

北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目 水土保持监测总结报告



建设单位：淮南北鑫能源科技有限公司

监测单位：安徽鑫成水利规划设计有限公司

2021年6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
1.2 水土保持工作概况	10
1.3 监测工作实施情况	11
2 监测内容和方法	13
2.1 监测内容	13
2.2 监测方法	15
3 重点对象水土流失动态监测.....	17
3.1 防治责任范围监测	17
3.2 取料、弃渣量监测结果	19
3.3 表土监测结果	19
3.4 土石方流向情况监测结果	20
3.5 其他重点部位监测结果	21
4 水土流失防治措施监测结果.....	22
4.1 工程措施监测结果	22
4.2 植物措施监测结果	24
4.3 临时防护措施监测结果	26
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、弃渣潜在土壤流失量	33
5.4 水土流失危害	33
6 水土流失防治效果监测结果.....	34
6.1 扰动土地整治率	34
6.2 水土流失总治理度	34



6.3 拦渣率	35
6.4 土壤流失控制比	35
6.5 林草植被恢复率	35
6.6 林草覆盖率	35
6.7 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 水土保持监测三色评价	38
7.4 存在问题及建议	38
7.5 综合结论	38

附件:

- 1、北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目备案文件;
- 2、北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目水土保持方案批复;
- 3、整改通知及回函;
- 4、监测照片、监测季度报表。

附图:

- 附图 1 地理位置图;
- 附图 2 北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目监测分区及监测点布设图;
- 附图 3 北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目防治责任范围图。

前言

北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目位于淮南市谢家集区孤堆回族乡境内。项目地处江淮丘陵区，属暖温带半湿润季风气候，水土保持区划中属北方土石山区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目以微度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $200t/(km^2 \cdot a)$ ，项目区不属于国家、省、市级水土流失重点防治区。

根据本项目防洪影响评价报告，许桥水库并未列入安徽省、淮南市水利风景区，也并非饮用水源，目前无新的水利规划，工程建设不会对水利规划的实施产生较大影响。

本项目建设规模为：20MW 光伏发电项目。

本项目建设性质为新建，由光伏阵列区、开关站区、道路及集电线路区、施工场地 4 个部分组成，工程总占地 $42.57hm^2$ ，其中永久占地 $42.54hm^2$ ，临时占地 $0.03hm^2$ 。工程挖方 0.61 万 m^3 (含表土 0.09 万 m^3)，填方 0.61 万 m^3 (含表土 0.09 万 m^3)，无借方，无余方。

本项目不涉及拆迁安置及专项设施迁建。

本工程于 2016 年 12 月开工，2019 年 12 月完工，总工期 37 个月（2017 年 1 月至 2019 年 7 月因前期工作不完善停工），项目总投资为 2.0 亿元，其中土建投资 0.7 亿元，建设单位为淮南北鑫能源科技有限公司。

2015 年 12 月 22 日，淮南市发展和改革委员会以《淮南市发展改革委关于北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目备案的通知》(淮发改审批〔2015〕432 号)同意该项目立项。

2016 年 5 月，淮南北鑫能源科技有限公司与淮南市孤堆回族乡人民政府签订水库租赁合同。

2016 年 6 月，淮南北鑫能源科技有限公司委托安徽鑫成水利规划设计有限公司编制该项目水土保持方案报告书，2016 年 11 月 29 日，淮南市水利局以“淮水农〔2016〕365 号”文对水土保持方案进行了批复。

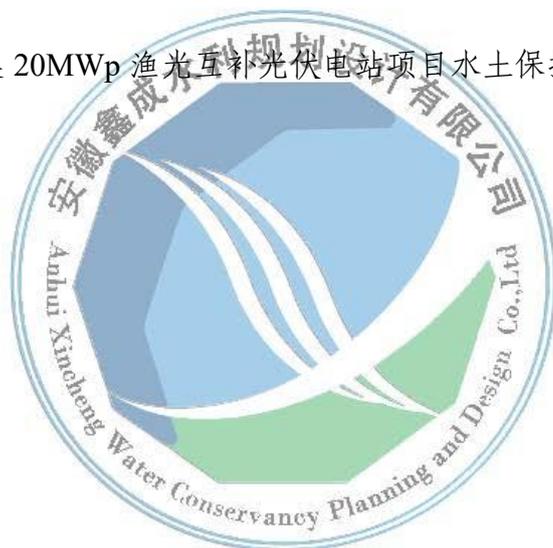
2016 年 11 月，淮南市谢家集区农林水利局以“谢农水〔2016〕104 号”文对本项目防洪影响评价报告进行了批复，方案符合防洪标准。

2021 年 4 月，淮南北鑫能源科技有限公司委托安徽鑫成水利规划设计有限公司



承担本项目的水土保持监测工作，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）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）、《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）和《生产建设项目水土保持监测规程》（DB34/T 3455-2019）的规定进行，监测进场时，项目已完工，对监测入场前主要采取资料分析、类比推算方法进行补充监测，监测进场后主要采取调查、实地量测、资料分析、类比推算等监测方法，对北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目建设中水土流失现状、造成的危害以及各项水土保持措施的防治效果进行了监测，于 2021 年 6 月编制完成了《北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目水土保持监测总结报告》。

附：北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目水土保持监测特性表



北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站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	北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目										
建设规模	20MW	建设单位、联系人		淮南北鑫能源科技有限公司 孙泽							
		建设地点		淮南市孤堆回族乡							
		所属流域		淮河流域							
		工程总投资		2.0 亿元							
		工程总工期		总工期 37 个月 (2016.12~2019.12)							
水土保持监测指标											
监测单位		安徽鑫成水利规划设计有限公司			联系人及电话		胡瑾 13655510541				
自然地理类型		江淮丘陵区 暖温带半湿润季风气候区			防治标准		三级标准				
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		资料分析法、调查法			2、防治责任范围监测		实地量测法、遥感影像			
	3、水土保持措施情况监测		实地量测法、资料分析法			4、防治措施效果监测		实地量测法			
	5、水土流失危害监测		调查法			水土流失背景值		195t/(km ² ·a)			
	方案设计防治责任范围		43.34hm ²			容许土壤流失量		200t/(km ² ·a)			
水土保持投资		85.52 万元			水土流失目标值		180t/(km ² ·a)				
防治措施	分区		工程措施			植物措施		临时措施			
	光伏阵列区		表土剥离 0.07 万 m ³					彩条布苫盖 160m ²			
	开关站区		表土剥离 0.01 万 m ³ , 表土回覆 0.01 万 m ³ , 土地整治 0.02hm ² , 雨水管道 130m			铺植马尼拉草坪 0.02hm ²		彩条布苫盖 160m ²			
	道路及集电线路区		表土剥离 0.01 万 m ³ , 表土回覆 0.07 万 m ³ , 土地整治 0.25hm ² , 土质排水沟 100m, φ800C25 钢筋混凝土圆涵 (m)			撒播狗牙根草籽 0.25hm ²		\			
	施工场地地区		表土回覆 0.01 万 m ³ , 土地整治 0.04hm ²			撒播狗牙根草籽 0.04hm 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					
		扰动土地整治率		90	99.91	防治措施面积	0.32hm ²	硬化+水面面积	42.21hm ²	扰动土地面积	42.57hm ²
		土壤流失控制比		1.0	1.1	防治责任范围面积	42.57hm ²	水土流失总面积	42.57hm ²		
		拦渣率		90	97.78	工程措施面积	0.01hm ²	容许土壤流失量	200t/(km ² ·a)		
		水土流失总治理度		82	88.89	植物措施面积	0.31hm ²	监测土壤流失情况	180t/(km ² ·a)		
		林草植被恢复率		92	99.99	可恢复林草植被面积	0.31hm ²	林草类植被面积	0.31hm ²		
		林草覆盖率 (预测达到值)		0.8	0.82	实际拦挡弃渣量	0.44 万 m ³	总弃渣量	0.45 万 m ³		
	水土保持治理达标评价		六项指标达到或超过方案批复的防治要求, 水土保持措施的防治效果较好								
	总体结论		本工程水土保持措施的实施, 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, 监测期未发现严重的水土流失危害事件。								
	主要建议		建设单位加强对项目水土保持措施的后期管理及维护								



