

报告编号：WKFHP-26041

核技术利用建设项目
常山兆乐电气有限公司
X 射线固定式探伤建设项目
环境影响报告表
(公示稿)

常山兆乐电气有限公司

2026 年 7 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常山兆乐电气有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：常山兆乐电气有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省衢州市常山县球川镇森嘉路 33 号 2 幢

邮政编码：324207

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	15
表 9	项目工程分析与源项	18
表 10	辐射安全与防护	23
表 11	环境影响分析.....	29
表 12	辐射安全管理	39
表 13	结论与建议	44
表 14	审批	48

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常山兆乐电气有限公司 X 射线固定式探伤建设项目			
建设单位		常山兆乐电气有限公司			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		浙江省衢州市常山县球川镇森嘉路 33 号 2 幢			
项目建设地点		常山县球川镇小微产业园四期厂房二			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		50	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ）
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					
常山兆乐电气有限公司（以下简称“公司”），注册地址位于浙江省衢州市常山县球川镇森嘉路 33 号 2 幢。公司成立于 2024 年 12 月 4 日，所属行业为其他输配电及控制设备制造，经营范围为机械电气设备制造；电器辅件制造；电力设施器材制造；电力电子元器件制造；输配电及控制设备制造；金属切割及焊接设备制造；普通阀门和旋塞制造（不含特种设备制造）；安全、消防用金属制品制造；配电开关控制设备制造等。 公司于 2025 年 9 月委托编制了《常山兆乐电气有限公司年产 2 万件高压输变电壳体项目环境影响报告表》，并获得衢州市生态环境局常山分局的环评批复（衢环常建[2025]19 号，见附件 5）。该项目主要内容为租赁常山县球川镇小微产业园四期厂房二的一层和厂房三的一层，建设年产 2 万件高压输变电壳体生产线，当前该项目正在建设中，尚未竣工。					

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，公司拟在常山县球川镇小微产业园四期厂房二的一层西侧建设 1 间探伤室及其配套操作室，在厂房二的二层西侧建设探伤室配套洗片室、评片室，并配置 1 台 X 射线探伤机，对公司生产的电气机械器材进行无损检测。

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》，本项目 X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”，属于 II 类射线装置。对照生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目”。本次评价内容为使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，常山兆乐电气有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目环境影响报告表。

1.1.3 建设内容与规模

公司拟在常山县球川镇小微产业园四期厂房二的一层西侧建设 1 间探伤室及其配套操作室，在厂房二的二层西侧建设探伤室配套洗片室、评片室，危废贮存库依托主体工程。探伤室内配套购置 1 台 X 射线探伤机，射线装置参数详见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置配置一览表

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	出束类型	备注
1	X 射线探伤机	II 类	XXGH-2005	1 台	200kV	5mA	周向	在探伤室内使用，主射方向为东北侧、西南侧、顶棚及底部垂直周向

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 公司地理位置

常山兆乐电气有限公司位于常山县球川镇小微产业园四期厂房二和厂房三。公司东北侧为浙江荣立智能装备有限公司；东南侧为陈家坞民房和农田；西南侧为常山常宇机械有限公司和常山鸿茂机械有限公司；西北侧隔森嘉路为农田。公司地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

1.2.2 项目周边环境概况

本项目拟建探伤室位于厂房二的一层西侧，厂房二的建筑结构为地上 3 层，无地下层。探

伤室东北侧 50m 内由近及远依次为打磨室、抛丸区、原料仓库、厂区道路；东南侧 50m 内由近及远依次为打磨室、焊接区；西南侧 50m 内由近及远依次为厂区道路、常山常宇机械有限公司；西北侧 50m 内由近及远依次为操作室、厂区道路、森嘉路、农田；上方分别为二层辅助用房（洗片室、评片室）、二层其他房间、三层办公室；探伤室下方无地下室。建设单位相关车间平面布置见附图 4。

1.2.3 环境保护目标

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

1.3 相关规划符合性分析

1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于常山县球川镇小微产业园四期厂房二，根据业主提供的不动产权证（见附件 4），用地性质为工业用地，项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.3.2 “三区三线”符合性分析

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

根据常山县三条控制线图（见附图 8），本项目位于城镇开发边界内，不涉及永久基本农田、生态保护红线。因此符合浙江省“三区三线”相关规定和管理要求。

1.3.3 与《常山县生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

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

（1）生态保护红线

根据《常山县生态环境分区管控动态更新方案》与常山县三条控制线图（见附图 8），本项目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《常山县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“ZH33082220043 浙江省衢州市常山县球川-白石产业集聚重点管控区”，属于重点管控单元，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	根据产业规划严格执行项目准入机制，控制三类工业项目数量。优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。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。	本项目为核技术利用建设项目，不属于三类工业项目。公司周围无医疗卫生、文化教育等功能区块，居住民房与公司之间存在防护绿地等隔离带。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。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。加强土壤和地下水污染防治与修复。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目不涉及二类和三类工业项目，不涉及污染物排放总量，不涉及污水排放。	符合
环境风险防控	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境与健康风险。强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备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。	本项目不沿江河湖库，公司拟制定应急预案，加强风险防控体系建设。	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。	本项目耗水量低，不使用煤炭等高污染燃料。	符合

综上，本项目的建设符合《常山县生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.4 选址合理性分析

本项目位于常山县球川镇小微产业园四期厂房二，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。项目周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水

水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

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

1.6 实践正当性分析

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

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，公司无原有核技术利用及许可情况。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动 种类	实际日最大操 作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用 量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	XXGH-2005	200	5	无损探伤	厂房二的一层西侧探伤室	拟购，本次评价

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终排放去向
废显（定）影液	液态	/	/	16kg	192kg	/	暂存于危废贮存库	委托有资质的单位处理。
废胶片	固态	/	/	8.25kg	99kg	/		
洗片废液	液态	/	/	40kg	480kg	/		
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	由机械排风系统引至探伤室外，直接排放于大气环境。

