

核技术利用建设项目

江苏银环精密钢管有限公司
银环精密技术中心建设项目
(新增X射线项目)
环境影响报告表

江苏银环精密钢管有限公司

2026年2月

生态环境部监制

目 录

| | |
|-------------------------|----|
| 表1 项目基本情况 | 1 |
| 表2 放射源 | 7 |
| 表3 非密封放射性物质 | 7 |
| 表4 射线装置 | 8 |
| 表5 废弃物（重点是放射性废弃物） | 9 |
| 表6 评价依据 | 10 |
| 表7 保护目标与评价标准 | 13 |
| 表8 环境质量和辐射现状 | 16 |
| 表9 项目工程分析与源项 | 21 |
| 表10 辐射安全与防护 | 26 |
| 表11 环境影响分析 | 32 |
| 表12 辐射安全管理 | 45 |
| 表13 结论与建议 | 49 |
| 表14 审批 | 53 |
| “三同时”措施一览表 | 54 |

表1 项目基本情况

| | | | | | |
|--|----------|--|---|-----------------------|-------------------------|
| 建设项目名称 | | 银环精密技术中心建设项目（新增X射线项目） | | | |
| 建设单位 | | 江苏银环精密钢管有限公司 | | | |
| 法人代表 | 庄建新 | 联系人 | | 联系电话 | |
| 注册地址 | | 江苏省无锡市宜兴市屺亭街道宜北路959号 | | | |
| 项目建设地点 | | 江苏省无锡市宜兴市屺亭街道宜北路959号 | | | |
| 立项审批部门 | | 宜兴经济技术开发区管理委员会 | 批准文号 | 宜兴开发区（2025）215号 | |
| 建设项目总投资（万元） | | 62.8 | 项目环保投资（万元） | 10 | 投资比例（环保投资/总投资） 15.9% |
| 项目性质 | | <input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 | | 占地面积(m ²) | 22.4 |
| 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 | / | | | | |

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1.1 建设单位基本情况

江苏银环精密钢管有限公司成立于2004年2月13日，注册地位于宜兴经济开发区，法定代表人为庄建新。公司经营范围：无缝钢管、金属制品、焊接钢管的制造、销售；通用机械、金属材料、橡胶制品、塑料制品、皮革及制品、化学纤维、纺织品、陶瓷制品、建筑用材料、化工原料（不含危险化学品）的销售；黑色金属冶炼及延压加工的技术开发、技术转让、技术服务及技术咨询；自营和代理各类商品及技术的进出口业务（国家限定企业经营或禁止进出口的商品和技术除外）；普通货运。

（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）许可项目：特种设备安装改造修理（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，具体经营项目以审批结果为准）。公司先后建设了四个生产厂区，分别为南厂区（位于江苏国信协联北侧）、北厂区（位于宜北路东侧）、主厂区（庆源大道18号）和东厂区（荆邑大道西侧）。

江苏银环精密钢管有限公司现已取得辐射安全许可证（附件6），证书编号为苏环辐证[B1826]，种类和范围为“使用II类射线装置”，有效期至2029年8月22日，发证机关为无锡市生态环境局。现有核技术利用项目均已履行相关环保手续，环评批复及验收意见见附件7。现有核技术利用项目在主厂区（庆源大道18号）1#车间西北角，使用一台HSXY-320型高频X射线探伤机对公司生产的直缝焊管等产品进行质量检测。

1.2 项目由来及建设规模

因企业发展需求，拟购置超长全自动高速冷轧机、超长冷拔机、超长专用矫直机等设备，在北厂区（位于宜北路东侧）建设“银环精密技术中心建设项目”，对冷轧冷拔处理过程中双相钢的模具曲线和入口角以及道次变形量等技术参数开展课题研究，以此来满足核电用水循环系统对高性能不锈钢产品的品质需求，提升钢管抗纵向划伤和横向裂纹的物理性能，项目建成后形成脐带缆用UNS S32750超级双相钢管10000公里的生产能力。目前，银环精密技术中心建设项目在同步办理环评手续。

为满足产品检测需求，本项目在北厂区8#车间新增1座X射线数字成像检测设备，用于建设单位生产的直缝焊管的无损检测，焊管钢种为S32750不锈钢管，直径范围： $\phi 11\sim 43\text{mm}$ ，管材厚度1~3mm，管材长度1000~5000mm。X射线数字成像检测设备自带屏蔽防护铅房，公司拟将人员进出门朝东摆放，维修门朝西，主射线朝西照射，操作面板拟设置于装置南侧。本项目X射线数字成像检测设备不使用时，铅房将上锁，钥匙由辐射防护负责人保管。项目射线装置基本情况见下表。

表1-1 本项目射线装置基本情况一览表

| 序号 | 射线装置型号 | 数量 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 类别 | 工作场所名称 | 活动种类 | 环评情况 | 备注 |
|----|--------------------|----|------------|------------|----|--------|------|------|-------------|
| 1 | UND150型X射线数字成像检测设备 | 1台 | 150 | 0.4 | II | 铅房 | 使用 | 本次环评 | 定向机，额定功率60W |

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《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》等法律法规的规定，公司应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》(2017年修订版)，本项目 X 射线数字成像检测设备属于 II 类射线装置，项目使用 II 类射线装置进行无损检测，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”，应编制环境影响报告表。受江苏银环精密钢管有限公司的委托，江苏腾嘉生态环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托江苏睿源环境科技有限公司对项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境本底检测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

1.3 项目劳动定员及年工作时间

公司现有 3 名辐射工作人员（其中 1 名为辐射防护负责人，2 名为辐射操作人员），公司拟为本项目新增配备 2 名辐射工作人员，负责本项目 1 台 X 射线数字成像检测设备。本项目日检测 20 批次，每周检测 6 天，周检测 120 批次，每次检测曝光时间约 5min，则 X 射线数字成像检测设备周曝光时长约 10 小时，年工作 50 周，年开机曝光时间约 500h。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

本项目位于江苏省无锡市宜兴市屺亭街道宜北路 959 号，江苏银环精密钢管有限公司东侧、南侧为本公司未建设空地，西侧为宜北路，北侧隔小河为宜兴市压力容器厂。江苏银环精密钢管有限公司地理位置见附图 1。

本项目 X 射线数字成像检测设备拟建场址位于 8#车间（82.5m×24m×12.15m）内西侧，8#车间为单层建筑，8#车间内由北至南分别布置焊接区、盘管加工区，车间东侧为 7#车间、厂区道路，车间南侧隔厂区道路为 9#车间，车间西侧隔小河为机修间、食堂、仓库和卫生间，车间北侧隔小河为宜兴市压力容器厂。本项目周围环境情况见附图 2。

本项目 X 射线数字成像检测设备拟建场址位于 8#车间（82.5m×24m×12.15m）内西侧，设备自带屏蔽防护铅房，可沿南北方向移动，最大移动距离 2.38m。铅房为一层建筑，上方为厂房屋顶，下方为地面（无建筑）。公司 8#车间平面布局见附图 3，本

项目平面布局见附图 4，本项目铅房平面及剖面布置见附图 5。

本项目铅房周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司 8#车间、7#车间、机修间、食堂、仓库、卫生间、厂区道路和厂界北侧小河。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号）和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。项目所在地块不涉及优先保护单元及一般管控单元，属于重点管控单元：宜兴经济技术开发区。江苏省生态环境分区管控查询报告详见附件 15。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

经理论预测结果可知，本项目铅房周围 50m 范围内保护目标的剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的剂量率限值要求。

综上所述，本项目选址合理。

三、本项目实践正当性分析

本次 X 射线数字成像检测设备的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，X 射线数字成像检测设备的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所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》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

四、与产业政策的相符性

本项目使用 X 射线数字成像检测设备对公司生产的产品进行质量检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

五、原有核技术利用项目许可情况

5.1 辐射安全许可情况

江苏银环精密钢管有限公司现有核技术利用设施位于主厂区（庆源大道 18 号），与本厂区距离 1.2km，现有核技术利用项目已取得辐射安全许可证（附件 6），证书编号为苏环辐证[B1826]，种类和范围为“使用 II 类射线装置”，有效期至 2029 年 8 月 22 日，发证机关为无锡市生态环境局。现有核技术利用项目《江苏银环精密钢管有限公司高温堆及小型堆换热组件 JCOE 大口径直缝焊管项目（新建固定式 X 射线探伤项目）》已于 2024 年 5 月 30 日取得无锡市行政审批局的批复（锡行审投许〔2024〕136 号），并于 2024 年 10 月 22 日通过了竣工环境保护验收，相关环保手续见附件 7。现有核技术利用项目情况见下表。

表1-2 现有项目射线装置基本情况一览表

| 序号 | 射线装置型号 | 数量 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 类别 | 工作场所名称 | 活动种类 | 环评情况 | 许可情况 | 验收情况 |
|----|-------------------|----|------------|------------|----|--------|------|------|------|------|
| 1 | HSXY-320型高频X射线探伤机 | 1台 | 320 | 5.6 | II | 探伤房 | 使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 |

