

核技术利用建设项目

戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）

环境影响报告表

建设单位：重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：二〇二五年十月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）

环境影响报告表



建设单位名称：重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号

邮编：401326

电子邮箱：63*****97@qq.com

联系人：刘 * *

联系电话：17*****52



打印编号: 1760608747000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	y9agjg		
建设项目名称	戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）		
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）	重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司		
统一社会信用代码	91500107552014750G		
法定代表人（签章）	孙浩淳		
主要负责人（签字）	刘志勇		
直接负责的主管人员（签字）	刘志勇		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
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
肖英	07355543507550272	BH001035	肖英
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
向令	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、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、结论和建议	BH042251	向令

关于戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）的公示说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆宏伟环保工程有限公司编制的《戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）环境影响报告表》目前处于上报审批阶段。环评报告文本中不涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私和不涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环评报告全本公开。本单位愿意承担由该环评文件带来的一切后果和法律责任。

重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司



目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	13
表 3	非密封放射性物质	13
表 4	射线装置	14
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6	评价依据	16
表 7	保护目标与评价标准	18
表 8	环境质量和辐射现状	25
表 9	项目工程分析与源项	31
表 10	辐射安全与防护	46
表 11	环境影响分析	65
表 12	辐射安全管理	82
表 13	结论和建议	91

表 1 项目基本情况

建设项目名称		戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）			
建设单位		重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司			
法人代表	孙**	联系人	刘**	联系电话	17*****52
注册地址		重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号			
项目建设地点		重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 1#、2#厂房内			
立项审批部门		重庆市九龙坡区发展和改革委员会	批准文号	2409-500107-04-05-518752	
建设项目总投资（万元）	1184	项目环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资/总投资）	4.22%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积（m ² ）	约 164.5
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类	☐ III类	
		☐ 销售	☐ II 类	☐ III类	
		☒ 使用	☒ II 类	☐ III类	
	其他	/			

1.1 建设单位简介

重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司（以下简称“戴卡公司”“建设单位”）由重庆捷力轮毂制造有限公司（全球最大摩托车轮毂制造企业之一）、中信戴卡股份有限公司（全球最大汽车轮毂及汽车底盘零部件制造企业）于 2010 年组建成立，专业从事汽车铝合金轮毂的生产经营。公司现有员工近 1200 人，位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号（西彭工业园区西陶家组团 J41-1/03）（与重庆志成机械有限公司（以下简称“志成公司”）共用一个厂区），占地面积约 500 亩，公司采用国际、国内先进的生产设备和检测设备专业从事汽车铝合金轮毂的设计、制造和服务。

续表 1 项目基本情况

1.2 项目由来

为满足公司产品质量检测需求，戴卡公司购置 6 台型号为 DU300W 的 X 射线数字成像检测系统（每台最大管电压均为 160kV、管电流均为 22.5mA），均固定安装于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 1#、2#厂房的压铸车间内，主要服务于汽车轮毂的无损探伤检测工作。

依据《射线装置分类》（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）的规定，使用Ⅲ类射线装置的项目需编制环境影响报告登记表，且自屏蔽式 X 射线探伤装置按Ⅲ类射线装置实施管理，建设单位已按规定完成《6 台 X 射线数字成像检测系统建设项目环境影响登记表》的填报，并向重庆市九龙坡区生态环境局申请办理了《辐射安全许可证》（渝环辐证[15428]）。

根据《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（原环境保护部，2018 年 2 月 12 日），自屏蔽式 X 射线探伤装置应同时具备以下特征：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。上述 6 台型号为 DU300W 的 X 射线数字成像检测系统，在设备维修过程中，人员可通过工件门进入并滞留在其屏蔽体内，该特性不符合自屏蔽式 X 射线探伤装置的定义要求，因此应按Ⅱ类射线装置进行管理。基于此，本评价将依据Ⅱ类射线装置的相关规范要求，重新开展环境影响评价。

随着企业发展规模持续扩大，为更好地适配市场环境、满足客户需求，戴卡公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 2#厂房实施“戴卡捷力铝合金轮毂项目”以提升汽车铝合金轮毂的生产能力。为匹配新增产能的检测需求，公司拟再购置 2 台型号为 DU320W 的自屏蔽 X 射线数字成像检测系统（属于Ⅱ类射线装置，每台最大管电压均为 160kV、管电流均为 22.5mA），主要服务于汽车轮毂的无损探伤检测工作。

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

续表 1 项目基本情况

及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，使用 X 射线检测系统项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”，使用Ⅱ类射线装置的项目应编制环境影响报告表。为此，建设单位特委托重庆宏伟环保工程有限公司开展“戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）”的环境影响评价工作。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环境影响报告表。

1.3 评价思路

（1）对已运行的 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统开展现状评价，建设单位将其识别辐射安全与防护存在的遗留问题；对拟配置的 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统遵循新建项目“三同时”要求，进行辐射环境影响预评价，确保其从选址、设计到建设的全流程均满足法规标准。项目建成后，共配置 8 台 X 射线数字成像检测系统（Ⅱ类射线装置）用于开展汽车轮毂的无损探伤检测工作。

（2）鉴于项目铅房并非正北向布置，为便于本文后续描述，现统一设定方位参照视角：以参考者面向手动 X 光室内铅房的工件防护门、自动 X 光室内铅房的观察窗为初始视角，将该防护门/观察窗所在方位界定为铅房“前面”，防护门/观察窗正对面的屏蔽体方位界定为“后面”，并将防护门/观察窗的左侧、右侧分别对应界定为铅房的“左侧”和“右侧”，后续对铅房四侧的描述均基于此方位标准展开。

（3）自动 X 光室内的 DU320W 型设备在开机后与生产线联动，实现自动出束检测，无需人员连续值守或在岗操作。辐射工作人员仅负责设备启停及定期安全巡查，预计每 4 小时巡逻一次，每日累计接触时间不超过 0.5h。手动 X 光室内的 DU300W 型设备用于各生产线换模后工件的抽样检测，辐射工作人员可根据生产节奏灵活安排抽检工作，每人每日每班可负责 3 台设备的抽检任务，同时兼顾 DU320W 型设备启停及定期安全巡查工作。

续表 1 项目基本情况

1.4 建设规模及工程内容

(1) 项目概况

本项目建设地点位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司现有 1#、2#厂房内，不涉及新增用地。项目共配置 8 台 X 射线数字成像检测系统（均属 II 类射线装置），用于汽车轮毂的无损探伤检测工作。其中 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统已分别安装在 6 间手动 X 光室内投入运行，另依托现有厂房拟建设 1 间自动 X 光室，并新购 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统开展无损探伤检测工作。8 台 X 射线数字成像检测系统的主要技术参数一致，最大管电压均为 160kV，最大管电流均为 22.5mA。项目总建筑面积约 164.5m²。

项目组成见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

项目组成		主要内容及规模	备注
主体工程	手动 X 光室	工作场所：1#、2#厂房的压铸车间 A、B、C、D、E、F 生产线末端分别设有 1 间手动 X 光室。单间手动 X 光室建筑面积约 11m ² ~20m ² ，每间均配置有 1 台 X 射线数字成像检测系统及配套操作台。所有手动 X 光室的顶部空间均为行车专用通道（人员无法到达），底部离地高度约 2m。	依托
		射线装置：配置有 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统（II 类射线装置），最大管电压均为 160kV、管电流均为 22.5mA。设备自带屏蔽铅房，分别安装在手动 X 光室内。	依托
	自动 X 光室	工作场所：拟在 2#厂房的铸旋车间生产线末端建设 1 间自动 X 光室，建筑面积约 84.5m ² ，内设 2 台 X 射线数字成像检测系统及配套操作台。自动 X 光室的顶部空间为行车专用通道（人员无法到达），楼下无建筑。	新建
		射线装置：拟配置 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统（II 类射线装置），最大管电压均为 160kV、管电流均为 22.5mA。设备自带屏蔽铅房，安装在自动 X 光室内。	拟购
公用工程	供配电	依托厂区供配电系统。	依托
	给水	依托厂区给水管网。	依托
	排水	本项目无生产废水产生，不新增劳动定员，故无新增生活污水。生活污水经各厂房生化池处理达到《污	依托

续表 1 项目基本情况

		水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准再排入陶家镇生活污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后排入大溪河。	
	通风	手动 X 光室、自动 X 光室均设置排风扇进行通风换气，排风量分别为 200m³/h、1000m³/h，换气次数均不小于 3 次/h。	新建
环保工程	污水	工作人员生活污水依托各厂房生化池处理后排入市政污水管网。	依托
	废气	DU300W 型和 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统废气经防护门逸散到 X 光室内，而后分别经手动 X 光室、自动 X 光室的排风扇排至厂房内，而后经厂房的通风系统排出厂外。	新建 依托
	噪声	本项目无高噪声设备。	/
	固废	工作人员生活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。	依托
		X 射线数字成像检测系统报废后按照相关要求对设备去功能化后按照建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。	/
	辐射防护	X 射线数字成像检测系统屏蔽防护为屏蔽铅房，铅房各屏蔽体由一定厚度的铅+钢组成，配置工作状态指示灯、急停按钮、摄像、安全连锁等。	设备 自带

