

# 核技术利用建设项目

## 新建工业 X 射线数字影像检测系统项目

### 环境影响报告表

(公示本)

  
成都西菱动力部件有限公司  
二〇二三年十二月  
生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况 ..... 1

表 2 放射源 ..... 8

表 3 非密封放射性物质 ..... 8

表 4 射线装置 ..... 9

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） ..... 10

表 6 评价依据 ..... 11

表 7 保护目标与评价标准 ..... 13

表 8 环境质量和辐射现状 ..... 15

表 9 项目工程分析与源项 ..... 18

表 10 辐射安全与防护工业 X 射线数字影像检测系统 ..... 25

表 11 环境影响分析 ..... 32

表 12 辐射安全管理 ..... 53

表 13 结论与建议 ..... 60

表 1 项目概况

|             |          |                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |      |                       |
|-------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|
| 建设项目名称      |          | 新建工业 X 射线数字影像检测系统项目                                                                                                        |                                                                                                                                                       |      |                       |
| 建设单位        |          | 成都西菱动力部件有限公司                                                                                                               |                                                                                                                                                       |      |                       |
| 法人代表        |          | **                                                                                                                         | 联系人                                                                                                                                                   | **   | 联系电话                  |
| 注册地址        |          | 四川省成都市大邑县经济开发区兴业七路 8 号                                                                                                     |                                                                                                                                                       |      |                       |
| 项目建设地点      |          | 成都西菱动力部件有限公司一期厂区机加铸造车间北侧                                                                                                   |                                                                                                                                                       |      |                       |
| 立项审批部门      |          | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                       | 批准文号 | /                     |
| 建设项目总投资（万元） |          | **                                                                                                                         | 项目环保投资（万元）                                                                                                                                            | **   | 投资比例（环保投资/总投资）        |
| 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 <sup>2</sup> ） |
| 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                                                                                 |      |                       |
|             | 其它       | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |      |                       |

## 项目概述

### 一、建设单位简介及项目由来

成都西菱动力部件有限公司（统一社会信用代码：\*\*）成立于 2009 年，为成都西菱动力科技股份有限公司的全资子公司，专业从事汽车发动机凸轮轴、连杆等关键零部件生产。公司现有四个厂区均位于成都市大邑县经开区，其中一期与二期厂区相邻位于大邑县经济开发区兴业 7 路 8 号，三期与四期厂区相邻位于大邑县经济开发区大安路 368 号。

本次新建工业 X 射线数字影像检测系统项目位于公司一期厂区，一期厂区主要用于生产涡轮增压器的主要零部件，及其他军工铸件，为前序工序产品的供应基地。本

项目所在生产线已经取得了成都市大邑生态环境局关于成都西菱动力部件有限公司汽车发动机涡轮增压器生产线技术改造项目环境影响报告表的批复（成大环承诺环评审\*\*号）（附件2）。

为确保公司生产的发动机零部件中的涡轮壳符合公司产品质量标准要求，该公司在机加铸造车间北侧设置了一间X射线检测室，在检测室内安装一台自带铅房的工业X射线数字影像检测系统，型号为ZXFlasee D，其最大管电压为450kV、最大管电流为3mA，属于II类射线装置。项目建成后公司只开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

根据现场踏勘，成都西菱动力部件有限公司工业X射线数字影像检测系统涉及的辐射工作场所已经建成，并且X射线数字成像检测系统于2023年1月开始使用，未办理许可证，违反了《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第十五条第一款的规定，根据该条例第五十二条第一项的规定，现责令单位立即改正上述违法行为，按照《四川省生态环境行政处罚裁量标准》的裁量，拟作出罚款1万元的行政处罚。对此，成都市生态环境局出具了责令改正违法行为决定书（成环责改字\*\*）见附件3-1，行政处罚告知书（成环罚告字\*\*）见附件3-2。

截止目前，成都西菱动力部件有限公司已缴纳行政罚款（相关凭证见附件3-2），正在完善相关环保手续。

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，须对该项目进行环境影响评价。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第18号）及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日起施行）的相关规定，本项目属于“第五十五—172条核技术利用建设项目中生产、使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表，并向四川省生态环境厅申请审批，因此，该公司委托四川同佳检测有限责任公司对本项目开展环境影响评价工作。四川同佳检测有限责任公司接受委托后，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《新建工业X射线数字影像检测系统项目环境影响报告表》。

## 二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业探伤领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业发展政策。

### 三、项目概况

#### （一）项目名称、性质、地点

项目名称：新建工业 X 射线数字影像检测系统项目

建设单位：成都西菱动力部件有限公司

建设性质：新建

建设地点：成都西菱动力部件有限公司一期厂区机加铸造车间北侧

#### （二）建设内容与规模

成都西菱动力部件有限公司在一期厂区机加铸造车间北侧设置了一间 X 射线检测室（一层，7.5m（长）×3.5m（宽）×4.5m（高），砖混结构，上方无人员活动），进行探伤作业。建设单位已购 1 台工业 X 射线数字影像检测系统，型号为 ZXFlasee D，最大管电压为 450kV，最大管电流为 3mA，属于 II 类射线装置，主要用于发动机零部件中的涡壳的无损检测。

工业 X 射线数字影像检测系统安装于 X 射线检测室靠西北位置，铅房距检测室西北侧墙体约 0.1m；距检测室西南侧墙体约 4.2m；距检测室东南侧墙体约 0.5m；距检测室东北侧墙体约 0.8m。控制台位于 X 射线检测室内西南侧，距铅房约 3.6m。

本项目检测系统的探伤机配备了升降架、C 型臂，射线管及平板成像系统固定在 C 型臂上，C 型臂在升降架的作用下可进行升降，C 型臂可沿转动轴倾斜±15°，探伤作业时 X 线束固定投向西北方、不投向其他方向。

铅房净空尺寸为 2.9m（长）×2.5m（宽）×2.6m（高），占地面积约 7.25m<sup>2</sup>，为铅钢结构，主射面采用 2mm 钢板+65mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构，主射面对立面采用 2mm 钢板+37mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构，其余面及顶部、底部均采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构。铅房工件进出门洞尺寸（宽×高）为 0.68m×1.51m，铅防护门尺寸（宽×高）为 0.74m×1.70m，可以保证足够的搭接宽度，铅防护门采用平移开启方式，采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构。

本项目探伤设备主要用于检测涡壳内部是否存在铸造缺陷及缺陷分布情况，涡壳材质为不锈钢，形状为不规则形状，工件长度范围约 80mm，管壁厚度约 20mm，探伤机年检测工件 3000~5000 件，单次最大曝光时间约 3min，年最大曝光扫描时间约 250h。

工件探伤进出方式为人为放置在平台上，不涉及室外探伤和野外探伤。设备自带图像处理显示系统，控制台能直接从显示器看到工件内部缺陷情况，本项目不进行拍片洗片，不产生废定影液、废显影液、废胶片等。

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设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 |                           | 备注 |
|---------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|----|
|         |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 施工期       | 营运期                       |    |
| 主体工程    | 铅房尺寸                     | 净空尺寸：2.9m（长）×2.5m（宽）×2.6m（高）                                                                                                                                                                                                                                      | /         | 探伤机工作时产生的X射线、臭氧，换气风机产生的噪声 | 已购 |
|         | 铅房结构                     | 铅房地面积约 7.25m <sup>2</sup> ，为铅钢结构，主射面采用 2mm 钢板+65mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构，主射面对立面采用 2mm 钢板+37mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构，其余面及顶部、底部均采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构。铅房工件进出门洞尺寸（宽×高）为 0.68m×1.51m，铅防护门尺寸（宽×高）为 0.74m×1.70m，可以保证足够的搭接宽度，铅防护门采用地轨道平移开启方式，采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构 |           |                           |    |
|         | X 射线探伤机情况                | 最大管电压为 450kV，最大管电流为 3mA                                                                                                                                                                                                                                           |           |                           |    |
|         | 探伤地点                     | X 射线探伤机在铅房内使用，不涉及室外（野外）探伤                                                                                                                                                                                                                                         |           |                           |    |
|         | 曝光时间                     | 250h                                                                                                                                                                                                                                                              |           |                           |    |
| 环保工程    | 依托厂区内污水预处理设备设施、固体废物收运设施等 |                                                                                                                                                                                                                                                                   | /         |                           | 依托 |
| 办公及生活设施 | 利用厂区其他办公室及生活设施           |                                                                                                                                                                                                                                                                   | /         | 生活垃圾、生活污水、固体废物、噪声         | 依托 |

|          |          |   |  |  |
|----------|----------|---|--|--|
| 仓储<br>其他 | 依托厂区其他设施 | / |  |  |
|----------|----------|---|--|--|

### （三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

| 类别    | 名称                  | 年耗量(单位) | 来源     | 主要化学成分 |
|-------|---------------------|---------|--------|--------|
| 主(辅)料 | —                   | —       | —      | —      |
|       | —                   | —       | —      | —      |
|       | —                   | —       | —      | —      |
| 能源    | 煤(T)                | —       | —      | —      |
|       | 电(度)                | 探伤用电    | 2400 度 | —      |
|       | 气(Nm <sup>3</sup> ) | —       | —      | —      |
| 水量    | 地表水                 | —       | —      | —      |
|       | 地下水                 | —       | —      | —      |