5.2 辐射安全与环境保护管理机构情况

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年 1 月 4 日修订)，江苏银环精密钢管有限公司为满足公司辐射安全与环境保护管理的需求，已成立辐射安全与环境保护领导小组，负责公司辐射安全与环境保护管理工作。

公司现有的辐射安全与环境保护管理机构为辐射安全与环境保护领导小组，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年 1 月 4 日修订)中的相关要求，可以满足公司日常辐射安全与环境保护管理的要求。

5.3 辐射安全与环境保护管理制度

江苏银环精密钢管有限公司已制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、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、事故应急方案等，具体制度见表 1-3。

表1-3 公司辐射安全与环境保护管理制度一览表

| 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度 | 建设单位制度制定情况 | 是否落实 |
|---------------------------|-----------------|------|
| 辐射防护和安全保卫制度 | 辐射防护与安全保卫制度 | 已落实 |
| 操作规程 | X射线探伤机操作规程 | 已落实 |
| 岗位职责 | 岗位职责 | 已落实 |
| 设备检修维护制度 | 设备检修维护制度 | 已落实 |
| 使用登记制度 | 射线装置使用登记及台账管理制度 | 已落实 |
| 监测方案 | 监测方案 | 已落实 |
| 人员培训计划 | 辐射人员培训计划 | 已落实 |
| 辐射事故应急 | 辐射事故应急预案 | 已落实 |

企业现有辐射安全管理制度能够满足公司核技术应用项目的管理需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年1月4日修订)中“应当有健全的操作规程、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、辐射事故应急措施”的要求。

5.4 辐射工作人员考核证书、职业健康体检及个人剂量情况

江苏银环精密钢管有限公司现有辐射工作人员共计3人(其中1名为辐射防护负责人，2名为辐射操作人员)，均已自主学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，并取得国家核技术利用辐射安全与防护培训平台考核合格证书，辐射防护负责人取得的考核合格证书类型为“辐射安全管理”，辐射操作人员取得的考核合格证书类型为“X射线探伤”(附件10)。辐射操作人员均已进行职业健康体检及个人剂量检测，体检结果均可继续原放射工作，个人剂量监测结果均未超标，公司已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。详见表1-4。

表1-4 公司辐射相关工作人员情况表

| 序号 | 姓名 | 考核证书情况 (证书有效期) | 个人剂量当量Hp(10)/mSv | | | | 年剂量 当量 /mSv | 职业健 康体检 |
|----|----|-------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|
| | | | 2025年第 一季度 | 2025年第 二季度 | 2025年第 三季度 | 2025年第 四季度 | | |
| 1 | | | 0.150 | 0.0765 | 0.0212 | 0.0951 | 0.3428 | 可从事 放射工 作 |
| 2 | | | 0.0243 | 0.150 | 0.0212 | 0.128 | 0.3235 | 可从事 放射工 作 |
| 3 | | | 0.0243 | 0.157 | 0.0212 | 0.0993 | 0.3018 | 可从事 放射工 作 |

江苏银环精密钢管有限公司已于2025年12月11日委托江苏宁大卫检测技术有限公司对现有X射线探伤房进行了辐射环境检测(附件13)，检测结果表明，工作场所周围辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)要求。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的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。”江苏银环精密钢管有限公司已在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传2025年年度评估报告，同时做到及时更新与维护全国核技术利用辐射安全申报系统中的信息。

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 |
|----|------|---------------------------|----|------|----|------|---------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|------------|----|------|------|---------|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

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 |
|----|----|----|----|----|----------|---------------|------------------------|----|------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |

(二)X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|-----------------|----|----|---------|---------------|---------------|------|------|-----------------------------|
| 1 | X射线数字成像 检测设备 | II | 1台 | UND150型 | 150 | 0.4 | 无损检测 | 铅房 | 定向机，额定功 率60W；主射线 朝西照射 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大靶电流 (μ A) | 中子强度 | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况 | | | 备注 |
|----|----|----|----|----|---------------|---------------------|------|----|------|------|------|----|----|
| | | | | | | | | | | 活度 | 贮存方式 | 数量 | |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | | | | |

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、氮氧化物 | 气态 | / | / | 少量 | 少量 | / | 不暂存 | 通过通风口排入大气，臭氧常温下50min左右可自行分解为氧气，对环境影响较小 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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

| | |
|-------------|---|
| <p>法规文件</p> | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订版), 国家主席令第9号公布, 2015年1月1日施行;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 中华人民共和国主席令第24号, 2018年12月29日施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第6号, 2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年修订版), 国务院令第682号, 2017年10月1日起施行;</p> <p>(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;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修订版), 国务院令第709号第二次修订, 2019年3月2日施行;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正版), 中华人民共和国生态环境部令第20号修正, 2021年1月4日施行;</p> <p>(8) 《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;</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号, 2017年12月5日施行;</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 原国家环保总局, 环发〔2006〕145号, 2006年9月26日发布;</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部部令第9号, 2019年11月1日起施行;</p> <p>(12) 《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11月1日起施行;</p> <p>(13) 《生态环境部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日发布;</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告2019年第57号, 2020年1月1日起施行;</p> |
|-------------|---|

| | |
|------|---|
| | <p>(15) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，发改委令第7号，自2024年2月1日起施行；</p> <p>(16) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修订版），江苏省人大常委会公告第2号，2018年3月28日修改，2018年5月1日起施行；</p> <p>(17) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），江苏省人民政府（苏政办函[2020]26号），2020年2月19日起施行；</p> <p>(18) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日施行；</p> <p>(19) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日施行；</p> <p>(20) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日施行；</p> <p>(21) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日发布；</p> <p>(22) 《市场准入负面清单（2025年版）》，2025年4月16日施行。</p> |
| 技术标准 | <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(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》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(7) 《工业X射线探伤房辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单。</p> |
| 其他 | <p>(1) 环评委托书（附件1）；</p> <p>(2) 射线装置使用情况承诺书（附件2）；</p> <p>(3) 营业执照（附件3）；</p> <p>(4) 备案证（附件4）；</p> <p>(5) 不动产权证（附件5）；</p> <p>(6) 辐射安全许可证（附件6）；</p> |

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">(7) 现有项目环保手续（附件 7）；(8) 环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书（附件 8）；(9) X射线探伤技术说明书（附件9）。 |
|--|---|

表7 保护目标与评价标准

| | | | | | |
|--|------------|-----------|------------|-----------|--------------------|
| 评价范围 | | | | | |
| <p>本项目使用的 UN150 型 X 射线数字成像检测设备为 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)中“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”相关规定，由于本项目铅房可沿南北方向移动，因此，取铅房移动至最北端，北侧外扩 50m，铅房移动至最南端，南侧外扩 50m，东西侧分别外扩 50m 形成的包络线为本项目评价范围。本项目评价范围见附图 2。</p> | | | | | |
| 保护目标 | | | | | |
| <p>对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围处公众。本项目环境保护目标分布见下表。</p> | | | | | |
| 表7-1 本项目环境保护目标分布情况 | | | | | |
| 主要环境保护目标 | | 方位 | 距离* | 规模 | 保护要求 |
| 辐射工作人员 | 铅房南侧操作位置 | 南侧 | 紧邻 | 2 人 | 职业人员年剂量约束值为 5mSv/a |
| 周围公众 | 8#车间员工 | 北侧、东侧、南侧 | 紧邻 | 约 15 人 | 公众年剂量约束值为 0.1mSv/a |
| | 7#车间员工 | 东侧 | 20m | 约 20 人 | |
| | 东侧厂区道路流动人员 | 东侧 | 42m | 流动人群 | |
| | 机修间员工 | 西侧 | 26m | 约 2 人 | |
| | 食堂流动人员 | 西侧 | 42m | 流动人群 | |
| | 仓库流动人员 | 西侧 | 21m | 流动人群 | |
| | 西南侧卫生间流动人员 | 西南 | 30m | 流动人群 | |
| | 8#车间北侧流动人员 | 北侧 | 25m | 流动人群 | |
| <p>注：*本项目铅房可沿南北方向移动，最大移动距离 2.38m，本次选取的距离为铅房移动范围内与保护目标的最近距离。</p> | | | | | |
| 评价标准 | | | | | |
| (1) 剂量限制 | | | | | |
| <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目辐射工作人员和周围公众的年有效剂量如下：</p> | | | | | |

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

| 名称 类别 | 剂量限值 |
|----------|---|
| 职业照射剂量限值 | 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。 |
| 公众照射剂量限值 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。 |

(2) 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中 4.3.4.1，除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

①辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业人员年剂量限值的 1/4，即职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a；

②公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众照射剂量限值的 10%，即公众年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

(3) 辐射剂量控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)：

6.1.3 探伤房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 探伤房顶的辐射屏蔽应满足：

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

b) 对没有人员到达的探伤房顶，探伤房顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控

制水平通常可取 100 μ Sv/h。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值不大于 5 μ Sv/周。

