

核技术利用建设项目

众芯汉创（江苏）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 (全本公示稿)

众芯汉创（江苏）科技有限公司

2025 年 11 月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

众芯汉创（江苏）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 (全本公示稿)

建设单位名称：众芯汉创（江苏）科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：*****

邮政编码：***** 联系人：*****

电子邮箱： / 联系电话：*****

打印编号: 1759108112000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	y95292		
建设项目名称	众芯汉创（江苏）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）	众芯汉创（江苏）科技有限公司		
统一社会信用代码	91320102MA1Y28XY0M		
法定代表人（签章）	王立涛		
主要负责人（签字）	李洋洋		
直接负责的主管人员（签字）	李洋洋		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中碳绿色（南京）科技发展有限公司		
统一社会信用代码	91320105MA27EPPY9Y		
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
刘庆强	20201103537000000002	BH003584	刘庆强
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
索阿雨	表7保护目标与评价标准、表8环境质量和辐射现状、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	BH027799	索阿雨
刘庆强	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	BH003584	刘庆强

项建设单位：众芯汉创（江苏）科技有限公司

新建移动式 X 射线探伤项目现场

编制主持人：刘庆强 职业资格证书管理号：20201103537000000002



评价单位：中碳绿色（南京）科技发展有限公司

法人代表（签章）



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：中碳绿色（南京）科技发展有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320105MA27EPPY9Y

查询时间：202507-202511

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		8	8	8
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	刘庆强		202507 - 202510	4
2	索阿雨		202507 - 202510	4

说明：

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
- 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，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）。



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	15
表 9 项目工程分析与源项	16
表 10 辐射安全与防护	22
表 11 环境影响分析	32
表 12 辐射安全管理	41
表 13 结论与建议	48
表 14 审批	52

附件：

附件 1：委托书

附件 2：承诺书

附件 3：营业执照

附件 4：房屋租赁合同

附件 5：产品说明书

附件 6：全本公示说明

附图：

附图 1：探伤机贮存仓库地理位置图

附图 2：探伤机贮存仓库楼栋平面布置图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		众芯汉创（江苏）科技有限公司新建移动式 X 射线探伤项目			
建设单位		众芯汉创（江苏）科技有限公司			
法人代表		王立涛	联系人	*****	联系电话 *****
注册地址		*****			
项目建设地点		探伤地点：电网系统高压输电线路 探伤机贮存地点：*****（租赁合同见附件 4）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		20	项目环保投资（万元）	7	投资比例（环保投资/总投资） 35%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	项目概述 1.1 公司简介 众芯汉创（江苏）科技有限公司成立于 2019 年 3 月 13 日，经营范围主要是职业中介活动；测绘服务；劳务派遣服务（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）；一般项目：电力行业高效节能技术研发；智能输配电及控制设备销售；云计算设备销售；移动通信设备销售；网络设备销售；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；智能无人飞行器销售；电子产品销售；软件销售；电子（器）物理设备及其他电子设备制				

造；计算机软硬件及辅助设备零售；计算机软硬件及外围设备制造；信息安全设备销售；互联网设备销售等。

1.2 项目由来

现因业务发展需要，众芯汉创（江苏）科技有限公司拟配备 1 台 X 射线探伤机，开展江苏省范围内架空输电线路无损检测业务，主要探伤对象为江苏省范围内架空输电线路耐张线夹的压接质量无损检测，无固定探伤作业场所。耐张线夹作为电力金具种类中一种常见金具，在电力线路中主要起到的作用是锚固作用。一般情况下，耐张线夹用于将导线或避雷线固定在非直线杆塔的耐张绝缘子串上，起锚固作用，亦用来固定拉线杆塔的拉线。输电线路 X 射线无损检测技术是通过 X 射线对架空输电线路耐张线夹的压接质量进行非接触式的无损检测，从而发现耐张线夹内部缺陷。这种方法可以降低架空输电线路检修成本，提高检测效率和结果准确性，对保障电网安全运行具有重要意义。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《建设项目环境保护管理条例》《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，因此，需编制环境影响报告表。

因此，众芯汉创（江苏）科技有限公司委托中碳绿色（南京）科技发展有限公司对本项目进行环境影响评价（委托书见附件 1）。接受委托后我单位开始收集相关资料、进行现场踏勘，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成该项目环境影响报告表。

1.3 项目建设规模

- 1、项目名称：众芯汉创（江苏）科技有限公司新建移动式 X 射线探伤项目
- 2、建设单位：众芯汉创（江苏）科技有限公司
- 3、建设性质：新建

建设地点：探伤地点遍布江苏省各地架空输电线路现场，无固定探伤作业场所，探伤机无任务时，存放于*****，该房间原为办公场所，后期拟用于 X 射

线探伤机的专用贮存仓库，仅用于设备存放，不涉及人员办公。仓库门口将设置醒目的辐射安全警示标识，并配备防盗门窗及视频监控系统。钥匙由专人管理，设备出入库均实行专人登记制度，以确保 X 射线探伤机的贮存安全。在任何情况下，均不会在仓库内使用或调试 X 射线探伤设备。

4、建设内容：拟购置 1 台美国高登 XRS-3 型便携式 X 射线探伤机，用于架空输电线路耐张线夹的压接质量无损检测。

拟配置的 X 射线探伤机基本情况见下表 1-1：

表 1-1 本次环评的射线装置一览表

装置名称	设备型号	数量	拟定参数	装置类别	活动范围	应用场所	环评情况	备注

1.4 工作人员及工作制度

本项目正式开展后，根据市场业务需求量预估年业务量最多为 500 根耐张线夹，探伤机年工作总时间 50h。

本项目拟配备 1 台美国高登 XRS-3 型脉冲式 X 射线探伤机，拟配备 3 名辐射工作人员（其中 1 名为辐射防护负责人，2 名为 X 射线探伤机操作人员）。3 名辐射工作人员应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。辐射防护负责人考核类型为“辐射安全管理”。另外 2 名为 X 射线探伤机操作人员，考核类型为“X 射线探伤”。

每次接受探伤任务后，辐射防护负责人作为探伤现场负责人，负责现场总体调度与安排。

探伤作业开启时，探伤现场负责人负责项目现场的巡视工作，其余 2 名操作人员负责操作探伤装置完成探伤任务，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。

