

张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程

水土保持监测总结报告

建设单位：张北华强兆阳能源有限公司

编制单位：河北春雨信息科技有限公司

2025 年 07 月

张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程

水土保持设监测总结报告

责任页

(河北春雨信息科技有限公司)

批准：李景丽（经理） 李景丽

核定：马 兵（工程师） 马兵

审查：苏雪辉（工程师） 苏雪辉

校核：翟 宁（工程师） 翟宁

项目负责人：刘 欣（高工） 刘欣

编写：刘 欣（高工）（总编） 刘欣

李亚斌（工程师）（参编 4、5、6 章节及数据分析） 李亚斌

刘进峰（工程师）（参编 1、2、3 章节及资料收集与分析） 刘进峰

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.2 水土保持工作情况.....	12
1.3 监测工作实施情况.....	13
2 监测内容和方法	23
2.1 扰动土地情况.....	23
2.2 取料、弃渣	23
2.3 水土保持措施.....	24
2.4 水土流失情况.....	24
3 重点对象水土流失动态监测.....	26
3.1 防治责任范围监测.....	26
3.2 取料监测结果.....	30
3.3 弃渣监测结果.....	30
3.4 土石方流向情况监测.....	30
4 水土流失防治措施监测结果.....	33
4.1 工程措施监测结果.....	33
4.2 植物措施监测结果.....	34
4.3 临时防护措施监测结果.....	36
4.4 水土保持措施防治效果.....	36
5 土壤流失情况监测.....	40
5.1 水土流失面积.....	40
5.2 土壤流失量	41

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	46
5.4 水土流失危害.....	46
6 水土流失防治效果监测结果	47
6.1 扰动土地整治率.....	47
6.2 水土流失总治理度.....	47
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	48
6.4 土壤流失控制比.....	48
6.5 林草植被恢复率.....	48
6.6 林草覆盖率	48
6.7 水土保持监测三色评价.....	49
7 监测结论.....	51
7.1 水土流失动态变化.....	51
7.2 水土保持措施评价.....	51
7.3 存在问题及建议.....	51
7.4 综合结论	51
8 附图及有关资料	53

附图：

- (1) 水土流失防治责任范围、监测分区及监测点布设图
- (2) 监测影像资料

前 言

张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程（以下简称“本项目”或“本工程”）位于河北省张家口市张北县馒头营乡二圪垯村，规划建设规模为 15MWe，计划总投资 7 亿元，其中土建工程投资 1 亿万元。本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，项目建设有太阳岛、储热岛、常规岛及附属设施，目前除太阳岛建设完成约 50%外，其他建设内容已完成，已完成投资 7.64 亿元，其中土建投资 0.96 亿元。本项目为新建、建设类项目，建设内容包括太阳岛、常规岛及生活区、道路、施工生产生活区等太阳能热发电系统相应配套设施，由张北华强兆阳能源有限公司投资建设。

本项目地处内蒙古高原南缘，属坝上高原湖积地貌、中温带半干旱大陆性季风气候、内陆河流域，植被以耐寒的草本植物为主，土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀，侵蚀强度为轻度，属于永定河上游国家级水土流失重点治理区，根据批复方案确定本项目水土流失防治标准执行一级标准。

建设单位委托河北省水资源研究与水利技术试验推广中心（原：河北省水利技术试验推广中心）编制完成本项目水土保持方案报告书（送审稿）；2015 年 8 月，方案编制单位编制完成本项目水土保持方案报告书（报批稿）；2015 年 8 月 28 日河北省水利厅以冀水保[2015]213 号文对本项目水土保持方案报告书（报批稿）进行了批复。

本工程于 2015 年 6 月开工，由于本项目为试验项目，边研发边施工，施工时间为 2015 年 6 月至 2017 年 4 月、2019 年 4 至 9 月、2020 年 4 月至 6 月，期间停工多次，截止目前一直停工。2019 年 10 月，建设单位委托河北春雨信息科技有限公司（我单位，下同）对本项目进行水土保持监测，由于本项目委托较晚，委托时主体工程已基本完成，监测人员对施工资料进行了全面的搜集、对施工过程进行了详细的追溯调查走访，查看施工影像并实地踏勘，完成了调查监测和现场监测。监测单位根据批复的水土保持方案，以及工程建设情况，制定了监测实施方案，对太阳岛、常

规岛及生活区、道路、施工生产生活区进行分区监测。依据水土保持监测规程、规范，根据监测要求，项目组制定了监测工作路线、确定了监测内容，并按计划对工程开展水土保持监测工作。通过现场调查了解情况、搜集资料、测量、查勘，布设各类监测点进行监测，核对了项目建设期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、植被恢复面积等，重点监测水土保持工程措施和植物措施的实施情况，测量和计算了水土保持六项指标数据等。

本项目总占地面积为 109.46hm^2 ，其中：永久占地为 3.06hm^2 ，临时占地为 106.40hm^2 ，占地类型为荒草地。工程实际挖填土石方总量为 4.36万 m^3 （含表土），其中挖方 2.18万 m^3 ，填方 2.18万 m^3 （含表土），挖填平衡，无弃方。太阳岛南镜场的剩余建设下阶段进行。

本工程在开展水土保持工作过程中，对工程水土流失防治责任范围及防治重点把握准确，及时合理布设了各项水土保持措施，通过土质排水沟、混凝土抹面排水沟、雨水排水管、管涵、碎石压盖、透水砖铺设、撒播种草、栽植行道树、临时苫盖、临时排水、沉淀池、临时拦挡、临时铺垫等水土保持措施的实施，基本控制了由于工程施工造成的新增水土流失，各项防治措施的防治标准和施工质量基本达到了设计要求，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。

2015 年 6 月至 2025 年 6 月期间，我单位组织专业技术人员在项目区做了仔细的调查监测和现场监测工作。依据水土保持监测有关管理办法，结合监测的结果，分析水土流失防治效果，提出相应改进对策；采用补充调查方式，结合施工单位和监理单位相关资料，补充水土保持数据，完善过程资料。按规定提交了监测季度报告，按规范进行了三色评价，按要求提交了监测年度报告，监测时段为 2015 年 6 月~2025 年 6 月，期间报送监测季度报告 41 期、报送监测年度报告 10 期。本项目为示范性质，在已完工程的水土保持设施建设基本合格后，2025 年 7 月编制完成了本项目的水土保持监测总结报告。本次监测为阶段监测。

主要技术指标											
项目名称		张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程									
建设规模		规划建设规模为 15MWe，目前太阳岛建设完成约 50%		建设单位、联系人		张北华强兆阳能源有限公司 郝彪					
				建设地点		张家口市张北县馒头营乡二圪塔村					
				所属流域		内陆河流域					
				工程总投资		已完成投资 7.64 亿元，其中土建投资 0.96 亿元					
				工程总工期		31 个月					
水土保持监测指标											
监测单位			河北春雨信息科技有限公司				联系人及电话		刘欣 13832360939		
自然地理类型			坝上高原湖积地貌，中温带半干旱大陆性季风气候				防治标准		建设类一级标准		
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、巡查			2.防治责任范围监测			调查		
	3.水土保持防治措施情况监测		调查、巡查			4.防治措施效果监测			调查、无人机		
	5 水土流失危害监测		调查、巡查			水土流失背景值			1300 t/(km ² ·a)		
	方案设计防治责任范围		111.36 hm ²			容许土壤流失量			1000t/(km ² ·a)		
水土保持投资		295.24 万元			水土流失目标值			1000t/(km ² ·a)			
防治措施		太阳岛：土质排水沟 3200m、涵管 30m、蓄水池 1 座、水泥抹面排水沟 500m、撒播种草 23.22hm ² 、自然恢复 15.69hm ² 、临时遮盖 6400m ² 、沉淀池 2 座、临时拦挡 490m、临时排水沟 180m； 常规岛及生活区：表土剥离 0.64hm ² 、覆土平整 0.64hm ² 、碎石压盖 0.01hm ² 、透水砖铺装 0.30hm ² 、自然恢复 0.44hm ² 、临时遮盖 3800m ² 、沉淀池 2 座、临时拦挡 180m、临时排水沟 760m； 道路区：土地平整 0.04hm ² 、表土剥离 0.36hm ² 、覆土平整 0.36hm ² 、雨水排水管 380m、撒播种草 0.04hm ² 、栽植灌木 0.31hm ² 、临时铺垫 0.20m ² ； 施工生产生活区：表土剥离 0.52hm ² 、自然恢复 0.35hm ² 、临时遮盖 630m ² 、临时排水沟 760m、沉淀池 1 座、临时拦挡 180m。									
监测结论	防治效果	分类指标	目标值（%）	达到值（%）	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95	97.01	防治措施面积	25.14hm ²	永久建筑物及硬化面积	16.74hm ²	扰动土地总面积	43.17hm ²	
		水土流失总治理度	95	95.11	防治责任范围面积		109.46hm ²	水土流失总面积		26.43hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.02	工程措施面积		0.78hm ²	容许土壤流失量		1000t/(km ² ·a)	
		林草覆盖率	25	36.59	植物措施面积		24.36hm ²	监测土壤流失量		981t/(km ² ·a)	
		林草植被恢复率	97	97.47	可恢复林草植被面积		41.09hm ²	林草类植被面积		40.05hm ²	
		拦渣率	95	98.21	实际拦挡弃渣量		/	总弃渣量		/	
	水土保持治理达标评价		本工程基本落实了水土保持方案设计内容，水土流失防治指标均达到了水土保持方案设计要求。								
	总体结论		水土流失防治工程与措施的施工组织基本合理，水土流失得到有效控制，防治效果达到防治目标，三色评价结论为绿色。								
主要建议		建议建设单位管护好建设区的水土保持工程，避免不必要的扰动破坏。									

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目地理位置

张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程位于张家口市张北县馒头营乡二圪垯村村西南侧。场区中心地理坐标东经 114°34'29.91"、北纬 41° 12'47.22"。

本项目在张北西北部方向约 10km 处，距张家口市直线距离约 56km。场址东侧有 061 水泥乡道，向东连接 S245 省道，对外交通较为便利。场址海拔平均海拔约 1374m，地形平坦开阔，交通便利。项目区地理位置见图 1-1。

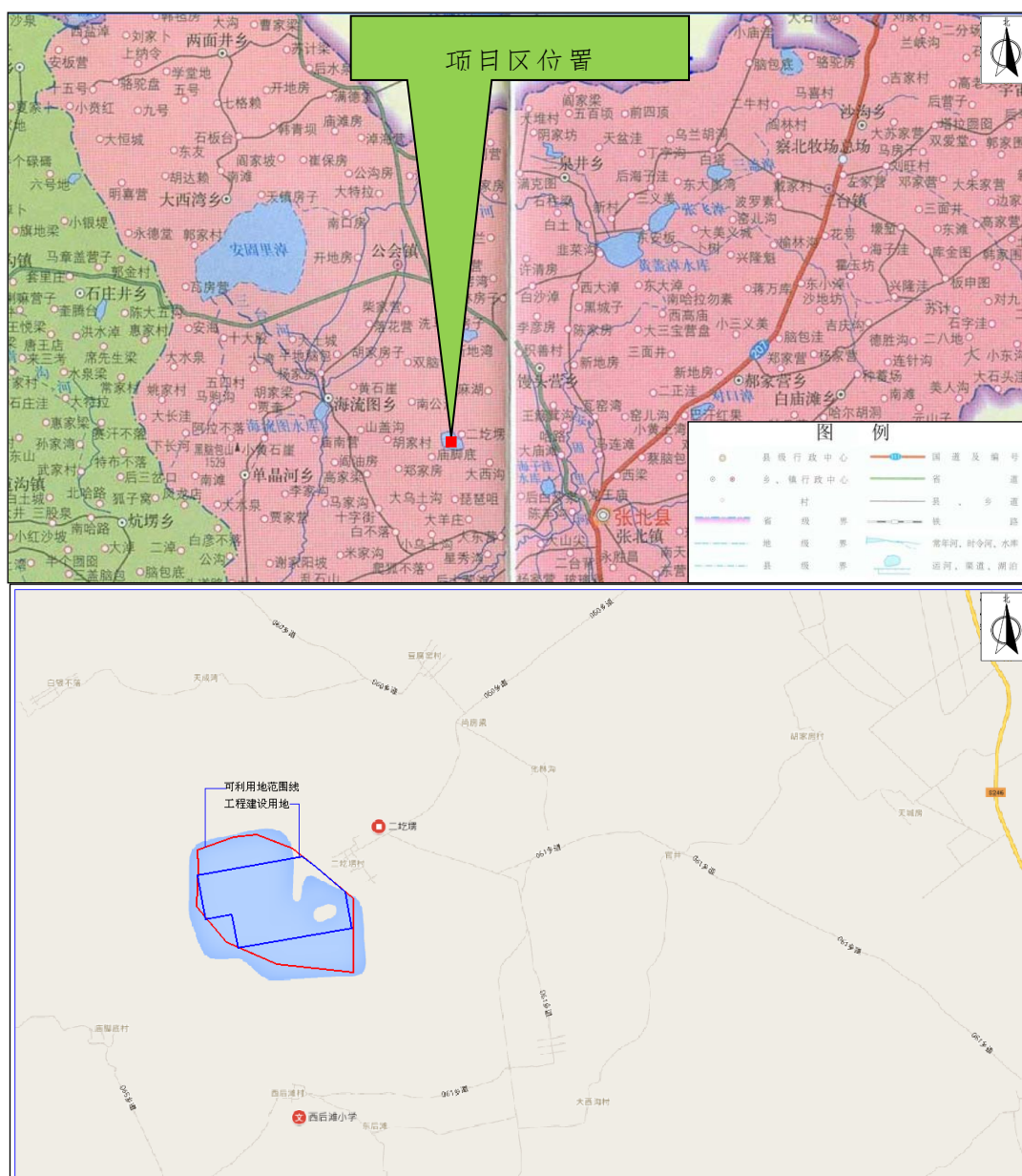


图 1-1 项目区地理位置图

1.1.1.2 建设性质、规模与等级

工程属于新建、小型太阳能热发电项目，规划建设规模为 15MWe，目前除太阳岛建设完成约 50%外，其他建设内容已完成。建设内容主要包括括太阳岛 1 处（19 条聚光集热回路）、常规岛 1 处（储热塔、冷却塔、汽机房、升压站、水泵房、办公区等），生活区 1 处（宿舍、餐厅等）以及设备安装场地、施工临建场地等相关

