

核技术利用建设项目
湖南中创空天新材料股份有限公司
新增一台 X 射线数字成像检测设备
建设项目环境影响报告表
(送审稿)

湖南中创空天新材料股份有限公司

2026 年 3 月

核技术利用建设项目
湖南中创空天新材料股份有限公司
新增一台 X 射线数字成像检测设备
建设项目环境影响报告表
(送审稿)

建设单位名称：湖南中创空天新材料股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：中国（湖南）自由贸易试验区岳阳片区中创产业园

邮政编码：414000

联系人：*****

电子邮箱：*****

联系电话：*****

打印编号：1769592928000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	31zmzk		
建设项目名称	湖南中创空天新材料股份有限公司新增一台X射线数字成像检测设备建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
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）	湖南中创空天新材料股份有限公司		
统一社会信用代码	[REDACTED]		
法定代表人（签章）	[REDACTED]		
主要负责人（签字）	[REDACTED]		
直接负责的主管人员（签字）	[REDACTED]		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	湖南贝可辐射环境科技有限公司		
统一社会信用代码	[REDACTED]		
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
王春霞	[REDACTED]	bnv[REDACTED]	[REDACTED]
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王春霞	保护目标与评价标准，环境质量和辐射现状，项目工程分析与源项，辐射安全与防护，环境影响分析，辐射安全管理，结论与建议	[REDACTED]	[REDACTED]
罗清琪	项目基本情况，放射源，非密封放射性物质，射线装置，废弃物（重点是放射性废弃物），评价依据	[REDACTED]	[REDACTED]



统一社会信用代码

91430100576598885X

营业执照

副本编号: 1-1



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

提示: 1. 每年1月1日至6月30日通过企业信用信息公开系统报送并公示上一年度年度报告, 不另行通知; 2. 《企业信息公示暂行条例》第十条规定的企业在信用信息生成后20个工作日内需向社会公示。

名称 湖南贝可辐射环境科技有限公司

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 刘红蛟

经营范围

许可项目: 辐射监测; 放射卫生技术服务; 安全评价业务; (依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动) 一般项目: 环境检测; 环保咨询服务; 技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广; 企业管理咨询; 信息咨询服务(不含许可类信息咨询服务); 水利土石方治理服务; 水资源管理; 教育咨询服务(不含涉许可审批的教育培训活动); 业务培训(不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训); (除依法须经批准的项目外, 凭营业执照依法自主开展经营活动)

注册资本 伍佰万元整

成立日期 2011年07月01日

住所 湖南省长沙市芙蓉区韭菜园街道八一路399-19号领峰大厦1220

登记机关



2023年3月15日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制



持证人签名:

Signature of the Bearer

[Redacted signature]

管理号:
File No.:

姓名: _____
 Full Name _____
 性别: 女
 Sex _____
 出生年月: _____
 Date of Birth _____
 专业类别: _____
 Professional Type _____
 批准日期: 2012年5月27日
 Approval Date _____

签发单位盖章:
 Issued by _____
 签发日期: 2012年 10月 25日
 Issued on _____



仅用于环评报批

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
 The People's Republic of China



approved & authorized
 by
 Ministry of Environmental Protection
 People's Republic of China

编号: 01
 No.:



环境影响评价信用平台

当前位置: 首页 > 编制单位诚信档案

编制单位诚信档案

单位名称: 统一社会信用代码: 住所:

序号	单位名称	统一社会信用代码	住所	环评工程师数量 点击可进行排序	主要编制人员数量 点击可进行排序	当前状态	信用记录
1	湖南贝可辐射环境科技有限公司	91430100	湖南省长沙市芙蓉区韭菜园街道八一一路399-19号 领峰大厦1220	1	4	正常公开	详情

首页 < 上一页 1 下一页 > 尾页 当前 1 / 20 条, 共 1 页, 共 1 条

中 简

人员信息查看

注册时间: 2020-05-06

当前状态: 正常公开

当前积分有效期内失信记分

0
2025-05-06-2026-05-05

信用记录

基本情况

基本信息

姓名:		从业单位名称:	湖南贝可辐射环境科技有限公司
职业资格证书管理号:		信用编号:	BHC

编制的环境影响报告书(表)情况

近三年编制的环境影响报告书(表)

序号	建设项目名称	项目编号	环评文件类型	项目类别	建设单位名称	编制单位名称	编制主持人	主要编制人员
1	湖南华菱湘潭钢铁...	71qzp8	报告表	55--172核技术利...	湖南华菱湘潭钢铁...	湖南贝可辐射环境...		
2	湘潭市中心医院本...	lrrekp	报告表	55--173核技术利...	湘潭市中心医院	湖南贝可辐射环境...		
3	湘潭市中心医院核...	6uu809	报告表	55--172核技术利...	湘潭市中心医院	湖南贝可辐射环境...		
4	衡阳华菱钢管有限...	l2qb3j	报告表	55--161输变电工程	衡阳华菱钢管有限...	湖南贝可辐射环境...		
5	邵阳市第二人民医院	l6n459	报告表	55--172核技术利...	邵阳市第二人民医院	湖南贝可辐射环境...		
6	娄底市中心医院DSA...	a24p01	报告表	55--172核技术利...	娄底市中心医院	湖南贝可辐射环境...		
7	湖南中医肿瘤医院...	l3e587	报告表	55--172核技术利...	湖南中医肿瘤医院...	湖南贝可辐射环境...		
8	沅陵县人民医院分...	4q55eb	报告表	55--172核技术利...	沅陵县人民医院	湖南贝可辐射环境...	王	怀
9	沅陵县人民医院2台...	73e60o	报告表	55--172核技术利...	沅陵县人民医院	湖南贝可辐射环境...	王	

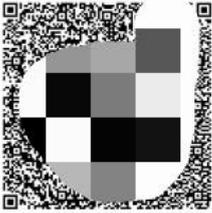
首页 < 上一页 1 2 3 4 下一页 > 尾页 当前 1 / 20 条, 共 1 页, 共 72 条

中 简

环境影响报告书(表)情况

近三年编制环境影响报告书(表) 共计 43 本	
报告书	0
报告表	43
其中, 经批准的环境影响报告书(表) 共计 1 本	
报告书	0
报告表	1

个人参保信息（实缴明细）

当前单位名称		湖南贝可辐射环境科技有限公司		当前单位编号		[REDACTED]			
姓名	[REDACTED]	建账时间	200508	身份证号码				[REDACTED]	
性别	女	经办机构名称	长沙市社会保险经办机构	有效期至	2026-06-02 10:58				
			<p>1.本证明系参保对象自主打印，使用者须通过以下2种途径验证真实性：</p> <p style="text-align: center;">（1）登陆单位网厅公共服务平台</p> <p style="text-align: center;">（2）下载安装“智慧人社”APP，使用参保证明验证功能扫描本证明的二维码</p> <p>2.本证明的在线验证码的有效期为3个月</p> <p>3.本证明涉及参保对象的权益信息，请妥善保管，依法使用</p> <p>4.对权益记录有争议的，请咨询争议期间参保缴费经办机构</p>						
用途		环评							
参保关系									
统一社会信用代码		单位名称		险种		起止时间			
914301		湖南贝可辐射环境科技有限公司		企业职工基本养老保险		202512-202602			
				工伤保险		202512-202602			
				失业保险		202512-202602			
劳务派遣关系									
统一社会信用代码		单位名称		用工形式		实际用工单位		起止时间	
缴费明细									
费款所属期	险种类型	缴费基数	单位应缴	个人应缴	缴费标志	到账日期	缴费类型	经办机构	
202602	企业职工基本养老保险	4308	689.28	344.64	正常	20260204	正常应缴	长沙市市本级	
	工伤保险	4308	25.85		正常	20260204	正常应缴	长沙市市本级	



说明:本信息由参保地社保经办机构负责解释;参保人如有疑问,请与参保地社保经办机构联系

个人姓名: [REDACTED]

第1页,共2页

个人编号: 4 [REDACTED]

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.....	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6	评价依据.....	13
表 7	保护目标与评价标准.....	15
表 8	环境质量现状.....	23
表 9	项目工程分析与源项.....	26
表 10	辐射安全与防护.....	34
表 11	环境影响分析.....	47
表 13	结论与建议.....	77
表 14	审批.....	81

附图

- 附图 1：项目地理位置图
- 附图 2：厂区总平面布置图
- 附图 3：铅房所在厂房平面图
- 附图 4：铅房结构图
- 附图 5：铅房所在探伤室平面布置图及人流、物流图
- 附图 6：通风设计图

附件

- 附件 1：委托书
- 附件 2：中创新能源汽车用压铸动力外壳项目环评批复
- 附件 3：建设用地规划许可证
- 附件 4：关于成立辐射安全防护管理小组的通知
- 附件 5：辐射事故应急预案
- 附件 6：本项目辐射环境本底检测报告
- 附件 7：相关制度
- 附件 8：设备设计及工作负荷情况确认表
- 附件 9：关于本项目年有效剂量约束值的说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称	湖南中创空天新材料股份有限公司 新增一台 X 射线数字成像检测设备建设项目				
建设单位	湖南中创空天新材料股份有限公司				
法人代表	****	联系人	****	联系电话	*****
注册地址	中国（湖南）自由贸易试验区岳阳片区中创产业园				
项目建设地点	湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角				
立项审批部门	/		批准文号		/
建设项目总投资（万元）	50	建设项目环保投资（万元）	3.55	投资比例（环保投资/总投资）	7.1%
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	/			
	一、建设单位概述				
湖南中创空天新材料股份有限公司（以下简称“公司”或“建设单位”）成					

立于 2019 年 12 月 5 日，位于中国（湖南）自由贸易试验区岳阳片区中创产业园。企业总占地面积约为 370020m²，用地性质为工业用地，建设用地规划许可证见附件 3。主要产品为铝锂合金铸锭、外售航空航天用铸锭、航空航天用铝合金预拉伸板、铝合金中厚板、航空航天用铝合金薄板、汽车车身铝合金板带材、薄壁件、环筒件等。

湖南中创空天新材料股份有限公司于 2020 年在中国（湖南）自由贸易试验区岳阳片区建设湖南中创空天新材料股份有限公司产业化基地建设项目（一期），于 2023 年完成一期工程变动项目的建设，并完成项目竣工环保验收。2025 年 9 月，企业委托岳阳达峰环保科技有限公司编制《中创新能源汽车用压铸动力外壳项目环境影响报告表》，拟在湖南中创空天新材料股份有限公司现有厂区、湖南城陵矶临港高新产业园厂区建设汽车用压铸动力外壳项目，并于 2025 年 10 月 29 日取得批复（岳港环批〔2025〕13 号）（附件 2），中创新能源汽车用压铸动力外壳项目建成后，年产汽车用压铸动力外壳后箱体 A/D19 万件、汽车用压铸动力外壳后箱体 E19 万件、铝合金铸锭 9200 吨、 ϕ 180 铝挤压电机壳 36 万件、 ϕ 154 铝挤压电机壳 6 万件。该项目正在建设中，本项目为中创新能源汽车用压铸动力外壳项目的配套项目，用于铝挤压电机壳产品的探伤，选址位于湖南中创空天新材料股份有限公司现有厂区，依托湖南中创空天新材料股份有限公司产业化基地建设项目（一期）建设工程已建成厂房。

二、项目由来

为满足公司新建项目铝挤压电机壳产品的探伤需求，湖南中创空天新材料股份有限公司拟在现有铝合金熔铸一厂压铸跨西北角安装使用一台 X 射线数字成像检测设备，该设备自带一座屏蔽铅房，用于铝挤压电机壳产品的无损检测。本项目仅开展铅房内的探伤，不涉及室外或野外探伤。

根据《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 66 号），本项目拟新增的 1 台 X 射线数字成像检测设备属于 II 类射线装置，根据《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的相关要求，本项目需进行环境影响评价。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中的规

定，本项目属于“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。为此，湖南中创空天新材料股份有限公司委托湖南贝可辐射环境科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作（见附件1）。我公司接受委托后，成立工作小组，工作组人员通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成了《湖南中创空天新材料股份有限公司新增一台 X 射线数字成像检测设备建设项目环境影响报告表》。

三、目的与任务

1、对辐射活动场所周边进行辐射环境背景水平监测，以掌握辐射活动场所的辐射环境背景水平；

2、对辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众成员在该项目使用过程中可能受到的辐射照射及照射的程度；

3、满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

4、针对该核技术利用项目，提出了具有针对性的辐射安全防护措施和管理措施的建议。

四、项目建设规模

1、项目名称：湖南中创空天新材料股份有限公司新增一台 X 射线数字成像检测设备建设项目

2、建设单位：湖南中创空天新材料股份有限公司

3、建设性质：新建

4、建设地点：湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角

5、建设内容及规模：湖南中创空天新材料股份有限公司拟在铝合金熔铸一厂压铸跨西北角探伤室安装使用一台型号为 UNC160 的 X 射线数字成像检测设备。该设备自带屏蔽铅房一座，设备正面（工件进出门）朝东南方向，射线主射方向为东北方向。探伤室利用现有已建成房间，采用岩棉夹芯板建成，本项目不涉及土建。

本项目新增一台型号为 UNC160 的 X 射线数字成像检测设备，设备情况如

下表所示。

表 1-1 本次新增射线装置一览表

装置名称	型号	生产厂家	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	类别	使用位置	备注
X 射线数字成像检测设备	UNC160	重庆日联科技有限公司	160	3	1	II	湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角探伤室	新增使用

6、探伤工件情况

本项目检测工件主要为铝压铸件，工件材质主要为铝，最大壁厚约 50mm，重量在 23kg 以内（工件相关参数相关表 1-2）。根据设备技术方案，设备工件门门洞宽 700mm，高 1755mm，标准扫描范围 $\Phi 600\text{mm}\times 800\text{mm}$ ，最大载重 100kg，工作人员放置工件时不需要进入铅房内，本项目设备满足使用要求。

表 1-2 项目检测工件类型及相关参数表

产品名称	年产量 (万件)	产品最大尺寸 (mm)	产品最大厚度 (mm)	产品最大重量 (kg)	年抽检数量 (万件)	抽检频次
$\Phi 180$ 铝挤压电机壳	36	580×560×260 (工件高度)	50	23	1.5	抽检率约 3.5%
$\Phi 154$ 铝挤压电机壳	6					

7、工作人员及工作负荷

(1) 人员配置：铝挤压电机壳压铸件生产线为 24 小时连续生产，每批次工件均需进行探伤抽检，抽检后将合格工件外运进行后续加工，工件不在厂房内长时间暂存，为配合工件生产、运输流程，本项目拟配置 4 名辐射工作人员，分为 2 个工作小组，每组每天工作 8 小时，两班倒。辐射工作人员暂未确定名单。公司将在本项目正式投入使用前安排该 4 名辐射工作人员进行上岗前职业健康检查、参加辐射安全与防护考核，职业健康检查结果为“可从事放射工作”且取得辐射安全与防护考核成绩合格单方可上岗；在工作人员上岗后为其配置个人剂量计，并定期送检。

(2) 工作负荷：根据建设单位提供的信息，本项目为中创新能源汽车用压铸动力外壳项目的配套项目，项目新增 X 射线数字成像检测设备主要用于铝压

铸件的检测。本项目 X 射线数字成像检测设备每天检测工件最多 50 件，每个工件曝光一次，单次最大曝光时间约为 1.5min，每周工作 7 天，年工作约 43 周（300 天），年总曝光次数最多不超过 15000 次/年，最大周曝光时间约为 8.75h，最大年曝光时间约为 375h。

8、项目组成情况

根据项目特点，本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程四个部分组成。具体项目组成及主要的环境问题见表 1-3。

表 1-3 项目组成及主要的环境问题

类别	项目名称	建设内容及规模	备注
主体工程	X 射线数字成像检测设备（含自带铅房）	湖南中创空天新材料股份有限公司拟在铝合金熔铸一厂压铸跨西北角安装一台 X 射线数字成像检测设备。该设备自带屏蔽体（铅房）一座，主射线朝东北方向。铅房外尺寸为 1950mm×2160mm×2292mm（高）；铅房东北方向（主射方向）采用 3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板作为防护层，其余各面（包括顶部、底部）及防护门均采用 3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板作为防护层；电缆孔屏蔽补偿、排风孔屏蔽补偿均采用 3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板防护罩。在铅房东南面配置有一个双开电动铅门主要用于工件进出，西北面配置一个手动平开检修门，供检修使用。	新建
配套工程	探伤室	已在铝合金熔铸一厂压铸跨西北角建设一间板房，尺寸 5m×6m×4.5m（高），墙板材料为岩棉夹芯板。工件等放置于探伤室南侧，X 射线数字成像检测设备放置于探伤室偏北侧位置，便于探伤工作，操作位位于设备南侧，不在射线主射方向	依托现有板房
环保工程	废气处理	铅房顶部拟设置 2 个排风口，内部安装 2 台轴流风机换气，且每小时有效通风换气次数不小于 3 次，排气口外接排气管道在厂房外排放。	新建
	污水处理	本项目无生产废水产生，本项目辐射工作人员从公司现有普通员工中选取，不增加厂区内员工总数，辐射工作人员生活污水依托厂区污水处理设施处理。	依托
	固体废物	项目工作人员生活垃圾依托厂区生活垃圾收集后交由环卫部门统一处理。	依托
公共工程	供配电系统	依托厂房供配电系统，厂房用电来源于市政供电。	依托
	给水系统	依托厂区给水管网供项目工作人员生活用水。	依托
	排水系统	依托厂区排水系统	依托

