

报告编号:

核技术利用建设项目

英侨机械制造有限公司 1 台 X 射线数字成像检测设备项目

环境影响报告表

英侨机械制造有限公司

二〇二五年三月



中华人民共和国生态环境部监制

表 1 项目基本概况

项目名称	英侨机械制造有限公司 1 台 X 射线数字成像检测设备项目				
建设单位	英侨机械制造有限公司				
法人代表	洪有福	联系人	洪文辉	联系电话	*****
注册地址	福建省南安市英都阀门基地恒阪大道 179 号				
项目建设地点	福建省南安市英都阀门基地恒阪大道 179 号厂区厂房车间内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	120	项目环保投资（万元）	3.7	投资比例（环保投资/总投资）	3.08%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

一、核技术应用的目的是任务

（一）建设单位概况

英侨机械制造有限公司，注册地址位于福建省南安市英都阀门基地恒阪大道 179 号。公司现有二个厂区，分别是南安市英都阀门基地恒阪大道 179 号（老厂区）和南安市英都阀门基地恒阪大道 169（新厂区），公司是一家从事经营生产蒸汽疏水阀、空气疏水阀、排空阀、管束、疏水阀站、凝结水回收装置及配套产品、精密铸件、爆破片安全装置等服务的有限公司（附件 1、营业执照）。

（二）项目建设内容

根据业务发展需要，公司拟在南安市英都阀门基地恒阪大道179号老厂区（该厂

区于2013年3月取得了原南安市环境保护局的批复，见附件2-1) 厂房车间内设置了一间X射线检测室(目前未建)，在检测室内安装一台带自屏蔽铅房的X射线数字成像检测设备(拟备)，作业方式为铅房内无损检测，这是企业首次开展核技术利用项目。

本项目X射线数字成像检测设备主要用于对压力容器等产品进行无损检测。本次计划使用的探伤设备情况见表1.1-1。

表 1.1-1 本次 X 射线数字成像检测设备项目情况一览表

名称	数量	型号	管电压	管电流	装置分类	应用目的	场所	备注
X 射线数字成像检测设备	1 台	*****	*****	*****	II 类	无损检测	检测室	定向机

注：①本项目拟配备2名辐射工作人员，探伤机年开机总出束时间预计不大于576.8小时。

(三) 项目由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月修订）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年7月修订）中有关规定，一切可能对环境产生影响的新建、改扩建和技术改造项目均须执行环境影响评价制度。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）中“工业用X射线探伤装置”的规定，本项目拟开展的使用X射线探伤机（自屏蔽式），属于II类射线装置。

按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（中华人民共和国生态环境部令第16号）中“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目-生产、使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。同时根据生态环境部网站部长信箱来信选登“放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复（2018年2月12日）”中“二、自屏蔽式X射线探伤装置，应同时具备特征中的三项，如：在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在X射线探伤装置屏蔽体内。”的要求，本次项目不满足任何工作模式下，人体无法进入和滞留在X射线探伤装置屏蔽体内的条件，故应按照II类射线装置管理。

为此，英侨机械制造有限公司委托环评公司对“英侨机械制造有限公司1台X射线数字成像检测设备项目”进行环境影响评价（见附件3）。在接受委托后，我公司立即组织评价专题组对本项目及评价区域进行了现场踏勘。在认真调查研究及收集有关数据、资料基础上，结合本项目区域的环境特点和区域规划，对本项目进行了环境影响分析，并在此基础上编制完成了本项目的环境影响报告表。

(四) 项目地理位置及周边环境

本次项目厂区位于福建省南安市英都阀门基地恒阪大道179号，其地理位置见图1.4-1。项目检测室位于厂区南侧厂车间1层内，其铅房拟置于检测室内，呈南北向，南侧为铅房门、西侧为操作台（该厂车间共5层，其中第2层目前为空置房（后期规划为材料仓库层）、三层为铸造阀门层（见附图1）、四层和五层均为空置层）。



图1.4-1 项目地理位置图

拟建一间检测室（长 5 米×宽 4.8 米×高 3.2 米），四周墙体和室顶均采用 70mm 的耐火隔板（密度为 2.1g/cm³），检测室进出门为宽 1.2 米×高 1.8 米。具体情况如下图 1.4-2。



图 1.4-2 项目拟建检测室的平面设计图

检测室在厂房车间第 1 层内（层高 7.9 米），其检测室东侧 2.4m 为热处理区、精抛区、二抛区、18m 为清沙区、27m 为粗抛区，南侧 10m 为公司内道路，14m 为精英公司生产车间，西侧 1m 为操作台、7m 为补焊区、打磨整修区、20m 为碳钢材料区、28m 为不锈钢抛区吊区、36m 为卫生间，北侧 32m 为不锈钢材料区、46m 为模壳熔烧区，东北侧 36m 为等离子气抱区、大切设备区。项目所在车间的一层平面布置见图 1.4-3。

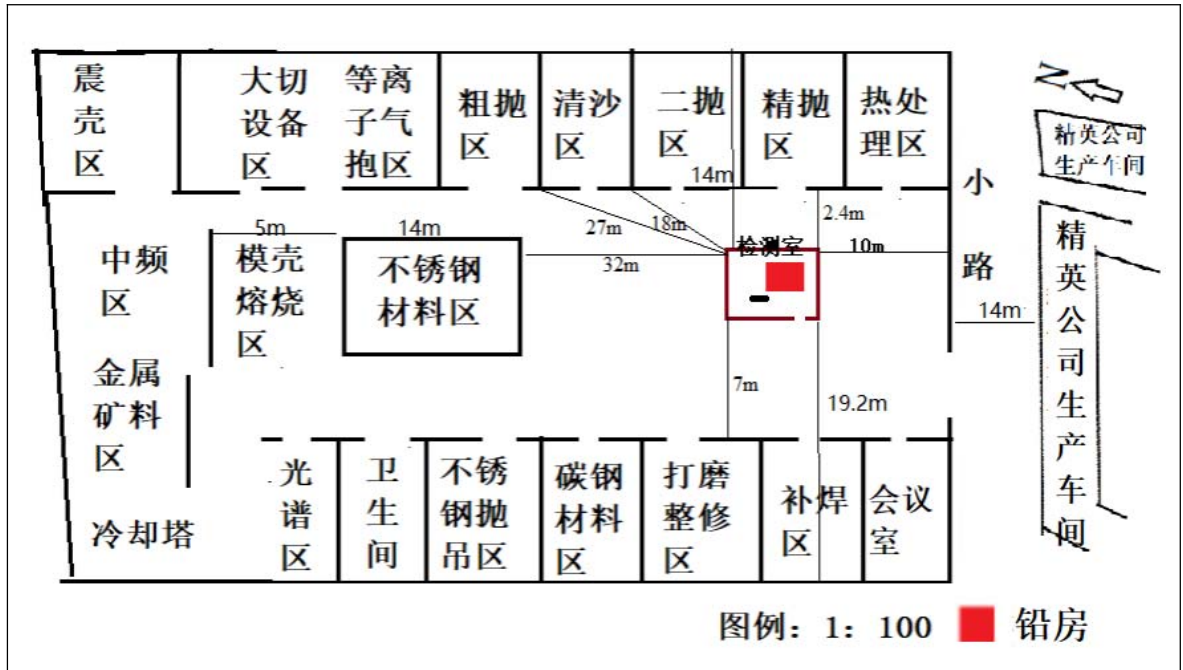
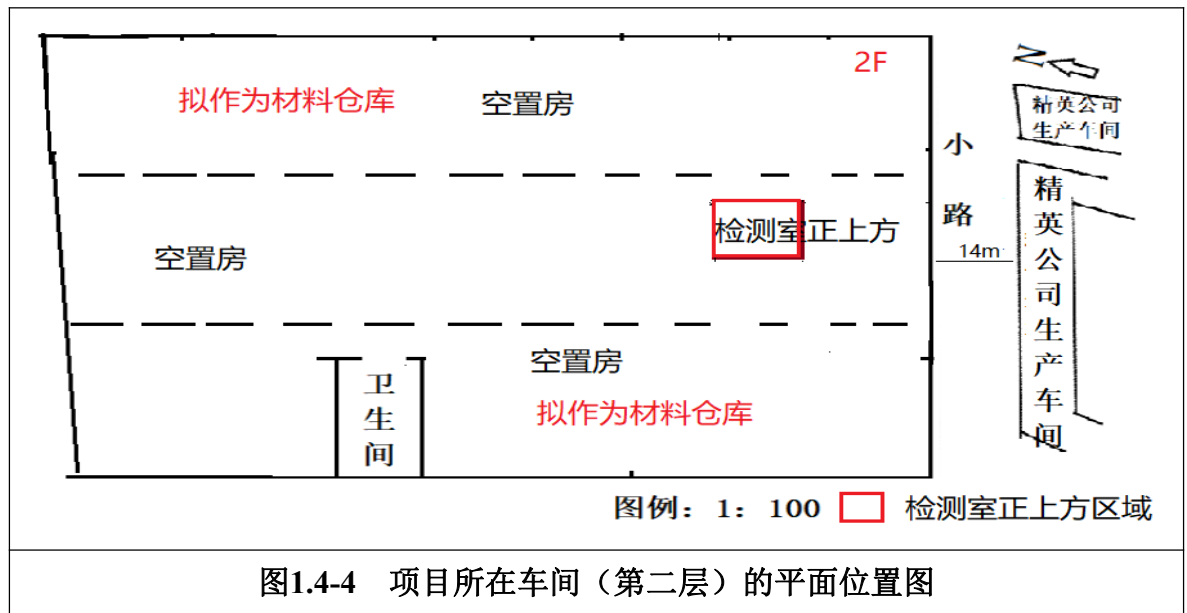


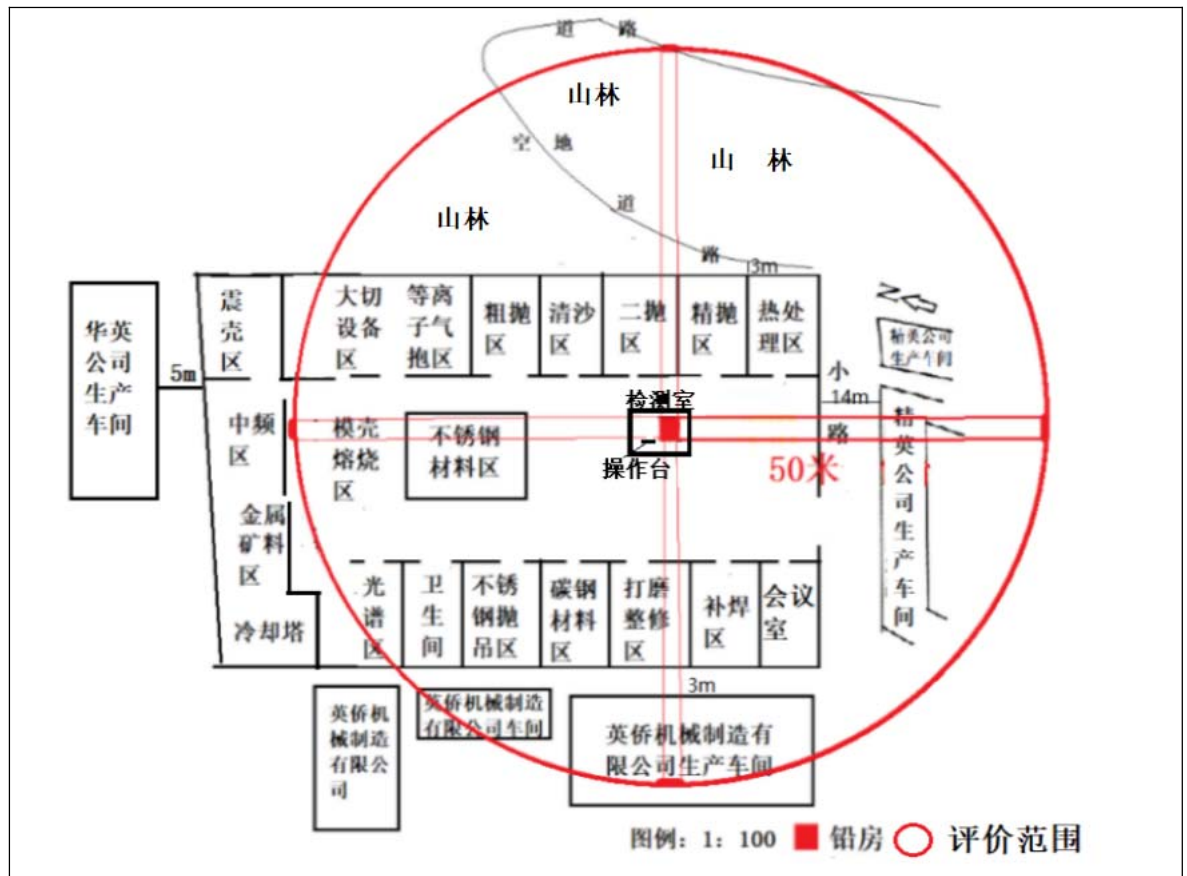
图1.4-3 项目所在车间（第一层）的平面位置图

检测室在厂房第1层车间内，上方第2层，目前为空置房，拟规划为材料仓库区，

无地下负一层。项目所在的车间的平面布置见图1.4-4。



公司检测室所在的车间厂房，其厂房东侧2m为公司外墙道路（与之相邻的为山林），南侧14m为精英公司生产车间，西侧3m为公司车间，北侧5m为华英公司生产车间。其项目外环境关系位置图见图1.4-5。



（五）项目选址合理性分析

项目所在厂房的平面位置见图 1.5-1、检测室平面布局图见图 1.5-2，项目检测室周围环境现状照片见图 1.5-3，所在车间一层周围环境现状照片见图 1.5-4，所在车间上方二层至五层的环境现状照片见图 1.5-5。

根据《南安市英都镇总体规划》、《中国恒阪阀门基地控制性详细规划环境影响报告书》审查意见的函（南环保[2013]函 102 号，见附件 4），项目所在区域定位为泉州市南安市英都镇恒阪大道 169 号（基地产业定位：以阀门、水暖五金为主，阀门配件及卫浴陶瓷为辅的特色工业园区，其以工业制造为主线，高新技术为支撑，分为铸造锻压、主体加工、配件生产、组装和生活服务业五个专业功能区。），同时对照《中国恒阪阀门基地控制性详细规划》和本项目土地证（附件 5），项目所在地规划为二类工业用地（附图 2），公司主要从事阀门相关的机械制造（本次项目为机械制造配套项目），属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中的允许类项目，即项目的建设符合区域的“三区”的准入要求。

根据《英侨机械制造有限公司年增产爆破片 50 万件项目环境影响报告表》、《英侨机械制造有限公司扩建设项目环境影响报告表》和该项目验收报告的内容（环境质量数据）（附件 2），项目满足《福建省生态保护红线划定方案》（闽政函〔2018〕70 号）及《泉州市“三线一单”成果报告》，《市场准入负面清单（2022 年版）》、《泉州市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（泉政文〔2021〕50 号）和环境质量底线的要求，即项目（本次项目为机械制造配套项目）的建设符合区域的“三线”的要求。

项目所在位置相对较为独立，周围主要为公司生产车间，平面布置合理，在采用良好的辐射防护措施后，对周围环境影响较小，同时拟建铅房周边 50m 范围无居民点、学校等环境敏感目标，故项目选址较为合理。

