

天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp

渔光互补光伏发电项目

水土保持监测总结报告

监测单位：北京金水源工程科技有限公司

建设单位：天津中电晟发光伏发电有限公司

二〇一八年九月

资质页

工程名称：天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目

建设单位：天津中电晟发光伏发电有限公司

监测单位：北京金水源工程科技有限公司

核 定：刘秀英

校 核：赵汉儒

编 写：印家齐

吴玉恒

张嘉桐

天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电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		天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目								
建设规模		装机容量 95MWp		建设单位/联系人		天津中电晟发光伏发电有限公司				
				所属流域		海河流域				
				工程总投资		工程总投资 89799 万元，土建投资 36179 万元				
				工程总工期		2017 年 8 月到 2017 年 10 月				
水土保持监测指标										
监测单位		北京金水源工程科技有限公司			联系人及电话		方忠/18522950320			
自然地理类型		地貌类型为冲积平原。气象特征属温带大陆性季风型气候。土壤类型以潮土为主。主要植被类型为暖温带阔叶落叶林并混有次生灌草丛。			防治标准		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		巡查监测		2.防治责任范围监测		调查和 GPS 测量			
	3.水土保持措施情况监测		抽样调查		4.防治措施效果监测		抽样调查			
	5.水土流失危害监测		调查监测		水土流失背景值		199t/km ² .a			
方案设计防治责任范围		227.17hm ²		容许土壤流失量		200t/km ² .a				
水土保持投资		172.81 万元		水土流失目标值		200t/km ² .a				
防治措施	工程措施		①升压站区透水砖铺装 270m ² ，碎石铺盖 1765m ² 。②集电线路区表土剥离及回填 0.62 万 m ³ 。③送出线路区表土剥离及回填 0.10 万 m ³ 。④施工生产生活区土地整治 0.63hm ² 。							
	植物措施		①光伏发电工程区撒播草籽 3.76hm ² 。②集电线路区撒播草籽 2.05hm ² 。③送出线路区撒播草籽 0.30hm ² 。④施工生产生活区撒播草籽 0.63hm ² 。							
	临时措施		①光伏发电工程区密目网苫盖 18.46hm ² 。②升压站区密目网苫盖 0.14hm ² 。③集电线路区密目网苫盖 0.28hm ² 。④集电线路区密目网苫盖 0.02hm ² 。⑤施工生产生活区密目网苫盖 0.41hm ² 。							
监测结论	分类指标		目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量					
	扰动土地整治率		95%	99.9%	防治措施面积	6.93hm ²	硬化及水域面积	124.99hm ²	扰动土地面积	132.04hm ²
	水土流失总治理度		95%	98.3%	防治责任范围	132.04hm ²	水土流失总面积	7.05hm ²		
	土壤流失控制比		1.0	1.0	工程措施面积	0.20hm ²	容许土壤流失量	200		
	林草覆盖率		95%	99.0%	植物措施面积	6.73hm ²	监测土壤流失情况	792t		
	林草植被恢复率		97%	98.3%	可恢复植被面积	6.85hm ²	林草植被面积	6.73hm ²		
	拦渣率		5%	5.1%	实际拦挡弃土量	/	总弃土	/		
水土保持治理达标评价		完成了水土保持方案确定的各项防治任务，水土保持设施达到了国家相关标准。								
总体结论		天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目基本能够按照批复的《水土保持方案报告书》落实各项水土保持措施，有效地减少了施工期水土流失的产生，各项水土流失控制指标基本达到水土保持设计方案要求。								
主要建议		建议加强植物措施的后期管理和养护。								

目 录

前 言	1#
1 建设项目及水土保持工作概况	3#
1.1 建设项目概况	3#
1.2 水土流失防治工作情况	9#
1.3 监测工作实施情况	10#
2 监测内容和方法	16#
2.1 监测内容	16#
2.2 监测方法	17#
3 重点部位水土流失动态监测结果	21#
3.1 防治责任范围监测	21#
3.2 取土（石、料）监测结果	23#
3.3 弃土（石、料）监测结果	23#
3.4 土石方挖填情况	24#
4 水土流失防治措施监测结果	25#
4.1 工程措施监测结果	25#
4.2 植物措施监测结果	27#
4.3 临时防护措施监测结果	28#
4.4 水土保持措施防治效果	29#
5 土壤流失量情况监测	31#
5.1 水土流失面积	31#
5.2 土壤流失量	31#
5.3 取土、弃土潜在土壤流失量	32#
5.4 水土流失危害	32#
6 水土流失防治效果监测结果	33#
6.1 扰动土地整治率	33#
6.2 水土流失总治理度	33#
6.3 拦渣率及弃渣利用情况	34#
6.4 土壤流失控制比	34#

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率.....	34#
7 结论.....	36#
7.1 水土流失动态变化.....	36#
7.2 水土保持措施评价.....	36#
7.3 存在的问题及建议.....	36#
7.4 综合结论	37#

附图：

- 1、工程地理位置图
- 2、监测点位布设图
- 3、水土流失防治责任范围图

前 言

天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MW_p 渔光互补光伏发电项目（以下简称本项目）位于天津市滨海新区太平镇窦庄子村。随着《中华人民共和国可再生能源法》的正式实施，以及《中国应对气候变化国家方案》和《可再生能源发展“十三五”规划》等政策出台，我国将大力发展可再生能源，本项目的建设符合可再生能源发展规划和能源产业发展方向，采用农光、渔光互补的设计理念，将太阳能发电与渔业养殖有机结合。

本项目利用鱼塘及设施大棚上方空间进行光伏发电场建设，装机容量为 95MW_p，其中农光互补容量 73MW_p，渔光互补容量 22MW_p。安装 260W_p 多晶硅光伏组件 366000 个，新建 1 座 110kV 升压站，出 1 回 110kV 线路接入港西 220kV 变电站 117 出线间隔。

本项目由天津中电晟发光伏发电有限公司负责建设，项目总投资为 89799 万元，其中土建投资 36179 万元，资金来源由企业自筹和银行贷款组成。项目总占地面积 132.04hm²；根据项目施工情况记录、验收资料分析及现场勘查测量，项目建设实际开挖土方总量 22.16 万 m³，填方总量 22.16 万 m³，无借方，无弃方。项目于 2017 年 8 月开工建设，2017 年 10 月完工，建设总工期 3 个月。

天津中电晟发光伏发电有限公司贯彻国家对开发建设项目环境保护及水土保持有关法律、法规，委托北京金水源工程科技有限公司（以下简称我公司）承担本项目的水土保持监测工作。合同签订后，我公司立即组建了天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MW_p 渔光互补光伏发电项目水土保持监测项目部，项目部配备了总监测工程师、监测工程师、监测员等监测人员项目进行现场野外监测，并配备了相应的监测设备。

首先依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的规定和水利部《关于

规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》的要求，编制了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MW_p 渔光互补光伏发电项目水土保持监测实施方案》；其次根据水土保持监测工作的相关要求，制定了完善的规章制度和详细的操作程序，落实了相应的工作岗位责任制；依据《水土保持监测实施方案》和现场的实际情况，积极主动、认真负责的对光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区等进行调查和巡查监测。

截止 2017 年 10 月，按合同约定完成了监测任务。根据现场调查及实测取得的各项监测数据，并进行了数理分析，按照水土保持监测规范要求，着重对开发建设项目水土流失防治标准中的六项指标进行了全面的分析与评价，编写了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MW_p 渔光互补光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

在项目监测过程中得到了建设单位及各单位的大力支持与配合，在此表示衷心感谢！同时希望各有关部门对本报告书中的数据处理结果以及评价结论提出宝贵意见。

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

天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目（以下简称本项目）位于天津市滨海新区太平镇窦庄子村，东距北新立村约 3km，南邻沧浪渠，西距瞿庄子约 3km，北靠北排水河。坐标范围为东经 38°34'32"至 38°35'34"，北纬 117°17'54"至 117°22'48"。距黄骅港 30km，天津港 60km，天津机场 65km，天津市区 70km，与河北省紧紧相连，区域周边道路发达，有工农大道、港中公路、205 国道、津汕高速公路、黄万铁路等。工程地理位置图见附图 1。

随着《中华人民共和国可再生能源法》的正式实施，以及《中国应对气候变化国家方案》和《可再生能源发展“十三五”规划》等政策出台，我国将大力发展可再生能源，因此本项目的建设符合可再生能源发展规划和能源产业发展方向。

