

核技术利用建设项目

浙江奥星制冷设备有限公司
迁建X射线探伤室及暗室建设项目
环境影响报告表

浙江奥星制冷设备有限公司

2023年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江奥星制冷设备有限公司 迁建X射线探伤室及暗室建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：浙江奥星制冷设备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省嵊州市甘霖工业园区

邮政编码：312432

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 | 8 |
| 表 3 非密封放射性物质 | 8 |
| 表 4 射线装置 | 9 |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） | 10 |
| 表 6 评价依据 | 11 |
| 表 7 保护目标与评价标准 | 14 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 | 19 |
| 表 9 项目工程分析与源项 | 22 |
| 表 10 辐射安全与防护 | 28 |
| 表 11 环境影响分析 | 35 |
| 表 12 辐射安全管理 | 48 |
| 表 13 结论与建议 | 51 |
| 表 14 审批 | 54 |

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|-----------------|--|--|---|-----------------------|-----|
| 建设项目名称 | 浙江奥星制冷设备有限公司迁建 X 射线探伤室及暗室建设项目 | | | | |
| 建设单位 | 浙江奥星制冷设备有限公司 | | | | |
| 法人代表 | | 联系人 | | 联系电话 | |
| 注册地址 | 浙江省嵊州市甘霖工业园区 | | | | |
| 项目建设地点 | 浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号 | | | | |
| 立项审批部门 | 嵊州市经济和信息化局 | 项目代码 | 2205-330683-07-02-358184 | | |
| 建设项目总投资 (万元) | 50 | 项目环保投 资(万元) | 17.5 | 投资比例(环保 投资/总投资) | 35% |
| 项目性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建(迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 | | | 占地面积(m ²) | 136 |
| 应用 类型 | 放射源 | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | 非密封 放射性 物质 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | — | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙 | | |
| | 射线装 置 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| 其他 | / | | | | |

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

浙江奥星制冷设备有限公司成立于 1999 年 06 月 17 日，注册地址位于浙江省嵊州市甘霖工业园区，经营范围：制冷设备及配件、冷库设备、机电设备、汽车配件的制造、销售；第一类压力容器(D1)、第二类低、中压力容器制造、销售；金属表面加工处理；冷库工程设计、安装、调试及维修；货运：普通货物运输；货物进出口。(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动)。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

因自身发展需要，企业拟在浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号新建厂房、传达室等，实施年产 3000 台冷链物流装备生产线项目，项目建成后形成年产 3000 台冷链物流装备生产线的的能力。该项目已于 2021 年 8 月 9 日取得绍兴市生态环境局嵊州分局的批复(嵊环核[2021]71

号），目前该项目尚未投产。

原探伤室于 2002 年建成，位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇工业园区 B 区，已于 2022 年 1 月拆除。企业持有辐射安全许可证，现有 X 射线探伤机已登记许可。为保证产品质量和生产的安全，企业拟在浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号厂区内南侧新建一间 X 射线探伤室，利用现有 1 台 X 射线探伤机（XXHz-2505 型周向机，属于 II 类射线装置），并配置操作室、暗室（含评片室）等辅助用房对自生产的压力容器等进行无损检测，本次环评所涉及的探伤工作仅限于探伤室内。本项目已由嵊州市经济和信息化局备案通过，备案号：2205-330683-07-02-358184。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），设备属于 II 类射线装置；根据《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），本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目中“使用 II 类射线装置的”，因此该项目应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江奥星制冷设备有限公司正式委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.1.3 项目建设内容与规模

企业拟在浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路10号厂区内南侧新建一处X射线探伤工作场所，建设探伤室、操作室、暗室（含评片室）、办公室等辅助用房（危废暂存间依托企业主体工程危废暂存间），利用现有1台X射线探伤机（XXHz-2505型周向机，主束朝上、下、南、北，属于II类射线装置）本项目探伤工件为压力容器。企业原探伤室已于2022年1月拆除。

经与建设单位核实，本次评价规模为：

表1-1 本项目建设内容与规模

| 序号 | 设备名称 | 类别 | 规格型号 | 数量 | 最大管电压 | 最大管电流 | 用途 | 备注 |
|----|--------|-----|-----------|----|-------|-------|------|------------------|
| 1 | X射线探伤机 | II类 | XXHz-2505 | 1台 | 250kV | 5mA | 室内探伤 | 周向机，主束方向：上、下、南、北 |

1.1.4 劳动定员及工作制度

1、劳动定员：企业原有2名辐射工作人员，现已离职。本项目拟新增2名辐射工作人员，

均为外部招聘；

2、工作制度：每天工作8小时，每年工作250天。根据建设单位提供的资料，本项目X射线探伤机每次拍片最大曝光时间为5min，年拍片量约500张，则年探伤时间约41.67h。

1.2 相关规划符合性

1.2.1 土地利用总体规划符合性

本项目位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路10号，本项目探伤室已取得建设工程规划许可证，用地性质为工业用地，符合当地土地利用规划的要求。

1.2.2 “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108号），建设项目环评应论证是否符合生态环境准入清单，对不符合的依法不予审批。项目“三线一单”符合性如下：

（1）生态保护红线

本项目位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路10号，对照绍兴市生态保护红线分布图，本项目不属于绍兴市生态保护红线范围内，因此，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，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率水平属于正常本底范围。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

本项目运营过程中主要消耗一定量的电能，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不使用高耗能、低效率的设备，符合资源利用上线的要求。

（4）生态环境准入清单

根据《嵊州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“ZH33068320004 浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇工业园区产业集聚重点管控单元”。

表1-2 本项目所在管控单元分类准入清单

| 序号 | 内容 | 符合性分析 | 是否符合 |
|----|--|---|------|
| 1 | 空间布局约束 1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。 2、原则上禁止新建三类工业项目，现有三类工业项目扩建、改建不得增加污染物排放总量，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。 3、合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。 4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。 | 本项目为工业 X 射线无损检测项目，为企业压力容器等制品的配套服务项目，不属于三类工业项目；本项目周围设置绿化带，项目不属于畜禽养殖，满足该区“空间布局约束” | 是 |
| 2 | 污染物排放管控 1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。 2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。 3、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。 4、加强土壤和地下水污染防治与修复。 | 本项目不涉及污染物总量控制指标排放，曝光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。危废在厂区内暂存，委托有资质单位处置。要求企业落实雨污分流，综合上述分析，项目实施后能满足该区“污染物排放管控”要求。 | 是 |
| 3 | 环境风险防控 1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境健康风险。 2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制；加强风险防控体系建设。 | 企业已制定相关应急预案。符合该区“环境风险防控”要求。 | 是 |
| 4 | 资源开发效率要求 1、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。 | 项目使用清洁能源，运行过程推进清洁生产理念，节约资源，提高能源有效利用。 | 是 |

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

1.3 产业政策符合性分析

本项目属于核技术利用项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》及国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录(2019年本)〉的决定》，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。

1.4 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。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。该项目的实施是为了对产品进行质量控制，实施后将会有效的提升企业的产品质量。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对于“剂量限值”的要求。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。

1.5 项目选址及周边环境保护目标

1.5.1 企业地理位置

浙江奥星制冷设备有限公司位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路10号，厂区东侧为浙江金冠制冷设备股份有限公司，南侧为东王村农居点，西侧为林地，北侧为浙江澳可盛制冷设备有限公司。

1.5.2 周边环境概况

本项目 X 射线探伤室位于厂区内南侧（所属建筑物共 1 层，无地下层）。本项目探伤室周边环境详见下表。

表 1-3 探伤室周边环境情况

| 序号 | 名称 | 方位 | 与探伤室最近距离（m） |
|----|------------------|----|-------------|
| 1 | 暗室（含评片室）、操作室、办公室 | 东侧 | 紧邻 |
| 2 | 厂区内道路 | 东侧 | 4 |
| 3 | 1号厂房 | 东侧 | 7 |
| 4 | 厂区内道路 | 南侧 | 紧邻 |
| 5 | 东王村农居点 | 南侧 | 28 |
| 6 | 道路 | 西侧 | 紧邻 |
| 7 | 2号厂房 | 西侧 | 3 |
| 8 | 装卸平台 | 北侧 | 紧邻 |

本项目探伤室评价范围 50m 内主要为企业内部生产车间、厂区内道路、周边居民等，无医院、幼儿园等敏感建筑。因此，本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事 X 射线探伤机

操作的辐射工作人员及周围其他公众成员。

1.5.3 选址合理性分析

本项目位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号厂区内南侧，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 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区及学校等环境敏感区。根据表 11 的辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，南侧东王村公众年受照总剂量为 $1.60 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。经采取一定的辐射防护措施后对周围环境及南侧东王村公众的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址是合理可行。

1.5.4 布局合理性分析

本项目探伤工作场所位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号厂区内南侧，本项目操作室与探伤室分开。本项目探伤工作场所为独立建筑，不在 1 号厂房、2 号厂房内，对公众人员影响较小，设置较为合理。本项目探伤室工件防护门位于北侧，工件是由平板轨道放入探伤室内。探伤室人员防护门位于东侧，采用迷路形式。XXHz-2505 型探伤机为周向机，主射方向朝上、下、南、北，操作室、防护门通过迷道屏蔽，主射线不直接照射到操作室等区域。根据表 11 的辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，南侧东王村公众年受照总剂量为 $1.60 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。经采取一定的辐射防护措施后对周围环境及南侧东王村公众的辐射影响是可接受的。探伤室布局于公众相对较少区域，布局相对合理。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

