

核技术利用建设项目

X 射线实时成像系统（新增、变更）

环境影响报告表

（公示本）

四川航空工业川西机器有限责任公司

2023 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

X 射线实时成像系统（新增、变更）

环境影响报告表

建设单位名称：四川航空工业川西机器有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：

邮政编码： **

电子邮箱： **

联系人： **

联系电话： **



目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	11
表 3 非密封放射性物质	11
表 4 射线装置	12
表 5 废弃物	13
表 6 评价依据	14
表 7 保护目标及评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析和源项	22
表 10 辐射安全与防护	28
表 11 环境影响分析	35
表 12 辐射安全管理	52
表 13 结论与建议	60

附图目录

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目外环境关系图

附图 3 厂房平面图

附图 4 项目平面布置及“人、物”流动路径示意图

附图 5 项目新建铅房剖面图（正视图、俯视图）

附件目录

附件 1 委托书

附件 2 关于成立辐射安全领导小组的通知

附件 3 现有辐射安全许可证

附件 4 原有项目环评批复

附件 5 现状监测报告

附件 6 近四季度个人剂量监测报告

附件 7 辐射工作人员职业技能证书

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线实时成像系统（新增、变更）			
建设单位		四川航空工业川西机器有限责任公司			
法人代表	**	联系人	**	联系电话	**
注册地址		四川省雅安市名山区园区大道 186 号			
项目建设地点		四川省雅安市名山片区园区大道 186 号公司厂区 19 号厂房内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		185	项目环保投资（万元）	100.8	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			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		
	其他				

项目概述

一、建设单位简介

四川航空工业川西机器有限责任公司（统一社会信用代码：91511800210900672E）是中国航空工业集团股份有限公司全资子公司，主要从事航空机械设备、航空检测及地面保障设备、无人机发射及回收设备等设备的设计制造。

二、项目由来

四川航空工业川西机器有限责任公司（以下简称“公司”）厂址位于四川省雅安市名山区园区大道 186 号。

目前厂区内 3 号厂房西南侧建有一座检测室，内置 1 套 X 射线数字成像检测系统（由 1 台 nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机、配套铅房及控制台等构成），用于无损检测，属于 II 类射线装置。该场所已于 2020 年 8 月委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）编制了《X 射线数字成像检测系统建设项目（变更）环境影响报告表》，同年 11 月取得了四川省生态环境厅审批的批文（川环审批〔2020〕119 号），并于 2021

年 6 月完成了辐射安全许可证的申办工作。

现在为满足公司市场发展需求，提升公司 X 射线无损检测能力，公司计划在 19 号厂房内规划探伤工作区一处，将现有的 1 套 nXiDR-S160CB 型 X 射线数字成像检测系统和配套铅房等设施从 3 号厂房外西南侧检测室整体搬迁至该场所东南侧。同时在 nXiDR-S160CB 型 X 射线数字成像检测系统西北侧新建整体铅房 1 座，于该铅房中新增使用一台型号为 XYD-225 的 X 射线实时成像系统（额定管电压 225kV，额定管电流 15mA），进行无损检测工作，属于 II 类射线装置。

项目建成后，建设单位所持有的射线装置的数量及辐射工作场所将发生变动，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）规定“55-172 条核技术利用建设项目中使用 II 类射线装置的改扩建项目”要求，本项目应编制环境影响报告表。为此，四川航空工业川西机器有限责任公司委托四川久远环保安全咨询有限公司承接该项目的环境影响评价工作（见附件 1）。环评单位接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）的要求，编制完成《X 射线实时成像系统（新增、变更）环境影响报告表》。

三、环境影响评价信息公开

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，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，建设单位于 2023 年 8 月在环境影响评价信息公示平台进行了全本公示，公示截图如下，公示网址：<http://www.js-eia.cn/>。



首页

项目公示

其他公示

报告资料

供需对接

危废管理评估

关于我们

首页 / 项目公示 / 公示信息

项目公示情况

项目概况

信息公开

状态：无
发布日期：无

公参公示

状态：无
发布日期：无

全本公示

状态：已发布
发布日期：NaN年NaN月NaN日

竣工公示

状态：无
发布日期：无

调试公示

状态：无
发布日期：无

验收公示

状态：无
发布日期：无

四川航空工业川西机器有限责任公司 X射线实时成像系统（新增、变更）项目环境影响评价全本公示

[字号：小 中 大]

发布日期：2023年08月11日

浏览次数：57次



四川航空工业川西机器有限责任公司“X射线实时成像系统（新增、变更）项目”

环评报告表公示

根据国家环境保护部《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》中的相关要求，四川航空工业川西机器有限责任公司现将《X射线实时成像系统（新增、变更）项目环境影响评价报告表》进行公示，公示内容为报告表全本，内容不涉及国家秘密和商业秘密，我单位对公示内容负完全责任。基本情况如下：

一、项目概况

- 1、建设项目名称：X射线实时成像系统（新增、变更）
- 2、项目建设单位：四川航空工业川西机器有限责任公司
- 3、建设地点：四川省雅安市经济开发区名山片区（芦天宝飞地工业园区）园区大道186号公司厂区内新建19号厂房内中部偏东北侧
- 4、建设内容：项目拟搬迁1台X射线装置、拟新增使用1台X射线装置开展工业零部件焊缝的室内无损探伤检测。其中：搬迁的X射线机型号为nXIDR-S160CB，新增使用的X射线机型号为XVD-225。上述设备均属于II类射线装置。本项目探伤对象为工业零部件焊缝，仅涉及室内探伤作业，不进行野外、室外操作，存在两台探伤机同时曝光的情况。

二、建设单位名称和联系方式

单位名称：四川航空工业川西机器有限责任公司
联系人：刘老师联系电话：13881636110

三、承担评价工作的环评机构名称和联系方式

单位名称：四川久远环保安全咨询有限公司
联系人：陈工 联系电话：0816-2486921 电子邮箱：33883830@qq.com

四、征求公众意见的主要事项

公众对本建设项目环保方面的意见和建议（不接受与本项目环境保护无关的问题）。

五、公众意见反馈

公众可通过电子邮件、信函、电话等方式反馈意见给建设单位或环境影响评价单位。

六、信息发布有效期限

自本信息发布之日起10个工作日内（信函以邮戳日期为准）。详细内容见附件。

附件【公示本】四川航空工业川西机器有限责任公司-X射线实时成像系统（新增、变更）--环境影响报告表20230811.pdf



南京泓泰环境检测有限公司



南京科创环境工程发展有限公司

生态环境部 | 中国环境影响评价网 | 环境影响评价信用平台 | 全国排污许可证管理信息平台 | 免责声明

总访问量 35656209

Copyright 2018-2023版权所有 @南京天地环境污染防治研究院 苏ICP备15042329-3号

图 1-1 环境影响评价报告表全本公示截图

信息公示期间，建设单位和环评单位均未收到相关单位或个人有关项目情况的反馈意见。

四、项目概况

1、项目名称、建设单位、建设地点及性质

项目名称：X 射线实时成像系统（新增、变更）

建设单位：四川航空工业川西机器有限责任公司

建设地点：四川省雅安市名山片区园区大道 186 号公司厂区 19 号厂房内。

建设性质：改建、扩建

2、建设内容及规模

四川航空工业川西机器有限责任公司拟在公司厂区 19 号厂房内中部偏东北侧区域设置一块探伤工作区，探伤工作区建筑面积为 148m²。区域的东南侧安置本次搬迁铅房，西北侧安置本次新建铅房。

（1）搬迁铅房

拟将厂区 3 号厂房外西南侧检测室中现有的 1 套 X 射线数字成像检测系统整体搬迁至 19 号厂房探伤工作区的东南侧。该系统由 1 台 nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机、配套铅房及控制台等构成。nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机额定电压为 160kV、额定电流为 3mA。搬迁后，主射束方向为定向朝东南侧。

本次搬迁不改变铅房原有屏蔽体结构及屏蔽设计。搬迁铅房外部尺寸为长 9.0m×宽 2.7m×高 2.9m，净空尺寸长 8.8m×宽 2.5m×高 2.8m。铅房采用模块化设计，四面及上方屏蔽采用钢制龙骨、外包铝塑板，中间夹不同厚度铅板的方式，整体采用沟槽嵌入地面的方式以防止射线泄漏。铅房东南侧墙体防护铅当量为 7mm，西北侧墙体与顶板防护铅当量为 4mm 铅当量，东北侧和西南侧墙体防护铅当量为 5mm。工件进出大门位于铅房西南侧，防护铅当量为 5mm。因无地下室，故地板不考虑辐射防护。

（2）新建铅房

拟在 19 号厂房探伤工作区的西北侧新建 1 套 X 射线数字成像检测系统。该系统由 1 台 XYD-225 型定向 X 射线探伤机、配套铅房及控制台等构成。XYD-225 型定向 X 射线探伤机额定电压为 225kV、额定电流为 15mA，主射束方向为定向朝东南侧。

新建铅房外部尺寸为长 11.20m×宽 3.00m×高 2.62m，净空尺寸长 11.0m×宽 2.78m×高 2.50m。铅房四面及顶板、工件进出门防护门均采用钢-铅-钢夹层结构，整体采用沟槽嵌入地面的方式以防止射线漏射。铅房东南侧墙体防护铅当量为 14mm，西北侧、东北侧墙体以及顶板的防护铅当量为 8mm，西南侧墙体防护铅当量为 10mm。工件进出门位于铅房

西南侧，防护铅当量为 10mm。因无地下室，故不地板不考虑辐射防护。

上述两套 X 射线数字成像检测系统均用于对工业零部件焊缝进行探伤，不涉及野外及室外探伤。两套系统均采用电脑数字成像，不涉及洗片作业。其中 nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机年有效出束时间不超过 580 小时，XYD-225 型定向 X 射线探伤机年有效出束时间不超过 1200 小时。

本项目两套 X 射线数字成像检测系统情况见下表。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

名称	型号	主要技术参数	投射类型	射线装置种类	数量	使用场所	备注
X 射线探伤机	nXiDR-S160CB 型	160kV，3mA	定向朝东南侧	II 类	1 台	19 号厂房探伤工作区东南侧铅房	搬迁
X 射线探伤机	XYD-225 型	225kV，15mA	定向朝东南侧	II 类	1 台	19 号厂房探伤工作区西北侧铅房	新增

3、项目组成及主要环境问题

项目组成及可能产生的环境问题见下表。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容	主要环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	探伤工作区：位于 19 号厂房内中部偏东北侧，区域建筑面积为 148m²。区域内的西北侧放置新建铅房，东南侧放置搬迁铅房。 新建铅房： ①场所新建：在规划的探伤工作区内西北侧新建一座铅房。 ②铅房：外部尺寸为长 11.2m×宽 3.00m×高 2.62m，净空尺寸为长 11.00m×宽 2.78m×高 2.50m。铅房四面及顶板、工件进出门防护门均采用钢-铅-钢夹层结构，整体采用沟槽嵌入地面的方式以防止射线漏射。铅房东南侧墙体防护铅当量为 14mm，西北侧、东北侧墙体以及顶板的防护铅当量为 8mm，西南侧墙体防护铅当量为 10mm。工件进出门位于铅房西南侧，防护铅当量为 10mm。 ③探伤机：新增使用 1 套探伤机型号为 XYD-225 的 X 射线实时成像系统，额定管电压 225kV，额定管电流 15mA，属于 II 类射线装置。项目建设完成后探伤机主射束方向固定朝向东南侧，探伤机头高度距地面最低 0.7m、距屋顶最高 1.22m、距东南侧墙体 2.24m，距西北侧墙体 0.76m、距东北侧和西南侧墙体最近为 1.1m。 搬迁铅房： ①场所变更：将厂区 3 号厂房外西南侧检测室中现有的一台 nXiDR-S160CB 型 X 射线检测系统及配套铅房等设施整体搬迁至拟规划探伤工作区内东南侧。 ②铅房：外部尺寸为长 9.0m×宽 2.7m×高 2.9m，净空尺寸为长 8.8m×宽 2.5m×高 2.8m，铅房采用模块化设计，四面及上方屏蔽采用钢制龙骨、外包铝塑板，中间夹不同厚度铅板的方式，整体采用沟槽嵌入地面以防止射线泄漏。铅房东南侧墙体防护铅当量为 7mm，西北侧墙体与顶板防护铅当量为 4mm 铅当量，东北	施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑废渣	X 射线、臭氧、噪声

	侧和西南侧墙体防护铅当量为 5mm。工件进出大门位于铅房西南侧，防护铅当量为 5mm。 ③探伤机：1 台 nXiDR-S160CB 型 X 射线数字成像检测系统，额定管电压 160kV，额定管电流 3mA，属于 II 类射线装置。搬迁后探伤机主射束方向固定朝向东南侧，探伤机头高度距地面 1.2m、距屋顶 1.6m、距东南侧墙体 1.2m、距西北侧墙体 1.5m、距东北侧和西南侧墙体最近为 1.0m。		
辅助工程	两套系统共用一个操作台，操作台位于两座铅房中间，其距新建铅房东南方位约 0.5m。		生活污水、生活垃圾
公用工程	给排水、供电、通讯、办公等依托所在厂房设施。		
环保工程	废气：铅房内臭氧由铅房自带轴流风机抽取由铅房顶部排出，于东北侧墙体上方排风扇排放（排风扇距地面约 6m，朝向厂房东北侧绿地）。 废水：生活污水依托既有公共卫生设施收集，经厂区污水处理站处理达标后进入市政污水管网。 固体废物：生活垃圾由垃圾收集桶收集后，交当地市政环卫部门统一清运。	/	/

