

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目

水土保持监测总结报告

河北环京工程咨询有限公司

二零一八年十一月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (正本)

单位名称：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



联系人：张伟


联系方式：0311-85696305

电子信箱：huanjingshuibao@126com

单位地址：石家庄市长安区方北路58号

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测总结报告

(河北环京工程咨询有限公司)

批准：赵 兵（董事长） 

核定：张 伟（副总经理）

审查：王 富（技术总工） 

校核：钟晓娟（工程师） 

项目负责人：贾志刚（工程师） 

编写：李艳丽（工程师）（报告编写、附图、附件） 

前 言

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目由中电投沽源新能源发电有限公司出资建设及运营管理。项目总规模为 27.25MW，项目于 2018 年 6 月正式开工建设，2018 年 9 月主体工程完工后光伏发电单元全部并网发电试运行，其他附属设施和水土保持工程 2018 年 10 月完工。

根据《中华人民共和国水土保持法》的要求，中电投沽源新能源发电有限公司委托格润张家口新能源技术有限公司进行本项目的水土保持方案报告书编制。2018 年 6 月 21 日，张家口市审批局以“张行审字[2018]105 号文”批复了该水土保持方案报告书。

按照水土保持方案设计和方案批复的要求，中电投沽源新能源发电有限公司委托河北环京工程咨询有限公司承担本项目的水土保持监测工作。2018 年 7 月工作协议签订后，我单位组织相关技术人员组成监测组，在项目建设过程中多次进行现场监测，并根据现场监测结果，向施工单位提出建议，施工单位据此进行改进，最终于 2018 年 11 月监测组根据监测结果汇总形成本项目监测总结报告。

在本项目水土保持监测工作开展过程中得到了项目区各级相关主管部门、建设单位、施工单位、监理单位等相关单位的大力支持，在此深表感谢！

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测特性表

填表时间: 2018 年 11 月

主体工程主要技术指标														
项目名称			中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目											
建设规模	建设内容包括 25 个 1MW 光伏发电分系统、施工检修道路 3937m、集电线路（电缆沟 9000m）。			建设单位、联系人		中电投沽源新能源发电有限公司、梁凯文								
				建设地点		河北省张家口市沽源县								
				所在流域		海河流域								
				工程投资		16684 万元								
				工程总工期		2018 年 6 月~2018 年 9 月								
水土保持监测														
监测单位			河北环京工程咨询有限公司			联系人及电话			张伟 0311-85696305					
自然地理类型			暖温带大陆性季风气候			防治标准			一级防治标准					
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		2、防治责任范围监测		测量							
	3、水土保持措施情况监测		调查		4、防治措施效果监测		计算							
	5、水土流失危害监测		调查		水土流失背景值		2100t/km ² ·a							
方案设计防治责任范围			58.36hm ²			容许土壤流失量			1000t/km ² ·a					
水土保持投资			223.04 万元			水土流失目标值			1000t/km ² ·a					
防治措施			光伏组件区		表土剥离 1.60hm ² ，表土回铺 1.60hm ² ，种草 29.8hm ² ，									
			逆变及箱变区		表土剥离 0.04hm ² ，表土回铺 0.05hm ² ，植草砖 0.05hm ² ，临时遮盖 0.02hm ² 。									
			集电线路区		表土剥离 2.97hm ² ，表土回铺 2.97hm ² ，种草 2.97hm ² ，									
			施工检修道路区		种草 0.1hm ² ，									
			施工生产生活区		土地平整 1 hm ² ，种草 1 hm 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%	97.06%	措施面积	33.92 hm ²	永久建筑物面积	2.41 hm ²	水面面积	0hm ²	扰动地表面积	37.43 hm ²		
		水土流失总治理度	92%	96.86%	水土流失治理面积		33.92hm ²		水土流失总面积		35.02hm 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			
		林草覆盖率	22%	91.88%	绿化面积		51.87hm ²		监测土壤流失量		1000t/km ² ·a			
		林草植被恢复率	94%	96.85%	可恢复林草植被面积		34.97hm ²		林草类植被面积		33.87hm ²			
		拦渣率	95%	95%	实际拦挡弃土量		—		总弃土		—			
	水土保持治理达标评价		根据项目水土保持监测结果分析，扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等水土流失防治指标达到方案目标值。											
	总体结论		项目各项水土流失防治措施基本落实到位，能够发挥水土保持防护效益，未发生重大水土流失事件，基本满足开发建设项目水土保持的要求。											
主要建议			定期检查水土保持设施，保证水土保持效果持续发挥。											

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 水土保持工作情况.....	- 5 -
1.3 监测工作实施情况.....	- 5 -
2 监测内容与方法	- 9 -
2.1 扰动土地情况.....	- 9 -
2.2 水土保持措施.....	- 10 -
2.3 水土流失情况监测.....	- 10 -
3 重点对象水土流失动态监测	- 12 -
3.1 防治责任范围监测.....	- 12 -
3.2 土石方流向情况监测.....	- 18 -
4 水土流失防治措施监测	- 19 -
4.1 主体及方案设计的水保措施.....	- 19 -
4.2 水土保持设施完成情况.....	- 23 -
4.3 实际完成与方案对比情况.....	- 25 -
5 土壤流失情况监测	- 29 -
5.1 水土流失面积.....	- 29 -
5.2 土壤流失量	- 29 -
5.3 水土流失危害	- 31 -
6 水土流失防治效果监测	- 32 -
6.1 扰动土地整治率.....	- 32 -

6.2 水土流失总治理度.....	- 32 -
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	- 33 -
6.4 土壤流失控制比.....	- 33 -
6.5 林草植被恢复率和覆盖率	- 33 -
6.6 防治效果分析.....	- 34 -
7 结论	- 35 -
7.1 水土流失动态变化.....	- 35 -
7.2 水土保持措施评价.....	- 35 -
7.3 存在问题及建议.....	- 36 -

附 图：

- 1、中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目防治责任范围及监测点位布设图
- 2、现场照片

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

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目（以下简称“本工程”）由中电投沽源新能源发电有限公司建设投资建设及运营管理。工程位于河北省张家口市沽源县黄盖淖镇南侧。地理位置坐标在北纬 $41^{\circ}32'0.38''$ ，东经 $115^{\circ}17'42.8''$ 附近，项目区主要通过省道 S244 及乡村道路与外界联系，交通便利。项目区地理位置见图 1-1。



图 1-1 项目区地理位置图

本项目总装机容量为 27.25MW，共选用 73728 块 355Wp 的单晶硅光伏组件和 3072 块 350Wp 单晶硅双面双玻光伏组件，25 台 1MVA 的箱式变压器、500kW 的逆变器 50 台。

