

2025-F-104

核技术利用建设项目

江阴中绿化纤工艺技术有限公司
迁建 1 座固定式 X 射线探伤房项目
环境影响报告表

江阴中绿化纤工艺技术有限公司（盖章）

2026 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江阴中绿化纤工艺技术有限公司 迁建 1 座固定式 X 射线探伤房项目 环境影响报告表

建设单位名称：江阴中绿化纤工艺技术有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：江阴市镇澄路 2517 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	4
表 3 非密封放射性物质	4
表 4 射线装置	5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	6
表 6 评价依据	7
表 7 保护目标与评价标准	10
表 8 环境质量和辐射现状	13
表 9 项目工程分析与源项	17
表 10 辐射安全与防护	21
表 11 环境影响分析	26
表 12 辐射安全管理	38
表 13 结论与建议	42
表 14 审批	48
附图 1 江阴中绿化纤工艺技术有限公司厂区地理位置图	49
附图 2 江阴中绿化纤工艺技术有限公司南厂区平面布局及周围环境图	50
附图 3 江阴中绿化纤工艺技术有限公司南厂区车间二平面布局图	51
附图 4 本项目固定式 X 射线探伤房平面设计图	52
附图 5 本项目固定式 X 射线探伤房剖面设计图	53
附件 1 委托书	54
附件 2 射线装置使用承诺书	55
附件 3 辐射防护屏蔽设计说明	56
附件 4 洗片废液及废胶片安全处置承诺书	57
附件 5 已有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件	58
附件 6 辐射安全许可证正副本复印件	64
附件 7 辐射环境现状检测报告复印件	67
附件 8 辐射工作人员培训证书	76
附件 9 年度检测报告复印件	77
附件 10 个人剂量监测报告复印件	83

表 1 项目基本情况

建设项目名称	江阴中绿化纤工艺技术有限公司迁建 1 座固定式 X 射线探伤房项目				
建设单位	江阴中绿化纤工艺技术有限公司				
法人代表姓名		联系人		联系电话	
注册地址	江阴市镇澄路 2517 号				
项目建设地点	江阴市镇澄路 2519 号南厂区车间二南侧				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	150	项目环保总投资（万元）	80	投资比例（环保投资/总投资）	53.3%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/				
1 项目概述					
1.1 建设单位基本情况					
<p>江阴中绿化纤工艺技术有限公司成立于 2002 年 8 月，公司注册地址位于江阴市镇澄路 2517 号，公司现有南、北两个厂区，其中南厂区位于江阴市镇澄路 2519 号，北厂区位于江阴市镇澄路 2517 号。主要经营范围为：氨纶纺丝油剂的研究、氨纶干法纺丝的技术咨询氨纶工艺设备、环保设备、常压容器及其他金属压力容器的研究等。</p>					
1.2 项目规模及任务由来					
<p>江阴中绿化纤工艺技术有限公司北厂区原使用 1 座固定式 X 射线探伤房，探伤房内配备了 4 台 X 射线探伤机，用于开展公司压力容器的无损检测工作，已有核技术利用</p>					

项目环评批复及验收意见复印件见附件 5。

现因业务发展需要，公司于南厂区车间二南侧建设 1 座固定式 X 射线探伤房，拟将北厂区原探伤房内 4 台 X 射线探伤机搬迁至南厂区探伤房内使用，用于开展公司压力容器的无损检测工作，主要检测工件长度最长约为 14m，直径最大约为 4.5m，壁厚最大约为 50mm。本项目探伤房建设完成并投入使用后，公司北厂区原有探伤房仍将持续投入使用。

本项目探伤房因与南厂区车间二同步建设，探伤房主体已与车间二一同完成施工。目前探伤房内辐射安全措施尚未设置完善，探伤房未投入使用。

本项目拟沿用原 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作。本项目探伤机周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 江阴中绿化纤工艺技术有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	工作场所名称	使用情况	环评情况	许可情况	备注	
1	XXG-2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	II	南厂区 X 射线探伤房	已购	本次环评	已许可	定向机	从北厂区原 X 射线探伤房内搬迁至本项目 X 射线探伤房内
2	XXQ-3005 型 X 射线探伤机	1	300	5	II		已购	本次环评	已许可	定向机	
3	XXHA-3005 型 X 射线探伤机	1	300	5	II		已购	本次环评	已许可	周向机	
4	XXH-3505 型 X 射线探伤机	1	350	5	II		已购	本次环评	已许可	周向机	

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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》《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，本项目使用 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受江阴中绿化纤工艺技术有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，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

本项目建设地址所在南厂区位于江阴市镇澄路 2519 号，地理位置图见附图 1。南厂区东侧为道路，南侧为龙港河及池塘，西侧为农田，北侧为南园路，本项目南厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目固定式 X 射线探伤房建于公司南厂区车间二南侧，探伤房建址东侧依次为卫

卫生间、更衣室、厂区道路及车间三，南侧依次为厂区道路、车间四及龙港河，西侧依次为油漆工段、喷砂区及厂区道路，北侧为生产区。本项目车间二为一层建筑，上方无建筑，下方为土层。本项目固定式 X 射线探伤房所在车间二平面布局图见附图 3。

本项目固定式 X 射线探伤房包含探伤室、操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室），本项目辅房位于探伤室东侧，为单层结构，自西向东依次为操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室）。本项目固定式 X 射线探伤房平面设计图见附图 4，探伤房剖面设计图见附图 5。

本项目固定式 X 射线探伤房周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤房建址周围评价范围内的公众。

3 原有核技术应用情况

江阴中绿化纤工艺技术有限公司于 2008 年 4 月取得原江苏省环境保护厅环评批复，已取得由无锡市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证【00429】”，种类和范围为“使用 II 类射线装置”，有效期至 2028 年 8 月 11 日，辐射安全许可证正副本复印件见附件 6。公司现许可 4 台 II 类射线装置，公司现有核技术应用项目见表 1-2。

表 1-2 公司现有核技术利用项目清单

序号	装置名称	型号	类别	数量	使用场所	环评审批	环保验收、许可情况	备注	
1	X 射线探伤机	XXG-2505 型	II	1	公司北厂区 探伤房	苏核表复〔2008〕 127 号 时间：2008.4.9 (附件 5)	已许可、已 验收	定向机	拟搬迁至 本项目 X 射线探伤 房内
2	X 射线探伤机	XXQ-3005 型	II	1				定向机	
3	X 射线探伤机	XXHA-3005 型	II	1				周向机	
4	X 射线探伤机	XXH-3505 型	II	1				周向机	

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会提高探伤房建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产检测需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度种类	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)	年最大用量 (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	X 射线探伤机	II类	1	XXG-2505 型	250	5	工业探伤	X 射线探伤房	定向机	
2	X 射线探伤机	II类	1	XXQ-3005 型	300	5	工业探伤	X 射线探伤房	定向机	
3	X 射线探伤机	II类	1	XXHA-3005 型	300	5	工业探伤	X 射线探伤房	周向机	
4	X 射线探伤机	II类	1	XXH-3505 型	350	5	工业探伤	X 射线探伤房	周向机	