五、地理位置和周边保护目标关系

1、项目地理位置

湖南中创空天新材料股份有限公司位于中国（湖南）自由贸易试验区岳阳片区中创产业园厂区内，本项目地理位置图见附图 1。

2、工作场所周围环境

湖南中创空天新材料股份有限公司厂区东侧、南侧为空地，西南侧为停建的安置小区，西侧为新港首府、象骨港居民，西北侧为松杨湖小区、永济新镇保障性住房，东北侧为际华高分子材料高科产业园。

本项目拟新增 X 射线数字成像检测设备（自带铅房）位于公司铝合金熔铸一厂，铝合金熔铸一厂厂房位于厂区中南部，厂房东侧为铝锂熔铸车间，南侧为铝合金熔铸二厂，西侧为成品库，北侧为空地。本项目周边环境见图 1-1 至图 1-2。

铝合金熔铸一厂厂房分为 4 跨，每跨宽约 30m，从西北到东南分别为机加工跨、均热跨、压铸跨、熔铸跨。本项目 X 射线数字成像检测设备拟安装在压铸跨西北角探伤室内。

根据本项目设计方案，项目建成后探伤室东北侧、东南侧为压铸跨人行通道，西南侧墙体依托厂房墙体，墙外为厂棚物料堆放区，西北侧为均热跨人行通道。本项目 X 射线数字成像检测设备周边环境见图 1-3。

厂区平面布置图见附图 2。周边保护目标具体情况见本报告表第 7 章“保护目标”。本项目周边环境描述见表 1-4 至表 1-6。



图 1-1 湖南中创空天新材料股份有限公司周围环境示意图

图 1-2 本项目 X 射线数字成像检测设备所在厂房周边环境示意图

图 1-3 本项目 X 射线数字成像检测设备周围环境示意图

表 1-4 湖南中创空天新材料股份有限公司周边环境概况

周边环境	与厂区方位和最近距离	
	方位	距离
湖南中创空天新材料股份有限公司厂区	空地	东侧、东南侧 0m
	停建安置小区	西南侧 50m
	新港首府、象骨港居民	西侧 120m
	松杨湖小区、永济新镇保障性住房	西北侧 80m
	际华高分子材料高科产业园	东北侧 50m

表 1-5 本项目 X 射线数字成像检测设备所在厂房周边环境概况

周边环境	与厂房方位和最近距离	
	方位	距离
本项目 X 射线数字成像检测设备所在厂房(铝合金熔铸一厂)	空地	北侧、东北侧 30m
	组装车间	东北侧 35m
	铝锂熔铸车间1#	东侧 20m
	铝锂熔铸车间2#	东南侧 30m
	铝合金熔铸二厂	南侧、西南侧 25m
	成品库	西侧、西北侧 20m

表 1-6 本项目探伤室周边环境概况

周边环境	与探伤室方位和距离

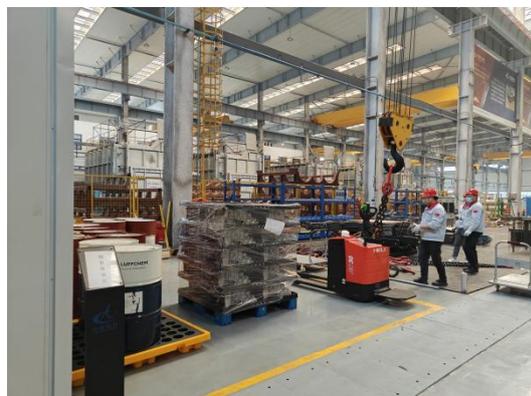
探伤室	压铸跨空置区	东北	0m-4m
	压铸跨油品存放区		约 4m-9m
	压铸跨模具存放区		约 9m-30m
	压铸跨修模工作区		约 30m-50m
	压铸跨工件待处理区		约 4-30m
	压铸跨压铸岛		约 30-50m
	压铸跨人行通道	东南	1m-50m
	熔铸跨机修区		约 30-50m
	配电室		约 10m-28m
	纯水机		约 28m-36m
	厂棚主通道		约 36-50m
	铝合金熔铸一厂物料区	西南	0m-12m
	厂棚主通道		约 12m-18m
	压铸成品仓库、铝合金熔铸二厂物料区		约 18m-28m
	铝合金熔铸二厂铝水车间、铝合金熔铸二厂仓库区		约 28m-50m
	均热跨空置区	西北	0m-3m
	均热跨人行通道		约 3-10m
	均热跨均热炉		约 10m-30m
机加工跨变压器区/操作间/值班室	约 30m-50m		
夯实土层	楼下	/	

六、工作场所及周边现状

本项目拟新增 X 射线数字成像检测设备（自带铅房）安装于公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角探伤室，探伤室为现有板房，探伤室和周边照片详见图 1-4。



探伤室



探伤室东北侧



探伤室东南侧



探伤室西南侧（厂房通道厂棚）



探伤室西北侧（均热跨）



探伤室西南侧（厂棚物料区）

图 1-4 本项目探伤室周边照片

七、项目合理性分析

1、选址合理性分析

本项目新增辐射工作场所位于已建厂房内，不新增占地。项目用地性质为工业用地，评价范围内无学校等环境保护目标分布。本项目探伤检测的铝压铸件由压铸跨内压铸岛区域生产，探伤检测后存放于压铸跨内待处理区等待后续加工，项目探伤室位于压铸跨西北角，距离压铸岛和存放区较近，便于物流运输。本项目使用的 1 台 X 射线数字成像检测设备配置有屏蔽铅房，运行过程中只有在开机时才产生 X 射线，关机断电时不产生 X 射线，不产生放射性三废，设备采用数字成像技术，不需要洗片，不产生废显（定）影液、洗片废水和废胶片等危险废物，根据本报告表 11 中机房周围关注点剂量估算结果，本项目运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境的影响较小。因此，本评价认为项目选址是合理的。

2、平面布置合理性分析

本项目辐射工作场所划分了监督区和控制区，场所位置相对独立，X 射线数

字成像检测设备放置于探伤室内，尽量避免无关人员误入辐射工作场所。X 射线数字成像检测设备工件进出防护门设置在东南侧，工件通过叉车、推车等方式运送至探伤室西南侧区域，工件进出方便。操作位位于设备南侧，不在射线主射方向。因此，从辐射防护和环境保护的角度考虑，本项目平面布局合理。

3、产业政策符合性

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四、机械 1. 科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用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，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，属于国家鼓励类产业，项目符合国家产业政策。

4、实践正当性及利益代价分析

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属及其他材料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，且能较直观地显示产品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探伤方法所不能及的诊断效果。本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会提高探伤场所周围的辐射水平，射线装置的使用及管理的失误会造成严重的辐射安全事故；但采取各种屏蔽措施和管理措施后可以得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

八、原有核技术利用项目情况

本项目为建设单位首次申请核技术利用建设项目，不存在原有技术利用项目情况。

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
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(GB 18871-2002)。

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
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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射线数字成像检测设备	II	1	UNC160	160	3	无损探伤	湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角	新增
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
/	以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
以下空白	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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说明, 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》（2014 年修订）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年颁布）；</p> <p>(4) 《中华人民共和国原子能法》（自 2026 年 1 月 15 日起施行）</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号，2020 年 11 月 30 日发布）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》（部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日发布）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施）；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布，2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>(11) 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 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行）；</p> <p>(12) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(13) 《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，2006 年 9 月 26 日起施行）；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（部令第 15 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(15) 《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》（2019 年，生态环境部第 59 号）；</p> <p>(16) 《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训与考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）；</p>
------------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《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>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其第 1 号修改单(国卫通〔2017〕23 号)；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(7) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)；</p> <p>(8) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)；</p> <p>(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(11) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276—2022)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书(见附件 1)；</p> <p>(2) 《辐射防护》(第 11 卷, 第二期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 月)；</p> <p>(3) 建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中第 1.5 评价范围和保护目标章节关于辐射环境评价范围的相关要求，结合本项目特点确定以项目 X 射线数字成像检测设备铅房墙体边界外 50m 范围区域作为本项目辐射环境评价范围，本项目评价范围见图 7-1。

图 7-1.1 项目评价范围示意图

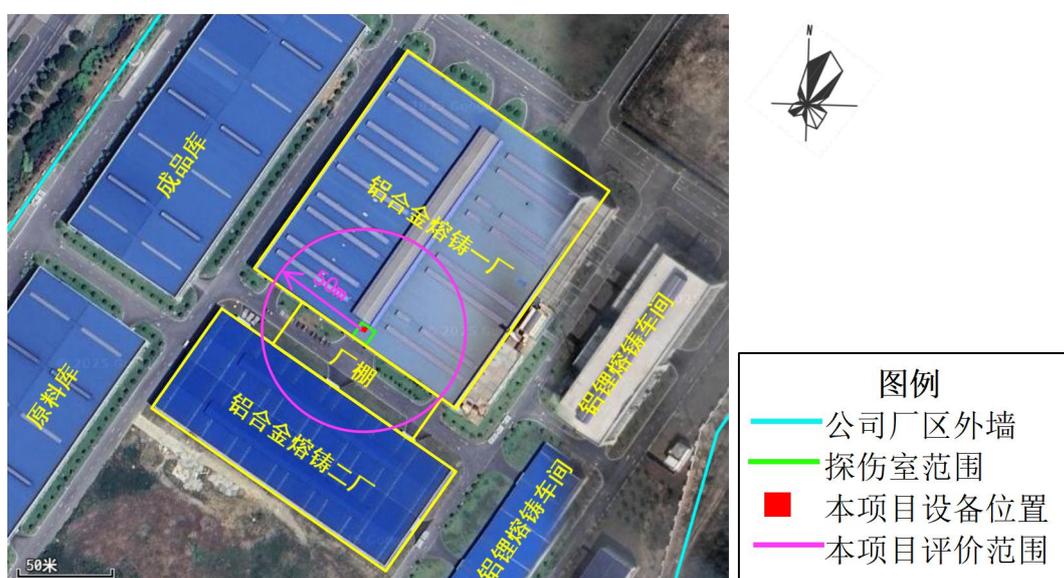


图 7-1.2 项目评价范围示意图（卫星图）

7.2 保护目标

本项目 X 射线数字成像检测设备位于湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角，本次辐射环境影响评价的环境保护目标为：从事本项目辐射工作的人员以及铅房实体边界周围 50m 的区域内的公众。根据现场勘探，探伤设备周边 50m 范围均位于厂房内，没有居民点，因此，本项目环境保护目标为 X 射线数字成像检测设备操作人员、公司内工作人员及厂区内偶然经过的公众。

根据其外环境特征，确定本项环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 主要环境保护目标

场所名称	机房位置	方位	距辐射源机房距离 (m)	保护目标	环境保护人群	敏感人数 (人)
X 射	湖南	东	0-0.4m	探伤室	辐射工作人员	2 人每

线数字成像检测设备	中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角	北				组(共4人)
			0.4m-4.4m	压铸跨空置区	公众人员	约20人
			约4.4m-9.4m	压铸跨油品存放区	公众人员	
			约9.4m-30.4m	压铸跨模具存放区	公众人员	
			约30.4m-50m	压铸跨修模工作区	公众人员	
			约4.4m-30.4m	压铸跨工件待处理区	公众人员	
		约30.4m-50m	压铸跨压铸岛	公众人员		
		东南	0-3m	探伤室	辐射工作人员	2人
			3m-50m	压铸跨人行通道	公众人员	约20人
			约33m-50m	熔铸跨机修区	公众人员	
			约16m-36m	配电室	公众人员	
			约36m-41m	纯水机	公众人员	
			约41-50m	厂棚主通道	公众人员	
		西南	0-2.65m	探伤室	辐射工作人员	2人
			2.65m-14.65m	铝合金熔铸一厂物料区	公众人员	约20人
			约14.65m-20.65m	厂棚主通道	公众人员	
			约20.65m-30.65m	压铸成品仓库、铝合金熔铸二厂物料区	公众人员	
			约30.65m-50m	铝合金熔铸二厂铝水车间、铝合金熔铸二厂仓库区	公众人员	
		西北	0-0.85m	探伤室	辐射工作人员	2人
			约0.85m-3.85m	均热跨空置区	公众人员	约20人
约3.85m-10.85m	均热跨人行通道		公众人员			
约10.85m-30.85m	均热跨均热炉		公众人员			
约30.85m-50m	机加工跨变压器区/操作间/值班室		公众人员			
备注：项目探伤室为1层建筑，无楼上楼下						

7.3 评价标准

(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

“4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或

组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

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；”

根据本项目情况，公司设定职业人员年剂量管理目标值为不超过 5mSv，公众人员年剂量管理目标值为不超过 0.1mSv。

(2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：

“本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线

所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压, kV	漏射线所致周围剂量当量率, mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和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。

6.1.4 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 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人员进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。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。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

6.2.6 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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

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。”

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：

“3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙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：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c.d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算

$$\dot{H}_{c.d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)；

U ——探伤装置向关注点照射的使用因子；

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，单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)。

t 按式 (2) 计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \dots \dots \dots \text{式 (2)}$$

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“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值)， $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$ ；

60—小时与分钟的换算系数；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c.max}$ ： $\dot{H}_{c.max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H} 和 b) 中的 $\dot{H}_{c.max}$ 二者的较小值。

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区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度 (TVL) 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)。

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门。对于探伤可人员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路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束

照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

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。”

综合上述标准，结合本项目的实际情况，本项目采用的各项标准和指标见表 7-3。

表 7-3 本项目采用的各项标准和指标一览表

项目		内容	相关限值	标准名称
年有效剂量	剂量限值	辐射工作人员	20mSv	GB18871-2002
		公众成员	1mSv	
	本项目年管理剂量目标值	辐射工作人员	5mSv	建设单位制定
		公众成员	0.1mSv	
X 射线探伤机要求		150~200kV 时，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率： $<2.5\text{mSv/h}$	GBZ117-2022	
铅房周围剂量率控制水平		铅房四周外关注点剂量率控制值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ117-2022	

表 8 环境质量现状

一、项目地理位置及场所位置

湖南中创空天新材料股份有限公司位于中国（湖南）自由贸易试验区岳阳片区中创产业园，所在厂区东侧为空地，西南侧为停建的安置小区，西侧为新港首府、象骨港居民，西北侧为松杨湖小区、永济新镇保障性住房，东北侧为际华高分子材料高科产业园。

本项目位于湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角，本项目东北侧、东南侧为压铸跨人行通道，西南侧墙体依托厂房墙体，探伤室墙外为厂棚物料堆放区，西北侧为均热跨人行通道。（详见附图 3）。

二、辐射环境现状监测

（1）辐射环境现状监测目的：对项目场所及评价区域进行环境 γ 辐射剂量率本底监测，以掌握场址的辐射环境质量现状水平，为现状评价提供基础数据。详情见监测报告（附件 6）。

（2）环境质量现状评价对象：本项目建设场址及周围区域辐射环境现状水平。

（3）检测因子及频次

检测时间：2025 年 12 月 22 日。

检测因子：环境 γ 辐射剂量率。

检测频次：1 次。

检测环境气象情况：2025 年 12 月 22 日：环境温度：17.8℃，环境湿度：44%RH，天气状况：阴。

检测点位：拟扩建场址、周边，采取探头距地面 1m 高度，每个检测点读取 10 个数据，取读数平均值进行计算，得出检测结果。检测布点见图 8-1，检测结果见表 8-2。

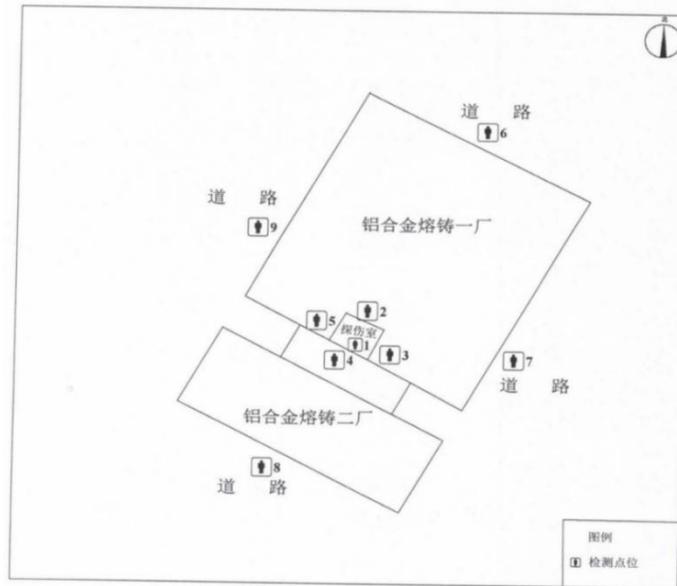


图 8-1 2025 年 12 月 22 日检测点位图

二、监测方案及质量保证

(1) 监测依据

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

(2) 质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，具有有效的国家计量部门检定的合格证书，并具有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测所使用的仪器情况

