

核技术利用建设项目
新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部分）

环境影响报告表

(公示版)

建设单位：中国长安汽车集团有限公司重庆底盘

系统分公司

环评单位：重庆渝辐科技有限公司

编制时间：二零二四年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部分）

环境影响报告表

建设单位名称：中国长安汽车集团有限公司重庆底盘
系统分公司

建设单位法人代表：彭文华

通讯地址：重庆市两江新区鸳鸯街道黄环西路3号2幢

邮政编码：401121

联系人：陈雪双

电子邮箱：

联系电话：



中国长安汽车集团有限公司重庆底盘系统分公司
关于《新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部
分）环境影响报告表》全本对外公开的确认函

本公司委托重庆渝辐科技有限公司编制了《新一代高性能全铝车
身构件能力建设项目（探伤部分）环境影响报告表》（以下简称“报
告”），报告不涉及国家秘密、商业机密、个人隐私以及国家安全、公共
安全、经济安全和社会稳定等内容，本公司对该报告内容负责，同意
网上公示，并承诺在项目建设，运营中落实报告中提出的环保措施。

确认方：中国长安汽车集团有限公司重庆底盘系统分公司



编制单位和编制人员情况表

项目编号	6rd0wy		
建设项目名称	新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部分）		
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）	中国长安汽车集团有限公司重庆底盘系统分公司		
统一社会信用代码	91500000MAAC3G3F89		
法定代表人（签章）	彭文华 		
主要负责人（签字）	彭文华 		
直接负责的主管人员（签字）	曾维刚 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆渝辐科技有限公司 		
统一社会信用代码	91500000MACB31XU37		
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
张灵	20210503555000000007	BH000896	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张灵	项目基本情况、射线装置、结论及建议	BH000896	
谭双双	评价依据、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	BH052733	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部分）			
建设单位		中国长安汽车集团有限公司重庆底盘系统分公司			
法人代表	彭文华	联系人	陈雪双	联系电话	138*****247
注册地址		重庆市渝北区金开大道 1881 号 2 栋 2-3			
项目建设地点		重庆市璧山区虎峰大道 8 号（黛山大道与比亚迪大道交会处）新能源装备产业园 2#厂房（中国长安汽车集团有限公司重庆底盘系统分公司璧山基地）西南角			
立项审批部门		重庆市璧山区发展和改革委员会	批准文号	2303-500120-04-01-328502	
建设项目总投资（万元）	200	项目环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资/总投资）	25%
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 ）	57.8
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					
<p>1.1 建设单位简介</p> <p>中国长安汽车集团有限公司重庆底盘系统分公司（以下简称“长安底盘分公司”）成立于 2021 年 11 月，为中国长安汽车集团有限公司分公司（以下简称“长安集团”）。长安底盘分公司专业从事各类汽车零部件及配件研发、制造和销售等。公司在重庆设有两个厂区，分别为渝北工厂和璧山基地。</p> <p>近年新能源汽车已成为国内汽车市场最大亮点。新能源汽车市场已经从政策驱动转向市场拉动，呈现出市场规模、发展质量双提升的良好发展局面。新能源汽车车身轻量化设计成为主要技术突破点之一。长安底盘分公司已确定以线控底盘、轻量化新</p>					

续表 1 项目基本情况

业务进行底盘系统产品业务升级。

1.2 项目由来

2023 年 4 月，长安底盘分公司拟在长安集团璧山区新能源装备产业园中的 2#厂房内新建新一代高性能全铝车身构件能力建设项目，主要建设内容为新建减震塔高压铸造、机加和总装生产线 1 条及相关配套设施，年产减震塔 18 万套；新建门槛梁挤压、机加和总装生产线 1 条及相关配套设施，年产门槛梁 18 万套。该项目于 2023 年获得重庆市璧山区生态环境局的环境影响评价文件批准书（渝（璧山）环准[2023]48 号），目前正在建设中。

该项目减震塔生产线为保证生产质量，拟购买一套含专用铅房的高频 X 射线实时成像检测系统（定向机），固定安装在 2#厂房减震塔生产线 X 射线检测室，在该专用铅房内进行减震塔产品的无损检测。

根据关于发布《射线装置分类》的公告（原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）的相关规定，“工业用 X 射线装置分为自屏蔽式 X 射线装置和其他工业用 X 射线探伤装置”、“对自屏蔽式 X 射线探伤装置的生产、销售活动按 II 类射线装置管理；使用活动按 III 类射线装置管理”。《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（环保部，2018 年 2 月 12 日）对于自屏蔽 X 射线探伤装置的定义，应同时具备以下特征：“一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内。”

项目拟购的 X 射线实时成像检测系统带有专用屏蔽铅房，铅房与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，铅房为统一制式，有系列产品型号，人员接近时无需额外屏蔽。本项目铅房初始设计尺寸及相关内空尺寸不足以满足人体进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内，拟按 III 类射线装置管理办法履行相关环保手续，已按相关管理办法进行了环境影响登记表备案，详情见附件 2。设备进场安装时，建设单位实际测量发现，铅房制成后尺寸较大，人员可能存在滞留在屏蔽体内发生误照射的风险，不满足《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机理解的回复》中的第三条要求，本项目 X 射线实时成像检测系统其使用活动应按 II 类射线装置管理，于是立即封存该设备，并

续表 1 项目基本情况

积极完善相关环保手续。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，该项目的建设应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号）的要求，本项目属于“172 核技术利用建设项目使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，长安底盘分公司委托重庆渝辐科技有限公司对新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部分）（以下简称“本项目”）进行环境影响评价。评价单位组织专业技术人员到现场进行调查、踏勘和资料收集，结合项目特点、性质、规模和环境状况，并按照国家核技术应用项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目的辐射环境影响报告表。

1.3 建设内容及工程规模

(1) 项目概况

本项目拟购买一套含专用铅房的高频 X 射线实时成像检测系统（CA01D160 型，单管头，最大电压为 160kV，最大电流为 11.25mA），固定安装在 2#厂房西南角 X 射线检测室，在该专用铅房内进行减震塔产品的固定式探伤无损检测。该检测室占地面积约 57.8m²，预计检测减震塔产品 13500 次/年。

项目建设工期约 1 个月。

项目基本组成情况详见表 1-1。

表 1-1 项目基本组成

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	X 射线检测室	X 光检测室位于 2#厂房减震塔车间内，1F，占地长约 12.3m，宽约 4.7m，高约 5m，占地面积约 57.8m ² ，专用铅房位于检测室西南侧，待检工件从东北侧卷帘门进入检测室，置于待测工件货架。	依托
	设备	1 套高频 X 射线实时成像检测系统，型号为 CA01D160 型（单管头，最大电压为 160kV，最大电流为 11.25mA），固定安装于专用铅房内； 铅房净空尺寸：2300mm（长）×2200mm（宽）×2200mm（高），铅房六面屏蔽体为钢+铅+钢结构。	新购
公用工程	供配电系统	依托 2#厂房供配电系统，2#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。	依托
环保工程	废水处理	项目工作人员生活污水依托厂内污水处理站处理后进入市政污	依托

续表 1 项目基本情况

		水管网。	
	固废处理	项目工作人员生活垃圾依托公司现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。 报废的射线装置按照相关要求对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，交由厂家回收或物资回收单位处置。	依托
	废气治理	专用铅房顶部自带有 2 个排风扇（一用一备），将铅房内废气排至 X 射线检测室，经由 X 射线检测室排风系统送至 2#厂房，再依托 2#厂房排风系统排出室外。单台排风扇的风量约 90m ³ /h，换气次数约 8 次/h。	铅房自带/依托
	辐射防护	X 射线实时成像检测系统自带屏蔽铅房，铅房屏蔽能力能达到辐射防护的要求。铅房采用钢+铅+钢的屏蔽结构。	/
其他	辐射工作人员	在公司内部培养 3 名辐射工作人员开展检测工作。	/

(2) 项目 X 射线实时成像检测系统铅房设计

本项目铅房仅有一个工件进出铅门，具体设计如下表 1-2 所示。

表 1-2 本项目铅房设计情况表

名称	内空尺寸 (长×宽×高)	设计情况		备注
专用铅房	2300mm (长) ×2200mm (宽) ×2200mm (高)	四面屏蔽体、顶棚、底板	四面屏蔽体：东北和西南侧为内2mm钢+6mmPb+外2mm钢，东南侧为内2mm钢+5mmPb+外2mm钢，西北侧为内2mm钢+8mmPb+外2mm钢； 顶棚：内2mm钢+8mmPb+外2mm钢； 底板：内2mm钢+8mmPb+外2mm钢； 排风出口罩：内2mm钢+8mm铅+外2mm钢； 电缆出口罩（铅房东南侧）：内2mm钢+5mm铅+外2mm钢，（铅房西南侧）内2mm钢+6mm铅+外2mm钢； 主射方向朝向西北侧，根据后图 11-1 可知，正常工作时主射面为西北侧、顶棚和底板。	设备厂家提供
		防护门	工件进出口铅门（东北侧）：内 2mm 钢+6mmPb+外 2mm 钢。	

备注：铅房采用钢+铅+钢的屏蔽结构。

(3) 设备概况

本项目设备情况表见表 1-3。

表 1-3 X 射线实时成像检测系统基本情况表

装置型号/名称	CA01D160 型 X 射线实时成像检测系统
系统组成	X 射线探伤机（II类 X 射线装置，定向型）、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元、X 射线防护单元、排风系统。
X 射线管	定向，单管头，最大电压 160kV、最大电流 11.25mA

续表 1 项目基本情况

焦点、散射角、焦距	0.4/1.0mm, 40°×30°, 550~900mm
过滤板	0.8mm 钼+0.5mm 铜
辐射防护设施	配置有安全联锁装置、急停开关、警示灯、警示标志等。
生产厂家	河南华探检测有限公司

(4) 探伤工件情况

本项目主要对公司减震塔产品进行抽检。检测工件的参数见表 1-4。

表 1-4 检测工件的相关参数一览表

工件名称	材质	密度	尺寸 (mm)	厚度
减震塔	铝合金	2.6g/cm ³	531*477*471	3-7mm

(5) 计划工作量

拟建项目年生产 300 天 (7200h/年), 3 班/d, 8h/班, 900 班/年。

根据建设单位提供数据, 本项目对公司生产的减震塔进行 X 射线无损检测, 抽检方式为换班后调试检测约 12 次, 正常生产后每班次抽检 3 次。X 射线实时成像检测系统预计全年曝光次数共计约 13500 次 (45 次/天, 270 次/周), 单次最大曝光时间为 2min。设备无固定的检测工况, 电流电压将根据检测工件的形状、厚度的特性进行调整, 工件由辐射工作人员放置在铅房自带的移动载物台上, 由移动载物台运进铅房, 检测完成后, 原路返回由工作人员取走, 再进行下一个工件的检测, 其工作情况见表 1-5。

表 1-5 X 射线实时成像检测系统工作负荷一览表

设备型号	单次最大曝光时间	年最大曝光次数	年最大曝光时间
CA01D160 型	2min	13500 次 (270 次/周)	450h (9h/周)

(6) 劳动定员

项目拟在公司内部培养 3 名辐射工作人员从事本项目 X 射线无损检测工作, 具体人员待定, 不新增公司总劳动定员。

1.4 与项目依托可行性

项目依托可行性分析见表 1-6。

表 1-6 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
公用工程	供电、供水等公用工程依托已有设施	本项目供电、供水设施依托现有工程。厂区为市政供电, 市政管网供水。因此, 项目依托公司现有的公用设施可行。	可行
环保工程	生活污水	项目辐射工作人员在公司劳动定员内, 故运营期厂区总体不新增生活污水, 本项目可依托厂区拟建污水处	可行

续表 1 项目基本情况

		理站。	
	废气	项目铅房内废气排至 X 射线检测室后，经由 X 射线检测室排风系统送至 2#厂房，再依托 2#厂房排风系统排出室外，在建 2#厂房排风系统完善，本项目可依托。	可行
	生活垃圾	项目工作人员生活垃圾依托公司现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。	可行

根据上表可知，本项目公用工程、环保工程依托可行。

1.5 项目外环境概况

项目所在 2#厂房位于辰致科技有限公司厂区西南侧，2#厂房东北侧和西北侧为新能源装备产业园中预留厂房区（现为工地）；东南侧为比亚迪大道；西南侧为预留拟建道路。

项目所在 X 射线检测室位于 2#厂房西南角，东北侧紧邻为原材料堆放区、回炉料堆放区和 1#、2#熔化单元，之外约 31m 为 1#压铸单元；东南侧紧邻为配电房和废水处理站等环保设施区，之外约 40m 为拟建厂区门卫室；西南侧紧邻厂区道路，之外约 15m 为拟建厂外道路。西北侧紧邻为弱电间、制样室、光谱分析室，之外约 18m 为人工检验作业区，约 35m 为清洗作业区。项目所在 X 射线检测室周围外环境见表 1-7。

表 1-7 本项目所在 2#厂房周围外环境一览表

序号	名称	方向	与厂房最近距离	高差	基本情况
1	原料堆放区、回炉料堆放区、1#、2#熔化单元	东北侧	紧邻	0m	厂房内车间，1F，活动人员约 10 人
2	1#压铸单元		约 31m	0m	厂房内车间，1F，活动人员约 5 人
3	配电房		紧邻	0m	厂区用房，1F，约 1 人
4	废水处理站等环保设施区	东南侧	约 16m	0m	厂区用房，1F，约 5 人
5	厂区道路		约 26m	0m	厂区道路
6	厂区门卫室		约 40m	0m	厂区用房，1F，约 3 人
7	厂区内道路	西南侧	紧邻	0m	厂区道路
8	厂外道路		约 15m	0m	厂外道路
9	弱电间、制样室、光谱分析室	西北侧	紧邻	0m	厂区用房，1F，约 5 人
10	人工检验作业区		约 18m	0m	厂房内车间，1F，活动人员约 20 人
11	清洗作业区		约 35m	0m	厂房内车间，1F，活动人员约 10 人

