

核技术利用建设项目

新建 X 射线探伤室核技术利用项目

环境影响报告表

(公示本)



四川文隆新材料科技有限公司

2024年3月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新建 X 射线探伤室核技术利用项目 环境影响报告表



建设单位名称：四川文隆新材料科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：四川省绵阳市游仙区宝顺路5号、7号4栋2层1号

邮政编码：621000

联系人：邵冲

电子邮箱：cschongshao@126.com

联系电话：18610218792

编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|-----------------|--|----------|-----|
| 项目编号 | u17151 | | |
| 建设项目名称 | 四川文隆新材料科技有限公司新建X射线探伤室核技术利用项目 | | |
| 建设项目类别 | 55-172核技术利用建设项目 | | |
| 环境影响评价文件类型 | 报告表 | | |
| 一、建设单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 四川文隆新材料科技有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91510704MA64JETH75 | | |
| 法定代表人 (签章) | 杨霞 | | |
| 主要负责人 (签字) | 邵冲 | | |
| 直接负责的主管人员 (签字) | 邵冲 | | |
| 二、编制单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 四川省核工业辐射测试防护院 (四川省核应急技术支持中心) | | |
| 统一社会信用代码 | 12510000786692526 | | |
| 三、编制人员情况 | | | |
| 1. 编制主持人 | | | |
| 姓名 | 职业资格证书管理号 | 信用编号 | 签字 |
| 刘育辰 | 201905035510000010 | BH017190 | 刘育辰 |
| 2. 主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
| 廖敏 | 项目基本情况、放射源、射线装置、评价依据、保护目标及评价标准、辐射安全管理、环境影响分析、结论与建议 | BH030032 | 廖敏 |
| 刘育辰 | 非密封放射性物质、废弃物、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、项目工程分析与源项 | BH017190 | 刘育辰 |

目 录

| | |
|--------------------|----|
| 表 1：项目基本情况..... | 1 |
| 表 2：放射源..... | 10 |
| 表 3：非密封放射性物质..... | 10 |
| 表 4：射线装置..... | 11 |
| 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..... | 18 |
| 表 9：项目工程分析与源项..... | 21 |
| 表 10：辐射安全与防护..... | 25 |
| 表 11：环境影响分析..... | 33 |
| 表 12：辐射安全管理..... | 66 |
| 表 13：结论与建议..... | 71 |
| 表 14：审批..... | 76 |

附图

- 附图 1 项目地理位置图；
- 附图 2 项目所在位置及外环境关系图；
- 附图 3 项目所在厂房平面布置图；
- 附图 4 探伤室平面布置及屏蔽结构图；
- 附图 5 探伤室剖面屏蔽结构图；
- 附图 6 探伤室上方区域平面布置图；
- 附图 7 本项目监测布点图。

附件

- 附件 1: 环境影响评价委托书；
- 附件 2: 四川文隆新材料科技有限公司航空航天发动机用熔模铸造机匣项目环境影响报告表技术审查意见；（已经报批，如果送审前批复下了就附上，没下来就不附）
- 附件 3: 关于成立辐射安全管理领导小组的通知；
- 附件 4: 关于落实辐射安全与防护培训和考核的承诺；
- 附件 5: 四川文隆新材料科技有限公司新建 X 射线探伤室核技术利用项目辐射环境监测报告（辐测院监字(2024F)第 29 号）；
- 附件 6: 本项目技术参数情况确认说明；
- 附件 7: 用地文件。

表 1：项目基本情况

| | | | | | | |
|-------------|----------|--|---|-------|-----------------------|-------|
| 建设项目名称 | | 新建 X 射线探伤室核技术利用项目 | | | | |
| 建设单位 | | 四川文隆新材料科技有限公司 | | | | |
| 法人代表 | | *** | 联系人 | *** | 联系电话 | *** |
| 注册地址 | | 四川省绵阳市游仙区宝顺路 5 号、7 号 4 栋 2 层 1 号 | | | | |
| 项目建设地点 | | 四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区四川文隆新材料科技有限公司 1 号车间西北侧 | | | | |
| 立项审批部门 | | / | | 批准文号 | / | |
| 建设项目总投资(万元) | | 400 | 项目环保投资(万元) | 142.5 | 投资比例（环保投资/总投资） | 35.6% |
| 项目性质 | | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 | | | 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

一、概况

1、建设单位简介

四川文隆新材料科技有限公司（统一社会信用代码：91510704MA64JETH75）是一家从事金属材料制造，货物进出口，技术进出口等业务的公司，成立于2017年11月23日，公司坐落在四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区，企业的经营范围为：一般项目：新材料技术推广服务；金属材料制造；货物进出口；技术进出口；机械设备租赁；住房租赁。

四川文隆新材料科技有限公司于2023年12月委托四川兴环科环保技术有限公司编制了《四川文隆新材料科技有限公司航空航天发动机用熔模铸造机匣项目环境影响报告表》，对四川文隆新材料科技有限公司整个厂区进行了环境影响评价，建设内容包括：生产及办公建筑面积约1.6万平方米的标准厂房包括：1号车间、2号车间、3号车间、4号车间，主要生产高端铝合金、镁合金、钛合金等轻质金以及高温合金、金属材料精确成型构件。目前四川文隆新材料科技有限公司航空航天发动机用熔模铸造机匣项目已通过专家评审，目前绵阳市生态环境局正在对该项目进行拟批复公示。本项目探伤室位于厂区1号车间内，根据《四川文隆新材料科技有限公司航空航天发动机用熔模铸造机匣项目环境影响报告表》，新建X射线探伤室核技术利用未包含在内，因此本项目单独对其进行评价。

建设单位未曾申请过《辐射安全许可证》。

2、项目由来

四川文隆新材料科技有限公司主要产品为高端铝合金、镁合金、钛合金等轻质金以及高温合金、金属材料精确成型构建等，为确保产品的质量，四川文隆新材料科技有限公司拟在1号车间西北侧开展“新增X射线探伤室核技术利用项目”，新建4间X射线曝光室（1#曝光室、2#曝光室、3#曝光室、4#曝光室）及配套用房，并在4间曝光室内分别新增使用1台X射线定向机，其中1#曝光室、2#曝光室分别使用1台MXR-225/22型X射线定向探伤机，额定管电压均为225kV，额定管电流均为13mA；3#曝光室使用1台MXR-320HP/11型X射线定向探伤机，额定管电压

320kV，额定管电流 5.6mA；1 台 MXR-320/26 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 13mA。以上 4 台 X 定向射线机均属于 II 类射线装置。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。同时，根据中华人民共和国生态环境部 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目涉及“使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。因此，四川文隆新材料科技有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）开展环境影响评价工作（附件 1）。我单位接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川文隆新材料科技有限公司新建 X 射线探伤室核技术利用项目环境影响报告表》。

二、项目概况

2.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：新建 X 射线探伤室核技术利用项目

建设单位：四川文隆新材料科技有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区四川文隆新材料科技有限公司 1 号车间西北侧。

1、建设规模

四川文隆新材料科技有限公司拟在四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区四川文隆新材料科技有限公司 1 号车间西北侧新建 1 座 X 射线探伤室，该探伤室共 4 间曝光室，用于公司产品探伤检测。X 射线探伤室建设内容包括 1#曝光室、2#曝光室、3#曝光室、4#曝光室、控制室、暗室、评片室和洗片室，本项目依托厂区的危废暂存间进行危险废物的暂存，不另外设置危废暂存间。1#曝光室、2#曝光室分别使用 1 台 MXR-225/22 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 225kV，额定管电流 13mA；

3#曝光室使用 1 台 MXR-320HP/11 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 5.6mA；1 台 MXR-320/26 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 13mA。以上 4 台 X 射线定向探伤机均属于 II 类射线装置。

新建 4 间曝光室总建筑面积为 139.4m²，其中 1#曝光室与 2#曝光室尺寸与布局相同，净空面积（含迷道）均为 23.8m²，净空尺寸均为：长 5.3m×宽 3.5m×高 3.4m，迷道均为“L”型迷道，长 3.5m×宽 1.50m×高 3.4m，1#曝光室四周墙体均为 500mm 厚混凝土，屋顶为 400mm 厚混凝土，2#曝光室西北侧、西南侧墙体、南侧迷道内外墙墙体均为 500mm 厚混凝土，西南侧墙体为 600mm 厚混凝土（与 3#曝光室相邻），屋顶为 400mm 厚混凝土。3#曝光室与 4#曝光室尺寸与布局相同，净空面积（含迷道）均为 22.75m²，净空尺寸均为长 5m×宽 3.5m×高 3.4m，迷道均为“L”型迷道，长 3.5m×宽 1.50m×高 3.4m，3#曝光室与 4#曝光室四周墙体均为 600mm 厚混凝土，屋顶均为 400mm 厚混凝土。1#、2#曝光室迷道防护门均为 8mm 铅当量铅钢门，3#、4#曝光室迷道防护门均为 15mm 铅当量铅钢门。

项目单次最大曝光时间为 5min，每台探伤机年拍片数为 4000 张，单台探伤机年最大曝光时间均约 334h，4 台探伤机年总曝光时间为 1336h，出束方向均固定朝下，4 间曝光室存在同时探伤的情况。

本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容表

| 装置名称 | 射线装置类别 | 数量（台） | 工作场所名称 | 活动种类 | 备注 |
|---------------------|--------|-------|--------|------|----|
| MXR-225/22 型定向探伤机 | II 类 | 1 台 | 1#曝光室 | 使用 | 新增 |
| MXR-225/22 型定向探伤机 | II 类 | 1 台 | 2#曝光室 | 使用 | 新增 |
| MXR-320HP/11 型定向探伤机 | II 类 | 1 台 | 3#曝光室 | 使用 | 新增 |
| MXR-320/26 定向探伤机 | II 类 | 1 台 | 4#曝光室 | 使用 | 新增 |

2、项目组成及主要环境问题

具体项目组成及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

| 名称 | 建设内容及规模 | 可能产生的环境问 |
|----|---------|----------|
|----|---------|----------|

| | | 题 | |
|------|--|-----------------|--------------------|
| | | 施工期 | 运营期 |
| 主体工程 | <p>新建 1 座 X 射线探伤室，该探伤室共 4 间曝光室，用于公司产品探伤检测。X 射线探伤室建设内容包括 1#曝光室、2#曝光室、3#曝光室、4#曝光室、控制室、暗室、评片室和危废暂存间。1#曝光室、2#曝光室分别使用 1 台 MXR-225/22 型 X 射线定向探伤机，额定管电压均为 225kV，额定管电流均为 13mA；3#曝光室使用 1 台 MXR-320HP/11 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 5.6mA；1 台 MXR-320/26 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 13mA。以上 4 台 X 射线机均属于 II 类射线装置。</p> <p>屏蔽措施：新建 4 间曝光室总建筑面积为 139.4m²，其中 1#曝光室与 2#曝光室尺寸与布局相同，净空面积（含迷道）均为 23.8m²，净空尺寸均为：长 5.3m×宽 3.5m×高 3.4m，迷道均为“L”型迷道，长 3.5m×宽 1.50m×高 3.4m，1#曝光室四周墙体均为 500mm 厚混凝土，屋顶为 400mm 厚混凝土，2#曝光室西北侧、西南侧墙体、南侧迷道内外墙墙体均为 500mm 厚混凝土，西南侧墙体为 600mm 厚混凝土（与 3#曝光室相邻），屋顶为 400mm 厚混凝土。3#曝光室与 4#曝光室尺寸与布局相同，净空面积（含迷道）均为 22.75m²，净空尺寸均为长 5m×宽 3.5m×高 3.4m，迷道均为“L”型迷道，长 3.5m×宽 1.50m×高 3.4m，3#曝光室与 4#曝光室四周墙体均为 600mm 厚混凝土，屋顶均为 400mm 厚混凝土。1#、2#曝光室迷道防护门均为 8mm 铅当量铅钢门，3#、4#曝光室迷道防护门均为 15mm 铅当量铅钢门。</p> <p>项目单次最大曝光时间为 5min，每台探伤机年拍片数为 4000 张，单台探伤机年最大曝光时间均约 334h，4 台探伤机年总曝光时间为 1336h，出束方向均固定朝下，4 间曝光室存在同时探伤的情况。</p> | 施工噪声、施工废渣、施工废水等 | X射线、臭氧、噪声 |
| 辅助工程 | 控制室（建筑面积 19.8m ² ）、暗室（建筑面积 19.8m ² ）、评片室（建筑面积 19.8m ² ）、洗片室（建筑面积 19.8m ² ） | | 废显影液、废定影液、废胶片、清洗废水 |
| 环保工程 | 依托厂区拟建的危废暂存间（建筑面积 10m ² ） | | 废显影液、废定影液、废胶片 |
| 公用工程 | 通风、配电、供电和通讯系统等，清洗废水与生活废水依托厂区建成后的自建污水处理设施处理后排入市政管网，经游仙高新技术产业园污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染 | | 生活废水，生活垃圾 |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| | 物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入涪江；生活垃圾直接依托厂区建成后设置的垃圾桶进行收集处理。 | | |
| 办公及生活设施 | 办公用房（依托主体工程） | | |

