

阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市
采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地
新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目

水土保持监测总结报告

建设单位：阳泉太科光伏电力有限公司

编制单位：山西清源水利设计有限公司

二〇一八年十一月

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	4
1.1 建设项目概况.....	4
1.1.1 项目概况.....	4
1.1.2 项目区自然概况.....	7
1.1.3 项目区社会经济概况.....	8
1.1.4 项目区水土流失现状.....	9
1.1.5 项目组成及变化情况.....	9
1.1.6 工程建设组织.....	10
1.2 水土流失防治工作概况.....	10
1.2.1 水土保持方案编制情况.....	10
1.2.2 水土保持方案审批情况.....	10
1.2.3 水土流失治理情况.....	11
1.3 监测工作实施概况.....	11
1.3.1 成立监测项目组.....	11
1.3.2 确定监测范围及监测分区.....	11
1.3.3 确定监测重点地段及部位.....	12
1.3.4 监测工作开展情况.....	12

2 重点部位水土流失动态监测结果.....	13
2.1 防治责任范围监测结果.....	13
2.1.1 水土流失防治责任范围.....	13
2.1.2 建设期扰动土地面积.....	16
2.2 弃土弃渣监测结果.....	17
2.2.1 方案设计弃土（渣）情况.....	17
2.2.2 弃土（渣）量监测结果.....	18
2.2.3 监测结果与方案设计比较.....	19
3 水土流失防治措施监测结果.....	21
3.1 水土保持方案中的防治措施.....	21
3.1.1 纳入主体工程的水土保持工程布设.....	21
3.1.2 方案新增水土保持措施.....	21
3.2 建设期工程措施监测结果.....	23
3.2.1 工程措施及实施进度.....	23
3.2.2 植物措施及实施进度.....	24
3.2.3 临时措施及实施进度.....	26
4 土壤流失量分析.....	27
4.1 侵蚀单元划分.....	27
4.1.1 原地貌侵蚀单元划分.....	27
4.1.2 地表扰动类型划分.....	27
4.1.3 防治措施分类.....	28

4.2 各阶段土壤流失量分析.....	28
4.2.1 各阶段侵蚀模数的分析确定.....	28
4.2.2 各阶段土壤流失量.....	32
4.2.3 各区扰动后土壤流失量分析.....	34
5 水土流失防治效果监测结果.....	36
5.1 扰动土地整治率.....	36
5.2 水土流失总治理度.....	37
5.3 拦渣率.....	38
5.4 土壤流失控制比.....	38
5.5 林草植被恢复率.....	39
5.6 林草覆盖率.....	39
5.7 水土流失防治达标情况.....	40
6 结论.....	42
6.1 水土流失动态变化.....	42
6.2 水土保持措施评价.....	42
6.2.1 工程措施评价.....	42
6.2.2 植物措施评价.....	43
6.2.3 临时措施评价.....	43
6.2.4 防治指标完成情况.....	44
6.3 存在问题及建议.....	44
6.4 综合结论.....	44

附件：

附件 1、附表

附件 2、项目区地理位置图

附件 3、水土保持监测点布置图

附件 4、水保方案批复

前 言

阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目的建设可充分利用当地太阳能资源，改善当地能源结构的单一化；可保护环境、减少污染；可满足当地部分电力负荷的需求，节约有限的煤炭资源和水资源。对促进地区电网发展，推动当地经济和社会发展，具有较大的社会环境效益和经济效益。

阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目位于山西省阳泉市郊区旧街乡路家庄村附近，行政区划属旧街乡管辖，距阳泉市郊区约 18km，地理坐标为：东经 $113^{\circ}19'50''\sim 113^{\circ}21'26''$ ，北纬 $37^{\circ}56'59''\sim 37^{\circ}58'44''$ 。

本工程装机容量为 50MW，由 22 个 1.6MW 多晶硅发电单元、8 个 1.6MW 单晶硅发电单元和 1 个 2MW 双玻无框 N 型双面发电单元组成，每个发电单元设一台箱式升压变压器，将逆变器出口交流电升压至 35kV，以 2 回 35kV 集电线路汇入公共基础设施平坦镇 110kV 汇集站 35kV 母线侧，最后接入系统站。本工程总投资 44250 万元，其中土建投资 8537.75 万元。

本项目区位于阳泉市郊区旧街乡路家庄村附近，地貌上属于北方土石山区，地面坡度在 $5^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，地面海拔标高在 1200~1500m，地表物质主要为淡褐土，局部区域基岩裸露。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190--2007)和《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)，项目区属于北方土石山区，土壤容许流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据 2000 年全国第二次土壤侵蚀遥感调查，结合实地踏勘，项目区以轻度水力侵蚀为主，侵蚀模数背景值为 $1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

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），项目区所在地属国家级水土流失重点治理区——太行山国家级水土流失重点治理区。

为了准确地掌握工程建设中对原地貌的扰动及引起的水土流失动态以及水土保持措施的实施情况和实施效果，合理开发、利用、保护水土资源，改善区域生态环境，使主体工程建设和运行与水土保持协调进行，依法贯彻“三同时”制度，为水土保持工程运行管理、水土保持设施竣工验收提供科学依据。依据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》等有关法律法规和要求，阳泉太科光伏电力有限公司，委托我单位进行对山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目的水土保持监测工作。

我单位接到任务后，我们成立了项目组并设立了监测机构，依据已批复的水土保持方案及该工程的实际调查情况，编制了监测实施方案，确定了监测工作路线，确定了监测内容、方法和重点监测地段，与地方水土保持管理机构互相协调，对项目区进行了现场观测和调查，核实了项目建设区的防治责任范围和扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积和植被恢复面积等，掌握了水土保持工程措施和植物措施的实施情况、弃土弃渣情况，测算了植物措施的成活率和覆盖度等。在对监测数据及调查资料进行详细的分析和计算后，完成了《阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

水土保持监测结果表明：阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷

区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目建设期水土流失防治责任范围 123.28hm²，项目新增水土流失量为 2289.72t/a，项目区扰动土地整治率为 99.96%，水土流失治理度为 99.96%，水土流失控制比为 1.16，弃土弃渣的拦渣率为 99.90%，林草植被恢复率 99.95%，林草覆盖度达到 70.38%，项目建设区已完成的各项水土保持措施的水土流失防治效果，水土流失状况得到了很大改善，实现了水土保持方案设计要求，项目区水土流失防治六项指标均达到水土保持方案值，同时除林草植被覆盖率外均符合国家开发建设项目建设类项目水土流失二级防治标准要求，符合开发建设项目水土保持设施验收的条件。

在对阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目进行水土保持监测过程中，得到阳泉市水务局、阳泉郊区水务局、阳泉太科光伏电力有限公司及当地有关部门的大力协助，在此表示感谢。