（2）屏蔽防护情况

本项目配置的 8 台 X 射线数字成像检测系统自带铅房，面向铅房工件门各屏蔽体屏蔽防护情况如下表 1-2 所示。

表 1-2 X 射线数字成像检测系统屏蔽防护厚度

设备型号	厂家	数量	安装位置	尺寸（左右长×前后宽×高、mm）	屏蔽厚度	
					屏蔽体方位	材质厚度
DU300W 型	苏州道青科技有限公司	6 台	1#厂房压铸车间 A、B、C 线手动 X 光室；2#厂房压铸车间 D、E、F 线手动 X 光室	铅房外部：1832×1958×2328 防护门门洞：778（宽）×1485（高） 对开电动防护门：856（宽）×1772（高）	左（主射束方向）	9mmPb+4mm 钢板
					右	8mmPb+4mm 钢板
					前、后、上（顶板）、下（底面）	8mmPb+4mm 钢板
					防护门（前）	8mmPb+4mm 钢板
					观察窗	8.2mmPb

续表 1 项目基本情况

DU320 W 型	苏州道青科技有限公司	2 台	2#厂房铸旋车间自动 X 光室	铅房外部： 4800×2100×2300 两侧电动工件防护门门洞：700（宽）×400（高） 两侧电动工件防护门：850（宽）×600（高） 前侧平开检修门门洞：720（宽）×1720（高） 前侧平开检修门：850（宽）×1821（高） 前侧观察窗：350（宽）×530（高）	上（顶板），主射束方向	9mmPb+4mm 钢板
					左、右、前、后	8mmPb+4mm 钢板
					下（底面）	8mmPb+4mm 钢板
					工件防护门	8mmPb+4mm 钢板
					观察窗	8.2mmPb
					检修防护门	8mmPb+4mm 钢板

注：①铅密度 11.3g/cm³，铅屏蔽体两侧分别设置 2mm 钢板为铅提供结构支撑。

②DU300W 型 X 射线数字成像检测系统均设置 1 个防护门（前面）供工件进出，正常工作模式下，人员在铅房外摆放工件，无须进入铅房内。设备维修等特殊情况下从工件门进入铅房内开展工作。铅房底部距离所在房间地面约 200mm。

③DU320W 型 X 射线数字成像检测系统均设置 2 个防护门（左右）供工件进出，采用自动探伤工作模式，正常工作模式下，工件通过传输带进入铅房，无需人员进入铅房内。铅房底部距离所在房间地面约 200mm。

④上表给出主射束方向为设备射线束的朝向，因辐射角、机械臂旋转角等导致其他方向屏蔽面部分受到主射线照射的区域在表 11 屏蔽体校核中给出。

(3) 设备概况				
本项目配置的主要设备见表 1-3。				
表 1-3 项目主要设备一览表				
序号	名称	数量	用途	设备设施说明
1	X 射线数字成像检测系统	8 套	无损检测	DU300W 型、DU320W 型，II 类射线装置，X 射线数字成像检测系统最大管电压 160kV、管电流 22.5mA，含高压电源装置和冷却器等。
2	个人剂量计	27 枚	个人剂量监测	工作人员工作时随身携带，已有。
3	便携式辐射监测仪	1 台	防护监测	2 个厂房共用，自行定期监测，按要求校验，已有。
4	固定式场所辐射探测报警装置	8 台	辐射探测报警	检测探头安装在铅房内，显示单元安装在操作台，阈值设定 2.5μSv/h，拟增配 8 台。
5	个人剂量报警仪	4 枚	剂量检测报警	工作人员工作时随身携带，拟增配 4 枚。

续表 1 项目基本情况

6	排风系统	8 套	通风	每间手动 X 光室、自动 X 光室设置排风扇排风，排风扇的风量分别约 200m³/h、1000m³/h
---	------	-----	----	---

(4) 工件情况

本项目检测的工件主要为汽车轮毂，工件相关参数见表 1-4。

表 1-4 检测工件的相关参数一览表			
工件名称	材质	工件最大尺寸（mm）	工件厚度（mm）
汽车轮毂	铝合金	Φ700×350	5~100

(5) 计划工作量

根据建设单位提供的近几年设备运行情况统计，DU300W 型设备用于各生产线换模后的工件抽检，单台日最大曝光约 45 次；DU320W 型设备与铸旋生产线联动进行全检，单台日最大曝光约 1000 次。工作负荷见表 1-5。

表 1-5 工作负荷一览表									
设备	单次曝光时间	最大曝光次数				最大曝光时间			
		单台			合计 (次/年)	单台			合计 (h/a)
		次/天	次/周	次/年		h/d	h/w	h/a	
DU300W 型	≤30s	45	225	15525	93150	0.4	2.8	138	828
DU320W 型	≤20s	1000	7000	345000	700000	5.6	39.2	1932	3864

(6) 工作制度和劳动定员

戴卡公司共配置 27 名辐射工作人员，其中 4 名辐射工作人员后续只负责本次评价的 8 台 X 射线数字成像检测系统的操作与巡检工作，所有人员均纳入建设单位总劳动定员内。

具体工作制度：操作 DU300W 型设备的辐射工作人员实行固定工作制，年工作 345 天，每天两班制，每班 12 小时，仅对各生产线换模后的工件抽检，每次抽检时间约 3min（含搬运工件，每台设备 2.25h/天）；DU320W 型设备与生产线 24 小时运作，辐射工作人员仅需对其进行开关机和定期巡逻检查（每 4h 一次），每次巡逻时间约 5min（0.5h/天），不实行连续值守和在岗操作。

根据建设单位提供资料，现有辐射工作人员自 2024 年第三季度至 2025 年第二季度的年剂量在 0.2~0.4mSv，辐射工作人员中均按照操作 III 类射线装置辐射

续表 1 项目基本情况

工作人员，参加公司内部组织的考核，并考核合格。辐射工作人员情况表见支撑性材料附件 3。

1.5 项目选址可行性

本项目 8 台 X 射线数字成像检测系统选址于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 1#、2#厂房内，均位于厂房屋东南端，其周围为厂房内通道及其他生产工艺设备。

本项目 1#和 2#厂房压铸车间的 6 台 X 射线数字成像检测系统根据生产线工艺需求，布置在压铸生产线末端的手动 X 光室内，手动 X 光室楼上无建筑为行车通道，下方悬空为生产线；2#厂房铸旋车间的 2 台 X 射线数字成像检测系统根据生产线工艺需求，布置在铸旋车间生产线自动 X 光室内，自动 X 光室楼上无建筑为行车通道，下方为实土层。X 射线数字成像检测系统所在厂区、厂房均封闭式管理，周围公众成员活动较少，便于辐射安全管理。根据现状监测结果，项目场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。因此，本项目选址可行。

1.6 项目周围环境概况

本项目 X 射线数字成像检测系统位于西彭镇宝恒路 99 号公司 1#厂房、2#厂房。本项目设备所在的 1#厂房外环境见表 1-6，设备所在 2#厂房外环境见表 1-7。

表 1-6 本项目设备所在的 1#厂房外环境关系一览表

序号	方位	外环境名称	水平距离	高差	备注
1	东侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	厂区内部
		生产车间二（志成公司）	约 24m	0	
2	南侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		物料库房、检测研发中心、技术中心、生产车间一（志成公司）等	约 20m	0	
3	西侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		食堂、倒班楼等	约 30m	0	
4	北侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		2#厂房	约 20m	0	

表 1-7 本项目设备所在的 2#厂房外环境关系一览表

序号	方位	外环境名称	水平距离	高差	备注
1	东侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	厂区

续表 1 项目基本情况

		生产车间二（志成公司）	约 24m	0	内部
2	南侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		1#厂房	约 20m	0	
3	西侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		倒班楼	约 30m	0	
4	北侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		3#厂房（志成公司）	约 20m	0	

项目周边保护目标主要为从事本项目 X 射线数字成像检测系统操作的辐射工作人员以及周围区域活动的公众成员。

1.7 与项目有关的原有核技术利用项目情况

1.7.1 项目用房环保手续情况

本项目 8 台 X 射线数字成像检测系统位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号戴卡公司 1#、2#厂房。

戴卡公司于 2011 年在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号（西彭工业园区西陶家组团 J41-1/03）投资建设“重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司年产 1000 万件铝合金汽车轮毂项目”，2011 年 10 月 20 日，该项目取得原重庆市九龙坡区环境保护局（现“重庆市九龙坡区生态环境局”）下发的重庆市建设项目环境影响评价文件批准书，文号：渝（九）环准〔2011〕54 号，主要建设内容有 1#~3# 轮毂生产联合厂房（1#~3#厂房）、模具车间及检测研发中心、仓库、办公楼、食堂、倒班楼等，布置铝合金汽车轮毂的生产线，年产铝合金汽车轮毂 1000 万件。项目共分两期进行建设及验收，分别于 2014 年 5 月 30 日、2020 年 6 月 6 日通过竣工环境保护验收，验收批复文号分别为：渝（九）环验〔2014〕026 号、渝（九）环验〔2020〕30 号。

