

报告编号：WKFHP-24068

核技术利用建设项目

台州市德重机械有限公司

X 射线数字成像检测设备新建项目

环境影响报告表

(送审稿)

台州市德重机械有限公司

2024 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

台州市德重机械有限公司 X 射线数字成像检测设备新建项目 环境影响报告表

建设单位名称：台州市德重机械有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海
明路 7 号

邮政编码：318000

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.....	13
表 8 环境质量和辐射现状.....	18
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	27
表 11 环境影响分析.....	32
表 12 辐射安全管理.....	41
表 13 结论.....	48
表 14 审批.....	51

表 1 项目基本情况

建设项目名称		台州市德重机械有限公司 X 射线数字成像检测设备新建项目			
建设单位		台州市德重机械有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号			
项目建设地点		浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号，10#车间内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		36	项目环保投资（万元）	12	投资比例（环保投资/总投资） 33%
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 ） 无新增
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 项目建设单位情况

台州市德重机械有限公司（以下简称“公司”）成立于 2020 年 9 月 2 日，注册地址为浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号（见附件 2）。公司主要从事汽车零部件的生产制造，公司营业执照详见附件 2。

公司租赁浙江和合环境资源有限公司位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号的 10#车间和 11#-2 车间（总建筑面积 6000m²）。台州市德重机械有限公司相关土地使用证明文件见附件 4。

公司于 2022 年 4 月委托浙江翠金环境科技有限公司编制完成了《台州市德重机械有限公司年产 100 万套新能源汽车配件及清洗机配件技改项目环境影响登记表》，同年 4 月 8 日，台州市生态环境局路桥分局对此项目进行备案《浙江省“规划环评+环境标准”清单式管理建设项目登记表备案受理书》（台路环备 2022-006），同意此项目实施。公司于 2024 年 6 月完成自主验收，验收意见见附件 5。

1.2 项目建设目的和任务由来

一、项目建设目的

为了保证公司的生产效率，提高公司生产力水平，提升产品质量和合格率，公司拟购置一台 UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备位于 10#车间内东北侧一层，对公司自生产的汽车零部件进行无损检测。本次环评仅涉及固定式探伤。

二、任务由来

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》：本项目 1 台 X 射线数字成像检测设备归入到“工业用 X 射线探伤装置”的范畴，属于 II 类射线装置。根据“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”，本项目 UNC160B108 型 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。对照生态环境部令第 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，台州市德重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，通过现场踏勘和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，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

本项目所在厂区位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号，公司拟在厂区 10#车间东北侧一层配置 1 台 UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备对公司自生产的汽车零部件进行无损检测。UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备为 II 类射线装置，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA。10#车间为单层建筑，高约 12m，部分区域

为二层建筑，无地下层。X 射线数字成像检测设备自带探伤铅房各侧屏蔽体不低于 5.38mmPb。经与建设单位核实，X 射线机技术参数详见表 1-1。

表 1-1 X 射线机技术参数

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	用途	主射方向
1	X 射线数字成像检测设备	II类	UNC160B108	1 台	160kV	3mA	室内探伤	西南侧，定向

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目所属厂区地理位置及外环境关系

台州市德重机械有限公司位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号，项目地理位置见附图 1。项目所在 10#车间东北侧隔聚金路为台州方特狂野大陆主题乐园；东南侧隔厂区道路为浙江荣达包装有限公司（9#车间）；西南侧为厂区道路；西北侧隔厂区道路为 11#车间（部分为公司租赁，其余由其他公司租赁）。10#车间周围环境关系见附图 2，10#车间周围环境实景见附图 5。

1.4.2 项目地理位置及外环境关系

本项目探伤铅房位于 10#车间东北侧一层，探伤铅房东北侧紧邻车间过道；东南侧紧邻车间过道；西南侧隔车间过道为固废和危废贮存间；西北侧隔车间过道为机加工区域；探伤铅房上层隔 1.5m 为二层库房，10#车间高约 12m，无地下室。探伤铅房平面布局图见附图 7。

本项目地理位置及外环境关系详见表 7-1。

1.4.3 环境保护目标

本项目固定式探伤环境保护目标主要为探伤铅房评价范围 50m 内活动的辐射工作人员及公众成员。

1.4.4 规划符合性分析

1、用地规划符合性分析

本项目位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号 10#车间，根据土地证载，本项目用地性质为工业用地（见附件 4），且周围无环境制约因素，符合土地利用规划。

2、“三线一单”符合性分析

根据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），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。本项目“三线一单”符合性判定情况如下：

(1) 生态保护红线

根据《台州市生态环境局关于印发台州市生态环境分区管控动态更新方案的通知》（台环发〔2024〕31号），本项目位于“ZH33100221003 台州湾循环经济产业集聚重点管控单元”。与台州市区生态保护红线分布图（见附图 11）比对，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《台州市生态环境局关于印发台州市生态环境分区管控动态更新方案的通知》（台环发〔2024〕31号），与台州市区陆域生态环境管控单元分类图（见附图 12）进行比对，项目位于“ZH33100221003 台州湾循环经济产业集聚重点管控单元”，该管控单元生态环境准入清单见表 1-2。

表 1-2 生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目。进一步调整和优化产业结构，逐步提高区域产业准入条件。重点加快园区整合提升，完善园区的基础设施配套，不断推进产业集聚和产业链延伸。合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	本项目为核技术利用建设项目，主要从事探伤作业，非生产型项目。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。实施工业企业废水深度处理，严格重污染行业重金属和高浓度难降解废水预处理和分质处理，加强对纳管企业总氮、盐	本项目为核技术利用项目，不属于三类工业，也不涉及污染物总量控制，本项目 X 射线数字成像检测设备不产生危险废物。	符合

	分、重金属和其他有毒有害污染物的管控，强化企业污染治理设施运行维护管理。全面推进重点行业VOCs治理和工业废气清洁排放改造，强化工业企业无组织排放管控。二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物全面执行国家排放标准大气污染物特别排放限值，深入推进工业燃煤锅炉烟气清洁排放改造。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。		
环境 风险 防控	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。相关企业按规定编制环境突发事件应急预案，重点加强事故废水应急池建设，以及应急物资的储备和应急演练。强化工业集聚区企业环境风险防范设施建设和正常运行监管，落实产业园区应急预案，加强风险防控体系建设，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制。	公司所在厂区边界均设有厂区围墙，公司拟制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。	符合
资源 开发 率要 求	推进重点行业企业清洁生产改造，大力推进工业水循环利用，减少工业新鲜水用量，提高企业中水回用率。落实最严格水资源管理制度，落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。	本项目不消耗碳资源，运行过程中会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经机械通风系统可排出探伤铅房外，臭氧可在环境中自动分解。	符合

综上，本项目建设能够符合“三线一单”的管控要求。

1.4.8 选址合理性分析

本项目建设地点用地性质为工业用地，固定式探伤评价范围为实体屏蔽边界外 50m 区域，评价范围内主要为厂内建筑物（生产车间、固废和危险废物暂存间、办公室等）和厂区道路。经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施对周围环境和公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

结合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）》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对公司自生产的汽车零部件进行无损检测，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，经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，本项目是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，公司之前未开展过任何辐射相关活动，不存在原有核技术利用项目许可情况。

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								

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	UNC160B108 (定向)	160	3	固定式探伤	10#车间内东北侧一层 探伤铅房	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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
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 (kg)	年排放总量 (kg)	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	探伤铅房：经机械通风装置排入大气中，臭氧短时间内可自动分解为氧气。

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，1989年12月26日通过；2014年4月24日修订，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》，主席令第二十四号，2002年10月28日通过；2003年9月1日起施行；2018年12月29日第二次修正；</p> <p>(3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，主席令第四十三号，1995年10月30日通过；2020年4月29日第二次修订，2020年9月1日起施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年6月28日通过，2003年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日国务院令第253号发布，2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005年9月14日国务院令第449号公布，2005年12月1日起施行，2019年3月2日第二次修订；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011年4月18日原环境保护部令第18号公布，2011年5月1日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006年1月18日原环境保护总局令第31号公布；2006年3月1日起施行；2021年1月4日第四次修正；</p> <p>(9) 《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，2017年12月5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》，原国家环境保护总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2023年12月27日国家发展和改革委员会令第7号公布，2024年2月1日起施行；</p> <p>(12) 《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，2020年11月5日通过；2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》，原环境保护部公告2017年第43号，2017年9月1日印发；</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，2019年12月24日印发；</p>
------	---

	<p>(15) 《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8月19日通过，2019年11月1日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省生态环境保护条例》，2022年5月27日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号通过，2022年8月1日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2011年10月25日浙江省人民政府令第288号公布；2011年12月1日起施行；2021年2月10日第三次修正；</p> <p>(18) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第388号，2011年12月18日公布；2012年2月1日起施行；2021年2月10日修订；</p> <p>(19) 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(2023年本)》的通知，浙江省生态环境厅，浙环发〔2023〕33号，2023年9月9日起施行；</p> <p>(20) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕18号，2024年3月28日印发；</p> <p>(21) 《台州市生态环境局关于印发台州市生态环境分区管控动态更新方案的通知》，台州市生态环境局，台环发〔2024〕31号，2024年5月8日印发。</p>
技术标准	<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)，2016年4月1日实施；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)，2003年4月1日实施；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)，2023年03月01日实施；</p> <p>(4) 《工业X射线探伤铅房辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及第1号修改单，2017年10月27日实施；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)，2020年4月1日实施；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)，2021年5月1日实施；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)，2021年5月1日实施。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书；</p>

