

固原中能振发原州区三期 10MWp 光伏并网发电项目

水土保持监测总结报告

建设单位：固原中能振发光伏发电有限公司

监测单位：黄河水土保持天水治理监督局

（天水水土保持科学试验站）

2021 年 5 月

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 项目建设概况.....	1
1.2 水土流失防治工作概况.....	4
1.3 监测工作实施概况.....	6
2 重点部位水土流失监测结果.....	9
2.1 防治责任范围监测结果.....	9
2.2 地表扰动面积监测结果.....	10
2.3 弃土（渣）监测结果.....	10
3 水土流失防治措施监测结果.....	11
3.1 工程措施及实施进度.....	12
3.2 植物措施及实施进度.....	12
3.3 临时防治措施及实施进度.....	12
4 土壤流失量分析.....	12
4.1 各阶段土壤流失量分析.....	13
4.2 各阶段侵蚀模数确定.....	13
4.3 各阶段土壤流失量计算.....	13
4.4 各扰动土地类型土壤流失量分析.....	14
5 水土流失防治效果监测结果.....	16
5.1 扰动土地整治率.....	16
5.2 水土流失总治理度.....	16
5.3 拦渣率.....	16
5.4 土壤流失控制比.....	17
5.5 林草植被恢复率.....	17
5.6 林草覆盖率.....	17
5.7 水土流失防治目标实现情况分析.....	18
6 结论.....	19
6.1 水土流失动态变化与防治达标情况.....	19
6.2 水土保持措施评价.....	19
6.3 存在问题及建议.....	20
19.16 综合结论.....	20
7 附件.....	21
7.1.相关文件、说明.....	21

生产建设项目水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标							
项目名称	固原中能振发原州区三期 10MWp 光伏并网发电项目						
建设规模	电站的装机容量为 10MWp。项目新建 10 座箱变及逆变器室，场内检修道路 1820m，	建设单位	固原中能振发光伏发电有限公司				
		建设地点	固原市原州区彭堡镇				
		工程规模	中型				
		所在流域	黄河流域				
		工程总投资	11697 万元				
		工程总工期	2012 年 9 月至 2013 年 12 月				
		项目建设区	占地面积为 20.95hm ²				
建设项目水土保持工程主要技术指标							
自然地理类型	黄土丘陵区	“两区”公告	省级水土流失重点治理区				
水土流失预测总量	2564t	新增水土流失量	1535t				
防治责任范围面积	20.95hm ²	水土流失容许值	1000t/km ² .a				
项目建设区面积	20.95hm ²	工程措施	土地整治 13.86hm ² 。				
直接影响区面积	--						
扰动后侵蚀模数	9100t/km ² .a	植物措施	种草 13.86hm ² 。				
水土保持工程投资	73.37 万元	临时措施	纤维网覆盖 760m ² 、洒水降尘 263m ³ 。				
水土保持监测主要技术指标							
监测单位名称	黄河水土保持天水治理监督局（天水水土保持科学试验站）						
监测内容	监测指标	监测方法		监测指标		监测方法	
	1、地形地貌	现场调查		4、水土保持设施和质量		现场调查量测	
	2、土壤侵蚀面积	现场调查量测		5、水土流失危害		现场调查	
	3、土壤侵蚀量	调查、类比估算		6、植物措施状况		现场调查	
监测结论	分类分级指标	目标值 (%)	达到值 (%)	监测数量 20.95hm ²			
	扰动土地整治率	95	99.62	扰动整治面积 (hm ²)	20.87	扰动地表面积 (hm ²)	20.95
	水土流失总治理度	85	99.45	工程措施面积 (hm ²)	14.59	水土流失面积 (hm ²)	14.67
	拦渣率	95	97	实际拦渣量 (t)	/	总弃渣量 (t)	/
	土壤流失控制比	0.7	0.81	容许值 (t/km ² .a)	1000	项目区值 (t/km ² .a)	1234.57
	林草植被恢复率	95	99.71	林草面积 (hm ²)	13.86	可恢复植被面积 (hm ²)	13.90
	林草覆盖率	20	39.69	保存植被面积 (hm ²)	8.32	项目区面积 (hm ²)	20.95
水土保持治理达标评价	全面实施了方案设计的水土保持工程、植物等措施，在施工过程中，采取了洒水、纤维网覆盖临时防护措施，较好地控制了人为水土流失，项目区的生态环境有所改善。6 项水土流失防治指标均达到了水土保持方案设计目标值和生产建设项目水土流失防治标准。						
总体结论	建设过程中采取了较为完善的水土保持工程措施，施工扰动中产生的水土流失被较好的控制在工程设计范围内，工程扰动区域土壤侵蚀强度小于原地貌。						
主要建议	加强对植物的人工管护，提高植被覆盖度。						

前言

能源短缺已成为二十一世纪的世界性难题，无论发达国家还是发展中国家均面临能源困境。近年来，我国政府一直致力于新能源的开发，并提出金太阳示范工程。本项目的建设，可提高可再生能源在能源结构中的比重，从根本上可以减轻经济增长对常规能源资源和环境的压力，缓解资源与发展和环境之间的矛盾，是转变经济发展方式，实现当地经济社会可持续发展和全面建设小康社会的重要选择。

固原中能振发原州区三期 10MWp 光伏并网发电项目位于固原市原州区彭堡镇里沟村。工程装机规模 10MWp，采用晶硅太阳能电池组件，全部为固定式，本项目外送线路及施工生产生活区依托固原中能振发原州区一期 10MWp 光伏并网发电项目，本项目不再新建。

