

康保恩发 20 兆瓦农光互补光伏发电项目 水土保持监测总结报告

建设单位：康保恩发光伏发电有限公司

编制单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇二一年十二月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (副本)

单位名称：河北环京工程咨询有限公司

法定代表人：赵兵

单位等级：★★★★(4星)

证书编号：水保监测(冀)字第0018号

有效期：自2018年1月1日至2020年12月31日

发证机构：

发证时间：2018年1月1日



单位名称：河北环京工程咨询有限公司

联系人：张伟

邮编：050011

联系电话：0311-85696305

E-mail: huanjingshuibao@126.com

康保恩发 20 兆瓦农光互补光伏发电项目

项目水土保持监测总结报告责任页

(河北环京工程咨询有限公司)

批准：赵 兵（董事长）

赵 兵

核定：王 富（工程师）

王 富

审查：张 伟（工程师）

张 伟

校核：钟晓娟（工程师）

钟晓娟

项目负责人：贾志刚（工程师）

贾志刚

编写：贾志刚（工程师）（报告编写、外业调查）

贾志刚

李旗凯（工程师）（资料收集、外业调查）

李旗凯

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 项目概况	3
1.2 水土保持工作概况	13
1.3 监测工作实施情况	14
2 监测内容与方法	17
2.1 扰动土地情况	17
2.2 取土、弃渣情况	17
2.3 水保措施	17
2.4 水土流失情况监测	18
2.5 水土流失因子监测	18
2.6 水土流失六项指标监测	18
3 重点对象水土流失动态监测	19
3.1 防治责任范围监测	19
3.2 取土（料）监测	21
3.3 弃渣监测	22
3.4 土石方流向监测	22
4 水土流失防治措施监测结果	23
4.1 工程措施监测结果	23
4.2 植物措施监测结果	27
4.3 临时措施监测结果	29

4.4 水土保持措施对比分析	31
5 土壤流失情况监测	33
5.1 水土流失面积	33
5.2 土壤流失量	33
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	34
5.4 水土流失危害	34
6 水土流失防治效果监测	35
6.1 扰动土地整治率	35
6.2 水土流失总治理度	35
6.3 拦渣率	35
6.4 土壤流失控制比	36
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率	36
6.6 防治效果分析	36
7 结论	37
7.1 水土流失动态变化	37
7.2 水土保持措施评价	37
7.3 存在问题及建议	37
7.4 综合结论	37
8 附图及有关资料	39
8.1 附图	39
8.2 有关资料	39

前 言

本项目地域太阳能资源丰富，对外交通便利，本项目的开发坚持了可持续发展的原则，符合国家能源政策的战略要求，可减少石化资源的消耗，减少因燃煤等排放有害气体对环境的污染。因此本项目的建设是十分必要的。

本工程位于河北省张家口市康保县张纪镇。建设单位委托河北地矿建设工程集团公司编制了《康保恩发20兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》。2015年9月5日，获河北省水利厅的批复，批准文号为冀水保[2015]217号。

项目装机容量为20兆瓦，分为20个光伏发电分系统，并建设一座开关站。工程建设单位为康保恩发光伏发电有限公司。工程实际开工时间为2016年9月开工，2017年9月建成，建设总工期12个月。本工程总投资1.97亿元，其中土建投资0.31亿元。

本工程总占地面积 51.56hm^2 ，其中永久占地 0.35hm^2 ，临时占地 51.21hm^2 ，占地类型为灌草地。建设过程中共动用土方总量 1.97万m^3 ，其中土方开挖 1.11万m^3 ，土方回填 0.86万m^3 ，余方 0.25万m^3 ，余方就地平整。

项目区为坝上省级水土流失重点预防区。根据河北省水土保持区划分成果，项目属于北方风沙区-内蒙古中部高原丘陵区-蒙冀丘陵保土蓄水区-冀西北坝上高原防风固沙与生态维护区。本工程水土保持方案根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB 50434-2008），确定项目区的水土流失防治标准为一级标准。

2021年12月，河北环京工程咨询有限公司承担本工程水土保持监测工作，开展全面监测，在查阅和收集了大量工程建设施工资料，包括工程征地、临时占地、土方量、水土保持工程量及建设时间，以及有关证明材料等基础上，监测小组技术人员对监测数据和收集资料进行集中汇总分析，于2021年12月编制完成了《水土保持监测总结报告》。

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		康保恩发 20 兆瓦农光互补光伏发电项目									
建设规模	主要建设：装机容量为 20 兆瓦，分为 20 个光伏发电分系统，并建设一座开关站。			建设单位及联系人		康保恩发光伏发电有限公司、尹鹏					
				建设地点		河北省张家口市康保县张纪镇					
				所在流域		内陆河流域					
				主体工程总投资		1.97 亿元					
				主体工程总工期		2016 年 9 月~2017 年 9 月					
水土保持监测指标											
监测单位			河北环京工程咨询有限公司			联系人及电话			张伟 031185696305		
自然地理类型			暖温带大陆性季风气候			防治标准			一级标准		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）			监测指标			监测方法（设施）		
	1、水土流失状况监测		调查监测			2、防治责任范围监测			调查监测		
	3、水土保持措施情况监测		调查监测			4、防治措施效果监测			调查监测		
	5、水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值			2100t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围			51.88hm ²			容许土壤流失量			1000t/km ² ·a		
方案水土保持投资			116.74 万元			水土流失目标值			1000t/km ² ·a		
防治措施			开关站：表土剥离 0.05hm ² 、覆土平整 150m ³ 、场地平整 0.05hm ² ，园林绿化 0.05hm ² 、临时遮盖 1500m ² 。 光伏发电区：表土剥离 1.66hm ² 、覆土平整 4980m ³ 、场地平整 0.6hm ² 、土地整治 10.6hm ² ，种草 12.16hm ² 、抚育 44.5hm ² 、临时遮盖 5000m ² 。 道路区：土地整治 0.91hm ² ，种草 0.91hm ² 。 施工生产生活区：表土剥离 0.1hm ² 、覆土平整 300m ³ 、土地整治 0.15hm ² ，种草 0.15hm ² 、临时遮盖 500m ² 。								
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%	防治措施面积	47.05hm ²	永久面积	3.0hm ²	整治面积	50.06hm ²	
		水土流失总治理度	92%	96.9%	防治责任范围		51.56hm ²	水土流失治理面积		47.05hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积		0hm ²	容许土壤流失量		1000t/km ² ·a	
		拦渣率	95%	95%	植物措施面积		47.05hm ²	监测土壤流失量		1000t/km ² ·a	
		林草植被恢复率	94%	95.0%	可恢复植被面积		13.27hm ²	林草植被面积		12.6hm ²	
		林草覆盖率	22%	24.4%	实际拦挡弃渣量		--	总弃渣量		--	
	水土保持治理达标评价		根据项目水土保持监测结果分析，水土流失防治指标达到了水土保持方案设计要求。								
	总体结论		建设单位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，运行状况良好，已全部发挥水土保持效益。								
主要建议			运行期后加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

康保恩发20兆瓦农光互补光伏发电项目位于河北省张家口市康保县城南侧约22km处，属康保县张纪镇管辖范围，场址中心坐标在东经114° 32′ 1.55″、北纬41° 40′ 6.00″。

项目场址距张家口 北部直线距离约105km，东侧3km为省道S246，并有多乡道与之连接。境内交通道路主要有省道S245、S246，县道X401、X452，交通较为便利。

项目地理位置见附图。

1.1.1.2 工程建设规模

本项目规划总容量50MW，本期容量为20MW，安装 76736块260Wp多晶硅双玻光伏组件，年平均上网电量2890.3万kWh，年等效满负荷小时数1407.7h。

2015年6月26日，建设单位取得本项目备案手续，备案文号为冀发改能源备字[2015]90号。

主要指标

表 1-1

序号	类别	项目			主要技术指标
1	工程概况	项目名称			康保恩发 20 兆瓦农光互补光伏发电项目
2		项目性质及等级			新建、小型
3		地理位置			河北省张家口市康保县张纪镇
4		建设单位			康保恩发光伏发电有限公司
5		设计单位			河北能源工程设计有限公司
6		建设规模			装机容量 20MW
7		工程投资、土建投资			1.97 亿元、0.31 亿元
8		工程建设期			12 个月（2016 年 9 月开工，2017 年 9 月完工）
9		占地 面积	总占地	hm ²	51.56
10			永久占地	hm ²	0.35
11			临时占地	hm ²	51.21
12		土石	总量	万 m ³	1.97

