

宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目

水土保持监测总结报告

张家口泽森工程咨询有限公司

二〇二一年四月

批准：李亚洲

李亚洲

审查：马玉祥

马玉祥

校核：李亚伟

李亚伟

编写：金慧芳

闫涛

金慧芳

闫涛

前 言

宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目位于张家口市宣化区崞村镇东寺沟村，站址中心位置为东经 $114^{\circ} 57' 31''$ ，北纬 $40^{\circ} 27' 44''$ 。项目建设规模为 20MW，由光伏发电区、开关站、道路区、集电线路、施工生产生活区等五部分组成，总占地面积约为 57.5hm^2 。项目建设总投资 14460 万元，由北控光伏科技（张家口）有限公司出资建设。

2018 年 6 月北控光伏科技（张家口）有限公司委托河北环京工程咨询有限公司编制了《宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目水土保持方案报告书》，并于 2018 年 7 月 17 日得到张家口市行政审批局的批复（张水审字[2018]142 号文）。项目于 2018 年 4 月开工建设，2018 年 9 月完工，施工单位为西藏东旭电力工程有限公司。

2018 年 4 月主体工程开工后，由张家口建筑工程集团有限公司承担的水土保持工程也同时进行，并随后委托我公司开展了水土保持监测工作。监测人员根据制定的监测实施方案，多次到工程现场开展调查监测工作，并与建设单位一同协商水土保持措施。2021 年 4 月，根据现场监测情况并结合查阅施工档案资料，编制完成了《宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目水土保持监测总结报告》。

在监测工作过程中，建设单位提供了良好的工作条件和技术配合，各级水行政主管部门都给予了大力支持和帮助，在此诚挚地表示感谢。

编者

宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标										
项目名称			宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目							
建设规模	本项目装机容量为 20MW，建设内容包括光伏发电区、开关站、集电线路、道路区、施工生产生活。		建设单位		北控光伏科技（张家口）有限公司					
			建设地点		河北省张家口市宣化区					
			所在流域		海河流域					
			工程总投资		14460 万元					
			主体工程总工期		2018 年 4 月-2018 年 9 月					
			项目建设区		57.5hm ²					
			扰动面积		34.46 hm ²					
水土保持监测指标										
监测单位			张家口泽森工程咨询有限公司			联系人及电话		李亚洲 13932141444		
自然地理类型			暖温带半干旱大陆性季风气候			防治标准		一级标准		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		水土流失背景值		2000t/km ² a			
	1、水土流失影响因子		调查监测		土壤容许流失量		200t/km ² a			
	2、防治责任范围监测		调查监测		水土流失目标值		190t/km ² a			
	3、水土保持措施情况监测		调查监测		水土保持投资		275.8 万元			
	4、防治措施效果监测		调查监测		方案设计防治责任范围		63.24hm ²			
	5、水土流失危害监测		调查监测							
防治措施			土地整治 7.6hm ² ，表土剥存 2.99hm ² ，表土回铺 8860m ³ ，浆砌石排水沟 2000m，浆砌石挡墙 600m、碎石压盖 130 m ² ，浆砌石护坡 300m ² ，预制排水沟 2200m，铺设管涵 42m。人工种草面积 9.11hm ² ，栽种柠条 19000 株，植被抚育 24.41hm ² 。临时措施为：临时遮盖 1920m ² ，临时拦挡 200m。							
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值	达到值	实际监测数量					
		扰动土地整治率	95%	97.1%	扰动面积	34.46hm ²	整治面积	33.45hm ²		
		水土流失总治理度	95%	96.8%	水土流失面积	31.92hm ²	治理面积	30.91hm ²		
		土壤流失控制比	1	1	容许土壤流失量	200t/km ² a	运行期侵蚀模数	191t/km ² a		
		拦渣率	95%	98%						
		林草植被恢复率	95%	95.5%	可恢复面积	25.55hm ²	绿化面积	24.41hm ²		
		林草覆盖率	25%	42.45%	占地面积	57.5hm ²	植被面积	24.41hm ²		
	水土保持治理达标评价		根据水土保持监测结果分析，项目各项水土流失防治措施按照水保方案结合现场实际落实实施，主要水土流失防治指标基本达到了水土流失防治要求。							
	总体结论		建设单位较重视水土保持工作，积极实施了水土流失防治措施。水土保持设施数量、规格符合要求，已发挥水土保持效益。							
	1、 建设单位应进一步对道路区部分较陡区域铺洒碎石，防止道路滑坡。对现有水土保持工程加强维护，及时修缮受损工程。									
2、对已经完成绿化的区域加强抚育管理，保持成活率及保存率。保证各项水土保持工程防护功能的正常发挥。										
3、本项目部分水土保持措施实施较晚，建议建设单位在以后其他项目施工中，水土保持工程应与主体工程同时进行，尽早的落实水保措施，实现保土效益。										

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 项目区自然概况	4
1.3 水土保持工作概况.....	6
2 监测内容与方法.....	8
2.1 监测工作实施情况.....	8
2.2 监测内容.....	10
2.3 监测方法与频次	11
3 水土流失动态监测.....	12
3.1 防治责任范围监测.....	12
3.1.3 水土流失防治责任范围变化分析.....	13
3.2 建设期扰动土地面积.....	14
3.3 土石方流向情况监测.....	14
4 水土流失防治措施监测结果.....	16
4.1 水土保持方案设计防治措施及工程量.....	16
4.2 工程措施监测结果.....	22
4.5 水土保持措施防治效果分析.....	27
5 土壤流失情况监测.....	30
5.1 水土流失面积.....	30
5.2 土壤流失量.....	32
5.3 水土流失危害.....	35
6 水土流失防治效果监测.....	39
6.1 扰动土地整治率.....	39
6.2 水土流失总治理度.....	39
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	40
6.4 土壤流失控制比.....	40
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率.....	40
6.6 防治效果分析.....	41
7 结论	42
7.1 水土流失动态变化.....	42
7.2 水土保持措施评价.....	42
7.3 存在问题及建议.....	42
7.4 综合结论.....	43

附 图：

1、现场照片

2、水土保持监测点位图

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置与交通

宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目位于河北省张家口宣化区崞村镇东寺沟村，距离 G112 约 3km，距宣化区约 28km。项目周围可利用道路有宣大高速、G112、村村通等道路，进场道路从东寺沟村道路接引，可直达光伏场区，交通运输比较便利。项目区中心地理位置东经 $114^{\circ} 57' 31''$ 、北纬 $40^{\circ} 27' 44''$ 。项目区地理位置见下图。

图 1-1 项目区地理位置图



1.1.2 工程建设规模

本项目装机容量为 20.8MW，分为 13 个 1.6MW 光伏发电分系统组成；每个 1.6MW 子系统主要由 5615 块 285Wp 组件、32 台 50kW 组串式逆变器、8 台 4 汇 1 交流汇流箱及 1 台 1600kVA 就地升压变组成。年平均上网电量

42457.8MW·h，项目由光伏发电区、开关站、道路区、集电线路、施工生产生活区等五部分组成。工程特性表见表 1-1。

表1-1

工程特性表

项目名称	宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目	
工程性质	新建建设类项目	
工程等级	中型	
建设地点	河北省宣化区	
建设单位	北控光伏科技（张家口）有限公司	
建设规模	20MWp	
工程总投资	总投资 14460 万元	
工程建设期	6 个月（2018 年 4 月~2018 年 9 月）	
工程占地	总占地 57.5hm ²	
土石方量	土石方开挖 8.5 万 m ³ 回填 8.3 万 m ³ 余方 0.2 万 m ³ 就地平铺。	
建设内容	光伏发电区	光伏发电区包括光伏板区、箱变区。光伏发电区位于项目区内坡度较小阳面山坡，光伏组成较分散，光伏发电区总用地约为 52.97 hm ² 。
	开关站	开关站主要包括：综合楼、电控室、SVG 室等建筑等占地面积 0.43hm ² 。
	集电线路	集电线路为电缆沟，电缆线路长 5.3km，主要沿检修道路布设，宽 1.0m。采用小型挖掘机后退式开挖结合人工开挖，保留 1m 宽度用于临时堆土，占地 1.06hm ² 。
	道路区	道路区包括进站道路和施工检修道路，进站道路为混凝土路面，施工检修道为泥结碎石道路，道路总长 5.34km，总占地 3.06hm ² 。
	施工生产生活区	施工生活生产区位于光伏区紧邻开关站西侧一处山梁处，地势平坦，集中布置施工生活区、材料堆场等等，占地面积为 0.40 hm ² 。

1.1.3 工程建设内容

本项目建设内容主要有开关站、光伏发电区、集电线路、道路区、施工生产生活区。

（1）开关站

开关站呈东西向布置，长61m，宽55m，站内主要建（构）筑物包括：综合楼、电控室、SVG室等建筑，以及SVG变压器基础、独立避雷针等构筑物。围墙外设有边坡，经测量边坡占地面积约1300m²。开关站总占地面积 0.43 hm²，占地类型为荒草地。

