

核技术利用建设项目

无锡航亚科技股份有限公司

新建一座固定式X射线探伤铅房项目

环境影响报告表

无锡航亚科技股份有限公司

2025年2月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

无锡航亚科技股份有限公司

新建一座固定式X射线探伤铅房项目

环境影响报告表

建设单位名称：无锡航亚科技股份有限公司

建设单位法人代表(签字或签章)：

通讯地址：无锡市新东安路35号

邮政编码：214000

联系人：王建亭

电子邮箱：1017870898@qq.com

联系电话：13912372682

表1 项目基本情况

建设项目名称		无锡航亚科技股份有限公司新建一座固定式X射线探伤铅房项目			
建设单位		无锡航亚科技股份有限公司			
法人代表姓名	严奇	联系人	王建亭	联系电话	13912372682
注册地址		无锡市新东安路35号			
项目建设地点		无锡市新东安路35号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)	350	项目环保总投资(万元)	120	投资比例(环保投资/总投资)	34.3%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积(m ²)	80
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
1 项目概述					
1.1 建设单位基本情况					
<p>无锡航亚科技股份有限公司成立于2013年1月30日，注册资本25838.2608万元人民币。公司位于无锡市新东安路35号，占地面积58039.7m²，现有员工约965人，属于中型企业，主要经营范围是：航空发动机零部件、燃气轮机零部件、精密机械零部件、医疗骨科植入锻件的研发、生产、销售；产品特征特性检测服务；自营各类商品和技术的进出口。本项目位于南厂区G栋厂房生产车间1层南侧，X射线探伤装置采购自甘尔美电子设备（上海）有限公司（见附件4），装置建成后用于工业探伤。</p>					
1.2 项目规模及任务由来					
<p>无锡航亚科技股份有限公司现有扩建《航空发动机关键零部件三期生产线</p>					

项目》，需配套X射线探伤装置对压气机叶片、机匣、涡轮盘等进行探伤检测，以保证产品出厂质量。拟在厂区新建1座独立检测室存放X射线探伤装置，压气机叶片、机匣、涡轮盘等工件材质为高温合金，探伤工件厚度预估钛最大80mm、钢最大40mm，形状都为不规则形状或者圆形，年探伤工件数量最多200件，单件探伤时间最多4小时。本项目拟配备辐射工作人员数量2名，拟计划周曝光时间一共不超过21h，年曝光时间一共不超过1008h。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表1-1：

表1-1 无锡航亚科技股份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	最大额定功率W	射线装置类别	工作场所名称	装置用途	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	工业用X射线探伤装置	1台	320	25	4200	II类	X射线检测室	工业探伤	本次环评	未许可未验收	/

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报告表。受无锡航亚科技股份有限公司委托，江苏华衍低碳环保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和委托江苏玖清玖蓝环保科技有限公司进行的现场监测收集到的资料为依据，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目建设地址位于江苏省无锡市新东安路35号，项目地理位置图见附图1。无锡航亚科技股份有限公司南厂区东侧为新东安路，隔路为无锡创景制衣有限公司，南侧为博森工业集团、无锡市奥曼特科技有限公司、无锡恒富科技有限公司，西侧为无锡东弘杰电子科技有限公司，北侧为无锡航亚科技股份有限公司北厂区和江苏锡滚轴承科技有限公司，公司平面布局及周围环境图见附图2、附图3。

本项目X射线检测室拟建于无锡航亚科技股份有限公司南厂区G栋厂房南侧，测试车间所在建筑生产车间主体部分只有一层，没有地下建筑，与厂房内其它区域采用实体隔离，专门开展X射线探伤装置扫描工件的测试工作。铅房

周围50m范围内北侧有辐射操作岗位、焊接区、厂房内道路、仓库区、成品检验区、生产区，南侧有厂房外的厂区内道路，西侧有荧光线、腐蚀线、变电所、厂房内道路以及厂房外的厂区内道路，东侧有焊接区、生产区。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铅房周围评价范围内的公众。

3 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，未开展过与辐射有关的工作，尚未取得辐射安全许可证，因此不存在原有核技术利用项目的许可情况。

4 产业政策符合性分析

本项目使用探伤装置对企业生产的工件进行工业探伤，对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》的相关规定，本项目不属于“限制类”、“淘汰类”项目，故符合国家和地方产业政策。

5 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加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》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

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

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

表4 射线装置

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等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	工业用X射线探伤装置	II类	1台	GX320	320	25	工业探伤	X射线检测室	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 (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	/	自然通风排入大气环境	通过通风系统排入外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小
废定影液	液态	/	/	1.7kg	20kg	/	集中收集后暂存于危废仓库	收集贮存后送有危险废物经营资质单位进行处理处置
废显影液	液态	/	/	1.7kg	20kg	/	集中收集后暂存于危废仓库	收集贮存后送有危险废物经营资质单位进行处理处置
一次、二次冲洗废水	液态	/	/	8.3kg	100kg	/	集中收集后暂存于危废仓库	收集贮存后送有危险废物经营资质单位进行处理处置

废胶片	固态	/	/	/	0.2kg	/	集中收集后暂存于危废仓库	收集贮存后送有危险废物经营资质单位进行处理处置
-----	----	---	---	---	-------	---	--------------	-------------------------

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

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

表6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订本）：“国家主席令第九号公布”，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 修正版），2018年12月29日修订，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》：“国家主席令第六号公布”，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正版），国务院令第六八二号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正版）2005年9月14日国务院令第四四九号发布，修订版于2019年3月2日国务院令第七零九号发布施行；；</p> <p>(6) 《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十六号公布，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(7) 《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年第六十六号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正）生态环境部令第二十号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第十八号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第九号，自2019年11月1日起施行；</p> <p>(11) 《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>(12) 《国家危险废物名录（2025年版）》，自2025年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第五十七号，2020年1月1日起施行；</p>
-------------------------	--

	<p>(14) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日；</p> <p>(15) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环保部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发；</p> <p>(16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正版)，江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(17) 《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>(18) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号 2018 年 6 月 9 日；</p> <p>(19) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日；</p> <p>(20) 《省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 11 月 9 日。</p> <p>(21) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p>其它</p>	<p>与本项目相关附图附件：</p> <p>(1) 附图 1 项目地理位置示意图</p> <p>(2) 附图 2 企业周围环境示意图</p>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">(3) 附图 3 平面布置图(4) 附图 4 铅房平剖面图(5) 附图 5 项目地与江苏省生态空间保护区域位置关系示意图(6) 附图 6 工程师现场踏勘照片(7) 环评备案证 (附件1)(8) 营业执照 (附件2)(9) 环评批复 (附件3)(10) 设备供应商辐射安全许可证复印件 (附件4)(11) 项目委托书 (附件5)(12) 射线装置使用承诺书 (附件6)(13) 屏蔽设计说明 (附件7)(14) 废物安全处置承诺书 (附件8)(15) 公示截图 (附件9)(16) 辐射环境现状检测报告 (附件10)(17) 铅房设计单位屏蔽防护说明 (附件11)(18) 委托合同 (附件12) |
|--|

表7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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 X 射线铅房边界外50m区域。

保护目标

本项目X射线检测室拟建于无锡航亚科技股份有限公司南厂区南侧，铅房周围50m范围内北侧有辐射操作岗位、焊接区、厂房内道路、仓库区、成品检验区、生产区，南侧有厂房外的厂区内道路，西侧有荧光线、腐蚀线、变电所、厂房内道路以及厂房外的厂区内道路，东侧有焊接区、生产区。

本项目铅房50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且评价范围内未涉及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）中划分的环境管控单元中的优先保护单元，评价范围内没有自然保护区、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。因此，本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及铅房周围评价范围内的公众。

