

核技术利用建设项目

广西钦安科技有限公司搬迁工业 X
射线探伤机应用项目

环境影响报告表

(公示本)

建设单位名称：广西钦安科技有限公司

二〇二五年八月

生态环境部监制

目录

| | | |
|------|---------------------|----|
| 表 1 | 项目基本情况 | 1 |
| 表 2 | 放射源 | 11 |
| 表 3 | 非密封放射性物质 | 11 |
| 表 4 | 射线装置 | 12 |
| 表 5 | 废弃物（重点是放射性废物） | 12 |
| 表 6 | 评价依据 | 13 |
| 表 7 | 保护目标与评价标准 | 15 |
| 表 8 | 环境质量和辐射现状 | 21 |
| 表 9 | 项目工程分析与源项 | 25 |
| 表 10 | 辐射安全与防护 | 31 |
| 表 11 | 环境影响分析 | 40 |
| 表 12 | 辐射安全管理 | 54 |
| 表 13 | 结论与建议 | 59 |
| 表 14 | 审批 | 62 |

附件

附件 1 委托书

附件 2 备案证明

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 现状监测报告

附件 5 近期个人剂量监测报告

附件 6 辐射安全管理制度

附件 7 辐射事故应急预案

附件 8 现有核技术利用辐射安全与防护考核合格证人员

附件 9 现有探伤机项目环评批复

附件 10 现有探伤机项目验收意见

附件 11 辐射安全和防护领导小组制度

附件 12 监测机构资质认定证书附表

表 1 项目基本情况

| | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--------------------------|-------------|--|
| 建设项目名称 | | 广西钦安科技有限公司搬迁工业 X 射线探伤机应用项目 | | | | |
| 建设单位 | | 广西钦安科技有限公司 | | | | |
| 法人代表 | 林丰基 | 联系人 | 吴永明 | 联系电话 | 13723556512 | |
| 注册地址 | 广西壮族自治区钦州市中马钦州产业园区中国（广西）自由贸易试验区钦州港片区中马钦州产业园区智慧园 2 号楼四层 05 室 | | | | | |
| 项目建设地点 | 广西钦州市钦南区城南东大街 6 号广西钦安科技有限公司 3#钢瓶厂房北部 RT 室 | | | | | |
| 立项审批部门 | 钦州市钦南区发展和改革局 | | 批准文号 | 2506-450702-04-05-498093 | | |
| 建设项目总投资（万元） | 20 | 项目环保投资（万元） | 10 | 投资比例（环保投资/总投资） | 50% | |
| 项目性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 | | | 占地面积（m ² ） | / | |
| 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 1.1 建设单位简介 广西钦安科技有限公司专注于LPG相关产品的研发和生产，主要产品为TPA家用及工业用LPG核心组件，企业均取得ISO9001认证及各项社会责任的国际认证（BSCI、SMETA等）。建设复合材料压力容器、液化石油气瓶阀、调整器、钢瓶、户外炉具生产线，规划具备年产复合材料压力容器150万只、液化石油气瓶阀1000 | | | | | |

万只、调整器100万个、液化石油气钢瓶200万只、户外炉具50万套件生产能力。

因发展需要，公司拟整体搬迁至广西钦州市钦南区城南东大街6号。

1.2任务由来

为了发展的需要，本项目拟将广西钦州高新技术产业开发区二期扶贫产业园扶贫创业2#标准厂房1层现有一套固定式工业用X射线探伤装置以及配套铅房搬迁至广西钦州市钦南区城南东大街6号钢瓶厂房北部RT机房。

根据《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），项目涉及的固定式X射线探伤机属于Ⅱ类射线装置。

根据《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》和《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年本）》（生态环境部令第16号）规定，本项目属于名录中“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目--生产、使用Ⅱ类射线装置”类别，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，建设单位委托广西中冠智和生态环境有限公司对广西钦安科技有限公司搬迁工业X射线探伤机应用项目进行辐射环境影响评价。环评单位在现场调查和辐射环境影响分析的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制该广西钦安科技有限公司搬迁工业X射线探伤机应用项目辐射环境影响报告表。

1.3 项目概况

项目名称：广西钦安科技有限公司搬迁工业X射线探伤机应用项目

建设单位：广西钦安科技有限公司

建设地点：广西钦州市钦南区城南东大街6号广西钦安科技有限公司3#钢瓶厂房北部RT室

建设性质：迁建

建设内容及规模：项目新建1间RT室，将广西钦州高新技术产业开发区二期扶贫产业园扶贫创业2#标准厂房1层原有1套固定式工业用X射线探伤机以及配套铅房搬迁至广西钦州市钦南区城南东大街6号钢瓶厂房北部RT室，开展液化石油气瓶的无损检测。

工业X射线探伤机基本参数详见表1-1。

表 1-1 本项目使用的射线装置情况一览表

| 序号 | 设备名称 | 数量(台) | 型号 | 最大管电压(kV) | 最大管电流(mA) | 周向还是定向机 | 储存以及使用场所 | 单次最长照射时间 | 年拍片量(张) |
|----|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|---------|----------------|----------|---------|
| 1 | 固定式X射线探伤机 | 1 | Xsafe-FSX | 160 | 3 | 定向 | 3#钢瓶厂房 RT 室铅房内 | 5min | 400 |

1.4 原有项目核技术利用和许可情况

(1) 原有辐射安全许可证情况

公司原有探伤机应用项目完成了环境影响评价及环保竣工验收手续，取得了广西壮族自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证（证号：桂环辐证[N0645]，见附件3），许可范围为使用 II 类放射源；使用 II 类射线装置，许可使用射线装置共 1 台（列表见表1-2），有效期至2028年6月25日。

(2) 原有辐射安全管理情况

在历年运行过程中，公司严格遵守《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和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门的监督和指导，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、落实以及档案管理等方面运行良好，不存在辐射防护与安全管理相关的问题。

①公司制定了一套相对完善的管理制度和操作规程，包括《辐射安全和防护领导小组制度》、《辐射安全管理制度》、《辐射工作安全责任制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《工业X射线设备操作规程及保养细则》《个人健康及个人剂量管理制度》、《辐射设备维护维修制度》、《辐射事故应急预案》等关于辐射方面的规章制度。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，公司成立了安全防护组织机构，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置的监督和管理。

③公司从事辐射工作的工作人员定期参加了生态环境部门组织的上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识。目前公司已 有3人通过生态环境部组织的核技术利用辐射安全与防护考核（成绩报告单均有效期内），本项目运行前，公司拟安排新增加人员参加生态环境部组织的辐射防护安全知识和法律法规考核，合格后方可上岗。

④辐射工作期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。

近年来公司已委托广西壮族自治区职业病防治研究院对辐射工作人员进行个人剂量监测，最近4个季度（2024年4月~2025年3月）个人剂量监测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量限值的要求，同时满足本评价规定的年有效剂量管理约束值的要求。

⑤公司已委托广西壮族自治区辐射环境监督管理站开展辐射工作场所年度监测，并按照规定每年向生态环境主管部门提交安全与防护年度评估报告。

综上所述，公司在用射线装置办理了辐射安全许可证，制定了相关规章制度并严格执行，落实了辐射环境监测计划及个人剂量监测，且监测结果符合相关标准要求。固定式X射线探伤机所配套的铅房也一起搬迁至新址，铅房的防护能力将保持不变，因此，可以认为公司具备广西钦安科技有限公司搬迁工业X射线探伤机应用项目运行及辐射安全管理基础能力。

公司现有核技术利用项目清单见下表1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目清单

| 序号 | 设备名称 | 数量 (台) | 型号 | 最大管 电压 (kV) | 最大管 电流 (mA) | 周向还 是定向 机 | 使用地点 |
|----|--------------------|-----------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|--|
| 1 | 固定式 X 射线探伤 机 | 1 | Xsafe -FSX | 160 | 3 | 定向 | 钦州高新区金石湖片区 扶贫创业 2#标准厂房 1 层工业 X 射线探伤室 |

1.5实践正当性

广西钦安科技有限公司因发展需要，拟将广西钦州高新技术产业开发区二期扶贫产业园扶贫创业2#标准厂房1层原有1套固定式工业用X射线探伤机以及配套探伤室搬迁至广西钦州市钦南区城南东大街6号钢瓶厂房北部RT室，开展压力容器-液化石油气瓶的无损检测。本项目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，探伤机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。

1.6 产业政策符合性

本项目使用X射线探伤机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)》，本项目属于本项目属于“第一类鼓励类”中第十四项“机械”中第1条“工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

1.7 项目地理位置

广西钦安科技有限公司位于广西钦州市钦南区城南东大街6号，地理位置图见1-1，公司平面图见图1-2。

本项目机房与外部建筑物环境关系：

本项目铅房位于公司3#钢瓶厂房正北RT室，3#钢瓶厂房为一层钢结构厂房，厂房东侧为拟建4#炉具厂房，南侧装卸货场，无其他建筑，西侧为乐江路，北侧为2#阀门厂房，地下为实心土层，顶棚无其他建筑，具体见图1-2。

拟建探伤配套场所包括RT室、洗片室、阅片室等。铅房屏蔽体外四周50m范围内均为公司厂区内部，包括东侧为所在3#钢瓶厂房内部、3#钢瓶厂房东侧厂内道路，南侧均为3#钢瓶厂房内部，西侧包括洗片室、阅片室、实验室（主要对钢瓶进行机械性能测试），3#钢瓶厂房内部以及厂房西侧厂内道路，北侧为公司厂区道路、2#阀门厂房。项目铅房屏蔽体外50m范围无居民区和学校等建筑物，该项目的选址和布局较合理。

