

水保监测(川)字第 0027 号

通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目

水土保持监测总结报告



建设单位：重庆通威新能源有限公司

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

通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目

水土保持监测总结报告

建设单位：重庆通威新能源有限公司

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



通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目

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)

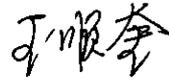
批 准: 施春华 (高级工程师)



核 定: 符礼明 (高级工程师)



审 查: 王顺奎 (工程师)



校 核: 匡 蓉 (工程师)



项目负责人: 詹 松 (工程师)



编 写:

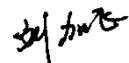
郭伟康 (1~4 章)



詹 松 (5~7 章)



刘加飞 (前言、附件及附图)



前 言

通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目位于重庆市黔江区阿蓬江镇麒麟村，水市乡青龙村，鹅池镇南溪村、石柱村，项目通过村道与外界联通，对外交通较为便利。项目区共分为 A (A1)、B (B1、B2、B3、B4、B5) 两个大区块，整体呈南北向布置，两地块相距约 11km，已建的场地 A 区块隶属黔江区水市乡青龙村境内；场地 B1、B2 区块隶属黔江区阿蓬江镇麒麟村境内，B3、B4 隶属于鹅池镇南溪村，B5 区块隶属于鹅池镇石柱村。

项目规划总装机容量 100 MWp，本次设计总装机容量为 85MWp，全站整个发电系统实际由 44 个约 1.8MWp 光伏发电子系统、2 个 2.25MWp 光伏发电子系统和 2 个约 1MWp 光伏发电子系统组成，其中每个 1.8MWp 电池子方阵由 36 台 50KTL 组串式逆变器，9 台交流汇流箱组成；每个 2.25MWp 电池子方阵由 29 个逆变器、1 个箱式变压器组成；每个 1MWp 电池子方阵由 16 台 50KTL 组串式逆变器，4 台交流汇流箱组成。本项目光伏发电产能接入 110KV 升压站（本项目新建），然后再外送至正阳变电站，110KV 升压站外送线路单独立项建设。本项目年发电量 6315.46 万 kW h，年利用小时数 789h。

项目建设过程中，集电线路全长 138.4km，其中直埋线路 105km，35KV 架空线路 15.4km（18 处铁塔，16 处水泥杆塔），桥架线路 18.0km。改建、新建道路 4.5km。施工临时设施场地布置了 3 处。

本项目于 2017 年 5 月项目正式开工建设，并于 2017 年 9 月完成主体工程建设任务。依据完工资料和监测过程汇总综合后，本项目土石方开挖总量 14.52 万 m³（含表土剥离 0.04 万 m³），填方总量 14.52 万 m³（含绿化覆土 0.04 万 m³），项目整体土石方平衡，无弃方产生。

项目实际总占地面积 81.01 hm²，永久占地 53.28hm²，临时占地 27.73 hm²。包含草地 47.78hm²、31.47hm² 和交通运输用地 1.76hm²。

2016 年 2 月 27 日，重庆市黔江区发展和改革委员会出具《重庆市企业投资项目备案证（项目编号：2016-500114-44-03-016584）》；2017 年 1 月，建设单位

委托信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司完成了设计，2017年5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”）于2017年5月编制完成了《通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案报告书》（送审稿），因主体工程为可行性研究阶段，该方案按可行性研究阶段深度进行编制。2017年5月25日，黔江区水务局（现更名“黔江区水利局”）在重庆市黔江区组织召开了《通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案报告书（送审稿）》的技术评审工作，并通过专家审查。2017年6月，重庆市黔江区水务局以《重庆市黔江区水务局关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案的批复》（黔江水许可[2017]21号）对其进行了批复。

2017年7月6日，重庆通威新能源有限公司委托我公司开展水土保持监测工作。我公司接受委托后，综合水土保持方案编制阶段的实际情况，于2017年7月下旬，成立了监测组，并对项目现场进行了全面查看。针对项目的实际情况，拟定了监测点位和监测方法，以遥感及定位观测为主，并结合现场调查的方式于7月25日对现场进行了第一次全面调查。

经查阅本项目水土保持方案，本项目水土流失防治执行建设类项目一级标准。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）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。我单位与建设单位形成了对接机制，在充分学习和了解法律法规的基础上，不断向建设单位和其他参建各单位宣传水土保持法律法规，并在各单位的协助下，我公司根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目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6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。

从2017年7月至2018年9月，我公司经过多次监测，2017年形成了两份监测季报和一份年度报告，2018年形成了3份监测季报。

2018年10月，我单位会同验收单位、建设单位等项目现场进行最后一次调查工作，并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，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，得到黔江区水利局、建设单位和、施工单位、工程监理等单位的大力支持和协助，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		通威黔江100MWp并网光伏发电项目								
建设单位		重庆通威新能源有限公司								
项目 规模	本期总装机容量为85MWp，年发电量6315.46万kW·h，年利用小时数789h，包含110KV升压站1座、集电线路等	建设单位联系人			何金福					
		建设地点			重庆市黔江区阿蓬江镇、水市乡、鹤池镇					
		所属流域			长江流域					
		项目建设面积			81.01hm ²					
		项目总投资			57662.00万元					
		项目总工期			5个月（2017年5月~2018年9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		詹松 15196688527			
自然地理类型		丘陵地貌			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、无人机观测		
	5.水土流失危害监测		巡查监测			水土流失背景值		1473t/km ² a		
方案设计防治责任范围		81.13hm ²			水土流失容许值		500t/km ² a			
防治措施		工程措施：表土剥离为0.04万m ³ ，排水沟90m，雨水管33.6m，土地整治27.63hm ² ，绿化覆土0.04万m ³ 植物措施：撒播植草78.95hm ² ，抚育管理0.04hm ² 。 临时措施：防雨布覆盖6800m ² ，沉砂池1个								
监测 效果 结论	分类指标		目标值	达标值	实际监测数量					
	扰动土地整治率（%）		95	99.93	防治措施面积/hm ²	78.97	建筑物及硬化面积/hm ²	1.98	扰动土地总面积/hm ²	81.01
	水土流失总治理度（%）		97	99.92	防治责任范围面积		81.01hm ²	水土流失总面积		79.01hm ²
	拦渣率（%）		95	99.50	实际拦渣量		14.47万m ³	土石方量		14.54万m ³
	土壤流失控制比		1.00	1.03	监测末期值		485t/km ² a	容许土壤流失量		500t/km ² a
	林草植被恢复率（%）		99	99.92	可恢复林草总面积		79.01hm ²	林草措施面积		78.95hm ²
	林草覆盖率（%）		27	97.46	植物措施面积		78.95hm ²	水土流失总面积		81.01hm 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，六项指标达标，可验收								
主要建议		1、加强水保措施：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竣，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	9
1.3 监测工作实施情况	11
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	20
2.4 水土流失情况	23
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	29
3.3 弃土监测结果	29
3.4 土方流向监测结果	30
3.5 其他重点部位监测结果	30
4 水土流失防治措施监测结果	31
4.1 工程措施监测结果	31
4.2 植物措施监测结果	32
4.3 临时措施监测结果	34
4.4 水土保持措施防治效果	34
5 土壤流失情况监测	37

5.1 水土流失面积	37
5.2 土壤流失量	37
5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量	41
5.4 水土流失危害	42
6 水土流失防治效果监测结果	43
6.1 扰动土地整治率	43
6.2 水土流失总治理度	43
6.3 拦渣率与弃渣利用率	43
6.4 土壤流失控制比	44
6.5 林草植被恢复率	44
6.6 林草覆盖率	45
7 结论.....	46
7.1 水土流失动态评价	46
7.2 水土保持措施评价	46
7.3 存在问题及建议	47
7.4 综合结论	48
8 附图及有关资料	49
8.1 附图.....	49
8.2 有关资料	49

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

通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目位于重庆市黔江区阿蓬江镇麒麟村，水市乡青龙村，鹅池镇南溪村、石柱村；项目区共分为 A（A1）、B（B1、B2、B3、B4、B5）两个大区块，整体呈南北向布置，两地块相距约 11km。A 区建设场址隶属黔江区水市乡青龙村境内，地理中心坐标约为 29°14'12"，东经 108°43'48"；B 区中 B1、B2 区块隶属黔江区阿蓬江镇麒麟村境内，B3、B4 隶属于鹅池镇南溪村，B5 区块隶属于鹅池镇石柱村，坐标范围约为 29°05'38"~29°08'11"，东经 108°37'14"~108°39'37"。电站场址地势为山脊或斜坡地形。升压站距离黔江城区直线距离约 50km，距离濯水古镇约 22km，场外交通以国道 319 线、省道 S209、县道 X417 为主，并结合乡村机耕道进入场地，交通较为方便。见图 1 和附图 1。