项目专用铅房所在房间 50m 范围内主要为 2#厂房车间单元及相关辅助用房和道路，项目周边保护目标主要为从事本项目设备操作的辐射工作人员以及 X 射线检测室

续表 1 项目基本情况

周围活动的公众成员。

1.6 工作场所选址可行性分析

项目位于公司 2#厂房西南角 X 射线检测室内，周边公众人员较少，专用铅房固定在检测室内，内部仅辐射工作人员出入，无其他人员活动，有利于辐射防护。同时本项目周围环境敏感目标较少，有利于减少辐射防护和减少 X 射线对公众成员的影响。该项目紧邻减震塔生产线，有利于产品的质量控制，能有效避免待检工件的远距离运输。根据现状监测结果，项目拟建址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。

本项目位于新能源装备产业园，项目为新能源汽车零部件及配件制造附属工程，为园区的主导产业新能源汽车相关产业，符合新能源装备产业园规划。

因此，项目选址可行。

1.7 与项目有关的原有核技术应用及污染状况

根据现场调查和咨询，长安底盘分公司渝北工厂于 2023 年获得重庆市生态环境局下发的建设项目环境影响评价文件批准书：渝（辐）环准[2023]99 号。目前，该项目尚在建设中。

公司尚未正式开展核技术利用项目，无辐射安全事故发生，未发生环保纠纷，未收到环保投诉，无环保遗留问题。

1.8 项目所在厂区环保手续情况

2023 年公司委托有资质单位编制了《新一代高性能全铝车身构件能力建设项目环境影响报告表》，并取得了重庆市璧山区生态环境局的批准书（渝（璧山）环准[2023]48 号），目前，该项目尚在建设中。

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
本项目不涉及放射源。								

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
本项目不涉及非密封放射性物质										

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
本项目不涉及加速器。										

(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 射线实时 成像检测系 统	II	1	CA01D1 60 型	160	11.25	无损检测	2#厂房 X 射线检测 室专用铅 房内	/

(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 (mA)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及中子发生器													

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日最新修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</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 449 号，2005 年 12 月 21 日施行；国务院令 653 号，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令 31 号，2006 年 3 月 1 日施行；生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日修订实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(9) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(10) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 1 日施行修订版；</p> <p>(11) 《重庆市辐射污染防治办法》（重庆市人民政府令 338 号），2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机理解的回复》（环保部，2018 年 2 月 12 日）。</p>
------	--

续表 6 评价依据

<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 2017 年修改单；</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p> <p>(8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目备案证，附件 1；</p> <p>(2) 项目环境影响评价登记表，附件 2；</p> <p>(3) 评价内容确认函，附件 3；</p> <p>(4) 厂区环评批复，附件 4；</p> <p>(5) 本项目环境监测报告，附件 5；</p> <p>(6) 项目设计等相关资料。</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）的相关规定，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围为评价范围。因此，本项目以 X 射线检测室中铅房周围 50m 的范围作为项目辐射环境影响的评价范围。

7.2 保护目标

本项目的 X 射线实时成像检测系统铅房和操作台位于 2#厂房 X 射线检测室内。

铅房东北侧约 0-9m 为 X 射线检测室室内，操作台紧邻铅房，位于铅房东侧，约 9-30m 为原材料堆放区和回炉料堆放区及 1#、2#融化单元，约 31m 为 1#压铸单元；东南侧紧邻为配电房，之外约 16m 为废水处理站等环保设施区，约 26m 为厂区道路，约 40m 为门卫室；西南侧为厂区内道路和厂区外道路，西北侧紧邻为弱电间、制样室和光谱分析室，之外约 18m 为人工检验区，约 35m 为清洗作业区。

项目所在 2#厂房高度约为 16m，高度约 10m 处有桥式行车，遥控操作模式，维修时位于 2#厂房东北侧，X 射线检测室高度约 5m，检测室顶部及地下均无建筑。本项目环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目铅房外环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	与铅房最近水平距离	高差	基本情况	影响因素	影响人群
1	X 射线检测室（操作台）	东侧/东北侧	紧邻	0m	2#厂房内部，活动人员约 3 人	X 射线	辐射工作人员
	原材料堆放区、回炉料堆放区、1#和 2#融化单元		约 9m	0m	2#厂房内部，活动人员约 10 人		公众成员
	1#压铸单元		约 31m	0m	2#厂房内部，活动人员约 5 人		公众成员
2	配电房	东南侧	约 1m	0m	2#厂房用房，活动人员约 1 人	X 射线	公众成员
	废水处理站等环保设施区		约 16m	0m	2#厂房用房，活动人员约 5 人		公众成员

	厂区道路		约 26m	0m	厂区道路, 流动人员约 5 人	公众成员
	门卫室		约 40m	0m	厂区用房, 活动人员约 3 人	公众成员
3	厂区道路	西南侧	约 1m	0m	厂区道路, 流动人员约 5 人	公众成员
	厂区外道路		约 15m	0m	厂区外道路, 流动人员约 5 人	公众成员
4	弱电间、制样室、光谱分析师	西北侧	约 1m	0m	2#厂房内部, 活动人员约 5 人	公众成员
	人工检验区		约 18m	0m	2#厂房内部, 活动人员约 20 人	公众成员
	清洗作业区		约 35m	0m	2#厂房内部, 活动人员约 10 人	公众成员

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。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限值, 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 B) 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 剂量限值

第 B1.1.1.1 款 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: 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv 作为职业照射剂量限值。

第 B1.2 款 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: 年有效剂量, 1mSv。

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

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

线所致周围剂量当量率应符合表 1（本报告表 7-2）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/T 26837 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
150~200	<2.5

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。

6.1.10 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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

第 3.1.1 条 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围剂量当量应满足下列要求：

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) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu$ Sv/周

公众： $H_c \leq 5 \mu$ Sv/周

第 3.1.2 条 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

2) 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 μ Sv/h。

第 3.2 条 需要屏蔽的辐射

第 3.2.2 条 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

(4) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》

续表 7 保护目标与评价标准

(GBZ2.1 -2019)

室内：臭氧浓度的接触限值：0.3mg/m³；氮氧化物的接触限值：5mg/m³；

(5) 评价标准及相关参数值

根据建设单位的提供的资料，长安底盘分公司辐射工作人员年剂量管理目标限值：5mSv，公众成员年剂量管理目标限值：0.1mSv。

根据 GBZ/T250-2014 中周剂量参考控制水平（职业工作人员 100 μ Sv/周、公众 5 μ Sv/周）、本项目的周工作时间和探伤工作条件推导出铅房外的剂量率参考控制水平为 2.5 μ Sv/h，具体核算过程见后文。

综上所述，结合本项目实际情况，确定本项目的主要评价要求见表 7-3 所示。

表 7-3 项目主要评价标准及相关参数汇总表

序号	项目	控制限值	采用的标准
1	年剂量管理目标限值	辐射工作人员：5mSv 公众成员：0.1mSv	GB18871-2002 公司管理要求
2	周剂量管理目标限值	职业工作人员周剂量：≤100μSv/周 公众成员周剂量：≤5μSv/周	GBZ/T250—2014
3	铅房外剂量要求	铅房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率： ≤2.5μSv/h	GBZ117—2022 GBZ/T250—2014
4	通风要求	有效通风换气次数应不小于 3 次/h	GBZ117—2022

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 地理位置和场所位置

本项目位于重庆市璧山区虎峰大道 8 号（黛山大道与比亚迪大道交会处）新能源装备产业园，本项目涉及工作场所位于长安底盘分公司璧山基地 2# 厂房西南侧减震塔生产线 X 射线检测室内。

项目地理位置见附图 1，场所位置见附图 2，厂内分布位置见附图 3 所示。

8.2 辐射现状

为掌握拟建项目所在地辐射环境质量现状，重庆渝辐科技有限公司于 2024 年 3 月 1 日对本项目所在地的环境 γ 辐射剂量率进行了监测。

(1) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率。

(2) 监测方法和依据

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境 γ 辐射剂量率	仪器法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

(3) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器情况

监测仪器名称及型号	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至
多功能辐射剂量率仪 RJ32-3602	RJ3200207	2023H21-20-4572973001	2024.5.14

(4) 监测点位

本次监测在铅房拟建地及四周和项目所在建筑东侧外空地共布设 5 个监测点位，监测点位布点示意图见图 8-1。

监测布点合理性分析：本次监测在 X 射线检测室（铅房所在房间）及其四周相邻区域均设置了监测点位，也在铅房所在建筑东北侧外车间处布设了监测点位，监测布点较全面，可以反应项目拟建址及其周围环境的辐射环境水平。

续表 8 环境质量现状

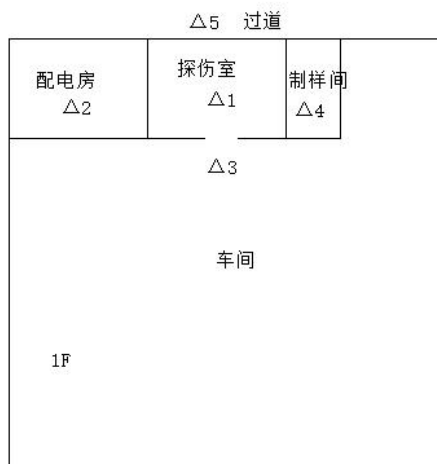


图 8-1 监测布点示意图

(5) 质量保证措施

监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度；监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发，因此，监测结果有效。

(6) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
△1	探伤室中央 (X射线检测室)	58
△2	配电房中央	60
△3	探伤室外车间	56
△4	制样间中央	61
△5	探伤室外过道	55

由监测统计结果可知，项目所在场所的环境 γ 辐射剂量率监测值在 55nGy/h~61nGy/h 之间（未扣除宇宙射线响应值）。根据 2022 年重庆市辐射环境质量报告书（简化版），重庆市 2022 年环境 γ 辐射水平年均值范围为 78.0~119nGy/h，全市各点位年均值为 94.5nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）。两者相比，项目选址处辐射环境水平在重庆市 γ 辐射空气吸收剂量率本底水平的正常涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺流程及产污环节

施工期仅需进行 X 射线实时成像系统设备的安装和调试。

因此，施工过程中主要有少量的施工机械噪声、包装垃圾产生，还有施工人员产生的少量生活废水和生活垃圾。

9.2 营运期工艺流程及产污环节

9.2.1 设备基本情况

本项目使用一套高频 X 射线实时成像检测系统用于减震塔的无损探伤检测，主要由铅房主体、高频恒压 X 射线机、探测器、摆角 C 臂、C 臂升降模组、XY 移动模组、360° 转台、软件识别系统、操作台等组件组成。其中 X 射线机型号为 GULMAY CF160 型，主要有金属陶瓷 X 射线管、高压发生器及水冷却器组成。高频 X 射线实时成像检测系统组成如图 9-1 和 9-2。

