

表 1 项目基本情况

建设项目名称	西北工业集团有限公司新增 X 射线装置项目				
建设单位	西北工业集团有限公司				
法人代表	孙守会	联系人	文小东	联系电话	13002906252
注册地址	陕西省西安市经开区泾渭新城泾高北路中段 29 号				
项目建设地点	陕西省西安市经开区西北工业集团有限公司特种装备区				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	197.3	项目环保投资 (万元)	76	投资比例 (环保投资/总投资)	38.52%
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)	63
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 (医用使用) <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"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类		
	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	/				
<p>项目概述</p> <p>一、项目背景</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>西北工业集团有限公司是中国兵器工业集团公司按照战略性重组要求，于 2010 年 10 月由西北地区四家兵工企业组建的专业化子集团。参与公司重组的西安北方华山机电有限公司、西安东方集团有限公司、西安北方秦川集团有限公司均为国家“一五”期间建设的 156 项重点工程，兰州北方机电有限公司是部队移交的装备维修企业。公司现有员工 11000 多人，其中各类专业技术人员 1800 余人，兵器工业集团公司级科技、关键技能带头人 13 人。公司现有各类设备 12000 余台（套），在数控加工、精密制造、粉末冶金、精冲压铸、塑橡成型、易碎钨合金、薄壁件热处理、旋压与温挤压、机械热</p>					

模压等方面拥有雄厚的装备实力和工艺能力。

2、项目由来

西北工业集团有限公司现有 3 个厂区，分别为西安市幸福路厂区（新城区）、草滩厂区（北部分厂）、特种装备区（泾渭新城）。近年来西北工业集团有限公司 X 射线探伤任务量剧增，严重制约了生产效率。为满足公司业务发展的需要，西北工业集团有限公司拟在特种装备区 2106 工房建设 1 座铅房，新增 1 台 MXR-320HP 型实时成像 X 射线机进行无损检测。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目需作环境影响评价。根据《射线装置分类》，本项目为工业用 X 射线装置，且本项目设置工件门宽 800mm×高 1500mm，检修门宽 1600mm×高 1700mm，不属于可以按 III 类管理的自屏蔽设备，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》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“生产、使用 II 类射线装置的”项目，应编制环境影响报告表。

西北工业集团有限公司于 2021 年 9 月 15 日委托我公司进行该项目的环评工作。接受委托后，我公司随即组织技术人员开展资料收集、现场踏勘、数据核算等工作，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，编制完成了《西北工业集团有限公司新增 X 射线装置环境影响报告表》。

二、项目概况

1、建设规模

项目位于西安市经开区西北工业集团有限公司特种装备区。本次拟在 2106 工房建设 1 座独立封闭式铅房，将 1 台 MXR-320HP 型实时成像 X 探伤机在铅房内使用。配套建设控制室 1 间。设备参数见表 1-1。

表 1-1 本项目设备参数表

名称	设备型号	最大管电压	最大管电流	曝光类型	用途	工作场所	备注
COMET320	MXR-320HP 型 X 射线探伤机	320kV	22.5mA	定向，射线束角：水平方向 30°（阳极侧 10°，阴极侧 20°），垂直方向 40°	工业探伤	2106 工房	自带屏蔽铅房、实时成像

2、工作制度及劳动定员

根据建设单位提供的资料，参考《西北工业集团有限公司新增射线装置核技术利用

项目竣工环境保护验收监测报告》（2020年12月）中的工作时间，2203工房X射线检测室MXR-320HP/11型实时成像X射线检测设备每天射线出束时间约6h，全年工作125天。

本项目共配置辐射工作人员2人，均为新增人员，公司已安排了岗前职业健康体检及辐射安全培训，目前岗前职业健康体检及辐射安全培训正在进行中，项目建成后将按照规定每季度进行1次个人剂量检测。

三、项目产业政策符合性及实践正当性分析

本项目利用 X 射线进行无损探伤检测，系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，属于鼓励类中“十四、机械—6、科学研究、智能制造、测试认证中测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”中的“无损检测设备”，符合国家产业政策。

本项目主要用于西北工业集团有限公司现有产品、科研所需的无损检测，通过无损检测和信息反馈，可保证西北工业集团有限公司工件的生产质量，便于研究调整生产工艺等，本项目产生的辐射危害远小于企业和社会取得的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

四、项目选址及周边环境关系

1、地理位置

项目位于陕西省西安市经开区西北工业集团有限公司特种装备区，地理位置图见图 1-1。

2、周边环境关系及平面布置

项目位于西北工业集团有限公司特种装备区 2405 工房内。铅房所在 D-5/X 光机间 50m 范围内西侧依次为试验间、库房、配电间、控制间，东侧依次为控制间、试验间、配电间；北侧 50m 范围内为试验间、草坪及厂区道路；南侧 50m 范围内依次为草坪及厂区道路。拟建项目周边环境关系图见图 1-2，探伤室平面布置图见图 1-3。



