

核技术利用建设项目

数字化检测系统 X 射线探伤机项目

环境影响报告表

(公示本)

中国航发成都发动机有限公司

二〇二四年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

数字化检测系统 X 射线探伤机项目

环境影响报告表

建设单位名称：中国航发成都发动机有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：丛春义

通讯地址：成都市新都区蜀龙大道成发工业园区

邮政编码：610500

联系人：陈国兵

联系电话：



目 录

表 1 项目概况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	19
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	30
表 11 环境影响分析	40
表 12 辐射安全管理	71
表 13 结论与建议	79
表 14 审批	84

附件：

附件 1 环评委托书；

附件 2 建设单位辐射安全许可证；

附件 3 建设单位 2023 年年度环境 X、 γ 剂量率报告；

附件 4 本项目现状监测报告；

附件 5 个人剂量监测报告；

附图：

附图 1 本项目地理位置图；

附图 2 本项目外环境关系图；

附图 3 项目总平图；

附图 4 项目两区划分示意图；

附图 5 项目安全设施布局图；

附图 6 本项目探伤机照射范围图；

附图 7 项目人流、物流路径图

表 1 项目概况

建设项目名称		数字化检测系统 X 射线探伤机项目			
建设单位		中国航发成都发动机有限公司			
法人代表		丛春义	联系人	陈国兵	联系电话
注册地址		四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区			
项目建设地点		四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区 164 厂房中			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		488	项目环保投资（万元）	195.5	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其它	/			

项目概述

一、建设单位简介

中国航发成都发动机有限公司（统一社会信用代码：9151010020197352XN）始建于 1958 年，1964 年建成投产，是以制造航空发动机及其衍生产品为主的大型国有企业。

二、任务由来

为了确保中国航发成都发动机有限公司生产的工件符合公司产品质量标准要

求，该公司拟在164厂房西南侧新增使用一套型号为RG-M300/DR的数字化检测系统，包含铅房，XWT-300-CT PlusX射线机和操作台，XWT-300-CT PlusX射线机最大管电压为300kV、最大管电流为3mA，根据《关于发布<射线装置分类>的公告》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。本项目所在的164厂房的建设项目环评工作已经完成，且已取得四川省生态环境厅批复：川环建函【2006】466号。

三、编制目的

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，须对该项目进行环境影响评价。

根据《射线装置分类》（原环境保护部公告2017年第66号），工业用X射线探伤装置分为自屏蔽式X射线探伤装置和其他工业用X射线探伤装置，本项目使用的RG-M300/DR数字化检测系统，属于II类射线装置。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，该公司委托四川鸿环环保科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作。四川鸿环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《数字化检测系统X射线探伤机项目环境影响报告表》。

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，加大环境影响评价公众参与公开力度，本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位在环评互联网上对《数字化检测系统X射线探伤机项目》的环境影响报告表进行了全文公示。公示网址为：

<https://www.eiacloud.com/gs/detail/1?id=40319FhDuE>，公示网站截图如下：



发帖

复制链接

返回

[四川] 数字化检测系统X射线探伤机项目环境影响评价全本公示

153****0314 发表于 2024-03-19 14:22

由于中国航发成都发动机有限公司对产品的检测需要，拟在拟在厂区164厂房内西南侧建设数字化检测系统X射线探伤机项目，对公司生产的工件进行无损探伤，铅房内使用一台XWT-300-CT PlusX射线机，属于II类射线装置，不涉及室外（野外）探伤。根据相关法律法规要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告书（表）前，应依法主动公开建设项目环境影响报告书（表）全本信息，因此本单位现将报告表进行公示，以接受公众的监督。

项目名称：数字化检测系统X射线探伤机项目

建设单位：中国航发成都发动机有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区164厂房中

联系电话：028-89358568

项目环境影响报告书及公参说明详见附件。公示时间不少于5个工作日。公示期间，对项目建设有异议、疑问或建议的公众可以联系建设单位、环评单位、主管部门提出意见或建议。

附件1：数字化检测系统X射线探伤机项目环境影响评价报告表（公示本）.pdf 1.1 MB，下载次数 0

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

四、产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本）相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量认证和检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

五、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：数字化检测系统 X 射线探伤机项目

建设单位：中国航发成都发动机有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区 164 厂房中

（二）建设内容与规模

中国航发成都发动机有限公司拟在 164 厂房西南侧新增一套 RG-M300/DR 数字化检测系统，包括铅房、XWT-300-CT PlusX 射线机和操作台，对本公司生产的发动机叶片进行无损探伤。本项目探伤的叶片最大规格为*mm×*mm，最大检测厚度

为*mm。XWT-300-CT PlusX 射线机最大穿透厚度为 40mm，能满足本项目探伤需求。

X 射线机额定管电压为 300kV、额定管电流为 3mA；单次最大曝光时间为 3min，预计年检测工件约 8000 件，年曝光时间为 400h；属于II类射线装置。射线机固定在支架上，出束角度为 40°，出束方向为北侧和东侧。工件由传送带输送。射线机均用于工件内部缺陷探伤，不涉及室外（野外）探伤。

项目总占地面积约37.5m²，包括铅房、传送带和操作台。铅房占地面积为16.5m²，X射线机固定在铅房顶部，主射面为北侧墙面和部分东侧墙面。铅房四周屏蔽除北侧墙面外均为22mm厚铅板，北面为25mm厚铅板，顶部为20mm厚铅板，底部为20mm厚铅板。工件进出铅闸门位于铅房东侧，尺寸为0.46m×0.986m，铅板厚度为20mm；人员维修门位于铅房南侧，尺寸为0.9m×1.8m，门上有尺寸为0.4×0.6m的铅玻璃，人员进出门铅板厚度为18mm，门上铅玻璃当量厚度为18mm。工件进出铅闸门和人员维修门处考虑泄漏、散射辐射影响，铅闸门与墙体间隙为5mm，铅闸门与四周墙体保持50mm的重叠，人员维修门与四周墙体均有50mm重叠。工件门与墙的重叠宽度及门的底部与地面之间的重叠宽度均大于空隙的10倍。本项目铅房电线出线口有铅防护罩防护，排风口和电缆出口均设有20mm的铅防护罩，防止X射线外泄。工件运输采用传送带输送。

铅房下无地下室，铅房上方放置电柜等设备区域，检修人员会到达。

项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 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	净空尺寸为 4.379m×2.24m×2.3m，铅房四周铅板除北侧墙面之外均为 22mm 厚铅板，北侧墙面铅板厚度为 25mm，顶部铅板厚度为 20mm，底部铅板厚度为 20mm。工件进出铅闸门厚度为 20mmPb，人员维修门是厚度为 22mmPb，门上铅玻璃当量厚度为 18mmPb。 XWT-300-CT PlusX 射线机额定管电压为 300kV，额定管电流为 3mA，由支架固定，出束角为 40°，出束方向为北侧和东侧； X 射线机安装固定在铅房内，不涉及室外（野外）探伤。项目探伤对象主要为公司生产工件，材质为钢，最大规格为*mm×*mm，最大检测厚度为*mm。 年曝光时间为 400h/a，单次最大曝光时间为 3min。	噪声、扬尘、生活污水、生活垃圾、固体废物	射线机工作时产生 X 射线、臭氧，噪声	新建

环保工程	铅房出线口外部设置铅防护罩，气体由铅房顶部排风口排放，不破坏墙的屏蔽效果，每小时换气次数 21 次。		废气、噪声	新建
办公及生活设施	利用该公司其他办公及生活设施	/	生活垃圾、生活污水	依托
辅助工程	操作台、传送带		/	新建
公用工程	依托厂区现有供水供电设施	/	/	依托

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目为无损检测，采用电脑成像，无需定影液、显影液，因此无原辅材料。
本项目主要能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
能源	电(度)	探伤用电	750 度	—

（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	使用场所	辐射角度	最大穿透厚度铝/铁(mm)	单次最长照射时间(min)	备注
X 射线机	XWT-300-CT PlusX	300	3	定向	铅房内	40°	钢：40mm	3	年曝光时间 400h

（五）项目选址和外环境的合理性

1、项目外环境

本项目选址于四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区，北侧为绕城大道，西侧为蜀龙大道，164 厂房 X 光间位于厂区西南侧。铅房西侧为厂区道路及绿化带，北侧为 X 底片保存间、X 光观片间暗室、洗片间暗室和 X 光工作间，东侧为荧光检测线、荧光间暗室和胶片药水存放间，南侧为厂区道路。

本项目 50m 评价范围内外环境如下：铅房北侧 1.7~2.3m 为 X 光底片间和 X 光观片间暗室，9~19.1m 为 X 光工作室和洗片间暗室，27.8m 为车间内部通道，32.2~50m 为蜡膜间；铅房东北侧 8.8~27.9m 为荧光检测线、休息间和抛光间，

28.5~50m 为干吹砂间和水力吹砂间；铅房东侧 5.6~9.9m 为荧光间暗室，10.6~36.8m 为车间外除尘器，37~47.9m 为砂库，47.9~50m 为水力清壳间；铅房南侧紧邻原项目 X 光机操作台，1.5~8m 为原有辐射项目铅房，10~33m 为厂区绿化、道路和非机动车停车棚，33m~50m 为厂区外道路；西北侧紧邻厂区道路，36.6~50m 为 165 厂房元素库、办公区和叶片脱芯及晶粒度腐蚀区。

2、选址合理性

项目建设位于 164 厂房西南侧，充分考虑探伤作业和其他工序衔接，该区域布置有原有项目 X 光工作间和铅房，专门用于探伤的辐射工作场所。操作台布置在铅房东侧，铅房顶部布设有电柜等相关辅助设备，除检修工作人员外，无其余人员活动。通过墙体防护和距离衰减，能有效减少电离辐射对周围公众人员影响。

本项目所在生产车间已取得四川省生态环境厅《关于对成都发动机(集团)有限公司四川成发航空科技股份有限公司调整搬迁技术改造项目环境影响报告书的批复》，文号为川环建函【2006】466 号，本项目仅为其配套建设项目，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）实践正当性

X 射线探伤检测作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，X 射线穿透能力较强，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法（超声波、磁粉探伤等）所不能及的检测效果，是其它探伤项目无法替代的。由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此该项目的实践是必要的。但是，由于在探伤过程中射线装置的应用可能会造成如下放射性环境问题：

（1）给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响。

（2）射线装置的使用及管理的失误可能会造成辐射安全事故。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使