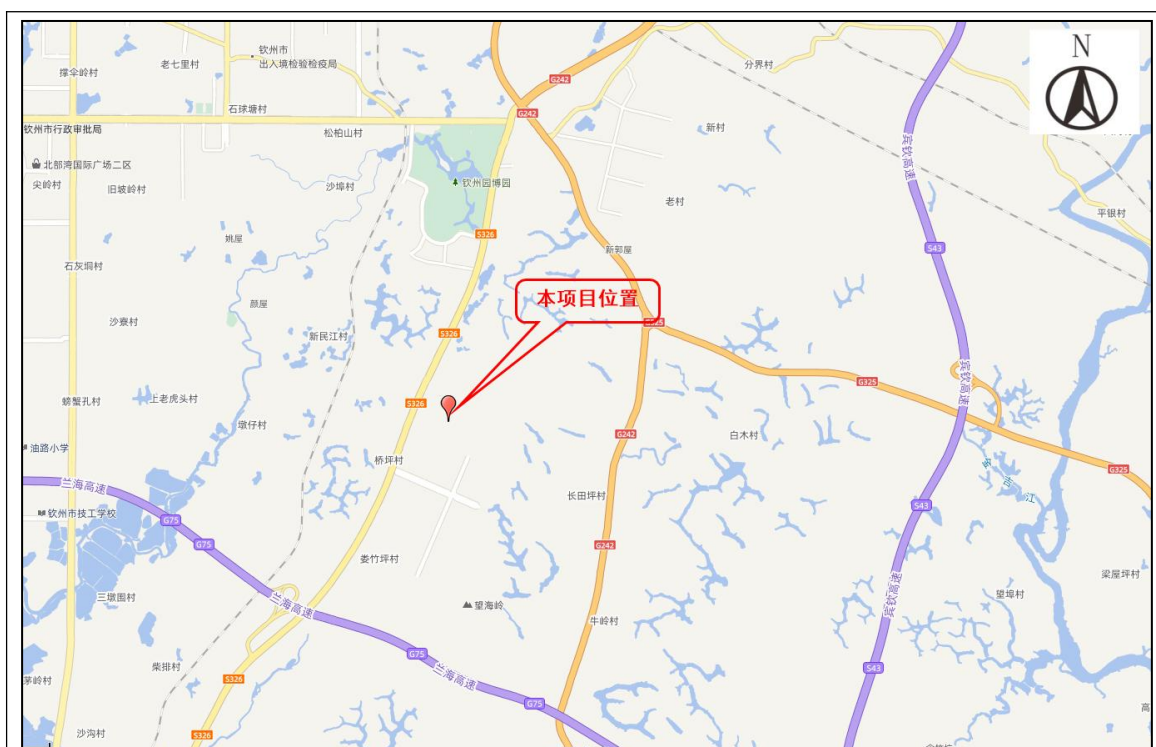


图 1-1 公司地理位置图

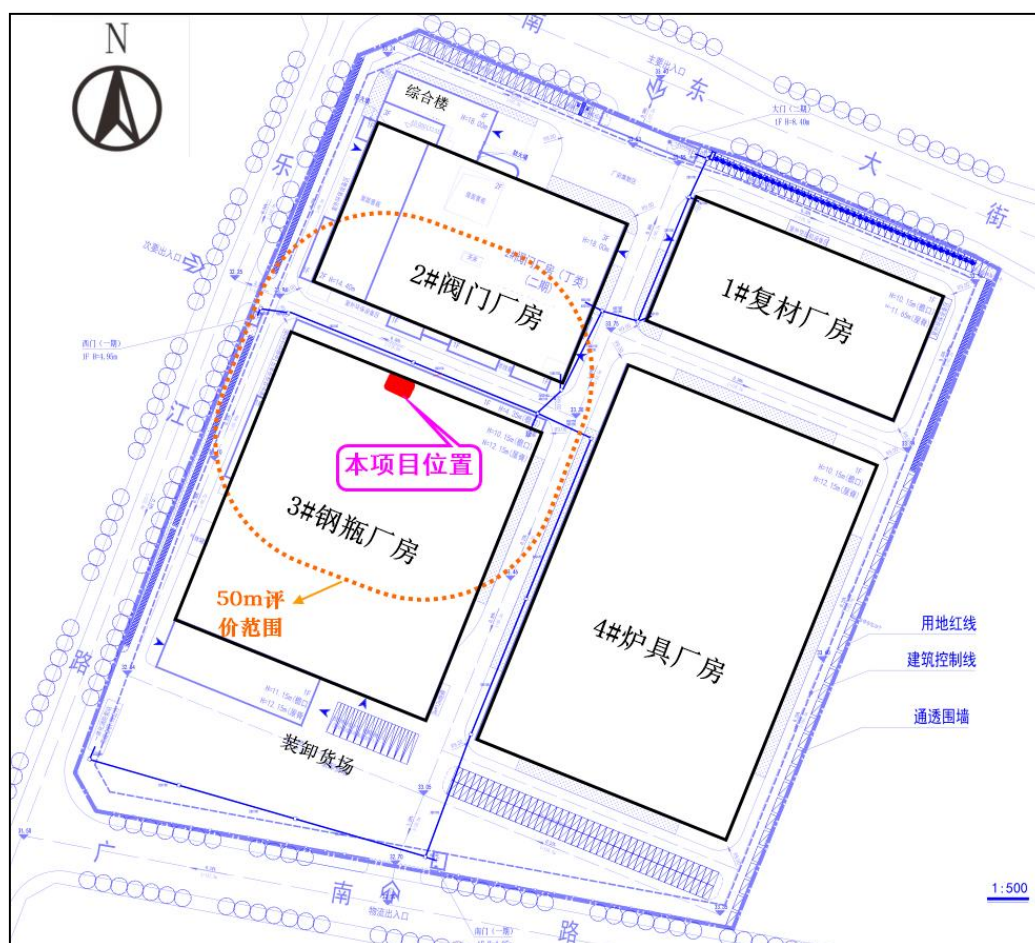


图 1-2 公司总平面布置图

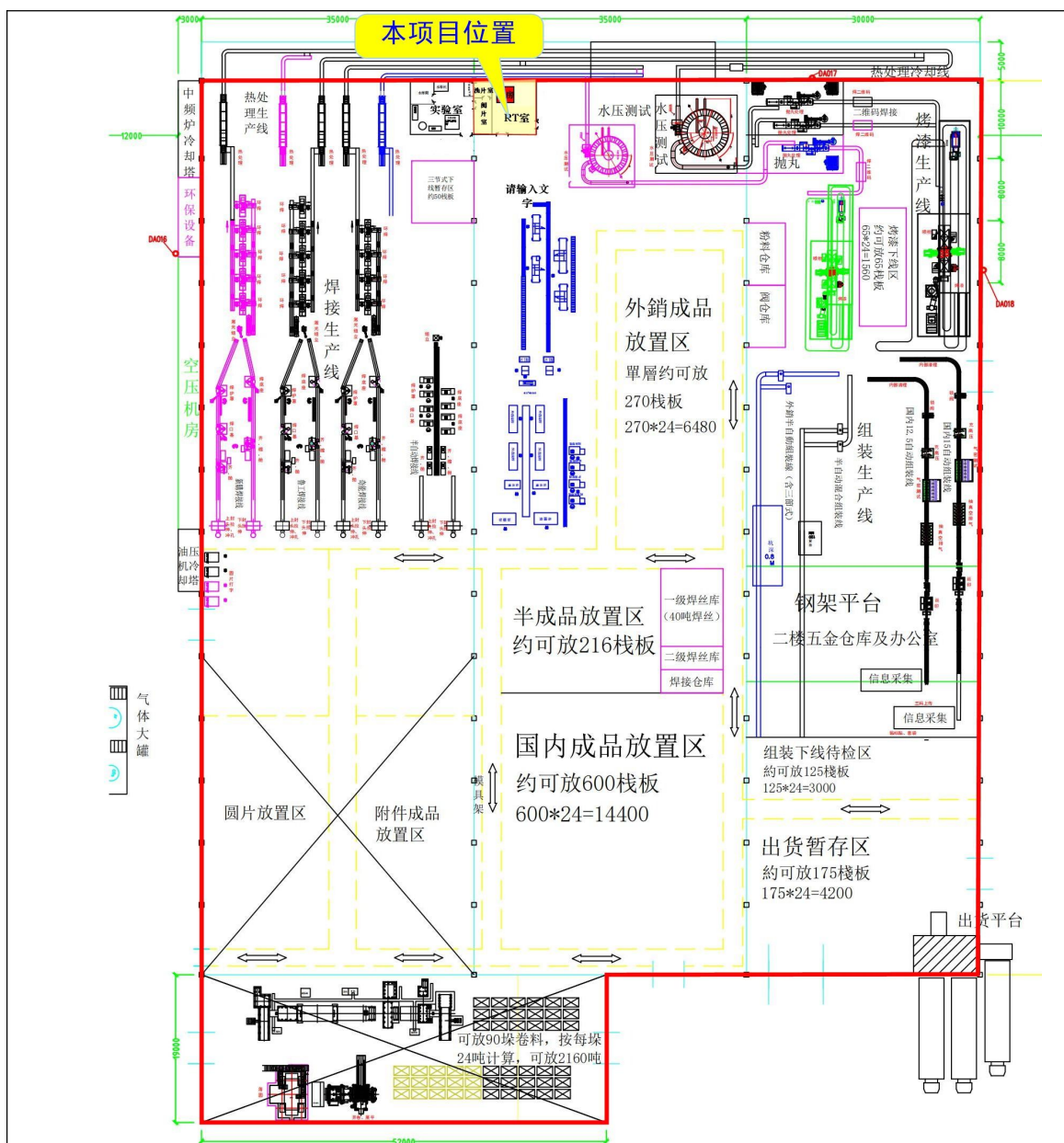


图 1-3 项目所在 3#钢瓶厂房布置图

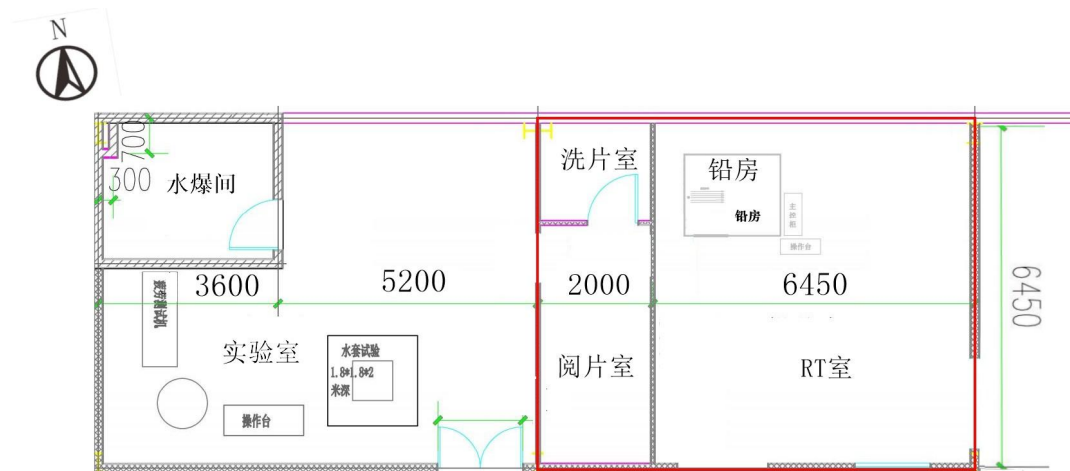


图 1-4 项目平面布置



图 1-5 项目位置现状图

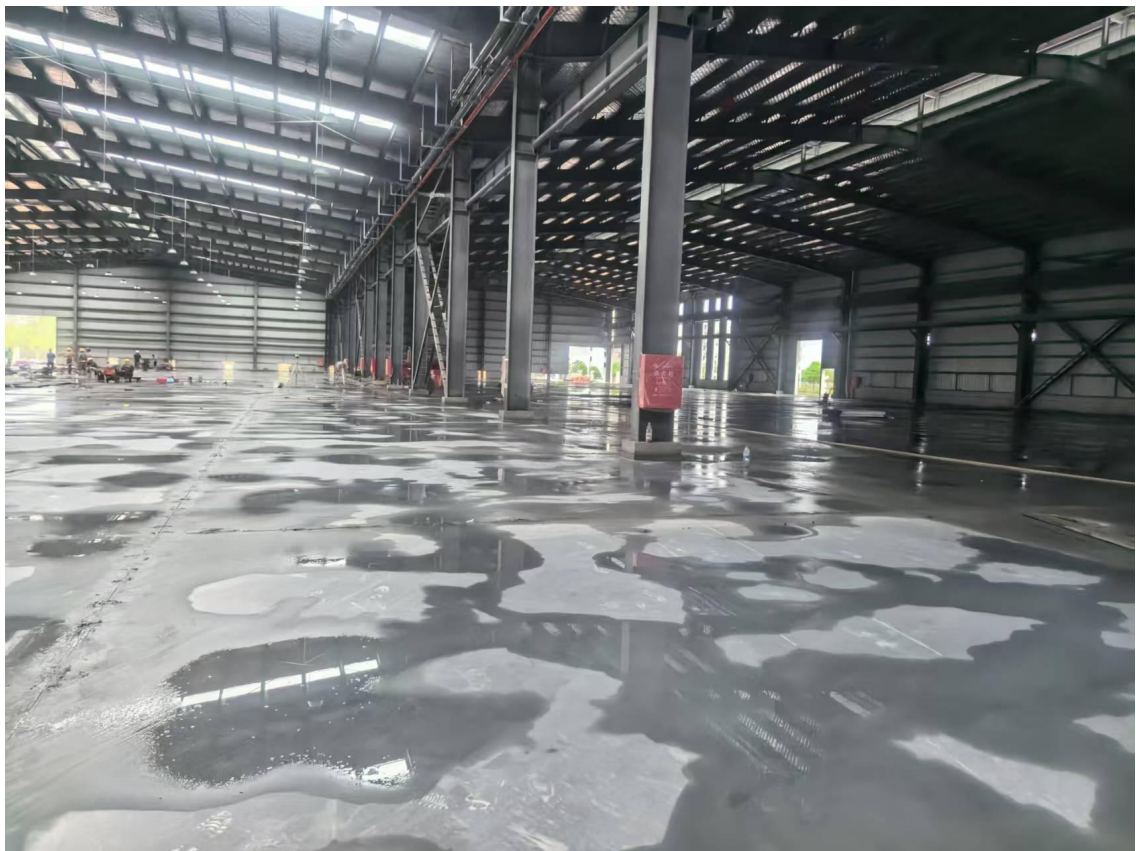


图 1-6 项目所在 3#钢瓶厂房内部现状



图 1-7 项目所在 3#钢瓶厂房外部现状

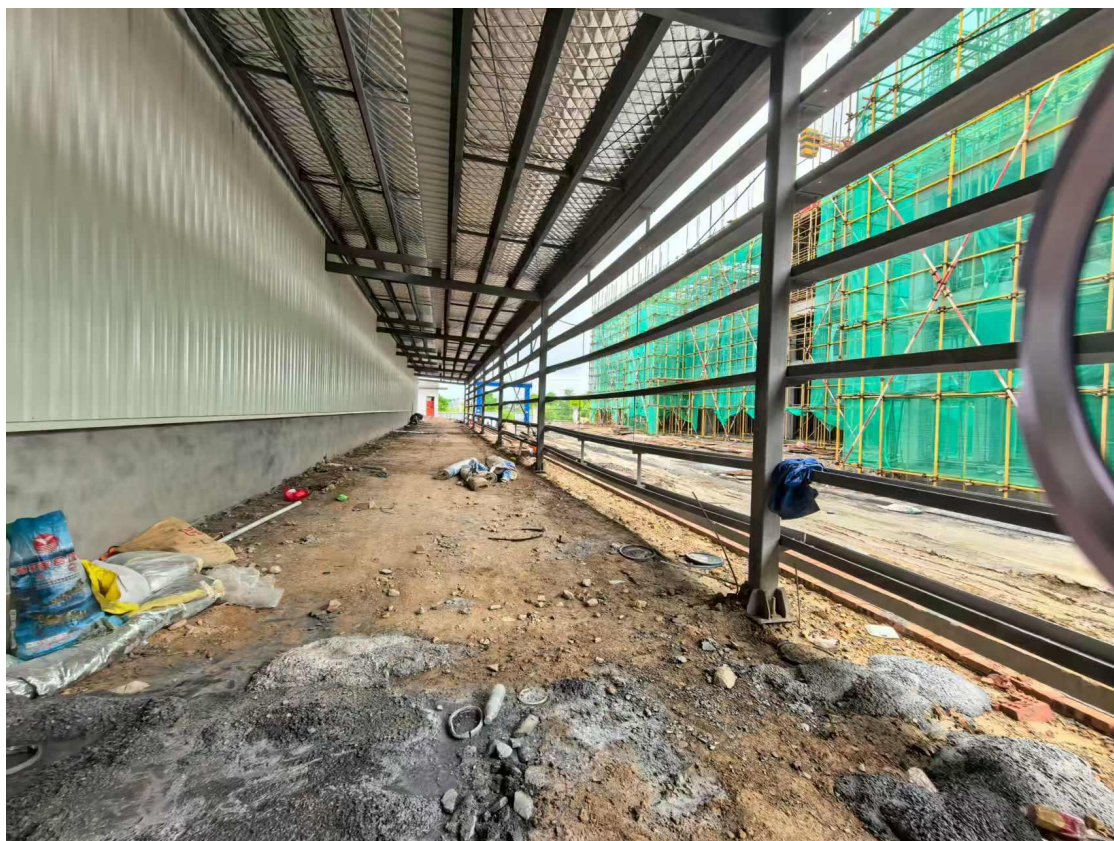


图 1-8 项目北侧道路



图 1-8 现有 RT 室



图 1-9 拟搬迁探伤机以及铅房现状

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 | 使用场所名称 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|--------------------------|----|------|----|--------|---------|----|
| 无 | | | | | | | | |

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 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|------------|----|------|------|---------|
| 无 | | | | | | | | | | |

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（本次环评内容）

| 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 | 固定式 X 射线探 伤机 | II | 1 | Xsafe-FSX | 160 | 3 | 工业探伤 | 3#钢瓶厂房 RT 室铅 房 | 定向机 |

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

| 名称 | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年产生量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 |
|----|----|------|----|------|------|-------|------|------|
| 无 | | | | | | | | |

注：本项目使用的是射线装置，项目运行不会产生放射性废弃物。

表 6 评价依据

| | |
|------|---|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，于 2014 年 4 月 24 日公布，自 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》，（自 2021 年 3 月 15 日施行。）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，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条例》<u>（国务院第 449 号令，于 2005 年 9 月 14 日发布，自 2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年 3 月 2 日第二次修改）</u>；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》<u>（2006 年 1 月 18 日经国家环境保护总局令第 31 号发布，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）</u>；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），于 2011 年 4 月 18 日公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行。</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部公告 2017 第 66 号），于 2017 年 12 月 5 日公布并施行。</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2024 本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行）</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号，自 2017 年 11 月 20 日发布并施行）；</p> <p>(12) 《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 2019 年第 57 号公告），自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部 2021 年第 9 号公告）自 2021 年 3 月 15 日施行；</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) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)；</p> <p>(7) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)。</p> |
| 其他 | <p>环评委托书、辐射安全许可证等，见附件。</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）规定要求：“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 50 米的范围”。