3、主要原辅材料

本项目主要的原辅材料及能耗见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

| 类别 | 名称 | 年耗量 | 来源 | 主要成分 |
|----|------|------------------------|----|---------------------------------|
| 辅料 | 显影液 | 5000L/a | 外购 | N-甲基对氨基苯酚硫酸盐、菲尼酮、对苯二酚、无水硫酸钠、碳酸钠 |
| | 定影液 | 5000L/a | 外购 | 硫酸甲基对氨基苯酚、无水亚硫酸钠、对苯二酚、无水碳酸钠、溴化钾 |
| | 胶片 | 16000 张/a | 外购 | 溴化银 |
| 能源 | 电 | 100kW·h | —— | 探伤用 |
| 水 | 洗片用水 | 10000m ³ /a | —— | H ₂ O |

4、主要设备配置及主要技术参数

本项目主要的设备配置见表 1-4。

表 1-4 主要设备配置及主要技术参数

| 型 号 | | MXR-225/22 型 | MXR-225/22 型 | MXR-320HP /11 型 | MXR-320/26 型 |
|------|---|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|
| 输出 | 最大管电压 (kV) | 225 | 225 | 320 | 320 |
| | 最大管电流 (mA) | *** | *** | *** | *** |
| | 辐射角 | *** | *** | *** | *** |
| | 焦点尺寸 | *** | *** | *** | *** |
| 最大穿透 | 厚度钢 A3 | *** | *** | *** | *** |
| | 过滤片 | *** | *** | *** | *** |
| | 照射方式 | *** | *** | *** | *** |
| | 输出量 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot(\text{mA}\cdot\text{h})^{-1}$)* | *** | *** | *** | *** |
| | 单次最长照射时间 (min) | *** | *** | *** | *** |

*注：***

5、工作人员及工作制度

(1) 工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

(2) 人员配置：本项目拟新增辐射工作人员 8 名，负责 4 间曝光室的探伤、洗

片、评片工作，操作的探伤机不固定，每台探伤机至少有 2 名操作人员同时在场。

6、产业政策符合性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“质量认证和检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1、项目外环境关系及选址合理性分析

本项目位于绵阳市游仙高新区五里梁，属于游仙高新技术产业园范围，根据建设单位用地文件（附件 7）和当地用地总体规划图，明确占地类型为工业用地，根据建设单位外环境关系图可知：

（1）建设单位用地范围外：厂房南侧 27m 为绵阳金循环金属材料有限公司，厂房西侧 16m 为绵阳保和泰越通信线缆有限公司，厂房北侧、东侧均为空地。

（2）建设单位用地范围内：厂区由西北至东南依次为 2 号、3 号车间、污水处理站、化粪池、危废暂存间、1 号车间、仓库、食堂，本项目探伤室位于 1 号车间内。

探伤室外环境关系：本项目探伤室位于 1 号车间内西北侧，包含 4 间曝光室，曝光室沿西南至东北向依次排列，探伤室东南侧 50m 范围依次为厂区通道、铝镁钛补焊车间、生产车间；探伤室西北侧 50m 范围依次为厂区道路、危废暂存间、3 号车间、污水处理站、2 号车间；探伤室西南侧 50m 范围依次为厂区道路、绵阳金循环金属材料有限公司厂区；探伤室东北侧 50m 范围依次为楼梯间、控制室、评片室、洗片室、暗室、厂房通道、厂区道路。4 间曝光室工件门与人员通道门共用，均位于各曝光室西南侧，拟建探伤室楼上为厂房预留的设备库房，楼下无房间。

根据现场踏勘，本项目探伤室 50m 评价范围内主要为园区内各厂房及园区道路以及厂区外空地，周围无环境制约因素。

同时，本项目探伤室依托 1 号车间进行修建，建设单位 1 号车间所在厂区建设项目已取得《绵阳市生态环境局关于四川文隆新材料科技有限公司航空航天发动机用熔模铸造机匣项目环境影响报告表的批复》（新环承诺环评审[2021]57 号），报

告表已对厂区选址合理性进行了分析论述，本项目仅为整体项目的配套建设项目，不新增用地，且拟建设的探伤室辐射工作场所已按照相关规范要求设计有良好的实体屏蔽设施和安全防护措施，产生的电离辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，在采取本环评报告提出的管理控制措施后，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

2、与周边环境的相容性分析

项目产生的清洗废水与生活废水依托厂区建成后的自建污水处理设施处理后排入市政管网，经游仙高新技术产业园污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入涪江，不会对当地水质产生明显影响；工作人员生活垃圾依厂区建成后的垃圾收集桶进行收集后由环卫部门转运处置，对周围环境影响较小；本项目产噪设备为风机，声级约为 65dB（A）左右，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；产生的废定影液、废显影液和废胶片等通过专用容器收集暂存于危废暂存间后交由有资质单位进行回收处理，对周围环境影响较小；本项目运行阶段产生的电离辐射经探伤室有效屏蔽后对周围辐射环境影响较小，同时本项目建设不占用厂区消防通道和内部公共设施，与厂区内部布置及周围环境相容。

3、实践正当性

（1）由于建设单位各产品检测需要，并确保产品质量，公司拟开展 X 射线探伤工作。X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。

（2）公司探伤对象为航空航天发动机用熔铸造机匣，长度范围 0.3m~1.5m，管件厚度 2mm~50mm，根据探伤室的尺寸可知，本项目 4 间曝光室尺寸均满足本项目探伤对象的探伤场地需求。

（3）由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成

一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。

(4) 本项目清洗胶片产生的废水与工作人员生活废水依托厂区建成后自建污水处理设施收集后，排入市政管网，经游仙高新技术产业园污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标后排入涪江。

建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

四、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，原场地之前未进行电离辐射相关活动，同时建设单位之前也未从事辐射相关工作，本次为首次申请辐射安全许可证，不存在原有核技术利用情况。

表 2：放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|---------------------------|----|------|----|------|---------|----|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |

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（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

| 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 | 便携式定向探伤机 | II | 1 | MXR-225/22 型 | 225 | 13 | 无损检测 | 1#曝光室 | 新增 |
| 2 | 便携式定向探伤机 | II | 1 | MXR-225/22 型 | 225 | 13 | 无损检测 | 2#曝光室 | 新增 |
| 3 | 便携式定向探伤机 | II | 1 | MXR-320HP/11 型 | 320 | 5.6 | 无损检测 | 3#曝光室 | 新增 |
| 4 | 便携式定向探伤机 | II | 1 | MXR-320/26 型 | 320 | 13 | 无损检测 | 4#曝光室 | 新增 |

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

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 | 气态 | —— | —— | —— | —— | 极少量 | 不暂存 | 直接排放 |
| —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— |
| —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— |

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》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（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》（国务院令第 449 号）（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第 709 号）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，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）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行）；</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）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）；</p> <p>(11) 《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 日施行）；</p> <p>(12) 《关于印发<四川省生态环境厅（四川省核安全局）辐射事故应急预案（2020 版）>的通知》（川环发[2020]2 号）；</p> <p>(13) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）的通知（川环函[2016]1400 号）；</p> <p>(14) 中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调</p> |
|-------------|--|

| | |
|------|--|
| | 整指导目录（2024 年本）》。 |
| 技术标准 | <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）；</p> <p>(3) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(6) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>(8) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(10) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）。</p> |
| 其他 | <p>(1) 生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》（第一分册、第三分册），李德平、潘自强主编，原子能出版社；</p> <p>(3) 《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社；</p> <p>(4) 《电离辐射剂量学》，李士骏编，原子能出版社。</p> |

表 7：保护目标与评价标准

| 评价范围 | | | | | | |
|--|--------------------|-------|--------|--------|---------------|-----|
| <p>本项目为使用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）的有关规定，本项目探伤室评价范围确定为探伤室屏蔽体边界外 50m 范围内。</p> | | | | | | |
| 保护目标 | | | | | | |
| <p>根据本项目 4 间曝光室所在厂区平面布置和外环境关系，确定本项目 4 间曝光室主要环境保护目标为各曝光室辐射工作人员及厂房内外居留公众。具体环境保护目标见表 7-1。</p> | | | | | | |
| 表 7-1 主要环境保护目标 | | | | | | |
| 探伤室 | 保护名单 | | 人数 | 位置 | 距离辐射源最近距离 (m) | |
| | | | | | 水平 | 垂直 |
| 探伤室 | 职业 | 控制室 | 8 人 | 探伤室东北侧 | 5.9 | 0 |
| | | 评片室 | | | 9.4 | 0 |
| | | 洗片室 | | | 12.4 | 0 |
| | | 暗室 | | | 15.4 | 0 |
| | 厂区道路 | | 流动人群 | 探伤室东南侧 | 10.0 | 0 |
| | 铝镁钛补焊车间 | | 约 10 人 | | 5.4 | 0 |
| | 生产车间 | | 约 20 人 | | 22.0 | 0 |
| | 厂区道路 | | 流动人群 | 探伤室西北侧 | 30.0 | 0 |
| | 3 号车间、2 号车间 | | 约 20 人 | | 19.0 | 0 |
| | 污水处理站 | | 约 2 人 | | 20.0 | 0 |
| | 厂房通道 | | 流动人群 | 探伤室东北侧 | 5.4 | 0 |
| | 厂区道路 | | 流动人群 | | 35.0 | 0 |
| | 厂区道路 | | 流动人群 | 探伤室西南侧 | 3.5 | 0 |
| | 绵阳金循环金属材料有限公司（厂区外） | | 约 20 人 | | 30.0 | 0 |
| 预留设备库房 | | 约 2 人 | 探伤室上方 | | 0 | 3.8 |

评价标准

根据本项目所在位置及项目特点，应执行的环境保护标准如下。

1、环境质量标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准；
声环境质量执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中3类标准。

2、污染物排放标准

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）二级标准；

废水：本项目废水经预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后通过市政污水管网，进入游仙高新技术产业园污水处理站处理后，达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准后排入涪江。

运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准；施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中排放限值（昼间70dB(A)、夜间55dB(A)）。

3、剂量约束

（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）第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。本项目按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的1/4执行，即职业人员全身剂量约束值为5mSv/a。

（2）公众照射：第B1.2.1条的规定，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年有效剂量1mSv。本项目按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的1/10执行，即公众人员全身剂量约束值为0.1mSv/a。

4、场所周围控制剂量率

探伤室屏蔽体外剂量率控制水平根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）有关规定，本项目射线装置使用场所在距离探伤室屏蔽体外表面30cm外，周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）3.1.2，“对不需

要人员到达的探伤室顶，探伤室顶表面外 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h”，本项目所在厂房为二层建筑，探伤室屋顶上方与二层楼板间，无环境保护目标，不需要人员到达，且不借助工具也无法到达，保守估计探伤室顶部按照 100 μ Sv/h 的 1/10 进行控制。探伤室上方二楼人员可到达，则按 2.5 μ Sv/h 进行控制。

5、通风装置

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）有关规定，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。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目现场现状

本项目位于四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区四川文隆新材料科技有限公司 1 号车间西北侧（项目地理位置见附图 1），拟建地现场情况见图 8-1。



图 8-1 探伤室拟建地

二、监测对象、监测因子和监测点位

本项目为使用II类射线装置，主要的污染因子为电离辐射（X射线），对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

根据现场调查，拟建地周围评价范围内没有其他电离辐射源，周围辐射环境趋于一致，根据本项目外环境情况，本次选择在探伤室拟建地及周围布设监测点位以反映区域辐射环境质量本底状况，具体见表8-1和附图7。本次共布设6个监测点位，主要监测因子为X- γ 辐射剂量率，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

表 8-1 监测布点方案表

| 编号 | 测量点位置 | 监测因子 |
|----|---------------|----------|
| 1 | 拟建探伤室内 | X-γ辐射剂量率 |
| 2 | 拟建探伤室西北侧厂区道路 | |
| 3 | 拟建探伤室西南侧厂区道路 | |
| 4 | 拟建探伤室东南侧厂房车间内 | |
| 5 | 拟建探伤室东北侧楼梯处 | |
| 6 | 拟建探伤室所在厂区大门口 | |

三、监测时间及现场气象状况

2024年02月26日，四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）监测人员对项目拟建地及周围进行了现场监测，监测时环境温度：8℃~8.6℃；环境湿度：53.7%~54.4%；天气状况：阴。

四、监测因子、监测仪器及监测方法

本次监测所使用的仪器及参数见表8-2。

表 8-2 监测因子、监测方法及监测仪器一览表

| 监测因子 | 监测方法 | 监测仪器 |
|-----------|--------------------------------|--|
| X-γ辐射剂量率 | 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） | 仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：090 检出限：1×10 ⁻⁸ Gy/h 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202303005296 号 校准日期：2023 年 03 月 16 日 有效日期：2024 年 03 月 15 日 |
| 环境温度、环境湿度 | / | 仪器名称：手持气象站 仪器型号：NK 5500 仪器编号：2204880 环境温度分辨率：0.1℃ 环境湿度分辨率：0.1% 校准单位：中国检验认证集团四川有限公司 证书编号：CCICSC-(C)202303080104 校准日期：2023 年 03 月 08 日 有效日期：2024 年 03 月 07 日 |