为更好地适配市场环境、满足客户需求，戴卡公司于 2025 年在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 2#厂房实施“戴卡捷力铝合金轮毂项目”以提升汽车铝合金轮毂的生产能力，该项目于 2025 年 2 月取得重庆市九龙坡区生态环境局下发的重庆市建设项目环境影响评价文件批准书，文号：渝（九）环准〔2025〕6 号，主要建设内容调整 1#、2#厂房的工业布局，在 2#厂房北侧新增压铸（旋压）、热处理、机加工等生产线，提升生产能力。目前该项目正在开展验收工作。

戴卡公司已取得排污许可证（证书编号：9150000020286320X6005Q），有效期至 2028 年 12 月 25 日。

续表 1 项目基本情况

根据调查，戴卡公司在建设和运营过程中，未曾发生过环保事故，也不存在环保遗留问题。此外，重庆市生态环境局、重庆市九龙坡区生态环境局均未收到核技术利用相关的环保投诉。

1.7.2 核技术利用项目开展情况

(1) 核技术利用项目调查

根据戴卡公司提供的《辐射安全许可证》（渝环辐证[15428]），许可戴卡公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路99号使用16台Ⅲ类射线装置，许可证在有效期内，见表1-8。根据现场调查，建设单位射线装置与许可情况一致。

表 1-8 戴卡公司许可使用射线装置情况一览表

序号	设备名称	设备型号	类别	工作场所		数量	备注
1	X 射线轮毂检测系统	1311 号	Ⅲ类	1#厂房铸造车间	X 光检查 A 线	1 台	/
2	X 射线轮毂检测系统	1312 号	Ⅲ类			1 台	/
3	X 射线轮毂检测系统	1313 号	Ⅲ类		X 光检查 B 线	1 台	/
4	X 射线轮毂检测系统	1314 号	Ⅲ类			1 台	/
5	X 射线轮毂检测系统	Y.MU231 型	Ⅲ类		X 光检查 C 线	2 台	/
6	X 射线轮毂检测系统	18107 号	Ⅲ类	2#厂房铸造车间	X 光中控检查站	1 台	/
7	X 射线轮毂检测系统	18120 号	Ⅲ类			1 台	/
8	X 射线轮毂检测系统	18105 号	Ⅲ类			1 台	/
9	X 射线轮毂检测系统	18124 号	Ⅲ类			1 台	/
10	X 射线数字成像检测系统	DU300W 型	Ⅲ类	1#厂房压铸车间	A 线	1 台	本次按照Ⅱ类射线装置重新评价
11					B 线	1 台	
12					C 线	1 台	
13				2#厂房压铸车间	D 线	1 台	
14					E 线	1 台	
15					F 线	1 台	

根据现场调查，项目所在厂区内另有 1 台工业 CT（Ⅱ类射线装置）、6 台 X 射线数字成像检测系统（Ⅱ类射线装置），均属于重庆志成机械有限公司许可使用的射线装置，不在本项目辐射环境影响评价的范围。

续表 1 项目基本情况

(2) 辐射工作场所监测 建设单位按照要求每年 1 月 31 日之前提交了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告表》，根据 2025 年 1 月填报的《2024 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》及辐射工作场所监测报告，戴卡公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号使用的 X 射线数字成像检测系统辐射工作场所辐射环境监测结果达标。 (3) 辐射工作人员情况 根据戴卡公司提供的资料可知，建设单位目前共配置 27 名（2024 年配置 26 名，2024 年 12 月新入职 1 名）辐射工作人员，建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康档案，辐射工作人员自 2024 年第三季度至 2025 年第二季度的年剂量最大值为 0.4mSv。经调查，27 名辐射工作人员均按照使用Ⅲ类射线装置要求进行了自主培训考核。 建设单位核技术利用项目运营至今，X 射线数字成像检测系统运营良好，无辐射安全事故发生，无环保投诉。			
1.8 依托可行性分析 项目依托可行性分析见表 1-9。			
表 1-9 项目依托可行性分析			
依托工程		可行性分析	结论
公用工程	供配电系统	厂房用电来源于市政供电，1#、2#厂房现有供配电系统完善，本项目依托可行。	可行
	给水系统	厂房内部给水系统完善，工作人员日常办公用水依托可行。	可行
	通风系统	厂房内通风系统完善，手动 X 光室、自动 X 光室排出的废气能经厂房的通风系统排出厂外。	可行
环保工程	生活污水	本项目辐射工作人员在戴卡公司现有劳动定员内，故运营期不新增厂房生活污水。厂房现有的排水系统完善，工作人员生活污水依托现有设施处理后能达标排放。	可行
	固废处理	本项目辐射工作人员在戴卡公司现有劳动定员内，故运营期不新增生活垃圾，厂房生活垃圾集中收集到厂区生活垃圾暂存处后，交由环卫部门统一处理。	可行

续表 1 项目基本情况

辐射工作人员	本项目 4 名辐射工作人员已开展职业健康体检、配置个人剂量计，戴卡公司应组织本项目辐射工作人员参加辐射安全与防护培训考核，并考核合格。	可行
辐射安全管理	戴卡公司已成立辐射安全与防护工作领导小组，并制定了相应的辐射安全管理制度和应急预案等。应修订完善并落实年度评估制度、辐射监测计划、辐射工作人员安全防护培训方案及安全设施检查维护制度，方可满足本项目的辐射安全管理要求。	可行

由表 1-9 可知，本项目公用工程、环保工程均可依托戴卡公司现有设施，因此，本项目依托厂房内现有设施以及辐射工作人员、辐射安全管理是可行的。

1.9 遗留环保问题

本项目已购 6 台 X 射线数字成像检测系统运行至今未发生辐射事故，无环保投诉事件发生。因该设备之前按照 III 类射线装置管理，辐射安全防护设施和管理措施不能满足新发布标准中对射线装置管理要求，主要遗留环保问题及整改措施见表 1-10。

表 1-10 遗留环保问题及整改措施

遗留环保问题		整改措施
辐射安全防护设施	铅房内缺少工作状态指示灯和声音报警	铅房内拟增配具有声音报警功能的红色报警灯。
	部分铅房顶部工作状态指示灯指示信号不明确	拟对手动 X 光室的 6 台 DU300W 型设备铅房顶部工作状态指示灯调整为红色灯闪烁为“照射”状态，红色常亮为“预备”状态。
	指示灯信号意义说明不准确	拟在各铅房内、外工作状态指示灯旁张贴正确的指示灯信号意义的中文说明，在操作台、铅房内张贴急停按钮指示说明。
	缺少固定式场所辐射探测报警装置	拟在各铅房内补充 1 套固定式场所辐射探测装置，辐射探测探头拟设置在铅房内，显示单元拟设置在操作台。
	缺少个人剂量报警仪	拟增加配置 4 枚个人剂量报警仪。
	缺少通风装置	拟在手动 X 光室设置排风量不低于 200m ³ /h 的排风扇，在自动 X 光室设置排风量不低于 1000m ³ /h 的排风扇
辐射安全管理措施	辐射工作人员尚未通过辐射安全与防护考核	积极安排本项目的辐射工作人员通过生态环境部组织开发的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，并参加相应类别辐射安全与防护培训考核，考核合格后方可上岗。
	辐射安全管理制度和应急预案不健全	修订完善辐射安全管理制度和应急预案。

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 射线数字成像检测系统	II类	3 台	DU300W	160	22.5	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号 1#厂房压铸车间	现有, 苏州道青科技有限公司
2	X 射线数字成像检测系统	II类	3 台	DU300W	160	22.5	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号 2#厂房压铸车间	现有, 苏州道青科技有限公司
3	X 射线数字成像检测系统	II类	2 台	DU320W	160	22.5	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号 2#厂房铸旋车间	拟购, 苏州道青科技有限公司
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（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 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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	依托手动 X 光室和厂房排风系统排入室外
生活污水	液态	/	/	/	/	/	/	生化池处理后排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	厂区生活垃圾暂存点	环卫部门统一处置
报废的 X 射线数字成像检测系统	固态	/	/	/	/	/	/	设备去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日第二次修正； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日施行修订版； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日施行修订版； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日第四次修正实施； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (10) 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，2017 年 12 月 5 日施行； (11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行； (12) 《重庆市环境保护条例》，2025 年 7 月 31 日修订； (13) 《重庆市辐射污染防治办法》，2021 年 1 月 1 日施行。
------	--

续表 6 评价依据

技术标准	(1) 《建设项目环境影响技术导则 总纲》(HJ2.1—2016)； (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)； (3) 《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)； (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)； (5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117—2022)； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》及第 1 号修改单(GBZ/T250—2014)； (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (8) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)； (9) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (10) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。
其他	(1) 委托书； (2) 项目投资备案证； (3) 项目辐射环境监测报告； (4) 设备相关资料； (5) ICRP33、《辐射防护导论》等参考文献； (6) 《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》。

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，本环评以 X 射线数字成像检测系统铅房外周围 50m 的范围作为项目辐射环境影响评价的范围。

