

核技术利用建设项目

江苏博隆机械技术有限公司

新建固定式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

江苏博隆机械技术有限公司 (公章)

2026 年 5 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 江苏博隆机械技术有限公司 新建固定式 X 射线探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称： 江苏博隆机械技术有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： 江苏省昆山市张浦镇益德路 811 号

邮政编码： 215300 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.....	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.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	16
表 9 项目工程分析与源项.....	21
表 10 辐射安全与防护.....	31
表 11 环境影响分析.....	38
表 12 辐射安全管理.....	50
表 13 结论与建议.....	54
表 14 审批.....	58
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表.....	59

表 1 项目基本情况

建设项目名称		江苏博隆机械技术有限公司新建固定式 X 射线探伤项目			
建设单位		江苏博隆机械技术有限公司			
法人代表	张玲珑	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省昆山市张浦镇益德路 811 号			
项目建设地点		江苏省昆山市张浦镇益德路 811 号			
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 <sup>2</sup> )
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	/			

## 项目概述:

## 1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来

江苏博隆机械技术有限公司成立于 2020 年 1 月 20 日, 由上海博隆粉体工程有限公司与 Govoni Simo Bianca Impianti S.r.l. 双方共同出资设立。上海博隆装备技术有限公司为提供以气力输送为核心的粉粒体物料处理系统解决方案的专业供应商, 集处理过程方案设计、技术研发、核心设备制造、自动化控制、系统集成及相关技术服务于一体,

主要提供物料气力输送、计量配混、存储、掺混、均化的成套设备及相应的部件、备件和服务。已为中国石油、中国石化、中海油、神华集团、中煤集团、卫星石化、巴斯夫集团、塞拉尼斯等客户的诸多大型石化、化工装置提供上千条气力输送线，有力促进了石化装备的国产化进程。上海博隆公司自成立以来，坚持核心技术和设备的持续自主研发，实现了大型聚烯烃气力输送系统的进口替代。目前公司拥有《固体粉粒体气力输送及掺混装置》等多项国家专利，在行业领域气力输送系统的技术已达到国际前列水平，在国内气力输送系统领域具有较强的市场竞争力及较高的品牌知名度。

《江苏博隆机械技术有限公司气力输送专用设备生产项目环境影响报告表》已取得环评批复（苏行审环诺〔2020〕43070号），该项目已完成竣工环保验收，见附件6。

因公司生产的淘析器、袋滤器和管道质量检测需求，公司拟在生产车间东部中间偏北方向新建一座 X 射线探伤房（包括曝光室及辅房），同时拟在探伤房曝光室内配备 2 台 X 射线探伤机（2 台 XXG2505D 型定向机，最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）；公司生产的淘析器、袋滤器、管道为圆筒状，工件长度最大为 6m，直径最大为 3m，厚度为 10—40mm 钢。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员（其中 1 人兼职辐射防护负责人），每年工作 50 周，每周最大曝光时间不超过 10h，预计探伤房曝光室内年曝光时间最大为 500h（含训机时间），每次探伤仅开启 1 台 X 射线探伤机。

在此之前，江苏博隆机械技术有限公司从未开展过核技术利用项目，本项目为江苏博隆机械技术有限公司首次开展核技术利用项目。

本项目核技术利用项目详见下表 1-1。

表 1-1 江苏博隆机械技术有限公司本项目核技术利用本项目一览表

射线装置											
序号	射线装置名称及型号	数量台	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	验收情况	备注
1	XXG2505D 型 X 射线探伤机	2	250	5	II	生产车间探伤房曝光室	使用	本次环评	未许可	未验收	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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，

依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目为使用 X 射线探伤机进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受江苏博隆机械技术有限公司委托，由江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

## 2. 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏博隆机械技术有限公司位于江苏省昆山市张浦镇益德路 811 号，公司东侧隔空地为扬巷江，南侧为空地及昆山市麦士德隆科技有限公司（在建），西侧为益德路，北侧为昆山豪顺物流有限公司。本项目探伤房位于江苏博隆机械技术有限公司生产车间东部中间偏北方向，生产车间东侧为办公楼，南侧、西侧、北侧均为厂区道路。公司地理位置示意图见附图 1，厂区平面及周围环境示意图见附图 2。

本项目探伤房（包括曝光室及辅房）东侧为办公楼（主体 3F，局部 1F），办公楼一层从南往北依次为过厅、员工就餐区、设备间、卫生间、储藏室、接待室、多功能会议室、楼梯间、接待大厅、展厅、洗手区等，办公楼二层从南往北依次为总经理办公室、秘书室、小会议室 1、储藏室、财务室、楼梯间、开放办公区、小会议室 2、独立办公室 1、独立办公室 2、独立办公室 3、洗手区等，办公楼三层从南往北依次为会议室、开放办公区、机房、独立办公室 2、独立办公室 1、楼梯间、开放办公区、独立办公室 1、独立办公室 2、独立办公室 3、会议室、洗手区等；南侧为成品存放区 2；西侧隔车间过道为组焊区 1、半成品存放区以及成品存放区 1；北侧为材料存放区。本项目探伤房辅房设置有操作间、晾/评片室、危废间及暗室，位于曝光室北侧。本项目探伤房为一层建筑，上方为车间屋顶，下方为土层。生产车间平面布置示意图见附图 4，本项目探伤房平面及剖面布置图见附图 7。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号），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和昆山市生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系见附图10-1。

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《江苏省生态空间管控区域管理办法》（苏政办发〔2025〕1号），经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目位于主镇区工业区（含德国工业园），本项目选址属于江苏省重点管控单元，本项目的建设符合江苏省生态环境分区管控要求；本项目与江苏省生态环境分区管控综合服务系统管控区相对位置关系见附图 10-2。

本项目探伤房曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及江苏博隆机械技术有限公司、昆山豪顺物流有限公司、江苏博隆机械技术有限公司厂区外东侧及南侧空地。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. 实践正当性

江苏博隆机械技术有限公司因淘析器、袋滤器和管道无损检测需求，拟新建 1 座固定 X 射线探伤房并配备 2 台 X 射线探伤机对生产的淘析器、袋滤器、管道进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提高产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

## (一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

## (二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II	2 台	XXG2505D 型	250	5	无损检测	生产车间 探伤房曝光室	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 ( $\mu$ 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	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温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。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 20kg	约 240kg	/	集中收集后暂存于危废间	收集贮存危废间后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
一次、二次胶片清洗废水	液态	/	/	约 40kg	约 480kg	/	集中收集后暂存危废间	收集贮存危废间后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
三次及以上胶片清洗废水	液态	/	/	约 120kg	约 1440kg	/	不暂存	接入市政污水管网进入昆山建工环境投资有限公司张浦污水处理厂集中处理，尾水排入吴淞江。
废胶片	固态	/	/	约 2kg	约 24kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废间后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>，年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规 文件	<ol style="list-style-type: none"> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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2011年第18号公布，自2011年5月1日起施行；</li> <li>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；</li> <li>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2021年生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行；</li> <li>9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2020年11月30日生态环境部令2020年第16号公布，自2021年1月1日起施行；</li> <li>10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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5日施行；</li> <li>11) 《国家危险废物名录》（2025年版），2024年11月26日生态环境部、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；</li> <li>12) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部令第23号，自2022年1月1日起施行；</li> <li>13) 《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；</li> <li>14) 《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</li> </ol>
----------	---

	<p>办〔2019〕327号），2019年9月24日印发；</p> <p>15) 《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> <p>16) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案（试行）的通知》（苏环办〔2021〕290号），2021年10月14日印发；</p> <p>17) 《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日印发；</p> <p>18) 《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；</p> <p>19) 《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；</p> <p>20) 《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；</p> <p>21) 《江苏省生态环境分区管控实施方案》（苏政办发〔2025〕1号），2025年1月2日印发；</p> <p>22) 《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2021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；</p> <p>23) 《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》，江苏省生态环境厅苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日印发；</p> <p>24) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发）；</p> <p>25) 《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；</p> <p>26) 《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号）。</p>
--	---

<p style="text-align: center;">技术 标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</li> <li>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）</li> <li>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</li> <li>4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</li> <li>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</li> <li>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</li> <li>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单</li> <li>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</li> <li>9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）</li> <li>10) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）</li> <li>11) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）</li> <li>12) 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023版）</li> <li>13) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）</li> </ol>
<p style="text-align: center;">其他</p>	<p><b>附图：</b></p> <p>附图 1 本项目地理位置图</p> <p>附图 2 本项目厂区平面及周围环境示意图</p> <p>附图 3 本项目探伤房周围环境示意图</p> <p>附图 4 本项目生产车间平面布置示意图</p> <p>附图 5-1 本项目办公楼一层平面布置图</p> <p>附图 5-2 本项目办公楼二层、三层平面布置图</p> <p>附图 6 本项目生产车间及办公楼立面示意图</p> <p>附图 7 本项目探伤房平面及剖面布置图</p> <p>附图 8-1 本项目探伤房主射线照射范围示意图（平面图 1）</p> <p>附图 8-1 本项目探伤房主射线照射范围示意图（平面图 2）</p> <p>附图 8-1 本项目探伤房主射线照射范围示意图（平面图 3）</p> <p>附图 8-2 本项目探伤房主射线照射范围示意图（立面图 1）</p> <p>附图 8-2 本项目探伤房主射线照射范围示意图（立面图 2）</p>

附图 9 本项目探伤房辐射安全与防护措施分布示意图

附图 10-1 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附图 10-2 本项目与江苏省生态环境分区管控综合服务系统管控区相对位置关系图

