核技术利用建设项目

江苏景祐电力科技有限公司
新建移动式 X 射线探伤项目
环境影响报告表
（公示本）

江苏景祐电力科技有限公司(公章)

2026 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏景祐电力科技有限公司
新建移动式 X 射线探伤项目
环境影响报告表

建设单位名称：江苏景祐电力科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：江苏省南京市高淳区慢安路 6 号

桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室

邮政编码：211317 联 系 人：

电子邮箱：/ 联系电话：

打印编号：1785148482000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	lr3g9j
建设项目名称	江苏景祐电力科技有限公司新建移动式X射线探伤项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	江苏景祐电力科技有限公司
统一社会信用代码	91320115MA255EE18E
法定代表人（签章）	肖雷
主要负责人（签字）	刘志伟 刘志伟
直接负责的主管人员（签字）	刘志伟 刘志伟
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	江苏睿源环境科技有限公司
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
欧杰	2016035320352015320101000066	BH008749	欧杰

2 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吕孝敏	表9项目工程分析与源项 表10辐射安全与防护 表11环境影响分析 表12辐射安全管理 表13结论与建议	BH024851	吕孝敏
欧杰	表1项目基本情况 表2放射源 表3非密封放射性物质 表4射线装置 表5废弃物（重点是放射性废弃物） 表6评价依据 表7保护目标与评价标准 表8环境质量和辐射现状	BH008749	欧杰

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书

姓名：欧杰
Full Name

性别：男
Sex

出生年月：
Date of Birth

专业类别：
Professional Type

批准日期：2016年05月
Approval Date

持证人签名：
Signature of the Bearer

签发单位盖章：
Issued by

2016035320352015320101000066
管理号：
File No.

签发日期：2016 年 08 月 23 日
Issued on

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.

中华人民共和国人力资源和社会保障部
approved & authorized
by
Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部
approved & authorized
by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号：HP 00018576
No.

江苏蓝源环境科技有限公司
3201061089377

仅用于江苏蓝源电力科技有限公司新建项目环境影响评价工作，其他项目无效，防伪：白

编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

江苏省社会保险权益记录单

（参保单位）

请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：江苏睿源环境科技有限公司　　现参保地：盐城区

统一社会信用代码：91320106MA20HXME57　　查询时间：202606-202608

共1页，第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数	30	30	30

序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）	缴费起止年月	缴费月数
1	吕孝瑜	[redacted]	202606 - 202608	3
2	欧杰	[redacted]	202606 - 202608	3

说明：
1. 本权益单涉及单位及个人隐私，请妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖纸质印章。
4. 本权益单记录数据仅有效期内（三个月），如需核实真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。

江苏睿源环境科技有限公司 320106109377

江苏省社会保险 电子专用章

仅用于江苏赛祐电力科技有限公司新建数动式

目录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 5
表 3 非密封放射性物质 5
表 4 射线装置 6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 7
表 6 评价依据 8
表 7 保护目标与评价标准 11
表 8 环境质量和辐射现状 13
表 9 项目工程分析与源项 15
表 10 辐射安全与防护 25
表 11 环境影响分析 32
表 12 辐射安全管理 42
表 13 结论与建议 47
表 14 审批 50
附表 污染防治措施“三同时”措施一览表 51

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">江苏景祐电力科技有限公司新建移动式 X 射线探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">江苏景祐电力科技有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>肖雷</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">江苏省南京市高淳区慢安路 6 号桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目地点</td><td colspan="5">移动探伤现场（主要为委托公司电网系统高压输电线路“三跨”线路段）
探伤机储存场所（江苏省南京市高淳区慢安路 6 号桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室（北部第 1 间库房））</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td></td><td>项目环保投资(万元)</td><td></td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

项目概述：

1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来

江苏景祐电力科技有限公司成立于 2021 年 2 月 1 日，注册地位于江苏省南京市高淳区慢安路 6 号桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室，法定代表人为肖雷。经营范围包括许可项目：检验检测服务，一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；工程和技术研究和试验发展；信息系统集成服务；物联网技术研发；信息技术咨询服务；软件开发；信息系统运行维护服务；信息咨询服务；知识产权服务；劳务服务等。

输电线路耐张线夹是指用于固定导线，以承受导线张力，并将导线挂至耐张串组或杆塔上的金具，耐张线夹一般分为螺栓型耐张线夹、压缩性耐张线夹、楔型耐张线夹。输电线路耐张线夹内部有可能存在裂纹、压接管弯曲、凹槽压接不到位等缺陷，通过X射线探伤能及时发现耐张线夹的内部缺陷，采取相应的消缺措施，避免掉线事故的发生。因此，江苏景祐电力科技有限公司为拓展公司业务，拟开展移动式X射线探伤项目，探伤对象主要为高压输电线路"三跨"线路（指输配电线路跨越铁路、一级及以上公路和重要输电通道区段）耐张线夹。本项目探伤检测工件为压缩性耐张线夹，常用材质为铸铁、铜等，材料厚度为10~40mm，长度为300~800mm。

江苏景祐电力科技有限公司拟配备1台美国高登XRS3型便携式脉冲X射线机，为定向机，最大管电压270kV、最大管电流0.25mA，出束方向朝上（天空）照射，根据《射线装置分类》，本项目X射线机属于II类射线装置；本项目拟配备3名辐射工作人员，其中1人兼任辐射防护负责人，本项目由3名辐射工作人员组成1个探伤小组，探伤时在人员齐全后3人协同工作，年探伤总时间约为225h。

南京国际慢城建设发展有限公司无偿提供南京市高淳区慢安路6号桠溪国际慢城小镇7栋103室给江苏景祐电力科技有限公司办公和经营使用。江苏景祐电力科技有限公司拟将103室内其中1间房间（北部第1间库房）作为本项目X射线机存储库房，用于单独存放X射线机及警戒线（绳）、警告牌等项目相关的辐射安全防护设施，库房拟设置双人双锁、视频监控；无探伤任务时，X射线机放置在库房中，钥匙由专人保管；本项目采用数字射线照相技术，不使用胶片进行拍片、洗片，因此不产生危险废物。

本项目为江苏景祐电力科技有限公司首次开展核技术利用项目，在此之前江苏景祐电力科技有限公司从未开展过核技术利用项目。江苏景祐电力科技有限公司核技术利用项目详见表1-1：

表1-1 江苏景祐电力科技有限公司核技术利用项目表

序号	射线装置名称、型号	数量（台）	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	类别	使用场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	备注
1	美国高登XRS3型便携式脉冲X射线机	1	270	0.25	II	移动探伤现场（电网系统高压输电线路"三跨"线路段）	使用	本次环评	定向，拟购，主射线朝上照射

根据《射线装置分类》，本项目使用的便携式脉冲X射线机属于II类射线装置中工

业用X射线探伤装置中的便携式X射线探伤机。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号，2021年版），本项目为使用X射线机进行探伤检测，属于"172核技术利用建设项目"中的"使用II类射线装置的"，本项目应编制环境影响报告表。受江苏景祐电力科技有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)通过资料调研、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏景祐电力科技有限公司位于江苏省南京市高淳区慢安路6号桠溪国际慢城小镇7幢103室，公司拟在此处开展移动式X射线探伤业务，拟将103室内其中1间房间（北部第1间库房）作为本项目X射线机存储库房。本项目所在7幢东侧隔小镇道路为8幢，南侧隔小镇道路为6幢，西侧隔小镇道路为5幢，北侧为大安线道路，本项目所在103室东侧、南侧、西侧均为小镇道路，北侧为102室（闲置状态）、101室（闲置状态）；此外本项目所在7幢为三层建筑，楼上其余房间同样均为闲置状态。本项目X射线机存储库房位于重点管控单元（江苏省高淳国际慢城旅游度假区，环境管控单元编码：ZH32011820027），本项目存储库房所在地仅为办公及设备存储场所，无生产加工、无污染物排放，不属于禁止引入类别，符合管控要求；同时本项目移动探伤作业地点为野外高压输电线路沿线，不在国际慢城桠溪生态之旅保护区优先保护单元内。本项目X射线机存储库房地理位置见附图1，X射线机存储库房周围环境见附图2，本项目7幢103室平面布置见附图3，本项目X射线机存储库房与江苏省生态环境分区管控综合服务系统管控区相对位置关系见附图4。

