

报告编号: WKFHP-26105

核技术利用建设项目

杭染东隆机械（湖州）有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

生态环境影响报告表

（报批稿）



生态环境部监制

核技术利用建设项目

杭染东隆机械（湖州）有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

生态环境影响报告表



建设单位名称：杭染东隆机械（湖州）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：7

通讯地址：浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内 2 号车间

邮政编码：313299

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	11
表 3 非密封放射性物质	11
表 4 射线装置	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6 评价依据	14
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 生态环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	26
表 10 辐射安全与防护	31
表 11 生态环境影响分析.....	39
表 12 辐射安全管理	50
表 13 结论与建议	57
表 14 审批	61

表 1 项目基本情况

建设项目名称		杭染东隆机械（湖州）有限公司 X 射线固定式探伤建设项目			
建设单位		杭染东隆机械（湖州）有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内 2 号车间			
建设项目地点		浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内 2 号车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		20	项目环保投资（万元）	1	投资比例（环保投资/总投资） 5%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积（m ² ）	不新增占地面积
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 建设单位简介 杭染东隆机械（湖州）有限公司（以下简称“公司”）成立于 2025 年 07 月 09 日，厂区地址为浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内 2 号车间和 3 号车间，是一家从事纺织专用设备制造、通用设备制造、炼油和化工生产设备制造的企业。目前公司为首次开展辐射活动，无《辐射安全许可证》。 公司租赁位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号的浙江中工石化设备有限公司 2#车间西北跨和 3#车间南跨实施生产，租赁面积为 3723m²，2#车间东北跨为浙江玖恒金属制品有限公司，2#车间南跨为德清德耀智造科技有限公司，3#车间中间跨和北跨为德清瑞元精密机械有限公司，公司外购不锈钢板和不锈钢管等原辅材料，通过下料（外协加工）、焊接和质检，最终形成年生产 200 套压力容器的能力。根据《国民经济行业分类》（GB/T				

4754-2017) 及第 1 号修改单, 本项目主体工程所属行业为 C3332 金属压力容器制造。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)》, 本项目主体工程内容属于三十、金属制造业: 66 集装箱及金属包装容器制造 333, 本项目压力容器下料工序外协, 厂区内仅开展焊接作业, 属于仅焊接、组装情形, 不在该管理名录中需开展环评的范畴内, 故主体工程生产内容无需编制生态环境影响评价文件。

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, 公司计划依托 2#车间内现有的 1 间探伤室及操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房, 并拟购 1 台 XXG-2505 的 X 射线定向探伤机(最大管电压为 250kV, 最大管电流为 5mA) 和 1 台 RD-300LGD 的 X 射线定向探伤机(最大管电压为 300kV, 最大管电流为 5mA), 对自生产的压力容器进行无损检测。原探伤室及操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房均为浙江中工石化设备有限公司所建, 浙江中工石化设备有限公司委托杭州旭辐检测技术有限公司编制《浙江中工石化设备有限公司 X 射线探伤项目环境影响报告表》, 项目建设内容为: 在湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内新建 1 间探伤室, 配备 X 射线探伤机 6 台(其中 XB-3505D 型便携式 X 射线探伤机一台, XXG-3505 型便携式 X 射线探伤机一台, 最大管电压 350kV, 最大管电流 5mA; RD-300LGD 型便携式 X 射线探伤机一台, 最大管电压 300kV, 最大管电流 5mA; XXQ-2505D 型便携式 X 射线探伤机一台, XXG-2505C 型便携式 X 射线探伤机一台, XXH-2505C 型便携式 X 射线探伤机一台, 最大管电压 250kV, 最大管电流 5mA, 均属于 II 类射线装置), 所有探伤作业仅限探伤室内使用, 不开展任何形式的移动探伤, 于 2020 年 06 月 15 日由湖州市生态环境局审查通过, 文号: 湖环辐管〔2020〕2 号, 并于 2020 年 07 月 29 日通过竣工环保自主验收。浙江中石化设备有限公司于 2026 年 9 月 24 日不再开展辐射相关活动, 6 台 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, 所持有的《辐射安全许可证》正在办理注销手续。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》, 生态环境部、国家卫生健康委员会公告 2026 年第 44 号, 本项目 X 射线探伤机归类到“X 射线探伤装置”的范畴, 属于 II 类射线装置。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——使用 II 类射线装置, 应编制生态环境影响报告表。

为保护环境, 保障公众健康, 杭染东隆机械(湖州)有限公司委托卫康环保科技(浙江)

有限公司对本项目进行生态环境影响评价，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，编制完成了本项目生态环境影响报告表。

1.3 项目建设内容和规模

公司计划依托 2#车间内现有的 1 间探伤室及操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房，并拟购 1 台 XXG-2505 的 X 射线定向探伤机（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA）和 1 台 RD-300LGD 的 X 射线定向探伤机（最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA），对自生产的压力容器进行无损检测。每次探伤作业仅开启 1 台探伤机，不存在两台探伤机同时运行的工况。所有的探伤作业仅限于探伤室内，不涉及移动探伤。本项目射线装置参数详见下表。

表 1-1 本项目射线装置配置一览表

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	主射方向
1	X 射线探伤机 (定向)	II 类	1 台	XXG-2505	250	5	无损检测	2#车间探伤室内	顶棚或底部
2	X 射线探伤机 (定向)	II 类	1 台	RD-300LGD	300	5	无损检测	2#车间探伤室内	顶棚或底部

1.4 项目选址及周边生态环境保护目标

1.4.1 地理位置及周边环境概况

本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司厂区内，其地理位置见附图 1。出租方厂区东侧为浙江瑞远暖通科技有限公司；南侧为环城北路；西侧为浙江天博新材料有限公司和浙江舜天机械设备有限公司；北侧为浙江利维机械制造有限公司，周围环境关系见附图 2。

1.4.2 辐射工作场所位置及周边环境概况

本项目探伤室位于 2#车间内，所属主体为单层建筑，高 9.5m，无地下室。探伤室东侧紧邻拍片集合区，10m 为堆放区，35m 为浙江玖恒金属制品有限公司（租赁企业）；南侧紧邻车间通道，10m 为板材待检区，15m 为板材合格区，25m 为德清德耀智造科技有限公司（租赁企业），35m 为厂内道路，44m 为 1#车间；西侧紧邻操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房，8m 为厂内道路，17m 为浙江天博新材料有限公司，20m 为浙江舜天机械设备有限公司；北侧紧邻车间通道，2m 为厂内道路，12m 为公司附件车间，40m 为德清瑞

元精密机械有限公司（租赁企业）；正上方为探伤室顶棚（设备维修时，工作人员可通过楼梯进入该平台，属于人员可达区域），隔 3.5m 的开放性空间为 2#车间屋顶（属于人员不可达区域）；正下方为土层，无地下室。

1.4.3 辅助用房位置

本项目操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房均位于 2#车间内探伤室西侧，洗片和评片工作均在暗室与评片室内完成，废显（定）液、废胶片及洗片废液等危险废物集中收集后及时转移至危废暂存间进行暂存。

1.4.4 生态环境保护目标

本项目生态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。

1.5 相关规划符合性分析

1.5.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内 2 号车间，不新增土地。根据建设单位提供的不动产权证（见附件 4）和德清县中心城区兴山单元（ZX-11）控制性详细规划（见附图 14），本项目用地性质为工业用地。因此，本项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.5.2 与《湖州莫干山高新技术产业开发区总体规划》（2016~2030）符合性分析

规划范围：高新区规划面积 22.25 平方公里，东至杭宁高速，南至北湖街以及武源街，西至防洪渠及阜溪，北至莫干山大道以及北绕城高速西复线。

规划年限：近期 2016 年-2020 年，远期 2021 年-2030 年。

发展定位：长三角南翼先进制造业基地，生态型工业区；吸纳外资及上海、杭州等大城市转移产业的基地；现代化中等城市的组成部分。

产业发展规划：①产业定位：在原有休闲轻工、新型建材和纺织服装的基础上，规划期重点发展生物医药、电子信息、装备制造、新材料等产业。②产业布局：高新区规划为九个发展片区。其中，生产性产业发展片区为 6 个，包括生物医药产业片区（2 个）、新型建材产业片区、传统制造业产业片区、装备电子产业片区和休闲轻工产业片区；与城市融合发展片区为 3 个，分别为行政商贸组团、科创居住片区和“退二进三”片区。

符合性分析：本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号，用地性质为工业用地，符合高新区用地规划要求。本次辐射项目属于核技术利用项目，对工件进行无损检测保证产品质量及生产安全。主体项目不属于园区禁止类产业清单，也不属于主导产业禁止

及限制准入环境负面清单，本项目属于主体工程配套建设项目，与产业发展规划不冲突。因此本项目建设符合《湖州莫干山高新技术产业开发区总体规划》（2016~2030）的要求。

1.5.3 与《湖州莫干山高新技术产业开发区总体规划环境影响跟踪评价》及审查意见符合性分析

2016 年，为从更高层面谋划推进高新区的发展，高新区管委会委托编制了《莫干山高新技术产业开发区总体规划》。2017 年，《莫干山高新技术产业开发区总体规划环境影响报告书》通过原环境保护部的审查（环审〔2017〕148 号）。2026 年，根据《规划环境影响跟踪评价技术指南（试行）》等相关法律法规和技术规范要求，高新区委托浙江省环境科技股份有限公司编制了《莫干山高新技术产业开发区总体规划环境影响跟踪评价》。