(2) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房屏蔽体四周 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h；由于本项目装置顶部、底部无建筑，人员不可达，因此，顶部、底部处的剂量率参考控制水平不大于 100 μ Sv/h。

(4) 辐射环境质量现状监测评价参考值

① 《辐射防护导论》，方杰主编。

② 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月。调查结果见下表。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果 单位：nGy/h

| 类别 | 原野 | 道路 | 室内 |
|--------|-----------|------------|------------|
| 测值范围 | 33.1~72.6 | 18.1~102.3 | 50.7~129.4 |
| 均值 | 50.4 | 47.1 | 89.2 |
| 标准差(s) | 7.0 | 12.3 | 14.0 |

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2] 现状评价时，参考表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果的测值范围均值 \pm 3 倍标准差进行评价，即室内测值范围为 47.2~131.2nGy/h。

表8 环境质量和辐射现状

| | |
|---|--|
| <p>环境质量和辐射现状</p> <p>一、项目地理和场所位置</p> <p>本项目位于江苏省无锡市宜兴市屺亭街道宜北路 959 号，江苏银环精密钢管有限公司东侧、南侧为本公司未建设空地，西侧为宜北路，北侧隔小河为宜兴市压力容器厂。江苏银环精密钢管有限公司地理位置见附图 1。</p> <p>本项目 X 射线数字成像检测设备拟建场址位于 8#车间（82.5m×24m×12.15m）内西侧，8#车间为单层建筑，8#车间内由北至南分别布置焊接区、盘管加工区，车间东侧为 7#车间、厂区道路，车间南侧隔厂区道路为 9#车间，车间西侧隔小河为机修间、食堂、仓库和卫生间，车间北侧隔小河为宜兴市压力容器厂。本项目周围环境情况见附图 2。</p> <p>本项目 X 射线数字成像检测设备拟建场址位于 8#车间（82.5m×24m×12.15m）内西侧，设备自带屏蔽防护铅房，可沿南北方向移动，最大移动距离 2.38m。铅房外尺寸为 1950mm*2157mm*2334mm、内尺寸为 1832mm*1603mm*1858mm，为一层建筑，上方为厂房屋顶，下方为地面（无建筑）。公司 8#车间平面布局见附图 3，本项目平面布局见附图 4，本项目铅房平面及剖面布置见附图 5。</p> <p>本项目 X 射线数字成像检测设备建址及周边环境现状照片见图 8-1。</p> | |
|  |  |
| <p>X 射线数字成像检测设备拟建址</p> | <p>X 射线数字成像检测设备拟建址东侧 7# 车间</p> |



图 8-1 本项目 X 射线数字成像检测设备拟建址及周边环境现状照片

二、环境现状评价

本项目为使用 X 射线数字成像检测设备进行固定式探伤，其种类和范围为使用 II 类射线装置，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电

离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目铅房拟建场址及周围环境的 γ 辐射剂量率。

1、检测因子、检测方法

检测因子： γ 辐射剂量率

检测方法：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的要求进行，检测时仪器探头中心距离地面 1m，仪器读数稳定后，以约 10s 间隔每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

2、检测点位布设

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，分别在铅房拟建场址及周围环境进行布点，共计布点 13 个，具体点位见图 8-2。

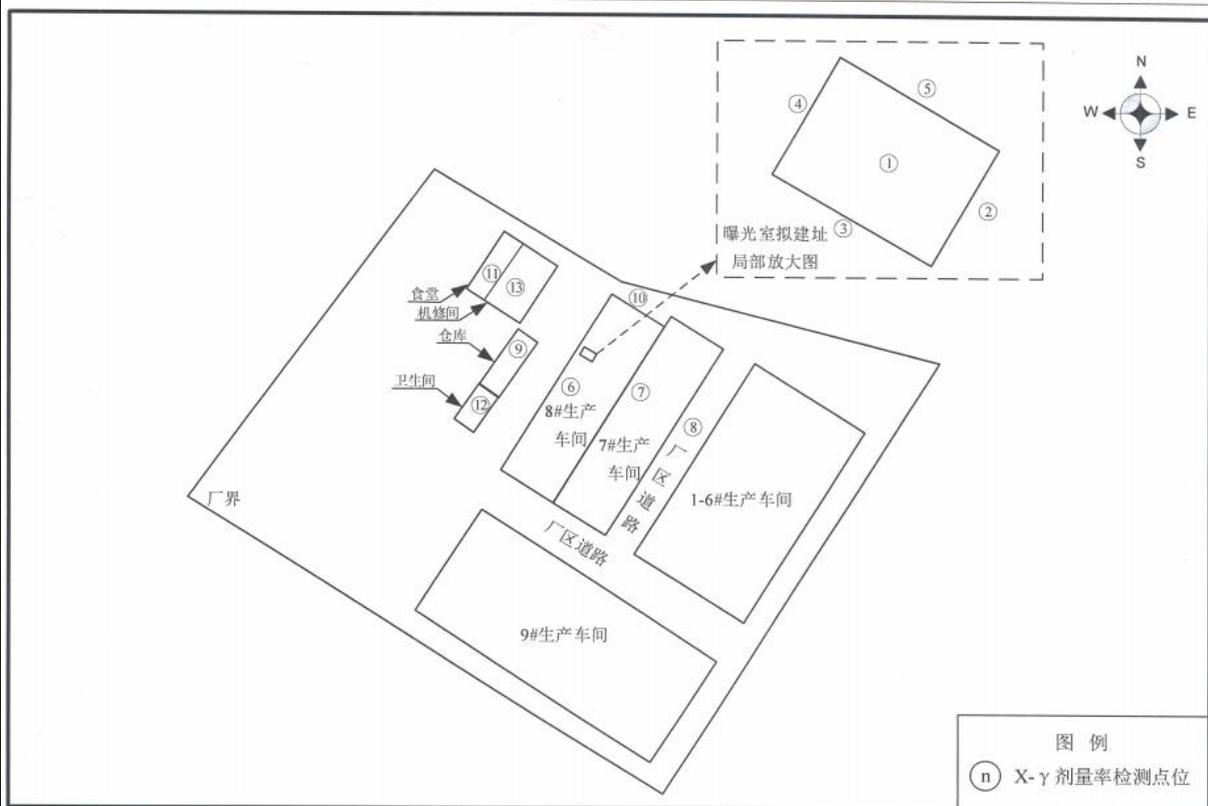


图 8-2 本项目拟建场址及周围辐射环境本底检测点位示意图

3、检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位：江苏睿源环境科技有限公司（CMA 证书编号：211012050022）

检测报告编号：RYH-2025-12118

检测时间：2025 年 12 月 30 日

检测天气：晴

检测仪器：X-γ辐射监测仪

仪器编号：RY-J001

能量响应范围：主机 48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

量程范围：主机 0.1μSv/h~30mSv/h；外置探头：10nGy/h~200μGy/h

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

检测证书编号：2025H21-20-5786074001

检定有效期：2025.3.11~2026.3.10

4、质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，其计量认证证书及检测能力证书见附件 8；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

5、检测结果及评价

本项目铅房拟建场址及周围环境辐射水平检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 8。

表8-1 本项目固定探伤房曝光室拟建场址及周围环境γ辐射水平检测结果

| 序号 | 检测点位描述 | 建筑物 | 检测结果 (nGy/h) | 备注 |
|----|----------------------|--------|-----------------|------|
| 1 | 铅房拟建场址（铅房拟建址中部） | 平房（室内） | 45 | 本底检测 |
| 2 | 铅房拟建场址东侧（8#车间内） | 平房（室内） | 39 | |
| 3 | 铅房拟建场址南侧（8#车间内） | 平房（室内） | 34 | |
| 4 | 铅房拟建场址西侧（8#车间内） | 平房（室内） | 41 | |
| 5 | 铅房拟建场址北侧（8#车间内） | 平房（室内） | 38 | |
| 6 | 江苏银环精密钢管有限公司8#车间中部 | 平房（室内） | 41 | |
| 7 | 江苏银环精密钢管有限公司7#车间中部 | 平房（室内） | 40 | |
| 8 | 江苏银环精密钢管有限公司7#车间东侧道路 | 道路 | 47 | |
| 9 | 江苏银环精密钢管有限公司仓库 | 平房（室内） | 82 | |
| 10 | 江苏银环精密钢管有限公司8#车间北侧道路 | 道路 | 47 | |
| 11 | 江苏银环精密钢管有限公司食堂东部 | 平房（室内） | 52 | |
| 12 | 江苏银环精密钢管有限公司卫生间中部 | 平房（室内） | 76 | |

| | | | | |
|---|-------------------|--------|----|--|
| 13 | 江苏银环精密钢管有限公司机修间中部 | 平房（室内） | 50 | |
| <p>注：①上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值（仪器的宇宙响应值为11nGy/h）。</p> <p>②建筑物与测量校正值的宇宙因子相对应，分为楼房、平房、原野、道路，建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取0.9，楼房取0.8，原野、道路取1。</p> <p>根据检测结果，本项目铅房拟建址及周围环境的室内X-γ辐射水平为（34~82）nGy/h，道路处X-γ辐射水平为47nGy/h。铅房拟建场址及周围测值微微低于江苏省室内天然γ辐射水平涨落范围，拟建铅房位于8#车间内，车间内空间布局较为空旷开阔、地面光滑，设备建设均未进场，因此γ辐射水平检测结果较低，因此，室内及道路环境辐射剂量率均满足江苏省室内及道路天然γ辐射水平涨落范围。</p> | | | | |