公司在客户单位实施现场探伤之前，先开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、现场负责人等，保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

公司承接的移动探伤现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路"三跨"线路段，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，本项目探伤时仅存在高空作业，无

地面检测作业。公司存储库房仅作为 X 射线机存储使用，公司严禁在存储库房内使用、调试 X 射线机。本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。

3. 实践正当性

江苏景祐电力科技有限公司拟配备 1 台美国高登 XRS3 型便携式脉冲 X 射线机对输电线路“三跨”线路段耐张线夹进行探伤检测，保障高压输电线路安全。在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，对周围环境、职业人员和公众影响较小。经过探伤检测能够确保电网设施的安全运行，从而保障公共场所的安全性，减少安全事件发生的可能性。因此在考虑了社会、经济及其他综合因素后，能够认为本项目为受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.3.1.1 对于“实践的正当性”的要求。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素 名称	理化 性质	活动 种类	实际日最大 操作量（Bq）	日等效最大 操作量（Bq）	年最大操作量 （Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	便携式脉冲 X 射线机	II	1 台	美国高登 XRS3 型	270	0.25	探伤检测	移动探伤现场（主要为委托公司电网系统高压输电线路“三跨”线路段） 探伤机储存场所（江苏省南京市高淳区慢安路 6 号桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室（北部第 1 间库房））	拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接排入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m^3)和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	1) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 2) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 6) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 7) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 8) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行）； 9) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行； 10) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行； 11) 《江苏省辐射污染防治条例》(2026年修正本)，江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议第二次修正，2026年8月15日起施行； 12) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行； 13) 《江苏省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省

	人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行； 14) 《江苏省生态环境分区管控实施方案》（苏政办发〔2025〕1号），2025年1月2日印发； 15) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187号），2021年5月31日印发； 16) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号），自2024年2月1日起施行； 17) 《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1号，2025年9月21日起施行； 18) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026年3月12日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，自2026年8月15日起施行。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016） 2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） 7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单 8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019） 9) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）

其他	

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用的射线装置为工业用 X 射线探伤机，属II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”。根据表 11 理论计算的监督区范围小于 100m，本项目以探伤装置为中心的 100m 范围确定为本项目的评价范围（以地面投影平面范围）。

保护目标

公司拟开展移动 X 射线探伤，公司承接的项目现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路“三跨”线路段，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异。

本项目主要污染物是 X 射线，本项目不占用资源，不会降低移动探伤现场区域的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合江苏省生态环境分区管控相关要求。

本项目环境保护目标为：

1、本项目移动探伤辐射工作人员；

2、本项目移动探伤现场评价范围内周围公众。

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	最近距离	人员规模	年剂量约束值（mSv）
1	移动探伤现场	辐射工作人员	控制区外监督区内	控制区边界	3 人	5
2		周围公众	监督区外评价范围内	监督区边界	不定	0.1

评价标准

1）工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

类别	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2）剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。”职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值。

本项目剂量约束值如下：

①职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a；

②公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3）参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)：

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

本项目周围剂量当量率参考控制水平如下：

①控制区边界外周围剂量当量率应不大于 15μSv/h；

②监督区位于控制区外，监督区边界外周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

江苏景祐电力科技有限公司位于江苏省南京市高淳区慢安路 6 号桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室，公司拟在此处开展移动式 X 射线探伤业务，拟将 103 室内其中 1 间房间（位于北部）作为本项目 X 射线机存储库房。本项目所在 7 幢东侧隔小镇道路为 8 幢，南侧隔小镇道路为 6 幢，西侧隔小镇道路为 5 幢，北侧为大安线道路，本项目所在 103 室东侧、南侧、西侧均为小镇道路，北侧为 102 室（闲置状态）、101 室（闲置状态）；此外本项目所在 7 幢为三层建筑，楼上其余房间同样均为闲置状态。本项目 X 射线机存储库房位于重点管控单元（江苏省高淳国际慢城旅游度假区，环境管控单元编码：ZH32011820027）。

公司在客户单位实施现场探伤之前，先开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、现场负责人等，保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

公司承接的移动探伤现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路“三跨”线路段，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，本项目探伤时仅存在高空作业，无地面检测作业。公司存储库房仅作为 X 射线机存储使用，公司严禁在存储库房内使用、调试 X 射线机。本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。

X 射线机存储库房现状照片见图 8-1。

图 8-1　X 射线机存储库房现状照片

2、环境现状检测

江苏景祐电力科技有限公司仅在委托单位的电网系统高压输电线路“三跨”线路段进行移动探伤检测工作；公司探伤机储存库房内不使用、调试射线机，项目运营过程中对公司办公场所及 X 射线机储存库房周围环境无辐射影响，故本项目无需进行环境辐射水平现状检测。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

根据建设单位提供的资料可知，本项目拟使用的设备为 1 台美国高登 XRS3 型便携式脉冲 X 射线机及其配套设备，主要包括 X 射线发生器、无线便携式平板探测器、安装支架（工装）、远距离显示控制设备（平板电脑）、路由器。本项目探测器、X 射线机、路由器固定在同一工装上，各部件之间通过无线连接；平板电脑通过无线方式与平板探测器及 X 射线机建立连接，实现对两者的同步控制，从而完成曝光与图像接收的协同作业。XRS3 型便携式脉冲 X 射线机外观及组成见图 9-1，控制模块见图 9-2，平板探测器见图 9-3。

图 9-1 XRS3 型便携式脉冲 X 射线机外观图

图 9-2 X 射线机控制模块图

图 9-3 平板探测器

本次拟购置 X 射线机的主要参数见下表 9-1（数据来源见附件 6）。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

装置名称	便携式脉冲 X 射线机
型号	美国高登 XRS3 型
重量	5.3kg
最大管电压	270kV
最大管电流	0.25mA
出束类型	定向
辐射角	40°
负载率	每 4 分钟 200 次脉冲
脉冲输出剂量	50 个脉冲 100-200mR （距离射线源 30cm）
X 射线泄漏	50 个脉冲最大 7mR （装置侧面，距离射线源 30cm）
X 射线脉宽	25 纳秒
发射控制	无线网络连接遥控控制
探伤构件	输电线路耐张线夹
遥控距离	最远 300m

2. X 射线机工作原理

脉冲 X 射线机是利用高压纳秒脉冲，加到冷阴极 X 射线管上产生 X 射线。本项目 X 射线机的核心部件就是冷阴极 X 射线管，是一个内真空的玻璃管，它只有阴极、阳极和绝缘体三部分组成，顾名思义，它不需要加热，是 X 射线管简化。只要在阴、阳极间加上脉冲高压，就能引起阴极等离子体场发射，产生大量电子，在电场作用下

打到阳极上产生X射线，在纳秒脉冲高压下，绝缘体和真空的电场强度有很大提高，从而使X射线管可以做的很小。通常对几百kV的小型X射线管来说，阳极均用钨针，阴极是一片带孔的钢片，空口为锐利的刀刃形，有利发射电子。

X射线机主要是利用X射线管产生的X射线透照被检测时，在被检物的缺陷部位和其他部位射线减弱的程度会不同。X射线机根据这一原理，记录被检物信息，根据其影像黑度获得被检物的有关信息，将被检物中的缺陷显现出来，以确定缺陷的位置、大小、形状和种类。检测过程中，X射线检测装置放在探伤工件的一侧，数字探测器处于探伤工件及X射线探伤装置的正前方，处于同一直线上，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，当射线出束时就可以得到与厚度分布相应的强度分布，反映到非晶硅面阵列平板数字探测器上，再传输至笔记本电脑工作站。当耐张线夹压接线缆断裂、有缝隙时，可透过的射线强度越大、探测器感光量越大，从而可以从探测器曝光强度的差异，从数字图像清晰地判断被检耐张线夹是否存在缺陷或损坏。装置在非曝光时不产生X射线。