(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。

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》（HJ10.1-2016）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），本项目评价范围为探伤铅房边界外 50m 范围，周围环境关系及评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目开展固定式探伤时主要环境保护目标为探伤铅房评价范围 50m 内活动的辐射工作人员和公众人员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目固定式探伤辐射工作场所主要环境保护目标

环境保护目标		人员规模	相对探伤铅房的方位	与探伤铅房边界最近距离 (m)	剂量约束值
辐射工作人员	控制台	2 人	西北侧	0.5	剂量约束值 ≤5mSv/a
公众人员	车间过道	约 2 人次/天	东北侧	紧邻	剂量约束值 ≤0.25mSv/a
	厂区道路	约 50 人次/天		4.5	
	车间过道	约 2 人次/天	东南侧	紧邻	
	厂区道路	约 50 人次/天		1	
	9#车间	约 30 人次/天		13	
	车间过道	约 5 人次/天	西南侧	紧邻	
	一般固废贮存间、危废贮存间	2 人		5	
	办公室	8 人		10	
	检验区	5 人		23	
	机加工区	8 人	西北侧	8	
	厂区道路	约 50 人次/天		42	
	库房	约 3 人次/天	正上方	4	

注：本项目探伤铅房正下方为土层。

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）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，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和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

(2) 剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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

B1.2.1 剂量限值

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；

(3) 剂量约束值

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

(4) 辐射工作场所的分区

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 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。

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，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。

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/T 250。

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。

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。

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

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求，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免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 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）、《工业 X 射线探伤铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

1、周围剂量当量率

根据《工业探伤放射防护标准》GBZ 117-2022 第 6.1.3 条款要求，本项目探伤铅房的四侧屏蔽体及防护门外 30cm 处、顶棚及防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

2、个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002 条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求，本项目个人年有效剂量控制水平如下：

A. 职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$;

B. 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

3、通风要求

根据《工业探伤放射防护标准》GBZ 117-2022 第 6.1.10 条款的要求，探伤铅房应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

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 地理位置

台州市德重机械有限公司位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号，项目地理位置见附图 1。项目所在 10#车间东北侧隔聚金路为台州方特狂野大陆主题乐园；东南侧隔厂区道路为浙江荣达包装有限公司（9#车间）；西南侧为厂区道路；西北侧隔厂区道路为 11#车间（部分为公司租赁，其余由其他公司租赁）。10#车间周围环境关系见附图 2，10#车间周围环境实景见附图 5。

8.1.2 场所位置

本项目探伤铅房位于 10#车间东北侧一层，探伤铅房东北侧紧邻车间过道；东南侧紧邻车间过道；西南侧隔车间过道为一般固废和危废贮存间；西北侧隔车间过道为机加工区域；探伤铅房上层隔 1.5m 为二层库房，10#车间高约 12m，无地下室。探伤铅房平面布局图见附图 7。

8.2 环境现状评价对象

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：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为辐射工作场所拟建址及其周围环境。

8.3 辐射环境质量现状

1、检测目的

通过现场检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。

2、检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

3、检测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况进行布点监测，主要针对探伤铅房拟建址评价范围内的主要建筑物与人员停留地进行布点，点位分布情况见图 8-1 和图 8-2，检测报告及检测资质证书见附件 6。

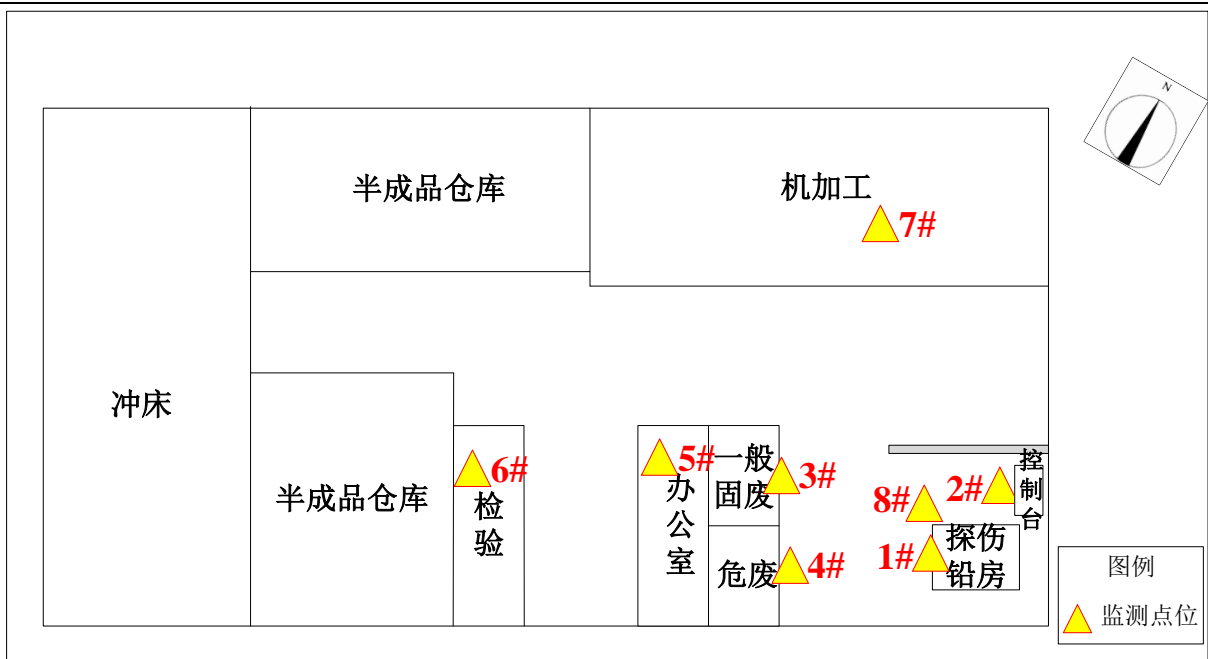


图 8-1 本项目探伤铅房监测点位

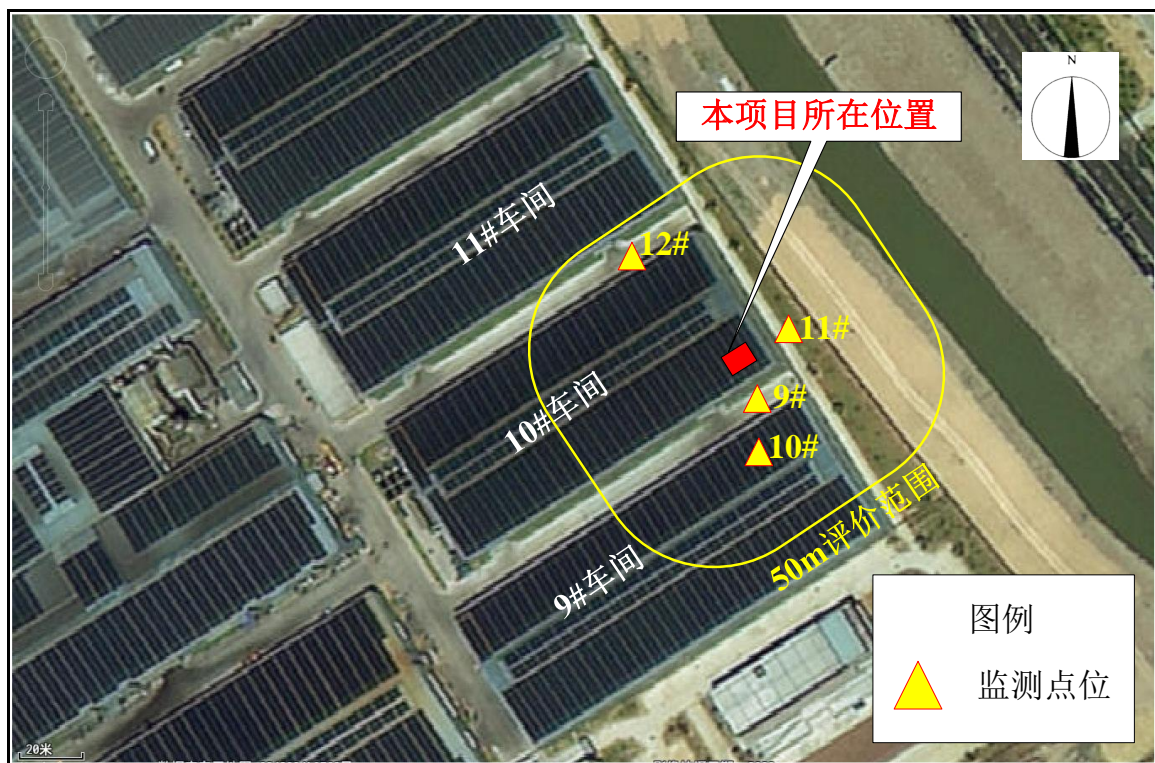


图 8-2 本项目探伤铅房监测点位分布图

4、检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2024 年 10 月 12 日；
- (3) 检测方式：现场检测；

- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测方法：仪器探头离地 1m，待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取数据。
- (6) 检测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：多云；室外温度：22℃；相对湿度：71%；
- (8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h；外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ ；外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2024H21-20-5106288001
检定有效期	2024 年 2 月 23 日~2025 年 2 月 22 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_f	1.04
探测限	10nSv/h

5、质量保证措施

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）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

