

核技术利用建设项目

成都和鸿科技股份有限公司

新建工业 X 射线探伤项目环境影响报告表

(公示本)

成都和鸿科技股份有限公司

二〇二二年七月

生态环境部监制

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 | 1 |
| 表 2 放射源 | 9 |
| 表 3 非密封放射性物质 | 10 |
| 表 4 射线装置 | 11 |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） | 12 |
| 表 6 评价依据 | 13 |
| 表 7 保护目标与评价标准 | 15 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 | 17 |
| 表 9 项目工程分析与源项 | 20 |
| 表 10 辐射安全与防护 | 26 |
| 表 11 环境影响分析 | 39 |
| 表 12 辐射安全管理 | 58 |
| 表 13 结论与建议 | 65 |

表 1 项目概况

| | | | | | |
|-------------|--|--|---|-----------------------|-------|
| 建设项目名称 | 新建工业 X 射线探伤项目 | | | | |
| 建设单位 | 成都和鸿科技股份有限公司 | | | | |
| 法人代表 | *** | 联系人 | *** | 联系电话 | ***** |
| 注册地址 | 四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号 | | | | |
| 项目建设地点 | 四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号成都和鸿科技股份有限公司新厂区 1#厂房南侧 | | | | |
| 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 ² ） | ** |
| 应用类型 | 放射源 | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | / | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙 | | |
| | 射线装置 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| 其它 | / | | | | |

项目概述

一、建设单位简介及项目由来

成都和鸿科技股份有限公司（统一社会信用代码：915101127528384552）成立于 2003 年，注册资金 1.85 亿元，位于成都市龙泉驿区经济技术开发区，公司于 2021 年 12 月将原名成都和鸿科技有限公司变更为成都和鸿科技股份有限公司，主要经营航空零部件开发、制造；机械设备的设计、制造、安装；机械零（部）件的设计、制造；有色金属产品的加工、销售；技术咨询、技术服务等。

公司拥有先进的精密加工制造能力，拥有一流的研发、生产和管理人才队伍、具备完善的质量控制和生产资质认证体系，与行业多家主要主机厂及配套企业保持

着良好的战略合作关系，和鸿科技叶片事业部专业从事航空发动机和燃气轮机的涡轮叶片、压气机叶片的机械加工。公司为扩大生产规模需求，于2020年租赁四川先鹰科技有限公司位于成都经开区车成西五路以西、经开区南五路以南的所有房屋建设新厂区，面积约为29679.68平方米，建设“成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目”，在新厂区建设一条年生产加工发动机涡轮叶片和压气机叶片20万片（套）、航空结构件及机匣共计1万件（套）的零部件加工生产线。根据不动产权证书【川（2022）龙泉驿区不动产权第0010448号、第0010445号】，本项目所在厂区用地性质为工业用地（见附件5）。公司于2020年10月15日取得了成都市龙泉驿生态环境局《关于成都和鸿科技有限公司成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目环境影响报告表的批复》（龙环承诺环评审【2020】91号），并于2021年12月22日通过了自主竣工环境保护验收，取得了验收组意见，通过了环保验收（环评批复及验收意见均见附件3）。

为了确保成都和鸿科技股份有限公司生产的航空发动机和燃气轮机的涡轮叶片及机匣符合公司产品质量标准要求，公司在新厂区1#厂房南侧X光检测室（一层，高约4m，上方无人员活动）内安装预留了一座铅房，作为曝光室，拟在铅房内使用一台*****固定式X光机（生产厂家：德国贝克修斯），其最大管电压为***kV、最大管电流为**mA，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《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，需对该项目进行环境影响评价。

本项目涉及使用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）》（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”的规定，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，成都和鸿科技股份有限公司委托四川省中栎环保科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作。四川省中栎环保科技有限公司接受委托后，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《成都和鸿科技股份有限公司新建工业X射线探伤项目环境影响报告表》。

二、环境影响评价报告信息公开

本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位在环境影响评价信息公示平台对该项目进行了全文公示，公示网址为：

<http://www.js-eia.cn/project/detail?type=1&proid=77a8dca9d713bc6498799f63c70fe80e>

公示网站截图如下：

The screenshot shows the 'Environmental Impact Assessment Information Publicity Platform' (环境影响评价信息公示平台) website. The main content area displays the public notice for the 'New Industrial X-ray Inspection Project' (新建工业X射线探伤项目). The notice is dated June 1, 2022, and has been viewed 12 times. The project is located at the 1# Workshop South Side of the Chengde Hehong Technology Co., Ltd. New Industrial Zone. The notice details the project's purpose, the use of an ISOVOLT TITAN Neo 320 fixed X-ray machine, and the safety measures in place. It also provides contact information for the project manager, Yang Gong, and the environmental assessment unit, Sichuan Zhongde Environmental Protection Technology Co., Ltd.

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

三、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日实施）的相关规定，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。

四、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：新建工业 X 射线探伤项目

建设单位：成都和鸿科技股份有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号成都和鸿科技股份有限公司新厂区 1#厂房南侧

（二）建设内容与规模

公司在新厂区 1#厂房南侧 X 光检测室（一层，高约 4m，上方无人员活动）内安装预留了一座铅房，作为曝光室，占地面积约**m²，并配套建设有操作室（**m²）、暗室（**m²）、评片室（**m²），操作室、暗室、评片室均采用**mm 厚防火彩钢夹芯板结构。本项目拟在预留铅房内安装使用一台型号为*****固定式 X 光机，最大管电压为***kV、最大管电流为**mA，属于 II 类射线装置，X 光机配备有一套射线机支架系统，固定在铅房内部，可上下升降、前后伸缩运动，射线机升降范围：***~***mm、伸缩范围：***~***mm；探伤作业时 X 线束固定投向下方、不投向其他方向。本项目不新建构筑物，新增的 X 光机安装在预留铅房内，铅房整体布置在现有的 X 光检测室内，产生的危险废物依托厂区南侧已建危废暂存间。

铅房主体外形尺寸为：5348mm×4348mm×3208mm（长×宽×高），内部净空尺寸为 5000mm×4000mm×3000mm（长×宽×高），门洞尺寸为 2m×2.5m（宽×高），门体尺寸为：2.4m×2.75m×0.174m（宽×高×厚），门体与门洞周围搭接：左右各 200mm、上部 150mm、下部 100mm、门缝处间隙<10mm。

铅房采用钢架结构，四周屏蔽体均采用*mm 外钢板+**mm 铅板+*mm 内钢板三层防护结构，顶部采用*mm 外钢板+**mm 铅板+*mm 内钢板三层防护结构，铅房底部不铺设铅板，直接搁置在混凝土沟槽基础上，四周用混凝土密封。铅防护门采用地轨道平移开启方式，采用*mm 外钢板+**mm 铅板+*mm 内钢板三层防护结构。

本项目探伤设备仅用于航空发动机和燃气轮机的涡轮叶片及机匣的 X 射线探伤检测，根据该厂区抽检频次和产品抽检数量，年抽检最大数量为 5000 件/a，单次最长曝光时间为 3min，则年曝光时间最长为 250h；被检测工件涡轮叶片尺寸范围为：**mm×**mm（长×厚），机匣尺寸范围为：**mm×**mm×**mm（外径×

内径×高)，工件探伤进出方式为平板车输送人工搬运，不涉及室外探伤和野外探伤。

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 | |
|---------|---|--|------------------------------------|-----------------------------|
| | | | 施工期 | 营运期 |
| 主体工程 | 公司拟在新厂区 1#厂房南侧 X 光检测室预留的一座铅房内使用一台型号为*****固定式 X 光机，最大管电压为***kV、最大管电流为**mA，属于 II 类射线装置，用于公司航空发动机和燃气轮机的涡轮叶片及机匣的 X 射线探伤检测 | | 本项目不新建构筑物，铅房已安装在现有的 X 光检测室内，不涉及施工期 | X 射线、臭氧、换气风机产生的噪声 |
| | 铅房尺寸 | 净空尺寸：5000mm×4000mm×3000mm（长×宽×高） | | |
| | 铅房结构 | 铅房占地面积约 23.3m ² ，采用钢架结构，四周屏蔽体均采用*mm 外钢板+**mm 铅板+*mm 内钢板三层防护结构，顶部采用*mm 外钢板+**mm 铅板+*mm 内钢板三层防护结构，铅房底部不铺设铅板，直接搁置在混凝土沟槽基础上，待组装调试好后，四周用混凝土密封。铅防护门采用地轨道平移开启方式，采用*mm 外钢板+**mm 铅板+*mm 内钢板三层防护结构。 | | |
| | X 光机情况 | 最大管电压***kV、最大管电流**mA，本项目只开展铅房内的探伤，单次最长曝光时间为 3min，年曝光时间最长为 250h | | |
| | 探伤工件尺寸 | 涡轮叶片尺寸：**mm×**mm（长×厚），机匣尺寸：**mm×**mm×**mm（外径×内径×高） | | |
| 辅助工程 | 操作室（*m ² ）、暗室（*m ² ）、评片室（**m ² ） | | | |
| 环保工程 | 依托厂区南侧已建危废暂存间（100m ² ）、污水收集处理设施、固体废物收运设施等 | | | 废显影液 废定影液 废胶片 洗片废水 |
| | 铅房东南侧上方墙体处设置有排气扇（排风量约 150m ³ /h），其上方覆盖有 26mm 厚的铅防护罩，铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道连接引出，通向厂房外墙，最终引至厂房顶部排放 | | | |
| 办公及生活设施 | 依托厂区其他办公及生活设施 | | | 生活污水、生活垃圾 |
| 仓储其他 | 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 | 显影液 | 400kg/a | 分期 外购 | 溴化钾、无水亚硫酸钠 |
| | 定影液 | 400kg/a | | 硫代硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₃)、无水亚硫酸钠 |
| | 胶片 | 5kg/a | | 卤化银 |
| 能源 | 煤(T) | — | — | — |
| | 电(度) | 探伤用电 | 2000 度 | 市政 电网 |
| | 气(Nm ³) | — | — | — |
| 水量 | 地表水 | — | — | 市政 管网 |
| | 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 本项目使用射线装置的相关情况

| 设备名称 | 设备型号 | 数量 (套) | 最大管 电压 (kV) | 最大管 电流 (mA) | 投射类 型 | 辐射 角度 | 最大穿透 厚度铁 (mm) | 工作场 所 | 单次最大 曝光时间 (min/件) | 备注 |
|-------------|-------|-----------|-------------------|-------------------|----------|----------|---------------------|----------|-------------------------|----|
| 固定式 X 光机 | ***** | 1 | *** | ** | 定向 | 40° | 40 | 铅房 | 3 | 已购 |