1.5 项目选址及周边环境保护目标情况

众芯汉创（江苏）科技有限公司办公场所位于*****。

本项目拟购置的移动式 X 射线探伤机用于对高压输电线路进行现场探伤检

测工作，在探伤机存放仓库内不使用、不调试射线装置，因此探伤机贮存仓库区域周围的工作人员及公众不会受到辐射影响。

本项目的现场探伤地点一般在野外架空输变电路现场，在实施现场探伤时，探伤工作人员在对客户单位架空高压输电线路进行探伤之前，拟对工作环境进行全面的评估，评估内容应包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等，以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。

在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员、探伤现场周边的公众（如有）等。故本项目保护目标主要为辐射工作人员、探伤现场周边公众（如有）。

1.6 实践正当性

作为五大常规无损检测方法之一的射线探伤，在工业上有着非常广泛的应用，它既用于金属检查，也用于非金属检查。对金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，都可以用射线检查。应用的行业有特种设备、航空航天、船舶、兵器、水工成套设备和桥梁钢结构。

本项目的建设是为了对耐张线夹开展 X 射线无损检测，有效排查隐患，消缺处理可避免断线故障，对保障电网安全运行具有重要意义。但是，本项目射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，本项目如能充分利用现场环境条件，合理划分监督区和控制区，采取可靠的现场管理和辐射防护措施，辐射影响可控制在可合理达到的尽可能低的水平。从而，以较小的环境影响获得较大的社会效益，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于辐射“实践的正当性”的要求。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

众芯汉创（江苏）科技有限公司拟首次开展核技术利用项目，尚未申领《辐射安全许可证》。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白							

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)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

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》（GB18871-2002）。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

（二）X 射线探伤机，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	脉冲式 X 射线探伤机	II	1	美国高登 XRS-3	270kV	0.25mA	输电线路耐张线夹的压 接质量无损检测	客户单位架 空输电线路	拟购，定向机
	以下空白								

（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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存情况	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下 空白												

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	—	—	微量	微量	—	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气

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/m³；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	1.《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日施行）； 2.《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日修订后施行）； 3.《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日施行）； 4.《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日实施）； 5.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 修订）》（国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日实施）； 6.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号(2)，自 2021 年 1 月 4 日实施）； 7.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号，自 2011 年 5 月 1 日实施）； 8.《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，自 2017 年 12 月 5 日实施）； 9.《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日施行）； 10.《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》（国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日实施）； 11.《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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； 12.《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 15 日实施）； 13.《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正本）（江苏省人民代表大会常务委员会公告 2018 年第 2 号，自 2018 年 5 月 1 日施行）；
------	---

	14.《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（自 2024 年 2 月 1 日起施行）； 15.《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行）； 16.《江苏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 28 日实施； 17.《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》（苏政发〔2018〕74 号，自 2018 年 6 月 9 日起施行）； 18.《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》（苏政发〔2020〕1 号，自 2020 年 1 月 8 日起施行）； 19.《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（苏政发〔2020〕49 号，自 2020 年 6 月 21 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.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4.《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 5.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及 2017 年第 1 号修改单； 6.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 7.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 8.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 9.《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； 10.《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）； 11.《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）。
其他	1.《辐射防护导论》，方杰主编； 2.建设单位提供的资料； 附件：

附件 1：委托书

附件 2：承诺书

附件 3：营业执照

附件 4：房屋租赁合同

附件 5：产品说明书

附件 6：全本公示说明

附图：

附图 1：探伤机贮存仓库地理位置图

附图 2：探伤机贮存仓库楼栋平面布置图

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

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）中的相关规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。

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在地面上的投影进行管控，即控制区范围半径最大约为 41m，监督区范围半径最大约为 100m。根据表 11 辐射环境影响分析，本次评价范围为距离射线装置 100m。

表 7-1 移动探伤现场评价范围

探伤机型号	控制区距离 m	监督区距离 m	评价范围 m

7.2 保护目标

本项目利用 X 射线探伤机进行无损检测，不占用资源，不会降低管控区的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量。本项目的探伤地点一般在室外、野外进行，在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员、探伤现场周边公众。故本项目保护目标主要为本单位辐射工作人员及探伤现场周边公众。

表 7-2 本项目环境保护目标

序号	保护目标	方位	最近距离 m	人数/人	保护要求

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 7-3 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	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： 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； 任何一年中的有效剂量，50mSv。

公众照射 剂量限值	实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： 年有效剂量，1mSv； 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。
--------------	--

7.3.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中11.4.3.2剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于5mSv/a。

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于0.1mSv/a。

7.3.3 工作场所剂量率控制和分区要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：

5.1X 射线探伤机

5.1.1X 射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表1（下表7-4）的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T26837的要求。

表 7-4X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压（kV）	漏射线所致周围剂量当量率（mSv/h）
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

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 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

(a) 对于 X 射线探伤, 如果每周实际开机时间高于 7h, 控制区边界周围剂量当量率应按公式 (7-1)

计算:

$$H=100/t \quad (7-1)$$

式中:

H—控制区边界周围剂量当量率, 单位为 $\mu\text{Sv/h}$;

T—每周实际开机时间, 单位为小时;

100—5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值, 即 $100\mu\text{Sv/周}$ 。

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监测, 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

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，应通知到所有相关人员，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。

根据辐射防护最优化的原则，本项目将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，将周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。

7.3.4 环境天然辐射水平

参考江苏省环境监测站对江苏省环境天然放射性水平的调查，《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省全省原野、道路、室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率调查结果见表 7-5。

表 7-5 江苏省环境天然 γ 辐射水平调查（单位：nGy/h）

-	原野 γ 辐射剂量率	道路 γ 辐射剂量率	室内 γ 辐射剂量率
范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值；

[2]现状评价时，参考“均值 $\pm 3s$ ”数值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目场所位置及 X 射线探伤机存放位置

1、项目场所位置

众芯汉创（江苏）科技有限公司拟在江苏省内开展工业 X 射线移动探伤业务，项目场所位置为江苏省内各电力公司需要做 X 射线检测的场地，属于流动式作业，无固定工作场所，也不在某一场所长期作业。

2、X 射线探伤机存放位置

本项目现场 X 射线探伤机使用单位为众芯汉创（江苏）科技有限公司，探伤机存放于****，该房间原为办公场所，后期拟用作 X 射线探伤机的专用贮存仓库，仅用于设备存放，不涉及人员办公。仓库门口将设置醒目的辐射安全警示标识，并配备防盗门窗及视频监控系统。钥匙由专人管理，设备出入库均实行专人登记制度，以确保 X 射线探伤机的贮存安全。在任何情况下，均不会在仓库内使用或调试 X 射线探伤设备。X 射线探伤机放置在库房专用设备箱内，能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求。并且建立射线装置使用台账，每次使用记录领用时间、领用人、探伤地点、归还人、负责人等。