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 项目概况

阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目位于山西省阳泉市郊区旧街乡路家庄村附近，行政区划属旧街乡管辖，距阳泉市郊区约 18km，地理坐标为：东经 113°19'50"~113°21'26"，北纬 37°56'59"~37°58'44"。

光伏设备可以通过 307 国道、村村通道路及新建的项目区交通道路运至各分区，交通运输较为便利。

项目地理位置见附图。

本工程装机容量为 50MW，由 22 个 1.6MW 多晶硅发电单元、8 个 1.6MW 单晶硅发电单元和 1 个 2MW 双玻无框 N 型双面发电单元组成，每个发电单元设一台箱式升压变压器，将逆变器出口交流电升压至 35kV，以 2 回 35kV 集电线路汇入公共基础设施平坦镇 110kV 汇集站 35kV 母线侧，最后接入系统站。

本工程等级为 III 级，工程规模为中型。

本工程总投资 44250 万元，其中土建投资 8537.75 万元。工程主要技术指标见表 1-1。

表 1-1 项目主要技术指标表

一、主体工程概况				
1	项目名称	阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目		
2	建设单位	阳泉太科光伏电力有限公司		
3	项目位置	阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目位于山西省阳泉市郊区旧街乡路家庄村附近,行政区划属旧街乡管辖,距阳泉市郊区约 18km。		
4	建设规模	工程装机容量	年上网电量	年平均等效利用小时数
		50MW	62154.96MW.h	1239.88h
5	建设性质	新建		
6	工程等级	本工程等级为 III 级,工程规模为中型		
7	工程建设期	4 个月 (2017 年 7 月~2017 年 10 月)		
8	工程总投资	本工程总投资 44250 万元,其中土建投资 8537.75 万元		
二、项目组成				
项目组成	占地面积 (hm ²)			备注
	合计	永久占地	临时占地	

光 伏 电 场	太阳能电池 组件	23.26	23.26		电池组件 178918 块	
	箱式变压器 场地	0.03	0.03		箱式变压器场地 31 个	
	场内道路	2.58	2.58		道路总长 4500m(含道路排水)	
	场区围栏	0.95	0.95		围栏长 31589m	
	其他区域	83.27	83.27		包含光伏板间隔和场内道路两 侧空闲区域	
	小计	110.09	110.09			
交通道路	5.87	4.86	1.01	道路总长约 8100m, 设计路基 宽 4m		
输电线路	6.14	0.22	5.92	施工用电线路 2500m; 集电线 路 17140m		
施工生产生活区	0.20		0.20			
合计	122.30	115.17	7.13			
三、土石方数量 (万 m ³)						
项目组成	挖方	填方	调入		调出	
			数量	来源	数 量	去 向
光伏电场	5.61	5.61				
交通道路	2.86	2.86				

输电线路	0.58	0.58				
施工生产生活区	0.03	0.03				
合计	9.08	9.08				

1.1.2 项目区自然概况

(1) 地形地貌

本项目区位于阳泉市郊区旧街乡路家庄村附近，地貌上属于北方土石山区，地面坡度在 $5^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，地面海拔标高在1200~1500m，地表物质主要为淡褐土，局部区域基岩裸露。

(2) 气象水文

本项目区属温带大陆性气候，冬季寒冷干燥，春季多风少雨，夏季炎热高温。据阳泉市气象局 1984-2016 年观测资料，本区年平均气温 9.1°C ，极端最高气温 40.9°C ，极端最低气温 -21.6°C ，大于等于 10°C 活动积温为 1695.5°C 。多年平均蒸发量 1881.3mm 。多年平均降水量 529.9mm ，降水多集中在每年的 6-9 月，约占全年降水量的 75.3%。多年平均风速 2.8m/s ，主导风向为西北风，大风日数为 19 天左右，无霜期 150 天，最大冻土深度 88cm ，封冻期为每年的 10 月中旬到次年 4 月。

根据勘察资料，本项目区勘测 20m 深度范围内未见地下水。

(3) 河流水系

本项目区地处海河流域，属滹沱河的一级支流绵河的上源桃河水系。桃河发源于寿阳县东部的土径岭，由西向东流经阳泉市郊区、阳泉市区，在平定县娘子关镇与温河汇合后称为绵河，全长 80km ，平均纵坡 11.3%。桃河流域面积为 1310.71km^2 ，

为山间河流,河床平均为 300-500m,呈东西向长方形状,南北宽 25km,东西长 52km,西高东低,多年平均径流量为 0.608 亿 m^3 ,多年平均输沙量为 2948 万 m^3 。

项目区范围内无常年性河流,雨季在沟谷中有短暂水流,雨水流汇入桃河。

(4) 土壤植被

本项目区土壤主要是黄土母质淡褐土性土类型,表层土壤厚度 0.5~2.0m,有机质含量 2.24%,氮含量 0.12%,西部山区以沙页岩,山地褐土为主。

本项目区在植被区划上属暖温带落叶阔叶林区,项目区乔木主要为油松、侧柏、桦树、山杨和栎类;灌木主要有:荆条、蚂蚱腿子、黄刺玫、虎榛子等;草类主要有:紫花苜蓿、披碱草、野牛草、白羊草、苔草、羊胡子草、青蒿、河黑豆,芦苇、苍耳、灰菜、荆三枝、无芒雀麦等;主要作物有玉米、谷子、薯类和油葵等作物。

项目区林草覆盖率小于25%。

(5) 项目区生态环境

本项目区未涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。

1.1.3 项目区社会经济概况

本项目区所在地行政区划隶属山西省阳泉市郊区旧街乡管辖。

旧街乡位于阳泉市郊区西北山区,地处桃河上游。西、南与晋中市寿阳县交界,北与盂县接壤,东与郊区平坦镇毗邻,是阳泉市的西大门。石太铁路、307 国道、太旧高速公路分别沿桃河两岸穿越乡境。全乡总面积 89.4 km^2 ,6800 人,辖 17 个行政村,36 个自然村。

旧街乡的矿产资源主要是煤炭,蕴藏在 400m 以下,全乡煤炭年生产能力达到

120 万 t，占全区煤炭产量的 1/3，为全区的煤炭大乡。1993 年与北京市天城公司和香港裕通贸易有限公司合资新建的山西天泉煤炭有限公司，年设计洗精煤 30 万 t，生产的高炉喷粉煤远销国际市场。旧街乡的铸造业历史悠久，有传统的铸造技术，已形成生产汽车配件、建筑机械配件、农机配件、耐火设备配件四大系列一百多种规格产品的铸造工业小区。全乡现有铸造企业 11 个，固定资产 3800 多万元，从业人员 1000 余人。

项目区周边村庄情况（阳泉市阳光农廉网 2016 年资料）见下表。

项目区周边村庄情况一览表

村庄	耕地面积 (亩)	总人口 (人)	户数 (户)	人均耕地 (亩)	人均收入 (元)
阳坡村	631	150	56	4.21	6773
路家庄村	403	228	80	1.77	6132