13		方量	开挖量	万 m ³	1.11
14			回填量	万 m ³	0.86
15	项目组成	开关站			35kV 开关站布置于场区东侧，包含综合楼、35kV 配电室、主变压器、架构和事故油池等建构筑物。地势平坦，地形标高在 1356m~1357m 之间。35kV 开关站现状地面标高为 1357.82~1357.88m，设计标高为 1357.85m。开关站总占地面积 0.35hm ² 。
16		光伏发电区			占地 48.26hm ² ，总装机容量 20 兆瓦，分为 20 个光伏发电系统，逆变升压区占地面积为 0.7hm ² 。集电线路考虑采取直埋的敷设方式，构成 2 条集电线路，埋深 1.5m，宽 0.5m，电缆沟总长度约为 3200m。占地面积为 0.96hm ² 。
17		道路区			进站道路总长约 62m，占地面积为 0.05hm ² 。光伏场区道路长 4500m，占地面积为 2.7hm ² 。

1.1.1.3 项目组成

本项目主要建设内容包括光伏发电区、35kV 开关站、道路区和施工生产生活区四部分。

(1) 开关站

35kV 开关站布置于场区东侧，包含综合楼、35kV 配电室、35kV 主变压器、接地变消弧线圈、35kV 开关站架构和事故油池等建构筑物。地势平坦，地形标高在 1356m~1357m 之间，土层厚度 1m~3m。综合楼位于该区域东南侧，35kV 配电室、35kV 主变压器等位于综合楼西侧，开关站主入口位于东侧，与进场道路相接，对外交通便利。开关站内道路宽 4m，道路及广场采用混凝土面层，道路及广场断面结构与进场道路断面结构相同，站内道路长度约为 165m。35kV 开关站现状地面标高为 1357.82~1357.88m，设计标高为 1357.85m。35kV 开关站总占地面积 0.35hm²。其中构建筑物区占地面积 0.15hm²，道路广场区占地面积 0.15hm²，绿化区占地面积 0.05hm²。主要构建筑物如下：

1) 综合楼

综合楼为单层框架结构，建筑面积约 810m²，基础为钢筋混凝土柱下独立基础，基础埋深为 1.8m。综合楼内包括会议室、电子设备间、主控室、卫生间等房间。墙体采用 250mm 厚蒸压加气混凝土砌块，普通窗为 70mm 塑钢窗双层真空玻璃，门为成品防盗门。外墙采用聚合物砂浆粘贴 80mm 厚 XPS 板保温。

2) 35kV 配电室及其他建（构）筑物

35kV 配电室采用单层框架结构，建筑面积约 259.46m²，基础采用钢筋混凝

土柱下独立基础，基础埋深为 2.0m。墙体采用 250mm 厚蒸压加气混凝土砌块，普通窗为 70mm 塑钢窗双层真空玻璃，门为成品防盗门。SVG 变压器基础、避雷针基础等采用钢筋混凝土基础。



站址情况

(2) 光伏发电区

光伏发电区占地类型为灌草地，主要建设内容包括光伏阵列区和逆变升压器，总占地面积 48.26hm^2 ，其中光伏阵列区占地面积 46.6hm^2 ，逆变升压器区域占地 0.7hm^2 ，集电线路占地 0.96hm^2 。各光伏发电区周边布置围栏，采用网格式围栏 2950m，高度 1.8m。

1) 光伏阵列区

本期装机容量为 20MW，年平均上网电量 2890.3 万 kWh，年等效满负荷小时数 1407.7h。本期项目采用 76736 块 260Wp 多晶硅双玻光伏组件，共分 20 个 1.0MWp 光伏发电子系统。

光伏阵列采用 260Wp 双玻多晶硅光伏组件，采用上、下两排各 22 块光伏组件并列平行布置，即每个阵列包含 44 块光伏组件，倾角 40° ，朝向正南方，每个光伏组件垂直投影面积 1.30m^2 。光伏组件全部采用固定式安装方式。地面阵列间距为 7.5m。

地面阵列区支架基础采用钻孔灌注桩基础，直径 15cm，桩长 1.8m，露出地面 0.2m，桩深 1.6m（相对于自然地面）。基础前后间距为 2m，相邻间距为 3.4m。该基础施工快，且施工工艺简单，可大规模安装使用。

2) 农业大棚

单栋温室：采用棚顶直接铺设光伏组件，建筑平面尺寸为 $8.37\text{m} \times 44.21\text{m}$ ，单栋建筑面积为 370.04m^2 ，光伏组件通过螺栓固定于横梁位置，光伏组件之间采用密封条和硅酮密封胶进行密封，保证光伏组件之间有良好的密封。每座大棚上铺设组件 220 块，每座容量 57.2kW ，此种大棚建设 6 座，容量为 343.2kW 。

冬暖式大棚：在大棚后墙上做钢架结构支架，建筑平面尺寸为 $9.12\text{m} \times 45.63\text{m}$ ，单栋建筑面积为 416.15m^2 ，立柱、斜梁采用矩形方钢管，光伏组件倾角为 40° ，南侧高度为 3.3m ，北侧高度为 3.875m 。横梁采用 C 型钢并且兼做光伏组件的支架，光伏组件南北向布置，每跨布置 3 排，通过螺栓固定于横梁位置，光伏组件之间采用密封条和硅酮密封胶进行密封，保证光伏组件之间有良好的密封。每座大棚上铺设 88 块组件，容量为 22.88kW ，此种大棚建设 2 座，容量为 45.76kW 。

冬暖式大棚组件安装倾角为 40° ，单栋温室组件安装倾角为 30° 。大棚间距为 24m 。农业大棚基础采用独立基础，埋深为 1.2m 。以第二层细砂层作为基础持力层，地基承载力特征值 $f_{ak}=140\text{kPa}$ 。

3) 逆变升压器

本项目共安装 20 台逆变升压器，每个子方阵配 1 台逆变升压器。变压器基础均采用钢筋混凝土基础，混凝土强度等级为 C30 抗渗 P6，天然地基，埋深约 -1.8m 。逆变升压器室紧邻各个方阵，总占地面积 0.1hm^2 。

为满足施工需要，在每个逆变升压器室旁设一施工吊装场地，吊装场地与逆变室施工区联合布置，作业面修整为 $20\text{m} \times 15\text{m}$ ，单个占地面积约为 300m^2 ，即可满足施工要求，本次共设 20 个吊装场地，总占地面积 0.6hm^2 。

4) 集电线路

项目区内集电线路考虑采取直埋的敷设方式，由 35kV 箱变连接至 35kV 开关站配电室附近。逆变升压单元高压侧采用集电线路接至 35kV 开关柜，每 10 个逆变升压单元接入 1 面 35kV 开关柜，共构成 2 条集电线路接入升压 35kV 配电装置母线，经一台容量为 50MVA 、 35kV 主变压器升压至 35kV 后接入电网，出线 1 回。

电缆直埋敷设于地下电缆沟中，基本沿场内道路走向布设，设计断面为矩形，埋深 1.5m ，宽 0.5m ，电缆沟总长度约为 3200m 。施工开挖土方临时堆放于一

侧1m范围内,机械施工占地宽度按1.5m计,电缆直埋区总占地面积约为0.96hm²。

(3) 道路区

道路区包括进站道路和光伏场区道路两部分。

1) 进场道路

项目区东侧紧邻乡道,可充分利用,进场道路只需修建 35kV 开关站至乡道一段,为 6m 宽的素混凝土结构路面,下垫 200mm 三七灰土垫层,上铺 100mm 素混凝土,路石材料采用外购的方式解决,总长度 62m。地形平缓,平均坡度小于 1°,修建时不会形成高陡边坡。进场道路总占地面积 0.05hm²。

2) 施工检修道路

由于光伏发电区地势平坦,除少部分坑洼外,无明显障碍物,整个光伏区布置较为集中。场内新建一道路,作为施工检修道路,主要沿逆变升压室修建,与进场道路相连,采用碎石路面,路石材料采用外购的方式解决,长度约为 4500m,路面宽为4m,转弯半径不小于6m,道路坡度最大为4%,满足运行、检修和施工要求。施工结束后保留检修通道,不单独进行道路修筑,通道充分利用了光伏方阵之间的间距,满足运行要求。施工检修道路总占地面积2.70hm²。