图 1-1 项目地理位置图

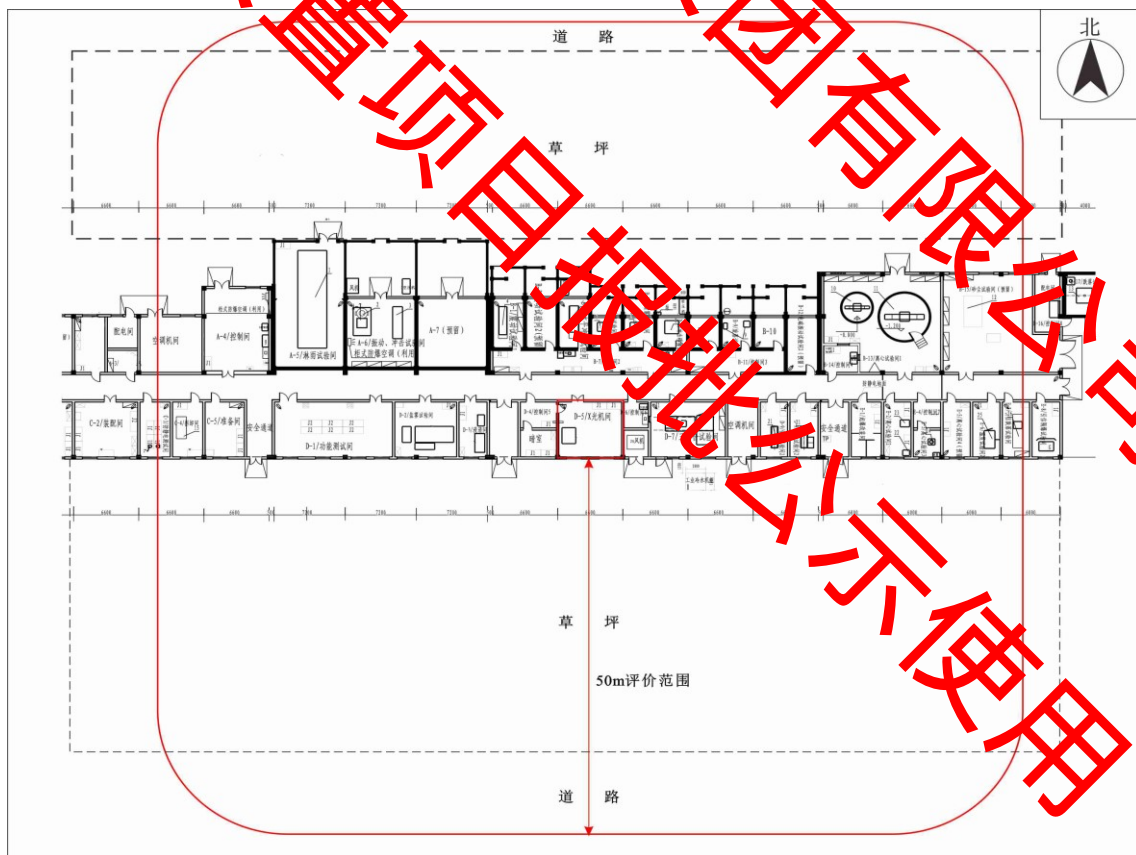


图 1-2 项目周边环境关系图

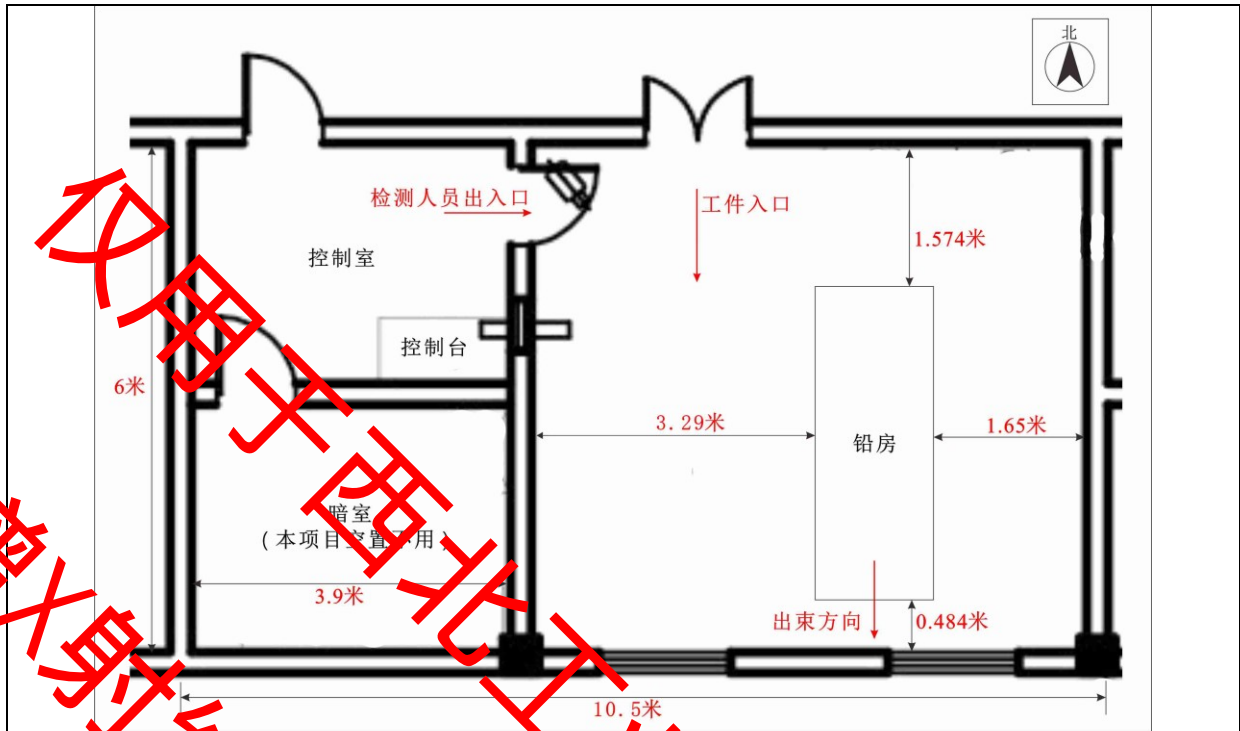


图 1-3 项目平面布置图

五、现有核技术应用项目情况

1、环保手续履行情况

西北工业集团有限公司于 2010 年 10 月由西安北方华山机电有限公司、西安东方集团有限公司等 4 家单位组建。其核技术应用项目环保手续履行情况见表 1-2。

表 1-2 西北工业集团有限公司核技术应用项目环保手续履行情况

时间	项目	环保手续	批复/辐射安全许可证
2006 年	^{241}Am 低能 γ 源测厚仪 (内含 2 枚 ^{241}Am 放射源)	原西安东方集团有限公司委托陕西睿源辐射咨询服务有限公司进行环评, 2008 年进行验收	陕环辐证 (00025)
2008 年	1 台 IPT04101 型 X 射线探伤机和 1 台 XYD-2505 型工业 X 射线 CT 机	原西安北方华山机电有限公司委托核工业二〇三研究所进行了环评, 并办理辐射安全许可证	陕环辐证 (00118)
2012 年	1 台 MG103-MG452 型、1 台 MYD-4010 型 X 射线实时成像设备、1 台 ISOVOLT320M2 型、1 台 MXRF-160C 型 X 射线探伤机	西北工业集团有限公司委托陕西中圣环境科技发展有限公司进行环评, 并重新申领辐射安全许可证	重新申领陕环辐证 (00025)
2013 年	2006 年中的 1 套 ^{241}Am 低能 γ 源测厚仪、6 台射线装置	陕西省辐射环境监督管理站进行验收监测并取得批复	陕环批复 (2013) 237 号
2017 年	在现有场所内新增 1 台 FLY-TSD160/S 实时成像系统	编制自评估报告, 并重新申领辐射安全许可证	重新申领陕环辐证 (00025)
2017 年	在高陵厂区新增、迁建 7 台射线装置 (包括 2008 年和 2012 年中的 5	2017 年委托西安海蓝环保科技有限公司进行环评并取得批复	陕环批复 (2017) 585

	台 X 射线机)		号
		2020 年委托西安志诚辐射环境检测有限公司进行竣工环境保护自主验收	/
2020 年	在幸福路厂区新增 1 台 GE ISOVOLT320M2 型 X 射线探伤机，1 台 MXRF-160C 型 X 射线探伤机	2020 年委托西安海蓝环保科技有限公司进行环评并取得批复	陕环批复 (2020) 149 号
		2020 年委托西安志诚辐射环境检测有限公司进行竣工环境保护自主验收	/

2、辐射安全许可证

西北工业集团有限公司于 2021 年 5 月 10 日取得重新申请、变更后的辐射安全许可证（陕环辐证〔00025〕），许可证种类和范围为使用 IV 类密封放射源、使用 II 类射线装置。有效期至 2022 年 9 月 9 日。辐射安全许可证明细见表 1-3。

表 1-3 西北工业集团有限公司辐射安全许可证明细

(一) 放射源					
序号	装置名称	出厂日期	出厂活度 (Bq)	类别	场所
1	Am-241	20070301	1.11×10^{10}	IV 类	58# 工房精轧间
2	Am-241	20070301	1.11×10^{10}	IV 类	58# 工房精轧间
(二) 射线装置					
序号	装置名称	规格型号	类别	场所	
1	工业 CT	TPT04101	II 类	北郊分厂探伤室	
2	X 射线探伤机	MXRF-160C	II 类	160 机房：新城区西北工业集团有限公司 8 号工房	
3	X 射线探伤机	ISOVOLT320M2	II 类	160 机房：新城区西北工业集团有限公司 8 号工房	
4	X 射线探伤机	XYD-250	II 类	检验二处探伤室：新城区西北工业集团有限公司检验二处探伤室	
5	X 射线实时成像系统	MG103-MG454	II 类	检验二处探伤室：新城区西北工业集团有限公司检验二处探伤室	
6	X 射线实时成像系统	MYD-4010	II 类	检验二处探伤室：新城区西北工业集团有限公司检验二处探伤室	
7	X 射线实时成像系统	FLY-TSD160/S	II 类	加六检验探伤室：新城区西北工业集团有限公司 8 号工房	
8	X 射线数字成像检测设备	MXR-320HP/11	II 类	X 射线检测室：泾渭新城西北工业集团有限公司特种装备区 2203 工房	
9	4MeV 直线加速器工业 CT 检	CD-400BX	II 类	加速器机房：泾渭新城西	

	测系统		北工业集团有限公司特 种装备区 2304 工房
--	-----	--	----------------------------

3、辐射安全管理现状

(1) 辐射防护管理机构

西北工业集团有限公司于 2020 年调整了辐射安全与环境管理委员会组成人员，以高青海为主任，成员包括韩胜利等 10 人；委员会下设办公室，办公室设在公司技安环保部，以韩胜利为办公室主任，成员包括文小东等 7 人。委员会及办公室专职负责公司的辐射安全与防护管理工作。（见附件）

(2) 规章制度建设及落实情况

西北工业集团有限公司已针对现有放射性同位素与射线装置制定了一系列辐射环境管理规章制度，包括《辐射人员岗位责任制度》、《放射性同位素与射线装置工作人员培训制度》、《放射性同位素与射线装置购买、安装、保管、使用和报废制度》、《X 射线装置检修维护制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备管理制度》、《辐射防护设备维护、维修制度》、《辐射剂量管理制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》，以确保辐射作业中的安全防护。现有制度执行情况良好，运行以来未发生辐射事故或人员剂量超标情况。（见附件）

(3) 工作人员培训情况

目前，西北工业集团有限公司在岗辐射工作人员约 11 人，均已参加陕西省核安全辐射工作单位人员技术培训，并取得合格证书。本次拟新增的 2 名辐射工作人员正在进行岗前职业健康体检及辐射安全培训。

(4) 个人剂量检测情况

西北工业集团有限公司为现有 11 名辐射工作人员配备了个人剂量计，并委托有资质单位承担辐射工作人员个人剂量检测工作，每季度检测 1 次，检测数据由技安环保部存档。

2019 年 10 月~2020 年 10 月的职业性外照射个人剂量监测委托陕西新高科辐射技术有限公司进行，检测结果表明：在该监测周期内，现有辐射工作人员的年有效个人剂量为 0.08~0.96mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量约束限值要求（职业人员 20mSv）。

(5) 工作场所及辐射环境监测情况

西北工业集团有限公司现有 3 个厂区，分别为西安市幸福路厂区（新城区）、草滩厂区（北郊分厂）、特种装备区（泾渭新城），均配备了 1 台 X-γ 辐射检测仪，并制定了《辐射工作场所监测制度》、《西北工业集团有限公司放射性同位素及射线装置工作场所监测计划》，委托有资质单位每年对辐射工作场所环境质量进行 1 次监测。每年 1 月 31 日前向陕西省生态环境厅提交本单位上一年度的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况环境评估报告。

2020 年西北工业集团有限公司辐射工作场所监测委托西安志诚辐射环境检测有限公司进行。检测结果表明，开机状态下现有辐射工作场所周围各检测点位的剂量当量率为 0.05~1.07μSv/h，关机状态下为 0.07~0.12μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II 类	1	MXR-20HP	320	22.5	无损检测	2106 工房	最大管电压为 320kV 时，最大管电流为 5.6mA，最大管电流为 22.5mA 时，最大管电压为 80kV
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	最大管电流 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
本项目运行过程中不产生放射性“三废”	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015 年 1 月 1 日;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》, 2018 年 12 月 29 日;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(修订), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日;</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》(2021 年版), 生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起实施;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(修改), 生态环境部令 第 7 号, 2019 年 8 月 22 日;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部 18 号令, 2011 年 5 月 1 日;</p> <p>(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公告 2017 年第 56 号, 2017 年 12 月 6 日;</p> <p>(10) 《陕西省放射性污染防治条例(2019 年修正)》, 2019 年 11 月 6 日;</p> <p>(11) 《关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》, 陕环办发〔2018〕29 号文</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015);</p> <p>(3) 《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);</p> <p>(4) 《辐射环境检测技术规范》(HJ61-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>项目环境影响评价委托书及建设单位提供的相关资料。</p>

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 10.1-2016)中“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”要求,确定本项目评价范围为以射线装置所在实体屏蔽铅房为边界,半径 50m 范围内的区域。

保护目标

本项目环境保护目标主要为从事射线装置操作的辐射工作人员及周围区域的公众。项目环境保护目标见表 4,保护目标图见图 1-2。

表 1-1 主要环境保护目标一览表

序号	保护对象	人数	相对方位		与铅房相对最近距离	剂量约束值 (mSv/a)
1	辐射工作人员	2 人		西侧控制台	3.29m	5
2	公众人员	约 6 人	北侧	通道、试验间、草坪、厂内道路等	1.574m	0.25
		约 6 人	西侧	试验间、库房、配电间等	7.19m	
		约 2 人	南侧	草坪及厂区道路等	0.484m	
		约 6 人	东侧	控制间、试验间、配电间等	1.65m	

注:表中“距离”均以铅房屏蔽体作为起点进行计算。

评价标准

一、职业人员和公众的辐射剂量约束值

1、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。

综合考虑射线装置现有使用情况,并着眼于长期发展,为其它辐射设施和实践活动留有余地,本次评价对职业照射人员的年受照剂量约束值设定如下:按标准剂量限值的 1/4 执行,即 5mSv/a。

2、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): 11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围内,但剂量约束的使用不应取代最优化要求,剂量约束值只能作为最优化值的上限。

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:年平均有效剂量, 1mSv。

综合考虑射线装置现有使用并为公司的远期发展预留空间,本次公众照射年有效剂量管理约束值按标准限值的 25% 执行,即 0.25mSv/a。

二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)

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。本项目实际运行过程中铅房等同于探伤室,应满足本标准中探伤室的防护要求。