用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。

本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

（七）劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员 2 人，均为原项目调配。一天工作时间 12 小时，年工作时间为 300 天，双班制。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，组织辐射工作人员在生态环境部网上学习考核平台（<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。

六、原有核技术利用情况

1、辐射安全许可证的许可种类和范围

该公司现持有原四川省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（许可证号：川环辐证【00203】），许可的种类和范围：使用 II 类、III类射线装置。建设单位当前使用的射线装置属于许可的种类和范围，该许可证有效期至2024年12月13日。

2、原厂区是否发生过辐射安全事故

根据建设单位编制的2023年安全和防护状况年度评估报告，建设单位未发生过辐射安全事故，且自取得辐射安全许可证以来未发生过投诉。

3、辐射工作人员培训情况

建设单位目前现有辐射工作人员28名，均参加了辐射安全与防护培训，并已取得《辐射安全培训合格证》。

4、原有使用的射线装置

目前建设单位使用的11台 X 射线探伤机，均为II类射线装置，使用的4台分析仪、1台 X 射线实时成像检测系统和1台 X 射线荧光光谱仪，均属于III类射线装置，与建设单位取得的《辐射安全许可证》中的活动种类和范围一致。原有项目射线装置基本情况一览表，见表1-4。

表 1-4 现有射线装置基本情况一览表

5、辐射工作人员个人剂量检测

评价根据建设单位提供的检测报告分析辐射工作人员个人剂量检测结果，根据检测报告内容，辐射工作人员佩戴的剂量计佩带时间为2022年10月1日~2023年9月30日（1年时期），辐射工作人员该时期内的剂量检测结果均低于年剂量限值5mSv和季度剂量限值1.25mSv。建设单位既有辐射工作人员个人剂量统计表见1-5。

表1-5 既有辐射工作人员个人剂量统计表

注：测量结果低于检出限时，均表示小于检出限（MDL=0.02mSv），年度剂量均按检出限1/2进行叠加。

本项目的辐射工作人员为原项目调配，受建设单位已有辐射工作场所的辐射影响，本项目配备个人剂量计，并定期组织个人剂量检测，个人剂量限值标准为：季度个人剂量低于1.25mSv，全年的个人剂量低于5mSv。

6、辐射安全自查情况

建设单位已编制2023年安全和防护状况年度评估报告，并提交四川生态环境厅，报告主要内容如下：

- （1）、未在野外（室外）使用放射源和射线装置
- （2）、配备辐射监测仪器
- （3）、定期检查和维持辐射防护设施、设备
- （4）、辐射工作人员全部持证有效上岗证
- （5）、个人剂量档案齐全
- （6）、对辐射防护设施、设备定期检查和维持
- （7）、定期对场所辐射环境进行日常自行监测，并进行了记录
- （8）、各场所辐射安全和防护设施运行没有异常
- （9）、辐射工作人员年剂量未超过管理限值
- （10）、2023年度未发生辐射安全事故

7、原有射线装置年度监测情况

根据建设单位2023年度监测报告（四川鸿环环境检测技术咨询有限公司：川鸿源环监字[2023]第 F161-1号），现有辐射工作场所符合《工业探伤放射防护标准》

（GBZ117-2022）中剂量约束的要求和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求，建设单位现有辐射工作场所均未出现剂量超标的情况。

8、原有辐射安全管理制度落实情况

建设单位已建立了完善的辐射安全管理制度，不同的工作场所有相应的操作规程，制度按规定已上墙，满足设备运行辐射安全管理的需要，合理可行，并执行较好，建设单位自开展工业探伤项目以来，未发生过辐射安全事件或事故。

七、本项目依托情况

本项目不新增工作人员，本项目工作人员产生的生活污水依托现有环保措施，经预处理后，经厂区排口排入新都金海污水处理厂处理。

本项目运行过程中产生的固体废物主要为工作人员日常办公产生的生活垃圾。生活垃圾收集后置于垃圾房，由环卫部门统一清运。

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	X射线机	II类	1	XWT-300-CT Plus	300	3	探伤	铅房内	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（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
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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日实施； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (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； (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； (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； (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； (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； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改； (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，生态环境部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施； (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）； (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)，生态环境部文件，2012 年 7 月 3 日； (13) 关于发布《射线装置分类》的公告，原环境保护部、国家卫生计生委，公告 2017 年第 66 号。
------	---

技术标准	(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）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (5) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； (7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； (8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (9) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104 -2017）。
其他	(1) 生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）； (2) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）； (3) 《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）； (4) 《2022年全国辐射环境质量报告》。

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，确定本项目辐射评价范围为铅房边界外 50m 以内的区域。

保护目标

根据本项目外环境关系、铅房的平面布局，确定本项目主要环境保护目标为辐射工作人员以及铅房附近的其他岗位工作人员等。保护目标情况详见表7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

保 护 目 标		相对位置	距辐射源最近距离(m)	人数 (人/天)	照射类型	年剂量约束值 (mSv)
职业	操作台工作人员	东南侧	2.6	2	职业照射	5.0
公众	X 光底片保存间	北侧	4.8	3	职业照射	5.0
	X 光观片间暗室	北侧	4.9	5	职业照射	5.0
	X 光工作间	北侧	9.5	4	职业照射	5.0
	洗片间暗室	北侧	10	2	职业照射	5.0
	蜡膜间	北侧	32.2	23	公众照射	0.1
	荧光检测线	东北侧	10.8	2	职业照射	5.0
	抛光区	东北侧	17.5	20	公众照射	0.1
	休息间	东北侧	23.6	5	公众照射	0.1
	铅房操作台	东侧	2.6	2	职业照射	5.0
	荧光间暗室	东侧	10.8	3	职业照射	5.0
	X 光探伤室	南侧	3.3	3	职业照射	5.0
	厂区内道路	南侧	10	3	公众照射	0.1
	厂区内道路	西侧	4.8	6	公众照射	0.1
	165 厂房仓库	西侧	39.1	3	公众照射	0.1
	165 厂房办公区	西侧	40	10	公众照射	0.1
	165 厂房叶片脱芯及晶粒度腐蚀区	西北侧	42.3	12	公众照射	0.1
	厂区内道路	南侧	33m	15	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；

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。本项目环评按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）执行。

(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）执行。

（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，人员在关注点的周剂量控制水平为：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。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 $2.5 \mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

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			
本项目位于四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区 164 厂房中，本项目位于 164 厂房内，铅房北侧 1.7~2.3m 为 X 光底片间和 X 光观片间暗室，1.7~19.1m 为 X 光工作室和洗片间暗室，27.8m 为车间通道，32.2~50m 为蜡膜间；东北侧 8.8~27.9m 为荧光检测线、休息间和抛光间，28.5~50m 为干吹砂间和水力吹砂间；东侧 5.6~9.9m 为荧光间暗室，10.6~36.8m 为车间外除尘器，37~47.9m 为砂库，47.9~50m 为水力清亮间；南侧紧邻 X 光机操作台，1.5~8m 为原有辐射项目铅房，10~33m 为厂区绿化、道路和非机动车停车棚，33m~50m 为厂区外道路；西北侧紧邻厂区道路，36.6~50m 为 165 厂房元素库、办公区和叶片脱芯及晶粒度腐蚀区。 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。			
二、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测			
受四川鸿环环保科技有限公司的委托，四川鸿源环境监测技术咨询有限公司于 2023 年 12 月 25 日按照委托单位要求对本项目进行了环评监测，其监测项目、分析及来源见表 8-1。监测报告见附件 5。			
表 8-1 监测项目、方法及方法来源			
项目	监测方法	仪器使用	仪器参数
X-γ辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021	名称：环境监测 X-γ辐射剂量率仪； 型号：探测器 6150AD-b/H+主机 6150AD5/H； 编号：HY240； 校准证书编号：校准字第 202305004944 号； 校准有效期：2023 年 5 月 19 日	(1)检测下限：1nSv/h (2)测量范围：探测器：0~99μSv/h (3)校准系数：CF=1.05 (4)相对误差：-8.4%~-3.8% (5)不确定度：

		至 2024 年 5 月 18 日 校准单位：中国测试技术研究院	$U_{rel}=7\%$, ($k=2$)
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 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。 四川鸿源环境检测技术咨询有限公司质量管理体系： （一）计量认证 从事监测的单位，四川鸿源环境检测技术咨询有限公司于 2022 年 7 月通过了四川省质量技术监督局的计量认证，证书编号为：222303051294，有效期至 2028 年 7 月 7 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			

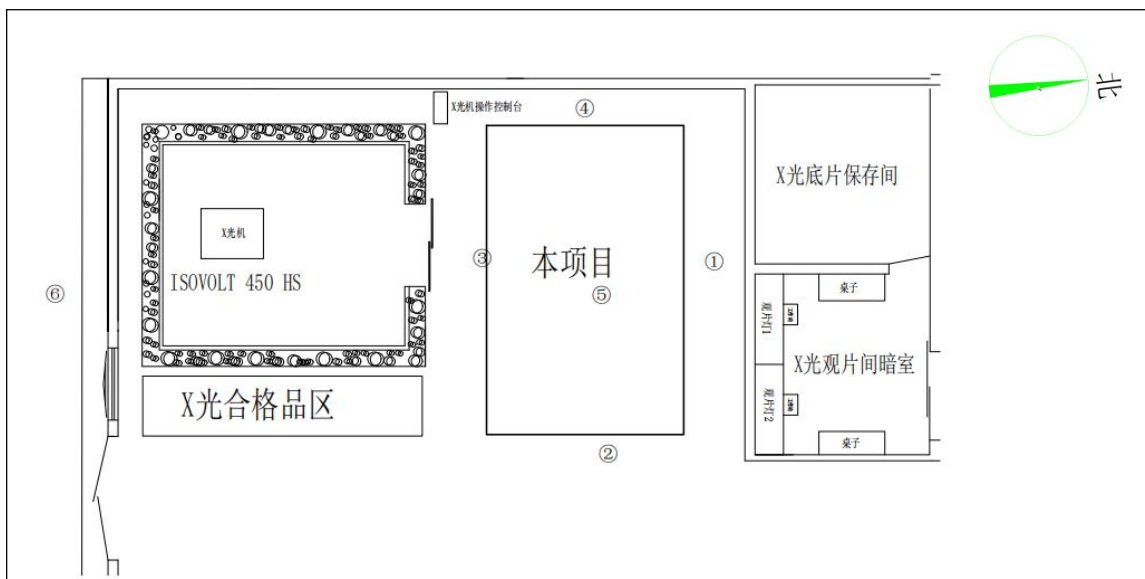


表 8-1 监测点位图

表 8-2 拟建 X 射线探伤项目周围 X-γ空气吸收剂量率监测结果

点位	监测位置	监测值 (μSv/h)	标准差	γ 辐射剂量 率 (μGy/h)	备注
1	拟建铅房北侧 (164 厂房内)	0.098	0.003	0.086	室内
2	拟建铅房东侧 (164 厂房内)	0.121	0.004	0.106	室内
3	拟建铅房南侧 (164 厂房内)	0.108	0.004	0.095	室内
4	拟建铅房西侧 (164 厂房内)	0.096	0.005	0.084	室内
5	拟建铅房内部 (164 厂房内)	0.102	0.005	0.089	室内
6	拟建铅房南部	0.102	0.004	0.089	室外