五、质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

- （1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- （2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- （3）监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- （4）监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；
- （5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- （6）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- （7）监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

六、监测结果

监测结果见表 8-3。

表 8-3 探伤室拟建地及周围 X-γ辐射剂量率监测结果

| 编号 | 测量点位置 | X-γ辐射剂量率 ($\times 10^{-8}$ Gy/h) | 标准差 ($\times 10^{-8}$ Gy/h) | 备注 |
|----|---------------|--------------------------------------|---------------------------------|----|
| 1 | 拟建探伤室内 | 8.5 | 0.21 | / |
| 2 | 拟建探伤室西北侧厂区道路 | 9.2 | 0.21 | / |
| 3 | 拟建探伤室西南侧厂区道路 | 8.8 | 0.15 | / |
| 4 | 拟建探伤室东南侧厂房车间内 | 6.8 | 0.23 | / |
| 5 | 拟建探伤室东北侧楼梯处 | 7.0 | 0.17 | / |
| 6 | 拟建探伤室所在厂区大门口 | 7.2 | 0.16 | / |

注：X-γ辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

由表 8-3 得出结论：项目所在区域 X-γ空气吸收剂量率为 70nGy/h~92nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（61.9nGy/h~151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、探伤工作原理

X射线探伤的工作原理是X射线装置通电时通过高压发生器、X光管产生电子束，电子束撞击靶，产生X射线。对于便携式 X 射线探伤机，当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位，达到检测目的。

二、探伤工况及探伤对象

本项目探伤对象为航空航天发动机用熔铸造机匣，材质主要为镁、铝、钛合金，探伤工件采用拖车或人工运输的方式运至曝光室内。工件具体尺寸为：长度 0.3m~1.5m，管件厚度 2mm~50mm，探伤工件放置于曝光室中间位置进行探伤，本项目探伤机固定在探伤室内进行探伤，探伤机固定不动，通过移动工件来进行探伤。项目单次最大曝光时间为 5min，单台探伤机年最大曝光时间约 334h，4 台探伤机年总曝光时间为 1336h。

三、探伤工艺流程

(1) 接受探伤任务后，对被探伤工件贴置胶片，然后将贴好胶片的工件通过拖车送进曝光室内，固定位置；(2) 最后一个走出曝光室的辐射工作人员负责清场并关闭工件大门和人员通道铅门，此时门灯联锁、门机联锁、紧急制动装置启动，工作状态指示灯开启；(3) 操作人员在控制室内对探伤机进行远程操作，工作人员根据探伤要求设置曝光管电压和曝光时间，并根据需探伤的具体部位进行工件摆位和调整焦距；(4) 准备就绪后，按键曝光进行探伤，曝光结束后，关闭X射线探伤机；(5) 取下胶片，送入暗室进行冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗，最后进行评片、审片，评片、审片完毕后出具报告。探伤工艺流程及产污流程如图 9-1 所示。

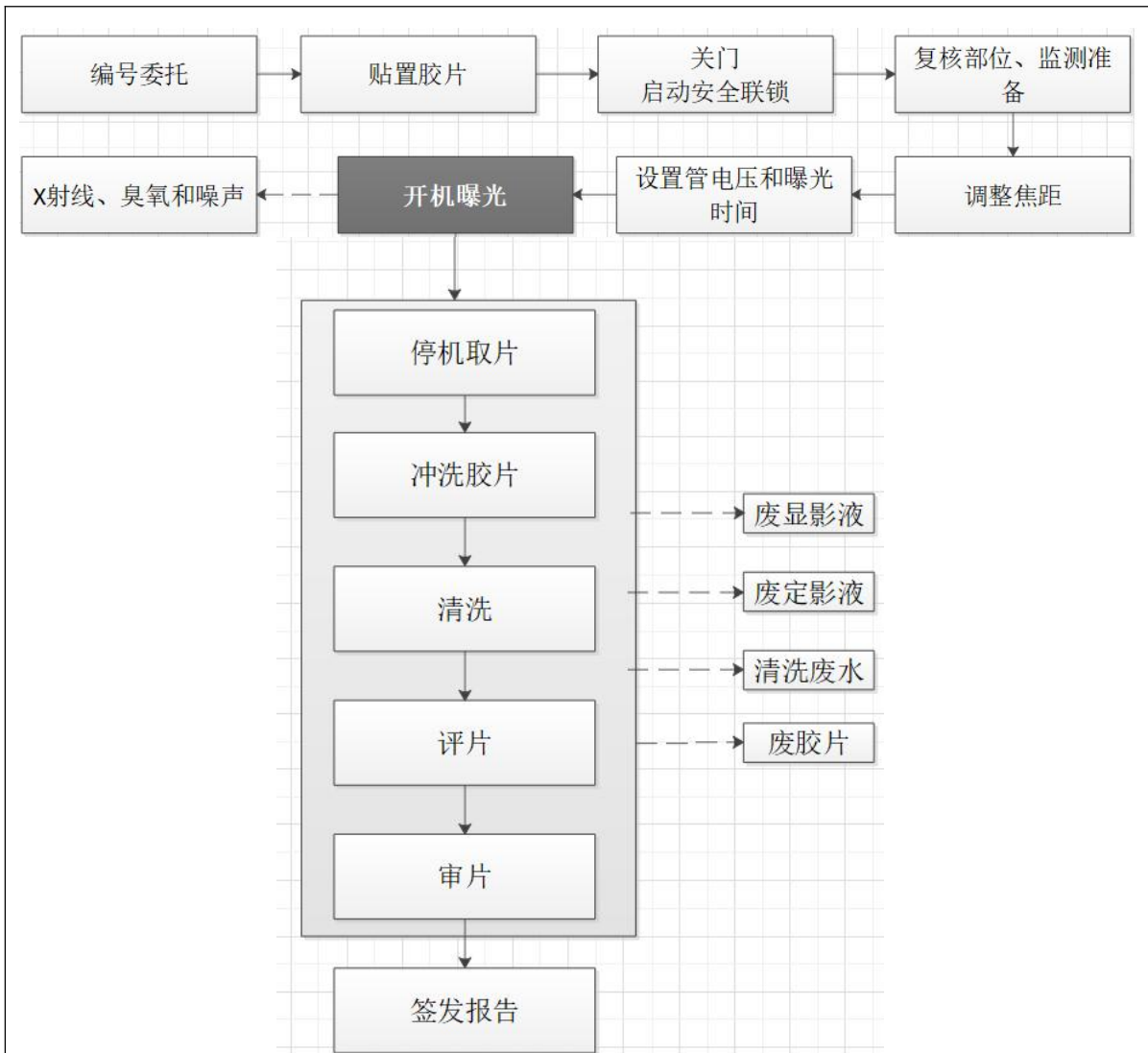


图9-1 探伤室探伤工作程序及产污位置图

四、探伤室人流、物流路径

本项目4间曝光室在设计时均已设置专门的人员通道门，因工件长度0.3m~1.5m，迷道宽1.5m，工件可经过迷道进出，人员通道与工件进出通道共用可满足本项目探伤需求。其中被探伤工件经迷道通过拖车运至曝光室中部工件摆放区域位置，探伤结束后使用拖车原路运出曝光室；探伤工作人员经迷道进入曝光室内并进行探伤胶片的贴置，然后原路返回控制室内对工件进行探伤，具体路径如图9-2所示。

图9-2 探伤室探伤人流、物流路径示意图

污染源项描述

一、施工期污染源项分析

施工过程以建筑施工机械噪声、施工地基处理、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有建筑渣土、粉尘、噪声和废水。主要会对周围声环境质量产生影响，但因施工期短，施工范围小，通过作业时间控制，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。本次环评要求在各机房建设过程中要保证屏蔽墙体没有漏缝，使用的水泥标号要满足设计要求，混凝土浇筑墙体要连续施工，同时要防止噪声扰民。在安装调试阶段，主要环境影响为 X 射线和包装固体废物影响。施工期工艺流程见图 9-3。

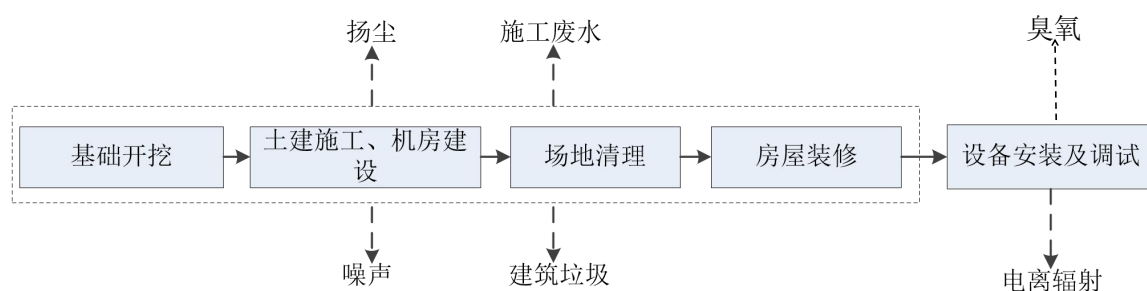


图9-3 施工期施工工序及产污位置图

二、运行期污染源项分析

1、电离辐射

X射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和X光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的X射线，本项目产生的 X 射线能量分别为 320kV、225kV，不开机状态不产

生辐射。

2、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧，由于本项目 X 射线能量较小，产生的臭氧量也较小。

3、废水

探伤机拍片完成后在洗片过程中产生一定量的清洗废水，约 10000L/a；本项目工作人员产生少量生活污水。

4、固体废物

项目不产生放射性固废，本项目工作人员产生少量生活垃圾和办公垃圾。

5、危险废物

探伤机在拍片完成后，在洗片过程中将产生废显影液及废定影液，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液，其危废编号为 HW16（900-019-16）。最终的成像胶片及洗片过程中产生的废胶片也属于危险废物，其危废编号为 HW16（900-019-16）。本项目每年产生的废定影液约 5000L，废显影液约 5000L/a，废旧成像胶片约 3000 张。

6、噪声

探伤室风机工作时将产生一定的噪声，其噪声值不超过 65dB(A)。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

一、平面布置合理性分析

本项目新建 1 座探伤室位于 1#车间内西北侧，包含 4 间曝光室，曝光室沿西南至东北向依次排列，探伤室东南侧 50m 范围依次为厂区通道、铝镁钛补焊车间、生产车间；探伤室西北侧 50m 范围依次为厂区道路、危废暂存间、3 号车间、污水处理站 2 号车间；探伤室西南侧 50m 范围依次为厂区道路、绵阳金循环金属材料有限公司厂区；探伤室东北侧 50m 范围依次为楼梯间、控制室、评片室、洗片室、暗室、厂房通道、厂区道路、厂区外空地。4 间曝光室工件门与人员通道门共用，均位于各曝光室西南侧，拟建探伤室顶部（2 楼楼板以下）人员无法到达，楼上（2 楼）为厂房预留的设备库房，楼下无房间。

本项目探伤室设置避开了厂区内人员流量较多的工作场所，且该区域与其它非辐射工作人员活动区避开一定距离，探伤室整个布置相对独立，运行过程产生的 X 射线经屏蔽墙和屏蔽门屏蔽后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。本项目 X 射线探伤工作区的平面布置既便于探伤各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

二、工作区域管理

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）中 4.2 条和 4.3 条之规定，固定工作场所控制区的划分依据为“职业照射人员年平均有效剂量可

能为 15mSv 的区域”，监督区的划分依据为“职业照射人员由全身照射所致的年平均有效剂量可能高于 5mSv/a 的区域”。本项目 4 间曝光室均属于固定工作场所探伤，4 间曝光室控制区和监督区划分见表 10-1 和图 10-2。

表 10-1 探伤室“两区”划分与管理

| 室内探伤 | 控制区 | 监督区 |
|-------------|--|---|
| “两区”划分范围 | 1#、2#、3#、4#曝光室内（均含迷道） | 控制室、暗室、评片室、洗片及工件及人员进出门外 1m 区域内、各曝光室东南侧屏蔽墙外 1m 区域内 |
| “两区”管控要求及措施 | ①对控制区进行严格控制，在探伤过程中严禁任何人员的进入； ②控制区入口（人员通道门入口）张贴“电离辐射警告标志”； ③控制区入口处区域设置红色带“控制区”字样的地面标识线。 | ①非相关人员也限制进入，避免受到不必要的照射； ②监督区入口（控制室入口）张贴“电离辐射警告标志”； ③监督区入口外 1m 区域设置橙色带“监督区”字样的地面标识线。 |

