

核技术利用建设项目

新建 1 座固定式 X 射线探伤铅房项目

环境影响报告表

江苏长润智能燃气设备有限公司（公章）

2023 年 10 月

生态环境部监制

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	18
表 9 项目工程分析与源项	23
表 10 辐射安全与防护	30
表 11 环境影响分析	37
表 12 辐射安全管理	47
表 13 结论与建议	51
表 14 审批	55

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图
- 附图 2 本项目厂区平面布局示意图
- 附图 3 本项目拟建址周围环境示意图
- 附图 4 本项目铅房平面及剖面布置图
- 附图 5 本项目铅房辐射安全措施设计示意图
- 附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附件：

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 射线装置使用承诺书
- 附件 3 危险废物处置承诺书
- 附件 4 营业执照
- 附件 5 厂房土地证和宗地图
- 附件 6 大环评批文及验收意见
- 附件 7 辐射环境现状检测报告
- 附件 8 铅房防护设计一览表
- 附件 9 项目主持人现场踏勘照片
- 附件 10 本项目报告表专家审核意见及修改单

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 1 座固定式 X 射线探伤铅房项目			
建设单位		江苏长润智能燃气设备有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		盐城市大丰区永创路 13 号			
建设项目地点		盐城市大丰区永创路 13 号厂区内库房东北角			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		项目环保投资 (万元)		投资比例（环保 投资/总投资）	
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 ）	25
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

江苏长润智能燃气设备有限公司成立于 2017 年 02 月 27 日，注册地位于盐城市大丰区南环路北侧（暨盐城市大丰区永创路 13 号），法定代表人为庄兰玉。公司经营范围包括燃气调压器、调压柜（箱）、高压天然气加气机、燃气加气站成套设备、工业自动化控制系统、阀门、通用机械及配件、金属压力管道、金属压力容器设计、制造、

销售；天然气、液化天然气供应；燃气设备租赁；金属制品制造、销售。

1.2 项目规模及任务由来

因燃气设备质检需求，公司拟在厂区内库房东北角新建 1 座固定式 X 射线探伤铅房（包括曝光室及辅房），用于公司生产的燃气设备的探伤无损检测。建设单位拟在该铅房内配备 1 台 XXG2505 型 X 射线定向探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，每周曝光时间不超过 6h，每年曝光时间不超过 300h。本项目主要用于检测公司生产的压力容器和燃气管道质量，工件直径范围为 200mm-600mm，壁厚范围为 25mm-35mm，长度范围为 1000mm-3000mm。

《江苏长润智能燃气设备有限公司年产 500 套燃气设备项目建设项目环境影响报告表》已于取得盐城市生态环境局批文（盐环表复[2020]82029 号，见附件 6），《江苏长润智能燃气设备有限公司年产 500 套燃气设备项目第一阶段》已于 2022 年 1 月 12 日进行了建设项目竣工环保验收（见附件 6）。

江苏长润智能燃气设备有限公司从未开展过核技术利用项目，本项目为江苏长润智能燃气设备有限公司首次开展核技术利用项目。

江苏长润智能燃气设备有限公司核技术利用项目详见下表：

表 1-1 建设单位核技术利用项目表

序号	射线装置名称	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	XXG2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	II	探伤房曝光室	使用	本次环评	未许可	定向机

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》、《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《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，使用II类射线装置的单位应当在申请许可证前编制环境影响评价文件。受江苏长润智能燃气设备有限公司委托，江苏省辐射环境保护咨询有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托江苏省苏核辐射科技有限责任公司对项目探伤铅房拟建址及周围环境进行了辐射环境现状监测，在此基础上编制了本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

江苏长润智能燃气设备有限公司注册地位于盐城市大丰区南环路北侧（暨盐城市大丰区永创路13号，公司地理位置示意图见附图1），厂区东侧为永创路，南侧为南环路，西侧为江苏神力齿轮冷挤有限公司及海润驾校，北侧依次为无名小路及江苏金色工业炉股份有限公司，公司厂区平面布局示意图见附图2。

本项目铅房位于库房东北角，铅房东侧依次为操作室及暗室、厂区内空地及围墙，南侧及西侧均为库房内部，北侧为生产车间。铅房顶上无建筑，下方为土层，拟建址周围环境情况见附图3。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。本项目的建设符合江苏省及盐城市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

本项目铅房周围50m范围内无居民区、医院、学校等环境敏感目标。铅房拟建址50m范围涉及本公司生产车间、成品仓库及厂区道路，西侧江苏神力齿轮冷挤有限公司车间（距拟建址约48m），东北侧明佳机械有限公司厂区（距拟建址约40m），东南侧盐城市盐城市鑫科纺织有限公司车间（距拟建址约35m），东侧永创路（距拟建址约15m）。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

3 核技术利用项目许可情况

江苏长润智能燃气设备有限公司系首次开展核技术利用项目单位，尚未申领辐射安全许可证。

4 实践正当性分析

X射线探伤检测是五大常规无损检测方法之一，可以探测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，对保障产品质量起了十分重要的作用。将核技术运用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，是其它检验项目无法替代的，由于射线检验方法的效果显著，所以该项目的实践是必要的。但是由于检测过程中会产生X射线，对周围环境造成一定

的影响，建设单位在开展 X 射线探伤活动中，将严格按照国家法律法规采取相应辐射防护措施，制定安全管理规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目的实践具有正当性。

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	X 射线探伤机	II	1	XXG2505	250	5	无损检测	库房东北角 铅房内	定向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (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。
废胶片	固态	/	/	约 0.6kg	约 7.2kg	/	暂存在危废间	收集贮存在本项目辅房的危废间，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 8kg	约 96kg	/	暂存在危废间	收集贮存在本项目辅房的危废间，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
洗片冲洗废水	液态	/	/	23kg	276kg	/	暂存在危废间	收集贮存在本项目辅房的危废间，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
生活垃圾	固态	/	/	7kg	84kg	/	不暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	0.5m ³	6m ³	/	不暂存	进入厂区污水管道，最终进入园区污水处理站处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m³)和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行。 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行。 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行。 4、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订本），中华人民共和国2020年主席令第43号，自2020年9月1日起施行。 5、《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。 6、《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。 7、《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。 8、《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。 9、《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。 10、《国家危险废物名录》（2021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15号，自2021年1月1日起施行。 11、《射线装置分类》，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。 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》，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。 13、《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）。 14、《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。

15、《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。

16、《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日起施行。

17、《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。

18、《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。

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》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行。

20、《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。

21、《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域监督管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政办发〔2021〕20号，自2021年5月1日起施行。

22、《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政办发〔2021〕3号，自2021年2月1日起施行。

23、《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部部令第23号，自2022年1月1日起施行。

24、《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》（苏环办〔2019〕149号），2019年4月29日印发。

25、《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》（苏环办〔2019〕327号），2019年9月24日印发。

26、《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401号），2020年12月31日印发。

<p style="text-align: center;">技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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X射线探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 7、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014） 8、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 9、《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012） 10、《环境保护图形标志—固体废物贮存（处置）场》修改单（GB15562.2-1995）（2023版） 11、《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）
<p style="text-align: center;">其他</p>	<p>附图 1 本项目地理位置图</p> <p>附图 2 本项目厂区平面布局示意图</p> <p>附图 3 本项目铅房拟建址周围环境示意图</p> <p>附图 4 本项目铅房平面及剖面布置图</p> <p>附图 5 本项目辐射安全措施设计示意图</p> <p>附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</p> <p>附件 1 项目委托书</p> <p>附件 2 射线装置使用承诺书</p> <p>附件 3 危险废物处置承诺书</p> <p>附件 4 营业执照</p> <p>附件 5 厂房土地证和宗地图</p> <p>附件 6 大环评批文及验收意见</p> <p>附件 7 辐射环境现状检测报告</p> <p>附件 8 铅房防护设计一览表</p> <p>附件 9 项目主持人现场踏勘照片</p> <p>附件 10 本项目报告表专家审核意见及修改单</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围						
<p>本项目为新建1座固定式X射线探伤铅房项目，拟配备的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》（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铅房边界外50m区域，本项目50m评价范围见附图3。</p>						
保护目标						
<p>本项目评价范围内不涉及自然保护区、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《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018] 74号）及《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》（HJ19-2022），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。</p> <p>本项目利用X射线进行无损检测，占用资源少，不会降低管控区的水、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。</p> <p>本项目新建铅房周围50m范围内无居民区、医院、学校等环境敏感目标，根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <p>1、铅房辐射工作人员。</p> <p>2、铅房 50m 范围内周围公众。</p>						
表7-1 本项目保护目标情况一览表						
序号	保护目标名称	所在位置		方位	距曝光室最近距离	人员数量
1	本项目辐射工作人员	操作室与暗室		铅房东侧	紧邻	2人
2	周围公众	江苏长润智能燃气设备有限公司	库房	铅房西、南侧	紧邻	约5人
3			生产车间	铅房北侧	紧邻	约10人
4			成品仓库	铅房南侧	约15m	约5人
5			危废间	铅房南侧	约5m	流动人员（约1人）

