

核技术利用建设项目

# 有色数字成像检测系统设备搬迁项目 环境影响报告表

(公示稿)

建设单位：柳州五菱柳机动力有限公司

二〇二五年十一月

环境保护部制





统一社会信用代码  
91450205083635916A (1-1)

# 营业执照

(副本)



扫描二维码登录  
'国家企业信用  
信息公示系统'  
了解更多登记、  
备案、许可、监  
管信息。

名称 广西桂寰环保有限公司

注册资本 贰佰万圆整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2013年12月02日

法定代表人 简华丹

营业期限 长期

经营范围 环境影响评价；环境规划、环境评估、环保技术咨询服务；建设项目竣工环保验收咨询服务；环境污染治理技术推广；环保设备安装与维护；水土保持及水资源论证技术服务；土地复垦方案编制；节能技术开发及咨询服务；清洁生产技术咨询；工程咨询服务；水土保持方案编制；水土保持监测；水土保持竣工验收。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

住所 柳州市跃进路106号之八汇金国际11-12

登记机关

2022

年 月 日



<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年 1月1日 至 6月30日通过  
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家企业信用信息公示系统网址：

国家市场监督管理总局监制





本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China



编号: HP00019150  
No.



持证人签名:  
Signature of the Bearer

简华丹

管理号: 2016035450350000003510450257  
File No.

姓名: 简华丹  
Full Name  
性别: 女  
Sex  
出生年月: 1983年10月  
Date of Birth  
专业类别: /  
Professional Type  
批准日期: 2016年5月  
Approval Date

签发单位盖章:  
Issued by

签发日期: 2016年10月10日  
Issued on





## 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 .....    | 1  |
| 表 2 放射源 .....       | 8  |
| 表 4 射线装置 .....      | 9  |
| 表 5 废弃物 .....       | 10 |
| 表 6 评价依据 .....      | 11 |
| 表 7 保护目标与评价标准 ..... | 13 |
| 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 .....   | 35 |
| 表 12 辐射安全管理 .....   | 48 |
| 表 13 结论与建议 .....    | 52 |
| 表 14 审批 .....       | 54 |

## 附件

- 附件 1 项目环评委托书
- 附件 2 项目备案证明
- 附件 3 辐射现状监测报告
- 附件 4 辐射安全许可证
- 附件 5 原有射线装置项目环评批复
- 附件 6 原有射线装置项目竣工环境保护验收意见
- 附件 7 营业执照及说明
- 附件 8 现状照片





表 1 项目基本情况

|                 |              |  |  |                        |                           |
|-----------------|--------------|--|--|------------------------|---------------------------|
| 建设项目名称          |              | 有色数字成像检测系统设备搬迁项目   |  |                        |                           |
| 建设单位            |              | 柳州五菱柳机动力有限公司   |  |                        |                           |
| 法人代表            | 谢**          | 联系人  | 张**  | 联系电话                   | *****                     |
| 注册地址            |              | 柳州市鸡喇路 16 号  |  |                        |                           |
| 项目建设地点          |              | 来宾市迁江镇兴仁路与迁华路交叉口东北角  |  |                        |                           |
| 立项审批部门          |              | /  |  | 批准文号                   | /                         |
| 建设项目<br>总投资(万元) | 75           | 项目环保<br>投资 (万元)  | 5  | 投资比例<br>(环保投资/<br>总投资) | 6.7%                      |
| 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<br>(m <sup>2</sup> ) |
| 应用<br>类<br>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<br>性物质 | <input type="checkbox"/> 生产  | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物   |                        |                           |
|                 |              | <input type="checkbox"/> 销售  | /  |                        |                           |
|                 |              | <input type="checkbox"/> 使用  | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙  |                        |                           |
|                 | 射线装置         | <input type="checkbox"/> 生产  | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类   |                        |                           |
|                 |              | <input type="checkbox"/> 销售  | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类   |                        |                           |
|                 |              | <input checked="" type="checkbox"/> 使用   | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类  |                        |                           |
|                 | 其他           | /  |  |                        |                           |

## 1.1 项目概述

## 1.1.1 建设单位情况

柳州五菱柳机动力有限公司成立于 1993 年 06 月 16 日，厂址位于柳州市鸡喇路 16 号。主要经营汽车零部件、内燃机及配件、电机、电控系统及配件等机械和配件的产生及销售。

## 1.1.2 项目来由及目的

根据市场发展需求，柳州五菱柳机动力有限公司拟租用来宾市工业园区管理委员会已建成的厂房建设轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）（以下简称

“轻量化铝合金项目”）。轻量化铝合金项目位于来宾市迁江工业园区内，该项目环评报告已获得来宾市生态环境局关于该项目环评报告表的批复（来环审〔2025〕103号）；主要建设内容为在租用已建成的厂房内，通过布设保温炉区、烘包区、压铸区、模具维修区、毛刺清理区、抛丸处理区、毛坯终检区、车床加工区、半成品区、成品区、辅助用房、检测室及X光检测室等建设铝合金压铸件生产线，生产规模可达到0.5万吨/年。

本项目拟将原位于柳州市鸡喇路16号厂区内的有色数字成像检测系统设备搬迁至轻量化铝合金项目的X光检测室内。本次环评仅对X光检测室影响进行评价。

为降低检测设备安装使用过程中对环境的影响，保障工作人员和公众健康，项目拟将原柳州市鸡喇路16号厂区内配套建设的一座铅房屏蔽设施等一并搬迁，降低职业工作人员和其他公众的辐射剂量。按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原国家环境保护总局令第31号）等规定，本项目需进行环境影响评价，办理辐射环境影响评价相关环保手续。

本项目拟搬迁的检测设备为固定式工业用X射线探伤装置，根据《射线装置分类》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号），工业用X射线探伤装置为II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于名录中的“五十五、核与辐射”中的“172、核技术利用建设项目——使用II类射线装置”项目。因此，柳州五菱柳机动力有限公司委托广西桂襄环保有限公司对该项目进行环境影响评价（委托书见附件2）。环评单位在接受委托后，在现场勘查、资料收集、环境质量现状调查和监测的基础上，按照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的要求，编制完成项目环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设规模

本项目拟将原位于柳州市鸡喇路 16 号厂区内的有色数字成像检测系统设备（含铅房）搬迁至轻量化铝合金项目的 X 光检测室内，X 光检测室位于轻量化铝合金项目厂房的南部，占地面积约 36.00m<sup>2</sup>。本项目使用的有色数字成像检测系统设备为一台 XYG-1611 型数字成像检测系统，主要对轻量化铝合金项目生产的铝合金铸造件进行抽样检测，检测系统最高管电压为 160kV，最高管电流为 3mA，属于Ⅱ类射线装置。数字成像检测系统设置在探伤室内长 1944mm、宽 1816mm、高 2312mm 的铅房内，铅房布设在 X 光检测室内。设计年最大检测工件数量 24000 件。

**表 1-1 拟使用装置信息一览表**

| 名称       | 型号       | 最大管电压 | 最大管电流 | 类别 | 周向/定向 | 数量  | 单件射线最长出束时间 |
|----------|----------|-------|-------|----|-------|-----|------------|
| X 射线探伤设备 | XYG-1611 | 160kV | 3mA   | Ⅱ类 | 定向    | 1 台 | 5min       |

#### **1.1.4 劳动定员和工作制度**

本项目装置投入运行后实行 2 班（白班、夜班）工作制，每年工作时间按 300 天计，年出束检测时间为 2000h/a。本项目拟配置 3 名工作人员（管理人员 1 名+操作人员 2 名），每班辐射操作人员 1 名。

根据工作实际，项目设备每天开机使用的时间不固定，但公司应做好登记管理工作，年工作量不得超出表 1-1 的规定。

#### **1.2 项目选址及周边保护目标**

本项目使用的有色数字成像检测系统设备主要对轻量化铝合金项目生产的铝合金铸造件进行抽样检测，因此布设在轻量化铝合金项目厂房南部的 X 光检测室内，占地面积约 36.00m<sup>2</sup>。轻量化铝合金项目位于来宾市迁江工业园区内，本项目 X 光检测室西面、北面、南面均为轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）厂区，南面距离迁华路约 30m，西面距离兴仁路约 60m，项目周围 50m 范围内无居民住宅、学校等环境敏感目标，本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线数字成像装置操作的辐射工作人员及周围其他公众。

本项目利用轻量化铝合金项目厂房南部的 X 光检测室进行建设，不新增用

地。项目建设的 X 射线数字成像系统为专用辐射工作场所，且有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束限值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

项目位置及周边环境概况如下：



附图 1-1 项目地理位置示意图

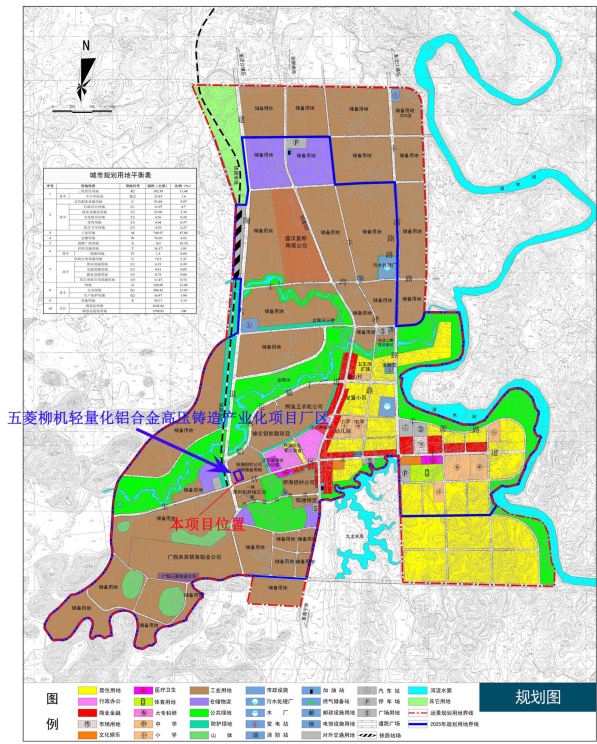


图 1-2 来宾市迁江工业园土地利用规划图

### 1.3 产业政策相符性分析

本项目属于核技术利用项目，不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中淘汰类、限制类项目，属于允许建设项目，项目建设符合国家产业政策。

### 1.4 项目实践正当性分析

项目拟搬迁的 X 射线探伤装置属于Ⅱ类射线装置，主要进行汽车零部件 X 射线无损检测，为企业生产的汽车零部件鉴别缺损、提高零部件质量提供了经济、高效的方法，为确保产品质量奠定了基础。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