(五) 项目外环境、总平面布局及选址的合理性分析

1、本项目外环境关系

成都和鸿科技股份有限公司新厂区位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号，该厂区共 2 栋生产厂房（1#、2#）、1 栋试验车间、1 栋综合楼、1 栋工装车间、2 栋辅助生产用房等，本项目建设于 1#厂房南侧。根据现场勘察，本项目 50m 评价范围内外环境关系如下：以铅房实体边界为中心，东北侧紧邻操作室、暗室，约 3.2~50m 范围内自南向北依次为评片室、荧光检测及超声波清洗区、厕所；北侧约 3.0~50m 范围自南向北内依次为厂房通道、真空炉、线/电火花切割加工区、五轴镗铣联动加工中心加工区、加工中心、精密平面磨床加工区；西南侧约 5.5~50m 范围内自东向西依次为厂区道路、2#厂房；南侧约 3.5~50m 范围内自北向南依次为厂区道路、生产辅助用房；东侧约 7.5~50m 范围内自西向东依次为厂区道路、生产辅助用房、四川诚邦浩然测控技术有限公司厂房。本项目所在新

厂区总平面布局图见附图 3、本项目所在 1#厂房平面布置图见附图 4。

2、选址合理性分析

本项目位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号成都和鸿科技股份有限公司新厂区，根据不动产权证书【川（2022）龙泉驿区不动产权第 0010448 号、第 0010445 号】，本项目用地性质为工业用地（见附件 5），本项目所在厂区于 2020 年 10 月 15 日取得了成都市龙泉驿生态环境局《关于成都和鸿科技有限公司成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目环境影响报告表的批复》（龙环承诺环评审【2020】91 号），并于 2021 年 12 月 22 日通过了自主竣工环境保护验收，取得了验收组意见，通过了环保验收，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且本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 3 人（2 人操作，1 人管理）实行 8 小时工作制度，周工作日为 6 天，年工作时间为 315 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，考核通过后方可上岗。

五、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，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。

六、本项目依托情况

1、本项目依托的主要环保设施有：

（1）项目产生的胶片清洗废水和生活污水依托该公司厂区内的污水预处理池

（容积为50m³）处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，通过市政污水管网进入陡沟河污水处理厂处理达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）中城镇污水处理厂污染物排放标准后排入陡沟河。

（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，

（3）本项目产生的危废（废显、定影液、废胶片）依托厂区南侧已建危废暂存间暂存，采用桶装进行分类收集，统一交由有资质的单位收运处置，据悉该公司已与四川省中明环境治理有限公司签订了危废处置协议（该危废协议中包含有HW16危废类别，见附件7）。

2、本项目危废暂存间依托可行性分析：

本项目依托的危废暂存间总面积约100m²，目前剩余面积约50m²，已在“成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目”中进行了环境影响评价，并通过了环保验收，根据现场勘察，该危废暂存间已按相关要求采取了防风、防雨、防晒、防渗漏等措施，且进行分类、分区暂存管理，并签订有危险废物处置协议，设置有产生、暂存、转运、处置台账，所以本项目依托可行。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表3 非密封放射性物质

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|------------|----|------|------|---------|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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 (MeV) | 额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|------------|------------------------|----|------|----|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|--------|-----|----|-------|------------|------------|------|------|----|
| 1 | 固定式X光机 | II类 | 1 | ***** | *** | ** | 无损检测 | 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 (kV) | 最大靶电流 (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 |
|------|----|------|----|------|---------|-------|-------|-------------|
| 废胶片 | 固态 | — | — | — | 5kg/a | — | 危废暂存间 | 交由有相应资质单位处置 |
| 废显影液 | 液态 | — | — | — | 400kg/a | — | 危废暂存间 | 交由有相应资质单位处置 |
| 废定影液 | 液态 | — | — | — | 400kg/a | — | 危废暂存间 | 交由有相应资质单位处置 |
| 臭氧 | 气态 | — | — | — | — | 少量 | 不暂存 | 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/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度（Bq）。

表 6 评价依据

| | |
|------------------|---|
| 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》（中华人民共和国国务院第682号令，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》（中华人民共和国国务院第449号令，2005年12月1日实施，2019 年3月2日部分修改）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，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 版）》生态环境部令第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》，原国家环境保护总局第 31 号令（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》（原环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）；</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，原国家环保总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日实施）；</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，原环保部文件，2012 年 7 月 3 日）；</p> <p>(13) 《射线装置分类》（原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 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 2019 年第 57 号）；</p> <p>(15) 《关于进一步推进危险废物环境管理信息化有关工作的通知》（环办固体函〔2022〕230 号）。</p> |
|------------------|---|

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">技 术 标 准</p> | <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γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)。</p> |
| <p style="text-align: center;">其 他</p> | <p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 《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>(3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》 生态环境部(国家核安全局)；</p> <p>(4) 《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)；</p> <p>(5) 《关于成都和鸿科技有限公司成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目环境影响报告表的批复》(文号为龙环承诺环评审【2020】91 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，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对辐射监测技术要求，确定本项目辐射评价范围为：本项目铅房实体边界外 50m 范围。

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 | | 相对方位 | 距离 (m) | 人流量 (人次/d) | 照射类型 | 年剂量约束值 (mSv) |
|------|-------------------------|------|--------|------------|------|--------------|
| 厂区内 | 操作室内的工作人员 | 东北侧 | * | 3 | 职业照射 | 5.0 |
| | 暗室的工作人员 | | * | | | |
| | 评片室的工作人员 | | * | | | |
| | 1#厂房通道的流动人群 | 北侧 | * | 约 50 | 公众照射 | 0.1 |
| | 荧光检验及超声波清洗区的工作人员 | 东北侧 | * | 约 10 | 公众照射 | 0.1 |
| | 1#厂房产品加工区生产线的 工作人员 | 北侧 | * | 约 100 | 公众照射 | 0.1 |
| | 厂区道路的流动人员 | 西南侧 | * | 约 200 | 公众照射 | 0.1 |
| | 2#厂房的工作人员 | 西南侧 | * | 约 100 | 公众照射 | 0.1 |
| | 生产辅助用房的工作人员 | 东侧 | * | 约 40 | 公众照射 | 0.1 |
| | 生产辅助用房的工作人员 | 南侧 | * | 约 40 | 公众照射 | 0.1 |
| 厂外 | 四川诚邦浩然测控技术有限公司 厂房的公众 | 东侧 | * | 约 100 | 公众照射 | 0.1 |
| | 评价范围内的其他工作人员 | 周围 | * | 约 50 | 公众照射 | 0.1 |

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；

(4) 一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），危废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及原环保部公告【2013】第36号修改单。

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，在距离曝光室屏蔽体外表面30cm处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于2.5μGy/h。

四、臭氧浓度限值

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表1中臭氧小时平均标准值浓度符合0.16mg/m³的要求；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/m³）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

成都和鸿科技股份有限公司新厂区位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路2899号，该厂区共2栋生产厂房（1#、2#）、1栋试验车间、1栋综合楼、1栋工装车间、2栋辅助生产用房等，本项目建设于1#厂房南侧。根据现场勘察，本项目50m评价范围内外环境关系如下：以铅房实体边界为中心，东北侧紧邻操作室、暗室，约3.2~50m范围内自南向北依次为评片室、荧光检测及超声波清洗区、厕所；北侧约3.0~50m范围自南向北内依次为厂房通道、真空炉、线/电火花切割加工区、五轴镗铣联动加工中心加工区、加工中心、精密平面磨床加工区；西南侧约5.5~50m范围内自东向西依次为厂区道路、2#厂房；南侧约3.5~50m范围内自北向南依次为厂区道路、生产辅助用房；东侧约7.5~50m范围内自西向东依次为厂区道路、生产辅助用房、四川诚邦浩然测控技术有限公司厂房。本项目所在厂区总平面布局图见附图3。

在接受本项目环境影响评价委托后，我公司技术人员对项目拟建场所进行了踏勘，拟建场所现状见图8-1。

图8-1 拟建区域现状图

二、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省永坤环境监测有限公司于2022年5月12日按照委托单位要求对本项目进行了辐射现状监测，其监测项目、分析方法及来源见表8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

| 监测项目 | 监测设备 | | | 使用环境 |
|-------------|--|---------------------------------|--|------------------------------|
| | 名称及编号 | 测量范围 | 检定/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 编号： YKJC/YQ-40 | 1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV | 检定/校准单位： 上海市计量测试技术研究院 检定/校准有效期： 2022.01.07~2023.01.06 校准因子： 1.06（使用 ¹³⁷ Cs辐射源） | 天气：阴 温度：24.7℃ 湿度：58.5% |

辐射监测仪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，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作为评价电离辐射环境现状的科学依据。

三、质量保证

该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的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，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：

(1) 资质认证

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颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050067，有效期至2024年1月28日。

(2) 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。

(3) 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。

四、监测结果

表 8-2 拟建 X 射线探伤项目周围 X-γ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

| 点位 | 监测位置 | 测量值 | 标准差 | 备注 |
|----|-----------------|-----|-----|-------|
| 1 | 铅房地面 | 60 | 2.2 | 1#厂房内 |
| 2 | 东北侧操作室 | 56 | 1.7 | |
| 3 | 东北侧暗室 | 58 | 3.5 | |
| 4 | 东北侧评片室 | 60 | 2.7 | |
| 5 | 北侧 1#厂房产品加工区 | 66 | 2.2 | 厂区内 |
| 6 | 西南侧 1#/2#厂房之间道路 | 71 | 4.0 | |
| 7 | 西南侧 2#厂房内 | 71 | 3.0 | |
| 8 | 东侧生产辅助用房 | 90 | 2.5 | |

| | | | | |
|---|--------------------|----|-----|-----|
| 9 | 东侧四川诚邦浩然测控技术有限公司厂房 | 91 | 3.0 | 厂区外 |
| <p>注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。</p> <p>根据监测报告可知，本项目所在区域 X-γ辐射剂量率为 56~91nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5nGy/h~121.3 nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。</p> | | | | |

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

本项目不新建构筑物，拟新增的 X 光机安装在预留铅房内，铅房整体布置在现有的 X 光检测室内（内含辅助用房：操作室、暗室、评片室），产生的危险废物依托厂区南侧已建危废暂存间，经现场勘察无施工期环境遗留问题，因此，本项目施工期仅涉及到设备的安装和调试。

本项目 X 光机的安装和调试均由生产厂家专业进行操作，在安装调试阶段，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，关闭防护门，在铅房防护门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房上锁并派人看守。

二、运营期污染源项分析

1、固定式 X 光机

（1）设备概括及组成

本项目*****固定式 X 光机采用大功率、高稳定的金属陶瓷管头，电压范围为 10~***kV，电流范围为 0.1~**mA，完全满足不同厚度、不同材质的工件检测，保证了最优的成像对比度和穿透厚度；设备主要组成部分包括：微处理器控制单元、***kV 高稳定性恒电位高压发生器及电源供应器、双焦点定向金属陶瓷 X 射线管、高压电缆、V-B 连接电缆、油冷却系统及油管等。X 光机探伤设备示意图见下图 9-1。

