>，实施草本绿化且盖度达到 0.4 以上植物措施面积约 54.58hm<sup>2</sup>，水土流失治理度为 98%。（光伏阵列（含箱变）工程区施工扰动区域主要为打桩机械行进和工作区域，施工扰动面积约为光伏阵列（含箱变）工程区总占地的 20%，其余占地区域仅施工人员踩压，扰动轻微，计为未扰动面积。）

表 5-2 水土流失治理度计算情况表 单位：hm<sup>2</sup>

项目分区	总面积	建筑占地面积	水土流失面积	防治措施面积			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	48.73	\	48.73	48.06	\	48.06	98%
集电线路工程区	3.63	\	3.63	3.58	\	3.58	
升压站工程区	0.80	0.49	0.31	0.29	0.01	0.30	
道路工程区	7.14	4.50	2.64	2.44	0.04	2.48	
施工营场地	0.21	\	0.21	0.21	\	0.21	
合计	60.51	4.99	55.52	54.58	0.05	54.63	

### 6.2 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。根据地面坡度、植被覆盖度，结合土壤侵蚀分类分级标准，通过抽样调查复核，项目建设完成后平均土壤侵蚀模数为 385t/km<sup>2</sup>·a，容许土壤侵蚀模数为 500t/km<sup>2</sup>·a，土壤流失控制比为 1.30。

表 5-3 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 <sup>2</sup> ·a)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	土壤流失控制比
光伏阵列 (含箱变) 工程区	500	300	1.30
集电线路工程区	500	480	
升压站工程区	500	450	
道路工程区	500	540	
施工营场地	500	390	
合计	500	385	

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

### 6.3 渣土防护率

本项目临时堆土量为 6.30 万 m<sup>3</sup>，采取措施后实际拦渣量为 6.05 万 m<sup>3</sup>，项目综合拦渣率达到 96%。

### 6.4 表土保护率

根据项目施工、监理及监测等资料，本项目可剥离表土区域约 10.80hm<sup>2</sup>，分布剥离草甸及表土数量为 1.65 万 m<sup>3</sup>。在项目建设前期，基本对项目内升压站、道路工程及施工营场地范围内表土全部剥离，光伏阵列 (含箱变) 工程区及集电线路区剥离时因机械碾压等未能完全剥离，实际剥离 10.60hm<sup>2</sup>，剥离表土 1.62 万 m<sup>3</sup>，表土保护率达 98%。

### 6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为水土流失防治责任范围内林草植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。可恢复植被面积是指当前技术经济条件下，通过分析讨论确定的可以采取植物措施的面积。

项目建设区共扰动地表面积 60.51hm<sup>2</sup>，建构筑物及道路硬化占压面积 4.99hm<sup>2</sup>，水土流失总面积为 55.52hm<sup>2</sup>，除去工程措施面积 0.05 hm<sup>2</sup>，可恢复植被面积 55.47hm<sup>2</sup>，实施草本绿化且盖度达到 0.4 以上植物措施面积约 54.58hm<sup>2</sup>，林草植被恢复面积为植被自然恢复面积，林草植被恢复率为 98%。各分区林草植被恢复率情况见下表 5-4。

表5-4 林草植被恢复面积情况一览表 单位:  $\text{hm}^2$ 

项目分区	总面积 ( $\text{hm}^2$ )	林草植被恢复面积 ( $\text{hm}^2$ )	可恢复林草植被面积 ( $\text{hm}^2$ )	林草植被恢复率%
光伏阵列(含箱变)工程区	48.73	48.06	48.73	98%
集电线路工程区	3.63	3.58	3.63	
升压站工程区	0.8	0.29	0.3	
道路工程区	7.14	2.44	2.6	
施工营场地	0.21	0.21	0.21	
合计	60.51	54.58	55.47	

## 6.6 林草覆盖率

项目建设区总面积  $333.26\text{hm}^2$ , 其中未扰动面积  $272.75\text{hm}^2$ , 林草植被类面积  $269.29\text{hm}^2$ ; 项目区扰动面积  $60.51\text{hm}^2$ , 实施草本绿化且盖度达到 0.4 以上林草植被恢复面积  $54.58\text{hm}^2$ , 经计算分析, 本项目林草覆盖率 97%。本项目林草植被恢复率计算情况详见表 5-5。

