

水保监测(川)字第 0027 号

甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程

水土保持监测总结报告



建设单位：甘孜县宸光光伏发电有限公司

监测单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇一八年十二月

甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程

水土保持监测总结报告

建设单位：甘孜县宸光光伏发电有限公司

监测单位：四川众望安全环保技术咨询有限公司

二〇一八年十二月

甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程

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：施春华（高级工程师）

核 定：符礼明（高级工程师）

审 查：胡晓阳（工程师）

校 核：匡 蓉（工程师）

项目负责人：詹 松（工程师）

编 写：

詹 松（1~4 章）

刘加飞（5~7 章）

王春雪（前言、附件及附图）

前 言

甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程位于四川省甘孜藏族自治州甘孜县境内，该项目属于新建、建设类项目。设计总装机容量 30MWp，实际总装机容量 31.21MWp，年均发电量 4474.5 万 kW h，年利用小时数 2100h；光伏区共由 13 个典型 2.5MW 方阵组成；每个子方阵设置一座 2.5MWp 一体化逆变器以及一座 35kV 升压箱变，共布置 13 座箱变及逆变器。

35kV 架空线路起于光伏区 35kV 终端塔，止于火古龙光伏电站 110kV 升压站 35kV 配电装置，全线按双回架空设计，线路长约 11.6km（37 基铁塔）；另外新建进 110kV 升压站电缆线路长 100m。

施工道路由进场道路和阵列区场内道路组成；其中进场道路 0.50km，6 米宽碎石道路；场内检修道路 1.63km，4 米面宽碎石道路。

甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程实际土石方开挖总量 1.75 万 m^3 （含表土剥离 0.19 万 m^3 ），土石方填方总量 1.75 万 m^3 （含绿化覆土 0.19 万 m^3 ）；土石方挖填平衡，无弃方产生。工程于 2018 年 4 月开工建设，2018 年 6 月并网，11 月完工，工期 8 个月。

项目结算总投资 27038.97 万元，其中土建投资 2822.74 万元。资金来源：自筹资金 4500 万元，占总投资的 20%，其余为银行贷款。

本项目总占地 46.25 hm^2 ，其中永久占地 44.38 hm^2 ，临时占地 1.87 hm^2 。占地类型为草地、仓储及工矿用地。

项目位于四川省西部甘孜藏族自治州甘孜县，该项目坐落在甘孜县下雄乡政府北侧约 1km 的平缓斜坡上，海拔约 4165~4358m，场地周边地势相对平缓。在建设范围内属于高山草甸区，地形呈高山丘陵，属于山地地貌，一般坡度 5-10 度，局部呈鼓包状，地形起伏略大，坡度达 15 度，四周无遮挡；场地冬季受积雪覆盖，其余则为放牧草地。

35kV 架空线路沿线地貌主要为高原地貌，地形起伏较大，线路所在区域稳定性较好，无活动性深大断裂通过。本工程线路位于甘孜州甘孜县，海拔高程在 3396m~4203m，地形条件较好；项目区气候属高原河谷气候，甘孜县气温的主要特点是年际变化小、昼夜温差大；项目区内土壤类型以亚高山草甸土为主，呈暗棕色、团粒状结构，其下土色即逐渐变浅，粗骨性越来越显著；其腐殖质层较

厚，抗水蚀性、抗冲性较强，为植物生长提供了良好场地，适宜多种植物生长。

水土流失防治执行建设类项目一级标准。土壤流失总面积中以中、轻度侵蚀为主。水土流失类型主要是水力侵蚀，流失形式主要为面蚀、片蚀、沟蚀，沿线平均土壤侵蚀模数背景值 $1498\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。允许土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ 。

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》、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保[2017]365号）、《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（川水函〔2018〕887号）和水利部12号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律、法规和文件的规定，有水土流失防治任务的生产建设项目，建设和管理单位应设立专门的专项监测点对水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地监测管理机构报告监测成果。建设单位在建设过程中，成立了安全、环境管理部，并制定了专人负责生态环境工作，到2018年11月完工，主体工程建设情况良好，无重大水土流失事件发生。为了更好的做好水土保持工作，建设单位于2018年8月，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。

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）等技术规范的要求、结合《甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程水土保持方案报告书(报批稿)》以及部分设计技术资料，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调查与监测。

本工程光伏支架基础选用钢管灌注桩基础，工艺流程：定位—钻孔—清孔—注垫层细石混凝土—振捣—插入钢桩—补注细石混凝土—振捣—成型—养护；塔基均采用人工掏挖，反动范围小。结合现场踏勘和施工工艺，可知本工程对光伏区扰动较小，经过半年的自然恢复，林草植被盖度达到验收要求。

2018年8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2018年11月完成了本项目调查监测工作。在监测工作中，我公司根据GB/T19001-2000标准要求，结合本工程情况，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。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《甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程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 2018 年 12 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一级标准，可进行验收。

在本水土保持监测总结报告编制过程中，得到四川省水土保持局、甘孜藏族自治州水务局、甘孜县水务局、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			甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程								
建设单位			甘孜县宸光光伏发电有限公司								
项目 规模	本期总装机容量为31.21MWp			建设单位联系人			赵军龙				
				建设地点			甘孜藏族自治州甘孜县				
				所属流域			长江流域				
				项目建设面积			46.25hm ²				
				项目总投资			27038.97万元				
				项目总工期			8个月（2018年4月~2018年11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		尹茜 13679066791			
自然地理类型			高山地貌			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		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			6.0水土流失背景值		1498t/km ² a			
方案设计防治责任范围			47.91hm ²			水土流失容许值		500t/km ² a			
防治措施			工程措施：火古龙升压站扩建工程区碎石铺筑1400m ² ；施工道路区表土剥离0.19万 m ³ ，绿化覆土0.19万 m ³ ；土地整治0.45hm ² ；集电线路区土地整治1.52 hm ² ；施工临时设施场地区土地整治0.30hm ² 。 植物措施：电池方阵（含箱变及逆变器）区撒播草籽0.65hm ² ；施工道路区撒播草籽0.45hm ² ；集电线路区撒播草籽1.94hm ² ；施工临时设施场地区撒播草籽0.30hm ² 。								
监 测 结 论	防 治 效 果	分类指标	目标值	达标值	实际监测数量						
		扰动土地整治率（%）	95	99.59	防治措施面积/hm ²	45.33	建筑物及硬化面积/hm ²	0.73	扰动土地总面积/hm ²	46.25	
		水土流失总治理度(%)	97	99.58	防治责任范围面积		46.25hm ²	水土流失总面积		46.25hm ²	
		拦渣率(%)	95	98.00	实际拦挡量		1.71万 m ³	临时堆土量		1.75万 m ³	
		土壤流失控制比	1.0	1.02	监测末期值		490t/km ² a	容许土壤流失量		500t/km ² a	
		林草植被恢复率（%）	99	99.56	可恢复林草总面积		45.39hm ²	林草措施面积		45.19hm ²	
		林草覆盖率(%)	27	97.71	植物措施面积		45.19hm ²	水土流失总面积		46.25hm ²	
		水土保持治理达标评价		本工程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：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

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	8
1.3 监测工作实施情况	10
2.监测内容与方法	19
2.1 扰动土地情况监测	19
2.2 取料、弃渣情况监测	20
2.3 水土保持措施	21
2.4 水土流失情况	24
3 重点部位水土流失动态监测	28
3.1 防治责任范围监测	28
3.2 取料监测结果	30
3.3 弃土监测结果	31
3.4 土方流向监测结果	31
3.5 其他重点部位监测结果	35
4 水土流失防治措施监测结果	36
4.1 工程措施监测结果	36
4.2 植物措施监测结果	38
4.3 临时措施监测结果	41
4.4 水土保持措施防治效果	43
5 土壤流失情况监测	47

5.1 水土流失面积	47
5.2 土壤流失量	47
5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量	50
5.4 水土流失危害	51
6 水土流失防治效果监测结果	52
6.1 扰动土地整治率	52
6.2 水土流失总治理度	52
6.3 拦渣率与弃渣利用率	52
6.4 土壤流失控制比	53
6.5 林草植被恢复率	53
6.6 林草覆盖率	53
7 结论.....	55
7.1 水土流失动态评价	55
7.2 水土保持措施评价	56
7.3 存在问题及建议	56
7.4 综合结论	57
8 附图及有关资料	58
8.1 附图.....	58
8.2 有关资料	58

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

“甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程”位于甘孜藏族自治州甘孜县下雄乡德且二村；架空集电线路途径下雄乡、斯俄乡；项目区临近色达县~甘孜县 6893 县道，县道 6893 与国道 G317 相接；项目区对外交通条件较为便利。场址海拔在 4150m~4400m 之间，地形坡度以 5°~10°为主，地势开阔、平坦。场内地表分布有草地。场地中心地理坐标东经 100°8'、北纬 31°38'30"。本工程共布置 13 个典型 2.5MW 方阵，位于山坡平缓位置，整体呈南北向布置。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

