

P20200102000002-非密



2/2-1/1

核技术利用建设项目

兰州万里航空机电有限责任公司 工业用 X 射线探伤装置项目环境影响报告表

兰州万里航空机电有限责任公司

二〇二〇年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

兰州万里航空机电有限责任公司

工业用 X 射线探伤装置项目环境影响报告表

建设单位名称：兰州万里航空机电有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：甘肃省兰州市安宁区万新路 71 号

邮政编码：730000

联系人：陈敏

电子邮箱： /

联系电话：13893388291

打印编号: 1577171794000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	c9i636		
建设项目名称	兰州万里航空机电有限责任公司工业用X射线探伤装置项目		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	兰州万里航空机电有限责任公司		
统一社会信用代码	91620000760910118C		
法定代表人（签章）	晁世元		
主要负责人（签字）	陈敏		
直接负责的主管人员（签字）	陈敏		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	甘肃核创环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91620100MA719D89XE		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
王牛军	201905035210000008	BH021047	王牛军
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王牛军	全文本编制	BH021047	王牛军

表 1 项目基本情况

建设项目名称		兰州万里航空机电有限责任公司 工业用 X 射线探伤装置项目环境影响报告表			
建设单位		兰州万里航空机电有限责任公司			
法人代表	晁世元	联系人	陈敏	联系电话	13893388291
注册地址		甘肃省兰州市安宁区万新路 71 号			
项目建设地点		兰州万里航空机电有限责任公司 4 号试验厂房内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		235.5	环保投资 (万元)	91.86	投资比例 39.0%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

1.1 建设单位简介

兰州万里航空机电有限责任公司（以下简称建设单位）是我国“一五”期间与苏联签订的第二批援华项目之一。始建于 1956 年，是我国航空工业在航空机载电机电器、电动机构、机载计算机和机外照明领域的科研生产专业厂。公司占地面积 17 万平方米，拥有员工 1500 余人，科技人员占职工总数的 35%以上。设有航空电子及电传动技术中心（研发机构）；具有工模具、计量检测、机械加工、热处理、表面处理、锻造、塑橡胶等加工手段。公司建立了符合国际标准的质量保证体系，取得 GJB/Z9001 质量体系认证证书、国家二级保密资格、军工产品生产许可证、列入解放军总装备部装备生产单位名录等资质。公司是国内早将 LED 光源应用于飞机机外照明的航空企业；建有光电测试实验室和 LED 封装实验室，先后研制生产包括航行灯、编队灯、尾灯、防撞灯等飞机

照明产品。

1.2 本期建设内容和规模

兰州万里航空机电有限责任公司位于甘肃省兰州市安宁区万新路 71 号。本期在 4 号试验厂房质量保障部检测间内新建铅房一座(内尺寸:长 2.1m×宽 1.7m×高 2.15m),项目配有控制台等辅助工程,新增一台工业用 X 射线探伤装置(最大管电压 450kV,最大管电流 3.3mA,出束方向为定向朝左,属于 II 类射线装置,用于无损检测。根据射线装置分类中对自屏蔽工业探伤机理解的回复(环保部 2018 年 2 月 12 日):自屏蔽式 X 射线探伤装置应同时具备以下特征:①屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造,具有制式型号和尺寸;②屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下,人员接近时无需额外屏蔽;③在任何工作模式下,人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内。由于本项目不满足③,故本项目不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置的范围,应界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”,按照 II 类射线装置管理。

本项目铅房拟采购自兰州瑞奇戈德测控技术有限公司,目前铅房主体结构已安装完成,铅房设计如下:

防护铅房采用钢-铅-钢三层防护结构,用矩形管、槽钢焊接成铅房型钢框架,各面铅板内外均覆 2mm 钢板后用沉头螺钉紧固在型钢框架内部,各面铅板相互搭接,四周墙角拼接缝及地脚处均采用 12 mm 厚折角铅板做防护,紧固螺钉尾部用铅帽覆盖。铅房内尺寸长 2.1m×宽 1.7m×高 2.15m。铅房各面铅板厚度为:主射面(左面)58mm,前面(含铅门)、后面及顶面 40mm、右面及底面 35mm。铅门设计电动地轨式平移开启,宽 0.8m×高 1.7m,采用凹凸台迷宫结构保证防护要求。铅房出线口采用 40mm 厚“L”型铅防护罩。铅房顶部设有通风口,采用轴流式风机通风(风机直径不小 150mm,风量不小于 150 m³/h,换气次数不小于 20 次/h),通风口采用 40mm 厚铅罩进行屏蔽防护,建设单位拟在铅房通风口处连接排风软管,将排风软管用托架进行支撑,在检测间门侧上端墙壁进行开孔,将排风软管引出延伸至高出房顶 1m 排放。备自带控制台,无需单独设置控制室。铅房外观见图 1-1,铅房内部结构见图 1-2。

本项目建成运行后,质量保障部已有的 3 台探伤装置(II 类射线装置)作为应急装置,在本项目探伤装置无故障状态下不开展检测工作。

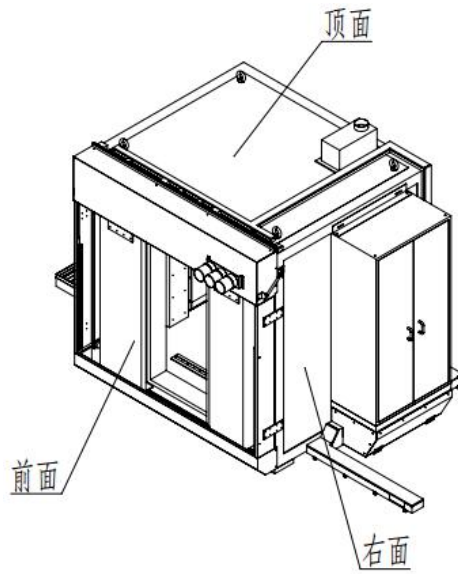


图 1-1 铅房示意图

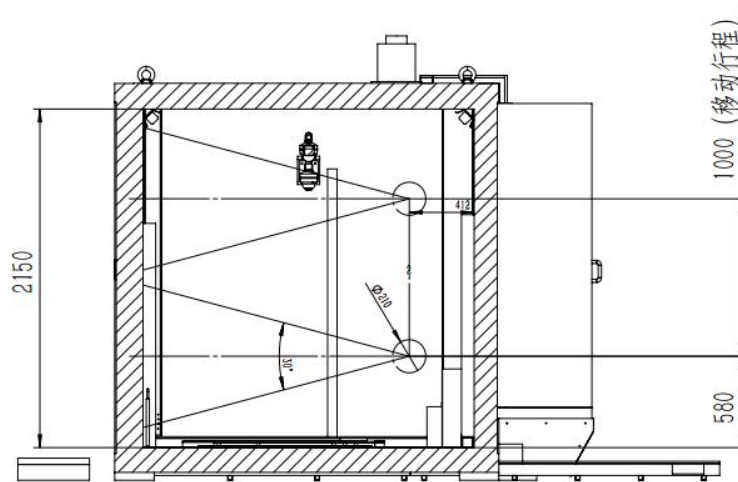


图 1-2 铅房内部结构图

本次环评探伤装置具体参数见表 1-1。

表 1-1 本次环评探伤装置一览表

序号	装置名称	型号	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	类别	装置数量	生产厂家	安装地点	备注
1	工业用 X 射线探伤装置	R.DR 80-Part	450	3.3	II 类	1	兰州瑞奇戈德测控技术有限公司	4 号试验厂房检测间内	拟购

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 本项目组成及主要环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题
----	---------	-----------

		施工期	运营期
主体工程	新增使用 1 台型号为 R.DR80-Part 的工业用 X 射线探伤装置，额定管电压为 450kV，额定管电流为 3.3mA，出束方向为定向朝左，属于 II 类射线装置。该装置自带铅房防护，铅房内尺寸长 2.1m×宽 1.7m×高 2.15m，采用钢-铅-钢三层防护结构。铅房各面铅板厚度为：主射面（左面）58mm，前面（含铅门铅板）、后面及顶面 40mm、右面及底面 35mm。铅门设计电动地轨式平移开启，宽 0.8m×高 1.7m，采用凹凸台迷宫结构保证防护要求。铅房出线口采用 40mm 厚“L”型铅防护罩。铅房顶部设有通风口，采用轴流式风机通风（风机直径不小于 150mm，风量不小于 150 m ³ /h，换气次数不小于 20 次/h），通风口采用 40mm 厚铅罩进行屏蔽防护，建设单位拟在铅房通风口处连接排风软管，将排风软管用托架进行支撑，在检测间门侧上端墙壁进行开孔，将排风软管引出延伸至高出房顶 1m 排放。	铅房为成套产品，无土建或装修施工影响，通风管道通过厂房房顶会产生施工噪声、扬尘、固体废弃物等；X 射线探伤装置调试期间会产生 X 射线和少量臭氧及氮氧化物。	X 射线、臭氧及氮氧化物
辅助工程	控制台（设备自带）		/
公用工程	配电、供电等，两名工作人员生活废水依托建设单位污水处理系统，生活垃圾经现有设施收集后，由环卫部门统一清运。		/
办公及生活设施	办公用房（依托 4 号实验厂房主体工程）		生活废水，生活垃圾

本项目主要设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数表

型号		R.DR80-Part
输出	X 射线额定管电压	450kV
	X 射线额定管电流	3.3mA
射线管	焦点尺寸	0.4mm/1.0mm
	辐射角	30°
工件距离源点的距离		646mm
铅房屏蔽材料及厚度		采用钢-铅-钢三层防护结构。铅房各面铅板厚度为：主射面（左面）58mm，前面（含铅门铅板）、后面及顶面 40mm、右面及底面 35mm；铅房出线口采用 40mm 厚“L”型铅防护罩；通风口采用 40mm 厚铅防护罩
工作方式		连续工作

靶头过滤片的厚度及材料	3mm Al
-------------	--------

1.3 核技术应用项目的任务和由来

本项目的建设主要用于飞机零件的精密制造。

核技术应用项目会对周围环境带来一定程度的电离辐射影响。因此，在合理利用核技术的同时，必须重视其对环境的影响。根据《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》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《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，国务院第 709 号令修改）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，环境保护部令第 47 号修改）的规定和要求，本项目在建设前须进行环境影响评价。按照《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目 X 射线探伤装置属于 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，使用 II 类射线装置应该编制环境影响报告表，报省、自治区、直辖市人民政府环境保护行政主管部门审查批准。

建设单位于 2019 年 7 月委托甘肃核创环保科技有限公司进行本项目环境影响报告表的编制工作，见附件 1。评价单位通过对本项目进行现场调查，同时委托有资质的甘肃秦洲核与辐射安全技术有限公司对本项目所处区域开展 X/γ 辐射剂量率本底监测，在查阅设计资料的基础上，从辐射防护的角度评价项目的可行性，并结合本项目的辐射危害特征，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的要求，编制了本环境影响报告表。