- (1) 检测机构通过了计量认证。
- (2) 检测前制定了详细的检测方案及实施细则。
- (3) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- (4) 检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。
- (5) 检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有合格证书上岗。

(6) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(7) 现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

(8) 建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

(9) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

6、检测结果及分析

检测结果见表 8-2。

表 8-2 本项目探伤场所拟建址及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	探伤铅房所在位置	54	2	室内
2#	控制台	72	3	
3#	一般固废贮存间	54	1	
4#	危废贮存间	57	2	
5#	办公室	68	2	
6#	检验区	64	3	
7#	机加工区	71	2	
8#	库房 (探伤铅房上方)	65	1	
9#	厂区道路 (探伤铅房东南侧)	76	2	室外
10#	浙江荣达包装有限公司 (9#车间)	74	1	室内
11#	厂区道路 (探伤铅房东北侧)	73	2	室外
12#	厂区道路 (探伤铅房西北侧)	75	3	

注：①根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 中第 5.4 条款，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根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 中第 5.5 条款，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 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

③γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 31.3nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~8#、10#点位取 0.9，其余点位取 1。

本项目探伤工作场所拟建址室内检测点位的 γ 辐射剂量率范围为 54nGy/h~74nGy/h，室外检测点位的 γ 辐射剂量率范围为 73nGy/h~76nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，台州市道路上 γ 辐射剂量率在 50nGy/h~142nGy/h 之间，台州市室内 γ 辐射剂量率在 59nGy/h~200nGy/h 之间，可见本项目拟建设地址 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 施工期工程分析

本项目探伤铅房为 X 射线数字成像检测设备自带屏蔽设施，因此本项目施工期不涉及建筑施工，主要为 X 射线数字成像检测设备安装调试。设备安装调试阶段会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工作业范围有限，施工期较短，对周围环境产生的影响是短暂的。随着施工期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

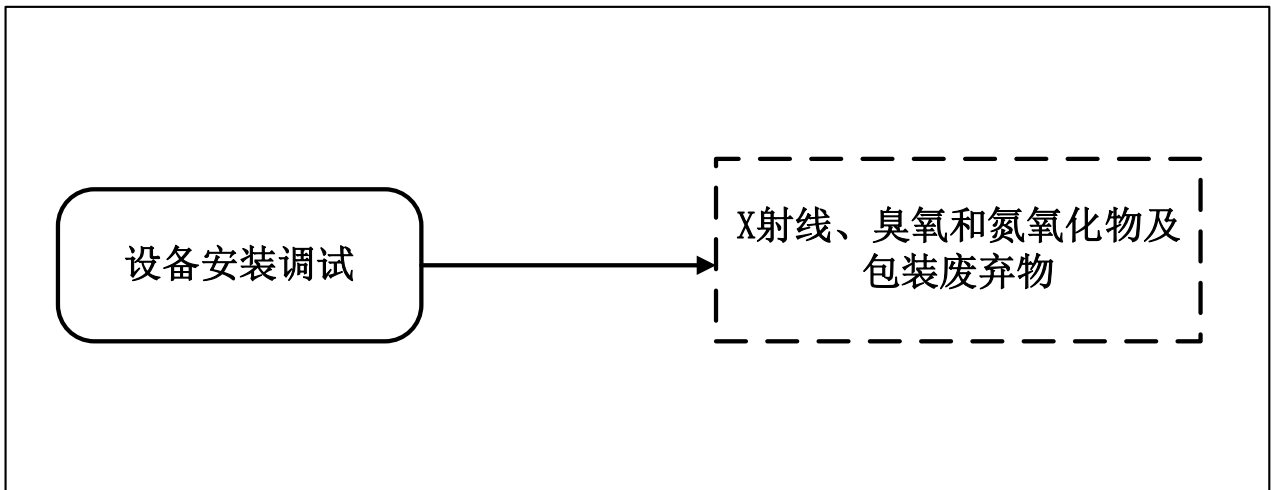


图 9-1 本项目施工期工艺流程及产污环节示意图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及作业方式

本项目 X 射线数字成像检测设备主要由机械传动系统、X 射线系统、探测器成像系统、图像处理系统、电气控制系统、射线防护系统组成，利用 X 射线与工业电视相配合，能够实时观测到工件的检测图像，从而判定内部是否存在缺陷及缺陷类型和等级，同时通过计算机图像处理系统完成对图像的存储和处理，以提高图像的清晰度，保证评定的准确性。设备外观参考示意图如下。

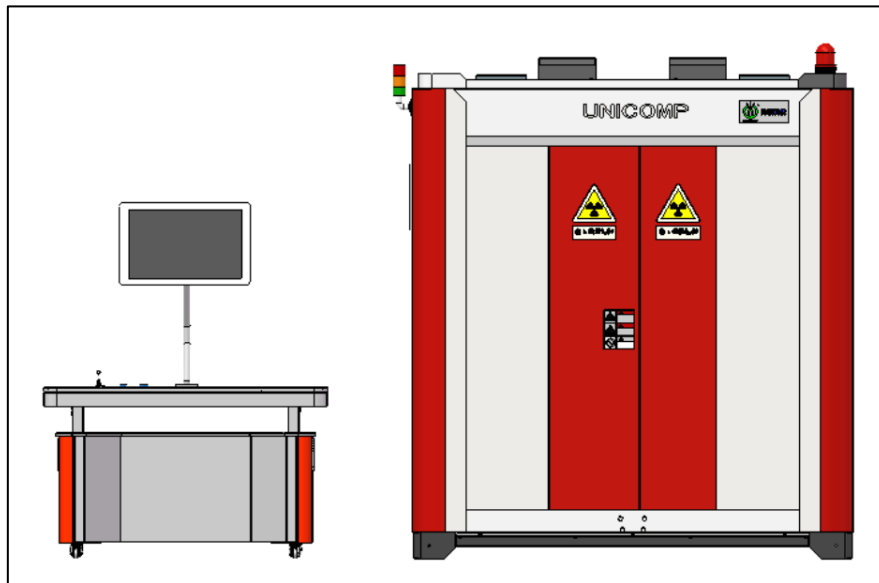


图 9-2 本项目 X 射线数字成像检测设备外观参考示意图

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。由射线机产生的射线对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 射线系统基本工作原理见图 9-3。

X 射线系统主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。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。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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