设计总装机容量 30MWp，实际总装机容量 31.21MWp，年均发电量 4474.5 万 kWh，年利用小时数 2100h；光伏区共由 13 个典型 2.5MW 方阵组成；每个子方阵设置一座 2.5MWp 一体化逆变器以及一座 35kV 升压箱变，共布置 13 座箱变及逆变器。

35kV 架空线路起于光伏区 35kV 终端塔，止于火古龙光伏电站 110kV 升压

站 35kV 配电装置，全线按双回架空设计，线路长约 11.6km（37 基铁塔）；另外新建进 110kV 升压站电缆线路长 100m。

施工道路由进场道路和阵列区场内道路组成；其中进场道路 0.50km，6 米宽碎石道路；场内检修道路 1.63km，4 米面宽碎石道路。

1.1.1.3 项目组成

本项目为新建建设类工程，由电池方阵、逆变器及箱变、火古龙升压站扩建工程、集电线路和施工道路组成。

表 1-1 甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程组成表

工程组成	占地面积 hm^2	涉及内容	备注
电池方阵、逆变器及箱变	43.16	1#~13#2.5MW 方阵；钢管混凝土灌注桩 21840 根；13 台箱变；13 台逆变器。1.8 米高简易围栏 4655m。	实际实施。
火古龙升压站扩建工程	0.20	35kV 配电装置室；室外电气设备；成套设备。	实际实施。
集电线路	1.94	光伏区外 35kV 集电线路采用直埋与架空线路结合的方式进行布设，其中架空线路 11.6km（铁塔 37 基），另外新建进 110kV 升压站电缆线路长 100m。光伏区内电缆采用桥架和直埋进行敷设；其中直埋线路 3.93km，电缆桥架 12321m。	实际实施。
施工道路	0.95	施工道路由进场道路和场内道路组成；其中进场道路 0.50km，6 米宽碎石道路；场内检修道路 1630m，4 面宽碎石道路。路基土质排水沟 2370m。	实际实施。

（1）电池方阵、逆变器及箱变

该项目电池方阵共分为 2 个片区，由 1#~13#2.5MW 的方阵组成。工程均采用平单轴安装方式，安装倾角 0 度，方位角正南。每 16 块电池组件为组串单元，本项目采用 2×8 支架单元形式，2×8 支架单元共 5460 组，共安装单晶硅 355Wp 组件共 87360 块。

每个子方阵设置一座 2.5MWp 一体化逆变器以及一座 35kV 升压箱变，本期方阵共布置 13 座箱逆变。

1 建设项目及水土保持工作概况

表 1-2 电池方阵工程量统计表

项目名称	单位	工 程 量	备注
1.光伏组件基础及支架			
1.1 钢管混凝土灌注桩	根	21840	直径 250mm，长 1.6m。
2.光伏阵列区			
2.1 钢丝网栅栏	m	4655	1.8 米高简易围栏
2.2 挖方	m ³	770	
2.3 利用土石填筑	m ³	770	
2.4 接地扁平钢土石方			
2.4.1 挖方	m ³	7000	
2.4.2 填方	m ³	7000	
3.箱变、集中式逆变器			
3.1 箱变、逆变数量	座	13	箱变 13 座，逆变 13 座。
3.1 占地面积			
3.1.1 箱变	m ²	101.4	构筑物轴线尺寸 3.25m×2.4m
3.1.2 逆变	m ²	81.90	构筑物轴线尺寸 2.25m×2.8m

(2) 火古龙升压站扩建工程

大唐甘孜火古龙 110kV 变电站占地 0.63hm²，地坪设计标高+3533m。升压站内建构筑物、配套工程及设备有：主变、主控楼、电站办公生活楼、门卫室、供水池、水泵房、职工运动场以及升压站景观绿化带；预留场地用碎石铺设防护；升压站外有截排水沟。

表 1-3 升压站扩建部分工程量统计表

编号	项目名称	规格型号	单位	数量
1	配电楼及二次设备室	框架结构 223.43m ²	座	1
2	110KV 主变压器基础	钢筋混凝土结构	座	1
3	110KV 主变事故油池	储油量不小于 15m ³	座	1
4	110kV 主变间隔户外设备基础及构架	含隔离开关基础 4 个，电流互感器基础 3 个，断路器基础 2 个，构架基础 6 个	项	1
5	SVG 基础及事故油池	钢筋混凝土结构	座	1
6	接地变及消弧线圈基础	钢筋混凝土结构	座	1
7	端子箱及检修箱基础	钢筋混凝土结构	座	3
8	场坪硬化及站区道路	431.94m ²	项	1
9	管理区碎石	1400m ²	项	1
10	排污管	球墨铸铁管 DN300	米	30
11	土石方			
11.1	土石方开挖		m ³	381
11.2	土方回填		m ³	381

(3) 集电线路

光伏区外 35kV 集电线路采用直埋与架空线路结合的方式进行布设，其中架空线路 11.6km（铁塔 37 基），另外新建进 110kV 升压站电缆线路长 100m。

人台道路：施工临时道路利用山脊周边的进场道路或已有小路，不再新建；施工人抬道路 1.5km，宽度为 1m，人抬道路占地面积 0.15hm^2 。占地类型为草地。

牵张场：沿线设置牵张场 4 处，每处牵张场占地约 500m^2 ，牵张场占地 0.20hm^2 。

光伏区内电缆采用桥架和直埋进行敷设，其中直埋线路 3.93km，电缆桥架 12321m。

(4) 施工道路

施工道路由进场道路和场内道路组成；其中进场道路 0.50km，6 米宽碎石道路；场内检修道路 1630m，4 米宽碎石道路。路基土质排水沟 2370m。

1.1.1.4 工程占地

依据工程施工过程中的资料，工程实际损坏原地表面积为 46.25hm^2 。占地类型包含占地类型包括草地、仓储及工矿用地。

表 1-4 工程占地面积表 单位： hm^2

分区		占地性质	草地	仓储及工矿用地	合计
电池方阵(含箱变及逆变器)区		永久占地	43.16	0.00	43.16
火古龙升压站扩建工程区		永久占地	0.00	0.20	0.20
施工道路区		永久占地	0.95	0.00	0.95
施工临时设施场地区			0.00	0.00	0.00
集电线路区	直埋线路区	临时占地	1.26	0.00	1.26
	架空线路区	永久、临时占地	0.68	0.00	0.68
合计				0.20	46.25

1.1.1.5 土石方平衡

依据施工过程资料，工程建设实际土石方开挖总量 1.75万 m^3 （含表土剥离 0.19万 m^3 ），土石方填方总量 1.75万 m^3 （含绿化覆土 0.19万 m^3 ）；项目土石方挖填平衡，无弃方产生。

1.1.1.6 施工进度及投资

原设计总投资 22592.84 万元，其中土建投资 2000.70 万元；资金筹措方式：自筹资金 4500 万元，占总投资的 20%，其余为银行贷款。

该项目结算总投资 27038.97 万元，其中土建投资 2822.74 万元。资金来源：自筹资金 4500 万元，占总投资的 20%，其余为银行贷款。

本工程于 2018 年 4 月正式开工建设，并于 2018 年 6 月完成主体工程 31.21MW 施工任务，2018 年 11 月完成全部施工，总工期 8 个月，目前已进入试运行期。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

(1) 地形地貌

本项目坐落在甘孜县下雄乡政府北侧约 1km 的平缓斜坡上，海拔约 4165~4358m，场地周边地势相对平缓。在建设范围内属于高山草甸区，地形呈高山丘陵，属于山地地貌，一般坡度 5-10 度，局部呈鼓包状，地形起伏略大，坡度达 15 度，四周无遮挡；场地冬季受积雪覆盖，其余则为放牧草地。

本工程 35kV 架空线路沿线地貌主要为高原地貌，地形起伏较大，线路所在区域稳定性较好，无活动性深大断裂通过。本工程线路位于甘孜州甘孜县，海拔高程在 3396m ~ 4203m，地形条件较好。

沿线地形划分：高山 10%、山地 80%、丘陵 10%。

(2) 工程地质

本工程架空线路全线植被发育良好，线路附近未发现滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象。通过沿线水文地质的了解，其水文地质条件较为单一，全线地下水丰富，山坡及山谷一般较深，其他沟谷的地层内的地下水位相对较浅。其属于低矿化的重碳酸盐型软水，砂、泥岩孔隙裂隙水，地下水含量小，埋藏较深，矿化度低，其对混凝土及钢筋一般无浸蚀影响。故本工程不考虑地下水对基础的影响。

(3) 地层岩性

本次勘探揭露地层主要为第四系(Q4ml) 黄土状粉质粘土(含碎石)、块石土,下伏强风化板岩,自上而下叙述如下:

①黄土状粉质粘土(含碎块石):黄褐色,潮湿~稍湿,表层可塑状,下部稍湿,含碎石,碎石颗粒不均匀,母岩主要为石英石、板岩,该层全场均有分布;局部地表有较大块石出露,该土层层顶标高 4112.83~4221.58m,层厚 0.30~0.90m。