工程。

1.1.1.3 工程投资

本工程由张北华强兆阳能源有限公司投资建设，总投资 7.64 亿元，其中土建投资 0.96 亿元。建设资金由资本金和银行贷款两部分组成，其中资本金占总投资的 30%，其余资金向银行贷款。

1.1.1.4 建设工期

本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，建设工期 31 个月：2015 年 6 月至 2017 年 4 月、2019 年 4 月至 9 月、2020 年 4 月至 6 月，期间停工多次，截止目前一直停工。

1.1.1.5 项目组成

本项目组成包括：太阳岛（镜场架设区）、常规岛及生活区（构建筑物区、道路和广场、绿化区）、道路（场外道路、检修道路、进场道路）及施工生产生活区（临建办公区、临建生产区、风机试验区）。项目实施占地为 109.46hm²。

（1）太阳岛（镜场架设区）

太阳岛以常规岛为界分为南北两个镜场架设区，规划南北两太阳岛各布设 7 排镜场和集热管，共架设聚光集热回路 28 条。本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，实际计划在太阳岛布设 38 条太阳能聚光集热回路，其中北镜场布设 16 条太阳能聚光集热回路，南镜场布设 22 条太阳能聚光集热回路。根据现场调查及查阅施工总结报告、监理总结报告，2015 年 10 月开始基础施工，放桩机械一次性操作，施工快，对地表扰动轻微，没有开挖回填，北镜场实施时段为 2015 年 10 月至 2016 年 6 月、南镜场实施时段为 2019 年 4 月至 9 月。人工安装镜场组件，北镜场实施时段为 2016 年 7 月至 2017 年 4 月下旬，南镜场实施时段为 2020 年 4 月至 5 月，多为一次性踩踏，地表原生植被保存较好。安建完工后建设单位根据水土保持方案设计及实际情况调整并实施了场区的植被恢复措施。目前太阳岛北

镜场的建设全部完成、太阳岛南镜场完成约二分之一的桩基础（10 条回路）和约七分之一的镜场架设（约 3 条回路）。截止目前太阳岛南镜场一直停工，剩余建设下一阶段实施。太阳岛北镜场的镜场架设区域修建纵向土质排水沟，该措施于 2017 年 9 月施工完成；太阳岛北镜场西侧过道路处修建涵管，该措施于 2017 年 6 月施工完成；太阳岛北镜场南侧地势低洼处修建蓄水池，该措施于 2017 年 6 月施工完成；太阳岛北镜场南侧修建水泥抹面排水沟，该措施于 2017 年 6 月施工完成。

经现场调查监测：聚光集热系统支架单元基础采用钢筋混凝土钻孔灌注桩基础，太阳岛北镜场布设 8 排反光镜和集热管，合计建设 16 条聚光集热回路，太阳岛南镜场完成 10 条聚光集热的桩基础（其中搭设 2 排反光镜和集热管）、布设 3 条聚光集热回路。每条回路设 105 个基础组合（2 个 $0.7\text{m}\times 0.7\text{m}$ ，10 个 $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ ），737 个基础。26 条回路共计 2734 个基础组合，19166 个基础。每条回路前后最远桩距为 30m，左右桩距约为 6m，主要基础埋深约 4m。支架与基础的连接采用预埋螺栓连接。

井房和电缆设备埋设点在生活区北侧空闲区域，占地面积 0.05hm^2 。

太阳岛占地面积 102.40hm^2 ，其中永久占地面积 0.40hm^2 ，为钢筋混凝土钻孔灌注桩基础占地，临时占地面积 102hm^2 ，为镜场垂直投影、架设施工场地、太阳岛镜场南北边界附近未扰动及扰动较轻的镜场间距占地等，占地类型全部为荒草地。

（2）常规岛及生活区（构建筑物区、道路和广场、绿化区）

根据现场调查及查阅施工总结报告、监理总结报告，2015 年 8 月初构建筑物区开始基础施工，2020 年 6 月主体完工。绿化区进行表土剥离，该措施于 2015 年 8 月实施；绿化区覆土平整措施实施时段为 2018 年 5 月至 6 月；常规岛生产区进行碎石压盖和透水砖铺装，该措施于 2020 年 7 月实施。

经现场调查监测：常规岛位于场地中间，东北-西南方向布置，包括办公区、生产区，办公区、生产区并列布置。办公区位于常规岛发电系统的东侧，生活区设在项目区的东北角。常规岛道路环办公区及生产区南侧布置，路长 580m，宽 6m；生活

区道路广场采用水泥地面，道路长570m，路面宽6m。建构筑物占地面积0.97hm²，道路及广场占地1.05hm²，绿化占地0.64hm²，常规岛及生活区总占地2.66hm²，全部占用荒草地，全部为永久占地。

（3）道路（场外道路、检修道路、进场道路）

场外道路为新建，就近引接，与进场道路相连。2015年7月场外道路施工，采用在原地面基础上整平夯实，减少扰动，为砂石路面，宽度为8m。

检修道路为新建，引接进场道路。2015年7月场外道路施工，推土机及压路机等机械和人工相结合作业，分段平整、碾压，施工避开了雨天。采用砂石路面，宽度为7m。

进场道路为新建，紧邻乡道，与乡道相连。2016年7月进场道路施工，推土机及压路机等机械和人工相结合作业，路基在原地面基础上整平夯实，减少扰动，水泥路面，宽度为6m，地形平缓。

经现场调查监测：场外道路为砂石路面，长30m，宽度为8m，占地面积0.02hm²。检修道路为砂石路面，长600m，宽7m，占地面积0.42hm²。进场道路为水泥路面，长度781m，宽度10m，其中路面宽6m，两侧路肩均为2m，占地面积0.78hm²。临时施工道路进行了撒播种草，该措施于2020年5月实施；进场道路边侧栽植了行道树，该措施于2023年5月实施。

道路区共计占地1.28hm²，占地性质方面，均为永久占地，占地类型方面，均为荒草地。

（4）施工生产生活区（临建办公区、临建生产区、风机试验区）

2015年6月临时施工区开始施工，主要施工扰动为部分区域临时用房、风机试验区和搅拌站与材料堆放区域，封闭式管理。小区域采用推土机直接推平，没有土方倒运，避开了雨天施工。工程建设期间临时施工区内对材料堆放场地的粉质建材进行了遮盖。由于本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工

状态，截止目前，本项目一直停工，施工生产生活区需要用于南镜场剩余回路的建设使用，下阶段临时用房拆除、清理和恢复植被。本阶段建设期间没有产生水土流失危害。

经现场调查监测：本工程设置了 1 处施工生产生活区，位于常规岛东北、东侧，地势平坦，以方便各建筑物、设备施工，主要为临建办公区（办公、生活）、临建生产区（设备组装、临时存放）、风机实验区。

临建办公区位于项目区的东北角（生活区东南方向），主要是帐篷式临建设施，用做施工临时办公生活场所，为砂石地面，占地面积 0.37hm^2 ；临建生产区位于常规岛东侧，集中布置基础钢筋加工场地、聚光集热系统支架组装场地、材料设备仓库、砂石料堆放场地等生产设施，为水泥硬化地面，占地面积 2.60hm^2 ；风机实验区位于常规岛东侧，为砂石地面，占地面积 0.15hm^2 。

地面扰动主要以车辆碾压和设备堆放为主。施工生产生活区占地面积 3.12hm^2 ，占地性质全部为临时占地，占地类型全部为荒草地。

1.1.1.6 工程征占地情况

本工程占地面积为 109.46hm^2 ，其中永久占地为 3.06hm^2 ，临时占地为 106.40hm^2 ，占地类型全部为荒草地。工程占地面积及占地类型见表 1-1。

表 1-1

工程占用土地情况表

单位: hm^2

建设项目		占地面积	占地性质		占地类型
			永久占地	临时占地	荒草地
太阳岛	镜场架设区	102.4	0.40	102	102.4
常规岛及生活区	构建筑物区	0.97	0.97		0.97
	道路及广场	1.05	1.05		1.05
	绿化区	0.64	0.64		0.64
	小计	2.66	2.66		2.66
道路	进场道路	0.78		0.78	0.78
	检修道路	0.48		0.48	0.48
	场外道路	0.02		0.02	0.02
	小计	1.28		1.28	1.28
施工生产生活区	临建办公区	0.37		0.37	0.37
	临建生产区	2.6		2.6	2.6
	风机试验区	0.15		0.15	0.15
	小计	3.12	0	3.12	3.12
合计		109.46	3.06	106.40	109.46

1.1.1.7 工程土石方量

本项目建设期实际土石方总量 4.36 万 m^3 (含表土), 其中挖方量 2.18 万 m^3 , 填方量 2.18 万 m^3 (含表土), 挖填平衡, 无弃方。工程土石方情况见表 1-2。

表 1-2

工程建设期土石方情况

单位: 万 m^3

建设项目		土石方总量 (含表土)	挖方	填方 (含表土)	利用		表土
					数量	来源/去向	
太阳岛		0.30	0.20	0.10	0.10	进场道路	
常规岛及生活区	构建筑物区	1.44	0.86	0.58	0.28	道路及广场	
	道路及广场	0.28		0.28		构建筑物区	
	绿化区	0.38	0.19	0.19			0.19
	小计	2.10	1.05	1.05	0.28		
道路	进场道路	0.32	0.11	0.21	0.10	太阳岛	0.1
	检修道路	0.08	0.04	0.04			
	场外道路	0.02	0.01	0.01			
	小计	0.42	0.16	0.26	0.10		
施工生产生活区	临建办公区	--	--	--			
	临建生产区	1.38	0.69	0.69			0.17
	风机试验区	0.16	0.08	0.08			
	小计	1.54	0.77	0.77			
合计		4.36	2.18	2.18	0.48		0.46

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

本项目地处内蒙古高原和冀北山地的过渡带，属高原湖积地貌，地势总体表现周边高，最低点在中心点偏西位置，呈缓坡状。太阳岛建设区域海拔在 1372.5-1375.5m 之间，太阳岛东边界内 100m 范围内坡降较大在 20.00‰左右，继续向内至场地中间的大部分区域坡降在 0.70‰以下；常规岛在项目区中间，海拔在 1373.8-1374.2m 之间，东高西低，坡降在 5.55‰左右；生活区海拔在 1374.3-1375.8m 之间，东北高西南底，坡降在 15.00‰左右；道路海拔在 1373.2-1375.5m 之间，东高西低，坡降在 1.77‰左右；施工生产生活区分散在常规岛东，整体北高南低，坡降在 3.75‰左右。本项目整体地形最大高差为 2.17m，坡度为 1.4‰，场地较平坦。

地形地貌见图 1-2。



图 1-2 项目区地形地貌

1.1.2.2 地质

场址区域 15.00m 深度范围内的地层主要由第四系黏土、粉土、砂土及玄武岩组成，局部地段夹淤泥质土。其中地表下埋深 0-3.60m 内土层为粉土及粉细砂。

根据当地水文地质资料，站址位于第四系湖沼积区域内，地下水埋深大于 30m，

水位年变幅约 2.00m 左右。本区地下水补给主要是大气降水补给，排泄途径为地表蒸发。

依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2009）腐蚀性评价标准，根据场址场地土样化验结果分析，场址区地基土对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋具弱~中等腐蚀性。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001）及《建筑地基基础设计规范》（GB/T50007-2011），本场区抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.10g，所属设计地震分组为第二组，地震动反应谱特征周期0.40s。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）及变电站抗震设防类别的划分，场地土类型为中软土，建筑场地类别属 II 类。设计安全标准均参考《风电场工程等级划分及设计安全标准（试行）》（FD002-2007）执行。