（2）光伏发电区

光伏发电区包括光伏板区、箱变区。在现有地形能满足光伏阵列组件布

置的情形下，竖向布置方式为平坡式，采用随坡就势的布置方式，不改变自然地面现状，不进行大面积场平。因此，最大限度地追求最大发电量，光伏发电区位于项目区内坡度较小阳面山坡，光伏组成较分散，光伏发电区总用地约为 52.97hm^2 ，占地类型为荒草地。

①光伏板区

项目布置容量为20MW，共布置72996块光伏组件，分13个单元进行布置，每个单元布置5615块光伏组件，每22块光伏组件为一个组串，每串列南北向布置2块光伏组件，东西向布置11块。光伏板最佳倾角 39° ，前后排光伏阵列间距根据地形坡度变化，最小为0.5m。支架基础全部采用微型钢筋混凝土钻孔灌注桩基础，取桩直径为200mm，其伸入土层的长度约2.0m，高出地面0.3m，工程设计26544根支架基础。光伏板区占地约为 52.9hm^2 ，其中光伏板占地投影面积约 9.49hm^2 。

②箱变区

本工程13个发电单元中，共配备50kW组串式逆变器416台和1.6MVA箱变器13台，同时箱变逆变器紧邻检修道路，方便安装检修。箱变器基础均采用钢筋混凝土基础，每个箱变约占地 50m^2 ，箱变逆变器占地面积为 0.07hm^2 。

（3）集电线路

本工程集电线路采用电缆地埋的方式，13套逆变升压单元通过35kV集电电缆线路接入升压站35kV配电装置，直埋电缆线路总长5300m，主要沿检修道路布设，宽1.0m。采用小型挖掘机结合人工开挖，电缆沟留1m宽度用于临时堆土，占地 1.06hm^2 ，占地类型为荒草地。

（4）道路区

道路区包括进站道路与施工检修道路，道路总长 5.34km，占地面积 2.64hm^2 。

①进站道路

进站道路从站址西侧检修道路接引，新建进站道路300m，位于山脊，道路占路面宽4m，采用公路型混凝土路面，满足运输要求。进站道路占地面积 0.12hm^2 ，为永久占地，占地类型为荒草地。

②施工检修道路

光伏电站内的施工检修道路主要沿逆变器修建，道路长度约5040m，为泥结碎石道路，道路宽度为5m，路面宽度为3.5m，转弯半径为6.0m，占地面积2.52 hm²，为临时占地，占地类型为荒草地。

（5）施工生产生活区

施工生活生产区位于光伏区紧邻开关站西侧一处山梁处，地势平坦，主要布置施工生活区、材料堆场等，经实地勘查占地面积为0.40hm²。为临时占地，占地类型为荒草地。

1.1.4 工程投资及施工工期

（1）工程投资

本项目总投资14446万元，由北控光伏科技（张家口）有限公司投资建设。

（2）工程工期

该工程从2018年4月开工建设，2018年9月主体工程完工，工期6个月；水土保持工程施工于2018年4月开工，2020年5月完工。

1.2 项目区自然概况

1.2.1 地形地貌

地形地貌：项目区地处河北省张家口市宣化区崞村镇东寺沟村北的山麓斜坡地带，地貌单元属低山、丘陵地貌，海拔高度介于980-1070m之间，地形起伏较大，沟壑较为发育，局部地段支离破碎。地表多被开发为梯田，植被发育一般，以杂草、农作物及果园为主。地貌照片见下图。



图1-2 项目区地形地貌图

1.2.2 土壤植被

项目区植被类型属于温带丛生禾草草原区，植被以草甸草原和林缘草甸为主，构成草原的植物以禾本科为主，如针茅属、羊茅、白羊草、羊草、冰草等，以及苔草、冷蒿、百里香等。小半灌木中主要有蓍状亚菊、女蒿等，深山以白杨、白桦、针叶树种等。粮食作物有玉米、高粱、谷子、马铃薯、水稻，黍子、豆类等。经济作物有胡麻、白麻、向日葵等。现状林草植被率30%左右。

1.2.3 气象水文

项目区属大陆性季风气候温带亚干旱区。根据《河北省农业气候资料（1961-2000 年累年值）》，多年年平均降水量362.9mm，年大气降水量多集中在6~9 月份。多年平均气温8℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2586℃，多年年平均蒸发量1928.1mm，年均日照时数2908h，多年极端最高气温39.1℃，极端最低气温-25.8℃，无霜冻期125d。多年最大冻土深度1.2m。年均风速3.5m/s，年平均大风日数69d，其中以春季最多，多年实测最大风速20m/s。

1.2.4 地质地震

站址区附近未发现全新世以来的活动断裂，近场区构造运动相对稳定，地震活动相对较弱。未发现滑坡、泥石流、崩塌等不良地质作用。主要不良

地质作用以小规模冲沟为主，站址区内各建（构）筑物应避免布置在沟底，且应远离沟边，避免冲沟对建筑物造成破坏。未发现压矿、采空等问题。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB 18306-2015），本工程场地所在地区的50 年超越概率为10%的地震动峰值加速度为0.15g，相对应的地震基本烈度为7度。

1.2.6 水土流失及防治情况

项目区以水力侵蚀为主。拟建场地植被覆盖度 30%左右，占地类型为荒草地，侵蚀类型表现为面蚀和沟蚀，平均侵蚀模数为 2000 t/(km²·a)，侵蚀强度为轻度侵蚀。根据《土壤侵蚀分类分级标准》，土壤容许流失量为 200t/(km²·a)。

1.3 水土保持工作概况

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》及有关法律法规规定，建设单位委托河北环京工程咨询有限公司编制该项目水土保持方案。2018年6月方案编制单位完成了《宣化区2017年20兆瓦集中式光伏扶贫项目水土保持方案报告书》（报批稿）。2018年7月17日张家口市行政审批局批复了该项目水土保持方案报告书，批复的水土保持总投资245.85万元。

1.3.2 水土保持管理及三同时落实

为保证本项目水土保持方案的顺利实施，新增水土流失得到有效控制，项目区及周边环境良性发展，使水土保持措施发挥最大效益，实现方案确定的防治目标，本项目设立了水土保持工作小组，组织协调水土保持工作。

本项目在施工过程中，采取了土地整治、表土剥存、表土回铺、浆砌石排水沟、浆砌石护坡、浆砌石挡墙、预制排水沟、铺设管涵、种草、抚育、园林绿化、栽植灌木、临时遮盖、临时拦挡等水土保持措施。

1.3.3 监督检查意见落实情况

在工程建设过程及实施水土保持措施过程中，监测单位和监管部门多次到现场进行调查监测和监督检查，并与建设单位商讨工程水土保持整改措

施，建设单位对监督监测单位提出的建议进行了落实，目前整改工作已基本完成。

2 监测内容与方法

2.1 监测工作实施情况

2.1.1 监测委托及开展情况

水土保持监测是水土保持生态建设的基础性工作，通过对宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目进行水土保持监测，掌握水土流失形成过程，了解不同类型水土流失分布情况及影响范围和程度，弄清水土保持设施的防治效果，确定工程的水土流失情况，从而为水土保持措施的实施和防治水土流失及监督管理提供依据。

受建设单位委托，我公司承担了本项目水土保持监测工作。接受委托后我公司及时成立了监测组，组织监测技术人员进入现场，进行现场查勘工作，根据该项目工程建设特点和当地的自然条件，针对建设施工活动引发水土流失的特点和造成危害程度，对项目区进行了监测区划分，根据不同区域的实际施工特点布设监测点，开展水土流失监测工作，及时获取建设工程防治责任范围内水土流失情况，掌握各项水土保持措施的实施效果。

2.1.2 监测项目部设置

我公司接受委托后成立了监测工作组，监测工作人员及时进入现场开展了调查监测、收集工程建设过程资料等工作。本项目水土保持监测人员分工等情况见表 2-1。

表 2-1

水土保持监测人员分工表

职责分工	职称	监测人员
人员管理、工作协调	高工	1 人
制订监测计划、技术报告审查、校核	高工	1 人
报告编写、制图	工程师	1 人
外业调查、资料收集	助工	1 人

2.1.3 监测点位布设

方案设计本项目有光伏发电区、开关站、集电线路、道路区、施工生产生活区 5 个一级分区，其中光伏发电区分为光伏板区、箱变、2 个二级分区；道里区分为进站道路、施工检修道路 2 个二级分区。监测报告结合项目各分区位置和施工特点未做调整。水土保持观测点布设按主体工程水土流失监测分区和实施的水土保持措施类型等项目进行布设，以监测运行期各项防治措施的治理效果为重点。

本项目建设区域共布设各类监测点 19 处，其中原地貌监测点 1 处（工程建设区附近选取），光伏发电区监测点 8 处，开关站监测点 2 处，道路区监测点 5 处，集电线路 2 处，施工生产生活区监测点 1 处，详见表 2-2。