7.2 环境保护目标

本项目所在西彭镇宝恒路 99 号公司 1# 厂房为单层建筑，厂房东长 557 米、南北宽 88 米、高 13 米，X 射线数字成像检测系统所在的手动 X 光室均位于 1# 厂房东侧的压铸车间内。压铸车间从南到北依次布置 A 线、B 线、C 线，为便于各生产线产品的质量检测，每条生产线的末端分别布置 1 间单层手动 X 光室，手动 X 光室顶部为行车通道，人员无法到达，底部悬空跨坐于生产线上。每间手动 X 光室内布置 1 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统，相对应的操作台均布置在面向 X 射线数字成像检测系统工件门的右前侧。

本项目设备所在西彭镇宝恒路 99 号公司 2# 厂房为单层建筑，厂房东长 557 米、南北宽 88 米、高 13 米，X 射线数字成像检测系统所在的手动 X 光室（压铸车间 D、E、F 线上）、自动 X 光室（铸旋车间生产线上）分别位于 2# 厂房东侧的压铸车间、铸旋车间内。压铸车间从南到北依次布置 D 线、E 线、F 线，为便于各生产线产品的质量检测，每条生产线的末端分别布置 1 间单层手动 X 光室，手动 X 光室顶部为行车通道，人员无法到达，底部悬空跨坐于生产线上。每间手动 X 光室内布置 1 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统，相对应的操作台均布置在面向 X 射线数字成像检测系统工件门的右前侧。铸旋车间生产线末端布置 1 间单层自动 X 光室，顶部为行车通道，人员无法到达，底部设置底座安装，楼下无建筑。自动 X 光室内南北并排布置 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统，相对应的操作台均布置在面向 X 射线数字成像检测系统观察窗的右前侧。

本项目环境保护目标分布情况见表 7-1、表 7-2、表 7-3。所在厂区平面布置

续表 7 保护目标与评价标准

图及周围环境见附图 2，设备所在厂房布置图见附图 3、附图 4。

表 7-1 1#厂房内 3 台设备周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	水平距离	高差（m）	基本情况	影响人群	影响因素	
1	手动 X 光室内 X 射线数字成像检测系统铅房四周	四周	约 0~2m	0	单层房间，本项目辐射工作人员工作区，1 人	辐射工作人员	电离辐射	
2	1#厂房内压铸车间（生产线）	东	约 0~50m	-2	压铸车间工作人员，约 20 人	公众成员		
3	1#厂房内通道、压铸车间（生产线）	南	约 0~7m	-2	厂房内部道路，压铸车间工作人员、流动人员约 5 人			
	厂区绿化及道路		约 7~27m	-2	厂区内部道路，流动人员约 5 人			
	生产车间一（志成公司）		约 27~50m	-2	志成公司（非本项目建设单位）工作人员，约 10 人			
4	1#厂房内通道	西	约 0~2m	-2	厂房内部道路，流动人员约 5 人			
	1#厂房内 X 光检查 A、B、C 线		约 2~5m	-2	X 光检查线工作人员，约 6 人			
	1#厂房内自动钻床区		约 5~35m	-2	自动钻床区工作人员，约 5 人			
	1#厂房内热处理车间		约 35~50m	-2	热处理车间工作人员，约 20 人			
5	1#厂房内通道、压铸车间（生产线）	北	约 0~15m	-2	厂房内部道路，压铸车间工作人员、流动人员约 5 人			
	1#厂房内模具区、铸造办公室		约 15~30m	-2	模具维修、存放、检验工作人员、铸造办公人员，约 20 人			
	厂区道路及绿化		约 30~47m	-2	厂区内部道路，流动人员约 5 人			
	2#厂房空压站		约 47~50m	-2	空压站工作人员，约 2 人			
6	1#厂房压铸平台	东、西、北	约 0~50m	0	压铸车间工作人员，约 5 人			
7	1#厂房内通道	楼下	/	-2	厂房内部道路，流动人员约 2 人			

备注：楼上为行车设备区，人员无法到达，1#厂房内行车检修点机加车间末端，远大于 50m。三台设备中间为厂房内通道、压铸车间（生产线），遵循最不利原则，各环境保护目标与设备的水平距离，按其与任一设备的最小距离进行评价。

表 7-2 2#厂房内 3 台手动探伤设备周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	水平距离	高差 (m)	基本情况	影响 人群	影响 因素
1	手动 X 光室内 X 射线数字成像检测系统铅房四周	四周	约 0~2m	0	单层房间，本项目辐射工作人员工作区，1 人	辐射 工作 人员	电离 辐射
2	2#厂房内压铸车间（生产线）	东	约 0~50m	-2	压铸车间、旋压车间工作人员，约 20 人	公众 成员	
3	2#厂房内通道、压铸车间（生产线）	南	约 0~15m	-2	厂房内部道路，压铸车间工作人员、流动人员约 5 人		
	2#厂房内模具区、铸造办公室		约 15~30m	-2	模具维修、存放、检验工作人员、铸造办公人员，约 20 人		
	2#厂房空压站		约 30~36m	-2	空压站工作人员，约 2 人		

续表 7 保护目标与评价标准

	厂区绿化及道路		约 36~50m	-2	厂区内部道路, 流动人员约 5 人		
4	2#厂房内通道	西	约 0~15m	-2	厂房内部道路, 流动人员约 5 人		
	2#厂房内热处理车间、铸旋车间、中控检查站		约 15~50m	-2	热处理车间、铸旋车间、中控检查站工作人员, 约 20 人		
5	2#厂房内通道、压铸车间(生产线)	北	约 0~12m	-2	厂房内部道路, 压铸车间工作人员、流动人员约 5 人		
	2#厂房内旋压车间		约 12~30m	-2	旋压车间工作人员, 约 10 人		
	厂区绿化及道路		约 30~50m	-2	厂房内部道路, 流动人员约 5 人		
6	2#厂房压铸平台	东、西、北	约 0~50m	0	压铸车间工作人员, 约 5 人		
7	2#厂房内通道	楼下	/	-2	厂房内部道路, 流动人员约 2 人		

备注: 楼上为行车设备区, 人员无法到达, 2#厂房内行车检修点机加车间末端, 远大于 50m。三台设备中间为厂房内通道, 遵循最不利原则, 各环境保护目标与设备的水平距离, 按其于任一设备的最小距离进行评价。

表 7-3 2#厂房内 2 台自动探伤设备周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	水平距离	基本情况	影响人群	影响因素
1	自动 X 光室内 X 射线数字成像检测系统铅房四周	四周	约 1~2m	单层房间, 本项目辐射工作人员工作区, 2 人	辐射工作人员	电离辐射
2	2#厂房内通道、铸旋车间（生产线）	东	约 2~20m	厂房内部道路, 铸旋车间工作人员、流动人员约 5 人	公众成员	
	2#厂房内压铸车间、旋压车间		约 20~50m	压铸车间、旋压车间工作人员, 约 20 人		
3	2#厂房内通道	南	约 1~3m	厂房内部道路, 流动人员约 5 人		
	2#厂房内铸旋车间、热处理车间、中控检查站		约 3~50m	铸旋车间、热处理车间、中控检查站工作人员, 约 20 人		
4	2#厂房内铸旋车间（生产线）	西	约 2~15m	铸旋车间工作人员, 约 2 人		
	2#厂房内机加材料暂存区		约 15~35m	车间工作人员, 约 5 人		
	2#厂房内机加工车间		约 35~50m	机加工车间人员, 约 20 人		
5	2#厂房内轮毂暂存区	北	约 1~25m	轮毂暂存区, 工作人员约 2 人		
	厂区绿化及道路		约 25~45m	厂区内部道路, 流动人员约 5 人		
	3#厂房（志成公司）		约 45~50m	志成公司（非本项目建设单位）工作人员, 约 10 人		

备注: 楼上为行车设备区, 人员无法到达, 2#厂房内行车检修点机加车间末端, 远大于 50m。铅房底部设置底座安装, 地下无建筑。两台设备中间为厂房内通道, 遵循最不利原则, 各环境保护目标与设备的水平距离, 按其于任一设备的最小距离进行评价。