注：修正值 $\dot{D}_\gamma = K_1 \times K_2 \times R_\gamma$ ，未扣除宇宙射线响应值。

($K_1=1.05$; $K_2=1$; R_γ 为仪器测量读数均值, Sv/h; Sv 与 Gy 的转换系数: 1.20Sv/Gy)

由监测结果得知，本项目所在区域的 X-γ辐射空气吸收剂量率为 84~106nGy/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》中四川省空气吸收剂量率自动监测结果 (61.9nGy/h~151.8nGy/h) 基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

本项目施工期只有铅房及附属设备的设备安装调试。在土建装修阶段中有施工噪声、施工废渣、施工废水和建筑粉尘产生。

在设备安装调试阶段有X射线产生，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。由于本项目涉及的射线装置的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

其工艺流程及产污环节如下图所示：

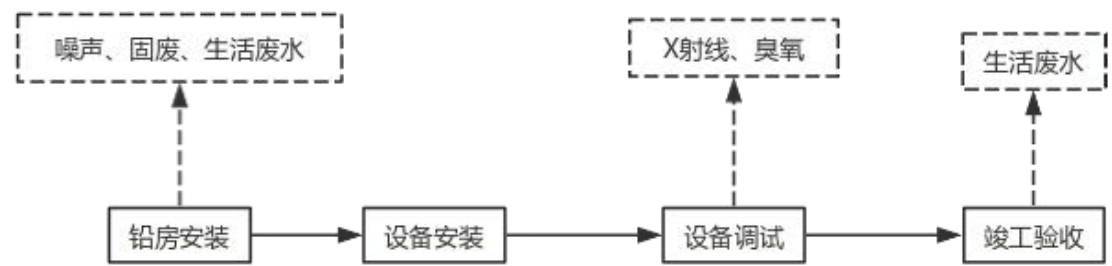


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目 X 射线机的安装和调试均由生产厂家进行专业操作，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。

铅房由设备厂家生产、运输，在建设单位进行组装，在组装制作期间会产生少量固体废物、噪声和少量生活污水。固体废物可回收处理部分由厂家安装工人回收处理，不能回收部分与生活垃圾一起集中收集后，交由环卫部门收运处置；铅房和设备安装时间较短，对周围环境影响较小；项目产生的生活污水直接通过现有管网进入厂区污水预处理池处理，不会对周围环境造成影响。

铅房用矩形管、槽钢焊接成铅房型钢框架，各内面铅板覆 3mm 钢板后用沉头螺钉紧固在型钢框架内部，同面铅板相互搭接或焊接，紧固螺钉尾部用铅帽覆盖

二、运营期污工艺分析

1、设备组成及工作原理

数字化检测系统（RG-M300/DR），主要包括 X 射线机（XWT-300-CT Plus）、数字平板探测器、机械运动系统、运动控制系统、图像采集系统、光学模块和保护铅房。

（1）工作原理

X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特征辐射。

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，就会产生轫致 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 9-2。

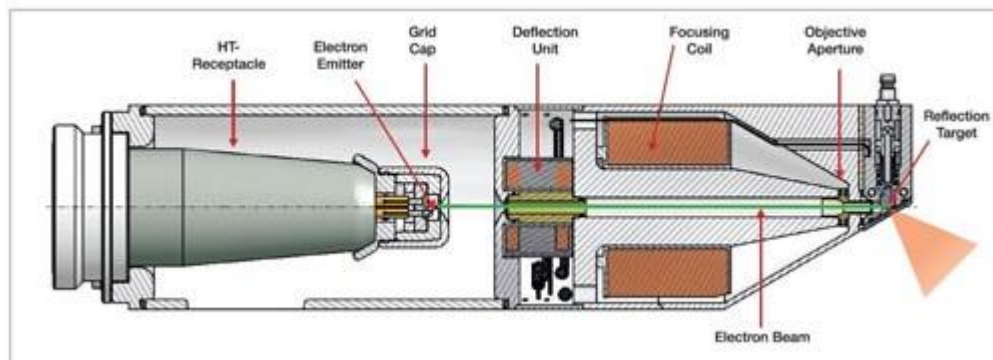


图 9-2 反射式微焦点 X 射线管

（2）操作流程

①辐射工作人员将待检测工件放在托盘内，置于传送带上，通过左侧铅闸门运送至铅房内；

②运送到固定位置后，自动扫描工件的编号后，由机器人抓取工件放至在平板探测器前方固定位置，辐射工作人员检查辐射屏蔽体和辐射安全装置情况并进行清场，铅房的维修门和铅闸门应关闭，门机联锁、紧急止动装置和工作状态指示灯等安全装置开启，然后操作人员在操作台根据要求设置曝光管电压、管电流和曝光时间，并根据需检测的具体部位调整焦距；

③准备就绪后，工作人员在操作台开机曝光，通过电脑成像对工件进行探伤检测，曝光结束后，关闭 X 射线实时成像和图像处理系统。开机曝光期间门机联锁、紧急止动装置、工作状态指示灯等安全装置开启；

④ X 射线实时成像和图像处理系统关闭后，被检测工件采用机械传输由右侧铅闸门输出。工作人员对探伤检测结果进行审核和评定。

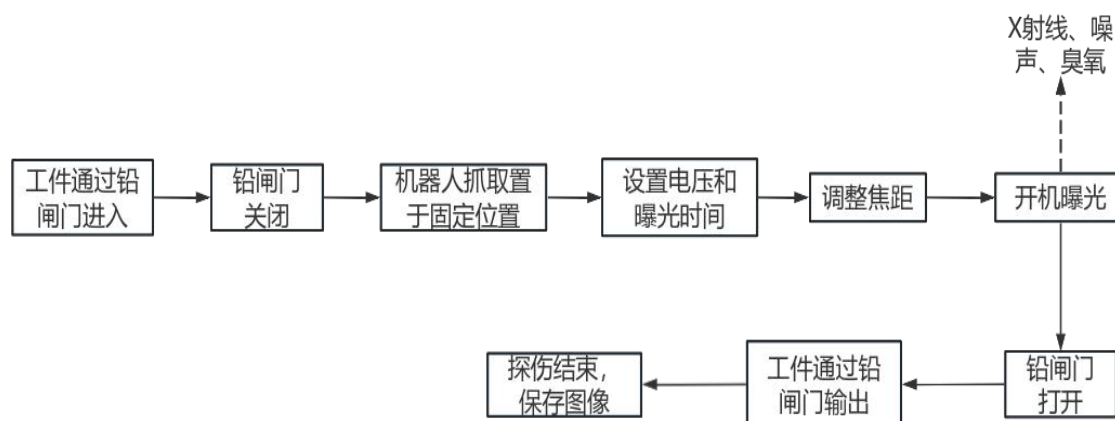


图 9-3 探伤工作程序及产污位置图

由图 9-3 可知，本项目运营中产生的主要污染物为探伤机出束曝光过程中产

生的 X 射线和臭氧。探伤完成后，室内通风时风机产生的噪声运行。

本项目X射线机型号为XWT-300-CT Plus，探伤机的出束角度为40°，由支架固定在铅房吊顶上，出束方向为北侧。

2、本项目人流、物流路径

本项目铅房在设计时均已设置专门的工件进出铅闸门，人员将工件搬到传送带上，然后到操作台进行操作，探伤工件通过传送带经铅闸门运至铅房中部固定位置，探伤结束后由传送带运出铅房，具体路径如图9-6所示。