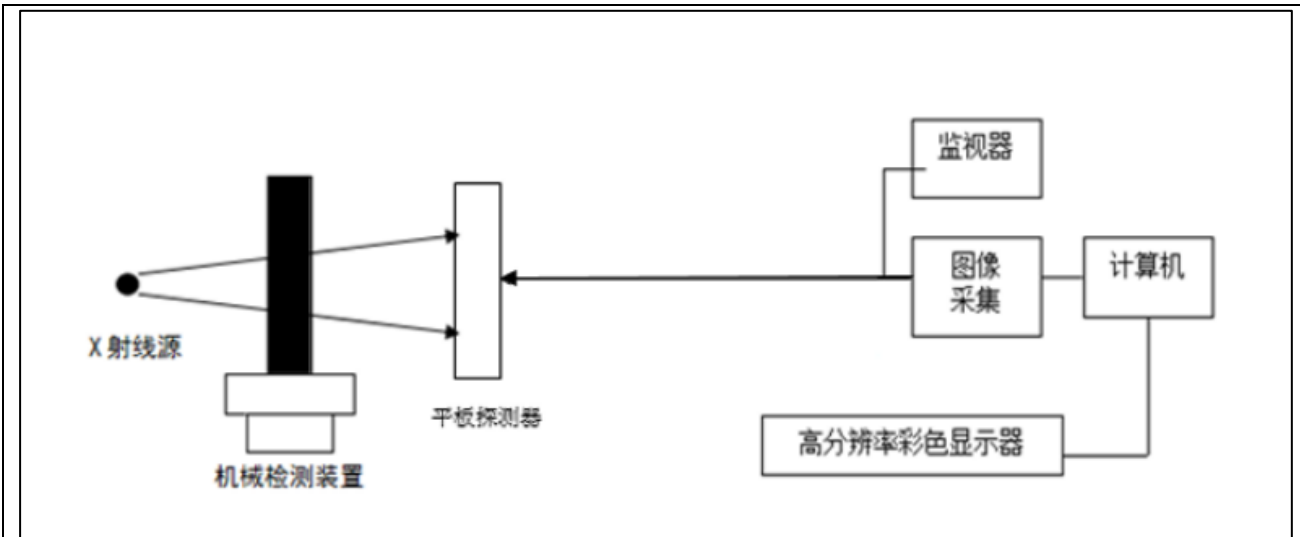


图 9-3 X 射线系统基本原理示意图

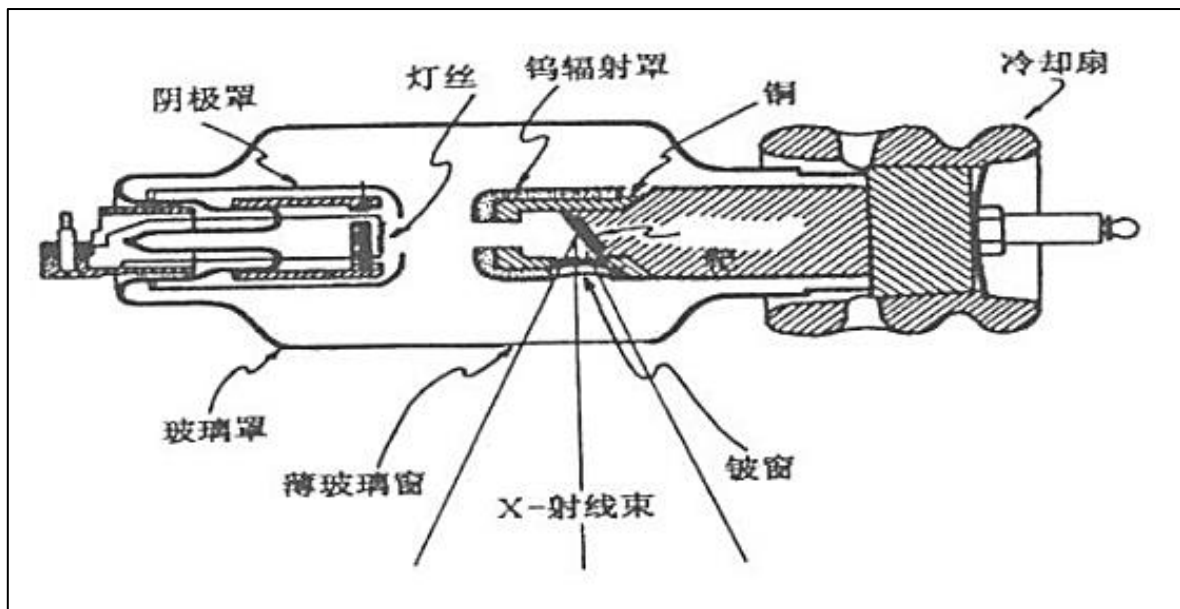


图 9-2 典型的 X 射线管结构

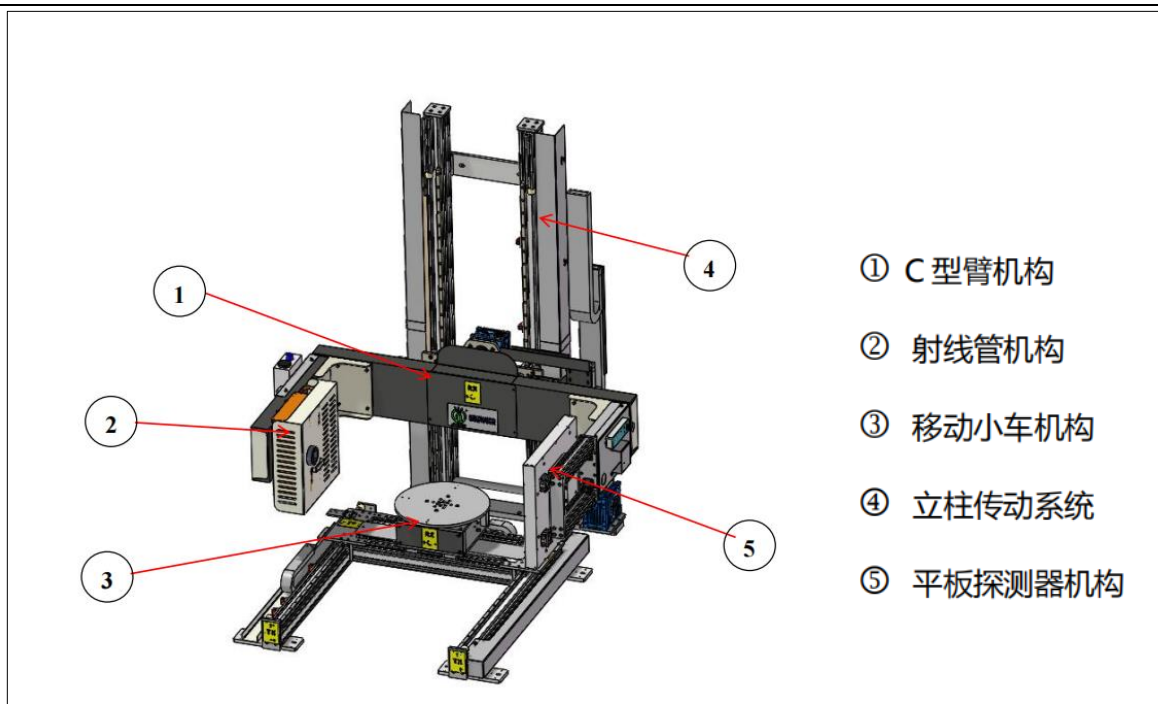


图 9-5 机械传动系统示意图

9.2.3 X 射线探伤流程及产污环节

确认探伤设备处于非工作状态下，由辐射工作人员将待检测工件放入探伤铅房内，后调整工件的位置，使得射线主要部分能够照射在工件上。工件摆放合适后由辐射工作人员关闭防护门，并确认安全连锁装置、工作指示灯等安全措施均能正常运行，方可开启 X 射线数字成像检测设备开始曝光。经实时成像，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。检测完成后关闭检测装置，关闭电源，由管件输送设备将工件运出。

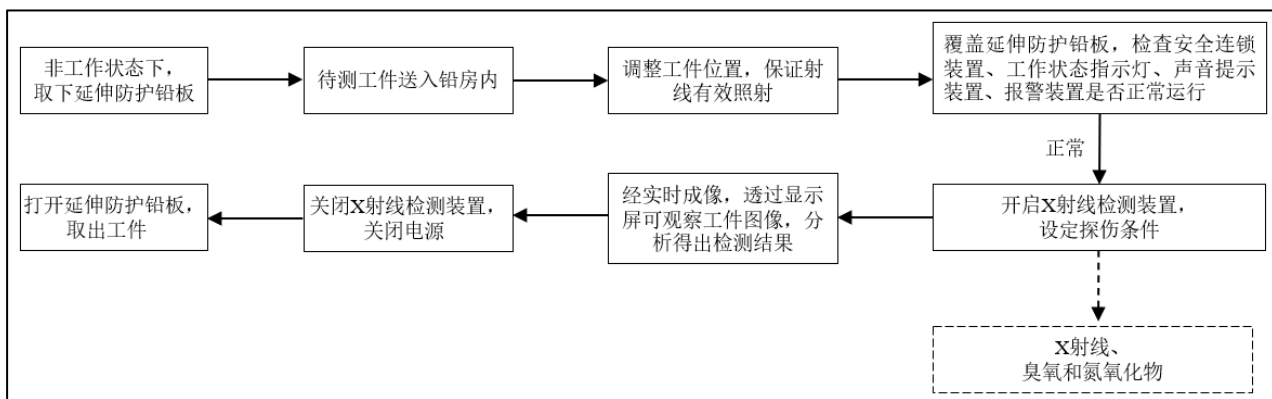


图 9-3 X 射线数字成像检测设备探伤工艺流程及产污环节示意图

9.2.4 工作负荷与人员配置计划

一、工作负荷

本项目运行期间，待检工件材质均为金属材料，在探伤铅房内开展固定式探伤。本项目

探伤工作详情见表 9-1，工作负荷详见表 9-2。

表 9-1 本项目探伤工件详情一览表

探伤场所	名称	材质	工件最大尺寸 (mm)	工件最大厚度 (mm)	检测方式
探伤铅房	汽车零部件	铝件	直径长 5~14	10	抽检

表 9-2 本项目探伤工作负荷情况一览表

探伤类型	工作场所	单次出束时间 (min)	周曝光时间 (h)	年曝光时间 (h)
固定式探伤	探伤铅房	1	24	1200

二、人员配置

公司拟为本项目配置 2 名辐射工作人员，为 1 个辐射工作小组（2 人/组）负责固定式探伤，岗位职责见表 9-3。辐射工作人员每天工作 8 小时，年工作 300 天，一班制。

表 9-3 本项目人员配备与岗位职责一览表

作业类型	人员数量	岗位职责
探伤铅房	2	2 名辐射工作人员于操作台处轮流负责探伤装置操作

9.3 污染源项描述

一、X 射线

由 X 射线数字成像检测设备的工作原理可知，X 射线随探伤装置的开、关而产生和消失。本项目 X 射线数字成像检测设备只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射，根据《工业 X 射线探伤铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）可得主要辐射源强见表 9-4。

表 9-4 本项目探伤设备辐射源强一览表

编号	设备名称	设备型号	有用线束/散射辐射的 X 射线距靶点 1m 输出量 ^① mGy·m ² /(mA·min)	距 X 射线管焦点 100cm 处漏射线所致周围剂量当量率控制值 ^② (μSv/h)
1	X 射线数字成像检测设备	UNC160B108	20.4	2.5×10 ³

注：①根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 中表 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；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备最大管电压为 160kV，由内插法得 160kV 时 X 射线距靶点 1m 输出量为 20.4mGy·m²/(mA·min)。

②根据 GBZ/T 250-2014 表 1，管电压为 160kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 2.5×10³μSv/h。

二、臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线固定探伤过程中，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性

本项目辐射工作场所位于厂区 10#车间内，由探伤铅房和控制台组成，本项目 X 射线数字成像检测设备不产生危废，各功能设施完善。

本项目探伤铅房净面积为 3.06m²，内尺寸为 1904mm（长）×1606mm（宽）×1863mm（高）。开展探伤时，有用线束固定朝向探伤铅房西南侧屏蔽体，控制台位于探伤铅房西北侧，故可避开有用线束照射方向。探伤铅房防护门门洞尺寸为 700mm（宽）×1648mm（高），探伤工件直径最大为 14mm，厚度最大为 10mm，故工件可方便出入探伤铅房且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求；探伤铅房防护门与屏蔽体搭接宽度上、下、左、右、中间分别为 55mm、55mm、35mm、35mm、65mm。探伤铅房东南侧设有 1 个电缆口，出线口直径为 45mm，出口外设置内夹 5mm 铅板的钢铅防护罩作为屏蔽补偿。探伤铅房顶部设有 2 个通风口，通风口直径为 155mm，出口外设置内夹 5mm 铅板的钢铅防护罩作为屏蔽补偿，通风量 330m³/h。

