

核技术利用建设项目

江苏源清动力技术有限公司  
新建 2 座固定式 X 射线探伤铅房项目  
环境影响报告表

江苏源清动力技术有限公司（盖章）

2026 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏源清动力技术有限公司  
新建 2 座固定式 X 射线探伤铅房项目  
环境影响报告表

建设单位名称：江苏源清动力技术有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：无锡市滨湖区胡埭镇刘閻路 26 号

邮政编码：214100

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 .....	22
表 11	环境影响分析 .....	28
表 12	辐射安全管理 .....	40
表 13	结论与建议 .....	43
表 14	审批 .....	49
附图 1	江苏源清动力技术有限公司地理位置图 .....	50
附图 2	江苏源清动力技术有限公司厂区平面布局及周围环境示意图 .....	51
附图 3	D 栋厂房平面布局示意图 .....	52
附图 4-1	本项目 1#探伤铅房设计示意图 .....	53
附图 4-2	本项目 2#探伤铅房设计示意图 .....	54
附图 5-1	本项目 1#探伤铅房辐射安全措施示意图 .....	55
附图 5-2	本项目 2#探伤铅房辐射安全措施示意图 .....	56
附件 1	项目委托书 .....	57
附件 2	射线装置使用承诺书 .....	58
附件 3	辐射防护屏蔽设计说明 .....	59
附件 4	洗片废液及废胶片安全处置承诺书 .....	60
附件 5	《航空发动机涡轮叶片研制生产线建设环境影响报告表》环评批复复印件 .....	61
附件 6	辐射环境现状检测报告复印件 .....	67
附件 7	X 射线管参数说明复印件 .....	76

表 1 项目基本情况

建设项目名称		江苏源清动力技术有限公司新建 2 座固定式 X 射线探伤铅房项目			
建设单位		江苏源清动力技术有限公司			
法人代表姓名		钱原吉	联系人		联系电话
注册地址		无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 26 号			
项目建设地点		无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 26 号 D 栋厂房射线检测室内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）			项目环保总投资（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（m²） 186
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	/			
	<b>1 项目概述</b>				
<b>1.1 建设单位基本情况</b>					
<p>江苏源清动力技术有限公司成立于 2019 年 07 月 04 日，注册地位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 26 号。公司主要经营范围包括：民用航空器零部件设计和生产；民用航空器维修；机械零件、零部件加工；专用设备修理；金属制品修理；黑色金属铸造；有色金属铸造；新材料技术研发；机械零件、零部件销售；工程和技术研究和试验发展。</p> <p>公司《航空发动机涡轮叶片研制生产线建设环境影响报告表》已于 2025 年 4 月 14 日通过无锡市数据局审批，其环评批复复印件见附件 5。</p>					

## 1.2 项目规模及任务由来

根据生产、检测需要，江苏源清动力技术有限公司拟在 D 栋厂房射线检测室内新建 2 座固定式 X 射线探伤铅房（1#探伤铅房及 2#探伤铅房），用于开展公司生产的涡轮叶片等镍基合金材料的无损检测工作。1#探伤铅房拟配备 1 台 Y.TU450-D10 型 X 射线探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 15mA，额定功率 4500W，检测工件最大尺寸为 300mm（长）×150mm（宽）×35mm（高），壁厚为 30mm~50mm。2#探伤铅房拟配备 1 台 Y.TU320-D03 型 X 射线探伤机，最大管电压 320kV，最大管电流 30mA，额定功率 4200W，检测工件最大尺寸为 200mm（长）×50mm（宽）×20mm（高），壁厚为 10mm~30mm。

江苏源清动力技术有限公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，每座探伤铅房各配备 2 名辐射工作人员，本项目每座探伤铅房周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时（含训机时间）。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 江苏源清动力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	额定功率 W	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	备注
1	Y.TU450-D10 型 X 射线探伤机	1	450	15	4500	II	1#探伤铅房	拟购	定向机
2	Y.TU320-D03 型 X 射线探伤机	1	320	30	4200	II	2#探伤铅房	拟购	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，本项目使用 II 类射线装置，应当编制环境影响报告表。受江苏源清动力技术有限公司委托，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

江苏源清动力技术有限公司位于无锡市滨湖区胡埭镇刘閻路 26 号，公司地理位置图见附图 1。厂区东侧为刘閻路，南侧为洋溪河，西侧为刘塘路，北侧为滨湖区太湖镇新桥工业区（无锡阿森那斯智能制造有限公司等），公司平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建于 D 栋厂房射线检测室内，D 栋厂房为一

层建筑，其中 1#探伤铅房拟建于射线检测室东部，2#探伤铅房拟建于射线检测室西部，共用射线检测室内北部暗室（干区、湿区、过渡区）、评片室以及南部待检区、已检区。2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址所在射线检测室东侧为腐蚀车间、脱芯车间、热处理车间及厂内道路，南侧为通道、中转区、精打磨车间、荧光车间、喷砂车间、打磨车间、切割车间、清壳车间、卫生间、楼梯间、厂内道路及绿化，西侧为成品区、通道、办公区、厂内道路、配电房、绿化及刘塘路，北侧为厂内道路、绿化及 B 栋厂房，本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房均为一层建筑，上方为射线检测室可上人检修平台，下方为土层。公司 D 栋厂房平面布局示意图见附图 3。

根据现场调查分析及附图 2 可知，本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目评价范围不涉及环境敏感区、生态管控区，符合“三线一单”相关要求。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。

### 3 单位原有核技术应用情况

江苏源清动力技术有限公司未申领辐射安全许可证，本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

### 4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟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的控制，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》（GB 18871-2002）“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类	1	Y.TU450-D10 型	450	15	工业探伤	1#探伤铅房	定向机；额定功率 4500W
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	1	Y.TU320-D03 型	320	30	工业探伤	2#探伤铅房	定向机；额定功率 4200W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	通过机械排风排出铅房，铅房外接排风管道引至室外，最终排入外环境，臭氧常温下50min左右可自行分解为氧气，对环境影响较小
废显影液	液态	/	/	约437.5kg	约5250kg	/	集中收集后暂存于公司危废库内	定期（3~6个月）交由有资质单位进行处理处置
废定影液		/	/	约437.5kg	约5250kg	/	集中收集后暂存于公司危废库内	定期（3~6个月）交由有资质单位进行处理处置
胶片冲洗废水		/	/	约75t	约900t	/	排入厂内废水处理设施	依托厂内废水处理设施处理后回用于生产，不外排
废胶片	固态	/	/	约8.3kg	约100kg	/	收集后暂存于危废库内	定期（3~6个月）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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>)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 年修正版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号修正</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) 《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>(6) 《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 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日发布</p> <p>(7) 《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>(8) 《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>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日</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），2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，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》，</p>
------	---