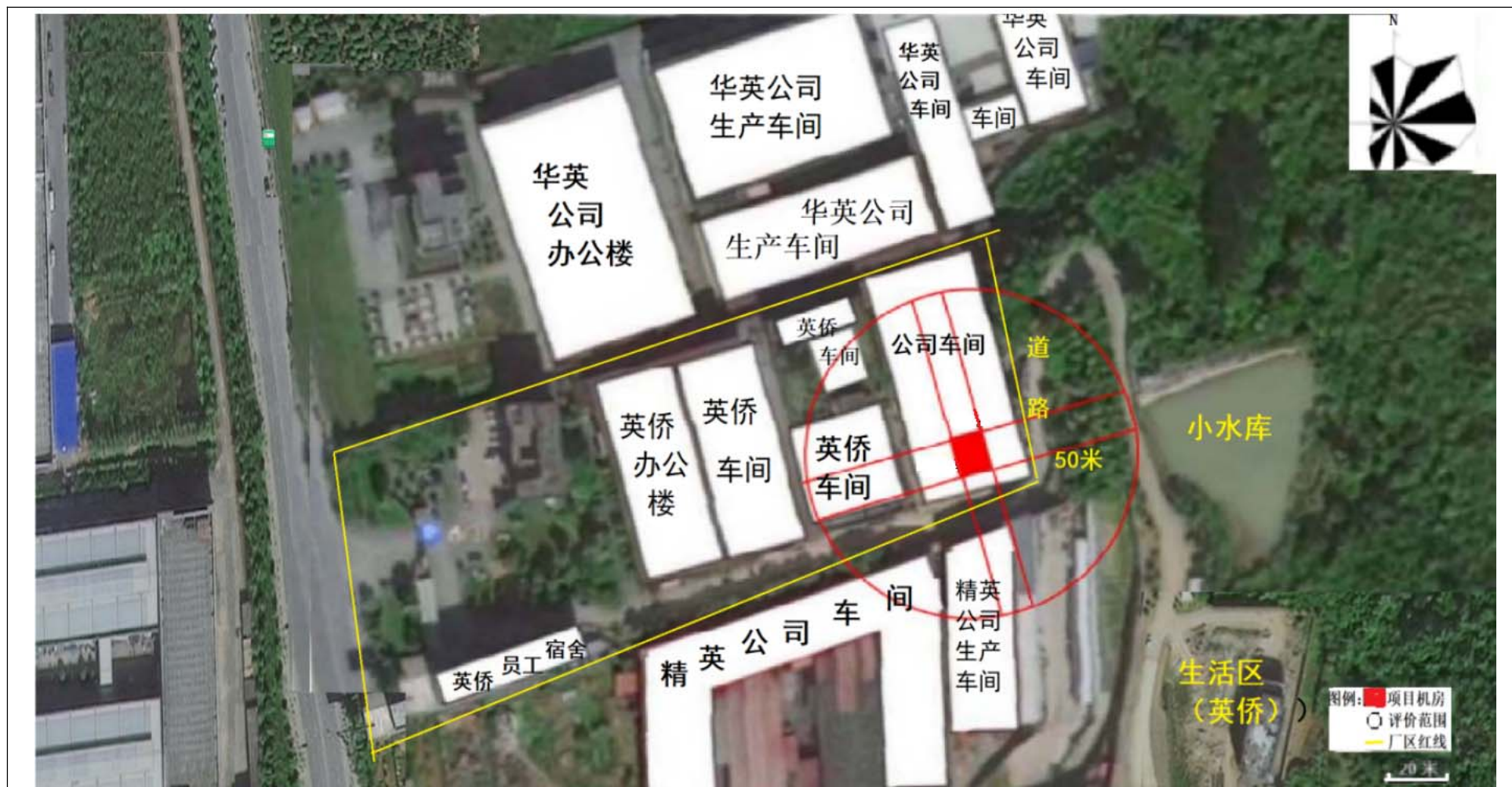


图1.5-1 项目所在厂房的平面位置图



图 1.5-3 本项目检测室周边环境现状照片



图 1.5-4 本项目所在车间的周边环境现状照片



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) 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	管电压 (kV)	管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测设备	II 类	1 台	*****	*****	*****	无损检测	检测室	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	

(二) 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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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		
										活度 (Bq)	贮存方式	数量
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 6 评价依据

法规文件	<p>一、相关法律法规、部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第四十八号，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》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日起施行）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（中华人民共和国生态环境部令第16号，2021.1.1起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修改，中华人民共和国国务院令第709号），中华人民共和国国务院令第449号，2005年12月1日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修订）》（国家环境保护部令第20号，2018年1月4日发布施行）；</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部公告2017年第66号，2017年12月5日施行）；</p> <p>(9) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（中华人民共和国卫生部令第55号，2007年11月1日起施行）；</p> <p>(10) 《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，2006年9月26日）；</p> <p>(11) 福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》（试行）的通知（闽环保辐射〔2013〕10号）；</p> <p>(12) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订），自2020年4月29日起施行；</p> <p>(13) 《国家危险废物名录》（2025版），国家卫生健康委员会令第36号，</p>
------	---

	<p>2025年1月1日起施行；</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》 生态环境部公告，2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>(15) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2024 年修订，国家发展和改革委员会 2023 年令第 7 号令），自 2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(16) 《福建省生态环境保护条例》（2022 年 3 月 30 日，福建省十三届人大常委会第 32 次会议修订）。</p>
技术标准	<p>二、评价技术规范</p> <p>(1) 《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>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）。</p>
	<p>三、评价技术标准</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(7) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；</p> <p>(8) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；</p> <p>(9) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。</p>
其它	<p>四、其它</p> <p>(1) 英侨机械制造有限公司提供的项目相关资料；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995.8；</p> <p>(3) 《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》，《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，李德平 潘自强主编；原子能出版社，1987 年；</p> <p>(4) 《辐射剂量学常用数据》，中国计量出版社，1987。</p>

表 7 保护目标和评价标准

一、评价范围及评价因子

(一) 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“第1.5评价范围和保护目标：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质边界外50m的范围。”，因此，本项目评价范围为机房周围50m区域。本项目为射线装置的环境影响评价，运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是射线装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以射线装置机房墙体周围50m的区域为评价范围，如图7.1-1所示。

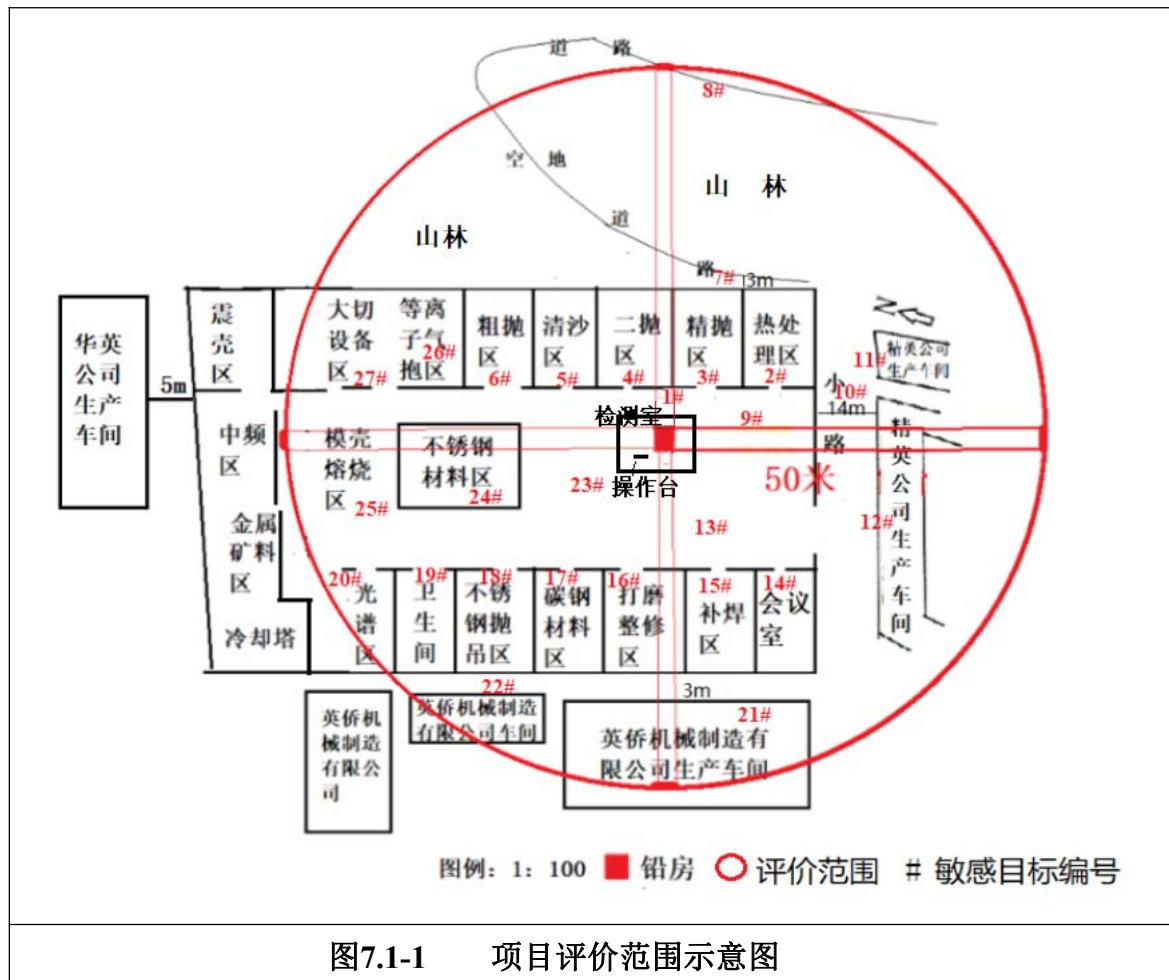


图7.1-1 项目评价范围示意图

(二) 评价因子

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目产生的环境影响主要来自射

线装置产生的X射线。本项目的主要评价因子为X射线。

二、保护目标

根据项目特点，项目环境保护目标为该公司从事无损检测工作人员及作业现场周围活动的公众成员等。根据工作场所外环境特征，确定本项目环境保护目标见下表7.2-1。

表 7.2-1 环境主要保护目标一览表

类别	名称	与源项区域相对位置 (与铅房最近距离)		规模	敏感点特征	
电离辐射	辐射工作人员	操作台及辐射安全负责人		1m	2人	辐射工作人员
	公众人员	检测室周边生产人员及偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员及公众	E, 车间过道 (1#)	紧临	约3~6人	非辐射工作人员
			E, 热处理区 (2#)	2.8m	约3~6人	非辐射工作人员
			E, 精抛区 (3#)	4.4m	约4~4人	非辐射工作人员
			E, 二抛区 (4#)	12.4m	约3~8人	非辐射工作人员
			E, 清沙区 (5#)	19.4m	约3~5人	非辐射工作人员
			E, 粗抛区 (6#)	28.3m	约2~4人	非辐射工作人员
			E, 外墙小路 (7#)	17.4m	约3~10人	非辐射工作人员
			E, 外墙小路和山林 (8#)	49.2m	约10~22人	非辐射工作人员
			E, 外墙小路 (9#)	12.2m	约5~10人	非辐射工作人员
			S, 车间过道 (10#)	紧临	约3~6人	非辐射工作人员
			S, 精英公司生产车间 (11#)	27.5m	约2~8人	非辐射工作人员
			S, 精英公司生产车间 (12#)	26.2m	约2~9人	非辐射工作人员
			W, 车间过道 (13#)	紧临	约2~5人	非辐射工作人员
			W, 会议室 (14#)	10.3m	约5~10人	非辐射工作人员
			W, 补焊区 (15#)	10.3m	约2~5人	非辐射工作人员
			W, 车间打磨、整修区 (16#)	11.2m	约2~4人	非辐射工作人员
			W, 车间碳钢材料区 (17#)	23.4m	约1~5人	非辐射工作人员
			W, 不锈钢抛区吊区 (18#)	30.3m	约2~6人	非辐射工作人员
			W, 卫生间 (19#)	38.4m	约1~10人	非辐射工作人员
			W, 光谱区 (20#)	46.5m	约2~4人	非辐射工作人员
			W, 英侨公司生产车间 (21#)	21.5m	约6~12人	非辐射工作人员
			W, 英侨公司生产车间 (22#)	28.7m	约4~10人	非辐射工作人员
			N, 车间过道 (23#)	紧临	约4~12人	非辐射工作人员
			N, 不锈钢材料区 (24#)	32.4m	约1~3人	非辐射工作人员
			N, 模壳熔烧区 (25#)	46.4m	约2~5人	非辐射工作人员
			EN, 等离子气刨区 (26#)	40.2m	约2~5人	非辐射工作人员
			EN, 大切设备区 (27#)	48.4m	约2~5人	非辐射工作人员
			第二层, 材料仓库区	5.7m	约1~3人	非辐射工作人员
			第三层, 铸造阀门层	9.5m	约2~12人	非辐射工作人员
第四层, 空置层 (目前)	14.0m	若干	非辐射工作人员			
第五层, 空置层 (目前)	18.5m	若干	非辐射工作人员			

注：项目射线装置经铅房有效屏蔽层后，再经检测室耐火隔板（密度为 2.1g/cm³）顶后，其射线能量已很小（辐射环境本底水平），再经过第 1 层混凝土楼顶至 2 层及 2 层以上，其射线能量基本接近 0，为此本报告简单描述 2 层及 2 层以上的环保目标的情况。

三、评价标准

(一) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

B1.1 职业照射中 B1.1.1.1 条规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv；任何一年中的有效剂量，50mSv；

B1.2 公众照射中 B1.2.1 规定：实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv；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。

在环境评价中，出于“防护与安全的最优化”原则，对于某单一项目的剂量控制，可以取这个限值的10%~30%进行管理(引自本标准中的11.4.3.2条款剂量约束值通常在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）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），则本项目剂量约束值如下表：

表 7.3-1 本项目剂量约束值

序号	照射类别	评价项目	评价指标
1	职业人员	年剂量约束值（年有效剂量管理目标值）	≤5mSv/a
2	公众成员	年剂量约束值（年有效剂量管理目标值）	≤0.25mSv/a

(二) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室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 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100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周；

b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

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

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪。

当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

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

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

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。

8 放射防护检测

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 探伤室放射防护检测

8.3.1 检测条件

检测条件应符合如下要求：

a) X射线探伤机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

探伤室的放射防护检测，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 剂量率仪巡测探伤室墙壁外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) 巡测范围应根据探伤室设计特点、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) 无固定照射方向的探伤室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；探伤室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) 设有窗户的探伤室，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) 探伤室门外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) 探伤室墙外或邻室墙外30cm离地面高度为1m处，每个墙面至少测3个点；

d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层（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，检测探伤室的入口，以确保探伤机已经停止工作。

8.3.4 检测周期

探伤室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射线探伤机额定电压增大时，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

探伤室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。

（三）《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 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

1、探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $H_{c,d}$ ）：

人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ： $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述 a) 中 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,max}$ 二者的较小者。

2、探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 1。

b) 除 2、a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 1、c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 7.3-2 (原表 3) 有用线束屏蔽所需厚度

屏蔽厚度	管电压 kV	距靶点不同距离处的有用线束所需厚度						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	4.3	4.0	3.8	3.5	3.2	3.1	2.8
	200	6.5	6.0	5.7	5.2	4.9	4.7	4.2
	250	12	11	10.6	9.6	9.0	8.4	7.5
	300	23	21	20	18	17	16	14
	400	39	37	34	32	30	28	25
混凝土	150	360	340	320	300	280	260	240
	200	450	420	400	370	350	330	300
	250	510	470	450	420	400	380	350
	300	570	540	510	480	450	430	400
	400	640	600	580	540	520	500	460

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m³，混凝土的密度为 2.35 t/m³。

3 其它要求：

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

表 7.3-3 (原表 4) 泄漏线束屏蔽所需厚度

屏蔽厚度	管电压 kV	距靶点不同距离处的泄漏线束所需厚度						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	2.3	2.0	1.7	1.4	1.2	1.0	0.7
	200	3.4	2.9	2.5	2.0	1.7	1.4	0.9
	250	7.8	6.8	6.1	9.6	9.0	8.4	7.5
	300	15	13	12	10	8.5	7.4	4.4
	400	22	19	17	14	14	11	7.8
混凝土	150	170	140	130	100	84	70	46
	200	210	180	150	120	100	86	55
	250	240	210	190	160	130	120	86
	300	270	240	210	170	150	130	96
	400	270	240	210	170	150	130	96

