

中电投宣化新能源发电有限公司
宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目
水土保持监测总结报告

建设单位：中电投宣化新能源发电有限公司

监测单位：河北环京工程咨询有限公司

二〇一九年九月



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

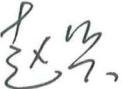
联系人：张伟

邮 编：050011

联系电话：0311-85696305

E-mail:huanjingshuibao@126.com

中电投宣化新能源发电有限公司
宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目责任页
(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：张 曜（工程师） 

编写：张 曜（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

中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目（以下称“本项目”）位于河北省张家口市宣化县崞村镇和深井镇，建设容量 50MW_p。

本项目于 2015 年 6 月开工建设，2016 年 5 月主体完工试运行，工程总投资 44537 万元，由中电投宣化新能源发电有限公司投资建设。工程占地 155.43hm²，项目分区包括光伏阵列区、逆变器及箱变、集电线路、场区道路和施工生产生活区。土石方总量为 39.48 万 m³，其中挖方 19.74 万 m³，填方 19.74 万 m³。

根据《中华人民共和国水土保持法》等法律法规的规定，2014 年 10 月，中电投宣化新能源发电有限公司委托河北省水利科学研究院编制了《中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目水土保持方案报告书》（报批稿），并取得河北省水利厅的批复（2014 年 11 月 11 日，冀水保〔2014〕303 号）。批复的水土保持总投资 326.46 万元。

2016 年 5 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 9 月完成了监测总结报告。

**中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目
水土保持监测特性表**

主体工程主要技术指标									
项目名称	中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目								
建设规模	本项目装机容量 50MWp，由光伏阵列区、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	中电投宣化新能源发电有限公司、梁凯文				
				建设地点	河北省张家口市宣化区崞村镇和深井镇				
				所属流域	海河流域				
				工程总投资	44537 万元				
				工程总工期	11 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		中山区			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 ² •a			
方案设计防治责任范围		170.60hm ²			容许土壤流失量	200t/km ² •a			
水土保持投资		308.65 万元			水土流失目标值	200t/km ² •a			
防治措施		水土保持工程措施包括光伏方阵区土地整治 22.50hm ² ，表土清理 6.70hm ² ，表土回铺 20100m ³ ；集电线路表土清理 1.14hm ² ，表土回铺 3420m ³ ；施工检修道路土质排水沟 5000m，预制板排水沟 2000m，挡墙 1200m，浆砌石护坡 1000m ² ，挡水土埂 1200m。土质沉淀池 12 座，水窖 4 座；施工生产生活区表土清理 1.00hm ² ，表土回铺 3000m ³ 。植物措施包括光伏架设区种草 29.15hm ² ，抚育管理 29.15hm ² ，栽植乔木 500m ² ；集电线路种草 1.00hm ² ，抚育管理 1.00hm ² ；施工生产生活区种草 1.00hm ² ，抚育管理 1.00hm ² 。临时措施光伏方阵区临时遮盖 4700m ² ；集电线路临时遮盖 2000m ² ，施工生产生活区临时遮盖 1500m ² ，临时拦挡 300m。							
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	98.70	整治措施面积	34.97 hm ²	永久建筑物及硬化面积	8.39h m ²	
		水土流失总治理度	90	98.40	水土保持措施面积	34.97hm ²	水土流失总面积	35.54hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	0.50hm ²	容许土壤流失量	200t/km ² •a	
		林草覆盖率	22	22.18	植物措施面积	34.47hm ²	监测土壤流失情况	200t/km ² •a	
		林草植被恢复率	94	98.37	可恢复林草植被面积	35.40hm ²	林草类植被积	34.47hm ²	
		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.....	7
1.3 监测工作实施情况.....	7
2 监测内容与方法.....	11
2.1 扰动土地情况监测.....	11
2.2 水土保持措施监测.....	11
2.3 水土流失情况监测.....	11
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.....	17
4 水土流失防治措施监测结果.....	19
4.1 工程措施监测结果.....	19
4.2 植物措施监测结果.....	23
4.3 临时措施监测结果.....	26
4.4 水土保持措施防治效果.....	28
5 土壤流失情况监测.....	31
5.1 水土流失面积.....	31
5.2 土壤流失量.....	32
5.3 水土流失危害.....	34
6 水土流失防治效果监测结果.....	35
6.1 扰动土地整治率.....	35
6.2 水土流失总治理度.....	35
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	36
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.....	37
7 结论.....	37

7.1 水土流失动态变化.....	38
7.2 水土保持措施评价.....	38
7.3 存在问题及建议.....	38
7.4 综合结论.....	38
8 附图及有关资料.....	39
8.1 附图.....	39
8.2 有关资料.....	39

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

项目区位于河北省张家口市宣化区崞村镇和深井镇，距宣化区南约 20km，场址中心地理位置约为东经 $114^{\circ}55.7'$ ，北纬 $40^{\circ}25.5'$ 。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

本项目规划建设 50MWp，年平均上网电量为 6735.479 万 kW·h，工程等级为中型。工程特性表见表 1-1。

工程特性表

表1-1

项目名称	中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期 光伏发电 50 兆瓦项目		
工程性质	新建		
工程等级	中型		
建设地点	张家口市宣化区崞村镇		
建设单位	中电投宣化新能源发电有限公司		
建设规模	50MW		
工程总投资	总投资 44537 万元		
工程建设期	11 个月 (2015 年 6 月 ~2016 年 5 月)		
工程占地	总占地 155.43hm ² , 全部为临时占地		
土石方量	土石方开挖 19.74 万 m ³ 、回填 19.74 万 m ³		
项目组成	光伏阵列区	临时占地面积 145.20hm ² , 包括光伏板覆盖区、逆变器室及箱变、接地工程和空地。	
	道路区	总长 16.18km, 道路路基宽 5m, 采用 4.0m 宽碎石路面, 总占地面积为 8.09hm ² 。其中新建道路 5.3km, 占地面积为 2.65 hm ² ; 改建道路长 10.88km, 原路面宽 2m, 临时占地 5.44hm ² 。	
	集电线路区	总长度约为 38km, 杆塔 210 基, 占地 1.14hm ² 。	
	施工生产生活区	占地 1.00hm ² , 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 集电线路汇集至已建一期 35kV 开关站。本期工程场址共有 14 个子区域。