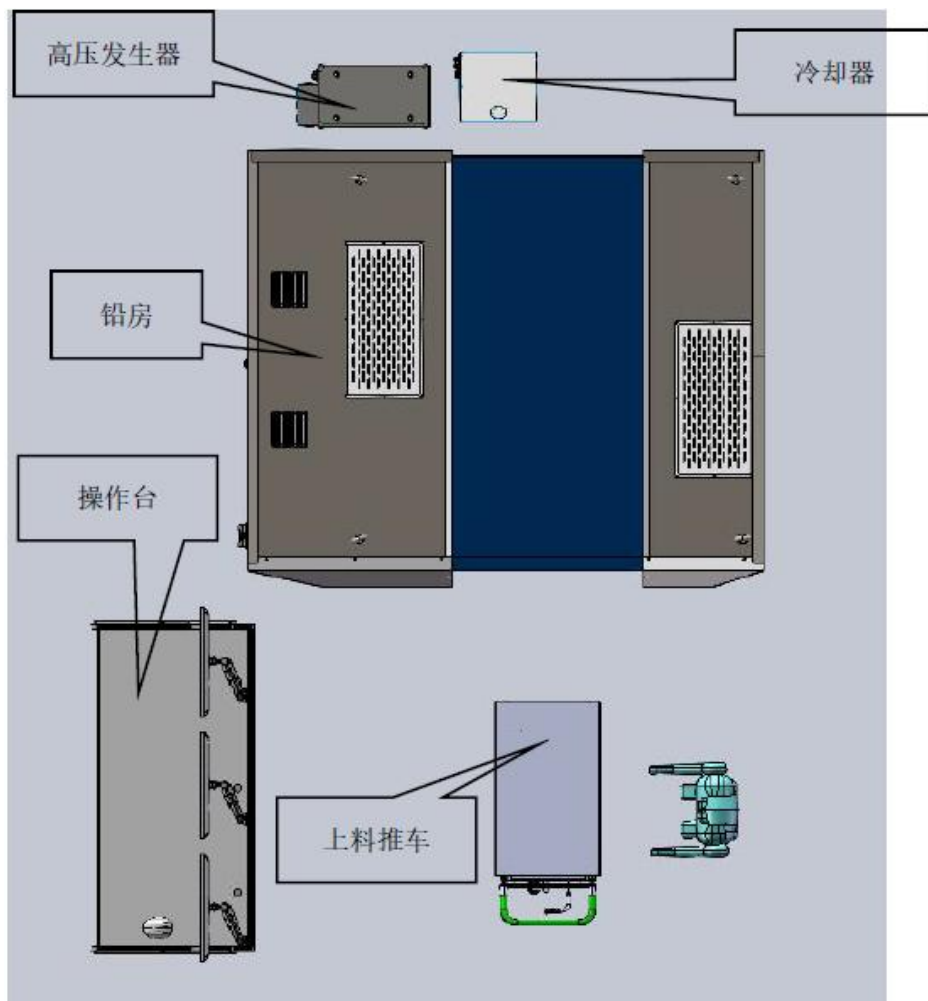


图 9-1 高频 X 射线实时成像检测系统平面示意图

表 9 项目工程分析与源项

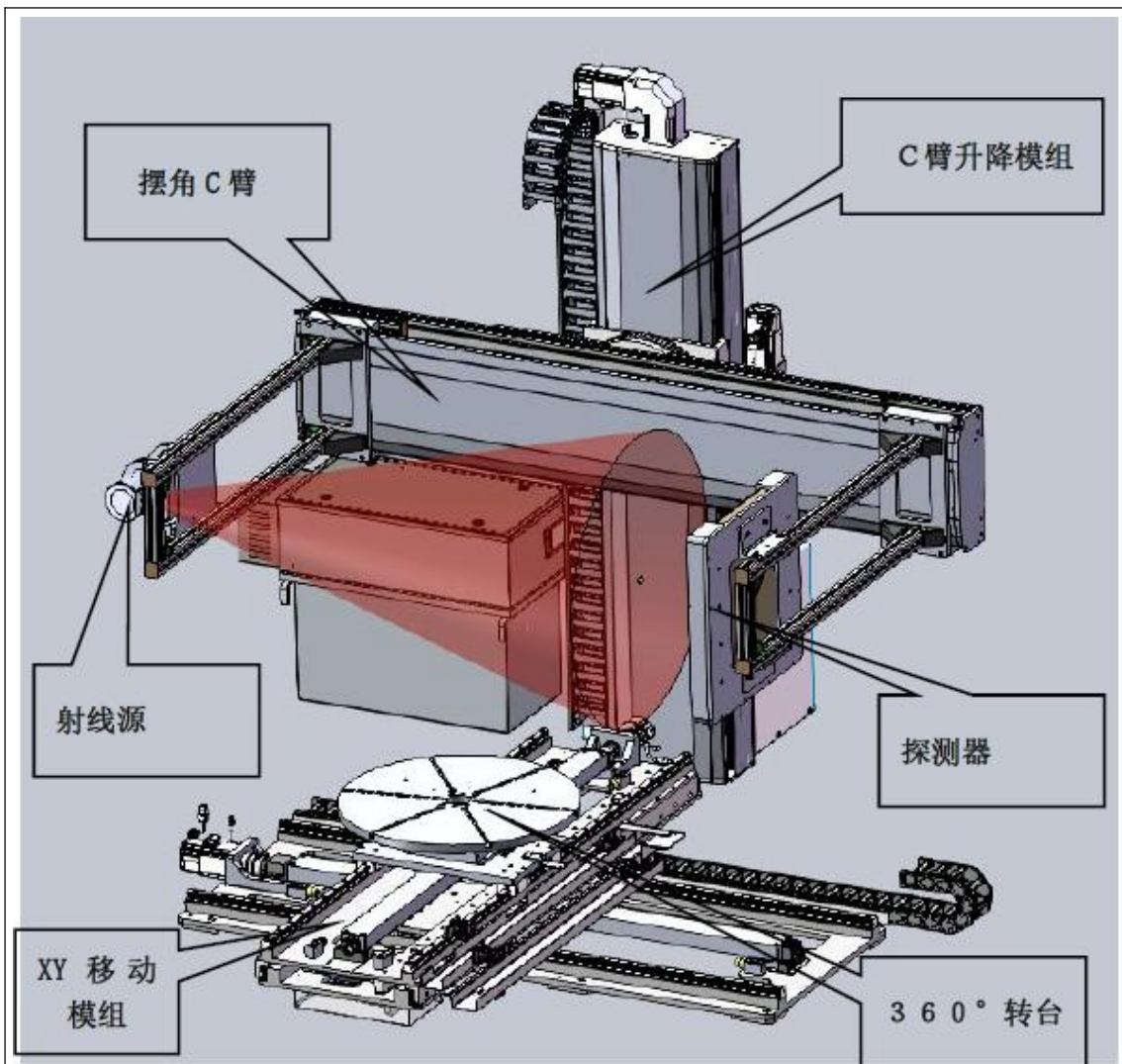
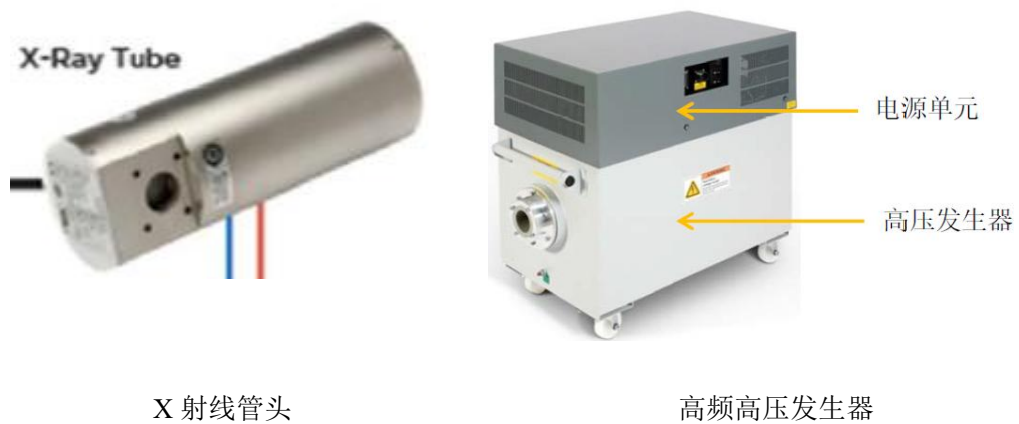


图 9-2 高频 X 射线实时成像检测系统内部结构示意图

设备 X 射线机系统主要由 1 个 X 射线管、高频高压发生器、水冷却器组成。



X 射线管头

高频高压发生器

图 9-3 X 射线管头、高频高压发生器外观典型照片

续表 9 项目工程分析与源项

X 射线系统主要性能参数见表 9-1

表 9-1 X 射线系统主要性能参数

设备类型	CA01D160型高频 X 射线实时成像检测系统
最大电压	160kV
最大电流	11.25mA
X 射线束辐射角	40°（左右各20°）×30°（上20° 下10°）
射线管焦点尺寸	d=0.4mm
	d=1.0mm
电压、电流可调节范围	30~160kV 连续和可调； 0.2~11.25mA 可调。
焦距	550~900mm
过滤板	0.5mmCu
曝光时间	1~2min

9.2.2 工作方式

本项目为固定式探伤，X 射线管固定在制式铅房内东南侧，射线束方向指向西北侧屏蔽体，操作台位于铅房东侧，辐射工作人员通过操作台控制系统各个组件运动，从多角度对减震塔进行检测。

检测时，待检工件置于载物台上，辐射工作人员通过调节 C 臂升降模组来调整射线源高度，通过摆角 C 臂调整射线源方向，通过 360° 转台对工件位置进行旋转，从而进行全方位的检查。

检测时，X 射线束的辐射角为水平各 20°，上为 20°，下方为 10°，摆角 C 臂的调整角度最大为 35°（上下各 17.5°）。

9.2.3 工作原理及工作流程

（1）工作原理

①X 射线产生原理

X 射线管主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。X 射线管结构及原理示意图见图 9-4。

续表 9 项目工程分析与源项

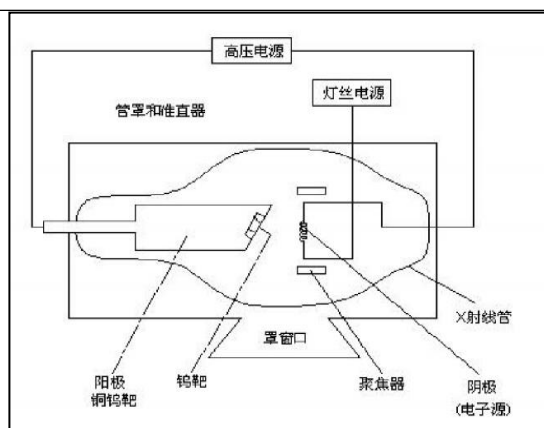


图 9-4 X 射线管原理示意图

②X 射线系统实时成像原理

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 线束朝探测器方向出束，设备将根据工件的摆放位置、厚度等，通过调节电流电压、360° 转台角度来对工件进行扫描。X 射线透过被检测物体后衰减，由平板探测器接收并转换成模拟信号或数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，应用计算机程序进行评定，然后将图像数据保存到储存介质上。就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，从而达到 X 射线无损检测的目的。

(2) 工艺流程

X 射线实时成像检测系统开展 X 射线无损检测工作流程如下，工作流程图见图 9-5。

- ①辐射工作人员检查铅房辐射安全措施是否有效；
- ②辐射工作人员通过 XY 移动模组将载物台推出防护铅门外，再把待检工件固定在载物台上；
- ③启动通过 XY 移动模组，将待检工件运至铅房内部待检；
- ④检查铅房内人员滞留情况，确定无其他人员后，辐射工作人员回到操作台关闭铅门；
- ⑤辐射工作人员开启 X 射线机进行无损检测；
- ⑥检测完成后，关闭 X 射线机，打开铅门，工件通过 XY 移动模组运至铅房外；

续表 9 项目工程分析与源项

⑦辐射工作人员将工件取下后更换工件进行下一次检测。

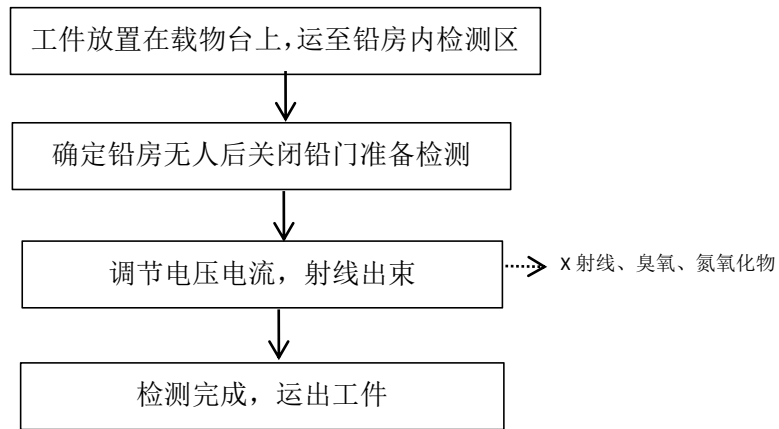


图 9-5 项目 X 射线无损检测工艺流程及产排污简图

9.3 人流物流路径规划设计

本项目设置于 2# 厂房 X 射线检测室内，检测室主要可分为铅房和操作台、工件暂存区（包括待检区和已检区）。待检工件由车间内其他工人运送至检测室门口，由辐射工作人员搬运至待检区，检测时辐射工作人员将工件置于载物台上，再到铅房东侧操作台进行检测，检测完成的工件由辐射工作人员取出，暂存在工件暂存区（已检区），后运送至车间内。X 射线检测室内布局单一，工作人员及工件路径会存在重合现象，公司对工作人员进行统一培训，X 射线检测室除辐射工作人员外，其余人员不得进入。本项目人流物流路径规划图见图 9-6。

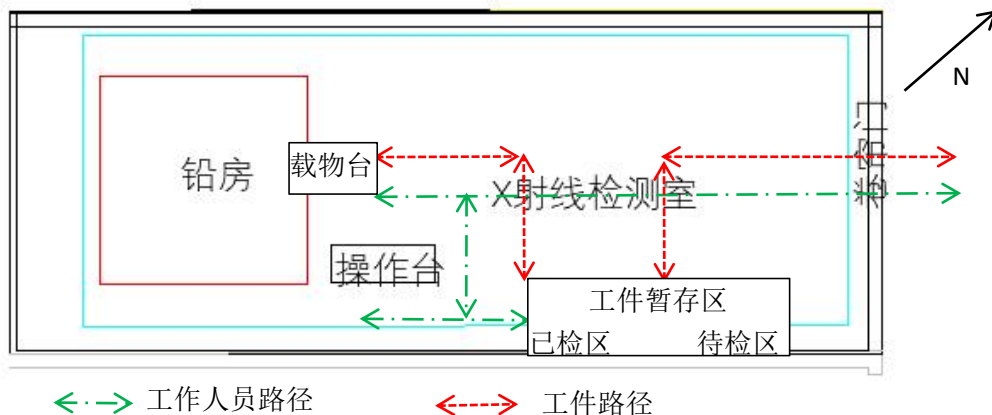


图 9-6 项目人流物流路径规划示意图

9.4 污染源项分析

本项目为 X 射线实时成像检测系统，不洗片，根据工艺流程可知，X 射线

续表 9 项目工程分析与源项

无损检测工作产生的污染物主要有曝光时的电离辐射影响、废气（臭氧、氮氧化物）等。

9.4.1 电离辐射

由 X 射线实时成像检测系统工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，本项目使用的 X 射线实时成像检测系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

根据项目 X 射线探伤工作流程，X 射线实时成像检测系统与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 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电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 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、漏射线和散射线。

①有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线用来照射工件，形成工件无损检测的射线。根据厂家提供资料，本项目设备过滤板为 0.8mm 铍+0.5mm 铜，从最不利因素考虑仅有 0.5mm 铜过滤情况下进行估算，根据 ICRP33 报告（第 55 页图 2）可知，确定 160kV 的 X 射线机距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线输出量按照 0.5mm 铜为过滤板，发射率为 $5.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。X 射线实时成像检测系统射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数越高，加在 X 射线管的管电流越高，光子束流越强。

②漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率小于 2.5mGy/h 。

③散射线：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、墙壁等）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。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，本项目 X 射线实时成像检测系统 X 射线 90° 散射辐射能量最高，相应的 kV 值为 150kV。