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m³，混凝土的密度为 2.35 t/m³。

表 7.3-4 (原表 5) 散射线束屏蔽所需厚度

屏蔽厚度	管电压 kV	距靶点不同距离处的泄漏线束所需厚度						
		2m	3m	4m	6m	8m	10m	15m
铅	150	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.5	2.1
	200	4.1	3.7	3.5	3.2	3.0	2.7	2.4
	250	5.6	5.1	4.8	4.3	3.9	3.6	3.2
	300	5.8	5.3	4.9	4.4	4.1	3.8	3.3
	400	12.0	11.0	10.3	9.3	8.6	8.0	7.0
混凝土	150	280	250	240	210	200	180	160
	200	300	270	260	230	210	200	180
	250	350	320	290	260	240	220	190
	300	360	330	300	270	250	240	200
	400	380	340	320	290	270	250	220

注：表中数据按 4.1 计算得出，铅的密度为 11.3t/m³，混凝土的密度为 2.35 t/m³。

表 7.3-5 (原表 A.1) 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自 NCRP144

(四) 《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)

最高容许浓度 maximum allowable concentration; MAC, 在一个工作日内、任何时间、工作地点的化学有害因素均不应超过的浓度。

短时间接触容许浓度 permissible concentration-short term exposure limit; PC-STEL, 在实际测得的8 h工作日、40 h工作周平均接触浓度遵守PC-TWA的前提下, 容许劳动者短时间(15 min)接触的加权平均浓度。

短时间接触容许浓度 permissible concentration-short term exposure limit; PC-STEL, 在实际测得的8 h工作日、40 h工作周平均接触浓度遵守PC-TWA的前提下, 容许劳动者短时间(15 min)接触的加权平均浓度。

其标准值为:

工作场所空气中化学物质容许浓度(臭氧): 0.3mg/m³。

工作场所空气中化学物质容许浓度(氮氧化物):

PC-TWA: 5mg/m³, PC-STEL: 10mg/m³

(五) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)

施工期场界噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》标准。

表 7.3-6 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 单位: dB(A)

标 准	昼间	夜间
《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	70	55

表 8 环境质量和辐射现状

一、环境质量和辐射现状

(一) 项目地理和场所位置

项目检测室位于福建省泉州市南安市英都阀门基地恒阪大道 179 号厂区东侧厂房车间内。

(二) 环境质量与辐射现状监测

本项目为使用II类射线装置进行固定式无损检测作业,运行期主要的环境污染物为X射线。本项目检测室未开工建设,项目拟建场址为公司厂房车间内。为此在进行现状环境调查时,主要调查本项目检测室拟建场址及周围环境的 γ 辐射剂量率。

(三) 环境现状评价对象、检测因子、检测点位等

环境现状评价对象: 项目拟建地址及周围辐射环境现状

检测因子: γ 辐射剂量率

检测点位: 根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)有关布点原则进行布点,在项目拟建址及周围布设检测点位,调查环境 γ 辐射剂量率,具体点位布设情况见图 8-1。

检测频次: 按照《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)中的要求进行,检测时仪器探头水平距离地面 1m,每个检测点位读 10 个数据,读数间隔 10s,取算术平均值作为检测结果。

(四) 检测方案、质量保证措施

1、监测方案

1.1 监测时间及环境条件

表 8.1-1 监测时间及环境条件情况一览表

监测时间	天气情况	风 速	温 度	相对湿度
2025 年 3 月 7 日	阴	东北风, 2-3 级	9~14℃	89%

1.2 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)。

1.3 监测仪器

本次监测仪器为x、γ辐射空气比释动能率仪，仪器参数见表 8.1-2。

表 8.1-2 监测所使用的仪器情况

仪器名称	环境监测用x-γ辐射空气比释动能率仪
仪器型号	JB4000
能量响应	40Kev~3Mev $\leq\pm 30\%$ （相对于 ^{137}Cs ）
测量范围	0.01~200.00 $\mu\text{Sv/h}$
检定日期	2026年2月19日

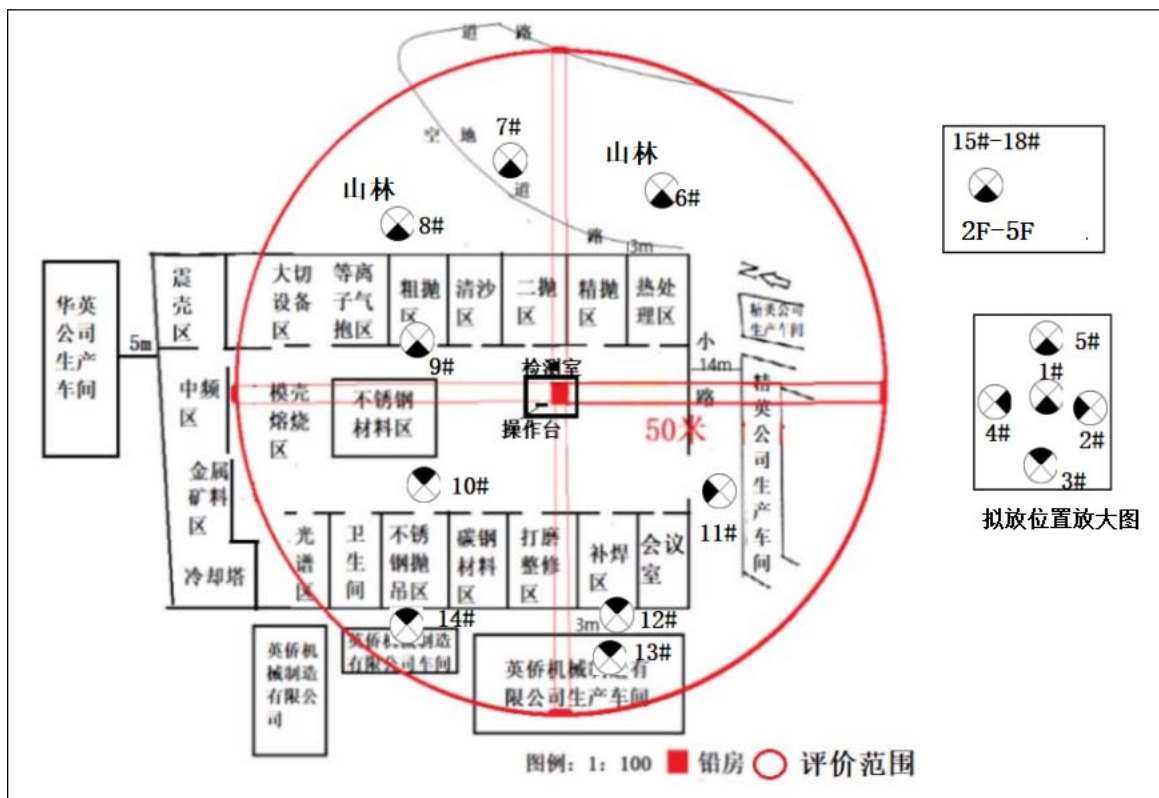


图 8-1 监测点位布点示意图

2、质量保证措施

- (1) 合理布局监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采取国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核、审定。

(五) 监测结果

环境现状监测结果列于表8.1-3，监测报告见附件5。

表 8.1-3 拟建工作区域辐射环境现状监测结果统计表 单位：μGy/h

测点	点位描述	平均值
▲1	拟建检测室场地（中），离南侧墙 24 米	0.18
▲2	拟建检测室场地（东），离南侧墙 17 米	0.19
▲3	拟建检测室场地（南），离南侧墙 21 米	0.20
▲4	拟建检测室场地（西），离南侧墙 23 米	0.18
▲5	拟建检测室场地（北侧），离南侧墙 21 米	0.18
▲6	拟建检测室场地外，离东侧墙 8 米（室外）	0.15
▲7	拟建检测室场地东侧外，离东侧墙 12 米（室外）	0.13
▲8	拟建检测室场地东侧外，离东侧墙 9 米（室外）	0.16
▲9	拟建检测室场地东侧，离南侧 7 米	0.15
▲10	拟建检测室场地北侧，离南侧墙 15 米	0.16
▲11	拟建检测室场地外门口，离南侧墙 2 米（室外）	0.15
▲12	拟建检测室场地外过道，离西侧墙 1 米（室外）	0.15
▲13	拟建检测室场西侧厂房内，离车间东侧墙 2 米	0.15
▲14	拟建检测室场西侧厂房内，离车间东侧墙 2 米	0.16
▲15	拟建检测室场地正上方 2 楼，离南侧墙 5 米	0.15
▲16	拟建检测室场地正上方 3 楼，离南侧墙 5 米	0.15
▲17	拟建检测室场地正上方 4 楼东侧，离南侧墙 3 米	0.14
▲18	拟建检测室场地正上方 5 楼东侧，离南侧墙 4 米	0.15

注：①监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

②▲6#~8#、▲11#~12#室外检测点位。③监测工况：背景检测。

二、 辐射环境现状评价

根据《辐射防护》（第 11 卷，第四期，福建省环境天然贯穿辐射水平调查研究，福建省环境监测中心站，1991 年 7 月）中辐射环境结果可知，其福建省泉州市原野、道路、室内γ辐射空气吸收剂量率统计结果见表 8.2-1。

表 8.2-1 泉州市环境现状 γ 辐射空气吸收剂量率统计结果（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
范围	25.9~107.0	40.2~102.3	96.6~193.4
平均值 \pm 标准差（按点平均）	63.2 \pm 19.4	74.7 \pm 14.7	136.6 \pm 31.2

由上表可知，本项目拟建X射线检测室周围区域，其 γ 辐射空气吸收剂量率背景值监测平均值在（0.13~0.20） μ Gy/h（相当于130-200nGy/h）之间，处于福建省泉州地区辐射环境天然本底水平涨落范围内（25.9-193.4nGy/h）。

表 9 项目工程分析与源项

一、工程设备和工艺分析

(一) 设备组成

项目X射线数字成像设备主要是由高频X射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械电气系统（C型臂）、射线防护系统和监控系统等七部分组成。

(二) 工作原理

X射线数字成像设备为利用X射线进行显像，产生X射线的装置主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成（见图9-1）。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时产生电子，而聚焦杯使这些电子聚焦成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前加速达到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金、钼等制成。高速电子轰击靶体产生X射线。X射线管工作时，靶体上会产生大量的热，必须采取适当的措施将热量导出。

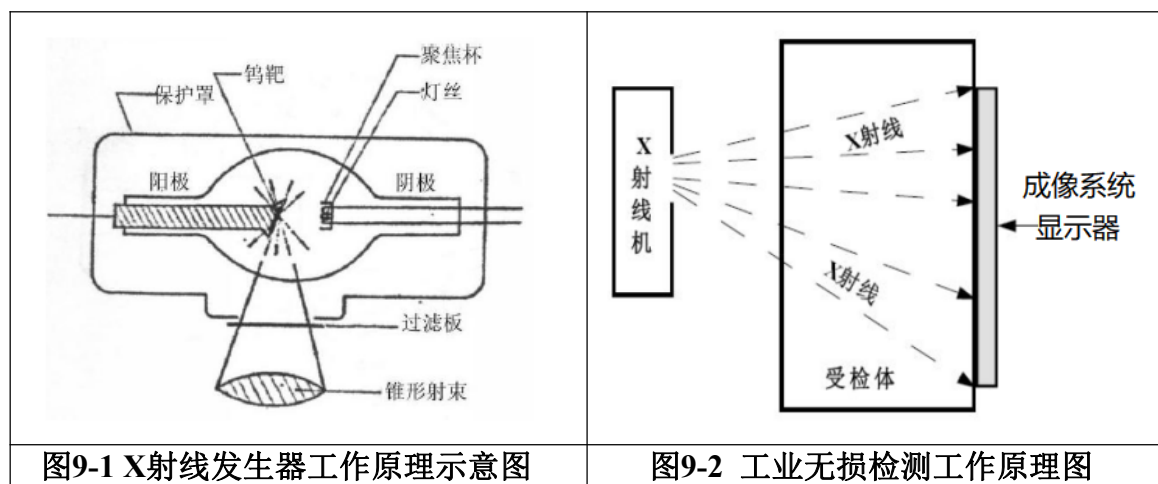


图9-1 X射线发生器工作原理示意图

图9-2 工业无损检测工作原理图

通过X射线管产生的X射线对受检工件进行照射，在X射线发生器对面有个X射线接收器，当射线穿过劣质工件裂缝、空洞等缺陷位置时其衰减明显减少，接收器接受的辐射照射量增大，利用辐射照射量的差别筛查缺陷位置，再将接收到的辐射转换成电信号，经电脑中转换成特定的信号，通过专用的软件将图像在显示器中显示出来，这样就可以通过肉眼观测到受检工件的内部缺陷和结构（见图9-2）。

(三) 工作流程及产污染环节

①被检测工件经过焊接后，由手动推车送至X射线数字成像检测系统旋转载物台

上（检测方式采用C型臂升降或摆动，检测工件不动或者旋转，可实现对工件检测；C型臂检测机构由垂直地面方向所在轴（检测工件高度方向上，Z轴）和射线方向所在轴(检测面前方向，Y轴)组成。C型臂沿Z轴升降、绕Y轴旋转+15°）；

②被检测工件经旋转载物台送入铅房内（载物台绕垂直地面方向所在轴可实现 $n \times 360^\circ$ 旋转，当检测工件需要调整透照角度时，载物台带动检测工件旋转，实现360度成像），通过自动传输装置将要检测的工件进行自动摆位；

③摆位完成后，由辐射工作人员负责进行清场，关闭防护门，此时门机联锁、紧急止动装置、工作状态指示灯等安全装置开启，操作人员在操作间内对X射线数字成像检测设备进行操作，然后工作人员根据要求设置曝光管电压和曝光时间，并根据需检测的具体部位调整焦距；

④准备就绪后，工作人员在操作间内开机曝光，通过电脑成像对工件的焊缝进行探伤检测，并对探伤检测结果进行审核和评定，曝光结束后，关闭管屏X射线数字成像检测设备。

⑤X射线数字成像检测设备关闭后，被检测工件由旋转载物台上向铅门方向运输，开启铅门后，再由辐射工作人员取出检测工件。检测出焊缝的不合格工件重新焊接，焊接后重复步骤①至④，直至产品合格。

X射线数字成像检测设备工艺流程图见图9-3。

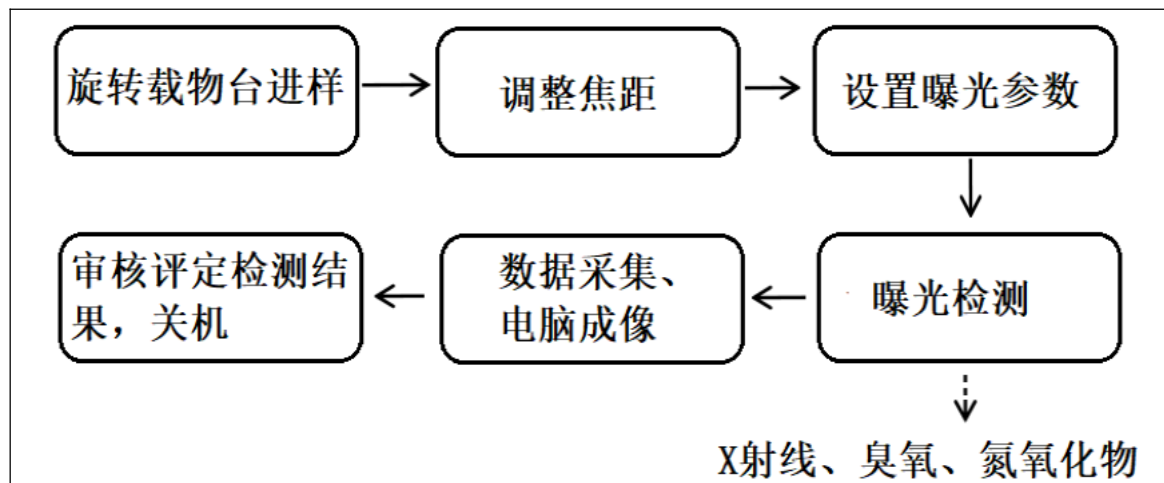


图9-3 X射线数字成像检测设备工艺流程图

（四）无损检测对象及场所

项目X射线数字成像检测设备主要用于对压力容器等进行无损检测（无损检测工件的厚度约为3-20mm），从而保证产品的质量，提高单位核心竞争力。探伤场所位

于检测室，作业方式为铅房内无损检测，即项目在室内无损检测。

项目X射线数字成像检测设备的X射线管固定于铅房内可移动C型臂上，并向东侧进行出束，控制C型臂能使X射线管头上下平移（前后、左右不能平移），出束角度最大为20°。

X射线管头距铅房顶部最小距离约0.955m，距底部最小距离约0.829m。距离东侧距离为1.783m（前侧面），北侧为0.697m（后侧面）；距离西侧为0.692m（右侧面），距离东侧距离为1.348m（左侧面）。