本项目由光伏阵列区、集电线路、道路区、施工生产生活区 4 个区域组成。

一、光伏阵列区

(1) 光伏方阵布置

光伏阵列坐落在发电场中部较平坦的山体上，设计高程 1325~1440m，占地面积为 145.2hm²，其中光伏板覆盖区域 32.33hm²，逆变器室及箱变占地 0.23hm²，接地工程施工占地 22.50hm²，剩余为空地。本项目总装机容量为 50MW，采用分块发电、集中并网方案。

本项目电池组件选用 260Wp 单晶硅电池组件，单晶硅电池组件数量共计 193000 块，选用 500kW 逆变器。全站共划分为 50 个独立的单元升压站。每个单元升压站布置在方阵场的中间位置。1#~50#单元升压站容量为 1.0036MWp，每个单元内设置 1 间逆变器室和 1 台箱式变压器。

本项目采用固定安装运行方式，电池方阵的最佳固定倾角为 38° ，间距按 9m 距离排布。50MW 光伏方阵由 50 个 1MWp 单晶硅光伏子方阵组成。每个子方阵均由若干路太阳电池组串并联而成。每个 1MWp 太阳电池子方阵由光伏组件、汇流设备、逆变设备及升压设备构成。

第一年上网发电量为 6777.11 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，上网小时数为 1336.31h。25 年发电总量为 154056.65 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，年平均上网发电总量为 6162.27 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，年平均上网小时数为 1228.03h。光伏电场拟接入一期已建成的 220kV 升压站。与一期所发电量共同以 1 回 220kV 线路接入电网。

(2) 光伏阵列支架基础及支架设计

选用螺旋钢管桩，桩径为 $\Phi 76\text{mm}$ ，不能使用螺旋钢管桩的场区使用直径为 150mm 的钻孔灌注桩。使用螺旋钢管桩 40MW，钻孔灌注桩 10MW。螺旋桩桩长为 1.8m，拧入地下 1.6m，露出地面 0.2m，锚尖长度 100mm；钻孔灌注桩桩径为 150mm，长度为 1.6m，地下为 1.4m，地上长度为 0.2m。螺旋钢管桩与钻孔灌注桩的抗拔承载力和竖向承载力均满足要求。电池组件固定式支架为 2 行 10 列布置，组件排列行间距为 20mm，列间距为 20mm。电池组件支架采用固定式三角形钢支架，由主梁、檩条、支柱组成，支架布置结合电池板大小布置。支架可与基础桩配套生产加工。

(3) 逆变器室及箱变

逆变器室及箱变临时占地 0.23hm^2 。逆变器室为一层砖混结构，建筑面积约 39m^2 ，基础采用墙下条基，屋面板均为现浇钢筋混凝土板。每 1MWp 光伏矩阵配置一台升压变压器，共计 50 台。基础可采用天然地基进行换填处理。升压变压器基础为钢筋混凝土结构基础，长约为 3.2m，宽约为 2.2m，高约为 2.1m，底板埋深 1.3m，基础顶面高出地面 0.8m。

二、集电线路

本项目光伏发电工程各逆变升压单元 35kV 汇集线均采用架空线路的方式敷设，地理位置相近的逆变单元就近经一回集电线路接入升压站，全场发电容量共经 4 回集电线路接入 220kV 升压站 35kV 配电室内。本期工程集电架空线路路径总长度约为 38km，杆塔 210 基，铁塔基础占地 0.09hm^2 。每个杆塔基础施工时占地按 50m^2 计算，共临时占地 1.05hm^2 。本工程铁塔选用的基础型式为台阶式刚性现浇混凝土基础。集电线路总占地面积为 1.14hm^2 ，全部为临时租地。

三、道路区

光伏电站位于山地，地面起伏较大，而且较坚硬，场内可充分利用的山间道路较少，检修道路尽量在原有山间道路（村村通道路）的基础上进行修筑，调整转弯半径和纵坡，部分裁弯取直和改线，提高道路标准，新建道路选择最便利路线，同时满足设备仪器运输公路技术条件的要求。本工程施工、检修道路合并统一建设，施工期间按照施工道路要求先做基层，待施工安装完毕再施工检修道路路面。

场区检修道路共 16.18km，道路路基宽 5m，采用 4.0m 宽碎石路面，最小转弯半径为 6m，总占地面积为 8.09hm²。其中新建道路 5.3km，占地面积为 2.65 hm²；改建道路长 10.88km，原路面宽 2m，临时占地 5.44hm²。

四、施工生产生活区

本工程实际施工期为 11 个月，可在场区内西南部升压站附近较平整的位置布置施工生产生活区，包括材料加工场地、材料堆放场地、施工办公场地、施工人员宿舍。共占地 1.00hm²，场地采用封闭式管理生产。办公、宿舍与材料堆放、生产场地用简易围墙隔开。

1.1.1.4 工程投资及施工工期

（1）工程投资

本项目总投资 44537 万元，土建投资 3997 万元，由中电投宣化新能源发电有限公司投资建设。

（2）工程工期

本项目 2015 年 6 月开工，2016 年 5 月主体完工。表土剥离、覆土平整、土地整治等水土保持工程措施于 2015 年 7 月—2016 年 5 月完成，种草、抚育等植物措施于 2016 年 4 月—9 月完成，土质排水沟、预制板排水沟、挡墙、浆砌石护坡、挡水土埂、浆砌石护坡、土质沉淀池、水窖和栽植乔木等措施于 2019 年 8 月—9 月完成；临时遮盖及拦挡措施于 2015 年 6 月—2016 年 4 月完成。