本项目区面积为 122.30hm²。

1.1.4 项目区水土流失现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190--2007)和《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008),项目区属于北方土石山区,土壤容许流失量为 200t/km²·a。根据 2000 年全国第二次土壤侵蚀遥感调查,结合实地踏勘,项目区以轻度水力侵蚀为主,侵蚀模数背景值为 1500t/km²·a。

1.1.5 项目组成及变化情况

本项目《方案》阶段由光伏电场、交通道路、输电线路、施工生产生活区组成。

项目建设期实施项目与方案阶段相同。

1.1.6 工程建设组织

项目建设单位：阳泉太科光伏电力有限公司

水土保持方案编制单位：山西亚图水利工程技术咨询有限公司

水土保持监理单位：华电和祥工程咨询有限公司

水土保持监测单位：山西清源水利设计有限公司

1.2 水土流失防治工作概况

1.2.1 水土保持方案编制情况

2017年3月受阳泉太科光伏电力有限公司委托山西亚图水利工程技术咨询有限公司负责完成水土保持方案报告书编制工作。于2017年6月编制完成《阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持方案报告书》。2017年6月，山西省水土保持监测中心组织有关专家对报告书进行了技术审查。会后根据专家组评审意见编制单位对方案送审稿进行了修改补充完善，于2017年7月完成了《阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》。

1.2.2 水土保持方案审批情况

2017年7月10日由山西省水利厅以晋水保函【2017】492号文件，对阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持方案报告进行了批复。

1.2.3 水土流失治理情况

根据《阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》，建设单位在光伏电场布设了排水沟、护坦等设施，进行了表土剥离、表土返还及土地整治措施，进行了电场的绿化美化；交通道路进行了表土剥离、表土返还，布设了道路绿化措施；输电线路布设了绿化措施；施工生产生活区在主体工程结束后进行了表土返还及土地整治、绿化措施。同时在加强项目区施工期的水土保持临时防护措施，布设彩钢板、彩条布、扰动区临时洒水降尘等措施。通过实施水土保持措施，目前各项措施已有效起到防治水土流失的作用，达到水土保持验收标准。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 成立监测项目组

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持工程施工及验收规范》。按照有关规定，受建设单位委托，山西清源水利设计有限公司承担了阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目的水土保持监测任务。接受任务后，我单位及时组织有关技术人员成立了监测项目组，下设野外监测组和监测资料内业分析组。项目组共 5 人，包括项目监测组长 1 名、监测工程师 2 名、监测人员 2 人。

1.3.2 确定监测范围及监测分区

项目组依据《阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持方案报告

书》，结合本工程建设特点及施工进度，确定监测范围为水土保持方案所确定的水土流失防治责任范围，监测分区分为光伏电场防治区、交通道路防治区、输电线路防治区、施工生产生活防治区四个监测区。

1.3.3 确定监测重点地段及部位

本着全面监测和重点监测相结合、多种监测方法综合运用、监测点布设与各防治分区相结合、全面反映各项防治指标的原则，结合《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)，本项目水土保持监测主要内容包括主体工程建设进度、工程建设扰动土地面积、水土流失影响因子、水土流失情况及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果及水土保持设施管理等。

根据本工程建设特点、水土流失预测结果、水土保持监测分区及各区水土流失特点，将光伏电场防治区、交通道路防治区作为建设期重点监测区域。

根据各监测分区实际情况，配合调查与定位观测监测等手段分别在上述各监测分区内要选择具有代表性的地段或场地共布设各类水土保持监测点 6 处。其中光伏电场防治区 2 处、交通道路防治区 2 处、输电线路防治区 1 处、施工生产生活防治区 1 处。

1.3.4 监测工作开展情况

依据水土保持方案及该工程实际情况，确定了监测工作路线、监测内容、监测方法、重点监测地段等。本项目所处地带属温带大陆性气候，全年降水集中在 6-9 月，故确定 6-9 月为重点监测时段，项目组按时对项目区进行现场监测，布设水土流失固定监测点 6 处，进行重点调查监测、动态拍照，并根据将监测情况及存在的

问题及时报送建设单位。

2 重点部位水土流失动态监测结果

2.1 防治责任范围监测结果

2.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 方案确定的防治责任范围

根据《阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目水土保持方案报告书》，本项目水土保持方案确定的水土流失防治分区包括光伏电场防治区、交通道路防治区、输电线路防治区、施工生产生活防治区四个防治分区。水土流失防治责任范围面积为 149.13hm²，其中项目建设区总面积 122.3hm²，直接影响区面积为 26.83hm²。详见表 2-1。

表 2-1 方案确定的水土流失防治责任范围面积表 单位：hm²

序号	项目分区	项目建设区	直接影响区	防治责任范围面积
1	光伏电场防治区	110.09	16.82	126.91
2	交通道路防治区	5.87	5.09	10.96
3	输电线路防治区	6.14	4.89	11.03
4	施工生产生活防治区	0.20	0.03	0.23
5	合计	122.30	26.83	149.13

(2) 建设期防治责任范围监测结果

经现场调查、实地测量，并通过查阅主体竣工资料、监理资料，本工程实际发生的水土流失防治责任范围面积为 123.28 hm²，详见表 2-2。

表 2-2 建设期水土流失防治责任范围监测统计表

单位: hm^2

序号	项目分区	项目建设区	直接影响区	防治责任范围面积
1	光伏电场防治区	110.09		110.09
2	交通道路防治区	6.80		6.80
3	输电线路防治区	6.14		6.14
4	施工生产生活防治区	0.25		0.25
5	合计	123.28		123.28

(3) 施工期防治责任范围监测结果分析

本项目建设期水土流失防治分区为光伏电场防治区、交通道路防治区、输电线路防治区、施工生产生活防治区四个防治分区，与方案中的防治分区一致。本项目建设期水土流失防治责任范围面积为 123.28hm^2 ，水土保持方案确定的水土流失防治责任范围面积为 149.13hm^2 ，与水土保持方案比较建设区面积增加 0.98hm^2 ，直接影响区面积减少 26.83hm^2 ，防治责任范围共减少 25.85hm^2 ，减少量占原来的 17.33% 。项目区各防治区水土保持方案与建设期实际水土流失防治责任范围对比情况详见表 2-3。具体变化原因如下：

1) 光伏电场防治区

光伏电场工程施工严格按照主体工程设计在场区范围内施工，而且场区周边已设围栏，施工对外部影响小，建设期末计直接影响区。

因此该区与水土保持方案比较该区建设区面积未变，直接影响区未计，水土流失防治责任范围减少 16.82hm^2 。

2) 交通道路防治区

本工程交通道路主要为光伏电场各地块的进场道路（从附近村村通道路上接引），道路总长 8100m，设计道路路基宽 4m，泥结碎石路面。交通道路占地面积 5.87hm²，因地势原因，在施工过程中其道路长度增加 1.46km，占地面积增加了 0.93hm²。施工期在征地范围内施工，严格控制施工作业带，最大限度减少了影响范围，建设期末计直接影响区。