表7-1 本项目保护目标情况一览表（续表）

序号	保护目标名称	所在位置	方位	距曝光室最近距离	人员数量	序号
6	周围公众	江苏长润智能燃气设备有限公司	厂区道路	铅房东侧	约 5m	流动人员 (约 1 人/天)
7		江苏神力齿轮冷挤有限公司		铅房西侧	约 48m	约 10 人
8		永创路		铅房东侧	约 15m	流动人员 (约 50 人/天)
9		盐城市鑫科纺织有限公司		铅房东南侧	约 35m	约 15 人
10		明佳机械有限公司		铅房东北侧	约 40m	流动人员 (约 10 人/天)

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《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），20 mSv； ②任何一年中的有效剂量，50 mSv。
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，1 mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。

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。

辐射工作场所的分区应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在

照射或限制潜在照射的范围。

监督区：注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

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 μ Sv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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 μ Sv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“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。“预备”信号应持续足够长的时间，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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应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，探伤工作人员应立即退出探伤室，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。

6.2.3 应定期测量探伤室外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。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应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，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部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，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

a) 有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。

b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待。

c) 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。

d) 包含低活度 γ 射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业X射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于500kV以下的工业X射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4 项目管理目标

（1）综合考虑《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）等评价标准，本项目职业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）中职业人员年有效剂量值的 1/4，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 1/10，即：职业人员年剂量约束值不大于 **5mSv/a**；公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于 **0.1mSv/a**。

（2）人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 **100 μ Sv/周**，对公众不大于 **5 μ Sv/周**。

（3）关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 **2.5 μ Sv/h**，探伤房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 **100 μ Sv/h**（本项目铅房顶部人员不可达）。

5 参考资料

《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 江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

类 型	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测量范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
按点平均均值	50.4	47.1	89.2
按点平均标准差	7.0	12.3	14.0

***注：表中结果已扣除仪器宇宙射线响应值**

本报告取江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率调查结果中的“均值 \pm 3 倍标准差”作为评价参考范围，即原野 γ 辐射剂量率参考范围取（50.4 \pm 21.0）nGyh，道路 γ 辐射剂量率参考范围取（47.1 \pm 36.9）nGyh，室内 γ 辐射剂量率参考范围取（89.2 \pm 42.0）nGyh。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

江苏长润智能燃气设备有限公司注册地位于盐城市大丰区南环路北侧（暨盐城市大丰区永创路 13 号），厂区东侧为永创路，南侧为南环路，西侧为江苏神力齿轮冷挤有限公司及海润驾校，北侧依次为无名小路及江苏金色工业炉股份有限公司。

本项目铅房位于库房东北角，铅房东侧依次为操作室及暗室、厂区内空地及围墙，南侧及西侧均为库房内部，北侧为生产车间。铅房顶上无建筑，下方为土层。

本项目铅房周围 50m 范围内无居民区、医院、学校等环境敏感目标。铅房拟建址 50m 范围涉及本公司生产车间、成品仓库及厂区道路，西侧江苏神力齿轮冷挤有限公司车间（距拟建址约 48m），东北侧明佳机械有限公司厂区（距拟建址约 40m），东南侧盐城市盐城市鑫科纺织有限公司车间（距拟建址约 35m），东侧永创路（距拟建址约 15m）。

本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1。





铅房拟建址东侧永创路



铅房拟建址东北侧明佳机械有限公司



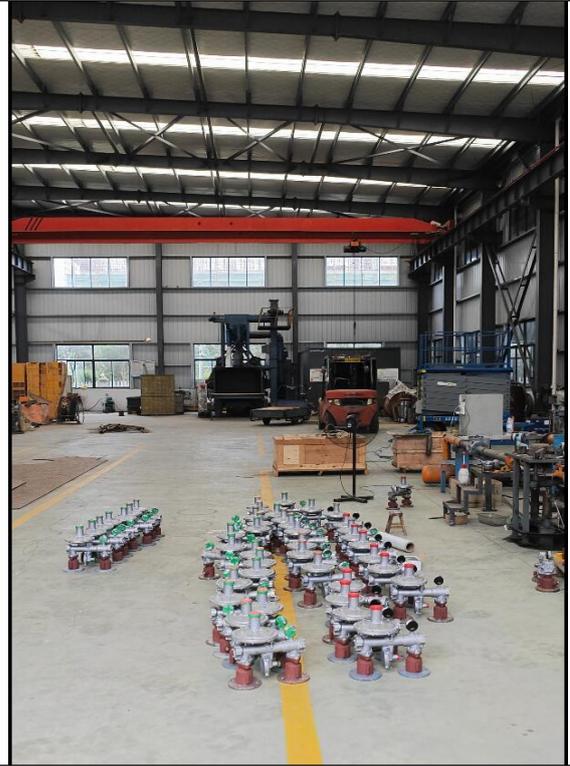
铅房拟建址东南侧
盐城市盐城市鑫科纺织有限公司车间



铅房拟建址西侧
库房内部区域



铅房拟建址西侧
江苏神力齿轮冷挤有限公司车间



铅房拟建址北侧
本公司生产车间



铅房拟建址南侧
危废库房

图 8-1 本项目铅房拟建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：铅房周围辐射环境；

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率；

监测点位：在铅房拟建址周围布设监测点位，共计 11 个监测点位。

3 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在本项目 X 射线探伤室拟建址及其周围布设 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位。

质量保证措施：委托的检测单位通过计量认证及获得相关监测资质，检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；检测机构所用监测仪器在检定有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验；委托的检测机构检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；检测报告实行三级审核。

4 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏省苏核辐射科技有限责任公司。

监测仪器：FH40G 型便携式 X- γ 辐射剂量率仪，仪器编号：028336（主机）、11047（探头），测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h，能量响应范围：40keV~4.4MeV。

检定有效期：2023 年 6 月 19 日~2024 年 6 月 18 日。

监测日期：2023 年 7 月 26 日。

天气状况：晴。

评价方法：参考表 7-2 江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率调查结果，评价本项目铅房拟建址周围环境辐射水平。

监测结果：本项目铅房拟建址周围 γ 辐射（空气吸收）剂量率监测结果见表 8-1，检测点位见图 8-2，检测报告详见附件 7。

表 8-1 铅房拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注
1	铅房拟建址东侧	61	室内
2	铅房拟建址南侧	61	室内
3	铅房拟建址西侧	61	室内
4	铅房拟建址北侧	62	室内
5	铅房拟建址中部	61	室内

表 8-1 铅房拟建址周围环境 γ 辐射剂量率（续表）

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注
6	生产车间 （铅房拟建址北侧 1m）	55	室内
7	成品仓库 （铅房拟建址南侧 15m）	58	室内
8	永创路 （铅房拟建址东侧 15m）	51	道路
9	明佳机械有限公司 （铅房拟建址东北侧 40m）	64	室外
10	盐城鑫科纺织有限公司 （铅房拟建址东南侧 35m）	61	室外
11	江苏神力齿轮冷挤有限公司 （铅房拟建址西侧 48m）	65	室外

*监测结果已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为13.9nGy/h）；

*X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为1.2Sv/Gy。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为0.8，平房取值为0.9，原野、道路取值为1。

由表 8-1 监测结果可知，本项目探伤室拟建址周围 γ 辐射（空气吸收）剂量率为（51~65）nGy/h 之间，处于江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射水平涨落范围内。



图8-2 铅房拟建址周围辐射环境检测点位示意图

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

本项目拟在新建的铅房内使用1台XXG2505型X射线定向探伤机，最大管电压为250kV，最大管电流为5mA，用于开展固定式X射线探伤作业。

表9-1 常见XXG2505型探伤机主要设备参数一览表

参数	XXG2505 型定向机
最大管电压	250kV
最大管电流	5mA
主射线辐射角	40°±5°（定向机）
焦点尺寸(mm)	2.0×2.0
靶材料	钨钼合金
穿透最大厚度（钢）	40mm
探伤机工作方式	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟
辐射工作人员工作方式	实行白班单班制；每周曝光时间不超过 6h，每年曝光时间不超过 300h。

X射线探伤机主要由控制箱、X射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与X射线发生器。X射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X射线发生器的核心部件是X射线管。X射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X射线管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。