1.1.1.5 参建单位

建设单位：中电投宣化新能源发电有限公司；

主设单位：中国电力工程顾问集团新能源有限公司；

主体施工单位：陕西工业设备安装有限公司、诺斯曼能源科技（北京）有限公司；

水土保持施工单位：张家口市第二建筑工程有限责任公司；

主体监理单位：黑龙江润华电力工程项目管理有限公司；

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：河北省水利科学研究院；

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

本工程位于宣化区南部崞村镇的中山丘陵地区，属内蒙高原的南缘，岗梁、滩地相间分布。场区中山丘陵地貌，梁沟发育，山顶场地较为开阔，海拔多数分布在 1100m~1300m 之间。14 个区域分布比较分散。

1.1.2.2 土壤植被

工程区所在地的土壤类型以栗钙土为主，另有褐土分布。坡顶地表大多为第四系松散堆积物，易风化，土层厚度较薄，0~0.3m。坡底部分地区黄土土层较厚，表土层 1~5m 不等。

项目区植被类型属于温带草原区域，植被以草甸草原和林缘草甸为主，构成草原的植物以禾本科为主，如针茅属、羊茅、白羊草、羊草、冰草等，以及苔草、冷蒿、百里香等。小半灌木中主要有薯状亚菊、女蒿等，深山以白杨、白桦、针叶树种等。粮食作物有玉米、高粱、谷子、马铃薯、水稻，黍子、豆类等。经济作物有胡麻、白麻、向日葵等。现状林草植被率 20%。

1.1.2.3 气象

项目区属大陆性季风气候中温带亚干旱区。根据《河北省农业气候资料(1961-2000 年累年值)》，多年年平均降水量 362.9mm，年大气降水量多集中在 6~9 月份。多年平均气温 15.4℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3286.3℃，多年年平均蒸发量 1928.1mm，多年极端最高气温 39.1℃，极端最低气温 -25.8℃，无霜冻期 166d。多年最大冻土深度 163cm。年均风速 3.5m/s，年平均大风日数 42.8d，其中以春季最多，多年实测最大风速 20m/s。

1.1.2.4 工程地质

场址所在区域是由火山熔岩溢出堆积后地壳上升遭到强烈剥蚀而成，系中酸性喷出岩构成，区域基底地层为太古界迁西群和单塔子群变质岩系，盖层沉积有侏罗系、白垩系、第三系、第四系松散堆积物及华力西期花岗岩侵入体。场址所处区域构造相

对稳定，适宜建场。

根据《中国地震动参数区划图》，拟建场址地震动峰值加速度为 0.15g，对应的地震动基本烈度为 7 度。

1.1.2.5 河流水系

本工程属于海河流域永定河水系。宣化区地处永定河上游，县域内有洋河、桑干河、清水河、盘长河、龙洋河、水泉河等河流 40 条，支流百余条。经调查本项目区位于洋河二级支流水泉河以东 1km，项目区内无河流通过。水泉河源于河北省怀安县左卫镇化皮岭，流经河北省怀安县和宣化区，河流长度为 56km，流域面积为 448km²，河流平均比降 13.8‰，多年平均降水深 390.4mm，多年平均径流深 37.6mm。

1.1.2.6 工程地质

场址所在区域是由火山熔岩溢出堆积后地壳上升遭到强烈剥蚀而成，系中酸性喷出岩构成，区域基底地层为太古界迁西群和单塔子群变质岩系，盖层沉积有侏罗系、白垩系、第三系、第四系松散堆积物及华力西期花岗岩侵入体。场址所处区域构造相对稳定，适宜建场。

根据《中国地震动参数区划图》，拟建场址地震动峰值加速度为 0.15g，对应的地震动基本烈度为 7 度。

1.1.2.7 水土流失及防治现状

项目根据《水利部办公厅关于印发<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>的通知》（办水保[2013]188 号），项目区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，兼有风力侵蚀，水力侵蚀表现形式为面蚀和沟蚀，侵蚀强度为中轻度，局部水土流失严重，原地貌土壤侵蚀模数在 2200t/km²·a 左右。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区土壤容许流失量为 200t/km²·a。

1.2 水土保持工作概况

1.2.1 水土保持方案编报情况

2014年10月，中电投宣化新能源发电有限公司委托河北省水利科学研究院编制了《中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电50兆瓦项目水土保持方案报告书》（报批稿），并取得河北省水利厅批复（2014年11月11日，冀水保〔2014〕303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、土质排水沟、预制板排水沟、砖砌挡墙、浆砌石护坡、挡水土埂、土质沉淀池、水窖、种草、栽植乔木等水土保持措施。

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2015年6月施工准备，2016年5月主体完工，至2019年9月水土保持工程全部完成。

2016年5月，河北环京工程咨询有限公司承担本工程的水土保持监测工作。接受监测任务后，我公司技术人员组建“中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电50兆瓦项目水土保持监测小组”。

(1)2016年9月，监测小组对工程进行现场查勘，调查水土流失情况，统计水土保持措施量。

(2)工程开工至监测开始期间(2015年6月—2016年5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，同时采用遥感与调查相结合的方法，在对比的基础上掌握土壤侵蚀的动态变化。

(3) 2016 年 9 月—2019 年 9 月，监测小组多次赴现场调查监测，并与建设单位及施工单位开现场会议，及时反馈现场问题及建议。

(4) 2019 年 9 月最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成《中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦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
李艳丽	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

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 23 处，其中光伏方阵区 12 处、集电线区 5 处、道路区 5 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	光伏方阵区	12	扰动区域	调查监测
2	集电线区监测区	5	塔基架设处	调查监测
3	道路区监测区	5	路基边坡	调查监测
4	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、护坡、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9月编制完成了《中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电50兆瓦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《中电投宣化新能源发电有限公司宣化风光互补发电工程二期光伏发电 50 兆瓦项目水土保持方案报告书（报批稿）》及其批复（冀水保〔2014〕303 号），本项目的水土流失防治范围 170.60hm²，其中项目建设区面积 161.22hm²，直接影响区面积 9.38hm²。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：hm²