根据本项目放射性辐射特点，本次评价范围为探伤机配套的铅房屏蔽体外 50m 的范围。具体见图 7-1。

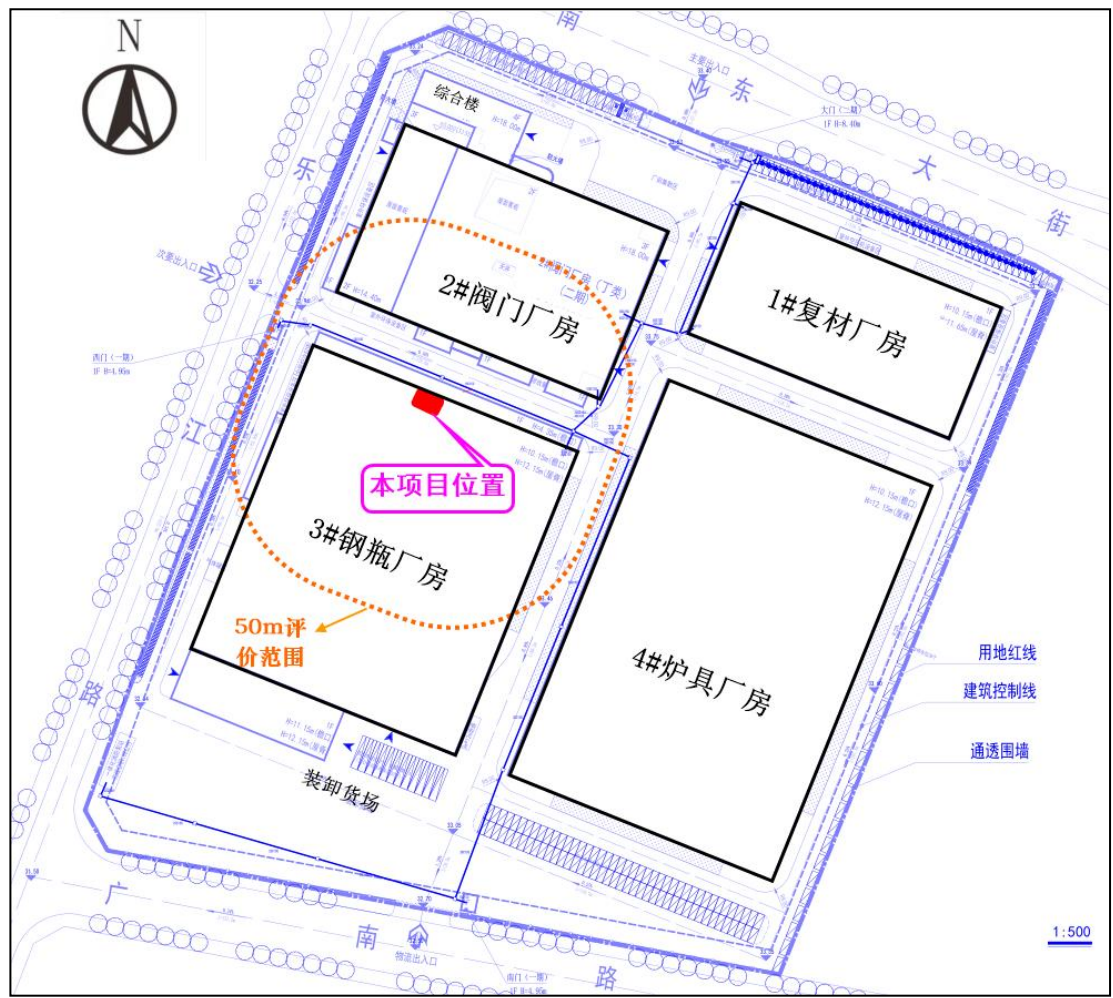


图 7-1 项目评价范围



图 7-2 项目评价范围卫星图示意

7.2 保护目标

环境保护目标为该公司工业 X 射线探伤机工作人员和评价范围内的非辐射工作人员、路过的人员，使他们受到的辐射照射低于各自的辐射照射管理约束值。

表 7-1 环境保护目标一览表

| 场所名称 | 方位 | 与铅房屏蔽体最近距离 | 环境保护目标 | 人员数量 | 照射类型 | 保护目标管理约束值 |
|--------------------|-------|------------|-----------------|------|------|--------------------|
| 操作台 | 铅房东南侧 | 相邻 | 辐射工作人员 | 4 人 | 职业照射 | 连续 5 年的年均有效剂量 5mSv |
| 洗片室、阅片室 | 铅房西侧 | 0.9m | 辐射工作人员 | | | |
| 东侧 3#钢瓶厂房内部 | 铅房东侧 | 4m | 其他非辐射工作人员 | 10 人 | 公众照射 | 年有效剂量 0.1mSv |
| 南侧 3#钢瓶厂房 | 铅房南侧 | 5m | 其他非辐射工作人员 | 30 人 | 公众照射 | |
| 东侧实验室工作人员、3#钢瓶厂房内部 | 铅房西侧 | 2.9m | 其他非辐射工作人员 | 20 人 | 公众照射 | |
| 2#阀门厂房 | 铅房北侧 | 20m | 其他非辐射工作人员 | 30 人 | 公众照射 | |
| 铅房屏蔽体外 50m 范围内 | | | 路过偶尔或停留的非辐射工作人员 | 流动人口 | 公众照射 | |

注：由于本项目探伤铅房所在 RT 室实行专人管理，因此不考虑实时成像室内有公众人员进入。

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射和公众照射

本项目职业照射和公众照射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的相关标准。

(1) 职业照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续5年的平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv。

本次评价从辐射防护最优化原则出发，使职业工作人员尽量避免不必要的附加剂量照射，取20mSv的四分之一，即5mSv作为职业工作人员的年有效剂量管理约束值。

(2) 公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中第11.4.3.2 款规定：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%(即0.1mSv~0.3mSv)的范围之内。”附录B剂量限值：“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：年有效剂量，1mSv。”

本次评价取1mSv的十分之一，即0.1mSv作为公众成员的年有效剂量管理约束值。

7.3.2 辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制值

(1) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2002)中的相关要求：

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a)探伤室上方已建、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 μ Sv/h。

(2) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的相关要求:

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。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率(以下简称剂量率)和每周周围剂量当量(以下简称周剂量)应满足下列要求:

a) 周剂量参考控制水平(H_c)和导出剂量率参考控制水平($\dot{H}_{c,d}$)

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下:

职业工作人员: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$;

公众: $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式(1)计算:

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

H_c ——周剂量参考控制水平, $\mu\text{Sv/周}$;

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。

t —— 探伤装置周照射时间, h/周 ;

t 按式(2)计算:

$$t = \frac{W}{60 \cdot I}$$

式中: W ——X射线探伤的周工作负荷(平均每周X射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值), $\text{mA} \cdot \text{min/周}$;

60——小时与分钟的换算关系;

I ——X射线探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流,单位为毫安(mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$:

$$\dot{H}_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv/h}$$

\dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的二者的 $\dot{H}_{c,\max}$ 较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或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，距探伤室顶外表面30cm处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同3.1.1

b) 除3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射，该项辐射和穿出探伤室的透射辐射在相应关注点的剂量率总和应按3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

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，不需要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形式。

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

综上，建设单位液化气钢瓶最大年产量为 200 万个，实行抽检进行 X 射线探伤，抽检比例为 1/250，X 射线探伤钢瓶数量最大为每年 8000 个，实时成像平均曝光时间为 1min，共 133.33h，当实时成像的结果有疑问时，会对工件进行拍片，拍片的数量占抽检钢瓶的 5%，年拍片数量为 400 张，每个钢瓶 X 射线拍片曝光时间为 5min，共计曝光时间为 33.3h，故本项目工业 X 射线探伤机年曝光时间最大为 166.67h。年工作 50 周，预计周最大曝光时间为 3h。按上式计算，铅房周围辐射剂量率参考控制水平见下表：

表7-2 铅房周围辐射剂量率参考控制水平

| 序号 | 点位名称 | 受照类型 | H_c (μSv /周) | $t(\text{h})$ | U | T | $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) | $\frac{\dot{H}_{c,\max}}{(\mu\text{Sv/h})}$ | \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$) |
|-----|------------------------|------|-------------------------------|---------------|---|------|---|---|-------------------------------------|
| 1# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 2# | 铅房南侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 3# | 铅房防护门外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 4# | 铅房西侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 5# | 铅房北侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 6# | 铅房操作台 | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 7# | RT 室东侧墙外 | 公众 | 5 | 3.34 | 1 | 1/8 | 11.98 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 8# | RT 室南侧墙外 | 公众 | 5 | 3.34 | 1 | 1/8 | 11.98 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 9# | RT 室西侧洗片室 | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 10# | RT 室北侧厂内道路 | 公众 | 5 | 3.34 | 1 | 1/16 | 23.95 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 11# | 铅房顶部屏蔽体外 30cm(不需要人员到达) | / | 100 | 3.34 | 1 | / | / | <u>100</u> | 100 |

注：①铅房下方为土层，故不考虑设备底部的照射剂量率，铅房顶部不需要人员到达，铅房顶屏蔽体上方 30cm 处的剂量率参考控制水平取为 100 $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 环境质量和辐射现状

(1) 项目地理和场所位置

广西钦安科技有限公司位于广西钦州市钦南区城南东大街 6 号,地理位置图见 1-1。本项目拟建铅房位于公司 3#钢瓶厂房,公司平面图见图 1-2。

(2) 环境现状评价的对象

本项目环境现状评价的对象为拟建场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率现状水平。

(3) 监测因子

本项目环境现状监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

(4) 监测目的

掌握该公司新建 X 射线探伤项目室内、外场所辐射环境背景水平,为分析及预测建设项目运行时对职业人员、公众人员及周围环境的影响提供基础数据。根据污染因子分析,评价单位委托广西科保环境检测有限公司对本项目探伤室区域进行 X- γ 辐射现状监测。监测报告见附件 4。

(5) 监测点位

对项目使用场址,根据现场条件,合理布点,现状监测布点图见图 8-1。

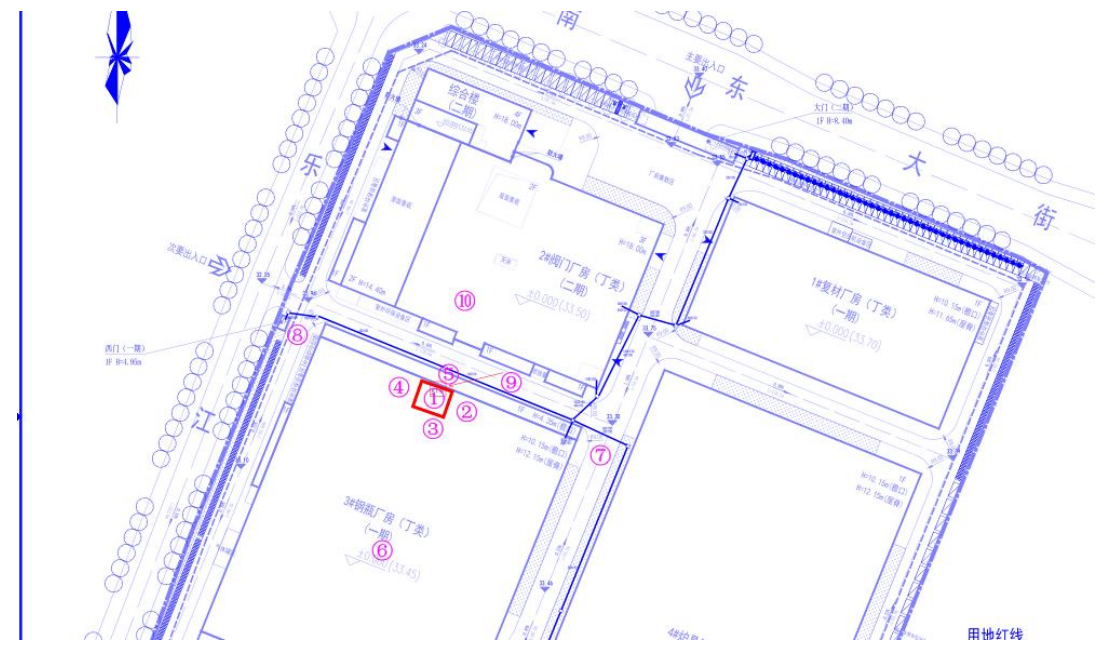


图 8-1 项目拟建场所环境现状 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位图

(6) 监测仪器与监测规范

监测仪器的参数与监测所依据的规范见表8-1。

表 8-1 X-γ辐射剂量率监测仪器参数与规范

| | |
|----------|--|
| 监测项目 | X-γ辐射剂量率 |
| 仪器名称 | X-γ辐射剂量仪 |
| 仪器型号 | RP6000 型 |
| 生产厂家 | 福州智元仪器设备有限公司 |
| 仪器出厂编号 | 1212211004096 |
| 能量响应 | 48keV~3MeV，变化的限值为±20% |
| 相对固有误差 | ≤± 5 % |
| 量 程 | 0.01μSv/h~200.00μSv/h |
| 证书编号及有效期 | 证书编号：JL2505983591（深圳市计量质量检测研究院） 有效期：2026 年 4 月 27 日 |
| 监测规范 | HJ 1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 |

（7）质量保证措施

①监测前，根据目前国家和行业有关规范和标准制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

②监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定合格，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

③监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位的《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

④监测报告严格按相关技术规范编制，报告编制人需为持监测上岗合格证人员、监测报告经审核，最后授权签字人签发，报告审核与签发人不能为同一人。

⑤参考《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）采用即时测量方法进行测量；

（8）监测条件

项目监测时环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测时环境监测条件

| 监测时段 | 天气状况 | 环境温度 (°C) | 相对湿度 (%) |
|--------------------------|------|-----------|----------|
| 08 月 20 日 14:30-16:30 | 阴 | 27.5 | 40% |

(9) 监测结果

探伤区域辐射环境现状监测结果见表 8-3。

表 8-3 探伤区域辐射环境现状监测结果

| 测点 编号 | 测量位置 | 环境 X-γ辐射剂量率 (nGy/h) | | 备注 |
|----------|------------|---------------------|------|----|
| | | 监测结果 | 标准差 | |
| ① | 项目位置 | 137 | 0.77 | 室内 |
| ② | 项目东侧 | 138 | 0.84 | 室内 |
| ③ | 项目南侧 | 138 | 0.70 | 室内 |
| ④ | 项目西侧 | 139 | 0.94 | 室内 |
| ⑤ | 项目北侧 | 141 | 1.05 | 室外 |
| ⑥ | 项目所在钢瓶厂房中心 | 139 | 0.85 | 室内 |
| ⑦ | 项目所在厂房东侧道路 | 141 | 1.05 | 室外 |
| ⑧ | 项目所在厂房西侧道路 | 139 | 0.74 | 室外 |
| ⑨ | 项目所在厂房北侧道路 | 141 | 1.05 | 室外 |
| ⑩ | 阀门厂房 | 141 | 1.05 | 室内 |
| 室内测值范围 | | 137~141 | / | / |
| 室外测值范围 | | 139~141 | / | / |