(4) 施工生产生活区

本项目主要施工工程量为35kV开关站工程、太阳能电池基础工程和太阳能电池支架安装工程。为节约投资及便于工厂化生产管理,在施工期间集中设置一个施工生产生活区,它位于场区内东侧空地,地势平坦,土层厚度1m~3m。在施工生产生活区集中设置钢筋加工场等。生产用办公室和生活临时住房等也集中布置在施工生产生活区。光伏电池钢支架就地组装,不集中设堆放场地。施工生产生活区总占地面积为0.20hm²。施工结束后进行绿化恢复。

1.1.1.4 占地面积

本工程总占地面积51.56hm²,其中永久占地0.35hm²,临时占地51.21hm²,其中开关站为永久占地,光伏发电区、道路、施工生产生活区为临时占地。工程占地类型为灌草地。

工程占地面积统计表

表 1-2

单位: hm^2

项目分区			面积	占地性质		占地类型
				永久占地	临时占地	灌草地
光伏发电区	光伏阵列区	地面阵列	45.3		45.3	45.3
		农业大棚	1.3		1.3	1.3
	逆变升压区		0.7		0.7	0.7
	集电线路		0.96		0.96	0.96
	开关站		0.35	0.35		0.35
道路区	进站道路		0.05		0.05	0.05
	施工检修道路		2.7		2.7	2.7
施工生产生活区			0.2		0.2	0.2
合计			51.56	0.35	51.21	51.56

1.1.1.5 工程土石方

依据项目建设施工、监理等资料, 工程建设实际土方情况如下:

本工程施工建设过程中共动用土方总量 1.97万m^3 , 其中土方开挖 1.11万m^3 , 土方回填 0.86万m^3 , 余方 0.25万m^3 , 余方就地平整。

建设期土方情况统计表

表 1-3

单位: 万m^3

项目分区		土石方总量	开挖	回填	余方
光伏发电区	逆变升压区	0.32	0.2	0.12	0.08
	集电线路	0.99	0.58	0.41	0.17
开关站		0.52	0.26	0.26	
道路区	进站道路	0.02	0.01	0.01	
	施工检修道路	0.12	0.06	0.06	
合计		1.97	1.11	0.86	0.25

1.1.1.6 工程投资及工期

本工程总投资1.97亿元, 其中土建投资0.31亿元, 由康保恩发光伏发电有限公司投资建设管理。

工程实际于2016年9月开工, 2017年9月建成, 建设总工期12个月。

1.1.1.7 参建单位

主要参建单位

表 1-4

建设管理单位	康保恩发光伏发电有限公司
主体工程设计单位	河北能源工程设计有限公司
施工单位	四川省广安江泓输变电有限公司
主体监理单位	浙江工正工程管理有限公司
水保方案编制单位	河北地矿建设工程集团公司

1.1.2 项目区自然概况

1.1.2.1 地形地貌

康保县地处冀西北坝上高原区，平均海拔 1450m，地势由东北向西南缓倾，阴山余脉横贯全县。西部、北部为低山丘陵区，地势起伏不平；东部为缓坡丘陵区，起伏不大；南部为波状平原区，地势平坦开阔。

项目区位于康保县城南侧约22km处，属丘陵区。地势平坦开阔，平均地形坡度在1°左右，地势东高西低，海拔高度1350~1360m之间，地面多为低矮枯草。



地形地貌

1.1.2.2 土壤植被

项目区土壤主要以栗钙土为主，多为砂性，呈松散状态且厚度差异较大，1~3m 不等，保水保肥能力差。

项目区自然植被属于温带丛生乔草草原类型，其中草地植被覆盖场地大部分区域，草地覆盖度较大。自然生长的植被主要有碱草、羊茅、蒿草和荆棘等。灌木以柠条为主。项目区植被覆盖度在30%左右。

1.1.2.3 气象

康保县气候因受蒙古高原气流控制，为典型的中温带大陆性半干旱气候。四

季分明，光照充足，温差较大，雨热同季，无霜期短，冬季严寒漫长，夏季凉爽短促，春秋两季气温升降剧烈。根据康保气象站多年累积资料，日均温差 15°C ，年平均气温 1.2°C 。多年平均蒸发量 341.7mm ，干旱指数 3.0 。年平均风速 4.3m/s ，最大风速 29.7m/s ，大风日数 60 多天，主要集中在 $3-6$ 月份。封冻期为 10 月到翌年 4 月，最大冻土深度 265cm 。雨量少而集中，多年平均年降水量 347.4mm ， 80% 的雨量大集中在 $7、8、9$ 月份，是河北省降水量最少的县域之一。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 1798°C ，日照时数为 3100 小时，无霜期从北到南 $85-100$ 天之间，年均 92 天。

常规气象要素

表 1-5

项 目		单位	指标	备注
气温	多年平均	$^{\circ}\text{C}$	1.2	
	极端最高	$^{\circ}\text{C}$	34	1987 年/2000 年
	极端最低	$^{\circ}\text{C}$	-37.3	1978 年
气压	多年平均	hPa	860.2	
	多年平均水气压	hPa	6	
多年平均	年降水量	mm	347.4	
	冰雹次数	次	5.5	
多年最大	冻土深度	cm	265	1984 年
	积雪深度	cm	22	1979 年
	扬沙日数	d	22	1986 年
	雷电日数	d	60	1990 年
	大风日数	d	91	1972 年
大风风速	多年最大	m/s	29.7	1981 年
	多年极大	m/s	36.3	1959 年
多年平均风速		m/s	4.3	1984-2013
多年主导风向		S/NW	11%	1982-2013

1.1.2.4 地质地震

1) 地层

项目区主要为第四系冲、洪积地层，由上到下简要叙述如下：

①层粉土：灰黄-灰褐色，稍密，稍湿，土质不均，含砂颗粒，局部含碎石块，干强度及韧性低。分布在地表层，层厚为 $0.40 \sim 0.70\text{m}$ ，埋深层底 $0.40 \sim 0.70\text{m}$ ，层底标高 $1353.41 \sim 1355.91\text{m}$ 。本层分布不连续，部分地段缺失。

②层细砂：黄褐色，稍密，稍湿，砂质不纯，含有粉土成份，局部含有碎石块，分选性差，磨圆度差，主要矿物由长石、石英组成。层厚为 $0.30 \sim 2.00\text{m}$ ，

埋深层底 1.00~2.60m，层底标高 1351.41~1356.28m，本层分布不连续，部分地段缺失。

③层碎石层：杂色，中密，碎石成份为石灰岩、石英岩等，大小一般为 2~8cm，个别大于 10cm，含量达 50~60%，碎石间充填物为粉质粘土，局部存在粉土夹层。层厚为 0.80~3.00m，埋深层底 2.30~3.80m，层底标高 1350.61~1354.60m。本层分布不连续，部分地段缺失。

④层粉质粘土：褐黄~褐红色，可塑-硬塑状态，土质均匀，刀切面光滑，干强度及韧性高，本层未揭穿，最大揭露深度为 12.0m。

2) 地震

据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)可知，项目区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组，属于抗震有利地段。场地内无液化土层分布，地震液化可不考虑。

3) 不良地质灾害

根据现场勘测，项目区位于丘陵区，山体坡角较缓，坡面汇水条件较好，不存在发生滑坡、崩塌、泥石流等不良地质灾害的条件；暂未发现压覆矿产问题。地震烈度低，无饱和砂土和粉土，无地震液化问题。

1.1.2.5 河流水系

康保县境内无常年性河流，属于内陆河流域。境内有几条季节性河流，按照地表水的流向，可分为南北两大流域。北部流域面积 446km²，占全县总面积的 14%；南部流域面积 2949.4km²，占总面积的 86%。由于地势是丘陵状，低洼处积水形成较多的水淖。但深度不大，多为浅碟形。多数淖的水质呈盐碱性，矿化度高，不利于灌溉。有的产盐，成为盐淖。干旱年份较多，素有“十年九旱”之称。

项目区地势较高，海拔高度在 1350m~1360m 之间，距最近的统领地河有 7km，统领地河起点为处长地乡米家营村，流经处长地乡、忠义乡、二号卜乡，最终汇入盐淖，河道总长度 45km，为季节性河流，平时基本无水，只在雨季有暂时性流水，50 年一遇最高洪水位为 1338m。项目区远离河流，不受洪水影响。

