

中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目  
**水土保持监测总结报告**

建设单位：沽源县晟聚新能源有限公司

监测单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇一九年八月



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

设计单位地址：河北省石家庄市方北路 58 号开元大楼 1804 室

联系人：张伟

邮 编：050011

联系电话：0311-85696305

E-mail:huanjingshuibao@126.com

中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目责任页  
(河北环京工程咨询有限公司)

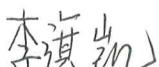
批准：赵兵（总经理）

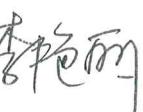
核定：王富（总工）

审查：张伟（副总经理）

校核：钟晓娟（工程师）

项目负责人：李艳丽（工程师）

编写：李旗凯（工程师）（资料收集、外业调查）

李艳丽（工程师）（报告编写、制图）

## 前 言

中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目位于张家口市沽源县二道渠乡境内，项目场区中心地理位置约为 N41°42'38"，E115°57'56"，距离沽源县政府所在地平定堡镇约 25km。电站向西距离二道渠 35kV 变电站 8km。项目附近有省道 244 及村村通道路，交通条件便利。

本项目于 2018 年 4 月开工建设，2018 年 6 月主体完工试运行，工程总投资 18047.2 万元，由沽源县晟聚新能源有限公司投资建设。工程占地 67.32hm<sup>2</sup>，项目分区包括光伏发电区、35kV 开关站、集电线路区、道路区和施工生产生活区。土石方总量为 6.55 万 m<sup>3</sup>，其中挖方 3.32 万 m<sup>3</sup>，填方 3.24 万 m<sup>3</sup>。

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 4 月，方案编制单位完成了《中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持方案报告书》（报批稿）。2018 年 4 月 19 日张家口市行政审批局以张行审字[2018]17 号批复了本项目水土保持方案报告书，批复的水土保持总投资 242.68 万元。

2019 年 7 月，河北环京工程咨询有限公司正式承担了本项目水土保持监测工作。接受任务后，我单位组建了监测工作小组，先后多次到现场进行调查监测。我单位根据现场调查监测结果，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，经过认真整理汇总监测资料，2019 年 8 月完成了监测总结报告。

### 中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标								
项目名称	中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目							
建设规模	本项目装机容量 25MWp，由光伏发电区、35kV 开关站、集电线路、道路区、施工生产生活区等内容组成。	建设单位、联系人	沽源县晨聚新能源有限公司					
		建设地点	张家口市沽源县二道渠乡					
		所属流域	海河流域					
		工程总投资	18047.2 万元					
		工程总工期	2 个月					
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		王富 0311-85696717	
自然地理类型		坝上高原			防治标准		一级	
监测内容	监测指标	监测方法（设施）			监测指标	监测方法（设施）		
	1.水土流失状况监测	调查			2.防治责任范围监测	调查		
	3.水土保持措施情况监测	调查、收集资料			4.防治措施效果监测	调查、收集资料		
	5.水土流失危害监测	调查			水土流失背景值	2200t/km <sup>2</sup> •a		
	方案设计防治责任范围	66.74hm <sup>2</sup>			容许土壤流失量	1000t/km <sup>2</sup> •a		
水土保持投资		243.45 万元			水土流失目标值	1000t/km <sup>2</sup> •a		
防治措施		水土保持光伏架设区土地整治 12.00hm <sup>2</sup> ；逆变器及箱变表土清理 0.07hm <sup>2</sup> ；施工场地表土清理 0.50hm <sup>2</sup> ，表土回铺 1703m <sup>3</sup> ；30kV 开关站表土清理 0.26hm <sup>2</sup> ，覆土平整 780m <sup>3</sup> ，混凝土排水沟 220m；集电线路土地整治 0.74hm <sup>2</sup> ；施工检修道路土地整治 1.10hm <sup>2</sup> 。植物措施包括光伏架设区种草 12.00hm <sup>2</sup> ，抚育管理 36.33hm <sup>2</sup> ；施工场地种草 0.50hm <sup>2</sup> ，抚育管理 0.50hm <sup>2</sup> ；35kV 开关站综合绿化 0.26hm <sup>2</sup> ，抚育管理 0.26hm <sup>2</sup> ；集电线路种草 0.74hm <sup>2</sup> ，抚育管理 0.74hm <sup>2</sup> ；施工生产生活区种草 1.10hm <sup>2</sup> ，抚育管理 1.10hm <sup>2</sup> 。						
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量			
		扰动土地整治率	95	97.90	整治措施面积	37.31h m <sup>2</sup>	永久建筑物及硬化面积	4.33h m <sup>2</sup>
		水土流失总治理度	92	96.48	水土保持措施面积	37.31hm <sup>2</sup>	水土流失总面积	38.67hm <sup>2</sup>
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	0.02hm <sup>2</sup>	容许土壤流失量	1000t/km <sup>2</sup> •a
		林草覆盖率	25	55.39	植物措施面积	37.29hm <sup>2</sup>	监测土壤流失情况	1000t/km <sup>2</sup> •a
		林草植被恢复率	97	97.03	可恢复林草植被面积	38.43hm <sup>2</sup>	林草类植被积	37.29hm <sup>2</sup>
	拦渣率	95	95	实际拦挡弃渣量	—	总弃渣量	—	
水土保持治理达标评价		水土流失防治指标达到了方案设计的防治目标。						
总体结论		项目区落实的水土保持措施基本满足了开发建设项目水土保持的要求，取得了较好的水土流失防治效果。						
主要建议		落实好水保设施的管护责任，运营期间要进一步落实管护责任，加强护坡、挡墙的维护工作，植物措施的补植、抚育管理，及时完善。						

# 目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.2 水土保持工作概况.....	11
1.3 监测工作实施情况.....	11
2 监测内容与方法.....	15
2.1 扰动土地情况监测.....	15
2.2 水土保持措施监测.....	15
2.3 水土流失情况监测.....	15
3 重点对象水土流失动态监测.....	16
3.1 防治责任范围监测.....	16
3.2 土石方流向情况监测.....	22
4 水土流失防治措施监测结果.....	25
4.1 工程措施监测结果.....	25
4.2 植物措施监测结果.....	30
4.3 临时措施监测结果.....	34
4.4 水土保持措施防治效果.....	35
5 土壤流失情况监测.....	38
5.1 水土流失面积.....	38
5.2 土壤流失量.....	39
5.3 水土流失危害.....	41
6 水土流失防治效果监测结果.....	42
6.1 扰动土地整治率.....	42
6.2 水土流失总治理度.....	42
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	43
6.4 土壤流失控制比.....	43
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率.....	43
6.6 防治效果分析.....	44
7 结论.....	45

7.1 水土流失动态变化.....	45
7.2 水土保持措施评价.....	45
7.3 存在问题及建议.....	45
7.4 综合结论.....	45
8 附图及有关资料.....	46
8.1 附图.....	46
8.2 有关资料.....	46

# 1 建设项目及水土保持工作概况

## 1.1 建设项目概况

### 1.1.1 项目基本情况

#### 1.1.1.1 地理位置与交通

中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目位于张家口市沽源县二道渠乡境内，项目场区中心地理位置约为 N41°42'38"，E115°57'56"，距离沽源县政府所在地平定堡镇约 25km。光照条件优良，接入条件好，电站向西距离二道渠 35kV 变电站 8km。项目附近有省道 244 及村村通道路，交通条件便利。项目区位置见图 1-1。



图 1-1 地理位置图

#### 1.1.1.2 工程建设规模

本项目建设规模为 30MW，光伏电站年均发电量为 4442.86 万 kW·h。工程规模属于中型工程，整个光伏电站安装太阳能电池组件 100212 块，19 台箱变及 450 台 70kW 组串式逆变器相连。工程特性表见表 1-1。

### 工程特性表

表1-1

项目名称	中环沽源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目		
工程性质	新建		
工程等级	小型		
建设地点	张家口市沽源县二道渠乡		
建设单位	沽源县晟聚新能源有限公司		
建设规模	25MW		
工程总投资	总投资 18047.2 万元		
工程建设期	2 个月（2018 年 4 月～2018 年 6 月）		
工程占地	总占地 67.32hm <sup>2</sup> , 包括永久占地 0.65hm <sup>2</sup> , 临时占地 66.67hm <sup>2</sup>		
土石方量	土石方开挖 3.32 万 m <sup>3</sup> 、回填 3.24 万 m <sup>3</sup>		
项目组成	光伏发电区	临时占地面积 61.12hm <sup>2</sup> , 包括光伏阵列区、逆变器室及箱变和施工场地, 光伏阵列区占地为 60.55hm <sup>2</sup> , 施工场地占地 0.50hm <sup>2</sup> , 逆变器室及箱变占地为 0.07hm <sup>2</sup> 。	
	35kV 开关站	总占地 0.65hm <sup>2</sup> , 全部为永久占地	
	道路区	①道路路基宽 6.0m, 长约 400m, 临时占地 0.24hm <sup>2</sup> 。 ②光伏板间路面宽为 4.0m, 道路长约 8.67km, 临时占地 3.47hm <sup>2</sup> 。	
	集电线路区	电缆长度 3700m, 集电线路临时占地 0.74hm <sup>2</sup> 。	
	施工生产生活区	占地 1.10hm <sup>2</sup> , 为临时占地	

#### 1.1.1.3 工程主要内容

本项目每个发电单元经由一台箱变及逆变室升压至 35kV 经集电线路（地埋电缆）汇集至 35kV 开关站。

为避让项目区周边的林地和耕地，并且考虑到山坡坡面阴影遮挡的距离，将光伏发电区布置为南区和北区两部分，通过场内道路连接。北区位于山间平地，南区位于缓坡上。

本项目由光伏发电区、35kV 开关站、集电线路、道路区、施工生产生活区 5 个区域组成。

##### 1. 光发电区

本项目发电系统分为 20 个光伏发电单元，每个光伏发电单元容量为 1.25MWp，每个 1.25MWp 发电单元连接 1 台 1250kW 逆变器、1 个直流配电柜、15 个汇流箱及 4914 块光伏组件组成。每个 1250kW 单元由光伏组件经汇流箱汇

流，接至 1 台 1250kW 直流配电柜，最终与 1 台 1250kW 逆变器相连组成。每 1.25MW<sub>p</sub> 光伏发电单元配置 1 个逆变器室，每个逆变器室有 1 台直流配电柜和 1 台逆变器。通过 1 台 1250kVA 双分裂变（箱式变电站）升压至 35kV 接入新建 35kV 开关站。