本项目实际占地面积 20.95hm²，全部为永久占地。本项目在建设期开挖土方总量为 5.85 万 m³，回填土方 5.85 万 m³，挖填平衡，无弃方。项目于 2012 年 9 月开工建设，2013 年 12 月竣工，总工期 15 个月，工程总投资 11697 万元，其中土建工程投资 2456.37 万。

为及时、准确地获取工程建设过程中对原地貌造成的扰动及其引起的水土流失情况，对水土保持方案和水土保持措施的实施情况、实施效果进行分析，并对水土保持治理达标情况进行评价。根据水利部（水保〔2017〕365号）《关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》及《生产建设项目水土保持设施验收技术规程》及水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知（办水保〔2020〕161号）的规定，2013年9月，固原中能振发光伏发电有限公司委托黄河水土保持天水治理监督局（天水水土保持科学试验站）承担本项目的水土保持监测工作。接受委托后，我站立刻成立了由水土保持等专业人员组成的监测工作组，工作组根据项目建设的实际情况，并依据批复的《水土保持方案报告书》的监测要求，制定了监测工作技术路线，确定了监测内容、监测方法以及重点监测区域，于2013年9月至2014年12月，对本工程进行了全面监测。通过巡查、实地量测、场面监测等方法，利用GPS、红外线测距仪、卷尺等仪器设备，对项目的防治责任范围、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进行测量，对项目建设中造成水土流失情况进行了调查和资料收集，对扰动区域水土保持工程措施和植物措施的实施情况及实施效果进行了实地调查和核算；采用调查法测算项目建设造成的

水土流失量。在全面监测的基础上，对取得的监测数据及收集资料进行详细分析和计算，编写完成了《固原中能振发原州区三期 10MWp 光伏并网发电项目水土保持监测总结报告》。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目建设概况

1.1.1 项目概况

固原中能振发原州区三期 10MWp 光伏并网发电项目位于固原市原州区彭堡镇里沟村。工程装机规模 10MWp，采用晶硅太阳能电池组件，全部为固定式，项目新建 10 座箱变及逆变器室，场内检修道路 1820m，本项目外送线路及施工生产生活区依托固原中能振发原州区一期 10MWp 光伏并网发电项目，本项目不再新建。

本项目实际占地面积 20.95hm²，全部为永久占地。本项目在建设期开挖土方总量为 5.85 万 m³，回填土方 5.85 万 m³，挖填平衡，无弃方。

项目于 2012 年 9 月开工建设，2013 年 12 月竣工，总工期 15 个月。工程总投资 11697 万元，其中土建工程投资 2456.37 万。

1.1.2 项目区概况

(1) 自然概况

地形地貌 本项目区位于黄土丘陵沟壑区丘 II 副区，属黄土梁峁地貌，黄土覆盖深厚，局部地段冲沟较为发育，平均海拔 1687 米左右，总体地势较为平缓。

地质条件 工程场地内除地表松散堆积的残积土强度低外，其下层砂岩沉积年代较早，强度较高。拟建场地较为平整坡度较小，且土质较好，场地主要为碎石。拟建站址位于震后相对稳定的缓冲地带，区域稳定性满足建站要求，适宜建站。场址所在地属第四系砂砾石层，厚度大，承载力较高。工程整个区域地质构造稳定，土质无腐蚀性，无地质灾害，完全能满足光伏电站建设的要求。

气象 项目所在区域属中温带干旱气候区，大陆性气候特征十分明显，气候干燥，降水稀少，蒸发强烈，年平均气温 6.4℃，年平均降雨量 435.2mm，年平均地面蒸发量 1550mm；主导风向东南风，年平均风速 2.8m/s，最大冻土厚度 121cm。

水文 项目区属黄河一级支流清水河水系的冬至河流域，根据《宁夏回族自治区地表水资源》分析，冬至河流域多年平均输沙量为 12.53 万 m³。多年平均径流深 35mm，流域多年平均径流量为 106 万 m³。受降雨影响，年内径流量分配极为不均，主要集中在 6-9 月，而 4-6 月份径流量占全年的 16.9%左右。在暴雨集中期，受地形因素影响，局部会产生暴雨洪灾。

本场区从地形条件判断，地势较高，坡度较为平缓，地表无稳定径流，不会受洪水的威胁，季节降雨引发的地表水流对沟谷地面的切蚀不显著，因此不会对场区产生影响。

项目所在地除季节性沟谷地表水外，还有第四系松散岩类孔隙潜水，含水层岩性为角砾、砾砂等，据调查地下水水位在 10m 以下，场区地下水为孔隙潜水类型，地下水位的变化不会对工程造成不良影响。

土壤 根据土地资源调查表明，项目所在区域土壤类型主要为黄绵土，土层深厚，有机质含量小于 1%，全氮含量 0.02~0.09%，全磷含量 0.13~0.15%；全钾含量 2.07~2.21%，PH 值在 7.8~8.3 之间。

植被 项目区植被类型为温带草原植被，主要树种有油松、新疆杨沙柳、柠条等。草类主要有长芒草、短花针茅、紫花苜蓿等。人工植被以苹果、梨、杏等经济林为主，在村庄道路旁有杨、柳、榆零星分布。植被覆盖率在 40%左右。

（2）水土流失状况

根据《宁夏回族自治区水土保持规划》，项目区属省级水土流失重点治理区。项目区土壤侵蚀类型为水力侵蚀，年侵蚀模数 2520t/km²·a，属中度侵蚀区。项目区土壤流失容许量为 1000t/km²·a。