本项目建设单位为天津中电晟发光伏发电有限公司，为新建工程。

本项目属于渔光、农光互补发电项目，利用鱼塘及设施大棚上方空间进行光伏发电场建设。主要由太阳能电池（光伏组件）、升压系统和输电线路三大部分组成。光伏组件选用 260Wp 多晶硅光伏组件、47.5kW 逆变器；升压系统主要由 1000kVA/35kV 就地箱变、110kV 升压站、35kV 开闭站等设备组成；输电线路系统经过就地升压、升压站二次升压后以一回 110kV 线路接入港西 220kV 变电站 117 出线间隔。装机容量 95MWp，安装多晶硅光伏组件 366000 个，47.5kW 逆变器 2090 台、1000kVA 箱式变压器 95 台。采用“分块发电，集中并网”设计方案，分为 95 个发电单元，每 1MWp 光伏组件组成 1 个发电单元，全部采用 30°倾角、固定式支架安装。25 年发电量总和 296889.76 万 kWh，年平均发电量 11875.59 万 kWh。

本项目总投资 89799 万元，土建投资 36179 万元。

本项目于 2017 年 8 月正式开工，2017 年 10 月完工，总工期 3 个月。

本项目主要建设内容包括光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区等，总占地面积 132.04hm²。

(1) 光伏发电工程区

本项目利用鱼塘及设施大棚上方空间进行光伏发电场建设。农光互补模式，即在大棚的部分或全部向阳面上铺设光伏太阳能发电装置，它既具有发电能力，又能为农作物提供适宜的生长环境；渔光互补模式，即将太阳能光伏系统架设在鱼塘之上上层用于光伏发电，下层用于水产养殖。形成“上面发电、下面养殖（种植）、科学开发、综合利用”的建设模式，综合利用空间资源发展新能源。综合利用土地、提高土地附加值，实现了社会效益、经济效益和环境效益的共赢。

本项目所建设的光伏发电系统采用直接并网模式，所产生的电能全部馈入电网。太阳能电池选用 260Wp 多晶硅电池组件，效率 15.9%，太阳能电池阵列采用固定式光伏发电方阵布置方式，安装倾角为 30 度，光伏阵列基础采用管桩施工，用专门打桩机施工。具有电池板布局整齐美观，站区分区明确，设备编号和管理方便，运行和检修吹扫方便。

并网逆变器采用额定功率为 47.5kW 的组串式逆变器。太阳能电池组串的并联数量由逆变器的额定功率及最大允许输入功率确定。电池组件每 22 个 1 串，每个组串容量为 $22 \times 260W = 5.72kW$ ，47.5kW 组串式逆变器最大并联数为 8 串，每 8 串汇入 1 个组串式逆变器，每台组串式逆变器布置于光伏组件串中间。组件串布置形式按横向 4 行 11 列布置。同时考虑整个方阵承载风压的泄风因素，组件串行间距为 20mm，列间距为 20mm。

采用“分块发电、集中并网”的模块化技术方案，以 1MW 为 1 个光伏发电单元，电站共计 95 个 1MW 光伏发电单元，每个 1MWp 太阳能电池子方阵由 1 台室外 35kV

箱变和 22 个 47.5kW 组串式光伏发电子单元构成。

检修道路在原有场内道路的基础上进行改建，形成环路，使道路可以连接每个方阵，并达到逆变-升压单元，方便后期工作人员对光伏板的检查及修护。道路按单车道考虑，采用泥结石路面，最大纵坡小于 6%，最小转弯半径为 9m，路面宽 4m，路基宽 5m，施工临时道路与正式道路合用。

不改变路基材质及标高，仅作就地平整及夯实。道路路基形式包括平路基和半挖半填式路基。主体设计道路排水采用下渗式散排，通过下渗及蒸发的方式消化雨水

本项目总容量 95MW_p，组件个数为 366000，组串个数为 16720。首年理论上网电量约等于 13067.12 万 kWh。本项目 25 年总发电量约为 296889.76 万 kWh，25 年平均发电量约 11875.59 万 kWh，年等效利用小时数为 1242h。

(2) 升压站区

本项目新建一座 110KV 升压站，位于天津市滨海新区太平镇窦庄子村大港造纸厂园内。包括一座预装式箱式升压变电站、综合用房等。站址呈矩形，用地面积为 0.41hm²。分为综合用房及设备区。综合用房于站区东南侧，可满足驻厂运行人员生活要求。设备区南侧自西向东依次布置有 2#无功补偿预制舱及 2#接地变预制舱、2 台主变压器、1#无功补偿预制舱及 1#接地变预制舱，主变压器户外布置。

本期升压站主变容量为 1×100MVA，变比为 110kV/35kV。110kV 侧采用单元接线，35kV 侧采用单母线接线。设进线受总 1 回，母线设备 1 回，电容器出线 1 回，线路出线 10 回。升压站两路站用电电源，站用电容量 250kVA，其中一路由 35kV 站用变压器提供，第二路站用电源由市电提供，同时兼做施工用电，施工期间用于施工用电，待施工完毕后用作站用变压器。根据接入系统方案，本项目光伏发电系统经过就地升压、升压站二次升压后以一回 110kV 线路接入港西 220kV 变电站 110kV 母线。

升压站区标高定为 4.9m，比场地南侧相邻道路标高 0.2m，升压站采用天然地基浅基础，基础采用 C40 防水混凝土，防水等级 P6，基础垫层为 C20 防腐混凝土垫层，钢筋选用 HPB300 级及 HRB400 级。基础表面应涂环氧沥青厚浆型涂料两遍，垫层上刷沥青两道。

110KV 升压站所在场地南侧有现状道路，北、西两侧为空地。向南侧道路设置场区出入口，组织交通运输及疏散。站区内升压站四周均有不小于 4m 的道路，转弯半径为 9m。满足交通及设备运输要求。

主体工程设计升压站区排水采用下渗式或 2%坡度向道路两侧散排，通过下渗及蒸发消化雨水；室外空地和道路铺设透水砖；主变及综合用房周围用碎石进行铺盖。

(3) 集电线路区

集电线路为 35kV 电缆线路，每 9（10、11）个箱式变压器连接为一个单元，各用一回线路引入 110kV 升压站 35kV 开关柜上。农光发电区场内集电线路沿道路直埋敷设，渔光发电区场内集电线路采取悬挂方式布置在光伏板下；场外电缆线路采用缆沟敷设，全长约 4.1km，电缆直埋线路的埋深站外不得小于 1m；在缆沟回填时在距地面 0.7m 处覆盖电缆警示防护带。沟槽下设 C25 钢筋混凝土基础和 C10 垫层。直线段采用预制沟槽敷设形式，转弯采用现浇沟槽。沟槽顶部盖板覆土一般为 1.0m，电缆在沟槽内敷设后需填满细沙，电缆的转弯半径不得小于电缆外径的 20 倍。电缆路径沿线每 20m 设电缆标志桩 1 块，标识电缆的来去走向。场外集电线路电缆过路采用排管敷设。

选用的电力电缆型号为：ZC-YJV₂₂-26/35kV-3×240mm²。

(4) 送出线路区

自太平镇窦庄子升压站建设一回 110kV 架空线路接港西 220kV 变电站母线 117 间隔，线路载流量按不小于 525A 设计，电缆主要采用架空和电缆沟方式布设，全长

约 9.4km。自港西 220kV 变电站 117 间隔采用电缆方式出线，自变电站东侧缆沟出线后，南折至电缆终端塔，改为架空方式架设。新设架空线路采用双回铁塔，平行现状西徐一 110kV 线路向南架设，跨越港中路、兴济夹道减河后继续向南架设，跨越大港第二砖厂地块、徐太路后，东折，再南折继续平行西徐一线向南架设，跨约子牙新河后、窦太路、捷地减河至升压站北侧，改为电缆方式进入 110kV 升压站结束。

新建线路路径长度约 9.4km，其中新建双回架空线路（单侧挂线）约 9km，航空距离 7.4km，新建单回电缆线路（修建双回沟槽，为二期电缆预留）约 0.4km。

新建铁塔基础 35 基。根据杆塔荷载及现场地质情况，采用钻孔灌注桩基础。混凝土强度等级采用 C30 级混凝土，基础钢材采用 HPB-300 和 HRB335 级钢，基础承台垫层采用毛石灌浆垫层。地下水对基础有腐蚀性，混凝土添加防腐剂。

采用拉管穿越方式，在两端开挖工作井，尺寸约为 2.4m×2.4m×2.15m。

（5）施工生产生活区

根据现场踏勘，为了便于施工，采用就近原则，施工生产生活区分开布置，生活区租用光伏发电工程区中部的现有民房，不新增占地，用于施工人员办公和临时住宿；生产区布置在在东侧和西侧光伏发电工程区入口空地上，包括材料堆放场、综合加工厂等，呈长方形布置，总占地面积 0.63hm²，施工结束后及时采取植物措施，恢复迹地。

