

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目

水土保持监测总结报告

建设单位：中广核新能源六安有限公司

监测单位：安徽禾睿工程技术有限公司

二〇二一年十月

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目

水土保持监测总结报告

责任页

编制单位	安徽禾睿工程技术有限公司		
分工	姓名	职位/职称	签字
批准	徐建	总经理	
核定	杨琼	工程师	
审查	孙召华	工程师	
校核	高增福	工程师	
项目负责人	魏宇	工程师	
编写人员			
姓名	职称	参编章节、任务分工	签字
魏宇	工程师	日常监测，章节1、2、6	
倪冠东	工程师	日常监测，章节3、5	
赵俊杰	工程师	日常监测，章节4、7	

“未加盖安徽禾睿工程技术有限公司公章对外无效”

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	6
1.1 项目概况.....	6
1.2 水土保持工作概况.....	12
1.3 监测工作实施概况.....	13
2 监测内容和方法.....	17
2.1 扰动土地情况.....	17
2.2 水土流失情况监测.....	17
2.3 水土保持措施.....	18
3 重点部位水土流失动态监测结果.....	19
3.1 防治责任范围监测.....	19
3.2 取土（石、料）监测结果.....	21
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	21
3.4 土石方流向情况监测结果.....	21
3.5 其他重点部位监测结果.....	22
4 水土流失防治措施监测结果.....	23
4.1 工程措施监测成果.....	23
4.2 植物措施及实施进度.....	24
4.3 临时防治措施监测成果.....	25
4.4 水土保持措施防治效果.....	26
5 土壤流失情况监测.....	28
5.1 水土流失面积.....	28
5.2 土壤流失量.....	28
5.3 取料、弃渣潜在水土流失量.....	34

5.4 水土流失危害监测.....	34
6 水土流失防治效果监测结果.....	35
6.1 水土流失治理度.....	35
6.2 土壤流失控制比.....	35
6.3 渣土防护率.....	35
6.4 表土保护率.....	35
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率.....	35
6.6 水土流失防治六项指标监测结果.....	36
7 结论.....	37
7.1 水土流失动态变化.....	37
7.2 水土保持措施评价.....	37
7.3 存在问题及建议.....	37
7.4 综合结论.....	38

前 言

为落实国家制定的“开发与节约并存，重视环境保护，合理配置资源，开发新能源，实现可持续发展的能源战略”的方针，充分利用安徽霍邱县的太阳能资源，中广核新能源六安有限公司投资太阳能光伏发电项目，太阳能是一种清洁的、可再生的资源，可提高当地的能源地位和结构比例，实现地区电力的可持续发展。工程建设对节约能源、推动地区经济发展，有非常重要的意义。

本项目前期资料等手续由中广核新能源投资（深圳）有限公司安徽分公司执行，后期建设、运营由中广核新能源六安有限公司。

中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目位于六安市霍邱县高塘镇曹家圩、龙井村，站址中心地理坐标为北纬116°0'8.04"，北纬32°22'34.16"。项目为新建工程，主要由光伏阵列区、升压站区和集电线路共3部分组成。本项目直流装机容量为49MWp，划分为16个3.15MW光伏发电单元，汇集成3条35kV集电线路接入升压站35kV母线，通过1台50MVA主变升压至110kV后，以1回110kV线路接入220kV冯井变，送出线路路径长度约10km（送出线路不在本项目设计范围内）。工程建设范围内不涉及拆迁。

工程由中广核新能源六安有限公司投资建设，项目总投资2.06亿元，其中土建工程投资0.54亿元。工程于2020年11月开工，2021年2月完工，总工期4个月。

2020年3月31日，六安市发展和改革委员会印发了《中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目立项的批复》，项目编码：2020-341522-44-03-001819。

2020年7月，中广核新能源六安有限公司委托安徽禾睿工程技术有限公司编制该项目水土保持方案报告书，方案编制单位于2020年8月编制完成了《中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》（送审稿）。

六安市水利局于2020年8月27日主持召开了《中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》技术审查会，并形成审查意见。

2020年9月安徽禾睿工程技术有限公司根据审查会意见，修改完成了《中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）；2020年9月15日，六安市水利局以六水函（2020）72号文《中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书的批复》对本项目水土保持方案予以批复。

2020年10月，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司编制了《中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目初步设计（含水土保持工程）》。

2020年11月本项目开工建设，2021年3月主体完工并投入试运行，总工期4个月，工程总投资2.06亿元；主体工程施工阶段，水土保持工程与主体同步施工，并于2021年3月完工，该部分水土保持投资266.83万元。

中广核新能源六安有限公司于2021年1月委托安徽禾睿工程技术有限公司（后面简称我公司）承担本工程水土保持监测任务。按照水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保〔2015〕139号）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）的规定进行，为顺利开展本项目的监测工作，我公司成立了水土保持监测项目组，配置了专业的监测人员，2021年1月~2021年8月多次深入现场，对中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目建设水土流失现状、各项水土保持措施的防治效果进行了实地量测和调查监测。

本项目主体工程于2021年3月完工，对施工期间开展补充调查监测，进场后实地测量。监测工作主要通过对本项目施工期水土流失情况进行调查，主要采取了遥感解译、对比分析、实地量测等监测方法，补充本项目的水土保持监测资料。

主要监测成果如下：

（一）项目防治责任范围80.98hm²，基建期扰动土地面积80.98hm²，总挖方量1.67万m³，总填方量为1.67万m³，无弃方、借方。

（二）通过调查，本项目建设期间土壤侵蚀模数最大值达到1850t/(km²·a)，水土保持施工阶段，土壤侵蚀模数最大值达到200t/(km²·a)，监测末期，项目区土壤侵蚀模数降到150t/km²·a，不高于项目区土壤侵蚀模数容许值200t/km²·a；工程建设期间共造成水土流失量92.8t，低于方案预测的110.69t；项目建设期间，未发现水土流失危害事件。

（三）实际完成的水土保持工程量：

工程措施：

表土剥离0.45万m³，表土回覆0.45万m³，土地整治2.04hm²，升压站区排水系统85m，雨水井6座，土质沉沙池10座，土质排水沟2850m。

植物措施：

根据现场监测，中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目实施的水土保持植物措施主要为撒播草籽。

临时措施：

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目采取的临时防护措施工程量为：临时土质排水沟 1345m、土质沉沙池 27 座，密目网临时苫盖 5970m²，袋装土临时拦挡 325m²。

（四）经对相关资料整理分析，本项目水土流失防治六项指标为：水土流失治理度 95%，土壤流失控制比 1.2，渣土防护率 95%，表土保护率 87%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 15%，达到南方红壤区二级标准和批复的水土保持方案要求。

（五）根据《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）文和方案批复的相关要求，结合本工程水土流失防治工作的实际情况，经综合评定，中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土流失防治工作“绿黄红”三色评价为“绿”色，基本满足水土保持相关法律法规和方案批复的水土流失防治要求。

综上，建设单位开展了中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目的水土保持工作，通过水土保持工程、植物和临时防护措施的实施，水土流失防治的六项指标全部达到了水土保持方案批复的防治目标值，“绿黄红”三色评价为“绿”色，基本达到了防治新增水土流失的目的，同时改善了项目建设区域的生产、生活和生态环境，总体上发挥了保持水土、改善生态环境的作用。

经综合评定，中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土流失防治达到了工程水土保持方案批复的要求。