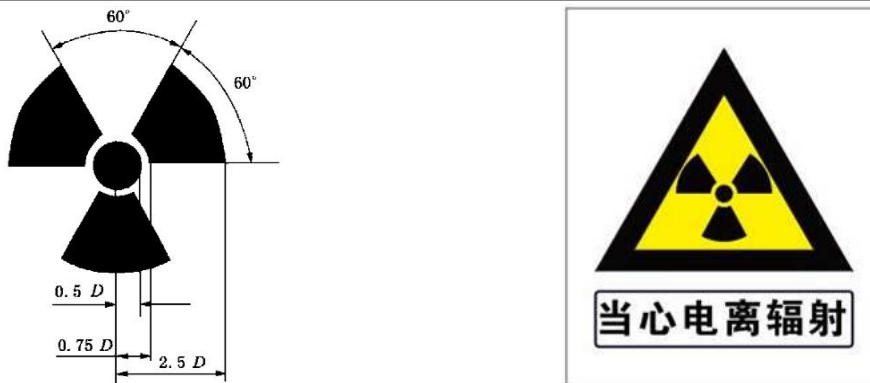


图10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

图10-2 本项目探伤室“两区”划分示意图

三、辐射安全及防护措施

1、设备固有安全性

建设单位拟从具有《辐射安全许可证》II类射线装置销售资质的正规单位购买探伤机，设备自带安全性较高，其设备固有安全性如下：

(1) 开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 延时启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现场免受 X 射线的辐射，在产生 X 射线之前，系统将自己延时 1 分钟，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声。这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

(3) 当 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，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

(4) 当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

(5) 设备停止工作 120 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

2、辐射安全与防护措施

(1) 探伤室屏蔽体设计

本项目新建 1 座探伤室及配套用房，探伤室包含 4 间曝光室。1#曝光室与 2#曝光室尺寸与布局相同，净空面积（含迷道）均为 23.8m²，净空尺寸均为：长 5.3m×宽 3.5m×高 3.4m，迷道均为“L”型迷道，长 3.5m×宽 1.50m×高 3.4m，1#曝光室四周墙体均为 500mm 厚混凝土，屋顶为 400mm 厚混凝土，2#曝光室西北侧、西南侧墙体、南侧迷道内外墙墙体均为 500mm 厚混凝土，西南侧墙体为 600mm 厚混凝土（与 3#曝光室相邻），屋顶为 400mm 厚混凝土。3#曝光室与 4#曝光室尺寸与布局相同，净空面积（含迷道）均为 22.75m²，净空尺寸均为长 5m×宽 3.5m×高 3.4m，迷道均为“L”型迷道，长 3.5m×宽 1.50m×高 3.4m，3#曝光室与 4#曝光室四周墙体均为 600mm 厚混凝土，屋顶均为 400mm 厚混凝土。1#、2#曝光室迷道防护门均为 8mm

铅当量铅钢门，3#、4#曝光室迷道防护门均为 15mm 铅当量铅钢门；铅钢门采用槽钢焊接“#”型骨架，铅板安装在骨架内表面，然后在内外表面封包钢板压固铅板，外表面采用免漆装饰钢板进行封包，所有防护门关闭后上、左、右与墙体保持至少 100mm 重叠，防护门下方设置至少 100mm 深槽沟，确保防护门与墙体保持至少 100mm 重叠。探伤室控制电缆沟和排风管道均采用“U”型地沟设计(如图 10-4 所示)，不影响探伤室整体防护效果。

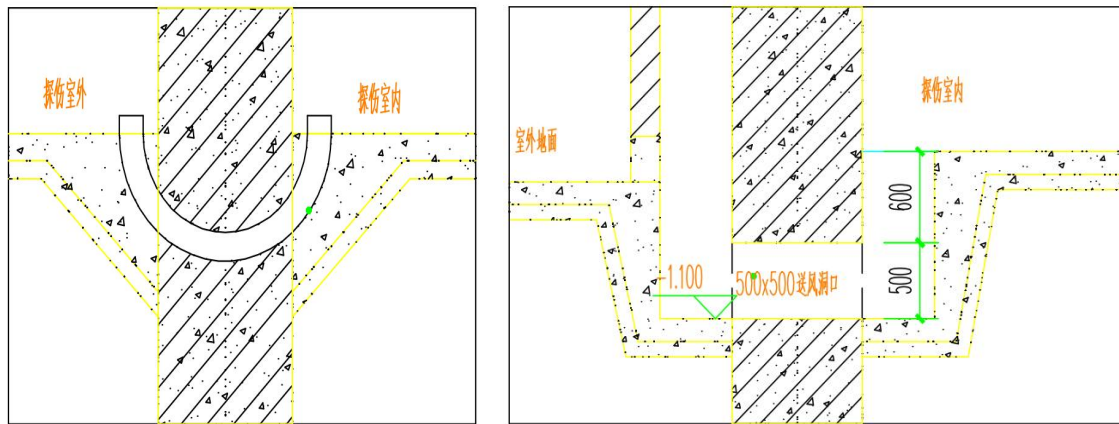


图 10-3 探伤室电缆及送排风管道穿墙示意图

(2) 安全装置设计

根据《500kV 及以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)、生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020 年发布版)、《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环函[2016]1400 号)，本项目探伤室设计安全装置情况见表 10-3 和图 10-5。

表 10-3 探伤室安全装置布置表

| 安装装置 | 作用及安装要求 | 配置数量 |
|--------|---|----------------------------|
| 门-机联锁 | 在启动高压装置条件下，如果开启任意防护门(人员通道门、工件大门)，射线装置高压会失电并停止出束，以实现门-机联锁。 | 4 个曝光室各 1 套，共 4 套 |
| 紧急止动开关 | 曝光室内在工作人员易于接触的地方(距离地面 1.2m 高处)设置紧急停机按钮(安装点包括墙体、迷道、控制台)，且相互串联，若触动任意开关可紧急关闭探伤机停止出束，以避免机房内人员尚未完全撤离的情况下开机，产生误照射。按钮位置应有中文标识。 | 4 个曝光室各 5 个，控制室 4 个，共 24 个 |
| 工作状态指 | 曝光室防护门(人员通道门、工件大门)口醒目处均安装工作 | 4 个曝光室共 |

| | | |
|-----------------------|--|--|
| 示灯（门-灯 联锁） | 状态指示灯，并与防护门联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。 | 4 套 |
| 紧急开门 装置 | 曝光室迷道入口内侧人员易接触的位置（距离地面 1.2m 高处）装有紧急开门按钮，在事故状态下工作人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸，按钮位置应有中文标识。 | 4 个曝光室共 4 个 |
| 视频监控 | 曝光室和控制室内不同位置均安装视频监控装置，实现对机房全覆盖，便于监控曝光前人员误入。 | 4 个曝光室各 3 个、控制室 1 个摄像头共 13 个摄像头 |
| 准备出束声 光报警装置 | 在射线装置准备出束时，曝光室外警示灯处于闪烁状态，且启动声音报警装置，防止人员误入曝光室内。 | 4 个曝光室共 4 套 |
| 锁定开关 | 控制台设置锁定开关，只有在打开控制台钥匙开关后，才能启动探伤机电源，同时钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。 | 操作台 4 台控 制箱上各 1 套 |
| 固定式场所 辐射探测报 警装置 | 在曝光室外实时显示曝光室迷道入口处辐射剂量水平，当曝光室迷道入口处辐射剂量超过异常情况将进行报警，避免人员误入曝光室造成误照射。 | 1#、2#曝光室 迷道入口之 间 1 套，3#、 4#曝光室迷 道入口之间 1 套，共 2 套 |

图 10-4 探伤室安全装置布置示意图

三废的治理

一、废气处理措施

X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在曝光室内不断累积导致室内臭氧浓度超标，因此探伤室内需设置强制通风装置。根据设计，本项目 4 间曝光室各设置 1 个通排风口，并各自设置 1 台通排风系统进行强制送排风，排风洞孔径为 500mm×500mm，该通风装置通过地沟引至厂房屋顶（距离地面 15m）进行排放，4 间曝光室设计通风量均为 300m³/h，1#、2#曝光室体积均约 81m³，小时换气次数均约为 3 次，3#、4#曝光室体积均约 77m³，小时换气次数均约为 4 次，4 间曝光室均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。

二、废水处理措施

本项目清洗胶片产生的废水与工作人员生活废水直接依托厂区建成后的自建污

水处理设施处理后排入市政管网，经游仙高新技术产业园污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入涪江。满足本项目废水处理要求。

三、固体废物处理措施

本项目工作人员生活垃圾依厂区建成后设置的垃圾收集桶进行收集后由环卫部门转运处置。

四、危险废物处理措施

本项目危废暂存间依托厂区拟建危废暂存间，位于 1 号车间西北侧，面积约 10m²，本项目每年产生的废定影液约 5000L，废显影液约 5000L，均属于危险废物，建设单位拟采用专用废液收集桶收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置。本项目每年产生废胶片约 3000 张，属于危险废物，建设单位拟采用专用储存柜收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置。对于危险废物管理，主要采取如下措施要求：

（1）洗片过程中产生的废显影液、废定影液等统一采用专用容器进行收集，并暂存于危废暂存间内，且收集容器具有防渗、防水、防流失和防腐蚀的效果，并在收集容器外张贴危险废物标志。

（2）危险废物收集容器四周修筑堵截的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不小于容器最大储存量的 1/5，且设置收集容器防倾倒措施。

（3）地面基础作为重点防渗区管理，地面防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或 2mm 厚的其它人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。

（4）建立危险废物产生、外运、处置及最终去向的详细台帐，由专人进行管理，同时建设单位应与具有相应危险废物处理资质的单位签订处理协议，并按照《危险废物转移联单管理办法》的要求做好危险废物转移联单填报登记工作。

（5）危险废物暂存室和危险废物收集桶必须按《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）的规定设置危险废物标签（如图 10-5）。



a.危险废物暂存室门外悬挂的危险废物警告标志

b.粘贴于危险废物收集桶上的危险废物标签

图 10-5 危险废物标志

五、噪声治理措施

送排风口的轴流风机工作时将产生一定的噪声，送排风机的设置已避开厂区工作人员办公和生活区域，同时采用低噪声设备，设置减振和隔声措施。

六、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射，并按射线装置台账管理规定进行台账的更新。

七、环保投资估算

项目环保投资估算见表 10-4。

表 10-4 辐射安全防护和环保设施(措施)投资一览表

| 类别 | 环保设施/措施 | 数量 | 投资金额 (万元) | 备注 |
|-----------------|--|-----|--------------|----|
| 探伤室 屏蔽设 施 | 钢筋混凝土现浇探伤室 1 座（4 间曝光室） | 1 座 | 80.0 | / |
| | 1#曝光室人员及工件通道门（8mm 铅当量） 2#曝光室人员及工件通道门（8mm 铅当量） | 4 扇 | 20 | / |

| | | | | |
|--------|------------------------------------|------|-------|---|
| | 3#曝光室人员及工件通道门 (15mm 铅当量) | | | |
| | 4#曝光室人员及工件通道门 (15mm 铅当量) | | | |
| 安全设施 | 门机联锁 (每个曝光室各 1 套) | 4 套 | 2.0 | / |
| | 紧急制动开关 (每个曝光室各 5 个、控制室 4 个) | 24 个 | 5.0 | / |
| | 工作状态指示灯 (每个曝光室各 1 套) | 4 套 | 2.0 | / |
| | 紧急开门装置 (每个曝光室各 1 个) | 4 个 | 2.0 | / |
| | 视频监控 (每个曝光室内各 3 个、控制室 1 个摄像头) | 13 个 | 3.0 | / |
| | 准备出束声光报警装置 (每个曝光室各 1 套) | 4 套 | 4.0 | / |
| | 控制台锁定开关 (2 个操作台上各 1 套) | 2 套 | 0.8 | / |
| | 电离辐射警告标志 (每个曝光室各 1 个) | 4 个 | 0.2 | / |
| | 固定式场所辐射探测报警装置 | 2 套 | 2.0 | / |
| 个人防护用品 | 个人剂量报警仪 | 8 个 | 1.6 | / |
| | 个人剂量计 | 8 个 | 0.8 | |
| 监测设备 | 便携式 X-γ 辐射监测仪 | 1 台 | 2.0 | / |
| 废气治理 | 探伤室送排风系统 (每个曝光室各 1 套) | 4 套 | 6.0 | / |
| 危险废物治理 | 危险废物收集、暂存、处置 | / | 3.0 | / |
| 噪声治理 | 排风机减振、隔声 | / | 2.0 | / |
| 综合管理 | 应急和救助的物资准备 (应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练等) | / | 6.0 | / |
| | 制度上墙 | / | 0.1 | / |
| | 辐射工作人员上岗学习考核 | 8 人 | / | / |
| 合计 | | | 142.5 | / |

本项目总投资 400 万元，环保投资 142.5 万元，占总投资的 35.6%。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目探伤室土建施工期间可能产生的污染物主要为施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾以及民工生活污水和民工生活垃圾；装修施工期间的污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。

对于土建和装修施工，环评提出如下要求：

(1) 由于项目施工单元是在生产车间内修建，要保证其它工作单元正常运营。因此在建设施工过程中应加强施工管理，对施工时间、时段，施工进度，施工原材料购进时间作精心安排、系统规划，对可能受影响和破坏的对象加以保护；

(2) 项目施工设备的选择应考虑选择低噪音设备，并在施工中防止机械噪声的超标，避免在夜间进行施工；

(3) 施工中产生的废弃物应妥善保管、及时回收处理；

(4) 建设施工中采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；

(5) 在施工现场修建临时废水沉淀池，将施工废水的上清液循环使用或处理后达标排放，送指定的建筑废渣堆放场进行处理；

(6) 在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，装修施工应尽量节约材料，并优先采用环境友好型、资源节约型材料和涂料。

