

报告编号：WKFHP-26040

核技术利用建设项目

宁波久保传动机械有限公司

X 射线数字成像检测设备应用项目

环境影响报告表

(公示稿)

宁波久保传动机械有限公司

2026年7月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

宁波久保传动机械有限公司

X 射线数字成像检测设备应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：宁波久保传动机械有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号

邮政编码：315413

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质	7
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	16
表 9	项目工程分析与源项	19
表 10	辐射安全与防护	23
表 11	环境影响分析.....	28
表 12	辐射安全管理	37
表 13	结论与建议	43
表 14	审批	47

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁波久保传动机械有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目			
建设单位		宁波久保传动机械有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号			
项目建设地点		浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		100	项目环保投资 (万元)	20	投资比例 (环保投资/总投资) 20%
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)	/
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	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

宁波久保传动机械有限公司（以下简称“公司”），注册地址位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号。公司成立于 2017 年 6 月 2 日，所属行业为通用设备制造业，主要生产汽车零部件及配件。

公司于 2025 年 7 月委托编制了《宁波久保传动机械有限公司年产 6000 万个汽车传动部件壳体生产线技术改造项目建设项目环境影响报告表》，并获得宁波市生态环境局余姚分局的环评批复（余环建[2025]161 号），该项目建设内容包括在压铸车间建设压铸区等。当前该项目正在建设中，尚未完成竣工验收。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在压铸车间检测室购置 1 台 X 射线数字成像检测

设备，对公司生产的汽车零部件进行无损检测。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号关于《发布射线装置分类的公告》：“工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，其中自屏蔽式 X 射线探伤装置的使用活动按 III 类射线装置管理”。结合原环境保护部关于放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”。基于上述规定，本项 X 射线数字成像检测设备具备人员进入自带屏蔽体内部的条件，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置的范围，应界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”，其使用活动按照 II 类射线装置管理。对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。本次评价内容为使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，宁波久保传动机械有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在压铸车间检测室购置 1 台 X 射线数字成像检测设备（由探伤铅房、X 射线装置管头组合体和操作台等组成）。设备型号为 UNC160，最大管电压 160kV，最大管电流 3mA，主射方向朝北，操作台位于探伤铅房南侧。本项目不涉及洗片、评片等，不产生危险废物，因此无需设置暗室、评片室与危废暂存间等。

射线装置参数详见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置配置一览表

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测设备	II 类	UNC160	1 台	160kV	3mA	压铸车间检测室	定向机，主射方向朝北

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 公司地理位置

宁波久保传动机械有限公司位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号。西侧隔梅霖路为农田，西北侧为徐家竹桥，北侧和东侧为宁波北野拖拉机制造有限公司，南侧为宁波升泰休闲用品有限公司。

公司地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

1.2.2 项目周边环境概况

本项目拟建 X 射线数字成像检测设备置于压铸车间检测室使用，压铸车间为单层结构，无地下层。X 射线数字成像检测设备探伤铅房西侧 50m 内由近及远依次为梅霖路和农田；北侧 50m 内由近及远依次为脱模剂区、非机动车棚和厂区道路；东侧 50m 内由近及远依次为压铸区和机加工车间；南侧 50m 内由近及远依次为操作台、宁波升泰休闲用品有限公司；探伤铅房上方分别为检测室顶棚和压铸车间顶棚，均不上人；检测室下方无地下室。

建设单位相关车间平面布置见附图 4。

1.2.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事探伤操作的辐射工作人员及公众成员。

1.3 相关规划符合性分析

1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号（幸福村），根据业主提供的不动产权证书（见附件 4），用地性质为工业用地，项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.3.2 “三区三线”符合性分析

2022 年 9 月 30 日自然资源部办公厅发布了《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，其中“三区”是指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应农业空间、生态空间、城镇空间中划定的永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。其中，城镇开发边界内可分为城镇集中建设区、城镇弹性发展区和特别用途区。

根据余姚市三七市镇三条控制线图（见附图 8），本项目位于未规划区域，不涉及永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界。因此符合浙江省“三区三线”相关规定和管理要求。

1.3.3 生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据《余姚市人民政府关于印发<余姚市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（余政发〔2024〕11号），生态环境分区管控是以改善生态质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。

（1）生态保护红线

根据余姚市三七市镇三条控制线图，本项目位于未规划区域，不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

（4）生态环境准入清单

根据《余姚市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“ZH33028120004 宁波市余姚市丈亭-三七市-陆埠-河姆渡生活重点管控单元”，属于城镇生活重点管控单元，该管控单元生态环境准入清单见表 1-2。

表 1-2 本项目所在管控单元生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目状况	符合性分析
空间布局约束	禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。落实《浙江省大运河核心监控区国土空间管控通则》《宁波市大运河世界文化遗产保护实施办法》有关要求。	本项目为 X 射线数字成像检测设备应用项目，不属于一类、二类和三类工业项目，公司周边无居住区，不涉及管控单元污染物排放总量。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度。新建工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加快完善城乡污水管网，加强对现有雨污合流管网的分流改造，推进“污水零直排区”建设。新建工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加强噪声和臭气异味防治，严格施工扬尘监管。加强土壤和地下水污染防治与修复。污水管网未到位区域，禁止新建、扩建排放生产废水的项目。	本项目不涉及污染物排放总量，不涉及产生污水。	符合

环境风险防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。在工业用地（工业企业）与居民区等敏感区域之间设置一定宽度的隔离带。	本项目不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目，居民区之间有一定的距离。	符合
资源开发率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及。落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目不涉及水资源的消耗，不使用煤炭等高污染燃料。	符合

综上，本项目的建设符合生态环境分区管控动态更新方案的要求。

1.4 选址合理性分析

本项目位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路8号，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤铅房周围50m范围内无自然保护区、风景名胜區、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

1.6 实践正当性分析

X射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践，对保证产品质量方面有十分重要的作用。本项目实施的目的是对公司自生产的汽车零部件进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，公司无原有核技术利用及许可情况。



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
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测设备	II类	1 台	UNC160	160	3	无损探伤	压铸车间检测室	拟购，本次评价

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	排放至大气外环境中，经大气扩散稀释，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气。

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

法律文件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法(2014年修订)》，主席令第九号，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(2018年修订)》，主席令第二十四号，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》，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》，国务院令第682号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019年修改)》，国务院令第709号，2019年3月2日起施行；</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5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年修改)》，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(8)《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(9)《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，原国家环境保护总局，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(11)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(12)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日；</p> <p>(13)《产业结构调整指导目录(2024年本)》中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令，2024年2月1日起施行；</p> <p>(14)《浙江省生态环境厅关于印发<浙江省生态环境分区管控动态更新方案>的通知》，浙环发〔2024〕18号，浙江省生态环境厅，2024年3月28日印发；</p>
------	---