检测时间	2025 年 12 月 22 日
仪器名称	多功能辐射剂量率仪
仪器型号	RJ32-3602
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
能量响应	20KeV-3.0MeV（相对基本误差： $< \pm 15\%$ ）
量程	1nGy/h-1.2mGy/h
检定证书	X- γ 剂量率仪型号：RJ32-3602 型 检定证书编号：250003010000952 检定单位：中检计量有限公司 有效期限：2025 年 4 月 21 日—2026 年 4 月 20 日

三、检测结果及评价

检测数据详见下表 8-2。

表 8-2 辐射环境检测数据一览表

检测点位	检测点位描述	检测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	探伤室中间	84	3	平房
2	探伤室东北侧	86	2	平房
3	探伤室东南侧	88	2	平房
4	探伤室西南侧	83	2	平房
5	探伤室西北侧	89	3	平房
6	探伤室所在厂房东北侧	64	4	道路
7	探伤室所在厂房东南侧	68	4	道路
8	探伤室所在厂房西南侧	69	6	道路
9	探伤室所在厂房西北侧	64	5	道路

备注：1、依据 HJ1157-2021：检测结果 $\dot{D}_\gamma=k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times D_c$ ； \dot{D}_γ 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； k_2 —仪器检验源效率因子； R_γ —仪器测量读数值均值； k_3 —建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，平房取 0.9，原野、道路取 1； D_c —测点处宇宙射线响应值；

2、本次检测仪器校准因子 k_1 为 1.03，效率因子 k_2 取 1，屏蔽修正因子 k_3 平房取 0.9，道路取 1；

3、仪器对宇宙射线的响应通过以下方式获得：在湖南省郴州市东江湖（东经 E：113.41，北纬 N：25.90，海拔高度：274m，水深大于 3m，距岸边大于 1km）使用辐射检测仪进行宇宙射线响应检测，水面上仪器 10 次读数的平均值经校准后为 14.81nGy/h。本次项目建设地点：（东经 E：113.204670，， N：29.484401 海拔高度：28.275m），根据 HJ61-2021 附录 D 修正公式（D1）得出仪器在本项目所在地对宇宙射线的响应值为 14.42nGy/h；

4、以上所测环境 γ 辐射剂量率均已扣除宇宙射线的响应值。

8.4 环境现状调查结果评价

根据检测结果可知，本项目工作场所环境 γ 辐射剂量率平房在 83-89nGy/h、道路在 64-69nGy/h 之间，根据《辐射防护》（第 11 卷，第 2 期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）中岳阳市 γ 辐射剂量率数据见表 8-3。

表 8-3 岳阳市 γ 辐射剂量率（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
范围	35.4-141.9	40.6-130.5	51.1-226.5

根据《辐射防护》（第 11 卷，第 2 期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）相关内容，引用监测数据已扣除宇宙射线响应

对比上表可知：本项目探伤室及周围区域天然贯穿辐射水平在岳阳市天然贯穿辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、设备组成及工作方式

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测设备，由建设单位提供设备技术方案可知 X 射线数字成像检测设备主要由 X 射线检测成像系统、机械传动系统、射线防护系统及电气控制系统组成。设备外观示意图见图 9-1，内部结构组成示意图见图 9-2。

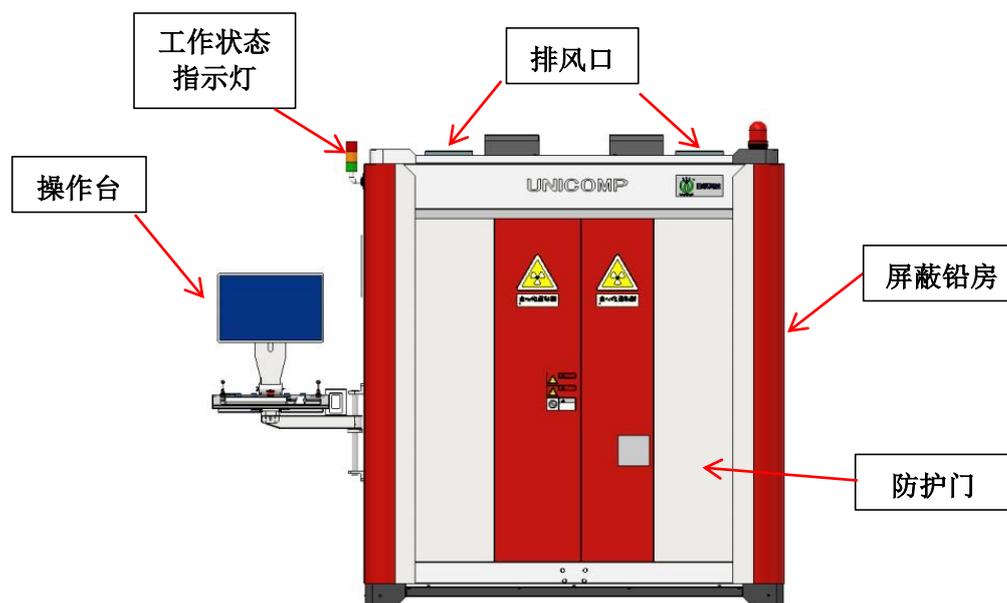


图 9-1 本项目 X 射线数字成像检测设备外观示意图

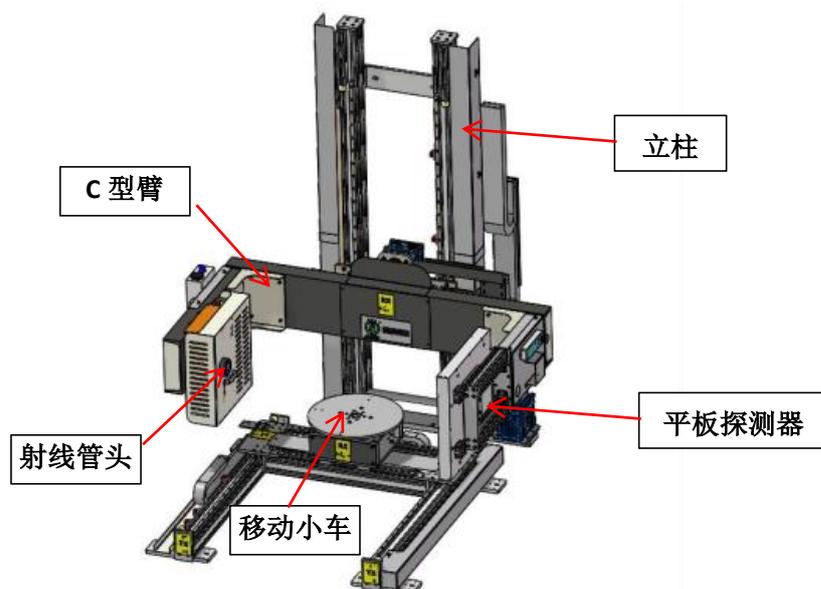


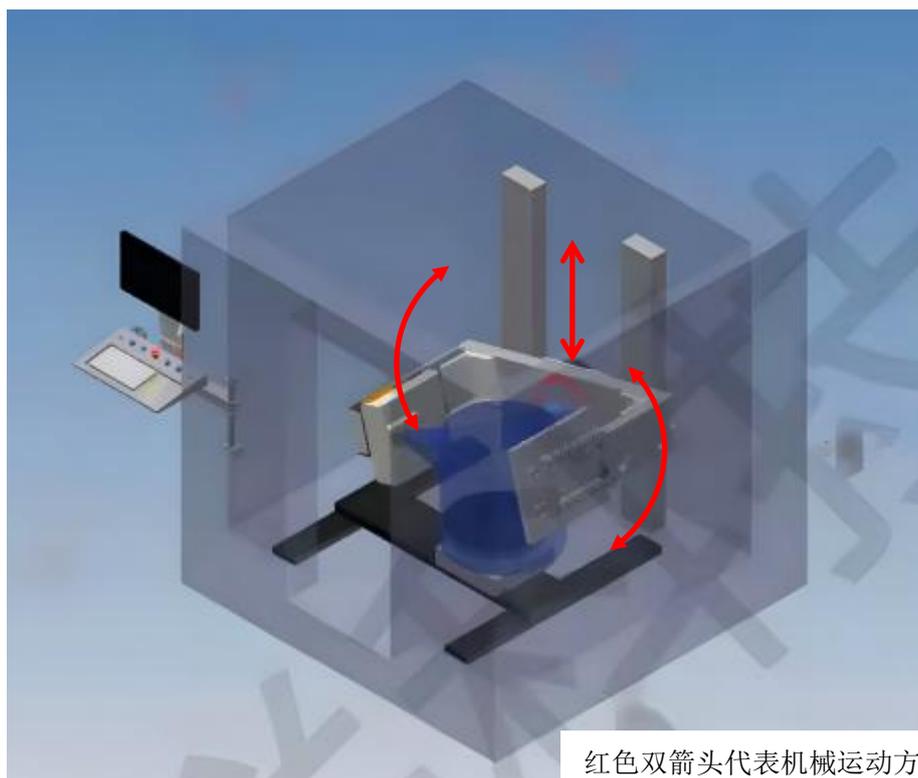
图 9-2 本项目 X 射线数字成像检测设备内部结构组成示意图

1、X 射线检测成像系统

本项目 X 射线数字成像检测设备 X 射线检测成像系统由 X 射线管、平板探测器、图像处理软件组成。X 射线管最大管电压 160kV，最大管电流 3mA。平板探测器正常连接后，控制图像探测器采集图像和停止采集。开始采集后，图像探测器输出图像数据，应用程序将收到的图像数据显示到图像窗口中。停止采集后，图像窗口中的图像数据不再更新。在设备出厂时，已由设备厂家工程师安装好图像处理软件，图像处理软件提供了多种算子，便于对不同类型的 X-Ray 透视图像进行增强处理，提高图像细节和分辨能力，给操作人员识别缺陷提供参考和辅助。应用程序还提供了保存多个不同算子组合的功能。用户可以在不同算子组合之间便利地进行切换。不同的算子对图像产生的结果不相同，多个算子共同使用可能实现一定程度上提升图像质量，凸显缺陷部分的细节。

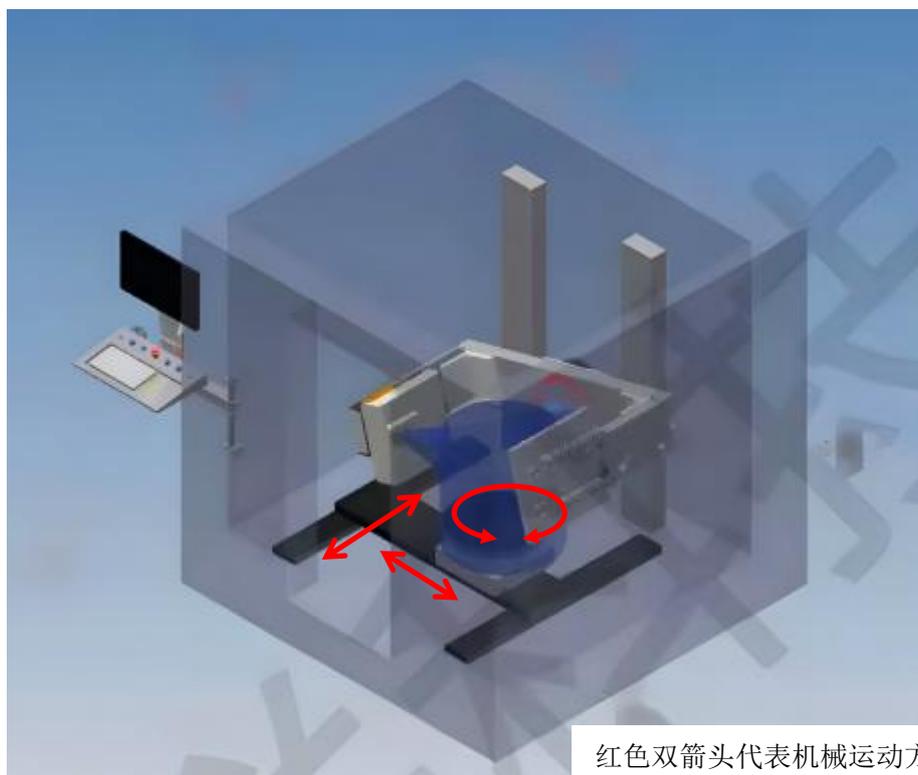
2、机械传动系统

设备铅房内设有立柱和 C 型臂，面对工件进出门，以人分前后左右，射线管头安装在 C 型臂左侧，平板探测器安装在 C 型臂右侧，射线管头和平板探测器在 C 型臂上固定，探测器始终正对射线管。工作人员可通过操作位上手柄控制 C 型臂的升降和摆动；C 型臂沿立柱传动系统可上下移动 80cm，C 型臂可上下偏转 15°。工作人员可通过操作位上手柄控制移动小车的前后、左右移动，正转和反转按钮控制移动小车的旋转；工作人员控制移动小车至防护门门口，将待检工件放置于移动小车上（直径 40cm），人员无需进入铅房内，面对工件进出门，以人分前后左右，移动小车可前后、左右移动，前后移动范围 150cm，左右移动范围 35cm，移动小车上置物平台可 360°平面旋转，对检测对象进行多角度扫描拍摄。本项目 X 射线检测设备工件进出防护门朝北，设备维修门朝南，设备主射方向朝西，立柱位于铅房南侧中部，射线管头位于铅房东部，平板探测器位于铅房西部，内部构架示意图如图 9-2 所示，C 型臂运动方式见图 9-3 所示，移动小车运行方式见图 9-4 所示。



红色双箭头代表机械运动方向

图 9-3 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备 C 型臂运动方式示意图



红色双箭头代表机械运动方向

图 9-4 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备移动小车运动方式示意图

3、射线防护系统

本项目 X 射线数字成像检测设备自带铅房，铅房由钢材和铅板构成，具体防护设计参数见表 10-2。本项目 X 射线探伤机基本参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线数字成像检测设备主要技术参数表

序号	指标或项目	参数或说明	来源
1	设备型号	UNC160	重庆日联科技有限公司提供的资料
2	生产厂家	重庆日联科技有限公司	
3	规格尺寸	铅房外尺寸为 1950mm×2160mm×2292mm(h)	
4	射线管规格型号	RL160-3	
5	最大管电压	160kV	
6	最大管电流	3mA	
7	射线角度	20°（收光后）	
8	主射面	右侧（面向设备防护门，以人分左右）	
9	滤波片	射线管固有滤过材料采用 2mm 聚醚酰亚胺，射线管外加滤过材料 2mm 铜	
10	最大穿透力	A 级成像标准 110mm(AL)20mm(Q235)	
11	最大管电压下辐射源点（靶点）1m 处输出量	5.94mGy·m ² /(mA·min)	

二、工作原理

1、X 射线装置工作原理

X 射线管是可以看作是高压下的真空管，包含有两个电极，阴极灯丝加热下产生电子，在高压的作用下高速运动最后撞击到阳极金属靶上，靶面受高能电子撞击后，绝大多数（约 99%）动能转化为热能，少部分转化为 X 射线。X 射线管结构图见图 9-5。

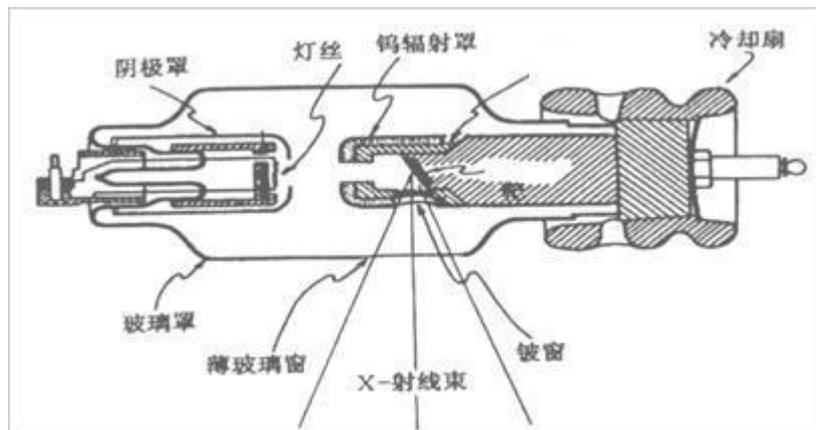


图 9-5 X 射线管结构示意图

2、本项目 X 射线数字成像检测设备的工作原理

本项目 X 射线数字成像检测设备自带屏蔽体（铅房）一座，内置管电压为 160kV 的 X 射线探伤机，并配置一套用于检测及实时成像的控制显示系统。由探伤机 X 射线管发出 X 射线，X 射线穿透被测物体，根据被测物体的不同密度及不同厚度对 X 射线的吸收和反射特性不同，成像器把不可见的 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，计算机通过图像处理软件对原始图像进行图像降噪、锐化等处理，还原在显示器屏幕上，显示出检测物体内部结构状况、缺陷、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行等级评定，从而达到检测目的，设备工作原理示意图见下图。