3.工件信息及工作方式

输电线路耐张线夹是指用于固定导线，以承受导线张力，并将导线挂至耐张串组或杆塔上的金具，耐张线夹一般分为螺栓型耐张线夹、压缩性耐张线夹、楔型耐张线夹，见图9-4。输电线路耐张线夹内部有可能存在裂纹、压接管弯曲、凹槽压接不到位等缺陷，通过X射线探伤能及时发现耐张线夹的内部缺陷，采取相应的消缺措施，避免掉线事故的发生。江苏景祐电力科技有限公司拟开展移动式X射线探伤项目，探伤对象主要为高压输电线路“三跨”线路（指输配电线路跨越铁路、一级及以上公路和重要输电通道区段）耐张线夹。本项目探伤检测工件为压缩性耐张线夹，常用材质为铸铁、铜等，材料厚度为10~40mm，长度为300~800mm，如图9-5。XRS3型便携式脉冲X射线机探伤时仅进行高空作业，探伤作业一般在输电线路新建、改扩建及检修期间进行，不进行地面检测工作。

图 9-4 常见耐张线夹示意图

图 9-5 本项目耐张线夹示意图

本项目 X 射线机的探伤现场布置如下：XRS3 型便携式脉冲 X 射线机高空作业时，探伤机位于高空，射线方向与地面垂直朝向天空（即有用线束朝天空照射），无电源线连接，操作人员在地面进行无线操作。设备组成及使用现场整体框架示意图如图 9-6。

图 9-6 设备组成及使用现场整体框架示意图

检测部位为耐张线夹所有压接部位，一般为钢锚与外部铝套管压接部位，芯线与锚管或芯线接续管压接区域，外部铝管和绞线或中间套管压接区域，测点位置示意图见图 9-7。

透照时，X 射线源、耐张线夹、成像板按图 9-8 进行布置，并使 X 射线源中心垂直指向透照区中心。平板探测器紧贴线夹，保持与线夹或接续管平行，不得产生弯曲变形。使射线朝空中方位进行透照。

图 9-7 耐张线夹 X 射线探伤测点位置示意图

图 9-8 透射布置示意图

4.工作流程及产污环节分析

（1）公司接受移动探伤任务；

（2）在实施移动式探伤工作之前，公司对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的人员与附近的公众、天气条

件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。若现场不满足开展移动式X射线探伤项目的条件，则不进行X射线探伤，将采取其他探伤形式。

（3）制订探伤作业方案，该作业方案包括：

①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；

②明确探伤人员、运输人员、巡检人员的职责和分工；

③对探伤人员的要求，包括：检测作业人员、检测防护培训要求；

④检测准备，包括：技术、工艺、检测设备和材料等；

⑤检测实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；

⑥图像评定，包括：评定条件及要求；

⑦检测记录及报告要求；

⑧质量检查的要求、方法等；

⑨职业健康安全和环境管理等内容。

（4）开具探伤作业票。

（5）仪器设备出库及运输：根据设备出入库管理制度，库房管理人员依据工作人员提供任务单进行设备使用台账登记，打开库房并领取设备。通过公司车辆将设备运送至探伤作业场所，至少1名操作人员随车押运。

（6）到达移动探伤现场后，委托单位（业主单位）配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，通知所有相关人员，防止误照射发生。初步划分监督区及控制区，划分要求如下：根据现场情况通过理论估算值和经验划定并标志出控制区及监督区边界，并在相应边界设置警示标识，包括：控制区悬挂“禁止进入射线工作区”警告牌及电离辐射警告标志，监督区悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

（7）对控制区及监督区内的人员进行清场，对控制区、监督区进行地毯式巡查，用扩音器喊话确认无人员滞留，确保控制区及监督区内不存在无关人员滞留情况。

（8）清场完成后，在控制区及监督区设置安全警戒措施，包括工作状态指示灯、声音报警装置、电离辐射警告标志、警戒线、警告牌等。

（9）安置X射线机：登高工作人员（3名辐射工作人员轮流登高）登塔将X射线机悬挂至待检测输变电线路耐张线夹处，固定好X射线机及成像板。高空作业流程如下：

a.登高工作人员穿戴防护用品（带电作业屏蔽服、绝缘手套、安全帽、绝缘检测仪等），登高工作人员登塔；

b.登高工作人员登塔后，地面工作人员上传操作杆；塔上登高工作人员接收到操作杆后，地面工作人员上传组装好的X射线机、固定架、数字平板探测器，塔上登高工作人员通过绳索拉至输变电线路上；地面工作人员通过对讲机指挥塔上登高工作人员按要求使用操作杆将组装好的X射线机放置在线夹的被检测位置，固定好X射线机。本项目XRS3通过地面平板电脑上远程操作模式使X射线机发射脉冲的曝光检测需要通过以下步骤：打开XRS3旋转开关-设置脉冲数-通过平板电脑上的远程操作系统指令设置脉冲并启动-X射线机出束检测。平板电脑上的远程操作系统需设置一系列指令后方能点击脉冲启动按钮，防止终端意外开启。

c.X射线机固定完成后，地面工作人员对检测设备的通信功能进行调试，确保各个模块间、模块与地面控制台的通讯正常，避免后期出现通电后通讯无法实现的情况；确认设备功能正常及摆放到位。

d.设备无线连接。（注：户外架空输电线路耐张线夹探伤检测作业采用遥控操作，由地面平板电脑进行远程控制）。准备就绪后，塔上登高工作人员下塔撤离至控制区外。

（10）试曝光：地面工作人员通过平板电脑远程控制启动X射线机进行试曝光。试曝光前每名辐射工作人员佩戴1枚个人剂量计及1台个人剂量报警仪。此过程产生X射线，少量**O_3、NO_X**。

（11）通过辐射环境巡测仪对控制区及监督区进行巡测及修正，并记录巡检结果。此过程产生X射线，少量**O_3、NO_X**。

（12）以上工作完成后，启动X射线机进行曝光检测。检测过程中安排专人进行巡视。此过程产生X射线，少量**O_3、NO_X**。

（13）曝光结束后，关闭X射线机；通过辐射环境巡测仪巡测确保X射线机已关闭，无出束；登高工作人员再次登塔，将检测设备用拉绳缓慢下降到地面。试曝光及曝光时，登高工作人员及地面工作人员位于控制区外。

（14）探伤作业结束，清理现场，撤除警戒。

（15）仪器设备运输及入库：采用公司车辆将设备运送回公司库房存放，至少1名操作人员随车押运。库房管理人员打开库房，进行台账登记后，设备入库。

（16）工作人员对检测系统储存的数字图像和有效信息进行分析，判断工件内部质量、缺陷等。

本项目便携式 X 射线探伤机曝光后成像结果以数字照片形式实时呈现和储存在电脑中，不进行洗片。

公司移动探伤作业流程具体见图 9-9。

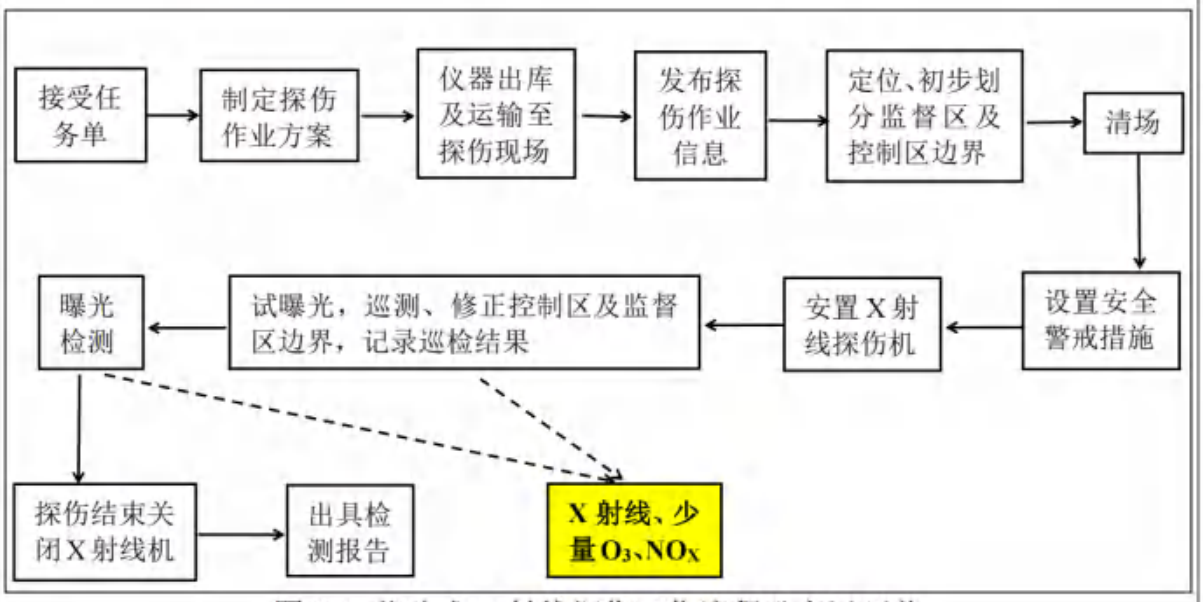

图 9-9 移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节

5. 人员配置及工作制度

人员配置：建设单位拟配备3名辐射工作人员共同操作X射线机。

曝光时间：本项目曝光时间见表9-2，每次检测单个耐张线夹仅会选择一个检测部位进行抽检，单个线夹仅需检测一次，仅需一次透照，保守按照单个耐张线夹单次最大透照时间（1.8min）进行预测计算。