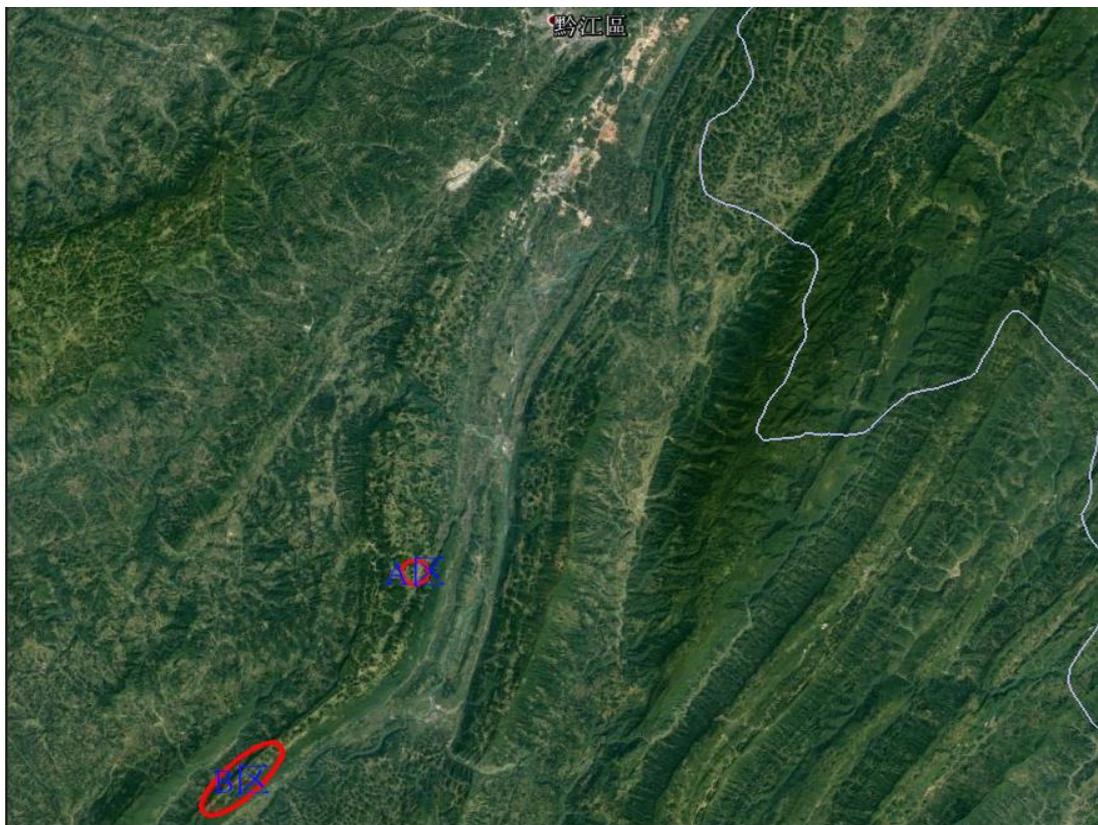


图 1 地理位置图

1.1.1.2 建设规模

建设单位：重庆通威新能源有限公司

建设地点：重庆市黔江区阿蓬江镇、水市乡、鹅池镇

所属流域：长江流域

项目性质：新建，建设类项目

占地面积：总占地 81.01hm²，其中永久占地 53.44hm²，临时占地 27.57hm²。

工程投资：总投资 57662.00 万元，土建投资 5700.00 万元。

建设工期：5 个月（2017 年 5 月动工建设，至 2017 年 9 月竣工）

项目原规划总装机容量 100 MWp，设计了 85 MWp，剩余 15MWp 后续单独设计建设，本次已建成内容为总装机容量为 85MWp，全站整个发电系统实际由 44 个约 1.8MWp 光伏发电子系统、2 个 2.25MWp 光伏发电子系统和 2 个约 1MWp 光伏发电子系统组成，配套建设集电线路和道路。本项目光伏发电产能通过集电线路接入 110KV 升压站（本项目新建），然后再通过 110KV 升压站出线外送至正阳变电站，外送线路长 45km（已单独立项，不纳入本项目监测）。本项目年发电量 6315.46 万 kW·h，年利用小时数 789h。

新建的升压站位于南溪村，设置 2 层的生产综合楼一座，其中包含中控室、办公室、宿舍、餐厅等单元，升压变压器等级设计为 110KV，等级为 III 等，工程规模为中型。生产综合楼建（构）筑物级别为 2 级，安全等级为二级，结构重要性系数为 1.0。工程主要建筑物按照普通建筑和构筑物设计，设计使用年限 50 年。

表 1-1 技术指标表

名称		单位（或型号）	数量	
电站场址	海拔高度	m	1032	
	经度（东经）		108°38'41	
	纬度（北纬）		29°06'27	
	年平均日照时数	h	1087	
	年平均太阳辐照量	MJ/m ²	3913.6	
工程效益	装机容量	MW	85	
	多年平均发电量	kW.h	6315.46	
	年利用小时数	h	789	
主要光伏及电气设备	光伏组件	额定功率	Wp	270
		外形尺寸	mm	1640×992×40
		数量	块	74122
	组串式逆变器	固定功率（AC）	kW	50
		最大输出功率	kW	52.5
		最大输出电流	A	60.8

1 建设项目及水土保持工作概况

名 称		单位 (或型号)	数量
		最大逆变器效率	99
		欧洲效率	%
		最大直流输入电压	VDC
		MPPT 电压	VDC
		数量	台
箱式升压配电装置区 35±2X2.5%/0.5KV	容 量	1600KVA	44
		1000KVA	4
升压站主变压器	型号		SZ11-80000/110
	额定容量		MVA
	台数		1

1.1.1.3 项目组成

本项目为新建建设类工程，工程建设涉及两部分内容，即主体工程和临时工程，其中主体工程包括：电池方阵、集电线路、110KV 升压站；附属工程包括：施工道路、施工生产生活场地。

表 1-2 通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目组成表

项目名称	建设规模	
	占地面积 hm ²	建设内容
电池方阵	51.28	含 44 个 1.80MWp 光伏发电子系统、2 个 2.25MWp 光伏发电子系统和 2 个约 1MWp 光伏发电子系统
110KV 升压站	0.18	升压站一座，包括综合楼、附属建筑、主变及配电装置等。
集电线路	27.61	全长 138.4km，其中直埋线路 105km，35KV 架空线路 15.4km（18 处铁塔，16 处水泥杆塔），桥架线路 18.0km
施工道路	1.82	改建进场道路 4.4km，新建 110KV 升压站进场道路 0.10km，砼路面
施工临时设施场地区	0.12	3 个施工标段将施工临时设施场地划分为 3 个，施工临时设施分别位于 3 个施工区的中心位置，场内布设综合加工厂、仓库及设备堆存场、施工机械停放场等设施，不涉及办公和生活区
项目占地	81.01	永久占地 53.44hm ² ，临时占地 27.57hm ²
土石方量		土石方开挖总量 14.54 万 m ³ ，土石方填筑总量 14.54 万 m ³ 。
投资情况		工程概算总投资 57662.00 万元，其中土建投资 5700.00 万元。

(1) 电池方阵

电池方阵用地面积共计 51.28hm²，电池方阵占地范围包括光伏阵列及方阵间空地。方阵共分为 A (A1)、B (B1、B2、B3、B4、B5) 两个大区块，位于山坡平缓位置，整体呈南北向布置。电池方阵实际共布置 44 个约 1.8MWp 光伏发电子系统、2 个 2.25MWp 光伏发电子系统和 2 个约 1MWp 光伏发电子系统。每个 1.8MWp 电池子方阵由 36 台 50KTL 组串式逆变器，9 台交流汇流箱组成；

每个 2.25MWp 电池子方阵由 29 个逆变器、1 个箱式变压器组成；每个 1MWp 电池子方阵由 16 台 50KTL 组串式逆变器，4 台交流汇流箱组成。

(2) 升压站

110KV 升压站位于南溪村，位于 B3 区域，各方阵内升压变压器并联后分别用 1 回 35KV 电缆接入升压站 35KV 母线，经升压后以 1 回 110KV 架空线路送至电力系统并网点，35KV 系统采用经消弧线圈接地方式。升压站占地面积约 0.18hm²，建设内容包括综合楼、建筑周围道路、绿化及附属设施；生产综合楼南侧布置化粪池，配电装置区布置在生产综合楼东侧。

(3) 施工道路区

交通设施主要为连接各方阵的道路，包含新建和利用乡村道改建道路两部分。改建进场道路 4.4km，新建 110KV 升压站进场道路 0.10km。施工道路完成后将作为光伏电站运行的检修道路；施工道路占地共计 1.82hm²，采用混凝土路面。

(4) 施工临时设施场地区

本项目实际施工中共设置 3 处施工临时设施场地，施工临时设施分别位于 3 个施工区的中心位置，现场临时办公和生活区为租用当地民房，因此临时办公和生活区实际未新增用地，场内布设综合加工厂、仓库及设备堆存场、施工机械停放场等设施，占地面积约 0.12hm²。