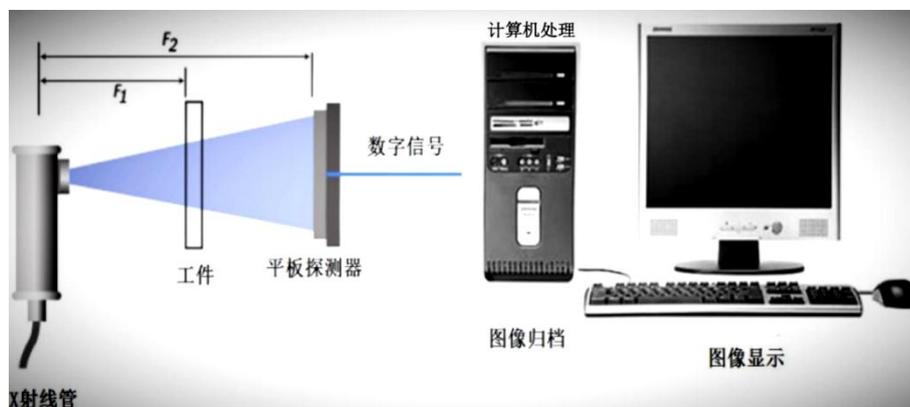


图 9-6 X 射线数字成像检测设备示意图

（三）工作流程及产污环节分析

本项目 X 射线数字成像检测设备前侧设有工件门，工件门通过左侧铅门开关按钮控制开关，辐射工作人员在控制台上控制移动小车至防护门口，将工件放置在移动小车上后，关闭工件防护门，设置好 C 型臂的位置和角度、移动小车的位置。设置好的检测参数，X 射线出束。X 射线出束期间，工件门不能开启。本项目工作流程如下：

①开启电源钥匙开关给设备供电（此钥匙开关有两个档位，第一档位设备上电/断，第二档射线装置允许开启），按下铅门开关按钮打开铅门，并确认机房内无人。同时启动电脑，打开电脑软件，确认射线源、成像器、显示器是否按照要求全部正确连接；

②打开图像处理软件，进入回零状态。

③工作人员将工件放置于铅房内的移动小车上后，按下铅门开关按钮关闭铅

门；

④在操作台上控制按钮区域对机械传动系统进行设置，对 C 形臂的高度，角度和移动小车的位置进行调整，或选择已有储存的工件检测角度；

⑤选择图像处理软件菜单栏上光管控制，设置调整管电压、管电流、出束时间等参数；

⑥高压发生器开启，设备出束，并进行数据采集，图像处理软件对工件图像进行处理；

⑦关闭高压发生器，停止采集后，图像数据不再更新，工作人员对图像进行判定；

⑧判定结束，打开铅防护门，按下铅门开关按钮打开铅门，工作人员卸下被检工件；

⑨多个工件进行检测时，重复步骤 3 至步骤 8；

⑩检测完成，退出程序，关闭电脑和钥匙开关。

工作流程及产污环节图见图 9-7。

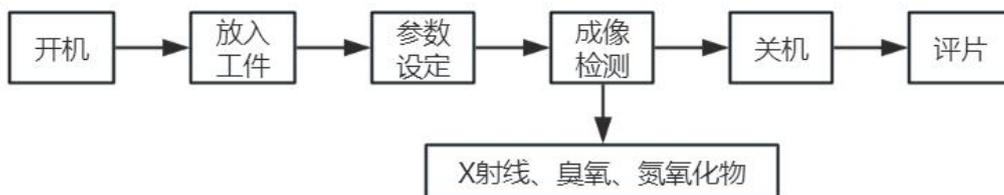


图 9-7 检测工作流程及产污环节示意图

（四）污染因子

项目主要污染因子为 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线，同时 X 射线使空气电离产生少量的臭氧、氮氧化物。

污染源项描述：

一、建设期间污染源项分析

本项目 X 射线数字成像检测设备自带屏蔽铅房，项目探伤室为现有板房，建设期不涉及土建施工，故项目建设期为设备的安装和调试、通风管道的安装，安装过程中产生的污染物主要为设备安装噪声、废弃包装等固体废物；调试过程中产生的污染因子为 X 射线以及少量的臭氧和氮氧化物。

（1）噪声

本项目施工期噪声主要来自设备安装。

(2) 废水

施工期污水主要来自设备安装人员的生活污水。

(3) 固体废弃物

施工期产生的固体废弃物有生活垃圾和废弃包装。

(5) 调试期间 X 射线及废气

调试期间，X 射线是污染环境的主要因子，同时 X 射线与空气作用，会产生少量的臭氧和氮氧化物。

二、运行期间正常工况下污染源分析

根据工艺流程可知，项目 X 射线数字成像检测设备检测过程中主要污染因子为 X 射线、少量废气（臭氧、氮氧化物）；设备采用数字成像技术，不需要洗片，不产生废显（定）影液、洗片废水和废胶片等危险废物；工作人员在生产过程中产生少量办公垃圾、生活垃圾、生活污水等污染物。

(1) 辐射

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关产生和消失的。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时才会发出 X 射线。X 射线具有较强的穿透性，X 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，X 射线通过主射、漏射、散射对作业场所及周围环境产生辐射影响。

(2) 废气

X 射线与空气作用，使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。探伤室内拟设置机械排风装置，可将臭氧和氮氧化物排出至室外。

(3) 固体废物

本项目 4 名辐射工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾依托厂区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

(4) 生活污水

本项目为计算机显像，不产生生产废水。

本项目 4 名辐射工作人员产生的生活污水依托厂区污水处理系统处理。

三、运行期事故工况下污染源分析

根据 X 射线装置工作原理结合本项目情况，事故情况主要如下：

(1) 工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在防护门未关到位的情况下射线发生器仍能出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；

(2) 检测过程中，在工件随移动小车转动过程中，发生意外倾倒卡住小车移动轨道时，操作不当造成工作人员意外照射；

(3) 设备检修时，未按照正确的流程操作导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

一、辐射工作场所布局、分区

1、辐射工作场所布局

本项目辐射工作场所位置相对独立，X 射线数字成像检测设备放置于探伤室内，尽量避免无关人员误入辐射工作场所。X 射线数字成像检测设备工件进出防护门设置在东南侧，工件通过叉车、推车、手工搬运等方式运送至探伤室西南侧区域，工件进出方便。操作位位于设备西南侧，不在射线主射方向。因此，从辐射防护和环境保护的角度考虑，本项目平面布局合理。

2、辐射工作场所分区

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，将本项目工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所的分区如下：

（1）控制区：需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射和防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

本项目将 X 射线数字成像检测设备铅房内划为控制区。当处于工作状态时，以辐射安全联锁控制及严格的管理制度保障此区的辐射安全。

（2）监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

本项目将铅房外探伤室设为监督区，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

表 10-1 本项目控制区、监督区划分

控制区、监督区划分范围	控制区	监督区
	本项目铅房内为控制区	本项目铅房外探伤室的区域为监督区

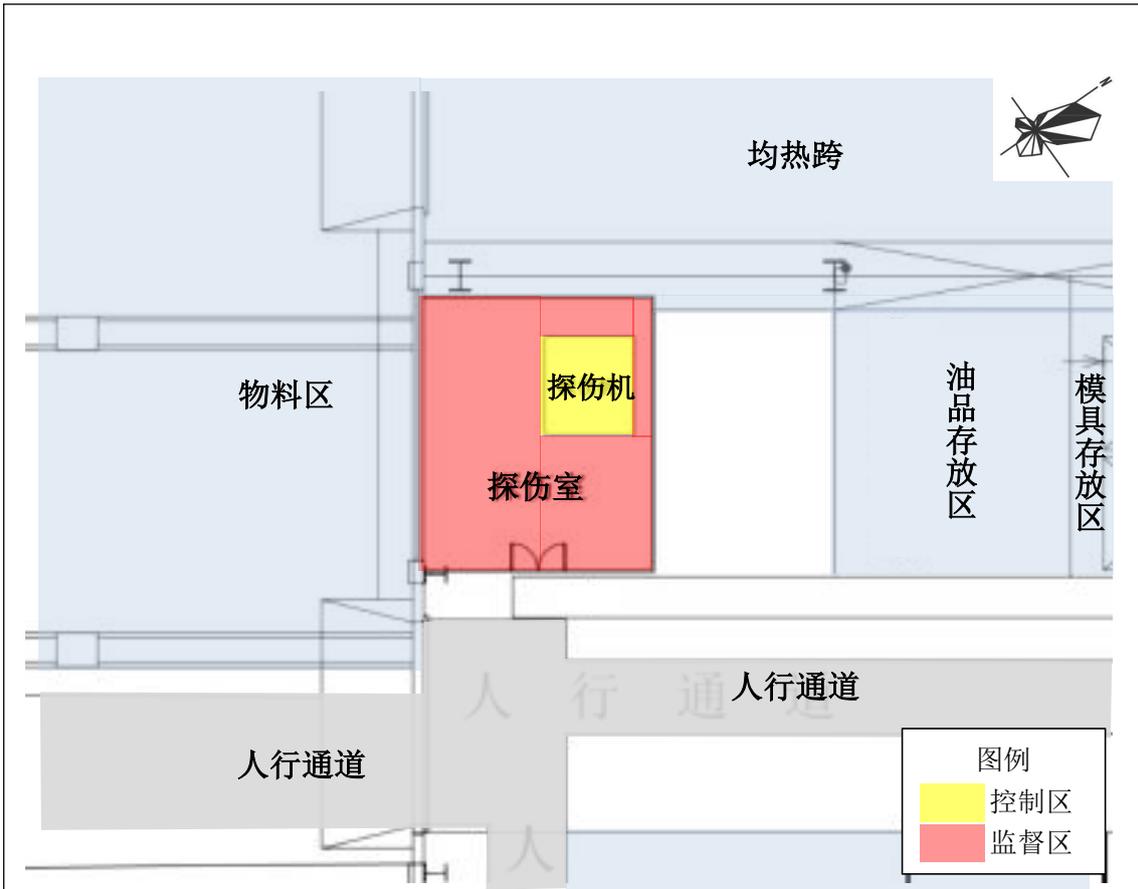


图 10-1 本项目控制区和监督区划分图

3、人流、物流、气流情况说明

本项目 4 名辐射工作人员从探伤室东北侧大门进入探伤室内，走至探伤设备的操作位和设备工件防护门前，检测结束后原路返回；压铸岛生产的铝合金压铸件（工件）运至修模工作区进行修模处理，处理完成后运至模具存放区暂存，在模具存放区抽选部分工件进行探伤检测，工件使用推车等工具搬运至探伤室内待检工件摆放区域，再由辐射工作人员搬运至探伤设备载物平台上进行探伤检测，检测完毕后由工作人员将所有工件放回探伤室东北侧工件待处理区，根据检测结果将工件进行外运或返修等后续工作；本项目废气从设备顶部排风口排至排风管道内，再随排风管道穿过探伤室顶部后向上至厂房西北墙，穿过厂房西北侧墙体之后排放至厂房外，本项目人流、物流、气流示意图见附图 5，通风设计图见附图 6。

二、辐射安全与防护措施

1、探伤室防护设计

本项目探伤室位于湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角，本项目 X 射线管位于铅房内，X 射线水平从西南向东北照射。铅房外尺寸为 1950mm×2160mm×2292mm(h)，屏蔽设施和厚度见表 10-2。

表 10-2 本项目 X 射线数字成像检测设备屏蔽防护一览表

序号	屏蔽体	屏蔽厚度	铅当量 (mmPb)
1	东北侧面（主射线防护面）	3mm 钢板+8mm 铅+2mm 钢板	8.385
2	东南侧面	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
3	西南侧面	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
4	西北侧面	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
5	底面	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
6	顶面	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
7	工件进出防护门（东南侧面）	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
8	铅房出线孔防护罩	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385
9	铅房通风孔防护罩	3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板	5.385

注：1、项目设备屏蔽体所用铅板的密度为 11.3g/cm³，钢密度 7.85g/cm³；
2、根据《辐射防护技术与管理第一卷电离辐射防护技术与管理》（张丹枫、赵兰才编著）P78 相关内容可知，钢铁对于 50~300kV 的 X 射线，其比铅当量约为 0.077mmPb/mm 计，钢铁对中能 X、γ射线的防护性能相对提高，本项目设备最高管电压为 160kV，钢的比铅当量按 0.077mmPb/mm 保守估算。

78 第五章 外照射防护

射线的屏蔽防护。

表 5-1 铁板对 400kV 以下 X 射线的铅当量

管电压(kV)	铁板厚度 (mm) (表观密度 = 1.86)									
80	1	3	6.5	13	20					
100	1	2.5	6	12.5	19.5	30				
120	1	3.5	8	17.5	27	37				
150	1.5	5	12	27	42.5	57				
180	2	5.5	13	29	45	60				
200	2	5.5	13	29	45	60				
270	3	6	12	25	37	50				
300			12	20	28	35	48	60	75	
400			11	18	23	28	38	45	55	75
等于铅厚(mm)	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10	15

铁对高能 X、γ射线的防护性能相对提高，例如对 150~300kV 的 X 射线，其比铅当量约为 0.077mmPb/mm 材料，而对最大电子能量为 11MeV 的电子直线加速器产生的高能 X 射线，则铁的比铅当量上升到 0.6mmPb/mm 材料，提高了将近 10 倍。

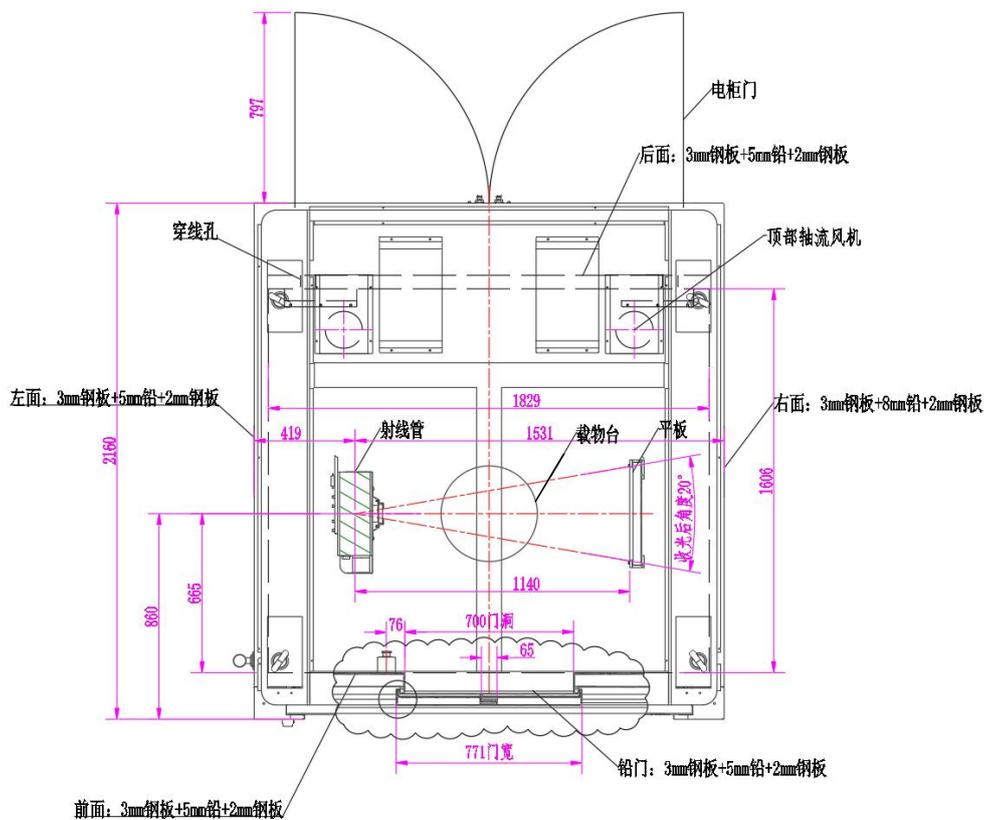


图 10-2 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备四周屏蔽防护示意图

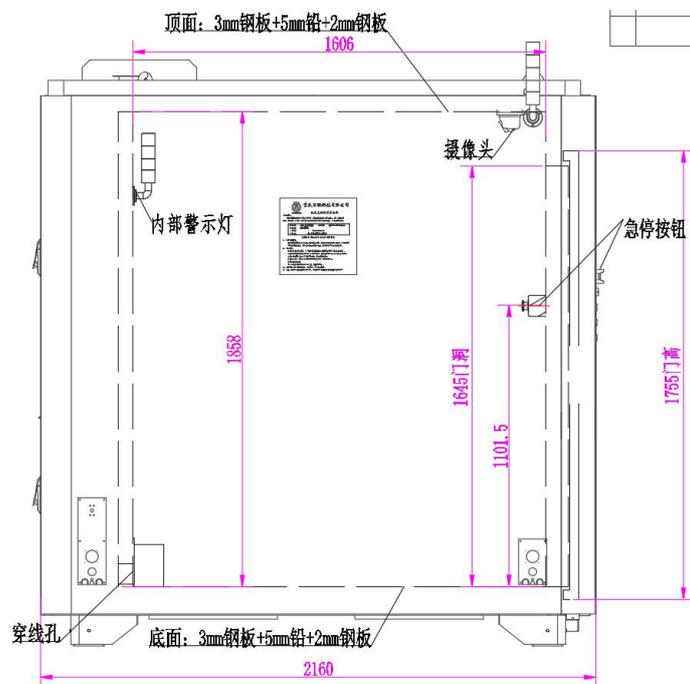


图 10-3 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备顶部和底部屏蔽防护示意图

2、辐射安全与防护措施

为确保探伤室辐射工作人员的工作环境和周围环境安全，以及避免辐射事故的发生，该公司拟对探伤室设置多重安全防护措施，具体如下：

(1) 本项目拟新增的 X 射线数字成像检测设备带有钢铅结构辐射屏蔽防护，屏蔽防护由厂家针对射线特征采用一体化设计和制造，屏蔽性能良好，无需额外加建屏蔽防护。本项目 X 射线数字成像检测设备主射线方向由西南向东北照射（东北侧防护墙体厚度为 8.385mmPb，其他方向墙体厚度均为 5.385mmPb）操作位位于南侧，避开了主射线方向，符合要求。

