

水保监测（贵）字第 0008 号

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站

水土保持监测总结报告

建设单位：华能威宁风力发电有限公司
编制单位：贵州天保生态股份有限公司
二〇二一年九月





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：贵州天保生态股份有限公司
法定代表人：王兴
单位等级：★★★（3星）
证书编号：水保监测（贵）字第 0008 号
有效期：自 2019 年 10 月 01 日至 2022 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019 年 09 月 30 日

仅限于威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测总结报告使用，再次复印无效。

项目名称：威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站

建设单位：华能威宁风力发电有限公司

监测单位：贵州天保生态股份有限公司

单位地址：贵阳市观山湖区甲秀北路 235 号北大资源梦想城 A07 栋 16 楼

联系人：朱波

联系电话：0851-83867777 13765124637

电子邮箱：gztb@vip.163.com

责任页

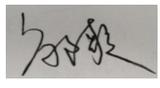
贵州天保生态股份有限公司

批准：  (高级工程师)

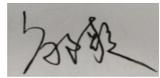
核定：  (高级工程师)

审查：  (中级工程师)

校核：  (工程师)

项目负责人：  (助理工程师)

编写：  (第一章、第二章、负责确定项目情况和监测开展工作)

 (第三章、第四章、第五章，负责调查监测水土流失情况和水土措施效果)

 (第六章、第七章、收集资料计算六大指标得出结论)

目 录

综合说明.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	5
1.1 项目概况.....	5
1.2.项目区概况.....	15
1.3 水土流失防治工作情况.....	18
1.4 监测工作实施概况.....	19
2 监测内容、方法及过程.....	22
2.1 监测内容.....	22
2.2 监测方法.....	26
2.3 监测过程.....	26
3 重点部位水土流失动态监测结果.....	28
3.1 防治责任范围监测结果.....	28
3.2 取土（石）监测结果.....	33
3.3 弃土监测结果.....	34
4 水土流失防治措施监测结果.....	35
4.1 工程措施监测结果.....	35
4.2 植物措施监测结果.....	37
4.3 临时防治措施监测结果.....	37
4.4 水土保持措施防治效果.....	38
5 土壤流失量分析.....	39
5.1 水土流失面积.....	39
5.2 土壤流失量.....	39

5.3 取土（石、料）弃（石、渣）潜在土壤流失量.....	40
5.4 水土流失危害.....	40
6 水土流失防治效果监测结果.....	41
6.1 渣土防护率.....	41
6.2 水土流失治理度.....	41
6.3 土壤流失控制比.....	42
6.4 表土保护率.....	42
6.5 林草植被恢复率.....	42
6.6 林草覆盖率.....	42
7 结论.....	44
7.1 水土流失动态变化.....	44
7.2 水土保持措施评价.....	44
7.3 存在问题及建议.....	45
7.4 综合结论.....	46

附图：

- 1、项目建设区总平面布置图；

综合说明

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站位于贵州省毕节市威宁县，场址中心坐标：东经 $104^{\circ} 7' 32.45''$ ，北纬 $27^{\circ} 15' 42.88''$ ，属山地光伏工程。本项目场址位于雪山镇、兔街镇及云贵乡，场址中心距县城直线距离 44 公里，附近有省道 S108、S309，内有乡村公路，交通较方便。项目区域临近华能雪山风电场，送出条件方便。

本项目规划装机容量 50MW 单晶硅光伏电站，采用农光互补模式建设，本项目建设包含有光伏阵列工程、箱式变压工程、集电线路工程、道路工程。项目规划 16 个标称容量 3.125MWp 的发电分系统，选用峰值功率为 445Wp 的单晶硅电池组件和额定功率 196kW 的组串式逆变器。每个方阵配置 320 个组串，每个组串由 28 块组件串联。本项目共采用 445Wp 单晶硅电池组件 143360 块，采用全固定式安装方式；共 16 台箱变，共 2 回 35kV 集电线路接至已建 220kV 雪山升压站。

雪山风电场已建雪山 220kV 升压站位于项目区的南侧 15km 处，站内共安装 3 台主变压器，容量为 260MVA，余留容量 41.6MVA，可满足本项目接入的需求。

2020 年 7 月，贵州省能源局以《省能源局关于同意开展威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站项目备案的通知》（黔能源审[2020]183 号）同意华能威宁风力发电有限公司开始进行威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站的前期工作。

华能威宁风力发电有限公司于 2020 年 09 月委托贵州众汇山水生态工程有限公司开展本项目水土保持方案报告书的编制工作。该公司依照《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018），于 2020 年 11 月编写完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书（送审稿）》。2020 年 11 月 12 日在贵阳市通过了贵州省水土保持技术咨询研究中心主持召开的技术审查，按照专家提出的意见进行了修改，完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书（报批稿）》（以下简称“水保方案”）。贵州省水利厅于 2020 年 12 月 21 日下发的批复《省水利厅省水利厅关于威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案的批复》（黔水保函 [2020] 163 号文）。

根据《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》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律法规的规定，生产建设单位和管理单位应设立专项监测设施对项目建设引起的水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地水行政主管部门通报本单位水土流失防治工作的情况；工程竣工验收时应提交水土

保持监测报告。为落实上述法律法规的规定，切实做好威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站在建设过程中的水土流失防治工作，保护项目区生态环境，华能威宁风力发电有限公司委托贵州天保生态股份有限公司承担威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测工作，直至工程完工。

华能威宁风力发电有限公司于 2021 年 1 月委托贵州天保生态股份有限公司承担本项目水土保持监测工作；随即贵州天保生态股份有限公司成立了威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测小组，组织相关管理技术人员进行现场踏勘，采用调查监测的监测方法，对项目建设区内的水土流失影响因子、水土流失状况及防治效果开展监测。

本工程由一号片区、二号片区、三号片区、四号片区、五号片区、场外直埋电缆区、进场道路区及施工场地区等组成；项目建设区占地面积为 77.86 hm²，其中永久占地 74.27 hm²；临时占地 3.59 hm²。本项目建设共开挖土石方量 38661 m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 13061 m³），回填 38661 m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 13061 m³），无废弃方。

本项目建设不涉及房屋拆迁安置，无其它专项设施迁改建。

本项目水土保持工程各项指标评价如下：水土流失总治理度达到 97.74%，土壤流失控制比为 1.13，表土保护率 96.13%，渣土防护率达到 97.77%，林草植被恢复率达到 97.67%，林草覆盖率达到 93.23%。监测结果表明，截止至 2021 年 9 月，六项指标中全部达到并超过《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）西南岩溶区水土流失防治一级标准目标值。

生产建设项目水土保持监测特性表				填表时间：2021年9月						
主体工程主要技术指标										
项目名称		威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站								
建设规模	装机容量为50MW单晶硅光伏电站。项目规划16个标称容量3.125MWp的发电分系统。每个方阵配置320个组串。共16台箱变，共2回35kV集电线路接至已建220kV雪山升压站。	建设单位	华能威宁风力发电有限公司							
		联系人/电话	赵志国/181 8574 1771							
		建设地点	贵阳市威宁县							
		所在流域	长江流域牛栏江横江水系							
		工程总投资	22593.29万元							
		工程总工期	2020年9月~2021年1月							
水土保持监测指标										
监测单位		贵州天保生态股份有限公司		联系人及电话		朱波 /13765124637				
自然地理类型		山岭重丘区		防治标准		一级				
监测内容	监测指标	监测方法(设施)		监测指标		监测方法				
	1、水土流失状况监测	调查、巡查监测		2、防治责任范围监测		调查监测				
	3、水土保持措施情况监测	调查、巡查监测		4、防治措施效果监测		调查、巡查监测				
	5、水土流失危害监测	现场巡查监测		水土流失背景值		788t/km ² ·a				
方案设计防治责任范围		77.86hm ²		土壤容许流失量		500 t/km ² ·a				
防治措施	<p>工程措施有：排水沟(0.3m×0.3m)2341m，排水沟(0.1m×0.2m)590m，沉沙池5座、排水涵管12m。表土剥离量为5544m³，覆土整治面积17.67hm²，生态植草沟124m，覆土量5544m³；</p> <p>植物措施有：植被措施面积22.28hm²；</p> <p>临时措施有：临时苫盖面积9838.5m²，临时排水沟120m；</p>									
监测结论	防治效果	分类指标	目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量 hm ²					
		水土流失治理度(%)	97	97.74	防治措施面积	22.28hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.71hm ²	扰动地表面积	23.52hm ²
		渣土保护率(%)	92	97.77	防治责任范围面积	77.86hm ²	水土流失总面积		23.52hm ²	
		林草植被恢复率(%)	96	97.67			容许土壤流失量		500t/km ² ·a	
		土壤流失控制比	1.00	1.13	植物措施面积	22.28hm ²	监测土壤流失情况		280.16t	
		表土保护率(%)	95	96.13	可恢复林草植被面积	22.81hm ²	林草类植被面积		22.28hm ²	

	林草覆盖率 (%)	23	93.23	实际拦挡弃土 (石、渣) 量	无	总弃土 (石、渣) 量	无
	水土保持治理达标评价	截止至 2021 年 9 月，六项指标全部达到并超过《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018) 西南岩溶区水土流失防治一级标准。					
	总体结论	水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，基本达到了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》(报批稿) 的设计要求。					
	主要建议	<p>建设单位在后期的运行过程中，加强工程措施的维护，保持工程措施的功能正常，并加强对林草植被的管护力度，对生长情况较差的区域采取必要的养护和补植。</p> <p>水土保持措施在生产运行期容易损坏，建议业主在以后的工作中加大水土保持措施的管护力度。</p>					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站建设于贵州省毕节市威宁县，场址中心坐标：东经 104°7'32.45"，北纬 27°15'42.88"，属山地光伏工程。本项目场址位于雪山镇、兔街镇和云贵乡，场址中心距县城直线距离 44 公里，附近有省道 S108、S309，内有乡村公路，交通较方便。

1.1.2 项目特性及工程规模

(1) 建设规模及内容

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站项目规划为装机容量为 50MW 单晶硅光伏电站，采用农光互补模式建设，本项目建设包含有光伏阵列工程、箱式变压工程、集电线路工程、道路工程。项目规划 16 个标称容量 3.125MWp 的发电分系统，选用峰值功率为 445Wp 的单晶硅电池组件和额定功率 196kW 的组串式逆变器。每个方阵配置 320 个组串，每个组串由 28 块组件串联。本项目共采用 445Wp 单晶硅电池组件 143360 块，采用全固定式安装方式；共 16 台箱变，共 2 回 35kV 集电线路接至已建 220kV 雪山升压站。

雪山风电场已建雪山 220kV 升压站位于项目区的南侧 10km 处，站内共安装 3 台主变压器，容量为 260MVA，余留容量可满足本项目接入的需求。

项目工程规模与特性如下：

项目名称：威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站

建设单位：华能威宁风力发电有限公司

建设地点：贵州省毕节市威宁县雪山镇、兔街镇和云贵乡

工程性质：新建工程

等级和规模：装机容量为 50MW 单晶硅光伏电站

工程进度：施工期 5 个月，2020 年 9 月动工，已于 2021 年 1 月竣工。

工程投资：总投资为 22593.29 万元，土建投资为 3507.54 万元。项目工程主要特征值详见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站项目主要特性指标表

总体概况	项目名称	威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站		
	建设单位	华能威宁风力发电有限公司		
	建设地点	贵州省毕节市威宁县雪山镇、兔街镇和云贵乡		
	工程性质	新建		
	工程投资	22593.29 万元（其中土建投资 3507.54 万元）		
	建设工期	实际工期 5 个月，2020 年 9 月~2021 年 1 月		
	建设内容	太阳能电池方阵、场内集电线路、道路工程		
	施工内容	土建施工、道路修筑、电缆埋设等		
	建设规模	规划装机容量为 50MW，25 年平均发电量 66661.4MW·h		
	用地面积	规划用地	hm ²	73.24
	交通道路	场内新建道路	km	2.5
场内改扩建道路		km	1.4	
施工条件	供水系统	施工期间生产和生活用水采用汽车运输场地蓄水。		
	施工用电	电源引自项目附近马家山村 10kV 农网线路，施工场地内配置一台 250kAV 的低压站用变压器。		
砂石料来源		砂石料可以从场址附近砂石料场采购；水泥、钢材、生活及小型生产物资及其他建筑材料（木材、油料）等可在威宁县购买。		
拆迁安置及专项设施迁建		建设区不涉及居民拆迁安置及专项设施迁建		

2-2 威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站项目主体工程特性指标表

项目名称		威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站		
建设单位		华能威宁风力发电有限公司		
建设性质		新建工程		
项目规模		大型		
年发电量		71475.0MWh		
建设工期		4 个月		
主要设备	光伏组件	峰值功率	Wp	445
		外形尺寸	mm	2094×1038×35
		数量	块	143360
		向日跟踪方式		固定倾角
		固定倾角角度	(°)	10
	逆变器	数量	台	256
		单台额定功率	kW	196
	箱变	数量	台	16
		容量	kVA	3150
		额定电压	kV	35
	出线	出线回路数	回	1
电压等级		kV	35	
连接道路	新建道路	km	2.5	
	改扩建道路	km	1.4	
主体设计土石方量	开挖量	m ³	35221	
	回填量	m ³	35221	
主体设计占地面积	永久占地	hm ²	73.24	