4、主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见下表。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要成分
能源	电	3000kW·h/a	市供电公司	/
水	生活用水	10t/a	自来水	H ₂ O

5、设备主要技术参数及探伤工况

（1）设备主要技术参数

本项目 2 台 X 射线实时检测系统技术参数见下表。

表 1-4 射线装置参数情况

型号	数量	输出		出束方向	年最大出束时间(h)	球管		过滤片	发射率常数 mGy.m ² mA ⁻¹ min ⁻¹	靶材料	投射类型
		额定管电压	额定管电流			焦点尺寸	辐射角度				
nXiDR-S160CB 型	1	160kV	3mA	东南侧	580	2.5×2.5mm	40°	3mm 铝	6.0	钨反射靶	定向
XYD-225 型	1	225kV	15mA	东南侧	1200	0.4×1.0mm	40°	3mm 铝	11.4	钨反射靶	定向

（2）探伤对象及探伤工况

探伤对象及探伤工况：nXiDR-S160CB 型 X 射线探伤系统主要检测对象为工业零部件的焊缝，探伤工件外形为“竹子”状，尺寸长宽约 50cm-82cm，年有效出束时间不超过 580h；XYD-225 型 X 射线探伤系统主要检测对象为 10mm 铝合金工件对接环焊缝及塞焊焊缝以及 $\geq 40\text{mm}$ 铝合金口座周焊缝，检测工件的最大直径 $\Phi 900\text{mm}$ ，最大长度 8500mm，年有效出束时间不超过 1200h。

送料方式：两个铅房在其西南侧工件进出口设有上下料区。工作人员将待测工件放至运载车上，运载车将待测工件运送至铅房内进行探伤。探伤完成后工件由运载车运送至上料区卸下，然后由工作人员运送至相应库房或堆放区。运载车循环装载工件进行检测。

6、劳动定员及工作制度

劳动定员：本项目配备射线装置操作人员 2 人，为公司现有辐射工作人员调配。项目不新增工作人员。现有射线装置操作人员均已取得辐射安全培训证书，证书情况见下表。

表 1-5 本项目辐射工作人员清单

序号	姓名	性别	证书编号	证书有效期
1	**	男	FS22SC1200349	2022 年 07 月 15 日至 2027 年 07 月 15 日
2	**	男	FS21SC1200204	2021 年 04 月 22 日至 2026 年 04 月 22 日

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 50 周，每周工作 5 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。。

根据《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）的要求，“自 2020 年 1 月 1 日起，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‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

7、项目依托环保设施情况

本项目所在厂房已取得雅安市生态环境局关于《受油装置等机载产品产能提升项目环境影响报告表》的批复，文号为：雅市环审[2022]48 号。本项目工作人员均由现有人员调配，不新增工作人员，无新增生活污水、生活垃圾的产生量。项目工作人员的日常工作生活将依托厂房的办公生活以及环保措施。

四、产业政策符合性及实践的正当性

4.1 产业政策符合性分析

项目属于核技术在无损检测领域内的运用,根据《产业结构调整指导目录(2021 年本)》,本项目属鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务,标准化服务、计量测试、**质量认证和检验检测服务**、科技普及”,项目符合国家当前的产业政策。

4.2 实践正当性分析

射线检验作为五大常规无损检测方法之一,可以探测各种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,将核技术应用到本项目中,可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果,是其它检验项目无法替代的,由于射线检验的方法效果显著,因此,该项目的实践是必要的。但是,由于在检验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会造成一定的辐射安全事故;

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

五、项目外环境关系及选址合理性分析

5.1 项目外环境关系

探伤工作区位于公司厂区 19 号厂房内中部偏东北侧。根据现场踏勘,19 号厂房为地面单层建筑,无地下室。探伤工作区内铅房东北侧约 1.45m 处为厂房东北墙,1.45-50m 范围内为厂区绿化及道路;东南侧、西北侧和西南侧 0-50m 范围内均为 19 号厂房其它工作间。

5.2 选址合理性分析

本项目所在厂房已取得雅安市生态环境局关于《受油装置等机载产品产能提升项目环境影响报告表》的批复,文号为:雅市环审[2022]48 号,厂房整体项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述,本项目仅为厂房整体项目的配套建设项目,不另行新征用地,不涉及新建、扩建建筑。项目是在已建 19 号厂房内规划一片区域作为探伤工作区,且探伤工作区内设有专用铅房进行辐射防护屏蔽。经预测分析,无损检测作业期间 X 射线探伤机

产生的 X 射线经铅房屏蔽后，对职业人员和周边公众的辐射影响轻微。因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。本项目所在厂区平面布置及外环境关系见附图 2。

六、核技术利用现状

1、建设单位辐射安全许可证情况

（1）已获许可使用核技术应用活动情况

公司现有核技术应用实践活动已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证（00857）），许可种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2026 年 06 月 10 日。现已获得许可的射线装置 1 台，具体情况见下表。

表 1-6 已获得许可使用的射线装置情况

序号	名称	类别	数量	型号	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	用途	工作场所
1	X 射线探伤机	II	1	nXiDR-S160CB 型	160	3	工业探伤	3 号厂房外西南侧检测室铅房内

（2）近期核技术应用活动变更及履行环保审批情况

2020 年，公司拟在位于四川省雅安市名山区园区大道 186 号的厂区 3 号厂房外西南侧新建一座检测室，内置一套 X 射线数字成像检测系统，该系统由 1 台 nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机（额定电压 160kV、额定电流 3mA）、屏蔽铅房以及配套的控制台、电控柜构成，用于无损检测，属于 II 类射线装置。同年 8 月委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）编制了 X 射线数字成像检测系统建设项目（变更）环境影响报告表，11 月取得了四川省生态环境厅关于四川航空工业川西机器有限责任公司 X 射线数字成像检测系统建设项目（变更）环境影响报告表的批复（川环审批（2020）119 号）。于 2021 年 6 月 11 日取得了四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证（00857））。

截至 2023 年 7 月现场勘查，公司现有辐射工作场所仅使用一套 X 射线数字成像检测系统，运行期间无辐射事故发生，无环保处罚。现有辐射工作场所已通过公司自主验收完成。

2、辐射工作人员

（1）辐射安全与防护考核情况

建设单位现有射线装置操作人员 2 人，2 名辐射工作人员均已取得辐射安全培训证书

（证书编号见表 1-5，详见附件）。

（2）个人剂量管理

辐射工作人员均配备了个人剂量计，且个人剂量计定期送检，并建立个人剂量档案。根据公司提供的最近四个季度的个人剂量检测报告（见附件，原辐射工作人员***已于 2023 年 4 月离职），现有 2 名辐射工作人员及已经离职的 1 名工作人员的个人剂量监测结果见下表。

表 1-7 建设单位现有放射性工作人员个人剂量检测结果及年剂量统计表

姓名	性别	职业类别	近四个季度个人剂量计检测结果（mSv）					备注
			2022 年第二季度	2022 年第三季度	2022 年第四季度	2023 年第一季度	年剂量合计	状态
**	男	工业探伤（3B）	0.30	0.26	0.29	0.30	1.15	在职
**	男	工业探伤（3B）	0.29	0.29	0.29	0.30	1.17	在职
***	男	工业探伤（3B）	0.27	0.25	0.27	0.29	1.08	离职

由上表可以得知，建设单位辐射工作人员近四个季度个人累计剂量值为 1.08mSv/a~1.17mSv/a，均低于 5mSv/a 的剂量约束值，季度个人剂量检测结果均低于 1.25mSv/季度的约束限值。

3、辐射安全管理制度的执行情况

建设单位已制定有一套辐射安全管理制度和操作规程并有效实施。具体制度建立和执行情况分析详见报告表 12 “辐射安全管理” 章节。

4、年度评估情况

公司建立有年度评估制度。建设单位已填写了《2022 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并按时网络提交给生态环境主管部门。

5、射线装置的安全和防护状况及辐射事故应急响应情况

已制定有《辐射事故应急预案》，每年定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。

通过现场踏勘，建设单位现有辐射工作场所的辐射安全及环保设施运行正常。同时，经公司核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

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	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	额定管电压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机（定向式）	II	1	nXiDR-S160CB	160	3	工业探伤	19 号厂房探伤工作区 东南侧铅房	搬迁
2	X 射线探伤机（定向式）	II	1	XYD-225	225	15	工业探伤	19 号厂房探伤工作区 西北侧铅房	新增

表 5 废弃物

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	少量	少量	少量	直接排放	19 号厂房 周边大气

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》（1989 年 12 月 26 日颁布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日颁布，2018 年 12 月 29 日修订实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月 28 日颁布，2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令），（2017 年 6 月 21 日通过，2017 年 10 月 1 日施行）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 8 月 31 日颁布，2019 年 3 月 2 日修订实施）； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部 18 号令公布实施）； (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（2020 年 11 月 30 日生态环境部令第 16 号公布，2021 年 1 月 1 日实施）； (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2021 年 1 月 4 日生态环境部第 20 号令修改实施）； (9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告公布实施）； (10) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号）； (11) 《四川省辐射污染防治条例》（2016 年 3 月 29 日四川省十二届人大常委会第 63 号公告公布实施）； (12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》（环发[2006]145 号）； (13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）。
------	---

技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则核技术应用建设项目环境影响文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016)； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)； (4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (8) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。
其他	(1) 《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)； (2) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函〔2016〕430 号)； (3) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012 年 3 月发布实施)； (4) 《关于加强辐射工作人员剂量管理的通知》(川环办〔2010〕49 号)； (5) 《四川省环境保护厅关于印发<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)； (6) 本项目委托书。 (7) 四川航空工业川西机器有限责任公司提供的项目相关资料等。

表 7 保护目标及评价标准

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》（HJ/T10.1-2016）中的规定，本项目评价范围为铅房实体屏蔽物边界外 50m 的范围。

保护目标

根据厂区总平面布局和拟建放射性工作场所外环境关系可知，本项目铅房实体屏蔽体边界外 50m 范围均在厂界内，主要为与探伤工作区四周相邻的工作区。加之，本项目仅在铅房内开展无损检测作业，不涉及野外及室外探伤，采用的铅房设有完善的辐射防护设施与安全管理措施，且电离辐射水平随着距离的增加而衰减。因此，本次评价选取离铅房较近，并具有代表性的环境保护目标进行分析，详见下表。

表 7-1 主要环境保护目标

辐射场所	保护目标	人数	相对方位	相对方位描述	与靶源最近距离（m）	位置	备注
铅房	X 射线成像检测系统操作人员	2 人	两铅房中央	新建铅房东南侧	2.7m	探伤工作区内控制台	职业人员
				搬迁铅房西北侧	1.7m		
	其他工作人员	<10 人	西南	探伤工作区西南侧	5.0m	19 号厂房内	公众
		<10 人	东南	探伤工作区东南侧	3.5m		
		<10 人	西北	探伤工作区西北侧	6.5m		

评价标准

本项目位于雅安市名山片区工业园区内，根据所在区域环境功能分区，评价执行以下标准：

一、环境质量标准

1、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（臭氧小时均值 0.2 mg/m³）。

2、地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。

3、声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

二、污染物排放标准

1、废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准。

2、废水：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标

准》（GB8978-1996）三级标准。

3、噪声：项目施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 3 类标准。

三、辐射防护标准

1、职业照射和公众照射

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的相关标准：

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

本项目职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）职业照射剂量限值 20mSv 的四分之一执行，即 **5mSv/a** 作为职业工作人员的剂量管理约束值。

公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 剂量限值：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

本项目公众照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）公众照射剂量限值的十分之一执行，即 **0.1mSv/a** 作为剂量管理约束值。

2、辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制值

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，X 射线探伤室墙体和入口门的辐射屏蔽应同时满足：a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射性工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周,对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；b）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

铅房定的辐射屏蔽应满足：1）铅房上方已建、拟建建筑物或铅房旁邻近建筑物在自辐射源点到铅房顶内表面边缘所张立体角区域内时,铅房顶的辐射屏蔽要求同铅房墙体和入口门要求；2）对不需要人员到达的铅房顶,铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。本项目设备所在铅房考虑到检修人员会对铅房顶部进行查看，故铅房顶部保守按 2.5 μ Sv/h 进行控制。

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

本项目位于四川省雅安市名山区园区大道 186 号四川航空工业川西机器有限责任公司厂区 19 号厂房内，项目场所位置见附图 1。

二、环境现状评价对象、监测因子和监测点位

1、环境现状评价对象

本项目为 X 射线无损检测项目，主要环境污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水、声环境的影响较小。因此，本次评价重点针对拟建区域的辐射环境质量现状进行监测评价。

本次评价委托四川久测环境技术有限公司于 2023 年 7 月 8 日对现有辐射工作场所以及项目新建场所进行了辐射环境质量现状监测。

2、检测使用仪器

监测方法来源、使用仪器及单位见表 8-1，仪器信息详见表 8-2。

表 8-1 检验检测方法及方法来源

检测类别	项目名称	分析方法来源
辐射	环境 X-γ辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
		《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

表 8-2 检测仪器信息表

仪器名称及编号	检定/校准日期	检定/校准证书号	检定/校准单位	仪器参数
FH40G-X 型多功能辐射测量仪 编号：SCJC-JL-0221 探头型号： FHZ672E-10	2022.07.11 (检定)	检定字第 2022-20 号	四川省核工业辐射测试防护设备计量检定站	测量范围： 1nSv/h~100μSv/h 校准因子：0.94