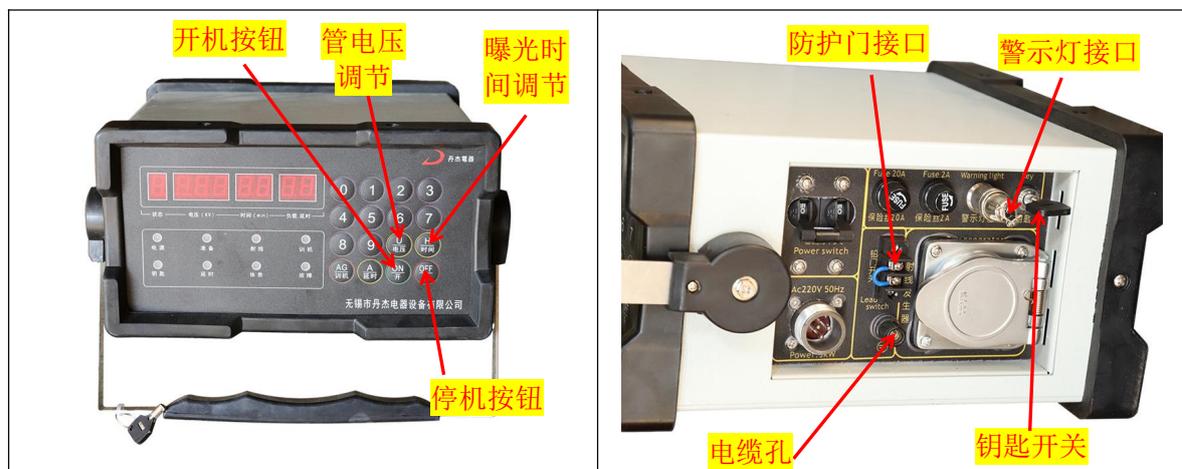


图9-1 常见X射线探伤装置控制箱



图 9-2 常见 X 射线探伤机外观图及连接电缆

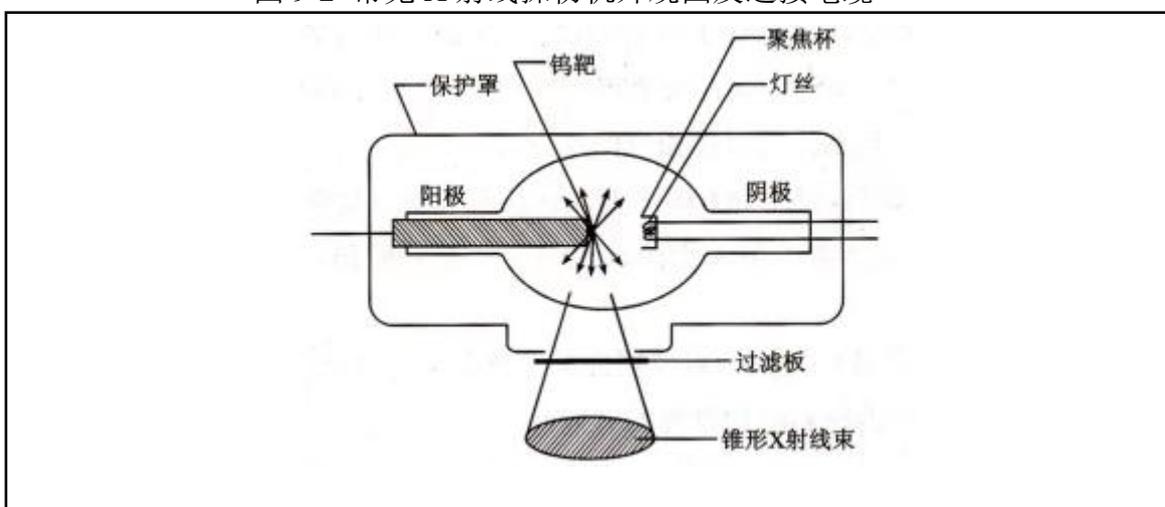


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

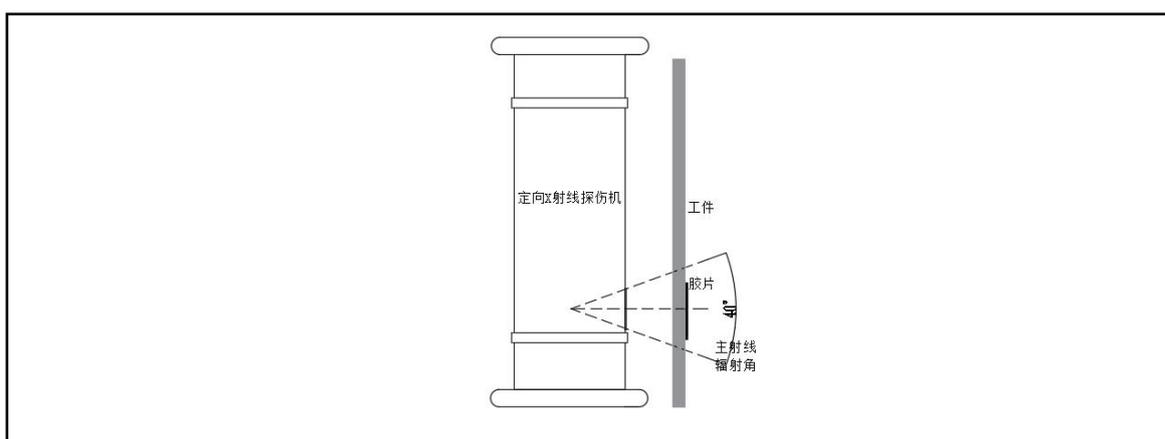


图 9-4 常见定向 X 射线探伤机照射工件示意图

2 工件信息及工作方式

本项目主要用于检测建设单位生产的压力容器和燃气管道质量，工件直径范围为200mm-600mm，壁厚范围为25mm-35mm，长度范围为1000mm-3000mm。

曝光室净尺寸长4m，宽2.5m，高2m，工件门洞为2.3×1.8m，曝光室及门宽尺寸与工件能够匹配。建设单位只开展探伤曝光室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

根据本项目燃气设备探伤需求使用定向机。使用定向机时采用外照法，曝光时间与探伤物件厚度成正比。根据工件的长短和直径不同，主射线方向为西墙，非主射线照射方向为东墙、南墙、北墙和顶部。本项目所在曝光室地下为土质层，上方为拟建址顶棚，外墙无可攀爬的设施，故曝光室屋顶人员不可达，亦不需要人员到达。

3 X 射线机工作原理

X射线机主要由X射线管和高压电源组成，X射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，高电压加在X射线管的两极之间，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。电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生X射线，X射线的波长很短一般为0.001~10nm。

4 X 射线无损检测原理

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工件的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

5 X 射线探伤工艺流程

辐射工作人员将工件从南侧工件门运至曝光室内，辐射工作人员在操作室内控制台进行远距离操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员检查曝光室辐射安全措施是否有效；
- () 辐射工作人员将探伤工件运入曝光室，固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

- (3) 将X射线探伤机固定到在合适的位置；
- (4) 检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员后，回到操作室关闭工件门；
- (5) 辐射工作人员开启X射线探伤机进行无损检测；
- (6) 达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，辐射工作人员从工件门进入曝光室取下胶片；
- (7) 完成所有检测工作后，将工件运出曝光室；
- (8) 辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件质量、缺陷等。

本项目固定式X射线探伤工作流程及产污环节见图9-5。

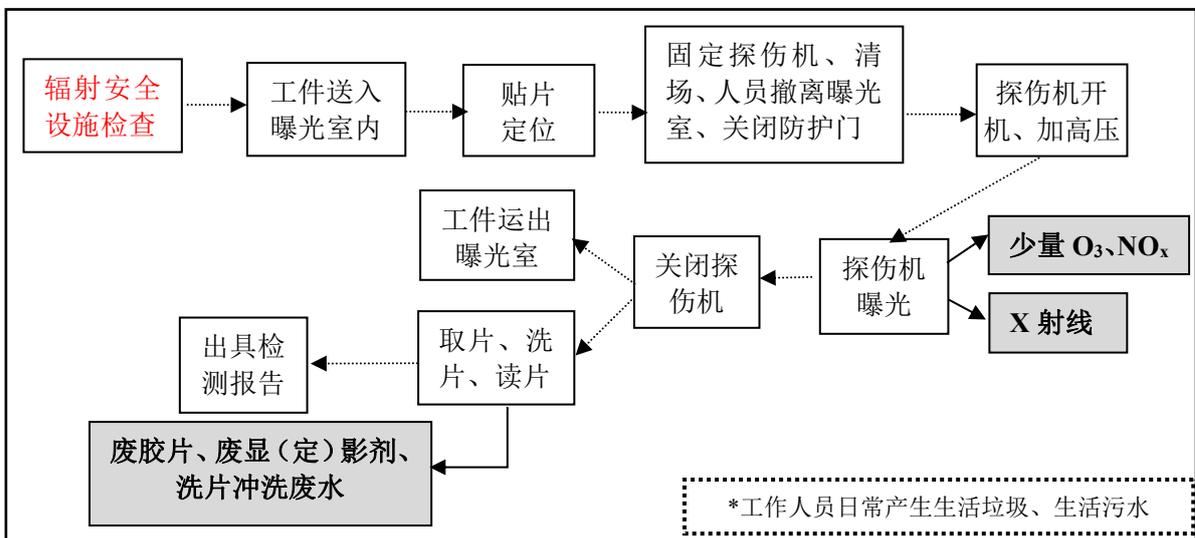


图 9-5 本项目探伤工作流程及产污环节

由图 9-5 可知，本项目探伤机运行过程中产生的主要污染物如下：

- (1) 探伤机出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 当显（定）影剂在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；
- (4) 洗片过程中产生的洗片冲洗废水；
- (5) 探伤工作中可能产生废胶片；
- (6) 工作人员日常产生生活垃圾及生活污水。