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辐射安全,操作室应与探伤室分开并尽量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 μ Sv/周,对公众不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/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临近建筑物在自辐射源点到探伤室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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，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-机联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 X 射线探伤装置联锁。

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 探伤室门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应设置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，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。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1. 项目地理位置和场所位置

本项目位于陕西省西安市经开区西北工业集团有限公司特种装备区，地理位置图见图 1-1，周边环境关系见图 1-2。

2. 环境质量现状

本次委托西安态诚辐射环境检测有限公司对西北工业集团有限公司新增 X 射线装置项目进行辐射环境现状监测，监测结果见表 8-2。

(1) 监测因子、点位

监测因子：X、 γ 辐射剂量率；

监测点位：拟建场所及邻近场所各功能区域，见图 8-1。

(2) 监测时间

2021 年 10 月 8 日。

(3) 监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

监测仪器	环境监测用 X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪		
型号规格	FD-7013H	仪器编号	XAZC-YQ-016
检出限	0.01 μ Gy/h~200 μ Gy/h	检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书编号	2021H21-20-3331352001-01	检定有效期	2021.3.1~2022.5.31

(4) 质量保证措施

① 监测人员持证上岗；

② 严格按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 51-2001)、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)和《环境监测用 X、 γ 辐射监测仪 第一部分 剂量率仪型》(GB/T 984-1995) 进行监测；

③ 监测结果经三级审核，保证监测数据的准确。

(5) 监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2 项目 X、 γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述	X、 γ 辐射剂量率 (μ Gy/h)	
		测值范围	均值
1	拟建铅房西侧 (控制间 5)	0.10	0.01
2	拟建铅房西侧 (暗室)	0.10	0.01

3	拟建铅房	0.11	0.01
4	拟建铅房北侧（走廊）	0.11	0.01
5	拟建铅房东侧（控制间6）	0.12	0.01
6	拟建铅房东侧（配电房）	0.09	0.01
7	拟建铅房南侧（室外草坪）	0.08	0.01

注：监测结果已校准，未扣除仪器对宇宙射线响应值。

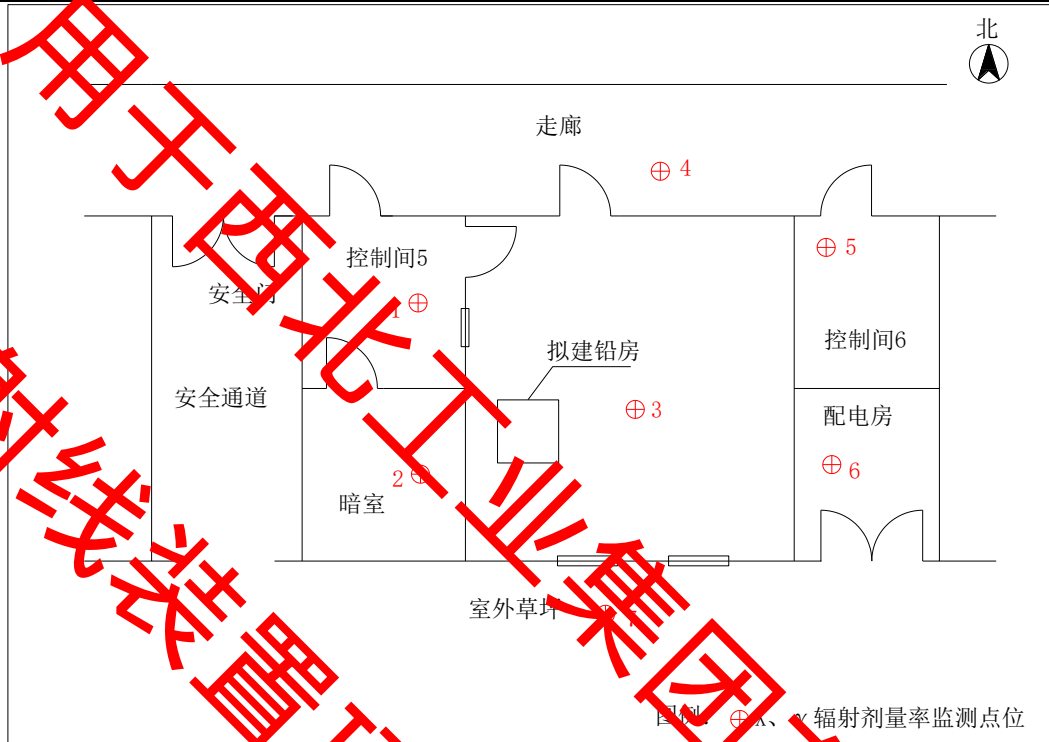


图 8-1 新增 X 射线装置 X、 γ 辐射剂量率监测点位示意图

根据表 8-2，西北工业集团有限公司新增 X 射线装置及周围场所各监测点位 X、 γ 辐射剂量率测量值范围为 $(0.09 \sim 0.12) \mu\text{Gy/h}$ ，即 $(90 \sim 120) \text{nGy/h}$ ；室外草坪监测点位 X、 γ 辐射剂量率测量值为 $0.08 \mu\text{Gy/h}$ ，即 80nGy/h 。

参照《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究环境》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月），西安市原野 γ 辐射剂量率为 $50.0 \sim 117.0 \text{nGy/h}$ ，道路 γ 辐射剂量率为 $52.0 \sim 121.0 \text{nGy/h}$ ，室内 γ 辐射剂量率为 $79.0 \sim 130.0 \text{nGy/h}$ 。经比较，本工程拟建场所辐射环境现状监测结果属于天然辐射环境本底波动水平。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

根据建设单位提供的资料，本项目工业 X 射线实时成像检测装置由高频固定式 X 射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械工装及电气控制系统、防护铅房等组成，采用一体化设计。

2、X 射线实时成像原理

X 射线实时成像是指在曝光的同时就可观察到所产生的图像的检测技术。具体工作原理是：通过控制器输出控制初级电压，给高压发生器的初级线圈以及 X 射线管灯丝电压，产生二次电压，通过高压电缆输送到 X 射线管而产生 X 射线，然后由图像增强器将其影响进行放大，放大的倍数决定于射线源与工作的距离和射线源与成像平面的距离。最后将其传输到显示屏上的过程。

2、X 射线机工作原理

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、钼、铂、金、钽等）制成。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

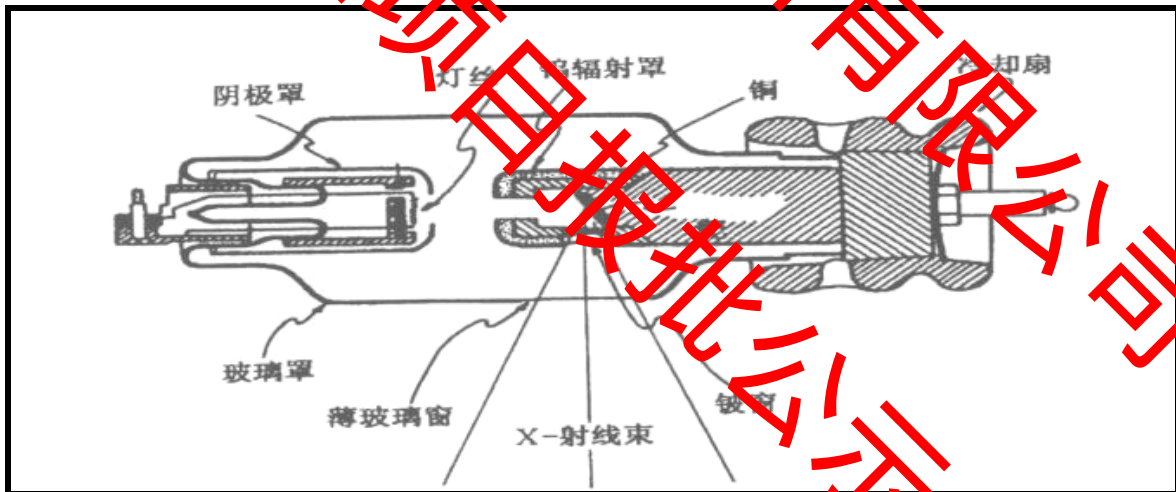


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的无损检测装置。它利用射线透过物体时，会发生吸收和散射这一特性，通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷的。当 X 射线照射胶片或其他检测器时，与普通光线一样，能使检测器感光，接收射线越多的部位颜色越深，这个作用叫做射线的照相作用。根据检测器上有缺陷部位与无

缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等。

根据探伤机出束方式不同探伤机分为定向和周向两种类型（图 9-2），本项目使用的探伤机为定向向南出束。

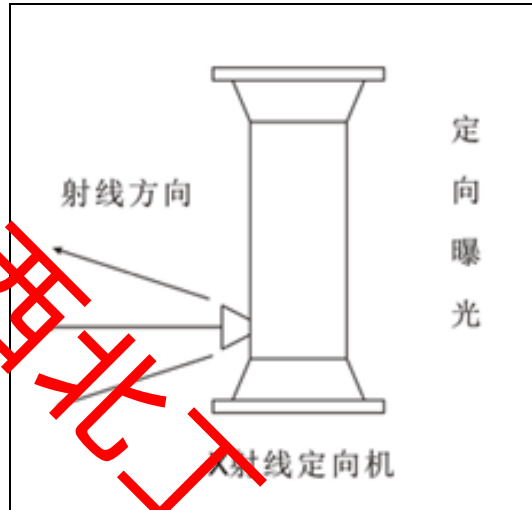


图 9-2 定向探伤机

3、操作流程及产污环节

(1) 操作流程

- ① 开机前检查机械装置所有限位、电源电压等是否正常，确认无误后开启设备。
- ② 开启铅门，使用运输车放置工件，或由人员进入铅房摆放工件。
- ③ 确认所有人员退出铅房后关闭铅门，调整至检测位置，开启高压曝光检测。
- ④ 检测完毕后关闭高压电源，然后开启铅门取走工件，准备下一批检测。
- ⑤ 检测完毕后关机，工作人员分析检测结果。