### （四）本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目使用的射线装置的相关情况

| 设备名称           | 设备型号        | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 投射类型 | 活动种类 | 使用场所 | 辐射角度    | 最大穿透厚度铁 (mm) | 单次最大曝光时间 (min/件) | 备注 |
|----------------|-------------|------------|------------|------|------|------|---------|--------------|------------------|----|
| 工业 X 射线数字影像检测系 | ZXFlassee D | 450        | 3          | 定向   | 工业探伤 | 铅房   | 15°+15° | 50           | 3                | 已购 |

### （五）本项目外环境及选址合理性分析

#### 1、项目外环境

本项目位于成都西菱动力部件有限公司一期厂区 X 射线检测室内。根据现场踏勘，厂区周边以工业企业为主，东面为工业园区业兴七路，北面为成温邛高速公路。

本项目 50m 评价范围内外环境如下：西北侧 3.5~12m 为厂区道路，约 45~50m 为成温邛高速公路；西南侧约 4.5m 为控制台，约 6~50m 为厂区道路、空压站，约 15~50m 自西向南依次为自动抛丸区域、样件处理区、二洗抛丸区域、后处理除尘区域、设备部物料暂存区域、自动切割打磨区域；东南侧 5~50m 为机加铸造车间、机修车间、备件库、工件精整区域；东北侧 6~21m 为高压室、低压室，21~50m 厂区道路、绿化。本项目地理位置图见附图 1，本项目外环境关系图见附图 2。

## 2、项目选址合理性

成都西菱动力部件有限公司位于成都市大邑县经济开发区兴业 7 路 8 号，所在区域为大邑县工业集中发展区，该规划区已于 2009 年 12 月开展了规划环评，规划主导产业为“以轻工产品、通用机械制造业为主导产业，重点发展家用电力器具制造、不锈钢及类似日用金属制品制造、纺织服装制造、通用零部件制造、上下游关联产品制造”。2019 年 5 月，大邑经济开发区完成跟踪评价工作，并取得《四川省生态环境厅关于四川大邑经济开发区规划环境影响跟踪评价工作意见的函》（川环建函[2019]29 号），园区产业定位维持原机械加工主导产业不变，努力培育以石油机械、阀门、木工、汽车零部件、环保机械制造为主的百亿机械制造产业集群。

本项目生产线已经取得了成都市大邑生态环境局关于成都裕西菱动力部件有限公司汽车发动机涡轮增压器生产线技术改造项目环境影响报告表的批复（成大环承诺环评审[2021]21 号）（附件 2），本项目仅为生产线的配套建设项目，不新增用地，且项目使用的铅房为专用辐射工作场所，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。

## （六）劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员 4 人，均为新增辐射工作人员。每天工作八小时，年工作时间为 250 天。建设单位今后可根据开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上进行辐射安全与防护专业知识的学习和考核，考核后方可上岗。

## 四、原有核技术利用情况

本项目工业 X 射线数字成像检测系统涉及的辐射工作场所已经建成，并且射线装置已经投入使用，未办理许可证，对此，成都市生态环境局出具了责令改正违法行为决定书（成环责改字[2023]ZD090）见附件 4-1，责令该单位立即改正上述违法行为。

该公司未从事过任何核技术应用类项目活动，本次为首次申请辐射安全许可证开展的环境影响评价，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

## 五、本项目依托情况

本项目依托的主要环保设施有：

（1）本项目生活污水经一期厂区已建污水处理站（二级生化处理工艺，处理规模为70t/d），达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后沿厂区总排污口进入市政污水管网，再经大邑县工业污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中水污染排放物排放标准一级A标，排入斜江河。

（2）项目产生的生活垃圾依托该公司现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

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<br>种类 | 实际日最大<br>操作量（Bq） | 日等效最大<br>操作量（Bq） | 年最大用<br>量（Bq） | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与<br>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》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器。

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量<br>(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  | 工业 X 射线数字成像检测系统 | II类 | 1  | ZXFlasee D | 450        | 3          | 探伤 | 铅房内  | 已购 |
| —  | —               | —   | —  | —          | —          | —          | —  | —    | —  |

（三）中子机，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>(mA) | 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 | —    | —  | —    | —     | 少量    | —    | 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/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》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日实施；</p> <p>(3) 《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>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部 部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号），2017 年 11 月 22 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原中华人民共和国环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日）；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，(环发[2012]77 号)，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(13) 《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）；</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告公告 2019 年 第 57 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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(9) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104 -2017）。</p> |
| 其他   | <p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 成都西菱动力部件有限公司提供的设计资料；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>(4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》；</p> <p>(5) 《关于印发&lt;四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）&gt;的通知》（川环办发[2016]1400 号）。</p>                                                                                                                                                                                                                                  |

表 7 保护目标与评价标准

## 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，确定辐射环境影响评价的范围：以铅房实体边界外 50m。

## 保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

| 保 护 目 标                        | 与设备相对位置     | 距辐射源最近距离(m) | 人流(人次/天) | 照射类型 | 年剂量约束值(mSv) |
|--------------------------------|-------------|-------------|----------|------|-------------|
| 本项目辐射工作人员                      | 西南侧         | 4.5         | 4        | 职业照射 | 5.0         |
| 自动抛丸区域、样件处理区、二洗抛丸区域等厂房西南侧的工作人员 |             | 15          | 50       | 公众照射 | 0.1         |
| 成温邛高速公路的流动人群                   | 西北侧         | 45          | /        | 公众照射 | 0.1         |
| 机加铸造车间、机修车间等厂房东南侧的工作人员         | 东南侧         | 5           | 50       | 公众照射 | 0.1         |
| 厂区道路的流动人群                      | 东北侧、西北侧、西南侧 | (西北侧最近) 3.5 | 200      | 公众照射 | 0.1         |

注：空压站、高压室、低压室为设备用房，无工作人员，故不列为环境保护目标。

## 评价标准

### 一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

### 二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；

(2) 废水：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准。

### 三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

#### （一）剂量限值

(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。本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员的年剂量约束值。

(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。本项目环评取上述标准中规定的公众照射年剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

#### （二）辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）相关规定，在距离铅房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μGy/h。

#### （三）臭氧浓度限值

根据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）室内臭氧最高允许浓度 0.30mg/m<sup>3</sup>；根据《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目位于成都西菱动力部件有限公司一期厂区 X 射线检测室内。根据现场踏勘，厂区周边以工业企业为主，东面为工业园区业兴七路，北面为成温邛高速公路。

本项目 50m 评价范围内环境如下：西北侧 3.5~12m 为厂区道路，约 45~50m 为成温邛高速公路；西南侧约 4.5m 为控制台，约 6~50m 为厂区道路、空压站，约 15~50m 自西向南依次为自动抛丸区域、样件处理区、二洗抛丸区域、后处理除尘区域、设备部物料暂存区域、自动切割打磨区域；东南侧 5~50m 为机加铸造车间、机修车间、备件库、工件精整区域；东北侧 6~21m 为高压室、低压室，21~50m 厂区道路、绿化。

在接受本项目环境影响评价委托后，四川同佳检测有限责任公司技术人员对项目已建场所进行了踏勘，已建场所现状见图8-1。



图8-1 已建区域现状图

二、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受四川同佳检测有限责任公司的委托，四川省永坤环境监测有限公司于 2023 年 11 月 14 日对本项目进行了现状监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。监测使用仪器及环境条件见表 8-2。监测报告见附件 4。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

| 监测项目        | 监测方法             | 方法来源         |
|-------------|------------------|--------------|
| 环境 X-γ辐射剂量率 | 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 | HJ 1157-2021 |
|             | 《辐射环境监测技术规范》     | HJ 61-2021   |

| 表 8-2 监测使用仪器表 |                                          |                                 |                                                                                                                 |                                          |
|---------------|------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 监测项目          | 监测设备                                     |                                 |                                                                                                                 | 使用环境                                     |
|               | 名称及编号                                    | 测量范围                            | 校准情况                                                                                                            |                                          |
| 环境 X-γ 辐射剂量率  | RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪<br>编号：YKJC/YQ-40 | 1nGy/h~1.2mGy/h<br>20keV~3.0MeV | 检定/校准单位：<br>中国测试技术研究院<br>证书编号：<br>202311000199<br>检定/校准有效期：<br>2023.11.02~2024.11.01<br>校准因子：1.09（使用 137Cs 校准源） | 天气：晴<br>温度：<br>21~21.5℃<br>湿度：<br>56~57% |

辐射监测仪器已经由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，可以作为电离辐射环境现状的科学依据。

### 三、质量保证

四川省永坤环境监测有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 1 月通过了原四川省质量技术监督局的计量认证，证书编号为\*\*，有效期至 2024 年 1 月 28 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

### 五、监测结果

| 表 8-3 已建 X 射线探伤项目周围 X-γ辐射剂量率监测结果      单位：nSv/h |      |                         |    |
|------------------------------------------------|------|-------------------------|----|
| 点位                                             | 监测位置 | 环境 X-γ辐射剂量率    单位：nGy/h | 备注 |

|   |           | 测量值 | 标准差 |    |
|---|-----------|-----|-----|----|
| 1 | 铅房操作位     | 107 | 2.7 | 室内 |
| 2 | 铅房工件进出门   | 84  | 2.3 |    |
| 3 | 铅房西侧墙体外   | 82  | 2.1 |    |
| 4 | 铅房南侧墙体外   | 83  | 1.8 |    |
| 5 | 铅房北侧墙体外   | 85  | 3.2 |    |
| 6 | 西南侧铸造机加车间 | 94  | 1.9 |    |
| 7 | 西北侧厂区道路   | 84  | 2.7 |    |