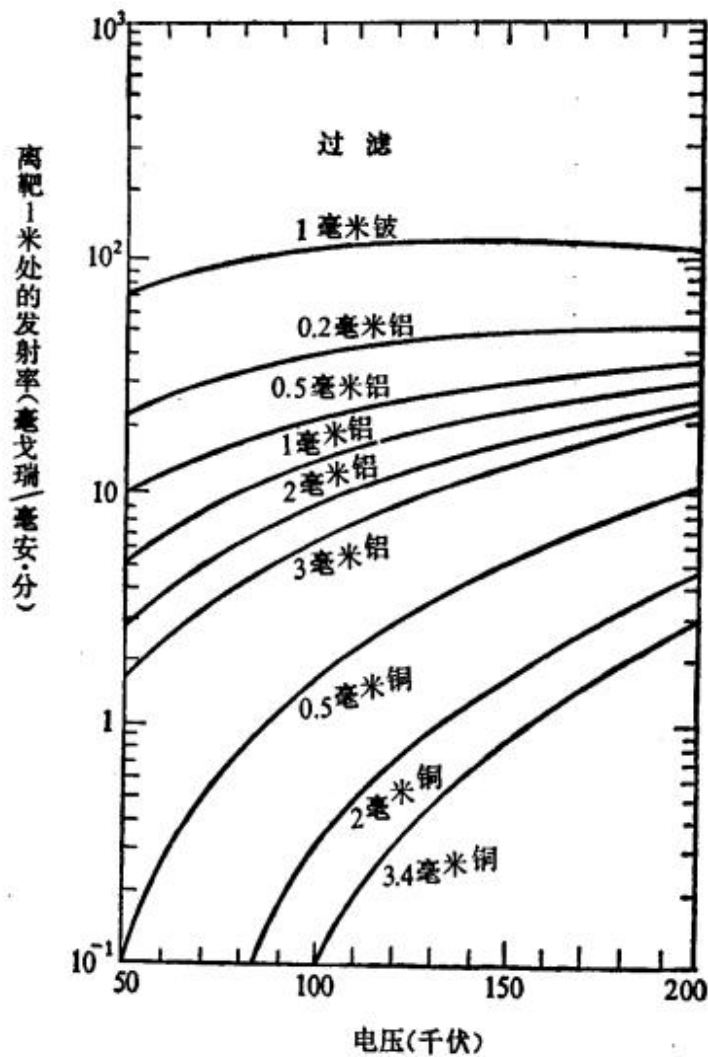


图 2 在各种线束过滤和钨反射靶情况下恒电位 X 线发生器
在离靶 1 米处的发射率

图 9-7 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

9.4.2“三废”产排情况

本项目主要是在 X 射线实时成像检测系统无损检测作业过程中产生的 X 射线，不产生放射性“三废”。

(1) 废气

在无损检测作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。废气由铅房排风扇引至铅房外，依托 2#厂房通风系统引至室外排放。

(2) 废水

本项目无生产废水产生。本项目废水主要为辐射工作人员产生的少量生活污

续表 9 项目工程分析与源项

水。依托建设单位污水处理站处理后排入市政污水管网。本项目辐射工作人员均为公司现有工作人员，因此项目不新增废水产生量。

(3) 固体废物

本项目产生的固废主要为辐射工作人员产生的生活垃圾及报废的 X 射线实时成像检测系统。

少量生活垃圾依托现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。本项目辐射工作人员均为公司现有工作人员，故项目不新增生活垃圾产生量。

X 射线实时成像检测系统使用一定年限后，射线装置可能报废，报废成为固体废物，使用单位应按照相关要求对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，按照一般固体废物处置。

9.4.3 项目产排污统计

项目产生的污染因子源强分析总体情况见表 9-3 所示。

表 9-3 项目污染物产排情况统计表

污染物	污染因子	产生量
电离辐射	X 射线	最大能量 160kV，距靶 1m 处主射束的输出量不大于 5.9mGy·m ² /mA·min，漏射线所致剂量率小于 2.5mSv/h，散射线能量 150kV。
废气	O ₃ 、NO _x	少量
废水	生活污水	少量
一般固废	生活垃圾	少量
	报废的设备	对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化后按照一般固体废物处置

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 X 射线实时成像检测系统带铅房和操作台，固定安装在 X 射线检测室内，主射线束指向铅房西北侧，其操作台位于铅房东侧，避开了有用线束照射的方向；铅门位于铅房东北侧，便于工作人员取件及控制操作，工件从东北侧铅门进入铅房，检测完成后从原路返回运走，待检工件尺寸较小，铅门按此布置操作简单方便。

因此，本项目平面布局合理。

10.1.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义，划定控制区和监督区。

控制区：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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：未被定为控制区，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。

根据上述要求，公司拟对项目工作区域进行分区管理，将 X 射线实时成像检测系统铅房内部划为控制区，X 射线检测室铅房外四周及顶部划为监督区。项目具体分区情况如下表 10-1，分区布局示意图见图 10-1。

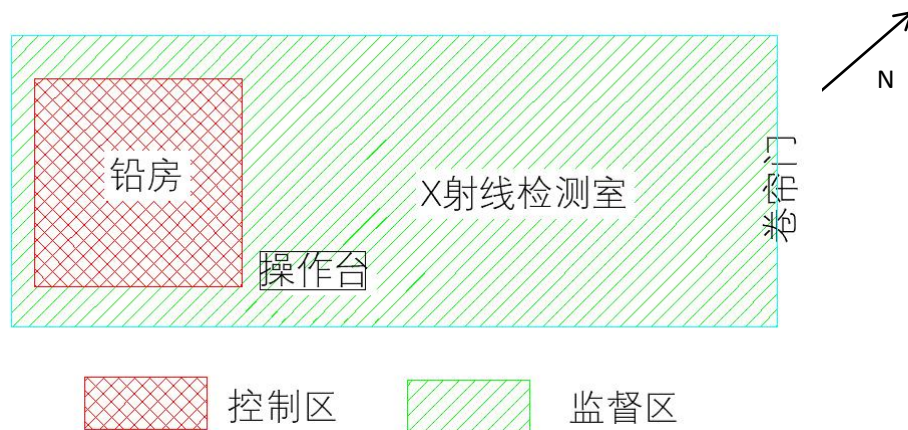


图 10-1 项目分区布置示意图

续表 10 辐射安全与防护

表 10-1 项目分区管理情况表	
类别	用房
控制区	铅房内
监督区	X 射线检测室内铅房外四周及顶部

公司拟采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

①控制区：对控制区进行严格控制，射线装置在运行中严禁任何人进入。

②监督区：监督区为工作人员操作仪器时工作场所，设备运行时，禁止非辐射工作人员进入，并拟在 X 射线检测室门旁设电离辐射警示标志。

③在铅房四周、铅房的管线连接处等开展定期监测工作。

10.2 辐射安全与防护措施

本项目 X 射线装置曝光时产生 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。

10.2.1 X 射线实时成像检测系统固有安全性

X 射线实时成像检测系统的固有安全性包括以下几个部分：

(1) 开机时系统自检

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

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

(3) 当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段。

(4) 设备停止工作 24 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

(5) 过电流保护

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

(6) 失电流保护

续表 10 辐射安全与防护

设备带有失电流保护继电器，当管电流低于 0.25mA 时，自动切断高压。

(7) 过电压保护

设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

(8) 继电保护

冷却循环水流量继电器、温度继电器及防护门开关的触点均为串联，在正常时均接通；若有一个没接通，不能达到高压。

10.2.2 实体屏蔽防护措施

①公司购买的设备自带铅房，铅房主射面（西北侧、顶棚和底板）为内 2mm 钢+8mm 铅+外 2mm 钢，东北侧及西南侧为内 2mm 钢+6mm 铅+外 2mm 钢，东南侧为内 2mm 钢+5mm 铅+外 2mm 钢，防护门与同侧屏蔽体厚度一致。

经后文核算，铅房的屏蔽能力满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 标准限值要求。

②铅房主体结构焊接密闭，开设铅防护门，设置排风出口罩、电缆线管进出口罩。排风出口罩设置 2 个，分别位于铅房东南侧和西北侧顶部，排风口屏蔽体呈倒“L”型，铅房内部排风口采用 8mmPb 的铅板补偿防护，外部屏蔽罩材料与铅房顶部一致，为 2mm 钢+8mm 铅+外 2mm 钢，具体尺寸见图 10-2；线缆管进出口罩设置 2 个，分别位于铅房东南侧和西南侧的西南角屏蔽体下方，线缆管屏蔽体呈倒立的“L”型，屏蔽材料与同侧屏蔽体一致，分别为内 2mm 钢+5mm 铅+外 2mm 钢和内 2mm 钢+6mm 铅+外 2mm 钢，具体尺寸见图 10-3。散射线均需经过多次反射才能穿出，经多次反射剂量很低。

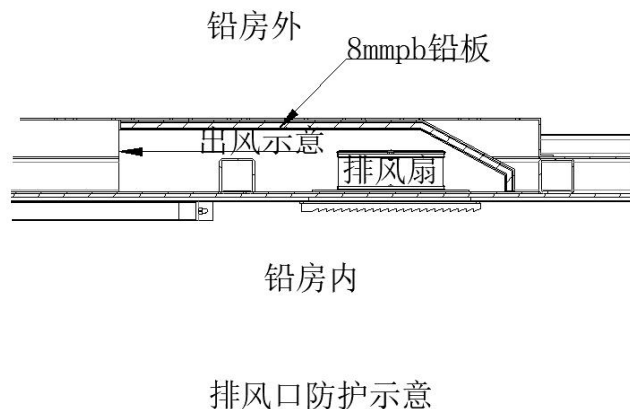


图 10-2 排风口罩进出口罩立面示意图

续表 10 辐射安全与防护

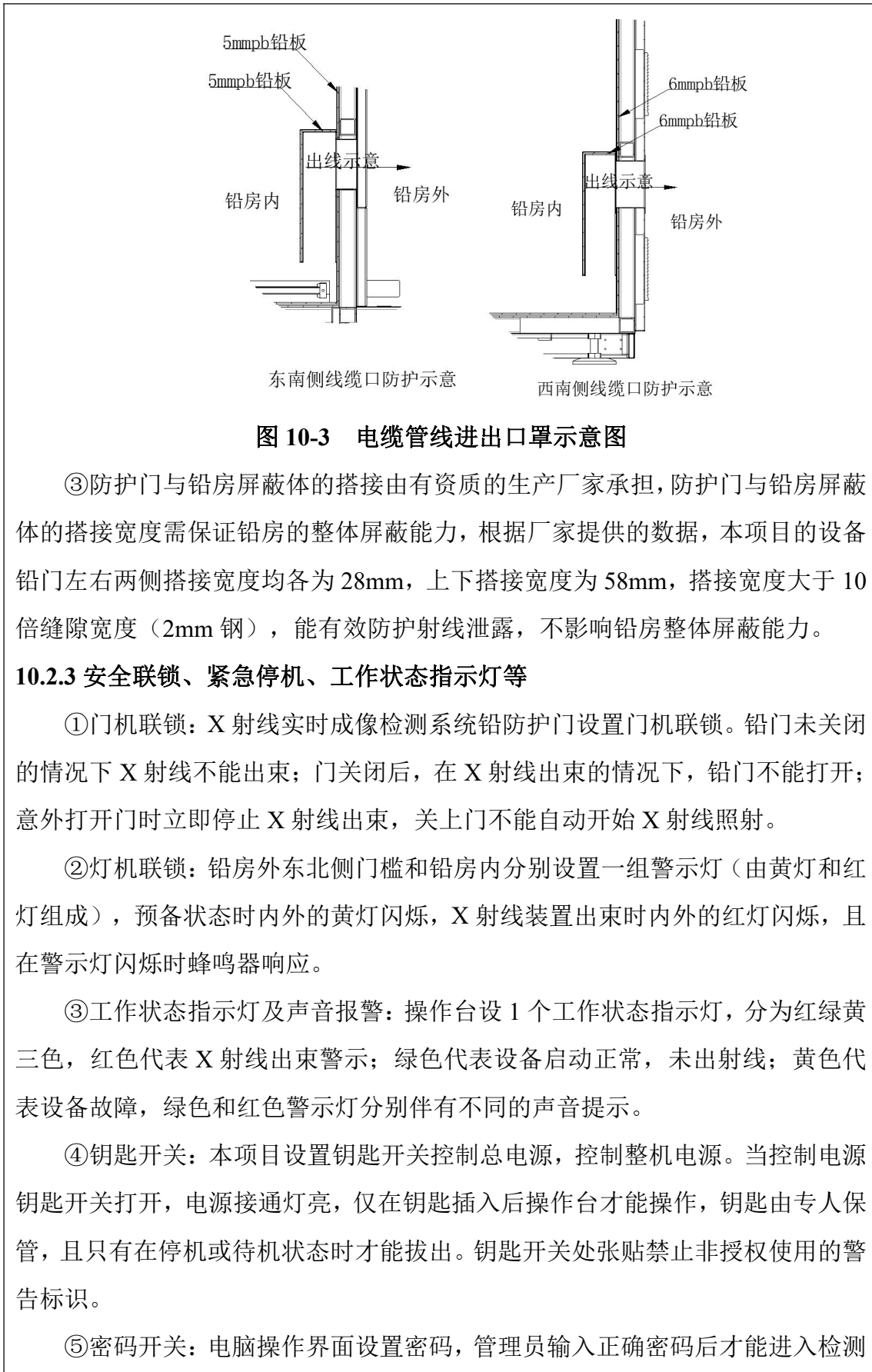


图 10-3 电缆管线进出口罩示意图

③防护门与铅房屏蔽体的搭接由有资质的生产厂家承担，防护门与铅房屏蔽体的搭接宽度需保证铅房的整体屏蔽能力，根据厂家提供的数据，本项目的设备铅门左右两侧搭接宽度均各为 28mm，上下搭接宽度为 58mm，搭接宽度大于 10 倍缝隙宽度（2mm 钢），能有效防护射线泄露，不影响铅房整体屏蔽能力。

10.2.3 安全联锁、紧急停机、工作状态指示灯等

①门机联锁：X 射线实时成像检测系统铅防护门设置门机联锁。铅门未关闭的情况下 X 射线不能出束；门关闭后，在 X 射线出束的情况下，铅门不能打开；意外打开门时立即停止 X 射线出束，关上门不能自动开始 X 射线照射。