综上所述，本项目探伤工作场所的功能设计较为完善，可以满足固定式的基本配置需求。探伤铅房设计可满足探伤工件进出探伤铅房并于探伤铅房内进行探伤检测的要求；控制台已避开有用线束照射的方向并应与探伤铅房分开的要求；探伤铅房的布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款的要求；根据表 11 预测结果可知，探伤过程中产生的 X 射线经探伤铅房屏蔽防护及距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。因此，本项目各辐射工作场所布局具有合理性。

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。

根据两区划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，具体划分情况如下：

本项目固定式探伤工作场所分区详见下表，分区管理示意图见附图 9。控制区在探伤期间禁止无关人员入内，并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；监督区在探伤期间限制非辐射工作人员入内。

表 10-1 本项目固定式探伤工作场所分区管理一览表

固定式探伤工作场所	控制区	监督区
探伤铅房	探伤铅房内部	探伤铅房四侧屏蔽体外 1m 范围、控制台

10.1.3 辐射屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目 UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备探伤铅房屏蔽信息见表 10-2。

表 10-2 本项目探伤铅房屏蔽防护设计方案

项目		设计情况
探伤铅房规格	外尺寸	面积约为 4.37m ² ，尺寸为 2160mm（长）×2024mm（宽）×2292mm（高）
	内尺寸	面积约为 3.06m ² ，尺寸为 1904mm（长）×1606mm（宽）×1863mm（高）
东北侧、东南侧、西北侧屏蔽体及顶部		3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板，等效于 5.38mmPb
西南侧屏蔽体		3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板，等效于 8.38mmPb
底部		3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板，等效于 5.49mmPb
防护门	启动方式	电动推拉门
	门洞尺寸	700mm（宽）×1648mm（高）
	门体尺寸	385mm（宽）×1758mm（高），2 扇
	屏蔽防护设计	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板，等效于 5.38mmPb
	防护门与墙体搭接宽度	左右：35mm；上下：55mm；中间：65mm
电缆管道	探伤铅房东南侧设有 1 个电缆口，出线口直径为 45mm，出口外设置内夹 5mm 铅板的钢铅防护罩作为屏蔽补偿。	
通风口	探伤铅房顶部设有 2 个通风口，通风口直径为 155mm，出口外设置内夹 5mm 铅板的钢铅防护罩作为屏蔽补偿，通风量 330m ³ /h。	

注：①本项目探伤铅房东南侧屏蔽体外设有空间放置控制柜。

②查国家标准化指导性文件《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分:450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z41476.3-2022）表 4，插值得到 160 kV 下 5mm 钢的等效铅厚度为 0.38mm，6mm 钢的等效铅厚度为 0.49mm。

本项目探伤铅房屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，经理论预测，探伤铅房的四侧屏蔽体、顶部、底部、防护门外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 GBZ 117-2022 中 2.5μSv/h 的剂量限值要求，职业人员和周围公众年有效剂量均满足 GB 18871-2002 中剂量限值和本项目剂量约束值的要求。因此，本项目探伤铅房的辐射屏蔽防护设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤铅房投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

一、X 射线数字成像检测设备辐射安全防护措施

1、本项目探伤铅房后方外加空间以放置控制柜，所设控制柜门仅便对控制柜检修或调试，不具备人员停留条件。该铅房现已具备如下安全措施：

(1) 探伤铅房防护门已设置显示“预备”和“照射”状态指示灯和声音提示装置，并与探伤设备连锁，在门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。

(2) 探伤铅房防护门上贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。

(3) 探伤铅房内装有 1 个视频监控装置。

(4) 该台 X 射线数字成像检测设备所在车间设有监控装置以监视探伤设备周围人员活动情况与探伤设备运行状况。

(5) 探伤铅房内、探伤铅房外侧及控制台上各装有 1 个急停按钮。

2、控制台

(1) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

(2) 应设置紧急停机开关。

二、X 射线数字成像检测设备工作前检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见表 10-3。

表 10-3 本项目探伤工作前检查与维护内容

装置类型	类别	项目内容
X 射线数字成像检测设备	工作前检查	(1) X 射线数字成像检测设备外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (3) 安全连锁是否正常工作； (4) 报警设备和警示灯是否正常运行； (5) 螺栓等连接件是否连接良好。
	维护	(1) 使用单位应对探伤装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应有受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； (2) 设备维护包括探伤装置的彻底检查和所有零部件的详细检测； (3) 当设备有故障或损坏需要更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； (4) 应做好设备维护记录。

三、固定式探伤操作放射防护要求

1、工作人员进入探伤铅房时，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。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铅房，同时防止其他人进入探伤铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

2、固定式探伤工作人员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。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责

人报告。

3、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。

4、探伤工作人员应正确使用辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

5、在每一次照射前，操作人员都应检查探伤铅房防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；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。

四、探伤设施退役

1、本项目射线装置后期如报废，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

2、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。

3、清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

五、辐射监测仪器与防护用品配置

本项目共 2 名辐射工作人员，负责探伤铅房固定式探伤。本项目辐射防护设施配置计划见表 10-4，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

表 10-4 本项目辐射监测仪器与防护用品配置一览表

工作场所	辐射防护用品名称	单组配置	备注
探伤铅房	个人剂量计	2 枚	/
	个人剂量报警仪	2 台	/
	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	/
	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	各 1 套	探伤铅房防护门
	监视装置	1 套	探伤铅房内
	监视器	1 台	控制台处
	电离辐射警告标志和中文警示说明	若干	探伤铅房防护门处
	紧急停机按钮	3 个	探伤铅房内、探伤铅房外侧、控制台处
	机械通风装置	1 套	探伤铅房顶部
	门机联锁装置	1 套	探伤铅房防护门

本项目用于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，并取得相应证书。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。

10.2 三废的治理

本项目 X 射线数字成像检测设备作业状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线固定探伤作业开展时，探伤铅房顶部设有 2 个通风口，通风口直径为 155mm，装有轴流风机，通风量为 330m³/h，并于通风口外设置内夹 5mm 铅板的钢铅防护罩作为屏蔽补偿，该部分废气通过排风口排至探伤铅房外，对环境影响较小。探伤铅房净体积约 5.7m³，有效通风换气次数不低于 3 次，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤铅房应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

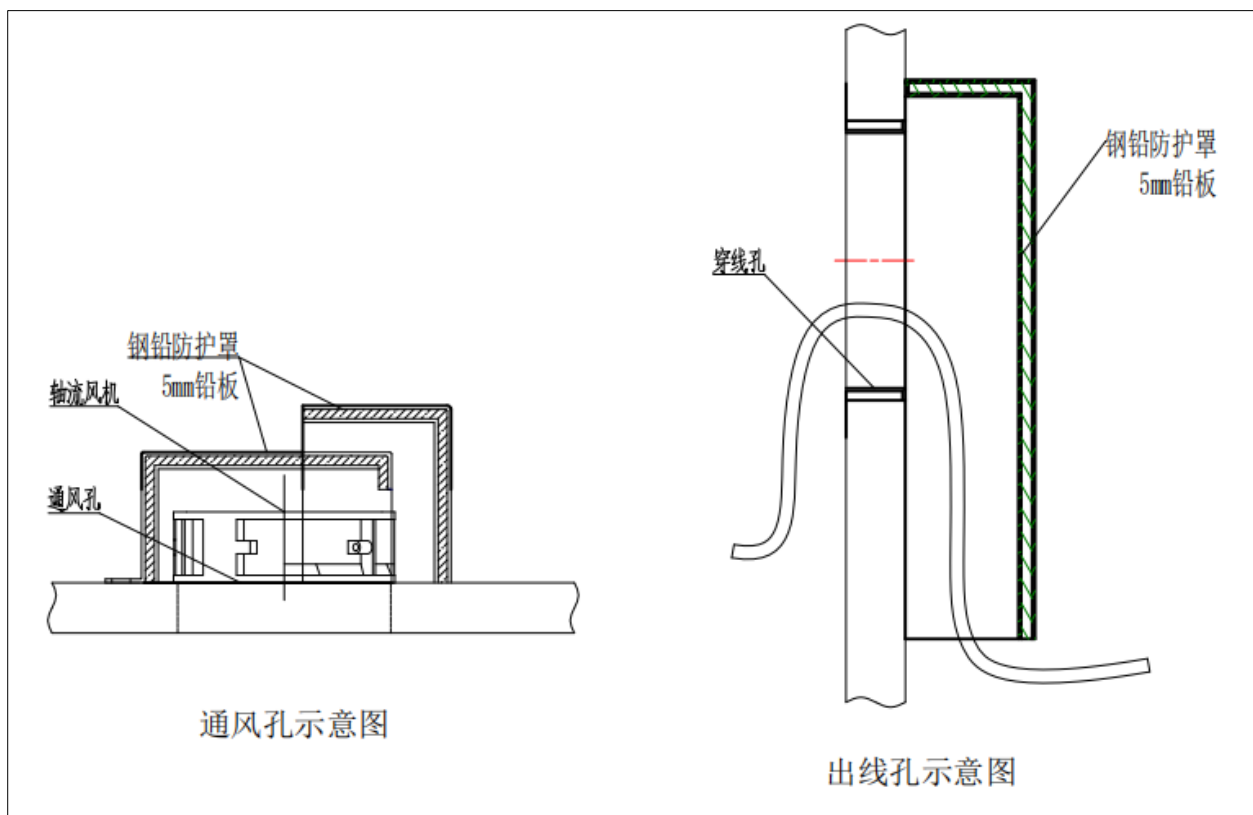


图 10-1 探伤铅房通风口、电缆口示意图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目探伤铅房为 X 射线数字成像检测设备自带屏蔽设施，因此本项目施工期不涉及建筑施工。