(5) 集电线路

本项目集电线路采用直埋与架空线路结合的方式进行布设，先采用直埋方式将光伏方阵的电力用电缆汇集为 6 回集电线路接至光伏场区南侧的架空线路终端塔，再将线路引上采用架空线路输送至南溪村 110KV 升压站。集电线路总用地面积 27.61hm²，全长 138.4km，其中直埋线路 105km，35KV 架空线路 15.4km（18 处铁塔，16 处水泥杆塔），桥架线路 18.0km。

1.1.1.4 工程占地

依据工程施工过程中的资料，本项目占地总面积 81.01hm²，其中永久占地 53.28hm²，临时占地 27.73hm²。占用其他土地 31.47hm²、草地 47.78hm²、交通运输用地 1.76hm²。

1 建设项目及水土保持工作概况

表 1-3 工程占地面积表

分项工程	占地性质	占地面积 (hm ²)	占地类型 (hm ²)		
			其他土地	草地	交通运输用地
电池方阵	永久占地	51.28	18.40	32.88	/
110KV 升压站	永久占地	0.18	/	0.18	/
施工道路	永久占地	1.82	/	0.06	1.76
施工临时设施场地	临时占地	0.12	/	0.12	/
集电线路	临时占地	27.61	13.07	14.54	/
合计	永久占地	53.28	18.40	33.12	1.76
	临时占地	27.73	13.07	14.66	/
	小计	81.01	31.47	47.78	1.76

1.1.1.5 土石方平衡

依据施工过程资料，项目土石方开挖总量 14.52 万 m³ (含表土剥离 0.04 万 m³)，填方总量 14.52 万 m³ (含绿化覆土 0.04 万 m³)，项目整体土石方平衡，无弃方产生。电池方阵(含箱变及逆变器)挖方 0.49 万 m³，填方 0.49 万 m³；110KV 升压站工程挖方 0.15 万 m³，填方 0.15 万 m³；集电线路挖方 13.70 万 m³，回填 13.70 万 m³；施工临时设施场地进行挖高填低，共挖方 0.10 万 m³，填方 0.10 万 m³；施工道路以改建为主，新建道路 0.1km，改建道路 4.4km，挖方 0.08 万 m³，填方 0.08 万 m³。

表 1-4 工程占地面积表

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	0.49	0.49								
新建 110KV 升压站工程	表土	0.04	0.04								
	土石方	0.11	0.11								
施工道路	土石方	0.08	0.08								
集电线路	土石方	13.70	13.70								
施工临时设施场地	土石方	0.10	0.10								
合计	表土	0.04	0.04								
	土石方	14.48	14.48								
	小计	14.52	14.52								

1.1.1.6 施工进度及投资

工程投资：本工程总投资 57662.00 万元，其中土建投资 5700.00 万元。

本工程总工期 5 个月（2017 年 5 月开工建设，至 2017 年 9 月竣工），2017 年 6 月 30 日完成并网工程的建设，2017 年 7 月~2017 年 9 月完成后续施工任务，目前已进入试运行期。

表 1-5 工程进度表

工作阶段		2017 年				
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
施工准备		—				
施工道路		—		—	—	
施工临时设施 场地		—				
光伏阵列 支架工程	箱式变压器及逆变器基础		—	—		
	钢管桩安装		—	—		
	支架安装		—	—		
	集电线路工程	—	—	—		
设备安装 工程	光伏阵列设备安装及调试		—	—	—	
	升压变修建及配电设备安 装、调试		—	—	—	
	集电线路安装及调试		—	—	—	
联动调试及试运行				—	—	—
收尾工作及竣工验收				—	—	—

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地质

(1) 地形地貌

场地 A 区块隶属黔江区水市乡青龙村境内。场地原始地貌为岩溶溶蚀低山地貌，主要微地貌为溶蚀低山斜坡地貌，地形呈阶梯状，高程介于 870.00 ~ 1050.00m 之间。现场地多为草地，沿道路民宅聚集。

场地 B1、B2 区块隶属黔江区阿蓬江镇麒麟村境内，B3、B4 隶属于鹅池镇南溪村，B5 区块隶属于鹅池镇石柱村境内。场地原始地貌为岩溶溶蚀中山地貌，主要微地貌为溶蚀中山斜坡及洼地地貌，高程介于 1220.00 ~ 1360.00m 之间。场地多为草地、荒地，零星分布民宅。

(2) 工程地质

黔江区地处四川盆地盆周山地区域，地质构造复杂，属新华夏构造体系，北东方向展布褶皱断裂明显。主要构造有阳洞背斜、濯河坝背斜、筒箕滩背斜、八面山背斜和郁山背斜，项目所在地交通便利，国道 319 线过境。近代地史上本区处于相对稳定的地质单元，无大的构造活动带及新构造运动的痕迹，场地处在区域性相对稳定地段。场地内无滑坡、泥石流、砂土、软土等不良地质作用，场地处于相对稳定地段。

(3) 地层岩性

依据地勘，本项目场地地势开阔平缓，地形起伏变化小，覆盖层厚度较薄，岩性单一简单。出露岩层以震旦系变质岩系为基底，到白垩系为止，接受了厚达数千米的巨厚沉积岩系的沉积，出露地层及岩性由老到新为：下古生代发育完全，寒武、奥陶系以碳酸盐沉积为主，下中老留统以砂页岩为主，厚 500m，上泥盆系以石英砂岩为标志，缺失石炭系；二迭系起伏于中老留统或上泥盆统之上，以石灰岩为主，上下二迭统底部均夹页岩，共厚 1000m 左右；三迭系连续沉积于二迭系之上，下统为灰岩、白云岩，中统为紫色砂页岩与灰岩、泥灰岩，共厚 1300m；侏罗系假整合于三迭系之上，以砂页岩为主，夹少许生物碎屑灰岩；上白垩统零星分布于正阳山间盆地内，为紫红色砂砾岩；第四系地层分布于现代河床附近，构成河流的一、二级阶地，除河流冲积层外，普遍只有冰碛物。拟建场地地层出露较连续、稳定。地层结构总体上较均匀稳定，工程性能较好。

(4) 地震场地

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，拟建场地抗震设防烈度 VII 度，设计基本地震加速度值 0.1g，设计地震分组第三组，场地类别 II 类，反应谱特征周期 0.45s。

1.1.2.2 气候

黔江区地处渝东南武陵山区，属亚热带湿润季风气候区。总的气候特点是：冬天严寒，夏无酷热，暖湿多雨，但雨量分配不均，常有暴雨、大风、干旱等灾害天气发生，山地立体气候特征明显。

据黔江气象站资料统计，多年平均气温 15.4℃，极端最高气温 38.6℃(1971 年 7 月 21 日)。极端最低气温 -5.8℃(1977 年 1 月 31 日)，多年平均相对湿度 80%，

多年平均降雨量 1213.0mm，最大年降雨量 1549.9mm（1964 年），最小年降雨量 868.6mm（1981 年）。多年平均日照 1249.3 小时，多年平均无霜期 288 天，多年平均蒸发量 999.3mm，多年平均降雪日数 8.3 天，历年最大积雪深度 11cm（1971 年 4 月 2 日），历年平均风速 1.3m/s，最大风速 18m/s，极大风速 20m/s。

1.1.2.3 水文

阿蓬江为乌江中下游右岸一级支流，发源于湖北省利川市毛坝区，向南流经龙潭司、朝阳寺后，入重庆市黔江区境，又经冯家坝、濯河坝、两河口镇，在两河口下游不远处入酉阳县境，折向西南流，在经大河口、梯子洞、征潭等地，在酉阳县龚滩附近注入乌江，全长 249km，全流域面积 5585km²。

区内气候湿润，降雨充沛，排泄畅通。本场地地势高，洪水位对其无影响。场地区域无大规模地表径流，主要地表积水大气降水暂时性积水。特别是岩溶洼地发育区域，四周地势高，中间地势低洼，大气降水大多向洼地区域汇集，形成暂时性积水，然后通过落水洞向地下深处排泄。

1.1.2.4 土壤

阿蓬江流域为中山及低山地貌，土壤类型包括黄壤、水稻土、紫色土、黄棕壤、红壤、冲积土、石灰石土等，成土母质多为冲积母质。本项目在阿蓬江流域中游，以黄壤和紫色土为主，分布于河流沿岸的河漫滩、一级阶地和洪积扇上。通过现场踏勘，黄壤及紫色土表面有明显的腐殖质积聚，腐殖质层厚 2~5cm，呈灰棕至黑褐色粒状-扁核状结构，土层厚度 40cm~60cm，土壤复合胶体属高有机质低复合度型，以松结合态泥岩母质为主，林草地覆盖区域地其抗蚀性、抗冲性能优于农地和裸地。

1.1.2.5 植被

黔江区属于亚热带常绿阔叶林区的川东盆地及川西南山地常绿阔叶林带、川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带、盆边东南部中山植被地区、七曜山南部植被小区。流域内植被呈垂直分布。黔江区地处四川盆地东南边缘，境内山峦起伏，溪河横流，森林覆盖率为 35%左右，主要分布在境内河流上游中山区，田土面积占流域面积的 20%左右，主要分布于河谷两岸、槽地、台地及缓山坡，其余为灌丛及裸