(2) 工作状态指示灯

铅房上部和机房内部均设置有工作状态指示灯，设备处于上电状态，绿灯亮；铅房防护门（前防护铅门、后维护门）处于关闭状态，可安全开启射线源，黄灯亮；射线源处于发射 X 射线状态，红灯亮。亮灯时声音提示装置会做出相应的提示音。工作状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁。铅房内、外醒目位置处有清晰地对红、黄、绿三色状态指示灯意义的说明。

(3) 紧急停机装置

共设置 2 个紧急停机按钮，分别在工件进出铅门内、外各设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停止按钮没被复原，机器将无法正常工作。

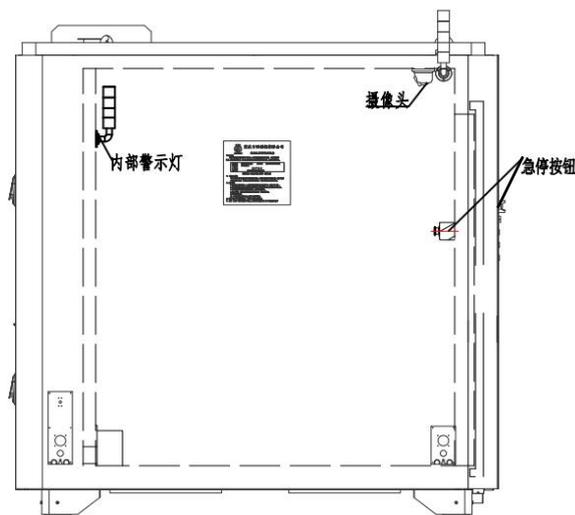


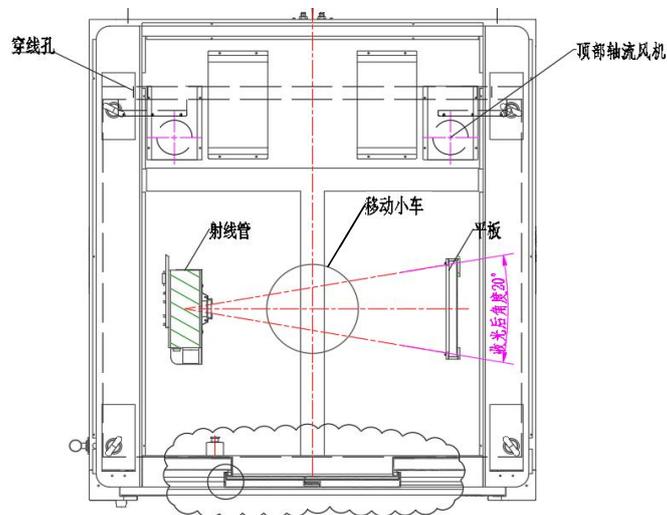
图 10-4 设备急停装置位置分布图（探伤设备侧视图）

(4) 警告标志

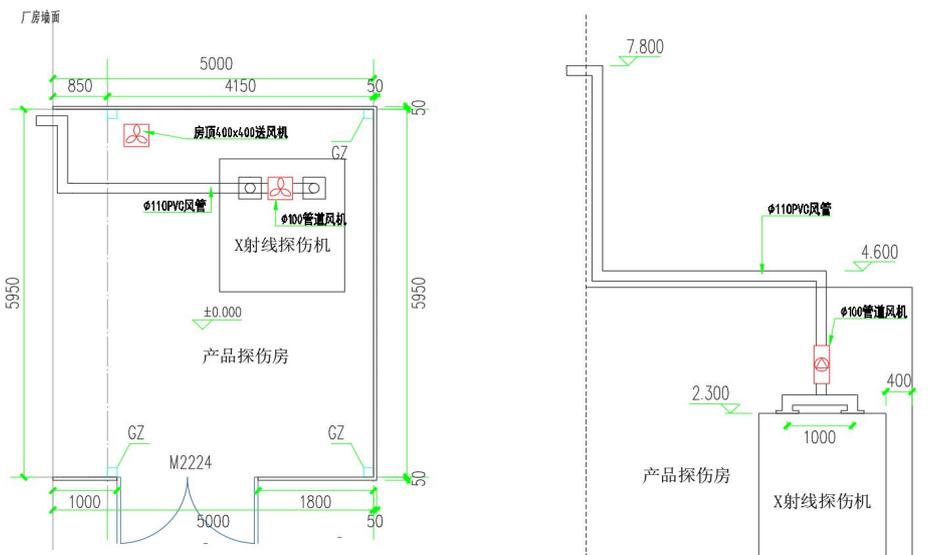
拟在设备屏蔽体防护门和探伤室门上均粘贴满足 GB18871 标准要求的明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。

(5) 通风设施

本项目铅房顶部北侧角及西侧角各设置了换气通风口，排风孔处设置有3mm钢板+5mm铅+2mm钢板防护屏蔽补偿，内部配有轴流风机，排风量均为330m³/h，同时开启排风换气次数可达120次/h。根据建设单位设计方案，拟在设备通风口外侧增加排风管道，排风管在设备上方汇合2个通风口的风量，通过增设一台总排风量为750m³/h的风机，将废气集中收集。排气管道先垂直穿过探伤室屋顶，再沿厂房墙体向上延伸，最终穿过厂房墙体（管道穿墙处高于铝合金熔铸一厂与铝合金熔铸二厂之间的厂棚），在厂房外进行排放。本项目通风设计图如下：



X射线数字成像检测设备通风设计图（俯视图）



探伤室通风设计图（左：俯视图 右：剖面图）

图 10-5 通风设计图

(6) 门机联锁装置

铅房设置门-机联锁装置，保证在所有防护门关闭后 X 射线装置才能进行无损检测。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(7) 视频监控

铅房内工件门上方设置了一个摄像头，在操作台上有专用的监视器，可监视铅房室内有无人员和探伤设备的运行情况。

(8) 控制台

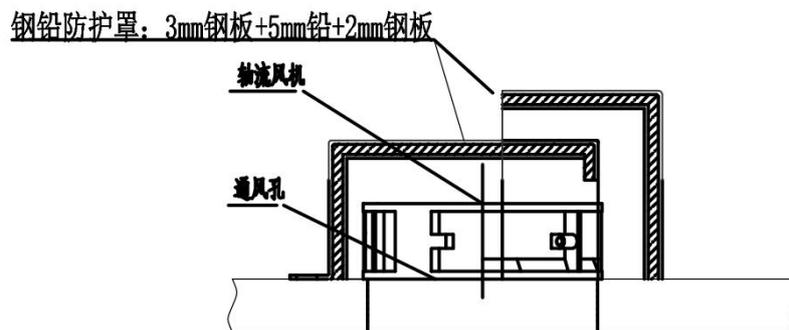
设备前侧屏蔽体左部设置有 X 射线的高压发生器的钥匙开关，只有在钥匙开关旋至开的时候才能启动高压发生器，本项目设备操作平台上设有管电压和照射时间参数选取及显示装置，操作平台上拟设置禁止未经授权人员使用的警告标识。

(9) 铅房拟配置固定式场所辐射探测报警装置

本项目拟配置固定式场所辐射探测报警装置，探头安装在铅房工件进出铅门上方。

(10) 门缝搭接及孔洞屏蔽补偿

铅房前侧工件进出门与屏蔽壳体连接处进行“L”形扣边屏蔽搭接，防止射线泄漏；设备后侧屏蔽体靠下侧位置有 2 处电缆管线孔，顶部靠后侧设有 2 个排风孔，电缆管线孔、排风孔均用与本侧屏蔽体同等厚度的铅板进行了屏蔽补偿，屏蔽后电缆管线孔和通风口均呈“L”走向，可有效防止射线泄漏，详见下图。



通风孔屏蔽补偿示意图

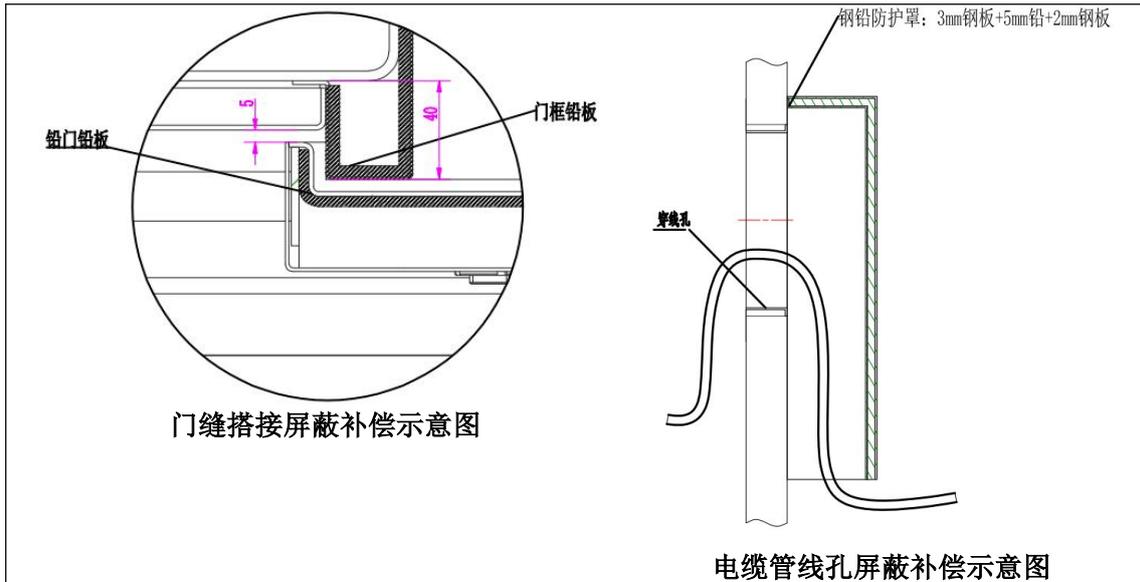


图 10-6 门缝搭接和电缆管线孔屏蔽补偿示意图

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022），本项目辐射安全和防护措施还应满足以下要求：

（1）日常检查

每次工作开始前应进行检查的项目包括：设备外观是否存在可见的损坏；电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行；螺栓等连接件是否连接良好。

（2）定期检查

定期检查的项目应包括：电气安全（包括接地和电缆绝缘检查）、所有的联锁和紧急停机开关的检查、制造商推荐的其他常规检测项目。

（3）设备维护

公司应对工业 X 射线机系统的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护由设备方进行。设备维护包括工业 X 射线机系统的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

（4）个人防护

探伤工作人员佩戴常规个人剂量计外，还配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警。

（5）其他防护安全要求

交接班或当班使用个人剂量报警仪前，应检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现个人剂量报警仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。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。

3.安全操作要求及管理措施

(1) 该设备被规定用于工业用途，用于无伤检测。只能将该系统用于非有机的或无生命有机材料的检查，并严格按照设备操作指导书进行使用；

(2) 设备需由通过辐射安全与防护考核及设备厂家培训指导的操作人员操作，操作人员必须通过设备厂家了解使用装置时的正确方法及危险，每年至少一次；

(3) 操作人员工作期间应按要求佩戴个人剂量计，每天上班后仔细检查个人剂量报警仪及设备的完好情况，各种计量仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；

(4) 检查安全防护装置，如安全防护门联锁装置是否可靠、警示灯是否完好、安全防护装置、警示标志是否损坏等；

(5) 开始作业前操作人员要做好个人防护工作，安全防护门没关好和警示灯不正常时不开机使用；

(6) 操作人员应熟练掌握设备的性能和操作流程，严格按照操作规程的技术参数进行操作；

(7) X 射线机应正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值；

(8) 在操作过程中，应严格按照设备的操作规程进行操作，以确保工作质量和设备安全；

(9) 进行样品检测时，如设备、仪表或其他安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除并检测合格后方可继续操作；

(10) 完成检测后，应关闭设备总电源。

三、监测仪器及安全装置

需配备监测仪器及安全装置详见表 10-3。

表 10-3 需配备监测仪器及安全装置清单一览表

说明	防护用品名称	拟配备	备注
----	--------	-----	----

监测设备及防护用品	便携式 X-γ 辐射剂量率检测仪	1 台	本次新增
	固定式场所辐射探测报警装置	1 台	
	个人剂量报警仪	2 个	
	个人剂量计	1 个/人	
	声光报警装置	1 套	随设备铅房配备
	视频监控系统	铅房内 1 个	备
	辐射防护警示标志	若干	本次新增

四、项目防护措施与相关要求的符合性分析

根据上文介绍,项目拟采取的辐射防护措施与相关标准和规范的相关要求对比情况见表 10-4 所示。

表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准/规范名称	标准要求	本项目情况	是否符合
《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全,操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目不设控制室,有用射线束照射方向为东北,工作人员操作位位于铅房西南面,有效避开了有用线束照射方向。	符合
	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合 GB18871 的要求。	项目拟划定控制区和监督区,实行分区管理,分区满足标准要求。	符合
	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时,每台装置均应与防护门联锁。	本项目 X 射线数字成像检测设备拟设置门-机联锁装置,并保证在工件门关闭后 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。	符合
	6.1.6 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,并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	铅房上部和机房内部均设置有“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。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别,“预备”信号为黄色灯光,“照射”信号为红色灯光。照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁。机房内、外醒目位置处有清晰地对“预备”和“照射”信号意义的说明。	符合

		6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	铅房内工件进出门上方设置了一个摄像头，在操作台上有专用的监视器，可监视铅房内有人员情况和探伤设备的运行情况，以及工件进出防护门的情况。	符合
		6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	拟在设备屏蔽体防护门和无损探伤检测室门上均粘贴满足 GB18871 标准要求的明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。	符合
		6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	共设置 2 个紧急停机按钮，在工件进出铅门内设置 1 个紧急停机按钮，工件进出门外左侧设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停止按钮未被复原，机器将无法正常运转。	符合
		6.1.10 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。	本项目铅房顶部北侧角及西侧角各设置了换气通风口，排风孔处设置有 3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板防护罩，配有轴流风机，排风量均为 330m ³ /h，同时开启排风换气次数可达 120 次/h。排气筒外接排气管道，在厂房外排放。	符合
		6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目拟配置固定式场所辐射探测报警装置，安装在铅房工件进出铅门门口。	符合
《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）	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路形式。	本项目 X 射线数字成像检测设备设有单独的工件门。工件由小车运进铅房，除检修外人员一般不进入铅房内。	符合
		3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用射线束照射方向。	本项目不设控制室，有用射线束照射方向为东北，工作人员操作位位于铅房西南面。	符合
		3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。	本项目各防护门与铅房上下、左右均搭接，通风口及线缆孔均采用 5mmPb 铅板进行屏蔽补偿，以防止射线泄漏。	符合
		3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应管电压下的常用最大管	本项目为 1 台 X 射线数字成像检测设备，评价采用最高管电压和对应最大管	符合

		电流设计屏蔽。	电流进行屏蔽核算，确保屏蔽体均能满足额定工况下的辐射防护要求。	
--	--	---------	---------------------------------	--

根据表 10-4 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 的要求。

五、三废的治理

本项目 X 射线数字成像检测设备采用数字成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片，在使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。项目运行中产生污染物包括废气、员工生活污水、办公垃圾、生活垃圾。

(1) 废气治理措施

本项目运行过程中空气电离产生的少量臭氧 (O₃) 和氮氧化物 (NO_x)，铅房顶部西角及南角各设置了换气通风口，配有轴流风机，保证每小时通风 3 次以上，铅房排风通过管道接至厂房外排放。少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。

(2) 废水处理措施

本项目不产生生产废水，本项目 4 名辐射工作人员产生的生活污水较少，生活污水经化粪池接入市政管网。

(3) 固体废物处理措施

本项目 4 名辐射工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾较少，经收集后由环卫部门统一清运，对周边环境影响较小。