（五）X射线装置主要技术参数表

表9.1-1 X射线装置主要技术参数表

型号	管电压 KV	管电流 mA	穿透力 mm	辐射角 °	焦点尺寸 mm	1m处的辐射 泄漏率mSv/h	过滤 mmCu
*****	*****	*****	700~1800	20	0.4/1	5	3

（六）项目路径

本项目铅房南侧拟设置工件进出门，西侧为操作人员平台，工件从工件门进出铅房，辐射工作人员在西侧操作控制设备。具体路径图见下图。

二、污染源项描述

(一) 建设阶段污染源项

本项目属于英侨机械制造有限公司的配套工程，施工过程中采用《英侨机械制造有限公司扩建项目环境影响报告表》（南环 088号）、《英侨机械制造有限公司年增产爆破片50万件项目环境影响报告表》（泉南环评[2022]表147号，见附件2-2）中的环保措施和相应的施工期环境影响分析。项目施工期主要是检测室建设中的墙体耐火隔板的施工活动以及铅房的安装过程。

施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物。

(1) 环境空气：本项目的环境空气影响有扬尘，项目采用耐火隔板，少量散装水泥和建筑材料运输等施工活动将产生扬尘。

(2) 噪声：本项目产生噪声影响的主要是施工设备机械、运输、混凝土块彻墙及现场处理等。噪声值一般在80-95dB之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

(3) 地表水：施工期废水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。本项目施工量小，施工废水产生量少。施工人员按5人计，每人每天产生生活污水80L计，总计排放量为0.4m³/d。

(4) 固体废弃物：施工期的固体废弃物主要为建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾。其工艺流程及产污环节见下图。

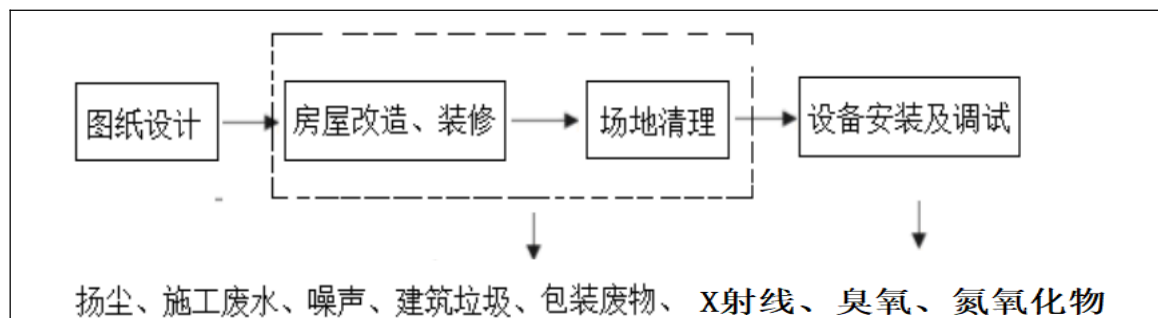


图9-5 项目建设阶段工艺流程及产污环节示意图

(二) 安装及调试过程X射线污染

设备的安装调试阶段，会产生X射线，其项目设备安装调试是由设备厂家专业安装人员完成。在安装调试的过程当中，严格按照相关使用说明、管理制度和应急制度等文件执行，同时设备安装过程中加强辐射防护管理（如各屏蔽体屏蔽到位，关

闭防护门，设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近等）。

（三）运行阶段污染源项

1、辐射污染

1.1 正常工况

由X射线数字成像检测设备的工作原理可知，X射线随机器的开、关而产生和消失。项目使用的X射线数字成像检测设备项目只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出X射线。因此，在开机曝光期间，X射线成为污染环境的主要污染因子。该公司拟使用的X射线数字成像检测设备工作时，最大管电压、管电流分别为320kV、5.6mA，开机产生的X射线使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，X射线数字成像检测设备运行时无其它固体废弃物产生。

1.2 事故工况

X射线数字成像检测设备产生X线的照射量率与管电压和管电流有关，一般管电流增加照射量率也将增加。当采用较大管电流时，开机时间将缩短至零点几秒，因此，总照射量不会有明显的增加。X射线装置受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故工况如下：

I、作业前清场不完全或无损检测过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到照射。

II、在铅房内尚有辐射工作人员或设备检修人员时，操作台辐射工作人员未对铅房内情况进行检查即开启X射线数字成像检测设备出束，致使铅房内人员受到超剂量照射。

III、铅房屏蔽结构劳损，导致防护屏蔽能力下降，X射线数字成像检测设备出束对周围的辐射工作人员和公众造成超剂量照射。

IV、由于安全联锁装置失灵，X射线数字成像检测设备在开机曝光时，铅房的防护门未能完全关闭，致使X射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在无损检测过程中，工作人员或其他人员误入铅房内，致使其受到照射。

2、非放射性污染

2.1 固废

本项目运行过程中无放射性固体废物。辐射工作人员产生的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。

2.2 废液

本项目运行过程中无放射性液体废物。辐射工作人员生活污水（人员按2人计，每人每天产生生活污水80L计，总计排放量为0.16m³/d，年排放量为58.4t/a）依托企业的原有环保处理措施，即污水经化粪池处理后纳入泉州市西翼污水处理厂统一处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

2.2 废气---臭氧和氮氧化物

项目拟使用的X射线数字成像检测设备最大管电压为320kV，运行时将产生极少量的臭氧和氮氧化物，铅房内设有通风系统（铅房顶部设置1处通风口，排风口配有轴流风机），铅房容积为12.1m³，其通风量为300m³/h，即每小时通风次数3次以上，臭氧和氮氧化物排出铅房外后，经分解和稀释后对周围环境影响较小。

2.3 噪声

项目噪声源为铅房内排风装置运行所产生的噪声，拟采用低噪声设备（噪声源强低于65dB（A）），经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，对厂界噪声的贡献较小，对周围环境影响较小。

2.4 废阴极管

根据建设单位提供的材料，探伤设备达到设备使用寿命为10年，故产生量为1根/10年；探伤机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏（或含有的铅玻璃损坏）进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家废物危险名录》名录，其危废代码为HW49）应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的探伤机在任何情况下均不会再产生X射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

（四）污染源项分析汇总

污染源项分析汇总一览表见下表。

表 9.2-1 本项目污染源项分析汇总一览表

序号	源项名称	属性类型	产生工序	形态	产生量	废物类别	废物代码
1	臭氧和氮氧化物	废气	探伤作业	气态	少量	其他废物	/
2	废阴极管（废铅玻璃）	危废	设备报废	固态	1根/10年	危险废物	HW49
3	污水	废水	生活用水	液体	58.4t/a	一般废物	
4	辐射	X射线	探伤作业	射线	/	/	/

表 10 辐射安全与防护

一、工作场所布局和分区原则

本项目X射线数字成像检测设备项目设计有铅房、操作台等。操作台位于曝光室的西侧，曝光室与操作台等分开单独设置，能够满足（GBZ117-2022）《工业探伤放射防护标准》中关于操作台与铅房分开设置的要求。

根据《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2011）中相关规定：“根据建设项目可能影响范围确定环境影响评价范围，当评价范围外有环境敏感区的，应适当外延”。根据本项目运行后可能影响范围，并参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“6.4辐射工作场所的分区：应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。”、“6.4.1.1注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区。”、“6.4.2.1注册者和许可证持有者应将下述区域定位监督区：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。”本次环评辐射工作场所分区一览表见表 10.1-1，分区图见图10-1。

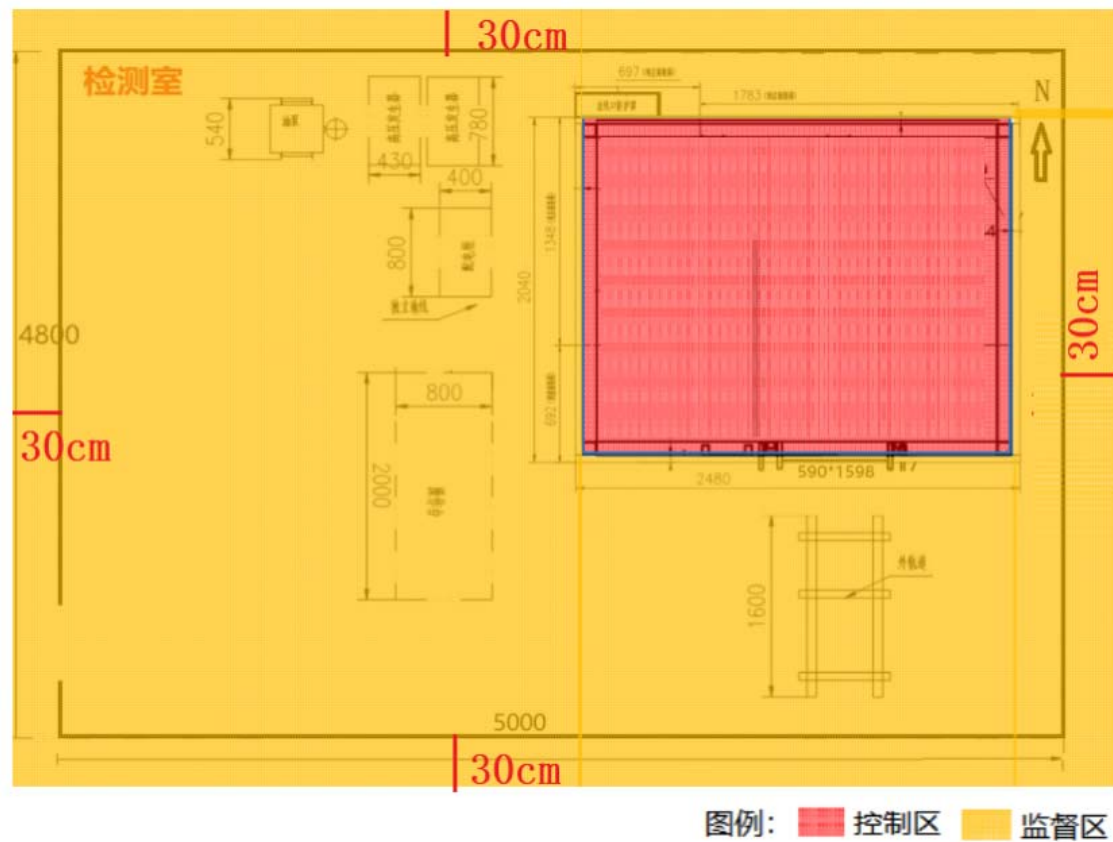


图10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

表10.1-1 本项目辐射工作场所分区一览表

辐射工作场所	控制区	监督区
室内无损检测	铅房	铅房、操作台、检测室外墙（东、南、西、北）紧邻区域（以30cm作为边界线）。

在铅房辐射工作场所的屏蔽实体的屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成影响，从满足辐射安全与防护的角度来看，项目的平面布局和分区是合理的。

项目所涉及的辐射工作场所，根据本项目周边的实际情况进行了分区，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的分区要求，公司辐射工作场所在按照本评价提出的分区进行划分时，对监督区外环境人员造成的影响较小。

二、项目安全设施

（一）辐射工作场所的安全和防护

①防护区域：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，结合本项目具体情况，将本项目铅房辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：将铅房为控制区，铅房设置防护门，在防护门顶部拟设置工作信号指示灯并拟张贴电离辐射警示标识及中文警示说明。当X射线数字成像检测设备处于工作状态时，工作指示灯运行，警示人员禁止入内。控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入X射线区”字样的警告标志。X射线数字成像检测设备处于工作状态时应设有蜂鸣警示。

监督区：铅房、操作台、检测室等紧邻区域划为监督区、并设置操作规程等规章制度，监督区为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，并设置橙色“无关人员禁入X射线区”字样。

②辐射防护屏蔽设计

表10.2-1 拟建机房大小具体情况一览表 单位：m

名称	铅房（长×宽×高）	工件门洞（宽×高）	防护门（宽×高）
参数	2.48×2.04×2.384	0.59×1.598	0.82×1.724

注：厂房车间高 7.9 米。

项目铅房门上下搭接 63mm、左右搭接 12mm。门与墙之间的缝隙小于 10mm，确保防护门与四周墙体的搭接长度不小于 10 倍门墙之间的缝隙。电缆直穿东北侧屏蔽体，采用钢铅防护罩（24mm 铅板+4mm 钢板）进行屏蔽。其采取的防护措施情况

见表 10.2-1。

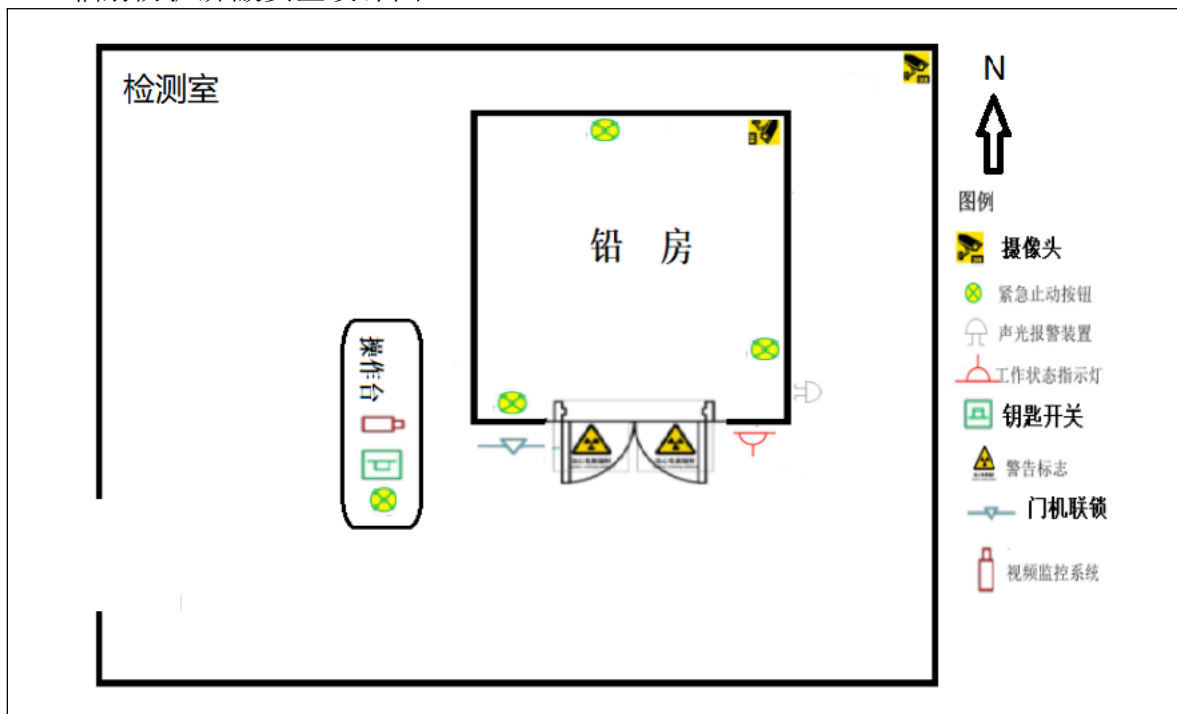
表 10.2-2 铅房实体防护措施情况一览表

序号	屏蔽体方位	防护层厚度	铅当量
1	南、西、北	24mm铅板+4mm钢板	24.285mmPb
2	东（主射方向）	40mm铅板+4mm钢板	40.285mmPb
3	铅房顶板	24mm铅板+4mm钢板	24.285mmPb
4	工作门	24mm铅板+4mm钢板	24.285mmPb
4	铅房底板	24mm铅板+4mm钢板	24.285mmPb
5	顶部通风孔	钢铅防护罩（24mm铅板+4mm钢板）	24.285mmPb
6	走线孔	钢铅防护罩（24mm铅板+4mm钢板）	24.285mmPb