*注：①所有测量值均已扣除宇宙射线，宇宙射线值为 12nGy/h，并依据 HJ 61-2021 中“8.6 宇宙射线响应值的扣除”对宇宙射线进行修正（宇宙射线监测点“经度 114.595128，纬度 23.797010，海拔高度 110 米，广东河源万绿湖”，项目监测点中心位置为“经度 108.683782，纬度 21.905381，海拔高度 35 米”，修正系数 $D'_{\text{宇宙}}/D_{\text{宇宙}}=0.995$ ）；建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1。

②已根据 HJ 1157-2021 中“5.5 计算结果”相关要求，经数据处理(^{137}Cs 校准源，1.2Sv/Gy)，得到各测点处的γ辐射空气吸收剂量率。

由表 8-3 的监测结果可知，项目建设场址室内辐射剂量率监测结果值范围为 137~141nGy/h，室外辐射剂量率监测结果值为 139~141nGy/h。

根据《广西壮族自治区环境天然贯穿辐射水平调查研究》(广西壮族自治区环境监测中心站, 1992 年), 可知, 广西壮族自治区室内γ辐射剂量率范围为 11.0~304.3nGy/h, 原野γ辐射剂量率范围为 10.7~238.7n Gy/h。《广西壮族自治区环境

天然贯穿辐射水平调查研究》中监测数据扣除了仪器对宇宙射线的响应值，

由以上数据比对可知，本项目拟建场址各监测点环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围在广西本底的范围内，表明拟建项目辐射环境现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.设备组成

本项目探伤系统主要由 X 射线机系统(包括控制器、X 射线管高压发生器)、电器控制系统、工业级图像处理系统、视频监控系统、防护铅房组成。

2.X 射线产生原理

在工业探伤上，产生X射线的装置主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X射线管结构见图9-2。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

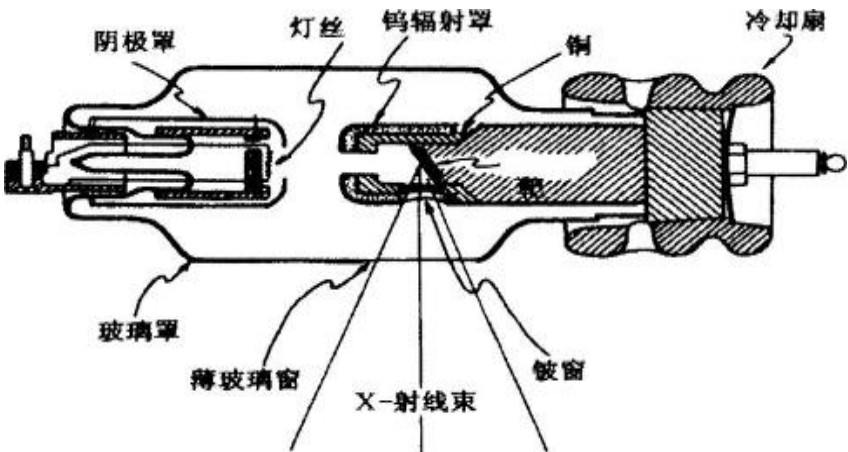


图 9-1 典型的 X 射线管结构原理图

3.工作原理

X射线探伤是利用射线透过被检验物质来发现其中是否有缺陷。射线的穿透能力与被检材料的厚度有关，射线在被检物质中经过的路径越长被吸收得越多，穿透被检物质的射线照射在感光材料（胶片）上，通过胶片的感光程度可准确地判断被检物质缺陷的位置和程度。工业X射线探伤原理示意图见图9-2、9-3。

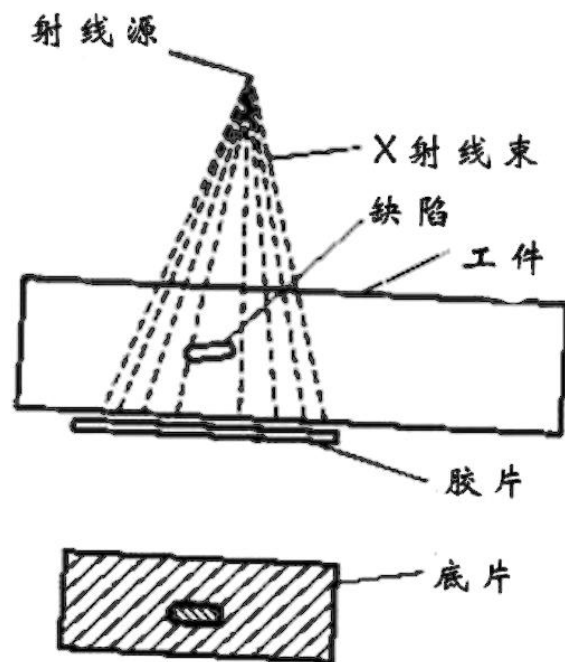


图9-2 X射线胶片成像工作方式

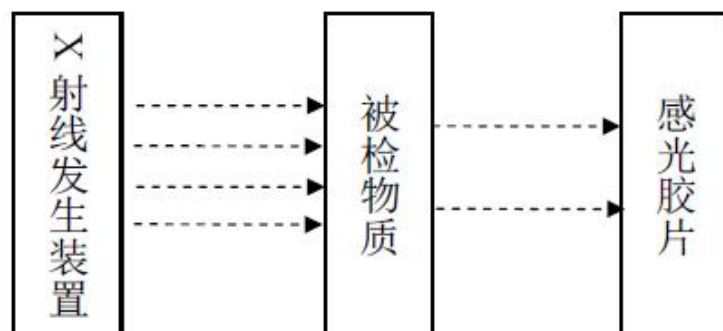


图9-3 工业X射线探伤原理示意图

4. 操作流程

本项目工业 X 射线探伤作业工作流程：在工作前必须做好一切准备，根据探伤规范要求，非工作人员不得进入探伤室区域，尽量远离放射源，以避免不必要的照射。

(1)固定式工业用 X 射线探伤装置操作流程

①检查 X 光机所有系统电源线是否联接正确及正常，地线联接完好并低于 10 欧姆阻抗。

②将电源总开关选择至 ON 的位置，打开稳压器开关；将控制台电源开关选至 ON 的位置。

③将控制电源打开至 ON 的位置，开机后控制器首先自行进行系统诊断测试。

④电脑开启后，点击电脑桌面“迈磁科技”，若电脑显示故障，则关闭设备，等待专业人员来维修，若软件界面显示设备一切正常，选择“操作员”进入到软件界面等待 60s 预热，将管电压、管电流调低后点击相机校正，直到校正完成。

⑤将 X 光机铅房门打开，将被测样品放入检测旋转中间位置，将铅门关上(必须关到位，否则无法开启 X 射线)确认关到位后，点击软件界面“连续采集”(此时警示灯为红色，工作状态)并调整管电压、管电流至最佳状态防止缺陷的漏检。旋转转台可以检测样品不同位置的焊接情况。当发现可疑缺陷时，点击(停止)再点击采集多帧进行静态观看，继续检测点击“连续采集”检测完毕后点击“停止”取出样品。

⑥需要拍片时，按工艺卡上规定布片完成后调节 kV/mA 及曝光时间至规定值，点击胶片成像进行拍片作业，待拍片完成取下胶片更换另一张胶片进行拍片。待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

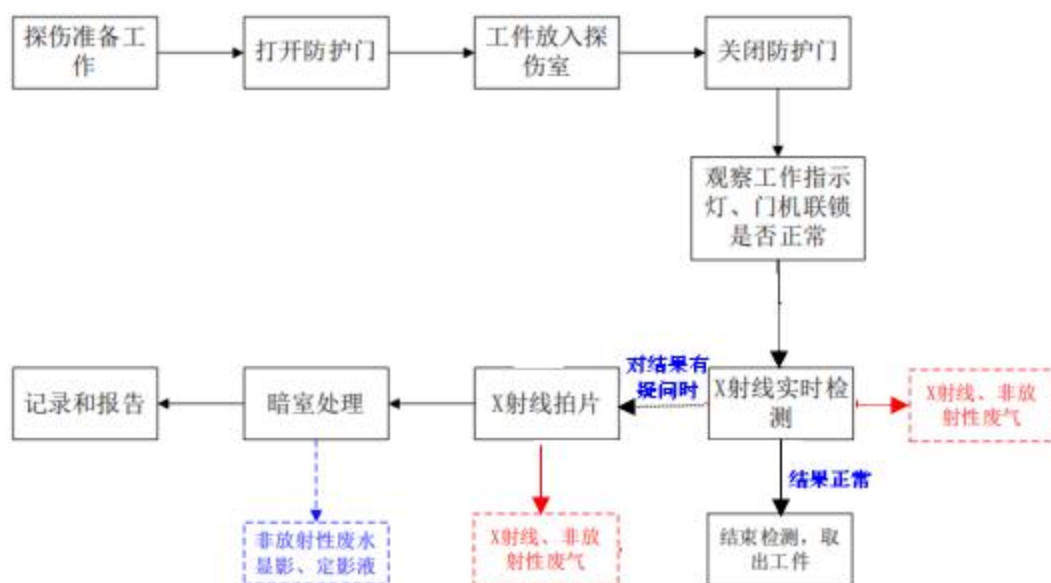


图 9-4 固定式工业用 X 射线探伤机探伤工艺流程图

5.工作方式

本项目为 X 射线探伤项目，建设单位拟配备 4 名辐射工作人员，配备的辐射工作人员均需参加生态环境部组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训并

参加考核，考核合格后上岗。目前有 3 名辐射工作人员具有辐射安全培训合格证书。新从事辐射活动的人员，以及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。

本项目探伤对象为钢制压力容器(液化气钢瓶)，工件厚度范围为 2~3mm。建设单位液化气钢瓶最大年产量为 200 万个，实行抽检进行 X 射线探伤，抽检比例为 1/250，X 射线探伤钢瓶数量最大为每年 8000 个，实时成像平均曝光时间为 1min，共 133.33h，当实时成像的结果有疑问时，会对工件进行拍片，拍片的数量占抽检钢瓶的 5%，年拍片数量为 400 张，每个钢瓶 X 射线拍片曝光时间时间为 5min，共计曝光时间为 33.3h，故本项目工业 X 射线探伤机年曝光时间最大为 166.67h。

本项目拟配备辐射工作人员 4 名，正常工况下，探伤机探伤时需 2 名辐射工作人员进行操作，故每个辐射工作人员年受照射时间为 h。

污染源项描述

1.正常工况

(1) 由工业 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失，在开机启动状态下主要电离辐射为 X 射线，未开机状态下不产生 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。X 射线在辐射场中可分为三种射线：有用线束、漏射线和散射线。因此，本项目辐射源项主要为 X 射线外照射。

项目为 X 射线探伤检测项目，运行时无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

污染源强：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），本项目拟使用的 1 台固定式探伤机距靶 1m 处的输出量等源强取值见表 9-1。

表 9-1 拟使用设备源强一览表

| 型号 | Xsafe-FSX | 备注 |
|-------|-----------|--------------------------------------|
| 最大管电压 | 160kV | / |
| 最大管电流 | 3mA | / |
| 滤过条件 | 2mm 铝 | 查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，其中 160kV 无对应距 |

| | | |
|---|-------------------|---|
| 距靶 1m 处输出量 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ | 28.7 | 靶 1m 处输出量，本次评价偏安全考虑，按管电压 200kV 计，在未获得厂家给出的输出量，距靶 1m 处输出量取在 200kV 管电压 2mm 铝和 3mm 铝过滤条件下输出量较大者 $28.7\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。 |
| 距靶 1m 处泄漏剂量率 Sv/h | 2.5×10^3 | 根据 GBZ/T 250-2014，表 1， $150 \leq \text{kV} \leq 200$ ，距靶 1m 处泄漏剂量率 $2.5 \times 10^3 \text{Sv/h}$ |
| 90° 散射最高能量相应 kV 值 | 150 | GBZ/T 250-2014 中表 2， $150 \leq \text{kV} \leq 200$ 时 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV。 |

(2) 该项目采用工业X射线胶片感光成像。正常工况下，项目开展中会产生感光材料废物（废定影液、废显影液、废胶片等），属危险废物，处理不当会对环境造成严重污染。

建设单位每年拍摄胶片约400张，平均每张胶片需产生废显影、定影液约0.05kg，全年产生废液约20kg，胶片作废率约3%，全年产生的废胶片数量约12张，平均每张片子约8g，胶片产生量约0.096kg/a。查《国家危险废物名录》（2025版）可知，该废液及废片属于HW16感光材料废物，公司产生的废显（定）液暂存在专用的危废暂存塑料桶中，废胶片暂存在专用的危废暂存塑料箱中，塑料桶和塑料箱存放于洗片室，最终交由有资质单位处理。

(3) 本项目涉及的II类射线装置在曝光过程中将产生臭氧，其臭氧产生量很小，经机械通风装置排放后对周边大气环境影响较小，位于顶部处设有1个通风口，采用L型迷道形式，通风口尺寸为40cm×35cm，出口处设6mm铅防护罩。铅房配套机械通风装置风量应满足铅房内空气每小时有效通风换气次数不小于3次，排风管道外口避免朝向人员活动密集区的要求，本项目铅房净空间尺寸为2.0m×1.5m×2.28m，容积为6.9m³，有效通风量应不小于21m³/h，本项目配置通风系统风量为4500m³/h，可满足每小时有效通风换气次数不小于3次要求。

2.事故工况

X射线探伤项目在事故工况下可能造成的放射性污染包括以下几点：

(1) 防护门安全联锁装置发生故障，探伤期间有不知情的人员误入铅房引起误照射；

(2) 防护门安全联锁发生故障，射线探伤工作结束后，X射线没有关闭，工作人员误入铅房而受照射；

(3) 工作人员配合失误，有工作人员还在铅房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤机，使停留在铅房内的工作人员被误照射；

(4) 感光材料废物处置不当或随意排放，对土壤、水体和人类健康造成污染危害。

表 10 辐射安全与防护

1、项目安全设施

(1) 工作场所的布局

项目拟搬迁铅房至广西钦安科技有限公司3#钢瓶厂房RT室，铅房屏蔽体外50米范围内无居民居住以及学校等保护目标。探伤操作台位于铅房东南侧。工作场所周围平面布置见图10-1，工作场所剖面见图10-2。