项目需配置 20 个逆变器、20 个直流配电柜、300 个汇流箱、4680 个光伏组件串及 98280 块光伏组件。

光伏发电生产区包括箱变逆变区、光伏列阵区和施工场地，总占地面积 60.82hm<sup>2</sup>：其中箱变逆变区占地面积 0.07hm<sup>2</sup>、光伏列阵区占地面积 60.55hm<sup>2</sup> 和施工场地 0.50hm<sup>2</sup>。项目占地性质全部为临时占地，占地类型为荒草地。

#### （1）光伏阵列区

本项目采用光伏组件横向布置，单个支架方阵单元由 21 块光伏组件组成，按 3 行×7 列竖向放置。倾角固定支架光伏方阵阵列之间的距离约为 7.88m。光伏阵列基础采用混凝土桩技术采用钢制螺旋桩。接入光伏电站开关站内 35kV 侧，共 2 回。35kV 集电线路全部采用直埋电缆的方式。

#### （2）箱变逆变区

根据项目建设模式，按 1.25MW<sub>p</sub> 光伏发电单元配置 1 个配电间，每个配电间有 1 个直流配电柜和 1 个逆变器。每个配电间的占地面积为 18m<sup>2</sup>，具体尺寸为 6m×3m×3m（长×宽×高）。配电间距离光伏阵列不得少于 14.54m，避免对光伏组件产生阴影遮挡。项目共需 20 座配电间，临时占地 450m<sup>2</sup>。

箱式变压器包括变压器、变压器油、插入式熔断器、后备保护熔断器、负荷开关、分接开关、低压端子和高压端子。箱式变压器重量为 820kg，长×宽×高分别为 1850mm×1080mm×2100mm，地基基础形式采用 C30 现浇钢筋混凝土基础。箱式变压器地基基础长×宽×高为 3.1m×1.30m×2.45m（基础埋深 2.3m、地上高度 0.15m）。临时占地 225m<sup>2</sup>。

箱变逆变区临时占地 0.07hm<sup>2</sup>，占地类型为荒草地。

#### 2.35kV 开关站

35kV 开关站位于光伏阵列区的西北侧。光伏电站 35kV 开关站分室内和室外两部分。高低压配电房和污水物理设备位于开关站北侧。办公用房及综合用房位于站区中央。开关站围墙长 92m，宽 62m，围墙外布设排水沟，现状标高约

1428m，红线内永久占地 0.65hm<sup>2</sup>，占地类型为荒草地。

#### (1) 建构筑物

本工程建（构）筑物主要为综合用房、高低压配电房、办公用房、附属用房等。建筑总面积 1511.9hm<sup>2</sup>。

#### (2) 道路广场

开关站站内道路采用郊区型混凝土路面，道路宽度均为 4m，转弯半径均为 9m，纵坡坡度 0.5%。站区道路根据消防和工艺需求，按环行布置，均能满足电气设备的安装、检修及消防的要求。

站前区广场采用环保预制混凝土砖铺砌，沿广场周边种植低矮灌木进行绿化。配电装置内检修小道路宽 1.0m，采用混凝土方砖铺砌。35kV 屋外配电装置场地采用局部铺设绿化方砖的方法进行处理。在各类断路器、隔离开关、电压电流互感器、端子箱及其他单个布置的设备四周铺设 1.0m 宽的沥青混凝土，在设备集中处成片铺设，有围栏保护的设备铺砌到围栏边缘，在其它空余地带及有裸土处均铺设绿化方砖。

#### (3) 绿化区

绿化地面按照标高找坡的基础上，作坊急啥外流措施，整体标高下沉 50mm，站内车型道路与围墙间做简易植草绿化，雨水及泥沙经围墙泄水口流出，流入围墙外排水沟。综合绿化面积约 0.26hm<sup>2</sup>。

#### (4) 给排水

项目开关站内给水系统设计为生活给水系统和消防给水系统两部分，并分设生活用水管道和消防用水管网。

站区内水源进入生活消防水泵房后分为两路：一路至消防蓄水池，消防用水采用蓄水二次升压方式，蓄水池水由深井补给；一路至生活饮用水处进行处理，经处理后的生水至生活水箱，生活用水通过设在泵房内的生活水泵二次加压后，通过管道送到站区生活用水点。该泵采用变频控制，可根据管网水压自动启动。

开关站排水系统包括生活污水排水系统和雨水排水系统。根据环保要求，生活污水需处理后排放，处理设施采用地埋式一体化污水处理设备。生活污水排水系统常用设备包括卫生器具、排水管道系统、通气管设备及清通设备等。生活污

水经接触氧化、沉淀、消毒后可达到国家一级排放标准，用于站区绿化。其处理流程为：

检查井→格栅井→调节池→接触氧化池→沉淀池→消毒→绿化。

事故排水（包括供水系统溢流、渗漏、检修排水）经地下排水管网收集也汇入排水泵井。

开关站内布设综合绿化、铺设部分方砖，站内无上游汇集雨水，站内雨水采用散排自然入渗即可满足要求。

### 3.集电线路

根据 35kV 电压等级的经济输送容量，本光伏电站采用 2 回 35kV 集电线路，每回集电线路并联 10 个 1250kVA 箱式变电站，经该箱式变电站升压到 35kV 后，通过电缆集电线路接入本电站新建的 35kV 开关站 35kV 母线侧。经计算，串联 1~4 台箱式升压变之间的集电线路采用 1 根 YJY22-26/35-3×50mm<sup>2</sup> 电缆连接；串联 4~8 台箱式升压变之间的集电线路采用 1 根 YJY22-26/35-3×70mm<sup>2</sup> 电缆连接；串联 8~12 台箱式升压变之间的集电线路采用 1 根 YJY22-26/35-3×95mm<sup>2</sup> 电缆连接至 35KV 侧进线柜。

集电线路电缆采用地下敷设方式。光伏发电组件至直流汇流箱之间采用 1kV 单芯低压电缆，光伏板区至箱变逆变之间的电缆以悬挂在光伏板背面的形式送至直流汇流箱，直流汇流箱至控制室光伏直流配电柜之间电缆采用地下直埋经电缆沟敷设。电缆长度 3700m，电缆埋深 1m，电缆沟底宽 1m，坡比 2:1，作业面宽 2m。电缆沟沿道路布设，一侧为道路，另一侧为光伏发电区的施工区域（架设光伏板及修建箱变逆变的区域）施工临时堆土占用光伏发电区，施工机械作业带占用场内道路。集电线路临时占地 0.74hm<sup>2</sup>，占地类型为荒草地。

### 4.道路区

项目区内道路分为进场道路及场内道路，共占地 3.71hm<sup>2</sup>，为临时占地，占地类型为荒草地。

#### （1）进场道路

项目进场道路从场区西侧县级公路（X507）引接，根据交通部《公路工程技术标准》，进场道路按国家四级公路技术标准执行，设计道路路基宽 6.0m，长约 400m，进场道路临时占地 0.24hm<sup>2</sup>。

## (2) 场内道路

根据交通部《公路工程技术标准》，场内施工检修道路按国家四级公路技术标准执行。施工结束后将太阳能电池组件之间的施工道路改造加固为砂石路面，单车道。光伏板间路面宽为 4.0m，道路长约 8.67km，其中北区场内道路长 7.22km，南区场内道路长 1.45km；连接南北两块光伏区的道路长 443m，宽按 6.0m 考虑。场内道路全部为新建，临时占地 3.47hm<sup>2</sup>。

## 5. 施工生产生活区

施工临建场地布置在开关站场地西侧，临时用地 1.10hm<sup>2</sup>。为满足开关站土建施工和光电设备基础施工，在施工场区布置 1 套混凝土搅拌站，在搅拌站旁设置一砂石料堆放场地。施工设备仓库、材料设备仓库、设备组装场地、施工临时生活区等沿场地内周边布置，交通运输便利。

## 6. 送电线路

本光伏电站采用 1 回 35kV 出线接至二道渠 35kV 变电站 35kV 侧，出线采用架空形式，线路全长 8.0km。送出线路不属于本项目建设范围。

### 1.1.1.4 工程投资及施工工期

#### (1) 工程投资

本项目总投资 18047.2 万元，土建投资 1614 万元，由沽源县晨聚新能源有限公司投资建设。

#### (2) 工程工期

本项目 2018 年 4 月开工，2018 年 6 月主体完工。

### 1.1.1.5 参建单位

建设单位：沽源县晨聚新能源有限公司；

主设单位：中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司；

施工单位：陕西艾能工程管理咨询有限公司；

主体监理单位：黑龙江金凤工程管理咨询有限公司；

水土保持监理单位：河北环京工程咨询有限公司；

水土保持监测单位：河北环京工程咨询有限公司；

水土保持方案编制单位：河北环京工程咨询有限公司；

水土保持验收报告编制单位：河北景明工程技术有限公司。

## 1.1.2 项目区概况

### 1.1.2.1 地形地貌

沽源县位于河北省西北部的坝上地区，内蒙古高原南缘，古长城外侧，东与承德市丰宁县接壤，南与赤城、崇礼两县连接，西与张北县、康保县毗邻，北与内蒙古自治区太仆寺旗、正蓝旗、多伦县为界。全县最高海拔 2123m，最低海拔 1356m，平均海拔 1536m。

本项目场址地处沽源县二道渠乡境内，属于坝上高原，场地开阔，低山区地势山低坡缓，山顶拱圆，山间平地区地势平坦开阔。项目北区平地区海拔高度在 1416m~1426m 之间，项目南区山坡区海拔高度在 1456~1470m 之间。

### 1.1.2.2 土壤植被

项目区土壤主要为栗钙土，山脊覆盖层较薄，覆盖层厚度 0.2~0.4m；山坡覆盖层厚度也不大，阳坡多基岩裸露，阴坡覆盖层厚度 0.8~2m。项目区植被类型属于欧亚大陆草原区系，地表植被以耐寒的旱生多年草本植物为主，生长的植被主要有禾本科牧草及落叶性灌木等，包括针茅属、羊草属、冰草属、沙棘；还有菊科、豆科、蔷薇科等；主要农作物有莜麦、马铃薯等。现状林草植被覆盖率为 45%。