X 射线探伤机是针对架空输电线路进行现场探伤检测工作，并在 X 射线探伤机贮存仓库内不使用、不调试射线装置，因此 X 射线探伤机贮存仓库周围的工作人员及周围的公众不会受到辐射影响。

探伤小组在对高压输电线路进行探伤之前，拟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、探伤时间等，以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。

8.2 环境现状监测

本项目为移动式 X 射线探伤项目，不涉及固定探伤室的建设，且为流动式作业，无固定工作场所，也不在某一场所长期作业，故本次评价未开展辐射环境现状监测。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

因公司业务需求，众芯汉创（江苏）科技有限公司拟配置 1 台 XRS-3 型便携式 X 射线探伤机开展移动式探伤业务（最大管电压 270kV，最大管电流 0.25mA），采用实时成像检测技术为委托单位进行 X 射线无损检测技术服务。

X 射线实时成像系统主要由 X 射线机、平板探测器、DR 软件、锂离子电池、无线路由器、便携式支撑架、笔记本电脑等组成的高科技产品。它主要是依靠 X 射线可以穿透物体，并可以存储影像的特性，进而对物体内部进行无损评价，是进行产品研究、失效分析、高可靠筛选、质量评价、改进工艺等工作的有效手段。本项目 X 射线探伤机参数详见表 9-1（附件 5 产品说明书）。

表 9-1X 射线探伤机技术参数表

装置名称	移动式 XRS-3 型脉冲 X 射线探伤机

注：1R≈1rem≈10mSv，即 1mR≈0.01mSv；1in=2.54cm。

图 9-1XRS-3 型脉冲式 X 射线探伤机主体模块示意图

图 9-2XRS-3 型脉冲式 X 射线控制板块示意图

图 9-3X 射线探伤机检测仪外观示意图

9.1.2 项目的工作原理

X 射线探伤机核心部件是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

X 射线探伤机在检测过程中，X 射线探伤机安挂在导线上（便携式支撑架），

射线机位于耐张线夹的一侧，非晶硅面阵列平板数字探测器（DR）位于耐张线夹的另一侧，工作人员通过控制台手动发出指令后，X 射线探伤机发射器上预先安装好的探测器便自动完成整个拍摄过程，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（DR）上，工作人员通过地面电脑无线接收 X 射线探伤机拍摄的影像，结合数据分析，判断耐张线夹本身及内部钢绞线是否存在线股损伤、断股、钢管滑移或变形等缺陷，以便提前发现缺陷，及时处理，避免断线事故的发生。

9.1.3 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塔杆上的金具。输电线路耐张线夹内部可能存在裂纹、压接管弯曲、凹槽压接不到位等缺陷，通过 X 光探伤能及时发现耐张线夹的内部缺陷，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。通过采取相应的消缺措施，避免掉线事故的发生。XRS-3 型脉冲式 X 射线探伤机适用于高空探伤作业，X 射线探伤机位于高空，射线方向与地面垂直朝向天空，无电源连接，操作人员在地面进行无线操作。

图 9-4 现场探伤示意图

9.1.4 工艺流程及产污环节

1、移动式 X 射线探伤机工作流程如下：

现场探伤工作之前，辐射工作人员应事先开具探伤作业票；并对客户单位的

检测现场工作环境进行评估，与客户单位协商适当的地点和探伤时间，若探伤现场周围有敏感点或者采取措施后仍不能满足移动探伤的相关要求，则禁止开展 X 射线移动探伤。

2、发布 X 射线探伤通知，告知探伤时间、范围。

3、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。

4、到达移动探伤现场后，初步划分监督区及控制区，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。

5、对控制区及监督区内的人员进行清场，确保控制区及监督区内不存在无关人员滞留情况。清场完成后，在控制区及监督区设置安全警戒措施，包括声音提示装置、电离辐射警告标志、警戒线、警告牌。

6、安置 X 射线探伤机：工作人员登塔将 X 射线探伤机悬挂至待检测输变电路耐张线夹处，固定好 X 射线探伤机及成像板。高空作业流程如下：

（1）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），工作人员登塔；

（2）工作人员登塔后，地面工作人员上传操作杆；塔上工作人员接收到操作杆后，地面工作人员上传组装好的 X 射线探伤机、固定架、数字平板探测器，塔上工作人员通过绳索拉至输变电线路；地面工作人员通过对讲机指挥塔上工作人员按要求使用操作杆将组装好的 X 射线探伤机放置在线夹的被检测位置，固定好 X 射线探伤机。通过地面平板远程操作模式使 X 射线探伤机发射脉冲的曝光检测；

（3）X 射线探伤机固定完成后，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。

（4）设备无线连接。（注：户外架空输电线路耐张线夹作业采用遥控操作，由地面计算机进行远程控制）。准备就绪后，塔上工作人员下塔撤离至控制区外。

7、试曝光：操作人员通过平板电脑远程控制启动 X 射线机进行试曝光。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。

8、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。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。

9、曝光结束后，关闭 X 射线机，将检测设备用拉绳缓慢下降到地面。探伤作业结束，清理现场，撤除警戒。

10、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。

11、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。

X 射线探伤机探伤流程及产污环节如图 9-5 所示：

图 9-5 X 射线探伤机探伤流程及产污环节图

9.2 污染源项描述

9.2.1 辐射污染源分析

由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。根据产品说明书（详见附件 5），公司拟使用 X 射线探伤机最大管电压 270kV，最大管电流 0.25mA，X 射线探伤机技术参数见表 9-2，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、天空反散射等。对现场探伤的工作人员和周围公众产生一定的照射，因此 X 射线探伤机在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染源。

9.2.2 非辐射污染源分析

脉冲 X 射线探伤机工作时发出的 X 射线电离空气分子会使周围的空气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。

X 射线探伤机在工作状态时无其他废气、废水和固体废物产生，本项目在探伤时非晶硅面阵列平板数字探测器（DR）与笔记本电脑连接（无线连接），探伤结果直接反映到非晶硅面阵列平板数字探测器（DR），连接存入电脑，启动图片处理程序分析探伤结果。整个探伤无需要洗片，不产生洗片废液以及废胶片。