表 2-2 水土保持监测点布置表

监测分区		位置	监测区域	监测点数	监测方法	
光伏发电区	光伏板区	光伏架开挖处	基础开挖	5	调查监测	样方
	箱变逆变器	逆变升压单元开挖处		3	调查监测	样方
开关站		建构筑物区	基础开挖	2	调查监测	样方
道路区	进站道路	进场道路两侧	路基边坡	1	调查监测	样方
	施工检修道路	检修道路两侧		4	调查监测	样方
集电线路		电缆沟	电缆沟开挖	2	调查监测	样方
施工生产生活区		项目部	场地恢复区域	1	调查监测	样方

2.1.4 监测设备配置

为保证水土保持监测工作的顺利实施、提高监测数据成果的质量，监测单位为监测技术人员配置了专用设备，配置情况详见表 2-3。

表 2-3

水土保持监测设备一览表

监测设施及设备	数量
一、常规设备	
手持 GPS	1 台(精度 10m)
全站仪	1 套(测距 5000m, 精度 2+2ppm)
50m 皮尺	2 套
5m 钢卷尺	2 套
钢钎	200 根
二、辅助设备及资料	
笔记本电脑	2 台
数码照相机	2 台
降雨资料	气象站采集
三、交通设备	
越野车	一部

2.1.5 监测技术方法

本项目监测工作介入较晚，因此监测主要采用现场全面调查监测和收集相关资料进行扰动地表面积、水土流失防治责任范围、水土保持措施落实情况、水土保持防治效果、有无水土流失危害等方面进行监测，同时在土壤流失量的计算中，通过调查和翻阅现场施工记录、施工过程中的影像资料等，了解各阶段水土流失面积的变化情况，进行土壤流失量的计算。

2.2 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》（试行）的规定，结合《宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目水土保持方案报告书》中设计监测内容要求和工程施工特点，在现场调查研究的基础上确定了监测内容包括水土流失影响因子、水土流失状况、水土流失防治措施实施和水土流失防治效果。

一是水土流失影响因子。包括项目区的降雨量和降雨强度、地形地貌等。

二是水土流失状况监测。建设项目水土流失防治责任范围、土石方情况以及水土流失量监测，工程水土流失主要来自光伏支架基础、集电线路的开

挖回填、箱变及逆变基坑、道路修建、开关站建设的开挖和回填，监测内容主要开挖土方量和回填土方量。

三是水土流失防治措施实施。工程建设中实施的水土保持措施。

四是水土流失防治效果监测。水土流失防治效果监测内容为水土流失防治六项指标：水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、扰动土地整治率、林草覆盖率和林草植被恢复率。

2.3 监测方法与频次

本项目水保监测介入较滞后，监测方法采用分阶段现场调查、勘测的监测方法，结合施工过程资料及历史影像资料收集和分析等手段开展监测工作。

本项目于 2018 年 9 月完工，监测工作介入较滞后，监测单位于 2018 年 9 月—2020 年 8 月多次进场进行现场监测，并根据现场情况与建设单位协商制定出监测整改建议。

（1）资料收集。收集项目地形地貌变化、开挖和回填土方量等情况，收集施工设计、招投标、监理、质量评定、竣工决算等相关资料，以便于汇总统计项目水土保持设施数量、质量等情况。

（2）现场勘测。通过对项目区内不同水土保持措施的实地测量，掌握核实项目区水土保持工程数量、质量。

（3）典型调查。选择有代表性的典型地段，监测统计项目区微地形变化、植被恢复等情况。

（4）访问调查。调查项目区工农业生产、社会经济、土地利用等情况。结合收集到相关施工资料，调查统计项目建设运行对周边村落、居民、耕地、生态环境、水利水保设施等危害情况。

（5）图像采集。图像采集包括记录工程典型时段、地段现场施工情况；水土保持临时措施实施、水土流失危害发生等重要水土保持事件现场情况；水土保持监测人员开展监测情况等内容。

3 水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 方案确定的水土流失防治责任范围

根据张家口市行政审批局批复的《宣化区 2017 年 20 兆瓦集中式光伏扶贫项目水土保持方案报告书》及张水审字[2018]142 号文，本项目水土流失防治责任范围区面积 56.81hm²。防治责任范围见表 3-1。

表 3-1 方案确定的水土流失防治责任范围统计表 单位：hm²

序号	工程项目		项目建设区
1	光伏发电区		52.97
2	开关站		0.45
3	道路区	进站道路	0.21
		施工检修道路	2.52
4	集电线路		1.86
5	施工生产生活区		0.6
合计			58.61

3.1.2 建设期水土流失防治责任范围

根据建设单位提供的竣工图纸，结合项目建设扰动地表监测结果，本项目建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 57.5hm²，其中项目建设区 57.5hm²。建设期水土流失防治责任范围统计见表 3-2。

表3-2 建设期水土流失防治责任范围统计表 单位：hm²

序号	建设项目		项目建设区		
			永久占地	临时占地	合计
1	开关站		0.43		0.43
2	光伏发电区	光伏板区		52.9	52.9
3		箱变区		0.07	0.07
4	集电线路	直埋电缆		1.06	1.06
5	道路区	进站道路	0.12		0.12
6		施工检修道路		2.52	2.52
7	施工生产生活区			0.4	0.4
8	总计		0.55	56.95	57.5

3.1.2 运行期水土流失防治责任范围

本项目建设期实际占地面积 57.5hm^2 ，工程施工结束后，其中光伏板中间间隔、开关站、进站道路等区域不再产生水土流失，直接影响区也不再存在，因而建设期实际占地面积 57.5hm^2 扣除上述占地面积 23.59hm^2 ，即为项目运行期水土流失防治责任范围 33.91hm^2 。

3.1.3 水土流失防治责任范围变化分析

与水土保持方案阶段相比，本项目建设期实际发生的水土流失防治责任范围减少了 1.11hm^2 ，见表 3-3。具体变化原因如下：

(1) 开关站站内按照图纸施工，根据实地勘察，站外浆砌石坡按地势走向施工，实际测量面积为 1300m^2 ，比方案减少 200m^2 。

(2) 光伏发电区经过对实地测量，光伏阵列区、箱变逆变器按照图纸施工。根据实地勘察，面积没有变化。

(3) 集电线路直埋电缆线路长 5.3km ，部分较陡路段采用人工开挖的方式开挖，经实地测量电缆沟总占地宽度在 3.10m 到 3.30m 之间，到较方案减小 $0.1\text{--}0.2\text{m}$ ，总占地面积减少约 0.8hm^2 。

(4) 进站道路实际长 300m 、占地面积 0.12hm^2 。进站道路修建在山脊，混凝土路面，路肩较小，测量宽度 4m ，宽度比方案小 3m ，面积较方案减少 0.09hm^2 。施工检修道路实际长 5040m ，测量宽 5m ，占地面 3hm^2 。跟设计相符，没有变化。

(5) 施工生产生活区位置有所变化，根据实地勘察，实际占地面积 0.4hm^2 ，面积较方案减少 0.2hm^2 。

表 3-3

水土流失防治责任范围变化对比表

单位: hm^2

防治分区			方案设计	实际发生	增减变化
项目建设区	开关站		0.45	0.43	-0.02
	光伏发电区	光伏板区	52.9	52.9	0
		箱变区	0.07	0.07	0
		小计	52.97	52.97	0
	集电线路	直埋电缆	1.86	1.06	-0.8
	道路区	进站道路	0.21	0.12	-0.09
		施工检修道路	2.52	2.52	0
		小计	2.73	2.64	-0.09
	施工生产生活区		0.6	0.4	-0.2
	合计		58.61	57.5	-1.11

3.2 建设期扰动土地面积

本项目在实际施工过程中, 实际扰动占地 34.46hm^2 。其中开关站、进站道路为永久用地, 占地面积 0.55hm^2 。其余全部为临时租用地, 占地面积 33.91hm^2 。详见下表 3-4。

表 3-4

扰动土地面积统计表

单位: hm^2

序号	工程项目		面积	占地性质		占地类型
				永久占地	临时占地	
1	开关站		0.43	0.43		荒草地
2	光伏发电区	光伏板区	29.86		29.86	
		箱变区	0.07		0.07	
3	集电线路	直埋电缆	1.06		1.06	
4	道路区	进站道路	0.12	0.12		
		施工检修道路	2.52		2.52	
5	施工生产生活区		0.4		0.4	
6	合计		34.46	0.55	33.91	

3.3 土石方流向情况监测

3.3.1 方案设计土石方情况

项目建设方案设计需动用土石方总量 16.8万m^3 , 其中土石方开挖 8.5万m^3 , 土石方回填 8.3万m^3 , 就地平铺 0.2万m^3 。见下表 3-5。