1.1.2 项目区概况

（1）地形地貌、地质地震

项目区属于华北平原东部滨海冲积平原，海相与陆相交互沉积地层，总体地势平坦，平均海拔约 3m。抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.15g，属设计地震第二组。地基土分布较稳定，无不良地质作用。

（2）水文

项目区北侧为北排水河，南侧为沧浪渠，东临黄灶水库，属于黑龙港运东水系。潜层地下水为潜水，水位埋深受地表水体及地形起伏影响变化很大，主要由大气降水补给，以蒸发形式排泄，水位随季节有所变化。一般年变幅在 0.50~1.00m 左右。

(3) 气象

项目区属暖温带季风型大陆气候，具有海洋性气候特点，春季干旱多风，夏季高温潮湿，秋季天高气爽，冬季寒冷少雪。年平均气温 13.0℃，年平均降水量 566.0mm，降水随季节变化显著，多集中在夏季。

(4) 土壤植被

项目区土壤类型以潮土为主。

项目区属暖温带落叶阔叶林并混有温性针叶林和次生灌草丛植被，植物区系以华北成分为主。项目区周边主要植物有盐碱地碱蓬、盐角草、茅草、芦苇、金叶槐、金枝槐、紫穗槐、香蒲、国槐、金银木、西府海棠等。

(5) 项目区水土保持现状

项目所在区域土地利用类型主要为坑塘水面和仓储用地，水土流失主要是由于降雨引起的地面径流以及由于刮风带来的扬尘。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目位于北方土石山区，土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，土壤侵蚀强度为微度，容许土壤流失量 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保[2013]188 号文）和《市水务局关于发布天津市水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（津水农[2016]20 号文），项目区属于天津市划分的水土流失重点预防区，因此本项目水土流失防治执行建设类项目一级防治标准。

1.2 水土流失防治工作情况

为了预防和治理生产建设过程中产生的水土流失，保护和合理利用水土资源，改善生态环境，根据《中华人民共和国水土保持法》以及《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》的要求，天津中电晟发光伏发电有限公司委托天津水保工程咨询有限公司进行本项目的水土保持方案编制工作。按照《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008），2017年6月，天津水保工程咨询有限公司编制完成了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持方案报告书（送审稿）》。2017年6月30日，天津市水务局主持召开了报告书审查会，形成了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持方案报告书专家组评审意见》，根据报告书评审意见和与会专家提出的具体修改、完善意见，编制单位对报告书进行了补充和修改，于2017年7月编制完成了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》。2017年8月4日，天津市水务局以“津水审批[2017]86号”文对该水土保持方案进行了批复。

2017年8月，建设单位委托北京金水源工程科技有限公司承担本项目水土保持监测工作，我公司接受委托后及时编报水土保持监测实施方案。

本项目于2017年8月开工，2017年10月完工。主体工程中具有水土保持功能的水土保持措施已与主体工程同步实施，各项治理措施均已完成，并成立了专门的管理养护组织，建立了明确的管理制度，由专人负责该项目水土保持设施的管护和维修。养护组织在水土保持工程运行过程中，自觉接受当地水行政主管部门的监督、检查，并自觉组织有关力量对水土保持措施实施的质量、数量进行跟踪调查，对运行中出现的局部损坏及时进行修复、加固，对林草措施及时抚育、补植。保证了水土保持设施的正常运行和水土保持效益的持续发挥。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

(1) 监测目的

水土保持监测是通过对工程水土保持责任范围内采取宏观和微观监测相结合，实地调查和巡查相结合，外业调查和档案资料查阅相结合等方法，及时准确地掌握项目建设期的水土流失动态变化，分析工程建设对水土流失的实际影响，评估各项水土保持措施的实施情况，评价各种水土保持措施的防治效果和合理性；及时发现工程建设中存在的水土保持问题，总结经验教训，适时采取相应的补救措施，为本项目水土保持责任范围内的生态环境及工程安全生产建设和运行服务；同时为水土保持管理部门进行监督管理和水土保持验收提供依据。

(2) 监测目标

- 1) 对扰动土地面积、防治责任范围、水土流失量等动态情况实施监测分析，为水土流失防治提供依据；
- 2) 对水土保持措施建设进度实施动态监测和分析，为工程建设和治理提供依据；
- 3) 对水土保持效果进行评价，为水土保持设施管护提供依据；
- 4) 通过对工程建设期和林草恢复期的水土流失监测，测定工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率，为全面评估工程水土保持成效和水土保持竣工验收提供依据。

(3) 监测原则

1) 全面调查与重点监测相结合

结合工程建设的水土流失与水土保持特点，监测工作采用重点观测与全面调查相结合的方式。对本项目主要水土流失部位的水土流失量、影响水土流失的主要因子以及水土保持措施进行重点监测。同时，对项目区工程防治责任范围内的水土流失

状况展开调查。了解掌握工程建设水土流失变化与水土保持措施的实施情况。

2) 多种监测方法和手段并存

本项目水土流失与水土保持措施实施及管护贯穿工程始末,需要在不同时期分别开展有针对性的适时监测,以便及时获取水土流失因子、水土流失强度及其分布、水土保持效果信息的数据。因此,采取调查监测、地面观测相结合的方法。其中结合 GPS 调查监测水土流失的背景值,扰动土地面积及其动态变化,水土保持措施分布位置、类型、面积、状况、效果、保存情况及其动态等数据。采用调查与地面监测方法进行扰动土地面积及其动态变化、水土流失量及相关因子、水土保持工程量、水土保持效果等定量监测。

3) 定点监测与临时观测相结合

工程建设有很强的时间阶段性,因此,采用定点监测和临时观测相结合的方式十分重要。在根据区域水土流失特点设置固定观测点后,依据工程进度和当地气象、地质等特点确定临时观测点,以扩大点位监测的覆盖面。

4) 监测工作要与项目水土保持防治责任分区相结合

建设项目的不同水土保持防治责任分区,一般具有不同的水土流失特点,因此,在防治水土流失时都采取相应的水土保持工程。为了提高监测工作效率,在监测内容、监测方式、时段上必须能充分反映各个分区的水土流失特点和水土保持要求。

5) 客观公正原则

监测工作必须遵循客观自然规律,公正监测,保证监测数据的真实性和准确性,不得编造和篡改监测数据,真实地反映工程的水土流失和水土保持状况。

(4) 执行情况

项目部技术人员收集和熟悉本项目水土保持方案、设计、建设等相关资料。于 2017 年 8 月对本项目现场进行了初步查勘,之后在查勘基础上,结合本项目《水土

保持方案报告书》和现场情况，于当月提出了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持监测实施方案》，报送天津中电晟发光伏发电有限公司同意后实施。

2017年8月-2017年12月，项目部技术人员先后多次深入现场对天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目开展全面监测工作，取得了水土流失和水土保持监测数据和资料，包括光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区、施工生产生活区等防治区的各个监测点的扰动土地面积，水土保持工程措施工程量、质量、效果和保存情况，施工期土壤侵蚀量、水土流失现状，植物措施种类、数量、覆盖度、成活率和成效，地形地貌、地质土壤、地面组成物质、坡度、坡长等水土流失因子以及大量影像资料等。

1.3.2 监测项目部设置

2017年6月，天津中电晟发光伏发电有限公司委托北京金水源工程科技有限公司开展本项目的水土保持监测工作。接受监测任务后，我公司对该项目高度重视，及时抽调技术骨干和开发建设项目水土保持监测经验丰富的技术人员组建天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持监测项目部。设项目负责人1名，监测工程师1名，并配备了具有监测能力的监测员1名。项目部负责人，全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量；监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测报告等；监测员协助监测工程师完成监测数据的采集和整理，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

1.3.3 监测点布设

根据本项目水土流失预测和水土保持总体布局，结合监测范围、监测分区和工程建设现状，按照《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139号）的规定与要求，为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性。本项目共计布设5

个监测点。在光伏发电工程区布设1个，布设在预制管桩旁；升压站区布设1个，布设在室外主变旁；集电线路区布设1个，布设在沟槽开挖一侧；送出线路区布设1个，布设在塔基旁；施工生产生活区布设1个，布设在材料堆放处。

同时开展档案资料查阅，了解工程扰动土地面积、防治责任范围、水土流失因子、水土流失量、水土保持设施及保存情况、水土保持效果等方面的动态变化情况。水土保持监测点布置情况详见表1-1。