1.1.2.3 水文

本工程处于内陆河流域，张北县境内多数属内陆河流域。县域内陆河流共计 25 条，总长约 793km，流域面积 3826km²，大部分发源于坝头山区。由于水源主要靠大气降水补给，多为季节性河流。

太阳能热发电场范围内无大的河流通过。安固里淖在项目区西北约 16km 处，安固里淖东西长 18km，南北宽 10km，水域面积近 70km²，是华北最大的高原内陆湖。

场址位于张北县馒头营乡二圪垯村西 200m，场址最低点在常规岛西南方，海拔 1372.5m，太阳能热站址地面平坦开阔，属坝上平原。地势北高南低，有一定的坡度，排水通畅，降雨汇水顺地势向西南流向地势低处。

项目区水系图见图 1-3。

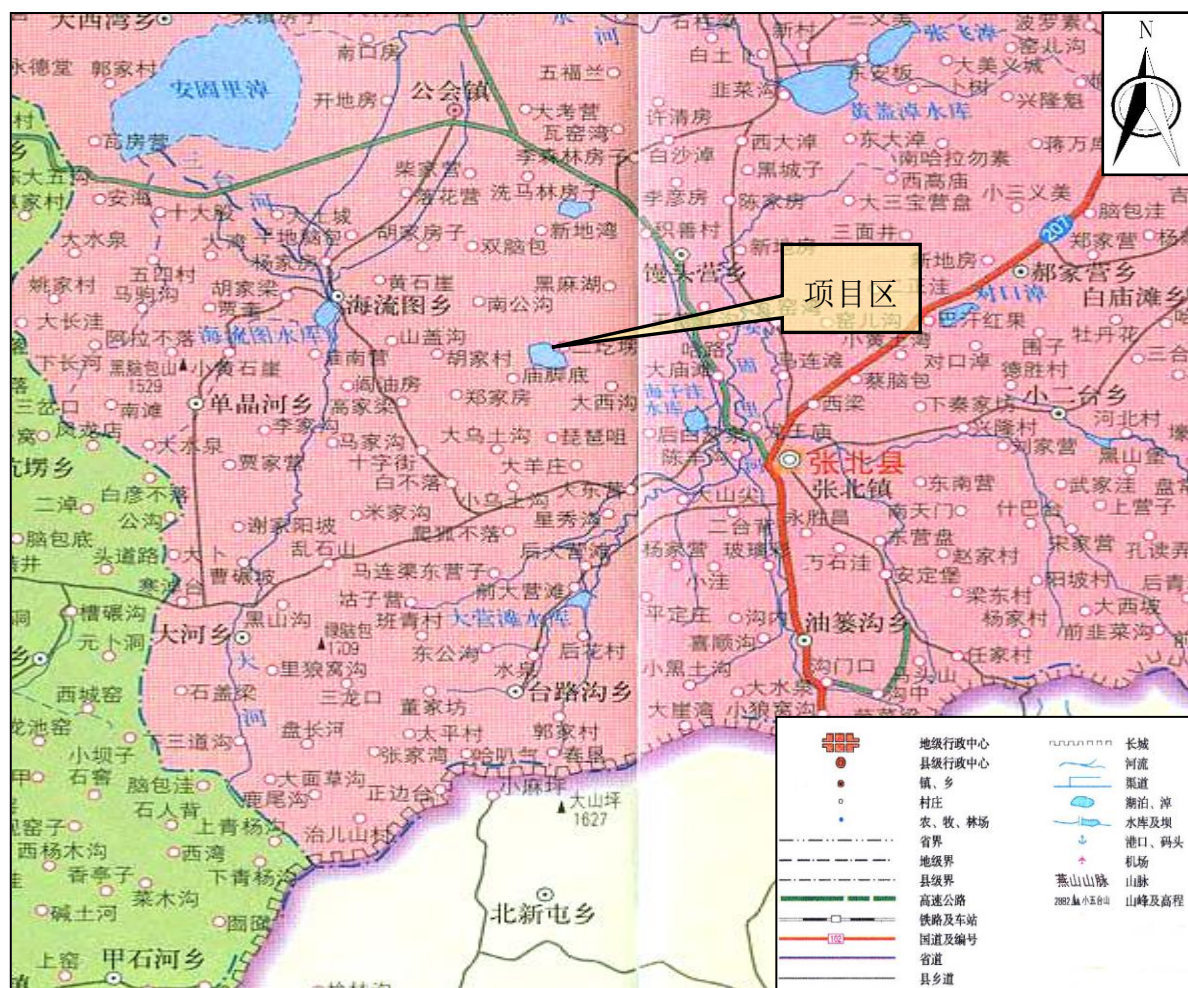


图 1-3 项目区水系图

1.1.2.4 气象

项目区属中温带半干旱大陆性季风气候，雨热同季，冬长夏短，气温低且温差大，热量资源不足。春季干旱、多风少雨；夏季短暂、凉爽多雨；秋季晴朗、寒霜早临；冬季漫长、严寒少雪。历年平均气温为 3.7°C ，历年最低气温 -34.80°C ，历年最高气温 33.40°C ，多年平均降水量 384.5mm ，主要分布在 6-9 月份。最大冻土深度为 2.12m ，多年平均风速 4.1m/s 。年日照小时数 2760h 。大于 10°C 以上积温 2368.2°C ，无霜期 90d 左右。项目区主要气象参数见表 1-3。

表 1-3 项目区主要气象参数

项目	单位	数值
多年平均气温	℃	3.7
多年极端最高气温	℃	33.4
多年极端最低气温	℃	-34.8
多年最大冻土深度	m	2.12
多年最大积雪	cm	21
多年平均风速	m/s	4.1
多年平均大风日	日	63
多年平均日照数	h	2760
多年平均降水量	mm	384.5
≥10℃积温	℃	2368.2
无霜期	d	90
注：统计年份（1960年-2022年）		

1.1.2.5 土壤、植被

项目区地表植被一般发育，没有基岩出露，覆盖层较厚。土壤类型以栗钙土为主，兼有山地棕壤、山地草甸土。项目区整体土层厚度较为均匀，除太阳岛区域内最低点有部分盐渍化特征外，其余各分区区域多在 30-200cm 之间，土壤肥力中。

植被类型属于欧亚大陆草原区系。项目区植被类型为草地，地表植被由草本植物组成，生长植被主要有芨芨草、蒿草等现状植被条件较好，太阳岛区域边缘部分及生活区区域芨芨草较少，多为蒿草等矮小植被，常规岛西侧地势低洼处芨芨草较多。项目区总体林草覆盖率在 30%左右。项目区土壤、植被见图 1-4。



图 1-4 项目区土壤、植被

1.1.2.6 容许土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区位于北方风沙区，容许土壤流失量为 $1000t/(km^2 \cdot a)$ 。

1.1.2.7 侵蚀类型与强度

项目区地处内蒙古高原和冀北山地的过渡带，坝上高原，水土流失类型以风蚀为主，兼有水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。

水土流失现状调查采用遥感与现场调查相结合的方法，考虑地面坡度、土层厚度、植被状况等指标，综合确定项目区土壤侵蚀强度为轻度。

1.1.2.8 水土流失重点防治区划分

项目区位于河北省张家口市张北县，根据《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》（办水保[2013]188号）及《河北省水利厅关于发布省级水土流失重点防治区和重点治理区的公告》（冀水保[2018]4号），项目区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

建设单位比较重视水土保持工作的推进和开展，安排专人负责项目的水土保持工作。根据工程造成的水土流失特点，确定重点区域，有针对性的进行分区防治措施设计和落实，积极督促和落实水土保持方案，坚持工程措施、植物措施和临时措施相结合，做到与主体工程相协调。

1.2.2 水土保持方案编报

建设单位委托河北省水资源研究与水利技术试验推广中心（原：河北省水利技术试验推广中心）编制本项目水土保持方案报告书；

2015年6月，方案编制单位编制完成《张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工

程水土保持方案报告书（送审稿）》；

2015 年 7 月 24 日，河北省水利厅主持召开了《张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土保持方案报告书（送审稿）》技术评审会；

2015 年 8 月，方案编制单位编制完成《张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》；

2015 年 8 月 28 日，河北省水利厅以冀水保[2015]213 号文对本项目水土保持方案报告书（报批稿）进行了批复。

1.2.3 水土保持监测意见的落实情况

针对监测单位监测过程中提出的水土保持意见和建议，建设单位高度重视，结合现场实际情况和施工时序，加强施工管理，严格控制扰动范围，认真落实水土保持措施，减少水土流失。总体来看，建设单位均能够积极响应，确保水土保持措施发挥效益。

监测期间没有发生重大水土流失危害事件。

1.2.4 水土保持监督检查意见落实情况

张北县水务局多次对本项目进行了监督检查，查看工程现场，出具了监督检查意见。建设单位根据检查意见积极落实相关水土保持工作。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2015 年 8 月 28 日，河北省水利厅下发了关于《张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土保持方案报告书》的批复（冀水保[2015]213 号）。2019 年 10 月受建设单位委托，开展本项目水土保持监测工作。

按照批复的项目水保方案报告书中水土保持监测的目的和任务要求，结合该项目建设的实际情况，确定了具体的监测方法。根据现场调查及查阅工程建设相关资

料，确定原地貌及施工期、试运行期土壤侵蚀模数，测定监测期末土壤侵蚀模数；对整个场区实行实地踏勘调查，对项目各区域水土流失、水土保持防治措施及防治效益进行全面调查监测。

1.3.1.1 技术流程

监测单位接受建设单位委托开展本项目水土保持监测工作，技术人员首先对现场进行了详细的勘察，同时了解和掌握了项目区的水土流失背景资料和工程建设资料，记录各个时间段水土流失影响因子的变化情况水土保持措施的完成情况，然后进行资料汇总、分析，最后对监测结果、防治效果进行分析评价，总结经验教训并提出建议，完成监测总结报告。本项目监测工作技术流程图见图 1-5，监测技术流程为开展水土保持监测工作提供了一个科学、高效的方法步骤。

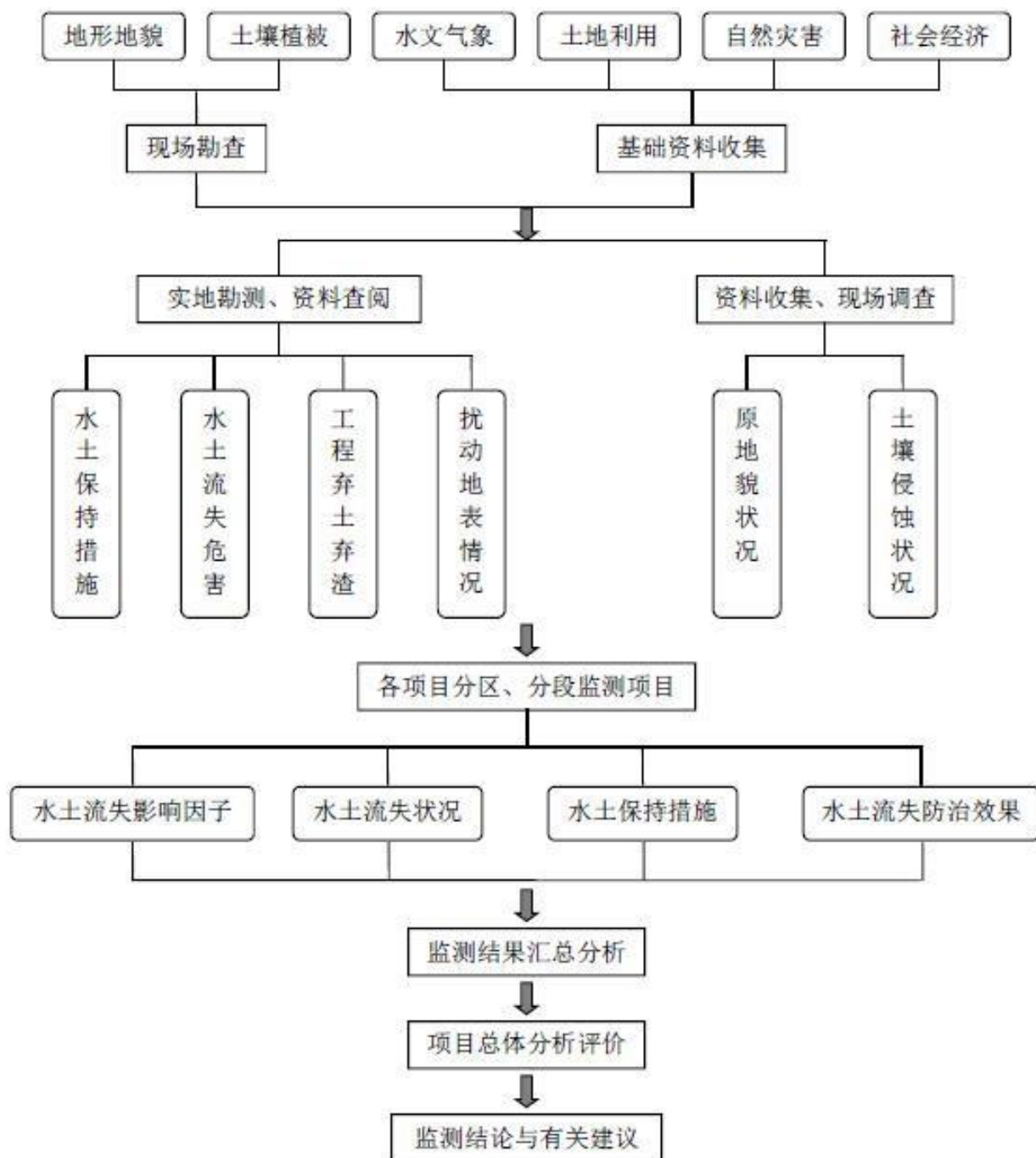


图 1-5 水土保持监测流程图

1.3.1.2 监测布局

监测方法采用调查监测、临时监测和场地巡查监测相结合的方法。依据水土保持方案水土流失影响因素分析及预测结果的综合评价，本项目水土流失严重区域为太阳岛的扰动区域、常规岛及生活区的基础施工、道路修筑等，本项目水土保持监