图9-1 X光机探伤设备示意图

本项目配套有射线升降机，射线机支架底座采用方管焊接而成，升降立柱、前后伸缩臂均采用工业铝型材加工、组合装配而成；射线机升降系统采用电机减速机控制、直线导轨作为升降运动机构，升降范围以 X 射线管中心***mm~****mm，安装有 0~****mm 的刻度尺，支架侧壁带有刻度尺，刻度尺可明确标识出射线机出束口距离地面的高度，升降运动采用直线导轨作为运动部件，制动减速电机驱动；前后伸缩系统采用直线导轨作为运动机构，齿轮齿条作为驱动部件，通过制动减速电机控制，齿轮齿条传动实现射线机的前后伸缩运动，射

线机伸缩范围为 ***~***mm；升降/伸缩范围内安装行程开关及缓冲限位器，在升降/伸缩过程中任意位置可以停止，并自锁定位，不会出现机头下沉或下滑现象。

图9-2 射线机支架系统结构示意图

本项目配套有工装转台组件，主要由转台、转盘、机匣工装组成，转台尺寸：1200mm×1200mm×736mm，转台下方安装有旋转减速电机，带动上方的转盘正反转任意电动旋转；机匣工装尺寸：1500mm×500mm×1400mm，右侧边安装有 RV50 翻转减速电机，可正反转任意电动翻转，左侧安装有手摇轮，可手动卡紧探伤工件，手摇卡紧可装卡 $\Phi 800\text{mm} \sim \Phi 1100\text{mm}$ 的探伤工件。

图 9-3 工装转台结构示意图

(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，就会产生韧致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9-4。

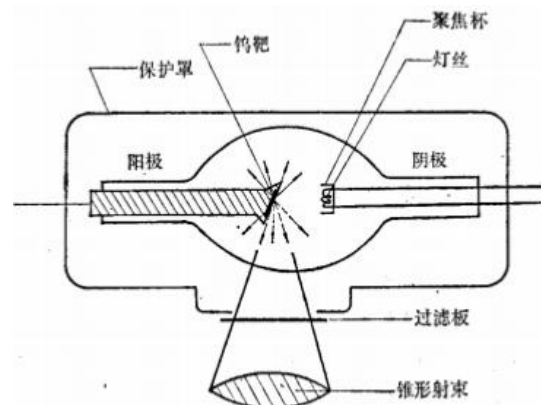


图 9-4 X 射线探伤机工作原理示意图

根据不同材料及厚度对X射线吸收程度的差异，通过X射线透视摄片，从胶片上显示出材料、零部件及焊缝的内部缺陷。根据观察其缺陷的形状、大小和部位

来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。本项目所用X射线装置的靶材料为金属钨。

2、工艺流程及产污环节

操作方式：待检测的零部件摆放准备完毕后，由最后一个走出铅房的工作人员负责关闭工件大门，此时门灯联锁、门机联锁、紧急制动装置启动，工作状态指示装置开启，操作人员在操作室内对X光机进行隔室操作。

本项目是利用X射线对工件进行无损探伤，检测工件的焊缝。其具体的检测流程如下：

①抽取公司加工产品的待检工件，检查探伤机各部件完好情况，待操作准备完毕后，接通电源，组织进行探伤拍片。

②本项目探伤工件较小，不使用吊具，采用平板车进行运输，平板车运至铅房内，由工作人员进入铅房手动搬运摆放固定在机匣工装位上，然后根据探伤要求设置曝光时管电压和曝光时间。

③根据探伤工件的不同，调整焦距，在探伤部位贴置胶片，并调整使X光机出射窗口对准被检工件待检部位。

④工件摆放完毕后，铅房内的工作人员撤离，清场，关闭防护门。

⑤工作人员进入操作室打开X光机，接通电源按下高压按钮，缓慢调节高压旋钮至所需管电压，达到预定的照射时间。

⑥曝光结束，关闭X光机，取下胶片，送入一旁的暗室进行冲洗。

⑦冲洗后的胶片用清水清洗，然后进行评片、审片工作。

X射线探伤工艺流程及污染物产生环节见图 9-5。

图 9-5 固定式 X 光机工艺流程及产污位置图

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物为 X 光机出束曝光过程中产生的 X 射线和臭氧；在洗片过程中产生的废显、定影液及洗片废水；评片过程中的废胶片；风机产生的噪声。

3、本项目人流、物流路径

本项目辐射工作人员在探伤检测时，人员停留在操作室内，需要检测时，探伤人员进入铅房内对工件进行摆放调整固定，由最后一个走出铅房的工作人员负责清场并关闭工件大门。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、物流路径示意图

4、工况分析

本项目铅房净空尺寸为 5000mm×4000mm×3000mm（长×宽×高），工件进出门洞尺寸为 2m×2.5m（宽×高），拟在铅房内安装使用 1 台最大管电压为***kV，最大管电流为**mA 的*****固定式 X 光机，该 X 光机配备有射线机升降系统（升降范围：***~***mm）、前后伸缩臂（伸缩范围：***~***mm），探伤作业时 X 射线束固定投向下方、不投向其他方向。X 光机在铅房内实施探伤作业，仅用于航空发动机和燃气轮机的涡轮叶片及机匣的 X 射线探伤检测，被检测工件涡轮叶片尺寸范围为：**mm×**mm（长×厚），机匣尺寸范围为：**mm×**mm×**mm（外径×内径×高）。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。本项目探伤工件较小，不使用吊具，采用平板车进行运输，平板车将探伤工件运至铅房内，由工作人员进入铅房手动搬运摆放固定在机匣工装位上，不涉及野外（室外）探伤项目。本项目探伤工况见下表：

表 9-1 本项目射线装置运行工况预览表

| 设备名称 | 生产厂家 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 投射类型 | 辐射角度 | 最大穿透厚度铁 (mm) | 固有滤波 |
|----------|--------|------------|------------|------|------|--------------|------------------|
| 固定式 X 光机 | 德国贝克休斯 | *** | ** | 定向 | 40° | 40 | 5mmBe+2mmAl（可移动） |

污染源项描述

一、电离辐射

X 光机开机工作时，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，本项目产生的 X 射线能量最大为***kV。不开机状态不产生 X 射线。

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 3 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 0.288m³/d，本项目胶片清洗废水和生活污水依托该公司厂区内

的污水预处理池（容积为50m³）处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，通过市政污水管网进入陡沟河污水处理厂处理达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）中城镇污水处理厂污染物排放标准后排入陡沟河。

四、固体废物

本项目营运期固体废物主要为废胶片、废显影液、废定影液及生活垃圾

（1）废胶片、废显影液、废定影液

本项目拍片完成后，在暗室洗片槽洗片过程中将产生废显影液、废定影液，在评片过程中将产生废弃胶片。废显影液中含有溴化钾、无水亚硫酸钠等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和无水亚硫酸钠等化学物质。根据《国家危险废物名录（2021年本）》（生态环境部令 第39号，2021年1月1日起实施）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为HW16，在危废储存桶外需贴上标识。

本项目产生的废显影（0.4t/a）、废定影液（0.4t/a）、废胶片（0.005t/a），采用桶装进行分类收集后暂存于厂区南侧危废暂存间，统一交由有相应资质单位收运处置，据悉该公司已与四川省中明环境治理有限公司签订了危废处置协议（协议中包含有HW16危废类别，见附件7）。

本项目依托的危废暂存间总面积约100m²，目前剩余面积约50m²，用于暂存厂区车间产生的危险废物，该危废暂存间已在“成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目”中进行了环境影响评价，并通过了环保验收。依托的危废暂存间地面已按环评要求采用防渗混凝土基础+2mm厚高密度聚乙烯，保证等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，渗透系数 K≤1×10⁻¹⁰cm/s，液态危废下设有不锈钢防渗托盘（边缘高约10cm），满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）的要求；危废暂存间门口设有10cm高门槛，设置有警示标识、标牌，同时地面基础已全面防渗，并设置收集沟，收集池，确保事故状态下泄露液体可以得到有效的收集，满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）要求；对不同类别的危险废物密封盛装，并分类编号，储存容器表面标示储存日期、名称、成分、数量级特性指标，并设置有产生、暂存、转运、处置台账；本项目危废产生量较小并交由有资质的单位收集处置，所以本项目依托原有危废暂存间是可行的。

(2) 生活垃圾

本项目共涉及工作人员 3 人，产生量以 0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾 1.5kg/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 X 光机和铅房内的通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，源强低于 65dB(A)，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对厂房外界噪声的贡献很小，项目对所在区域声环境影响很小。

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

本项目位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路2899号成都和鸿科技股份有限公司新厂区1#厂房南侧，在项目建设区域内，铅房东北侧紧邻操作室、暗室，约3.2~50m范围内自南向北依次为评片室、荧光检测及超声波清洗区、厕所；北侧约3.0~50m范围自南向北内依次为厂房通道、真空炉、线/电火花切割加工区、五轴镗铣联动加工中心加工区、加工中心、精密平面磨床加工区；西南侧约5.5~50m范围内自东向西依次为厂区道路、2#厂房；南侧约3.5~50m范围内自北向南依次为厂区道路、生产辅助用房；东侧约7.5~50m范围内自西向东依次为厂区道路、生产辅助用房、四川诚邦浩然测控技术有限公司厂房。

通过本项目外环境分析结合现场勘察可知，本项目铅房布置在1#厂房南侧X光检测室内，紧邻厂区道路，距离2#厂房较近，便于探伤工件的运输；铅房位置相对独立，与1#厂房内产品加工区生产线分区布置，周围人流量较少；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。总体来看，铅房平面布置既能满足工件检测的需要，又便于进行分区和辐射防护管理，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

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。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。

本次环评将铅房内部实体区域划定为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入；操作室、暗室、评片室及 X 光检测室内其余剩余区域划为监督区，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

| 项目 | 控制区 | 监督区 |
|---------------|--|---|
| 新建工业 X 射线探伤项目 | 铅房内部实体区域为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入 | 操作室、暗室、评片室及 X 光检测室内其余剩余区域 |
| 辐射防护措施 | 对控制区进行严格控制，固定式 X 光机在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《500kV 以下 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

3、控制区防护手段及安全措施

- ①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志；
- ②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③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；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

4、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

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

表 10-2 固定式 X 光机铅房实体防护设施表

铅房墙体施工工艺：铅房防护层具体结构为钢板+铅板+钢板，铅房四周立面骨架采用14#槽钢、6#工字钢，顶部骨架采用18#槽钢、6#工字钢，四周待骨架固定后，里侧立面封26mm厚的铅板后封4mm厚的钢板，然后在铅房外侧把所有钉眼及线孔等用同等厚度的铅板搭接处理好后外表面封4mm厚的钢板，再经表面处理后喷涂优质油漆，铅房底部不铺设铅板，直接搁置在混凝土沟槽基础，待组装调试好后，四周用混凝土密封，铅房顶部待钢骨架焊接固定好后，铺设20mm的铅板，待所有搭接处理好后内外表面各封4mm厚的钢板。铅房四周和顶部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。