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)《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； (12)《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； (13)《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； (14)《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； （15）《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； （16）《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； （17）《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； （18）《关于发布<省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）>的通知》，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕67 号，2025 年 2 月 2 日起实施； （19）《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； （20）《常山县人民政府关于印发<常山县生态环境分区管控动态更新方案>的通知》，常政发〔2024〕24 号，常山县人民政府，2024 年 7 月 24 日印发。
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）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）。
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室边界 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

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

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况

序号	环境保护目标		方位	与探伤室边界最近距离	人数	保护要求
1	职业人员	操作室	西北侧	紧邻	2 人	剂量约束值 ≤5mSv/a
		洗片室、评片室	上方	6m		
2	公众成员	东北侧打磨室	东北侧	1m	约 2 人	剂量约束值 ≤0.25mSv/a
3		抛丸区		10m	约 4 人	
4		原料仓库		23m	约 1 人	
5		东北侧厂区道路		39m	约 20 人次/天	
6		东南侧打磨室	东南侧	1m	约 3 人	
7		焊接区		35m	约 5 人	
8		西南侧厂区道路	西南侧	3m	约 200 人次/天	
9		常山常宇机械有限公司		38m	约 30 人	
10		西北侧厂区道路	西北侧	5m	约 100 人次/天	
11		森嘉路		20m	约 500 人次/天	
12		农田		40m	约 2 人	
13		二层其他房间	上方	7m	约 5 人	
14		三层办公室		10m	约 5 人	

注：探伤室所在厂房二无地下室。

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在

可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）辐射工作场所的分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

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

（3）剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（4）剂量约束值

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

表 7-2 剂量约束值

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

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

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

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。

“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

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

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

7.3.4 本项目管理目标

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

①工作场所周围剂量当量率控制水平：探伤室四侧墙体及防护门表面外 30cm 处周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；探伤室顶棚上方为厂房二的二层和三层，因此顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

常山兆乐电气有限公司位于常山县球川镇小微产业园四期厂房二和厂房三。公司东北侧为浙江荣立智能装备有限公司；东南侧为陈家坞民房和农田；西南侧为常山常宇机械有限公司和常山鸿茂机械有限公司；西北侧隔森嘉路为农田。

公司地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

8.1.2 项目场所位置

本项目拟建探伤室位于厂房二的一层西侧，厂房二的建筑结构为地上 3 层，无地下层。探伤室东北侧 50m 内由近及远依次为打磨室、抛丸区、原料仓库、厂区道路；东南侧 50m 内由近及远依次为打磨室、焊接区；西南侧 50m 内由近及远依次为厂区道路、常山常宇机械有限公司；西北侧 50m 内由近及远依次为操作室、厂区道路、森嘉路、农田；上方分别为二层辅助用房（洗片室、评片室）、二层其他房间、三层办公室；探伤室下方无地下室。

建设单位相关车间平面布置见附图 4。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 监测目的

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

8.2.2 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.3 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.4 监测点位

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

8.2.5 监测方案

- （1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- （2）监测时间：2026 年 7 月 8 日；

- (3) 监测方式：现场检测；
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室内温度 28℃；室外温度：31℃；相对湿度：69%；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

检测仪器	x、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H（外置探头：6150 AD-b/H 主机：6150 AD 6/H）
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	外置探头：10nSv/h~99.99 μ Sv/h；主机：0.1 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	外置探头：20keV-7MeV；主机：60keV-1.3MeV
检定证书编号	NJYF-20260350086
检定证书有效期	2026 年 3 月 2 日~2027 年 3 月 1 日
检定单位	浙江省质量科学研究院
校准因子 Cr	1.75 μ Sv/h：1.02

8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。

表 8-2 本项目探伤室拟建场所及周围环境辐射本底监测结果

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
▲1	拟建探伤铅房及操作室位置（一层）	57	2	室内
▲2	拟建洗片室、评片室等位置（二层）	50	1	室内
▲3	三层办公室	70	3	室内
▲4	厂房二中央	51	3	室内
▲5	东北侧厂区道路	42	2	道路
▲6	西北侧厂区道路	47	5	道路
▲7	西南侧厂区道路	59	4	道路
▲8	森嘉路	42	2	道路
▲9	常山常宇机械有限公司	70	3	室内

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

2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{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宇宙射线响应值 31nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，▲5~▲7 取 1，其余点位取 0.8。

由表 8-2 可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 50nGy/h~70nGy/h，道路上 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 42nGy/h~59nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，金华地区（常山原属金华地区）室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 62nGy/h~467nGy/h，金华地区（常山原属金华地区）道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 47nGy/h~185nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率略低于当地一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 建设期工程分析

本项目建设阶段主要为探伤室及辅助用房的土建施工以及设备安装调试阶段，具体工艺流程及产污环节见表 9-1。

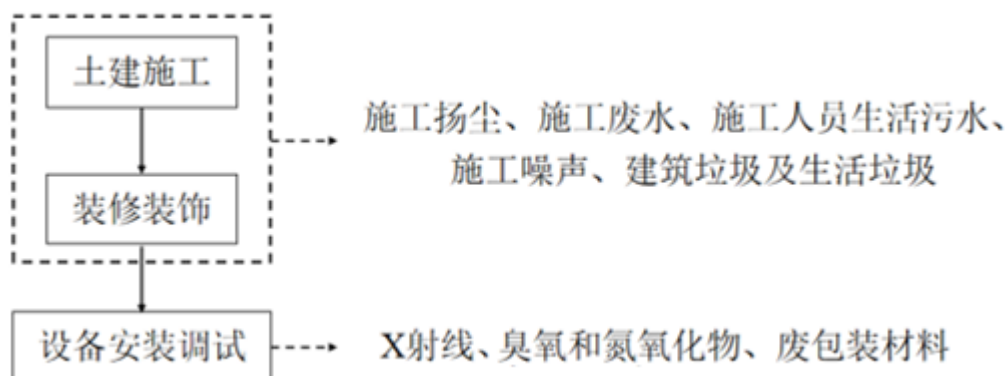


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节示意图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及工作方式