在开展水土保持监测过程中，得到了六安市水务局、中广核新能源六安有限公司等单位的大力支持和热心帮助，在此一并致以衷心感谢！

附：中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持监测特性表。

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持监测特性表

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目主体工程主要技术指标										
项目名称		中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目								
建设规模	直流装机容量为 49MW	建设单位		中广核新能源六安有限公司						
		建设地点		六安市霍邱县高塘镇曹家圩、龙井村						
		所在流域		淮河流域						
		工程总投资		2.06 亿元						
		工程总工期		2020 年 11 月~2021 年 3 月						
水土保持监测指标										
监测单位		安徽禾睿工程技术有限公司			联系人及电话		魏宇 18949815692			
地貌类型		江淮丘陵区			防治标准		南方红壤区二级标准			
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		调查监测			2、防治责任范围监测		调查监测、实地监测		
	3、水土保持措施情况监测		调查监测、实地监测			4、防治措施效果监测		调查监测		
	5、水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值		180t/(km ² ·a)		
方案设计防治责任范围		80.98hm ²			容许土壤流失量		200t/(km ² ·a)			
水土保持投资		266.8 万元			水土流失目标值		200t/(km ² ·a)			
防治措施	防治分区	工程措施			植物措施		临时措施			
	光伏阵列区	排水沟：5000m 土地整治：80hm ²								
	集电线路区	土地整治：0.34hm ²					临时苫盖： 0.17hm ²			
	升压站区	土地整治：0.1hm ² 雨水管网：400m 排水沟：300m			种植高杆女贞：50 株 种植红叶石楠：100 株 播撒狗牙根草籽： 0.1hm ²		临时拦挡：350m 临时苫盖：0.1hm ²			
监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量					
		水土流失治理度(%)	95	98.92	防治措施面积	3.12hm ²	永久建筑物面积及硬化面积	2.29hm ²	扰动地表面积	80.98hm ²
		土壤流失控制比	1.2	1.33	防治责任范围面积	2.80hm ²	水土流失面积	80.98hm ²		
		渣土防护率(%)	95	98.63	工程措施面积	/	容许土壤流失量	200t/(km ² ·a)		
		表土保护率(%)	87	98.52	植物措施面积	1.99hm ²	监测土壤流失情况	150t/(km ² ·a)		
		林草植被恢复率(%)	95	98.04	可恢复林草植被面积	2.05hm ²	林草类植被面积	1.99hm ²		
		林草覆盖率(%)	15	40.84	实际拦挡堆土(石、渣)量	\	临时堆土(石、渣)量	\		

水土保持治理达标评价	六项防治指标全部达标，水土保持措施运行效果显著，达到方案设计要求。
总体结论	工程按照批复水土保持方案的要求基本落实了各项水土保持措施，水土保持设施运行基本正常，植物措施效果良好，基本达到了防治水土流失的目的，控制了项目区的水土流失，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用，监测期间未发现严重的水土流失危害事件。水土保持三色评价：绿色。
主要建议	在运行期应加强水土保持设施的维护与管理，确保水土保持措施持久发挥。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

项目名称：中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目

建设地点：六安市霍邱县高塘镇曹家圩、龙井村，站址中心地理坐标为北纬 116°0'8.04"，北纬 32°22'34.16"，项目地理位置见图 1.1

建设单位：中广核新能源六安有限公司

建设性质：新建

建设规模：直流装机容量为 49MW。

工程占地：工程总占地 80.98hm²，其中永久占地 80.64hm²，临时占地 0.34hm²。

土石方量：挖方 1.67 万 m³、回填 1.67 万 m³，无弃方、借方。

工程投资：项目总投资 15220 万元，其中土建投资 9006 万元。

建设工期：2020 年 11 月开工，至 2021 年 2 月完工，总工期 4 个月。



图 1.1 中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目地理位置示意图

1.1.2 项目组成及布置

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目由主体工程区、施工生产生活区和土方周转区 3 个区域组成。

1、升压站区

(1) 站区平面布置

根据主体设计，本工程拟建升压站呈矩形布置，总占地面积为 0.61hm^2 ，升压站内北侧布置综合楼及附属用房，西侧布置 SVG 变压器、接地变及消弧线圈、施工变及避雷针，电控楼正对升压站主入口，出入口位于西侧厂界，四周修建 2.5m 高的实体砌筑砖墙，总长 300m。进站道路位于项目区西侧，东西布置，长 61m，占地 0.03hm^2 。

(2) 站区竖向布置

站区采用场地自然散排及排水管方式排水，周边围墙基础采用独立砌体结构，设路面雨水井。根据现场调查情况，站区现状为平地，占地性质为耕地。根据主设文件，站区内地面设计设计标高为 38.6m，现状标高 38.5~38.6m，项目建筑物主要有综合楼，附属用房，电控楼，建筑面积为 901m^2 ，地基挖深 1.5m。

工程占地及挖填方总量

本项目升压站占地面积为 0.64hm^2 ，均为永久占地。升压站总挖方 0.57 万 m^3 ，总填方量 0.57 万 m^3 。

(3) 站内外道路

进站道路：升压站的大门设置在站区西侧，长度 61m，站区西侧即为现有的市政道路，进站道路从市政道路上引接。进站道路长度 61 米，宽度 4m，设计标高 38.6m，两侧路肩各宽 0.5m，最小转弯半径 15m；经核算后，进站道路共计占地面积 0.03hm^2 ，采用混凝土路面。

(4) 站内道路：升压站大门设置在站区西侧，站内各区域通过场内环形道路相接，环形道路设计宽 4m，转弯半径 7m，全部采用混凝土路面，能满足运输及消防要求。

(5) 排水系统

排水：雨污分流。升压站雨水经收集后排入周边水塘；食堂废水经隔油池处理后汇同职工生活污水经化粪池预处理，再经地埋式一体化处理设施处理后用于升压站绿化，不外排。

2、集电线路区

根据主设内容，光伏阵列内集电线路沿光伏管桩架设，使用电缆桥架，不涉及开挖，该部分线路占地均计入光伏阵列区，本区不再重复计列；光伏阵列至变电站的集电线路沿乡道 039 地埋铺设，埋设集电线路 1.7km。

地埋段线路设计占地宽度为 2.0m，线路埋深 1.0m，开挖断面为梯形，顶宽 1.6m，底宽 0.4m。线路铺设依据 039 乡道走向，分段施工，单段施工时段很短，埋设过程中的开挖土方直接分层堆放在占地管沟一侧，线路铺设完成再进行分层回覆。集电线路总占地为 0.34hm²，全部为临时占地，土方开挖量为 0.17 万 m³，回填 0.17 万 m³。

3、光伏阵列区

(1) 光伏阵列区平面布置

根据主体设计，本工程拟建光伏阵列位于高塘镇，北侧以龙井村及南行里两村为界，南侧以曹家圩村为界，东西两侧以乡道为界，光伏阵列占地内无村庄及拆迁，总占地面积为 80hm²，占地类型主要为耕地，含有水塘 0.38hm²，林地 0.76hm²，光伏阵列由 039 乡道南北贯穿。光伏支架采用预制管桩基础固定式支架，角度 24°，阵列采用 7 根桩，桩距为 4.3m，方阵相对平整，各光伏阵列间设置有 4m 宽检修道路。

(2) 光伏阵列区竖向布置

根据现场调查情况，光伏阵列区现状为平地，占地性质为耕地。根据资料，现状标高在 26.9~37.15m 之间，太阳能光伏板阵列依地形及实地际情况布置，同时本项目为农光互补项目，组件最低点离地高度不小于 2.5m。

(3) 箱变平台

光伏阵列区内共计 16 个箱变平台，分散布置在 16 处。箱变平台为露天框架结构平台，单个箱变平台尺寸约为 8m×5m。每个平台四周均设置栏杆，并设置一部上平台的检修钢梯。平台均沿光伏区施工运维通道两侧布置，有利于检修。

每处箱变平台挖方量大致 20m³，16 处箱变平台总挖方量 0.03 万 m³，回填 0.03 万 m³。

(4) 检修道路

检修道路依据光伏容量及场地情况布置在各光伏阵列之间，用于电场施工及检修要求。设计 4m 宽的土质道路，因政府交地时已进行过简单场平，检修道路在场平的基础上进行简单的施工，共铺设检修道路 1800m，土方总开挖量 0.8 万 m³，回填 0.8 万 m³。