1.4 工作人员及工作制度

（1）人员配置：本项目拟配备 2 名工作人员，均为建设单位原有辐射工作人员。该 2 名工作人员均持有辐射安全与防护培训合格证书，并定期进行个人剂量检测。

（2）工作制度：每天工作 8 小时，每年工作 250 天，实行白班单班制。

本项目建成运行后将代替质量保障部原有 X 射线探伤机进行探伤工作，原 X 射线探伤机年探伤次数约 800 次，每次探伤时间不到 1min，保守按 1min 计，则本项目运行后年工作时间为 13.3h。

1.5 项目周边环境概述

（1）建设单位外环境关系

兰州万里航空机电有限责任公司位于甘肃省兰州市安宁区万新路 71 号。九州通东路以南，金万新北路以西，兴安路以北，土地使用性质为工业用地。建设单位地理位置

见图 1-3。

(2) 本项目所在建筑物外环境关系

本项目拟建于建设单位 4 号试验厂房检测间内，4 号试验厂房为单层建筑。厂房东侧依次为厂区绿化带、厂区内道路及空地，约 35m 处为 17#、18# 厂房；西侧依次为厂区绿化带、厂区内道路，约 20m 处为机加中心厂房；南侧约 10m 处为试验分厂环境试验工段间；北侧约 20m 处为 14# 变电站；西南方向约 20m 处为试验厂房；东南方向为厂区内道路及绿化带；西北方向约 28m 处为 1A 厂房；东北方向约 40m 处为 16# 楼。项目所在建筑物外环境关系见图 1-4。

(3) 本项目外环境关系

本项目东侧为过道和物理试验间；西侧为厂区内道路；南侧为化学分析室；北侧为已建探伤工作区。

本项目外环境关系见图 1-4，工作场所布局及 50m 内环境关系见图 1-5。

综上所述，本项目 50m 范围内无自然保护区、文物保护、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点等制约因素，所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此该项目选址是合理的。

1.5.2 项目平面布局及合理性分析

从图 1-4 可以看出，本项目所在位置与 4 号实验厂房其它区域相对独立，辐射防护区域划分比较容易，便于管理。同时，控制台设置在铅房右前方，距离铅房约 1.8m，利于辐射工作人员的保护。

总体看来，本项目有独立、固定的辐射场所及其配套的控制台。辐射场所与周围各单元间分隔明确，不相互穿插。辐射场所为工作人员设有独立的进出口，即可方便工作人员进出，又利于辐射防护。同时，也可满足生产的要求。因此，从辐射安全与防护的角度来看，本项目平面布局是合理的。

1.5.3 与周边环境的相容性分析

本项目拟配置的工作人员利旧，工作人员产生的生活废水依托建设单位污水处理系统，生活垃圾经现有设施收集后，由环卫部门统一清运。且本项目建设不占用建设单位消防通道和内部公共设施，与建设单位内部原有布置及周围环境相容。

1.6 实践正当性分析

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，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所不能及的诊断效果，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，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) 射线装置的检修及管理的失误可能会造成的一般辐射安全事故。

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。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

1.7 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）相关规定，属于该指导目录中允许类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

1.8 建设单位原核技术应用项目许可情况

(1) 辐射安全许可证

建设单位于 2019 年 8 月 11 日取得由甘肃省生态环境厅核发的辐射安全许可证，证书编号为甘环辐证[A1903]，种类和范围为：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置，有效期至 2024 年 1 月 7 日。目前建设单位在用Ⅱ类射线装置 3 台，Ⅲ类射线装置 1 台，详见表 1-4。

表 1-4 已有射线装置一览表

序号	装置名称	型号	类别	装置数量	活动类别	使用部门
1	X 射线检测装置	XXG-1605	Ⅱ类	1	使用	质量保障部
2	X 射线检测装置	XXG-2505	Ⅱ类	1	使用	质量保障部
3	X 射线检测装置	XXG-3005	Ⅱ类	1	使用	质量保障部
4	X 射线检测装置	GEX	Ⅲ类	1	使用	装备厂房内

(2) 建设单位已有的 3 台Ⅱ类射线装置于 2011 年 6 月 15 日取得原甘肃省环境保

护厅核发的建设项目环境影响报告表批复文件（甘核表〔2011〕16号），并与2018年完成建设项目竣工环境保护验收；已有的1台III类射线装置于2018年3月26日完成建设项目环境影响登记表备案（备案号：201862010500000028）。

（3）近期核技术应用活动变更及履行环保审批情况

建设单位辐射安全许可证延续及法人变更申请已完成相关审批手续，并与2019年8月11日取得新的辐射安全许可证。

1.8 建设单位原核技术应用项目运行情况

（1）建设单位已有X射线探伤装置作业过程中所产生的洗片废水及感光材料均集中收集暂存，定期委托甘肃省危险废物处置中心收储。

（2）建设单位现有辐射工作人员5人（含管理1人），均于2017年8月参加了甘肃省核与辐射安全中心举办的核与辐射安全与防护初级培训班，并通过考核，持证上岗。本项目2名检测人员从该5人中调配。

（3）建设单位委托第三方检测机构定期对5名辐射工作人员进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案，近1年检测数据显示该5名辐射工作人员个人有效剂量满足职业人员5mSv/a剂量约束限值的要求。

（4）2018年，建设单位委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司甘肃分公司对辐射工作场所进行检测，（QZJCGS-2018-E096）号检测报告显示，已有辐射工作场所均未出现剂量率超标的情况。

（5）针对“关于对兰州万里航空机电有限责任公司辐射安全现场检查情况的反馈意见（甘核辐环发【2018】156号文件）的要求”，建设单位根据要求积极整改，并于当年已提交整改情况说明文件。

（6）根据相关文件的规定，结合公司实际情况，建设单位已制定相对完善的管理制度和操作规程，包括《关于成立辐射安全与环境保护管理办公室的通知》、《辐射安全防护办法》、《辐射工作人员岗位职责》、《X射线探伤设备操作规程》、《设备维护保养制度》、《辐射安全防护措施制度》、《辐射工作场所和个人剂量监测制度》及《辐射事故应急预案》等。另外，公司编制了《2018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》，并报送上级环保主管部门。经建设单位证实，自从使用射线装置以来未发生过辐射事故。

1.9 评价目的

- (1) 对本项目周围区域辐射环境现状进行监测，掌握区域辐射环境本底水平。
- (2) 预测项目在运行过程中对工作人员、公众以及周围环境造成的辐射影响。
- (3) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门管理提供依据。
- (4) 对不利影响和存在的问题提出防治和整改措施，把辐射影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。
- (5) 通过项目环境影响评价，为建设单位环境和人身保护及辐射环境管理给予技术支持。

2.0 环保投资一览表

本项目总投资为 235.5 万元，环保投资 91.86 万元，环保投资占总投资比例为 39.0%。

表 1-4 环保投资一览表

名称		设施与器材	投资金额 (万元)
X 射线探伤装置	屏蔽措施	铅房 1 座 (新增)	88.7
	安全装置	门机连锁装置 1 套 (铅房自带)	/
		门灯连锁装置 1 套 (铅房自带)	/
		紧急制动装置 1 个 (控制台自带)	/
		视频监控系统 1 套 (铅房自带)	/
		电离辐射警示标志 (铅房自带)	/
		工作状态指示灯声光报警装置 1 套 (铅房自带)	/
	废气处理	通风系统 (设备自带, 需在通风口衔接管道并延伸至室外)	1.1
	检测设备	便携式辐射监测仪 1 台 (利旧)	0
		个人剂量报警仪 2 台 (利旧)	0
		个人剂量计 2 个 (每人 1 个)	0.06
场所检测	工作场所辐射环境检测 (每年)	1.0	
防护用品	铅衣等	利旧	

	设备维护	对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件（定期，应预留）	1.0
环保投资合计			91.86
本项目总投资			235.5
环保投资占总投资比例			39.0%



图 1-3 建设单位地理位置图

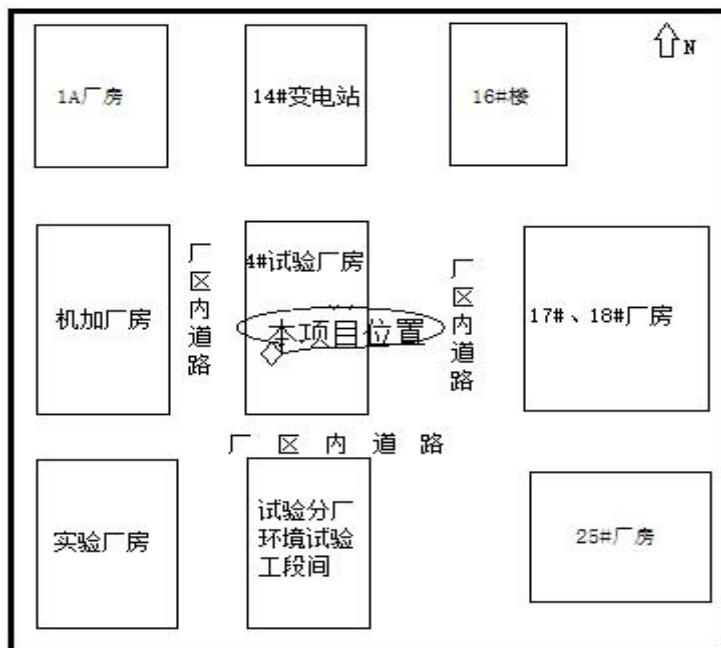


图 1-4 项目所在建筑物外环境关系图



东侧过道和物理试验间



西侧厂区内道路



南侧化学分析室



北侧已建探伤工作区

图 1-4 本项目外环境关系图

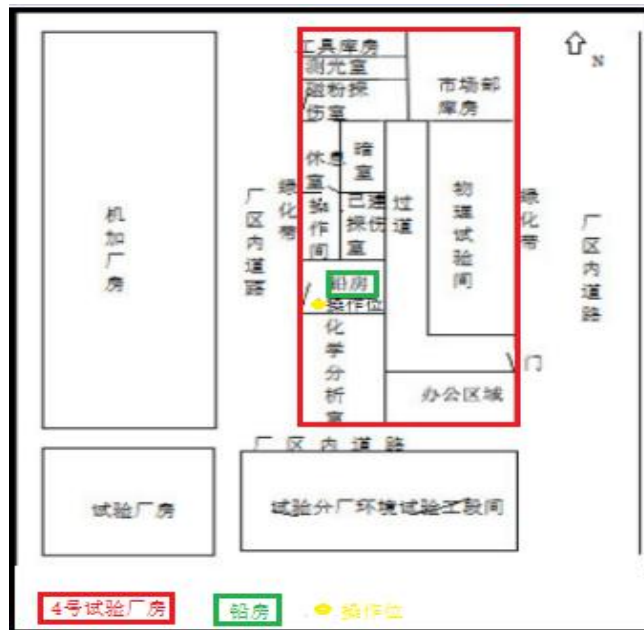


图 1-5 本项目工作场所布局及 50m 内环境关系图

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 (MV)	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 射线探伤装置	II类	1	R.DR80-Part	450	3.3	工业探伤	4 号试验厂房	拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧及氮氧化物	气体	少量	<0.2mg/cm ³	/	环境大气
/	/	/	/	/	/