表 1-1 水土保持监测点布置一览表

监测内容	内容	方法	监测频次	流失形式
光伏发电工程区	土方开挖、回填	调查监测、巡查监测	一个季度林草措施、工程措施等观测 1 次；档案资料调查监测 1 次。	水力侵蚀
升压站区	土方开挖、回填			
集电线路区	土方开挖、回填			
送出线路区	土方开挖、回填			
施工生产生活区	人为和机械扰动			

1.3.4 监测设施设备及监测方法

监测设施设备采取常规监测仪器，主要采取皮尺、测量绳、手持GPS、数码照相机、数码摄相机、测距仪、坡度仪等。详见表1.3-2。

根据本项目实际情况及对监测方法的要求，本工程水土保持监测主要采用现场巡查、调查监测的方法。

表 1-2 水土保持监测设施及设备一览表

序号	设施和设备	单位	数量	备注
一	设施			
1	简易坡面量测	个	2	用于观测水土流失量
2	植被样方	个	4	用于调查植被生长情况
二	设备			
1	激光测距仪	台	1	便携式
2	手持式 GPS	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
3	罗盘、塔尺	套	1	用于测量坡度
4	测高仪	台	1	测量植物生长状况
5	数码照相机	台	1	用于监测现场的图片记录
6	数码摄像机	台	1	用于监测现场的影像记录
7	无人机	架	1	用于监测现场的实时监控

1.3.5 监测范围及分区

(1) 监测范围

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139号）、已批复的水土保持方案和现场情况，工程建设实际扰动面积为 132.04hm²。项目建设区具体包括光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区。以光伏发电工程区为重点监测区。

(2) 监测分区

根据开发建设项目监测有关技术规范，结合本项目特点及水土流失防治分区结果，水土保持监测分区与工程水土流失防治分区相一致，即光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区。

1.3.6 监测频次

(1) 巡查监测频次

1) 林草生长状况

一个季度观测林草措施的工程量和生长情况，监测 1 次。

2) 工程措施防护效果观测

一个季度各分区工程措施的工程量、稳定性、外观效果等观测 1 次。

(2) 调查监测和档案资料查阅监测频次

工程扰动地表植被面积、占用及破坏水土保持设施数量、土石方量、水土流失面积、水土流失量、水土流失危害、水土保持工程量及动态变化等以档案资料查阅为主，调查监测为辅，共 1 次。

1.3.7 监测时段

根据主体工程建设进度安排和《水土保持方案报告书》中对监测工作的安排，依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139号）提出的“建设性项目监测时段可分为施工期和自然恢复期”的规定，确定本项目水土保持监测时段，重点是施工期。考虑到工程建设现状，结合实际监测进场时间和工程完工情况，确定实际监测时段为2017年8月~2017年12月。

1.3.8 监测工作实施情况

本项目于 2017 年 8 月正式开工，2017 年 10 月完工，建设总工期 3 个月。

2017 年 8 月，天津中电晟发光伏发电有限公司委托北京金水源工程科技有限公司开展本项目的水土保持监测工作。接受监测任务后，我公司对该项目高度重视，及时抽调技术骨干和开发建设项目水土保持监测经验丰富的技术人员组建天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持监测项目部。

按照水土保持监测规范要求，项目部技术人员对内、外业资料进行汇总分析，结合影像资料的处理成果，最终于 2018 年 10 月编制完成了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）要求及《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015年6月），本项目水土保持监测内容主要包括扰动土地情况、取土（石、料）弃土（石、料）情况、水土流失情况、水土保持措施等几方面。

2.1.1 扰动土地情况监测

监测内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久占地和临时占地，永久占地面积在项目建设前已经确定，施工阶段及项目运行阶段保持不变，临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，主要是通过监测临时占地和直接影响区的面积，确定建设项目的防治责任范围面积。

本项目扰动土地类型主要为坑塘水面、仓储用地和其他草地。

2.1.2 取土（石、料）弃土（石、料）情况监测

主要监测弃渣量、弃土弃渣堆放情况（弃土弃渣的占地面积，堆渣高度，弃渣流失量等）、防护措施及拦渣率。

本项目不涉及取土弃土。

2.1.3 水土保持措施监测

包括水土保持工程措施、植物措施及临时措施的监测。

水土保持工程措施（包括临时防护措施）实施数量、质量；防护工程稳定性、完好程度、运行情况、措施的拦渣保土效果。

水土保持植物措施包括不同阶段林草种植面积、成活率、生长情况及覆盖度；扰动地表林草自然恢复情况；植被措施拦渣保土效果。

水土保持临时措施的实施情况，如实施数量、质量、运行情况和临时措施的拦渣

保土效果。

2.1.4 水土流失情况监测

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、料）潜在土壤流失量和水土流失危害等。

土壤流失量为输出项目建设区的土、石、沙数量。取土（石、料）弃土（石、料）潜在土壤流失量指项目建设区内未实施防护措施的取弃土（石、料）的流失量。水土流失危害包括项目建设引起的基础设施和民用设施的损毁、水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害。

2.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139号）的规定及《水土保持方案报告书》和监测任务要求，为达到监测目的，完成监测任务，本监测工作采用了调查监测、巡查监测、档案资料查阅等方法进行。

（1）巡查监测

监测对象

主要对施工区域内重点地段的水土流失状况、危害和水土流失防治及效果进行监测。

通过巡视调查，对项目区地形地貌、地质土壤、地面组成物质、植被种类、植被生长情况乃至水土流失状况及水土流失侵蚀模数等开展监测。依据《土壤侵蚀分级分类标准》，还可以计算林草覆盖度和土壤侵蚀量。

（2）调查监测

监测对象：调查监测一是对工程建设扰动地表植被面积、占用和破坏水土保持设施数量、动用土石方量与调配情况、造成的水土流失面积和水土流失量、水土流失危害进行实地勘测、量测和统计；二是对水土保持设施实施的数量进行现场量测和统计，

并调查各种水土保持措施的质量、稳定性和防治效果。

监测方法：

1) 调查原则

①调查监测，采用实地勘测，对地形、地貌、水系的变化、建设过程中的水土流失等进行动态监测。

②各监测点应在工作底图上确定其位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度 GPS 定位仪确定其地面位置，并确定监测范围，设置固定标志。具体工作方法，按照“办水保[2015]139 号”水土保持技术规程进行调查。数据处理时使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理，录入计算机等成册保存。

2) 调查方法

①对施工土方开挖和堆放进行调查，实地量测并查阅施工设计、监理文件，通过计算、分析确定建设过程中的挖填方量。

②林草的生长情况观测，在植物措施实施之后进行。在措施实施的当年调查林草的成活率。对林草的生长状况主要调查林草结构、覆盖情况等。

林草植被恢复状况监测，应按不同类型实测地表、边坡、坡面的植被结构、覆盖度及林草种类等，样方面积：草地 1-4m²，小于样方调查规定面积的地块按实际面积监测。

③扰动土地面积和破坏水土保持设施数量的监测，采用设计资料分析，结合主体工程的施工与监理资料，实地测量。调查统计工程扰动土地植被的面积和破坏占用水土保持设施的数量，并分类统计。

④对新建的水土保持设施的数量进行调查统计，并对其质量和运行情况进行监测，应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合

分析评价。

⑤调查周边地区经济、社会发展的影响，进行分析，评价建设期水土保持措施的作用与效果。

⑥水土保持效益监测，主要为水土保持设施的保土效益和拦渣效益等监测。保土效益测算应按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-1995）规定进行，拦渣效益根据拦渣工程实际拦渣量进行计算。

水土保持防治措施效果监测：调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的工程量、稳定性、完好程度、运行情况 and 拦渣蓄水保土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况；耕地恢复面积和恢复质量情况等。

水土流失防治六项指标：为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据，监测结果应计算出工程的工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率等六项防治指标值。

⑦土壤侵蚀总体监测特征值的估计，根据土地利用类型的样地数计算出不同土地利用类型的面积成数，并根据成数和调查总体面积估计土地利用类型面积现状，再根据土地利用类型与土壤侵蚀的关系，最终计算出总体的土壤侵蚀特征值。

⑧新增水土流失量监测，采用监测小区进行监测，根据测钎情况实地进行调查统计。

（3）档案资料查阅

工程于 2017 年 10 月建设完成，有关水土保持数据如防治责任范围、扰动土地面积、气象、土石方量、水土保持工程量及实施进度等，在实际监测的基础上，通过查阅档案资料的方式，进一步核查、了解、掌握和分析。