项目总投资 16684 万元，由中电投沽源新能源发电有限公司建设及运营管理。

项目于 2018 年 4 月开工建设，2018 年 6 月光伏发电单元全部并网发电试运行。

项目总占地面积 56.45hm^2 ，全部为临时占地，工程占地类型为牧草地。实际动用土石方总量 3.70万 m^3 ，其中开挖 1.70万 m^3 ，回填 2.0万 m^3 ，外购泥结碎石 0.30万 m^3 ，用于道路的修筑建设。

1、光伏发电区

光伏发电区大面积布置了光伏阵列，并以每 1MW 设计光伏发电分系统，共 25 个发电分系统。光伏阵列采用 355Wp 单晶硅光伏组件和 350Wp 单晶硅双面双玻光伏组件，采用上、下两排各 11 块光伏组件并列平行布置，即每个阵列包含 22 块光伏组件，倾角 34° ，朝向正南方。光伏阵列组件总量为 76800 块。光伏组件全部采用固定式安装方式。光伏阵列的南北净间距为 7.7m。

支架基础采用螺旋钢管桩基础，直径为 76mm，桩基础埋深为 1.5m，本工程共建桩 4800 根。

2、逆变及箱变区

光伏发电项目配套建设的 25 个逆变升压单元，逆变及箱变基础均采用集装箱式，基础采用钢筋混凝土桩基础，基础埋深 1.5m，砌体结构采用 MU15 烧结页岩砖，M7.5 水泥砂浆砌筑，基础垫层采用 C15 素混凝土。逆变升压器室区布置在站内自然道路两侧，紧邻各个方阵，占地面积 0.04hm^2 。

3、集电线路区

项目区域内采用电缆沟直埋敷设，主要沿道路敷设。电缆直埋敷设于地下电缆沟中，设计断面为矩形，埋深 0.6m，底宽 1.1m，电缆沟总长度为 9000m。施工开挖土方临时堆放于一侧 1.6m 范围内，机械施工占地宽度平均 0.6m（考虑到与施工检修道路区占地重合，本区域不重复计算），集电线路区总占地面积为 2.97hm^2 。

4、施工检修道路区

检修道路主要沿逆变升压器室区修建，连接各个光伏方阵，采用泥结碎石路面，碎石厚度 100mm，路石材料采用外购的方式，长度为 3937m，路面宽 4m，施工结束后保留施工检修道路，施工检修道路区总占地面积 1.57hm²。

5、施工生产生活区

在项目区北侧设置施工生产生活区，本项目主要施工工程量为支架基础工程、支架安装工程、组件安装工程。为便于生产管理，混凝土全部为商混。场地采用封闭式管理生产，材料堆放、生产场地用简易围墙隔开。施工生产生活区占地面积 1.0hm²。

1.1.2 项目区基本情况

1、地形地貌

沽源县地处坝上高原，地势高低起伏不大。海拔大都在 1400m~1420m 之间，项目区位于沽源县黄盖淖镇西北侧，地面多为低矮草本植物。地形地貌见图 1-2。



图 1-2 项目区地形地貌

2、工程地质

光伏场地地基土层主要由第四系全新世湖积~晚更新世冲洪积的粉土、细砂、粗砂、砾砂和粉质黏土为主。大致地层分布如下：

第①层粉土、粉细砂：黄褐色，稍密，一般厚度1.0~2.0m。

第②层细砂：褐黄色，稍密~中密，以石英、长石为主，颗粒均匀，部分地段为粗砂。一般厚度1.0~2.0m。

第③层第三层粉质粘土：褐色~黑灰色，湿~很湿，可塑，干强度中等，属中等压缩性土，该层一般厚度大于12m。

光伏场地地质环境较简单，没有影响地基稳定的全新活动断裂构造，且没有强震记载，不存在滑坡、崩塌、泥石流、采空等重大不良地质作用。

3、水文气象

沽源县处中温带亚干旱气候区，具有明显的大陆性季风气候。冬季受势力较强的冷空气影响和内蒙古高压控制，使冬气候漫长而寒冷；夏季西太平洋副热带高压西伸北进，在暖气流的控制下，天气逐渐变暖，气候凉爽但时间短促。全县年平均气候1.6℃，极端最高温34.5℃，极端最低温-37℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温1825℃。年均日照时数2940小时，属北方长日照区。无霜期一般在120天左右，年平均降水量381毫米，多集中在七、八月份。

4、河流水系

沽源县东南部属潮白河水系，东北部属滦河水系，西部属内陆河水系。本项目位于内陆河水系，根据现场调查，场址区域附近没有长年流水的河流，且季节性河流离本区域较远。

场址范围内揭露有地下水，地下水属上层滞水类型，富水性一般。场地内地下水位1-2m，根据土壤水溶盐分析报告，区域地下水含盐量较高，对钢筋及混凝土具有较强的腐蚀性。

5、土壤植被

项目区土壤类型以栗钙土为主，覆盖较厚，无基岩出露。栗钙土有机质丰富，最高含量达7.8%。0-30厘米土壤有机质含量，耕地平均为1.85%，非耕地平均为2.08%。项目区为典型的草原地貌，植被大部分为草地。草地植被类型主要为耐寒的中

旱生草本植物，天然植被主要为蒿草、皮碱草、针茅、芨芨草等，人工植被主要为京津风沙源工程种植的披碱草、沙打旺等牧草；项目区植被覆盖率30%左右。

6、水土流失特点

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SJ190--2007)，项目区属于张家口坝上高原区，容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据水利部《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》和《河北省水利厅发布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》，项目区属于燕山国家级水土流失重点预防区。

项目区水土流失情况采用现场调查的方法，通过综合分析，项目区土壤侵蚀类型为风力侵蚀为主，现状平均侵蚀模数在 $2100\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 左右，土壤侵蚀强度为轻度。

1.2 水土保持工作情况

为做好水土保持工作，建设单位按照要求编写《中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持方案报告书》，张家口审批局于 2018 年 6 月 21 日以“张行审字[2018]105 号”文批复了该项目水土保持方案报告书，批复的中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持估算总投资 281.88 万元。

2018 年 7 月我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马上组织有关人员组成监测组，并及时到现场进行调查监测。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相关部门的意见，经过认真整理汇总监测资料，2018 年 10 月形成了本监测总结报告。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测项目部设置

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目于 2018 年 6 月正式开工建设，2018 年 9 月主体工程完工后光伏发电单元全部并网发电试运行，其他附属设施和水土保持

工程 2018 年 10 月完工。

2018 年 7 月，河北环京工程咨询有限公司开展本工程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，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“中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测小组”。

(1) 2018 年 7 月，我公司第一次进场、收集基础资料，对工程现场进行调查，掌握施工进度，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。

(2) 2017 年 7 月-10 月，监测小组多次进行现场查勘，及时了解施工进度，记录施工情况，提出现场存在水土流失问题，并给出整改建议。

(3) 工程开工至接受监测委托期间（2018 年 6 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查询工程建设期间的工程资料，编制资料清单，制作调查统计表，由施工单位集中填写。

(4) 2018 年 10 月在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成了《中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持监测总结报告》。