本项目考虑到不削弱屏蔽墙的辐射防护效果，进出探伤室的电线、电缆，通过埋于地下直径为100mm的U型管进出，采用铅防护罩进行辐射防护补偿。

本项目探伤机工作时从防护铅门与墙体间隙进气，在铅房东南侧设置排气口，采用排气扇进行通风换气，换气量约为150m³/h，风机噪声源强小于 65dB（A），排风口采用铅罩进行屏蔽，以确保排气孔无射线泄露。本项目铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道连接引出，通向厂房外墙，最终引至厂房顶部排放。

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

③启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，在产生X射线之前，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声，这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

④当X射线发生器接通高压产生X射线后，系统将始终实时监测X射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断X射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断X射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

⑤当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶

段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

⑥设备停止工作5小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免X射线发生器损坏。

⑦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。

⑧本项目铅房自带工作状态指示灯、声光报警装置、门机联锁、门灯联锁和紧急止动装置，能有效保护检测人员，降低辐射风险。

⑨铅房固有安全性：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有铅罩进行屏蔽，铅房四周均有铅层进行搭接；铅房四周和顶部边框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。

3、拟建场所的安全性

本项目拟建1#厂房内，其铅房所在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、人员的防护与安全措施

这里主要指对本项目辐射工作人员和铅房周围相邻区域（评价范围内）的其他人员（公众）的防护。

现场探伤作业时，为控制辐射对人体（主要是操作人员）的照射，综合采取屏蔽防护、时间防护和距离防护措施。

①屏蔽防护

本项目铅房采用钢架结构，铅房四周立面的防护铅当量为**mmPb，铅门的防护铅当量为**mmPb，铅房顶部的防护铅当量为**mmPb，铅房底部不铺设铅板，直接搁置在混凝土沟槽基础上，待组装调试好后，四周用混凝土密封，探伤作业通过有效实体对射线进行屏蔽，使现场操作人员受照剂量最小。

②时间防护

在确保产品质量的前提下，在每次使用X光机进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数及照射模式，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

③距离防护

公司严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，对控制区进行严格控

制，禁止非相关人员的进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区边界内停留，以减少不必要的照射。根据 GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入X射线区”字样的警告标志；监督区为工作人员操作探伤设备时的工作场所，非相关人员也禁止进入，避免受到不必要的照射。

5、应配备的安全装置

铅房门与探伤机实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，铅房工件进出大门入口处应设置有中文标识的电离辐射警示标志，在铅门上方设置工作状态指示灯，并在铅房内安装紧急止动装置和监控装置等，避免工作人员和公众受到误照射。

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工作状态指示灯（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：本项目铅房北、南侧内墙上各设置1个紧急停机按钮，在西、东侧内墙各设置2个紧急停机按钮，在操作室控制台上易于接触的地方设置1个紧急停机按钮，且相互串联，按下任意按钮，X光机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧打开。

④有中文标识的紧急开门按钮：本项目拟在铅房内防护门旁及操作室控制台上易于接触的地方各安装1个紧急开门按钮，防止人员误入铅房受到辐射照射时可迅速逃离铅房。

⑤视频监控系统：本项目铅房内安装4个无死角高清摄像头，带有人体感应装置。当有人员滞留在铅房内时，人体感应器感应到人员后，射线机高压将无法启动，并连接到操作台，工作人员能在操作台内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

⑥警告标志：铅房防护门外应在醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯箱，探伤作业时，应有声光警示装置，控制区边界应设置明显可见的警告标志。

电离辐射警告标志如图 10-2 所示。

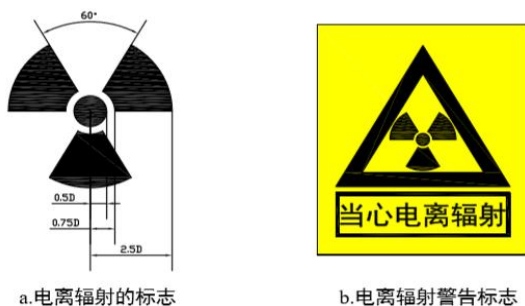


图 10-2 电离辐射警告标志

⑦铅房固有安全性：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。

⑧危险废物暂存设施：废显、定影液应有单独的暂存设施，暂存设施需防渗、防水、防倾倒、防腐等工作，并在四周修筑围堰。

⑨剂量监测设备：建设单位拟配制1台便携式 X-γ 检测仪，用于日常辐射剂量监测巡检管理，该设备具有自动报警功能，及时提醒工作人员及相关公众迅速采取必要的措施，保护人身安全。建设单位拟为每名辐射工作人员配置个人剂量计，人均两个，一备一用，辐射工作人员探伤作业期间必须佩带个人剂量计。建设单位拟配备1台个人剂量报警仪。

三、辐射安全防护设施对照分析

根据环保部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第18号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第31号）、《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》，原四川省环境保护厅《关于X射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发【2007】42号）和《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，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表10-3。

表10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

| 项目 | 具体要求 | 本项目实际情况 |
|--------|--|--------------|
| 铅房屏蔽设计 | 铅房（包括辐射防护墙、门、迷道）的防护厚度应充分考虑X射线直射、散射效应。铅房的设计应有资质的单位承担。 | 该设计满足X射线屏蔽要求 |
| 门机连锁 | 铅房工件进出门应与探伤机连锁 | 铅房设计中已有 |
| 门灯连锁 | 铅房防护门外侧拟设置工作状态警示灯，并与门联 | 铅房设计中已有 |

| | | |
|-----------|--|--------------------------------|
| | 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 | |
| 紧急止动装置 | 在铅房内墙和操作间操作台上易于接触的地方应设置紧急停止开关并有中文标识，各个紧急停止开关相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧打开 | 铅房设计中已有,铅房内四周墙体及操作室内均安装有紧急止动按钮 |
| 视频监控系统 | 铅房内安装1套实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作间。视频探头安装于铅房内，能拍到铅房内探伤机的工作情况，保证铅房内各个地方都能拍摄到，不留死角；视频监控屏幕位置位于操作间内，工作人员能在操作间内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置 | 铅房设计中已有，铅房内四周角落处均设置有摄像装置 |
| 钥匙控制 | 探伤机的电源启动钥匙与操作室的钥匙应牢固连接。该串钥匙应与便携式X辐射剂量仪连在一起，随操作员进出铅房 | 需落实 |
| 警告标志 | 铅房门外醒目处应张贴“当心电离辐射”警告标志。 | 铅房设计中已有 |
| 通风系统 | 根据铅房空间大小、X射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间，铅房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求 | 铅房设计中已有 |
| 入口处工作状态显示 | 灯箱应醒目显示“正在工作” | 铅房设计中已有 |
| 危险废物暂存设施 | 废显、定影液暂存实施需防渗、防水、防倾倒、防腐等工作，并在四周修筑围堰 | 依托厂区南侧已建危废暂存间，依托可行 |
| 监测设备 | 便携式辐射监测仪器仪表 | 需落实 |
| | 个人剂量计 | 需落实 |
| | 个人剂量报警仪 | 需落实 |
| 应急物资 | 灭火器材 | 需落实 |

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，单位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 |
|-----------------------|--------------------------------|--------------|----------|
| 固定式 X 光机辐射 安全设施 | 铅房 1 座：四周 26mm 厚铅板；顶部 20mm 厚铅板 | / | 设备自 带 |
| | 防护门 1 扇 | | |
| | 固定的电离辐射警告标志 1 套 | | |

| | | | |
|------|-------------------|---|----|
| | 门灯连锁系统 1 套 | | |
| | 门机连锁系统 1 套 | | |
| | 声光报警、警示灯装置 1 套 | | |
| | 工作状态指示灯箱 1 个 | | |
| | 紧急停机按钮 7 个 | | |
| | 紧急开门按钮 2 个 | | |
| | 钥匙控制 1 个 | | |
| 监控设施 | 铅房内监控装置 1 套 (4 个) | * | 新增 |
| 监测仪器 | 便携式辐射监测仪 1 台 | * | 新增 |
| | 个人剂量报警仪 1 个 | * | 新增 |
| 防护用品 | 个人剂量计 3 套 | * | 新增 |
| 废气处理 | 通排风系统 1 套 | * | 新增 |
| 其他 | 辐射工作人员培训及考核 | * | 新增 |
| | 应急及救助的资金、物资准备 | * | 新增 |
| | 铅防护用品 1 套 | * | 新增 |
| | 灭火器材 1 套 | * | 新增 |
| 合计 | | * | / |

本项目总投资***万元，环保投资**万元，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光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，铅房内北侧墙体顶部设置有通排风系统，采用排气扇进行通风换气（排风量约150m³/h），其上方覆盖有26mm厚的铅防护罩，铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道连接引出，通向厂房外墙，最终引至厂房顶部排放，经自然分解和稀释，满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表1室内空气质量标准中臭氧小时平均标准值浓度0.16mg/m³的要求；也能满足《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/m³）的要求。

二、 固体废物

1、 一般固废

本项目工作人员生活垃圾产生量以 0.5kg/人·天计，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。

2、危险废物

本项目每年产生的废显影液 400kg/a，废定影液 400kg/a，废胶片 5kg/a，属于危险废物，其危废类别为 HW16，产生的危险废物依托厂区南侧危险废物暂存间，该危废暂存间和本项目暗室所在位置地面均为厂区重点防渗区域，暗室中拟设置专门区域放置废液桶，在洗片过程中产生显影、定影废液后立即用废液桶进行收集，运送至危废暂存间暂存。

本项目依托的危险废物暂存间已在“成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目”中进行了环境影响评价，并通过了环保验收，且地面已按照环评要求采取了重点防渗处理，防渗措施为：防渗混凝土基础+2mm 厚高密度聚乙烯，液态危废下设不锈钢防渗托盘（边缘高约 10cm），使其地面满足重点防渗要求（等效粘土防渗层 $M_b \geq 6.0m$ ，防渗系数 $\leq 10^{-10}cm/s$ ）。危废暂存间门口设有 10cm 高门槛，设置有警示标识、标牌，同时地面基础已全面防渗，并设置收集沟，收集池，确保事故状态下泄露液体可以得到有效的收集，满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）要求；对不同类别的危险废物密封盛装，并分类编号；储存容器表面标示储存日期、名称、成分、数量级特性指标，且委托了四川省中明环境治理有限公司进行收运处置，并设置有产生、暂存、转运、处置台账。

图 10-3 本项目依托的危废暂存间内/外部照片

根据现场勘察，本项目依托的危废暂存间已按相关要求采取了防风、防雨、防晒、防渗漏等措施，且进行分类、分区暂存管理，并与有资质的单位签订有危险废物处置协议（该危废协议中包含有 HW16 危废类别，见附件 7），依托可行。本次环评要求危废暂存间及危废在收集、贮存、转运过程中，应完善做好以下几点并严格加强管理遵守下列要求：

①危废暂存间应参照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中规定的要求，进行完善建设。

②危险废物贮存设施应按环境保护图形标志《固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的规定设置警示标志。