六、环保投资估算

项目环保投资估算见表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施 (措施) 及投资估算一览表

项目	设施 (措施)		金额 (万元)
X 射线数字成像检测设备	屏蔽措施	屏蔽铅房、屏蔽门	设备自带，不计入环保投资
	安全装置	声光报警装置、监控摄像头、门机联锁、紧急停机按钮等安全设施	
	警示标志	电离辐射警告标志	0.05
	个人防护用品	个人剂量计、个人剂量报警仪	0.5
	监测及应急	便携式 X-γ 辐射剂量率检测仪	1

		固定式剂量报警仪	1
	辐射工作人员	辐射工作人员辐射防护考核、职业健康体检	0.5
	废气处理	X 射线数字成像检测设备轴流风机	设备自带, 不计入环保投资
		外接通风装置和管道	0.5
合计			3.55

本项目总投资 50 万元，环保投资 3.55 万元，占总投资的 7.1%。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目位于湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角。本项目施工期主要涉及设备的安装和调试。安装过程中产生的污染物主要为设备安装噪声、废弃包装等固体废物；调试过程中产生的污染因子为 X 线以及少量的臭氧和氮氧化物。

(1) 噪声

本项目施工期噪声主要来自设备安装。项目拟使用设备为成品电气设备，现场只需要简单组装，组装过程中产生噪声经距离衰减和厂房墙体隔声后，对周围环境的影响可忽略不计。

(2) 废水

施工期污水主要来自施工人员的生活污水，生活污水较少，依托厂区污水处理系统处理，对环境的影响较小。

(3) 固体废弃物

施工期产生的固体废弃物有生活垃圾和废弃包装，收集后交由环卫部门统一处理，对周边环境的影响较小。

(4) 调试期间 X 射线及废气

调试期间，X 射线是污染环境的主要因子，同时 X 射线与空气作用，会产生少量的臭氧和氮氧化物。设备安装和调试均由厂家专业人员负责，调试时，自带屏蔽外铅房具有足够的辐射屏蔽能力，少量的废气通过轴流风机排出至室外。

综上，项目施工期对周围环境的影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

(一) 评价原则

(1) 基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。

(2) 剂量管理目标值：辐射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a；

(3) 铅房外表面 0.3m 处剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h。

(4) 对不需要到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处剂量当量率控制目标值应不大于 100 μ Sv/h。本次评价保守取值 2.5 μ Sv/h。

(二) 铅房屏蔽厚度合理性分析

1、关注点的选取

UNC160 型 X 射线数字成像检测设备主射线方向由西南向东北照射，C 型臂沿立柱传动系统可上下移动 80cm，C 型臂可上下偏转 15°，射线管头上下偏移后有用线束照射在右侧屏蔽防护上，有用线束角度为 20°。

射线管头距离屏蔽防护的路径示意图见图 11-1，11-2。本项目选取各侧屏蔽防护体外 0.3m 处和周围人员居留时间较长位置作为辐射水平关注点。由于后侧屏蔽防护外设置有冷却系统和配电箱，人员无法停留，故屏蔽防护后侧关注点选取冷却配电系统壳体维修门外 0.3m 处，本项目设备顶部设置 2 个通风口，设备后侧屏蔽防护墙体上设置 2 个穿线孔，均设置与墙体厚度一致的屏蔽补偿，故本项目只在距离出束口最近的通风口和穿线孔外侧 30cm 处设关注点，关注点分布示意图见图 11-3、11-4、11-5。本项目 X 射线管头至屏蔽防护外各关注点的距离列于表 11-1。

图 11-1 有用线束照射范围示意图（俯视透视）

图 11-2 有用线束照射范围示意图（前视图，面向工件进出铅门）

由图 11-1 及图 11-2 可知，铅房东北面为主射面，（即铅房右侧面，面对工件进出门，以人分左右），X 射线管的偏转可能会对铅房顶部屏蔽体部分区域产生有用线束照射，铅房顶部屏蔽体有用射束可照射区域按主射面考虑，其他各面非有用射束照射区域均考虑辐射源为漏射辐射和散射辐射的影响，具体详见下表。

表 11-1 本项目 X 射线数字成像检测设备各面需屏蔽辐射源一览表

关注点	需屏蔽的辐射源
主射面（东北面外 30cm 处、顶面有用射束照射区域外 30cm 处）	有用线束
非主射面（东南面外 30cm 处、西南面外 30cm 处、西北面外 30cm 处、顶面非有用射束区外 30cm 处、底面至地板处、距离出束口最近的通风口和穿线孔外侧 30cm 处）	漏射线和散射线

图 11-3 计算关注点位示意图（俯视，单位：mm）

图 11-4 计算关注点位示意图（左视图，单位：mm）

图 11-5 计算关注点位示意图（面向工件进出铅门透视，单位：mm）

图 11-6 计算关注点位示意图（环保目标，单位：mm）

表 11-2 UNCL60X 射线数字成像检测设备关注点距离参数一览表

关注点	关注点描述	有用线束距关注点的最近距离 (m)	漏射线距关注点的最近距离 (m)	散射线距关注点的最近距离 (m)	射线类型
A	铅房东北面外 30cm	1.831	/	/	有用线束
B(B')	铅房东南面外 30cm	/	1.160	1.160	漏射及散射线束
C(C')	铅房西南面外 30cm	/	0.719	0.900	漏射及散射线束
D(D')	铅房西北面外 30cm	/	1.600	1.600	漏射及散射线束
E(E')	探伤设备顶部通风口屏蔽补偿后设备外侧 30cm 处	/	1.389	1.427	漏射及散射线束
F(F')	探伤设备南侧穿线孔屏蔽补偿后设备外侧 30cm 处	/	1.804	1.875	漏射及散射线束
G(G')	探伤设备东南面防护门外 30cm 处	/	1.214	1.160	漏射及散射线束
H(H')	顶部非有用射束照射区域外 30cm	/	0.950	0.950	漏射及散射线束
I(I')	地板及土层	/	0.780	0.780	漏射及散射线束
J(J')	操作位	/	1.233	1.306	漏射及散射线束
K	探伤室东北面 30cm 处	2.281	/	/	有用线束
L(L')	探伤室东南面 30cm 处	/	4.200	4.200	漏射及散射线束
M(M')	探伤室西南面 30cm 处	/	3.609	3.790	漏射及散射线束
N(N')	探伤室西北面 30cm 处	/	2.500	2.500	漏射及散射线束
O	顶面有用射束照射区域外 30cm	2.019	/	/	有用线束

备注：出束点到关注点的距离：

- (1) A: 出束口距离设备东北面墙体最近距离取 1.531m+墙体外 0.3m=1.831m;
- (2) B: 出束口距离设备东南面墙体最近距离取 0.86m+墙体外 0.3m=1.16m;
- (3) C: 出束口距离设备西南面墙体最近距离取 0.419m+墙体外 0.3m=0.719m;
- (4) D: 出束口距离设备西北面墙体最近距离取 1.3m+墙体外 0.3m=1.6m;
- (5) E: 设备顶部通风口位于铅房顶部北侧角及西侧角, 经几何计算, 出束口距设备顶部排风口屏蔽补偿后设备外侧 30cm 处最近距离取 1.389m;
- (6) F: 穿线孔位于设备后侧屏蔽体靠下侧位置, 经几何计算, 出束口距设备穿线孔屏蔽补偿后设备外侧 30cm 处最近距离取 1.804m;
- (7) G: 经几何计算, 出束口距探伤设备东南面防护门外 30cm 处最近距离取 1.214m;
- (8) H: 出束口距离设备顶部墙体最近距离取 0.65m+墙体外 0.3m=0.95m;
- (9) I: 出束口距离地板最近距离取 0.78m;
- (10) J: 操作位位于设备东南侧墙体外 0.3m 处, 经几何计算, 出束口距离操作位的最近距离为 1.233m;
- (11) K: 出束口距设备东北面墙体最近距离 1.531+东北面墙体距探伤室东北面墙体 0.4m+探伤室东北面墙体厚度 0.05m+墙体外 0.3m=2.281m;
- (12) L: 出束口距设备东南面墙体最近距离 0.86+东南面墙体距探伤室东南面墙体 2.99m+探伤室东南面墙体厚度 0.05m+墙体外 0.3m=4.2m;
- (13) M: 出束口距设备西南面墙体最近距离 0.419+西南面墙体距探伤室西南面墙体 2.65m+探伤室西南面墙体厚度 0.24m+墙体外 0.3m=3.609m;
- (14) N: 出束口距设备西北面墙体最近距离 1.3+西北面墙体距探伤室西北面墙体 0.85m+探伤室西北面墙体厚度 0.05m+墙体外 0.3m=2.5m;
- (15) O: 出束口距设备顶面有用射束照射区域 30cm 外最近距离经几何计算为 2.019m。

本项目新增的 UNC160 型 X 线数字成像检测设备, 设备相关参数见表 11-3。

11-3 本项目探伤机相关参数

探伤机型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	输出量 H_0 (mGy · m ² / (mA · min))
UNC160 型 X 线数字成像检测设备	160	3	5.94

2、探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

辐射屏蔽的剂量参考控制水平参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)

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

式中：

H——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），与最高剂量率参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比取较小值；

Hc——周剂量参考控制水平，本项目年工作 43 周，职业工作人员取 $116.28\mu\text{Sv/周}$ （按年剂量管理目标值 5mSv/a 换算）、公众取 $2.33\mu\text{Sv/周}$ （按年剂量管理目标值 0.1mSv/a 换算）；

U——探伤装置向关注点照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子，居留因子的选取参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A；

t——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）。

探伤装置周照射时间参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \dots\dots\dots \text{（式 11-2）}$$

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 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安(mA)。

①探伤装置周照射时间计算

本项目设备日检测约 50 个工件，日曝光次数约 50 次，单次最大曝光时间为 1.5min，设备运行时电流保守取最大电流，设备最高管电压下的常用最大管电流未给出，取设备最大管电流。

周工作负荷 W 为： $W=3 \cdot (1.5 \cdot 50) \cdot 7=1575\text{mA} \cdot \text{min/周}$

探伤装置周照射时间 t 为： $t=1575 / (60 \cdot 3) =8.75\text{h/周}$ 。

②关注点居留因子选取

本项目关注点的居留因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 A.1 进行取值，建设单位拟在探伤室安装门禁，本项目工作场所仅辐射工作人员可进入。

考虑到本项目铅房西南侧为操作台及操作人员主要活动区域，东南、西南侧

为检测工件进出小车、工件堆放区域，操作人员在此上下工件，此两侧铅房外关注点 C、B、J 按职业全居留考虑，居留因子取 1，铅房南侧穿线孔、东南面防护门也在此区域，关注点 F、G 按职业全居留考虑，居留因子取 1；

铅房东北、西北侧贴近探伤室墙壁，人员不易到达，关注点 A、D 按公众偶然居留考虑，居留因子取 1/8；

设备底部为地板及土层，人员无法到达，剂量率参考水平按铅房外表面 30cm 处的剂量率 2.5 μ Sv/h 取值；

铅房顶部无人到达，对不需要人员到达的探伤室顶，本次评价保守按铅房外表面 30cm 处的剂量率 2.5 μ Sv/h 取值；

项目辐射场所周围区域包括东南侧人行通道、配电室，西南侧物料区，西北侧物料区、均热跨人行通道，东北侧人行通道、模具存放区，有车间工作人员通过，关注点 K、L、M、N 按公众部分居留考虑，居留因子取 1/5。

本项目设备铅房辐射屏蔽的剂量参考控制水平计算结果详见表 11-4。

表 11-4 本项目设备铅房周围各关注区域剂量率导出控制水平

序号	关注点	位置描述	涉及人员	Hc (μ Sv/周)	U	t (h/周)	T (GB Z/T250-2014 附录 A)	H ₁ (μ Sv/h) (计算值)	H ₂ (μ Sv/h) (与最高剂量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h 相比取较小值)	需屏蔽的辐射源
1	A	铅房东北面外 30cm	职业人员	116.28	1	8.75	1/8	106.31	2.5	有用线束
2	B(B')	铅房东南面外 30cm	职业人员	116.28	1	8.75	1	13.29	2.5	漏射及散射线束
3	C(C')	铅房西南面外 30cm	职业人员	116.28	1	8.75	1	13.29	2.5	漏射及散射线束
4	D(D')	铅房西北面外 30cm	职业人员	116.28	1	8.75	1/8	106.31	2.5	漏射及散射线束
5	E(E')	铅房顶部通风口屏蔽补偿外 30cm 处	无人到达	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					2.5	漏射及散射线束
6	F(F')	铅房南侧穿线孔屏蔽补偿外 30cm 处	职业人员	116.28	1	8.75	1	13.29	2.5	漏射及散射线束
7	G(G')	铅房东南面防护门外 30cm 处	职业人员	116.28	1	8.75	1	13.29	2.5	漏射及散射线束

8	H(H')	顶部非有用射束照射区域外 30cm	无人到达	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h					2.5	漏射及散射射线束
9	I(I')	地板及土层	无人能达	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h					2.5	漏射及散射射线束
10	J(J')	操作位	职业人员	116.28	1	8.75	1	13.29	2.5	漏射及散射射线束
11	K	探伤室东北面 30cm 处	公众	2.33	1	8.75	1/5	1.33	1.33	有用线束
12	L(L')	探伤室东南面 30cm 处	公众	2.33	1	8.75	1/5	1.33	1.33	漏射及散射射线束
13	M(M')	探伤室西南面 30cm 处	公众	2.33	1	8.75	1/5	1.33	1.33	漏射及散射射线束
14	N(N')	探伤室西北面 30cm 处	公众	2.33	1	8.75	1/5	1.33	1.33	漏射及散射射线束
15	O	顶部有用射束照射区域外 30cm	无人到达	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h					2.5	有用线束

3、屏蔽体厚度合理性分析

(1) 有用线束屏蔽厚度核算

1) 计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 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 按式 11-3 计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中:

B ——屏蔽透射因子;

\dot{H}_c ——按式 11-2 确定的剂量率参考控制水平, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$);

R ——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m); 靶点至铅房外表面距离+30cm, 具体见图 11-3~11-5。

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA);

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 根据设备方提供资料, 最大管电压下辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $5.94 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$,

根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1, $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 以等量值的 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 进行计算, 因此最大管电压下辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $5.94\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 换算单位后为 $3.56\text{E}+05\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

对估算出的屏蔽透射因子, 所需的屏蔽物质厚度 X 采用以下公式计算:

$$X = -\text{TVL} \cdot \lg B \dots \dots \dots (\text{式 } 11-4)$$

式中:

X——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度。因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中无 160kV 管电压下的什值层厚度, 根据 GBZ/T250-2014 表 B.2 以内插法求得 160kV 管电压下的什值层厚度, 详见下表。

表 11-5 X 射线束在铅和混凝土中的什值层厚度

X 射线管电压	半值层厚度取值 HVL (mm)	什值层厚度取值 TVL (mm)
	铅	铅
150kV	0.29	0.96
160kV (内插法计算)	0.32	1.05
200kV	0.42	1.4

2) 计算结果

主射面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目 X 射线探伤装置有用线束方向屏蔽厚度估算结果

关注点	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	I (mA)	$H_0 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h}))$	B	X 屏蔽厚度 (mmPb)	设计厚度 (mmPb)	是否可行
A	2.5	1.831	3	3.56E+05	7.84E-06	5.36	8.385	是
K	1.33	2.281	3	3.56E+05	6.47E-06	5.45	8.385	是
O	2.5	2.019	3	3.56E+05	9.50E-06	5.27	12.709	是

备注: 1、计算未考虑工件的屏蔽。
2、O 点屏蔽厚度考虑入射角度进行核算, 入射角度为 25° , 屏蔽体厚度经几何计算为 7.1mm 钢板+11.8mm 铅+4.7mm 钢板, 折算铅当量厚度为 12.709mmPb。

(2) 泄漏辐射屏蔽厚度计算

1) 泄漏辐射屏蔽计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 泄漏辐射屏蔽的估算方法, 关注点达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽透射因子 B 按式 1

按式 11-5 计算：

$$B_2 = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中：

B_2 ——屏蔽透射因子；

\dot{H}_c ——关注点的剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L ——距靶点 1mX 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目取值 2.5×10^3 ；

R ——辐射源（靶点）至关注点的距离，m；靶点至铅房外表面距离+30cm，具体见图 11-3~11-5。

对估算出的屏蔽透射因子，所需的屏蔽物质厚度 X 采用公式 11-3 计算：

2) 计算结果

铅房非主射面漏射辐射屏蔽厚度如下表所示。

表 11-7 泄漏辐射屏蔽厚度计算表

关注点	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	B	理论计算屏蔽厚度(mmPb)	实际设计厚度 (mmPb)
B	2.5	1.160	1.35E-03	3.01	5.385
C	2.5	0.719	5.17E-04	3.45	5.385
D	2.5	1.600	2.56E-03	2.72	5.385
E	2.5	1.389	1.93E-03	2.85	5.385
F	2.5	1.804	3.25E-03	2.61	5.385
G	2.5	1.214	1.47E-03	2.97	5.385
H	2.5	0.950	9.03E-04	3.20	5.385
I	2.5	0.780	6.08E-04	3.38	5.385
J	2.5	1.233	1.52E-03	2.96	5.385
L	1.33	4.200	9.38E-03	2.13	5.385
M	1.33	3.609	6.93E-03	2.27	5.385
N	1.33	2.500	3.33E-03	2.60	5.385