续表 7 保护目标与评价标准

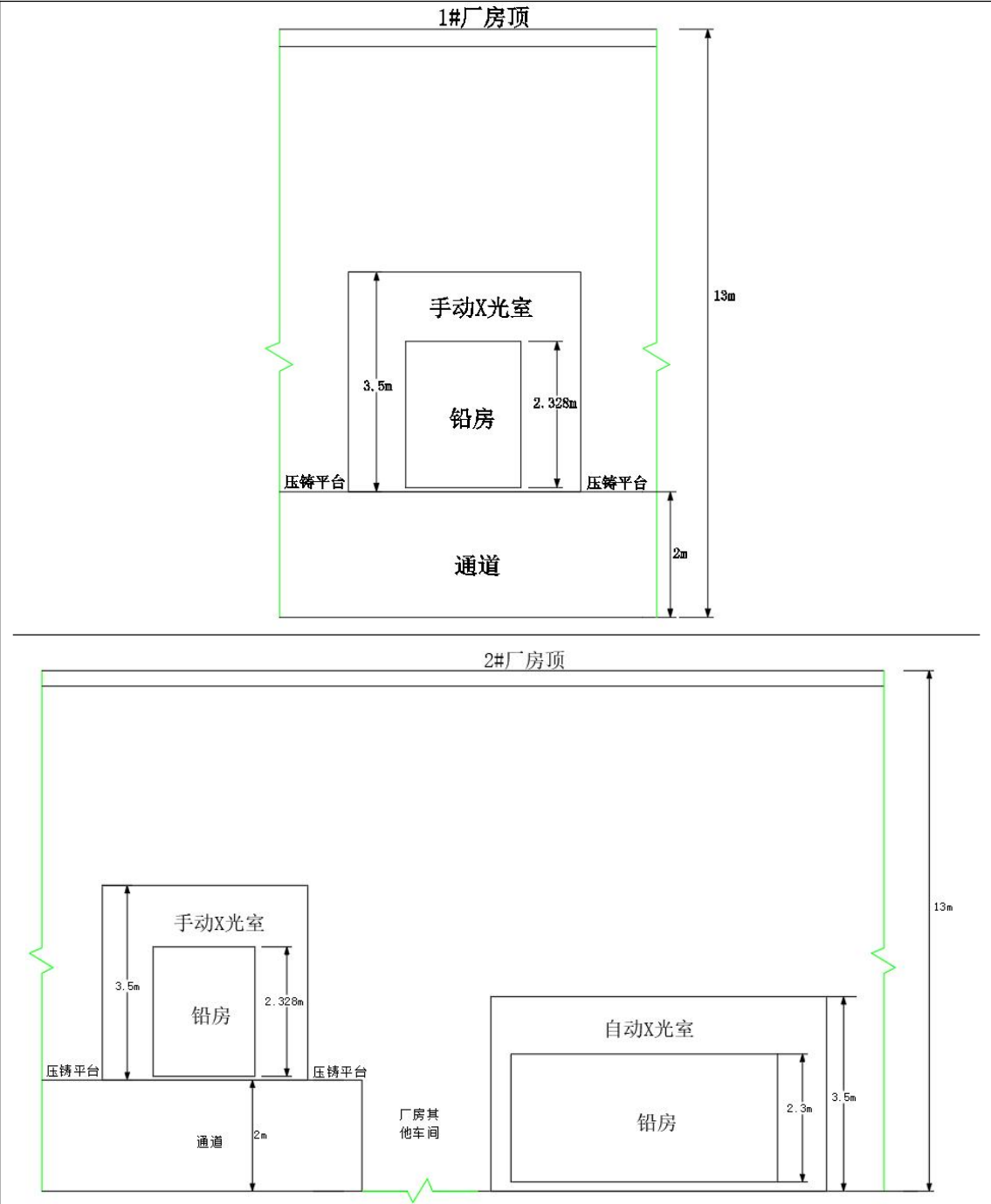


图 7-1 本项目设备与所在厂房剖面示意图

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。

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除 6.2.2 条规定的特殊情况外，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

续表 7 保护目标与评价标准

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 剂量限值

B1.1 职业照射

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。

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 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600 kV 及以下的 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。

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（本报告表 7-4）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 7-4 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
>200	<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

续表 7 保护目标与评价标准

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）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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）。

(4) 评价标准及相关参数取值

①管理目标值

建设单位取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值四分之一即 5mSv/a 作为辐射工作人员的年有效剂量管理目标值；取公众照射剂量限值的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值，满足 GB18871-2002 的规定。

②剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的剂量参考控制水平并按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中导出剂量率参考控制水平核算方法，本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽体外周围剂量当量率控制水平核算如下：

续表 7 保护目标与评价标准

A 核算方法

关注点导出剂量率参考控制水平按下式计算：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{(t \bullet U \bullet T)} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

H_c —一周剂量参考控制水平（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）

t —探伤装置周照射时间，h

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目取 1

T —人员在相应关注点驻留的居留因子

B 居留因子

根据 GBZ/T250-2014 附录 A，不同场所的居留因子选取如表 7-5 所示。

表 7-5 不同场所的居留因子

场所	居留因子	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
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

备注：后文计算中的居留因子参照本表取值，后文不再提及。

综上所述，结合本项目实际情况，确定本项目的主要评价标准要求见表 7-6 所示。

表 7-6 项目主要评价标准及相关要求汇总表

序号	项目	控制限值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	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：≤100 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ； 公众成员周剂量：≤5 $\mu\text{Sv}/\text{周}$	GBZ/T250—2014
3	设备性能要求	距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线所致周围剂量当量率：<2.5mSv/h（管电压 150~200kV）	GBZ117-2022
4	剂量率参考控制水平	面向工件门，屏蔽体上、下、左、右、前、后 30cm 处，底部周围剂量当量率≤2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	GBZ117-2022 GBZ/T250-2014
5	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

本项目位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 1#、2#厂房内，地理位置见附图 1。本项目 X 射线数字成像检测系统有定制铅房，分别安装在 1#厂房压铸车间、2#厂房压铸车间和铸旋车间，所在厂房楼上无建筑，且人员无法到达，楼下为实土层。项目场所位置见附图 3、附图 4，项目场址现状及周围环境现状见附图 7。

8.2 辐射背景情况

为掌握本项目场址及周围辐射环境背景水平，重庆泓天环境监测有限公司于 2025 年 8 月 15 日对本项目场址及周围的环境γ辐射剂量率进行了监测，监测时设备未开机。监测结果见渝泓环（监）〔2025〕1134 号。

（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	校准因子
环境级 x、γ辐射巡检仪 RGM5200	1222203004005	2024112106273	2025.12.2	1.12