根据相关资料显示，项目区地下水埋深大于 30m，可不考虑地下水对地基基础的影响及对建筑材料的腐蚀性。根据区域地质资料，地基土对混凝土结构、钢

钢筋混凝土结构中的钢筋、钢结构具有微腐蚀性。



项目区河流水系图

1.1.2.6 水土流失及防治现状

(1) 项目区水土流失现状

项目区为坝上省级水土流失重点预防区，水土流失现状调查采用现场调查的方法，通过综合分析，确定项目区土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀，土壤侵蚀微度为轻度，现状平均侵蚀模数在 $2100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右。

根据根据河北省水土保持区划分成果，康保县属于河北省水蚀易发区。根据河北省水土保持区划分成果，项目属于北方风沙区-内蒙古中部高原丘陵区-蒙冀丘陵保土蓄水-冀西北坝上高原防风固沙与生态维护区。

根据平原区项目建设的特点，工程兴建对当地水土流失的影响主要表现为工程施工期的土方施工活动。施工期主要是松散土方开挖、回填、平整、重复施工碾压，施工生活临时场地的平整与清理，均会使地表植被受到破坏，失去固土防冲的能力，造成水土流失。从而造成生态破坏、环境污染，并且会对周边环境造成不良影响。工程建设过程中开挖、回填的土方量大，工程挖方量大于填方量，实际施工中，挖填土方的临时堆存在裸露的情况下遇大雨或大风天气，将产生一

定程度上的水土流失。

工程建设完工后，工程建设区多被复耕，因施工建设产生的水土流失逐渐减缓，可恢复到该区域原生土壤侵蚀模数以下。

（2）项目区容许土壤流失量

项目位于北方风沙区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，容许土壤流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.2 水土保持工作概况

1.2.1 水土保持管理

建设单位落实了项目施工准备期、施工期间、试运行期间和竣工验收后水土保持设施的管理维护工作，配备了专职人员，制定了有关的管理规定和处罚办法，做到责任到人，保证管护到位。

水土保持措施在具体实施中划分为两部分：一是主体设计的水土保持工程，与主体工程同时设计、同时施工、同时管理，纳入到主体工程的招投标中。二是水土保持方案新增的防护措施，在初步设计中也一并纳入到主体工程，在招标、施工、管理时也与主体工程一并进行。本工程在施工过程中，采取了土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程等水土保持措施，水土保持措施基本与主体工程同步实施，基本落实了“三同时”制度。

1.2.2 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，建设单位委托河北地矿建设工程集团公司编制了《康保恩发20兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》。2015年9月5日，获河北省水利厅的批复，批准文号为冀水保[2015]217号。

1.2.3 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，水行政主管部门到现场进行了监督检查及指导，建设单位对水行政主管部门的监督检查积极配合，服从指导工作，落实相关建议。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2021年12月，河北环京工程咨询有限公司承担该项目的水土保持监测工作。工作协议签订后我单位立即组织有关人员组成监测组，并及时现场进行调查监测。根据多次现场调查监测结果结合查阅工程施工记录等工程资料，和建设单位、施工单位及监理单位就水土保持监测情况进行了及时的沟通，听取相关单位及当地水行政部门的意见，认真整理汇总监测资料。

监测采用以调查、统计分析施工资料为主的监测方法，通过现场的典型调查、普查和访问调查等调查方法，收集了施工过程中水土流失影响因子，水土流失状况、危害，水土保持措施、效益等方面的数据和图片资料，并进行计算和分析。

2021年12月，在收集完成工程建设施工资料和监测过程数据，包括工程征地、临时占地、土方量、水土保持工程量及建设进度，以及有关证明材料等基础上，监测小组技术人员对监测数据和收集资料进行集中汇总分析，最终编制完成了《水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测人员设置

本工程监测单位根据项目水土保持方案和建设单位提供的设计施工文件等工程技术资料，组织监测专业技术人员召开该项目专项监测实施研讨会，配备相关监测技术人员，明确了工作分工，为开展监测工作提供了技术、人员和组织保障。本工程设技术负责人1名，监测工程师3名。

水土保持监测人员分工表

表 1-6

姓 名	职 称	任务安排
张 伟	工程师	工作协调、技术报告审查
王 富	工程师	工作协调、技术报告核定
李旗凯	工程师	数据处理、资料整理、技术报告校核
贾志刚	工程师	报告编写、外业调查、图件制作

1.3.3 监测点位

项目采用现场调查的方法，水土保持监测点的布设按主体工程水土流失防治分区和实施的水土保持措施类型等项目进行布设。本项目各建设区域共布设各类

监测点6处，监测日常以调查为主，监测土方挖填、土方流向、临时防护、土地整治、植被建设及各种水土流失等情况。

水土保持监测点布置表

表1-7

序号	位置	数量（个）	选取标准
1	开关站	1	绿化区
2	光伏发电区	3	场地治理
3	道路区	1	道路两侧
4	施工生产生活区	1	扰动面

1.3.4 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1-8。

水土保持监测设备一览表

表1-8

监测设施及设备	数量
一、常规设备	
手持 GPS	1 台(精度 10m)
50m 皮尺、5m 钢尺	2 套
二、辅助设备及资料	
无人机	1 架
电脑、数码照相机	2 台
摄像机	1 台
地形图	1 套
降雨资料	邻近气象站采集
三、交通设备	
越野车	一部

1.3.5 监测技术方法

本项目2021年12月开始监测工作，监测工作主要采用调查监测和收集相关资料等方法进行扰动地表面积、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。

监测过程中主要采用调查以及图像采集等方法，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。

1.3.6 监测成果提交

监测小组根据现场勘查情况，最终于2021年12月完成了本项目《水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

项目水土流失防治责任范围应根据工程建设实际发生的扰动情况确定，其动态监测内容主要指：工程建设期间实际发生的征占地面积。其中项目建设区面积包括工程实际征用的永久占地面积和由于工程建设临时占压面积。

(1) 永久性占地：复核永久性占地有无超范围开发及各阶段永久性占地的变化情况。

(2) 临时性占地：复核临时性占地面积是否超范围使用，各种临时占地的水土保持措施的运行情况，施工结束后原地貌恢复情况。

(3) 扰动地表面积：复核扰动地表面积，表土堆存面积，表土堆存处的水土保持措施和施工结束后被扰动部分迹地恢复情况。

项目建设区范围通过谷歌遥感影像获取，并依据工程设计文件、竣工验收资料并经过核实后确定。

工程建设扰动全部控制在占地范围内，未对周边产生影响。

2.2 取土、弃渣情况

本工程施工建设过程中共动用土方总量 1.97 万 m^3 ，其中土方开挖 1.11 万 m^3 ，土方回填 0.86 万 m^3 ，余方 0.25 万 m^3 ，余方就地平整，无取土、弃渣情况。

2.3 水保措施

1、防治措施的数量与质量

主要对防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量、林草的生长发育情况、成活率、植被覆盖率等进行监测。

2、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况对工程建设过程中所采取措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

3、水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测

监测项目建设实际情况是否按照水土保持方案中的防治要求实施，及水土保持管理措施的实施情况。

2.4 水土流失情况监测

(1) 水土流失面积：项目建设区面积、项目建设影响面积、损坏水土保持设施面积等。

(2) 水土流失量：重点监测项目施工过程中产生的水土流失状况及其流失变化情况。

(3) 水土流失危害监测：工程建设过程产生的水土流失及其对周边水系的影响；工程建设区植被及生态环境变化。

2.5 水土流失因子监测

监测的内容包括：影响土壤侵蚀的地形、地貌、土壤、植被、气象、水文等自然因子及工程建设对这些因子的影响；工程建设对土地的扰动面积，挖方、填方数量及占地面积等；项目区林草植被盖度。

2.6 水土流失六项指标监测

(1) 扰动土地治理情况

根据设计资料，采取遥感监测、无人机监测与 GPS 定位、实地调查相结合的方法，统计项目建设区内土地扰动面积、水土流失面积、土地整治面积变化情况，分别计算各区的治理度。

(2) 表土保护与利用情况

采取查阅相关资料、实地调查、测量与无人机监测相结合的方法，统计项目建设区内表土保护与利用工程量，确定表土保护率。

(3) 项目区土壤流失量

根据工程施工过程土方量相关资料，并分析计算各区的临时堆土量和土壤实际流失量，结合类比工程对项目区土壤流失量进行计算，计算出各区的土壤流失控制比，采用加权平均方法计算该工程综合控制比。