污染源项描述

1 辐射污染源分析

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 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，250kV 的 X 射线管以 0.5mm 铜为滤过片，1m 处的输出量为 $16.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目 X 射线探伤机距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，包括 90° 散射辐射、迷路散射及天空反散射等。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，250kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 200kV。详细参数见表 9-2。

表 9-2 本项目 X 射线探伤机参数一览表

射线机型号	XXG-2505
最大管电压	
最大管电流	
滤过条件	
距靶点 1m 处的输出量	
距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	
90° 散射辐射最高能量相应 kV 值	

2 非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目不产生放射性固体废物。本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 7kg，年排放量为 84kg。

本项目会产生洗片冲洗废水、废显（定）影剂、废胶片（含重金属），属于《国

家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。每月预计产生废显（定）影剂 8kg，洗片冲洗废水 23kg，废胶片 0.6kg；每年预计产生废显（定）影剂 96kg，洗片冲洗废水 276kg，废胶片 7.2kg。

(2) 废水

本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 0.5m³，年排放量为 6m³。

(3) 废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

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

本项目探伤房包括曝光室、操作室和暗室，本项目操作室和暗室位于曝光室东侧；本项目曝光室设置有工件门；外墙无可攀爬的设施，曝光室顶部人员不可到达。

依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求，建设单位设计将操作台设置于操作室东南角，以避开摆放工件的探伤位置，从而尽量避免辐射工作人员处于有用线束方向，同时将在辐射安全与防护制度及人员培训中强调出束过程应尽量避免在附近停留。

依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能”，建设单位计划采用与墙体铅当量等同的铅门。**综上所述，本项目工作场所布局设计基本合理。**

为了便于加强管理，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）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

本项目拟将铅房边界作为本项目的控制区边界，将操作室和暗室作为本项目监督区，在工件门外将设置电离辐射警告标志及中文警示说明，拟在监督区入口门张贴监督区标牌以作警示。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）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目两区划分示意情况见图 10-1，本项目辐射工作场所两区划分情况见表 10-1。

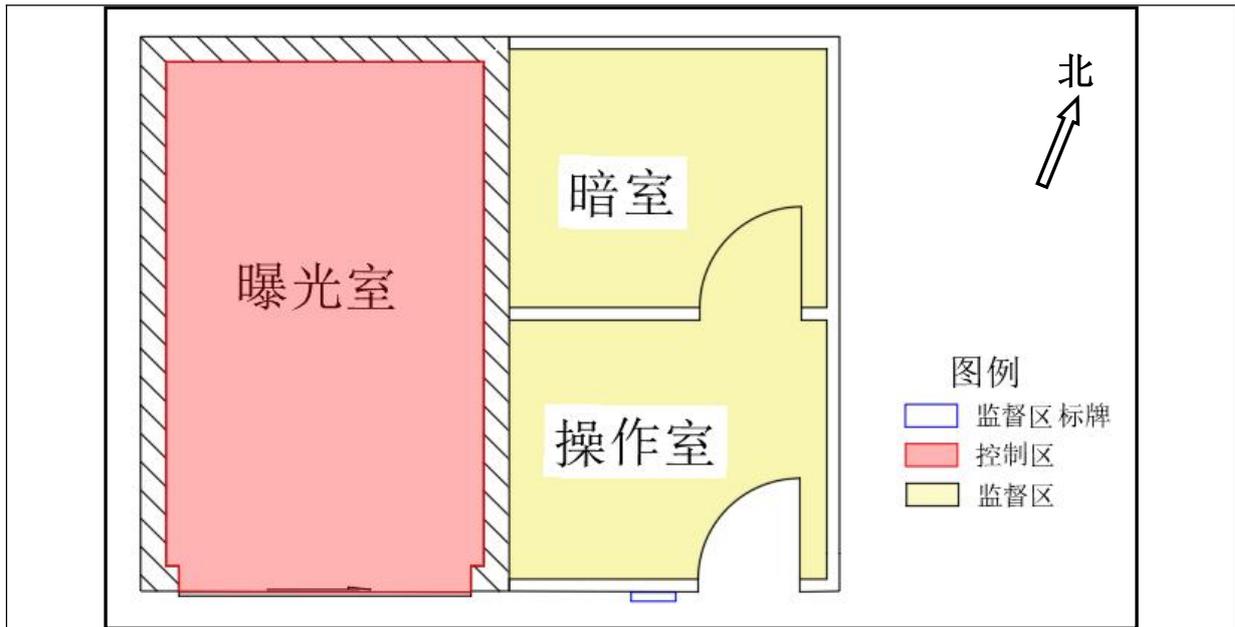


图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	曝光室	操作室和暗室
划分依据	<p>①根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022): 6.1.2 “应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB18871 的要求”。</p> <p>②根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 6.4.1。</p>	<p>①根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022): 7.2.3 “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”。</p> <p>②根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002): 6.4.2.1 “注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区: 这种区域未被定位控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。</p> <p>6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。</p>
分区管理措施	对控制区进行严格控制, 探伤机在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时、洗片时工作场所, 禁止非相关人员进入, 避免受到不必要的照射, 并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工件门外粘贴电离辐射警告标识。	操作室入口门外粘贴监督区标牌。

2 工作场所辐射屏蔽设计

本项目曝光室及辅房占地面积约 24.2m²。曝光室内部净尺寸长宽高分别为 4000mm×2500mm×2000mm，曝光室四周墙体及工件门主要通过 6mm 钢+13mm 铅+6mm 钢结构对 X 射线进行防护，曝光室顶部墙体主要通过 6mm 钢+10mm 铅+6mm 钢结构对 X 射线进行防护，曝光室底部主要是嵌入地面以下，下沉深度为 50mm，通过地面进行防护。本项目工件门搭接处重叠宽度为 200mm，工件门与墙体之间的缝隙宽度为 20mm，工件门与墙体重叠部分不小于工件门与墙体缝隙宽度的 10 倍，工件门为电动门。

本项目通风孔位于曝光室顶部，拟在曝光室顶部出口处设置管道连接到室外，管道外罩铅盖板（铅厚度为 13mm）进行防护，同时通风管道在室内开口，改造为 U 型设计。通过管道将曝光室内产生的臭氧及氮氧化物排到室外。本项目曝光室东墙设置直径 100mm 电缆口，电缆口内、外各采用一个“L”型铅防护罩（13mm 铅当量），开口方向相反。利用散射降低通风管道及线缆管道口的辐射水平。

表 10-2 本项目辐射工作场所屏蔽设计情况一览表

工作场所名称	屏蔽防护体	材质及厚度现状	等效铅当量
曝光室	四周墙体		
	顶部		
	工件防护门		
	电缆孔		
	排风孔		

注：根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GBZ 41476.3-2022）表 4，250kV 下 12mm 钢相当于 0.8mm 铅。