	临时占地	hm ²	0	
	合计	hm ²	73.24	
工程投资	工程总投资	万元	22593.29	
	土建投资	万元	3507.54	

1.1.3 项目组成及分区

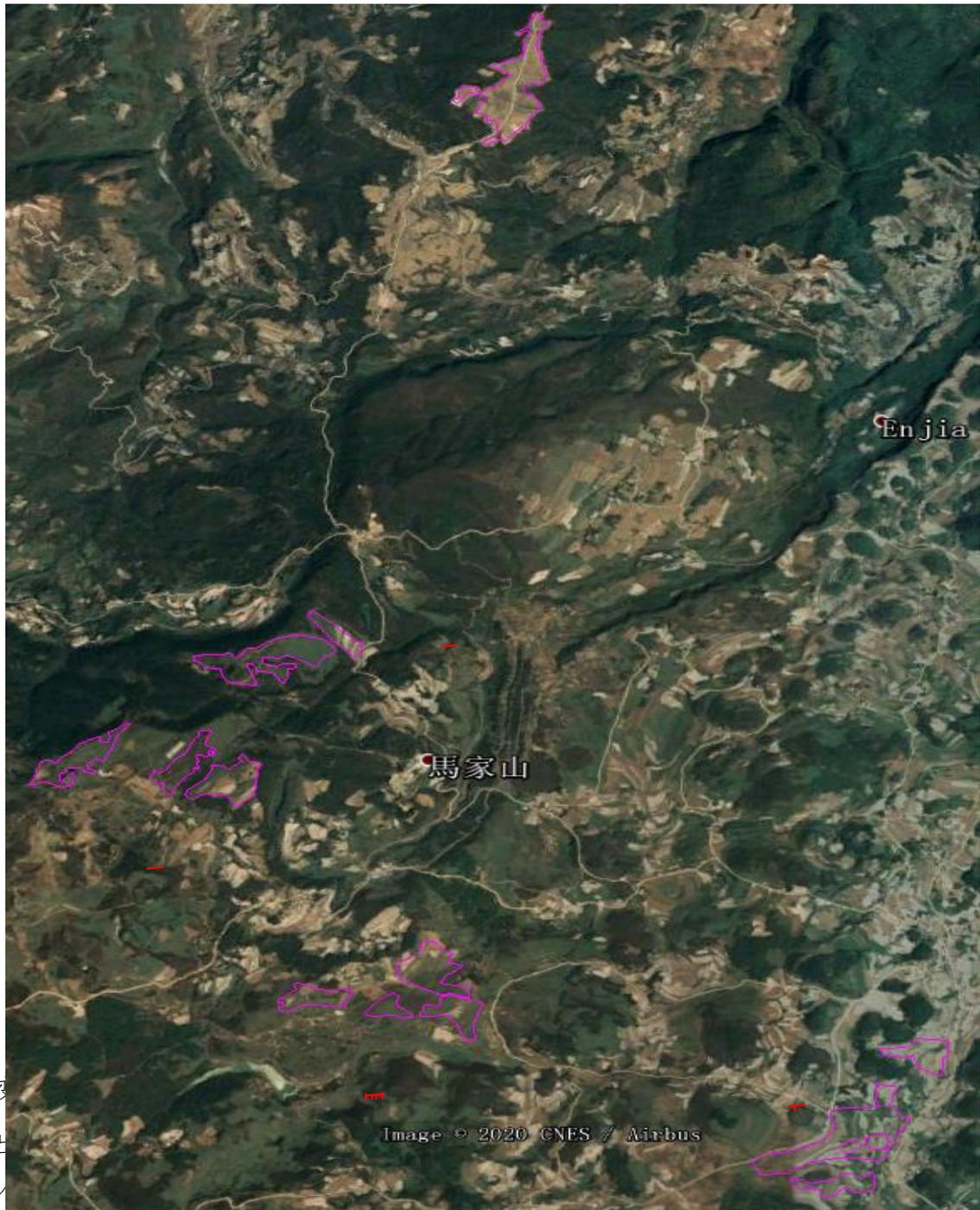
一、项目组成

根据水保方案资料及现场踏勘情况，本项目主要包括一号片区、二号片区、三号片区、四号片区、五号片区、场外直埋电缆区及场外道路区及场外道路区等。具体布置如下：

1、光伏阵列

光伏阵列位于贵州省毕节市威宁县雪山镇、兔街镇和云贵乡的交界处，场地高程在 2056~2362m 之间。场址地形开阔连续，利用范围基本为南向坡、西南向坡，多在 5~35 度之间，局部地段大于 35 度。光伏组件利用 35° 以内的南向坡地进行布置。

根据水保方案设计资料，本项目规划装机容量 50MW，规划 16 个标称容量 3.125MWp 的发电方阵，分为一号片区、二号片区、三号片区、四号片区和五号片区五个地块布置，其中一号片区共布置 4 个标称容量 3.125MWp 的发电方阵，二号片区共布置 2 个标称容量 3.125MWp 的发电方阵；三号片区共布置 3 个标称容量 3.125MWp 的发电方阵；四号片区共布置 3 个标称容量 3.125MWp 的发电方阵；五号片区共布置 4 个标称容量 3.125MWp 的发电方阵；方阵场地不做大规模平整，方阵主要随原始地形东西向直列布置。



工程光伏组件采用固定式支架安装，组件安装倾角 10° 。支架由双立柱、横梁及斜撑组成，采用镀锌钢结构，支架离地最小高度为1.8m，支架每个单元排列 2×14 块445Wp单晶硅光伏组件，组件尺寸为 $2094\text{mm}\times 1038\text{mm}\times 35\text{mm}$ 。支架东西向跨距为3.4m，南北向跨距为2.6m，东西向联排布置。

支架基础采用直径为150mm的混凝土灌注桩基础，C30钢筋混凝土，长度为1.65m，地上0.15m，地下1.5m。

建设时选用 35kV 箱变及逆变升压一体化装置，箱变布置在场内道路附近，35kV 侧采用负荷开关+熔断器保护，两侧采用电缆出线。根据电气要求，每个方阵布置逆变升压一体化设备一台，共 16 台。基础为钢筋混凝土结构，基础埋深 1.8m，基础露出地面 0.3m，设备与基础顶部预埋钢板焊接，朝向设备开门一侧砌筑踏步及操作平台，侧壁开电缆孔。单个箱变设计占地面积为 24m²（6×4m）。

2、集电线路

根据光伏阵列总平面布置，威宁新升 50MW 光伏装置布置分为一号片区、二号片区、三号片区、四号片区和五号片区等五个片区。每个片区内光伏发电系统的太阳能电池方阵间电缆采用变截面电缆槽盒接入箱变。一号片区有 1#、2#、3#、4#台箱变，共计 4 个方阵；二号片区有 5#、6#台箱变，共计 2 个方阵；三号片区有 7#、8#、9#台箱变，共计 3 个方阵；四号片区有 10#、11#、12#台箱变，共计 3 个方阵；五号片区有 13#、14#、15#、16#台箱变，共计 4 个方阵；各箱变间采用集电线路串联后，接入已建 220KV 雪山升压站。

本工程将集电线路分为 2 回，分别命名为 A 线、B 线。其中：

A 线串联 1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#、9#共 9 台箱变后向南敷设，总长度 10.35km；

B 线串联 10#、11#、12#、13#、14#、15#、16#共 7 台箱变后向西敷设，总长度 5.25km；

A、B 线在雪山升压站北侧约 1km 处汇集后接入雪山升压站 35KV 侧母线。

本项目箱变至升压站的集电线路全部采用直埋电缆的敷设方式，电缆沟总长 15.6km，分为单回和双回电缆沟两种形式，其中单回电缆沟总长 14.6km（其中场内 2.83km，场外 11.77km），双回电缆沟总长 1km（全部为场外）。直埋电缆沟开挖断面为倒梯形，上部宽分别为 1.04m、1.47m，底部宽分别为 0.68m、1.11m，深度为 1.0m，底部铺 15cm 厚细砂，电缆上部铺钢筋混凝土板保护及电缆警示带。

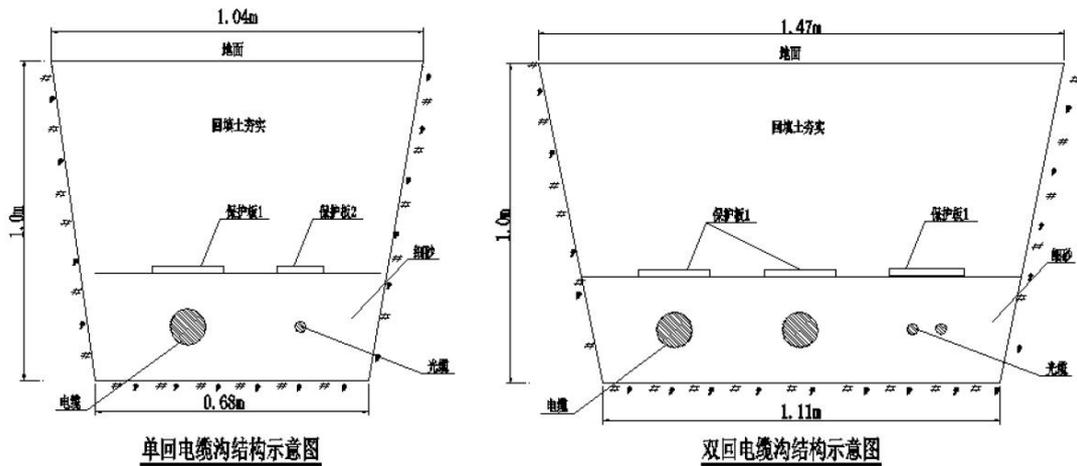


图 1-2 电缆沟结构示意图

3、道路工程

根据项目施工总平面布置图以及现场踏勘，项目紧邻已有乡道；根据光伏电站的总体布局，场内检修道路均由已有乡道接入，紧靠光伏电池组件旁边通过，以满足设备一次运输到位、支架及光伏电池组件安装需要。电站内运输按指定线路将主变、箱变、高压开关柜等均按指定地点一次到位，尽量减少二次转运。

根据威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站总体布置，本项目需修建道路 3.9km，其中进场道路 2.89km（新建 1.95km、改扩建 0.46km），场内道路 1.01km（新建 0.55km、改扩建 0.46km）。

新建道路采用 12cm 泥结碎石面层+30cm 填隙碎石基层结构型式，道路纵坡宜小于 10%；改扩建道路是将原有 2m 宽道路的土坎路扩建至 4.5m 宽，并对 4m 的路面铺设碎石；道路在前期作为施工道路使用，施工结束后保留 4.0m 宽作为永久检修道路。

路基、路面排水采用 50cm×50cm 浆砌石边沟排水。边沟水自然排入冲沟内或由涵洞引出。施工检修道路穿越冲沟时采用圆管涵过水。

新建道路填方边坡按 1:1.5 放坡，挖方边坡按 1:1 放坡，项目建设区地势较为平缓，挖填方边坡均 < 2m。

4、竖向布置

光伏场区基本按原始地形进行布设，一号片区整体地势北高南低，最高点位于 1#方阵北侧处，高程为 2112.8m，最低点位于 4#方阵南侧，高程为 2056.9m；二号片区整体地势西高东低，最高点位于 6#方阵，高程为 2317.3m，最低点位于 5#方阵东

侧，高程为 2210.9m；三号片区整体地势北高南低，最高点位于 8#方阵北侧处，高程为 2380.4m，最低点位于 7#方阵西南侧，高程为 2329.2m；四号片区整体地势西高东低，最高点位于 10#方阵西侧，高程为 2363.7m，最低点位于 11#方阵东侧，高程为 2276.1m；五号片区整体地势西高东低，最高点位于 45#方阵西侧，高程为 2331.3m，最低点位于 13#方阵东侧，高程为 2213.8m。

场地排水采用有组织排水，场区的雨水通过场地的坡度流向附近的场区道路区域的排水沟，汇入下游自然沟道。

1.1.4 投资

总投资为 22593.29 万元，土建投资为 3507.54 万元。

1.1.5 占地面积

根据监测显示，本项目光伏场址红线占地面积为 73.24hm²，其中一号片区 13.16hm²，二号片区 11.40hm²，三号片区 15.02hm²，四号片区 14.23hm²，五号片区 19.43hm²；全部为永久占地，光伏阵列、箱变、场内直埋集电线路、场内道路等均在红线范围内，植被建设与主体工程同期进行。详见表 1-5。

1-5 项目各区域占地情况 单位：hm²

项目组成		项目占地		
一级分区	二级分区	小计	永久占地	临时占地
一号片区	光伏阵列区	9.88	9.88	
	未扰动区	2.84	2.84	
	直埋电缆区	0.06	0.06	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.36	0.36	
	小计	13.16	13.16	
二号片区	光伏阵列区	7.37	7.37	
	未扰动区	3.66	3.66	
	直埋电缆区	0.15	0.15	
	箱变基础区	0.01	0.01	
	场内道路区	0.21	0.21	
	小计	11.4	11.4	
三号片区	光伏阵列区	9.7	9.7	
	未扰动区	5.02	5.02	
	直埋电缆区	0.16	0.16	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.12	0.12	
	小计	15.02	15.02	
四号片区	光伏阵列区	10.04	10.04	
	未扰动区	4.01	4.01	

	直埋电缆区	0.08	0.08	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.08	0.08	
	小计	14.23	14.23	
五号片区	光伏阵列区	10.04	10.04	
	未扰动区	8.92	8.92	
	直埋电缆区	0.13	0.13	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.32	0.32	
	小计	19.43	19.43	
场外直埋电缆区		3.26		3.26
进场道路区		1.03	1.03	
施工场地区		0.33		0.33
合计		77.86	74.27	3.59

1.1.6 土石方量

根据方案可知项目建设期间，本项目建设共开挖土石方量 38661 m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 13061 m³），回填 38661 m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 13061 m³），无废弃方。

根据现场监测结合主体建设资料复核，本项目建设共开挖土石方量 31750m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 6148m³），1750m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 6148m³），无废弃方。

表 1-4 土石方平衡表

单位：m³

项目分区		开挖				回填				调出		调入		废弃
一级分区	二级分区	小计	表土	土方	石方	小计	表土	土方	石方	表土	去向	表土	来源	
一号片区	光伏阵列区	597		597		1085		597						
	未扰动区	0												
	直埋电缆区	842	240	602		1094	240	602						
	箱变基础区	766	40	726		1320	40	726						
	场内道路区													
	小计	2205	280	1925	0	3499	280	1925	0					
二号片区	光伏阵列区	792		436	356	792		436	356					
	未扰动区													
	直埋电缆区	1287	140	708	439	1286	140	708	439					
	箱变基础区	601	20	581		1056	20	581						
	场内道路区	1498	40	824	634	1498	40	824	634					
	小计	4178	200	2549	1429	4632	200	2549	1429					
三号片区	光伏阵列区	2171		1194	977	2170		1194	977					
	未扰动区													
	直埋电缆区	908	100	808		1469	100	808						
	箱变基础区	320	30	290		528	30	290						