(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	/	无暂存	通过通风管道排出探伤室及车间, 臭氧常温下50min左右可自行分解为氧气, 对环境影响较小
显影、定影废液	液态	/	/	约 10kg	约 120kg	/	集中收集后暂存于公司南厂区拟建危废库内	收集贮存后交由有资质单位进行处理处置
胶片清洗废水		/	/	约 50kg	约 600kg	/	集中收集后暂存于公司南厂区拟建危废库内	收集贮存后交由有资质单位进行处理处置
废胶片	固态	/	/	约 2kg	约 24kg	/	收集后暂存于公司南厂区拟建危废库内	定期交由有资质单位处理处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、年排放总量分别用比活度(Bq/L或Bq/kg或Bq/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施，2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版），2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日施行</p> <p>(5) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布，自 2025 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 449 号，修订版于 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(11) 《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，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《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》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(13) 《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</p>
------	---

	<p>(14) 《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 日起施行</p> <p>(15) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《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》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(17) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(18) 《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，2018 年 6 月 9 日</p> <p>(19) 《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，2020 年 1 月 8 日</p> <p>(20) 《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，2020 年 6 月 21 日</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>(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）</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）</p>
其他	<p>与本项目相关附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件 1）</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）</p> <p>(3) 辐射防护屏蔽设计说明（附件 3）</p>

- | | |
|--|---|
| | <p>(4) 洗片废液及废胶片安全处置承诺书（附件 4）</p> <p>(5) 已有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件（附件 5）</p> <p>(6) 辐射安全许可证正副本复印件（附件 6）</p> <p>(7) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 7）</p> <p>(8) 辐射工作人员培训证书（附件 8）</p> <p>(9) 年度检测报告复印件（附件 9）</p> <p>(10) 个人剂量监测报告复印件（附件 10）</p> |
|--|---|

表 7 保护目标与评价标准

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》（HJ 10.1-2016）中“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”相关规定，确定本项目评价范围为本项目固定式 X 射线探伤房探伤室边界外 50m 区域。					
保护目标					
本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《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）、《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），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。					
对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用 X 射线进行无损检测，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。					
本项目探伤房建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤房建址周围评价范围内的公众。					
表 7-1 本项目探伤房建址评价范围内保护目标情况一览表					
环境保护目标名称		方位	最近距离	规模	环境保护要求
职业人员	辐射工作人员	东侧	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值为 5mSv
公众	卫生间、更衣室工作人员	东侧	紧邻	流动人群	公众年剂量约束值为 0.1mSv
	厂区道路行人		约 12 m	流动人群	
	车间三工作人员		约 28 m	10~20 人	
	厂区道路行人	南侧	紧邻	流动人群	
	车间四工作人员		约 12 m	5~8 人	
	龙港河		约 28 m	流动人群	
	油漆工段、喷砂区工作人员	西侧	紧邻	10~30 人	
	厂区道路行人		约 40 m	流动人群	

	生产区工作人员	北侧	紧邻	20~30 人						
评价标准										
1 剂量限值										
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）										
表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">/</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 10px;">职业照射 剂量限值</td> <td style="padding: 10px;">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（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。</td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;">公众照射 剂量限值</td> <td style="padding: 10px;">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。</td> </tr> </tbody> </table>					/	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（但不可做任何追溯性平均），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。
/	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（但不可做任何追溯性平均），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										
<p>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~0.3 mSv）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：</p>										
<p>（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；</p>										
<p>（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。</p>										
3 辐射剂量率控制水平										
<p>根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p>										
<p>6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：</p>										
<p>a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$；</p>										
<p>b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p>										
<p>6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：</p>										
<p>a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶</p>										

内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

(2) 探伤室墙和防护门外 30cm 处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(3) 本项目固定式 X 射线探伤房顶部人员不可达，因此顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4 辐射环境质量现状监测评价参考值

参考《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），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平（单位：nGy/h）

/	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	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，参考测值范围进行评价。

表8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

本项目建设地址所在南厂区位于江阴市镇澄路 2519 号，地理位置图见附图 1。南厂区东侧为道路，南侧为龙港河及池塘，西侧为农田，北侧为南园路，本项目南厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目固定式 X 射线探伤房拟建于公司南厂区车间二南侧，探伤房建址东侧依次为卫生间、更衣室、厂区道路及车间三，南侧依次为厂区道路、车间四及龙港河，西侧依次为油漆工段、喷砂区及厂区道路，北侧为生产区。本项目车间二为一层建筑，上方无建筑，下方为土层。本项目固定式 X 射线探伤房所在车间二平面布局图见附图 3。

本项目固定式 X 射线探伤房包含探伤室、操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室），本项目辅房位于探伤室东侧，为单层结构，自西向东依次为操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室）。本项目固定式 X 射线探伤房平面设计图见附图 4，探伤房剖面设计图见附图 5。

本项目固定式 X 射线探伤房周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤房建址周围评价范围内的公众。

本项目固定式X射线探伤房周围环境现状见图8-1。





图 8-1 本项目固定式 X 射线探伤房建址周围环境现状

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：X 射线探伤室建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在 X 射线探伤室建址周围布置监测点位，共计 5 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在 X 射线探伤室建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2025 年 8 月 20 日

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

监测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，

检定有效期：2025.07.03~2026.07.02）

检测范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

能量响应范围：48keV~4.4MeV

环境条件：天气：晴、温度 33.6°C、湿度 69%RH

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检查（或核查），监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 7。

表 8-1 本项目 X 射线探伤室建址周围 γ 辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果(nGy/h)	备注
1	本项目 X 射线探伤室建址处	52.1	平房
2	本项目 X 射线探伤室建址东侧	52.3	平房
3	本项目 X 射线探伤室建址南侧	52.4	道路
4	本项目 X 射线探伤室建址西侧	54.8	平房
5	本项目 X 射线探伤室建址北侧	50.7	平房