	<p>(15)《浙江省建设项目环境保护管理办法(2021年修正)》,浙江省人民政府令第388号,2021年2月10日起施行;</p> <p>(16)《浙江省辐射环境管理办法(2021年修正)》,浙江省人民政府令第388号,2021年2月10日起施行;</p> <p>(17)《关于发布<省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2024年本)>的通知》,浙江省生态环境厅,浙环发〔2024〕67号,2024年12月31日起实施;</p> <p>(18)《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》,浙政办发〔2018〕92号,浙江省人民政府办公厅,2018年9月28日印发;</p> <p>(19)《余姚市人民政府关于印发<余姚市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》,余政发〔2024〕11号,余姚市人民政府,2024年8月30日印发。</p>
<p>技 术 标 准</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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(4)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改单;</p> <p>(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(6)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(7)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(8)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);</p> <p>(9)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020);</p> <p>(10)《声环境质量标准》(GB3098-2008)。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1)《辐射防护导论》,方杰主编;</p> <p>(2)公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），确定评价范围为探伤铅房边界 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员，具体见表7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况

序号	环境保护目标		方位	与探伤铅房边界最近距离	人数	保护要求
1	职业人员	压铸车间检测室内（含操作台）	南侧	/	2 人	剂量约束值 $\leq 5\text{mSv/a}$
2	公众成员	梅霖路	西侧	5m	约 1000 人次/天	剂量约束值 $\leq 0.25\text{mSv/a}$
3		农田		20m	约 2 人	
4		脱模剂区		北侧	2m	
5		非机动车棚	12m		约 50 人次/天	
6		厂区道路	35m		约 100 人次/天	
7		压铸区	东侧	5m	约 10 人	
8		机加工车间		20m	约 30 人	
9		宁波升泰休闲用品有限公司	南侧	8m	约 50 人	

注：1、探伤铅房所在检测室无地下室。

2、探伤铅房上方检测室顶棚和压铸车间顶棚均为不上人顶棚，且上方无其他建筑物，因此上方无环境保护目标。

3、压铸车间检测室内除工作人员外无人进入。

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量

约束的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）辐射工作场所的分区

6.4.1 控制区

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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

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

（3）剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 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；

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（4）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表 7-2。

表 7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5.0mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

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 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

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

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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，按最高管电压与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。

7.3.4 本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等评价标准，确定本项目的管理目标。

①工作场所周围剂量当量率控制水平：探伤铅房四侧墙体、底部及防护门外 30cm 处周围剂量当量率不超过 2.5 μ Sv/h；探伤铅房顶棚上方没有人员到达，且辐射源点到探伤铅房顶内表面边缘所张立体角区域内无临近建筑，因此顶棚处辐射屏蔽条件按顶棚外 30cm 处周围剂量当量率不超过 100 μ Sv/h 要求。

②剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

宁波久保传动机械有限公司位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号。西侧隔梅霖路为农田，西北侧为徐家竹桥，北侧和东侧为宁波北野拖拉机制造有限公司，南侧为宁波升泰休闲用品有限公司。

公司地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

8.1.2 项目场所位置

本项目拟建 X 射线数字成像检测设备置于压铸车间检测室使用，X 射线数字成像检测设备探伤铅房西侧 50m 内由近及远依次为梅霖路和农田；北侧 50m 内由近及远依次为脱模剂区、非机动车棚和厂区道路；东侧 50m 内由近及远依次为压铸区和机加工车间；南侧 50m 内由近及远依次为操作台、宁波升泰休闲用品有限公司；探伤铅房上方分别为检测室顶棚和压铸车间顶棚，均不上人；检测室下方无地下室。

建设单位相关车间平面布置见附图 4。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.2.2 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.3 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.4 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 等要求，结合现场条件，对本项目辐射工作场所及周边环境进行监测布点。本项目受检场所 1 处，共布设 9 个监测点位，布点情况见附图 5，监测报告及监测资质见附件 6。

8.2.5 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- (2) 监测时间：2026 年 4 月 15 日；

- (3) 监测方式：现场检测；
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：阴；室内温度 19℃；室外温度：19℃；相对湿度：72%；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

检测仪器	α 、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H（外置探头：6150 AD-b/H 主机：6150 AD 6/H）
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	外置探头：10nSv/h~99.99 μ Sv/h；主机：0.1 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	外置探头：20keV-7MeV；主机：60keV-1.3MeV
检定证书编号	NJYF-20260350086
检定证书有效期	2026年3月2日~2027年3月1日
检定单位	浙江省质量科学研究院
校准因子 Cr	1.02
探测限	10nSv/h

8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监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，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。

表 8-2 本项目 X 射线数字成像检测设备拟建场所及周围环境辐射本底监测结果

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
▲1	检测室	105	2	室内
▲2	脱模剂区	94	2	室内

▲3	非机动车棚	93	1	室内
▲4	压铸区	122	2	室内
▲5	机加工车间	115	3	室内
▲6	宁波升泰休闲用品有限公司	111	1	室内
▲7	厂区道路	75	3	道路
▲8	梅霖路	75	1	道路
▲9	农田	70	2	原野

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据；

2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照JJG393，使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy；

3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除宇宙射线响应值31nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，▲1~▲4取0.9，▲5和▲6取0.8，▲7~▲9取0.9。

由表8-2和表8-3可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为93nGy/h~122nGy/h，道路上 γ 辐射空气吸收剂量率为75nGy/h，原野 γ 辐射空气吸收剂量率为70nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，宁波市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为80nGy/h~194nGy/h，宁波市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为64nGy/h~128nGy/h，宁波市原野 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为45nGy/h~95nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 建设期工程分析

本项目 X 射线数字成像检测设备属于一体化设计和制造的成套设备，无需施工建设，因此无施工期废物排放。设备调试时会产生 X 射线及少量的臭氧与氮氧化物。本项目建设期较短，对周围环境产生的影响是短暂的，随施工期结束，环境影响也随之停止。

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及工作方式

本项目 X 射线数字成像检测设备主要由铅房主体、操作台和电气控制柜组成。铅房内包括射线源、平板探测器、C 型臂、旋转载物台等部分，C 型臂可上下升降或绕轴旋转 $\pm 15^\circ$ ，载物台可前后、左右移动和 360°旋转，从而实现高自由度检测。操作台包括显示器和操作面板。设备示意图见图 9-1。