表7-1 本项目铅房评价范围内敏感保护目标情况一览表

方位		环境保护目标		规模	距离
东侧	评片室	辐射工作人员	操作人员	1人	检测室内距铅房1m-5m
	暗室	辐射工作人员	操作人员	1人	检测室内距铅房1m-5m
	焊接区	公众	车间工作人员	流动	7m-20m
	生产区	公众	车间工作人员	2-5人	20m~50m
南侧	厂房外的厂区内道路	公众	厂区内道路上行人	流动	3m-25m
	厂区外空地	公众	厂区外行人	流动	25m-50m
西侧	厂房内道路	公众	车间工作人员	流动	1m-9m
	荧光线	公众	车间工作人员	2-5人	9m-25m
	腐蚀线	公众	车间工作人员	2-5人	9m-25m
	变电所	公众	车间工作人员	流动	20m~30m
	厂房外的厂区内道路	公众	厂区内道路上行人	流动	25m~50m
北侧	辐射操作岗位	辐射工作人员	操作人员	2人	检测室内距铅房1m内

	厂房内道路	公众	车间工作人员	流动	2m-5m
	焊接区	公众	车间工作人员	2-5人	5m~12m
	厂房内道路	公众	车间工作人员	流动	12m~18m
	仓库区	公众	车间工作人员	流动	18m~40m
	成品检验区	公众	车间工作人员	2-5人	30m~40m
	生产区	公众	车间工作人员	2-5人	40m-50m

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型	剂量限值
职业照射剂量限	<p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>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；</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>④四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p>
公众照射剂量限值	<p>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：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>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；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，15mSv；</p> <p>④皮肤的年当量剂量，50mSv。</p>

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。

2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了X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射线探伤装置进行的探伤工作（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。

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GBZ128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合GB/T9445要求的无损探伤人员资

格。

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。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤装置

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

表7-3 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 铅房放射防护要求

6.1.1 铅房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铅房分开。铅房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。铅房门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。铅房的屏蔽计算方法参见GBZ/T250。

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。

6.1.3 铅房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 铅房顶的辐射屏蔽应满足：

a) 铅房上方已建、拟建建筑物或铅房旁邻近建筑物在自辐射源点到铅房顶内表面边缘所张立体角区域内时，铅房顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

b) 对没有人员到达的铅房顶，铅房顶外表面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 铅房应设置门-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铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房。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。

6.1.6 铅房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，以确保铅房内人员安全离开。“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 铅房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，可监视铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 铅房防护门上应有符合GB18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 铅房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，应使人员处在铅房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。本项目铅房内西南北三侧各一个应急中断按钮，防护门边有应急中断和应急开门按钮，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。

6.1.10 铅房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 铅房应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 铅房探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的铅房应检查铅房防护门-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铅房时，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。

6.2.3 应定期测量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。

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铅房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 开展铅房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：

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。

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。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

8.3 铅房放射防护检测

8.3.1 检测条件

检测条件应符合如下要求：

a) X射线探伤装置应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态；主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。

8.3.2 辐射水平巡测

铅房的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式X- γ 剂量率仪巡测铅房墙壁外30cm处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：

a) 巡测范围应根据铅房设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响；

b) 无固定照射方向的铅房在有用线束照射四面屏蔽墙时，应巡测墙上不同位置及门、门四周的辐射水平；铅房四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能，应巡测墙上不同位置及门外30cm门四周的辐射水平。

c) 设有窗户的铅房，应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。

8.3.3 辐射水平定点检测

一般情况下应检测以下各点：

a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

b) 铅房门外30cm离地面高度为1m处，门的左、中、右侧3个点和门缝四周各1个点；

c) 铅房墙外或邻室墙外30cm离地面高度为1m处，每个墙面至少测3个点；

d) 人员可能到达的铅房屋顶或铅房上层（方）外30cm处，至少包括主射束到达范围的5个检测点；

e) 人员经常活动的位置；

f) 每次探伤结束后，检测铅房的入口，以确保探伤机已经停止工作。

8.3.4 检测周期

铅房建成后应进行验收检测；投入使用后每年至少进行1次常规检测。当X射线探伤装置额定电压增大时，应重新测量上述辐射水平，并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。

8.3.5 结果评价

铅房周围辐射水平应符合本标准第6.1.3条和第6.1.4条的要求。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照GBZ128的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

3 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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

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什慎层厚度（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 铅房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铅房，可以仅设人员门。搬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铅房外，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。

4 项目管理目标限值

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》(GBZ117-2022)等评价标准:

(1) 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) 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(屏蔽体四周及顶部(探伤房建在厂房内))最高周围剂量当量率参考控制水平不大于**2.5 μ Sv/h**。

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。

表7-4 江苏省天然 γ 辐射水平调查结果* (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

*: 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(29.4~71.4)nGyh, 道路 γ 辐射剂量率参考范围取(10.2~84)nGyh, 室内 γ 辐射剂量率参考范围取(47.2~131.2)nGyh。

表8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

本项目建设地址位于江苏省无锡市新东安路35号，项目地理位置图见附图1。无锡航亚科技股份有限公司南厂区东侧为新东安路，隔路为无锡创景制衣有限公司，南侧为博森工业集团、无锡市奥曼特科技有限公司、无锡恒富科技有限公司，西侧为无锡东弘杰电子科技有限公司，北侧为无锡航亚科技股份有限公司北厂区和江苏锡滚轴承科技有限公司。公司平面布局及周围环境图见附图2。

本项目X射线检测室拟建于南厂区G栋厂房南侧，X射线检测室整体为钢加铝塑板结构，楼上与楼下均无建筑。铅房周围50m范围内北侧有辐射操作岗位、焊接区、厂房内道路、仓库区、成品检验区、生产区，南侧有厂房外的厂区内道路，西侧有荧光线、腐蚀线、变电所、厂房内道路以及厂房外的厂区内道路，东侧有焊接区、生产区。没有居民区、学校等环境敏感目标。厂房高度10米，铅房顶部和厂房外屋顶处，人员均无法到达。本项目X射线检测室拟建址周围环境现状见图8-1。



X射线检测室拟建址东侧



X射线检测室拟建址南侧

	
X射线检测室拟建址西侧	X射线检测室拟建址北侧
	
X射线检测室拟建址*	
<p>*注：现场踏勘时项目铅房已建设完成，但探伤装置未进厂。</p> <p>图8-1 本项目X射线检测室拟建址周围环境现状</p> <p>2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位</p> <p>评价对象：X射线检测室拟建址周围辐射环境</p> <p>监测因子：γ辐射空气吸收剂量率</p> <p>监测点位：在X射线检测室拟建址周围布置监测点位，共计6个监测点位</p>	

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率。

监测布点：在X射线检测室拟建址周围进行布点，具体点位见图8-2、8-3

监测时间：2024年11月20日

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司。

监测仪器：FH40G+FH672E-10 多功能环境辐射剂量率仪（仪器编号：J2718、检定有效期：2024-05-21~2025-05-20）。

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

数据记录及处理：每个点位读取10个数据，读取间隔不小于20s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中5.5方法进行换算，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定。