②块石土:浅灰色、潮湿~稍湿,中密状态,块石粒(2~60mm)含量多于60%。级配不良,局部夹较大直径漂石;块石母岩多为石英岩或强风化板岩,全场均有分布;层顶标高 4220.83~4109.62m,层厚 0.40~1.50m。

③强风化板岩:浅灰色、破碎呈块状,板岩块直径 3~30cm;场地范围内局部揭露;埋深 0.40~1.50m,层顶标高 4218.90~4107.95m;本次勘察未揭穿该层,揭露厚度 1.40~5.20m。

(4) 地震场地

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)及《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),本场地抗震设防烈度为Ⅷ度,设计基本地震加速度值为 0.20g,设计地震分组为第二组,设计特征周期为 0.45s。

1.1.2.2 气候

项目区气候属高原河谷气候,甘孜县气温的主要特点是年际变化小、昼夜温差大,冬季半年以上,多年平均气温 5.6℃,年极端最低气温-28.8℃,年度极端最高气温 31.7℃。其中,11~3月为低温期,最冷月 1月平均气温-4.4℃;6~8月属高温期,最热月 7月平均气温 14℃;其余月份的相对温度也不稳定,年均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 1259.4℃。多年均日照时数 2640.8h,属全国长日照地区之一,月平均日照时数的差异不大,除 2月份外,每月都在 200h 以上,最多是 5月,可达 236.5h。多年平均降水量 636.7mm,主要特点是年际变化小,月季降水量很不均匀,水热同季,干湿季分明,雨季为 5-9月。甘孜县最大积雪深度 11cm,最大冻土深 95cm;项目区多年平均无霜期为 217.5天,年平均相对湿度 57%,年平均风速 1.9m/s。参考《四川省中小流域暴雨洪水设计手册》计算得,项目区 50年一遇 1h、6h、24h 设计暴雨量分别为 39.62mm、65.22mm、78.26mm。

1.1.2.3 水文

项目区所在的甘孜县位于四川西部甘孜州西北部，位于长江支流雅砻江上游，雅砻江上游水资源十分丰富，在年降水量为 636.7mm 的情况下，流域内每亩地每年占有地表径流 215 m³，全县人均占有地表径流量 46638 m³。甘孜县过境主要河流有雅砻江、达曲河、泥曲河，雅砻江年径流量为 90.455 亿 m³，达曲河年径流量为 12.23 亿 m³，泥曲河年径流量为 14.7 亿 m³，河床比降约 2.5%。地下水基本未开发利用，温泉分布较广，地表及地下水水质均较好、无污染。距离项目区最近的河流为雅砻江，雅砻江从项目区西侧约 10km 处经过，项目区距离雅砻江距离较远且地势相对较高，本工程不受雅砻江设计频率洪水影响。

1.1.2.4 土壤

根据甘孜县土壤普查，项目所处区域土壤垂直带谱明显，从低海拔到高海拔依次分布有山地褐土、山地棕壤、亚高山草甸土、高山草甸土、高寒漠土。

项目区内土壤类型以亚高山草甸土为主，呈暗棕色、团粒状结构，其下土色即逐渐变浅，粗骨性越来越显著；其腐殖质层较厚，抗水蚀性、抗冲性较强。根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2002）附录 F“中国季节性冻土标准冻深线图”及当地资料分析，当地标准冻土深 0.2~0.5m。结合场地地基土层天然含水量等特征，按地基规范附录 G 的划分，场地土不具冻胀性。

1.1.2.5 植被

项目区所在的甘孜县植被受立体地形和气候的制约，呈垂直分布，形成典型的高原山区植被群落，按海拔进行分类，其植被群落从低海拔到高海拔可分为五个带谱：落叶阔叶林带、针阔叶混交林带、阴暗针叶林带、高山灌丛草甸带。项目区植被群落主要为针阔叶混交林带。

项目区及周边植被类型为亚高山草甸和次生灌草丛，以天然牧草地和其他草地占主要优势，间或生长有灌木。针叶乔木树种主要有高山白杨、冷云杉、杨树、旱柳、高山白杨、柏木和桦木等；灌木主要有白刺花、杜

鹃、沙棘、小叶海棠、三棵针、高山柳等；主要草种有老芒草、披碱草、高山寒草、高山早熟禾、珠牙廖、黑花苔草、羊茅等。根据初步调查成果，评价区无珍稀保护植物分布。项目区林草覆盖率约 85%。

1.1.2.6 原水保方案设计防治标准

据原水土保持方案，工程建设所涉及的甘孜藏族自治州甘孜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，故按照《开发建设项目水土流失防治标准》(GB 50434-2008)规定，原方案水土流失防治按建设类项目一级标准执行。水土流失防治目标见表 1-5:

表 1-5 工程水土流失防治目标值表

防治指标	一级标准									
	规范标准		按降水量修正值		按土壤侵蚀强度修正值		按地形修正值		采用标准	
	施工期	试运行期	施工期	试运行期	施工期	试运行期	施工期	试运行期	施工期	试运行期
扰动土地整治率(%)	*	95							*	95
水土流失总治理度(%)	*	95		+2					*	97
土壤流失控制比	0.5	0.8			+0.2	+0.2			0.9	1.0
拦渣率(%)	95	95							95	95
林草植被恢复率(%)	*	97		+2					*	99
林草覆盖率(%)	*	25		+2					*	27

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) 水土保持方案及后续设计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 2018 年 5 月 28 日取得了《四川省水利厅关于甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程水土保持方案的批复》（川水函[2018]780 号）。

（2）在施工过程中，在甘孜县水务局的督导下，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 2018 年 12 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

甘孜县宸光光伏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。

《甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程水土保持方案报告书》（简称“水保方案”）（四川省水利厅 川水函[2018]780 号）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。

甘孜县宸光光伏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阵防护、路基排水和植物措施基本实施到位，方阵、升压站扩建工程、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 2018 年 12 月，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

2018 年 8 月，根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号）和《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》川水函[2018]887 号的规定，开发建设项目的建设单位应该依据批准的水土保持方案，对水土流失状况进行水土流失状况监测，水土保持监测报告应作为工程竣工水土保持专项验收的必备材料。同时，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，本项目在工程尾期，即 2018 年 8 月委托了四川众望安全环保技术咨询有限公司（我公司）对现场进行了调查监测。

依据《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保[2017]365 号）和《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》川水函[2018]887 号，为了配合验收，我单位按照《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持监测规程（试行）>的通知》（办水保〔2015〕139 号）的相关要求并结合工程完工后的实际情况开展了水土保持调查监测工作。因监测进场时间为主体设备并网后，故我单位主要针对实际情况对后续施工和自然恢复期开展水土保持监测工作。

依据原批复的水保方案，工程计划 2018 年 5 月开工，2018 年 7 月竣工，设计水平年为 2018 年，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，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应确定为 2018 年 8 月到 2018 年 12 月。因工程在施工中采取了植物措施，故经过半年的恢复，目前植物措施恢复良好。

截止 2018 年 12 月，本项目因施工过程中把控到位，2018 年工程结束时，工程未造成严重水土流失危害，仅在施工结束后当年，因裸露面积较大，存在一定的水土流失，但建设单位及时进行了植被恢复，并未构成较大水土流失量。

1 建设项目及水土保持工作概况



图 2 项目现场情况

2018 年 12 月，本项目经过近半年的自然恢复期，我单位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，施工过程中没有高陡边坡形成，各项指标达到验收要求。

1.3.2 监测项目部布设

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 1-6 监测项目部

姓名	专业	职称	职务
詹 松	水土保持	工程师	监测员
刘加飞	海洋环境	工程师	监测员
匡 蓉	工程造价	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目前的实际情况，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 1-7 工程水土保持监测点布设情况

分区	监测点位置	编号	监测点类型	监测内容	监测方法	监测设备	监测频次	备注
电池方阵(含箱变及逆变器)区	方阵坡面	1#	植物样地	水土流失量调查、绿化措施情况	定位、植被样方观测	皮尺、坡度仪、测距仪	3	方阵区坡面水土流失及植被调查
火古龙升压站扩建工程区	扰动范围	2#	巡查样地	排水、水土流失状况	巡查监测	皮尺、测距仪	3	工程措施及绿化
施工道路区	排水、路基宽度	3#	定位监测	侵蚀沟、水土流失量调查	巡查监测	皮尺、坡度仪	3	坡面水土流失及绿化
施工临时设施场地地区	临时场地	4#	巡查样地	对周围环境的影响、绿化恢复状况	定位、调查、巡查监测	皮尺、坡度仪	3	场地迹地恢复
集电线路区	线路	5#	巡查	对周围环境的影响、绿化恢复状况	调查、巡查监测	/	3	植被调查



1#监测点（电池方阵）-施工期

1#监测点（电池方阵）-恢复期

1 建设项目及水土保持工作概况

	
2#监测点（升压站）-定位监测	2#监测点（升压站）-恢复期
	
3#监测点（施工道路）-调查	3#监测点（施工道路）-恢复期
	
4#监测点（施工临时设施场地区）-调查	4#监测点（施工临时设施场地区）-恢复期

1 建设项目及水土保持工作概况



图 4 监测点典型现状图片

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 1-8。

表 1-8 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	简易坡面量测		个	2	用于观测水土流失量
2	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