由此，只要工程施工期严格做到以上基本要求，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

同时由于射线装置的安装和调试均在已修筑好的探伤室内进行，经过屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

1、屏蔽合理性分析

(1) 探伤室关注点剂量控制水平

根据建设单位提供资料，本项目 1#、2#曝光室分别使用 1 台 MXR-225/22 型 X 射线定向探伤机，3#使用 1 台 MXR-320HP/11 型 X 射线定向探伤机、4#曝光室使用 1 台 MXR-320/26 型 X 射线定向探伤机，探伤对象均为航空航天发动机用熔铸造机匣，本项目 4 台探伤机均采用专用射线机支架固定探伤机，探伤机固定在靠背部的轴上，出束方向朝向地面，支架高度均为 2m，辐射角度均为 $40^\circ \times 40^\circ$ ，采用人工摆位调焦进行探伤，探伤机均固定不动，通过移动工件来满足探伤需求，本次评价分别考虑各探伤机距离屏蔽体最近的路径进行照射路径选择。项目 4 台探伤机主射线束方向均固定向下，不会射到探伤四周及屋顶，地下无楼层和地下室，因此 4 间曝光室四周墙体及屋顶只受到漏射及散射的影响。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目各曝光室的关注点设定见图 11-1、图 11-2。

图 11-1 本项目各曝光室周围关注点照射路径示意图

图 11-2 各曝光室顶部关注点照射路径示意图

各侧屏蔽体外关注点导出控制剂量率参考控制水平按下式进行计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{式 11-1}$$

式中：

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

\dot{H}_c —年剂量参考控制水平，职业人员取 $5000\mu\text{Sv/年}$ ，公众取 $100\mu\text{Sv/年}$ ；

U —探伤装置向关注点照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤机年工作时间，每台探伤机各 334h。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-1~11-4。

表 11-1 1#曝光室周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

| 关注点 \ 参数 | | 使用因子 | 居留因子 | 受照射类型 | 关注点的导出剂量率参考控制水平 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{e,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点控制剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) | 射线类型 |
|----------------|---------------|------|------|-------|--|--|-----------------------------------|-------|
| A ₁ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| B ₁ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| G ₁ | 曝光室顶部(人员无法到达) | 1 | / | / | 10 | 10 | 10 | 漏射、散射 |
| g ₁ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 1 | 1/4 | 公众 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |

表 11-2 2#曝光室周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

| 关注点 \ 参数 | | 使用因子 | 居留因子 | 受照射类型 | 关注点的导出剂量率参考控制水平 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{e,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点控制剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) | 射线类型 |
|----------------|------------|------|------|-------|--|--|-----------------------------------|-------|
| A ₂ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| B ₂ | 曝光室西南 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、 |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------------|---|-----|----|------|-----|-----|-------|
| | 侧屏蔽体外 | | | | | | | 散射 |
| C ₂ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| D ₂ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| E ₂ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| G ₂ | 曝光室顶部（人员无法到达） | 1 | / | / | 10 | 10 | 10 | 漏射、散射 |
| g ₂ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1 | 1/4 | 公众 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |

表 11-3 3#曝光室周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

| 关注点 | | 参数 | 使用因子 | 居留因子 | 受照射类型 | 关注点的导出剂量率参考控制水平 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{e,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点控制剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) | 射线类型 |
|----------------|---------------|----|------|------|-------|--|--|-----------------------------------|-------|
| A ₃ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| C ₃ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| D ₃ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| E ₃ | 曝光室迷道防护门外 | | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| G ₃ | 曝光室顶部（人员无法到达） | | 1 | / | / | 10 | 10 | 10 | 漏射、散射 |
| g ₃ | 曝光室顶部2F设备仓库 | | 1 | 1/4 | 公众 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |

表 11-4 4#曝光室周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

| 关注点 | | 参数 | 使用因子 | 居留因子 | 受照射类型 | 关注点的导出剂量率参考控制水平 | 关注点的最高剂量率参考控制水平 | 关注点控制剂量率 H | 射线类型 |
|-----|--|----|------|------|-------|-----------------|-----------------|--------------|------|
|-----|--|----|------|------|-------|-----------------|-----------------|--------------|------|

| | | | | 型 | 考控制水平 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 考控制水平 $H_{e,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$) | ($\mu\text{Sv/h}$) | |
|----------------|---------------|---|-----|----|---|--|----------------------|-------|
| A ₄ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| B ₄ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| C ₄ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| D ₄ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 漏射、散射 |
| E ₄ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 1/4 | 职业 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |
| G ₄ | 曝光室顶部(人员无法到达) | 1 | / | / | 10 | 10 | 10 | 漏射、散射 |
| g ₄ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1 | 1/4 | 公众 | 59.9 | 2.5 | 2.5 | 漏射、散射 |

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)关注点的最高剂量率参考控制水平 ($H_{e,max}$) 为 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 本次评价选择关注点的导出剂量率参考控制水平和最高剂量率参考控制水平中的较小值进行评价。

(1) 屏蔽厚度核算

①漏射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 当X射线管电压为 $>200\text{kV}$ 时, 距离靶点 1m 处漏射辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$; 漏射辐射屏蔽射线因子根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 由式11-2计算。

式中: B_i —屏蔽透射因子;

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$; 根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T250-2014)，与 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值；

\dot{H}_L —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，本项目共2台225kV探伤机、2台320kV探伤机，均 $>200\text{kV}$ ，因此均取 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离，m

对于估算出的屏蔽投射因子 B_1 ，所需的屏蔽物质厚度X按式11-3计算。

***式中：

***；

B_1 —达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽投射因子。

四周墙体和上顶面漏射辐射屏蔽参数选取、计算结果见表11-5~11-8。

表 11-5 1#曝光室漏射辐射屏蔽厚度(铅当量)计算参数表

| 关注点参数及结果 | | 居留因子 | 受照类型 | 剂量率参考控制水平($\mu\text{SV/h}$) | 辐射源点(靶点)至关注点的距离(m) ^① | 屏蔽投射因子B1 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度(mm) |
|----------------|------------------|------|------|-------------------------------|---------------------------------|----------|----------|------------|
| A ₁ | 曝光室西北侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| B ₁ | 曝光室西南侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外30cm处 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外30cm处 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| G ₁ | 曝光室顶部(人员) | / | / | *** | *** | *** | *** | *** |

| | | | | | | | | |
|----------------|--------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 无法到达) 30cm 处 | | | | | | | |
| g ₁ | 曝光室顶部 2F 地板 30cm 处 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外 30cm 处。

表11-6 2#曝光室漏射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 剂量率参考控制水平(μSV/h) | 辐射源点(靶点)至关注点的距离(m) ^① | 屏蔽透射因子 B1 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度(mm) | |
|----------------|---------------|------|------------------|---------------------------------|-----------|----------|------------|-----|
| A ₂ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| B ₂ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| C ₂ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| D ₂ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| E ₂ | 曝光室迷道防护门外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| G ₂ | 曝光室顶部(人员无法到达) | / | / | *** | *** | *** | *** | *** |
| g ₂ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外 30cm 处。

表11-7 3#曝光室漏射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 剂量率参考控制水平(μSV/h) | 辐射源点(靶点)至关注点的距离(m) ^① | 屏蔽透射因子 B1 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度(mm) |
|----------------|----------|------|------------------|---------------------------------|-----------|----------|------------|
| A ₃ | 曝光室西北侧屏蔽 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 体外 | | | | | | | |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| C ₃ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| D ₃ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| E ₃ | 曝光室迷道防护门外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| G ₃ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | / | *** | *** | *** | *** | *** |
| g ₃ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外 30cm 处。

表11-8 4#曝光室漏射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 剂量率参考控制水平(μSV/h) | 辐射源点（靶点）至关注点的距离(m) ^① | 屏蔽透射因子B1 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度(mm) |
|----------------------------|------|------|------------------|---------------------------------|----------|----------|------------|
| A ₄ 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| B ₄ 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| C ₄ 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| D ₄ 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |
| E ₄ 曝光室迷道防护门外 | 1/4 | 职业 | *** | *** | *** | *** | *** |
| G ₄ 曝光室顶 | / | / | *** | *** | *** | *** | *** |

| | | | | | | | | |
|----|-------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 部（人员无法到达） | | | | | | | |
| g4 | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1/4 | 公众 | *** | *** | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外30cm处。

由表11-5~表11-8可知，本项目4间曝光室屏蔽体漏射理论计算厚度均低于本项目探伤室的设计厚度，因此，设计屏蔽体厚度能满足剂量率控制水平的要求。

②散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽射线因子根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）由式11-4和式11-5计算。

***式中：

***。

式中：

***。

散射辐射参数选取及计算结果见表11-9~表11-12。

表 11-9 1#曝光室散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 剂量率参考控制水平(μSV/h) | 散射体至关注点的距离(m) ^① | 屏蔽透射因子B2 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度(mm) |
|--------------------------------|------|------|------------------|----------------------------|----------|----------|------------|
| A ₁ 曝光室西北侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | 1.2 | *** | *** | *** | *** |
| B ₁ 曝光室西南侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | 1.2 | *** | *** | *** | *** |
| C ₁ 曝光室东北侧屏蔽体 | 1/4 | 公众 | 1.2 | *** | *** | *** | *** |

| | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 外 30cm 处 | | | | | | | |
| D ₁ | 曝光室 东南侧 迷道外 墙外 30cm 处 | 1/4 | 公众 | 1.2 | *** | *** | *** | *** |
| E ₁ | 曝光室 迷道防 护门外 30cm 处 | 1/4 | 职业 | 2.5 | *** | *** | *** | *** |
| G ₁ | 曝光室 顶部(人 员无法 到达) 30cm 处 | / | / | 10 | *** | *** | *** | *** |
| g ₁ | 曝光室 顶部 2F 地板 30cm 处 | 1/4 | 公众 | 2.5 | *** | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外 30cm 处。

表 11-10 2#曝光室散射辐射屏蔽厚度(铅当量)计算参数表

| 关注点参数 及结果 | 居留 因子 | 受照 类型 | 剂量率参 考控制水 平(μSV/h) | 散射体至关 注点的距离 (m) ^① | 屏蔽透 射因子 B ₂ | 理论计算 屏蔽厚度 (mm) ^② | 实际设计 厚度(mm) | |
|----------------|-------------------------|----------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----|
| A ₂ | 曝光室 西北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 3.8 | *** | *** | *** |
| B ₂ | 曝光室 西南侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 2.5 | *** | *** | *** |
| C ₂ | 曝光室 东北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 2.7 | *** | *** | *** |
| D ₂ | 曝光室 东南侧 迷道外 墙外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 5.6 | *** | *** | *** |

| | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E ₂ | 曝光室 迷道防 护门外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 5.7 | *** | *** | *** |
| G ₂ | 曝光室 顶部 (人员 无法到 达) | / | / | 10 | 3.1 | *** | *** | *** |
| g ₂ | 曝光室 顶部 2F 设 备仓库 | 1/4 | 公众 | 2.5 | 4.8 | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外 30cm 处。

表 11-11 3#曝光室散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数 及结果 | 居留 因子 | 受照 类型 | 剂量率参 考控制水 平(μSV/h) | 散射体至关 注点的距离 (m) ^① | 屏蔽透 射因子 B2 | 理论计 算屏蔽 厚度 | 实际设计 厚度(mm) | |
|----------------|-------------------------------|----------|--------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----|
| A ₃ | 曝光室 西北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 3.8 | *** | *** | *** |
| B ₃ | 曝光室 西南侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 2.7 | *** | *** | *** |
| C ₃ | 曝光室 东北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 2.6 | *** | *** | *** |
| D ₃ | 曝光室 东南侧 迷道外 墙外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 5.7 | *** | *** | *** |
| E ₃ | 曝光室 迷道防 护门外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 5.8 | *** | *** | *** |
| G ₃ | 曝光室 顶部 (人员 无法到 达) | / | / | 10 | 3.1 | *** | *** | *** |

| | | | | | | | | |
|----------------|--------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| g ₃ | 曝光室 顶部 2F 设 备仓库 | 1/4 | 公众 | 2.5 | 4.8 | *** | *** | *** |
|----------------|--------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外30cm处。

表 11-12 4#曝光室散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数 及结果 | 居留 因子 | 受照 类型 | 剂量率参 考控制水 平(μSV/h) | 散射体至关 注点的距离 (m) ^① | 屏蔽透 射因子 B2 | 理论计 算屏蔽 厚度 | 实际设计 厚度(mm) | |
|----------------|-------------------------------|----------|--------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----|
| A ₄ | 曝光室 西北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 3.8 | *** | *** | *** |
| B ₄ | 曝光室 西南侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 2.6 | *** | *** | *** |
| C ₄ | 曝光室 东北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 2.7 | *** | *** | *** |
| D ₄ | 曝光室 东南侧 迷道外 墙外 | 1/4 | 公众 | 1.2 | 5.7 | *** | *** | *** |
| E ₄ | 曝光室 迷道防 护门外 | 1/4 | 职业 | 2.5 | 5.8 | *** | *** | *** |
| G ₄ | 曝光室 顶部 (人员 无法到 达) | / | / | 10 | 3.1 | *** | *** | *** |
| g ₄ | 曝光室 顶部 2F 设 备仓库 | 1/4 | 公众 | 2.5 | 4.8 | *** | *** | *** |