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

由监测报告得知，项目所在区域的 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率背景值为 82～107nSv/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》中四川省环境  $\gamma$  辐射剂量率自动监测结果（61.9～151.8 nGy/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、施工期污染源项分析

本项目涉及的工业 X 射线数字成像检测系统在成都西菱动力部件有限公司 X 射线检测室内使用，根据现场踏勘，本项目 X 射线检测室已经建成，工业 X 射线数字成像检测系统以及自带的铅房已安装，不存在施工期遗留的环境问题。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成

工业 X 射线数字影像检测系统主要由 X 射线系统（X 射线探伤机）、操作控制台、图像显示及处理系统、机械运动系统、射线防护系统（铅房）及运动控制系统组成。

2、工作原理

X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会发生韧致辐射，产生特征 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束；通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中，有一部分照射到墙面发生散射，称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射，其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线，X 射线产生原理见图 9-2。

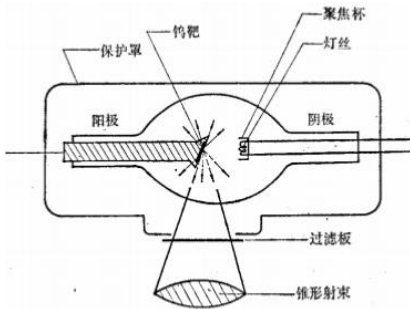


图 9-2 X 射线探伤机工作原理示意图

X 射线探伤机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。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线监测信号转换为光学图像，称为“光电转换”，用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上，显示出材料内的缺陷性质、大小、位置信息，按照有关标准对检测结果进行等级评定，从而达到检测目的。

### 3、工艺流程及产污环节

本项目检测系统在进行 X 射线探伤检测工作时，首先逐一启动 X 射线实时成像检测系统高压电源、电气控制系统，开机预热；开机预热 5~10min 后，辐射工作人员打开铅房门；通过控制台控制小车到铅房门处，检测人员将检测工件放置于小车平台转盘上；然后通过操作台控制小车进入铅房内；调整固定于 C 臂上的射线管及平板探测器，以实现最佳检测位置；在操作柜前按规程检测工件的具体情况将 X 射线装置的参数调至最佳状态，然后开始进行检测；检测时 X 射线装置机头位置不变，X 射线照射方向不变，固定零部件的托盘或支架旋转，从而完成对检测工件的拍片，此时产生 X 射线和少量臭氧。检测完成后调整角度和图像效果，对检测工件进行判定分析是否合格；检测结束，系统自动关闭 X 射线探伤机出束；打开铅门，取出检测工件，分类摆放。

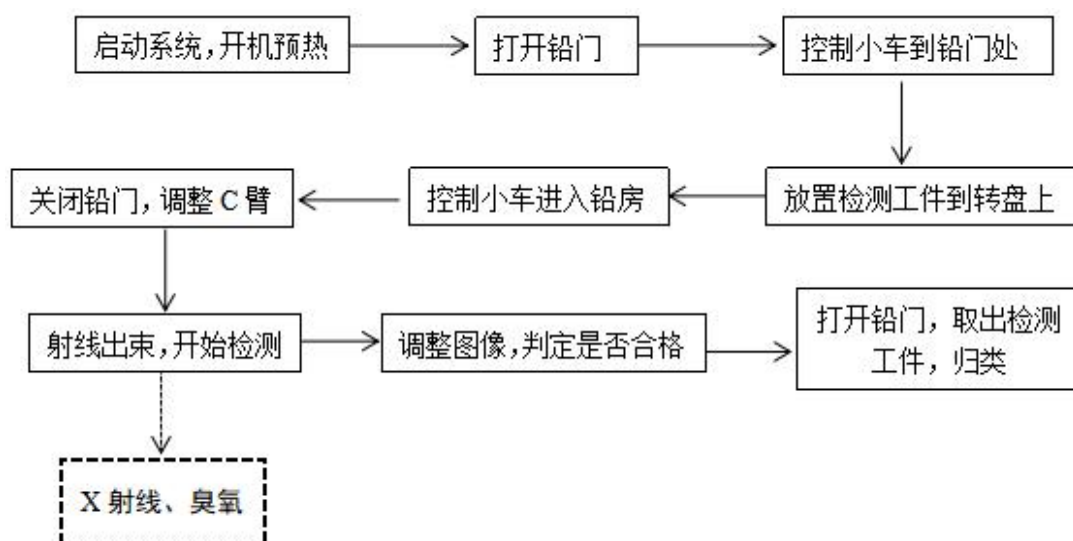


图9-5 工业X射线数字影像检测系统工作流程及产污位置图

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物为探伤机出束检测过程中产生的 X 射线、噪声、臭氧，实时成像检测系统不存在使用定、显影液及胶片的情况，所以

不产生废定、显影液及废胶片。

4、本项目人流、物流路径

本项目辐射工作人员在探伤检测时，人员停留在控制台旁，需要检测时，操作人员将被检测工件送至铅房门口，放置到小车转盘上，人不进入铅房内。根据本项目实际情况，划定了人流、物流路径，见图9-6。

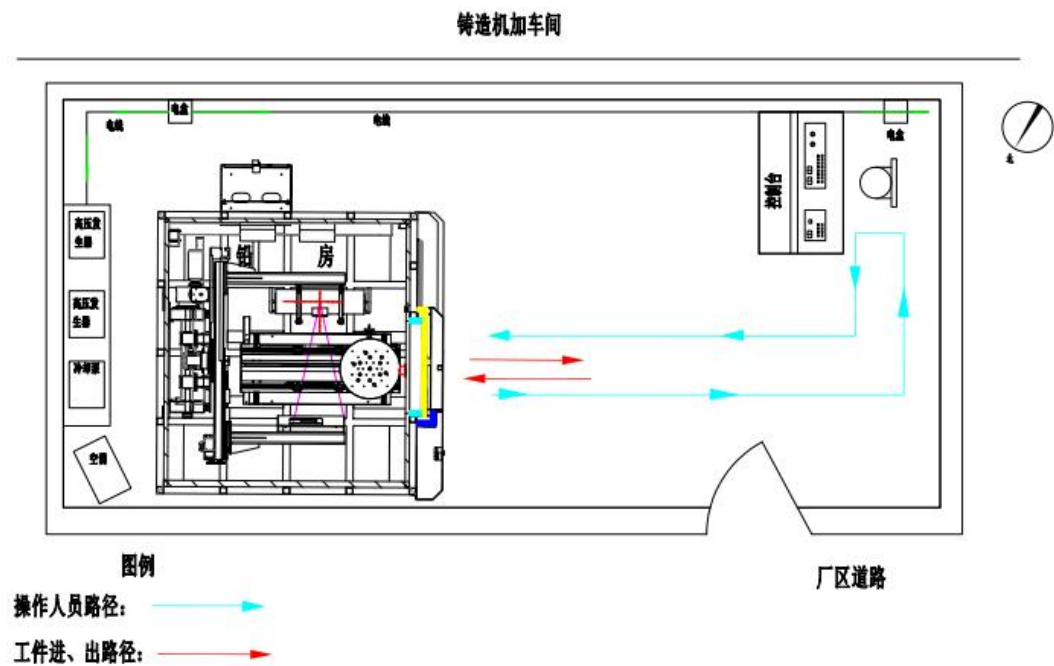


图9-6 人流、物流路径图

4、工况分析

本项目铅房净空尺寸为 2.42m（长）×2.445m（宽）×2.38m（高），在铅房内安装使用一台工业 X 射线数字影像检测系统，工业 X 射线数字影像检测系统配备的探伤机的最大管电压为 450kV，最大管电流为 3mA，最大年曝光时间为 250h。X 射线探伤机在铅房内实施探伤作业，用于对涡轮壳的铸造缺陷探伤检查，工件长度范围约 80mm，管壁厚度约 20mm。本项目探伤工件尺寸较小，铅房内尺寸能满足被检测工件探伤要求，采取外照法进行探伤检测。被检测工件进出方式为操作台系统控制，采用机械传送，工作人员不进入铅房，故该单位只开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。定向 X 射线探伤机照射时，主射束投向铅房西南侧墙体。

射线装置具体参数如下：

表 9-1 本项目使用的射线装置的相关情况

| 设备型号       | 生产厂家         | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 投射类型 | 使用场所 | 最大穿透厚度铁 (mm) | 辐射角度 | 单次最大曝光时间 (min/件) |
|------------|--------------|------------|------------|------|------|--------------|------|------------------|
| ZXFlasee D | 丹东锐新射线仪器有限公司 | 450        | 3          | 定向   | 铅房内  | 50           | 40°  | 3                |

## 污染源项描述

### 一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时，通过高压机和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，不开机状态不产生辐射。

### 二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

### 三、废水

本项目共涉及工作人员4人，用水量按120L/人·天计，废水排放系数为0.8，则每天产生生活污水0.384m³/d，生活污水依托公司一期厂区已建污水处理设施预处理后进入市政污水管网，并经大邑县工业污水处理厂进一步处理达标后排入斜江河。

### 四、固体废物

本项目运营期不使用胶片，因此无废胶片产生；本项目共涉及工作人员4人，产生量以0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾2kg/d，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