3、监测点位

本次辐射环境质量现状监测布置了 27 个点位，具体见下表。

表 8-3 监测点位一览表

监测点位编号	点位位置描述	点位性质	工况	监测因子
1#	新建场所中心点位（两铅房中间规划操控台位置）	室内，离地高度 1m	本底	X- γ 辐射剂量率
2#	19 号厂房北侧厂区道路	道路		
3#	19 号厂房北侧厂区空地	原野		
4#	19 号厂房北侧办公楼	室内		
5~7#	原铅房正面探伤门所在墙体，3 个点位	墙外 30cm 离地面高度 1m 处	开关机各一次	
8~10#	原铅房背面墙体，3 个点位	墙外 30cm 离地面高度 1m 处		
11~13#	原铅房左侧墙体，3 个点位	墙外 30cm 离地面高度 1m 处		
14~16#	原铅房右侧墙体，3 个点位	墙外 30cm 离地面高度 1m 处		
17~19#	原铅房上层墙体，3 个点位	墙外 30cm 处		
20#	原铅房探伤门中缝（关闭状态）	门外 30cm 离地面高度 1m 处		
21#	原铅房探伤门左侧门中部（关闭状态）	门外 30cm 离地面高度 1m 处		
22#	原铅房探伤门右侧门中部（关闭状态）	门外 30cm 离地面高度 1m 处		
23#	原铅房探伤门上侧门缝（关闭状态）	门外 30cm		
24#	原铅房探伤门左侧门缝（关闭状态）	门外 30cm 离地面高度 1m 处		
25#	原铅房探伤门右侧门缝（关闭状态）	门外 30cm 离地面高度 1m 处		
26#	原铅房探伤门底部门缝（关闭状态）	门外 30cm		
27#	原铅房操作台位置	屏蔽体外 30cm		

4、监测工况（射线装置相关参数）

射线设备型号 nXiDR-S160CB，额定参数：160kV/3mA，监测工况下实测参数 80kV/3mA。

三、监测方案、质量保证措施、监测结果

1、监测方案

评价单位拟对建设单位原有铅房在开机状态、关机状态下分别进行辐射环境质量现状监测以及拟新建探伤工作场所进行环境本底监测。

2、质量保证措施

本项目环境监测单位四川久测环境技术有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的

质量控制体系，采取如下的质量保证措施：

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

3、监测结果

表 8-4 项目涉及环境 X- γ 辐射剂量率监测结果（单位：nSv/h）

点位	检测位置	未出束		出束	
		测量值	标准差	测量值	标准差
1#	新建场所中心点位（两铅房中间规划操控台位置）	52.1	0.8	/	/
2#	19 号厂房北侧厂区道路	60.7	3.5	/	/
3#	19 号厂房北侧厂区空地	78.0	6.2	/	/
4#	19 号厂房北侧办公楼	85.8	4.2	/	/
5#	原铅房正面探伤门所在墙体①	52.1	1.9	54.4	1.4
6#	原铅房正面探伤门所在墙体②	48.1	0.3	54.9	1.2
7#	原铅房正面探伤门所在墙体③	54.4	2.9	61.0	1.4
8#	原铅房背面墙体①	54.4	0.4	59.2	1.0
9#	原铅房背面墙体②	48.3	2.5	53.8	0.8
10#	原铅房背面墙体③	48.3	3.6	56.9	0.9
11#	原铅房左侧墙体①	53.5	1.7	58.4	1.1
12#	原铅房左侧墙体②	39.8	2.9	55.8	0.7
13#	原铅房左侧墙体③	50.3	2.7	57.3	0.9
14#	原铅房右侧墙体①	53.3	2.4	59.3	1.0
15#	原铅房右侧墙体②	52.1	2.1	57.9	1.2
16#	原铅房右侧墙体③	57.4	3.9	66.8	1.3
17#	原铅房上层墙体①	52.9	1.3	56.9	1.0
18#	原铅房上层墙体②	54.3	0.8	58.1	0.8
19#	原铅房上层墙体③	52.5	1.2	57.3	1.3
20#	原铅房探伤门中缝（关闭状态）	53.6	0.8	57.9	1.1
21#	原铅房探伤门左侧门中部（关闭状态）	47.3	0.5	55.5	1.1
22#	原铅房探伤门右侧门中部（关闭状态）	44.7	2.2	54.0	1.0
23#	原铅房探伤门上侧门缝（关闭状态）	37.0	1.9	52.1	1.6
24#	原铅房探伤门左侧门缝（关闭状态）	50.9	1.4	56.0	0.7
25#	原铅房探伤门右侧门缝（关闭状态）	41.0	0.7	53.2	1.1
26#	原铅房探伤门底部门缝（关闭状态）	54.9	1.6	58.9	0.8
27#	原铅房操作台位置	48.2	0.8	55.8	0.6

注：1、天气：晴（无雨雪、无雷电天气）；环境温度：29.3℃~34.7℃，相对湿度：54.1%~46.8%，大气压 94.6kPa。

2、以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

四、对环境现状调查结果的评价

根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)，环境γ辐射剂量率测量结果按照下式计算：

$$\dot{D}_\gamma = K_1 \times K_2 \times R_\gamma - K_3 \times \dot{D}_c \dots\dots\dots \text{(式 8-1)}$$

式中： $\dot{D}_\gamma$ ——测点处环境γ辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

K_1 ——仪器检定/校准因子，取 0.94；

K_2 ——仪器无检验源，该值取 1；

R_γ ——仪器测量读数值均值，使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源，换算系数取 1.20 Sv/Gy；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

$\dot{D}_c$ ——测点处宇宙射线响应值（评价不考虑），Gy/h。

由表 8-4 可知，

新建场所：项目拟建场址周围环境 X-γ辐射剂量率监测值为 52.1nSv/h~85.8nSv/h，经修正后环境γ辐射剂量率为 40.82nGy/h~67.21 nGy/h，与《2022 年全国辐射环境质量报告》中发布的四川省监测数据（γ辐射空气吸收剂量率年均值范围 61.9~151.8nGy/h）相比较，在天然贯穿辐射水平波动范围内，属正常环境本底水平。

现有场所：射线装置运行出束时，各监测点位的环境 X-γ辐射剂量率范围为 52.1nSv/h~66.8nSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求；未出束时，各监测点位的环境 X-γ辐射剂量率范围为 37.0nSv/h~57.4nSv/h,经修正后环境 X-γ辐射剂量率范围为 29.0nGy/h~44.5nGy/h，与《2022 年全国辐射环境质量报告》中发布的四川省监测数据（γ辐射空气吸收剂量率年均值范围 61.9~151.8nGy/h）相比较，在天然贯穿辐射水平波动范围内，属正常环境本底水平。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

本项目施工期工艺流程及污染物产生环节如图 9-1 所示：

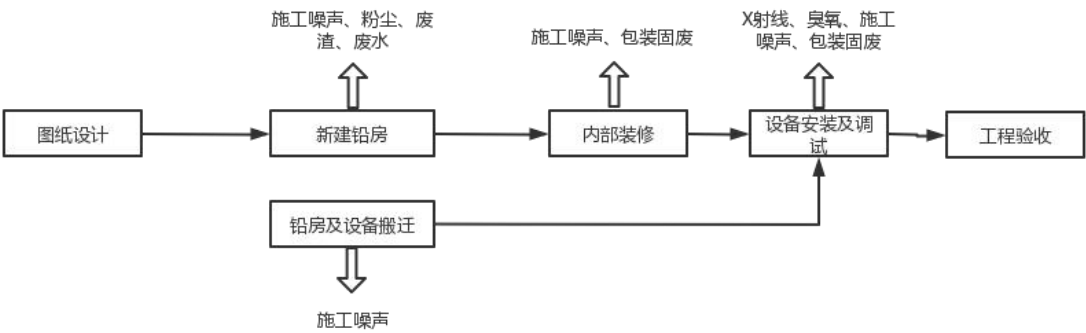


图 9-1 项目施工期工艺流程及污染物产生环节图

1、土建、装修施工的工艺分析

本项目为新建及搬迁项目，建设施工主要是在 19 号厂房内中部偏东北侧拟规划的探伤工作区内搭建一座铅房以及两条铅房配套的运载平台轨道，并将 3 号厂房外西南侧检测室内的整体铅房及 X 射线数字成像检测系统搬迁至拟规划的探伤工作区内东南侧。首先根据使用要求进行设计，然后按照设计组织施工，施工完成后对建筑物内部进行必要的装修，装修完后安装电器和安全连锁装置等（包括 X 射线监测系统控制台、门机连锁、门灯连锁等），然后对设备进行调试，调试完成后最后进行竣工验收。

拟建地拟进行地基处理、地面运送轨道处理以及地面硬化处理，以保证本次搬迁工作实施完成后，避免因地基支撑不牢发生铅房坍塌情况，同时保证机房的屏蔽情况不变。项目建设完成后，既有 X 射线检测系统及配套铅房布局发生改变，搬迁后探伤机出束方向由定向朝东北侧变为定向朝东南侧，但铅房整体方向同时顺时针旋转 90°，因此搬迁铅房对射线的屏蔽效果未发生变化。

施工过程以机械噪声、装修噪声和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有建筑渣土、粉尘、噪声、废水和包装固废。主要会对周围声环境质量产生影响，但是因为项目存在施工期短、施工范围小、施工工程量少等特点，通过控制作业时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期

的结束而消除。建设单位应合理安排施工时间，防止施工噪声影响周围公众工作和休息。

2、设备安装调试期间的工艺分析

本项目中 X 射线检测系统的搬迁、安装调试均由设备厂家负责。设备在搬迁及安装过程中会产生一定的施工噪声和包装固废，设备此时不通电，无 X 射线的产生，对周围辐射环境无影响；设备在调试阶段会产生 X 射线以及臭氧，造成一定的辐射影响。本项目 X 射线检测系统在调试过程中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，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由操作人员随声携带，并在探伤工作区四周等关键处设置醒目的警示标识，人员离开时铅房应上锁。

3、辐射场所退役

本项目中原有 X 射线检测系统及配套铅房整体搬迁后须对原有辐射场所实施退役程序，按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.3 条相应条款要求：

- e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

二、营运期工艺分析

1、工作原理

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空管中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，被设计安置在聚焦杯中。当灯丝通电加热以后，电子被“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束装，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。由于在 X 射线管的两极之间加有高压电场，在电场作用之下，使得电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，在 X 射线管内高速运动的电子与靶原子碰撞时，与原子核的库仑场相互作用，由于电子急剧减速而产生电磁辐射。电子与靶相撞之前初速度各不相同，相撞是减速过程又各不相同，少量电子经一次撞击就全部失去动能，而大部分电子经过多次止动以后逐渐失去动能，这就使得能量转换过程中所发出的电磁辐射具有各种波长，从而形成连续 X 射线。X 射线管简图如下：

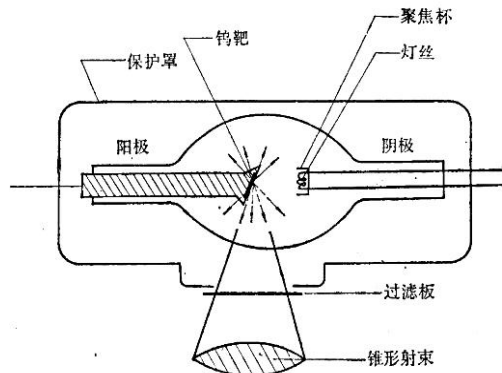


图 9-2 X 射线管示意图

X 射线数字成像检测系统的工作原理是利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷被探测器探测后传输到电脑上进行处理和成像，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

2、探伤工况及探伤对象

（1）运行工况

根据建设单位最大探伤任务需求，本项目中 nXiDR-S160CB 型 X 射线探伤机年曝光时间不超过 580 小时，XYD-225 型 X 射线探伤机年曝光时间不超过 1200 小时，两台 X 射线探伤机合计年曝光时间不超过 1780 小时。

本项目中型号为 nXiDR-S160CB 的探伤机出束方向为定向东南侧，型号为 XYD-225 的探伤机出束方向为定向东南侧。本项目探伤机参数及探伤工况汇总见下表。

表 9-1 探伤机参数及探伤工况

放射 工作 场所	使用的射线装置情况							射线 装置 分类
	名称	型号	额定参数	工作 工况	工作 时间	工作方式	数 量	
搬迁 铅房	X 射 线探 伤机	nXiDR-S160CB 型	160kV/3mA	定向 透照	$\leq$ 580h/a	间歇式出束，单次最大 出束时间 4min，出束/ 间歇时间比为 1:1。	1	Ⅱ类 射线 装置
新建 铅房	X 射 线探 伤机	XYD-225 型	225kV/15mA	定向 透照	$\leq$ 1200h/a		1	Ⅱ类 射线 装置

(2) 探伤对象

本项目涉及 2 台射线装置，其中 nXiDR-S160CB 型 X 射线探伤系统主要检测对象为工业零部件的焊缝，探伤工件外形为“竹子”状，体型较小（长宽约 50cm-80cm）。XYD-225 型 X 射线探伤系统主要检测对象为 10mm 铝合金工件对接环焊缝及塞焊焊缝以及 $\geq 40\text{mm}$ 铝合金口座周焊缝，检测工件的最大直径 $\Phi 900\text{mm}$ ，最大长度 8500mm。探伤工件利用钢制轨道平板车进行传送。

3、操作方式及流程

①检测人员在接到样品委托单后，应对试样的结构、坡口形式、焊接方法及工件厚度等进行了解，并核对试样上的钢号是否与样品委托单上的编号一致。试样应经外观检查并合格。

②进入铅房检测前，所有检测人员应配备个人剂量计，将需要进行无损检测的工件放置在工件支撑小车上（工件支撑小车上安装有工件支撑座，用于安放工件，在地面安装有导向轨道，工件支撑小车在导向轨道前后滑动），工件随支撑小车进入铅房，关闭铅房工件大门；