1.1.2 项目组成

本项目由光伏阵列区、开关站区、道路及集电线路区、施工场地区 4 个部分组成。

1) 光伏阵列区

光伏阵列布设在许桥水库水面上，水库集水面积 11km^2 ，光伏阵列区面积 41.65hm^2 （占用水面面积 39.96hm^2 ，滩涂地面积 1.69hm^2 ）；光伏组件支架为固定式， 2×20 竖向布置，采用 24 度最佳倾角，设计间距南北为 8m、东西 0.5m。支架基础采用预制管桩基础。每个组件单阵列由固定支架支撑，每组支架下设预制管桩。

光伏阵列区现状见图 1.2。



图 1.2 光伏阵列区现状

2) 开关站区

开关站位置选在库区正北方向，占地面积 0.15hm^2 （含进站道路占地面积 30m^2 ），进站道路长 5m，路面宽 6.0m，混凝土路面，与乡村道路顺接。开关站区内建筑物主要为控制室以及相应的无功补偿装置等设施，占地类型主要为住宅用地，地势平坦。开关站区内构建筑占地面积 0.04hm^2 ，区内硬化及道路占地面积 0.09hm^2 ，绿化面积 0.02hm^2 。

开关站区现状见图 1.3。



图 1.3 开关站区现状

3) 道路及集电线路区

①道路布设根据方便检修的原则，新建道路 1145m，路面宽 4.0m，转弯半径不小于 8m，占地类型为水域及水利设施用地，占地面积 0.70hm²（含 2 个回车平台），一条位于光伏阵列区东侧，向北与光伏阵列区内检修道路连接，向南与水库大坝道路顺接。另一条位于光伏阵列区北侧，为水库的滩涂地区域，向北与乡村道路相连接。

②集电线路

本工程集电线路采用桥架和直埋的方式。

桥架：水库水面上采用电缆桥架，桥架支墩间距不大于 2m，做直径为 300mm 管桩敷设，总长约 5000m。

直埋：直埋段为箱变至开关站区的连接电缆，直埋沿着现有乡村道路，电缆经过道路处用镀锌钢管保护，管沟临时堆土沿管沟堆放，平均占地宽 0.6m，机械及材料堆场利用现有乡村道路，直埋段临时占地 0.03hm²。



图 1.4 道路及集电线路区现状

4) 施工场地区

根据现场勘查及结合建设单位提供的相关资料，水保方案布设的施工场地 0.11hm^2 位于项目红线外西南角，距离项目区中心较远（约 1km ），不便于施工，因此施工过程中在红线内光伏阵列区布设 1 处施工场地，主要作材料设备堆场使用，材料设备即运即装，占地面积 0.04hm^2 ，减少了施工场地占地，现状已恢复植被。

施工场地区现状见图 1.5。



图 1.5 施工场地区现状

1.1.4 施工工艺

1) 光伏支架施工

本项目组件方阵采用型钢支架架设于水库水面上，支架基础为预制管桩，用高频振动打桩机压入地下。该工程在施工时正逢许桥水库内水位较低，仅深水区域有积水，项目在无积水处进行打桩作业、支架组件安装、箱式逆变器房及箱变承台建设、箱式逆变器房及箱变吊装安装、线路接线布设等电站施工。

2) 开关站区施工

开关站区施工前需进行场地平整，建构物基础开挖前，按照图纸设计要求进行测量、放线、准确定位后进行土石方开挖，基础开挖选用反铲挖掘机，辅以人工修整基坑。当挖至距设计底标高以上 0.3m 处，用人工清槽，避免扰动原状土，人工及机械出渣。回填土堆放至基坑外围，后期用于基坑回填。

3) 集电线路施工

本工程线路设计以桥架和直埋方式，箱变、逆变器采用打桩安装形式，其中电缆桥架 5000m ，为光伏组件至各箱变、逆变，桥架基础与组件基础共用，直埋为各箱变、

逆变至开关站区，线路施工采用机械和人工相结合的方式。

4) 场内道路

场内道路修建主要采用机械和人工相结合，路基修筑主要以压路机、推土机为主，主体设计场内检修道路总长 1145m，路面宽 4.0m，碎石路面，分层填筑至设计标高，并碾压夯实，所需土方来自周边滩涂地。

1.1.5 项目区概况

项目区属江淮丘陵区，原地貌主要为水域及水利设施用地、住宅用地、耕地、其他土地（裸地），场地地形起伏变化较小。

项目区属于暖温带半湿润季风气候区，四季分明，雨量集中。年平均气温 16.6℃，全年无霜期 238 天。全年日照时数为 1922.2 小时。多年平均降雨量 950mm，多年平均蒸发量 1615.8mm，降雨量年内分配不均匀，年降雨主要集中在 6~9 月，占总量的 70% 以上；最大年降雨量 1534.1mm，最小年降雨量 474.1mm。年平均风速 2.3m/s，历年最大风速 21.6m/s，主导风向 E，最大冻土深度 17cm。

表 1.1 项目区主要气象特征值一览表

项目	内容	单位	数值
气候分区	暖温带半湿润季风气候区		
气温	多年平均	℃	16.6
	≥10℃积温	℃	5012
降雨	多年平均	mm	950
	10 年一遇 24h	mm	172
蒸发量	多年平均	mm	1615.8
无霜期	全年	d	238
冻土深度	最大	cm	17
风速	多年平均	m/s	2.3
	历年最大风速	m/s	21.6
	主导风向	E	

项目区主要土壤类型为棕壤、黄棕壤土，主要植被类型为常绿阔叶与落叶阔叶混交林。自然植被中草本植物主要有白茅、荻草和野古草等，灌木主要有酸枣、胡枝子、枸杞和柘树等。现有的大多是人工植被（如树木、庄稼等），一部分是自然草丛植被，林草覆盖率为 12%。

项目区水系属淮河流域，距淮河约 9.6km，光伏阵列区位于许桥水库水面上。

许桥水库集水面积 11km²，设计正常蓄水位 32.80m，兴利库容 71.9 万 m³；死水位 31.00m，死库容 21.7 万 m³；设计洪水标准为 50 年一遇，设计洪峰流量 135m³/s，设计最大下泄流量 44.47m³/s，设计洪水位 34.19m；校核洪水标准 1000 年一遇，校核洪峰流量 273m³/s，最大下泄流量 119.85m³/s，校核洪水位 34.87m，总库容 279.44 万 m³，滞洪库容 185.84 万 m³。

项目区与河流水系位置关系见图 1.5。



图 1.5 项目区与河流水系位置关系图

根据国务院批复的《全国水土保持规划（2015~2030 年）》（国函〔2015〕160 号）、《安徽省人民政府关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（皖政秘〔2017〕94 号）以及《蚌埠市水土保持规划（2018-2030 年）》，项目不在水土流失重点防治区内。根据《安徽省水土保持规划》，本项目属江淮丘陵岗地农田防护保土区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50433-2018）规定，本项目水土流失防治标准等级执行三级标准。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 200t/km²·a。

设计水平年防治目标值：扰动土地整治率 90%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率

90%，水土流失总治理度 82%，林草植被恢复率 92%，林草覆盖率 17%。

1.2 水土保持工作概况

2016 年 6 月，淮南北鑫能源科技有限公司委托安徽鑫成水利规划设计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 2016 年 11 月编制完成了《北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目水土保持方案报告书》（送审稿）。

2016 年 11 月 29 日，淮南市水利局以“淮水农〔2016〕365 号”文对水土保持方案进行了批复。

2021 年 3 月 3 日，淮南市谢家集区农业农村水利局对本项目开展了水土保持监督检查，下达了《关于做好水土保持整改工作的通知》（谢农水〔2021〕19 号）。