表9 项目工程分析与源项

| 工程设备和工艺分析 | |
|--|---------------------------|
| <p>1、工程设备</p> <p>江苏银环精密钢管有限公司因产品质量检测需求，拟在 8#车间西部建设 1 台 X 射线数字成像检测设备，该装置型号为 UND150（最大管电压 150kV，最大管电流 0.4mA，定向机），用于开展焊接钢管的无损检测，产品参数及使用说明见附件 9。</p> | |
| <p>表9-1 本项目X射线数字成像检测系统主要技术参数一览表</p> | |
| | <p>X射线数字成像检测系统</p> |
| — | — |
| — | — |
| — | — |
| — | — |
| — | — |
| <p>本项目 X 射线数字成像设备系统主要由 X 射线管、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元和 X 射线防护单元组成，其中防护单元采用铅房，外尺寸为 1950mm（长）*2157mm（宽）*2334mm（高），内尺寸为 1832mm（长）*1603mm（宽）*1858mm（高）。公司拟将铅房门朝东摆放，主射线朝西照射，操作面板拟设置于装置南侧。本项目 X 射线数字成像检测设备外观图见图 9-1。</p> | |
| <p>图 9-1 本项目 X 射线数字成像检测设备外观示意图</p> | |

本项目钢管焊缝检测合格后，进入盘管加工区，即通过将金属管材在专用设备上进行连续弯曲加工，使其形成螺旋状的管件，如果后段检测不合格的话，需重新焊接，由于前段钢管已经盘起为螺旋状，检测工件不能后退，只能移动铅房，因此，本项目 X 射线数字成像检测设备铅房下方配置轨道，可沿南北方向移动，最大移动距离 2.38m。

本项目 X 射线数字成像检测设备主射线朝西照射，X 射线管出束角为 $24^{\circ} \times 24^{\circ}$ ，检测时，射线源和探测器固定不动或同步旋转，钢管匀速向前移动，可满足钢管焊缝不同角度的透照需求。X 射线管及平板探测器可绕检测钢管轴线 $\pm 60^{\circ}$ 旋转，便于调整透照角度；进出料口中心高度可调节脱料辊，方便不同管径调节中心高(900-1000mm)；探测器可沿水平移动，便于调整成像放大比，满足最佳成像。机械传动采用伺服控制：保证精确性。

图 9-2 本项目 X 射线数字成像检测设备结构示意图

X 射线数字成像检测设备的核心部件是 X 射线管，X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。本项目的 X 射线管结构图见图 9-3。

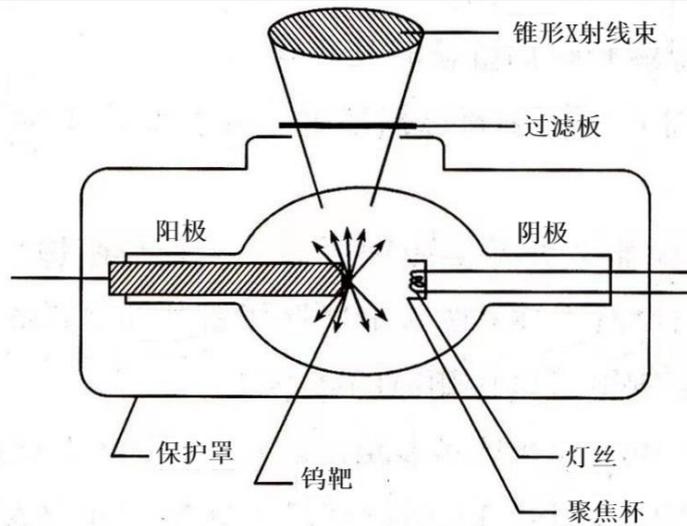


图 9-3 项目 X 射线管结构图

2、X 射线数字成像检测设备工作原理

X 射线数字成像基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X 射线数字成像检测设备工作原理示意图见图 9-4。

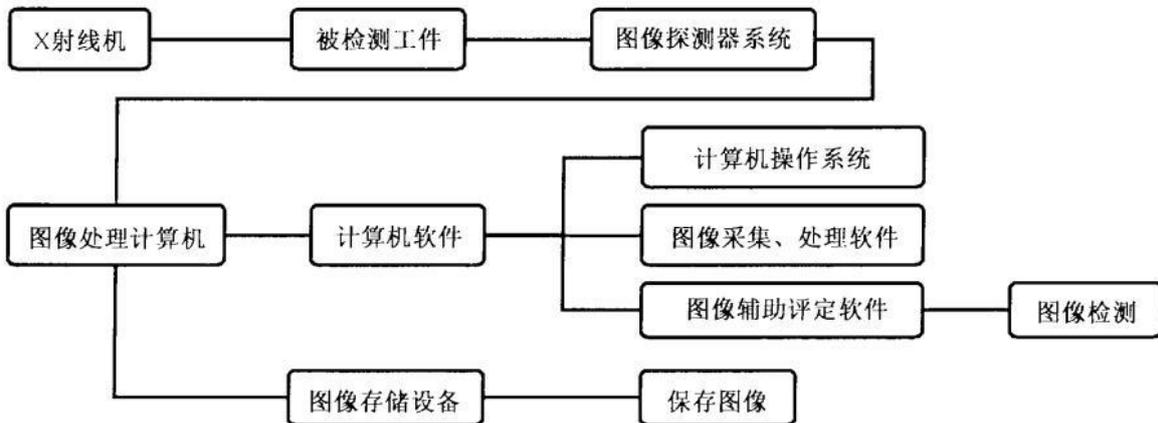


图 9-4 X 射线数字成像检测系统工作原理图

3、工艺流程及产污环节

通过数字成像 X 射线检测时，被检测工件通过工件输送装置运至铅房内，检测工作人员在操作台内开启 X 射线装置，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

(1) 检查门-机联锁装置、照射信号指示灯及其他防护安全措施是否有效，措施有效方可开始检测工作。

(2) 开机预热，辐射工作人员根据焊管的直径调整检测器金属臂的高度，使金属臂位于焊管中心位置，控制滑轨车及输送辊，将焊管输送进铅房内，关闭铅房防护门。

(3) 辐射工作人员在操作面板处远程控制，调整平板探测器高度至合适位置，然后开启 X 射线数字成像检测设备进行检测；控制滑轨车及输送辊的运动，使焊管向前移动，焊缝位置正对 X 射线管出束孔，滑轨车沿轨道滑动，撞击到地面设置的安全联锁装置后立即停止滑动，X 射线管停止出束，完成检测工作。检测过程中会产生 X 射线及少量臭氧、氮氧化物。

(4) 通过操作面板处的显像器对工件内部缺陷进行辨别，出具检验报告。

(5) 关机，确认设备停止出束后打开进出门，辐射工作人员控制滑轨车及输送辊将管道退出。

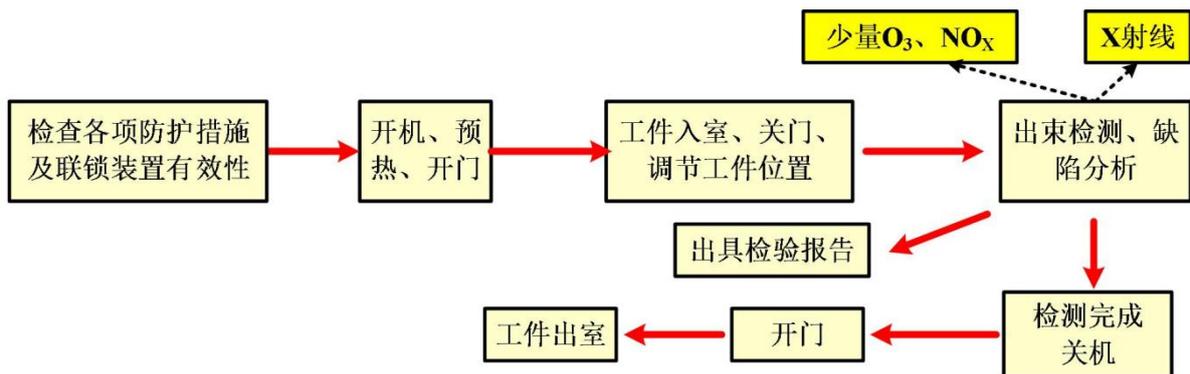


图9-5 数字成像探伤工作流程及产污环节示意图

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下：

- (1) X 射线数字成像检测设备出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 检测工作人员会产生少量生活污水及生活垃圾。