本项目位于湖州市德清县高新技术产业开发区产业集聚重点管控单元（ZH33052120006），对照《湖州莫干山高新技术产业开发区总体规划环境影响跟踪评价》高新区生态环境准入清单相关内容，本项目符合性分析见下表。

表 1-2 高新区跟踪评价生态环境准入清单符合性分析

管控类型	分类	行业清单	本项目情况	是否符合
空间布局约束	优先引入	（1）符合园区功能定位、产业规划和用地布局的项目；（2）属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《鼓励外商投资产业目录》（2022 年版）《产业发展与转移指导目录（2018 年本）》及修订、《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 版）》等产业政策文件中属于鼓励类和重点发展行业中的产品、工艺和技术；（3）引进项目的生产工艺、设备、能耗、污染物排放、资源利用等均须达到国际先进水平。	（1）本项目属于主体工程配套建设项目，与产业发展规划不冲突；（2）本项目符合产业政策，属于允许类；（3）本项目为危险废物治理（仅收运、暂存），污染物排放量较少。	符合
	禁止准入	（4）禁止新建《产业结构调整指导目录（2024 年本）》限制类项目、工艺技术、装备和产品；（5）禁止引入《市场准入负面清单（2025 年版）》、《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）浙江省实施细则》等产业政策禁止和淘汰类项目、工艺设备及技术、产品。	（4）本项目不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》限制类项目；（5）本项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》、《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）浙江省实施细则》等产业政策禁止和淘汰类项目。	符合

		限制准入	(6) 涉及《优先控制化学品名录》《毒有害污染物名录》以及《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》相关污染物使用的项目。	(6) 本项目不涉及《优先控制化学品名录》《毒有害污染物名录》以及《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》相关污染物。	符合
污染物排放管控	总体要求		(1) 严格落实国家和地方大气污染物排放标准和总量控制要求：经开区二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物、颗粒物允许排放量分别控制在 15.05 吨/年、140.50 吨/年、207.62 吨/年、49.94 吨/年。(2) 严格落实国家和地方水污染物排放标准和总量控制要求：经开区化学需氧量、氨氮、总磷、一类重金属允许排放量分别控制在 112.54 吨/年、7.93 吨/年、1.39 吨/年、21.31 千克/年。(3) 新建二、三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国际先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。	(1) 本项目不涉及污染物总量控制，探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境的影响较小。产生的危废委托有资质单位处置；(2) 本项目仅排放生活污水，不涉及重金属；(3) 本项目不属于工业类项目，污染物排放量较少。	符合
	高新技术开发区产业集聚重点管控单元		(4) 实施污染物总量控制制度，严格执行《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》及浙江省、湖州市关于新、改、扩建项目主要污染物“减量替代”政策，空气质量未达标的情况，新、改、扩建项目严格落实主要大气污染物倍量削减。	(4) 本项目不涉及污染物总量控制，探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境的影响较小。产生的危废委托有资质单位处置。	符合
	总体要求		(1) 及时修订高新区环境风险评估报告和环境应急预案，定期开展环境应急演练；(2) 加强区域环境风险防控措施、健全环境应急管理体系，加强环境事故应急设施建设、应急队伍和物资配置，提高应急处置能力；(3) 加强园区环境风险监测与预警能力建设，做好跟踪监测与管理，监督及指导企业落实各项环境风险防范措施，定期对已建企业进行环境安全隐患排查，监督及指导事故应急设施建设。(4) 禁止新、扩建涉及《重点管控新污染物清单》禁止类新污染物的建设项目。	(1) 本项目按要求编制突发生态环境事件应急预案，定期开展应急演练；(2) 本项目加强环境风险防控措施，配备应急队伍和物资配置，提高应急处置能力；(3) 本项目加强应急设施建设；(4) 本项目不涉及新污染物。	符合
环境风险防控	高新技术开发区产业集聚重点管控单元		(5) 严格按照《关于加强重点行业涉新污染物建设项目环境影响评价工作的意见》（环环评〔2025〕28 号）、《浙江省人民政府办公厅关于印发浙江省新污染物治理工作方案的通知》（浙政办发〔2022〕84 号）《重点管控新污染物清单》要求，落实生产管理、污染物排放及环境风险管控等方面要求，推进甲苯等有毒有害化学物质的绿色产品替代。	(5) 本项目不涉及新污染物。	符合
	资 总体		(1) 贯彻清洁生产要求，加强生态工业园区	(1) 本项目属于主体工	符

源 开 发 利 用	要求	建设，推动高新区绿色、低碳发展。	程配套建设项目，与产业发展规划不冲突。	合
	高新技术开发区产业集聚重点管控单元	(2) 加快老旧低效、不符合能效要求的装置淘汰退出；对存量“两高”项目分批实施“一项一策”绿色转型方案，引导企业有序开展节能降碳技术改造。新建及具备条件的改、扩建“两高”项目，应达到大气环境绩效 A 级和能效标杆水平，采用清洁运输方式。(3) 推进企业间串联用水、分质用水、一水多用和循环利用，推进工业废水分质回用、梯级利用，提升废水综合利用效率。	(2) 本项目不涉及老旧低效、不符合能效要求的装置，不属于“两高”项目，所在行业不涉及大气环境绩效和能效标杆(3) 本项目用水量较少。	符合

综上，本项目符合湖州莫干山高新技术产业开发区总体规划环境影响跟踪评价要求。

1.5.4 与《德清县中心城区兴山单元（ZX-11）控制性详细规划》符合性分析

本次规划范围为德清县中心城区兴山单元，单元编码为 ZX-11，地处德清县城核心拓展片区，衔接中心城区成熟片区与城郊生态片区，区位条件优越。规划精准覆盖单元法定管控边界，统筹片区整体开发与局部地块优化，涵盖居住、产业、配套、绿地、道路等各类用地，总面积以官方核定单元管控面积为准。

规划范围：德清县中心城区兴山单元东至杭宁高速，南至余英溪-德清大道，西至曲园北路，北至阜溪，规划总面积约为 655.45 公顷。

规划期限：本次规划基准年为 2023 年，规划期限与上位国土空间总体规划保持一致，远期至 2035 年，近期重点落实片区更新改造、配套补短板、地块优化调整等建设任务。

规划定位：结合德清中心城区整体发展格局，立足兴山单元区位、资源与发展基础，确定单元总体定位为：宜居宜业、产城融合、生态宜居的中心城区综合功能片区。重点打造品质居住生活区、便民公共服务区、适度配套产业区，兼顾生态涵养与城市更新，完善城市功能、优化人居环境，构建功能完善、空间有序、生态优美、配套均衡的现代化城市片区。

符合性分析：本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司内 2 号车间内，位于德清县中心城区兴山单元内。本项目为 X 射线工业探伤项目，属于主体工程配套建设项目，主要对工件进行无损检测保证产品质量及生产安全。对照德清县中心城区兴山单元用地布局规划图，用地性质为工业用地，因此本项目符合《德清县中心城区兴山单元（ZX-11）控制性详细规划》中行业发展、用地性质的要求。

1.5.5 与《德清县生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

根据《德清县生态环境分区管控动态更新方案》（德环〔2024〕4 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。本项目与《德清县生态环境分区管控动态更新方案》符合性判定情况见下表。

表 1-3 本项目与《德清县生态环境分区管控动态更新方案》符合性判定

内容	符合性分析
生态保护红线	根据《德清县生态环境分区管控动态更新方案》（德环〔2024〕4号），本项目位于湖州市德清县高新技术开发区产业集聚重点管控单元（ZH33052120006），属于重点管控单元，见附图 13。与《德清县中心城区国土空间总体规划（2021-2035 年）》中三条基本控制线规划图（见附图 12）比对，本项目不涉及生态保护红线。
环境质量底线	根据环境质量现状监测结果，本项目探伤工作场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量属于正常本底范围。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。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	根据《德清县生态环境分区管控动态更新方案》（德环〔2024〕4号），本项目位于湖州市德清县高新技术开发区产业集聚重点管控单元（ZH33052120006），见附图 13。该管控单元生态环境准入清单内容要求如下： 一、空间布局约束 除德清经济开发区新材料产业园（莫干山高新区分园）和县域内三类企业搬迁外（搬迁不新增主要污染物排放总量），禁止新建三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。加强“两高”项目源头防控。综合条件较好的重点行业率先开展节能降碳技术改造。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。土壤污染重点监管单位新（改、扩）建项目用地应当符合国家或地方有关建设用地土壤风险管控标准。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。 二、污染物排放管控 实施污染物总量控制制度，严格执行地区削减目标。新建二类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平。推动污染物协同处置，推广末端固碳技术应用。推进工业集聚区“零直排区”建设，所有企业实现雨污分流，现有工业集聚区内工业企业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施。三、环境风险防控。 严格控制石油加工、化学原料和化学制品制造、医药制造、化学纤维制造、有色金属冶炼、纺织印染等项目环境风险。重点管控新污染物环境风险。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。强化工业集聚区应急预案和风险防控体系建设，防范重点企业环境风险。 四、资源开发效率要求 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、节水标杆园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。 本项目为核技术利用建设项目，主要从事探伤作业，不属于《德清县生态环境分区管控动态更新方案》工业项目分类表中的工业项目，且项目利用现有已建建筑开展工作，不改变土地现状。经营过程中污染物简单，排放量较小，“三废”污染物皆可

	控制和处理，故项目运营后对周围环境不会产生较大影响。同时，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。因此，本项目的实施符合《德清县生态环境分区管控动态更新方案》的生态环境准入清单要求。
--	--