	场内道路区	1071	60	1011		1071	60	1011						
	小计	4470	190	3303	977	5238	190	3303	977					
四号片区	光伏阵列区	526		526		957		526						
	未扰动区													
	直埋电缆区	624	90	343	191	624	90	343	191					
	箱变基础区	792	20	436	336	792	20	436	336					
	场内道路区	3744	60	2059	1625	3744	60	2059	1625					
	小计	5686	170	3364	2152	6117	170	3364	2152					
五号片区	光伏阵列区	895		895		1628		895						
	未扰动区	0												
	直埋电缆区	1442	360	1082		1968	360	1082						
	箱变基础区	621	40	581		1056	40	581						
	场内道路区	1873	240	1633		1873	240	1633						
	小计	4831	640	4191		6525	640	4191						
场外直埋电缆区		7189	3270	3235	684	7188	3270	3235	684					
进场道路区		3191	530	1755	906	3190	530	1755	906					
合计		31750	5280	20322	6148	36389	5280	20322	6148					
全部为自然方,开挖石方主要集中收集,用于铺设道路。														

1.2.项目区概况

1.2.1 自然概况

(1) 地形地貌

拟建场地大部分地区海拔高程在 2056~2362m 之间，相对高差小于 300m，总体属于溶蚀、侵蚀低中山地貌。区内可溶岩与非可溶岩相间分布，可溶岩分布区溶洞、岩溶洼地、漏斗、落水洞、溶沟、溶槽、溶蚀残丘发育，植被茂密，以草类和种植的松树为主，沿斜坡地带多为坡耕地；非可溶岩区则以缓坡台地地形为主，自然坡度多在 20° 以下，地面平缓开阔，植被茂盛，草场及坡耕地密布。

(2) 地质

1) 地质构造

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站位于贵州省毕节地区威宁县雪山镇、兔街镇和云贵乡境内。工程区大地构造单元属扬子准地台黔北台隆六盘水断陷威宁北西向构造变形区。

场内及外围构造形迹以一系列 NW 和 NE 向的断层为主，场区主要为缓倾角，两冀均是单斜构造。

2) 地层岩性

根据现场调查成果资料，场区出露地层由新至老依次为：

(1) 第四系全新统

残积层(Qel)：灰黄、浅黄、灰黑、浅褐、紫红色粘土、粉砂质粘土夹少量母岩碎块，分布于场区软岩出露一带斜坡或台地上，一般厚度 0.5~1.5m，局部达 4m 以上。

坡积层(Qdl)：灰黄、浅褐、灰黑、黄色砂质粘土夹碎石及少量块石，广泛分布于整个场区；山顶、斜坡地带一般厚度 3~5m，局部达 8m 以上，缓坡平台、冲沟出口附近一般厚度 4~6m，局部达 10m 以上，部分较大冲沟口沟底见细砂、粉砂。

2) 上古生界石炭系

上统马平群(C3mp)：浅灰色厚层灰岩夹紫灰紫色瘤状灰岩及紫红、绿色页岩。厚 145~155m。中统黄龙群(C2hn)：上部为浅灰色厚层灰岩夹燧石灰岩；下部浅灰色块状粗粒白云岩夹灰岩、燧石白云岩。267~295m。

下统摆佐组(C1b)：上部为浅灰色厚层块状灰岩夹白云岩、白云质灰岩；下部浅灰至深灰色中厚层、厚层中粒白云岩夹浅灰色灰岩、灰绿色页岩。厚 536~547m。

下统大塘组上司段 (C1d2)：浅灰、深灰色中厚层、厚层灰岩夹白云岩、燧石灰岩、泥。灰岩和 3~5 层以灰绿、紫红为主的杂色页岩；底部时为 5~50m 灰色溶塌角砾岩夹泥灰岩。厚 478~500m。

下统大塘组旧司段 (C1d1)：上部深灰色中厚层泥质灰岩、泥灰岩与黑色页岩互层、夹硅质岩、燧石灰岩、局部夹透镜状无烟煤；下部黑色页岩夹浅灰色中厚层细粒石英砂岩、硅质岩、泥灰岩，夹 1~7 层无烟煤。厚 768~992m。

3) 场地地震效应

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，项目区地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震动峰值加速度为 0.10g。从《地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表》查得该区地震基本烈度为 VII 度区，本风电场场地为对建筑抗震一般地段，场地类别为 II 类，场区区域构造稳定性较差。

(3) 不良地质现象

场区内草皮、灌木发育良好，岩溶形态以洼地、落水洞为主，落水洞多发育于洼地最低处且多数被覆盖层充填或半充填，整体稳定。未见规模较大的岩溶塌陷、滑坡体、危岩体、崩塌堆积体、泥石流、采空区等存在，不良地质现象主要为覆盖层内部或基岩全、强风化边坡的局部塌滑以及小范围的局部岩溶塌陷。

(4) 气象

项目区属于亚热带高原型暖温带湿润季风气候。据与项目区气象数据相关性较好的威宁气象站 40 年资料统计，多年平均气温 10.6℃，极端最高气温 31.5℃，极端最低气温 -15.3℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 有效积温 2527℃；多年平均相对湿度 79.2%；多年日照时数 1696.4h；年平均无霜期 231 天；多年雷暴日数 57.5d；多年平均年降水量 892.4mm，降水集中在 5~10 月的 6 个月中，占全年降水量的 86.06%，10 年一遇最大 1 小时降水量为 49.98mm；多年平均蒸发量为 630.5mm；多年平均风速为 3.1m/s，年平均风速最大值为 3.5m/s (1971 年)，多年风向频率，其中静风 C 占 8.7%，主导风向集中在 S~SW 方向。主要灾害性天气有春旱、洪涝、冰雹、秋低温、雨淞等。

(5) 水文

(1) 地表水

项目区属长江流域牛栏江横江水系。本项目光伏电站均布置在山顶和山脊线一带，其它场地高程也较高，不受洪水影响。项目区集水经牛栏江汇入金沙江。牛栏江

亦称车洪江，贵州境内河道长 79km，落差 375m，流域面积 1893.3hm²，系金沙江右岸支流，枯水期流量 15.5m³/s，多年平均流量 63.0m³/s。牛栏江流向大体上从南向北，流经云南省的嵩明、马龙、寻甸、曲靖、沾益、宣威、会泽、巧家、鲁甸、昭通等 10 个县境和贵州的威宁县境，在昭通麻耗村注入金沙江。

项目建设区场地多位于山脊顶部或近山脊顶部斜坡上，场地均处于水文地质单元的径流区，场地区域内未发现泉井等地表水体渗出地表；场地内地表植被发育较好，地表亦未见明显冲刷痕迹。

(2) 地下水

场区可溶岩与非可溶岩相间或呈互层状出现并分布于整个场区。可溶岩地下水以基岩裂隙水和岩溶管道水为主；非可溶岩的地下水类型以基岩裂隙水为主；松散对基层地下水类型以孔隙水为主；场区内未见大型溶洞发育，岩溶形态主要为溶蚀洼地、落水洞、溶沟、溶槽及沿裂隙或层面发育的溶缝，落水洞多发育于洼地内且多被覆盖并能消水，多呈充填或半充填状态。场区岩溶洼地未见常年积水，少数见短暂积水痕迹，落水洞多发育于洼地内；常年未见流量较大且相对稳定的泉水出露，也无常年性小溪发育，由此推测场区地下水埋藏较深。

项目区属水文地质条件简单，对项目建设无影响。

(6) 土壤

项目区主要土壤类型为黄棕壤。项目区土壤厚度约 10cm~200cm，pH 值为 6.5 左右，有机质和矿质养分较为丰富，适宜于灌草生长。

黄棕壤属暖温带湿润气候条件下发育的地带性土壤，大多分布在海拔 1900m 以上的山梁、山顶和缓丘地带。表层有机质积累丰富，但分解缓慢，碳氮比值大，有效磷贫乏，呈酸性反应。

(7) 植被

项目区在《贵州植被》区划当中属于中亚热带常绿阔叶林亚带——云贵高原半湿润常绿阔叶林地带——滇黔边缘高原山区常绿栎林、云南松林地区——威宁威宁县高原山地常绿栎林、常绿落叶混交林、云南松林小区。

项目区海拔高差落差不大，植被垂直分布不明显；评价范围内东西南北跨度也较小，植被水平分布现象亦不明显。

项目区原生植被人为破坏严重，仅有极少面积的滇青冈林，但长势不好，属于原

生的滇青冈常绿栎林破坏后的萌生植株。项目区自然植被类型中主要有森林植被、灌丛植被、灌草丛植被，主要群落有滇青冈群落、华山松群落、云南松群落、小叶栒子群落、胡颓子群落、高山栎群落、鼠尾粟群落、雀麦群落、滇榛群落。各植被面积中以灌草丛为主、灌丛次之，森林植被面积较少。项目区除自然植被之外还有少量的人工植被。林草覆盖率约为 55%。

1.2.2 水土保持敏感区分析

本项目位于贵州省毕节地区威宁县雪山镇、兔街镇和云贵乡境内，根据《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔水保〔2015〕82号）规定，威宁县雪山镇、兔街镇和云贵乡属于黔西南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区。

项目建设不涉及水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等水土保持敏感区，土壤容许流失量为 $500t/km^2 \cdot a$ 。

根据《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔府发〔2015〕82号），项目所在的党武乡不涉及国家级和省级水土流失重点防治区，但位于中部湿润亚热带喀斯特脆弱生态区；根据《全国水土保持区划》，本项目水土保持区划属西南岩溶区，故本项目水土流失防治标准执行西南岩溶区一级标准。

1.3 水土流失防治工作情况

1.3.1 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等相关法律法规的管理规定，结合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）技术要求，华能威宁风力发电有限公司于 2020 年 09 月委托贵州众汇山水生态工程有限公司开展本项目水土保持方案报告书的编制工作。该公司依照《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018），于 2020 年 11 月编写完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（送审稿）。2020 年 11 月 12 日在贵阳市通过了贵州省水土保持技术咨询研究中心主持召开的技术审查，现按照专家提出的意见进行了修改，完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书（报批稿）》。贵州省水利厅于 2020 年 12 月 21 日下发的

批复《关于威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案的复函》(黔水保函[2020]163号文)。

1.3.2 水土保持工作组织开展情况

建设单位在工程建设过程中高度重视水土保持工作,指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作,工程部详细地安排各单位工程的施工顺序,为项目建设的各单位开工做好准备,并为其连续快速施工做好周密安排。

1.3.3 水土保持工程实施概况

截止2021年9月,项目区实施的水土保持措施如下:

工程措施有:排水沟(0.3m×0.3m)2477m,排水沟(0.1m×0.2m)590m,沉沙池5座、排水涵管12m。表土剥离量为5544m³,覆土整治面积17.67hm²,生态植草沟124m,覆土量5544m³;监测结果显示,建设单位在建设过程中,各防治分区均采取了适宜的水土保持工程措施或植物措施,水土保持措施的总体布局较为合理,防治效果比较明显,有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失,基本达到了水土保持方案的防治目标。

1.4 监测工作实施概况

1.4.1 监测目的

(1) 施工建设过程中的水土流失进行适时监测和监控。了解项目建设中水土保持方案实施情况,掌握水土流失发生的时段、强度等情况,及时采取相应的防控措施。

(2) 为项目的水土流失预测和制定防治方案提供依据。积累水土流失预测的实测资料和数据,为确定预测参数、预测模型等服务。

(3) 为项目的水土保持专项验收提供依据。通过对项目建设全过程的监测说明施工、建设、生产运行中防治水土流失效果。

1.4.2 监测原则

(1) 全面调查与重点观测相结合。全面调查即对本项目水土流失防治责任范围进行核实,并对水土流失及其防治状况进行全面调查。在全面调查的基础上,确定水土流失及其防治效果监测的重点区域,并确定相应的观测方法。

(2) 定期调查和动态观测相结合。对水土流失防治分区、地形地貌、地面组成物质、植被种类、覆盖度等变化随主体工程总体布局与施工进度变化而变化,需通过定

期调查获取。对土壤侵蚀形式、降水量、径流量、泥沙量、工程实施进展与防治效果等因子，根据项目不同阶段地面变化情况，采用不同的观测方式进行动态观测。

(3) 调查、观测与巡查相结合。随着工程施工进度变化，场地水土流失存在的问题和隐患也在不断的变化。为了及时掌握各种可能出现的水土流失问题，现场隐患。除了调查与观测外，必须进行不断的巡查，制定巡查计划和工作表格，现场填写表格，并定期向水行政主管部门和建设单位汇报和提出相应的处理意见。建设单位在当地水行政主管部门的监督下，根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的时效。

(4) 项目水土保持监测费用应纳入水土保持方案，建设期监测费用应由建设费列支，生产期的监测费用应由生产费用列支。

(5) 结合项目建设特点和新增水土流失预测结果，以光伏区域及道路开挖上下边坡为监测重点；监测方法力求经济、适用和可操作；监测成果客观、及时、准确。

1.4.3 任务委托及监测工作组织

根据《中华人民共和国水土保持法》、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保〔2009〕187号）及《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监测规程的通知》（办水保〔2015〕139号），《生产建设项目水土保持监测单位水平评价管理办法（试行）》（中水会字〔2015〕第004号），2021年1月中华能威宁风力发电有限公司委托贵州天保生态股份有限公司承担威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测工作，接受委托后，我单位成立了威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站监测小组，并制定了监测工作计划。小组成员共包括13名管理技术人员，涉及水土保持、水工、农业水利工程、水文与水资源、林学、环境科学及地理科学等相关专业。按照监测工作计划，2021年1月，我单位组织相关监测技术人员对项目建设区进行了全面的现场踏勘，并收集了大量的相关资料。通过对收集的数据、资料的整理、分析、总结，并结合工程建设实际情况，依据相关水土保持监测技术规范，编制完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测实施方案》。本项目采用地面定位观测及调查监测相结合的监测技术体系，对项目建设区内的主体工程的建设进度、工程建设扰动地表面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果、水土保持工程设计及水土保持管理等开展监测。