污染源项描述

1、辐射污染

由 X 射线数字成像检测设备的工作原理可知，X 射线是随装置的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目无损检测期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以

下三类:

有用线束辐射: X 射线管发出的用于工件检测的辐射束, 又称为主射线束。本项目配备的 X 射线数字成像检测系统的管电压为 150kV, 滤过条件 3mm 铝, 根据本项目设备厂家提供的设备参数说明中 (详见附件 9), 距射线辐射源点 (靶点) 1m 处的有用线束辐射输出量为 $5.94\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

漏射线辐射: 由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。本项目配备的 X 射线数字成像检测系统的管电压为 150kV, 根据《工业 X 射线探伤房辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1, $150\text{kV}\leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 的 X 射线管辐射源点 (靶点) 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$; 本项目设备自带屏蔽铅房, 参照《工业 X 射线探伤房辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.2, 取 X 射线管电压 150kV 下半值层厚度 TVL (铅) 0.96mm。

散射线辐射: 当主射线照射到检测工件时, 会产生散布于各个方面上的散射辐射。本项目配备的 X 射线数字成像检测系统的管电压为 150kV, 90° 散射辐射能量下降为 120kV, 参照《辐射防护手册》, 取 X 射线管电压 150kV 下半值层厚度 TVL (铅) 0.96mm。

工作负荷:

本项目 X 射线数字成像检测设备年无损检测曝光时间不超过 500h, 公司现有 3 名辐射工作人员 (其中 1 名为辐射防护负责人, 2 名为辐射操作人员), 公司拟为本项目新增配备 2 名辐射工作人员, 负责本项目 1 台 X 射线数字成像检测设备操作。

2、其他污染

(1) X 射线数字成像检测设备在开展无损检测时, X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化物, 本项目 X 射线数字成像检测设备位于 8#车间内, 铅房设有通风装置, 打开换气装置可将曝光室内的少量废气通过通风口排放至大气环境中, 臭氧在常温常压下可自动分解为氧气, 对周围环境影响较小。

(2) 本项目辐射工作人员在工作过程中会产生生活污水和生活垃圾。

表10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

本项目拟建的 X 射线数字成像检测设备包括检测铅房及操作面板，本项目装置主射线朝西侧照射，操作面板位于检测铅房南侧，避开了有用线束照射方向。本项目 X 射线数字成像检测设备布局设计满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于操作室避开有用线束照射方向及操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目铅房可在其移动范围内沿南北方向移动，检测前根据焊缝位置调整铅房位置，位置调整固定后方开启 X 射线数字成像检测设备进行检测，检测过程铅房固定，将检测作业时 X 射线数字成像检测设备铅房所在位置拟划定为控制区（图 10-1 中紫红色阴影），本项目控制区在铅房移动范围内动态调整，X 射线出束时，铅房保持固定，检测过程的控制区即为铅房所在位置。在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，检测工作时任何人不得进入铅房；将检测铅房西侧 1m、项目东侧边界（铅房东侧 1.05m）及铅房移动至最南侧和最北侧各 0.6m 的范围区域（含操作面板）作为本项目辐射防护监督区（图 10-1 中黄色阴影），拟在监督区四周边界设置围栏，在监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）中“在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌”以及关于辐射工作场所的分区规定。本项目 X 射线数字成像检测设备平面布局及分区图见图 10-1。

图 10-1 本项目 X 射线数字成像检测设备控制区和监督区划分示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目UND150160型X射线数字成像检测系统自带屏蔽防护铅房，铅房屏蔽防护设计见表10-1，设计图见附图5。

表10-1 本项目X射线数字成像检测系统屏蔽设计参数表

| 序号 | 位置 | 规格 |
|----|----|----|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |

三、辐射安全和防护设施和措施

为确保辐射安全，保障装置安全运行，本项目拟根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

本项目 X 射线数字成像检测设备采取的辐射安全装置和保护措施如下，防护措施示意图见图 10-2。

(1)X 射线数字成像检测设备检测铅房进出门及维修门均拟设置门机连锁装置，只有当进出门及维修门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，进出门或维修门任意一门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。

(2)拟在检测铅房内顶部设置警示灯。装置工作时，警示灯开启拟在检测铅房外顶部设置工作状态指示灯和报警仪，并与 X 射线数字成像检测设备进行连锁；X 射线数字成像检测设备通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，同时铅房外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。警告无关人员勿靠近或在装置附近做不必要的逗留。

本项目 X 射线数字成像检测设备铅房内拟配备固定式剂量监测仪和报警仪，报警灯与工作状态指示灯为一体，一旦辐射剂量超过预设的报警阈值，会立即触发报警，提醒人员勿靠近。

(4)拟在检测铅房进出门及维修门外明显位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5)拟在检测铅房内、外东侧各设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。

(6)拟在检测铅房外东侧设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(7)拟在检测铅房内东侧设置视频监控，以便辐射工作人员能够在操作面板处观察到检测铅房内各个位置情况。

(8)拟在监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及监督区标牌，并设置明显的

电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。

3.2 操作防护措施

(1)辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中 5.1.2 要求对本项目 X 射线数字成像检测系统进行检查, 重点检查安全连锁、报警设备和警示灯等是否运行正常。

(2)辐射工作人员拟定期测量装置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, 应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(3)交接班或当班使用辐射巡检仪前, 拟检查是否能正常工作。如发现辐射巡检仪不能正常工作, 则不应开始检测工作。

(4)在每一次照射前, 操作人员都应该确认装置内没有人员驻留并关闭进出门及维修门。只有在进出门及维修门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始检测工作。

(5)公司拟对使用的 X 射线数字成像检测系统维护负责, 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, 并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线数字成像检测设备不再使用时, 拟实施退役程序。

(1)X 射线数字成像检测设备的 X 射线发生器拟处置至无法使用, 或经监管机构批准后, 转移给其他已获许可机构。

(2)清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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辐射安全要求。

三废的治理

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生, 但会产生少量的臭氧和氮氧化物。工作人员产生少量生活污水和生活垃圾。

(1) 废气处理措施

本项目 X 射线数字成像检测设备工作时, 产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物, 本项目防护铅房顶部拟设通风口, 配备轴流风机对检测铅房内进行换气, 风机有效通风量为 330m³/h, 检测铅房内净体积约为 5.46m³, 可对检测铅房内进行换气约 60 次/h, 能够满足《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不小于 3 次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排入车间, 再通过

车间内排风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

(2)生活污水和生活垃圾处理措施

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目在 8#车间内建设 1 座 X 射线数字成像检测设备，采用成套定制设备，建设工程量较小，主要产生少量的噪声和固体废物。项目施工期较短，施工量不大，且在车间内进行，对厂区周围环境影响较小，施工结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

一、正常运行工况下辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是X射线数字成像检测设备工作时产生的X射线对周围环境的辐射影响。本报告对本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法来进行分析与评价。

图11-1 X射线数字成像检测设备X射线管至各侧屏蔽体外表面距离图

表 11-1 本项目各关心点情况

| 关心点 | 位置 | 辐射类型 |
|-----|-----------------------------|-------------|
| ① | 铅房西侧 30cm | 有用线束辐射 |
| ② | 铅房顶部 30cm (靠屏蔽体西侧 919mm 范围) | 有用线束辐射 |
| ③ | 铅房底部表面 (靠屏蔽体西侧 1135mm 范围) | 有用线束辐射 |
| ④ | 铅房北侧 30cm | 漏射线辐射、散射线辐射 |
| ⑤ | 铅房东侧 30cm (含进出口) | 漏射线辐射、散射线辐射 |
| ⑥ | 铅房南侧 30cm | 漏射线辐射、散射线辐射 |
| ⑦ | 顶部 30cm (靠屏蔽体东侧 1221mm 范围) | 漏射线辐射、散射线辐射 |
| ⑧ | 底部表面 (靠屏蔽体东侧 1005mm 范围) | 漏射线辐射、散射线辐射 |
| ⑨ | 进料口 | 漏射线辐射、散射线辐射 |
| ⑩ | 出料口 | 漏射线辐射、散射线辐射 |

1、估算模式选取

本项目X射线辐射采用《工业X射线探伤房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式估算铅房表面30cm处的辐射水平。

(1) 有用线束

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

上式中：

H—参考点处剂量率，单位为微希每小时（μSv/h）；

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）；

H₀—距辐射源点（靶点）1m处输出量，μSv·m²·mA⁻¹·h⁻¹，以mSv·m²·mA⁻¹·min⁻¹为单位的值乘以6×10⁴；

B—屏蔽透射因子，按照式11-2进行计算，得出铅房西侧、顶部屏蔽透射因子为10^{-8.333}，即为4.64×10⁻⁹；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

对于给定的屏蔽物质厚度X，相应的辐射屏蔽透射因子B按式11-2计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-2)$$