### 1.1.2.3 气象

场址区域属大陆性季风气候区，四季分明，冬长夏短，多风，多年年平均气温 2.2℃ 左右，多年极端最高气温为 34.5℃，极端最低气温为 -39.9℃； $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温 1960℃，无霜期 90 天左右，年日照时数为 2908h。多年平均降水量为 402.5mm，主要集中在 6-9 月间，年平均蒸发量约 1700mm，最大冻土深度 2.32m。全年风向以西北风为主，多年平均大风日数 66 天，大风日多且持续时间长，年平均风速为 3.3m/s。

### 沽源县气象站气象数据（1976—2014 年）

表 2-1

统计项目	统计值	极值出现时间
多年平均气温 (°C)	2.2	
累年极端最高气温 (°C)	34.5	1987
累年极端最低气温 (°C)	-39.9	2000
≥10°C 积温 (°C)	1960	
多年平均气压 (hPa)	857.2	
多年平均水汽压 (hPa)	5.9	
多年平均相对湿度 (%)	61	
多年平均降水量 (mm)	402.5	
多年平均沙暴日数 (d)	5	
多年平均雷暴日数 (d)	41	
多年平均冰雹日数 (d)	5	
多年平均风速 (m/s)	3.3	
多年平均积雪深度 (cm)	11	
累年日最大降水量 (mm)	71	2005.08.12
多年平均结冰天数 (d)	203	
多年平均日照时数 (h)	2933.1	

#### 1.1.2.4 工程地质

工程区域地层主要为第四系冲积、洪积地层，在勘探深度内，揭露的岩性主要有粉土、粉砂、细砂及中砂等。具体岩性特征分述如下：

**粉土：**褐黄~褐灰色，稍湿，稍密，无光泽反应，土质不均匀，含砂粒，韧性及干强度低。该层分布较广，主要出露在表层，厚度一般在 0.50~2.00m 之间。

**粉砂：**褐黄色，稍密~中密，砂质纯净，均匀，分选好，磨圆度一般，级配较差，主要矿物成分石英，分选好。该层分布广泛。

**细砂：**黄色，稍密~中密，砂质纯净，均匀，分选好，由长石、石英矿物组成，含砾石，局部含粉土夹层。

**中砂：**黄色，稍湿，稍密~中密，砂质纯净，均匀，分选好，磨圆度较差，由长石、石英矿物组成，含砾石，局部含粉土夹层。

#### 1.1.2.5 河流水系

沽源县境内有滦河、潮白河、内陆河三个水系，包括大小河流 15 条，总流

域面积 3646km<sup>2</sup>, 总长 365km。本项目区所在地属于滦河流域。

滦河发源于河北省丰宁县，至乐亭县流入渤海，长 888km，流域总面积 54400km<sup>2</sup>，上游称闪电河，闪电河入沽源县后，在三旗镇西南左纳五女河再向西北 2.5km，入闪电河水库，闪电河水库控制流域面积 890km<sup>2</sup>，总库容 4250 万 m<sup>3</sup>；潮白河始于北京密云水库以下潮、白两河汇流处，至宁河县入海，长 275km，流域面积 19354km<sup>2</sup>，其中白河发源于河北省沽源县九龙泉，在河北境内长 141.9km，流域面积 4048km<sup>2</sup>；河北省张家口坝上内陆河流域，包括张北、康保、沽源县和尚义县坝上部分，总面积 11656km<sup>2</sup>，其中沽源县有淖 12 个，水面面积 4626.7hm<sup>2</sup>，均为咸水淖，较大的是葫芦河。

项目位于沽源县二道渠乡，境内有一石门子水库，水库多年平均径流量 670 万 m<sup>3</sup>，最大泄洪流量 354.7m<sup>3</sup>/s，设计年洪水量 500 万 m<sup>3</sup>。石门子水库距项目区约 10.5km，项目建设对水库无影响。

项目区内无河流经过，项目区属海河流域永定河水系，清水河支流。清水河由东沟、正沟和西沟汇流而成。清水河是永定河上游洋河的一级支流。清水河发源于崇礼区境东北部与张北县交界的桦皮岭脚下，从东北向西南流经清三营、狮子沟、白旗等 6 个乡，经张家口市汇入永定河上游的洋河，全长 114km。河床平均宽 10m，河谷平均深 0.8m，河道纵坡 12‰，春夏干涸期水少，汛期一般在 6~9 月，结冰期一般在 11 月上旬，次年 3 月下旬至 4 月中旬解冻。平水期主要为地下水补给，汛期主要是自然降水。

项目区附近有清水河正沟，正沟发源于崇礼区北部的坝顶村附近，从东北向西南流经石窑子乡、红旗营乡，在中山沟附近汇入东沟。

项目区水系图见 1-2。



图 1-2 项目区河流水系图

### 1.1.2.6 地震烈度

根据《中国地震动峰值加速度区划图》、《建筑抗震设计规范》，风电场区域抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为  $0.05g$ ，设计地震分组为第二组。场地属对建筑抗震有利地段，无地震液化问题。

### 1.1.2.7 水土流失及防治现状

项目区植被稀疏，土壤侵蚀类型为以风蚀为主兼有水力侵蚀，侵蚀强度为轻度，原地貌土壤侵蚀模数为  $2200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，容许土壤流失量为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区所在地是燕山国家级重点治理区，搞好水土保持工作尤为重要。新中国成立以来，大搞农田基本建设，修建了大量梯田、谷坊坝，植树种草、封山育林，取得了显著的防治成效。

近年来，国家加大了对北京周边的水土保持工作扶持力度，又实施了京津风沙源治理工程、21 世纪初期首都水资源可持续利用规划水土保持项目和密云水库上游生态清洁小流域综合治理工程等国家和省市投资的水土保持生态建设工程。项目区林草面积大大增加，植被快速恢复，林草覆盖率明显提高，生态环境显著改善。在涵养水源、调节气候、净化环境，建设绿色生态屏障方面起了重要作用。

项目区水土流失防治工作的重点是对开发建设项目造成的水土流失做好预防保护、监督管理工作，尽量减少对原有植被的破坏，减少项目建设造成的人为水土流失。

## 1.2 水土保持工作概况

### 1.2.1 水土保持方案编报情况

2018年4月，沽源县晟聚新能源有限公司委托河北环京工程咨询有限公司编制了《中环沽源2.5万千瓦光伏扶贫项目水土保持方案报告书》（报批稿），并取得张家口市行政审批局批复（2018年4月19日，冀水保〔2018〕17号）。

### 1.2.2 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，采取了表土清理、表土回铺、土地整治、混凝土排水沟、撒播草籽、栽植乔灌木等水土保持措施。

## 1.3 监测工作实施情况

### 1.3.1 监测委托及开展情况

本项目于2018年4月施工准备，2018年6月主体完工，至2019年7月水土保持工程全部完成。

2019年7月，沽源县晟聚新能源有限公司委托河北环京工程咨询有限公司开展本项目的水土保持监测工作。接受监测任务后，我公司对该项目高度重视，及时抽调技术骨干和开发建设项目水土保持监测经验丰富的技术人员组建“中环沽源2.5万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测小组”。

(1) 2018年8月初，沽源县晟聚新能源有限公司意向委托我公司进行水土保持监测工作，8月29日，我公司监测小组进场对本项目进行了初步调查、了解了项目相关信息，并纸质报告的形式给出现场勘查建议。

(2) 2019年7月，沽源县晟聚新能源有限公司正式委托我公司进行水土保

持监测工作，7月28日我公司赴现场进行现场监测，收集基础资料，对项目现场进行调查，并根据水土保持方案报告书要求和现场水土流失特点，选定监测重点区域，选出水土保持监测点的布设位置；收集、分析基础资料、数据；对水土保持措施实施情况进行现场调查监测，并及时提出水土保持监测意见。

(3) 由于监测工作略滞后，工程开工至接受正式监测委托期间（2018年4月—2019年7月）情况，采取补充调查的方式进行。工程技术资料的收集通过档案室查询工程建设期间的主体施工组织设计、工程建设进度月报、监理月报、施工现场照片等工程资料；以及编制资料清单、调查统计表等形式，由建设单位填写。

(4) 最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成了《中环洁源2.5万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测总结报告》。

### 1.3.2 监测项目部设置

本项目水土保持监测工作主要参与人员的监测业务分工等情况见表1-3。

水土保持监测人员分工表

表 1-3

姓名	职称	主要职责分工
张伟	工程师	工作协调、技术报告审查
张曦	工程师	外业调查、数据整理
李旗凯	工程师	监测报告编写、资料收集
钟晓娟	工程师	监测报告编写、图件制作
李艳丽	工程师	监测报告编写、资料收集

### 1.3.3 监测点位布设

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治理效果为重点。

本项目各建设区域共布设各类监测点21处，其中光伏阵列区8处，逆变器及箱变2处，施工场地2处、35kV开关站2处、集电线路2处、道路区2处、施工生产生活区1处。详见表1-4。

### 水土保持监测点布置表

表 1-4

序号	位置		数量(个)	监测点位	监测方法
1	光伏发电区监测区	光伏阵列区	8	扰动区域	调查监测
2		箱变逆变区	2	基础开挖处	调查监测
3		施工场地	2	扰动处	调查监测
4	35kV 开关站监测区		2	综合绿化、排石沟	调查监测
5	集电线路监测区		2	电缆沟开挖回填处	调查监测
6	道路区监测区		2	路基边坡、	调查监测
7	施工生产生活区监测区		1	临时堆土堆料处	调查监测

#### 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 1-5。

### 水土保持监测设备一览表

表 1-5

监测设施及设备	数量
一、常规设备	
手持 GPS	1 台(精度 10m)
无人机	1 套
激光测距仪	3 套
坡度仪	1 套
50m 皮尺	2 套
5m 钢卷尺	2 套
二、辅助设备及资料	
笔记本电脑	2 台
数码照相机	2 台
摄像机	1 台
1: 10000 与 1: 50000 地形图	各 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

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）和《生产项目水土保持监测规程》（试行），结合本项目的实际情况确定监测方法，监测方法力求经济、适用和可操作性。

由于本项目水土保持监测工作在项目主体完工后进行，因此本项目采用以调查为主的监测方法，通过现场的典型调查、普查和访问调查等监测方法，结合施工过程资料收集及历史影像资料收集和分析等手段开展主体工程的监测工作。

土地整治、排水、绿化工程等水土保持措施的监测方法采用调查监测和地面定位监测和巡查监测相结合的方法。在全面调查的基础上，在不同的监测分区内选择监测点位，在监测点内根据监测内容、要求，布设不同的监测仪器，获取监测数据。

