

报告编号：WKFHP-25017

核技术利用建设项目

浙江金易达机械股份有限公司

X 射线实时成像检测系统项目

环境影响报告表

（公示稿）

浙江金易达机械股份有限公司

2025 年 10 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江金易达机械股份有限公司

X 射线实时成像检测系统项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江金易达机械股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：平湖市独山港镇聚福西路 661 号

邮政编码：

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.....	6
表 3	非密封放射性物质.....	6
表 4	射线装置.....	7
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6	评价依据.....	9
表 7	保护目标与评价标准.....	11
表 8	环境质量和辐射现状.....	16
表 9	项目工程分析与源项.....	20
表 10	辐射安全与防护.....	24
表 11	环境影响分析.....	28
表 12	辐射安全管理.....	36
表 13	结论与建议.....	42
表 14	审批.....	45

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江金易达机械股份有限公司 X 射线实时成像检测系统项目					
建设单位		浙江金易达机械股份有限公司					
法人代表			联系人		联系电话		
注册地址		平湖市独山港镇聚福西路 661 号					
项目建设地点		平湖市独山港镇聚福西路 661 号 5 号车间					
国民经济行业类别		C3670 汽车零部件及配件制造		建设项目行业类别		55-172 核技术利用建设项目	
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）		12	投资比例（环保投资/总投资）	12%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他				占地面积（m ² ）	5
拟投运日期		2025 年 11 月		是否开工建设		☒ 否 ☐ 是：_____	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
		☐ 使用	☐ I类(医疗使用) ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类				
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类				
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类				
	其他	/					

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

浙江金易达机械股份有限公司（以下简称“公司”）成立于 2008 年，公司注册地址为平湖市独山港镇聚福西路 661 号。公司主要业务为汽车零部件及配件制造。公司主体工程《浙江金易达机械股份有限公司新增 250 万套新能源汽车转向壳体及 250 万套新能源汽车空调壳体部件技改项目环境影响登记表（区域环评+环境标准）》于 2025 年 8 月取得嘉兴市生态环境局的同意（编号：嘉（平）备[2025]22 号）。

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 5 号车间建设 1 台 X 射线数字成像检测系统，对公司自生产的汽车零部件及配件进行无损检测。

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（原环境保护部部长信箱，2018 年 2 月 12 日）：“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，本项目 X 射线数字成像检测系统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，浙江金易达机械股份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的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在平湖市独山港镇聚福西路 661 号的 5 号车间（单层建筑、无地下室）建设 1 台 X 射线数字成像检测系统（由探伤铅房、X 射线装置管头组合体和操作台等组成，操作台位于探伤铅房北侧），采用实时成像，无需洗片，不产生废胶片、废显（定）影液及洗片废液等危险废物，设备型号为 UNC160，最大管电压 160kV，最大管电流 3mA，为Ⅱ类射线装置，对自生产的汽车零部件及配件等产品进行无损检测。

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

设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	主射方向	工作场所	备注
X 射线数字成像检测系统	Ⅱ	UNC160	1	160kV	3mA	西侧	5 号车间	新购

1.2 相关规划符合性分析

1.2.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江金易达机械股份有限公司 5 号车间，不新增土地。根据企业提供的不动产

权证（见附件4），本项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划。

1.2.2 与《平湖市生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

（1）生态保护红线

根据《平湖市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“浙江省嘉兴市平湖市独山港镇产业集聚重点管控单元（编号：ZH33048220004）”，属于产业聚集重点管控单元（见附图8）。与平湖市独山港镇“三区三线”图（见附图9）对比，本项目拟建址及评价范围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《平湖市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“浙江省嘉兴市平湖市独山港镇产业集聚重点管控单元（编号：ZH33048220004）”，属于产业聚集重点管控单元，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	1、优化产业布局 and 结构，实施分区差别化的产业准入条件。 2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，对不符合平湖市重点支持产业导向的三类工业项目禁止准入，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升。 3、提高电力、医药、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。 4、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。	本项目不属于三类工业项目。企业现有厂区周边已设置隔离带，确保居住环境安全和群众身体健康。	符合
污染物排放管控	1、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。 2、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，推动企业绿色低碳技术改造。 3、新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生	本项目为核技术利用项目，不涉及污染物总量控制。	符合

	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。 4、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，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。 5、加强土壤和地下水污染防治与修复。 6、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	1、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。 2、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，加强重点环境风险管控企业应急 预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机 制，加强风险防控体系建设。	本项目落实防控措施，公司按规定 编制环境突发事件应急预案，建立 隐患排查整治监管机制。	符合
资源 开发 率要 求	推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改 造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，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。	符合

综上，本项目的建设能够符合《平湖市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.2.3 与平湖市三区三线符合性分析

“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的空间，分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线，以保障农业空间、生态空间，限制城镇空间。根据平湖市独山港镇“三区三线”图（详见附图 9），本项目位于城镇开发边界内，因此符合平湖市三区三线相关要求。