本项目 X 射线探伤机主要由 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，曝光时间最长为 5min。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 射线探伤机外观情况见图 9-2。



图 9-2 典型 X 射线探伤机外观图

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 射线管头组装体和高压电源组成。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、钼、金、钽等）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时，被靶突然阻挡，由于韧致辐射从而产生 X 射线。

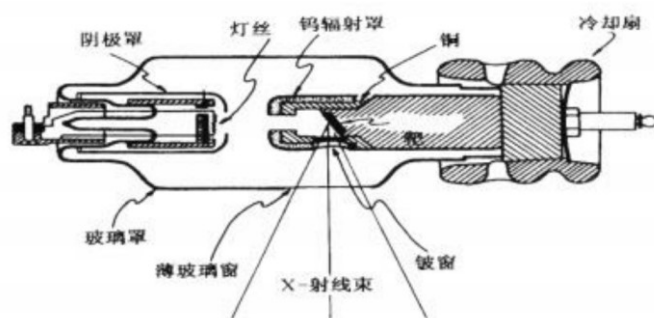


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

9.2.3 探伤流程及产污环节

公司 X 射线探伤工作在固定的探伤室内，X 射线探伤装置拟放置在探伤室中央，需要进行射线探伤的工件由推车送入探伤室内，探伤机位置根据工件位置调整。将探伤工件送入探伤室且调整好探伤机位置后，工作人员在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号。检查无误后，工作人员撤离探伤室，并将探伤室防护门关闭，然后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，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，打开防护门，利用推车将探伤工件送出探伤室外，待洗片室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程及产污环节见图 9-4。

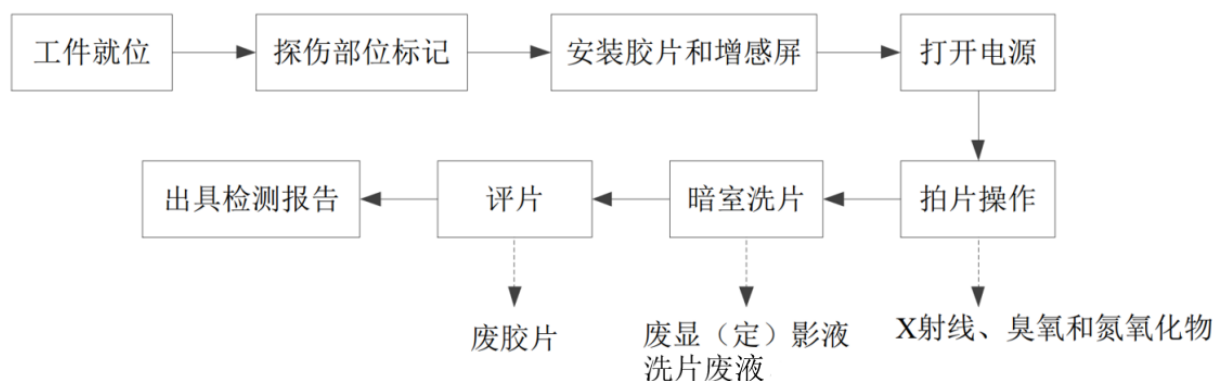


图 9-4 操作流程及产污环节示意图

9.2.4 洗片流程及产污环节

探伤检测后将照射过的胶片暗袋放至暗室，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，放入流动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，放置在可循环流动水中冲洗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间暂存。

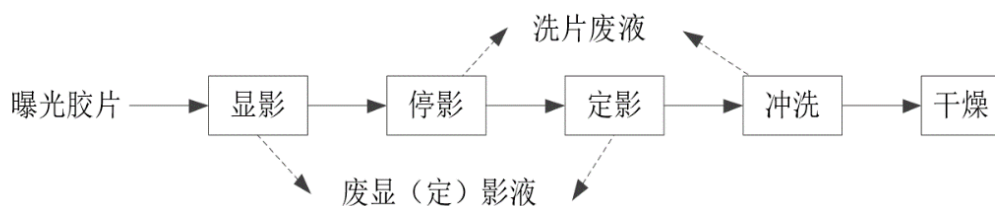


图 9-5 洗片工艺流程及产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目配置1台X射线探伤机(XXGH-2005型)，探伤室防护门设于东南侧，工件由推车送入探伤室内。

探伤工件为电气机械器材，探伤工件的最大尺寸为1800mm(长)×1400mm(宽)×900mm(高)，最大厚度为10mm。根据公司介绍，探伤室最大探伤工况为：单次拍片最大曝光时间为5min，年拍片量约为9600张，年工作按50周(250天)计，则年探伤曝光时间

800h，周探伤曝光时间 16h。项目拟配 2 个辐射工作人员，实行一班制。

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

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随探伤机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（探伤状态）时，才会发出 X 射线，对环境产生辐射影响。因此，在开机探伤期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

①有用线束和散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量，查表可得 200kV 射线在 2mm 铝的滤过条件下输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

②漏射辐射

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

(2) 臭氧和氮氧化物

X 射线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，对周围环境空气会产生影响。

(3) 废显（定）影液、废胶片及洗片废水

本项目探伤洗片与评片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于《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。本项目年拍片总量为 9600 张，按洗 1000 张片用 20L 显（定）影液，经估算项目工作过程中废显（定）影液新增年产生量约 192L（密度保守按 1g/cm^3 ，折合重量约 0.192t），废胶片新增年产生量约 288 张（废片率按 3%计，一张废胶片 10g，共约 2.88kg），本项目洗片过程中会产生洗片废液，参考同类项目的实际产污经验值，按洗 1000 张片产生 50L 洗片废液，本项目洗片废液年产生量约 0.48t，该部分危险废物定期委托有资质的单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查（存档过期后的胶片作为危险废物委托有资质单位处置，按存档 7 年，第 8 年开始，每年 9888 张，则每年产生的废胶片约 0.099t）。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-1。