式中：

X—屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位，铅房西侧、顶部铅板厚度为8mm；

TVL—对于泄漏辐射，可直接根据GBZ/T 250-2014附录B表B.2查得相应的TVL值；有用线束、漏射线取X射线管电压150kV下半值层厚度TVL（铅）0.96mm

；散射线取X射线管电压150kV下什值层厚度TVL（铅）0.96mm。

(2) 非有用线束

①漏射线

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11-3})$$

上式中：

B—屏蔽透射因子，按式 11-5 计算，东侧(含进出口)、北侧、南侧、进出口屏蔽透射因子为 $10^{-5/0.96}$ ，即为 6.19×10^{-6} ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\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（ $\mu\text{Sv/h}$ ），其值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1 中， $150\text{kV} \leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 的 X 射线探伤机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

②散射线

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

上式中：

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）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

B—屏蔽透射因子，取值参考式 11-2 计算，东侧(含进出口)、北侧、南侧、进出口屏蔽透射因子为 $10^{-5/0.96}$ ，即为 6.19×10^{-6} ；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

③屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-5）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (\text{式 11-5})$$

上式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—对于泄漏辐射，可直接根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 查得相应的 TVL 值；对于散射辐射，先根据 GBZ/T 250-2014 中表 2 查得本项目所对应的 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV，再根据 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2 查得 90° 散射辐射的下什值层厚度 TVL（铅）0.96mm。

2、辐射影响估算结果评价

(1) 本项目有用线束方向屏蔽剂量计算

本项目有用线束方向屏蔽剂量计算结果如下。

表 11-2 本项目有用线束方向屏蔽剂量计算结果表

| 参数 | | 关心点 ①铅房西侧30cm | ②顶部30cm（靠屏蔽体西侧817mm范围） （人员不可达） | ③底部（靠屏蔽体西侧1033mm范围） （人员不可达） |
|---|--------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| X 设计厚度（mm） | | | | |
| I（mA） | | | | |
| H ₀ （μSv·m ² ·mA ⁻¹ ·h ⁻¹ ） | | | | |
| B | | | | |
| R（m） | | | | |
| 参考点处辐射剂量率H（μSv/h） | H估算值 | | | |
| | H _c 控制值 | | | |
| | 评价结果 | | | |

注：①铅房底部无建筑，人员不可达，底部与地面间隙约5cm，因此，底部关心点按屏蔽体表面预测；②表格中预测计算均以关心点距离X射线管的最近垂直距离保守考虑。

根据表 11-2 可知，铅房西侧 30cm 处辐射剂量率为 $2.75 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，远小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求，铅房顶部 30cm 处（靠屏蔽体西侧 817mm 范围）表面辐射剂量率为 $2.86 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，远小于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的要求，铅房底部（靠屏蔽体西侧 1033mm 范围）表面辐射剂量率为 $2.27 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，远小于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(2) 本项目非有用线束方向屏蔽剂量计算

本项目非有用线束方向屏蔽剂量计算结果如下。

表 11-3 本项目非有用线束方向屏蔽剂量计算结果表

| 参数 | | 关心点 ④铅房北 侧30cm | ⑤铅房东 侧30cm (含进出 门) | ⑥铅房南 侧30cm | ⑦顶部30cm (靠屏蔽体 东侧 1340mm范 围)(人员 不可达) | ⑧底部表 面(靠屏 蔽体东侧 1124mm范 围)(人员 不可达) | ⑨进料口 | ⑩出料口 |
|---|---|----------------------|-----------------------------|---------------|--|--|------|------|
| 泄 漏 辐 射 | 设计厚度 X (mm) | | | | | | | |
| | TVL (mm) | | | | | | | |
| | B | | | | | | | |
| | \dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | | |
| | R (m) | | | | | | | |
| | 参考点处泄 漏辐射剂量 率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | | |
| 散 射 辐 射 | TVL (mm) | | | | | | | |
| | B_s | | | | | | | |
| | I (mA) | | | | | | | |
| | H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}$) | | | | | | | |
| | R_s (m) | | | | | | | |
| | $\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$ | | | | | | | |
| 参考点处散 射辐射剂量 率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | | | |
| 参考点处 复合辐射 剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | \dot{H} 估 算值 | | | | | | | |
| | \dot{H}_c 控 制值 | | | | | | | |
| | 评价 结果 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 |

注：① $R_0^2/F\cdot\alpha$ 值保守取《工业X射线探伤房辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的推荐值50；②表格中预测计算均以关心点距离X射线管的最近垂直距离保守考虑。

根据表11-3可知，铅房北侧、东侧(含进出门)、南侧30cm处和进、出料口处辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求，铅房顶部(靠屏蔽体东侧1340mm范围)、铅房底部

(靠屏蔽体东侧1124mm范围)表面辐射剂量率均小于 $100\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(3) 天空、地面反散射影响

根据《工业X射线探伤房辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中3.1.2b)1)穿过铅房房顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤房外地面附近公众的照射。由表11-2、11-3计算得出,铅房屋顶上方30cm处有用线束辐射剂量率估算值最大为 $2.86\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$,铅房底部表面处有用线束辐射剂量率估算值最大为 $2.27\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$,因此穿过检测铅房顶部或底部的辐射经大气或地面反射产生的反散射辐射剂量率总和小于 $2.556\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$,本项目铅房顶部、底部人员不可达,铅房底部设有导轨,无支角,底部与地面间隙约5cm,射线经天空、地面反射后的辐射剂量率将进一步减小,能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(4) 通风口、电缆口辐射影响

本项目 X 射线数字成像检测设备检测铅房顶部通风口及西侧电缆口处均设置3mm 钢板+8mm 铅板+3mm 钢板的 U 型防护罩,由表 11-2、表 11-3 计算结果可知,本项目装置在满功率条件下运行时,电缆口外 30cm 处辐射剂量率最大为 $2.75\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求,通风口外 30cm 处辐射剂量率最大为 $2.86\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$,通风口位于顶部,人员不可达,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 X 射线经过 U 型防护罩处,利用散射降低辐射水平,避免 X 射线直接照射通风口、电缆口,X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外,根据《辐射防护导论》第 189 页“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”,因此,本项目通风口、电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口、电缆口处散射示意图见图 11-2。