(5) 雨水排放系统

光伏阵列采用场地自然散排及排水沟方式排水，修建混凝土排水沟接引光伏板汇水引入周边自然沟渠。在光伏各阵列单元光伏板下沿设置混凝土排水沟，各排水沟终端连接现有水塘、水沟，共修建 5000m 长矩形排水沟，排水沟宽 0.3m，深 0.4m，排水沟开挖方量 0.1 万 m^3 ，土方回填至周围光伏场地内。

1.1.3 项目区概况

(1) 地形地貌

项目区地势南高北低。海拔平均高度 40 米左右，中部为小丘陵地区，间有平原，东侧有如城东、城西两湖，海拔 18—23 米。北侧地面河流有沿岗河，向北注入淮河。

(2) 气象水文

区域气候温和湿润，日照充足，雨量充沛集中，无霜期长，属亚热带湿润性季风气候。

(1) 气温：根据霍邱县气象局（台、站）1958-2018 年气象资料：多年平均气温 15.3，极端最高气温为 41.2℃（1959 年 8 月 23 日）、极端最低气温为 -16.6℃（1969 年 1 月 31 日）；年平均气压 1012.8hPa。

(2) 降水：多年平均降水量 989.8mm，最大年降水量 1737.5mm（2007 年），最小降水量 472.4mm（1978 年），年际间降水量差异较大；年内月均降水量差异也较大，年降水主要集中在每年的 5~8 月份，月均降水量相差 174.6mm（7 月、12 月）；

(3) 霜期：无霜期多年平均 221.9 天，最长 261 天，最短 179 天；最早初霜期 10 月 10 日（1977 年），最早终霜期 2 月 28 日（1964 年），最迟初霜期 12 月 3 日（1957 年），最迟终霜期 4 月 28 日（1962 年），项目区主要气象要素特征值见表 1-2。

表 1-2 项目区主要气象特征值一览表

项目	内容		单位	数值
气温	平均	全年	°C	15.6
	极值	最高	°C	42
		最低	°C	-16.3
降水	平均	多年	mm	1300
	最大 24 小时	10 年一遇	mm	169
	最大 24 小时	20 年一遇	mm	213
蒸发量	年平均		mm	1397.8
相对湿度	年平均		%	81
日照	年时数		h	2256
积温	≥10°C		°C	4500
风速	年均		m/s	2.7
	最大		m/s	20
风向	主导风向			SE
冻土深度	最大		cm	10
无霜期	-		d	224

(3) 河流水系

霍邱县境内的地表水体属淮河水系，距离项目最近的河流为沿岗河，沿岗河为淮河支流，西始本县周集，经高塘、城西湖北侧、城关镇北侧，北抵临淮岗。汇集沿途地表径流和城镇生活污水，通过深孔岗闸排入新淮河。全长 56km，堤顶高 26.5m，一般水位 18.5m，正常水深 1.5m 左右，最大河宽 100m，底宽 30m。河底高程 15.0m~18.0m，流域面积为 426km²，河道平均比降为 0.20‰，最大流量可达 830m³/s，年平均径流量约 12m³/s，最枯流量 0.4m³/s。因河口受闸门控制，汛期实际为河型湖泊。沿岗河现状使用功能为渔业用水、农业用水。在沿岗河以北（含沿岗河）为城西湖蓄洪区，未蓄洪时为农田，其最高蓄洪水位为 26.5m，水域面积约 531km²、库容约 29.5 亿 m³。

(4) 土壤植被

项目区主要土壤类型为黄棕壤、水稻土。据现场调查，项目区主要占地为耕地，表土资源丰富，厚度在 25~30cm。成土母岩主要为碳酸岩类、泥质岩类、石英岩类、紫色岩类和红砂岩类等，按其成土原因可分为 3 类 9 种。一类是残积坡积物，共有 4 种，即紫色岩类风化物、碳酸岩类风化物、泥质岩类风化和红砂岩类风化物。一类是下蜀系黄土，只有一种，分布全县大面积岗地。一类是河湖冲积物，有史淝河冲积

物、淮河冲积物、黄泛冲积物、黄土性古河流冲积物 4 种。这些物质，经过水耕熟化和旱耕熟化而形成现代耕地土壤。

项目区植被类型属华北区系，但又具有南北气候过渡带特点。区内地带性植被为落叶阔叶树种，种类比较单一，主要有刺槐、杨树等用材林。草类以自然生长的茅草、狗牙根草为主。项目占地基本为耕地，农业植被覆盖面积大，主要农作物有水稻、小麦、油菜、玉米、大豆、花生、红芋（甘薯）等。

（5）水土流失状况

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）中土壤侵蚀强度分类分级标准，在全国土壤侵蚀类型区划上，本项目区所属土壤侵蚀类型区为南方红壤区，土壤侵蚀强度为微度流失，水土流失形式以水力侵蚀为主，表现形式为面蚀，容许土壤流失量为 200t/（km²·a）。

根据《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》和安徽省人民政府批复的《安徽省水土保持规划（2016-2030）》，项目区不属于国家级和安徽省水土流失重点预防区和治理区，结合水保方案和批复内容，本项目水土流失防治标准执行南方红壤区二级标准：水土流失防治目标为：水土流失治理度 95%；土壤流失控制比 1.2；渣土防护率达到 95%；表土保护率 87%；林草植被恢复率 95%；林草覆盖率 15%。

1.2 水土保持工作概况

2020 年 7 月，中广核新能源六安有限公司委托安徽禾睿工程技术有限公司编制该项目水土保持方案报告书，方案编制单位于 2020 年 8 月编制完成了《中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》（送审稿）。

六安市水利局于 2020 年 8 月 27 日主持召开了《中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》（以下简称“方案”）技术审查会，并形成审查意见。

2020 年 9 月 15 日，六安市水利局以六水函〔2020〕72 号文《中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书的批复》对本项目水土保持方案予以批复。

2021 年 1 月，中广核新能源六安有限公司委托我公司承担本项目的水土保持监测工作。我单位组建了监测小组，监测人员多次深入现场，进行现场调查和监测，采集相关数据。

中广核新能源六安有限公司在工程建设过程中对水土保持工作比较重视，加强了水土保持管理，加强了施工管理，严格控制施工边界，对水土流失明显的土方周转区实施了水土保持措施，防治水土流失，并对施工单位提出了相应的水土保持要求，委托了施工队伍对本项目水土保持工程进行施工，施工单位根据项目实际情况，对水土保持措施进行了优化布置，有效的控制了水土流失。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测工作委托情况

2021年1月，中广核新能源六安有限公司委托安徽禾睿工程技术有限公司承担本项目水土保持监测工作。2021年1月我公司组织第一次监测进场，对项目区水土流失现状进行调查监测，并与建设单位等有关单位进行了一次技术交底会，了解了项目进度，介绍了监测工作开展方式，监测实施的主要内容。

1.3.2 监测项目设置

本项目施工期水土流失情况进行补充调查，主要采取了遥感解译、对比分析、实地量测等监测方法。

调查前期施工过程中的扰动地表面积、挖填土石方量、损坏水土保持措施面积、已造成的水土流失量，水土流失防治效果。

收集了施工期的遥感影像，对项目区水土流失扰动范围进行补充，工程建设期建的各防治分区扰动地表范围、造成的水土流失面积、土壤侵蚀因子、土壤侵蚀类型和水土保持措施等情况进行分析获取，土壤侵蚀因子包括了土地利用、植被覆盖度、坡度坡长、降雨的侵蚀力等。