(4) 施工期间渣土防护

主要通过实地调查计算、查阅过程资料、咨询主体工程监理等方式，了解施工期间对临时堆土的防护工程量，确定渣土防护率。

(5) 植被可绿化面积和实际绿化面积监测

主要采用无人机监测的方法，结合实地抽样调查法对已实施的水土保持植物设施情况进行测定，计算林草植被恢复率。

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

3.1.1.1 方案确定的防治责任范围

根据批复的《康保恩发20兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》及批复，方案设计水土流失防治责任范围区面积 51.88hm^2 ，其中项目建设区 51.56hm^2 ，直接影响区 0.32hm^2 。防治责任范围见表3-1。

方案水土流失防治责任范围表

表3-1 单位: hm^2

项目分区			项目建设区			直接影响区	合计
			永久占地	临时占地	小计		
光伏发电区	光伏阵列区	地面阵列		44.87	44.87	0.32	51.88
		农业大棚		1.45	1.45		
	逆变升压区			0.66	0.66		
	集电线路			0.9	0.9		
	升压站		0.73		0.73		
道路区	进站道路			0.05	0.05		
	施工检修道路			2.7	2.7		
施工生产生活区				0.2	0.2		
合计			0.73	50.83	51.56	0.32	51.88

3.1.1.2 建设期防治责任范围

根据建设单位提供的资料，结合项目现场调查，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 51.88hm^2 ，其中项目建设区 51.56hm^2 ，直接影响区 0.32hm^2 。建设期水土流失防治责任范围统计见表3-2。

建设期水土流失防治责任范围统计表

表3-3 单位: hm^2

项目分区			项目建设区			直接影响区	合计
			永久占地	临时占地	小计		
光伏发电区	光伏阵列区	地面阵列		45.3	45.3	0.32	51.88
		农业大棚		1.3	1.3		
	逆变升压区			0.7	0.7		
	集电线路			0.96	0.96		
	开关站		0.35		0.35		
道路区	进站道路			0.05	0.05		
	施工检修道路			2.7	2.7		
施工生产生活区				0.2	0.2		
合计			0.35	51.21	51.56	0.32	51.88

3.1.1.3 防治责任范围变化情况及原因

与方案阶段相比，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围基本一致。具体分析如下：

与方案阶段水土流失防治责任范围变化对比

项目分区			方案设计	实际发生	增减变化
光伏发电区	光伏阵列区	地面阵列	44.87	45.3	0.43
		农业大棚	1.45	1.3	-0.15
	逆变升压区		0.66	0.7	0.04
	集电线路		0.9	0.96	0.06
	升压站		0.73	0.35	-0.38
道路区	进站道路		0.05	0.05	0
	施工检修道路		2.7	2.7	0
施工生产生活区			0.2	0.2	0
项目建设区小计			51.56	51.56	0
项目直接影响区			0.32	0.32	0
合计			51.88	51.88	0

(1) 本项目实际总占地范围与设计基本一致，没有变化，只在项目内部有调整。

(2) 前期设计建设 110kV 升压站，但后期设计调整后，改为建设 35kV 开关站，站内布局进行了调整优化，减少了占地面积，站址面积减少 0.38hm^2 。

(3) 光伏区布局进行了调整，减少了空地占地面积和农业大棚占地面积，增加一个光伏单元，相应了增加了一台逆变升压器和集电线路长度。

3.1.2 背景值监测

3.1.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

运用遥感技术，结合项目区地形、地质、气象资料综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀，强度为轻度，原地貌土壤侵蚀背景值为 $2100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区属北方风沙区，容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.1.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

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。通过查阅施工记录、工程监理日志

等施工过程资料、施工时段内气象资料，并结合项目区内类似项目的侵蚀情况，扰动地表受施工开挖回填影响，土壤侵蚀模数增加到 $2500-3000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

建设期项目区各扰动地表类型土壤侵蚀模数统计表

表3-5

监测分区	扰动面积 (hm^2)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
开关站	0.35	1.0	3000
光伏发电区	48.26	1.0	3000
道路区	2.75	1.0	2800
施工生产生活区	0.2	1.0	2500
合计	51.56		

3.1.2.3 试运行期土壤侵蚀模数

项目进入试运行期后，随着已实施的各项措施水土保持效益的发挥，项目区水土流失状况较建设期明显降低。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数达到方案设计目标值。

3.1.2.4 建设期扰动土地面积

工程于2016年9月开工，2017年9月建成，建设总工期12个月。本次监测主要采用调查方式，查阅施工、监理资料进行计算。通过调查，工程工期短，在2016年9月各区已全面动工，工程施工过程中共扰动土地面积 51.56hm^2 ，占地类型为灌草地。

建设期扰动面积情况

表3-6

监测分区	扰动面积 (hm^2)
	2016 年
开关站	0.35
光伏发电区	48.26
道路区	2.75
施工生产生活区	0.2
合计	51.56

3.2 取土（料）监测

3.2.1 方案设计取土（料）情况

设计阶段工程土石方总量 3.24 万 m^3 ，其中土石方开挖 1.62 万 m^3 ，土石方回填 1.62 万 m^3 。

3.2.2 取土（料）场位置、面积及取料量监测情况

本工程建设期土石方平衡，无取土情况。

3.2.3 取土（料）对比

设计阶段和实际建设期均不涉及取土。

3.3 弃渣监测

3.3.1 方案设计弃渣情况

设计阶段工程无弃渣情况。

3.3.2 弃渣场位置、面积及弃渣量监测情况

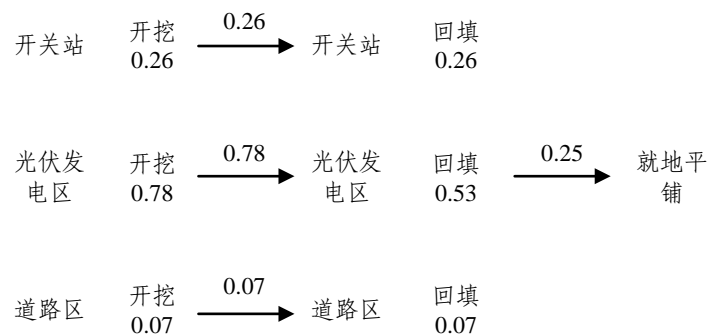
项目建设期间，土方平衡后，无弃渣情况。

3.3.3 弃渣对比

设计阶段和实际建设期均不涉及弃渣情况。。

3.4 土石方流向监测

本工程建设过程中共动用土方总量 1.97 万 m^3 ，其中土方开挖 1.11 万 m^3 ，土方回填 0.86 万 m^3 ，余方 0.25 万 m^3 ，余方就地平整。建设期土方流向图 5-1。



建设期土方流向图

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 方案设计情况

一、升压站

①表土剥离：为了保护可利用的表土资源，施工前对基础处进行表土剥离，剥离厚度30cm左右，剥离面积约 0.53hm^2 ，剥离的表土用于地面阵列区坑沟处覆土绿化。

②浆砌石排水沟：在区内设置浆砌石排水沟，与进场道路排水沟连接，将升压站内雨水引至场外，长度约为300m。

③浆砌石沉砂池：在升压站内设1座沉砂池，与排水沟相连，收集雨水，多余雨水沿着排水沟排出场外。

④场地平整：对绿化区进行场地平整，后期进行景观绿化，估算场平面积 0.20hm^2 。

二、光伏发电区

（一）地面阵列区

①覆土平整：对坑沟填平处进行覆土平整，后期进行种草恢复植被，估算覆土平整面积 0.84hm^2 ，覆土来源为农业大棚区、构建筑物区和道路广场区剥离的表土。

②砂砾石防冲带：太阳能电池板下因电池板的汇流作用增加雨水的侵蚀动能，若不做好防护措施，易形成侵蚀沟，所以，建议在太阳能电池板四周铺设碎石等透水性铺装，减少侵蚀，铺设面积 1.58hm^2 。

（二）农业大棚区

①表土剥离：为了保护可利用的表土资源，施工前对大棚区基础处进行表土剥离，剥离厚度30cm左右，剥离面积约 0.31hm^2 ，用于地面阵列区坑沟处覆土绿化。

（三）逆变升压器室

①场地平整：对吊装场地进行场地平整，后期进行种草恢复植被，估算场平面积 0.57hm^2 。

（四）集电线路

①表土剥离：为了保护可利用的表土资源，施工前对电缆直埋区进行表土剥离，剥离厚度30cm左右，剥离面积约0.90hm²，分段堆放在电缆直埋区一侧空地，用于后期覆土绿化。