	<p>生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 23 日</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 10 月 21 日</p> <p>（16）《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;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 年修正版），2018 年 3 月 28 日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议修正</p> <p>（18）《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> <p>（21）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 5 月 28 日</p> <p>（22）《江苏省自然资源厅关于无锡市滨湖区生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函〔2025〕254 号，2025 年 6 月 5 日</p>
技术标准	<p>（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</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》（HJ 10.1-2016）</p> <p>（3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）</p> <p>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>（5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>（6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>（7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>（8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单</p> <p>（9）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）</p>

其它	<p><b>与本项目相关附件：</b></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) 《航空发动机涡轮叶片研制生产线建设环境影响报告表》环评批复复印件（附件 5）</p> <p>(6) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 6）</p> <p>(7) X 射线管参数说明复印件（附件 7）</p>
----	---

表 7 保护目标与评价标准

<p><b>评价范围</b></p> <p>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 2 座固定式 X 射线探伤铅房边界外 50m 区域。</p>					
<p><b>保护目标</b></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。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（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）及《江苏省自然资源厅关于无锡市滨湖区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕254 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及无锡市滨湖区生态空间管控区域。</p> <p>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，不会降低评价范围内水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”的要求。</p> <p>本项目 2 座探伤铅房周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目保护目标主要为辐射工作人员、2 座探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。</p>					
<p><b>表 7-1 本项目 2 座探伤铅房拟建址评价范围内保护目标情况一览表</b></p>					
保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	射线检测室内	/	紧邻	4 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	腐蚀车间	东侧	约 0.5m	约 2 人	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	脱芯车间		约 13m	约 2 人	
	热处理车间		约 26m	约 10 人	
	厂内道路		约 44m	流动人员	
	通道	南侧	约 5.6m	流动人员	
	中转区		约 11m	流动人员	
	精打磨车间		约 18m	约 4 人	
	荧光车间		约 23m	约 4 人	
	喷砂车间、打磨车间、切割车间、清壳车间		约 19m	约 8 人	

	卫生间、楼梯间		约 45m	流动人员	
	厂内道路及绿化		约 32m	流动人员	
	成品区		约 0.5m	流动人员	
	通道	西侧	约 7m	流动人员	
	办公区		约 14m	约 20 人	
	配电房		约 38m	约 2 人	
	厂内道路及绿化		约 23m	流动人员	
	刘塘路		约 47m	流动人员	
	厂内道路及绿化	北侧	约 4m	流动人员	
	B 栋厂房		约 18m	约 30 人	
	可上人检修平台	上方	约 2m	约 2 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》（GB 18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中11.4.3.2剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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**。

### 3 辐射剂量率控制水平

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;

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。

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。

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 $\mu$ Sv/周,对公众场所,其值不大于5 $\mu$ Sv/周。

(2) 探伤铅房墙和工件门外30cm处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 $\mu$ Sv/h。本项目探伤铅房所在射线检测室上方设有可上人检修平台,故探伤铅房顶部外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 $\mu$ Sv/h。

#### 4 辐射环境质量现状监测评价参考值

《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 $\gamma$ 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

<p><b>1 项目地理和场所位置</b></p> <p>江苏源清动力技术有限公司位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 26 号，公司地理位置图见附图 1。厂区东侧为刘闾路，南侧为洋溪河，西侧为刘塘路，北侧为滨湖区太湖镇新桥工业区（无锡阿森那斯智能制造有限公司等），公司平面布局及周围环境示意图见附图 2。</p> <p>本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建于 D 栋厂房射线检测室内，D 栋厂房为一层建筑，其中 1#探伤铅房拟建于射线检测室东部，2#探伤铅房拟建于射线检测室西部，共用射线检测室内北部暗室（干区、湿区、过渡区）、评片室以及南部待检区、已检区。2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址所在射线检测室东侧为腐蚀车间、脱芯车间、热处理车间及厂内道路，南侧为通道、中转区、精打磨车间、荧光车间、喷砂车间、打磨车间、切割车间、清壳车间、卫生间、楼梯间、厂内道路及绿化，西侧为成品区、通道、办公区、厂内道路、配电房、绿化及刘塘路，北侧为厂内道路、绿化及 B 栋厂房，本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房均为一层建筑，上方为射线检测室可上人检修平台，下方为土层。公司 D 栋厂房平面布局示意图见附图 3。</p> <p>本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围 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 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。</p> <p>本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围环境现状见图 8-1。</p>	
	
2 座探伤铅房拟建址东侧	2 座探伤铅房拟建址南侧
	
2 座探伤铅房拟建址西侧	2 座探伤铅房拟建址北侧（厂内道路）





2 座探伤铅房拟建址处

图 8-1 本项目固定式 X 射线探伤室拟建址周围环境现状

## 2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址及周围辐射环境

监测因子： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率

监测点位：在 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围布置监测点位，共计 10 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

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：X、 $\gamma$  辐射空气比释动能率仪（型号 BG9512PG03）（设备编号：J2825，检定有效期：2025.8.13~2026.8.12，检测范围：10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h，能量响应：25keV~3MeV）

监测时间：2025 年 12 月 2 日

环境条件：天气：晴 温度：14.1℃ 湿度：60.0%RH

监测项目： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率

监测布点：在 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测方法：《环境 $\gamma$  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

### 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》（HJ 61-2021）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 $\gamma$ 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 6。

表 8-1 本项目 2 座探伤铅房拟建址周围 $\gamma$ 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	1#探伤铅房拟建址处	77	平房
2	1#探伤铅房拟建址东侧	77	平房
3	1#探伤铅房拟建址南侧	75	平房
4	1#探伤铅房拟建址西侧	75	平房
5	1#探伤铅房拟建址北侧	74	平房
6	2#探伤铅房拟建址处	75	平房
7	2#探伤铅房拟建址东侧	76	平房
8	2#探伤铅房拟建址南侧	78	平房
9	2#探伤铅房拟建址西侧	74	平房
10	2#探伤铅房拟建址北侧	73	平房