对已实施的水土保持措施的防治效果进行监测。

根据本项目水土流失特点，易发生水土流失的重点部位（主体工程区、土方周转区），通过资料分析、遥感解译、实地量测法进行补充调查。

为顺利完成该工程水土保持监测工作，我公司成立中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持监测项目部，该项目共有专业技术人员4人，项目监测日常工作人员安排由项目负责人统一调度。项目负责人定期检查协调，解决存在的问题，按时保质完成监测工作。本项目水土保持监测项目部组成人员见表1.2。

表 1.2 本项目监测主要人员一览表

姓名	职称	分工
魏宇	工程师	制定监测方案，日常监测
余昊	工程师	日常监测
倪冠东	工程师	日常监测
赵俊杰	工程师	日常监测

1.3.3 监测点位布设

监测期间，根据本项目情况，工程已完工，后续无施工，只需对施工期间补充调查监测，以及监测开展后的水土保持措施落实及效果监测，我单位共设置监测点 3 处，主体工程区 2 个固定监测点，土方周转区 1 个固定监测点，对工程已实施的水土保持措施工程量、防治效果进行调查监测和水土流失量等进行跟踪监测。具体监测点位布设详见表 1.3。

表 1.3 本项目水土保持监测点位布设情况表

序号	监测分区	监测位置	监测方法	主要监测内容	监测时段
1	升压站区	雨水口处泥沙池	调查法与实地测量法	水土保持措施防治措施效果等	2020.12~2021.3
2		绿化区域	调查法与实地测量法	水土保持措施防治措施效果等	2020.12~2021.3
3	光伏陈列区	绿化区域	调查法与实地测量法	水土保持措施防治措施效果等	2020.12~2021.3

1.3.4 监测设施设备

监测设备主要包括卷尺、GPS 定位仪、标杆、照相机、无人机等。各种监测方法需要的主要监测设施、设备详见表 1.3。

表 1.3 本项目监测设施设备一览表

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
一	监测土建设施				
1	排水沟		处	2	每处按 150m 排水沟计列、利用现场设施
2	沉沙池		座	2	根据泥沙沉积量估算水土流失量, 利用现场设施
二	设施及设备费用				
1	手持 GPS	G120BD	台	1	用于监测点、场地及现象点的定位和量测
2	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
3	计算机		台		用于文字, 图表、数据等处理和计算
4	皮尺、卷尺、卡尺、罗盘等		套	1	用于观测侵蚀量及沉降变化, 植被生长情况及其它测量
5	数码天平	JM-B10002T	台	1	用于泥沙称重等
6	无人机	大疆精灵 4pro v2.0	架	1	用于现场航拍、录制视频
7	监测车辆		辆	1	用于监测人员通往各个监测点的交通工具
三	消耗性设施及其他				
1	地形图			10	熟悉当地地形条件, 了解项目总体布局情况
2	易耗品			若干	样品分析用品、玻璃器皿、打印纸等若干
3	辅助及配套设备			若干	用于各种设备安装补助材料、小五金构件及易损配件补充, 若干。
4	遥感卫片		张	6	

1.3.5 监测技术方法

监测进厂后, 主要采取的监测方法有实地量测、场地巡查等监测方法获取监测数据。

1、实地量测

对于扰动土地面积、水土流失量、水保工程措施数量、尺寸、水土保持林草措施的成活率、保存率、生长发育情况(林木的树高、胸径、冠幅等)及其植被覆盖度的变化等采用实地量测的方法。

沉沙池法: 结合现场道路已有排水沟及沉沙池, 在每场降雨结束后(主要是雨季), 观测沉沙池内的沉积的泥沙, 采用标准取样器取出混水水样, 经过滤烘干后, 求得水

量和泥量，系列侵蚀产沙量数据用以反应水土流失的变化情况。

2、资料分析

通过向工程建设单位、设计单位、监理单位收集有关工程资料，主要是项目区土地利用现状及用地批复文件资料，主体工程有关设计图纸、资料，项目区的土壤、植被、气象、水文、泥沙资料；监理单位的月报及有关汇总报表等，调查前期施工过程中的扰动地表面积、挖填土石方量、损坏水土保持措施面积、水土保持措施落实情况、水土流失防治效果等。

3、遥感监测

利用施工期不同时间段的卫星遥感影像，对工程建设期建的扰动地表范围、造成的水土流失面积、土壤侵蚀因子、土壤侵蚀类型和水土保持措施等情况进行技术分析。

4、无人机监测

利用无人机监测项目区的扰动面积及扰动范围，调查项目区的植被覆盖度，土地利用情况等。

1.3.6 重大水土流失危害事件处理

根据调查及现场监测情况，本项目建设期间未发生水土流失危害事件，无相关投诉事件发生。

2 监测内容和方法

本工程的水土保持监测按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》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）文的规定，对各防治分区进行监测，监测内容主要如下：

（1）项目建设区水土流失影响因子，包括地形、地貌和水系的变化情况、降雨、地面组成物质和林草植被类型、覆盖率；主体工程施工进度、建设项目占地面积、扰动地表面积，项目挖方、填方数量及面积，临时堆土量及堆放面积。

（2）水土流失状况，包括水土流失类型、形式及面积、水土流失量、水土流失强度和程度的变化情况。

（3）水土流失危害，对于局部施工区域因侵蚀性降雨引起的地表径流冲刷可能造成局部坍塌、淤积等情况，及时进行现场调查，调查发生面积和对周边区域的影响。

（4）水土保持措施及防治效果，包括水土保持防治措施的类型及实施进度，工程措施的分布、数量和质量，林草措施分布、数量和成活率、保存率、生长情况及覆盖度，临时措施的分布、数量和质量，防护工程稳定性、完好程度和运行维护情况以及各项防治措施的拦渣、保土效果。

在全面监测以上内容的基础上，需重点监测工程原地貌土地利用、扰动土地、防止责任范围、弃土（石、渣）、水土保持措施、和水土流失量等情况。

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等。扰动土地情况监测主要采用实地量测和资料分析的方法。

我公司通过查阅施工、监理资料、前期监测资料、工程用地协议、遥感影像等文件，结合现场量测复核，对项目区扰动的情况进行调查，核实扰动地表面积。

2.2 水土流失情况监测

1) 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。

2) 监测方法：水土流失情况监测采用资料分析和遥感解译的方法。通过调查施工过程中的遥感影像，分析项目区建设期的降雨情况，扰动面积，结合同类项目的经验

分析得出。

水土流失情况详见表 5.7。

2.3 水土保持措施

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

2) 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。

3 重点部位水土流失动态监测结果

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

(1) 水土保持方案中的防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术规范》和《水土保持监测技术规程》的规定，通过对本工程影响地区的实地查勘、调查，以及对其周边环境的影响程度，本工程水土流失防治的责任范围在监测阶段只包括项目的建设区域。

项目建设区监测范围主要指建设扰动的区域，包括工程的征地范围、占地范围、用地范围及其管理范围所涉及的永久性及临时性征地范围。

根据淮北市水务局《关于中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书的批复》（淮水许可〔2019〕22 号），批复水土保持方案水土流失防治责任范围为 2.90hm²。详见下表 3.1。

表 3.1 方案及批复确定的水土流失防治责任范围 单位：hm²

项目组成	占地面积	小计
光伏阵列区	80	80
集电线路区	0.34	0.34
升压站区	0.64	0.64
合计	80.98	80.98

(2) 实际发生的水土流失防治责任范围

根据方案及批复文件，结合实地调查和测量、竣工资料，经统计，中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目实际水土流失防治责任范围为 80.98hm²，其中光伏阵列区 2.35hm²、道路区 80hm²、集电线路区 0.34hm²、升压站区 0.64hm²，详见表 3.2。