②覆土平整：施工结束后，对场地进行覆土绿化恢复植被，估算覆土面积0.90hm²。

三、道路区

（一）进场道路水土保持措施布置

①浆砌石排水沟：在进场道路一侧设浆砌石排水沟，与升压站内排水沟相连，将升压站内雨水排出至场区东侧乡道旁现有排水沟内，排水沟长约62m。

（二）施工检修道路水土保持措施布置

①土质排水沟：在施工检修道路一侧设土质排水沟，汇集场区雨水至西南邻近沟道内，最终汇入场区西侧白淖里，排水沟长约4500m。

②土质沉砂池：为合理利用水资源，在道路适宜地点修建土质沉砂池6座。沉砂池与排水沟连接，多余来水引入下游排水沟。

四、施工生产生活区

①表土剥离：为了保护可利用的表土资源，施工前对施工区进行表土剥离，剥离厚度30cm左右，剥离面积约0.20hm²，剥离的表土堆放在场地内临时堆土处，以备后期覆土绿化。

②覆土平整：施工结束后，对场地进行覆土绿化恢复植被，估算覆土面积0.20hm²。

方案设计的工程措施

表 4-1

项目分区		措施类型	水保措施	措施位置	单位	数量
光伏发电区	光伏阵列区	工程措施	表土剥离	基础开挖区域	hm ²	0.31
			覆土平整	坑沟填平处	m ³	2520
			碎石带	光伏板下边缘	m ³	1850
	逆变升压区	工程措施	场地平整	施工区	hm ²	0.57
	集电线路	工程措施	表土剥离	扰动区	hm ²	0.9
			覆土平整	扰动区	m ³	2700
升压站		工程措施	表土剥离	基础开挖区	hm ²	0.53
			浆砌石排水沟	站内	m	300
			场地平整	绿化区	hm ²	0.2

道路区	进站道路	工程措施	浆砌石排水沟	道路一侧	m	62
	施工检修道路	工程措施	土质排水沟	道路一侧	m	4500
施工生产生活区		工程措施	表土剥离	场地内	hm ²	0.2
			覆土平整	场地内	m ³	600

4.1.2 监测结果

一、开关站

表土剥离：为便于站内绿化，施工前收集地表层腐殖土，表土剥积0.05m³，平均厚度30cm。施工时间为2016年9月。

覆土平整：站内场地铺装时，将收集的表土进行回铺，回铺量为150m³，用于站内绿化。施工时间为2017年4月。

场地平整：施工结束后，将绿化区进行场地平整便于绿化，平整面积0.05hm²。施工时间为2017年5月。

二、光伏发电区

（一）光伏阵列区

土地整治：光伏发电区施工结束后，进行土地整治，使场地条件满足后续工作需要。人工清理地面杂物、耕翻土、平整地面，土地整治面积为10.6hm²。施工时间为2017年5月。

（二）逆变升压区

表土剥离：由于逆变升压器施工扰动强度较大，所以施工前进行表土剥离，剥离面积为0.7hm²，平均剥离厚度为30cm。剥离的表土集中堆放，待施工结束后用作绿化覆土。施工时间为2016年9月至2017年4月。

覆土平整：逆变升压器施工结束后，将收集的表土回铺于基础周围，回覆量2100m³。施工时间为2016年10月至2017年5月。

场地平整：施工结束后，将扰动区进行场地平整便于绿化，平整面积0.6hm²。施工时间为2017年5月。

（三）集电线路

表土剥离：电缆沟开挖前进行表土剥离，剥离面积为0.96hm²，平均剥离厚度为30cm。剥离的表土堆放一侧，待施工结束后用作绿化覆土。施工时间为2016年10月-2017年2月。

覆土平整：电缆沟回填后，将收集的表土回铺于扰动区，回覆量2880m³。施

工时间为2016年10月-2017年2月。

三、道路区

(一) 进站道路

土地整治：施工结束后对道路两侧进行土地整治，使场地条件满足后续工作需要。人工清理地面杂物、耕翻土、平整地面，土地整治面积为 0.01hm^2 。施工时间为2017年5月。

(二) 施工检修道路

土地整治：施工结束后对道路两侧进行土地整治，使场地条件满足后续工作需要。人工清理地面杂物、耕翻土、平整地面，土地整治面积为 0.9hm^2 。施工时间为2017年5月。

四、施工生产生活区

表土剥离：临建设施施工前进行表土剥离，剥离面积为 0.1hm^2 ，平均剥离厚度为30cm。剥离的表土集中堆放，待施工结束后用作绿化覆土。施工时间为2016年9月。

覆土平整：施工结束后，将收集的表土回铺于扰动区域，回覆量 300m^3 。施工时间为2017年4月。

土地整治：施工结束后对扰动区进行土地整治，使场地条件满足后续工作需要。人工清理地面杂物、耕翻土、平整地面，土地整治面积为 0.15hm^2 。施工时间为2017年5月。

水土保持工程措施落实统计表

表4-2

项目分区		措施类型	水保措施	措施位置	单位	数量
光伏发电区	光伏阵列区	工程措施	土地整治	施工扰动区	hm ²	10.6
	逆变升压区	工程措施	表土剥离	扰动区	hm ²	0.7
			覆土平整	扰动区	m ³	2100
			场地平整	施工区	hm ²	0.6
	集电线路	工程措施	表土剥离	扰动区	hm ²	0.96
			覆土平整	扰动区	m ³	2880
开关站		工程措施	表土剥离	基础开挖区	hm ²	0.05
			覆土平整	绿化区	m ³	150
			场地平整	绿化区	hm ²	0.05
道路区	进站道路	工程措施	土地整治	道路一侧	hm ²	0.01
	施工检修道路	工程措施	土地整治	道路一侧	hm ²	0.9

施工生产生活区	工程措施	表土剥离	扰动区	hm ²	0.1
		覆土平整	扰动区	m ³	300
		土地整治	场地内	hm ²	0.15

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 方案设计情况

一、升压站

①景观绿化：场地平整后，采用乔草结合的方式进行绿化，绿化面积0.20hm²。

二、光伏发电区

（一）地面阵列区

①种草：施工结束后，对坑沟填平处进行种草绿化恢复植被，种草面积0.84hm²。

②抚育：对地面阵列区施工扰动轻微的区域采取抚育的措施恢复植被，抚育面积30.78hm²。

③栽植灌木：在围栏内四周栽植灌木，形成防风林防风固沙，估算面积0.65hm²。

（二）农业大棚区

①抚育：对农业大棚区施工扰动轻微的区域采取抚育的措施恢复植被，抚育面积0.70hm²。

（三）逆变升压器室

①种草：在吊装场地平整后种草绿化，种草面积0.57hm²。

（四）集电线路

①种草：在场地覆土平整后种草绿化，种草面积0.90hm²。

三、道路区

（一）进场道路水土保持措施布置

①景观绿化：施工结束后在道路两侧进行绿化防风固沙，绿化面积0.01hm²。

（二）施工检修道路水土保持措施布置

①种草：施工结束后在道路两侧种草绿化，估算面积0.45hm²。

四、施工生产生活区

①种草：在场地覆土平整后种草绿化，种草面积0.20hm²。

方案设计植物措施

表 4-3

项目分区		措施类型	水保措施	措施位置	单位	数量
光伏发电区	光伏阵列区	植物措施	种草	坑沟填平处	hm ²	0.84
			抚育	施工扰动区	hm ²	31.48
			栽植灌木	场地周围	株	19500
	逆变升压区	植物措施	种草	施工区	hm ²	0.57
	集电线路	植物措施	种草	扰动区	hm ²	0.9
升压站		植物措施	景观绿化	绿化区	hm ²	0.2
道路区	进站道路	植物措施	种草	道路两侧	hm ²	0.01
	施工检修道路	植物措施	种草	道路两侧	hm ²	0.45
施工生产生活区		植物措施	种草	场地内	hm ²	0.2