**附件：**

附件 1 委托书

附件 2 承诺书

附件 3 洗片废液、废胶片处置承诺书

附件 4 营业执照

附件 5 不动产权证书

附件 6 厂区一般项目环评批复及验收意见

附件 7 本底检测报告及资质证书

附件 8 探伤机技术参数说明书

表 7 保护目标与评价标准

评价范围							
<p>本项目使用 X 射线探伤机进行无损探伤，X 射线探伤机属于 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本项目探伤房曝光室边界外 50m 区域。本项目 50m 评价范围见附图 2。</p>							
保护目标							
<p>对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337 号），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和昆山市生态空间管控区域。</p> <p>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。</p> <p>对照《江苏省生态空间管控区域管理办法》，经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目位于主镇区工业区（含德国工业园），本项目选址属于江苏省重点管控单元，本项目的建设符合江苏省生态环境分区管控要求。</p> <p>根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、本项目探伤房辐射工作人员。</li> <li>2、本项目探伤房曝光室周围公众。</li> </ol>							
表7-1 本项目保护目标情况一览表							
序号	保护目标名称		方位	距曝光室最近距离	人员规模	剂量约束值	
1	辐射工作人员	探伤房操作间、晾/评片室、暗室、危废间	北侧	紧邻	2 人	5mSv/a	
2	周围公众	江苏博隆机械技术有限公司生产车间	材料存放区	北侧	约 3m	流动人员	0.1mSv/a
			车间过道	西侧	紧邻	流动人员	
			组焊区 1	西北侧	约 19m	约 10 人	
			半成品存放区	西侧	约 17m	流动人员	

		成品存放区 1	西南侧	约 18m	流动人员
		成品存放区 2	南侧	紧邻	流动人员
3		江苏博隆机械技术有限公司办公楼（主体 3F，局部 1F）	东侧	紧邻	约 50 人
4		江苏博隆机械技术有限公司厂区道路	北侧	约 20m	流动人员
			南侧	约 26m	流动人员
			东侧	约 10m	流动人员
5		江苏博隆机械技术有限公司厂区外空地	东侧	约 44m	流动人员
			南侧	约 39m	流动人员
6		昆山豪顺物流有限公司	北侧	约 30m	流动人员

注：江苏博隆机械技术有限公司办公楼一层从南往北依次为过厅、员工就餐区、设备间、卫生间、储藏室、接待室、多功能会议室、楼梯间、接待大厅、展厅、洗手区等，办公楼二层从南往北依次为总经理办公室、秘书室、小会议室 1、储藏室、财务室、楼梯间、开放办公区、小会议室 2、独立办公室 1、独立办公室 2、独立办公室 3、洗手区等，办公楼三层从南往北依次为会议室、开放办公区、机房、独立办公室 2、独立办公室 1、楼梯间、开放办公区、独立办公室 1、独立办公室 2、独立办公室 3、会议室、洗手区等。

## 评价标准

### 1) 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

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

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

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

### 2) 剂量约束值

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。”的要求，确定本项目剂量约束值如下：

**A) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;**

**B) 公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。**

**3) 固定探伤时职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平**

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“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 $\mu$ Sv/周,对公众场所,其值应不大于5 $\mu$ Sv/周”的要求,确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下:

**A) 职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平,其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周,**

**B) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平,其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周。**

**4) 固定探伤时曝光室外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平**

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足: 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 $\mu$ Sv/h。”以及“6.1.4 曝光室顶的辐射屏蔽应满足: a)曝光室上方已建、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 $\mu$ Sv/h。”的要求确定本项目关曝光室外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下:

**A)曝光室四周屏蔽体表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h;**

**B) 曝光室顶部表面外30cm处的周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 $\mu$ Sv/h (曝光室东侧办公楼在自辐射源点到曝光室顶内表面边缘所张立体角区域内,具体见附图8-2)。**

**5) 辐射环境质量现状检测评价参考值**

根据《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)确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下:

表 7-3 江苏省全省环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率调查结果 单位: nGy/h

项目	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
<p>*现状评价时，参考测值范围数值进行评价：即原野为（33.1~72.6）nGy/h；道路为（18.1~102.3）nGy/h；室内为（50.7~129.4）nGy/h。表格中数据已扣除宇宙响应值。</p> <p><b>6) 参考资料</b></p> <p>方杰，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991。</p>			

表 8 环境质量和辐射现状

## 1. 项目地理和场所位置

江苏博隆机械技术有限公司位于江苏省昆山市张浦镇益德路 811 号，公司东侧隔空地为扬巷江，南侧为空地及昆山市麦士德隆科技有限公司（在建），西侧为益德路，北侧为昆山豪顺物流有限公司。本项目探伤房位于江苏博隆机械技术有限公司生产车间东部中间偏北方向，生产车间东侧为办公楼，南侧、西侧、北侧均为厂区道路。

本项目探伤房（包括曝光室及辅房）东侧为办公楼（主体 3F，局部 1F），办公楼一层从南往北依次为过厅、员工就餐区、设备间、卫生间、储藏室、接待室、多功能会议室、楼梯间、接待大厅、展厅、洗手区等，办公楼二层从南往北依次为总经理办公室、秘书室、小会议室 1、储藏室、财务室、楼梯间、开放办公区、小会议室 2、独立办公室 1、独立办公室 2、独立办公室 3、洗手区等，办公楼三层从南往北依次为会议室、开放办公区、机房、独立办公室 2、独立办公室 1、楼梯间、开放办公区、独立办公室 1、独立办公室 2、独立办公室 3、会议室、洗手区等；南侧为成品存放区 2；西侧隔车间过道为组焊区 1、半成品存放区以及成品存放区 1；北侧为材料存放区。本项目探伤房辅房设置有操作间、晾/评片室、危废间及暗室，位于曝光室北侧。本项目探伤房为一层建筑，上方为车间屋顶，下方为土层。

本项目探伤房曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及江苏博隆机械技术有限公司、昆山豪顺物流有限公司、博隆厂区外东侧及南侧空地。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。

本项目探伤房拟建址周围环境现状见图 8-1。

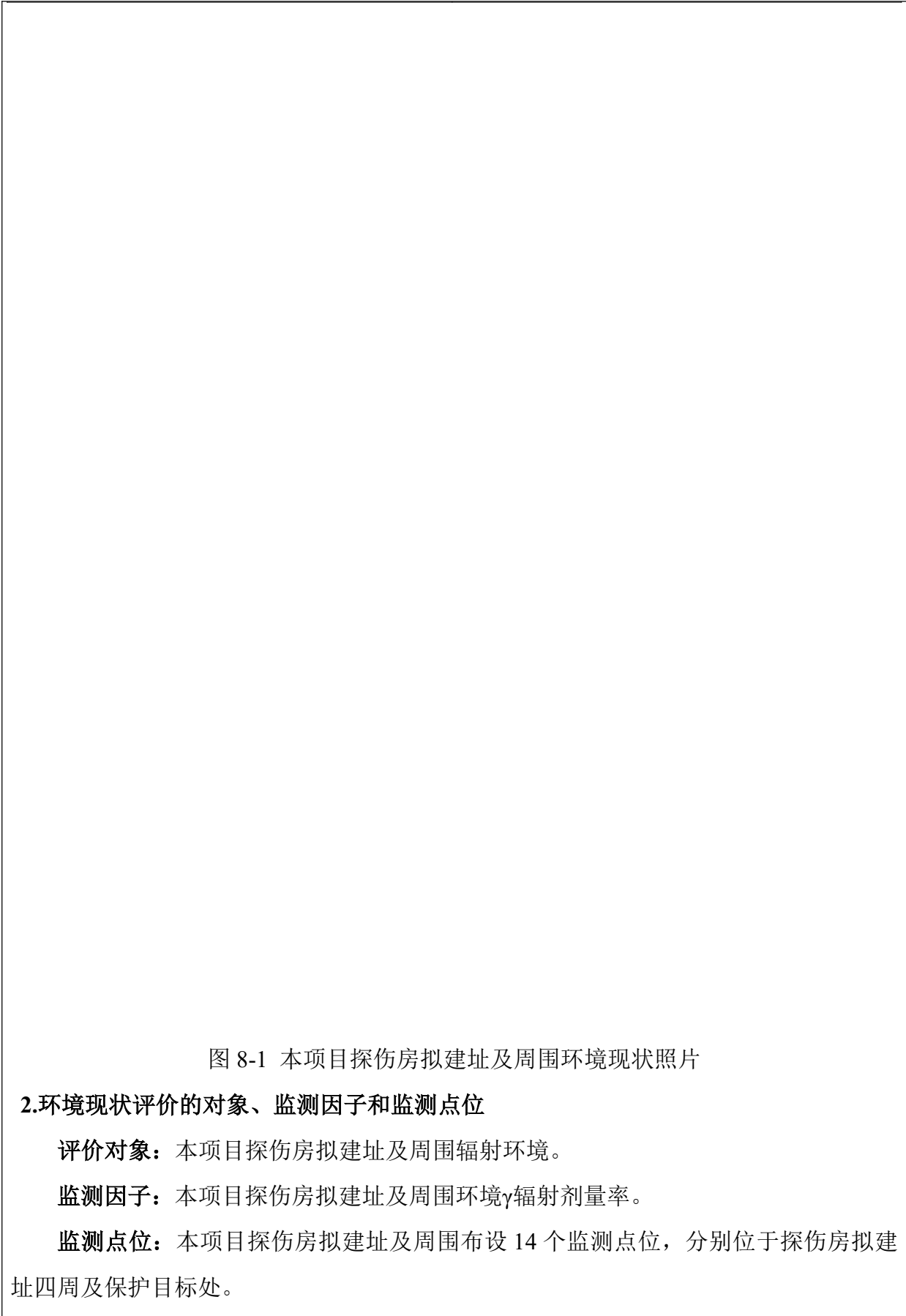


图 8-1 本项目探伤房拟建址及周围环境现状照片

## 2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

**评价对象：**本项目探伤房拟建址及周围辐射环境。

**监测因子：**本项目探伤房拟建址及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

**监测点位：**本项目探伤房拟建址及周围布设 14 个监测点位，分别位于探伤房拟建址四周及保护目标处。

### 3. 监测方案、质量保证措施

**监测方案：**根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在探伤房拟建址周围布设监测点位，对探伤房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率进行检测。