表 3.2 监测的水土流失防治责任范围表 单位: hm²

项目组成	占地面积	小计
光伏阵列区	80	80
集电线路区	0.34	0.34
升压站区	0.64	0.64
合计	80.98	80.98

(3) 方案防治责任范围与实际防治责任范围对比及变化原因分析

本工程实际的防治责任范围与方案对比见表 3.3。

表 3.3 水土保持防治责任范围变化对比表 单位: hm²

类型	名称	方案设计面积	实际面积	较方案增加或减少面积
建设区	光伏阵列区	80	80	0
	集电线路区	0.34	0.34	0
	升压站区	0.64	0.64	0
合计		80.98	80.98	0

根据现场监测、实地量测及资料分析,综合分析复核:建设期验收防治责任范围未发生变化。

3.1.2 背景值监测

根据《安徽省水土保持规划(2016~2030年)》关于安徽省水土保持区划成果表,结合本项目的报批稿(中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书),调查施工监理前期的资料,确定本项目各防治区原始地貌土壤侵蚀模数进行如下:项目区范围内占地类型为工业用地,土壤侵蚀强度属微度,土壤侵蚀模数为 180t/(km²·a)。

3.1.3 扰动土地面积

根通过查阅技术资料和遥感解译,分别对各区域的项目建设区不同时期扰动地表、占压土地和损坏林草植被的面积进行量测和测算。本工程基建期造成扰动地表面积总计为 2.80hm²。各分区扰动土地情况对比表详见表 3.4。

表 3.4 扰动土地情况一览表 单位: hm²

项目区域	分区扰动土地
	2020-2021 年
光伏阵列区	80
集电线路区	0.34
升压站区	0.64
合计	80.98

3.2 取土（石、料）监测结果

通过调查监测和实地监测，本项目基建期不涉及取土场。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

通过调查监测和实地监测，本项目基建期不涉及弃土场。

3.4 土石方流向情况监测结果

光伏电站区光伏板全部采用预制桩基础施工方案，施工不存在填挖方，但 16 处箱变平台有少量挖方，挖方量 0.03 万 m³，填方量 0.03 万 m³。

检修道路在场平的基础上进行简单的施工，共铺设检修道路 1800m，土方总开挖量 0.8 万 m³，回填 0.8 万 m³。

修建 5000m 长矩形排水沟，排水沟宽 0.3m，深 0.4m，排水沟开挖方量 0.1 万 m³，土方回填至周围光伏场地内。

光伏阵列区内总土石方挖方量 0.93 万 m³，填方 0.93 万 m³。

集电线路区

集电线路总土方开挖量为 0.17 万 m³，回填 0.17 万 m³。

升压站区

升压站区内综合楼、附属用房、电控房及 SVG 变压器及其他构筑物施工，总挖方量 0.57 万 m³，回填 0.57 万 m³。

综上，工程总挖方 1.67 万 m³，回填土方 1.67 万 m³，无弃方，无借方。各工程分区土石方平衡计算见表 1-1。

表 1-1 土石方工程分析表 单位：万 m³

项目分区	挖方	填方	区间调入		区间调出		借方		余方	
			数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
光伏阵列区	0.93	0.93								
集电线路区	0.17	0.17								
升压站区	0.57	0.57								
总计	1.67	1.67								

3.5 其他重点部位监测结果

3.5.1 水土流失影响监测

根据实地调查、结合遥感影像，工程在建设过程中，由于主体工程区基础开挖等活动，使地表植被遭到破坏，土体结构松散，发生了外营力和土体抗蚀力之间的自然相对平衡，在外营力的作用下，诱发、加剧水土流失，造成项目区内排水不畅、周边沟渠轻微淤积。

3.5.2 水土流失灾害事件监测

根据调查，工程基建期间未发生重大水土流失事件。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测成果

4.1.1 工程措施设计情况

根据批复的水土保持方案，工程措施设计如下：

主设已有措施：混凝土排水沟：在光伏阵列区内各光伏单位外侧，增设排水沟引入自然沟渠，总长度 5000m。

方案新增：土地整治：对光伏阵列区内被扰动的土地进行整治，以满足复耕的要求。土地整治面积 80hm²。

4.1.2 工程措施实施工程量及实施进度监测

根据现场监测及调查资料，本项目采取的水土保持工程措施如下：

表土剥离 0.45 万 m³，表土回覆 0.45 万 m³，土地整治 2.04hm²，升压站区排水系统 85m，雨水井 6 座，土质沉沙池 10 座，土质排水沟 2850m。

具体的工程量见下表 4.1、4.2。

表 4.1 水土保持工程措施完成时间情况表

防治分区	措施类型	水土保持措施名称	单位	实际实施
光伏阵列区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m ³	0.03
		土地整治	hm ²	1.45
		土质沉沙池	座	10
		土质排水沟	m	2000
升压站区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m ³	0.05
		土地整治	hm ²	0.02
		站区排水系统	m	85
		雨水井	座	6
集电线路区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m ³	0.05
		土地整治	hm ²	0.12

表 4.2 水土保持工程措施完成与方案设计工程量对比一览表

防治分区	措施类型	水土保持措施名称	单位	方案工程量	实际实施	变化量
光伏阵列区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m ³	0.03	0.03	0
		土地整治	hm ²	1.45	1.45	0
		沉沙池	座	28	10	-18
		土质排水沟	m		2000	2000
升压站区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m ³	0.05	0.05	0
		土地整治	hm ²	0.02	0.02	0
		混凝土纵向排水沟	m	22		-22
		升压站区排水系统	m		85	85
		浆砌砖沉沙池	座	3		-3
		雨水井	座		6	6
集电线路区	工程措施	表土剥离与回覆	万 m ³	0.05	0.05	0
		土地整治	hm ²	0.12	0.12	0

4.2 植物措施及实施进度

4.2.1 植物措施设计情况

根据批复的《中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》内容，植物措施设计如下：

主体工程已设计乔木、灌木、草本相结合的绿化工程，种植乔木高杆女贞 50 株，种植红叶石楠 100 株，播撒草籽 0.1hm²，主要围绕各栋建筑物铺植草木和乔灌木，使整个区域的绿化形成疏密有致、层次分明、分布合理的绿化体系。

4.2.2 植物措施工程量及实施进度监测

根据现场监测及工程资料，植物措施的实施时间主要在 2021 年 3 月。

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目实施的水土保持植物措施主要为撒播草籽。

具体的工程量及时间见下表 4.3、4.4。

表 4.3 植物措施工程量汇总表

防治分区	水土保持措施名称	单位	实际实施
光伏阵列区	撒播草籽	hm ²	1.60
升压站区	撒播草籽	hm ²	0.09
集电线路区	撒播草籽	hm ²	0.12

4.4 项目实际完成植物措施与方案设计工程量对比表

防治分区	水土保持措施名称	单位	设计工程量	实际实施	变化量
光伏阵列区	撒播草籽	hm ²	1.45	1.60	0.15
升压站区	撒播草籽	hm ²	0.09	0.09	0
	栽植香樟	株	12	0	-12
	栽植红叶石楠	株	45	0	-45
集电线路区	撒播草籽	hm ²	0.12	0.12	0

4.2.3 植物措施成活率、生长情况监测

本项目水土保持植物措施主要草树种为红叶石楠、冬青、撒播草籽等，为了保证成活率和边坡稳定，实施的植物措施应季节和养护不当，施工单位对其进行了补植和种植，植物措施总体质量合格，加强管护。

4.3 临时防治措施监测成果

4.3.1 临时措施设计情况

根据批复的《中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》内容，临时措施设计如下：

临时拦挡：在堆置的土方坡脚处采用编织袋装土进行围护，草包断面长 1m、宽 1m、高 1m，拦挡长度 350m。

临时苫盖：对整块临时堆土区域采用彩条布苫盖，防止大风下雨等天气加大水土流失，苫盖面积 0.10hm²。

4.3.2 临时措施实施工程量及实施进度监测

根据现场监测及调查资料，本项目采取的水土保持临时措施如下。

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目采取的临时防护措施工程量为：临时土质排水沟 1345m、土质沉沙池 27 座，密目网临时苫盖 5970m²，袋装土临时拦挡 325m²。