注：①关注点位于曝光室屏蔽体外30cm处。

③复合分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），漏射辐射的屏蔽

厚度与散射辐射的屏蔽厚度相差一个什值层 (TVL) 厚度或更大时, 采用其中较厚的屏蔽; 相差不足一个什值层 (TVL) 厚度时, 在较厚的屏蔽上增加一个半值层 (HVL) 厚度。本项目225kV探伤机 $TVL_{(混凝土)}=90mm$, $TVL_{(铅)}=2.15mm$, $HVL_{(混凝土)}=27mm$, $HVL_{(铅)}=0.64mm$; 320kV探伤机 $TVL_{(混凝土)}=100mm$, $TVL_{(铅)}=6.2mm$, $HVL_{(混凝土)}=30mm$, $HVL_{(铅)}=1.86mm$ 。经计算, 本项目4间曝光室需要的屏蔽厚度按散射辐射的最终屏蔽厚度情况见表11-13~表11-16。

表 11-13 1#曝光室屏蔽厚度计算与实际设计厚度 (铅当量) 汇总表

| 关注点结果 | | 有用线束需屏蔽厚度 | 漏射辐射需屏蔽厚度 | 散射辐射需屏蔽厚度 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度 | 是否满足要求 |
|----------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
| A ₁ | 曝光室西北侧屏蔽体外30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| B ₁ | 曝光室西南侧屏蔽体外30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| G ₁ | 曝光室顶部 (人员无法到达) 30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| g ₁ | 曝光室顶部2F地板30cm处 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |

表 11-14 2#曝光室屏蔽厚度计算与实际设计厚度 (铅当量) 汇总表

| 关注点结果 | | 有用线束需屏蔽厚度 | 漏射辐射需屏蔽厚度 | 散射辐射需屏蔽厚度 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度 | 是否满足要求 |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
| A ₂ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |

| | | | | | | | |
|----------------|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|---|
| B ₂ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| C ₂ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| D ₂ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| E ₂ | 曝光室迷道防护门外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| G ₂ | 曝光室顶部 (人员无法到达) | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| g ₂ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |

表 11-15 3#曝光室屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表

| 关注点结果 | | 有用线束需屏蔽厚度 | 漏射辐射需屏蔽厚度 | 散射辐射需屏蔽厚度 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度 | 是否满足要求 |
|----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
| A ₃ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| C ₃ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| D ₃ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| E ₃ | 曝光室迷道防护门外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| G ₃ | 曝光室顶部 (人员无法到达) | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| g ₃ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |

表 11-16 4#曝光室屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表

| 关注点结果 | | 有用线束需屏蔽厚度 | 漏射辐射需屏蔽厚度 | 散射辐射需屏蔽厚度 | 理论计算屏蔽厚度 | 实际设计厚度 | 是否满足要求 |
|----------------|-------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
| A ₄ | 曝光室西北 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |

| | | | | | | | |
|----------------|---------------|---|-----|-----|-----|-----|---|
| | 侧屏蔽体外 | | | | | | |
| B ₄ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| C ₄ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| D ₄ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| E ₄ | 曝光室迷道防护门外 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| G ₄ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | *** | *** | *** | *** | 是 |
| g ₄ | 曝光室顶部2F设备仓库 | / | *** | *** | *** | *** | 是 |

根据表 11-13~表 11-16，本项目 4 间曝光室设计屏蔽厚度均满足屏蔽要求。

2、受照射剂量影响分析

本项目 4 台 X 射线机均为定向探伤机，主射线束方向固定向下，不会照射到曝光室四周，本项目 4 间曝光室四周及顶部采用混凝土进行屏蔽，根据前述分析，对周围辐射影响主要考虑漏射辐射及散射辐射的综合影响，机房人员通道入口处考虑一次散射线辐射影响。

受漏射辐射和散射辐射影响的职业人员及公众受照射剂量根据式 11-6~式 11-10 计算。

式中：***。

各参数取值及各个关注点漏射辐射年照射剂量率计算结果见表 11-17~表 11-20。

表 11-17 1#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标漏射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 屏蔽厚度 | 靶点至预测点的距离m | 屏蔽透射因子 B ₂ | 预测点剂量率 μSv/h | 年受照射剂量 mSv/a | 剂量限值 mSv/a |
|--------------------------------|------|------|------------|------------|-----------------------|--------------|--------------|------------|
| A ₁ 曝光室西北侧屏蔽体外 30cm | 1/4 | 公众 | 500mm 厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|--------------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 处 | | | | | | | | |
| B ₁ | 曝光室西南侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | 500mm厚混凝土 | 2.6 | *** | *** | *** | 0.1 |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | 500mm厚混凝土 | 2.5 | *** | *** | *** | 0.1 |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外30cm处 | 1/4 | 公众 | 500mm厚混凝土 | 5.6 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外30cm处 | 1/4 | 职业 | 8mm铅 | 5.7 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₁ | 曝光室顶部(人员无法到达)30cm处 | / | / | 400mm厚混凝土 | 2.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₁ | 曝光室顶部2F地板30cm处 | 1/4 | 公众 | 400mm厚混凝土+2F地面楼板 150mm厚混凝土共 550mm厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

表 11-18 2#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标漏射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 屏蔽厚度 | 靶点至预测点的距离m | 屏蔽透射因子B ₂ | 预测点剂量率μSv/h | 年受照射剂量mSv/a | 剂量限值mSv/a |
|----------|------|------|------|------------|----------------------|-------------|-------------|-----------|
|----------|------|------|------|------------|----------------------|-------------|-------------|-----------|

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|-----|--------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| A ₂ | 曝光室 西北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 公 众 | 500mm 厚混凝 土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |
| B ₂ | 曝光室 西南侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职 业 | 500mm 厚混凝 土 | 2.5 | *** | *** | *** | 5 |
| C ₂ | 曝光室 东北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职 业 | 600mm 厚混凝 土 | 2.7 | *** | *** | *** | 5 |
| D ₂ | 曝光室 东南侧 迷道外 墙外 | 1/4 | 公 众 | 500mm 厚混凝 土 | 5.6 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₂ | 曝光室 迷道防 护门外 | 1 | 职 业 | 8mm铅 | 5.7 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₂ | 曝光室 顶部(人 员无法 到达) | / | / | 400mm 厚混凝 土 | 2.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₂ | 曝光室 顶部 2F 设备仓 库 | 1/4 | 公 众 | 400mm 厚混凝 土+2F 地面楼 板 150mm 厚混凝 土共 550mm 厚混凝 土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

表 11-19 3#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标漏射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及 结果 | 居 留 因 子 | 受 照 类 型 | 屏 蔽 厚 度 | 靶 点 至 预 测 点 的 距 离m | 屏 蔽 透 射 因 子 B ₂ | 预 测 点 剂 量 率 μSv/h | 年 受 照 射 剂 量 mSv/a | 剂 量 限 值 mSv/a | |
|----------------|-------------------|------------------|------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----|
| A ₃ | 曝光室 西北侧 屏蔽体 | 1/4 | 公 众 | 600mm 厚混凝 土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 外 | | | | | | | | |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | 600mm厚混凝土 | 2.7 | *** | *** | *** | 5 |
| C ₃ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | 600mm厚混凝土 | 2.6 | *** | *** | *** | 5 |
| D ₃ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | 600mm厚混凝土 | 5.7 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₃ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 职业 | 15mm铅 | 5.8 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₃ | 曝光室顶部(人员无法到达) | / | / | 400mm厚混凝土 | 2.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₃ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1/4 | 公众 | 400mm厚混凝土+2F地面楼板 150mm厚混凝土共 550mm厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

表 11-20 4#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标漏射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 屏蔽厚度 | 靶点至预测点的距离m | 屏蔽透射因子B ₂ | 预测点剂量率μSv/h | 年受照射剂量mSv/a | 剂量限值mSv/a | |
|----------------|------------|------|------|------------|----------------------|-------------|-------------|-----------|-----|
| A ₄ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | 600mm厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |
| B ₄ | 曝光室西南侧 | 1/4 | 职业 | 600mm厚混凝土 | 2.6 | *** | *** | *** | 5 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 屏蔽体外 | | | 土 | | | | | |
| C ₄ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | 600mm厚混凝土 | 2.7 | *** | *** | *** | 0.1 |
| D ₄ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | 600mm厚混凝土 | 5.7 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₄ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 职业 | 15mm铅 | 5.8 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₄ | 曝光室顶部(人员无法到达) | / | / | 400mm厚混凝土 | 2.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₄ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1/4 | 公众 | 400mm厚混凝土+2F地面楼板 150mm厚混凝土共 550mm厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

各个关注点散射辐射年照射剂量率计算结果见表11-21~表11-24。

表 11-21 1#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标散射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 屏蔽厚度 | 散射体至关注点的距离(m) | 屏蔽透射因子 B ₁ | 预测点剂量率 μSv/h | 年受照射剂量 mSv/a | 剂量限值 mSv/a | |
|----------------|-----------------|------|------|---------------|-----------------------|--------------|--------------|------------|-----|
| A ₁ | 曝光室西北侧屏蔽体外30cm处 | 1/4 | 公众 | 500mm厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |
| B ₁ | 曝光室西南侧 | 1/4 | 公 | 500mm厚混凝土 | 2.6 | *** | *** | *** | 0.1 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 屏蔽体外 30cm 处 | | 公众 | 土 | | | | | |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外 30cm 处 | 1/4 | 公众 | 500mm 厚混凝土 | 2.5 | *** | *** | *** | 0.1 |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外 30cm 处 | 1/4 | 公众 | 500mm 厚混凝土 | 5.6 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外 30cm 处 | 1 | 职业 | 8mm 铅 | 5.7 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₁ | 曝光室顶部（人员无法到达）30cm 处 | / | / | 400mm 厚混凝土 | 3.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₁ | 曝光室顶部 2F 地板 30cm 处 | 1/4 | 公众 | 400mm 厚混凝土+2F 地面楼板 150mm 厚混凝土共 550mm 厚混凝土 | 4.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

表 11-22 2#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标散射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 屏蔽厚度 | 散射体至关注点的距离 (m) | 屏蔽透射因子 B ₁ | 预测点剂量率 μSv/h | 年受照射剂量 mSv/a | 剂量限值 mSv/a | |
|----------------|------------|------|------|----------------|-----------------------|--------------|--------------|------------|-----|
| A ₂ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | 500mm 厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| B ₂ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | 500mm厚混凝土 | 2.5 | *** | *** | *** | 5 |
| C ₂ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 1/4 | 职业 | 600mm厚混凝土 | 2.7 | *** | *** | *** | 5 |
| D ₂ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | 500mm厚混凝土 | 5.6 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₂ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 职业 | 8mm铅 | 5.7 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₂ | 曝光室顶部(人员无法到达) | / | / | 400mm厚混凝土 | 3.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₂ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1/4 | 公众 | 400mm厚混凝土+2F地面楼板 150mm厚混凝土共550mm厚混凝土 | 4.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

表 11-23 3#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标散射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及结果 | 居留因子 | 受照类型 | 屏蔽厚度 | 散射体至关注点的距离(m) | 屏蔽透射因子 B ₁ | 预测点剂量率 μSv/h | 年受照射剂量 mSv/a | 剂量限值 mSv/a | |
|----------------|------------|------|------|---------------|-----------------------|--------------|--------------|------------|-----|
| A ₃ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 1/4 | 公众 | 600mm厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体 | 1/4 | 职业 | 600mm厚混凝土 | 2.7 | *** | *** | *** | 5 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 外 | | | | | | | | |
| C ₃ | 曝光室 东北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 600mm 厚混凝土 | 2.6 | *** | *** | *** | 5 |
| D ₃ | 曝光室 东南侧 迷道外 墙外 | 1/4 | 公众 | 600mm 厚混凝土 | 5.7 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₃ | 曝光室 迷道防 护门外 | 1 | 职业 | 15mm 铅 | 5.8 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₃ | 曝光室 顶部(人 员无法 到达) | / | / | 400mm 厚混凝土 | 3.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₃ | 曝光室 顶部 2F 设备仓 库 | 1/4 | 公众 | 400mm 厚混凝土+2F 地面楼 板 150mm 厚混凝土共 550mm 厚混凝土 | 4.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