③此时门灯连锁、门机连锁、紧急止动装置启动，监控及工作状态指示装置开启，这些连锁装置未启动，高压不会启动，控制台处操作人员无法开启曝光程序。

④由于检测系统 X 射线定向向东南侧出束，根据工件无损检测需要，使用工件支撑小车和橡胶驱动轮对工件进行前后移动和旋转，以调整工件位置（工件支撑小车支撑座下设有橡胶驱动轮，用于旋转工件，橡胶驱动轮与工件支撑座直接接触，并由与其直接相连的驱动电机驱动），同时探伤机可随工件大小情况在左右、上下方向一定范围内水平移动，两则相结合以达到对工件焊缝开展无损检测的目的；

⑤待进入铅房的待检工件调整到合适的位置后，设置检测运行参数，选择合适的管电压、管电流和曝光时间，并根据待检工件的焊缝情况调整焦距，待以上工件全部完成后，按键开始无损检测，操作人员通过观看计算机实时检测画面，进行评片，同时计算机对检测数据进行自动存档。无损检测工作结束后，检测系统停止曝光。

本项目探伤工艺流程及产污环节如下图所示：

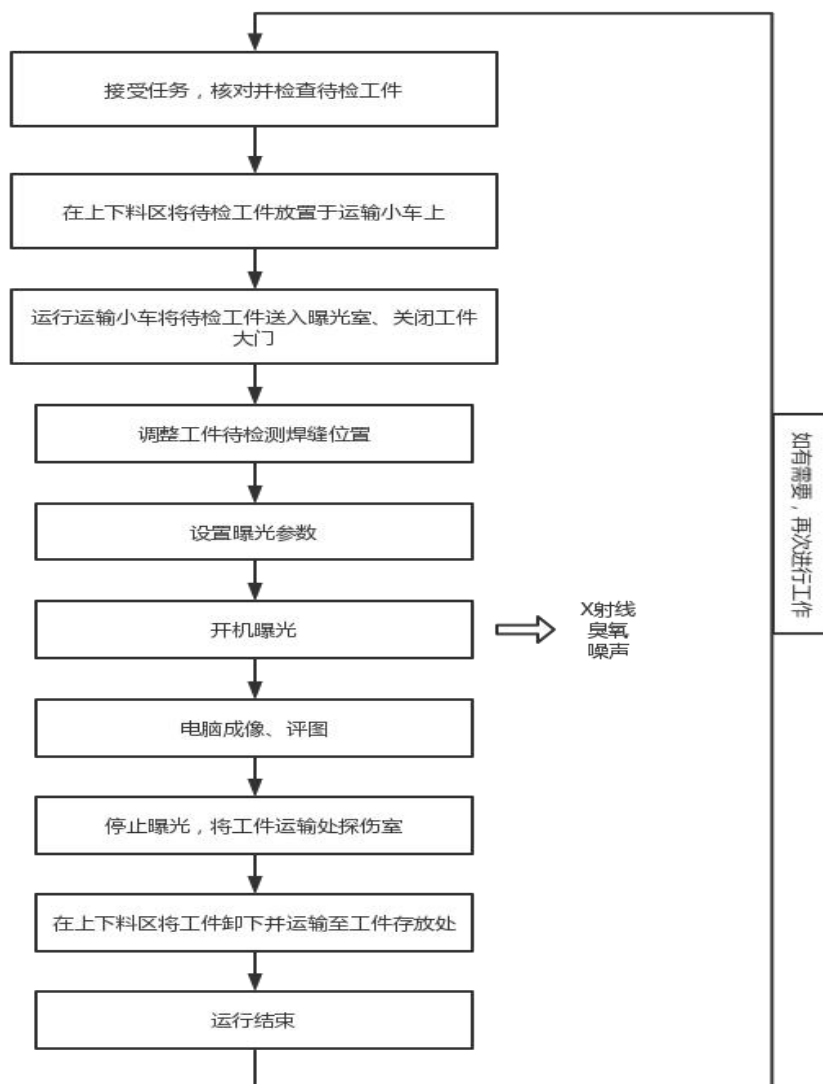


图 9-3 X 射线检测工作程序及产污位置图

4、主要产污工序及污染物

本项目营运中产生的主要污染物为探伤机出束过程中产生的 X 射线、臭氧及通排风系统轴流风机噪声。

污染源项描述

1、电离辐射

本项目涉及 II 类射线装置的使用，在开机状态下主要电离辐射为 X 射线，未开机状态不产生 X 射线。

2、废气

本项目涉及的Ⅱ类射线装置在曝光过程由于X射线的电离作用，在空气中产生臭氧。

3、废水

本项目X射线检测系统均采用电脑成像，在检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生。且本项目不新增工作人员，无新增生活污水产生量，工作人员的生活污水依托厂区污水处理设施处理。

4、噪声

本项目噪声主要来源于铅房的轴流风机运行噪声，两台轴流风机均采用低噪风机，两台轴流风机的噪声值不超过 60dB(A)。

5、固体废物

本项目 2 台 X 射线成像系统均采用电脑成像，无废胶片产生，运营期间主要固体废物为工作人员产生的生活垃圾。项目不新增工作人员，无新增生活垃圾产生量。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目辐射工作场所平面布局及人物流路径规划分析

(1) 平面布局

本项目探伤工作区位于 19 号厂房内中部偏东北侧，探伤工作区与周边工作区之间拟设置栏杆或警戒线作为实体划分边界。区域内西北侧布置 XYD-225 型 X 射线实时成像系统，东南侧布置 nXiDR-S160CB 型 X 射线数字成像检测系统，两套系统共用一个操作台，操作台位于两座铅房中间，其距新建铅房东南方位约 0.5m。

(2) 人物流路径规划分析

探伤工作区西南侧设为主要人物流出入口，该出入口紧邻厂房过道，工作人员及待检工件均通过该出入口进出工作区。待检工件经检测后在上下料区卸载，然后运送至相应库房或放置区放置。

综上，探伤工作区的平面布置既满足生产需要，又便于辐射安全管理。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

辐射工作场所平面布置及“人、物”流向图见附图 4 所示。

二、工作区域管理

为了便于加强管理，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）要求在放射性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。本项目中，控制区为 X 射线装置所在铅房，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的中文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。

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。本项目监督区为拟规划的探伤工作区内除铅房外的区域，建设单位应在监督区的四周设实体栏杆或警戒线，并在其他适当位置处设立醒目的辐射危险警示标记；定期检查工作状况，确定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。

结合项目工业探伤、辐射防护和环境情况特点进行了辐射分区划分，见表10-1、图10-1。

表10-1 本项目“两区”划分一览表

设备名称	控制区		监督区
X射线探伤机	XYD-225型X射线实时成像系统所在铅房	nXiDR-S160CB型X射线数字成像检测系统所在铅房	探伤工作区内除铅房外的区域
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，射线装置在运行中严禁任何人进入。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定，控制区应有明确的标记，控制区边界应设置清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌。		监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非辐射工作人员进入。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定，应在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警示标识和“无关人员禁止入内”警告牌。



图10-1 本项目控制区与监督区分区图

根据项目实际情况，对于本项目辐射分区管理，1) 本项目应在铅房工件门出入口均张贴醒目的辐射标志；2) 建设单位应做好工作人员辐射安全培训，并安排辐射管理人员定期巡查铅房周边区域，防止非许可人员接近或操作探伤设备。

二、辐射安全及防护措施

本项目对X射线外照射的防护措施主要有以下几方面：

1、设备固有安全性

本项目检测系统购买于正规厂家，具体如下：

①X射线机开启时，控制箱上将有黄灯亮起，此时应首先对射线机进行训机，这是射线机自有的功能。如不进行训机，射线机将不能开启高压。

②若射线机无法启动高压，首先应确认控制箱内的保险管是否烧坏；其次检测 SF₆ 气体是否达标，以及射线机头过滤片和屏蔽罩是否损坏。

③射线机延时启动，有安全操作、保护人员人身安全的作用。

④保险管烧坏时射线机将自动停止高压运行并自行断电。

⑤接头接触不良时，射线机将显示故障功能，且不能开启高压运行。

⑥控制箱内线路灰尘较多时造成短路，射线机将自动断电。

2、屏蔽防护

搬迁铅房：采用模块化设计，整体采用沟槽嵌入地面，除底面（地面）外，其他五面（四周墙体及顶部）均采用铅作为辐射屏蔽防护材料，工件进出铅防护门设置在西南面。铅房净空尺寸为长 8.8m×宽 2.5m×高 2.8m，屏蔽防护铅板采用钢制龙骨、外包铝塑板，中间夹不同厚度铅板的方式。铅房东南侧墙体防护铅当量为 7mm，西北侧墙体和顶板的防护铅当量为 4mm，东北侧和西南侧墙体的防护铅当量为 5mm，工件进出大门防护铅当量为 5mm。工件进出大门为滑移门，手动、电动两用。铅门与铅房各侧墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍。

新建铅房：采用模块化设计，整体采用沟槽嵌入地面的方式以防止射线漏射。除底面（地面）外，其他五面（四周墙体及顶板）均采用铅作为辐射屏蔽防护材料，工件进出铅防护门设置在西南面。铅房净空尺寸为长 11.0m×宽 2.78m×高 2.5m，屏蔽防护墙体采用钢-铅-钢夹层结构；骨架为方管焊接而成的框架，且框架四边角焊接有加强板，以防止变形。铅房东南侧墙体防护铅当量为 14mm，西北侧、东北侧墙体以及顶板的防护铅当量为 8mm，西南侧墙体防护铅当量为 10mm。工件进出门位于铅房西南侧，防护铅当量为 10mm。工件进出大门为滑移门，手动、电动两用。铅门与铅房各侧墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍。

项目建设完成后机房的屏蔽状况见下表。

表 10-2 铅房屏蔽状况

机房	墙体	屋顶	迷道	防护门	观察窗
nXiDR-S160CB 型 X 射线探伤机所在铅房	东南侧墙体防护铅当量为 7mm、西北侧墙体防护铅当量为 4mm、东北侧和西南侧墙体防护铅当量为 5mm。	防护铅当量为 4mm	无	工件进出防护铅门防护铅当量为 5mm	无
XYD-225 型 X 射线探伤机所在铅房	东南侧墙体防护铅当量为 14mm，西北侧、东北侧墙体以及顶板的防护铅当量为 8mm，西南侧墙体防护铅当量为 10mm。	防护铅当量为 8mm	无	工件进出防护铅门防护铅当量为 10mm	无

三、辐射安全防护措施

(1) 门机联锁

新建铅房、搬迁铅房的工件进出防护门均与X射线探伤机高压控制器连锁。防护门关闭后，探伤机才能启动探伤。探伤机出束时，探伤机的高压电源未关闭，屏蔽铅门不能被打开。

(2) 工作状态指示灯箱及门灯联锁

新建铅房、搬迁铅房的工件进出防护门外安装工作状态指示灯箱，与探伤机的高压电源联锁。防护门关闭后，探伤机未开机时显示绿色“预备状态”字样，探伤机开机出束时显示红色“工作状态”字样。

(3) 钥匙控制

控制台设置防止非工作人员操作的锁定开关，钥匙由探伤机操作人员携带保管，换班、检修时检查钥匙交接情况，防止非工作人员误操作探伤机。

(4) 紧急停机按钮

控制台上设置2个紧急停止按钮（并有中文标识），一个控制搬迁系统，一个控制新建系统。搬迁铅房内四周墙上距地面1.2m高处各设1个紧急停止按钮（并有中文标识）；新建铅房内东南侧和西北侧墙上距地面1.2m高处各设2个紧急停止按钮（并有中文标识，东南侧紧急停机按钮不得设置在主射束范围内），西南侧墙上距地面1.2m高处设1个紧急停止按钮（并有中文标识）。按下紧急止动按钮，X射线检测系统高压电源立即被切断并停止出束。

控制台设置2个人工复位按钮（并有中文标识），一个控制搬迁系统，一个控制新建系统。

(5) 紧急开门按钮

在新建铅房和搬迁铅房工件进出防护门内侧墙体上各设有1个紧急开门按钮。

(6) 声光报警装置及电离辐射警告标志

声光报警：新建铅房和搬迁铅房均在铅门外设计有声光报警装置，在探伤作业工作过程

中正常运行，具有声、光报警功能。

电离辐射警告标志：新建铅房拟在铅门外张贴电离辐射警告标志，搬迁铅房现有警告标志将随铅房整体搬迁。同时项目拟在探伤工作区入口设置电离辐射警告标志。

（7）其它辐射防护措施

①剂量监测仪

已配有1台便携式X-γ辐射剂量率仪，用于场所日常巡测。

辐射工作人员均配有个人剂量计（1个/人），并配1个个人剂量报警仪。

②视频监控装置

新建铅房和搬迁铅房各设有1套视频监控装置，显示屏位于操作台，4个摄像头分别位于铅房内屋顶四角，保证铅房内无死角观察。

③电缆进出口屏蔽防护

新建铅房和搬迁铅房电缆线进出孔处均设与同侧墙体防护铅当量相同的 X 射线屏蔽盒，电缆布线以“L”型通过屏蔽盒。运载车电缆由电缆拖链保护随运载车进出铅房。

④通排风

新建铅房和搬迁铅房通风管道均设置于铅房顶部，且设有与铅房顶板防护铅当量相同的 X 射线屏蔽罩。

表10-3 辐射安全防护措施一览表

项目	类别	环保设施/措施	数量	备注
nXiDR-S160CB型X射线数字成像系统	屏蔽措施	屏蔽铅房：1座	1座	已有
	安全装置	门机连锁装置	1套	已有
		门灯连锁装置	1套	已有
		紧急止动装置	5个	已有
		紧急开门装置	1个	已有
		视频监控系统	1套	已有
		工作状态指示灯	1套	已有
		出束声光报警装置	1套	已有
		电离辐射警告标志	若干	已有
XYD-225型X射线实时成像系统	屏蔽措施	屏蔽铅房：1座	1座	新增
	安全装置	门机连锁装置	1套	新增
		门灯连锁装置	1套	新增
		紧急止动装置	6个	新增
		紧急开门装置	1个	新增
		视频监控系统	1套	新增
		工作状态指示灯	1套	新增
		出束声光报警装置	1套	新增