因此，本项目的实施符合《德清县生态环境分区管控动态更新方案》管控要求。

1.6 “三区三线”符合性分析

根据《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》（自然资办函〔2022〕2080号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。其中“三区”具体指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应在城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

对照《德清县中心城区国土空间总体规划（2021-2035年）》三条基本控制线规划图（见附图12），本项目属于城镇开发区域，用地及评价范围均不涉及永久基本农田、生态保护红线。因此，本项目建设符合浙江省“三区三线”要求。

1.7 选址合理性分析

本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路206号浙江中工石化设备有限公司2号车间内，用地性质为工业用地，周围无环境制约因素。探伤室评价范围50m内主要为1#车间、2#车间、3#车间、厂内道路、浙江天博新材料有限公司和浙江舜天机械设备有限公司，不涉及学校、居民区等环境敏感点。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。

1.8 产业政策符合性分析

根据《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令第七号），本项目属于核技术在工业领域内的运用，不属于限制类、淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

1.9 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的最终目的是为了对厂区内生产的压力容器进行无损检测，以提高公司生产

水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

1.10 原有核技术利用项目许可情况

本次项目为新建项目，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								

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	装置名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	活动种类	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	装置名称	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 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-2505	250	5	无损检测	2#车间探伤室内	/
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-300LGD	300	5	无损检测	2#车间探伤室内	/

(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	经排风装置排入大气中，臭氧短时间内可自动分解为氧气。
废胶片	固态	/	/	4.17kg	50kg	/	用袋子收集后暂存于危废暂存间内	定期委托有资质的单位处理
废显（定）影液	液态	/	/	8.33kg	100kg	/	专用容器收集后暂存于危废暂存间内	
洗片废液	液态	/	/	20.83kg	250kg	/		

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

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行； (2) 《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； (3) 《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，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订； (4) 《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； (5) 《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； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2005 年 12 月 30 日会议通过，2006 年 3 月 1 日起施行；2008 年 12 月 6 日修改，2017 年 12 月 20 日修改，2021 年 1 月 4 日修改； (7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，生态环境部、国家卫生健康委员会公告 2026 年第 44 号，2026 年 10 月 15 日起施行； (8) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日； (9) 《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) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； (12) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，2024 年 11 月 26 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布，2025 年 1 月 1 日起施行； (13) 《危险废物转移管理办法》，2021 年 11 月 30 日生态环境部、公安
------	---

	部、交通运输部令第 23 号公布，2022 年 1 月 1 日起施行，2026 年 09 月 20 日第一次修正； （14）《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； （15）《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； （16）《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》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2080 号，2022 年 9 月 30 日印发； （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，2014 年 3 月 13 日第一次修正，2018 年 1 月 22 日第二次修正，2021 年 2 月 10 日第三次修正，2026 年 9 月 5 日第四次修正； （18）《浙江省生态环境保护条例》，2026 年 7 月 31 日浙江省第十四届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行； （19）《浙江省辐射环境管理办法》，2021 年省政府令第 388 号修订，2021 年 2 月 10 日修订，2026 年 9 月 5 日第二次修正； （20）《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； （21）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 日实施； （22）《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 80 号，2006 年 3 月 29 日通过，2022 年 9 月 29 日修订通过，2023 年 1 月 1 日起施行，2026 年 8 月 18 日第三次修正； （23）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 日起施行； （24）关于印发《德清县生态环境分区管控动态更新方案》的通知，德环〔2024〕4 号，德清县人民政府，2024 年 5 月 16 日印发施行。
技	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

术 标 准	(2) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)； (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) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)； (9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)； (10) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)； (11) 《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录(2021 年版)》； (12) 《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)。
其 他	(1) 环评委托书； (2) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

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》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（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室实体屏蔽外 50m 的区域，具体见附图 2。

7.2 生态环境保护目标

本项目主要生态环境保护目标为 50m 范围内从事探伤操作的辐射工作人员及公众成员，具体分布见表 7-1。

表 7-1 本项目辐射工作场所主要生态环境保护目标一览表

生态环境保护目标	所在位置	人员规模	方位	与探伤室边界最近距离（m）	剂量约束值
辐射工作人员	操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房	2 人	西侧	紧邻	$\leq 5\text{mSv/a}$
公众成员	厂内道路	约 50 人/d	西侧	8	$\leq 0.25\text{mSv/a}$
	浙江天博新材料有限公司	约 20 人		17	
	浙江舜天机械设备有限公司	约 20 人		20	
	车间通道	约 2 人/d	北侧	紧邻	
	厂内道路	约 50 人/d		2	
	附件车间	约 20 人		12	
	德清瑞元精密机械有限公司（租赁企业）	约 20 人		40	
	拍片集合区	约 5 人	东侧	紧邻	
	堆放区	约 5 人/d		10	
	浙江玖恒金属制品有限公司（租赁企业）	约 20 人		35	
	车间通道	约 50 人/d	南侧	紧邻	
	板材待检区	约 5 人/d		10	
	板材合格区	约 5 人/d		15	
	德清德耀智造科技有限公司（租赁企业）	约 20 人		25	
	厂内道路	约 50 人/d		35	
	1#车间	约 20 人		44	
	顶棚（维修平台，人员可达）	约 2 人/d	正上方	3.5	

注：本项目探伤室正下方为土层，无地下室，正上方为探伤室顶棚（设备维修时，工作人员可通过楼梯进入该平台，属于人员可达区域），隔 3.5m 的开放性空间为 2#车间屋顶（属于人员不可达区域）。

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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括探伤工件出入门和人员出入门和）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，在操作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 探伤室应设置机械排风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效排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 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作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 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）

本标准规定了危险废物贮存污染控制的总体要求、贮存设施选址和污染控制要求、容器和包装物污染控制要求、贮存过程污染控制要求，以及污染物排放、环境监测、环境应急、实施与监督等环境管理要求。

6.1.1 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

6.1.2 贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

6.1.3 贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

6.1.4 贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料。

6.1.5 同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、泄漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。

6.1.6 贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

7.3.5 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）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，本项目探伤室四侧墙体和防护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)四侧屏蔽体和工件门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.4 条款，本项目探伤室顶棚设置检修平台，工作人员可通过楼梯到达平台开展相关设备维修作业，属于人员可达区域，故探伤室顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $\leq 5\text{mSv}/\text{a}$ ；

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

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

表 8 生态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

本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司厂区内。出租方厂区东侧为浙江瑞远暖通科技有限公司；南侧为环城北路；西侧为浙江天博新材料有限公司和浙江舜天机械设备有限公司；北侧为浙江利维机械制造有限公司。

8.1.2 项目场所位置

本项目探伤室位于 2#车间内，所属主体为单层建筑，高 9.5m，无地下室。探伤室东侧紧邻拍片集合区，10m 为堆放区，35m 为浙江玖恒金属制品有限公司（租赁公司）；南侧紧邻车间通道，10m 为板材待检区，15m 为板材合格区，25m 为德清德耀智造科技有限公司（租赁公司），35m 为厂内道路，44m 为 1#车间；西侧紧邻操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房，8m 为厂内道路，17m 为浙江天博新材料有限公司，20m 为浙江舜天机械设备有限公司；北侧紧邻车间通道，2m 为厂内道路，12m 为公司附件车间，40m 为德清瑞元精密机械有限公司（租赁公司）；正上方为探伤室顶棚（设备维修时，工作人员可通过楼梯进入该平台，属于人员可达区域），隔 3.5m 的开放性空间为 2#车间屋顶（属于人员不可达区域）；正下方为土层，无地下室。

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

本项目探伤室及周围环境。

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围环境

进行监测布点，布点情况见附图 6 和附图 7，检测报告及检测资质见附件 7。

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 10 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) 监测频次：仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔（可参考仪器说明书）读取/选取 10 个数据，记录在测量原始记录表中；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室内温度：26℃；室外温度：26℃；相对湿度：53%；
- (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

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H (外置探头：6150AD-b/H 主机：6150AD6/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
检定有效期	2026 年 03 月 02 日~2027 年 03 月 01 日
检定单位	浙江省质量科学研究院
校准因子 C_f	1.75 μ Sv/h：1.02
探测限	10nSv/h
注：监测期间，使用外置探头	

8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各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

监测结果见下表。

表8-2本项目探伤室周围辐射环境质量现状监测结果

点位编号	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#	探伤室	125	3	室内
2#	操作室	133	2	室内
3#	评片室	127	1	室内
4#	暗室	131	2	室内
5#	厂内道路	88	2	室外
6#	附件区	82	3	室内
7#	堆放区	66	3	室内
8#	板材合格区	80	3	室内
9#	厂内道路	92	2	室外
10#	加工区	89	3	室内
11#	板材待检区	76	3	室内
12#	浙江天博新材料有限公司室外道路	98	2	室外
13#	厂内道路	102	2	室外
14#	浙江舜天机械设备有限公司室外道路	95	2	室外

注：1、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）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》（HJ1157-2021）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；

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 31.0nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，5、9、12-14#点位取 1，其余点位取 0.9。

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为 66nGy/h~133nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为88nGy/h~102nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，湖州市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 40nGy/h~170nGy/h，湖州市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为13nGy/h~139nGy/h。因此，本项目辐射工作场所及周围环境的 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 本项目依托2#车间内现有的1间探伤室及操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房实施项目，因此本项目施工期不涉及建筑施工，主要为探伤设备安装调试。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 1、X 射线探伤机 本项目 X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体、控制箱及连接电缆组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点。为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1:1 方式工作和休息，确保 X 射线管充分冷却，防止过热。典型 X 射线探伤机外观示意图见图 9-2。 (1) XXG-2505 (2) RD-300LGD 图 9-2 典型的 X 射线探伤外观示意图 9.2.2 工作原理 X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的感光片进行照射，当 X 射线在穿过裂缝时其衰