1.4.4 监测点布设

(一)监测点布设的基本原则

(1)代表性原则

结合新增水土流失预测结果及监测重点地段及重点对象,选择具有水土流失代表性的场所进行监测;

(2)可操作性原则

结合工程项目对水土流失的影响特点,力求经济、适用、可操作;

(3)结合工程实际情况布设原则

布设水土保持监测点应结合工程实际情况,这样才能更好的为项目水土保持监测服务,使得水土保持监测工作与项目具体情况接轨;

(4)时段对应性原则

工程建设期,在工程建设区建立适当的监测点,建立原则主要以能有效、全面的监测水土流失状况、危害及防治措施的效果为主。

林草植被恢复期,在上述监测点的基础上,在项目直接影响区内增设调查样点,建立原则以能反映人类活动对水土流失及生态环境的影响为主。

(二) 监测点布设结果

根据本项目的实际情况,监测小组通过资料调阅、地面观测和调查监测相结合的方式,对工程进行监测。按照水土保持监测规范,监测点位布设:本项目共布设5个监测点位,土地类型为梯坪地区域中一号片区布设1个监测点、土地类型为天然草地区域中三号片区布设1个监测点、场外直埋电缆区1个监测点,进场道路区布设2个监测点。主要监测道路开挖边坡情况,施工过程中地表扰动情况、土石方调运情况以及施工期间临时措施防护情况和主要监测后期绿化实施情况,监测方法以调查和巡查为主,采用无人机遥感监测。

(三) 监测重点地段、重点对象

在建设期中,随着本项目逐渐被扰动,裸露面积逐渐扩大,道路区开挖形成的裸露地表和开挖边坡,极大地加重了水土流失,若不采取措施,将存在一定的水土流失灾害隐患,因此,本工程监测的重点区域为光伏区、道路区等区域。

2 监测内容、方法及过程

2.1 监测内容

2.1.1 扰动土地监测

在生产建设过程中对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为，扰动地表水土保持监测内容主要有扰动地表面积、材料堆放面积、表土堆存处的水土保持措施、被扰动部分能够恢复植被的地方恢复植被情况。

2.1.2 防治责任范围监测

防治责任范围监测主要是在项目的运行期开展监测工作，主要包括项目永久占地区和项目临时占地。

A 永久性占地：永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设者（或业主）负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对红线范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超范围生产的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

B 临时性占地：临时性占地是指因主体工程生产需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测是复核临时性占地面积有否超范围使用。

C 扰动地表面积：地表面积是指生产建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

2.1.3 取土（石）、弃渣监测

根据监测人员现场监测结合主体建设资料，本项目建设共开挖土石方量 31750m^3 （其中，表土 5280m^3 ，土方 20320m^3 ，石方 6148m^3 ）， 1750m^3 （其中，表土 5280m^3 ，土方 20320m^3 ，石方 6148m^3 ），无废弃方。

本项目所需建筑材料均从合法建筑材料商购买，且开挖回填土石方量基本平衡，未设置取料场和弃渣场。因此，本项目不存在取料场和弃渣场监测。

2.1.4 水土流失防治动态监测监测

监测内容为主要水土保持措施的实施情况,包括水土保持施工组织设计及管理状况,主体工程中有水土保持功能设施的数量、质量及运行情况,水土保持新增设计中的土地整治工程、防洪工程的数量、质量及运行情况,绿化面积等,自然形成的具有水土保持功能的林草、拦挡物的面积(数量)、质量及运行情况等。

针对各个防治分区、不同地表扰动类型的水土流失特点,采用简易水土流失观测场、多频次监测,经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

1、水土流失因子

主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、植被、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。

C 植被因子:项目区植被覆盖度、主要植被种类。

D 土地利用情况:项目区原土地利用情况。

E 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。

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、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。

2.1.5 土壤流失量监测

土壤流失量监测主要包括水土流失面积监测、土壤流失量监测、场内潜在土壤流失量监测、水土流失危害监测,运行期重点监测区域是场内道路开挖回填边坡、电缆区回填边坡道路排水及裸露地表植被恢复的水土流失危害监测。各监测时段监测内容详见表 2-1。

表 2-1 项目各监测时段监测内容

监测时段	监测分区	监测内容	
施工期	整个项目建设区	防治责任范围监测	复核项目建设区及直接影响区实际面积
			项目建设期间防治责任范围变化情况
		弃土弃渣动态监测	监测弃渣量、岩土类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度等）、防护措施进展情况及拦渣率
			土壤侵蚀类型及形式
		水土流失防治动态监测	水土流失面积
			实施的水土保持措施数量及质量
			水土保持措施完好性、运行情况
			防治要求及管理措施实施情况监测
			对周边河道及水利设施的影响情况
			造成的其他水土流失危害
		施工期土壤流失量动态监测	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
			土壤侵蚀强度
			土壤侵蚀模数
重大水土流失事件动态监测	土壤侵蚀量		
	及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构		
水土保持措施运行初期（林草植被恢复期）	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	实施的水土保持措施数量及质量
			水土保持措施完好性、运行情况
			林草的生长发育情况
			各种已实施的措施的拦沙（渣）保土效果
			防治目标监测
			监督、管理措施的落实情况
	临时占地区	土壤流失量动态监测	土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数及土壤侵蚀量
			水土流失状况监测
			对水土流失状况的监测实施情况及效果的监测
水土保持措施防治效果	防治措施实施情况及效果的监测		

2.1.6 水土流失危害监测

- A 项目建设造成水土流失对周边农田、河流、水库、乡村道路及植被的危害；
- B 项目建设造成水土流失对周边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 项目建设过程重大水土流失事件监测。

2.2 监测方法

本项目水土保持监测方法主要采用了调查监测、面积监测、现场巡查监测相结合的方法。本项目水土保持监测工作主要采用了调查监测，并在监测过程中综合利用上述方法形成掌握项目建设区水土流失及防治状况的监测体系。

本项目水土保持监测在监测时段内实施了多次全面调查，填表记录了每个扰动类型区的基本特征、植被状况及水土保持措施（植被建设工程、防洪排导工程、土地整治工程、拦渣工程、斜坡防护工程）的实施情况。

1) 调查监测

调查监测是指定期采取抽样调查的方式，通过现场实地勘察，采用主体设计提供的地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按分区测定不同工程和分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施（土地整治、截排水工程等）实施情况。并对施工生产生活区、沿线设施区可绿化区域进行植被监测，选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 10m×10m，并记录数据进行计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度、成活率、生长情况。

2.3 监测过程

根据《中华人民共和国水土保持法》、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保〔2009〕187号）及《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监测规程的通知》（办水保〔2015〕139号），《生产建设项目水土保持监测单位水平评价管理办法（试行）》（中水会字〔2015〕第004号），2021年1月华能威宁风力发电有限公司委托贵州天保生态股份有限公司承担威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站的水土保持监测工作，接受委托后，我单位成立了威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站监测小组，并制定了监测工作计划。小组成员共包括7名管理技术人员，涉及水土保持、水工、农业水利工程、水文与水资源、林学、环境科学及地理科学等相关专业。按照监测工作计划，2021年1月，我单位组织相关监测技术人员对项目建设区进行了全面的现场踏勘，并收集了大量的相关资料。通过对收集的数据、资料的整理、分析、总结，并结合工程建设实际情况，依据相关水土保持监测技术规范，编制完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测实施方案》。本项目采用地面定位观测及调查监测相结合的监测技术体系，对项目建设区内的主体工程

建设进度、工程建设扰动地表面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果、水土保持工程设计及水土保持管理等开展监测。按照拟定的监测工作实施方案，分别于 2021 年 1 月、3 月、5 月、7 月、9 月后共 5 余次对项目建设区开展了水土保持监测调查，先后按时逐季编制完成了 2021 年第一季度，2021 年第二季度及水土保持监测工作开展情况总结等监测成果资料 3 套，其中季报 2 套，监测实施方案 1 套。自开展水土保持监测工作以来，项目监测技术人员共对项目建设区共进行了 5 余次全面的现场踏勘，期间在项目建设区内布置了桩钉法观测小区和侵蚀沟样方调查样点等地面观测设施及调查观测样点 10 余处，先后按时编制完成的水土保持监测成果资料共计 3 套。2021 年 9 月为配合水土保持设施验收工作，我单位监测人员又对全线进行了全面的现场调查，并汇总监测资料，编制完成了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持监测总结报告》。

3 重点部位水土流失动态监测结果

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土保持方案设计防治责任范围

生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地(含租赁土地以及其他使用与管辖区域,确定本《方案》水土流失防治责任范围总面积77.86hm²,占地性质全部为永久占地。

3.1.2 实际水土流失防治责任范围变化情况

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)第4.4.1条,生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域。查阅施工图设计、监理计量资料、报验申请、征地批复、临时征地表、交工验收及业主提供的用地红线图等资料,工作人员利用GPS对项目建设区域进行量测,并结合项目区高分二号拍摄的分辨率为2m的遥感影像,利用ARCGIS10.2对项目建设区范围进行勾绘并到实地进行勾绘图斑边界落界精度进行复核,最终得到本项目实际水土流失防治责任范围总面积为(建设区永久征占地面积和临时占地面积)共计77.86hm²。方案设计量化水土流失防治责任范围见表3-1,详细的防治责任范围见表3-2。各分区防治责任范围实际情况如下:

表 3-1 项目区实际水土流失防治责任范围表

单位: hm²

项目组成		实际防治责任范围		
一级分区	二级分区	小计	永久占地	临时占地
一号片区	光伏阵列区	9.88	9.88	
	未扰动区	2.84	2.84	
	直埋电缆区	0.06	0.06	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.36	0.36	
	小计	13.16	13.16	
二号片区	光伏阵列区	7.37	7.37	
	未扰动区	3.66	3.66	
	直埋电缆区	0.15	0.15	
	箱变基础区	0.01	0.01	
	场内道路区	0.21	0.21	
	小计	11.4	11.4	
三号片区	光伏阵列区	9.7	9.7	
	未扰动区	5.02	5.02	
	直埋电缆区	0.16	0.16	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.12	0.12	
	小计	15.02	15.02	
四号片区	光伏阵列区	10.04	10.04	
	未扰动区	4.01	4.01	
	直埋电缆区	0.08	0.08	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.08	0.08	
	小计	14.23	14.23	
五号片区	光伏阵列区	10.04	10.04	
	未扰动区	8.92	8.92	
	直埋电缆区	0.13	0.13	
	箱变基础区	0.02	0.02	
	场内道路区	0.32	0.32	
	小计	19.43	19.43	
场外直埋电缆区		3.26		3.26
进场道路区		1.03	1.03	
施工场地区		0.33		0.33
合计		77.86	74.27	3.59

3-2 项目建设区防治责任范围变更表

单位 hm²

项目组成		方案设计防治责任范围			实际防治责任范围			增减情况		
一级分区	二级分区	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地
一号片区	光伏阵列区	9.88	9.88		9.88	9.88		0	0	
	未扰动区	2.84	2.84		2.84	2.84		0	0	
	直埋电缆区	0.06	0.06		0.06	0.06		0	0	
	箱变基础区	0.02	0.02		0.02	0.02		0	0	
	场内道路区	0.36	0.36		0.36	0.36		0	0	
	小计	13.16	13.16		13.16	13.16		0	0	
二号片区	光伏阵列区	7.37	7.37		7.37	7.37		0	0	
	未扰动区	3.66	3.66		3.66	3.66		0	0	
	直埋电缆区	0.15	0.15		0.15	0.15		0	0	
	箱变基础区	0.01	0.01		0.01	0.01		0	0	
	场内道路区	0.21	0.21		0.21	0.21		0	0	
	小计	11.4	11.4		11.4	11.4		0	0	
三号片区	光伏阵列区	9.7	9.7		9.7	9.7		0	0	
	未扰动区	5.02	5.02		5.02	5.02		0	0	
	直埋电缆区	0.16	0.16		0.16	0.16		0	0	
	箱变基础区	0.02	0.02		0.02	0.02		0	0	
	场内道路区	0.12	0.12		0.12	0.12		0	0	
	小计	15.02	15.02		15.02	15.02		0	0	
四号片区	光伏阵列区	10.04	10.04		10.04	10.04		0	0	
	未扰动区	4.01	4.01		4.01	4.01		0	0	
	直埋电缆区	0.08	0.08		0.08	0.08		0	0	
	箱变基础区	0.02	0.02		0.02	0.02		0	0	
	场内道路区	0.08	0.08		0.08	0.08		0	0	
	小计	14.23	14.23		14.23	14.23		0	0	
五号片区	光伏阵列区	10.04	10.04		10.04	10.04		0	0	
	未扰动区	8.92	8.92		8.92	8.92		0	0	

	直埋电缆区	0.13	0.13		0.13	0.13		0	0	
	箱变基础区	0.02	0.02		0.02	0.02		0	0	
	场内道路区	0.32	0.32		0.32	0.32		0	0	
	小计	19.43	19.43		19.43	19.43		0	0	
	场外直埋电缆区	3.26		3.26	3.26		3.26	0	0	0
	进场道路区	1.03	1.03		1.03	1.03		0	0	
	施工场地区	0.33		0.33	0.33		0.33	0	0	0
	合计	77.86	74.27	3.59	77.86	74.27	3.59	0	0	0