本工程水土保持监测工作由河北环京工程咨询有限公司承担。为了完成本工程监测任务，我公司成立了本工程水土保持监测工作小组，开展本工程的水土保持监测工作。项目监测技术人员及其职责分工情况见表 1-1。

水土保持监测人员分工表

表 1-1

姓名	职称	职责分工
王 富	工程师	制定监测计划、技术报告审查
张 伟	工程师	报告编写、外业调查、资料收集
贾志刚	工程师	报告编写、外业调查
李艳丽	工程师	资料收集、图件制作

1.3.2 监测点布设

光伏发电区、逆变及箱变区、集电线路区、施工检修道路区、施工生产生活区五个监测分区的水土保持监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。

本工程各建设区域共布设各类监测点 12 处，其中光伏发电区监测点 4 处，逆变及箱变区监测点 2 处，集电线路区监测点 3 处，施工检修道路区监测点 2 处，施工生产生活区监测点 1 处，详见表 1-2。

水土保持监测点位布置表

表 1-2

序号	防治分区	数量(个)	选取标准
1	光伏发电区	4	桩基处
2	逆变及箱变区	2	基础开挖处
3	集电线路区	3	转弯处
4	施工检修道路区	2	电缆沟开挖处
5	施工生产生活区	1	临建区域

1.3.3 监测设施设备

监测过程中所需要的监测设施、消耗性材料详见表 1-3。

监测设备一览表

表 1-3

监测项目	监测设备	数量	用途
监测点定位	GPS 定位仪	2 个	确定监测点位置
土壤情况	取土钻	2 个	监测土壤水分
	铝盒	60 个	
	电子天平 (1/100)	1 台	
	烘箱	1 台	
	土壤采样器	3 个	对原状土和扰动土采样
植物生长情况	卡尺、钢卷尺	1 套	测量植物胸径和植被盖度等
水蚀量	卡尺	1 套	监测施工期间水蚀情况
风蚀量	积沙仪、风速仪	2 套	监测风电场区域内风蚀情况
其他设备	相机、摄像机	1 套	获取直观影像资料
	笔记本电脑	2 台	数据存储和处理

1.3.4 监测技术方法

本工程水土保持监测工作从建设期中段开始，主要采用现场调查的监测方法，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。

(1) 资料收集。收集项目水土流失影响因子，如区域降水、风速等情况，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。根据工程施工技术资料、工程进度，现场巡查核实项目区地表扰动情况；结合典型段重点观测，掌握项目区水土流失状况；对项目区内不同工程措施、植物措施的实地测量，掌握核实项目区水土保持工程数量、质量；跟踪观测水土保持措施运行情况等。

(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。图像资料是项目水土保持状况最直接、最形象的反映。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。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

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。监测方法：本工程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，对已扰动的土地采取全面量测的方法。在水土保持监测期间，扰动土地情况按照实地量测监测频次每季度 1 次的原则进行监测。我公司多次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，核实扰动土地面积。

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目累计扰动占地 54.45hm²，全部为永久占地，工程占地类型全部为牧草地，项目扰动土地详细情况见表 2-1。

扰动土地情况表

表 2-1

序号	建设项目	扰动面积		占地性质
		永久占地	临时占地	牧草地
1	光伏组件		50.82	50.82
2	逆变及箱变区		0.09	0.09
3	集电线路区		2.97	2.97
4	施工检修道路区		1.57	1.57
5	施工生产生活区		1	1
合计			56.45	56.45

本工程地貌类型单一，建设内容为点状工程，根据工程各功能区的特点水土保持监测分区划分为光伏发电区、逆变及箱变区、集电线路区、施工检修道路区和施工生产生活区 5 个一级分区。其中逆变及箱变区划分为逆变及箱变基础和施工吊装

场地两个二级分区。监测分区表情况表见表 2-2。

监测分区表

表 2-2

序号	监测分区		项目建设区
1	光伏组件区		支架基础施工、临时堆土处
2	逆变及箱变区	逆变及箱变基础	基础施工
		施工吊装场地	施工扰动
3	集电线路区		施工扰动、临时堆土
4	施工检修道路区		施工扰动
5	施工生产生活区		施工压占、临时堆土、堆料

2.2 水土保持措施

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、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、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方式进行。

2.3 水土流失情况监测

根据《中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持方案报告书》中设计监测内容要求，结合工程施工特点，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、降雨强度和地形地貌，采取水土保持措施后植被类型与覆盖度的变化。

二是水土流失状况。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集电线路基础开挖和回填，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。水土流失防治措施包括工程建设中实施的所有工程措施、植物措施和临时措施。本工程水土流失防治工程措施包括表土剥离、表土回铺、土地整治、植草砖、种草绿化和临时遮盖等。

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：扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率。

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

1、水土保持方案确定的防治责任范围

依据《中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目水土保持方案报告书（报批稿）》以及 2018 年 6 月 21 日张行审字〔2018〕105 号文的批复，本工程的水土流失防治范围总面积 58.36hm^2 ，其中项目建设区占地面积 57.54hm^2 ，直接影响区占地面积 0.82hm^2 。水土保持方案设计防治责任范围面积详见表 3-1。

方案批复水土流失防治责任范围

表 3-1

单位: hm^2

序号	建设项目		占地面积			直接影响 区	防治责任 范围
			永久占地	临时占地	小计		
1	光伏组件区		0	50.82	50.82	0.74	57.39
2	逆变及箱 变区	逆变及箱变基础	0.14	0	0.14		
		施工吊装场地	0	0.75	0.75		
		小计	0.14	0.75	0.89		
3	集电线路		0	3.07	3.07		
4	施工检修道路		0	1.76	1.76		
5	施工生产生活区		0	1	1	0.08	1.08
合计			0.14	57.4	57.54	0.82	58.36

2、建设期防治责任范围

本工程主体建设期为 2018 年 6 月至 2018 年 9 月。工程建设过程中，光伏板架设、逆变及箱变基础施工、电缆沟开挖、场内道路平整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。

通过查阅档案资料、现场实地调查核实，中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目建设期防治责任范围为 57.27hm^2 ，其中工程建设区占地面积 56.45hm^2 ，直接影

响区面积为 0.82hm^2 。

由于光伏发电区施工全部在占地范围内，对周边影响轻微，光伏组件区直接影响区 0.74hm^2 ；施工生产生活区周边 2m，直接影响区面积为 0.08hm^2 。

本工程建设期水土流失防治责任范围详见表 3-2。

建设期水土流失防治责任范围

表 3-2

单位: hm^2

序号	建设项目		占地面积			直接影响区	防治责任范围
			永久占地	临时占地	小计		
1	光伏组件区		0	50.82	57.66	0.74	57.19
2	逆变及箱变区	逆变及箱变基础	0	0.04	0.04		
		施工吊装场地	0	0.05	0.05		
		小计	0	0.09	0.09		
3	集电线路		0	2.97	2.97		
4	施工检修道路		0	1.2	1.2		
5	施工生产生活区		0	1	1	0.08	1.08
合计			0	56.45	56.45	0.82	57.27