测的重点区域为太阳岛、常规岛及生活区、道路区。

1.3.1.3 监测实施进度

按照本项目的自然条件、施工时段及布局特点，水土流失预测及水土流失防治布局进行水土保持监测分区，分别是太阳岛、常规岛及生活区、道路及施工生产生活区 4 个监测分区。

(1) 2019 年 10 月，同建设单位达成监测意向，并正式开展本项目的水土保持监测工作。监测单位制定监测方案及实施计划，着手落实实施计划的前期准备工作。由于土建工程已完工，监测人员勘查了现场的施工痕迹，搜集了项目的施工资料和项目影像，核实工程进展，对项目占地、施工开挖、土地整治、临时防护等内容进行了详细的了解，调查工程扰动地表、开挖土石方、破坏植被、水保措施完成等情况，并提出完善意见。

(2) 2020 年 5 月至 9 月，监测人员多次实地勘查，统计已开展的工程占地扰动、土石方、植被恢复等施工情况，并针对现场问题提出建议及改进对策。

(3) 2021 年至 2024 年期间，监测人员多次深入现场实地调查，核实已完成水土保持工程类型及数量、工程措施的稳定性、完好程度和运行状况，进行植被的成活率、保存率、生长情况及其植被覆盖率等水土保持效果监测工作，针对现场问题提出建议及改进对策。

(4) 2025 年 6 月，监测人员深入现场查看，实地勘测工程占地扰动、土地整治、植被恢复情况，提出整改意见并查看针对监测意见的整改情况，进一步核实已建水土保持工程类型及数量、工程措施的稳定性、完好程度和运行状况，植被的成活率、保存率、生长情况及其植被覆盖率等水土保持效果监测工作。

(5) 2025 年 7 月，根据监测数据及建设单位提供的有关工程技术资料，编制完成水土保持监测总结报告。

1.3.2 监测项目部设置

2019年10月我单位接受委托后,及时成立监测项目部并召开技术交底会议。根据本项目水土保持方案和建设单位提供的设计施工文件等技术资料,我单位组织监测专业技术人员召开本项目的专项监测实施研讨会,配备相关监测技术人员,明确了工作分工,为开展监测工作提供了人力、技术和组织保障。水土保持监测人员及分工见表1-4。

表 1-4 本工程水土保持监人员及分工表

姓 名	职 称	职责分工
刘 欣	高 工	项目总负责、确定监测总体计划、总编
李亚斌	工程师	外业调查、数据分析、报告编制
刘进峰	工程师	外业调查、资料分析、图件制作及校核、报告编制
李景丽	工程师	外业调查、数据收集

1.3.3 监测点布设

根据批复的水土保持方案中水土保持措施及其布局情况、水土流失预测结果,结合工程水土流失特点,考察本项目的施工布局 and 施工特点,确定本项目水土保持监测的重点为太阳岛、常规岛及生活区、道路区。

根据监测重点,确定监测点位布设。监测点布设在每个监测区具有代表性的地段或场地,并以尽可能集中布设为原则。具体监测点位布设情况见表1-5。

表 1-5 监测点位布设情况表

位置	数量 (个)	选点位置
常规岛及生活区	4	基础开挖、临时堆土、绿化区域
太阳岛	5	支架基础、绿化
道路	2	道路平整、绿化
施工生产生活区	3	表土堆放、临时堆料、绿化
合计	14	

1.3.4 监测设施设备

为了更好地完成项目监测,结合本工程特点根据实际需要配备监测设备,以确

保高质量的完成监测任务。监测设备详见表 1-6。

表 1-6 监测设备一览表

监测项目	监测设备	数量	用途
监测点定位	GPS 定位仪	1 个	确定监测点位置
气象条件	雨量计	2 套	测量监测点位雨量
	便携式相对温度/湿	2 个	测量监测点位温度、湿度
	流量仪	1 个	遇大雨时测量沟道流量
土壤情况	取土钻	3 个	监测土壤含水量
	铝盒	30 个	
	百分之一天平	1 台	
	烘箱	1 台	
	土壤采样器	3 个	对原状土和扰动土采样
植物生长情况	卡尺、钢卷尺	2 套	测量植物胸径和植被盖度等
水蚀量	测钎	200 个	监测水土流失情况
	皮尺、钢卷尺	1 个	监测项目区内侵蚀沟情况
风蚀量	风速和风向仪	1 套	监测太阳岛域
	降尘缸	1 套	内风蚀情况
	积沙仪	1 套	
其他设备	数码相机	1 台	获取直观影像资料
	摄像设备	1 台	获取直观影像资料
	无人机	1 架	获取直观影像资料
	笔记本电脑	1 台	数据存储和处理
	打印机	1 台	数据打印

1.3.5 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB51240-2018），依据工程建设进度、施工扰动以及水土流失防治措施的分布等情况，监测人员在开展监测过程中采用了以地面观测和调查监测为主的监测方法，在全面调查的基础上，在不同的监测分区内选择监测点位，在监测点内根据监测内容、要求进行调查。

通过现场查勘和调查追溯、资料收集、巡查监测、无人机监测等手段获取了本项目水土流失影响因子、水土流失状况、水土保持措施落实及发挥效益情况等监测

结果，为真实、客观反映项目建设期间水土保持工作开展情况提供了依据。

(1) 调查监测

调查监测是指定期采用分区调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图及其它测量工具，对不同防治区域，进行工程测定、记录各个水土流失防治区的基本特征（尤其是堆土堆渣和开挖面坡长、坡度等）及水土保持措施（包括主体工程中的各项水土保持措施）实施情况。

①水土流失因子监测

地形、地貌、植被的扰动面积、扰动强度的变化，建设项目占地面积、扰动地表面积，项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的临时堆土及堆放面积，项目区林草覆盖度等。

②水土流失状况监测

水土流失状况的监测包括临时堆土及其它人工挖填方坡面的水土流失面积、流失量、程度的变化情况及对周边和下游地区造成的危害及其趋势，在水土保持方案中的水土流失预测的基础上进行。通过对报告书预测的重点流失区的典型调查和抽样调查，获得现状监测资料，并进行各次监测成果的对比分析，以及与原预测成果的对比。

③水土保持设施效果监测

采用实地抽样调查和核算的方法，对水土保持措施的实施数量、质量等效果进行监测。对于工程防治措施，主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况；植物措施主要调查其林草的成活率、保存率、生长发育情况及其植被覆盖度的变化。

调查监测频次：根据不同的施工时序确定调查监测频次，监测人员搜集了施工前后现场的实际情况、调查了土建期的施工资料、根据资料还原了施工现场，2015 年 6 月~2019 年 9 月进行调查监测，2019 年 10 月~2025 年 6 月现场多次监测。

④现场勘查

根据工程施工技术资料、工程进度，现场巡查核实项目区地表扰动情况；结合典型地段重点监测，掌握项目区水土流失状况；现场跟踪观测水土保持措施运行情况；校核、补充所收集资料的确切性等。

⑤典型调查

选择有代表性的典型地段，监测统计项目区微地形变化，土壤质地、林草植被覆盖及生长成活等项目。

⑥图像采集调查

图像资料是项目水土保持状况最直接、最形象的反映。图像采集包括记录工程典型时段、地段现场施工情况；水土保持临时措施实施、水土流失危害发生等重要水土保持事件现场情况；水土保持监测人员开展监测情况等内容。

⑦植被覆盖率监测

采用测定典型样方的方法进行监测。每一样方重复3次，记录林草生长情况、成活率、植被恢复情况及植被覆盖率等。

⑧土壤侵蚀模数的监测

采用侵蚀沟测量法进行土壤侵蚀模数监测。土壤侵蚀的发生和发展，在坡面上留下了从紊沟、细沟、浅沟到切沟、冲沟、干沟和河沟的侵蚀沟谷系统，它们的形态变化反映了土壤侵蚀的历史和强弱。具体方法是选择有代表性地段，用皮尺或测绳测定监测地段所有侵蚀沟的长度、宽度和深度，计算每一条侵蚀沟的体积，然后将各侵蚀沟的体积相加，可得监测区域侵蚀沟的总体积，除以监测区的面积即可得到监测区平均土壤侵蚀深度，通过计算公式即可得到土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量。

⑨测钎法

根据水土保持方案及现场踏勘情况进行布设,按照不同监测分区的扰动强度、性质、频次等水土流失影响因素的不同，各分区扰动特点和施工进度进行布设，即监测点的布设要具有代表性；监测点布设密度在满足监测精度要求的基础上，经济合

理地选择；满足监测要求的基础上便于监测作业。

（2）场地巡查

本项目属于面状工程，具有一些线型工程特点，占地面积较大，施工场地多，时空变化快，加上临时堆土的堆放时间短，未进行定位观测，因此通过场地巡查及时发现并采取措施，控制水土流失的发生。

（3）资料收集分析法

收集项目水土流失影响因子，如：区域降雨情况等，收集有关工程占地、施工设计、招投标、监理、质量评定、竣工决算等资料，以汇总统计水土保持设施数量、程度、质量等情况，挖填土石方量，土地整治面积、土地利用形式等。

（4）无人机监测法

采用无人机航拍的监测方法，根据监测到的影像数据，取得了一手资料，准确掌握了项目的扰动地表、植被恢复情况等。

1.3.6 监测成果提交情况

2019年10月，监测单位成立了监测项目组，研究部署了监测技术路线，对项目的实施做了详细的安排。

在收集分析工程的有关报告、图件、照片等资料的基础上，针对项目的进展情况，项目部按实施方案计划，对工程进行水土保持监测，包括调查了解情况、搜集资料、测量、巡查，核实了项目建设期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、植被恢复面积等，重点调查了水土保持工程措施、植物措施和临时措施的实施情况，工程措施的质量和植物措施的成活率等，以尽可能客观反映施工过程中的水土流失情况及各项防治措施的实施情况。

按规定提交了监测季度报告，按规范进行了三色评价，按要求提交了监测年度报告，监测时段为2015年6月~2025年6月，期间报送监测季度报告41期、报送监测年度报告10期，监测期间监测人员多次深入现场实地调查，针对现场问题提出多

次建议及改进对策，在对监测数据及调查资料进行详细的计算与分析后，编写完成了《张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土保持监测总结报告》。2025 年 7 月提交了《张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

以《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB51240-2018），确定本工程水土保持监测内容和方法。

本项目监测内容主要包括扰动土地面积、防治责任范围、水土流失因子、水土流失量、水土流失危害、水土保持设施建设情况及水土流失防治效果及其动态变化等。

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。扰动类型包括点型扰动和线型扰动。

扰动土地情况监测采用调查监测、临时监测和巡查监测相结合的方法。

监测频次与方法见表 2-1。

表 2-1 扰动土地监测内容、频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法
1	扰动范围及变化情况	建设期前后各 1 次	资料分析、现场调查、无人机监测
2	扰动面积及变化情况	建设期前后各 1 次	资料分析、现场调查、无人机监测
3	土地利用类型及变化情况	建设期前后各 1 次	资料分析、现场调查、无人机监测

2.2 取料、弃渣

本工程建（构）筑物及道路铺设所需土石料全部外购；各类基础开挖回填剩余土方量全部就近场地平整利用，无弃渣。临时堆放土石方数量情况采用场地巡查、实地量测的方法，重点对数量、位置、方量、防治措施等进行记录。