我单位接收委托后,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 5 监测技术路线



图 6 项目调查情况

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

根据监测结果，从施工结束至今，场地植被生长良好，我单位通过收集竣工资料和监测数据进行汇总，于 2018 年 12 月，编制完成了《甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程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

通过资料分析并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 2018 年 4 月正式开工建设，2018 年 11 月完工，总工期为 8 个月，我单位于 2018 年 8 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 项目扰动面积监测表 单位: hm^2

分区	占地性质	草地	仓储及工矿用地	扰动面积	监测频次	监测方法
电池方阵(含箱变及逆变器)区	永久占地	43.16	0.00	43.16	每月 1 次	资料分析、调查巡查。
火古龙升压站扩建工程区	永久占地	0.00	0.20	0.20		
施工道路区	永久占地	0.95	0.00	0.95		
施工临时设施场地区		0.00	0.00	0.00		
集电线路区	直埋线路区	临时占地	1.26	0.00		
	架空线路区	永久、临时占地	0.68	0.00	0.68	
合计			0.20	46.25	/	/

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拦渣率，监测工程开挖产生多余土石方堆放情况以及堆放土石方对周围环境的影响。

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《水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保〔2015〕139号），临时堆土监测应按照每月监测一次。因我单位入场较晚，现场无明显堆土，故通过资料回顾性分析的方法对施工期临时堆土位置、堆土量情况进行定性分析。

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。

	
施工期措施回顾性调查（施工道路）	施工期措施回顾性调查（集电线路）



图 8 调查

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：

$$D = f_e / f_d$$

$$C = f / F$$

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

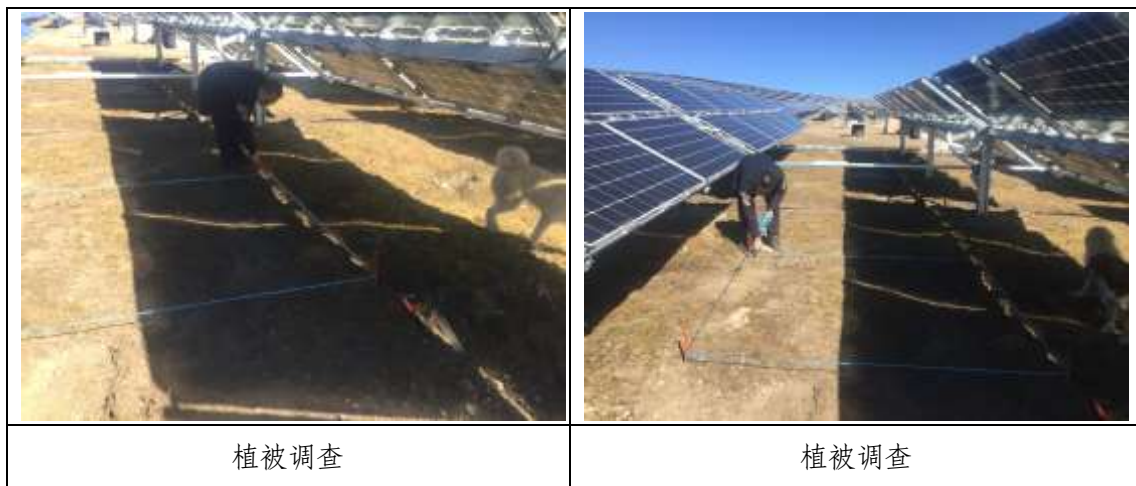


图 9 植被调查

表 2-2 措施监测表 单位: hm^2

措施类型	措施名称	位置	开、完工时间	单位	工程量	运行状况	监测频次
工程措施	表土剥离	集电线路区	/	万 m^3	/	/	/
		施工道路区	18.4~18.5	万 m^3	0.19	良好	每月1次
	绿化覆土	集电线路区	/	万 m^3	/	/	/
		施工道路区	18.4~18.5	万 m^3	0.19	良好	每月1次
	土地整治	集电线路区		hm^2	1.52	良好	每月1次
		火古龙升压站扩建工程区	18.6-18.6	hm^2	0.14	良好	
		施工道路区	18.8-18.9	hm^2	0.45	良好	
		施工临时设施场地区	18.7-18.8	hm^2	0.30	良好	
	土质边沟	施工道路区	18.10~18.11	m	2370	良好	每月1次
植物措施	撒播植草	电池方阵（含箱变及逆变器）区	18.6-18.8	hm^2	0.65	良好	每季1次
		施工道路区	18.8-18.9	hm^2	0.45	良好	每季1次
		集电线路区	18.7-18.7	hm^2	1.94	良好	每季1次
		施工临时设施场地区	18.7-18.8	hm^2	0.30	良好	每季1次
临时措施	棕垫铺设	电池方阵（含箱变及逆变器）区	/	m^2	/	/	/
		集电线路区	/	m^2	/	/	

2.监测内容与方法

措施类型	措施名称	位置	开、完工时间	单位	工程量	运行状况	监测频次
		施工临时设 施场地区	/	m ²	/	/	/
	防雨布 遮盖	火古龙升压 站扩建工程 区	/	m ²	/	/	/
		施工道路区	/	m ²	/	/	
		集电线路区	/	m ²	/	/	
	临时排水 沟	施工临时设 施场地区	/	m	/	/	/
	临时沉砂 池	施工临时设 施场地区	/	座	/	/	/

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。

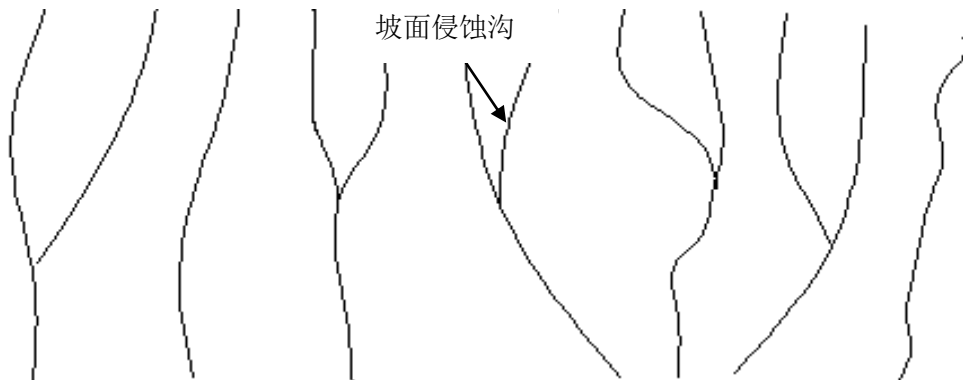


图 10 水土流失简易坡面量测场示意图

(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：

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

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。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱柱、棱台等，按下式计算：

棱锥体积： $V=S H / 3$

棱柱体积： $V=S H$

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

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

分区			批复 面积	实际 面积	增减 情况	备注	
项目 建设 扰动 范围直	电池方阵(含箱变及逆 变器)区		44.20	43.16	-1.04	批复: 光伏阵列面积 44.13hm ² , 箱变、 逆 变 器 占 地 0.07hm ² , 总 面 积 44.20hm ² 。 实际: 光伏阵列面积 38.10hm ² , 箱变、 逆变器占地 0.02hm ² ,光伏管理区占地 0.15hm ² ; 电池方阵区未占用区域 4.89hm ² 。	
	火古龙升压站扩建工 程区		0.07	0.20	0.13	实际施工中火古龙升压站扩建工程占 地 0.20hm ² , 施工扰动区域有所增加, 完工后, 主体工程铺筑碎石遮盖。	
	施工道路区		1.34	0.95	-0.39	场内道路由批复的 2.17km 减少至 1.63km, 减少了 0.54km,路基宽度 4m 不变; 进场道路 0.5km, 批复路基宽 度 5m, 实际按 6m 宽度实施。	
	施工临时设施场地区		0.59	0.00	-0.59	实际施工中, 施工临时设施场地有红 线外移至光伏区, 该区占地属重叠占 地, 面积不重复计列。	
	集电 线路 区	直埋 线路	直埋电 缆作业 带	0.99	1.26	0.27	光伏区直面线路由批复的 3.08km 增 加至 3.93km, 增加了 0.85km; 直埋电 缆作业带面积相应增加。
		架空 线路	塔基	0.08	0.07	-0.01	塔基由批复的 38 基减少至 37 基。塔 基永久占地面积相应减少 0.01m ² 。
			塔基施 工临时 占地	0.26	0.26	0.00	塔基由 38 基减少至 37 基, 但是实际 施工中扰动塔基周围面积相差无几。
			人抬道 路	0.18	0.15	-0.03	塔基减少了 1 基, 相应的人台便道长 度也减少 300m。
			牵张场	0.20	0.20	0.00	牵张场扰动面积根据实际施工情况进 行计列。
合计			47.91	46.25	-1.66		