(2) 产污环节

射线装置工作流程及产污环节见图 9-3。

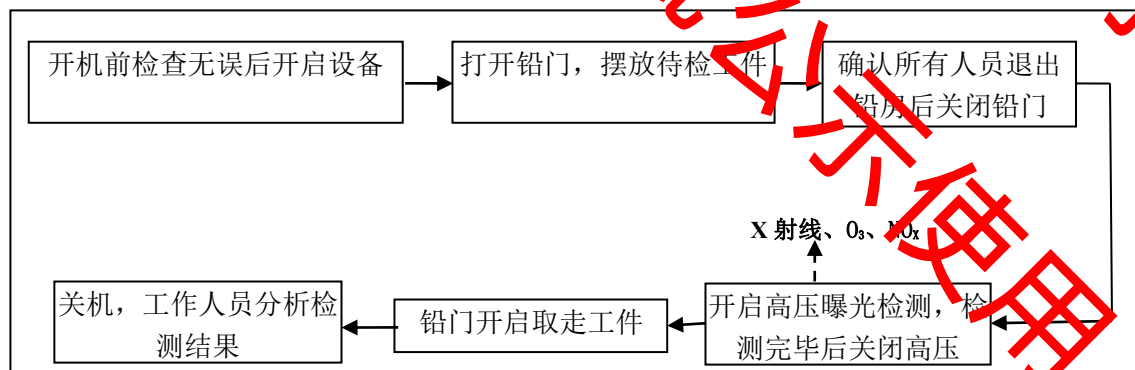


图 9-1 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

4、正常工况的污染途径

射线装置发出的X射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生X射线辐射，会对工作人员和公众产生一定的外照射。

5、事故工况的污染途径

本项目在运行过程中可能发生的事故有：

- (1) 开机检测时，门机联锁失效，操作人员或公众误入控制区内造成剂量照射；
- (2) 门机联锁失效，防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，对工作人员及公众造成额外照射。
- (3) 仪器出现故障时不受控出束，对射线装置周围活动人员产生误照射。

污染源项描述

本项目使用1台MXR-320HP型实时成像X射线检测装置，运行期主要污染源项为X射线、 O_3 、 NO_x 等有害气体等，不产生放射性三废。

1、X射线

由X射线的工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目射线装置只有在开机并处于出射线状态时才会发出X射线。因此，在检测期间，X射线成为污染环境的主要污染因子。

X射线球管出束照射工件期间，它产生的X射线能量在零和曝光管之间，为连续能谱分布，其穿透力与X射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的X射线包括有用线束、泄漏射线和散射射线，

(1) 有用线束：直接由X射线管产生的电子通过打靶获得X射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。射线能量、强度与X射线管靶物质、管电压、管电流有关，靶物质原子序数、加在X射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

(2) 泄漏射线：除了有用的辐射束外，从辐射源组装体泄漏出的任何其他辐射。

(3) 散射射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地面等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与X射线能量、X射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

2、废气 O_3 、 NO_x

当电压为0.6kV以上时，X射线能使空气电离，本项目X射线探伤机最大管电压为320kV，运行时将产生少量 O_3 、 NO_x 。

设备铅房内安装1个轴流风机，排风口位于顶部中后侧，由1根排风管道连接至检测室

顶部排除。排风量大于 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，铅房体积为 12.44m^3 ，则通风一次的时间约为 0.25h ，即每小时有效通风次数约为4次。

新增X射线装置项目报批公示使用
交用于西北工业集团有限公司

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1 辐射工作场所分区及合理性分析

(1) 布局合理性分析

本项目检测室平面布置图见图 1-3。控制台与射线装置隔室摆放，射线装置向南照射，控制台位于射线装置西侧，避开有用线束照射方向，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中“铅房的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与铅房分开并尽量避开有用线束照射的方向”的要求。

(2) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，辐射工作场所应分为控制区及监督区，把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)，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。

根据项目实际布局情况，将射线装置屏蔽铅房内所有区域划分为控制区，检测室内其他区域划分为监督区，辐射工作场所分区示意图见图 10-1。

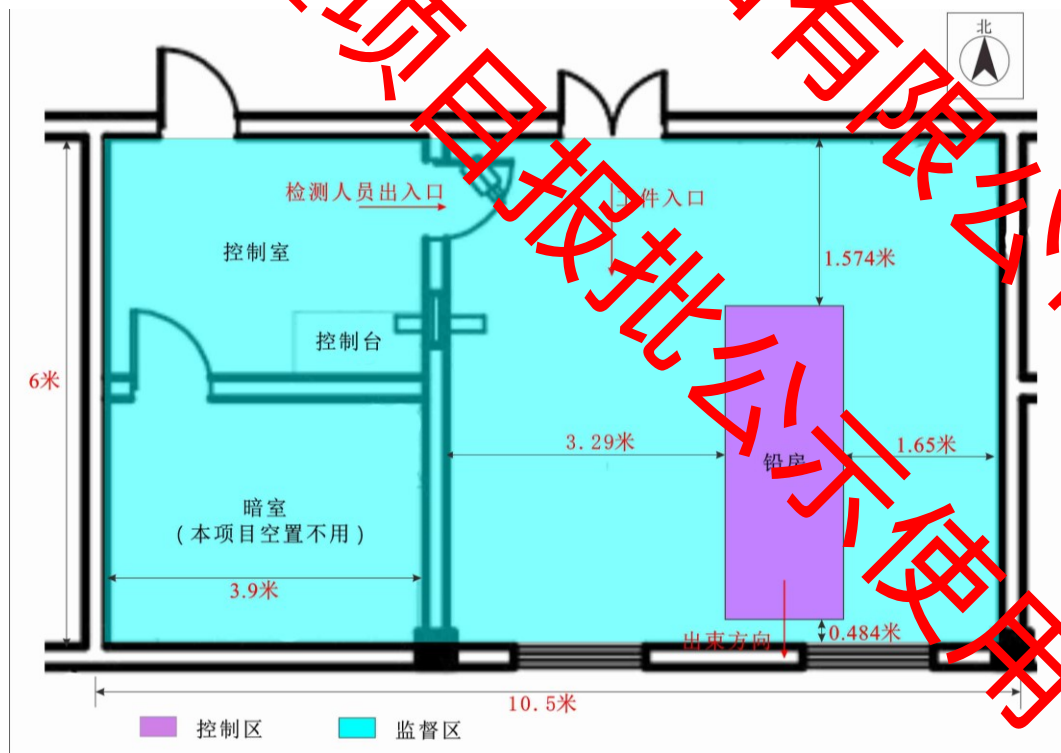


图 10-1 工作场所分区示意图

2、辐射防护屏蔽设计

本项目防护铅房为六面封闭式结构，铅房北侧开设 1 个防护铅门，主射束向南照射。根据建设单位提供的资料，铅房各面的屏蔽参数见表 10-1，铅房结构设计示意图见图 10-2，主射线照射区域示意图见图 10-3。

表 10-1 防护铅房主要设计参数

序号	位置	设计铅房主要设计参数及材料
1	东侧面（射线束照射区）	43mmPb+6mm 钢板
2	东侧面（射线束未照射区）	28mmPb+6mm 钢板
3	西侧面（射线束照射区）	40mmPb+6mm 钢板
4	西侧面（射线束未照射区）	24mmPb+6mm 钢板
5	南侧面（主照立面）	43mmPb+6mm 钢板
6	北侧面	25mmPb+6mm 钢板
7	顶部（射线束照射区）	43mmPb+6mm 钢板
8	顶部（射线束未照射区）	26mmPb+6mm 钢板
9	铅门	25mmPb+6mm 钢板
10	铅房	内径尺寸：长 3480mm×宽 880mm×高 2050mm