表 9-1 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	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	0.192	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每次探伤	T	贮存: 密闭置于包装桶或包装袋内, 分类、分区存放在厂房三西侧一层危废贮存库内 处置: 委托有资质单位处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.099	胶片冲洗	固态	卤化银	卤化银	每次探伤、存档期满	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	0.48	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每次探伤	T	

9.3.2 运行期事故工况污染源项

本项目运行期间存在着风险和潜在危害以及事故隐患,可能出现概率较大或后果较严重的误照射辐射事故如下:

(1) X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下, 门-机联锁失效, 至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; 或在门-机联锁失效探伤期间, 工作人员误打开防护门, 使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

探伤机事故状态下污染源项同正常工况。

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

本项目探伤室四周布局见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
本项目探伤室	东北侧	打磨室
	东南侧	打磨室
	西南侧	西南侧厂区道路
	西北侧	操作室
	正上方	洗片室、评片室
	正下方	土层

本项目 X 射线机固定在探伤室内使用，探伤工件的最大尺寸为 1800mm（长）×1400mm（宽）×900mm（高），最大厚度为 10mm。探伤室门洞尺寸为 1500mm（宽）×1800mm（高），探伤室内尺寸为 2300mm（长）×1800mm（宽）×2000mm（高）。通过比较工件尺寸与探伤室和门洞的尺寸可知，本项目探伤室能满足所有探伤工件进出探伤室及在探伤室内进行探伤操作的需求。

本项目操作室位于探伤室西北侧且与探伤室分开。探伤机主射方向为东北侧、西南侧、顶棚及底部垂直周向，可避免有用线束直射操作室。因此本项目探伤室布局设计满足《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。

综上所述，本项目 X 射线探伤工作区的平面布置合理，促进各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。探伤机工作过程中产生的 X 射线经屏蔽墙和屏蔽门后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

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《工业探伤辐射防护标准》（GBZ117-2022）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（探伤室墙壁围成的内部区域）划

为控制区，在防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明，防护门外1m处划定警戒线；探伤室配套操作室以及探伤室外1m区域划为监督区。探伤室平面布置图及分区情况见附图6。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤室屏蔽防护设计方案见表 10-2。

表 10-2 探伤室屏蔽情况一览表

项目		屏蔽防护设计方案
探伤室	外尺寸	尺寸为 2750mm（外长）×2100mm（外宽）×2300mm（外高）
	内尺寸	尺寸为 2300mm（内长）×1800mm（内宽）×2000mm（内高）
东北墙		12mm 铅板
东南墙		12mm 铅板
西南墙		12mm 铅板
西北墙		12mm 铅板
顶棚		12mm 铅板
底部		12mm 铅板
工件门（设于东南墙）		电动平移门，门洞的尺寸为 1500mm（宽）×1800mm（高）；门体的尺寸为 1800mm（宽）×2000mm（高），上下左右和中缝搭接宽度分别为 100mm、100mm、150mm、150mm，门体结构为 12mm 铅
电缆孔		设于西北墙，直径 120mm，电缆孔外设置 12mm 铅防护罩，形成 L 型孔道
通风口		设于顶棚，共 1 个排风口，装有排风扇，风量：100m ³ /h，排风口直径为 200mm，出口处设 12mm 铅防护罩，形成 L 型孔道
注：铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。		

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤室投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

1、探伤装置固有安全属性

本项目 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

2、探伤工作场所安全防护措施

（1）探伤室均拟设置门-机连锁装置，并保证在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-机连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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。

（2）探伤室门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机连锁。“预备”信号持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预

备”和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处拟设对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(3) 探伤室拟安装 3 个视频监控摄像头，分别位于探伤室西侧、东侧墙角及探伤室门口，在操作室上拟设专用的显示器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(4) 探伤室的防护门上拟设符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(5) 探伤室拟设置个 5 紧急停机按钮（探伤室西南、西北、东南、东北侧及操作室各设 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮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。按钮应带有标签，标明使用方法。

(6) 探伤室拟设置机械排风系统，设计风量为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。排风口避免朝向人员活动密集区。

(7) 探伤室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(8) 为进一步保证射线装置的安全使用，建设单位计划在标准 GBZ 117-2022 的基础上增加下列辐射安全和防护措施：

①探伤室的防护门采用电动门，为了应对突发情况，拟在探伤室内靠防护门一侧设置室内紧急开门装置；

②探伤室防护门外 1m 处拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近；

③探伤工作场所周围应张贴相关制度。

探伤工作场所辐射安全设施布置方案见附图 6。

3、安全操作放射防护措施

(1) 建设单位放射防护措施

a) 建设单位对探伤室放射防护安全应负主体责任；

b) 建设单位拟建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施，制定辐射事故应急预案；

c) 建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求进行个人剂量监测，按《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）的要求进行职业健康监护；辐射工作人员需参加辐射防护培训考核并获得合格成绩单，取得符合《无损检测 人员资格鉴定与认证》（GB/T 9445-2024）要求的无损探伤人员资格方可上岗。

(2) 探伤室探伤操作放射防护措施

a) 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；

b) 探伤工作人员工作期间除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪；当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告；

c) 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。测量值应当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；

d) 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。如在检查过程中发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作；

e) 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。

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) 探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；螺栓等连接件是否连接良好。

b) 安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行。

c) 探伤室内安装的固定辐射检测仪是否正常。

(2) 设备维护

a) 建设单位应对探伤机的设备维护负责，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。设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

5、探伤设施的退役

(1) 本项目投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

(2) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机

构。

(3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

6、辐射监测仪器和防护用品配置

本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量
1	个人剂量计	2 枚
2	个人剂量报警仪	2 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置	1 台

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

7、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）影液及废胶片，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》（生态环境部令第 23 号）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