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

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

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

3.3 监测结果

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，监测结果见表8-1，详细检测结果见附件10。

表8-1 本项目X射线检测室拟建址周围 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

测点编号	测点位置描述	空气吸收剂量率(nGy/h)	监测点位属性
1	X射线检测室内铅房拟建址	48.7	室内
2	操作台拟建位置	45.2	室内

3	X射线检测室北侧	46.1	室内
4	X射线检测室东侧	44.7	室内
5	X射线检测室南侧	46.1	室内
6	X射线检测室西侧	46.3	室内

注：检测结果均已扣除宇宙射线响应值。

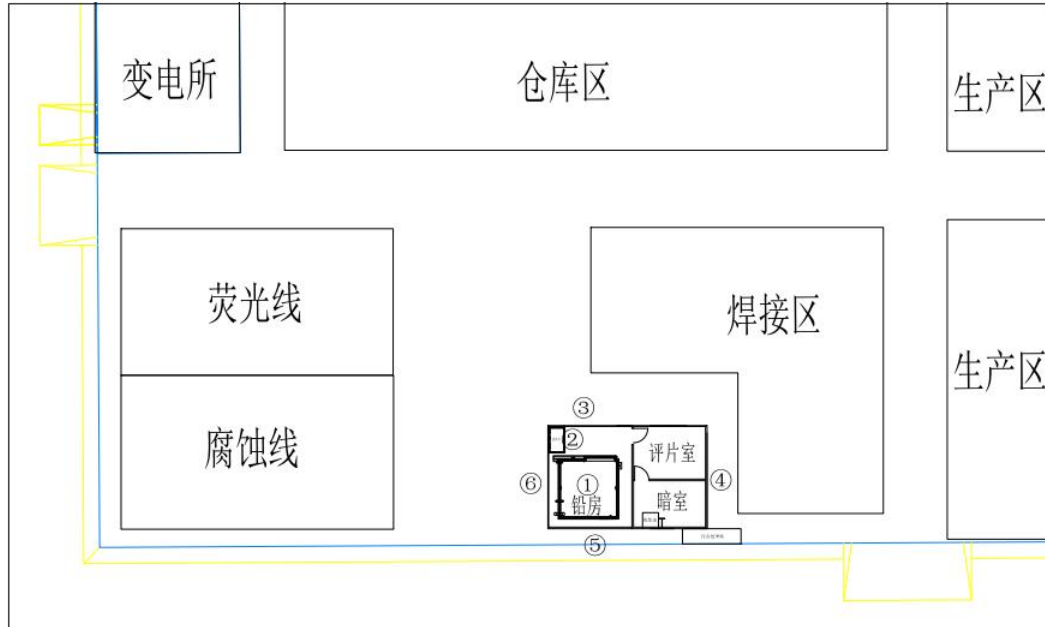


图8-2 X射线检测室拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图（本项目区域）

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目X射线检测室拟建址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（44.7~48.7）nGy/h，基本处于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率水平统计涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

根据生产、检测需要，无锡航亚科技股份有限公司拟在南厂区G栋厂房南侧新建1座X射线检测室并配备1台工业用X射线探伤装置，最大管电压为320kV，最大管电流为25mA，用于开展公司产品的工业探伤工作。本项目工业用X射线探伤装置主要由控制器、X射线管、高压发生器、和高压电缆等构成。铅房主要由铅板、报警装置、紧急中断装置和通风管道等构成。外部操作台包括电脑、紧急中断装置和监控等构成。

无锡航亚科技股份有限公司预计培训2名辐射工作人员，另外指定一人为辐射防护负责人，专职负责辐射安全与环境保护管理工作，本项目铅房年开机曝光时间不超过1008h，每周曝光时间不超过21h。

2 X射线探伤装置工作原理

X射线探伤装置核心部件是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。

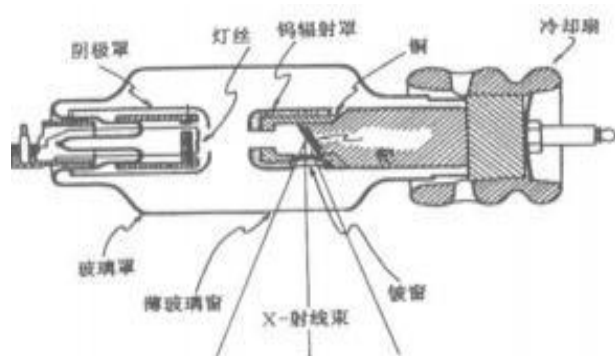


图9-1 典型的X射线管结构图

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。

3 X射线探伤装置设备参数

X射线探伤装置内置1个X射线发生器，电压范围：10-320kV，最大管电流：25mA，最大管电压下管电流：4.6mA（小焦点）/13mA（大焦点），最大输

输出功率：1500W（小焦点）/4200 W（大焦点），滤过材料是2mm铜，射线最大张角为20°。设备运行时保持功率恒定，企业开展检测工作，设备正常开机运行时出束管电压和管电流均不超过320kV和25mA。

X射线探伤装置射线管东西方向位置固定，上下和南北方向位置可移动（上下行程离地面高度0.5-1.5m，南北行程距南侧墙面距离1.5-2.3m），射线只可朝向地面照射。

4 固定式X射线探伤工艺流程及产污环节

本项目工业用X射线探伤装置属于II类射线装置，非工作状态时不产生X射线，进行检测工作时接通设备高压，发射X射线。

X射线工业探伤过程中，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。工作流程和产污环节如下图9-3中所示。

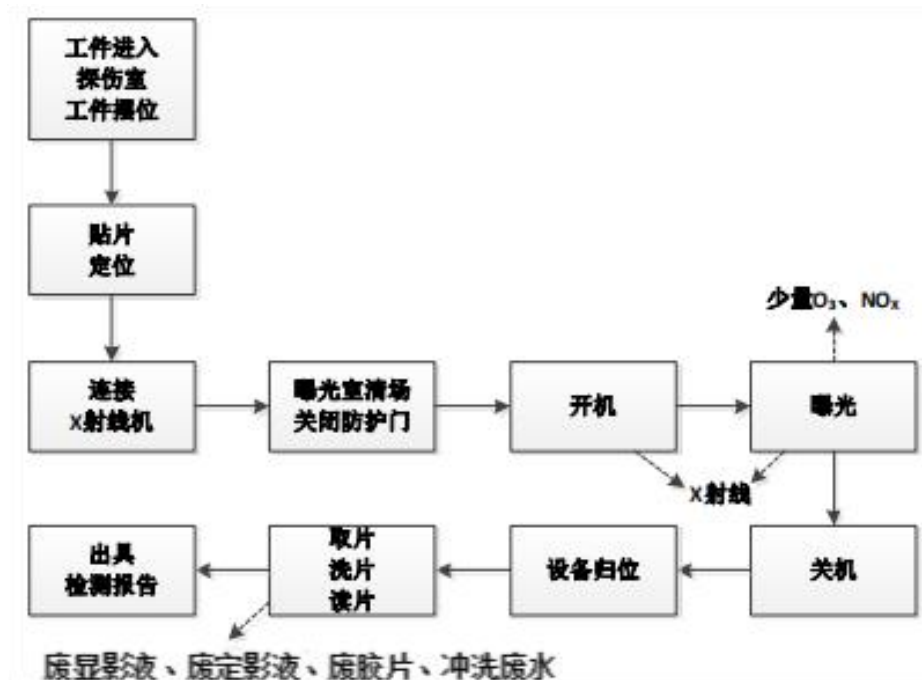


图9-2 X射线探伤装置工作流程及产污环节示意图

固定式X射线探伤时被检测工件运至铅房内，由辐射工作人员在操作台处进行隔室操作，对工件焊缝等需检测部位进行工业探伤，其工作流程如下：

(1)工作人员将被检测工件运至铅房内固定，并在检测部位贴上感光胶片；

(2)将X射线探伤装置放置在合适的位置，清场，确认无人后，辐射工作人员离开铅房，关闭防护门；

(3)辐射工作人员在操作台开启X射线探伤装置进行工业探伤，曝光过程中会产生X射线及少量O₃和NO_x；

(4)达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤装置，曝光结束；

(5)辐射工作人员从防护门进入铅房，取下胶片，打开防护门，将被探伤工件运出铅房；

(6)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、冲洗废水及废胶片。其中冲洗废水，一次、二次冲洗废水收集贮存按危险废物处理，后续的其余冲洗废水排入污水处理站处理。