表3-5

水土保持方案设计土石方情况统计表

单位: 万m³

序号	工程项目		总量	开挖	回填	剩余方	弃方
1	光伏发电区	光伏板区	0.28	0.14	0.14		
		箱变区	0.35	0.2	0.15	0.05	
2	开关站		4.64	2.32	2.32		
3	集电线路		1.23	0.69	0.54	0.15	
4	道路区	进站道路	0.52	0.26	0.26		
		施工检修道路	9.14	4.57	4.57		
5	施工生产生活区		0.64	0.32	0.32		
合计			16.8	8.5	8.3	0.2	

3.3.2 建设期土石方监测结果

根据调查监测结果, 本项目建设过程中共动用土石方总量 16.45 万 m³, 其中土方开挖 8.29 万 m³, 土方回填 8.16 万 m³, 就地平铺 0.13 万 m³。建设期土石方情况见下表 3-6。

表3-6

建设期土石方情况统计表

单位: 万m³

项目分区		总量	开挖	回填	剩余方
光伏发电区	光伏板区	0.26	0.13	0.13	
	箱变区	0.29	0.15	0.14	0.01
开关站		4.6	2.3	2.3	
集电线路		1.14	0.63	0.51	0.12
道路区	进站道路	0.5	0.25	0.25	
	施工检修道路	9.14	4.57	4.57	
施工生产生活区		0.52	0.26	0.26	
合计		16.45	8.29	8.16	0.13

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 水土保持方案设计防治措施及工程量

水土保持方案设计本项目包括光伏发电区、开关站、道路区、集电线路区、施工生产生活区五大部分，其中光伏发电区包括光伏板区、箱变等两个二级分区，道路区包括进站道路和施工检修道路两个二级分区，针对各分区的特点布置水土保持措施。

光伏发电区措施布设

1、光伏板区

(1)工程措施

土地整治：土地整治采用人工施工作业，将支架基础周围压占区域地表进行平整、清理，土地整治面积 3.5hm^2 。

土质截水沟：由于光伏板架设增加了地表径流，所以在每个光伏小区下边缘布设截水沟，减少汇水对场区外下边坡冲蚀，长度 1500m。由于项目区地形破碎，原地貌存在侵蚀沟，为防止沟道继续扩大，在距离沟道边缘两米处设置集水沟，疏导上游汇水，长度 1000m。

(2)植物措施

植被恢复：由于支架基础施工扰动使基础周围表层植被遭到破坏，土地整治结束后在基础周围种草绿化，采用撒播草籽的方式，种披碱草面积 3.5hm^2 。

抚育：由于场区内光伏板施工和土壤松散，地表植被遭到不同程度破坏，为了加快植被恢复，对扰动区域区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 28.3hm^2 。

2、箱变区

(1)工程措施

表土剥存：在箱变基础占地原地表剥离面积 0.02hm^2 ，表土剥存厚度 30cm，剥离后的表土先堆放于周围施工场地，待施工结束后作为周围施

工场地绿化用土。

表土回铺：施工结束后，及时将收集的表土均匀回铺于基础周围施工场地。表土回铺量 60m^3 。

浆砌石护坡：箱变基础设计规格为 $3*5\text{m}$ ，基础修建大多会形成坡面，为减少坡面侵蚀和保障稳定性，进行浆砌石护坡，长度约 150m ，砌石量约 117m^3 。

(2)植物措施

植被恢复：表土回铺结束后在箱变周围施工场地种草绿化，采用撒播草籽的方式，种披碱草面积 0.05hm^2 。抚育：对施工区进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 0.05hm^2 。

(3)临时措施

临时遮盖：基础施工期间，为减少开挖土方在大风天产生扬尘，临时堆土采用密目网进行遮盖，临时遮盖面积 120m^2 。

开关站防治措施布置

(1)工程措施

表土剥存：站址区原地表剥离面积 0.06hm^2 ，表土剥存厚度 30cm ，剥离后的表土先堆放于周围施工场地，待施工结束后作为站内园林绿化用土。

表土回铺：施工结束后，及时将收集的表土均匀回铺于绿化空地。表土回铺量 180m^3 。

浆砌石排水沟：主体设计在围墙外设置排水沟，采用 $40\text{cm}*40\text{cm}$ 的浆砌石结构形式，长 420m 。浆砌石护坡：主体考虑对站址开挖坡面进行浆砌石防护，建设方量 180m^3 。

(2)植物措施

园林绿化：主体设计在开关站办公区空地内进行园林绿化，绿化面积 0.06hm^2 。

集电线路防治措施布置

(1)工程措施

表土剥存：电缆沟开挖处地表剥离面积 0.53hm^2 ，表土剥存厚度 30cm 剥离后的表土先堆放于电缆沟一侧，待施工结束后作为绿化用土。

表土回铺：施工结束后，及时将收集的表土均匀回铺于地表。表土回铺量 1590m^3 。

(2)植物措施：

①植被恢复：由于施工和土方扰动破坏了电缆沟及两侧表层植被，所以待土地整治结束后对扰动区域进行种草绿化，采用撒播草籽的方式，种披碱草面积 1.8hm^2 。

②抚育：对电缆沟的开挖区域及两侧进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 1.8hm^2 。

(3)临时措施

临时遮盖：相比其它区域因为电缆沟开挖土方较大，为减少开挖土方在大风天产生扬尘，对临时堆土采用密目网进行遮盖，临时遮盖面积 1500m^2 ，由于电缆沟是阶段性施工，不是全面同时开挖，所以密目网可重复利用。

道路区防治措施布置

1、进站道路

(1)工程措施

表土剥存：道路施工前进行地表清理面积 0.21hm^2 ，表土剥存厚度 30cm，剥离后的表土作为道路两侧绿化用土。

表土回铺：道路修建完成后，及时将收集的表土均匀回铺于路肩及边坡上。表土回铺量 630m^3 。

浆砌石排水沟：在道路陡坡一侧布置浆砌石排水沟，与主设站外排水沟连接，将道路汇水排入周围自然沟道，排水沟长度为 300m。

(2)植物措施

植被恢复：主体设计道路两侧进行草籽护坡，根据设计两侧路肩及边坡种草面积 0.09hm^2 。本方案考虑提高植被恢复效果，在路肩及边坡种增加灌木措施，栽植柠条1800株。

抚育：对种草区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 0.09hm^2 。

2、施工检修道路

(1)工程措施

表土剥存：开挖和半挖半填路段地表清理面积 2.19hm^2 ，表土剥存厚度 30cm，剥离后的表土作为道路两侧边坡绿化用土。

表土回铺：道路修建完成后，及时将收集的表土均匀回铺于路肩及边坡上。表土回铺量 6570m^3 。

浆砌石挡墙：道路较陡坡路段采用干砌石挡墙，浆砌石挡墙长度约为500m。

预制排水沟：在施工检修道路陡坡一侧设置预制 U 形混凝土排水沟，将道路汇水顺势排入周围自然沟道，排水沟长度为 2000m。

铺设管涵：道路沿线地势变化，汇水在道路转弯和低洼处会经过路面产生冲蚀，结合排水沟垂直道路布设过水管涵疏导汇水，道路区布设点有 6 处，需混凝土管涵36m。

挡土埂：重点在道路转弯处和半挖半填路陡坡段外侧布设挡土埂措施，阻挡道路汇水对下边坡的冲蚀，布设长度3000m。

(2)植物措施

植被恢复：主体设计全部检修道路两侧路肩及边坡进行草籽护坡，根据设计两侧路肩及边坡种草面积 1.71hm^2 。本方案考虑提高植被恢复效果，在填方和半挖半填路段的路肩及边坡增加灌木措施，栽植柠条 17200株。

抚育：对种草区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 1.71hm^2 。

施工生产生活区防治措施布置

(1)工程措施

土地整治：施工结束将临建拆除后，对场地进行土地整治，将扰动区

域地表进行平整、清理，利于植被恢复，土地整治面积 0.6hm^2 。

(2) 植物措施

植被恢复：由于人、机活动和材料设备占压等破坏植被，所以待场地清理完成后，将施工临建区及时撒播草籽进行种草绿化，种披碱草面积 0.6hm^2 。本方案考虑提高植被恢复效果，在绿化区域内增加灌木措施，栽植柠条12000株。

抚育：对种草区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 0.6hm^2 。

(3) 临时措施

临时遮盖：为减少空地在扰动后产生的扬尘，采用密目网进行遮盖，临时遮盖面积 300m^2 。

临时拦挡：对施工临建周围采用彩钢板拦挡防护，拦挡长度 200m，单块彩钢板高 2m，宽4m 按需要组合成排。

预防保护措施：施工期间保护项目区空地，施工活动控制在占地范围内，严禁对项目区空地扰动。建设单位应定期洒水，及时建设围栏禁牧，工程施工中监理人员要加强控制，实时巡查监督，禁止随意扰动破坏行为。