1.6.1 原有射线装置许可情况

企业持有有效的辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[D2096]，许可的种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2024 年 4 月 18 日。目前已获许可的设备为 1 台工业 X 射线探伤机。根据企业提供的资料，原探伤室于 2002 年建成，企业原辐射安全许可证由卫生部门核发，由于历史原因，后生态环境主管部门直接发放了辐射安全许可证，现有 X 射线探伤机已登记许可。由于企业生产调整需要，原探伤室已与 2022 年 1 月拆除，X 射线探伤机封存于仓库。

企业现有射线装置情况详见表 1-4。

表1-4 现有射线装置情况详情一览表

| 序号 | 射线装置名称 | 类别 | 数量 | 工作场所名称 | 许可情况 | 备注 |
|----|---------|-----|----|--------|-------------|--------------------|
| 1 | 工业射线探伤机 | II类 | 1台 | 原探伤室 | 浙环辐证[D2096] | 现停用,本项目建成后,用于本项目探伤 |

1.6.2 辐射安全管理现状

(1) 企业已成立了辐射安全和防护安管理领导小组,负责单位的辐射安全与防护监督管理工作,明确了各成员的职责,做到分工明确,职责分明,在框架上基本符合要求。

(2) 企业已制定《辐射安全防护和管理制度》、《岗位职责》、《X射线探伤机操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《探伤装置检查与维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》、《自行检查和年度评估制度》等相关操作规程和工作制度,企业现有辐射管理制度较为全面,符合相关要求。企业严格落实各项规章制度,各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好,在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

(3) 企业现有2名辐射工作人员,均持有辐射安全与防护培训学习合格证书(其中张振宇的培训证书由于历史原因已遗失)。

(4) 企业现有辐射工作人员全部配备了个人剂量计,已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测,并建立了个人剂量档案。由检测报告结果可知:现有辐射工作人员2022年度的个人剂量检测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中对辐射工作人员要求的剂量限值。

(5) 企业现有辐射工作人员已开展职业健康体检,并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检,在岗期间体检周期不超过2年,职业健康监护档案均保留其上岗前、在岗期间和离岗前的职业健康体检情况。

(6) 企业已制定《辐射事故应急预案》。每年均定期开展辐射事故应急预案演习,并对演练结果进行总结,及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与企业核实,自辐射活动开展以来,射线装置运行和维护状况良好,未发生过任何辐射事故。

(7) 企业每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测。企业已落实年度评估制度,编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》,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。

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) | 年最大操作量 (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》(GB18871-2002)。

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 | XXHz-2505 | 250 | 5 | 室内探伤 | 探伤室内 | 周向机 |

(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) | 最大管电 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 | 排放口活度 | 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 | 臭氧半衰期一般为20~30分钟，经通排风系统排入大气 |
| 废显（定）影液 | 液态 | — | — | 约 0.83kg | 约 10kg | — | 专用容器收集后暂存于危废暂存间 | 委托嵊州市新业危险废物经营有限公司处理 |
| 废胶片 | 固态 | — | — | 约 0.33kg | 约 4.01kg | — | | |

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；年排放总量为 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）或活度（Bq）。

表 6 评价依据

| | |
|------|---|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法(2014年修订)》(中华人民共和国主席令第9号), 2015年1月1日起施行;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法2018年修订)》(中华人民共和国主席令第24号), 2018年12月29日起施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第6号), 2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(中华人民共和国主席令第58号), 2020年9月1日起施行;</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》, 国务院令第682号, 2017年10月1日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019年修改)》, 国务院令第709号, 2019年3月2日起施行;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021年修正本)》生态环境部令第20号, 2021年1月4日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环境保护部令第18号, 2011年5月1日起施行;</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》, 原环境保护部、国家卫生计生委公告2017年第66号, 2017年12月5日起施行;</p> <p>(10)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10月1日起施行;</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 原国家环境保护总局环发(2006)145号, 2006年9月26日起施行;</p> <p>(12) 《国家危险废物名录》(2021年版), 生态环境部令第15号, 自2021年1月1日起施行;</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(中华人民共和国生态环境部令第16号), 自2021年1月1日起施行;</p> <p>(14) 《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日施行;</p> <p>(15) 《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,</p> |
|------|---|

| | |
|------|--|
| | <p>2019年10月25日施行；</p> <p>(16)《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日施行；</p> <p>(17)《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》，环环评〔2021〕108号，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；</p> <p>(18)《关于修改〈产业结构调整指导目录(2019年本)〉的决定》，国家发展和改革委员会令 第49号，2021年12月30日起施行；</p> <p>(19)关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2015年本)》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单(2015年本)》的通知，原浙江省环境保护厅浙环发〔2015〕38号，2015年10月23日起施行；</p> <p>(20)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(2019年本)》的通知，浙环发〔2019〕22号，浙江省生态环境厅，2019年12月20日起施行；</p> <p>(21)《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2021年省政府令第388号修订)，2021年2月10日施行；</p> <p>(22)《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；</p> <p>(23)《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行；</p> <p>(24)《绍兴市生态环境局关于授权各分局办理部分行政许可事项的通知》，绍兴市生态环境局办公室，2020年3月5日印发。</p> |
| 技术标准 | <p>(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(4)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及第1号修改单；</p> <p>(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2019)；</p> <p>(6)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(7)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(9) 《辐射事故应急监测技术规范》（HJ 1155-2020）；</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单。</p> |
| 其他 | <p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 绍兴市生态保护红线分布图；</p> <p>(3) 《嵊州市“三线一单”生态环境分区管控方案》；</p> <p>(4) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p> |

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“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X射线探伤室边界50m的区域。

7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室评价范围50m内主要为内部生产车间、厂区内道路、周边居民等，无生态保护目标等敏感点，无医院、幼儿园等敏感区域。因此，本项目环境保护目标为评价范围50m内从事X射线探伤机操作的辐射工作人员及周围其他公众成员。

表7-1 本项目环境保护目标基本情况表

| 场所位置 | 环境保护目标 | | 方位 | 关注点名称 | 与探伤室最近距离(m) | 人数 | 年剂量约束值(mSv) |
|------------------|--------|----------|----|---------------------|-------------|---------|-------------|
| 探伤室 ^① | 职业 | 探伤装置操作人员 | 东侧 | 操作室、暗室（含评片室）、办公室 | 紧邻 | 2人 | 5.0 |
| | 公众 | | 东侧 | 厂区内道路 | 4 | 约30人次/天 | 0.25 |
| | | | | 1号厂房 | 7 | 约30人 | |
| | | | 南侧 | 厂区内道路 | 紧邻 | 约30人次/天 | |
| | | | | 东王村民居点 ^② | 28 | 约5人 | |
| | | | 西侧 | 厂区内道路 | 紧邻 | 约30人次/天 | |
| | | | | 2号厂房 | 3 | 约30人 | |
| | 北侧 | 装卸平台 | 紧邻 | 约10人 | | | |

注：①本项目探伤室所在建筑为1层建筑，探伤室顶层为不上人平顶，无地下室；

②本项目50m评价范围内，南侧2幢东王村民居点分别为1层车库（西侧）及3层民房（东侧）。

7.3 评价标准

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。

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）。

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。

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；

本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量管理约束值。

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；

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量管理约束值。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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。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 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

- c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 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。

3.3.5 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。

4、项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）等评价标准，确定本项目的管理目标。

①工作场所剂量率控制水平：探伤室四侧墙体表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5 μ Sv/h；探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁临近建筑物不在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，且室顶为无人到达，因此探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 100 μ 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。

③臭氧与氮氧化物浓度限值

按照《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GB/Z 2.1-2019）及第 1 号修改单，臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m³；氮氧化物 8 小时平均允许接触水平容许浓度 5mg/m³。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

浙江奥星制冷设备有限公司位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号。本项目 X 射线探伤工作场所位于厂区内南侧（所属建筑物共 1 层，无地下层），由探伤室、操作室、暗室（含评片室）、办公室组成。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.2 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.3 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求，结合现场条件，对本项目探伤室拟建址及周围进行监测布点，共布设 6 个监测点位，布点情况见图 8-1。