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。施工临建施工完毕后拆除，恢复原有植被类型，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 56.45hm^2 ，详见表 3-3。

运行期水土流失防治责任范围

表 3-3

hm^2

序号	项目		项目建设区	直接影区	合计
1	光伏组件区		50.82		50.82
2	逆变及箱变区	箱变及箱变基础	0.04		0.04
		施工吊装场地	0.05		0.05
3	施工检修道路区		2.97		2.97
4	集电线路区		1.57		1.57
合计			56.45		56.45

4、建设期与方案设计的防治范围变化情况

本项目建设期实际发生的水土流失防治责任范围 57.27hm^2 较水土保持方案批复的水土流失防治责任范围 58.36hm^2 减少 1.09hm^2 ，其中项目建设区减少 1.09hm^2 ；直接影响区面积无变化。工程建设中实际发生的水土流失防治责任范围面积与方案批复对比情况详见表 3-4，水土流失防治责任范围发生变化的原因主要如下：

1、光伏组件区

光伏组件区包括光伏板架设及光伏板间隔组成，可研设计阶段光伏组件区占地 50.82hm^2 （按光伏板投影总面积计算）。实际建设中光伏板数量与可研阶段相同，因此占地面积与方案设计相同，光伏组件区域严格控制占地，施工全部在占地范围内，对周围影响轻微，所以直接影响区面积与方案设计基本一致为 0.74hm^2 。

2、逆变及箱变基础区

本工程建设 25 个逆变升压单元，可研设计每处逆变箱变基础占地 56m^2 ，每处施工吊装场地占地 300m^2 ，实际建设 25 个逆变箱变基础占地 16m^2 ，每处施工吊装场地占地 20m^2 ，实际占地与方案设计相比总占地面积减少 0.8hm^2 ，优化设计后占地面积及施工吊装场地面积比方案阶段减少是合理的。

3、集电线路区

集电线路区方案设计阶段长度为 9.3km ，占地面积为 1.02hm^2 ，电缆沟采用矩形断面，沟顶宽 1.1m ，电缆沟一侧为 0.6m 机械作业带，另一侧为 1.6m 挖方堆放带，实际建设当中优化设计，集电线路长度为 9.0km ，较设计减少 300m ，但电缆沟尺寸、施工方式同方案设计阶段一致，因此占地面积由 3.07hm^2 减少至 2.97hm^2 ，面积减少 0.1hm^2 ，综合分析占地面积减少是合理的。

4、施工检修道路区

道路区方案设计二期内施工检修道路总长度为 4.4km ，路面宽度为 4m ，占地面积 1.76hm^2 ，路面为泥结碎石路面，实际建设过程中施工检修道路长度优化后总长度

为 3937m，路面宽度与材质与方案设计一致，因此总占地面积由 1.76hm^2 减少至 1.57hm^2 ，面积减少 0.19hm^2 ，面积的减少是合理的。

5、施工生产生活区

方案设计施工生产生活区位于项目区北侧，占地面积 1.0hm^2 。设置一个材料堆放场、钢筋加工场及施工生活临时住房等，实际建设过程中施工生产生活区租用附近的民房，用于小型施工工具的堆放和施工人员的办公生活，施工生产生活区实际占地面积 1.0hm^2 ，占地面积与方案设计阶段相同。

建设期与方案设计的水土流失防治责任范围变化情况

表 3-4

hm²

监测分区		方案设计			实际发生			增减变化（+/-）				
		工程 建设区	直接 影响区	小计	工程 建设区	直接 影响区	小计	工程 建设区	直接 影响区	小计		
光伏组件区		50.82	0.74	57.54	50.82	0.74	56.19	0	0	-1.09		
逆变及箱 变区	逆变及箱变基础	0.14			0.04			-0.1				
	施工吊装场地	0.75			0.05			-0.7				
	小计	0.89			0.09			-0.8				
	集电线路区	3.07			2.97			-0.1				
施工检修道路区		1.76			1.57			-0.19				
施工生产生活区		1			0.08			1.08			1	0.08
合计		57.54	0.82	58.36	56.45	0.82	57.27	-1.09	0	-1.09		

3.1.2 水土流失背景值监测

1、原地貌土壤侵蚀模数

项目区属张家口坝上高原区，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 $2100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

2、扰动后土壤侵蚀模数

施工期 2018 年 6 月—2018 年 9 月施工频繁，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，降低了土壤抗侵蚀性，受降雨冲刷等影响，各地表扰动区均产生了不同时程度的土壤侵蚀。

本工程监测开始的时间为 2018 年 7 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，同时搜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、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。各监测分区建设期（2018 年 6 月—2018 年 9 月）土壤侵蚀模数 $2800\sim 3500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，详见表 3-5。

建设期各监测分区土壤侵蚀模数统计表

表 3-5

$\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$

监测单元		建设期土壤侵蚀模数
光伏组件区		3000
逆变及箱变区	逆变及箱变基础	3500
	施工区	3200
施工检修道路		3500
集电线路区		3500
施工生产生活区		2800

3、试运行期土壤侵蚀模数

2018 年 9 月进入试运行期，先后实施了土地整治、绿化等水土保持措施。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 $900\sim 1100\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，详见表 3-6。

试运行期各监测分区土壤侵蚀模数统计表

表 3-6 t/ (km²·a)

监测单元		试运行期土壤侵蚀模数
光伏组件区		900
逆变及箱变区	逆变及箱变基础	1100
	施工区	1100
施工检修道路		1000
集电线路区		1100
施工生产生活区		900

3.2 土石方流向情况监测

3.2.1 设计土石方情况

根据批复的设计，本项目建设过程中挖填土石方总量 13.66 万 m³，其中挖方量 6.83 万 m³，填方量 6.83 万 m³，表土剥离的 1.19 万 m³和表土回铺的 1.19 万 m³已分别计入挖方量、填方量，且剥存的表土全部用于绿化覆土，无剩余。本项目建设过程中无借方、弃方。

3.2.2 土石方监测结果

该工程建设过程中挖填方主要为土石方，土石方挖填总量为 3.70 万 m³，其中开挖 1.70 万 m³，回填 2.0 万 m³，外购石方 0.30 万 m³，无弃方。

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，总开挖量减少 5.13 万 m³，总回填量减少 4.83 万 m³。实际施工中挖填方情况与水土保持方案设计的挖填方情况变化较大原因为方案设计阶段有部分联合条形基础，此种基础方式开发方量较大，实际建设过程中全部采用螺旋钢管桩基础，光伏组件区土石方量减少的主要原因，集电线路区电缆埋深较浅是集电线路土石方减少的主要原因，道路区长度较方案设计阶段变短，土石方量相应降低，综合分析实际土石方量开挖回填量减少是合理的。