4.2.2 监测结果

一、开关站

园林绿化：主体采用了园林绿化方式，对站内空地进行了植被恢复，起到水土保持和绿化美化作用，绿化面积0.05hm²。施工时间为2017年6月。

二、光伏发电区

(一) 光伏阵列区

种草：施工结束后，对土地整治区进行植被恢复，绿化面积10.6hm²。实施时间：2017年6月。

抚育：绿化措施实施后，对场区进行禁牧、洒水等措施进行抚育，抚育面积44.5hm²。实施时间：2019年6月。

(二) 逆变升压区

种草：施工结束后，对扰动区进行植被恢复，绿化面积0.6hm²。实施时间：2017年6月。

(三) 集电线路

种草：施工结束后，对扰动区进行植被恢复，绿化面积0.96hm²。实施时间：2017年6月。

三、道路区

(一) 进站道路

种草：施工结束后，对道路两侧进行植被恢复，绿化面积0.01hm²。实施时间：2017年6月。

（二）施工检修道路

种草：施工结束后，对道路两侧进行植被恢复，绿化面积 0.9hm^2 。实施时间：2017年6月。

四、施工生产生活区

种草：施工结束后，对扰动区进行植被恢复，绿化面积 0.15hm^2 。实施时间：2017年6月。

水土保持植物措施落实统计表

表4-4

项目分区		措施类型	水保措施	措施位置	单位	数量
光伏发电区	光伏阵列区	植物措施	种草	坑沟填平处	hm^2	10.6
			抚育	施工扰动区	hm^2	44.5
	逆变升压区	植物措施	种草	施工区	hm^2	0.6
	集电线路	植物措施	种草	扰动区	hm^2	0.96
开关站		植物措施	景观绿化	绿化区	hm^2	0.05
道路区	进站道路	植物措施	种草	道路两侧	hm^2	0.01
	施工检修道路	植物措施	种草	道路两侧	hm^2	0.9
施工生产生活区		植物措施	种草	场地内	hm^2	0.15

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 方案设计情况

一、光伏发电区

（一）地面阵列区

①草袋装土拦挡：将农业大棚区、构建筑物区和道路广场区剥离的表土进行堆放，堆放高度不超过2m，坡面拍实，周边用草袋装土拦挡，防止水土流失，估计拦挡长度142m。

②防尘网苫盖：为减少堆土在大风天产生扬尘，对临时堆土采取集中防护，剥离的表土采取密目网遮盖的方式，密目网根据施工进度可反复利用，估算临时遮盖面积 0.13hm^2 。

（二）集电线路

①草袋装土拦挡：将剥离的表土和开挖土方分别进行堆放，堆放高度不超过2m，坡面拍实，周边用草袋装土拦挡，防止水土流失，估计拦挡长度155m。

②防尘网苫盖：为减少堆土在大风天产生扬尘，对临时堆土采取集中防护，

剥离的表土采取密目网遮盖的方式，密目网根据施工进度可反复利用，估算临时遮盖面积 0.15hm^2 。

二、施工生产生活区

①土质排水沟：在场地内临时修建土质排水沟，在施工期间，将雨水排出场外，施工结束后，平整绿化。土质排水沟长 50m 。

②土质沉砂池：在场地内临时修建土质沉砂池1座，与排水沟相连，用于施工期临时储水，施工结束后平整绿化。

③草袋装土拦挡：将剥离的表土进行堆放，堆放高度不超过 2m ，坡面拍实，周边用草袋装土拦挡，防止水土流失，估计拦挡长度 40m 。

④防尘网苫盖：为减少堆土在大风天产生扬尘，对临时堆土采取集中防护，剥离的表土采取密目网遮盖的方式，密目网根据施工进度可反复利用，估算临时遮盖面积 0.04hm^2 。

方案设计临时措施

表 4-5

项目分区		措施类型	水保措施	措施位置	单位	数量
光伏发电区	光伏阵列区	临时措施	临时拦挡	临时堆土	m	142
			临时苫盖	临时堆土	m ²	1300
	集电线路	临时措施	临时拦挡	临时堆土	m	155
			临时苫盖	临时堆土	m ²	1500
施工生产生活区		临时措施	临时拦挡	临时堆土	m	40
			临时苫盖	临时堆土	m ²	400
			临时排水	场地内	m	50

4.3.2 监测结果

一、开关站

园林绿化：主体采用了园林绿化方式，对站内空地进行了植被恢复，起到水土保持和绿化美化作用，绿化面积 0.2hm^2 。施工时间为2017年6月。

二、光伏发电区

（一）集电线路

临时苫盖：施工期，将临时堆土采用密目网进行临时苫盖，苫盖面积 5000m^2 。施工时间为2016年10月-2017年2月。

三、施工生产生活区

临时苫盖：施工期，将临时堆土采用密目网进行临时苫盖，苫盖面积 500m^2 。

施工时间为2016年9月-2017年4月。

水土保持临时措施落实统计表

表4-6

项目分区		措施类型	水保措施	措施位置	单位	数量
光伏发电区	集电线路	临时措施	临时苫盖	临时堆土	m ²	5000
开关站		临时措施	临时苫盖	临时堆土	m ²	1500
施工生产生活区		临时措施	临时苫盖	临时堆土	m ²	500

4.4 水土保持措施对比分析

(1) 开关站

因站址布局调整后占地面积减少，所以表土剥离、场地平整和绿化措施面积减少。项目区地势平坦，采用散排方式满足排水要求，所以无需修建浆砌石排水。新增临时苫盖措施，符合水保要求。

(2) 光伏发电区

根据光伏阵列区的施工工艺，无需进行表土剥离，施工结束后进行土地整治，恢复植被，即可满足水保要求。为保护环境和增加植物面积，未铺设碎石带。相比方案设计，为满足采光和日常维护要求，未栽植灌木，但施工结束后增加了绿化面积，满足水保要求。施工期间无临时堆土，所以未实施临时防护措施。

逆变升压器施工扰动较大，所以新增了表土利用，又因逆变升压器数量和占地增加，所以场地平整和绿化面积有所增加。

集电线路长度和占地增加，所以表土利用和绿化工程量增加。因电缆沟施工时间短，所以未进行拦挡，但增加了苫盖面积，满足水保要求。

(3) 道路区

项目区地势平坦，进站道路采用散排方式满足排水要求，所以无需修建浆砌石排水。为满足后期植被恢复，增加土地整治措施。

项目区地势平坦，检修道路采用散排方式满足排水要求，所以无需修建土质水。为满足后期植被恢复，增加土地整治措施。方案设计道路一侧绿化，施工结束后进行了两侧绿化，所以绿化面积增加。

(4) 施工生产生活区

方案设计施工生产生活区全部进行表土剥离，施工期间只对抗动强度较大部分进行表土剥离，所以剥离面积减少。为方便后期植被恢复，新增土地整治措施。

因为部分施工临建设有拆除，留作后期项目使用，所以绿化面积减少。施工区采用散排方式，所以未修建临时排水。临时堆土未进行拦挡，但增加了苫盖面积，满足水保要求。

水保方案与实际完成水土保持措施工程量对比表

表4-7

防治分区		措施类型	水保措施	单位	方案设计	实际完成	变化	
光伏发电区	光伏阵列区	工程措施	表土剥离	hm ²	0.31		-0.31	
			覆土平整	m ³	2520		-2520	
			土地整治	hm ²		10.6	10.6	
			碎石带	m ³	1850		-1850	
		植物措施	种草	hm ²	0.84	10.6	9.76	
			抚育	hm ²	31.48	44.5	13.02	
			栽植灌木	株	19500		-19500	
		临时措施	临时拦挡	m	142		-142	
			临时苫盖	m ²	1300		-1300	
	逆变升压区	工程措施	表土剥离	hm ²		0.7	0.7	
			覆土平整	m ³		2100	2100	
			场地平整	hm ²	0.57	0.6	0.03	
		植物措施	种草	hm ²	0.57	0.6	0.03	
	集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	0.9	0.96	0.06	
			覆土平整	m ³	2700	2880	180	
		植物措施	种草	hm ²	0.9	0.96	0.06	
			临时措施	临时拦挡	m	155		-155
		临时苫盖		m ²	1500	5000	3500	
升压站		工程措施	表土剥离	hm ²	0.53	0.05	-0.58	
			覆土平整	m ³		150	150	
			浆砌石排水沟	m	300		-300	
			场地平整	hm ²	0.2	0.05	-0.15	
		植物措施	景观绿化	hm ²	0.2	0.05	-0.15	
		临时措施	临时苫盖	m ²		1500	1500	
道路区	进站道路	工程措施	浆砌石排水沟	m	62		-62	
			土地整治	hm ²		0.01	0.01	
		植物措施	种草	hm ²	0.01	0.01	0	
	施工检修道路	工程措施	土质排水沟	m	4500		-4500	
			土地整治	hm ²		0.9	0.9	
		植物措施	种草	hm ²	0.45	0.9	0.45	
施工生产生活区		工程措施	表土剥离	hm ²	0.2	0.1	-0.1	
			覆土平整	m ³	600	300	-300	
			土地整治	hm ²		0.15	0.15	
		植物措施	种草	hm ²	0.2	0.15	-0.05	
			临时措施	临时拦挡	m	40		-40
				临时苫盖	m ²	400	500	100
临时排水	m	50			-50			