②灯机联锁：铅房外东北侧门槛和铅房内分别设置一组警示灯（由黄灯和红灯组成），预备状态时内外的黄灯闪烁，X 射线装置出束时内外的红灯闪烁，且在警示灯闪烁时蜂鸣器响应。

③工作状态指示灯及声音报警：操作台设 1 个工作状态指示灯，分为红绿黄三色，红色代表 X 射线出束警示；绿色代表设备启动正常，未出射线；黄色代表设备故障，绿色和红色警示灯分别伴有不同的声音提示。

④钥匙开关：本项目设置钥匙开关控制总电源，控制整机电源。当控制电源钥匙开关打开，电源接通灯亮，仅在钥匙插入后操作台才能操作，钥匙由专人保管，且只有在停机或待机状态时才能拔出。钥匙开关处张贴禁止非授权使用的警告标识。

⑤密码开关：电脑操作界面设置密码，管理员输入正确密码后才能进入检测

续表 10 辐射安全与防护

界面。

⑥紧急停机：设备东南侧靠近操作台设 1 个急停按钮，铅房内设置 2 个急停按钮，后续拟在铅房西南侧加装 1 个急停按钮，使人员在任何位置使用时均无需穿过主射线束。急停按钮相互串联，按下按钮，X 射线实时成像检测系统高压电源立即被切断，X 射线实时成像检测系统停止出束，防护门旁拟设置应急开门按钮，断电状态下可徒手打开铅门。急停按钮旁设置中文标识和相关说明。

10.2.4 通风

X 射线实时成像检测系统工作时产生的废气，经铅房顶部排风扇排至 X 射线检测室，再依托 2#厂房排风系统排出室外。铅房设两台排风扇，一用一备，排风量均为 90m³/h，通风次数约 8 次/h。

10.2.5 其他辐射防护措施

(1) 电离辐射警示标志

严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且拟在铅房周围（含防护门）及 X 射线检测室门外的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

(2) 视频监控系统

铅房内配备 2 个监视摄像头，并连接到操作台，能全方位拍到铅房内的工作情况。视频监控屏幕位置设置在操作台上，工作人员能在操作台上实时监控探伤过程铅房内情况，如果出现异常能迅速启动紧急制动装置。

(3) 主射线方向

本项目检测时工件位于铅房中央，X 射线管可上下、左右移动及转动，根据后图 11-1 可知，主射面为西北侧屏蔽体、顶棚及底板，主射面屏蔽体厚度均为内 2mm 钢+8mmPb+外 2mm 钢。

(4) 辐射安全连锁逻辑

本项目 X 射线实时成像检测系统在铅门关闭、操作台及铅房内急停按钮复位、设备自检正常、工人人员确认无人滞留的情况下才能出束，出束时相应状态的指示灯亮，有蜂鸣提示声音。当按下急停按钮或者铅门意外打开，设备立即停止出束。

续表 10 辐射安全与防护

辐射安全联锁逻辑见图 10-4 所示，辐射安全措施情况见图 10-5 所示。

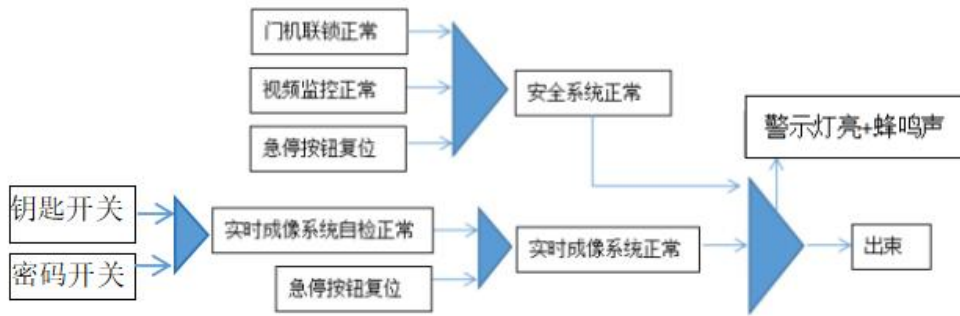


图 10-4 辐射安全联锁逻辑图

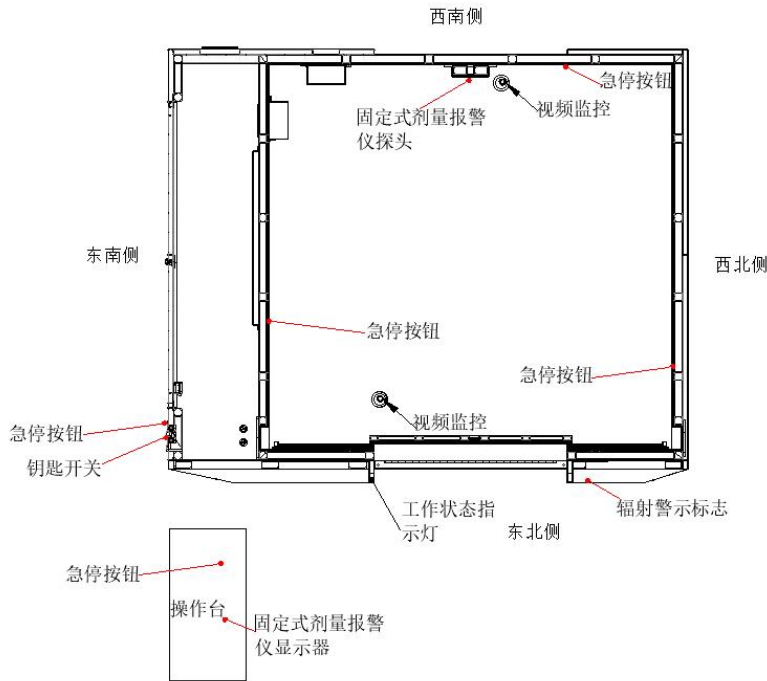


图 10-5 辐射安全措施情况图

10.3 个人防护用品及监测仪器

配置的个人防护用品及监测仪器如下表 10-2 所示。

表 10-2 个人防护用品及监测仪器

序号	名称	数量	用途	备注
1	个人剂量报警仪	1 个	项目三班制，一班一人，实时监测辐射工作人员剂量是否超标。	拟配置
2	个人剂量计	3 个	3 个辐射工作人员各佩戴 1 个，工作期间佩戴，对个人受到的附加剂量进行记录。	拟配置
3	便携式 X-γ 辐射	1 台	探伤铅房屏蔽体外定期进行周围剂量	拟配置

续表 10 辐射安全与防护

	剂量巡测仪		当量率监测，保证屏蔽体的屏蔽效果。	
4	固定式剂量报警仪	1台	固定在探伤铅房内，监测探伤铅房内剂量	拟配置，探头安装在铅房内，仪表指示仪、报警装置安装在操作台上

根据上表可知，本项目劳动定员 3 人，拟配置的个人防护用品和监测仪器能满足项目运行的需求。

10.4 项目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其与相关标准和规范的相关要求对比情况见表 10-3 所示。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求	项目情况	
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	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。	公司拟建立辐射安全管理体系，制定相应制度，明确其辐射安全主体责任。
		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。	公司拟在项目运行前成立放射防护管理组织，并明确符合要求的管理人员及职责，制定放射防护管理制度。
		4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。	公司拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计并定期送交监测，辐射工作人员拟按照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/T 9445 要求的无损探伤人员资格。	本项目拟配备辐射工作人员取得 X 射线无损检测工作资格证方可上岗。
		4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	本项目拟购置 1 台辐射剂量巡测仪和 1 台个人剂量报警仪。
		4.6 应制定辐射事故应急预案。	拟制定辐射事故应急预案。
	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。	项目有用线束照射方向为铅房西北侧，操作台位于铅房东侧，不在有用线束的照射范围。探伤铅房的屏蔽体材料和厚度充分考虑了设备辐射防护要求。根据后文核算，探伤铅房各屏蔽体材料及厚度均满足防护要求。探伤铅房防护门防护屏蔽厚度与同侧墙厚度相同，满足要求。

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表		
标准名称	标准要求	项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	探伤工作场所分区管理，分区满足 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。	根据后文核算，探伤铅房各面屏蔽体和防护门的屏蔽效果均满足要求。
	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。	根据后文核算，探伤铅房顶棚上方 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h，满足要求。
	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。	探伤铅房拟设置门机联锁装置，只有当防护门关闭后探伤机高压才能启动产生 X 射线。门打开状态下，设备无法正常运行，防护门关闭后，需由工作人员手动开启设备，且运行过程中门意外打开，自动停止设备运行。防护门旁拟设置应急开门按钮，断电状态下可徒手打开铅门

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求		项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.1 探伤室放射防护要求	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。	探伤铅房防护门外及铅房内均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与设备联锁。“预备”信号灯从设备通电开始将一直持续提醒人员从铅房离开。预备灯为绿色，照射灯为红色，样式与工作场所其他报警信号有明显区别，且有中文说明。
		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。	探伤铅房内拟安装 2 个监控探头，分别位于探伤室顶棚靠西北侧中央和靠东北侧铅门位置，可以监视探伤室内人员活动和探伤设备运行情况，显示器拟设置在操作室内。
		6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	铅门和 X 射线检测室门外拟粘贴符合要求的电离辐射警告标志。
		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。	探伤铅房内拟安装 3 个急停按钮，分别位于铅房除铅门外的三侧屏蔽体上，可以停止设备照射。探伤机主射线方向朝向西北侧，工作人员使用急停按钮可以不需要穿过主射线，紧急开关处拟设置中文标签，注明使用方法。

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求		项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.1 探伤室放射防护要求	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。	探伤铅房排风口位于铅房顶部,不属于人员活动密集区。排风机排风量约 90m ³ /h,探伤室容积约 11m ³ ,每小时换气次数约 8 次,满足要求。
		6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	拟配置 1 台固定式剂量报警仪,探头位于铅房内西南侧,仪表指示仪、报警装置安装在操作台上。
	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。	拟制定探伤操作规程,规定每天工作前,检查门机联锁装置和工作状态指示灯等防护安全措施是否正常。
		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,同时防止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。	拟配备 1 台个人剂量报警仪和 1 台辐射剂量巡测仪,要求工作人员工作期间随身携带,仪器报警时,辐射工作人员应立即停止工作,同时阻止其他人进入辐射工作区域,并立即向辐射工作负责人报告。
		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。	拟配备 1 台辐射剂量巡测仪,每季度对探伤铅房周围剂量率水平进行监测,监测值高于 2.5μSv/h 时,及时向辐射防护负责人报告。计划每年一次委托有资质的第三方检测机构对设备外的环境辐射水平进行年度检测。
		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。	交接班使用辐射巡测仪前,检查其是否可以正常运行,发现异常,及时维修。发现辐射巡测仪不能正常工作时将暂停检测工作。

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求		项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求	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。	操作规程拟要求工作人员每次操作前，需要确认探伤铅房内无人员驻留，并关闭防护门。确认所有防护和安全装置都正常运行后，再启动设备。
		6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，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。	本项目是给公司生产的产品进行无损检测，探伤铅房的尺寸满足工件探伤要求，并拟制定相关制度，不得开门探伤。
	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。 g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。	本项目不再使用后，设备去功能化交有关机构处置，使用单位按照监管部分要求办理后续手续。清除工作场所内电离辐射警告标志和各类说明，对工作场所进行监测。

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求		项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	8.1 监测的一般要求	8.1.1 检测计划 使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。	拟制定辐射监测制度，明确每季度对探伤铅房外周围剂量当量率进行一次监测并保存监测结果，当剂量超过控制水平时，立即整改。
		8.1.2 检测仪器 应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。	
	8.2 探伤机检测	8.2.1 防护性能检测 8.2.1.1 检测方法 X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行； 8.2.1.2 检测周期 使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。 8.2.1.3 结果评价 X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。	每年委托有资质单位对 X 射线探伤机性能进行一次监测。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求		项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	8.3 探伤室放射防护检测	8.3.1 检测条件 检测条件应符合如下要求： a) X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态；主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。	进行探伤铅房防护监测时，使用最大运行条件。主线束方向在没有工件的情况下进行监测，其余方向在有工件情况下进行监测。
		8.3.2 辐射水平巡测 探伤室的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X-γ 剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30 cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意： a) 巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响； b) 探伤室四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能，应巡测墙上不同位置及门外 30cm 门四周的辐射水平。	项目运行后，拟定期使用辐射剂量巡测仪对探伤铅房外四周墙体、防护门、管线洞口、顶棚等处周围剂量进行巡测。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求		项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	8.3 探伤室放射防护检测	<p>8.3.3 辐射水平定点检测</p> <p>一般情况下应检测以下各点：</p> <p>a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；</p> <p>b) 探伤室外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；</p> <p>c) 探伤室墙外或邻室墙外 30 cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；</p> <p>d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层（方）外 30 cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个检测点；</p> <p>e) 人员经常活动的位置；</p> <p>f) 每次探伤结束后，检测探伤室的入口，以确保探伤机已经停止工作。</p>	监测制度中将规定按照要求对探伤室进行定点监测。
		<p>8.3.4 检测周期</p> <p>探伤室建成后应进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。当 γ 射线探伤放射源的活度增加时，或者 X 射线探伤机额定电压增大时，重新测量上述辐射水平，并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。</p>	按照要求每年委托有资质单位进行一次防护监测，设备变更后，也重新进行监测。
		<p>8.3.5 结果评价</p> <p>探伤室周围辐射水平应符合本标准第 6.1.3 条和第 6.1.4 条的要求</p>	探伤铅房周围监测值高于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，及时进行整改。
	8.5 放射工作人员个人监测	<p>8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。</p>	本项目工作人员将按照要求配备个人剂量计定期进行个人剂量监测。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求	项目情况	
《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)	3 探伤室屏蔽要求	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。	本项目探伤铅房较小且除设备需维修，一般情况人员不进入铅房内，操作台避开了有用线束的照射方向，故仅设置工件门（维修人员门）。
		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免有用线束照射的方向。	本项目探伤装置的操作台设置于铅房东侧，有用线束主射方向朝向西北侧、顶棚和底板，操作台和铅门均避开了有用射线束照射方向。
		3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。	本项目屏蔽设计考虑了缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽，防护门与墙体搭接宽度不小于 10 倍缝隙宽度，线缆穿墙孔及风管穿墙均呈“L”型穿墙并补偿防护。
		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。	本项目探伤室主体拟采用铅板和钢板材料。
《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019	监测系统与使用要求	5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。	项目工作人员主要辐射来自于身体前方，拟为工作人员配备个人剂量计，要求工作人员佩戴在胸口位置。