### 1.5 项目与轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）的依托关系

本项目拟配置 3 名工作人员，包括 1 名管理人员和 2 名操作人员，项目配备的工作日人员全部纳入“轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）”（以下简称“轻量化铝合金项目”）管理。轻量化铝合金项目已按要求编制环境影响报告表并于 2025 年 9 月 23 日获得来宾市生态环境局批复（来环审〔2025〕103 号），本项目工作人员产生的少量非辐射类污染物生活污水和生活垃圾均依托轻量化铝合金项目拟建设施处理：项目工作人员产生的少量生活污水采用化粪池处理后达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）三级标准，从厂区总排口排入市政污水管网，最终进入迁江工业园污水处理厂处理；工作人员产生的少量生活垃圾采用垃圾桶收集，最终委托环卫部门清运处置。项目采用的设备均为低噪声设备，经过车间厂房和围墙隔声、距离衰减后对企业厂界噪声贡献值较小，轻量化铝合金项目厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3 类。

项目非辐射污染物可依托现有设施处理，对环境影响较小，不纳入本项目评价分析。

### 1.6 搬迁前项目核技术利用和许可情况

#### 1.6.1 原辐射安全许可证情况

柳州五菱柳机动力有限公司位于柳州市鸡喇路 16 号，于 2023 年 11 月利用企业东南部原作为休息室的厂房建设了 X 射线探伤室，建设了有色数字成像检

测系统设备购置项目；通过购买了一台 XYG-1611 型数字成像检测系统，对企业生产的发动机缸盖产品进行抽样检测，检测系统最高管电压为 160kV，最高管电流为 3mA，属于Ⅱ类射线装置。数字成像检测系统设置在探伤室内长 1944mm、宽 1816mm、高 2312mm 的铅房内。该项目于 2023 年 10 月编制完成了《有色数字成像检测系统设备购置项目环评报告表》，并于 2023 年 11 月 2 日获得柳州市行政审批局批复（柳审环城审字〔2023〕38 号），2024 年 1 月 16 日通过竣工环境保护验收。

2023 年 12 月 12 日公司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〔N0673〕，见附件 4），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，有效期至 2028 年 12 月 11 日。

### 1.6.2 原辐射安全管理情况

原“有色数字成像检测系统设备购置项目”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广西壮族自治区辐射环境监督管理站对项目开展辐射工作场所年度监测，公司按照有关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。本项目将原有固定式 X 射线装置所配套的铅房一并搬迁至新址，铅房的防护能力将保持不变，因此，可以认为本项目将原有设备搬迁至新址后，仍具备该 X 射线装置运行及辐射安全管理基础能力。

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) /<br>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<br>粒子 | 最大<br>能量 (Mev) | 额定电流 (mA) /剂<br>量率(Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|----------|----------------|--------------------------|----|------|----|
| /  | /  | /  | /  | /  | /        | /              | /                        | /  | /    | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /        | /              | /                        | /  | /    | /  |
| /  | /  | /  | /  | /  | /        | /              | /                        | /  | /    | /  |

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称       | 类别 | 数量 | 型号         | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途   | 工作场所         | 备注 |
|----|----------|----|----|------------|------------|------------|------|--------------|----|
| 1  | 数字成像检测系统 | II | 1  | XYG-1611 型 | 160        | 3.0        | 无损检测 | 厂房南部 X 光检测室内 | /  |
|    |          |    |    |            |            |            |      |              |    |
|    |          |    |    |            |            |            |      |              |    |
|    |          |    |    |            |            |            |      |              |    |

(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<br>(kV) | 最大靶电流<br>( $\mu$ A) | 中子强度<br>(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**

| 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 | /    | /  | /    | 少量    | /     | 通风排放 | 排入大气环境 |
| 氮氧化物 | 气态 | /    | /  | /    | 少量    | /     | 通风排放 | 排入大气环境 |

注:1、常规废弃物排放浓度,对于液态单位为 mg/L,固体为 mg/kg,气态为 mg/m<sup>3</sup>;年排放总量用 kg。2、含有放射性的废物要说明,其排放浓度/年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

|      |  |
|------|--|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 第 9 号，2015 年），2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订版），2018 年 12 月 29 日起实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令 第 6 号），2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（2018 年版），2018 年 12 月 29 日起实施；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号，2017 年 10 月起实施；</p> <p>(6) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部第 55 号令，2007 年），2007 年 11 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（原国家环境保护总局办公厅环办函〔2006〕629 号）；</p> <p>(8) 《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）；</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订版）；</p> <p>(12) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订版）；</p> <p>(13) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 第 18 号），2011 年 5 月 1 日起实施；</p> |
|------|--|

|      |  |
|------|--|
|      | <p>(14) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）。</p> <p>(15) 《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>(16) 《广西壮族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批管理办法（2025 年修订版）》，桂环规范〔2025〕5 号。</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) 《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(4) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人剂量监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>(10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326—2023）；</p> <p>(11) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）。</p> |
| 其他   | <p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的与本项目有关的各种资料和项目设计图纸。</p>  |

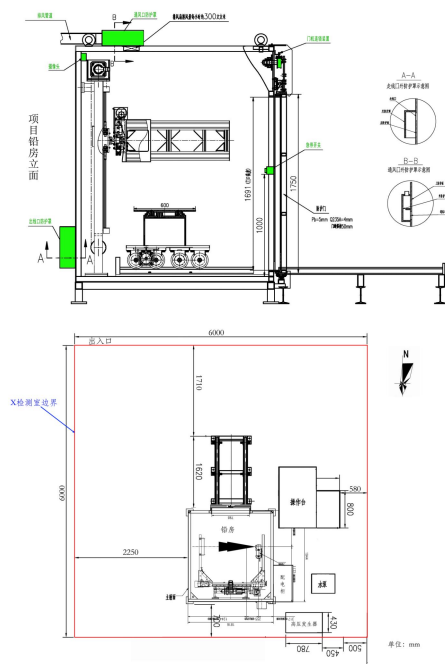


表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为 X 射线实时成像系统应用项目，拟搬迁的 X 射线实时成像系统属于 II 类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围铅房边界外 50m 的区域。根据项目工作场所布局图，铅房布置在 X 光检测室内，铅房与 X 光检测室各边界距离：北面约 3.22m、东面约 1.93m、南面约 0.7m、西面约 1.57m。项目 X 光检测室西面与检测室（三坐标测量等）相邻，西面约 8m 为厕所，北面约 4m 为车床加工区，项目东面 4m 为保温炉区，项目向北和向东 50m 范围均在轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）厂区内范围内。项目 X 光检测室南面约 10m 为园区通道，隔园区通道为迁华路；西面约 20m 为园区通道，隔园区通道为兴仁路。项目评价范围及周边环境概况详见图 1-2。

项目工作场所布局图如下：



附图 7-1 项目工作场所布局图

## 7.2 保护目标

根据本项目评价范围确定环境保护目标，环境保护目标分布情况详见见表 7-1。

**表 7-1 本项目环境保护目标一览表**

| 环境保护目标                                 |               | 位置                | 方位              | 与实体屏蔽物（铅房）距离 | 保护目标规模 | 年记录管理约束量        |
|--|---------------|-------------------|-----------------|--------------|--------|-----------------|
| 类型                                     | 名称            |                   |                 |              |        |                 |
| 企业职业人员                                 | 辐射工作人员（含管理人员） | 操作位员              | 东侧              | 0.2m         | 3 人    | 年有效约束剂量 5mSv    |
|  | 非辐射工作人员       | 轻量化铝合金高压铸造产业化项目厂房 | 铅房四至 0.7m 至 50m | 50m 范围内      | 36 人   | 年有效约束剂量 0.25mSv |
| 公众人员                                   |               | 园区道路              | 南侧              | 10.7m        | 流动人员   | 年有效约束剂量 0.1mSv  |
| 注：辐射管理人员也需要进行必要的辐射操作和培训，按辐射工作人员纳入保护目标。 |               |                   |                 |              |        |                 |

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。本项目执行该标准的有关限值摘录如下：

#### B1.1 职业照射

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

本次评价从辐射防护最优化原则出发，使职业人员及公众尽量避免不必要的附加剂量照射，本项目工作人员职业照射年有效剂量取 GB18871-2002 中相应年有效剂量的 25%作为辐射剂量约束值，即：**工作人员职业照射年有效辐射剂量约束值：5mSv/a。**

#### B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量, 1mSv;

根据该标准中 11.4.3.2, 公众照射剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内。因此, 本评价取其公众照射剂量限值 10%, 即 0.1mSv 作为公众成员年剂量约束值。

### 7.3.2 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022):

该标准规定了 X 射线和 $\gamma$ 射线探伤的放射防护要求, 适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机和 $\gamma$ 射线探伤机进行的探伤工作 (包括固定式探伤和移动式探伤), 工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

项目设备属于固定式探伤设备, 固定式探伤的放射防护要求如下:

探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。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。

探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

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

探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

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

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

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

该标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求, 适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。该规范主要要求摘录如下:

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率 (以下简称剂量率) 和每周剂量当

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（ $H_{c,d}$ ）：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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平， $H_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

c) 关注点剂量率参考控制水平  $H_c$ ： $H_c$  为上述 a) 中  $H_{c,d}$  和 b) 中的  $H_{c,\max}$  二者的较小者。

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、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然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墙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， $H_c$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 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  $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

#### 7.3.4 项目辐射防护标准汇总表

表 7-2 项目主要辐射防护标准汇总表

| 序号 | 类型      | 限定要求                                | 标准限值                       | 执行标准                             |
|----|---------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1  | 职业照射    | 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均） | 20mSv                      | 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） |
| 2  |         | 任何一年中的有效剂量                          | 50mSv                      |                                  |
| 3  | 公众照射    | 年有效剂量                               | 1mSv（某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv） |                                  |
| 4  | 辐射剂量约束值 | 工作人员职业照射年有效辐射剂量约束值                  | 5mSv/a                     |                                  |
| 5  |         | 公众（企业内部）照射                          | 0.25mSv/a                  |                                  |

|    |                 |                          |      |          |  |
|----|-----------------|--------------------------|------|----------|--|
|    |                 | 年有效辐射剂量约束值               |      |          |  |
| 6  |                 | 公众照射年有效辐射剂量约束值           |      | 0.1mSv   |  |
| 7  | 探伤室墙体和门的辐射屏蔽要求  | 关注点的周围剂量当量参考控制水平         | 工作场所 | 100μSv/周 | 《工业探伤放射防护标准》<br>(GBZ117-2022)          |
| 8  |                 |                          | 公众场所 | 5μSv/周   |  |
| 9  | 探伤室顶的辐射屏蔽要求     | 探伤室上方建筑                  | 工作场所 | 100μSv/周 |  |
|    |                 |                          | 公众场所 | 5μSv/周   |  |
| 10 |                 | 对没有人员到达的探伤室顶外表面 30cm 处   |      | 100μSv/h |  |
| 11 | 探伤室墙和入口处周围剂量当量率 | 职业工作人员                   |      | 100μSv/周 | 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》<br>(GBZ/T 250-2014) |
| 12 |                 | 公众                       |      | 5μSv/周   |  |
| 13 |                 | 关注点最高剂量率参考控制水平           |      | 2.5μSv/h |  |
| 14 | 探伤室顶的剂量率参考控制水平  | 职业工作人员                   |      | 100μSv/周 |  |
| 15 |                 | 公众                       |      | 5μSv/周   |  |
| 16 |                 | 关注点最高剂量率参考控制水平           |      | 2.5μSv/h |  |
| 17 | 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 |      | 100μSv/h |  |