### 1.3.6 监测成果提交情况

监测过程中采用以现场调查测量、统计分析施工资料的监测方法，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，于2019年8月编制完成了《中环沽源2.5万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测总结报告》。

## 2 监测内容与方法

### 2.1 扰动土地情况监测

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。

监测方法：本项目扰动土地情况监测采用实地量测、资料分析两种方法相结合，对已扰动的土地情况采取全面量测的方法。在水土保持监测期间，我公司组织监测人员对现场深入调查，对施工期间的扰动土地面积采用实地量测法，主要借助测距仪、钢尺、卷尺、GPS 对各分区占地、临时道路长度等进行了测量。通过查阅施工、监理资料、工程用地协议等文件，结合现场量测复核，对施工占地的情况进行调查，核实扰动地表面积。

### 2.2 水土保持措施监测

监测内容：包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行状况等。

监测方法：水土保持措施监测采用实地量测和资料分析的方法。在监测过程中，主要针对项目区内的水保工程措施以及后期的土地整治、植被恢复措施进行了重点监测，水土保持措施工程量、断面尺寸主要通过查阅施工监理资料获取，结合现场典型调查进行复核。水土保持措施的位置、防治效果、运行状况主要采用调查监测的方式进行。

### 2.3 水土流失情况监测

监测内容：水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。

监测方法：水土流失情况监测采用地面观测、实地量测和资料分析的方法。在监测过程中，土壤流失面积通过调查监测，结合对扰动地表面积的监测相结合确定土壤流失面积，土壤流失量通过借助场地内的排水沟等淤积情况确定土壤流失量，在监测过程中未发生较大的水土流失危害。

### 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 方案确定的水土流失防治责任范围

依据《中环洁源 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持方案报告书（报批稿）》及其批复（张行审字〔2018〕17 号），本项目的水土流失防治范围  $66.74\text{hm}^2$ ，其中项目建设区面积  $66.54\text{hm}^2$ ，直接影响区面积  $0.20\text{hm}^2$ 。防治责任范围见表 3-1。

方案确定的水土流失防治责任范围表

表 3-1

单位： $\text{hm}^2$

序号	项目区	项目建设区			直接 影响区	合计
		永久占地	临时占地	小计		
1	光伏发电区	光伏阵列区		60.25	60.25	60.25
2		箱变逆变区		0.07	0.07	0.07
3		施工场地		0.50	0.50	0.50
4		小计		60.82	60.82	60.82
5	35kV 开关站	0.17		0.17	0.01	0.18
7	集电线路	0.00	0.74	0.74		0.74
8	道路区	进场道路	0.24		0.24	0.40
9		场内道路	0.00	3.47	3.47	3.47
10		小计	0.24	3.47	3.71	3.87
11	施工生产生活区	0.00	1.10	1.10	0.03	1.13
12	合计	0.41	66.13	66.54	0.20	66.74

###### 3.1.1.2 建设期水土流失防治责任范围

本项目主体开工时间为 2018 年 4 月，主体完工时间 2018 年 6 月。工程建设过程中，道路修建、建构筑物基础开挖等施工活动大面积扰动了原地貌，道路运输碾压、施工场地平整等均对原地表表土结构产生了扰动，不仅局部改变了原地貌形态，而且破坏了原地表植被，施工活动还对扰动区域周边地区产生了一定的影响。

通过查阅档案资料、现场实地调查核实，本项目共征占地  $67.32\text{hm}^2$ ，包括：

光伏阵列区  $60.55\text{hm}^2$ , 箱变及逆变器室  $0.07\text{hm}^2$ , 施工场地  $0.50\text{hm}^2$ , 进站道路  $0.24\text{hm}^2$ , 施工检修道路  $3.47\text{hm}^2$ , 集电线路  $0.74\text{hm}^2$ , 施工生产生活区  $1.10\text{hm}^2$ ,  $35\text{kV}$  开关站  $0.65\text{hm}^2$ 。

直接影响区指工程征、占地范围以外,由于建设施工造成的水土流失可能对周围农田、村庄、河流、林草植被等产生直接危害的区域。

(1)光伏发电区:光伏发电区的施工过程无大型机械扰动,影响较轻微,且租赁范围已考虑施工影响,略大于光伏板安装施工范围,不再计列直接影响区面积。

(2) $35\text{kV}$ 开关站:开关站长  $92\text{m}$ ,宽  $62\text{m}$ ,围墙内占地  $0.57\text{hm}^2$ ,施工中考虑了围墙外扰动范围,征地范围较实际占地范围扩大,为  $0.65\text{hm}^2$ ,不再计算直接影响。

(3)集电线路:由于电缆沟分布在光伏发电区内,该部分纳入光伏发电区,不单独计直接影响区。

(4)道路区:道路区包括进场道路和场内道路,场内道路纳入光伏发电区,不计直接影响区;进场道路建设过程中对两侧产生一定的影响,按两侧各  $2\text{m}$  考虑计算,直接影响区面积  $0.16\text{hm}^2$ 。

(5)施工生产生活区:实际租地范围扩大,考虑到了施工对周边的影响,不再计列施工影响区。

综上,本项目直接影响区面积为  $0.20\text{hm}^2$ 。

因此,本项目水土流失防治责任范围为  $66.74\text{hm}^2$ 。

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3-2

单位: hm<sup>2</sup>

序号	项目区	项目建设区			直接影响区	合计
		永久占地	临时占地	小计		
1	光伏发电区	光伏阵列区		60.55	60.55	60.55
2		箱变及逆变器室		0.07	0.07	0.07
3		施工场地		0.50	0.50	0.50
4		小计		61.12	61.12	61.12
5	35kV 开关站	0.65	0.00	0.65		0.65
7	集电线路		0.74	0.74		0.74
8	道路区	进场道路		0.24	0.24	0.40
9		场内道路		3.47	3.47	3.47
10		小计		3.71	3.71	3.87
11	施工生产生活区		1.10	1.10		1.10
12	合计	0.65	66.67	67.32	0.16	67.48

#### 3.1.1.3 运行期防治责任范围

工程施工结束后，项目区地表结构稳定，水土保持措施已发挥效益，基本不会对周边区域产生影响，恢复原有植被类型，架空线路塔基区、电缆沟回填之后进行平整，植被自然恢复。项目运行期水土流失防治责任范围包括围栏范围内占地，项目占地面积 67.32hm<sup>2</sup>，运行期水土流失防治责任范围面积见表 3-3。

### 3.1.1.4 水土流失防治责任范围变化分析

通过与水土保持方案报告书比较，本项目建设期水土流失防治责任范围的面积比方案编制（可研）阶段增加了  $0.74\text{hm}^2$ ，增加了约 1.1%。其中建设区总面积增加了  $0.78\text{hm}^2$ ，直接影响区面积减少了  $0.04\text{hm}^2$ 。

#### （1）临时占地范围

在建设单位与二道渠乡人民政府租地协调时，考虑到施工过程对周边造成的扰动，双方协调增加了租地范围，方案设计临时占地租地范围为  $66.13\text{hm}^2$ ，实际临时占地租地范围为  $66.67\text{hm}^2$ ，增加的  $0.54\text{hm}^2$  占地已覆盖直接影响区，故不再重复计列直接影响区面积，直接影响区占地减少  $0.03\text{hm}^2$ 。

#### （2）永久占地

原  $35\text{kV}$  开关站设计占地  $0.17\text{hm}^2$ ，实际升级优化了开关站布局，将办公用房和综合用房分开建设，且增大了绿化面积，实际开关站围墙内占地  $0.57\text{hm}^2$ ，施工中考虑了围墙外扰动范围，征地范围较实际占地范围扩大为  $0.65\text{hm}^2$ ，不再计算直接影响区面积，永久占地面积增加  $0.48\text{hm}^2$ ，直接影响区面积减少  $0.01\text{hm}^2$ 。

### 建设期与方案设计的水土流失防治责任范围变化情况

表 3-3

 $\text{hm}^2$ 

建设项目	项目建设区			直接影响区			合计
	方案规划	实际占地	变化情况	方案设计	建设扰动	变化情况	
光伏发电区	60.82	61.12	0.30				0.30
$35\text{kV}$ 开关站	0.17	0.65	0.48	0.01		-0.01	0.47
集电线路	0.74	0.74					
道路区	3.71	3.71		0.16	0.16		
施工生产生活区	1.10	1.10		0.03		-0.03	-0.03
合计	66.54	67.32	0.78	0.20	0.16	-0.04	0.74

### 3.1.2 背景值监测

#### 3.1.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

项目区属风蚀水蚀交错区，容许土壤流失量为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，原地貌土壤侵蚀模数为  $2200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### 3.1.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

施工期 2018 年 4 月—2018 年 6 月主体工程施工频繁，施工过程中基础开挖、回填、土方临时堆放、机械碾压、施工运输以及施工活动破坏原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受降雨冲刷等影响，各地表扰动区均产生了不同程度的土壤侵蚀。

本工程监测开始的时间为 2019 年 8 月，监测工作开始前的侵蚀情况通过查阅施工记录、工程监理日志等施工过程资料，同时收集施工时段内的气象资料的方法进行整理。结合整理的施工影像资料、建设期气象资料、临近工程的监测资料及临时观测点观测数据得出各地面观测点代表地表扰动类型区的侵蚀模数。建设期（2018.4—2018.6）土壤侵蚀模数  $3500\sim4000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

### 3.1.2.2 试运行期土壤侵蚀模数

2018年12月进入试运行期，先后实施了表土清理、表土回铺、土地整治、排水、绿化等水保措施。通过这些措施项目区内水土流失得到有效的治理，通过监测调查，确定防治措施实施后的试运行期土壤侵蚀模数0~1000t/(km<sup>2</sup>·a)。

各监测分区土壤侵蚀模数统计表

表 3-4

t/(km<sup>2</sup>·a)

序号	监测区域	预测单元	背景值	施工期	自然恢复期
1	光伏发电区	光伏阵列区	2200	2800	1000
2		箱变及逆变器室	2200	3500	
3		施工场地	2200	3000	1000
4	35kV 开关站	35kV 开关站	2200	3500	1000
5	集电线路	直埋电缆	2200	3500	1000
6	道路区	进场道路	2200	3200	
7		场内道路	2200	3200	
8	施工生产生活区	施工生产生活区	2200	3000	1000