1.2.4 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。

1.2.5 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对产品进行无损检测，从而提高产品质量，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合本项目剂量约束值的要求，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。本项目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，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》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.3 项目选址及周边环境保护目标

1.3.1 公司地理位置

浙江金易达机械股份有限公司位于平湖市独山港镇聚福西路 661 号。公司东侧隔聚福西路为浙江钛迹赛新材料有限公司；南侧为浙江林限定时装股份有限公司；西侧为田地；北侧隔创

业路为田地。地理位置详见附图 1，周围环境情况见附图 2。

1.3.2 项目周边环境概况

本项目探伤铅房位于企业厂区内 5 号车间，无地下室。探伤铅房东南侧约 1m 为生产车间、约 40m 为办公楼；西南侧约 25m 为厂区道路、约 35m 为 4 号车间；东北侧约 1m 为厂区道路、约 20m 为聚福西路；西北侧约 1m 为厂区道路、约 18m 为创业路、约 32m 为田地。

1.3.3 环境保护目标

参照《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）评价范围的相关规定，本项目射线装置为Ⅱ类射线装置，并且设置了专门的探伤铅房作为射线装置的实体屏蔽。因此，本次评价从偏安全的角度考虑，以探伤铅房边界 50m 的区域作为评价范围，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，评价范围示意图见附图 2。

1.3.4 选址合理性分析

本项目位于浙江金易达机械股份有限公司 5 号车间，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。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，为企业首次开展核技术利用项目。

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 射线数字成像检测系统	II	1	UNC160	160	3	内部缺陷检测	5 号车间	新购

（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	(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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (14)《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；
------	--

	(15)《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; (16)《浙江省生态环境厅关于发布<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》,浙环发[2024]67号,浙江省生态环境厅,2025年2月2日起施行; (17)《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; (18)《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; (19)《平湖市人民政府关于印发<平湖市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》,平政发[2024]23号,平湖市人民政府,2024年9月12日起实施。
技术标准	(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); (2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002); (3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022); (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; (5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019); (6)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); (7)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); (8)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021); (9)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)。
其他	(1)《辐射防护导论》,方杰主编; (2)公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。

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》(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外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况

场所位置	环境保护目标	方位	关注点名称	与探伤铅房边界最近距离(m)	人数	受照类型	年剂量约束值(mSv)
探伤铅房	辐射工作人员	北侧	操作台	紧邻	2	职业照射	5.0
	公众人员	东南侧	生产车间	1	约 10 人	公众照射	0.25
			办公楼	40	约 10 人		
		西南侧	厂区道路	25	约 20 人/d		
			4 号车间	35	约 10 人		
		东北侧	厂区道路	1	约 20 人/d		
			聚福西路	20	约 50 人/d		
		西北侧	厂区道路	1	约 20 人/d		
			创业路	18	约 50 人/d		
			田地	32	约 5 人		

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职业照射水平进行控制，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
职业人员	5.0mSv/a
公众人员	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/T 250-2014。

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 18871-2002 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 18871-2002 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。

6.2 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。

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

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

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

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。

3.1.2 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 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

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房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 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

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)。

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 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 等评价标准，确定本项目的管理目标。

①工作场所剂量率控制水平：四面墙体、底部及防护铅门外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；探伤铅房顶棚张角边缘存在办公楼，故探伤铅房顶棚外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②剂量约束限值：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。

③探伤铅房内通风要求：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 项目地理位置

浙江金易达机械股份有限公司位于平湖市独山港镇聚福西路 661 号。公司东侧隔聚福西路为浙江钛迩赛新材料有限公司；南侧为浙江林限定时装股份有限公司；西侧为田地；北侧隔创业路为田地。地理位置详见附图 1，周围环境情况见附图 2。

8.1.2 项目场所位置

本项目探伤铅房位于企业厂区内 5 号车间，无地下室。探伤铅房东南侧约 1m 为生产车间、约 40m 为办公楼；西南侧约 25m 为厂区道路、约 35m 为 4 号车间；东北侧约 1m 为厂区道路、约 20m 为聚福西路；西北侧约 1m 为厂区道路、约 32m 为田地。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.2 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。

8.2.3 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围环境进行监测布点。本项目受检场所 1 处，共布设 9 个监测点位，布点情况见图 8-1，监测报告及监测资质见附件 5。



图 8-1 本项目辐射工作场所周围环境监测点位图

8.2.4 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 监测时间：2025 年 5 月 12 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) 监测工况：辐射环境本底；
- (6) 天气环境条件：多云；室内温度：25℃，室外温度：27℃；相对湿度：66%。
- (7) 监测仪器

表 8-1 监测仪器设备参数

监测仪器	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：0.05μSv/h~99.99μSv/h 外置探头：0.01μSv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV 外置探头：60keV-1.3MeV
检定证书编号	2025H21-20-5773017001
检定证书有效期	2025 年 2 月 28 日~2026 年 2 月 27 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	1.06
探测限值	10nSv/h
注：检测期间使用外置探头	