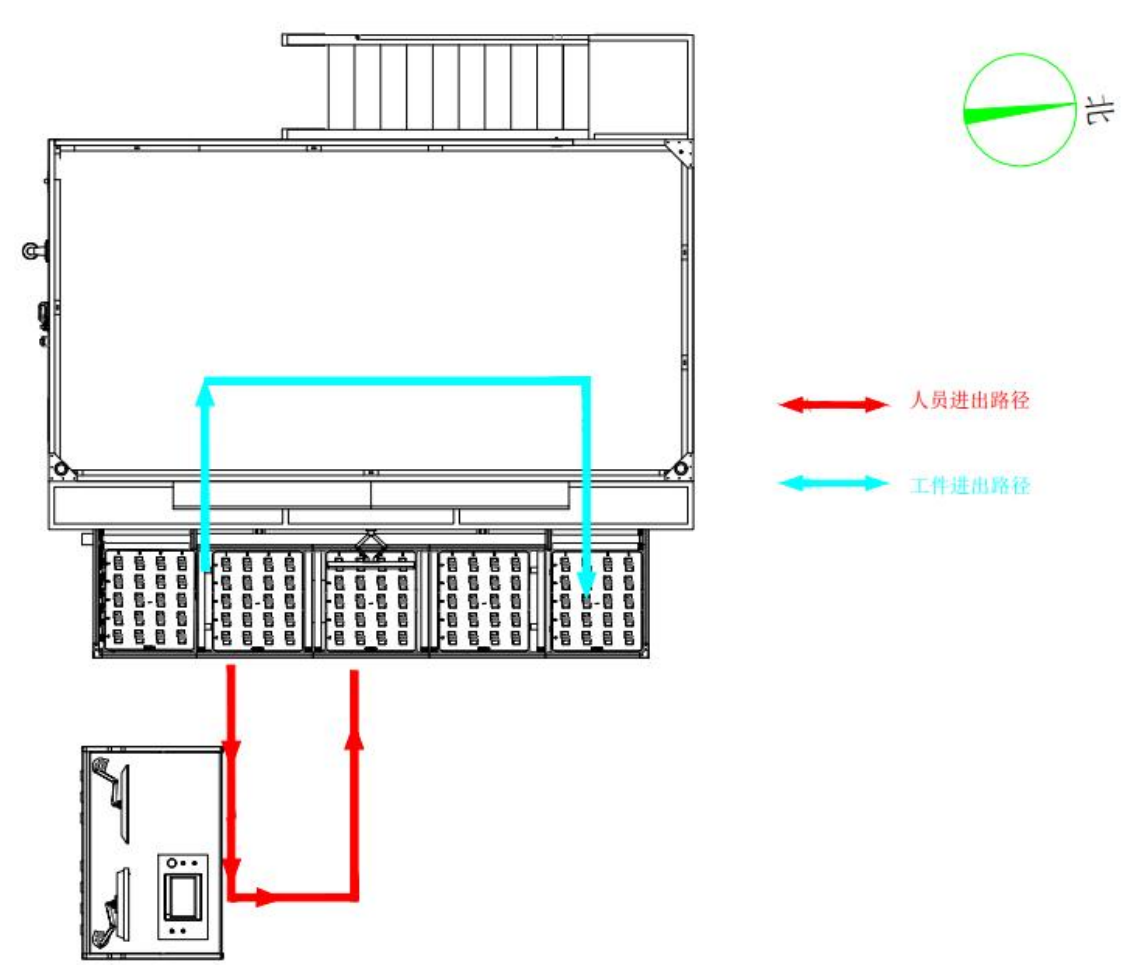


图9-6 人流、物流路径图

3、工况分析

本项目铅房室内空间尺寸为 4.379m（长）×2.24m（宽）×2.3m（高）。本单位只开展室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。X 射线机照射时，主射束投向铅房北侧墙体和部分东侧墙体。

X 射线探伤机具体参数如下：

表 9-1 本项目使用的射线装置的相关情况

设备名称	探伤机型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	辐射角度	穿透钢板厚度	单次最长照射时间 (min)
X 射线机	XWT-300-CT Plus	300	3	定向	铅房内	40°	40mm	3

污染源项描述

本项目施工期污染源主要为设备安装、调试阶段主要污染因素为 X 射线、臭氧和少量包装废弃物。

二、运营期污染源

本项目在运营过程中，主要环境影响因素为探伤机探伤时产生的X射线、臭氧和噪声。

1、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。

2、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

3、废水

本项目采用电脑成像，在探伤检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生。本项目操作人员为原项目调配，不新增员工，故不新增员工办公污水。

4、固体废物

本项目采用电脑成像，在探伤检测过程中无废胶片产生。本项目操作人员为原项目调配，不新增员工，故不新增员工生活垃圾。

5、噪声

本项目噪声源主要为通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，源强低于65dB(A)，且所有设备均处于室内，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。

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市新都区蜀龙大道成发工业园区铸造厂房内，铅房北侧 1.7~2.3m 为 X 光底片间和 X 光观片间暗室，1.7~19.1m 为 X 光工作室和洗片间暗室，27.8m 为车间通道，32.2~50m 为蜡膜间；东北侧 8.8~27.9m 为荧光检测线、休息间和抛光间，28.5~50m 为干吹砂间和水力吹砂间；东侧 5.6~9.9m 为荧光间暗室，10.6~36.8m 为车间外除尘器，37~47.9m 为砂库，47.9~50m 为水力清壳间；南侧紧邻 X 光机操作台，1.5~8m 为原有辐射项目铅房，10~33m 为厂区绿化、道路和非机动车停车棚，33m~50m 为厂区外道路；西北侧紧邻厂区道路，36.6~50m 为 165 厂房元素库、办公区和叶片脱芯及晶粒度腐蚀区。

本项目铅房已设置人员进出门及工件进出的铅闸门，操作台位于铅房东侧，且避开了有用线束照射的方向。

本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，满足国家和地方相关法律法规的要求。

综上所述，本项目铅房平面布局满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 等相关标准要求，布局合理。

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

（包括门锁和连锁装置）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。

本次环评将铅房区域划定为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入；铅房外部 30cm 及操作位外部 30cm 区域为监督区，禁止非辐射工作人员进入。

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

室内探伤	控制区	监督区
“两区”划分范围	铅房内	铅房外部 30cm 区域、操作台及其外部 30cm 区域
“两区”管控要求及措施	①对控制区进行严格控制，在探伤过程中严禁任何人员的进入； ②控制区入口（人员通道门入口、铅闸门）张贴“电离辐射警告标志”。	①非相关人员也限制进入，避免受到不必要的照射； ②监督区域设置橙色带“监督区”字样的地面标识线。

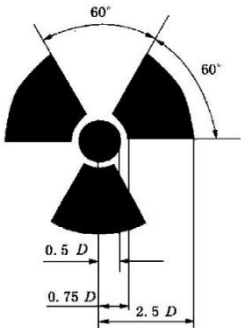


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

两区划分示意图见下图：

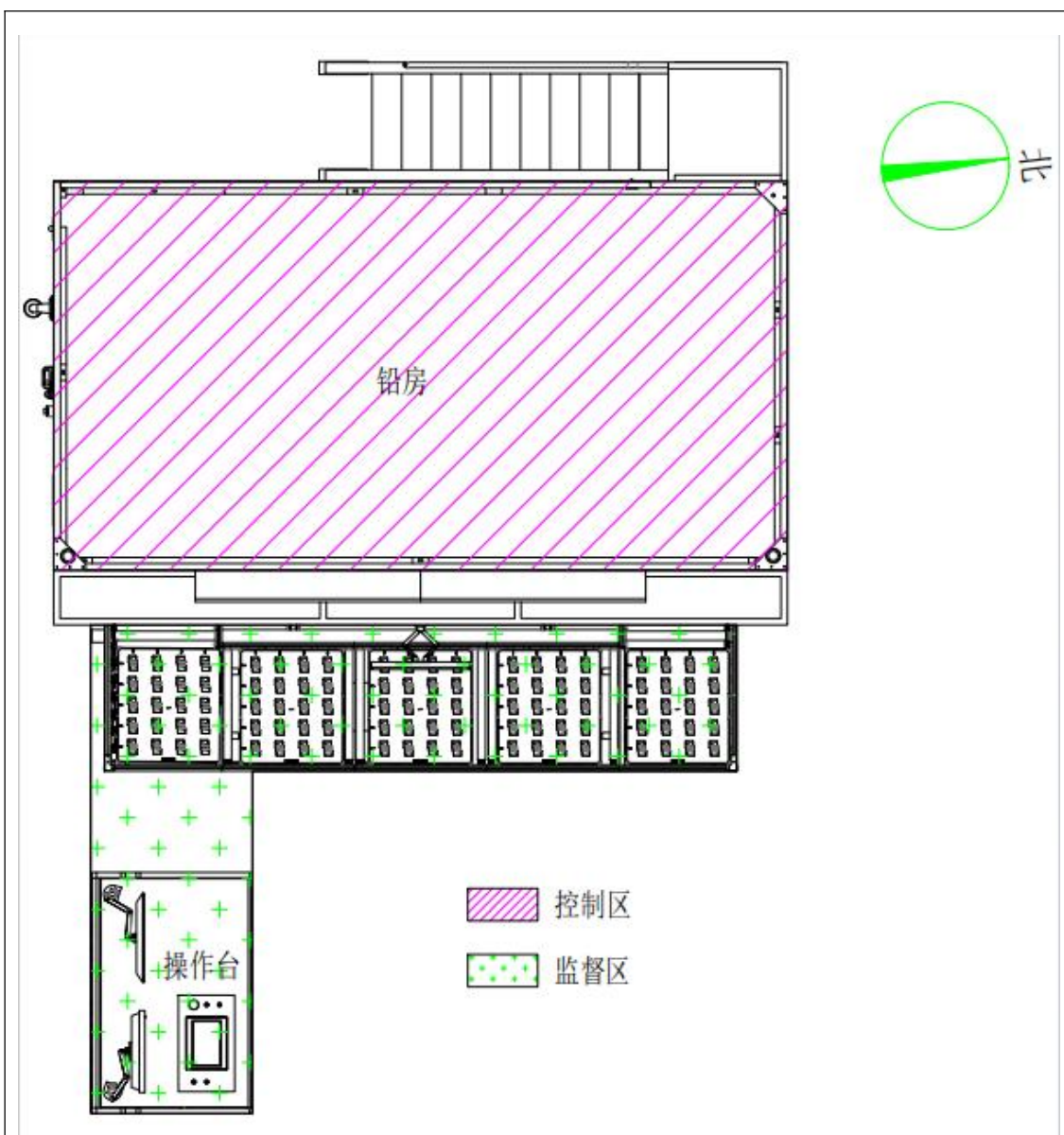


图 10-2 本项目两区划分示意图

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

本项目新增1座铅房及配套设施，项目总占地面积为37.5m²，铅房净空尺寸：长4.38m×宽2.24m×高2.3m，铅房四周铅板除主射面之外均为22mm厚铅板，主射面铅板厚度为25mm，顶部铅板厚度为20mm，底部铅板厚度为20mm。工件进出铅闸门厚度为20mmPb，人员进出门铅板厚度为22mmPb，门上铅玻璃厚度为18mmPb。工件进出铅闸门为0.46m×0.986m，铅板厚度为20mm；人员进出门为0.9m×1.8m，门上有0.4×0.6m的铅玻璃，人员进出门铅厚度为22mm，门上铅玻璃厚度为18mm。铅房工件进出铅闸门和人员进出门处考虑泄漏、散射辐射影响，

铅闸门与墙体间隙为5mm，人员进出门与四周墙体均有50mm重叠；铅闸门与四周墙体保持50mm的重叠。工件门与墙的重叠宽度及门的底部与地面之间的重叠宽度均大于空隙的10倍。铅房控制电缆出口和排风口位于铅房顶部，均设置铅防护罩（如图 10-3 所示），不影响铅房整体防护效果。