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. 含有放射性的废弃物要注明，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

<p>法 规 文 件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日重新修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》，生态环境部部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日实施；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 8 月 1 日修订（国务院第 682 号令），2017 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(6) 《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，国务院第 709 号令修改）；</p> <p>(7) 《中华人民共和国职业病防治法》，（中华人民共和国主席令 第五十二号）；</p> <p>(8) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，（环发【2006】145 号原国家环保总局、公安部、卫生部文件 2006 年 9 月 26 日）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（国家环境保护总局令第 31 号，原环境保护部令第 47 号修改）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，（原环境保护部 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）；</p> <p>(11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》，（原环境保护部发[2008]13 号）；</p> <p>(12) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施）；</p> <p>(13) 《甘肃省辐射污染防治条例》，2014 年 11 月 28 日省十二届人大常委会第十二次会议通过，2015 年 1 月 1 日起实施。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）；</p>

	<p>(5) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽设计规范》（GBZ250-2014）；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(8) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价工作委托书</p> <p>(2) 其他技术资料</p>

表 7 保护目标及评价标准

7.1 评价范围

本项目为II类射线装置使用项目，依据《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 10.1-2016）中第 1.5 条“评价范围和保护目标，通常取装置所在场所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围”，根据本项目的辐射特点，确定本次评价范围为铅房屏蔽体外 50m 内的区域。

7.2 保护目标

本项目的环境保护目标主要为从事该检测工作的职业人员，以及周围其他非辐射工作人员和公众。

表 7-1 环境保护目标一览表

射线装置	距离 (m)	保护目标	位置	人数	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)
X 射线探伤装置	1.8	操作人员	铅房西南方向	2 人	职业照射	5
	3m	物理试验间非辐射工作人员	铅房东侧	7 人	公众照射	0.25
	23m	机加中心非辐射工作人员	铅房西侧	200 人		
	相邻	化学分析室非辐射工作人员	铅房南侧	4 人		
	40m	试验分厂环境试验工段间非辐射工作人员	铅房南侧	75 人		
	50m	测光室及库房非辐射工作人员	铅房北侧	4 人		
	28m	办公室非辐射工作人员	铅房东南方向	15 人		
	45m	试验厂房非辐射工作人员	铅房西南方向	100 人		
铅房外 50m 内的其他非辐射工作人员及公众						

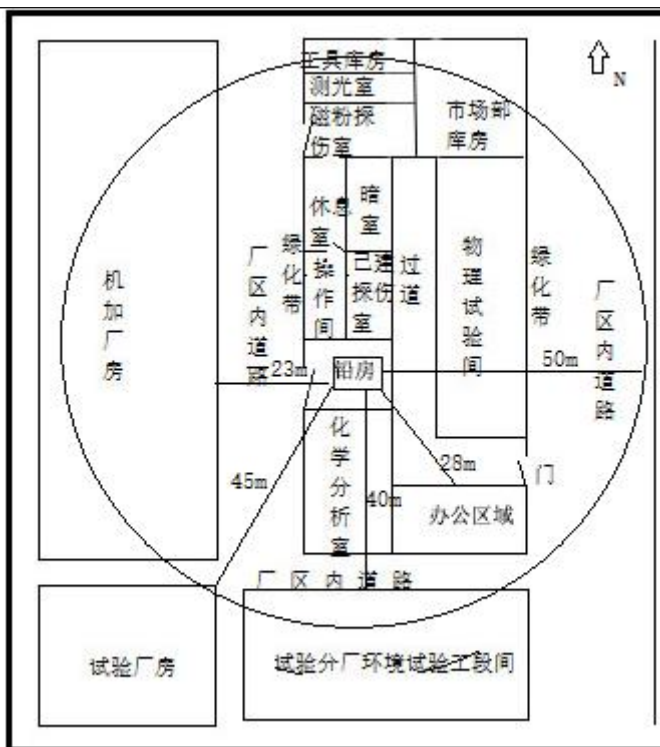


图 7-1 本项目环境保护目标图

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）剂量限制

B1.1 职业照射

应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

7.3.2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

本标准规定了工业 X 射线探伤装置和探伤作业场所及有关人员的放射卫生防护要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置）的生产和使用。

4. 工业X射线探伤室探伤的放射防护要求

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全，操作室应与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a)人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b)关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同4.1.3；

b)对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门机连锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门机连锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与探伤装置连锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标示和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳,确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签及说明文字，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应佩戴个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或缓解的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加配备，把潜在的辐射降到最低。

4.2.5 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门，只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

7.3.3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽设计规范》（GBZ250-2014）

3.探伤室屏蔽要求

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应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去的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.2 当可能存在泄露辐射和散射辐射的符合作用时，通常分别估算泄露辐射和各项散射辐射。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件进出门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门，探伤室人员门宜采用迷宫形式。

3.3.2 控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束的照射方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

5.1 探伤室外表面 30cm 处的剂量率控制值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

7.3.4、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月。

4.3.2 任务相关检测和特殊检测应根据辐射检测实践的需要进行。

5.2.6 在预期外照射剂量有可能超过剂量限值的情况下（例如从事有可能发生临界事故的操作或应急操作时），工作人员除应佩戴常规检测个人剂量计外，还应佩戴报警式个人剂量计或事故剂量计。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

8.1 辐射环境监测

本项目评价单位甘肃核创环保科技有限公司于 2019 年 7 月委托甘肃秦洲核与辐射安全技术有限公司对本项目拟建场址及周围进行辐射环境现状监测。

(1)监测项目以及监测点位

在拟建场址及周围区域进行 X-γ辐射剂量率本底监测，监测点位见图 8-1。

(2)监测时间与条件

监测时间：2019 年 7 月 19 日。

环境条件：天气：晴；温度：11~26℃。

(3)监测使用仪器及测量方法

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》	(GB/T14583-1993)

表 8-2 监测仪器设备一览表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	仪器参数	仪器校准因子	检定单位/证书编号	有效起止日期
防护级巡测仪	AT1121	QZJC-YQ-008	测量范围： 50nSv/h~ 10Sv/h	0.85	中国测试技术研究院/检定证书 编号： DYjl2019-4389	2019.06.17 ~ 2020.06.16

(4)监测质量保证

- (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，并用标准源对仪器进行校验。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行实验室三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

(5)环境质量现状监测结果及分析

本项目 X-γ辐射剂量率现状检测数据见表 8-3。

表 8-3 X-γ辐射剂量率检测结果 (nSv/h)

序号	点位描述	测值范围	监测结果
1	铅房西侧外表面 30cm 处	108~111	109±1
2	铅房北侧外表面 30cm 处	107~110	108±1
3	铅房东侧外表面 30cm 处	108~111	109±1
4	铅房南侧外表面 30cm 处	108~111	109±1
5	设备操作位处	107~111	110±1
6	已建探伤室操作间 (铅房安装房间北侧)	104~107	105±1
7	厂区内道路 (铅房安装房间西侧 6m 处)	105~109	107±1
8	机加厂房 (铅房安装房间西侧 23m 处)	98.6~103	101±1
9	试验厂房 (铅房安装房间西南侧 45m 处)	125~128	127±1
10	试验分厂环境试验工段间 (铅房安装房间南侧 40m 处)	123~128	126±2
11	办公区域 (铅房安装房间东南侧 28m 处)	125~128	126±1
12	化学分析室 (铅房安装房间南侧)	105~107	106±1
13	铅房安装房间东墙外表面 30cm 处	126~128	127±1
14	物理实验间内 (铅房安装房间东侧 3m 处)	126~128	127±1
15	厂区内道路 (铅房安装房间东侧 30m 处)	126~128	127±1

《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》	室内	33.5~167
	室外	20.1~130

注:检测结果未扣除宇宙射线响应值。

从表 8-3 检测结果可知:本项目拟建场址 X- γ 辐射剂量率室内本底范围为 (105~127) nSv/h, 室外本底范围为 (101~127) nSv/h, 与《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》中的甘肃地区的背景资料相比较 (建筑室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围值约 33.5~167nSv/h, 建筑室外 γ 辐射空气吸收剂量率范围值约为 20.1~130nSv/h), 无显著差异。

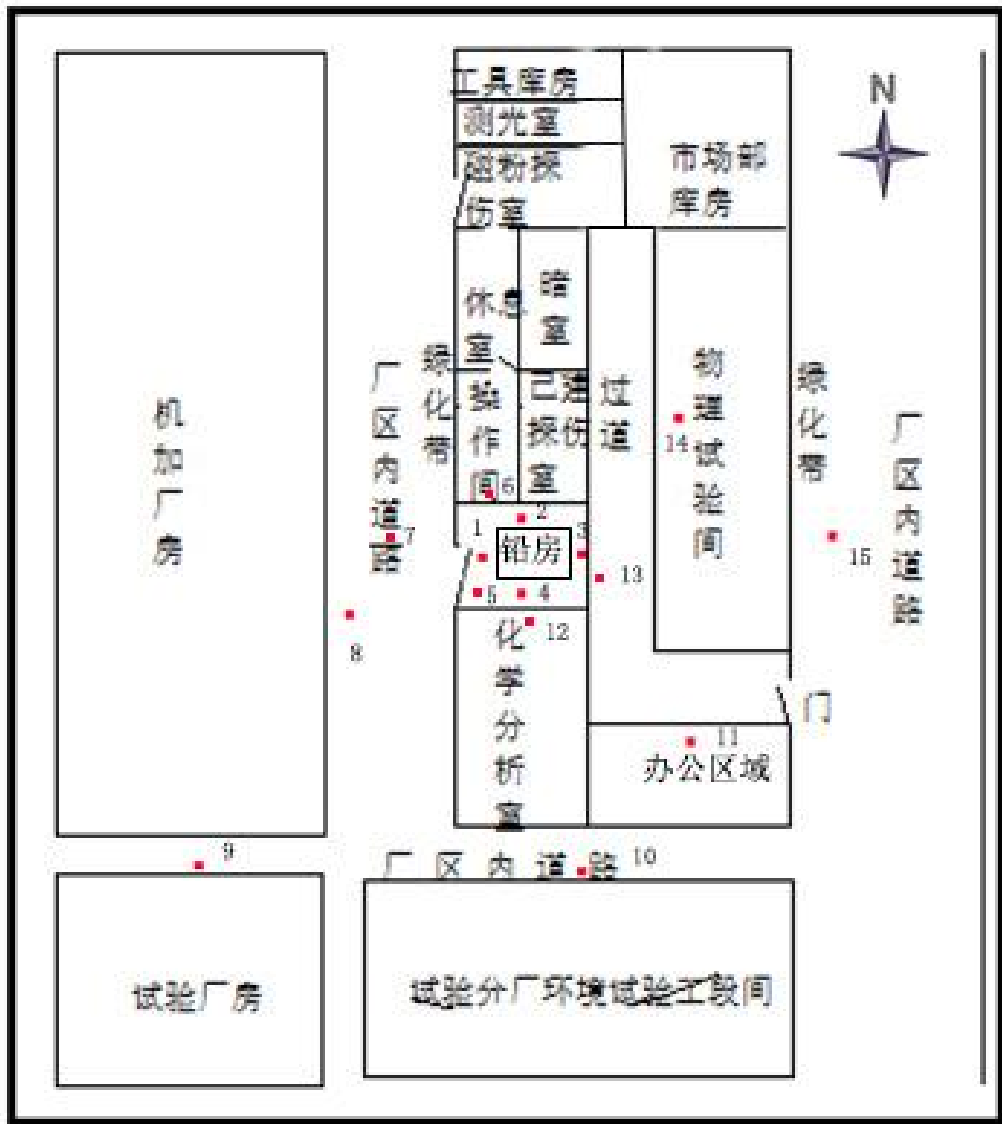


图 8-1 检测布点图

表 9 项目工程分析和源项

9.1 工程设备和工艺分析

(1) 营运期工程设备和工艺分析

① 工作原理

对于 X 射线成像系统，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接受，图像增强器把不可见的 X 射线监测信号转换为光学图像，称为“光电转换”，用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上，显示出材料内的缺陷性质、大小、位置信息，从而达到检测目的。X 射线产生原理见图 9-1。