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

柳州五菱柳机动力有限公司轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）位于来宾市迁江镇兴仁路与迁华路交叉口东北角，项目 X 射线实时成像系统铅房拟建于该项目厂房西南部，南面距离迁华路约 30m，东面距离兴仁路约 60m。建设项目所在地地理位置图见图 1-1，轻量化铝合金高压铸造产业化项目（首期）总平面布置图如下。

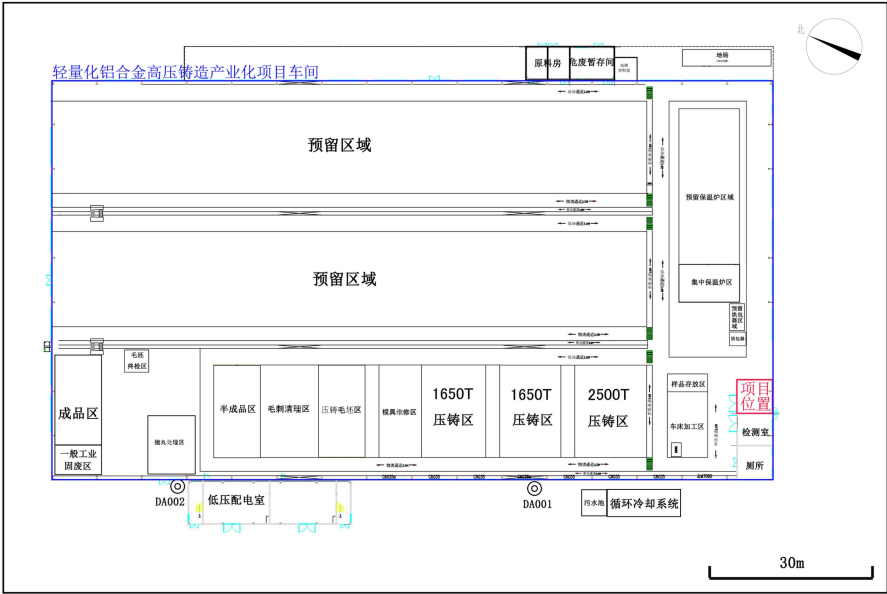


图 8-1 轻量化铝合金项目平面布置图

评价范围内无居民区及学校等环境敏感区，项目周边环境示意图及 50m 评价范围示意图见图 1-2。

8.2 项目所在地环境现状评价

8.2.1 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

- (1) 评价对象：本项目 X 射线实时成像系统拟建位置及周围辐射环境；
- (2) 检测因子：本项目 X 射线实时成像系统周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率；
- (3) 检测点位：本项目 X 射线实时成像系统拟建位置周围进行布点检测。

8.2.2 检测方案

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在本项目拟建址周围布设检测点位，测量周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率。



8.2.3 质量保证措施

- (1) 合理布局检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 测方法采取国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经有相应资质的计量部门检定，并在有效期内使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，确保仪器正常后方可进行检测。
- (5) 检测人员经过省级培训机构的监测技术培训，并经考核合格，做到持证上岗。
- (6) 检测人员按操作规程操作仪器，测量方法选用质量手册有关本次检测项目的监测实施细则，并做好记录。
- (7) 检测单位广西华强环境监测有限公司已通过了广西壮族自治区质量技术监督局计量认证（证书编号 162012050435）。

8.2.4 检测结果和评价

检测单位：广西华强环境监测有限公司

检测日期：2025 年 11 月 10 日

检测仪器：便携式 X、 $\gamma$  辐射周围计量当量率仪（测量范围 10nSv/h~100mSv/h，最近一次校准日为 2025 年 2 月 23 日，校准期限为 1 年）

本项目 X 射线实时成像系统拟建址周围辐射剂量率检测结果见表 8-1，检测点位示意图见图 8-2，辐射环境现状检测报告详见附件 3。

表 8-1 本项目 X 射线成像系统拟建址周围辐射剂量率检测结果

| 检测点位 | 位置描述                   | 辐射计量率平均值    |
|------|------------------------|-------------|
|      |                        | 检测结果（nGy/h） |
| 1#   | 项目拟建 X 光检测室场地中心（项目厂房内） | **          |
| 2#   | 项目 X 光检测室场地北侧（车间内）     | **          |
| 3#   | 项目 X 光检测室场地南侧（车间外）     | **          |
| 4#   | 项目 X 光检测室场地西侧（西侧检测室内）  | **          |
| 5#   | 项目 X 光检测室场地东侧（车间内）     | **          |

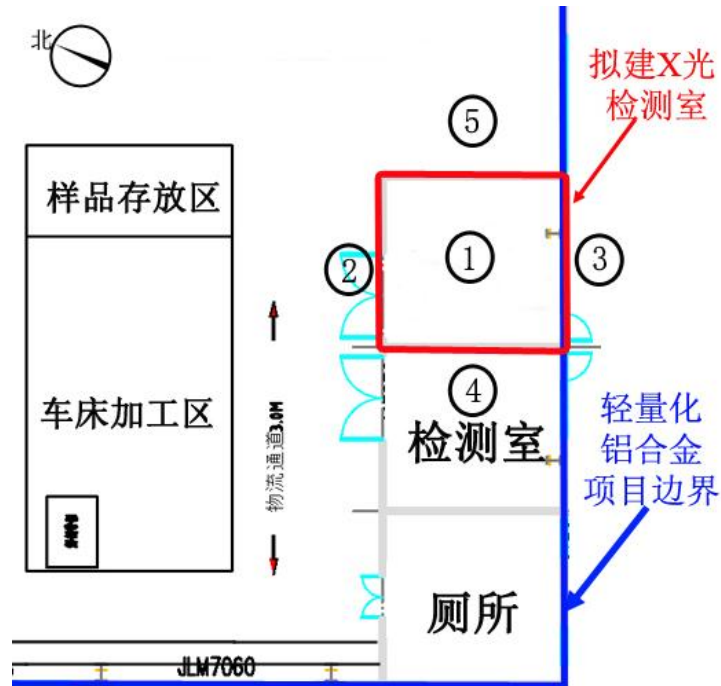


图 8-2 检测点位示意图

根据《广西壮族自治区环境天然贯穿辐射水平调查报告》（广西壮族自治区环境监测中心站，1992 年），广西原野  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围为  $10.7 \sim 238.7 \text{ nGy/h}$ （已扣除宇宙射线响应值），室内  $\gamma$  辐射剂量率范围为  $11.0 \sim 304.3 \text{ nGy/h}$ （已扣除宇宙射线响应值）。本项目辐射现状监测结果室内辐射计量率在  $63 \sim 68 \text{ nGy/h}$  范围，室外辐射计量率监测平均值为  $62 \text{ nGy/h}$  范围，现状监测在未扣除仪器对宇宙射线的响应值的情况下，监测结果也在广西天然辐射本底值的范围内，若扣除对宇宙射线的响应值，现状监测结果减小，仍处在广西天然辐射本底值的范围内，也表明建设项目本地辐射水平未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

项目配备的 X 射线数字检测设备为固定式探伤设备，在配套的屏蔽设施铅房内进行无损探伤。

X 射线实时成像是新一代的无损检测设备。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线实时成像系统主要由高频 X 射线探伤机、数字平板成像系统、图像处理系统、现场监视系统、机械系统、电气系统、射线屏蔽防护室等组成。高频 X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就被“蒸发”出来，“蒸发”出的电子经聚焦杯聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前加速到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

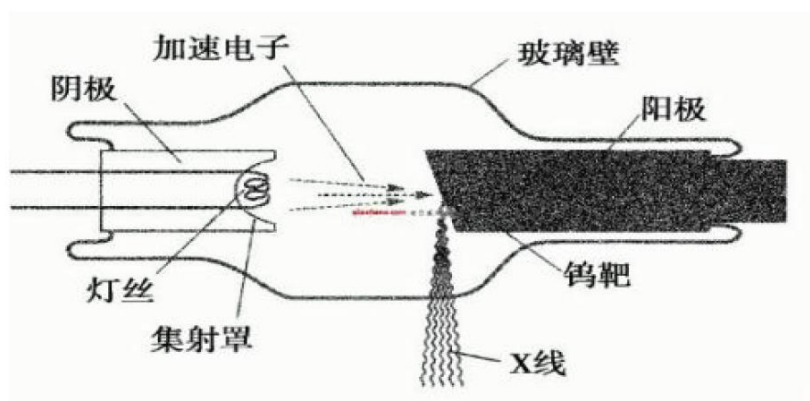


图 9-1 X 射线管结果示意图

在使用 X 射线实时成像系统进行无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度

不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，投射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至监视器，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构进行判别。

### 9.1.2 工作流程和产污环节

#### 1、工作流程

项目 X 射线检测系统设置在铅房内，在进行 X 射线探伤工作时，工作人员将待测工件放置在待检位置。因本项目探伤铅房面积较小，工作人员仅在工件门入口区域放置工件，无法到达铅房内其他区域。工件按要求放置后人员撤离，关闭工件门后在操作位打开电源，根据被测工件调节电压、电流、曝光时间等数据，开始检测；检测完成后先关闭 X 射线机的高压，打开工件门，将工件沿原路返回。