本项目危废暂存于主体工程位于厂房三的一层西侧的危废贮存库内，危废贮存库建筑面积约 10m²，一次性最大贮存能力为 6t，主体工程最大危废贮存量为 4.5t，转移周期为 1 个月，因此剩余空间可满足本次辐射项目产生的危废暂存空间需求。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 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	剩余贮存能力	贮存周期
1	危废贮存库	废显（定）影液	HW16	900-019-16	厂房三的一层西侧	10m ²	专用防渗容器	1.5t	一年
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		
3		洗片废液	HW16	900-019-16			专用防渗容器		

（2）危废的转移

对于厂内运输，本项目危废从厂区内产生环节运输到危废贮存库，应由专人负责，专用容器或废物袋收集转移，避免可能引起的散落、滴漏。对于厂外运输，危废由有资质单位定期到厂内收集并运输转移，采用专用车辆。危废转移过程中应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

常山兆乐电气有限公司拟与有资质单位签订危废委托处置协议。

10.2 三废的治理

（1）臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线探伤室在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。探伤室内拟设机械排风系统，该部分废气通过风道排至探伤室外，对环境影响较小。

（2）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）影液及废胶片，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 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

本项目建设阶段主要影响为将厂房的部分空间改造为探伤工作场所，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响，本次评价仅作简要分析。

(1) 大气：本项目在施工期产生少量地面扬尘，由于工程量不大，涉及的施工作业面较小，因此只要采取一定的措施即可很大程度的降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间，有少量含有泥浆的施工废水产生，应对这些废水进行集中收集妥善处理，建议在采取简单的沉淀处理后排入已有的排污管道。施工人员生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网。

(3) 噪声：施工机械在运行中会产生噪声，但由于施工量小，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物：整个施工过程中产生少量以建筑垃圾为主的固体废物，企业应妥善收集后处理处置。施工人员生活垃圾经收集后交环卫部门清运。

综上所述，本项目施工范围较小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境的影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

11.1.2 设备安装调试阶段

本项目用于固定式探伤的 X 探伤机需安装和调试后方可使用，安装调试期对于环境主要影响为 X 射线、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装调试均要求在辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行，建设单位不得自行安装和调试设备。在设备安装调试阶段，建设单位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，关闭防护门，在机房门外设置电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位应及时回收包装材料作为一般固体废物进行处置。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线探伤室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，预测背景为单台 X 射线探伤机在探伤室内运行。

探伤室配置 1 台 XXGH-2005 型 X 射线探伤机 (周向机，最大管电压为 200kV，最大管

电流为 5mA)。经与建设单位核实,按最不利情况考虑,工件及周向机移动区域与四侧墙体最近距离为 0.2m,与防护门最近距离为 0.35m,与顶棚最近距离为 1m,与底部最近距离为 0.2m。

本次评价以最不利保守考虑,分别以 X 射线探伤机运行时最大额定工况运行时进行辐射影响预测,最大管电压为 200kV,最大管电流为 5mA。本项目探伤机年探伤时间为 800h,周探伤时间为 16h。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”,故本次评价将探伤室的东北侧、西南侧防护墙及顶棚、底部屏蔽性能按有用线束进行考虑,东南侧、西北侧墙体、防护门屏蔽性能按泄漏辐射和散射辐射进行考虑。探伤室下方 30cm 处为地下,且下方无地下室,故本报告底部下方关注点仅验算底部屏蔽防护性能是否满足要求。同时,本项目探伤室上方为厂房二的二层与三层,故不考虑天空反散射影响。

11.2.1 关注点的选取

根据本项目工程特征及探伤室周围环境状况,选择剂量关注点为探伤室四周屏蔽墙、顶棚、底部和防护门外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-1~11-2,剂量关注点情况列于表 11-1。

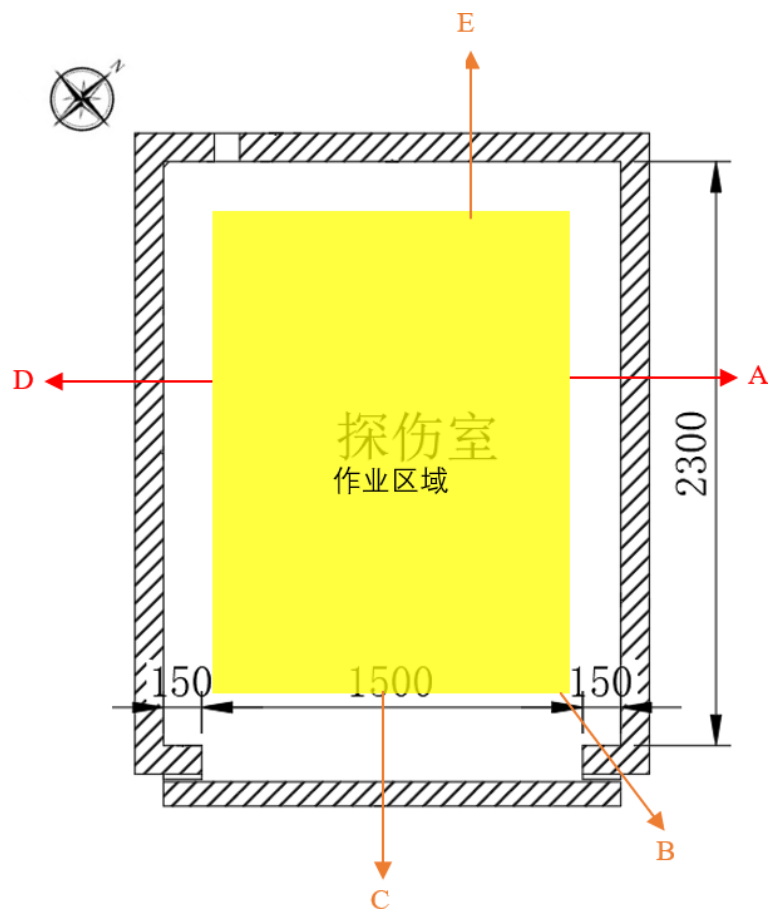


图 11-1 辐射屏蔽计算预测点位平面图 (单位: mm)