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

根据上表可知，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。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期的环境影响主要是设备的安装和调试。施工过程中主要有施工机械噪声、包装垃圾产生，还有施工人员产生的少量生活废水和生活垃圾。施工人员产生的少量生活废水依托厂区现有污水处理设施处理，生活垃圾、包装垃圾和厂区生活垃圾一起统一交由环卫部门处理。因本项目施工期短、工程量小，施工场地在 2#厂房内进行，施工范围小，且随着施工期的结束而结束，废水、固废等均能依托厂区设施得到妥善处置，因此施工对环境产生的影响小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 铅房屏蔽能力理论预测

11.2.1.1 铅房辐射屏蔽的剂量参考控制水平

估算使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式。

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

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

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，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ）。 t 按式（2）计算：

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

式中：

W —X 射线探伤的周围工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积

续表 11 环境影响分析

“mA·min”值)， mA·min/周；

60—小时与分钟的换算关系；

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 $\dot{H}_{c,max}$ ：

$$\dot{H}_{c,max} = 2.5\mu\text{Sv/h}$$

c)关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

\dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

11.2.1.2 铅房辐射屏蔽估算公式

估算使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中公式。

(1) 有用线束

a) 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 (3) 计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X_e 。

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

式中：

\dot{H}_c —按(1)式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)；

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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按 (4) 计算：

续表 11 环境影响分析

$$\dot{H}_c = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (4)}$$

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);

H₀—距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, μSv·m²/(mA·h), 以 mSv·m²/(mA·min) 为单位的值乘以 6×10⁴, 见附录表 B.1;

B—屏蔽透射因子;

R—辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m)。

(2) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

a) 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 (5) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{式 (5)}$$

式中:

X——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL——查表。

b) 对于估算出的屏蔽透射因子 B, 所需的屏蔽物质厚度 X 按式 (6) 计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad \text{式 (6)}$$

式中:

TVL——查表;

B—达到剂量参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

(3) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子 B 按式 (7) 计算, 然后按式 (6) 计算所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad \text{式 (7)}$$

式中:

续表 11 环境影响分析

\dot{H}_c —按 3.1 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);

\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 ($\mu\text{Sv/h}$)。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按式 (5) 计算, 然后按式 (8) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$):

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (8)}$$

式中:

B—屏蔽透射因子;

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 ($\mu\text{Sv/h}$)。

(4) 散射辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考水平 \dot{H}_c 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 (9) 计算。然后按式 (6) 计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad \text{式 (9)}$$

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);

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1;

B—屏蔽透射因子;

F— R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (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

续表 11 环境影响分析

散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按表 2 并查附录 B 表 B.1 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL，然后按照式（5）计算。关注点的

散射辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（10）计算：

$$\dot{H}_C = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式（10）}$$

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）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ 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；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

11.2.1.3 铅房防护核算原则及主要参数

（1）主要参数

①核算距离、方向

本项目根设备正常工作时，据图 11-1 可知，主射面为西北侧、顶棚和底板，其余方向（含工件门）均只用考虑为散射和漏射。

根据项目设备工作方式结合项目待检工件最大尺寸不超过 60cm 可知，探头移动范围不超过中心点 30cm。本项目设备 X 射线管头固定在铅房内靠近东南侧

续表 11 环境影响分析

一端，距东南侧屏蔽体约 0.3m，距西南侧屏蔽体最近约 0.8m，距东南侧屏蔽体最近约 0.8m。检测时，探测器高度可随 C 臂升降模组调整，控制 X 射线管距离铅房底部最低高度约为 0.5m，最高约 1.1m。按 X 射线管头离屏蔽体最近的距离计算。计算点位示意图 11-2 和图 11-3。

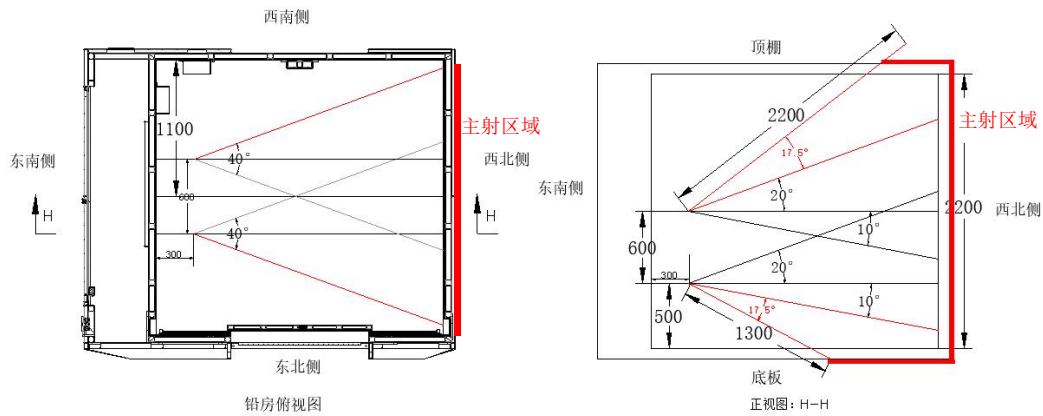


图 11-1 主射线范围及计算点位距离示意图 单位: mm

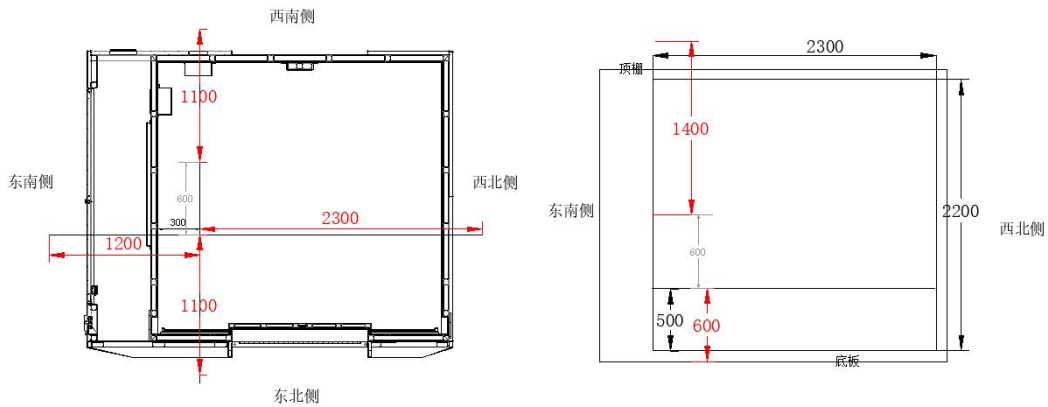


图 11-2 主射线和漏射线计算点位距离示意图 单位: mm

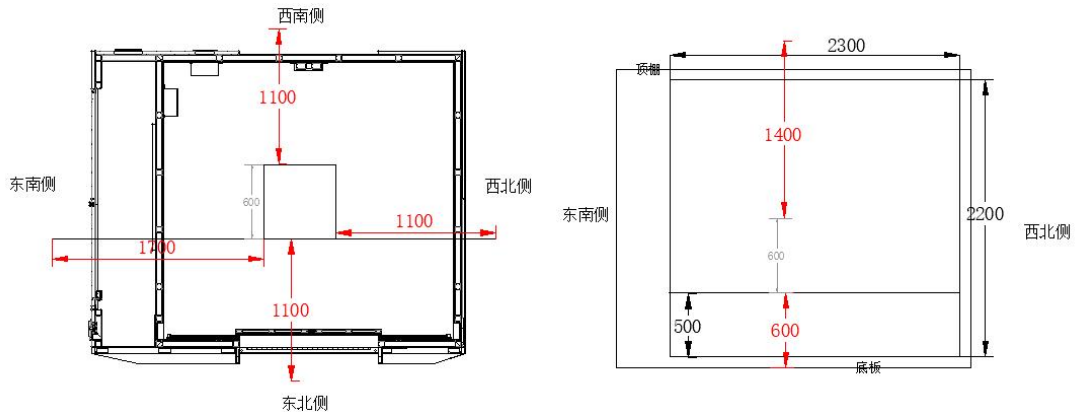


图 11-3 散射线计算点位距离示意图 单位: mm

续表 11 环境影响分析

屏蔽核算时各方向距离核算情况见表 11-1。

表 11-1 各方向核算距离一览表

考察点			核算距离 (m)
铅房西北侧	屏蔽体外 30cm	主射	2.3
铅房东北侧	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	1.1
铅房东南侧	屏蔽体外 30cm	散射	1.7
		漏射	1.2
铅房西南侧	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	1.1
铅房顶棚	屏蔽体外 30cm	主射	2.2
铅房顶棚	屏蔽体外 30cm	散射、漏射	1.4
铅房底板	屏蔽体外 10cm	主射	1.3
铅房底板	屏蔽体外 10cm	散射、漏射	0.6

②剂量率参考控制水平的确定

X 射线实时成像检测系统周工作负荷见表 11-2；根据 GBZ/T250-2014 附录 A，居留因子取值原则见表 11-3；剂量率参考控制水平核算表见表 11-4。

表 11-2 X 射线探伤装置工作负荷

设备型号	最大电压	最大电流	周曝光次数	单次曝光	周最大照射时间
CA01D160 型	160kV	11.25mA	270 次/周	2min /次	9h/周

备注：根据建设单位资料提供，本项目 X 射线实时成像检测系统运行过程中：设备最大电压为 160kV 时，最大电流为 11.25mA。

表 11-3 不同工作场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子	示例	备注
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区	GBZ/T250-2014 附录 A
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	

表 11-4 铅房剂量率参考控制水平核算表

方向	U	T	H _c (μSv/周)	$\dot{H}_{c,d}$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ (μSv/h)	本项目剂量率参考控制水平 H _c (μSv/h)
东北侧	1	1	100	11.1	2.5	2.5
东南侧	1	1	100	11.1	2.5	2.5

续表 11 环境影响分析

西南侧	1	1	100	11.1	2.5	2.5
西北侧	1	1	100	11.1	2.5	2.5
顶棚	1	1/40	100	444	2.5	2.5

备注： \dot{H}_c 为 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值，铅房位于 X 射线检测室内，铅房周围仅工作人员活动，故周剂量参考控制水平均按 100 μ Sv/周考虑，居留因子按人员可能到达频率考虑取值。

③其他参数

本项目屏蔽体核算过程中的相应其他参数见表 11-5 所示。

表 11-5 屏蔽体核算相关参数

参数	数值			来源
设备型号	CA01D160 型			厂家
设备基础参数	最大电压 160kV，电流 11.25mA			设备说明书
G (mGy·m ² /mA·min)	5.9 (0.5mm 铜过滤条件下)			ICRP33 报告图 2
转换系数	6×10 ⁴			GBZ/T250-2014 4.1 a)
H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))	3.54×10 ⁵ ①			
$\frac{R_0^2}{F \times D}$	96			根据 GBZ/T250-2014 附录 B.4.2 按照面积比例换算得出
泄漏辐射剂量率 H _L (μSv/h)	2.5×10 ³			GBZ/T250-2014 表 1
X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值	150			GBZ/T250-2014 表 2
什值层 (TVL) 半值层 (HVL) ②	铅			GBZ/T250-2014 表 B.2
	电压等级	TVL	HVL	
	160kV	1.05mm*	0.32mm*	
	150kV	0.96mm	0.29mm	
	钢或铁			《辐射防护导论》(方杰主编, P103, 附图 3.23) 查图
	电压等级	TVL	HVL	
	160kV	12.5	/	
150kV	10	/		

备注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250—2014) 及 2017 年修改单中表 B.1：在本标准中以等量值的 mSv·m²/mA·min 进行屏蔽计算，因此本次 Sv/Gy 转换系数取 1；②*为采用内插法计算得到。

(2) 铅房屏蔽防护效能核实原则

屏蔽体厚度确定原则：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、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厚度，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)。

续表 11 环境影响分析

11.2.2 铅房防护核算结果

本项铅房的屏蔽体屏蔽能力核实结果见表 11-6。

表 11-6 铅房屏蔽效能核算表

考察点		剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	设计厚度	计算铅厚度当量 (扣除钢)	设计厚度下瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)		是否达到屏蔽要求
西北侧	主射	2.5	2.3	内 2mm 钢 +8mmPb+ 外 2mm 钢	5.4mmPb	8.66×10^{-3}	8.66×10^{-3}	是
东北侧	散射	2.5	1.1	内 2mm 钢 +6mmPb+ 外 2mm 钢 (含铅门)	3.8mmPb	7.68×10^{-3}	9.59×10^{-3}	是
	漏射					1.91×10^{-3}		
东南侧	散射	2.5	1.7	内 2mm 钢 +5mmPb+ 外 2mm 钢	3.7mmPb	3.54×10^{-2}	4.98×10^{-2}	是
	漏射		1.2			1.44×10^{-2}		
西南侧	散射	2.5	1.1	内 2mm 钢 +6mmPb+ 外 2mm 钢	3.8mmPb	7.68×10^{-3}	9.59×10^{-3}	是
	漏射					1.91×10^{-3}		
顶棚	主射	2.5	2.2	内 2mm 钢 +8mmPb+ 外 2mm 钢	5.5mmPb	9.47×10^{-3}	9.54×10^{-3}	是
	散射		1.4			3.91×10^{-5}		
	漏射					2.94×10^{-5}		
底板	主射	2.5	1.3	内 2mm 钢 +8mmPb+ 外 2mm 钢	5.9mmPb	2.71×10^{-2}	2.75×10^{-2}	是
	散射		0.6			2.13×10^{-4}		
	漏射					1.60×10^{-4}		