监测频次与方法见表 2-2。

表 2-2 土石方监测内容、频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法
1	临时堆放场的数量、位置、方量、防治措施落实情况	建设期前后各 1 次	资料问询、遥感监测、现场调查

2.3 水土保持措施

水土保持措施监测对工程措施、植物措施和临时措施进行全面监测。监测内容包括措施类型、开（完）工时间、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）防治效果、运行状况等。

本项目通过资料分析、地面观测、现场实地量测等方法，对现状水土保持防治措施的类型、位置、规格、数量和质量、防治效果、运行状况等进行监测。

监测频次与方法见表 2-3。

表 2-3 水土保持措施监测内容、频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法
1	措施类型、开工完工日期	建设后 1 次	资料分析、现场调查、无人机监测
2	措施位置、规格、尺寸、数量	建设后 1 次	资料分析、现场调查、实地量测、无人机监测
3	林草覆盖度、防治效果、措施运行状况	建设后 1 次，植被恢复期在雨季前后监测多次	现场调查、实地量测

2.4 水土流失情况

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、取料弃渣潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。

土壤流失面积监测每季度 1 次。土壤流失量应每月 1 次，遇暴雨、大风等应加测。水土流失情况监测采用地面观测、实地量测、遥感监测和资料分析的方法。

监测频次与方法见表 2-4。

表 2-4 水土流失情况监测内容、频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法
1	土壤流失面积	建设期后多次	资料分析、现场测量
2	土壤流失量	每月 1 次，共 121 次，大风暴雨天气及时加测	现场调查、实地量测
3	水土流失危害	遇大风暴雨天气及时监测	现场巡查

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

3.1.1.1 方案确定的水土流失防治责任范围

根据批复的水土保持方案报告书，项目建设区分为为太阳岛、常规岛及生活区、道路及施工生产生活区 4 个分区。

方案确定的水土流失防治责任范围为 111.36hm^2 ，包括永久占地和临时占地，占地类型全部为荒草地。水土保持防治责任范围划分为项目建设区和直接影响区，其中建设区占地 110.30hm^2 和直接影响区占地 1.06hm^2 ，共计 111.36hm^2 。

表 3-1 方案确定的水土流失防治责任范围表 单位： hm^2

序号	建设项目	项目建设区	直接影响区	合 计
1	太阳岛	102.4	0.94	110.94
2	常规岛及生活区	2.66		
3	施工生产生活区	3.12		
4	进场道路	1.55		
5	检修道路	0.28		
6	场外道路	0.3	0.12	0.42
合计		110.3	1.06	111.36

3.1.1.2 建设期水土流失防治责任范围

本项目建设过程中，建设区分为太阳岛、常规岛及生活区、道路、施工生产生活区 4 个分区。通过实地测量和遥感监测，以及查阅施工资料，确定建设期水土流失防治责任范围为 109.46hm^2 ，本项目水土流失防治责任范围为 109.46hm^2 。建设期水土流失防治责任范围详见表 3-2。

表 3-2

建设期水土流失防治责任范围表

单位: hm^2

建设项目	项目建设区	占地性质		直接影响区	合 计
		永久占地	临时占地		
太阳岛	102.4	0.40	102	0	102.4
常规岛及生活区	2.66	2.66		0	2.66
施工生产生活区	3.12		3.12	0	3.12
进场道路	0.78		0.78	0	0.78
检修道路	0.48		0.48	0	0.48
场外道路	0.02		0.02	0	0.02
合计	109.46	3.06	106.4	0	109.46

本项目建设期水土流失防治责任范围与水土保持方案批复的防治责任范围相比,存在一定的变化。经实地调查,项目在实际施工建设过程中能加强施工管理,优化施工工序,严格控制地表扰动范围,使扰动完全控制在项目建设区以内,方案设计的直接影响区并未发生扰动,因此未发生直接影响区。建设期水土流失防治责任范围与方案设计相比减少 1.90hm^2 。详见表 3-3。

表 3-3

建设期水土流失防治责任范围变化对照表

单位: hm^2

分类	防治分区	方案批复	实际发生	较方案增减	说明
项目 建设 区	太阳岛	102.40	102.40	0.00	与方案批复一致
	常规岛及生活区	2.66	2.66	0.00	与方案批复一致
	施工生产生活区	3.12	3.12	0.00	与方案批复一致
	进场道路	1.55	0.78	-0.77	方案设计进场道路包括 2 段, 总长度 1547m, 后期施工过程中主体优化设计, 建设进场道路 1 段, 进场道路为项目区东界沿生活区南侧呈 S 型布设接入常规岛, 长度为 781m, 进场道路长度减少 766m, 宽度仍为 10m, 实际占地面积减少 0.77 hm^2 。
	检修道路	0.28	0.48	0.20	检修道路包括 2 部分, 施工临时道路和检修道路。施工临时道路为临建办公区和风机实验区分别连接进场道路的路段, 长度 50m。由于主体优化设计, 进场道路由 2 段改为建设 1 段, 施工临时道路相应发生改变, 实际长度 600m, 长度增加 550m, 宽度仍为 7m, 施工临时道路实际占地增加 0.38 hm^2 ; 方案设计检修道路为 2 段, 由常规岛处进场道路分别向南北延伸至镜场南、北边界, 长度 600m, 后期由于进场道路发生变化, 北镜场的检修道路全部引接进场道路, 南镜场检修道路未修建, 实际长度 150m, 长度减少 450m, 宽度仍为 4m, 检修道路实际占地减少 0.18 hm^2 。检修道路总占地面积减少 0.20 hm^2 。
	场外道路	0.30	0.02	-0.28	方案设计场外道路为出项目区后由约 300m 场外道路连接乡村道路, 场外新建道路宽 7m (按扰动 10m)。后期由于主体优化设计, 进场道路由 2 段改为建设 1 段, 场外道路引接乡道和进场道路, 实际道路长 25m, 宽 8m, 长度减少 275m, 宽度减少 2m, 场外道路实际占地面积减少 0.28 hm^2 。
	小计	110.30	109.46	-0.84	
直接 影响 区	太阳岛	0.94	0.00	-0.94	没有发生
	常规岛及生活区				
	施工生产生活区				
	进场道路				
	检修道路				
	场外道路	0.12	0.00	-0.12	没有发生
	小计	1.06	0.00	-1.06	

通过表 3-3 分析可知，变化主要原因如下：

(1) 进场道路：方案设计进场道路包括 2 段，一段由项目区东界沿生活区南侧接入生活区；一段项目区东界沿常规岛南侧呈 S 型布设，接入常规岛，总长度 1547m。后期施工过程中主体优化设计，建设进场道路 1 段，为项目区东界沿生活区南侧呈 S 型布设接入常规岛，长度为 781m，进场道路长度比方案减少 766m，宽度仍为 10m，实际占地面积较方案减少 0.77hm²。

(2) 检修道路：检修道路包括 2 部分，施工临时道路和检修道路。

施工临时道路为临建办公区和风机实验区分别连接进场道路的路段，长度 50m，由于主体优化设计，进场道路由 2 段改为建设 1 段，施工临时道路相应发生改变，实际长度为 600m，施工临时道路长度较方案增加 550m，宽度不变仍为 7m，施工临时道路实际占地增加 0.38hm²。

方案设计检修道路为 2 段，由常规岛处进场道路分别向南北延伸至镜场南、北边界，总长度 600m。后期由于进场道路发生变化，北镜场的检修道路全部引接进场道路，南镜场检修道路未修建，检修道路总长度为 150m，检修道路长度比方案减少 450m，宽度不变仍为 4m，检修道路实际占地较方案减少 0.18hm²。

检修道路总占地面积较方案减少共 0.20hm²。

(3) 场外道路：方案设计场外道路为出项目区后由约 300m 场外道路连接乡村道路，场外新建道路宽 7m（按扰动 10m），后期由于主体优化设计，进场道路由 2 段改为建设 1 段，场外道路引接乡道和进场道路，实际道路长 25m，宽 8m，长度减少 275m，宽度减少 2m，场外道路实际占地面积较方案减少 0.28hm²。

3.1.1.3 运行期防治责任范围监测

已完成工程运行期后防治责任范围为建设期项目占地，水土流失防治责任范围为 109.46hm²。

3.1.2 弃渣场监测

本项目未设弃渣场。

3.1.3 建设期扰动土地面积动态监测

地面扰动面积监测包括扰动类型判断和面积监测两个方面，其中扰动类型的判断由侵蚀形态确定，监测过程中必须依据实际流失状态进行归类和面积监测。

在建设初期防治责任范围内由原地貌、堆土、开挖面和施工区域组成。随着各项工程建设实施，原地貌逐渐减少，扰动面积进一步增加。建设期扰动面积为调查监测，结果为 43.17hm²。

2015 年 6 月至 2017 年 4 月期间，项目区太阳岛北镜场、常规岛及生活区、道路在建，除太阳岛南镜场、镜场南北边界及空地外，全部扰动，扰动面积为 28.38hm²。2015 年扰动面积为 18.07hm²；2016 年扰动面积为 28.38hm²；2016 年常规岛及生活区主体完工，2017 年扰动面积为 26.22hm²；2018 年停工，未扰动；2019 年太阳岛南镜场、扰动占地面积 20.24hm²；2020 年进行碎石压盖、透水砖铺装、撒播种草，扰动面积 23.32hm²；2021 年~2022 年停工，未扰动；2023 年之后植被恢复期间，道路区有绿化扰动施工，扰动面积 0.31hm²。

不同年份工程建设地表扰动面积情况见表 3-4。

表 3-4 不同年份工程扰动地表面积一览表 单位：hm²

建设项目	占地面积	扰动地表面积								
		2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年~自然恢复期
太阳岛	50.64	12.66	21.32	21.32	0	14.79	23.22	0	0	
常规岛及生活区	2.66	1.79	2.66	0.5	0	1.05	0.06	0	0	
道路	1.28	0.5	1.28	1.28	0	1.28	0.01	0	0	0.31
施工生产生活区	3.12	3.12	3.12	3.12	0	3.12	0	0	0	
合计	109.46	18.07	28.38	26.22	0	20.24	23.32	0	0	0.31

3.2 取料监测结果

本项目所需施工所需碎石、石灰、砖、砂、水泥等地方建筑材料，在张北县城及其周围地区购买，没有专项取料场地。

3.3 弃渣监测结果

工程建设期间，土石方进行了综合利用，没有弃渣。

3.4 土石方流向情况监测

3.4.1 方案设计弃土弃渣情况

方案设计建设期挖填土石方总量 5.30 万 m³（含表土），其中挖方量 2.65 万 m³，填方量 2.65 万 m³（含表土），挖填平衡，无弃方。方案设计土石方平衡见表 3-5。

表 3-5

方案设计土石方平衡表

单位: 万 m³

建设项目		土石方 总量(含 表土)	挖方	填方(含 表土)	土石方去向				表土
					调入	来源	调出	去处	
太阳岛		0.63	0.42	0.20			0.22	场外道路	
常规岛	构建筑物区	1.52	0.91	0.61			0.30	道路及广场	
	道路及广场	0.30		0.30	0.30	构建筑物区			
	绿化区	0.52	0.26	0.26					0.19
	小计	2.34	1.17	1.17	0.30		0.30		
道路	进场道路	0.46	0.23	0.23					0.10
	检修道路	0.06	0.03	0.03					
	场外道路	0.28	0.03	0.25	0.22	太阳岛			
	小计	0.80	0.29	0.51	0.22				
施工生 产生活 区	临建办公区	--	--	--					
	临建生产区	1.38	0.69	0.69					0.17
	风机试验区	0.15	0.08	0.08					
	小计	1.53	0.77	0.77					
合计		5.30	2.65	2.65	0.52		0.52		0.46

3.4.2 工程实际弃土弃渣动态监测结果

本项目建设期实际土石方总量 4.36 万 m³ (含表土), 其中挖方量 2.18 万 m³, 填方量 2.18 万 m³ (含表土), 挖填平衡, 无弃方。工程实际土石方平衡表见表 3-6。

表 3-6

工程实际土石方平衡表

单位: 万 m³

建设项目		土石方总量 (含表土)	挖方	填方 (含表土)	利用		表土
					数量	来源/去向	
太阳岛		0.30	0.20	0.10	0.10	进场道路	
常规岛及 生活区	构建筑物区	1.44	0.86	0.58	0.28	道路及广场	
	道路及广场	0.28		0.28		构建筑物区	
	绿化区	0.38	0.19	0.19			0.19
	小计	2.10	1.05	1.05	0.28		
道路	进场道路	0.32	0.11	0.21	0.10	太阳岛	0.1
	检修道路	0.08	0.04	0.04			
	场外道路	0.02	0.01	0.01			
	小计	0.42	0.16	0.26	0.10		
施工生 产生活 区	临建办公区	--	--	--			
	临建生产区	1.38	0.69	0.69			0.17
	风机试验区	0.16	0.08	0.08			
	小计	1.54	0.77	0.77			
合计		4.36	2.18	2.18	0.48		0.46