图 9-1 X 射线数字成像检测设备整体外观示意图

9.2.2 工作原理

本项目 X 射线数字成像检测设备运用计算机数字成像原理。由 X 射线机产生的 X 射线

对公司生产的工件进行照射,当射线在穿透工件时,由于材料的厚薄不等或者生产质量各异,从而使 X 射线的穿透量不同。材料与其中裂缝对 X 射线吸收衰减不同而形成 X 射线强度分布的潜像,再通过图像增强器将 X 射线图像转换成标准视频图像,即转换为可见像,从而实现检测缺陷的目的,如果工件质量有问题,在成像中显示裂缝所在的位置,从而实现无损探伤的目的。

X 射线管主要由 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,阴极是钨制灯丝,它装在聚焦杯中,当灯丝通电加热时,电子就“蒸发”出来,而聚焦杯使这些电子聚集成束,直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间,使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度,这些高速电子到达靶面时,被靶突然阻挡,由于韧致辐射从而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

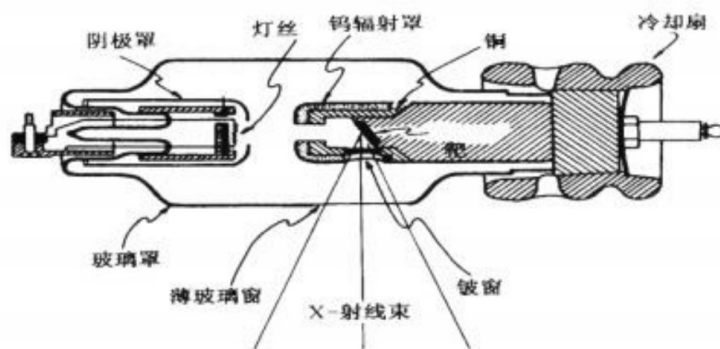


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

9.2.3 探伤流程及产污环节

- (1) 进行准备工作,当 X 射线数字成像检测设备停用超过 24h 再次使用前须进行训机。
- (2) 确认探伤设备处于非工作状态下,打开防护门,由辐射工作人员将待检测工件放置于探伤铅房内的旋转载物台上;
- (3) 通过操作台控制面板调整 C 型臂与旋转载物台的位置,射线源随 C 型臂上下升降或绕轴旋转,使得射线主要部分能够照射在工件上;
- (4) 关闭防护门,确认安全联锁装置、警示灯、显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置均能正常运行,工作人员开启高压,开始曝光;
- (5) 经数字成像,辐射工作人员透过显示屏可观察工件质量状况,并做出判断,根据需要将数据存储;
- (6) 检测完成后关闭检测装置,关闭射线源电源,开启防护门,将工件从旋转载物台上取下,完成一轮探伤。

(7) 检查全部完成后，关闭电脑、铅房电源和总电源。

本项目工作流程及产污环节分析图如图 9-3 所示：

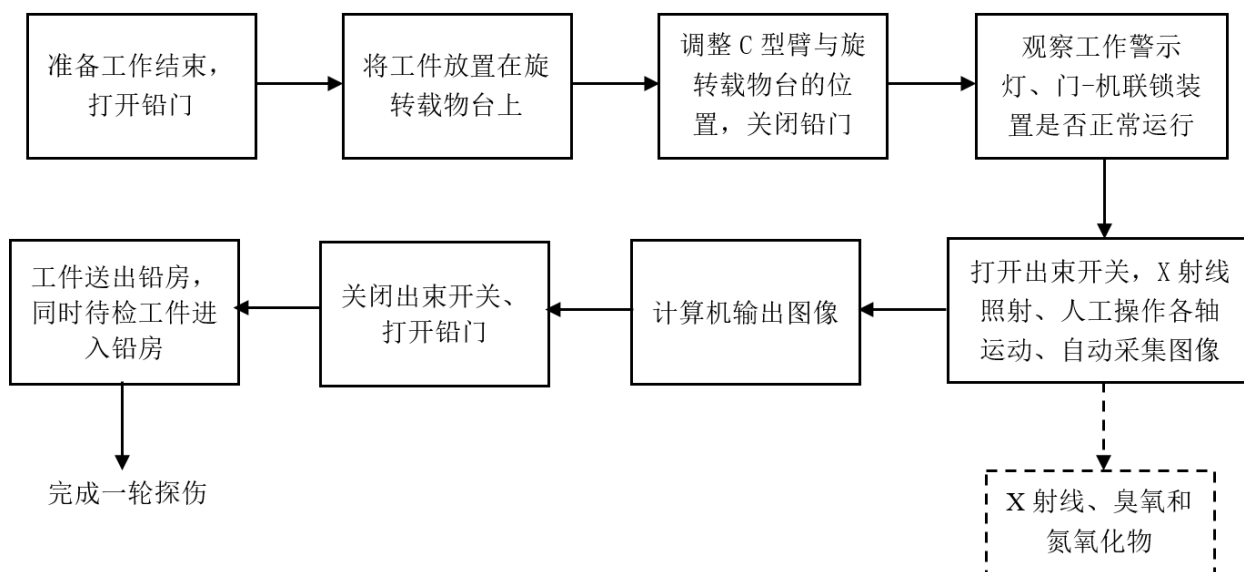


图 9-3 操作流程及产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置 1 台 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备，设备属于 II 类射线装置，探伤铅房的防护门设于东侧（电动开启），工件由人工运送至旋转载物台上。X 射线管有用线束照射方向朝北。

本项目探伤工件为汽车零部件，材质为铝合金，最大尺寸为 600mm（长）×600mm（宽）×800mm（高），最大厚度为 110mm。项目拟配 2 名辐射工作人员，每天工作 8h，每年工作 300 天（50 周），采用一班制。本项目工件为抽检，检测一个工件约需要 3min，日检测约 30 个工件，则每台 X 射线数字成像检测设备年出束时间为 450h，周出束时间为 9h。

9.3 污染源项描述

9.3.1 运行期正常工况污染源项

(1) X 射线

本项目 X 射线数字成像检测设备最大管电压 160kV，最大管电流为 3mA，为 II 类射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光时间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

① 有用线束和散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，有用线束屏

蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量，由内插法计算可得160kV射线在2mm Al过滤条件下输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

②漏射辐射

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)第4.2.2条款表1，本项目X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 臭氧和氮氧化物