水土流失背景值监测：根据项目区产生水土流失的不同土地类型（重点是坑塘水

面和其他草地)采取遥感、收集和查阅档案资料等方法掌握土壤侵蚀模数即项目区的水土流失背景值。

气象因子动态监测:施工期和运行期采取收集资料等方法了解掌握降雨量、蒸发量、风速、日照、无霜期、气温和地面温度等。

降雨量、降雨强度的监测,以收集项目区内或临近区域已知气象站的气象观测资料数据为主;

水位、流量、泥沙量等,以收集工程或临近区域观测资料数据为主;

气温、风速、湿度等亦参照当地气象监测资料。

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 水土流失防治责任范围

根据本项目总体布局和施工特点，方案确定的防治责任范围包括项目建设区及直接影响区。本项目批复水土流防治责任范围面积为 227.17hm²，其中项目建设区面积 223.98hm²，直接影响区面积 3.19hm²。

根据对本项目现场勘察其实际扰动面积及对施工场地周边的影响情况，并核查建设单位提供的征占地数据资料，本项目实际发生水土流失防治责任范围 132.04hm²，其中项目建设区 132.04hm²，直接影响区为 0。

防治责任范围监测对比情况详见表 3-1 所示。

表 3-1 方案确定项目建设区范围与实际发生扰动面积对比表 单位：hm²

防治责任区	方案确定的防治责任范围	实际发生的扰动范围	变化面积 (实际-方案设计)
光伏发电工程区	220.00	128.64	-91.36
升压站区	0.53	0.41	-0.12
集电线路区	2.13	2.05	-0.08
送出线路区	0.32	0.31	-0.01
施工生产生活区	1.00	0.63	-0.37
小计	223.98	132.04	-91.94

实际扰动范围与方案设计相比，较水土保持方案中减少了 95.13hm²，其中项目建设区减少了 91.94hm²，直接影响区减少了 3.19hm²，面积变化的主要原因在于：

(1) 项目建设区面积变化原因

①光伏发电工程区

工程区东侧地块占地范围内有一座砖厂，由于水保方案在可研阶段编制，将此砖厂计入项目建设区范围，经现场调查，实际施工时未扰动，故扰动范围减少了 91.36hm²。

②升压站区

由于水保方案在可研阶段编制，实际施工时，根据设计要求调整了变压设备和进出口的位置，使总体布局更加紧凑，经现场调查测量，扰动范围减少了0.12hm²。

③集电线路区

经现场调查，实际施工时，集电线路长度由方案设计的4300m减少至4100m，故扰动范围减少了0.08hm²。

④送出线路区

施工单位严格控制用地红线，实际施工时，优化了施工组织设计，经现场调查测量，扰动范围减少了0.01hm²。

⑤施工生产生活区

经现场调查测量，实际施工时，施工单位租用周边民房作为生活办公区，未扰动地表，故扰动范围减少了0.37hm²。

(2) 直接影响区面积变化原因

经现场调查，实际施工扰动范围均为建设区，方案中计列的直接影响区未扰动，故直接影响区面积减少3.19hm²。

3.1.2 建设期扰动土地面积

通过监测人员对现场调查，以及与业主沟通，并采用现场测量以及对照地图描绘等方法，对施工现场不同地表类型的面积进行监测。施工现场地表类型主要包括平整裸地、绿化地、硬化面、建筑物等不同类型的建设，扰动土地面积随主体工程施工增加，未扰动土地面积逐渐减少。

经现场监测，本工程工期扰动土地面积为132.04hm²，详见表3-2。

表 3-2 施工期扰动土地面积 单位:hm²

序号	分区	2017 年度	合计
1	光伏发电工程区	128.64	128.64
2	升压站区	0.41	0.41
3	集电线路区	2.05	2.05
4	送出线路区	0.31	0.31
5	施工生产生活区	0.63	0.63
合计		132.04	132.04

3.2 取土（石、料）监测结果

（1）设计取土（石、料）情况

项目土石方主要包括场地平整、基础施工、电缆直埋敷设、路基修筑、表土剥离及回填等。建设单位提供的施工资料显示，为了营造良好的生态景观，减少土方挖填对项目区产生的环境影响，主体工程施工中优化利用土石方，开挖土方用于自身回填。

（2）取土（石、料）场位置及占地面积监测

根据实际情况，本项目无借方，不涉及取土（石、料）场。

（3）取土（石、料）量监测结果

根据工程施工情况记录、验收资料分析及现场勘查，本项目未设置取土场，监测范围内无取土（石、料）发生。

3.3 弃土（石、料）监测结果

工程土石方主要包括土地平整、基础施工、电缆沟挖填等。为了营造良好的生态景观，减少土方挖填对项目区产生的环境影响，主体工程施工中优化利用土石方，根据工程施工情况记录、验收资料分析及现场勘查，本项目建设土石方全部综合利用，开挖土方用于自身回填，不产生弃土弃渣。

本项目实际总挖方量 22.16 万 m³，总填方量 22.16 万 m³，无借方和弃土弃渣。

3.4 土石方挖填情况

(1) 方案：共计土方开挖 37.67 万 m³，土方回填 37.65 万 m³，无借方和弃方。

(2) 实际：挖方总量 22.16 万 m³，填方总量 22.16 万 m³，无借方和弃方。

本项目土建施工主要为土石方的开挖和回填，主要包括场地平整、基础施工、电缆直埋敷设、拉管穿越等。根据现场实地调查，扰动面积较方案设计增加，导致挖填方总量增加。

土石方变化对比情况见表 3-3。

表 3-3 实际发生与方案设计土石方量变化表 单位：万 m³

项目	方案设计	实际发生	增减情况
挖方量	37.67	22.16	-15.51
填方量	37.67	22.16	-15.51
借方量	0.00	0.00	0.00
弃方量	0.00	0.00	0.00

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，本项目工程措施主要包括卵石铺盖、排水管网和土地整治。

(1) 升压站区

①透水砖铺装

主体设计在升压站区室外空地和道路铺设透水砖，增加雨水蓄渗能力，共计透水砖铺装 2590m²。

②碎石铺盖

主体设计在主变及综合用房周围用碎石进行铺盖，厚度 0.2m，共计碎石铺盖 2400m²。

(2) 集电线路区

①表土剥离

表土是重要的资源，而工程建设会对表土造成破坏，故在工程开工前将区域内草地的表土进行剥离，剥离面积 2.13hm²，剥离厚度 30cm，剥离表土 6400m³，集中堆放于沟槽开挖的一侧，并做好临时防护措施，后期用于绿化覆土。

②表土回覆

电缆直埋土方回填时，将剥离的表土回填覆盖在生土上，以改善立地条件，覆土面积 2.13hm²，覆土厚度 30cm，覆土量 6400m³。

(3) 送出线路区

①表土剥离

表土是重要的资源，而工程建设会对表土造成破坏，故在工程开工前将区域内

草地的表土进行剥离，剥离面积 0.32hm^2 ，剥离厚度 30cm ，剥离表土 1000m^3 ，集中堆放，并做好临时防护措施，后期用于绿化覆土。

②表土回覆

土方回填时，将剥离的表土回填覆盖在生土上，以改善立地条件，覆土面积 0.32hm^2 ，覆土厚度 30cm ，覆土量 1000m^3 。

(4) 施工生产生活区

①土地整治

各类土建完成，施工临建设施拆除以后，对撒播草籽绿化区域进行翻松平整施肥，整地面积 1.00hm^2 。

4.1.2 工程措施实施情况

根据调查监测，结合档案资料查阅和监测成果显示，本项目实际建设完成的工程措施主要包括卵石铺盖、土地整治、表土剥离及回覆。工程措施完成情况详见表 4-1。

表 4-1 水土保持工程措施完成情况表

序号	防治分区	措施种类	单位	实际完成
1	升压站区	透水砖铺装	m^2	270
		碎石铺盖	m^2	1765
2	集电线路区	表土剥离	万 m^3	0.62
		表土回覆	万 m^3	0.62
3	送出线路区	表土剥离	万 m^3	0.10
		表土回覆	万 m^3	0.10
4	施工生产生活区	土地整治	hm^2	0.63

4.1.2 工程措施实施进度

通过查阅主体工程施工及监理资料，工程措施实施进度详见表 4-2。

表 4-2 各分区水土保持工程措施实施进度情况

工程措施	实施进度
透水砖铺装	2017年9月实施
碎石铺盖	2017年9月实施
表土剥离及回填	2017年8月~9月实施
土地整治	2017年9月实施

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，本项目植物措施主要为撒播草籽绿化。

(1) 光伏发电工程区

在光伏发电的农光互补道路两侧及周边裸露地表采取撒播草籽绿化，草籽选用高羊茅草籽，撒播草籽面积共计 7.80hm²，播种量 50kg/hm²，需要高羊茅草籽 390kg。