**质量保证措施：**江苏睿源环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前检查是否正常。

### 4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：BG9512+BG7030 型 X- $\gamma$ 辐射监测仪（仪器编号：RY-J001）

测量范围：10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

校准有效日期：2025.3.11-2026.3.10

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2025H21-20-5786074001

监测日期：2025 年 8 月 5 日

环境条件：天气：晴；温度：34 $^{\circ}$ C；相对湿度：73%

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境 $\gamma$ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目探伤房拟建址周围环境辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 7），监测点位示意图见图 8-2。

数据记录及处理：仪器读数稳定后，以约 10s 的间隔读取 10 个数据，记录在原始记录表，同时记录海拔、经纬度。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中公式进行修正并扣除宇宙射线响应值，同时处理出标准偏差。

表 8-1 本项目探伤房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射水平

序号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	标准偏差	备注
1	探伤房曝光室拟建址中部	59	1	室内 (平房)
2	探伤房曝光室拟建址东侧	57	1	室内 (平房)
3	探伤房曝光室拟建址南侧	56	1	室内 (平房)
4	探伤房曝光室拟建址西侧	57	1	室内 (平房)
5	探伤房曝光室拟建址北侧	58	1	室内 (平房)
6	生产车间东北部	54	1	室内 (平房)
7	生产车间中部	61	2	室内 (平房)
8	生产车间东南部	58	1	室内 (平房)
9	生产车间北侧厂区道路	39	1	道路
10	生产车间东侧办公楼内	76	1	室内 (楼房)
11	生产车间南侧厂区道路	36	1	道路
12	江苏博隆机械技术有限公司厂区 东侧空地	36	2	原野
13	江苏博隆机械技术有限公司厂区 南侧空地	35	2	原野
14	昆山豪顺物流有限公司南部道路	40	2	道路

注: X- $\gamma$ 辐射监测仪检定使用  $^{137}\text{Cs}$  辐射源。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, 上述结果为己扣除宇宙响应值 (仪器的宇宙响应值为 11nGy/h) 并进行了建筑物屏蔽修正后的结果。

根据表 8-1 的监测结果可知, 本项目探伤房周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 (35~76) nGy/h 范围内, 其中道路环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 (36~40) nGy/h 范围内, 处于江苏省道路天然 $\gamma$ 辐射剂量率测值范围内; 室内环境 $\gamma$ 辐射剂量率为 (54~76) nGy/h, 处于江苏省室内天然 $\gamma$ 辐射剂量率测值范围内; 原野 $\gamma$ 辐射剂量率为 (35~36) nGy/h, 处于江苏省原野天然 $\gamma$ 辐射剂量率测值范围内。



图 8-2 X-γ辐射剂量率检测点位示意图

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

江苏博隆机械技术有限公司因产品检测需要，拟在生产车间东部中间偏北方向新建 1 座 X 射线探伤房并计划配备 2 台 X 射线探伤机（2 台 XXG2505D 型定向机，最大管电压 250kV，最大管电流 5mA），用于开展固定式 X 射线探伤作业。

表9-1本项目探伤机主要设备参数

参数	XXG2505D 型 X 射线探伤机
最大管电压	250kV
最大管电流	5mA
主射线辐射角	40°+5°
工件最大厚度（钢）	40mm
滤过材料	3mmAl
工作方式	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟

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下进行曝光探伤。常见X射线探伤装置控制箱见图9-1，常见X射线探伤机外观图及连接电缆见图9-2。

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。典型的X射线管结构图见图9-3。

X射线探伤机按照X射线发射的方向和窗口范围可分为定向式和周向式，本项目配备的定向机固定朝向一侧照射，常见定向X射线探伤机照射工件示意图见图9-4。

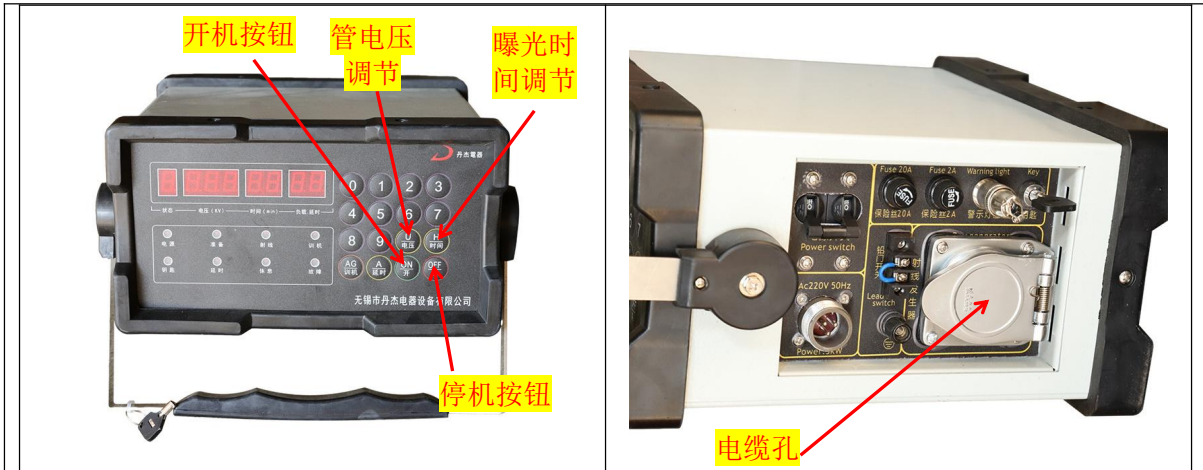


图9-1 常见X射线探伤装置控制箱



图 9-2 设备厂家 X 射线探伤机外观图及连接电缆

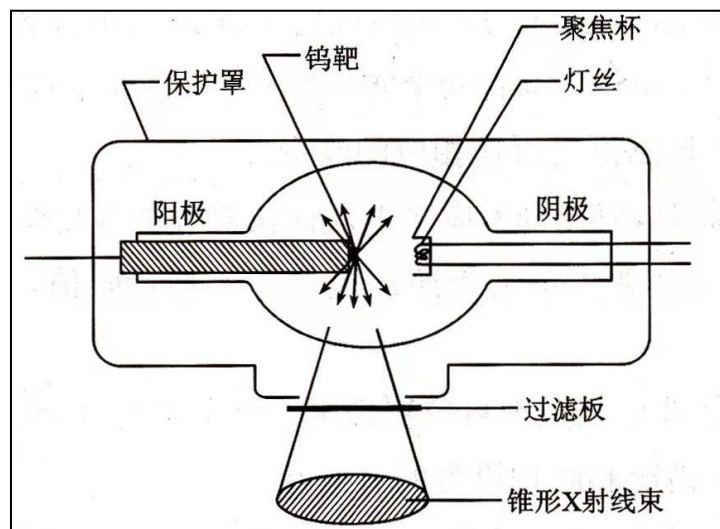


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

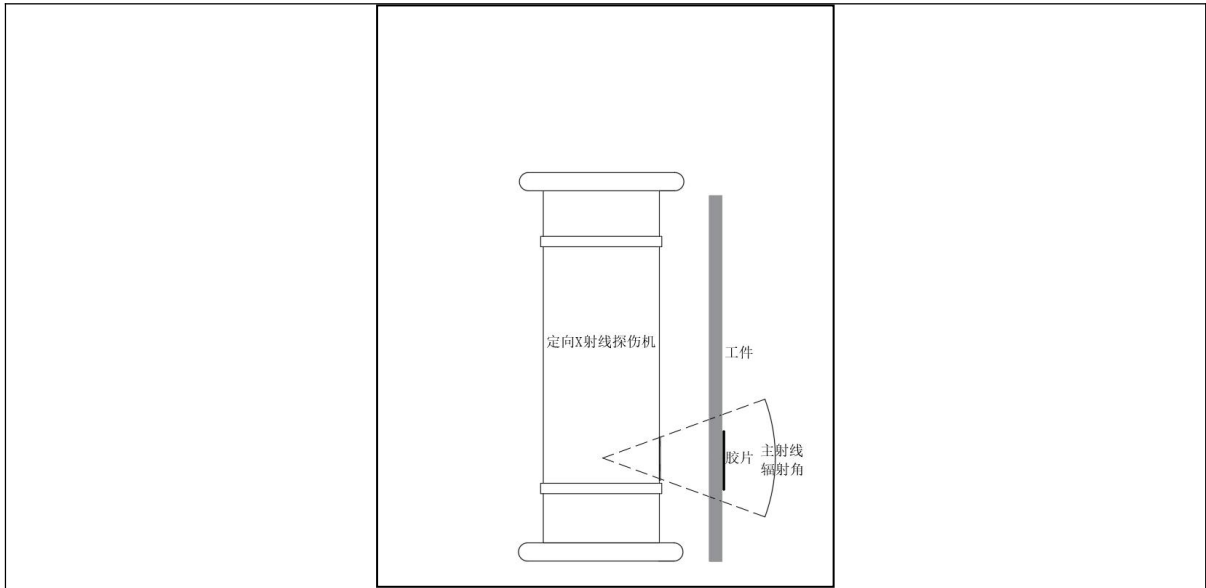


图 9-4 常见定向 X 射线探伤机照射工件示意图

## 2、X 射线探伤机工作原理

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X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细微结构等。