2021 年 4 月，淮南北鑫能源科技有限公司委托安徽鑫成水利规划设计有限公司承担本项目的水土保持监测工作。

本项目主体工程于 2016 年 12 月开工，2019 年 12 月完工，水土保持措施基本与主体工程同步进行。

淮南北鑫能源科技有限公司在本工程建设过程中将水土保持管理工作纳入主体工程的管理范畴，建设单位水土保持管理工作实行分管领导负责制，工程部负责督促落实各项水土流失防治措施，施工单位实施，监理单位把控质量，结合项目实际，进行了合理优化布置，具体落实了施工期间的水土流失防治任务。项目在建设过程中未产生水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测工作的组织

受委托，我单位于 2021 年 4 月开始对北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目进行水土保持现场监测，成立了监测项目组，对工程现场进行了调查、踏勘，收集分析相关资料，对现场施工扰动地貌情况及施工中产生的水土流失情况进行详细调查研究，根据工程实际进展情况，确定项目区监测内容、监测点布设，对各区域水土流失状况、水土保持措施及防治效益进行全面监测和调查。

结合本工程特点，实行实地调查和定点监测，监测实施设备主要包括无人机、GPS、皮尺、卷尺、数码相机、计算机及易耗品等。

监测期间按要求提交了阶段性监测成果，于 2021 年 6 月完成监测总结报告。

1.3.2 监测工作的组织

我公司监测项目小组进场后即与建设单位、施工单位、监理单位进行一次交流会议。全面了解收集施工过程中资料，尽可能客观反映水土流失防治情况。

本工程水土保持监测工作共有专业技术人员 5 人，日常工作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。

本项目监测人员情况见表 1.2。

表 1.2 监测人员情况表

姓名	职称	专业/职务	分工
胡瑾	高工	水利水电工程	批准
张雪峰	工程师	水土保持与荒漠化防治	项目负责人
梁董冬	工程师	水利水电工程	现场负责、编写
赖利	工程师	水土保持与荒漠化防治	日常监测
宋宇驰	工程师	农业水利工程	日常监测

1.3.3 监测点位布设

根据水土保持方案报告书监测点布设要求，结合工程实际建设情况，通过卫星影像比对和查询施工、监理资料，共布置了4处调查点，其中光伏阵列区1处，道路及集电线路区1处、开关站区1处、施工场地区1处。监测点位布设见表1.3，监测点位置示意图见图1.6。

表 1.3 监测点位布设表

序号	区域	位置	坐标 (EAS)		方法	内容
1	光伏阵列区	扰动区域	116°55'48.68"	32°32'58.21"	调查与定位监测	场地扰动形式与面积，水土流失量，植被生长情况，水土保持工程措施、植物措施实施效果
2	道路及集电线路区	绿化区域	116°55'46.99"	32°33'4.76"	调查与定位监测	
3	开关站区	雨水排放口	116°55'48.43"	32°33'9.14"	调查与定位监测	
4	施工场地区	植被恢复区域	116°55'46.46"	32°32'59.99"	调查与定位监测	



图 1.6 监测点位布设图

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

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)》的通知(办水保〔2015〕139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)、《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)和《生产建设项目水土保持监测规程》(DB34/T 3455-2019)的相关规定,并结合工程实际,对光伏阵列区、开关站区、道路及集电线路区、施工场地区进行监测,主要监测内容如下:

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。

1、工程措施监测

排水工程:主要为开关站周边排水设施。主要监测排水设施的布局、类型、规格、实施完成进度、数量、质量及其畅通性等。

土地整治:包括开关站区绿化区域及施工场地区恢复区域开展的土地整治,监测指标包括土地整治的分布、实施完成进度、整治面积及整治效果等;

2、植物措施监测

绿化工程主要为铺设草皮和撒播草籽,主要监测植物措施的面积。

3、临时防护措施监测

对施工过程中实施各类苫盖和排水等临时防护措施进行动态监测。主要监测指标包括各项临时防护措施的分布、规格、实施完成进度、数量、完好程度、运行状况及其稳定性等。

4、水土流失防治措施实施效果监测

防护效果：主要监测排水工程、土地整治、临时防护等在阻滞泥沙、减少水土流失量、绿化地表改善生态环境为主体工程运行安全的保证作用。

排水工程的完好程度和运行情况：主要监测雨水管道排水是否通畅。

各项临时防护措施的拦渣保土效果：主要监测工程建设过程中实施的各项防护措施，苫盖临时堆土、拦截水流、阻滞泥沙、减少水土流失的效果。

5) 防治责任范围监测

根据批复的水土保持方案，本工程的防治责任范围为 43.34hm^2 ，其中永久占地 42.53hm^2 ，临时占地 0.21hm^2 ，直接影响区 0.60hm^2 。临时占地则随着工程进展情况和工程变更情况不断变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测永久占地、临时占地的面积，确定施工期防治责任范围面积。

1、永久性占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况及各阶段永久性占地变化情况。

2、临时性占地土地管辖权不变，但要求在主体工程竣工验收前必须恢复原地貌。水土保持监测主要是监测有无超范围使用临时性占地情况、各种临时性水土保持措施数量和质量、施工结束后原地貌恢复情况。

6) 利用相关机构监测成果

充分利用互联网+、大数据等信息技术，对自然条件如降水强度、降水量的监测，以收集资料为主，为水土流失分析提供基础数据。原地貌对照观测区在项目建设区相应监测点附近选取。

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、水土流失防治责任范围、挖填土石方量、水土保持措施和水土流失量等情况。

2.2 监测方法

根据水利部行业标准《水土保持监测技术规程》，结合本工程的实际情况确定监测方法。本工程已完工，利用历史遥感影像补充监测，主要监测地表扰动变化；采用调查法、实地量测法，主要监测水土保持措施实施效果。

通过查阅项目前期施工过程中的影像资料、施工、监理资料，补充原地貌的植被情况和扰动地表情况，对工程的挖填土石方量、水土保持现状等进行了全面的调查和监测。采取实地量测法和调查法对工程建设引起的水土流失现状、造成的危害以及各项水土保持措施的防治效果进行了实地监测及调查监测，对区域内挖填土石方量、水土保持现状、水土保持措施、水土流失危害、水土流失危害及水土流失量进行监测计算。

(1) 实地量测法

施工过程中对扰动土地情况、水土保持措施数量进行实地量测，利用 GPS、皮尺、钢尺等测量工具量测水土保持工程量。本工程利用钢尺量测排水沟；利用皮尺量测各区域扰动面积；利用样方法结合实地调查量测植物措施面积、植物措施苗木种类、规格等。

(2) 调查法

查阅工程施工资料、监理日记、施工过程中的影像资料，了解并分析水土保持工程的工程量及投资等。对影响水土流失的主要因子如地形、地貌、土壤、植被、水系的变化、水土流失的危害、生态环境的变化及水土保持方案实施等情况进行调查监测。

(3) 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。

(4) 遥感监测

鉴于本工程水土保持监测工作滞后，监测项目组采取历史遥感影像，对 2016 年 12 月~2020 年 1 月施工阶段进行解译分析、补充监测。

利用遥感影像为主要数据源，结合相关资料和地面调查，通过解译获得监测区域在施工前的土地类型、植被分布、地面坡度、地质土壤、地形地貌及土壤侵蚀的分布、面积和空间特性数据，利用遥感监测获得施工期重点监测地块（开挖面、地表扰动、

水土保持工程地段、植被破坏及恢复地块)在不同时段的水土流失数据和防护措施实施情况,将不同时期遥感监测成果进行数据对比、空间分析等,实现对项目区的水土流失动态监测。

(5) 资料分析

对自然条件如降雨强度、降雨量的监测,以收集资料为主,为水土流失分析提供基础数据。定时的阅工程施工资料、监理日记、施工过程中的影像资料,了解工程的施工动态,掌握工程建设过程产生的水土流失危害,资料分析属于水土保持监测工作的内业。通过查阅主体工程施工资料、监理资料查阅工程涉及水土保持工程的工程量及投资等。