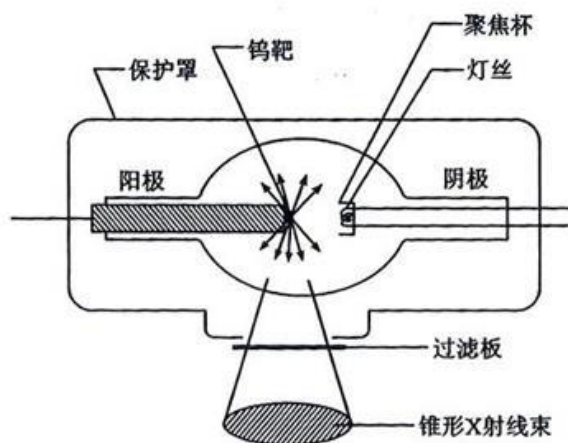


图 9-1 X 射线产生原理图

② 设备组成

高频恒压 X 射线机系统（控制器、高频高压发生器、金属陶瓷 X 射线管头、高压电缆、冷却系统）、数字平板探测器、机械系统、电气控制与操作系统、图像重建系统、辐射安全防护系统。

③ 工作流程

登记工件相关信息，将待检工件运至铅曝光室铅门外，打开铅曝光室铅门，将待检工件通过平车轨道送入曝光室，调整待检工件位置，将 X 射线机窗口对准被检工件，设置 X 射线机检测运行参数，选择合适的管电压、管电流和曝光时间，并根据探伤工件的具体部位调整焦距。以上工作全部完成后，关闭铅门，按键曝光。工作人员通过观看计算机显示器画面，实时进行评片，进行检测数据的处理、存档，检测结束后，关闭 X 射线机。

操作流程及产污环节见图 9-2。

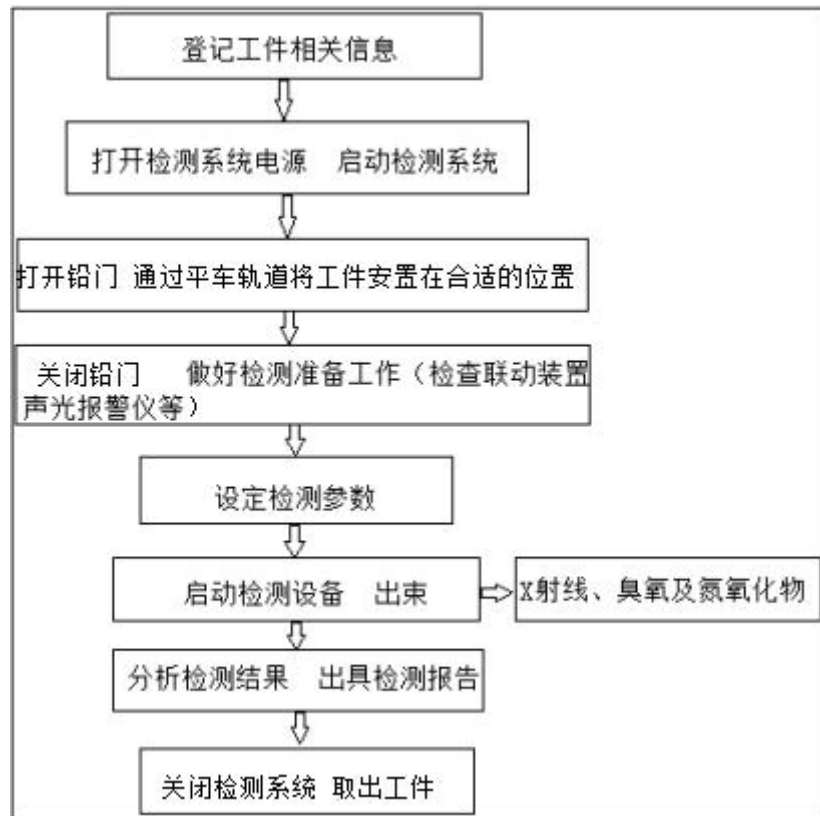


图 9-2 操作流程及产污环节图

9.2 污染源项描述

(1) 施工期工艺流程简述

① 铅房及配套设备安装施工

本项目施工期主要为整体式铅房及附属设备的安装铺设、衔接通风管道并延伸至房顶工作，施工较为简单。上述工作均由铅房生产厂家完成。在施工过程中会产生施工噪声、施工固废、施工废水等，其工艺流程及产污环节如图 9-3 所示。

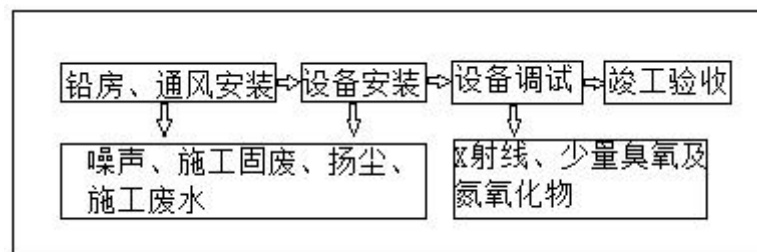


图 9-3 项目施工期工艺流程及产污环节图

②射线装置安装、调试

本项目 X 射线探伤装置安装和调试均由生产厂家专业人员进行操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在铅房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，人员离开时铅房需上锁。

(2) X 射线探伤装置

由以上分析可知，本项目 X 射线探伤装置在运营中的环境污染问题为：

①正常工况

a) X 射线

X 射线探伤装置开机工作时，通过高压发生器和X光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的X射线，本项目产生的 X 射线能量最大为 450kV。不开机状态不产生辐射。

b) 臭氧和氮氧化物

X 射线探伤装置在开机出束状态下发出的 X 射线会使铅房内空气电离产生臭氧和氮氧化物。

c) 本项目 X 射线探伤装置采用电脑成像，在检测过程中不产生废水及固废。

两名工作人员利旧，不新增生活废水和生活垃圾。

②事故工况

a)门机联锁装置发生故障或失效，铅门未关闭开机出束导致射线泄露，造成铅门外人员受到意外照射。

b)意外开机事故：调整工件位置时，由于信号误传，导致探伤装置启动并出束，产生 X 射线，使铅门处的操作人员受到意外照射。

c)维修期间，设备意外出束，造成维修人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目工作场所布局

(1) 工业用 X 射线探伤装置工作场所布局

该设备建设在配备的铅房内，铅房安装在 4 号厂房内，铅房东侧为过道和物理试验间；西侧为厂区内道路；南侧为化学分析室；北侧为已建探伤工作区。检测间地上无建筑物，地下为土层。铅房防护剖面见图 10-1。

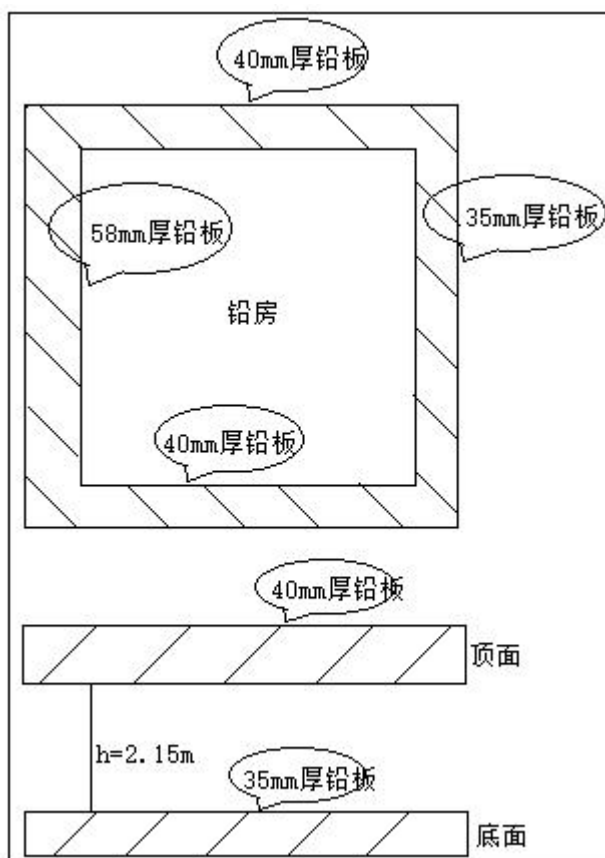


图 10-1 本项目铅房防护剖面图

10.1.2 分区原则和区域划分情况

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求：建设单位应把辐射工作场所分为控制区和监督区，并实行两区管理制度。监督区在工作期间禁止无关人员入内，并设置明显的电离辐射警示标志，以便于辐射安全管理和职业照射控制。

控制区：该区域内需要或可能需要专门防护手段或安全措施，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围。控制区的进出口及其他适当位置应设置醒目的电离辐射警告标志。