工程实际施工较《水土保持方案报告书》确定防治责任范围存在较大变化, 工程实际损坏水土保持功能面积为 46.25hm², 较原方案减少了 1.66hm², 减少了

约 3.46%主要原因如下:

(1) 电池方阵(含箱变及逆变器)区

电池方阵(含箱变及逆变器)区批复占地面积 44.20hm^2 , 主要包括光伏阵列面积 44.13hm^2 , 箱变、逆变器占地 0.07hm^2 , 方案编制阶段将光伏区不扰动区域面积统一计列在光伏阵列占地内; 实际光伏阵列占地 38.10hm^2 , 箱变、逆变器占地 0.02hm^2 , 光伏管理区占地 0.15hm^2 , 电池方阵施工未扰动区域 4.89hm^2 。

光伏区实际建设内容有 0.15hm^2 的管理区, 批复水保方案中没有该建设内容。

综上, 电池方阵(含箱变及逆变器)区实际占地面积较原批复面积减少了 1.04hm^2 。

(2) 火古龙升压站扩建工程区

火古龙升压站扩建工程区批复占地面积 0.07hm^2 , 该面积主要包括各建构筑物投影面积; 实际施工中除各建构筑物占地外, 还存在场坪硬化及站区道路 0.04hm^2 , 管理区碎石铺筑 0.14hm^2 。

综上, 火古龙升压站扩建工程区实际占地面积较原批复面积增加了 0.13hm^2 。

(3) 施工道路区

批复水保方案中施工道路区占地 1.34hm^2 (进场道路 0.5km , 路基宽 5m , 占地 0.25hm^2 ; 场内道路 2.17km , 路基宽 5m , 占地 1.09hm^2)。

实际施工中场内道路由批复的 2.17km 减少至 1.63km , 减少了 0.54km , 路基宽度 4m 不变, 占地 0.65hm^2 ; 进场道路 0.5km , 路基宽度 6m , 占地 0.30hm^2 ; 施工道路总占地 0.95hm^2 。

综上, 施工道路区实际占地面积较原批复面积减少了 0.39hm^2 。

(4) 施工临时设施场地区

施工临时设施场地区批复面积 0.59hm^2 , 布设在进场道路右侧, 位于红线外。实际施工中, 施工临时设施场地由红线外移至光伏区, 该区占地属重叠占地, 面积不重复计列。

综上, 施工临时设施场地区实际占地面积较批复面积减少了 0.59hm^2 。

(5) 集电线路区

直埋电缆: 光伏区直面线路由批复的 3.08km 增加至 3.93km , 增加了 0.85km ; 直埋电缆作业带面积相应增加; 直埋线路作业带由 0.99hm^2 增加至 1.26hm^2 , 增加了 0.27hm^2 。

塔基: 塔基由批复的 38 基减少至 37 基。塔基永久占地面积相应减少 0.01hm^2 。
塔基施工临时占地: 塔基由 38 基减少至 37 基, 但是实际施工中扰动塔基周围面积相差无几; 临时占地面积均为 0.26hm^2 。

人台便道: 塔基减少了 1 基, 相应的人台便道长度也减少 300m; 临时占地面积有 0.18hm^2 减少至 0.15hm^2 。

牵张场: 牵张场扰动面积根据实际施工情况进行计列。其扰动面积与批复面积相差不大, 均为 0.20hm^2 。

综上: 集电线路区占地面积由批复的 1.71hm^2 增加至 1.94hm^2 , 增加了 0.23hm^2 。

3.1.2 建设期扰动土地面积

表 3-2 各阶段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			2018 年扰动范围		
		小计	项目建设区	直接影响区	小计	项目建设区	直接影响区
1	电池方阵(含箱变及逆变器)区	43.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	火古龙升压站扩建工程区	0.20	1.94	0.00	1.94	1.94	0.00
3	施工道路区	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	施工临时设施场地区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	集电线路区	1.94	1.94	0.00	1.94	0.00	0.00
合计		46.25	46.25	0.00	46.25	46.25	0.00

本工程于 2018 年 4 月开始动工, 施工前期先进行三通一平的建设, 主要对施工道路区、施工临时设施场地区和局部方阵、火古龙升压站扩建工程区域进行扰动。由于工程工期紧, 各分部工程施工相对集中, 2018 年全部完工, 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土石方, 沥青、砖等材料均从正规渠道外购。该项目光伏组件基础、箱变基础、逆变器基础、架空线路铁塔基础浇筑所需混凝土均为商砼, 具体详见附件《甘孜鸿兴商砼有限公司购销合同, 2018 年 4 月 2 日》。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃土情况

根据《甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程水土保持方案报告书(报批稿)》和《四川省水利厅关于甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程水土保持方案的批复》(四川省水利厅 川水函[2018]780号),批复方案中土石方开挖总量 2.10 万 m^3 (含表土剥离 0.35 万 m^3),填方总量 2.36 万 m^3 (含绿化覆土 0.35 万 m^3),外购路基填料 0.26 万 m^3 ;无弃方产生。

3.3.2 弃土量监测结果

工程实际挖方量为约 1.75 万 m^3 ,回填量约 1.75 万 m^3 ,无弃方。

3.4 土方流向监测结果

3.4.1 设计弃土情况

批复水保方案统计的土石方开挖总量 2.10 万 m^3 (含表土剥离 0.35 万 m^3),填方总量 2.36 万 m^3 (含绿化覆土 0.35 万 m^3),外购路基填料 0.26 万 m^3 ;无弃方产生。

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,工程建设实际项目实际开挖总量 1.75 万 m^3 (含表土剥离 0.19 万 m^3),填方总量 1.75 万 m^3 (含绿化覆土 0.19 万 m^3),整体土石方平衡,最终无弃方产生。

表 3-3 实际土石方平衡表 单位: 万 m^3 , 均为自然方

单项工程	类型	挖方	填方	调入		调出		外借		弃方	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
电池方阵	土石方	0.78	0.78								
升压站扩建工程	土石方	0.04	0.04								
施工道路	表土	0.19	0.19								
	土石方	/	/								
集电线路	表土	0.00	0.00								
	土石方	0.71	0.71								
施工临时设施场地	土石方	0.03	0.03								
合计	表土	0.19	0.19								
	土石方	1.56	1.56								
	小计	1.75	1.75								

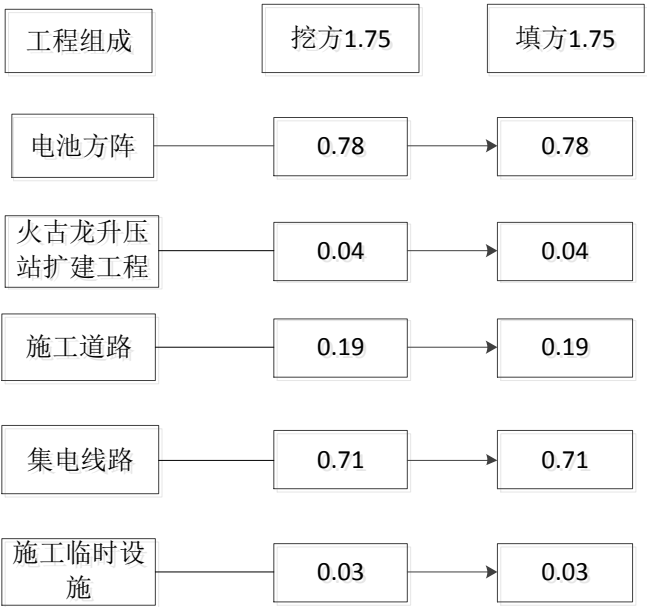


图1.3 实际土石方流向框图（注：土石方均为自然方，单位：万m³）

施工过程中土石方开挖、回填主要来源于电池方阵、施工道路、火古龙升压站扩建工程及集电线路，根据完工资料，电池方阵（含箱变及逆变器）区实际开挖量 0.78 万 m³，电池方阵（含箱变及逆变器）区土石方主要来源于扁平钢开挖、回填，开挖土方全部在方阵区域内摊平利用。



光伏支架基础钻孔



光伏支架基础浇筑

火古龙升压站扩建工程实际开挖量 0.04 万 m³，回填量 0.04 万 m³；由于在大唐火古龙升压站进行扩建，施工时无需进行三通一平，土石方主要来源于建构物基础挖方、填方。



升压站扩建工程基础施工



升压站扩建工程基础浇筑（拆模）

施工道路实际开挖量 0.19 万 m^3 (含表土 0.19 万 m^3), 回填量 0.19 万 m^3 (含表土 0.19 万 m^3); 此次修筑的施工道路能满足小型机械行驶即可, 故施工时没有对路基进行换填, 而是将表层土方揭掉后直接夯实, 没有采取硬化措施, 道路沿地势攀援而上, 没有形成高边坡, 边坡均低于 50cm 。