注：①铅的密度为 11.3t/m³，铁的密度为 7.9g/cm³，钢的密度为 7.85g/cm³；

②铁和钢两者密度相近，且钢具有对 X 射线屏蔽效果更好的高原子序数的元素，因此本项目钢板铅当量厚度参照《辐射防护手册第三分册-辐射安全》表 3.4 中铁对应的铅当量进行折算，本项目探伤设备最大管电压为 320kV，8mm 钢板的屏蔽效果约等效于 0.6mm 铅当量。

辐射防护屏蔽安全设计图 10-2。



③铅房管线穿墙屏蔽补偿措施

铅房管线采用U字型或S字型走向从西北侧穿过屏蔽体。

④设备固有安全性分析

表 10.2-3 设备固有安全性分析一览表

序号	项目
1	开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。
2	当X射线发生器接通高压产生X射线后，系统将始终实时监测X射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断X射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断X射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。
3	当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。
4	设备停止工作一定时数以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免X射线发生器损坏。
5	过流电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。
6	过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

⑤辐射安全措施

为确保操作室辐射工作人员的工作环境安全，以及避免辐射事故的发生，该公司对铅房设置多重安全防护措施，具体如下：

表 10.2-4 检测室、铅房防护措施情况一览表

序号	项目
1	门机联锁： X射线数字成像检测设备工件门拟设置门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时检测装置才能出束照射，在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束。
2	电离辐射标志： 检测室门及X射线数字成像检测设备表面均拟设置“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。
3	门灯联锁： X射线数字成像拟设置的工作状态指示灯与检测装置高压联锁。
4	操作台： X射线数字成像检测设备操作台上拟设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。X射线数字成像检测设备操作台上设置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。
5	视频监控系統： X射线数字成像检测设备内部设计安装1个监视装置，在检测装置操作台处拟设置专用的监视器，可监视装置内部探伤设备和探伤工件的运行情况。
6	紧急停机按钮： 铅房内外均安装紧急停机按钮，操作台处设有1个紧急停机按钮，并标明使用方法，一旦发生意外，立即按下靠近的急停按钮，X射线机的高压即被切断，可有效的保证人员的安全。
7	工作状态指示灯和声音提示装置： 检测装置工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。

⑥通风装置

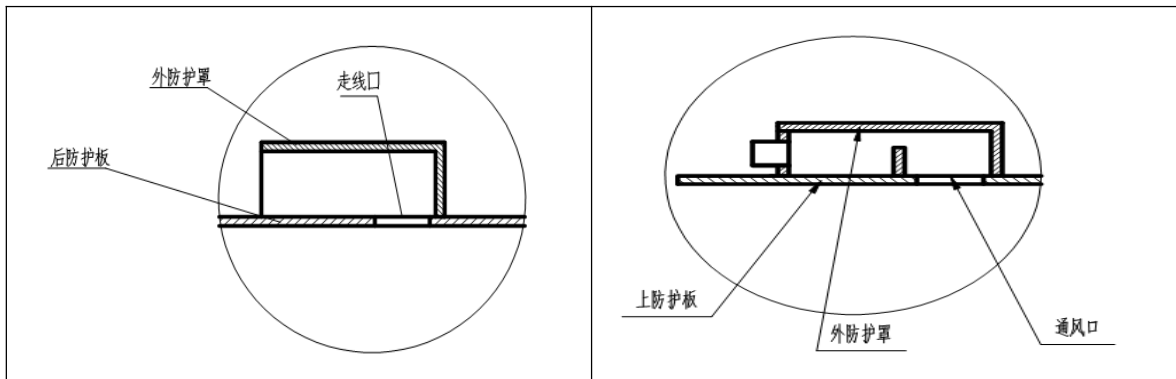


图10-3 铅房出线孔和通风设计图

X射线实时成像检测设备铅房顶部设置1处通风口，排风口配有轴流风机，其风量是300立方米/小时，引导臭氧无组织排出铅房外，可保证每小时换气次数不小于3次，同时管道处安装钢铅防护罩（24mm铅板+4mm钢板）。

（二）人员的安全和防护

人员主要指本项目辐射工作人员及本次评价范围内的公众。本项目主要评价对于X射线的防护。X射线实时成像检测设备在正常使用时产生X射线，在进行无损检测时工作人员将受到辐射影响，为减少X射线对本项目辐射工作人员及公众的辐射影响，在无损检测过程中，相关人员采取下列安全防护措施：

（1）人员防护措施：工作人员进行无损作业时，佩戴个人剂量报警仪（每一个工作人员需佩戴一台个人剂量报警仪）和环境辐射剂量巡测仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。同时每个工作人员需佩戴一台个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。

（2）辐射防护和设备性能检查：每年请有资质的部门对仪器设备的安全防护装置进行性能检查和墙体的辐射防护能力进行监测，并对检测的状况做出详细记录，为防护检修提供依据；每月对设备进行运行检查，督促使用人员进行维护保养，并作记录，保证设备完好。

（3）辐射防护培训：根据《生态环境部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》的相关规定，公司须组织所有从事辐射操作的工作人员（含辐射防护负责人）参加由生态环境部门组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的免费学习相关知识。通过生态环境部培训平台报名并参加考核，经考核合格取得相应合格证书后才能上岗。已取得辐射安全考核合格证书的人员，应当在证书有效期内再

次通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

(三) 设备检查与维护

a) 运营单位应对X射线实时成像检测设备的维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行（注：如本公司的人员进行维修，则应纳入本公司的放射性工作人员管理）。

b) 设备维护包括X射线实时成像检测设备的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。

c) 应做好设备维护记录。

d) 设备产品说明书应至少包含以下内容：X射线装置的型号、规格和主要技术指标；距X射线管头表面5cm处和距离焦点1m处的最大泄漏辐射剂量率；在典型工作条件（管电压、管电流、常用检测工件等）下，射线装置周围等剂量曲线示意图。

三、项目安全设施可行性

X射线实时成像检测设备只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生X射线。为分析铅房的辐射防护性能，根据设计资料，将拟建铅房的主要技术参数列表分析，并与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对射线装置机房的防护设施的技术要求对照，具体见下表。

表10.3-1 铅房辐射防护措施符合性分析表

序号	标准要求	本项目方案	符合情况
6.1.1	探伤室的设置充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射方向。	操作台与铅房分开，其屏蔽体，比其它位置屏蔽体厚16mm铅当量，来到达避开有用线束照射方向。	符合
6.1.2	应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。	项目把铅房屏蔽围成的内部区域划为控制区，与屏蔽体外部相邻区域划为监督区。	符合
6.1.5	探伤室应设置门-机联锁装置，保证在防护门关闭后，X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。	铅房设置了门-机联锁装置，保证了在门关闭后X射线装置才能进行无损检测作业。	符合

表10.3-1 铅房辐射防护措施符合性分析表

序号	标准要求	本项目方案	符合情况
6.1.3 和 6.1.4	<p>①X射线探伤室墙和门的辐射屏蔽应同时满足：a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于100μSv/周，对公众不大于5μSv/周。b)关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h。探伤室顶的辐射屏蔽应满足：对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为100μSv/h。</p> <p>②探伤机电压300kV时，离靶点2米处，有用线束、漏射、散射方向距离分别是：23mmPb、15mmPb、5.8mmPb；电压400kV时，离靶点2米处，有用线束、漏射、散射辐射方向对应的距离分别是：39mmPb、22mmPb、12mmPb。</p>	<p>①铅房为铅与钢结构，离靶点大于1.783米，其东侧屏蔽体厚度为40.285mm等效铅当量（主射面）；</p> <p>②南侧、西侧、北侧方向屏蔽体厚度均为24.285mm等效铅当量；</p> <p>③工件门24.285mm铅当量；铅房底板为24.285mm等效铅当量；</p> <p>④铅的密度为11.3t/m³；</p> <p>⑤铅房的电缆管道、通风管道等均采用U型管道，不破坏铅房的整体屏蔽效果，同时采用24.285mm铅当量防护。</p>	<p>①比对标准中的厚度要求，本项目大于其相应的要求的厚度；</p> <p>②根据理论计算结果，其辐射防护厚度符合要求。</p>
6.1.6	<p>①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。</p> <p>②在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p>	<p>设置照射状态指示装置与X射线探伤装置联锁。</p>	符合
6.1.7	<p>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。</p>	<p>铅房内和检测室出入口均安装了摄像头，操作台的操作台应有专用的监视器，可监视铅房内外设备的运行情况。</p>	符合
6.1.8	<p>探伤室防护门上应有符合 GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>防护门上安装了符合要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	符合
6.1.9	<p>探伤室内安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装，处在探伤室内不需要穿过主射线束。按钮带有标签，标明使用方法。</p>	<p>操作台内安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮有带有标签，标明使用方法。</p>	符合
6.1.10	<p>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域，每小时通风换气次数应不少于3次。</p>	<p>顶部设置通风口，采用轴流风机，可保证每小时换气次数不小于3次。同时避免了朝向人员活动密集区域。</p>	符合

续表10.3-1 探伤室辐射防护措施符合性分析表

序号	标准要求	本项目方案	符合情况
6.2.2	探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外,还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时,剂量仪报警,探伤工作人员应立即离开探伤室,同时阻止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。	①无损检测工作人员进入铅房时,佩戴常规个人剂量计和个人剂量报警仪。 ②X射线操作台设置钥匙开关和紧急停机开关,铅房安装门机联锁装置和声光报警装置,工件门外醒目处设置电离辐射警示标识和中文警示说明, ③操作台和铅房内分别安装紧急停机按钮和监控摄像装置。	符合
6.2.3	配备 1 台 X-γ射线辐射巡检仪	拟配备 1 台 X-γ射线辐射巡检仪。	符合

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中防护要求，对照项目的设计情况，项目的设计符合标准中相应的要求，设计方案具有可行性。

四、三废的治理

（一）非放射性废气

本项目运行过程中无放射性废气产生，X射线实时成像检测设备在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。铅房顶部设置1处通风口，排风口配有轴流风机，其风量是300立方米/小时，铅房内产生的臭氧和氮氧化物可通过机械通风排出铅房，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

（二）固废

本项目运行过程中无放射性固体废物。辐射工作人员产生的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。

（三）废液

本项目运行过程中无放射性液体废物。辐射工作人员生活污水（人员按2人计，每人每天产生生活污水80L计，总计排放量为0.16m³/d，年排放量为58.4t/a）依托企业的

原有环保处理措施，即污水经化粪池处理后纳入泉州市西翼污水处理厂统一处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

(四) 噪声

项目噪声源为铅房内排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中相关标准要求，对周围环境影响较小。

五、辐射防护用品

本项目拟配备的防护用品见表10.5-1。

表10.5-1 本项目拟配备的防护用品一览表

序号	防护用品和辅助防护名称	新增	单位
1	个人剂量报警仪	2	个
2	个人剂量计	2	个
3	X-γ射线辐射巡检仪	1	台
4	辐射防护服（应急用）	1	套

六、环保投资

本项目环保投资见表10.6-1。

表10.6-1 项目环保投资一览表 单位：万元

序号	设备名称		金额
1	机房屏蔽措施	工作状态指示灯（含门机联动装置等）	0.2
2		声音提示装置、入口电离辐射警告标志	0.1
3		紧急停机按钮、视频监控、语音警示系统1套	0.77
4	个人剂量用品	个人剂量计	0.15
5		个人剂量报警仪	0.3
6	有害气体处理	1套轴流风机	0.52
7	监测及应急	X-γ射线辐射巡检仪	1.3
8		应急和救助的物资准备（含辐射防护服）	0.36
合计			3.7

表 11 环境影响分析

一、建设阶段对环境的影响

项目拟建的检测室，位于福建省南安市英都阀门基地恒阪大道 179 号老厂房内，公司厂区已编制了《英侨机械制造有限公司扩建项目环境影响报告表》，于 2013 年 3 月取得了原南安市环境保护局的批复（南环 088 号），并于 2017 年 10 月通过原南安市环保局的环保竣工验收（南环验（2017）107 号，详见附件 2-3）。

本项目拟建检测室及铅房安装的施工期约为 2 个月，施工涉及的区域面积较小，施工期间以施工噪声影响为主，同时伴有粉尘、废水和固体废物及设备安装调试过程可能产生的放射性污染。

（一）施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的砖块堆沓、墙面粉刷、电气安装、门安装等作业，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。针对上述扬尘污染采取以下措施：

- a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b、施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声环境影响分析

检测室装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达 85dB，对相邻的楼层工作人员有一定的影响。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时应文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时应选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械采取消声降噪措施，施工场所应采取消声减震措施，避免对周围人员产生影响，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》的排放要求。

（三）施工期固体废物环境影响分析

施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。对项目施工过程中产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应做好清

运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

本项目建设内容所需施工人员约5人，生活垃圾量按0.5kg/人.d计算，则施工期内每天产生生活垃圾约2.5kg/d。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。

（四）施工期废水环境影响分析

施工期废水主要有施工过程中产生的含少量泥浆建筑废水及施工人员生活污水。施工期建设场地设置临时沉淀池，建筑废水经临时沉淀池处理后用于施工场地洒水降尘，不外排。本项目建设内容所需施工人员约5人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水80L计算，则施工期总用水量约为24t（0.4t/d），污水排放量按用水量的90%计算，则生活污水总排放量约21.6t。项目施工生活污水依托企业原有环保处理措施，即污水经化粪池处理后纳入泉州市西翼污水处理厂统一处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

（五）项目涉及安装调试的环境影响分析

本项目安装调试均由设备厂家专业人员进行，其操作人员做到持证上岗并采取足够的个人防护措施。在调试过程中，加强辐射防护管理（如各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近等）。

由于设备安装和调试均在室内进行，X射线经过墙体的屏蔽和距离衰减后，在严格按照相关使用说明、相关管理制度执行，对周围环境影响比较小。

二、运行阶段对环境的影响

（一）关注点剂量率参考控制水平

参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)“探伤室辐射屏蔽估算方法”并结合本项目情况及特点对屏蔽防护体的屏蔽效果进行计算。

①剂量率参考控制水平的确定

取 X 射线探伤机墙体外表面 30cm 处，作为关注点进行剂量率参考控制水平的确定，计算公式如下：

$$H = \frac{H_c}{t \cdot U \cdot T} \quad (11.0)$$

式中：H 为剂量率参考控制水平；H_c 周剂量参考控制水平，单位为 mSv/周；
 U 为探伤装置向关注点方向照射的使用因子；
 T 为人员在相应关注点驻留的居留因子；
 t 为探伤装置周照射时间,单位为小时每周（h/周）。