序号	项目区		占地面积	直接影响区	合计
1	光伏方阵区	光伏板覆盖区	32.33	1.40	144.95
2		箱变逆变区	0.23		
3		接地工程	22.50		
4		空地	88.49		
5		小计	143.55		
6	集电线路	直埋线路	7.20	3.60	10.80
7		架空线路	0.67	0.24	0.91
8		小计	7.87	3.84	11.71
9	道路区	新建道路	2.93	1.51	4.44
10		改建道路	5.87	2.59	8.46
11		小计	8.80	4.10	12.90
12	施工生产生活区		1.00	0.04	1.04
13	合计		161.22	9.38	170.60

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 2015 年 6 月，主体完工时间 2016 年 5 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 155.43hm²，包括：光伏板覆盖区 32.33hm²，箱变及逆变器室 0.23hm²，接地工程 22.50hm²，空地 90.14hm²，新建道路 2.65hm²，改建道路 5.44hm²，集电线路 1.14hm²，施工生产生活区 1.00hm²。

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。

光伏阵列区：太阳电池阵列外围已租用空地，施工直接影响区在空地范围内，不再重复计算面积。

集电线路：集电线路杆塔施工时按杆塔周边 1m，直接影响区面积 0.30hm²。

施工检修道路：道路在项目建设过程中对两侧产生一定的影响，因此，平缓道路的直接影响区面积按照两侧各 1m 计算，高陡边坡的道路一侧按照 10m 计算，直接影响区面积共计 3.50hm²。

施工生产生活区：在施工期，堆放建筑材料设备和建材加工场地内堆放大量的砂石料，如管理不当，可能会产生水土流失，影响施工生产区的边缘区域，因此将这些施工区的外围 1m 设为直接影响区，面积为 0.04hm²。

因此本工程的防治责任范围总面积 159.27hm²，其中项目建设区面积 155.43hm²，直接影响区面积 3.84hm²。

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: hm²

序号	项目区	占地面积	直接影响区	合计
1	光伏方阵区	光伏板覆盖区	32.33	145.2
2		箱变逆变区	0.23	
3		接地工程	22.50	
4		空地	90.14	
5		小计	145.2	
6	集电线路	架空线路	1.14	1.44
7	道路区	新建道路	2.65	5.65
8		改建道路	5.44	5.94
9		小计	8.09	11.59
10	施工生产生活区	1.00	0.04	1.04
11	合计	155.43	3.84	159.27

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 155.43hm²，运行期水土流失防治责任范围面积见表 3-3。

运行期水土流失防治责任范围统计表

表3-2

单位: hm²

序号	工程项目	面积	临时占地	
			草地	道路
1	光伏发电区	光伏板覆盖区	32.33	32.33
2		箱变及逆变器室	0.23	0.23
3		接地工程	22.50	22.50
		空地	90.14	90.14
4		小计	145.20	145.20
7	集电线路	架空线路	1.14	1.14
8	道路区	新建道路	2.65	2.65
9		改建道路	5.44	2.18
10		小计	8.09	4.83
11	施工生产生活区	1.00	1.00	
12	合计	155.43	152.17	3.26

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）阶段减少了 11.33hm^2 ，减少了约 6.64%。其中建设区总面积减少了 5.79hm^2 ，直接影响区面积减少了 5.54hm^2 。

主要变化原因如下：

光伏方阵区光伏板安置位置在占地范围内有小幅度调整，占地增加 1.65hm^2 ，光伏架设周围为租用的空地，不再计算直接影响区，直接影响区面积减少 1.40hm^2 。

集电线路设计采用架空和地埋相结合的方式，实际只采用了架空线路的方式，减少了地埋电缆开挖断面和施工区的面积，占地减少 6.73hm^2 ，直接影响区随之减少 3.54hm^2 。

道路优化道路走向，减少占地 0.71hm^2 ，直接影响区随之减少 1.31hm^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

 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	
光伏方阵区	143.55	145.20	1.65	1.40		-1.40	0.25
集电线路	7.87	1.14	-6.73	3.84	0.30	-3.54	-10.27
道路区	8.80	8.09	-0.71	4.10	3.50	-0.60	-1.31
施工生产生活区	1.00	1.00		0.04	0.04		
合计	161.22	155.43	-5.79	9.38	3.84	-5.54	-11.33

3.1.2 背景值监测

3.1.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

项目区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，通过参考第二次全省水土流失遥感调查结果和现状调查，并咨询当地水土保持专家，确定 $2200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

3.1.2.2 扰动后土壤侵蚀模数

施工期 2015 年 6 月—2016 年 5 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 2016 年 5 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（2015.6—2016.5）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 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

各监测分区土壤侵蚀模数统计表

表 3-4

t/ (km²·a)

序号	监测区域	预测单元	背景值	施工期	自然恢复期		
					第一年	第二年	第三年
1	光伏架设区	光伏板覆盖区	2200	3200	2200	1200	200
2		箱变及逆变器室	2200	3500	2500	1500	200
3		接地工程	2200	4000	2000	1200	200
4		空地	2200	2500	1800	1000	200
5	集电线路	架空线路	2200	3500	2500	1500	200
6	道路区	新建道路	2200	3800	2500	1500	200
7		改建道路	2200	3500	2500	1500	200
8	施工生产生活区	施工生产生活区	2200	3200	2500	1500	200

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 43.93hm²。

扰动土地面积统计表

表3-5

单位: hm²

序号	监测分区		占地面积	扰动范围
1	光伏方阵区	光伏板覆盖区	32.33	6.47
2		箱变及逆变器室	0.23	0.23
3		接地工程	22.50	22.50
4		空地	90.14	4.50
5	集电线路	架空线路	1.14	1.14
6	道路区	新建道路	2.65	2.65
7		改建道路	5.44	5.44
8	施工生产生活区		1.00	1.00
9	总计		155.43	43.93

3.2 土石方流向情况监测

本工程施工建设过程中填挖方总量为 39.48 万 m³，其中土石方开挖 19.74 万

m^3 , 土石方回填 19.74 万 m^3 , 表土利用 2.65 万 m^3 , 无弃方, 土石方达到平衡。

土石方平衡见表 3-3。

土石方平衡表

表 3-6

单位: 万 m^3

序号	项目区	总量	开挖	回填
1	光伏方阵区	20.24	10.12	10.12
2	集电线路	1.28	0.64	0.64
3	道路区	17.36	8.68	8.68
4	施工生产生活区	0.60	0.30	0.30
5	合 计	39.48	19.74	19.74