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取 0.9。

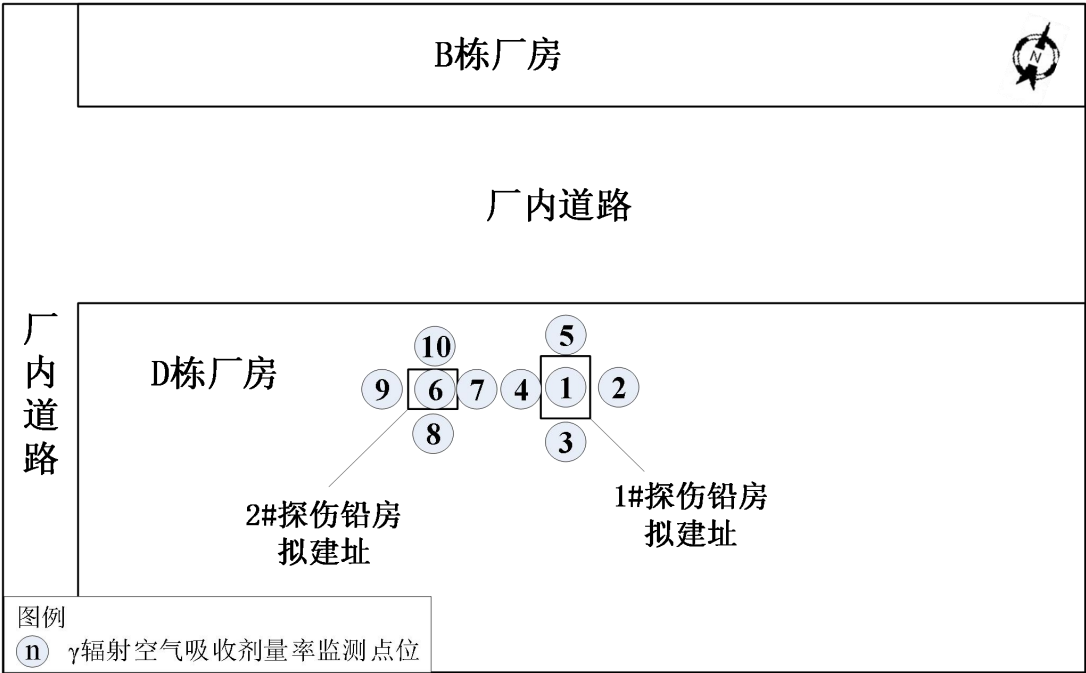


图 8-2 本项目 2 座探伤铅房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

#### 4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 2 座探伤铅房拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 $\gamma$ 辐射水平为（73~78）nGy/h，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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 $\gamma$ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目 2 座探伤铅房拟建址周围室内 $\gamma$ 辐射水平处于江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射水平室内测值范围内，属于正常辐射水平。

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，江苏源清动力技术有限公司拟在 D 栋厂房射线检测室内新建 2 座固定式 X 射线探伤铅房（1#探伤铅房及 2#探伤铅房），用于开展公司生产的涡轮叶片等镍基合金材料的无损检测工作。

1#探伤铅房拟配备 1 台 Y.TU450-D10 型 X 射线探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 15mA，额定功率 4500W，检测工件最大尺寸为 300mm（长）×150mm（宽）×35mm（高），壁厚为 30mm~50mm。

2#探伤铅房拟配备 1 台 Y.TU320-D03 型 X 射线探伤机，最大管电压 320kV，最大管电流 30mA，额定功率 4200W，检测工件最大尺寸为 200mm（长）×50mm（宽）×20mm（高），壁厚为 10mm~30mm。

本项目 1#探伤铅房拟建于射线检测室东部，操作台位于 1#探伤铅房南侧；2#探伤铅房拟建于射线检测室西部，操作台位于 2#探伤铅房东侧。射线检测室北部设有暗室（干区、湿区、过渡区）、评片室，南部设有待检区及已检区。

本项目各探伤铅房射线装置配备情况见表 9-1。

表 9-1 本项目射线装置配备情况一览表

场所	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	主射线方向
1#探伤铅房	Y.TU450-D10 型 X 射线探伤机	1	450	15	4500	主射线固定朝西墙照射
2#探伤铅房	Y.TU320-D03 型 X 射线探伤机	1	320	30	4200	主射线固定朝西墙照射

本项目 X 射线探伤机主要由 X 射线管、高压发生器、高压电缆、控制系统等构成，其外观示意图见图 9-1。

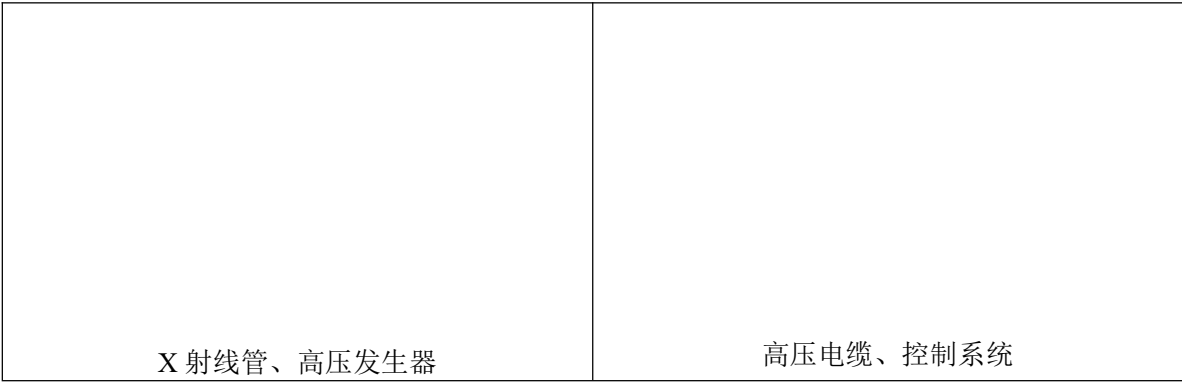


图 9-1 常见 X 射线探伤机外观图

## 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。

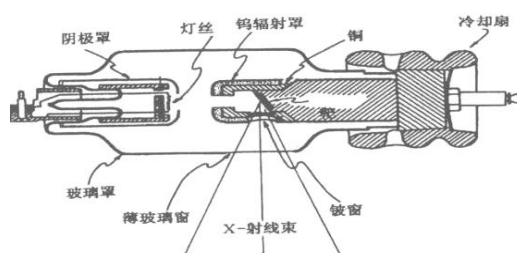


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

### 2.2 X 射线探伤机工作原理

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

被探伤工件按照探伤作业计划，通过工件门分别运至相应的探伤铅房内，辐射工作人员在操作台处进行隔室操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