### 五、噪声

本项目噪声源主要有工业X射线数字成像检测系统和通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，源强低于65dB(A)，且所有设备均处于厂房内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对生产车间外界噪声的贡献很小，项目对所在区域声环境影响很小。

### 六、危险废物

本项目采用数字成像技术，利用X射线穿过被检测工件投射到平板探测器上成像，不使用定、显影液和胶片，不产生危险废物。

表 10 辐射安全与防护

## 项目安全设施

### 一、平面布局及辐射工作场所两区划分

#### 1、项目平面布局合理性分析

本项目位于在一期厂区西北侧 X 射线检测室内，X 射线检测室位置相对独立，周围人员较少，检测过程中产生的 X 射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的；此外，本项目紧邻铸造机加车间，物流便于工件检测，同时也便于经过探伤检测后的产品及时进入下一制程的车间内转移。总体来看，X 射线检测室的平面布置既能满足被检测工件检测的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

#### 2、辐射工作场所两区划分

##### （1）分区原则

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）要求在放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。

**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。

##### （2）控制区和监督区的划分

本次将铅房内部区域划定为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入；铅房外范围内划为监督区，禁止非辐射工作人员进入，地上用醒目的黄线标识进行划定。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1。

表10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

| 场所      | 控制区                      | 监督区                                    |
|---------|--------------------------|----------------------------------------|
| X 射线检测室 | 铅房内部区域为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入 | X 射线检测室内除铅房主体以外的区域划定为监督区（地上用醒目的黄线进行划定） |

|        |                                                                                                       |                                                            |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 辐射防护措施 | 对控制区进行严格控制，探伤机在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入”字样的警告标志 | 监督区为工作人员操作本检测系统的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，设置黄色“非职业人员禁入”字样。 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

两区划分示意图见下图：

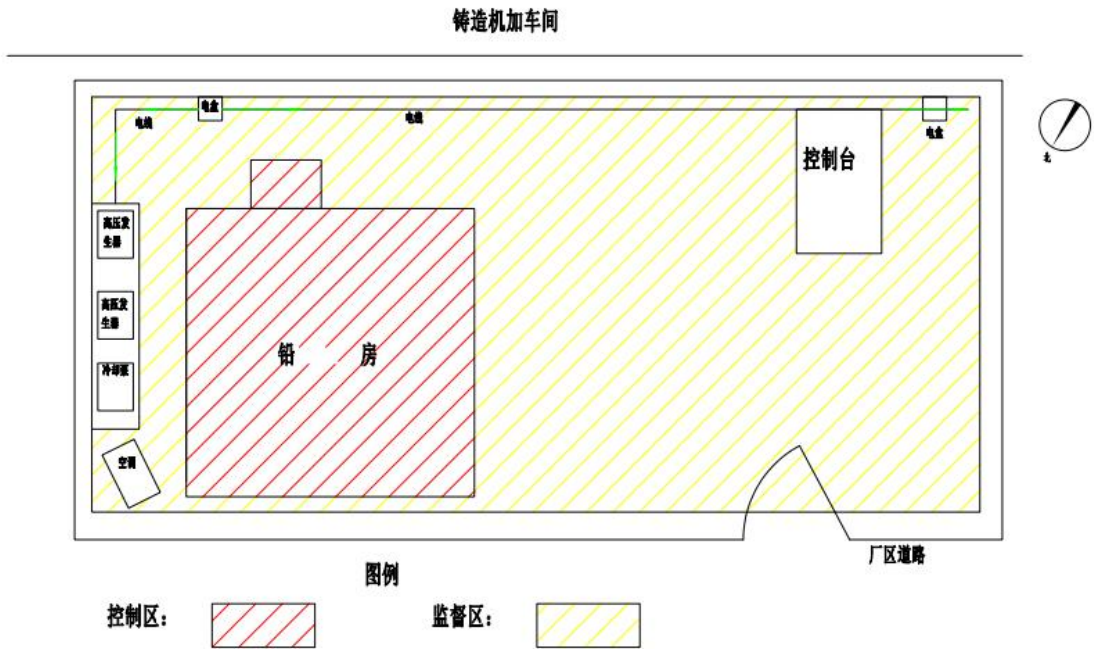


图 10-1 本项目两区划分示意图

## 二、工作场所实体辐射防护情况及设备固有安全性分析

### 1、工作场所实体辐射防护情况

本项目铅房设计单位为丹东锐新射线仪器有限公司。根据设计技术方案，铅房防护设计如下：

表10-2铅房实体防护设施表

| 工作场所 | 铅房墙体                                                                                         | 工件进出门                                                                                                             | 通排风口                                                                 | 线缆穿孔                                             |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 铅房   | 铅房主射面采用 2mm 钢板+65mm 铅板+2mm 钢板作为防护层；主射面对立面采用 2mm 钢板+37mm 铅板+2mm 钢板，其余面及顶部、底部采用 2mm 钢板+33mm 铅板 | 铅房工件进出门洞尺寸(宽 x 高)为 0.68mx1.51m，铅防护门尺寸(宽 x 高)为 0.74mx1.70m 可以保证足够的搭接宽度，铅防护门采用平移开启方式，采用 2mm,钢板+35mm 铅板+2mm 钢板三层防护结构 | 铅房采用自然进风，顶部采取风扇式机械排风，排风量约 100m³/h，在通风口有铅防护罩，采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板 | 线缆穿孔位于铅房内后方，线缆四周均覆以铅防护罩，采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板 |

|  |         |  |  |  |
|--|---------|--|--|--|
|  | +2mm 钢板 |  |  |  |
|--|---------|--|--|--|

铅房墙体施工工艺：铅房防护层具体结构为钢板+铅板+钢板，主射方向采用65mm厚铅板作为防护层，主射面对立面采用37mm厚铅板作为防护层，其他非主射方向均采用35mm铅板作为防护层。

通排风系统：本项目探伤工作时铅房采用自然进风，顶部采取风扇式机械排风，排风量约100m<sup>3</sup>/h，在通风口有铅防护罩，采用2mm钢板+35mm铅板+2mm钢板，风机每小时换气次数为不小于3次，噪声源强小于65dB（A）。本项目铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道引出，通向X射线检测室外墙排放。

本项目铅房设置有通风口和线缆穿孔，连接处均设有与铅房铅当量相当的铅防护罩，防止X射线外泄，因此，该铅房辐射防护设计符合辐射防护要求。

## 2、固有安全性分析

①钥匙控制开关：在设备控制台设置有安全钥匙控制钥匙，操作系统设置有密码，必须钥匙打开，输入正确密码后，设备才能正常曝光运行。

②开机系统自检：开机并打开扫描软件后，设备进行软硬件的开机自检，包括系统各部件的工作状态监测、连接测试等，若诊断测试正常，则可进行曝光；若诊断出故障，则显示出故障代码，提醒用户关机，与厂家联系并维修。

③铅房内部设置有照明、摄像头，可以清楚看到内部检测情况，检测完成后将结果传输至控制台控制系统中。设备自带工作状态指示灯，有效指示设备工作状态。

④门机连锁装置：设备铅门具有门机连锁装置，与射线管供电电路串联。工作时，只有铅门处于关闭的状态下，探伤机才会给射线管供电。而在曝光期间，铅门不能被打开，可以防止发生误照射事故。

⑤当门灯连锁装置：铅房顶部及控制台顶部设置有工作状态警示灯，并与设备铅门进行串联，工作状态下铅门不能被打开。

⑥铅房内和控制台具有明显标识的紧急停机按钮，按下该停止按钮可立即切断探伤机高压电源，停止出束，并打开铅门，保障设备检修时安全。

⑦待检工件的送入、送出由设备自带的机械行走小车完成，不需要工作人员进出铅房，保障工作人员的安全。

⑧排风口防护：根据本项目采购的 ZXFlasee D型X射线实时成像系统生产厂

家提供资料，设计有1处排风口，排风口处已设计2mm钢板+35mm铅板+2mm钢板进行屏蔽。

⑨线缆口防护：根据本项目采购的 ZXFlasee D型X射线实时成像系统生产厂家提供资料，设有1处电缆线出口，电缆线出口已设计2mm钢板+35mm铅板+2mm钢板进行屏蔽。

⑩过失电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

### 3、建设场所的安全性

本项目位于一期厂区涡轮增压器生产线厂房西南侧，其位置下方无地下室和地下车库，地面经过混凝土硬化，具有一定的承重强度，不会造成地面塌陷。

### 4、应配备的安全装置

①门机联锁：铅房防护门与X射线探伤机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

②门灯联锁：铅房防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

③有中文标识的紧急止动装置及紧急逃逸装置：铅房内有1个紧急停止按钮，控制台有1个紧急停止按钮，按下该停止按钮设备立即停止运行，并打开铅门，保证操作和维修时安全。

④铅房顶部设置有明显可见的报警灯，内部需安装有照明设施及摄像头。在工作时能发出声、光警报。

⑤铅房防护门外在醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志；作业规范、注意事项、应急措施等规章制度设置在醒目位置，并严格落实到探伤工作中。电离辐射警告标志如图 10-2 所示。