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 防治责任范围监测

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。

1) 水土保持方案确定的防治责任范围

根据淮南市水利局“淮水农〔2016〕365号”对《北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目水土保持方案报告书》的批复，本项目水土流失防治责任范围为 43.34hm²，其中项目建设区 42.74hm²，直接影响区 0.60hm²。

方案批复的水土流失防治责任范围表见表 3.1。

表 3.1 方案批复的水土流失防治责任范围表 单位：hm²

项目组成	项目建设区			直接影响区	防治责任范围
	永久占地	临时占地	小计		
光伏阵列区	41.71		41.71	0.57	42.28
开关站区	0.15		0.15		0.15
道路及集电线路区	0.67	0.10	0.77		0.77
施工场地区		0.11	0.11	0.03	0.14
合计	42.53	0.21	42.74	0.60	43.34

2) 建设期防治责任范围

根据征地红线和结合实地调查，工程实际占地面积为 42.57hm²，其中永久占地 42.54hm²，临时占地 0.03hm²。

建设期实际发生的防治责任范围表详见 3.2，对比表详见 3.3。

表 3.2 建设期实际发生的水土流失防治责任范围表 单位: hm^2

项目组成	项目建设区			直接影响区	防治责任范围
	永久占地	临时占地	小计		
光伏阵列区	41.65		41.65		41.65
开关站区	0.15		0.15		0.15
道路及集电线路区	0.70	0.03	0.73		0.73
施工场地	0.04		0.04		0.04
合计	42.54	0.03	42.57		42.57

表 3.3 建设期水土流失防治责任范围与方案对比

类型	名称	面积 (hm^2)		较方案增加或减少 (m^2)
		方案设计	实际	
项目建设区	光伏阵列区	41.71	41.65	-0.06
	开关站区	0.15	0.15	0
	道路及集电线路区	0.77	0.73	-0.04
	施工场地	0.11	0.04	-0.07
	小计	42.74	42.57	-0.17
直接影响区	光伏阵列区	0.57	0	-0.57
	开关站区	0	0	0
	道路及集电线路区	0	0	0
	施工场地	0.03	0	-0.03
	小计	0.60	0	-0.60
合计		43.34	42.57	-0.77

通过查阅相关资料和设计图纸, 监测数据和方案设计变化的主要原因如下:

1) 光伏阵列区: 根据项目施工图, 光伏阵列区内检修道路占地面积增加 0.02hm^2 , 施工场地 0.04hm^2 移至光伏阵列区内北侧布设, 光伏阵列区面积减少 0.06hm^2 。

2) 道路及集电线路区: 结合项目施工资料, 红线外集电线路实际占地面积减少 0.05hm^2 ; 又因方案红线外布设的施工场地移至红线内布设, 临时施工道路面积减少 0.01hm^2 ; 根据项目施工图, 红线内检修道路占地面积增加 0.02hm^2 。道路及集电线路区面积共减少 0.04hm^2 。

3) 施工场地: 方案拟布设的施工场地位于项目红线外西南角, 因距离项目区中心较远, 不便于作业, 原施工场地 0.11hm^2 未使用, 移至红线内光伏阵列区布设, 新布设的施工场地占地 0.04hm^2 , 施工场地面积减少 0.07hm^2 。

4) 工程建设未对项目建设区占地范围以外区域产生影响, 直接影响区未发生,

防治责任范围减少 0.60hm²。

3.1.2 扰动土地面积

通过查阅技术资料和设计图纸,结合遥感影像及实地监测,分别对各区域的项目建设区扰动地表、占压土地和损坏林草植被的面积进行测算。本工程造成扰动和损坏的面积总计为 42.57hm²。详见表 3.4。

表 3.4 扰动土地情况表 单位: hm²

项目区	项目建设区		
	永久占地	临时占地	小计
光伏阵列区	41.65		41.65
开关站区	0.15		0.15
道路及集电线路区	0.70	0.03	0.73
施工场地区	0.04		0.04
合计	42.54	0.03	42.57

3.2 取料、弃渣量监测结果

通过调查监测和实地监测,本项目实际建设过程中挖方 0.53 万 m³,填方 0.53 万 m³,土方内部平衡,无借方,无弃方。

3.3 表土监测结果

通过查阅工程计量、施工监理资料并结合实地调查,施工前期对工程区占地为耕地的区域进行了清基清表,共剥离表土面积 0.45hm²,剥离深度 20cm,表土剥离量 0.09 万 m³,各区剥离的表土临时就近堆放并采取防护措施,后期调运至本项目的绿化区域进行绿化覆土。施工结束后,不存在剩余表土(光伏阵列区面积 41.65hm²中含滩涂地面积 1.69hm²,其中可剥离表土面积 0.35hm²)。

表 3.5 表土平衡表 单位: 万 m³

项目组成	挖方	填方	调入		调出		借方		弃方	
			数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
①光伏阵列区	0.07				0.07	③、④				
②开关站区	0.01	0.01								
③道路及集电线路区	0.01	0.07	0.06	①						
④施工场地区		0.01	0.01	①						
合计	0.09	0.09	0.07		0.07					

监测数据和批复的水土保持方案比较,红线外集电线路实际占地面积较方案减少 0.05hm²,并结合项目实际情况,表土剥离量减少 0.01 万 m³。

3.4 土石方流向情况监测结果

通过查阅工程计量、施工监理资料并结合实地调查,本项目挖方 0.52 万 m³,填方 0.52 万 m³,工程土石方平衡如下:

光伏阵列区挖方 0.36 万 m³,利用周边滩涂地,对库容进行补偿,调入道路及集电线路区作为新建检修道路的填筑方使用以及开关站区的水塘填方。

开关站区挖方为 0.13 万 m³,其中场地平整挖方 0.03 万 m³,构建筑物基础开挖土方 0.08 万 m³,构建筑物拆迁垃圾 0.02 万 m³;回填土石方 0.17 万 m³,其中小水塘填筑土方 0.06 万 m³(构建筑物拆迁垃圾 0.02 万 m³,从光伏阵列区调入 0.04 万 m³),站区回填 0.11 万 m³。

道路及集电线路区共挖方 0.03 万 m³,回填 0.35 万 m³。其中新建检修道路填方 0.32 万 m³,土方来源于光伏阵列区新建检修道路周边的滩涂地。集电线路区直埋电缆挖方 0.03 万 m³,回填 0.03 万 m³。

施工场地区主要为材料设备堆场,铺设彩条布后进行堆放,无挖方,无填方。

表 3.6 监测土石方平衡及流向表 单位: 万 m³

序号	项目分区	挖方	填方	调入		调出		借方		余方	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
①	光伏阵列区	0.36				0.36	②、③				
②	开关站区	0.13	0.17	0.04	①						
③	道路及集电线路区	0.03	0.35	0.32	①						
④	施工场地区										
	合计	0.52	0.52	0.36	①	0.36	②、③				

表 3.7 方案设计土石方量与实际发生土石方量对比表

分区	光伏阵列区		开关站区		道路及集电线路区		施工场地区	
	开挖	回填	开挖	回填	开挖	回填	开挖	回填
方案设计	0.36	0	0.13	0.17	0.06	0.38	0	0
监测结果	0.36	0	0.13	0.17	0.03	0.35	0	0
较方案减少增加量	0	0	0	0	-0.03	-0.03	0	0

监测数据和批复的水土保持方案比较，项目建设区优化了集电线路的布设，弃弯取直，且施工场地移至红线内布设，减少了临时施工道路的布设，开挖土石方量减少0.03万m³。

3.5 其他重点部位监测结果

3.5.1 水土流失影响监测

通过查阅工程施工资料，结合现场调查，项目建设期整体地势较平坦，且不在水土流失敏感区域，水土流失主要发生在施工阶段，工程建设在一定程度上造成对地表和生态系统的破坏，造成了一定的水土流失，但未造成水土流失危害。项目在施工过程中，采取临时苫盖措施以及临时排水措施，使项目区内的水土流失得到了有效的治理，截至目前，运行期各项措施运行正常，水土流失防治效果显著。