表5-5 林草植被恢复面积情况一览表 单位:  $\text{hm}^2$ 

项目分区	总面积 ( $\text{hm}^2$ )	未扰动林草植被面积 ( $\text{hm}^2$ )	林草植被恢复面积 ( $\text{hm}^2$ )	林草覆盖率%
光伏阵列(含箱变)工程区	321.48	269.29	48.06	97%
集电线路工程区	3.63	/	3.58	
升压站工程区	0.8	/	0.29	
道路工程区	7.14	/	2.44	
施工营场地	0.21	/	0.21	
合计	333.26	269.29	54.58	

## 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 2023 年 4 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为 60.51hm<sup>2</sup>，扰动过程主要以机械扰动为主。施工过程中经历了雨季，施工期内草甸与表土及临时堆土的堆置，破坏原有地貌环境，有一定的水土流失，同时进站与场内道路由于过往车辆经常碾压，扰动频率高，再经场平，施工场地存在大量裸露区域，造成一定的水土流失，建设单位及时处理，进行水土保持措施的建设，减少了新增水土流失量。工程施工结束后，采取撒播草籽措施进行迹地恢复，恢复绿植建设，经过一段时间恢复，植物措施发挥了效益，较原生土壤，减少了水土流失；工程开挖裸露面积较大，工程坡面水土流失量主要以面蚀为主，局部区域为沟蚀，开挖过程形成的边坡采取了排水和防护措施，建设单位及时处理，减少了新增水土流失量。2023 年 10 月，我单位进入场地进行实地监测和调查，结合各单位资料分析认为：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光伏阵列（含箱变）工程区与道路工程区等，经过合理管理，建设过程中及时处理地质险情，未造成重大水土流失事件，工程水土保持措施基本到位。

#### 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，工程水土流失治理度达到 98%，土壤流失控制比达到 1.30，渣土防护达到 96%，表土保护率达 98%，林草植被恢复率达到 98%，林草植被覆盖率达到 97%。

项目水土流失防治情况达到设计目标值，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

序号	防治指标类型	方案确定的防治目标值	实际达到指标值
1	水土流失治理度（%）	85	98
2	土壤流失控制比	1.0	1.30
3	渣土防护率（%）	87	96
4	表土保护率	90	98
5	林草植被恢复率（%）	95	98
6	林草覆盖率（%）	18	97

施工期间，水土保持临时设施发挥了高强度的水土保持效益，在后期加强绿植建设，积极控制水土流失，工程、植物、临时措施的结合发挥了良好的水土保持作用，六项防治指标可达到批复水保方案目标要求。

## 7.2 水土保持措施评价

目前项目区域植被得到了一定恢复，光伏阵列（含箱变）工程区、升压站、道路工程均采取了防护措施，排水、植被恢复效果良好，升压站工程区设有边坡防护，绿化选择的植物为当地乡土植物，道路路堤边坡植被得到了一定生长，光伏阵列与施工营场地经过迹地恢复措施后，植被恢复良好。

项目在建设过程中产生了较大面积的地表扰动，施工期造成了一定水土流失，建设单位在水保措施的实施时间有一定滞后性，在建设的当年造成了新的水土流失，但建设单位施工后期采取的一系列的防护措施，总体来讲，项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理，各项水土保持设施安全有效，运行良好，水土资源及林草植被得到了最大限度的保护和恢复，水土流失六项指标均达到方案设定的目标值。

## 7.3 水土保持监测“三色评价”结论

建设单位于 2023 年 10 月委托我单位开展水土保持调查监测，本单位承担项目建设后补性水土保持监测工作。本单位结合《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139 号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）等相关文件中相关规定的调查和量测的监测方法，开展项目水土保持监测工作，编制监测实施方案 1 册、监测季报 9 期、水土保持监测总结报告 1 份。

根据水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知（办水保〔2020〕161 号）等文件要求，对项目采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分，监测总结报告三色评价得分为全部季报的得分平均值，因此监测根据 2023 年第 2 季度至 2025 年第 2 季度监测成果进行量化打分，三色评价赋分为 88 分，评判本项目水土保持监测三色评价结果为绿色。