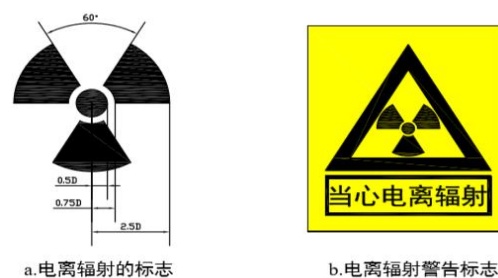


图 10-2 电离辐射警告标志

⑥铅房门洞与铅门之间应有足够的搭接宽度，排风口和线缆空洞均应有铅罩进行屏蔽，铅房四周均应有铅层进行搭接；铅房四周和顶部边框应具有较高的结构强度，不会造成铅房坍塌和顶部下坠的现象。

⑦铅房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。

### 三、辐射安全防护措施对照分析

建设单位参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函【2016】1400号）相关要求，将设置如下辐射安全防护措施，见表10-3。

表10-3 本项目辐射安全防护措施对照分析表

| 措施   |                     | 设备自带与已有的措施及位置                                           | 本项目拟增加措施及位置                                                         | 是否满足法律法规要求 |
|------|---------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 场所设施 | 分区管理                | /                                                       | 本项目拟将工业X射线数字成像检测系统屏蔽体（铅房）内部区域作为本项目控制区，屏蔽体（铅房）以外、X射线检测室以内的区域为本项目的监督区 | 满足         |
|      | 电离辐射警告标志            | 工件门外自带一张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明                          | 本项目拟在监督区入口门张贴1张监督区标志和电离辐射警告标志                                       | 满足         |
|      | 工作状态指示灯、灯机联锁和声光提示装置 | 本项目工业X射线数字成像检测系统自带1套工作状态指示灯、声光提示装置与系统联锁                 | /                                                                   | 满足         |
|      | 门机联锁系统              | 本项目工业X射线数字成像检测系统在工件门处自带1套门机联锁装置，门打开时应立即停止照射，关上门不能自动开始照射 | /                                                                   | 满足         |
|      | 通风设施                | 本项目工业X射线数字成像检测系统自带通风装置，有效通风换气次数不小于3                     | 通过排风管从铅房引出废气通向X射线检测室外侧墙体排向室外                                        | 满足         |

|      |                    |                                                            |        |    |
|------|--------------------|------------------------------------------------------------|--------|----|
|      |                    | 次/小时                                                       |        |    |
|      | 监控系统               | 本项目工业X射线数字成像检测系统自带1套监控系统，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全   | /      | 满足 |
|      | 紧急停机按钮             | 本项目工业X射线数字成像检测系统在西南侧屏蔽体上和控制台各自带1个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。 | /      | 满足 |
|      | 紧急开门按钮             | 本项目系统铅房内侧自带1个紧急开门按钮                                        | /      | 满足 |
| 监测设备 | 便携式辐射监测仪           | /                                                          | 本次新增1台 | 满足 |
|      | 个人剂量计              | /                                                          | 本次新增4套 | 满足 |
|      | 个人剂量报警仪            | /                                                          | 本次新增2台 | 满足 |
| 应急物资 | 灭火器材               | 利用铸造机加车间已有灭火器材                                             | /      | 满足 |
| 制度   | 辐射安全与环境环保管理机构及相应制度 | 建设单位已成立辐射安全与环境保护机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案                | /      | 满足 |

建设单位按照表10-3中提出的要求进行完善后，本项目辐射防护措施合理可行。

#### 四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，公司需要投入一定的资金来建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见表 10-4。

表 10-4 环保设施及投资估算一览表

| 环保设施 | 投资金额（万元） | 备注 |
|------|----------|----|
|------|----------|----|

|               |                         |     |          |
|---------------|-------------------------|-----|----------|
| ZXFlasee<br>D | 铅房 1 座                  | /   | 设备<br>自带 |
|               | 门机联锁系统 1 套              | /   |          |
|               | 门灯联锁系统 1 套              | /   |          |
|               | 钥匙控制 1 个                | /   |          |
|               | 有中文标识的紧急制动装置及紧急逃逸装置 1 套 | /   |          |
| 废气处理          | 通风系统 1 套                | /   |          |
| 监控设施          | 铅房内监控装置 1 套             | /   |          |
| 监测仪器          | 便携式辐射监测仪 1 台            | **  | 新增       |
|               | 个人剂量报警仪 2 个             | **  | 新增       |
| 防护用品          | 个人剂量计 4 套               | **  | 新增       |
| 警示标识          | 入口机器工作状态显示 1 套          | /   | 设备<br>自带 |
|               | 准备出束语音警示系统 1 套          | /   |          |
|               | 电离辐射警示标志 1 套（X 射线检测室门口） | **  | 新增       |
| 人员培训          | 辐射工作人员及应急人员的组织培训        | **  | 应预<br>留  |
| 应急预案          | 应急和救助的资金、物资准备           | **  |          |
| 辐射监测          | 年度监测                    | **  |          |
| 合计            |                         | 8.1 | **       |

本项目总投资\*\*万元，环保投资\*\*元，占总投资的\*\*。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合单位实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。建设单位应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

## 三废的治理

### 一、 废气

X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在铅房内不断累积导致室内臭氧浓度超标，本项目探伤工作时铅房采用自然进风，顶部采取风扇式机械排风，排风量约100m<sup>3</sup>/h，在通风口有铅防护罩，采用2mm钢板+35mm铅板+2mm钢板，风机每小时换气次数为不小于3次，噪声源强小于65dB（A）。符合室内：《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中臭氧最高允许浓度0.30mg/m<sup>3</sup>。由换气设施分析，本项目铅房内的臭氧经铅房顶部机械排风扇引出通过排风管道引至X射线检测室外墙排放，经自然分解和稀释，也符合《环境空气质量标准》（GB3095—2012）中臭氧小时平均浓度二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）的要求，不会对环境空气造成明显影响。本项目排风扇风机噪声源强小于65dB（A）。根据辐射剂量预测分析，该铅房换气系统符合辐射防护要求。

## 二、固体废物

本项目运营期不使用胶片，因此无废胶片产生；本项目共涉及工作人员 4 人，产生量以 0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾 2kg/d，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

## 三、废水

本项目共涉及工作人员4人，用水量按120L/人·天计，废水排放系数为0.8，则每天产生生活污水0.384m<sup>3</sup>/d，生活污水依托公司一期厂区已建污水处理设施预处理后进入市政污水管网，并经大邑县工业污水处理厂进一步处理达标后排入斜江河。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、施工期的环境影响分析

本项目相关辐射工作场所已建成，不存在施工期影响。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，建设单位不进行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在铅房主体铅门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时，工业X射线探伤机必须关机，设置开机和启动密码。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入铅房，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在铅房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。安装结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、屏蔽体厚度校核

本项目年最大探伤工件数量为3000~5000件，工件长度范围约80mm，管壁厚度20mm，单个工件单次最大探伤时间约为3min，年最大曝光时间约250h。

本项目探伤设备主要用于检测涡壳内部是否存在铸造缺陷及缺陷分布情况，仅开展铅房内的探伤，探伤机仅在铅房内使用，不涉及野外（室外）探伤项目，探伤作业时X线束均固定投向铅房西北侧墙体，不投向其他方向。

本项目运营期的环境影响因素为：探伤机工作时产生的X射线机、臭氧、风机产生的噪声。

1、铅房屏蔽厚度合理性分析

根据设计方案可知，铅房主射面的防护铅当量为65mmPb，主射面对立面的防护铅当量为37mmPb，非主射面、顶部及底部的防护铅当量为35mmPb；铅门的防护铅当量为35mmPb。本项目探伤机在探伤作业时，最大管电压450kV，最大管电流为3mA，保守考虑，本次预测按探伤机的最大额定管电压、管电流工况进行预测，曝光时间按照最大曝光时间250h进行预测。

本项目检测系统的探伤机配备了升降架、C型臂，射线管及平板成像系统固

定在C型臂上，C型臂在升降架的作用下可进行升降，C型臂可沿转动轴倾斜±15°，X射线管在离铅房底部500~1300mm范围高度之间电动上下升降，定向投射铅房西北侧。X射线探伤机移动及照射野范围示意图如下图所示：

【略】

结合上图可知，X射线探伤机出束口位置为：距离铅房内底面500~1300mm，距离西北侧墙体（主照面）1590mm，距离东南侧墙体710mm，设备所在检测室为一层结构，下方无地下室，因此本次不核算铅房底部的防护。本次辐射环境影响需考虑主射辐射、漏射辐射和散射辐射。本项目探伤机靶点距离各墙面最近距离情况详见表11-1。

表 11-1 X 射线探伤机靶点距离各面墙体最近距离参数表

根据表11-1可知，本项目铅房屏蔽厚度合理性分析需要考虑主射辐射、漏射辐射和散射辐射对周围环境的影响。

各侧墙体外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

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

式中：

$\dot{H}$  —— 导出剂量率参考控制水平，μSv/h；

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

U —— 探伤装置向关注点照射的使用因子，此处取 1；

T —— 人员在相应关注点驻留的居留因子；经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员驻留的地方取 1/4；

t —— 探伤作业年曝光时间，250h。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-2。

表 11-2 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

### (1) 主射方向屏蔽厚度核算

有用线束屏蔽投射因子 $B_1$ 根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）由式（11-1）、（11-2）、（11-3）计算。

$$B_1 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots(\text{式11-2})$$

$$X = -TVL \cdot \lg B_1 \dots\dots\dots(\text{式11-3})$$

式中：

$B_1$  —有用线束屏蔽透射因子；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，最大管电流为 3mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为  $84\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $5.04\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