减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 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熔金属（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。

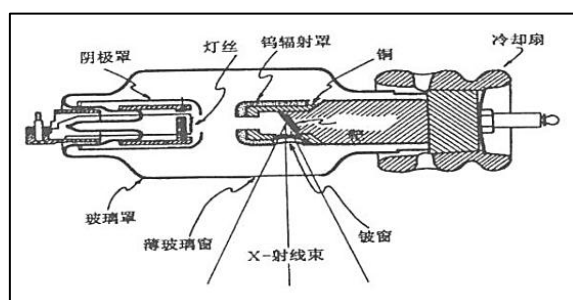


图 9-3 典型的 X 射线管结构

9.2.3 工艺流程及产污环节

该公司 X 射线探伤工作在固定的探伤室内，当需要对被检工件进行固定式探伤操作前，探伤操作人员必须关闭探伤室所有防护门，打开固定式场所辐射探测报警装置，随身携带好个人剂量计和个人剂量报警仪。操作人员将需要进行 X 射线探伤的工件放置于平板轨道车上（对于小型工件操作人员手动操作，大型工件使用吊车），送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，在工件门左侧按下关门按钮，然后辐射工作人员进入操作室根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光。当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的胶片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。本项目工作流程及产污环节分析图如下图所示。

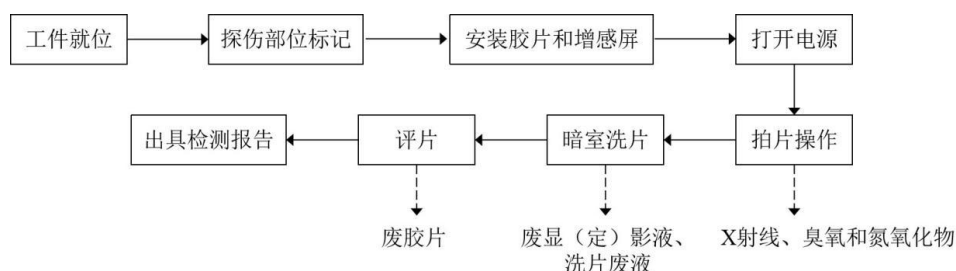


图 9-4 操作流程及产污环节示意图

9.2.4 暗室洗片流程及产污环节

探伤检测后将照射过的暗袋放至暗室，在无可见光只有暗室红灯的情况下拆开暗袋，取出胶片放入洗片架，从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程均必须在暗室内进行，采用手动洗片的方式。

①显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽内，视放置位置，保证胶片之间的间隔至少 12mm，不要多放，正常显影在 20℃时 5~8min。显影过程中最好是 1min 内将胶片作为水平和垂直方向搅动数秒钟。

②停影：在显影结束后，将洗片夹从显影槽内取出，放入清水中去除胶片上附着的残留显影液，停影时间控制在 0.5~1min。

③定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，注意胶片之间不得互相接触，以免出现叠影。为保证均匀而快速的定影，胶片在刚浸入定影液时以及最初的 1min，均应做上下方向的搅动约 10min，然后让其在定影中浸渍到定影结束。定影时间至少为底片通透时间的两倍。但对于刚配置不久的定影液，定影时间不得超过 15min。

④冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在流动水中冲洗 20~30min，去除胶片上附着的残留定影液。

⑤干燥：冲洗完成后，将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥。

⑥显影液或定影液经过一定数量的胶片处理后，其洗片性能将下降，此时应配置新液替换旧液，废液采用专用防渗容器收集后转移到危废暂存间暂存。

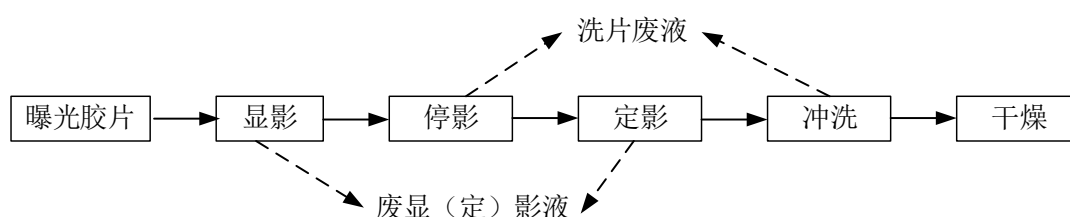


图 9-5 暗室洗片工艺流程及产污环节示意图

9.2.5 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置 1 台 XXG-2505 的 X 射线定向探伤机和 1 台 RD-300LGD 的 X 射线定向探伤机（均属于Ⅱ类射线装置），定向机主射方向朝顶棚或地面，探伤机由支架支撑平放，必要时采用铁丝辅助固定，保障作业期间设备位置稳定。探伤室工件门设于东侧，工件由平板轨道车运送至探伤室内。每次探伤作业仅开启 1 台探伤机，不存在两

台探伤机同时运行的工况，所有的探伤作业仅限于探伤室内固定式探伤。

本项目探伤工件为厂区内生产的压力容器，材质是不锈钢，采用抽检的方式，探伤抽检比例依据压力容器产品技术要求执行，属于产品质量无损抽检，并非逐台全检，不固定每日抽检工件数量，按生产批次按需开展无损检测。待检工件最大尺寸为9000mm（长）×800mm（直径），最大厚度为5mm。根据建设单位提供，本项目计划配置2名辐射工作人员，共同负责探伤操作工作，实行昼间一班制8h，年工作50周，每周6天，年工作300天。年拍片量约5000张，单个胶片检测曝光时间约3min，周曝光时间约5h，年曝光时间约250h。X射线机停机超过8h后需训机后方可使用，自动训机时间约30min。按每个工作日开机训机1次计，周训机时间约2.5h，年训机时间约125h；训机时X射线机处于出束状态，训机时间计入曝光时间。故X射线机周曝光时间约7.5h，年曝光时间约375h。

9.3污染源项描述

（1）X射线

由X射线装置的工作原理可知，X射线是随探伤装置的开、关而产生和消失。本项目探伤装置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，在开机曝光时间，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射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），可得主要辐射源强见下表。

表 9-1 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处输出量① mGy·m ² /（mA·min）	距靶点1m处的泄漏辐射剂量率② （μSv/h）
1	X射线探伤机（定向）	XXG-2505	16.5	5×10 ³
2	X射线探伤机（定向）	RD-300LGD	20.9	

注：①根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B中表B.1可知，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B.1中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。当过滤条件为0.5mm铜时，本项目250kVX射线探伤机有用线束和散射辐射的X射线输出量为16.5mGy·m²/（mA·min）。当过滤条件为3mm铝时，本项目300kVX射线探伤机有用线束和散射辐射的X射线输出量为20.9mGy·m²/（mA·min）。

②根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）第4.2.2条款表1，管电压>200kV时，距靶点1m处的泄漏辐射剂量率为5×10³μSv/h。

(2) 臭氧和氮氧化物

1. 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。探伤室北侧地坪设有一个 U 型排风管道，埋深 400mm，排风机设计风量为 3200m³/h，废气经管道收集后通过 2#车间北侧墙体外排至外环境，排风口距离地面高 2.5m。探伤室净体积约 576m³，有效排风换气次数不低于 3 次，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械排风装置，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。

(3) 废显（定）影液、废胶片与洗片废液

本项目探伤洗片与评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片与洗片废液属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。

本项目探伤年拍片量为 5000 张，按洗 1000 张片用 20L 显（定）影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 100L，密度保守按照 1g/cm³，折算重量为 100kg。废片率按 3%计算，则每年产生废胶片约 150 张，单张胶片平均重量约 10g，折算重量为 1.5kg。该部分危险废物定期委托有资质的单位处理。

根据《承压设备无损检测第 1 部分：通用要求》（NB/T47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，存档满 7 年后的胶片均作为危废交有资质单位处理处置。基于本项目运行后的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 5000 张=150 张（单年废胶片量）+4850 张（第 8 年作为危废的废胶片量），单张胶片平均重量约 10g，折算重量为 50kg。

本项目暗室洗片过程中会产生少量的洗片废液。参考同类企业的实际产污经验值，按洗 1000 张片产生 50L 洗片废液，则本项目洗片废液年产生量约 250kg。该部分废水含较高浓度的 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，需做危险废物处理，定期委托有资质的单位处理处置。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（原环境保护部公告 2017 年第 43 号）要求，本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治

措施等内容，具体见下表。

表 9-2 本项目危险废物基本情况一览表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	产生量	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	100kg	洗片	液态	卤化银、对苯二酚等	卤化银、对苯二酚等	每次探伤	T	收集于危废暂存间，定期委托有资质单位处理处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	50kg	评片、胶片存档	固态	废胶片	废胶片	每次探伤，存档期满	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	250kg	洗片	液态	AgBr、显(定)影剂及强氧化物	AgBr、显(定)影剂及强氧化物	每次探伤	T	