(3) 散射辐射屏蔽厚度核算

1) 散射辐射屏蔽计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 11-3 计算，根

据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，本项目设备最高管电压为 160kV，X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 取 150kV，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-4 计算。

$$B = \frac{H_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

式中：

H_c ——关注点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ，见表 11-3；

R_s ——散射体至关注点的距离，m；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；根据业主提供资料，本项目移动小车直径 0.4m，移动小车左右移动的范围为 0.35m，靶点（射线管）至小车外边缘最近距离为 0.181m，最远距离为 0.531m；

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F —— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）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。 α 与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，以水散射体的 α 值保守估计。

本项目 X 射线数字成像检测设备辐射角度为 20° ，因此，X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 10° ； R_0 最大值为 0.531m，最小值为 0.181m，计算可得 F 取值分别为 0.027m^2 、 0.0032m^2 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.3，160kV 下 α 散射因子按 200kV 取值为 $1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400 = 0.0475$ 。

因此，计算可得 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备 $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 取值从 215.53 至 219.85，本次计算取值影响较大的 215.53。

对估算出的屏蔽透射因子，所需的屏蔽物质厚度 X 采用公式 11-4 计算。

2) 计算结果

根据公式计算各关注点处散射辐射计算结果如下表所示。

表 11-8 本项目 X 射线探伤装置散射线束方向屏蔽厚度估算结果

关注点	关注点描述	H_c	R_s	I	H_0	$R_0^2 / (F \cdot \alpha)$	B	理论计算屏蔽厚度 (mmPb)	实际设计厚度 (mmPb)

B'	铅房东南面 外 30cm	2.5	1.160	3	3.56E+05	215.53	6.78E-04	3.04	5.385
C'	铅房西南面 外 30cm	2.5	0.900	3	3.56E+05	215.53	4.08E-04	3.25	5.385
D'	铅房西北面 外 30cm	2.5	1.600	3	3.56E+05	215.53	1.29E-03	2.77	5.385
E'	铅房顶部通 风口屏蔽补 偿外 30cm 处	2.5	1.427	3	3.56E+05	215.53	1.03E-03	2.87	5.385
F'	铅房南侧穿 线孔屏蔽补 偿外 30cm 处	2.5	1.875	3	3.56E+05	215.53	1.77E-03	2.64	5.385
G'	铅房东南面 防护门外 30cm 处	2.5	1.160	3	3.56E+05	215.53	6.78E-04	3.04	5.385
H'	顶部非有用 射束照射区 域外 30cm	2.5	0.950	3	3.56E+05	215.53	4.55E-04	3.21	5.385
I'	地板及土层	2.5	0.780	3	3.56E+05	215.53	3.07E-04	3.37	5.385
J'	操作位	2.5	1.306	3	3.56E+05	215.53	8.60E-04	2.94	5.385
L'	探伤室东南 面 30cm 处	1.33	4.200	3	3.56E+05	215.53	4.73E-03	2.23	5.385
M'	探伤室西南 面 30cm 处	1.33	3.790	3	3.56E+05	215.53	3.85E-03	2.32	5.385
N'	探伤室西北 面 30cm 处	1.33	2.500	3	3.56E+05	215.53	1.68E-03	2.66	5.385
备注：1.计算未考虑工件的屏蔽。									

4、复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），漏射辐射屏蔽厚度与散射辐射屏蔽厚度相差一个什值层（TVL）厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个什值层（TVL）厚度时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。经计算，本项目散射屏蔽厚度与漏射辐射屏蔽厚度相差出现小于 1 个什值层（TVL）厚度，应在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。本项目屏蔽体铅的 TVL、HVL 按表 11-4 取值。

本项目 X 射线管铅房需要的屏蔽厚度见下表。

表 11-9 本项目最大管电压下铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度汇总表

关注	关注点描述	计算防护厚度	实际设	是否
----	-------	--------	-----	----

点		有用线束 屏蔽厚度 (mmPb)	泄漏辐射 屏蔽厚度 (mmPb)	散射辐射 屏蔽厚度 (mmPb)	复合屏 蔽厚度 (mmPb)	计厚度 (mmPb)	满足 屏蔽 要求
A	铅房东北面外 30cm	5.36	/	/	5.36	8.385	是
B(B')	铅房东南面外 30cm	/	3.01	3.04	3.36	5.385	是
C(C')	铅房西南面外 30cm	/	3.45	3.25	3.77	5.385	是
D(D')	铅房西北面外 30cm	/	2.72	2.77	3.09	5.385	是
E(E')	铅房顶部通风口屏蔽补 偿外 30cm 处	/	2.85	2.87	3.19	5.385	是
F(F')	铅房南侧穿线孔屏蔽补 偿外 30cm 处	/	2.61	2.64	2.96	5.385	是
G(G')	铅房东南面防护门外 30cm 处	/	2.97	3.04	3.36	5.385	是
H(H')	顶部非有用射束照射区 域外 30cm	/	3.20	3.21	3.53	5.385	是
I(I')	地板及土层	/	3.38	3.37	3.70	5.385	是
J(J')	操作位	/	2.96	2.94	3.28	5.385	是
K	探伤室东北面 30cm 处	5.45	/	/	5.45	8.385	是
L(L')	探伤室东南面 30cm 处	/	2.13	2.23	2.55	5.385	是
M(M')	探伤室西南面 30cm 处	/	2.27	2.32	2.64	5.385	是
N(N')	探伤室西北面 30cm 处	/	2.60	2.66	2.98	5.385	是
O	顶部有用射束照射区域 外 30cm	5.27	/	/	5.27	12.709	是

由上述估算结果可知，本项目 X 射线探伤装置东北侧墙体、顶部墙体厚度能够满足有用线束防护要求，其他方向屏蔽厚度满足泄漏辐射和散射辐射复合作用防护要求。

(三) 辐射环境影响分析

1) 有用线束剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-7 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots(\text{式}11-7)$$

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，单位为毫安 (mA)，本项目 X 射线探伤机取 3mA；

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据设备方提供资料，最大管电压下辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $5.94\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，

根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1, $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 以等量值的 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 进行计算, 因此最大管电压下辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $5.94\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 换算单位后为 $3.56\text{E}+05\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

B——屏蔽透射因子, B 值由公式 11-8 计算所得;

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 m。

2) 屏蔽透射因子 B

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 对于给定的屏蔽物质厚度 X, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 11-8 计算:

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \dots\dots\dots\text{式11-8}$$

X——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL——见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.2 和报告中表 11-4。

表 11-10 有用线束方向关注点剂量率估算结果表

关注点	I (mA)	H_0 ($\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$)	屏蔽物质厚度 X	TVL	B 屏蔽透射因子	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点剂量控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足要求
A	3	3.56E+05	8.385	1.05	1.03E-08	1.831	3.30E-03	2.5	是
K	3	3.56E+05	8.385	1.05	1.03E-08	2.281	2.12E-03	2.5	是
O	3	3.56E+05	8.385	1.05	1.03E-08	2.019	2.71E-03	2.5	是

备注: 1.计算未考虑工件的屏蔽。

2) 泄漏辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 关注点的漏射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-9 计算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots\text{式11-9}$$

式中:

B——屏蔽透射因子, 屏蔽透射因子按式 11-8 计算;

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小

时 ($\mu\text{Sv/h}$)，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1，本项目取值 2.5×10^3 。

表 11-11 漏射线束方向关注点剂量率估算结果表

关注点	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	X 屏蔽物 质厚度	TVL	B 屏蔽透 射因子	R (m)	\dot{H} (μ Sv/h)	关注点剂 量控制水 平 (μ Sv/h)	是否 满足 要求
B	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	1.160	1.38E-02	2.5	是
C	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	0.719	3.60E-02	2.5	是
D	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	1.600	7.26E-03	2.5	是
E	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	1.389	9.64E-03	2.5	是
F	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	1.804	5.71E-03	1.33	是
G	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	1.214	1.26E-02	2.5	是
H	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	0.950	2.06E-02	2.5	是
I	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	0.780	3.06E-02	2.5	是
J	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	1.233	1.22E-02	2.5	是
L	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	4.200	1.05E-03	2.5	是
M	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	3.609	1.43E-03	1.33	是
N	2.5×10^3	5.385	1.05	7.44E-06	2.500	2.98E-03	1.33	是

备注：1.计算未考虑工件的屏蔽。

3) 散射辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-10 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{式11-10}$$

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)；

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ 。根据设备方提供资料，最大管电压下辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $5.94\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 以等量值的 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 进行计算，因此最大管电压下辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为

5.94mSv · m²/(mA · min), 换算单位后为 3.56E+05μSv · m²/ (mA · h) ;

B——屏蔽透射因子, 屏蔽透射因子按式 11-8 计算;

F——R₀ 处的辐射野面积, 单位为平方米 (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。α与散射物质有关, 在未获得相应物质的α值时, 以水散射体的α值保守估计;

R₀——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, 单位为米 (m); 根据业主提供资料, 本项目移动小车直径 0.4m, 移动小车左右移动的范围为 0.35m, 靶点 (射线管) 至小车外边缘最近距离为 0.181m, 最远距离为 0.531m;

R_s——散射体至关注点的距离, 单位为米 (m) 。

本项目 X 射线数字成像检测设备辐射角度为 20°, 因此, X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 10°; R₀ 最大值为 0.531m, 最小值为 0.181m, 计算可得 F 取值分别为 0.027m²、0.0032m²。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.3, 160kV 下α散射因子按 200kV 取值为 1.9×10⁻³×10000/400=0.0475。

因此, 计算可得 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备 R₀²/(F·α)取值从 215.53 至 219.85, 本次计算取值影响较大的 215.53。

表 11-12 散射线束方向关注点剂量率估算结果表

关注点	I (mA)	H ₀ (mSv · m ² / (mA · min))	屏蔽物质厚度 X	TVL	B 屏蔽透射因子	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	R _s (m)	Ḣ (μSv/h)	关注点剂量控制水平 (μSv/h)	是否满足要求
B'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	1.160	9.06E-03	2.5	是
C'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	0.900	1.51E-02	2.5	是
D'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	1.600	4.76E-03	2.5	是
E'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	1.427	5.99E-03	2.5	是
F'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	1.875	3.47E-03	2.5	是
G'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	1.160	9.06E-03	2.5	是
H'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	0.950	1.35E-02	2.5	是
I'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	0.780	2.00E-02	2.5	是
J'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	1.306	7.15E-03	2.5	是
L'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	4.200	6.91E-04	1.33	是
M'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	3.790	8.49E-04	1.33	是

N'	3	3.56E+05	5.385	0.96	2.46E-06	4.64E-03	2.500	1.95E-03	1.33	是
备注：1. 计算未考虑工件的屏蔽。										

本项目漏射、散射复合关注点剂量率详见下表：

表 11-13 漏射、散射复合关注点剂量率结果表

关注点	漏射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	复合剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点剂量控 制水平($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足 要求
B(B')	1.38E-02	9.06E-03	2.29E-02	2.5	是
C(C')	3.60E-02	1.51E-02	5.10E-02	2.5	是
D(D')	7.26E-03	4.76E-03	1.20E-02	2.5	是
E(E')	9.64E-03	5.99E-03	1.56E-02	2.5	是
F(F')	5.71E-03	3.47E-03	9.18E-03	2.5	是
G(G')	1.26E-02	9.06E-03	2.17E-02	2.5	是
H(H')	2.06E-02	1.35E-02	3.41E-02	2.5	是
I(I')	3.06E-02	2.00E-02	5.06E-02	2.5	是
J(J')	1.22E-02	7.15E-03	1.94E-02	2.5	是
L(L')	1.05E-03	6.91E-04	1.75E-03	1.33	是
M(M')	1.43E-03	8.49E-04	2.28E-03	1.33	是
N(N')	2.98E-03	1.95E-03	4.93E-03	1.33	是

由表 11-9 至表 11-12 屏蔽估算结果可知，本项目投入运行后各关注点能够满足剂量率控制水平的要求。

二、项目运行对周围保护目标可能造成的辐射影响

(1) 计算公式

X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$He = Dr \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式11-11}$$

式中：

He——X、 γ 射线外照射人均年有效剂率当量，mSv/a；

Dr——周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——X、 γ 射线照射时间，h/a；

T——居留因子。

(2) 参数选取

本项目最大年曝光时间约为 375h。

(3) 估算结果

根据屏蔽计算结果，项目运行过程中对工作人员和周围公众能达到区域可能产生的年有效剂量见下表。

表 11-14 本项目运行过程中对人员可能产生的年有效剂量

保护目标		计算参数				年剂量管理目标值 (mSv/a)
		Dr (μSv/h)	t (h/a)	居留因子	He(mSv/a)	
辐射工作人员	铅房东北面外	3.30E-03	375	1/8	1.54E-04	5
	铅房东南面外	2.29E-02	375	1	8.58E-03	
	铅房西南面外	5.10E-02	375	1	1.91E-02	
	铅房西北面外	1.20E-02	375	1/8	5.64E-04	
	铅房南侧穿线孔屏蔽补偿外	9.18E-03	375	1	3.44E-03	
	铅房东南面防护门外	2.17E-02	375	1	8.13E-03	
	操作位	1.94E-02	375	1	7.27E-03	
公众人员	探伤室东北面处	2.12E-03	375	1/5	1.59E-04	0.1
	探伤室东南面处	1.75E-03	375	1/5	1.31E-04	
	探伤室西南面处	2.28E-03	375	1/5	1.71E-04	
	探伤室西北面处	4.93E-03	375	1/5	3.69E-04	

根据表 11-13 剂量估算结果可知，本项目探伤设备正常运行时，辐射工作人员可能受到的最大年有效剂量为 1.91E-02mSv/a，低于公司设定的辐射工作人员年剂量管理目标值 5.0mSv/a，设备邻近区域公众可能受到的最大年有效剂量为 3.69E-04mSv/a，低于公司设定的公众人员年剂量管理目标值 0.1mSv/a。

三、废气、固体废物、废水的环境影响分析

1、废水

本项目为计算机显像，不产生废显（定）影液、废片等，运行过程中没有放射性废水、工作人员产生的少量生活污水依托厂区污水处理系统处理。

2、废气

本项目不产生放射性废气，工作过程中空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过通风系统排出铅房外。本项目铅房顶部北侧角及西侧角各设置了换气通风口，配有 2 台轴流风机，排风量均为 330m³/h，同时开启排风换气

次数可达 120 次/h。在探伤室内将 X 射线数字成像检测设备顶部 2 台自带轴流风机的排风合并，通过增设 1 台总排风量为 750m³/h 的风机，将废气集中收集。排气管道先垂直穿过探伤室屋顶，再沿厂房墙体向上延伸，最终穿过厂房墙体（管道穿墙处高于铝合金熔铸一厂与铝合金熔铸二厂之间的厂棚），在厂房外进行排放。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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”的要求，由于污染物产生量较小，废气排入大气后，经自然分解和稀释，对环境影响很小。

3、固体废物

本项目不产生放射性固体，工作人员产生的少量办公及生活垃圾依托厂区生活垃圾收集后交由环卫部门统一处理。本项目 X 射线管达到使用寿命后，公司将返回原厂家更换，设备达到使用寿命后，将按要求对设备进行报废处理。

事故影响分析：

一、事故分级

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 709 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故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，详见下表。

表 11-15 辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害后果
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重放射性污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

二、可能发生辐射事故

X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，在断电状态下较为

安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

(1) 工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在门未关到位的情况下射线发生器仍能出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；

(2) 检测过程中，在工件随移动小车转动过程中，发生意外倾倒入卡住小车移动轨道时，操作不当造成工作人员意外照射；

(3) 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

三、防治措施：

1、操作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格方可上岗。

2、操作人员须严格按操作规程进行作业，不得擅自改变操作程序，确保安全。

3、工作时必须随身佩戴个人剂量计，同时应使用剂量报警仪。

4、铅房四周设置电离辐射警告标志、中文警示说明，铅房带有工作状态信号灯。

5、开机前需检查设备工作状态指示灯、应急开关、推拉门及联锁功能等安全装置是否运行正常，观察开关指示灯是否连通。

6、开机前要确定铅房内、射线间内无人员停留的情况下才能开机作业。

7、公司需委托设备厂家定期进行设备检修和定期维护工作。

8、检测过程中，检测工件发生意外倾倒入卡住小车移动轨道时，应立即关闭高压发生器的钥匙开关，同时通过铅房内视频监控系统观察，打开工件进出门后，关闭设备电源，取出工件。

9、制定相应的辐射事件应急预案，应对可能发生的事件，并定期进行事故演练。

10、如发生违反操作规程或其他原因造成事故，须立刻启动事故应急预案。

四、应急方案的启动：

1) 一旦发生辐射事故，及时启动《辐射事故处理应急预案》。发生辐射事故时，当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长，组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急响应救助措施。