③危险废物转移应按照《危险废物转移联单管理办法》的有关要求规定填写五联单。同时，要求建设单位加强危险废物的管理，严禁随意露天堆放、倾倒和

将危险固废混入一般固废中，避免污染周边环境和防止发生泄漏污染地下水。

1) 危险废物收集、贮存的一般要求

A、从事危险废物收集、贮存经营活动的单位应具有危险废物经营许可证。在收集、贮存危险废物时，应根据危险废物收集、贮存、处置经营许可证核发的有关规定建立相应的规章制度和污染防治措施，包括危险废物分析管理制度、安全管理制度、污染防治措施等；危险废物产生单位内部自行从事的危险废物收集、贮存活动应遵照国家相关管理规定，建立健全规章制度及确保该过程的安全、可靠。

B、危险废物转移过程应按《危险废物转移联单管理办法》执行。

C、危险废物收集、贮存单位应建立规范的管理和技术人员培训制度，定期针对管理和技术人员进行培训。培训内容至少应包括危险废物鉴别要求、危险废物经营许可证管理、危险废物转移联单管理、危险废物包装和标识、危险废物运输要求、危险废物事故应急方法等。

D、危险废物收集、贮存单位应编制应急预案。应急预案编制可参照《危险废物经营单位编制应急预案指南》，涉及运输的相关内容还应符合交通行政主管部门的有关规定。针对危险废物收集、贮存过程中的事故易发环节应定期组织应急演练。

E、危险废物收集、贮存过程中一旦发生意外事故，收集、贮存单位及相关部门应根据风险程度采取如下措施：

a 设立事故警戒线，启动应急预案，并按《突发环境事件信息报告办法》(环保部令第17号)要求进行报告。

b 若造成事故的危险废物具有剧毒性、易燃性、爆炸性或高传染性，应立即疏散人群，并请求环境保护、消防、医疗、公安等相关部门支援。

c 对事故现场受到污染的土壤和水体等环境介质应进行相应的清理和修复。

d 清理过程中产生的所有废物均应按危险废物进行管理和处置。

e 进入现场清理和包装危险废物的人员应受过专业培训，穿着防护服，并佩戴相应的防护用具。

2) 危险废物的收集

A、危险废物产生单位进行的危险废物收集包括两个方面，一是在危险废物

产生节点将危险废物集中到适当的包装容器中或运输车辆上的活动；二是将已包装或装到运输车辆上的危险废物集中到危险废物产生单位内部临时贮存设施的内部转运。

B、危险废物的收集应根据危险废物产生的工艺特征、排放周期、危险废物特性废物管理计划等因素制定收集计划。收集计划应包括收集任务概述、收集目标及原则、危险废物特性评估、危险废物收集量估算、收集作业范围和方法、收集设备与包装容器、安全生产与个人防护、工程防护与事故应急、进度安排与组织管理等。

C、危险废物的收集应制定详细的操作规程，内容至少应包括适用范围、操作程序和方法、专用设备和工具、转移和交接、安全保障和应急防护等。

D、危险废物收集和转运作业人员应根据工作需要配备必要的个人防护装备，如手套、防护镜、防护服、防毒面具或口罩等。

E、在危险废物的收集和转运过程中，应采取相应的安全防护和污染防治措施，包括防爆、防火、防中毒、防感染、防泄露、防飞扬、防雨或其它防止污染环境措施。

F、危险废物收集时应根据危险废物的种类、数量、危险特性、物理形态、运输要求等因素确定包装形式，具体包装应符合如下要求：

- a 包装材质要与危险废物相容，可根据废物特性选择钢、铝、塑料等材质。
- b 性质类似的废物可收集到同一容器中，性质不相容的危险废物不应混合包装。
- c 危险废物包装应能有效隔断危险废物迁移扩散途径，并达到防渗、防漏要求。
- d 包装好的危险废物应设置相应的标签，标签信息应填写完整翔实。
- e 盛装过危险废物的包装袋或包装容器破损后应按危险废物进行管理和处置。
- f 危险废物还应根据GB12463的有关要求进行运输包装。

G、危险废物的收集作业应满足如下要求：

- a 应根据收集设备、转运车辆以及现场人员等实际情况确定相应作业区域，同时要设置作业界限标志和警示牌。

- b 作业区域内应设置危险废物收集专用通道和人员避险通道。
- c 收集时应配备必要的收集工具和包装物,以及必要的应急监测设备及应急装备。
- d 危险废物收集应填写记录表,并将记录表作为危险废物管理的重要档案妥善保存
- e 收集结束后应清理和恢复收集作业区域,确保作业区域环境整洁安全。
- f 收集过危险废物的容器、设备、设施、场所及其它物品转作它用时,应消除污染,确保其使用安全。

H、危险废物内部转运作业应满足如下要求:

- a 危险废物内部转运应综合考虑厂区的实际情况确定转运路线,尽量避开办公区和生活区。
- b 危险废物内部转运作业应采用专用的工具,危险废物内部转运应填写《危险废物厂内转运记录表》。
- c 危险废物内部转运结束后,应对转运路线进行检查和清理,确保无危险废物遗失在转运路线上,并对转运工具进行清洗。

I、收集不具备运输包装条件的危险废物时,且危险特性不会对环境和操作人员造成重大危害,可在临时包装后进行暂时贮存,但正式运输前应按本标准要求要求进行包装。

3) 危险废物的贮存

①危险废物贮存可分为产生单位内部贮存、中转贮存及集中性贮存。所对应的贮存设施分别为:产生危险废物的单位用于暂时贮存的设施;拥有危险废物收集经营许可证的单位用于临时贮存的设施;以及危险废物经营单位所配置的贮存设施。

②危险废物贮存设施的选址、设计、建设、运行管理应满足GB18597、GBZ1和 GBZ2 的有关要求。

③危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施和消防设施。

④贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存,每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔,并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。

⑤危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的

有关规定。

⑥危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台帐制度,危险废物出入库交接需进行记录。

⑦危险废物贮存设施应根据贮存的废物种类和特性按照GB18597-2001(2013年修订)附录 A 设置标志。

⑧危险废物贮存设施的关闭应按照GB18597-2001(2013年修订)和《危险废物经营许可证管理办法》的有关规定执行。

三、废水

本项目工作人员生活污水的产生量为0.288m³/d,胶片清洗废水和生活污水依托该公司厂区内的污水预处理池(容积为50m³)处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后,通过市政污水管网进入陡沟河污水处理厂处理达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)中城镇污水处理厂污染物排放标准后排入陡沟河。

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

本项目拟新增的 X 光机安装在预留铅房内,铅房整体布置在现有的 X 光检测室内(内含辅助用房:操作室、暗室、评片室),产生的危险废物依托厂区南侧已建危废暂存间,经现场勘察无施工期环境遗留问题,因此,本项目施工期仅涉及到设备的安装和调试,不涉及土建施工。

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,X光机必须关机,钥匙由专人保管。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*****固定式X光机,最大管电压为***kV、最大管电流为**mA,探伤工件主要是航空发动机和燃气轮机的涡轮叶片及机匣,被检测工件涡轮叶片尺寸范围为:**mm×**mm(长×厚),机匣尺寸范围为:**mm×**mm×**mm(外径×内径×高),工件探伤进出方式为平板车输送人工搬运。本项目探伤采用抽样检测的方式,厂区产品年抽检最大数量为5000件/a,预计每个检测部件单次扫描时间约1~3min,则年最大曝光时间约250h,本项目只在铅房内进行探伤,不涉及野外(室外)探伤。本项目射线装置基本工作参数见表11-1。

表 11-1 射线装置工作参数

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

1、铅房屏蔽厚度合理性分析

本项目铅房采用钢架结构，铅房四周立面的防护铅当量为**mmPb，铅门的防护铅当量为**mmPb，铅房顶部的防护铅当量为**mmPb，铅房底部不铺设铅板，直接搁置在混凝土沟槽基础上，待组装调试好后，四周用混凝土密封。

本项目使用1台德国贝克修斯生产的*****固定式X光机，最大管电压为***kV，最大管电流为**mA，功率4.5KW。根据设备厂家提供的资料，该X光机配备有射线机升降系统（升降范围：***~***mm）、前后伸缩臂（伸缩范围：***~***mm），探伤作业时X线束固定投向下方、不投向其他方向，该X射线球管的滤过材料为5mmBe+2mmAl（可移动）。X光机移动位置结构示意图如下图11-1所示：

图11-1 X光机移动位置结构示意图

根据业主提供的资料可知，本项目X光机朝向铅房东南侧墙体摆放，结合上图可知，出束口位置距离铅房顶部500~2350mm，距离铅房东南侧墙体2000~2800mm。本项目X光机固定朝下，探伤主射方向为地面，其他方向为非主射方向，设备所在厂房为一层结构，因此本次辐射环境影响只考虑漏射辐射和散射辐射，不考虑主射方向辐射。本项目探伤机靶点距离各墙面最近距离情况详见表11-2。

表 11-2 X 射线靶点距离铅房各面墙体最近距离参数表

| 型号 | 相对位置 | 最小距离（m） | 需屏蔽的辐射源 |
|-------|---------------------|---------|-----------|
| ***** | 铅房东南侧墙体外30cm（非射方向） | 2.3 | 泄漏辐射和散射辐射 |
| | 铅房西北侧墙体外30cm（非主射方向） | 2.5 | 泄漏辐射和散射辐射 |
| | 铅房东北侧墙体外30cm（非主射方向） | 2.3 | 泄漏辐射和散射辐射 |
| | 铅房西南侧墙体外30cm（非主射方向） | 2.3 | 泄漏辐射和散射辐射 |
| | 铅房顶部外30cm（非主射方向） | 0.8 | 泄漏辐射和散射辐射 |

注：本项目靶点至关注点的距离，均保守考虑为X射线管头运动至各侧关注点的最近距离

根据表 11-2 可知，本项目铅房屏蔽厚度合理性分析需要考虑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：

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

式中：

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

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

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，偶然有人员经过的地方取 1/16；

t —— 探伤作业年曝光时间，取 250h。

各防护面参数选取及计算结果见表 11-3。

表 11-3 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

| 关注点 | 受照类型 | 使用因子 | 居留因子 | \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 关注点的最高剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$) | 本项目剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$) |
|----------------------------|------|------|------|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| 铅房东南侧墙体外30cm(非射方向, 绿化带) | 公众 | 1 | 1/4 | 1.6 | 2.5 | 1.6 |
| 铅房西北侧墙体外30cm(工件进出门, 非主射方向) | 职业 | 1 | 1 | 20 | 2.5 | 2.5 |
| 铅房东北侧墙体外30cm(操作室, 非主射方向) | 职业 | 1 | 1 | 20 | 2.5 | 2.5 |
| 铅房西南侧墙体外30cm(非主射方向, 绿化带) | 职业 | 1 | 1/4 | 80 | 2.5 | 2.5 |
| 铅房顶部上方30cm(非主射方向) | 公众 | 1 | / | / | 100 | 100 |

注：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）①关注点的最高剂量率参考控制水平（ $H_{e,max}$ ）为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，本次评价参考较小水平进行评价。②铅房顶部的剂量率参考控制水平对不需要人员到达的铅房顶，铅房外表面 30cm 处剂量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