8.2.5 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。

8.2.6 监测结果及评价

表 8-2 本项目探伤区域周围环境辐射环境监测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
#1	探伤铅房拟建址	76	1	室内
#2	生产车间	104	2	室内
#3	办公楼	64	2	室内
#4	西南侧厂区道路	86	2	室外
#5	4 号车间	73	1	室内
#6	聚福西路	71	2	室外
#7	西北侧厂区道路	77	3	室外
#8	创业路	85	2	室外
#9	田地	83	2	室外

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 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测点处宇宙射线响应值 25.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，3#点位取 0.8，1#、2#点位取 0.9，其余点位取 1；
- 4、监测点位见图 8-1~图 8-2。

由表 8-2 可知：本项目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 64nGy/h~104nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 71nGy/h~86nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，嘉兴市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 76nGy/h~271nGy/h，嘉兴市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 28nGy/h~117nGy/h。因此，本项目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 施工期工程分析

本项目 X 射线数字成像检测系统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 探伤设备的特点及作业方式

该系统由探伤铅房、X 射线装置管头组合体和操作台等组成，铅房主体包括铅房内和铅房外两部分，其中铅房内包括射线源、C 型臂、平板探测器、托盘、摄像头；铅房外包括系统电气控制柜、钥匙开关、开门按钮、关门按钮、工作警示灯、急停按钮。



图 9-1 X 射线数字成像检测系统示意图

本项目 X 射线数字成像检测系统属于一体化设计和制造的成套设备，将 X 射线源、探测器、图像处理单元、控制系统及机械结构高度集成于单一设备中，形成紧凑且功能完备的检测设备。同时设备本身为全封闭的铅防护房，内部衬有铅板，确保 X 射线被完全屏蔽在设备内部。设备还装有 X 射线数字成像软件，该软件不仅负责图像采集和处理，还直接控制设备的所有机械运动（如载物台的旋转、升降）、射线参数（如 kV、mA、时间）等，使其可以高效对工件进行无损探伤检测。

9.2.2 工作原理

本项目 X 射线数字成像检测系统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，由于轫致辐射而会产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