具体的工程量见下表 4.5、4.6。

表 4.5 临时措施工程量汇总表

防治分区	水土保持措施名称	单位	实际实施
光伏阵列区	临时排水沟开挖	m	780
	填土编织袋临时拦挡	m ³	325
	密目网临时苫盖	m ²	1440
	临时沉沙池	座	20
升压站区	临时排水沟开挖	m	100
	密目网临时苫盖	m ²	2000
	临时土质沉沙池	座	1
集电线路区	土质排水沟	m	120
	临时土质沉沙池	座	2

表 4.6 项目实际完成临时措施与方案设计工程量对比表

防治分区	水土保持措施名称	单位	设计工程量	实际实施	变化量
光伏阵列区	临时排水沟开挖	m	650	780	130
	填土编织袋临时拦挡	m ³	650	325	-325
	彩条布/密目网临时苫盖	m ²	1200	1440	240
	临时沉沙池	座	12	20	8
升压站区	临时排水沟开挖	m	100	100	0
	彩条布/密目网临时苫盖	m ²	2000	2000	0
	临时土质沉沙池	座	1	1	0
集电线路区	土质排水沟	m	80	120	40
	临时土质沉沙池	座	2	2	0

4.4 水土保持措施防治效果

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目基本实施了主体工程设计和方

案确定的水土保持措施。根据现场调查，对照有关规范和标准，实施措施布局无制约性因素，已实施的水土保持措施防治水土流失的功能基本未变，能有效防治水土流失，项目建设区的原有水土流失得到基本治理；新增水土流失得到有效控制；生态得到最大限度的保护，环境得到明显改善；水土保持设施安全有效。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据项目总体布局、总图设计，结合遥感影像和实地调查，对项目建设期开挖扰动、占压地表和损坏的植被面积进行量测统计，本项目水土流失面积 1.75hm²。

各阶段水土流失面积统计结果见表 5.1。

表 5.1 基建期各阶段水土流失面积调查统计表

监测单元	面积 (hm ²)
	基建期
光伏阵列区	80
集电线路区	0.34
升压站区	0.64
合计	80.98

基建期施工期水土流失面积最大。施工过程中在人为扰动、降雨、风力等作用下产生水土流失面积达 80.98hm²，随着工程措施、植物措施、临时措施效益发挥，水土流失面积逐渐减小，土壤侵蚀模数降到允许值以下，最后到到试运行期无明显水土流失面积。

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤侵蚀模数背景值调查监测

根据《安徽省水土保持规划（2016~2030 年）》关于安徽省水土保持区划成果表，结合本项目的报批稿（中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书）和影像资料，调查施工监理前期的资料，矿区范围内占地类型为工业用地，土壤侵蚀强度属轻度，土壤侵蚀模数为 180t/（km²·a）。

5.2.2 施工期土壤侵蚀监测

水土流失主要发生在施工期，主体工程基建期于 2020 年 11 月开工，2021 年 3 月完工。

本项目土壤侵蚀的监测方法主要采用调查法和遥感解译。

施工期刚开始阶段，因工程基础开挖、填筑，构建筑基础开挖等人为因素，扰动面积较大，因降雨和人为扰动，平均土壤侵蚀模数加大。随着施工进度的进行，各区

域的硬化、工程措施和植物措施的实施，各区域水土保持措施的实施及逐渐发挥效益，水土流失量显著降低，平均土壤侵蚀模数降低。截止 2021 年 8 月，整个项目区平均土壤侵蚀模数下降到 $150\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。施工期各阶段的侵蚀模数及平均土方侵蚀见表 5.2。

表 5.2 施工期平均土壤侵蚀模数表

监测单元	水土流失面积 (hm^2)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
光伏阵列区	80	1970
集电线路区	0.34	2200
升压站区	0.64	150

5.2.3 施工期建设区监测时段内降雨量监测

工程施工日期 2019 年和运行期 2020 年降水量采用淮北市濉溪县雨量站的观测资料，统计值详见表 5.3 及表 5.4。由表 5.4 可知，工程建设期，侵蚀性降雨 19 次，大于 50mm 降雨 2 次，2019 年施工期的年小于降雨量区域多年平均降水量 866mm，2020 年项目区雨水较多。施工期是水土流失的主要时段。建设期内的降雨特别是暴雨为水土流失提供了动力因素，各监测时段降雨量汇总见表 5.3。

表 5.3 监测降雨量统计表

年份	年降雨量 (mm)	1~3 月降雨量 (mm)	4~6 月降雨量 (mm)	7~9 月降雨量 (mm)	10~12 月降雨量 (mm)	大于 50mm 日降雨量 (mm)	发生日期
2019	474	37	204	194	38	58	6 月 29 日
						56.5	8 月 27 日
2020	2492	138	346	1813	195	113.5	6 月 21 日
						52	7 月 10 号
						82.5	8 月 6 号
						91.5	8 月 7 号
						61	8 月 21 日
						75.5	9 月 5 日
						74.5	9 月 30 日
						53	10 月 16 日
52	10 月 22 日						

表 5.4 日降雨量大于 10mm 监测成果统计表

序号	发生时间	日降雨量 (mm)
1	1 月 17 日	12
2	2 月 12 日	11.5
3	3 月 5 日	14
4	4 月 19 日	13
5	4 月 20 日	17
6	5 月 2 日	11
7	5 月 14 日	27.5
8	6 月 8 日	31.5
9	6 月 13 日	31
10	6 月 23 日	15.5
11	6 月 29 日	58
12	7 月 10 日	11.5
13	7 月 12 日	13
14	7 月 16 日	17.5
15	7 月 23 日	14
16	8 月 1 日	10
17	8 月 12 日	39.5
18	8 月 27 日	56.5
19	9 月 4 日	21.5
20	9 月 18 日	11
21	10 月 12 日	38
22	1 月 3 日	13
23	2 月 18 日	13.5
24	2 月 27 日	23.5
25	3 月 12 日	18
26	4 月 6 日	14.5
27	4 月 10 日	18
28	4 月 20 日	20
29	4 月 25 日	13
30	5 月 21 日	34
31	5 月 30 日	45.5
32	6 月 10 日	13.5
33	6 月 15 日	37
34	6 月 21 日	113.5
35	6 月 23 日	10.5
36	7 月 2 日	18
37	7 月 10 日	52
38	7 月 14 日	41
39	7 月 19 日	21
40	7 月 20 日	46

41		8月6日	82.5
42		8月7日	91.5
43		8月21日	61
44		9月5日	75.5
45		9月18日	40
46		9月30日	74.5
47		10月2日	42
48		10月16日	53
49		10月18日	10
50		10月22日	52
51		10月25日	24.5
52		10月26日	21.5
53		11月1日	14.5
54		11月25日	20.5
55	2021	1月6日	16
56		1月16日	16
57		2月27日	12.5
58		2月24日	13
59		3月9日	17
合计	侵蚀性降雨次数		59
	侵蚀性降雨总量 (mm)		2966

5.2.4 施工期水土流失面积监测

监测进场时，主体建筑工程已完工，开工前期各时段的水土流失面积通过查阅主体工程施工进度资料、监理资料，施工过程中的视频影像资料获取各阶段的扰动面积，监测进场后主要以实地监测测量为主，具体如下表 5-5：

表 5.5 各时段水土流失面积调查表

分区/侵蚀时间	主体工程区	施工生产生活区	土方周转区
	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀面积 (hm ²)
2018.11.22	0.15		0.09
2019.3.21			
2019.3.22	0.95		0.24
2019.7.21			
2019.7.22	0.30		0.02
2019.11.21			
2019.11.22			
2020.3.21			0.23
2020.3.22			
2020.7.21			0.23
2020.7.22			
2020.11.21			0.23
2020.11.22			
2021.3.15			