（3）水土流失防治情况

固原市自 2009 年实施退耕还林工程以来，水土流失得到初步治理，土地沙漠化得到有效遏制，生态环境有了明显改善。近 10 年来，固原市政府采取多种手段，加快生态治理步伐，坚持以人为本和人与自然和谐相处的理念，对全区的生态建设的思路进行了重大调整，强调“因地制宜，封治并重，宜治则治，宜封则封”，依靠大自然的力量，发挥生态的自我修复能力，来治理水土流失，改善生态环境。同时，随着地区枸杞种植面积的不断扩大，治沙工程项目的实施、退耕还林工程实施和人工造林，中宁县的绿洲面积不断扩大，全县的草原植被和生态系统得到了有效的休养生息，水土流失减轻，生态环境明显好转。

（4）水土流失防治经验

通过实地调查项目区周边已建成的光伏电站水土保持措施的实施过程效果，总结的成功经验有以下几点。

1、保护优先，强化治理，大力推进生态修复和重点防治工程建设。在加强小流域综合治理的同时，要充分考虑水土资源和生态环境的承载能力，在不断加强水土流失人工治理的基础上，注重发挥生态的自我修复能力，“小治理、大封禁”，实现生态与经济的良性互动。

2、加强水土保持执法机构的能力建设。水行政主管部门通过强对水土保持行政执法人员的业务培训，不断提高依法行政的能力和水平。规范水土保持执法人员行为，推行行政执法责任制。加强重点区域、重点行业的监督检查，依法足额征收水土流失补偿费，努力提高水土保持方案的申报率、实施率和水土保持设施的验收率。

3、坚持依法监督，人为水土流失得到有效控制。在上级水行政主管部门的督促和指导下，市水利局有效行使水保监督权和收费权，促进了开发建设项目水土保持“三同时”制度的落实，有效遏制了人为水土流失恶化的趋势。

4.科学规划，开发治理。治理中要坚持因地制宜，分类指导的原则，对各项治理措施进行对位配置，充分利用有关科研院所多年来的实践经验和最新成果，在立足项目区内的资源优势，突出支柱产业，注重综合开发，进而形成了大面积的封育禁牧区，促进了当地的植被生长，改善了生态环境。

5.监督检查制度得到有效执行。国家和自治区审批的大中型开发建设项目水土保持方案编制、申报、审查及方案实施、监督检查、验收总结等监督管理制度得到全面执行。中卫市水务局狠抓监督管理，为监督执法创造了有力的执法环境。

6.加强领导，深入宣传，营造全社会共同保持水土的良好氛围。固原市水务局广泛、深入、持久地开展水土保持法规、政策和水土保持基础知识的宣传活动，不断提高了全社会的水土保持国策意识和法制观念。坚持预防为主、防治并重、综合治理的方针，把水土保持工作列入政府工作的重要议事日程，建立健全政府领导任期水土流失防治目标责任制，逐层签订责任状。积极发挥新闻媒体的舆论监督和导向，加强对水土保持监督执法工作的宣传报道，积极营造自觉遵守和履行水土保持法律义务的良好社会氛围，促进水土保持工作持续健康发展。

1.1.3 项目进度情况

1.1.3.1 主体工程进展情

项目主体工程于 2012 年 9 月开工建设，2013 年 12 月竣工。总工期 15 个月。

1.1.3.2 水土保持工程进展情况

(1) 工程措施实施时间

项目主体工程于2012年9月15日开工建设，2013年12月1日竣工。其中水土保持工程措施实施时间为：

光伏板区土地整治：2013年12月-2013年12月实施；光伏板区种草：2014年4月-5月实施；

检修道路区碎石覆盖：2012年9月-2012年10月实施；临时措施实施时间为2012年9月-2013年11月。

1.1.4 建设工程占地情况

本项目实际占地面积20.95hm²，全部为永久占地。

1.1.5 工程建设土石方工程量

本项目挖、填土石方总量11.7万m³，其中挖方5.85万m³，填方5.85万m³，挖填平衡，无弃方。

1.2 水土流失防治工作概况

1.2.1 建设单位管理工作及参建单位

(1) 建设单位管理工作

项目建设单位固原中能振发光伏发电有限公司非常重视水土保持工作及生态环境建设，把贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》等有关水土保持的法规，作为项目开发建设，全面履行国家水土保持生态建设法律职责的重点工作之一，积极开展项目建设区的水土保持工作，由专职人员负责水土保持工作的管理与协调，承担项目水土保持方案的落实、工程质量以及与地方关系的协调等工作。基本做到了组织健全、分工明确、相互配合、密切协作的水土保持工作机制，创造了一个良好的水土保持工作环境。

(2) 参建单位

建设单位：固原中能振发光伏发电有限公司

设计单位：振发新能源科技有限公司

主体工程施工单位：振发新能源科技有限公司

植物措施施工单位：振发新能源科技有限公司

主体工程监理单位：宁夏兴电工程监理有限责任公司

水土保持方案编制单位：河北省水利水电勘测设计研究院

水土保持监理单位：西安黄河工程监理有限公司

水土保持监测单位：黄河水土保持天水治理监督局（天水水土保持科学试验站）

1.2.2 水土流失影响因子及现状

(1) 项目区水土流失情况

根据《宁夏回族自治区水土保持规划》，项目区属省级水土流失重点治理区。项目区土壤侵蚀类型为水力侵蚀，年侵蚀模数 $2520\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属中度侵蚀区。项目区容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