9.2.3 正常工况下污染途径

正常工况下，检测过程中，X 射线经透射、漏射对作业场所及周围环境产生辐射影响，其污染途径为外照射。

9.2.4 事故工况下污染途径

脉冲 X 射线探伤机，发生事故工况的情况主要有：

1.X 射线探伤作业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照射；

3.探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和周围公众造成照射；

4.射线装置曝光方向设置错误对周围公众或工作人员造成不必要的照射；

5.XRS-3 型移动式脉冲 X 射线探伤机被盗，导致不了解探伤机性能的人员开机造成周围人员的不必要照射；

6.仪器故障：X 射线探伤机漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的要求，或探伤机故障以及控制失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

上述事故对环境的影响只是造成暂时性的辐射污染，停机后辐射污染随之消失。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区

1、工作场所布局

本项目拟购置的 XRS-3 型脉冲 X 射线探伤机主要用于江苏省内电力行业耐张线夹的无损检测。根据现场具体情况，利用辐射剂量率检测仪检测，拟将作业场所中地面处周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，并拟在其边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作。拟将地面处控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。本项目现场移动探伤的两区划分见图 10-1、图 10-2，两区划分与管理见下表 10-1。该公司拟采取的布局与分区措施基本满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

图 10-1 本项目两区划分及辐射安全措施布置平面示意图

图 10-2 本项目两区划分及辐射安全措施布置剖面示意图

表 10-1 本项目现场探伤两区划分与管理

现场探伤	控制区	监督区

2、分区

为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要

采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）7.2.2、7.2.3、7.2.8、7.3.2的要求：

探伤作业时，一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，在控制区边界上合适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，提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置，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。应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

现场无损检测之前，工作人员使用 XRS-3 型脉冲 X 射线探伤机进行现场探伤时，通过辐射剂量率检测仪检测确定控制区和监督区，控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。并放置警戒牌以及打开警戒灯，无关人员不得进入工作区域内。

在工作状态时应通过辐射剂量率检测仪检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可以接受的。在工作状态时应检测控制区和监督区边界线剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

现场安全管理人员使用辐射剂量率监测仪由远处向 X 射线探伤机靠近检测，确定控制区及监督区的边界。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），将作业场所中剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，在控制区外将作业现场剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为监督区。

当 X 射线探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，将重新进行监测，确定新的控制区与监督区界线。

本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中现场探伤的分区设置要求。

10.1.2 辐射安全防护措施

1、XRS-3 型脉冲式探伤机存放安全

脉冲式探伤机是一款小巧、轻便的 X 射线发生器，该仪器使用充电电池供电，便于携带。探伤机存放于*****，任何情况下均不会在存放仓库内使用和调

试射线装置。同时探伤机存放于专用便携箱，拆卸充电电池脱离主机存放，便携箱上设有辐射警示标识。存放室（仓库）建立有效的防盗措施，保证探伤机的存放安全。

2、X 射线探伤机维修维护时辐射防护措施

①设备存放在配套设备箱体内部；

②当电池连接到控制器上时，绿色电源指示灯亮；

③X 射线探伤机配置有 300m 无线控制系统，可以实现远距离无线控制，按下延迟或远程控制按钮后，红色 X 射线警示灯闪烁，表示设备等待发射脉冲，当设备在工作时，红色 X 射线警示灯持续常亮；

④X 射线探伤机触动开关具有 15~60 秒的延迟时间，以便人员在开机检测前有足够的时间离开现场；

⑤液晶显示屏在灯光黑暗的环境也能看清楚数据；

⑥X 射线脉冲数达到预设的数值时自动停止发射；

⑦设备的最大工作周期是每 4 分钟 200 脉冲，每小时 3000 脉冲，不能一直连续发射脉冲；

⑧如果高压脉冲发生器管头被损坏或者玻璃破裂，则管的输出会立即停止；

⑨控制箱配置有急停开关，在设备开始脉冲之前制动设备或在脉冲序列之间制动设备。

3、X 射线探伤机现场探伤安全管理

探伤作业时，应确保 3 名辐射工作人员同时在场，每名操作人员均应配备 1 台个人剂量报警仪和个人剂量计；每次探伤工作前，操作人员应检查射线装置的性能；射线装置必须专车运输、专人押运，押运人员须全程监护探伤装置；室外作业时，应设定控制区及监督区，并设专人监护；要在作业区域设置明显的警戒线、警示灯和辐射警示标识；作业时必须专人看守监测控制区、监督区的辐射剂量水平；射线探伤作业时人员要穿戴符合本作业要求的劳动保护用品；探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。探伤工作间歇临时贮存 X 射线机使用专用贮存箱，临时贮存完毕，应进行监测，确保贮存安全。

4、X 射线探伤机维修维护时辐射防护措施

操作人员可能需要更换电池，更换电池全过程应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，在换电池期间，让便携式辐射剂量监测仪一直处于开机状态，关注剂量计数以确定 X 射线成像检测系统已关机。

本项目 X 射线探伤机使用锂电池，电池充电时禁止使用设备，电池充满后不得长时间充电。锂电池存放在阴凉、通风的环境中，远离水源、火源及高温环境。禁止将锂电池与其他易燃易爆物品同时存放；安排专人负责检查电池的存放情况，发现险情及时处理。

X 射线管更换或设备故障需要维修时，应将设备发回至生产单位，由专业技术人员进行 X 射线管更换和设备维修。

5、X 射线探伤机现场探伤安全

根据建设单位提供的资料以及相关规章制度可知，建设单位在进行现场探伤时，拟采取以下辐射安全防护措施：

①建设单位在开展现场探伤作业前，拟配置了 3 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射防护负责人，每次接受探伤任务后，辐射防护负责人作为探伤现场负责人，负责现场总体调度与安排。1 名辐射工作组员进行机器调试，探伤现场负责人利用理论估算及经验初步划定监督区和控制区，另 1 名辐射工作人员根据初步划分的监督区和控制区进行清场并布置辐射安全与防护措施。清场完毕，防护措施到位后，进行试曝光，探伤现场负责人在探伤地点周围利用便携式辐射检测仪对控制区、监督区进行修正，辐射工作人员配合按照修正的结果重新布置控制区和监督区。

②探伤作业开启时，2 名辐射工作人员负责操作探伤装置完成探伤任务，探伤现场负责人在控制区、监督区边界利用便携式辐射巡测仪对其不断修正，同时在探伤现场周围巡逻，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。3 名辐射工作人员均在控制区外进行相关工作。建设单位承诺 3 名辐射工作人员均将参加生态环境主管部门组织的辐射安全与防护培训后，再上岗工作。