### 3.1.3 建设期扰动土地面积

工程建设过程中，场地平整、基础开挖、修建道路、电缆沟开挖回填等建设活动都不同程度地扰动了原地貌形态，损坏了地表土体结构。工程施工建设期间将扰动地表面积为43.10hm<sup>2</sup>。扰动情况如下：

(1)道路、集电线路及施工生产生活区占地范围内，在施工过程中均造成不同程度的扰动，扰动地表面积为占地面积。

(2)光伏阵列区面积共计61.12hm<sup>2</sup>，由于支架基础采用螺旋桩基础形式，利用原地形，不需大面积场地平整，施工扰动区域36.90hm<sup>2</sup>，其它未扰动地表面积24.22hm<sup>2</sup>(主要为光伏基础间空地及未布设光伏阵列占地)。

### 扰动土地面积统计表

表3-5

单位: hm<sup>2</sup>

序号	监测分区		占地面积	扰动范围
1	光伏发电区	光伏阵列区	60.55	36.33
2		箱变及逆变器室	0.07	0.07
3		施工场地	0.50	0.50
4	35kV 开关站		0.65	0.65
5	集电线路	直埋电缆	0.74	0.74
6	道路区	进场道路	0.24	0.24
7		场内道路	3.47	3.47
8	施工生产生活区		1.10	1.10
	总计		67.32	43.10

## 3.2 土石方流向情况监测

### 3.2.1 方案设计土石方情况

工程建设过程中挖填方总量为 6.12 万 m<sup>3</sup>, 其中挖方 3.10 万 m<sup>3</sup>, 填方 3.02 万 m<sup>3</sup>, 余方 0.08 万 m<sup>3</sup>, 为光伏阵列及箱变逆变基础开挖余方, 施工结束后均匀平铺在光伏板下方。方案设计土石方情况见表 3-6。

### 水土保持方案设计土石方情况统计表

表 3-6

单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	项目区		总量	开挖	回填	余方	
						数量	去向
1	光伏 发电区	光伏阵列区	2.39	1.22	1.18	0.04	均匀平铺在 光伏板下方
2		箱变逆变区	0.74	0.39	0.35	0.04	
3		小计	3.13	1.61	1.53	0.08	
4	35kV 开关站		0.26	0.13	0.13		
5	集电线路		0.74	0.37	0.37		
6	道路区	进场道路	0.08	0.04	0.04		
7		场内道路	1.80	0.90	0.90		
8		小计	1.88	0.94	0.94		
9	施工生产生活区		0.10	0.05	0.05		
10	合计		6.12	3.10	3.02	0.08	

注: 以上土石方均为自然方。

### 3.2.2 土石方监测结果

本项目已建成，通过调查查阅设计资料和施工记录，工程建设过程中挖填方总量为 6.56 万 m<sup>3</sup>，其中挖方 3.32 万 m<sup>3</sup>，填方 3.24 万 m<sup>3</sup>，余方 0.08 万 m<sup>3</sup>，为光伏阵列及箱变逆变基础开挖余方，施工结束后均匀平铺在光伏板下方。

(1)光伏发电区竖向布置不改变自然地面现状，不进行大面积场平，光伏支架基础形式根据地质情况采用螺旋桩基础，土石方量较小；箱变及逆变施工开挖土方主要为对基础开挖产生的土方，开挖后回填夯实。部分开挖余土方施工结束后平铺在光伏板下方。光伏发电区挖方 1.61 万 m<sup>3</sup>，填方 1.53 万 m<sup>3</sup>，余方 0.08 万 m<sup>3</sup>。

(2)35kV 开关站施工时升压设备安装需要动用一定的土方量，但开关站处于山间平地，基本场平便可满足施工条件，挖填方量较小，合计总挖方量 0.35 万 m<sup>3</sup>，填方 0.35 万 m<sup>3</sup>。

(3)集电线路区开挖电缆沟，挖方量约为 0.37 万 m<sup>3</sup>，施工结束后将开挖土石方回填并夯实，填方 0.37 万 m<sup>3</sup>，无余方。

(4)本工程地处山间平地及缓坡，道路施工进行基本场平即可满足施工要求，挖方 0.94 万 m<sup>3</sup>，填方 0.94 万 m<sup>3</sup> 无余方。

(5)施工生产生活区在施工前进行基本场平，挖方 0.05 万 m<sup>3</sup>，填方 0.05 万 m<sup>3</sup> 无余方。

## 建设期土石方情况统计表

表 3-7

单位: 万 m<sup>3</sup>

序号	项目区		总量	开挖	回填	余方	
						数量	去向
1	光伏 发电区	光伏阵列区	2.39	1.22	1.18	0.04	均匀平铺在 光伏板下方
2		箱变逆变区	0.74	0.39	0.35	0.04	
3		小计	3.13	1.61	1.53	0.08	
4	35kV 开关站		0.70	0.35	0.35		
5	集电线路		0.74	0.37	0.37		
6	道路区	进场道路	0.08	0.04	0.04		
7		场内道路	1.80	0.90	0.90		
8		小计	1.88	0.94	0.94		
9	施工生产生活区		0.10	0.05	0.05		
10	合计		6.56	3.32	3.24	0.08	

注: 以上土石方均为自然方。

## 3.2.3 建设期与方案设计的土石方对比

对比方案设计与实际建设过程中土石方开挖情况, 总开挖量增加 0.22 万 m<sup>3</sup>, 总回填量增加 0.22 万 m<sup>3</sup>。为实际施工中小幅度调整。土石方开挖与回填对比情况见表 3-10。

## 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 工程措施的设计情况

##### 4.1.1.1 光伏发电区

###### 1.光伏阵列区

①土地整治：工程施工结束后对光伏阵列区扰动较大区域进行土地整治，整地面积  $10.85\text{hm}^2$ 。

###### 2.箱变逆变区

①表土清理：施工前收集表层土，堆放在施工场地，以备后续施工结束后对施工场地的回铺绿化。表土清理面积  $0.07\text{hm}^2$ ，剥表厚度 0.3m，清理表土  $203\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $223\text{m}^3$ 。

###### 3.施工场地

①表土清理：施工前收集表层土，与箱变逆变区表土一起堆放在角落，以备后续施工结束后对回铺绿化。表土清理面积  $0.50\text{hm}^2$ ，剥表厚度 0.3m，清理表土  $1500\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $1650\text{m}^3$ 。

②表土回铺：施工结束后，将箱变逆变区及施工场地收集的表土一同回铺在施工场地，以备后续绿化。表土回铺面积  $0.50\text{hm}^2$ ，回铺土方量  $1703\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $1873\text{m}^3$ 。

##### 4.1.1.2 35kV 开关站

①表土清理：施工前对 35kV 开关站内土层较厚区域进行表土清理，清理面积  $0.05\text{hm}^2$ ，表土清理厚度 30cm，清理表土  $150\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $165\text{m}^3$ 。剥离后的表土先堆放于待绿化区，待施工结束后作为绿化用土。

②表土回铺：工程施工结束后对 35kV 开关站区内需绿化区域进行表回铺，表土回铺面积  $0.03\text{hm}^2$ ，回铺土方量  $150\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $165\text{m}^3$ 。

#### 4.1.1.3 道路区

##### 1. 进场道路

①浆砌石排水沟\*：主体设计在进场道路两侧修建浆砌石排水沟  $50\text{m}^3$ ，汇流路面雨水，设计投资 1.52 万元。主体未对排水沟的典型设计进行具体设计，本方案将予以补充以供参考。

##### 2. 场内道路

①土质排水沟：项目区南半块光伏发电区位于缓坡上，场内道路部分容易积蓄汇水路段修建土质排水沟疏导路面雨水。排水沟长 400m。

#### 4.1.1.4 集电线路

①表土清理：施工前对电缆沟开挖区域进行表土清理，清理面积  $0.74\text{hm}^2$ ，表土清理厚度 30cm，清理表土  $2220\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $2442\text{m}^3$ 。剥离后的表土先堆放于电缆沟一侧，与电缆沟开挖土方分开堆放，待施工结束后平铺在最上层作为绿化用土。

②表土回铺：工程施工结束后对回填的电缆沟区域进行表回铺，表土回铺面积  $0.74\text{hm}^2$ ，回铺土方量  $2220\text{m}^3$ ，根据阶段调整系数调整后为  $2442\text{m}^3$ 。

#### 4.1.1.5 施工生产生活区

①土地整治：施工生产生活区施工完毕将遗撒的建筑垃圾清理后需要场地平整治理工作，土地整治采用推土机结合人工进行施工作业，场地平整面积  $1.10\text{hm}^2$ 。

#### 4.1.2 工程措施实施情况及监测结果

水土保持工程措施包括土地整治  $13.84\text{hm}^2$ ，表土清理  $0.83\text{hm}^2$ ，覆土平整  $2483\text{m}^3$ ，混凝土排水沟 220m。

其中，光伏架设区土地整治  $12.00\text{hm}^2$ ；逆变器及箱变表土清理  $0.07\text{hm}^2$ ；施工场地表土清理  $0.50\text{hm}^2$ ，表土回铺  $1703\text{m}^3$ ； $30\text{kV}$  开关站表土清理  $0.26\text{hm}^2$ ，覆土平整  $760\text{m}^3$ ，混凝土排水沟  $220\text{m}$ ；集电线路土地整治  $0.74\text{hm}^2$ ；施工检修道路土地整治  $1.10\text{hm}^2$ 。

#### 4.1.2.1 光伏发电区

##### 1. 光伏电架设区

①土地整治：工程施工结束后对光伏阵列区扰动较大区域进行土地整治，整地面积  $12.00\text{hm}^2$ 。施工时间为 2018 年 6 月。

##### 2. 逆变器及箱变

①表土剥离：施工前收集表层土，堆放在施工场地，以备后续施工结束后对施工场地的回铺绿化。表土清理面积  $0.07\text{hm}^2$ ，剥表厚度  $0.3\text{m}$ ，清理表土  $203\text{m}^3$ 。施工时间为 2018 年 4 月-2018 年 5 月。

##### 3. 施工场地

①表土清理：施工前收集表层土，与箱变逆变区表土一起堆放在角落，以备后续施工结束后对回铺绿化。表土清理面积  $0.50\text{hm}^2$ ，剥表厚度  $0.3\text{m}$ ，清理表土  $1500\text{m}^3$ 。施工时间为 2018 年 4 月-2018 年 5 月。