TVL—屏蔽物的 1/10 值层；TVL 根据《辐射防护导论》表 3.5 查得，450kV 推算出 TVL 铅取 9.25mm；

$X$  —— 屏蔽体厚度，mm。

本项目铅房主射面屏蔽参数选取及计算结果见表 11-4。

表 11-4 有用线束辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数及结果表

注：铅的密度为  $11.3\text{ g/m}^3$ 。

## （2）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）表1，当X射线管电压大于200kV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（11-1）、（11-2）计算。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots(\text{式11-2})$$

式中：

$B_2$ —屏蔽透射因子；

$\dot{H}$  —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

对于估算出的屏蔽透射因子 $B_2$ ，所需的屏蔽物质厚度 $X$ 按式(11-3)计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \dots\dots\dots(\text{式11-3})$$

式中：

TVL—450kV 探伤机 TVL 根据《辐射防护导论》表 3.5 查得，推算得 TVL<sub>铅</sub>取 9.25mm。

铅房西南侧（工件进出门）、东南侧、东北侧及顶部墙面漏射辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-4。

表11-4 漏射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

## （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（11-1）、（11-3）计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots(\text{式11-4})$$

式中：

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

（GBZ/T250-2014），与 2.5μSv/h 相比较取小值；

$R_s$ —散射点至关注点的距离，m；

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离，均取 0.7m；

$I$ —探伤机最大管电流取 3mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为 84mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)，即 5.04×10<sup>6</sup>μGy·m<sup>2</sup>/(mA·h)；

$F$ — $R_0$  处的辐射表面积，取 0.1m<sup>2</sup>；

$\alpha$ —根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值，当 300kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射为 200kV，400kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射为 250kV，因此可得出 450kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射约为 300kV，因此根据（GBZ/T250-2014）中表 B.3 散射因子保守取值 0.0475。

对于估算出的屏蔽透射因子 $B_3$ ，所需的屏蔽物质厚度 $X$ 按式11-5计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B_3 \dots\dots\dots(\text{式11-5})$$

式中：

TVL—什值层厚度；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 中 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值，根据表中数据，当 300kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射为 200kV，400kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射为 250kV，因此可得

出 450kV 探伤机散射对应的散射辐射约为 300kV,根据(GBZ/T250-2014)表 B.2 查得, 300kV 探伤机 TVL<sub>铅</sub>取 5.7mm;

B<sub>3</sub>—达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽透射因子。

表11-5 散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

#### (4) 综合分析

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。由表11-6可知，本项目散射辐射的屏蔽厚度与漏射辐射的屏蔽厚度相差均小于一个什值层（TVL）厚度（9.25mm），因此本项目屏蔽体在考虑散射辐射及漏射辐射屏蔽厚度计算时采用其中较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度（2.8mm）。

表11-6 本项目铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表

根据表11-6，铅房设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

### (二) 运营期正常工况环境影响分析

#### 1、辐射环境影响分析

本项目铅房四周及铅房顶采用铅板进行屏蔽，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。本项目辐射预测点位示意图见图 11-1。

图11-1 本项目预测点位示意图

#### (1) 有用线束（主射）辐射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），由式 11-8～11-10 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_l}{R^2} \dots\dots\dots (式 11-8)$$

$$B_l = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (式 11-9)$$

$$H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 11-10)$$

式中：

H<sub>有</sub> —主射方向预测点剂量率（μSv/h）；

$B_1$  —有用线束屏蔽透射因子；

$X$ —屏蔽物质厚度；

TVL —450kV 探伤机 TVL 根据《辐射防护导论》表 3.5 查得，推算得 TVL<sub>铅</sub>取 9.25mm；

$I$ —最大管电流，3mA；

$H_0$  —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为  $84\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $5.04\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$R$  —参考点离靶点的距离；

$t$ —探伤装置年工作时间，250h；

关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见表11-8。

表 11-8 有用线束照射剂量计算参数及结果表

## （2）漏射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），已知屏蔽体厚度，漏射屏蔽因子可根据（式11-6）进行计算，由（式11-7）和（式11-8）计算漏射辐射对周围环境的影响。

$$B_2 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{（式11-6）}$$

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式11-7）}$$

$$H = \dot{H}_{\text{漏}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式11-8）}$$

式中：

$B_2$ —漏射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{\text{漏}}$  —预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$\dot{H}_L$  —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（GBZ/T250-2014），取 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

$R$  —参考点离靶点的距离，m；

$H$  —年受照射剂量，mSv/a；

$t$ —年受照射时间，250h；

$T$  —居留因子。

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11-8。

表11-8 漏射照射剂量计算参数及预测结果表

### (3) 散射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），由（式11-9）和（式11-10）计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(\text{式11-9})$$

$$H = \dot{H}_{散} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(\text{式11-10})$$

式中：

B<sub>3</sub>—散射屏蔽透射因子，散射屏蔽透射因子可根据（式11-6）进行计算；

$\dot{H}_{散}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

R<sub>s</sub>—散射体至关注点的距离，m；

R<sub>0</sub>—靶点至探伤工件的距离，均取0.7m；

I—额定管电流，探伤机最大管电流取 3mA；

H<sub>0</sub>—距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为 84mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)，即 5.04×10<sup>6</sup>μGy·m<sup>2</sup>/(mA·h)；

F—R<sub>0</sub>处的辐射野面积，均取0.1m<sup>2</sup>；

α—根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2，X射线90° 散射辐射最高能量对应的kV值，当300kV探伤机散射一次时对应的散射辐射为200kV，400kV探伤机散射一次时对应的散射辐射为250kV，因此可得出450kV探伤机散射一次时对应的散射辐射约为300kV，因此根据（GBZ/T250-2014）中表B.3散射因子保守取值0.0475；

t—年受照射时间，250h；

T—居留因子。

各参数取值见表11-9。

表11-9 散射照射剂量计算参数及预测结果表

### (4) 对关注点及保护目标的综合分析

本项目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叠加值。

表11-10 本项目铅房外关注点处年照射剂量计算结果表

从预测结果可以看出，本项目建成后，探伤机在正常运行工况下，所致职业人员受年附加有效剂量最大为4.01×10<sup>-1</sup>mSv/a，低于职业照射剂量约束值

5.0mSv/a；所致公众受年附加有效剂量最大为 $4.91 \times 10^{-2}$ mSv/a，低于公众照射剂量约束值0.1mSv/a。

根据现场调查，本项目周围评价范围内无其他电离辐射源，因此，本项目辐射环境影响分析个人剂量预测不存在叠加影响。

## 2、臭氧的环境影响分析

X射线与空气中的氧气作用产生少量臭氧和氮氧化合物，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一，且臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，标准中对大气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。因此本报告表主要对臭氧的产生及排放进行分析。

臭氧产额的计算公式：

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

式中：

$Q_0$ ——臭氧产额，mg/h；

$G$ ——离辐射源1m处的辐射剂量率，本项目取值为5.04Gy/h；

$S_0$ ——射束在离源点 1m 处的照射面积， $m^2$ ，本项目中取值为 0.1；

$R$ ——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，本项目中取值为10。

铅房内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_0 \cdot T_v / V \dots\dots\dots (\text{式 11-12})$$

式中：

$C$ ——室内臭氧浓度， $mg/m^3$ ；

$Q_0$ ——臭氧产额 mg/h；

$T_v$ ——臭气有效清除时间，h；

$V$ ——铅房空间体积，取  $m^3$ ；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \dots\dots\dots (\text{式 11-13})$$

$t_v$ ——每次换气时间，0.25h；

$t_a$ ——臭氧分解时间，取值为 0.83h。

据以上公式可计算出使用探伤机工作时，臭氧产额为  $3.28 \times 10^{-2}$ mg/h，铅房

内  $O_3$  的平衡浓度为  $3.34 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ 。上述臭氧平衡浓度均低于《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中臭氧最高允许浓度  $0.30 \text{mg/m}^3$ 。

本项目探伤工作时铅房采用自然进风，顶部采取风扇式机械排风，排风量约  $100 \text{m}^3/\text{h}$ ，在通风口有铅防护罩，采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板，风机每小时换气次数为不小于 3 次，噪声源强小于 65dB（A）。符合室内：《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中臭氧最高允许浓度  $0.30 \text{mg/m}^3$ 。由换气设施分析，本项目臭氧通过铅房排气口经排风管道引至厂房顶部排入环境大气后，经自然分解和稀释，也符合《环境空气质量标准》（GB3095—2012）中臭氧小时平均浓度二级标准（ $0.20 \text{mg/m}^3$ ）的要求，不会对环境空气造成明显影响。

### 3、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”和国务院449号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第33条要求“报废的射线装置应去功能化处理”。本项目涉及的X射线探伤机报废时，必须进行去功能化处理，使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

在射线装置退役后应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）上对信息进行更新，并到发证机关更换辐射安全许可证。

### 4、声环境影响分析

风机工作时将产生一定噪声，本项目拟采用低噪声设备（噪声源强低于 65dB（A）），经过距离衰减和墙体隔声后，使厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准限值要求。

### 5、一般固废

本项目共涉及工作人员 4 人，产生量以  $0.5 \text{kg}/\text{人} \cdot \text{天}$  计，则每天产生生活垃圾  $2 \text{kg}/\text{d}$ ，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

### 6、废水

本项目共涉及工作人员4人，用水量按  $120 \text{L}/\text{人} \cdot \text{天}$  计，废水排放系数为0.8，则每天产生生活污水  $0.384 \text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水依托公司一期厂区已建污水处理设施