表 9-2 本项目曝光时间一览表

被检物体	检测部位	透照参数	透照时间	日最大检测数量（个）	周最大检测数量(个)	年最大检测数量（个）
单个耐张线夹	钢锚和铝管压接部位、铝管和绞线压接部位	15-50 个脉冲	0.3~1min	30	150	7500
	钢锚压接部位	30-90 个脉冲	0.6~1.8min			
周最大曝光时间（h）					4.5	
年最大曝光时间（h）					225	

本项目开展后，预计本项目年探伤曝光总时间约为225h（包含试曝光时间，本项目XRS3型便携式脉冲X射线机无需训机），周探伤曝光时间最大不超过4.5h。

工作分工及工作量分配：本项目现场探伤工作分为登高、操作X射线机、巡查及

巡测，3名辐射工作人员轮流开展上述工作，可相对减少辐射工作人员受照剂量。

本项目X射线机每年检修维护由厂家辐射工作人员负责，本项目辐射工作人员不自行检修维护X射线机。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作250天，实行白班单班制。

污染源项描述

1) 辐射污染源分析

污染源强：本项目拟使用 1 台 X 射线机，型号为美国高登 XRS3 型，最大管电压为 270kV，最大管电流为 0.25mA。

表9-3本项目X射线机输出量参数

序号	射线装置	型号	有用线束辐射输出量 $I \cdot H_0$（μSv·m²/h）	泄漏辐射输出量（μSv/h）	散射能量（kV）
1	便携式脉冲X 射线机	美国高登XRS3型			

由 X 射线工作原理可知，X 射线机（1 台美国高登 XRS3 型定向 X 射线机，最大管电压为 270kV，最大管电流为 0.25mA）只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）

才会发出 X 射线，对工作人员和周围公众产生一定外照射，因此 X 射线机在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。本项目的辐射源强主要包括 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

2) 非辐射污染源分析

X 射线机在工作状态时，会使周围的空气产生电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物直接进入大气中，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

本项目无废水和固体废物产生。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1.工作场所布局及分区

江苏景祐电力科技有限公司在开展移动式 X 射线现场探伤作业时，将根据现场具体情况，利用便携式 X-γ剂量率仪进行巡测，拟将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区，并设置实体屏障（临时拉起警戒线等），在控制区边界合适位置设置“当心电离辐射”警告标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤期间禁止任何人员进入；拟将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并拟在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，必要时拟设专人警戒，禁止非辐射工作人员进入。该布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于移动探伤辐射工作场所的分区要求。

2. 工作场所污染防治措施

（1）X 射线机存放安全防护措施

本项目建设单位房屋内设有射线装置存储库房 1 间，无探伤任务时本项目 1 台 X 射线机放置于存储库房内。本项目 1 台 X 射线机只在库房储存，不在其内使用，同时库房设置双人双锁、视频监控（1 个，视频监控应能覆盖存储库房内部及出入口，拟选择全景摄像头，安装于存储库房顶部），平时 X 射线机放置在库房中，钥匙由专人保管。

（2）X 射线机固有安全防护措施

本项目 X 射线机控制台设置在机身上，控制台设置有如下安全防护措施：

①设置有高压接通指示灯，当 X 射线管电压及高压接通后，高压接通指示灯亮（绿灯），从而判断 X 射线机是否正常通电；设置有液晶显示器，通过显示器能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值。

②当按下延迟按钮后，脉冲指示灯（红灯）处于闪烁状态；当 X 射线机运行时，脉冲指示灯（红灯）处于长亮状态，同时 X 射线机发出噼啪的声音，表示 X 射线机正在运行，运行结束警示灯灭。工作人员可通过噼啪声和探测器图像在远处进行判断 X 射线机是否处于出束状态。

③设置有开关钥匙，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；本项目 X 射线机开关钥匙为旋转式钥匙开关。

④设置有急停开关，当发生紧急情况时，可通过快速按下此按钮来关闭X射线机。同时，X射线机与地面平板电脑通过无线连接，可通过控制平板电脑终端系统来关闭X射线机。

⑤设置有辐射警告标志，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。

⑥设置有延时按钮，能延时启动曝光系统。辐射工作人员可快速离开X射线机，以减少X射线的吸收剂量，防止X射线损害身体健康，尽可能降低操作人员的受照剂量。本项目高空作业时可在机身的远程控制器接口连接触发器，通过触发器远程控制开机，操作人员待塔上工作人员撤离到监督区外远程开启X射线机。

（3）现场探伤时安全防护措施

建设单位将参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）落实以下辐射安全要求。

表10-1 本项目移动探伤现场拟落实的辐射安全要求一览表

序号	标准要求	措施及位置	是否满足要求
1	7.1 作业前准备 7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。 7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。 7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。	①在实施移动式探伤工作之前，会对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容包括现场环境特点、附近人群、探伤时间、作业空间、操作方式和安全措施等。 ②探伤作业时，本项目开展现场探伤工作的X射线机配备有**3名辐射工作人员（2名操作人员、1名巡检人员）**。 ③移动探伤工作会与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间（选择在白天无人时进行探伤作业）、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。会与委托单位协商给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。本项目主要检测对象为输电线路“三跨”段线路，主要检测地点在跨高速公路、铁路、河流等输电线路处。 到达现场后，将由现场管控人员负责组织无关人员撤离现场，无关人员一律不得在监督区范围内。工作人员进入现场前需检查防护用品、警戒绳等是否准备齐全，各项安全措施已落实到位。根据工件情况和曝光条件用便携式X-γ剂量率仪确定监督区域，拉好安全警戒绳。由现场管控人员负责警戒，防止人员误闯被误照射。	是

2	7.2 分区设置 7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。 7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。 7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的"禁止进入射线工作区"警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。 7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。 7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。 7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式X-γ剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。 7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。 7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5μSv/h的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的"无关人员禁止入内"警告牌，必要时设专人警戒。 7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。 7.2.10 探伤机控制台（X射线发生器控制面板或γ射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。	①探伤作业时，辐射工作人员将对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作将在指定为控制区的区域内进行。 ②辐射工作人员会将作业场所中周围剂量当量率**大于 15μSv/h** 的区域划为**控制区**。 ③辐射工作人员将在控制区边界上合适的位置设置**电离辐射警告标志**并悬挂清晰可见的**"禁止进入射线工作区"警告牌**，且人员将在控制区边界外操作。 ④控制区的边界将临时拉起**警戒线**。 ⑤移动探伤作业工作过程中，公司将与委托单位一起确保控制区内不同时开展其他工作。为了使控制区的范围尽量小，将充分考虑射线机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。本项目探伤时 X 射线机主照射方向朝天空照射，不朝向工作人员和周围公众，以缩小探伤现场周边控制区和监督区的范围。 ⑥建设单位拟配备 **1 台便携式 X-γ剂量率仪**，并将定期对其开展检定/校准工作，且拟配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的**个人剂量报警仪（3台）**。 ⑦探伤作业期间辐射工作人员将对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，本项目主射线方向固定朝天空照射，不涉及照射方向的改变。 ⑧辐射工作人员会将控制区边界外、作业时周围剂量当量率**大于 2.5μSv/h** 的范围划为**监督区**，并在其边界上悬挂清晰可见的**"无关人员禁止入内"警告牌及警戒线**，必要时会设专人警戒。 ⑨本项目移动探伤工作现场位于跨高速公路、铁路、河流等输电线路处。 ⑩X 射线发生器控制面板（平板远程操作系统）将设置在控制区外，拟购设备设有延时开机按钮，能够尽可能降低操作人员的受照剂量。	是
3	7.3 安全警示 7.3.1 委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应	①公司日常会与委托单位协商请其配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，通知所有相关人员，防止误照射发生。	是