表7-2 三色评分得分表

项目名称		硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目									
监测时段和防治责任范围		2023年4月~2025年12月, <u>333.26</u> 公顷									
三色评价结论(勾选)		绿色 <input checked="" type="checkbox"/> 黄色 <input type="checkbox"/> 红色 <input type="checkbox"/>									
评价指标		分值	2023年2季度	2023年3季度	2023年4季度	2024年1季度	2024年2季度	2024年3季度	2024年4季度	2025年1季度	2025年2季度
扰动土地情况	扰动范围控制	15	13	13	15	15	14	14	15	15	15
	表土剥离保护	5	1	3	4	4	3	3	5	5	5
	弃土(石、渣)堆放	15	14	13	14	15	14	15	15	15	15
水土流失状况		15	12	10	11	10	13	11	13	15	15
水土流失防治成效	工程措施	20	16	17	18	18	18	19	18	19	18
	植物措施	15	15	13	14	15	12	11	13	15	14
	临时措施	10	4	7	4	8	6	6	8	10	10
水土流失危害		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>合计</b>		<b>100</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>92</b>	<b>99</b>	<b>97</b>
<b>平均</b>		<b>100</b>	<b>88</b>								

## 7.4 存在问题及建议

根据本次评估调查结果,对硕曲河去学水电站水光互补项目白松光伏电站项目水土保持工程后续工作提出以下建议:

(1) 重点对升压站及周边区域植被进行补植和养护,对草籽暂未生长的裸土地表应进行遮盖,保温保墒。

(2) 进站道路沿线排水沟之间做好接缝处理,防止水流下渗,完善排水沟接入自然冲沟的沉沙措施,确保能持续有效的发挥水土保持功能。

(3) 加强现有水土保持设施的管理、养护工作,巩固现有水土保持措施成果,汛期做好巡视检查工作,确保无地质灾害造成水土流失危害和影响工程安全生产。在后续管理工作中应加强施工迹地植被的抚育和管理,若出现有植物枯萎、坏死等影响植被覆盖的情况应及时进行补肥和补栽,并保证其费用。

## 7.5 综合结论

(1) 项目建设单位按照水土保持法律法规的规定,依法编报了水土保持方案,落实了水土保持工程设计。将水土保持工程建设和管理纳入工作程序中,在工程建设过程中落实了项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持责任人,强化了对水土保持工程的管理,确保了水土保持方案的顺利实施。

(2) 项目建设区内水土保持措施布局合理,质量合格。根据本项目水土保持监测情况,通过项目建设实施水土保持措施工程量分析可知工程建设单位在施工过程中基本按照水土保持方案报告书设计的各项措施进行实施,目前现场植被是时候正逐步生长。

(3) 项目建设区经过系统整治后,水土流失面积、水土流失量和水土流失强度都逐年递减。项目区的水土流失强度由施工中的强烈下降到轻度、微度,有效的将水土流失控制在较低的范围内。

(4) 水土保持措施落实与环境美化治理相结合,既达到了防治水土流失的目的,又起到了美化环境的作用。工程完工后,项目区水土流失基本得到控制,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,工程建设完工后土壤侵蚀模数整体上较原生土壤侵蚀模数低,工程建设过程土石方得到充分利用,减少了项目区水土流失,因此可进行试验收。后期需加强植被补植和养护等工作,确保项目现场水保措施持续发挥作用。

(5) 根据监测数据分析, 通过各项水土保持措施的实施, 使得工程区内水土流失治理度达到 98%, 土壤流失控制比达到 1.30, 渣土防护达到 96%, 表土保护率达 98%, 林草植被恢复率达到 98%, 林草植被覆盖率达到 97%, 本项目场地内主要以绿化恢复为主, 道路以泥结石道路为主, 升压站内主要以硬化为主, 可达到批复水保方案水土保持植物措施防治功能要求。

综上所述, 经过对监测结果的分析汇总, 在工程建设及试运行过程中, 工程施工未引起大面积严重水土流失, 水土保持措施基本完好, 总体布局合理, 防护效果明显, 发挥了防治水土流失的作用。通过对项目区水土流失防治效果评价, 场地内已完成硬化与绿化, 基本达到水土流失防治要求。

后期需加强植被补植和养护工作, 确保项目现场水保措施持续发挥作用。

## 8 附图及有关资料

### 8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 监测分区及监测点位布设图（含防治责任范围）

### 8.2 有关资料

- (1) 监测影像资料
- (2) 四川省固定资产投资项目备案表
- (3) 水土保持批复（川水许可决〔2023〕65号）
- (4) 水土保持补偿费缴纳凭证
- (5) 监测季度报告三色评分表