3 工作场所污染防治措施

建设单位参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施：

表10-3 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	位置	是否满足要求
1	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标志	本项目曝光室设置于厂区生产车间和成品仓库之间的区域，远离人群密集处，位置设置已充分考虑周围的辐射安全。 本项目将曝光室边界作为本项目的控制区边界，将操作室和暗室作为本项目监督区，在工件门外将设置电离辐射警告标志及中文警示说明，拟在监督区入口门张贴监督区标牌以作警示。	是
2	出入口处电离辐射警告标志	本项目曝光室的工件门上将张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。	是
3	工作状态指示灯、灯机联锁、准备出束声光提示及监控	本项目曝光室工件门口和内部，以及操作室拟设双色工作状态指示灯和声音提示装置，用以提示“预备”和“照射”两种状态，且双色指示灯将与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。“预备”信号能够持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“照射”状态指示装置将与探伤装置联锁。同时曝光室内外、操作室内醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。 曝光室内和出入口拟安装监视装置，在操作室的操作台拟设专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	是
4	隔室操作	本项目采用隔室操作，操作室与曝光室分开，且已尽量避免有用线束照射的方向。	是
5	防护门	本项目曝光室出入口均为采用铅防护门。	是
6	控制台有钥匙控制（防止非工作人员操作的锁定开关）	本项目操作台将带有“钥匙开关”，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	是
7	门机联锁系统	本项目探伤机与曝光室的工件门将设置门-机联锁装置，以保证在各防护门关闭后X射线装置才能进行探伤作业，门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。	是
8	通风设施	曝光室设计有机械通风装置，排风管道外口朝向空地的高处，能够避免朝向人员活动密集区。拟购的排风机能够确保曝光室内每小时有效通风换气次数不小于3次。	是
9	曝光室内出口处紧急停机按钮	本项目曝光室内将安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。安装位置能使得人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用，且按钮将带有标签，标明使用方法。	是
10	控制台上紧急停机按钮	本项目操作室的操作台将带有停机按钮，能够确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮旁将带有文字标签。	是
11	出口处紧急开门开关	本项目工件门附近拟设置开门按钮，在射线装置失控时，室内人员可通过按下按钮逃离曝光室。	是
12	固定式场所辐射探测报警装置	建设单位将在曝光室内安装固定式场所辐射探测报警装置，另将为本项目配备1台便携式辐射监测仪以及2台个人剂量报警仪，并委托有资质单位对2名辐射工作人员进行个人剂量监测。	是
	便携式辐射监测仪		是
	个人剂量报警仪		是

		个人剂量计		是
13	应急物资	灭火器材	本项目辅房内将配备灭火器。	是
14	危废处置	危废间及危废处置方式	建设单位承诺本项目运行前与有资质单位签订洗片废液、洗片冲洗废水及废胶片处置协议。探伤过程中产生的废胶片，废显（定）影剂，洗片冲洗废水集中贮存危废间，后交由该单位进行处理。	是
15	制度	辐射安全与环境保护管理机构及相应制度	建设单位将成立辐射安全与环境保护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，将相应制度悬挂于辐射工作场所。	是

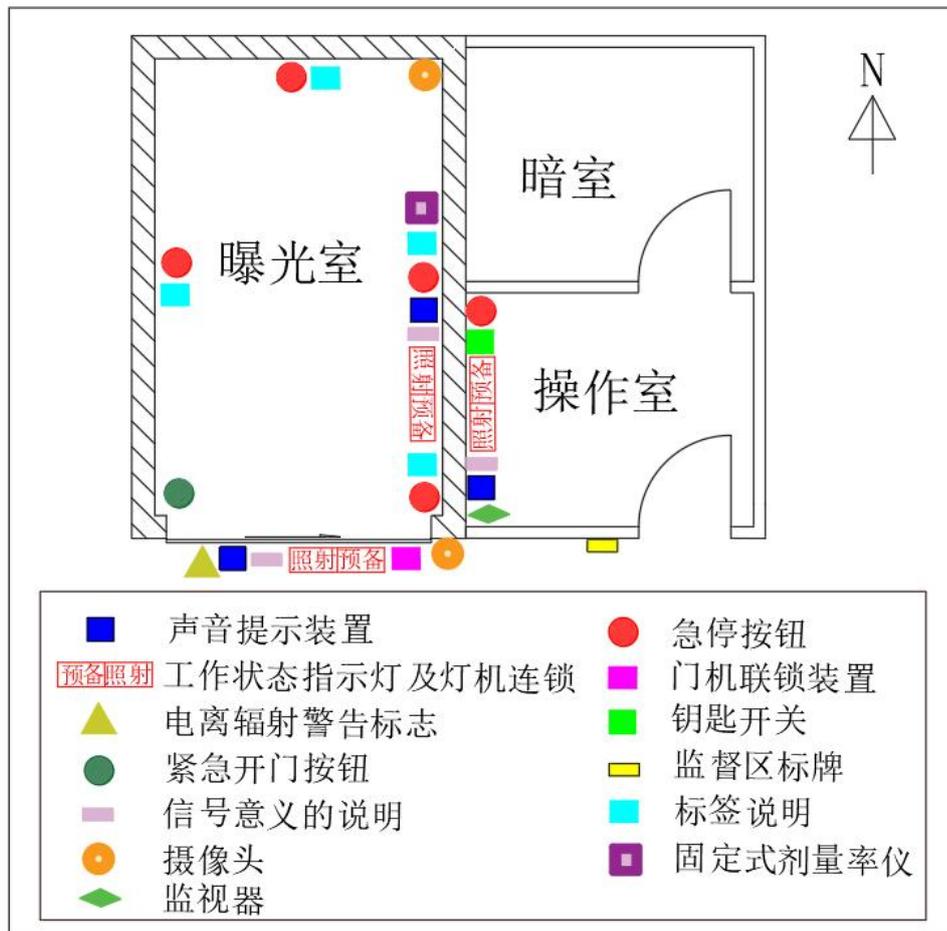


图 10-2 本项目铅房辐射安全与防护措施分布示意图

三废的治理

(1) 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。本项目辐射工作人员产生的生活垃圾由建设单位清洁人员统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目评片和洗片过程会产生废胶片及洗片废液（包括废显（定）影剂和洗片冲洗废水）。在产生洗片废液后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至曝光室南侧危废间中洗片废液存放区域；每日探伤产生废胶片在工作结束后收集运至保管室南侧危废间中废胶片存放区域；废胶片及洗片废液入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质的单位转运，建设单位将与有资质单位签订危废处置合同，承诺书见附件 3。

本项目建成后依托厂区已有危废间进行暂存，危废间位置见附图 2。本项目已有危废间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求完善建设，确保能够做到“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面为防渗水泥。危废间内将设消防设施，防止出现火灾。建设单位将参照《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》修改单（GB15562.2-1995）（2023 版）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）规定设置危险废物识别标志并进行分区管理，暂存洗片冲洗废水时将使用耐腐蚀容器。存放装载废显（定）影剂使用的容器的区域的地面与裙脚要用坚固、防渗、耐腐蚀的材料建造且与危险废物相容；存放显影、定影废液的区域必须有耐腐蚀的硬化地面且表面无裂隙；应设置堵截泄漏的裙角，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大废液桶的最大储量或总储量的 1/5；不相容危险废物要分别存放或存放在不渗透间隔分开的区域内，每个部分都应有防漏裙脚或储漏盘，防漏裙脚或储漏盘的材料要与危险废物相容。危废间的对应区域贮存措施要求能做到“防雨淋、防渗漏、防流失”。

建设单位应将本项目危废分类存储并做好标记标志，不可混入其他杂物。危废间门上应张贴环保标识牌，明确危险废物种类。危废间应由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。

建设单位在项目运行后将按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划和危险废物管理台账，在全生命周期系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息。

(2) 废水

本项目运行后不会产生放射性液体废物。本项目辐射工作人员产生的生活污水依托厂区已有的污水管网系统进行处理。

(3) 废气

本项目运行后不会产生放射性气体废物。X射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。曝光室拟设置通风设施，可通过通风孔顶部设置的管道将臭氧及氮氧化物排至室外。曝光室内体积约为 20m^3 ，如需达到每小时有效换气次数3次以上，需要达到的排风量为 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，本项目拟设置的轴流风机排风量为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，能够满足本项目通风需求，且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。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

本项目的主体工程为在新建一座探伤铅房，并在探伤房内使用 X 射线探伤装置（不开机）。施工单位将主体建筑各部件定制完毕后运输至建设单位本项目拟建址进行现场搭接。施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：

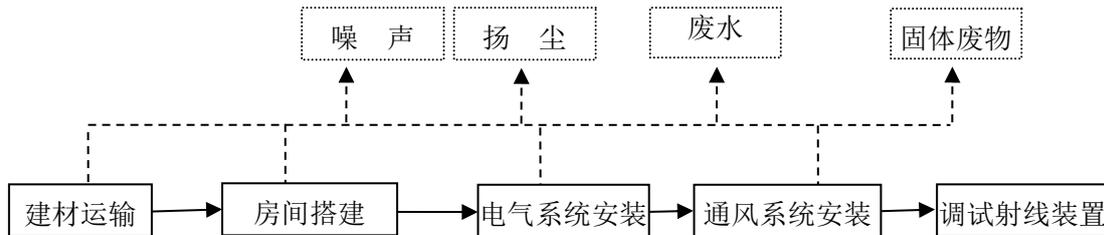


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）施工期扬尘

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，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。

（二）施工期噪声

施工期噪声包括土建施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为建设单位厂区，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。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。

（三）施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制；施工人员产生的生活污水依托厂区内现有的污水处理设施处理后排放。

（四）施工固废

施工期固废主要是装修过程中产生的固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。

项目施工期对环境产生的上述影响均为短期的，项目建成后，影响即自行消除。该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施后，施工期的环境影响将得到有效控制，对当地环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目只在曝光室内开展固定探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。探伤时，曝光电压与探伤物件厚度成正比。开展探伤作业时，通过曝光室四周含铅墙体及铅防护门对 X 射线进行防护，由建设单位预计：本项目运行后曝光室每周曝光时间不超过 6h，每年曝光时间不超过 300h。