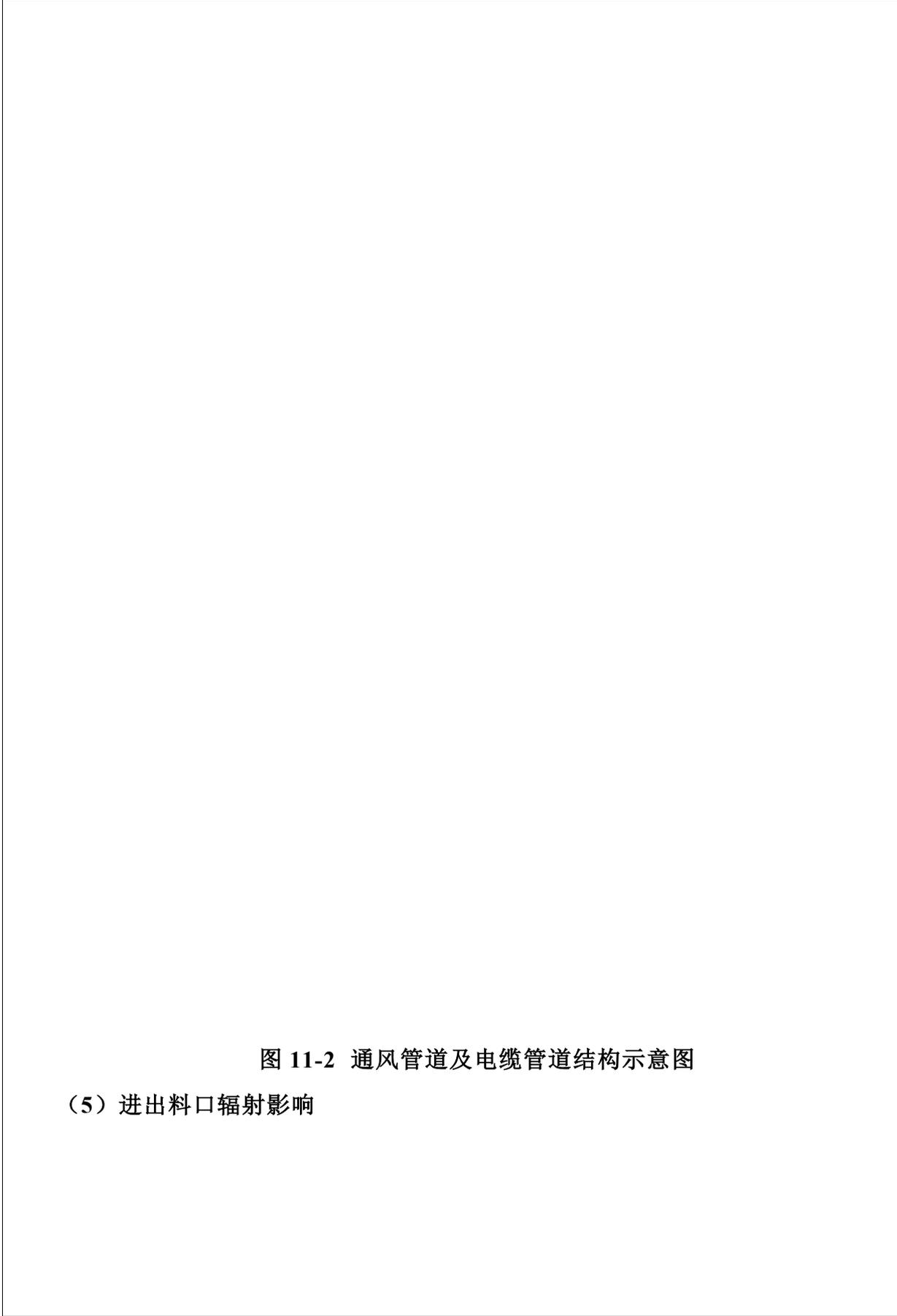


图 11-2 通风管道及电缆管道结构示意图

(5) 进出料口辐射影响

(6) 防护门缝隙辐射影响分析

本项目 X 射线数字成像检测设备在东侧设置 1 个进出门，门洞 0.7m 宽 ×

1.71m 高，进出门采用电动平移双开门，单扇门 0.433m 宽×1.78m 高；双开门搭接处采取互相咬合式拼接，双开门接缝搭接 65mm；进出门左右各搭接 50mm，上下各搭接 35mm；维修门门洞 1.49m 宽×1.5m 高，维修门采用手动双开门，单扇门 0.797m 宽×1.57m 高；双开门搭接处采取互相咬合式拼接，双开门接缝搭接 25mm；维修门左右各搭接 50mm，上下各搭接 35mm；进出门与屏蔽体之间的缝隙宽度均为 2mm，防护门与屏蔽体重叠部分不小于防护门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍。射线经过多次散射后才能出门缝隙，因此，防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

(7) 保护目标有效剂量评估

参考点的周剂量及年有效剂量水平估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (\text{式 11-6})$$

式中： H_c ：参考点的周剂量水平/年剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

t ：探伤装置周/年照射时间， $\text{h}/\text{周}$ ， $\text{h}/\text{年}$ ；

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

采用公式（11-6）计算本项目保护目标周、年有效剂量，计算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目检测铅房辐射影响理论估算结果汇总表

| 位置 | 居留因子 | 使用因子 | 位置 | 距铅房 射线源 距离 (m) | 射线照 射类型 | 关注点处 辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | 周剂量估 算值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$) | 目标管理 值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$) | 年剂量估 算值 ($\text{mSv}/\text{年}$) | 目标管理 值 ($\text{mSv}/\text{年}$) |
|----|------|------|----|-------------------------|------------|--|---|---------------------------------------|---|--|
| | | | | | | | | | | |

注：①本项目X射线数字成像检测设备周曝光时间最大约为10h，年检测工作约50周，年曝光时间最大为500h；

②本项目X射线数字成像检测设使用因子保守取1；

③关注点处剂量率根据公式（11-3）及公式（11-4）进行预测计算，表格中预测计算均以保护目标最近距离进行保守估算。

根据理论计算结果，辐射工作人员周有效剂量最大为 **0.0927 μ Sv**，年有效剂量最大为 **0.00463mSv**，周围公众周有效剂量最大为 **0.0989 μ Sv**，年有效剂量最大为 **0.00495mSv**，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员和公众剂量约束值要求。由于辐射剂量率随距离增大而衰减，更远处的关注点辐射剂量率不会高于已列关注点，相应有效剂量也不会高于该位置。

二、三废处置措施评价

本项目 X 射线数字成像检测设备工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，配备轴流风机对检测铅房内进行换气，每小时能对检测铅房内进行约 60 次有效换气，能够满足《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不小于 3 次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排入车间，依托车间内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1、潜在事故分析

本项目 X 射线数字成像检测设备为 II 类射线装置，X 射线数字成像检测设备只有在开机检测时才产生 X 射线，因此，X 射线辐射事故多为开机误照射事故，主要有：

1) 由于安全联锁装置失灵，在进出门或维修门未完全关闭时开机工作，导致人员受到误照射；在检测过程中，进出门或维修门被意外打开，导致人员受到误照射。

2) 检测操作人员未发现铅房内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

3) X 射线数字成像检测设备在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射；

4) 铅房进出门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

2、辐射事故预防措施

本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

1) 误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离检测铅房，辐射工作人员对于人员误入曝光室应及时按下急停按钮，停止 X 射线数字成像检测设备曝

光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X射线数字成像检测设备才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

3) X射线数字成像检测设备检测时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

4) 对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5) 建设单位需制定《X射线数字成像检测设备操作规程》。凡涉及对X射线数字成像检测设备进行操作，必须按操作规程执行，检测作业时，厂内2名操作人员同时在场，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。

6) 定期对X射线数字成像检测设备进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

7) 辐射工作人员通过考核后方能从事检测作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。辐射工作人员在日常进入探伤室工作时，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。

8) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对X射线数字成像检测设备进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行检测操作，每次检测前检查铅房门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测铅房周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应完善应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

表12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展 X 射线无损检测使用的设备为 X 射线数字成像检测设备，属 II 类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位，应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。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

江苏银环精密钢管有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。公司现有辐射工作人员共计 3 人(其中 1 名为辐射防护负责人，2 名为辐射操作人员)，均已自主学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，通过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>)报名并参加考核，并取得考核合格证书，辐射防护负责人取得的考核合格证书类型为“辐射安全管理”，辐射操作人员取得的考核合格证书类型为“X 射线探伤”。

公司拟为本项目新增配备 2 名辐射工作人员，负责本项目 X 射线数字成像检测设备操作，本项目辐射工作人员均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训及考核，报考类别为“X 射线探伤”。

辐射安全管理规章制度

江苏银环精密钢管有限公司已开展核技术利用项目，已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，包括操作规程、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、事故应急制度等。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

本项目为扩建项目，公司应将本项目纳入日常管理内，公司还应根据本项目情况对相关辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报

告对各项管理制度要点提出如下建议进行完善：

岗位职责：制定管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

操作规程：明确本项目辐射人员的资质条件要求、X射线数字成像检测设备操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确检测装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是X射线数字成像检测设备运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：明确X射线数字成像检测设备和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X射线数字成像检测设备、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况制定制度，重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

人员培训计划：制定人员培训计划，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。

监测方案：方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

事故应急预案：依据《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）的要求建立事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

公司应严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善提高制度的可操作性。此外，公司应组织工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，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，辐射工作人员无论何种原因脱离辐射工作时，公司应及时安排其进行离岗时的职业健康检查以评价其离岗时的健康状

况；如果最后一次在岗期间职业健康检查在离岗前三个月内，可视为离岗时检查，但应按离岗时检查项目补充未检查项目；公司应建立辐射工作人员职业健康监护档案。

辐射监测

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；公司拟为本项目配备 1 台辐射剂量巡测仪和 2 台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对检测铅房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

2、监测方案

（1）委托有资质单位定期对检测铅房周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次。

（2）铅房内进行检测作业时，公司辐射安全管理人员对铅房周围的辐射水平进行监测（每月一次），并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

（3）公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，拟委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案。

若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。个人剂量档案应当长期保存。

本项目落实上述监测方案后，方能满足辐射安全管理的要求。本项目监测方案见下表。

表 12-1 本项目监测方案一览表

| 监测对象 | 监测项目 | 监测因子 | 监测方式 | 监测周期 | 监测点位 |
|--------|----------|----------|-----------|-----------|--|
| 铅房 | 竣工环保验收监测 | X-γ辐射剂量率 | 委托有资质单位进行 | 项目运行前 1 次 | ①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②铅房门外 30cm（离地面高度为 1m）处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； ③铅房屏蔽体外 30cm（离地面高度为 1m）处，每个屏蔽面至少测 3 个点；进出口； ④人员经常活动的位置。 |
| | 年度监测 | | 委托有资质单位进行 | 每年一次 | |
| | 日常监测 | | 自行监测 | 每月一次 | |
| 辐射工作人员 | 个人剂量当量监测 | 年有效剂量 | 委托有资质单位进行 | 每 3 个月一次 | / |

此外，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，公司应当对本单位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日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。年度评估内容主要包括：辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况、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、射线装置台账、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况、其他有关法律、法规规定的落实情况。

辐射事故应急

江苏银环精密钢管有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (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) 应急演习计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