进场道路施工



进场道路施工

施工临时设施场地区实际开挖量 0.03 万 m^3 , 回填量 0.03 万 m^3 。

集电线路土石方开挖主要来源于塔基基础、直埋线路; 实际挖方 0.71 万 m^3 , 土石方回填 0.71 万 m^3 , 全部就地回填。



塔基施工扰动范围



塔基基础人工掏挖



塔基基础成型



塔基基础浇筑完成及周边扰动范围

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、升压站建构筑物竖向设计和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；整个光伏布置山顶位置，不存在安全因素，未导致大的水土流失。升压站扩建工程区海拔相对较低，且施工扰动均在围墙内，三通一平已由大唐公司完成，为此次施工提供不少便利。建筑基础完工后，及时用碎石子回铺场地，有利于水土保持。

从扰动强度看，施工道路扰动强度最大，集电线路次之，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，我方在第一次现场踏勘时就提醒建设单位、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，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		实际实施工程量		增减	措施实施时间
			单位	数量	单位	数量		
火古龙升压站扩建工程区	工程措施	碎石铺筑	m ²	0.00	m ²	1400	1400	2018.6 ~ 2018.6
施工道路区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.26	万 m ³	0.19	-0.07	2018.4 ~ 2018.5
		生态边沟	m	5340	m	2370	-2970	2018.10-2018.11
		绿化覆土	万 m ³	0.00	万 m ³	0.19	0.19	2018.4 ~ 2018.5
		土地整治	hm ²	0.00	hm ²	0.45	0.45	2018.8 ~ 2018.9
集电线路区	直埋线路工程措施	表土剥离	万 m ³	0.07	hm ²	0.00	-0.07	/
		绿化覆土	hm ²	0.99	万 m ³	0.00	-0.99	/
		土地整治	hm ²	0.99	hm ²	1.26	0.27	2018.6-2018.6-
	架空线路工程措施	表土剥离	万 m ³	0.02	hm ²	0.00	-0.02	/
施工临时设施场地区	工程措施	土地整治	hm ²	0.26	hm ²	0.26	0	2018.6-2018.6
		土地整治	hm ²	0.59	hm ²	0.30	-0.29	2018.7 ~ 2018.8

(1) 火古龙升压站扩建工程区

升压站扩建工程实际施工时段均避开雨季，基础挖方在基础浇筑完成后及时回填，因此未实施防雨布遮盖，在完工后对裸露区域用碎石铺筑；碎石铺筑面积 1400m²。

(2) 施工道路区

根据现场踏勘，进场道路、场内道路均依地势而建，没有形成高陡边坡，

施工道路区批复的工程措施：表土剥离 0.26 万 m^3 、生态边沟 5340m ；批复方案未设计植物措施；表土临时遮盖 3000m^2 。

实际施工中，实施的工程措施：表土剥离 0.19 万 m^3 、土质边沟 2370m ，将剥离的表土沿道路两侧回铺、土地整治 0.45hm^2 ，在此基础上进行撒播草籽 0.45 hm^2 。

措施工程量变化原因分析：实际实施施工道路 2.13km ，较批复的 2.67km 减少了 0.54km 。同时进场道路路基宽度由 5m 增加至 6m 。

一方面，场内道路长度减少了 0.54km ，另一方面实际实施土质边沟时根据道路地形，常年水流方向有针对性的布设边沟；批复方案考虑在 2670m 道路两侧均布置边沟。

(3) 集电线路区

1) 批复措施：

直埋线路区：批复的工程措施有沟槽开挖前的表土剥离、沟槽回填后的绿化覆土及土地整治；植物措施主要是撒播草籽；临时措施主要对沟槽开挖土方的临时遮盖。

①工程措施：表土剥离 0.37hm^2 ，剥离量 0.07 万 m^3 ；绿化覆土面积约 0.99hm^2 ，覆土量 0.33 万 m^3 ；土地整治约 0.72hm^2 。

②植物措施：撒播植草 0.99hm^2 ，播种量约 69.3kg 。

③临时措施：防雨布遮盖 6000m^2 。

架空线路区：批复的工程措施有表土剥离、绿化覆土、土地整治；植物措施主要是撒播草籽；临时措施主要有防雨布遮盖、棕垫防护。

①工程措施：表土剥离面积 0.07hm^2 ，剥离量约 0.02 万 m^3 ；绿化覆土 0.02 万 m^3 ；土地整治 0.26hm^2 。

②植物措施：撒播植草约 0.59hm^2 ，播种量约 41.3kg 。

③临时措施：防雨布遮盖 200m^2 、棕垫防护 1500m^2

2) 实施措施：

实际施工中，直埋线路区实施的工程措施有土地整治，植物措施有撒播草籽，

由于沟槽避开雨季，且施工时段短，开挖土方及时回填，因此土方临时遮盖措施取消。

①工程措施：土地整治约 1.26hm^2 。

②植物措施：撒播植草 1.26hm^2 ，播种量约 88.2kg 。

实际施工中，架空线路区实施的工程措施有土地整治，土地整治的目的是将基坑回填剩余土方平整，便于实施植物措施；施工中塔基基础均采用人工掏挖基础，没有进行表土剥离，减少了对塔基周围植被的破坏，有利于水土保持；考虑架空塔基土建施工避开雨季，因此取消了防雨布遮盖及棕垫防护措施。

①工程措施：土地整治 0.26hm^2 。

②植物措施：撒播植草约 0.68hm^2 ，播种量约 47.6kg 。

（4）施工临时设施场地区

该区批复水土保持有拆除施工用房后进行土地整治，进而撒播植草。同时考虑到了施工临时场地周边布设临时排水沟、沉沙池措施；机械进场、停放等对原地貌造成碾压，方案补充棕垫防护。

①工程措施：土地整治面积 0.59hm^2 。

②植物措施：撒播植草 0.59hm^2 ，播种量 41.3kg 。

③临时措施：土质排水沟 400m 、土质沉沙池 2 座、棕垫防护 500m^2 。

实际施工中，由于施工临时设施场地区位置由红线外移至红线内，布设在光伏区，且临时占地面积减少；批复措施跟实际实施措施有一定差异；实施的水土保持措施主要是土地整治、撒播草籽。

①工程措施：土地整治面积 0.30hm^2 。

②植物措施：撒播植草 0.30 ，播种量 21kg 。

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工程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		实际实施工程量		增减	措施实施时间
				单位	数量	单位	数量		
电池方阵 (含箱变及逆变器)区	植物措施	撒播草籽		hm ²	0.00	hm ²	0.65	0.65	2018.6-2018.8
施工道路区	植物措施	撒播草籽		hm ²	0.00	hm ²	0.45	0.45	2018.8-2018.9
集电线路区	直埋线路	植物措施	撒播植草	面积	hm ²	0.99	hm ²	1.26	2018.7-2018.7
				草籽	Kg	69.30	Kg	88.20	
	架空线路	植物措施	撒播植草	面积	hm ²	0.59	hm ²	0.68	2018.7-2018.7
				草籽				0.09	
施工临时设施场地区	植物措施	撒播草籽	面积	hm ²	0.59	hm ²	0.30	-0.29	2018.7-2018.8
			草籽	Kg	41.3	Kg	21.00	20.30	

从上表对比可以看出：

(1) 电池方阵（含箱变及逆变器）区

实际施工中，电池方阵区并未采取棕垫防护措施，施工过程中对扰动区域及时撒播草籽进行补救，经过一个雨季的植被逐步恢复，钻孔扰动区域水土流失得到治理。经统计，撒播草籽 0.65hm^2 。

(2) 施工道路区

根据现场踏勘，进场道路、场内道路均依地势而建，没有形成高陡边坡，实际施工中，实施的工程措施：表土剥离 0.26万 m^3 、土质边沟 2370m ，将剥离的表土沿道路两侧回铺、土地整治 0.45hm^2 ，在此基础上进行撒播草籽 0.45hm^2 。

(3) 集电线路区

1) 批复措施：

直埋线路区：植物措施主要是撒播草籽。

①植物措施：撒播植草 0.99hm^2 ，播种量约 69.3kg 。

架空线路区：植物措施主要是撒播草籽。

①植物措施：撒播植草约 0.59hm^2 ，播种量约 41.3kg 。

2) 实施措施：

实际施工中，直埋线路区实施的工程措施有土地整治，植物措施有撒播草籽。

①植物措施：撒播植草 1.26hm^2 ，播种量约 88.2kg 。

②植物措施：撒播植草约 0.68hm^2 ，播种量约 47.6kg 。

(4) 施工临时设施场地区

该区批复水土保持有拆除施工用房后进行土地整治，进而撒播植草

①植物措施：撒播植草 0.59hm^2 ，播种量 41.3kg 。

实际施工中，由于施工临时设施场地区位置由红线外移至红线内，布设在光伏区，且临时占地面积减少；批复措施跟实际实施措施有一定差异；实施的水土保持措施主要是土地整治、撒播草籽。