②本项目参数的选取

项目X射线探伤机的最大管电压为320kV，最大管电流为5.6mA，本次项目中射线装置日拍片为30张，保守以最大电流计算，则每片拍照28mA.min（5.6mA×5min），则周工作负荷为840mA.min/周（5.6mA×5min×30），周照射时间为14h(840/60)。同时考虑每天训机一次5min（折算拍片11张），即每天总拍片相当于41张，则每周总出束时为14.42h，年总出束时为576.8h。

本项目职业人员取 H_c 为 100μSv/周，公众 H_c 取 5μSv/周；H 为导出剂量率参考控制水平，μSv/h；H 为年剂量参考控制水平；U 为探伤装置向关注点照射的使用因子，此处取 1；T 为人员在相应关注点驻留的居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员驻留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。

③关注点的计算结果

表11.2-1 关注点周围剂量当量率参考控制水平计算结果

位置	屏蔽墙体	H _c	使用 因子U	居留 因子T	t h	H _{计算}	H _c
		μSv/周				μSv/h	
A点	东侧屏蔽外30cm处	5	1	1/16	14.42	5.5	2.5
B点	南侧屏蔽外 30cm 处	5	1	1/16	14.42	5.5	2.5
C点	南侧防护门外 30cm 处	5	1	1/16	14.42	5.5	2.5
D点	西侧屏蔽外 30cm 处	5	1	1	14.42	1.4	2.5
E点	北侧屏蔽外 30cm 处	5	1	1/16	14.42	5.5	2.5
F点	房顶外 30cm 处	100	1	1/16	14.42	111.0	100

由上表可知，本项目 X 射线铅房设备东、南侧、北侧屏蔽体（含防护门）周围剂量当量率参考控制水平取 2.5μSv/h，西侧屏蔽体周围剂量当量率参考控制水平取 1.4μSv/h，室顶外周围剂量当量率参考控制水平取 100μSv/h。

（二）剂量率估算

本次评价参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中提供的公式及参数表进行理论计算。

2.1 有用线束

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），有用线束在关注点处的剂量率 H （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按下式计算：

$$H = \frac{IH_0B}{R^2} \quad (11.1)$$

式中： I 为X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

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

B 为屏蔽透射因子，见标准中辐射屏蔽透射因子与屏蔽材料厚度关系图；

R 为辐射源点（靶点）至关注点的距离， m 。

2.2 泄漏辐射

对于给定屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11.2)$$

式中： X 为屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位； TVL 见附录B中B.2。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），泄漏辐射在关注点处的剂量率 H （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按下式计算：

$$H = \frac{H_L B}{R^2} \quad (11.3)$$

式中： H_L 为距辐射源点（靶点） 1m 处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B ——屏蔽透射因子； R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离， m 。

2.3 散射辐射

(1) 散射辐射相关计算公式如下：

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$H = \frac{IH_0B}{R_s^2} \cdot \frac{F\alpha}{R_0^2} \quad (11.4)$$

式中： H ——屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，同式（2）；

I ——X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

B ——辐射屏蔽透射因子；

R_s ——散射体至关注点的距离， m ；

F —— R_0 处的辐射野面积， m^2 ； α ——散射因子；

R_0 ——辐射源点（靶点）至工件的距离，m。

2.4 迷道（或通风管道）剂量率计算

根据《辐射防护导论》（P186）可知，光子散射后的能量E按照以下计算：

$$E = \frac{0.511E_0}{0.511 + E_0(1 - \cos \theta)} \quad (11.5)$$

按最大管电压产生的最大能量光子0.25MeV，散射角保守取90度，光子散射后的能量为约0.17MeV，0.13MeV，0.10MeV，根据《辐射防护导论》中图6.4，本项目光子的散射系数分别以0.021、0.025、0.027考虑。

根据《辐射防护导论》第六章6.6式可知，反射点的辐射剂量率计算为：

$$H = \frac{D_0 \alpha_1 A_1 \cdot (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_i d_{r1} \cdot d_{rj})^2} \quad (11.6)$$

式中：H为关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

D_0 为离靶1m处X射线的空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α_1 为入射到第一反射层材料的X射线反散射系数；

α_2 为随后屏蔽材料层的X射线反散射系数；

A_1 为X射线入射到第一反射面上，撞击的面积；

A_2 为迷道的截面积， m^2 ； d_i 为X射线源到第一反射层的距离；

d_{r1} ， d_{r2} ， d_{r3} ，... d_{rj} 为沿着每一迷宫通道长度的中心线的距离；

j为第j次反射过程。

（三）计算剂量关注点

对于一般X射线机，其侧向漏束较小，起决定作用的是被照体的散射束。因此主射方向按照初级X射线进行考虑，其他方向按照散射和泄漏X射线进行考虑。

本项目X射线数字成像检测设备为定向机，被检测的工件厚度约为0.3cm~2cm，压力容器直径20cm~50cm。故理论计算时，铅房东侧屏蔽体按有用线束方向，以最大管电压320kV进行计算。根据本项目工程特征及探伤室周围环境状况，X射线管头距铅房顶部最小距离约0.955m，距底部最小距离约0.829m。距离东侧距离为1.783m（前侧面），北侧为0.697m（后侧面）；距离西侧为0.692m（右侧面），距离东侧距离为1.348m（左侧面），则选择剂量关注点为铅房四周墙体（包括防护门）外0.3m处及铅房顶上方0.3m处（因地面下无建筑，不考虑地面下辐射影响）。

本项目X射线探伤机射线路径见下图11-1，剖面图见图11-2。

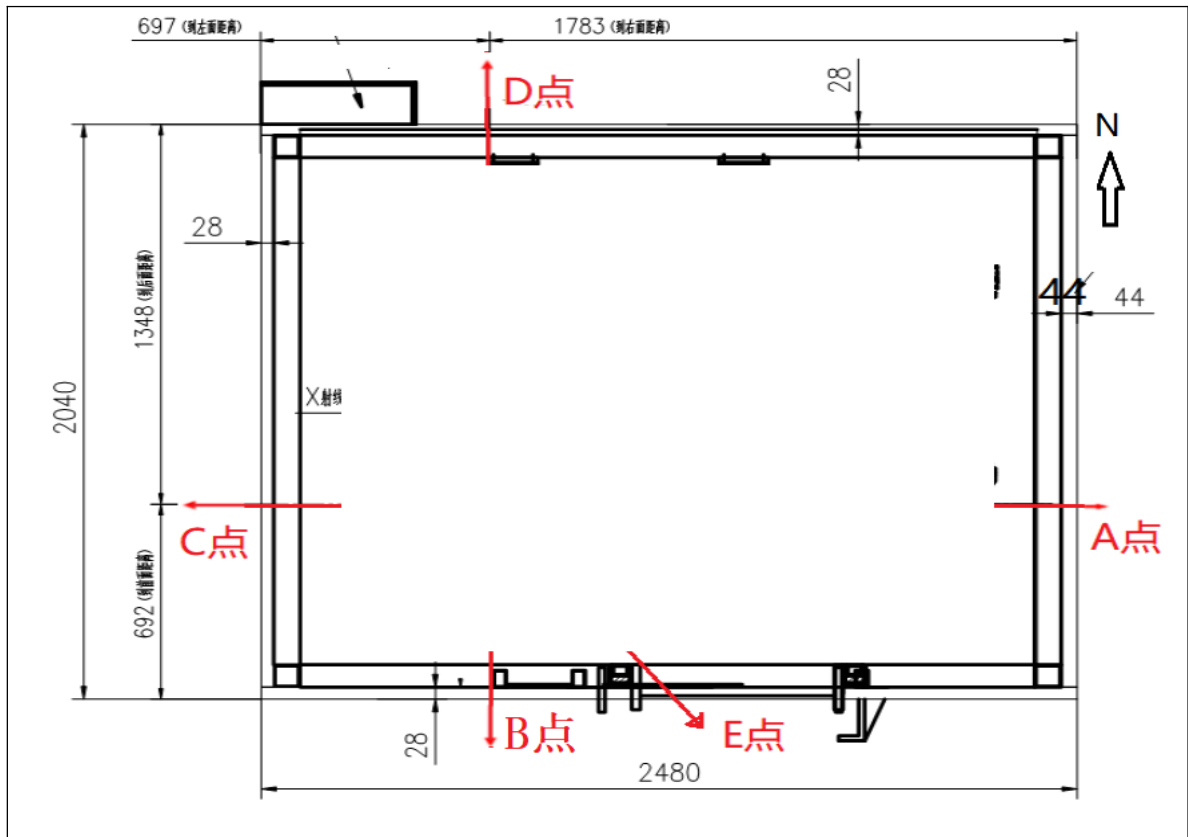


图11-1 X射线探伤机射线路径示意图

注：点位以最不利的情况考虑。点位的起始位置即为X射线探伤的位置。

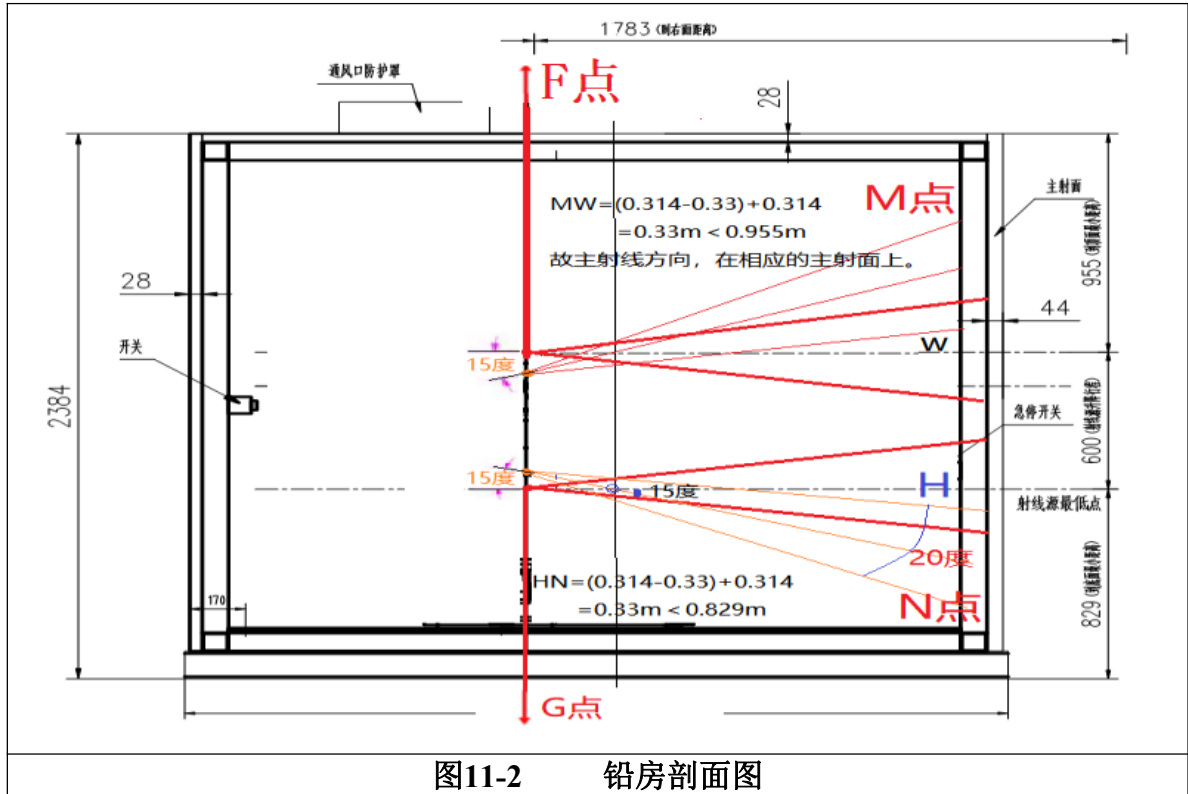


图11-2 铅房剖面图

(四) 计算结果

①有用线束方向

有用线束方向关注点处剂量率计算结果见表11.2-2。其中屏蔽透射因子B的取值，根据GBZ/T250-2014标准附录B.2的X射线在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度，利用计算机公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到。其计算结果如下表。

表11.2-2 有用线束方向关注点处剂量率计算结果

位置	屏蔽墙体	I	H ₀	B	R (m)	H
	铅板	mA	μSv·m ² /mA·h		m	μSv/h
A点	东侧墙外30cm处	5.6	1.41×10 ⁶	3.18×10 ⁻⁷	1.783+0.3	0.52

注：①以管电压为400kV，过滤片以3mm铜，最大输出量H₀为23.5mGy.m²/(mA.min)进行计算。其中以μSv.m²/(mA.h)为单位的值乘以6×10⁴。

②泄漏辐射

泄漏辐射方向关注点处剂量率计算结果见表11.2-3，其中屏蔽透射因子B的取值，按照公式（2）计算得到，散射辐射防护情况下同。H_L根据GBZ/T250-2014标准，X射线管电压大于200kV时，取5000μSv/h。TVL按照标准中附录B表B.2。

表11.2-3 泄漏辐射方向关注点处辐射剂量率计算结果

位置	屏蔽墙体	TVL	I	H _L	B	R (m)	H
	铅板	mm	mA	μSv/h		m	μSv/h
B点	南侧屏蔽外 30cm 处	6.2	5.6	****	*****	****	*****
C点	西侧屏蔽外 30cm 处	6.2	5.6	****	*****	****	*****
D点	北侧屏蔽外 30cm 处	6.2	5.6	****	*****	****	*****
E点	南侧防护门外 30cm 处	6.2	5.6	****	*****	****	*****
F点	铅房顶棚外 30cm 处	6.2	5.6	****	*****	****	*****
G点	铅房底板外 30cm 处	6.2	5.6	****	*****	****	*****

③散射辐射

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》B.4.2可知，当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为20°时，在200kV~400kV间，R₀²/(F×α)因子取值50。由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》表2可知，200<kV≤300的散射辐射能量为200kV。300<kV≤400的散射辐射能量为250kV，项目320kV有用线束经探伤工件散射后的最高能量相应的kV值为250kV。TVL按照标准中附录B表B.2。

表11.2-4 散射辐射方向关注点处辐射剂量率计算结果

位置	屏蔽墙体	TVL	I	H ₀	B	Rs	H
	铅板	mm	mA	μSv·m ² /mA·h		m	μSv/h
B点	南侧屏蔽外 30cm 处	2.9	5.6	****	*****	****	*****
C点	西侧屏蔽外 30cm 处	2.9	5.6	****	*****	****	*****
D点	北侧屏蔽外 30cm 处	2.9	5.6	****	*****	****	*****
E点	防护门外 30cm 处	2.9	5.6	****	*****	****	*****
F点	铅房顶棚外 30cm 处	2.9	5.6	****	*****	****	*****
G点	铅房底板外 30cm 处	2.9	5.6	****	*****	****	*****

注：Rs保守考虑，以泄漏计算的距离进行计算。

④辐射剂量率叠加值

探伤室非有用线束方向的泄漏辐射及散射辐射剂量率叠加值见表11.2-4。

表11.2-5 关注点处总的辐射剂量率计算结果 单位：μSv/h

点位	位置	敏感人员类型	初级辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	散射辐射剂量率	合计
A点	东侧墙外30cm处	公众	0.52	/	/	0.52
B点	南侧屏蔽外 30cm 处	公众	/	0.615	0.0003	0.62
C点	西侧屏蔽外 30cm 处	职业	/	0.609	0.0007	0.61
D点	北侧屏蔽外 30cm 处	公众	/	0.223	0.0007	0.22
E点	防护门外 30cm 处	公众	/	0.414	0.0002	0.41
F点	铅房顶棚外 30cm 处	公众	/	0.384	0.0005	0.38
G点	铅房底板外 30cm 处	/	/	0.475	0.0004	0.48

由计算结果可知，X射线铅房四周屏蔽体外30cm处周围剂量当量率为0.22~0.62μSv/h，低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室屏蔽墙外30cm处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，同时铅房西侧屏蔽体外30cm处周围剂量当量率为0.61μSv/h，低于本项目周围剂量当量率参考控制水平不大于1.4μSv/h的要求，故项目铅房设计较为合理。