注：测量结果已扣除仪器宇宙响应值（宇宙响应值测量点位于苏州市阳澄湖湖中心），并进行了建筑物对宇宙射线的屏蔽修正。

建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取 0.9、道路取 1。

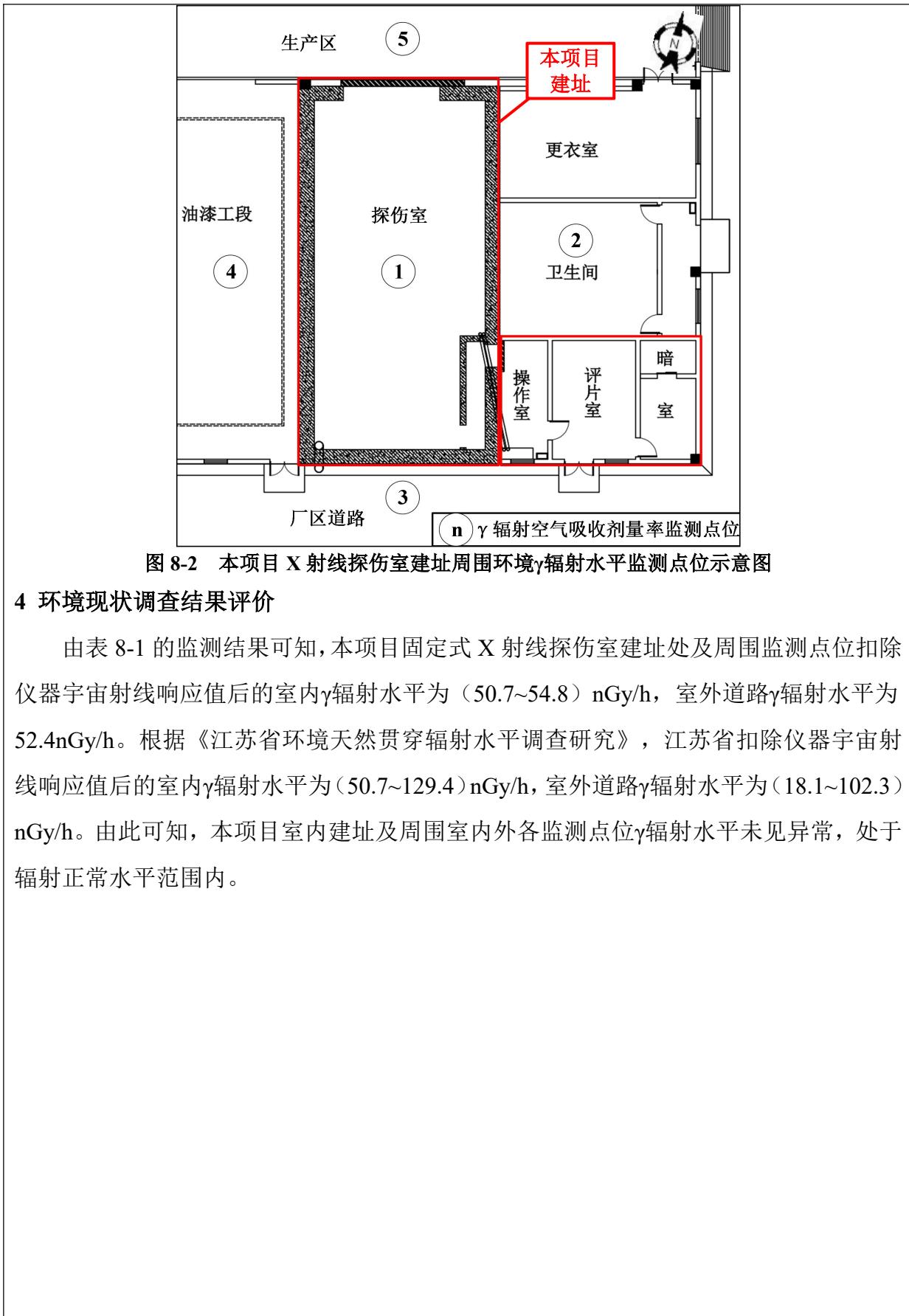


图 8-2 本项目 X 射线探伤室建址周围环境 γ 辐射水平监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

由表 8-1 的监测结果可知, 本项目固定式 X 射线探伤室建址处及周围监测点位扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为(50.7~54.8) nGy/h, 室外道路 γ 辐射水平为 52.4nGy/h。根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》, 江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为(50.7~129.4) nGy/h, 室外道路 γ 辐射水平为(18.1~102.3) nGy/h。由此可知, 本项目室内建址及周围室内外各监测点位 γ 辐射水平未见异常, 处于辐射正常水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

根据生产、检测需要，江阴中绿化纤工艺技术有限公司于南厂区车间二南侧建设1座固定式X射线探伤房，拟将原固定式X射线探伤房内的4台X射线探伤机搬迁至南厂区探伤房内使用，用于开展公司压力容器的无损检测工作，主要检测工件长度最长约为14m，直径最大约为4.5m，壁厚最大约为50mm。

本项目固定式X射线探伤房包含探伤室、操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室），辅房位于探伤室东侧，为单层结构，自西向东依次为操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室）。

本项目X射线探伤机主要由控制箱、X射线发生器和低压连接电缆等构成，本项目现有X射线探伤机外观图见图9-1。



图 9-1 本项目现有 X 射线探伤机外观图

2 工作原理

2.1 X 射线产生原理

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。常见典型的X射线管结构图见图9-2。

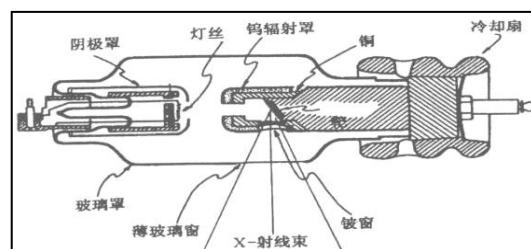


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

2.2 X 射线探伤工作原理

X 射线探伤，即无损 X 射线检测技术，是利用不同材料对 X 射线吸收的差异性，使胶片感光形成黑度不同的图像，从而反映出被检测物体内部的缺陷。

X 射线无损检测过程中，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，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

3 固定式 X 射线探伤工艺流程及产污环节

本项目固定式 X 射线探伤房运行后工艺流程与北厂区原固定式 X 射线探伤房项目工艺流程一致，探伤时被测工件运至探伤室内，由辐射工作人员在操作台处进行隔室操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 检查探伤室工件门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效，措施有效方可开始检测工作；
- (2) 长期不用的 X 射线探伤机使用前在探伤室内进行训机，以提高 X 射线管真空度，保证仪器工作稳定；将 X 射线探伤机放置在探伤室内合适位置，清场，确认无人后，人员离开探伤室，关闭工件门及人员门，辐射工作人员在操作台处开启探伤机进行训机。在训机过程中会产生 X 射线、少量 O₃ 及 NO_x；
- (3) 被测工件通过高 0.5m 的平板小车运输进探伤室内，并在检测部位贴上感光胶片；
- (4) 将 X 射线探伤机放置在合适的位置，清场，确认无人后，人员离开探伤室，关闭工件门及人员门；
- (5) 辐射工作人员在操作台开启 X 射线探伤机进行无损检测，曝光过程中会产生 X 射线及少量 O₃ 和 NO_x；
- (6) 达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，曝光结束；
- (7) 辐射工作人员携带个人剂量报警仪及辐射巡测仪从人员门进入探伤室，取下胶片，打开工件门，将被测工件运出探伤室；
- (8) 辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。并出具检测报告。在此过程中会产生显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片。

本项目固定式 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图见图 9-3。

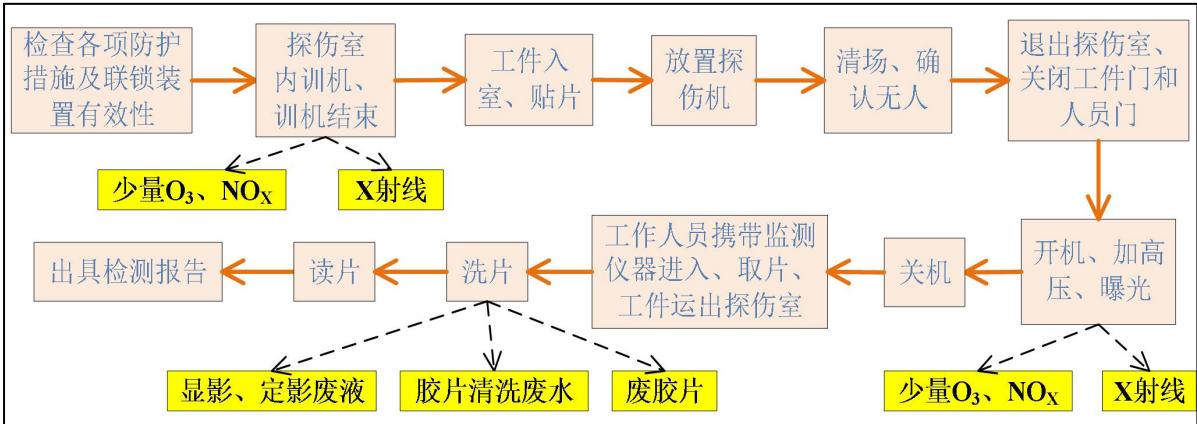


图 9-3 X 射线固定探伤工作流程及产污环节分析示意图

4 原有工艺不足和改进情况分析

根据现场调查可知，公司原固定式 X 射线探伤房项目工艺流程合理，已根据相应标准要求在检测过程中采取安全防护措施。本项目固定式 X 射线探伤房与原项目工艺流程一致，不存在工艺不足情况。