②表土回铺：施工结束后，将箱变逆变区及施工场地收集的表土一同回铺在施工场地，以备后续绿化。表土回铺面积  $0.50\text{hm}^2$ ，回铺土方量  $1703\text{m}^3$ 。施工时间为 2018 年 6 月。

#### 4.1.2.2 $35\text{kV}$ 开关站

①表土清理：施工前对  $35\text{kV}$  开关站内土层较厚区域进行表土清理，清理面积  $0.26\text{hm}^2$ ，表土清理厚度  $30\text{cm}$ ，清理表土  $780\text{m}^3$ 。剥离后的表土先堆放于待绿化区，待施工结束后作为绿化用土。施工时间为 2018 年 4 月。

②表土回铺：工程施工结束后对  $35\text{kV}$  开关站区内需绿化区域进行表土回铺，表

土回铺面积  $0.26\text{hm}^2$ ，回铺土方量  $780\text{m}^3$ 。施工时间为 2018 年 6 月。

③混凝土排水沟：开关站硬化面积及建筑面积增加，考虑到站区排水，设一圈站外排水沟，站内无法下渗的泥沙雨水可由围墙泄水孔排至排水沟。混凝土排水沟 220m。施工时间 2018 年 6 月。

#### 4.1.2.3 集电线路

①土地整治：工程施工结束后对电缆区域进行土地整治，整地面积  $0.74\text{hm}^2$ 。施工时间为 2018 年 6 月。

#### 4.1.2.4 施工生产生活区

①土地整治：施工生产生活区施工完毕将遗撒的建筑垃圾清理后需要场地平整治理工作，土地整治采用推土机结合人工进行施工作业，场地平整面积  $1.10\text{hm}^2$ 。施工时间为 2018 年 6 月。

## 水土保持工程措施完成情况监测表

表 4-1

防治分区		措施类型	水保措施	措施布置			工程量			实施时间	
				措施位置	单位	数量	内容	单位	数量		
光伏发电区	光伏架设区	工程措施	土地整治	扰动大的区域	hm <sup>2</sup>	12.00	土地平整	hm <sup>2</sup>	12.00	2018 年 6 月	
	箱变逆变区	工程措施	表土清理	全部区域	hm <sup>2</sup>	0.07	清理表土	m <sup>3</sup>	203	2018 年 4 月-2018 年 5 月	
	施工场地	工程措施	表土清理	全部区域	hm <sup>2</sup>	0.50	清理表层土	m <sup>3</sup>	1500	2018 年 4 月-2018 年 5 月	
			表土回铺	全部区域	hm <sup>2</sup>	0.50	回铺表层土	m <sup>3</sup>	1703	2018 年 6 月	
35kV 开关站		工程措施	表土清理	土层较厚区域	hm <sup>2</sup>	0.26	清理表层土	m <sup>3</sup>	780	2018 年 4 月	
			表土回铺	绿化区域	hm <sup>2</sup>	0.26	回铺表层土	m <sup>3</sup>	780	2018 年 6 月	
			混凝土排水沟	围墙外	m	220	排水沟	m	220	2018 年 6 月	
集电线路	工程措施	土地整治	电缆沟	hm <sup>2</sup>	0.74	土地平整	hm <sup>2</sup>	0.74	2018 年 6 月		
施工生产生活区	工程措施	土地整治	扰动区域	hm <sup>2</sup>	1.10	土地平整	hm <sup>2</sup>	1.10	2018 年 6 月		

## 4.2 植物措施监测结果

### 4.2.1 植物措施设计情况

#### 4.2.1.1 光伏发电区

##### 1.光伏阵列区

①种草：本工程施工结束后，在光伏板下的空地及扰动大的区域撒播草籽的方式绿化，绿化面积  $10.85\text{hm}^2$ ，种植密度为  $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共需草籽  $542\text{kg}$ ，根据阶段调整系数调整后为  $569\text{kg}$ 。草种选择冰草等当地适生长的草籽。

②抚育：施工结束后，对光伏阵列区扰动区域进行洒水抚育，抚育面积  $36.15\text{hm}^2$ ，根据阶段调整系数调整后为  $37.96\text{hm}^2$ 。

##### 2.施工场地

①种草：施工结束表土回铺后，采用撒播草籽的方式进行绿化，绿化面积  $0.50\text{hm}^2$ ，种植密度为  $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共需草籽  $25\text{kg}$ ，根据阶段调整系数调整后为  $26\text{kg}$ 。草种选择当地适生的披碱草。

②抚育：对施工场地的撒播草籽绿化进行洒水抚育，抚育面积  $0.50\text{hm}^2$ ，根据阶段调整系数调整后为  $0.53\text{hm}^2$ 。

#### 4.2.1.2 35kV 开关站

①综合绿化：主体设计  $35\text{kV}$  开关站内空地采用乔木、灌木、花卉、草坪等相结合的方式进行综合绿化，绿化面积  $0.03\text{hm}^2$ ，设计投资 2.85 万元。

#### 4.2.1.3 集电线路区

①种草：施工结束后在集电线路区域进行种草绿化，采用撒播草籽的方式，种草面积  $0.74\text{hm}^2$ ，草籽用量  $50\text{kg}/\text{hm}^2$  左右，需用草籽  $37\text{kg}$ ，根据阶段调整系数调整后为  $39\text{kg}$ 。草种选择当地适生的披碱草。

②抚育：对撒播草籽绿化进行洒水抚育，抚育面积  $0.74\text{hm}^2$ ，根据阶段调整系数

调整后为  $0.78\text{hm}^2$ 。

#### 4.2.1.4 施工生产生活区

①撒播草籽：施工结束后在施工区范围内进行种草绿化，采用撒播草籽的方式，种草面积  $1.10\text{hm}^2$ ，种植密度  $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需用草籽  $55\text{kg}$ ，根据阶段调整系数调整后为  $58\text{kg}$ 。

②抚育：对撒播草籽绿化进行洒水抚育，抚育面积  $1.10\text{hm}^2$ ，根据阶段调整系数调整后为  $1.16\text{hm}^2$ 。

#### 4.2.2 植物措施实施情况及监测结果

水土保持植物措施种草  $14.34\text{hm}^2$ ，综合绿化  $0.26\text{hm}^2$ ，抚育管理  $38.67\text{hm}^2$ 。其中，光伏架设区种草  $12.00\text{hm}^2$ ，抚育管理  $36.33\text{hm}^2$ ；施工场地种草  $0.50\text{hm}^2$ ，抚育管理  $0.50\text{hm}^2$ ； $35\text{kV}$  开关站综合绿化  $0.26\text{hm}^2$ ；集电线路种草  $0.74\text{hm}^2$ ，抚育管理  $0.74\text{hm}^2$ ；施工生产生活区种草  $1.10\text{hm}^2$ ，抚育管理  $1.10\text{hm}^2$ 。

#### 4.2.2.1 光伏发电区

##### 1. 光伏架设区

(1) 种草：在光伏板和空地自然恢复不好区域种草面  $12.00\text{hm}^2$ ，撒播草籽  $600\text{kg}$ ；施工时间 2018 年 7 月。

(2) 抚育管理：在扰动区域的植被进行洒水管理及植被恢复不好的地方进行补植  $36.33\text{hm}^2$ ；施工时间 2018 年 7 月—8 月、2019 年 5 月—7 月。

##### 2. 施工场地

(1) 种草：施工结束后回铺表土，然后种草，面积约  $0.50\text{hm}^2$ ，撒播草籽  $25\text{kg}$ ；施工时间 2018 年 7 月。

(2) 抚育管理：对种草区域洒水管理及恢复不好的地方进行补植  $0.50\text{hm}^2$ ；施工时间 2018 年 7 月—8 月、2019 年 5 月—7 月。

#### 4.2.2.2 35 kV 开关站

(1) 综合绿化：对站内空地采用乔木、灌木、草坪相结合的方式进行综合绿化，绿化面积  $0.26\text{hm}^2$ 。包括栽植丁香、海棠和云杉等乔灌木。施工时间 2018 年 7 月，栽植灌木和乔木的施工时间是 2019 年 5 月。

(2) 抚育管理：对绿化区域洒水管理  $0.26\text{hm}^2$ ；施工时间 2018 年 7 月—8 月、2019 年 5 月—7 月。

#### 4.2.2.3 集电线路区

(1) 种草：施工结束后土地整治，然后种草，面积约  $0.74\text{hm}^2$ ，撒播草籽  $37\text{kg}$ ；施工时间 2018 年 7 月。

(2) 抚育管理：对种草区域洒水管理  $0.74\text{hm}^2$ ；施工时间 2018 年 7 月—8 月、2019 年 5 月—7 月。

#### 4.2.2.4 施工生产生活区

(1) 种草：施工结束后土地整治，然后种草，面积约  $1.10\text{hm}^2$ ，撒播草籽  $55\text{kg}$ ；施工时间 2018 年 7 月。

(2) 抚育管理：对种草区域洒水管理及补植  $1.10\text{hm}^2$ ；施工时间 2018 年 7 月—8 月、2019 年 5 月—7 月。

## 水土保持植物措施完成情况监测表

表 4-2

防治分区		措施类型	水保措施	措施布置			工程量			设计工程量	
				措施位置	单位	数量	内容	单位	数量		
光伏发电区	光伏架设区	植物措施	种草	扰动大的区域	hm <sup>2</sup>	12.00	撒播草籽	kg	600	2018 年 7 月	
			抚育	扰动大的区域	hm <sup>2</sup>	36.33	抚育植被	hm <sup>2</sup>	36.33	2018 年 7 月-8 月、 2019 年 5 月-7 月	
	施工场地	植物措施	种草	全部区域	hm <sup>2</sup>	0.50	撒播草籽	kg	25	2018 年 7 月	
			抚育	绿化区域	hm <sup>2</sup>	0.50	抚育植被	hm <sup>2</sup>	0.50	2018 年 7 月-8 月、 2019 年 5 月-7 月	
35kV 开关站		植物措施	综合绿化	绿化区域	hm <sup>2</sup>	0.26	综合绿化	hm <sup>2</sup>	0.26	2018 年 7 月、 2019 年 5 月	
			抚育	绿化区域	hm <sup>2</sup>	0.50	抚育植被	hm <sup>2</sup>	0.50	2018 年 7 月-8 月、 2019 年 5 月-7 月	
集电线路		植物措施	种草	全部区域	hm <sup>2</sup>	0.74	撒播草籽	kg	37	2018 年 7 月	
			抚育	绿化区域	hm <sup>2</sup>	0.74	抚育植被	hm <sup>2</sup>	0.74	2018 年 7 月-8 月、 2019 年 5 月-7 月	
施工生产生活区		植物措施	种草	全部区域	hm <sup>2</sup>	1.10	撒播草籽	kg	55	2018 年 7 月	
			抚育	绿化区域	hm <sup>2</sup>	1.10	抚育植被	hm <sup>2</sup>	1.10	2018 年 7 月-8 月、 2019 年 5 月-7 月	