①工程措施：土地整治面积 0.30hm^2 。

②植物措施：撒播植草 0.30 ，播种量 21kg 。

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		实际实施工程量		增减	措施实施时间
			单位	数量	单位	数量		
电池方阵(含箱变及逆变器)区	临时措施	棕垫防护	m ²	5000	m ²	0.00	-5000	/
火古龙升压站扩建工程区	临时措施	防雨布遮盖	m ²	700	m ²	0.00	-700	/
施工道路区	临时措施	防雨布遮盖	m ²	3000	m ²	0.00	-3000	/
集电线路区	直埋线路	临时措施	防雨布遮盖	m ²	6000	m ²	0.00	-6000
	架空线路	临时措施	防雨布遮盖	m ²	200	m ²	0.00	-200
		铺棕垫	m ²	1500	m ²	0.00	-1500	/
施工临时设施场地区	临时措施	土质排水沟	m	400	m	0.00	-400	/
		沉砂池	座	2	座	0	-2	/
		棕垫防护	m ²	500	m ²	0.00	-500	/

从上表对比可以看出，临时措施均没有实施。具体分析如下：

(1) 电池方阵（含箱变及逆变器）区

批复方案考虑到灌注桩机械施工等对高山草甸碾压损坏较大，需在场地上增设一层棕垫，减轻对场地地表的扰动和践踏。但实际施工中，电池方阵区并未采取棕垫防护措施，施工过程中对扰动区域及时撒播草籽进行补救，经过一个雨季的植被逐步恢复，钻孔扰动区域水土流失得到治理。

(2) 火古龙升压站扩建工程区

批复方案在升压站扩建区内考虑施工期对基础开挖区域进行临时遮盖。但升压站扩建工程土建工程于 2018 年 4 月施工，5 月基本完工，实际施工时段均避开雨季，基础挖方在基础浇筑完成后及时回填，因此未实施防雨布遮盖，在完工后对裸露区域用碎石铺筑。

(3) 施工道路区

根据现场踏勘，进场道路、场内道路均依地势而建，没有形成高陡边坡，

施工道路区批复的临时措施是对表土用防雨布进行遮盖。实际施工中，由于剥离的表土随及回铺在沿线，没有集中堆放，因此取消了对表土的临时遮盖。

(4) 集电线路区

1) 批复措施：

直埋线路区批复的临时措施主要对沟槽开挖土方的临时遮盖。

架空线路区批复的临时措施主要有防雨布遮盖、棕垫防护。

2) 实施措施：

实际施工中，直埋线路沟槽避开雨季，且施工时段短，开挖土方及时回填，因此土方临时遮盖措施取消。

实际施工中塔基基础均采用人工掏挖基础，没有进行表土剥离，减少了对塔基周围植被的破坏，有利于水土保持；考虑架空塔基土建施工避开雨季，因此取消了防雨布遮盖及棕垫防护措施。

(4) 施工临时设施场地区

该区批复水土保持有拆除施工用房后进行土地整治，进而撒播植草。同时考虑到了施工临时场地周边布设临时排水沟、沉沙池措施；机械进场、停放等对原地貌造成碾压，方案补充棕垫防护。

实际施工中，由于施工临时设施场地区位置由红线外移至红线内，布设在光伏区，且临时占地面积减少；施工临时设施场地区布置山顶位置，地表径流随地势散排；故没有实施临时排水、沉砂池措施。

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 电池方阵（含箱变及逆变器）区

	
光伏区植被恢复（18 年 10 月摄）	光伏区植被恢复（18 年 10 月摄）
	
光伏区植被恢复（18 年 8 月摄）	光伏区植被恢复（18 年 8 月摄）
	
光伏区植被恢复（18 年 8 月摄）	光伏区植被恢复（18 年 10 月摄）

4.4.2 火古龙升压站扩建工程区

	
构筑物周围碎石铺筑	碎石铺筑
	
场地硬化	配电楼及二次设备室
	
场地硬化	此次扩建扰动范围控制围墙内
	
扩建扰动范围现状	扩建扰动范围现状

4.4.3 施工道路区

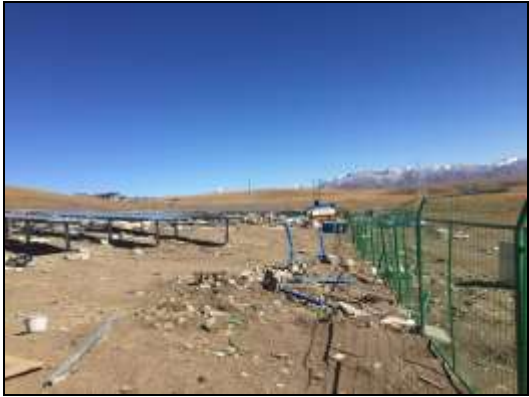
	
场内道路整改前情况（8月）	场内道路整改后现状（11月）
	
进场道路整改前情况（8月）	进场道路整改后现状（11月）

4.2.4 集电线路区

	
直埋线路植被恢复（18年8月摄）	线路植被恢复（18年8月摄）

	
塔基周围植被恢复（18 年 8 月摄）	塔基周围植被恢复（18 年 8 月摄）
	
人台便道恢复情况	牵张场植被恢复

4.4.5 施工临时设施场地区

	
整改前情况（18 年 8 月摄）	整改后情况（18 年 10 月摄）

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

表 5-1 各阶段水土流失面积一览表 单位: hm^2

阶段	分区	占地面积 (hm^2)	扰动面积 (hm^2)	流失面积 (hm^2)
2018.4~2018.12 (施工准备、施工期、试运行期)	电池方阵(含箱变及逆变器)区	43.16	43.16	43.16
	火古龙升压站扩建工程区	0.20	0.20	0.20
	施工道路区	0.95	0.95	0.95
	施工临时设施场地区	0.00	0.00	0.00
	集电线路区	1.94	1.94	1.94
	合计	46.25	46.25	46.25

本工程水土流失面积为 46.25hm^2 。2018 年 4 月, 施工单位进场开始对本项目基础设施进行建设, 主要包括进场道路的修筑, 施工临时设施场地区的建立等; 由于项目工期所致, 本工程在 2018 年度全部完工。

施工道路: 2018 年 4 月 10 日开工, 2018 年 11 月 19 日完工 (后期路基、边沟修整);

光伏支架基础于 2018 年 4 月 15 日开工, 2018 年 6 月 29 日完工;

光伏支架于 2018 年 4 月 28 日开工, 2018 年 7 月 26 日完工;

箱变及逆变器于 2018 年 5 月 3 日开工, 2018 年 6 月 13 日完工;

35kV 集电线路于 2018 年 4 月 22 日开工, 2018 年 6 月 2 日完工;

升压站扩建工程于 2018 年 4 月 20 日开工, 2018 年 7 月 17 日完工

调试: 2018 年 6 月 3 日开工, 2018 年 7 月 25 日完成调。

2018 年 6 月并网, 11 月施工结束, 处于自然恢复期, 无新增扰动面积, 因此, 实际扰动面积 46.25hm^2 , 造成水土流失面积为 46.25hm^2 , 建筑物修筑后, 水土流失面积为 45.07hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 各阶段土壤流失量

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，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、沉砂池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	侵蚀模数 (t/km^2a)	备注
草地	1500	实际监测确定
仓储及工矿用地	300	

表 5-3 原生土壤侵蚀量 (2018.4~2018.11)

占地分区	占地类型	面积 (hm^2)	侵蚀强度	侵蚀模数 ($t/km^2.a$)	侵蚀时段 (a)	流失量 (t)
电池方阵(含箱变及逆变器)区	草地	43.16	轻度	1500	0.67	433.8
火古龙升压站扩建工程区	仓储及工矿用地	0.20	微度	300	0.67	0.4
施工道路区	草地	0.95	轻度	1500	0.67	9.5
集电线路区	草地	1.94	轻度	1500	0.67	19.5
施工临时设 施场地区	草地	0.30(重叠占地)	轻度	1500	0.67	3.0
合计		46.25	轻度	1498	0.67	466.2

因此，按照原生侵蚀量监测计算，从 2018 年 4 月至 2018 年 11 月产生原生水土流失量 466.2t。

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。

本工程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 2018 年 4 月至 2018 年 11 月，即侵蚀时段为 0.67a。自然恢复期时间段为 2018 年 11 月至 2019 年 12 月，为 1.0a。

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：

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

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。

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)	调查时段	侵蚀模数(t/km^2a)
电池方阵(含箱变及逆变器)区	75	3	草地	0.11	1.46	0.58	2855.11
升压站	75	1	草地	0.22	1.5	0.58	4783
施工道路区	36	3	草地	0.16	1.5	0.58	7246
施工临时设施场地区	50	1	草地	0.12	1.52	0.58	3965
集电线路区	75	3	草地	0.11	1.46	0.58	2855.11

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^2a)
电池方阵(含箱变及逆变器)区	50	2	草地	0.004	1.52	0.25	495
升压站	75	3	边坡草地	0.006	1.5	0.25	495
施工道路区	25	1	硬化为主	0.002	1.5	0.25	502
施工临时设施场地区	25	1	草地	0.002	1.47	0.25	470
集电线路区	50	2	草地	0.003	1.52	0.25	497

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	扰动面积 (hm ²)	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)
2018.4~ 2018.11	电池方阵（含箱变及逆变器）区	43.16	43.16	2855.11	0.67	825.6
	火古龙升压站扩建工程区	0.20	0.20	4783	0.67	6.4
	施工道路区	0.95	0.95	7246	0.67	46.1
	集电线路区	1.94	1.94	3965	0.67	51.5
	施工临时设施场地区	0.30	0.30	2855.11	0.67	5.7
总计		46.25	46.25	2022	0.67	935.4