5 工作人员配置及工作机制

本项目拟沿用原 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，其中 1 名辐射工作人员负责射线装置操作，另 1 名人员负责贴片、清场工作，拟采取一班制工作制。本项目探伤机周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随探伤机的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目探伤期间主要污染物为 X 射线。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机参数一览表

设备型号	XXG-2505 型 X 射线探伤机	XXQ-3005 型 X 射线探伤机	XXHA-3005 型 X 射线探伤机	XXH-3505 型 X 射线探伤机
最大管电压				
最大管电流				
X 射线机的 发射率常数				
泄漏辐射剂量率				
90°散射后能量				

2 非放射性污染源分析

2.1、固体废物

本项目运营时会产生废胶片，属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物。

2.2、废水

本项目洗片过程会产生显影、定影废液、胶片清洗废水，显影、定影废液属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，胶片清洗废水中含重金属，参照 HW16（900-019-16）作危废处理。

2.3、废气

本项目 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臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

本项目固定式 X 射线探伤房包含探伤室、操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室），辅房位于探伤室东侧。本项目拟配备 4 台 X 射线探伤机，其中周向机主射线朝东墙、西墙、顶部及底部照射，定向机主射线朝西墙照射，操作台位于操作室南侧，已避开探伤机有用线束方向（详见图 10-1）。本项目固定式 X 射线探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将固定式 X 射线探伤房探伤室作为控制区，在探伤室出入口设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将探伤室东侧操作室、评片室等辅房及探伤室东、西、北侧外 1m 的范围区域均作为监督区，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，监督区入口竖立“无关人员禁止入内”警告立牌和监督区标牌，工作时无关人等不得进入。本项目固定式 X 射线探伤房分区图见图 10-1，其中红色阴影表示控制区，蓝色阴影表示监督区。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

图 10-1 本项目 X 射线探伤房平面布局及分区图

本项目固定式 X 射线探伤室屏蔽防护设计见表 10-1，本项目固定式 X 射线探伤房设计图见附图 4 与附图 5。

表 10-1 本项目固定式 X 射线探伤室屏蔽设计参数一览表

/	探伤室
规格尺寸（内净）	
四周墙体	
顶部墙体	
工件门（北侧）	
人员门（东侧）	
通风管道	
电缆管道	
防护门门洞	

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障装置安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

(1) 探伤室工件门及人员门拟设置门机联锁装置，只有当工件门及人员门完全关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，工件门或人员门被意外打开时，X 射线管能够立刻停止出束。在探伤室工件门旁及迷道口处拟设置紧急开门开关，以方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

(2) 探伤室工件门、人员门上方及探伤室内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机进行联锁。X 射线探伤机工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近探伤室或在探伤室外做不必要的逗留。“预备”信号拟持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开，“预备”信号和“照射”信号拟有明显的区别，并且拟与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(3) 探伤室工件门、人员门上方及探伤室内醒目位置处拟设置对“预备”和“照

射”信号意义的清晰说明。

(4) 探伤室工件门及人员门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

(5) 拟在探伤室内东侧、西侧及北侧墙体处各设置 2 个紧急停机按钮，南侧墙体、迷道内及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。本项目紧急停机按钮的设置能够使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮拟设有标签，标明使用方法。

(6) 操作台处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线探伤机才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(7) 探伤室迷道口处拟设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。

(8) 拟在探伤室内东北角、西南角、迷道内及工件门外各安装 1 个摄像头，在操作台拟设置专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

本项目固定式 X 射线探伤房辐射安全与防护措施分布见图 10-2。

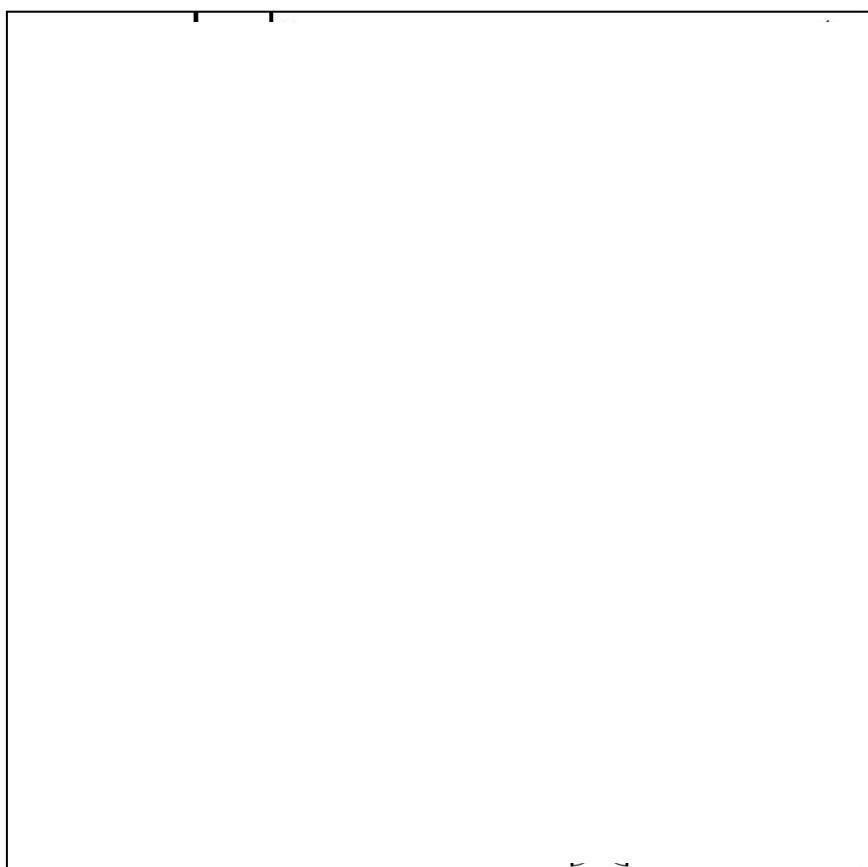


图 10-2 本项目固定式 X 射线探伤房辐射防护措施布置图

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中 5.1.2 要求对本项目固定式 X 射线探伤室进行检查, 重点检查安全联锁、报警设备和指示灯、固定辐射检测仪等防护安全措施是否运行正常。

(2) 辐射工作人员在进入探伤室时, 除佩戴常规个人剂量计外, 还拟携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时, 辐射工作人员立即退出探伤室, 同时防止其他人进入探伤室, 并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员拟定期测量固定式 X 射线探伤房周围区域的剂量率水平, 包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时, 终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前, 拟检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作, 则不开始检测工作。

(5) 公司每次探伤仅会开启一台 X 射线探伤机, 探伤房内拟设置功率控制装置, 若多台探伤机同时开启, 功率控制装置会立即自动切断探伤机电源, 探伤机停止出束。

(6) 在每一次照射前, 操作人员都应确认固定式 X 射线探伤室内没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始检测工作。

(7) 公司拟对使用的 X 射线探伤机维护负责, 每年至少维护一次, 设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行, 并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线探伤机不再使用时, 拟实施退役程序。

(1) X 射线探伤机的 X 射线发生器拟处置至无法使用, 或经监管机构批准后, 转移给其他已获许可机构。

(2) 当探伤房不再使用时, 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后, 本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物。探伤室拟设直径 300mm 的 U 型埋地通风管, 从地下穿过探伤室南墙及车间南墙, 最终将臭氧和氮氧化物排出车间外。本项目探伤室体积约为 1392m³, 本项目探伤