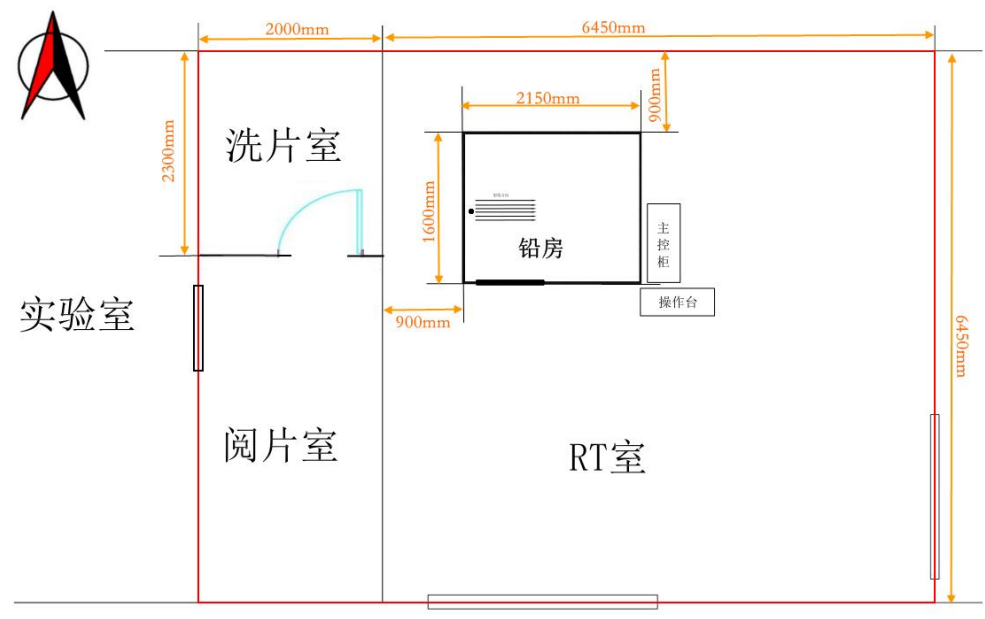


图10-1工作场所周围平面图

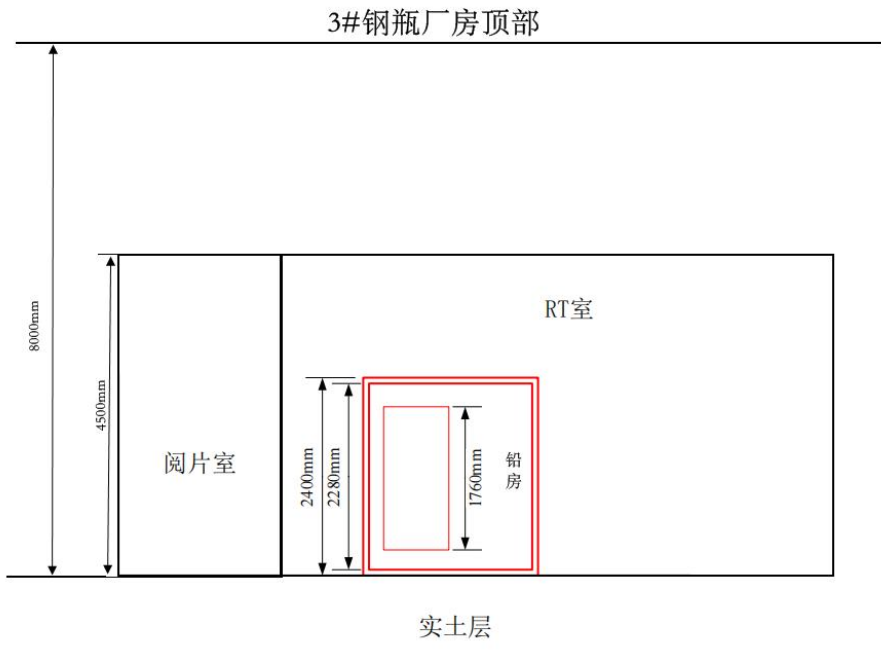


图10-2工作场所剖面图

(2) 工作场所的分区

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中规定，“应对探伤工作场所实行分区管理。将铅房墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区”。

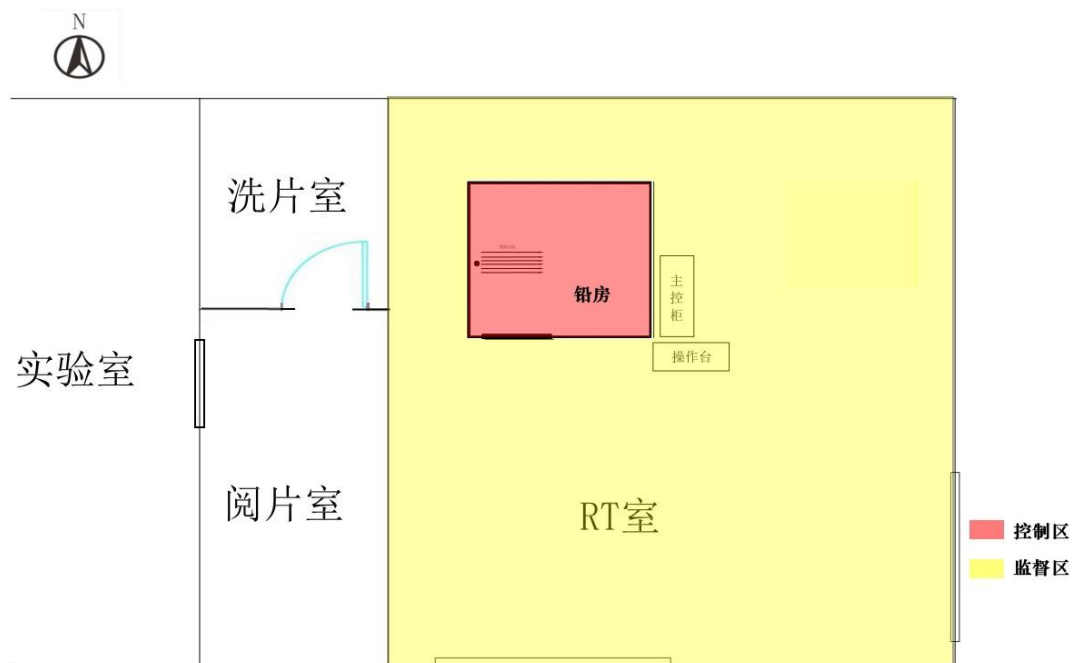


图10-3本项目工作场所分区图

根据标准要求，本项目将铅房内部区域控制区（图10-3中红色部分）在门口处及四周设立醒目的、符合（GB 18871-2002）附录F规定的警告标志，禁止无关人员进入；将铅房所在RT室内除铅房外的区域划为监督区（图10-3中黄色部分），探伤期间限制非辐射工作人员入内。监督区不需要专门的防护手段或安全措施，但应定期对环境辐射水平进行监测。

2、辐射防护措施

(1) 建筑防护

拟建X射线工业探伤辐射工作场所配套建筑包括铅房、RT室、洗片室、阅片室，铅房的屏蔽设计情况见表10-1，

表 10-1 铅房屏蔽设计一览表

| 项目 | 铅房 |
|-----------------|-------------------|
| 外观尺寸 (长×宽×高) | 2.15m×1.60m×2.40m |

| | |
|------------------|--|
| 净空尺寸 (长×宽×高) | 2.00m×1.50m×2.28m |
| 门孔洞尺寸 (宽×高) | 0.80m×1.76m |
| 防护门尺寸 (宽×高) | 0.90m×1.85m |
| 铅房屏蔽体 (四面+顶部) | 2mm 铁+6mm 铅+2mm 铁 |
| 防护门 | 2mm 铁+10mm 铅+2mm 铁 (电动平移防护门) |
| 通风口 | 铅房顶部西北出（如图 10-4 所示）设置 1 处方形通风口，尺寸为 40cm×35cm，通风口底部距地面 2.4m，安装机械通风装置，设计有效通风换气量不低于 4500m³/h，有效通风换气次数大于 3 次/h，可使室内保持良好的通风，风机安装完成后外罩 6mm 铅板，外罩尺寸为 40cm×35cm×23cm，防护能力不低于 6mmPb；通风口外主要为 3#钢瓶厂房顶部，少有人到达，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)第 6.1.10 款要求。 |

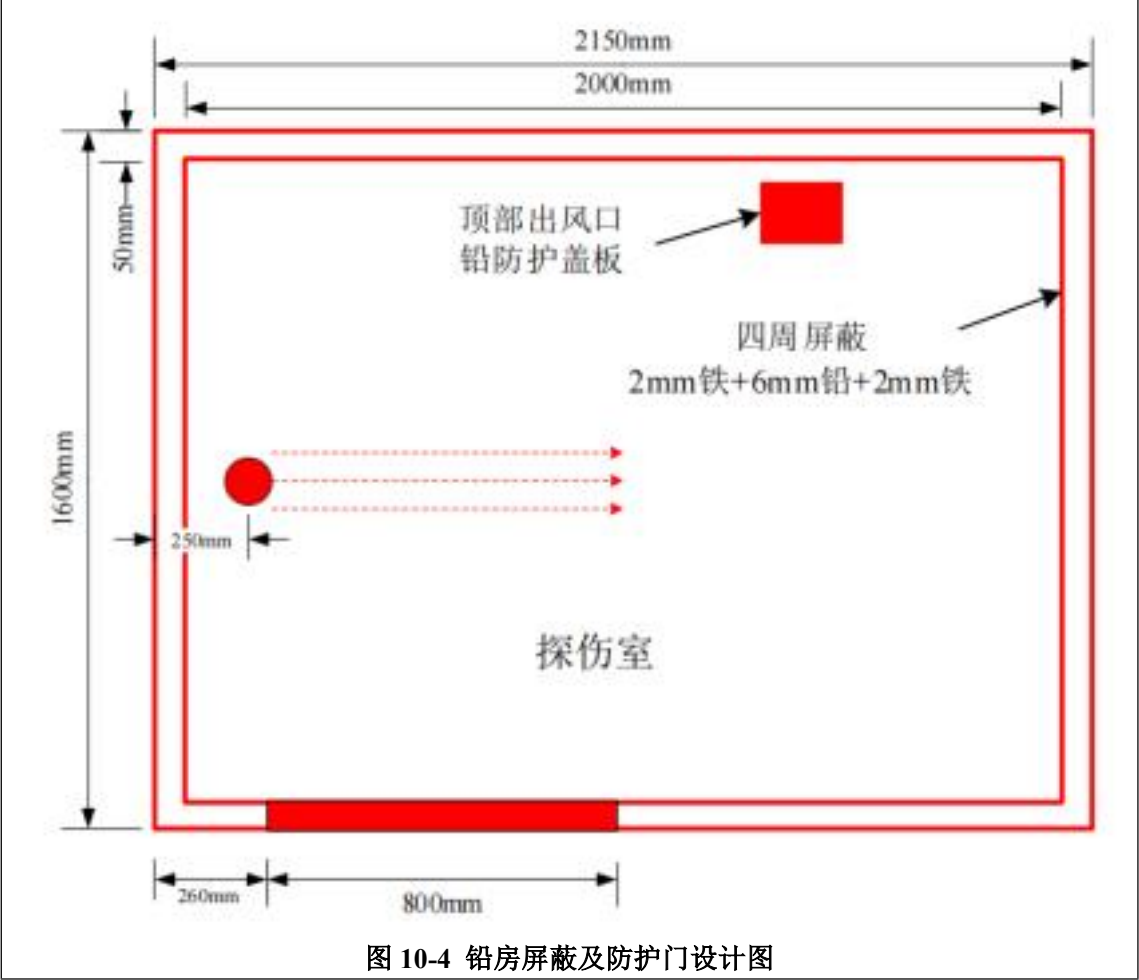


图 10-4 铅房屏蔽及防护门设计图

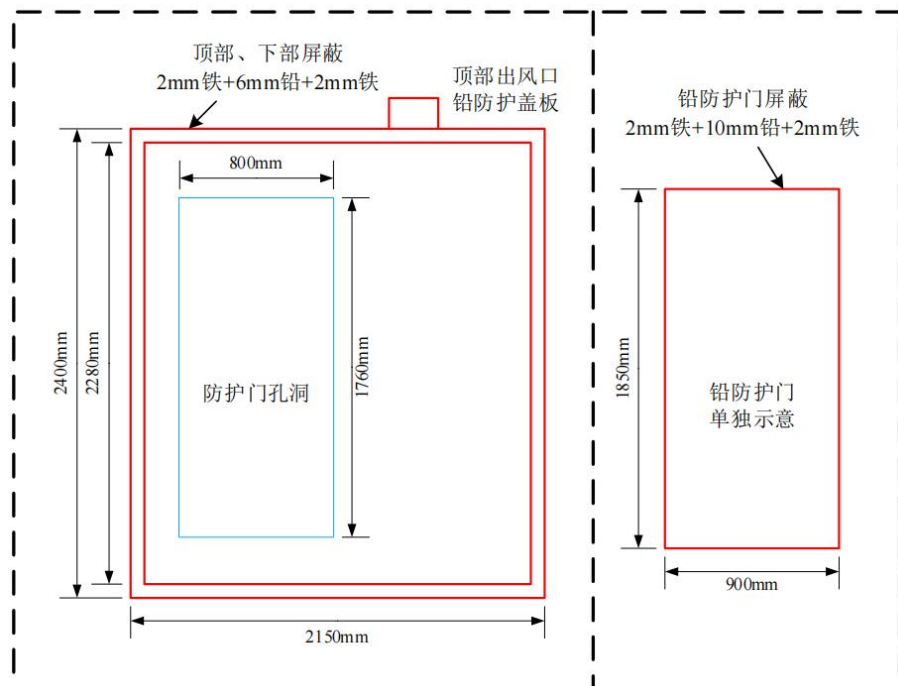


图 10-5 铅房剖面防护设计

本项目铅房四周、顶部和底部屏蔽体均为 2mm 铁+6mm 铅+2mm 铁，铅防护门为 2mm 铁+10mm 铅+2mm 铁。铅房开设工件进出电动平移防护门，铅房内安装排气、照明、监控装置等。铅房为一层结构，顶部无人员活动，底部为实土层。项目所在 3#钢瓶厂房为一层钢结构厂房。

(2) 工业 X 射线探伤机的固有安全性

工业 X 射探伤机的固有安全性包括以下几个部分：

①开机时系统自检

开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，操作软件会示意操作者可以进行曝光操作。若诊断出故障，在操作系统显示器上显示出故障状态，任何故障状态下，都无法进行启动曝光作业。

②当工业 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，系统显示故障，操作人员点击“停止采集”，停止曝光。