（1）辐射工作人员在开展检测工作前对 2 座探伤铅房进行检查，确认安全联锁、报警设备和警示灯等安全防护措施运行正常；

（2）长期不用的 X 射线探伤机使用前需在探伤铅房内进行训机，以提高 X 射线管真空度，保证仪器工作稳定；将 X 射线探伤机调整至合适的位置，清场，确认无人后，人员离开铅房，关闭工件门；辐射工作人员在操作台开启 X 射线探伤机进行训机，训机从低电压开始步进 1kV，直到增加至最大管电压，训机时间约 0.5h~2h，在训机

过程中会产生 X 射线、少量 O<sub>3</sub> 及 NO<sub>x</sub>;

(3) 关闭 X 射线探伤机, 打开工件门, 将被探伤工件通过工件门分别运至 2 座探伤铅房内固定, 并在检测部位贴上感光胶片;

(4) 将 X 射线探伤机调整至合适的位置, 清场, 确认无人后, 人员离开探伤铅房, 关闭工件门;

(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 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>;

(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) 辐射工作人员携带辐射巡测仪及个人剂量报警仪打开工件门进入 2 座探伤铅房, 取下胶片, 将被探伤工件分别运出 2 座探伤铅房;

(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。在此过程中会产生废显影液、废定影液、胶片冲洗废水、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 射线探伤机探伤工作流程及产污环节分析示意图

#### 4 工作人员配置及工作机制

公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员, 本项目拟采取一班制工作制。每座探伤铅房各配备 2 名辐射工作人员, 本项目每座探伤铅房周开机曝光时间约为 10 小时, 年开机曝光时间约为 500 小时 (含训机时间)。

#### 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 射线是随射线装置的开、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。根据生产单位提供的材料（附件 7），本项目 450kV 及 320kV 的 X 射线管滤过材料均采用 5mm 铍+3mm 铝+0.5mm 铜，保守均按 0.5mm 铜考虑。

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，450kV 及 320kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率均为  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

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，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，320kV 的 X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量相应的 kV 值为 250kV，根据散射能量计算公式  $E=E_0/(1+E_0/0.511 \times (1-\cos a))$  得到 450kV 的 X 射线  $90^\circ$  散射辐射相应的 X 射线约为 240kV（E、 $E_0$ ：分别为散射和入射 X 射线能量，单位取 MeV；a：为散射角度，本项目取  $90^\circ$ ），保守取 250kV。

表 9-2 本项目射线装置参数一览表

设备型号	
最大管电压（kV）	
最大管电流（mA）	
额定功率（W）	
最大管电压下对应的管电流（mA）	
出束角	
滤过条件	
X 射线机的发射率常数（ $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ）	
泄漏辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
$90^\circ$ 散射后能量相应的 kV 值（kV）	

2 非放射性污染源分析

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和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

本项目拟采用洗片机进行洗片，本项目洗片过程会产生废显影液、废定影液、胶片冲洗废水及废胶片，废显影液、废定影液及废胶片属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物。根据《航空发动机涡轮叶片研制生产线建设

环境影响报告表》，公司厂区内建设有废水处理设施，含重金属离子废水可通过废水处理系统经化学絮凝沉淀、过滤、蒸发等过程去除重金属离子并提升水质，废水处理后可回用于生产，不外排。本项目胶片冲洗废水中含有重金属离子，拟依托厂内废水处理设施处理后回用于生产，不外排。

由于公司胶片成像质量需要，每次洗片均更换显影、定影液，洗片机单次洗片约产生废显影液、废定影液各 700mL，平均每天洗片约 30 张，每天产生胶片冲洗废水约 3.6t，年工作 250 天，则每年预计产生废显影液、废定影液各 5250kg，月产生废显影液、废定影液各约 437.5kg；每年预计产生废胶片 100kg，月产生废胶片约 8.3kg；每年预计产生胶片冲洗废水 900t，月产生胶片冲洗废水约 75t。



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

江苏源清动力技术有限公司新建 2 座固定式 X 射线探伤铅房包含 1#探伤铅房、2#探伤铅房、操作台等，本项目 X 射线探伤机均为定向机，1#探伤铅房内定向机主射线固定朝西侧照射，操作台位于 1#探伤铅房南侧，避开了主射线方向；2#探伤铅房内定向机主射线固定朝西侧照射，操作台位于 2#探伤铅房东侧，避开了主射线方向。本项目 2 座 X 射线探伤铅房布局设计均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

图 10-1 本项目 2 座探伤铅房平面布局及分区图

本项目拟将 2 座探伤铅房作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影方框），在铅房表面明显位置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 2 座探伤铅房所在射线检测室（包括操作台、评片室、暗室、待检区、已检区）作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影方框），入口处设置明显的电离辐

射警示标志、警告标语及表明监督区的标牌，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。

## 2 辐射屏蔽设计

本项目 2 座探伤铅房屏蔽防护设计见表 10-1，设计图见附图 4-1 及附图 4-2。

表 10-1 本项目探伤铅房屏蔽设计参数一览表

### 3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障两座探伤铅房安全运行，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

##### 3.1.1 1#探伤铅房

（1）本项目 1#探伤铅房工件门拟设置门机联锁装置，即操作台或 X 射线管头组装体上的接口与工件门联锁，只有当工件门完全关闭后才能接通 X 射线管管电压。在探伤过程中，工件门被意外打开时，能立刻停止出束。本项目 1#探伤铅房工件门为电动门，工件门内侧墙体拟设置紧急开门开关以方便铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房。

（2）1#探伤铅房工件门及铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，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铅房或在探伤铅房外做不必要的逗留。“预备”信号能够持续足够长的时间，以确保铅房内人员安全离开，“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