X 射线探伤工作流程及产污环节见下图：

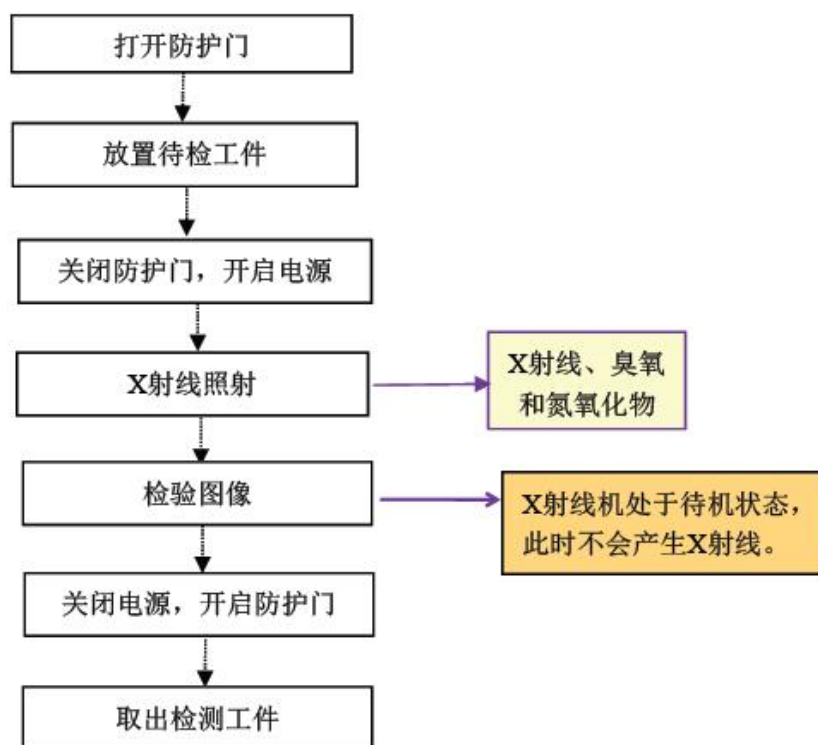


图 9-2 X 射线系统工作流程和产污环节

### 9.1.2 运行工况与人员配置

本项目拟配备 3 名辐射工作人员（管理人员 1 人，每班操作人员 1 人），辐射工作人员须在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习，并通过考核取得考核合格证书，做到持证上岗。辐射工作人员年工作 300 天，每天实行 2 班工作制，每班工作时间 8h。工作人员将待检工件放置在探伤铅房内摆放台上，人员撤离，关门后在操作台启动 X 射线实时成像系统，装置投入运行后年出束检测时间为 2000h。

## 9.2 污染源描述

### 9.2.1 辐射污染源

#### （1）污染因子

由 X 射线实时成像系统工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线实时成像系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对周围环境产生影响。因此 X 射线实时成像系统在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染因子。

#### （2）污染源强

本项目设置一台 XYG-1611 型数字成像检测系统，搬迁位于柳州市鸡喇路 16 号柳州五菱柳机动力有限公司本部厂区内的“有色数字成像检测系统设备购置项目”现有设备，满足相应的产品质检要求。该设备检测系统最高管电压为 160kV，最高管电流为 3mA，滤过装置为 0.8mmBe。根据《辐射防护手册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社出版）第一分册辐射源与屏蔽，管电压 160kV、0.8mmBe 滤过条件下，输出量约  $7\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

### 9.2.2 辐射污染源污染途径

#### （1）正常工况

X 射线装置在加电工作时产生 X 射线。正常工况下的污染途径包括：X 射线机发射的初级 X 射线（有用线束）、初级 X 射线照射在被照工件上产生的散射射线以及 X 射线机的漏射射线，这些 X 射线穿过铅房等屏蔽结构可能对辐射工作人员及周围公众产生外照射危害。

#### （2）事故工况

本项目可能出现由于门机联锁装置故障或人为误操作导致的误照事故：

①在门-机-灯联锁失效的情况下，X 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，人员误入探伤室，使其受到额外的照射，或防护门未完全关闭，致使射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

②对射线装置进行检修时，检修人员进入探伤室后尚未撤出，控制台操作人员未对探伤室内情况进行检查便将防护门关闭并开始照射，导致检修人员受到超剂量照射。

③探伤室屏蔽材料出现劳损，射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

### **9.2.3 非辐射污染源**

（1）臭氧和氮氧化物：X 射线实时成像系统在工作状态时产生射线，会使探伤铅房内的空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，通过通风装置无组织排放，对环境产生影响较小。

（2）本项目 X 射线实时成像系统采用计算机成像，不涉及洗片，无废（定）显影液及胶片的产生。

（3）X 射线实时成像系统作业时不产生其他固体废物。



表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区

本项目拟将原位于柳州市鸡喇路 16 号厂区内的有色数字成像检测系统设备（含铅房）搬迁至轻量化铝合金项目的 X 光检测室内，X 光检测室位于轻量化铝合金项目厂房的南部。项本项目 X 射线数字成像检测装置为固定式，X 射线数字成像检测装置位于配套铅房内。顶部无人员活动。项目厂房西、北、东侧均为企业车间，南面为园区通道。

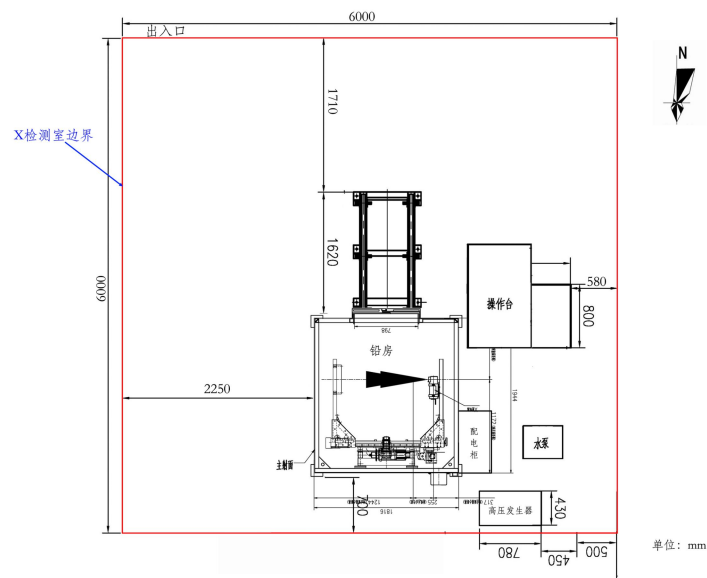


图 10-1 项目工作场所布局图

为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危

险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

由于本项目铅房的屏蔽作用，使得出束状态下 X 射线装置周围剂量率远低于国家标准的辐射剂量率限值。本次评价将铅房实体区域划为控制区；将操作位及铅房实体区域以外的项目区域划为监督区，地上用醒目的黄线标识进行划定，在 X 射线实时成像系统工作期间不允许非辐射工作人员在此范围内活动。

本项目铅房控制区和监督区划分示意图如下。

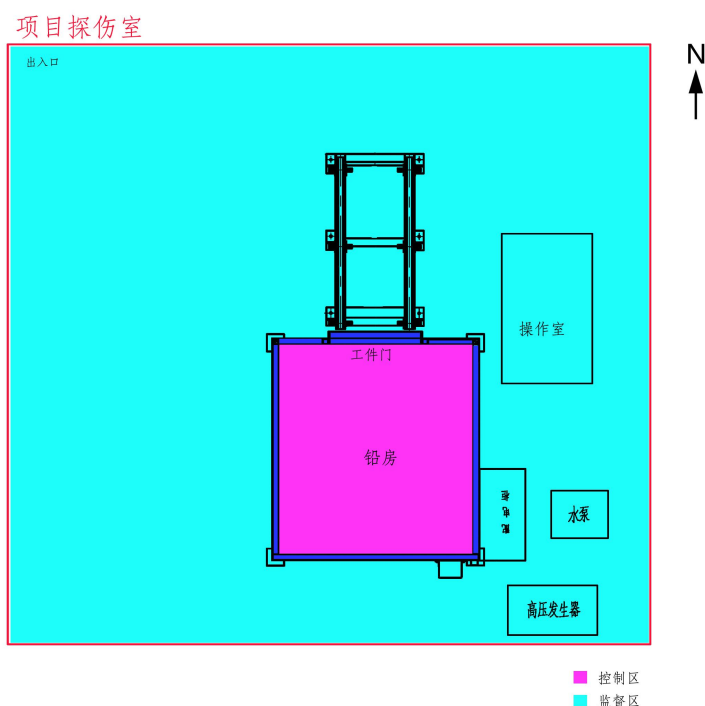


图 10-2 项目控制区、监督区划分示意图

### 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

本项目 1 台 XYG-1611 型 X 射线数字成像检测系统属于 II 类射线装置，由丹东奥龙射线仪器集团有限公司生产，针对 X 射线源的最大能量和最大功率均作了 X 射线辐射屏蔽设计，该 X 射线发生器安装在一个全密封的铅房内。铅房为六面防护，西面为主射面，防护层为 6mmPb+4mm 钢板，其余各辐射面防护厚度为 5mmPb+4mm 钢板；工件门防护厚度为 5mmPb+4mm 钢板，门口搭边防护厚度同为 5mmPb+4mm 钢板。铅房顶部出风口和底部出线口均设置防护罩，防护厚度为