注: 以上土石方均为自然方。

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 光伏方阵区

(1) 工程措施

表土剥离：施工前先对发电场内施工机械可能碾压的地表和土层较厚的接地工程区域进行表土剥离，剥离面积 6.75hm^2 ，厚度按 30cm 考虑，表土清理量约 2.025 万 m^3 ，分区堆放在发电场内。

覆土平整：整个工程施工结束，将收集的表土均匀回铺扰动地表，面积为 6.75hm^2 ，覆土平整量约 2.025 万 m^3 。

浆砌石护坡：本项目其租地范围边界为沟道边界，对于影响工程稳定与运行的沟道进行浆砌石护坡，减少水土流失，估算浆砌石护坡长度为 650m。

截（排）水沟：为了减少降雨对场地冲刷，在方阵中布设土质截（排）水沟用于增加降雨入渗，并与道路一侧的排水沟形成排水系统，将雨水排入项目区南侧季节性河道内，截排水沟长度为 6000m。

4.1.1.2 施工检修道路区

浆砌石护坡：边坡较陡路段约道路两侧坡高大于 2m、坡度大于 1:1.5 的高陡边坡需要进行防护。采用浆砌石护坡，估算防护长度 800m。

土质及浆砌石排水沟：位于坡度较缓区域道路迎水一侧修建梯形断面排水沟，土质排水沟长 7000m，位于坡度较大区域路段设置浆砌石排水沟，长度为 1000m。

过滤池与水窖：在浆砌石排水沟末修建过滤池与水窖各 4 座。

4.1.1.3 集电线路

表土剥离：施工前先对集电线路施工区和直埋线路施工区的土层大于30cm的地表进行表土剥离，剥离面积为 3.94hm^2 （架空线路 3.60hm^2 ，直埋线路 0.34hm^2 ），平均厚度按0.3m计，共剥离表土1.18万 m^3 。

覆土平整：集电线路施工结束后，将收集的表土全部用于施工区和塔基的地表植被恢复。采用人工施工作业进行平整，回铺面积为 7.81hm^2 ，平均厚度为15cm，表土厚度可满足灌草生长需要。

浆砌石护坡：对架空线路基础周边坡度较大的区域进行浆砌石护坡，长度约300m。

4.1.1.5 施工生产生活区

表土剥离：施工前先对施工生产生活区进行表土剥离，剥离面积 1.00hm^2 ，厚度按30cm考虑，表土清理量约 3000m^3 ，堆放在施工区内的边角处。

覆土平整：整个工程施工结束，将收集的表土均匀回铺，面积为 1.00hm^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 22.50hm^2 ，表土清理 8.84hm^2 ，表土回铺 26520m^3 ，土质排水沟5000m，预制板排水沟2000m，挡墙2200m，浆砌石护坡 1000m^2 ，挡水土埂1200m，土质沉淀池12座，水窖4座。