4 水土流失防治措施监测

4.1 主体及方案设计的水保措施

批复方案报告中把光伏组件区、箱变逆变区、集电线路区和施工检修道路等作为水土流失防治的重点区，针对施工建设活动引发的水土流失特点和造成的危害程度，采取有效的水土流失防治措施，工程措施、植物措施相结合，加强临时防护、施工时序安排及管理措施等，合理确定水土保持措施的总体布局，以形成完整、科学的水土流失防治体系。

1、光伏发电区水土保持措施布置

(1) 工程措施

土质挡水埂：为防止雨水快速集中汇流，在光伏阵列间的空地填筑土质挡水埂，间距20米，挡水埂纵横交错，呈田字形布置，共需布设长44540m。

(2) 植物措施

撒草籽：施工完毕，对光伏组件区采用撒草籽的方式恢复植被，草种选用披碱草等，植被恢复面积30.54hm²。

2、逆变及箱变区水土保持措施布置

(1) 工程措施

①表土剥离：收集逆变及箱变区的表土用作本区后期绿化，逆变及箱变区表层土较厚，可以清理表土面积0.89hm²，按剥存表土厚30cm计算，可收集表土量约0.27万m³，堆放在各个方阵施工区边角，且不影响施工作业处，用于施工结束后绿化的覆土来源。

②表土回铺：施工结束后要对各个施工区进行表土的覆土平整，覆土面积0.75hm²，覆土厚度30cm左右，覆土量约0.27万m³，覆土来源为本区剥存的表土。

(2) 植物措施

撒草籽：施工完毕，对施工区采用撒草籽的方式恢复植被，草种选用披碱草等，植被恢复面积 0.75hm^2 。

（3）临时措施

①临时拦挡：对清理的表土及挖方堆土采取临时拦挡措施，临时拦挡 4000m 。

②临时遮盖：由于施工期较长，为防止风蚀，在临时堆土表面采用密目网遮盖，遮盖面积 0.35hm^2 。

3、集电线路区水土保持措施布置

（1）工程措施

①表土剥离：收集电缆沟扰动面的表土用作本区后期绿化，电缆沟扰动面表层土较厚，可以清理表土面积 3.07hm^2 ，按剥存表土厚 30cm 计算，可收集表土量约 0.92万m^3 ，堆放在电缆沟施工区一侧，且不影响施工作业处，用于施工结束后绿化的覆土来源。

②表土回铺：施工结束后对电缆沟扰动面进行表土的覆土平整，覆土面积 3.07hm^2 ，覆土厚度 30cm 左右，覆土量约 0.92万m^3 ，覆土来源为本区剥存的表土。

（2）植物措施

撒草籽：施工完毕，对电缆沟扰动面采用撒草籽的方式恢复植被，草种选用披碱草等，植被恢复面积 3.07hm^2 。

（3）临时措施

①临时拦挡：对清理的表土及挖方堆土采取临时拦挡措施，临时拦挡 4000m 。

②临时遮盖：由于施工期较长，为防止风蚀，在临时堆土表面采用密目网遮盖，遮盖面积 0.37hm^2 。

4、施工检修道路区水土保持措施布置

（1）工程措施

土质排水沟：在施工检修道路两侧设置土质排水沟 7040m 。

(2) 植物措施

撒草籽：施工完毕，对道路两侧边坡采用撒草籽的方式恢复植被，草种选用披碱草等，植被恢复面积 0.44hm^2 。开挖完成后，对排水沟边坡和沟底采用撒草籽的方式恢复植被，草种选用披碱草等，植被恢复面积 0.84hm^2 。

5、施工生产生活区水土保持措施布置

(1) 工程措施

土地平整：施工结束后要对生产生活区进行土地平整，面积为 1.00hm^2 。

(2) 植物措施

撒草籽：施工完毕，对生产生活区采用撒草籽的方式恢复植被，草种选用披碱草等，植被恢复面积 1.00hm^2 。

(3) 临时措施

土质排水沟：在施工生活生产区周围设置土质排水沟 400m。

水土保持方案设计水土保持措施工程量表见表 4-1。

水土保持方案设计水土保持措施工程表

表 4-1

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			方案新增工程量			阶段调整系数	设计工程量
			措施位置	单位	数量	内容	单位	数量		
光伏组件区	工程措施	挡水土埂	光伏阵列间空地	m	44540	土石方量	m ³	890.8	1.1	979.88
	植物措施	植被恢复	施工区	hm ²	30.54	撒草籽	kg	1832.4	1.05	1924.02
逆变及箱变区	工程措施	表土剥离	逆变及箱变区	hm ²	0.89	收集表层土	万 m ³	0.267	1.1	0.2937
		表土回铺	施工区	hm ²	0.75	覆土平整量	万 m ³	0.267	1.1	0.2937
	植物措施	恢复植被	临施工区	hm ²	0.75	撒草籽	kg	45	1.05	47.25
	临时措施	临时拦挡	临时堆土周边	m	4000	编织袋装土	m ³	800	1.1	880
		临时遮盖	临时堆土表面	hm ²	0.35	密目网面积	hm ²	0.35	1.1	0.385
集电线路	工程措施	表土剥离	电缆沟扰动面	hm ²	3.07	收集表层土	万 m ³	0.921	1.1	1.0131
		表土回铺	电缆沟扰动面	hm ²	3.07	覆土平整量	万 m ³	0.921	1.1	1.0131
	植物措施	植被恢复	电缆沟扰动面	hm ²	3.07	撒草籽	kg	184.2	1.05	193.41
	临时措施	临时拦挡	临时堆土周边	m	3700	编织袋装土	m ³	740	1.1	814
		临时遮盖	临时堆土表面	hm ²	0.37	密目网面积	hm ²	0.37	1.1	0.407
施工检修道路区	工程措施	土质排水沟	道路两侧	m	7040	土方开挖	m ³	2640	1.1	2904
	植物措施	恢复植被	道路边坡、排水沟	hm ²	1.28	撒草籽	kg	76.56	1.05	80.388
施工生产生活区	工程措施	土地平整	施工生活区	hm ²	1	土地平整	hm ²	1	1.1	1.1
	植物措施	植被恢复	施工生活区	hm ²	1	撒草籽	kg	60	1.05	63
	临时措施	土质排水沟	生活生产区周边	m	400	土方开挖	m ³	150	1.1	165

4.2 水土保持设施完成情况

4.2.1 工程措施监测结果

1、光伏组件区

①表土剥离：为了保护可利用的表土资源，施工前对施工扰动严重区域进行表土剥离，剥离厚度 30cm 左右，剥离面积约 1.60hm²，剥存的表土用于光伏组件扰动后覆土绿化。施工时间 2018 年 6 月。