江苏银环精密钢管有限公司应依据《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）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测探伤房光室周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表13 结论与建议

| |
|---|
| <p>结论</p> <p>1、实践正当性评价</p> <p>现因生产需要，江苏银环精密钢管有限公司拟于 8#车间西侧新增 1 套 X 射线数字成像检测设备，配备一台 UND150 型 X 射线机，在铅房内开展固定式 X 射线现场探伤。UND150 型 X 射线机最大管电压为 150kV、最大管电流为 0.4mA、额定功率为 60W，为 II 类射线装置。本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。</p> <p>2、与产业政策的相符性</p> <p>本项目使用 X 射线数字成像检测设备对公司生产的产品进行质量检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令 2023 年第 7 号），本项目不属于限制类、淘汰类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。</p> <p>3、辐射安全与防护分析结论</p> <p>（1）选址、布局合理性</p> <p>本项目位于江苏省无锡市宜兴市屺亭街道宜北路 959 号，江苏银环精密钢管有限公司东侧、南侧为本公司未建设空地，西侧为宜北路，北侧隔小河为宜兴市压力容器厂。本项目 X 射线数字成像检测设备拟建场址位于 8#车间（82.5m×24m×12.15m）内西侧，8#车间为单层建筑，8#车间内由北至南分别布置焊接区、盘管加工区，车间东侧为 7#车间、厂区道路，车间南侧隔厂区道路为 9#车间，车间西侧隔小河为机修间、食堂、仓库和卫生间，车间北侧隔小河为宜兴市压力容器厂。</p> <p>本项目铅房周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司 7#车间、机修间、食堂、仓库、卫生间、厂区道路和厂界北侧小河。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。</p> <p>对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号）和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。项目所在地块不涉及优先保护单元及一般管控单元，属于重点管控单元：宜兴经</p> |
|---|

经济技术开发区。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本项目的建设符合江苏省和无锡市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

(2) 辐射防护措施

本项目拟建的 X 射线数字成像检测设备包括检测铅房及操作面板，本项目装置主射线朝西侧照射，操作面板位于检测铅房南侧，避开了有用线束照射方向。本项目 X 射线数字成像检测设备布局设计满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于操作室避开有用线束照射方向及操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目 X 射线数字成像检测设备工作状态下，拟将检测铅房作为本项目的辐射防护控制区，在装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将检测铅房西侧 1m、项目东侧边界（铅房东侧 1.05m）及铅房移动至最南侧和最北侧各 0.6m 的范围区域（含操作面板）作为本项目辐射防护监督区，拟在监督区四周边界设置围栏，在监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。

(3) 辐射安全措施

铅房进出门、维修门均拟设置与 X 射线机联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；拟在检测铅房内顶部设置警示灯，并与 X 射线数字成像检测设备进行联锁；拟在检测铅房外顶部设置工作状态指示灯，并与 X 射线数字成像检测设备进行联锁；拟在铅房内设置固定式剂量监测仪和报警仪，报警仪与工作状态指示灯为一体；门-机联锁装置、警示灯、工作指示灯等应定期检查，确保有效；拟在检测铅房进出门、维修门外明显位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；拟在检测铅房内、外（东侧）各设置 1 个紧急停机按钮；拟在检测铅房外东侧设置钥匙开关，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；拟在检测铅房内东侧设置视频监控。公司拟配备 1 台辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪：用于对瞬时辐射剂量率的实时报警及探伤房周围环境辐射水平监测。

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辐射安全要求。

4.辐射环境影响分析结论

本项目 X 射线数字成像检测设备外尺寸为 1950mm（长）*2157mm（宽）*2334mm（高）、内尺寸为 1832mm（长）*1603mm（宽）*1858mm（高），X 射线数字成像检测设备自带屏蔽铅房，屏蔽体西侧、顶部、底部拟采用 3mm 钢板+8mmPb+3mm 钢板，北侧、南侧、东侧屏蔽体及进出门、维修门均拟采用 3mm 钢板+5mmPb+3mm 钢板，通风口及电缆孔处拟采用 3mm 钢板+8mmPb+3mm 钢板的防护罩，进出料导向管采用 3mm 钢板+5mmPb+3mm 钢板，并在进出料导向管口设置铅帘，材质为铅橡胶，辐射防护能力为 5mm 铅当量。

经理论预测结果可知，本项目铅房拟配备的 X 射线管以额定功率运行时，铅房四周屏蔽墙、顶部、进出门、维修门外 30cm 处、通风口、电缆孔外及进出料口和本项目 50m 范围内保护目标的剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的剂量率限值要求。由预测结果可知，本项目辐射工作人员所受周有效剂量和年有效剂量、项目周围公众周有效剂量和年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

5.辐射环境管理

1) 拟委托有资质的单位每年对本项目工作场所周围环境辐射水平进行检测；
2) 公司拟配置辐射剂量监测仪器，定期对本项目工作场所辐射水平进行检测；
3) 在项目运行前，公司拟委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期按时送检。

4) 在项目运行前拟对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案，

5) 公司成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前修订相关辐射安全管理制度；本项目拟配备的辐射工作人员在已参加并通过辐射安全与防护知识考核，公司计划对工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，个人剂量档案应当长期保存。

综上所述，江苏银环精密钢管有限公司银环精密技术中心建设项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《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”及本项目目标

管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 建设单位在获得本项目环评批复后且项目建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证。

5) 建设单位在该项目竣工后，应根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，及时进行竣工环保验收。

表14 审批

| | | |
|-------------|---|-----|
| 下一级环保部门预审意见 | | |
| 经办人 | 公 | 章 |
| | 年 | 月 日 |
| 审批意见 | | |
| 经办人 | 公 | 章 |
| | 年 | 月 日 |

附表

“三同时”措施一览表

| 项目 | “三同时”措施 | 预期效果 | 预计投资 (万元) |
|--------|--|--|---------------|
| 辐射安全管理 | 公司成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。 | 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》成立安全管理机构。 | / |
| | 管理制度：制定操作规程、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、事故应急制度等。 | | / |
| | 2名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。 | 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》，公司内2名以上辐射工作人员应持有考核合格证。 | 定期投入 (每5年) |
| | 辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。个人剂量档案终生保存）。 | 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量检测，根据《放射工作人员职业健康管理辦法》，个人剂量档案应长期保存。 | 每年投入 |
| | 职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（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。） | 根据《放射工作人员职业健康管理辦法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。 | 每年投入 |
| 辐射防护措施 | <p>本项目X射线数字成像检测设备外尺寸为1950mm（长）*2157mm（宽）*2334mm（高）、内尺寸为1832mm（长）*1603mm（宽）*1858mm（高），X射线数字成像检测系统自带屏蔽铅房，屏蔽体西侧、顶部、底部拟采用3mm钢板+8mmPb+3mm钢板，北侧、南侧、东侧屏蔽体及进出门、维修门均拟采用3mm钢板+5mmPb+3mm钢板，通风口及电缆孔处拟采用3mm钢板+8mmPb+3mm钢板的防护罩，进出料导向管采用3mm钢板+5mmPb+3mm钢板，并在进出料导向管口设置铅帘，材质为铅橡胶，辐射防护能力为5mm铅当量。</p> <p>本项目铅房可在其移动范围内沿南北方向移动，检测过程铅房固定，将检测作业时X射线数字成像检测设备铅房所在位置拟划定为控制区；将检测铅房西侧1m、项目东侧边界（铅房东侧1.05m）及铅房南侧和北侧各0.6m的范围区域（含操作面板）作为本项目辐射防护监督区，拟在监督区四周边界设置围栏，在监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌。</p> | 铅房表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量率限值要求辐射工作人员及公众年有效剂量符合《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，也符合本项目目标管理值的要求。（工作人员年有效剂量约束值5mSv，公众年有效剂量约束值0.1mSv）。两区划分满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1中相关要求。 | 5 |
| 污染 | 废气：臭氧在常温常压下稳定性较差， | 本项目产生的少量臭氧及氮氧化物通 | / |

| | | | |
|--------|--|--|---|
| 防治措施 | 可自行分解为氧气。铅室内拟设置通风设施，可通过风机将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，能确保每小时有限通风换气次数不小于3次。本项目采取通风设施排出废气，臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。 | 过通风设施排入车间，通过车间通风系统排入外环境，其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。 | |
| | 废水：本项目产生的生活污水进入公司污水管道，最终进入污水处理站处理。 | 本项目产生的生活污水及生活垃圾能够妥善处理，对周围环境影响较小。 | / |
| | 一般固废：本项目产生的生活垃圾由公司统一收集，交给环卫部门清运。 | | / |
| 辐射安全措施 | 铅房进出门、维修门均拟设置与X射线机联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；拟在检测铅房外及铅房内顶部分别设置工作状态指示灯及声音提示装置，并与X射线管进行联锁，门-机联锁装置、声音提示装置、工作指示灯应定期检查，确保有效；拟在检测铅房进出门、维修门外明显位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；拟在检测铅房内、外（东侧）各设置1个紧急停机按钮；拟在检测铅房外东侧设置钥匙开关，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；拟在检测铅房内东侧设置视频监控。 | 能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。 | 4 |
| | 拟配备1台辐射巡测仪及2台个人剂量报警仪。 | 根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。 | 1 |

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