监测仪器		电离辐射警告标志	若干	新增
		排风系统	1套	新增
		便携式X-γ辐射监测仪	1台	已有
		个人剂量计	3个	已有
		个人剂量报警仪	2个	已有1个，需新增个

四、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用Ⅱ类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见下表。

表10-4 放射性工作场所“六防”措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
铅房	防火	射线装置工作场所安装有烟气报警装置和消防栓，同时在工作人员容易触及的地方均配置有干粉式灭火器。
	防水	厂区做了较好的防水设计（厂区边界设置有排水沟），不受地下水影响。
	防盗、防抢和防破坏	①本项目射线装置集中安置于铅房内，铅房纳入项目建设单位日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏和遗失； ②工作场所设置有监控摄像头实行 24h 实时监控。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置均为正规厂家生产的产品，固有防护措施，X 射线漏射不会超过《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的限值要求； ②建设单位制定有射线装置维修维护制度，定期对射线装置进行检修，确保射线装置正常运行。 ③建设单位每月自行开展射线装置辐射检测一次，对射线装置的运行情况及屏蔽设施完整情况进行检测。同时，每年委托有资质单位进行射线装置工作场所电离辐射检测。 ④规范设置辐射“两区”管理警示线、电离辐射警告标志等，并定期检查工作状况，确认是否需要调整或更改。

三废的治理

1、废气

铅房内臭氧废气由机械排风系统经房顶排风通道引出铅房，于厂房东北侧墙体上方排风扇排放，排风口朝向东北侧厂区空地。

2、噪声

主要噪声源是通排风系统的风机，其噪声值不超过60dB(A)。降噪措施采用低噪声设备、墙体隔声。

3、废水

本项目营运期无生产废水产生，辐射工作人员所产生的生活污水排入厂区污水处理设施处理后进入市政污水管网。

4、固废

本项目X射线数字成像检测系统在运行时无生产固废产生，工作人员产生的少量生活垃

圾纳入厂区生活垃圾收集系统，由环卫部门定期清运处理。

5、探伤装置报废

本项目涉及的X射线机涉及报废时，应当对射线装置去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断）。

6、环保投资估算

本项目总投资185万元，辐射防护环保投资100.8万元，占总投资的54.5%。本项目环保投资估算见下表。

表10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	类别	环保设施/措施	数量	投资金额 (万元)	备注
nXiDR-S160CB 型 X 射线 数字 成像系统	屏蔽措施	屏蔽铅房：1座	1座	/	已有
	安全装置	门机连锁装置	1套	/	已有
		门灯连锁装置	1套		已有
		紧急止动装置	5个		已有
		紧急开门装置	1个		已有
		视频监控系统	1套		已有
		工作状态指示灯	1套		已有
		出束声光报警装置	1套		已有
		电离辐射警告标志	若干		已有
		排风系统	1套		已有
XYD-225 型 X 射线实时成像 系统	屏蔽措施	屏蔽铅房：1座	1座	90	新增
	安全装置	门机连锁装置	1套	0.1	新增
		门灯连锁装置	1套	0.5	新增
		紧急止动装置	6个	0.6	新增
		紧急开门装置	1个	0.2	新增
		视频监控系统	1套	2.0	新增
		工作状态指示灯	1套	0.2	新增
		出束声光报警装置	1套	0.3	新增
		电离辐射警告标志	若干	0.1	新增
		排风系统	1套	1	新增
监测仪器		便携式X-γ辐射监测仪	1台	1	已有
		个人剂量计	3个	0.1	已有
		个人剂量报警仪	2个	2.7	已有1个，需新增个
人员培训		辐射工作人员上岗培训及应急培训	/	2	预留
		应急和救助的资金、物资准备（灭火器材等）	/		
辐射监测		年度监测费	/	/	

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为新建及搬迁项目，主要有新建铅房、整体搬迁铅房以及为铅房内装饰装修和设备（防护门、辅助设备 etc）安装工作。在施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑垃圾及施工废水产生，对环境质量存在一定影响。但由于项目工程量少，施工期短，施工期对项目所在周围环境质量的影响较小，主要为设备安装调试阶段对周边环境的辐射影响。

一、施工阶段

施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑垃圾及施工废水产生，对环境质量存在一定影响。因此，环评提出以下要求：

（1）对施工时间、时段、施工进度，施工原材料购进时间作精心安排、系统规划，对可能受影响和破坏的对象加以保护；

（2）施工过程中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管，及时处理；

（3）施工中产生的废土应及时回填和清运；

本项目施工期短，施工量小，在建设方的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境影响较小。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

二、设备拆卸、搬迁、安装施工阶段

本项目中设备的拆卸、搬迁以及安装调试均应由设备厂家负责。设备在搬迁、搬运及安装的过程中会产生少量的包装废物和施工噪声，设备未通电，无 X 射线产生，对环境无影响。

在设备调试阶段设备会通电运行产生 X 射线，对环境造成一定影响，此时应加强辐射防护管理。在此过程中应保证屏蔽体防护到位，关闭防护门，在铅房门外设立电离辐射警告标志。设备调试阶段，不允许其他无关人员进入探伤工作区，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，经过铅房的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

运行阶段对环境的影响

一、机房屏蔽体屏蔽效能分析

(1) 搬迁机房

搬迁铅房中 X 射线数字成像检测系统一套，为既有设备。已通过环境评价及竣工环境保护验收确定其机房屏蔽体厚度的合理性，本项目中该射线装置及其配套铅房为整体搬迁，且搬迁前后铅房屏蔽结构及设计不变。故不对该系统机房屏蔽体厚度合理性进行分析。

(2) 新建机房

对于新建铅房本次采取理论计算的方式进行分析。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目中探伤工作区的关注点设定见图11-1。

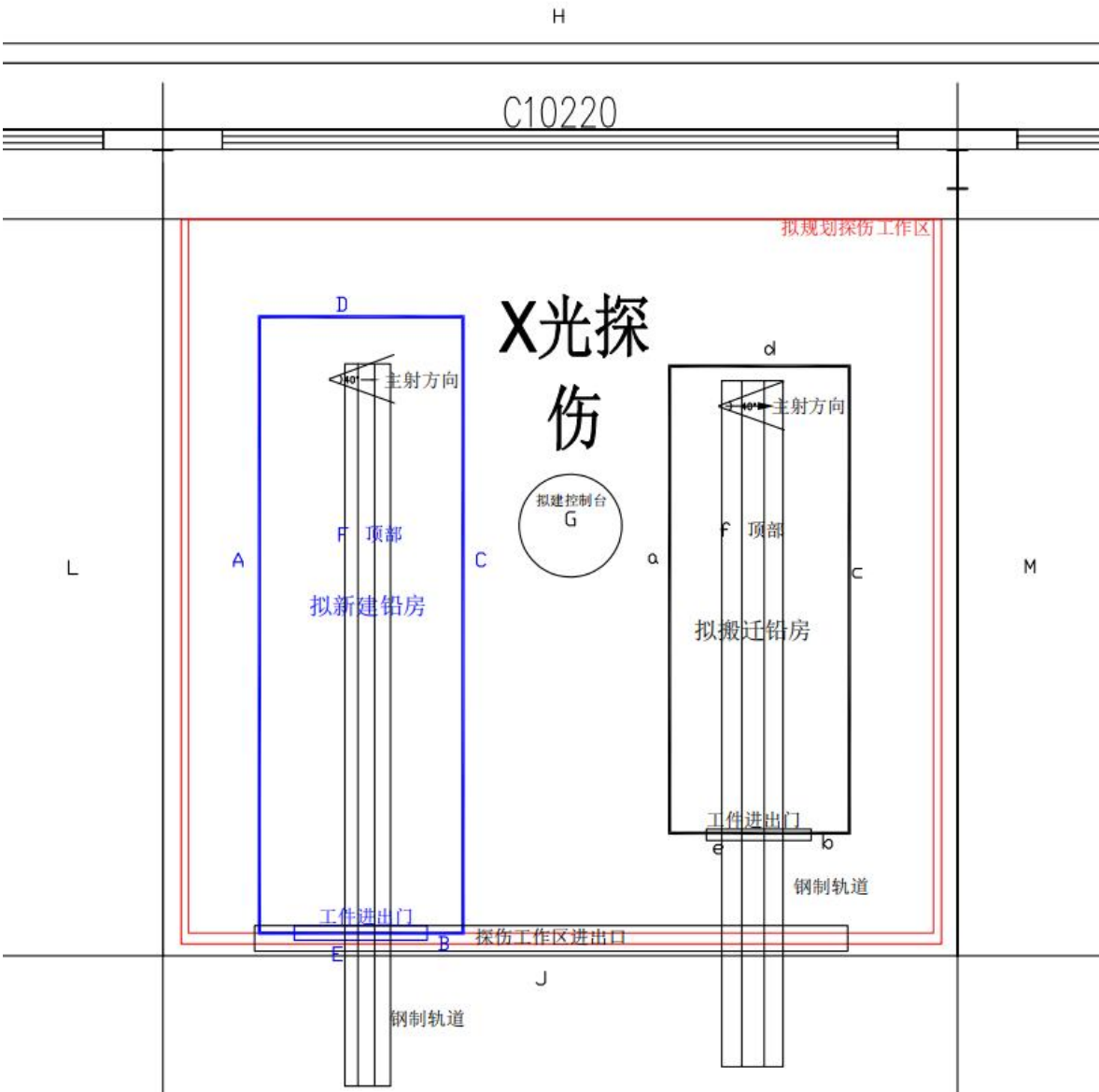


图11-1 探伤工作区的关注点设定

1、关注点剂量控制水平

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），铅房外各关注点的剂量率参考控制水平 H_c 由以下方法确定：

（1）使用周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots(\text{式11-1})$$

式中： $H_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_c —周剂量参考控制水平；本报告提出剂量管理约束值为职业人员 5mSv/a 、公众 0.1mSv/a ，年工作 50 周，则职业人员 $H_c=100\mu\text{Sv/周}$ 、公众 $H_c=2\mu\text{Sv/周}$ ；

U —关注位置方向照射的使用因子；本项目取 1；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置周照射时间，h；对于本项目新建 X 射线实时成像检测系统，年总出束时间取最大 1200h。 t 取值 24h。

（2）关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,\max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

（3）对不需要人员到达的铅房顶，铅房顶表面外 30cm 处的剂量参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。本项目设备所在铅房为 1 层，且屋顶不上人，但考虑到立体角范围内可能有人，故铅房顶部保守按 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行控制。

（4）取 $H_{c,d}$ 、 $H_{c,\max}$ 中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平（ H_c ）。

由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的居留因子见表 11-1。

表 11-1 新建铅房外各关注点剂量率参考控制水平参数选取及计算结果

参数 铅房	居 留 因子	受照射 类型	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	参考控制水 平 ($H_{c,\max}$)	关注点剂量率参 考控制水平 (H_c)	需屏蔽的辐 射源
西北侧墙外 0.3m 处 A	1	职业	4.17	2.5	2.5	泄漏辐射、散射辐射
西南侧墙外 0.3m 处 B	1/4	公众	0.34	2.5	0.34	泄漏辐射、散射辐射
东南侧墙外 0.3m 处 C	1	职业	4.17	2.5	2.5	主射
东北侧墙外 0.3m 处 D	1	职业	4.17	2.5	2.5	泄漏辐射、散射辐射
西南侧防护铅门外 0.3m 处 E	1/4	公众	0.34	2.5	0.34	泄漏辐射、散射辐射
顶板外 0.3m 处 F	/	/	2.5	2.5	2.5	泄漏辐射、散射辐射
东南侧控制台处 G	1	职业	4.17	2.5	2.5	主射

探伤工作区东北侧厂房外过道处 H	1/4	公众	0.34	2.5	0.34	泄漏辐射、散射辐射
探伤工作区西南侧过道处 J	1/4	公众	0.34	2.5	0.34	泄漏辐射、散射辐射
探伤工作区西北侧工位 L	1	公众	0.084	2.5	0.084	泄漏辐射、散射辐射
探伤工作区东南侧工位 M	1	公众	0.084	2.5	0.084	主射

2、铅房屏蔽防护设计效能核实

(1) 有用线束照射墙体屏蔽厚度核算

本项目中新建X射线实时成像检测系统主射方向为西北侧，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）要求，关注点达到剂量参考控制水平 H_c 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按公式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 。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots (公式 11-2)$$

式中： B —屏蔽透射因子；

H_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位时，该参数应乘以60000的换算系数；（本项目为 $11.4 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，换算为 $6.84 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ）。3mmAl过滤，查GBZ250-2014附录表B.1，插值计算得）

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I —X射线装置在额定管电压下的常用额定管电流，mA；15mA