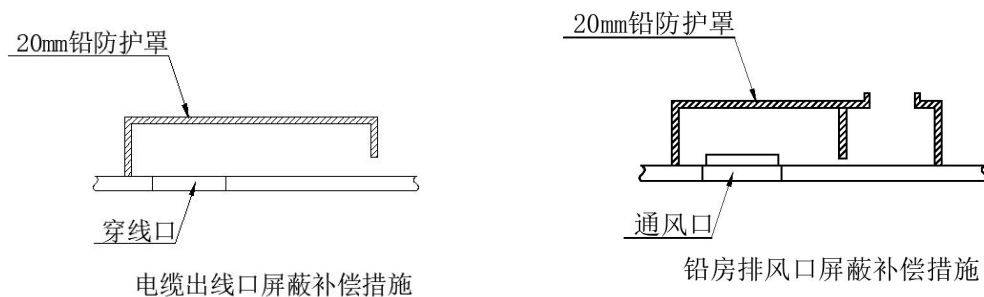


图 10-3 铅房电缆及送通风口道穿墙示意图

2、固有安全性分析

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

（1）安全钥匙锁开关：当安全钥匙锁处于关闭时，红色“锁闭”指示灯点亮，当安全钥匙锁处于接通时，绿色“接通”指示灯点亮，仅当绿色“接通”指示灯点亮时可开启射线，当安全锁处于关闭时，所有操作被禁止。

（2）工件门及检修门均安装有门机联锁安全装置，只有在门完全关闭时射线装置才能出束照射，门打开时立即停止X射线照射，关上门时不能自动开始X射线照射。

（3）参照GBZ117-2022 中6.1并根据装置实际情况，铅房内部设置有视频监控设施，操作台上设有专用的监视器，可监控铅房内部情况。

（4）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。

3、应配备的安全装置

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

项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-2。

表 10-2 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
铅房屏蔽	铅房（包括辐射防护墙、门）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。	铅房设计满足辐射防护要求
急停按钮	在铅房内墙和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	设计中已有
门机连锁	铅房的门应与探伤机连锁。	设计中已有
工作状态指示灯	铅房东侧顶部配备三色工作状态的指示灯，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，铅门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。	设计中已有
声光报警装置	铅房南侧和东侧配备声光报警器，在射线装置出束作业工作过程中正常运行，具有声、光报警功能。提醒辐射工作人员注意防护。	设计中已有
视频监控系统	铅房内安装视频监控系统，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台，工作人员能在操作台实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动急停装置。	设计中已有
警告标标志	铅房维修门外及醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。	设计中已有
通风系统	根据铅房空间大小、X 射线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	设计中已有
监测设备	固定式辐射剂量报警仪	已落实
	便携式个人剂量报警仪	已落实
	便携式辐射监测仪	已有
	个人剂量计	已有
钥匙控制	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	设计中已有
应急物资	灭火器材	已有

铅房门与探伤机实现门机连锁、与工作状态指示灯实现门灯连锁，铅门表面粘贴“当心电离辐射”标牌，在铅房设置声光报警装置，并在铅房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门机连锁：铅房防护门与X射线探伤机高压电源连锁，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钥匙控制：操作台设计安全钥匙锁开关，红色“锁闭”指示灯点亮，当安全钥匙锁处于接通时，绿色“接通”指示灯点亮，仅当绿色“接通”指示灯点亮时可开启射线，当安全锁处于关闭时，所有操作被禁止。

②工作状态指示灯：仪器处于关闭状态时绿、黄、红灯都不亮；仪器处于上电状态时绿灯亮；铅房防护门（人员维修门、铅闸门）处于关闭状态时黄灯亮，可安全开启射线机；射线机处于发射X射线状态时红灯闪亮；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急停装置：在铅房内墙和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。

④视频监控系统：铅房内安装视频监控系统，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台，工作人员能在操作台实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动急停装置。

⑤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，控制区边界应设置明显可见的警告标志。

⑥声光报警装置：在射线装置出束作业工作过程中正常运行，具有声、光报警功能。提醒辐射工作人员注意防护。

三、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 10-3。

表 10-3 环保设施及投资估算一览表

环保设施		投资金额（万元）	备注
RG-M300/ DR 数字化监测系统	铅房一座	195	设备自带，计入主体工程
	人员维修门（门 22mmPb，铅玻璃 18mmPb）		
	铅闸门（20mm 铅板）		
	电缆出线口防护罩（20mm 铅板）		
	排风口防护罩（20mm 铅板）		
	急停装置 6 个		

	通风系统 1 套		
监控设施	视频监控装置 1 套		
警示标识	声光报警装置 2 套		
	工作状态指示灯 1 套		
	入口电离辐射警示标志 1 套		
监测仪器	固定式辐射剂量报警仪 4 台		
	便携式个人剂量报警仪 4 台		
	便携式辐射监测仪 1 台	/	依托
	个人剂量计 2 个	/	依托
其他	射线装置年度辐射环境监测	0.5	依托
	辐射工作人员培训及考核	/	依托
	应急及救助的资金、物资准备	/	依托
合计		195.5	/

本项目总投资 488 万元，环保投资 195.5 万。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，在铅房顶部设置有一个型排风口，排风口设置屏蔽补偿措施以避免辐射泄漏，项目运行产生的臭氧通过排风口道引至铅房外排出。风机换气量为 485m³/h，每小时换气次数为 15 次，噪声源强小于 65dB(A)。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）有关规定，每小时换气次数不少于 3 次，该铅房换气系统符合辐射防护要求。

本项目铅房内经通排风系统换气后，室内臭氧浓度能满足《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/XG1-2022）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求，不会对环境空气造成明显影响。

二、固体废物

本项目 X 射线数字成像系统在运行时无固废产生。本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾，工作人员产生的生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。

三、废水

本项 X 射线数字成像系统在运行时无废水产生。项目工作人员的生活污水，

依托厂区原有污水处理设施处理后，排入新都金海污水处理厂处理。

四、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”。本项目使用的 X 射线机在进行报废处理时，将 X 射线机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将 X 射线机主机的电源线绞断，使 X 射线机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

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

本项目施工期对环境有影响的因素为施工噪声、固体废弃物及施工废水等。

施工期的环境影响是短期的，并且施工工程量小，施工结束后施工的影响即可消除。

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，铅房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，探伤机必须关机，操作台有钥匙开关，操作系统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。由于各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

根据建设单位提供资料，本项目铅房内将使用1台XWT-300-CT PlusX射线机，额定管电压300kV，额定管电流3mA，单次最长曝光时间为3min，年曝光时间为400h。

X射线机固定在铅房顶上，仅开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目，探伤作业时射线机X线束投向铅房北侧墙体和部分东侧墙体，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

本项目铅房四周铅板除北面之外均为22mm厚铅板，北铅板厚度为25mm，顶部铅板厚度为20mm，底部铅板厚度为20mm。工件进出铅闸门为0.46m×0.986m，铅板厚度为20mm；人员进出门为0.9m×1.8m，门上有0.4×0.6m的铅玻璃，人员进出门铅厚度为22mm，门上铅玻璃厚度为18mm。铅房工件进出铅闸门和人员进出门处考虑泄漏、散射辐射影响，铅闸门墙体间隙为5mm，人员进出门与四周墙体均有50mm重叠；铅闸门与四周墙体保持50mm的重叠。工件门与墙的重叠宽度及门的底部与地面之间的重叠宽度均大于空隙的10倍。本项目铅房电线出线口有20mm铅防护罩防护，排风口设有20mm铅防护罩。

本项目X射线机出束角度为40°，用支架固定在铅房内，工件由机器人夹取固定，出束方向为北侧。

对于X射线机，北侧和部分东侧墙体为主射方向，其他方向为非主射方向，距离按最近距离核算。本项目所在车间为一层建筑，无地下室，因此不考虑地面辐射的影响。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）第 3.2 中 3.2.1 条：有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射；其余方向为非主射方向，考虑射线源为漏射辐射和散射辐射。

表 11-1 探伤机靶点距离各墙体最近距离表

型号	相对位置	最小距离 (m)	需屏蔽的辐射源
XWT-300-CT PlusX射线机	铅房北侧墙体外30cm（主射方向）	2.7	主射辐射
	①铅房东侧墙体外30cm（主射方向）	2	主射辐射
	②铅房东侧墙体外30cm（非主射方向）	1.5	漏射辐射和散射辐射
	铅房东侧铅闸门外30cm（非主射方向）	1.1	漏射辐射和散射辐射
	铅房南侧墙体外30cm（非主射方向）	2.1	漏射辐射和散射辐射

	铅房南侧人员维修门外30cm（非主射方向）	2.3	漏射辐射和散射辐射
	铅房西侧墙体外30cm（非主射方向）	2	漏射辐射和散射辐射
	铅房顶部（非主射方向）	1.3	漏射辐射和散射辐射

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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_c$ —— 周剂量参考控制水平，职业人员取 $100\mu\text{Sv/周}$ ，公众取 $5\mu\text{Sv/周}$ ；

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 1/8；

t —— 探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周），X 射线探伤机周工作时间 8h。

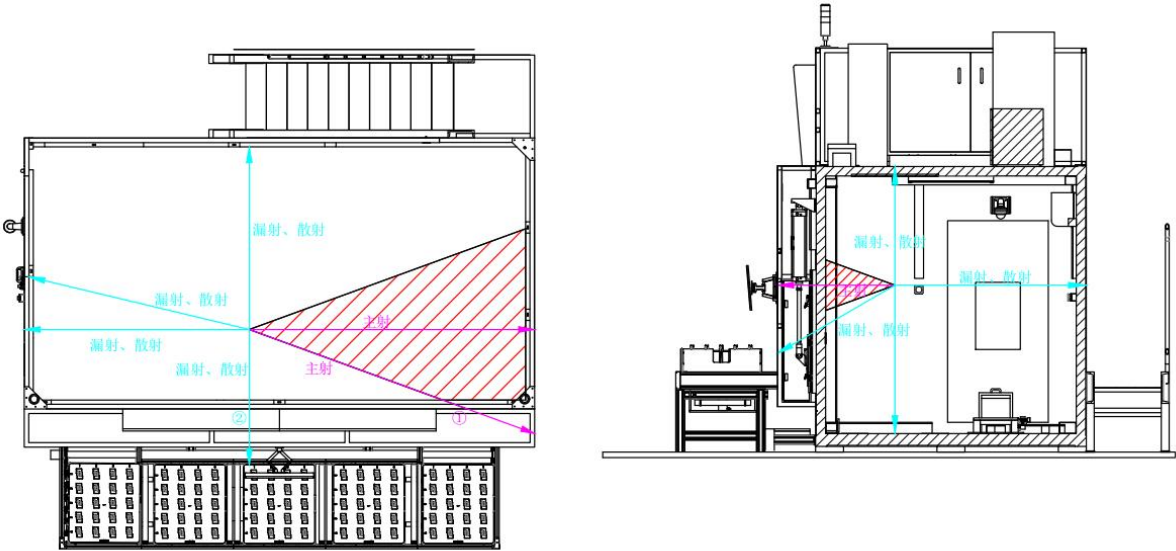


图 11-1 照射范围图

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

序号	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 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	铅房北侧墙体外30cm (主射方向)-过道	公众	1	1/8	5	2.5	2.5
2	①铅房东侧墙体外30cm (主射方向)-过道	公众	1	1/8	5	2.5	2.5
3	②铅房东侧墙体外30cm (非主射方向)-输送带	公众	1	1/8	5	2.5	2.5
4	铅房东侧铅闸门外30cm (非主射方向)-输送带	职业	1	1	12.5	2.5	2.5
5	铅房南侧墙体外30cm (非主射方向)-过道	公众	1	1/8	5	2.5	2.5
6	铅房南侧人员维修门外 30cm (非主射方向) 过 道-	公众	1	1/8	5	2.5	2.5
7	铅房西侧墙体外30cm (非主射方向)-过道	公众	1	1/8	5	2.5	2.5
8	铅房顶部 (非主射方向)	公众	1	1/16	10	2.5	2.5