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把被检物体放在离射线装置 0.25m-0.5m 的位置处，把胶片紧贴在被检工件焊缝背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

## 3、工件信息及工作方式

本项目探伤房主要用于对本公司生产的淘析器、袋滤器和管道焊接部分进行无损检测。工件长度最大 6m，直径最大 3m，厚度为 10mm-40mm 钢。

图 9-5 本项目探伤房主要探伤工件示意图

探伤房净尺寸长 8m，宽 4.5m，高 4m，工件门洞为 3.5m×3.5m，探伤房内及门宽尺寸与工件能够匹配。建设单位只开展探伤房曝光室内的探伤工作，不涉及野外（室外）探伤项目。

本项目探伤房曝光室内拟设置一个探伤机支架，将探伤机固定在支架上方，固定朝向一侧照射，同时曝光室内拟设置一个滚轮架，将工件放置在滚轮架上，通过滚轮架旋转工件焊缝位置，从而对工件焊缝进行 360°无损检测。

#### （1）探伤机支架

本项目拟为探伤机配备 1 个支架，能够固定探伤机，通过该支架使探伤机固定朝向探伤房南墙照射，探伤机类似支架产品示意图如下：

图 9-6 探伤机类似支架示意图

#### （2）探伤房滚轮架

①探伤房滚轮架（无损检测专用滚轮架）的核心原理：通过电机驱动主动滚轮，利用滚轮与圆筒工件间的摩擦力带动工件匀速旋转，配合探伤设备完成 360°全周向无损检测。滚轮架产品示意图如下：

图 9-7 滚轮架产品示意图

### ②基本结构

主要由以下几部分构成：

**主动滚轮架：**含驱动电机、减速器、主动滚轮、控制系统。

**从动滚轮架：**仅含从动滚轮，起支撑作用，无动力。

**底座/导轨：**固定或可调结构，用于安装滚轮架，可调节间距适配不同直径工件。

**控制系统：**变频调速、急停、联动、转速监测。

### ③工作流程

- 1) 工件吊装至滚轮架上；
- 2) 调节滚轮间距，使工件中心高、水平、稳定；
- 3) 设定转速，启动驱动系统；
- 4) 工件匀速旋转，探伤机扫描焊缝；
- 5) 全程监控转速、窜动、振动，确保检测质量。

图 9-8 滚轮架与工件摆放示意图

本项目探伤房曝光室内探伤工件按东西方向摆放，探伤机为定向机，固定朝南侧照射，企业拟在曝光室内地面设置探伤机移动区域，使用黄线标注，并在规章制度操作规程中强调，探伤过程需严格按照操作规程，务必使探伤机主射线朝南墙照射，则东墙、西墙、北墙、顶部、地面均为非主射线照射方向。本项目所在探伤房地下为土质层，上方为生产车间屋顶。

本项目探伤房总高度 4.5m，厂房总高度 15.1m，办公楼总高度 16.5m，一层 4.5m，二层 4.2m，三层 6.1m，房顶 1.7m；本项目探伤房与办公楼立面示意图见附图 6；探伤机主射线固定朝南侧照射时，办公楼一层位于主射线照射范围内包括过厅、员工就餐区、多功能会议室、过道、接待大厅；二层位于主射线照射范围内包括总经理办公室（全居留 1 人）、秘书室（全居留 1 人）、小会议室 1、储藏室、过道、小会议室 2；三层位于主射线照射范围内包括会议室、机房、独立办公室 2（全居留 1 人）、独立办公室 1（全居留 1 人）、独立办公区（涉及 2 工位 2 人，全居留）、过道、茶歇区；主射线照射范围示意图见附图 8-1 及附图 8-2。主射线照射范围内的全居留人数较少，共计约 6 人，其余均为流动人员。此外，办公楼其余区域均为非有用线束照射方向，绝大部分员工处于非有用线束照射区域。通过采取上述措施，减少公众照射人数。

#### 4、工作流程及产污环节分析

X射线探伤时辐射工作人员将工件从工件门运至曝光室内，在操作台进行远距离操作，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) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入曝光室时，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。

2) 将工件从工件门运至曝光室内，清场，无关人员撤离曝光室，工作人员在曝光室固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

3) 将X射线探伤机固定到合适的位置；

4) 检查曝光室内人员滞留情况，再次确定无人后探伤工作人员从人员门离开曝光室，并关闭工件门及人员门；

- 5) 探伤工作人员开启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，工作人员打开人员门，进入曝光室取下胶片；
  - 7) 完成所有检测工作后，将工件由工件门运出曝光室；
  - 8) 辐射工作人员对探伤胶片进行读片，判断工件焊接质量、缺陷等。
- 固定式X射线探伤工作流程及产污环节见下图9-9。

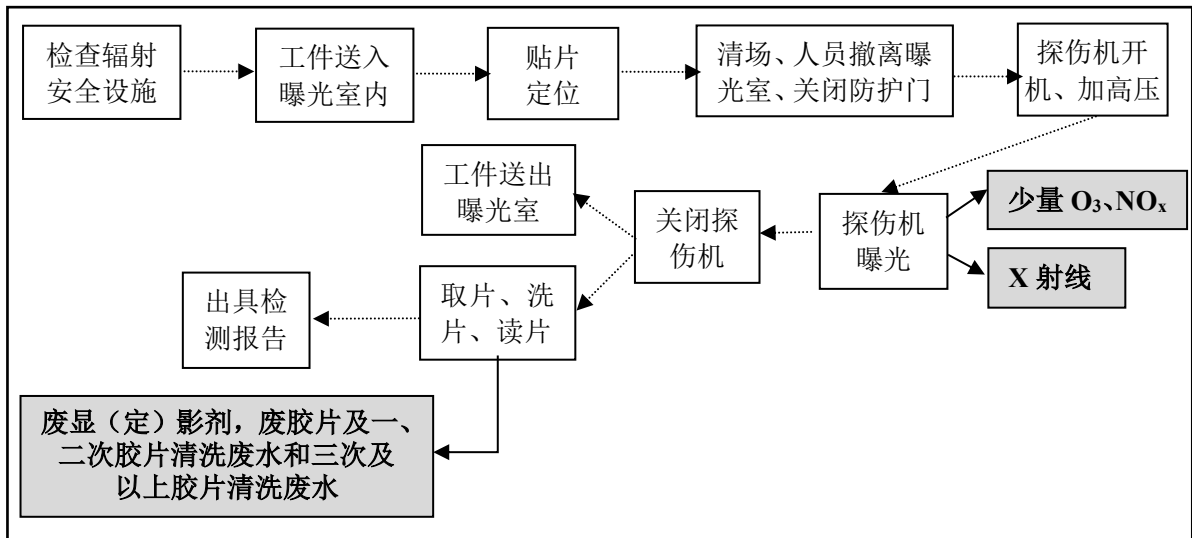


图 9-9 本项目探伤工作流程及产污环节

由图 9-9 可知，本项目营运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) 当定影、显影液在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；
- (4) 洗片过程中产生的一次、二次胶片清洗废水和三次及以上胶片清洗废水；
- (5) 探伤工作中可能产生废胶片。

此外，在探伤机首次到厂或超过1周末使用等情况下，在开始探伤工作前，需要对探伤机进行训机，训机工作流程及产污环节为：

- (1) 清场、关门：检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员离开曝光室并关闭防护门，启动‘预备’信号；
- (2) 训机：辐射工作人员在操作间内操作控制箱，按下训机键，进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低千伏值一点一点地往高训。按下训机键后，X射线探伤机将产生X射线污染，同时X射线将使曝光室内的空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮

氧化物 (NO<sub>x</sub>) ;

(3) 训机结束：当训到最高千伏值后，X射线探伤机自动关闭，同时在训机过程中，也可以通过“高压关”键来随时终止。

### 5.人员配置及工作制度

**工作制度：**本项目辐射工作人员实行白班单班制，每年工作 50 周，探伤房曝光室每周最大曝光不超过 10h，年曝光时间不超过 500h（以上时间包含训机）。

**人员配置：**建设单位拟为本项目配备 2 名辐射工作人员共同操作探伤机及管理本项目探伤房。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

### 6. 辐射工作场所人流及物流路径

**人流：**本项目辐射工作人员从工件门进入曝光室进行工件摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成后返回至操作间，确认曝光室内无人员停留后关闭工件门、人员门，开始探伤工作。探伤任务结束后，辐射工作人员在曝光室取下胶片进入暗室进行洗片工作。在晾/评片室进行评片。一天的工作结束后，辐射工作人员从操作间门离开探伤房。

**物流：**本项目工件由辐射工作人员经工件门运至曝光室内进行探伤检测工作，检测完成后，工件由工件门运出曝光室。

本项目每日产生危废由暗室送危废间内进行暂存。

图 9-10 本项目探伤房辐射工作场所人流及物流路径

## 污染源项描述

### 1. 辐射污染源分析

江苏博隆机械技术有限公司因产品检测需要，拟在生产车间东部中间偏北方向新建 1 座 X 射线探伤房并计划配备 2 台 X 射线探伤机（2 台 XXG2505D 型定向机，最大管电压 250kV，最大管电流 5mA），用于开展固定式 X 射线探伤作业。

污染源强：根据厂家说明（附件 8），已知滤过为 3mm 铝，本项目探伤机输出量保守根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 取值，为有用线束源强。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，即泄漏射线源强。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 取得散射辐射最高能量。