（3）1#探伤铅房拟设置照射状态指示装置与 X 射线探伤机进行联锁。

（4）1#探伤铅房内、工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

（5）1#探伤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，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

（6）拟在 1#探伤铅房内四周墙体及操作台处各设置 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铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮带有标签，标明使用方法。

（7）1#探伤铅房操作台处拟设置钥匙开关，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。

（8）1#探伤铅房内南墙拟设置固定辐射剂量探头，在操作台处拟设置专用的显示屏，可了解铅房内探伤设备是否开机运行。

（9）1#探伤铅房内外拟设置 4 个视频监控，在操作台处拟设置专用的监视器，可监视 1#探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

本项目 1#探伤铅房辐射安全与防护措施分布见附图 5-1。

### 3.1.2 2#探伤铅房

(1) 本项目 2#探伤铅房南侧、北侧工件门均拟设置门机联锁装置，即操作台或 X 射线管头组装体上的接口与工件门联锁，只有当南侧/北侧工件门完全关闭后才能接通 X 射线管管电压。在探伤过程中，任一工件门被意外打开时，能立刻停止出束。本项目 2#探伤铅房两个工件门均为电动门，两个工件门内侧墙体均拟设置紧急开门开关以方便铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房。

(2) 2#探伤铅房南侧、北侧工件门及铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，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铅房或在探伤铅房外做不必要的逗留。“预备”信号能够持续足够长的时间，以确保铅房内人员安全离开，“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(3) 2#探伤铅房拟设置照射状态指示装置与 X 射线探伤机进行联锁。

(4) 2#探伤铅房内、南侧工件门、北侧工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(5) 2#探伤铅房南侧、北侧工件门外均拟设置“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。

(6) 拟在 2#探伤铅房内四周墙体及操作台处各设置 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铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮带有标签，标明使用方法。

(7) 2#探伤铅房操作台处拟设置钥匙开关，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。

(8) 2#探伤铅房内东墙拟设置固定辐射剂量探头，在操作台处拟设置专用的显示屏，可了解铅房内探伤设备是否开机运行。

(9) 2#探伤铅房内外拟共设置 4 个视频监控，在操作台处拟设置专用的监视器，可监视 1#探伤铅房内外人员的活动和探伤设备的运行情况。

本项目 2#探伤铅房辐射安全与防护措施分布见附图 5-2。

### 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 2 座探伤铅房进行检查, 重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员在进入 2 座探伤铅房时, 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- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时, 辐射工作人员应立即退出探伤铅房, 同时防止其他人进入铅房, 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 2 座探伤铅房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。

(4) 使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前, 拟检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作, 则不应开始探伤工作。

(5) 在每一次照射前, 辐射工作人员都拟确认对应探伤铅房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。

### 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) 探伤场所退役时, 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 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物, 臭氧和氮氧化物可通过机械排风排出探伤铅房。2 座铅房顶部均设有通风口, 通风口外接排风管道, 经射线检测室北部墙体引至室外, 车间外排风口离地高度大于 3m, 避开人员活动密集区, 臭氧和氮氧化物最终排入外环境。本项目 1#探伤铅房体积约为 25.2m<sup>3</sup>, 铅房顶部设有通风装置, 通风量拟设置为 200m<sup>3</sup>/h, 每小时有效通风换气次数约为 7 次; 2#探伤铅房体积约为 11.3m<sup>3</sup>, 铅房顶部设有通风装置, 通风量拟设置为 100m<sup>3</sup>/h, 每小时有效通风换气次数约为 8 次; 2 座探伤铅房均能够满足《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。臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气, 对周围环境空气质量影响较小。

公司拟在射线检测室北部的暗室内采用洗片机进行洗片, 本项目洗片过程中会产生废显影液、废定影液、胶片冲洗废水及废胶片, 废显影液、废定影液及废胶片属于

《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物。公司拟与有资质单位签订危险废物处置意向协议，探伤过程中产生的废显影液、废定影液及废胶片在收集后拟依托厂区已有危废库（建于 B 栋厂房西部，面积约 57.4m<sup>2</sup>，见附图 2）进行暂存，根据《航空发动机涡轮叶片研制生产线建设环境影响报告表》，公司全厂危废储存面积约需 25.95m<sup>2</sup>，危废库拟划分 5m<sup>2</sup> 区域用于暂存废显影液、废定影液及废胶片，拟定期（3~6 个月）交由有资质单位处理处置，现有危废库容积可满足本项目危险废物暂存的需求。本项目胶片冲洗废水中含有重金属离子，公司厂区内建设有废水处理设施，含重金属离子废水可通过废水处理系统经化学絮凝沉淀、过滤、蒸发等过程去除重金属离子并提升水质，胶片冲洗废水拟依托厂内废水处理设施处理后回用于生产，不外排。洗片废液及废胶片安全处置承诺书见附件 4。

公司已建危废库为独立围闭场所，危废库门外设置危险废物警告标志及危险废物信息公开栏，整个危废库已按照“防风、防雨、防晒、防泄漏、防流失、防逸散、防火、防盗”的八防要求建设，危废库门上已张贴环保标识牌，明确危险废物种类。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后拟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

<p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p>本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房包括 1#探伤铅房、2#探伤铅房、操作台等，在建设过程中将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，对环境会产生如下影响：</p> <p>本项目在建设施工期需进行地面平整、辅房墙体砌筑、建筑装修等作业，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。</p> <p>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《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）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，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定执行。</p> <p>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。施工人员在施工过程中将产生生活垃圾，拟收集后交由城市环卫部门处理。</p> <p>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，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制。施工人员在施工过程中将产生生活污水，拟排入城市污水管网。</p> <p>该单位在施工及设备安装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。</p>
<p><b>运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>辐射环境影响分析</b></p> <p>（1）1#探伤铅房</p> <p>本项目 1#探伤铅房拟配备 1 台 Y.TU450-D10 型定向 X 射线探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 15mA，额定功率 4500W，用于涡轮叶片等镍基合金材料的无损检测工作，检测工件最大尺寸为 300mm（长）×150mm（宽）×35mm（高），壁厚为 30mm~50mm。本次评价选取 Y.TU450-D10 型定向 X 射线探伤机达到最大管电压且满功率运行时的工况（450kV，10mA）进行预测。</p>