因此与水土保持方案比较该区建设区面积增加 0.93hm²，直接影响区面积减少 5.09hm²，防治责任范围减少 4.16hm²。

3) 输电线路防治区

本工程输电线路包括施工用电线路和集电线路。输电线路占地面积 6.14hm²（永久占地 0.22hm²，临时占地 5.92hm²），施工期在征地范围内施工，严格控制施工作业带，最大限度减少了影响范围，建设期末计直接影响区。

因此该区与水土保持方案比较该区建设区面积未变，直接影响区未计，水土流失防治责任范围减少 4.89hm²。

4) 施工生产生活区

施工生产生活区布置在光伏电场中西部地势较平坦的区域，紧邻已有道路，主要包括施工生活区、综合加工场、综合仓库、混凝土搅拌站等。施工生产生活区占地面积为 0.20hm²，均为临时占地，因施工需要，建设期施工生产生活区占地面积增加了 0.05hm²。因该区为临时占地，施工期全部先设围墙后进行施工，施工对外部影响小，建设期末计直接影响区。

因此与水土保持方案比较该区建设区面积增加了 0.05hm²，直接影响区面积减

少 0.03hm²，防治责任范围共增加 0.02hm²。

本项目建设期实际的防治责任范围与水保方案对比情况参见表 2-3。

方案设计与建设期实际的防治责任范围对比情况

表 2-3

单位: hm²

序号	防治分区	水土流失防治责任范围								
		方案确定			监测结果			增减情况		
		小计	建设区	影响区	小计	建设区	影响区	小计	建设区	影响区
1	光伏电场防治区	126.91	110.09	16.82	110.09	110.09		-16.82	0.00	-16.82
2	交通道路防治区	10.96	5.87	5.09	6.80	6.80		-4.16	+0.93	-5.09
3	输电线路防治区	11.03	6.14	4.89	6.14	6.14		-4.89	0.00	-4.89
4	施工生产生活防治区	0.23	0.20	0.03	0.25	0.25		0.02	+0.05	-0.03
5	合计	149.13	122.30	26.83	123.28	123.28	0.00	-25.85	0.98	-26.83

2.1.2 建设期扰动土地面积

本工程于 2017 年 7 月开工建设，项目区各防治分区全部开工，根据本项目设计施工图、勘测定界技术报告、临时用地批复，结合项目区现状，并通过查阅主体设计资料、监理资料，结合现场调查监测，本工程实际扰动土地面积为 123.28hm²，较方案阶段增加 0.98hm²。项目区各防治分区扰动面积情况详见表 2-4。

项目建设期扰动面积表

表 2-4

单位: hm^2

序号	防治分区	扰动土地面积 (hm^2)			备注
		方案预测	监测结果	增减情况	
1	光伏电场防治区	110.09	110.09	0.00	与方案一致
2	交通道路防治区	5.87	6.80	0.93	道路长度增加
3	输电线路防治区	6.14	6.14	0.00	与方案一致
4	施工生产生活防治区	0.20	0.25	0.05	因工程需要, 面积扩大
5	合计	122.30	123.28	0.98	

2.2 弃土弃渣监测结果

2.2.1 方案设计弃土(渣)情况

由《方案》可知, 本工程挖填方总量为 18.16 万 m^3 , 其中挖方总量为 9.08 万 m^3 , 填方总量为 9.08 万 m^3 , 无弃方。项目区各区土石方量情况见表 2-5。

项目区各区土石方量情况表

表 2-5

单位：万 m³

项目区	挖方	填方	调入（土方）		调出（土方）	
			数量	来源	数量	去向
光伏电场	5.61	5.61	0.89	电场设施基础开挖	0.89	电场场地平整
交通道路	2.86	2.86				
输电线路	0.58	0.58				
施工生产生活区	0.03	0.03				
合计	9.08	9.08	0.89		0.89	

2.2.2 弃土（渣）量监测结果

根据监测结果，工程建设期施工过程中，项目区建设期实际动土石方总量为 19.08 万 m³，其中挖方 9.54 万 m³，填方 9.54 万 m³。通过合理调运，开挖土方不外排。

各区土石方量情况见表 2-6。

建设期项目区各区土石方量统计表

表 2-6

单位：万 m³

项目区	挖方	填方	调入（土方）		调出（土方）	
			数量	来源	数量	去向
光伏电场	5.61	5.61	0.89	电场设施基础开挖	0.89	电场场地平整
交通道路	3.31	3.31				
输电线路	0.58	0.58				
施工生产生活区	0.04	0.04				
合计	9.54	9.54	0.89		0.89	

2.2.3 监测结果与方案设计比较

水土保持监测结果表明，项目区光伏电场、交通道路、输电线路、施工生产生活区的开挖土方、回填土方及调入、调出土方量与水土保持方案设计比较发生了变化，与方案比较本工程建设期开挖土方增加了 0.46 万 m³，回填土方增加了 0.46 万 m³。项目区各区土石方量变化情况详见表 2-7。

监测结果与水土保持方案对比表

表 2-7

单位：万 m³

序号	防治分区	主体设计				监测结果				增减情况			
		开挖	回填	调入	调出	开挖	回填	调入	调出	开挖	回填	调入	调出
1	光伏电场	5.61	5.61	0.89	0.89	5.61	5.61	0.89	0.89	0	0	0	0
2	交通道路	2.86	2.86	0	0	3.31	3.31	0	0	0.45	0.45	0	0
3	输电线路	0.58	0.58	0	0	0.58	0.58	0	0	0	0	0	0
4	施工生产 生活区	0.03	0.03	0	0	0.04	0.04	0	0	0.01	0.01	0	0
5	合计	9.08	9.08	0.89	0.89	9.54	9.54	0.89	0.89	0.46	0.46	0	0

3 水土流失防治措施监测结果

3.1 水土保持方案中的防治措施

3.1.1 纳入主体工程的水土保持工程布设

(1) 光伏电场防治区

工程措施：光伏电场场内排水沟主要布设于场内道路有边坡段靠山体一侧，总长 1300m，采用浆砌石矩形断面，宽 0.4m，深 0.4m。

3.1.2 方案新增水土保持措施

(1) 光伏电场防治区

1) 工程措施

为防止场内汇水在排入自然沟道时对原地表产生冲刷，在场内排水沟出口处布设护坦；为防止光伏板板面汇水对板面下檐地表的冲刷，对光伏板板面下檐的地表采用碎石覆盖；施工结束后对光伏板间隔（不包含碎石覆盖面积）和场内道路边坡进行全面整地。其中护坦总面积 75m²，土方开挖 38m³，浆砌石 38m³；碎石覆盖面积 4.44hm²；全面整地面积 77.75hm²。