## 4.3 临时措施监测结果

### 4.3.1 临时措施设计情况

#### 4.3.1.1 光伏发电区

##### 1. 施工场地

①临时遮盖：为减少堆土在大风天产生扬尘，对箱变及逆变区基础开挖土方及收集的表层土采取土工布遮盖的方式，土工布拆除时应在土方回填开始时进行，估算临时遮盖面积  $200\text{m}^2$ ，根据阶段调整系数调整后为  $220\text{m}^2$ 。

#### 4.3.1.2 35kV 开关站

①临时遮盖：为减少堆土在大风天产生扬尘，对开关站内临时堆土采取土工布进行遮盖，估算临时遮盖面积  $50\text{m}^2$ ，根据阶段调整系数调整后为  $55\text{m}^2$ 。

②临时拦挡：开关站占地周边采用彩钢板拦挡以降低施工对周边的生态影响，估算长度  $120\text{m}$ ，根据阶段调整系数调整后为  $132\text{m}$ 。

#### 4.3.1.3 集电线路

临时遮盖：施工中，对电缆沟开挖和塔基开挖的堆土采用土工布遮盖的方式，估算临时遮盖面积  $300\text{m}^2$ ，土工布拆除时应在土方回填开始时进行。

#### 4.3.1.4 施工生产生活区

①临时遮盖：为减少堆土在大风天产生扬尘，对临时堆土堆料采取土工布进行遮盖，估算临时遮盖面积  $340\text{m}^2$ ，根据阶段调整系数调整后为  $374\text{m}^2$ 。

②临时拦挡：施工前采用彩钢板将施工区周围拦挡以降低施工对周边的生态影响，估算长度  $500\text{m}$ ，根据阶段调整系数调整后为  $550\text{m}$ 。

③土质排水沟：在施工生产生活区周边设置土质排水沟，以汇流雨水，估算长度  $120\text{m}$ 。

④土质沉淀池：在施工生产生活区排水口处设土质沉淀池 1 座，雨水经简易沉

沉淀处理后排出区外。

### 4.3.2 临时措施实施情况及监测结果

由于没有大的开挖面，且施工周期短，施工过程中临时措施未实施。

## 4.4 水土保持措施防治效果

本项目落实水土保持措施与水土保持方案设计相比有一定程度的变化，按照防治分区对比分析如下。

### 4.4.1 光伏发电区

#### 1. 光伏架设区

为提高项目区植被覆盖率及植被恢复情况，增加了土地治理工程和绿化措施。

其中土地整治增加  $1.15\text{hm}^2$ ，种草增加  $1.15\text{hm}^2$ ，植被抚育增加  $0.18\text{hm}^2$ 。

#### 2. 施工场地

主体设计工期为 2018 年 4 月—10 月，实际工期为 2018 年 4 月—6 月，工期缩短，施工时间较短且及时开挖回填。取消了临时措施的布设，临时遮盖措施减少  $200\text{m}^2$ 。

### 4.4.2 35kV 开关站

由于开关站设计绿化区域面积增加，表土收集量和绿化措施面积也随之增加。

其中表土清理增加  $0.21\text{hm}^2$ ，表土回铺增加  $0.23\text{hm}^2$ ，综合绿化面积增加  $0.23\text{hm}^2$ 。

为提高站区植物成活率，增加了站区抚育措施，措施面积  $0.26\text{hm}^2$ 。

由于开关站硬化面积及建筑面积增加，考虑到站区排水，设一圈站外排水沟，站内无法下渗的泥沙雨水可由围墙泄水孔排至排水沟，新增布设站外排水沟  $220\text{m}$ 。

主体设计工期为 2018 年 4 月—10 月，实际工期为 2018 年 4 月—6 月，工期缩短，施工时间较短且及时开挖回填。取消了临时措施的布设，临时遮盖措施减少

50m<sup>2</sup>，临时拦挡措施减少 120m。

#### 4.4.3 集电线路

由于工期缩短，为赶工期，将表土清理及回铺的措施改为施工结束后土地整治。表土清理措施减少 0.74hm<sup>2</sup>，表土回铺减少 0.74hm<sup>2</sup>，土地整治增加 0.74hm<sup>2</sup>。

主体设计工期为 2018 年 4 月—10 月，实际工期为 2018 年 4 月—6 月，工期缩短，施工时间较短且及时开挖回填。取消了临时措施的布设，临时遮盖措施减少 300m<sup>2</sup>。

#### 4.4.4 道路区

道路区周围植被恢复较好，且无陡坡，降水一般就地入渗，方案设计的浆砌石排水沟和土质排水沟未设置。浆砌石排水沟减少 50m<sup>3</sup>，土质排水沟减少 400m。

与当地有关部门协商，应当地有关部门的要求，取消了进场道路两侧乔木的布设。减少乔木栽植 266 株。

#### 4.4.5 施工生产生活区

主体设计工期为 2018 年 4 月—10 月，实际工期为 2018 年 4 月—6 月，工期缩短，施工时间较短且及时开挖回填，工期又未处于雨季。取消了临时措施及临时排水的布设。临时遮盖措施减少 340m<sup>2</sup>，临时拦挡措施减少 500m，临时排水减少 120m，土质沉淀池减少 1 座。

水土保持方案设计与实际完成工程量比较表

表 4-3

防治分区	措施类型	水保措施	工程量				变化原因	
			单位	方案设计	实际实施	变化量 (+/-)		
光伏发电区	光伏架设区	工程措施	土地整治	hm <sup>2</sup>	10.85	12	+1.15	为提高项目区植被覆盖率及植被恢复情况，增加了土地治理工程和绿化措施。
		植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	10.85	12	+1.15	
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	36.15	36.33	0.18		
	逆变及箱变	工程措施	表土清理	hm <sup>2</sup>	0.07	0.07	0	
	施工场地	工程措施	表土清理	hm <sup>2</sup>	0.5	0.5	0	
			表土回铺	hm <sup>2</sup>	0.5	0.5	0	
		植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	0.5	0.5	0	
			抚育管理	hm <sup>2</sup>	0.5	0.5	0	
		临时措施	临时遮盖	m <sup>2</sup>	200		-200	工期由原来的 4-10 月缩短为 4-6 月，施工时间较短且及时开挖回填，未设临时措施
35kV 开关站	工程措施	表土清理	hm <sup>2</sup>	0.05	0.26	+0.21	开关站绿化面积增加，土地整治措施面积相应增加	
		表土回铺	hm <sup>2</sup>	0.03	0.26	+0.23		
		混凝土排水沟	m		220	+220	开关站硬化面积及建筑面积增加，考虑到站区排水，设一圈站外排水沟，站内无法下渗的泥沙雨水可由围墙泄水孔排至排水沟。	
	植物措施	综合绿化	hm <sup>2</sup>	0.03	0.26	+0.23	主体设计绿化面积增加，且为保证成活率增加了抚育	
		抚育管理	hm <sup>2</sup>		0.26	+0.26		
	临时措施	临时遮盖	m <sup>2</sup>	50		-50	工期由原来的 4-10 月缩短为 4-6 月，施工时间较短且及时开挖回填，未设临时措施	
		临时拦挡	m	120		-120		
集电线路	工程措施	表土剥离	hm <sup>2</sup>	0.74		-0.74	施工中考虑缩短工期改为施工结束后土地整治	
		覆土平整	hm <sup>2</sup>	0.74		-0.74		
		土地整治	hm <sup>2</sup>		0.74	+0.74		
	植物措施	种草	hm <sup>2</sup>	0.74	0.74	0		
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	0.74	0.74	0		
	临时措施	临时遮盖	m <sup>2</sup>	300		-300	工期由原来的 4-10 月缩短为 4-6 月，施工时间较短且及时开挖回填，未设临时措施	
道路区	进场道路	工程措施	浆砌石排水沟	m <sup>3</sup>	50		-50	道路区周围植被恢复较好，且无陡坡，降水一般就地入渗，方案设计的浆砌石排水沟未设置。
		植物措施	栽植乔木	株	266		-266	与当地有关部门协商，取消了乔木布设
	场内道路	工程措施	土质排水沟	m	400		-400	道路区周围植被恢复较好，且无陡坡，降水一般就地入渗，方案设计的土质排水沟未设置。
施工生产生活区	工程措施	土地整治	hm <sup>2</sup>	1.1	1.1	0		
		种草	hm <sup>2</sup>	1.1	1.1	0		
		抚育管理	hm <sup>2</sup>	1.1	1.1	0		
	临时措施	临时遮盖	m <sup>2</sup>	340		-340	工期由原来的 4-10 月缩短为 4-6 月，施工时间较短且及时开挖回填，未处于雨季，则设临时措施。	
		临时拦挡	m	500		-500		
		临时排水	m	120		-120		
		土质沉淀池	座	1		-1		

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

根据对各监测分区调查和各单位工程验收资料统计,本项目建设期水土流失面积  $43.10\text{hm}^2$ , 完工后水土流失面积  $38.93\text{hm}^2$ 。

#### 建设期水土流失面积

表5-1

单位:  $\text{hm}^2$ 

序号	监测分区		占地面积	扰动范围
1	光伏发电区	光伏阵列区	60.55	36.33
2		箱变及逆变器室	0.07	0.07
3		施工场地	0.50	0.50
4	35kV 开关站		0.65	0.65
5	集电线路	直埋电缆	0.74	0.74
6	道路区	进场道路	0.24	0.24
7		场内道路	3.47	3.47
8	施工生产生活区		1.10	1.10
	总计		67.32	43.10

#### 完工后水土流失面积

表5-2

单位:  $\text{hm}^2$ 

序号	监测分区		占地面积	扰动范围
1	光伏发电区	光伏阵列区	60.55	36.33
2		箱变及逆变器室	0.07	
3		施工场地	0.50	0.50
4	35kV 开关站		0.65	0.26
5	集电线路	直埋电缆	0.74	0.74
6	道路区	进场道路	0.24	
7		场内道路	3.47	
8	施工生产生活区		1.10	1.10
	总计		67.32	38.93