根据现场测量，方案设计防治责任范围与实际防治责任范围无变化

3.1.3 建设期扰动土地面积

本项目在建设过程中扰动地表方式主要表现为为进场道路开挖与填筑、道路两侧边坡挖填及处理等。经过对项目的跟踪巡查，利用 1:2000 的地形图对地表扰动情况及各种扰动类型的占地情况进行现场勾绘，结合业主提供的工程进展资料统计分析，得出本项目的施工扰动情况。监测结果显示，2020 年 9 月开工建设以来，截止 2021 年 9 月，建设项目占地 77.86hm²。项目建设区原地貌区域扰动面积为 23.52hm²，项目建设期实际扰动地表面积统计详见表 3-2。

表 3-3 项目建设区实际扰动地表面积统计表 单位: hm²

项目组成		建设面积	扰动情况		未扰动	合计扰动面积
一级分区	二级分区		建设期扰动	生产运行期扰动		
一号片区	光伏阵列区	9.88	2.56		7.32	2.56
	未扰动区	2.84			2.84	0
	直埋电缆区	0.06	0.06			0.06
	箱变基础区	0.02	0.02			0.02
	场内道路区	0.36	0.36			0.36
	小计	13.16	3		10.16	3
二号片区	光伏阵列区	7.37	5.12		2.25	5.12
	未扰动区	3.66			3.66	0
	直埋电缆区	0.15	0.15		0	0.15
	箱变基础区	0.01	0.01		0	0.01
	场内道路区	0.21	0.21		0	0.21
	小计	11.4	5.49		5.91	5.49
三号片区	光伏阵列区	9.7	3.49		6.21	3.49
	未扰动区	5.02			5.02	0
	直埋电缆区	0.16	0.16		0	0.16
	箱变基础区	0.02	0.02		0	0.02
	场内道路区	0.12	0.12		0	0.12
	小计	15.02	3.79		11.23	3.79
四号片区	光伏阵列区	10.04	3.41		6.63	3.41
	未扰动区	4.01			4.01	0
	直埋电缆区	0.08	0.08			0.08
	箱变基础区	0.02	0.02			0.02
	场内道路区	0.08	0.08			0.08
	小计	14.23	3.59		10.64	3.59
五号片区	光伏阵列区	10.04	2.56		7.48	2.56
	未扰动区	8.92			8.92	0
	直埋电缆区	0.13	0.13			0.13
	箱变基础区	0.02	0.02			0.02
	场内道路区	0.32	0.32			0.32
	小计	19.43	3.03		16.4	3.03
场外直埋电缆区		3.26	3.26			3.26
进场道路区		1.03	1.03			1.03
施工场地区		0.33	0.33			0.33
合计		77.86	23.52		54.34	23.52

3.2 取土（石）监测结果

本项目所需建筑材料均从附近合法建筑材料商购买，未设置取土（石）场。

3.3 弃土监测结果

根据监测显示结合主体建设资料，本项目建设共开挖土石方量 38661m^3 （其中，表土 5280m^3 ，土方 20320m^3 ，石方 13061m^3 ），回填 38661m^3 （其中，表土 5280m^3 ，土方 20320m^3 ，石方 13061m^3 ），无废弃方。

4 水土流失防治措施监测结果

根据监测小组通过现场监测整合资料，威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站建立了以水土保持工程措施和植物措施相结合的生态恢复体系，最大限度地减少水土流失量。项目在建设期间，充分顺应地形，分台阶布置，有效减少了项目场平期间的土石方开挖量；道路区、光伏阵列区、箱变区等区域布设大量排水沟及护坡及绿化措施等措施，既能保障工程的安全性，又对水土保持工作起到了积极有效的作用；种植乔木等措施进行水土流失治理，以上措施对减少项目建设期间的水土流失起到了较大的作用。

4.1 工程措施监测结果

根据监测资料及现场调查，截止 2021 年 9 月，本项目实施的水土保持工程措施如下：

工程措施有：排水沟（0.3m×0.3m）2477m，排水沟（0.1m×0.2m）590m，沉沙池 5 座、排水涵管 12m。表土剥离量为 5544m³，覆土整治面积 17.67hm²，生态植草沟 124m，覆土量 5544m³；

表 4-1 水土保持工程措施实施情况

序号	项目名称	单位	工程量
I	工程措施		
一	一号片区		
1	全面整地	hm ²	2.6
2	表土剥离	m ³	280
3	覆土回填	m ³	280
4	排水沟	m	197
4.1	土方开挖	m ³	59.78
4.2	石方开挖	m ³	13.15
4.3	标准砖砌筑	m ³	1.84
5.3	M10 砂浆抹面	m ²	35.02
5	沉沙池	座	
5.1	开挖土石方	m ³	1.09
5.2	回填土石方	m ³	0.25
5.3	标砖砌筑	m ³	0.595
5.4	C15 砼垫层	m ³	0.14
5.5	M10 水泥砂浆抹面	m ²	2.595
二	二号片区		
1	全面整地	hm ²	5.34
2	表土剥离	m ³	200
3	覆土回填	m ³	200
4	排水沟	m	470
4.1	土方开挖	m ³	460.6

4.2	石方开挖	m ³	101.33
4.3	标砖砌筑	m ³	14.19
5	沉砂池	座	2
5.1	土方开挖	m ³	11.98
5.2	石方开挖	m ³	0.5
5.3	标砖砌筑	m ³	6
三	三号片区		
1	全面整地	hm ²	3.76
2	表土剥离	m ³	190
3	覆土回填	m ³	190
4	排水沟	m	1810
4.1	土方开挖	m ³	2234.4
4.2	石方开挖	m ³	491.57
4.3	标砖砌筑	m ³	68.82
5	排水沟	m	590
5.1	土方开挖	m ³	578.2
5.2	石方开挖	m ³	127.2
5.3	标砖砌筑	m ³	17.81
6	沉砂池	座	2
6.1	土方开挖	m ³	26
6.2	石方开挖	m ³	1.2
6.3	标砖砌筑	m ³	14
四	四号片区		
1	全面整地	hm ²	3.36
2	表土剥离	m ³	170
3	覆土回填	m ³	170
五	五号片区		
1	全面整地	hm ²	2.53
2	表土剥离	m ³	640
3	覆土回填	m ³	640
六	场外直埋电缆区		
1	表土剥离	m ³	3270
2	覆土回填	m ³	3270
七	进场道路区		
1	表土剥离	m ³	530
2	覆土回填	m ³	530
八	施工场地区		
1	全面整地	hm ²	0.33

4.2 植物措施监测结果

截止 2021 年 9 月，项目区实施的水土保持植物措施如下：

植物措施有：植被措施面积 22.28hm²；

表 4-2 水土保持植物措施情况

II	植物措施		
一	一号片区		
1	撒播草籽	hm ²	3
2	抚育管理	hm ²	3
二	二号片区		
1	撒播草籽	hm ²	5.44
2	抚育管理	hm ²	5.44
三	三号片区		
1	撒播草籽	hm ²	3.76
2	抚育管理	hm ²	3.76
四	四号片区		
1	撒播草籽	hm ²	3.42
2	抚育管理	hm ²	3.42
五	五号片区		
1	撒播草籽	hm ²	2.62
2	抚育管理	hm ²	2.62
六	场外直埋电缆区		
1	撒播草籽	hm ²	3.26
2	抚育管理	hm ²	3.26
七	场外道路区		
1	撒播草籽	hm ²	0.98
2	抚育管理	hm ²	0.98
八	施工场地区		
1	撒播草籽	hm ²	0.34
2	抚育管理	hm ²	0.34

4.3 临时防治措施监测结果

由于建设单位委托我方单位开展水土保持监测时间较晚，监测组进入现场时，植被已基本恢复，监测组人员通过查阅主体建设资料，水土保持临时措施如下：

临时措施有：临时苫盖面积 9838.5m²，临时排水沟 120m；

表 4-3 水土保持临时措施情况

III	临时措施		
一	临时防护工程		
1	一号片区		
1.1	临时苫盖	m ²	1027.5
2	二号片区		
2.1	临时苫盖	m ²	942
3	三号片区		
3.1	临时苫盖	m ²	4158
4	四号片区		
4.1	临时苫盖	m ²	1260
5	五号片区		
5.1	临时苫盖	m ²	2451
6	施工场地区		
6.1	临时排水沟	m	130
6.1	铺设土工膜	m ²	125.71
二	其他临时工程	%	

4.4 水土保持措施防治效果

根据现场监测调查，该项目实施的水土保持措施如下：

工程措施有：排水沟（0.3m×0.3m）2477m，排水沟（0.1m×0.2m）590m，沉沙池 5 座、排水涵管 12m。表土剥离量为 5544m³，覆土整治面积 17.67hm²，生态植草沟 124m，覆土量 5544m³；

植物措施有：植被措施面积 22.28hm²；

临时措施有：临时苫盖面积 9838.5m²，临时排水沟 120m；

根据监测小组现场监测结果显示，项目建设区水土保持措施的总体布局较为合理，植被后期管护积极，植物措施长势较好，成活率较高，覆盖率大，但建设单位仍需加强管理及养护。水土保持措施防治效果比较明显，能有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，本项目达到了《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书（报批稿）》的设计要求。项目建设区水土流失防治体系主要以工程措施、植物措施相结合，“点、线、面”相结合的方法，形成完整的综合防护体系。在水土保持监测过程中，针对不同防治分区监测该区相应的水土保持措施的实施情况，验证工程建设水土保持方案中水土保持工程的实施情况，为工程项目的水土保持专项验收提供实际资料。

5 土壤流失量分析

5.1 水土流失面积

根据年度监测报告和现场调查，截止 2021 年 9 月，各个建设区均已并对裸露的地表进行了绿化，只有部分区域的植被长势较差，存在一定的水土流失；截止 2021 年 9 月，项目建设区水土流失强度主要为微度侵蚀。

5.2 土壤流失量

5.2.1 建设期土壤流失量

项目建设区裸露的地表已经完全绿化，只有部分区域的草种长势较差，所以存在水土流失的区域主要植物措施长势较差的部分。

一、侵蚀单元划分

根据项目区的地表扰动和水土流失治理情况，可将项目建设区划分为未扰动（原地貌）区域、无危害扰动区域及扰动加速侵蚀区域。项目建设区侵蚀单元

5-1

侵蚀单元划分

扰动区域			未扰动区域
无危害扰动区域		扰动加速侵蚀区域	
永久建筑物及地表硬化区域	水土保持工程措施	水土保持植物措施	未发生开挖、堆弃、压占等人为破坏的区域
			未治理区域

根据地表扰动监测结果，项目建设区内地表扰动区域面积共计 23.52hm²，无危害扰动区域包括项目建设区内永久建筑物、地表硬化区域、水土保持措施占地区域等，项目建设占地共占地 77.86hm²，其中永久建筑物及地表硬化占地面积为 0.71hm²，水土保持植物措施占地 22.28hm²；扰动加速侵蚀区域指扰动未治理的区域面积，无扰动未治理的区域。

二、土壤流失量分析

本项目的水土流失量计算方法为：

(1) 无危害扰动区域中工程措施、地面硬化区及永久建筑物占地区域土壤流失量为无明显流失，土地整治、植物措施、自然恢复为微度流失；

(2) 扰动加速侵蚀区土壤流失量计算方法：以监测点为代表，计算各监测分区的

每一个侵蚀单元的侵蚀模数，在以计算出代表区域侵蚀模数乘上对应的侵蚀单元区域面积，得出项目防治责任范围的土壤流失总量。

(3) 原地貌区域采用“坡面侵蚀分类分级标准划分强度，再按面积及强度等级推算水土流失量”的方法进行监测，并参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)的土壤侵蚀强度分级标准和面蚀分级指标等的规定，划分并确定不同地段的水土流失强度并以均值来确定侵蚀模数。

①无危害扰动区域

无危害扰动区域包括永久建筑物、地面硬化及水土保持措施占地区域。

根据现场调查显示，其中永久建筑物、地面硬化及水土保持工程措施占地区域不存在土壤流失，该区域面积共计 22.99hm²，为无明显流失区域；已实施水土保持植物措施占地 22.28hm²，据现场调查各项水土流失因子，结合《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-96)，确定实施水土保持植物措施部分区域的土壤侵蚀模数为 442t/km²·a 左右，因此，无危害扰动区域的水土流失总量为 32.24t/a。

②扰动加速侵蚀区域

无扰动加速侵蚀区域；

③年土壤流失总量

根据以上各类型区的监测结果，项目建设区无危害扰动区域土壤流失量为 101.62t/a，无扰动加速侵蚀区域。

5.3 取土（石、料）弃（石、渣）潜在土壤流失量

根据监测人员现场监测结合主体建设资料，本项目建设共开挖土石方量 31750m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 6148m³），1750m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 6148m³），无废弃方。

本项目挖填平衡，不存在潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

根据现场调查，本项目在建设过程中，实施了完善的水土流失危害防治措施及应急预案，通过监测人员对项目建设区造成的水土流失对周边农田、乡村道路及植被的危害调查、对周边民房、居民造成的影响状况、水土流失危害趋势以及可能发生灾害现象、造成水土流失对区域生态环境影响状况等的现场调查结果显示，本项目建设期间未水土流失危害事件的发生。

6 水土流失防治效果监测结果

截止 2021 年 9 月，本项目水土保持工程的实施工作受建设单位重视，切实落实了该工程《水土保持方案报告书》中所设计的水土保持措施，并根据工程建设过程中出现的情况，因地制宜地增设了部分水土保持措施，弥补了水土保持方案设计中的不足，完善了项目建设区水土流失防治体系，有效地控制了项目建设区的水土流失。

本项目建设区总征占地面积 77.86hm²。本次以下面数据计算出设计水平年六项防治指标值：项目扰动区域占地 23.52hm²，植被措施面积 22.28hm²，工程措施面积 1.40m²。

6.1 渣土防护率

本项目建设共开挖土石方量 31750m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 6148m³），1750m³（其中，表土 5280 m³，土方 20320 m³，石方 6148m³），无废弃方，需临时堆渣区域为直埋电缆区及道路区域计算公式如下：

$$\text{渣土防护率}(\%) = \frac{\text{实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量}}{\text{永久弃渣和临时堆土总量}} = \frac{25641.5}{26226} \times 100\% = 97.77\%$$