(2) 工程建设水土流失影响因素分析

1) 施工准备期

施工准备期“三通一平”期间，①使原地表植被地面组成物质、地形地貌受到扰动和损坏，失去原有的抗侵蚀能力。②场地整治产生的弃渣，松散堆积物抗蚀能力差，遇地表径流冲刷和大风天气，必将产生新的水土流失。

2) 施工期

工程建设对当地水土流失的影响主要表现在工程建设时期的施工活动，各施工区域场地整治、基础开挖回填、建筑等活动对地表的开挖、扰动、再塑，使地表植被受到破坏形成裸露地面，失去固土抗蚀能力，造成水土流失。

3) 运行期

建设区大部分面积被占压使用，占用部分在工程建设中采取了相应的工程措施和植物措施，在运行期将继续发挥其水土保持功能，因此，在运行期水土流失量很小。本工程对当地水土流失的影响主要表现在工程土建施工期的施工活动。

1.2.3 水土流失防治工作

(1) 建设单位在工程可行性研究阶段，根据《中华人民共和国水土保持法》(2011.72.25 日修订)、《生产建设项目水土保持方案编报审批管理规定》(1995.63.30) 规定，于 2012 年 10 月，固原中能振发光伏发电有限公司委托河北省水利水电勘测设计研究院编制本项目水土保持方案报告书，2013 年 2 月 25 日，自治区水利厅组织召开技术评审会，评审通过了该项目水土保持方案报告书；并获得了《固原中能振发原州区三期 10MWp 光伏并网发电项目水土保持方案的复函》(宁水审发[2013]33 号)。

(2) 在工程建设阶段，始终贯彻“预防为主、全面规划、综合防治、因地制宜、加强管护、注重效益”的指导思想，建设单位高度重视项目的水土保持工作，在总结周边同类项目建设经验的基础上，针对水保工作对项目的施工方式和工艺进行了优化，极大地减少了二次扰动范围。

(3) 建设单位于 2013 年 9 月委托我站开展水土保持监测工作。我站监测工作人

员对项目建设中水土流失防治薄弱部位或水土流失敏感点进行及时巡查、指导，督促施工单位及时采取防护措施，防止水土流失效果明显。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测指导思想

水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运用多种手段和方法，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持效果等进行动态的观测和分析，是防治水土流失的一项基础性工作，对于贯彻水土保持法规、搞好水土保持监督管理工作具有十分重要的意义。

本项目监测的指导思想是掌握项目区水土流失情况，了解各项水土保持措施的实施效果，并做相应的监测记录，通过水土保持监测调查发现问题，以便采取行之有效的措施，完善工程占地区水土保持措施，达到全面防治项目区水土流失和改善生态环境的目的，为项目的安全生产服务。

1.3.2 确定监测范围及分区

监测项目组专业技术人员按照已批复的《水土保持方案报告书》，结合工程建设进度及建设特点，确定监测范围为方案报告书中确定的水土流失防治责任范围，依据批复的水土保持方案，水土保持监测的目的和任务要求，结合该工程区的自然条件、地形地貌、工程建设时序、工程造成的水土流失特点及项目主体工程布局等，将该工程水土流失监测区划分与水保方案一致，分别为光伏板区、检修道路区和生态养殖区3个分区。

1.3.3 成立监测项目组

为了全面反映工程水土保持防治责任范围内的水土流失及其防治状况，掌握水土保持工程实施过程与投入运行初期水土流失及对周围环境的影响，分析水土保持工程防治效果，为水土保持监督管理提供科学依据和保证项目安全生产运行。2013年9月，我站接受委托后，积极抽调专业技术人员成立了“固原中能振发原州区三期10MWp光伏并网发电项目监测项目组”，项目组共3人。项目组在工程建设单位的领导下，核定了水土保持方案中的水土保持监测设计，完成了《固原中能振发原州区三期10MWp光伏并网发电项目水土保持监测实施方案》和工作计划，并根据项目进度在全面调查的基础上确定了切实可行的监测方法，全面展开了水土保持监测工作。截止2021年5月，我监测项目组按照合同规定和监测方案的要求，完成了该工程建设期和恢复期全程水土保持监测工作。

1.3.4 确定监测时段及重点监测地段

本项目水土保持监测时段从 2013 年 9 月进场至设计水平年 2014 年 12 月结束，总计 15 个月。

根据监测分区及工程建设水土流失特点，将工程施工期确定为水土流失防治的重点时段，将光伏板区作为水土流失防治的重点区段。

1.3.5 监测内容及方法

(1) 监测内容

项目组针对本工程建设特点，本着全面监测和重点监测相结合、多种监测方法综合运用；监测点设置及数量根据项目建设的实际情况及要求设置；监测内容全面反映本工程水保方案的 6 项防治目标的原则，结合《水土保持监测技术规程》(SL277-8502)，确定监测内容主要包括防治责任范围及扰动地表面积；水土流失及其影响因子；施工过程中挖、填、弃方数量；防治措施落实及实施效果等四个方面的监测。

(2) 监测方法

项目建设区水土流失因子采用 SL277—8502《水土保持监测技术规程》中 7.4 规定的方法。

本工程主体于 2012 年 9 月开始施工，2013 年 12 月竣工，根据外业调查结合工程建设的实际情况结合不同的监测指标，主要采用全面调查和固定监测点位相结合的方法进行了监测。

1) 防治责任范围，损坏水土保持设施数量及扰动地表面积、强度变化监测。

采用查阅设计文件资料，利用 GPS 技术，沿扰动边际进行跟踪作业，结合实地情况调查，地形测量分析，进行对比核实，计算防治责任范围、损坏水土保持设施数量和扰动地表面积。