	通知所有相关人员，防止误照射发生。 7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。 7.3.3 X和γ射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。 7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。 7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	②公司拟配备有足够的**提示“预备”和“照射”状态的指示灯（4个）和声音提示装置（4个）**。配备的“预备”信号和“照射”信号会有明显的区别，并且公司将确保其与委托单位在工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。本项目不在夜间进行探伤作业。 ③本项目拟采取剂量联锁装置（工作状态指示灯）确保正确反映探伤现场工作情况；本项目采取的工作状态指示灯内部设置剂量率探头，探头设置剂量率限值，当探头测量到周围环境剂量率发生改变时，工作状态指示灯由“预备”状态跳转至“照射”状态，从而提醒辐射工作人员探伤机已出束照射。本项目指示装置不具备人员入侵自动停机联锁。本项目配备现场安全员值守，一旦发现人员入侵，立即按下紧急停机按钮或关机按钮，确保设备能够及时停止出束，从而保证人员安全。 ④日常工作将确保在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。 ⑤日常工作将在**监督区**边界的醒目位置张贴**电离辐射警告标志和警示语**等提示信息。	
4	7.4 边界巡查与检测 7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。 7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。 7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。 7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式X-γ剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式X-γ剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。 7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式X-γ剂量率仪，两者均应使用。	①开始移动式探伤之前，现场管控人员对控制区和监督区进行巡查和清场，使用扩音器进行全面清场，确保在控制区内无任何人员、监督区内无公众人员。确认后，才向操作人员发出操作指令。 ②操作规程内容包含要求控制区的范围应清晰可见，工作期间应确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，公司将安排足够的人员进行巡查。日常管理中将在操作中落实。 ③在试运行（或第一次曝光）期间，监督区和控制区的边界设置初步参照环评报告表提出的范围，每次探伤过程中，会测量控制区、监督区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时会调整控制区、监督区的范围和边界。本项目实际探伤过程中，X射线机为无线远程遥控操作，最大操作距离为300m。 ④开始移动式探伤工作之前，辐射工作人员会对便携式X-γ剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式X-γ剂量率仪会一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。 ⑤移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，将佩戴个人剂量报警仪。工	是

		作人员不会用个人剂量报警仪替代便携式 X-γ剂量率仪。	
5	7.5 移动式探伤操作要求 7.5.1 X 射线移动式探伤 7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。 7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。	①本项目采用定向机进行移动探伤作业。 ②根据现场情况选择最佳照射距离、照射方向、时间及屏蔽条件等，以保证移动探伤现场辐射安全。	是
6	8 放射防护检测 8.1 检测的一般要求 8.1.1 检测计划 使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。 8.1.2 检测仪器 应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。	①建设单位已制定辐射环境监测方案，记录每次外出探伤工作组的成员、携带仪器，探伤时间、地点，监督区和控制区的设置和剂量率等信息，以便对辐射工作进行全过程记录管理。 ②本项目拟选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，拟对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。	是

公司拟采取辐射安全防护和环保设施一览表见表 10-2。

表 10-2 辐射安全防护和环保设施一览表

项目		环保设施
辐射安全措施	警告标识	警告牌 8 个（控制区边界“禁止进入射线工作区”警告牌 4 个，监督区边界“无关人员禁止入内”警告牌 4 个）
		安全警戒线 1000 米
		电离辐射警示标志至少 9 个（移动探伤现场 8 个、X 射线机存储库房 1 个）
	个人防护用品	个人剂量计 3 个
		直读式个人剂量报警仪 3 台（同时具有直读和报警功能）
	监测仪器	便携式 X-γ剂量监测仪 1 台
	安全装置	工作状态指示灯（剂量联锁装置）4 个（剂量联锁逻辑见图 10-2）
		声音提示装置 4 个（与剂量联锁装置联锁）
	存储库房	库房设置双人双锁、视频监控（1 个）

注：以上为公司拟采取的辐射安全防护和环保设施，具体摆放位置不固定，根据现场实际需要而确定。

针对 XRS3 型 X 射线机（其脉冲宽度为 25ns）的脉冲辐射场特点，对监测设备提出如下技术要求：个人剂量计及个人剂量报警仪的能量响应范围应为 30keV~1.3MeV（偏差≤±30%），其中个人剂量计累积剂量量程为 1μSv～10Sv，报警仪剂量率量程为 0.1μSv/h～100mSv/h 且响应时间≤3s；而作为核心区域监测设备的便携式 X-γ剂量监测仪，其能量响应须扩展至 20keV～3MeV（偏差≤±30%），量程应覆盖 0.01μSv/h～100mSv/h（平均剂量率），响应时间≤50ms，且必须配备专用脉冲测量模式以显示单脉冲剂量、脉冲频率和累积剂量。在量值溯源方面，常规采用^{137}Cs 点源进行现场校准（偏差≤±15%），同时建议送至具备脉冲 X 射线参考辐射场（脉宽 20~50ns、峰值剂量率 1~10Sv/h）的机构进行专项比对校准，以确保仪器在脉冲辐射场中响应的一致性。

图 10-1 本项目辐射安全设施布置示意图

图10-2 本项目工作状态指示灯剂量联锁逻辑图

本项目服务于输变电线路塔上耐张线夹的探伤检测，探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，鉴于工作场所情况多样性，如有人员可能接近探伤机工作场所、有多个路口可通向工作场所等复杂情况时，建设单位会临时增加巡护人员，确保现场防护安全。

综上所述，本项目拟采取的辐射安全防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求，是可靠且合理可行的。

三废的治理

1. 固体废物

本项目运行后不会产生固体废物。

2. 液体废物

本项目运行后不会产生液体废物。

3. 气体废物

X 射线机工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，直接排入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。X 射线探伤机运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物，对周围环境空气影响较小。

4. 探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用时，储存场所及 X 射线机应根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为移动 X 射线探伤，主要为设备购买及储存场所添置内部安防措施，储存场所拟设置双人双锁，内部拟安装视频监控，安装过程中会产生少量的噪声、固体废物及液体废物。

①噪声

本项目储存库房位于公司房屋内部，视频监控安装噪声经墙体隔声及距离衰减后对周围环境影响较小。

②固体废物

视频监控在安装过程中，会拆除一定的外包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托公司现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

③液体废物

视频监控在安装过程中，安装人员会产生少量的生活污水，经园区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 辐射环境影响分析

该公司移动式 X 射线探伤主要针对三跨输电线路线塔上耐张线夹进行检测，本项目探伤检测工件为压缩性耐张线夹，常用材质为铸铁、铜等，材料厚度为 10~40mm，长度为 300~800mm；本项目所在三跨输电线路段铁塔呼高最低约 20m，最高约上百米。本项目探伤作业为空中作业，探伤作业示意图见图 11-1。公司每次只开展 1 个移动探伤现场，年探伤曝光时间约 225h。

本项目 X 射线机为脉冲 X 射线机，该射线机电压、电流固定不可调，根据耐张线夹的不同探伤部位，选择不同脉冲数（见表 9-2），以此来达到所需的质量成像效果。

本项目的辐射源强主要包括 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。本项目探伤检测作业位于高空，主射线方向固定朝向天空，本项目不考虑 X 射线机对地高度，进行保守估算；同时由于耐张线夹尺寸较小，散射面积远小于成像板散射面积，因此本项目不考虑耐张线夹的散射剂量影响，仅考虑成像板散射剂量影响。