2) 发生辐射事故时，应急处理小组各成员应认真履行各项职责，各相关部门应积极协调配合，以便妥善处理所发生的辐射事故。

3) 各应急救助物资应准备充分、调配及时。

4) 发生事故后应在 2 小时内报告生态环境、卫生行政部门。

表 12 辐射安全管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全防护管理工作小组

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修订）》，环境保护部令第31号第十六条要求：使用I类、II类、III类放射源，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名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

为加强放射安全防护管理，公司于2026年1月12日成立了以黄诚（总经理）为组长的辐射安全与防护管理领导小组，公司成立了辐射安全与防护管理领导小组，该小组包括了1名组长，3名副组长，6名成员，小组成员均有一定的学历与管理能力。本项目开展后，建设单位的管理人员能满足配置要求。

公司辐射安全与防护管理领导小组主要工作职责如下：

1、组织制定并落实辐射安全与防护管理制度，采取合理和有效的措施，将可能出现的故障和失误的后果减至最小；

2、制定相应的辐射事件应急预案，应对可能发生的事件，宣传该计划并定期进行实际演练；

3、对工作人员所受的职业照射应加以限制；

4、组织对辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的健康检查，定期进行专业及防护知识培训，并分别建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案；

5、制定人员培训计划，对人员的专业技能、放射防护知识和有关法律知

识进行培训，使之满足辐射工作人员的工作岗位要求；

6、配置与辐射工作相适应检测仪器和防护设施，采取一切合理措施以预防设备故障和人为失误。

二、辐射工作人员的配置、培训、体检

本项目拟配置4名辐射工作人员，均为新增人员。拟配置的工作人员暂未确定名单，拟新增人员在项目运行前将进行职业健康体检，参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格成绩单，并配备相应数量的个人剂量计并按要求定期监测。

三、辐射安全管理规章制度

为保障放射性同位素和射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，公司针对辐射情况制定了以下管理制度：制定了《X射线探伤机安全操作规程》《X射线探伤辐射安全管理制度》《辐射防护责任制》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《探伤机使用台账管理制度》《X射线探伤机检修维护制度》《辐射事故应急处理预案》（见附件5、附件7）等相关制度。

建设单位在日常工作中应认真执行相关操作规程和制度，在开展射线装置工作时，应从以下几个方面加强管理：

①建设单位应加强对射线装置安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；当安全隐患可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染时，应立即停止辐射作业并报环境保护主管部门，经环境保护主管部门检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

②为确保放射防护的可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益、履行放射防护职责，避免事故的发生。建设单位应培养和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，编制安全和防护状况评估报告，并于每年1月31日前上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

③在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须张贴上墙明示；所有的辐射工作场所必须张贴电离辐射警示标志，铅房防护门上方必须安装工作警示灯，警示标识，张贴必须规范。

建设单位应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况和环境保护管理部门对辐射环境管理的要求，对各项制度加以完善和补充，确保各项制度的落实。

四、辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订）的相关要求，必须对放射性同位素和射线装置使用的单位进行个人剂量监测、辐射工作场所周围环境监测。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关要求，建设单位必须配备相应的监测仪器（如便携式 X-γ 监测仪），并自主制定日常防护监测计划按要求实施。认真做好工作场所的辐射安全防护工作，并定期委托有

资质的单位实施监测。所有监测记录，存档备案，并编制年度辐射安全防护评估报告上报当地生态环境部门。根据建设单位的实际情况，主要监测内容为电离辐射监测。

(1) 个人剂量监测

建设单位需对辐射工作人员开展个人剂量监测，建立个人剂量监测档案。严格执行《放射工作人员职业健康管理办法》，按外照射个人剂量监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月，委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担个人剂量常规监测，建设单位需配合委托单位及时收发个人剂量计。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。建设单位还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量约束值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终身保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

(2) 辐射工作场所周围环境监测

建设单位每年必须委托有资质的单位对工作场所实施监测，检测频度为每年不少于一次。且公司应自行配备便携式 X-γ 监测仪（按要求进行计量检定），对工作场所周围环境进行监测，发现问题及时整改，监测数据每年年底向当地生态环境部门报备。

(3) 辐射工作人员健康管理

对公司辐射工作人员进行职业健康检查，检查结果为“可从事放射性工作”方可上岗。

公司拟定的监测计划及要求见表 12-1。

表 12-1 监测计划及要求一览表

监测类别	监测周期	监测项目	监测点位
年度监测	1 次/年	周围剂量当量率	1、防护门外 30cm 处； 2、铅房四周外表面 30cm 处； 3、操作位； 4、管线口、排风口； 5、铅房外需要关注的人员常停留区域。
季度监测	1 次/季度		
验收监测	竣工验收 1 次		

个人剂量监测	1次/季度	个人剂量当量	所有辐射工作人员
--------	-------	--------	----------

五、辐射事故应急

为提高本公司对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障工作人员和公众的生命安全，维护社会稳定，特制定本预案。

一、编制依据

《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》《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》、生态环境部《突发环境事件应急预案管理暂行办法》等。

二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故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。

1) 特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

2) 重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3) 较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4) 一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

三、本预案适用范围

凡本单位发生辐射事故适用本应急预案。

四、工作原则

1.迅速报告原则；

2.主动抢救原则；

3.生命第一的原则；

4.科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

5.保护现场，收集证据的原则。

五、组织机构及职能

1、辐射事故应急处理领导小组

组长：*****

副组长：*****

成员：*****

2、应急处理领导小组职责

(1)编制和修订辐射事故应急处理预案；

(2)负责组织应急准备工作，调度人员，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；

(3)组织辐射事故应急人员的培训；

(4)负责与上级主管部门和当地环保部门的联络、报告应急处理工作，配合做好事故调查和审定；

(5)负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；

(6)采取各种快速有效措施，做好善后处理，最大限度地消除对单位的负面影响。

3、小组职责分工

组长：全面负责小组工作，现场指挥工作。

副组长：具体负责小组工作，收集有关工作信息，辐射事故应急处理期间的后勤保障工作。

成员：负责事发现场安全保卫工作，负责对辐射操作人员和维修人员的日常管理，人员培训工作。

六、可能发生的辐射事故

X射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，在断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

1、工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在门未关到位的情况

下射线发生器仍能出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；

2、检测过程中，在工件随移动小车转动过程中，发生意外倾倒卡住小车移动轨道时，操作不当造成工作人员意外照射；

3、设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

七、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格放射防护管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

1、健全辐射防护管理体制和规章制度，严肃纪律。

2、加强辐射工作人员机器操作规程和辐射防护知识培训，持证上岗，佩戴个人剂量监测计和便携式剂量报警仪。

3、定期检查维修机器，使其处于正常工作状态。

4、加强探伤设备的管理，严禁设备被盗。

5、在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作指示灯，禁止无关人员进入。

八、辐射事故的处理

1.发生下列情况之一，应立即启动本预案:

(1) 工作人员使用设备时，设备防护门安全联锁发生故障，在防护门未关闭到位的情况下射线发生器仍能出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；

(2) 由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射；

(3) 设备检修时，未按照正确的流程操作导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

2.事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，由应急小组组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

3.向环境主管部门及时报告事故情况。

4.辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

5.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

九、辐射事故的报告

发生辐射事故时，必须立即报告辐射事故现场处置小组组长。辐射事故现场处置小组组长应立即向辐射事故应急处理领导小组主管领导汇报，并及时收集整理相关处理情况向生态环境主管部门报告；

同时，辐射事故现场处置小组组长需在 24 小时内填写《辐射事故报告卡》。重大辐射事故应当在 24 小时内逐级上报到生态环境部、公安部、卫生健康委等部门。

应急电话：应急管理办公室值班电话*****

压铸厂值班电话：*****

湖南省生态环境厅电话：0731-85698110

岳阳市生态环境局电话：0730-8879800（12345）

岳阳市临港高新区生态环境服务中心电话：0730-8422379

报警电话：110

卫生部门：120

应急申报应简单、明了，内容包括：

- 1)发生紧急事故的简要情况；
- 2)发生紧急事故的单位、地点；
- 3)报告人姓名、联系电话。

十、辐射事故的解除

当事故现场的应急工作完成，伤病员在医疗机构得到救治时，终止应急响应。终止响应后，由辐射事故应急处理领导小组指定人员将应急响应情况上报备案，并做应急响应工作的总结报告。

十一、预案管理

1、应急培训：公司根据本预案的要求，对本单位的负责人和参与应急工作人员进行业务知识培训和应急处置培训，特别是加强对重点辐射工作人员的培训和管理，使其熟悉应急处置工作程序和要求，做好实施应急预案各项准备。

2、演练计划：每年开展一次应急演练，应急演练前编制学习计划，包括演

练模拟的事故/事件情景，演练参与人员，不断提高防范和处置核与辐射事件的技能，增强防范和应急处置能力。

六、项目竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展竣工环保验收工作，验收项目见表 12-2。

表 12-2 竣工环境保护设施验收一览表

序号	验收内容	验收要求	依据
1	环保文件	建设项目的环境影响评价文件及环评批复。	《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》(HJ1326-2023)
2	环境管理制度及应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修订)
3	辐射工作人员管理	①公司应为辐射工作人员配置个人剂量计，并安排每季度监测； ②本项目辐射工作人员进行职业健康体检，体检结果合格方可上岗，并将资料存档管理； ③本项目辐射工作的人员应于“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行学习、报名、考试，取得辐射安全与防护培训证书后方可上岗； ④辐射工作人员需在全国核技术利用网站进行备案，建立个人档案并终身保存； ⑤本项目辐射工作人员应具备相应的岗位技能。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修订)、《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)、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告(2021年第9号))
4	监测仪器、安全防护设备	监测仪器和安全防护设备按报告中表 10-3 要求落实。	《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)
5	辐射监测	①每年委托有资质的单位对辐射工作场所周围剂量水平进行监测，并提交年度评估报告； ②公司配备相应的自检设备 X-γ 剂量率测量仪，定时进行自检。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修订)
6	辐射安全防护措施	1、本项目设备铅房内外各带一个工作状态指示灯，分别位于设备内部后侧墙体上方和外部左侧墙体顶部，亮灯时声音提示装置会做出相应的提示音。铅房内、外醒目位置处有清晰的对黄、绿、红色三色状态指示灯意义的说明。 2、拟在设备屏蔽体防护门和无损探伤检测室门上均粘贴满足 GB18871 标准要求的明显的电	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

		<p>离辐射警告标志并附中文警示说明。</p> <p>3、本项目 UNC160 型 X 射线数字成像检测设备在铅房外侧工件防护门左侧（紧邻操作位）和铅房内工件防护门左侧各设置一个紧急按钮。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。</p> <p>4、本项目设备内安装一个监控摄像头，位于铅房顶部靠近防护门一侧，并在操作台的显示器左下角设有监控窗口（本项目操作软件的一部分，不可去除），监视机房内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>5、本项目 X 射线数字成像检测设备设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、工件防护门完全关闭、警示装置正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束。</p> <p>6、本项目拟在设备的工件防护门内侧安装固定式剂量报警仪探头。</p> <p>7、本项目设备的电缆均从铅房后侧屏蔽防护穿过，拟在穿墙处外侧设置 3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板防护罩，以防止射线泄漏。</p> <p>7、本项目设备的工件防护门与屏蔽壳体连接处进行屏蔽搭接，防止射线泄漏。</p>	
7	工作场所辐射剂量率	工作状态下，本项目铅房四周外关注点剂量率控制值为 2.5 μ Sv/h。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
8	年有效剂量管理	<p>①辐射工作人员剂量管理目标值为 5.0mSv/a；</p> <p>②公众剂量管理目标值为 0.1mSv/a。</p>	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、公司要求
9	通风	<p>本项目 X 射线数字成像检测设备铅房顶部设有 2 个轴流风机，排风量均为 330m³/h，同时开启排风换气次数可达 120 次/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。在探伤室内将 X 射线数字成像检测设备顶部两台自带轴流风机的排风合并，通过增设一台总排风量为 750m³/h 的风机，将废气集中收集。排气管道先垂直穿过探伤室屋顶，再沿厂房墙体向上延伸，最终穿过厂房墙体（管道穿墙处高于铝合金熔铸一厂与铝合金熔铸二厂之间的厂棚），在厂房外进行排放。</p>	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

表 13 结论与建议

一、结论：

1、项目概况

1、项目名称：湖南中创空天新材料股份有限公司新增一台 X 射线数字成像检测设备建设项目

2、建设单位：湖南中创空天新材料股份有限公司

3、建设性质：新建

4、建设地点：湖南中创空天新材料股份有限公司铝合金熔铸一厂压铸跨西北角

5、建设内容：湖南中创空天新材料股份有限公司拟在铝合金熔铸一厂压铸跨西北角探伤室安装使用一台型号为 UNC160 的 X 射线数字成像检测设备。该设备自带屏蔽体（铅房）一座，设备正面（工件进出门）朝东南方向，射线主射方向为东北方向。探伤室利用现有已建成房间，采用岩棉夹芯板建成，本项目不涉及土建。

2、本项目产业政策符合性、实践正当性分析

（1）产业政策符合性

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四、机械 1. 科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用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，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，属于国家鼓励类产业，项目符合国家产业政策。

（2）实践正当性

本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环

境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3、本项目选址、平面布置合理性分析

本项目新增辐射工作场所位于已建厂区内，不新增占地。项目用地性质为工业用地，评价范围内无学校、居民区等环境保护目标分布。公司邻近公路，交通便利。且本项目运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境的影响较小，故项目选址合理。

本项目射线装置使用场所固定，场所位置相对独立，场所内划分了监督区和控制区，同时设置了独立的工件门和人员门，用房布置相对合理，平面布置合理。

4、环境影响评价结论

（1）施工期

本项目新增的设备为成品设备且自带屏蔽，对安装场所没有屏蔽要求，故项目建设期为设备的安装和调试期，产生的污染因子主要为设备安装噪声、设备废弃包装等固体废物和调试过程中产生的X射线以及少量的臭氧和氮氧化物。本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，本项目施工期间对外界的影响小；

本项目探伤设备自带屏蔽防护，进行安装调试后即可使用，安装调试期间对周边环境影响能够满足标准要求。

（2）运营期

①辐射环境影响分析

根据报告表的预测，本项目投入运行后屏蔽体能满足屏蔽防护的要求；辐射工作人员和公众所受到的附加年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和公司设定的年有效剂量管理目标值（职业工作人员年有效剂量不超过 5.0mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的要求。

②大气环境影响分析

本项目 X 射线探伤机在开机出束时，X 射线使空气电离产生少量的臭氧、氮氧化物等废气。本项目铅房顶部北侧角及西侧角各设置了换气通风口，排风孔处设置有 3mm 钢板+5mm 铅+2mm 钢板防护罩，配有轴流风机，排风量均为 330m³/h，同时开启排风换气次数可达 120 次/h，满足探伤室每小时有效通风换

气次数不小于 3 次的要求。排气筒外接排气管道,在两侧通透的厂棚内进行排放,距地面约 7m 处,不朝向人员活动密集区。由于污染物产生量较小,废气排入大气后,经自然分解和稀释,对环境影响很小。

③固废的环境影响评价

本项目不产生放射性固废,工作人员产生的少量办公及生活垃圾依托厂区生活垃圾收集后交由环卫部门统一处理,对周边环境影响较小。本项目 X 射线管达到使用寿命后,公司将返回原厂家更换,设备达到使用寿命后,将按要求对设备进行报废处理。

④废水环境影响评价

本项目产生的废水主要是工作人员产生的生活污水。工作人员产生的生活污水依托厂区现有污水处理设施。故本项目产生的废水对周围环境影响较小。

5、事故风险与防范

建设单位已按本报告提出的要求制定相关辐射防护应急和安全规章制度,应认真贯彻实施,以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

6、环保设施与保护目标

建设单位将按本报告环评要求配备齐全、效能良好的环保设施,确保保护目标所受的辐射剂量,保持在合理的、达到尽可能低的水平。

7、辐射安全管理的综合能力

建设单位已成立了辐射安全领导小组,领导分管、人员落实、责任明确,辐射工作人员配置合理,辐射事故预防措施及应急处理预案与安全规章制度合理可行。拟采用的环保设施和措施合理可行,可满足防护的实际需要,经一一落实后,建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

综上所述,湖南中创空天新材料股份有限公司新增一台 X 射线数字成像检测设备建设项目,对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求;辐射防护措施和事故应急措施可行;规章制度健全;该项目对环境的辐射环境影响是可接受的。单位应加强管理,在工作过程中不断补充完善。从环境保护和辐射安全的角度来看,该项目是可行的。

二、建议和要求

(1) 环评取得批复、项目建成且场所达到要求后,及时向相关部门申领《辐

射安全许可证》。并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》做好环保竣工验收工作，按时在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台填报验收相关信息。

(2) 一旦发生辐射安全事故，立即启动应急救援预案并报告上级主管单位；

(3) 认真学习贯彻国家相关的环保法律法规及相关标准规范，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作；

(4) 定期对工作场所及其周围环境的辐射监测，据此对所用射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前将上一年度的评估报告上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

表 14 审批

生态环境部门预审意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日