(2) 集电线路区

方案设计施工结束后，对开挖扰动范围采取撒播草籽绿化，草籽选用高羊茅草籽，撒播草籽面积共计 2.13hm²，播种量 50kg/hm²，需要高羊茅草籽 106.5kg。

(3) 送出线路区

方案设计施工结束后，对开挖扰动范围采取撒播草籽绿化，草籽选用高羊茅草籽，撒播草籽面积共计 0.31hm²，播种量 50kg/hm²，需要高羊茅草籽 15.5kg。

(4) 施工生产生活区

施工结束后，对扰动范围采取播撒草籽绿化，草籽选用高羊茅草籽，撒播草籽面积共计1.00hm²，播种量50kg/hm²，需要高羊茅草籽50kg。

4.2.2 植物措施实施情况

实际调查监测反映，本项目植物措施主要为撒播高羊茅草籽绿化。植物措施完成情况详见表 4-3。

表 4-3 水土保持植物措施完成情况表

序号	防治分区	措施种类	单位	实际完成
1	光伏发电工程区	撒播草籽	hm ²	3.76
		高羊茅草籽	kg	188.00
2	集电线路区	撒播草籽	hm ²	2.05
		高羊茅草籽	kg	102.50
3	送出线路区	撒播草籽	hm ²	0.30
		高羊茅草籽	kg	14.77
4	施工生产生活区	撒播草籽	hm ²	0.63
		高羊茅草籽	kg	31.25

4.2.2 植物措施实施进度

经查阅、统计、汇总和分析，本项目水土保持植物措施主要集中在 2017 年 9 月完成。

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，本项目临时措施主要包括密目网苫盖。

(1) 光伏发电工程区

密目网苫盖：为减少施工期间开挖边坡和不能及时回填土方对外的影响，方案设计采用密目网进行苫盖，密目网密度不低于 1500 目/100cm²，考虑到密目网的周转使用，重复利用率按照 1/5 计算，经测算，本区域共需密目网 14.20hm²。

(2) 升压站区

密目网苫盖：为减少施工期间开挖和不能及时回填土方对外的影响，方案设计采用密目网进行苫盖，密目网密度不低于 1500 目/100cm²，考虑到密目网的周转使用，重复利用率按照 1/5 计算，经测算，本区域共需密目网 0.1hm²。

(3) 集电线路区

密目网苫盖：为减少施工期间开挖和不能及时回填土方对外的影响，方案设计采用密目网进行苫盖，密目网密度不低于 1500 目/100cm²，考虑到密目网的周转使

用，重复利用率按照 1/5 计算，经测算，本区域共需密目网 0.14hm²。

(4) 送出线路区

密目网苫盖：为减少施工期间开挖和不能及时回填土方对外的影响，方案设计采用密目网进行苫盖，密目网密度不低于 1500 目/100cm²，考虑到密目网的周转使用，重复利用率按照 1/5 计算，经测算，本区域共需密目网 0.01hm²。

(5) 施工生产生活区

密目网苫盖：为减少施工材料和设备等对外的影响，方案设计采用密目网进行苫盖，减弱风力和雨水造成的侵蚀，密目网密度不低于 1500 目/100cm²，考虑到密目网的周转使用，重复利用率按照 1/5 计算，经测算，本区域共需密目网 0.20hm²。

4.3.2 临时措施实施情况

根据调查监测，结合档案资料查阅和监测成果显示，本项目水土保持临时措施主要为密目网苫盖。临时措施完成情况详见表 4-4。

表 4-4 水土保持临时措施完成情况表

序号	防治分区	措施种类	单位	实际完成
1	光伏发电工程区	密目网苫盖	hm ²	18.46
2	升压站区	密目网苫盖	hm ²	0.14
3	集电线路区	密目网苫盖	hm ²	0.28
4	送出线路区	密目网苫盖	hm ²	0.02
5	施工生产生活区	密目网苫盖	hm ²	0.41

4.3.2 临时措施实施进度

根据现场调查及查阅相关资料，各防治分区临时措施随主体工程同步实施，主要集中于 2017 年 8 月-2017 年 9 月。

4.4 水土保持措施防治效果

天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目防治责任范围包括光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区。建设单位为减少土地占用，科学调整了施工时序和施工工艺，在施工扰动土地及其临

时防护上突出了水土保持效果，并针对分区工程特性及水土流失特点，对位配置了各类水土保持防护措施，使施工期间水土流失得到有效的控制。

项目监测技术人员对已实施的防护工程措施的运行状况及完好程度进行了实地巡查和调查，认为现已实施的水土保持措施布局基本合理，防护工程防护功能基本到位，水土保持效果明显，措施防护效益显著，未有人为损坏和自然损坏现象发生，运行情况良好，达到了本阶段的防治要求。

5 土壤流失量情况监测

5.1 水土流失面积

本项目水土流失面积主要从施工期分析说明。在施工过程中土方开挖、回填，施工材料运输等活动对原地貌及地表组成物造成损坏。施工生产生活区和维修道路区也会在施工期由于人类活动扰动地表加剧和径流冲刷等造成新增水土流失。

为了使水土流失预测结果指导水保措施的布置，本项目水土流失预测范围和单元的选择与防治分区一致，包括光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区。面积共计 132.04hm²。水土流失预测范围见表 5-1。

表 5-1 水土流失预测范围一览表

序号	项目区	预测范围 (hm ²)
1	光伏发电工程区	128.64
2	升压站区	0.41
3	集电线路区	2.05
4	送出线路区	0.31
5	施工生产生活区	0.63
合计		132.04

5.2 土壤流失量

本项目于 2017 年 8 月开工，2017 年 10 月建设完工，植物措施于 2017 年 9 月底完成，本监测工作于 2017 年 8 月委托开展，监测工作符合“三同时”原则，施工期水土流失状况和土壤流失量可以通过调查监测的方法测得，并配合档案资料查阅的方法，掌握工程建设过程中的土石方工程、扰动土地面积、不同防治区的面积、坡度、坡长、地表物质组成、重点地段建设中的影像资料等。

根据本项目的施工特点和水土流失程度的差异，结合方案设计大致分为施工准备期、施工期两个阶段。查阅档案资料，按照主体工程的施工进度，施工土建期为 0.5 年，即 2017 年 8 月至 2017 年 10 月，包含施工准备期。

施工期是本项目水土流失最为严重的时期，在施工过程中开挖、土方回填，施工

材料运输、土石方外运和回填等均不可避免地造成了水土流失。

根据工程监测取得的数据，光伏发电工程区土壤侵蚀模数平均为 $1200t/(km^2 \cdot a)$ ；升压站区土壤侵蚀模数平均为 $1200t/(km^2 \cdot a)$ ；集电线路区土壤侵蚀模数平均为 $1200t/(km^2 \cdot a)$ ；送出线路区土壤侵蚀模数平均为 $1200t/(km^2 \cdot a)$ ；施工生产生活区土壤侵蚀模数平均为 $1000t/(km^2 \cdot a)$ 。

根据工程占地情况，各分区工程施工工期，考虑地处平原区、地表物质组成、坡度、坡长、平地区边坡的比例等实际情况，计算本项目施工土建期土壤流失量为 792t。

5.3 取土、弃土潜在土壤流失量

本项目实际总挖方量 22.16 万 m^3 ，总填方量 22.16 万 m^3 ，无借方和弃土弃渣。

本项目实际没有取土、弃土发生，故实际不存在取土、弃土潜在土壤流失量情况。

5.4 水土流失危害

本项目 2017 年 8 月正式开工，2017 年 10 月完工，建设总工期 3 个月。在施工过程中未发生水土流失危害事故。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

经调查核实，本项目实际占地面积 132.04hm²，扰动土地面积 132.04hm²，扰动土地治理面积 131.92hm²，经计算，扰动土地整治率为 99.9%，达到方案确定的 95% 防治目标。扰动土地整治率见表 6-1 所示。

表 6-1 扰动土地整治率计算表

防治分区	占地面积	扰动面积	扰动土地治理面积				扰动土地整治率(%)
			工程措施	植物措施	建筑物、硬化及水域	小计	
光伏发电工程区	128.64	128.64		3.76	124.77	128.53	99.9%
升压站区	0.41	0.41	0.20		0.21	0.41	100.0%
集电线路区	2.05	2.05		2.05		2.05	100.0%
送出线路区	0.31	0.31		0.30	0.01	0.31	100.0%
施工生产生活区	0.63	0.63		0.63		0.63	100.0%
合计	132.04	132.04	0.20	6.73	124.99	131.92	99.9%