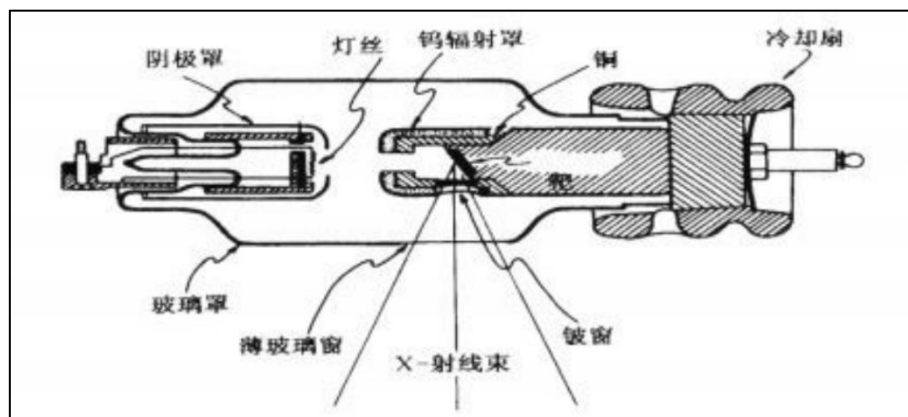


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

9.2.3 工艺流程及产污环节

（1）确认探伤设备处于非工作状态下，打开铅门，由辐射工作人员将待检测工件放置于探伤铅房内的检测平台上；

（2）通过操作台控制面板调整悬臂、平板与检测平台的位置，X 射线探伤机随悬臂上下升降范围为 700mm，X 射线探伤机的张角为 15° ，有用线束朝西侧照射；

（3）关闭铅门，确认安全联锁装置、指示灯均能正常运行，工作人员开启高压，开始曝光；

（4）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 will 将数据存储；

（5）检测完成后关闭检测装置，关闭 X 射线机电源，开启铅门，将工件从检测平台上取下，完成一轮探伤。

（6）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。

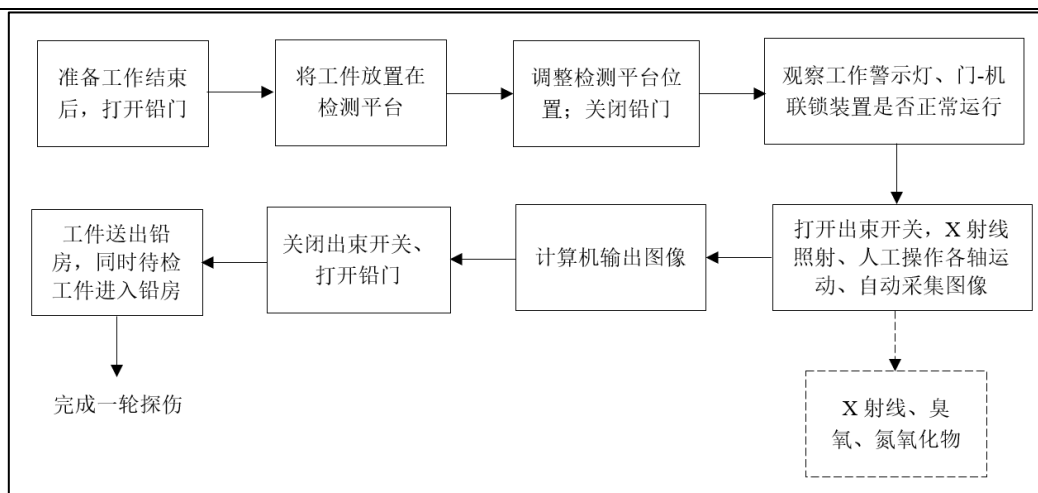


图 9-3 操作流程及产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置 1 台 X 射线数字成像检测系统，属于Ⅱ类射线装置，探伤铅房工件门设于铅房北侧，工件由人工运送至平台上。X 射线管射线主射方向为铅房西侧。

本项目探伤工件为汽车零部件，材质为钢铁，最大尺寸为 $\Phi 600\text{mm} \times 800\text{mm}$ 。本项目拟配 2 名辐射工作人员，由企业现有工作人员经考核合格后上岗，每年工作 300 天（50 周）。单个工件出束时间约 3min，年检测工件 20000 个，X 射线数字成像检测系统年出束时间为 1000h，周出束时间为 20h。

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 射线数字成像检测系统最大管电压 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，主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

表 9-1 本项目 X 射线数字成像检测系统源项分析结果汇总表

序号	名称	工作场所	最大管电压/电流	主射线或散射 线源项（距辐射源点1m处输出量）	漏射线源项（辐射源点1m处泄漏辐射剂量率）	数据来源
1	X射线数字成像检测系统	5号车间	160kV/3mA	$20.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{min})$,	2500 $\mu\text{Sv/h}$	主射线或散射线源项根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录B中表B.1；漏射线源项根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表1。

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, 150kV 管电压在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $18.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 200kV 管电压在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 内插得管电压 160kV 在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $20.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 即 $1.22\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

2、臭氧和氮氧化物

X 射线数字成像检测系统在开机状态下, 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。本项目 X 射线数字成像检测系统探伤铅房内顶部设有通风口, 配有风机, 排风口设置 5mm 铅板防护罩, 排风扇通风量为 $330\text{m}^3/\text{h}$, 铅房净体积约为 6m^3 , 每小时有效通风换气次数约为 55 次, 满足不小于 3 次的要求。

9.3.2 运行期事故工况污染源项

根据建设单位 X 射线数字成像检测系统的使用特点, 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 射线数字成像检测系统门-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。

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

本项目辐射工作场所位于 5 号车间，由探伤铅房和操作台组成，各功能设施完善。

本项目探伤铅房净面积约为 3.2m²，内尺寸为 1606mm（长）×2001mm（宽）×1863mm（高）。探伤铅房北侧有一扇工件门，门洞的尺寸为 700mm（宽）×1648mm（高），门的尺寸为 771mm（宽）×1758mm（高），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。本项目操作台位于探伤铅房北侧，X 射线实时成像系统运行时有用线束朝向探伤铅房西侧，故操作台可避开有用线束直射。探伤铅房东侧防护墙设有电缆走线口，开口上罩有 5mm 的铅板防护罩。通风口位于铅房顶部，开口上罩有 5mm 的铅板防护罩，排风扇通风量为 330m³/h。

因此，本项目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 射线数字成像检测系统探伤铅房内部区域划为控制区，将探伤铅房控制台及铅房四周 1m 内的区域划为监督区。

在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入，在探伤铅房工件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。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据设计资料，本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅房，设计外尺寸为 2160mm（长）×2024mm（宽）×2292mm（高）；屏蔽体设计外侧采用钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接而成的框架，其中西侧屏蔽体（主射面）拟铺贴 5mm 钢板+8mm 铅板，其余屏蔽体拟铺贴 5mm 钢板+5mm 铅板；工件门拟采用 5mm 钢板+5mm 铅板门。探伤铅房屏蔽防护设计汇总如表 10-1。

表 10-1 探伤铅房屏蔽防护设计汇总

项目		屏蔽防护设计方案
X 射线数字成像检测系统	外尺寸	2160mm（长）×2024mm（宽）×2292mm（高）
	内尺寸	1606mm（长）×2001mm（宽）×1863mm（高）
	西侧屏蔽墙体（主射面）	3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板
	其余面	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
	工件门（设于铅房北侧）	门洞的尺寸为 700mm（宽）×1648mm（高），门的尺寸为 771mm（宽）×1758mm（高），工件门为 5mm 钢板+5mm 铅板（门与墙体左右搭接各为 35.5mm，上下搭接各为 55mm）
	电缆	电缆走线口位于铅房东侧，开口上罩有 5mm 的铅板防护罩
	排风	通风口位于铅房顶面，开口上罩有 5mm 的铅板防护罩，排风扇通风量为 330m³/h
注：钢的密度不低于 7.85g/cm³，铅的密度不小于 11.3g/cm³。由于钢板防护能力较弱，故本项目理论预测只考虑铅板的铅当量，不考虑钢板的防护。		