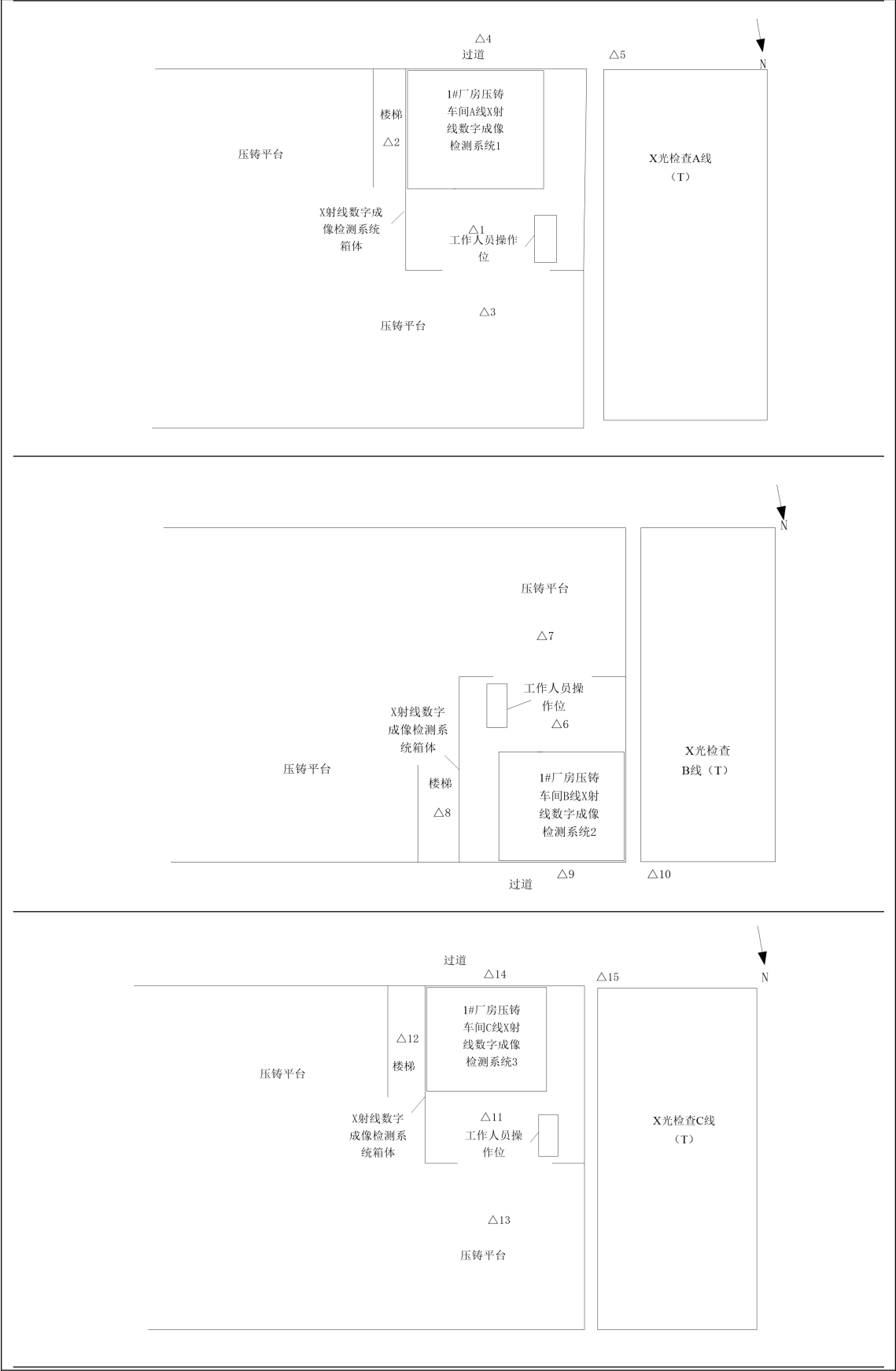
测量范围： 10nSv/h-100μSv/h。

（4）监测点位

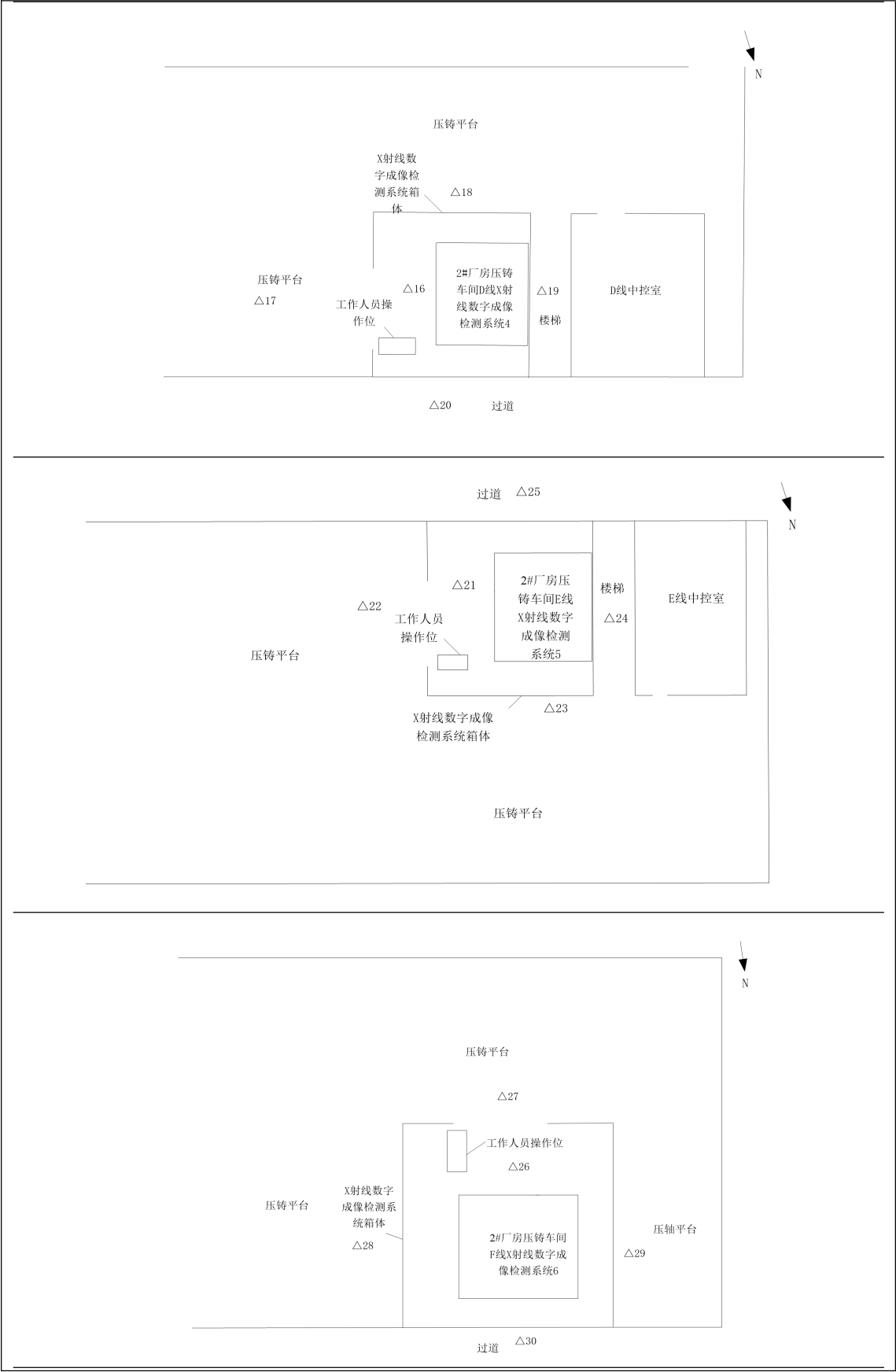
本次监测共布设了 39 个监测点，监测点位布点示意图见图 8-1。

监测布点合理性分析：本次监测在 X 射线数字成像检测系统所在的 1#厂房、X 光探伤室内、四周均设置了监测点位，生产车间二 X 光探伤区周围及所在厂房外均设置了监测点位，布点覆盖了项目所在位置和最近环境保护目标，监测布点较全面，可以反映项目场址及其周围环境的辐射环境水平。