根据现场调查可知，现有探伤项目工艺流程合理，已根据相应标准要求探伤过程中采取安全防护措施。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业探伤装置的工作原理可知，X射线是随工业探伤装置的开、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。本项目运行期间X射线是主要污染物。

表9-1 本项目X射线装置辐射污染源强一览表

设备名称	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	辐射源1m处剂量率 (μSv·m ² /(mA·h))	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射线能量 (kV)	滤过条件	工作场所
工业用X射线探伤装置	320	25	1.41×10 ⁶ (23.5×6×10 ⁴)	5×10 ³	250	2mm铜	X射线检测室

注：由于找不到320kV管电压下2mm铜滤过的输出量，所以本项目辐射源1m处剂量率从严选取《工业X射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的附录表B.1较大管电压400kV下的输出量。距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率H_L查《工业X射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1。散射线束能量kV取自《工业X射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2。

2 非放射性污染源分析

(1) 臭氧和氮氧化物

本项目X射线探伤装置在工作状态时，产生的X射线会使空气电离产生少量

臭氧和氮氧化物。

(2) 生活污水和一般生活垃圾

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。

(3) 废显影液、废定影液、废胶片、冲洗废水

本项目X射线探伤洗片和评片过程中会产生一定量的废显(定)影液、废胶片、冲洗废水，属于《国家危险废物名录(2025年版)》中感光材料废物，危废代码为HW16：900-019-16，并无放射性。铅房内探伤年拍片总量约为200张，按洗10张片用1L显影液、1L定影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显影液、废定影液各约20L，密度保守按照 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，则可折算为20kg。每张片一次、二次冲洗水使用约0.5L，收集贮存按危险废物处理，预计年产生一次、二次冲洗废水100kg，后续的其余冲洗废水排入污水处理站处理。参考同类无损检测企业的废胶片实际管理经验和成本控制，废片率不高于10%，则每年产生废胶片约20张(无损检测胶片尺寸大小存在差异，单片平均重量按10g计，则折合重量约0.2kg)。该部分危险废物定期委有资质的单位处理，完好的胶片由公司归入胶片存档室进行建档备查。

本项目暗室拟配置4个20L的废液桶，2个10L的废液桶，用于收集废显影液、废定影液和冲洗废水；废胶片采用防渗袋装形式收集，然后转移至现有的危废暂存间进行集中贮存。根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容，具体见下表。

本项目产生的危废置入吨桶，与企业现有环评产生的危废一同暂存于 110m^2 的危废仓库，危废仓库贮存能力为100t/a。本项目危废最大暂存量约0.1402t，企业现有环评产生的危废最大暂存量约为55t，危废仓库可满足企业危废存储要求。

企业现有危废仓库已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，能够防雨淋、防风、防晒。危废仓库内设消防设施，防止出现火灾。危废仓库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类，建设单位制定危废仓库管理制度，危废仓库由专人管理，做好危险废物情况的记录，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。

表 9-2 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	废物名称	属性	废物类别	废物代码	产生量 (t/a)	产生工序	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险性	污染防治措施
1	废显影液	危险固废	HW16	900-019-16	0.02	洗片	液	废显影液	废显影液	每次室内探伤	T	委托有资质的单位处理
2	废定影液		HW16	900-019-16	0.02	洗片	液	废定影液	废定影液	每次室内探伤	T	
3	一次、二次冲洗废水		HW16	900-019-16	0.1	洗片	液	冲洗废水	冲洗废水	每次室内探伤	T	
4	废胶片		HW16	900-019-16	0.0002	评片，胶片存档	固	废胶片	废胶片	每次室内探伤，存档期满	T	

表10 辐射安全与防护

1 项目安全措施

1 辐射工作场所分区管理

企业将辐射工作场所进行分区管理，以铅房边界作为控制区边界，以检测室建筑边界作为监督区边界，管理措施如下：

控制区边界为铅房实体铅屏蔽，铅房防护门上显著位置设置电离辐射标志，设备上设置工作指示灯，检测期间任何人不能打开铅房防护门。人员进入检测室工作期间必须佩戴合格的报警仪。

监督区边界加强检测室入口管理，设置门锁，禁止公众进入等管理措施。

本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。对照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目探伤装置的控制台置于铅房外检测室内，布局设计合理。

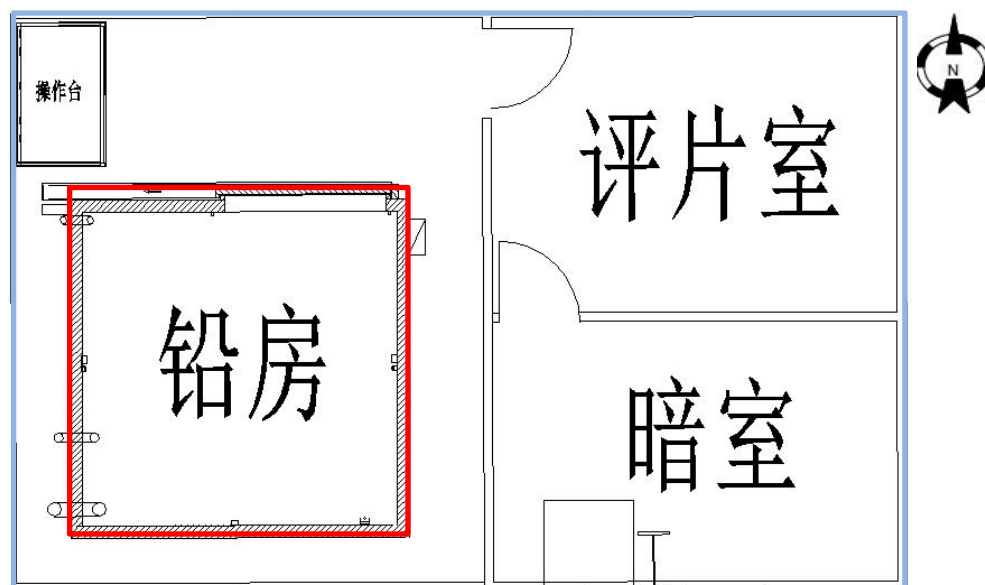


图10-1 本项目X射线检测室平面布局及分区图（：控制区边界；：监督区边界）

2 辐射屏蔽设计

检测装置铅房内净尺寸为3.5m（长）×3.5m（宽）×3m（高），铅房外尺寸为3.77m（长）×3.77m（宽）×3.018m（高）；X射线装置主射线方向固定垂直向下。X射线装置屏蔽设计参数如下表所示。

表10-1 X射线探伤装置屏蔽参数一览表

位置	厚度
西侧壁	26mm铅
北侧壁、防护门	26mm铅
东侧壁	26mm铅
南侧壁	26mm铅
顶部	18mm铅
底部	底部无铅板，但是现场安装嵌入混凝土地面以下，地面二次回填。嵌入地面深度约15cm。

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障X射线装置安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施、退役措施。主要有：

（1）安装门机联锁装置。铅房正面有1扇防护门，防护门与X射线发生器设置门机联锁。防护门未完全关闭时，铅房内部X射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现X射线停止出束。

（2）铅房正面醒目位置和检测室入口处均设置电离辐射警告标志，铅房顶部安装工作状态指示灯，设备出束期间工作状态指示灯亮起。铅房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，以确保铅房内人员安全离开。“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。本项目“预备”信号和“照射”信号分别显示为绿色和红色，工作时会一直发出现行状态的提示音。