③配备电离辐射警告标志，在控制区的边界应悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌，监督区边界悬挂“无关人员禁止入内”等警告牌。

④控制区边界配备警戒线、绳索等隔离设施。

⑤配备对讲机等通信联络设备。

⑥XRS-3 新型射线机的操作者的安全距离为射线机后面 10 英尺(即 3.048m)处,同时该设备设计有一个时间延迟按钮和电缆允许操作员在设备工作时可以移动到安全距离。当射线机被触发时,会通过可视听指示器给操作人员以提醒。设有延时开机装置,以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

6、X 射线探伤机退役要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6.3 探伤设施的退役要求,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。

公司拟配备防护用品清单一览表见表 10-2。

表 10-2 拟配备防护用品清单一览表

项目		环保设施

10.1.3 辐射安全防护设施对照表分析

众芯汉创(江苏)科技有限公司开展现场探伤时拟根据相关标准要求配备辐射安全与防护措施,其与《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)标准中相关要求对照如下:

表 10-3 本项目辐射安全与防护设施对照性符合性分析表

序号	标准防护要求	本项目拟采取方案	符合性
----	--------	----------	-----

1	5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行。	在开展工作前，辐射工作人员根据要求，在设备出库、工作现场安装完毕后执行作业前，操作人员检查探伤机是否完好。到达探伤作业现场，在铺设电缆前，全程仔细检查电缆外皮是否有划伤、破皮、压扁、鼓包等痕迹。重点检查接头部位是否有弯折、开裂。检查是否进行“预备”和“照射”状态指示灯与探伤机联锁的装置，确保正确反映探伤现场工作情况。	相符
2	5.1.3X 射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； d) 应做好设备维护记录。	使用单位根据标准要求，每年委托设备制造商进行对探伤机设备维护，当设备故障委托专业人员进行维修，并做好设备维护、维修的记录。	相符
3	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. 现场探伤工作之前，辐射工作人员应事先开具探伤作业票；并对客户单位的监测现场工作环境进行评估，与客户单位协商适当的地点和探伤时间，若探伤现场周围有敏感点或者采取措施后仍不能满足移动探伤的相关要求，则禁止开展 X 射线移动探伤。 2. 拟配备 3 名辐射工作人员，使用 1 台探伤机，在现场探伤过程中，其中 1 名为辐射防护负责人，2 名探伤机操作人员，3 名辐射工作人员均在控制区外进行相关工作。	相符

4	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 $15\mu\text{Sv/h}$ 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。 7.2.5 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。 7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。 7.2.10 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. 本项目现场探伤时将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。 2. 拟建项目会在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，在监督区边界设置场界警戒绳，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、在监督区边界醒目位置张贴电离辐射警告标识和警告标语等提示信息。移动探伤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；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。 3. 本项目拟配备 1 台便携式辐射监测仪器，并定期检定。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。每名辐射工作人员均配备个人剂量计和个人剂量报警仪。	相符
---	---	--	----

5	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。	本项目将探伤现场划分为控制区与监督区，并在相应边界线设置电离辐射警示标志、提示“预备”和“照射”状态的指示灯及声音提示装置等。	相符
6	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. 开始现场探伤之前，辐射工作人员对现场进行清场，以确保在控制区内没有任何其他人员。 2. 夜间探伤拟采用良好的灯光照明，确保控制区边界及警示标志等均清晰可见。如若控制区或监督区太大或某些地方不能看到的情况，将安排人员进行巡查，对于视线不清的情况，必须设置声音和灯光警示装置。 3. 本项目拟在每次探伤前均进行试曝光，期间拟使用辐射剂量率检测仪测量控制区及监督区边界的剂量率，根据测量的周围剂量当量率调整控制区及监督区的范围和边界。在移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程。 4. 本项目拟配备 1 台便携式辐射监测仪器，并定期检定。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。每名辐射工作人员均配备个人剂量计和个人剂量报警仪。	
由上表 10-3 可知，本项目工业 X 射线现场探伤采取的相关辐射安全与防护措施符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关要求。			

10.2 三废治理

1、废气治理措施

X 射线探伤机在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，项目探伤地点周围开阔的野外，臭氧及氮氧化物不累积，会很快进入大气环境中，对现场探伤工作人员及周围环境影响较小。

2、废水治理措施

XRS-3 型脉冲式探伤机采用实时成像检测技术，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生；本项目工作人员产生少量生活污水，依托项目现场探伤周围已有污水处理设施进行处理。

3、固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾依托项目现场周围已有垃圾收集设施进行收集，由环卫部门统一清运。XRS-3 型脉冲式探伤机使用的可充电锂电池，当电池使用期满后，建设单位将其交由设备厂家回收处理，故不产生危废。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目拟购置的脉冲式 X 射线探伤机，设备本身不含放射源，其只有在通电的状态下才会对环境产生影响，故其在安装过程中、未通电运行状态下不会对环境产生电离辐射影响，设备不使用时存放在仓库内，建设期不涉及土建工程，故本项目野外探伤作业无施工期，不涉及建设期间的环境影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线 DR 成像检测仪工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

建设单位按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，将周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围内划为控制区，将周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区，现根据该单位配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

本项目探伤工作为空中作业，X 射线探伤机出束方向朝向天空。探伤现场的漏射、散射影响范围需要考虑输电线路的高度、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度，都会使辐射场的辐射剂量水平改变。探伤作业示意图见图 11-1。

图 11-1 耐张线夹探伤作业射线照射方向示意图

1.估算模式

本项目对客户的输电线路耐张线夹进行移动探伤检测工作，耐张线夹常用材质为铸铁、铜等，材料厚度为 8~25mm。本项目探伤检测作业位于高空，主射线方向固定朝向天空，不考虑 X 射线探伤机对地高度，进行保守估算；同时由于耐张线夹尺寸较小，不考虑探伤工件对 X 射线的屏蔽。本次评价估算采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（4）、公式（8）及公式（10）的推导公式：

（1）有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（4）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{\dot{H}}} \quad (11-1)$$

式中：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。根据所提供的设备参数，输出剂量为平均 0.026mSv/脉冲（距离射线源 30.48cm），装置最大每秒 15 次脉冲，保守估算得出在射线源前 30.48cm 处输出剂量率为 $0.026 \times 3600 \times 10^3 = 1.404 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，即在射线源前 1m 处的输出剂量率为 $1.404 \times 10^6 \times 0.3048^2 / 1^2 = 1.3 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ （即 $I \cdot H_0$ ）；