2) 植物措施

对光伏板间隔（不包含碎石覆盖面积）和场内道路边坡采用撒播草籽的方式恢复植被，撒播面积 77.75hm²。

3) 临时措施

对箱式变压器基础和电缆沟开挖临时堆土采取彩条布苫盖的方式进行防护。箱式变压器基础开挖临时堆土防护需彩条布 315m²，电缆沟开挖临时堆土防护需彩条布 2518m²。

(2) 交通道路防治区

1) 工程措施

在交通道路有边坡段靠山体一侧布设排水沟；施工结束后对道路绿化带及两侧施工临时占地进行全面整地；在交通道路有边坡段下边坡坡脚采用编织袋堆筑的方式进行防护。其中排水沟长1680m，土方开挖1882m³，土方回填538m³，浆砌石907m³；全面整地面积2.46hm²；坡脚防护长度1680m，需编织袋堆筑269m³。

2) 植物措施

在交通道路绿化带（14520m）种植单排油松，油松间隔撒播草籽；对交通道路施工临时占地区域（1.01hm²）采取灌草结合种植的方式恢复植被。

(3) 输电线路防治区

植物措施

对输电线路施工临时占地采取栽植灌木的方式恢复植被，面积 1.01hm²。

(4) 施工生产生活防治区

1) 工程措施

对施工生产生活区临时占地进行全面整地，整地面积 0.20hm²。

2) 植物措施

对施工生产生活区临时占地采取乔草结合种植的方式恢复植被，面积 0.6hm²。

3) 临时措施

施工生产生活区场地彩钢板临时挡护，需彩钢板 179m。

表 3-1 方案设计项目区新增水土保持措施及工程量

工程分类及项目名称		单 位	防治分区			
			光伏电场	交通道路	输电线 路	施工生产生活 区
工程 措施	排水沟	m		1680		
	碎石覆盖	hm ²	4.44			
	护坦	m ²	75			
	全面整地	hm ²	77.75	2.46		0.2
	坡脚拦挡	m		1680		
植物 措施	披碱草	hm ²	38.87	1.22		0.1
	无芒雀麦	hm ²	38.88	1.24		0.1
	油松 (苗高 150cm)	株		4937		
	黄刺玫	株		4579	26838	
	油松 (苗高 80cm)	株				340
临时 措施	彩条布	m ²	2833			
	彩钢板	m				179

3. 2 建设期工程措施监测结果

3.2.1 工程措施及实施进度

本工程于 2017 年 7 月开工建设，截止目前本项目全部完成水土保持工程措施，通过逐区监测，对各区措施及工程量进行了调查统计，项目区累计完成排水沟 1680m，碎石覆盖 4.44 hm²，护坦 75m²，坡脚拦挡 1680m，全面整地 80.46hm²。通

过现场监测，工程质量全部合格。项目区水土保持工程措施监测情况及与水土保持方案比较情况详见表 3-2。

项目区水土保持工程措施监测汇总表

表 3-2

防治分区	防治措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
光伏电场	碎石覆盖	hm ²	4.44	4.44	0
	护坦	m ²	75	75	0
	全面整地	hm ²	77.75	77.75	0
交通道路	排水沟	m	1680	1680	0
	全面整地	hm ²	2.46	2.46	0
	坡脚拦挡	m	1680	1680	0
施工生产生活区	全面整地	hm ²	0.2	0.25	0.05

3.2.2 植物措施及实施进度

(1) 光伏电场防治区

本区完成绿化总面积 77.75hm²。撒播披碱草 38.87hm²，撒播无芒雀麦 38.88hm²。

(2) 交通道路防治区

本区栽植树松（苗高 150cm）5177 株，黄刺玫 4963 株，撒播披碱草 1.42hm²，撒播无芒雀麦 1.43hm²，完成绿化总面积 2.85hm²。

(3) 输电线路防治区

本区完成绿化总面积 5.92hm²，栽植黄刺玫 27869 株。

(4) 施工生产生活防治区

本区完成绿化总面积 0.25hm²，栽植油松（苗高 80cm）420 株。

本工程从 2017 年 8 月开始在项目区实施绿化措施，截止目前项目区水土保持植物措施实施完毕，通过逐区监测、调查统计，项目区各建设区共完成水土保持植物措施绿化面积 86.77hm²，栽植乔木 5597 株，栽植灌木 32832 株，种草 80.85hm²。通过样方调查其林草生长情况良好、成活率、植被度符合要求，造林质量全部合格。

项目区水土保持植物措施监测情况及与水保方案比较情况见表 3-3。

表 3-3 项目区水土保持植物措施监测汇总表

防治分区	防治措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
光伏电场	植草	hm ²	77.75	77.75	0
	绿化面积	hm ²	77.75	77.75	0
交通道路	乔木	株	4937	5177	240
	灌木	株	4579	4963	384
	植草	hm ²	2.46	2.85	0.39
	绿化面积	hm ²	2.46	2.85	0.39
输电线路	灌木	株	26838	27869	1031
	绿化面积	hm ²	5.92	5.92	0.00
施工生产生活区	乔木	株	340	420	80
	植草	hm ²	0.2	0.25	0.05
	绿化面积	hm ²	0.2	0.25	0.05

3.2.3 临时措施及实施进度

工程建设期为防止造成水土流失，采取了彩条布苫盖，彩钢板临时拦挡等措施。

项目区共计彩条布苫盖 3052m²，彩钢板临时拦挡 205m。项目区水土保持临时防护措施监测情况及与水土保持方案比较情况详见表 3-4。

项目区水土保持临时措施监测汇总表

表 3-4

防治分区	防治措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
光伏电场	彩条布	m ²	2833	3052	219
施工生产生活区	彩钢板	m	179	205	26

4 土壤流失量分析

工程建设区水土流失以水力侵蚀为主，土壤流失量主要来源于降雨冲刷产生的水土流失。

4.1 侵蚀单元划分

4.1.1 原地貌侵蚀单元划分

本项目区位于阳泉市郊区旧街乡路家庄村附近，地貌上属于北方土石山区，土地利类型主要为其他草地、农村道路。光伏电场、交通道路、输电线路、施工生产生活区四区地貌类型基本一致，土壤侵蚀类型相似，项目区水土流失类型主要为水力侵蚀，无明显重力侵蚀。

因此根据项目区工程发布和原地貌土地利用现状，将原地貌侵蚀单元划分为光伏电场、交通道路、输电线路、施工生产生活区四部分。

4.1.2 地表扰动类型划分

工程建设区包括：光伏电场、交通道路、输电线路、施工生产生活区等。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对建设项目的地表扰动适当进行分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为土方开挖、临时堆土、堆料和施工区等。

根据工程建设区不同扰动类型具有不同的水土流失特点，同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致的原则，对项目区地表扰动类型进行了划分。各分区地表扰动类型见表 4-1。

项目区地表扰动分类表

表 4-1

防治区	光伏电场		交通道路		输电线路		施工生产生活区	
扰动 类型	基础 开挖	临时 堆土	填方 路基	临时 堆土	基础 开挖	临时 堆土	场地 整理	临时 堆土