3.5.2 水土流失灾害事件监测

根据调查，工程建设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 工程措施监测结果

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：

1、光伏阵列区

表土剥离：施工前进行表土剥离，剥离量 0.08 万 m³。

2、开关站区

排水工程：布设雨水管道 135m，C20 混凝土沉沙池 1 座。

表土剥离：施工前进行表土剥离，剥离量 0.01 万 m³。

表土回覆：施工结束后，对绿化区域进行了表土回覆，回覆表土 0.01 万 m³。

土地整治：施工结束后对绿化区域进行土地整治，土地整治面积 0.02hm²。

3、道路及集电线路区

表土剥离：施工前进行表土剥离，剥离量 0.01 万 m³。

表土回覆：施工结束后，对绿化区域进行了表土回覆，回覆表土 0.06 万 m³。

土地整治：施工结束后对绿化区域进行土地整治，土地整治面积 0.21hm²。

排水工程：土质排水沟 950m，土质沉沙池 7 座， ϕ 1000C₂₅ 钢筋混凝土圆涵 70m， ϕ 800C₂₅ 钢筋混凝土圆涵 60m。

预制块护坡：0.27hm²。

4、施工场地区

表土回覆：施工结束后，对绿化区域进行了表土回覆，回覆表土 0.03 万 m³。

土地整治：施工结束后对绿化区域进行土地整治，土地整治面积 0.11hm²。

4.1.2 工程措施实施工程量及实施进度监测

工程措施实施时间总体是 2019 年 8 月~2019 年 12 月，工程措施与主体工程同步施工。

1、光伏阵列区：表土剥离 0.07 万 m³。

2、开关站区：表土剥离 0.01 万 m³，表土回覆 0.01 万 m³，雨水管道 130m，土地整治 0.02hm²。

3、道路及集电线路区：表土剥离 0.01 万 m³，表土回覆 0.07 万 m³，土地整治 0.25hm²。土质排水沟 100m，过路涵管 3m。

4、施工场地区：表土回覆 0.01 万 m³，土地整治 0.03hm²。

本项目实际完成的水土保持工程措施工程量详见表 4.1。

表 4.1 水土保持工程措施完成及时间情况一览表

防治分区	防治措施	实施时间	工程量	布设位置
光伏阵列区	表土剥离 (万 m ³)	2019 年 8 月	0.07	占地为耕地区域
开关站区	土地整治 (hm ²)	2019 年 10 月	0.02	绿化区域
	表土剥离 (万 m ³)	2019 年 8 月	0.01	占地为耕地区域
	表土回覆 (万 m ³)	2019 年 10 月	0.01	绿化区域
	雨水管道 (m)	2019 年 10 月	130	开关站四周
道路及集电线路区	土地整治 (hm ²)	2019 年 11 月	0.25	检修道路两侧
	表土剥离 (万 m ³)	2019 年 9 月	0.01	占地为耕地区域
	表土回覆 (万 m ³)	2019 年 11 月	0.07	绿化区域
	土质排水沟 (m)	2019 年 10 月	100	检修道路旁
	φ800C ₂₅ 钢筋混凝土圆涵 (m)	2019 年 10 月	3	乡村道路旁
施工场地区	土地整治 (hm ²)	2019 年 12 月	0.04	施工场地
	表土回覆 (万 m ³)	2019 年 12 月	0.01	绿化区域

4.1.3 工程量对比分析

表 4.2 项目实际完成与设计工程量对比表

防治分区	防治措施	方案设计	实际完成	增减情况	变化原因
光伏阵列区	表土剥离 (万 m ³)	0.08	0.07	-0.01	实际可剥离表土厚度减少
开关站区	土地整治 (hm ²)	0.02	0.02	0	\
	表土剥离 (万 m ³)	0.01	0.01	0	
	表土回覆 (万 m ³)	0.01	0.01	0	
	雨水管道 (m)	135	130	-5	实际布设长度减少
	C20 混凝土沉沙池 (座)	1	0	-1	开关站区布设了雨水管道及雨水井, 未布设沉沙池
道路及集电线路区	土地整治 (hm ²)	0.21	0.25	+0.04	实际可撒播草籽面积增加
	表土剥离 (万 m ³)	0.01	0.01	0	\
	表土回覆 (万 m ³)	0.06	0.07	+0.01	撒播草籽面积增加, 所需表土量增加
	预制块护坡 (hm ²)	0.27	0	-0.27	根据项目现场实际情况, 无明显边坡
	土质排水沟 (m)	950	100	-850	利用项目现有排水体系, 土质排水沟布设长度减少
	土质沉沙池 (座)	7	0	-7	利用项目现有排水体系, 未设土质沉沙池
	φ800C25 钢筋混凝土圆涵 (m)	60	0	-60	结合项目现场实际情况, 利用原有涵桥及现有排水体系沟通水系, 过路涵管长度减少
	φ1000C25 钢筋混凝土圆涵 (m)	70	0	-70	
施工场地	土地整治 (hm ²)	0.11	0.04	-0.07	原施工场地调整至红线内布设, 光伏板等材料即运即装, 减少了扰动面积
	表土回覆 (万 m ³)	0.03	0.01	-0.02	施工场地面积减小, 需回覆表土量减少

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据批复的水土保持方案, 植物措施设计如下:

开关站区: 在开关站围墙内侧未硬化区域进行植被建设, 其中栽植桂花 8 株, 红叶石楠球 60 株, 铺植马尼拉草坪 0.02hm²。

道路及集电线路区: 撒播狗牙根草籽 0.21hm²。

施工场地区：撒播狗牙根草籽 0.11hm²。

4.2.2 植物措施实施工程量及实施进度监测

本工程实际共完成植物措施面积 0.31hm²，该措施主要集中在 2019 年的 12 月期间完成。具体工程量见表 4.3。

表 4.3 植物措施工程量及时间汇总表

防治分区	植被种类	单位	工程量	实施时间	位置
开关站区	马尼拉草坪	hm ²	0.02	2019 年 12 月	开关站四周
道路及集电线路区	撒播狗牙根草籽	hm ²	0.25		检修道路两侧
施工场地区	撒播狗牙根草籽	hm ²	0.04		光伏阵列区 南侧

4.2.3 植物措施量对比分析

本水土保持方案是在项目建设完成后补报，项目实际绿化面积 0.31hm²，较方案设计绿化面积 0.34hm²，减少 0.03hm²。

表 4.4 植物措施完成绿化面积对比表 单位：hm²

防治分区	植被种类	单位	方案设计	实际完成	增减情况	变化原因
开关站区	桂花	株	8	0	-8	受电力行业要求限制，仅对开关站空闲区域铺设马尼拉草坪，未栽植乔灌木
	红叶石楠	株	60	0	-60	
	马尼拉草坪	hm ²	0.02	0.02	0	
道路及集电线路区	撒播狗牙根草籽	hm ²	0.21	0.25	+0.04	项目建设较方案考虑了直埋电缆后扰动地表区域的绿化恢复，新增撒播草籽 0.03hm ² ，检修道路增加 45m，道路两侧撒播草籽增加 0.01hm ²
施工场地区	撒播狗牙根草籽	hm ²	0.11	0.04	-0.07	前期拟布设的施工场地因距离项目区中心较远，不便于作业，原施工场地未使用，移至红线内布设，撒播草籽面积减少 0.07hm ² 。