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

本项目探伤工作场所由探伤室及操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房组成，探伤室净体积约为 576m³，内尺寸为 12000mm（长）×8000mm（宽）×6000mm（高），探伤室东侧设有一扇工件出入防护门（电动推拉门），防护门门体尺寸为 4800mm（宽）×4300mm（高），门洞尺寸为 4070mm（宽）×4000mm（高），防护门与墙体左、右搭接宽度均为 365mm，上、下搭接宽度为 150mm。待检工件最大尺寸为 9000mm（长）×800mm（直径），探伤室内设置 2 台平板轨道车，轨道轮距 1500mm，平板轨道车外形尺寸长×宽×高 3000mm×1200mm×370mm，用于将待检压力容器工件转运至探伤工位，满足探伤作业工件输送需求。本项目探伤室需进行吊装作业，吊装高度 800mm，工件可方便出入探伤室且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。本项目 X 射线定向机运行时有用线束朝向顶棚和地面，操作室位于探伤室西侧，避开了有用线束直射。因此，本项目探伤室布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.1 条款要求，平面布局合理可行。

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。将探伤室内部区域划为控制区，将操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房及探伤室东侧、南侧、西侧、北侧屏蔽体外 1m 区域划分为监督区。在正常工作过程中，控制区内禁止无关人员进入。在探伤室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，监督区内限制非辐射工作人员入内。分区管理示意图见附图 10。

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，见附图 15。本项目探伤室的屏蔽防护设计方案见下表。

表 10-1 本项目探伤室屏蔽防护设计方案

项目		屏蔽防护设计方案
探伤室规格	外尺寸	13600mm（长）×9600mm（宽）×6500mm（高）
	内尺寸	12000mm（长）×8000mm（宽）×6000mm（高）
四侧墙体		800mm 混凝土
顶棚		500mm 混凝土
地面		正下方为土层，故不做特殊屏蔽防护
迷道		探伤室南侧设有直迷道，迷道内墙采用 800mm 混凝土，迷道外墙为 800mm 混凝土；迷道宽 700mm，高 6000mm。
工件防护门	启动方式	电动推拉门
	门洞尺寸	4070mm（宽）×4000mm（高）
	门体尺寸	4800mm（宽）×4300mm（高）
	屏蔽防护设计	50mm 铅板
	防护门与墙体搭接宽度	左：365mm；右：365mm 上：150mm；下：150mm
人员防护门	启动方式	电动推拉门
	门洞尺寸	800mm（宽）×2000mm（高）
	门体尺寸	1100mm（宽）×2300mm（高）
	屏蔽防护设计	20mm 铅板
	防护门与墙体搭接宽度	左：150mm；右：150mm 上：150mm；下：150mm
电缆管道		探伤室西侧地坪设有 1 个电缆口，U 型穿墙，出线口尺寸为 89mm×89mm，埋深 600mm。
排风管道		探伤室北侧地坪设有一个 U 型排风管道，埋深 400mm，排风机设计风量为 3200m ³ /h，废气经管道收集后通过 2#车间北侧墙体外排至外环境，排风口距离地面高 2.5m。

本项目探伤室的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，探伤室的四侧墙体及防护门外 30cm 处的周围剂量当量率均满足《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”的限值要求，探伤室顶棚外关注点处辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 2.5μSv/h 的限值要求。因此，本项目探伤室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》（GBZ 117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤室投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

一、探伤装置固有安全属性

1、X 射线探伤机

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符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）5.1.1 款表 1 的要求，在

随机文件中具有这些指标的说明。其他放射防护性符合 GB/T 26837 的要求。

2、操作台

(1) 设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

(2) 设置紧急停机按钮。

二、探伤室辐射安全防护措施

(1) 已具备的辐射安全和防护措施

本项目探伤室是依托已有的探伤室，原探伤室是浙江中石化设备有限公司所建，已通过竣工环保自主验收，根据现场调查和探伤室实际情况，该探伤室已具备以下措施：

① 探伤室内西北墙角、东南墙角、工件门外设置有视频监控，显示屏设置在操作室。在操作室设专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

② 探伤室内设置紧急停机按钮（探伤室内西侧、南侧、北侧三侧墙体、迷道、操作台各设 1 个，总计 5 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装，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，安装高度距地面为 1.5m。

③ 探伤室内设置紧急开门按钮（探伤室内东侧、工作人员门外各设一个），紧急状态下室内人员可开启该装置而离开探伤室。

④ 工件门和工作人员出入门外设有红色警示灯。

⑤ 探伤室北侧地坪设有一个 U 型排风管道，埋深 400mm，排风机设计风量为 3200m³/h，废气经管道收集后通过 2#车间北侧墙体外排至外环境，排风口距离地面高 2.5m。

(2) 拟新增的辐射安全防护措施

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，现有探伤室部分设施不满足标准要求，拟新增以下措施：

① 工件门和工作人员出入门拟安装门-机联锁装置，所有探伤机均与防护门联锁，且只有在防护门关闭后，X 射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

② 探伤室工件门、工作人员出入门以及探伤室内部拟设有显示“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，醒目处拟设对“照射”和“预备”信号意义的说明。

③ 探伤室工件门和工作人员出入门拟设置有符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警告标志和电离辐射中文警示说明。

④ 探伤室内紧急停机按钮拟设置标签，标明使用方法。

⑤ 探伤室内拟设有固定式场所辐射探测报警装置，剂量率显示在控制室，可实时监控探伤室内剂量率水平。

项目辐射安全和防护设施布置方案见附图 11。

三、X 射线探伤机工作前检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见下表。

表 10-2 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 射线探伤装置	工作前检查	(1) 探伤机外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (3) 安全联锁是否正常工作； (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； (6) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。
	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。

四、固定探伤操作的放射防护要求

(1) 工作人员进入探伤室时，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。

(2) 固定式探伤工作人员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。测量值拟与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，需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，拟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，则禁止开始探伤工作。

(4) 在每一次照射前，辐射操作人员都需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。

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，负责固定式探伤。本项目辐射防护设施配置计划见下表，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

表 10-3 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

仪器名称	数量
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
固定式场所辐射探测报警装置	1 套

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，需按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，需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。

六、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，对拟报废的探伤装置，公司将探伤装置内的 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。

七、危险废物环境管理要求

本项目危险废物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液，根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物转移管理办法》等规定，为降低危险废物对环境的影响程度，建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施：

1、危废的贮存

本项目依托 2#车间现有的 1 间危废暂存间（仅暂存本项目所产生的废显（定）影液、废胶片等危险废物），危废暂存间内无原有遗留危险废物，建筑面积约 1.1m²，容积约 1.65 m³，一次性最大贮存能力约 0.80t；本项目危废年产生量为 0.40t/a，按一年转运一次的频次，危废暂存间可满足本项目危废暂存要求，危废暂存间具体位置见附图 8。

该危废暂存间严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求建设

落实防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐等污染防控措施；内部设置贮存分区，不同分区之间采用隔板隔离，避免不相容危险废物混存接触；分区配套液体导流、废液收集设施，地面及裙脚设置防渗层，危废采用密闭桶装、托盘承托，不直接接触防渗地面；危险废物全部盛装于容器/包装物内，不露天散堆。

暂存间按照《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）设置危险废物贮存设施标志、分区标识及容器标签。企业建立危废台账管理制度，如实记录危废入库、转运信息；暂存间设置防盗门，落实专人管理，禁止无关人员进入。

危险废物应根据其成分，用符合国家标准耐腐蚀、不易破损、变形和老化的容器贮存，并在运输过程中加强监管，避免固体废物散落、泄漏情况的发生。危险废物的转移应遵从《危险废物转移管理办法》及其他有关规定要求，执行危险废物转移联单制度，禁止在转移过程中将危险废物排放至环境中。为保证危废的安全管理，本项目投入运行时，危废暂存间必须处于正常使用状态。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所（设施）的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，具体见表 10-4。

表 10-4 本项目危险废物贮存场所基本情况表

贮存场所名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
危险废物暂存间	废显（定）影液	HW16	900-019-16	0.10	2#车间探伤室西侧	约1.1m ²	专用防渗容器	约0.80t	一年
	洗片废液	HW16	900-019-16	0.25					
	废胶片	HW16	900-019-16	0.05			袋装堆放		
合计				0.40	/		/	/	

危废暂存间的日常管理要求：①专人管理，其他人员未经允许不得入内。②危险废物贮存前应做好统一包装，防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。③危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。④建立危险废物管理台账，管理人员应作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。危险废物管理台账的记录保存时间原则上应存档 5 年以上。

2、危废的转移

本项目危废委托有资质的单位定期到公司收集并运输转移，危废转移过程中严格执行转移联单管理制度，危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

3、危废的委托处置

建设单位与东阳纳海环境科技有限公司签订危废委托处置合同，危废委托处置相关协议及处置资质证书见附件6。

10.2三废的治理

一、臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线作业状态时，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，探伤室内设有机机械排风系统，该部分废气通过排风管道排至探伤室外，对环境影响较小。

二、废显（定）影液、废胶片及洗片废液

本项目探伤洗片和评片过程中会产生一定量的废显（定）影液、废胶片及洗片废液，属于危险废物。本次评价要求将其集中收集后存放在危废暂存间，并由专人保管，委托有资质的单位处理处置，建立相关危废台账。

表 11 生态环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目探伤室及辅助用房的建筑均为现有建筑，因此本项目施工期不涉及建筑施工。

11.1.2 设备安装阶段

本项目 X 射线探伤机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室内进行，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。

本项目探伤室拟配置 2 台 X 射线定向探伤机，各探伤机型号参数与出束方向见下表 11-1。两台 X 射线定向探伤机的靶点作业范围和有用线束朝向均一致，探伤室内每次仅开启 1 台探伤机进行探伤作业，不存在 2 台探伤机同时运行的工况。经与建设单位核实，按最不利情况考虑，2 台探伤机靶点与四侧墙体（内墙）最近距离均为 1.5m，与地坪最近距离为 0.5m，与顶棚（内墙）最近距离约为 5m。