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屋顶无建筑且无人员居留,根据GBZ/T250-2014中3.1.2取 $100\mu\text{Sv/h}$;③关注点位于墙体及顶部屏蔽体外30cm处。

(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(11-2)计算,然后由附录B.1的曲线查出相应的屏蔽物质厚度X。

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

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，X 射线机最大管电压均取 3mA;

H0—距辐射源点（靶点）1m 处输送量，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表 B.1 查 300kV 管电压在 3mm 铜滤过条件下的最大输出量，经转换后为 $6.78 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表 11-3。

表11-3 有用线束辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数及结果表

型号	关注点	剂量率 参考控 制水平 ($\mu\text{SV}/\text{h}$)	屏蔽物 的什值 层	距靶点 1m处输 出量 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	辐射源 点（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)	实际设 计厚度 (mmPb)
XWT-3 00-CT PlusX 射线机	铅房北侧墙 体外30cm (主射方 向)-过道	2.5	5.7mm	6.78E+05	2.7	1.11E-05	20.02	25
	铅房东侧墙 体外30cm (主射方 向)-过道	2.5	5.7mm	6.78E+05	2	1.42E-05	21.79	22

(2) 漏射辐射蔽厚度核算

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）、（11-3）计算。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots (式11-3)$$

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

对于估算出的屏蔽投射因子 B_2 ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式(11-4)计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \dots\dots\dots (式11-4)$$

式中：

TVL —屏蔽物的什值层；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

附录表 B.2，X 射线机管电压为 300kV，铅的什值层厚度为 5.7mm。

铅房东侧、南侧、西侧、铅房顶部墙体及铅房人员维修门和工件进出铅闸门漏射辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-4。

表11-4 漏射辐射屏蔽厚度计算参数表

型号	关注点参数及结果	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{SV/h}$)	屏蔽物的什值层 厚度(mm)	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)
XWT-300- CT PlusX 射线机	铅房东侧墙体外30cm（非主射方向） -传送带	2.5	5.7mm	1.5	5E-04	18.82
	铅房东侧铅闸门外30cm（非主射方 向）-传送带	2.5	5.7mm	1.1	6.05E-04	18.34
	铅房南侧墙体外30cm（非主射方向） -过道	2.5	5.7mm	2.1	2.21E-03	15.14
	铅房南侧人员维修门外30cm（非主射 方向）-过道	2.5	5.7mm	2.3	2.42E-03	14.69
	铅房西侧墙体外30cm（非主射方向） -过道	2.5	5.7mm	2	2E-03	15.38
	铅房顶部（非主射方向）	2.5	5.7mm	1.3	8.45E-04	17.52

(3) 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)、(11-5) 计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots (式11-5)$$

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;

I —最大管电流, XWT-300-CT PlusX 射线机最大管电流为 3mA;

H_0 —距辐射源点(靶点) 1m 处输送量, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录表 B.1, 本项目取 $6.78 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

F — R_0 处的辐射表面积;

α —散射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 2X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值, 最大管电压 300kV 对应的等效散射辐射管电压取 200kV, 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 11-7 计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B_3 \dots\dots\dots (式11-7)$$

式中:

TVL—屏蔽物的什值层; 依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B.2 中的什值层取 200kV 铅的什值层厚度为 1.4mm, 混凝土的什值层厚度为 86mm;

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 散射辐射屏蔽厚度计算参数表								
型号	关注点参数及结果	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{SV/h}$)	屏蔽物的什 值层 (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 (mmPb)	理论计算屏蔽厚度 (mmPb)
XWT-300-C T PlusX射线 机	铅房东侧墙体外30cm（非主射 方向）-传送带	2.5	1.4mm	6.78E+05	1.9E-03	1.5	6.15E-05	5.9
	铅房东侧铅闸门外30cm（非主 射方向）-过道	2.5	1.4mm	6.78E+05	1.9E-03	1.1	7.44E-05	5.78
	铅房南侧墙体外30cm（非主射 方向）-过道	2.5	1.4mm	6.78E+05	1.9E-03	2.1	2.71E-04	4.99
	铅房南侧人员维修门外30cm （非主射方向）-过道	2.5	1.4mm	6.78E+05	1.9E-03	2.2	2.97E-04	4.88
	铅房西侧墙体外30cm（非主射 方向）-过道	2.5	1.4mm	6.78E+05	1.9E-03	2	2.46E-04	5.05
	铅房顶部（非主射方向）	2.5	1.4mm	6.78E+05	1.9E-03	1.3	1.04E-04	5.58

(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。XWT-300-CT PlusX 射线机一个什值层（TVL）厚度铅为 5.7mm；一个半值层（HVL）厚度铅为 1.7mm。

表11-6 本项目铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度汇总表

型号	关注点预测结果	有用线束需屏蔽厚度 (mmPb)	漏射辐射需屏蔽厚度 (mmPb)	散射辐射需屏蔽厚度 (mmPb)	理论计算屏蔽厚度 (mmPb)	设计厚度 (mmPb)	备注
XWT-300-CT PlusX 射线机	铅房北侧墙体外30cm(主射方向)-过道	19.85	/	/	19.85	25	满足要求
	铅房东侧墙体外30cm(主射方向)-过道	19.37	/	/	19.37	22	满足要求
	铅房东侧墙体外30cm(非主射方向)-传送带	/	18.82	5.9	18.82	22	满足要求
	铅房东侧铅闸门外30cm(非主射方向)-传送带	/	18.34	5.78	18.34	20	满足要求
	铅房南侧墙体外30cm(非主射方向)-过道	/	15.14	4.99	15.14	22	满足要求
	铅房南侧人员维修门外30cm(非主射方向)-过道	/	14.69	4.88	14.69	18	满足要求
	铅房西侧墙体外30cm(非主射方向)-过道	/	15.38	5.05	15.38	22	满足要求
	铅房顶部(非主射方向)	/	17.52	5.58	17.52	20	满足要求

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、人员维修门、工件进出铅闸门及顶部采用铅板进行屏蔽，根据前述分析，对周围辐射影响主要考虑主射辐射、漏射辐射及散射辐射的综合影响。本项目XWT-300-CT PlusX射线机，属于II类射线装置。在讨论X射线辐射环境的时候，XWT-300-CT PlusX射线机主射方向为北侧墙面和东侧部分墙面，周围关注点受照射剂量主要考虑有用线束辐射影响，而铅房南侧墙体、西侧墙体、东侧部分墙体、铅闸门和人员进出门处考虑泄漏、散射辐射影响。铅闸门墙体间隙为5mm，铅闸门与墙体均有50mm重叠；人员进出门墙体间隙为5mm，门四周墙体保持50mm的重叠。铅房无地下室，屋顶检修人员可到达。本次环评采用理论计算方法，预测X射线探伤机运行产生的贯穿辐射影响。

本项目位于四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区 164 厂房中，铅房北侧 1.7~2.3m 为 X 光底片间和 X 光观片间暗室，1.7~19.1m 为 X 光工作室和洗片间暗室，27.8m 为车间通道，32.2~50m 为蜡膜间；东北侧 8.8~27.9m 为荧光检测线、休息间和抛光间，28.5~50m 为干吹砂间和水力吹砂间；东侧 5.6~9.9m 为荧光间暗室，10.6~36.8m 为车间外除尘器，37~47.9m 为砂库，47.9~50m 为水力清壳间；南侧紧邻 X 光机操作台，1.5~8m 为原有辐射项目铅房，10~33m 为厂区绿化、道路和非机动车停车棚，33m~50m 为厂区外道路；西北侧紧邻厂区道路，36.6~50m 为 165 厂房元素库、办公区和叶片脱芯及晶粒度腐蚀区。

探伤机靶点距离各关注点最近距离如下。

表 11-7 探伤机靶点距离各关注点最近距离参数表

型号	关注点	距探伤机靶点最近距离(m)	辐射类型
XWT-300-CT PlusX 射线机	X 光底片保存间	4.8	主射辐射
	X 光观片间暗室	4.9	主射辐射
	铅房北侧墙体 30cm 处过道	2.7	主射辐射
	铅房东侧墙体 30cm 处过道	2	主射辐射
	铅房东侧墙体 30cm 处传送带	1	漏射辐射和散射辐射
	铅房东侧操作位	2.2	漏射辐射和散射辐射
	铅房东侧过道	5	漏射辐射和散射辐射
	铅房东侧荧光间暗室	10.8	漏射辐射和散射辐射
	铅房南侧墙体 30cm 处过道	2.1	漏射辐射和散射辐射
	铅房南侧人员维修门 30cm 处过道	2.3	漏射辐射和散射辐射
	铅房南侧厂区道路	10	漏射辐射和散射辐射

	铅房西侧墙体 30cm 处过道	2	漏射辐射和散射辐射
	铅房西侧厂区道路	4	漏射辐射和散射辐射
	铅房西侧 165 车间办公室	40	漏射辐射和散射辐射
	铅房顶部	1	漏射辐射和散射辐射

(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 11-6、11-7 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \dots\dots\dots (式 11-6)$$

$$H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 11-7)$$

式中：

B_1 —有用线束屏蔽透射因子；

X —屏蔽物质厚度；

TVL —屏蔽物的什值层；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录表 B.2，XWT-300-CT PlusX 射线机管电压为 300kV，铅的什值层厚度为 5.7mm。