4.1.3 防治措施分类

本项目采取的水土保持工程措施主要包括碎石覆盖、排水及全面整地；植物措施包括场地绿化、扰动区植被恢复等，项目区各防治分区防治措施见表 4-2。

项目区防治措施分类表

表 4-2

防治区	光伏电场	交通道路	输电线路	施工生产生活区
防护措施	碎石覆盖、整地、排水、 绿化	整地、排水、绿 化	绿化	整地、绿化

4.2 各阶段土壤流失量分析

4.2.1 各阶段侵蚀模数的分析确定

土壤侵蚀模数的确定主要是通过参考历史资料和收集现场监测结果相结合的方式进行。在对项目区水土流失监测过程中，通过土壤侵蚀调查和对资料的分析整理，确定了该工程项目区内各阶段土壤侵蚀模数，详见表 4-3。

(1) 原地貌侵蚀模数

项目区以轻度水力侵蚀为主，占地类型为其他草地、农村道路。项目区原地貌平均土壤侵蚀模数均为 $1500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

项目区原地貌侵蚀模数

表 4-3

编号	项目区名称	面积 (hm^2)	原地貌侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
1	光伏电场	110.09	1500
2	交通道路	6.80	1510
3	输电线路	6.14	1500
4	施工生产生活区	0.25	1500
合计		123.28	1500

(2) 施工区扰动后侵蚀模数

施工过程中对地表的扰动主要表现为项目区施工场地平整、建（构）筑物基础开挖、弃土弃渣、开挖（填筑）面等，它们各自具有不同的水土流失特点。根据开发建设项目水土保持监测工作的实际需要，结合本工程实际情况，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、而不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，经整理地面固定定位观测点及临时观测点观测数据得出个地面观测点地表扰动类型区的侵蚀模数。

实测扰动地貌土壤侵蚀模数计算表

表 4-4

实测区域	样方 面积	坡度 (°)	体积	流失量	侵蚀模数	监测 期	容重
	(m ²)		(m ³)	(t)	(t/km ² .a)	(a)	(t/m ³)
光伏电场	30	0~38	0.0755	0.1019	3397.5	1	1.35
交通道路			0.0696	0.0940	3132.0		
输电线路			0.0651	0.0879	2929.5		
施工生产生活 区			0.0573	0.0774	2578.5		

(3) 实施防治措施后侵蚀模数

在场区草地布设简易观测小区 2 处，对场区草地水土流失情况进行了调查，分别为 1#草地区、2#草地区，通过对场区草地进行实地监测，其土壤侵蚀值平均为 177t/km².a，观测分析结果详见表 4-5。

光伏电场草地土壤侵蚀观测分析表

表 4-5

实测区域	面积 (m ²)	体积 (m ³)	流失量 (t)	侵蚀模数 (t/km ² . a)	容重 (t/m ³)
1#区	50	0.0069	0.0093	186.3	1.35
2#区	50	0.0062	0.0084	167.4	
平均				177	

项目区水土流失防治措施主要有工程措施、植物措施和建设期临时防护措施。通过实地监测，针对对于项目区不同防治区的不同扰动类型区因地制宜采取不同防治措施后，其水土流失防治效果显著，土壤侵蚀得到有效控制。监测结果显示：

1) 光伏电场防治区：场地平整后进行绿化及碎石覆盖，效果好，加之场地建筑物、硬化面积比例大，其防护效果很好，土壤侵蚀程度轻微。

2) 交通道路防治区：路基边坡进行了工程防护并布设植物防护措施，控制和减轻了水土流失，起到了一定的水土保持作用。

3) 输电线路防治区：实施植被恢复措施，有效地控制和减轻了区域内的水土流失，侵蚀程度低

4) 施工生产生活防治区：实施土地平整、植被恢复措施，有效地控制和减轻了区域内的水土流失，侵蚀程度低

通过对各区实施防治措施后土壤流失情况进行抽样调查，分析得出项目区不同防治措施土壤侵蚀模数，项目区土壤流失调查结果见表 4-6。

表 4-6 项目区土壤流失抽样调查统计表

监测分区	侵蚀模数 (t/km ² ·a)		
	原地貌侵蚀模数	扰动后侵蚀模数	治理后侵蚀模数
光伏电场	1500	3397.5	177
交通道路	1510	3132.0	168
输电线路	1500	2929.5	152
施工生产生活区	1500	2578.5	191
平均	1500	3009.4	172

4.2.2 各阶段土壤流失量

1、建设期扰动土地面积动态监测结果

本项目于 2017 年 7 月开工建设，2018 年 8 月以后扰动土地面积不再增加。因此，根据现场调查监测，结合查阅施工资料、工程征占地等资料，本项目建设期扰动地表总面积为 41.61 hm²。项目建设期土地动态监测见表 4-7。

建设期扰动土地动态监测结果表

表 4-7

监测分区	扰动面积 (hm ²)
光伏电场防治区	110.09
交通道路防治区	6.80
输电线路防治区	6.14
施工生产生活防治区	0.25
合计	123.28

2、各阶段土壤流失量计算

土壤流失量计算公式为：

原地貌土壤流失量=项目建设区面积×原地貌侵蚀模数×时段；

扰动后土壤流失量=(Σ 扰动面积×扰动后侵蚀模数+ Σ 未扰动面积×原地貌侵蚀模数)×施工时段：

治理后土壤流失量=项目建设区面积×治理后侵蚀模数×恢复时段。

根据土壤侵蚀模数监测结果，计算得到原地貌、扰动土地土壤流失量和治理后土壤流失量，结果见表 4-8、4-9 和 4-10。

项目区各分区原地貌土壤流失量监测结果表

表 4-8

监测分区	面积 (hm^2)	原地貌侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	原地貌侵蚀量 (t/a)
光伏电场	110.09	1500	1651.35
交通道路	6.80	1510	102.68
输电线路	6.14	1500	92.10
施工生产生活区	0.25	1500	3.75
合计	123.28		1849.88

项目区各分区扰动后土壤流失量监测结果表

表 4-9

监测分区	扰动面积 (hm^2)	扰动后侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	扰动后侵蚀量 (t/a)
光伏电场	110.09	3397.5	3740.31
交通道路	6.80	3132	212.98
输电线路	6.14	2929.5	179.87
施工生产生活区	0.25	2578.5	6.45
合计	123.28		4139.60

项目区各分区治理后土壤流失量监测结果表

表 4-10

监测分区	占地面积 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	治理后侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	治理后侵蚀量 (t/a)
光伏电场	110.09	82.22	177	145.52
交通道路	6.80	3.10	168	5.20
输电线路	6.14	5.93	152	9.01
施工生产生活区	0.25	0.25	191	0.48
合计	123.28	91.49		160.22