表9-2 本项目探伤机输出量参数

序号	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过	有用线束辐射输出量 mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	有用线束辐射输出量 μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射能量 (kV)
1	XXG2505D 型 X 射线探伤机	250	5	3mm 铝	13.9	8.34E+05	5000	200kV

由 X 射线探伤机工作原理可知，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，对曝光室外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此探伤机在开机曝光期间，本项目的辐射源项主要包括 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射（如以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射、天空反散射、曝光室内各类射线的散射辐射等）。

### 2. 非辐射污染源分析

#### (1) 固废

本项目不产生放射性固体废物。

本项目运营时会产生废显（定）影剂、一次、二次胶片清洗废水和废胶片。废显（定）影剂、一次、二次胶片清洗废水和废胶片属于《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。本项目每月预计产生废显（定）影剂 20kg，每年预计产生废显（定）影剂 240kg；每月预计产生一次、二次胶片清洗废水 40kg，每年预计产生洗片冲洗废水 480kg；每月预计产生废胶片 2kg，每年预计产生废胶片 24kg。

(2) 废水

本项目不产生放射性废水。

本项目洗片时会产生一定量三次及以上胶片清洗废水，每月预计产生 120kg，每年预计产生 1440kg。

(3) 废气

本项目不产生放射性废气。

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**

本项目固定式 X 射线探伤房设有曝光室、操作间、晾/评片室、暗室和危废间，操作间、晾/评片室、暗室和危废间均位于曝光室北侧。本项目定向探伤机有用线束方向为南墙，本项目探伤房布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于控制室与曝光室分开且控制室应避开有用线束照射方向的设计要求。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，公司将按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

本项目以探伤房曝光室作为本项目的控制区，将操作间、暗室、晾/评片室及危废间作为本项目的监督区，在探伤房工件门、人员门上均拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，在监督区张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。本项目分区的划分符合《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。两区划分示意情况见图 10-1。

图 10-1 本项目探伤房两区划分示意图

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	探伤房曝光室	操作间、晾/评片室、暗室及危废间
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	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”。 6.4.2.2 a)“采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，曝光室内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、人员门门外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	探伤房操作间入口门外粘贴监督区标牌。

## 2.工作场所辐射屏蔽设计

本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为 8m×4.5m×4m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护，混凝土密度不小于 2.35t/m<sup>3</sup>，铅密度不小于 11.3t/m<sup>3</sup>。探伤房曝光室四周墙均为 600mm 混凝土，顶部为 500mm 混凝土，工件门内嵌 16mm 铅板，人员门内嵌 10mm 铅板。本项目探伤房平面及剖面布局见附图 4。

探伤房曝光室体积约为 144m<sup>3</sup>，拟在南墙下设置直径φ300mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下，并在南墙外表面贴墙设置排风管道，管道口高于曝光室顶部；本项目拟安装一个轴流风机，排风总量约为 600m<sup>3</sup>/h，探伤作业时全程开启风机，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物，能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次，且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。

探伤房曝光室拟在北墙设置 2 根直径φ110mm 电缆管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下，利用散射降低通风管道及线缆管道口的辐射水平。

曝光室工件门门洞尺寸：3500mm×3500mm，门体尺寸：4100mm×3800mm，左右各覆盖 300mm，上下各覆盖 150mm。工件门与墙体之间的缝隙宽度为 10mm，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。人员门门洞尺寸：800mm×2000mm，门体尺寸：1200mm×2300mm，左右各覆盖 200mm，上下各覆盖

150mm。人员门与墙体之间的缝隙宽度为 10mm，人员门与墙体重叠部分不小于人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍。

表 10-2 本项目工作场所屏蔽设计情况一览表

工作场所名称	屏蔽防护体	材质及厚度设计
探伤房曝光室	四周墙体	600mm混凝土
	屋顶	500mm混凝土
	工件门	16mm铅板
	人员门	10mm铅板
	电缆管道	直径 $\phi$ 110mm，采用U型过墙方式埋于地坪300mm以下
	排风管道	直径 $\phi$ 300mm，采用U型过墙方式埋于地坪300mm以下

### 3. 辐射安全与防护设施和措施

#### (1) 曝光室辐射安全防护措（设）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 辐射安全与防护设施和措施一览表

序号	措施	标准原文	措施及位置	是否满足要求
1	曝光室与操作室分开	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。	本项目采用隔室操作，操作间位于曝光室北侧，探伤机有用线束方向为南墙，已避开有用线束照射的方向。	是
2	两区划分	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。	本项目以探伤房曝光室作为本项目的控制区，将操作间、晾/评片室、暗室及危废间作为本项目的监督区。	是
3	门机联锁	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。	本项目曝光室工件门、人员门均拟安装门-机联锁装置，只有在工件门、人员门完全关闭时才能出束照射，当工件门、人员门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射等。曝光室工件门、人员门内部均拟设置紧急开门按钮，发生事故时，按下开门按钮人员能够逃离事故现场。曝光室内使用 2 台探伤机，每台探伤机均与防护门联锁，曝光室内设置电源保护开关，每次仅能开启 1 台探伤机，超过开启数量，电源自动开启断电保护机制。	是
4	指示灯和声音提示装置	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	本项目工件门、人员门外上方及曝光室内部均拟设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与探伤机联锁；工作状态指示灯通过电路与探伤机连接，探伤机通电时工作状态	是

		“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。	指示灯显示“预备”状态，探伤机加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束探伤机停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。工作状态指示灯与曝光室内使用的其他报警信号有明显区别。同时曝光室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	
5	视频监控	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。	本项目曝光室内、工件门进出口处均拟设置视频监控。监控显示器位于操作室内操作台处。	是
6	电离辐射警告标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目工件门、人员门外表面均拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明。	是
7	急停按钮	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。	本项目操作台及曝光室内部四周墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，曝光室内的急停按钮安装能够使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，紧急停机按钮设置标签及标明使用方法。	是
8	通风	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。	探伤房曝光室体积约为 144m <sup>3</sup> ，拟在南墙下设置直径φ300mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下，并在南墙外表面贴墙设置排风管道，管道口高于曝光室顶部；本项目拟安装一个轴流风机，排风总量约为 600m <sup>3</sup> /h，探伤作业时全程开启风机，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物，能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次，且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。	是
9	固定式剂量率仪	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目探伤房曝光室内拟配备固定式场所辐射探测报警装置，报警装置显示单元位于操作室内。	是
10	其他	/	①门缝搭接：曝光室工件门门洞尺寸：3500mm×3500mm，门体尺寸：4100mm×3800mm，左右各覆盖 300mm，上下各覆盖 150mm。工件门与墙体之间的缝隙宽度为 10mm，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。人员门门洞尺寸：800mm×2000mm，门体尺寸：	是

			<p>1200mm×2300mm，左右各覆盖 200mm，上下各覆盖 150mm。人员门与墙体之间的缝隙宽度为 10mm，人员门与墙体重叠部分不小于人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍。</p> <p>②电缆孔防护：探伤房曝光室拟在北墙设置 2 根直径 <math>\phi 110\text{mm}</math> 电缆管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下；利用散射降低通风管道及线缆管道口的辐射水平。</p>	
<p>本项目探伤房辐射安全与防护措施分布见附图 9。</p> <p><b>(2) 探伤操作防护措施：</b></p> <p>①辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。</p> <p>②辐射工作人员在进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还将携带个人剂量报警仪和便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，工作人员立即退出探伤室，同时防止其他人进入曝光室，并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>③本项目将定期测量曝光室外周围区域的剂量率水平，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。测量值将与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，会终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>④当班使用便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪前，本项目辐射工作人员将检查是否能正常工作。如发现便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪不能正常工作，则不开始探伤工作。</p> <p>⑤本项目工作人员将正确使用配备的辐射防护装置。</p> <p>⑥在每一次照射前，本项目工作人员将核实确认曝光室内部没有人员驻留时关闭防护门。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。</p> <p><b>(3) 探伤设施退役措施：</b></p> <p>本项目工业探伤设施不再使用时，探伤房及 X 射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役：</p> <p>①X 射线发生器将处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；</p> <p>②当所有 X 射线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；</p> <p>③清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p>				

### 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。

本项目评片和洗片过程可能会产生废胶片、一次、二次胶片清洗废水及废显（定）影剂。在产生一次、二次胶片清洗废水及废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至建设单位危废间中一次、二次胶片清洗废水及废显（定）影剂存放区域；每日探伤产生废胶片在工作结束后收集运至危废间中废胶片存放区域；废胶片、一次、二次胶片清洗废水及废显（定）影剂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单位转运。

本项目危废间位置见附图 4。危废间拟按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，确保做到“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面为防渗水泥。危废库内设消防设施，防止出现火灾。建设单位参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置危险废物识别标志并在不同贮存分区之间采取隔离措施。隔离措施根据危险废物特性采用隔板形式。使用耐腐蚀容器暂存废显（定）影剂、冲洗废水。

存放装载废显（定）影剂及胶片洗片废水的容器的贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等采用坚固的材料建造，表面无裂缝。贮存设施地面与裙脚采取表面防渗措施；表面防渗材料采用抗渗混凝土。上述容器置于架子上，不直接接触地面。存放装载废显（定）影剂、冲洗废水的容器的贮存分区具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；设渗滤液收集设施，收集设施容积预计满足渗滤液的收集要求。

建设单位日常将危废分类存储并做好标记标志，不可混入其他杂物。危废间门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类。危废库由专人管理，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。建设单位严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。