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 射线数字成像检测系统投入使用前，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 射线数字成像检测系统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，工件门关闭后才能进行探伤作业，如工件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）探伤铅房东侧屏蔽体外设有 1 个设有显示“预备”和“照射”状态的三色灯，且与射线源联锁，用于显示设备工作状态。在探伤铅房外醒目位置处有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

（4）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和铅房周边环境安全。

（5）探伤铅房工件门上有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

（6）X 射线数字成像检测系统设置 2 个紧急停机按钮（探伤铅房北侧屏蔽体内 1 个，操作台 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

（7）X 射线数字成像检测系统探伤铅房内顶部设有通风口，内有排风扇，排风口设置 5mm 的铅板防护罩，排风扇通风量为 330m³/h，每小时有效通风换气次数为 55 次，满足不小于 3 次的要求。

（8）X 射线数字成像检测系统探伤铅房墙体东侧设有专用电缆口，连通配电箱，电缆口处

设置 5mm 的铅板防护罩。

(9) X 射线数字成像检测系统探伤铅房内南侧墙体设有警示灯。

(10) 本项目使用的探伤装置铅房非典型探伤室，且铅房体积小，正常情况下不进入，因此，本项目 X 射线数字成像检测系统可不安装固定式剂量率监测报警装置。

2、探伤工作场所拟设置辐射安全与防护措施

(1) 作业场所张贴操作规程等相关规章制度，操作人员严格按照操作规程进行操作。

(2) 利用便携式 X- γ 辐射剂量率监测仪器，定期按照监测计划监测铅房表面、周围区域以及操作位处辐射剂量率，做好监测记录，存档备查。

(3) 对每名辐射工作人员应配备个人剂量计，定期送有资质单位进行监测（每 90 天送检一次），随时掌握受照剂量，使辐射工作人员受到的辐射附加剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）标准要求。

(4) 进入作业环境，辐射工作人员应佩戴个人剂量报警仪。当辐射水平超过设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警，辐射工作人员应立即离开工作场所，同时阻止其他人员进入场所，并立即向辐射防护负责人报告。

3、避免人员误入探伤铅房内的措施

(1) 辐射工作场所划分控制区和监督区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入，在探伤铅房工件门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。

(2) 探伤作业前，辐射工作人员通过探伤铅房内的监控视频，确保探伤铅房内无人员滞留。

(3) 探伤铅房设置有门-机联锁装置，工件门关闭后才能进行探伤作业，如工件门在作业过程中被误打开，则系统自动关闭并停止出束。

4、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 射线数字成像检测系统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 射线数字成像检测系统的设备维护负责，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 射线数字成像检测系统的彻底检查和所有制动铝合金的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏，需更换制动铝合金时，应保证所更换的制动铝合金为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

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 射线数字成像系统，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

本项目采用实时成像，无需洗片，不产生废胶片、废显（定）影液及洗片废液等危险废物。X 射线数字成像检测系统在工作状态时，会使铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。X 射线数字成像检测系统探伤铅房设有排风系统，总设计风量 330m³/h，探伤铅房净体积约为 6m³，通风换气次数每小时 55 次，废气再由车间排风系统引到车间外。

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 射线数字成像检测系统位于 5 号车间，设备为整体外购，自带防护铅房，因此无土建施工期影响。

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。在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，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 射线数字成像检测系统为整体外购，自带防护铅房。因此调试阶段 X 射线经过铅房屏蔽后，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 射线数字成像检测系统工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。为分析预测 X 射线数字成像系统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 射线数字成像系统最大工况运行。

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西侧防护墙屏蔽性能按有用线束进行考虑，其余墙体、工件门等屏蔽性能均按泄漏辐射和散射辐射进行考虑。同时，本项目顶面上方为车间顶棚，顶棚剂量率贡献值较小，故不考虑天空反散射对周围环境的影响。