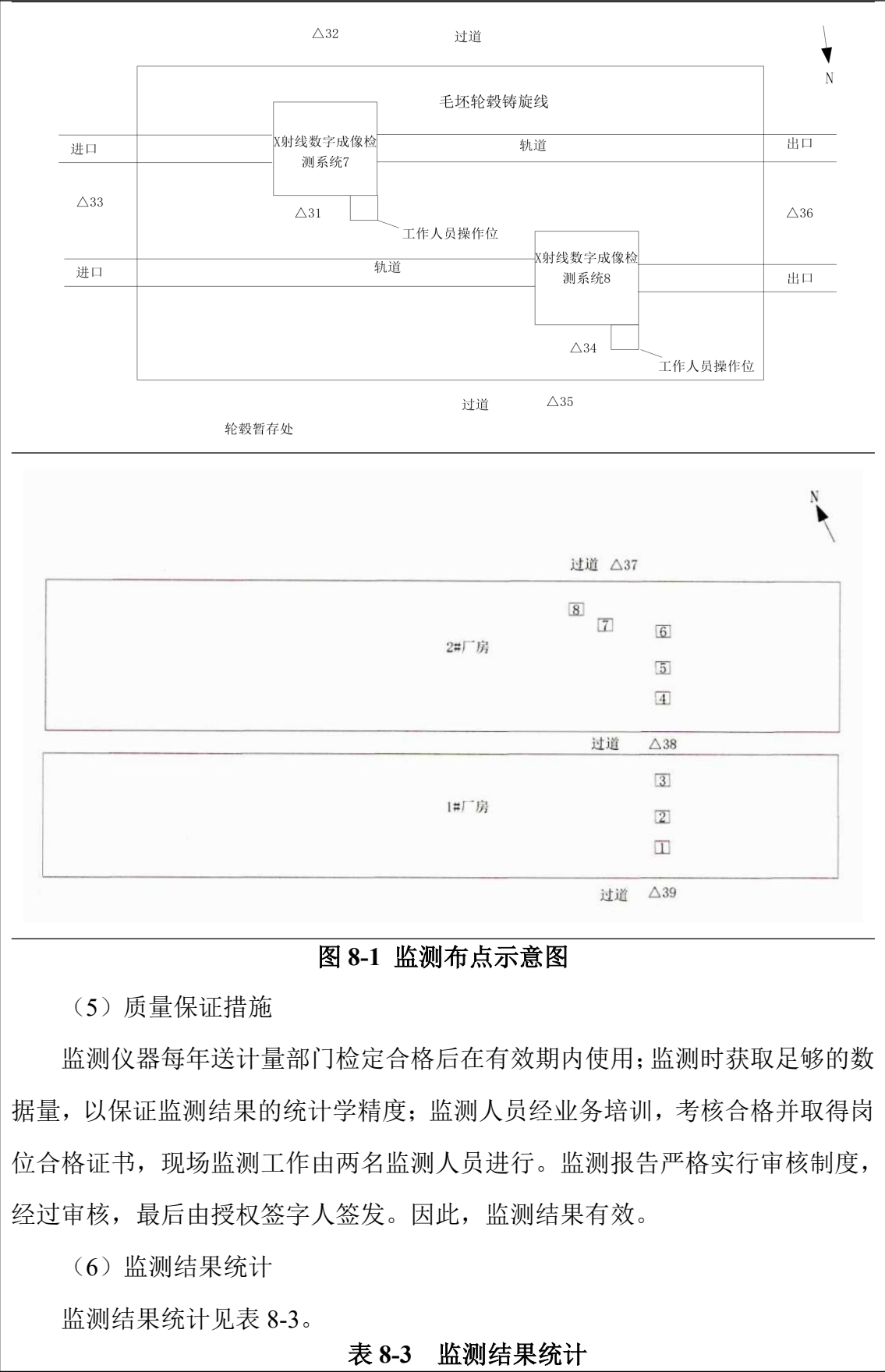
续表 8 环境质量现状



续表 8 环境质量现状



续表 8 环境质量现状



续表 8 环境质量现状

监测 点位	监测点位描述	环境 γ 辐射剂 量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
$\Delta 1$	1#厂房压铸车间 A 线 X 射线数字成像检测系统 1 旁	0.063
$\Delta 2$	1#厂房压铸车间 A 线 X 射线数字成像检测系统 1 东侧楼梯	0.063
$\Delta 3$	1#厂房压铸车间 A 线 X 射线数字成像检测系统 1 北侧压铸平台	0.064
$\Delta 4$	1#厂房压铸车间 A 线 X 射线数字成像检测系统 1 南侧过道	0.064
$\Delta 5$	1#厂房压铸车间 A 线 X 射线数字成像检测系统 1 西侧 X 光检查 A 线 (T) 旁	0.062
$\Delta 6$	1#厂房压铸车间 B 线 X 射线数字成像检测系统 2 旁	0.062
$\Delta 7$	1#厂房压铸车间 B 线 X 射线数字成像检测系统 2 南侧压铸平台	0.063
$\Delta 8$	1#厂房压铸车间 B 线 X 射线数字成像检测系统 2 东侧楼梯	0.066
$\Delta 9$	1#厂房压铸车间 B 线 X 射线数字成像检测系统 2 北侧过道	0.064
$\Delta 10$	1#厂房压铸车间 B 线 X 射线数字成像检测系统 2 西侧 X 光检查 B 线 (T) 旁	0.064
$\Delta 11$	1#厂房压铸车间 C 线 X 射线数字成像检测系统 3 旁	0.065
$\Delta 12$	1#厂房压铸车间 C 线 X 射线数字成像检测系统 3 东侧楼梯	0.066
$\Delta 13$	1#厂房压铸车间 C 线 X 射线数字成像检测系统 3 北侧压铸平台	0.064
$\Delta 14$	1#厂房压铸车间 C 线 X 射线数字成像检测系统 3 南侧过道	0.064
$\Delta 15$	1#厂房压铸车间 C 线 X 射线数字成像检测系统 3 西侧 X 光检查 C 线 (T) 旁	0.065
$\Delta 16$	2#厂房压铸车间 D 线 X 射线数字成像检测系统 4 旁	0.064
$\Delta 17$	2#厂房压铸车间 D 线 X 射线数字成像检测系统 4 东侧压铸平台	0.064
$\Delta 18$	2#厂房压铸车间 D 线 X 射线数字成像检测系统 4 南侧压铸平台	0.064
$\Delta 19$	2#厂房压铸车间 D 线 X 射线数字成像检测系统 4 西侧楼梯	0.063
$\Delta 20$	2#厂房压铸车间 D 线 X 射线数字成像检测系统 4 北侧过道	0.064
$\Delta 21$	2#厂房压铸车间 E 线 X 射线数字成像检测系统 5 旁	0.063
$\Delta 22$	2#厂房压铸车间 E 线 X 射线数字成像检测系统 5 东侧压铸平台	0.065
$\Delta 23$	2#厂房压铸车间 E 线 X 射线数字成像检测系统 5 北侧压铸平台	0.064
$\Delta 24$	2#厂房压铸车间 E 线 X 射线数字成像检测系统 5 西侧楼梯	0.064
$\Delta 25$	2#厂房压铸车间 E 线 X 射线数字成像检测系统 5 南侧过道	0.064
$\Delta 26$	2#厂房压铸车间 F 线 X 射线数字成像检测系统 6 旁	0.064
$\Delta 27$	2#厂房压铸车间 F 线 X 射线数字成像检测系统 6 南侧压铸平台	0.065
$\Delta 28$	2#厂房压铸车间 F 线 X 射线数字成像检测系统 6 东侧压铸平台	0.062
$\Delta 29$	2#厂房压铸车间 F 线 X 射线数字成像检测系统 6 西侧压铸平台	0.065
$\Delta 30$	2#厂房压铸车间 F 线 X 射线数字成像检测系统 6 北侧过道	0.064
$\Delta 31$	14#X 射线数字成像检测系统 7 旁	0.064
$\Delta 32$	14#X 射线数字成像检测系统 7 南侧过道	0.064
$\Delta 33$	毛坯轮毂旋压线进口旁	0.064

续表 8 环境质量现状

△34	15#X 射线数字成像检测系统 8 旁	0.065
△35	15#X 射线数字成像检测系统 8 北侧过道	0.064
△36	毛坯轮毂旋压线出口旁	0.064
△37	2#厂房南侧外过道	0.063
△38	1#厂房与 2#厂房中间过道	0.065
△39	1#厂房北侧外过道	0.064

备注：1μGy/h=1000nGy/h，以上监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据监测可知，本项目场址及周围环境γ辐射剂量率监测值范围为 62nGy/h～66nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）。根据《2024 年重庆市辐射环境质量报告书（简化版）》，累积剂量测得的γ辐射空气吸收剂量率全市点位年均值范围为 79.2~108nGy/h，平均值为 96.1nGy/h。对比可知，本项目场址及周围环境γ辐射剂量率监测值在重庆市环境γ辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。

8.3 辐射现状（手动 X 光室内设备情况）

2025 年 7 月 8 日，建设单位委托重庆泓天环境监测有限公司对已运行的 6 台 DU300W 型的 X 射线数字成像检测系统铅房外四周、顶部、其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置处进行了现状监测（渝泓环（监）[2025] 941 号）。监测情况如下：

表 8-4 现状监测情况一览表

设备型号	DU300W 型					
工作场所	1#厂房压铸车间 A 线手动 X 光室	1#厂房压铸车间 B 线手动 X 光室	1#厂房压铸车间 C 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 D 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 E 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 F 线手动 X 光室
监测工况	电压：140kV 电流：5mA	电压：80kV 电流：6mA	电压：80kV 电流：6mA	电压：120kV 电流：6mA	电压：140kV 电流：6mA	电压：120kV 电流：6mA
周围剂量当量率（μSv/h）	0.08~0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10~0.27

注：由于监测期间每条生产线抽检的工件不一样，所以监测工况不一致；最大周围剂量当量率均未扣除本底 0.08μSv/h；周围剂量当量率 0.27μSv/h 为监测防护门中间门缝处的监测值。

根据上表可知，周围剂量当量率 0.27μSv/h 为监测防护门中间门缝处的监测值，其余各监测点周围剂量当量率在本底值的正常涨落范围内，远低于标准规定的 2.5μSv/h 限值，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）要求。

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

本项目涉及的 8 台 X 射线数字成像检测系统位于已建成的厂房内生产车间区域，施工过程主要为设备安装，工作量很小，产生的废水、废气、固废、噪声经合理的处置对周围环境影响较小，已安装的 6 台 X 射线数字成像检测系统经现场调查无施工期环保遗留问题。因此，本评价不再详细分析项目建设阶段施工期环境影响。

9.2 营运期工艺流程及产污环节

9.2.1 设备组成及工作方式

(1) 设备组成

本项目共配置 8 台 X 射线数字成像检测系统，每套系统主要由铅房、电气柜、操作台、机械运动机构、X 射线管头、C 形臂、高压发生器、平板成像器、水冷系统等组成。其中，拟在 2#厂房铸旋车间自动 X 光室配置的两台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统采用自动探伤工作模式，其 X 射线管头与探测器组成 C 形臂结构，工件防护门设于设备两侧，并基于红外检测实现自动启闭；其余已配置的 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统采用手动探伤工作模式，X 射线管头和平板成像器分别固定在支撑结构上，组成 C 形臂结构，工件防护门位于设备正前方，通过手动按键开闭。

本项目各设备图片见图 9-1 至 9-2。

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-1 DU300W 型整体、铅房内部、操作台

续表 9 项目工程分析与源项



续表 9 项目工程分析与源项

X 射线数字成像检测系统的运行，包含显示器、监视器、射线机控制器、触摸屏等。

④机械运动机构

本项目 X 射线数字成像检测系统的机械运动系统位于铅房内，包括射线管及工件平台旋转，工件旋转单元带动工件平台实现水平 360°旋转，均为 1 个载物平台。

各 X 射线数字成像检测系统机械运动行程见表 9-1。

表 9-1 本项目各 X 射线数字成像检测系统机械运动行程表

设备型号	厂家	数量	安装位置	主射面及摆角	平移行程 (mm)	射线管与屏蔽体外表面最近距离 (mm)
DU300W	苏州道青科技有限公司	6 台	1#、2#厂房压铸车间	左（主射线方向）垂直摆角±15°，辐射角度 17°×17°	上下升降行程 800	距上：674
						距下：854
					左右行程摆角 15°	距左：1283
						距右：549
DU320W	苏州道青科技有限公司	2 台	2#厂房铸造旋车间	上（主射线方向）水平摆角±45°，右板可能为主射线方向。辐射角度 20°×20°	前后固定	距前：798
						距后：1160
					上下固定	距上：1873
						距下：427
					左右行程摆角 45°	距左 1：1594
						距右 1：806
					前后固定	距左 2：2794
						距右 2：2006
						距前：1050
						距后：1050

⑤X 射线管头

本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管头均为单级金属陶瓷 X 射线管，安装在铅房内的 C 形臂一端或底部（仅 DU320W 型 X 射线管头位于底部）。本项目 X 射线管头的射线束形状为方锥束，锥束角度及 X 射线束源点距离铅房各侧表面的最近距离见表 9-1 所示。

⑥管头摆角装置

续表 9 项目工程分析与源项

DU300W 型 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管头摆角装置可实现 X 射线管头垂直方向 $\pm 15^\circ$ 摆动, 需倾斜方向成像时, 通过 X 射线管头摆角运动, 平板成像器垂直升降与之联动来实现。

DU320W 型 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管头摆角装置可实现 X 射线管头水平方向 $\pm 45^\circ$ 摆动, 需倾斜方向成像时, 通过 X 射线管头摆角运动, 平板成像器水平摆动与之联动来实现。