4.1.2.1 光伏方阵区

①**表土清理：**施工前对光伏板覆盖区和箱变逆变的表土进行剥离，并集中堆放，表土清理面积 6.70hm^2 。施工时间为2015年7月—10月。

②**表土回铺：**施工结束后将收集的表土回铺在光伏板覆盖区，回铺面积 6.47hm^2 。施工时间为2015年12月—2016年4月。

③**土地整治：**对扰动轻微区域施工结束后土地整治，整治面积 22.50hm^2 。施工

时间为 2016 年 3 月—4 月。

4.1.2.2 施工检修道路区

①土质排水沟：在缓坡出的道路社土质排水沟疏导雨水，排水沟深 0.4m，宽 1m，铺设排水沟 5000m。施工时间为 2019 年 8 月。

②预制板排水沟：在较陡的路段一侧铺设预制板排水沟，铺设长度 2000m。施工时间为 2019 年 8 月。

③挡墙：在高陡边坡的道路上边坡设砖砌挡墙，挡墙埋深 0.3m，高 0.7m，宽 0.4m 共砌筑长度 1200m。施工时间为 2019 年 8 月。

④浆砌石护坡：在高陡边坡的道路下边坡铺设浆砌石护坡，铺设面积 1000m²。

⑤挡水土埂：在较陡下边坡道路外侧设一圈挡水土埂，土埂长度 2200m。施工时间为 2019 年 8 月。

⑥土质沉淀池：在排水沟中间较平缓段设土质沉淀池，一共 12 座。施工时间为 2019 年 8 月。

⑦水窖：在排水沟末端设水窖 4 座蓄积雨水。施工时间为 2019 年 8 月。

4.1.2.3 集电线路

①表土清理：塔基先清理表土再施工，施工结束后回铺以备绿化，表土清理面积 1.14hm²。施工时间为 2015 年 10 月—12 月。

②表土回铺：施工结束后将收集的表土回铺在塔基四周，回铺面积 1.00hm²。施工时间为 2015 年 12 月—2016 年 4 月。

4.1.2.4 施工生产生活区

①表土清理：施工前先清理表土堆放在一角，施工结束后回铺以备绿化，表土清理面积 1.00hm²。施工时间为 2015 年 6 月。

②表土回铺：施工结束后将收集的表土回铺绿化，回铺面积 1.00hm²。施工时间为 2016 年 5 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	
光伏方阵区	工程措施	表土清理	扰动大区域	hm ²	6.7	清理表层土	m ³	20100	2015 年 7 月-10 月
		表土回铺	扰动大区域	hm ²	6.47	回铺表层土	m ³	20100	2015 年 12 月-2016 年 4 月
		土地整治	扰动轻微区域	hm ²	22.5	土地平整	hm ²	22.5	2016 年 3 月-4 月
集电线路	工程措施	表土剥离	扰动区域	hm ²	1.14	清理表层土	hm ²	3420	2015 年 10 月-2015 年 12 月
		表土回铺	扰动区域	hm ²	1.00	回铺表层土	m ³	3420	2015 年 12 月-2016 年 4 月
施工检修道路	工程措施	土质排水沟	缓坡处	m	5000	土方开挖	m ³	2000	2019 年 8 月
		预制板排水沟	较陡道路一侧	m	2000	铺设预制板	m	2000	2019 年 8 月
		挡墙	高陡边坡上边坡	m	1200	砖砌挡墙	m ³	360	2019 年 8 月
		浆砌石护坡	高陡边坡下边坡	m ²	1000	铺设浆砌石	m ²	1000	2019 年 8 月
		挡水土埂	较陡下边坡道路外侧	m	2200	土埂	m	2200	2019 年 8 月
		土质沉淀池	排水沟中	座	12	沉淀池	座	12	2019 年 8 月
		水窖	排水沟末端	座	4	水窖	座	4	2019 年 8 月
施工生产生活区	工程措施	表土剥离	扰动区域	hm ²	1.00	清理表层土	hm ²	1.00	2015 年 6 月
		表土回铺	扰动区域	hm ²	1.00	回铺表层土	m ³	3000	2016 年 5 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 光伏方阵区

种草：施工结束后，在施工区选择适宜的季节及时的进行种草绿化，种草面积 31.89hm^2 ，需披碱草和高羊茅草籽各 1594kg 。

抚育管理：对种植的灌草抚育管理一年，面积约 31.89hm^2 。

4.2.1.2 集电线路区

种草：集电线路施工结束后，对电缆沟和架空线路区域选择适宜的季节及时进行种草绿化。种草面积 7.81hm^2 ，其中直埋线路施工区 7.20hm^2 ，塔基施工区 0.61 hm^2 。需披碱草和高羊茅草籽各 390.46kg 。

抚育管理：对种植的草种抚育管理一年，面积约 7.87hm^2 。

4.2.1.4 施工生产生活区

种草：施工结束后，在施工区选择适宜的季节及时的进行种草绿化，种草面积 1.00hm^2 ，需披碱草和高羊茅草籽各 50kg 。

抚育管理：对种植的灌草抚育管理一年，面积约 1.0hm^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 31.15hm^2 ，栽植乔木 500m^2 ，抚育管理 31.15hm^2 。

4.2.2.1 光伏方阵区

①种草：扰动区域整治土地后种草，种草面积 29.15hm^2 。实施时间为 2016 年 4 月—5 月。

②抚育：种草后，定期抚育植被以保证成活率，抚育面积 29.15hm^2 。实施时间为 2016 年 4 月—9 月。

③栽植乔木：在光伏方阵区与道路相邻的扰动空地栽植了油松，栽植面积500m²。实施时间为2019年9月。

4.2.2.2 集电线路区

①种草：施工结束后覆土回铺，然后种草，面积约1.00hm²。施工时间2016年4月—5月。

②抚育：对种草区域洒水管理1.00hm²；施工时间2016年4月—9月。

4.2.2.3 施工生产生活区

①种草：施工结束后覆土回铺，然后种草，面积约1.00hm²。施工时间2016年4月—5月。

②抚育：对种草区域洒水管理及补植1.00hm²；施工时间2016年4月—9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	
光伏方阵区	植物措施	种草	扰动区域	hm ²	29.15	撒播草籽	kg	2332	2016 年 4 月-5 月
		抚育	扰动区域	hm ²	29.15	抚育植被	hm ²	29.15	2016 年 4 月-2016 年 9 月
		种植乔木	与道路连接处	m ²	500	栽植油松	m ²	500	2019 年 9 月
集电线路	植物措施	种草	全部区域	hm ²	1.00	撒播草籽	kg	80	2016 年 4 月-5 月
		抚育	绿化区域	hm ²	1.00	抚育植被	hm ²	1	2016 年 4 月-2016 年 9 月
施工生产生活区	植物措施	种草	全部区域	hm ²	1	撒播草籽	kg	0.8	2016 年 4 月-5 月
		抚育	绿化区域	hm ²	1	抚育植被	hm ²	1	2016 年 4 月-2016 年 9 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 光伏方阵区

临时拦挡：对发电场内的临时堆土石进行必要的拦挡防护，估算临时拦挡长度 700m。

苫布遮盖：在临时堆土上布设临时苫布遮盖，估算面积为 5000m²。

4.3.1.3 集电线路

临时拦挡：对发电场内的临时堆土石进行必要的拦挡防护，估算临时拦挡长度 1000m。

苫布遮盖：在临时堆土上布设临时苫布遮盖，估算面积为 5000m²。

4.3.1.4 施工生产生活区

临时拦挡：对施工生产生活区的临时堆土石进行必要的拦挡防护，估算临时拦挡长度 300m。

临时排水沟：施工生产区内设置临时排水沟进行临时排水，以减少对周边的影响，估算长度 100m。

苫布遮盖：在临时堆土堆料上布设临时苫布遮盖，估算面积为 1500m²。

临时沉砂池：在施工生产区排水口处设沉砂池 1 座。

4.3.2 临时措施实施情况及监测结果

水土保持临时措施临时遮盖 8200m²，临时拦挡 300m。各分区植临时措施工程量及实施进度见表 3-6。

4.3.2.1 光伏方阵区

①临时遮盖：施工过程中，对临时堆土遮盖了土工布，面积为 4700m²。

4.3.2.2 集电线路区

①临时遮盖：施工过程中，对临时堆土遮盖了土工布，面积为 2000m²。

4.3.2.3 光伏方阵区

①临时遮盖：施工过程中，对临时堆土遮盖了土工布，面积为 300m²。

②临时拦挡：施工生产生活区周边设彩钢板拦挡 300m。

水土保持临时措施及其实施进度统计表

表 4-3

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	
光伏方阵区	临时措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	4700	土工布	m ²	4700	2015 年 6 月-2016 年 4 月
集电线路	临时措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	2000	土工布	m ²	2000	2015 年 6 月-2016 年 4 月
施工生产生活区	植物措施	临时遮盖	临时堆土	m ²	300	土工布	m ²	300	2015 年 6 月-2016 年 4 月
		临时拦挡	周边	m	300	彩钢板	m	300	2015 年 6 月-2016 年 4 月