本项目作业场所主要为高压输电线路“三跨”线路，探伤作业为空中作业，根据操作过程要求，设备的主束方向只能固定朝向天空，不朝向地面的公众。在出束时，辐射工作人员均位于地面远程操作、公众人员同样位于地面，本项目辐射工作人员和公众人员只能处于 XRS3 型 X 射线机侧方及下方。因此本次评价估算时可不考虑主束照射，仅需考虑 X 射线机侧方及下方位置的泄漏辐射和散射辐射影响。但出于对主射线照射影响可能发生的辐射事故，本项目仍对主射线照射两区情况划分进行预测计算。考虑到脉冲式 X 射线机的特点，本报告预测采用等效连续剂量率进行估算，等效为连续辐射。

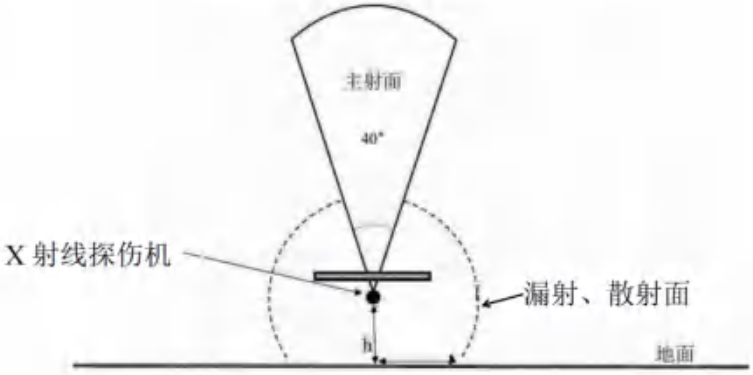

图 11-1 探伤作业射线照射方向示意图

1）有用射束方向辐射影响

主射束预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）4.1 有用线束的公式（1）导出控制区、监督区的距离计算公式（2）。

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{R^2} \qquad \text{……（公式 1）}$$

导出： $$R=\sqrt{\frac{I\cdot H_0\cdot B}{\dot{H}}} \qquad \text{……（公式 2）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；控制区取 15μSv/h，监督区取 2.5μSv/h；

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；

B：屏蔽透射因子，本项目取 1；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

由 1R=2.58×10⁻⁴C/kg，1Gy=1J/kg，W/e=33.97J/C（原照射量计量单位，定义为 0°C，760mmHg 条件下 1cm³ 空气造成 3.3364E-10 库仑（C）的正负离子辐射强度计量单位，可根据国际单位制换算为法定单位）；推导 1R=2.58×10⁻⁴C/kg×33.97J/C=8.76×10⁻³J/kg

=8.76×10^{-3}Gy=8.76mGy；根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T 830-2024）表G.2，保守取得管电压250kV、300kV下光子自由空气比释动Ka和照射量X到周围剂量当量H*(10)，即Sv与Gy转换系数分别为1.58、1.53，内插得270kV下Sv与Gy转换系数为1.56；则1R=8.76mGy*1.56=13.67mSv，继而1mR=13.67μSv。

根据XRS3型X射线机参数，50个脉冲100-200mR（距离射线源30cm），装置最大每4分钟200次脉冲（即1分钟最大50次脉冲100-200mR），保守估算得出在射线源前30cm处的输出剂量率为200mR/min×60min/h×13.67μSv/mR=1.64×10^{5}μSv/h，即在射线源前1m处的输出量为1.64×10^{5}μSv/h×0.3m^2=14760μSv·m^2/h（即$I \cdot H_0$）。该公司预计在最大管电压下探伤工件厚度一般为10-40mm。假设探伤机满功率运转，主射线方向无铅板遮挡；由于探伤工件尺寸较小，不考虑探伤工件对X射线的屏蔽，将相关参数代入公式2，可以估算出射线经探伤工件后，控制区和监督区的边界范围（表11-1）。

表11-1 主射线方向控制区和监督区距离估算

探伤机类别	XRS3型便携式脉冲X射线机
$I \cdot H_0$（μSv·m^2/h）	14760
屏蔽透射因子B	1
结果	
控制区距离（m）	32
监督区距离（m）	77

2）非有用射束方向辐射影响

泄漏射线源强：根据XRS3型X射线机泄漏参数，50个脉冲最大7mR（装置侧面，距离射线源30cm），装置最大每4分钟200次脉冲（即1分钟最大50次脉冲7mR），保守估算得出在射线装置侧面距离射线源30cm处的输出剂量率为7mR/1min×60min/h×13.67μSv/mR=5741.4μSv/h，即距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率为5741.4μSv/h×0.3m^2/1m^2=517μSv/h。

本项目拟采取的成像板的尺寸为460mm×460mm×15mm，探伤机源点距离成像板尺寸为0.5m，出束角度为40°，在成像板上形成的照射野为半径0.18m的圆，成像板尺寸能够完全覆盖主射线照射范围。本项目由于探伤工件尺寸较小，不考虑工件的散射影响，仅考虑成像板的散射影响；由于成像板较薄，同样不考虑成像板的屏蔽作用；天空反散射考虑成像板上方2m处的散射点影响。本项目泄漏、散射、天空反散射影响示意

图见图 11-2。

注：天空反散射公式中 d_s 等同于泄漏公式及散射公式中 R。

图 11-2 泄漏、散射、天空反散射影响示意图（单位：mm）

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）漏射线及散射线计算公式（3）、公式（4）及参考 NCRP-151 号报告，根据公式 5.1 演变得出的天空反散射计算公式（5）导出控制区、监督区的距离计算公式（6）：

漏射线：$\dot{H}=\dfrac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2}$ ……（公式 3）

散射线：$\dot{H}=\dfrac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \cdot \dfrac{F \cdot \alpha}{R_0{}^2}$ ……（公式 4）

天空反散射：$\dot{D}_{Is,\ d_s}=[(2.5\times10^{-2})B_{xs}\ \dot{D}_{I0}\ \Omega^{1.3}]/(d_i^2 d_s{}^2)$ ……（公式 5）

$$R=\sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B_1 \cdot \dfrac{F \cdot \alpha}{R_0^2}+\dot{H}_L \cdot B_2+[(2.5\times10^{-2}) \cdot B_{xs} \cdot \dot{D}_{I0} \cdot \Omega^{1.3}]/d_i^2}{\dot{H}}} \cdots$$ ……（公式 6）

式中：R（d_s）：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；控制区取 15μSv/h，监督区取 2.5μSv/h；

H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；

I：X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B_1：散射线屏蔽透射因子，本项目取 1；

$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2 取 0.02。

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h；

B_2：漏射线屏蔽透射因子，本项目取 1；

$\dot{D}_{I0}$：距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的周围剂量当量率，μSv/h；即 $I\cdot H_0$；

B_{XS}：X射线屋顶的屏蔽透射比；

Ω:辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr，$\Omega=4tg^{-1}(ab/cd)=4tg^{-1}((0.18\times0.18)/(0.5\times0.56))=0.46$（a是屋顶受照最长范围之半；b是屋顶主射线范围之半；c是辐射源到屋顶表面中心的最小距离；d是源到屋顶边缘的距离，$d=(a^2+b^2+c^2)^{1/2}$），本项目为定向机，出束角度为40°，因此 $a=0.5\times\tan20°=0.18m$，$b=0.5\times\tan20°=0.18m$，$c=0.5m$，$d=(0.18^2+0.18^2+0.5^2)^{1/2}=0.56m$）；

d_i：在平板探测器上方2m处距离靶的垂直距离，m；

本项目非有用线束方向综合考虑泄漏射线、散射线、天空反散射影响，计算结果见表 11-2。

表 11-2 非有用线束方向控制区和监督区距离估算表

散射线	
$H_0\cdot I$（μSv/h）	14760
屏蔽透射因子 B_1	1
$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$	0.02
泄漏射线	
$\dot{H}_L$（μSv/h）	517
屏蔽透射因子 B_2	1
天空反散射	
$\dot{D}_{I0}$（μSv/h）	14760
屏蔽透射因子 B_{XS}	1
Ω	0.46
d_i	2.5
结果	
控制区距离（m）	8
监督区距离（m）	19

从理论计算结果可以看出，本项目 XRS3 型便携式脉冲 X 射线机满功率开机条件下现场探伤，控制区范围半径最大约为 32m，监督区范围半径最大约为 77m，为主射线照射方向，两区划分侧视图见图 11-3。本项目一般位于三跨输电线路段，周边环境较空旷，由于出束方向固定朝天空照射，职业人员及公众均位于地面，即已避开主射线方向；此种情况下，职业人员及公众均不可能进入主射方向，均位于漏射线、散射线方向；**因此实际仅考虑非主射方向地面控制区和监督区的划分，即非主射线方向**。