室内通风管道的通风量拟设置为 5000m³/h，每小时约能对探伤室进行 3 次换气。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

公司原有探伤项目运行后产生的显影、定影废液及废胶片均已处理完毕。本项目运行后产生的显影、定影废液及废胶片属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，胶片清洗废水中含重金属，参照 HW16（900-019-16）作危废处理，不得随意排放。公司拟与有资质单位签订危险废物处置意向协议，探伤过程中产生的显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片在收集后拟临时贮存于南厂区拟建危废库内，定期交由有资质单位处理处置。洗片废液及废胶片安全处置承诺书见附件 4。

公司拟建危废库为独立封闭场所，且危废库门外拟设置危险废物警告标志及危险废物信息公开栏，整个危废库拟根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施；拟根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。危废库由专人管理，危废单独收集和贮存。

辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目固定式 X 射线探伤房包括探伤室、操作室等，施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a. 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b. 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c. 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放至排放到公司污水管网。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

辐射环境影响分析

本项目固定式 X 射线探伤房主要用于开展公司压力容器的无损检测工作，主要检测工件长度最长约为 14m，直径最大约为 4.5m，壁厚最大约为 50mm。工件拟通过 0.5m 高平板小车运输进探伤室，工件两头朝向南侧和北侧。本项目探伤房拟配备 4 台 X 射线探伤机，其中定向机主射线朝西墙照射，周向机主射线朝东墙、西墙、顶部及底部照射。

探伤房内每次仅开启 1 台探伤机进行探伤，本次评价选取 XXH-3505 型 X 射线周向探伤机满功率运行时的工况进行预测，其最大管电压为 350kV，管电流为 5mA。由于探伤室下方为土层，故本次评价对底部不进行计算，拟将探伤室东墙（含人员门）、

西墙及顶部按照有用射束照射进行估算，将探伤室南墙、北墙（含工件门）按照非有用线束照射进行预测计算。本项目开展检测工作时，被测工件及探伤机均置于平板小车上进行操作，探伤机工作时离地最大高度约为 2.75m，距顶部最近距离为 5.80m。距东墙最近距离约为 2.60m，距南墙最近距离约为 3.10m，距西墙最近距离约为 1.75m，距北墙最近距离约为 1.20m，本项目 X 射线探伤机活动区域见附图 4。计算模式用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

1 理论预测公式

1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

有用线束方向计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots \quad (11-1)$$

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

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

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，得出对应的 TVL 值，然后按公

式（11-2）计算得出：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-2)$$

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度；

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

①泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots \quad (11-3)$$

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

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

值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 1;

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2，得出对应的 TVL 值，然后按公式 (11-2) 计算得出。

②散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots \dots \dots \quad (11-4)$$

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

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，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 2 确定 90°散射辐射的射线能量，按公式 (11-2) 计算得出；

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 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

1.3 迷道散射影响预测公式

本项目固定式 X 射线探伤房采用“Z”型外迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平，散射公式见 (11-5)（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）。

$$H_j = \frac{H_0}{d_s^2} \cdot \left(\frac{\alpha_1 A_1}{d_{r1}^2} \right) \cdot \left(\frac{\alpha_2 A_2}{d_{r2}^2} \right) \cdot \left(\frac{\alpha_j A_j}{d_{rj}^2} \right) \dots \dots \dots \quad (11-5)$$

式中： H_j —经 j 次散射后迷道口处的辐射剂量率，($\mu\text{Sv}/\text{h}$)；

H_0 —距靶点 1m 的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)；

α_1 —X 射线第一个散射体的散射系数，取 2×10^{-2} ；
 α_2 —随后从屏蔽层材料表面散射出来的对应 0.5MeV 的能量 X 射线的散射系数（假设对以后所有散射过程是相同的），取 2×10^{-2} ；
 A_1 —X 射线入射到第一散射物质的散射面积， m^2 ；
 A_2 —迷道出口的截面积， m^2 ；
 ds —X 射线辐射源到第一散射体的距离， m ；
 $dr_1, dr_2..dr_j$ —迷道内各处中心线的散射距离（近似取每段迷路的长度）， m ；
 J —指第 j 个散射过程。

1.4 探伤室顶部天空反散射影响预测公式

探伤室顶的屏蔽主要考虑穿透 X 射线的天空反散射影响，天空反散射示意图见图 11-1。

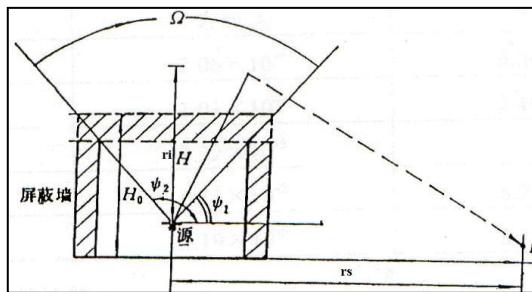


图 11-1 天空反散射示意图

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：

$$\eta_{r,s} \leq 0.67 H_{l,h} \cdot r_i^2 \cdot r_s^2 / (D_{10} \cdot \Omega^{1.3}) \quad (11-6)$$

由公式 (11-6) 可导出：

$$H_{L,h} = \eta_{r,s} \cdot D_{10} \cdot \Omega^{1.3} / (0.67 \cdot r_i^2 \cdot r_s^2) \quad (11-7)$$

式中：0.67：单位换算系数；

$H_{L,h}$ ：参考点处相应的剂量当量率， Sv/h ；

$\eta_{r,s}$ ：透射比；

r_i ：辐射源到屋顶上方 2m 处的距离 m；

r_s ：室外参考点到源的水平距离，本项目探伤房周围 50m 内没有敏感点，

r_s 通过公式 $r_s = b \cdot r_i / (r_i - c)$ 计算得到；

D_{10} ：离源上方 1m 处的吸收剂量指数率， $Gy \cdot m^2/min$ ；对于 X 辐射源，

$D_{10} = I \delta_a$ ；其中 I 是电流，mA； δ_a 是 X 射线发射率常数， $Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，

从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.1 查取 (δ_a 与 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中的 X 射线输出量为同一物理量)，以使该物理量取值与有用射束辐射影响预测计算中取值均查自 GBZ/T 250-2014 表 B.1。

Ω : 辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr。 $\Omega=4\text{tg}^{-1}(ab/cd)$ ，其中 a 是屋顶长度之半，b 是屋顶宽度之半，c 是辐射源到屋顶表面中心的最小距离（此处 a、b 的值统一取探伤室的内净尺寸，不包含四周墙体的厚度，c 统一取到屋顶外表面的距离，即加上屋顶墙体厚度）；d 是源到屋顶边缘的距离， $d=(a^2+b^2+c^2)^{1/2}$ 。

1.5 参考点的年剂量水平估算公式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots \dots \dots \quad (11-8)$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平，mSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

t ：探伤装置年照射时间，h/a；

U ：探伤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。

2. 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 本项目有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点	东墙	西墙	顶部	人员门（东墙）
设计厚度				1
I (mA)				
H_0 ^① $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$				
TVL (mm)				
B ^②				
R ^③ (m)				
\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)				
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	2.5	2.5	100	2.5
评价	满足	满足	满足	满足