本项目探伤工作时，X 射线探伤机固定朝西墙照射，不朝东墙、南墙、北墙、地面、顶部照射。本次评价拟将西墙按照有用线束照射进行估算，东墙、南墙、北墙、顶部按非有用线束估算。本项目 X 射线探伤机保守以最大管电压 250kV，最大管电流 5mA 满功率运行时对各面屏蔽体的辐射环境影响进行预测。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）中的计算公式。

1 有用线束屏蔽效果预测

计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式：

(1) 有用线束屏蔽估算：

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

式中： \dot{H} ：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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1 中 250kV 探伤机 0.5mm 铜滤过片的输出量为 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；

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），根据附录 B 图 B.1 取得 250kV 下 13.8mmPb 的透射因子为 4.1×10^{-7} ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 非有用线束的屏蔽:

① 泄漏辐射

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

式中: \dot{H} : 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, $\mu\text{Sv/h}$, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1 中取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$;

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) 中附录 B 中的表 B.2, 取得相应电压条件下铅的什值层后, 再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到 B 值;

R : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

② 散射辐射

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

式中: \dot{H} : 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, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 2 中取得散射辐射能量; 再根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中附录 B 中的表 B.2, 取得相应电压条件下混凝土或铅的什值层后, 再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到 B 值;

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 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 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。

(3) 参考点的周剂量及年有效剂量水平估算:

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{----- (4)}$$

式中: H_c : 参考点的周剂量水平/年剂量水平, $\mu\text{Sv}/\text{周}$, $\mu\text{Sv}/\text{年}$;

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

t : 探伤装置周/年照射时间, $\text{h}/\text{周}$, $\text{h}/\text{年}$;

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。

辐射防护屏蔽预测计算模式采用公式(1)、(2)、(3)。曝光室周围各关注点处的辐射剂量率理论计算结果见表 11-2。

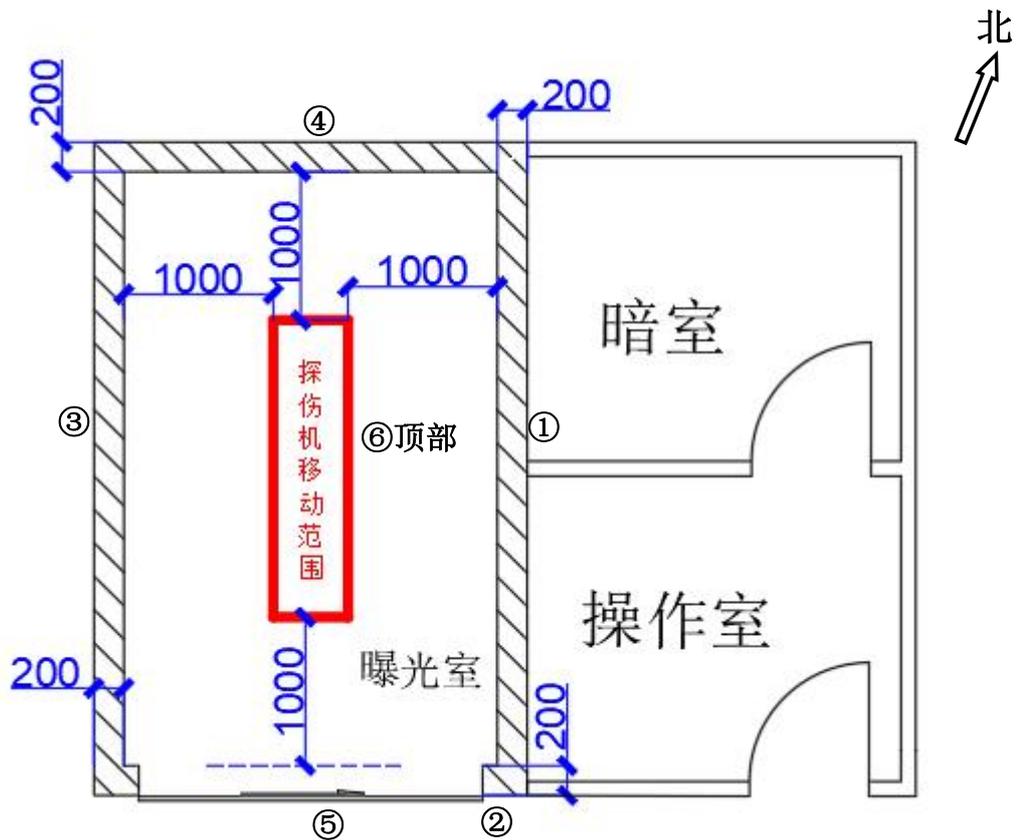


图11-2 本项目关注点示意图

表 11-1 本项目铅房关注点及其需要防护的射线类型

序号	点位描述	主射线	漏射线	散射线
①	东墙外30cm	×	√	√
②	南墙外30cm	×	√	√
③	西墙外30cm	√	×	×
④	北墙外30cm	×	√	√
⑤	工件门外30cm	×	√	√
⑥	顶部	×	√	√

表 11-2 本项目铅房有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	位置	屏蔽设计	I (mA)	H ₀ (mGy·m ² /(mA·min))	B	R (m)	\dot{H} (μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
3	西墙	13mmPb+12mm钢板 (13.8mm铅当量)						2.5	满足

注：R：探伤机距曝光室东墙、南墙、西墙、北墙最近为 1m，墙厚 0.2m，取墙外 0.3m 处，工件门门厚 0.15m。

表 11-3 本项目铅房非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	关注点					
	东墙①	南墙②	北墙④	工件门⑤	顶部⑥	
屏蔽材料	13mmPb+12mm 钢板	13mmPb+12mm 钢板	13mmPb+12mm 钢板	13mmPb+12mm 钢板	10mmPb+12mm 钢板	
折合铅当量						
泄漏辐射	B ₁					
	\dot{H}_L (μSv/h)					
	R (m)					
	\dot{H} (μSv/h)					
散射辐射	散射线能量 (kV)					
	B ₂					
	I (mA)					
	H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))					
	$F * \alpha / R_0$	0.02 (取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.4.2)				
	R _s (m)					
	\dot{H} (μSv/h)					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)						
剂量率参考控制水平(μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	

注：1) R: 探伤机离地 1m, 顶部厚度 0.2m。

2) B₁ 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2, 250kV 下铅当量层为 2.9mm。

3) B₂ 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2, 200kV 下铅当量层为 1.4mm。

2 天空反散射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2 b) 1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c（μSv/h）加以控制。”

根据表 11-2, 本项目屋顶外 30cm 处辐射剂量率为 0.42μSv/h, 经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 0.42μSv/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）中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

3 通风管道辐射影响分析

根据《辐射防护导论》中第 193 页“活度为 $1.28 \times 10^{15} \text{Bq}$ 的 ⁶⁰Co 辐照室，迷道一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了”，本项目 X 射线能量及剂量率均远低于上述 ⁶⁰Co 辐照室。本项目通风孔位于曝光室顶部，采用“Z”型管道设计，拟在曝光室顶部出口处设置管道连接到室外，管道外罩铅盖板（铅厚度为 13mm）进行防护，同时通风孔设置 13mm 铅当量铅百叶，X 射线进入通风管道需要至少三次散射才能到达通风口外，到达通风口外的散射线剂量当量率已降得很低了。X 射线进入通风孔后散射示意图如图 11-3 所示。

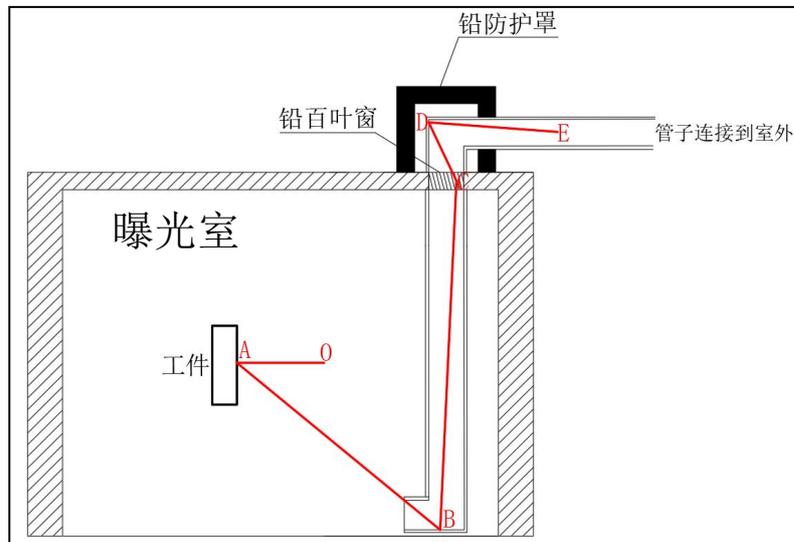


图 11-3 通风孔射线散射路径示意图

4 电缆沟辐射影响分析

根据《辐射防护导论》中第193页“活度为 $1.28 \times 10^{15} \text{Bq}$ 的 ^{60}Co 辐照室，迷道一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了”，本项目X射线能量及剂量率均远低于上述 ^{60}Co 辐照室。本项目曝光室电缆管道采用两个相反方向倒“L”型屏蔽补偿设计，利用散射降低管道口的辐射水平。X射线进入电缆管道需要至少三次散射才能到达管道口，到达电缆管道外的散射线剂量当量率已降得很低了。X射线进入电缆管道后散射示意图如图11-4所示。