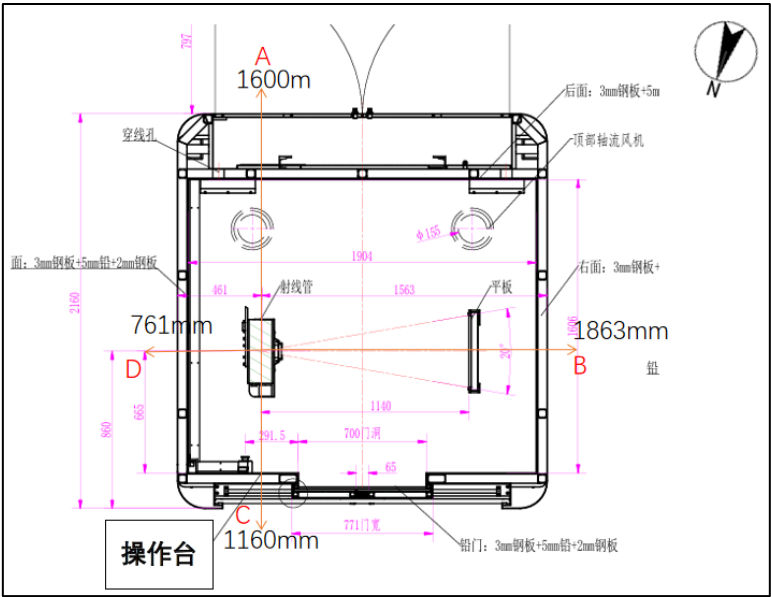


图 11-1 本项目探伤铅房预测点位平面示意图（单位：mm）

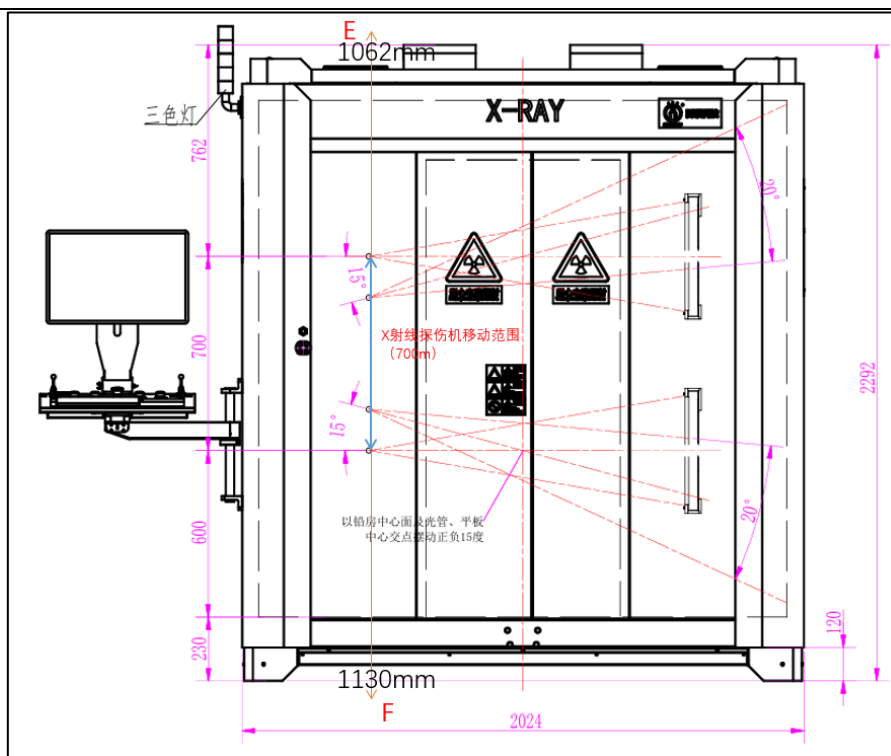


图 11-2 本项目探伤铅房预测点位剖面示意图 (单位: mm)

11.2.1 关注点的选取

表 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)	散射体至关注点的距离 Rs (m)	需屏蔽的辐射源
A	探伤铅房南侧防护墙外 30cm 处	1.60	1.3	泄漏辐射、散射辐射
B	探伤铅房西侧防护墙外 30cm 处	1.86	/	有用线束
C	探伤铅房北侧防护墙外 30cm 处	1.16	0.86	泄漏辐射、散射辐射
D	探伤铅房东侧防护墙外 30cm 处	0.76	1.30	泄漏辐射、散射辐射
E	探伤铅房顶棚防护墙外 30cm 处	1.06	0.96	泄漏辐射、散射辐射
F	探伤铅房底部防护墙外 30cm 处	1.13	1.03	泄漏辐射、散射辐射

注:

- 1、R=源点与屏蔽体外侧距离+0.3m, Rs 为散射体与屏蔽体外侧距离+0.3m, 结果向下保留一位小数;
- 2、探伤铅房工件门的防护水平和该侧屏蔽体防护水平相同, 故不做预测。

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/T250-2014), 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《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, 150kV 管电压在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $18.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 200kV 管电压在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 内插得管电压 160kV 在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $20.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 即 $1.22\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

B——屏蔽透射因子; 查 GBZ/T 250-2014 图 B.1, 当管电压为 150kV 时, 外延得 8mm 铅的透射因子为 $1.3\text{E}-08$, 当管电压为 200kV 时, 外延得 8mm 铅的透射因子为 $1.9\text{E}-07$, 内插得当管电压为 160kV 时, 8mm 铅的透射因子为 $4.9\text{E}-08$;

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。

(2) 泄漏辐射和散射辐射

①泄漏辐射屏蔽

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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.2 的相应值, 确定泄漏辐射的 TVL, 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, 内插得当管电压为 160kV 时, 相应的 TVL 值为: 铅 1.05mm, 按式 11-3 计算;