X射线数字成像检测设备工作时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

(3) 废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水，纳入市政污水管网。本项目辐射工作人员均为建设单位现有人员，因此不涉及新增生活污水。

(4) 噪声

本项目噪声源主要为探伤铅房内排风系统噪声，设备为低噪声设备，根据经验值噪声源强一般小于65dB(A)。

(5) 固体废物

本项目X射线数字成像检测设备运行过程中无固体废物产生。本项目辐射工作人员均为公司现有人员经培训合格后上岗，因此不会产生额外的生活垃圾。现有生活垃圾由公司进行统一收集后统一交由当地环卫部门清运。

9.3.2运行期事故工况污染源项

根据建设单位X射线数字成像检测设备的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量X射线照射：

(1) X射线数字成像检测设备门-机联锁失效，可能使工作人员受到超剂量照射；

(2) 维修时厂家维修人员和运行单位人员管理不当，探伤机发生异常出束，维修人员受到超剂量照射。

本项目事故工况污染源项同正常工况污染源项。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目X射线数字成像检测设备位于压铸车间检测室，该设备含探伤铅房和操作台，防护门位于探伤铅房的东侧（电动开启）；有用线束朝北侧，操作台位于探伤铅房南侧；探伤铅房内尺寸为1829mm（长）×1606mm（宽）×1858mm（高），防护门的门洞尺寸为700mm（宽）×1645mm（高）。探伤铅房设计图见附图7。

本项目探伤工件的最大尺寸为600mm（长）×600mm（宽）×800mm（高），工件由人工搬运至旋转载物台上，铅房内尺寸及门洞均尺寸满足探伤工件进出探伤铅房并位于铅房内探伤的要求。

本项目操作台均已避开有用线束照射的方向并与探伤铅房分开，探伤铅房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第6.1.1条款要求，合理可行。

10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理。将X射线数字成像检测设备探伤铅房内部区域划为控制区，将检测室划为监督区。在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入，在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；监督区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。分区管理见附图6。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤铅房屏蔽防护设计方案见表 10-1。

表 10-1 探伤铅房屏蔽情况一览表

项目	屏蔽防护设计方案
外尺寸	2160mm（长）×1950mm（宽）×2292mm（高）
内尺寸	1829mm（长）×1606mm（宽）×1858mm（高）
东、南、西防护墙	5mm 钢结构外壳，内敷设 5mm 铅板

北防护墙	5mm 钢结构外壳，内敷设 8mm 铅板
顶棚	与北防护墙相连的宽 335mm 部分为 6mm 钢结构外壳，内敷设 8mm 铅板；其余部分为 5mm 钢结构外壳，内敷设 5mm 铅板
底部	与北防护墙相连的宽 500mm 部分为 6mm 钢结构外壳，内敷设 8mm 铅板；其余部分为 6mm 钢结构外壳，内敷设 5mm 铅板
防护门（设于东防护墙上）	门洞 700mm（宽）×1645mm（高），5mm 钢结构外壳，内敷设 5mm 铅板，门缝处采用 40mm 扣边
电缆	穿线孔位于南防护墙西侧下方，穿线孔外设置 5mm 铅防护罩，形成 L 型孔道，电缆贯穿形式详见附图 7
排风	铅房顶棚西侧设置 2 个通风孔，配有轴流风机，总风量为 330m ³ /h，通风孔外设置 5mm 铅防护罩，形成 L 型孔道，通风孔贯穿形式详见附图 7
注：钢的密度不低于 7.85g/cm ³ ，铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。	

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目 X 射线数字成像检测设备投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

1、设备自带辐射安全防护

（1）本项目 X 射线数字成像检测设备采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，探伤铅房不设观察窗，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。

（2）本项目设置有门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业，如防护门在作业过程中被误打开，则系统自动关闭并停止出束，以保证人员安全。

（3）防护门上方设置有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，当射线开启时声光提醒工作人员注意辐射安全。

（4）探伤铅房内、外各设置 1 个警示灯，用于显示设备工作状态。

（5）探伤铅房内设置 1 个监控摄像头，在操作台有专用的监视器，可监视探伤铅房内的探伤设备运行情况。

（6）探伤铅房防护门上有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

（7）X 射线数字成像检测设备设置 2 个紧急停机按钮（探伤铅房东防护墙内 1 个，操作台 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

（8）X 射线数字成像检测设备探伤铅房顶棚西侧设置 2 个通风孔，配有轴流风机，总风量为 330m³/h，通风孔外设置 5mm 铅防护罩，避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数为 60 次，满足不小于 3 次的要求。

（9）X 射线数字成像检测设备探伤铅房南防护墙西侧下方设有穿线孔，用于连接电缆，穿线孔外设置 5mm 铅防护罩。

(10) 参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中 6.1.11 规定:“探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置”本项目使用的探伤装置为自带屏蔽设施的探伤铅房,非典型探伤室,体积小,一般情况下辐射工作人员无需进入设备内部进行工件摆放等操作。在每次出束前均会检查探伤铅房内是否存在辐射工作人员,确定无人员后才开始出束工作。若辐射工作人员若进入装置内部,必须佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪,这些仪器可起到与固定式场所辐射探测报警装置相同的作用。因此,设备内部无需安装显示实时剂量的固定式场所辐射探测报警装置。

(11) 操作台处已设有电源锁,防止无关人员开启;同时设有电源指示灯、防护门开/关指示灯,方便操作人员知晓设备运行情况。

2、新增防护措施

(1) 为保障非辐射工作人员(公众)安全,项目将检测室全部设为监督区,应采取张贴电离辐射警示标志、划定警戒线等措施进行管控,禁止无关人员靠近,使设备与公众保持一定的距离。

(2) 压铸车间检测室内东侧及压铸车间检测室外各设置 1 个监控摄像头,可监视探伤铅房防护门外和压铸车间检测室门外的情况。

(3) 工作人员进行探伤工作时,佩戴个人剂量报警仪,随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计,并定期送有资质的单位进行监测。

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

(5) 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) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置。

(7) 公司应建立 X 射线数字成像检测设备使用台账。在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤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。

(8) 公司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,并将辐射工作制度张贴在工作现场。

(9) 压铸车间检测室门上有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(10) 压铸车间检测室门带有机械锁，可内部上锁，防止无关人员进入。

3、探伤装置的检查和维护

(1) 建设单位的日检，每次工作开始前应进行检查的项目包括：

- a) X 射线数字成像检测设备各设备外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 安全联锁是否正常工作；
- d) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- e) 螺栓等连接件是否连接良好；