4.2.4 植物措施成活率、生长情况监测

植物措施实施前进行了场地平整，保证了植物措施的成活率，经现场对苗木成活率进行全面调查，苗木成活率达到 90%以上，植物措施长势较好，但后期还需加强养护工作。

绿化措施能起到保护环境、防治污染、维持生态平衡的作用，对于降雨引起的裸露地表击溅侵蚀和面蚀也有着很好的防治效果，具有良好的水土保持功能。



4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

根据批复的水土保持方案，临时措施设计如下：

1、光伏阵列区

临时苫盖：施工期对临时堆土采取彩条布苫盖 200m²。

2、开关站区

临时苫盖：裸露地表进行彩条布苫盖 200m²。

4.3.2 临时措施工程量

根据查阅工程计量，临时措施施工主要在 2019 年 8 月至 2019 年 12 月，主要采取的临时措施有：

光伏阵列区：彩条布苫盖 160m²；

开关站区：彩条布苫盖 160m²。

临时措施实际完成与设计工程量对比情况详见表 4.5。

表 4.5 临时措施实际完成与设计工程量对比表

防治分区	措施类型	方案设计	实际完成	增减情况	变化原因
光伏阵列区	彩条布苫盖 (m ²)	200	160	-40	彩条布重复利用
开关站区	彩条布苫盖 (m ²)	200	160	-40	

4.4 水土保持措施防治效果

北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目基本实施了主体工程设计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。

建设单位在设计过程中选择经验丰富的主体工程设计单位进行初步设计和施工图设计，水土保持施工未单独招标，包含在主体工程中一起完成招标工作，与主体工程一起由中标企业实施完成，整治了扰动土地，绿化美化了工程建设区域，营造了良好的生产生活环境。

工程水土保持措施总体布局以排除内外汇水、整治扰动土地并恢复植被为主，对项目区永久建（构）筑物、水面、道路和硬化地坪以外的空地实施了水土保持工程和植物防护；施工过程中各施工单位因地制宜的对项目建设区域重点地段实施了各种临时防护，采取防护措施主要有临时苫盖等。

在建设过程中，水土保持方案中的三大措施得到认真落实，有效地控制和减少了施工过程中的水土流失，建设期水土流失总量和新增水土流失量较方案预测明显减少，水土保持措施防治效果良好。



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，结合实地调查，对项目建设期开挖扰动及损坏的植被面积进行量测统计，施工期水土流失面积 42.57hm²。

表 5.1 施工期水土流失面积

监测单元	水土流失面积 (hm ²)				
	施工期				试运行期
	2016 年 12 月	2017 年 (1 月~12 月)	2018 年 (1 月~12 月)	2019 年 (1 月~12 月)	2020 年 1 月~ 2021 年 3 月
光伏阵列区	8.51	0.01	0.01	19.2	0.01
开关站区	0	0	0	0.15	0.01
道路及集电线路区	0.53	0.53	0.53	0.73	0.01
施工场地	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01
合计	9.07	2.89	2.70	20.12	0.04

5.2 土壤流失量

5.2.1 水土流失影响因素监测成果

(1) 降雨量变化情况

北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目位于淮南市谢家集区，工程建设期 2016 年 12 月至 2019 年 12 月，工程建设期内的降雨特别是暴雨为水土流失提供了动力因素。项目区降雨资料见表 5.2。

表 5.2 建设期降水量统计表

年度	季度				小计 (mm)
	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	
2016 年				53	53
2017 年	125	419	597	119.5	1260.5
2018 年	243	515.5	501	178	1437.5
2019 年	115.5	287.5	279	53.5	735.5
2020 年	229.5	386	554.5	128.5	1298.5
2021 年	145.5				145.5

降雨量 (mm)

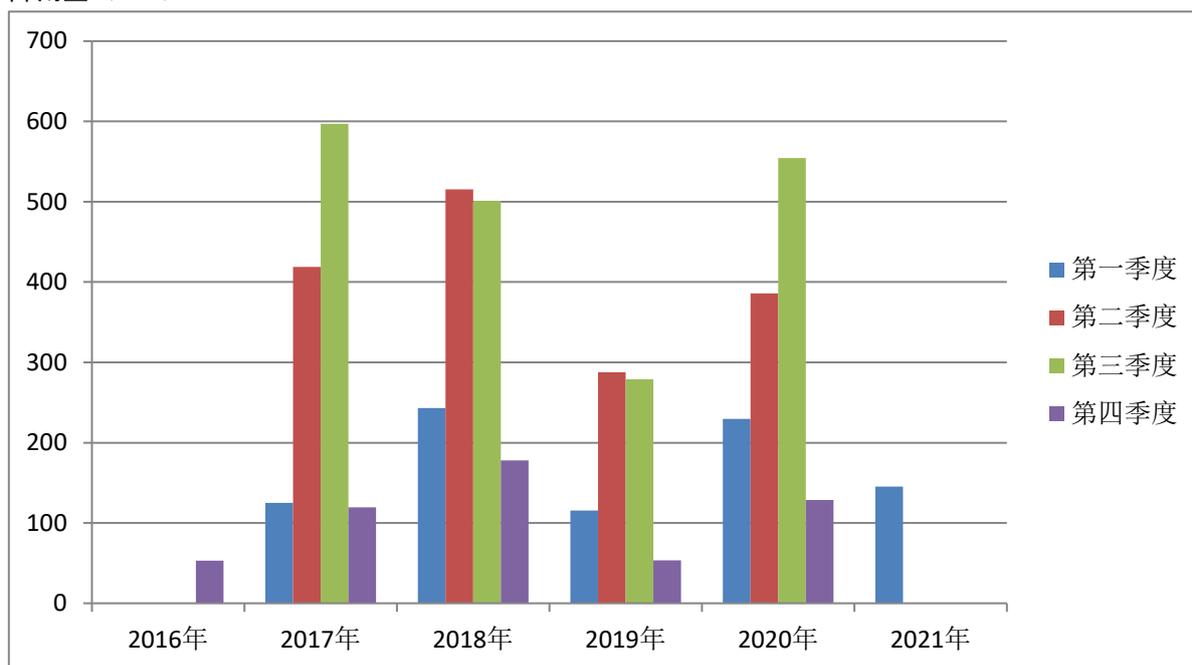


图 5.1 项目降雨量柱状图

从表 5.2 及图 5.1 中可以看出，建设期降雨量年内分布不均，年降雨量主要集中在第二、三季度，是产生水土流失的主要时段。

(2) 施工活动的变化

项目随着施工活动造成扰动面积的增加，水土流失量逐步增加，后期随着光伏阵列区光伏板的铺设，开关站区的硬化，项目区内排水绿化的陆续实施，水土保持措施功能得到逐渐发挥，生态环境逐步得到恢复和改善，水土流失量逐步减少。本项目施工时段集中在 2019 年，水土流失主要集中在 2019 年。

5.2.2 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，并结合《北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目水土保持方案报告书（报批稿）》和影像资料，采取实地监测，项目区分区土壤侵蚀模数背景值取值见表 5.3。

表 5.3 土壤侵蚀模数背景值分析成果表

项目分区	光伏阵列区	开关站区	道路及集电线路区	施工场地区	合计
分区面积 (hm ²)	41.71	0.15	0.77	0.11	42.74
土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	210	190	195	185	195

5.2.3 施工期土壤侵蚀监测

水土流失主要发生在施工期（含施工准备期），工程于 2016 年 12 月开工，2019 年 12 月完工。

监测进场前，水土流失量监测主要采用调查法，结合遥感影像，确定这一时段的侵蚀强度。

监测进场以后，水土流失量监测主要采用实地量测法，施工期刚开始阶段，建筑物基础开挖及回填、内部道路路基的修建、临时堆土堆放，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。根据监测数据，到 2019 年 12 月，整个项目区平均土壤侵蚀模数下降到 $180\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。施工期各阶段的侵蚀模数见表 5.4。