（3）设备操作台及铅房内壁上安装有急停开关。发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。本项目铅房内西南北三侧各一个应急中断按钮，防护门边有应急中断和应急开门按钮，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。

（4）设备操作台处设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。

（5）设备操作台设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及

管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

(6) 铅房内出入口安装监视装置，在控制室的操作台有专用的监视器，可监视铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(7) 探伤工作人员在进入铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还需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。

(8) 应定期测量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。铅房配置固定式场所辐射探测报警装置，用于监测铅房剂量率水平。

(9) 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。

(10) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

(11) 在每一次照射前，操作人员都应该确认铅房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。

(12) 当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

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。

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。

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。

(13) 铅房防护门安装防夹光电开关，防止人或物体在防护门关闭时处于防护门运动方向造成损伤。

4 X射线探伤设施的退役措施

当工业探伤装置不再使用时，应实施退役程序。

(1) 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。

(2) 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。

(3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

(4) 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。

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射线探伤装置，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，为了防止X射线探伤装置使用期间密闭空间内臭氧和氮氧化物积聚，铅房内安装机械通风装置，风机风量540m³/h，铅房内部体积约36.8m³，换气频率大于3次/小时，铅房内装配新风系统铅房排出的废气通过新风系统排出室外，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于探伤房通风换气的要求。

探伤作业完成后产生的废显影液、废定影液、废胶片和一次、二次冲洗废水必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，后续的其余冲洗废水排入污水处理站处理，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。

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

表11 环境影响分析

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目在地基准备过程中，会产生一定的扬尘、施工废水、施工噪声及建筑垃圾等污染物，但本项目施工期较短、施工量不大，施工期对周围环境影响较小。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>1 辐射环境影响分析</p> <p>本项目配备1台工业用X射线探伤装置，最大管电压为320kV，最大管电流为25mA，X射线探伤装置射线管东西方向位置固定，上下和南北方向位置可移动，射线方向固定垂直向下，具体照射范围见图11-2。本次评价选取铅房内探伤装置满功率运行时的工况进行预测，所以本项目铅房底部主要受到主射线辐射影响，铅房西侧、东侧、南侧、北侧及顶部主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。本项目工业用X射线探伤装置铅房嵌入地面，厂房只有一层，且地下无建筑，故底部不考虑有用线束的辐射影响。铅房西侧、东侧、南侧、北侧及顶部按照非有用线束照射进行预测计算。计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。（散射计算时为保守估算，未考虑出束点至工件的距离。）</p> <p>1.1 非有用线束屏蔽效果预测</p> <p>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/T250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：</p> <p>①泄漏辐射</p> $\dot{H}=\dot{H}_L \cdot B / R^2 \quad (1)$ <p>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。 R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m； B：屏蔽透射因子，无量纲；</p> $B=10^{-X / \text{TVL}} \quad (2)$ <p>式中：X：屏蔽物质厚度，mm； TVL：屏蔽物质的什值层厚度。查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规</p>

范》（GBZ/T250-2014）表B.2，使用内插法可得320kV-X射线TVL_铅≈6.2mm。

表11-1 泄漏辐射源项参数表

设备型号	最大管电压KV	距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率H _L (μSv/h)	屏蔽物质的什值层厚度TVL	屏蔽物质厚度X	屏蔽透射因子B
工业用X射线探伤装置	320	5×10 ³	6.2	18	1.25×10 ⁻³
				26	6.4×10 ⁻⁵

注：距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率H_L取值见表9-1；

② 散射辐射

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

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率，μSv/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；

H₀：距辐射源点（靶点）1m处输出量，μSv·m²/(mA·h)；

B：屏蔽透射因子，计算公式见（2）。

R_s：散射体至关注点的距离，m；

F·α/R₀²：参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）B.4.2，当散射线束能量为250kV时，射线装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为20°，其值取1/50；

表11-2 散射辐射源项参数表

设备型号	最大管电流mA	散射线束能量kV	距辐射源点（靶点）1m处输出量H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))	散射线TVL (mm)	出束夹角	屏蔽物质厚度X	屏蔽透射因子B
工业用X射线探伤装置	13	250	1.41×10 ⁶ (23.5×6×10 ⁴)	2.9	20°	18	6.21×10 ⁻⁷
						26	1.08×10 ⁻⁹

注：散射线束能量kV、H₀取值取值见表9-1，TVL参考《工业X射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录表B.2。

1.2 参考点的年剂量水平估算

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

式中：H_c：参考点的年剂量水平，μSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率，μSv/h；

t：探伤装置年照射时间，h/a；

U：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T: 人员在相应关注点驻留的居留因子。

1.3 铅房顶部辐射防护效果预测

本项目铅房所在厂房为单层建筑，由于铅房屋顶上属于人员不可达区域，因此主要考虑天空反散射的影响。铅房邻近无高层建筑，不考虑射线通过屋顶后侧向散射对周围建筑物的辐射影响。天空反散射示意图见图11-1。

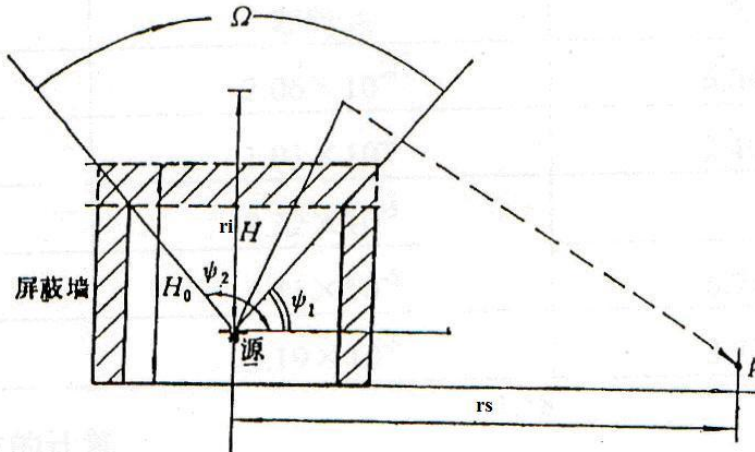


图 11-1 天空反散射示意图

天空反散射辐射水平预测模式采用具体计算公式如下：

$$H_{L,h} = 2.5 \times 10^{-2} \cdot \Omega^{1.3} \cdot \dot{H}_{L,r} / r_s^2 \dots\dots\dots (5)$$

式中： $2.5 \times 10^{-2} \cdot \Omega^{1.3}$ 为散射因子；

Ω ：辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr。 $\Omega = 4 \text{tg}^{-1}(ab/cd)$ ，其中a是屋顶长度之半，b是屋顶宽度之半，c是辐射源到屋顶表面中心的最小距离；d是源到屋顶边缘的距离， $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$ ；

$H_{L,h}$ ：参考点处相应的剂量当量率，Sv/h；

$\dot{H}_{L,r}$ ：距屋顶上方2m处X射线管组装体的泄漏辐射加散射辐射剂量率；

泄漏辐射 $\dot{H} = \dot{H}_L \cdot B/R^2 = 5 \times 10^3 \times 1.25 \times 10^{-3} \div (X\text{射线管距铅房顶部内壁最小距离 } 1.5\text{m} + \text{铅房内顶部墙壁厚度 } 0.018\text{m} + 2\text{m} = 3.518\text{m}) = 0.505 \mu\text{Sv/h}$