11.1.2 设备安装调试阶段

本项目 X 射线数字成像检测设备安装调试阶段对于环境主要影响为 X 射线、臭氧和氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装与调试均由专业人员在探伤铅房内进行，经过墙体的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其他固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测本项目辐射设备投入运行所引起的辐射环境影响，本项目依据《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中的计算方法进行理论计算。

11.2.1 探伤铅房辐射水平

一、预测工况

本项目 UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备有用线束朝向探伤铅房西南侧屏蔽体，探伤作业进行时靶点与探伤铅房东北侧屏蔽体距离约 0.45m；与东南侧屏蔽体距离约 0.94m；与西南侧屏蔽体距离约 1.55m；西北侧屏蔽体距离约 0.67m；与顶部距离约 0.56m；与地坪距离约 0.6m；与防护门距离约 0.8m。

综上所述，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”，因此，本次评价探伤铅房东北侧、东南侧、西北侧、顶部、底部及防护门均按泄漏辐射与散射辐射考虑。由于 X 射线数字成像检测设备有用线束朝向探伤铅房西南侧屏蔽体，未朝向顶部，故不考虑天空反散射。

二、预测点位

根据《工业 X 射线探伤铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，关注点通常为距探伤铅房外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤铅房一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。本项目场所辐射水平估算分别选取探伤铅房实体屏蔽体外 30cm 处作为关注点。关注点详情见表 11-1，关注点位分布见图 11-

1 和图 11-2。

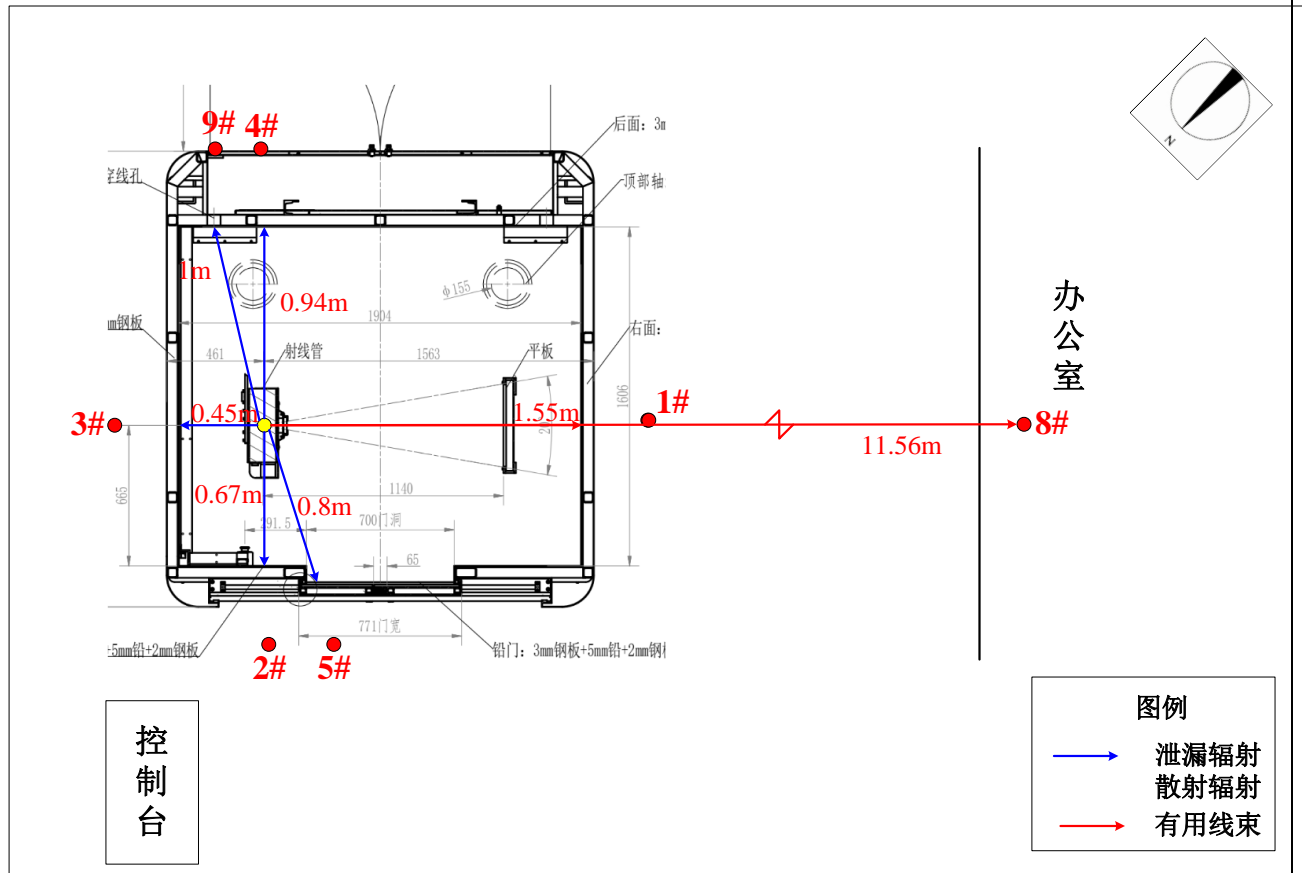


图 11-1 本项目探伤铅房预测点位平面示意图

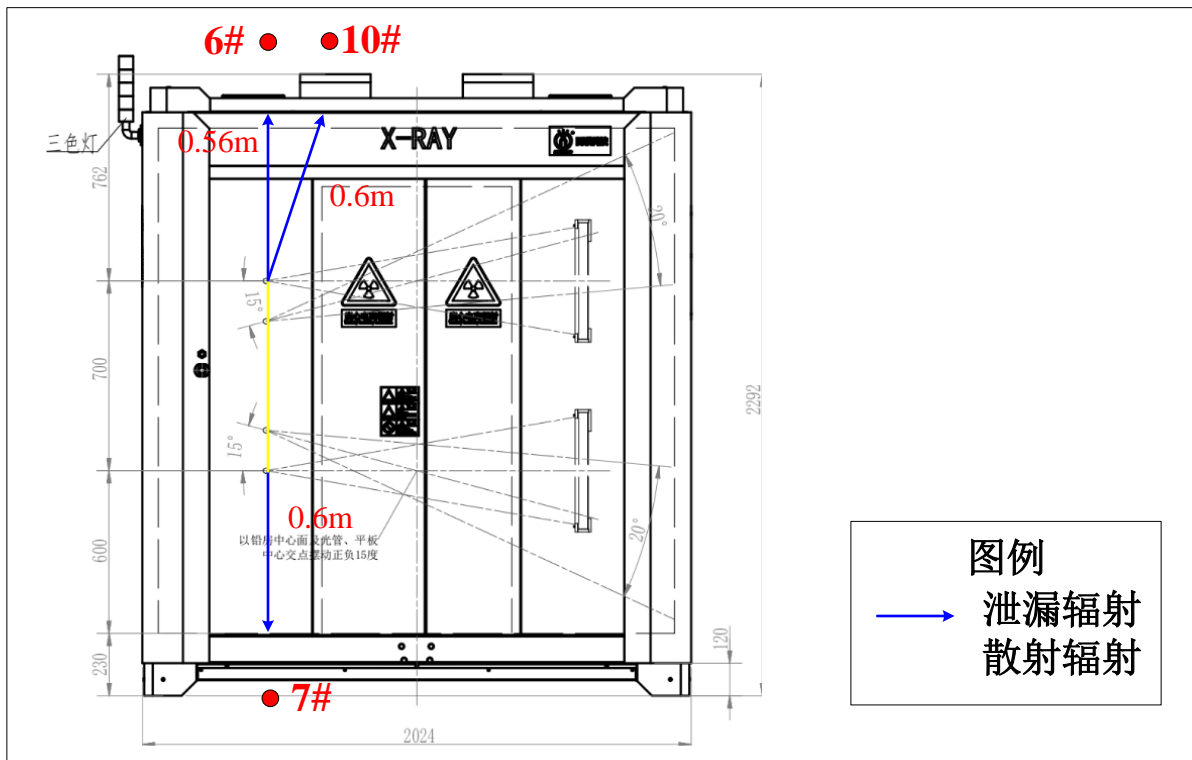


图 11-2 本项目探伤铅房预测点位剖面示意图

11-1 本项目探伤铅房关注点位一览表

关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m) ①	散射体至关注点的距离 Rs (m) ②	需屏蔽的辐射类型
1# 西南侧屏蔽体外 30cm 处	车间过道	1.86	/	有用线束
2# 西北侧屏蔽体外 30cm 处	控制台	0.98	0.98	泄漏辐射、散射辐射
3# 东北侧屏蔽体外 30cm 处	车间过道	0.76	1.26	泄漏辐射、散射辐射
4# 东南侧屏蔽体外 30cm 处	车间过道	1.25	1.25	泄漏辐射、散射辐射
5# 防护门外 30cm 处	车间过道	1.11	1.11	泄漏辐射、散射辐射
6# 顶部屏蔽体外 30cm 处	开放空间	0.87	0.87	泄漏辐射、散射辐射
7# 底部屏蔽体外 30cm 处	地面	0.91	0.91	泄漏辐射、散射辐射
8# 探伤铅房西南侧办公室内	/	11.56	/	有用线束
9# 东南侧穿线口 30cm 处	车间过道	1.31	1.31	泄漏辐射、散射辐射
10# 顶部排风口外 30cm 处	开放空间	0.91	0.91	泄漏辐射、散射辐射