挖填土石方总量较方案设计减少 0.94 万 m^3 ，主要原因是：

(1) 太阳岛：本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，目前太阳岛北镜场的架设全部完工、太阳岛南镜场完成不足三分之一的桩基础和约七分之一的镜场架设，扰动面积减少，土石方挖填量相应减少，与方案设计相比，土石方挖填量较方案减少 0.33 万 m^3 。

(2) 常规岛及生活区：实施过程中，由于建构筑物布局和道路广场略有调整，土石方挖填量较方案略有减少，土石方挖填量减少了 0.24 万 m^3 ，其中：表土剥离量 0.19 万 m^3 ，表土全部回铺用于绿化区用土。

(3) 道路区：实施过程中，道路区土石方挖填总量较方案设计减少 0.38 万 m^3 ，其中：由于场外道路位置调整，引接进场道路，场外道路长度减少，扰动面积减少，土石方挖填量相应减少，与方案设计相比，土石方挖填量较方案减少 0.26 万 m^3 ；由于主体设计优化，检修道路连接进场道路，与方案设计相比，土石方挖填量较方案增加 0.02 万 m^3 ；由于主体设计优化，建设进场道路 1 段，为项目区东界沿生活区南侧呈 S 型布设接入常规岛，长度减少，扰动面积减少，土石方挖填量相应减少，与方案设计相比，土石方挖填量较方案减少 0.14 万 m^3 ，其中表土剥离量 0.1 万 m^3 ，表土全部用于进场道路边侧绿化用土。

4 水土流失防治措施监测结果

本工程建设期水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果。工程措施的完好程度及运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，苫盖、拦挡、沉砂、铺垫、洒水等临时性防护措施数量、面积及其效果。

结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与水土保持方案中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目区建设期及生产运行初期水土流失防治措施及其效果。

本项目建设过程中的水土保持措施体系包括工程措施、植物措施、临时措施、管理措施相结合的综合防治措施。

依据各分区防治责任范围水土流失特点并结合水土保持方案设计要求进行了实地勘测，已完工程施工结束后对各分区布设的水土保持措施综合防治监测结果见表 4-1。

4.1 工程措施监测结果

1、太阳岛工程措施

项目批复工程措施：浆砌石截水沟 4722m、土质排水沟 4800m、（主体）集雨槽 14000m。

实际完成工程措施：土质排水沟 3200m、涵管 30m、蓄水池 1 座、水泥抹面排水沟 500m。

工程变化原因：太阳岛规划建设 28 条聚光集热回路，由于本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，实际计划建设 38 条聚光集热回路，目前已建设 19 条聚光集热回路，其中太阳岛北镜场完成 16 条回路（全部建完），太阳岛南镜场建设 3 条回路，南镜场剩余部分一直处于停工状态，剩余建设下阶段实施，结合本项目地形、地质及项目进展情况，仅在太阳岛北镜场架设区域修建了纵向土质排水沟；太阳岛北镜场西侧过道路处增加了涵管，保证积水及时排出；太阳岛北镜场南侧地势低洼处增加蓄水池，可积蓄雨水减少水土流失；太阳岛北镜场南侧增加混凝土抹面排水沟，可导出项目区雨水至蓄水池，减少水土流失；考虑为

了方便太阳岛南镜场后期施工，浆砌石排水沟暂未修建，主体设计集雨槽未修建。符合水土保持要求。

2、常规岛及生活区工程措施

项目批复工程措施：表土剥存 0.87 hm^2 、覆土平整 0.87 hm^2 。

实际完成工程措施：表土剥存 0.64 hm^2 、覆土平整 0.64 hm^2 、碎石压盖 0.01 hm^2 、透水砖铺装 0.30 hm^2 。

措施变化分析：实际实施过程中，结合本项目实际情况，由于建构筑物布局和道路广场略有调整，根据实际留取的绿化区域采用了表土剥存、覆土平整；生产区变电站区域增加碎石压盖措施、人行道路增加透水砖铺装措施，可降水蓄渗。措施增加合理，符合水保要求。

3、道路工程措施

项目批复工程措施：土地平整 0.04 hm^2 、表土剥存 0.34 hm^2 、覆土平整 0.34 hm^2 、浆砌石排水沟 300 m 。

实际完成工程措施：土地平整 0.04 hm^2 、表土剥离 0.36 hm^2 、覆土平整 0.36 hm^2 、雨水排水管 380 m 。

措施变化分析：结合本项目实际情况，临时施工道路进行了土地平整，进场及场外道路进行表土剥存、覆土平整，施工过程中场外道路引接进场道路，靠近进场入且地势较平坦，未修建浆砌石排水沟；进场道路边侧增加雨水排水管措施，可导出路面积水减少水土流失。措施增加合理，符合水土保持要求。

4、施工生产生活区工程措施

项目批复工程措施：表土剥存 0.52 hm^2 、覆土平整 0.52 hm^2 。

实际完成工程措施：表土剥离 0.52 hm^2 。

措施变化分析：施工前主体进行了表土剥离，由于本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，结合本项目实际情况，太阳岛南镜场剩余部分一直处于停工状态，施工生产生活区需要用于太阳岛南镜场剩余回路的建设使用，下阶段进行覆土平整。符合水土保持要求。

4.2 植物措施监测结果

1、太阳岛植物措施

项目批复植物措施：撒播种草 26.03hm²。

实际完成植物措施：撒播种草 23.22hm²（草籽选用披碱草、早熟禾 1:1 混合）、自然恢复 15.69hm²。

措施变化分析：由于本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，目前已建设 19 条聚光集热回路，其中太阳岛北镜场完成 16 条回路（全部建完），太阳岛南镜场建设 3 条回路，太阳岛南镜场剩余部分一直处于停工状态，剩余撒播种草措施由本项目下阶段实施，本阶段扰动面积减少，撒播种草面积相应减少，符合水土保持要求。

2、常规岛及生活区植物措施

项目批复植物措施：综合绿化 0.87 hm²。

实际完成植物措施：自然恢复 0.44hm²。

措施变化分析：结合本项目实际情况，由于建构物布局和道路广场略有调整，根据实际留取的绿化区域进行绿化，太阳岛南镜场剩余部分一直处于停工状态，考虑到后期施工需要且自然恢复较好，暂未进行综合绿化。符合水土保持要求。

3、道路植物措施

项目批复植物措施：栽植灌木 0.34 hm²、撒播种草 0.04hm²。

实际完成植物措施：撒播种草 0.04hm²（草籽选用披碱草、早熟禾 1:1 混合），栽植灌木 0.31hm²。

措施变化分析：结合本项目情况，由于主体优化设计，建设进场道路 1 段，进场道路为项目区东界沿生活区南侧呈 S 型布设接入常规岛，进场道路长度减少，占地面积相应减少，栽植灌木面积略有减少。符合水土保持要求。

4、施工生产生活区植物措施

项目批复植物措施：撒播种草 0.52hm²。

实际完成植物措施：自然恢复 0.35hm²。

措施变化分析：由于本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，结合本项目实际情况，太阳岛南镜场剩余部分一直处于停工状态，施工生产生活区需要用于南镜场剩余回路的建设使用，本项目下阶段进行撒播种草恢复植被，目前场地自然恢复植被较好。符合水土保持要求。

4.3 临时防护措施监测结果

1、太阳岛临时措施

项目批复临时措施：临时遮盖 6000m²、临时拦挡 500m、沉淀池 3 个、临时排水沟 300m。

实际完成临时措施：临时遮盖 6400m²、沉淀池 3 个、临时拦挡 490m、临时排水沟 180m。

措施变化分析：基本按方案设计要求实施，符合水保要求。

2、常规岛及生活区临时措施

项目批复临时措施：临时遮盖 3000m²、临时拦挡 800m、临时排水沟 300m、沉淀池 2 个。

实际完成临时措施：临时遮盖 3800m²、沉淀池 2 个、临时拦挡 180m、临时排水沟 760m。

措施变化分析：基本按方案设计要求实施，符合水保要求。

3、道路区临时措施

项目批复临时措施：无。

实际完成临时措施：临时铺垫 0.20hm²。

措施变化分析：结合本项目实际情况，检修道路增加临时铺垫措施 0.20hm²，可减少水土流失，措施增加合理，符合水土保持要求。

4、施工生产生活区临时措施

项目批复临时措施：临时遮盖 600m²、临时排水沟 100m、沉淀池 1 座、临时拦挡 200m。

实际完成临时措施：临时遮盖 630m²、临时排水沟 80m、沉淀池 1 个、临时拦挡 180m。

措施变化分析：基本按方案设计要求实施，符合水保要求。

另外施工期还采取了洒水车对施工道路进行洒水降尘的措施，不计入工程量。

4.4 水土保持措施防治效果

根据对水土流失防治措施监测结果来看，建设单位高度重视水土保持措施的落实，并进行了合理的调整，对水土流失防治区内的水土流失进行了全面、系统的整

治，工程的各类开挖面、临时堆土、施工场地等得到了及时的防治，施工过程的水土流失得到了有效控制。实施的各项工程措施运行良好，人为水土流失基本上得到了控制。总体来说，由于各项水土保持措施的落实，水土保持效果明显，达到了水土保持方案防治要求。

各分区布设的水土流失防治措施监测表见表 4-1。

表 4-1

水土流失防治措施监测表 (*为主体设计)

防治 分区	措施类型	方案设计的水土保持措施			实施的水土保持措施			实施时间	备注
		水土保持措施	单位	数量	水土保持措施	单位	数量		
太阳 岛	工程措施	浆砌石截水沟	m	4722					
		土质排水沟	m	4800	土质排水沟	m	3200	2017 年 7 月至 9 月	
					涵管	m	30	2017 年 5 月至 6 月	
		集雨槽*	m	14000					主体未实施
					蓄水池	座	1	2017 年 5 月至 6 月	增加
					水泥抹面排水沟	m	500	2017 年 5 月至 6 月	增加
	植物措施	撒播种草	hm ²	26.03	撒播种草	hm ²	23.22	2020 年 5 月至 6 月	
					自然恢复	hm ²	15.69	2020 年 7 月至 2025 年 6 月	增加
	临时措施	临时遮盖	m ²	6000	临时遮盖	m ²	6400	2016 年 5 月至 2019 年 10 月	
		沉淀池	个	3	沉淀池	个	3	2016 年 5 月至 6 月	
		临时拦挡	m	500	临时拦挡	m	490	2016 年 5 月至 9 月	
		临时排水沟	m	300	临时排水沟	m	180	2016 年 5 月至 6 月	
常规 岛及 生活 区	工程措施	表土剥存	hm ²	0.87	表土剥存	hm ²	0.64	2015 年 8 月	
		覆土平整	hm ²	0.87	覆土平整	hm ²	0.64	2018 年 5 月至 6 月	
					碎石压盖	hm ²	0.01	2020 年 7 月	
					透水砖铺装	hm ²	0.30	2020 年 7 月	
	植物措施	综合绿化*	hm ²	0.87					未实施
					自然恢复	hm ²	0.44	2020 年 6 月至 2025 年 6 月	
	临时措施	临时遮盖	m ²	3000	临时遮盖	m ²	3800	2015 年 9 月至 2019 年 12 月	
		沉淀池	个	2	沉淀池	个	2	2015 年 8 月至 9 月	
		临时拦挡	m	200	临时拦挡	m	180	2015 年 8 月至 9 月	
		临时排水沟	m	800	临时排水沟	m	760	2015 年 8 月至 9 月	

4 水土流失防治措施监测结果

防治 分区	措施类型	方案设计的水土保持措施			实施的水土保持措施			实施时间	备注
		水土保持措施	单位	数量	水土保持措施	单位	数量		
道路	工程措施	土地平整	hm ²	0.04	土地平整	hm ²	0.04	2015 年 7 月	
		表土剥离	hm ²	0.34	表土剥离	hm ²	0.36	2015 年 7 月	
		覆土平整	hm ²	0.34	覆土平整	hm ²	0.36	2018 年 5 月	
		浆砌石排水沟	m	300					场外道路引接乡道和进场道路，靠近进场入口且地势较平坦，未修建浆砌石排水沟
					雨水排水管道	m	380	2016 年 7 月至 8 月；2023 年 6 月	增加
	植物措施	撒播种草	hm ²	0.04	撒播种草	hm ²	0.04	2020 年 5 月	
		栽植灌木	hm ²	0.34	栽植灌木	hm ²	0.31	2023 年 5 月	
	临时措施				临时铺垫	hm ²	0.20	2021 年 7 月至 2022 年 10 月	增加
施工 生产 生活 区	工程措施	表土剥离	hm ²	0.52	表土剥离	hm ²	0.52	2015 年 6 月	
		覆土平整	hm ²	0.52					未实施
	植物措施	恢复植被	hm ²	0.52					未实施
					自然恢复	hm ²	0.35	2020 年 6 月至 2025 年 6 月	
	临时措施	临时遮盖	m ²	600	临时遮盖	m ²	630	2015 年 7 月至 2025 年 6 月	
		临时排水沟	m	100	临时排水沟	m	80	2015 年 8 月	
		沉淀池	个	1	沉淀池	个	1	2015 年 8 月	
		临时拦挡	m	200	临时拦挡	m	180	2015 年 8 月	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 施工期水土流失面积