表 5.4 施工期土壤侵蚀模数及各时段水土流失面积调查表

分区/ 时段	光伏阵列区		开关站区		道路及集电线路区		施工场地区	
	侵蚀 面积 (hm^2)	侵蚀 模数 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$						
2016 年 12 月	8.51	573	0	179	0.53	471	0.03	435
2017 年 (1 月~3 月)	0.01	186	0	183	0.53	217	0.03	205
2017 年 (4 月~6 月)	0.01	191	0	188	0.53	222	0.03	210
2017 年 (7 月~9 月)	0.01	203	0	200	0.53	232	0.03	222
2017 年 (10 月~12 月)	0.01	181	0	178	0.53	212	0.03	200
2018 年 (1 月~3 月)	0.01	183	0	180	0.53	214	0.03	202
2018 年 (4 月~6 月)	0.01	192	0	189	0.53	223	0.03	211
2018 年 (7 月~9 月)	0.01	189	0	186	0.53	220	0.03	208
2018 年 (10 月~12 月)	0.01	163	0	160	0.53	194	0.03	182
2019 年 (1 月~3 月)	0.01	172	0	169	0.53	203	0.03	191
2019 年 (4 月~6 月)	0.01	187	0	184	0.53	218	0.03	206
2019 年 (7 月~9 月)	12.1	626	0.15	568	0.70	549	0.03	425
2019 年 (10 月~12 月)	7.1	398	0.08	327	0.73	373	0.03	361
2020 年 (1 月~12 月)	0.01	180	0.01	180	0.46	180	0.01	180
2021 年 (1 月~3 月)	0.01	180	0.01	180	0.01	180	0.01	180

5.2.4 水土流失量监测成果

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 ——土壤流失量 (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 5.5，与方案阶段各区域的水土流失量对比表见 5.6。

表 5.5 扰动面积造成水土流失量监测成果表

分区/时段	水土流失量 (t)				合计 (t)
	光伏阵列区	开关站区	道路及集电 线路区	施工场地区	
2016 年 12 月	4.06	0.00	0.21	0.01	4.28
2017 年 (1 月~3 月)	0.00	0.00	0.29	0.02	0.31
2017 年 (4 月~6 月)	0.00	0.00	0.29	0.02	0.31
2017 年 (7 月~9 月)	0.01	0.00	0.31	0.02	0.33
2017 年 (10 月~12 月)	0.00	0.00	0.28	0.02	0.30
2018 年 (1 月~3 月)	0.00	0.00	0.28	0.02	0.30
2018 年 (4 月~6 月)	0.00	0.00	0.30	0.02	0.32
2018 年 (7 月~9 月)	0.00	0.00	0.29	0.02	0.31
2018 年 (10 月~12 月)	0.00	0.00	0.26	0.01	0.27
2019 年 (1 月~3 月)	0.00	0.00	0.27	0.01	0.29
2019 年 (4 月~6 月)	0.00	0.00	0.29	0.02	0.31
2019 年 (7 月~9 月)	18.94	0.21	0.96	0.04	20.15
2019 年 (10 月~12 月)	6.99	0.07	0.68	0.04	7.78
2020 年 (1 月~12 月)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
2021 年 (1 月~3 月)	0.01		0.01		0.02
合计 (t)	30.03	0.30	4.74	0.29	35.36



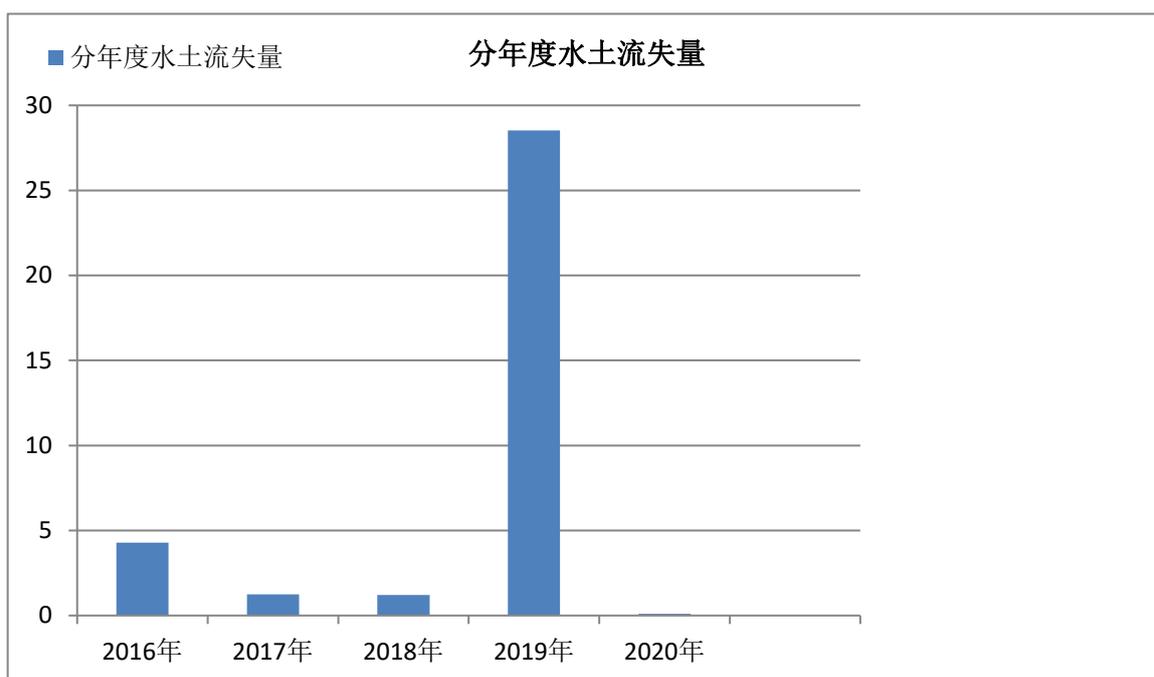


图 5.2 分年度水土流失量图

由表 5.5、图 5.2 可知，施工期间主要的土壤流失发生在 2019 年，这期间的水土流失主要由于场地的平整、基坑的开挖、土方的临时堆放、地表裸露、抗侵蚀能力减弱所导致，开工建设时对土地的大面积扰动和降雨强度的变化，是造成项目区水土流失的主要原因；随着光伏阵列区光伏板的铺设，开关站区的硬化，项目区内排水绿化的陆续实施，水土保持措施功能得到逐渐发挥，生态环境逐步得到恢复和改善，水土流失逐渐减少达到稳定状态。

表 5.6 扰动面积水土流失量与方案阶段水土流失量对比

项目分区	水土流失量 (t)			变化原因
	方案预测	实际监测	变化量	
光伏阵列区	654.08	30.03	-624.05	方案按最不利因素考虑，经现场勘察，遥感分析，本项目施工过程中做好了临时排水、苫盖措施，现项目区植被长势良好，排水设施完善，未造成水土流失危害
开关站区	2.24	0.30	-1.94	
道路及集电线路区	18.50	4.74	-13.76	
施工场地区	1.00	0.29	-0.71	
合计	675.82	35.36	-640.46	

5.2.5 各扰动区域水土流失量分析

由表 5.5 可知，工程产生水土流失量 35.36t，其中光伏阵列区水土流失量 30.03t，

占水土流失总量的 84.9%；开关站区水土流失量 0.30t，占水土流失总量的 0.9%；道路及集电线路区水土流失量 4.74t，占水土流失总量的 13.4%；施工场地区水土流失量 0.29t，占水土流失总量的 0.8%。因此，光伏阵列区是水土流失发生的主要区域。

5.2.6 建设期土壤侵蚀强度分析计算

1) 施工期

施工期随着工程的逐步开展，扰动面加大，基坑开挖，临时堆土的堆放，侵蚀强度加大，随着主体的硬化，水土保持措施发挥效益，水土流失得到有效的治理，侵蚀强度、土壤流失量逐步减少，对周边的危害和影响也大为减少。

施工期间，光伏阵列区最大土壤侵蚀模数达到 $626\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，主要是进行支架的预制管桩基础过程中施工机械碾压等挖动造成的水土流失；开关站区最大土壤侵蚀模数达到 $568\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，主要是场内构筑物基础开挖及填筑，道路路面未硬化，排水设施不太完善；道路及集电线路区和施工场地区主要是植物措施未实施，遇到降雨，造成水土流失。从监测数据总体来看，随着工程措施和植物措施的逐步实施，水土流失得到了有效的控制。