预处理后进入市政污水管网，并经大邑县工业污水处理厂进一步处理达标后排入斜江河。

## 辐射事故影响分析

### 1、事故风险识别

本项目所用探伤机属II类射线装置，其风险因子主要为X射线，按照国务院449号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表11-11中。

表11-11 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

| 辐射伤害程度                                                                      | 事故等级     |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
| IV类、V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人员受到超过年剂量限值的照射                           | 一般辐射事故   |
| 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                    | 较大辐射事故   |
| 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 | 重大辐射事故   |
| 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               | 特别重大辐射事故 |

根据《实用辐射安全手册》（丛慧玲，北京：原子能出版社，2006.2，P114~115），急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见表11-12。

表11-12 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

| 辐射剂量/ Gy | 急性放射病发生率/% | 辐射剂量/ Gy | 死亡率/% |
|----------|------------|----------|-------|
| 0.70     | 1          | 2.00     | 1     |
| 0.90     | 10         | 2.50     | 10    |
| 1.00     | 20         | 2.80     | 20    |
| 1.05     | 30         | 3.00     | 30    |
| 1.10     | 40         | 3.20     | 40    |
| 1.20     | 50         | 3.50     | 50    |
| 1.25     | 60         | 3.60     | 60    |
| 1.35     | 70         | 3.75     | 70    |
| 1.40     | 80         | 4.00     | 80    |
| 1.60     | 90         | 4.50     | 90    |
| 2.00     | 99         | 5.50     | 99    |

### 2、源项分析及最大可能性事故分析

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。由于本项目射线装置已配备各种辐射安全设施，在事故发生后，能及时切断电源，停止射线装置，防止事故进一步恶化，所以事故发生的反应时间最大取到30S。

本项目可能发生的辐射事故如下：

本项目探伤设备自带有屏蔽结构铅房，X射线探伤机固定在铅房内部，人员在铅房外进行探伤作业，只有在维修情况下工作人员才进入铅房内部；铅房工件进出门长期处于关闭状态，仅在摆放工件时打开，此时辐射工作人员位于工件进出门外将被检工件放置在样品台上；因此本项目仅考虑在维修状态或摆放工件事故情况下，对人员进行的误照射。

①处于摆放工件时，辐射工作人员位于非主射方向工件进出门外对工件进行摆放，此时门机联锁装置失效，在防护门未完全关闭的情况下，射线装置提前出束，造成对铅房外辐射工作人员的误照射，引发辐射安全事故。

②处于维修时，检修人员位于主射方向对装置进行检修，在此同时，人员误触碰开机操作或者装置失控自动开机出束射线；无任何防护措施，造成对该检修人员的误照射，引发辐射安全事故。

### 3、最大可能性事故后果计算

#### (1) 事故辐射剂量估算结果

假定在以上最大可能事故情况下，检修人员位于铅房内，X射线直接照射到该名人员。通过理论计算，额定工况下，维修人员在主射方向不同位置随着时间推移受到最大意外辐射剂量，见表11-13。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），由式 11-14～11-16 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-14)}$$

$$B_1 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11-15)}$$

$$H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 11-16)}$$

式中：

$B_1$ —有用线束屏蔽透射因子；

$X$ —屏蔽物质厚度；

TVL—450kV 探伤机 TVL 根据《辐射防护导论》表 3.5 查得，推算得 TVL<sub>铅</sub>取 9.25mm；

$I$ —最大管电压取 3mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为  $84\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $5.04\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$R$ —参考点离靶点的距离；

$t$ —探伤装置年工作时间。

表 11-13 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

| 关注点与射线装置的<br>距离<br>(m) | 被照射时间(s) | 预测管电压<br>(kV) | 预测电流<br>(mA) | 预测估算剂量<br>(mSv/次) |
|------------------------|----------|---------------|--------------|-------------------|
| 0.5                    | 5        | 450           | 3            | 84.1              |
|                        | 10       | 450           | 3            | 168.2             |
|                        | 30       | 450           | 3            | 504.6             |
| 1                      | 5        | 450           | 3            | 21.1              |
|                        | 10       | 450           | 3            | 42.2              |
|                        | 30       | 450           | 3            | 126.6             |
| 2                      | 5        | 450           | 3            | 5.3               |
|                        | 10       | 450           | 3            | 10.6              |
|                        | 30       | 450           | 3            | 31.8              |

## （2）辐射事故等级

根据表 11-13 可知，本项目人员在主射方向上最大可能受照剂量为 504.6mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的公众人员 1mSv/a 的剂量限值，根据表 11-12 可知，不会引起人员急性放射病，构成一般辐射事故。

综上所述，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

## 4、事故预防措施

建设单位采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

### **(1) 辐射安全管理**

①建设单位需成立辐射防护领导小组，负责全公司辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全公司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，并对辐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。

②建设单位需制定辐射事故预防措施及应急处理预案。根据中华人民共和国原环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位应急方案，做好应急准备”。

应急方案的内容应包括：应急机构和职责分工；应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；辐射事故分级与应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；辐射事故信息公开、公众宣传方案。”项目建设单位应按上述要求制定辐射事故预防措施及应急处理预案。

③项目建设单位应制定辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

### **(2) 设备固有安全设施**

本项目建设单位按照表 10-4 中各项要求落实到位后，工业 X 射线探伤机自身采取了多重安全措施，可以防止辐射事故的发生，如“紧急停机”按钮、门灯连锁与门机连锁等。

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、辐射防护与安全管理机构

建设单位已成立了辐射安全与管理领导小组，对公司辐射安全管理工作进行管理（见附件4），其职责如下：①负责对放射工作的监督管理，保证放射防护、安全与放射质量符合有关规定和规范；②组织制定并落实放射工作和放射防护管理制度；③组织放射作业人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查；④定期组织对工作场地进行放射防护检测、监督和检查；⑤制定放射事件应急预案并组织演练；⑥组发生放射事件应及时报告上级与卫生行政部门，并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延，进行调查处理。

根据该公司辐射安全管理领导小组文件，该公司在以后工作中还需做到：

①细化公司辐射安全管理领导小组成员职能分工，明确公司日常辐射安全管理执行部门；

②增加辐射安全管理领导小组应急和上级生态环境主管部门联系电话；

③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性。

### 二、辐射工作人员配置

本项目拟配备辐射工作人员 4 人，均为新增辐射工作人员。每天工作八小时，年工作时间 250 天。建设单位今后可根据开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

(1)建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

(2)建设单位应当确保探伤操作时有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备 1 套个人剂量计。

(3)个人剂量计应正确配戴，定期送交有资质的检测单位进行检测。建设单位应为每一名辐射工作人员建立个人剂量档案，完善个人剂量管理制度。个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，调查原因并由当事人签字确认。

(4)辐射工作人员需熟悉专业技术，使之能胜任探伤实践，而且对安全防护与相关法规知识也需作相应了解，实际操作中须按操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。

## 辐射安全档案资料管理和规章管理制度

### 一、档案管理分类

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档管理。档案资料可分以下包括以下九大类：“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”、“废物处置记录”。

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、须建立的主要规章制度

由于本项目为新建，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第3号）“第十六条”、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》及《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》（川环办发[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如下：

表12-1 项目单位辐射安全管理制度及执行情况

| 序号 | 需定制度名称            | 制定情况说明             |
|----|-------------------|--------------------|
| 1  | 辐射安全与环境保护管理机构文件   | 需制定                |
| 2  | 辐射安全管理规定（综合性文件）   | 需制定，需悬挂于辐射工作场所墙上   |
| 3  | 辐射工作设备操作规程        | 需制定，内容挂于辐射工作场所墙上   |
| 4  | 辐射安全和防护设施维护维修制度   | 需制定                |
| 5  | 辐射工作人员岗位职责        | 需制定，内容挂于辐射工作场所墙上   |
| 6  | 射线装置台账管理制度        | 需制定                |
| 7  | 辐射工作场所和环境辐射水平监测方案 | 需制定，监测方案参考本章辐射监测内容 |
| 8  | 监测仪表使用与校验管理制度     | 需制定                |

|    |                   |                                                   |
|----|-------------------|---------------------------------------------------|
| 9  | 辐射工作人员培训制度（或培训计划） | 需制定，内容应至少包括参加生态环境部关于辐射安全防护培训学习和考核，到期前再考核的内容       |
| 10 | 辐射工作人员个人剂量管理制度    | 需制定，包含“个人剂量档案终生保存”的内容                             |
| 11 | 辐射安全与防护年度评估制度     | 需制定，需包含“每年1月31日前，按照要求对上一年度辐射安全防护状况进行评估，并上传年度评估报告” |
| 12 | 辐射事故应急预案          | 需制定，预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上                   |
| 13 | 质量保证大纲和质量控制检测计划   | 需制定                                               |

建设单位应认真组织学习《核安全文化宣贯推进专项行动教材——核安全文化培训手册》（国家核安全局二零一四年十一月），重视并加强核安全文化建设。

在制定规章制度时，需注意以下几个问题：

（1）《辐射监测方案》中应包含：单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；单位定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。

（2）《辐射工作人员个人剂量管理制度》中应包含：对于每季度检测数值超过1.25mSv的，单位应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认；检测数据超过个人剂量年度管理限值5.0mSv的，单位应组织调查，查明原因后采取防范措施，并报告发证机关，检测报告及有关调查报告应存档备查。