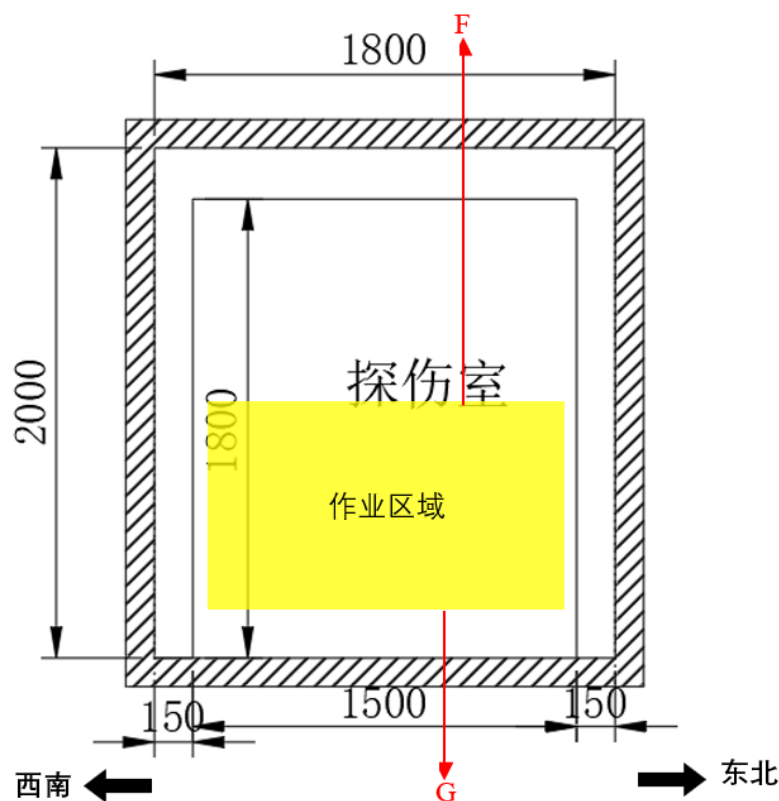


图 11-2 辐射屏蔽计算预测点位剖面图（单位：mm）

表 11-1 探伤室各关注点位分布情况表

关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	散射体与关注点的距离 R _s (m)	需屏蔽的辐射源
A	东北侧防护墙外 30cm 处	0.65	/	有用线束
B	东南侧防护墙外 30cm 处	0.65	0.65	泄漏辐射、散射辐射
C	防护门外 30cm 处	0.80	0.80	泄漏辐射、散射辐射
D	西南侧防护墙外 30cm 处	0.65	/	有用线束
E	东北侧防护墙外 30cm 处	0.65	0.65	泄漏辐射、散射辐射
F	顶棚外 30cm 处	1.45	/	有用线束
G	底部外 30cm 处	0.65	/	有用线束

注：R\Rs=探伤机\探伤工件与墙体、顶棚、底部或防护门最近距离+屏蔽体总厚度+0.3m，结果保留 2 位小数

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 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，200kV 射线在 2mm Al 过滤条件下输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1，由外推法可知，200kV X 射线穿过 12mm 铅板时的透射因子取 2.56×10^{-8} ；

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）泄漏辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-2）计算：

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

式中：

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，200kV X 射线在铅中的半值层 TVL 为 1.4mm；

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/T 250-2014）表 1，当 X 射线管电压 $150\leq\text{kV}\leq 200$ 时， $\dot{H}_L$ 取值 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

（3）散射辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-3）计算。

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

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目取值 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，200kV 射线在 2mm Al 过滤条件下输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；查询

GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线能量为 200kV，对应的 90°散射辐射最高能量为 150kV，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，150kV X 射线在铅中的什值层 TVL 为 0.96mm；

F —— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)；

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

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°时，其值为：60 (150kV) 和 50 (200~400kV)。本项目保守取值 50；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

(5) 预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-3)，代入相关参数，本项目 X 射线探伤机运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-2~表 11-4。

表 11-2 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	I (mA)	H_0 ($\mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h)$)	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu Sv/h$)
A	12mm 铅板	5	1.72×10^6	2.56×10^{-8}	0.65	5.21×10^{-1}
D	12mm 铅板	5	1.72×10^6	2.56×10^{-8}	0.65	5.21×10^{-1}
F	12mm 铅板	5	1.72×10^6	2.56×10^{-8}	1.45	1.05×10^{-1}
G	12mm 铅板	5	1.72×10^6	2.56×10^{-8}	0.65	5.21×10^{-1}

表 11-3 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	B	H_L ($\mu Sv/h$)	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu Sv/h$)
B	12mm 铅板	2.68×10^{-9}	2.5×10^3	0.65	1.59×10^{-5}
C	12mm 铅板	2.68×10^{-9}	2.5×10^3	0.80	1.05×10^{-5}
E	12mm 铅板	2.68×10^{-9}	2.5×10^3	0.65	1.59×10^{-5}

表 11-4 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	B	I (mA)	H_0 ($\mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h)$)	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu Sv/h$)
B	12mm 铅板	3.16×10^{-13}	5	1.72×10^6	50	0.65	1.29×10^{-7}
C	12mm 铅板	3.16×10^{-13}	5	1.72×10^6	50	0.80	8.49×10^{-8}
E	12mm 铅板	3.16×10^{-13}	5	1.72×10^6	50	0.65	1.29×10^{-7}

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 ($\mu Sv/h$)	泄漏辐射 ($\mu Sv/h$)	散射辐射 ($\mu Sv/h$)	总剂量率 ($\mu Sv/h$)	GBZ117-2022 标准限值 ($\mu Sv/h$)	是否达标
A	5.21×10^{-1}	/	/	5.21×10^{-1}	2.5	达标

B	/	1.59×10^{-5}	1.29×10^{-7}	1.60×10^{-5}	2.5	达标
C	/	1.05×10^{-5}	8.49×10^{-8}	1.06×10^{-5}	2.5	达标
D	5.21×10^{-1}	/	/	5.21×10^{-1}	2.5	达标
E	/	1.59×10^{-5}	1.29×10^{-7}	1.60×10^{-5}	2.5	达标
F	1.05×10^{-1}	/	/	1.05×10^{-1}	2.5	达标
G	5.21×10^{-1}	/	/	5.21×10^{-1}	2.5	达标