表 4-1

水土保持措施工程量

防治分区		措施类型	水土保持	措施布置			工程量		
				措施位置	单位	数量	内容	单位	数量
光伏发电区	光伏板区	工程措施	土地整治	基础扰动区域	hm ²	3.5	土地整治	hm ²	3.5
			土质截水沟	光伏小区下边缘	m	1500	土方开挖	m ³	270
				沟头防护	m	1000	土方开挖	m ³	180
		植物措施	种草	基础扰动区域	hm ²	3.5	撒播草籽	hm ²	3.5
			抚育	光伏板扰动区域	hm ²	28.3	抚育	hm ²	28.3
	箱变区	工程措施	表土剥存	基础及周边	hm ²	0.02	表土剥存	m ³	60
			表土回铺	基础施工区	m ³	60	土方回填	m ³	60
			浆砌石护坡	基础边坡	m	150	土方开挖	m ³	54
							浆砌石	m ³	117
		植物措施	种草	基础施工区	hm ²	0.05	撒播草籽	hm ²	0.05
			抚育	基础施工区	hm ²	0.05	抚育	hm ²	0.05
		临时措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	120	纱网遮盖	m ²	120
开关站	工程措施	表土剥存	建筑物区域	hm ²	0.06	表土剥存	m ³	180	
		表土回铺	绿化区域	m ³	180	土方回填	m ³	180	
		浆砌石排水沟	站址周围	m	420	浆砌石排水沟	m	420	
		浆砌石护坡	站外边坡	m ³	180	浆砌石护坡	m ³	180	
	植物措施	园林绿化	站内空地	hm ²	0.06	园林绿化	hm ²	0.06	
集电线路	工程措施	表土剥存	开挖区域	hm ²	0.53	表土剥存	m ³	1590	
		表土回铺	开挖区域	m ³	1590	土方回填	m ³	1590	
	植物措施	种草	扰动范围内	hm ²	1.8	撒播草籽	hm ²	1.8	
		抚育	扰动范围内	hm ²	1.8	抚育	hm ²	1.8	
	临时措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	1500	纱网遮盖	m ²	1500	

续表 4-2

水土保持方案措施工程量

防治分区		措施类型	水保措施	措施布置			工程量		
				措施位置	单位	数量	内容	单位	数量
道路区	进站道路	工程措施	表土剥存	占地区域	hm ²	0.21	表土剥存	m ³	630
			表土回铺	占地区域	m ³	630	土方回填	m ³	630
			浆砌石排水沟	道路一侧	m	300	土方开挖	m ³	210
		浆砌石					m ³	162	
	植物措施	栽植灌木	道路两侧	hm ²	0.09	栽柠条	株	1800	
		种草	道路两侧	hm ²	0.09	撒播草籽	hm ²	0.09	
		抚育	道路两侧	hm ²	0.09	抚育	hm ²	0.09	
	施工检修道路	工程措施	表土剥存	开挖和半挖半填段	hm ²	2.19	表土剥存	m ³	6570
			表土回铺	开挖和半挖半填段	m ³	6570	土方回填	m ³	6570
			浆砌石挡墙	开挖和半挖半填段陡坡处	m	500	土方开挖	m ³	75
							浆砌石	m ³	375
			预制排水沟	开挖和半挖半填段陡坡处	m	2000	土方开挖	m ³	320
							预制块砌筑	m	2000
			铺设涵管	水槽跨越道路处	处	6	埋设管涵	m	36
			挡土埂	道路一侧	m	3000	土石方	m ³	540
		植物措施	栽植灌木	填方和半挖半填段路肩及边坡	hm ²	0.86	栽柠条	株	17200
种草			道路路肩及边坡	hm ²	1.71	撒播草籽	hm ²	1.71	
抚育			道路路肩及边坡	hm ²	1.71	抚育	hm ²	1.71	
						抚育	hm ²	1.71	
施工生产生活区		工程措施	土地整治	光伏板扰动区域	hm ²	0.6	土地整治	hm ²	0.6
		植物措施	栽植灌木	扰动范围内	hm ³	0.6	栽柠条	株	12000
			种草	扰动范围内	hm ²	0.6	撒播草籽	hm ²	0.6
			抚育	扰动范围内	hm ²	0.6	抚育	hm ²	0.6
		临时措施	临时遮盖	空地	m ²	300	纱网遮盖	m ²	300
			临时拦挡	临建周围	m	200	彩钢板拦挡	m	200

4.2 工程措施监测结果

通过调查监测和查阅施工记录，本项目基本按照水土保持方案要求并结合工程现场实际情况落实了水土保持防护措施，基本做到了水土保持工程与主体工程施工推进相一致，不同施工阶段实施不同的防护措施。

截至2021年4月，相继完成的水土保持工程措施有土地整治7.6hm²，表土剥存2.99hm²，表土回铺8860m³，浆砌石排水沟2000m，浆砌石挡墙600m、碎石压盖130 m²，浆砌石护坡300m²，预制排水沟2200m，铺设管涵42m。本项目水土保持工程措施实施情况见表4-3。

(1)光伏发电区：

光伏板区

① 土地整治：采用人工结合机械进行施工，将支架基础周围压占区域地表进行平整、清理，土地整治面积7.2hm²。

箱变区

② 表土剥存：在箱变基础占地原地进行表土剥存，表剥离面积 0.02hm^2 。

③表土回铺：施工结束后，及时将收集的表土均匀回铺于基础周围施工场地。表土回铺 50m^3 。

④碎石压盖：箱变基础修建完毕后，为减少坡面侵蚀和保障稳定性，进行碎石压盖，碎石压盖面积 130 m^2 。

(2) 开关站：

①表土剥存：站址区原地表进行表土剥离后的表土先堆放于周围施工场地，待施工结束后作为站内园林绿化用 表土剥离面积 0.06hm^2 。

② 表土回铺：施工结束后，及时将收集的表土均匀回铺于绿化空地。表土回铺 180m^3 。

③ 浆砌石排水沟：开关站围墙外设置排水沟，采用 $40\text{cm}\times 40\text{cm}$ 的浆砌石结构形式，浆砌石排水沟长 200m 。

④浆砌石护坡：在开关站侧面站开挖坡面进行浆砌石防护，浆砌石护坡面积约 300m^2 。

(3) 道路区

进站道路

① 表土剥存：道路施工前进行地表清理面积 0.12hm^2 。

② 表土回铺：道路修建完成后，及时将收集的表土均匀回铺于路肩及边坡上。回铺面积 360m^3 。

③浆砌石排水沟：在道路陡坡一侧布置浆砌石排水沟，与主设站外排水沟连接，将道路汇水排入周围自然沟道，排水沟长度为 300m 。

施工检修道路

① 表土剥存：施工检修道路地表清理面积 2.19hm^2 。

② 表土回铺：道路修建完成后，及时将收集的表土均匀回铺于路肩及边坡上。回铺面积 6570m^3 。

③ 浆砌石挡墙：道路较陡坡路段采用浆砌石挡墙，浆砌石挡墙长度约为 600m 。

④ 预制排水沟：在施工检修道路陡坡一侧设置预制 U 形混凝土排水沟，将道路汇水顺势排入周围自然沟道，排水沟长度为 2200m 。

⑤ 浆砌石排水沟：在部分道路陡坡一侧布置浆砌石排水沟，将道路汇水排入周围自然沟道，排水沟长度为 1500m。

⑥ 铺设管涵：道路沿线地势变化，汇水在道路转弯和低洼处会经过路面产生冲蚀，结合排水沟垂直道路布设过水管涵疏导汇水，铺设管涵 42m。

(4) 集电线路：

① 表土剥存：电缆沟开挖处地表剥离面积 0.6hm^2 ，待施工结束后作为绿化用土。

② 表土回铺：施工结束后，及时将收集的表土均匀回铺于地表。表土回铺 1700m^3 。

(5) 施工生产生活区：

① 土地整治：施工结束将临建拆除后，对场地进行土地整治，将扰动区域地表进行平整、清理，土地整治面积 0.4hm^2 。

4.3 植物措施

通过调查监测和查阅施工记录，本项目人工种植披碱草面积 9.11hm^2 ，栽种柠条 19000 株，植被抚育 24.41hm^2 。水土保持植物措施实施情况见表 4-3。

(1) 光伏发电区

光伏板区：

光伏阵列区工程完工后，根据发电区内原地貌扰动情况和植被长势情况，在植被覆盖较差的地方实施人工种披碱草方法恢复植被，对在施工过程中植被扰动的区域进行大面积抚育，及时洒水提高植被恢复成果。种草面积 7.2hm^2 ，植物抚育面积 22.4hm^2 。

箱变区：

表土回铺结束后在箱变周围施工场地种草绿化，并对其及时洒水、禁牧进行抚育，提高成活率。种草面积 0.03hm^2 ，植物抚育面积 0.03hm^2 。

(2) 开关站：在开关站办公区空地和开关站周边进行园林绿化并栽种柠条，栽种柠条 4000 株，绿化面积 0.1hm^2 。

(3) 道路区：

进站道路

道路两侧边坡进行种草，种草面积 0.05hm^2 。抚育：对种草区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 0.05hm^2 。