经计算得水土流失治理度 97.77%。大于《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）西南岩溶区水土流失防治一级标准及《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 97.67%。

6.2 水土流失治理度

本项目总占地面积 77.86hm²，扰动面积为 23.44 硬化面积 0.79hm²，植被措施面积 22.28hm²，工程措施面积 1.4hm²，计算公式如下：

$$\text{水土流失治理度} = \frac{\text{已治理水土流失面积}}{\text{建设区水土流失面积}} = \frac{22.28+0.71}{23.52} \times 100\% = 97.74\%$$

经计算得水土流失治理度 97.74%。大于《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）西南岩溶区水土流失防治一级标准 97%，小于《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 97.74%。

6.3 土壤流失控制比

本项目区容许侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，现场实际达到侵蚀模数为 $442\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。计算公式如下：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后平均土壤流失量}} = \frac{500}{442} = 1.13$$

经计算得土壤流失治控制比为 1.13。大于《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）西南岩溶区水土流失防治一级标准 1，等于《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 1.13。

6.4 表土保护率

本项目表土剥离为 5492.3m^3 ，表土回覆 5280m^3 。计算公式如下：

$$\text{表土保护率} = \frac{\text{实际拦挡堆存表土}}{\text{项目区可剥离表土}} = \frac{5280}{5492.3} \times 100\% = 96.13\%$$

经计算得林草植被恢复率 96.13%，大于《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）西南岩溶区水土流失防治一级标准及《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 96.13%。

6.5 林草植被恢复率

查阅水土保持监测总结报告，本项目建设区总占地面积 77.86hm^2 ，扰动面积为 23.52hm^2 ，硬化面积 0.71hm^2 ，项目可绿化面积为 23.52hm^2 ，截至 2021 年 9 月，林草植被面积 22.28hm^2 。计算公式如下：

$$\text{林草植被恢复率} = \frac{\text{林草植被恢复面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} = \frac{22.28}{23.52 - 0.71} \times 100\% = 97.67\%$$

经计算得林草植被恢复率 97.67%，等于《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）西南岩溶区水土流失防治一级标准 96%，小于《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 97.67%。

6.6 林草覆盖率

据调查，本项目建设区总占地面积 77.86hm²，其中未扰动区域 25.57hm²，扰动区域已恢复林草植被面积 22.28hm²，光伏阵列区除二号片区及三号片区局部区域植被未恢复外，其他已全部恢复，本次验收界定植被恢复区域面积为 72.6hm²。以此计算林草覆盖率。计算公式如下：

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草总面积}}{\text{项目建设区总占地面积}} = \frac{72.6}{77.87} \times 100\% = 93.23\%$$

计算得林草覆盖率为 93.23%，大于《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018) 西南岩溶区水土流失防治一级标准及《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 47.34%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土保持监测除了反映建设项目水土流失状况、水土保持措施的实施情况外,也是对水土保持方案的检验。通过对方案的水土流失预测及防治措施的评价,对进一步完善水土保持方案编制,提高方案编制水平,促进生产建设项目水土保持工作深入发展具有重要意义。本报告采用《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)西南岩溶区水土流失防治一级标准对项目建设区的水土保持治理作定量达标评价,具体详见表 7-1。

表 7-1 本项目防治达标情况表

项目	单位	方案目标值	实际达到值	达标情况
水土流失治理度	%	97	97.74	达标
渣土防护率	%	92	97.77	达标
林草植被恢复率		96	97.67	达标
土壤流失控制比	%	1.00	1.13	达标
表土保护率	%	95	96.13	达标
林草覆盖率	%	23	93.23	达标

综上所述,项目建设区已覆土绿化,本项目建设区水土保持措施总体布局合理,已实施治理区域效果较为明显,充分发挥了防治水土流失的效果。截止至 2021 年 9 月,六项指标全部达到并超过《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)西南岩溶区水土流失防治一级标准的防治目标。建设单位后期应加强植被的管理与维护,提高项目区内的林草植被覆盖面积,减少水土流失。

7.2 水土保持措施评价

建设单位在工程建设过程早期对水土保持工作重视力度不足,后期对水土保持工作开展较好。水土保持监测的时间滞后于主体工程,建设单位在后期及时补上了拦挡及植物绿化等措施,这些水土保持措施对水土流失防治发挥了较为明显的作用。项目建设区的水土保持措施有:

工程措施有：排水沟（0.3m×0.3m）2477m，排水沟（0.1m×0.2m）590m，沉沙池5座、排水涵管12m。表土剥离量为5544m³，覆土整治面积17.67hm²，生态植草沟124m，覆土量5544m³；

植物措施有：植被措施面积22.28hm²；

临时措施有：临时苫盖面积9838.5m²，临时排水沟120m；

监测结果显示，建设单位在各防治分区采取了适宜的水土保持工程措施和植物措施，水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失量，工程基本达到《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站水土保持方案报告书》中的设计要求。

7.3 存在问题及建议

本项目已经实施的水土保持措施布局比较合理，对项目建设活动造成的水土流失发挥了较为明显的防治作用，能有效地控制部分区域的水土流失，但本项目水土保持工作还存在一些问题和不足。

（1）相对于主体工程而言，水土保持工作开展相对滞后，离水土保持“三同时”制度要求还有一定差距，建议建设单位在以后的工程建设活动中认真落实水土保持“三同时”制度，做好项目建设过程中的水土流失防治工作。

（2）项目区目前需已实施植被覆绿；但植被恢复效果不佳，建设单位应安排专业人员进行定期的养护和补植，以提高林草植被覆盖率。

（3）项目区内的排水措施在运行过程中，极易被堵塞，建议建设单位加强排水沟的清理工作，同时安排专人加强场内的清洁和管理工作，随时清理渣石等杂物，避免其随雨水进入排水沟，堵塞排水系统，形成新的水土流失。

（4）后期你方在道路铺设时，对道路路面进行整平时，应遵循内低外高（排水沟一侧低），以便在后期运行过程中，对道路来水进行汇流。

（5）根据建设单位介绍，三号片区进入光伏场内道路在后期会对其进行土地整治后，归还当地军民，土地整治过程中，严格控制扰动区域；

（6）道路排水沟内侧后续需栽种乔、灌木或竹类；

（7）在道路裸露上边坡上下位置种植爬藤植物，恢复上边坡。

7.4 综合结论

(1) 方案设计项目建设区占地面积 77.86hm^2 ，截止 2021 年 9 月，项目已投入运营，项目建设区实际征占地面积为 77.86hm^2 ，项目建设过程中，扰动土地面积为 23.52hm^2 ，扰动面积中已经治理面积为 22.82hm^2 。

项目建设中（2020.09-2021.01）：该时间段未委托监测单位开展水土保持工作，根据项目所在区域平均侵蚀模数预测，项目建设区实际征占地面积为 77.86hm^2 ，水土流失（扰动）面积 23.52hm^2 ，项目区水土流失状况为：造成水土流失量 169.19t 。

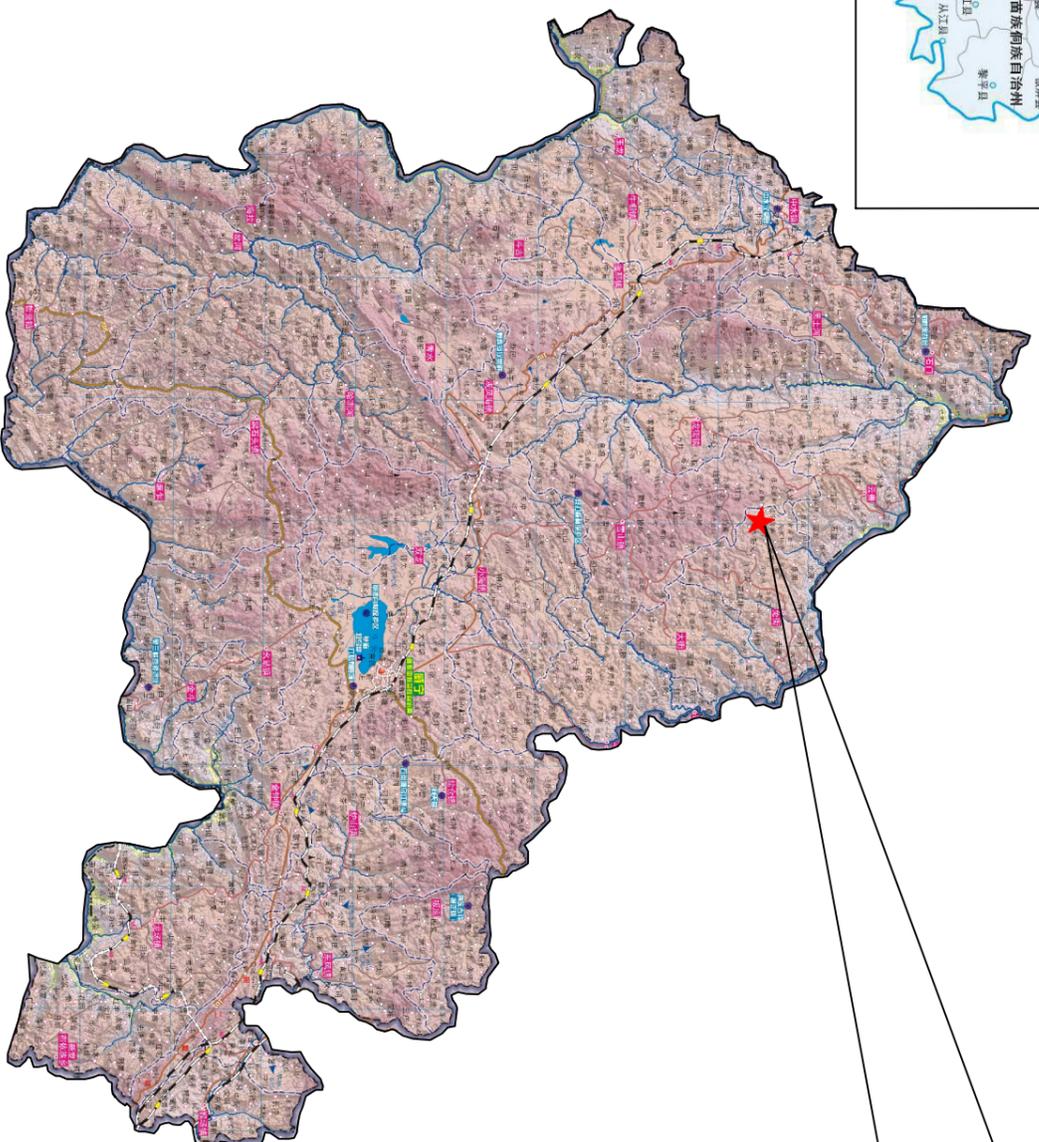
(2) 项目建成后（2021.01-2021.08）：监测结果显示，截止 2021 年 9 月，项目建设区已扰动地面积为 23.52hm^2 ，自然恢复期土壤流失量为 110.97t 。

(3) 截止 2021 年 9 月，项目建设区域未超出防治责任范围，水土流失总治理度达到 97.74% ，土壤流失控制比为 1.13 ，表土保护率 96.13% ，渣土防护率达到 97.77% ，林草植被恢复率达到 97.67% ，林草覆盖率达到 93.23% 各项指标均达到方案的设计标准。

(4) 项目区现有水土流失防治措施体系较好地控制了项目建设区的水土流失，据调查，项目建设施工活动没有对周边产生不良影响。

(5) 建设单位基本按照水土保持方案报告书的设计要求，并结合工程建设特点合理布设水土保持措施，符合施工要求。已完成的水土保持措施在有效防治水土流失的同时能与环境美化有机结合，改善了生态环境。

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站 地理位置图



图例

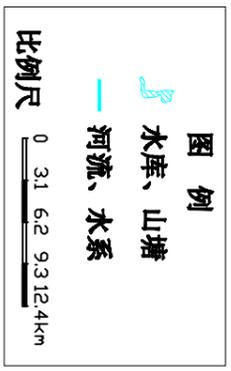
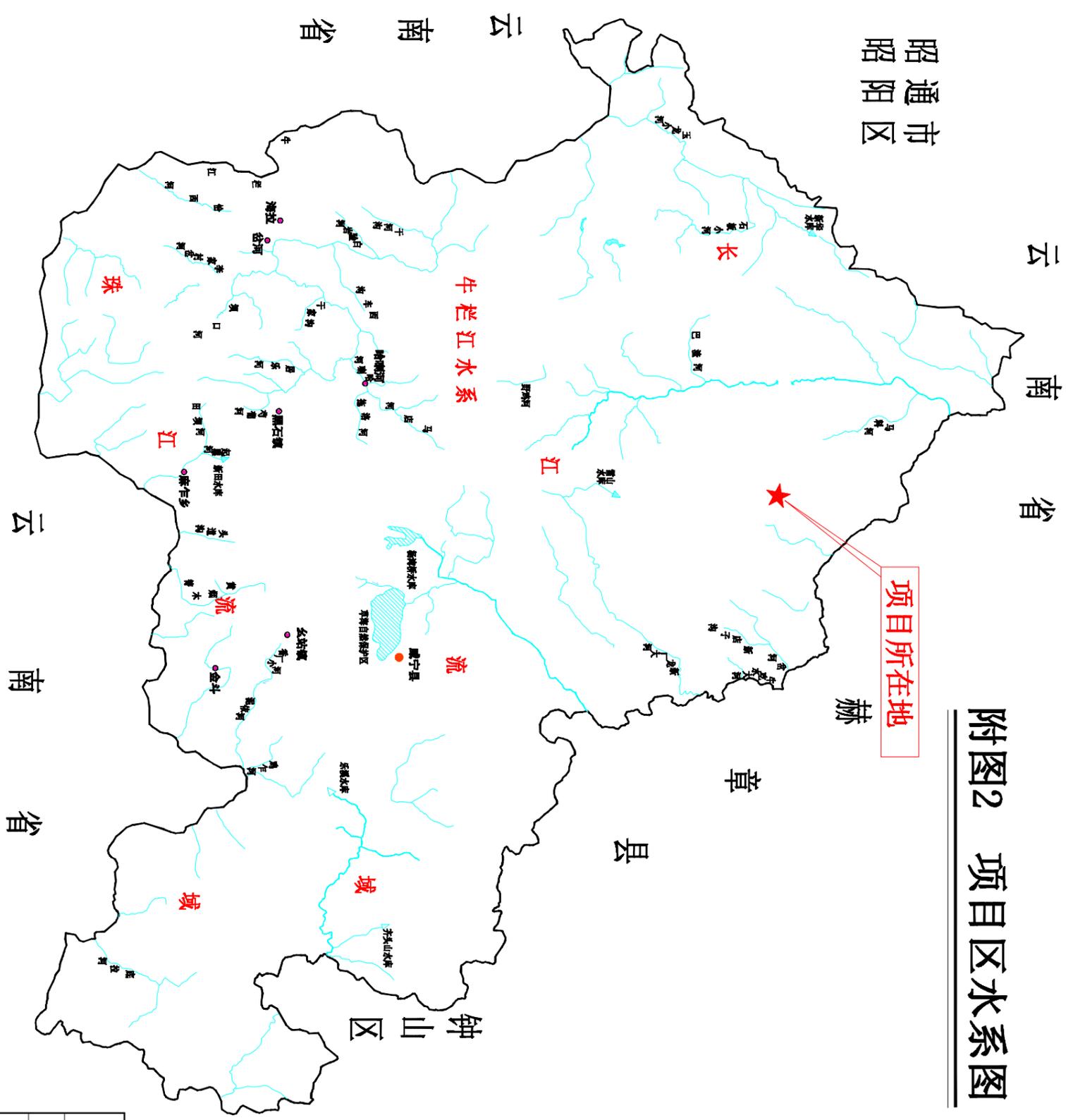
	县政府		县界
	乡、镇政府所在地		乡镇界
	村		国道、编码及桥梁
	项目所在地		省道及编码
	河流及水库		乡道