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 光伏方阵区

光伏板覆盖区和箱变逆变的占地面积减少，表土剥离和覆土平整措施量分别减少 0.05hm^2 和 0.28hm^2 。由于接地工程的安装也扰动了原地貌，施工结束后增加接地工程区的土地整治措施以利于植被恢复。

实际施工在建设范围内稍微调整了光伏板的位置，实际光伏板架设避开了特别高陡的区域，雨水自然下渗不会产生大的汇流，并且光伏区经绿化后植被恢复较好可起到生态固土作用，取消了土质排水沟和浆砌石护坡的布设。

光伏方阵区总体扰动面积减小，种草及抚育措施量随之减少 2.74hm^2 。

未收集到关于临时措施工程量的记录资料及照片，暂不计临时措施量。

4.4.2 集电线路

原设计有架空线路和地埋电缆，实际全部为架空线路，电缆沟开挖占地减少，表土清理措施量随之减少 2.8hm^2 ，覆土平整减少 6.81hm^2 ；种草及抚育措施量减少 6.81hm^2 。

实际建设架空线路避开了特别高陡的边坡，浆砌石护坡减少 300m。

未收集到关于临时措施工程量的记录资料及照片，暂不计临时措施量。

4.4.3 道路区

光伏板布设在圈地范围内进行了调整，道路走向随之调整，坡度陡汇水大的路段减少，排水沟长度随之减少。施工中优化将浆砌石排水沟改为预制板排水沟更利于施工砌筑。土质排水沟减少 2000m，浆砌石排水沟减少 1000m，预制板排水沟增

加 2000m。

根据现场道路的情况，将与水窖连接的过滤池改为排水沟间的沉淀池，优化了施工，更具保土沉沙作用。过滤池减少 4 个，土质沉淀池增加 12 个。

考虑到高陡边坡的稳定性，在道路上下边坡增设了护坡和挡墙。浆砌石护坡增加 1000m²，砖砌挡墙增加 1200m。

在高陡边坡道路外侧增设了土埂，防止汇水产生冲沟。挡水土埂增加 2200m。

4.4.5 施工生产生活区

施工生产生活区地势平坦，雨水散排即可，未设置临时排水沟和沉淀池，

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 (+/-)	
光伏方阵区	工程措施	表土剥离	hm ²	6.75	6.70	-0.05	光伏板覆盖区和箱变及逆变的占地减少。
		覆土平整	hm ²	6.75	6.47	-0.28	
		土地整治	hm ²		22.5	+22.5	由于接地工程施工也扰动了原地貌，施工结束后增加土地整治利于植被恢复
		土质排水沟	m	6000		-6000	实际施工在建设范围内稍微调整了光伏板的位置，实际光伏板架设避开了特别高陡的区域，并且光伏区经绿化后植被恢复较好可起到生态固土作用。
		浆砌石护坡	m	650		-650	
	植物措施	种草	hm ²	31.89	29.15	-2.74	扰动范围减小。
		抚育管理	hm ²	31.89	29.15	-2.74	
	临时措施	临时遮盖	m ²	5000	4700	-300	光伏阵列区优化施工，开挖的堆土减少，取消了临时遮盖措施，临时遮盖减少。
		临时拦挡	m	700		-700	
集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	3.94	1.14	-2.8	原设计有架空线路和地埋电缆，全部为架空线路，电缆沟开挖占地减少。
		覆土平整	hm ²	7.81	1.00	-6.81	
		浆砌石护坡	m	300		-300	实际建设架空线路避开了特别高陡的边坡。
	植物措施	种草	hm ²	7.81	1.00	-6.81	原设计有架空线路和地埋电缆，全部为架空线路，电缆沟开挖占地减少。
		抚育管理	hm ²	7.81	1.00	-6.81	
	临时措施	临时遮盖	m ²	5000	2000	-3000	集电线路区取消了地埋电缆的布设，全部为塔基，开挖土方减少，取消了临时遮盖措施，临时遮盖减少。
		临时拦挡	m	1000		-1000	
施工检修道路	工程措施	土质排水沟	m	7000	5000	-2000	光伏板布设在圈地范围内进行了调整，道路走向随之调整，坡度陡汇水大的路段减少，排水沟长度随之减少。施工中优化将浆砌石排水沟改为预制板排水沟更利于施工砌筑。
		浆砌石排水沟	m	1000		-1000	
		预制板排水沟	m		2000	+2000	
		过滤池	个	4		-4	
		土质沉淀池	个		12	+12	根据现场道路的情况，将与水窖连接的过滤池改为排水沟间的沉淀池，优化了施工，更具保土沉沙作用。
		水窖	座	4	4	0	
		浆砌石护坡	m ²		1000	+1000	考虑到高陡边坡的稳定性，在道路上下边坡增设了护坡和挡墙。
		砖砌挡墙	m		1200	+1200	
施工生产生活区	工程措施	挡水土埂	m		2200	+2200	在高陡边坡道路外侧增设了土埂，防止汇水产生冲沟。
		表土剥离	hm ²	1	1	0	
	植物措施	覆土平整	hm ²	1	1	0	
		种草	hm ²	1	1	0	
	临时措施	抚育管理	hm ²	1	1	0	
		临时遮盖	m ²	1500	1500	0	
		临时拦挡	m	300	300	0	
		临时排水	m	100		-100	施工生产生活区地势平坦，雨水散排即可，未设置临时排水沟和沉淀池。
		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 43.93hm^2 , 完工后水土流失面积 35.47hm^2 。

建设期水土流失面积

表5-1

单位: hm^2

序号	监测分区		占地面积	扰动范围
1	光伏方阵区	光伏板覆盖区	32.33	6.47
2		箱变及逆变器室	0.23	0.23
3		接地工程	22.5	22.5
4		空地	90.14	4.5
5	集电线路	架空线路	1.14	1.14
6	道路区	新建道路	2.65	2.65
7		改建道路	5.44	5.44
8	施工生产生活区		1	1
9	总计		155.43	43.93