5mmPb+4mm 钢板。

铅房屏蔽体结构示意图见 10-3 和图 10-4，铅房屏蔽体结构和屏蔽参数见表 10.1-1。

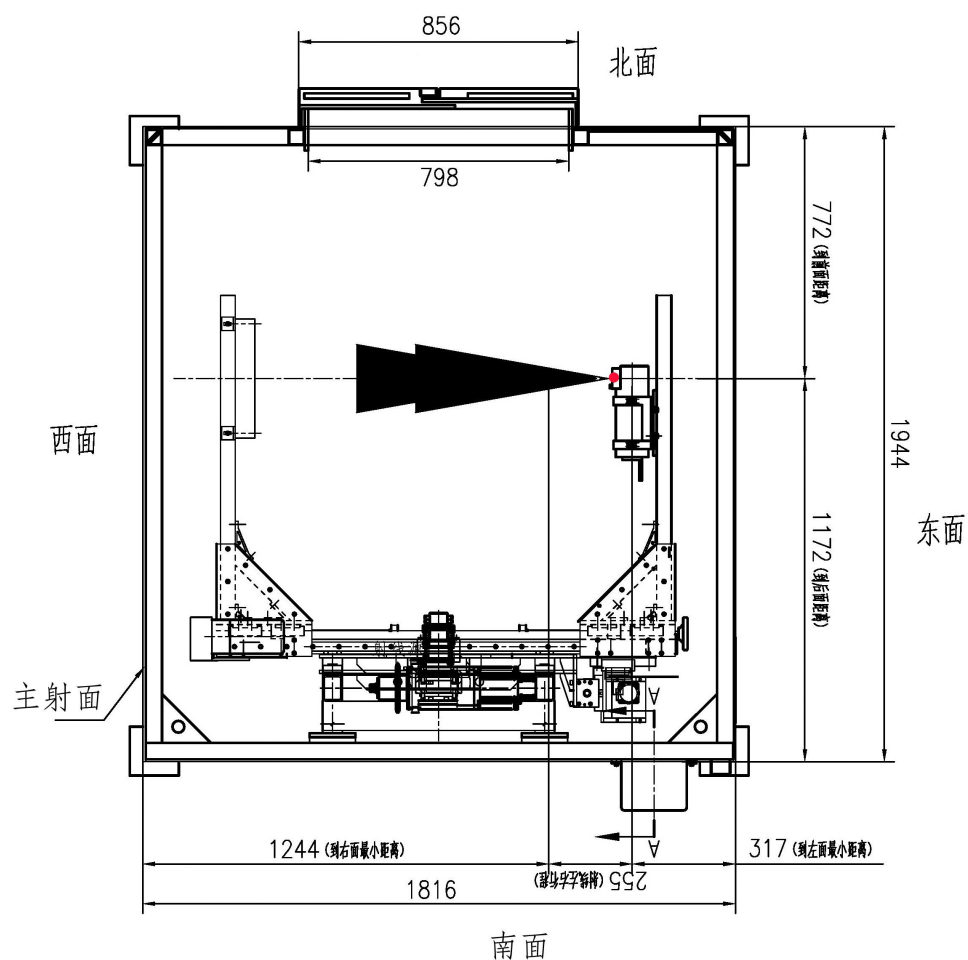


图 10-3 铅房平面图

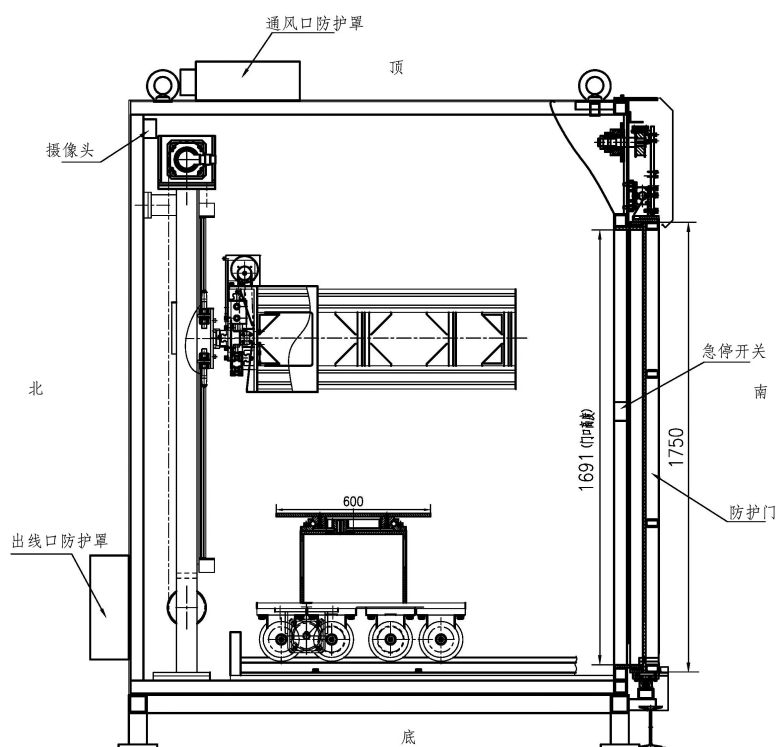


图 10-4 铅房侧视图

项目屏蔽体结构及参数见表 10-1。

表 10-1 项目铅房防护设计一览表

| 位置      | 设计情况                       | 屏蔽铅当量   |
|---------|----------------------------|---------|
| 尺寸      | 长×宽×高：1944mm×1816mm×2312mm | /       |
| 工件门     | 5mmPb+4mmQ235A             | 5.4mmPb |
| 西面（主射面） | 6mmPb+4mmQ235A             | 6.4mmPb |
| 南面      | 5mmPb+4mmQ235A             | 5.4mmPb |
| 东面      | 5mmPb+4mmQ235A             | 5.4mmPb |
| 北面      | 5mmPb+4mmQ235A             | 5.4mmPb |
| 顶面      | 5mmPb+4mmQ235A             | 5.4mmPb |
| 底面      | 5mmPb+4mmQ235A             | 5.4mmPb |
| 电缆出线口   | 5mmPb+4mmQ235A 防护罩         | 5.4mmPb |

### 10.1.2 辐射安全防护措施

为确保辐射安全，保障 X 射线装置安全运行，建设单位按《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要措施如下：

#### （1）设备技术要求

①本项目 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射

线所致周围剂量当量率小于 2.5mSv/h。

②操作室操作台上拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。操作台上拟设置电离辐射警告标识、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

### （2）设备检查与维护措施

①对设备进行定期检查，包括以下项目：设备外观、电缆、制冷系统、安全连锁系统、报警系统、状态指示灯、连接部件、固定辐射检测仪等；

②建设单位对设备维护负责，计划安排专业人员或设备制造商每年对设备进行不少于一次的维护，维护内容包括设备全面检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏需更换零部件时，保证所更换的零部件为合格产品，并做好设备维护记录；

### （3）铅房等防护要求

①项目设置单独的操作室，顶部无其他建筑，人员不可到达，有用线束定向向上照射，避免了对周围人群进行照射，充分注意了周围的辐射安全；

②建设单位对项目工作场所实行分区管理，将铅房区域划为控制区，将项目厂房其他区域划为监督区；

③项目铅房设置门-机联锁装置，保证在防护门（工件门和人员通道门）关闭后 X 射线装置才能进行作业。任何一个防护门打开时 X 射线装置能立刻停止出束，防护门关闭后不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置方便内部的人员在紧急情况下离开；

④铅房门口和内部均设计有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线装置联锁。“预备”信号可以持续足够长的时间，以确保铅房内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显区别，并且与铅房内使用的其他报警信号有明显区别。并拟在铅房内、外醒目位置处设置清晰的对“照射”和“预备”信号意义的说明。

⑤铅房工件门和人员通道门上均设置电离辐射警告标识和中文警示说明。避免无关人员靠近或进入；

⑥建设单位设计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。保证人员处在任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用，按钮带有标明使用方法的标签。

⑦铅房内和出入口设计安装监控装置，操作台设有专用的监视器，可监控铅房内人员的活动和设备的运行情况。确保辐射工作人员操作时，可以监控铅房情况，防止出现误照射；

⑧铅房内设置机械通风装置（每小时有效通风换气次数不小于 3 次），从铅房顶部排放，排放口设置铅防护罩。

⑨铅房配置一套固定式场所辐射探测报警装置，其主机设置在操作室内，探头设置在工件门和人员通道门上方。剂量监测探头与防护门联锁，当探伤室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时（ $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ），防护门无法打开，系统自动报警或停机，确保辐射工作人员及周围环境的安全。

#### （4）操作防护要求

①辐射工作前操作人员对探伤设备进行检查，包括：设备外观、电缆是否断裂、扭曲及破损、安全联锁是否正常工作、报警设备和警示等是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好、机房内安装的固定辐射检测仪是否正常等。

②辐射工作人员除佩戴常规个人剂量计外，还将配备个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即退出操作室，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

③建设单位定期测量铅房室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。将测量值与参考控制水平相比较，当测量值高于参考控制水平时，将终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

④辐射工作人员在交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，要按要求检查剂量仪是否正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不可开始设备操作工作。在每一次照射前，辐射工作人员都应该确认铅房内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

### （5）探伤设施的退役

当本项目工业 X 射线装置不再使用时，建设单位实施退役程序。包括以下内容：

①建设单位将 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

②当所有辐射源从现场移走后，建设单位拟按监管机构要求办理相关手续。

③建设单位拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。拟对项目设备及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

另外，为了保证项目装置的安全运行，项目还有采取相应的防火、防水、防盗、防破坏等措施：

①射线工作场所安装烟气报警装置和消防栓，在工作人员容易触及的地方配置干粉灭火器。

②做好地面、屋顶等防排水设计，避免生产区域受到雨水影响。

③项目铅房、操作室的设施纳入企业日常安保巡逻重点工作范围，加强巡视和管理；项目出入口设置监控摄像头进行 24 小时实时监控。

对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），项目拟设置的防护措施和安全防护要求与该标准的相符性分析如下表。

**表 10-2 项目辐射安全防护措施、操作要求等与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相符性分析表**

| 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）<br>防护要求 |  | 本项目措施  | 相符性 |
|-----------------------------------|--|--|-----|
| 探伤室<br>放射防<br>护要求                 | 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。 | 项目操作室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。探伤室门的防护性能等于于同侧墙的防护性能。 | 符合  |
|                                   | 应对探伤工作场所实行分区管理。  | 按要求将项目场所分为控制区和监督区进行管理。   | 符合  |
|                                   | 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：   | 项目探伤室墙体和门的辐射屏蔽按标准要求进行设计，预测   | 符合  |

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
|  | <p>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 <math>100 \mu\text{Sv/周}</math>，对公众场所，其值应不大于 <math>5 \mu\text{Sv/周}</math>；</p> <p>b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 <math>2.5 \mu\text{Sv/h}</math>。</p> | <p>结果也表明项目关注点相应的辐射计量满足标准控制要求。</p>   |    |
|  | <p>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 <math>100 \mu\text{Sv/h}</math>。</p>   | <p>项目探伤室顶按标准要求进行设计，预测结果也表明室顶辐射计量满足标准控制要求。</p>   |    |
|  | <p>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。</p>   | <p>项目铅房设置门-机联锁装置，保证在防护门（工件门和人员通道门）关闭后 X 射线装置才能进行作业，任何一个防护门打开时 X 射线装置能立刻停止出束，防护门关闭后不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置方便内部的人员在紧急情况下离开；</p>  |    |
|  | <p>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。</p>                                  | <p>项目铅房门口和内部设计同时设计有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线装置联锁。“预备”信号可以持续足够长的时间，确保铅房内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显区别，并且与铅房内使用的其他报警信号有明显区别。并按要求在铅房内、外醒目位置处设置清晰的对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p> | 符合 |
|  | <p>探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p>  | <p>项目铅房内和出入口设计安装监控装置，操作台设有专用的监视器，可监控铅房内人员的活动和设备的运行情况。确保辐射工作人员操作时，可以监控铅房情况，防止出现误照射。</p>  | 符合 |
|  | <p>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。</p>   | <p>项目防护门上设计有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>   | 符合 |
|  | <p>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</p>  | <p>项目设计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。保证人员处在任何位置时都不需要穿过主</p>  | 符合 |



|             |  |   |    |
|-------------|--|---|----|
|             | 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。   | 射线束就能够使用，按钮带有标明使用方法的标签。   |    |
|             | 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。  | 项目铅房内设计机械通风装置（每小时有效通风换气次数不小于 3 次），从铅房顶部排放，排放口设置铅防护罩。  | 符合 |
|             | 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。   | 探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置，出现辐射计量超过相应限值即发出警报。   | 符合 |
| 探伤室操作的防渗漏要求 | 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。   | 辐射工作前要求操作人员对探伤设备进行检查，包括：设备外观、电缆是否断裂、扭曲及破损、安全联锁是否正常工作、报警设备和警示等是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好、机房内安装的固定辐射检测仪是否正常等。        | 符合 |
|             | 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。 | 辐射工作人员除佩戴常规个人剂量计外，还将配备个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即退出操作室，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。 | 符合 |
|             | 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。                             | 建设单位按要求定期测量铅房室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。将测量值与参考控制水平相比较，当测量值高于参考控制水平时，将终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。            | 符合 |
|             | 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。                                      | 辐射工作人员在交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前，按要求检查剂量仪是否正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不可开始设备操作工作。              | 符合 |
|             | 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。   | 探伤工作人员按要求进行培训并持证上岗，会正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。   | 符合 |