贵州天保生态股份有限公司

核定	引用	威宁县雪山新升风光 互补农业光伏电站	水验收 阶段 水土保持 部分		
审查	引用				
校核	引用	项目区地理位置图			
设计	引用				
制图	引用				
制图	CAD	比例	1:2000	日期	2021.08
资质证号	水保监测(竣)字第00069号	图号	威宁县-雪山-新升-光伏电站-水保-001		



附图2 项目区水系图



贵州天保生态股份有限公司					
核定	引用	威宁县雪山新升风光 互补农业光伏电站			
审查	引用	水验收阶段 水土保持部分			
校核	引用	项目区水系图			
设计	引用				
制图	引用				
描述图	CAD	比例	1:2000	日期	2021.08
资质证书号	水保证(黔)字第000000号	图号	威宁县-雪山-新升-光伏电站-水保-002		

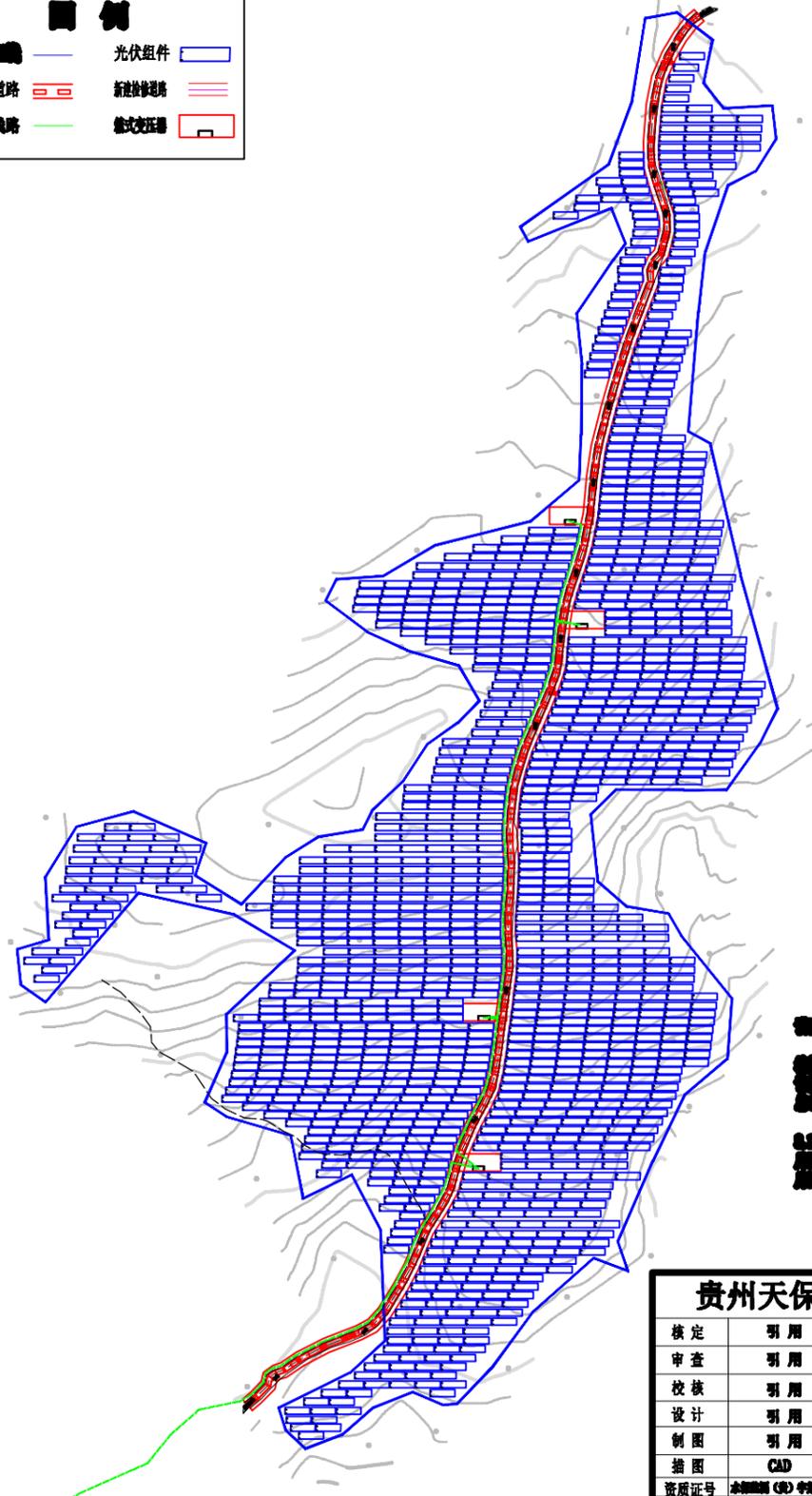
威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站 一号片区平面布置图

比例尺 1:2000



图例

光伏组件	光伏组件
已建道路	新建道路
集电线路	箱式变压器



说明:
1. 本图系根据设计单位提供的资料编制, 仅供参考。
2. 本图系根据设计单位提供的资料编制, 仅供参考。
3. 本图系根据设计单位提供的资料编制, 仅供参考。
4. 本图系根据设计单位提供的资料编制, 仅供参考。

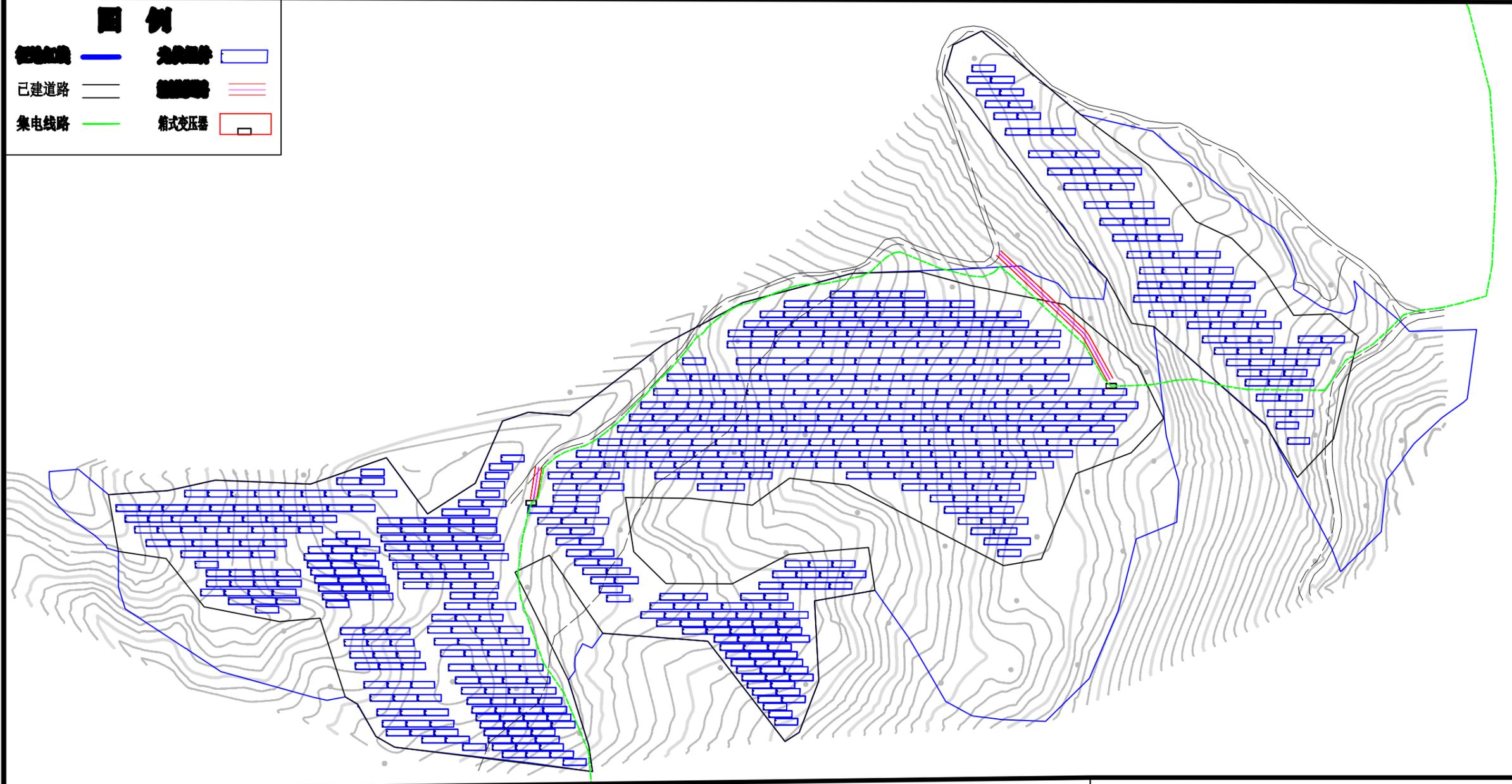
贵州天保生态股份有限公司			
核定	引用	设计单位	水土保持阶段
审查	引用	设计单位	水土保持部分
校核	引用	一号片区平面布置图	
设计	引用		
制图	引用	比例	1:2000
绘图	CAD	日期	2023.08
资质证号	水保证(黔)中第00009号	图号	威宁雪山新升风光互补农业光伏电站一号片区平面布置图

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站 二号片区平面布置图



比例尺 0 75 150 225 300 375m

图例	
新建道路	——
已建道路	——
集电线路	——
光伏组件	□
道路硬化	——
箱式变压器	□



说明:
 1、本图引用四川瑞科同创电力工程设计有限公司编制的《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站初步设计报告》中的“威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站总布置图”。
 2、本项目规划装机容量50MW，规划16个标称容量3.125MWp的发电分系统，分一号片区、二号片区、三号片区、四号片区和五号片区五个地块布置，本图为一号片区，共布置2个标称容量3.125MWp的发电方阵。

贵州天保生态股份有限公司

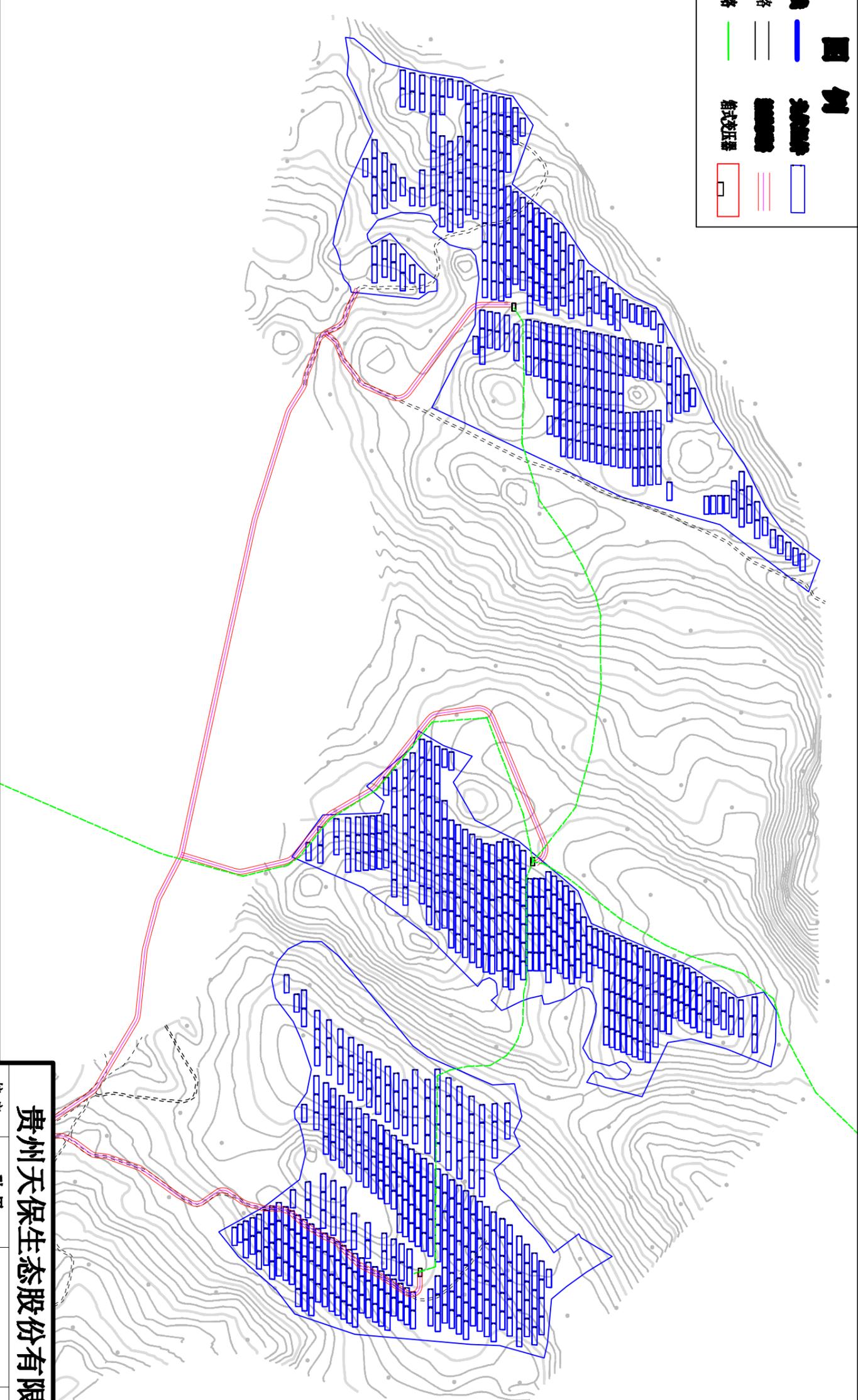
核定	引用	威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站	水保验收阶段		
审查	引用		水土保持部分		
校核	引用	二号片区平面布置图			
设计	引用				
制图	引用				
插图	CAD	比例	1:2000	日期	2021.08
资质证书号	水保监测(贵)字第0000号		图号	威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站-02-0	