本项目所在三跨输电线路段铁塔呼高最低约 20m，最高约上百米，因此预计地面不会受到主射线影响。铁塔附近通常不会有高层建筑，若有 119m 内存在高层建筑的极端情况，将提前联系公安部门及委托单位提前清场；同时开展现场探伤工作时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

本项目初次开展探伤工作时，考虑到安全性问题，**本项目建议地面上控制区、监督区范围按照空中非主射方向范围最大值进行管控，即控制区范围半径最大约为 8m，监督区范围半径最大约为 19m**。此时，地面上非主射线方向控制区、监督区划分如图 11-4。上述理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。

图 11-3 两区划分侧视图（单位：m）

图 11-4 非主射方向两区划分示意图（地面投影，单位 m）

实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区的范围。因此在实际探伤过程中探伤工作人员拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，在第一次曝光开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试运行或第一次曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 以上的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区。当探伤场地不能满足要求时（如监督区内无法清场，周围环境无法划分控制区、监督区等），则不进行 X 射线探伤，将采取其他探伤形式。

考虑公司未来经营，可能存在工作量增大的情况，若每周实际开机时间高于 7 h 时，工作人员应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)7.2 分区设置中的相关内容来划分现场控制区及监督区边界，并按照标准内容执行相关辐射环境管理措施。

2.保护目标剂量评价

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 3.1.1，参考点的年剂量水平估算:

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \qquad \text{……（公式 7）}$$

式中： H_c：参考点的年剂量水平，μSv/年；

$\dot{H}_{c,d}$:参考点处剂量率，μSv/h；

t: 装置年照射时间，h/年；

U ：装置向关注点方向照射的使用因子；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子。

江苏景祐电力科技有限公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，3 名辐射工作人员轮流开展登高、操作 X 射线机、巡查及巡测现场探伤工作，射线出束时辐射工作人员均位于控制区外，因此每名辐射工作人员每年探伤过程受到辐射影响时间均不超过 225h。公司移动探伤预计每年每名移动探伤工作人员开展 X 射线探伤时间最大为 225h，X 射线机使用因子为 1，保守按每名辐射工作人员在控制区边界外进行作业，剂量当量率不超过 15μSv/h，居留因子取 1，则其年有效剂量最大为 3.375mSv；公众按照 X 射线移动探伤监督区边界 2.5μSv/h 剂量当量率估算，单个移动探伤现场时间保守取 10 小时，居留因子保守取 1，则公众年有效剂量最大为 0.025mSv。本项目运行后工作人员和公众年累积受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众剂量约束值要求。

江苏景祐电力科技有限公司拟对辐射工作人员开展个人剂量监测，建立职业健康档案，公司拟根据每季度个人剂量监测报告，合理安排辐射工作人员岗位，确保辐射工作人员剂量满足剂量约束值要求。如有剂量超标，应及时查找、分析超标原因，提出整改计划，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

3.射线装置报废处理

本项目使用的 X 射线机在进行报废处理时，拟将该 X 射线机的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将 X 射线机的主机电源线绞断，使 X 射线机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3：

1)X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

2)当 X 射线机从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

3)清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

综上所述，退役期影响较小。

事故影响分析

1.本项目可能发生的辐射事故：

X射线装置只有在开机曝光时才产生X射线，因此，X射线检测事故多为开机误照射事故，主要有：

1）X射线探伤前清场不完全或在探伤过程中，警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到超剂量的外照射；

2）探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界辐射水平进行检测，对工作人员和现场周围公众造成外照射；

3）探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和现场周围公众造成外照射；

4）探伤装置失控或探伤人员和塔上工作人员未及时沟通等意外情况造成外照射；

5）探伤过程中，X射线机高空偏转，造成主射线偏转，扫过地面时，地面人员受到意外照射。

2.本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

1）建设单位制定各项管理制度并严格按要求执行，加强人员培训，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

2）辐射工作人员因未按照探伤作业票中的工作内容开展探伤工作，对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标的人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

3）辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

4）在移动式探伤工作期间，便携式X-γ剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

5）设备安装到位后，应对X射线机偏转角度进行校准，确保主射线朝天空照射。

公司在日常工作中拟加强辐射安全管理，定期对探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查工作状态指示灯、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测探伤现场周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故（上述事故）制定切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。公司拟制定应急计划演练，配备应急

物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司拟在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。此外针对本项目可能发生的其他事故，如设备坠落、无线控制失效、恶劣天气突发等情况，公司应具备相应的事故处理能力，采取如急救措施，下达立即终止探伤作业命令等相关措施，确保探伤作业的安全性，同时在规章制度中也应明确相关应急要求。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X射线探伤”。

江苏景祐电力科技有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责（具体见附件 8），建设单位的辐射安全与环境管理机构的设置可以满足相关标准要求。

建设单位将安排拟配备的 3 名辐射工作人员（其中 1 人兼任辐射防护负责人）自主学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，在上岗前取得考核合格证（考核证书有效期 5 年，到期需重新考核方能上岗）。本项目 3 名辐射工作人员需考取“X 射线探伤”证书，同时需 1 名辐射工作人员兼职考取“辐射安全管理”证书。

以后如有新增辐射工作人员，建设单位应及时组织其自主学习后，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序“HJSLY”报名并参加定期组织的考核（网址：http://fushe.mee.gov.cn）。建设单位所有辐射工作人员必须通过考核后方能正式进行探伤作业。

公司拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建移动式 X 射线探伤项目，江苏景祐电力科技有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定相关的辐射安全管理制度及探伤操作规程，具体制度名称如下：《操作规程》《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记、台帐管理制度》《人员培训计划》《个人剂量监测方案》《辐射环境监测方案》《辐射事故应急预案》（具体见附件 8），

通过管理制度规定了辐射工作人员、辐射工作场所和射线装置的管理，以及人员培训制度以及监测方案。

建设单位承诺，随着本项目的推进，相关人员的落实，建设单位将逐步修订完善相关规章制度。建设单位制定的辐射安全管理规章制度满足相关标准要求。

对于后续修订完善规章制度时，本报告提出如下建议：

探伤操作规程：明确探伤工作人员的资质条件要求、X射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确X射线探伤操作步骤以及探伤过程中必须采取的辐射安全措施。考虑到本项目登高工作人员撤离铁塔时存在撤退风险，应告知探伤工作人员尽量避免使用延时按钮操作，主要采用平板电脑进行遥控操作；当探伤机在运行时若出现高空掉落，探伤工作人员应及时通过平板电脑切断电源，若平板电脑无法切断电源需探伤工作人员手动切断电源时，应采取避开有用线束方向等相关操作安全措施。

岗位职责：明确辐射安全管理机构及成员、辐射安全负责人、辐射工作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：明确X射线机的运行和维修时辐射安全管理。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

设备检修维护制度：明确本项目X射线机、监测仪器、警示灯在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：明确射线装置使用状况、出入库等记录。

监测方案：明确监测仪器定期送有资质单位检定或校准，写明检定周期，或定期进行内部仪器比对；明确监测频次和监测项目（内容）、监测范围、监测布点等，做好相应监测记录，监测应该关注重点部位，监测结果存档，并定期上报生态环境行政主管部门。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

辐射事故应急措施：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理

和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地生态环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

公司应组织工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过2年，必要时可增加临时性检查，辐射工作人员无论何种原因脱离辐射工作时，公司应及时安排其进行离岗时的职业健康检查，以评价其离岗时的健康状况；如果最后一次在岗期间职业健康检查在离岗前三个月内，可视为离岗时检查，但应按离岗时检查项目补充未检查项目；建立辐射工作人员职业健康监护档案。

辐射监测

1. 监测方案

1）公司应每年委托有资质的单位对移动探伤现场进行年度监测，应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告和年度监测报告。

2）项目运行后，每次移动式探伤作业时，每个移动探伤现场，辐射工作人员对 X 射线探伤机使用场所周围环境辐射水平监测并记录，同时做好划区监测记录。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：①新开展现场射线探伤的单位；②每年抽检一次；③发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。其中每年抽检一次应尽量选择在日常移动探伤工作场所开展，其能够较好的反映出两区划分合理性。