本项目 Y.TU450-D10 型定向 X 射线探伤机出束角为 40°，探伤机安装在支架上，固定朝西侧照射，地面为混凝土，地面与铅房交界处采用 5mm 垫衬铅板及 18mmPb+4mmFe 的 L 型围铅对缝隙进行屏蔽补偿（L 型围铅设计详见附图 4-1），故预测时将 1#探伤铅房西侧按照有用射束照射进行估算，将铅房东侧、南侧（工件门）、北侧（电缆口铅罩）、顶部（通风口铅罩）均按照非有用线束照射进行预测计算。探伤机可在水平及竖直方向上移动（移动范围：东西 1.703m×南北 1.217m×竖直 1.5m），X 射线出束口距铅房东、南、西、北、顶部及底部外表面的最近距离分别为 885mm、1291mm、746mm、1724mm、962mm、500mm。

## （2）2#探伤铅房

本项目 2#探伤铅房拟配备 1 台 Y.TU320-D03 型定向 X 射线探伤机，最大管电压 320kV，最大管电流 30mA，额定功率 4200W，用于涡轮叶片等镍基合金材料的无损检测工作，检测工件最大尺寸为 200mm（长）×50mm（宽）×20mm（高），壁厚为 10mm~30mm。本次评价选取 Y.TU320-D03 型定向 X 射线探伤机达到最大管电压且满功率运行时的工况（320kV，13.1mA）进行预测。

本项目 Y.TU320-D03 型定向 X 射线探伤机出束角为 40°，探伤机安装在支架上，固定朝西侧照射，地面为混凝土，地面与铅房交界处采用 5mm 垫衬铅板及 12mmPb+4mmFe 的 L 型围铅对缝隙进行屏蔽补偿（L 型围铅设计详见附图 4-2），故预测时将 2#探伤铅房西侧按照有用射束照射进行估算，将铅房东侧（电缆口铅罩）、南侧（工件门）、北侧（工件门）、顶部（通风口铅罩）均按照非有用线束照射进行预测计算。探伤机可在水平及竖直方向上移动（移动范围：东西 1.092m×南北 0.825m×竖直 1.5m），X 射线出束口距铅房东、南、西、北、顶部及底部外表面的最近距离分别为 1382mm、959mm、531mm、888mm、970mm、500mm。

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 理论预测公式

### 1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

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：

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



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

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$B$ ：屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

图 B.1 中无本项目有用线束相应管电压、滤过条件对应的曲线，按公式（11-2）计算得出：

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

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

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

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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$B$ ：屏蔽透射因子，按公式（11-2）计算得出。

### ② 散射辐射

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

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

$F$ :  $R_0$  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  $1\text{m}$  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,  $\text{m}$ ;

$R_0$ : 辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离,  $\text{m}$ 。

### 1.3 参考点的年剂量水平估算公式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (11-5)$$

式中:  $H_c$ : 参考点的年剂量水平,  $\text{mSv/a}$ ;

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

$t$ : 探伤装置年照射时间,  $\text{h/a}$ ;

$U$ : 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 1#探伤铅房

表 11-1 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

表 11-2 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

从表 11-1 及表 11-2 中计算结果可以看出，当本项目 Y.TU450-D10 型定向 X 射线探伤机满功率运行时，1#探伤铅房四周墙体、工件门外 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.816 $\mu$ Sv/h，顶部外最大辐射剂量率为 1.793 $\mu$ Sv/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 $\mu$ Sv/h”的要求。

## 2.2 2#探伤铅房

表 11-3 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

--

表 11-4 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

·
·
·

从表 11-3 及表 11-4 中计算结果可以看出，当本项目 Y.TU320-D03 型定向 X 射线探伤机满功率运行时，2#探伤铅房四周墙体、工件门外 30cm 处的最大辐射剂量率为 1.759 $\mu$ Sv/h，顶部外最大辐射剂量率为 0.884 $\mu$ Sv/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 $\mu$ Sv/h”的要求。

### 2.3 天空反散射分析

根据表 11-1 至表 11-4 可知，本项目 1#探伤铅房内 X 射线探伤机满功率运行时，铅房顶部上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 1.793 $\mu$ Sv/h；2#探伤铅房内 X 射线探伤机满

功率运行时，铅房顶部上方 30cm 处的最大辐射剂量率为  $0.884\mu\text{Sv/h}$ ；穿透顶部墙体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，因此 1#探伤铅房及 2#探伤铅房顶部天空反散射均能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### 2.4 通风管道、电缆管道处辐射防护评价

本项目 2 座探伤铅房通风口及电缆口均拟设置铅防护罩，根据表 11-2 可知，1#探伤铅房通风口铅罩采用  $30\text{mmPb}+4\text{mmFe}$ ，电缆口铅罩采用  $40\text{mmPb}+4\text{mmFe}$ ，1#探伤铅房通风口及电缆口铅罩表面 30cm 处泄漏辐射的剂量率最大为  $1.793\mu\text{Sv/h}$ ；根据表 11-4 可知，2#探伤铅房通风口铅罩采用  $22\text{mmPb}+4\text{mmFe}$ ，电缆口铅罩采用  $32\text{mmPb}+4\text{mmFe}$ ，2#探伤铅房通风口及电缆口铅罩表面 30cm 处泄漏辐射的剂量率最大为  $0.884\mu\text{Sv/h}$ ；2 座探伤铅房通风口及电缆口铅罩表面 30cm 处泄漏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/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 2 座探伤铅房通风口及电缆口处铅罩均拟采用迷宫设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外，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”，可推断通风口及电缆口出口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口 X 射线散射路径示意图见图 11-1。

图 11-1 通风管道、线缆管道散射示意图

## 2.5 防护门缝隙处及地面围铅缝隙处辐射防护评价

### (1) 防护门:

本项目 1#探伤铅房门洞尺寸 1200mm(宽)×2166mm(高),防护门尺寸为 1400mm(宽)×2430mm(高),东侧、西侧及顶部拟设 L 型搭接,搭接长度各约 75mm;底部搭接长度约 142mm。工件门与墙体之间的缝隙宽度小于 5mm。