散射辐射 $\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B/R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha/R_0^2) = 25 \times 1.41 \times 10^6 \times 6.21 \times 10^{-7} \div 3.518^2 \div 50 = 0.035 \mu\text{Sv/h}$

r_s ：室外参考点到源的水平距离，本项目周围50m内没有敏感点，取距源点20米外。

本项目铅房顶部人员不可到达，但X射线穿透铅房顶后因大气散射返回地面，可能会造成探伤房周围出现较高的辐射水平，因此探伤室顶的屏蔽主要考

考虑穿透X射线的天空反散射影响，本项目使用的工业用X射线探伤装置，探伤机离地面以1.5m计算，结合本项目铅房各尺寸参数，则 $a=1.75\text{m}$ ， $b=1.75\text{m}$ ， $c=1.5\text{m}$ ，计算得 $d=2.66\text{m}$ ， $\Omega=109.34\text{sr}$ 。

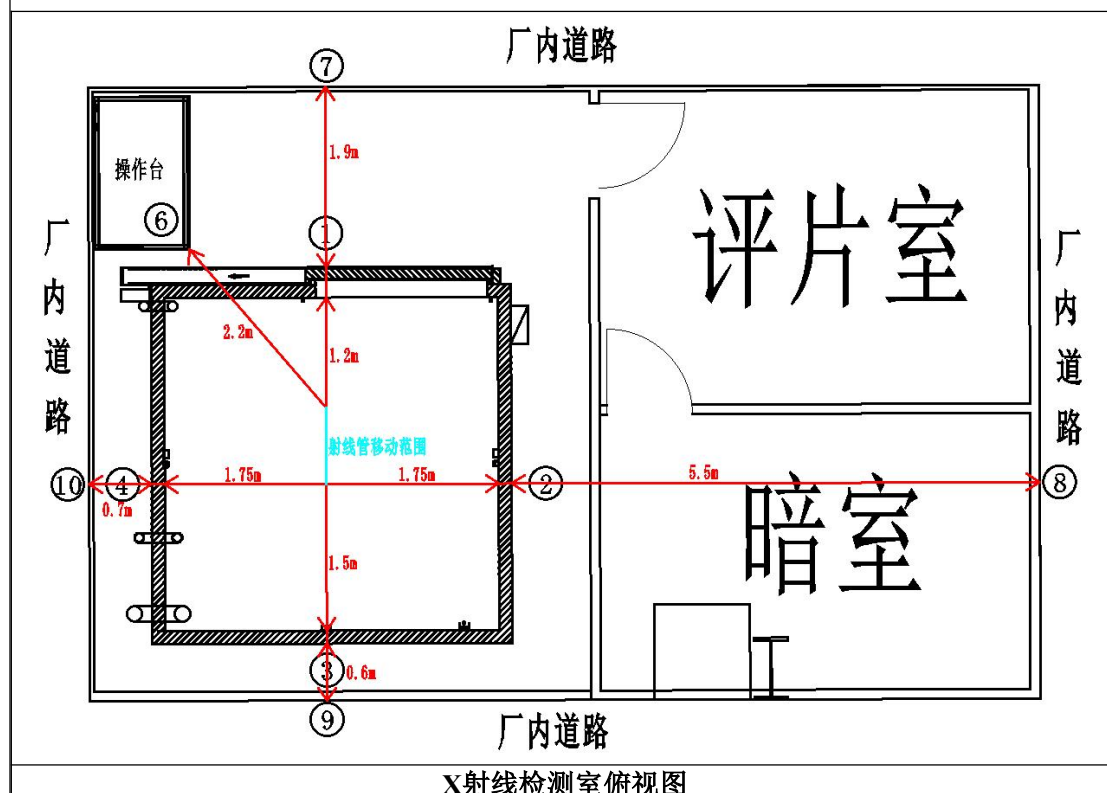
表 11-3 铅房顶部天空反散射辐射预测表

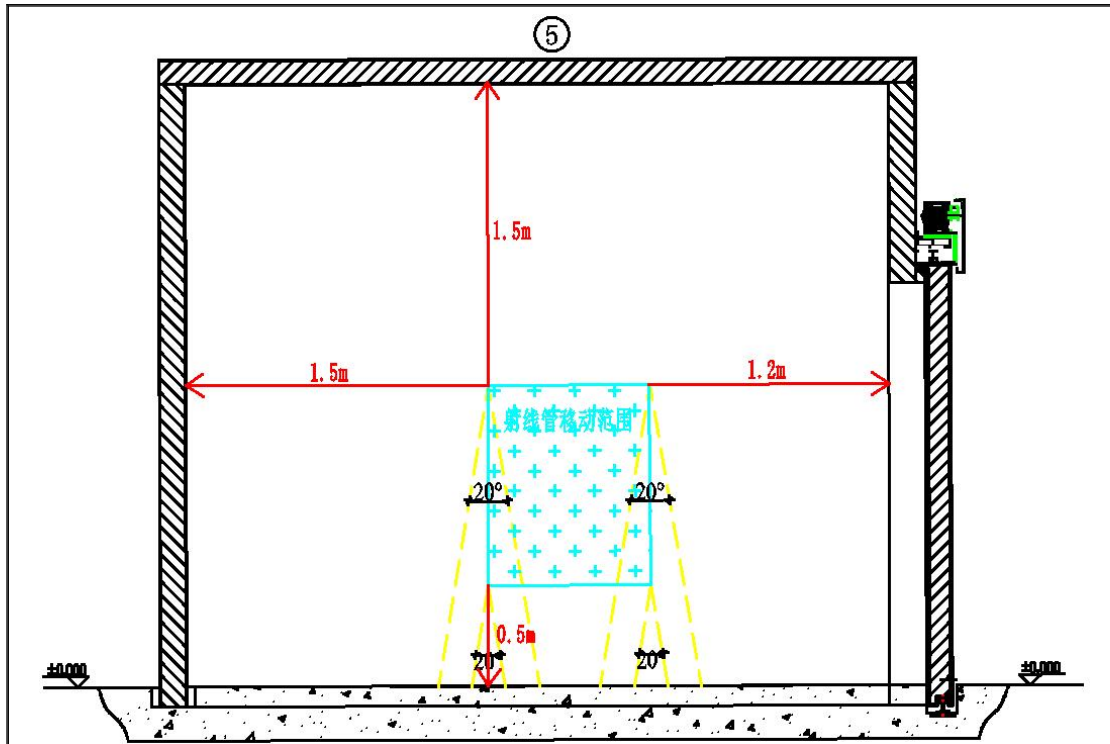
参数	参数取值或计算结果
$\dot{H}_{L,r}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	0.54
$\Omega(\text{sr})$	109.34
rs(m)	20
瞬时剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.015

从表11-3中预测结果可以看出，当本项目探伤机满功率运行时，本项目天空反散射的辐射剂量率约为 $0.015\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果





铅房侧视图（朝下照射）

- ①R北侧=Rs北侧=X射线管距铅房内北侧壁最小距离1.2m+铅房内北侧壁厚度0.026m+参考点0.3m=1.526m。
- ②R东侧=Rs东侧=X射线管距铅房内东侧壁最小距离1.75m+铅房内东侧壁厚度0.026m+参考点0.3m=2.076m。
- ③R南侧=Rs南侧=X射线管距铅房内南侧壁最小距离1.5m+铅房内南侧壁厚度0.026m+参考点0.3m=1.826m。
- ④R西侧=Rs西侧=X射线管距铅房内西侧壁最小距离1.75m+铅房内西侧壁厚度0.026m+参考点0.3m=2.076m。
- ⑤R铅房顶部=Rs铅房顶部=X射线管距铅房顶部内壁最小距离1.5m+铅房内顶部墙壁厚度0.018m+参考点0.3m=1.818m。
- ⑥R操作台=Rs操作台=X射线管距操作台最小距离约2.2m。
- ⑦R北侧厂内道路=Rs北侧厂内道路=X射线管距铅房内北侧壁最小距离1.2m+铅房内北侧壁厚度0.026m+铅房外北侧壁距北侧厂内道路最小距离1.9m=3.126m。
- ⑧R东侧厂内道路=Rs东侧厂内道路=X射线管距铅房内东侧壁最小距离1.75m+铅房内东侧壁厚度0.026m+铅房外东侧壁距东侧厂内道路最小距离约5.5m=7.276m。
- ⑨R南侧厂内道路=Rs南侧厂内道路=X射线管距铅房内南侧壁最小距离1.5m+铅房内南侧壁厚度0.026m+铅房外南侧壁距南侧厂内道路最小距离约0.6m=2.126m。
- ⑩R西侧厂内道路=Rs西侧厂内道路=X射线管距铅房内西侧壁最小距离1.75m+铅房内西侧壁厚度0.026m+铅房外西侧壁距西侧厂内道路最小距离约0.7m=2.476m。