表 11-1 本项目探伤室拟配置探伤机型号与参数信息一览表

探伤机	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束朝向
X 射线探伤机 (定向)	XXG-2505	1 台	250	5	顶棚或地面
X 射线探伤机 (定向)	RD-300LGD	1 台	300	5	顶棚或地面

因此，本报告中以最大管电压的 RD-300LGD 型 X 射线定向探伤机独立运行为典型对象进行预测。如本项目探伤室能满足 RD-300LGD 型 X 射线定向探伤机的屏蔽防护要求，亦可满足 XXG-2505 型 X 射线定向探伤机的屏蔽防护要求。

探伤机有用线束的最大张角为 40°，靶点作业区域距东侧、南侧、西侧、北侧、底部、顶棚等内墙的最短距离分别为 1500mm、1500mm、1500mm、1500mm、500mm、5000mm，根据厂家提供的设备信息，本项目探伤机朝向顶棚屏蔽体照射， $5500\text{mm} \times \tan 20^\circ = 2000\text{mm} > 1500\text{mm}$ （靶点距东侧最短距离） $> 1500\text{mm}$ （靶点距西侧

最短距离) >1500mm (靶点距南侧最短距离) >1500mm (靶点距北侧最短距离)。本项目探伤机朝向地面屏蔽体照射, $1000\text{mm} \times \tan 20^\circ = 364\text{mm} < 1500\text{mm}$ (靶点距东侧最短距离) <1500mm (靶点距西侧最短距离) <1500mm (靶点距南侧最短距离) <1500mm (靶点距北侧最短距离)。因此, 本项目有用线束朝顶棚照射, 有用线束会涉及照射到四侧墙体; 本项目有用线束朝地坪照射, 有用线束不会涉及照射到四侧墙体。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(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, 本次评价将探伤室四侧墙体、顶棚和工件门的屏蔽性能均按有用线束进行考虑, 工作人员出入门考虑有用线束和迷道散射。由于探伤室正下方为土层, 无地下室, 不作特殊防护, 故辐射环境影响分析不考虑朝向地坪的有用线束。

探伤室所在 2#车间为单层建筑, X 射线定向探伤机有用线束穿过顶棚经混凝土屏蔽后, 与顶棚上方的空气作用发生散射, 故还需考虑本项目天空反散射对周围环境的影响。

11.2.1 场所辐射水平

(1) 关注点的选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 的要求, 关注点通常为距探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处, 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室实体屏蔽体外 30cm 处作为关注点, 由于探伤室正下方为土层, 无地下室, 故不对地坪外 30cm 设关注点预测其辐射水平。关注点详情见表 11-2, 关注点位分布见图 11-1 和图 11-2。

表 11-2 本项目探伤室关注点位一览表

关注点位	点位描述	环境特征	源点与关注点距离 R (m) ①	需屏蔽的辐射类型
a1	北侧防护墙外 30cm 处	车间通道	2.6	有用线束
b1	东侧防护墙外 30cm 处	拍片集合区	2.6	有用线束
c1	南侧防护墙外 30cm 处	车间通道	2.6	有用线束
d1	西侧防护墙外 30cm 处	操作室	4.2	有用线束
e1	工件门外 30cm 处	拍片集合区	2.6	有用线束
f1	工作人员出入门外 30cm 处	操作室	2.6	有用线束、迷道散射
g1	顶棚外 30cm 处	维修平台	5.8	有用线束
h1	天空反散射点位	生产车间	14	有用线束、天空反散射

注: ①R=靶点作业区域与屏蔽体外侧最近距离+0.3m, 结果向下保留 1 位小数;

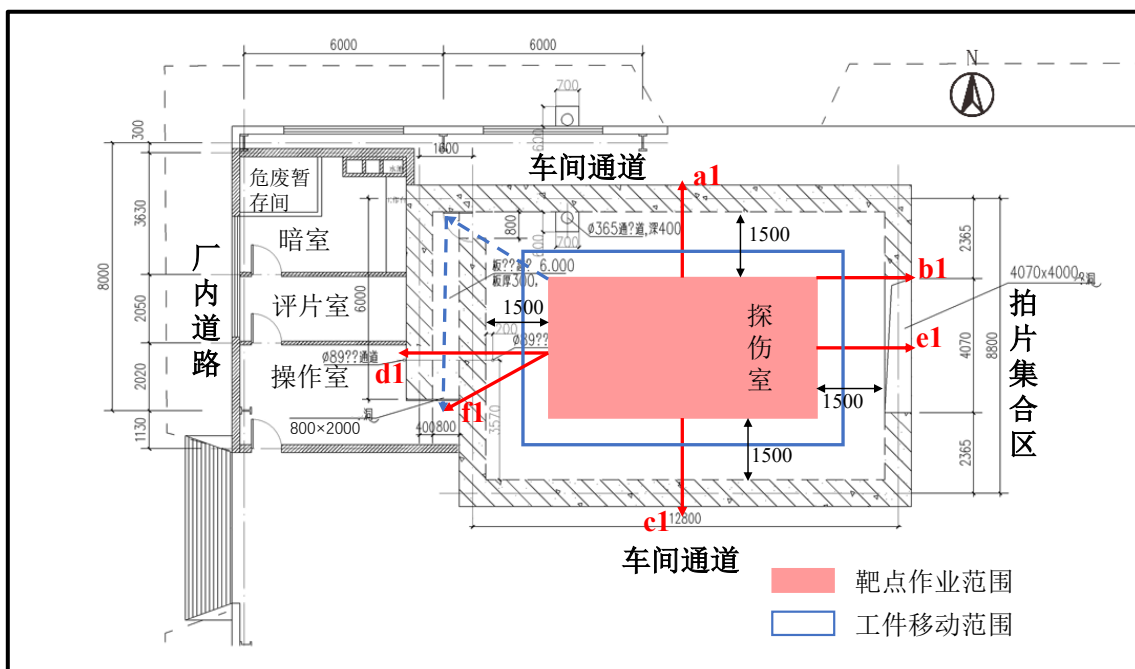


图 11-1 本项目探伤室预测点位平面示意图（单位：mm）

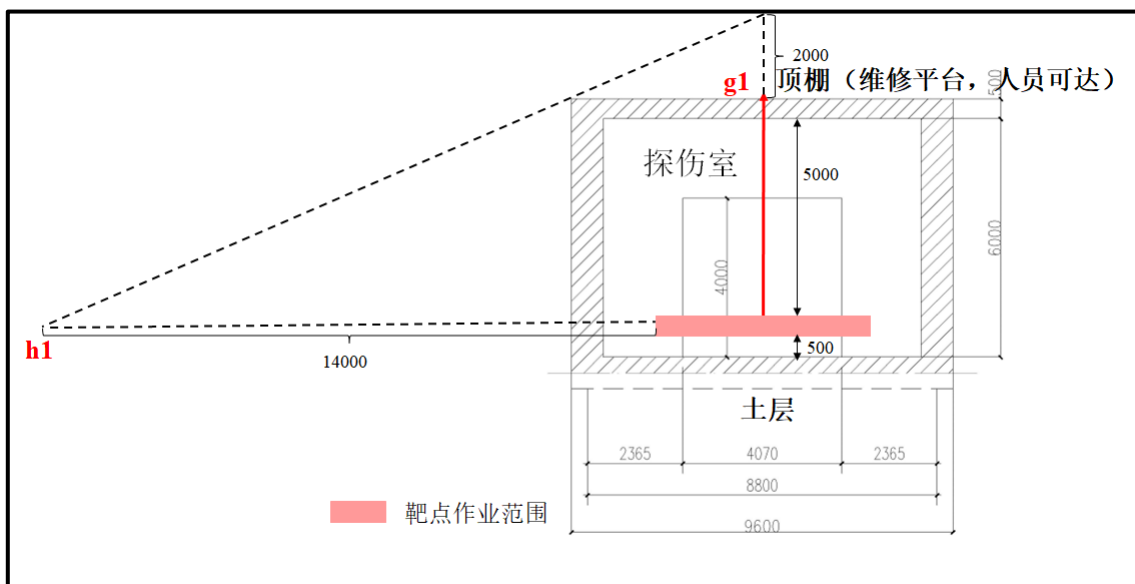


图 11-2 本项目探伤室预测点位剖面示意图（单位：mm）

11.2.2 场所辐射水平预测

1、有用线束计算公式

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 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-1) 计算：

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

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，单位为毫安 (mA)，

本项目X射线探伤机对应取值为5mA;

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/T 250-2014 附录 B 表 B.1, 管电压 300kV 以 3mm 铝为滤过条件时的 X 射线输出量为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 即 $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

B—屏蔽透射因子, 根据GBZ/T 250-2014附录B图B.2曲线, 通过查图可知300kV 3mm Al穿过500mm混凝土时的透射因子为 8.2×10^{-6} , 通过外推法可知300kV 3mm Al穿过800mm混凝土时的透射因子为 7.7×10^{-9} , 300kV 3mm Al 穿过1600mm混凝土时的透射因子为 6.4×10^{-17} ; 根据GBZ/T 250-2014附录B图B.1曲线, 通过查图可知300kV 3mm Cu 穿过20mm铅时的透射因子为 1.0×10^{-5} , 通过外推法可知300kV 3mm Cu 穿过50mm铅时的透射因子为 1.9×10^{-11} ; 计算可得300kV穿过800mm混凝土和20mm铅时的透射因子为 $7.7\times 10^{-9}\times 1.0\times 10^{-5}=7.7\times 10^{-14}$ 。