岩。总体上，区内植被较好，水土流失不严重，仅在洪水季节水土流失才较为明显。

项目区涉及的植被类型主要为农耕植被、次生灌丛及经济林，未发现珍稀保护植物；栽培作物主要有水稻、小麦、玉米、红薯、洋芋等粮食作物和油菜、烟叶等经济作物，经济林木有柑桔、李树、油桐等；整体林草覆盖率达 50% 左右。

1.1.2.6 原水保方案设计防治标准

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》及《重庆市人民政府办公厅关于公布水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》，黔江区属于乌江赤水河上中游国家级水土流失重点治理区、黔江区鹅池镇属于重庆市水土流失重点治理区范围，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 1-6:

表 1-6.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			0.7	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、线结合型项目，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，因此施工中方阵区域存在较大面积的扰动，故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) 因本项目任务紧，工作任务繁重，为了在 2017 年 6 月 30 日前并网发电，建设单位施工和水土保持方案编制采用边施工，边编制的方式实施，即工程施工的同时，原水土保持方案也一并编制完成，并于 2017 年 6 月 15 日取得了《重庆市黔江区水务局关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案的批复》(黔江水许可[2017]21 号)。

(2) 工程在施工过程中，因为为了抢进度，水土保持措施存在一定滞后性，在水利局的督导下，建设单位及时委托我单位开展水土保持监测工作，对项目现场可能造成水土流失采取了一些补救性措施，同时由于本项目总体上方阵区域扰动面积不大，扰动程度轻微，且道路多利用机耕道，施工过程中并未造成严重水土流失。

(3) 在试运行期，组织开展水土保持自查自验，及时委托相关第三方机构开展验收调查工作，截止 2018 年 10 月，我监测单位最后一次进场调查，现场植被经过 1 年自然恢复期恢复，已经达到验收条件。

1.2.3 水土保持方案编报

重庆通威新能源有限公司积极贯彻《水土保持法》，认真落实水土保持“三同时”制度，根据项目实际情况，建设单位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，一定程度上防止了工程建设造成的新增水土流失。

依据重庆市黔江区水务局(现更名“水利局”)批复的《通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案报告书》(简称“水保方案”)，原水土保持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。

重庆通威新能源有限公司成立了工程部，并由专人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、路基排水和临时防护工程基本到位，方阵、升压站、道路两侧植被恢复良好，防治效果较好。土石方工程主要发生在春夏季节，因光伏板所处位置为山脊上，无上方汇水面积，故

造成的水土流失主要来自阵列区域的汇水，因 2017 年雨季处于施工期，且植被未及时恢复覆盖地表，地表裸露，施工过程中防护的滞后性，造成了一定的水土流失量，但并未对周边环境构成严重威胁，经过后续治理和恢复后，到达了验收的条件。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存在一定滞后性，但措施类型相对较为完善，在监测时段内局部区域存在水土流失重现现象，但经过治理，已达到水土保持验收要求，截止 2018 年 10 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

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），生产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，本项目在工程中后期，即 2017 年 7 月委托了四川众望安全环保技术咨询有限公司（我单位）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），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。

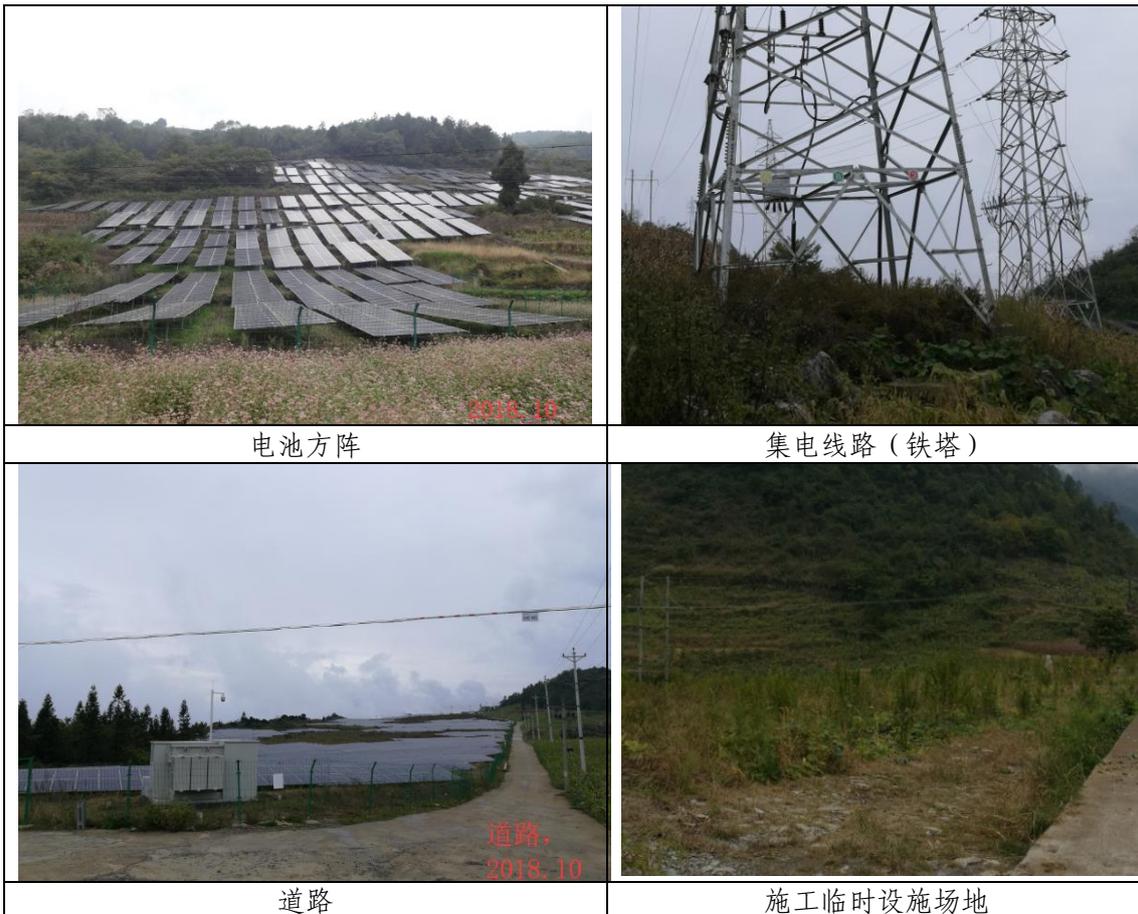
依据原批复的水保方案，工程计划 2017 年 5 月开工，2017 年 9 月竣工，设计水平年为 2018 年，监测时段为 20 个月。目前主体工程已经进入试运行期阶段，主体工程实施措施已经发挥效益，根据工程实际情况将工程的监测时段应确定为 2017 年 5 月到 2018 年 9 月。其中 2017 年 5 月至 2017 年 9 月为施工期，2017

1 建设项目及水土保持工作概况

年 10 月至 2018 年 9 月为自然恢复期，因工程在施工中采取了植物措施，故经过 1 年的恢复，目前植物措施恢复良好。

我公司在监测过程中共形成了 1 份监测意见，即《四川众望安全环保技术咨询有限公司关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持设施现场整改建议》（川众望[2017]验收 06 号）。2017 年为工程完工后的当年，植被尚未恢复，我单位出具了 2 份监测季报和 1 份年度总结报告。2018 年按照春、夏、秋三个季度出具了三份监测季报。2018 年各植被基本恢复，达到了对场地裸露地表的覆盖要求。2018 年 10 月，我单位与验收单位最后一次对项目现场进行检查，经各方认可，本项目已达到验收条件，我单位同时启动水土保持监测总结报告的汇编工作。

截止 2018 年 9 月，本项目因施工过程中把控到位，2017 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9月，本项目经过1年的自然恢复期，恢复良好。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，边坡稳定，各项指标达到验收要求。

1.3.2 监测项目部署

我公司接受委托后，成立了监测项目组，定期对现场进行监测。监测人员组成如下。

表 1-7 监测项目部

姓名	专业	职称	职务
詹松	水土保持	工程师	监测员
王顺奎	水土保持	工程师	监测员
刘加飞	海洋环境	工程师	监测员
陈娟	环境工程	工程师	监测员
匡蓉	工程造价	工程师	监测员
郭伟康	水土保持	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、升压站、路基为重点，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，对升压站实施的工程措施、植物措施及水土流失强的区域进行点位布设，按设计要求进行植物措施等；

(2) 针对工程建设过程中临时施工占地，以巡查、调查为主；

(3) 选取有代表性的样地进行典型观测，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 6 个，以调查监测为主，采用巡查、侵蚀沟量测、无人机观测等方式进行监测。具体布置见下表 1-8。