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
|  | 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。     | 制定相应的操作规程，要求在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。 | 符合 |
|  | 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准 7.1 条~7.4 条中的要求做好作业准备、分区设置、安全警示、边界巡查与检测。 | 如遇到探伤室设计时未预计到的工作，项目按照相应的标准要求开展工作。   | 符合 |

从上表可以看出，项目辐射安全防护措施和安全操作要求与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相应的标准相符。

### 10.2 三废的治理

本项目正常运行时不产生放射性废气、废水及固体废物，探伤机在开机时，X 射线会使室内空气电离，从而产生臭氧和氮氧化物，由于本项目探伤机的最大管电压为 160kV，释放的 X 射线能量相对较小，臭氧和氮氧化物的产生量也相对较少，直接排入大气。

本项目 X 射线检测过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置，废气从探伤室顶部排放，排放口设置铅防护罩，项目设计室内每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定。

**表 11 环境影响分析**

### 11.1 建设阶段对环境的影响

项目位于轻量化铝合金项目厂房南部的 X 光检测室内，轻量化铝合金项目位于来宾市迁江工业园区内，建设阶段主要进行设备和防护的安装。本项目 X 射线实时成像系统为整体定制设备，由生产厂家专业人员进行按照，建设期产生一定噪声对环境影响不大，产生的废包装等少量固体废物有生产厂家回收利用。项目建设期产生的影响较小，将随施工结束而消失。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射影响分析

项目 X 射线数字成像检测系统运行阶段主要环境影响为设备工作时发射的 X 射线对周围环境产生的外照射影响。

#### 1、项目设备主要运行参数

本项目使用 1 套 X 射线数字成像检测系统，用于汽车配件的无损探伤。本项目使用的 X 射线装置工作参数见表 11-1。

**表 11-1 X 射线装置工作参数**

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 有色数字成像检测系统 | 型号         | XYG-1611 型 |
|            | 最大管电压 kV   | 160        |
|            | 最大管电流 mA   | 3          |
|            | 主束方向（定向）   | 由西向东       |
|            | 滤过条件       | 0.8mmBe    |
|            | 单件检测时间     | 5min       |
|            | 工件日检测量     | 80 件       |
|            | 年工作天数（天）   | 300        |
|            | 训机时长（h）    | 0.15-0.67  |
|            | 年工作出束时间（h） | 2000       |

注：任何未连续使用的 X 射线无损探伤机须按照说明进行逐步培训，此过程称为训练机。

#### 2、辐射影响类型和关注点

项目 X 射线检测设备为固定式，设置在长 1944mm、宽 1816mm、高 2312mm 的铅房内，射线源在固定的位置上可上下左右移动，左右移动范围为 255mm（东西方向），上下移动范围为 1000mm。辐射影响主要考虑设备最高能量 X 射线有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

本项目关注点距离射线源的距离见表 11-2 和图 11-2。

表 11-2 项目辐射关注点位置表

| 关注点编号 | 位置            | 与放射源最近距离（m） | 照射类型  |
|-------|---------------|-------------|-------|
| 1#    | 铅房东侧 0.3m 处   | 0.62        | 漏射、散射 |
| 2#    | 铅房南侧 0.3m 处   | 1.1         | 漏射、散射 |
| 3#    | 铅房西侧 0.3m 处   | 0.55        | 有用线束  |
| 4#    | 铅房北侧 0.3m 处   | 1.2         | 漏射、散射 |
| 5#    | 工件门外 0.3m 处   | 1.07        | 漏射、散射 |
| 6#    | 铅房顶部 0.3m 处   | 0.96        | 漏射、散射 |
| 7#    | 操作台           | 0.4         | 漏射、散射 |
| 8#    | 探伤室东侧通道（探伤室外） | 1.96        | 漏射、散射 |
| 9#    | 探伤室西侧（西侧检测室）  | 2.29        | 有用线束  |
| 10#   | 探伤室南侧（车间外）    | 1.9         | 漏射、散射 |
| 11#   | 探伤室北侧通道（探伤室外） | 4.23        | 漏射、散射 |

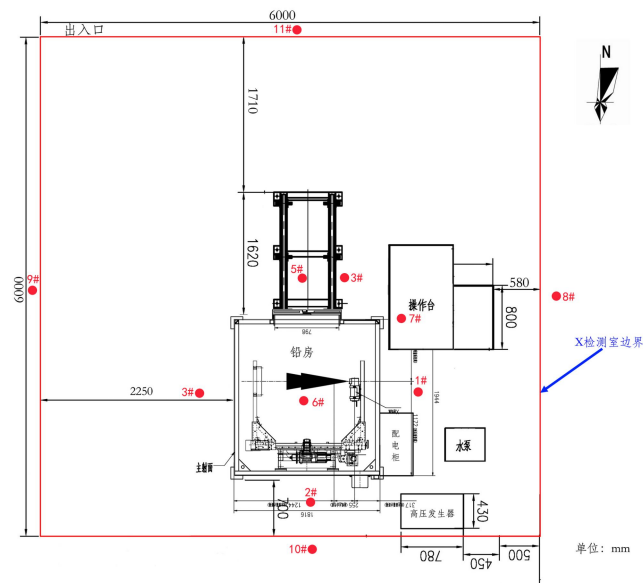


图 11-1 关注点平面示意图

2、辐射环境影响预测

本报告中涉及到 X 射线装置的剂量率计算采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规》（GBZ/T250-2014）中的公式。

本项目 X 射线装置的有用线束方向为由西向东，铅房的上方主要受有用线束

影响，其他方向主要受散射和漏射影响。因此有用线束照射方向按照初级 X 射线进行考虑、其他方向按照散射和漏射 X 射线进行考虑。

(1) 有用线束的屏蔽估算

本项目有用线束的计算按照不利条件下计算，不考虑探伤工作时工件对射线的屏蔽影响。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点处的剂量率 $\dot{H}$ 按公式（11-1）计算：

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

式中：

I：X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H<sub>0</sub>：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h)，以 mSv·m<sup>2</sup>/(mA·min) 为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>。根据《辐射防护手册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社出版）第一分册辐射源与屏蔽，管电压 160kV、0.8mmBe 滤过条件下，输出量约 7mSv·m<sup>2</sup>/(mA·min)

B：屏蔽透射因子（根据给定的屏蔽物质厚度，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录图 B.1 曲线所查出）；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

相关计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 射线装置主射线屏蔽墙外环境辐射剂量率水平预测参数及结果

| 关注点                  | I(mA) | H <sub>0</sub><br>(μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)) | R(m) | 屏蔽厚度<br>X(mm) | B                    | H<br>(μSv/h) |
|----------------------|-------|--|------|---------------|----------------------|--------------|
| 3#铅房西侧 0.3m<br>(主射面) | 3     | 4.2×10 <sup>5</sup>                            | 0.55 | 6.4           | 1.6×10 <sup>-8</sup> | 0.0666       |
| 9#探伤室西侧<br>(探伤室外)    | 3     | 4.2×10 <sup>5</sup>                            | 2.29 | 6.4           | 1.6×10 <sup>-8</sup> | 0.0038       |

在 X 射线实时成像系统正常工作下，铅房主射方向的辐射剂量率贡献值最大为 0.16×10<sup>-3</sup>μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”的要求。

(2) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽估算

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式（11-2）计算。

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

式中：

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：半值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2，采用插值法计算 160kV 的 X 射线铅的半值层为 1.05mm。

①泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

泄漏辐射在关注点的剂量率  $\dot{H}$ ，单位为  $\mu\text{Sv/h}$  可按下面公式（11-3）计算：

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

式中：

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ，取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目取值  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式（11-2）、（11-3）计算铅房其余各侧面外 30cm 处关注点泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

| 关注点               | $\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$ | R(m) | X(mm) | B       | TVL(mm) | $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$ |
|-------------------|-----------------------------|------|-------|---------|---------|---------------------------|
| 1#铅房东侧 0.3m 处     | $2.5 \times 10^3$           | 0.62 | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0468                    |
| 2#铅房难侧 0.3m 处     | $2.5 \times 10^3$           | 1.1  | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0149                    |
| 4#铅房北侧 0.3m 处     | $2.5 \times 10^3$           | 1.2  | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0125                    |
| 5#工件门外 0.3m 处     | $2.5 \times 10^3$           | 1.07 | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0157                    |
| 6#铅房顶部 0.3m 处     | $2.5 \times 10^3$           | 0.96 | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0195                    |
| 7#操作台             | $2.5 \times 10^3$           | 0.4  | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.1125                    |
| 8#探伤室东侧通道         | $2.5 \times 10^3$           | 1.96 | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0047                    |
| 10#探伤室南侧<br>(车间外) | $2.5 \times 10^3$           | 1.9  | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0050                    |
| 11#探伤室北侧通道        | $2.5 \times 10^3$           | 4.23 | 5.4   | 7.2E-06 | 1.05    | 0.0010                    |

②散射辐射屏蔽的估算方法如下：

对于给定屏蔽物质厚度 X，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 2，X 射线实时成像系统散射后管电压值为 160kV，并查附录 B 表 B.1 的相应值，按内插法确定 TVL 值，然后按公式（11-2）计算相应的辐射屏蔽透射因子 B。关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H<sub>0</sub>：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  $6 \times 10^4$ ；