(3) 安全联锁及紧急停机

①门机联锁

屏蔽铅门与高压控制器联锁；当屏蔽铅门关紧后，系统才能启动探伤，否则处于断电状态不能启动。

②门灯联锁

在铅室外安装有显示工作状态的警示灯，并与门联锁。工作状态指示灯显示正在进行探伤作业。以上安全联锁装置可有效的保护操作人员和公众，避免因人为误入造成辐射安全事故。

③紧急停机开关

铅房内设计有紧急停机按钮，在紧急情况下，操作人员可按下紧急停机按钮，使工业 X 射线探伤机紧急停机，避免产生误照射。

（4）其他辐射防护措施

①警示标志

严格按照控制区和监督区划分实行分区管理，且在铅房的四周及防护门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

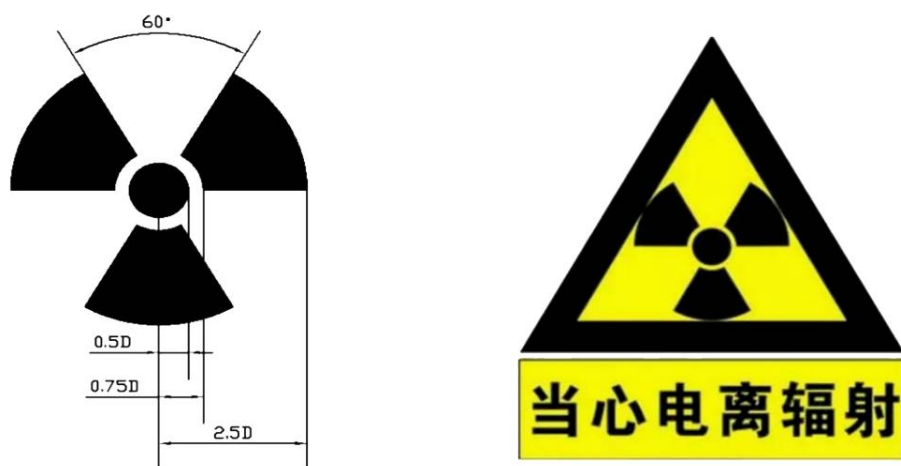


图 10-6 电离辐射标志和电离辐射警示标志

②报警及计量监测装置

为防止探伤机工作时人员误入曝光室，或人员未离开曝光室而启动探伤机等辐射事故的发生，本项目设置声(光)报警、剂量监测装置等。主要包括：

a.铅房配备具有报警功能的便携式 X- γ 辐射剂量率仪，以便随时了解区域的剂量大小，防止受到高剂量误照。

b.铅室内设计声光报警装置，在探伤作业工作过程中正常运行，具有声、光报警功能。提醒探伤工作人员注意防护。

c.探伤工作人员配备个人剂量片，要求在上班时必须随身佩戴。

③通排风

曝光室内不设置自然通风的门窗，室内的通风依靠机械抽风，用来确保室内空气的畅通，排风量可满足每小时换气 3-4 次。

④视频监控装置

铅房内设计有 1 套视频监控装置，监控装置探头位于铅房内墙角上，保证铅房内和出入口无死角观察。工作人员可通过显示屏查看铅房内以及出入口的全部情况。

3、辐射防护措施符合性分析

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，本项目将设置如下辐射安全措施：

表10-2 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

| 序号 | 标准防护要求 | 本项目情况 | 是否满足要求 |
|----|---|--|--------|
| 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。 | 本项目铅房操作台已避开有用线束照射方向，且与铅房分开。 本项目铅房的屏蔽体厚度均已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，防护门优于同侧屏蔽体防护性能。 | 是 |
| 2 | 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。 | 本项目已对探伤工作场所实行分区管理，划分控制区、监督区。 | 是 |
| 3 | 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。 | <u>本项目铅房设计有门-机联锁装置，门关闭才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束。</u> | 是 |
| 4 | 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。 | 本项目拟在铅房门口和内部设置显示“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。 <u>在醒目的门上方位置处应有对“照射”和“预备”的信号在显示屏显示。</u> | 是 |
| 5 | 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置， | 本项目拟在铅房内和铅房出 | 是 |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | 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。 | 入口安装监视装置，并在操作台设有专用监视器。 | |
| 6 | 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。 | 本项目拟在铅房防护门及显眼位置张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。 | 是 |
| 7 | 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。 | 本项目拟在铅房内安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。 | 是 |
| 8 | 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。 | 本项目铅房拟设置机械通风装置，排风口设置于厂房顶部。每小时有效通风换气次数不小于 3 次。 | 是 |
| 9 | 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。 | 本项目铅房配置一套固定式场所辐射探测报警装置。 | 是 |

4、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用 II 类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-3：

表 10-3 放射性工作场所防护措施一览表

| 工作场所 | 措施类别 | 对应措施 |
|------|-----------|---|
| 拟建铅房 | 防火 | 射线装置工作场所安装有烟气报警装置和消防栓，同时在工作人员容易触及的地方均配置有干粉式灭火器。 |
| | 防水 | 地面做了较好的防水设计(厂房周围设置有排水沟)，不受地下水影响。 |
| | 防盗、防抢和防破坏 | ①本项目射线装置集中安置于铅房内，铅房纳入项目建设单位日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏和遗失； ②铅房内设置有监控摄像头实行 24h 实时监控。 |
| | 防泄漏 | ①本项目所使用的射线装置为正规厂家生产的产品，固有防护措施，工业 X 射线漏射不会超过《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的限值要求； ②建设单位制定有射线装置维修维护制度，定期对射线装置进行检修，确保射线装置正常运行； ③建设单位委托有资质单位进行射线装置工作场所射线泄漏监测。 |

1.三废的治理

建设单位工业X射线探伤项目无放射性液体废物、放射性气体废物及放射性

固体废物。

本项目工业X射线探伤机产生的X射线能量较低，探伤过程中将产生少量臭氧和氮氧化物，铅房拟设置有机机械通风装置，通风换气次数不少于3次/h。

此外，探伤完成后的洗片过程会产生废显影液和废胶片，根据《国家危险废物名录》（2025年版），公司产生的废显(定)影液及废胶片为感光材料废物，属于危险废物，危废编号为HW16。公司与有资质单位签订危险废物回收协议，将拍片产生的显(定)影废液交由有资质单位回收处置。

建设单位每年拍摄胶片约400张，平均每张胶片需产生废显影、定影液约0.05kg，全年产生废液约20kg，胶片作废率约3%，全年产生的废胶片数量约12张，平均每张片子约8g，胶片产生量约0.096kg/a。查《国家危险废物名录》（2025版）可知，该废液及废片属于HW16感光材料废物，公司产生的废显（定）液暂存在专用的危废暂存塑料桶中，废胶片暂存在专用的危废暂存塑料箱中，塑料桶和塑料箱存放于洗片室，最终交由有资质单位处理。

本项目涉及的Ⅱ类射线装置在曝光过程中将产生臭氧，其臭氧产生量很小，经机械通风装置排放后对周边大气环境影响较小，位于顶部处设有1个通风口，采用L型迷道形式，通风口尺寸为40cm×35cm，出口处设6mm铅防护罩。铅房配套机械通风装置风量应满足铅房内空气每小时有效通风换气次数不小于3次，排风管道外口避免朝向人员活动密集区的要求，本项目铅房净空间尺寸为2.0m×1.5m×2.28m，容积为6.9m³，有效通风量应不小于21m³/h，本项目配置通风系统风量为4500m³/h，可满足每小时有效通风换气次数不小于3次要求。

2.环保投资

项目主要环保投资为屏蔽防护、机房建造及装修费用、部分防护用品购置费用等，预计总投资20万元，环保投资10万元，环保投资占比50%，详细投资估算如下：

表 10-4 本项目环保投资估算一览表

| 序号 | 名称类别 | | 投资额 (万元) |
|----|-----------|--|-------------|
| 1 | 屏蔽防护 | 机房建造及装修、设备安装 | 6 |
| 2 | 警示标识、摄像头等 | 防护门上张贴电离辐射警示标识、防护门外划定警戒区域；防护门上方内外安装工作状态指示灯，报警提示，监控摄像头。 | 1 |

| | | | |
|----|------|----------------------------------|----|
| 3 | 危废处理 | 危废暂存设施、危废处理委托。 | 1 |
| 4 | 防护监测 | 个人剂量报警仪、便携式X-Y辐射剂量率仪、固定式辐射报警监测仪。 | 2 |
| 合计 | | | 10 |

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

工业 X 射线探伤机只有在检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失；建设期间，不开展探伤作业，对辐射环境没有影响。建设期亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

运行阶段对环境的影响

为了评价项目运行阶段对周围环境的影响，本次评价采用理论计算的方法评估 X 射线探伤机对周围环境的影响。

11.1 辐射剂量率控制值分析

该项目拟使用的固定式工业用 X 射线探伤装置可能最大工况为管电压 160kV，管电流 3mA，定向机。

根据，前文表 9 分析，项目共计年曝光时间为 166.67h，年工作 50 周，预计周最大曝光时间为 3.34h。

估算公式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中相关公式：

（1）周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）

①人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ； 公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

②相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-1）计算：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

$\dot{H}_{c,d}$ ——导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_c ——周剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/周}$ ；

t ——探伤装置周照射时间，h/周；

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。

由以上计算所得的，凡不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的，以其值作为关注点的剂量率控制值，否则选取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为该关注点的剂量率控制值。

关注点的选取：选取铅房墙壁、防护门外距离屏蔽体 0.3m 处、操作台、RT 室边界作为关注点的位置，关注点的布置示意图见图 11-1、11-2。

辐射防护屏蔽设施的设计与一般设施的设计不同，由于射线能量、种类等不同而穿透屏蔽体厚度的能力也不同。辐射防护屏蔽机房的设计必须满足：合理的分区布局，有效的屏蔽各种主、漏、散射线。

本项目的探伤机的位置为固定位置，探伤机在固定位置可上下移动，移动范围为 0.5m~1.6m(距地面高度)。铅房内尺寸为长×宽×高=2.00m×1.50m×2.28m。

表 11-1 本项目关注点布置

| 序号 | 点位名称 | 与铅房靶源的距离 (m) | 铅房对关注点照射途径 |
|-----|---------------|-----------------|------------|
| 1# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 2.2 | 有用线束 |
| 2# | 铅房南侧屏蔽体外 30cm | 1.1 | 漏射、散射 |
| 3# | 铅房防护门外 30cm | 1.1 | 漏射、散射 |
| 4# | 铅房西侧屏蔽体外 30cm | 0.55 | 漏射、散射 |
| 5# | 铅房北侧屏蔽体外 30cm | 1.1 | 漏射、散射 |
| 6# | 铅房操作台 | 2.5 | 漏射、散射 |
| 7# | RT 室东侧墙外 | 5.3 | 有用线束 |
| 8# | RT 室南侧墙外 | 4.75 | 漏射、散射 |
| 9# | RT 室西侧洗片室 | 1.15 | 漏射、散射 |
| 10# | RT 室北侧厂内道路 | 1.7 | 漏射、散射 |
| 11# | 铅房顶部屏蔽体外 30cm | 1.1 | 漏射、散射 |

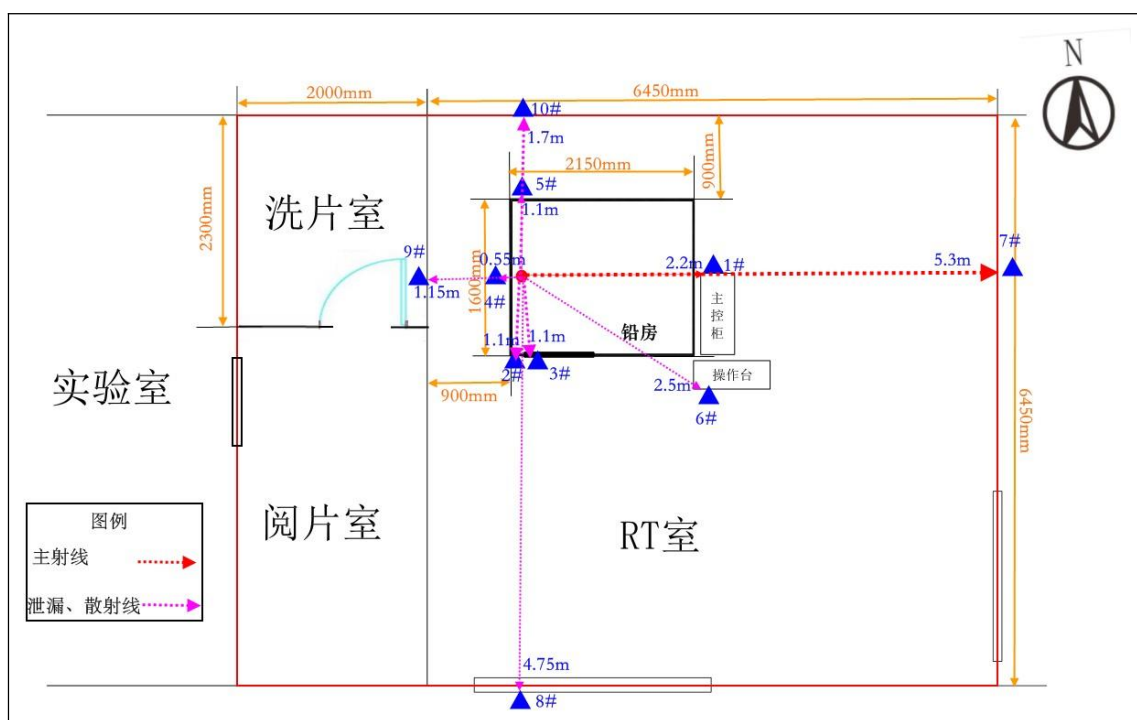


图 11-1 关注点平面分布示意图

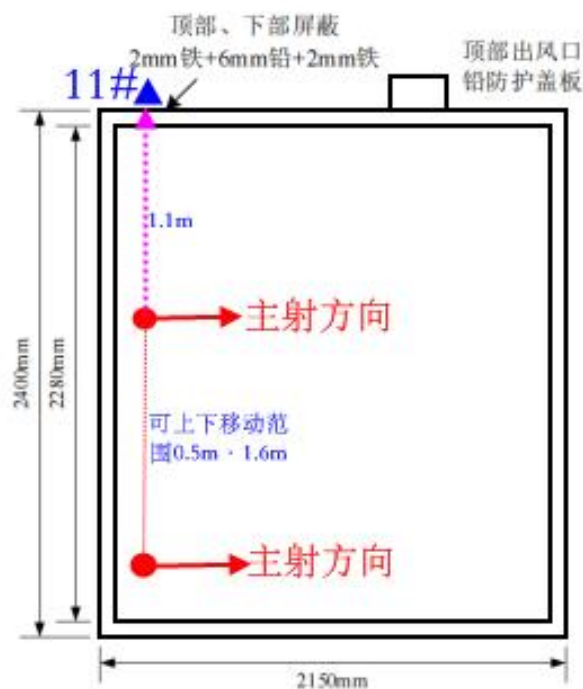


图 11-2 关注点竖向分布示意图

探伤机的摆放：项目使用定向探伤机，则探伤机朝东照射，主射方向为东；

居留因子和使用因子的选取：铅房各个面的使用因子保守取值为 1，居留因子的选取参照国家标准（GBZ/T 250-2014）附录 A。

X 射线铅房屏蔽体和入口门的关注点周围剂量当量率参考控制水平如表

11-2 所示，对不需要人员到达的铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平应不大于 100 μ Sv/h。