施工检修道路

检修道路两侧路肩及边坡播撒披碱草面积 0.5hm^2 。对种草区域进行洒水、禁牧等抚育措施，抚育植被面积 0.5hm^2 。

(4) 集电线路：

土地整治结束后对扰动区域进行种草绿化，采用撒播草籽的方式，种植披碱草，并对电缆沟的开挖区域及两侧进行洒水、禁牧等抚育措施，种草面积 1hm^2 ，抚育植被面积 1hm^2 。

(5) 施工生产生活区：场地清理完成后，将施工临建区及时撒播草籽进行种草绿化，在绿化区域内增种柠条，对种植区域进行洒水、禁牧等抚育措施。种草 0.33hm^2 ，栽种柠条 15000 株，抚育植被面积 0.33hm^2 。

4.4 临时措施

通过调查监测和查阅施工记录，本项目完成的水土保持临时措施主要有临时拦挡、临时遮盖，共完成临时遮盖 1920m^2 ，临时拦挡 200m 。本项目水土保持临时措施实施情况见表4-3。

(1) 光伏发电区（箱变区）：为减少开挖土方在大风天产生扬尘，临时堆土采用密目网进行遮盖，临时遮盖面积 120m^2 ；

(2) 集电线路：为减少开挖土方在大风天产生扬尘，对临时堆土采用密目网进行遮盖，临时遮盖面积 1500m^2 ；

(3) 施工生产生活区：①临时遮盖：为减少空地在扰动后产生的扬尘，采用密目网进行遮盖，临时遮盖面积 300m^2 。②临时拦挡：对施工临建周围采用彩钢板拦挡防护，拦挡长度 200m 。

表4-3

水土保持措施实施情况统计表

一级分区	二级分区	措施类型	水土保持措施	单位	工程量	实施时间
光伏发电区	光伏板区	工程措施	土地整治	hm ²	7.2	2019年10月-2020年4月
		植物措施	种草	hm ²	7.2	2020年4月-2020年5月
			抚育	hm ²	22.4	2020年4月-2020年5月
	箱变区	工程措施	表土剥存	hm ²	0.02	2018年6月
			表土回铺	m ³	60	2018年10月
			碎石压盖	m ²	130	2018年10月
		植物措施	种草	hm ²	0.03	2020年4月-2020年5月
			抚育	hm ²	0.03	2020年4月-2020年5月
		临时措施	临时遮盖	m ²	120	2018年8月-2018年10月
开关站		工程措施	表土剥存	hm ²	0.06	2018年5月
			表土回铺	m ³	180	2018年10月
			浆砌石排水沟	m	200	2020年4月
			浆砌石护坡	m ²	300	2018年10月
		植物措施	园林绿化	hm ²	0.1	2020年4月-2020年5月
			周边栽植灌木	株	4000	2020年4月-2020年5月
集电线路		工程措施	表土剥存	hm ²	0.6	2018年6月
			表土回铺	m ³	1700	2018年9月
		植物措施	种草	hm ²	1	2020年4月-2020年5月
			抚育	hm ²	1	2020年4月-2020年5月
		临时措施	临时遮盖	m ²	1500	2018年6月-2018年9月
道路区	进站道路	工程措施	表土剥存	hm ²	0.12	2018年6月
			浆砌石排水沟	m	300	2020年4月
			表土回铺	m ³	360	2018年9月
			种草	hm ²	0.05	2020年5月
			抚育	hm ²	0.05	2020年5月
	施工检修道路	工程措施	表土剥存	hm ²	2.19	2018年4月
			表土回铺	m ³	6570	2018年9月
			浆砌石挡墙	m ²	600	2020年4月
			预制排水沟	m	2200	2020年4月-2020年5月
			铺设管涵	m	42	2020年4月-2020年5月
			浆砌石排水沟	m	1500	2020年4月-2020年5月
		种草	hm ²	0.5	2020年5月	
	抚育	hm ²	0.5	2020年5月		
施工生产生活区		工程措施	土地整治	hm ²	0.4	2020年4月
		植物措施	栽植灌木	株	15000	2020年5月
			种草	hm ²	0.33	2020年5月
			抚育	hm ²	0.33	2020年5月
			临时措施	临时遮盖	m ²	300
		临时拦挡		m	200	2018年4月-2018年9月

4.5 水土保持措施防治效果分析

本项目水土保持各项措施实施滞后，根据现场调查，水保措施陆续实施后，通过对各个分区、各项措施完成情况分析，水土保持措施完成情况合格，基本能够达到水土保持方案要求。实际落实水土保持措施与水保方案设计相比，变化情况如下：

(1)光伏发电区

光伏阵列区经实地勘察发现，该区域破坏扰动不大，取消土质截水沟，清理碎石、打桩后的弃土较多，增加了土地整治面积；需要人工植复被恢的区域较多，加大人工种草绿化面积，对需要植被抚育的区域进行抚育措施，经实地调查，抚育面积较方案减少。

箱变周边的表土剥存和临时拦挡按方案实施。箱变采用高台阶设计，保护箱变基础不受水蚀，并加以碎石压盖，替代浆砌石护坡。设计的浆砌石没有实施。箱变周边碎石播撒草籽绿化，并进行抚育，面积减少。箱变旁临时堆土采用密目网进行遮盖。

(2)开关站

实际施工中，表土剥存、表土回铺按要求实施，浆砌石排水沟经测量实际长度减少，浆砌石护坡面积增加。

园林绿化措施为种植杨树和披碱草，为增加绿化效果开关站门外增种柠条。

(3)道路区

进站道路按照方案实施了表土剥存、表土回铺和浆砌石排水沟，植物措施未栽种灌木，全部种植披碱草，并进行抚育，实际面积减少。

施工检修道路按方案实施了表土剥离、表土回铺，面积没有变化，业主提供防治标准和美观性，把挡土埂变成浆砌石排水，浆砌石挡墙面积和预制排水沟长度有所增加。管涵增加一处，道路增设排水沟后，因栽种灌木影响后期设备维护的的行车安全，因此未栽种灌木。经实地调查施工检修道路在部分区域播撒披碱草籽，并进行抚育，种植面积有所减少。

（4）集电线路

集电线路按照方案实施了表土剥存和表土回铺，经实地测量，表土剥离厚度增加，表土剥离和表土回铺数量增加。绿化措施按要求采取人工种植披碱草，并进行了抚育，经测量集电线路旁植被自然恢复情况较好，实际面积绿化有所减少。电缆沟一侧的临时堆土采用密目网进行遮盖。

（5）施工生产生活区

施工结束后，施工生产生活的临时板房拆除，恢复原始地貌，并进行土地整治，施工生产生活区面积减少，土地整治面积随之变小，采取人工种草方式恢复植被，并加种柠条，并进行了抚育。植被恢复面积和抚育面积有所减小。临时遮盖和临时排水沟按要求实施。水土保持防治措施对比表见表 4-4。

表 4-4

水土流失防治措施完成情况对比表

一级分区	二级分区	措施类型	水土保持措施	单位	方案设计工程量	实际工程量	备注
光伏发电区	光伏板区	工程措施	土地整治	hm ²	3.5	7.2	增加
			土质截水沟	m	2500	0	未实施
		植物措施	种草	hm ²	3.5	7.2	增加
			抚育	hm ²	28.3	22.4	减少
	箱变区	工程措施	表土剥存	hm ²	0.02	0.02	
			表土回铺	m ³	60	60	
			浆砌石护坡	m ²	117	0	未实施
			碎石压盖	m ²	0	130	新增
		植物措施	种草	hm ²	0.05	0.03	减少
			抚育	hm ²	0.05	0.03	减少
		临时措施	临时遮盖	m ²	120	120	
开关站	工程措施		表土剥存	hm ²	0.06	0.06	
			表土回铺	m ³	180	180	
			浆砌石排水沟	m	420	200	减少
			浆砌石护坡	m ²	180	300	增加
	植物措施		园林绿化	hm ²	0.06	0.1	增加
			栽植灌木	株	0	4000	新增
集电线路	工程措施		表土剥存	hm ²	0.53	0.6	增加
			表土回铺	m ³	1590	1700	增加
			种草	hm ²	1.8	1	减少
	植物措施		抚育	hm ²	1.8	1	减少
			临时遮盖	m ²	1500	1500	
道路区	进站道路	工程措施	表土剥存	hm ²	0.21	0.12	减少
			表土回铺	m ³	630	360	减少
			浆砌石排水沟	m	300	300	
		植物措施	栽植灌木	株	1800	0	未实施
			种草	hm ²	0.09	0.05	减少
			抚育	hm ²	0.09	0.05	减少
	施工检修道路	工程措施	表土剥存	hm ²	2.19	2.19	
			表土回铺	m ³	6570	6570	
			浆砌石挡墙	m ²	500	600	增加
			预制排水沟	m	2000	2200	增加
			铺设涵管	m	36	42	增加
			浆砌石排水沟	m	0	1500	新增
			挡土埂	m	3000	0	未实施
		植物措施	栽植灌木	株	17200	0	未实施
			种草	hm ²	1.71	0.5	减少
			抚育	hm ²	1.71	0.5	减少
施工生产生活区	工程措施		土地整治	hm ²	0.6	0.4	减少
			栽植灌木	株	12000	15000	增加
	植物措施		种草	hm ²	0.6	0.33	减少
			抚育	hm ²	0.6	0.33	减少
	临时措施		临时遮盖	m ²	300	300	
			临时拦挡	m	200	200	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 建设期水土流失面积