B ：屏蔽透射因子，取 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）非有用线束

①泄漏辐射

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 X 射线探伤机在额定工作条件下，当 X 射线机管电压 > 200KV，本项目管电压 270KV，在距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率 < 5mSv/h（换算为 < 5000 $\mu\text{Sv/h}$ ）。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（8）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \cdot B}{\dot{H}}} \quad (11-2)$$

式中：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

B ：屏蔽透射因子，取 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（10）推导得出：

$$R_s = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B_s}{\dot{H}}} \cdot \sqrt{\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}} \quad (11-3)$$

式中：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，无屏蔽时取 1；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的值时，可以用水的值保守估计，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3。计算公式中的 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子根据 GBZ/T250-2014 附录 B 中 B.4.2 中给出的值（150kV 取 60、200kV~400kV 取 50）取 50；

R_s ：散射体至关注点的距离，m。

③ 天空反射辐射

天空反散射辐射水平预测模式采用《辐射防护导论》中推荐模式，具体计算公式如下：

$$\eta_{r,s} \leq 0.67 H_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_s^2 / (D_{10} \cdot \Omega^{1.3}) \quad (11-4)$$

由公式（11-4）可导出：

$$r_s = (\eta_{r,s} \cdot D_{10} \cdot \Omega^{1.3} / 0.67 \cdot H_{L,h} \cdot r_i^2)^{1/2} \quad (11-5)$$

式中：0.67，单位换算系数；

$H_{L,h}$ ：参数点处相应的剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\eta_{r,s}$ ：透射比，取 1；

r_i ：辐射源到探测器上方 2m 处的距离，m，即 $r_i = r_0 + 2$ ， r_0 辐射源到探测器的距离为 0.46m，本项目 $r_i = 2.46\text{m}$ ；

r_s ：参考点到源的距离；

D_{10} ：离源上方 1m 处的吸收剂量指数率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ， $D_{10} = 1.404 \times 10^6 \times 0.3048^2 / 1^2 = 1.3 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

Ω ：辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr。
 $\Omega = 4 \text{tg}^{-1}(\text{ab/cd}) = 4 \times \text{tg}^{-1}((0.22 \times 0.18) / (0.46 \times 0.54)) = 0.63\text{sr}$ ，其中 a 是屋顶长度之半 $a = 0.22\text{m}$ （平板探测器的长度 0.43m），b 是屋顶宽度之半 $b = 0.18\text{m}$ （平板探测器的宽度 0.35m），c 是辐射源到屋顶（探测器）表面中心的最小距离 $c = 0.46\text{m}$ ；d 是辐射源到屋顶（探测器）边缘的距离， $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2} = (0.22^2 + 0.18^2 + 0.46^2)^{1/2} = 0.54$ 。

2.估算结果

将相关参数代入公式（11-1）、（11-2）、（11-3）、（11-4）、（11-5），可以估算出最大管电压 270kV 时探伤工作控制区和监督区的边界范围，估算结果分别见表 11-1、表 11-2、表 11-3、表 11-4。

表 11-1 有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$I \cdot H_0$ ($\mu\text{Sv/h}$)	B	R (m)

表 11-2 泄漏辐射控制区与监督区边界范围估算结果

关注点	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	R (m)

表 11-3 散射辐射无附加屏蔽措施控制区与监督区边界范围估算结果					
关注点	$\dot{H}$ (μSv/h)	Bs	$I \cdot H_0$ (μSv/h)	$F \cdot a/R_0^2$	Rs (m)
表 11-4 天空反散射控制区与监督区边界范围估算结果					
关注点	$\dot{H}$ (μSv/h)	D10 (μSv · m ² /h)	Ω (sr)	η _{rs}	Rs (m)
基于表 11-2 泄漏辐射、11-3 散射辐射、11-4 天空反散射辐射三个不同的辐射分量综合叠加确定监督区和控制区的范围，结果如下表 11-5：					
表 11-5 非有用线束叠加后控制区与监督区边界范围估算结果					
关注点	R (m)	$\dot{H}_{\text{泄漏}}$ (μSv/h)	$\dot{H}_{\text{散射}}$ (μSv/h)	$\dot{H}_{\text{天空}}$ (μSv/h)	$\dot{H}_{\text{叠加}}$ (μSv/h)
本项目将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区，将周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区。从理论计算结果可以看出，本项目 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 94m，监督区范围半径最大约为 228m，为主射线照射方向。由于 X 射线探伤机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在地面上的投影进行管控，即控制区范围半径最大约为 41m，监督区范围半径最大约为 100m。					
3.辐射工作人员和公众剂量估算及评价					

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \bullet t \bullet U \bullet T \quad (11-6)$$

式中：

H：年剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

$\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：年照射时间，h；

U：使用因子，本项目取 1；

T：居留因子。

本项目探伤期间操作台位于控制区外，具体位置根据探伤现场具体情况确定，距离控制区边界越远，其辐射水平越低。本报告保守以控制区边界处 $15\mu\text{Sv/h}$ 的辐射水平进行估算，预测工作人员年有效剂量，公众均位于监督区边界外，因此周围公众保守取监督区边界处 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行预测。

表 11-6 本项目移动式 X 射线探伤现场周围人员年剂量估算结果

关注点	距离射线机距离	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	年剂量估算值 (mSv/a)	年剂量管理值 (mSv/h)	评价

众芯汉创（江苏）科技有限公司拟为本项目配备 3 名探伤工作人员，平均每周工作时间 1h，年工作约 50 周，则每名辐射工作人员年工作时间 50h。由表 11-5 估算结果可知，当探伤操作台位于控制区边界时，由于控制区边界处剂量当量率为 $15\mu\text{Sv/h}$ ，则每名辐射工作人员年有效剂量约为 0.75mSv/a 。随着操作台和 X 射线 DR 成像检测仪之间距离的增大，辐射工作人员年有效剂量随之衰减。由于

本项目 X 射线 DR 成像检测仪为无线传输设备，无电缆线长度制约，因此在实际工作过程中，辐射工作人员应尽可能将操作位设置在远离 X 射线探伤机的位置，以降低辐射工作人员的年受照剂量。公众位于监督区边界外，公众年有效剂量约为 0.008mSv（因每次探伤的作业现场不一样，周围公众也不一样，故居留因子取 1/16）。

综上所述，公司在做好安全防护措施的情况下，本项目辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和本项目管理目标（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）的剂量限值要求。