监督区：该区域通常不需要专门防护手段或安全措施，但需经常对职业照射条件进行监督和评价。

表 10-1 本项目区域划分情况一览表

对象	控制区	监督区
X 射线探伤装置	铅房内	铅房所在房间内（含铅门处、操作位）

本项目辐射工作场所“两区”划分示意图见图 10-2。

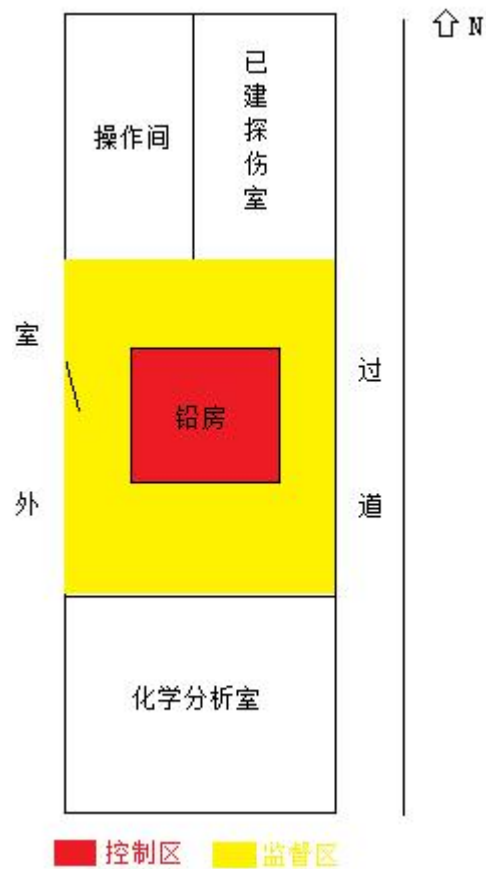


图 10-2 本项目辐射工作场所“两区”划分示意图

10.1.3 辐射安全及防护措施

(1) 实体屏蔽措施

表 10-2 铅房实体屏蔽设计表

项目		设计厚度、材质
铅房	左面 (主射面)	58mm 厚铅板
	前面(含铅门)、后面及顶面	40mm 厚铅板
	右面及底面	35mm 厚铅板

(铅密度: 11.3kg/m³。)

(2) 设备固有安全性

①开机时系统自检。开机后控制器首先进行系统诊断测试,若诊断测试正常,系统会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障,在显示器上显示出故障代码,提醒用户关闭电源,与厂家联系并维修。

②当X射线发生器接通高压产生X射线后,系统将始终实时监测X射线发生器的各种参数,当发生异常情况时,控制器自动切断X射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障,控制器都将立即切断X射线发生器的高压,蜂鸣器会持续响,提醒操作人员发生了故障。

③当曝光阶段正常结束后,系统将自动切断高压,进入休息阶段,在休息阶段将不理睬任何按键,所有指示灯均熄灭,停止探伤作业。

④设备停止工作一定时数以上,再使用时要进行训机操作后才可使用,避免X射线发生器损坏。

⑤过电流保护。设备带有过电流保护继电器,当管电流超过额定值时,或高压对地放电时,设备会自动切断高压。

⑥失电流保护。设备带有失电流保护继电器,当管电压低于相关限值时,自动切断高压。

⑦过电压保护。设备带有过电压保护继电器,当高压超过额定值时,自动切断高压。

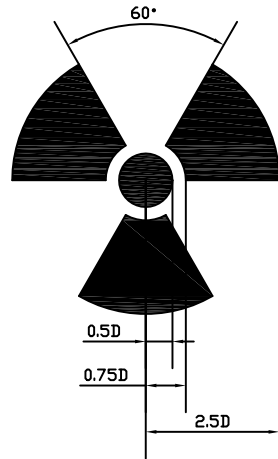
⑧继电保护。冷却循环系统继电器、温度继电器及射线屏蔽室门开关的触点均为串联,在正常时均接通;若有一个没接通,不能达到高压。

(3) 已设计的安全及防护措施

铅门与探伤装置实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁,铅门入口处应设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯,并在铅房内安装监控装置等,避免工作人员和公众受到误照射。

①警示标志

铅房外明显处,设置电离辐射警示标志。



a. 电离辐射标志



b. 电离辐射警示标志

图 10-3 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②状态指示灯和声光报警装置

铅房门口设计显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。且铅房外醒目位置处设计清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。在射线装置准备出束时，铅房外警示灯处于闪烁状态，且启动声音报警装置，提醒周围人员注意防护。

③视频监控装置

铅房内安装视频监控装置，显示屏位于控制台前方，监控装置探头位于铅房内墙角上，保证铅房内无死角观察。工作人员通过显示屏查看铅房内的全部情况。

④通、排风设施

铅房内设计安装通、排风设施，开机出束时铅房内产生的臭氧及氮氧化物经通、排风设施排放至环境空气，确保臭氧及氮氧化物的扩散。铅房通、排风口位置具有与同侧屏蔽体相同的屏蔽能力。

⑤安全连锁装置

门机连锁。铅房屏蔽铅门与高压控制器连锁；当屏蔽铅门关紧后，系统才能启动探伤，否则处于断电状态不能启动。系统的高压电源未关闭，屏蔽门不能被打开。

灯机连锁。在铅房外安装有显示工作状态的警示灯，并与探伤装置连锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业，提醒正在进行探伤作业。

⑥紧急止动装置

控制台自带紧急止动装置，在发生意外时，按下紧急止动装置可立即切断高压电源，X射线探伤装置停止出束。

⑦钥匙控制

X 射线探伤装置的电源启动钥匙和控制台上的钥匙应牢固连接，由操作员随身携带。配置辐射监测报警仪，该报警仪与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串接在一起。

⑧辐射剂量监测装置

辐射工作人员探伤作业期间必须佩带个人剂量计，同时佩戴个人剂量报警仪。

配备 1 台具有报警功能的便携式 X- γ 辐射剂量率仪，以便掌握探伤作业进行时铅房周边的辐射剂量率。

⑨电缆、管道进出口

铅房出线口采用 40mm 厚“L”型铅防护罩。通风口采用 40mm 厚铅罩进行屏蔽防护。

⑩对探伤工作区实行分区管理，一般将铅房墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

○建设单位拟配备具有足够知识水平的技术操作人员，技术操作人员应经过专业知识培训，经考核合格后方可上岗。操作人员应严格按照操作规程等相关规章制度作业。

综上分析，本项目通过设备自身的辐射防护屏蔽设计、设备固有安全性及工作场所合理布局、区域划分、安全联锁装置、紧急止动开关、视频监控装置、安全警示标志等辐射防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护要求。

(4) 人员辐射安全措施

①辐射工作人员

辐射工作人员主要为射线装置的操作人员。主要从以下几方面采取防护措施：

a) 个人剂量监测：检测操作人员应配个人剂量报警仪和个人剂量计。

佩戴要求：在从事无损检测作业期间个人剂量计应在胸前佩戴，个人剂量报警仪应保持开机状态。

当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量报警仪会发生声光报警，及时提醒工作人员注意安全。个人剂量计用于记录受照剂量，建设单位应定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

b) 人员培训：辐射工作人员应在上岗前参加当地环保主管部门组织的辐射安全与防护培训，并考核合格持证上岗。在辐射工作人员上岗前，建设单位应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，在岗期间应按相关规定定期组织健康体检。

②铅房周边公众的安全防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽体等屏蔽射线。同时，放射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在铅门外张贴明显可见的电离辐射警告标志，禁止无关人员进入，以增加公众与射线源之间的防护距离，避免受到不必要的照射。

10.1.4 辐射安全防护设施对照分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号）相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	具体要求	本项目实际情况
铅房屏蔽设计	铅房（包括辐射防护墙、门等）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射效应。铅房的设计应有有资质的单位承担	铅房的生产厂家为兰州瑞奇戈德测控技术有限公司，该设计满足 X 射线屏蔽要求
门机连锁	铅房屏蔽铅门与高压控制器应连锁	铅房自带
门灯连锁	应在铅房外安装显示工作状态的警示灯，并与探伤装置连锁	铅房自带
紧急止动装置	控制台上易于接触的地方应设置紧急停止开关并有中文标识	控制台自带
视频监控系统	铅房内安装 1 套实时视频监控系统，视频探头安装在铅房内，能拍到铅房内探伤装置的工作情况，保证铅房内各个地方都能拍摄到，不留死角	铅房自带
钥匙控制	X 射线探伤装置的电源启动钥匙和控制台上的钥匙应牢固连接，由操作人员随身携带。配置辐射监测报警仪，该报警仪与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串接在一起。	已按要求设计
电离辐射警示标志	铅房外明显处设置电离辐射警示标志	铅房自带
通风系统	根据铅房空间大小、X 射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间，铅房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求	通风系统铅房自带，需在铅房通风口衔接管道并延伸至高出厂房顶部 1m 排放
入口处状态指示灯和声光报警装置	铅房门口设计显示预备和照射状态的指示灯和声音提示装置。且铅房外醒目位置处设计清晰的对预备和照射信号意义的说明。在射线装置准备出束时，铅房外警示灯处于闪烁状态，且	铅房自带

	启动声音报警装置，提醒周围人员注意防护。	
监测设备	配备至少 1 台便携式辐射监测仪，配备与辐射工作人员数量匹配的个人剂量计和个人剂量报警仪	利旧
应急物资	灭火器材	

建设单位按照表 10-3 中提出的要求落实，本项目辐射防护措施合理可行。

10.2 三废的治理

(1) 废水

本项目X射线探伤装置为实时成像，不需要洗片作业，无洗片废液产生。

(2) 固废

本项目X射线探伤装置为实时成像，不需要洗片作业，无感光材料产生。

(3) 废气

X 射线能造成空气电离从而产生少量臭氧及氮氧化物，由于臭氧产生量小、容易分解为氧气，且铅房内安装通风系统，故不会对大气造成影响。

本项目铅房顶部设有通风口，采用轴流式风机通风（风机直径不小 150mm，风量不小于 150 m³/h，换气次数不小于 20 次/h），通风口采用 40mm 厚铅罩进行屏蔽防护，建设单位拟在铅房通风口处连接排风软管，将排风软管用托架进行支撑，在检测间门侧上端墙壁进行开孔，将排风软管引出延伸至高出房顶 1m 排放。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

(1) 本项目 X 射线探伤装置在仪器安装调试的过程当中，必须严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

(2) 铅房在安装时应充分注意各墙体间、防护门等处的搭接。

(3) 目前，本项目主体结构已安装完成，还需进行 X 射线探伤装置、操作台安装、连接通风管道至室外工作，剩余工作施工较为简单。上述工作均由铅房生产厂家完成。在施工过程中会产生施工噪声、施工固废、施工废水等，施工单位应合理安排好施工时间，确保施工场界噪声规定要求；施工所产生的少量生活废水和施工废水经已有处理系统排入城市污水处理管网；所产生的少量建筑废渣以及设备安装产生的包装废物由施工单位带走。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 运行前对环境影响程度的理论估算

(1) 铅房屏蔽能力分析

本次新建的 X 射线探伤装置最大管电压为 450kV、管电流为 3.3mA，在铅房内进行无损检测。本次采用理论计算的方法验证铅房的屏蔽能力。X 射线探伤装置平面布置见图 11-1。