对于估算出的屏蔽透射因子 B ，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B \dots\dots\dots (公式 11-3)$$

式中： B —达到剂量参考控制水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子；

TVL —见GBZ/T250-2014附录B表B.2。（本项目额定管电压为225kV，什值层和半值层查GBZ250-2014附录表B.2，插值计算得：什值层厚度约为2.15mm铅，半值层厚度约为0.64mm铅）

表 11-2 新建铅房东南侧墙体有用线束辐射屏蔽厚度计算参数表

屏蔽设施	R (m)	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	B	理论计算厚度	实际设计厚度	是否满足要求
西北侧墙体	2.54	2.5	1.58×10^{-6}	12.48mm 铅	14mm 铅	满足

(2) 漏射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），当 X 射线管电压高于 200kV 时，距其焦点 1m 处的漏射辐射剂量率应不大于 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。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）要求由公式 11-4 计算。

$$B = \frac{H_C \times R^2}{H_L} \dots\dots\dots(\text{公式 11-4})$$

式中：

H_C —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L —距离靶点 1m 处 X 射线管组装的漏设辐射剂量率， $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R —参考点离靶点的距离，m；

B —屏蔽透射因子；

对于估算出的屏蔽透射因子 B ，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

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

式中： B —达到剂量参考控制水平 H_C 时所需的屏蔽透射因子；

TVL —见 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2。（插值计算得什值层厚度约为 2.15mm 铅，半值层厚度约为 0.64mm 铅）

铅房西北侧、西南侧、东北侧、顶部墙体及防护门屏蔽参数选取及计算结果见下表。

表 11-3 新建铅房西北侧、西南侧、东北侧、顶部墙体及防护门漏射辐射屏蔽厚度计算参数

参数 墙体	参 考 控 制 水 平 ($\mu\text{Sv/h}$)	参考点离靶点距 离 R (m)	屏蔽投射因子 B	理论计算屏蔽厚 度
西北侧墙体	2.5	1.06	5.62×10^{-4}	6.99mm 铅
西南侧墙体	0.34	1.40	1.33×10^{-4}	8.33mm 铅
东北侧墙体	2.5	1.40	9.80×10^{-4}	6.47mm 铅
顶板	2.5	1.52	1.16×10^{-3}	6.32mm 铅
防护铅门	0.34	1.40	1.33×10^{-4}	8.33mm 铅

(3) 散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽射线因子由公式 11-6 计算。

$$B = \frac{H_C \times R_s}{I \times H_0} \times \frac{R_0^2}{F \times a} \dots\dots\dots(\text{公式 11-6})$$

式中：

H_C —关注点剂量率参考水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_s —散射体至关注点的距离，m；

R_0 —靶点至检验工件的距离，取 0.45m；

I —额定管电流，取 15mA；

H_0 —距离靶点 1m 处输出量，取 $6.84 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积， m^2 ；取 0.084m^2 ；

α —散射因子， $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 因子的值为 50（200kV~400kV）。

对于估算出的屏蔽透射因子 B ，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B \dots\dots\dots(\text{公式 11-7})$$

式中： B —达到剂量参考控制水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子；

TVL —见 GBZ/T250-2014 中表 2 查出：原始 X 射线 $200 < kV \leq 300$ 时，X 射线 90° 散射辐射为 200kV，查附录 B 表 B.2 探伤机 200kV。铅什值层厚度为 1.4mm，铅半值层厚度为 0.42mm。

铅房东南侧、西南侧、东北侧、顶部墙体及防护门屏蔽参数选取及计算结果见下表。

表 11-4 新建铅房西北侧、西南侧、东北侧、顶部墙体及防护门散射辐射屏蔽厚度计算参数

墙体 \ 参数	参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射体至关注点的距离 (m)	透射因子 B	理论计算屏蔽厚度
西北侧墙体	2.5	1.80	2.19×10^{-5}	6.52mm 铅
西南侧墙体	0.34	1.40	2.32×10^{-6}	7.89mm 铅
东北侧墙体	2.5	1.40	1.71×10^{-5}	6.68mm 铅
顶板	2.5	1.52	1.85×10^{-5}	6.63mm 铅
防护铅门	0.34	1.40	2.32×10^{-6}	7.89mm 铅

(4) 漏射与散射线束辐射屏蔽复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），当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（本项目额定管电压为 225kV，什值层和半值层查 GBZ250-2014 附录表 B.2，插值计算得：铅什值层厚约为 2.15mm，铅半值层厚约为 0.64mm），采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度（0.64mm 铅）。因此铅房四周墙体及防护门需要的屏蔽厚度情况见下表。

表 11-5 新建铅房四周墙体、顶板及防护门屏蔽厚度计算汇总表

参数 墙体	漏射辐射理论 计算屏蔽厚度 (mm)	散射辐射理论 计算屏蔽厚度 (mm)	复合分析屏蔽 厚度 (mm)	实际设计厚度 (mm)	是否满足屏蔽 要求
西北侧墙体	6.99mm 铅	6.52mm 铅	7.63mm 铅	8mm 铅	满足
西南侧墙体	8.33mm 铅	7.89mm 铅	8.97mm 铅	10mm 铅	满足
东北侧墙体	6.47mm 铅	6.68mm 铅	7.32mm 铅	8mm 铅	满足
顶板	6.32mm 铅	6.63mm 铅	7.27mm 铅	8mm 铅	满足
防护铅门	8.33mm 铅	7.89mm 铅	8.97mm 铅	10mm 铅	满足

(5) 小结

根据以上计算，本项目新建铅房各屏蔽体理论计算厚度与实际设计厚度见下表。

表 11-6 新建铅房各屏蔽体理论计算厚度与实际设计厚度对照表

墙体	理论计算厚度	实际设计厚度	是否满足要求
东南侧墙体	12.48mm 铅	14mm 铅	满足
西北侧墙体	7.63mm 铅	8mm 铅	满足
西南侧墙体	8.97mm 铅	10mm 铅	满足
东北侧墙体	7.32mm 铅	8mm 铅	满足
顶板	7.27mm 铅	8mm 铅	满足
防护铅门	8.97mm 铅	10mm 铅	满足

二、辐射环境影响分析

1、根据照射条件，职业人员及公众受照射剂量根据式 11-8~式 11-12 计算。各参数取值见表 11-7、表 11-8。

主射线束辐射剂量估算：

$$H = \frac{H_0 \times I \times B}{R^2} \dots \dots \dots \text{(公式 11-8)}$$

漏射和散射线束辐射剂量估算：

$$H = H_{\text{漏}} + H_{\text{散}} \dots \dots \dots \text{(公式 11-9)}$$

$$H_{\text{漏}} = \frac{H_L \times B_1}{R^2} \dots \dots \dots \text{(公式 11-10)}$$

$$H_{\text{散}} = \frac{I \times H_0 \times B_2}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \dots \dots \dots \text{(公式 11-11)}$$

$$B=10^{-X/TVL} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (\text{公式 11-12})$$

式中:

H—关注点的剂量当量, ($\mu\text{Sv/h}$);

H_0 —距辐射源点 1m 处输出量, (取 $6.84 \times 10^5 \mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h)$);

H_L —距辐射源点 1m 处泄露辐射剂量率, (取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$);

I —额定管电流, (取 15mA);

R—参考点到辐射源的距离, m;

B—屏蔽透射因子;

F—R₀处的辐射野面积,单位为平方米(m²) (取0.084m²);

α — 散射因子, $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 因子的值为 50 (200kV~400kV);

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），（取 0.45m）；

R_s —散射体至关注点的距离, (m);

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；

TVL 一见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中附录 B 表 B.2。

（根据规范中表 2，本项目新建 X 射线系统额定管电压为 225kV，在 200kV~300kV 之间，散射最高电压为 200kV，TVL 取 1.4mm 铅。规范中无 225kV 对应什值层，什值层和半值层查 GBZ250-2014 附录 B 表 B.2，插值计算得：铅什值层厚约为 2.15mm，铅半值层厚约为 0.64mm）

(1) 新建铅房东南侧墙体方向为主射方向，其受照射剂量主要考虑有用线束辐射；西北侧、西南侧、东北侧墙体及顶板为漏射线和散射线的照射方向，其受照射剂量主要考虑漏射辐射和散射辐射影响。新建铅房单独开机时，屏蔽体外各关注点处的剂量率见下表。

表 11-7 新建铅房 X 射线探伤运行期间个关注点的剂量率估算表

关注点	点位描述	X (mm)	B	R (m)	H ⁺ (μSv/h)	H (μSv/h)	线束类型	受照类型
A	铅房西北侧墙外0.3m处	8mm 铅	1.90×10^{-4}	1.06	0.8461	0.9684	漏射	职业
			1.93×10^{-6}	1.80	0.1223		散射	
B	铅房西南侧墙外0.3m处	10mm 铅	2.23×10^{-5}	1.40	0.0569	0.0645	漏射	公众
			7.20×10^{-8}	1.40	0.0075		散射	
C	铅房东南侧墙外0.3m处	14mm 铅	3.08×10^{-7}	2.54	0.4896	0.4896	主射	职业
D	铅房东北侧墙外0.3m处	8mm 铅	1.90×10^{-4}	1.40	0.4850	0.6872	漏射	职业
			1.93×10^{-6}	1.40	0.2021		散射	

E	铅房西南侧防护铅门外 0.3m 处	10mm 铅	2.23×10^{-5}	1.40	0.0569	0.0645	漏射	公众
			7.20×10^{-8}	1.40	0.0075		散射	
F	铅房顶部顶板外 0.3m 处	8mm 铅	1.90×10^{-4}	1.52	0.4115	0.5830	漏射	/
			1.93×10^{-6}	1.52	0.1715		散射	
G	铅房东南侧控制台处	14mm 铅	3.08×10^{-7}	3.04	0.3418	0.3418	主射	职业
H	探伤工作区东北侧厂房外过道处	8mm 铅	1.90×10^{-4}	4.25	0.0526	0.0745	漏射	公众
			1.93×10^{-6}	4.25	0.0219		散射	
J	探伤工作区西南侧过道	10mm 铅	2.23×10^{-5}	1.40	0.0569	0.0645	漏射	公众
			7.20×10^{-8}	1.40	0.0075		散射	
L	探伤工作区西北侧工位	8mm 铅	1.90×10^{-4}	6.52	0.0224	0.0292	漏射	公众
			1.93×10^{-6}	7.62	0.0068		散射	

注：经过搬迁铅房（西北侧和东南侧墙体铅当量厚度合计约 11mm）的再次屏蔽后，M 点的受照剂量可忽略。

满足表 11-1 中根据《工业探伤室放射防护要求》（GBZ117-2022）得出的本项目各关注点的最高剂量率参考控制水平（Hc，max）要求。

（2）搬迁铅房东南侧墙体方向为主射方向，其受照射剂量主要考虑有用线束辐射；西北侧、西南侧、东北侧墙体及顶板为漏射线和散射线的照射方向，其受照射剂量主要考虑漏射辐射和散射辐射影响。搬迁铅房单独开机时，屏蔽体外各关注点处的剂量率见下表。

表 11-8 既有 X 射线探伤机运行期间各关注点的剂量率估算表

关注点	点位描述	X (mm)	B	R (m)	H' (μSv/h)	H (μSv/h)	线束类型	受照类型
a	铅房西北侧墙外 0.3m 处	4mm 铅	4.2×10^{-5}	1.5	0.0467	0.1334	漏射	职业
			1.3×10^{-5}	1.8	0.0867		散射	
b	铅房西南侧墙外 0.3m 处	5mm 铅	1.5×10^{-5}	1.5	0.0167	0.0320	漏射	职业
			1.2×10^{-6}	1.3	0.0153		散射	
c	铅房东南侧墙外 0.3m 处	7mm 铅	5.6×10^{-7}	1.5	0.2688	0.2688	主射	职业
d	铅房东北侧墙外 0.3m 处	5mm 铅	1.5×10^{-5}	1.3	0.0222	0.0375	漏射	职业
			1.2×10^{-6}	1.3	0.0153		散射	
e	铅房西南侧防护铅门外 0.3m 处	5mm 铅	1.5×10^{-5}	1.3	0.0222	0.0375	漏射	职业
			1.2×10^{-6}	1.3	0.0153		散射	
f	铅房顶板外 0.3m 处	4mm 铅	4.2×10^{-5}	1.7	0.0363	0.1335	漏射	/
			1.3×10^{-5}	1.7	0.0972		散射	
G	铅房西北侧控制台处	4mm 铅	4.2×10^{-5}	2.0	0.0263	0.0794	漏射	职业
			1.3×10^{-5}	2.3	0.0531		散射	
H	探伤工作区东北侧厂房外过道处	5mm 铅	1.5×10^{-5}	5.08	0.0015	0.0025	漏射	公众
			1.2×10^{-6}	5.08	0.0010		散射	
J	探伤工作区西南侧过道	5mm 铅	4.2×10^{-5}	2.38	0.0067	0.0112	漏射	公众
			1.3×10^{-5}	2.38	0.0047		散射	
M	探伤工作区东南侧工位	7mm 铅	5.6×10^{-7}	5.2	0.0224	0.0224	主射	公众

注：经过新建铅房（西北侧和东南侧墙体铅当量厚度合计约 22mm）的再次屏蔽后，L 点的受照剂量可忽略。

满足表 11-1 中根据《工业探伤室放射防护要求》（GBZ117-2022）得出的本项目各关注点的最高剂量率参考控制水平（Hc，max）要求。

2、职业照射和公众照射剂量估算

由式 11-13 估算各关注点的年附加有效剂量：

$$E = H \times 10^{-3} \times q \times h \times W_T \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (\text{公式 11-13})$$