2) 临时堆土数量及堆放面积监测；

采用查阅设计文件资料，计算临时堆土量。

3) 土壤流失强度监测

由于本项目委托时主体工程已经完工，水土流失强度监测主要以调查法为主。

4) 水土保持植物措施监测

项目区水土保持植物措施生长状况采用样方法进行监测，于 2014 年 9 月 10 日调查一次。本次在光伏板区选择有代表性的地块，设置水土保持植被监测样方，量取样方实际面积，对每个样方采取经验目估法调查样方内植物成活及覆盖度情况，填入植

被调查表。

5) 水土保持效果及稳定性监测

采用地面观测、调查监测、场地巡查和遥感监测相结合的方法。对水土流失量变化和拦渣保土效果等指标进行定点、定位的地面观测；对项目区水土流失面积、水土流失危害、环境状况、水土保持设施运行情况及林草措施的成活率、保存率、生长情况等采用调查法进行监测。

1.3.6 监测工作实施概况

监测服务合同签订后，项目区成员依据批复的水土保持方案和工程实际情况，查阅工程初步设计、施工图等，全面了解工程建设内容，并在建设单位现场负责人的带领下实地踏查，并与监理、施工等相关单位建立联系。经过内业分析，于2013年9月编制完成《固原中能振发原州区三期10MWp光伏并网发电项目水土保持监测实施方案》，并按照实施方案开展监测工作。

在全面分析各年度水土保持监测数据及相关资料的基础上，通过综合分析施工期防治责任范围、水土流失动态变化、水土保持措施实施情况及防治效果等，于2014年12月，编制完成本次《固原中能振发原州区三期10MWp光伏并网发电项目水土保持监测总结报告》。

2 重点部位水土流失监测结果

2.1 防治责任范围监测结果

水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区两部分。项目建设区是指项目占用、征用和租用的土地，以及其它直接造成破坏和扰动的区域。直接影响区是指因工程建设引起的水土流失影响范围。因项目建设过程中直接影响区的范围不易确定，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，本项目直接影响区变化不做原因分析。

2.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

本建设项目水土流失防治责任范围面积为 21.26hm²，其中建设区面积为 20.70hm²，直接影响区面积 0.56hm²。水土流失防治责任范围详见表 2-1。

表 2-1 方案批复的水土流失防治责任范围表 单位：hm²

分 区	项目建设区			直接影响区	合计
	永久占地	临时占地	小计		
光伏板区	19.03	0.00	19.03	0.56	21.26
检修道路区	0.72	0.00	0.72		
生态养殖区	0.95	0.00	0.95		
合计	20.70	0.00	20.70	0.56	21.26

2.1.2 防治责任范围监测结果

项目建设区全部为永久征地。直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化。防治责任范围动态监测主要是通过监测临时占地和扰动地表的面积，确定施工期防治责任范围面积。

监测组对现场采用测距仪、皮尺和 GPS 等设备仪器，对项目防治责任范围进行全面调查和实地量测，并通过与竣工图对照核实，确定项目实际发生水土流失防治责任范围总面积为 20.95hm²。详见表 2-2。

表 2-2 实际发生的水土流失防治责任范围表 单位：hm²

分 区	防治责任范围		
	永久占地	临时占地	小计
光伏板区	19.24	0.00	19.24
检修道路区	0.73	0.00	0.73
生态养殖区	0.98	0.00	0.98
合计	20.95	0.00	20.95

2.1.3 水土保持方案与监测结果对比

将监测实际发生水土流失防治责任范围面积与水土保持方案批复的水土流失防治责任范围面积进行比较分析，该工程实际发生的水土流失防治责任范围面积比水土保持方案批复面积减少了 0.31hm²。详见表 2-3。

表 2-3 项目实际发生与方案设计防治责任范围面积统计表 单位: hm²

项目分区	方案设计防治责任范围 (hm ²)	实际防治责任范围 (hm ²)	增减 (hm ²)
光伏板区	21.26	20.95	-0.31
检修道路区			
生态养殖区			
合计	21.26	20.95	-0.31

防治责任范围面积变化原因如下:

光伏板区防治责任范围面积较方案设计减少了 0.31hm²，检修道路区和生态养殖区占地均在光伏板区范围内，防治责任范围面积计入光伏板区。

2.2 地表扰动面积监测结果

通过采用测距仪、皮尺和 GPS 等设备仪器，对本项目扰动土地面积进行全面调查和实地量测，得到本工程建设扰动地表总面积为 20.95hm²，其中光伏板区扰动面积 19.24m²，检修道路区扰动面积 0.73hm²，生态养殖区扰动面积 0.98hm²。各监测分区扰动地表面积详见表 2-4。

表 2-4 项目建设扰动土地面积监测结果表 单位: hm²

项目组成	扰动面积 (hm ²)		
	方案设计扰动	实际扰动	小计
光伏板区	19.03	19.24	0.21
检修道路区	0.72	0.73	0.01
生态养殖区	0.95	0.98	0.03
合计	20.70	20.95	0.25

2.3 土石方挖填量监测结果

2.3.1 方案设计土石方挖填量情况

水保方案设计中，土石方挖填总量 11.26 万 m³，其中挖方 5.63 万 m³，填方 5.63 万 m³，挖填平衡，无弃方。

表 2-5 方案设计土石方工程量表 单位: 万 m³

项目组成	土石方 开挖量	土石方 回填量	区间调方				借方	弃方
			调入		调出			
			数量	来源	数量	去向		
光伏板区	4.64	4.64						
检修道路区	0.63	0.63						
生态养殖区	0.36	0.36						
合计	5.63	5.63						