2、铅房墙体屏蔽厚度核算

(1) 泄漏辐射屏蔽厚度核算

泄漏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射线管组装的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1可知，当管电压 $>200\text{kV}$ 时距靶点1m处X射线管组装体的漏射辐射剂量率取值为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

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。

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

式中：

TVL —查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.2，推算出***kV时铅的近似1/10值层厚度为6.08mm。

铅房东南侧、西北侧、东北侧、西南侧墙体、铅房顶部泄漏辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-4。

表 11-4 泄漏辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

| 关注点参数及结果 | 剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$) | 屏蔽物的1/10什值层厚度 (mm) | 泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 靶点至关注点的距离 (m) | 屏蔽透射因子 | 理论计算屏蔽厚度 (mmPb) | 设计厚度 (mm) | 是否满足屏蔽要求 |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|------------|----------|
| 铅房东南侧墙体外30cm（非射方向，绿化带） | 1.6 | 6.08 | 5×10^3 | 2.3 | 1.69×10^{-3} | 16.85 | 26mm 铅板 | 满足要求 |
| 铅房西北侧墙体外30cm（工件进出门，非主射方向） | 2.5 | | | 2.5 | 3.13×10^{-3} | 15.23 | | |
| 铅房东北侧墙体外30cm（操作室，非主射方向） | 2.5 | | | 2.3 | 2.65×10^{-3} | 15.67 | | |
| 铅房西南侧墙体外30cm（非主射方向，绿化带） | 2.5 | | | 2.3 | 2.65×10^{-3} | 15.67 | | |
| 铅房顶部上方30cm（非主射方向） | 100 | | | 0.8 | 1.28×10^{-2} | 11.51 | 20mm 铅板 | |

注：铅的密度为 11.3 g/m³。

(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)、(11-4)计算。

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

式中：

\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；

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 —最大管电流，本项目最大管电流取**mA；

H_0 —距辐射源点(靶点)1m处输出量，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)附录表B.1，探伤机正常工作下取400kV的输出量进行保守估算，即：输出量为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.41\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射表面积，均取 0.20m^2 ；

α —GBZ/T250-2014查表B.3，取 1.9×10^{-3} 。

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

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

式中：

TVL —屏蔽物的1/10值层；依据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表2，推算出***kV时铅的近似1/10值层厚度为6.08mm；

B_3 —达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽投射因子。

表 11-5 散射辐射屏蔽厚度(铅当量)计算参数表

| 关注点参数及结果 | 剂量率参考控制水平($\mu\text{SV/h}$) | 屏蔽物的1/10什值层厚度(mm) | 距靶点1m处输出量($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) | 散射因子 α | 靶点至关注点的距离(m) | 屏蔽透射因子 | 理论计算屏蔽厚度(mmPb) | 设计厚度(mm) | 是否满足屏蔽要求 |
|--------------------|-------------------------------|-------------------|---|---------------------|--------------|----------------------|----------------|----------|----------|
| 铅房东南侧墙体外30cm(非主射方) | 1.6 | 6.8 | 1.4×10^6 | 1.9×10^{-3} | 2.3 | 1.73×10^{-4} | 22.87 | 26mm铅板 | 满足要求 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|--|--|--|-----|-----------------------|-------|---------|
| 向, 绿化带) | | | | | | | | |
| 铅房西北侧墙体外30cm (工件进出门, 非主射方向) | 2.5 | | | | 2.5 | 3.20×10^{-4} | 21.25 | |
| 铅房东北侧墙体外30cm (操作室, 非主射方向) | 2.5 | | | | 2.3 | 2.71×10^{-4} | 21.69 | |
| 铅房西南侧墙体外30cm (非主射方向, 绿化带) | 2.5 | | | | 2.3 | 2.71×10^{-4} | 21.69 | |
| 铅房顶部上方30cm (非主射方向) | 100 | | | | 0.8 | 1.31×10^{-3} | 17.53 | 20mm 铅板 |

注: 铅的密度为 11.3 g/m^3 。

(3) 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11-7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, 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 (1.8mm)。

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

| 型号 | 关注点预测结果 | 有用线束需屏蔽厚度 (mm) | 泄漏辐射需屏蔽厚度 (mm) | 散射辐射需屏蔽厚度 (mm) | 理论计算屏蔽厚度 (mm) | 设计厚度 (mm) | 是否满足屏蔽要求 |
|-----|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-----------|----------|
| *** | 铅房东南侧墙体外30cm (非射方向, 绿化带) | / | 16.85 | 22.87 | 24.67 | 26mm 铅板 | 满足要求 |
| *** | 铅房西北侧墙体外30cm (工件进出门, 非主射方向) | / | 15.23 | 21.25 | 23.05 | | |

| | | | | | |
|---------------------------------|---|-------|-------|-------|------------|
| 铅房东北侧墙体外 30cm（操作室，非主 射方向） | / | 15.67 | 21.69 | 23.49 | |
| 铅房西南侧墙体外 30cm（非主射方向， 绿化带） | / | 15.67 | 21.69 | 23.49 | |
| 铅房顶部上方30cm （非主射方向） | / | 11.51 | 17.53 | 19.33 | 20mm 铅板 |

根据表11-7可知，经过校核，铅房四周设计屏蔽厚度均能满足屏蔽要求。

二、运营期正常工况环境影响分析

本项目正常运行期间，对环境的影响主要分为放射性影响和非放射性影响两个方面。其中放射性环境影响是主要的，放射性环境影响主要是射线装置在作业过程中产生的 X 射线对辐射工作人员、公众和环境造成的辐射影响；对其产生的非放射性污染物的环境影响只进行简单的分析。

1、正常运行辐射环境影响分析

本项目铅房四周及铅房顶部防护门均采用铅钢防护结构屏蔽，铅房所在位置 X 光检测室为一层建筑，因此，对周围辐射影响主要考虑泄漏辐射及散射辐射的综合影响。

（1）探伤室周围环境各房间的功能及用途

本项目铅房建设于新厂区1#厂房南侧，东北侧紧邻操作室、暗室，约3.2~50m范围内自南向北依次为评片室、荧光检测及超声波清洗区、厕所；北侧约3.0~50m范围自南向北内依次为厂房通道、真空炉、线/电火花切割加工区、五轴镗铣联动加工中心加工区、加工中心、精密平面磨床加工区；西南侧约5.5~50m范围内自东向西依次为厂区道路、2#厂房；南侧约3.5~50m范围内自北向南依次为厂区道路、生产辅助用房；东侧约7.5~50m范围内自西向东依次为厂区道路、生产辅助用房、四川诚邦浩然测控技术有限公司厂房。

（2）预测点选取

本项目铅房周围均采用铅钢防护结构屏蔽，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下图11-2。

图11-2 本项目预测点位示意图

(3) 预测模式

① 泄漏辐射影响

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，泄漏辐射屏蔽因子可根据（式11-6）进行计算，由（式11-7）和（式11-8）计算泄漏辐射对周围环境的影响。

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

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

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

式中：

B_2 —漏射屏蔽透射因子；

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

\dot{H}_L —距离靶点1m处X射线管组装的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1可知，当管电压 $>200\text{kV}$ 时距靶点1m处X射线管组装体的漏射辐射剂量率取值为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

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泄漏辐射年照射剂量率计算结果见表11-7。

表 11-7 泄漏照射剂量计算参数及预测结果表

| 关注点参数及结果 | 距离靶点1m处泄漏辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$) | 靶点至预测点的距离(m) | 屏蔽透射因子 | 预测点剂量率($\mu\text{Sv/h}$) | 居留因子 | 年受照射剂量(mSv/a) | 受照者类型 |
|-------------------|------------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------------|------|-----------------------|-------|
| 铅房工件进出门处的工作人员(1#) | 5×10^3 | 3.0 | 5.29×10^{-5} | 2.94×10^{-2} | 1 | 7.35×10^{-3} | 职业照射 |
| 操作室、暗室内的工作人员(2#) | | 2.5 | 5.29×10^{-5} | 4.23×10^{-2} | 1 | 1.06×10^{-2} | 职业照射 |
| 评片室内的工作人员(3#) | | 5.0 | 5.29×10^{-5} | 1.06×10^{-2} | 1 | 2.65×10^{-3} | 职业照射 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|--|------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|------|
| 东北侧荧光检验及超声波清洗区的工作人员（4#） | | 14.0 | 5.29×10^{-5} | 1.35×10^{-3} | 1 | 3.38×10^{-4} | 公众照射 |
| 北侧厂房道路上的公众（5#） | | 6.0 | 5.29×10^{-5} | 7.35×10^{-3} | 1/4 | 4.59×10^{-4} | 公众照射 |
| 北侧1#厂房产品加工区的工作人员（6#） | | 13.0 | 5.29×10^{-5} | 1.57×10^{-3} | 1 | 3.91×10^{-4} | 公众照射 |
| 西南侧厂区道路上的公众（7#） | | 8.0 | 5.29×10^{-5} | 4.13×10^{-3} | 1/4 | 2.58×10^{-4} | 公众照射 |
| 西南侧2#厂房内的工作人员（8#） | | 15.0 | 5.29×10^{-5} | 1.18×10^{-3} | 1 | 2.94×10^{-4} | 公众照射 |
| 东侧生产辅助用房的工作人员（9#） | | 17.0 | 5.29×10^{-5} | 9.16×10^{-4} | 1/4 | 5.72×10^{-5} | 公众照射 |
| 东侧城邦浩然测控技术有限公司厂房的公众（10#） | | 30.0 | 5.29×10^{-5} | 2.94×10^{-4} | 1 | 7.35×10^{-5} | 公众照射 |

② 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_3 —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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R_s —散射体至关注点的距离，m；

R_0 —靶点至探伤工件的距离，均取0.7m；

I —最大管电流，**mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录表B.1，探伤机正常工作下取400kV的输出量进行保守估算，即：输出量为 $23.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.41 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积，均取 0.2m^2 ；