(2) 设备维护

- a) 建设单位应对 X 射线数字成像检测设备的设备维护负责，每年至少维护一次；
- b) 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。设备维护包括 X 射线数字成像检测设备的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 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为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

4、辐射监测仪器和防护用品配置

本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量
1	个人剂量计	2 枚
2	个人剂量报警仪	2 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应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。

5、探伤设施的退役

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 的第 6.3 条款要求，本项目后期投入使用后，对拟报废的 X 射线数字成像检测设备，公司将射线装置内的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

10.2 三废的治理

1、废气

X 射线数字成像检测设备工作时，会使铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。本项目

X 射线数字成像检测设备探伤铅房顶棚西侧设置 2 个通风孔，配有轴流风机，总风量为 330m³/h，铅房总容积约为 5.5m³，通风换气次数每小时 60 次，废气再由检测室内新风空调引到车间外，对周围环境不会产生显著影响。

2、废水

辐射工作人员均来自公司现有人员，不涉及新增生活污水，现有生活污水经厂区污水处理设施处理达标后纳管排放，不对周围水环境造成影响。

3、噪声

本项目噪声源主要为铅房内排风系统噪声，设备选用低噪声设备，根据经验值噪声源强一般小于 65dB(A)。经距离衰减和实体屏蔽衰减作用，运行期间噪声影响很小。

4、固体废物

辐射工作人员均来自公司现有人员，不会产生额外的生活垃圾，现有生活垃圾经公司收集后交由当地环卫部门统一清运。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目拟建 X 射线数字成像检测设备位于压铸车间检测室，设备为整体外购，自带防护铅房，因此无土建施工期影响。

本环评要求设备的调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行调试设备。在设备调试阶段，应加强辐射防护管理。在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在探伤工作场所外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于本项目 X 射线数字成像检测设备为整体外购，自带防护铅房。因此调试阶段 X 射线经过防护铅房屏蔽后，不会对周围环境造成电离辐射影响。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线数字成像检测设备工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。为分析预测 X 射线数字成像检测设备投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算，预测背景为 X 射线数字成像检测设备最大工况运行。由于探伤铅房钢板之间存在拼接缝隙，因此本项目仅考虑铅板屏蔽。

本项目 X 射线数字成像检测设备作业时射线源可随 C 型臂上下升降或绕轴旋转 $\pm 15^\circ$ 。经与建设单位核实，最大有用线束直射区域示意图见图 11-1 和图 11-2，因此有用线束直射北防护墙，不朝向其他任一侧。

根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“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”，故本次评价将探伤铅房的北防护墙屏蔽性能按有用线束进行考虑，其他三侧墙体、防护门、顶棚、底部等屏蔽性能均按泄漏辐射和散射辐射进行考虑。探伤铅房下方 30cm 处为地下，且下方无地下室，故本报告下方关注点仅验算底部屏蔽防护性能是否满足要求。同时，本项目有用线束不朝向顶棚，故本报告不考虑天空反散射影响。

11.2.1 关注点的选取

根据本项目工程特征及探伤铅房周围环境状况，选择剂量关注点为探伤铅房四周屏蔽墙和防护门外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-1~11-2，剂量关注点情况列于表 11-1。

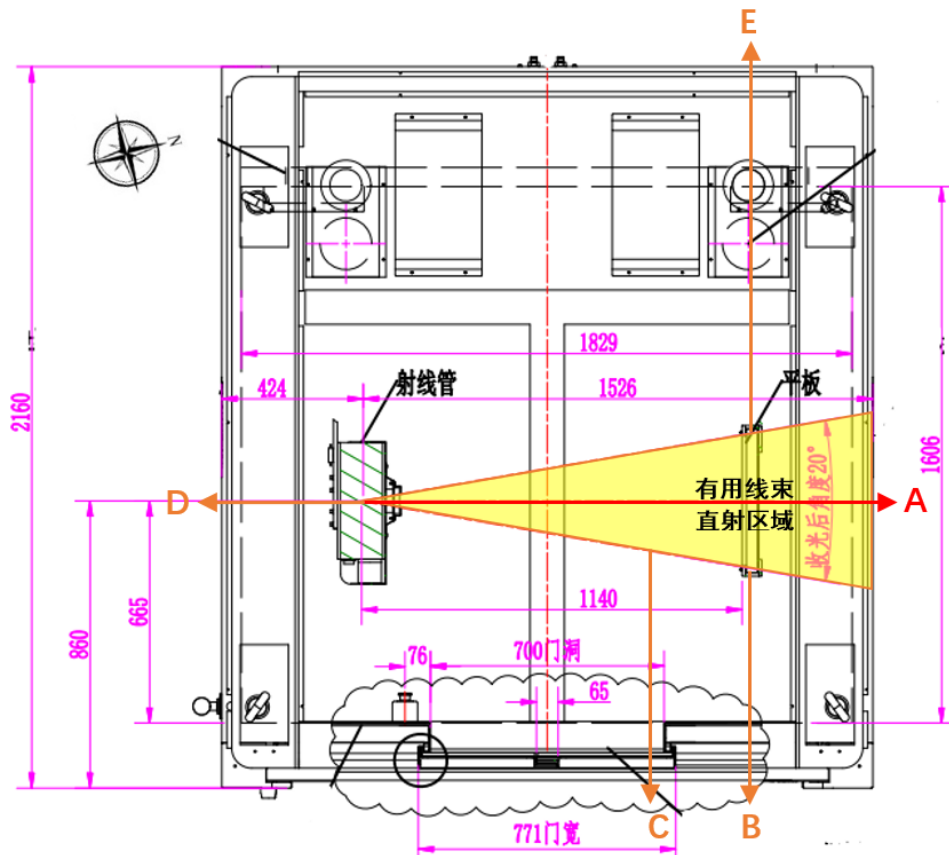


图 11-1 辐射屏蔽计算预测点位平面图 (单位: mm)