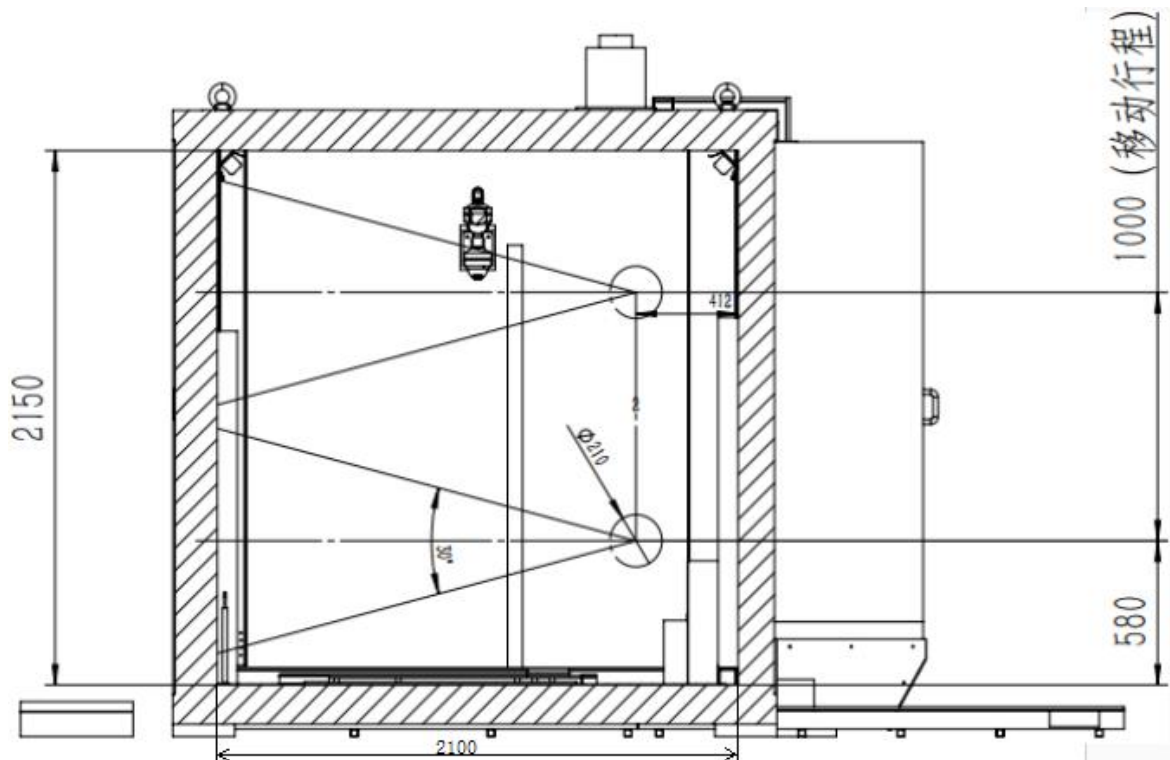


图 11-1 探伤装置平面布置图

《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）中第 3.2.1 条要求“相应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””本项目 X 射线探伤装置在铅房内工作时会在垂直方向上下移动（移动行程为 1000mm），主照射方向为水平定向朝左，故在屏蔽估算时，被主照射方向照射的铅墙体主要考虑主射线的影响，其他方向铅墙体主要考虑散射线及漏射线的影响。

①有用线束屏蔽

$$B = \frac{\dot{H}_c R^2}{I \cdot H_0} \quad (\text{公式 11.1})$$

$$X = -TVL \cdot LgB \quad (\text{公式11.2})$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平，uSv/h；

R—辐射源点至关注点的距离，m；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

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 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位，mm；

TVL—半值层厚度，mm。

②泄露辐射屏蔽

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_1} \quad (\text{公式11.3})$$

式中：

\dot{H}_1 —距靶1m处X射线管组装体的泄露辐射剂量率，取值 $5\times 10^3\text{uSv/h}$ ，数据来自（GBZ/T250-2014）表1。

③散射辐射屏蔽

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad (\text{公式11.4})$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平，2.5uSv/h；

R_s —辐射体至关注点的距离，m；

R_0 —辐射源点距工件的距离，m；

F— R_0 处的辐射野面积，m²；

α —散射因子，入射辐射被单位面积(1m²)散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

X射线探伤装置在铅房内使用时会在垂直方向上下移动，移动行程为1m，移动至最高点和最低点时距离铅房顶面和地面的距离分别为0.57m、0.58m；距离铅房左、右侧的距离分别为1.688m、0.412m；距离铅房前、后侧的距离均为0.85m；铅门位于铅房前面，设计铅厚度与铅房前面墙体相同，经计算如果铅房前面墙体厚度满足要求，则铅门设计厚度也满足要求。按其额定管电压、管电流450kV/3.3mA的工作状态保守估算，输出量取450kV管电压下3mmAl 的过滤板下的输出量，取值26.4mGy·m²/(mA·min)，即 $1.58 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；TVL查附表B.2得到（450kV时，混凝土的TVL为100mm，铅的TVL为8.2），根据公式11.1、11.2保守估算主屏蔽墙体厚度见表11-1。

表 11-1 铅房主屏蔽体屏蔽厚度计算表

墙体	剂量参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	透射因子	设计厚度 (铅板 mm)	理论计算厚度 (铅板 mm)
铅房主屏蔽墙(左面墙)	2.5	1.988	1.89E-06	58	47

根据公式11.2、11.3及11.4估算铅房右、前、后、上、下侧次屏蔽墙体厚度见表11-2。

表 11-2 铅房次屏蔽体屏蔽厚度计算表

墙体		距离 (m)	透射因子	设计厚度 (铅板 mm)	理论计算厚度 (混凝土 mm)	符合性
右面屏蔽墙	泄露辐射	0.712	2.53E-04	35	29	符合
	散射辐射		5.34E-05		35	
前、后面屏	泄露辐射	1.15	6.61E-04	40	26	符合

蔽墙	散射辐射		1.39E-04		32	
顶面屏蔽墙	泄露辐射	0.87	3.78E-04	40	28	符合
	散射辐射		7.97E-05		34	
地面屏蔽墙	泄露辐射	0.88	3.87E-04	35	28	符合
	散射辐射		8.16E-05		33	

由表11-1、11-2估算结果可知，本项目铅房屏蔽墙体及防护门设计参数满足 X 射线屏蔽防护要求。

(2) 屏蔽体外剂量估算

对于给定屏蔽物质厚度，相应的辐射屏蔽透射因子按下式计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (\text{公式11.5})$$

式中：

X—给定屏蔽物质厚度，mm；

TVL—半值层厚度。

有用线束关注点处剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{公式11.6})$$

式中：

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，(mA)；

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 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

R—辐射源至关注点的距离。

泄露辐射关注点处剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{公式11.7})$$

式中：

\dot{H}_L —距靶1m处X射线管组装体的泄露辐射剂量率， uSv/h ，见GBZ/T250-2014表1。

散射辐射关注点处剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{公式11.8})$$

式中:

F—R₀处的辐射野面积,0.18m²;

α—散射因子, 取值0.0019, 见GBZ/T250-2014附录B表B.3;

R₀—辐射野距探伤工件的距离, m;

R_s—散射体至关注点的距离, m。

①有用线束屏蔽墙体外的剂量估算

由公式 11.5、11.6 对铅房有用线束墙体（左侧墙体）外的剂量进行估算，估算结果见表 11-3。

表 11-3 铅房有用线束墙体外辐射剂量估算参数及估算结果

墙体	距离 (m)	透射因子	设计厚度 (铅板 mm)	剂量率 (μSv/h)
铅房主屏蔽墙（左面墙）	2.046	8.45E-08	58	0.105

由公式 11.5、11.7、11.8 对铅房次屏蔽墙体外的泄露辐射和散射辐射剂量进行估算，估算结果见表 11-4。

表 11-4 铅房次屏蔽墙体外泄露辐射和散射辐射剂量估算参数及估算结果

墙体		距离 (m)	透射因子	设计厚度 (铅板 mm)	剂量率 (μSv/h)	总剂量 (μSv/h)
右面屏蔽墙外 30cm 处	泄露辐射	0.747	5.39E-05	35	0.483	0.896
	散射辐射				0.413	
前、后面屏蔽墙外 30cm 处	泄露辐射	1.19	1.32E-05	40	4.68E-02	0.080
	散射辐射				4.00E-02	
顶面外 30cm 处	泄露辐射	0.910	1.32E-05	40	8.00E-02	0.137

	散射 辐射				6.83E-02	
底面外 30cm 处	泄露 辐射	0.915	5.39E-05	35	0.322	0.597
	散射 辐射				0.275	

由表 11-3、11-4 可知，铅房屏蔽墙体外表面 30cm 处最大剂量率均低于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）规定（距屏蔽体外表面 30cm 处剂量率当量率参考控制水平： $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）的要求。

（2）职业人员和公众年有效剂量估算

建设单位拟为本项目配备 2 名工作人员同时操作，均为建设单位原有辐射工作人员。

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 1 \times 10^{-6} \text{ mSv} \quad (\text{公式 11.9})$$

式中：

$H_{E,r}$ —X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

D_r —X 射线空气吸收剂量率，nGy/h；

t—年照射时间，小时；

1—剂量换算系数，Sv/Gy，取 1。

本项目建成运行后将代替原有 X 射线探伤机探伤工作，原 X 射线探伤机年探伤次数约 800 次，每次探伤时间不到 1min，保守按 1min 计，则本项目运行后年工作时间为 13.3h。本项目操作间位于铅房铅房右前方，距离铅房约 1.8m。工作人员附加年有效剂量保守按铅房右面 30cm 处的剂量率进行估算。距离本项目最近的公众为化学分析室的工作人员，位于铅房南侧，距离铅房约 1.8m，公众附加年有效剂量保守按铅房右侧 30cm 处的剂量率进行估算。

表 11-8 本项目工作人员及公众受到的附加年有效剂量估算结果一览表

关注人群	点位	辐射剂量率 (nGy/h)	时间 (h/a)	居留因子	年剂量 (mSv/a)	管理限值 (mSv/a)
职业人员	铅房西南方向操作位	896	13.3	1	1.19E-02	5
非辐射工作	铅房南侧	896	13.3	1/4	2.98E-03	0.25

人员公众						
------	--	--	--	--	--	--

本项目拟配备的2名辐射工作人员近一年个人剂量检测结果见表11-9。

表 11-9 本项目拟配备工作人员近一年个人剂量检测结果一览表

姓名	佩戴周期				年有效剂量
	2018.2.16~ 2018.5.16	2018.5.17 ~2018.8.16	2018.8.17~2018 .11.15	2018.11.16~201 9.2.16	
朱宏	0.02	1/2MDL	0.07	1/2MDL	0.09
汤治忠	1/2MDL	1/2MDL	1/2MDL	1/2MDL	1/2MDL