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

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 $200\text{kV} \geq X$ 射线管电压 $\geq 150\text{kV}$ 时, $\dot{H}_L$ 取值 $2500\mu\text{Sv/h}$ 。

②散射辐射屏蔽

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 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按照式 (11-4)

计算:

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

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), 本项目取值 3mA;

H₀——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, μSv·m²/ (mA·h), 以 mGy·m²/ (mA·min) 为单位的值乘以 60000 (1Gy=1Sv), 取值同上;

B——屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 2。当管电压为 160kV 时, X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV。查附录 B 表 B.2 的相应值, 此时对应的什值层厚度 TVL 为: 铅 0.96mm, 按式 11-3 计算;

F——R₀ 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m²);

α——散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m²) 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, 可以按水的 α 值保守估计, 见附录 B 表 B.3;

R₀——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/T 250-2014) B.4.2, $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ 取值为 50;

R_s——散射体至关注点的距离, 单位为米 (m), 取值见表 11-1。

(3) 预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-4), 代入相关参数, 本项目 X 射线数字成像检测系统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 (μSv·m ² / (mA·h))	B	R (m)	Ḣ (μSv/h)
B	8mm 铅	3	1.22E+06	4.9E-08	1.86	0.052

表 11-3 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 (μSv/h)	R (m)	Ḣ (μSv/h)
A	5mm 铅	1.05	1.73E-05	2500	1.6	0.017
C					1.16	0.032
D					0.76	0.075
E					1.06	0.039
F					1.13	0.034

表 11-4 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	TVL (mm)	B	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)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
A	5mm 铅	0.96	6.19E-06	3	1.22E+06	50	1.3	0.268
C							0.86	0.613
D							1.3	0.268
E							0.96	0.492
F							1.03	0.427

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 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 达标
A	/	0.017	0.268	0.285	2.5	达标
B	0.052	/	/	0.052		达标
C	/	0.032	0.613	0.645		达标
D	/	0.075	0.268	0.343		达标
E	/	0.039	0.492	0.531		达标
F	/	0.034	0.427	0.461		达标

根据以上预测结果可知，本项目 X 射线数字成像系统在最大工况运行时，探伤铅房六侧屏蔽体外 30cm 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。

11.2.3 探伤铅房局部贯穿辐射影响分析

本项目探伤铅房电缆走线口位于铅房东侧，开口上罩有 5mm 的铅防护罩，通风口位于铅房顶部，开口上罩有 5mm 的铅板防护罩，具有同侧屏蔽体的同等防护当量，且有用线束不直接照向管口。根据探伤铅房六面预测结果，可以预测探伤铅房电缆走线及通风口屏蔽体外辐射剂量率也能满足不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

11.3 人员受照剂量

11.3.1 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：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T / 1000 \dots\dots\dots (\text{式 } 11-5)$$

式中：

E——年受照剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点周围辐射剂当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T——居留因子；

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——探伤装置年照射时间，h/a。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见下表：

表 11-6 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	控制室、办公室、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

11.3.2 辐射工作人员年有效剂量

根据 11.2 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 11-7。

表 11-7 本项目探伤辐射工作人员年有效剂量

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 ($\mu\text{Sv/周}$)
操作台	1	0.645	1000	0.645	20	12.9

本项目开展探伤时，辐射工作人员的受照剂量均满足 GBZ 117-2022 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 $100\mu\text{Sv/周}$ ”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。

11.3.3 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 11-8。

表 11-8 本项目探伤公众成员年有效剂量估算

关注点	居留因子	关注点辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$) ^①	关注点与源点距离 (m) ^②	保护目标与源点距离 (m) ^③	保护目标处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$) ^④	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周照射时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
生产车间	1	0.285	1.60	1.60+1	0.108	1000	0.108	20	2.16
办公楼	1	0.285	1.60	1.60+40	4.22E-04		4.22E-04		8.43E-03
西南侧厂区道路	1/8	0.052	1.86	1.86+25	2.49E-04		3.12E-05		6.23E-04
4 号车间	1	0.052	1.86	1.86+35	1.32E-04		1.32E-04		2.65E-03
东北侧厂区道路	1/8	0.343	0.76	0.76+1	0.064		7.99E-03		0.16

聚福西路	1/8	0.343	0.76	0.76+20	4.60E-04		5.75E-05		1.15E-03
西北侧厂区道路	1/8	0.645	1.16	1.16+1	0.186		0.023		0.465
创业路	1/8	0.645	1.16	1.16+18	2.36E-03		2.96E-04		5.91E-03
田地	1/8	0.645	1.16	1.16+32	7.89E-04		9.87E-05		1.97E-03

注：

- ①根据表 11-4 中对应关注点取值；
- ②根据表 11-2 中保守取值；
- ③根据表 7-1 中对应距离保守取值；
- ④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，即④=①×②²/③²。