工程建设中扰动原地貌、占压土地、损坏植被等活动，减弱了地表的抗蚀抗冲能力，加重了项目区水土流失，降低了土地生产力。建设期的扰动土地面积即为水土流失面积，共计 34.46hm^2 。

5.1.2 试运行期水土流失面积

项目投入运行后，开挖扰动地表和破坏植被的施工活动基本终止，同时采取了有效的水土流失防治措施后，水土流失得到有效控制，但在绿化植被未能全部覆盖地表以前，仍存在一定的土壤流失。

(1) 2019 年监测的各分区水土流失面积

①开关站

站内构建筑物、道路修建完成，浆砌石排水沟、浆砌石护坡等工程措施已实施，但绿化措施尚未实施，水土流失面积 0.1hm^2 。

②光伏发电区

光伏板采用微型钢筋混凝土灌注桩基础，没有土方开挖及回填，破坏面积有限，光伏板架设完毕后，尚未进行植物恢复，只有部分植被开始自然恢复，光伏板区水土流失 2.8hm^2 。箱变施工完毕后，进行了表土回铺，植被开始部分自然恢复，种草措施尚未开始，水土流失面积 0.02hm^2 。光伏发电区合计水土流失面积 2.82hm^2 。

③道路区

道路区的进站道路已硬化完毕，但尚未实施工程措施措施和植物措施，存在一定的水土流失现象，水土流失面积 0.06hm^2 。施工检修道路，施工完毕后工程措施、植物措施尚未开始，植被开始部分自然恢复，水土流失面积 2.4hm^2 。

④集电线路区

集电线路区表土回铺施工已完毕，植物措施尚未开始，植被开始部分自然恢复，水土流失面积 1hm^2 。

⑤施工生产生活区

施工生产生活区临时板房已全部拆除，植物措施尚未开始，目前水土流失面积为 0.4hm^2 。

综上所述，项目区 2019 年有水土流失面积 6.78hm^2 。

(2) 2020 年监测的各分区水土流失面积

①开关站

开关站及周边实施植物措施，绿化区域内植物长势良好，通过监测没有发现水土流失。

②光伏发电区

光伏板区实施土地整治，进行了种草绿化，并对区域内的植被进行了浇水抚育，大部分区域草长势良好，但还有个别地段仍存在着轻微水土流失，通过监测，区域内水土流失面积 0.2hm^2 。

③ 道路区

道路区中的进站道路，通过治理，修建了排水沟，在周边种草绿化，不存在水土流失现象。施工检修道路，通过修建排水设施，并加以种草绿化，大部分道路保存完好，仅个别地段路面被冲毁，据监测，施工检修道路有水土流失面积 0.10hm^2 ；施工道路植被恢复情况良好。

④ 集电线路区

集电线路区通过种草恢复植被，植被恢复情况良好，基本没有水土流失。

⑤ 施工生产生活区

施工生产生活区通过栽种柠条恢复植被，植被恢复情况良好，基本没有水土流失。

综上所述，项目区 2020 年有水土流失面积 0.3hm^2 。

2019 年、2020 年各分区水土流失面积见表 5-1。

表 5-1 水土流失面积统计表 单位： hm^2

序号	项目分区		建设期	运行期		备注
				2019 年	2020 年	
1	光伏发电区	光伏板区	29.86	2.8	0.2	
		箱变逆变器	0.07	0.02	0	
2	开关站		0.43	0.1	0	
3	道路区	进站道路	0.12	0	0	
		施工检修道路	2.52	2.4	0.1	
4	集电线路区		1.06	1	0	
5	施工生产生活区		0.4	0.4	0	
合计			34.46	6.78	0.3	

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

项目区位于河北省宣化区，属于坝下中低山区，水土流失现状调查采用遥感结合现场调查的方法，并参考第二次全省水土流失遥感调查结果，通过综合分析，项目区现状土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，土壤侵蚀强度为轻度，年平均土壤侵蚀模数在 $2000\text{t}/\text{km}^2$ 左右。

5.2.2 建设期间土壤侵蚀模数

本项目从 2018 年 4 月开工建设，2018 年 9 月工程完工，工期 6 个月；水土保持工程于 2020 年 5 月完工。因为水土保持工程滞后，建设期土壤侵蚀时段按主体工程施工期计算。施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受施工活动影响各扰动地表土壤侵蚀模数较原地貌有了明显增加。开关站、道路区、集电线路等扰动地表受施工开挖回填影响，土壤侵蚀模数增加到 $3800\text{--}4000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；光伏发电区和施工生产生活区受施工扰动影响较小，土壤侵蚀模数增加到 $2800\text{--}3200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。见表 5-2。

5.2.3 自然恢复期（或运行期）土壤侵蚀模数

①开关站

2019 年开始实施工程措施，土壤流失量逐步减小，2020 年园林绿化，植被恢复良好，2019 年平均土壤侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，2020 年平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

②光伏发电区

光伏板区 2019 年底逐步开始实施工程措施，2020 年开始进行绿化施工，植被恢复情况良好，2019 年平均土壤侵蚀模数为 $600\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，2020 年平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。2019 年箱变周围尚未开始种草恢复植被，2019 年平均土壤侵蚀模数 $800\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，2020 年开始绿化措施，平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

③道路区

道路区的进站道路由于采用混凝土水泥路面，只是在道路两侧有轻微流失，2019 年平均土壤侵蚀模数为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，2020 年通过实施工程措施和植物措施，平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。施工检修道路采用沙石路面，2019 年工程完毕后，施工检修道路尚未开始布设相关水土保持措施，土壤侵蚀模数降至原地貌侵蚀水平，2019 年平均土壤侵蚀模数 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，2020 年开始实施工程措施和植物措施，排水沟等工程措施发挥作用，植被恢复良好，平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

④集电线路区

2019 年，集电线路区表土回铺工程已完成，植被开始自然恢复，土壤侵蚀模数开始降低，平均土壤侵蚀模数为 $600\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；2020 年加强恢复治理，进行了种草恢复，并加以抚育，植被恢复良好，平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

⑤施工生产生活区

2019 年，施工完毕后施工生产生活区临时建筑全部拆除，植被开始自然恢复，土壤侵蚀模数开始降低，平均土壤侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；2020 年栽种柠条，植被恢复良好，平均土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

表 5-2 项目区土壤侵蚀模数表 单位： $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$

序号	防治分区		土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)			
			背景值	建设期	植被自然恢复期	
					2019 年	2020 年
1	光伏发电区	光伏板区	2000	2800	600	200
		箱变逆变器	2000	3200	800	200
2	开关站		2000	4000	1000	200
3	道路区	进站道路	2000	4000	400	200
		施工检修道路	2000	4000	2000	200
4	集电线路区		2000	3800	600	200
5	施工生产生活区		2000	3000	1000	200

5.2.4 水土流失量

根据各时期监测情况，不同时期水土流失量如下。

(1) 原地貌水土流失量

通过计算得出，建设期原地貌土壤流失量为 689t。

(2) 工程建设期水土流失量

据计算，工程建设期产生的土壤流失量为 1013t，较原地貌新增水土流失量 324t。工程建设期土壤流失量见表 5-3。

(3) 试运行期水土流失量

据计算，试运行期内共产生土壤流失量为 77t，试运行期较原地貌土壤流失量减少了 194t，见表 5-4。

(4) 土壤流失量

由以上分析可知，实际建设期和试运行期共产生水土流失量为 1090t，新增水土流失量 401t。水土流失量汇总见表 5-5。

5.3 水土流失危害

工程建设过程中扰动原地貌，破坏土壤结构，同时产生裸露地面，降低土壤抗蚀能力，诱发产生新的水土流失，水土流失的主要形式表现为面蚀。

据对现场调查、巡查及访问可知，项目在建设过程中采用较先进的施工工艺，优化了施工时序，并采取了水土流失防治措施，产生的水土流失危害较轻微，没有因施工建设引发大的水土流失灾害。