图11-2 屏蔽计算点位图

表11-4 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

序号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
关注点	北侧、防护门	东侧	南侧	西侧	铅房顶部	操作台	北侧厂内道路	东侧厂内道路	南侧厂内道路	西侧厂内道路
铅房设计厚度 (mm)	26mm 铅	26mm 铅	26mm 铅	26mm 铅	18mm 铅	26mm 铅	26mm 铅	26mm 铅	26mm 铅	26mm 铅
泄漏辐	B	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}	1.25×10^{-3}	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}	6.4×10^{-5}
	$H_L(\mu\text{Sv/h})$	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3

射	R (m)	1.526	2.076	1.826	2.076	1.818	2.2	3.126	7.276	2.126	2.476
	Ḣ (μSv/h)	0.137	0.074	0.096	0.074	1.891	0.066	0.033	0.006	0.071	0.052
散 射 辐 射	散射后能量对应的kV值	250									
	B	1.08×10^9	1.08×10^9	1.08×10^9	1.08×10^9	6.21×10^7	1.08×10^9	1.08×10^9	1.08×10^9	1.08×10^9	1.08×10^9
	I (mA)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))	1.41×10 ⁶ (23.5×6×10 ⁴)									
	F (m ²)	F·α/R ₀ ² 取1/50 (数据取自《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) B.4.2)									
	α										
	R ₀ (m)										
	R _s (m)	1.526	2.076	1.826	2.076	1.818	2.2	3.126	7.276	2.126	2.476
	Ḣ (μSv/h)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.069	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)	0.137	0.074	0.096	0.074	1.960	0.066	0.033	0.006	0.071	0.052
剂量率参考控制水平(μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	100	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	

从表11-4中预测结果可知，当本项目1台X射线探伤装置满功率运行时，其四周墙体、铅房顶部外的最大辐射剂量率约为1.960μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“关注点(屏蔽体四周及顶部(探伤房建在厂房内))最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h”的要求。

本项目防护门与铅房之间的缝隙采用搭接设计，且重叠部分约85mm，缝隙不大于1mm，重叠部分不小于门与铅板缝隙宽度的10倍，四周屏蔽体下沉地表约15cm，上述防护措施可使屏蔽体达到良好防护效果，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

本项目电缆管道采用“U”型埋地电缆管道，射线需经过三次以上散射才能经“U”型管散射至铅房外，根据《辐射防护导论》P189页可知：如果一个迷道能使辐射至少散射三次以上，其能够保证迷道口工作人员的安全，迷道口也只需要采用普通门。因此本项目电缆管道布置方式不影响铅房的辐射屏蔽效果。本项目拟在铅房西南角地下设Φ160mm“U”型排风管和Φ100mm“U”型电缆管，射线也需经过三次以上散射才能经透气孔散射至铅房外，不破坏铅房的屏蔽效果，故本项目透气孔处的X射线辐射剂量率能够满足标准要求，无需铅防护罩。检测室有排风口，通风外排到厂房内。

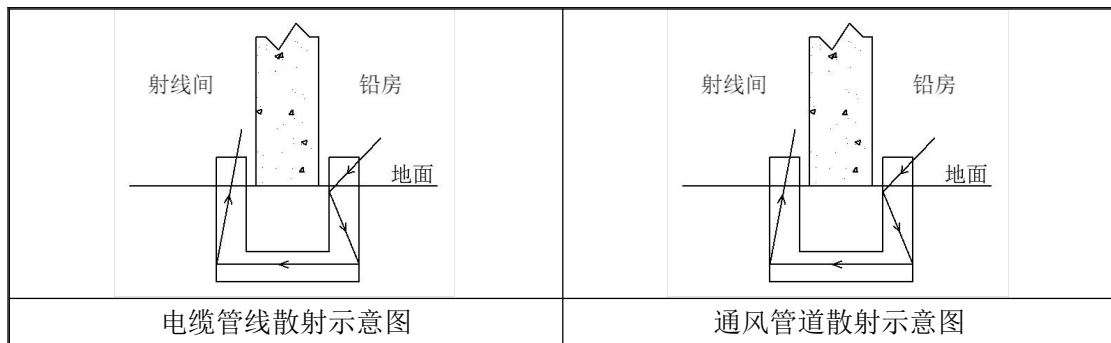


图11-3 电缆管线和通风管道散射示意图

2.2 年/周有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为铅房周围50m范围内其他人员。本项目控制台位于铅房前侧。根据表11-4估算结果代入公式（4），分别选取各参考点处最大辐射剂量率值进行年/周剂量估算。

表11-5 本项目铅房周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子U	居留因子T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周工作时间 (h)	年工作时间 (h)	周剂量估算 值($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算 值(mSv/a)	周剂量约束值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量约束 值(mSv/a)	评价
①	北侧	1	1	0.137	21	1008	2.877	0.138	100 (职业人员)	5 (职业人员)	满足
②	东侧	1	1	0.074	21	1008	1.554	0.075	100 (职业人员)	5 (职业人员)	满足
③	南侧	1	1	0.096	21	1008	2.016	0.097	100 (职业人员)	5 (职业人员)	满足
④	西侧	1	1	0.074	21	1008	1.554	0.075	100 (职业人员)	5 (职业人员)	满足
⑥	操作台	1	1	0.066	21	1008	1.386	0.067	100 (职业人员)	5 (职业人员)	满足
⑦	北侧厂内 道路	1	1/8	0.033	21	1008	0.087	0.004	5 (公众)	0.1 (公众)	满足
⑧	东侧厂内 道路	1	1/8	0.006	21	1008	0.016	<0.001	5 (公众)	0.1 (公众)	满足
⑨	南侧厂内 道路	1	1/8	0.071	21	1008	0.186	0.009	5 (公众)	0.1 (公众)	满足
⑩	西侧厂内 道路	1	1/8	0.052	21	1008	0.137	0.007	5 (公众)	0.1 (公众)	满足

从表11-2中预测结果可以看出，本项目铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大值为0.138mSv/a，周有效剂量最大值为2.877 $\mu\text{Sv/周}$ ；公众年有效剂量最大值为0.009mSv/a，周有效剂量最大值为0.186 $\mu\text{Sv/周}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对个人年有效受照剂量（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a）的要求和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中人员周剂量（职业工作100 $\mu\text{Sv/周}$ ，公众5 $\mu\text{Sv/周}$ ）控制要求，并低于本项目剂量约束值：职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目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人员开机工作受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照射。铅房在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(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。

无锡航亚科技股份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。

2 辐射事故处置方法及预防措施

本项目拟使用的工业用X射线探伤装置属于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。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。