表 11-2 本项目非有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点		南墙	北墙	工件门（北墙）
X 设计厚度				
泄漏辐射	TVL (mm)			
	B [#]			
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)			
	R* (m)			
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)			
	散射后能量对应的 kV 值			
	TVL (mm)			
	B [#]			
	I (mA)			
	H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$			
散射辐射	F (m ²)			
	α			
	R_0 (m)			
	R_s^* (m)			
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)			
	泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)			
	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足

从表 11-1、表 11-2 中预测结果可知，当本项目 XXH-3505 型周向 X 射线探伤机满功率运行时，探伤室四周墙体及防护门外的最大辐射剂量率约为 $0.176\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 及无人员到达的探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

2.2 迷道散射辐射影响分析

本项目固定式 X 射线探伤房探伤室采用“Z”型外迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平。本项目使用周向机开展探伤工作时迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-2，X 射线经东墙、迷道墙 2 次散射后到达人员门，散射路径如图中 O→A→B→C 所示，人员门采用 $24\text{mmPb}+6\text{mmFe}$ 防护，散射公式见（11-5）（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）。迷道散射的计算参数及结果如下：

表 11-3 本项目迷道散射计算

/	主射线散射
H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	
α_1	
α_2	
A_1 (m^2)	
A_2 (m^2)	
d_s (m)	
d_{r1} (m)	
d_{r2} (m)	
H_j ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	
经过两次散射后能量对应的 kV 值	
TVL (mm)	
X 设计厚度	
B	
H	

注：①350kV X 射线经过两次散射后的能量取 200kV；参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2，200kV 下铅的什值层为 1.4mm。根据公式（11-2）计算得到屏蔽透射因子 B 值。

② A_1 ：X 射线入射到第一散射物质的散射面积， m^2 ； $A_1=$ 迷道墙高 $2.70\text{m}\times$ 迷道宽 $1.00\text{m}=2.70\text{m}^2$ ；

A_2 ：迷道出口的截面积， m^2 ； $A_2=$ 迷道墙高 $2.70\text{m}\times$ 迷道宽 $1.00\text{m}=2.70\text{m}^2$ ；

③人员门屏蔽仅考虑铅的厚度，未考虑 Fe 的厚度。

经过以上计算可知，本项目固定式 X 射线探伤室使用 XXH-3505 型周向探伤机探伤时，经 2 次散射并经人员门屏蔽后在门外的辐射剂量率小于 $0.001\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，叠加主射

线穿墙、穿门辐射剂量率后，探伤室迷道入口辐射剂量率为 $0.176\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

图 11-2 迷道散射示意图

2.3 天空反散射影响分析

本项目以使用 XXH-3505 型周向探伤机进行预测，探伤机离地面以 2.75m 计算，根据公式 (11-6) ~ (11-7)，结合本项目探伤房各尺寸参数，探伤房的 $a=9.195\text{m}$, $b=4.425\text{m}$, $c=6.250\text{m}$, 计算得 $d=11.970\text{m}$, $\Omega=1.992\text{sr}$ 。

表 11-4 天空反散射影响预测表

参数	探伤房参数取值或计算结果
$D_{10}(\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{min})$	
$\Omega(\text{sr})$	
$\eta_{r,s}$	
$r_i(\text{m})$	
$r_s(\text{m})$	
瞬时剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	

从表 11-4 中预测结果可以看出，当本项目管电压为 350kV，管电流为 5mA 的周向探伤机满功率运行时，天空反散射影响值小于 $0.001\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，叠加探伤室四周屏蔽体外最大辐射剂量率 $0.176\mu\text{Sv}/\text{h}$ 后，关注点总剂量率约为 $0.176\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，能够满足“关注点最高周

围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ” 的要求。

2.4 通风管道、电缆管道、防护门缝隙处辐射防护评价

本项目通风管道和电缆管道均拟采用埋地 U 型设计，其中通风管道直径为 300mm，管道埋地深约 300mm；电缆管道直径为 150mm，管道埋地深约 300mm。X 射线经过 U 型埋地管道至少会经过 3 次散射到达管道口处，根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断通风管道及电缆管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风管道、电缆管道散射示意图见图 11-3。



图 11-3 通风管道、线缆管道散射示意图

本项目探伤室工件门门洞 5.00m 宽×6.50m 高，工件门 5.40m 宽×6.80m 高；工件门左右各搭接 200mm，上下各搭接 150mm；人员门门洞 1.20m 宽×2.20m 高，人员门 1.40m 宽×2.40m 高；人员门左右各搭接 100mm，上下各搭接 100mm；工件门、人员门与墙体之间的缝隙宽度均小于 10mm，工件门、人员门与墙体重叠部分不小于工件门、人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

3 有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为固定式 X 射线探伤房探伤室周围 50m 范围内其他人员。本项目操作室位于探伤室东侧。根据表 11-1、表 11-2 结果代入公式（11-8），对各参考点处最大辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算，结果见表 11-5 及表 11-6。

表 11-5 本项目 X 射线探伤室周围人员周受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	周工作时间 (h)	周剂量估算值($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	剂量约束值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	评价
1	东侧					100 (职业人员)	满足	
2	东侧						满足	
3	南侧					5 (公众)	满足	
4	西侧						满足	
5	北侧						满足	

从表 11-5 中预测结果可以看出，本项目 X 射线探伤室周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 $1.760\mu\text{Sv}$ ；公众周有效剂量最大值为 $0.250\mu\text{Sv}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求。

表 11-6 本项目探伤室周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年工作时间 (h)	年剂量估算值(mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
1	东侧					5 (职业人员)	满足	
2	东侧						满足	
3	南侧					0.1 (公众)	满足	
4	西侧						满足	
5	北侧						满足	

从表 11-6 中预测结果可以看出，本项目 X 射线探伤室周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.088mSv ；公众年有效剂量最大值为 0.013mSv ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：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 。

4 三废治理评价

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物。探伤室拟设 U 型埋地通风管，从地下穿过探伤室南墙及车间南墙，最终将臭氧和氮氧化物排出车间外。本项目探伤室内通风管道每小时约能对探伤室进行 3 次换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气

次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行后产生的显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片在收集后拟临时贮存于南厂区拟建危废库内，定期交由有资质单位处理处置。

辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目固定式 X 射线探伤房只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

- (1) 由于安全联锁装置失灵，导致防护门未关闭时开机工作。
- (2) 作业前未按规定人工巡视清场，人员误入或误留导致人员受到误照射。
- (3) 机器调试、检修时误照射。X 射线探伤房在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。
- (4) 由于防护门在使用过程中，与墙体、地面连接处产生破损，导致防护门处可能存在漏射线。
- (5) 二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人误开机导致人员受到误照射。

2 辐射事故预防措施

江阴中绿化纤工艺技术有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

- (1) 公司内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。
- (2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次在开启装置前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障情况下开机检测。
- (3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，

当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 辐射事故处置方法

根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可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。本项目拟使用的 X 射线探伤机属于II类射线装置，根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

- (1) 辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；
- (2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；
- (3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为 X 射线探伤机，属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》的要求，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 名具有本科及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，并以文件形式明确管理人员职责。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

江阴中绿化纤工艺技术有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司已有 2 名辐射工作人员，其中 1 人兼职辐射防护负责人，均已通过生态环境部培训平台上的线上考核。本项目拟沿用原有 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

辐射安全管理规章制度

江阴中绿化纤工艺技术有限公司已按照《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》中相关要求制定了一系列辐射安全管理制度，包括探伤操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

公司还应针对本项目对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求，明确 X 射线探伤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 射线探伤机操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、检测人员、维修人员的岗位责任，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：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，