α —散射因子，GBZ/T250-2014查表B.3，取 1.9×10^{-3} ；

t —年受照射时间，250h；

T—居留因子。

各参数取值见表11-8。

表 11-8 散射照射剂量计算参数及预测结果表

| 关注点参数及结果 | 散射因子a | 距靶点1m处输出量 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{m}\cdot\text{A}\cdot\text{h})$) | 靶点至预测点的距离 (m) | 屏蔽透射因子 | 预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 居留因子 | 年受照射剂量 (mSv/a) | 受照类型 |
|---------------------------|---------------------|---|------------------|----------------------|--------------------------------|------|----------------------|------|
| 铅房工件进出门处的工作人员 (1#) | 1.9×10^{-3} | 1.41×10^6 | 3.0 | 5.29×10^{-5} | 2.89×10^{-1} | 1 | 7.23×10^{-2} | 职业照射 |
| 操作室、暗室内的工作人员 (2#) | | | 2.5 | 5.29×10^{-5} | 4.17×10^{-1} | 1 | 1.04×10^{-1} | 职业照射 |
| 评片室内的工作人员 (3#) | | | 5.0 | 5.29×10^{-5} | 1.04×10^{-1} | 1 | 2.60×10^{-2} | 职业照射 |
| 东北侧荧光检验及超声波清洗区的工作人员 (4#) | | | 14.0 | 5.29×10^{-5} | 1.33×10^{-2} | 1 | 3.32×10^{-3} | 公众照射 |
| 北侧厂房道路上的公众 (5#) | | | 6.0 | 5.29×10^{-5} | 7.23×10^{-2} | 1/4 | 4.52×10^{-3} | 公众照射 |
| 北侧1#厂房产品加工区的工作人员 (6#) | | | 13.0 | 5.29×10^{-5} | 1.54×10^{-2} | 1 | 3.85×10^{-3} | 公众照射 |
| 西南侧厂区道路上的公众 (7#) | | | 8.0 | 5.29×10^{-5} | 4.07×10^{-2} | 1/4 | 2.54×10^{-3} | 公众照射 |
| 西南侧2#厂房内的工作人员 (8#) | | | 15.0 | 5.29×10^{-5} | 1.16×10^{-2} | 1 | 2.89×10^{-3} | 公众照射 |
| 东侧生产辅助用房的工作人员 (9#) | | | 17.0 | 5.29×10^{-5} | 9.01×10^{-3} | 1/4 | 5.63×10^{-4} | 公众照射 |
| 东侧城邦浩然测控技术有限公司厂房的公众 (10#) | | | 30.0 | 5.29×10^{-5} | 2.89×10^{-3} | 1 | 7.23×10^{-4} | 公众照射 |

④对关注点的综合分析

对处于有用线束照射范围内的关注点，年照射剂量需考虑有用线束、散射照射产生的辐射量，对处于泄漏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 11-9 本项目铅房外关注点处年照射剂量计算结果表

| 关注点参数及结果 | 年受有用线束照射剂量 (mSv/a) | 年受泄漏照射剂量 (mSv/a) | 年受散射照射剂量 (mSv/a) | 年受照射剂量 (mSv/a) | 受照者类型 |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| 铅房工件进出门处的工作人员 (1#) | / | 7.35×10^{-3} | 7.23×10^{-2} | 7.97×10^{-2} | 职业照射 |
| 操作室、暗室内的工作人员 (2#) | / | 1.06×10^{-2} | 1.04×10^{-1} | 1.15×10^{-1} | 职业照射 |
| 评片室内的工作人员 (3#) | / | 2.65×10^{-3} | 2.60×10^{-2} | 2.87×10^{-2} | 职业照射 |
| 东北侧荧光检验及超声波清洗区的工作人员 (4#) | / | 3.38×10^{-4} | 3.32×10^{-3} | 3.66×10^{-3} | 公众照射 |
| 北侧厂房道路上的公众 (5#) | / | 4.59×10^{-4} | 4.52×10^{-3} | 4.98×10^{-3} | 公众照射 |
| 北侧1#厂房产品加工区的工作人员 (6#) | / | 3.91×10^{-4} | 3.85×10^{-3} | 4.24×10^{-3} | 公众照射 |
| 西南侧厂区道路上的公众 (7#) | / | 2.58×10^{-4} | 2.54×10^{-3} | 2.80×10^{-3} | 公众照射 |
| 西南侧2#厂房内的工作人员 (8#) | / | 2.94×10^{-4} | 2.89×10^{-3} | 3.19×10^{-3} | 公众照射 |
| 东侧生产辅助用房的工作人员 (9#) | / | 5.72×10^{-5} | 5.63×10^{-4} | 6.20×10^{-4} | 公众照射 |
| 东侧城邦浩然测控技术有限公司厂房的公众 (10#) | / | 7.35×10^{-5} | 7.23×10^{-4} | 7.97×10^{-4} | 公众照射 |

综上，本项目建成投用后，所致职业人员受年附加有效剂量最大为 $1.15 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，所致公众受年附加有效剂量最大为 $4.98 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，分别远低于职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 的剂量限值，也低于职业人员 5.0mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的剂量约束值。

根据建设单位反馈，该公司周围评价范围内无其他电离辐射源。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离铅房最近的关注点可以代表铅房周围最大可能辐射有效剂量。在本项目投入运行后，实际管电压、管电流均低于预测工况，X光机产生的X射线经墙体屏蔽、距离衰减后，本项目周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对铅房周围公众影响更小。

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：

- Q₀——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1.41Gy/h；
- S₀——射束在离源点 1m 处的照射面积，本项目中取值为 0.2m²；
- 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O₃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/m³；
- Q₀——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 60m³；

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

- t_v——每次换气时间，0.4h；
- t_a——臭氧分解时间，取值为 0.83h。

据以上公式可计算出使用X光机工作时，臭氧产额为1.83×10⁻²mg/h，铅房内O₃的平衡浓度为8.23×10⁻⁵mg/m³。上述臭氧平衡浓度均低于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表1中臭氧小时平均标准值浓度0.16mg/m³的要求。

本项目 X 光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，铅房内北侧墙体顶部设置有通排风系统，采用排气扇进行通风换气（排风量约 150m³/h），其上方覆盖有 26mm 厚的铅防护罩，铅房内的臭氧排出铅房后由排风管道连接引出，通向厂房外墙，最终引至厂房顶部排放，经自然分解和稀释，能够低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的 0.20mg/m³ 的二级标准限值要求，不会对环境空气造成明显影响。

3、危险废物环境影响分析

(4) 本项目每年产生的废显影液400kg/a，废定影液400kg/a，废胶片5kg/a，属于危险废物，其危废类别为HW16。本项目产生的危险废物依托厂区南侧已建危废暂存间暂存，采用桶装进行分类收集，统一交由有相应资质单位收运处置，据悉该公司已与四川省中明环境治理有限公司签订了危废处置协议。

4、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”。本项目涉及的X光机报废时，必须进行去功能化处理，使X光机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。按照中华人民共和国国务院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，报废的射线装置应实施退役。

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。

5、声环境影响分析

本项目 X 光机和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。

6、一般固废

本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾，本项目共涉及工作人员3人，产生量以0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾1.5kg/d，依托该公司厂区垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

7、废水

本项目工作人员生活污水的产生量为0.288m³/d，胶片清洗废水和生活污水依托该公司厂区内的污水预处理池（容积为50m³）处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，通过市政污水管网进入陡沟河污水处理厂处理达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）中城镇污水处理厂污染物排放标准后排入陡沟河。

辐射事故影响分析

1、事故风险识别

本项目所用X光机属II类射线装置，其风险因子主要为X射线，按照中华人民

共和国国务院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11-10中。

表 11-10 环境风险因子辐射伤害程度与事故分级

| 事故等级 | 事故类型 |
|----------|--|
| 特别重大辐射事故 | 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。 |
| 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。 |

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11-11。

表 11-11 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，本项目X光机只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目辐射工作人员有2名，可能发生的辐射事故如下：

①门机联锁装置失效，防护门未关闭，周围活动人员误入铅房受到误照射；探伤机以最大参数运行，公众位于X射线非主射方向，无任何屏蔽措施。

②检修人员在设备未断电的情况下进行检修，射线装置因误操作或其他原因开机出束，导致检修人员受到误照射；X射线探伤机以额定参数运行；检修人员

位于X射线主射束方向，距靶0.5m的地方，无任何屏蔽措施。

③探伤工作人员在铅房内摆放工件时，人员未全部撤离铅房，射线装置开机出束，导致人员受到误照射；X射线探伤机以额定参数运行；人员位于非主射束方向，无任何屏蔽措施。

④辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有关规定，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、辐射事故影响分析

(1) 事故情景假设

本项目X光机固定在铅房内部，铅房防护门长期处于关闭状态；只在设备维护和探伤时调整摆放工件时打开，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。

事故情况下保守考虑，检修人员或本项目辐射工作人员在无任何屏蔽措施。

①处于维修时，一名检修人员未穿戴防护设备且未携带个人剂量报警仪的状态下打开装置，位于主射方向对装置进行检修，此时铅防护门为敞开状态，操作室内的控制台人员误进行开机操作，或者装置失控自动开机；无任何防护措施，此时操作室内的操作人员误认为没有无关人员开始启动开关进行探伤工作，造成对该检修人员的误照射，引发辐射安全事故。

②探伤作业时，人员进入铅房内摆放工件，该名辐射工作人员未穿戴防护设备且未携带个人剂量报警仪，位于铅房内部非主射方向对工件进行调整摆放固定，操作室内操作人员误以为铅房内已经清场完毕且完成了工件摆放工作，误开始启动开关进行探伤工作，造成对铅房内该名辐射工作人员的误照射，引发辐射安全事故。

(2) 剂量估算

假定在事故情况下，人员误入铅房，X射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与X光机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关。因此偏安全分析，事故情况下，本项目铅房内探伤时，X光机按其最大参数运行，人员在距探伤机主射方向不同距离上X射线剂量率按下式估算。

$$D = I\delta x/r^2 \dots\dots\dots \text{(式11-14)}$$

式中：

D—空气吸收剂量率，mGy·min⁻¹；

I—管电流，mA，本项目取**mA；

δ_x—发射率常数，本项目为23.5mGy·m²/(mA·min)；

r—参考点距X射线管焦斑的距离，m。

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式11-15)}$$

式中：

E—人员受到的有效剂量，mSv·min⁻¹；

W_T—组织权重因数，求和为1；

W_R—辐射权重因数，求和为1。

根据式11-14及11-15，X光机管电流越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。由于本项目均在铅房内实施探伤作业，因此事故情况下，只会局限在铅房内。铅房内四周墙体及操作位均安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过紧急止动开关中断电源，打开铅防护门，逃出铅房。单次辐射事故受照射剂量计算结果见表11-12。

表 11-12 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

| 与探伤机靶正面距离 (m) 受照射 剂量 (mSv/次) 受照时间 (s) | 0.5 | 1 | 1.5 | 2.0 |
|--|---------|---------|--------|--------|
| 5 | 900.00 | 225.00 | 100.00 | 56.25 |
| 10 | 1800.00 | 450.00 | 200.00 | 112.50 |
| 15 | 2700.00 | 675.00 | 300.00 | 168.75 |
| 20 | 3600.00 | 900.00 | 400.00 | 225.00 |
| 25 | 4500.00 | 1125.00 | 500.00 | 281.25 |
| 30 | 5400.00 | 1350.00 | 600.00 | 337.50 |

(3) 事故后果

根据表 11-12，在辐射事故状态下，本项目职业人员最大可能受照剂量为 5400mSv，可造成职业人员最大受照射剂量超过连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv 的 270 倍。参照表 11-10，本项目人员误入铅房可造成较大辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员较容易受到超剂量照射，应立即停止射线装置（切断电源），严禁公众在探伤铅房及设备操作间内停留。在

X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射，在探伤工作开始之前，必须将监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，严禁无关人员进入。因此，建设单位在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