2.3.2 实际完成土石方挖填量情况

监测结果显示, 本项目施工期实际累计土石方量 11.7 万 m³, 其中挖方 5.85 万 m³, 填方 5.85 万 m³, 挖填平衡, 无弃方。

表 2-6 工程实际土石方工程量表 单位: 万 m³

项目组成	土石方 开挖量	土石方 回填量	区间调方				借方	弃方
			调入		调出			
			数量	来源	数量	去向		
光伏板区	4.81	4.81						
检修道路区	0.66	0.66						
生态养殖区	0.38	0.38						
合计	5.85	5.85						

2.3.3 水土保持方案与监测结果对比

本项目实际产生的土石方挖方量较方案设计增加 0.22 万 m³, 填方量较方案设计增加 0.22 万 m³。增加主要产生于光伏板区, 主要是由于光伏板区场地平整面积增加所致。

表 2-7 工程实际土石方工程量表 单位: 万 m³

序号	工程项目	方案设计		实际挖填情况		增减情况	
		挖方	填方	挖方	填方	挖方	填方
①	光伏板区	4.64	4.64	4.81	4.81	0.17	0.17
②	检修道路区	0.63	0.63	0.66	0.66	0.03	0.03
③	生态养殖区	0.36	0.36	0.38	0.38	0.02	0.02
	合计	5.63	5.63	5.85	5.85	0.22	0.22

3 水土流失防治措施监测结果

3.1 工程措施完成情况

本项目水土保持工程措施主要涉及光伏板区的土地整治措施。

3.1.1 光伏板区

土地整治：方案设计施工结束后，将施工面及扰动区域进行土地整治，土地整治面积 13.52hm²。项目实际完成土地整治 13.86hm²，较方案设计增加 0.34hm²。

3.2 植物措施完成情况

植物措施主要包括光伏板区的种草植物措施。

3.2.1 光伏板区

方案设计光伏板区施工结束后，对光伏板区先进行土地整治，然后进行种草，恢复植被，种草面积 13.52hm²。项目实际完成种草措施 13.86hm²，草种为沙蒿和紫花苜蓿。2014 年 9 月覆盖率监测值为 43.22%。

3.3 临时防治措施及实施进度

临时措施主要包括纤维网覆盖、洒水等措施，光伏板区完成纤维网覆盖 760m²，检修道路区洒水降尘 263m³。

表 3-1 水土保持措施完成情况对比表

防治分区	措 施		单位	方案设计(A)	实际完成(B)	对比(B-A)
光伏板区	工程措施	土地整治	hm ²	13.52	13.86	0.34
	植物措施	种草	hm ²	13.52	13.86	0.34
	临时措施	纤维网覆盖	m ³	7500	760	-6740
检修道路区	工程措施	修筑排水沟	m	1800	0	-1800
	临时措施	洒水	m ³	216	263	47

4 土壤流失量分析

4.1 各阶段土壤流失量分析

4.1.1 各阶段侵蚀模数的分析确定

该项目属点式建设类项目，根据项目区的地形地貌、工程造成的水土流失特点等，将项目划分为施工期（含施工准备期）和植被恢复期两个时段，各时段防治责任范围划分为原地貌、扰动地表和实施防治措施地表三大类。原地貌指没有进行施工的区域，在施工准备期及施工初期所占比例较高。扰动地表指在施工阶段因各种原因开挖、占压、损坏的区域，随着工程进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少。实施了土地整治及植物措施后，新增水土流失将逐步得到扼制，同时原地貌水土流失也得到有效控制，扰动地表土壤侵蚀已小于原地貌土壤侵蚀。

4.2 各阶段侵蚀模数确定

4.2.1 原地貌土壤侵蚀模数

水土流失背景值根据项目区监测小区土壤侵蚀监测值分析确定。项目区位于固原市，水土流失形式以水力侵蚀为主。由于项目委托时主体工程即将完工，我监测组人员通过调查本项目区周边已验收完成的光伏项目水土流失监测数据，并结合本项目实际情况进行分析计算，本项目原地貌土壤侵蚀模数约为 $2520\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.2.2 建设期土壤侵蚀模数

由于项目委托时主体工程即将完工，我监测组人员通过调查本项目区周边已验收完成的光伏项目水土流失监测数据，并结合本项目实际情况进行分析计算，本项目建设期土壤侵蚀模数约为 $9100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.2.3 试运行期土壤侵蚀模数

由于项目委托时主体工程即将完工，我监测组人员通过调查本项目区周边已验收完成的光伏项目水土流失监测数据，并结合本项目实际情况进行分析计算，本项目试运行期土壤侵蚀模数约为 $1234.57\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.3 各阶段土壤流失量计算

4.3.1 土壤流失量计算公式

施工期土壤流失量 = (\sum 扰动面积 \times 扰动后侵蚀模数 + \sum 未扰动面积 \times 原地貌侵蚀模数) \times 施工时段；

试运行期土壤流失量 = 项目建设区水土流失面积 \times 实施防治措施后侵蚀模数 \times 恢复

时段。

4.3.2 水土流失量计算

经计算，2012年9月-2013年12月，本项目建设期造成水土流失总量为2383t，背景水土流失量为660t，新增水土流失量1723t，建设期各工程区造成水土流失量详见表4-1。