②表土回铺：将剥存的表土回填至扰动严重区域，为后期植被恢复做准备，表土回铺面积 1.60hm²，施工时间 2018 年 9 月。

2、逆变及箱变区

①表土剥离：为了保护可利用的表土资源，施工前对基础开挖处的表土进行表土剥离，剥离厚度 30cm 左右，剥离面积约 0.04hm²，剥存的表土用于逆变及箱变施工区绿化。施工时间 2018 年 6 月。

②表土回铺：将剥存的表土回填至逆变及箱变施工区，为后期绿化做准备，表土回铺面积 0.05m²。施工时间 2018 年 9 月。

③植草砖：对逆变及箱变基础周边空地布设植草砖进行防护，植草砖面积 0.05 hm²。施工时间 2018 年 10 月。

3、集电线路区

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，剥存面积 0.76hm²，分段堆放在电缆直埋区一侧空地处，用于后期覆土绿化。施工时间 2018 年 6 月。

②表土回铺：施工结束后，对电缆沟开挖区域地进行表土回铺，为后期绿化做准备，表土回铺 0.76hm²。施工时间 2018 年 9 月。

4、施工生产生活区

①土地整治：工程施工完毕后，将施工生产生活区内临建拆除，并对扰动地表进行土地整治措施，把扰动地表进行平整、疏松等，土地整治面积 1.0 hm^2 。施工时间 2018 年 9 月。

4.2.2 植物措施监测结果

1、光伏组件区

种草：施工结束后，对施工扰动严重区域进行种草绿化恢复植被，种草面积 29.80 hm^2 。施工时间 2018 年 9 月。

2、集电线路区

种草：在回填区表面回铺平整后种草绿化，种草面积 2.97 hm^2 。施工时间 2018 年 9 月。

3、施工检修道路区

种草：施工结束后在道路一侧种草绿化，面积 0.10 hm^2 。施工时间 2018 年 9 月。

4、施工生产生活区

种草：施工结束后，对施工生产生活区土地整治区域进行种草绿化，种草面积 1.0 hm^2 ，施工时间 2018 年 9 月。

4.2.3 临时措施监测结果

1、逆变及箱变区

(1) 临时遮盖

①工程位置：逆变及箱变基础区临时堆土

②工程内容及工程量：土工布遮盖 0.02 hm^2 。

③实施时间：施工时间 2018 年 6 月-2018 年 9 月。

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目完成的水土保持工程措施经过核实如下表。

水土保持措施调查统计表

表 4-2

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			完成时间
			措施位置	单位	数量	
光伏组件区	工程措施	表土剥离	光伏阵列间空地	hm ²	1.6	2018.6
		表土回铺	光伏阵列间空地	hm ²	1.6	2018.9
	植物措施	植被恢复	施工区	hm ²	29.8	2018.9
逆变及箱变区	工程措施	表土剥离	逆变及箱变区	hm ²	0.04	2018.6
		表土回铺	施工区	hm ²	0.05	2018.9
		植草砖	施工区	hm ²	0.05	2018.10
	临时措施	临时遮盖	临时堆土表面	hm ²	0.02	2018.6-9
集电线路	工程措施	表土剥离	电缆沟扰动面	hm ²	2.97	2018.6
		表土回铺	电缆沟扰动面	hm ²	2.97	2018.9
	植物措施	植被恢复	电缆沟扰动面	hm ²	2.97	2018.9
施工检修道路区	植物措施	恢复植被	道路边坡、排水沟	hm ²	0.1	2018.9
施工生产生活区	工程措施	土地平整	扰动区域	hm ²	1	2018.9
	植物措施	植被恢复	扰动区域	hm ²	1	2018.9

4.3 实际完成与方案对比情况

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，按照监测分区对比分析如下，详见表 4-3。

4.3.1 工程措施

1、光伏组件区

方案设计施工光伏组件区结束后进行挡水土埂 44540m，实际施工当中因项目区降水量较少，未形成径流，故挡水土埂未实施，施工当中对施工扰动严重区域进行了表土剥离，新增表土剥离面积 1.6hm²，施工结束后将清理的表土回铺于施工扰动区，表土回铺面积 1.60hm²，变化后的措施能够满足水土流失防治要求。

2、逆变及箱变区

方案设计表土剥离 0.75 hm²，实际施工中剥存表土 0.04hm²，表土剥离面积减少

0.71hm²；方案设计表土回铺面积 0.75hm²，实际表土回铺面积 0.05hm²，表土回铺面积减少 0.70 hm²，变化后的措施能够满足水土流失防治要求。

3、集电线路区

方案设计表土剥离和回铺 3.07hm²，实际占地面积减少，实施表土剥离和回铺 2.97hm²，表土剥离和回铺面积减少 0.1hm²，措施面积的减少是符合实际的。

4、施工检修道路区

方案设计时考虑新建施工检修道路段两侧布设土质排水沟，设计排水沟长度 3700m，实际项目区施工道路区内没有汇水，未形成径流，因此排水沟未修建，变化后的措施基本能够满足水土流失防治要求。

5、施工生产生活区

方案设计土地平整 1hm²，实际土地平整 1hm²，与方案设计一致。

4.3.2 植物措施

1、光伏组件区

方案设计光伏组件区施工完成后进行撒播草籽绿化，设计种草面积 30.54hm²，实际施工中种草面积 29.7hm²，项目区绿化较好，种草面积较方案设计面积减少 0.74hm²。

2、逆变及箱变基础区

方案设计逆变及箱变基础区绿化 0.75hm²，实际因逆变及箱变区占地面积的减少，该绿化区全部改成铺植草砖，绿化面积减少 0.75hm²，绿化措施的取消是合理的。

3、集电线路区

方案设计种草 3.07hm²，实际建设过程中集电线路面积减少，种草为 2.97hm²，绿化面积减少 0.1hm²。面积的减少是合理的。

4、施工检修道路区

方案中施工检修道路种草 1.28hm^2 ，实际种草面积 0.10hm^2 ，较方案设计减少 1.18hm^2 ，因道路路面全部为泥结碎石路面，故种草面积减少，变化后的措施基本能够满足水土流失防治要求。

5、施工生产生活区

根据周围施工区植被恢复情况，施工生产生活区临建拆除后，进行土地平整，土地平整后进行了绿化，绿化面积为 1.0hm^2 ，同方案设计的绿化面积一致。所以植被恢复措施基本能够满足水保要求。

4.3.3 临时措施

1、逆变及箱变基础区

方案设计临时拦挡 4000m ，因逆变及箱变施工时未处于雨季没有降水产生，故临时拦挡措施未实施，方案设计的临时遮盖 0.35hm^2 ，主要原因为箱变逆变占地面积减少，临时遮盖面积减少至 0.02hm^2 ，临时遮盖面积的减少是合理的。

2、集电线路区

方案设计临时拦挡 3700m ，因集电线路区施工时未处于雨季没有降水，故临时拦挡措施未实施，方案设计的临时遮盖 0.37hm^2 ，主要原因为集电线路占地面积减少，临时遮盖面积减少至 0.35hm^2 ，临时遮盖面积的减少是合理的。