3）本项目拟配备3名辐射工作人员，辐射工作人员佩戴个人剂量计，并每三个月送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，发生超剂量照射的情况，在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。个人剂量档案长期保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

本项目辐射监测方案具体见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位	结果评价
移动探伤现场	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前1次	在X射线机处于照射状态，用便携式X-γ剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，以15μSv/h为控制区边界，以2.5μSv/h为监督区边界。	控制区边界不应超过15μSv/h；监督区边界不应超过2.5μSv/h。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次		
	自主监测		自行监测	每次探伤时		
辐射工作人员	个人剂量当量	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每3个月一次	/	剂量约束值：5mSv/年

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射监测等仪器；公司拟为本项目配置1台辐射剂量巡测仪（应采用电离室类型的辐射检测仪器，应对纳秒级脉冲X射线有响应）及3台个人剂量报警仪（选用适用于脉冲X射线类型的仪器），项目运行后公司拟定期对移动探伤现场周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

辐射事故应急

江苏景祐电力科技有限公司将针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）应急演习计划；

（4）辐射事故分级与应急响应措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序。

江苏景祐电力科技有限公司将依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，本项目一旦发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，应立即启动企业内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。并在两小时内填写《辐射事故

初始报告表》。事故发生后公司积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

建设单位将重视辐射安全管理，严格执行相关规章制度，并在实际工作中不断完善探伤相关的操作规程和辐射安全管理制度，每月应对 X 射线机进行检查、维护，每 3 个月应对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修；并针对 X 射线机可能出现的事故完善切实可靠的辐射事故应急预案，平时工作中还应加强辐射工作人员辐射防护知识的培训，树立辐射安全意识，尽可能避免辐射事故的发生。公司应经常监测移动探伤现场周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

此外，针对本项目主要应用于输电线路"三跨"特殊场景，本项目应针对该特殊场景，制定专项预案，以此来保证本项目的安全运行。当本项目涉及跨地市作业时，需根据当地环保部门要求及时向作业地生态环境部门报备。

表 13 结论与建议

结论

1.实践正当性

江苏景祐电力科技有限公司拟配备 1 台美国高登 XRS3 型便携式脉冲 X 射线机对输电线路“三跨”线路段耐张线夹进行探伤检测，保障高压输电线路安全。在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，对周围环境、职业人员或公众影响较小。经过探伤检测能够确保电网设施的安全运行，从而保障公共场所的安全性，减少安全事件发生的可能性。因此在考虑了社会、经济及其他综合因素后，能够认为本项目为社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.3.1.1 对于“实践的正当性”的要求。

2.与产业政策的相符性

本项目使用X射线机对委托单位的高压输电线路“三跨”线路段耐张线夹进行质量检测，出具检测报告，从本质上来说，本项目属于检验检测机构的检测业务。根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“质量认证和检验检测服务”，符合国家现行产业政策。

3.选址、分区

江苏景祐电力科技有限公司位于江苏省南京市高淳区慢安路 6 号桠溪国际慢城小镇 7 幢 103 室，公司拟在此处开展移动式 X 射线探伤业务，拟将 103 室内其中 1 间房间（位于北部）作为本项目 X 射线机存储库房。

公司承接的移动探伤现场一般位于委托公司的电网系统高压输电线路“三跨”线路段，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，在实际探伤过程中，探伤工作人员根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，在第一次曝光开始前，探伤现场负责人根据理论估算值和经验划定并标志出控制区、监督区边界；在试曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 以上的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区。该分区基本满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中现场探伤分区设置要求。探伤期间通过辐射剂量巡测对边界进行检测或修正，确信场内无其他人员后开始探伤。

4.辐射防护评价措施

江苏景祐电力科技有限公司在进行移动X射线现场探伤时严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）划定控制区和监督区。在控制区边界设置安全警示线、悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌、设置提示“预备”“照射”状态的指示灯及电离辐射警告标志；在监督区边界设置安全警示线，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，在监督区边界张贴电离辐射警告标志和警告标语等提示信息。探伤现场拟配置有明显的区别提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁；在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。探伤现场有专人在周围巡逻，禁止无关人员靠近监督区，当控制区太大或存在某些地方不能看到，增加专人在边界巡逻、看守。

本项目X射线机存储库房拟设置双人双锁、视频监控，建立射线装置使用台账，每次使用探伤机均进行记录；拟配置1台X射线探伤机，控制台设置有钥匙开关、延时按钮、急停开关、高压接通指示灯及脉冲指示灯。

公司在项目运行前拟为本项目配置1台辐射剂量巡测仪和3台个人剂量报警仪，符合移动探伤监测设备的配备要求。本项目所有辐射工作人员在开展探伤任务时，需将个人剂量计、个人剂量报警仪规范佩戴。

5.保护目标剂量

根据理论计算结果，本项目运行后辐射工作人员和周围公众成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

6.辐射环境管理

公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；公司拟制定相关管理规章制度，公司应在以后工作中不断完善相关制度。公司应每年委托有资质的单位对移动探伤现场进行年度监测。

本项目拟配备 3 名辐射工作人员，公司应组织 3 名辐射工作人员参加培训并通过辐射安全和防护专业知识考核后方可上岗。公司应委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时增加临时性检查，公司应建立工作人员

剂量档案和职业健康监护档案，个人剂量档案长期保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

综上所述，江苏景祐电力科技有限公司新建移动式X射线探伤项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，辐射工作人员及公众受到的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

1) 项目运行过程中应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 应定期或不定期针对射线装置的各种管理、操作、保护措施的落实情况进行检查，确保设备的正常。

4）根据产品说明书要求，由于XRS3为脉冲辐射，只能使用电离室类型的辐射检测仪器。

5）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后及时进行竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见： 公　章 经办人 年　月　日
审批意见： 公　章 经办人 年　月　日

附表 污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	环保投资估算（万元）
辐射防护措施	X射线现场探伤时，在第一次曝光开始前，探伤现场负责人根据理论估算值和经验划定并标志出控制区、监督区边界；在试曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h以上的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5μSv/h的范围划为监督区。 根据现场实际情况采取切实有效措施（如疏散人员或调整设备参数等），确保X射线现场探伤时边界满足监督区边界剂量率不大于2.5μSv/h要求。	控制区边界周围剂量当量率不大于15μSv/h，监督区边界周围剂量当量率不大于2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。 辐射工作人员及公众受到的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求。	
污染防治措施	废气：X射线机在工作状态时，会产生少量臭氧和氮氧化物。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对环境影响较小。	
辐射安全措施	配备警戒绳1000m、警告牌8个，电离辐射警告标志及中文警示说明9个，工作状态指示灯（剂量联锁装置）4个，声音提示装置4个，控制区警告牌应写明“禁止进入射线工作区”，监督区警告牌应写明“无关人员禁止入内”。 X射线机控制台设置有钥匙开关、延时按钮、急停开关、高压接通指示灯及脉冲指示灯。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。	
	购置1台辐射巡测仪、3台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	
	江苏景祐电力科技有限公司位于江苏省南京市高淳区慢安路6号桠溪国际慢城小镇7幢103室，公司拟在此处开展移动式X射线探伤业务，拟将103室内其中1间房间（位于北部）作为本项目X射线机存储库房，用于单独存放X射线机及警戒线（绳）、警告牌等项目相关辐射安全防护设施，库房拟设置双人双锁、视频监控；平时X射线机放置在库房中，钥匙由专人保管。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。	
辐射安全管理	已成立以公司法人代表为第一责任人的辐射安全管理机构。	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》成立安全管理机构。	
	管理制度：已制定《操作规程》《岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》《事故应急制度》等一系列制度。		
	从事辐射活动的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。本项目拟配的3名辐	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于核技术	

	射工作人员岗前应通过辐射安全与防护考核。考核有效期 5 年，5 年后重新参加考核。	利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有考核合格证。	
	委托有资质单位对所有辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均应佩戴个人剂量计。（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。个人剂量档案长期保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量检测，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	
	职业健康体检：组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时增加临时性检查。	根据《放射工作人员职业健康管理办法》建设单位应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	

以上措施必须在项目运行前落实。