表 11-24 4#曝光室屏蔽体外及主要环境保护目标散射照射剂量计算参数及结果表

| 关注点参数及 结果 | 居留 因子 | 受 照 类 型 | 屏蔽厚 度 | 散射体至 关注点的 距离(m) | 屏蔽透射 因子 B ₁ | 预测点剂 量率 μSv/h | 年受照 剂量 mSv/a | 剂量 限值 mSv/a | |
|----------------|------------------------|------------------|----------|-----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----|
| A ₄ | 曝光室 西北侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 公众 | 600mm 厚混凝土 | 3.8 | *** | *** | *** | 0.1 |
| B ₄ | 曝光室 西南侧 屏蔽体 外 | 1/4 | 职业 | 600mm 厚混凝土 | 2.6 | *** | *** | *** | 5 |
| C ₄ | 曝光室 东北侧 | 1/4 | 公众 | 600mm 厚混凝土 | 2.7 | *** | *** | *** | 0.1 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 屏蔽体外 | | | 土 | | | | | |
| D ₄ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 1/4 | 公众 | 600mm厚混凝土 | 5.7 | *** | *** | *** | 0.1 |
| E ₄ | 曝光室迷道防护门外 | 1 | 职业 | 15mm铅 | 5.8 | *** | *** | *** | 5 |
| G ₄ | 曝光室顶部(人员无法到达) | / | / | 400mm厚混凝土 | 3.1 | *** | *** | *** | 0.1 |
| g ₄ | 曝光室顶部2F设备仓库 | 1/4 | 公众 | 400mm厚混凝土+2F地面楼板 150mm厚混凝土共 550mm厚混凝土 | 4.8 | *** | *** | *** | 0.1 |

⑤对关注点的综合分析

对处于漏射照射及散射照射范围内关注点预测剂量率考虑此两种照射剂量的和值计算结果见表11-25~表11-28。

表 11-25 1#曝光室各关注点处预测剂量率计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 漏射照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 散射照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) |
|----------------|------------------|-------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| A ₁ | 曝光室西北侧屏蔽体外30cm处 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₁ | 曝光室西南侧屏蔽体外30cm处 | 公众 | *** | *** | *** |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外30cm处 | 公众 | *** | *** | *** |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外30cm处 | 公众 | *** | *** | *** |

| | | | | | |
|----------------|---------------------|----|-----|-----|-----|
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外 30cm 处 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₁ | 曝光室顶部（人员无法到达）30cm 处 | / | *** | *** | *** |
| g ₁ | 曝光室顶部 2F 地板 30cm 处 | 公众 | *** | *** | *** |

表 11-26 2#曝光室各关注点处预测剂量率计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 漏射照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 散射照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) |
|----------------|---------------|-------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| A ₂ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₂ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| C ₂ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| D ₂ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₂ | 曝光室迷道防护门外 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₂ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | *** | *** | *** |
| g ₂ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 公众 | *** | *** | *** |

表 11-27 3#曝光室各关注点处预测剂量率计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 漏射照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 散射照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) |
|----------------|---------------|-------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| A ₃ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| C ₃ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| D ₃ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₃ | 曝光室迷道防护门外 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₃ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | *** | *** | *** |

| | | | | | |
|----------------|---------------|----|-----|-----|-----|
| g ₃ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 公众 | *** | *** | *** |
|----------------|---------------|----|-----|-----|-----|

表 11-28 4#曝光室各关注点预测剂量率计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 漏射 照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 散射 照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 照射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) |
|----------------|---------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| A ₄ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₄ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| C ₄ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| D ₄ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₄ | 曝光室迷道防护门外 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₄ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | *** | *** | *** |
| g ₄ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 公众 | *** | *** | *** |

对处于漏射照射及散射照射范围内关注点年照射剂量考虑此两种照射剂量的和值计算结果见表11-29~表11-32。

表 11-29 1#曝光室各关注点处年照射剂量计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 年受漏射 照射剂量 (mSv/a) | 年受散射 照射剂量 (mSv/a) | 年受照射剂量 (mSv/a) |
|----------------|-------------------------|-------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| A ₁ | 曝光室西北侧屏蔽体外 30cm 处 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₁ | 曝光室西南侧屏蔽体外 30cm 处 | 公众 | *** | *** | *** |
| C ₁ | 曝光室东北侧屏蔽体外 30cm 处 | 公众 | *** | *** | *** |
| D ₁ | 曝光室东南侧迷道外墙外 30cm 处 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₁ | 曝光室迷道防护门外 30cm 处 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₁ | 曝光室顶部（人员无法到达） 30cm 处 | / | *** | *** | *** |

| | | | | | |
|----------------|-----------------------|----|-----|-----|-----|
| g ₁ | 曝光室顶部 2F 地板 30cm 处 | 公众 | *** | *** | *** |
|----------------|-----------------------|----|-----|-----|-----|

表 11-30 2#曝光室各关注点处年照射剂量计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 年受漏射 照射剂量 (mSv/a) | 年受散射 照射剂量 (mSv/a) | 年受照射剂量 (mSv/a) |
|----------------|------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| A ₂ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₂ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| C ₂ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| D ₂ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₂ | 曝光室迷道防护门外 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₂ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | *** | *** | *** |
| g ₂ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 公众 | *** | *** | *** |

表 11-31 3#曝光室各关注点处年照射剂量计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 年受漏射 照射剂量 (mSv/a) | 年受散射 照射剂量 (mSv/a) | 年受照射剂量 (mSv/a) |
|----------------|------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| A ₃ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₃ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| C ₃ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| D ₃ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₃ | 曝光室迷道防护门外 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₃ | 曝光室顶部（人员无法到达） | / | *** | *** | *** |
| g ₃ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 公众 | *** | *** | *** |

表 11-32 4#曝光室各关注点处年照射剂量计算结果表

| 关注点参数及结果 | | 受照者类型 | 年受漏射照射剂量 (mSv/a) | 年受散射照射剂量 (mSv/a) | 年受照射剂量 (mSv/a) |
|----------------|----------------|-------|------------------|------------------|----------------|
| A ₄ | 曝光室西北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| B ₄ | 曝光室西南侧屏蔽体外 | 职业 | *** | *** | *** |
| C ₄ | 曝光室东北侧屏蔽体外 | 公众 | *** | *** | *** |
| D ₄ | 曝光室东南侧迷道外墙外 | 公众 | *** | *** | *** |
| E ₄ | 曝光室迷道防护门外 | 职业 | *** | *** | *** |
| G ₄ | 曝光室顶部 (人员无法到达) | / | *** | *** | *** |
| g ₄ | 曝光室顶部 2F 设备仓库 | 公众 | *** | *** | *** |

⑤公众受照剂量环境影响综合分析

由于本项目 4 间曝光室沿西南至东北向依次排列, 本次保守考虑, 计算本项目 4 台探伤机同时探伤时探伤室四周公众及工作人员所受的照射剂量。保守估算, 以 4 间曝光室为整体, 将各曝光室四周最近关注点相同方向受到的辐射环境影响进行叠加, 即为本项目探伤室四周公众及工作人员所受到的最保守照射剂量。

表 11-33 本项目探伤室四周公众及工作人员受照射剂量叠加计算结果

| 叠加预测点位 | 各曝光室对应点位 | 照射剂量率 (μSv/h) | 年受照射剂量 (mSv/a) | 照射剂量率综合叠加值 (μSv/h) | 年受照射剂量综合叠加值 (mSv/a) | 受照者类型 |
|--------|----------------------|---------------|----------------|--------------------|---------------------|-------|
| 探伤室西北侧 | 1#曝光室 A ₁ | *** | *** | 1.20E-01 | 9.97E-03 | 公众 |
| | 2#曝光室 A ₂ | *** | *** | | | |
| | 3#曝光室 A ₃ | *** | *** | | | |
| | 4#曝光室 A ₄ | *** | *** | | | |
| 探伤室西南侧 | 1#曝光室 B ₁ | *** | *** | 1.62E-01 | 1.35E-02 | 公众 |
| | 2#曝光室 B ₂ | *** | *** | | | |
| | 3#曝光室 B ₃ | *** | *** | | | |
| | 4#曝光室 B ₄ | *** | *** | | | |
| 探伤室东北侧 | 1#曝光室 C ₁ | *** | *** | 8.84E-02 | 7.39E-03 | 职业 |
| | 2#曝光室 C ₂ | *** | *** | | | |
| | 3#曝光室 C ₃ | *** | *** | | | |

| | | | | | | |
|---------|----------------------|-----|-----|----------|----------|----|
| (控制室方位) | 4#曝光室 C ₄ | *** | *** | | | |
| 探伤室东南侧 | 1#曝光室 E ₁ | *** | *** | 1.34E+00 | 1.12E-01 | 职业 |
| | 2#曝光室 E ₂ | *** | *** | | | |
| | 3#曝光室 E ₃ | *** | *** | | | |
| | 4#曝光室 E ₄ | *** | *** | | | |
| 探伤室上方 | 1#曝光室 g ₁ | *** | *** | 2.65E-02 | 2.21E-03 | 公众 |
| | 2#曝光室 g ₂ | *** | *** | | | |
| | 3#曝光室 g ₃ | *** | *** | | | |
| | 4#曝光室 g ₄ | *** | *** | | | |

综上所述，本项目探伤室四周最近关注点受漏射与散射辐射影响剂量率在 0.0265 μ Sv/h~1.34 μ Sv/h 之间，满足 2.5 μ Sv/h 控制剂量率限值要求；周围职业人员最大受照射剂量为 0.112mSv/a，满足职业人员 5mSv 约束限值；公众最大受照射剂量为 0.0135mSv/a，满足公众 0.1mSv/a 约束限值。随着距离的增加，本项目周围 50m 范围内的公众受到的辐射环境影响也随之减小，因此均满足剂量限值要求。

二、大气环境影响分析

本项目探伤机高压管产生的反向电子约束在束流管内不会向空气直接照射，因此本次评价主要考虑 X 射线所致臭氧环境影响分析，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中 X 射线所致臭氧产生量计算方法进行计算：

***式中：

***。

根据上式，本项目 4 间曝光室内的臭氧产生量计算结果见表 11-34。

表 11-34 本项目探伤室曝光室内臭氧产生量及浓度计算结果

| 曝光室 | 臭氧产生量 (mg/h) | 体积 (m ³) | 连续运行 1h 后臭氧浓度 (mg/m ³) |
|-------|--------------|----------------------|------------------------------------|
| 1#曝光室 | 5.51E-06 | 83.47 | 6.60E-08 |
| 2#曝光室 | 5.51E-06 | 83.47 | 6.60E-08 |
| 3#曝光室 | 3.38E-06 | 80.41 | 4.20E-08 |
| 4#曝光室 | 7.85E-06 | 80.41 | 9.76E-08 |

根据表 11-34 计算结果，本项目 4 间曝光室连续运行 1h 后室内臭氧浓度，均远小于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分 化学有害因素》（GBZ2.1-2007）

对臭氧浓度限值（ $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ）要求。臭氧通过各曝光室 U 型地沟排风管道引至屋顶排放经大气自然扩散后，对周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值，对大气环境影响较小。

三、废水环境影响分析

本项目产生的清洗废水与生活废水依托厂区建成后的自建污水处理设施处理后排入市政管网，经游仙高新技术产业园污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入涪江，不会对当地水质产生明显影响。

四、固体废物环境影响分析

本项目工作人员生活垃圾依托厂区建成后设置的垃圾收集桶进行收集后由环卫部门转运处置。

五、危险废物环境影响分析

本项目每年产生的废定影液约 5000L，废显影液约 5000L，均属于危险废物，建设单位拟采用专用废液收集桶收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置。本项目每年产生废胶片约 3000 张，属于危险废物，建设单位拟采用专用储存柜收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置，对环境的影响较小。

六、声环境影响分析

送排风口的轴流风机工作时将产生一定的噪声，排风机通过采用低噪声设备，设置减振和隔声措施，对周围声环境影响较小，同时对厂界噪声贡献较小，厂界仍能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-35。

表 11-35 辐射事故等级划分表

| 事故等级 | 事故情形 |
|----------|---|
| 特别重大辐射事故 | 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。 |
| 重大辐射事故 | 射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。 |
| 较大辐射事故 | 射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。 |
| 一般辐射事故 | 射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射 |

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-36。

表 11-36 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

| 急性放射病 | 分度 | 受照剂量范围参考值 |
|----------|-----|---------------|
| 骨髓型急性放射病 | 轻度 | 1.0Gy~2.0Gy |
| | 中度 | 2.0Gy~4.0Gy |
| | 重度 | 4.0Gy~6.0Gy |
| | 极重度 | 6.0Gy~10.0Gy |
| 肠型急性放射病 | 轻度 | 10.0Gy~20.0Gy |
| | 中度 | / |
| | 重度 | 20.0Gy~50.0Gy |
| | 极重度 | / |
| 脑型急性放射病 | 轻度 | 50Gy~100Gy |
| | 中度 | |
| | 重度 | |
| | 极重度 | |
| | 死亡 | 100Gy |

二、辐射事故识别

根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源，探伤机便不会再有

射线产生。本项目探伤室工作人员共8名，可能发生的辐射事故如下：

(1) 探伤室内可能发生的辐射事故

①辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤室，外面人员启动探伤机进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

②安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开探伤室并误入，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

③探伤机检修时，未采取断电作业，误启动开关，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

上述最大潜在事故为人员误入探伤室控制区主射范围内。

三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，人员误入探伤室控制区，X射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-13 计算：

$$D=I \cdot H_0 / r^2 \dots\dots\dots \text{式 11-15}$$

式中：

D —关注点处辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

I —管电流，mA；参数取值与前述一致；

H_0 —距离靶点1m处输出量，mGy·m²·(mA·min)⁻¹；根据前述，225kV探伤机距离靶点1m处输出量保守取16.5mGy·m²/ (mA·min)，320kV探伤机距离靶点1m处输出量保守23.5mGy·m²/ (mA·min)；

r —参考点距 X 射线管焦斑的距离，m。

人员受到的有效剂量可用式 11-11 进行计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式 11-16)}$$