备注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250—2014）及 2017 年修改单中表 B.1：在本标准中以等量值的 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ 进行屏蔽计算，因此本次转换系数取 1；②根据建设单位资料提供，本项目 X 射线实时成像检测系统运行过程中：设备电压为 160kV 时，最大电流为 11.25mA，本次屏蔽效能核算按照设备的最大工况进行核算，③经核算，主射方向上散射和漏射的剂量很小，因此表中不再列出。④散射线均需经过多次反射才能穿出各管线孔，经多次反射剂量很低，能满足要求，此处不再核算。

根据表 11-6 计算结果可知，本项目设备工作时，铅房的四周屏蔽体、防护门外 30cm 处的瞬时剂量均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求：四周屏蔽体、顶棚及防护门外 30cm 处周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。本次计算顶棚外 30cm 处周围剂量当量率远低于标准限值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，故本次评价不考虑天空散射。

续表 11 环境影响分析

11.1.4 年有效剂量估算

(1) 估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \quad \text{式 (11)}$$

式中：

H_{Er} ：X 或γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$H_{(10)}$ ：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

t：X 或γ射线照射时间，小时。

(2) 估算结果

铅房外剂量估算表见表 11-7。

表 11-7 X 射线实时成像检测系统工作时剂量估算表

估算人员	外环境	方位	设计厚度下剂量率 (μSv/h)	年最大曝光时间 (h)	居留因子	有效剂量 mSv/a
辐射工作人员	操作台	东侧	4.98×10^{-2} *	450	1	0.022

备注：*工作时仅操作人员位于 X 射线检测室内，故取出束时最大值进行估算。曝光时长按最不利考虑。

根据上表计算可知，辐射工作人员所受的年有效剂量远低于本评价管理目标值 5mSv/a，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.2 对周围环境保护目标的影响分析

铅房各屏蔽体外 0.3m 处的瞬时剂量率满足国家相关标准要求，根据 X 射线随距离的平方快速减弱的特性可知，距离 X 射线铅房更远的各环境保护目标的辐射影响也满足相应标准和要求。

本项目铅房周围环境保护目标预测结果见表 11-8。

表 11-8 本项目铅房环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	最近水平距离(m)	预测结果 (μSv/h)	居留因子	曝光时间 (h)	有效剂量 mSv/a
1	X 射线检测室（操作台）	东侧/东北侧	紧邻	9.59×10^{-3}	1	450	4.32×10^{-3}
	原材料堆放区、回炉料堆放区、1#和 2#熔化单元		约 9m	1.14×10^{-4}	1	450	5.13×10^{-5}

续表 11 环境影响分析

2	1#压铸单元	东南侧	约 31m	1.13×10^{-5}	1	450	5.09×10^{-6}
	配电房		约 1m	1.83×10^{-2}	1	450	8.24×10^{-3}
	废水处理站等环保设施区		约 16m	3.75×10^{-5}	1/2	450	8.44×10^{-6}
	厂区道路		约 26m	1.61×10^{-4}	1/8	450	9.06×10^{-6}
	门卫室		约 40m	6.70×10^{-6}	1	450	3.02×10^{-6}
3	厂区道路	西南侧	约 1m	2.63×10^{-3}	1/8	450	1.48×10^{-4}
	厂区外道路		约 15m	4.47×10^{-5}	1/8	450	2.51×10^{-6}
4	弱电间、制样室、光谱分析师	西北侧	约 1m	4.21×10^{-3}	1	450	1.89×10^{-3}
	人工检验区		约 18m	1.11×10^{-4}	1	450	5.00×10^{-5}
	清洗作业区		约 35m	3.29×10^{-5}	1	450	1.48×10^{-5}

备注：居留因子取自 GBZ/T250-2014 中表 A.1，估算时未再考虑除铅房以外的其他屏蔽体屏蔽效果。

根据上表可知，铅房邻近各环境保护目标周围剂量当量率均远低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，在铅房周围活动的公众成员及辐射工作人员所受的最大年有效剂量均低于本评价管理目标值，因此，本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响，满足要求。

11.3 其他影响

(1) 废气对环境的影响分析

在探伤作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)。X 射线实时成像检测系统工作时产生的废气，经铅房顶部排风扇排出铅房，然后通过 X 射线检测室排风系统送至 2#厂房，再依托 2#厂房排风系统排至室外。铅房设置 2 个排风扇，一用一备，单台排风扇的风量约 $90\text{m}^3/\text{h}$ ，换气次数约 8 次/h，能保证铅房内空气的流通，使少量的 O_3 、 NO_x 得以快速扩散，不会对工作人员造成影响。

项目废气依托 2#厂房的排风系统排至室外，周围地势开阔，利于 O_3 、 NO_x 废气的扩散。故项目产生的废气对周围环境影响小。

(2) 废水环境影响

辐射工作人员产生的生活污水拟依托厂区污水处理站处理后排入污水管网，对地表水环境影响较小。

续表 11 环境影响分析

(3) 固废环境影响

生活垃圾拟依托建设单位生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理；报废的射线装置按照相关要求对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，交由物资回收单位处置，不会对环境造成不利影响。

(4) 噪声

本项目排风扇运行时声音很小，不会对环境造成不利影响。

11.5 实践正当性分析

项目使用 X 射线探伤对减震塔产品的无损质量检验有其他技术无法替代的特点，对其产品质量保证可以起到十分重要的作用，具有明显的社会效益，同时也将为公司创造更大的经济效益。项目采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的辐射影响在可接受范围内。该项目的建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

11.6 产业政策符合性分析

项目主要是配置 X 射线实时成像检测系统用于对工件无损检测，属于《产业结构调整指导目录》（2024 年本）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“科学仪器和工业仪表：工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

11.7 事故影响分析

(1) 风险事故类型

X 射线实时成像检测系统产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。本项目辐射事故主要体现在以下几个方面：

①设备自身丧失屏蔽

X 射线实时成像检测系统机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将 X 射线实时成像检测系统管头及探测器上的屏蔽块移走，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽体外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

续表 11 环境影响分析

②人员滞留在铅房内

工作人员或设备维修人员通过铅门可进入铅房内，在开机前，工作人员未通过监控或现场对铅房内部进行充分确认，从而导致滞留在铅房内的人员在工作模式下被误照射。

③联锁装置失效

由于门机联锁装置失效，防护门未关闭或 X 射线实时成像检测系统工作时门被开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

④屏蔽体出现膨胀变形

本项目铅房各方向屏蔽体、电缆出线口罩、风机排风口罩，使用多年以后，可能因铅门的自重等原因引起铅门之间的搭接、铆钉等处空隙增大，从而漏出射线，使铅房周围的人员受到误照射。

⑤维修时误操作

当铅房门打开进行维修时，检修人员可能位于铅房内，操作人员误操作，打开了出束按钮，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

(2) 后果分析

所有后果分析考虑最不利情况。

①X 射线实时成像检测系统失去自身屏蔽能力

X 射线实时成像系统失去自身屏蔽能力后，可导致铅房四周屏蔽体均为主射墙，经计算铅房屏蔽体外 30cm 周围剂量当量率最高（东南侧墙体铅板较薄）可达 $22.9\mu\text{Sv/h}$ ，单次照射下（事故状态下考虑最极端情况下，即 2min，下同）铅房四周屏蔽体外停留的人员受照剂量最大约 $7.63\times 10^{-4}\text{mSv}$ （ $7.63\times 10^{-4}\text{mGy}$ ，转换系数 $\text{Sv/Gy}=1$ ，下同）。

②联锁失效

每次开展探伤工作前，辐射工作人员均会到防护门处停留，故仅考虑单次照射对防护门处停留人员的误照射造成的伤害。项目工件进出口铅门在不主射方向上，防护门在未关闭情况下开展探伤工作，门外周围剂量当量率约为 $3.84\times 10^4\mu\text{Sv/h}$ ，则单次照射下检测区防护门外停留的人员受照剂量最大约

续表 11 环境影响分析

1.28mGy。

③人员滞留铅房内和维修时误操作

人员滞留在铅房内而被误照射，由于铅房内安装有摄像头，操作人员在操作台可以实时监控铅房内状态，发现有人时，立即断开出束，对其造成的伤害按照照射时间 2min 计算，考虑人员在距离辐射源点 0.3m 处受到误照射（主射线），在无屏蔽体屏蔽情况下，人员所在位置的周围剂量当量率为 44.3Sv/h，单次照射下受照剂量最大为 1.48Gy。

④屏蔽体出现膨胀变形且长时间未发现

当铅屏蔽体出现膨胀变形后且长时间未发现，即射线不经过屏蔽对铅房外的人员进行误照射情况，操作人员位于操作台、携带个人剂量报警仪，因此在发生此情形事故时，操作位能及时发现并紧急关停设备出束。

考虑最不利情况，当铅屏蔽体出现膨胀变形后且长时间未发现，即射线不经过屏蔽对操作位上的辐射工作人员进行误照射。经计算铅房屏蔽体外周围剂量当量率可达 $3.64 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ （操作位与 X 射线管最近距离约为 1.1m），单次照射下（2min）铅房四周屏蔽体外停留的人员受照剂量最大约 1.21mGy。

假定未发现该事故情形的时长为最长为 30 天（X 射线管实时成像系统每天检测约 45 次），在此期间内屏蔽体外的辐射剂量具体情况如下表 11-9。

表 11-9 项目铅屏蔽体膨胀变形事故受照剂量估算表

误照射次数 (次)	受照射时间	受照射剂量	
		铅房	
		吸收剂量 (mGy)	
1	2min	1.21	
10	20min	12.1	
45	90min	54.5	
1350	2700min	1635	

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射作用于机体后，其能量传递给机体的分子、细胞、组织和器官等基本生命物质后，引起一系列复杂的物理、化学和生物学变化，由此所造成生物体组织细胞和生命各系统功能、调节及代谢的改变，产生各种生物学效应。电离辐

续表 11 环境影响分析

射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。电离辐射生物效应按照剂量与效应的关系进行分类，分为随机性效应和组织反应。

随机性效应是指电离辐射照射生物机体所产生效应的发生概率(而非其严重程度)与受照射的剂量大小成正比，而其严重程度与受照射剂量无关；随机性效应的发生不存在组织反应阈剂量。辐射致癌效应和遗传效应属于随机性效应。受照射个体体细胞受损伤引发突变的结果，最终可导致受照射人员的癌症，即辐射致癌效应；受照射个体生殖细胞遗传物质的损伤，引起基因突变或染色体畸变可以传递下去并表现为受照者后代的遗传紊乱，导致后代先天畸形、流产、死胎和某些遗传性疾病，即遗传效应。

在剂量超过一定的阈值时才能发生确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。

项目产生的随机性效应是关注的重点，因其无法防护，所以尽量降低人员的受照剂量，减少随机性效应产生的概率。

成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-10 所示。

表 11-10 不同照射剂量对人体损伤的估计

剂量 (Gy)	类型	初期症状和损伤程度
<0.25	/	不明显和不易察觉的病变
0.25~0.5		可恢复的机能变化，可能有血液学的变化
0.5~1		机能变化，血液学变化，但不伴有临床症状

续表 11 环境影响分析

1~2 2~3.5 3.5~5.5 5.5~10	骨髓型 急性 放射病	轻度 中度 重度 极重度	乏力, 不适, 食欲减退 头昏, 乏力, 食欲减退, 恶心, 呕吐, 白细胞短暂上升后下降 多次呕吐, 可有腹泻, 白细胞明显下降 多次呕吐, 腹泻, 休克, 白细胞急剧下降
10~50	肠型急性放射病		频繁呕吐, 腹泻严重, 腹疼, 血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		频繁呕吐, 腹泻, 休克, 共济失调, 肌张力增高, 震颤, 抽搐, 昏睡, 定向和判断力减退

备注: 来自《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。

本工业 X 射线实时成像系统属于 II 类放射装置, 在没有防护情况下, 工作人员受到这类射线装置照射, 单次可能超过人员年有效剂量管理目标值, 导致一般辐射事故。根据表 11-10 不同照射剂量对人体损伤的估计, 结合上诉后果分析可知, 单次误照射下受照剂量位于 1~2Gy, 达到发生确定性效应剂量阈值, 发生随机性效应概率增加; 受照人员可能会出现轻度骨髓型急性放射病, 初期伴有乏力, 不适, 食欲减退的临床症状。

(4) 事故分级

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

表 11-11 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。
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

由前述事故工况下的辐射影响估算可知, 在上述事故情景下部分事故受照剂量已超过辐射工作人员的年剂量限值, 但未造成急性重度放射病。因此, 假若本项目发生事故, 事故等级应为一般辐射事故, 但不排除在铅屏蔽体出现膨胀变形又长时间未发现的情况下, 造成较大及以上级别的辐射事故。

(5) 辐射事故防范措施

续表 11 环境影响分析

①检修、调试应由生产厂家专业技术人员进行，项目辐射工作人员配合，绝不允许随便拆走 X 射线实时成像系统及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。不得擅自改变、削弱或破坏 X 射线设备的铅屏蔽体和铅防护门，如开孔洞等。

②辐射工作人员用视频监控系统对铅房内进行扫视，按搜寻程序进行查找，确认无人停留在内后才能开始进行操作。同时，如遇 X 射线出束情况下人员滞留铅房内，操作室人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

③定期检查铅房的门机联锁、灯机联锁装置、光警示系统的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标识，出现问题时，应就近按下急停开关。对于本项目涉及的安全控制措施各机构及电控系统，制定有定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。辐射工作场地因某种原因损坏，公司应立即停止使用，修复后再投入使用。

④相关工作人员佩戴射线辐射检测报警仪，实时监测 X 射线照射剂量是否超标，若发现问题，应及时解决，不得在屏蔽体出现问题后继续探伤作业。

另外，辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照要求进行探伤工作。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