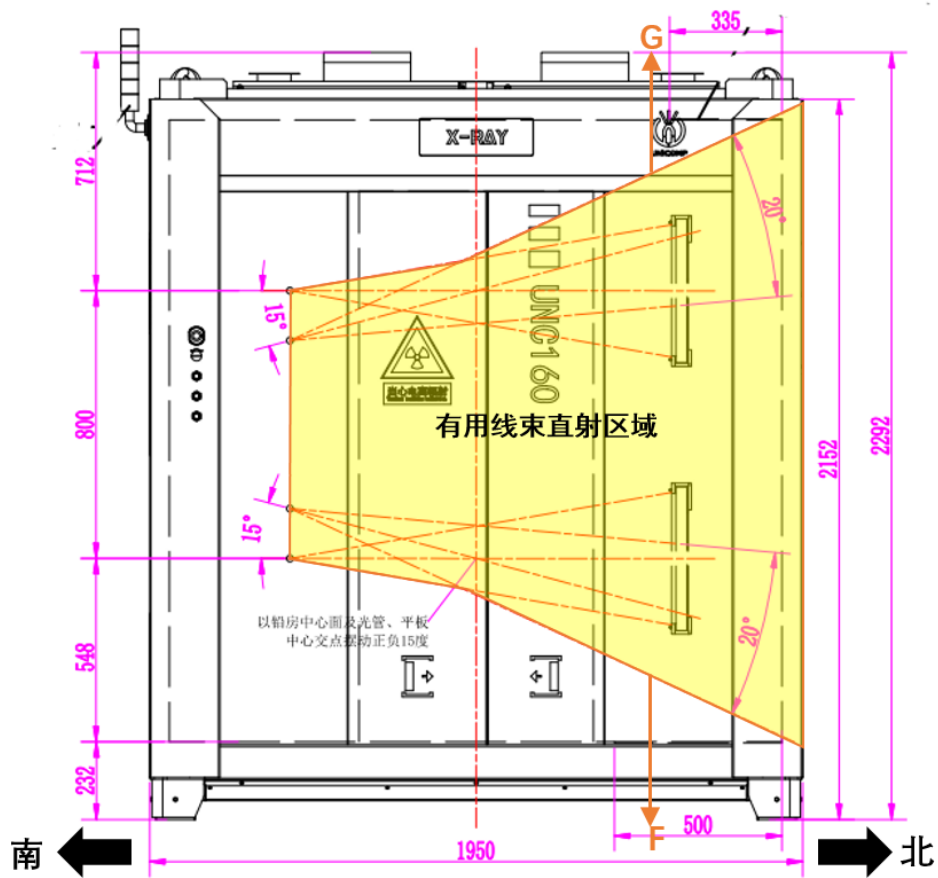


图 11-2 辐射屏蔽计算预测点位剖面图 (单位: mm)

表 11-1 探伤铅房各关注点位分布情况表

关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	散射体与关注点的距离 R _s (m)	需屏蔽的辐射源
A	北防护墙外 30cm 处	1.8	/	有用线束
B	东防护墙外 30cm 处	1.2	1.0	泄漏辐射、散射辐射
C	防护门外 30cm 处	1.2	1.0	泄漏辐射、散射辐射
D	南防护墙外 30cm 处	0.7	0.9	泄漏辐射、散射辐射
E	西防护墙外 30cm 处	1.6	1.4	泄漏辐射、散射辐射
F	底部外 30cm 处	1.0	0.8	泄漏辐射、散射辐射
G	顶棚外 30cm 处	1.0	0.8	泄漏辐射、散射辐射

11.2.2 场所辐射水平预测

(1) 有用线束计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-1) 计算, 然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度:

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

式中: I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA, 本项目取值 3mA;

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1, 由内插法计算可得 160kV 射线在 2mm Al 过滤条件下输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 即 $1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

B——屏蔽透射因子; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1, 用内插法计算 160kV X 射线穿过 8mm 铅板时的透射因子取 1.4×10^{-8} ;

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m), 取值见表 11-1。

(2) 泄漏辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-2) 计算:

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

式中: B——屏蔽透射因子, 根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算, 其中 X 为屏蔽层厚度, mm; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2, 由内插法计算可知 160kV X 射线在铅中的半值层 TVL 为 1.05mm;

R ——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，当 X 射线管电压 $150 \leq kV \leq 200$ 时， \dot{H}_L 取值 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（3）散射辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-3）计算。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中： I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目取值 3mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，由内插法计算可得 160kV 射线在 2mm Al 过滤条件下输出量为 $20.38 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.22 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；查询 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线能量为 160kV，对应的 90° 散射辐射最高能量为 150kV，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，150kV X 射线在铅中的半值层 TVL 为 0.96mm；

F —— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射在距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）B.4.2，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，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV）。本项目保守取值 50；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

（5）预测结果

根据公式（11-1）~（11-3），代入相关参数，本项目 X 射线数字成像检测设备运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-2~表 11-4。

表 11-2 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
A	8mm 铅	3	1.22×10^6	1.4×10^{-8}	1.8	1.58×10^{-2}

表 11-3 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	B 铅板	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
B	5mm 铅	1.73×10^{-5}	2.5×10^3	1.2	3.00×10^{-2}
C	5mm 铅	1.73×10^{-5}	2.5×10^3	1.2	3.00×10^{-2}
D	5mm 铅	1.73×10^{-5}	2.5×10^3	0.7	8.83×10^{-2}
E	5mm 铅	1.73×10^{-5}	2.5×10^3	1.6	1.69×10^{-2}
F	5mm 铅	1.73×10^{-5}	2.5×10^3	1.0	4.33×10^{-2}
G	5mm 铅	1.73×10^{-5}	2.5×10^3	1.0	4.33×10^{-2}

表 11-4 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	B 铅板	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	R_s (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
B	5mm 铅	6.19×10^{-6}	3	1.22×10^6	50	1.0	4.53×10^{-1}
C	5mm 铅	6.19×10^{-6}	3	1.22×10^6	50	1.0	4.53×10^{-1}
D	5mm 铅	6.19×10^{-6}	3	1.22×10^6	50	0.9	5.59×10^{-1}
E	5mm 铅	6.19×10^{-6}	3	1.22×10^6	50	1.4	2.31×10^{-1}
F	5mm 铅	6.19×10^{-6}	3	1.22×10^6	50	0.8	7.08×10^{-1}
G	5mm 铅	6.19×10^{-6}	3	1.22×10^6	50	0.8	7.08×10^{-1}

表 11-5 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2022 标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
A	1.58×10^{-2}	/	/	1.58×10^{-2}	2.5	达标
B	/	3.00×10^{-2}	4.53×10^{-1}	4.83×10^{-1}	2.5	达标
C	/	3.00×10^{-2}	4.53×10^{-1}	4.83×10^{-1}	2.5	达标
D	/	8.83×10^{-2}	5.59×10^{-1}	6.47×10^{-1}	2.5	达标
E	/	1.69×10^{-2}	2.31×10^{-1}	2.48×10^{-1}	2.5	达标
F	/	4.33×10^{-2}	7.08×10^{-1}	7.51×10^{-1}	2.5	达标
G	/	4.33×10^{-2}	7.08×10^{-1}	7.51×10^{-1}	100	达标