本项目是华北地区第一个光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，本工程于 2015 年 6 月开工，施工时间为 2015 年 6 月至 2017 年 4 月、2019 年 4 至 9 月、2020 年 4 月至 6 月，期间停工多次，截止目前一直停工。建设期水土流失面积见表 5-1。

表 5-1 施工期水土流失面积表 单位：hm²

建设项目	占地面积	水土流失面积					
		2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
太阳岛	102.4	21.32	21.32	21.32	21.32	36.11	36.11
常规岛及生活区	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
道路	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
施工生产生活区	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
合计	109.46	28.38	28.38	28.38	28.38	43.17	43.17

5.1.2 试运行期水土流失面积

本项目为示范性质，已完工程进入试运行后，各分区施工扰动区均进行了植被恢复，永久建（构）筑物及硬化面积为 16.74hm²，试运行期水土流失面积为 26.43hm²，试运行期水土流失面积见表 5-2。

表 5-2 运行期水土流失面积表

防治分区	扰动地表面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	硬化及道路面积 (hm ²)
太阳岛	36.11	24.76	11.35
常规岛及生活区	2.66	0.64	2.02
道路	1.28	0.51	0.77
施工生产生活区	3.12	0.52	2.60
合计	43.17	26.43	16.74

5.2 土壤流失量

5.2.1 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

通过外业调查，参考水土保持方案中确定的原地貌侵蚀模数，结合原地貌、植被、地形地貌、气候特征等因子，得出原地貌水力侵蚀强度属于轻度侵蚀。项目区原地貌土壤侵蚀模数见表 5-3。。

表 5-3 建设区原地貌土壤侵蚀模数表

项目分区		原地貌背景值 (t/km ² .a)
太阳岛		1300
常规岛及生活区	构建筑物区	1300
	道路及广场	1300
	绿化区	1300
道路		1300
施工生产生活区	临建办公区	1300
	临建生产区	1300
	风机试验区	1300

根据监测工作的实际情况，通过调查施工过程，查找施工资料等，查阅和搜集了建设期的资料，进行了大量的追溯调查监测分析，多次进行实地踏勘监测。监测过程中只客观地了解了建设期的水土流失特点，对建设项目的地表扰动进行适当的分类。该项目在施工过程中对地表的扰动一般主要表现为临时堆土、开挖面、建筑物、道路修筑等。临时堆渣（土）、开挖面、道路修筑等具有不同的水土流失特点。

监测工作开展通过实地踏勘、查阅主体资料、对比遥感影像，确定各建设区的土壤侵蚀模数为 2200-2800t/(km².a)。施工结束后，土壤侵蚀模数由施工期的 2109t/(km².a)降至 1000 t/(km².a)以下，土壤侵蚀模数随水土保持措施的实施而逐渐减小。

监测组根据监测时段内的水土流失状况进行分析，根据分析得到的数据，算得了监测分区土壤侵蚀模数，见表 5-4、表 5-5、表 5-6、表 5-7。

表 5-4 工程建设期（2015.6-2017.4）各防治分区土壤侵蚀模数表

项目分区		流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)
太阳岛	基础建设区	5.43	2800
	施工扰动区	15.89	2200
常规岛及生活区	建构筑物基础建设区	0.97	2800
	道路广场基础建设区	1.05	2500
	施工扰动区	0.64	2200
道路	基础建设区	0.47	2500
	施工扰动区	0.81	2200
施工生产生活区	基础建设区	2.60	0
	施工扰动区	0.52	0
合计/平均		28.38	/2109

表 5-5 工程建设期（2019.4-9）各防治分区土壤侵蚀模数表

项目分区		流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)
太阳岛	基础建设区	12.89	1800
	施工扰动区	23.22	1500
常规岛及生活区	建构筑物基础建设区	0.97	2500
	道路广场基础建设区	1.05	2200
	施工扰动区	0.64	1200
道路	基础建设区	0.47	1100
	施工扰动区	0.81	1000
施工生产生活区	基础建设区	2.60	0
	施工扰动区	0.52	0
合计/平均		43.17	/1502

表 5-6 工程建设期（2020.4-6）各防治分区土壤侵蚀模数表

项目分区		流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)
太阳岛	基础建设区	12.89	1000
	施工扰动区	23.22	1500
常规岛及生活区	建构筑物基础建设区	0.97	1000
	道路广场基础建设区	1.05	1500
	施工扰动区	0.64	1100
道路	基础建设区	0.47	800
	施工扰动区	0.81	1100
施工生产生活区	基础建设区	2.60	0
	施工扰动区	0.52	0
合计/平均		43.17	/1210

表 5-7 植被恢复期（2020.7-2025.6）各分区土壤侵蚀模数表

项目分区		流失面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	
			(2020.7-2022.3)	2022.4-2025.6
太阳岛	基础建设区	12.89		
	恢复植被区域	23.22	1250	1100
常规岛及生活区	基础建设区	2.02		
	恢复植被区域	0.64	1100	1050
道路	基础建设区	0.47		
	恢复植被区域	0.81	1050	1000
施工生产生活区	基础建设区	2.60		
	恢复植被区域	0.52	1100	1050
合计/平均		43.17	/1237	/1094

表 5-8 监测期末各分区土壤侵蚀模数表

项目分区		流失面积 (hm ²)	监测期末侵蚀模数(t/km ² .a)
太阳岛	基础建设区	12.89	
	恢复植被区域	23.22	980
常规岛及生活区	基础建设区	2.02	
	恢复植被区域	0.64	1000
道路	基础建设区	0.47	
	恢复植被区域	0.81	1000
施工生产生活区	基础建设区	2.60	
	恢复植被区域	0.52	1000
合计/平均		43.17	/981

5.2.2 土壤流失量动态监测结果

将原始地貌的侵蚀模数监测结果与扰动后、水土保持措施实施后的侵蚀情况作对比，可以看出地表扰动后的侵蚀量的动态变化。侵蚀模数由原始地貌 1300t/(km².a) 增加到建设期的 2109t/(km².a)，采取防治措施后减少到 1000t/(km².a) 以下。项目运行后，人工及自然恢复的植物盖度不断增加，将进一步发挥水土保持功能。工程建设增加水土流失量为 758.93t。原始地貌与建设期的土壤流失量的对比见表 5-9。

表 5-9

原地貌与建设期土壤流失量对比

项目分区		太阳岛		常规岛及生活区			道路		施工生产生活区		合计
		基础建设区	施工扰动区	建构筑物基础建设区	道路广场基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	
调查流失面积 (hm ²)		12.89	23.22	0.97	1.05	0.64	0.47	0.81	2.60	0.52	43.17
原地貌	侵蚀模数(t/km ² .a)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	
	扰动时段(a)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
	侵蚀总量(t)	418.93	754.65	31.53	34.13	20.80	15.28	26.33	84.50	16.90	1403.05
建设期 (2015.6-2017.4)	调查流失面积 (hm ²)	基础建设区	施工扰动区	建构筑物基础建设区	道路广场基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	
		5.43	15.89	0.97	1.05	0.64	0.47	0.81	2.60	0.52	28.38
	侵蚀模数(t/km ² .a)	2800	2200	2800	2500	2200	2500	2200	0	0	
	扰动时段(a)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	
	侵蚀总量(t)	265.94	611.87	47.53	45.94	24.64	20.56	31.19	0.00	0.00	1047.66
建设期(2019.4-9)	调查流失面积 (hm ²)	基础建设区	施工扰动区	建构筑物基础建设区	道路广场基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	
		12.89	23.22	0.97	1.05	0.64	0.47	0.81	2.60	0.52	43.17
	侵蚀模数(t/km ² .a)	1800.00	1500.00	2500.00	2200.00	1200.00	1100.00	1000.00	0.00	0.00	
	扰动时段(a)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	
	侵蚀总量(t)	232.02	348.30	24.25	23.10	7.68	5.17	8.10	0.00	0.00	648.62
建设期(2020.4-6)	流失面积 (hm ²)	基础建设区	施工扰动区	建构筑物基础建设区	道路广场基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	
		12.89	23.22	0.97	1.05	0.64	0.47	0.81	2.60	0.52	43.17
	侵蚀模数(t/km ² .a)	1000.00	1500.00	1000.00	1500.00	1100.00	800.00	1100.00	0.00	0.00	
	扰动时段(a)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	
	侵蚀总量(t)	42.54	114.94	3.20	5.20	2.32	1.24	2.94	0.00	0.00	172.38

项目分区		太阳岛		常规岛及生活区			道路		施工生产生活区		合计
		基础建设区	施工扰动区	建构筑物基础建设区	道路广场基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	基础建设区	施工扰动区	
植被恢复期 (2020.7-2022.3)	流失面积 (hm²)	基础建设区	恢复植被区域	基础建设区		恢复植被区域	基础建设区	恢复植被区域	基础建设区	恢复植被区域	
		12.89	23.22	2.02		0.64	0.47	0.81	2.60	0.52	43.17
	侵蚀模数(t/km².a)		1250.00			1050.00		1050.00		1050.00	
	扰动时段(a)		0.50			0.50		0.50		0.50	
	侵蚀总量(t)		145.13			3.36		4.25		2.73	155.47
植被恢复期 (2022.4-2025.6)	流失面积 (hm²)	基础建设区	施工扰动区	基础建设区		施工扰动区	基础建设区	恢复植被区域	基础建设区	恢复植被区域	
		12.89	23.22	2.02		0.64	0.47	0.81	2.60	0.52	43.17
	侵蚀模数(t/km².a)		1100			1050.00		1000		1050	
	扰动时段(a)		0.50			0.50		0.50		0.50	
	侵蚀总量(t)		127.71			3.36		4.05		2.73	137.85

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本项目没有专项取料场地，本项目没有弃渣场。

5.4 水土流失危害

监测期间没有发生水土流失事件，没有对周边造成明显影响。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率指已整治的扰动地表面积与扰动地表总面积的比值。建设期实际扰动地表的面积为 43.17hm^2 ，扰动区域通过地面建筑、路面硬化、排水、土地平整、撒播种草、栽植行道树等水土保持措施基本都得到了治理，治理措施面积与永久建筑物面积 41.88hm^2 。扰动土地整治率=（治理措施面积+永久建筑物面积+硬化面积）/扰动地表面积=97.01%，达到了防治目标。扰动土地整治率计算结果见表6-1。

表6-1 扰动土地整治率计算结果

防治分区	扰动地 表面积 (hm^2)	扰动地表治理面积(hm^2)				扰动土地整治 率 (%)
		工程措 施	植物 措施	建构筑物(含道路 及硬化面积)	小计	
太阳岛	36.11	0.46	23.22	11.35	35.03	97.01
常规岛及生活区	2.66	0.31	0.44	2.02	2.77	104.14
道路	1.28	0.01	0.35	0.77	1.13	88.17
施工生产生活区	3.12		0.35	2.60	2.95	94.55
合计	43.17	0.78	24.36	16.74	41.88	97.01

6.2 水土流失总治理度

经现场监测调查，工程建成后水土流失面积为 26.43hm^2 。在施工过程中按照施工组织设计，对开挖破坏面、临时堆土采取了防护措施，扰动地表施工完毕后进行土地整治并恢复植被，水土流失面积逐渐减少。水土流失防治面积为 25.14hm^2 ，测算水土流失总治理度为95.11%，可达到方案批复一级防治标准的要求。水土流失总治理度计算结果见表6-2。

表6-2 水土流失总治理度计算结果

防治分区	水土流失面积 (hm^2)			水土流失防治面积 (hm^2)			水土流失总治 理度(%)
	扰动地 表面积	建构筑物 (含道路及 硬化面积)	计算 结果	工程 措施	植物 措施	小计	
太阳岛	36.11	11.35	24.76	0.46	23.22	23.68	95.64
常规岛及生活区	2.66	2.02	0.64	0.31	0.44	0.75	117.19
道路	1.28	0.77	0.51	0.01	0.35	0.36	70.39
施工生产生活区	3.12	2.60	0.52	0	0.35	0.35	67.31
合计	43.17	16.74	26.43	0.78	24.36	25.14	95.11

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率为项目水土流失防治责任范围内采取措施后实际挡护的永久弃渣和临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

项目施工期间临时堆土总量为2.18万 m^3 ，采取措施实际挡护的临时堆土数量约2.14万 m^3 ，无弃方。拦渣率为98.21%，拦渣率达到95%以上，达到防治目标。