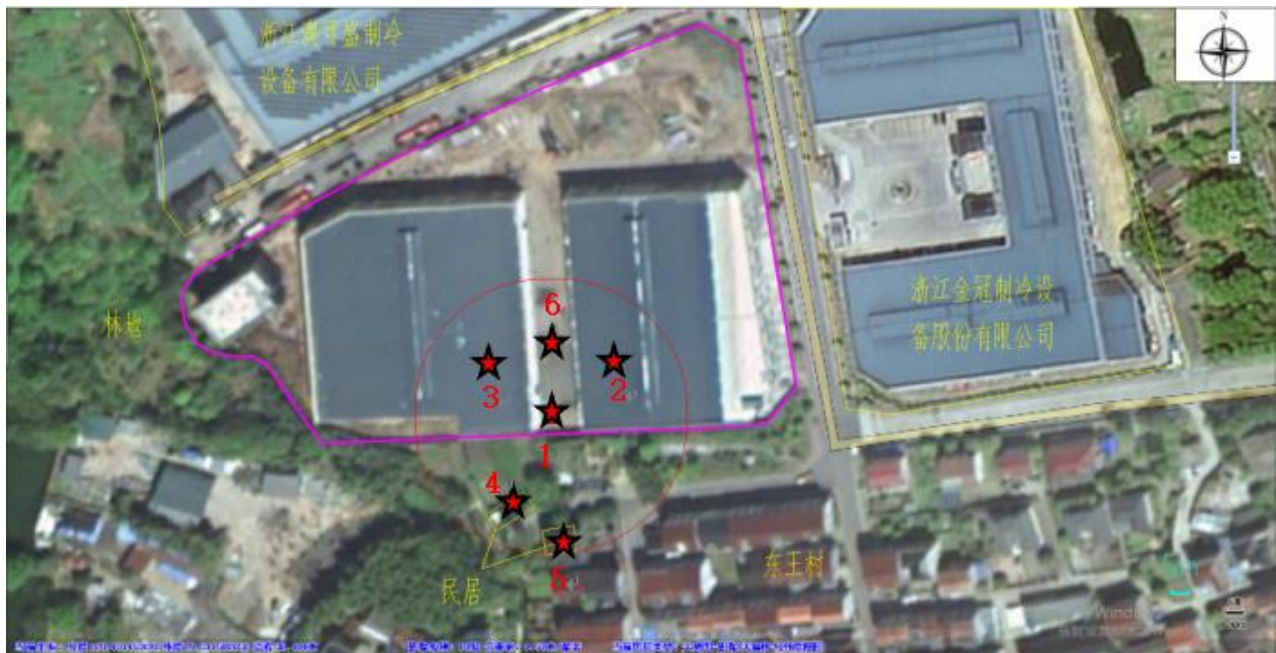


图 8-1 探伤室周围 γ 辐射空气吸收剂量率本底检测点位示意图

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司
- (2) 监测时间：2023年02月01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》（HJ1157-2021）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：本项目为迁建项目，无现有核技术利用项目运行状态下进行辐射环境本底监测
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：17℃；相对湿度：42%
- (8) 监测报告编号：浙亿检（环）字 HJ 2023 第 0023 号
- (9) 监测仪器

表 8-1 监测仪器的参数与规范

| | |
|------------|---|
| 检测仪器 | X、 γ 辐射周围剂量当量率仪 |
| 仪器型号 | 6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H) |
| 仪器编号 | 167510+165455 |
| 生产厂家 | Automess |
| 量 程 | 内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h |
| 能量范围 | 内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$ |
| 检定证书编号 | 2022H21-20-3813605002 |
| 检定证书有效期 | 2022年02月18日至2023年02月17日 |
| 检定单位 | 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 |
| 校准因子 C_f | 1.09 |
| 探测限 | ≥ 10 nSv/h |

8.3.2 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，监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。

8.3.3 监测结果

监测结果见表8-2。

表8-2 探伤工作场所拟建址及周围环境辐射背景监测结果

| 监测的环境条件 | 天气：晴 | 环境温度：17℃ | 相对湿度：42% | |
|---------|--------|-------------------|----------|--|
| 点位编号 | 点位描述 | γ辐射空气吸收剂量率(nGy/h) | | |
| | | 平均值 | 标准差 | |
| 1 | 探伤室拟建址 | 98 | 2 | |
| 2 | 1#厂房 | 121 | 3 | |
| 3 | 2#厂房 | 108 | 2 | |
| 4 | 民居 1 | 96 | 3 | |
| 5 | 民居 2 | 105 | 2 | |
| 6 | 厂区道路 | 98 | 2 | |

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

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

3、γ辐射空气吸收剂量率均已扣除宇宙射线响应值30nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，5点位取0.8,2~4点位取0.9,1、6点位取1；

8.4 环境现状调查结果的评价

本项目周围环境室内γ辐射剂量率范围为96nGy/h~121nGy/h，室外γ辐射剂量率范围为98nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，绍兴市室内的γ辐射剂量率在61nGy/h~335nGy/h之间，绍兴市道路上γ辐射剂量率在51nGy/h~154nGy/h之间，可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的γ辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

9.1.1 施工期工艺流程及产污环节

本项目施工期涉及少量施工改建，施工期工艺流程及产污环节如下：

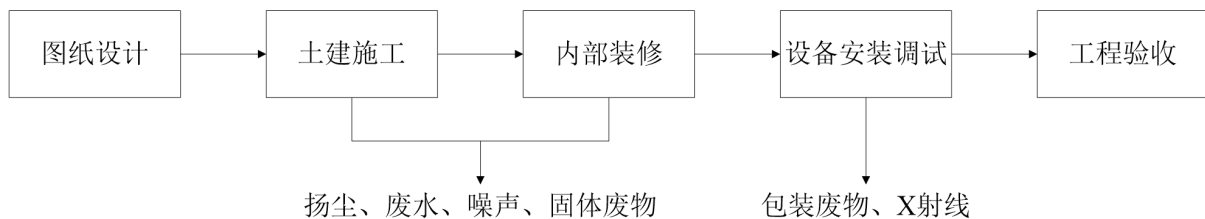


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

(1) 扬尘

由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

(2) 噪声

施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程防止机械噪声的超标。

(3) 废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托建设单位化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

(4) 固体废物

装修过程中产生的建筑垃圾堆放在住建部门指定的地点，严禁随意堆放和倾倒。施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

(5) X 射线、臭氧、氮氧化物

本项目探伤机需要调试（该调试由生产厂家负责），调试阶段 X 射线机会产生 X 射线、臭氧、氮氧化物，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段在已经做好辐射防护的探伤室内进行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。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。

9.1.2 施工期污染源项

本项目施工期的主要污染源项为扬尘、噪声、废水 X 射线、臭氧、氮氧化物、固体废物。

9.2 运营期工程分析

9.2.1 现有辐射项目情况

9.2.1.1 原探伤室平面布局情况

原探伤室位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇工业园区 B 区，已于 2022 年 1 月拆除，原探伤室平面布局图略。

9.2.1.2 原探伤室工艺流程

原探伤室工艺流程与本项目一致，详见 9.2.2.3。

9.2.1.3 原探伤室人员配置情况

企业原有 2 名辐射工作人员，现已离职。，职业健康监护档案均保留其上岗前、在岗期间和离岗前的职业健康体检情况。

9.2.1.4 原探伤室屏蔽防护设计情况

原探伤室屏蔽防护情况与本项目一致，详见表 10-1。

9.2.1.5 原探伤室三废处置情况

原探伤室臭氧和氮氧化物可通过机械排风设施排出探伤室，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。危险废物收集后存放在危险废物暂存间，并由专人保管，委托嵊州市新业危险废物经营有限公司处理处置

9.2.1.6 原探伤室达标排放情况

根据企业提供的年度监测报告，企业原探伤室周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

9.2.2 本项目情况

9.2.2.1 探伤机的特点及作业方式

浙江奥星制冷设备有限公司配置的 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、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。



图 9-2 X 射线探伤机外观图

9.2.2.2 探伤机工作原理

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、控制箱及连接电缆组成。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。典型的X射线管结构图见图9-3。

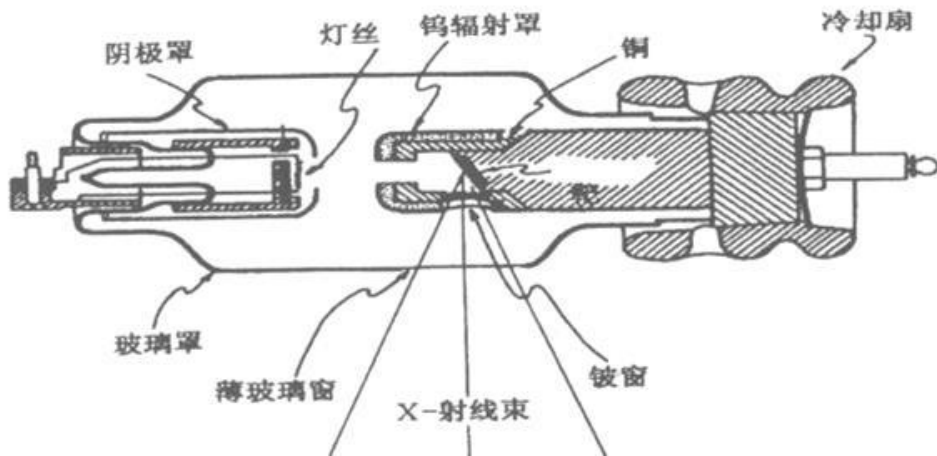


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

9.2.2.3 探伤过程及产污环节

该企业X射线探伤均在固定的探伤室内，企业将需要进行射线探伤的工件用平板轨道送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设X射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件防护门关闭，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，打开工件防护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X片，待暗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。