6.2 水土流失总治理度

经调查核实，本项目水土流失总面积 7.05hm²（水土流失面积未包括不产生水土流失的硬化及水域面积等），采取各类水土保持措施整治面积 6.93hm²，其中：工程措施面积 0.20hm²，植物措施面积 6.73hm²，经计算，本项目水土流失总治理度为 98.3%，达到方案确定的 95%的防治目标。水土流失总治理度见表 6-2 所示。

表 6-2 水土流失总治理度计算表

防治分区	扰动面积	建筑物、硬化及水域面积	水土流失面积	水土流失治理面积			水土流失总治理度(%)
				工程措施	植物措施	小计	
光伏发电工程区	128.64	124.77	3.88	0	3.76	3.76	97.0%
升压站区	0.41	0.21	0.20	0.20	0.00	0.20	100.0%
集电线路区	2.05	0.00	2.05	0	2.05	2.05	100.0%
送出线路区	0.31	0.01	0.30	0	0.30	0.30	100.0%
施工生产生活区	0.63	0.00	0.63	0	0.63	0.63	100.0%
合计	132.04	124.99	7.05	0.20	6.73	6.93	98.3%

6.3 拦渣率及弃渣利用情况

通过查阅主体工程监理资料及施工资料，本项目采用了临时防护措施，产生的水土流失量小于水土保持方案设计的预测值，综合分析，拦渣率达到 99.0%以上，达到方案设计目标值。

6.4 土壤流失控制比

根据实际调查，施工过程中的水土流失，主要发生于尚未实施措施的裸露地面。随着工程的进一步开展，监管措施的加强，具有水土保持功能工程的逐步落实，各项措施效益逐渐发挥，施工过程中的水土流失得到有效控制。根据走访、调查、并查阅相关资料，在施工期间未发生水土流失灾害，现场勘查也未发现严重水土流失现象。目前，具有水土保持功能的工程措施已基本完成，植物措施也基本完成，水土保持设施运行正常。

根据《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》（水利部 [2006] 2 号）该区为北方土石山区，容许土壤流失量为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据土壤流失量监测结果，该项目治理后平均土壤侵蚀模数为 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右，土壤流失控制比 1.0，达到方案设计目标值。

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

据调查核实，建设单位按照水土保持方案要求施工，本项目总占地面积 132.04hm^2 ，完成植物措施面积 6.73hm^2 ，可恢复植被面积 6.85hm^2 ，林草植被恢复率达到了 98.3%，林草植被覆盖率达到 5.1%，均达到方案设计目标值。各防治分区林草植被恢复率和覆盖情况详见表 6-3。

表 6-3 林草植被恢复、植被覆盖情况统计计算表

防治分区	扰动面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
光伏发电工程区	128.64	3.76	3.88	97.0%	2.9%
升压站区	0.41	0.00	0.00	0.0%	0.0%
集电线路区	2.05	2.05	2.05	100.0%	100.0%
送出线路区	0.31	0.30	0.30	100.0%	96.8%
施工生产生活区	0.63	0.63	0.63	100.0%	100.0%
合计	132.04	6.73	6.85	98.3%	5.1%

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本项目地处华北平原区，地势平坦。水土流失影响因子没有发生大的变化，在施工过程中能够采取各种临时防护措施，土方开挖尽量安排在非雨日施工，土壤水力侵蚀强度基本在中度以下的范围内发生变化。

采取现场实地调查监测、巡查监测、档案资料查阅等综合手段和方法对本项目水土保持开展监测工作，监测成果反映本项目造成的水土流失随着工程建设的推进逐步得到减弱，目前各区域土壤侵蚀模数已降至 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

工程建设之初的土建期，升压站区、送出线路区和施工生产生活区等水土流失严重，这些区域综合平均土壤侵蚀模数约 $1160\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。随着植物措施和自然恢复等，各区的水土流失基本得到了控制，土壤侵蚀模数降至 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

7.2 水土保持措施评价

本项目《水土保持方案》布局的各项水土保持措施在建设期内已基本落实到位。各项水土保持措施的建设质量符合设计要求，经外观评定均为合格工程。经监测，各项水土保持措施均发挥了有效的防治水土流失的作用。

7.3 存在的问题及建议

在天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目建设过程中，建设单位天津中电晟发光伏发电有限公司对水土保持工作较为重视，基本按照“三同时”制度开展本项目水土保持工作，工程建设前，依法编报了《天津中电晟发太平镇窦庄子一期 95MWp 渔光互补光伏发电项目水土保持方案报告书》，并取得天津市水务局的批复，建设过程中建设了相应的水土保持工程，对项目区水土资源、生态环境的保护起到了积极作用。

项目区植被覆盖度偏低，部分植被生长不良，个别出现死亡现象，遇降雨可能造

成中轻度水土流失。

建议建设单位加强对光伏发电工程区、升压站区、集电线路区、送出线路区和施工生产生活区的水土保持设施的管理和维护，确保水土保持设施正常发挥其效益。

7.4 综合结论

本项目在建设过程中土石方工程量有效利用，实际总挖方量 22.16 万 m³，总填方量 22.16 万 m³，无借方和弃土弃渣。工程建设扰动土地面积基本得到了整治；可恢复植被面积基本达到了恢复；施工过程中由于采取了有效的临时防护措施，水土流失危害降低到了最小程度；建设期土壤水力侵蚀强度基本上控制在中度范围以下；通过调查、综合分析与评价，项目建设区设计水平年扰动土地整治率达到 99.9%，水土流失治理度达到 98.3%，拦渣率达到 99.0%，水土流失控制比达到 1.0，林草植被恢复率达到 98.3%，林草覆盖率达到 5.1%，各项水土流失防治指标总体上实现了水土保持方案要求的目标，达到了《开发建设项目水土流失防治标准》的要求。