监测结果表明，本项目原地貌土壤流失量为 1849.88t/a，其中各防治分区原地貌土壤流失量分别为：光伏电场 1651.35t/a，交通道路 102.68t/a，输电线路 92.1t/a，施工生产生活区 3.75t/a。

建设区扰动后土壤流失量为 4139.6t/a，其中各防治分区扰动后土壤流失量分别为：光伏电场 3740.31t/a，交通道路 212.98t/a，输电线路 179.87t/a，施工生产生活区 6.45t/a。

治理后土壤流失量为 160.22t/a，其中各防治分区治理后土壤流失量分别为：光伏电场 145.22t/a，交通道路 5.2t/a，输电线路 9.01t/a，施工生产生活区 0.48t/a。

4.2.3 各区扰动后土壤流失量分析

从表4-11可以看出，项目区扰动后侵蚀总量中，光伏电场占侵蚀总量的90.35%，交通道路占5.14%，输电线路占4.35%，施工生产生活区占0.16%。

项目区新增水土流失量为 2289.72t/a，其中各防治分区新增水土流失量分别为：

光伏电场 2088.95t/a, 交通道路 110.3t/a, 输电线路 87.77t/a, 施工生产生活区 2.7t/a; 新增水土流失量中, 光伏电场占侵蚀总量的 91.23%, 交通道路占 4.82%, 输电线路占 3.83%, 施工生产生活区占 0.12%。以上数据说明光伏电场为工程的主要水土流失区, 其次为交通道路。项目区各监测分区水土流失量情况参见表 4-11。

各监测分区水土流失量统计表

表 4-11

监测分区	扰动后侵蚀 总量 (t/a)	占侵蚀总量比 例 (%)	新增侵蚀 量 (t/a)	占新增量比 例 (%)
光伏电场	3740.31	90.35	2088.96	91.23
交通道路	212.98	5.14	110.30	4.82
输电线路	179.87	4.35	87.77	3.83
施工生产生活区	6.45	0.16	2.70	0.12
合计	4139.60	100.00	2289.72	100.00

5 水土流失防治效果监测结果

5.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率为项目建设区内扰动土地整治面积占扰动土地总面积的百分比。扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃的用地；扰动土地整治面积是指扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑面积。

计算公式：扰动土地整治率(%)=[(水土保持措施面积+永久建筑物占地面积)/建设区扰动地表面积]×100%

通过对监测资料进行计算分析，本项目建设期扰动土地整治率为 99.96%，达到水土保持方案值，同时符合国家开发建设类项目水土流失二级防治标准 95%的标准。项目区各防治分区扰动土地整治率结果见表 5-1。

表 5-1 项目区各监测分区扰动土地整治率计算结果 单位:hm²

监测分区	建设期 扰动 总面积	构建筑物及 硬化面积	水土保持措施面积			治理 面积	整治率 (%)
			工程措施	植物措 施	小 计		
光伏电场	110.09	27.87	4.45	77.75	82.20	110.07	99.98
交通道路	6.80	3.70	0.24	2.85	3.09	6.79	99.78
输电线路	6.14	0.21		5.92	5.92	6.13	99.84
施工生产生活区	0.25	0.00		0.25	0.25	0.25	100.00
合计	123.28	31.78	4.68	86.77	91.45	123.23	99.96

5.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度是指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

计算公式：水土流失总治理度（%）=（水土保持措施面积/建设区水土流失总面积）×100%

其中：水土保持措施面积=工程措施面积+植物措施面积；

建设区水土流失总面积=项目建设区面积-永久建筑物占地面积-场地道路硬化面积-水面面积-建设区内未扰动的微度侵蚀面积。

通过对监测资料进行计算分析，本项目本项目建设期水土流失总治理度为 99.96%，达到水土保持方案值，同时符合国家开发建设类项目水土流失二级防治标准 85%的标准要求。项目区各防治分区水土流失面积和水土流失总治理度情况详见表 5-2。

表 5-2 项目区各监测分区水土流失治理度计算结果 单位: hm²

防治分区	建设期 扰动 总面积	构建筑物及 硬化面积	水土流失 面积	水土保持措施面积			治理度 (%)
				工程措施	植物措施	小计	
光伏电场	110.09	27.87	82.22	4.45	77.75	82.20	99.98
交通道路	6.80	3.70	3.10	0.24	2.85	3.09	99.68
输电线路	6.14	0.21	5.93	0.00	5.92	5.92	99.83
施工生产生活区	0.25	0.00	0.25	0.00	0.25	0.25	100.00
合计	123.28	31.78	91.49	4.68	86.77	91.45	99.96

5.3 拦渣率

拦渣率是指项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量与工程弃土(石、渣)总量的百分比。

计算公式：拦渣率(%)=[采取措施后实际拦挡的弃土(石、渣)量/弃土(石、渣)总量]×100%

经现场监测，本工程建设期实际动土方总量为 19.08 万 m³，通过回填利用、临时堆置防护，除调运过程中少量抛洒、堆积风蚀等自然流失，约占总量的 1.00%，实际拦挡总量为 19.06 万 m³，经计算拦渣率为 99.90%，达到水土保持方案值，同时符合国家开发建设类项目水土流失二级防治标准 95%的标准要求。

5.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内容许土壤流失量与方案实施后的土壤侵蚀强度与之比。

计算公式：土壤流失控制比=项目区容许土壤流失量/方案实施后土壤侵蚀强度。

根据监测结果经计算分析实施水土保持防治措施后，项目区综合土壤流失控制比为 1.16，达到水土保持方案值，同时符合开发建设类项目水土流失二级防治标准 0.7 的标准。项目区各防治分区土壤流失控制比详见表 5-3。

土壤流失控制比监测结果表

表 5-3

监测分区	侵蚀模数 (t/km ² ·a)		土壤流失控制比
	容许土壤流失量	治理后侵蚀模数	
光伏电场	200	177	1.13
交通道路	200	168	1.19
输电线路	200	152	1.32
施工生产生活区	200	191	1.05
合计		172	1.16

5.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指项目区内林草植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。可恢复林草植被面积是指在当前技术经济条件下，适宜恢复林草植被的面积（不含耕地或复耕面积）。

计算公式：林草植被恢复率（%）=（林草植被面积/可恢复林草植被面积）×100%

通过对各防治区植物措施监测结果资料进行统计分析，本项目区综合林草植被恢复率为 99.95%，达到水土保持方案值，同时符合国家开发建设类项目水土流失二级防治标准 95% 的标准要求，项目区林草植被恢复情况详见表 5-4。