因此,本项目 X 射线数字成像检测设备在最大工况正常运行时,探伤铅房四侧和底部关注点辐射剂量率最大值为 $7.51\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$,顶棚外关注点辐射剂量率最大值为 $7.51\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$,则满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

11.2.3 局部贯穿辐射分析

X 射线数字成像检测设备的探伤铅房南防护墙西侧下方设置 1 个穿线孔，用于连通探伤铅房内装置与配电箱；探伤铅房顶棚西侧设置 1 个排风口，用于排风通向探伤铅房外。穿线孔与排风口均设置 5mm 铅防护罩。设计见附图 7。

X 射线数字成像检测设备有用线束朝北，穿线孔、排风口均有效避开了射线装置有用线束的方向，且穿线孔、排风口均设置与同侧屏蔽体防护当量相当的铅板防护罩，形成 L 型孔道。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经各类管道散射至探伤室墙外，经过管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。因此，本项目局部贯穿的布置方式不会破坏探伤铅房的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.4 人员受照剂量估算

1、年有效剂量计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{E-R} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-7）}$$

H_{E-R} ——年受照剂量，mSv/a；

D_r ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T ——居留因子；

t ——年受照时间，h/a。

2、居留因子的确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 A 表 A.1，不同场所与环境条件下的居留因子见表 11-7。

表 11-7 不同场所与环境下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑中的驻留区
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。

在本项目保护目标中：梅霖路、厂区道路、农田为偶然居留，居留因子取典型值 1/16；非机动车棚为部分居留，居留因子取典型值 1/4；其他保护目标为全居留，居留因子取 1。

2、估算结果

由于射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，同方向人员受照剂量仅需考虑与源点距离最近且居留因子最大的保护目标。利用表 11-2~11-5 的相关数据，本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见表 11-6。

表 11-6 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	源点与关注点距离 (m)	源点与保护目标距离 (m)	保护目标处辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间 (h/周)	周受照总剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	压铸车间检测室辐射工作人员	1	0.7	0.7	6.47×10^{-1}	9	5.82	450	2.91×10^{-1}
公众	梅霖路	1/16	1.6	6.3	1.60×10^{-2}	9	9.00×10^{-3}	450	4.50×10^{-4}
	农田	1/16	1.6	21.3	1.40×10^{-3}	9	7.88×10^{-4}	450	3.94×10^{-5}
	脱模剂区	1	1.8	3.5	4.18×10^{-3}	9	3.76×10^{-2}	450	1.88×10^{-3}
	非机动车棚	1/4	1.8	13.5	2.81×10^{-4}	9	6.32×10^{-4}	450	3.16×10^{-5}
	厂区道路	1/16	1.8	36.5	3.84×10^{-5}	9	2.16×10^{-5}	450	1.08×10^{-6}
	压铸区	1	1.2	5.9	2.00×10^{-2}	9	1.80×10^{-1}	450	9.00×10^{-3}
	机加工车间	1	1.2	20.9	1.59×10^{-3}	9	1.43×10^{-2}	450	7.16×10^{-4}
	宁波升泰休闲用品有限公司	1	0.7	8.4	4.49×10^{-3}	9	4.04×10^{-2}	450	2.02×10^{-3}

注：1、源点与保护目标距离=探伤铅房外边界与保护目标距离+源点与关注点距离-0.3m；

2、利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率。

3、压铸车间检测室辐射工作人员剂量计算取探伤铅房四侧最大剂量率。

根据表 11-6 计算可知，X 射线数字成像检测设备运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为 $2.91 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，周有效剂量为 $5.82 \mu\text{Sv}$ ；所致公众最大受照年有效剂量为 $9.00 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，周有效剂量为 $1.80 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}$ 。因此，工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25 \text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

11.2.6 非放射性污染环境影响分析

1、废气影响分析

X 射线数字成像检测设备在工作状态时，会使铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线数字成像检测设备探伤铅房顶棚西侧设置 2 个通风孔，配有轴流风机，总设

计风量 330m³/h，由于铅房总容积为 5.5m³，可估算出探伤铅房每小时通风换气为 60 次。本项目满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且臭氧在短时间内会自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响。

2、废水

辐射工作人员均来自公司现有人员，不涉及新增生活污水，现有生活污水经厂区污水处理设施处理达标后纳管排放，不对周围水环境造成影响。

3、噪声

本项目噪声源主要为铅房内排风系统噪声，设备选用低噪声设备，根据经验值噪声源强一般小于 65dB(A)。经距离衰减和实体屏蔽衰减作用，运行期间噪声影响很小。

4、固体废物

辐射工作人员均来自公司现有人员，不产生额外生活垃圾，现有生活垃圾经公司收集后交由当地环卫部门统一清运。

11.3 探伤铅房屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的规定，结合该公司探伤铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，探伤铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，探伤铅房与操作台分开；结合理论计算结果可知：探伤铅房防护门、各侧墙面及顶棚、底部的防护性能，均能满足辐射防护。

（2）由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受有效剂量能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

（3）该公司使用的探伤机在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，探伤铅房通过排风系统将臭氧和氮氧化物排出探伤铅房外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司 X 射线数字成像检测设备屏蔽能力均能达到管电压不大于 160kV、管电流不大于 3mA 的射线装置正常工作时的辐射防护要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

建设单位使用的射线装置属II类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

- (1) X 射线数字成像检测设备门-机联锁失效，可能使人员受到超剂量照射；
- (2) 维修时厂家维修人员和运行单位人员管理不当，探伤机发生异常出束，维修人员受到超剂量照射。

11.4.2 事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

(2) 建设单位需制定《X 射线数字成像检测设备操作规程》。凡涉及对设备进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(3) 每日检查防护门的门机联锁装置和工作状态指示灯等安全设施，确保在防护门关闭后，X 射线数字成像检测设备才能进行照射；

(4) 定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

(5) 建设单位新增辐射工作人员需到生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并自主学习，参加考核并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单后方可上岗。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，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。

本项目为建设单位首次开展核技术利用建设项目，目前处于筹建阶段。建设单位承诺尽快成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 辐射人员管理

(1) 个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应当长期保存。

(2) 辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《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》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）自主培训并参加考核取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位拟新增 2 名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护平台自主学习，考核合格后上岗，并按时每五年重新进行考核。参加培训和考核的类型为“X 射线探伤”。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

新增辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并长期保存，并每 2 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射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辐射安全和防护状况年度评估报告。辐射安全与防护状况年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，建设单位承诺将制定以下方面的管理制度：