11.3 事故影响分析

1.事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见下表 11-7。

表 11-7 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射源同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值照射。

本项目 X 射线探伤机属II类射线装置，可能发生射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

2.辐射事故识别

本项目的环境风险因子为 X 射线，危害因素为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目在运行过程中可能发生的故事有：

①仪器故障：X 射线探伤机漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的要求，或探伤机故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

②未分区管理：X 射线探伤机在照射状态，作业现场未标划控制区和监督区、未设置警戒线或曝光前未清查现场，使人员误入或误留辐射区，受到不必要的照射。或探伤作业人员没有按规定撤离到安全区域，导致工作人员受照剂量偏高，超出剂量限值。

③人员误照：在探伤现场没有做好警戒工作，工作人员和公众误留在监督区内，使工作人员或公众造成不必要的照射。

④在不适合探伤的场地实施现场探伤，且未做好相应的防护措施，造成公众或者人员受到不必要的照射。

⑤由于公众对于射线装置认识不足，可能存在 X 射线探伤机被拾取或偷盗后接通电源，造成公众受到不必要的超剂量照射。

3.事故预防措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险防范措施：

①定期认真地对本单位射线装置的安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

②在野外探伤作业前，针对项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查。

③现场探伤作业时，先进行清场，并对工作现场进行分区管理，在相应边界设置警示标识。控制区边界悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌，监督区边界设置“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设置专人警戒巡逻。

④凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须制定明确的操作规程，探伤作业时，3 名辐射工作人员同时在场，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪。3 名操作人员必须按照操作规程进行操作。

⑤3 名辐射工作人员进行现场工作时需佩戴对讲设备，位于杆塔的设备操作人员负责检查，若发现位置错误，及时通知登塔作业人员修正。现场工作人员均须佩戴个人剂量仪，登塔人员设备安装完成后，巡视、检查现场周围，确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，再通知设备操作人员开机。

⑥必须制定探伤机操作安全防护措施，X 射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射。

⑦每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

⑧建设单位所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

⑨在任何情况下，建设单位不得在探伤机存放区域通电并启动探伤机。

⑩加强对 X 射线探伤机的安全管理，防止丢失事件的发生，导致 X 射线探伤机使用不当，造成不必要的照射。建设单位需要设置防盗门窗、视频监控、独立的 X 射线探伤机贮存场所。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构设置

1、辐射安全管理机构设置

本项目使用的 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：

“（一）使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当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

（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。”

众芯汉创（江苏）科技有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。拟配备 3 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作（其中 1 名辐射管理人员，2 名为 X 射线探伤操作人员），辐射工作人员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，到期需要重新考核方能上岗）。

管理人员考核类型为“辐射安全管理”，X 射线探伤机操作人员考核类型为“X 射线探伤”。

2、辐射工作人员配备

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第二款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

建设单位拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，根据《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》（公告 2019 年第 57 号）要求，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护专业知识，考取辐射安全与防护合格证书。并且建设单位承诺如有人员变动，则严格执行辐射工作人员培训制度，组织新

上岗的辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第六款的要求，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等；第七款的要求，使用射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。

建设单位应根据新建移动 X 射线探伤项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

（1）操作规程：针对本项目移动式 X 射线探伤制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，探伤前对辐射安全措施的检查等，确保辐射安全措施的有效性，移动探伤前对控制区和监督区边界的检测和修正、人员的清场，确保辐射工作安全有效运转。

（2）岗位职责：明确管理人员、射线装置操作人员、设备维修及维护人员的岗位责任，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。

（3）辐射防护和安全保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线探伤机的运行和维修维护时辐射安全管理。

贮存场所日常检查：每个工作日定期检查贮存场所的门、窗、锁具是否完好有效，无被撬痕迹；检查门外的电离辐射警告标志是否清晰、醒目、无损毁；检查室内有无漏水、渗水、潮湿、虫蛀等异常情况，确保贮存环境符合设备要求。

贮存场所月度检查：每月定期检查应急照明、消防灭火器材是否在位且功能正常；进入场所内部，核对探伤机数量与台账记录是否一致；检查设备存放状态是否稳固，有无倾倒风险；设备应分区、分类整齐存放，与墙壁保持距离，便于通风和检查；钥匙由专人管理，设备出入库均实行专人登记制度；严禁任何无关人员接近或进入贮存场所。

（4）设备维修制度：明确探伤装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录

和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

（5）射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况制定制度，重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

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

（7）监测方案：制定本项目监测方案，方案中应明确监测仪器定期送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、监测周期、监测点位等，做好相应监测记录，监测结果存档。辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》，在日常检测中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部门、卫生健康部门调查处理。定期对工作场所及周围环境监测或委托有资质单位进行监测，发现异常情况，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部门报告。

（8）事故应急预案：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，众芯汉创（江苏）科技有限公司应针对移动探伤项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，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辐射事故分级与应急响应措施；
- ④辐射事故调查、报告和处理程序；
- ⑤辐射事故信息公开、公众宣传方案。

众芯汉创（江苏）科技有限公司应依据《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》的要求制定辐射事故应急预案，建立应急机构，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，完善辐射事故分类与应急响应措施，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事事故应急预案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故

初始报告表》，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，同时向卫生健康部门报告。

12.3 本项目辐射监测计划

1.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》《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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监测仪器）及 3 台个人剂量报警仪，项目运行后公司拟定期对 X 射线探伤机周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

2.监测方案

监测方案：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，监测周期：每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。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）在居民区进行的移动式探伤；
- （4）发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25 mSv。

本项目辐射监测方案见下表 12-1：

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	检测周期	监测点位

在居民区进行的移动式探伤的合理性与必要性如下：

必要性：基础设施布局不可更改性：①高压输电塔在城市建设初期就已经固定位置，后期无法迁移。②城市扩张导致原本位于郊区的设施被居民区包围。③城市区域线路负荷更大，缺陷风险更高。

合理性：①辐射安全。毫秒级脉冲曝光，大幅度降低累积辐射剂量；窄束准直设计，有效控制辐射范围。②高效精准。单点检测时间短，作业效率显著提升。成像质量优异，缺陷检出率更高。

公司应根据上述监测计划委托有资质单位对移动探伤现场进行年度监测，对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 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。公司应定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急的具体人员和联系电话；
- （3）应急人员的组织、培训以及应急救助的装备、资金、物资准备；
- （4）辐射事故发生的可能、分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