表 1-8 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
电池方阵区	A 区方阵坡面	1#	巡查、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	施工期每月一次，自然恢复期每季度一次	方阵区坡面水土流失及植被调查
	B 区方阵坡面	2#	巡查、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、无人机	施工期每月一次，自然恢复期每季度一次	方阵区坡面水土流失及植被调查
升压站区	边坡	3#	巡查样地	排水、水土流失状况	巡查监测	皮尺、测距仪	施工期每月一次，自然恢复期每季度一次	工程措施及绿化
交通设施区	路面	4#	定位观测	侵蚀沟、水土流失量调查	巡查监测	皮尺、坡度仪	施工期每月一次，自然恢复期每季度一次	坡面水土流失及绿化
施工生产生活区	临时场地	5#	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	施工期每月一次，自然恢复期每季度一次	场地迹地恢复
集电线路区	线路	6#	巡查	对周围环境的影响、绿化恢复状况	调查、巡查监测	/	施工期每月一次，自然恢复期每季度一次	植被调查

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 1-9。

表 1-9 工程水土保持监测设施及设备一览表

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	简易坡面量测		个	2	用于观测水土流失量
2	植被样方		个	若干	用于调查植被生长情况
二	设备				
3	无人机		台	1	巡查
4	手持式 GPS		台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
5	皮尺、钢卷尺		套	1	措施调查
6	坡度仪				用于测量坡度
7	测距仪		台	1	测量面积
8	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
9	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
10	易耗品			若干	样品分析用品、玻璃器皿、测钎等

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，主要针对边坡、植被、临时措施实施情况、排水等措施进行调查，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：

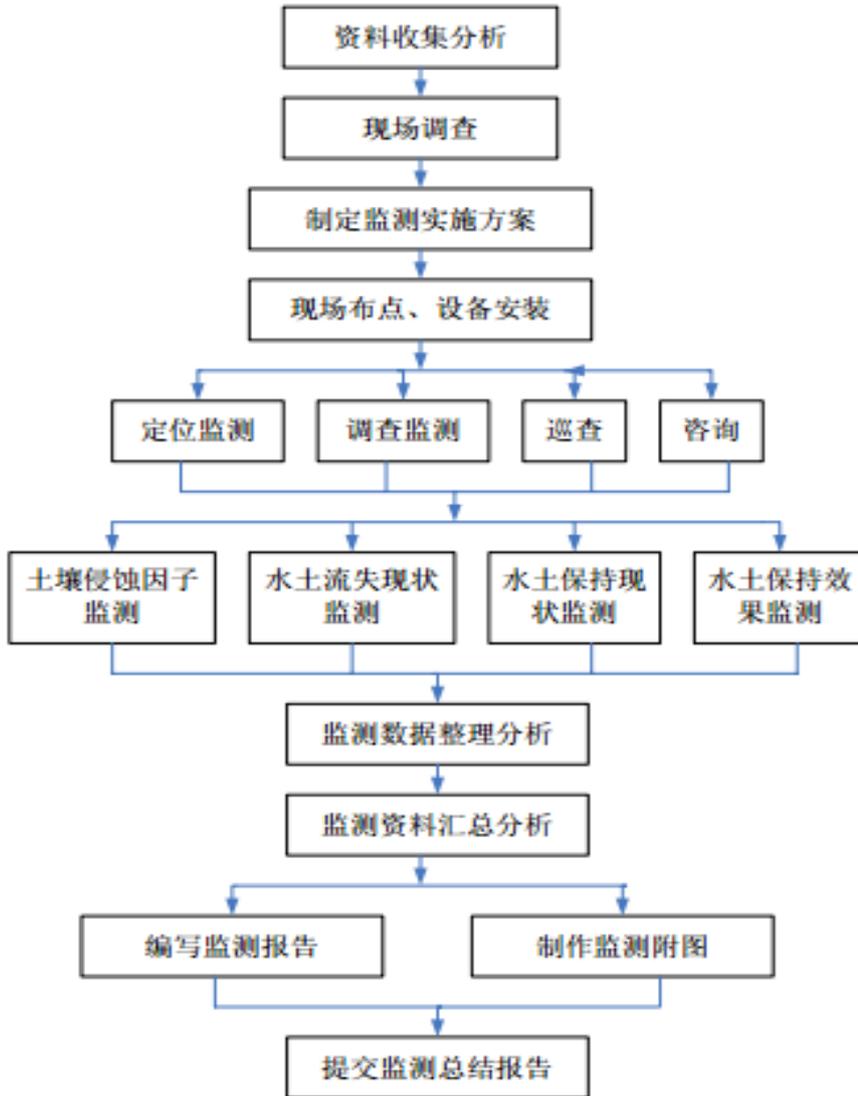


图 5 监测技术路线



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。

1 建设项目及水土保持工作概况

本项目监测过程中形成了 1 份监测意见,《四川众望安全环保技术咨询有限公司关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持设施现场整改建议》(川众望[2017]验收 06 号)。

(2) 监测季报

我单位于 2017 年形成了两份监测季报,一份年度总结报告;2018 年形成了三份监测季报,共计 6 份。

(3) 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《通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

表 1-10 监测成果汇总表

序号	类型	时间	单位	数量
1	年报总结报告	2017 年 12 月	份	1
2	监测意见(川众望[2017]验收 06 号)		份	1
3	监测季报	2017 年 9 月	份	5
		2017 年 12 月		
		2018 年 3 月		
		2018 年 6 月		
		2018 年 9 月		
4	水土保持监测总结报告	2018 年 12 月	份	1
5	照片		若干	

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水造成的影响。主要包括水土流失防治责任范围内工程扰动地表面积，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

本项目施工时间为 2017 年 5 月正式开工建设， 2017 年 9 月完工，总工期

2.监测内容与方法

为5个月,我单位于7月进场进行初步调查,对项目已经扰动情况进行了调查,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,恢复期基本按照每季度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

项目组成	扰动面积	用地类型			监测频次	监测方法
		其他用地	草地	交通运输用地		
电池方阵	51.28	18.40	32.88	/	每月1次	资料分析与实地量测
110KV 升压站	0.18	/	0.18	/		
施工道路	1.82	/	0.06	1.76		
施工临时设施场地	0.12	/	0.12	/		
集电线路	27.45	12.80	14.65	/		
小计	81.01	31.47	24.22	1.76	/	/

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。因我单位入场时有零星堆土,故通过资料回顾性分析方式分析之前的堆土情况,并对后续堆土利用情况进行定性分析。

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挡墙、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。



图 7 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。

本项目不涉及乔木。

(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。



图9 植被调查

2.监测内容与方法

表 2-2 措施监测表 单位: hm²

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	升压站区	2017.6	万 m ³	0.04	良好	每月 1 次
	绿化覆土	升压站区	2017.9	万 m ³	0.04	良好	每月 1 次
	排水沟	升压站区	2017.6-9	m	90	良好	每月 1 次
	土地整治	升压站区	2017.6-9	hm ²	0.04	良好	每月 1 次
		施工临时设 施场地区	2017.5~2017.9	hm ²	0.12		
		集电线路区	2017.8-9	hm ²	27.47	良好	
*雨水管	升压站区	2017.6~2017.9	m	33.6	良好	每月 1 次	
植物措施	撒播草籽	电池方阵区	2017.8~2017.9	hm ²	0.14	良好	每季 1 次
		升压站区	2017.9	hm ²	0.04	良好	
		施工临时设 施场地区	2017.5~2017.9	hm ²	0.12	良好	
		集电线路区	2017.8	hm ²	27.47	良好	
		施工道路区	2017.7~2017.9	hm ²	0.22	良好	
	抚育管理	升压站区	2017.9	hm ²	0.04	良好	每季 1 次
临时措施	防雨布 覆盖	升压站区	2017.6~2017.9	m ²	1600	良好	每月 1 次
		施工临时设 施场地区	2017.5~2017.9	m ²	1200	良好	
		集电线路区	2017.8~2017.9	m ²	4000	良好	
	临时沉砂 池	升压站区	2017.6~2017.9	个	1	良好	每月 1 次

2.4 水土流失情况

水土流失防治监测主要开展资料分析,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,是要发生在道路边坡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 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 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 $\times L$ 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：

$$\text{棱锥体积： } V = S H / 3$$

$$\text{棱柱体积： } V = S H$$

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

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 区	电池方阵区	51.40	51.28	-0.12	原设计光伏板迁移
	升压站区	0.18	0.18	0	不变
	施工道路区	1.82	1.82	0	不变
	施工临时设施场地区	0.12	0.12	0	位置调整, 面积不变
	集电线路区	27.61	27.61	0	不变
	小计	81.13	81.01	-12	

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, 主要原因如下:

本项目原水保方案批复面积为 81.13hm^2 , 为可研阶段, 工程施工期实际发生的水土流失防治责任范围面积较批复水保方案减少 0.12hm^2 , 减少原因主要是电池方阵区: 批复水保方案中电池方阵区分为 A (A1)、B (B1、B2、B3、B4、B5) 两个大区块, 位于山坡平缓位置, 整体呈南北向布置。电池方阵共布置 44 个约 1.8MWp 光伏发电子系统和 4 个约 1MWp 光伏发电子系统。电池方阵占地范围包括光伏阵列及空地占地。经现场调查和查阅资料获悉, 主体工程的设计及工程建设期间, 原可研阶段设计及批复水保方案中的电池方阵区较实际稍有变化, 主要原因为原电池方阵区红线划定范围较大、涵盖区域偏大, 对项目区内现场实际情况考虑不足(实际实施的过程中因山体和树木遮挡光伏方阵严重及部分场地存在冰锥、水塘和坟地等区域不适合布置光伏板), 使得项目在施工设计和建设过程中对该区域的电池方阵布置有一定调整; 为保证本项目建设规模(本次设计总装机容量为 85MWp) 不变, 实际中补征用地 8.52hm^2 , 位于原光伏方阵 43#、45#地块之间(即 B4 和 B5 之间), 用于原不适宜布设光伏板的位置的迁移, 补增 2 个 2.25MWp 的光伏方阵。迁移涉及的光伏方阵约 726 组, 共需迁移的容量约 4.70448MWp 。光伏方阵迁移到补征地块后, 原光伏地块闲置面积为 8.52hm^2 。此外, 施工临时设施场地实际布置在光伏阵列区内, 为避免重复统计面积, 将施工临时设施场地占地单独计列, 即在光伏阵列区内扣除施工临时设施场地占用的面积 0.12hm^2 。调整优化后的光伏阵列区实际占地面积 51.28hm^2 , 较

批复的电池方阵区面积减少 0.12hm²。

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			2017 年扰动范围			2018 年新增扰动范围		
		小计	项目建 设区	直接 影响区	小计	项目 建设 区	直接 影响 区	小计	项目建 设区	直接 影响 区
1	电池方阵区	51.28	51.28	0	51.28	51.28	0	0	0	0
2	升压站区	0.18	0.18	0	0.18	0.18	0	0	0	0
3	施工道路区	1.82	1.82	0	1.82	1.82	0	0	0	0
4	施工临时设施 场地区	0.12	0.12	0	0.12	0.12	0	0	0	0
5	集电线路区	27.61	27.61	0	27.61	27.61	0	0	0	0
	合计	81.01	81.01	0	81.01	81.01	0	0	0	0

本工程于 2017 年 5 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、施工道路区、方阵、升压站区域进行扰动，并于 2017 年 9 月完成工程建设。2018 年属于自然恢复期，无新增扰动面积。

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，砂、砖等材料均从正规渠道外购。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃土情况

根据《通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案报告书(报批稿)》和《重庆市黔江区水务局关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案的批复》(黔江水许可[2017]21 号)，项目土石方开挖总量 14.54 万 m³ (含表土剥离 0.06 万 m³)，填方总量 14.54 万 m³ (含绿化覆土 0.06 万 m³)，项目整体土石方平衡，无弃方产生。

3.3.2 弃土量监测结果

工程实际挖方量为约 14.52 万 m³，回填量约 14.52 万 m³，无弃方。土石方无变化。

3.4 土方流向监测结果

3.4.1 设计弃土情况

项目土石方开挖总量 14.54 万 m^3 (含表土剥离 0.06 万 m^3), 填方总量 14.54 万 m^3 (含绿化覆土 0.06 万 m^3), 项目整体土石方平衡, 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, 工程建设实际开挖总量与原方案无差别。

施工过程中土方主要为集电线路、其次为电池方阵。工程的开挖和回填产生了较多的土石方, 根据施工资料和业主介绍, 项目集电线路土方量主要集中在直埋电缆, 项目共布设直埋电缆 105km, 开挖沟槽顶宽 1.6m, 底宽 1m, 深 1m。开挖土石方 13.65 万 m^3 ; 其余为塔基和水泥杆塔等。

各分区的土石方情况如下:

电池方阵 (含箱变及逆变器) 挖方 0.49 万 m^3 , 填方 0.49 万 m^3 ; 110KV 升压站工程挖方 0.15 万 m^3 , 填方 0.15 万 m^3 ; 集电线路挖方 13.70 万 m^3 , 回填 13.70 万 m^3 ; 施工临时设施场地进行挖高填低, 共挖方 0.10 万 m^3 , 填方 0.10 万 m^3 ; 施工道路以改建为主, 新建道路 0.1km, 改建道路 4.4km, 挖方 0.08 万 m^3 , 填方 0.08 万 m^3 。

3.5 其他重点部位监测结果

从地形陡峭程度分析: 升压站处于斜坡位置, 修筑了基础挡墙, 施工中未发生明显水土流失。电池方阵区位置大多较为平坦斜坡, 不存在大面积扰动。集电线路直埋电缆占地围绕方阵区域, 无较大陡坡。

从扰动面积看, 电池方阵区域面积较大, 但坡度相对平缓, 单位面积土方开挖量较少, 未形成高陡边坡, 场地内汇水通过自然和人工沟道进行, 未形成大面积侵蚀沟, 施工过程中, 水土保持临时措施起到了一定作用。

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, 后期全部硬化或采用碎石路面, 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。

原方案采取了表土剥离、绿化覆土、排水沟等措施，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

防治区域	措施名称	防治措施	单位	方案工程量	实工程量	增减	增减 (%)
110KV 升压站工程区	工程措施	*雨水管	m	33.6	33.6	0	0
		表土剥离	万 m ³	0.04	0.04	0	0
		绿化覆土	万 m ³	0.04	0.04	0	0
		土地整治	hm ²	0.04	0.04	0	0
		排水沟	m	0	90	+90	+100
施工临时设施场地区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.02	0	-0.02	-100
		绿化覆土	万 m ³	0.02	0	-0.02	-100
		土地整治	hm ²	0.12	0.12	0	0.00
集电线路区	工程措施	土地整治	hm ²	27.3	27.47	+0.17	0.62

表土剥离：经现场核定，本项目原方案表土剥离为 0.06 万 m³，实际为 0.04 万 m³，剥离面积减少了 0.02 万 m³，主要是由于施工临时设施场地区位于方阵区域内，施工时未进行表土剥离，扰动程度较轻微，主要为材料堆放。而施工营地主要为租用当地民房。

排水沟：升压站为了排水需要，在升压站周围布置了排水沟，有利于场地排水和截留周围汇水，避免灌入站内。

其余措施无明显变化，从恢复效果看，工程措施布局合理，到达了排水效果。



图 4-1 工程措施及植被恢复

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，乔、灌、草结合，以草灌为主，增加生态系统的稳定性和可持续性，形成乔、灌、草结合的自然生态群落。

因本项目位置地处位置海拔较高，原水土保持方案设计了撒播草籽措施，并进行了抚育管理，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

防治区域	措施名称	分区防治措施	单位	方案工程量	实施工程量	增减	增减(%)
电池方阵区	植物措施	撒播植草	hm ²	51.3	51.1	-0.2	-0.39
		草籽	kg	4104	4088	-16	-0.39
110KV 升压站工程区	植物措施	*撒播植草	hm ²	0.14	0.04	-0.10	-71.42
		草籽	kg	11.2	3.2	-8	-71.42
		抚育管理	hm ²	0.14	0.04	0.10	-71.42
施工道路区	植物措施	撒播植草	hm ²	0.44	0.22	-0.22	-50
		草籽	kg	35.2	17.6	-17.60	-50
施工临时设施场地区	植物措施	撒播植草	hm ²	0.12	0.12	0	0.00
		草籽	kg	9.6	9.6	0	0.00
集电线路区	植物措施	撒播植草	hm ²	27.57	27.47	-0.10	0.36
		草籽	kg	2205.6	2197.6	8	0.36

从上表对比可以看出：本工程各防治区植物措施量变化不一，批复水保方案为 79.57hm²，实际实施绿化面积为 78.95hm²，较批复方案减少了 0.62hm²，减少了 0.78%，变化量较少。主要原因是：道路区硬化面积增加，导致绿化面积减少；集电线路面积变化较小，变化不足 1%，属于正常变化；升压站内因变电区域无法绿化，采用碎石铺底，仅办公区域有少量绿化，故绿化面积较少较大。

经现场踏勘及以上对比分析可以看出，实际施工中基本按批复水保方案设计水保植物措施进行实施，但随着设计深入和现场实际情况，占地面积较批复水保

方案略有减少，绿化面积变化合理：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，合理可行。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

4.2.1 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，设计了土袋挡墙、密目网遮盖等临时措施，具体见 4-3。

4.2.2 监测结果

临时措施中路基工程区裸露边坡进行临时防护，并对局部地段采取土质排水沟；施工临时设施占地区设置临时排水沟并对堆放的材料进行密目网覆盖。

表 4-3 临时措施变化表

防治区域	措施名称	分区防治措施	单位	方案工程量	实施工程量	增减	增减 (%)
110KV 升压站工程区	临时措施	编织袋装土	m ³	44	0	-44	-100
		防雨布遮盖	m ²	400	1600	+1200	300
		临时沉沙池	个	0	1	+1	+100
施工临时设施场地区	临时措施	编织袋装土	m ³	38.4	0	-38.4	-100
		防雨布	m ²	300	1200	+900	300
集电线路区	临时措施	防雨布	m ²	5000	4000	-1000	-20