因此,本项目 X 射线探伤机在最大工况正常运行时,探伤室四侧关注点辐射剂量率最大值为 $5.21 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$,顶棚和底部外关注点辐射剂量率最大值为 $5.21 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$,则满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

11.2.3 局部贯穿辐射分析

探伤室的西北侧防护墙下方设置 1 个电缆孔;顶棚设置 1 个通风口,用于排风通向探伤室外。电缆孔与通风口均设置 12mm 铅防护罩。设计见附图 7。

由于电缆孔与通风口均设置与同侧屏蔽体防护当量相当的铅板防护罩,因此,本项目局部贯穿的布置方式不会破坏探伤室的屏蔽效果,能够满足辐射防护要求。

11.2.4 人员受照剂量估算

1、年有效剂量计算公式

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

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

H_{E-R} ——年受照剂量, mSv/a;

D_r ——关注点辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

T ——居留因子;

t ——年受照时间, h/a。

2、居留因子的确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 A 表 A.1,不同场所与环境条件下的居留因子见表 11-6。

表 11-6 不同场所与环境下的居留因子

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

注:取自 NCRP144。

在本项目保护目标中：厂区道路、森嘉路、农田为偶然居留，居留因子取典型值 1/16；其他保护目标为全居留，居留因子取 1。

2、估算结果

由于射线装置产生的辐射剂量率与距离平方成反比关系，对于辐射工作人员，保守取操作室或洗片室、评片室较大值。利用表 11-2~11-5 的相关数据，本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见表 11-7。

表 11-7 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	源点与关注点距离(m)	源点与保护目标距离(m)	保护目标处辐射剂量率取值($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间(h/周)	周受照总剂量($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间(h/a)	年受照总剂量(mSv/a)
职业	辐射工作人员	1	0.65	0.65	1.60×10^{-5}	16	6.91×10^{-2}	800	3.46×10^{-3}
			1.45	7.15	4.32×10^{-3}				
公众	东北侧打磨室	1	0.65	1.35	1.21×10^{-1}	16	1.94	800	9.68×10^{-2}
	抛丸区	1	0.65	10.35	2.05×10^{-3}	16	3.28×10^{-2}	800	1.64×10^{-3}
	原料仓库	1	0.65	23.35	4.04×10^{-4}	16	6.46×10^{-3}	800	3.23×10^{-4}
	东北侧厂区道路	1/16	0.65	39.35	1.42×10^{-4}	16	2.27×10^{-3}	800	1.14×10^{-4}
	东南侧打磨室	1	0.80	1.80	2.09×10^{-6}	16	3.34×10^{-5}	800	1.67×10^{-6}
	焊接区	1	0.80	35.80	5.29×10^{-9}	16	8.46E-08	800	4.23×10^{-9}
	西南侧厂区道路	1/16	0.65	3.35	1.96×10^{-2}	16	3.14×10^{-1}	800	1.57×10^{-2}
	常山常宇机械有限公司	1	0.65	38.35	1.50×10^{-4}	16	2.40×10^{-3}	800	1.20×10^{-4}
	西北侧厂区道路	1/16	0.65	5.35	2.36×10^{-7}	16	3.78×10^{-6}	800	1.89×10^{-7}
	森嘉路	1/16	0.65	20.35	1.63×10^{-8}	16	2.61×10^{-7}	800	1.30×10^{-8}
	农田	1/16	0.65	40.35	4.15×10^{-9}	16	6.64×10^{-8}	800	3.32×10^{-9}
	二层其他房间	1	1.45	8.15	3.32×10^{-3}	16	5.31×10^{-2}	800	2.66×10^{-3}
	三层办公室	1	1.45	11.15	1.78×10^{-3}	16	2.85×10^{-2}	800	1.42×10^{-3}

注：1、源点与保护目标距离=探伤室外边界与保护目标距离+源点与关注点距离-0.3m；
2、利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率。

根据表 11-7 计算可知，本项目探伤室运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为 $3.46 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，周有效剂量为 $6.91 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ；所致公众最大受照年有效剂量为 $9.68 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，周有效剂量为 $1.94 \mu\text{Sv}$ 。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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$,对公众场所,其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求。

11.2.6 非放射性污染环境影响分析

(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。探伤室内已设机械排风系统,风机风量 $100\text{m}^3/\text{h}$ 。由于探伤室总容积为 8.28m^3 ,可估算出探伤室每小时通风换气为 12 次,则满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求,不会形成局部聚集,且臭氧在短时间内会自动分解为氧气,对大气环境基本没有影响。

(2) 废显(定)影液、废胶片及洗片废液

探伤作业完成后产生的废显(定)影液、废胶片及洗片废液,必须按规定进行合理的处置,送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置,不得随意排放或废弃,采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。危废贮存库的建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)的要求,做好“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”工作。同时,公司应建立危险废物管理台账,严格执行转移联单管理制度。

11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

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

(1) 设计中,该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全,且探伤室与操作室分开;结合理论计算结果可知:探伤室防护门、各侧墙、顶棚和底部的防护性能,均能满足辐射防护。

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

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

因此,本项目探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 200kV 、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机(主射方向为东北侧、西南侧、顶棚及底部垂直周向)正常工作时的辐射防护要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

公司拟购的 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，至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；或在门-机联锁失效、探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

（2）人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。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》。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。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。

11.4.2 辐射事故应急

1、事故风险防范措施

（1）公司拟配有 1 台 X- γ 剂量率巡测仪，2 台个人剂量报警仪和 2 枚个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警。

（2）拟建探伤室的防护门应与射线装置设置门-机联锁装置，当防护门没有关闭到位时，X 射线机无法启动产生 X 射线，提醒辐射工作人员检查防护门的关闭状况。探伤室内设置紧急开关，当人员被误关在探伤室时，可使用紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。控制台上设有紧急开关，工作中辐射工作人员发现异常，可立即使用。探伤室防护门上方设置指示灯和声音提醒装置，可以避免检测装置工作时其他人员误入探伤室而发生事故。