表 11-2 相关计算参数和剂量率参考控制值的选取结果

| 序号 | 点位名称 | 受照类型 | Hc (μ Sv/周) | t(h) | U | T | $\dot{H}_{c,d}$ (μ Sv/h) | $\frac{\dot{H}_{c,max}}{(\mu\text{Sv/h})}$ | \dot{H}_c (μ Sv/h) |
|-----|---------------|------|---------------------|------|---|-----|----------------------------------|--|------------------------------|
| 1# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 2# | 铅房南侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 3# | 铅房防护门外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 4# | 铅房西侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 5# | 铅房北侧屏蔽体外 30cm | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 6# | 铅房操作台 | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 7# | RT 室东侧墙外 | 公众 | 5 | 3.34 | 1 | 1/8 | 11.98 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 8# | RT 室南侧墙外 | 公众 | 5 | 3.34 | 1 | 1/8 | 11.98 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 9# | RT 室西侧洗片室 | 职业 | 100 | 3.34 | 1 | 1 | 29.9 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 10# | RT 室北侧厂内道路 | 公众 | 5 | 3.34 | 1 | 1/6 | 23.95 | <u>2.5</u> | 2.5 |
| 11# | 铅房顶部屏蔽体外 30cm | / | 100 | 3.34 | 1 | / | / | <u>100</u> | 100 |

11.2 铅房屏蔽防护设计效能核实

根据该项目探伤机的摆放方式，铅房东面屏蔽体可能受到有用束的直接照射，其他墙体不会受到有用射束的照射，仅受漏射线和散射线的影

响。估算公式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中相关公式：

（1）有用线束屏蔽计算

对于有用线束，当关注点达到剂量率参考控制水平 Hc 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 可由下式计算：

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

式中：

B ——屏蔽透射因子；

\dot{H}_c ——表 11.1 中确定的剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离， m ；

I ——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

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 。本项目探伤机使用的探伤机管电压分别为定向机 160kV ，查 GBZ/T 250-2014 附表 B.1，中 160kV 无对应距靶 1m 处输出量，本次评价偏安全考虑，按管电压 200kV 计， 200kV 管电压 2mm 铝和 3mm 铝过滤条件下输出量较大者为 $28.7\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ）；

对于给定的探伤室屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 可由下式计算： $B = 10^{-\left(\frac{X}{\text{TVL}}\right)} \dots\dots\dots (11-3)$

式中：

B ——屏蔽透射因子；

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——X射线在屏蔽物质中的什值层厚度，可查表11-3。

表11-3 X射线束在铅和混凝土中的什值层厚度

| X 射线管电压（kV） | 什值厚度TVL |
|-------------|---------|
| | 铅（mm） |
| 160 | 1.05 |

注：查得对于管电压为 150kV 的X射线，铅的什值层为 0.96mm ，管电压为 200kV 的X射线，铅的什值层为 1.4mm ，利用插值法计算出管电压为 160kV 的X射线铅的什值层为 1.05mm 。

根据式（11-2）和式（11-3），可计算给定剂量率参考控制水平的条件下，所需屏蔽物质的厚度 X_0 ：

$$X_0 = -TVL \times (\lg B) = -TVL \times \left(\lg \frac{\dot{H}_c \times R^2}{I \times H_0} \right) \dots \dots (11-4)$$

有用线束所需屏蔽体厚度计算结果见表11-4。

表11-4 铅房有用线束所需屏蔽体厚度

| 序号 | 关注点名称 | 剂量率参考控制水平(uSv/h) | 距离R(m) | TVL(mm) | 所需屏蔽体厚度(mmPb) | 本项目设计厚度(mmPb) | 是否满足 |
|----|---------------|------------------|--------|---------|---------------|---------------|------|
| 1# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 2.5 | 2.2 | 1.05 | 5.92 | 6 | 是 |
| 7# | RT 室东侧墙外 | 2.5 | 5.3 | 1.05 | 5.11 | 6 | 是 |

注：保守考虑，屏蔽体厚度仅考虑铅厚度。

（2）泄漏和散射射线屏蔽计算

1）泄露辐射

对于泄漏辐射的屏蔽，关注点达到剂量率参考控制水平时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子B可由下式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{H_L} \dots \dots \dots (11-5)$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

\dot{H}_c ——表 11.1 中确定的剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目 H_L 取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$$X_0 = -TVL \times \lg B = -TVL \times \lg \left(\frac{\dot{H}_c \times R^2}{H_L} \right) \dots \dots \dots (11-6)$$

根据式（11-5）和式（11-3），可计算给定剂量率参考控制水平的条件下，所需屏蔽物质的厚度 X_0 ：

表 11-5 探伤机泄漏辐射所需屏蔽体厚度

| 序号 | 点位名称 | R (m) | I (mA) | TVL (mm) | Hc ($\mu\text{Sv/h}$) | H _L ($\mu\text{Sv/h}$) | 估算厚度 X ₀ (mm) | 设计厚度 | 是否满足 |
|-----|------------------|----------|-----------|-------------|----------------------------|--|-----------------------------|--------|------|
| 2# | 铅房南侧屏蔽体外 30cm | 1.1 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 3.06 | 6mm 铅 | 是 |
| 3# | 铅房防护门外 30cm | 1.1 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 3.06 | 10mm 铅 | 是 |
| 4# | 铅房西侧屏蔽体外 30cm | 0.55 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 3.70 | 6mm 铅 | 是 |
| 5# | 铅房北侧屏蔽体外 30cm | 1.1 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 3.06 | 6mm 铅 | 是 |
| 6# | 铅房操作台 | 2.5 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 2.31 | 6mm 铅 | 是 |
| 8# | RT 室南侧墙外 | 4.75 | 3 | 1.05 | <u>2.5</u> | 2500 | <u>1.73</u> | 6mm 铅 | 是 |
| 9# | RT 室西侧洗片室 | 1.15 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 3.02 | 6mm 铅 | 是 |
| 10# | RT 室北侧厂内道路 | 1.7 | 3 | 1.05 | 2.5 | 2500 | 2.67 | 6mm 铅 | 是 |
| 11# | 铅房顶部屏蔽体外 30cm | 1.1 | 3 | 1.05 | 100 | 2500 | 1.38 | 6mm 铅 | 是 |

注:保守考虑,屏蔽体厚度仅考虑铅厚度。

2) 散射辐射

对于散射辐射的屏蔽,关注点达到剂量率参考控制水平时,屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 可由下式计算:

$$B = \frac{\dot{H}_C \times R_s^2}{I \times H_0} \times \frac{R_0^2}{F \times \alpha} \dots\dots\dots(11-7)$$

式中：

B——屏蔽透射因子； 在给定屏蔽物质厚度时，相应的屏蔽透射因子，按 GBZ/T 250-2014 中表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值；

表11-6 GBZ/T 250-2014 中表2 X 射线90°散射辐射最高能量相应的kV值

| 原始X射线（kV） | 散射辐射（kV） |
|----------------------------|----------|
| 150≤kV≤200 | 150 |
| 200<kV≤300 | 200 |
| 300<kV≤400 | 250 |
| 注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减 | |

根据上表可知，本项目160kV射线机散射辐射能量为150kV。

\dot{H}_C ——表 11.1 中确定的剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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 。查 GBZ/T 250-2014 附表 B.1，取 200kV 管电压 2mm 铝和 3mm 铝过滤条件下输出量较大者为 $28.7 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ）；

R_s ——散射体至关注点的距离，m。

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

F —— R_0 处的辐射野面积， 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。

标准中 B.4.2 中给出“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， $R_0^2/F \cdot a$ 在管电压为 160kV 时保守取值 50（200kV）。本项目探伤机辐射角度最大为 45° （夹角为 22.5° ），取 20° 时的近似值。

根据式（11-7）和式（11-3），可计算给定剂量率参考控制水平的条件下，所需屏蔽物质的厚度 X_0 ：

$$X_0 = -TVL \times \lg B = -TVL \times \lg \left(\frac{\dot{H}_C \times R_s^2}{I \times H_0} \times \frac{R_0^2}{F \times \alpha} \right) \dots\dots\dots(11-8)$$

表 11-7 探伤机散射辐射所需屏蔽体厚度

| 序号 | 点位名称 | R (m) | I (mA) | TVL (mm) | Hc ($\mu\text{Sv/h}$) | $H_0(\frac{\text{mGy}\cdot\text{m}^2}{\text{mA}\cdot\text{min}})$ | $R_0^2/F\cdot a$ | 估算厚度 X_0 (mmPb) | 设计厚度 | 是否满足 |
|---------|------------------------------|----------|-----------|-------------|----------------------------|---|------------------|----------------------|--------|------|
| 2# | 铅房 南侧 屏蔽 体外 30cm | 1.1 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 4.35 | 6mm 铅 | 是 |
| 3# | 铅房 防护 门外 30cm | 1.1 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 4.35 | 10mm 铅 | 是 |
| 4# | 铅房 西侧 屏蔽 体外 30cm | 0.55 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 4.93 | 6mm 铅 | 是 |
| 5# | 铅房 北侧 屏蔽 体外 30cm | 1.1 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 4.35 | 6mm 铅 | 是 |
| 6# | 铅房 操作 台 | 2.5 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 3.67 | 6mm 铅 | 是 |
| 8# | RT 室 南侧 墙外 | 4.75 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 3.13 | 6mm 铅 | 是 |
| 9# | RT 室 西侧 洗片 室 | 1.15 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 4.32 | 6mm 铅 | 是 |
| 10 # | RT 室 北侧 厂内 道路 | 1.7 | 3 | 0.96 | 2.5 | 28.7 | 50 | 3.99 | 6mm 铅 | 是 |
| 11 # | 铅房 顶部 屏蔽 体外 30cm | 1.1 | 3 | 0.96 | 100 | 28.7 | 50 | 2.81 | 6mm 铅 | 是 |

注:保守考虑,屏蔽体厚度仅考虑铅厚度。

(3) 复合分析

本项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)。综上,本项目复合分析结果见表 11-8。

表 11-8 铅房各面墙壁屏蔽设计理论估算结果

| 名称 | 有用线束估算厚度 $X_0(\text{mmPb})$ | 泄漏估算厚度 $X_0(\text{mmPb})$ | 散射估算厚度 $X_0(\text{mmPb})$ | 复合所需屏蔽厚度 (mmPb) | 本项目设计需屏蔽厚度 | 是否满足 |
|-------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|------------|------|
| 东侧屏蔽体 | 5.92 | / | / | 5.92 | 6mm 铅 | 是 |
| 南侧屏蔽体 | / | 3.06 | 4.35 | 4.35 | 6mm 铅 | 是 |
| 防护门 | / | 3.06 | 4.35 | 4.35 | 10mm 铅 | 是 |
| 西侧屏蔽体 | / | 3.70 | 4.93 | 4.93 | 6mm 铅 | 是 |
| 北侧屏蔽体 | / | 3.06 | 4.35 | 4.35 | 6mm 铅 | 是 |
| 顶部屏蔽体 | / | 1.38 | 2.81 | 2.81 | 6mm 铅 | 是 |

注:保守考虑,屏蔽体厚度仅考虑铅厚度。

综上所述,该项目铅房设计方案各面墙壁、顶棚、防护门外的屏蔽设计厚度均大于理论估算最小所需厚度,说明该项目设计的铅房屏蔽厚度足够,辐射屏蔽设计满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/ T 250-2014)规定的探伤室屏蔽要求。

11.3 辐射剂量率水平分析

为了评价项目运行阶段对周围环境的影响,参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/ T250-2014),估算X射线探伤机运行时,铅房外关注的辐射剂量率水平,相关参数的选取和屏蔽透射因子的计算方法可参考表11-2,估算结果列于表11-3。

有用线束在关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式 (11-9) 计算:

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \dots\dots\dots(11-9)$$

式中相关参数名称、单位同公式 (11-2)

泄漏射辐射在关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式 (11-10) 计算:

$$H = \frac{H_L \times B}{R^2} \dots\dots\dots(11-10)$$

式中相关参数名称、单位同公式 (11-5)

90° 散射辐射关注点的辐射剂量率按公式 (11-11) 计算:

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \dots\dots\dots(11-11)$$

式中相关参数名称、单位同公式 (11-8)

表 11-9 铅房外关注点辐射剂量率估算结果

| 序号 | 场所 | R(m) | 辐射类型 | 剂量率 | 合计 | 剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$) | 是否满足要求 |
|-----|---------------|------|------|----------|----------|--------------------------------|--------|
| 1# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 2.2 | 有用线束 | 2.06 | 2.06 | 2.5 | 是 |
| 2# | 铅房南侧屏蔽体外 30cm | 1.1 | 泄漏 | 3.99E-03 | 5.20E-02 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 4.80E-02 | | | |
| 3# | 铅房防护门外 30cm | 1.1 | 泄漏 | 6.19E-07 | 3.89E-06 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 3.27E-06 | | | |
| 4# | 铅房西侧屏蔽体外 30cm | 0.55 | 泄漏 | 1.60E-02 | 2.08E-01 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 1.92E-01 | | | |
| 5# | 铅房北侧屏蔽体外 30cm | 1.1 | 泄漏 | 3.99E-03 | 5.20E-02 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 4.80E-02 | | | |
| 6# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 2.5 | 泄漏 | 7.72E-04 | 1.01E-02 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 9.30E-03 | | | |
| 7# | RT 室东侧墙外 | 5.3 | 有用线束 | 0.35 | 0.35 | 2.5 | 是 |
| 8# | RT 室南侧墙外 | 4.75 | 泄漏 | 2.14E-04 | 2.79E-03 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 2.58E-03 | | | |
| 9# | RT 室西侧洗片室 | 1.15 | 泄漏 | 3.65E-03 | 4.76E-02 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 4.39E-02 | | | |
| 10# | RT 室北侧厂内道路 | 1.7 | 泄漏 | 1.67E-03 | 2.18E-02 | 2.5 | 是 |
| | | | 散射 | 2.01E-02 | | | |

| | | | | | | | |
|---|---------------|-----|----|----------|----------|-----|---|
| 11# | 铅房顶部屏蔽体外 30cm | 1.1 | 泄漏 | 3.99E-03 | 5.20E-02 | 100 | 是 |
| | | | 散射 | 4.80E-02 | | | |
| 注:保守考虑,屏蔽体厚度仅考虑铅厚度,实际运行时周围各关注点辐射剂量率将更小。 | | | | | | | |