B：屏蔽透射因子；

F：R<sub>0</sub> 处的辐射野面积，单位为平方米（m<sup>2</sup>）；

a：散射因子；

R<sub>0</sub>：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

R：散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

根据公式（11-4）计算铅房其余各侧面外 30cm 处关注点散射辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-5。泄漏辐射剂量率及散射辐射剂量率水平叠加后结果见表 11-6。

表 11-5 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

| 关注点               | I<br>(mA) | H <sub>0</sub><br>$\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ | R<br>(m) | TVL<br>(mm) | B       | $\frac{F \cdot a}{R_0^2}$ | $\dot{H}$<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-------------------|-----------|--|----------|-------------|---------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1#铅房东侧 0.3m 处     | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 0.62     | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.472                             |
| 2#铅房难侧 0.3m 处     | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 1.1      | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.1499                            |
| 4#铅房北侧 0.3m 处     | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 1.2      | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.126                             |
| 5#工件门外 0.3m 处     | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 1.07     | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.158                             |
| 6#铅房顶部 0.3m 处     | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 0.96     | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.197                             |
| 7#操作台             | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 0.4      | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 1.134                             |
| 8#探伤室东侧通道         | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 1.96     | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.047                             |
| 10#探伤室南侧<br>(车间外) | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 1.9      | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.0502                            |
| 11#探伤室北侧通道        | 3         | $4.2 \times 10^5$  | 4.23     | 1.05        | 7.2E-06 | 0.02                      | 0.010                             |

泄漏辐射和散射辐射剂量率水平叠加结果如下：

**表 11-6 泄漏辐射和散射辐射剂量率水平叠加结果**

| 关注点               | 泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 散射辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 叠加值( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 剂量率参考控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 是否满足控制要求 |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------|
| 1#铅房东侧 0.3m 处     | 0.0468                      | 0.472                       | 0.5188                  | 2.5                           | 是        |
| 2#铅房难侧 0.3m 处     | 0.0149                      | 0.1499                      | 0.1648                  | 2.5                           | 是        |
| 4#铅房北侧 0.3m 处     | 0.0125                      | 0.126                       | 0.1385                  | 2.5                           | 是        |
| 5#工件门外 0.3m 处     | 0.0157                      | 0.158                       | 0.1737                  | 2.5                           | 是        |
| 6#铅房顶部 0.3m 处     | 0.0195                      | 0.197                       | 0.2165                  | 2.5                           | 是        |
| 7#操作台             | 0.1125                      | 1.134                       | 1.2465                  | 2.5                           | 是        |
| 8#探伤室东侧通道         | 0.0047                      | 0.047                       | 0.0517                  | 2.5                           | 是        |
| 10#探伤室南侧<br>(车间外) | 0.005                       | 0.0502                      | 0.0552                  | 2.5                           | 是        |
| 11#探伤室北侧通道        | 0.001                       | 0.01                        | 0.011                   | 2.5                           | 是        |

从理论预测数据可见，X 射线实时成像系统正常工作状态下，非主射方向的泄漏辐射和散射辐射剂量率叠加值均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求，同时也满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）关注点最高剂量率参考控制水平  $H_{c,\max}=2.5\mu\text{Sv/h}$  要求。

### （3）天空反散射的影响分析

考虑天空反散射的影响，由（11-2）、公式（11-3）计算本项目产生的 X 射线穿过铅房上顶面至 0.3m 处（天空反散射参考点）的泄漏辐射、散射辐射总辐射剂量率约为  $0.2154\mu\text{Sv/h}$ 。由于 X 射线辐射剂量率的衰减与距离有关，由天空反散射所致的地面辐射大大降低，该项辐射与铅房外地面附近辐射工作人员的照射与穿出铅房屏蔽体的透射的辐射剂量率（最大为  $1.2465\mu\text{Sv/h}$ ）叠加后在相应关注点的剂量率总和仍小于本项目的控制值  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，符合辐射防护的要求。

### （4）铅房外有关人员辐射年有效剂量估算

辐射工作人员及公众年有效剂量可通过下列公式进行估算：

$$H = \dot{H} \times t \times T \quad (11-5)$$

其中：

H: 年有效剂量当量，mSv/a；



$\dot{H}$ : 参考点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ 。

t: 年工作时间, h;

T: 人员在相应关注点驻留的居留因子, 按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 A 取值。

根据建设单位提供的资料, 预计年工作 300 天, 每天 4 小时, 每年受照时间不超过 2000h, 保守为 2 名辐射工作人员完成所有探伤工作, 进行辐射剂量估算。

由前文预测计算出各关注点的辐射剂量率贡献值和 X 射线实时成像系统的出束年累积时间, 并考虑相关的居留因子计算了工作人员和公众的年剂量, 具体见下表。

**表 11-7 X 射线成像系统运行时周围工作人员和公众的年剂量估算值**

| 关注点             | 参考点剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 居留因子 T | 年工作时出束时间 t | 年剂量估算值( $\text{mSv/a}$ ) | 类型     |
|-----------------|----------------------------|--------|------------|--------------------------|--------|
| 1#铅房东侧 0.3m 处   | 0.0666                     | 1      | 1000       | 0.0666                   | 辐射工作人员 |
| 2#铅房南侧 0.3m 处   | 0.5188                     | 1      | 1000       | 0.5188                   | 辐射工作人员 |
| 3#铅房西侧 0.3m 处   | 0.1648                     | 1      | 1000       | 0.1648                   | 辐射工作人员 |
| 4#铅房北侧 0.3m 处   | 0.1385                     | 1      | 1000       | 0.1385                   | 辐射工作人员 |
| 5#工件门外 0.3m 处   | 0.1737                     | 1      | 1000       | 0.1737                   | 辐射工作人员 |
| 6#铅房顶部 0.3m 处   | 0.2165                     | 0.025  | 2000       | 0.0108                   | 公众     |
| 7#操作台           | 1.2465                     | 1      | 1000       | 1.2465                   | 辐射工作人员 |
| 8#探伤室东侧通道       | 0.0517                     | 0.5    | 2000       | 0.0517                   | 公众     |
| 9#探伤室西侧 (西侧检测室) | 0.0038                     | 0.5    | 1000       | 0.0019                   | 公众     |
| 10#探伤室南侧 (车间外)  | 0.0552                     | 0.5    | 2000       | 0.0552                   | 公众     |
| 11#探伤室北侧通道      | 0.011                      | 0.5    | 2000       | 0.011                    | 公众     |

注: 辐射工作人员包含管理人员, 管理人员在出束时间在铅房内居留时间少, 按每班操作人员照射时间 1000h 计; 铅房顶部无其他建筑, 公众一般不会在出束过程出现在铅房顶部, 居留因子取 1/40, 其他公众居留因子保守按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 A 表 A.1 取相应最大值。

由表 11-7 可知, 辐射工作人员最大可能年照射剂量为 1.2465mSv/a, 厂区内公众最大可能年照射剂量为 0.0552mSv/a, 均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相应“剂量限值”的要求和本次评价年剂量辐射剂量约束值 (工作人员 5mSv/a, 公众 0.25mSv/a)。厂区外公众最大年照射剂量为 0.0552mSv/a, 均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

中相应“剂量限值”的要求和本次评价年剂量辐射剂量约束值（0.1mSv/a）。

综上，在项目设计条件下，项目工作场所周围的剂量率、辐射工作人员及公众成员所接受的周有效剂量、年有效剂量均不大于本报告提出的评价标准，满足国家有关要求。

### 11.2.2 屏蔽能力分析

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，结合该公司铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

A.铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，且铅房与操作台分开；工件出入门防护性能（5.4mmPb）、西面防护性能（6.4mmPb）、其余面防护性能（5.4mmPb），各侧墙的防护性能及顶棚的防护性能结合理论计算结果可知，其已能满足辐射防护。

B.由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受辐射照射能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。

因此，项目铅房屏蔽能力能达到管电压不大于 160kV、管电流不大于 3mA 的 X 射线成像系统正常工作时的辐射防护要求。

### 11.2.3 非辐射影响分析

#### （1）废气

本项目 X 射线探伤机在开机出束期间，产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧和氮氧化物。

本项目铅房内空间约 8.2m<sup>3</sup>，设置排风装置排风量 300m<sup>3</sup>/h，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。

臭氧产额的计算公式为：

$$Q_0=6.5 \times 10^{-3} G \cdot S_0 \cdot R \cdot g \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

$Q_0$ : 臭氧产额, mg/h;

$G$ : 离辐射源 1m 处的辐射剂量率, Gy/h, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, 本项目中取值为 2.1;

$S_0$ : 射束在离源点 1m 处的照射面积,  $m^2$ , 本项目中取值为 1;

$R$ : 射束径迹长度, m, 本项目中取值为 1;

$g$ : 空气每吸收 100eV 辐射能量产生的  $O_3$  的分子数, 取值为 10。

如照射时间足够长, 浓度均匀, 则可根据以下公式计算 X 射线机内臭氧的浓度:

$$C = \frac{QT}{V} \quad (\text{式 11-7})$$

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \quad (\text{式 11-8})$$

式中:

$C$ : 室内臭氧平衡浓度,  $mg/m^3$ ;

$Q$ : 臭氧产额, mg/h;

$T$ : 臭氧有效清除时间, h;

$V$ : 室内体积,  $m^3$ , 本项目设计值约  $8.2m^3$ ;

$t_v$ : 平均每次换气时间, h, 本项目取 0.5h;

$t_d$ : 臭氧分解时间, h (0.83)。

根据以上公式可计算出臭氧产额为 0.1365mg/h, X 射线机房内  $O_3$  的平衡浓度为  $0.005mg/m^3$ 。本项目铅房内废气经过排风口入大气, 排放浓度远小于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的二级标准 (1 小时平均浓度限值  $0.20mg/m^3$ ) 的要求, 对环境空气质量影响不大。相比与臭氧产生量, 项目 X 射线装置产生的氮氧化物的量远小于臭氧, 经对比分析, 氮氧化物排入大气后浓度排放浓度远小于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的二级标准 (1 小时平均浓度限值  $0.25mg/m^3$ ) 的要求, 对环境空气质量影响不大。

## (2) 噪声

本项目噪声源主要为 X 射线装置运行产生的噪声, 源强不大于 45dB (A),

经厂房屏蔽及距离衰减后，厂界贡献值可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3 类标准，对周围声环境影响较小。

### 11.3 事故影响分析（分析项目运行中可能发生的辐射事故，并说明预防措施。）

#### 11.3.1 事故风险识别

本项目所用探伤机属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版）第四十条，辐射事故从重到轻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，详见下表。

表 11-8 辐射事故等级划分表

| 事故等级     | 事故情形   |
|----------|--|
| 特别重点辐射事故 | I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。                   |
| 重大辐射事故   | I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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   | III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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   | IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。                                    |