式中：

H—关注点的剂量当量， $\mu\text{Sv/h}$ ；

E—关注点的附加有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

h—工作负荷，h/a；

q—居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16；

W_T —组织权重因数，全身为 1。

由于本项目中的两台 X 射线装置存在同时开机的情况，所以需要考虑到同时开机时对周围环境的叠加影响。对比项目中拟搬迁的 X 射线数字成像检测系统及其配套铅房的原环评报告中屏蔽体外关注点剂量率预测值及现场实际检测数据可知，原环评报告预测剂量率更为保守。因此，评价叠加的相应剂量率值选取原环评报告中的预测值，即既有 X 射线检测系统开机时，铅房周围关注点环境影响各参数取值见表 11-8。

由此估算的 X 射线检测系统运行期间铅房周围各关注点的年附加有效剂量见下表。

表 11-9 本项目 X 射线数字成像检测系统运行期间周围各关注点的年附加有效剂量估算表

关注点	点位描述	剂量当量 预测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作负荷(h/a)	居留因子	附加有效剂量预测结果 (mSv/a)		受照者类型
A	新建铅房西北侧墙外 0.3m 处	0.9684	1200	1	1.1620		职业
B	新建铅房西南侧墙外 0.3m 处	0.0645	1200	1/4	0.0194		公众
C	新建铅房东南侧墙外 0.3m 处	0.4896	1200	1	0.5875		职业
D	新建铅房东北侧墙外 0.3m 处	0.6872	1200	1	0.8246		职业
E	新建铅房西南侧铅门外 0.3m 处	0.0645	1200	1/4	0.0194		公众
F	新建铅房顶板外 0.3m 处	0.5830	1200	1/16	0.0437		/
a	既有铅房西北侧墙外 0.3m 处	0.1334	580	1	0.0774		职业
b	既有铅房西南侧墙外 0.3m 处	0.0320	580	1	0.0186		职业
c	既有铅房东南侧墙外 0.3m 处	0.2688	580	1	0.1559		职业
d	既有铅房东北侧墙外 0.3m 处	0.0375	580	1	0.0218		职业
e	既有铅房西南侧铅门外 0.3m 处	0.0375	580	1	0.0218		职业
f	既有铅房顶板外 0.3m 处	0.1335	580	1/16	0.0048		/
G	两铅房外中部控制台处	0.3418	1200	1	0.4102	0.4562	职业
		0.0794	580	1	0.0461		

$$C = Q_0 \cdot T_v / V \dots \dots \dots \text{（公式11-16）}$$

式中：

C ——室内臭氧浓度， mg/m^3 ；

Q_0 ——臭氧产额， mg/h ；

T_v ——臭氧有效清除时间， h ；

V ——铅房体积， 76.45m^3 ；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \dots \dots \dots \text{（公式11-17）}$$

式中：

t_v ——每次换气时间， h ；铅房换气次数5为次/ h ， t_v 取值0.2 h ；

t_a ——臭氧分解时间，0.83 h 。

根据以上公式可计算出，新建铅房内 O_3 的平衡浓度为 $0.1283\text{mg}/\text{m}^3$ ，低于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧1小时均值 $\leq 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值。

由于本项目中两台X射线探伤机会同时开机，所以评价保守按照铅房臭氧排放浓度叠加进行分析。由既有X射线检测系统的环评报告知既有铅房 O_3 的平衡浓度为 $0.0148\text{mg}/\text{m}^3$ 。两者叠加为 $0.1431\text{mg}/\text{m}^3$ ，低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准中臭氧1小时均值 $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值。

因此，本项目运行期产生臭氧对厂房周边大气环境影响轻微。

2、声环境影响分析

本项目射线装置工作场所使用的设备为低噪设备，运行时基本无噪声产生；工作场所的通排风系统设备运行时产生噪声，铅房所使用的通排风系统为低噪声节能排风机，其噪声源强低于60dB(A)，厂界噪声排放值小于60dB(A)。本项目仅在白天运行，噪声厂界排放值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准要求（昼间不高于65dB(A)），对项目所在区域声学环境影响轻微。

3、水环境影响分析

本项目X射线检测系统采用电脑成像，在检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生。辐射工作人员所产生的生活污水依托厂区污水处理设施处理后排入周边市政污水管网，对项目周边的地表水影响轻微。

4、固体废弃物影响分析

本项目X射线数字成像检测系统在运行时无生产固废产生,工作人员产生的少量生活垃圾纳入厂区生活垃圾收集系统,由环卫部门定期清运处理。

事故影响分析

1、事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-11 所示；

表 11-10 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危险结果
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡
重大辐射事故	射线装置导致 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、局部器官致残。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病，局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（从慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-12：

表 11-11 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、源项分析及可能发生的辐射事故分析

根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，X 射线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。

本项目涉及 2 台 X 射线探伤机，运行期间可能发生的辐射事故如下：

①X 射线探伤机在运行时，由于门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

②X 射线探伤机在检修、维护等过程中，检修维护人员在设备未断电的情况下进行检

③X 射线探伤机在运行时，由于门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，外部人员在探伤机运行状态误入铅房，受到不必要的照射。

本项目事故后果计算主要考虑有用线束对维修人员或周围公众的照射，由于本项目中两台 X 射线数字成像监测系统主出束方向均为定向，所以事故后果计算选取功率较大的 XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统（额定管电压 225kV，额定管电流 15mA）进行计算。假定在事故工况下，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探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用下式计算：

式中:

r ——参考点距 X 射线管焦斑的距离, m。

式中:

W_R ——辐射权重因素，求和为 1。

事故照射时间 人员与源项距离	1min	2min	3min	4min
0.5m	342.0	684.0	1026.0	1368.0
1m	171.0	342.0	513.0	684.0
2m	42.8	85.6	128.3	171.2

4、事故环境影响分析

由表 11-13 可知，在 X 射线检测系统事故情况下，X 射线直接照射到人员身上，误入人员在靠近射线头 0.5m 处停留 4min 时，其所受到的有效剂量为 1368.0mSv，远超 GB18871-2002 中公众年有效剂量限值（1mSv），根据表 11-12，辐射剂量为 1.35Gy 的情况下，急性放射病发生率为 70%，本项目事故情况下，人员所受有效剂量最高达 1368.0mSv，高于急性放射病 70% 的发生率，所受危害构成较大辐射事故。随着事故误照射时间的延长，人员可能受到更大事故剂量照射，甚至发生更大辐射安全事故。

根据辐射事故危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-14。

表 11-13 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线检测系统 (XYD-225 型)	X 射线	X 射线超剂量照射	事故状态下导致有效剂量最大为 1368.0mSv，可导致 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

综上所述，若本项目发生事故，其事故等级可能达到较大辐射事故。建设单位需要加强管理，杜绝此类事故的发生。

5、事故防范措施

为了杜绝上述事故的发生，要求建设单位应严格执行以下风险预防措施：

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（2）建设单位已制定《X射线探伤机操作规程》，须做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在无损检测作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员应严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

（3）定期检查 X 射线探伤机的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保安全联锁装置正常运行。每月对 X 射线探伤机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需及时更换。

（4）加强辐射工作人员的管理。所有辐射工作人员需参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，并考核合格持证上岗。加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

（5）加强控制区和监督区管理，在 X 射线探伤机运行期间，加强对监督区公众的管理，

限制公众在监督区长期滞留。

(6) 制定事故应急预案，并定期组织员工培训及应急演练，提高紧急状态下应变能力。

(7) 当全年个人剂量超过 5mSv 时，应上报四川省生态环境厅。建设单位需进行原因调查并最终形成正式文件时，经本人签字确认后上报发证机关。

6、事故应急措施

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 事故发生时，设备操作人员应立即切断 X 射线机的工作电源

(2) 一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报至当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告

(3) 事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

(4) 迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障,则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

(5) 事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

7、辐射事故影响评价小结

评价认为，项目单位按相关规定和本环评要求，做好事故防范及预防措施，制定并定期演练具有可操作性和可行性的《辐射事故应急预案》之后，本项目发生的辐射事故风险将受到控制，其事故影响是可接受的。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据国家环境保护部第18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定要求：建设单位需设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有一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。

本项目建设单位已成立有负责单位辐射安全与防护管理的组织机构—辐射安全防护领导小组。辐射防护领导小组全面负责辐射安全防护管理工作，小组成员由项目建设单位领导和辐射工作人员组成。

本项目辐射安全领导小组的主要职责有：

- （一）负责国家有关辐射安全方面的法律、法规 and 政策的宣传、贯彻。
- （二）领导公司辐射安全管理工作，为辐射安全工作提供必要的人力、财力和物质保障，负责公司辐射安全的重大决策。
- （三）负责对公司的辐射安全工作进行布置、检查和考核。
- （四）负责对公司辐射重大事件的决策和处理。

辐射安全管理

1、辐射安全管理基本要求、辐射安全措施及辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第3号令）、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》、《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）等文件中关于使用射线装置单位条件的相关规定，对本项目建设单位射线装置使用 and 安全管理综合能力逐一对比分析，具体情况如下。

- （1）、与环保部令第3号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第3号）“第十六条”对比，建设单位具备的辐射安全管理基本情况见下表。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	建设单位落实情况	本项目拟改进措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证。	建设单位拟在完成环评手续后，及时申请辐射安全许可证变更。	/
2	使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；	机构已设置，已明确相应职责。	/
3	从事辐射工作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。	辐射工作人员均已持证上岗。	/
4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	现有辐射工作场所辐射安全措施基本完善。拟参照既有铅房对新建铅房配置相应辐射安全措施。	定期检查辐射安全设施设备，确保运行良好。
5	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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	已配备相应防护用品和监测仪器，并定期开展检定工作。	新增 1 台个人剂量报警仪
6	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	制度已制定。	/

(2)、本项目涉及Ⅱ类射线装置的使用，依据生态环境部（国家核安全局）发布的《NNSA HQ-08-JD-IP-024 Ⅱ类非医用 X 线装置监督检查技术程序》监督检查要求，与本项目实际情况进行对照，四川航空工业川西机器有限责任公司辐射安全管理措施及规章制度执行情况见下表。

表 12-2 项目辐射安全措施对照分析表

序号	检查内容		执行情况		备注
			搬迁铅房	新建铅房	
1*	A 场所设施 (固定式)	入口处电离辐射警告标志	已配备	设计	/
2*		入口处机器工作状态显示	已配备	设计	/
3		隔室操作	已配备	设计	/
4		迷道	/		/
5*		防护门	已配备	设计	/
6*		控制台有钥匙控制	已配备	设计	/
7*		门机连锁系统	已配备	设计	/
8*		照射室内监控设施	已配备	设计	/
9		通风设施	已配备	设计	/
10*		照射室内紧急停机按钮	已配备	设计	/
11*		控制台上紧急停机按钮	已配备	设计	/
12*		出口处紧急开门开关	已配备	设计	/
13*		准备出束声光提示	已配备	设计	/
18*	C 监测设备	便携式辐射监测仪	已配备		/
19*		个人剂量报警仪	已配备		新增 1 个
20*		个人剂量计	已配备		/
21	D 应急物资	灭火器材	依托厂房消防设施		/

注：第 14 至 17 项为移动式场所辐射安全措施，与本项目无关，不在本表格中列出。

表 12-3 建设单位辐射安全管理规章制度对照分析表

检查项目		建设单位落实情况	本项目拟改进措施
综合	辐射安全管理规定	已制定《辐射安全管理制度》。	场所建设完成后张贴上墙
	操作规程	已制定《设备安全操作规程》。	场所建设完成后张贴上墙
	非固定场所使用的管理规定	已制定《辐射防护和安全保卫管理制度》。	/

	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	已制定《辐射防护设施设备维护维修管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》。	场所建设完成后张贴上墙
监测	监测方案	已制定《辐射工作场所监测方案》	/
	监测仪表使用与校验管理制度	已制定《监测仪表使用与校验管理制度》	
人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定《辐射工作人员培训制度》。	/
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员健康和个人剂量管理制度》。	/
应急	辐射事故应急预案	已制定《辐射事故应急预案》	每年要对事故应急方案进行一次全面演练，检验应急方案的可行性、可靠性、可操作性，并不断地完善事故应急方案。

根据表 12-1、表 12-2、表 12-3 分析内容，建设单位已建立起较完善的辐射安全规章制度，但还有待进一步完善。因此，建设单位应按以下要求对制定的规章制度进行完善：①指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况；②应定期对射线装置操作人员进行培训，强化操作人员的辐射安全意识。

2、辐射工作人员

（1）辐射安全培训

本项目配置 2 名辐射工作人员 2 人，2 人均已取得辐射安全与防护培训证书。

根据《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）：“自 2020 年 1 月 1 日起，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‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

（2）职业人员的个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，建设单位制定了个人剂量管理制度，定期组织辐射工作人员进行个人剂量监测；放射工作人员上岗期间，必须佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互传借，不允许将个人剂量计带出项目建设单位，个人剂量档案应终生保存；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

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报告上签字确认；

②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文件时，经本人签字确认后上报发证机关。

项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立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、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。

（3）职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应进行岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。

从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。项目单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

综上所述，环评认为，在项目单位按要求对本项目辐射工作人员进行培训考核、职业健康检查和个人剂量监测等管理后，其配置的辐射工作人员是满足要求的。

3、射线装置台账管理

项目建设单位已制定射线装置台账制度，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度。

4、档案资料

项目建设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。

（1）根据《四川省环境保护厅关于印发<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），档案资料应按以下八个大类分类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查纪录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”。