由以上估算结果可知,由该项目引起的铅房外各关注点的辐射剂量率估算值均小于剂量率控制值,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)和《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)的辐射剂量率控制要求。

11.4 人员受照剂量分析

建设单位液化气钢瓶最大年产量为 200 万个,实行抽检进行 X 射线探伤,抽检比例为 1/250, X 射线探伤钢瓶数量最大为每年 8000 个,实时成像平均曝光时间为 1min,共 133.33h,当实时成像的结果有疑问时,会对工件进行拍片,拍片的数量占抽检钢瓶的 5%,年拍片数量为 400 张,每个钢瓶 X 射线拍片曝光时间时间为 5min,共计曝光时间为 33.3h,故本项目工业 X 射线探伤机年曝光时间最大为 166.67h。本项目拟配备辐射工作人员 4 名,正常工况下,探伤机探伤时需 2 名辐射工作人员进行操作,故每个辐射工作人员年受照射时间为 83.33h。根据“辐射水平与距离平方成反比”,可估算出各保护目标分布区域的辐射剂量率水平,有效受照剂量的计算方法见公式(11-12),相关数值和估算结果见表 11-5。

$$E = H \times t \times T / 1000 \dots \dots \dots (11-12)$$

式中:

E——X 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv;

H——关注点的辐射剂量率, nSv/h;

t——照射时间, h;

T——居留因子。

表11-10 人员有效受照剂量估算结果

| 序号 | 点位名称 | 剂量率 | 受照时间 (h) | 使用因子 | 居留因子 | 年有效剂量 mSv/a | 管理约束值 mSv/a | 照射类型 |
|----|---------------|----------|----------|------|------|-------------|-------------|------|
| 1# | 铅房东侧屏蔽体外 30cm | 2.06 | 83.33 | 1 | 1 | 0.172 | 5 | 职业 |
| 2# | 铅房南侧屏蔽体外 30cm | 5.20E-02 | 83.33 | 1 | 1 | 4.33E-03 | 5 | 职业 |
| 3# | 铅房防护门外 30cm | 3.89E-06 | 83.33 | 1 | 1 | 3.24E-07 | 5 | 职业 |
| 4# | 铅房西侧屏蔽 | 2.08E-01 | 83.33 | 1 | 1 | 1.73E-02 | 5 | 职业 |

| | | | | | | | | |
|-----|-------------------|----------|--------|---|------|----------|-----|----|
| | 体外 30cm | | | | | | | |
| 5# | 铅房北侧屏蔽 体外 30cm | 5.20E-02 | 83.33 | 1 | 1 | 4.33E-03 | 5 | 职业 |
| 6# | 铅房操作台 | 1.01E-02 | 83.33 | 1 | 1 | 8.39E-04 | 5 | 职业 |
| 7# | RT 室东侧墙 外 | 0.35 | 166.67 | 1 | 1/8 | 7.29E-03 | 0.1 | 公众 |
| 8# | RT 室南侧墙 外 | 2.79E-03 | 166.67 | 1 | 1/8 | 5.81E-05 | 0.1 | 公众 |
| 9# | RT 室西侧洗 片室 | 4.76E-02 | 83.33 | 1 | 1 | 3.96E-03 | 5 | 职业 |
| 10# | RT 室北侧厂 内道路 | 2.18E-02 | 166.67 | 1 | 1/16 | 2.27E-04 | 0.1 | 公众 |
| 11# | 铅房顶部屏蔽 体外 30cm | 5.20E-02 | 166.67 | 1 | 0 | 8.66E-03 | / | / |

表11-10 估算结果显示，本次评价项目工作人员受照最大个人剂量当量为0.172mSv/a，公众受照最大个人剂量当量为1.73E-02mSv/a。均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的年有效剂量管理约束值(职业工作人员20mSv/a、公众人员1mSv/a)，也低于本报告提出的年有效剂量管理约束值(职业工作人员5mSv/a、公众人员0.1mSv/a)。

11.5大气环境影响分析

由于铅房内X射线的电离作用，在空气中产生臭氧。臭氧的产生量与辐射强度铅房空间大小有关。本项目X射线探伤机在曝光过程中产生的少量臭氧排入铅房，然后经铅房机械通风系统排放至大气(连续通风)，对周边大气环境影响较小。

事故影响分析

本项目 X 射线探伤机均为 II 类射线装置。在 X 射线探伤机探伤过程中，若不采取适当的屏蔽措施，可能对操作 X 射线探伤机的辐射工作人员及周围公众造成放射性损伤，X 射线探伤机在开机曝光期间，会产生 X 射线，可能会造成意外照射。

本项目可能发生的辐射事故：

1) X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，探伤房门机联锁失效，工作人员误入曝光室；

2) 探伤房门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对探伤房周围人员造成意外照射；

3) 探伤操作人员未发现探伤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；

4) 探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

5) 探伤房防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

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曝光室，辐射工作人员对于人员误入探伤房应及时按下急停按钮，停止探伤机曝光，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 射线探伤机才能进行照射；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 射线探伤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，剂量超标人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5) 定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

6) 建设单位需制定《探伤机操作规程》，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。

7) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

8) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对探伤机进行检查、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探伤操作，每次探伤前检查铅房门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测探伤房的周围辐射水平，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

1.辐射防护安全工作领导小组

公司根据核技术应用现状,按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正版)的要求,公司制定有《辐射安全和防护领导小组制度》,成立辐射安全和防护领导小组,并明确了领导小组的职责,具体如下:

组长:林丰基

副组长:汪平波、唐六峰

管理组成员:吴永明、张涛、熊淑辉、尧浩兵。

辐射安全和防护领导小组职责:

(1) 组长为本公司的辐射安全第一责任人,全面负责本公司的辐射安全管理工作。

(2) 副组长具体负责本制度的实施及监督检查工作。

(3) 管理组负责公司所有辐射监测及仪器仪表的维护、保养、鉴定及比对工作,辐射监测技术培训工作,作业员工防护的技术指导,辐射安全巡查工作,辐射档案建设工作等。

(4) 熊淑辉负责相关人员的培训组织工作。

(5) 尧浩兵负责应急救援工作。

(6) 吴永明、张涛负责辐射监测、记录、及留样的保存工作。

(7) 辐射安全与环境保护管理小组负责辐射设备日常运营,及事故时配合事故应急领导小组展开事故应急处理工作。

2.辐射工作人员配备计划

本项目拟配备4名辐射工作人员,专职进行探伤作业,具备环境保护行业行政主管部门规定的相应的文化及受教育要求,具备从事X射线探伤的技术能力,目前3名探伤工作人员已参加辐射防护培训,取得培训合格证书。后续新增加或原有培训合格证到期的辐射工作人员必须通过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报名并参加考核,考核合格后上岗。

在后期实际运行中,建设单位若因工作需要增加辐射工作人员,必须组织新增的辐射工作人员参加有资质单位举行的辐射安全与防护培训,取得合格证书方

可从事放射工作。

辐射安全管理规章制度

1.规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部第 18 号令）等文件规范相关要求，为了加强对射线装置安全和防护的管理，促进射线装置的安全应用，保证生产需要，保障工作人员和公众的人体健康，建设单位应制定有一套相对完善的管理制度和操作规程。

公司制定了一套相对完善的管理制度和操作规程，包括《辐射安全和防护领导小组制度》、《辐射安全管理制度》、《辐射工作安全责任制》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《工业X射线设备操作规程及保养细则》《个人健康及个人剂量管理制度》、《辐射设备维护维修制度》、《辐射事故应急预案》等关于辐射方面的规章制度。在历年运行过程中，公司在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，不存在辐射防护与安全管理相关的问题；公司定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并持证上岗；辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受职业外照射剂量监测建立剂量健康档案并存档。公司已委托广西壮族自治区职业病防治研究院对辐射工作人员进行个人剂量监测，最近4个季度（2024年4月~2025年3月）个人剂量监测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年剂量限值的要求，同时满足本评价规定的年有效剂量管理约束值的要求；原辐射工作场所设置有电离辐射警示牌和工作指示灯，并根据不同项目进行分区管理制定了设备定期保养维护制度，定期自行检测设备状况，记录设备日常运行和异常情况。

公司目前制定的制度基本满足《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关防护要求，项目建成后，需根据项目情况变动情况进一步修订和完善，公司辐射安全领导小组应牵头对公司现有的辐射安全与防护相关制度进行系统修订，提高制度的可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。

本项目为搬迁射线探伤装置，应在原有的规章制度的基础上，适当修改，以符合本项目探伤的相关规定及要求，以确保公司开展辐射工作的安全，并按照相关要求，落实“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。

2.辐射工作人员

（1）辐射安全培训

根据生态环境部 2019年12月24日印发的《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》，新增加或原有培训合格证到期的辐射工作人员必须通过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报名并参加考试，考核合格后上岗。

（2）职业人员的个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对辐射工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。

（3）职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应进行岗前职业健康检查,符合辐射工作人员健康标准的,方可参加相应的辐射工作。

从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。项目单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

综上所述，项目单位按要求对本项目辐射工作人员进行了培训考核、职业健康检查和个人剂量监测等管理，其配置的辐射工作人员是满足要求的。

3.射线装置台账管理

本项目建设单位拟制定射线装置台帐制度，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度。

4.辐射安全与防护措施

本项目探伤室设计配置有完善的辐射安全与防护措施，屏蔽体厚度满足国家

标准规范中的剂量率要求。辐射工作场所四周拟设置醒目的电离辐射警示标志，探伤室外设计有工作状态显示、声光报警等警示措施。

本项目辐射工作场所已合理分区为“控制区”与“监督区”，并已设计相应有效的安全联锁、视频监控和报警装置等。

辐射监测

1.个人防护设备及剂量监测仪器

建设单位拟为该项目配备的监测仪器如下：

表 12-1 环境和个人剂量监测设备配备情况

| 仪器名称 | 型号 | 数量 |
|----------------|---------|-----|
| 个人剂量报警仪 | GM-100M | 1 台 |
| 便携式 X-Y 辐射剂量率仪 | R-EGD | 1 台 |
| 固定式辐射报警监测仪 | GM-R200 | 1 台 |

2.监测计划

建设单位应制定监测计划，按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；单位不具备自行监测能力时，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。建设单位应当对本单位放射性同位素与射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。辐射监测内容包括：

（1）工作场所监测

① 监测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率；

② 监测频度：至少每年监测1次，监测报告附录到辐射安全和防护状况年度评估报告中，每年1月31日前上报生态环境主管部门，监测数据应存档备案；项目建设单位应确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

③ 监测范围：铅房防护门及缝隙处以及铅房四周；

（2）工作人员的个人照射累积剂量。

建设单位应严格按照国家有关标准、规范，委托第三方检测机构对本公司辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测：辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，定期送检，监测周期最长不超过90天，建立个人剂量档案和健康档案。个人

剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终身保存。

(3) 验收监测

项目竣工后，公司应当委托有相应监测资质的监测单位对工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

监测范围：辐射工作场所及周边环境。

监测项目：空气吸收剂量率。

辐射事故应急

公司已制定有《辐射事故应急预案》，并成立事故应急处理领导小组：

组长：林丰基

副组长：汪平波、唐六峰

组员：吴永明、张涛、熊淑辉、尧浩兵。

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) 应急演练计划；
- (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。

广西钦安科技有限公司依据《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）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。

表 13 结论与建议

结论

1.实践的正当性

项目的目的是提高探伤检测质量的要求，采用工业X射线无损探伤手段对设备质量进行控制，在不损伤材料或装置的情况下，对其内部结构及质量进行监督，保证了产品的质量；项目具有先进性和不可取代性，能在很大程度上改善工作条件和减轻检测人员的劳动强度，符合辐射防护“实践的正当性”原则。因此，该项目使用工业X射线探伤的目的是正当可行的。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2.选址合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目中迁建的工业X射线探伤机在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，对此类项目的择址国家未加明确限制。

项目位于广西钦州市钦南区城南东大街6号广西钦安科技有限公司3#钢瓶厂房北部，铅房周围50m范围内无居民区等环境敏感目标，进行探伤的场所为铅房（地面一层建筑）。

本项目场所布局合理，设置控制区、监督区分区管理，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，机房辐射屏蔽设计及其辐射安全防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。

因此，本项目工业X射线探伤机应用场所的选址及平面布置是合理的。

3.产业政策符合性

本项目使用X射线探伤机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)》，本项目属于本项目属于“第一类鼓励类”中第十四项“机械”中第1条“工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

4.辐射环境影响评价

（1）辐射环境影响现状评价

从项目的环境现状监测结果可知，拟开展探伤场所周围环境X- γ 辐射剂量率本底水平在广西建筑物室内 γ 辐射空气吸收剂量率本底的范围内，辐射环境质量状况未见异常。

（2）辐射环境影响分析与预测

①职业人员受照剂量分析与评价

根据职业人员和公众人员受照剂量分析结果可知，项目运行期工作人员受照最大个人剂量当量为0.172mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应“管理限值”的要求，符合本次评价职业照射年剂量管理约束值（5mSv）要求。

②公众成员受照剂量分析与预测

据职业人员和公众人员受照剂量分析结果可知，项目运行期公众人员受照最大个人剂量当量为1.73E-02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，符合本次评价公众照射年剂量管理约束值（0.1mSv）要求。

5.辐射环境管理制度

- 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)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。同时在项目运行前制定相关辐射安全管理制度；公司本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前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。

6.安全培训及健康管理

- （1）对所有从事辐射工作的人员进行安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

2) 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。

7.结论

综上所述, 广西钦安科技有限公司搬迁工业X射线探伤机应用项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施后, 其配置的工业X射线探伤机应用项目的运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求, 从辐射环境保护角度论证, 该项目的建设是可行的。

建议和承诺

1.建议

- (1) 不断提高工作人员素质, 增强辐射防护意识, 尽量避免发生意外事故。
- (2) 定期进行事故应急演练, 检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性, 不断的完善事故应急预案。

2.承诺

- (1) 建设单位须在本项目投入试运行3个月内申请竣工验收。
- (2) 要求组织所有新增的辐射工作人员参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训, 经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗, 并按每4年一次的要求进行复训。
- (3) 建设单位应按照相关规定对公司辐射工作人员进行个人剂量监测, 同时应为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。
- (4) 环评文件批复后, 需及时向自治区环境保护厅申请辐射安全许可证。

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 |