三废治理评价

本项目X射线探伤装置，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，铅房内装配新风系统铅房排出的废气通过新风系统排出室外，不会对周围环境或人类健康造成危害。

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

探伤作业完成后产生的废显影液、废定影液、废胶片和一次、二次冲洗废水必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，后续的其余冲洗废水排入污水处理站处理，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。

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工业用X射线探伤装置，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，培训考核的科目类别为“X射线探伤”。

无锡航亚科技股份有限公司预计培训2名辐射工作人员，另外指定一人为辐射防护负责人，专职负责辐射安全与环境保护管理工作，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

辐射工作人员管理

(1) 所有辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019年第57号）的要求参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn/>）学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。辐射操作人员均应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月），并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。同时，辐射安全管理人员因不参与实际的辐射操作，可不进行个人剂量检测和职业健康体检。

(2) 所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作 30 年。按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

(3) 根据《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021年版）》，

对于使用X、 γ 射线探伤设备的辐射工作人员，辐射安全考核专业类别和从业范围均不同。对于X射线探伤装置，辐射工作人员上岗前应参加“X射线探伤”与“辐射安全管理”类别的相关培训，经考核合格后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，无锡航亚科技股份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、监测方案等，可满足《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X射线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。

岗位职责：明确管理人员、探伤工作人员、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，重点是铅房的运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：明确X射线探伤装置、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X射线探伤装置、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射线探伤装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对X射线探伤装置使用进行严格管理。

职业健康监护管理制度：辐射工作人员上岗前、在岗期间及离岗后均需进

行职业健康检查。

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，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

公司拟制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司能够按照辐射安全管理制度对辐射活动进行管理。此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

公司使用的工业用X射线探伤装置属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X射线探伤装置运行时，对铅房周围的辐射水平进行监测。

公司拟配备1台环境辐射剂量巡测仪，用于对本项目X射线探伤装置日常运行时周围的辐射水平进行监测。公司拟为本项目辐射工作人员配备2台个人剂量报警仪。

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，公司定期对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带个人剂量计监测累积剂量，每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。公司拟至少每两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，并将年度辐射环境评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

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。

公司预计开展自主检测和年度检测工作，辐射工作人员将配备个人剂量计，并每三个月送有资质单位进行个人剂量监测，每两年组织辐射工作人员进行

健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。公司预计于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

本项目预计培训2名辐射工作人员，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

本项目运行后，公司应认真落实以上监测方案，妥善保管监测档案，方满足辐射监测管理要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，无锡航亚科技股份有限公司已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、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

无锡航亚科技股份有限公司拟依据《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。公司已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

<p>结论</p> <p>1 辐射安全与防护分析结论</p> <p>1.1 项目位置</p> <p>本项目建设地址位于江苏省无锡市新东安路35号。无锡航亚科技股份有限公司南厂区东侧为新东安路，隔路为无锡创景制衣有限公司，南侧为博森工业集团、无锡市奥曼特科技有限公司、无锡恒富科技有限公司，西侧为无锡东弘杰电子科技有限公司，北侧为无锡航亚科技股份有限公司北厂区和江苏锡滚轴承科技有限公司。本项目X射线检测室整体为钢加铝塑板结构，楼上与楼下均无建筑。本项目铅房周围50m范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及铅房周围评价范围内的公众。</p> <p>1.2 项目分区及布局</p> <p>本项目拟将以铅房边界作为控制区边界，在防护门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；检测室建筑边界作为监督区边界，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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。</p> <p>1.3 辐射安全措施</p> <p>为确保辐射安全，保障X射线装置安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施、退役措施。主要有：</p> <p>（1）安装门机联锁装置。铅房正面有1扇防护门，防护门与X射线发生器设置门机联锁。防护门未完全关闭时，铅房内部X射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现X射线停止出束。（2）铅房正面醒目位置和检测室入口处均设置电离辐射警告标志，铅房顶部安装工作状态指示灯，设备出束期间工作状态指示灯亮起。铅房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，以确保铅房内人员安全离开。“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。本项目“预备”信号和“照射”信号</p>

分别显示为绿色和红色，工作时一直发出现行状态的提示音。（3）设备操作台及铅房内壁上安装有急停开关。发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。本项目铅房内西南北三侧各一个应急中断按钮，防护门边有应急中断和应急开门按钮，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。（4）设备操作台处设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。（5）设备操作台设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。（6）铅房出入口安装监视装置，在控制室的操作台有专用的监视器，可监视铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。（7）探伤工作人员在进入铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还需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。（8）应定期测量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。铅房配置固定式场所辐射探测报警装置。（9）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。（10）探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

（11）在每一次照射前，操作人员都应该确认铅房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。（12）当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：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。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。（13）铅房防护门安装防夹光电开关，防止人或物体在防护门关闭时处于防护门运动方向造成损伤。

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。

1.4 辐射安全管理

无锡航亚科技股份有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。同时制定了各项辐射安全管理制度。本项目预计培训2名辐射工作人员，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗；公司将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。

公司已为本项目铅房配备1台环境辐射剂量巡测仪和2台个人剂量报警仪，均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

本项目铅房内净尺寸为3.5m（长）×3.5m（宽）×3m（高），铅房外尺寸为3.77m（长）×3.77m（宽）×3.018m（高），铅房四周铅板厚度为26mm，铅房顶部铅板厚度为18mm，防护门使用26mm铅板防护。

根据理论预测结果，本项目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》（GBZ117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）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》（GB18871-2002）中对个人年有效受照剂量（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a）的要求，并低于本项目剂量约束值：职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a，职业工作100μSv/周，公众5μSv/周。

2.3 三废处理处置

本项目X射线探伤装置，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，为了防止X射线探伤装置使用期间密闭空间内臭氧和氮氧化物积聚，铅房内安装机械通风装置，风机风量540m³/h，铅房内部体积约36.8m³，

换气频率大于3次/小时，铅房内装配新风系统铅房排出的废气通过新风系统排出室外，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于探伤房通风换气的要求。

探伤作业完成后产生的废显影液、废定影液、废胶片和一次、二次冲洗废水必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，后续的其余冲洗废水排入污水处理站处理，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。

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

3 可行性分析结论

综上所述，无锡航亚科技股份有限公司新建一座固定式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) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 公司应按照《建设项目环境保护管理条例》规定及时进行竣工环保验收。

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	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。	1
辐射安全和防护措施	本项目铅房内净尺寸为3.5m（长）×3.5m（宽）×3m（高），铅房外尺寸为3.77m（长）×3.77m（宽）×3.018m（高），铅房四周铅板厚度为26mm，铅房顶部铅板厚度为18mm，铅房嵌入地面，防护门使用26mm铅板防护	铅房表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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2.5μSv/h及无人人员到达的铅房顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平为100μSv/h”的要求	105
	本项目铅房正面有1扇防护门，防护门与X射线发生器设置门机连锁。防护门未完全关闭时，铅房内部X射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现X射线停止出束；设备正面醒目位置和检测室入口处均设置电离辐射警示标志，设备顶部安装工作状态指示灯，设备出束期间工作状态指示灯亮起；设备操作台上安装急停开关，发生紧急情况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。设备操作台应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。铅房防护门安装防夹光电开关，防止人或物体在防护门关闭时处于防护门运动方向造成损伤。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求	6.5
人员配备	本项目预计培训2名辐射工作人员，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗	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。	5
	公司将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，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	公司预计每两年组织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	拟配置1台环境辐射剂量巡测仪，铅房配置固定式场所辐射探测报警装置	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	1
	拟配置2台个人剂量报警仪		1

		警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	
辐射安全管理 制度	公司已根据相关标准要求，制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性	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预案	0.5
总机	-	-	120

以上措施必须在项目运行前落实。

表14 审批

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