（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：所有从事辐射检测的工作人员和管理人员，自觉进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核合格成绩单超过5年的辐射工作人员，需进行再次参加进行学习和考核。

（4）《辐射事故应急预案》中应包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容。

**需要上墙的规章制度：**《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合单位实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

### 三、射线装置使用能力综合评价

结合《辐射安全许可证》发放条件、中华人民共和国环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、生态环境部核技术利用单位现场检查内容、《Ⅱ类非医用 X 射线装置监督检查技术程序》规定的相关措施及制度及原中华人民共和国环境保护部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，将本项目采用的辐射安全防护措施列于下表 12-2。

表 12-2 规定的辐射安全防护设施要求表

| 规定的措施和制度 |                     | 现有情况   |
|----------|---------------------|--------|
| 固定式场所设施  | 屏蔽措施                | 专用铅房防护 |
|          | 工件进出门入口处电离辐射警示标志    | 设计中有   |
|          | 工件进出门入口机器工作状态灯显示    | 设计中有   |
|          | 隔室操作                | /      |
|          | 防护门                 | 设计中有   |
|          | 门机联锁                | 设计中有   |
|          | 门灯联锁系统              | 设计中有   |
|          | 铅房内监控设施             | 设计中有   |
|          | 通风设施                | 设计中有   |
|          | 铅房内及操作台有中文标识的紧急停机按钮 | 设计中有   |
|          | 出口处有中文标识的紧急开门按钮     | 设计中有   |
|          | 准备出束声光提示            | 需配备    |
| 监测设备     | 便携式X-γ辐射剂量监测仪       | 需配备    |
|          | 个人剂量计               | 需配备    |
|          | 个人剂量报警仪             | 需配备    |

表 12-3 《辐射安全许可证》发放条件对照分析

| 序号 | 原环境保护部令第 3 号要求                                             | 项目实际情况分析                                            |
|----|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | 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 | 建设单位成立了辐射安全管理领导小组，具有本科及以上学历的技术人员负责辐射安全与环境保护工作       |
| 2  | 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                      | 建设单位组织辐射工作人员和管理人员参加辐射安全与防护专业知识学习和考核通过后满足            |
| 3  | 射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施                        | 设备有电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制台上设置有紧急止动开关等                  |
| 4  | 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计、辐射测量等仪器                  | 建设单位须为每名辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量报警仪，并配备 1 台便携式辐射监测仪，配备后满足 |
|    | 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护                                         | 建设单位需按要求制定相应的规章制度                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等 | 度，要求上墙的规章制度需按具体要求悬挂于辐射工作场所      |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 有完善的辐射事故应急措施                  | 建设单位需制定辐射事故应急预案和事故应急响应程序，并及时修订。 |
| <p>建设单位完成上述内容后，具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用II类射线装置的许可条件。</p> <p><b>建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                                 |
| <p><b>辐射监测</b></p> <p>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，需建立辐射剂量监测制度，包括辐射工作场所监测和个人剂量检测。</p> <p><b>一、辐射工作场所监测</b></p> <p>1、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。</p> <p>2、自主验收监测：公司在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展1次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。</p> <p>3、日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定定期监测制度，监测数据应存档备案。</p> <p>（1）公司自我监测</p> <p>建设单位定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备案。公司可通过采购便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。</p> <p>（2）监测内容和要求</p> <p>1）监测内容：x-γ空气吸收剂量率。</p> <p>2）监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-2）或验收监测布点方案。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。</p> <p style="text-align: center;"><b>表12-4 工作场所监测计划建议</b></p> |                               |                                 |

| 场所                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 监测项目       | 监测周期                                     | 监测点位                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 辐射工作场所                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | X-γ空气吸收剂量率 | 自主验收监测 1 次、委托有资质的单位监测，周期为 1 次/年；自行开展辐射监测 | 铅房四周墙体外、铅房防护门门缝处、铅房四周保护目标处 |
| <p>3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境。</p> <p>4) 监测质量保证</p> <p>①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本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；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；</p> <p>②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；</p> <p>③制定辐射环境监测管理制度和方案。</p> <p>此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。</p> <p><b>二、个人剂量检测</b></p> <p>个人检测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季。</p> <p>(1) 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，要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。检测报告及有关调查报告应存档备查。</p> <p>(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。</p> <p>(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。</p> <p>(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。公司应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。</p> <p><b>三、年度监测报告</b></p> |            |                                          |                            |

公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

## 辐射事故应急

辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并及时予以修订。

辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，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。

### （1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即断电停机，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》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、省生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健行政部门报告。

### （2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③ 现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。

④ 应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤ 事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而

保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

单位应当根据以上要求，同时结合本项目来制定应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合单位实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

**表 13 结论与建议**

## 结论

### 一、项目概况

#### 1、项目名称、性质、地点

项目名称：新建工业 X 射线数字影像检测系统项目

建设单位：成都西菱动力部件有限公司

建设性质：新建（补办环评）

建设地点：成都西菱动力部件有限公司一期厂区机加铸造车间北侧

#### 2、建设内容与规模

成都西菱动力部件有限公司在一期厂区机加铸造车间北侧设置了一间 X 射线检测室（一层，7.5m（长）×3.5m（宽）×4.5m（高），砖混结构，上方无人员活动），进行探伤作业。建设单位已购 1 台工业 X 射线数字影像检测系统，型号为 ZXFlasee D，最大管电压为 450kV，最大管电流为 3mA，属于 II 类射线装置，主要用于发动机零部件中的涡壳的无损检测。探伤作业时 X 线束固定投向西北侧、不投向其他方向，探伤机年检测工件 3000~5000 件，单次最大曝光时间约 3min，年最大曝光扫描时间约 250h。

### 二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于工业探伤领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业政策。

### 三、本项目选址合理性分析

本项目生产线已经取得了成都市大邑生态环境局关于成都西菱动力部件有限公司汽车发动机涡轮增压器生产线技术改造项目环境影响报告表的批复（成大环承诺环评审\*\*）（附件 2），本项目仅为生产线的配套建设项目，不新增用地，且项目使用的铅房为专用辐射工作场所，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。

#### 四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，项目所在区域的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率背景值为 82~107nSv/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》中四川省环境  $\gamma$  辐射剂量率自动监测结果（61.9~151.8 nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

#### 五、环境影响评价分析结论

##### 1、施工期环境影响分析

本项目施工期较短，通过采取相应的防治措施，对周围环境影响较小。

##### 2、营运期环境影响分析

###### （1）电离环境影响

本项目建成后，探伤机在正常运行工况下，所致职业人员受年附加有效剂量最大为 $4.01 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，低于职业照射剂量约束值 $5.0 \text{mSv/a}$ ；所致公众受年附加有效剂量最大为 $4.91 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 低于公众照射剂量约束值 $0.1 \text{mSv/a}$ 。

###### （2）大气环境影响

采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，不会对环境空气造成明显影响。

###### （3）水环境影响

本项目共涉及工作人员4人，用水量按120L/人·天计，废水排放系数为0.8，则每天产生生活污水 $0.384 \text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水依托公司一期厂区已建污水处理设施预处理后进入市政污水管网，并经大邑县工业污水处理厂进一步处理达标后排入斜江河。

###### （4）固体废物

本项目共涉及工作人员 4 人，产生量以  $0.5 \text{kg}/\text{人} \cdot \text{天}$  计，则每天产生生活垃圾  $2 \text{kg}/\text{d}$ ，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

#### 六、环保设施与保护目标

按照要求落实后，建设单位环保设施配置较全，总体效能良好，可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。

## 七、事故风险与防范

建设单位按照要求修订或制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施后，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

## 八、辐射安全管理的综合能力

按照要求落实后，对本项目辐射设备和场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。

## 九、项目环保可行性结论

坚持“三同时”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，本项目在成都西菱动力部件有限公司一期厂区机加铸造车间北侧建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

## 十、项目环保竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

| 环保设施                           |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| ZXFlasee D 工业 X 射线数字影像检测系统安全装置 | 铅房一座              |
|                                | 防护门 1 套           |
|                                | 门机联锁系统 1 套        |
|                                | 门灯联锁系统 1 套        |
|                                | 铅房内监控设备 1 套       |
|                                | 紧急止动装置及紧急逃逸装置 1 个 |
|                                | 控制台紧急停机按钮 1 个     |
|                                | 钥匙控制 1 个          |
| 监控设施                           | 监督区视频监控装置 1 套     |
| 监测仪器                           | 便携式辐射监测仪 1 台      |
|                                | 个人剂量报警仪 2 个       |
| 防护用品                           | 个人剂量计 4 套         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 警示标识 | 入口机器工作状态显示 1 套                                                                                                                                                                                                                                              |
|      | 入口电离辐射警示标志 1 套                                                                                                                                                                                                                                              |
|      | 准备出束声光提示 1 套                                                                                                                                                                                                                                                |
| 规章制度 | <p>《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《辐射安全管理规定（综合性文件）》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。</p> <p>其中：《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所</p> |

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《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》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境部行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）规定：

（1）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://www.mee.gov.cn>）。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经

验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（4）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；②验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

## 建议和承诺

1、落实本报告表中的各项辐射防护措施和安全管理制度。

2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核。公司应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过5年的辐射工作人员，需进行再培训。

3、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，并且年度评估报告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>），安全和防护状况年度评估报告需按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；

4、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

5、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

6、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，需在 3 个月内完成项目自主验收。