5.6 林草覆盖率

林草植被覆盖率是指林草植被面积占项目建设区总面积的比值。

计算公式：林草植被覆盖率（%）=（林草植被面积/项目建设区总面积）×100%

根据植物措施监测结果分析,本项目区综合林草植被覆盖率为 70.38%,达到水土保持方案值。项目区林草植被覆盖情况详见表 5-4。

项目区林草植被恢复率和覆盖率监测结果表

表 5-4

单位: hm^2

防治分区	项目建设区总面积	可绿化面积	林草植被恢复面积	林草植被恢复率 (%)	林草植被覆盖率 (%)
光伏电场	110.09	77.77	77.75	99.97	70.62
交通道路	6.80	2.86	2.85	99.65	41.91
输电线路	6.14	5.93	5.92	99.83	96.42
施工生产生活区	0.25	0.25	0.25	100.00	100.00
合计	123.28	86.81	86.77	99.95	70.38

5.7 水土流失防治达标情况

根据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)规定,本项目执行建设生产类项目水土流失防治标准二级标准。通过对监测资料进行计算分析。本项目建设期扰动土地整治率为 99.96%,水土流失总治理度为 99.96%,土壤流失控制比为 1.16,拦渣率达到 99.90%,林草植被恢复率为 99.95,林草覆盖率达到 70.38%,项目区水土流失防治六项指标均达到水土保持方案值,同时除林草植被覆盖率外均符合国家开发建设项目建设类项目水土流失二级防治标准要求。

水土流失监测六项指标达标情况表

表 5-5

序号	六项指标			单位	目标	达到值	达标情况
1	扰动土地整治率	扰动土地整治面	123.23	hm ²		99.96	达标
		扰动土地总面积	123.28	hm ²			
2	水土流失总治理度	水土流失治理面	91.45	hm ²		99.96	达标
		水土流失总面积	91.49	hm ²			
3	土壤流失控制比	容许值	200	t/km ² ·a		1.16	达标
		达到值	172	t/km ² ·a			
4	拦渣率 (%)	实际拦挡	19.06	万 m ³		99.90	达标
		动土方总量	19.08	万 m ³			
5	林草植被恢复率 (%)	林草植被面积	86.77	hm ²		99.95	达标
		可恢复植被面积	86.81	hm ²			
6	林草植被覆盖率 (%)	林草植被面积	86.77	hm ²		70.38	达标
		项目建设区面积	123.28	hm ²			

6 结论

6.1 水土流失动态变化

本项目施工期间，项目区原地貌扰动范围的变化随着工程进展增加，建筑物基础开挖与填筑、道路施工、临时堆土堆料、施工机械作业等施工活动，彻底改变了原有地表形态，使大面积土体裸露，造成大量的新增水土流失；随着主体逐渐建成，部分扰动区域逐渐被建筑物、地面硬化等取代，裸露地表逐步减少，项目因施工造成的水土流失范围面积逐渐减少。同时随着主体工程防护设施的完善及各项水土保持防护措施的落实，水土流失得到有效治理，项目完工后，各类防护措施逐步发挥作用，各工程区域的水土流失明显减少，达到了水土保持方案目标，通过水土保持监测充分证实了这一结论。

本项目属北方土石山区，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。监测结果表明，原地貌平均土壤侵蚀模数为 $1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，扰动后项目区平均土壤侵蚀模数为 $3009.4\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，各防治分区实施防护措施并稳定发挥作用后水土流失得到有效治理，土壤侵蚀模数显著的降低，经分析现状土壤侵蚀模数为 $172\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失控制比达到 1.16，对项目区因工程建产生的水土流失得到有效治理，各类水土保持措施防护效果显著。

6.2 水土保持措施评价

6.2.1 工程措施评价

本项目工程措施布置在各防治分区中。在光伏电场进行了碎石覆盖、新建护坦、全面整地等措施，防治效果明显；交通道路布设了排水沟、进行了全面整地、布设

了坡脚拦挡等措施，控制因项目建设造成的水土流失；施工生产生活区进行了全面整地。本项目工程措施通过点、线、面的结合和相互作用，形成了完善的水土流失防护体系，达到保护地表和改善生态环境的目的。各防治分区水保措施布局合理，已完成的各项水土保持设施工程质量、数量及进度符合实际要求和有关质量标准。

根据实际监测成果，截止目前本项目全部完成水土保持工程措施，累计完成排水沟 1680m，碎石覆盖 4.44 hm²，护坦 75m²，坡脚拦挡 1680m，全面整地 80.46hm²。

6.2.2 植物措施评价

根据项目区各防治分区实际情况，因地制宜选择树草种，合理优化布置植物防护措施，进行了光伏电场、道路的绿化美化，布设了输电线路绿化带，有效补救了工程造成的植被破坏，发挥了林草措施保水保土的作用，而且后期随着植物措施生长，林草郁闭度逐步提高，其水土流失防护效果会更加显著，项目区现已完成的植物措施工程质量、数量及进度符合实际要求和有关质量标准。

根据实际监测成果，截止目前项目区水土保持植物措施实施完毕，项目区共完成水土保持植物措施绿化面积 86.77hm²，栽植乔木 5595 株，栽植灌木 32832 株，植草 80.85hm²。

6.2.3 临时措施评价

本项目水土保持临时措施贯穿于整个施工期，在施工过程中采取了有效的临时防护措施进行防治，工程建设期为防止造成水土流失，采取了彩条布苫盖、彩钢板拦挡等措施。其工程质量、数量及进度符合实际要求和有关质量标准。

根据实际监测成果，工程建设期项目区共计彩条布苫盖 3052 m²，彩钢板拦挡 205m。

6.2.4 防治指标完成情况

阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目建设期水土流失防治责任范围扰动土地整治率为 99.96%，水土流失总治理度为 99.96%，土壤流失控制比为 1.16，拦渣率达到 99.90%，林草植被恢复率为 99.95，林草覆盖率达到 70.38%。项目建设区已完成的各项水土保持措施的水土流失防治效果显著，水土流失状况得到了很大改善，实现了水土保持方案设计要求，六项防治指标均达到水土保持方案值，水土保持措施具备正常运行条件，可以交付使用。

6.3 存在问题及建议

由于本项目施工期紧张，水土保持监测工作委托相对滞后，导致监测项目组错过了部分施工期的监测工作，通过对本项目开展水土保持监测工作，提出如下建议：

1、坚持长期设立水土保持管理机构，加强水土保持设施的运行管理工作，确保其水土保持工程的全面发挥，巩固治理成果。

2、项目区林草植被恢复阶段，需加强抚育管理，及时补植，提高绿化效果。

6.4 综合结论

通过对阳泉太科光伏电力有限公司新建山西阳泉市采煤沉陷区国家先进技术光伏发电示范基地新庄窝村-簸箕掌 50MW 光伏发电项目实施水土保持监测，建设单位基本按照相关要求进行了水土保持工作，水土保持工作较为到位，项目区水土保持措施总体布局合理，水土保持设施防治效果显著，有效的控制了人为水土流失，随着现有的水保措施效益的逐步发挥，水土保持治理将进一步巩固提高。项目区水

水土保持设施工程质量总体合格，完成了水土保持方案所要求的水土流失防治任务，具备开发建设项目水土保持设施验收的条件。