由表11-8、11-9理论估算和实际检测数据表明，本项目拟配备的2名工作人员可继续从事放射性工作。

(2) 敏感目标环境影响分析

本项目环境敏感目标主要是监督区外周边的公众。

本项目运行时，铅房屏蔽体外剂量率最大为 0.896uSv/h，按照探伤机每年工作 13.3h 保守计算，公众居留因子取 1/4，得出屏蔽体外公众（铅房右侧约 2m 处化学分析室工作人员）受照射的年有效剂量为 $2.98 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于本次评价确定的剂量管理限值 0.25mSv/a。

11.3 非辐射环境影响分析

由于空气在射线电离作用下会产生臭氧和氮氧化物等有毒有害气体，其中以臭氧的危害最大。臭氧是强氧化剂，很不稳定，在常温下不断地转变成氧，或与其它材料和空气中的杂质产生化学反应，其有效分解时间与房间大小、室内材料、温度、空气中的杂质及臭氧浓度有关；强辐射照射过程中，氮氧化物产生份额相对较小，对周边环境影响较小。

①通风设施

本项目铅房顶部设有通风口，采用轴流式风机通风（风机直径不小 150mm，风量不小于 150 m³/h，换气次数不小于 20 次/h），通风口采用 40mm 厚铅罩进行屏蔽防护，建设单位拟在铅房通风口处连接排风软管，将排风软管用托架进行支撑，在检测间门侧上端墙壁进行开孔，将排风软管引出延伸至高出房顶 1m 排放。铅房体积为 7.68m³，风量设计为 150m³/h，能够满足“通风换气次数应达到不小于 3 次/h 的要求”。臭氧及氮氧化物通过排风系统进入大气环境，经稀释分解后，其浓度低于 0.20mg/m³ 的环境空气二级标准的臭氧浓度限值，不会对环境造成危害。

②通风效果分析

a) 铅房内通风效果分析

在开机出束时，会产生少量的有害气体，主要是臭氧和氮氧化物；其中臭氧的毒性最大，产额最高；氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且危害较臭氧小，因此，本次评价仅对臭氧进行预测评价。只要臭氧能够达到标准，氮氧化物（限值高）也能达标。

辐射所致有害气体以 O₃ 为主，在考虑通风情况下，空气中 O₃ 的平衡浓度由下式估算：

$$C = Q_0 \times T_v / v \quad (\text{公式 11.10})$$

式中：C—室内臭氧浓度 mg/m³；

Q₀—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间 h；

v—铅房空间体积 m³；

铅房内的 O₀ 产额由下式估算：

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} D_0 SRG \quad (\text{公式 11.11})$$

$$T_v = \frac{t_v \times t_a}{t_v + t_a} \quad (\text{公式 11.12})$$

式中：Q₀—臭氧产率 mg/h；

D₀—射束在距离源点 1m 处的剂量率 Gy.m²/h；

S—射束在距离源点 1m 处的照射面积,m²；

R—靶距屏蔽室壁的距离，（距主屏蔽墙的距离）；

G—空气每吸收 100eV 辐射能量产生 O₃ 的分子数，本项目取 10；

t_v—每次换气时间 h；

t_a—臭氧分解时间，取值为 0.83h。

根据以上关系式，结合本项目铅房的几何尺寸，估算结果为：铅房内臭氧产率为 1.448mg/h，；需保持室内通风在 3 次/小时；若每次换气时间为 5 分钟，则铅房内的臭氧浓度为 0.014mg/m³，符合室内空气质量标准中臭氧 0.16mg/m³ 的标准值。臭氧通过排风系统进入大气环境，经稀释分解后，其浓度低于 0.20mg/m³ 的环境空气二级标准的臭氧浓度限值，不会对环境造成危害。同时也符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数

应不小于 3 次”的相关要求。

11.4 事故影响分析

(1) 可能发生的辐射事故

根据本项目探伤装置的工作原理可知，探伤装置在不开机出束时不产生辐射，不存在放射性事故，只有设备运行时才会产生 X 射线。运行期间最大可能发生的事故有：

①探伤装置在运行时，由于门机连锁、门灯连锁等安全连锁装置失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动人员造成不必要的照射。

②探伤装置在检修、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修，或者因为检修维护人员误操作打开 X 射线发生器，使其出束照射，同时由于维修时铅门开启，导致维修人员及周围活动人员造成不必要的照射。

(2) 事故工况辐射影响分析

①安全连锁装置失效，致使周围活动人员意外受到照射

a、事故情形

假设 X 射线探伤装置以工况（320kV、1.1mA）运行，则主射束方向上距靶 1m 处的 X 射线剂量率为 20.9mGy/（mA·min）；

b、假设门机连锁、门灯连锁等安全连锁装置失效，铅门未关闭，铅门外的人员未采取任何其他屏蔽措施，此时人员距靶 1.19m；

c、鉴于设备控制台上“急停开关”，只要人员按下此开关就可以停机，假定误照射事故持续照射时间为 1min。

d、剂量估算结果

在上述事故情景假设条件下，根据公式 11.9 计算得单次照射下受照剂量最大为 1.62×10^{-4} mSv。

②维修时误操作，维修人员受意外照射

a、事故情形

假设检修造成误照射事故时，X 射线探伤装置以额定参数（320kV、1.1mA）运行，则主射束方向上距靶 1m 处的 X 射线剂量率为 20.9mGy/（mA·min）；

b、假设检修人员发现 X 射线探伤装置处于出束状态时正位于其主射束方向 0.5m 处，期间人员无任何屏蔽措施，之后检修人员立即撤出铅房内，并按下控制台上的“紧急停机按钮”。假定事故持续时间为 1min。

d、剂量估算结果

在上述事故情景假设条件下，根据公式（11.9）计算得单次照射下受照剂量最大为31.3mSv，超过GB18871-2002中特殊情况下公众5个连续年的年平均剂量限值（1mSv）。

(3) 事故分级

本项目所用探伤机属II类射线装置，其风险因子为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11-10中。

表11-10 辐射事故等级分级一览表

危害结果	事故等级
误入或误操作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
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。	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。	特别重大事故

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，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11-11。

表11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70

1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

根据前述事故工况下的辐射影响分析，对照表 11-10、11-11 可知，本项目事故可能引发的辐射事故等级分级见表 11-12。

表11-12 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	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线探伤装置	X 射线	超剂量照射	事故状况下单次受到的辐射剂量最大为 31.3mSv，导致人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故

根据表11-8分析，本项目可能发生的事故为一般辐射事故。

(4) 事故防范措施

a) 安全连锁装置失效

应对措施:①制定 X 射线探伤装置操作规程，操作人员应严格遵守装置操作规程。②定期检查 X 射线探伤装置的门机、门灯等安全连锁装置的有效性，发现故障及时清除，确保安全连锁装置正常运行。③对本项目涉及的安全控制措施的电控系统等，制定定期检查和维护的制度，确保安全装置随时处于正常工作状态。④为 X 射线探伤装置操作人员配备剂量报警仪，当安全连锁装置失效或故障情况下，可以进行剂量报警，提醒操作人员及时进行防护和处理。

b) 维修时误操作

应对措施:①定期进行 X 射线探伤装置维护，并做好记录。②设备维护时，建设单位应安排专业人员进行检修和维护，检修人员在检修维护期间应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。③检修时，必须关闭设备所有电源，并安排专人现场监督，禁止无关人员靠近铅房。

c) 人员误入铅房

应对措施:①制定清场制度，探伤作业期间不允许无关人员靠近铅房，以防无关人员误打开铅门。②铅房周围安装红外报警装置，无关人员靠近时报警提示，或在铅房所在房间门安装门禁，探伤作业期间，无关人员无法靠近铅房。

(5) 事故预防措施

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：

a) 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。

b) 制定《X射线探伤装置操作规程》，并做到“制度上墙”。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。

c) 定期检查X射线探伤装置的门机联锁装置和门灯连锁装置，确保安全联锁装置正常运行。每月对X射线探伤装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

d) 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。

e) 加强控制区和监督区管理，在X射线探伤装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

f) 制定辐射事故应急预案（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、公众宣传方案等内容），并定期组织培训及应急演练，提高紧急状态下应变能力。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为做好辐射安全与防护管理工作，防止辐射污染环境，保障放射性工作人员及公众的健康，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相应的规定，遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，建设单位需制定完善相应的辐射安全管理制度。

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

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》等相关法律法规的要求，为加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，建设单位已成立辐射安全与防护领导小组，由小组全面负责辐射工作的管理和领导。其主要职责是：

- (1) 贯彻执行国家辐射安全与环境保护各项法规相关文件精神；
- (2) 负责本单位辐射安全与环境保护管理；
- (3) 组织制定本单位辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作；
- (4) 组织人员参加辐射安全与环境保护培训及应急演练。

(5) 安排从事射线装置工作的辐射工作人员按时参加甘肃省生态环境厅组织的关于辐射安全与防护的培训和考核。

(6) 检查辐射安全设施，开展辐射安全环保监测，对射线装置的安全与防护情况进行年度评估；

(7) 实施辐射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；

(8) 定期向环保和主管部门报告安全工作，接受检查指导。

12.1.2 人员配备与职能

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款要求：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条要求：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，

并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

建设单位拟为本项目配备 2 名工作人员，均为建设单位原有辐射工作人员。工作人员相关信息见表 12-1。

表 12-1 拟配备工作人员信息一览表

姓名	性别	辐射安全与防护培训合格证编号	培训时间	发证单位	职称	备注
朱宏	男	2017008034	2017.8.12	甘肃省核与辐射安全中心	技师	按时参加复训
汤治忠	男	2017008035	2017.8.13		技师	

12.1.3 辐射防护设施、设备及防护用品和监测仪器

建设单位已购买了与辐射类型和辐射水平相适应的监测设备（便携式 X/γ 辐射剂量监测仪），并为辐射工作人员配备了个人剂量计、剂量报警仪、防护用品（铅衣等）。

在具体的工作中建设单位还需做到：

（1）定期对辐射工作场所及周围区域采取自主和委托有资质单位的方式进行 X-γ 辐射剂量率监测，一旦发现 X-γ 辐射剂量率偏高，应及时查找原因，并完善辐射防护措施；

（2）每月检查一次辐射防护用品的防护效果，发现防护用品有破损的要及时更换防护用品；

（3）辐射工作人员上班时必须佩带个人剂量计和个人剂量报警仪，未佩戴不能上岗；

（4）定期委托有资质的单位对监测设备进行校准，使其处于有效的工作状态；

（5）定期委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测；

（6）辐射工作人员须按照《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2016）的要求佩戴个人剂量计。

12.2 辐射安全管理规章制度

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款要求：从事放射性工作的单位应有健全的操作规程、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；第七款要求：有完善的辐射事故应急措施。目前，建设单位已成立《辐射安全与环境保护管理办公室》，制定了《辐射工作人员岗位职责》、《X 射线探伤装置安全操作规程》、《设备维护保养制度》、《辐射工作