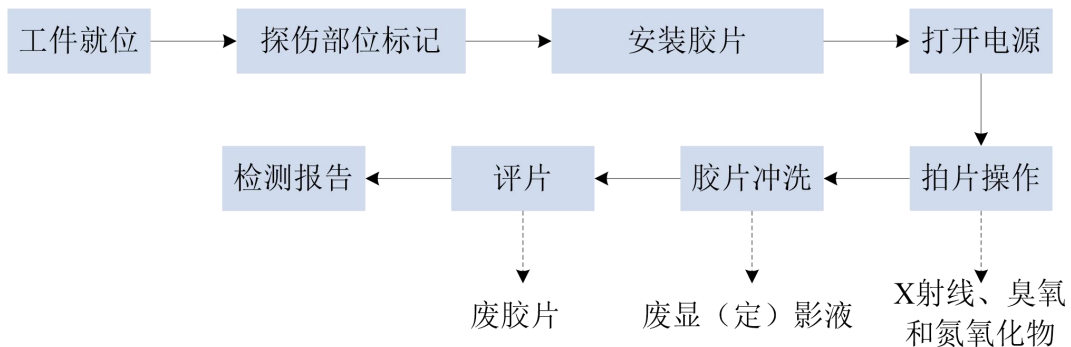


图 9-4 X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

9.2.2.4 人员配置计划与工作负荷

本项目拟配置1台X射线探伤机（XXHz-2505型周向机，属于II类射线装置）。

探伤工件为自生产的压力容器等，最大尺寸：直径377mm，长度1780mm，探伤厚度最大为30mm。本项目探伤机只在探伤室内使用，不在探伤室外使用。根据企业介绍，探伤室最大探伤工况为：每次拍片最大曝光时间为5min，年拍片量约500张，则年探伤时间约41.67h。项

目拟配2个辐射工作人员，轮流进行辐射操作。

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（曝光状态）时，才会发出X射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X射线是本项目的主要污染因子。有用线束、散射辐射根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B表B.1，按250kVX射线在0.5mm铜过滤条件下输出量为 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T250-2014，以等量值的 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 进行屏蔽计算），即取 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；泄漏辐射根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表1，当X射线管电压 $>200\text{kV}$ 时，距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率取值 5mSv/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）影液与废胶片

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液与废胶片。废显（定）影液与废胶片属于《国家危险废物名录（2021年版）》中感光材料废物，危废代码为HW16：900-019-16，并无放射性。本项目年拍片约500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10L，每年拍片产生废胶片约5张（废片率按1%计算，约0.05kg），完好的胶片由企业定期建档备查，根据企业提供的资料，胶片存档十年，存档期满后，20%给有需要的客户，80%作为危险废物，则废胶片合计年产生约401张，约4.01kg，该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理。X射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

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 | 危险性 | 污染防治措施 |
|----|---------|------|-------------|-----------|---------|----|--------|--------|------|-----|---|
| 1 | 废显(定)影液 | HW16 | 900-01-9-16 | 0.01 | 胶片冲洗 | 液态 | 显(定)影液 | 显(定)影液 | 每天 | T | 贮存: 密闭置于包装桶内, 分类、分区存放于危废暂存间内 处置: 委托有资质单位处置 |
| 2 | 废胶片 | HW16 | 900-01-9-16 | 0.004 | 胶片冲洗、存档 | 固态 | 废胶片 | 废胶片 | 每天 | 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) 探伤机运行时探伤室内有人未撤离, 或由于辐射安全措施故障无关人员误入探伤室, 发生超剂量照射;

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

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

本项目探伤工作场所位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号厂区内南侧，操作室与探伤室分开。本项目探伤工作场所为独立建筑，不在 1 号厂房、2 号厂房内，对公众人员影响较小，设置较为合理。本项目探伤室工件防护门位于北侧，工件是由平板轨道放入探伤室内。探伤室人员防护门位于东侧，采用迷路形式。XXHz-2505 型探伤机为周向机，主射方向朝上、下、南、北，操作室、人员防护门通过迷道屏蔽，主射线不直接照射到操作室等区域。根据表 11 的辐射环境影响预测，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及南侧东王村公众的辐射影响是可接受的。探伤室布局于公众相对较少区域，布局相对合理。

本项目探伤室位于探伤工作场所西侧，探伤室工件防护门位于探伤室北侧，为单开电动门。本项目工件防护门门洞尺寸为 2200mm(宽)×2400mm(高)，门扇尺寸为 2800mm(宽)×2800mm(高)，敷设 12mm 的铅板，左右各搭接 300mm，上下各覆盖 200mm。人员防护门门洞尺寸为 650mm(宽)×2000mm(高)，门扇尺寸为 1200mm(宽)×2500mm(高)，敷设 10mm 的铅板，左右各搭接 275mm，上下各覆盖 250mm。本项目人员防护门和工件防护门左右、上下搭接均满足防护要求。探伤室内尺寸(不含迷道)为 7500mm(长)×3500mm(宽)×4200mm(高)，探伤工件最大尺寸为 377mm(直径)×1780mm(长)，探伤工件可方便出入，辐射工作人员位于曝光探伤室东侧的操作室。

10.1.2 分区原则和两区划分

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》(GBZ117-2022)的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤室划为控制区，在探伤室表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明，严禁无关人员进出控制区，保障该区的辐射安全；将操作室、暗室(含评片室)、办公室、探伤室实体墙体及工件防护门外1m处等其他相邻区域划为监督

区，监督区边界用黄色警戒线标明，对该区不需采取专门的安全防护措施，但要定期检查其辐射剂量。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 探伤室屏蔽情况一览表

| 项目 | | 设计情况 |
|---|-----------|--|
| 探伤室 | 外尺寸（不含迷道） | 面积约为 38.25m ² ，尺寸为 8.5m（长）×4.5m（宽）×4.5m（高） |
| | 内尺寸（不含迷道） | 面积约为 26.25m ² ，尺寸为 7.5m（长）×3.5m（宽）×4.2m（高） |
| 四侧墙体 | | 500mm 厚混凝土 |
| 迷道 | 迷道内墙 | 500mm 厚混凝土 |
| | 迷道外墙 | 500mm 厚混凝土 |
| | 迷道参数 | 直迷道，迷道内口宽 800mm，迷道外口宽 800mm 迷道宽 800mm，迷道净高 4200mm |
| 顶棚 | | 350mm 厚混凝土 |
| 工件防护门 （设于北墙上） | | 1 扇电动平移门，门洞的尺寸为 2200mm（宽）×2400mm（高）； 门扇的尺寸为 2800mm（宽）×2800mm（高），敷设 12mm 厚铅板 |
| 人员出入门 （设于东墙上） | | 1 扇电动平移门，门洞的尺寸为 650mm（宽）×2000mm（高）； 门扇的尺寸为 1200mm（宽）×2500mm（高），敷设 10mm 厚铅板 |
| 电缆孔 | | Φ120mm，U 型地下穿墙，埋深 500mm |
| 通风口 | | Φ300mm，U 型地下穿墙，埋深 500mm，风机设计风量 940m ³ /h |
| 注：铅密度不低于 11.3t/m ³ ，混凝土的密度为 2.35t/m ³ 。 | | |

根据环境影响分析章节的计算结果，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求，工作人员和公众人员受照年有效剂量均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。本项目探伤室屏蔽防护措施合理。

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

1、探伤装置固有安全属性

探伤装置固有安全属性的要求见表 10-2。

表 10-2 探伤装置固有安全属性基本要求

| 装置名称 | 设备技术要求 | |
|---------|-----------|---|
| X 射线探伤机 | X 射线管头组装体 | 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》（GBZ117-2022）5.1.1 款表 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/T26837 的要求。 |
| | 操作室控制台 | a) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。b) 应设置紧急停机开关。c) X 射线发生器控制面板应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。 |

2、探伤工作场所安全防护措施

(1) 探伤室2扇防护门拟安装门-机联锁装置，探伤机与防护门实现联锁，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) 探伤室门口和内部醒目位置同时拟设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(3) 照射状态指示装置拟与X射线探伤装置联锁。

(4) 探伤室内、外醒目位置处拟设有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(5) 探伤室防护门显著位置拟设有符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(6) 探伤工作场所拟设置4个紧急停机按钮，（探伤室东、南、西侧各设1个，操作室设1个）确保出现紧急事故时，能立即停止照射。探伤室内按钮的安装，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。按钮应当带有标签，标明使用方法。

(7) 探伤室内和探伤室出入口拟安装视频监控装置，在操作室的操作台有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(8) 探伤室拟设置机械排风装置，且排风管外口应避免朝向人员活动密集区。本项目排风管为直径是300mm的U型管道，下沉地面500mm。排风通向探伤室外。本项目排气风机风量为940m³/h，探伤室容积约为110.25m³，则每小时有效排风换气次数约为8次，满足不小于3次/h要求。

(9) 探伤室实体墙体外1m区域拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规章制度拟张贴于操作室。

(10) 探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(11) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。

3、安全操作防护措施

本项目探伤场所的安全操作防护措施要求见表10-3。

表10-3 本项目的安全操作放射防护措施

| 措施类别 | 措施内容 | 备注 |
|------------|---|---|
| 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、建设单位已建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，已建立和实施放射防护管理制度和措施，并制定辐射事故应急预案。 c、为辐射工作人员配备便携式X-γ剂量率仪和个人剂量报警仪，按GBZ128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护；已组织辐射工作人员参加放射防护培训并获得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格方可上岗。 | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的第4款：使用单位放射防护要求。 |
| 探伤前检查项目 | 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、安全连锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行。 c、机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。 | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的第5.1.2款要求。 |
| 探伤室操作 | a、探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向放射防护负责人报告。 b、应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，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放射防护负责人报告。 c、交接班或当班使用个人剂量报警仪前，应检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现个人剂量报警仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。 d、探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器等，把潜在的辐射降到最低。 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。 | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的第6.2款要求。 |
| 探伤机维护 | a、公司拟对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。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。 b、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、公司拟做好设备维护记录。 | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的第5.1.3款要求。 |