建设单位拟委托有资质单位处置探伤相应危废，在本项目建设完成后将与有资质单位签订废显（定）影剂、废胶片及第一、二次胶片清洗废水处置协议。探伤过程中

产生的废显（定）影剂、废胶片及第一、二次胶片清洗废水集中贮存于危废库，后交由有资质单位进行处理。危废间内拟划定废胶片、一次、二次洗片冲洗废水及废显（定）影剂存放区域确保满足本项目的存放需求。建设单位应定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

建设单位将按照《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、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

## 2. 废水

本项目不产生放射性废水。

本项目洗片时会产生一定量三次及以上胶片清洗废水，该部分废水接入市政污水管网进入昆山建工环境投资有限公司张浦污水处理厂集中处理，尾水排入吴淞江。

## 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。本项目探伤房曝光室不设置进风口，通过工件门和人员门进气，曝光室内拟设置机械通风装置，进风口位于曝光室东南角地平面上，通风管道采用 U 型管道设计，埋于地坪 300mm 以下，贴曝光室外墙设置引管向上，排风口设置在曝光室南墙外，排风口高于曝光室顶部，无人员聚集，可通过通风管道内机械通风装置将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室。曝光室内体积约为 144m<sup>3</sup>，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 432m<sup>3</sup>/h，本项目拟设置的轴流风机排风量为 600m<sup>3</sup>/h，每小时有效换气次数可达 4.1 次，能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求，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**

本项目主体工程为在生产车间内新建 1 座探伤房并在其曝光室内配备 2 台 X 射线探伤装置（不开机）。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：

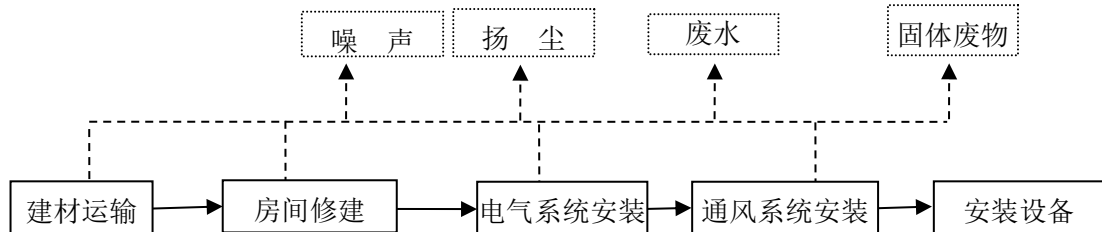


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

**（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，针对上述大气污染拟采取以下措施：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企业及空地，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）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。施工废水拟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拟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。

施工单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期间的影晌控制在公司内局部区域，对周围环境影晌较小。

## 运行阶段对环境的影响

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶、铅防护门对 X 射线进行防护。X 射线探伤装置出束工作时，定向探伤机主射线方向固定为南墙；因此，本次评价拟将曝光室南墙按照有用射束照射进行估算，东墙、北墙、西墙、屋顶及地面为非主射束照射方向，因曝光室下方为土层，本次环评不进行预测评价。建设单位开展探伤作业时，每次仅开启 1 台探伤机，不同时使用 2 台探伤机。本项目 X 射线探伤机选取 250kV 定向机保守以最大管电压，最大管电流满功率运行时对探伤房四周墙壁、顶部、工件门、人员门辐射环境影响进行预测。

### 1、四周墙壁、屋顶、工件门和人员门屏蔽效果预测

四周墙壁、屋顶、工件门和人员门预测计算模式采用《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：

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

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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值见表 9-2；

$B$ ：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）附录 B 中的图 B.2，因图 B.2 无法直接取得 B 值，保守参考《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混凝土的什值层后，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) 非有用线束的屏蔽：

##### ① 泄漏辐射

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

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， $\mu\text{Sv/h}$ ，见表 9-2；

$B$ ：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混凝土或铅的什值层后，再根据  $B=10^{-X/TVL}$  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；5mA；

$H_0$ ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，见表 9-2；

$B$ ：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  $B=10^{-X/TVL}$  计算得到  $B$  值；

$F$ ： $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$ ：散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）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  $\alpha$  值时，可以用水的  $\alpha$  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。

本项目 X 射线探伤机在曝光室内进行探伤作业时，移动范围见图 11-2，距东西墙最近距离 1.5m，距南墙最近距离 1m，距北墙最近距离 0.5m，考虑到滚轮架支撑高度约 0.5m，工件最大直径 3m，则探伤机距地高度最高为  $3/2+0.5=2\text{m}$ ，距顶部高度最近为  $4-2=2\text{m}$ 。

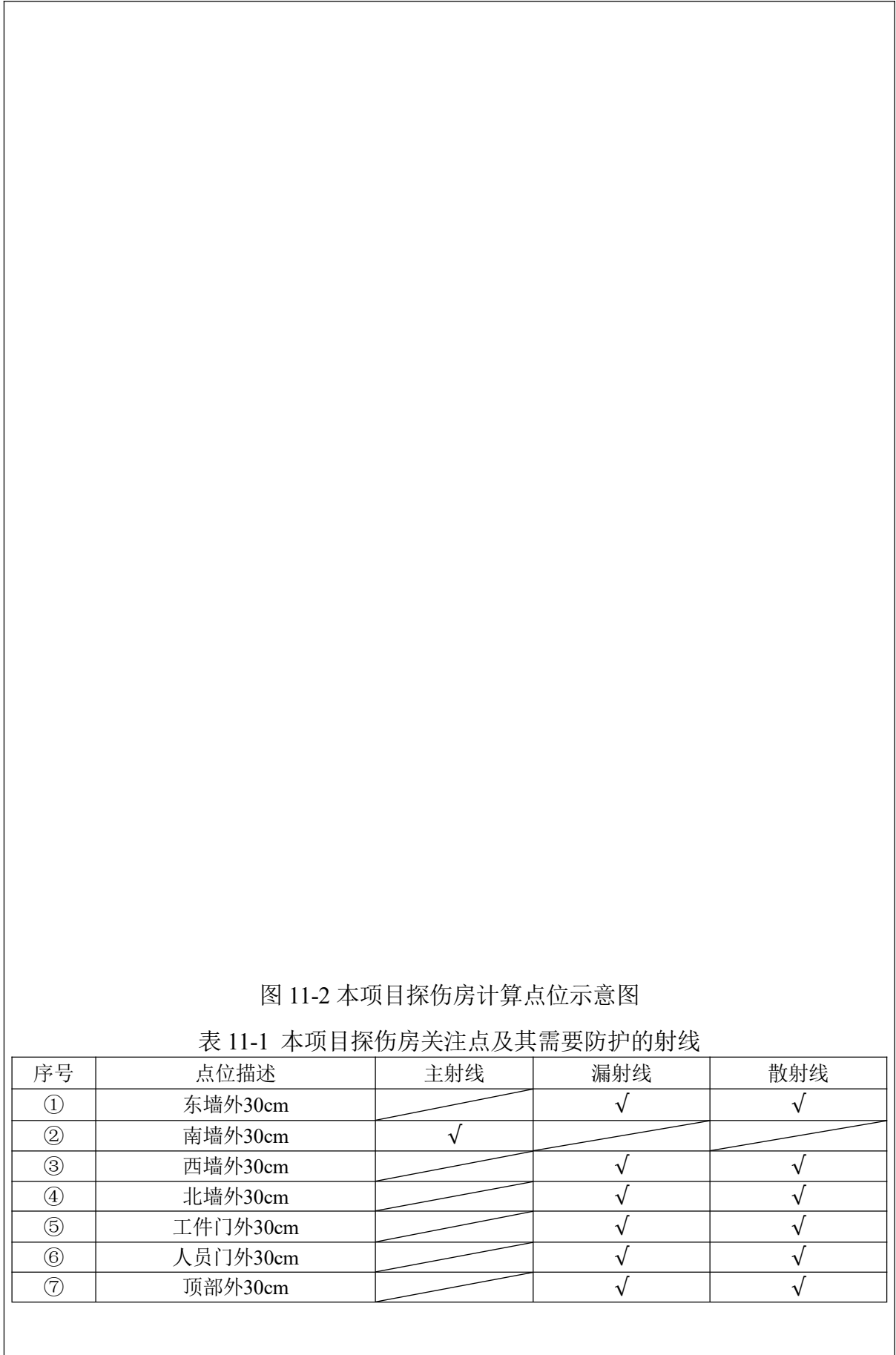


表 11-1 本项目探伤房关注点及其需要防护的射线

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	人员门外30cm	/	√	√
⑦	顶部外30cm	/	√	√

表 11-2 本项目探伤房曝光室有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	H <sub>0</sub> μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)	B	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
南墙②							2.5	满足

注：1) R 值：探伤机距曝光室南墙 1m， $R_{南}=1+0.6+0.3=1.9m$ 。

2) B 值：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.2，250kV 下混凝土什值层为 90mm。

表 11-3 本项目探伤房曝光室非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	关注点位					
	东墙①	西墙③	北墙④	工件门⑤	人员门⑥	顶部⑦
屏蔽体						
探伤机类型						
泄漏辐射	TVL <sub>1</sub> (mm)					
	B <sub>1</sub>					
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)					
	R (m)					
散射辐射	$\dot{H}$ (μSv/h)					
	散射后能量					
	TVL <sub>2</sub> (mm)					
	B <sub>2</sub>					
	I (mA)					
	H <sub>0</sub> μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)					
	F (m <sup>2</sup> )					
	α					
	R <sub>0</sub> (m)					
	R <sub>s</sub> (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：探伤机距曝光室东墙 1.5m、西墙 1.5m、北墙 0.5m， $R_{东}=R_{西}=1.5+0.6+0.3=2.4m$ ， $R_{北}=0.5+0.6+0.3=1.4m$ ；工件门的门厚为 0.1m， $R=1.5+0.6+0.3+0.1=2.5m$ ；人员门厚 0.1m， $R_{人员门}=1.0+0.6+0.6+0.8+0.1+0.3=3.4m$ 。探伤机距地面 2m，距顶部 2m， $R_{顶}=2+0.5+0.3=2.8m$ 。