3、施工生产生活区

施工生产生活区施工时未处于雨季，没有产生径流，方案设计的临时排水沟 400m 未实施，措施的变化基本能够满足水土流失防治要求。

水土保持措施对比分析表

表 4-3

防治分区	措施类型	水保措施	单位	工程量		增减	备注
				方案设计	实际完成	情况	
光伏组件区	工程措施	表土剥离	hm ²	0	1.6	+1.6	实际施工当中对抗动严重区域进行表土剥离，新增表土剥离 1.6hm ² 。
		表土回铺	hm ²	0	1.6	+1.6	将剥存表土回，新增表土回铺面积 1.6hm ² 。
		挡水土埂	m	44540	0	-44540	因项目区内未形成径流，故未设置挡水土埂。
	植物措施	植被恢复	hm ²	30.54	29.7	-0.74	因项目原地貌植被较好，故植被恢复 面积较方案设计减少 0.74hm ² 。
逆变及箱变基础	工程措施	表土剥离	hm ²	0.75	0.04	-0.71	因占地面积减少，故表土剥离面积减少 0.70hm ² 。
		表土回铺	hm ²	0.75	0.05	-0.7	因占地面积减少，故表土回铺面积减少 0.70hm ² 。
		植草砖	hm ²	0	0.05	+0.05	空地全部进行了植草砖。
	植物措施	恢复植被	hm ²	0.75	0	-0.75	空地全部进行了植草砖防护，故植被恢复面积减少 0.75hm ² 。
	临时措施	临时拦挡	m	4000	0	-4000	因逆变及箱变基础施工时未处于雨季，故临时拦挡未实施。
		临时遮盖	hm ²	0.35	0.02	-0.33	因占地面积减少，临时遮盖减少 0.33hm ² 。
集电线路区	工程措施	表土剥离	hm ²	3.07	2.97	-0.1	因集电线路占地面积减少，故表土剥离面积减少 0.1hm ² 。
		表土回铺	hm ²	3.07	2.97	-0.1	因集电线路占地面积减少，故表土回铺面积减少 0.1hm ² 。
	植物措施	植被恢复	hm ²	3.07	2.97	-0.1	因集电线路占地面积减少，故植被恢复面积减少 0.1hm ² 。
	临时措施	临时拦挡	m	3700	0	-3700	因集电线路施工时未处于雨季，故临时拦挡未实施
		临时遮盖	hm ²	0.37	0.35	-0.02	因集电线路占地面积减少，故临时遮盖面积减少 0.02hm ² 。
施工检修道路区	工程措施	土质排水沟	m	7040	0	-7040	因项目区内降水行不行径流，故土质排水沟未实施。
	植物措施	植被恢复	hm ²	1.28	0.1	-1.18	全部为泥结碎石路面，可绿化面积减少，故植被恢复面积减少。
施工生产生活区	工程措施	土地平整	hm ²	1	1	0	与方案设计一致。
	植物措施	植被恢复	hm ²	1	1	0	与方案设计一致。
	临时措施	土质排水沟	m	400	0	-400	因逆变及箱变基础施工时未处于雨季，故临时拦挡未实施。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据对各防治分区调查和各单位工程施工资料统计, 该项目实际造成水土流失面积为 56.45hm², 项目水土流失面积详细情况见表 5-1。

水土流失面积情况表

5-1

单位: hm²

序号	监测分区	水土流失面积
1	光伏组件区	50.82
2	逆变及箱变区	0.09
3	集电线路区	2.97
4	施工检修道路区	1.57
5	施工生产生活区	1
合计		56.45

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌土壤侵蚀量

监测统计, 项目建设区内原地貌年土壤侵蚀量约 1186t。原地貌土壤侵蚀量统计见表 5-2。

项目区原地貌土壤侵蚀量统计表 (2018 年 6 月—2018 年 10 月)

表 5-2

监测分区		占地面积 (hm ²)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² · a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
光伏组件区		50.82	2100	1	1067.2
逆变及箱变区	逆变及箱变基础	0.04	2100	1	0.84
	施工区	0.05	2100	1	1.05
施工检修道路区		1.57	2100	1	33.07
集电线路区		2.97	2100	1	62.37
施工生产生活区		1	2100	1	21.00
合计		56.45			1186

5.2.2 建设期土壤侵蚀量

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目施工集中在 2018 年 6 月至 2018 年 9 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，类比同类项目侵蚀情况，估算建设期产生的土壤侵蚀总量为 1715t。项目建设期水土流失面积及产生的土壤侵蚀量详情见表 5-3。

建设期各地表扰动类型土壤侵蚀量统计表

表 5-3

工程分区		占地面积 (hm^2)	原地貌侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
光伏组件区		50.82	3000	1	1524.60
逆变及箱变区	逆变及箱变基础	0.04	3500	1	1.40
	施工区	0.05	3200	1	1.60
施工检修道路区		1.57	3500	1	55.12
集电线路区		2.97	3500	1	103.95
施工生产生活区		1	2800	1	28.00
合计		56.45			1715

5.2.3 试运行期土壤侵蚀量

2018 年 9 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。根据 2018 年 9 月、10 月的监测情况统计，本项目运行期年侵蚀量为 52t。项目试运行期土壤侵蚀量统计情况详见表 5-4。

试运行期各地表扰动类型土壤年侵蚀量统计表

表 5-4

工程分区		占地面积 (hm ²)	原地貌侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量(t)
光伏组件区		50.82	900	0.1	45.74
逆变及箱变区	逆变及箱变基础	0.04	1100	0.1	0.04
	施工区	0.05	1100	0.1	0.06
施工检修道路区		1.57	1100	0.1	1.57
集电线路区		2.97	1100	0.1	3.27
施工生产生活区		1	900	0.1	0.9
合计		56.45			52

5.3 水土流失危害

调查表明，建设单位在工程施工过程中采取了必要的水土流失防护措施，项目建设期内没有产生大的水土流失。工程监理记录表明，建设单位根据工程建设实际情况，基本做到了水土保持工程与主体工程建设“三同时”，较好的落实了水土保持防护措施，确保建设期间水土流失得到有效治理。同时在施工过程中，施工单位进行了表土剥离工作，在开挖、运输、堆放及回填作业过程中比较重视水土保持，并保证土石及时的回填转移，避免了水土流失进一步的加剧。

综合来看，水土流失发生在工程建设区内，建设过程中造成的水土流失得到了有效的治理，临时占用土地施工结束后进行了平整，没有对周边的河流水系和村庄造成水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测

通过各项水土流失防治措施的综合治理,取得了一定的效果,其中扰动土地整治率为 97.06%,水土流失总治理度达到 96.86%,土壤流失控制比为 1.1,拦渣率达到 95%,林草植被恢复率 96.85%,林草覆盖率 91.88%。项目区内工程完工后,植被进行自然恢复,现状情况良好。项目区水土流失防治指标达到了方案报告书的设计要求。通过水土保持综合治理,项目区水土流失得到控制,实现了防治目标。