4、射线装置退役辐射安全管理要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的第6.3条款要求，本项目后期投入使用后，对拟报废的X射线探伤机，企业将射线装置内的X射线发生器处置至无法使用，或经

监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

5、危险废物暂存间的环境管理措施

(1) 危废的贮存：本项目危废暂存间依托主体工程危废暂存间，建筑面积约 20m²。该场所的建设满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，四周设围堰，对地面做防渗处理，采用防盗门，门上设规范的危废标识并上锁由专人管理。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 危废暂存间贮存能力情况表

| 序号 | 贮存场所名称 | 危废名称 | 位置 | 占地面积 | 贮存方式 | 贮存能力 | 产生量 (t/a) | 贮存周期 |
|----|--------|---------|---------|------------------|--------|------|-----------|----------|
| 1 | 危废暂存间 | 废显（定）影液 | 2 号厂房西侧 | 20m ² | 专用防渗容器 | 0.1t | 0.01 | 贮存半年处理一次 |
| 2 | | 废胶片 | | | 袋装 | | 0.004 | |

本项目危险废物的转移周期为半年一次，结合危废产生量及危废的转移周期，危废暂存间可以满足本项目危废贮存的容积要求。

危废暂存间的日常管理应做到：①危废暂存间上锁并派专人管理，其他人员未经允许不得进入内；②危废暂存间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物；③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员应及时联系有资质单位上门回收处理；④危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），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；⑤危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册；⑥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；⑦危废暂存间管理人员须做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。危险废物记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年；⑧危废暂存间管理人员必须定期对所贮存危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

根据生态环境部环办固体〔2021〕20号“关于印发《“十四五”全国危险废物规范化环境管理评估工作方案》的通知”，对危险废物规范化环境管理补充要求如下：①建立涵盖全过程的责任制度，负责人明确，各项责任分解清晰；负责人熟悉危险废物环境管理相关法规、制度、标准、规范；制定防治工业固体废物污染环境的措施，并得以落实；②执行危险废物污染防治责任信息公开制度，在显著位置张贴危险废物污染防治责任信息；③制定危险废物管理计划；

内容齐全，危险废物的产生环节、种类、危害特性、产生量、利用处置方式描述清晰；④通过国家危险废物信息管理系统报所在地生态环境主管部门备案；内容发生变更时及时变更相关备案内容；⑤按照实际转移的危险废物，如实填写、运行危险废物转移联单；⑥制定意外事故应急预案（综合性应急预案有危险废物相关篇章或有危险废物专门应急预案），并按照预案要求定期组织应急演练；⑦及时组织“三同时”验收。

（2）危废的转移及委托处置：本项目探伤过程产生的危废由嵊州市新业危险废物经营有限公司收集并运输处理。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。

10.2 三废的治理

（1）非放射性废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过机械排放系统，臭氧和氮氧化物可通过机械排风设施排出探伤室，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。

（2）危险废物

该企业年拍片量约 500 张，产生一定量的废显（定）影液与废胶片，属于危险废物，本次环评要求将其收集后存放在危险废物暂存间，并由专人保管，委托嵊州市新业危险废物经营有限公司处理处置，建立相关台账。

10.3 环保投资估算一览表

本项目总投资 50 万元，主要用于设备采购、场所屏蔽部分防护建设和防护用品采购，其中项目环保投资约 17.5 万元，占项目总投资的 35%。具体环保投资估算详见表 10-5。

表 10-5 环保投资估算一览表

| 项目 | | 设施（措施） | 金额（万元） |
|-----|-----------|-----------------------------|--------|
| 探伤室 | 辐射屏蔽措施 | 探伤室 1 间 | 15 |
| | 安全措施 | 门-机联锁装置 2 套（利用原有） | / |
| | | 指示灯和声音提示装置 4 套（利用原有） | / |
| | | 视频监控装置 4 套（利用原有） | / |
| | | 急停按钮 4 个（利用原有） | / |
| | 废气处理设施 | 通排风系统 | 0.5 |
| | 监测仪器及警示装置 | 个人剂量计 2 支（利用原有） | / |
| | | 个人剂量报警仪 1 台（利用原有） | / |
| | | 便携式 X-γ剂量率仪 1 台（利用原有） | / |
| | | 固定式场所辐射探测报警装置 1 套 | 1 |
| | | 电离辐射警告标志、中文警示说明、监督区、控制区标识若干 | 1 |
| 合计 | | | 17.5 |

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

该评价项目是在浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号厂区内南侧建设探伤室及其配套工作场所，建设阶段主要为土建产生的废水、扬尘、噪声、固体废物以及设备调试产生的 X 射线对环境的影响。

11.1.1 水环境影响分析

施工期产生的废水主要为生活污水，生活污水产量较小，生活污水依托建设单位化粪池等生活污水处理设施处理后纳入污水管网，对周边环境影响较小。

11.1.2 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料运输、基础建设等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但施工结束后即可恢复。

11.1.3 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地基础建设、相关设施的安装调试等几个阶段中，但该评价项目的建设工期短，影响期短暂，影响范围小，随施工结束而消除，因此，在合理安排施工时间后，对周围的影响较小。

11.1.4 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。施工期的生活垃圾和建筑垃圾应分别堆放，生活垃圾委托由环卫部门妥善处理，建筑垃圾应统一清运至政府制定的建筑垃圾堆放点，使工程建设产生的垃圾处于可控制状态。

综上所述，本工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.1.5 安装调试影响分析

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体及防护措施到位，在机房门外设立电离辐射

警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体及防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位应及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

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。

本项目探伤室配置 1 台探伤机（XXHz-2505 型周向机），本项目探伤作业过程中，XXHz-2505 型周向机位于探伤室内各侧 1/3 处位置南北方向移动，主射方向朝上、下、南、北。XXHz-2505 最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，年探伤时间为 41.67h，则曝光探伤室顶棚、南侧、北侧、工件防护门需按有用线束进行考虑（根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）“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”；无地下层，故不考虑地坪），则东侧、西侧墙体、人员防护门考虑其泄漏辐射和散射辐射。

11.2.1 计算公式的选取

1、有用线束

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：

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

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，单位为毫安（mA），本项目取值 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，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，按 250kV X 射线在 0.5mm 铜过滤条件下输出量为 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014，以等量值的 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 进行屏蔽计算），即取 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 图 B.1、图 B.2 曲线，250kV 工况下，350mm 厚混凝土的透射因子约为 1.2×10^{-4} ，500mm 厚

混凝土的透射因子约为 3×10^{-6} ；250kV 工况下，12mm 厚铅的透射因子约为 2.5×10^{-6} 。

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

2、泄漏辐射和散射辐射

① 泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-2 计算：

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

式中：B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定漏射铅的 TVL 为 2.9mm，混凝土的 TVL 为 90mm，然后按式 11-3 计算：

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，当 X 射线管电压 $> 200\text{kV}$ 时， \dot{H}_L 取值 5mSv/h 。

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

② 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-4 计算：

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

式中：I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1，取 250kV 管电压下输出量为 $16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即取 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90° 散射铅的 TVL 为 1.4mm，混凝土的 TVL 为 86mm，然后按式 11-3 计算；

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，本项目取值 50。

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

3、天空反散射

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{\eta_{ys} \cdot \dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3} \cdot 1000000}{0.67 \cdot r_i^2 \cdot r_s^2} \dots\dots\dots(\text{式 11-5})$$

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

η_{ys} ——辐射减弱的透射比，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 图 B.2 曲线，250kV 工况下，350mm 厚混凝土的透射因子约为 1.2×10^{-4} ；

\dot{D}_{10} ——离源上方 1m 处的吸收剂量指数率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1，取 250kV 管电压下输出量为 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，本项目最大管电压为 5mA，则本项目取 $8.25 \times 10^{-2} \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