#### 11.3.2 可能发生的辐射事故分析

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 射线设备只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，设备便不再产生射线。项目 X 射线成像系统属于 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

（1）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门-机联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

（2）辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，违反操作规程和有关规定进行操作，造成有关人员误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使

检修人员受到意外照射。

(4) 探伤室屏蔽材料出现劳损，射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

根据可能发生的最大事故分析，由于误操作噪声辐射操作人员在铅房内直接接受 X 射线照射为最大可信事故，由于铅房内和操作台上均安装有紧急止动按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过铅房内和操作台上均安装有的紧急止动按钮中断电源，最不利情况无屏蔽曝光 1min，按 11-1 式计算，最大可能受照剂量为 71.28mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871- 2002) 规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，根据《实用辐射安全手册(第二版)》(丛慧琳，原子能出版社)，辐射计量小于 0.7Sv 急性放射病发生率小于 1%，辐射计量小于但在此照射剂量小于 2Sv 急性放射病发生率小于 1%，因此项目事故状态下受异常照射人员的发病率和死亡率均不高，项目可能的事故等级为一般辐射事故。

### 11.3.3 辐射事故防范措施

辐射安全必须依靠必要的体制和管理、良好的设施和完整的工作制度等。引起意外(或事故)的不安全因素主要有两大类：一类是物的不安全因素，另一类是人的不安全行为。从我国多年内所发生的放射事故来看，人为因素造成的责任事故占事故总数的 80%以上。责任事故主要由管理不善、领导失职、安全观念淡漠引起。建设单位应从加强管理和提高安全意识两方面促进辐射防护工作，通过宣传培训等手段，提高安全文化素质，增强辐射防护意识，使辐射工作人员自觉服从管理，主动采取防护措施，控制不安全行为，预防辐射意外(或事故)的发生。为杜绝上述辐射事故的发生，建设单位需严格执行以下风险预防措施：

1、企业须把辐射防护工作放到重要议事日程，制定严格的管理制度，安排操作人员接受安全防护教育和培训。定期组织相关辐射防护知识培训学习，告知相关人员辐射危害。

2、安排专门的人员对本单位的辐射应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，并在统一部署下定期组织演练。

3、定期严格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，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

4、凡涉及对 X 射线设备进行操作，必须有明确的操作规程，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，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

5、定期对使用射线装置的安全装置和屏蔽设施等进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

6、建设单位所有辐射工作人员应加强辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并通过相关考试，持证上岗。（学习网站为 <http://fushe.mee.gov.cn/>）

7、加强辐射安全管理，建议建设单位拟成立专门的领导小组，负责全单位辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理，编制辐射事故应急预案；负责收集、整理、分析全单位辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使个人辐射剂量保持在最低水平，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

#### **11.3.4 辐射事故应急预案**

若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施，主要包括以下几点：

（1）第一时间按下紧急停机按钮，切断射线装置的电源，现场人员应迅速撤至安全区域，保护现场，通知防护人员和应急小组。

（2）立即启动本单位的《辐射事故应急处理预案》，应急小组成员应迅速分析查明发生事故的原因、时间、影响范围等。应急小组对受照情况作出初步判断，是否构成事故等级。如果构成事故等级，立即通知当地生态环境主管部门和应急管理部门，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。

（3）对可能受超剂量照射的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施。

（4）积极配合生态环境主管部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

（5）事故未解决，现场未达到安全状态，不得解除封锁，将事故的后果和影

响控制在最低限度。出现故障的经有专业技术人员维修，经有资历的检测机构对其进行检测，合格后方可启用，达不到要求不得投入使用。

（6）纠正和整改。一旦有辐射事故发生，应及时处理，严格按放射事故处理规定等要求，同时上报生态环境主管部门，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，使辐射危害控制在最小范围之内。

根据《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〕45号）中的要求，建设单位还应做好如下工作：

（1）发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。

（2）造成或可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。配合各级生态环境主管部门、公安部门、卫生部门开展事故处理工作。

表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理类机构的设置

为做好工作过程中的辐射安全与防护管理工作，防止辐射污染环境，保障公众的健康，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相应的规定，使用Ⅱ类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目拟配备 3 名辐射工作人员，所有从事辐射工作的人员须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平台的培训和考核，并通过考核取得培训合格证书。

### 12.2 辐射安全管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关要求，使用射线装置的单位应有健全的《操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》等，各规章制度主要要求如下：

**操作规程：**明确无损检测工作人员的资质条件要求、X 射线实时成像系统操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线实时成像系统操作步骤以及探伤过程中必须采取的辐射安全措施。

**辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像系统的运行和维修时辐射安全管理。

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

**设备检修维护制度：**设备检修维护制度，明确本项目 X 射线实时成像系统各项安全联锁装置、工作指示灯、急停开关等安全措施的日期检查及在日常使用过程中



维护保养以及发生故障时采取的措施。同时应对可能引起操作失灵的关键零配件及时更换。设备检修时禁止开启检测装置，待检修完毕，开启检测装置试探伤，确认检修完成，检修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用等。

**射线装置使用登记制度：**台帐规定使用与管理规程，登记内容包括射线装置的设备名称、型号、射线种类、用途、来源和去向等事项，同时加强档案管理。确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

**人员培训计划：**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》等相关要求制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**监测方案：**购置辐射监测仪器和个人剂量报警设备，制定监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，主要包括个人剂量监测和工作场所监测，监测方式由企业自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存。使用射线装置的单位应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估；建设单位日常辐射安全检测由辐射工作人员负责，定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

**辐射事故应急预案：**针对 X 射线实时成像系统作业可能产生的辐射污染情况完善事故应急措施，依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号文）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生辐射事故时，现场工作人员应立即采取切断射线装置电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急方案。

### 12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，建设单位应建立辐射剂量检测制度，包括个人剂量监测、工作场所监测和竣工验收监测。

#### 12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。建设单位须为辐射工作人员配备个人剂量计，同时公司应配备 2 台辐射剂量仪以及相应的防护用品等。

#### 12.3.2 个人剂量监测

建设单位须委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行每季度检测，并出具个人剂量检测报告。建设单位须建立辐射工作人员个人剂量档案。

#### 12.3.3 辐射工作场所辐射检测

本项目正式投入使用后，应由有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后建设单位须定期（至少每年 1 次）委托有资质的单位对探伤铅房周围环境进行检测，并建立检测技术档案，检测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。公司应当对本单位的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。年度例行监测的主要要求如下：

- （1）检测频度：每年常规监测一次。
- （2）检测点位：监测位置包括铅房防护门外 30cm 处；屏蔽体上、下、前、后、顶部 30cm 处，操作位；铅房周围 50m 内人员经常停留位置巡测。
- （3）检测项目：X- $\gamma$ 辐射剂量率。
- （4）检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

本项目正式运行前，应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）和《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，对配套建设的环境保护设施进行验收检测，并编制验收报告。

另外，项目射线装置维修前后，应分别进行一次监测。

## 12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，须建立的辐射事故应急预案应包括以下内容：

- （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）可能发生辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）应急方案已明确应急的具体人员和联系方式。

（5）辐射事故调查、报告和处理程序。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

（6）生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。

（7）编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

（8）应急演习计划：公司应定期、具有针对性地对可能发生的辐射事故进行演练，演练内容包括辐射事故应急预案的可操作性、针对性、完整性，并根据实际情况组织修订辐射事故应急预案。发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

建设单位应急方案应建立辐射事故报告框图，明确人员及联系电话，以保证事故报告的可操作。

**表 13 结论与建议**

### **13.1 结论**

#### **13.1.1 辐射安全与防护分析结论**

建设单位按照相关规范要求设置专门的辐射安全与环境保护管理机构,制定完善的规章制度和辐射事故应急预案,辐射工作人员按要求配备个人剂量计。本项目拟将位于柳州市鸡喇路 16 号柳州五菱柳机动力有限公司本部厂区内的“有色数字成像检测系统设备购置项目”现有设备 X 射线数字成像检测装置及其自带屏蔽设施及辐射安全防护措施,搬迁至位于来宾市迁江镇兴仁路与迁华路交叉口东北角的迁江厂区。经评价分析,项目正常运行过程中的辐射满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的相关要求,项目运行对周边辐射环境影响较小。

#### **13.1.2 环境影响评价结论**

经理论估算,项目设置的 1 台工业 X 射线数字成像检测装置对辐射工作人员和公众的最大可能年照射剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应“剂量限值”的要求和本次评价年剂量辐射剂量约束值。

#### **13.1.3 产业政策相符性结论**

本项目属于核技术利用项目,不属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中淘汰类、限制类项目,属于允许建设项目,项目建设符合国家产业政策。

#### **13.1.4 实践的正当性结论**

项目拟设置的 X 射线探伤装置属于Ⅱ类射线装置,主要进行汽车零部件 X 射线无损检测,为企业生产的汽车零部件鉴别缺损、提高零部件质量提供了经济、高效的方法,为确保产品质量奠定了基础。因此,该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践正当性”的要求。

#### **13.1.5 可行性结论**

综上所述,柳州五菱柳机动力有限公司拟搬迁位于柳州市鸡喇路 16 号本部厂区内的“有色数字成像检测系统设备购置项目”现有设备 X 射线数字成像检测装置及其防护设施,符合辐射防护实践的正当性要求,在落实本环评提出的各项污染防治措

施和环境管理要求前提下，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响，在国家允许的标准范围内，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护的角度分析认为本项目建设可行。

## **13.2 建议和承诺**

### **13.2.1 建议**

根据项目情况本评价提出以下建议：

- 1、按照辐射安全许可证的许可内容从事辐射工作。
- 2、不断完善辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝辐射事故的发生。
- 3、按规范要求做好辐射防护工作档案，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、健康查体和辐射防护检测等资料要分类保管并长期保存，严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。
- 4、做好职业工作人员的个人剂量监测和健康管理；做好辐射工作人员培训和再培训。按照辐射事故应急预案和报告制度的要求，定期进行熟练演习。
- 5、密切关注个人剂量监测监测结果，一旦发现异常立即查明原因，采取措施确保每个工作人员年有效剂量满足本报告表明确的年剂量管理约束值。
- 6、落实辐射防护设施定期检查制度。

### **13.2.2 承诺**

为保护环境，保障人员健康，柳州五菱柳机动力有限公司承诺：

- 1、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部 18 号令）要求开展个人剂量监测、工作场所监测以及安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的报告。
- 2、接受生态环境部门的监督检查并及时整改检查中发现问题。
- 3、完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。
- 4、按要求开展竣工环保验收。

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 |