5、辐射安全与防护措施

本项目铅房拟配置完善的辐射安全与防护措施，屏蔽体厚度满足国家标准规范中的剂量率要求。铅房进出铅门及四周墙体外拟设置醒目的电离辐射警告标志，探伤工件出入口、人员出入口均具有工作状态显示、声光报警等警示措施。

本项目辐射工作场所已合理分区为“控制区”与“监督区”，并设置相应有效的安全联锁、视频监控和报警装置。

建设单位应通过查阅年度监测报告和自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。同时，也应通过定时的检查、维护，确保配置的安全联锁、视频监控和报警装置的有效性。

6、“三废”处理

本项目无放射性“三废”产生。本项目使用的射线装置所产生的臭氧废气获得有效处理，对周边环境影响轻微。项目运行期间工作人员产生的少量生活污水和生活垃圾均可获得有效处置。

7、个人防护设备及剂量监测仪器

辐射工作人员配置有个人剂量计及个人剂量报警仪（见环保投资一览表）；配置便携式 X- γ 监测仪 1 台用于日常辐射监测管理。项目建设单位要求放射工作人员工作期间必须按照规定佩戴个人剂量计，未佩戴个人剂量计的工作人员不得上岗。

8、监测和年度评估

建设单位已安排射线装置工作场所的日常辐射监测。见“辐射监测”章节。

根据《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）要求：建设单位应于每年1月31日前，网络提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

9、辐射事故应急管理

项目建设单位制定了辐射事故预防措施及应急处理预案，包括了应急机构的设置与职责、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障。环评要求项目建设单位制定的辐射事故应急预案应按照中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第四十三条辐射事故应急预案规定完善。修改后的预案应满足本项目在运行期间可能发生辐射事故的应急需要，且要具有针对性和可操作性。

10、辐射信息网络

项目建设单位应在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址:<http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申请登记。

建设单位申领、延续、变更许可证，新增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。

辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所的监测。本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

（1）个人剂量监测

本项目配置2名辐射工作人员，并配置个人剂量计。建设单位需将个人剂量计定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并根据原四川省环境保护厅“四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲”（川环函[2016]400号）做好个人剂量管理工作，建设单位须制定个人剂量管理制度，辐射工作操作人员须配备个人剂量计，并建立个人剂量档案，终生保存。

根据检查大纲的要求：①项目建成投运后，加强检测管理和辐射工作操作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作操作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到专人专戴，做到定期送检；②建立个人剂量档案，个人剂量档案终身保存；③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操作人员进行干预，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；当年个人剂量超过5mSv时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

（2）工作场所监测

①监测项目：X- γ 辐射剂量率；

②监测布点及数据管理：1）操作人员位置；2）铅房门外30cm离地面高度为1m处，门的左侧中部、中部以及右侧中部3个点位和四周门缝中部各1个点位；3）铅房墙外30cm离地面高度为1m处，每个墙面从左至右平均分布3个点位；4）铅房屋顶外30cm处在“长”方向上从前往后平均分布3个点位；5）探伤工作区四面边界各1个点位；6）邻近监督区边界，距离探伤机50m范围内，有人群聚集或人员活动较多的区域，每个区域设置1-2个点位。监测数据应记录完善并签字确认，将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查；

③监测频度：建设单位应委托有监测资质单位至少每年监测1次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；建设单位每季度应自行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

④监测质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用有监测资质单位的监测数据与建设单位的监测仪器的监测数据进行对比，建立监测仪器对比档案。制定辐射环境

监测管理制度。

⑤年度监测: 建设单位须委托有监测资质单位对本项目X射线检测系统工作场所进行年度监测, 年度监测内容应包括所有射线装置工作场所X- γ 辐射剂量率监测, 监测报告附录到年度自查评估报告中, 并于每年1月31日前通过全国核技术利用辐射安全申报系统 (<http://rr.mee.gov.cn/login.jsp>) 提交。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》要求, 建设单位应做好监测记录档案保存工作。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：X 射线实时成像系统（新增、变更）

建设单位：四川航空工业川西机器有限责任公司

建设地点：四川省雅安市名山片区园区大道 186 号公司厂区内新建厂房 19 号厂房内中部偏东北侧

建设性质：改建、扩建

建设内容及规模：

四川航空工业川西机器有限责任公司拟在公司厂区 19 号厂房内中部偏东北侧区域设置一块探伤工作区，探伤工作区建筑面积为 148m²。区域的东南侧安置本次搬迁铅房，西北侧安置本次新建铅房。

（1）搬迁铅房

拟将厂区 3 号厂房外西南侧检测室中现有的 1 套 X 射线数字成像检测系统整体搬迁至 19 号厂房探伤工作区的东南侧。该系统由 1 台 nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机、配套铅房及控制台等构成。nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机额定电压为 160kV、额定电流为 3mA。搬迁后，主射束方向为定向朝东南侧。

本次搬迁不改变铅房原有屏蔽体结构及屏蔽设计。搬迁铅房外部尺寸为长 9.0m×宽 2.7m×高 2.9m，净空尺寸长 8.8m×宽 2.5m×高 2.8m。铅房采用模块化设计，四面及上方屏蔽采用钢制龙骨、外包铝塑板，中间夹不同厚度铅板的方式，整体采用沟槽嵌入地面的方式以防止射线泄漏。铅房东南侧墙体防护铅当量为 7mm，西北侧墙体与顶板防护铅当量为 4mm 铅当量，东北侧和西南侧墙体防护铅当量为 5mm。工件进出大门位于铅房西南侧，防护铅当量为 5mm。因无地下室，故地板不考虑辐射防护。

（2）新建铅房

拟在 19 号厂房探伤工作区的西北侧新建 1 套 X 射线数字成像检测系统。该系统由 1 台 XYD-225 型定向 X 射线探伤机、配套铅房及控制台等构成。XYD-225 型定向 X 射线探伤机额定电压为 225kV、额定电流为 15mA，主射束方向为定向朝东南侧。

新建铅房外部尺寸为长 11.20m×宽 3.00m×高 2.62m，净空尺寸长 11.0m×宽 2.78m×高 2.50m。铅房四面及顶板、工件进出门防护门均采用钢-铅-钢夹层结构，整体采用沟槽嵌

入地面的方式以防止射线漏射。铅房东南侧墙体防护铅当量为 14mm，西北侧、东北侧墙体以及顶板的防护铅当量为 8mm，西南侧墙体防护铅当量为 10mm。因无地下室，故不地板不考虑辐射防护。

上述两套 X 射线数字成像检测系统均用于对工业零部件焊缝进行探伤，不涉及野外及室外探伤。两套系统均采用电脑数字成像，不涉及洗片作业。其中 nXiDR-S160CB 型定向 X 射线探伤机年有效出束时间不超过 580 小时，XYD-225 型定向 X 射线探伤机年有效出束时间不超过 1200 小时。

本项目两套 X 射线数字成像检测系统情况见下表。

表 13-1 本项目射线装置情况一览表

名称	型号	主要技术参数	投射类型	射线装置种类	数量	使用场所	备注
X 射线探伤机	nXiDR-S160CB 型	160kV， 3mA	定向朝东南侧	Ⅱ类	1 台	19 号厂房探伤工作区东南侧铅房	搬迁
X 射线探伤机	XYD-225 型	225kV， 15mA	定向朝东南侧	Ⅱ类	1 台	19 号厂房探伤工作区西北侧铅房	新增

项目总投资 185 万元，其中环保投资 100.8 万元，占总投资 54.5%。

2、产业政策符合性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2021 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、**质量认证和检验检测服务**、科技普及”，项目符合国家当前的产业政策。

3、选址及总平面布置合理性

本项目所在厂房已取得雅安市生态环境局关于《受油装置等机载产品产能提升项目环境影响报告表》的批复，文号为：雅市环审[2022]48 号，厂房整体项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为厂房整体项目的配套建设项目，不另行新征用地，不涉及新建、扩建建筑，项目是在拟规划建设 19 号厂房内规划一片区域作为探伤工作区。且探伤工作区内设有专用铅房进行辐射防护屏蔽。经预测分析，无损检测作业期间 X 射线探伤机产生的 X 射线经铅房屏蔽后，对职业人员和周边公众的辐射影响轻微。因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

本项目铅房布置所在工作区拟设置醒目的警示标识，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，铅房的平面布置既便于厂区

各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

4、区域环境质量现状评价结论

新建场所：项目拟建场址周围环境 X- γ 辐射剂量率监测值为 52.1nSv/h~85.8nSv/h，经修正后环境 γ 辐射剂量率为 40.82nGy/h~67.21 nGy/h，与《2022 年全国辐射环境质量报告》中发布的四川省监测数据（ γ 辐射空气吸收剂量率年均值范围 61.9~151.8nGy/h）相比较，在天然贯穿辐射水平波动范围内，属正常环境本底水平。

现有场所：射线装置运行出束时，各监测点位的环境 X- γ 辐射剂量率范围为 52.1nSv/h~66.8nSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求；未出束时，各监测点位的环境 X- γ 辐射剂量率范围为 37.0nSv/h~57.4nSv/h，经修正后环境 X- γ 辐射剂量率范围为 29.0nGy/h~44.5nGy/h，与《2022 年全国辐射环境质量报告》中发布的四川省监测数据（ γ 辐射空气吸收剂量率年均值范围 61.9~151.8nGy/h）相比较，在天然贯穿辐射水平波动范围内，属正常环境本底水平。

5、正常运行工况下的辐射影响分析

本项目新建铅房各屏蔽体理论计算厚度均小于实际设计厚度；搬迁铅房为整体搬迁，不改变铅房原有屏蔽体结构及屏蔽设计。通过对工作人员和公众辐射剂量的估算，X射线经过铅房屏蔽减弱后，其对工作人员和公众所致的最大辐射剂量均小于本报告表确定剂量约束值（工作人员5mSv/a，公众0.1mSv/a）。因此，本项目运行期间X射线装置对环境的辐射影响是可以接受的。

6、辐射事故影响评价分析

经预测，假若本项目发生辐射事故，事故等级可能达到较大辐射事故。评价认为，项目单位按相关规定和本环评要求，做好事故防范及预防措施，制定并定期演练具有可操作性和可行性的《辐射事故应急预案》之后，本项目发生的辐射事故风险将受到控制，其事故影响是可接受的。

7、射线装置使用与安全管理的能力分析

建设单位安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。通过完善环评要求的各项措施和补充完善相关辐射安全管理制度后，评价

认为四川航空工业川西机器有限责任公司具有使用Ⅱ类射线装置的能力。

8、项目环境可行性结论

本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布置合理，采取辐射防护措施技术可行，措施有效。在严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众照射剂量满足国家规定的年有效剂量限值和本评价采用的剂量约束值。评价认为，**本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。**

9、项目竣工环境保护验收要求

本项目建成后，四川航空工业川西机器有限责任公司（以下简称公司）应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

公司是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于2017年12月1日上线试运行，网址为<http://47.94.79.251>。建设单位可以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/hbysjsjgf/>），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。本工程竣工环境保护验收一览表见下表。

表 13-2 项目竣工验收检查内容一览表

项目	类别	设施（措施）	备注
nXiDR-S160 CB型X射线 数字成像系 统	辐射屏蔽措施	铅房1座（净空尺寸为长8.8m×宽2.5m×高2.8m，屏蔽防护铅板采用钢制龙骨、外包铝塑板，中间夹不同厚度铅板的方式。铅房内搬迁的探伤机主射方向为固定朝向东南侧，铅房东南侧墙体防护铅当量为7mm 铅当量、西北侧墙体和顶板的防护铅当量为4mm、东北侧和西南侧墙体防护铅当量为5mm、工件进出门设置在铅房西南侧，防护铅当量为5mm。）	搬迁
	安全设置	门-机连锁装置1套	搬迁
		门-灯连锁装置1套	搬迁
		工作状态指示灯	搬迁
		视频监控系统1套（4个摄像头）	搬迁
		准备出束音响装置1套	搬迁
		紧急开门装置1套（1个）	搬迁
		紧急止动按钮1套（5个按钮）	搬迁
		电离辐射警告标志（若干）	搬迁
	通排风系统	通排风系统1套	搬迁

XYD-225 型 X 射线实时 成像系统	辐射屏蔽措施	铅房 1 座（净空尺寸为长 11.0m×宽 2.78m×高 2.5m，铅房四面及上方屏蔽防护墙体采用钢-铅-钢夹层结构，整体采用沟槽嵌入地面的方式以防止射线漏射。铅房内新增使用的探伤机主射方向为固定朝向东南侧，东南侧墙体防护铅当量为 14mm，西北侧、东北侧以及顶板的防护铅当量为 8mm，西南侧墙体的防护铅当量为 10mm，工件进出门设置在铅房西南侧，防护铅当量为 10mm。）	新建。
	安全装置	门-机连锁装置 1 套	新建
		门-灯连锁装置 1 套	新建
		工作状态指示灯 1 套	新建
		视频监控系统 1 套	新建
		出束声光报警装置 1 套	新建
		紧急开门装置 1 套（1 个）	新建
		紧急止动按钮 1 套（6 个按钮）	新建
		电离辐射警告标志（若干）	新建
	通排风系统	通排风系统一套	新建
探伤工作区		面积为 148m ²	新建
监测设备	便携式 X-γ 监测仪 1 台		搬迁
	个人剂量计 2 个		已有
	个人剂量报警仪 2 个		已有 1 个，需新增 1 个。
管理制度		各项规章制度包括：辐射安全管理规定、操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、剂量管理制度、监测方案、射线装置台账、监测仪表使用与校验管理制度等	已有

建议

定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善事故应急预案。