I —额定管电流，XWT-300-CT PlusX 射线机最大管电流均为 3mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录表 B.1，XWT-300-CT PlusX 射线机按 $6.78 \times 10^5 \mu Gy \cdot m^2 / (mA \cdot h)$ ；

R —参考点离靶点的距离；

t —探伤装置年工作时间，XWT-300-CT PlusX 射线机工作时间 400h；

T —居留因子

关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见表11-7。

表11-8 有用线束照射剂量计算参数及结果表

型号	关注点预测结果	探伤装置年 工作时间 (h)	距靶点1m处输出量 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	靶点至预测 点的距离 (m)	屏蔽透射因子	预测点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因 子	年受照射剂量 (mSv/a)	受照者类 型
XWT-300-C T PlusX射 线机	X 光底片保存间	400	6.78E+05	4.8	1.50E-06	2.2070E-01	1	8.83E-02	职业照射
	X 光观片间暗室	400	6.78E+05	4.9	4.50E-06	6.3536E-01	1	2.54E-01	职业照射
	铅房北侧墙体 30cm 处过道	400	6.78E+05	2.7	1.50E-06	5.6500E-01	1/8	2.83E-02	公众照射
	铅房东侧墙体 30cm 处过道	400	6.78E+05	2	4.50E-06	1.4897E+00	1/8	7.45E-02	公众照射

(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11-9）进行计算，由下式计算漏射辐射对周围环境的影响。

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots(\text{式11-8})$$

$$B_1 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots(\text{式11-9})$$

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

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《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（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，XWT-300-CT PlusX 射线机工作时间 400h；

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11-9 漏射照射剂量计算参数及预测结果表

型号	关注点参数及结果	距离靶点1m处漏射 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 B_2	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
XWT-300-CT PlusX射线机	铅房东侧墙体 30cm 处传送带	6.78×10^5	1	$3.10\text{E-}04$	$2.93\text{E-}01$	1	$1.17\text{E-}01$	职业照射
	铅房东侧操作位	6.78×10^5	2.2	$3.10\text{E-}04$	$2.29\text{E-}01$	1	$9.17\text{E-}02$	职业照射
	铅房东侧过道	6.78×10^5	5	$3.10\text{E-}04$	$1.42\text{E-}01$	1/8	$7.11\text{E-}03$	公众照射
	铅房东侧荧光间暗室	6.78×10^5	10.8	$3.10\text{E-}04$	$1.33\text{E-}02$	1	$5.31\text{E-}03$	职业照射
	铅房南侧墙体 30cm 处过道	6.78×10^5	2.1	$1.38\text{E-}04$	$3.51\text{E-}01$	1/8	$1.76\text{E-}02$	公众照射
	铅房南侧人员维修门 30cm 处过道	6.78×10^5	2.3	$3.10\text{E-}04$	$6.57\text{E-}01$	1/8	$3.29\text{E-}02$	公众照射
	铅房南侧厂区道路	6.78×10^5	10	$1.38\text{E-}04$	$6.91\text{E-}03$	1/8	$3.45\text{E-}04$	公众照射
	铅房西侧墙体 30cm 处过道	6.78×10^5	2	$1.38\text{E-}04$	$1.73\text{E-}01$	1/8	$8.63\text{E-}03$	公众照射
	铅房西侧厂区道路	6.78×10^5	4	$1.38\text{E-}04$	$4.32\text{E-}02$	1/8	$2.16\text{E-}03$	公众照射
	铅房西侧 165 车间办公室	6.78×10^5	40	$1.38\text{E-}04$	$4.32\text{E-}04$	1	$1.73\text{E-}04$	公众照射
	铅房顶部	6.78×10^5	1	$3.10\text{E-}04$	$1.55\text{E+}00$	1/8	$7.75\text{E-}02$	公众照射

(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11-13）和（式11-14）计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(\text{式11-13})$$

$$H = \dot{H}_{\text{散}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(\text{式11-14})$$

式中：

B_3 —散射屏蔽透射因子，散射屏蔽透射因子可根据（式11-9）进行计算；

$\dot{H}_{\text{散}}$ —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；

I —额定管电流，最大管电流取 3mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录表 B.1，XWT-300-CT PlusX 射线机按 $6.78 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积；

α —散射因子，本次评价保守取 90° 散射因子，都取 1.9×10^{-3} ；

t —年受照射时间，工作时间 400h；

T —居留因子。

各参数取值见表 11-9。

表11-10 散射照射剂量计算参数及预测结果表

型号	关注点参数及结果	距离靶点1m处漏射 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 B_2	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
XWT-300-CT PlusX射线机	铅房东侧墙体 30cm 处传送带	6.78×10^5	1	$5.18\text{E-}15$	$3.14\text{E-}11$	1	$1.25\text{E-}11$	职业照射
	铅房东侧操作位	6.78×10^5	2.2	$5.18\text{E-}15$	$2.45\text{E-}11$	1	$9.82\text{E-}12$	职业照射
	铅房东侧过道	6.78×10^5	5	$5.18\text{E-}15$	$1.52\text{E-}11$	1/8	$7.62\text{E-}13$	公众照射
	铅房东侧荧光间暗室	6.78×10^5	10.8	$5.18\text{E-}15$	$1.42\text{E-}12$	1	$5.69\text{E-}13$	职业照射
	铅房南侧墙体 30cm 处过道	6.78×10^5	2.1	$5.18\text{E-}15$	$3.76\text{E-}11$	1/8	$1.88\text{E-}12$	公众照射
	铅房南侧人员维修门 30cm 处过道	6.78×10^5	2.3	$1.93\text{E-}16$	$8.42\text{E-}10$	1/8	$4.21\text{E-}11$	公众照射
	铅房南侧厂区道路	6.78×10^5	10	$1.93\text{E-}16$	$6.19\text{E-}14$	1/8	$3.09\text{E-}15$	公众照射
	铅房西侧墙体 30cm 处过道	6.78×10^5	2	$1.93\text{E-}16$	$1.55\text{E-}12$	1/8	$7.73\text{E-}14$	公众照射
	铅房西侧厂区道路	6.78×10^5	4	$1.93\text{E-}16$	$3.87\text{E-}13$	1/8	$1.93\text{E-}14$	公众照射
	铅房西侧 165 车间办公室	6.78×10^5	40	$1.93\text{E-}16$	$3.87\text{E-}15$	1	$1.55\text{E-}15$	公众照射
	铅房顶部	6.78×10^5	1	$5.18\text{E-}15$	$1.66\text{E-}10$	1/8	$8.30\text{E-}12$	公众照射

（4）对关注点及保护目标的综合分析

年照射剂量主要考虑有用线束照射产生的辐射量，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11-11 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)	年受漏射照射剂量 (mSv/a)	年受散射照射剂量 (mSv/a)	年受照射剂量 (mSv/a)	受照者类型
X 光底片保存间	8.83E-02	/	/	8.83E-02	职业照射
X 光观片间暗室	2.54E-01	/	/	2.54E-01	职业照射
铅房北侧墙体 30cm 处过道	2.83E-02	/	/	2.83E-02	公众照射
铅房东侧墙体 30cm 处过道	7.45E-02	/	/	7.45E-02	公众照射
铅房东侧墙体 30cm 处传送带	/	1.17E-01	1.25E-11	1.17E-01	职业照射
铅房东侧操作位	/	9.17E-02	9.82E-12	9.17E-02	职业照射
铅房东侧过道	/	1.17E-01	7.62E-13	7.11E-03	公众照射
铅房东侧荧光间暗室	/	9.17E-02	5.69E-13	5.31E-03	职业照射
铅房南侧墙体 30cm 处过道		7.11E-03	1.88E-12	1.76E-02	公众照射
铅房南侧人员维修门 30cm 处过道	/	5.31E-03	4.21E-11	3.29E-02	公众照射
铅房南侧厂区道路	/	1.76E-02	3.09E-15	3.45E-04	公众照射
铅房西侧墙体 30cm 处过道	/	3.29E-02	7.73E-14	8.63E-03	公众照射
铅房西侧厂区道路	/	3.45E-04	1.93E-14	2.16E-03	公众照射
铅房西侧 165 车间办公室	/	8.63E-03	1.55E-15	1.73E-04	公众照射
铅房顶部	/	2.16E-03	8.30E-12	7.75E-02	公众照射

根据中国航发成都发动机有限公司工作场所2023年监测报告（编号：川鸿源环监字[2023]第F161-1号），选取同样位于164厂房的X射线装置，通过查看数据，将同车间的两台X射线探伤机年最大贡献剂量进行叠加，作为年最大辐射照射评价值，个关注点贡献剂量率见下表。

表11-12 本项目铅房四周人员受原项目X射线探伤机剂量叠加后年有效剂量

关注点参数及结果	X射线探伤机 年最大贡献剂 量（mSv/a）	X射线探伤机 年最大贡献剂 量（mSv/a）	本项目贡献剂 量（mSv/a）	年总辐射 剂量 （mSv/a）	照射类型
X 光底片保存间	0.042	0.028	8.83E-02	0.158	职业照射
X 光观片间暗室	0.042	0.028	2.54E-01	0.324	职业照射
铅房北侧墙体 30cm 处过道	0.0105	0.007	2.83E-02	0.0458	公众照射
铅房东侧墙体 30cm 处过道	0.0105	0.007	7.45E-02	0.092	公众照射
铅房东侧墙体 30cm 处传送带	0.042	0.028	1.17E-01	0.187	职业照射
铅房东侧操作位	0.042	0.028	9.17E-02	0.162	职业照射
铅房东侧过道	0.0105	0.007	7.11E-03	0.0246	公众照射
铅房东侧荧光间暗 室	0.042	0.028	5.31E-03	0.0753	职业照射
铅房南侧墙体 30cm 处过道	0.0105	0.007	1.76E-02	0.0351	公众照射
铅房南侧人员维修 门 30cm 处过道	0.0105	0.007	3.29E-02	0.0504	公众照射
铅房南侧厂区道路	0.0105	0.007	3.45E-04	0.0178	公众照射
铅房西侧墙体 30cm 处过道	0.0105	0.007	8.63E-03	0.0261	公众照射
铅房西侧厂区道路	0.0105	0.007	2.16E-03	0.0197	公众照射
铅房西侧 165 车间办 公室	0.0105	0.007	1.73E-04	0.0177	公众照射