注：①R（四面墙体）=探伤机辐射源点与墙体外侧最近距离+0.3m；R（顶棚）=探伤机辐射源点与顶棚外侧最近距离+0.3m；结果保留两位小数。
 ②Rs（四面墙体）=散射体与墙体外侧最近距离+0.3m；Rs（顶棚）=散射体与顶棚外侧最近距离+0.3m；曝光时源点距离散射体 0.5m；结果保留两位小数。

三、计算公式

1、有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-1) 计算：

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

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，单位为毫安 (mA)，本项目 UNC160B108 型和 X 射线数字成像检测设备对应取值为 3mA。

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，电压 150kV 以 2mm 铝为滤过条件时的 X 射线输出量为 $18.3\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，电压 200kV 以 2mm 铝为滤过条件时的 X 射线输出量为 $28.7\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，由内插法得电压 160kV 时的 X 射线输出量为

20.4mGy·m²/mA·min, 即 $H_0=1.22E+06\mu\text{Svm}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

B ——屏蔽透射因子, 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.2 曲线向外推, 160kV 穿过 8.38mm 铅板时的透射因子为 4.3E-09。

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m)。

2、泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-2) 计算:

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

式中:

B ——屏蔽透射因子, 根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$, 其中 X 为屏蔽层厚度, TVL 为什值层厚度, 依据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2, 当管电压为 150kV 时, 相应的 TVL 值为: 铅 0.96mm; 当管电压为 200kV 时, 相应的 TVL 值为: 铅 1.4mm; 由内插法得, 当管电压为 160kV 时, 相应的 TVL 值为: 铅 1.05mm。

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m);

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 射线探伤铅房辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1, $150\text{kV} \leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时, 为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

3、散射辐射

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} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-3) 计算:

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

式中:

I ——X 射线探伤装置在在高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA), 取值同上;

H_0 ——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 取值同上;

B ——屏蔽透射因子, 根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$, X 为屏蔽层厚度, TVL 为什值层厚度。根据 GBZ/T 250-2014 表 2, 本项目原始 X 射线为 160kV, 则 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV, 经查附录 B 表 B.2, 此时对应的什值层厚度 TVL 为: 铅 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（ $1m^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 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 GBZ/T 250-2014 中 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，本项目管电压为 160kV，保守取 $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ 因子取值为 50。

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

四、预测结果

根据公式（11-1）~（11-3），代入相关参数，本项目探伤铅房运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-2 和表 11-3。

表 11-2 XXG-3005 型 X 射线探伤机运行时探伤铅房各关注点位辐射剂量率预测结果一览表

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 ($\mu Sv \cdot m^2 /$ (mA·h))	B	R (m)	\dot{H} ($\mu Sv/h$)
1#西南侧屏蔽体外 30cm 处	8mm 铅板+5mm 钢板	3	1.22E+06	4.3E-09	1.86	4.55E-03
8#探伤铅房西南侧办公室内		3	1.22E+06	4.3E-09	11.56	1.18E-04
泄漏辐射剂量率预测结果						
关注点位	屏蔽材料	X/TVL (mm)	B	H_L ($\mu Sv/h$)	R (m)	\dot{H} ($\mu Sv/h$)
2#西北侧屏蔽体外 30cm 处	5mm 铅板+5mm 钢板	5.38/1.05	7.5E-06	2500	0.98	1.95E-02
3#东北侧屏蔽体外 30cm 处		5.38/1.05	7.5E-06		0.76	3.25E-02
4#东南侧屏蔽体外 30cm 处		5.38/1.05	7.5E-06		1.25	1.20E-02
5#防护门外 30cm 处		5.38/1.05	7.5E-06		1.11	1.52E-02
6#顶部屏蔽体外 30cm 处		5.38/1.05	7.5E-06		0.87	2.48E-02
7#底部屏蔽体外 30cm 处	5mm 铅板+6mm 钢板	5.49/1.05	5.9E-06		0.91	1.78E-02
9#东南侧穿线口 30cm 处	5mm 铅板	5/1.05	1.7E-05		1.31	2.48E-02
10#顶部排风口外 30cm 处	5mm 铅板	5/1.05	1.7E-05		0.91	5.13E-02

散射辐射剂量率预测结果						
关注点位	屏蔽材料	X/TVL (mm)	B	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	Rs (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2#西北侧屏蔽体外 30cm 处	5mm 铅板+5mm 钢板	5.38/0.96	2.5E-06	50	0.98	1.91E-01
3#东北侧屏蔽体外 30cm 处		5.38/0.96	2.5E-06		1.26	1.15E-01
4#东南侧屏蔽体外 30cm 处		5.38/0.96	2.5E-06		1.25	1.17E-01
5#防护门外 30cm 处		5.38/0.96	2.5E-06		1.11	1.49E-01
6#顶部屏蔽体外 30cm 处		5.38/0.96	2.5E-06		0.87	2.42E-01
7#底部屏蔽体外 30cm 处	5mm 铅板+6mm 钢板	5.49/0.96	1.9E-06		0.91	1.68E-01
9#东南侧穿线口 30cm 处	5mm 铅板	5/0.96	6.2E-06		1.31	2.64E-01
10#顶部排风口外 30cm 处	5mm 铅板	5/0.96	6.2E-06		0.91	5.48E-01

表 11-3 探伤铅房各关注点位辐射剂量率预测结果汇总表

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 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
1#西南侧屏蔽体外 30cm 处	4.55E-03	/	/	4.55E-03	2.5	达标
2#西北侧屏蔽体外 30cm 处	/	1.95E-02	1.91E-01	2.11E-01		达标
3#东北侧屏蔽体外 30cm 处	/	3.25E-02	1.15E-01	1.48E-01		达标
4#东南侧屏蔽体外 30cm 处	/	1.20E-02	1.17E-01	1.29E-01		达标
5#防护门外 30cm 处	/	1.52E-02	1.49E-01	1.64E-01		达标
6#顶部屏蔽体外 30cm 处	/	2.48E-02	2.42E-01	2.67E-01		达标
7#底部屏蔽体外 30cm 处	/	1.78E-02	1.68E-01	1.86E-01		达标
8#探伤铅房西南侧办公室内	1.18E-04	/	/	1.18E-04		达标
9#东南侧穿线口 30cm 处	/	2.48E-02	2.64E-01	2.89E-01		达标
10#顶部排风口外 30cm 处	/	5.13E-02	5.48E-01	5.99E-01		达标

注：本项目探伤铅房顶部设有两处排风口，且出口外均设置内夹 5mm 铅板的钢铅防护罩作为屏蔽补偿，故仅对距离源点最近的排风口进行预测。

根据以上预测结果可知，本项目 UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备在最大工况运行时，各关注点处辐射剂量率均不大于 2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”的要求。

11.2.3 人员受照剂量

一、计算公式

根据《工业 X 射线探伤铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）条款 3.1.1 中公式（1），人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点处周围剂量当量率，μSv/h；

t ——探伤装置年照射时间，h/a；

U ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目均取 1；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见表 11-4。

表 11-4 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	操作台、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	通道、休息区、仓库
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自NCRP144。

二、辐射工作人员年有效剂量

根据 11.2.1 对场所辐射水平的预测与本项目探伤设备的曝光时间，并考虑相关的居留因子计算了开展固定式探伤过程中工作人员的年有效剂量与周有效剂量，详情见表 11-5。

表 11-5 本项目固定式探伤辐射工作人员年有效剂量

场所位置	关注点	居留因子	周围剂量当量率 (μSv/h)	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周照射时间 (h)	周有效剂量 (μSv/周)
探伤铅房	控制台	1	2.11E-01	1200	2.53E-01	24	5.06

根据上表可知，辐射工作人员的受照剂量均满足 GBZ117-2022 中“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”的要求；满足辐射工作人员的

年剂量约束值（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ）的要求；满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员“剂量限值”（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ）的要求。

三、公众成员年有效剂量

结合本项目探伤铅房评价范围 50m 内的环境保护目标分布情况，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式，本项目探伤铅房、探伤铅房运行时周围公众及评价范围内其他代表性的环境保护目标年有效剂量与周有效剂量估算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目固定式探伤公众成员年有效剂量估算

关注点	居留因子	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周照射时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1#西南侧屏蔽体外 30cm 处 (车间过道)	1/4	4.55E-03	1200	1.37E-03	24	2.73E-02
3#东北侧屏蔽体外 30cm 处 (车间过道)	1/4	1.48E-01		4.44E-02		8.88E-01
4#东南侧屏蔽体外 30cm 处 (车间过道)	1/4	1.29E-01		3.87E-02		7.74E-01
5#防护门外 30cm 处 (车间过道)	1/4	1.64E-01		4.92E-02		9.84E-01
6#顶部屏蔽体外 30cm 处 (开放空间)	1/4	2.67E-01		8.01E-02		1.60E+00
8#探伤铅房西南侧办公室内	1	1.18E-04		1.42E-04		2.83E-03
9#东南侧穿线口 30cm 处 (车间过道)	1/4	2.89E-01		8.67E-02		1.73E+00
10#顶部排风口外 30cm 处 (开放空间)	1/4	5.99E-01		1.80E-01		3.59E+00