众芯汉创（江苏）科技有限公司应依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，针对本项目，对应急人员的组织、培训以及应急方案进行完善，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急预案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

12.5 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

表 12-2 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资
辐射安全管理	公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	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：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。		/
	3 名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。	根据《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》，辐射工作人员应持有考核合格证。	定期投入（每 5 年）
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。个人剂量档案终生保存）。	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监测，根据《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理暂行办法》公司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。	每年投入
辐射安全措施	配备警示绳 1000m、警告牌 8 个，电离辐射警告标志至少 9 个，“预备”和“照射”状态的指示灯 4 个，声音提示装置 1 个，库房设置防盗门窗、视频监控。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”。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。	2.0
	拟购置 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪、3 台个人剂量计、3 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《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。	
	江苏省南京市江宁区菲尼克斯路 70 号总部基地 33 栋 1202 室，作为本项目 X 射线探伤机贮存库房，用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌等项目相关辐射安全防护设施，库房设置防盗门窗、视频监控设施及电离辐射警告标志，平时 X 射线探伤机放置在库房中，钥匙由专人保	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。	5.0

	管。		
污 染 防 治 措 施	废气：脉冲 X 射线探伤机工作时发出的 X 射线电离空气分子会使周围的空气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。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境影响较小。	/
	废水：XRS-3 型脉冲式探伤机采用实时成像检测技术，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生；本项目工作人员野外探伤时会产生少量生活污水，依托野外探伤现场周围已有污水处理设施；无探伤任务时，探伤人员依托租赁场所污水处理设施。	本项目工作人员野外探伤时会产生少量生活污水，依托野外探伤现场周围已有污水处理设施；无探伤任务时，探伤人员依托租赁场所污水处理设施。	/
	本项目工作人员产生的生活垃圾依托项目现场周围已有垃圾收集设施进行收集，由环卫部门统一清运。XRS-3 型脉冲式探伤机使用的可充电锂电池，当电池使用期满后，建设单位将其交由设备厂家回收处理，故不产生危废。	本项目工作人员野外探伤时会产生一定量的生活垃圾，依托野外探伤现场周围已有垃圾收集设施进行收集，由环卫部门统一清运。无探伤任务时，探伤人员依托租赁场所已有垃圾收集措施。	/
	噪声：本项目野外探伤时基本不产生噪声，对周围声环境基本无影响。	本项目野外探伤时基本不产生噪声，对周围声环境基本无影响。	/
以上措施需在项目运行前落实。			

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

因业务发展需要，众芯汉创（江苏）科技有限公司拟购置 1 台 XRS-3 型便携式 X 射线探伤机，用于输电线路杆塔上耐张线夹的现场无损检测技术服务，最大管电压 270kV，最大管电流 0.25mA，属于使用 II 类射线装置；射线装置不使用时，存放于*****。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

建设单位在进行 X 射线现场探伤时严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求划定控制区和监督区，在地面警戒区边界设置场界警戒绳，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，派专人巡护，悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”和“照射”信号；探伤期间通过辐射剂量率检测仪对边界进行检测或修正，确保监督区内无其他人员后方可开始探伤；在项目运行过程中定期对设备性能和工作场所辐射剂量水平进行检查和检测。建设单位定期对工作人员进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立有关工作人员剂量档案和职业健康监护档案。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）施工期环境影响分析

本项目野外探伤不存在施工期。

（2）营运期环境影响分析

①辐射环境影响分析

根据理论计算可知，本项目 X 射线探伤机现场探伤时，对工作人员职业外照射的最大有效剂量值为 0.75mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也小于剂量约束值 5mSv/a。对公众人员照射的最大附加年有效剂量值为 0.008mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也远小于剂量约束值 0.1mSv/a。

②非辐射环境影响分析

脉冲 X 射线探伤机工作时发出的 X 射线电离空气分子会使周围的空气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。

X 射线探伤机在工作状态时无其他废气、废水和固体废物产生，本项目在探伤时非晶硅面阵列平板数字探测器（DR）与笔记本电脑连接（无线连接），探伤结果直接反映到非晶硅面阵列平板数字探测器（DR），连接存入电脑，启动图片处理程序分析探伤结果。整个探伤无需要洗片，不产生洗片废液以及废胶片。

13.1.4 可行性分析结论

1.产业政策符合性分析

本项目为 X 射线探伤机现场探伤项目，本项目的建设属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中第十四项“机械”第 1 条中的“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，属于鼓励类，故本项目的建设符合国家现行的产业政策。

2.实践正当性

本项目的建设是为了对耐张线夹开展 X 射线无损检测，可有效排查隐患，消缺处理可避免断线故障，对保障电网安全运行具有重要意义。

但是，本项目射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，本项目如能充分利用现场环境条件，合理划分监督区和控制区，采取可靠的现场管理和辐射防护措施，辐射影响可控制在可合理达到的尽可能低的水平。从而，以较小的环境影响获得较大的社会效益，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于辐射“实践的正当性”的要求。

3.选址可行性

本项目便携式 X 射线探伤机主要用于输变线路塔上耐张线夹的探伤，不工作时探伤机存放于*****，仓库门口粘贴辐射安全警示标志，同时配备防盗门窗及视频监控，钥匙由专人保管，设备出/入库由专人负责登记管理，确保 X 射线探伤机的存放安全。X 射线探伤机在不工作时，不产生 X 射线。探伤机存放地选址相对合理。

4.项目分区

项目 X 射线探伤机为移动式探伤机，野外工作场所不固定，在进行现场探伤时，主射线方向朝向天空上方，不朝向地面，并按要求将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，控制区外周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为监督区，该分区满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中现场探伤作业分区的设置要求。

13.1.5 总结论

本项目是众芯汉创（江苏）科技有限公司紧跟国家电网发展需要，为电力输电线路杆塔上的耐张线夹提供检测服务，具有较大的社会效益和经济效益。经分析，在全面落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射环境管理制度后，众芯汉创（江苏）科技有限公司新建移动式 X 射线探伤项目运行阶段对周围环境产生的电离辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

1.落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2.定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习与考核。建设单位应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训成绩合格单，培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

3.将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。

4.建设单位每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，安全和防护状况年度评估报告要按照固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

5.若建设单位地址或设备存放地址发生变化，将及时向发证机关申请辐射安全许可证的变更。

6.建设单位必须重视现场探伤时控制区和监督区的管理。

7.建设单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申

报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中及时更新维护。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见 公章 经办人 年 月 日
审批意见 公章 经办人 年 月 日