铅房顶棚辐射剂量率为0.38μSv/h，满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为100μSv/h”。

⑤通风口处透射的剂量率

铅房顶部设置1处通风口，排风口配有轴流风机，通风口穿墙方式为U型，可以使射线通过U型通道至少散射3次以上，同时排风口外设置与同侧屏蔽体的厚度一致的钢铅防护罩（24mm铅板+4mm钢板）。

参照《辐射防护手册（第一分册）》中“一个能使射线至少经过三次散射才能到达门口的迷道，将能保证迷道口工作人员的安全”的说明，项目排风口U型通道类似迷道效果，即排风口能够满足辐射防护的要求。

⑥电缆口处透射的剂量率

铅房顶部设置一电缆口，电缆口穿墙方式为U型，可以使射线通过U型通道至少散射3次以上，同时电缆口外设置与同侧屏蔽体的厚度一致的钢铅防护罩（24mm铅板+4mm钢板）。

参照《辐射防护手册（第一分册）》中“一个能使射线至少经过三次散射才能到达门口的迷道，将能保证迷道口工作人员的安全”的说明，项目电缆口的U型通道类似迷道效果，即排风口能够满足辐射防护的要求。

（五）对周围环境辐射影响分析

1、年有效剂量计算公式

根据该公司最大可能运行条件、工作负荷设计的屏蔽厚度和距职业照射人员经常居留区域的距离，保守估算出了周围人员可能受到的年剂量结果。

X、 γ 射线产生的外照射附加年有效剂量计算公式为：

$$H = D_r \times T \times U \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11.4.1)$$

公式中：

H 为 X、 γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r 为计算点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t 为年曝光时间，h/a；

U 为探伤装置关注点方向照射的使用因子；

T 为人员居留因子。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A 中的表 A.1。

2、工作制度

根据建设单位提供的资料，本项目现场作业工作人员2人，每周工作5天，平均每

天拍片30张，每张曝光5min，X射线探伤机出束时间，具体情况如下表。

表 11.3-1 探伤机周出束时间一览表

探伤工件周 曝光时间	探伤工件 周训机时间	一周总出 束时间	一年总出 束时间
0.47 分钟/张，30 张/天，5 天/周，每周计 14h	5 分钟/次，1 次/天，5 天/周， 每周 25 分钟，计 0.42 h	14.42h	576.8h

3、计算结果

工作人员职业照射、公众的最大年照射的附加有效剂量值计算结果见下表。

表 11.3-2 项目运行过程中对人员可能产生的最大年有效剂量

点位	人员 类别	位置	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	居留 因子 T	使用 因子 U	照射 时间 h	受照 剂量 mSv/a
A点	公众	东侧墙外30cm处	0.52	****	*****	****	*****
B点	公众	南侧屏蔽外 30cm 处	0.46	****	*****	****	*****
C点	工作人员	西侧屏蔽外 30cm 处	0.62	****	*****	****	*****
D点	公众	北侧屏蔽外 30cm 处	0.61	****	*****	****	*****
E点	公众	防护门外 30cm 处	0.22	****	*****	****	*****
F点	公众	铅房顶棚外 30cm 处	0.41	****	*****	****	*****

表 11.3-3 项目运行过程中对敏感点位置可能产生的最大年有效剂量

人员类别和位置	距离 m	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$		居留 因子 T	使用 因子 U	照射 时间 h	受照 剂量 mSv/a
		30cm	计算点				
E, 车间过道(1#)	紧临	0.52	0.520	1/16	1	576.8	0.02
E, 热处理区(2#)	2.8	0.52	0.066	1	1	576.8	3.8×10^{-2}
E, 精抛区(3#)	4.4	0.52	0.027	1	1	576.8	1.5×10^{-2}
E, 二抛区(4#)	12.4	0.52	0.003	1	1	576.8	2×10^{-3}
E, 清沙区(5#)	19.4	0.52	0.001	1	1	576.8	8×10^{-4}
E, 粗抛区(6#)	28.3	0.52	0.001	1	1	576.8	3.7×10^{-4}
E, 外墙小路和山林(7#)	17.4	0.52	0.002	1	1	576.8	1×10^{-3}
E, 外墙小路(8#)	49.2	0.52	2×10^{-3}	1	1	576.8	1.2×10^{-4}
E, 外墙小路(9#)	12.2	0.52	0.003	1	1	576.8	2×10^{-3}
S, 车间过道(10#)	紧临	0.62	0.620	1/16	1	576.8	0.02
S, 精英公司生产车间(11#)	27.5	0.62	0.001	1	1	576.8	4.7×10^{-4}
S, 精英公司生产车间(12#)	26.2	0.62	0.001	1	1	576.8	5.2×10^{-4}

续表 11.3-3 项目运行过程中对敏感点位置可能产生的最大年有效剂量

人员类别和位置	距离 m	剂量率 μSv/h		居留 因子 T	使用 因子 U	照射 时间 h	受照 剂量 mSv/a
		30cm	计算点				
W, 车间过道 (13#)	紧临	0.61	0.610	1/16	1	576.8	0.02
W, 会议室 (14#)	10.3	0.61	0.006	1	1	576.8	3.3×10^{-3}
W, 补焊区 (15#)	10.3	0.61	0.006	1	1	576.8	3.3×10^{-3}
W, 车间打磨、整修区 (16#)	11.2	0.61	0.005	1	1	576.8	2.8×10^{-3}
W, 车间碳钢材料区 (17#)	23.4	0.61	0.001	1	1	576.8	6.4×10^{-4}
W, 不锈钢抛区吊区 (18#)	30.3	0.61	0.001	1	1	576.8	3.8×10^{-4}
W, 卫生间 (19#)	38.4	0.61	4×10^{-4}	1	1	576.8	2.4×10^{-4}
W, 光谱区 (20#)	46.5	0.61	3×10^{-4}	1	1	576.8	1.6×10^{-4}
W, 英侨公司生产车间 (21#)	21.5	0.61	0.001	1	1	576.8	7.6×10^{-4}
W, 英侨公司生产车间 (22#)	28.7	0.61	0.001	1	1	576.8	4.3×10^{-4}
N, 车间过道 (23#)	紧临	0.22	0.220	1/16	1	576.8	0.008
N, 不锈钢材料区 (24#)	32.4	0.22	2×10^{-4}	1	1	576.8	1.2×10^{-4}
N, 模壳熔烧区 (25#)	46.4	0.22	1×10^{-4}	1	1	576.8	5.9×10^{-5}
EN, 等离子气刨区 (26#)	40.2	0.22	1×10^{-4}	1	1	576.8	7.9×10^{-5}
EN, 大切设备区 (27#)	48.4	0.22	9×10^{-5}	1	1	576.8	5.4×10^{-5}
第二层, 材料仓库区	5.7	0.38	0.012	1	1	576.8	6.7×10^{-3}
第三层, 铸造阀门层	9.5	0.38	0.004	1	1	576.8	2.4×10^{-3}
第四层, 空置层 (目前)	14.0	0.38	0.002	1	1	576.8	1.1×10^{-3}
第五层, 空置层 (目前)	18.5	0.38	0.001	1	1	576.8	6.4×10^{-4}

备注: ①根据点源产的X射线强度与距离的平方成反比关系, 可以计算出机房墙体30cm处至敏感目标处的剂量率的大小。②项目为定向机, 故不考虑天空反散射的影响。③空置层等保守以最大居留因子1进行计算。

4、估算结论

由理论计算可知, 项目铅房墙体外对工作人员的最大年有效剂量值为0.36mSv, 对公众的最大年有效剂量值为0.02mSv (含机房周围50m内敏感点保护目标), 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求, 即对工作人员职业照射低于年剂量约束值5mSv, 对公众照射低于年剂量约束值0.25mSv。

(六) 非放射性三废环境影响分析

1、废气

X射线数字成像检测设备在工作状态时, 使空气电离产生微量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x), 臭氧在空气中50分钟后会自动分解为氧气。同时由于开机照射时间

较短，因此产生臭氧量很少。

在铅房顶部设置排风口，保证有效换气次数3次/h以上，公司铅房体积为12m³，即铅房通风装置排气能力应不低于36m³/h，方可满足《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》工作场所空气中化学物质容许浓度（臭氧）0.3mg/m³。本项目拟在铅房内采用轴流风机，采用U字形管道从铅房屏蔽体穿出，通风量为300m³/h，每小时通风次数3次以上，臭氧和氮氧化物无组织排放排出到铅房外，对周边环境影响较小。

在多种氮氧化物（NO_x）中，以NO₂为主，其产额约为O₃的三分之一，工作场所中NO₂的限值（5mg/m³）大于O₃的限值。因而工作场所中O₃浓度达到《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》要求时，NO_x的浓度也相应的能满足其限值要求。

2、固废

本项目运行过程中无放射性固体废物。辐射工作人员产生的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、废液

本项目运行过程中无放射性液体废物。辐射工作人员生活污水（人员按2人计，每人每天产生生活污水80L计，总计排放量为0.16m³/d，年排放量为58.4t/a）依托企业的原有环保处理措施，即污水经化粪池处理后纳入泉州市西翼污水处理厂统一处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

4、噪声

项目噪声源为铅房内排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中相关标准要求，对周围环境影响较小。

5、危险废物

本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。因此本项目不产生废显影液、废定影液及废弃胶片等危险废物。根据建设单位提供的材料，无损检测设备使用寿命为10年，故产生量为1根/10年。无损检测设备达到设备使用年限或是阴极射线管损坏（或含有的铅玻璃损坏）进行更换时，产生的废旧阴极射线管（含有的废铅玻璃）属于危险废物（依据《国家废物危险名录》名录，其危废代码为HW49）

应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的无损检测设备在任何情况下均不会再产生X射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

（七）事故影响分析

X射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

（1）屏蔽失效

X射线数字成像检测设备机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将射线设备的屏蔽块、机架上的屏蔽物等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽墙外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

安全措施：检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆卸X射线数字成像检测设备及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。完好的剂量探测器和剂量报警仪，联锁装置等，可提供纵深防御。铅房的防护屏蔽结构，包括铅屏蔽体和铅防护门。不得擅自改变、削弱、或破坏防护屏蔽结构，如开孔洞等。

（2）人员未全部撤离铅房

维修人员进入铅房后未全部撤离，仍有人滞留在铅房内某个不易察觉的地方，在开机前，未完全充分搜寻，从而意外地留了下来，因此受到大剂量照射。

安全措施：撤离铅房时应清点人数，辐射工作人员用摄像头对铅房内进行扫视，按搜寻程序进行查找，确认无人停留铅房后开始进行操作。如遇人员滞留铅房内，滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

（3）灯光报警、连锁装置失效

由于灯光报警、连锁装置失效，X射线数字成像检测设备工作时，设备防护门未关闭或门被开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

安全措施：定期检查铅房的灯光警示装置及门机连锁装置的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标识，出现问题时，应就近按下急停开关。

对于本项目涉及的安全控制措施各机构及电控系统，制定有定期检查和维护的制度，确保安全装置随时处于正常工作状态。放射工作场地因某种原因损坏，该公司

应立即停止使用，修复后再投入使用。

(4) 人因失误

工作人员不了解X射线数字成像检测设备的基本结构和性能，缺乏操作经验和缺乏防护知识，安全观念淡薄、无责任心；违反操作规程和有关规定，操作失误；管理不善、领导失察等，是人为的因素造成的辐射事故的最大原因。

安全措施：放射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实监测频率，每年一次。

(5) 出现较预定值更高的束流强度

X射线设备电器元件故障，电源不稳，控制器失误等原因使束电流加大，导致较高强度的束流射向屏蔽不足的区域。射线设备故障报警系统可及时发现故障；交流净化电源为设备提供稳压电源，过压、欠压、过流报警，消除电流冲击等功能。

安全措施：报警系统可用作针对这类事件进行人员防护和防御措施。出现X射线数字成像检测设备电器元件故障，电源不稳等情况，立即停止工作，进行检修。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条的规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。针对辐射工作场所可能发生的辐射事故，项目采取的预防措施如下表。

表11.7-1 本项目拟采取预防措施

序号	可能产生的辐射事故	拟采取的预防措施
1	在门-机-灯联锁失效的情况下，X射线数字成像检测设备在工作状态下，人员误入铅房，使其受到额外的照射。	①建立了完善的规章制度，在工作中落实规章制度，每次作业前辐射工作人员必须严格按照操作程序，对射线机房进行诊断，检查门-机-灯联锁装置、警示灯、紧急停机按钮、视频监控系统等防护装置是否正常，如果失灵，应立即修理，确保探伤工作人员的安全； ②定期进行辐射环境监测，发现问题及时整改，防止环境风险的发生； ③制定了应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生。
2	X射线数字成像检测设备在工作状态下，铅防护门未完全关闭，致使射线泄漏，给周围活动的人员造成不必要的照射。	
3	视频监控系统失效，人员未全部撤离铅房，辐射工作人员开启X射线数字成像检测设备，对人员造成误照射。	

表 12 辐射安全管理

一、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》第十六条第一款的要求，使用II类射线装置的，应当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。

根据法律、法规的规定，目前，公司成立了辐射安全和环境保护管理领导小组（见附件7），负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，进一步建立辐射安全防护责任制度，落实安全责任，制定辐射防护措施等。其辐射安全和环境保护管理领导小组具体组成见下表：

表12.1-1 辐射安全和环境保护管理领导小组成员一览表

序号	管理人员	姓名	学历	职务或职称	专（兼）职
1	组 长：	*****	本科	法人代表	兼职
2	副组长：	*****	本科	副经理	兼职
3	副组长：	*****	专科	副经理	兼职
4	负责人：	*****	本科	辐射负责人	专职
5	成 员：	*****	高中	工 程 师	专职
6	成 员：	*****	专科	工 程 师	专职

公司设置的辐射安全与环境保护管理机构职责包括：对公司辐射安全与防护工作的监督与检查、相关制度的制定、修改与完善。其主要职责如下：

- 1、组织制定并落实辐射防护等相关管理制度；
- 2、定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行相关的检测（监测）或检查；
- 3、组织本机构辐射工作人员接受专业技术、防护知识及相关规定的培训；
- 4、制定辐射事故应急预案并组织演练；
- 5、记录本机构发生的辐射事件并及时报告生态环境部门。

二、辐射安全管理制度的建立

（一）辐射安全管理制度

公司严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装

置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，切实落实辐射安全和防护制度的建立、执行及档案管理等要求。

(1) 公司必须制定《安全防护管理工作制度》，内容应包括：

a. 公司须按法律法规要求，尽快向生态环境部门申请办理《辐射安全许可证》，领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作，如需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向审批部门办理变更或注销手续。

b. 公司在从事辐射操作前，须制订《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》、《辐射工作安全责任书》等规章制度；同时公司须组织辐射工作人员进行上岗前培训和辐射安全防护知识的培训及生态环境部的网上在线教育和考核，并进行个人剂量检测和职业健康检查。

(2) 公司必须制定《操作规程》，内容应包括：

a. 凡涉及对射线装置进行的操作，都应有明确的操作规程（包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

b. 操作人员必须熟悉X射线数字成像检测设备的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

(3) 公司必须制定《岗位职责》，内容应包括：

公司必须制定放射工作人员的职责。

(4) 公司必须制定《辐射防护和安全保卫制度》，内容应包括：

a. 射线装置的使用场所，应有门机联锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

b. 建立射线装置的档案和台帐，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

(5) 公司必须制定《设备检修维护制度》，内容应包括：

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启X射线数字成像检测设备，待检修完毕，开启设备试无损检测，确认检修完成。

(6) 公司须制定《自行检查和年度评估制度》，内容应包括：

A、安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；

- 2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况;
- 3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训;
- 4) 场所辐射环境检测和个人剂量检测情况及检测资料;
- 5) 辐射事故及应急回应情况;
- 6) 核技术利用项目新建、改建、新建情况;
- 7) 存在的安全隐患及其整改情况;
- 8) 其它有关法律、法规规定的落实情况。