重点是固定式 X 射线探伤房的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 X 射线探伤机、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 X 射线探伤机、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

人员培训计划和健康管理制度：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。辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训。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》（生态环境部公告，2019 年第 57 号），新从事辐射活动的人员须通过生态环境部组织的考核后方可上岗。还应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

监测方案：制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。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。发现工作场所监测异常的，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部门报告。

台账管理制度：对 X 射线探伤机使用情况进行登记，标明设备名称、型号、使用时间、电压、电流、曝光时间等，并对 X 射线探伤机使用进行严格管理。

事故应急预案：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，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。

此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

公司使用的 X 射线探伤机属 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》，本项目应配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对探伤房周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司已配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，本项目拟沿用原有的 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。监测仪器还应定期送至计量部门检定校准，公司已有辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪目前均可正常使用。本项目现有辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪照片见图 12-1。



图 12-1 本项目现有辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪照片

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司进行个人剂量监测，根据公司四个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（附件 10），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求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。根据放射工作人员职业健康检查表可知（报告编号：职检字第 420250001806 号、职检字第 420250001807 号），公司辐射工作人员均未发现因放射性因素导致的健康损害，均可继续从事原放射工作。

公司现有核技术利用项目已委托苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司开展年度环保检测（附件 9），根据检测结果可知，公司射线装置监测结果均满足相关标准的要求。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行检测作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（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。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

本项目辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
固定式 X 射线探伤房	周围剂量当量率	验收监测, 委托有资质的单位进行	1 次	①固定式 X 射线探伤房周围关注点位处, 如四周墙体、工件门及人员门外 30cm 处, 特别是工件门缝、人员门缝、通风管道、电缆管道处等; ②辐射工作人员操作位处; ③周围环境保护目标;
		工作场所年度监测, 委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	每 3 个月/次	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每 3 个月/次	/

落实以上措施后, 公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

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》中关于应急报告与处理的相关要求, 江阴中绿化纤工艺技术有限公司应针对可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案, 应急方案内容应包括:

- (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。

江阴中绿化纤工艺技术有限公司已依据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案, 明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面, 并具有一定的可行性, 公司开展辐射活动至今, 未发生过辐射安全事故。

发生辐射事故时, 公司应立即启动本单位的事故应急预案, 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、公安部门及卫生部门调查事故原因, 并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论
1 辐射安全与防护分析结论
1.1 项目位置
本项目建设地址所在南厂区位于江阴市镇澄路 2519 号，南厂区东侧为道路，南侧为龙港河及池塘，西侧为农田，北侧为南园路。
本项目固定式 X 射线探伤房拟建于公司南厂区车间二南侧，探伤房建址东侧依次为卫生间、更衣室、厂区道路及车间三，南侧依次为厂区道路、车间四及龙港河，西侧依次为油漆工段、喷砂区及厂区道路，北侧为生产区。本项目车间二为一层建筑，上方无建筑，下方为土层。
本项目固定式 X 射线探伤房包含探伤室、操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室），本项目辅房位于探伤室东侧，为单层结构，自西向东依次为操作室、评片室、暗室（湿室）及暗室（干室）。
本项目固定式 X 射线探伤房周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤房建址周围评价范围内的公众。
1.2 产业政策符合性及实践正当性评价
本项目利用 X 射线探伤机对公司压力容器等产品进行无损检测工作，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修订，国家发展和改革委员会令第 7 号）的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。
本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。
1.3 项目分区及布局
本项目拟将固定式 X 射线探伤房探伤室作为控制区，在探伤室出入口设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将探伤室东侧操作室、评片室等辅房及探伤室东、西、北侧外 1m 的范围区域均作为监督区，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，在监督区入口竖立“无关人员禁止入内”警告立牌和监督区标牌，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

本项目探伤室工件门及人员门拟设置门机联锁装置；探伤室工件门旁及迷道口处拟设置紧急开门开关；探伤室工件门、人员门上方及探伤室内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机进行联锁；探伤室工件门、人员门上方及探伤室内醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；探伤室工件门及人员门外醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在探伤室内设置 7 个紧急停机按钮，迷道内及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；探伤室迷道口处拟设置固定式辐射探测报警装置；拟在探伤室内及工件门外安装摄像头。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

江阴中绿化纤工艺技术有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司已有 2 名辐射工作人员，其中 1 人兼职辐射防护负责人，均已通过生态环境部培训平台上的线上考核。本项目拟沿用原有 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作。辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。公司拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

本项目拟沿用原有的 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，方能满足审管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目固定式 X 射线探伤房探伤室内净尺寸为 18.39m 长×8.85m 宽×8.55m 高。探伤室东墙、南墙、北墙均拟采用 750mm 砖，西墙采用 800mm 砖，顶部墙体拟采用 450mm 砖，工件门拟采用 32mmPb+6mmFe，人员门拟采用 24mmPb+6mmFe。

根据理论预测结果，本项目固定式 X 射线探伤房运行后探伤室周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射

屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众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》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束限值要求：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。

2.3 三废处理处置

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物。探伤室拟设 U 型埋地通风管，从地下穿过探伤室南墙及车间南墙，最终将臭氧和氮氧化物排出车间外。本项目探伤室内通风管道每小时约能对探伤室进行 3 次换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行后产生的显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片在收集后拟临时贮存于南厂区拟建危废库内，定期交由有资质单位处理处置。

辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，江阴中绿化纤工艺技术有限公司迁建 1 座固定式 X 射线探伤房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该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，项目对环境和公众的影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关要求，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

- 1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，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) 项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

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	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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的要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目固定式 X 射线探伤房探伤室内净尺寸为 18.39m 长×8.85m 宽×8.55m 高。探伤室东墙、南墙、北墙均拟采用 750mm 砖，西墙采用 800mm 砖，顶部墙体拟采用 450mm 砖，工件门拟采用 32mmPb+6mmFe，人员门拟采用 24mmPb+6mmFe。	探伤室表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h 及无人员到达的探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 100μSv/h”的要求。	
人员配备	本项目探伤室工件门及人员门拟设置门机联锁装置；探伤室工件门旁及迷道口处拟设置紧急开门开关；探伤室工件门、人员门上方及探伤室内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机进行联锁；探伤室工件门、人员门上方及探伤室内醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；探伤室工件门及人员门外醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在探伤室内设置 7 个紧急停机按钮，迷道内及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；探伤室迷道口处拟设置固定式辐射探测报警装置；拟在探伤室内及工件门外安装摄像头。 本项目拟沿用原有 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。 公司拟委托有资质的单位对 2 名辐射工作人员开展个人剂量监测（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中的相关要求 满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	80 定期投入

	公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）组织2名辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案。		
监测仪器和防护用品	本项目拟沿用原有的1台环境辐射剂量巡测仪及2台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	/
辐射安全管理 制度	公司已根据相关标准要求，制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、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、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