Ω ——辐射源对屋顶张的立体角，sr。本项目 Ω 根据式 11-6 进行计算，其中 a 为屋顶长度之半，本项目 a 取 3.75m；b 为屋顶宽度之半，本项目 b 取 1.75m；c 为源到屋顶表面中心的距离，本项目 c 取 2.7m；d 为源到屋顶边缘的距离，且 $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ ，本项目 d 取 4.94m，代入式 11-6，计算得 Ω 约为 1.84sr；

$$\Omega = 4 \text{tg}^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \dots\dots\dots(\text{式 11-6})$$

r_i ——辐射源到屋顶上方 2m 处的距离，m。本项目取 5.1m；

r_s ——室外参考点 Q 到源的水平距离，m。本项目取 7.4m，详见图 11-4。

式中 0.67 是单位换算系数。

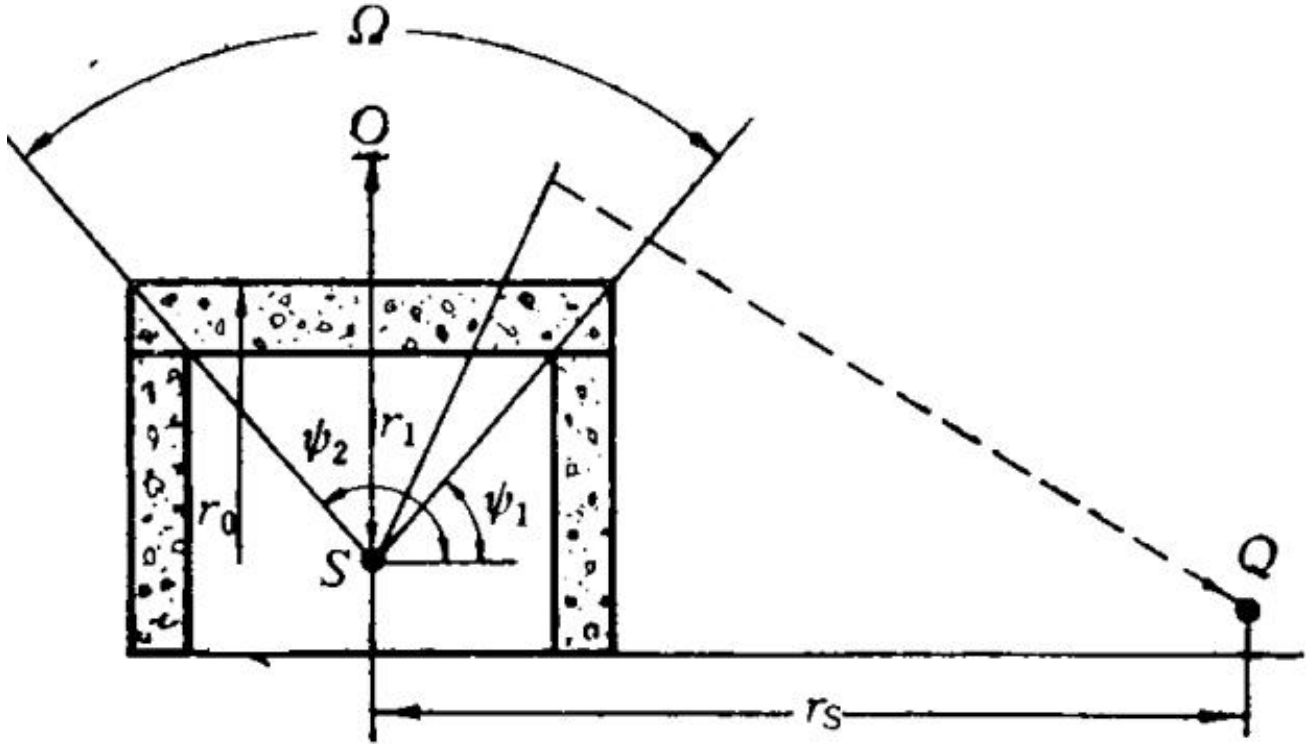


图 11-1 计算屋顶屏蔽厚度的示意图

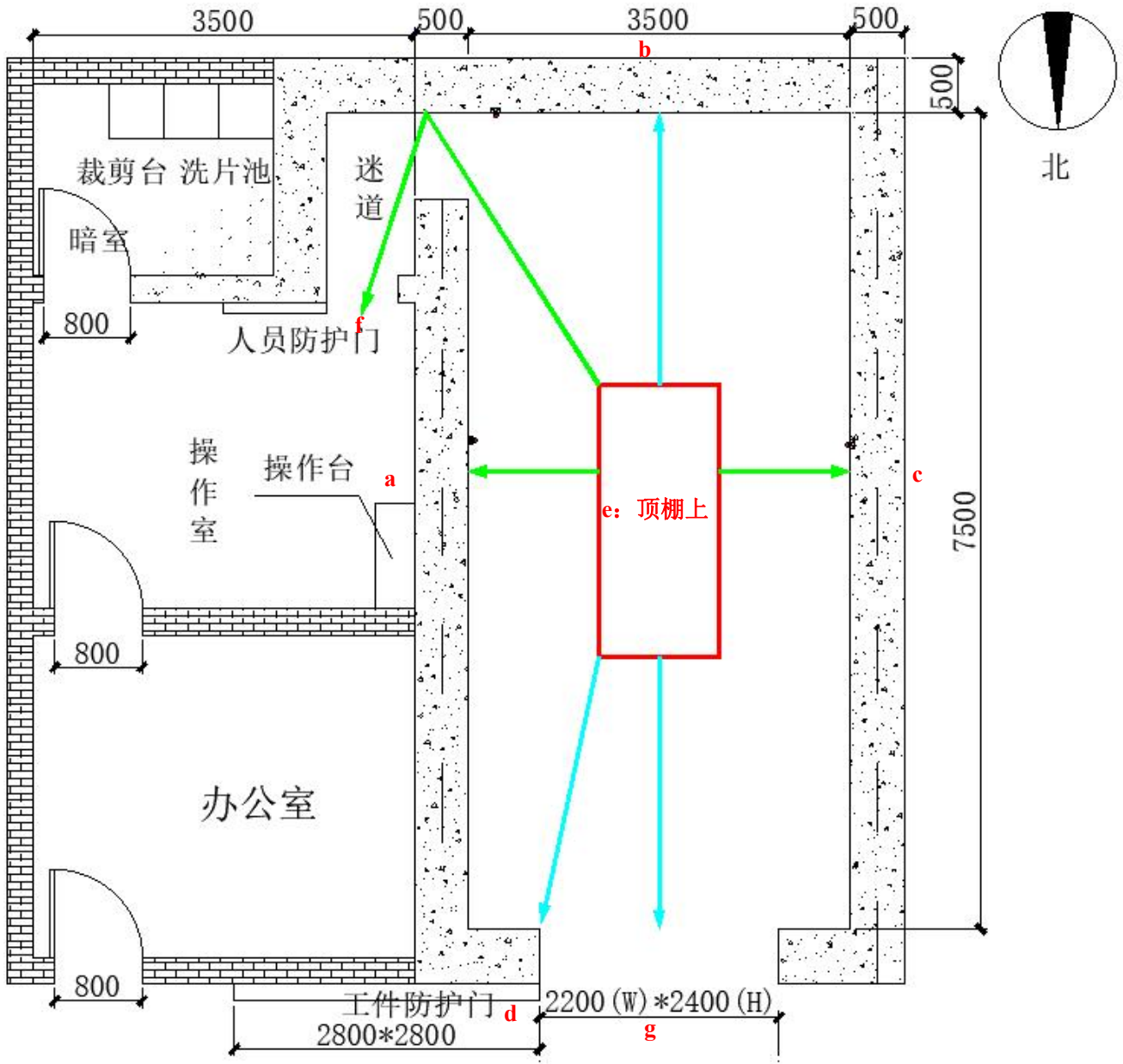
11.2.2 参数选取

本项目探伤工作场所无地下室，地下为厚土层，因此不考虑地下关注点。辐射屏蔽计算相关参数见表 11-1，预测点位图见图 11-2~图 11-3。

表 11-1 辐射屏蔽计算相关参数一览表

| 关注点位 | 与关注点的距离 (m) * | | | 屏蔽参数 | 需考虑的屏蔽辐射类型 |
|----------------------|---------------|------|------|-------------------------------------|------------|
| | 有用线束 | 泄漏辐射 | 散射辐射 | | |
| a 东墙外 30cm 处 | / | 2.0 | 2.0 | 500mm 厚混凝土 | 泄漏辐射、散射辐射 |
| b 南墙外 30cm 处 | 3.3 | / | / | 500mm 厚混凝土 | 有用线束 |
| c 西墙外 30cm 处 | / | 2.0 | 2.0 | 500mm 厚混凝土 | 泄漏辐射、散射辐射 |
| d 北墙外 30cm 处 | 3.4 | / | / | 500mm 厚混凝土 | 有用线束 |
| e 顶棚外 30cm 处 | 3.4 | / | / | 350mm 厚混凝土 | 有用线束 |
| f 人员出入门外 30cm 处 (东侧) | / | 2.0 | 2.0 | 泄漏辐射: 500mm 厚混凝土; 散射辐射: 10mm 厚铅板 | 泄漏辐射、散射辐射 |
| g 工件防护门外 30cm 处 (北侧) | 3.3 | / | / | 12mm 厚铅板 | 有用线束 |
| h 厂区内道路 (东侧) | / | 6.0 | 6.0 | 500mm 厚混凝土 | 泄漏辐射、散射辐射 |
| i 1 号厂房 (东侧) | / | 9.0 | 9.0 | 500mm 厚混凝土 | 泄漏辐射、散射辐射 |
| j 东王村农居点 (南侧) | 31 | / | / | 500mm 厚混凝土 | 有用线束 |
| k 2 号厂房 (西侧) | / | 5.0 | 5.0 | 500mm 厚混凝土 | 泄漏辐射、散射辐射 |