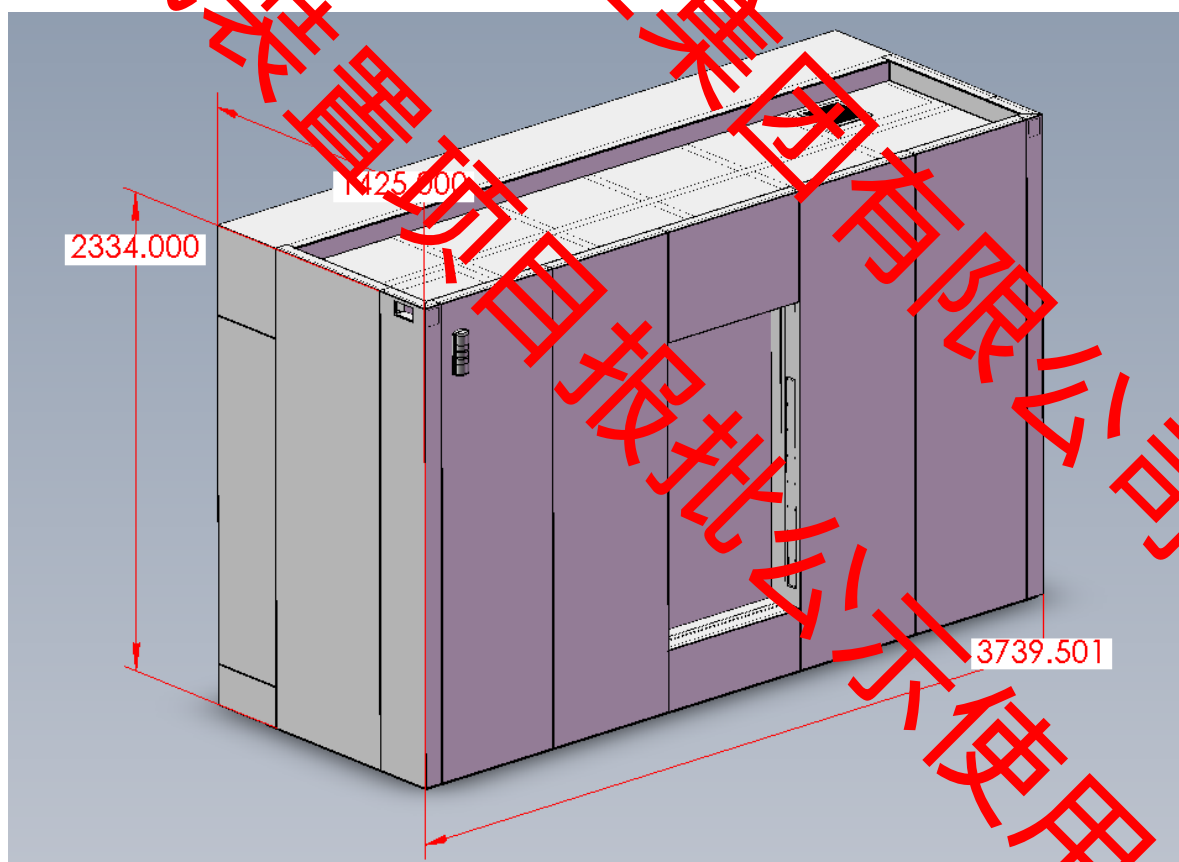


图 10-2 铅房结构示意图

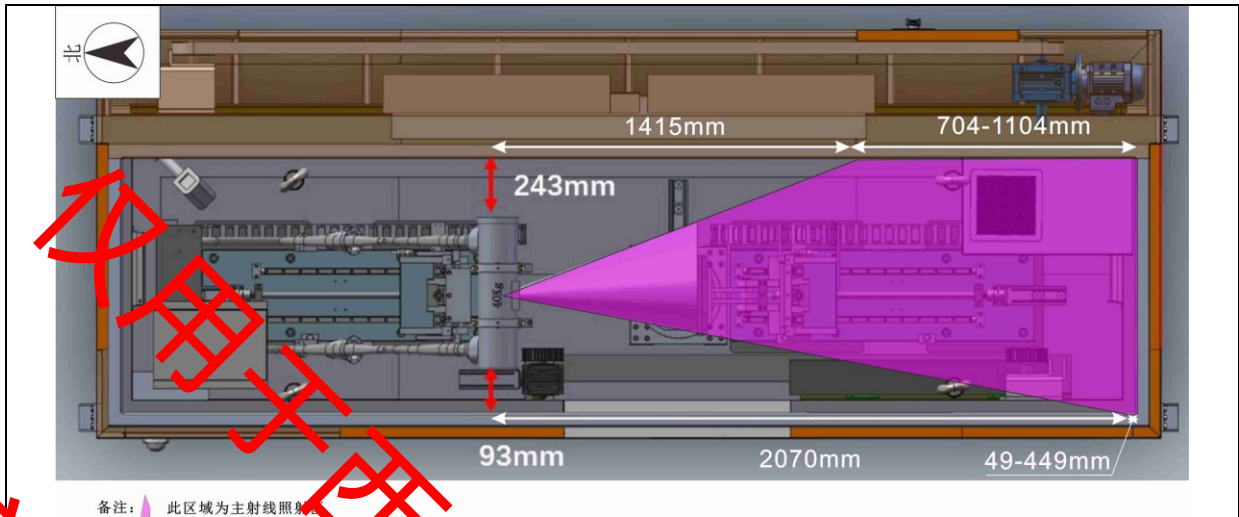


图 10-3 主射线照射区域示意图

3、辐射安全措施

本项目铅房为实际探伤作业场所，等同于探伤室，铅房的防护设施应满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中相关规定。本项目铅房除实体屏蔽外，拟采取的其他辐射安全措施如下，防护设施位置见示意图 10-4。

- (1) 控制室与铅房分开，并避开有用线束照射的方向。
- (2) 门-机连锁：铅房防护门设置门-机连锁装置，并保证在铅门关闭后 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，关门不能自动开始 X 射线照射。
- (3) 安全警示：铅房工件门和检修门均设置单色防爆警示灯（红、黄、绿）。铅房内配备辐射剂量报警仪探头。工作人员进入铅房时应配备个人剂量报警仪。
- (4) 急停装置：座铅房内设置急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮应当带有标签，标明使用方法。
- (5) 监控系统：铅房内安装监控摄像头，摄像头视频接入专用显示器，配备实时监控硬盘录像机，方便了解操作过程中铅房内实时情况。
- (6) 通风系统：铅房顶部安装 1 台轴流风机，排风口连接通风管道至检测室顶部，可避开人员活动密集区。排风量为 50m³/h，铅房内每小时有效通风次数为 4 次。
- (7) 控制台：配备 1 个单独的控制台，控制台与射线装置连锁。控制台上设有铅门开关等各类操作按钮；设有显示屏指示设备工作状态；设有电源、电压及故障指示灯，分别指示电源开关、高压接通状态及故障报警；设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；控制台上安装有急停按钮。
- (8) 监测仪器及个人防护用品：公司为该射线装置单独配备 1 台个人剂量报警仪，

用于人员进出铅房时的安全报警；配备1台X-γ辐射剂量率仪用于工作场所的日常监测。配备铅衣、铅围脖用于工作人员的个人防护。

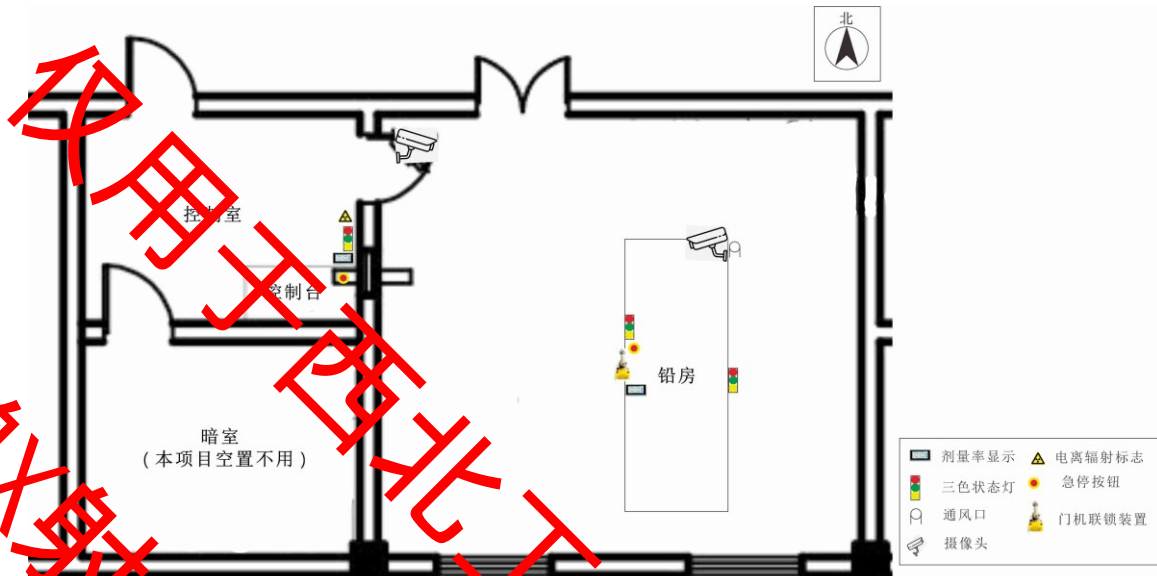


图 10-4 防护设施位置示意图

4、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据陕环办发〔2018〕29号关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知，核技术利用单位应进行辐射安全管理标准化建设。根据建设单位提供资料，西北工业集团有限公司辐射安全管理部分实际建设情况详见表 10-2；本项目拟采取的辐射安全防护措施详见表 10-3。

表 10-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求	有/无
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作	有/无
		年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容	有
		明确涉辐部门和岗位辐射安全职责	有
	辐射防护负责人	提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	有
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗，熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识	有
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告	有
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	有
	建立辐射环境安全管理档案	有	

		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录	有
直接从事放射工作的作业人员		岗前进行职业健康体检，结果无异常	有
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗	有
		了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺	有
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理	有
机构建设		设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人	有
制度建立与执行		建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	有
		建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收购等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	有
		建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	有
		建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	有
		建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	有
		建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性	有
		建立辐射防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	有
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行检测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	有	
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	拟补充	
应急管理		结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练	有
		应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序	有

表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（五）
辐射安全防护措施部分——工业探伤类

项目		具体要求	本项目情况
工业 X 射线探伤	控制台安全性能	X射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志	根据建设单位提供资料，X射线探伤机管头已配备制造厂商、型号、出厂编号、额定管电压电流等标志。控制台设置钥匙开关、紧急停机开关，外部报警或指示装置等安全装置，安全性能符合相关要求
		控制台设有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置	
		控制台设置有高压接通时的外部报	

固定式探伤作业场所	警或指示装置	控制台或X射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口	拟设置
		控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束	
		控制台设有紧急停机开关	
		按标准要求划分控制区、监督区	
	分区	控制区：探伤室墙围成的内部区域	拟设置
		监督区：探伤室墙壁外部相邻的区域	
	布局	操作室与探伤室分开，并避开有用线束照射的方向	符合
	通风	探伤室设置机械通风装置，排风管道外口避开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	符合
	标志及指示灯	探伤室防护门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明	拟设置，铅房门外张贴电离辐射警示标志和中文警示说明
		探伤室门口和内部同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置与X射线探伤装置联锁	拟设置，铅房门口和内部设置工作状态指示和声音提示装置，指示装置与探伤装置联锁
探伤室内、外醒目位置处设置清晰的“预备”和“照射”信号意义说明		拟设置，铅房内外醒目位置设置清晰的“预备”和“照射”信号意义说明	
辐射安全与连锁	探伤室设置门-机联锁装置	拟设置，铅房防护门均进行门-机联锁	
	探伤室内设置紧急停机按钮或拉绳，并带有标签，标明使用方法	拟设置，铅房内均设置紧急停机按钮，并带有标签说明	
监测设备及个人防护用品	X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪等	X-γ剂量率监测仪已配备，拟为铅房配备1台个人剂量报警仪和个人剂量计	

综上，本项目辐射安全防护设施基本符合标准化建设要求，运行期应加强相关管理，定期检查并确保防护设施的有效性。

三废的治理

本项目使用 1 台 MXR-320HP 型 X 射线实时成像检测装置，不产生放射性“三废”，非放射性废物主要为电离产生的 O₃、NO_x。

根据设计单位提供的资料，项目铅房安装 1 台轴流风机，排风量为 50m³/h，每小时有效通风次数 4 次，排风口位于顶部，避开人员密集的方向，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“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”的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

建设期间对环境的影响主要为安装设备过程产生的噪声以及工人生活废水、生活垃圾。项目施工现场位于工房内，铅房为组合式拼装结构，安装过程方便，施工噪声造成的影响不大。生活垃圾和生活废水产生量较小，生活污水依托公司现有污水处理设施处理，生活垃圾纳入厂区现有垃圾清运系统。综上所述，本项目建设阶段对环境产生影响较小。

运行阶段对环境的影响

本次评价的工业 X 射线实时成像监测装置自带屏蔽铅房，铅房安装于 2106 工房 E5/X 光机间，X 光机间顶部未设置楼梯等，一般无人到达，地下无建筑。设备最大管电压为 320kV，最大管电流为 22.5mA，定向向南照射。