根据上表，本项目开展固定式探伤时，公众人员的受照剂量均满足 GBZ117-2022 中“关注点的周围剂量当量参考控制水平，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求；满足公众成员的年剂量约束值（公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ）的要求；满足 GB 18871-2002 中规定的公众成员“剂量限值”（公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）的要求。

本项目 50m 评价范围内其他环境保护目标均位于上述预测关注点更远的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的定律，可定性分析出本项目 50m 评价范围内其他环境保护目标的年有效剂量均可满足相关标准限值要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射风险识别与风险防范措施

本项目 X 射线数字成像检测设备仅在接通电源工作时可以产生 X 射线，因此最有可能发生的事故工况发生在使用阶段，具体见表 11-7。

表 11-7 X 射线探伤装置风险环节、风险识别及相应防范措施

风险环节	风险识别	防范措施
固定式探伤过程	<p>(1) X 射线数字成像检测设备进行探伤时，门-机连锁失效，致使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入探伤铅房，使其受到额外的照射。</p> <p>(2) 辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤铅房，外面人员启动 X 射线数字成像检测设备进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。</p> <p>(3) 操作人员违规操作，造成周围人员的非必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。</p> <p>(4) 维修设备时误出束，导致人员受照。</p>	<p>(1) 严格按照 GBZ 117-2022 中第 5.1.2 条款规定，每次探伤工作开始前，应检查探伤装置外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；安全连锁是否正常工作；报警设备和工作状态指示灯是否正常运行；螺栓等连接件是否良好；探伤铅房内安装的固定式场所辐射探测报警装置是否正常。只有确认探伤铅房内无人且门已关闭，所有安全措施起作用并给出启动信号后才能启动照射，避免发生误照射。同时，定期开展所有的连锁和紧急停机开关等相关检查工作。如存在安全隐患，应立即整改。</p> <p>(2) 严格按照 GBZ 117-2022 中第 5.1.3 条款规定，建设单位应每年至少维护一次探伤装置，设备的维护应由专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括探伤机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。同时，建设单位应做好设备维护记录。</p> <p>(3) 凡涉及对 X 射线探伤装置进行操作，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，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。</p>

11.3.3 应急处置预案

(1) 发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。

(2) 对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。

(3) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

(4) 分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的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；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。

12.1.1 机构设置情况

建设单位对 X 射线装置放射防护安全应负主体责任，须尽快发文明确《辐射防护安全管理机构及职责》，应包括如下内容：

(1) 建设单位应确认本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作；

(2) 辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明；

(3) 辐射防护领导机构应加强监督管理，建立并切实保证各项规章制度的实施。

12.1.2 辐射工作人员管理

一、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，本项目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>）报名培训考核并取得核技术利用辐射安全与防护考核 X 射线探伤成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时每五年重新进行考核，培训档案保留时限为长期保存。

二、个人剂量检测

个人剂量计需定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天），并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作 30 年。

三、职业健康体检

本项目所有辐射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康

标准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职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应进行离岗前的职业健康检查。建设单位应为辐射工作人员建立并长期保存职业健康档案。

本项目所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件的人员信息均需保持一致。

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》规定，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、射线装置使用登记制度等。

因此，本项目须在正式投入运行前，根据目前法律法规的要求，建设单位须制定相关辐射安全管理规章制度，并张贴上墙于操作间后认真落实。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目。针对本次新建项目，对各项制度的制定提出以下建议：

1、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，重点是明确探伤时的操作步骤，明确每次探伤工作前，操作人员应检查门-机安全连锁装置、个人剂量报警仪、工作状态指示灯等设备工作性能，确保辐射安全措施的有效性。

2、岗位职责

明确管理人员、探伤操作人员的岗位责任，使每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。

3、辐射防护和安全保卫制度

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。

4、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，每年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。

5、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。

6、监测方案

监测方案可分为辐射工作人员个人剂量监测方案与辐射环境监测方案。

(1) 个人剂量监测方案

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，应明确个人剂量计的佩戴和监测周期，并建立个人剂量档案。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。此外，建设单位应明确辐射工作人员职业健康监测，应落实上岗前、在岗期间的职业健康体检，职业健康体检合格者才能进入或继续辐射工作。建设单位应明确职业健康检查周期，建立辐射工作人员职业健康检查档案，并落实离岗辐射工作人员的离岗前职业健康检查。

(2) 辐射环境监测方案

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，监测方式有建设单位自主监测与委托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。

7、射线装置使用登记和台账管理制度

应记载本项目 X 射线数字成像检测设备的名称、型号、使用日期、操作人员、任务名称、曝光时间等事项，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，制定探伤装置的使用登记制度。

8、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，建设单位应成立单位负责人为领导的辐射事故应急小组。针对可能产生的辐射污染情况制定辐射事故应急制度，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。

9、自行检查和年度评估制度

定期对 X 射线探伤机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。

建设单位应在工作场所张贴《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》与《辐射事故应急预案》，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，建设单位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，严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，建设单位需制定辐射监测方案，包括个人剂量监测、探伤机检测、辐射环境监测。

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。

根据本项目射线装置使用特点，本次评价要求建设单位需配备 2 台个人剂量报警仪及 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，以上监测仪器按要求配备后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。同时，本次评价建议建设单位每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，定期对相关检测设备进行校正和维护。

12.3.2 个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计，并根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。建设单位应落实个人剂量监测（常规监测周期一般为 1 个月，最长不超过 3 个月）和职业健康检查（不少于 1 次/2 年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案交由专人保管。对于监测结果异常，建设单位应跟踪分析原因，优化实践行为。

12.3.3 场所环境监测

本项目正式投入使用后，建设单位须定期对探伤铅房、探伤铅房周围环境进行自主监测

与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

(1) 验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对核技术应用场所的的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

(2) 常规监测：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 8.3.4 条款要求：本项目探伤铅房、探伤铅房投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

(3) 年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，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。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

表 12-1 场所监测计划

场所名称	监测类型	监测因子	监测布点	监测频次	监测方式
探伤铅房	验收监测	周围剂量当量率	(1)探伤铅房四侧屏蔽体、防护门、顶部及底部外 30cm 处； (2)防护门门缝四周、穿线孔处 30cm； (3)操作台及人员常驻留位置。	验收期间，监测 1 次	委托监测
	常规监测			1 次/年	自行监测
	年度监测			1 次/年	委托监测

12.4 年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，建设单位应对本单位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。

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情况；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”辐射事故应急预案主要包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（明确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；
- （5）生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话；
- （6）编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

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预案，采取应急措施，明确事故类型，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，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。事故处理完毕后，单位须分析事故原因，吸取经验教训，采取相关措施以防类似事故重复发生。

本项目投入运行后，建设单位应做好以下工作：

（1）制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

（2）建设单位应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。

（3）建设单位应将本单位的应急预案报所在地生态环境主管部门备案，开展隐患排查并及时消除隐患，防止发生事故。

为降低事故发生概率，建设单位必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.6 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验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《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。

表 13 结论

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

本项目所在厂区位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路 7 号，公司拟在厂区 10#车间东北侧一层配置 1 台 UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备对公司自生产的汽车零部件进行无损检测。UNC160B108 型 X 射线数字成像检测设备为 II 类射线装置，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA。10#车间为单层建筑，部分区域为二层建筑，无地下层。所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动探伤。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

(1) 本项目探伤铅房屏蔽防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

(2) 本项目为 X 射线固定式探伤作业的开展配备符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求的相关辐射检测防护用品。

13.1.3 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

本项目各探伤装置在最大工况运行时，探伤铅房四侧墙体、顶部及底部外各关注点处辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求”。

(3) 个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目所致辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、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“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

(4) “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。

本项目 X 射线固定探伤作业开展时，探伤铅房顶部设有机械通风系统，该部分废气通过排风口排至探伤铅房外，对环境影响较小。

13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 建设单位拟按规定成立辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

(2) 本项目所有辐射工作人员均参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康体检，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。

(3) 建设单位拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定相关辐射安全管理规章制度，张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性分析结论

(1) 规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省台州市路桥区台州市金属资源再生产业基地海明路7号10#车间，根据土地证载，本项目用地性质为工业用地（见附件4），且周围无环境制约因素，符合土地利用规划。本项目符合台州市“三线一单”的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。同时，本项目探伤铅房评价范围50m内无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的建设符合相关规划要求，且选址合理可行。

(2) 产业政策符合性分析结论

结合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）》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

(3) 实践正当性分析结论

本项目实施的目的是为了对公司自生产的汽车零部件进行无损检测，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，经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，本项目是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

(4) 环保可行性结论

综上所述，本项目选址具有合理性，符合土地利用规划要求、符合“三线一单”要求、

符合产业政策要求、符合实践正当性原则，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，建设单位将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本项目投入运行后对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对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，严格执行相关法律法规，落实有关规定并及时更新完善。

13.2.2 承诺

(1) 建设单位承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 环评报批后，建设单位需及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

(3) 建设项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《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，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

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