注*: 本项目有用线束、泄漏辐射和散射辐射与关注点的距离保守按探伤机位于探伤室内 1/3 长度计算, 散射辐射与关注点的距离保守与泄漏辐射与关注点的距离一致。



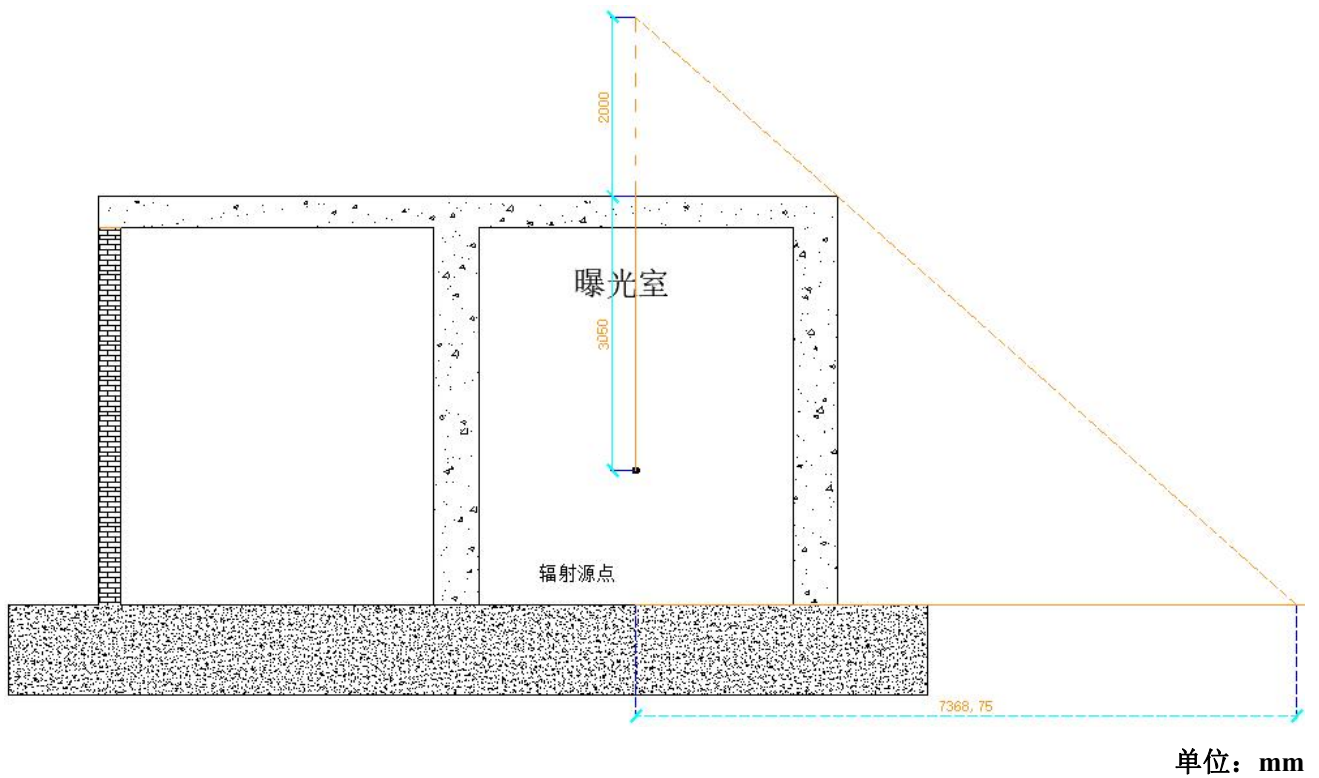
—▶ 有用线束路径 —▶ 散射辐射、泄漏辐射线束路径 工件移动范围

图 11-2 厂区内辐射屏蔽计算预测点位图



■ 本项目 — 本项目50m评价范围 — 企业厂区范围

图 11-3 厂区外辐射屏蔽计算预测点位图



单位：mm

图 11-4 天空反散射预测点位图

11.2.3 估算结果

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-2 辐射屏蔽理论计算结果一览表

| 关注点位 | 有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$) | 泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$) | 散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$) | 总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | GBZ117-2022 标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$) |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| a 东墙外 30cm 处 | — | 3.48×10^{-3} | 3.80×10^{-2} | 4.15×10^{-2} | 2.5 |
| b 南墙外 30cm 处 | 1.36 | — | — | 1.36 | 2.5 |
| c 西墙外 30cm 处 | — | 3.48×10^{-3} | 3.80×10^{-2} | 4.15×10^{-2} | 2.5 |
| d 北墙外 30cm 处 | 1.28 | — | — | 1.28 | 2.5 |
| e 顶棚外 30cm 处 | 51.38 | — | — | 51.38 | 100 |
| f 人员出入口外 30cm 处 (东侧) | — | 3.48×10^{-3} | 1.78×10^{-3} | 5.26×10^{-3} | 2.5 |
| g 工件防护门外 30cm 处 (北侧) | 1.14 | — | — | 1.14 | 2.5 |
| h 厂区内道路 (东 侧) | / | 3.86×10^{-4} | 4.22×10^{-3} | 4.61×10^{-3} | 2.5 |
| i 1 号厂房 (东侧) | / | 1.72×10^{-4} | 1.88×10^{-3} | 2.05×10^{-3} | 2.5 |
| j 东王村农居点 (南侧) | 1.55×10^{-2} | — | — | 1.55×10^{-2} | 2.5 |
| k 2 号厂房 (西侧) | / | 5.57×10^{-4} | 6.08×10^{-3} | 6.64×10^{-3} | 2.5 |
| l 天空反散射 | — | — | — | 2.30×10^{-2} | 6.00 |

注：天空反散射关注点剂量率控制水平为 $0.25\text{mSv}/41.67\text{h}/1$ (居留因子) $\times 1000 = 6.00\mu\text{Sv/h}$

根据表 11-2 计算可知，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $1.36\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率为 $51.38\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。本项目天空反散射最大辐射剂量率为 $2.30 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ ，低于本项目要求 $6.00\mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制水平，对关注点的影响较小。

本项目探伤室内所有电缆管道均为“U 型”穿墙电缆管道，电缆管道埋于地下，不会破坏探伤室墙体的屏蔽效果。探伤室通风口位于曝光室西南侧地下 50cm 处，采用 U 型设计，机械通风，风机风量 $940\text{m}^3/\text{h}$ ，X 射线在通风管内经过多次散射后到达户外。探伤室电缆管道及通风管道需至少经过三次散射才能到达曝光室外管口，根据《辐射防护导论》P189“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”，因此本项目探伤室电缆管道设计、通风管道设计能够满足辐射防护要求。

11.2.4 人员受照剂量估算

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：

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

式中： 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。

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

表 11-3 不同场所的居留因子

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

考虑射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，本项目保守选取相关关注点附近最大剂量率计算人员年受照剂量，则本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-4 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

| 关注人员及位置 | | 居留因子 | 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 叠加天空反散射后剂量率贡献值 ($\mu\text{Sv/h}$) | 年受照时间 (h/a) | 年受照总剂量 (mSv/a) |
|---------|--------------------------|------|----------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 职业 | 东侧操作室、办公室、暗室（含评片室）辐射工作人员 | 1 | 4.15×10^{-2} | 6.45×10^{-2} | 41.67 | 2.69×10^{-3} |
| 公众 | 东侧厂区内道路 | 1/8 | 4.61×10^{-3} | 2.76×10^{-2} | 41.67 | 1.44×10^{-4} |
| | 东侧 1 号厂房 | 1 | 2.05×10^{-3} | 2.51×10^{-2} | 41.67 | 1.04×10^{-3} |
| | 南侧厂区内道路 | 1/8 | 1.36 | 1.38 | 41.67 | 7.20×10^{-3} |
| | 南侧东王村农居点 | 1 | 1.55×10^{-2} | 3.85×10^{-2} | 41.67 | 1.60×10^{-3} |
| | 西侧厂区内道路 | 1/8 | 4.15×10^{-2} | 6.45×10^{-2} | 41.67 | 3.36×10^{-4} |
| | 西侧 2 号厂房 | 1 | 6.64×10^{-3} | 2.96×10^{-2} | 41.67 | 1.24×10^{-3} |
| | 北侧装卸平台 | 1/2 | 1.28 | 1.30 | 41.67 | 2.71×10^{-2} |

注：本项目保守按叠加天空反散射剂量率贡献值进行年受照总剂量的计算。

根据表 11-4 计算可知，本项目所致辐射工作人员受照年有效剂量最大为 $2.69 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量

限值要求。

本项目所致公众人员受照年有效剂量最大为 $2.71 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

11.2.5 非放射性污染环境影响分析

(1) 臭氧和氮氧化物

本项目射线装置在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，由于每次扫描时长很短，探伤室内产生的臭氧及氮氧化物量也比较少，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GB/Z 2.1-2019）及其第1号修改单，臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m^3 ；氮氧化物8小时平均允许接触水平容许浓度 5mg/m^3 的要求。根据设计方案，本项目拟在探伤室内西南角设置地下U型排风孔，将排风管引出至离地面 0.5m 的位置开设排风口，顶棚配排风机，设计风量 $940 \text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室内每小时通风换气次数可达8次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）每小时有效通风换气次数应不小于3次的要求。

(2) 废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液与废胶片，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。

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》（GBZ117-2022）的规定，结合该企业铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该企业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，本项目探伤室的设置均已充分考虑周围的放射安全，结合理论计算结果可知：各防护门防护性能、各侧的防护性能及顶部的防护性能，均能满足辐射防护。