2) B<sub>1</sub> 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 下混凝土什值层为 90mm；250kV 下铅的什值层为 2.9mm；B<sub>2</sub> 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 下混凝土值层为 86mm，铅值层为 1.4mm。

## 2、迷道入口处散射辐射影响分析

本项目探伤房曝光室采用“Z”形外迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平，避免 X 射线直接照射迷道入口，迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-3。

X 射线探伤时有用线束在工件散射后到达迷道口，散射后进入迷道，经过至少 2 次散射到达防护小门，迷道出口采用厚度为 10mm 的铅板防护。散射公式见（4）（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）。

$$H_s = \frac{D_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot r_3^2} \quad (4)$$

其中： $H_s$  为散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$D_0$ ：入射源强， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；250kV： $D_0=H_0 \times I=8.34\text{E}+05\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$   
 $\times 5\text{mA}=4.17\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

$\alpha$  为散射系数，参考 GBZ/T250-2014 取自附录 B 表 B.3；

$\alpha = \alpha_w \times 10000/400=1.9 \times 10^{-3} \times 10000/400=4.75\text{E}-02$ ；

$r$  为入射距离，m；散射距离分别为 0.5m、1.84m、3.36m、0.54m；

$K$  为散射面积， $\text{m}^2$ ；散射面积分别为  $0.14\text{m}^2$ 、 $3.2\text{m}^2$ 、 $1.6\text{m}^2$ 。

根据图11-3，探伤机距离人员门最近时，主射线穿透工件，产生散射线进入迷道，在迷道散2次后穿出人员门，路径为O→A→B→C→D。

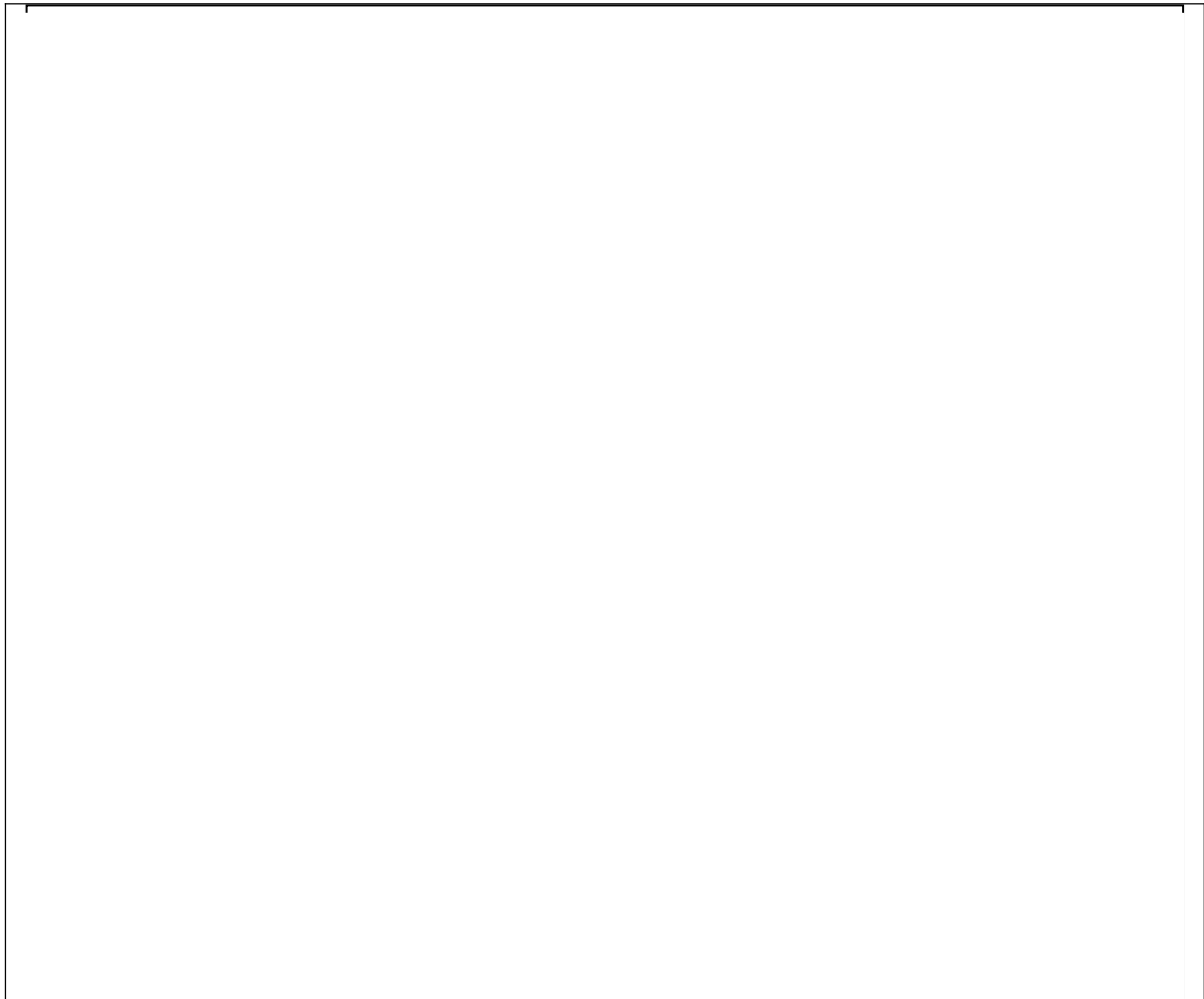


图 11-3 人员门口射线路径示意图（单位：mm）

表 11-4 迷道入口辐射剂量率

主射线在迷道内散射 2 次后穿过人员防护门										
$D_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )	$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$			$K_1$ ( $\text{m}^2$ )	$K_2$ ( $\text{m}^2$ )	$K_3$ ( $\text{m}^2$ )	$r_{OA}$ (m)	$r_{AB}$ (m)	$r_{BC}$ (m)	$r_{CD}$ (m)
$E_0$ (kV)	$E_1$ (kV)	$E_2$ (kV)	$E_3$ (kV)	H (散射线在迷道内散射, 无屏蔽, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		$B_1$ 10mm Pb	H (散射线在迷道内散射, 有屏蔽, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )			

注： $K_1=\pi*(0.5*\tan 22.5^\circ)^2=0.14\text{m}^2$ （一次散射在工件上的照射面积）， $K_2=0.8\text{m}\times 4.0\text{m}=3.2\text{m}^2$ （二次散射出迷道门的照射面积）， $K_3=0.8\text{m}\times 2.0\text{m}=1.6\text{m}^2$ （二次散射出迷道门的照射面积）；B 为透射因子； $E_1$ 、 $E_2$  分别为散射后能量。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.2，150kV 下铅的半值层为 0.96mm，再根据  $B=10^{-X/TVL}$  计算得到  $B_1$  值。

表 11-5 人员门外剂量率叠加值

主射线穿墙后穿门辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	迷道散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	合计 H ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	评价
			2.5	满足

### 3、天空反散射影响分析

根据表11-3，本项目曝光室顶部外30cm处辐射剂量率最大为 $1.81E-02\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $1.81E-02\mu\text{Sv/h}$ ；根据表11-2及表11-3，本项目曝光室四周墙外30cm处辐射剂量率最大为 $2.48E-01\mu\text{Sv/h}$ ；将二者叠加后剂量率最大为 $2.66E-01\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足周围剂量当量率参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### 4、电缆沟、通风管道辐射影响分析

本项目探伤房电缆管道、通风管道采用 U 型管设计，利用散射降低管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆口、通风口，X 射线进入电缆管道后散射示意图如图 11-4，进入通风管道后散射示意图如图 11-5。X 射线进入电缆管道及通风管道均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P193 “一般经三次以上散射后 $\gamma$ 射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，本项目探伤房电缆管道设计、通风管道设计能够满足辐射防护要求。

图 11-4 本项目探伤房曝光室电缆管道散射示意图（单位：mm）

图 11-5 本项目曝光室通风管道散射示意图（单位：mm）

### 5、保护目标有效剂量评估

参考点的周剂量及年有效剂量水平估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{-----公式 (5)}$$

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。

采用公式（6）计算本项目保护目标周、年有效剂量，计算结果见表11-6。

表 11-6 本项目探伤房曝光室辐射影响理论估算结果汇总表

位置	居留因子	使用因子	方位及距离	距探伤机距离 (m)	射线照射类型	关注点处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	周剂量估算值 ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	目标管理值 ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	年剂量估算值 (mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)
操作间、晾/评片室、暗室及危废间										
江苏博隆机										
材料存放区										
车间过道										



昆山豪顺 物流有限 公司	
--------------------	--

注：①本项目 X 射线探伤机周曝光时间最大约为 10h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 500h；

②本项目为探伤机使用因子保守取 1；

③操作间、晾/评片室、暗室及危废间及车间过道、成品存放区 2、江苏博隆机械技术有限公司办公楼非有用线束关注点处辐射剂量率取自表 11-2 及表 11-3，其余保护目标处辐射剂量率分别采取非主射线计算公式（2）和公式（3）及主射线公式（1）计算得出剂量率继而进行预测计算；上述保护目标同类型的选取影响最大处进行预测计算。