辐射安全和防护保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线数字成像检测设备的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

X 射线数字成像检测设备安全操作规程：明确辐射工作人员资质条件要求、X 射线数字成像检测设备操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确数字成像检测系统探伤时的操作步骤，明确每次数字成像检测系统探伤工作前，操作人员应检查 X 射线数字成像检测设备的安全连锁、报警设备和警示灯等的性能，确保辐射安全措施的有效性。

设备检修维护制度：明确探伤装置及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保探伤装置及剂量报警仪等仪器设备保持良

好工作状态。重点是明确：每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

辐射工作人员岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员的岗位责任，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。

射线装置使用登记和台账管理制度：应记载 X 射线数字成像检测设备的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对探伤装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度，制定 X 射线数字成像检测设备的使用登记制度。

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。

人员管理制度：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测，公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，并做好岗前监测；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测制度：购置辐射监测仪器等设备，明确日常工作的监测项目和监测频次，监测方式有公司自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，并定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：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》（环发[2006]145 号文）的要求，公司应成立单位负责人为领导的辐射事故应急领导小组。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，包括演练模拟的故事情节；演练参与人员等。

自行检查和年度评估制度：定期对探伤设备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。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，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。

辐射安全档案管理制度：公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案长期保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且长期保存。公司应在工作场所醒目位置张贴《操作规程》、《辐射安全与防护保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》等制度，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。公司拟为辐射工作人员配置 2 台个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计，配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。

12.3.2 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不得超过三个月）送检。公司应建立剂量约束值和剂量评价制度，对受到超剂量约束值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案应当长期保存。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤铅房周围环境进行监测，并建立监测档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

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自行监测），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期建议每月 1 次。

③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。

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。

表 12-1 辐射监测计划

监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
周围剂量当量率	年度监测	探伤铅房顶棚、四侧墙体及防护门外 30cm 离地面高度 1m 处，操作台，电缆孔、通风孔以及四周环境保护目标	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）	1 次/年
	自主监测			1 次/月
	验收监测			竣工验收
个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	一般为一个月，最长不得超过三个月

12.3.5 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4 辐射事故应急

公司需制定《辐射事故应急预案》，制定《辐射事故应急预案》后，应制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，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（具体人员和联系电话）。
- （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。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。事

故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。建设单位必须加强管理，杜绝辐射安全事故的发生。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在压铸车间检测室购置 1 台 X 射线数字成像检测设备，对公司生产的汽车零部件进行无损检测。

(2) 项目位置

宁波久保传动机械有限公司位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号。西侧隔梅霖路为农田，西北侧为徐家竹桥，北侧和东侧为宁波北野拖拉机制造有限公司，南侧为宁波升泰休闲用品有限公司。

本项目拟建 X 射线数字成像检测设备置于压铸车间检测室使用，X 射线数字成像检测设备探伤铅房西侧 50m 内由近及远依次为梅霖路和农田；北侧 50m 内由近及远依次为脱模剂区、非机动车棚和厂区道路；东侧 50m 内由近及远依次为压铸区和机加工车间；南侧 50m 内由近及远依次为操作台、宁波升泰休闲用品有限公司；探伤铅房上方分别为检测室顶棚和压铸车间顶棚，均不上人；检测室下方无地下室。

(3) 项目布局及分区

建设单位拟将 X 射线数字成像检测设备探伤铅房内部区域划为控制区，将检测室划为监督区。控制区内不得有无关人员进入，在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；监督区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目 X 射线数字成像检测设备采用设备自带的防护铅房进行实体屏蔽。探伤铅房外尺寸为 2160mm（长）×1950mm（宽）×2292mm（高），东、南、西防护墙、防护门为 5mm 钢板+5mm 铅板，北防护墙为 5mm 钢板+8mm 铅板，顶棚与北防护墙相连的宽 335mm 部分为 6mm 钢板+8mm 铅板；其余部分为 5mm 钢板+5mm 铅板，底部与北防护墙相连的宽 500mm 部分为 6mm 钢板+8mm 铅板；其余部分为 6mm 钢板+5mm 铅板。探伤铅房内部和防护门上方均设有警示灯，并与 X 射线机联锁；防护门上有电离辐射警告标志和中文警示说明，采用电动移门，并设置门机联锁；探伤铅房内及操作台设置紧急停机按钮等；本项目拟配备 1 台

便携式 X-γ 剂量率仪、2 枚个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全措施后，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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

（5）辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/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。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目 X 射线数字成像检测设备在最大工况正常运行时，探伤铅房各侧屏蔽墙、防护门、顶棚及底部外关注点辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

（3）个人剂量影响预测结论

根据剂量估算结果，本项目所致辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

（4）非辐射环境影响分析结论

本项目少量臭氧和氮氧化物可通过排风装置和新风空调排出，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。项目不涉及新增生活污水且不产生额外生活垃圾。噪声源主要为铅房内排风系统噪声，设备选用低噪声设备，运行期间噪声影响很小。因此，本项目运行对周围环境影响较小。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

(2) 实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江省宁波市余姚市三七市镇梅霖路 8 号（幸福村），不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地（见附件 4），周围无环境制约因素。项目探伤铅房周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，符合国家产业政策，符合实践正当性原则，符合“三区三线”和生态环境分区管控动态更新方案相关要求，该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，建设单位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。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对探伤铅房以及探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全

管理体系,加强辐射安全教育培训,提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平,杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品;建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

(3) 建设单位应严格执行相关法律法规,落实有关规定,并及时更新完善,提高制度可操作性。

13.2.2 承诺

(1) 建设单位在本项目报批后,承诺及时向生态环境部门申领辐射安全许可证。

(2) 建设单位承诺在本项目 X 射线数字成像检测设备正式运行前根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023),在规定的验收期限内(一般不超过 3 个月),对配套建设的环境保护设施进行验收,编制竣工环境保护验收监测报告表。

(3) 本项目 X 射线数字成像检测设备达到使用年限或因其他原因报废时,将按法规要求对射线装置进行拆解去功能化处理,留存处置照片,并如实填写《射线装置报废登记表》,明确报废去向,确保报废装置不得再使用和转让。

(4) 一旦发生辐射事故,将在 2 小时内向当地生态环境部门、公安部门报告,若造成或可能造成人员超剂量照射的,同时向当地卫生行政部门报告,绝不迟报、瞒报、漏报。

(5) 严格按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等要求开展辐射监测,如实记录、上报监测数据,确保数据真实、完整、可追溯。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日