本项目 2#探伤铅房门洞尺寸均为 1200mm(宽)×2367mm(高),防护门尺寸均为 1363mm(宽)×2572mm(高),东侧、西侧及顶部拟设 L 型搭接,搭接长度各约 55mm;底部搭接长度约 122mm。工件门与墙体之间的缝隙宽度小于 5mm。

本项目 2 座探伤铅房工件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 2 座探伤铅房防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

### (2) 地面围铅

本项目 1#探伤铅房地面与铅房交界处先采用一圈 5mm 垫衬铅板进行找平,垫衬铅板宽度为 330mm,然后铅房安装在垫衬铅板上,铅房底部采用 18mmPb+4mmFe“L”型围铅进行屏蔽补偿,围铅与地面垫衬铅板之间搭接长度约 150mm,与地面垫衬铅板之间的缝隙宽度远小于 1mm。

本项目 2#探伤铅房地面与铅房交界处先采用一圈 5mm 垫衬铅板进行找平,垫衬铅板宽度为 330mm,然后铅房安装在垫衬铅板上,铅房底部采用 12mmPb+4mmFe“L”型围铅进行屏蔽补偿,围铅与地面垫衬铅板之间搭接长度约 150mm,与地面垫衬铅板之间的缝隙宽度远小于 1mm。

本项目 2 座探伤铅房地面围铅与地面搭接部分长度不小于围铅与地面缝隙宽度的 10 倍,射线经过多次散射后才能出围铅与地面缝隙,可推断 2 座探伤铅房围铅与地面缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

## 2.6 叠加辐射影响分析

本项目两座探伤铅房拟建于射线检测室内,需考虑 2 座铅房同时运行时对周围环境的叠加影响,监督区内辐射工作人员及监督区边界处(监督区范围)的计算参考点见图 11-2。根据辐射剂量率与距离平方成反比公式:

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (11-6)$$

式中:  $H_1$ —距射线源点  $R_1$  处的剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

H<sub>2</sub>—距射线源 R<sub>2</sub> 处的剂量率，μSv/h；

R<sub>1</sub>—装置屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R<sub>2</sub>—计算点位距射线源的距离，m。

表 11-5 本项目操作位及监督区周围关注点叠加辐射剂量率估算结果

--

图 11-2 本项目操作位及监督区周围关注点叠加辐射剂量率估算点位示意图

3 有效剂量估算

本项目各铅房的辐射工作人员主要位于监督区内的操作台进行操作，其中 2#探伤铅房操作位位于 2 座铅房之间，因此 2#探伤铅房的辐射工作人员年有效剂量最大。公众主要为监督区外评价范围内其他人员，因此公众人员年有效剂量拟按照监督区外的叠加辐射剂量率进行计算。

根据表 11-5 估算结果代入公式（11-5），计算得到周剂量及年有效剂量见表 11-6 及表 11-7。

表 11-6 本项目 2 座探伤铅房周围人员周受照有效剂量结果评价

--

从表 11-6 中预测结果可以看出，本项目 2 座探伤铅房周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 0.360μSv；公众周有效剂量最大值为 0.010μSv，能够满足职业人员周有效剂量不超过 100μSv、公众周有效剂量不超过 5μSv 的要求。

表 11-7 本项目 2 座探伤铅房周围人员年受照有效剂量结果评价

--



从表 11-7 中预测结果可以看出，本项目 2 座探伤铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.018mSv；公众年有效剂量最大值为 0.001mSv，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。

本项目 2 座探伤铅房拟建址周围 50m 评价范围内其他公众距铅房相对较远，经距离的进一步衰减后，其有效剂量将更低，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。

#### 4 三废治理评价

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过机械排风排出探伤铅房，2 座铅房顶部均设有通风口，通风口外接排风管道，经射线检测室北部墙体引至室外，车间外排风口离地高度大于 3m，避开人员活动密集区，臭氧和氮氧化物最终排入外环境。臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行后产生的废显影液、废定影液及废胶片在收集后拟依托公司已有危废库进行暂存，定期交由有资质单位处理处置。胶片冲洗废水拟依托厂内废水处理设施处理后回用于生产，不外排。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后拟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

本项目探伤铅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，人员误入或误留受到误照射。由于门机联锁装置失灵，探伤机正常出束时意外打开防护门，会造成对误入人员的误照射。

（2）机器调试、检修时误照射。X 射线探伤机在调试、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。

(3) 二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人放置待测工件，而另一人却仍误开机导致人员受到误照射。

## 2 辐射事故预防措施

江苏源清动力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) 企业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 X 射线探伤机前，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。

(4) 辐射工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。

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

江苏源清动力技术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。公司拟为本项目配备 4 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，辐射工作人员应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类辐射安全与防护知识考核方可上岗，兼职辐射防护负责人应通过生态环境部门组织的“辐射安全管理”及“X 射线探伤”类辐射安全与防护知识考核方可上岗。辐射工作人员及辐射防护负责人考核合格证明到期后，应当通过生态环境部门组织的相应类别的辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可再次上岗。

**辐射安全管理规章制度**

本项目为新建项目，江苏源清动力技术有限公司拟制定一系列完善的辐射安全管理制度，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、事故应急预案等，以满足《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。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 X 射线探伤辐射人员的资质条件要求、X 射线探伤机操作流程、操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确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、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。

**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 X 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

**设备维修制度：**明确射线装置、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，确保射线装置、剂量报警仪等仪器设

备保持良好工作状态。

**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。

**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、电压、电流等，并对 X 射线探伤机使用进行严格管理。当 X 射线探伤机不再使用时，应实施退役程序。X 射线探伤机应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构，并及时在台账中进行更新。

**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，针对本项目具体情况，制定辐射事故应急预案，应明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景、演练参与人员等。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。

## 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》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对探伤铅房周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。公司监测仪器拟定期进行检定或校准。

公司拟每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；在开展探伤作业时，公司拟定期对 2 座 X 射线探伤铅房周围的辐射水平进行监测，并做相关记录；本项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月，最长不超过 3 个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。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。公司拟每年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。辐射监测方案见表 12-1。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

**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
1#探伤铅房、 2#探伤铅房	周围剂量当 量率	竣工验收监测， 委托有资质的单 位进行	1 次	①四周墙外 30cm 离地高度 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； ②防护门外 30cm 处离地高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个 点和门缝四周各一个点； ③操作位处；
		场所年度监测， 委托有资质的单 位进行	1 次/年	④电缆口外； ⑤其他保护目标处。
		定期自行开展辐 射监测	1 次/3 个月	
辐射工作人员	个人剂量当 量	委托有资质的单 位进行	1 次/3 个月	/