表 4-1 各监测分区建设期水土流失量一览表

监测分区	原地貌				建设期				新增流失量 (t)
	侵蚀模数 (t/km ² .a)	面积 (hm ²)	时段 (年)	背景流失量 (t)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动面积 (hm ²)	时段 (年)	流失量 (t)	
光伏板区	2520	19.24	1.25	606	9100	19.24	1.25	2189	1582
检修道路区	2520	0.73	1.25	23	9100	0.73	1.25	83	60
生态养殖区	2520	0.98	1.25	31	9100	0.98	1.25	111	81
合计		20.95		660				2383	1723

2014年1月-2014年12月为试运行期，本工程水土流失总量181t，背景水土流失量为370t，无新增水土流失量产生，试运行期造成水土流失量详见表4-2。

表 4-2 各监测分区试运行期水土流失量一览表

分区	水土流失面积 (hm ²)	时段 (年)	原地貌		试运行期		新增流失量 (t)
			侵蚀模数 (t/km ² .a)	流失量 (t)	试运行期模数	流失量 (t)	
光伏板区	13.94	1	2520	351	1234.57	172	-179
检修道路区	0.73	1	2520	18	1234.57	9	-9
生态养殖区	0	1	2520	0	1234.57	0	0
小计	14.67			370		181	-189

4.4 各扰动土地类型土壤流失量分析

根据各监测分区不同阶段土壤侵蚀模数及其扰动面积，分别计算各扰动土地类型水土流失量，计算结果见表4-3。

表 4-3 各扰动土地类型水土流失量一览表

监测分区	水土流失量 (t)				新增水土流失总量 (t)
	背景值	扰动后			
		建设期	试运行期	小计	
光伏板区	957	2189	172	2361	1403
检修道路区	41	83	9	92	51
生态养殖区	31	111	0	111	81
合计	1030	2383	181	2564	1535

从表中可以看出，工程建设过程中，项目新增水土流失总量为 1535t，其中光伏板区新增水土流失量 1403t，检修道路区新增水土流失量 51t，生态养殖区新增水土流失量 81t，光伏板区新增水土流失量占新增水土流失总量 91.01%。可见，光伏板区是建设时新增水土流失量的主要来源区。

5 水土流失防治效果监测结果

5.1 扰动土地整治率

在工程施工期间，水土流失防治责任范围内的地表均受到了不同程度的扰动和占压，对已经造成破坏的扰动地表，施工单位主要采取工程措施、植物措施和临时措施等方式予以治理。

经现场调查及查阅施工资料，项目建设区面积 20.95hm²，扰动面积 20.95hm²，工程措施面积 13.86hm²，建筑物及硬化面积 7.01hm²，实施植物措施面积 13.86hm²。项目区平均扰动土地整治率为 99.62%，高于水土保持方案提出的 95%，达到了防治标准。详见表 5-1。

表 5-1 各监测分区扰动土地整治情况统计表

防治分区	实际扰动面积(hm ²)	整治扰动面积(hm ²)				扰动土地整治率(%)
		工程措施	植物措施	硬化及构筑物	小计	
光伏板区	19.24	13.86	13.86	5.30	19.16	99.58
检修道路区	0.73	0.00	0.00	0.73	0.73	100.00
生态养殖区	0.98	0.00	0.00	0.98	0.98	100.00
合计	20.95	13.86	13.86	7.01	20.87	99.62

5.2 水土流失总治理度

经我站水土保持监测组对项目区现场调查及内业资料分析，各防治分区内实际造成的水土流失面积为 14.67hm²，各项水土保持措施面积 14.59hm²，由此计算项目区平均水土流失总治理度为 99.45%。达到水土保持方案设计防治标准要求。各监测分区水土流失治理情况见表 5-2。

表 5-2 水土流失总治理度情况表

防治分区	实际扰动面积(hm ²)	水土流失面积(hm ²)	水土流失治理面积(hm ²)			水土流失总治理度(%)
			工程措施	植物措施	小计	
光伏板区	19.24	13.94	13.86	13.86	13.86	99.43%
检修道路区	0.73	0.73	0.73	0.00	0.73	100.00%
生态养殖区	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	20.95	14.67	14.59	13.86	14.59	99.45%

5.3 拦渣率

本工程基础施工过程中产生的临时开挖堆土采用了防护措施，水土保持效果较

好，但土方调运过程中不可避免的会造成一定的流失，流失量一般不超过 3%，受风等因素影响，建设期拦渣率估算为 97%以上。

5.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设防治责任范围内治理后的容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。即：

土壤流失控制比=容许土壤流失量/治理后平均土壤流失强度

本工程所经地区，依据《土壤侵蚀分类分级标准》，该区土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

本工程经采取各项水土保持措施后，至植被恢复期末，项目区内平均土壤流失强度为 $1234.57\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。经计算项目区土壤流失控制比约为 0.81，达到了水土保持方案的设计要求。

5.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指项目建设区内，林草类植被面积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。

经监测量算，该项目将工程建设中可绿化区域基本实施了植物措施，项目建设区内可恢复植被面积 13.90hm^2 ，林草植被面积为 13.86hm^2 ，计算的林草植被恢复率达到 99.71%，达到水保方案确定的目标值。

5.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。林草面积是指开发建设项目的项目建设区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。

经监测量算，项目建设区面积为 20.95hm^2 ，林草类植被面积为 13.86hm^2 。由于受降水、气候、土壤等因素影响，经监测，光伏板区、道路区植物措施保存率约为 60%，因此植物措施保存面积为 8.32hm^2 ，据此计算项目建设区林草覆盖率达到 39.69%，大于水土保持方案确定 20%的目标值。各监测分区林草类植被面积情况见表 5-3。