根据年度个人剂量检测报告，调配人员年度剂量叠加如下表。

表11-13 调配人员年度剂量叠加

综上，本项目 X 射线机投用后，职业人员最大受照射剂量为 0.324mSv/a，公众最大受照射剂量为 0.092mSv/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、管电流低于预测工况，探伤机产生的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，对机房周围公众影响更小。

2、臭氧的环境影响分析

本项目 X 射线机在曝光过程中 X 射线与空气中的氧气作用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，铅房内采用风扇式机械排风，排风量为 485m³/h，每小时换气次数约为 21 次，排风口位于铅房顶部，其上方均覆盖有 20mm 厚的铅防护罩；项目产生臭氧量较小，且经过排风口排放到铅房外经自然分解和稀释，不会对环境空气造成明显影响。

3、固体废物环境影响分析

本项目为数字成像，不涉及定影液和显影液的使用，无危险废物产生。本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾，工作人员产生的生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。

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。按照国务院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、废水

本项目 X 射线数字成像系统在运行时无废水产生。项目工作人员的生活污水，依托厂区原有污水处理设施处理后，排入新都金海污水处理厂处理。

辐射事故影响分析

本项目使用的X射线机，功能用途、设备组成和工作原理均相同（均用于探伤检测），X射线管额定管电压、额定管电流均相同，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录表B.1可知，X射线管管电压越大，距辐射源点（靶点）1m处输出量越大。本次辐射事故分析对XWT-300-CT PlusX射线机最大可能发生的辐射安全事故进行分析。

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11-12中。

表11-12 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

风险因子	辐射伤害程度	事故等级
X射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。	较大辐射事故

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104 -2017），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11-13。

表11-13 骨髓型急性放射病的初期反应和受照剂量下限

分度	初期表现	照后1~2天淋巴细胞绝对数最低值（ $\times 10^9/L$ ）	受照剂量限（Gy）
轻度	乏力、不适、食欲减退	1.2	1.0~2.0
中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1~2h后呕吐、白细胞数明显下降	0.9	2.0~4.0
重度	1h后多次呕吐、可有腹泻、腮腺肿大、白细胞数明显下降	0.6	4.0~6.0
极重度	1h内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大、白细胞急剧下降	0.3	6.0~10.0

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。

本项目可能发生的辐射事故如下：

①在防护门未关闭，1名公众误入铅房，设备开始工作，人员位于主射方向且无任

何屏蔽措施。

3、最大可能性事故后果计算

(1) 事故情景分析

①防护门未关闭，有1名公众误入铅房，设备开始工作，人员(公众)位于距靶1m处X射线主射方向，无任何屏蔽措施。

(2) 事故辐射剂量估算结果

$$D = I\delta_x / r^2$$

公式中：I—管电流，mA，本项目2台探伤机的管电流最大均为5mA；

δ_x —发射率常数， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\text{mA}^{-1}\text{min}^{-1}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表 B.1，X射线机正常工作下取300kV 的输出量进行保守估算，为 $11.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2\text{mA}^{-1}\text{min}^{-1}$ 。

r—参考点距焦点的距离，m；

$$E = H \times T \times N \times U$$

公式中：E—关注点的年有效剂量，mSv/min；

H—辐射剂量率计算值，mSv/min；

T—工作负荷，min/a；

U—居留因子；

N—转换因子，保守取值1；

表11-14 事故情景①人员受到的剂量估算结果

距 射线靶 距离 (m)	受照射 剂量(mSv/ 次)	受照时间 5	10	20	30	60	90	120	180
1		4.71	9.42	18.83	28.25	56.5	84.75	113	169.5
1.5		2.09	4.19	8.37	12.56	25.11	37.67	50.22	75.33
2		1.18	2.35	4.71	7.06	14.13	21.19	28.25	42.38
2.5		0.75	1.51	3.01	4.52	9.04	13.56	18.08	27.12
3		0.52	1.05	2.09	3.14	6.28	9.42	12.56	18.83
3.5		0.38	0.77	1.54	2.31	4.61	6.92	9.22	13.84
4		0.29	0.59	1.18	1.77	3.53	5.30	7.06	10.59

(3) 辐射事故等级

在上述事故情景假设条件下，根据表11-14和11-15，假设考虑滞留人员在无其它屏

蔽的情况下处于探伤机照射头外1m远处的主射束方向，本项目探伤机进行工作时，距焦点1m处X射线的最大吸收剂量率为56.5mGy/min。曝光时内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机。若事故情况下人员在此处停留超过5s，其所受剂量将超过4.71mSv。工件单次最短照射时间为3min，则事故情况下人员在铅房内受到的辐射剂量约为169.5mSv/次，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员和公众年有效剂量限值。根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表1所述：“骨髓型急性轻度放射病的受照剂量范围参考值范围为1.0~2.0Gy”，因此，本项目不会导致人员发生急性重度放射病、局部器官残疾，为一般辐射事故。

综上所述，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。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），严禁公众在铅房及操作台附近停留。在X射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。

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 10-3 中各项要求落实到位后，铅房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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。

建设单位已成立了辐射安全与环境保护管理机构，

人员名单如下：

组长：***

副组长：***

成员：***

1、其职责如下：

①全面负责单位辐射安全管理工作；②认真学习贯彻国家相关

法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；③负责单位辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；④检查安全环保设施，开展环保监测，对单位使用的射线装置安全防护情况进行年度评估；⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；⑥组织编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；⑦定期向生态环境主管部门报告安全工作，接受环保监督、监管部门检查指导。

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

本项目配备辐射工作人员 2 人。一天工作时间 12 小时，年工作时间为 300 天。

(1) 建设单位严格执行辐射工作人员培训制度，工作人员已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，取得辐射安全与防护培训合格证书。

(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八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、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	备注
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）	已制定

3	辐射工作设备操作规程	已制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定
5	辐射工作人员岗位职责	已制定
6	射线装置台账管理制度	已制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定
11	辐射安全与防护年度评估制度	已制定
12	辐射事故应急预案	已制定
13	质量保证大纲和质量控制检测计划	已制定

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（监测周期为1次/月）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、中华人民共和国生态环境部第 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及原中华人民共和国生态环境部第 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 本项目辐射安全防护设施要求表

环保设施		实际情况
铅房屏蔽设施	铅房一座	铅房自带
	人员维修门（门 22mm 铅板与铅玻璃 18mm 铅板）	铅房自带
	铅闸门（20mm 铅板）	铅房自带
	电缆出线口防护罩（20mm 铅板）	已配置
	排风口防护罩（20mm 铅板）	已配置
	急停装置 6 个	设计中包含
	通风系统 1 套	设计中包含
监控设施	视频监控装置 1 套	设计中包含
监测仪器	固定式辐射剂量报警仪 4 台	已配置
	便携式个人剂量报警仪 4 台	已配置
	便携式辐射监测仪 1 台	已有
	个人剂量计 2 个	已有
警示标识	工作状态指示灯 1 套	已配置
	入口电离辐射警示标志 1 套	已配置
	声光报警装置 1 套	已配置
其他	射线装置年度辐射环境监测	已配置
	辐射工作人员培训及考核	已配置
	应急及救助的资金、物资准备	已配置

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
	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和	建设单位组织辐射工作人员和管理人员

2	防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	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，操作柜上有设置紧急止动开关等
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	建设单位已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	建设单位已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	建设单位已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》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、自主验收监测：项目在取得《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，监测周期为1次/月。

（1）公司自我监测

建设单位定期（监测周期为1次/月）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 12-4) 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12-4 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, 周期 1 次/月	铅房四周墙壁外、防护门外及缝隙处、穿线孔洞、操作位以及周围经常有人员活动区域

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》的重要组成部分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。

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：数字化检测系统 X 射线探伤机项目
建设单位：中国航发成都发动机有限公司
建设性质：新建
建设地点：四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区 164 厂房中

2、建设内容与规模

中国航发成都发动机有限公司拟在 164 厂房中建设数字化检测系统 X 射线探伤机项目，铅房内使用 XWT-300-CT PlusX 射线机。XWT-300-CT PlusX 射线机额定管电压为 300kV，额定管电流为 3mA，年曝光时间为 400h，属于 II 类射线装置，用于工件内部缺陷探伤，不涉及室外（野外）探伤。

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《产业结构调整指导目录》（2024 年本）相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量认证和检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目所在生产车间已取得四川省生态环境厅《关于对成都发动机(集团)有限公司四川成发航空科技股份有限公司调整搬迁技术改造项目环境影响报告书的批复》，文号为川环建函【2006】466 号，本项目仅为其配套建设项目，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

根据四川鸿源环境检测技术咨询有限公司的监测报告，本项目周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为84~106nGy/h，属于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

本项目职业人员最大受照射剂量为0.324mSv/a，公众最大受照射剂量为0.092mSv/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

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）固体废物

本项目X射线数字成像系统在运行时无固废产生。本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾，工作人员产生的生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。

（4）水环境影响

本项目X射线数字成像系统在运行时无废水产生。项目工作人员的生活污水，依托厂区原有污水处理设施处理后，排入新都金海污水处理厂处理。

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,本项目在四川省成都市新都区蜀龙大道成发工业园区 164 厂房内,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	
RG-M300/DR 数字化检测系统	铅房一座
	人员维修门(门 22mm 铅板, 铅玻璃 18mm 铅当量)
	铅闸门(20mm 铅板)
安全设施	电缆出线口防护罩(20mm 铅板)
	排风口防护罩(20mm 铅板)
	急停装置 6 个
	通风系统 1 套
	视频监控装置 1 套
监测仪器	固定式辐射剂量报警仪 4 台
监测仪器	便携式个人剂量报警仪 4 台
	便携式辐射监测仪 1 台
	个人剂量计 2 个
警示标识	工作状态指示灯 1 套
	入口电离辐射警示标志 1 套
	声光报警装置 1 套
防护用品	工作状态指示灯 1 套
警示标识其他	入口电离辐射警示标志 1 套
	射线装置年度辐射环境监测
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

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》、《放射性同位素与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环境保护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）根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目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。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。

建议与承诺

- 1、落实本报告表中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、组织所有辐射工作人员和相关管理人员按照生态环境部2019年第57号公告的要求, 参加生态环境部网上学习考核平台 (fushe.mee.gov.cn) 中辐射安全与防护专业知识, 考核通过后方能上岗。
- 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。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：			
			公章
经办人		年	月 日

审批意见：			
			公章
经办人		年	月 日