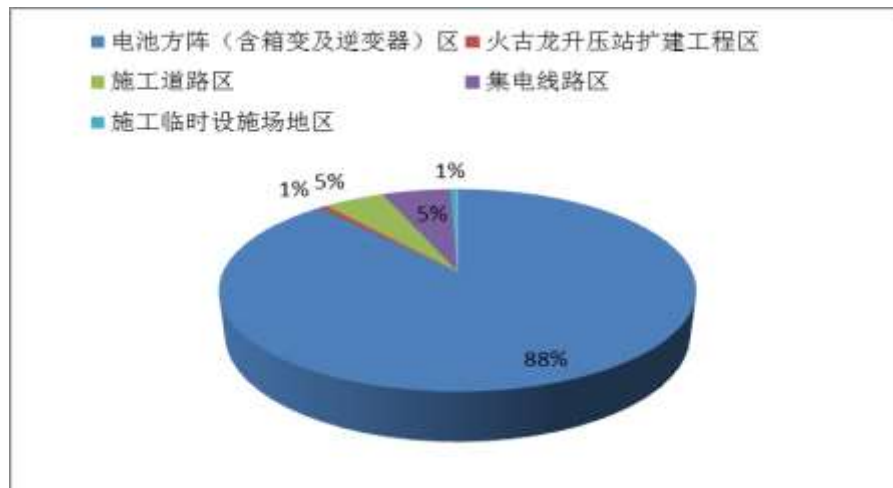


图 18 水土流失量表

由上表 5-6 可知：各区产生水土流失量因电池方阵（含箱变及逆变器）区面积最大，水土流失量最大，最小为施工临时设施场地区。整个项目区内从 2018 年 4 月至 2018 年 11 月共产生水土流失量约 935.4t，而原生地面侵蚀量为 466.2t，工程竣工后，水土流失得到了很好治理，地面侵蚀模数大量较少，故与原生侵蚀量相比，新增水土流失量为 469.2t。

5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

本工程施工过程中总挖方量约 1.75 万 m³，拦渣量为 1.71 万 m³。经调查分析，工程在施工后植被组件恢复，减少了水土流失量，其中施工里约 0.04 万 m³ 堆土被流失，整体而言，无明显水土流失量。

5.4 水土流失危害

建设工程中水土流失量主要发生在电子方阵区，该区占地面积大，为丘陵地貌，因工程均采取了措施，水土流失危害较小，需时常检查高陡边坡稳定性，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。同时，道路及升压站进行维护，确保稳定，不构成人员伤害和损害周边林草植被。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

项目建设区实际扰动面积为 46.25hm^2 。扰动土地整治面积包括：建筑占地面积，植物措施面积，植被自然恢复面积，工程措施面积。

由此可得项目整治率为 99.59%，超过水土流失一级防治标准 95%，达到水土流失防治标准要求。工程各分区扰动整治率见表 6-1。

表 6-1 扰动整治率情况表 单位： hm^2

项目分区	总面积	扰动面积	扰动土地整治面积				扰动土地整治率%
			建筑占地面积	植物措施	工程措施	合计	
电池方阵（含箱变及逆变器）区	43.16	43.16	0.17	42.80	0.00	42.97	99.56
火古龙升压站扩建工程区	0.20	0.20	0.06	0.00	0.14	0.2	100.00
施工道路区	0.95	0.95	0.50	0.45	0.00	0.95	100.00
集电线路区	1.94	1.94	0.00	1.94	0.00	1.94	100.00
合计	46.25	46.25	0.73	45.19	0.14	46.06	99.59

6.2 水土流失总治理度

项目建设区总面积 46.25hm^2 ，水土流失总面积 45.52hm^2 ，水土流失治理达标面积 45.33hm^2 。水土流失总治理度为 99.58%，高于目标值 97%。水土流失总治理度计算情况见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度计算情况表 单位： hm^2

项目分区	总面积	建筑占地面积	水土流失面积	扰动土地整治面积			水土流失治理度%
				植物措施	工程措施	合计	
电池方阵（含箱变及逆变器）区	43.16	0.17	42.99	42.80	0.00	42.8	99.56
火古龙升压站扩建工程区	0.20	0.06	0.14	0.00	0.14	0.14	100.00
施工道路区	0.95	0.50	0.45	0.45	0.00	0.45	100.00
集电线路区	1.94	0.00	1.94	1.94	0.00	1.94	100.00
合计	46.25	0.73	45.52	45.19	0.14	45.33	99.58

6.3 拦渣率与弃渣利用率

项目开挖、回填平衡无弃渣，总开挖量 1.75 万 m^3 ，通过场内平衡，全部回填于项目区内，拦渣率为 98.0%，超过水土流失一级防治标准 95%，达到水土流失防治标准要求。

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 $490\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ，容许土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.02。

表 6-3 工程各防治分区土壤流失控制比

项目分区	容许流失量 ($\text{t}/\text{km}^2\text{a}$)	恢复侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\text{a}$)	土壤流失控制比
电池方阵(含箱变及逆变器)区	500	495	1.01
火古龙升压站扩建工程区	500	495	1.01
施工道路区	500	502	1
集电线路区	500	497	1.01
合计	500	490	1.02

6.5 林草植被恢复率

项目建设区总面积 46.25hm^2 ，可恢复植被面积 45.39hm^2 ，林草植被恢复面积 45.19hm^2 。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 99.56%。各分区林草植被恢复率情况见下表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复面积情况一览表

单位: hm^2

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%
电池方阵(含箱变及逆变器)区	43.16	42.80	42.99	99.56
火古龙升压站扩建工程区	0.20	0.00	0.00	/
施工道路区	0.95	0.45	0.46	97.83
集电线路区	1.94	1.94	1.94	100.00
合计	46.25	45.19	45.39	99.56

6.6 林草覆盖率

项目建设区总面积 46.25hm²，其中林草类植被面积 45.19hm²，经计算分析，本项目林草覆盖率 97.71%。本项目林草植被恢复率计算情况详见表 6-5。

表 6-5 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)	林草植被覆盖率%
电池方阵（含箱变及逆变器）区	43.16	42.80	42.99	99.17
火古龙升压站扩建工程区	0.20	0.00	0.00	0.00
施工道路区	0.95	0.45	0.46	47.37
集电线路区	1.94	1.94	1.94	100.00
合计	46.25	45.19	45.39	97.71

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 2018 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 46.25hm²，扰动过程主要以机械扰动为主。施工过程中未经历 1 个雨季，但工程结束时，因植被及时恢复。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 2018 年 12 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。2018 年，我公司经过实地检测和调查，认为：本工程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施工道路区，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，工程扰动土地整治率达到 99.59%，水土流失总治理度达到 99.58%，拦渣率达到 98.0%，土壤流失控制比达到 1.02，林草植被恢复率达到 99.56%，林草覆盖率达到 97.71%。项目水土流失防治情况较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

区县	防治指标	采用目标值	实际达到目标值
甘孜县（一级级标准）	扰动土地整治率(%)	95	99.59
	水土流失总治理度(%)	97	99.58
	土壤流失控制比	1.0	1.02
	拦渣率	95	98.0
	林草植被恢复率(%)	99	99.56
	林草覆盖率(%)	27	97.71

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》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，升压站扩建工程区水土流失防治效果良好，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；施工临时设施场地区位于红线内，已完成土地整治，实施了植草措施。集电线路沿着道路和方阵布局，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

问题：

（1）电池方阵（含箱变及逆变器）区：本区域建设中地形较简单，建设单位采用钻孔机械施工，扰动面积不大，未形成了大块裸露面积，施工工艺有利于水土保持，但箱变、逆变器基础施工对周边扰动较大，部分区域存在裸露；从现场调查看，本区域整体效果达标。

（2）施工道路区：施工道路沿路基两侧修建了排水沟，排水去向明确，整体无较大水土流失量，仅有少量面积裸露，建设单位应重点加强雨季道路排水系统的淤泥清理和定期检查、养护工作。

（3）火古龙升压站扩建工程区：措施良好，防治效果显著。

（4）施工临时设施场地区：水土保持措施已实施，地势较平坦，无较大水土流失量，需加大植被抚育工作。

（5）集电线路区：本区域扰动范围小，植被恢复效果良好。

建议：

（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。监测工作者应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监测法律法规学习,做好了项目生态恢复,确保各项措施实施,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情况,通过水土保持措施工程量分析可知,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,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和挡护,各项指标都将达到《水土保持方案报告书》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) 项目区地理位置图
- (2) 监测分区及监测点位布设图
- (3) 防治责任范围图

8.2 有关资料

- (1) 监测照片；
- (2) 关于“甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程”环、水保验收现场整改及相关事宜的函；
- (3) 委托书；
- (4) 四川省水利厅关于甘孜县集中式光伏扶贫电站一期工程水土保持方案报告书的批复