表 5-3 各监测分区林草类植被面积情况表

工程单元	光伏板区	检修道路区	生态养殖区	综合指标
建设区面积 (hm ²)	19.24	0.73	0.98	20.95
扰动面积 (hm ²)	19.24	0.73	0.98	20.95
硬化及建筑物面积 (hm ²)	5.30	0.73	0.98	7.01
工程措施面积 (hm ²)	13.86	0.00	0.00	13.86
植物措施面积 (hm ²)	13.86	0.00	0.00	13.86
林草保存率%	60.00	0.00	0.00%	60.00
保存植被面积 (hm ²)	8.32	0.00	0.00	8.32
可恢复林草面积 (hm ²)	13.90	0.00	0.00	13.90
林草植被恢复率 (%)	99.71	0.00	0.00	99.71
植被覆盖率 (%)	43.22	0.00	0.00	39.69

5.7 水土流失防治目标实现情况分析

根据我站水土保持监测技术人员对本项目现场监测到的数据显示,通过实施水土保持方案设计中的各项水土保持措施,有效降低了工程扰动所造成水土流失危害。

表 5-4 水土保持防治指标完成情况统计表

项 目	综合目标达到情况		
	方案目标值	达到值	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95	99.62	达标
水土流失总治理度 (%)	85	99.45	达标
土壤流失控制比	0.7	0.81	达标
拦渣率 (%)	95	97	达标
林草植被恢复率 (%)	95	99.71	达标
林草覆盖率 (%)	20	39.69	达标

6 结论

6.1 水土流失动态变化与防治达标情况

本工程水土保持监测按照《水土保持监测技术规程》(SL277-8502)和《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知(办水保[2020]161号)》进行本项目的水土保持监测工作,监测内容和重点围绕本项目防治责任范围内的水土流失动态变化、水土保持方案落实情况以及主体工程的6项水土流失防治目标展开。

(1) 水土流失防治责任范围

通过对水土流失监测结果进行分析,本项目水土流失防治责任范围为20.95hm²。与水土保持方案确定的防治责任范围面积相比,本项目防治责任范围面积减少了0.31hm²。

(2) 土石方工程量监测结果分析

本项目实际产生的土石方挖方量较方案设计增加0.22万m³,填方量较方案设计增加0.22万m³,较方案设计相比变化不大。

(3) 水土流失量

本工程实际施工期为15个月,水土流失主要发生在施工期间基础开挖、临时堆土、工程车辆和施工单位进驻施工场地时,对临时道路碾压。施工期间,施工方严格按照施工要求施工,减少了二次扰动。水土保持工程措施、植物措施、临时措施也基本按水土保持方案要求进行了施工。

项目区建成的水土保持设施有效地控制了工程建设水土流失,项目建设期造成的水土流失量为2383t,试运行期水土流失量为181t。项目区方案实施后平均的土壤侵蚀模数可降为1234.57t/km²·a,小于原地貌侵蚀模数,达到验收标准。

(4) 水土流失防治目标

通过对本项目水土流失动态监测结果进行分析,项目结束后6项防治标准的具体指标达标情况如下:扰动土地整治率99.62%,水土流失总治理度99.45%,土壤流失控制0.81,拦渣率97%,林草植被恢复率99.71%,林草覆盖率39.69%,都达到了水土保持方案设计的目标值,说明项目区工程建设和水土保持方案实施后,项目区生态环境得到了一定的改善,减轻了因为工程建设和人为活动对自然环境的破坏,为恢复项目区的生态环境创造了有利条件。

6.2 水土保持措施评价

6.2.1 工程措施

6.2.3 临时措施

本项目完成水土保持工程措施主要有土地整治。水土保持工程措施面积达到 13.86hm²，这些措施的实施，有效地防治了项目建设中以及项目区原地貌的水土流失。

6.2.2 植物措施

本工程完成的水土保持植物措施主要包括各防治分区的种草措施，共计完成水土保持植物措施面积 13.86hm²。完成的植物措施采用的种草措施符合当地实际，生长状况良好。

本期工程施工过程中，采取纤维网覆盖、洒水降尘等临时防护措施，有效抑制扬尘，减少水土流失，完成情况为：纤维网覆盖 760m²，洒水降尘 263m³。

6.3 存在问题及建议

在工程运行期，应加强水土保持设施管理和维护，确保其正常运行和发挥效益。必要时成立专门组织，加强水土保持设施管护，保证植物措施长期有效的发挥作用。

6.4 综合结论

(1) 在工程建设期间，建设单位切实落实了该工程《水土保持方案报告书》中所设计的水土保持措施，不仅有效地防止了扰动区域的水土流失，也明显地控制了项目建设区域的水土流失。施工工序安排合理，根据实际情况，以尽量减少土方开挖、减少扰动为理念，及时调整施工工艺。防治责任范围严格控制在施工范围内，有效地控制了工程建设中的水土流失。

(2) 水土保持措施实施后起到了积极的水土流失防治作用，水土流失防治责任范围的水土流失得到了较为有效的治理，项目区的生态环境较工程施工期大大改善，总体上发挥了保持水土、改善生态环境的作用。6 项水土流失防治指标均达到水土保持方案确定的目标值，运行期间的管理维护责任落实，符合水土保持设施竣工验收的条件。

7 附件

7.1.相关文件、说明

- (1) 项目备案文件
- (2) 水土保持方案批复文件
- (3) 项目地理位置图
- (4) 项目总平面布置及监测点位布置图
- (5) 项目施工前卫星影像图
- (6) 项目施工后卫星影像图