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

工程于2016年9月开工，2017年9月建成，建设总工期12个月。本次监测主要采用调查方式，查阅施工、监理资料进行计算。通过调查，工程工期短，在2016年9月各区已全面动工，工程施工过程中共扰动土地面积 51.56hm^2 ，建设期水土流失面积 51.56hm^2 。随着建筑物建设、路面混凝土的硬化等缩小了裸露面积，所以运行期水土流失面积为 48.56hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌土壤流失量

项目区地貌，结合地形、地质、气象资料综合分析，得出项目区土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀，土壤侵蚀微度为轻度，现状平均侵蚀模数在 $2100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右。

根据监测调查统计分析，本工程原地貌年土壤流失为1083t。原地貌各监测分区土壤流失量统计情况见表5-1。

原地貌年土壤流失统计表

表 5-1

监测分区	扰动面积 (hm^2)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	流失量 (t)
开关站	0.35	1	2100	7
光伏发电区	48.26	1	2100	1014
道路区	2.75	1	2100	58
施工生产生活区	0.2	1	2100	4
合计	51.56			1083

5.2.2 建设期土壤流失量

主体工程2016年9月开工，2017年9月建成，建设总工期12个月，根据建设期施工节点计算土壤侵蚀时段。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。由于监测滞后，主要通过调查、分析资料等方法获得数据，土壤侵蚀模数增加到 $2500\text{--}3000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据调查统计，本工程建设期共产生土壤流失量1540t，其中光伏发电区施

工扰动面积大，产生流失量1448t，占总量94%；开关站路扰动面积最小，产生流失量10t，占总量6%。建设期各分区土壤流失量情况见表5-2。

建设期土壤流失量情况统计表

表 5-2

监测分区	扰动面积 (hm ²)	侵蚀时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	流失量 (t)
开关站	0.35	1	3000	10
光伏发电区	48.26	1	3000	1448
道路区	2.75	1	2800	77
施工生产生活区	0.2	1	2500	5
合计	51.56			1540

5.2.3 试运行期土壤流失量

项目进入试运行期后，随着已实施的各项措施水土保持效益的发挥，项目区水土流失状况较建设期明显降低。项目区水土保持措施落实后，平均侵蚀模数下降至1000t/km²·a左右。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

根据现场监测和建设单位提供的建设资料，该项目建设过程中未专门布置取土场和弃渣场，施工过程中产生的临时堆土，在施工结束后全部回填，在通过场内平衡后，产生外运方，外运方由土方运输单位负责。

本工程临时堆土进行了临时苫盖，减少了土壤流失。

5.4 水土流失危害

本工程施工过程中无重大水土流失危害事件发生。

6 水土流失防治效果监测

6.1 扰动土地整治率

本工程建设期实际扰动土地面积 51.56hm^2 。截止到 2021 年 12 月，本工程共完成扰动土地整治面积 50.05hm^2 ，扰动土地整治率达到了 97.1%。计算情况如表 6-1。

扰动土地整治情况计算表

表6-1

防治分区		扰动土地面积 (hm^2)	建筑物及硬化面积 (hm^2)	水土保持措施面积 (hm^2)	扰动地表治理面积 (hm^2)	扰动土地整治率 (%)
光伏发电区	光伏阵列区	46.6	0.72	44.5	45.22	97.0
	逆变升压区	0.7	0.1	0.57	0.67	95.7
	集电线路	0.96		0.92	0.92	95.8
开关站		0.35	0.30	0.05	0.35	100.0
道路区	进站道路	0.05	0.04	0.01	0.05	100.0
	施工检修道路	2.7	1.8	0.85	2.65	98.1
施工生产生活区		0.2	0.05	0.15	0.2	100.0
合计		51.56	3.01	47.05	50.06	97.1

6.2 水土流失总治理度

截止到 2021 年 12 月，本工程共完成水土流失治理面积 47.05hm^2 ，项目区水土流失面积 48.56hm^2 ，水土流失总治理度达到了 96.9%。

水土流失总治理度计算表

表6-2

防治分区		扰动土地面积 (hm^2)	建筑物及硬化面积 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	水土流失防治面积 (hm^2)	水土流失总治理度 (%)
光伏发电区	光伏阵列区	46.6	0.72	45.89	44.5	97.0
	逆变升压区	0.7	0.1	0.6	0.57	95.0
	集电线路	0.96	0	0.96	0.92	95.8
开关站		0.35	0.30	0.05	0.05	100.0
道路区	进站道路	0.05	0.04	0.01	0.01	100.0
	施工检修道路	2.7	1.8	0.9	0.85	94.4
施工生产生活区		0.2	0.05	0.15	0.15	100.0
合计		51.56	3.01	48.55	47.05	96.9

6.3 拦渣率

工程施工期间由于采取了遮盖等临时措施，能够有效地防止临时堆土和扰

动面产生的水土流失，拦渣率基本能达到 95%。

6.4 土壤流失控制比

本工程所在地容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，方案实施后土壤侵蚀模数可达到 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失控制比为 1.0。

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

项目可恢复林草植被面积 13.27hm^2 ，植物措施面积 12.6hm^2 ，工程林草植被恢复率为 95.0%，林草植被覆盖率 24.4%。

林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

表6-3

工程分区		林草植被恢复率 (%)			林草植被覆盖率 (%)	
		可绿化面积 (hm^2)	绿化面积 (hm^2)	计算结果	工程占地	计算结果
光伏发电区	光伏阵列区	10.6	10.05	94.8	46.6	21.6
	逆变升压区	0.6	0.57	95.0	0.7	81.4
	集电线路	0.96	0.92	95.8	0.96	95.8
开关站		0.05	0.05	100.0	0.35	14.3
道路区	进站道路	0.01	0.01	100.0	0.05	20.0
	施工检修道路	0.9	0.85	94.4	2.7	31.5
施工生产生活区		0.15	0.15	100.0	0.2	75.0
合计		13.27	12.6	95.0	51.56	24.4

6.6 防治效果分析

随着各项水土保持措施的实施和发挥水土保持效益，试运行期各项水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。其中扰动土地整治率 97.1%，水土流失总治理度为 96.9%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率为 95%，林草植被恢复率 95.0%，林草覆盖率 24.4%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 51.88hm^2 ，水土保持方案批复的水土流失防治责任范围区面积 51.88hm^2 ，与方案阶段相比，本工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围基本一致。

本工程施工建设过程中共动用土方总量 1.97 万 m^3 ，其中土方开挖 1.11 万 m^3 ，土方回填 0.86 万 m^3 ，余方 0.25 万 m^3 ，余方就地平整。

随着各项水土保持措施的实施和发挥水土保持效益，扰动土地整治率97.1%，水土流失总治理度为96.9%，土壤流失控制比为1.0，拦渣率为95%，林草植被恢复率95.0%，林草覆盖率24.4%。各项指标达到了水土保持方案设定的目标值。

7.2 水土保持措施评价

本工程在建设实施过程中，建设单位注重生态保护，为最大限度减少因工程扰动新增水土流失，依据批复的项目水土保持方案报告书，结合工程施工特点，同步建设实施了工程、植物、临时等水土保持措施。

项目水土保持方案设计的水土保持措施基本得到了落实，其数量、规格等符合相关要求，运行状况良好，通过工程试运行期一段时间的跟踪监测，可以看出，已实施的水土保持措施起到了很好的防治水土流失作用，已初步发挥水土流失防治效益。

7.3 存在问题及建议

运行期后加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。

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，基本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，建设单位基本落实了水土流失防治措施，防治效果较好。

(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。

(4) 水土保持设施数量、规格符合要求，运行状况良好，已发挥水土保持效益。

8 附图及有关资料

8.1 附图

附图1 地理位置图

附图2 监测分区、监测点位布设及防治责任范围图

8.2 有关资料

附件1 监测季报

附件2 照片

附件3 建设前后遥感影像