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

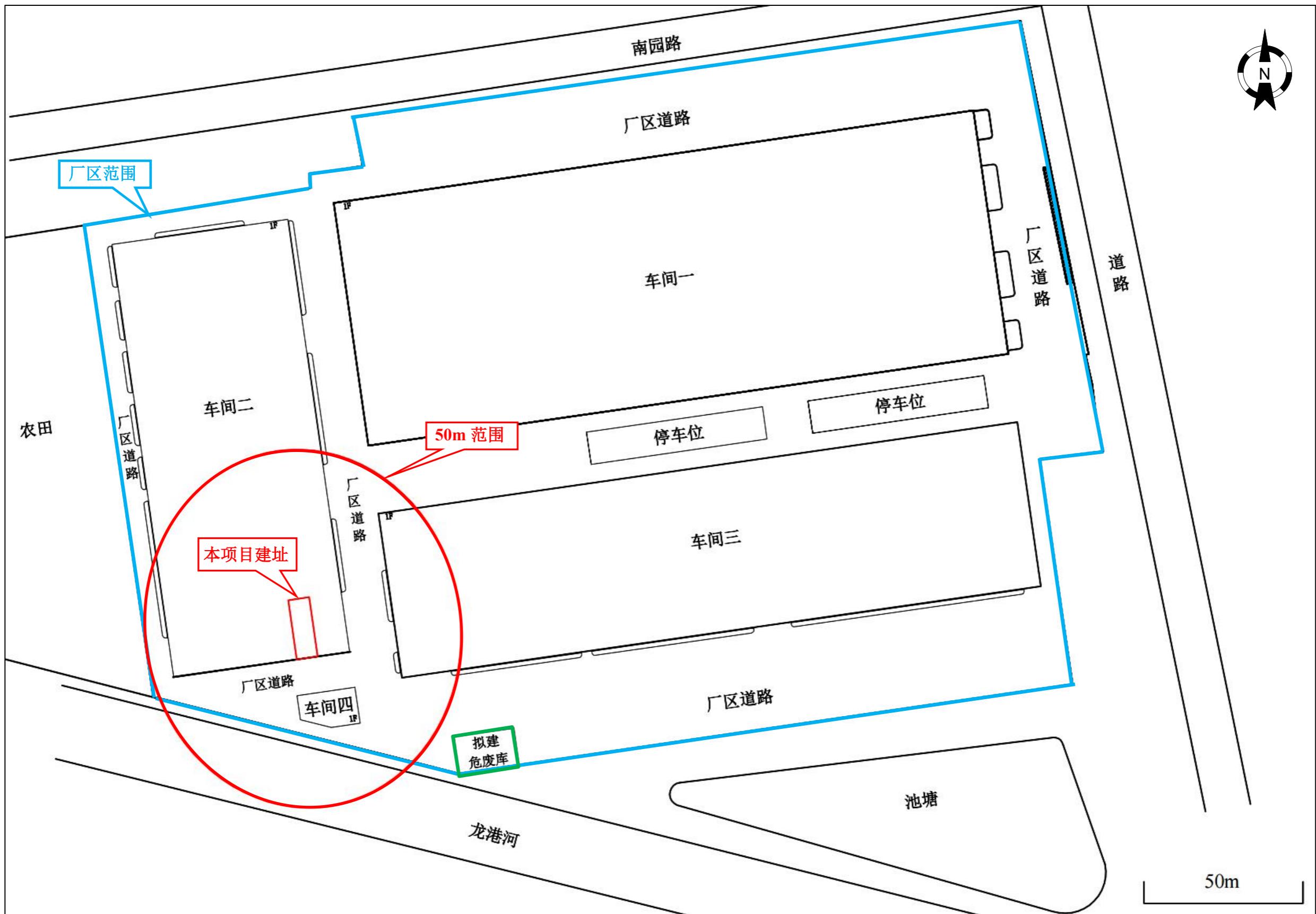
公章

经办人

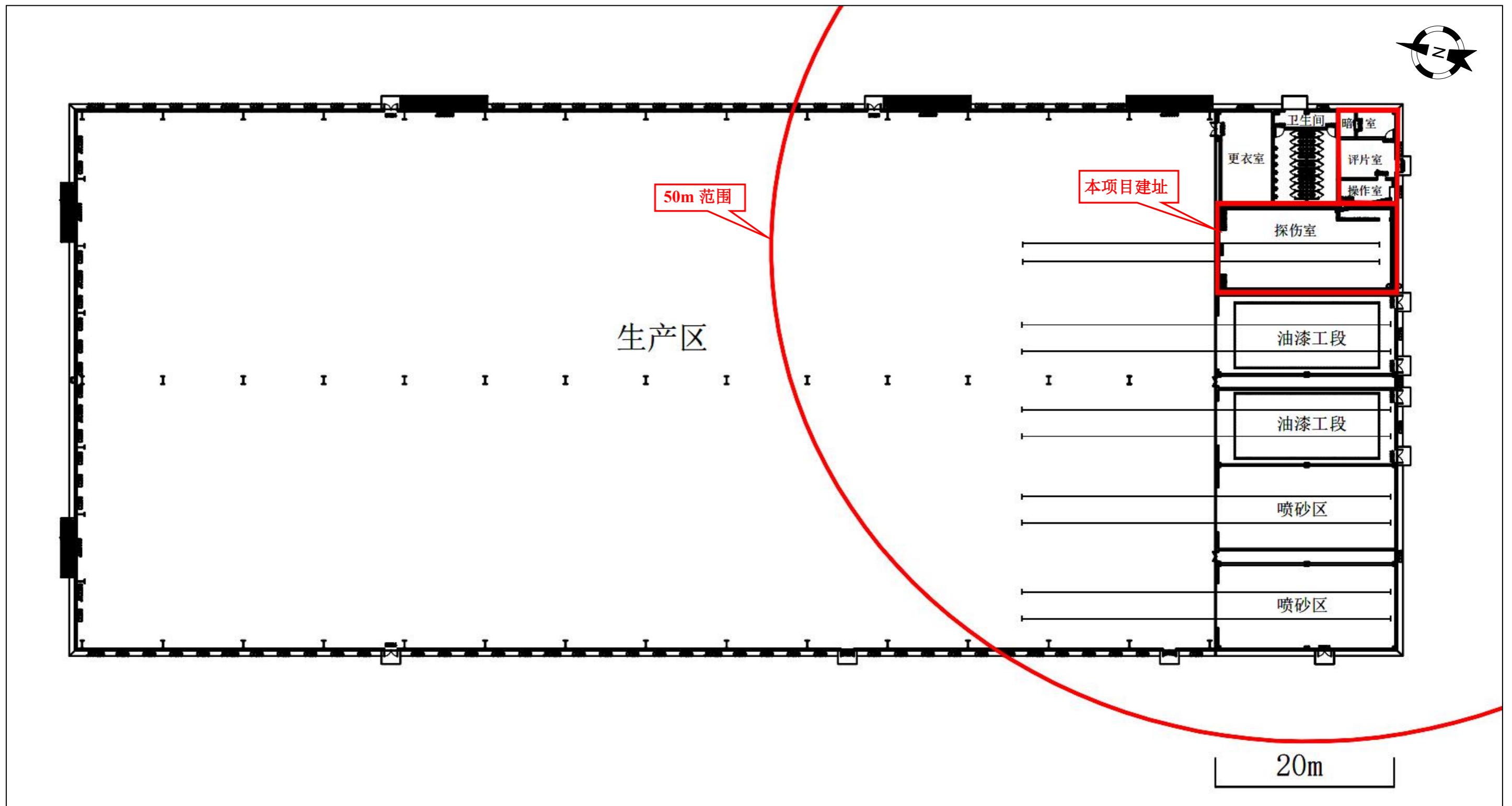
年 月 日



附图 1 江阴中绿化纤工艺技术有限公司地理位置图



附图 2 江阴中绿化纤工艺技术有限公司南厂区平面布局及周围环境图



附图3 江阴中绿化纤工艺技术有限公司南厂区车间二平面布局图