从上表对比可以看出：本工程各防治区临时措施量均有一定增减，主要原因是：项目临时堆土并未用土袋挡护，而是增加了防雨布遮盖面积，避免了雨水对堆土的直接冲刷，措施实施合理。

经现场踏勘及以上对比分析可以看出，实际施工中基本按批复水保方案设计水保临时措施进行实施，但随着设计深入和现场实际情况，相应临时挡护措施减少，增加了遮盖措施。

4.4 水土保持措施防治效果

4 水土流失防治措施监测结果

表 4-4 措施效果分析

防治区域	措施名称	分区防治措施	单位	方案工程量	实施工程量	原因、效果分析
电池方阵区	植物措施	撒播植草	hm ²	51.3	51.1	方阵调整,原方阵不宜建设,迁移导致绿化面积变化
		草籽	kg	4104	4088	
110KV 升压站工程区	工程措施	*雨水管	m	33.6	33.6	无变化,达到排水要求
		表土剥离	万 m ³	0.04	0.04	无变化,达到升压站绿化要求
		绿化覆土	万 m ³	0.04	0.04	
		土地整治	hm ²	0.14	0.04	原变电器面积普碎石
		排水沟	m	0	90	增加了升压站周边排水沟,避免周围雨水流入站内
	植物措施	*撒播植草	hm ²	0.14	0.04	原变电器面积普碎石,导致绿化面积减少
		草籽	kg	11.2	3.20	
		抚育管理	hm ²	0.14	0.04	
	临时措施	编织袋装土	m ³	44	0	临时堆土增加遮盖面积,未设置编织袋挡护,施工中未造成明显水土流失,措施合理
		防雨布遮盖	m ²	400	1600	
		临时沉沙池	个	0	1	雨水集中后沉砂池内沉淀并部分利用
施工道路区	植物措施	撒播植草	hm ²	0.44	0.22	硬化面积增加,绿化面积减少
		草籽	kg	35.2	17.60	
施工临时设施场地区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.02	0	位于方阵内,扰动轻微,仅堆放材料,未表土剥离,且场地土壤较好,仅进行适当土地整治即可恢复
		绿化覆土	万 m ³	0.02	0	
		土地整治	hm ²	0.12	0.12	
	植物措施	撒播植草	hm ²	0.12	0.12	土地整治后恢复绿化
		草籽	kg	9.6	9.6	

4 水土流失防治措施监测结果

防治区域	措施名称	分区防治措施	单位	方案工程量	实工程量	原因、效果分析
	临时措施	编织袋装土	m ³	38.4	0	材料遮盖
		防雨布	m ²	300	1200	
集电线路区	工程措施	土地整治	hm ²	27.3	27.47	扰动面积采用土地整治方式为绿化铺垫
	植物措施	撒播植草	hm ²	27.57	27.47	土地整治后绿化,效果明显,无明显水土流失危害
		草籽	kg	2205.6	2197.6	
	临时措施	防雨布	m ²	5000	4000	堆土遮盖,防雨布重复利用,措施合理

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)
2017.05~2017.09 (施工准备及施工期)	电池方阵区	51.28	51.28	51.28
	升压站区	0.18	0.18	0.18
	施工道路区	1.82	1.82	1.82
	施工临时设施场地区	0.12	0.12	0.12
	集电线路区	27.61	27.61	27.61
	小计	81.01	81.01	81.01
2017.10~2018.09 (试运行期)	电池方阵区	51.28	0	51.11
	升压站区	0.18	0	0.05
	施工道路区	1.82	0	0.22
	施工临时设施场地区	0.12	0	0.12
	集电线路区	27.61	0	27.47
	小计	81.01	0	78.97

本项目施工期较短,均集中在雨季,因工期紧,任务重,施工时几乎处于全面开工状态,因此裸露面积较大。电池方阵区扰动面积大,但扰动程度低,其次为集电线路区,该区域扰动面积大,直埋电缆均对土壤进行了破坏,故扰动程度较大。其余各局域,面积相对较小,施工道路多在原土质道路的基础上进行硬化处置。故 2017 年,水土流失面积为 81.01hm^2 ,无直接影响区。2017 年 10 月后,项目处于冬季,无明显水土流失,到 2018 年,处于自然恢复期,无新增扰动面积,因此,本年度实际水土流失面积为非硬化区域,即 78.97hm^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 9 个月,本项目监测过程中,主要采用侵蚀沟调查法、侵蚀扩大法对水土流失量进行分析,以确定雨季可能造成水土流失量进行预判。

图 1 原地貌回顾性调查



照片 1 水市乡青龙村——南



照片 2 水市乡青龙村——西



照片 3 鹅池镇南溪村——北



照片 4 鹅池镇南溪村——东



照片 5 鹅池镇南溪村——南



照片 6 鹅池镇南溪村——西

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 ³ a)	备注
草地	1500	按原方案取值
交通运输用地	300	
其他土地 (碎石区域)	1500	

表 5-3 推算原生土壤侵蚀量 (2017.05~2018.09)

项目	占地类型	面积 (hm ²)	流失强度	侵蚀时段 (a)	平均侵蚀模数 (t/km ² a)	年流失量 (t/a)
电池方阵	其他土地	18.4	轻度	1.42	1500	391.92
	草地	32.88	轻度	1.42	1500	700.34
	小计	51.28	轻度	1.42	1500	1092.26
110KV 升压站工程	草地	0.18	轻度	1.42	1500	3.83
	小计	0.18	轻度	1.42	1500	3.83
施工道路	草地	0.06	轻度	1.42	1500	1.28
	交通运输用地	1.76	微度	1.42	300	7.50
	小计	1.82	轻度	1.42	340	8.78
施工临时设 施场地	草地	0.12	轻度	1.42	1500	2.56
	小计	0.12	轻度	1.42	1500	2.56
集电线路	其他土地	13.07	轻度	1.42	1500	278.39
	草地	14.54	轻度	1.42	1500	309.70
	小计	27.61	轻度	1.42	1500	588.09
合计		81.01			1473	1695.53

因此,按照原生侵蚀量计算,在未扰动情况下,从2017年5月至2018年9月产生原生水土流失量1695.53t。

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2017年5月至2017年9月,即侵蚀时段为0.42a。自然恢复期时间段为2017年9月至2018年9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：

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

式中：M——样地侵蚀量，t；

S_i ——第 i 个断面的面积， m^2 ；

S_{i+1} ——第 i+1 个断面的面积， m^2 ；

l——样地断面间距，m；

r——土壤容重， t/m^3 ；

n——断面数。

通过侵蚀沟计算各测量面积相关的侵蚀模数，见下表 5-4

表 5-4 水土流失样地随机调查和定位监测情况汇总表

监测点	测量总面积(m^2)	样地数	地面组成物质	土壤侵蚀体积(m^3)	土壤侵蚀容重(t/m^3)	调查时段	侵蚀模数(t/km^2a)
电池方阵区	75	3	草地	0.06	1.46	0.42	1430
升压站区	75	1	草地	0.22	1.5	0.42	4783
施工道路区	36	3	草地	0.16	1.5	0.42	7246
施工临时设施场地区	50	1	草地	0.12	1.52	0.42	3965
集电线路区	75	3	草地	0.11	1.46	0.42	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)
电池方阵区	50	2	草地	0.004	1.52	0.25	486.4
升压站区	75	3	边坡草地	0.006	1.5	0.25	480
施工道路区	25	1	硬化为主	0.002	1.5	0.25	480
施工临时设施场地区	25	1	草地	0.002	1.47	0.25	470.4
集电线路区	50	2	草地	0.003	1.52	0.25	485.18

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^2a)	侵蚀时间(a)	水土流失量(t)
2017.05~ 2017.09	电池方阵区	51.28	51.28	1430	0.42	307.99
	升压站区	0.18	0.18	4783	0.42	3.62
	施工道路区	1.82	1.82	7246	0.42	55.39
	施工临时设施场地区	0.12	0.12	3965	0.42	2.00

5 土壤流失情况监测

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)
	集电线路区	27.61	27.61	2855.11	0.42	331.08
	小计	81.01	81.01	3009	0.42	700.07
2017.10~ 2018.09	电池方阵区	0	51.11	486.4	1	248.60
	升压站区	0	0.05	480	1	0.24
	施工道路区	0	0.22	480	1	1.06
	施工临时设施 场地区	0	0.12	470.4	1	0.56
	集电线路区	0	27.47	485.18	1	133.28
	小计	0	78.97	474	1	383.74
	总计					