2) 试运行期

随着植物措施和工程措施的逐步实施，各区水土流失得到了有效的控制，平均土壤侵蚀模数降到了 $180\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程实际建设过程中，土方内部平衡，不涉及取料及弃渣。

5.4 水土流失危害

根据实际调查及监测，本工程在建设过程中，由于项目区的场地平整、构建筑物基础开挖及道路修建等活动，使地表植被遭到破坏，导致项目区产生一定的水土流失。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 扰动土地整治率

扰动土地整治率为项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

项目建设区水土流失总面积为 42.57hm²，治理达标面积为 42.53hm²，扰动土地整治率为 99.91%，高于方案批复的水土流失防治三级标准目标值 90%。

扰动土地整治率计算见表 6.1。

表 6.1 扰动土地整治率计算表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	水土保持措施面积 (hm ²)					扰动土地整治率 (%)
		小计	工程措施	植物措施	硬化面积	水面面积	
光伏阵列区	41.65	41.62			0.25	41.37	99.93
开关站区	0.15	0.15		0.02	0.13		99.99
道路及集电线路区	0.73	0.72	0.01	0.25	0.46		98.63
施工场地区	0.04	0.04		0.04			99.99
合计	42.57	42.53	0.01	0.31	0.84	41.37	99.91

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度为项目建设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。项目实际造成水土流失面积 0.36hm²，各项水土保持工程措施和植物措施治理面积为 0.32hm²，水土流失总治理度为 88.89%，高于方案批复的目标值 82.0%。

表 6.2 水土流失总治理度计算表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	硬化面积 (hm ²)	水面面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)			水土流失总治理度 (%)
					小计	工程措施	植物措施	
光伏阵列区	41.65	0.25	41.37	0.03				0
开关站区	0.15	0.13		0.02	0.02		0.02	99.99
道路及集电线路区	0.73	0.46		0.27	0.26	0.01	0.25	96.30
施工场地区	0.04			0.04	0.04		0.04	99.99
合计	42.57	0.84	41.37	0.36	0.32	0.01	0.31	88.89

6.3 拦渣率

拦渣率为项目水土流失责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。本工程采取措施挡护的临时堆土数量 0.44 万 m^3 ，临时堆土总量 0.45 万 m^3 ，拦渣率为 97.78%，高于方案批复的目标值 90.0%。

6.4 土壤流失控制比

依据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，本工程所在地区容许土壤流失量为 $200t/km^2 \cdot a$ ，试运行期土壤流失量为 $180t/km^2 \cdot a$ ，水土流失控制比为 1.1，高于方案批复的目标值 1.0，有效的控制了因项目开发建设产生的水土流失。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目水土流失责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。本项目林草植被恢复面积为 $0.31hm^2$ ，可恢复林草植被面积 $0.31hm^2$ ，林草植被恢复率为 99.99%，高于方案批复的目标值 92.0%。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为项目水土流失责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比。本项目属渔光互补项目，光伏板布设在水面上，总占地面积为 $42.57hm^2$ ，实际扰动面积 $37.61hm^2$ （扣除未扰动区域水面面积 $4.96hm^2$ ），林草植被建设面积为 $0.31hm^2$ ，林草覆盖率为 0.82%，高于方案预测达到值 0.80%。

表 6.2 林草植被恢复率、林草覆盖率计算表

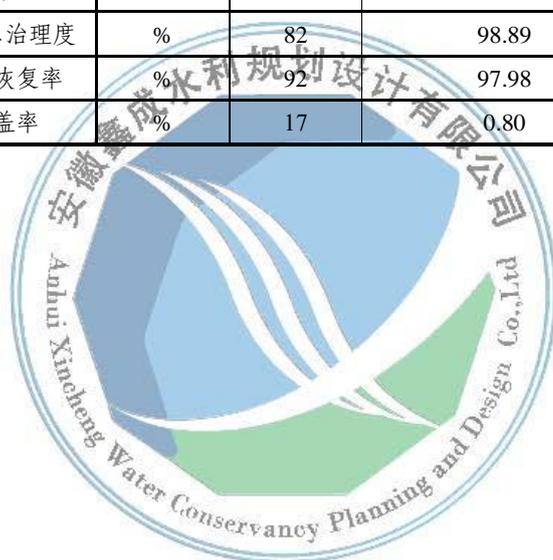
防治分区	项目建设区面积 (hm^2)	实际扰动面积 (hm^2)	可恢复林草植被面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
光伏阵列区	41.65	36.69	0	0	0	0
开关站区	0.15	0.15	0.02	0.02	99.9	13.3
道路及集电线路区	0.73	0.73	0.25	0.25	99.9	34.25
施工场地区	0.04	0.04	0.04	0.04	99.9	99.9
合计	42.57	37.61	0.31	0.31	99.9	0.82

6.7 水土流失防治六项指标监测结果

根据监测资料统计计算，北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目至设计水平年六项指标值为：扰动土地整治率 99.91%，土壤流失控制比 1.1，拦渣率 97.78%，水土流失总治理度 88.89%，林草植被恢复率 99.99%，林草覆盖率 0.82%，六项指标均达标。六项指标监测结果见表 6.3。

表 6.3 水土流失防治六项指标监测成果表

序号	项目	单位	目标值	设计水平年预测达到值	设计水平年监测值
1	扰动土地整治率	%	90	98.60	99.91
2	土壤流失控制比	\	1	1.05	1.1
3	拦渣率	%	90	97.83	97.78
4	水土流失总治理度	%	82	98.89	88.89
5	林草植被恢复率	%	92	97.98	99.99
6	林草覆盖率	%	17	0.80	0.82



7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据监测结果，建设期防治责任范围为 42.57hm²，较方案设计减少 0.77hm²，其中项目建设区减少 0.17hm²（光伏阵列区面积减少 0.06hm²，施工场地区面积减少 0.07hm²，道路及集电线路区面积减少 0.04hm²），直接影响区面积减少 0.60hm²。

工程建设期挖方 0.61 万 m³（含表土 0.09 万 m³），填方 0.61 万 m³（含表土 0.09 万 m³）。

本工程水土流失主要发生在光伏阵列区。根据监测结果，水土流失主要集中在 2019 年。本工程共产生土壤流失量 35.36t，其中光伏阵列区水土流失量 30.03t，占水土流失总量的 84.9%。

本工程水土保持监测数据从施工期到试运行期通过遥感解译、现场调查获得，在监测过程中，排水、植被建设和临时措施相结合，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。

7.2 水土保持措施评价

1、水土保持工程施工评价

建设单位按照水土保持要求，施工前，对可剥离区域进行了表土剥离，剥离的表土用于后期绿化覆土；绿化前进行了土地整治和覆土，保证了植物措施的成活率；项目区的排水体系，断面尺寸符合设计要求。本工程主体工程施工单位在施工过程中按照设计施工，控制施工边界，减少了对外界的影响。

2、水土保持措施效果评价

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 626t/km²·a 降到试运行期的 180t/km²·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 水土保持监测三色评价

根据《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）规定及要求，通过监测及数据、监测内容和质量评价，本项目水土保持监测三色评价结论为“绿色”，实施的水土保持措施发挥了较好的效益，有效的防治了项目的水土流失，满足要求。

7.4 存在问题及建议

进一步加强水土保持设施管护，确保其正常运行和发挥效益。

7.5 综合结论

根据现场调查，结合施工期间的资料以及遥感影像，分析认为该项目水土保持防治措施较好地控制和减少了施工过程的水土流失，实施过程中基本落实了水土保持方案及批复文件要求，完成了水土流失预防和治理任务，水土流失防治指标达到水土保持方案确定的指标值，其中，扰动土地整治率 99.91%，土壤流失控制比 1.1，拦渣率 97.78%，水土流失总治理度 88.89%，林草植被恢复率 99.99%，林草覆盖率 0.82%。

综上，建设单位淮南北鑫能源科技有限公司开展了北鑫谢家集 20MWp 渔光互补光伏电站项目的水土保持工作，总体上发挥了保持水土、改善生态环境的作用，水土流失防治达到了水土保持方案批复的要求。