根据理论计算结果，辐射工作人员周剂量当量最大为**5.06E-02 $\mu$ Sv**，年有效剂量最大为**2.53E-03mSv**，周围公众周剂量当量最大为**4.24E-01 $\mu$ Sv**，年有效剂量最大为**2.12E-02mSv**，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员和公众剂量约束值要求。由于辐射剂量率随距离增大而衰减，更远处的关注点辐射剂量率不会高于已列关注点，相应有效剂量也不会高于该位置。

### 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。

#### 本项目可能发生的辐射事故：

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，工作人员误入曝光室；

2) 曝光室门机联锁失效，防护门未完全关闭，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) 探伤操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漏射线对周围人员造成意外照射。

#### 本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

1) 探伤工作人员在进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪，并保持开机状态，避免事故的发生。

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，制定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，剂量超标的人员应及时调岗，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) 定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

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

8) 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；辐射工作人员及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”。

江苏博隆机械技术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，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，考核类型为“X 射线探伤”，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 1 名辐射工作人员仍需通过相关考核，考核类型为“辐射安全管理”。

**辐射安全管理规章制度**

本项目为新建项目，公司应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定相关辐射安全管理制度，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、事故应急制度等。本报告对各项管理制度要点提出如下建议：

**岗位职责：**制定管理人员、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。

**操作规程：**明确本项目辐射人员的资质条件要求、探伤装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施，并补充限制线和使用要求。将探伤机主射线照射方向必须朝南墙照射写入操作规程，并严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业，确保不随意更改主射线照射范围。

**辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

**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。

**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。

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

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

**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》（环发〔2006〕145号文）的要求建立事故应急预案，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；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

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

公司应制定相关管理制度，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) 委托有资质单位定期对本项目探伤房曝光室周围环境辐射剂量率进行检测，

每年 1 次；

2) 委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

3) 本项目探伤房曝光室内进行探伤作业时公司辐射安全管理人员对曝光室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，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

4) 拟为本项目配备辐射工作人员定期组织职业健康体检，并为辐射工作人员建立职业健康监护档案。

5) 本项目探伤房曝光室内配置固定式场所辐射探测报警装置，实时提醒人员曝光室内射线照射情况，防止人员误入。

表 12-1 监测计划一览表

辐射场所	监测类别	监测项目	监测频度	监测设备	监测范围
本项目探伤房	年度监测	X-γ辐射剂量率	1 次/年	便携式 X-γ辐射监测仪	a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； b) 曝光室门外 30 cm 离地面高度为 1 m，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m，每个墙面至少测 3 个点； e) 人员经常活动的位置； f) 每次探伤结束后，检测曝光室的入口，以确保探伤机已经停止工作。
	自主监测		不定期		
	验收监测		竣工验收		
	个人剂量检测	个人剂量当量	1 次/季度	个人剂量计	所有辐射工作人员

## 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；公司拟为本项目配备1台辐射剂量巡测仪和2台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对探伤房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

## 辐射事故应急

江苏博隆机械技术有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (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。

江苏博隆机械技术有限公司应依据《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》（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》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》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1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司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。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测探伤房曝光室周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

**结论****1. 实践正当性**

江苏博隆机械技术有限公司因淘析器、袋滤器和管道无损检测需求，拟新建 1 座固定 X 射线探伤房并配备 2 台 X 射线探伤机对生产的淘析器、袋滤器、管道进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提高产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

**2. 辐射安全与防护分析结论****1) 选址、布局合理性**

江苏博隆机械技术有限公司位于江苏省昆山市张浦镇益德路 811 号，公司东侧隔空地为扬巷江，南侧为空地及昆山市麦士德隆科技有限公司（在建），西侧为益德路，北侧为昆山豪顺物流有限公司。本项目探伤房位于江苏博隆机械技术有限公司生产车间东部中间偏北方向，生产车间东侧为办公楼，南侧、西侧、北侧均为厂区道路。

本项目探伤房（包括曝光室及辅房）东侧为办公楼（主体 3F，局部 1F、4F），南侧为成品存放区 2，西侧隔车间过道为组焊区 1、半成品存放区以及成品存放区 1，北侧为材料存放区。本项目探伤房辅房设置有操作间、晾/评片室、危废间及暗室，位于曝光室北侧。本项目探伤房为一层建筑，上方为车间屋顶，下方为土层。

本项目探伤房曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及江苏博隆机械技术有限公司、昆山豪顺物流有限公司、江苏博隆机械技术有限公司厂区外东侧及南侧空地。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。

**2) 辐射防护措施**

本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为 8m×4.5m×4m，曝光室通过混凝土屏蔽

墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。探伤房曝光室四周墙均为 600mm 混凝土，顶部为 500mm 混凝土，工件门内嵌 16mm 铅板，人员门内嵌 10mm 铅板。

本项目以探伤房曝光室作为本项目的控制区，将操作间、暗室、晾/评片室、危废间作为本项目的监督区，在探伤房工件门、人员门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明，在监督区张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。

### 3) 辐射安全措施

曝光室工件门、人员门均拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司在曝光室工件门、人员门的门口及内部均拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯，照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置及工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室工件门、人员门外均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；曝光室内部四周及控制室均拟设置急停按钮及中文标识，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门、人员门均拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。曝光室内拟设置固定式场所辐射探测报警装置。曝光室内及工件门外均拟设置视频监控，在操作间拟设专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。公司拟配备 1 台辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪；用于对瞬时辐射剂量率的实时报警及探伤房周围环境辐射水平监测。以上措施落实后能够满足辐射安全管理的要求。

### 4) 通风

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。本项目探伤房曝光室不设置进风口，通过工件门和人员门进气，曝光室内拟设置机械通风装置，进风口位于曝光室东南角地平面上，通风管道采用 U 型管道设计，埋于地坪 300mm 以下，贴曝光室外墙设置引管向上，排风口设置在曝光室南墙外，排风口高于曝光室顶部，无人员聚集，可通过通风管道内机械通风装置将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室。曝光室内体积约为 144m<sup>3</sup>，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 432m<sup>3</sup>/h，本项目拟设置的轴流风机排风量为 600m<sup>3</sup>/h，每小时有效换气次数可达 4.1 次，能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求，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对周围环境影响较小。

### 5) 危废处置

本项目探伤房产生的一次、二次胶片清洗废水、废胶片及废显（定）影剂及集中收集暂存于危废间。建设单位拟与有资质的单位签订危废处置协议，产生的危废交由该单位处理。

### 3. 辐射环境影响分析结论

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶、铅防护门对 X 射线进行防护。经理论预测结果可知，本项目探伤房拟配备的探伤机以最大功率运行时探伤房曝光室四周屏蔽墙、顶部、工件门外及人员门外 30cm 处的剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的周围剂量当量率参考控制水平。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员所受周剂量当量和年有效剂量、项目周围公众周剂量当量和年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

### 4. 辐射环境管理

1) 委托有资质单位每年对本项目探伤房工作场所周围环境辐射水平进行检测。

2) 拟配置辐射剂量率仪，定期对本项目探伤房工作场所辐射水平进行检测。

3) 在本项目运行前，公司委托有资质单位对本项目辐射工作人员开展个人剂量检测，所有辐射工作人员配备个人剂量计，并定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

4) 对所有辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案。

5) 公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前完善相关辐射安全管理制度；本项目辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识考核。

综上所述，江苏博隆机械技术有限公司新建固定式 X 射线探伤项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设

施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

#### 建议和承诺

- 1) 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，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) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。
- 4) 建设单位在获得本项目环评批复后且探伤房建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证。
- 5) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。
- 6) 建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

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	预期投资(万元)
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》《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。		/
	辐射工作人员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30天，最长不应超过90天。个人剂量档案长期保存）。	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《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修正本）》规定为“个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存”。	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
辐射防护措施	<p>本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为8m×4.5m×4m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对X射线进行防护。探伤房曝光室四周墙均为600mm混凝土，顶部为500mm混凝土，工件门内嵌16mm铅板，人员门内嵌10mm铅板。</p> <p>本项目以探伤房曝光室作为本项目的控制区，将操作间、暗室、晾/评片室以及危废间作为本项目的监督区，在探伤房工件门、人员门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明，在监督区张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。</p>	<p>曝光室表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）周围剂量当量率限值要求。</p> <p>辐射工作人员及公众年有效剂量符合《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》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（职业人员周剂量当量不超过100μSv；公众周剂量当量不超过5μSv。职业人员年有效剂量约束值5mSv，公众年有效剂量约束值0.1mSv）。</p>	
污染防治措施	废水：本项目产生的三次及以上胶片清洗废水接入市政污水管网进入昆山建工环境投资有限公司张浦污水处理厂集中处理，尾水排入吴淞江。	本项目产生的废水能够妥善处理，对周围环境影响较小。	/
	危险废物：本项目产生的废显（定）影剂，一次、二次胶片清洗废水及废胶片集中暂存危废库后，交给有资质单位处理。	危险废物交由有资质单位处理。	每年投入

	<p>废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。曝光室内拟设置通风设施，可通过风机将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，能确保每小时有效通风换气次数不小于3次。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。本项目采取开门和通风设施两种通风方式排出废气，臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。</p>	<p>本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对环境影响较小。</p>	
辐射安全措施	<p>曝光室工件门、人员门均拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司在曝光室工件门、人员门的门口及内部均拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯，照射状态指示装置与X射线探伤装置联锁，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置及工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室工件门、人员门外均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；曝光室内部四周及控制室均拟设置急停按钮及中文标识，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门、人员门均拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。曝光室内拟设置固定式场所辐射探测报警装置。曝光室内及工件门外均拟设置视频监控，在操作间拟设专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p>	<p>能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。</p>	
	<p>拟配备1台辐射巡测仪及2台个人剂量报警仪。</p>	<p>根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。</p>	

以上措施必须在项目运行前落实。