（3）定期对工业 X 射线探伤工作场所的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

2、事故应急措施

对于工业 X 射线探伤机发生事故处理应采取的措施：

（1）当发生辐射事故时，应在第一时间切断电源，并将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生）等主管部门。

（2）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。

（3）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

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

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>）自主培训并参加考核取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

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

(3) 辐射工作人员职业健康体检

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

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

12.1.3 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（2021 年修改）》第十六条规定，使用Ⅱ类射线装置的单位要有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

因此，建议在从事辐射工作前，应结合现行法律法规要求及实际工作情况，制定一系列相关辐射安全管理规章制度，形成完善的体系，为本项目的安全开展、辐射防护和环境保护

提供有力保障。建设单位拟制定的相关辐射安全规章制度名录见表 12-1。

表 12-1 建设单位拟制定的相关辐射安全规章制度名录

序号	制度名称	
1	综合	辐射防护和安全保卫制度
4		X 射线固定式探伤操作规程
5		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度等）
9		射线装置使用登记制度
10	监测	监测方案
11		监测仪表使用与校验管理制度
12	人员	辐射工作人员岗位职责
13		辐射工作人员培训/再培训管理制度
14		辐射工作人员个人剂量管理制度
15		辐射工作人员职业健康管理制度
16	应急	辐射事故应急预案
19	三废	危险废物处理处置制度
20	其他	辐射安全档案管理制度

其中《辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线固定式探伤操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》等制度需张贴上墙，上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目 X 射线探伤机的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。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（2021 年修改）》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性。

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，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

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（2021 年修改）》第十六条规定，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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

本项目相关辐射监测仪器配置计划见前文表 10 章节中表 10-3。监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。同时，本次评价建议公司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，并建立完善的辐射防护检测设备台账。

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 辐射工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

（1）正式使用前监测：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），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 8.3.4 条款：本项目探伤室投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

（3）每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，对放射性同位素与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。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。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等标准要求，本项目辐射工作场所监测计划见表 12-2。

表 12-2 本项目辐射工作场所监测计划

场所名称	监测类型	监测项目	监测范围	监测频次	监测方式
探伤室	验收监测	周围剂量当量率	四侧屏蔽墙和顶棚外 30cm 处，防护门门缝，防护门外 30cm 处，电缆孔、通风口处。	验收期间监测 1 次	委托监测
	常规监测			1 次/年	自主监测
	年度监测			1 次/年	自主监测

所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。公司应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

12.3.4 环保竣工验收

公司应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4 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）》第四十一条的规定，公司应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以下内容：

- （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。
- （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，采取必要的防范措施并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。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，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在常山县球川镇小微产业园四期厂房二的一层西侧建设 1 间探伤室及其配套操作室，在厂房二的二层西侧建设探伤室配套洗片室、评片室，并配置 1 台 X 射线探伤机，对公司生产的电气机械器材进行无损检测。

(2) 项目位置

常山兆乐电气有限公司位于常山县球川镇小微产业园四期厂房二和厂房三。公司东北侧为浙江荣立智能装备有限公司；东侧为陈家坞民房；西南侧为常山常宇机械有限公司和常山鸿茂机械有限公司；西北侧隔森嘉路为农田。

本项目拟建探伤室位于厂房二的一层西侧，厂房二的建筑结构为地上 3 层，无地下层。探伤室东北侧 50m 内由近及远依次为打磨室、抛丸区、原料仓库、厂区道路；东南侧 50m 内由近及远依次为打磨室、焊接区；西南侧 50m 内由近及远依次为厂区道路、常山常宇机械有限公司；西北侧 50m 内由近及远依次为操作室、厂区道路、森嘉路、农田；上方分别为二层辅助用房（洗片室、评片室）、二层其他房间、三层办公室；探伤室下方无地下室。

(3) 项目布局及分区

本项目拟将探伤室（探伤室墙壁围成的内部区域）划为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将探伤室配套操作室以及探伤室外 1m 区域划为监督区，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目探伤室以铅板为屏蔽体，拟设电动铅防护门，防护门拟设置门-机联锁装置和电离辐射警告标志等安全设施，探伤室内及操作室均设紧急停机按钮，室内外醒目位置拟设工作声音提示装置和工作状态指示灯，探伤室内拟配置监控装置和固定式场所辐射探测报警装置，探伤室辐射安全防护措施满足相关要求；本项目共配备 2 支个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪。

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

(5) 辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

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

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 主要污染因子

本项目投入运行后，主要污染因子为 X 射线及非放射性污染（臭氧和氮氧化物、废显（定）影液、废胶片及洗片废液）。

(2) 探伤室安全防护能力分析

经理论预测，本项目探伤室投入运行后，各侧屏蔽墙、防护门及顶棚外关注点辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

(3) 人员年有效剂量

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

(4) “三废”环境影响分析

少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出探伤室，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。探伤产生的废显（定）影液、洗片废液及废胶片按要求集中存放，由有资质的单位回收处理，不得随意排放或废弃，对环境的影响较小。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

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

(2) 实践正当性分析结论

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

(3) 选址合理性分析

本项目位于常山县球川镇小微产业园四期厂房二，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。项目周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

(4) 项目可行性

综上所述，常山兆乐电气有限公司 X 射线固定式探伤建设项目的建设符合土地利用规划、“三区三线”和《常山县生态环境分区管控动态更新方案》的建设要求，项目选址合理，符合国家产业政策要求和实践正当性的原则。在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，企业将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本项目投入运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 公司建立健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行防护措施的自觉性，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员规范使用个人剂量计和个人剂量报警仪，并形成制度。

13.2.2 承诺

(1) 本项目环评报批后，建设单位承诺及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全

许可证》。

(2) 建设项目竣工后，建设单位承诺按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环环评[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）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。

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