本次评价采用理论估算的方法进行辐射影响分析。

1、辐射防护屏蔽理论估算模式

采用理论估算的方法验证铅房屏蔽防护性能。估算模式参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 228-2014)，该标准适用于 300kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室防护性能估算。本项目 MXR-320HP 型 X 射线实时成像系统射线源在铅房内结构示意图见图 11-1 和图 11-2。探测器具备自动升降、水平移动功能，活动范围：探测器距离西侧最近 93mm，距离东侧最近 243mm，距离顶部最近 360mm，距离底部最近 587mm，距离南侧最近 2119mm，距离北侧最近 261mm；X 射线源与成像板之间的距离最小不低于 700mm。

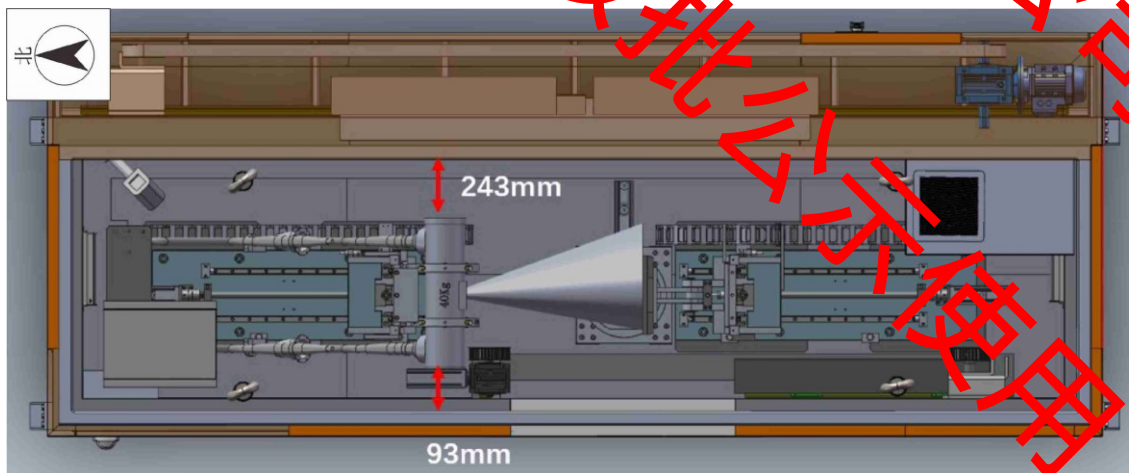


图 11-1 射线装置结构示意图（俯视图）

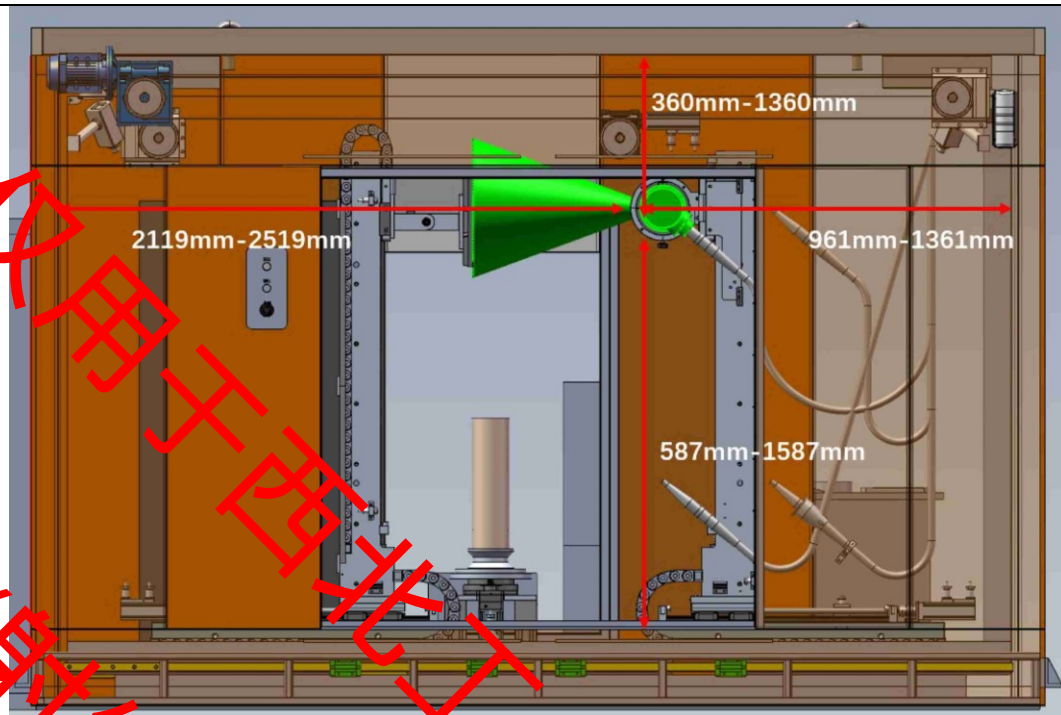


图 11-2 射线装置结构示意图（剖面图）

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GB/T250-2014），具体计算如下：

(1) 铅房辐射屏蔽的剂量参考控制水平

铅房四周屏蔽面和入口门外周围 剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

① 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按以下公式计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{公式 (11-1)}$$

式中： H_c —周剂量参考控制水平，单位为 $\mu\text{Sv/周}$ ，职业工作人员 $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ，

公众 $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ ；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

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，单位为 h/周。

t 按以下公式计算：

$$t = W / (60 \cdot I) \quad \text{公式 (11-2)}$$

式中： W —X 射线探伤的周工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积“mA·min”值），mA·min/周；

60—小时与分钟的换算系数；

I —X 射线探伤装置在最大管电压下的最大管电流，mA。

② 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$:

$$H_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h} \quad \text{公式 (11-3)}$$

③ 关注点剂量率参考控制水平

H_c 为上述 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

(1) 铅房顶部的剂量率参考控制水平应满足下列要求:

① 铅房上方已建、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, 距探伤室顶外表面 30cm 处和 (或) 在该立体角内的高层建筑物中人员驻留处, 辐射屏蔽的剂量参考控制水平同公式 (11-1)。

② 除①的条件外, 应考虑下列情况:

a 穿过铅房顶的辐射与铅房上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和, 应按 (11.2) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 有用线束屏蔽估算

a 关注点达到剂量率参考控制水平 H_c 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按下式计算:

$$B=H_c R^2/(I \cdot H_0) \quad \text{公式 (11-4)}$$

式中: B—为屏蔽所需透射因子;

H_c —为剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

R—为辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m;

I—为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, mA;

H_0 —为距离辐射源点 (靶点) 1m 处的输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

b 对于估算处的屏蔽透射因子 B, 所需屏蔽物质厚度 X 按下式计算:

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

式中: TVL—为屏蔽物质的什值层厚度, mm;

B—达到剂量率参考控制水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子。

c 对于给定屏蔽物质 X 时, 由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按下式计算:

$$H = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2 \quad \text{公式 (11-6)}$$

式中: I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, mA;

H_0 —距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ;

B—屏蔽透射因子;

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

(4) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

① 泄漏辐射屏蔽

a 对于给定的屏蔽物质厚度 X, 相应的辐射屏蔽因子按公式(6)计算:

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad \text{公式(6)}$$

式中: X—屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL—屏蔽物质的什值层厚度;

b 泄露辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算:

$$B = \dot{H}_c \cdot R^2 / H_L \quad \text{公式 (11-7)}$$

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

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

H_L —距离辐射源点(靶点)1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

c 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按式(6)计算, 泄露辐射的关注点的剂量率 \dot{H} 按式(8)计算:

$$\dot{H} = (H_L \cdot B) / R^2 \quad \text{公式 (11-8)}$$

式中: B—屏蔽透射因子;

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

H_L —距离辐射源点(靶点)1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射辐射屏蔽

a 散射辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算:

$$B = \dot{H}_c \cdot R_s^2 / (I \cdot H_0) \cdot R_0^2 / (F \cdot a) \quad \text{公式 (11-9)}$$

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

R_s —散射体至关注点的距离, m;

R_0 —辐射源点至探伤工件的距离, m;

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, mA;

H_0 —距离辐射源点(靶点) 1m 处的输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ;

F — R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

a—散射因子, 入射辐射被单位面积散射体散射到距其 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。

b 对于给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B , 确定 90° 散射辐射的 TVL, 然后按公式(6)计算。关注点的散射辐射剂量率 H 按下式计算:

$$H = \frac{(I \cdot H_0 \cdot B)}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad \text{公式 (11-10)}$$

式中: I —X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, mA;

H_0 —距离辐射源点(靶点) 1m 处的输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

B —屏蔽透射因子;

F — R_0 处的辐射野面积;

R_s —散射体至关注点的距离, m;

R_0 —辐射源点至探伤工件的距离;

a—散射因子。

③ 泄露辐射和散射辐射的复合作用

分别估算泄露辐射和散射辐射, 当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度或更大时, 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厚度 (HVL)。

④ 年有效剂量可按下式计算:

$$P_{\text{年}} = H \cdot U \cdot T \cdot t \quad \text{公式 (11-11)}$$

式中: $P_{\text{年}}$ —年有效剂量, mSv/a;

t —年工作时间。

2、理论估算参数

MXR-320HP 型 X 射线探伤机有用线束输出量参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中管电压 400kV, 3mm 铜过滤条件下的输出量 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 每天出束时间约 6h, 全年工作 125 天, 各关注点的距离、 T 、

U 因子见表 11-1。

表 11-1 MXR-320HP 型 X 射线探伤机及铅室参数选取

序号	方向	居留因子 T	距离 R (m)	关注点剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射
1	东侧面 (射线束照射区)	1	4.532	1.33	有用线束
2	东侧面 (射线束未照射区)	1	1.087	1.33	泄露辐射、散射辐射
3	西侧面 (射线束照射区)	1	2.165	2.5	有用线束
4	西侧面 (射线束未照射区)	1	0.937	2.5	泄露辐射、散射辐射
5	南侧面 (主照立面)	1/4	2.549	2.5	有用线束
6	北侧面	1/4	1.391	1.33	泄露辐射、散射辐射
7	顶部 (射线束照射区)	1/16	1.352	100	有用线束
8	顶部 (射线束未照射区)	1/16	0.802	100	泄露辐射、散射辐射
9	铅门 (工件)	1	0.937	2.5	泄露辐射、散射辐射
10	铅门 (检修)	1	1.087	1.33	泄露辐射、散射辐射