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m)。

2、迷道散射

根据《辐射防护导论》(方杰主编), 迷道口处的反散射水平可以按式(11-2)计算, 为保守估计, 选择散射次数较少的路径进行估算, 散射路径示意图见图 11-1。

$$\dot{H}_{L,h} = \eta_{\gamma S} \cdot \frac{F_{j0} \cdot \alpha_{\gamma 1} \cdot \alpha_{\gamma 2} \cdot a_1 \cdot a_2}{r_1^2 \cdot r_{R1}^2 \cdot r_{R2}^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-2)$$

式中:

$\dot{H}_{L,h}$ ——参考点相应的剂量当量率, $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$;

$\eta_{\gamma S}$ ——辐射减弱的透射比; 根据公式 $\eta_{\gamma S} = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算, 其中 X 为屏蔽层厚度(mm), 本项目取值为 20mm 铅; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2, 250kVX 射线在铅中的半值层 TVL 为 2.9mm, 300kVX 射线在铅中的半值层 TVL 为 5.7mm, 由内插法可知 280kVX 射线在铅中的半值层 TVL 为 4.6mm。则 $\eta_{\gamma S}$ 为 4.5×10^{-5} 。

F_{j0} ——辐射源处辐射水平, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$; 根据公式 $F_{j0} = I \cdot \delta_{\alpha}$ 计算; 其中 I 为电子束流强, mA; δ_{α} 为距辐射源点(靶点)1m处输出量, $\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1 可知, 300kV 射线在 3mm 铝过滤条件下输出量为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 即 $1.25\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 则 F_{j0} 取值为 $6.25\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ 。

α_{γ} ——反射物的反射系数; 根据光子散射后的能量 E 和散射角 θ , 对照《辐射防护导论》图 6.4 取值。

a ——射线束在反射物上的投照面积, m^2 ; 根据 $a=\text{散射宽度} \times \text{迷道高度}$ 计算, 散射宽度按迷道宽度计即为 0.8m , 迷道高度为 6m , 则 $a_1=4.8\text{m}^2$ 。

r_l ——辐射源同反射点之间的距离, m , 本项目取值为 $r_l=3.1\text{m}$ 。

r_R ——反射点到参考点的距离, m 。本项目 $r_{R1}=5.2\text{m}$ 。

光子散射后的能量 E 按式 (11-3) 计算

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{0.511}} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-3)$$

式中:

E_0 ——入射光子能量, MeV 。

θ ——散射角, $^\circ$ 。

保守计算反射一次, 第一次反射的入射光子能量取 0.3MeV 时, 散射角 θ 取 30° , 则 $\alpha_{\gamma 1}$ 为 0.025 ; 第二次反射的入射光子能量根据式 (11-3) 计算得 0.28MeV 。

3、天空反散射

本项目探伤室所在 2#车间为单层建筑, 且探伤室内所配置 X 射线探伤机存在有用线束朝顶棚照射的情况, 故进行天空反散射评价。

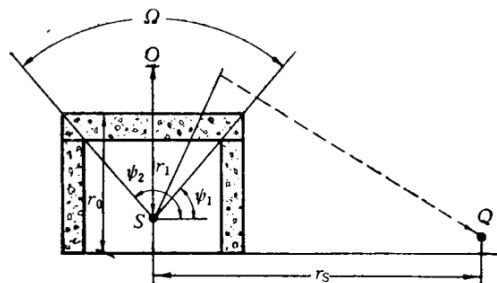


图 11-3 天空反散射示意图

参考《辐射防护导论》(方杰主编) P181 公式 6.1, 天空反散射辐射剂量率计算公式如下:

$$H = \frac{\eta_{\gamma x} \cdot \dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3} \cdot 10^6}{0.67 \cdot r_1^2 \cdot r_s^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-4)$$

式中:

H ——关注点处周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

r_1 ——源到屋顶外表面 2m 高处的垂直距离, m ; 本项目靶点距离顶棚最近距离为 5m , 则 r_1 取值 7.5m 。

r_s ——源到关注点处的最小水平距离, m ; 本项目取值 14m 。

$\dot{D}_{10}$ ——离源上方 1m 处 X 射线的吸收剂量指数率, $\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{min}$; 根据公式 $\dot{D}_{10} = I \cdot \delta_{\alpha}$ 计算; 其中 I 为电流, δ_{α} 为距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。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, 可得本项目 RD-300LGD 型 X 射线定向探伤机距靶点 1m 处 X 射线的输出量为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 可计算出本项目 $\dot{D}_{10}=20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min}) \times 5\text{mA}=0.1\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{min}$ 。

$\eta_{\gamma x}$ ——屋顶的屏蔽透射比; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.2 曲线, 通过查图可知 300kV 3mm Al 穿过 500mm 混凝土时的透射因子为 8.2×10^{-6} 。

0.67——单位换算系数。

Ω ——辐射源对屋顶张的立体角, Sr; 设辐射源位于探伤室的作业位置, 如图 11-2 所示。根据《辐射防护导论》(方杰主编) P182 页公式 (6.2), 立体角 Ω 计算公式如下:

$$\Omega = 4 \text{tg}^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中:

a——屋顶长度之半, m, 本项目探伤室的屋顶内长为 12m, 则 $a=6\text{m}$ 。

b——屋顶宽度之半, m; 本项目探伤室的屋顶内宽为 8m, 则 $b=4\text{m}$ 。

c——源到屋顶表面中心的距离, m; 本项目靶点距离顶棚内墙最近距离为 5m。

d——源到屋顶边缘的距离, 且 $d=\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$, m, 本项目探伤室 $d=8.7\text{m}$ 。

则可计算出: $\Omega=2.0\text{Sr}$ 。

4、预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-5), 代入相关参数, 本项目探伤室运行时周围环境辐射水平预测结果表 11-3 ~ 表 11-6。

表 11-3 有用线束辐射剂量率预测结果

点位	屏蔽材料X	I (mA)	H ₀ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
a1 (北墙)	800mm混凝土	5	1.25E+06	7.7E-09	2.6	7.12E-03
b1 (东墙)	800mm混凝土				2.6	7.12E-03
c1 (南墙)	800mm混凝土				2.6	7.12E-03
d1 (西墙)	800mm混凝土 +800mm混凝土			6.4E-17	4.2	2.27E-11
e1 (工件门)	50mm铅			1.9E-11	2.6	1.76E-05
f1 (人员门)	20mm铅 +800mm混凝土			7.7E-14	2.6	7.12E-08
g1 (顶棚)	500mm混凝土			8.2E-06	5.8	1.52
h1 (生产车间)	800mm混凝土			7.7E-09	14	2.46E-04

表 11-4 迷道散射剂量率预测结果

点位	屏蔽材料	η_{ys}	$F_{j0}(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h})$	α_{y1}	$a_1(\text{m})$	$r_1(\text{m})$	$r_{R1}(\text{m})$	$\dot{H}_{Lj1}(\mu\text{Sv/h})$
f1 (人员门)	20mm 铅	4.5E-05	6.25E+06	0.025	4.8	3.1	5.2	0.13

表11-5天空反散射剂量率预测结果

点位	屏蔽材料	$\dot{D}_{10}(\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{min})$	η_{yx}	a(m)	b(m)	c(m)	d(m)	Ω	$d_i(\text{m})$	$d_s(\text{m})$	H($\mu\text{Sv/h}$)
h1 (生产车间)	500mm 混凝土	0.1	8.2E-06	6.0	4.0	5.0	8.7	2.0	7.5	14.0	2.78E-04

表11-6各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

点位	有用线束($\mu\text{Sv/h}$)	迷道散射($\mu\text{Sv/h}$)	天空反散射($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	标准限值($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
a1 (北墙)	7.12E-03	/	/	7.12E-03	2.5	达标
b1 (东墙)	7.12E-03	/	/	7.12E-03	2.5	达标
c1 (南墙)	7.12E-03	/	/	7.12E-03	2.5	达标
d1 (西墙)	2.27E-11	/	/	2.27E-11	2.5	达标
e1 (工件门)	1.76E-05	/	/	1.76E-05	2.5	达标
f1 (人员门)	7.12E-08	0.13	/	0.13	2.5	达标
g1 (顶棚)	1.52	/	/	1.52	2.5	达标
h1 (生产车间)	2.46E-04	/	2.78E-04	5.24E-04	2.5	达标

根据以上预测结果可知，本项目RD-300LGD型X射线定向探伤机在最大工况运行时，探伤室四侧墙体和防护门外30cm处周围剂量当量率理论预测最大值为0.13 $\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外30cm处周围剂量当量率理论预测最大值为1.52 $\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“探伤室四侧墙体和防护门屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”和“探伤室顶棚屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求。

11.2.3 局部贯穿辐射分析

本项目电缆口设置于西侧地坪，采用地埋式走线，穿越形式为 U 型，出线口直径为 89mm $\times$ 89mm。本项目排风孔设于北侧地坪，共 1 个排风口，穿越形式为 U 型，装有排风扇，总设计风量：3200m³/h，排风口尺寸 365mm $\times$ 365mm。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，本项目电缆口及排风孔的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.4 人员受照剂量估算

1、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：

$$H_{E-r}=D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

式中： H_{E-r} —年受照剂量，mSv/a；

D_r —关注点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —年受照时间，h/a；

T —人员在关注点位置的居留因子。

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，具体数值见表 11-7。

表 11-7 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

2、辐射工作人员和公众剂量的计算结果

结合本项目探伤室评价范围 50m 内的生态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，本项目探伤室运行时周围公众及评价范围内其他代表性的生态环境保护目标年有效剂量与周有效剂量估算结果见下表 11-8。