### 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，江苏源清动力技术有限公司应针对射线探伤项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织和培训、应急装备、资金、物资的准备；
- （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。

江苏源清动力技术有限公司拟依据《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》的要求制定辐射事故应急预案，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。公司拟组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

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

**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**

江苏源清动力技术有限公司位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 26 号。厂区东侧为刘闾路，南侧为洋溪河，西侧为刘塘路，北侧为滨湖区太湖镇新桥工业区（无锡阿森那斯智能制造有限公司等）。

本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建于 D 栋厂房射线检测室内，D 栋厂房为一层建筑，其中 1#探伤铅房拟建于射线检测室东部，2#探伤铅房拟建于射线检测室西部，共用射线检测室内北部暗室（干区、湿区、过渡区）、评片室以及南部待检区、已检区。2 座固定式 X 射线探伤铅房拟建址所在射线检测室东侧为腐蚀车间、脱芯车间、热处理车间及厂内道路，南侧为通道、中转区、精打磨车间、荧光车间、喷砂车间、打磨车间、切割车间、清壳车间、卫生间、楼梯间、厂内道路及绿化，西侧为成品区、通道、办公区、厂内道路、配电房、绿化及刘塘路，北侧为厂内道路、绿化及 B 栋厂房，本项目 2 座固定式 X 射线探伤铅房均为一层建筑，上方为射线检测室可上人检修平台，下方为土层。

本项目 2 座探伤铅房拟建址周围 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 2 座探伤铅房拟建址周围评价范围内的公众。

**1.2 项目分区及布局**

本项目拟将 2 座探伤铅房作为本项目的辐射防护控制区，在铅房表面明显位置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 2 座探伤铅房所在射线检测室（包括操作台、评片室、暗室、待检区、已检区）作为辐射防护监督区，并设置明显的电离辐射警示标志、警告标语及表明监督区的标牌，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。

**1.3 实践正当性分析**

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。

#### 1.4 辐射安全措施

**1#探伤铅房：**工件门拟设置门机联锁装置，内侧墙体拟设紧急开门开关；工件门及铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；拟设置照射状态指示装置与 X 射线探伤机进行联锁；铅房内、工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在铅房内墙体及操作台处共设置 5 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；铅房内南墙拟设置固定辐射剂量探头；铅房内外拟共设置 4 个视频监控。

**2#探伤铅房：**南侧、北侧工件门均拟设置门机联锁装置，内侧墙体均拟设紧急开门开关；南侧、北侧工件门及铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；拟设置照射状态指示装置与 X 射线探伤机进行联锁；铅房内、南侧/北侧工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；南侧、北侧工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在铅房内墙体及操作台处共设置 5 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；铅房内东墙拟设置固定辐射剂量探头；铅房内外拟共设置 4 个视频监控。

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

江苏源清动力技术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 4 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。

公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪和 4 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。

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

根据理论预测结果，本项目 2 座探伤铅房运行后铅房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值要求：职业人员周有效剂量不超过  $100\mu\text{Sv}$ ，公众周有效剂量不超过  $5\mu\text{Sv}$ ；职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

## 2.3 三废处理处置

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过机械排风排出探伤铅房，铅房排风管道接至室外，最终排入外环境。臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行后产生的废显影液、废定影液及废胶片在收集后拟依托厂内已有危废库内进行暂存，定期交由有资质单位处理处置。胶片冲洗废水拟依托厂内废水处理设施处理后回用于生产，不外排。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后拟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，江苏源清动力技术有限公司新建 2 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，该项目的建设和运行是可行的。

## 建议和承诺

1) 项目建成投入运行前应根据《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，并在许可范围内从事探伤工作。

2) 本项目运行后，建设单位应严格执行操作规程和辐射防护程序，并实施系统性的工作人员培训与考核制度。通过落实这些风险管控措施，切实预防意外事故的发生；并确保一旦发生辐射事故，能有效减轻其对职业人员和公众的辐射后果。同时，在正常运行期间，应持续优化管理，将项目对环境的辐射影响控制在可合理达到的尽量低水平。

3) 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。

4) 建设单位在该工程竣工后，应根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定由建设单位在环境保护设施竣工之日起 3 个月内进行自主验收。

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	公司拟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。	/
辐射安全防护措施	<p>本项目 1#探伤铅房内径尺寸为 3.000m (长)×3.000m (宽)×2.800m (高)，外径尺寸为 4.232m(长)×3.334m (宽)×2.962m (高)；2#探伤铅房内径尺寸为 2.000m (长)×2.000m (宽)×2.810m (高)，外径尺寸为 3.005m(长)×2.672m (宽)×2.970m (高)；铅房四周墙体、顶部墙体、防护门均拟采用铅+铁屏蔽，详细设计见表 10-1</p>	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”的要求	
	<p><b>1#探伤铅房：</b>工件门拟设置门机联锁装置，内侧墙体拟设紧急开门开关；工件门及铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；拟设置照射状态指示装置与 X 射线探伤机进行联锁；铅房内、工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在铅房内墙体及操作台处共设置 5 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；铅房内南墙拟设置固定辐射剂量探头；铅房内外拟共设置 4 个视频监控。</p> <p><b>2#探伤铅房：</b>南侧、北侧工件门均拟设置门机联锁装置，内侧墙体均拟设紧急开门开关；南侧、北侧工件门及铅房内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；拟设置照射状态指示装置与 X 射线探伤机进行联锁；铅房内、南侧/北侧工件门外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；南侧、北侧工件门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在铅房内墙体及操作台处共设置 5 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；铅房内东墙拟设置固定辐射剂量探头；铅房内外拟共设置 4 个视频监控</p>	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中的要求	

人 员 配 备	公司拟为本项目配备 4 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。	定期投入
	委托有资质的单位对本项目辐射工作人员开展个人剂量检测，送检周期为 3 个月，并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 4 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 护 用 品	拟配置 1 台环境辐射剂量巡测仪	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	
	拟配置 4 台个人剂量报警仪		
辐 射 安 全 管 理 制 度	公司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方案	/

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见

经办人

公 章

年 月 日