5.3 铅房屏蔽厚度估算结果

根据以上公式, 估算 320kV 探伤机工作时各屏蔽面所需的屏蔽厚度, 估算结果见表 11-2。

表 11-2 铅房防护厚度核算

屏蔽面		H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽透射因子 B	计算防护厚度 (mm)	设计防护厚度 (mm)	符合性
东侧面 (射线束照射区)	有用	1.33	$3.468\text{E-}07$	33.9	33.9	符合
	泄露	1.33	$3.151\text{E-}04$	21.7	21.7	符合
东侧面 (射线束未照射区)	散射		$1.421\text{E-}05$	14.1		
西侧面 (射线束照射区)	有用	2.5	$1.487\text{E-}06$	36.1	36.1	符合
	泄露	2.5	$4.390\text{E-}04$	20.8	20.8	符合
西侧面 (射线束未照射区)	散射		$1.980\text{E-}05$	13.6		
南侧面 (主照立面)	有用	2.5	$2.057\text{E-}06$	35.3	35.3	符合
北侧面	泄露	1.33	$5.160\text{E-}04$	20.4	20.4	符合
	散射		$2.327\text{E-}05$	13.4		
顶部 (射线束照射区)	有用	100	$7.005\text{E-}05$	25.8	25.8	符合
顶部 (射线束未照射区)	泄露	100	$1.286\text{E-}02$	11.7	14.6	符合
	散射		$5.801\text{E-}06$	9.4		
铅门 (工件)	泄露	2.5	$4.390\text{E-}04$	20.8	20.8	符合
	散射		$1.980\text{E-}05$	13.6		
铅门 (检修)	泄露	1.33	$3.151\text{E-}04$	21.7	21.7	符合
	散射		$1.421\text{E-}05$	14.1		

注: ① H_0 : X 射线管电压 400kV 在 3mm 铜过滤条件下, 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$;

- ② TVL: 根据 ICRP33 号出版物表 3.5, X 射线管电压为 320kV 时, 对应铅的什值层厚度约为 6.2mm;
- ③ 公式 5 中 $R_0^2/F \cdot a$ 值根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附表 B.4.2 取 50;
- ④ X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值根据表 2 取 250, 对应的铅什值层厚度为 2.9mm;
- ⑤ 参考 5mm 钢板 (密度 7.9g/cm^3) 400kV 电压下, 铅当量为 0.43mm, 利用外推法本项目 6mm 钢板 320kV 电压下, 铅当量约为 0.62mm。

由表 11-2 可知, MXR-320HP 型 X 射线探伤机工作时, 铅房东侧面 (射线束照射区) 33.9mmPb, 设计厚度 34mmPb+6mm 钢板; 铅房东侧面 (射线束未照射区) 21.7mmPb, 设计厚度 24mmPb+6mm 钢板; 铅房西侧面 (射线束照射区) 36.1mmPb, 设计厚度 37mmPb+6mm 钢板; 铅房西侧面 (射线束未照射区) 20.8mmPb, 设计厚度 24mmPb+6mm 钢板; 铅房南侧面 (主照立区) 35.3mmPb, 设计厚度 36mmPb+6mm 钢板; 铅房北侧面 20.4mmPb, 设计厚度 22mmPb+6mm 钢板; 铅房顶部 (射线束照射区) 25.8mmPb, 设计厚度 27mmPb+6mm 钢板; 铅房顶部 (射线束未照射区) 14.6mmPb, 设计厚度 22mmPb+6mm 钢板; 铅门 (工件) 20.8mmPb, 设计厚度 24mmPb+6mm 钢板; 铅门 (检修) 21.7mmPb, 设计厚度 24mmPb+6mm 钢板, 参考 5mm 钢板 (密度 7.9g/cm^3) 400kV 电压下, 铅当量为 0.43mm, 利用外推法本项目 6mm 钢板 320kV 电压下, 铅当量为 0.62mm, 因此, 铅房的设计厚度满足防护要求。

3、工作场所辐射剂量率估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中相关公式估算铅房外各关注点剂量率, 估算结果如下:

表 11-3 铅房关注点剂量率估算结果

关注点	屏蔽设计厚度	距辐射源点距离(m)	最大管电流 (mA)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
				有用束	泄露	散射	
东侧面 (射线束照射区)	34mmPb+6mm 钢板+240mm 砖	4.532	5.6	0.108	/	/	0.108
东侧面 (射线束未照射区)	24mmPb+6mm 钢板+240mm 砖	1.087	5.6	/	0.049	2.593E-06	0.0492593
西侧面 (射线束照射区)	37mmPb+6mm 钢板	2.165	5.6	1.441	/	/	1.441
西侧面 (射线束未照射区)	24mmPb+6mm 钢板	0.937	5.6	/	0.609	0.0004	0.6094
南侧面 (主照立)	36mmPb+6mm	2.549	5.6	1.507	/	/	1.507

面)	钢板						
北侧面	22mmPb+6mm 钢板	1.391	5.6	/	0.581	0.0009	0.5819
工房顶部 (射线束照射 区)	27mmPb+6mm 钢板	1.352	5.6	50.083	/	/	50.083
工房顶部 (射线束未照 射区)	22mmPb+6mm 钢板	0.802	5.6	/	1.747	0.003	1.750
铅门(工件)	24mmPb+6mm 钢板	0.937	5.6	/	0.609	0.0004	0.6094
铅门(检修)	24mmPb+6mm 钢板	1.807	5.6	/	0.452	0.0003	0.4523

备注: 根据《 γ 射线屏蔽参数手册》表 7-1, 400kV 管电压下, 240mm 砖相当于 6mmPb

由表可知, MXR-320HP 型 X 射线实时检验系统在最大工作状态下, 铅房四周屏蔽体铅门各关注点剂量率范围为 0.0492593~1.507 μ Sv/h, 小于 2.5 μ Sv/h, 工房顶部屏蔽体关注点剂量率范围为 1.750~50.083 μ Sv/h, 小于 100 μ Sv/h, 可见, 各关注点剂量率满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中剂量限值要求。

4、辐射工作人员及公众年有效剂量估算

根据表 11-3 中探伤机工作时铅房外各关注点的剂量率, 计算辐射工作人员及公众的年有效剂量, 结果见表 11-4。

表 11-4 辐射工作人员及公众年有效剂量

关注点	受照者类型	距辐射源点距离(m)	有用线束率(μ Sv/h)	泄露剂量率(μ Sv/h)	散射剂量率(μ Sv/h)	总剂量率(μ Sv/h)	屏蔽因子	年受照射剂量(mSv/a)
东侧面 (射线束照射区)	公众照射	4.532	0.108	/	/	0.108	1	0.081
东侧面 (射线束未照射区)		1.087	/	0.049	2.593E-06	0.0492593	1	0.037
西侧面 (射线束照射区)	职业照射	2.165	1.441	/	/	1.441	1	1.081
西侧面 (射线束未照射区)		0.937	/	0.609	0.0004	0.6094	1	0.457
南侧面(主	公	2.549	1.507	/	/	1.507	1/4	0.283

照立面)	共 照 射							
北侧面		1.391	/	0.581	0.0009	0.5819	1/4	0.109
铅门(工 件)		0.937	/	0.609	0.0004	0.6094	1	0.114
铅门(修 修)		1.807	/	0.452	0.0003	0.4523	1	0.085

由表 11-4 可知，本项目运行后，辐射工作人员年有效剂量为 0.457~1.081mSv/a，公众的年有效剂量为 0.037~0.081mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求及本次环评提出的控制限值（职业工作人员<5mSv/a，公众<0.25mSv/a）。

综上，本项目运行期，辐射工作人员及公众所受年有效剂量满足相关标准要求。

4、小结

(1) 根据核算，X 射线探伤机所在铅房四周、防护门及顶面的设计厚度均大于估算所需防护厚度，该项目设计铅房可以达到防护要求；

(2) 根据估算，MXR-320HP 型 X 射线探伤机铅房四周及防护门外各关注点的剂量率为 0.0492595~1.50 μ Sv/h，小于 2.5 μ Sv/h，工房顶部屏蔽体关注点剂量率范围为 1.750~50.083 μ Sv/h，小于 100 μ Sv/h，可见，各关注点剂量率满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中剂量限值要求。

(3) 根据估算，运行期本项目 X 射线探伤机所致辐射工作人员年有效剂量为辐射工作人员年有效剂量为 0.457~1.081mSv/a，公众的年有效剂量为 0.037~0.081mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求及本次环评提出的控制限值（职业工作人员<5mSv/a，公众<0.25mSv/a）。

三、非放射性污染物环境影响分析

1、O₃、NO_x

项目开机运行时 X 射线与空气作用会产生少量 O₃、NO_x，铅房内安装有机械排风装置，每小时有效通风次数不小于 4 次，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“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”的要求，O₃ 和 NO_x 由排风口排出，可避开人员密集活动的方向。经工房内排风系统及自然通风扩散，对环境影响小。

四、事故影响分析

1、事故工况

项目射线装置运行期可能发生的辐射事故主要为防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下X射线机出束，使操作人员受到不必要的照射，这种辐射事故发生的可能性极低，但建设单位也应积极采取辐射事故预防措施，防范于未然。

2、事故风险评价

本次假设防护门未关闭人员误入铅房受到误照射，有用线束向南照射，人员一般在西侧防护门附近活动，主要受到泄露辐射及散射辐射。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”中相关公式，辐射源强参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中管电压 400kV，3mm 铜过滤条件下的输出量 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，Gy 与 Sv 等量换算；泄漏辐射参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，管电压 $>200\text{kV}$ 时取 $5\times 10^3\text{Sv/h}$ ， $R_0^2/F\cdot a$ 因子参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）取典型值 50。估算人员在距 X 射线机不同距离时所受的有效剂量，结果见表 11-6。

表 11-6 事故工况下人员所受剂量估算结果 单位：mSv

与 X 射线机距离 (m)	10s	30s	1min	3min	30min	1h
0.3	0.64	38.63	77.25	231.76	2317.6	4635.2
0.5	0.25	13.91	27.81	83.43	834.34	1668.67
0.937 (工件防护门处)	0.09	2.96	7.92	23.76	237.58	475.15
2	0.02	0.87	1.74	5.21	52.11	104.29
1.5	0.01	0.56	1.11	3.34	33.37	66.75