现场照片



升压站碎石铺盖



升压站透水砖铺装



升压站道路硬化



施工生产生活区租用原有民房

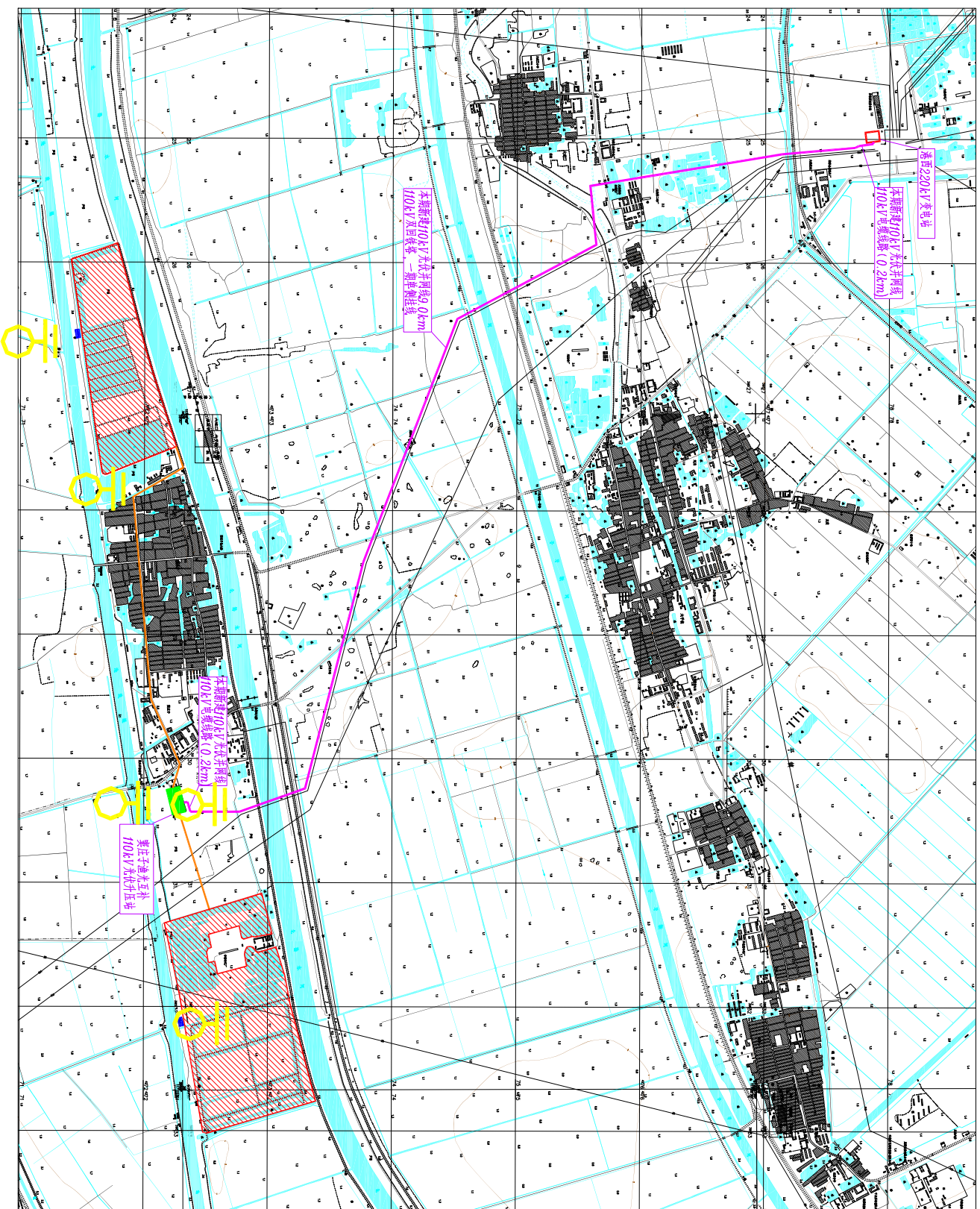


光伏发电工程区桩基础施工



周边既有进场道路

附图3 水土流失防治责任范围图



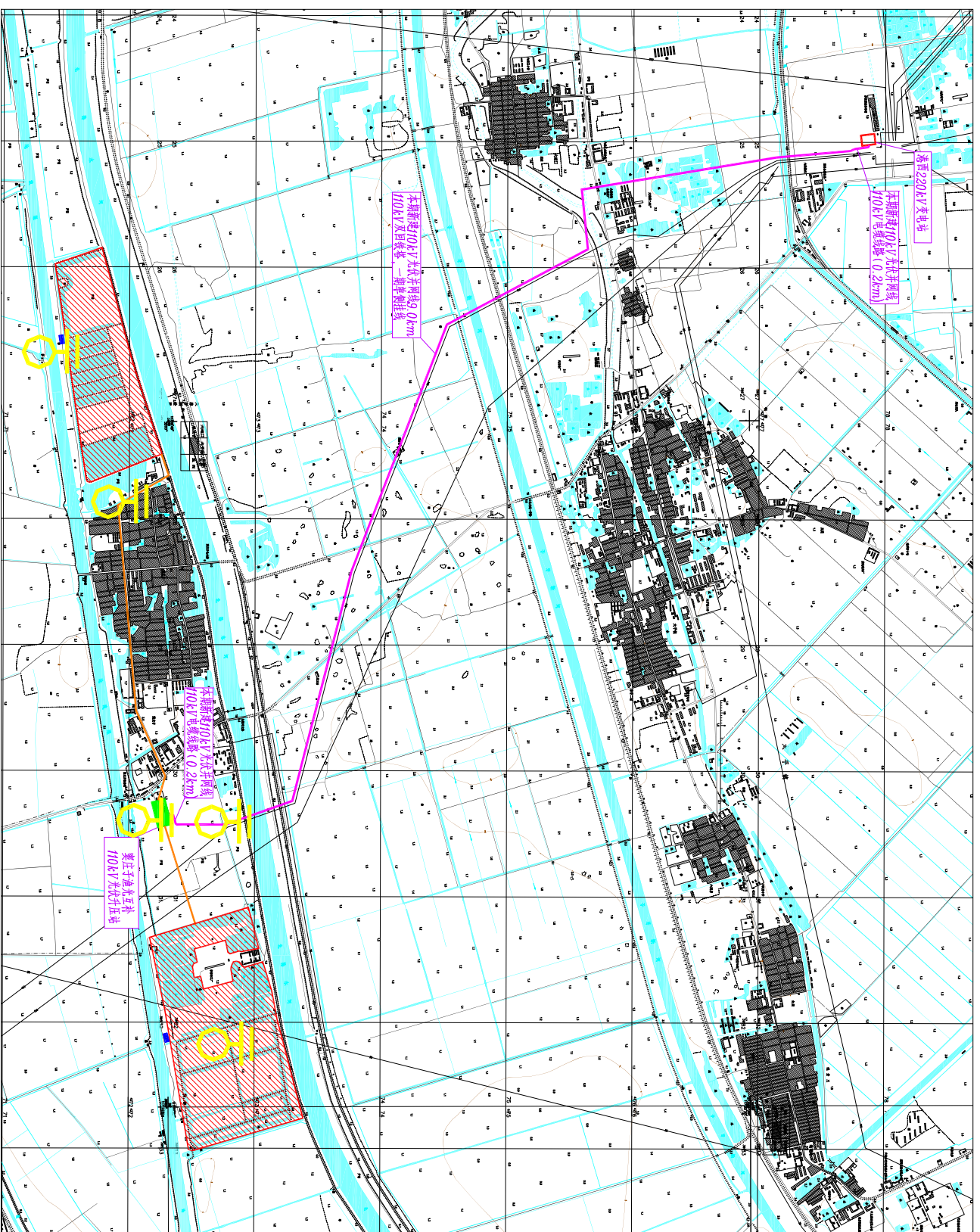
- 图例**
- █ 光伏发电工程区
 - █ 110kV升压站
 - █ 施工生产生活区
 - █ 集电线路区
 - █ 送出线路区

批复项目建设区范围与实际扰动范围面积对比表

单位: hm²

防治责任区	方案确定的防治责任范围	实际发生的扰动范围	变化面积 (实际-方案设计)
光伏发电工程区	220.00	128.64	-91.36
升压站区	0.53	0.41	-0.12
集电线路区	2.13	2.05	-0.08
送出线路区	0.32	0.31	-0.01
施工生产生活区	1.00	0.63	-0.37
小计	223.98	132.04	-91.94

附图2 监测点位布设图



水土保持监测点布置一览表

监测内容	内容	方法	监测频次	流失形式
光伏发电工程区	土方开挖、回填			
升压站区	土方开挖、回填			
集电线路区	土方开挖、回填	调查监测、巡查监测	一个季度林草措施、工程措施等观测1次；档案资料调查监测1次。	水力侵蚀
送出线路区	土方开挖、回填			
施工生产生活区	人为和机械扰动			

天津中电晟发太平镇樊庄子一期95MWp渔光互补光伏发电项目水土保持监测特性表

建设规模	建设单位联系人		所属流域		工程总投资	工程总投资	工程总投资	
	装机容量 95MWp	天津中电晟发光伏发电有限公司	海河流域	2017年8月到2017年10月				
防治措施	工程措施	①升压站区透水砖铺装 270m ² 、碎石铺盖 1765m ² 。②施工生产生活区土地整治 0.63hm ² 。						
防治措施	植物措施	①光伏发电工程区撒播草籽 3.76hm ² 。②集电线路区撒播草籽 2.05hm ² 。③送出线路区撒播草籽 0.30hm ² 。④施工生产生活区撒播草籽 0.63hm ² 。						
防治措施	临时措施	①光伏发电工程区密目网苫盖 18.46hm ² 。②升压站区密目网苫盖 0.14hm ² 。③集电线路区密目网苫盖 0.28hm ² 。④集电线路区密目网苫盖 0.02hm ² 。⑤施工生产生活区密目网苫盖 0.41hm ² 。						
分类指标	目标	达到值	实际监测数量					
	值(%)	(%)	防治措	硬化及水	扰动土			
	95%	99.9%	施面积	域面积	地面积			
水土流失总治理	95%	98.3%	hm ²	hm ²	hm ²	124.99	132.04	
度	95%	98.3%	hm ²	hm ²	hm ²	7.05	7.05	
土壤流失控制比	1.0	1.0	防治责任范围	容许土壤流失	监测土壤流失	200	200	
林草覆盖率	95%	99.0%	工程措施面积	植物措施面积	情况	6.73	792t	
林草植被恢复率	97%	98.3%	hm ²	hm ²	hm ²	6.85	6.73	
拦渣率	5%	5.1%	可恢复植被面积	林草植被面积	总弃土	/	/	

注:

根据本项目水土流失预测和水土保持总体布局,结合监测范围、监测分区和工程建设现状,按照《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保[2015]139号)的规定与要求,本项目共计布设5个监测点。在光伏发电工程区布设1个,布设在预制管桩旁;升压站区布设1个,布设在室外主变旁;集电线路区布设1个,布设在沟槽开挖一侧;送出线路区布设1个,布设在塔基旁;施工生产生活区布设1个,布设在材料堆放处。

同时开展档案资料查阅,了解工程扰动土地面积、防治责任范围、水土流失因子、水土流失量、水土保持设施及保存情况、水土保持效果等方面的动态变化情况。

附图1 工程地理位置图