场所和个人剂量监测制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射事故应急预案》，以上制度具有可操作性，但均需按照相关法律法规及实际工作经验进行细化完善。建设单位还应根据国家相关法律法规要求制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护与安全保卫管理制度》、《个人剂量档案和职业健康监护档案管理制度》、《监测设备使用与校验管理制度》等规章制度。在重新取得《辐射安全许可证》，且通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式投入使用。

表 12-1 辐射安全规章制度一览表

序号	制度名称	内容概要	制定情况	完善措施或建议
1	《辐射安全与环境保护管理办公室》	明确了管理办公室成员、专职人员及职责	已制定	日常工作中各成员要加强管理,切实履行自己的职责
2	《辐射事故应急预案》	明确了应急指挥部成员、职责及处理流程	需重新制定	应急预案内容应包括:总则、应急组织与职责、信息报告、辐射事故应急程序、应急终止和恢复正常秩序、信息通报与发布、应急响应总结报告、应急准备等详细内容,并定期开展应急演练,结合实际不断完善
3	《辐射工作人员岗位职责》	从基本要求、工作要求两方规定了人员岗位职责	已制定	工作中操作人员应严格遵守岗位职责
4	《辐射工作人员个人剂量监测制度》	规定了检测结果超标的处理措施	需完善	明确监测周期、个人剂量计佩戴标准
5	《辐射工作场所监测制度》	规定了检测方式(自主、委托)及检测设备校准要求	需完善	增加检测范围、项目、频次、点位等内容,并按制度进行,做好监测记录,存档备查
6	《辐射工作人员培训管理制度》	坚持组织学习,针对实际操作过程中发生的问题及时整改,切实提高操作人员使用、检查仪器设备的水平,杜绝事故的发生;及时安排辐射工作人员参加环保部门举办的辐射安全与防护培训等。	已制定	严格落实培训制度,做到持证上岗
7	《辐射防护与安全保卫管理制度》	正确使用射线装置,做到专人专管专用;工作时,每一名工作人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪;从事射线装置岗位人员,要严格按照操作规程和规章制度,杜绝非法操作;发生放射事故,立即报告上级领导和有关部门,采取有效措施,不得拖延或者隐瞒不报;使用射线装置工作人员必须经过岗前体检,并经过辐射安全防护培训,持证上岗等。	需制定	在实际工作中监督落实到位

8	《X射线探伤装置安全操作规程》	对操作前、操作中、操作后各环节注意事项进行了规定	需完善	增加设备的操作流程
9	《辐射安全管理制度》	射线装置应设有专门工作室，工作室设立专人管理，非相关人员不得入内；作好辐射安全防护工作，设立辐射标志、声光报警等，防止无关人员意外照射等。	需制定	在实际工作中加强操作人员的责任意识
10	《个人剂量档案和职业健康监护档案管理制度》	明确责任部门和职责、档案内容、保存时间、保护档案不受损坏的措施。	需制定	在实际工作中严格落实
11	《射线装置台账管理制度》	明确了台账管理人员的要求、台账更新及管理要求	需完善	增加台账应包含的内容（名称、技术参数、类别、使用部门等）、明确退役或者报废设备的处理方案
12	《设备维护保养制度》	规定了X射线装置的使用环境，明确了控制器及X射线发生器的维护保养注意事项	需完善	明确维护保养周期及保养记录等内容
13	《监测设备使用与校验管理制度》	制定监测设备（X/γ辐射剂量率仪等）的使用登记制度，明确校验周期等内容。	需制定	严格落实制度内容

12.3 辐射监测

根据国家相关法律法规的要求，开展辐射工作的单位应当对其设备工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安。建设单位需根据要求制定或完善以下辐射监测计划。

12.3.1 个人剂量监测

建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的要求定期对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立职业照射个人监测档案并终生保存。

12.3.2 辐射环境监测

(1) 企业自检

利用自备的辐射剂量监测仪对本项目工作场所及周围环境进行定期定制度监测，做好记录并建立档案备查。

(2) 委托监测

委托有资质的单位定期（每年一次）对辐射工作场所及周围进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地环保部门上报备案。

(3) 监测要求

监测范围：射线装置工作场所及周围环境。

监测项目：X/γ辐射剂量率。

监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

表 12-2 本项目检测计划建议表

场所	监测内容	监测点位	监测周期	
			建设单位 自检	委托检测
铅房	X-γ辐射剂量率	铅房屏蔽墙体、铅门外表面 30cm 处、 电缆线管口处、辐射工作人员操作位 处、及周围环境	1 次/月	1 次/年
	个人剂量计	委托有资质的检测单位每 3 个月检测一次。		

12.4 年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，向发证机关提交上一年度的《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）的个人剂量监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》的重要内容。建设单位还需在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施申报登记。

12.5 辐射事故应急

为有效防护、及时控制辐射事故所致的伤害，加强射线装置工作场所安全监测和控制等管理工作，保障辐射相关工作人员以及辐射工作场所周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，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）、其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，建设单位结合自身实际，已制定《辐射事故应急预案》。建设单位应结合本项目射线装置使用情况，依据国家相关法律法规、标准，不断对应急预案进行补充修改、完善，使应急预案更具有有效性、可行性。同时加强应急预案演练，提高事故应急处置能力。

对突发放射性事故，建设单位需坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。建设单位同时应具备应

急反应机制和应急处理能力，实现应急工作的科学化、规范化。建设单位应从经费、物资、人员和技术人员方面做好准备工作，定期进行培训，演练以应急时之需。辐射事故应急救援预案应对本报告表对事故分析情况，进行有针对性的补充完善。今后在预案的实施中，应根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合检查工作的实际情况对预案做补充修改，使之更能符合辐射实际需要。

12.6 环保竣工验收一览表

建设单位应根据《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》等法律法规要求在本项目竣工后，及时开展竣工环保验收。验收合格后方可投入使用，本项目环保验收清单建议见表 12-3。

表 12-3 环保竣工验收一览表

对象	验收项目	验收指标
铅房	屏蔽墙体、铅门外表面 0.3m 处辐射剂量率	各监测点位 x 射线辐射剂量率满足《工业 x 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中不大于 2.5uSv/h 的要求
	联锁装置、警示标志、工作指示灯、报警装置	门灯联锁、门机联锁、警示标志、报警装置、工作指示灯正常、有效
	监视装置	运行良好，切实有效
	通风换气设施	通风次数≥3 次/h，通风量不小于 150m ³ /h
	紧急停机开关	控制台自带的急停开关有效
人员配备	辐射安全与防护培训考核	本项目工作人员接受辐射安全防护教育和培训，持证上岗
	个人剂量检测	本项目工作人员按要求进行个人剂量监测并建立个人剂量档案管理制度
	个人职业健康体检	本项目工作人员按要求进行职业健康体检并建立职业健康监护档案
管理措施	本项目辐射安全与防护管理制度	根据本报告表要求，修改完善相关规章制度,满足《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》以及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防护标准的要求
防护用品、监测仪器	个人剂量计	配备与辐射工作人员数量匹配的个人剂量计
	铅衣、铅帽、铅围脖等	为本项目辐射工作人员配备铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品
	辐射环境监测仪、个人剂量报警仪	配备与本项目辐射类型和辐射水平相适应的监测设备

两区管理	辐射工作场所划分为监督区和控制区	严格执行区域划分
环境监测计划	辐射性工作场所辐射监测计划	按照报告表中制定
应急措施	完善应急预案	制定可行的辐射事故应急预案，并张贴上墙

表 13 结论与建议

13.1 项目概况

名称：兰州万里航空机电有限责任公司工业用 X 射线探伤装置项目

性质：新建

建设地点：兰州万里航空机电有限责任公司 4 号实验厂房内

工程建设内容及规模：1 台工业用 X 射线探伤装置，属于 II 类射线装置。

13.2 本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）相关规定，属于该指导目录中允许类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

13.3 选址合理性分析

建设单位、项目所在建筑物及射线装置外环境周围无学校、医院、疗养院、集中居住区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素，所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此该项目选址是合理的。

13.4 工程所在地区环境质量现状

监测结果表明，本次建设项目拟建场址 X- γ 辐射剂量率室内本底范围为(105~127)nSv/h，室外本底范围为(101~127) nSv/h，与《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》中的甘肃地区的背景资料相比较（建筑室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围值约（33.5~167）nSv/h，建筑室外 γ 辐射空气吸收剂量率范围值约为（20.1~130nSv/h），无显著差异。

13.5 屏蔽能力分析

本项目铅房设计时已考虑了拟配备设备的性能和辐射水平，在满足施工质量前提下，铅房各屏蔽墙体、铅门外表面 30cm 处辐射空气吸收剂量率不大于 2.5 μ Sv/h，能够满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中辐射剂量率限值要求。

13.6 环境影响评价分析结论

本项目正常运行工况下所产生的 X 射线经铅房屏蔽墙体及防护门的屏蔽作用，不会对职业人员及公众造成外照射伤害；产生的臭氧和氮氧化物经通风系统进入大气环境，经稀释分解后，不会对环境造成危害。

本项目事故工况下通过两区划分、急停开关、断电等措施可尽可能降低所产生的辐射危

害。

13.7 本项目所致职业人员个人年附加有效剂量

本项目所致职业人员所受年附加有效剂量理论估算值最大为 $1.19\text{E-}02\text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的年有效剂量基本限值 20mSv 和本次项目评价 5mSv 剂量约束值要求。

13.8 本项目所致公众个人最大年附加有效剂量

本项目探伤作业过程中，所致公众个人最大年附加有效剂量为 $2.98\text{E-}03\text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定年有效剂量 1mSv 基本限值和本次评价公众 0.25mSv 剂量约束值要求。

13.9 辐射环境管理结论

建设单位已成立《辐射安全与环境保护管理办公室》，制定了《辐射工作人员岗位职责》、《X射线探伤装置安全操作规程》、《设备维护保养制度》、《辐射工作场所和个人剂量监测制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射事故应急预案》，以上制度具有可操作性，但均需按照相关法律法规及实际工作经验进行细化完善。建设单位还应根据国家相关法律法规要求制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护与安全保卫管理制度》、《个人剂量档案和职业健康监护档案管理制度》、《监测设备使用与校验管理制度》等规章制度。

13.10 环境影响评价综合性结论

本项目采取辐射防护措施后，能够使其对周边环境的辐射影响降到尽可能合理低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则；从辐射环境保护角度，该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响，在国家允许的标准范围内，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护的角度分析认为本项目可行。

13.11 要求与建议

13.11.1 要求

（1）凡涉及射线装置的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位。

（2）项目在建造和运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表提出的安全防护措施和相关管理要求。

（3）每月对射线装置的安全联锁系统和安全设施进行检查、维护，定期对防护门闭

合处进行检查，防止产生缝隙，导致射线从缝隙泄漏。

(4) 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。

13.11.2 建议

- (1) 不断提高辐射工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。
- (2) 根据国家及地方最新出台的法律法规，对单位辐射相关制度进行更新完善。
- (3) 本项目建设完成后，尽快办理辐射安全许可证台账变更及竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章

年 月 日