## 5.2 土壤流失量

### 5.2.1 原地貌土壤侵蚀量

根据现场查勘，项目建设区内原地貌 0.25 年土壤侵蚀量约 237t。原地貌各监测分区土壤流失量统计情况见表 5-3。

项目区原地貌年产土壤侵蚀量

表 5-3

一级分区	二级分区	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀背景值 (t/(km <sup>2</sup> ·a))	侵蚀时间 (a)	背景流失量 (t)
光伏发电区	光伏阵列区	36.33	2200	0.25	200
	箱变及逆变器室	0.07	2200	0.25	0
	施工场地	0.50	2200	0.25	3
35kV 开关站	35kV 开关站	0.65	2200	0.25	4
集电线路	直埋电缆	0.74	2200	0.25	4
道路区	进场道路	0.24	2200	0.25	1
	场内道路	3.47	2200	0.25	19
施工生产生活区	施工生产生活区	1.10	2200	0.25	6
合计		43.10			237

### 5.2.2 建设期土壤流失量

本项目施工集中在 2018 年 4 月年至 2018 年 6 月，施工期间现场机械活动剧烈，施工过程中基础开挖、施工运输、材料压占等施工活动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受降雨冲刷等影响，极易发生水土流失。

根据对施工记录、监理日志及建设期内气象资料的查阅，结合现场调查，估算建设期产生的土壤侵蚀总量为 309t。建设期各监测分区土壤流失量统计情况见表 5-4。

### 施工期（含施工准备期）土壤流失预测情况表

表 5-4

一级分区	二级分区	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动后侵蚀模数 (t/(km <sup>2</sup> ·a))	侵蚀时间 (a)	预测流失量 (t)
光伏发电区	光伏阵列区	36.33	2800	0.25	254
	箱变及逆变器室	0.07	3500	0.25	1
	施工场地	0.50	3000	0.25	4
35kV 开关站	35kV 开关站	0.65	3500	0.25	6
集电线路	直埋电缆	0.74	3500	0.25	6
道路区	进场道路	0.24	3200	0.25	2
	场内道路	3.47	3200	0.25	28
施工生产生活区	施工生产生活区	1.10	3000	0.25	8
合计		43.10			309

### 5.2.3 试运行期土壤流失量

2018 年 7 月工程进入试运行期，由于工程区内各项水土流失防治措施的实施和水土保持效益的初步发挥，项目区土壤侵蚀量明显降低，甚至低于原地貌状态，本项目运行期年侵蚀量为 389t。试运行期各监测分区土壤流失统计情况见表 5-5。

### 试运行期土壤流失预测情况表

表 5-5

一级分区	二级分区	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	自然恢复期侵蚀 模数 (t/(km <sup>2</sup> ·a))	侵蚀时间 (a)	预测流失量 (t)
光伏发电区	光伏阵列区	36.33	1000	1	363
	施工场地	0.50	1000	1	5
35kV 开关站	35kV 开关站	0.26	1000	1	3
集电线路	直埋电缆	0.74	1000	1	7
施工生产生活区	施工生产生活区	1.10	1000	1	11
合计		38.93			389

### 5.3 水土流失危害

本项目施工过程中无水土流失危害事件发生。

## 6 水土流失防治效果监测结果

### 6.1 扰动土地整治率

本项目扰动土地面积以主体工程开工至水土保持工程完工期间扰动最大面积计算，既 2018 年 4 月主体开工至 2018 年 6 月主体工程完工期间的工程总占地面积为  $67.32\text{hm}^2$ ，扰动面积为  $42.53\text{hm}^2$ ，累计完成综合整治面积为  $41.64\text{hm}^2$ ，测算扰动土地治理率 97.90%（方案设计为 95%）。

各监测分区扰动土地整治率见表 6-1。

各监测分区扰动土地整治情况统计表

表 6-1

序号	工程分区	扰动土地 面积( $\text{hm}^2$ )	扰动土地整治面积( $\text{hm}^2$ )			扰动土地 整治率(%)	
			扰动土地整治措施面积		永久建筑物 面积		
			工程措施	植物措施			
1	光伏发电区	36.33		35.24	0.27	35.51	97.74
2	35kV 开关站	0.65	0.02	0.26	0.35	0.63	96.92
3	集电线路	0.74		0.72		0.72	97.30
4	道路区	3.71			3.71	3.71	100.00
5	施工生产生活区	1.10		1.07		1.07	97.27
综合指标		42.53	0.02	37.29	4.33	41.64	97.90

### 6.2 水土流失总治理度

经现场监测调查核实，工程建设造成水土流失面积  $38.67\text{hm}^2$ ，水土流失治理达标面积  $37.31\text{hm}^2$ ，水土流失总治理度为 96.48%（方案设计为 95%）。

各监测分区水土流失治理度见表 6-2。

### 各监测分区水土流失总治理度情况统计表

表6-2

序号	工程分区	水土措施面积(hm <sup>2</sup> )			水土流失面积(hm <sup>2</sup> )			水土流失治理度(%)
		工程措施	植物措施	小计	水土流失面积	硬化及建筑物	小计	
1	光伏发电区	0.00	35.24	35.24	36.33	0.27	36.06	97.72
2	35kV 开关站	0.02	0.26	0.28	0.65	0.12	0.53	52.83
3	集电线路	0.00	0.72	0.72	0.74	0.00	0.74	97.30
4	道路区	0.00	0.00	0.00	3.71	3.47	0.24	0.00
5	施工生产生活区	0.00	1.07	1.07	1.10	0.00	1.10	97.27
综合指标		0.02	37.29	37.31	42.53	3.86	38.67	96.48

## 6.3 拦渣率与弃渣利用情况

根据调查，本项目建设过程中土石方挖填平衡，无弃渣产生，拦渣率 95% 以上。

## 6.4 土壤流失控制比

根据水土保持方案报告书，本项目区的容许土壤流失量 1000t/(km<sup>2</sup>·a)。

随着各项水土保持措施的进一步完善，工程措施、植被措施效果更加显著，使得路域降雨径流得到有效控制。试运行期的土壤侵蚀模数降至 1000t/(km<sup>2</sup>·a)，本项目的土壤流失控制比为 1.0。

## 6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

林草植被恢复率是指项目建设区（扰动面积）内，林草类植被面积（人工恢复植被）占可恢复林草植被面积的百分比。可恢复植被面积是指在当前技术经济条件下，通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积。

扰动范围内可绿化面积为 38.43hm<sup>2</sup>，项目完工后，已实施人工植物绿化措施面积为 37.29hm<sup>2</sup>，由此计算项目扰动范围内平均林草植被恢复率为 97.03%，平均林草覆盖率为 55.39%。

### 项目扰动范围内林草植被恢复率和林草覆盖率

表 6-3

序号	工程分区	林草植被恢复率(%)			林草覆盖率(%)		
		可恢复植被 面积(hm <sup>2</sup> )	林草类植被 面积(hm <sup>2</sup> )	计算结果	林草类植被 面积(hm <sup>2</sup> )	项目建设 区面积	计算结果
1	光伏发电区	36.33	35.24	97.00	35.24	61.12	57.66
2	35kV 开关站	0.26	0.26	100.00	0.26	0.65	40.00
3	集电线路	0.74	0.72	97.30	0.72	0.74	97.30
4	道路区	0.00	0.00	—	0.00	3.71	—
5	施工生产生活区	1.10	1.07	97.27	1.07	1.10	97.27
综合指标		38.43	37.29	97.03	37.29	67.32	55.39

总体上，项目区内植被恢复情况恢复较好，大部分区域植被恢复接近周围未干扰区域，预计今后的2~3年，自然植物种类会逐步恢复，立地条件也逐步与周围环境相同，基本达到了水土保持防治要求。

## 6.6 防治效果分析

本项目各项水土保持措施布置到位，运行效果良好，水土流失得到治理，水土流失防治指标达到了方案设计的防治目标，见表 6-5。

### 水土流失防治指标对比分析表

表 6-5

序号	评价指标	方案设计	防治效果	是否达标
1	扰动土地整治率 (%)	95	97.90	达标
2	水土流失总治理度 (%)	92	96.48	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
4	拦渣率 (%)	95	95	达标
5	林草植被恢复率 (%)	97	97.03	达标
6	林草覆盖率 (%)	25	55.39	达标

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达到 98.26%，

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

本项目位于河北省张家口市沽源县二道渠乡，项目区属于燕山国家级重点治理区。

项目区主要以风蚀为主兼有水力侵蚀，建设期防治责任范围内土壤流失量为309t，较原地貌增加了72t；防治措施实施后，随着水保措施的实施，扰动土地得到治理，水土流失得到控制，土壤侵蚀量降至1000t/a。

### 7.2 水土保持措施评价

本项目建设过程中，建设单位较重视水土保持工程，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，水土保持工程措施包括土地整治13.84hm<sup>2</sup>，表土清理0.83hm<sup>2</sup>，覆土平整2483m<sup>3</sup>，混凝土排水沟220m；植物措施种草14.34hm<sup>2</sup>，综合绿化0.26hm<sup>2</sup>，抚育管理38.67hm<sup>2</sup>。

水土保持方案设计的主要水土保持措施基本得到了落实，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) 对已经完成绿化或已自然恢复植被的区域加强抚育管理，保证成活率。
- (2) 进入生产运行期后，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，监测单位积极开展了现场调查、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) 水土流失防治指标达到了水土保持方案设定的目标值。

- (2) 水土保持措施运行状况良好，已发挥水土保持效益。

## 8 附图及有关资料

### 8.1 附图

(1) 监测点布设及防治责任范围图

### 8.2 有关资料

(1) 监测影像资料

## 附图1 项目区防治责任范围及监测点位图



监测影像资料



2018.8 开关站绿化区 覆土回铺



2018.8 开关站道路及绿化区覆土平整



2018.8 集电线路土地整治



2018.8 光伏架设区 植被恢复



2018.8 光伏架设区 植被恢复



2018.8 开关站外排水沟



2019.7 开关站 植被恢复



2019.7 开关站 栽植灌木



2019.7 开关站 绿化



2019.7 开关站 绿化



2019.7 监测小组测量 站外排水沟



2019.7 站外排水沟



2019.7 箱变基础及施工场地 植被恢复



2019.7 光伏区 植被恢复



2019.7 光伏区 植被恢复



2019.7 光伏区及电缆区 植被恢复