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站 三号片区平面布置图

比例尺 0 100 200 300 400 500m



	光伏阵列		箱式变压器
	已建道路		集电线路
	光伏阵列		箱式变压器



说明:

- 1、本图引用四川瑞科同创电力工程设计有限公司编制的《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站初步设计报告》中的“威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站总布置图”。
- 2、本项目规划装机容量50MW，规划16个标称容量3.125MWp的发电分系统，分一号片区、二号片区、三号片区、四号片区和五号片区五个地块布置，本图为三号片区，共布置3个标称容量3.125MWp的发电方阵。

贵州天保生态股份有限公司

三号片区平面布置图

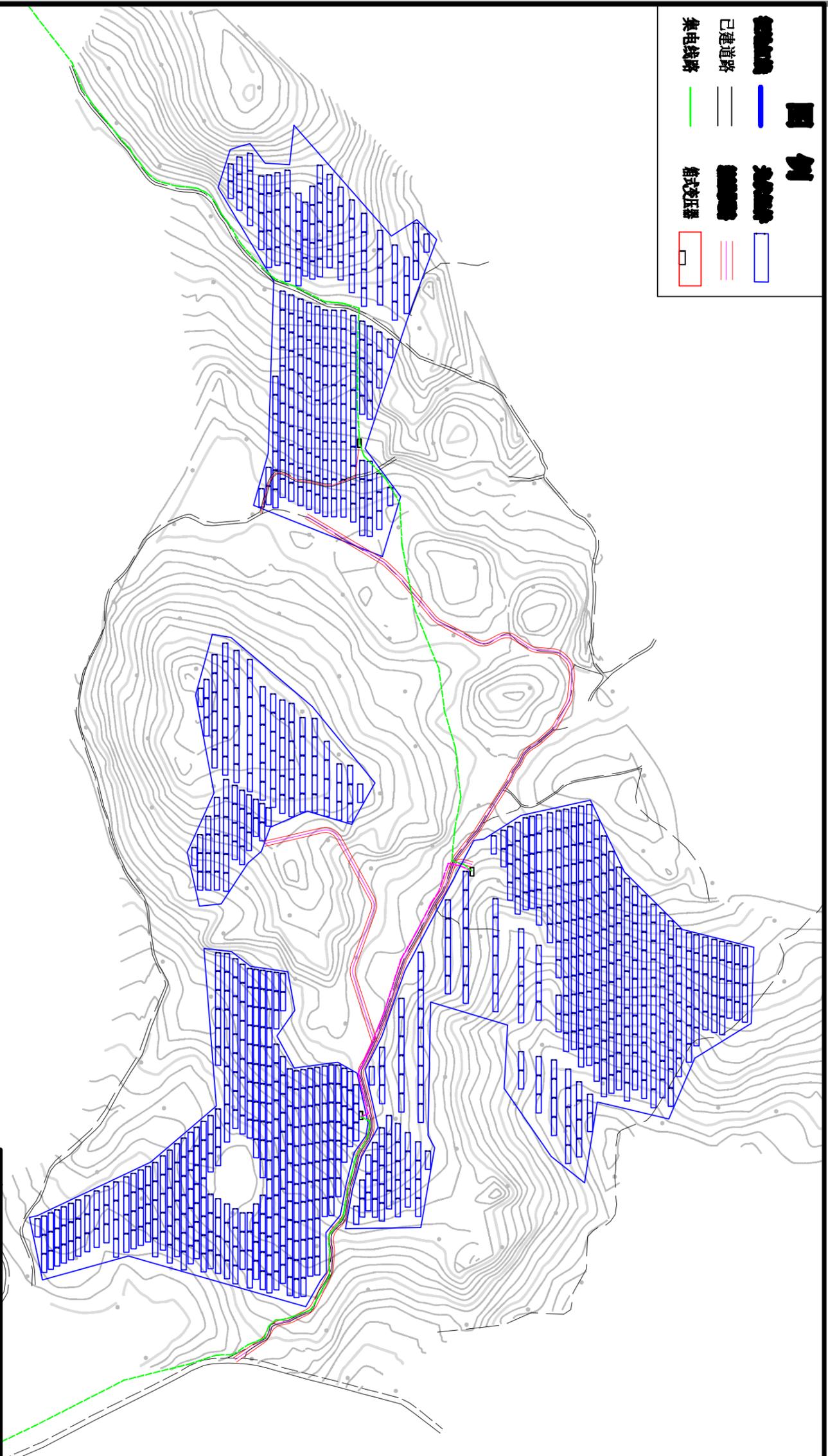
核定	引用	贵州天保生态股份有限公司 威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站	水土保持 阶段
审查	引用		
校核	引用	三号片区平面布置图	水土保持 部分
设计	引用		
制图	引用	比例	日期
描图	CAD	1:2000	2022.08
资质证书号	水保资质(设)字第30005号	图号	威宁雪山新升风光互补农业光伏电站-3号片区-03

威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站 四号片区平面布置图

比例尺 0 100 200 300 400 500m



图例	
	规划道路
	新建道路
	已建道路
	集电线路
	光伏阵列
	箱式变压器
	集电线路



说明:

- 1、本图引用四川瑞科同创电力工程设计有限公司编制的《威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站初步设计报告》中的“威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站总布置图”。
- 2、本项目规划装机容量50MW，规划16个标称容量3.125MW的发电分系统，分一号片区、二号片区、三号片区、四号片区和五号片区五个地块布置，本图为四号片区，共布置3个标称容量3.125MW的发电方阵。

贵州天保生态股份有限公司

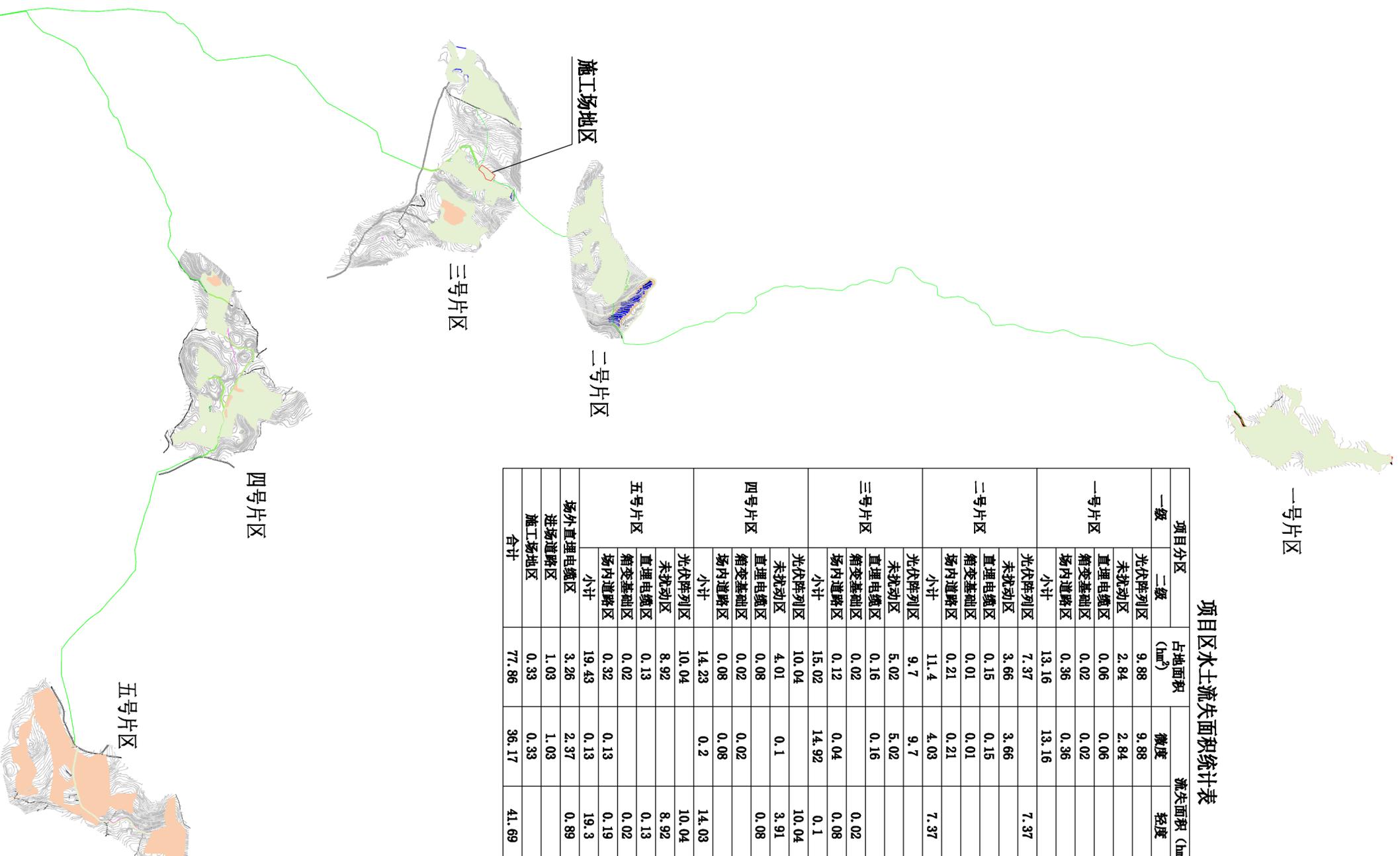
四号片区平面布置图

核定	引用	贵州天保生态股份有限公司 威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站	水土保持 阶段		
审查	引用				
校核	引用	四号片区平面布置图	水土保持 部分		
设计	引用				
制图	引用	比例	1:2000	日期	2024.08
描图	CAD	图号	威宁-雪山-新升-光伏电站-四号片区-平面布置图	图号	威宁-雪山-新升-光伏电站-四号片区-平面布置图
资质证书号	水保监测(竣)字第0008号				



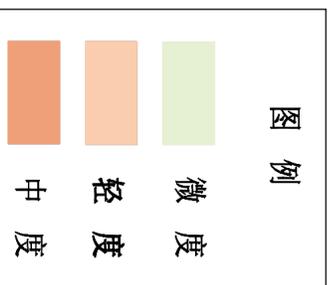
威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站 土壤侵蚀强度分布图

比例尺 0 100 200 300 400 500m



项目区水土流失面积统计表

项目分区	二级	占地面积 (hm ²)	流失面积 (hm ²)		
			微度	轻度	中度
一号片区	光伏阵列区	9.88	9.88		
	未扰动区	2.84	2.84		
	直埋电缆区	0.06	0.06		
	箱变基础区	0.02	0.02		
场内道路区		0.36	0.36		
小计		13.16	13.16		
二号片区	光伏阵列区	7.37		7.37	
	未扰动区	3.66	3.66		
	直埋电缆区	0.15	0.15		
	箱变基础区	0.01	0.01		
场内道路区		0.21	0.21		
小计		11.4	4.03	7.37	
三号片区	未扰动区	9.7	9.7		
	直埋电缆区	5.02	5.02		
	箱变基础区	0.16	0.16		
	场内道路区	0.02		0.02	
小计		15.02	0.04	0.08	
四号片区	光伏阵列区	10.04		10.04	
	未扰动区	4.01	0.1	3.91	
	直埋电缆区	0.08		0.08	
	箱变基础区	0.02	0.02		
场内道路区		0.08	0.08		
小计		14.23	0.2	14.03	
五号片区	光伏阵列区	10.04		10.04	
	未扰动区	8.92		8.92	
	直埋电缆区	0.13		0.13	
	箱变基础区	0.02		0.02	
场内道路区		0.32	0.13	0.19	
小计		19.43	0.13	19.3	
场外直埋电缆区		3.26	2.37	0.89	
进场道路区		1.03	1.03		
施工场地区		0.33	0.33		
合计		77.86	36.17	41.69	



贵州天保生态股份有限公司			
核定	引用	威宁县雪山新升风光互补农业光伏电站	
审核	引用	验收阶段	
校核	引用	水土保持部分	
设计	引用	项目区土壤侵蚀强度图	
制图	引用	比例	如图
日期	2021.9	图号	威宁县-雪山-新升-光伏电站-水保4
证书编号	AutoCAD 永诚方案(黔)字 第0028号		