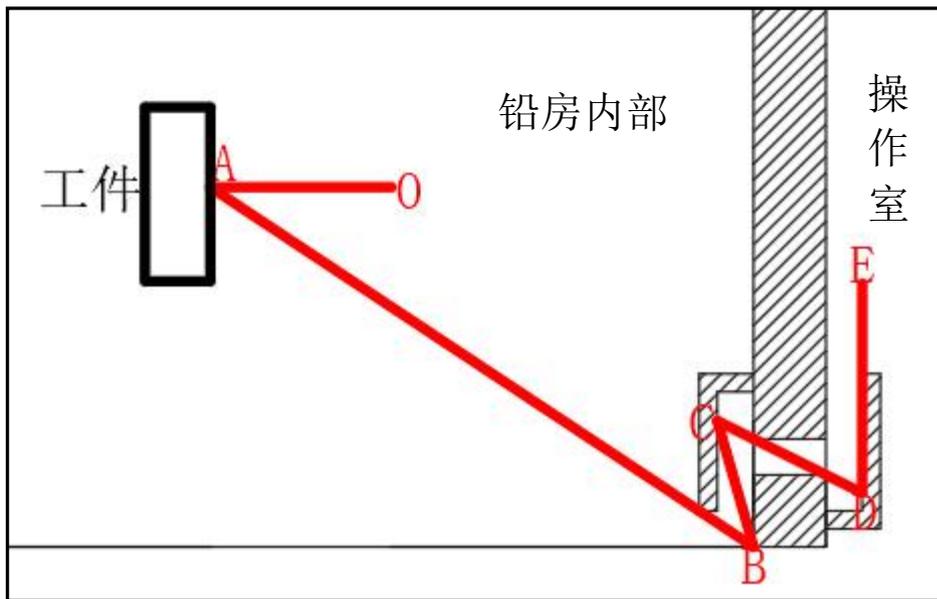


图 11-4 电缆孔射线散射路径示意图

5 人员周/年有效剂量评估

保守忽略厂房屏蔽效果，由表11-2数值结合公式1计算本项目保护目标周、年有效剂量，计算结果见表11-4。

表 11-4 本项目铅房周围保护目标辐射影响理论估算结果表

位置	居留因子	使用因子	方位与最近距离	关注点处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量估算值 ($\mu\text{Sv/h/周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值 (mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)
操作室、暗室	1	1/4	铅房东侧紧邻			100 (工作人员)		5 (工作人员)
江苏长润智能燃气设备有限公司	库房	1/4	铅房东侧、南侧紧邻			5 (公众)		0.1 (公众)
	生产车间	1	铅房北侧紧邻					

	成品仓库	1/4	1/4	铅房南侧约 15m				
	危废间	1/4	1/4	铅房南侧约 5m				
	厂区道路	1/8	1/4	铅房东侧 15m				
江苏神力齿轮冷挤有限公司		1	1/4	铅房西侧约 48m				
永创路		1/4	1/4	铅房东侧约 15m				
盐城市鑫科纺织有限公司		1	1/4	铅房东南侧约 35m				
明佳机械有限公司		1	1/4	铅房东北侧约 40m				

注：①本项目 X 射线探伤机周曝光时间不超 6h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 300h。

②使用因子根据射线机照射方向估算。

③保护目标剂量率不考虑墙体及厂房屏蔽遮挡，仅考虑距离衰减，采用公式（1）进行计算。

根据表11-4的理论计算结果，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为**0.059 μ Sv**，年有效剂量最大为**2.93 $\times 10^{-3}$ mSv**，周围公众周有效剂量最大为**0.059 μ Sv**，年有效剂量最大为**2.93 $\times 10^{-3}$ mSv**。上述预测结果均能够满足《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）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员（**0.1mSv/周、5mSv/年**）和公众（**0.005mSv/周、0.1mSv/年**）剂量约束值要求。

6 非放射性环境影响分析

本项目探伤机工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过通风孔顶部设置的管道排至室外。臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，探伤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。

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员产生的生活污水，进入厂区污水管道，最终进入园区污水处理站处理。生活垃圾经分类收集后交由市政环卫部门统一清运。

本项目洗片过程会产生废胶片及洗片废液(包括废显(定)影剂和洗片冲洗废水)。在产生洗片废液后建设单位将立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至曝光室南

侧危废间中洗片废液存放区域；每日探伤产生废胶片在工作结束后收集运至曝光室南侧危废间中废胶片存放区域；废胶片及洗片废液入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质的单位转运。

事故影响分析

本项目 X 射线探伤机为 II 类射线装置。在 X 射线探伤机探伤过程中，若不采取适当的屏蔽措施，可能对操作 X 射线探伤机的辐射工作人员及周围公众造成放射性损伤，X 射线探伤机在开机曝光期间，会产生 X 射线，可能会造成意外照射。

本项目可能发生以下辐射事故：

(1) X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，辐射工作人员误入曝光室；

(2) 曝光室门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对曝光室周围人员造成意外照射；

(3) 辐射工作人员未发现曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

(4) 探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

(5) 曝光室防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

针对本项目可能发生的辐射事故提出以下预防措施：

(1) 误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离曝光室，辐射工作人员对于人员误入曝光室应及时按下急停按钮，停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

(2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，完善各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(3) X 射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检（2 名辐射工作人员之一），发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

(4) 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，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

(5) 建设单位需制定《探伤机操作规程》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，

必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（6）定期进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，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，每次探伤前检查曝光室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测曝光室的周围辐射水平，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，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应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。

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条例》、《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类射线装置及放射源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；辐射工作人员和管理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”。

江苏长润智能燃气设备有限公司拟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。本项目拟配备2名辐射工作人员，并让其中一名辐射工作人员兼职管理人员，辐射工作人员应在项目运行前自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。此外，担任本项目辐射防护负责人的辐射工作人员仍需通过管理岗位辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

辐射安全管理规章制度

本次项目为新建1座固定式X射线探伤铅房项目。建设单位应制定如下制度：

表 12-1 制度要求一览表

规定的制度	具体类型
成立辐射安全与环境保护管理机构的正式文件	《关于成立辐射安全与环境保护管理委员会的通知》
操作规程	《无损探伤操作规程》
岗位职责	《无损探伤人员岗位职责》
辐射防护和安全保卫制度	《射线作业安全防护管理规定》
射线装置使用登记、台帐管理制度	《射线装置使用登记、台帐管理制度》
设备检修维护制度	《设备检修维护制度》
人员培训计划	《辐射工作人员培训计划》
辐射事故应急措施	《辐射事故应急预案》
监测方案	《辐射环境监测方案》 《个人剂量监测和职业健康体检方案》

江苏长润智能燃气设备有限公司将尽快制定辐射安全管理制度，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》的要求，辐射安全管理制度应包括：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、监测方案等。在实际工作中，公司还将不断对上述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：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、设备操作流程及操作过程中应采取的具体辐射安全措施。应补充强调使用本项目曝光室过程中，辐射工作人员应尽量避免在附近停留。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

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。本项目辐射工作人员应持证上岗。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、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。

监测方案：建设单位应针对本项目辐射工作场所制定定期监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。按照《江苏省污染防治条例》，“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环境保护、卫生部门调查处理”。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。

设备检修维护制度：制定设备检修维护制度，明确本项目 X 射线探伤装置工作各项安全联锁装置、照射信号指示器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。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

射线装置退役制度：当工业探伤设施不再使用，应按照退役程序办理相关手续。包括以下内容：a) 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。b) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。c) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。d) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

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）的要求结合本项目可能发生的辐射事故完善事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序。

江苏长润智能燃气设备有限公司制定以上相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1 监测方案

(1) 请有资质的单位定期对本项目曝光室周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；

(2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，定期补充完善个人剂量档案。按照《江苏省污染防治条例》，“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环境保护、卫生部门调查处理”；

(3) 进行探伤作业时建设单位辐射安全管理人员定期对其周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录，若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向生态环境行政主管部门报告。