表 11-8 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		方位	居留因子	源点与关注点的距离 (m)	源点与保护目标的距离 (m)	关注点辐射剂量取值 (μSv/h)	保护目标处辐射剂量取值 (μSv/h)	周受照时间 (h/周)	周受照总剂量 (μSv/周)	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	操作室、暗室、评片室	西侧	1	4.2	4.2	0.13 (d1)	1.30	7.5	0.97	375	4.88E-02
公众	厂内道路	西侧	1/8	4.2	11.9	0.13 (d1)	1.62E-02		1.52E-02		7.59E-04
	浙江天博新材料有限公司		1		20.9		5.25E-03		3.94E-02		1.97E-03
	浙江舜天机械设备有限公司		1		23.9		4.01E-03		3.01E-02		1.51E-03
	车间通道	北侧	1/8	2.6	2.6	7.12E-03 (a1)	7.12E-03		6.68E-03		3.34E-04
	厂内道路		1/8		4.3		2.60E-03		2.44E-03		1.22E-04
	附件车间		1		14.3		2.35E-04		1.77E-03		8.83E-05
	德清瑞元精密机械有限公司		1		42.3		2.69E-05		2.02E-04		1.01E-05
	拍片集合区	东侧	1	2.6	2.6	7.12E-03 (b1)	7.12E-03		5.34E-02		2.67E-03
	堆放区		1/8		12.3		3.18E-04		2.98E-04		1.49E-05
	浙江玖恒金属制品有限公司		1		37.3		3.46E-05		2.59E-04		1.30E-05
	车间通道	南侧	1/8		2.6	7.12E-03 (c1)	7.12E-03		6.68E-03		3.34E-04
	板材待检区		1/8		12.3		3.18E-04		2.98E-04		1.49E-05
	板材合格区		1/8		17.3		1.61E-04		1.51E-04		7.54E-06
	德清德耀智造科技有限公司		1		27.3		6.46E-05		4.84E-04		2.42E-05
	厂内道路		1/8		37.3		3.46E-05		3.24E-05		1.62E-06
	1#车间		1		46.3		2.25E-05		1.68E-04		8.42E-06
	顶棚	正上方	1/16	5.8	5.8	1.52 (g1)	1.52		0.71		3.56E-02

注：①本项目 2 名辐射工作人员采用昼间一班制生产，两名人员共同负责本项目操作探伤，因此辐射工作人员年照射时间保守取 375h；
②天空反散射的剂量率较小，故本项目公众成员年有效剂量估算不考虑天空反散射的叠加。

根据表 11-8 计算可知，本项目开展固定探伤时，所致辐射工作人员受照年有效剂量为 $4.88 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，周有效剂量为 $0.97 \mu\text{Sv/周}$ ；所致公众最大受照年有效剂量为 $3.56 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，周有效剂量为 $0.71 \mu\text{Sv/周}$ 。因此，本项目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 $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的限值要求。

11.2.5 非放射性污染生态环境影响分析

1、臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室内设机械排风系统，探伤室风机风量 $3200 \text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室净容积为 576m^3 ，则可估算出每小时有效通风换气约 5 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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、废显（定）影液、废胶片和洗片废液

探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废液均属于危险废物，公司已与东阳纳海环境科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。

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 射线探伤机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，具体见下表。

表 11-11 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	（1）X 射线探伤机进行探伤时，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，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室，使其受到额外的照射。 （2）辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤室内，外面人员启动 X 射线探伤机进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。 （3）操作人员违规操作，造成周围	（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；安全联锁是否正常工作；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；探伤室内安装的固定式场所辐射探测报警装置是否正常。只有确认探伤室内无人且门已关闭，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，定期开展所有的联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。

	人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。 (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。 (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，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。	
--	--	--

11.3.2 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。

12.1.1 机构设置

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》，形成以单位行政主管领导为组长的辐射防护领导小组，落实辐射安全管理责任，机构人员组成、岗位职责分工如下：

1、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，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。该岗位职责如下：

（1）负责探伤作业现场日常辐射安全监督检查；（2）建立并管理辐射工作人员个人剂量档案、设备台账；（3）组织辐射工作人员参加辐射安全防护培训；（4）定期检查探伤室联锁、警示、防护设施完好性；（5）落实各项辐射安全管理制度；（6）发现辐射安全隐患及时上报组长并督促整改；（7）负责辐射应急物资管理，参与辐射事故应急处置；

2、明确辐射工作人员，该人员需经辐射安全培训考核合格持证上岗；严格按照操作规程开展探伤作业；作业前落实清场、警示；作业过程做好个人防护；发现设备异常、防护设施故障第一时间停机上报专职辐射安全管理人员；

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，所有辐射工作人员可以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。

根据《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021 年版）》，本项目探伤操作

人员辐射安全考核专业类别为 X 射线探伤。浙江中石化设备有限公司原有 2 名辐射工作人员，现转入杭染东隆机械（湖州）有限公司开展探伤相关工作，杭染东隆机械（湖州）有限公司应按监管要求及时完成辐射工作人员信息变更备案、个人剂量档案转移手续。上述辐射工作人员已参加生态环境部组织的辐射安全与防护平台自主学习，经考核合格后方可上岗，并按时每五年重新进行考核，辐射工作人员培训考核成绩单见附件 11。

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。根据《放射工作人员职业健康管理辦法》第十一条中第 2 点：建立并终生保存个人剂量监测档案。

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，并建立职业健康档案。根据《放射工作人员职业健康管理辦法》第二十七条：放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

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、个人剂量监测档案、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辦法》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，并张贴上墙于操作室后认真落实。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 射线探伤机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-机安全联锁装置、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。辐射工作人员须严格执行探伤机工作范围的操作制度。

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 射线探伤机的保管、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：每年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 射线探伤机的名称、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。

10、危险废物安全处置管理制度

应制定危废管理计划，建立危废产生和贮存台账，保存危废申报登记材料、危废转移审批材料、危废转移联单及危废委托处置合同等。

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、2 枚个人剂量计、1 台便携式 X-γ 剂量率仪与 1 套固定式场所辐射探测报警装置，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室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：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），制定各辐射工作场所的定期监测制度。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 8.3.4 条款要求：本项目探伤室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探伤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
探伤室	验收监测	周围剂量当量率	(1) 探伤室四侧屏蔽体、防护门及顶棚外 30cm 处； (2) 防护门门缝四周、电缆管道、	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		排风口表面 30cm 处； (3) 操作台及人员常驻留位置。	1 次/年	委托监测
--	------	--	-----------------------------------	-------	------

12.3.4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。

12.3.5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，严格按照规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.3.6竣工环保验收

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》（HJ1326-2023）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竣工环境保护验收监测报告表，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。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号浙江中工石化设备有限公司厂区内。出租方厂区东侧为浙江瑞远暖通科技有限公司；南侧为环城北路；西侧为浙江天博新材料有限公司和浙江舜天机械设备有限公司；北侧为浙江利维机械制造有限公司。

公司计划依托 2#车间内现有的 1 间探伤室及操作室、暗室、评片室及危废暂存间等辅助用房，并拟购 1 台 XXG-2505 的 X 射线定向探伤机（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA）和 1 台 RD-300LGD 的 X 射线定向探伤机（最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA），对自生产的压力容器进行无损检测。每次探伤作业仅开启 1 台探伤机，不存在两台探伤机同时运行的工况。所有的探伤作业仅限于探伤室内，不涉及移动探伤。

13.1.2 辐射安全与防护结论

（1）本项目探伤室四侧墙体及顶棚采用混凝土作为屏蔽材料，防护门采用铅板作为屏蔽材料，根据表 11 的预测结果，本项目探伤室的屏蔽防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（2）本项目辐射工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区。探伤室工件门和人员出入门设有门-机联锁装置、显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并张贴电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤室内设置有监视装置、紧急停机按钮、紧急开门按钮、显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置、固定式场所辐射探测报警装置；操作室内设置有紧急开门按钮和视频监控系统。以上措施可满足辐射安全和防护要求。

（3）本项目为 X 射线固定式探伤作业的开展的辐射工作人员配备 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，并在探伤室内设置一套固定式场所辐射探测报警装置。

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。

13.1.3 生态环境影响分析结论

（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、废显（定）影液、废胶片及洗片废液。

（2）场所辐射水平预测结论

本项目各探伤装置在最大工况运行时，探伤室四侧墙体外各关注点处辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室顶棚外关注点处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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）人员受照剂量预测结论

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”生态环境影响分析

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，探伤室内设有机排风系统，该部分废气通过排风管道排至探伤室外，对环境影响较小。探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液均属于危险废物，定期委托有资质的单位收集处置。

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探伤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

本项目位于浙江省湖州市德清县阜溪街道环城北路 206 号厂区内。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无学校和居民区等环境敏感点。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，本项目选址是合理可行。

（2）产业政策符合性分析结论

根据《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令第七号），本项目属于核技术在工业领域内的运用，不属于限制类、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》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（4）环保可行性结论

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《湖州莫干山高新技术产业开发区总体规划》（2016~2030）符合性分析、《德清县中心城区兴山单元（ZX-11）控制性详细规划、《德清县生态环境分区管控动态更新方案》、《德清县中心城区国土空间总体规划（2021-2035 年）》管控要求，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）建设单位拟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）辐射工作人员拟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；建设单位拟定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

（3）建设单位拟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