6.1 扰动土地整治率

主体工程完工后,建设单位积极落实水土保持方案设计,经现场调查核定,项目施工建设共扰动土地面积 37.43hm²,工程共完成土地治理面积 36.33hm²,其中工程措施面积 0.05hm²,植物措施面积 33.87hm²,各防治分区内建(构)筑物及场地道路硬化占地面积 5.41hm²,扰动土地整治率达到 97.06%。

扰动土地整治情况统计表

表 6-1

工程分区	扰动地表 面积 (hm ²)	扰动土地整治面积（hm ² ）				扰动土地整 治率（%）
		水保措施面积		建构筑 物及硬 化面积	小计	
		工程措施	植物措施			
光伏组件区	31.8		29.8	0.92	30.72	96.60
逆变及箱变基础区	0.09	0.05		0.04	0.09	100.00
集电线路区	2.97	0	2.97	0	2.97	100.00
施工检修道路区	1.57		0.10	1.45	1.55	98.73
施工生产生活区	1		1	0	1	100.00
总计	37.43	0.05	33.87	2.4148	36.3348	97.06

6.2 水土流失总治理度

该项目实际造成水土流失面积 35.02hm²,各类水土保持防治措施治理面积 33.92hm²,水土流失总治理度达到 96.86%。

各监测分区水土流失治理情况表

表 6-2

工程分区	水土保持面积 (hm ²)			水土流失面积 (hm ²) (工程占地 - 建构筑物)			水土流失治理度 (%)
	工程措施	植物措施	小计	扰动地表面积	建构筑物 (含道路)	计算结果	
光伏组件区	0	29.8	29.8	31.8	0.92	30.88	96.50
逆变及箱变基础区	0.05	0	0.05	0.09	0.04	0.05	100.00
集电线路区	0	2.97	2.97	2.97	0	2.97	100.00
施工检修道路区	0	0.1	0.1	1.5748	1.4548	0.12	83.33
施工生产生活区	0	1	1	1	0	1	100.00
总计	0.05	33.87	33.92	37.43	2.41	35.02	96.86

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

工程建设期间逆变室、箱变基础的少量土方就地平铺，整个项目区内土方已经平衡，无永久弃土，拦渣率可达到 99%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内的容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。

根据水土保持方案报告书，参考工程所在区域的土壤侵蚀类型与强度，本工程区的容许土壤流失量 1000t/(km²·a)。随着项目区各项水土保持措施的进一步完善，工程措施、植被措施防蚀效果更加显著，试运行期土壤侵蚀模数降到 914t/(km²·a)，土壤流失控制比 1.1。

6.5 林草植被恢复率和覆盖率

工程施工结束后，对扰动地表经覆土平整后，恢复为绿地。经分析，设计水平年末林草植被恢复率可达到 96.85%，林草覆盖率 91.88%。

林草植被恢复率及林草覆盖率计算成果表

表 6-3

工程分区	林草植被恢复率 (%)			林草覆盖率 (%)		
	可绿化面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	计算结果	绿化面积 (hm ²)	工程占地	计算结果
光伏组件区	30.88	29.80	96.50	47.80	50.82	94.06
逆变及箱变基础区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
集电线路区	2.97	2.97	100.00	2.97	2.97	100.00
施工检修道路区	0.12	0.10	83.33	0.10	1.57	6.35
施工生产生活区	1.00	1.00	100.00	1.00	1.00	100.00
总计	34.97	33.87	96.85	51.87	56.45	91.88

6.6 防治效果分析

方案实施后，由本工程建设和生产运行所造成的人为水土流失得到有效防治，既保证了主体工程安全，生态环境得到明显改善，保障本工程的安全运行。水土保持方案目标值实现情况表见表 6-4。

水土保持方案目标值实现情况表

表 6-4

防治指标	目标值	设计达到值	结果
扰动土地整治率(%)	95	97.06	达标
水土流失总治理度(%)	92	96.86	达标
土壤流失控制比	1.0	1.1	达标
拦渣率(%)	95	99	达标
林草植被恢复率(%)	94	96.85	达标
林草覆盖率(%)	22	91.88	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

中电投沽源二期 2.5 万千瓦光伏扶贫项目在项目建设中较重视水土保持工作，积极的落实水土流失防治责任范围内的水土流失防治工作。在施工过程中，能够严格执行工程建设管理程序，施工管理规范，工程质量满足了设计和有关规范的要求。工程累计扰动占地 56.45hm²，全部为临时占地，工程占地类型全部为牧草地，与方案相比，防治责任范围减少 1.09hm²。

7.2 水土保持措施评价

项目建设过程中本项目实际完成的水土保持工程措施包括表土剥离 4.61hm²，表土回铺 4.62 hm²，植草砖 0.05hm²，土地整治 1hm²，种草 33.87hm²，临时遮盖 0.02hm²，项目区水土流失得到了有效的控制和治理，水土保持防治效果明显，项目防治责任范围内扰动土地整治率为 97.06%，水土流失总治理度达到 96.86%，土壤流失控制比为 1.1，拦渣率达到 99%，林草植被恢复率 96.85%，林草覆盖率 91.88%，达到水土流失防治标准和方案设计要求。

自启动监测工作以来，监测单位十分重视，积极开展现场调查勘查、资料收集、资料分析汇总，布设了监测点位，获得了较为详实的监测数据，达到了监测工作的预期目标，按期完成了合同要求的监测任务。

通过对监测结果分析，可以得出如下结论：

- 1、工程施工过程中，建设单位重视水土保持工作，积极实施了水土流失防治措施，防治效果显著。
- 2、施工扰动全部控制在项目建设占地范围内，没有对项目建设区及周边造成水土流失危害。

- 3、项目落实的水土保持措施的数量、质量、规格、防护能力等符合相关要求，

运行状况良好，已基本发挥水土保持效益。

综合认为，建设单位在项目建设过程中较为重视水土保持工作，要求各施工单位落实相关的水土保持工程、植物措施和临时防护措施，较好的控制了建设过程中的水土流失。主体工程完工后能够及时根据现场情况落实水土保持植物措施，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。

7.3 存在问题及建议

1、建议工程运行管理单位认真作好经常性的水保设施管护工作，明确组织机构、人员和责任，防止新的水土流失发生。

2、定期检查水土保持设施，保证水土保持效果持续发挥。例如场内植被成活情况等，定期检查情况，及时修补。

现场照片



2018 年 9 月箱变逆变区表土回铺



2018 年 10 月箱变逆变区植草砖护坡



2018 年 9 月集电线路区表土回铺及种草



2018 年 8 月道路区碎石路面



2018 年 8 月施工生产生活区临建



2018 年 9 月光伏组件区绿化

中电投沽源二期2.5万千瓦光伏扶贫项目防治责任范围及监测点位图

附图1