5.2.5 建设期土壤侵蚀强度分析计算

表 5.6 各扰动单元侵蚀模数表

分区/侵蚀时间	主体工程区	施工生产生活区	土方周转区
	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)
2018.11.22	1840	200	1890
2019.3.21			
2019.3.22	2330	200	2850
2019.7.21			
2019.7.22	1740	200	1860
2019.11.21			
2019.11.22	200	200	220
2020.3.21			
2020.3.22	190	200	200
2020.7.21			
2020.7.22	180	200	180
2020.11.21			
2020.11.22	180	200	180
2021.3.15			

1) 施工期

施工期（2019年3月至2019年12月）随着工程的逐步开展，扰动面加大，土方周转区的土质层剥离，土方开挖，主体工程区基础开挖，侵蚀强度加大，随着场地的硬化，土方周转场区的整治和部分区域硬化的实施，水土保持措施跟进并发挥效益，侵蚀强度区域，扰动面减少，水土流失得到有效的治理，侵蚀强度减少、土壤流失量逐步减少，对周边的危害和影响也大为减少；2019年12月后，植物措施的实施，侵蚀强度减少，下降到允许范围值以内，逐渐趋于稳定。

从各个防治单元来看，最大平均侵蚀模数主要发生在土方周转区，最大达到2850t/km²·a，主要是因为场区表土堆放，土质松散，边坡裸露，遇到降雨，造成水土流失。

2) 试运行期

随着植物措施和工程措施的逐步实施，从监测数据来看，试运行期水土流失得到了有效的控制，平均土壤模数降到了150t/km²·a，各区域的水流流失趋于稳定。

已建的水土保持措施基本能够防治项目建设区内的水土流失，起到了水土保持效益，防治责任范围内的土壤侵蚀模数属微度侵蚀，已实施的水土保持措施基本满足水土保持要求。

5.2.5 各阶段土壤流失量监测

1) 土壤流失计算方法

通过对定位观测和调查收集到的监测数据按各个防治责任分区进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

土壤流失计算公式：

$$M_s = F \times K_s \times T$$

式中： M_s ——土壤流失（t）；

F ——土壤流失面积（ km^2 ）；

K_s ——土壤流失模数（ $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）；

T ——侵蚀时段（a）。

2) 各阶段水土流失量计算

依据上述土壤流失量计算公式，结合各阶段水土流失面积，计算得出施工期（含施工准备期）和试运行期各扰动地表侵蚀单元的土壤侵蚀量，施工期扰动面造成水土流失量监测成果详见表 5.7，与方案阶段预测的各区域的水土流失量对比见表 5.8。

3) 土壤流失量

从表 5.7 可以看出，项目建设期内土壤流失总量为 92.8t，主要发生在基建期，随着措施的实施及发挥效益，流失量逐渐减少。

表 5.7 施工期扰动面造成水土流失量监测成果表

分区/侵蚀时间	主体工程区	施工生产生活区	土方周转区	合计
	流失量 t	流失量 t	流失量 t	
2018.11.22	5.6		1.4	7.0
2019.3.21				
2019.3.22	30.4		15.5	45.9
2019.7.21				
2019.7.22	23.8		13.5	37.3
2019.11.21				
2019.11.22	0.5		1.9	2.4
2020.3.21				
2020.3.22	0.0		0.2	0.2
2020.7.21				
2020.7.22	0.0		0.0	0.0
2020.11.21				
2020.11.22	0.0		0.0	0.0
2021.3.15				
合计	60.3		32.5	92.8

本工程主要的土壤流失发生在施工期，流失量最大的在主体工程区，约占全比例

的 65%，这期间主要由于主体工程区的基础开挖，占地面积大，水土流失量大。其次是土方周转区，约占全比例的 35%，土方周转区基建期内不间断堆土，地表裸露，治理时间较晚，造成水土流失量较大。随着构建筑物的硬化，临时措施的实施，项目区内排水和绿化的实施，水土保持措施功能得到逐渐发挥，生态环境得逐步得到恢复和改善，水土流失逐渐减少达到稳定状态。

表 5.8 实际水土流失量与方案阶段预测水土流失量对比

项目分区	水土流失量 (t)		
	方案预测	实际监测	变化原因
光伏阵列区	80	60.3	水土保持方案设计阶段按照最不利因素考虑和未采取防护措施的预测值，实际施工过程中采取了防护措施，且主体工程区、土方周转区的水土流失面积减少，流失量减少
集电线路区	0.34	32.5	
升压站区	0.64		
合计	110.69	92.8	

5.3 取料、弃渣潜在水土流失量

通过调查监测和实地监测，本工程不涉及取土场、弃土场。

5.4 水土流失危害监测

根据实际调查及监测，本工程在建设过程中，由于施工期刚开始阶段、建筑物基础开挖及回填，使地表植被遭到破坏、土体结构松散改变了外营力与土体抗蚀力之间的自然相对平衡，在外营力的作用下，诱发、加剧了水土流失，造成了项目施工时场内道路泥泞、排水不畅、下游沟渠轻微淤积等。

根据调查及监测，工程在建设期间未发生重大水土流失事件。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度为项目区内的水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。项目区水土流失总面积为 2.8hm²，治理达标面积为 2.61hm²，水土流失治理度为 93.2%，高于方案批复的目标值 95%。分区水土流失治理度计算成果见表 6.1。

表 6.1 本项目水土流失治理度一览表 单位：hm²

防治分区	占地面积	建筑物及硬化面积	水土流失面积	治理达标面积合计			水土流失治理度 (%)
				工程措施	植物措施	小计	
光伏阵列区	80.0	2.15	2.40	0	0.09	0.09	93.3
集电线路区	0.34	0.05	0.05	0	0	0	0
升压站区	0.64	0.09	0.	0	0.23	0.23	91.4
合计	2.80	2.29	2.80	0	0.32	0.32	93.2

6.2 土壤流失控制比

项目区容许土壤流失量为 200t/(km²·a)。随着各项防治措施实施并持续发挥作用，方案预估至设计水平年时土壤侵蚀模数为 150t/(km²·a)，土壤流失控制比为 1.33。

6.3 渣土防护率

根据实地监测和调查，工程施工中的临时堆土主要为基础回填土方，约 1.44 万 m³，工程在建设过程中实施了完善的挡护措施，渣土防护率可达到 98.63%。

6.4 表土保护率

表土保护率为项目防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，根据实地监测和调查。工程施工期剥离表土总量为 0.45 万 m³，工程在建设过程中实施了完善的挡护措施，表土保护率为 98.52%。

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

林草植被恢复率为项目区内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比；至目前，本工程实施植物措施面积 1.99hm²，可恢复林草植被面积 2.03hm²，林草植被恢复率 98.04%，达到了方案批复的防治目标值。

林草覆盖率为林草类植被面积占项目区面积的百分比。项目区新增实施植物措施面积 1.99hm²，其余为未扰动的茶园、猕猴桃园地面积，由于本工程为农光互补项目，光伏板下部继续进行农业生产，使得本区域可复耕面积为 26.50hm²，林草覆盖率为 40.84%。

各工程分区林草植被恢复率和林草覆盖率计算结果见表 6.2。

表 6.2 本项目林草植被恢复率及林草覆盖率计算表 单位：hm²

防治分区	项目区面积	造成水土流失面积	水土流失治理面积			水域、建筑物及道路硬化	可绿化面积	林草措施面积
			工程措施	植物措施	小计			
光伏阵列及箱变区	29.49	1.61	1.45	1.60	1.60	27.88	1.63	1.60
升压站区	0.16	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.09	0.09
集电线路区	0.40	0.12	0.12	0.12	0.12	0.28	0.12	0.12
合计	31.37	2.01	1.84	1.99	1.99	29.36	2.03	1.99