长安底盘分公司尚未正式开展核技术利用项目，拟成立辐射安全防护领导小组，并设置 1 名专职辐射安全管理人员，管理人员学历不低于本科，同时在制度中明确组织成员职责。

辐射防护领导小组主要职责为制定公司 X 射线探伤相关辐射防护管理制度，定期组织辐射工作人员进行培训、体检和个人剂量监测，对工作场所辐射防护安全设施进行定期检查等。

12.2 辐射安全管理

(1) 辐射安全管理规章制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“营运管理”的要求，长安底盘分公司必须培植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。

为此，公司拟按照相关规定制定相应的管理制度，包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、人员健康及个人剂量管理制度、监测方案、辐射事故应急措施等制度，并将相关制度粘贴在辐射工作场所。

(5) 辐射工作人员

项目拟在公司内部培养 3 名辐射工作人员从事本项目 X 射线无损检测工作，具体人员待定，不新增公司总劳动定员。

①配置数量合理可行性

根据探伤装置的操作需求，年工作时间较短，因此，项目拟配置 3 名辐射工作人员（三班制，每班 1 名）是可行的。

续表 12 辐射安全管理

②辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号），辐射安全与防护培训需求的人员可通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台免费学习相关知识并进行考核。

本项目拟配备的 3 名辐射人员，将按要求经过考核合格后方可上岗，并定期复训，建立培训档案。

③个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量监测档案。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量监测档案应当终生保存。

另外，辐射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互传借，不允许将个人剂量计带出项目建设单位。

(3) 射线装置台账管理

项目建设单位应制定射线装置台账管理制度，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度。建立射线装置使用登记制度，每次进行无损检测应进行基本信息记录。

(4) 年度评估

根据环境保护部令第 18 号第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

公司《辐射工作安全防护管理制度》中包含年度评估相关规定，并按照规定已提交过《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，年度评估

续表 12 辐射安全管理

报告包括射线装置及防护用品台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射工作人员管理情况、事故应急等方面的内容，符合要求。建设单位应在规定时间内完成《年度评估》文件的编制和上报工作。

(5) 档案管理

建设单位应按照相关要求建立健全档案制度，对企业的档案进行分类归档。公司辐射类档案主要分为：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估报告”和“辐射应急资料”等。

另外，建设单位项目建成运行后，应及时组织验收并办理辐射安全许可证，在许可范围内从事辐射活动。

(6) 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任感，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在从事企业核技术利用工作的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。应建立安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱处并加以纠正。落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”，将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①建设单位应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

②建设单位应当建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

12.3 从事辐射活动能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，建设单位从事辐射活动应具备相应的条件，对建设单位从事的辐射活动能力评价如表 12-1。

续表 12 辐射安全管理

表 12-1 从事辐射活动能力的评价	
应具备条件	拟落实的情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或者至少有一名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	拟设置 1 名专职辐射安全管理人员，人员学历为本科及以上。
从事放射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	项目辐射工作人员将在上岗前按照规定参加考核并考核合格。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备在铅房内工作，铅房有足够厚的铅板以及铅门进行屏蔽；设备安装到位后，配置门机连锁、灯机连锁、电离辐射警示标志以及工作状态指示灯、紧急停机按钮和固定式剂量报警仪。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	辐射工作人员均拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟制定全面的辐射防护制度全，满足本项目运行要求，并拟将部分制度张贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施。	拟制定辐射事故应急处理相关制度，明确了发生辐射事故后的应急处理要求。

从上表可知，本项目应在本项目建设完成运营前，针对本项目探伤铅房的管理需求完善相应管理规定，认真落实上述要求后，公司才具备从事本项目辐射活动的能力。

12.3 辐射监测

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 5.1.3 设备维护要求，运营单位应对工业 X 射线实时成像系统的设备维护负责，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，设备维护包括工业 X 射线实时成像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，且做好设备维护记录。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法规和标准，必须对辐射工作人员个人剂量进行监测、探伤工作场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

公司拟制定相应制度，明确监测计划方案，包括工作场所监测及个人剂量监

续表 12 辐射安全管理

测等，公司每年拟委托有资质单位对现有射线装置等屏蔽体外辐射环境及放射工作人员个人剂量进行监测，满足相关要求，还应进一步细化监测方案。

本项目建设后，在验收及每年例行监测时应委托资质单位对设备铅房及操作位进行监测，日常工作建设单位可配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对铅房周围环境（包括监督区）进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

(1) 个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：常规检测一般为 1 个月，最长不超过 3 个月；如发现异常可加密监测频率。

(2) 工作场所环境监测

建设单位在项目建成后应对铅房外周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和日常监测，发现问题及时整改。验收监测应委托有资质的单位进行。

监测计划应包括以下内容：

监测频度：验收时监测一次，维修导致屏蔽防护措施或设备剂量率发生变化时监测一次，每年例行监测一次，按监测方案中要求频次进行日常监测。

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：铅房屏蔽体外、防护门外 30cm 处、屏蔽体搭接处以及屏蔽体进出管线、门缝等搭接薄弱位置。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）要求，申领辐射安全许可证的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

公司拟制定《辐射安全事故应急预案》，具体内容包括应急处理原则、应急预案措施、应急报告电话。同时公司应根据辐射源项不断完善应急预案，定期进

续表 12 辐射安全管理

行辐射事故应急演练，并做好演练记录。

(1) 事故报告程序

根据本项目的辐射事故等级，本项目一旦发生辐射事故，应迅速电话向内部管理机构、区生态环境局、市生态环境局报告，并在事故发生后立即填写《辐射事故初始报告表》，向区生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(2) 辐射事故应急处置措施

本项目设备发生辐射事故时，应立即切断设备电源或者就近按下急停按钮，迅速控制事故发展，消除事故源。

(3) 辐射事故处理程序

启动并组织实施方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，配合相关部门做好事故调查处理，并做好事故的善后工作。对可能受到辐射伤害的人员，事故单位应当立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

(4) 辐射事故后处理

应急响应结束后，公司应组织人员查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生、处理事故、防止事故的经验教训，完善应急预案，杜绝事故的再次发生。

12.5 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资估算表见表 12-2。

表 12-2 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框，上墙	2
电离辐射警示标志	张贴正确，有中文说明	
辐射防护与安全措施	门机联锁、灯机联锁、 紧急停机按钮、警示灯等	40
防护监测设备	个人剂量计、个人剂量报警仪	2
环保手续办理	/	6
合计	/	50

12.6 竣工验收

续表 12 辐射安全管理

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 保设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求		备注
1	场所	X 射线检测室一间，1F，占地长约 12.3m，宽约 4.7m，高约 5m，有排风扇。		不发生 重大变更
	设备	CA01D160 型 X 射线实时成像检测系统 1 台，最大电压≤160kV，电流≤11.25mA。		
2	环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等		齐全
3	环境管理	有辐射环境管理机构，设专人负责，制度上墙。制度包含操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备保养制度、人员培训计划、监测方案、应急预案等。		齐全
4	铅房防护措施	①铅房内安装摄像头，监视器设在操作台； ②设置门机连锁； ③铅房内、外设警示灯和声音报警，设灯机连锁。 ④铅房内、操作台上设急停按钮； ⑤操作台设工作状态指示灯； ⑥铅房铅门处张贴电离辐射警告标志。 ⑦通风：X 射线实时成像检测系统工作时产生的废气，经铅房顶部排风扇排至 X 射线检测室内，经由 X 射线检测室依托 2#厂房排风系统排至室外，铅房内每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。		符合相关要求
5	防护监测设备	每名辐射工作人员均配备个人剂量计、个人剂量报警仪，1 台 X-γ 辐射剂量率仪。铅房配备 1 套固定式场所辐射探测报警装置。		个人剂量计按规定定期进行计量检定；定期对铅房屏蔽体外（包括监督区）进行剂量监测。
6	人员要求	考核合格上岗，定期复训。		《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
7	电离辐射	剂量管理目标限值	辐射工作人员≤5mSv/a 公众成员≤0.1mSv/a	GB18871-2002 GBZ117-2022 GBZ/T250-2014
		屏蔽体周围剂量当量率控制	铅房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率：≤2.5μSv/h	

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为保障产品质量，公司拟购买一套含专用铅房的 X 射线实时成像检测系统（CA01D160 型，单管头，II 类射线装置，最大电压为 160kV，最大电流为 11.25mA），固定安装在 2# 厂房西南角 X 射线检测室，在该专用铅房内进行减震塔产品的无损检测。X 射线检测室占地面积约 57.8m²，预计检测产品 13500 次/年。

项目总投资 200 万元，其中环保投资约 50 万元。

13.1.2 产业政策符合性

项目主要是配置 X 射线实时成像检测系统用于对工件无损检测，属于《产业结构调整指导目录》（2024 年本）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“科学仪器和工业仪表：工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性

项目使用 X 射线探伤的目的是开展减震塔产品的无损质量检验，确保产品质量与安全，项目对产品的无损质量检验有其他技术无法替代的特点，对其产品质量保证可以起到十分重要的作用，具有明显的社会效益，同时也将为公司创造更大的经济效益。项目采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的辐射影响在可接受范围内。其为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.1.4 辐射环境质量现状

本项目建设地的环境 γ 辐射剂量率的监测值在 55nGy/h~61nGy/h 之间（未扣除宇宙射线）。根据《2022 年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2022 年环境 γ 空气吸收剂量率平均值为 94.5nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，本项目所在地环境 γ 辐射剂量率均低于重庆市 2022 年环境 γ 空气吸收剂量率平均值。

续表 13 结论及建议

13.1.5 选址可行性及布局合理性

项目为新能源汽车零部件及配件制造配套工程，为璧山区新能源装备产业园园区的主导产业新能源汽车相关产业，符合新能源装备产业园规划。项目位于公司 2#厂房西南角，设置有独立的 X 射线检测室，专用铅房固定安装在 X 射线检测室内，内部无其他公众人员活动，有利于辐射防护。该项目紧邻减震塔生产线，有利于产品的质量控制，能有效避免待检工件的远距离运输。同时本项目周围环境敏感目标较少，有利于减少辐射防护和减少 X 射线对公众成员的影响。因此，项目选址可行。

本项目设备带铅房和操作台，固定安装在 X 射线检测室内，其操作台位于铅房东侧，工件门位于东北侧，有用线束照射方向为西北侧、底板和顶棚，操作台和工件门均避开了有用线束照射的方向。因此，本项目平面布局合理。

13.1.6 辐射防护与安全措施

建设单位拟对项目进行分区管理，划分为控制区和监督区。控制区范围为铅房内部，监督区为铅房外 X 射线检测室内区域。

设备设有多种安全措施，如：设备铅房具有足够的屏蔽能力、带监控系统、设门机联锁、灯机联锁、声音报警、钥匙控制开关、急停按钮等，能很好的保证 X 射线实时成像检测系统自身的稳定性和安全性。

铅房的屏蔽体采用钢+铅+钢结构以及铅门。铅房主射面（西北侧、顶棚和底板）为内 2mm 钢+8mm 铅+外 2mm 钢，东北侧及西南侧为内 2mm 钢+6mm 铅+外 2mm 钢，东南侧为内 2mm 钢+5mm 铅+外 2mm 钢，防护门与同侧屏蔽体厚度一致。

根据效核，X 射线实时成像检测系统工作时，铅房四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求。铅房主体结构焊接密闭，开设铅防护门，设置具有屏蔽能力的排风出口罩、电缆线管出口罩。

X 射线实时成像检测系统产生的废气经铅房顶部排风扇排至 X 射线检测室内，经由 X 射线检测室依托 2#厂房通风系统排至室外，通风次数不小于 8 次/h。

公司拟配置 3 台个人剂量报警仪，3 枚个人剂量计，1 台便携式 X- γ 辐射剂

续表 13 结论及建议

量率仪，1 台固定式场所辐射探测报警装置，满足工作人员辐射防护需求。

综上所述，本项目拟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）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关要求。

13.1.7 环境影响分析结论

根据核算，铅房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；辐射工作人员、公众成员的年有效剂量均低于本环评的剂量管理目标的要求（辐射工作人员 5mSv/a ，公众成员 0.1mSv/a ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

本项目运行时，在周围环境保护目标处的辐射影响很小，对其产生的影响有限，能为环境所接受。若本项目发生事故，事故等级应为一般辐射事故。

项目运行不产生放射性废水、放射性废气。

少量的臭氧和氮氧化物经铅房顶部排风口排至铅房外，经由 X 射线检测室依托 2#厂房排风系统引至室外排放，其周围地势开阔，废气能迅速排出和扩散，不会对周围环境产生不利影响；生活污水依托厂区污水处理装置处理后排入市政污水管网，不会对地表水产生不利影响；生活垃圾依托公司的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理，报废 X 射线机去功能化后交由设备制造单位回收或物质回收单位处置，项目固废均能得到妥善处置，不会对周围环境产生不利影响。

综上，本项目运行时，在周围环境保护目标处的环境影响较小，对环境产生的影响有限，满足相关要求。

13.1.8 辐射环境管理

建设单位按照相关要求建立辐射环境管理机构，配置辐射环境专职管理人员，制定相应的管理制度，保证辐射工作人员考核合格后上岗，定期复训；建立辐射工作人员健康档案、个人剂量档案、辐射环境监测档案等，并及时办理辐射安全许可证，在许可范围内从事辐射活动。

在今后的工作中，建设单位还应加强核安全文化建设，提高辐射安全管理能力，加强风险管控，杜绝辐射事故的发生。

续表 13 结论及建议

建设单位在完成报告中的承诺事项，严格执行环评报告中提出的建议后，项目的运行安全是有保障的。

13.1.9 综合结论

综上所述，新一代高性能全铝车身构件能力建设项目（探伤部分）符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，选址和布局合理。在认真落实制定的辐射安全防护措施和管理措施后，项目环境风险可防可控。项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。因此，从环境保护的角度来看，该建设项目是可行的。