完工后水土流失面积

表5-2

单位: hm^2

序号	监测分区		占地面积	扰动范围
1	光伏方阵区	光伏板覆盖区	32.33	6.47
2		箱变及逆变器室	0.23	
3		接地工程	22.5	22.50
4		空地	90.14	4.50
5	集电线路	架空线路	1.14	1.00
6	道路区	新建道路	2.65	
7		改建道路	5.44	
8	施工生产生活区		1.00	1.00
9	总计		155.43	35.47

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 1 年土壤侵蚀量约 966t。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 ²)	土壤侵蚀背景值 (t/(km ² ·a))	侵蚀时间 (a)	背景流失量 (t)
光伏发电区	光伏板覆盖区	6.47	2200	1	142
	箱变及逆变器室	0.23	2200	1	5
	接地工程	22.50	2200	1	495
	空地	4.50	2200	1	99
集电线路	架空线路	1.14	2200	1	25
道路区	新建道路	2.65	2200	1	58
	改建道路	5.44	2200	1	120
施工生产生活区	施工生产生活区	1.00	2200	1	22
合计		43.93			966

5.2.2 建设期土壤流失量

本项目施工集中在 2015 年 6 月至 2016 年 5 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 1591t。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 ²)	扰动后侵蚀模数 (t/ (km ² ·a))	侵蚀时间 (a)	预测流失量 (t)
光伏发电区	光伏板覆盖区	6.47	3200	1	207
	箱变及逆变器室	0.23	3500	1	8
	接地工程	22.50	4000	1	900
	空地	4.50	2500	1	113
集电线路	架空线路	1.14	3500	1	40
道路区	新建道路	2.65	3800	1	101
	改建道路	5.44	3500	1	190
施工生产生活区	施工生产生活区	1.00	3200	1	32
合计		43.93			1591

5.2.3 试运行期土壤流失量

2016 年 6 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，本项目运行期侵蚀量为 1217t。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 ²)	自然恢复期侵蚀模数 (t/ (km ² ·a))	侵蚀时间 (a)	预测流失量 (t)
光伏方阵区	光伏板覆盖区	6.47	2200/1200/200	3	233
	接地工程	22.50	2000/1200/200	3	765
	空地	4.50	1800/1000/200	3	135
集电线路	架空线路	1.00	2500/1500/200	3	42
施工生产生活区	施工生产生活区	1.00	2500/1500/200	3	42
合计		35.47			1217

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 2015 年 6 月主体开工至 2016 年 5 月主体工程完工期间的工程总占地面积为 155.43hm^2 ，扰动面积为 43.93hm^2 ，累计完成综合整治面积为 43.36hm^2 ，测算扰动土地治理率 98.70%（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(hm^2)	扰动土地整治面积(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	光伏方阵区	33.70		32.50	0.90	33.40	99.11
2	集电线路	1.14		0.99	0.14	1.13	99.12
3	道路区	8.09	0.50		7.35	7.85	97.03
4	施工生产生活区	1.00		0.98		0.98	98.00
综合指标		43.93	0.50	34.47	8.39	43.36	98.70

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 35.54hm^2 ，水土流失治理达标面积 34.97hm^2 ，水土流失总治理度为 98.40%（方案设计为 90%）。

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 ²)			水土流失面积(hm ²)			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	光伏方阵区	0.00	32.50	32.50	33.70	0.90	32.80	99.09
3	集电线路	0.00	0.99	0.99	1.14	0.14	1.00	99.00
4	道路区	0.50	0.00	0.50	8.09	7.35	0.74	67.57
5	施工生产生活区	0.00	0.98	0.98	1.00	0.00	1.00	98.00
综合指标		0.50	34.47	34.97	43.93	8.39	35.54	98.40

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 200t/(km²·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 200t/(km²·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 35.04hm²，项目完工后，已实施人工植物绿化措施面积为 34.47hm²，由此计算项目扰动范围内平均林草植被恢复率为 98.37%（方案设计为 94%），平均林草覆盖率为 22.18%（方案设计为 22%）。

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 ²)	林草类植被 面积(hm ²)	计算结果	林草类植被 面积(hm ²)	项目建设 区面积	计算结果
1	光伏方阵区	32.80	32.50	99.09	32.50	145.20	22.38
2	集电线路	1.00	0.99	99.00	0.99	1.14	86.84
3	道路区	0.24	0.00	0.00	0.00	8.09	0.00
4	施工生产生活区	1.00	0.98	98.00	0.98	1.00	98.00
综合指标		35.04	34.47	98.37	34.47	155.43	22.18

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	98.70	达标
2	水土流失总治理度 (%)	90	98.40	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 (%)	94	98.37	达标
6	林草覆盖率 (%)	22	22.18	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为 98.70%，水土流失总治理度达到 98.40%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率为 98.37%，林草覆盖率为 22.18%。

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宣化区，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1591t，较原地貌增加了624t；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 $200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

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 22.50hm^2 ，表土清理 8.84hm^2 ，表土回铺 26520m^3 ，土质排水沟5000m，预制板排水沟2000m，挡墙2200m，浆砌石护坡 1000m^2 ，挡水土埂1200m，土质沉淀池12座，水窖4座；植物措施包括植物措施种草 31.15hm^2 ，栽植乔木 500m^2 ，抚育管理 31.15hm^2 ；临时措施包括临时遮盖 8200m^2 ，临时拦挡300m。

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

监测影像资料



2016 年项目现场



2016 年项目现场



2016 年项目现场



2016 年项目现场



2017 年项目现场



2017 年项目现场



2017 年项目现场



2018 年项目现场



2018 年项目现场



2018 年项目现场



2018 年项目现场



2019 年监测小组现场监测



2019年监测小组现场监测（浆砌石护坡施工中）



2019年项目现场



2019 年监测小组测量水窖



2019 年挡水土埂

附图1 项目区防治责任范围及监测点位图