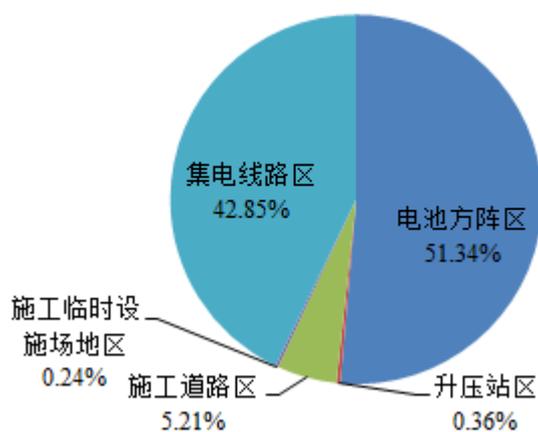


图 2 水土流失量表

由上表 5-6 可知：各区产生水土流失量因电池方阵区面积最大，水土流失量最大，最小为升压站区。整个项目区内从 2017 年 5 月至 2018 年 9 月共产生水土流失量约 1083.81t，而原生地面侵蚀量推算为 1695.53t，工程施工及竣工后，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，水土流失量减少了 611.72t。土壤容重按 1.5t/m³ 计算，产生水土流失量为 722.54 m³。

5.3 取料、弃渣弃土潜在流失量

项目土石方开挖总量 14.54 万 m³ (含表土剥离 0.04 万 m³)，填方总量 14.54 万 m³ (含绿化覆土 0.04 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，其中监测时段内约 722.54m³ 堆土被流失，整体而言，无明显水土流失量。由此推算拦渣率为 99.50%。

5.4 水土流失危害

工程建设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，其次为集电线路区，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耕地。

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 81.01hm²。扰动土地整治面积 80.95hm²，包括：建筑场地道路硬化占地面积，植物措施面积，工程措施面积。扰动土地整治率为 99.93%，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。

工程扰动土地整治情况见下表 6-1。

表 6-1 扰动整治率情况表 单位：hm²

项目分区	项目建设区面积	扰动面积	水土流失治理面积			扰动土地整治面积	扰动土地整治率%
			建筑物及场地道路硬化	植物措施	工程措施		
电池方阵区	51.28	51.28	0.15	51.1	0.01	51.26	99.96
110KV 升压站工程区	0.18	0.18	0.13	0.04	0.01	0.18	100.00
施工道路区	1.82	1.82	1.6	0.22	0	1.82	100.00
施工临时设施场地区	0.12	0.12		0.12	0	0.12	100.00
集电线路区	27.61	27.61	0.1	27.47		27.57	99.86
小计	81.01	81.01	1.98	78.95	0.02	80.95	99.93

6.2 水土流失总治理度

本工程共造成水土流失面积达到 81.01hm²，可恢复措施面积 79.03hm²，至试运行期累计治理措施面积为 78.98hm²，水土流失总治理度达 99.92%。大于目标 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：hm²

项目分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失治理面积		土地整治面积	扰动土地整治率%
				植物措施	工程措施		
电池方阵区	51.28	51.28	0.15	51.1	0.01	51.11	99.96
110KV 升压站工程区	0.18	0.18	0.13	0.04	0.01	0.05	100.00
施工道路区	1.82	1.82	1.6	0.22	0	0.22	100.00
施工临时设施场地区	0.12	0.12		0.12	0	0.12	100.00
集电线路区	27.61	27.61	0.1	27.47		27.47	99.85
小计	81.01	81.01	1.98	78.95	0.02	78.97	99.92

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 14.54 万 m^3 ，通过场内平衡，全部回填于项目区内，因地表裸露造成了一定的水土流失量，流失量为 722.54 m^3 ，拦渣率为 99.50%，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 485 t/km^2a ，容许土壤侵蚀模数为 500 t/km^2a ，土壤流失控制比为 1.03。

表 6-3 工程各防治分区土壤流失控制比

区县	分区	监测结束时的土壤侵蚀模数 ($t/km^2 a$)	容许土壤侵蚀量 ($t/km^2 a$)	土壤流失控制比
黔江县	电池方阵区	486.4	500	1.03
	110KV 升压站工程区	480	500	1.04
	施工道路区	480	500	1.04
	施工临时设施场地区	470.4	500	1.06
	集电线路区	485.18	500	1.03
合计		485	500	1.03

6.5 林草植被恢复率

本项目可绿化面积为 79.01 hm^2 ，已恢复植被面积 78.95 hm^2 ，林草植被恢复率为 99.92%；达到水土流失一级防治标准 99%，达到水土流失防治标准要求。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	项目建设区面积 hm^2	可恢复植被面积 hm^2	已恢复植被面积 hm^2	林草植被恢复率%
电池方阵区	51.28	51.12	51.1	99.96
110KV 升压站工程区	0.18	0.04	0.04	100
施工道路区	1.82	0.22	0.22	100
施工临时设施场地区	0.12	0.12	0.12	100
集电线路区	27.61	27.51	27.47	99.85
小计	81.01	79.01	78.95	99.92

6.6 林草覆盖率

工程项目建设区总面积为 81.01hm²，已恢复林草覆盖面积为 78.95hm²。按已恢复的林草植被面积统计，可得该项目目前林草覆盖率为 97.46%。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

单位: hm²

项目分区	项目建设区面积 hm ²	已恢复植被面积 hm ²	林草覆盖率%
电池方阵区	51.28	51.1	99.65
110KV 升压站工程区	0.18	0.04	22.22
施工道路区	1.82	0.22	12.09
施工临时设施场地区	0.12	0.12	100
集电线路区	27.61	27.47	99.49
小计	81.01	78.95	97.46

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 2017 年 5 月开工以来建设单位成立了项目部，在施工单位、监理单位的协同配合下完成了水土保持相关工作。施工期工程扰动面积约为 81.01hm²，扰动过程主要以机械扰动为主。施工过程经历 1 个雨季，但工程结束时，植被及时恢复。工程裸露面积较大，工程坡面水土流失量主要以面蚀为主，局部区域为沟蚀，开挖过程形成的裸露面积在雨季因雨水浸泡，有一定水土流失量，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 9 月，工程集电线路、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。2017 年~2018 年，我单位经过实地检测和调查，该项目水土流失量为 1083.81t，与推算的原生地面侵蚀量 1695.53t 相比，水土流失量减少了 611.72t，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，对原始地貌水土流失情况进行了合理治理。

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 99.93%，水土流失总治理度达到 99.92%，拦渣率达到 99.50%，土壤流失控制比达到 1.03，林草植被恢复率达到 99.92%，林草覆盖率达到 97.46%。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	方案值	实际达到目标值
黔江（一级标准）	扰动土地整治率(%)	95	98.06	99.93
	水土流失总治理度(%)	97	98.02	99.92
	土壤流失控制比	1.0	98	1.03
	拦渣率	95	98.	99.50
	林草植被恢复率(%)	99	99.20	99.92
	林草覆盖率(%)	27	82	97.46

7.2 水土保持措施评价

依据《报告书》的要求，开展了相应的水土保持工作。目前方阵区域植被恢

复良好，升压站均采取了防护措施，排水、植被恢复效果良好，施工道路均硬化，局部绿化处置，施工临时设施场地区位于方阵区，植被恢复良好，集电线路虽直埋扰动程度深，但施工中及时绿化，恢复良好。

项目在建设过程中产生了较大面积的地表扰动，因工期主要集中在雨季，但建设单位水保措施的合理实施，且 2017 年雨季降雨量有限，在建设的当年造成新的水土流失较少，到 2018 年基本无明显水土流失现象，达到了方案确定的水土流失防治标准。

7.3 存在问题及建议

问题

(1) 电池方阵区：本区域建设中地形较复杂，建设单位进行了大面积扰动，形成了大块裸露面积，施工工艺上不利于水土保持，但场地内部扰动区域经过绿化恢复后，效果良好，从现场调查看，本区域整体效果达标。局部区域需加强绿化。

(2) 施工道路区：本工程道路多为改造道路，道路下垫面已经固结，施工扰动后，在雨季仅有极少水土流失，整体无较大水土流失量，但施工中硬化较为滞后。

(3) 升压站区：措施良好，排水边坡均合理。

(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，施工中堆放比较杂乱。

(5) 集电线路区：本区域地埋扰动较大，需再施工中即使防护，存在一定水土流失量。

评价

(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，本项目委托了监测，但属于中后期监测，建设单位管理人员具有充分的环境生态保护意识。

(2) 各参建单位即使配合，完美的完成了整改，工程施工中减少了水土流失量，但局部人有裸露面积，需进一步做好绿化恢复。

故，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，

确保了各项措施实施，“三同时”制度得到一定程度上的落实。

7.4 综合结论

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，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。后期需加强排水沟清理和植被维护工作，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) 监测效果照片;
- (2) 监测季度报告;
- (3) 监测年度总结报告;
- (4) 《四川众望安全环保技术咨询有限公司关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持设施现场整改建议》(川众望[2017]验收 06 号);
- (5) 《四川众望安全环保技术咨询有限公司关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持设施现场整改复核情况》川众望[2018]验收 09 号;
- (6) 委托书;
- (7) 《重庆市黔江区水务局关于通威黔江 100MWp 并网光伏发电项目水土保持方案的批复》(黔江水许可[2017]21 号)。