综上所述，本项目开展固定式探伤时，公众人员的受照剂量均满足 GBZ 117-2022 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 5μSv/周”的要求；满足公众成员的年剂量约束值（公众成员≤0.25mSv/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≤1.0mSv/a）的要求。

11.4 非放射性污染环境影响分析

11.4.1 臭氧和氮氧化物

X 射线数字成像检测系统在开机状态下，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。

X 射线数字成像检测系统探伤铅房内顶部设有通风口，内有排风扇，探伤铅房净体积约为 6m³，排风扇通风量为 330m³/h，每小时有效通风换气次数为 55 次，满足不小于 3 次的要求。则探伤铅房均满足《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。

11.5 事故影响分析

11.5.1 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 射线数字成像检测系统门-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。

11.5.2 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。

生；

（2）建设单位需制定《X 射线数字成像检测系统操作规程》。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指示灯等安全设施，确保在铅门关闭后，X 射线数字成像检测系统才能进行照射；

（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，个人剂量档案应当终生保存。

（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 X 射线探伤类别考核，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。

（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 年度评估报告

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，公司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 日前向原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：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）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；
- （四）射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）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。

12.2 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 射线数字成像检测系统的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

X 射线数字成像检测系统操作规程：明确辐射工作人员资质条件要求、X 射线数字成像检测系统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 射线数字成像检测系统的安全联锁、报警设备和指示灯等的性能，确保辐射安全措施的有效性，同时应检查探伤铅房内的监控视频，确保探伤铅房内无生物体滞留。

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 射线数字成像检测系统的名称、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 射线数字成像检测系统的使用登记制度。

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，包括演练模拟的事故事件情景；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，工作场所配置 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，监测周期建议每年 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

场所名称	监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	探伤铅房四侧墙体、顶棚及工件门外 30cm 离地面高度 1m 处，操作台，各穿线孔、通风孔以及四周环境保护目标	《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）	1 次/年
		自主监测			1 次/年
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量	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

12.3.4 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。“三同时”验收一览表见表 12-2。

表 12-2 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	设专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派 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。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
工作场所机房屏蔽防护设计	铅房的屏蔽防护设计详见本报告表 10-1。	铅房周围满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“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。
工作场所辐射防护	辐射工作场所的辐射安全和防护措施详见本报告 10.1.4。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

措施		
人员配备	本项目 2 名新增辐射工作人员均应参加辐射防护培训，取得成绩合格单，方可上岗。	满足《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）的要求。
	本项目 2 名辐射工作人员拟配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过三个月，并建立个人剂量监测档案。2 名辐射工作人员配置个人剂量报警仪。	满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。
	本项目 2 名辐射工作人员拟进行岗前、在岗或离岗职业健康检查，拟建立个人健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
辐射安全管理制度	建设单位制定一系列辐射安全管理制度，内容包括辐射防护与安全保卫制度、自行检查和年度评估制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案、辐射安全档案管理制度、安全操作规程等辐射管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。

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。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

公司拟在 5 号车间（单层建筑、无地下室）建设 1 台 X 射线数字成像检测系统（由探伤铅房、X 射线装置管头组合体和操作台等组成，操作台位于探伤铅房北侧），采用实时成像，无需洗片，不产生废胶片、废显（定）影液及洗片废液等危险废物，设备型号为 UNC160，最大管电压 160kV，最大管电流 3mA，为 II 类射线装置，对自生产的汽车零部件及配件等产品进行无损检测。X 射线数字成像检测系统单个工件出束时间约 3min，年检测工件 20000 个，每年工作 300 天（50 周），则 X 射线数字成像检测系统年出束时间为 1000h，周出束时间为 20h。

(2) 项目布局及分区

建设单位拟将 X 射线数字成像检测系统探伤铅房内部区域划为控制区，将探伤铅房控制台及铅房四周 1m 内的区域划为监督区。在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入，在探伤铅房工件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》（GB 18871-2002）的规定。

(3) 辐射安全防护措施结论

本项目辐射工作场所位于 5 号车间，由探伤铅房和操作台组成，各功能设施完善。本项目探伤铅房净面积约为 3.2m²，内尺寸为 1606mm（长）×2001mm（宽）×1863mm（高）。探伤铅房内部和防护门上方设有显示“预备”和“照射”状态的三色灯并与 X 射线机联锁；工件门上有电离辐射警告标识，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、1 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。

(4) 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）辐射剂量率影响预测结论

本项目 X 射线数字成像系统在最大工况运行时，探伤铅房六侧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。

（2）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 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（3）非辐射环境影响分析结论

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且经生产车间的排风系统引至室外，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

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。

（2）实践正当性分析结论

本项目实施的目的是为了对产品进行无损检测，从而提高产品质量，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合本项目剂量约束值的要求，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。本项目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，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》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江金易达机械股份有限公司 5 号车间，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。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，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) 公司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) 建设项目竣工后，公司承诺按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）规定的程序和标准，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。