表 5-3 建设期土壤流失量表

序号	防治分区		水土流失面积	侵蚀模数 (t/km ² .a)		水土流失时段	水土流失量 (t)		
			(hm ²)	背景值	建设期	(a)	原地貌	建设期	新增
1	光伏发电区	光伏板区	29.86	2000	2800	1	597	836	239
		箱变逆变器	0.07	2000	3200	1	1	2	1
2	开关站		0.43	2000	4000	1	9	17	9
3	道路区	进站道路	0.12	2000	4000	1	2	5	2
		施工检修道路	2.52	2000	4000	1	50	101	50
4	集电线路区		1.06	2000	3800	1	21	40	19
5	施工生产生活区		0.40	2000	3000	1	8	12	4
合计			34.46				689	1013	324

表 5-4

试运行期土壤流失量

序号	防治分区		原地貌侵蚀模数 (t/km ² .a)	2019 年			2020 年			水土流失量 (t)		
				水土流失面积	侵蚀模数 (t/km ² .a)	水土流失时段 (a)	水土流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	水土流失时段 (a)	原地貌	运行期	增减
1	光伏发电区	光伏板区	2000	2.8	600	1	0.2	200	1	112	17	-95
		箱变逆变器	2000	0.02	800	1	0	200	1	1	0	-1
2	开关站		2000	0.1	1000	1	0	200	1	4	1	-3
3	道路区	进站道路	2000	0.06	400	1	0	200	1	2	0	-2
		施工检修道路	2000	2.4	2000	1	0.1	200	1	96	48	-48
4	集电线路区		2000	1	600	1	0	200	1	40	6	-34
5	施工生产生活区		2000	0.4	1000	1	0	200	1	16	4	-12
合计				6.78			0.3			271	77	-194

表 5-5

土壤流失量汇总表

单位：t

序号	防治分区		原地貌	监测水土流失量			增减
				建设期	运行期	合计	
1	光伏发电区	光伏板区	597	836	17	853	256
		箱变逆变器	1	2	0	2	1
2	开关站		9	17	1	18	10
3	道路区	进站道路	2	5	0	5	3
		施工检修道路	50	101	48	149	99
4	集电线路区		21	40	6	46	25
5	施工生产生活区		8	12	4	16	8
合计			689	1013	77	1090	401

6 水土流失防治效果监测

6.1 扰动土地整治率

项目施工扰动土地面积 34.46hm^2 ，本项目共完成扰动治理面积 33.45hm^2 ，平均扰动土地整治率 97.1%。各监测分区扰动土地面积及扰动土地整治率计算情况如表 5-1。

表 6-1 扰动土地整治情况计算表

监测分区		占地面积(hm^2)	扰动面积(hm^2)	水土流失治理面积		建筑物及硬化面积(hm^2)	扰动土地整治面积(hm^2)	扰动土地整治率(%)
				工程措施	植物措施			
开关站		0.43	0.43	0	0.1	0.33	0.43	100.0
光伏发电区	光伏板区	52.9	29.86	6.5	22.4	0.1	29	97.1
	箱变区	0.07	0.07	0	0.03	0.02	0.05	71.4
集电线路	直埋电缆	1.06	1.06	0	1	0	1	94.3
道路区	进站道路	0.12	0.12	0	0.05	0.07	0.12	100.0
	施工检修道路	2.52	2.52	0	0.5	2.02	2.52	100.0
施工生产生活区		0.4	0.4	0	0.33	0	0.33	82.5
总计		57.5	34.46	6.5	24.41	2.54	33.45	97.1

6.2 水土流失总治理度

结合项目施工特点及水土保持措施实施情况，本项目共完成水土流失治理面积 30.91hm^2 ，项目区水土流失面积 31.92hm^2 ，水土流失总治理度达到了 96.8%。各防治区水土流失治理情况见表 5-2。

表 6-2 水土流失总治理度计算表

监测分区		建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	水土流失治理面积		建筑物及硬化面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失总治理度 (%)
				工程措施	植物措施			
开关站		0.43	0.43	0	0.1	0.33	0.1	100
光伏发电区	光伏板区	52.9	29.86	6.5	22.4	0.1	29.76	97.1
	箱变区	0.07	0.07	0	0.03	0.02	0.05	60.0
集电线路	直埋电缆	1.06	1.06	0	1	0	1.06	94.3
道路区	进站道路	0.12	0.12	0	0.05	0.07	0.05	100.0
	施工检修道路	2.52	2.52	0	0.5	2.02	0.5	100.0
施工生产生活区		0.4	0.4	0	0.33	0	0.4	82.5
总计		57.5	34.46	6.5	24.41	2.54	31.92	96.8

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本项目在建设过程中，建设单位和设计、施工单位科学组织、合理施工，尽量压缩建设施工占地，土方挖填平衡。根据监测调查统计，本项目拦渣率达到 98%。

6.4 土壤流失控制比

项目区属水力侵蚀区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区土壤容许流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ 。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至 $200\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ 左右，土壤流失控制比达到了1.0，水土流失基本得到了有效控制。

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

根据监测调查统计，本项目建设区面积 57.5hm^2 ，完成林草植被建设面积 24.41hm^2 ，可绿化植被面积 25.55hm^2 。项目区林草植被恢复率达 95.5%，林草覆盖率为 42.45%。

表 6-3

林草覆盖率和林草植被恢复率指标计算表

监测分区		建设区面积(hm ²)	植物措施面积(hm ²)	可绿化面积(hm ²)	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
开关站		0.43	0.1	0.1	100	23.3
光伏发电区	光伏板区	52.9	22.4	23.3	96.1	42.34
	箱变区	0.07	0.03	0.03	100	42.9
集电线路	直埋电缆	1.06	1	1.06	94.3	94.3
道路区	进站道路	0.12	0.05	0.06	83.3	41.7
	施工检修道路	2.52	0.5	0.6	83.3	19.8
施工生产生活区		0.4	0.33	0.4	82.5	82.5
总计		57.5	24.41	25.55	95.5	42.45

6.6 防治效果分析

随着各项水土保持措施的实施和水土保持效益的初步发挥,试运行期各项水土流失防治指标均达到了水土保持方案设定的目标值。其中扰动土地整治率达到 97.1%,水土流失总治理度达到 96.8%,拦渣率达到 98%,土壤流失控制比达到 1.0,林草植被恢复率达到 95.5%,林草覆盖率达到 42.45 %。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本项目位于河北省宣化区,属永定河上游国家级水土流失重点治理区。项目区土壤侵蚀类型为水力侵蚀,项目区原地貌土壤流失量781t。主体工程于2018年4月开工建设,2018年9月完工,水保工程于2020年5月完工,建设期共产生土壤流失量1089t,比原地貌增加了391t。施工结束随着各项水土保持措施的陆续落实,试运行期年土壤流失量64.8t,土壤流失量明显减小,项目区水土流失得到了有效控制。

7.2 水土保持措施评价

本项目建设过程中,建设单位比较重视水土保持工作,依据批复的水土保持方案报告书,结合本项目施工特点,实施了各项水土保持措施。

根据监测汇总统计,本项目共完成水土保持措施工程措施为:土地整治7.6hm²,表土剥存2.99hm²,表土回铺8860m³,浆砌石排水沟2000m,浆砌石挡墙600m、碎石压盖130 m²,浆砌石护坡300m²,预制排水沟2200m,铺设管涵42m。植物措施为:植披碱草面积9.11hm²,栽种柠条19000株,植被抚育24.41hm²。临时措施为:临时遮盖1920m²,临时拦挡200m。

项目各项水土流失防治措施按照水保方案结合现场实际实施,已落实的水土保持措施数量、规格符合要求。通过试运行调查监测,项目区各项水土保持措施起到了很好的防治水土流失的作用,已初步发挥水土流失防治效益。

7.3 存在问题及建议

(1) 本项目部分水土保持措施实施较晚,建议建设单位在以后其他项目施工中,水土保持工程应与主体工程同时进行,尽早的落实水保措施,实现保土效益。

(2) 建设单位应抓进一步对道路区部分较陡区域铺洒碎石，防止道路滑坡。对现有水土保持工程加强维护，及时修缮受损工程。

(3) 对已经完成绿化的区域加强抚育管理，保持成活率及保存率。保证各项水土保持工程防护功能的正常发挥。

7.4 综合结论

自承担监测工作以来，监测单位积极开展现场调查、资料收集等工作，获得了较为详实的监测数据，达到了预期的监测目标。通过对监测结果分析，得出以下结论：

(1) 工程施工过程中，建设单位比较重视水土保持工作，积极实施了水土流失防治措施，防治效果较为显著。

(2) 工程施工全部控制在项目征占地范围内，对周边环境影响轻微。

(3) 工程建设期间，未出现因扰动引发的大规模的水土流失，水土保持方案设计的水土保持措施基本得到落实，水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。

现场监测照片

光伏发电区监测



光伏发电区监测



施工生产生活区植被恢复



施工道路浆砌石护坡及预制排水沟监测



升压站周边浆砌石护坡监测



施工道路植被恢及浆砌石排水沟