6.4 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，本项目建设区域属于风力侵蚀类型区，为北方风沙区，方案批复的容许土壤流失量为 $1000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。由土壤流失量监测结果，项目区监测期末平均土壤侵蚀模数为 $981\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，土壤流失控制为1.02，达到防治目标。

6.5 林草植被恢复率

根据监测结果，项目区可恢复植被面积为 41.09hm^2 ，林草恢复面积共计 40.05hm^2 （其中：自然恢复 16.04hm^2 ），林草植被恢复率为97.11%，达到防治目标。林草植被恢复率计算结果见表6-3。

表 6-3 林草植被恢复率计算结果

防治分区	可恢复植被面积 (hm^2)	林草恢复面积 (hm^2)	林草植被恢复率(%)
太阳岛	39.5	38.91	98.51
常规岛及生活区	0.64	0.44	68.75
道路	0.43	0.35	81.40
施工生产生活区	0.52	0.35	67.31
合计	41.09	40.05	97.47

6.6 林草覆盖率

根据监测结果，林草恢复面积共计 40.05hm^2 （其中：自然恢复 16.04hm^2 ），工程占地面积 109.46hm^2 ，林草覆盖率达到36.59%，达到防治目标。林草覆盖率计算结果见表6-4。

表6-4 林草覆盖率计算结果

防治分区	工程占地 (hm^2)	林草恢复面积 (hm^2)	林草覆盖率 (%)
太阳岛	102.4	38.91	38.00
常规岛及生活区	2.66	0.44	16.54
道路	1.28	0.35	27.34
施工生产生活区	3.12	0.35	11.22
合计	109.46	40.05	36.59

本项目在建设过程中比较重视水土保持工作，水土流失的防治措施及措施的施工组织基本合理，根据监测人员现场调查及实地监测情况可知，已完成工程的各项水土保持措施运行良好，水土流失防治指标值均达到了水土保持方案中提出的水土保持防治目标。

防治效果对比表见表 6-5。

表 6-5 防治效果对比表

防治指标	目标值	依据	实现值	结果
扰动土地整治率(%)	95	(水土保持措施面积+建筑面积)/扰动地表面积	97.01	达标
水土流失总治理度(%)	95	水土保持措施防治面积/水土流失面积	95.11	达标
土壤流失控制比	1.0	侵蚀模数容许值/治理后侵蚀模数	1.02	达标
拦渣率(%)	95	实际拦渣量/弃渣量	98.21	达标
林草植被恢复率(%)	97	林草恢复面积/可恢复林草植被面积	97.47	达标
林草覆盖率(%)	25	林草恢复面积/工程占地面积	36.59	达标

6.7 水土保持监测三色评价

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）文中的《生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法（试行）》，依据本项目扰动土地情况、水土流失情况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对项目水土流失防治情况进行评价。

表 6-6 生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法(试行)

评价指标		分值	赋分方法
扰动土地情况	扰动范围控制	15	擅自扩大施工扰动面积达到 1000 平方米，存在 1 处扣 1 分，超过 1000 平方米的按照其倍数扣分（不足 1000 平方米的部分不扣分）。扣完为止
	表土剥离保护	5	表土剥离保护措施未实施面积达到 1000 平方米，存在 1 处扣 1 分，超过 1000 平方米的按照其倍数扣分（不足 1000 平方米的部分不扣分）。扣完为止
	弃土（石、渣）堆放	15	在水土保持方案确定的专门存放地外新设弃渣场且未按规定履行手续的，存在 1 处 3 级以上弃渣场的扣 5 分，存在 1 处 3 级以下弃渣场的扣 3 分；乱堆乱弃或者顺坡溜渣，存在 1 处扣 1 分。扣完为止
水土流失状况		15	根据土壤流失总量扣分，每 100 立方米扣 1 分，不足 100 立方米的部分不扣分。扣完为止
水土流失防治成效	工程措施	20	水土保持工程措施（拦挡、截排水、工程护坡、土地整治等）落实不及时、不到位，存在 1 处扣 1 分；其中弃渣场“未拦先弃”的，存在 1 处 3 级以上弃渣场的扣 3 分，存在 1 处 3 级以下弃渣场的扣 2 分。扣完为止
	植物措施	15	植物措施未落实已落实的成活率、覆盖率不达标面积达到 1000 平方米，存在 1 处扣 1 分，超过 1000 平方米的按照其倍数扣分（不足 1000 平方米的部分不扣分）。扣完为止
	临时措施	10	水土保持临时防护措施（拦挡、排水、苫盖、植草、限定扰动范围等）落实不及时、不到位，存在 1 处扣 1 分。扣完为止
水土流失危害		5	一般危害扣 5 分；严重危害总得分为 0

- 备注： 1、监测季报三色评价得分为各项评价指标得分之和，满分为 100 分。
- 2、发生严重水土流失危害事件，或者拒不落实水行政主管部门限期整改要求的生产建设项目，试行“一票否决”，三色评价结论为红色，总得分为 0。
- 3、上述扣分规则适用超过 100 公顷的生产建设项目；不超过 100 公顷的生产建设项目，各项评价指标（除“水土流失危害”）按上述扣分规则的两倍扣分。

根据《生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法（试行）》对本项目进行三色评价，本项目三色评价得分为 92.9 分，三色评价为绿色。详见表 6-7。

表 6-7 本项目水土保持监测三色评价得分情况

序号	监测三色评价得分	
1	2020 年第三季度	92
2	2020 年第四季度	92
3	2021 年第一季度	92
4	2021 年第二季度	92
5	2021 年第三季度	92
6	2021 年第四季度	92
7	2022 年第一季度	92
8	2022 年第二季度	92
9	2022 年第三季度	92
10	2022 年第四季度	92
11	2023 年第一季度	92
12	2023 年第二季度	94
13	2023 年第三季度	94
14	2023 年第四季度	94
15	2024 年第一季度	94
16	2024 年第二季度	94
17	2024 年第三季度	94
18	2024 年第四季度	94
19	2025 年第一季度	94
20	2025 年第二季度	94
平均值		92.9

7 监测结论

7.1 水土流失动态变化

根据监测结果，本项目占地面积为 109.46hm^2 ，水土流失防治责任范围为 109.46hm^2 ，本项目防治责任范围与方案设计相比减少 1.90hm^2 。建设单位在施工过程中，主体优化设计，施工工艺发生变化，充分利用已有道路，场外道路占地面积减少，总占地面积略有减少。在施工期，施工单位严格控制施工范围，使施工活动限制在防治责任范围之内。

根据监测结果，本项目实际挖填土石方总量 4.36万 m^3 （含表土），其中挖方量 2.18万 m^3 ，填方量 2.18万 m^3 （含表土），挖填平衡，无弃方。与方案设计相比，挖填土石方总量减少 0.94万 m^3 。

根据监测结果，监测过程中扰动土地整治率达到 97.01% ，水土流失总治理度达到 95.11% ，土壤流失控制比达到 1.02 ，拦渣率达到 98.21% ，林草植被恢复率达到 97.47% ，林草覆盖率达到 36.59% ，均达到水土保持方案中要求的水土流失防治目标。

7.2 水土保持措施评价

为控制项目建设区的水土流失，改善区域生态环境状况，建设单位积极组织相关施工单位在防治区进行了水土保持综合治理。截止 2025 年 6 月，项目区累计完成水土保持综合有效治理措施面积 25.14hm^2 。太阳岛、道路等区域通过治理和恢复，植被均明显改善，大多数区域草地植被覆盖率和高度均好于原地貌，达到较好的水土保持效果。

7.3 存在问题及建议

综合以上监测结论，本工程建设过程中，建设单位注重水土流失防治工作，积极落实了各项水土保持措施，通过治理，项目区水土流失得到了有效的控制，生态环境明显改善，各项治理指标均达到了水土保持方案防治目标。

监测结果显示，各项治理指标均达到了水土保持方案防治要求。建议建设单位重视对太阳岛和道路区的各项防治措施，加强巡查，对发现的问题及时处理，确保其正常发挥效益。

7.4 综合结论

本工程位于张家口市张北县馒头营乡二圪垯村西侧，本项目是华北地区第一个

光热示范项目，一直处于边研发边施工状态，规划建设规模为 15MWe，目前太阳岛建设规模大约 50%。工程于 2015 年 6 月开工，施工时间为 2015 年 6 月至 2017 年 4 月、2019 年 4 至 9 月、2020 年 4 月至 6 月，期间停工多次，截止目前一直停工。工程建设期间总占地面积为 109.46hm²，扰动地表面积 43.17hm²，水土流失防治责任范围为 109.46hm²。本工程建设过程中挖填土石方总量 4.36 万 m³（含表土），其中挖方量 2.18 万 m³，填方量 2.18 万 m³（含表土），挖填平衡，无弃方。

本项目防治责任范围划分为 4 个防治分区，即太阳岛、常规岛及生活区、道路及施工生产生活区，根据工程建设实际情况各区采取了适宜的水土保持措施。

从监测结果看，在监测的施工期防治责任范围内水土流失量较原地貌条件新增加了 758.93t。

工程建设过程中，各施工区域采取了土质排水沟、混凝土抹面排水沟、雨水排水管、管涵、碎石压盖、透水砖铺设、撒播种草、栽植行道树、临时苫盖、临时排水、沉淀池、临时拦挡、临时铺垫等措施。扰动土地整治率达到 97.01%，水土流失总治理度达到 95.11%，土壤流失控制比大于 1.02，拦渣率达到 98.21%以上，林草植被恢复率达到 97.47%，林草覆盖率达到 36.59%，水土流失防治指标均达到了水土保持方案设计要求。

本阶段监测过程中，本项目水土保持监测三色评价为绿色。

本项目为示范性质，水土保持方案设计的水土保持措施基本得到了落实，其数量、规格等符合相关要求，运行状况良好，已基本发挥水土保持效益。

8 附图及有关资料

8.1 附图

水土流失防治责任范围、监测分区及监测点位布设图

附图：张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土流失防治责任范围、
监测分区及监测点布设置

附图：张家口一号 15 兆瓦太阳能热发电站工程水土流失防治责任范围、监测分区及监测点布设置



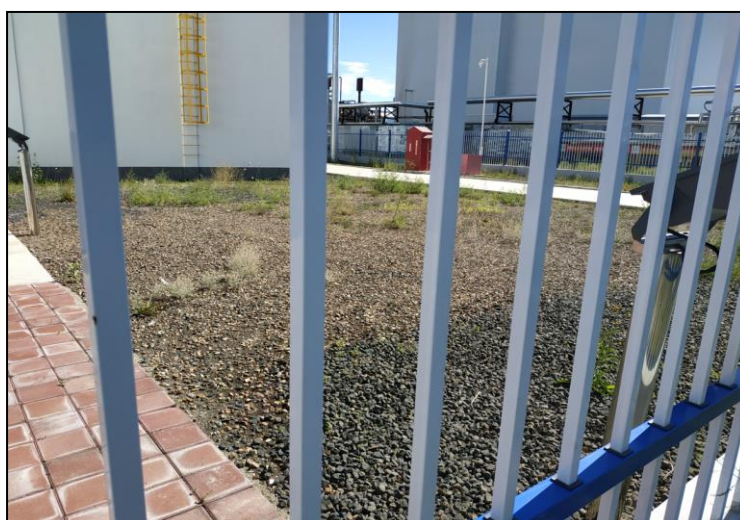
8.2 监测影像资料



常规岛及生活区透水砖铺设（2020.8）



常规岛及生活区透水砖铺设（2024.6）



常规岛及生活区碎石压盖（2024.6）



常规岛及生活区自然恢复（2022.8）



常规岛及生活区植被恢复（2022.8）



常规岛及生活区植被恢复（2022.8）



常规岛及生活区铺设透水砖和植被恢复（2023.10）



常规岛及生活区透水砖铺设和植被恢复（2024.6）



常规岛及生活区植被恢复（2024.6）



太阳岛蓄水池（2024.6）



太阳岛蓄水池（2024.6）



太阳岛纵向土质排水沟和植被恢复（2018.10）



太阳岛混凝土抹面排水沟和植被恢复（2022.8）



太阳岛北镜场植被恢复（2021.8）



太阳岛北镜场植被恢复（2021.8）



太阳岛南镜场植被恢复（2021.8）



太阳岛南镜场植被恢复（2021.8）



太阳岛北镜场植被恢复（2022.8）



道路区雨水排水管设置雨水口（2024.6）



道路区植被恢复（2024.6）



道路区植被恢复测量（2024.6）



道路边侧栽植行道树（2024.6）



道路边侧栽植行道树（2024.6）



道路边侧栽植行道树（2024.6）



道路边侧植被恢复（2024.6）



太阳岛植被恢复（2020.8）



太阳岛植被恢复（2020.8）



太阳岛植被恢复（2021.8）



太阳岛植被恢复（2024.6）



项目围栏及植被恢复（2024.6）