式中：

E —人员受到的有效剂量率，mSv·min⁻¹；

W_T —组织权重因数，求和为 1；

W_R —辐射权重因数，X 射线为 1。

当发生辐射事故时，相关人员可以立即通过操作台紧急止动开关中断电源，整个处理时间约 20s 到 1min 不等。事故状态下，考虑极端情况，假设人员距离辐射源 1m 处，不同型号探伤单次辐射事故受照剂量见表 11-37。

表 11-37 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

| 1#曝光室 225kV 探伤机 | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 与探伤机靶正面距离 (m) | 受照射剂量 (mSv/20s) | 受照射剂量 (mSv/40s) | 受照射剂量 (mSv/1min) |
| 1 | 71.5 | 143 | 214.5 |
| 2 | 17.9 | 35.8 | 53.6 |
| 3 | 7.9 | 15.9 | 23.8 |
| 4 | 4.5 | 8.9 | 13.4 |
| 5 | 2.9 | 5.7 | 8.6 |
| 2#曝光室 225kV 探伤机 | | | |
| 与探伤机靶正面距离 (m) | 受照射剂量 (mSv/20s) | 受照射剂量 (mSv/40s) | 受照射剂量 (mSv/1min) |
| 1 | 71.5 | 143 | 214.5 |
| 2 | 17.9 | 35.8 | 53.6 |
| 3 | 7.9 | 15.9 | 23.8 |
| 4 | 4.5 | 8.9 | 13.4 |
| 5 | 2.9 | 5.7 | 8.6 |
| 3#曝光室 320kV 探伤机 | | | |
| 与探伤机靶正面距离 (m) | 受照射剂量 (mSv/20s) | 受照射剂量 (mSv/40s) | 受照射剂量 (mSv/1min) |
| 1 | 43.9 | 87.7 | 131.6 |
| 2 | 11.0 | 21.9 | 32.9 |
| 3 | 4.9 | 9.7 | 14.6 |
| 4 | 2.7 | 5.5 | 8.2 |
| 5 | 1.8 | 3.5 | 5.3 |
| 4#曝光室 320kV 探伤机 | | | |
| 与探伤机靶正面距离 (m) | 受照射剂量 (mSv/20s) | 受照射剂量 (mSv/40s) | 受照射剂量 (mSv/1min) |
| 1 | 101.8 | 203.7 | 305.5 |
| 2 | 25.5 | 50.9 | 76.4 |
| 3 | 11.3 | 22.6 | 33.9 |
| 4 | 6.4 | 12.7 | 19.1 |
| 5 | 4.1 | 8.1 | 12.2 |

由表 11-37 可以看出，曝光室内误入人员在距离靶 1m 处停留 20s~1min 时，单次最大潜在辐射事故最大受照射剂量为 305.5mSv，根据表 11-36，不会造成急性放射

病，但超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv/a 剂量限值，构成一般辐射事故。若受照时间超过 1min 或更长时可能导致更严重的辐射事故。

四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

（1）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。

（2）建设单位需制定《X 射线探伤机操作规程》，凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 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，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

（3）定期对使用探伤机和探伤室的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，建立射线装置维护、维修台账。

（4）建设单位所有辐射工作人员应根据《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）建设单位所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并考核合格后上岗。

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用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。

建设单位目前已成立了“辐射安全防护与环境保护领导小组”，其职责包括：①负责单位辐射安全与防护管理工作；②组织对各项有关辐射安全与防护管理规章制度的制定和修订工作，并负责对全公司工业 X 射线探伤过程中相关规章制度、防护措施落实情况进行检查；③组织实施辐射安全与防护知识的学习和考核计划，并落实辐射工作人员上岗培训计划；④负责辐射工作人员个人剂量和健康管理，并组织开展辐射工作场所进行年度监测和年度评估报告的编制工作；⑤负责对单位所有辐射安全与防护设施、设备进行定期保养，做好保养记录，如有损坏及时协同相关部门进行处理。⑥配合上级行政主管部门进行监督检查，并配合落实相关整改工作。领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全管理领导小组人员设置表

| 职务 | 人员 |
|-----|-------------|
| 组长 | 邵冲 |
| 副组长 | 吴亚夫 |
| 成员 | 张亮 刘宇 刘严 陈浩 |

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目拟设置 8 名辐射工作人员，均为新增人员。环评要求：新增辐射工作人员应及时组织人员参加上岗学习、考核，并按照《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）要求，辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）学习并考核合格后上岗。

辐射安全管理规章制度

一、档案分类管理

根据《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环函[2016]1400号），核技术利用单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

本项目辐射安全档案资料可分以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、规章制度要求

根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环函[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

| 序号 | 项目 | 规定的制度 | 落实情况 | 备注 |
|----|----|-------------------|------|----|
| 1 | 综合 | 辐射安全与环境保护管理机构文件 | 已制定 | / |
| 2 | | 辐射安全管理规定（综合性文件） | 拟制定 | / |
| 3 | | X 射线探伤机安全操作规程 | 拟制定 | / |
| 4 | | 安全防护设备的维护与维修制度 | 拟制定 | / |
| 5 | | 辐射工作人员岗位职责 | 拟制定 | / |
| 6 | | 射线装置台账管理制度 | 拟制定 | / |
| 7 | 监测 | 辐射工作场所和环境辐射水平监测方案 | 拟制定 | / |
| 8 | | 监测仪表使用与校验管理制度 | 拟制定 | / |
| 9 | 人员 | 辐射工作人员培训/再培训管理制度 | 拟制定 | / |
| 10 | | 辐射工作人员个人剂量管理制度 | 拟制定 | / |
| 11 | 应急 | 辐射事故/事件应急预案 | 拟制定 | / |

建设单位需在辐射安全管理领导小组组织下及时定制上述各项规章制度，明确各人员责任，并严格落实。辐射安全管理领导小组需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善。同时各辐

射工作场所职业人员控制室或办公室内需将所有制度中关于“辐射工作场所安全管理”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

一、个人剂量监测

本项目拟新增 8 名辐射工作人员，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49 号）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）个人剂量常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月，同时建设单位应建立个人剂量档案并终生保存。

辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，并进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；当单年个人剂量超过 50mSv 时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

二、辐射工作场所自我监测要求

- (1) 监测内容：X- γ 辐射剂量率；
- (2) 监测布点及数据管理：监测布点应与验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查；
- (3) 监测频度：
 - ①探伤室应定期（1次/月）或不定期进行监测开展自我监测；
 - ②每年委托有资质单位进行年度监测，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传；
 - ③项目正式投入运行前应进行验收监测。
- (4) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境
- (5) 监测设备：便携式 X- γ 辐射剂量率监测仪
- (6) 监测质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 12-3 监测计划一览表

| 项目 | 监测项目 | 监测内容 | 监测点位 |
|------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 自主监测 | X- γ 辐射剂量率 | 自行开展辐射监测，周期1次/月 | 各曝光室四周、防护门外及缝隙处、穿线孔洞、控制室以及周围经常有人员活动区域 |
| 委托监测 | X- γ 辐射剂量率 | ①竣工环保验收监测；②委托有资质的单位监测，周期为1次/年； | 各曝光室四周、防护门外及缝隙处、穿线孔洞、控制室以及周围经常有人员活动区域 |

辐射事故应急

为了加强对辐射工作的安全和防护的监督管理，促进 X 射线探伤作业的安全应用，建设单位需根据最新要求制定《辐射事故应急预案》，其内容应包括：应急组织机构、应急职责分工、辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话）、应急保障措施、应急演练计划、应急事故需准备的仪器和设备、应急物资的准备条件及应急终止后的行动等。建设单位还应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备（如灭火器材等），且应将辐射事故应急纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的应急措施，并在 2 小

时内填写《辐射事故初始报告表》，由应急领导小组按辐射事故应急程序逐级上报地方及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13：结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新建 X 射线探伤室核技术利用项目

建设单位：四川文隆新材料科技有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区四川文隆新材料科技有限公司 1 号车间西北侧。

本次评价内容及规模为：四川文隆新材料科技有限公司拟在四川省绵阳市游仙高新区五里梁工业园区四川文隆新材料科技有限公司 1 号车间西北侧新建 1 座 X 射线探伤室，该探伤室共 4 间曝光室，用于公司产品探伤检测。X 射线探伤室建设内容包括 1#曝光室、2#曝光室、3#曝光室、4#曝光室、控制室、暗室、评片室和危废暂存间。1#曝光室、2#曝光室分别使用 1 台 MXR-225/22 型 X 射线定向探伤机，额定管电压均为 225kV，额定管电流均为 13mA；3#曝光室使用 1 台 MXR-320HP/11 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 5.6mA；1 台 MXR-320/26 型 X 射线定向探伤机，额定管电压 320kV，额定管电流 13mA。以上 4 台 X 射线机均属于 II 类射线装置。每台探伤机单次最大曝光时间为 5min，每台探伤机年拍片数为 4000 张，单台探伤机年最大曝光时间约 334h，4 台探伤机年总曝光时间为 1336h，出束方向均固定朝下。本项目总投资 400 万元，环保投资 142.5 万元，占总投资的 35.6%。

二、本项目产业政策符合性分析

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“质量认证和检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于绵阳市游仙高新区五里梁，属于游仙高新技术产业园范围，周围无环境制约因素。本项目不新增用地，且拟建设的辐射工作场所已按照相关规范要求设计有良好的实体屏蔽设施和安全防护措施，产生的电离辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率为 70nGy/h~92nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（61.9nGy/h~151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，设备投入使用后对工作人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气的环境影响分析

本项目探伤时，产生的废气经送排风系统通风后，浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求，同时不会对周围大气环境造成明显影响。

（3）废水的环境影响分析

本项目清洗胶片产生的废水与工作人员生活废水依托厂区建成后的污水处理设施收集处理后，排入市政管网，经游仙高新技术产业园污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入涪江，对环境影响较小。

（4）固体废物的环境影响分析

本项目工作人员生活垃圾依托厂区建成后设置的垃圾收集桶进行收集后由环卫部门转运处置，对环境影响较小。

（5）危险废物的环境影响分析

本项目产生的废定影液、废显影液采用专用废液收集桶收集，产生的废胶片采用储存柜收集，并统一暂存于危废暂存间，达到一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置，对环境的影响较小。

(6) 声环境影响分析

本项目 4 间曝光室风机均通过采用低噪声设备，设置减振和隔声措施，对周围声环境影响较小，同时对厂界噪声贡献较小，厂界仍能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

六、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。建设单位在落实环评提出的管理要求后，具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，从环境保护和辐射防护角度看，本项目建设是可行的。

建议和承诺

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 项目建成投运后定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并根据《关于四川省环境保护厅关于印发<放射性同位素与射线装置安全防护状况年度评估报告格式（试行）>的通知》（川环发[2016]152号）编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

(3) 根据《中华人民共和国生态环境部公告》（2019年第57号），建设单位所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）学习并考核合格后上岗。

(4) 建设单位在申领辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

(5) 根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院682号令），项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表13-1。

表 13-1 竣工环境保护设施验收一览表

| 类别 | 环保设施/措施 | 数量 | 备注 |
|-------------------------|-----------------------------------|------|----|
| 探伤室屏蔽设施 | 钢筋混凝土现浇探伤室 1 座（4 间曝光室） | 1 座 | / |
| | 1#曝光室人员及工件通道门（8mm 铅当量） | 4 扇 | / |
| | 2#曝光室人员及工件通道门（8mm 铅当量） | | |
| | 3#曝光室人员及工件通道门（15mm 铅当量） | | |
| 4#曝光室人员及工件通道门（15mm 铅当量） | | | |
| 安全设施 | 门机联锁（每个曝光室各 1 套） | 4 套 | / |
| | 紧急止动开关（每个曝光室各 5 个、控制室 4 个） | 24 个 | / |
| | 工作状态指示灯（每个曝光室各 1 套） | 4 套 | / |
| | 紧急开门装置（每个曝光室各 1 个） | 4 个 | / |
| | 视频监控（每个曝光室内各 3 个、控制室 1 个摄像头） | 13 个 | / |
| | 准备出束声光报警装置（每个曝光室各 1 套） | 4 套 | / |
| | 控制台锁定开关（2 个操作台上各 1 套） | 2 套 | / |
| | 电离辐射警告标志（每个曝光室各 1 个） | 4 个 | / |
| 个人防护用品 | 固定式场所辐射探测报警装置 | 2 套 | / |
| | 个人剂量报警仪 | 8 个 | / |
| 监测设备 | 个人剂量计 | 8 个 | |
| | 便携式 X-γ 辐射监测仪 | 1 台 | / |
| 废气治理 | 探伤室送排风系统（每个曝光室各 1 套） | 4 套 | / |
| 危险废物治理 | 危险废物收集、暂存、处置 | / | / |
| 噪声治理 | 排风机减振、隔声 | / | / |
| 综合管理 | 应急和救助的物资准备（应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练等） | / | / |
| | 制度上墙 | / | / |
| | 辐射工作人员上岗学习考核 | 8 人 | / |

表 14： 审批

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