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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。建设单位将为本项目 2 名辐射工作人员配备 2 台个人剂量报警仪以及 1 台辐射巡测仪进行日常巡测。日常探伤工作时应定期检查工作人员个人剂量计及个人剂量报警仪佩戴情况，且应定期对曝光室周围环境辐射水平进行监测，并做好监测记录。建设单位将委托有资质单位为辐射工作人员发放个人剂量计，定期将个人剂量计送检并建立个人剂量监测档案。

辐射事故应急

江苏长润智能燃气设备有限公司应针对无损检测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) 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。

江苏长润智能燃气设备有限公司依据《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）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《江苏省辐射污染防治条例》及《盐城市人民政府办公室关于印发盐城市辐射事故应急预案的通知》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后一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》。各级辐射事故应急指挥机构指导有关部门及辐射事故单位查出事故原因，防止类似事故再次发生；各级辐射事故应急指挥机构组织有关部门和专家组，对辐射事故的情况和在应急期间采取的主要行动进行综合评估，报本级人民政府和上级有关部门；根据实践经验，各级辐射事故应急指挥机构办公室对本级预案进行评估，并及时修订预案

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常进行辐射工作场所周围的环境辐射剂量率监测，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论

江苏长润智能燃气设备有限公司拟在厂区内库房东北角新建1座固定式X射线探伤铅房（包括曝光室及辅房），用于公司生产的燃气设备的探伤无损检测。建设单位拟在该铅房内配备1台XXG2505型X射线定向探伤机，最大管电压为250kV，最大管电流为5mA，拟为本项目配备2名辐射工作人员，每周曝光时间不超过6h，每年曝光时间不超过300h。本项目主要用于检测公司生产的压力容器和燃气管道质量，工件直径范围为200mm-600mm，壁厚范围为25mm-35mm，长度范围为1000mm-3000mm。

1 实践正当性分析

江苏长润智能燃气设备有限公司在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将辐射产生的影响降至尽可能小。本项目可创造更大的经济效益和社会效益，经落实辐射安全与防护管理措施后，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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

2 辐射安全与防护分析结论

2.1 项目选址及合理性分析

江苏长润智能燃气设备有限公司注册地位于盐城市大丰区南环路北侧（暨盐城市大丰区永创路13号），厂区东侧为永创路，南侧为南环路，西侧为江苏神力齿轮冷挤有限公司及海润驾校，北侧依次为无名小路及江苏金色工业炉股份有限公司。

本项目铅房位于库房东北角，铅房东侧依次为操作室及暗室、厂区内空地及围墙，南侧及西侧均为库房内部，北侧为生产车间。铅房顶上无建筑，下方为土层。

本项目铅房周围50m范围内无居民区、医院、学校等环境敏感目标。铅房拟建址50m范围涉及本公司生产车间、成品仓库及厂区道路，西侧江苏神力齿轮冷挤有限公司车间（距拟建址约48m），东北侧明佳机械有限公司厂区（距拟建址约40m），东南侧盐城市盐城市鑫科纺织有限公司车间（距拟建址约35m），东侧永创路（距拟建址约15m），本项目选址合理。

2.2 项目分区及布局

本项目包括曝光室、操作室和暗室，本项目操作室和暗室位于曝光室东侧；本项目曝光室设置有工件门；外墙无可攀爬的设施，曝光室顶部人员不可到达。依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐

射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求，建设单位设计将操作台设置于操作室东南角，以避开摆放工件的探伤位置，从而尽量避免辐射工作人员处于有用线束方向，同时将在辐射安全与防护制度及人员培训中强调出束过程应尽量避免在附近停留。依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能”，建设单位计划采用与墙体铅当量等同的铅门。**本项目工作场所布局设计基本合理。**

本项目拟将铅房边界作为本项目的控制区边界，将操作室和暗室作为本项目监督区，在工件门外将设置电离辐射警告标志及中文警示说明，拟在监督区入口门张贴监督区标牌以作警示。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）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

2.3 辐射环境现状评价

本项目探伤室拟建址周围 γ 辐射（空气吸收）剂量率为（51~65）nGy/h 之间，处于江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射水平涨落范围内。

2.4 辐射安全措施

本项目铅房拟设计安装的辐射安全装置和保护措施主要包括：铅房工件门拟设置门机联锁装置。控制室内、工件门上方及铅房内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。铅房内和铅房出入口均拟安装监视装置（包括：工件门外 1 个、室内 1 个）。铅房工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。铅房室内墙体及操作室操作台位置拟共计安装 5 个急停按钮（包括：控制台 1 个、室内东墙 1 个、室内西墙 1 个及室内北墙 1 个），紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。铅房内南墙拟安装 1 个紧急开门按钮。操作室操作台处拟设置钥匙开关。铅房拟设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。铅房内西墙拟设置固定式辐射探测报警装置。

2.5 辐射安全管理

江苏长润智能燃气设备有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，同时拟制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 名辐射工作人员兼职作为辐射防护负责人，辐射工作人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，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。

3 环境影响分析结论

3.1 辐射防护影响预测

本项目铅房内部净尺寸长宽高分别为 4000mm×2500mm×2000mm，曝光室四周墙体及工件门主要通过 6mm 钢+13mm 铅+6mm 钢结构对 X 射线进行防护，曝光室顶部墙体主要通过 6mm 钢+10mm 铅+6mm 钢结构对 X 射线进行防护。本项目工件门搭接处重叠宽度为 200mm，工件门与墙体之间的缝隙宽度为 20mm，工件门与墙体重叠部分不小于工件门与墙体缝隙宽度的 10 倍，工件门为电动门。

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。

3.2 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及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值要求：

（1）职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv。

（2）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。

3.3 三废处理处置

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物通过机械排风排出后进入车间，最终通过车间排风系统排出车间。臭氧的半衰期为 22~25 分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行过程中需进行洗片、评片作业，在进行洗片作业时会产生显影、定

影废液、冲洗废水及废胶片，属于《国家危险废物名录》中的 HW16 号危险废物（900-019-16）。公司承诺将与有资质单位签订显影、定影废液、冲洗废水及废胶片处理处置合同。探伤过程中产生的显影、定影废液、冲洗废水及废胶片在收集后拟临时贮存于库房的危废库内，定期交由有资质单位处理处置。

4 可行性分析结论

综上所述，江苏长润智能燃气设备有限公司新建 1 座固定式 X 射线探伤铅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，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 and 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，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) 参照《环境保护图形标志-固体废物贮存(处置)场》修改单(GB15562.2-1995) (2023 版) 和《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023) 规范设置危险废物识别标志。

(4) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，本项目拿到环评批复并建设完成后，应及时申领辐射安全许可证并开展自主竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日

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	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	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	辐射防护措施：本项目铅房内部净尺寸长宽高分别为4000mm×2500mm×2000mm，曝光室四周墙体及工件门主要通过6mm钢+13mm铅+6mm钢结构对X射线进行防护，曝光室顶部墙体主要通过6mm钢+10mm铅+6mm钢结构对X射线进行防护。本项目工件门搭接处重叠宽度为200mm，工件门与墙体之间的缝隙宽度为20mm，工件门与墙体重叠部分不小于工件门与墙体缝隙宽度的10倍，工件门为电动门。	本项目铅房运行后，铅房周围的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）的辐射剂量率限值要求。	15万
	辐射安全措施：铅房工件门拟设置门机联锁装置。控制室内、工件门上方及铅房内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。铅房内和铅房出入口均拟安装监视装置（包括：工件门外1个、室内1个）。铅房工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。铅房室内墙体及操作室操作台位置拟共计安装5个急停按钮（包括：控制台1个、室内东墙1个、室内西墙1个及室内北墙1个），紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。铅房内南墙拟安装1个紧急开门按钮。操作室操作台处拟设置钥匙开关。铅房拟设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。铅房内西墙拟设置固定式辐射探测报警装置。	本项目铅房运行后，辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。	3万

续前表:

辐射安全和防护措施	通风设施: 本项目铅房室内体积约为20m ³ , 拟安装的风机通风量为100m ³ /h, 通风系统工作时铅房内每小时换气约为5次。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中探伤室每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。	1万
人员配备	公司拟为本项目配备2名辐射工作人员, 其中1名辐射工作人员兼职作为辐射防护负责人, 辐射工作人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核。	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。	2万/年
	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检测(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。		
	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	拟配备1台辐射剂量巡测仪和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。	2万
辐射安全管理制度	拟根据相关标准要求, 制定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、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方案	/
三废处置	公司拟与有资质单位签订危险废物处置意向协议, 探伤过程中产生的洗片废液(显影、定影废液、冲洗废水)及废胶片拟集中收集后暂存于危废间, 定期交由有资质单位处理处置。	满足法律法规对危险废物处理的要求。	1万

*上述措施须与本项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。