由估算结果可知，当人员在工件防护门外停留 3min 即达到本次设计的辐射工作人员年有效剂量约束 5mSv，停留 10s 即超过本次设计的公众年有效剂量约束值 0.2 mSv。当人员位于铅房内时，受到的个人剂量越高，0.3m 处停留 30s 即达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的职业人员连续 5 年的平均有效剂量限值 20mSv。因此应加强辐射工作人员的管理，防止辐射事故的发生。

3、事故防范措施建议

- (1) 操作人员须严格按照操作规程操作设备，如出现设备不能正常停止照射时，应立即切断总电源，强制停止照射；
- (2) 为防止人员误留辐射工作场所受到误照射，工作人员操作时须佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。并在每次照射前对安全防护设施进行检查；
- (3) 定期检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，

应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施。

新增X射线装置项目报批公示使用
又用于西北工业集团有限公司

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

西北工业集团有限公司于 2020 年调整了辐射安全与环境管理委员会组成人员，以高青海为主任，成员包括韩胜利等 10 人；办公室设在公司技安环保部，以韩胜利为主任，成员包括王小东等 7 人。委员会及办公室专职负责公司的辐射安全与防护管理工作。

辐射安全与环境管理委员会职责为：

- (1) 负责办理《辐射安全许可证》；
- (2) 负责组织辐射工作人员培训；
- (3) 负责建立健全辐射安全环境管理档案资料；
- (4) 负责编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并按要求上报；
- (5) 负责制定年度辐射监测计划；
- (6) 负责开展辐射安全环境管理监督检查，对隐患的整改进行监督检查验收；
- (7) 定期报送辐射安全环境监测数据。

辐射安全管理规章制度

西北工业集团有限公司针对现有放射性同位素与射线装置制定了一系列辐射环境管理规章制度，包括《辐射人员岗位责任制度》、《放射性同位素与射线装置工作人员培训制度》、《放射性同位素与射线装置购买、安装、保管、使用和报废制度》、《X 射线装置检修维护制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备管理制度》、《辐射防护设备维护、维修制度》、《辐射计量管理制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》，以确保辐射作业中的安全防护。现有制度执行情况良好，运行以来未发生辐射事故或人员剂量超标情况。

针对本项目，公司需将新增铅房的定期监测纳入监测制度中。

工作人员培训情况

目前西北工业集团有限公司共 10 名在岗辐射工作人员，均已参加陕西省核安全辐射工作单位人员技术培训，并取得合格证书。本项目辐射工作人员从现有人员中抽调，均已参加辐射防护知识培训并取得合格证。

本次新增辐射工作人员为新增人员，上岗前应在国家核技术利用辐射安全与培训平台进行学习并考核合格，项目建成后应为其配备个人剂量计并建立个人剂量档案，按

照相关制度要求每 2 年进行 1 次职业健康体检，并建立健康监护档案。

辐射监测

(1) 工作场所监测

西北工业集团有限公司已配备 1 台 X- γ 辐射剂量监测射仪，并制定了《辐射工作场所监测制度》、《西北工业集团有限公司放射性同位素及射线装置工作场所监测计划》，委托有资质单位每年对辐射工作场所进行 1 次监测。每年 1 月 31 日前向陕西省生态环境厅提交本单位上一年度的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况环境评估报告。

2020 年西北工业集团有限公司辐射工作场所监测委托西安志诚辐射环境检测有限公司进行。检测结果表明：开机状态下现有辐射工作场所周围各检测点位的剂量当量率为 0.05~1.07 μ Sv/h，关机状态下为 0.07~0.12 μ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

(2) 个人剂量监测

西北工业集团有限公司为现有 10 名辐射工作人员配备了个人剂量计，并委托有资质单位承担辐射工作人员个人剂量检测工作，每季度检测 1 次，检测数据由技安环保部存档。

2019 年 10 月~2020 年 10 月的职业性外照射个人剂量监测委托陕西新高科辐射技术有限公司进行，检测结果表明：在该监测周期内，现有辐射工作人员的年有效个人剂量为 0.08~0.96mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量约束限值要求（职业人员 20mSv）。

(3) 本项目运行后监测要求

本项目投产后，应定期对新增铅房进行监测。监测要求如下：

辐射工作场所环境监测：① 每年委托有资质单位对本次新增铅房进行监测，监测频次不少于 1 次/年，监测结果应记录并存档。② 利用本次新增的辐射监测仪器定期对新增铅房进行监测，若发现异常情况，立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因，1 次/月。③ 将新增铅房的检测结果纳入本单位辐射安全和防护状况评估报告，在每年的 1 月 31 日前上报当地陕西省生态环境厅。

个人剂量监测：本项目新增 2 名工作人员，应按要求佩戴个人剂量剂，委托有资质的单位每 3 个月进行一次个人剂量监测，并将个人剂量结果存入档案。

辐射事故应急

公司已编制并下发了《放射性同位素及射线装置突发事件应急预案》，成立了辐射事故应急救援领导小组，组长为分管辐射工作的公司领导。应急预案内容包含放射事件应急处理机构与职责、放射事件应急处理救援原则、放射事件应急处理程序、放射防护专职管理人员职责、应急通信与警报机制、善后处理，一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。

本项目建成后，西北工业集团有限公司需按照辐射防护及本项目需求，进一步完善应急预案，定期进行辐射事故应急演练；一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由公司辐射事故应急小组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门，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。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。

项目环保投资及竣工环境保护验收

1、项目环保投资估算

本项目总计投资 197.3 万元，其中环保投资 76.0 万元，占总投资的 38.52%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品购置等。环保投资估算见表 11-6。

表 11-6 项目环保投资估算表

实施时段	类别	污染源	污染防治措施或设施	费用	资金来源	责任主体
施工期	固体废物	生活垃圾	统一纳入厂区生活垃圾清运系统	—	建设单位环保专项资金	施工单位
运营期	辐射防护措施	X 射线	铅房主门	55	建设单位环保专项资金	建设单位
			防护门联锁系统	3.0		
			警示装置	3.0		
			急停装置	3.0		
			监控装置	3.0		
			控制台急停按钮等	3.0		
	NO _x 、O ₃	轴流风机等排风系统	2.0			
	个人防护用品	X 射线	个人剂量报警仪	1.0		
环境管理	完善环境管理制度			0.5		
环境监测	工作场所定期监测			2.0		
	个人剂量定期监测			0.5		
总投资（万元）				76.0		

2、项目竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实

施)，本项目竣工后，建设单位应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

表 11-7 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	验收要求
1	剂量限制	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目公众成员个人年剂量约束值取 0.25mSv/a，职业照射年有效剂量管理约束值取 5mSv/a。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h，验收按照以上标准执行
2	安全防护装置	按照相关规范及环评要求配备门机连锁、标志及指示灯、紧急停机装置等，定期检查，确保各项装置正常有效、运行良好；配备个人剂量报警仪，工作人员进入铅房时应佩戴
3	屏蔽设计	各机房及其配套用房的建设和布局符合环评报告描述，屏蔽面和防护门满足辐射防护的要求，通风换气设施运转正常，通风能力满足设计要求
4	辐射监测	制定满足管理要求的辐射监测制度；使用新增的 1 台 X- γ 辐射监测仪定期进行巡测并建立监测档案，新增铅房委托有资质单位每年检测不少于 1 次，监测记录存档；辐射工作人员配备个人剂量计，作业时按要求佩戴，定期进行个人剂量监测，并建立健康档案。
5	辐射安全管理制	进一步完善本项目射线装置的操作规程、岗位职责，将新增铅房纳入监测制度、应急预案、辐射安全防护设施的维护与维修制度等相关制度中，完善西北工业集团有限公司的辐射仪器检定制度等相关管理制度

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

为满足公司业务发展的需要，西北工业集团有限公司拟在特种装备区 2106 工房建设一座铅房，新增 1 台 MXR-320HP 型实时成像 X 射线机进行无损检测。

本项目主要用于西北工业集团有限公司现有产品、科研所需的无损检测，通过无损检测和信息反馈，可保证西北工业集团有限公司工件的生产质量，便于研究调整生产工艺等，本项目产生的辐射危害远小于企业和社会取得的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2、辐射环境影响分析

(1) 根据核算，X 射线探伤机所在铅房四周、防护门及顶面的设计厚度均大于估算所需防护厚度，该项目设计铅房可以达到防护要求；

(2) 根据估算，MXR-320HP 型 X 射线探伤机铅房四周及防护门外各关注点的剂量率为 $0.0492593 \sim 1.50705 \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，工房顶部屏蔽体关注点剂量率范围为 $1.750 \sim 50.083 \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $100 \mu\text{Sv/h}$ ，可见，各关注点剂量率满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中剂量限值要求。

(3) 根据估算，运行期本项目 X 射线探伤机所致辐射工作人员年有效剂量为辐射工作人员年有效剂量为 $0.457 \sim 1.081 \text{mSv/a}$ ，公众的年有效剂量为 $0.037 \sim 0.081 \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求及本次环评提出的控制限值（职业工作人员 $< 5 \text{mSv/a}$ ，公众 $< 0.25 \text{mSv/a}$ ）。

3、辐射安全管理综合分析

西北工业集团有限公司已成立辐射安全与环境管理委员会，制定了一系列辐射安全管理制度、人员培训制度、辐射监测制度及辐射事故应急预案，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。公司严格按照规章制度执行，可有效降低人为事故的发生，保证辐射安全。针对本项目新建的铅房，应进一步完善相关操作规程、岗位职责、监测制度等规章制度，将其纳入到公司辐射安全管理体系中。

4、可行性分析结论

西北工业集团有限公司新增 X 射线装置项目对工件进行无损检测。该项目在落实报告中提出的防护措施后，可以使辐射影响达到合理尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致工作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，本项目可行。

二、建议和要求

- (1) 项目竣工后办理验收手续，验收合格后方可投入使用，如新增其他射线装置或使用其他放射源及时向环保部门申报审批；
- (2) 加强防护铅房安全联锁系统的检查维护，确保各种安全防护设施的正常使用；
- (3) 定期对本项目辐射工作人员的个人剂量进行检测，对新增铅房进行环境辐射水平监测；
- (4) 进一步完善辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练；
- (5) 每年1月31日前向陕西省生态环境厅提交本单位上一年度的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况环境评估报告。
- (6) 根据陕环办发〔2018〕29号文件要求进行辐射安全管理标准化建设。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

又用于西北工业集团有限公司
新增X射线装置项目报批公示使用

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

又用于西北工业集团有限公司
新增X射线装置项目报批公示使用

经办人

公章
年 月 日