6.6 水土流失防治六项指标监测结果

根据监测资料统计计算，中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目六项指标值为：水土流失治理度 93.2%，土壤流失控制比 1.1，渣土防护率 95.3%，表土保护率 95.0%，林草植被恢复率 91.4%，林草覆盖率 23.2%，均达到方案批复的防治目标，六项指标监测结果见表 6.3。

表 6.3 本项目水土流失防治六项指标监测成果表

序号	项目	目标值	监测值	评价
1	水土流失治理度 (%)	95	98.92	达标
2	土壤流失控制比	1.2	1.33	达标
3	渣土防护率 (%)	95	98.63	达标
4	表土保护率 (%)	87	98.52	达标
5	林草植被恢复率 (%)	95	98.04	达标
6	林草覆盖率 (%)	15	40.84	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程水土保持监测数据通过遥感解译、现场调查、查阅资料获得，在监测过程中，截排水工程、土地整治和植被建设相结合，使扰动土地得到整治，水土流失得到控制，各扰动单元土壤侵蚀强度都呈现下降趋势。截止监测结束时，六项指标均达到方案批复的要求，水土保持措施的防治效果明显。

根据监测，建设期防治责任范围为 80.98hm^2 ，各水土流失影响因子中，降雨因子波动性及产生的影响较大，建设期侵蚀性降雨达到 19 次，加剧了水土流失。

7.2 水土保持措施评价

中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目建设过程中维持了批复水土保持方案确定的水土保持措施总体布局，工程水土保持措施总体布局基本符合实际，与周边景观基本协调，防治措施基本能够满足水土保持的要求，水土保持措施总体布局基本合理。

建设单位根据主体工程优化、结合项目实际对水土保持工程总体布局及措施进行的优化基本合理、适宜，各项防治措施维持了方案设计各的水土保持功能，建设过程中造成的水土流失基本得到控制，基本符合本工程水土流失防治的工作实际，水土保持整体效果基本满足方案批复的要求。

建设单位按照水土保持要求，防治分区内布设了临时排水沟、沉沙池，并对部分区域进行硬化和土地整治，植被恢复采用灌草相结合的方式，做好了排水出口与周边水系衔接。各个防治分区设置了较为完善的措施体系，合理控制水土流失危害，对自身施工减轻了水土流失的危害，确保了主体正常运行。

本项目水土保持措施布设采取工程措施与植物措施、临时措施相结合，有效的防止了水土流失。土壤侵蚀模数由施工期最大的 $2850\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 降到试运行期平均 $150\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，各项措施控制发挥了很好的防治水土流失的作用，截止目前，各项防护措施效果明显，运行良好。

7.3 存在问题及建议

建设单位应加强水土保持设施的后续管理，确保水土保持设施持久发挥作用。

7.4 综合结论


根据《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）文和方案批复的相关要求，结合本工程水土流失防治工作的实际情况，经综合评定，中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目水土流失防治工作“绿黄红”三色评价为“绿”色，基本满足水土保持相关法律法规和方案批复的水土流失防治要求。

综上，建设单位开展了中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目工程的水土保持工作，通过水土保持工程、植物和临时防护措施的实施，水土流失防治的六项指标全部达到了水土保持方案批复的防治目标值，水土保持监测“绿黄红”三色评价为“绿”色，基本达到了防治新增水土流失的目的，同时改善了项目建设区域的生产、生活和生态环境，总体上发挥了保持水土、改善生态环境的作用。监测期未发现水土流失灾害事件。

经综合评定，中广核霍邱县高塘镇49兆瓦农光互补光伏发电项目工程水土流失防治达到了工程水土保持方案批复的要求。

附件 5 项目备案表

六安市发展改革委项目备案表

项目名称	中广核霍邱县高塘镇120兆瓦农光互补光伏发电项目		项目编码	2020-341522-44-03-001819	
项目法人	中广核新能源投资(深圳)有限公司安徽分公司		经济类型	国有控股企业	
法人证照号码	91340100MA2N0U3C06				
建设地址	安徽省:六安市_霍邱县		建设性质	新建	
所属行业	电力		国标行业	太阳能发电	
项目详细地址	霍邱县高塘镇八里店村。				
建设规模及内容	建设120兆瓦农光互补光伏发电项目,包括安装330Wp多晶硅光伏组件,总装机容量120MW,升压站、管理中心及其他配套附属设施,采用全额上网模式。				
年新增生产能力	年发电量约13200万千瓦时。				
项目总投资(万元)	54000	含外汇(万美元)	0	固定资产投资(万元)	54000
资金来源	1、企业自筹(万元)			0	
	2、银行贷款(万元)			0	
	3、股票债券(万元)			0	
	4、其他(万元)			0	
计划开工时间	2020年		计划竣工时间	2020年	
备案部门					2020年03月31日
备注	六发改审批复〔2020〕44号。该项目需落实电网接入、环评、水保、国家规模指标后方能开工建设。该项目不包括供电线路工程。根据相关文件要求,采取农光互补模式建设,光伏组件最低沿离地面高度应不低于2.5米,光伏阵列行间距应不少于6米。原六发改审批复〔2020〕7号文件作废。				

注:项目开工后,请及时登录安徽省投资项目在线审批监管平台,如实报送项目开工建设、建设进度和竣工等信息。

附件 6 水土保持方案批复

六安市水利局文件

六水审〔2020〕72号

六安市水利局关于中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书的批复

中广核新能源投资（深圳）有限公司安徽分公司：

你单位“关于上报《中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》的请示”悉。经审查，现批复如下：

一、中广核霍邱县高塘镇 49 兆瓦农光互补光伏发电项目位于六安市霍邱县高塘镇境内，属新建项目，总装机容量 49 兆瓦。工程总占地面积 80.98hm²，其中永久占地 80.64hm²，临时占地

0.34hm²；项目总挖方 1.67 万 m³，总填方 1.67 万 m³；项目总投资 2.06 亿元，其中土建工程投资 0.54 亿元；工程计划于 2020 年 9 月开工，2020 年 11 月完工，总工期 3 个月。

二、同意报告书确定的水土流失防治责任范围为 80.98 公顷。基本同意水土流失预测方法和内容，工程建设新增水土流失量为 293.9 吨。

三、同意本工程水土流失防治标准执行南方红壤区二级标准，设计水平年防治目标：水土流失总治理度 95%，土壤流失控制比 1.2，渣土防护率 95%，表土保护率 87%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 15%。

四、基本同意水土流失防治分区及分区防治措施。

（一）光伏阵列区：做好场地内排水沉沙措施，施工结束后及时进行土地整治。

（二）集电线路区：临时堆土应及时苫盖，施工结束后及时进行土地整治。

（三）升压站区：做好场地内排水沉沙、临时拦挡、苫盖等措施，施工结束后及时进行土地整治，恢复绿化。

五、基本同意水土保持监测时段、内容和方法。

六、基本同意水土保持投资估算编制的原则、依据和方法。本工程水土保持总投资 278.96 万元，其中工程措施 148.73 万元，植物措施 0.37 万元，临时措施 8.68 万元，水土保持补偿费 80.98 万元。

七、建设单位要切实做好以下有关工作：

（一）按照批复的水土保持方案，加强施工组织和管理工
作，切实落实水土保持“三同时”制度。

（二）按照《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加
强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）文件要求，切
实做好水土保持监测、监理等工作，及时向我局报送水土保持监
测季报。

（三）依法缴纳水土保持补偿费 80.98 万元。

八、本项目在投产使用前，建设单位应按照《水利部关于加
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（水保〔2017〕365号）》和《关于贯彻水利部加强事中事后
监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的实施的实施意
见（皖水保函〔2018〕569号）》规定，自主开展水土保持设施
竣工验收，并向我局报备。水土保持设施未验收或者验收不合格
不得投产使用。

此复。



附图 1 本项目地理位置图



附图 2 项目总平面布置图



附图 3 措施布置及监测单位图