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

(3) 该企业使用的射线装置在探伤过程中产生的X射线，使空气电离产生少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，该企业射线装置屏蔽能力能达到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

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

(1) 探伤机运行时探伤室内有人未撤离，或由于辐射安全措施故障无关人员误入探伤室，发生超剂量照射。

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

为了杜绝事故发生，企业必须进行门-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》。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。

11.4.2 事故后果分析

当射线装置处于工作状态时，门-机联锁失效情况下，当人员与射线装置处于不同距离时，可根据以下公式进行计算：

$$X = \frac{I \times X_0}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-8)}$$

式中：

X——人员所受有效剂量，mSv/min；

X₀——X 射线装置 1m 米处的输出量，mSv·m²/ (mA·min) ；

R——计算点距 X 射线装置辐射源的距离，m；

I——X 射线装置最大管电流，mA；

考虑工业 X 射线探伤机产生 X 射线能量与管电压的关系，从保守角度，本次主要估算工业 X 射线探伤机在无屏蔽设施情况下，管电压为 250kV，管电流为 5mA 不同距离、不同接触时间下的有效剂量。其中，工业 X 射线探伤机管电压为 250kV 的 X 射线机距靶 1m 处输出量取 16.5mSv·m²/ (mA·min) ，代入相关公式进行估算，估算结果见表 11-5。

表 11-5 工业 X 射线探伤机不同距离、不同接触时间的有效剂量 (mSv)

| 距离 (m) 时间 (min) | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 |
|--------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.5 | 41.25 | 18.33 | 10.31 | 6.60 | 4.58 | 3.37 | 2.58 |
| 1 | 82.5 | 36.67 | 20.63 | 13.20 | 9.17 | 6.73 | 5.16 |
| 2 | 165 | 73.33 | 41.25 | 26.40 | 18.33 | 13.47 | 10.31 |
| 3 | 247.5 | 110 | 61.88 | 39.60 | 27.50 | 20.20 | 15.47 |
| 4 | 330 | 146.67 | 82.50 | 52.80 | 36.67 | 26.94 | 20.63 |

由表 11-5 所计算的剂量估算结果可以看出, 当工业 X 射线探伤机处于工作状态, 门-机联锁失效情况下, 距离 X 射线机出束口较近人员将会接受大剂量辐射照射。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于辐射事故的分级可知, 本项目可发生辐射事故为一般辐射事故。在射线装置在工作期间, 应加强射线装置的安全维护, 保证门机联锁处于良好的工作状态, 杜绝辐射事故的发生。

11.4.3 辐射事故应急

1、事故风险防范措施

(1) 辐射工作人员每人配备一支个人剂量计, 同时配备一台个人剂量报警仪和一台便携式 X-γ 剂量率仪。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主机联锁, 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显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 可以避免检测装置工作时其它人员误入探伤室的事故。

(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。设备维修时由厂家维修人员进行维修, 维修时切断电源, 防止探伤机发生异常出束。

(4) 无损检测工作必须按操作规程执行, 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辐射工作人员可看到的显眼位置。

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

浙江奥星制冷设备有限公司对放射防护安全负主体责任，企业已经成立了辐射安全管理领导小组，并明确了领导小组及各成员的职责，其人员设置满足辐射安全与环境保护管理工作要求。

辐射安全和防护管理领导小组的主要职责是：负责起草、制定及修订企业辐射防护和环境保护的相关规章制度；负责对企业辐射项目的立项、建设、辐射设备引进及防护设施配置进行论证和监管；负责协调和监督各相关部门贯彻落实企业辐射和防护管理制度及日常管理工作。

本项目建成后，企业的部门、人员均会有一些调整，要求企业根据人事变动情况及时调整，明确人员职责，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并应以文件形式明确各成员管理职责。

12.1.2 辐射人员管理

(1) 现有辐射工作人员辐射安全管理现状见前文表 1 章节中 1.6.2 章节，此处不赘述。

对现有辐射工作人员，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核，及时完成复训工作。

(2) 本项目辐射工作人员为新增辐射工作人员，企业应做好以下管理：

①所有新增辐射工作人员应根据《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）的要求参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

②所有新增辐射工作人员应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案。

③所有辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

④所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理

办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

12.1.3 年度评估报告

本项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 原有辐射防护工作管理制度情况

根据企业提供的资料显示，浙江奥星制冷设备有限公司已建立了一系列辐射安全与防护管理制度，如《辐射安全防护和管理制度》、《岗位职责》、《X 射线探伤机操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《探伤装置检查与维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》、《自行检查和年度评估制度》等。各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

12.2.2 本项目应补充的辐射防护工作管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射应急措施”。

企业本次项目包括：II类射线装置。企业应根据本项目建设内容，结合辐射工作人员变更情况，尽快建立健全和落实相应的规章制度和操作规程，加强对辐射工作人员的安全防护培训和意识教育。

12.3 辐射监测

12.3.1 现有监测情况

企业现有辐射工作人员 2 名，已为每名辐射工作人员各配备 1 支个人剂量计，并配备 1 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X- γ 剂量率仪。已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测。

12.3.2 本项目监测情况

本项目实施后，原有辐射项目不再实施。本项目利用已有的 2 支个人剂量计、1 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。

12.3.3 监测计划

建设单位可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求，建设单位制定了本项目工作场所辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

表12-1 本项目工作场所年度监测和日常监测计划一览表

| 场所名称 | 监测内容 | 监测项目 | 监测点位 | 监测依据 | 监测周期 |
|------|---------|--------|---|---|------------------------|
| 探伤室 | 周围剂量当量率 | 年度监测 | 探伤室各防护门外30cm离地面高度为1m处、操作台、各屏蔽墙外30cm离地面高度为1m处和各电缆管道口、通风口及人员常驻留位置 | 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） | 1次/年 |
| | | 自主监测 | | | 1次/季 |
| | | 验收监测 | | | 竣工验收 |
| | 个人剂量检测 | 个人剂量当量 | 所有辐射工作人员 | 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019） | 常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月 |

12.3.4 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）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

企业已制定《辐射事故应急预案》，现有《辐射事故应急预案》较为完善，符合相关要求。发生辐射事故时，事故单位立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。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。

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

浙江奥星制冷设备有限公司拟在浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路10号厂区内南侧新建一间X射线探伤室，利用现有1台X射线探伤机（XXHz-2505型周向机，属于II类射线装置），并配置操作室、暗室（含评片室）、办公室等辅助用房对自生产的压力容器等进行无损检测。

(2) 项目位置

本项目 X 射线探伤室位于厂区内南侧（所属建筑物共 1 层，无地下层），本项目探伤室评价范围 50m 内主要为企业内部生产车间、厂区内道路、周边居民等，无生态保护目标等敏感点，无医院、幼儿园等敏感建筑。

(3) 项目分区及布局

建设单位拟将探伤室实体墙划为控制区的边界，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将操作室、暗室（含评片室）、办公室等其他相邻区域作为监督区边界，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目探伤室墙体为500mm厚混凝土，顶棚为350mm厚混凝土，工件防护门敷设12mm厚铅板，人员出入门敷设10mm厚铅板。探伤室拟设1扇单开工件防护门，位于北侧屏蔽墙，拟设1扇单开人员出入门，位于东侧屏蔽墙，防护门采用电动门，并设置门机联锁装置，紧急停机按钮和警示标示等安全设施，满足相关辐射安全原则；本项目配备1台便携式X-γ剂量率仪、2支个人剂量计和1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》（GBZ117-2022）的要求。

(5) 辐射安全管理结论

建设单位应根据实际情况及本报告要求，尽快完善相应的辐射管理制度和操作规程，以适应当前环保的管理要求；建设单位对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。浙江奥星制冷设备有限公司在完善相应的辐射管理

制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 辐射剂量率影响预测结论

X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 1.36 μ Sv/h，顶棚外辐射剂量率为 51.38 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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 μ Sv/h；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”的要求。

(2) 个人剂量影响预测结论

本项目所致辐射工作人员受照年有效剂量最大为 2.69 $\times 10^{-3}$ mSv，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求。

本项目所致公众人员受照年有效剂量最大为 2.71 $\times 10^{-2}$ mSv，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

(3) 非辐射环境影响分析结论

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）影液与废胶片要求集中存放，由有资质的单位处置，不得随意排放或废弃，对环境影响较小。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》及国家发展和改革委员会第49号令《关于修改<产业结构调整指导目录(2019年本)>的决定》，本项目不属于国家限制类和淘汰类产业，符合国家产业政策。

(2) 实践正当性分析结论

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

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江省绍兴市嵊州市甘霖镇悦东路 10 号厂区内南侧，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 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区及学校等环境敏感区。根据表 11 的辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，南侧东王村公众年受照总剂量为 $1.60 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。经采取一定的辐射防护措施后对周围环境及南侧东王村公众的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址是合理可行。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，符合国家产业政策，具有实践正当性，符合绍兴市三线一单管控要求。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

建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门重新申领辐射安全许可证。

(2) 建设单位承诺在本项目探伤室正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），在规定的验收期限内（一般不超过3个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工验收报告。

表 14 审批

当地乡镇（街道）人民政府预审意见

公章

经办人（签字）

年 月 日

审批意见

公章

经办人（签字） 年 月 日

公章

经办人（签字）

年 月 日