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；

④建设单位辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.vn>）学习并考核合格后上岗。

(2) 设备固有安全设施

本项目在运行过程中，有可能出现的事故情况及处理措施：

A、探伤设备工作时，安全联锁发生故障及误操作，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

要求定期检查铅房门机联锁装置是否能正常工作,充分保证工作警告信号(显示灯)和安全联锁装置等均正常工作,严格按照要求操作。如一旦发生辐射事故,必须马上停机,切断总电源开关,对相关受照人员进行身体检查,确定对人身是否有损害,以便采取相应救护措施,其次对仪器设备、设施进行检测,确定其影响状态。

B、设备维修人员或者铅房内工件摆放人员还未全部撤出铅房,操作室内的操作人员误启动开关进行探伤,造成有关人员被误照,引发辐射事故。

要求操作室的操作人员遵守相关操作规程,严格细致的开展工作,杜绝此类事故的发生。每次开机前必须确认铅房内无人员逗留;如果发生此类事故,操作人员必须马上停机,切断电源开关。其次对相关受照人员进行身体检查,确定对身体是否有损害,以便采取相应救护措施。

C、由于其他原因引起X射线意外事故。

当发生X射线意外事故,应立即关机断电,启动应急预案,同时估计事故剂量,据此判断是否实施医学监护,对可能受辐射损伤的人员立即采取救护措施。设备检测时,必须先切断电源,然后按规定程序对设备进行检测。要求探伤机操作人员遵守相关操作规程,严格细致的开展工作,杜绝事故的发生。

一旦发生事故导致人员受到异常照射的事故单位,必须立即按下紧急停机按钮,切断电源,立即启动本单位的辐射事故应急方案,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,还应同时向当地卫生行政部门报告。根据辐射事故分级上报相应级别的生态环境部门和卫生行政部门。事故处理完成后,应查找事故原因,分清事故责任,避免该类事故再次发生。

为了杜绝上述辐射事故的发生,本项目要求建设方严格执行以下风险预防措施:

①定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查,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;

②凡涉及对固定式X光机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

③每月定期检查固定式X光机铅防护门的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，X光机才能进行射线照射；

⑤每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

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/>）。

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

成都和鸿科技股份有限公司已成立辐射安全与环境管理机构（见附件 2），

负责人：朱宇

辐射防护负责人：饶勇

主要成员：周乐致、杨庆芳、邓艾、谢慧颖、赵航、许伟、赵威、谭强、马文平、傅红旭、闫一兵、周英春、黄伟

具体职责如下：

1、负责对本公司安全防护工作和辐射环境保护工作（以下称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理。

2、负责本公司的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本公司辐射工作许可证的申报以及协助相关部门进行审核；负责对本公司辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

3、监督本公司辐射污染的防治工作；负责本公司辐照设备的日常监督管理；负责本公司辐射安全与环境管理的监察工作；负责本公司辐射污染的治理整改以及辐射污染纠纷的处理。

4、负责制定辐射环境污染事故应急预案；组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对本公司一般以上辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

5、负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

二、辐射工作人员配置

本项目拟配备辐射工作人员 3 人（2 人操作，1 人管理）。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 315 天。铅房周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

1、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培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核, 考核通过后方可上岗。

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, 管理人员也应配备 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放置。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”和“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

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, 建设单位制度清单分析及执行情况见表 12-1。

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 | 现有落实情况 | 本次需完善 |
|----|-----------------|--------|-------|
| 1 | 辐射安全与环境保护管理机构文件 | 已制定 | / |
| 2 | 辐射安全管理规定(综合性文件) | 需制定 | / |
| 3 | 辐射工作设备操作规程 | 需制定 | / |
| 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 | / |
| 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 | / |
| 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 | / |
| 10 | 辐射工作人员个人剂量管理制度 | 需制定 | / |
| 11 | 辐射事故应急预案 | 需制定 | / |
| 12 | 质量保证大纲和质量控制检测计划 | 需制定 | / |
| 13 | 安全装置定期维修、维护巡查制度 | 需制定 | / |

公司应认真组织学习《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：公司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；公司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，公司应组织调查，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，公司应组织调查，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：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，应当通过生态环境部培训平台（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。

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。

公司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，结合公司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、辐射安全许可证发放条件

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019年修订，原环保部第31号令）中第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申领辐射安全许可证时，应当具备一些条件，具体要求见表12-2。

表12-2 《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与环境管理机构，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，铅房内及操作台上均有设置紧急制动开关等 |
| 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 |
| 5 | 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等 | 建设单位需按要求制定相应的规章制度，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。 |

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。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。

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，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。

一、辐射工作场所监测

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

成内容一并提交给发证机关。

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。

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。

（1）公司自我监测

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。

（2）监测内容和要求

1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

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 12-3）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。

表 12-3 工作场所监测计划建议

| 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 | 铅房实体四周及铅房防护门门缝处、操作台处、暗室内、评片室内、1# 厂房内道路 |

3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

4) 监测质量保证。

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；

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；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

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。

二、个人剂量检测

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。

(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。

(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》的重要组成内容一并提交给发证机关。

(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。

(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。

公司辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《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18号）要求建立个人剂量档案。公司需委托有资质的公司完成了每年辐射工作人员的个人剂量检测工作。所有辐射工作人员的个人剂量检测结果应达到不超过1.25mSv/季度的约束值要求。

三、年度监测报告

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》的重要组成内容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戴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 射线探伤项目

建设单位：成都和鸿科技股份有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号成都和鸿科技股份有限公司新厂区 1#厂房南侧

2、建设内容与规模

公司在新厂区 1#厂房南侧 X 光检测室（一层，高约 4m，上方无人员活动）内安装预留了一座铅房，作为曝光室，占地面积约**m²，并配套建设有操作室（*m²）、暗室（*m²）、评片室（**m²），操作室、暗室、评片室均采用**mm 厚防火彩钢夹芯板结构。

本项目拟在预留铅房内安装使用一台型号为*****固定式 X 光机，最大管电压为***kV、最大管电流为**mA，属于 II 类射线装置，X 光机配备有一套射线机支架系统，固定在铅房内部；可上下升降、前后伸缩运动，射线机升降范围：***~***mm、伸缩范围：***~***mm；探伤作业时 X 线束固定投向下方、不投向其他方向。本项目不新建构筑物，新增的 X 光机安装在预留铅房内，铅房整体布置在现有的 X 光检测室内，产生的危险废物依托厂区南侧已建危废暂存间。厂区内产品年抽检最大数量为 5000 件/a，单次最长曝光时间为 3min，则年曝光时间最长为 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检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 49 号，2021 年 12 月 30 日实施）的相关

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。

二、本项目选址合理性分析

本项目位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路2899号成都和鸿科技股份有限公司新厂区，根据不动产权证书【川（2022）龙泉驿区不动产权第0010448号、第0010445号】，本项目用地性质为工业用地，本项目所在厂区于2020年10月15日取得了成都市龙泉驿生态环境局《关于成都和鸿科技有限公司成都和鸿科技航空发动机零部件生产基地迁建项目环境影响报告表的批复》（龙环承诺环评审【2020】91号），并于2021年12月22日通过了自主竣工环境保护验收，取得了验收组意见，通过了环保验收，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且本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，本项目周围环境 γ 辐射剂量率为56~91nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5nGy/h~121.3 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

本项目铅房已安装预留，X光检测室（内含辅助用房：操作室、暗室、评片室）为厂房整体建设预留房间，施工期仅涉及到设备的安装和调试。

2、营运期环境影响分析

（1）电离环境影响

本项目职业人员受年附加有效剂量最大为 $1.15 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，公众受年附加有效剂量最大为 $4.98 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，分别远低于职业人员20mSv/a和公众1mSv/a的剂量

限值，也低于职业人员5.0mSv/a和公众0.1mSv/a的剂量约束值。

(2) 大气环境影响

本项目X光机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，臭氧产额为 $1.83 \times 10^{-2} \text{mg/h}$ ，铅房内 O_3 的平衡浓度为 $8.23 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ ，低于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表1中臭氧小时平均标准值浓度 0.16mg/m^3 的要求，铅房内产生的臭氧排出铅房后由排风管道连接引出，通向厂房外墙，最终引至厂房顶部排放，经自然分解和稀释，能够低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的 0.20mg/m^3 的二级标准限值要求，不会对环境空气造成明显影响。

(3) 水环境影响

本项目工作人员生活污水的产生量为 $0.288 \text{m}^3/\text{d}$ ，胶片清洗废水和生活污水依托该公司厂区内的污水预处理池（容积为 50m^3 ）处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，通过市政污水管网进入陡沟河污水处理厂处理达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）中城镇污水处理厂污染物排放标准后排入陡沟河。

(4) 固体废物

①一般固体废物：工作人员产生的生活垃圾约 1.5kg/d ，依托该公司厂区垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

②危险废物：本项目每年产生的废显影液 400kg/a ，废定影液 400kg/a ，废胶片 5kg/a ，属于危险废物，其危废编号为HW16，依托厂区南侧已建危废暂存间暂存，采用桶装进行分类收集，统一交由有相应资质单位收运处置，据悉该公司已与四川省中明环境治理有限公司签订了危废处置协议。

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、辐射安全管理综合分析

成都和鸿科技股份有限公司拥有专业的探伤辐射工作人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在制定《辐射防护和安全管理制

度》、《X 射线探伤机安全操作规程》等相关管理制度并时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对本项目 X 光机(II 类射线装置)的使用和管理能力。

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，本项目在四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南五路 2899 号成都和鸿科技股份有限公司新厂区 1#厂房南侧建设，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

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十一条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照中华人民共和国国务院生态环境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、根据生态环境部《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://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>）。

（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) 本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经生态环境行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

(5) 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 本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

② 对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③ 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。

根据《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）文件，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>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

| 环保设施 | |
|--------------------|--------------------------------|
| 固定式 X 光机 辐射安全设施 | 铅房 1 座：四周 26mm 厚铅板；顶部 20mm 厚铅板 |
| | 防护门 1 扇 |
| | 固定的电离辐射警告标志 1 套 |
| | 门灯连锁系统 1 套 |
| | 门机连锁系统 1 套 |
| | 声光报警、警示灯装置 1 套 |
| | 工作状态指示灯箱 1 个 |
| | 紧急停机按钮 7 个 |
| | 紧急开门按钮 2 个 |
| | 钥匙控制 1 个 |
| 监控设施 | 铅房内监控装置 1 套（4 个） |
| 监测仪器 | 便携式辐射监测仪 1 台 |
| | 个人剂量报警仪 1 个 |
| 防护用品 | 个人剂量计 3 套 |
| 废气处理 | 通排风系统 1 套 |
| 其他 | 辐射工作人员培训及考核 |
| | 应急及救助的资金、物资准备 |
| | 铅防护用品 1 套 |
| | 灭火器材 1 套 |

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

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学习与考核。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成绩合格单，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见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>）。

3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。

4、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，安全和防护状况年度评估报告要按照《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；并且年度评估报告的电子档还应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>）。

5、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。

6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

7、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。