B、年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

a. 定期对铅房的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如工作前进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每二年进行身体健康体检，同时档案归档及检查等。

b. 公司应当编写X射线数字成像检测设备使用的安全和防护状况年度评估报告，其中年度评估报告需包括每年的常规检测报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告，接受行政机关的监督检查。

(二) 人员培训和健康管理

人员培训：建立人员培训制度，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。同时公司从事辐射工作人员需全部参加由生态环境部组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的免费学习相关知识。通过生态环境部培训平台报名并参加考核，并经考核合格并取得相应合格证书后才能上岗。已取得辐射安全考核合格证书的人员，应当在有效期到期前，按规定通过生态环境部的培训平台报名并参加考核（附件8）。

健康管理：建立健康管理制度，明确管理的要求。公司严格按照国家关于健康管理的规定，为工作人员配备个人剂量计，同时按《放射工作人员职业健康管理办法》的要求，辐射工作人员至少每二年进行一次体检。

具体还应做好以下方面：对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；同时，公司应为辐射工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在本公司从事过辐射工作的人员在离岗前，也应进行职业健康体检。

三、辐射监测

为保证辐射工作人员及公众的人身安全，公司制定了专门的辐射工作监测方案，用于辐射环境安全的日常监督和管理，主要如下：

（一）辐射工作场所及周围环境监测

1、年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年。

2、日常自我监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行现场监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/季。

3、监测内容和要求

（1）**监测内容：**X- γ 空气吸收剂量率。

（2）**监测布点及数据管理：**监测布点、监测计划参考监测计划表。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（3）**监测范围：**X射线数字成像检测设备工作场所相关区域及周围环境。

（4）**监测质量保证：**

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

环评要求：辐射工作场所环境监测结果应记录，并存档备案。若发现异常情况，立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因。自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自查评估报告的附件。

（二）个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为1次/季度。公司应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，公司应做好以下工作：

(1) 按照法律、行政法规以及国家环境保护标准,发现个人剂量检测结果异常的,应当立即核实和调查,并由当事人签字确认,同时将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

(2) 公司应安排专人负责个人剂量检测管理,建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息,工作岗位,剂量检测结果等材料,建立并终生保存个人剂量监测档案。

(3) 辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的,原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

(三) 辐射监测方案

表12.3-1 辐射监测方案

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率
工作场所辐射防护效果*	年度监测	屏蔽体外30cm处、防护门门缝处、操作位等	X-γ辐射剂量率	每年1次
	自主监测	屏蔽体外30cm处、防护门门缝处、操作位等	X-γ辐射剂量率	每季度1次
	竣工环境保护验收监测	屏蔽体外30cm处(四周、房顶)、防护门门缝处、操作位等	X-γ辐射剂量率	项目竣工后3个月内
安全连锁装置		实测并检查	安全检查	每次使用前
辐射工作人员		佩戴个人辐射剂量计	年有效剂量	季度送检1次

注: *委托有资质的单位进行监测,监测周期为1次/年;公司自主监测周期为1次/季度。

(四) 年度监测报告情况

公司应于每年1月31日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》,近一年的辐射工作场所年度监测报告、个人剂量检测报告(连续四个季度)和相关环保措施,应作为年度评估报告的重要组成部分一并提交给发证机关。

建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(http://rr.mep.gov.cn/)中实施申报登记。延续、变更许可证,新增或注销射线装置及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

(五) 岗位职责

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求,“使用II类射线装置

和II类放射源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。”。同时根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，探伤作业时应配备一台便携式剂量仪；探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪；其中个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

四、辐射事故应急

（一）辐射事故应急预案

根据《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》要求，公司应成立单位负责人为领导的事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，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。

（二）辐射事故应急响应机构的设置

公司应成立辐射事故应急处理领导小组，组长由法人代表担任。应急处理领导小组负责制定辐射事故应急处理预案和组织协调辐射事故应急处理工作。

（三）辐射事故应急预案规定内容

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保护部令第18号）相关规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”。其中辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （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）辐射事故的调查、报告和处理程序；
- （5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

（四）事故应急措施

1、应急报告程序

一般报告程序为：发现者报告给公司辐射事故应急工作小组成员，由其向市生态环境局、公安局，并同时向省生态环境厅报告，设备被盗应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

急救电话	120
公安局	110
泉州市南安生态环境局	0595-86382803
泉州市生态环境局	0595-28017379
福建省生态环境厅	0591-87868118
泉州市卫生健康委员会	0595-86382802
福建省卫生健康委员会	0591-88521566

2、事故发生后，应进行以下几项工作：

①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。

④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

3、应急人员的培训演习计划

公司本着实践、实战、实用和自行演练为主的原则，模拟公司在射线设备使用过程中，因发生机械事件等原因，造成射线装置在无防护或辐射防护失效的场景，从实战角度出发，快速处理辐射事故，提高处理辐射事故的快速反应能力，做到平战结合，常备不懈，最大程度地保障环境安全的指导思想，从演练目的、组织实施、领导小组、人员安排、演练内容（演练模拟场景、演练应急措施等内容）、总结评估等方面进行了编制。从其编制的计划来看，其能够满足公司事故过程中的应急要求。

五、三废处理与管理

（一）废气

X射线数字成像检测设备在工作状态时，使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），由于设备开机照射时间较短，因此产生臭氧量很少。通过铅房顶部设置1处通风口，排风口配有轴流风机，通风量为300m³/h，每小时通风次数3次以上，臭氧和氮氧化物无组织排放排出到铅房外，经分解和稀释后对周边环境影响较小。

在多种氮氧化物中，以NO₂为主，其产额约为O₃的三分之一，工作场所中NO₂的限值（5mg/m³）大于O₃的限值。因而工作场所中O₃浓度达到《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》要求时，NO_x的浓度相应的也能满足其限值要求。

（二）固废、废液

废液：项目运行过程中无放射性液体废物。辐射工作人员生活污水（人员按2人计，每人每天产生生活污水80L计，总计排放量为0.16m³/d，年排放量为58.4t/a）依托企业的原有环保处理措施，即污水经化粪池处理后纳入泉州市西翼污水处理厂统一处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

废气---臭氧和氮氧化物

项目拟使用的X射线探伤机最大管电压为320kV，运行时将产生极少量的臭氧和氮氧化物，铅房内设有通风系统（铅房顶部设置1处通风口，排风口配有轴流风机），铅房容积为2.48×2.04×2.384m³，其通风量为300m³/h，即每小时通风次数3次以上，臭氧和氮氧化物排出铅房外后，经分解和稀释后对周边环境影响较小。

固废：本项目运行过程中无放射性固体废物。辐射工作人员产生的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。

噪声：项目噪声源为铅房内排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，对周围环境影响较小。

（三）管理制度

公司已建立相应的废物管理制度（附件7-9），对产生的情况、去向，进行记录存档。按照企业的承诺，公司严格按照相应的管理制度和环保措施后，涉及到的三废对环境影响较小。

六、与相关法律法规的符合情况

(一) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

国家环境保护部令第 47 号令“关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定”规定了辐射安全许可证申请单位从事辐射活动应具备的条件，对照列出了本项目具体要求的情况见下表。

表12.6-1 项目执行情况一览表

应具备条件	本项目情况
使用 II 类射线装置的工作单位,应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少1名具有本科以上学历的技术人员专职辐射安全管理人员。	已制定《辐射安全管理机构》,并确定组长、副组长及成员。同时指定了1名本科以上学历的专职的辐射安全管理人员,专职负责辐射安全负责辐射安全与环境保护管理工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全知识和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	辐射工作人员已全部取得辐射安全与防护培训合格证书,在有效期到期前,应当按规定通过生态环境部培训平台报名并参加考核。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全设施。	①配备环境监测用 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪、警示标志牌。 ②配备安全警示灯(铅房门上方)。 ③为操作人员和辐射防护管理负责人分别配备 1 台个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。
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。	计划配备辐射监测仪、个人剂量报警仪
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	项目投入运行前,所有制度已全部制定完善,并在射线装置的使用工作场所上墙张贴。
有完善的辐射事故应急措施。	制定了相应的辐射事故应急措施。

由以上分析可知,在落实上表中相关内容后,该公司从事辐射活动的技术能力基本符合相关法律法规的要求。

(二) 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

环保部2011年第18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(以

下简称“环保部18号令”)对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件,本项目具备的条件与“环保部18号令”要求的对照评估如下表所示。

表12.6-2 项目安全和防护管理情况评估表

环保部18号令有关要求	本项目情况
<p>第五条：生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。</p>	<p>无损检测工作开始前，确保在控制区内没有任何其他人员，防止无关人员进入。设置了安全和防护设施及必要的防护安全联锁、报警装置或工作信号。</p>
<p>第九条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。</p>	<p>计划辐射工作场所（含周围环境）每年自行监测至少四次。此外，计划每年委托有资质的单位对辐射工作场所监测一次。</p>
<p>第十二条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>	<p>计划每年1月31日前向生态环境部门提交上一年度评估报告。</p>
<p>第十七条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。</p>	<p>辐射工作人员取得辐射安全与防护考核合格证书（含辐射防护负责人）。</p>
<p>第二十三条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应按照国家法律、行政法规及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>	<p>计划个人外照射剂量计每季度送检1次。严格执行个人剂量监测</p>

由以上分析可知，在落实上表中相关内容后，该公司从事辐射活动的技术能力基本符合相关法律法规的要求

七、污染防治措施及验收内容汇总表

本项目建成后，应严格按照生态环境部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评（2017）4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。其环境保护竣工验收一览表见下表。

表 12.7-1 环境保护竣工验收一览表

验收项目	验收内容	验收标准及要求
辐射安全管理机构	成立辐射安全和环境保护管理领导小组，明确单位负责人为辐射安全第一责任人，明确领导小组组成成员，并以文件形式明确各成员管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规中辐射安全管理的要求。
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽措施：</p> <p>①铅房为钢铅结构，西、南、北侧均为 24.285cm 铅当量（铅与钢材料）；东侧屏蔽体均为 40.285cm 铅当量（铅与钢材料），房顶厚度为 24.285cm 铅当量（铅与钢材料）；</p> <p>②工件门内 24.285mm 毫米铅当量，底板为 24.285cm 铅当量（铅与钢材料）。</p> <p>③铅房电缆管道、通风管道等均采用地下 U 型管道，不破坏铅房的整体屏蔽效果。</p>	<p>辐射工作场所的屏蔽措施满足《工业探伤放射防护标准》和本项目辐射环境剂量率控制水平：①铅房西侧屏蔽体外关注点处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h，同时也满足本项目辐射剂量率管理控制值 1.4μSv/h。其他屏蔽体（含防护门）外关注点处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h。如对不需要人员到达的铅房顶，铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h。</p> <p>②项目辐射工作人员、周围公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年剂量约束值不超过 5mSv，公众年剂量约束值不超过 0.25mSv。</p>
	<p>①操作台内 X 射线操作台设置钥匙开关和紧急停机开关，安装门机联锁装置和声光报警装置；</p> <p>②工件门外醒目处设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；</p> <p>③操作台和铅房内分别安装紧急停机按钮和监控摄像装置；</p>	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求。
通风措施	铅房内设置 U 型通风管道，有效通风换气次数应不小于 3 次/h，通过动力通风装置，把臭氧排出铅房外。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

续表 12.7-1 环境保护竣工验收一览表

验收项目	验收内容	验收标准及要求
辐射工作场所分区	①开展固定式无损检测作业时，将铅房划分为控制区，检测期间禁止任何人员进入铅房； ②将控制区外的区域划分为监督区，检测期间禁止非辐射工作人员进入。	满足《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）中的分区要求。
人员配备	专职辐射管理人员和辐射工作人员（包括无损检测操作人员、现场安全员等所有参与辐射工作的人员），上岗前均应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习本项目相关知识，通过该培训平台报名并参加考核，考核合格后上岗。	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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规中人员培训要求。
	所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过3个月/次）送有资质部门进行监测，公司建立个人累积剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《职业性外照射个人监测规范》中个人剂量监测要求。
	所有辐射工作人员均定期（不超过1次/2年）进行职业健康体检，建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中职业健康体检的要求。
监测仪器和防护用品	应配备至少1台环境辐射巡测仪，确保铅房配套1台辐射巡测仪。 初期应配备至少2名设备操作人员、1名辐射管理负责人，其2名辐射工作人员均应配备个人剂量报警仪；日后若新增辐射工作人员，新增人员均应配备1台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中监测仪器配备的要求。
辐射安全管理制度	根据相关规定，及项目具体情况，公司应制定健全的辐射安全管理规章制度，主要应包括：辐射防护和安全保卫制度、无损检测操作规程、设备维修维护制度、岗位职责、设备使用登记和台帐管理制度、人员培训计划、个人剂量监测方案、辐射环境监测方案、事故应急预案，其应在之后的工作中，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。 完善辐射事故应急预案，每年开展辐射应急演练，	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规中辐射安全管理的要求，满足本项目辐射工作需要。

表 13 结论与建议

一、结论

英侨机械制造有限公司本次项目位于福建省南安市英都阀门基地恒阪大道179号，计划于厂区东侧厂房车间内新建1间检测室，并备置1台X射线数字成像检测设备（含一体化自屏蔽铅房），其X射线无损检测在铅房内作业，不在野外作业。

（一）辐射安全与防护分析结论

本项目建设地点位于福建省南安市英都阀门基地恒阪大道179号公司内厂房车间内，周边50m范围无居民点、学校等环境敏感目标，且本项目周围辐射环境现状质量良好，故选址较为合理。

建设单位设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，颁布施行了完善的规章制度。本项目铅房设有相应的屏蔽措施及辐射安全与防护设施，并经评价分析，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求，项目运行对周边辐射环境影响较小。

（二）利益-代价分析

本项目的建设有利于提高和保证公司产品质量，符合实践正当性，具有明显的经济效益和社会效益。项目总投资与环保投资的比例，与同类项目环保投资指标进行比较，环保投资比例合理、适当，可保证环保措施的落实。根据报告分析，本项目采取辐射防护措施，保证铅房外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内。因此，从该项目的代价和利益方面分析，项目具有明显的经济效益、社会效益，该项目的建设符合实践正当性。

（三）产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2024年修改，国家发展和改革委员会2023年令第7号），项目生产过程中不涉及限制及淘汰的设备、工艺和产能，属于国家允许类的项目，故该项目符合国家产业政策。

（四）环境影响评价结论

由理论估算可知，X射线数字成像检测设备运行时，对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为0.36mSv，公众照射的最大年有效剂量值为0.02mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于年剂量约束值要求。

（五）可行性分析

项目射线装置的工作场所整体布局较为合理，屏蔽措施符合相关标准要求，符合辐射防护最优化原则，对受照个人或社会所带来的利益远大于对环境的影响，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“实践正当性”的要求。

（六）总结论

在完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本项目正常运行时，对周围环境的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

二、建议与承诺

（1）在项目建设同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）项目运行中，应严格遵守操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意的思想，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。

（3）项目投入运行前公司应完善相关制度，使各项管理制度职责明确，措施具体，便于执行和监督落实。

（4）公司为每位辐射工作人员配备的个人剂量计应定期送检，并建立个人健康档案。

（5）定期检查铅房设置的电离辐射警示标识或标志，工作报警装置和联锁装置，发生故障及时解决。电离辐射标志、工作报警装置和联锁装置每次作业前均应检查，确保有效可行。

（6）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），项目建成并试运行后，按照规定标准和程序开展竣工环境保护验收。

（7）每年1月31日前，将上年度的射线装置安全和防护状况年度评估报告提交至省生态环境厅。

表 14 审批

省级生态环境部门审批意见：

经办人（签字）：

（盖 章）

年 月 日

下一级生态环境部门意见：

经办人（签字）

（公 章）

年 月 日