结合设备尺寸及 X 射线管头运动位置给出了主射线可能涉及范围, 具体见表 9-1。

⑦高压发生器

X 射线高压发生器是 X 射线设备中的关键组成部分, 其主要功能是产生并控制用于 X 射线成像的高压电能。高压电源装置是一台可输出 3 千瓦的高压开关电源, 是将电网电源 (AC220V) 进行整流滤波转换成直流电源 (DC), 经过功率器件 (IGBT) 组成桥式逆变电路转换成由主逆变频率控制的高频交流电源 (AC), 用其作为高压变压器的主控电源。在 X 射线设备中, 高压发生器产生的高电压被用于驱动 X 射线管。当高压加在 X 射线管的阴阳极之间时, 会加速管内的电子, 使其撞击阳极靶面, 从而产生 X 射线。

⑧平板成像器

本项目 X 射线数字成像检测系统的探测器为平板成像器, 安装在 X 射线管对侧, 平板成像器是用来接收穿过工件的射线信号, 经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建, 是数字成像的核心, 将肉眼看不到的“X 射线”转换为最终能转变为图像的“数字化信号”。

⑨冷却器

本项目 X 射线数字成像检测系统的冷却器为水冷系统, 主要功能是为设备降温冷却, 采用外购纯水作为介质, 定期更换。

⑩铅房排风系统

本项目 X 射线数字成像检测系统工作场所及主射方向见表 9-2, 其排风系统

续表 9 项目工程分析与源项

设置及其他布置见表 9-3。

表 9-2 X 射线数字成像检测系统工作场所及主射方向一览表

设备名称	X 射线数字成像检测系统						
设备型号	DU300W 型						DU320W 型
工作场所	1#厂房压铸车间 A 线手动 X 光室	1#厂房压铸车间 B 线手动 X 光室	1#厂房压铸车间 C 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 D 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 E 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 F 线手动 X 光室	2#厂房铸旋车间自动 X 光室
数量(台)	1	1	1	1	1	1	2
主射方向	东	西	东	南	南	西	上

表 9-3 本项目 X 射线数字成像检测系统配置情况

设备型号	DU300W 型	DU320W 型
高压电源装置	右后侧	左后侧
冷却系统	右后侧	左后侧
电气柜	右后侧	左后侧
操作台	右侧	右侧
穿墙电缆位置	右后侧	左后侧
工件门	正面	左侧、右侧
检修门	正面	正面
观察窗	正面	正面
通风系统设置	手动 X 光室排风扇	自动 X 光室排风扇
铅房有效容积 (m ³)	4.5	10.6
X 光室有效容积 (m ³)	40~64	295.75
风量	200m ³ /h	1000m ³ /h
通风次数 (次/h)	3	3
排风去向	利用手动 X 光室排风扇和厂房排风系统排出	利用自动 X 光室排风扇和厂房排风系统排出

(2) 工作方式

本项目 X 射线数字成像检测系统工作方式为固定式探伤,工作模式下人员均不进入铅房内,检测曝光时 X 射线束朝设备铅房左侧或顶部定向连续出束照射,X 射线数字成像检测系统通过平板成像器采集图像,采集结束后停止曝光,采集的图像输出到操作台的显示器上,工作人员在操作台上观察检测图像,确认检测

续表 9 项目工程分析与源项

结果。

手动 X 光室内 DU300W 型设备用于各生产线换模后的工件抽检。待检工件由车间工作人员放置于手动 X 光室旁的指定区域,随后由辐射工作人员将其搬入铅房内进行检测;自动 X 光室内 DU320W 型设备与铸旋生产线联动,实现工件全检。工件由上游生产线通过传送带直接输送至铅房内,完成自动化检测。

(3) 工作负荷

根据建设单位提供的设备现有运行情况,本项目 X 射线数字成像检测系统工作负荷见表 1-5,单台设备年出束时间为 138h、1932h。具体见表 1-5。

(4) 设备参数

本项目配置的 6 台 X 射线数字成像检测系统主要技术参数见表 9-4。

表 9-4 本项目 X 射线数字成像检测系统主要技术参数

设备名称	X 射线数字成像检测系统	
设备型号	DU300W	DU320W
最大管电压	160kV	160kV
最大管电流	22.5mA	22.5mA
功率	1800W	1800W
焦点尺寸 (mm)	1.0/0.4	1.0/0.4
焦距 (mm)	650-950	650-950
射线辐射角	17° (水平) × 17° (垂直) 垂直摆角 ±15°	20° (水平) × 20° (垂直) 水平摆角 ±45°
过滤材料	0.5mm Cu	0.5mm Cu
发射率 mGy·m ² / (mA·min)	6.0	6.0
照射方式	定向照射 (向左)	定向照射 (向上)
最大穿透厚度	100mm (铝)	100mm (铝)
最大可检工件规格	Φ700×350 mm	Φ700×350 mm
装置屏蔽	铅房	铅房
其他	安全联锁系统、摄像监视系统等	安全联锁系统、摄像监视系统等

9.2.2 工作原理及工艺流程

(1) 工作原理

① X 射线产生原理

X 射线数字成像检测系统的 X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极

续表 9 项目工程分析与源项

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钨靶射击。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 9-3。

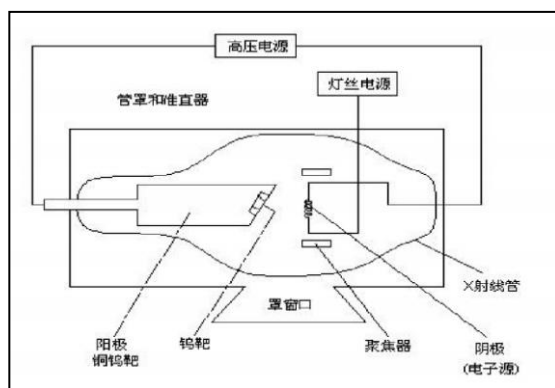


图 9-3 X 射线管原理示意图

②数字成像原理

X 射线数字成像检测系统是新一代的无损检测设备，以数字实时成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由平板成像器接收并转换成数字信号，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，可显示出检测对象内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

(2) 工艺流程

1) DU300W 型工艺流程

本项目 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统主要工艺流程及产污环节见图 9-4。

续表 9 项目工程分析与源项

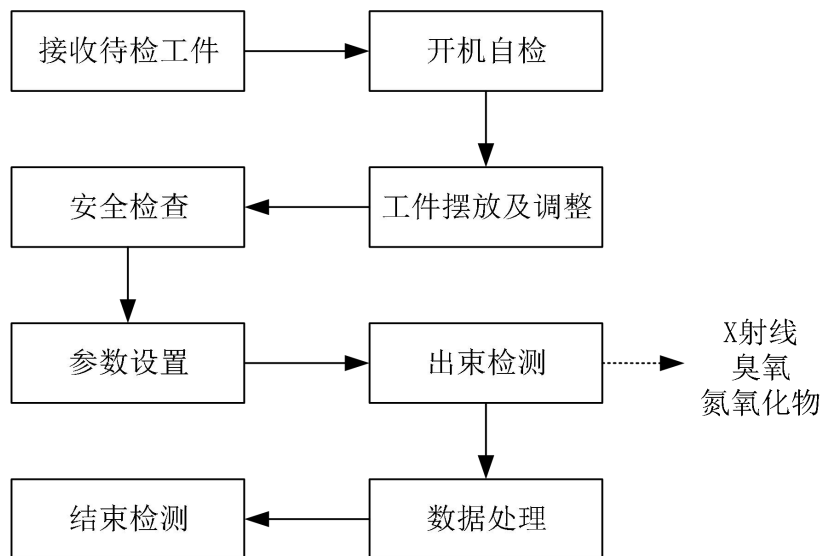


图 9-4 项目工艺流程及产排污简图

①接收待检工件：车间工作人员将待检工件运至手动 X 光室外工件放置区；本项目操作人员接收待检工件后进行信息登记；

②开机自检：操作人员打开 X 射线数字成像检测系统设备，启动系统自检工作；

③工件摆放及调整：操作人员打开工件门，将受检工件固定安放在工件平台上并确保其稳定性；操作人员关闭工件门，根据受检部位需求在操作台上利用工件机械运动机构前后左右上下移动和水平旋转至合适位置。

④安全检查：操作人员通过视频监控确认铅房内部无人员滞留，检查门机联锁等安全装置系统都启动并正常。

⑤参数设置：操作人员根据工件的尺寸设置管电压、管电流等检测参数；

⑥出束检测（以 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统为例）：主控钥匙先旋转至“开”，电源接通指示灯亮（绿色），设备自检，冷却器、铅门联锁、急停按钮、高压锁复位，设置出束电流、电压参数，点击开高压，设备出束。采集结束后点击显示器“X-ray off”关闭高压。

⑦数据重建：采集结束后通过计算机算法，对采集得到的数据进行处理，生

续表 9 项目工程分析与源项

成采集图像，分析检测结果，出具检测报告；

⑧结束检测：打开工件门取出受检工件，同时将下一个待检工件放置到工件平台上准备下一个检测过程或者结束工作。

整个过程操作人员均不进入铅门内部，只有设备需要维修、维护时，经过专业培训的维修人员在设备断电情况下佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪进入铅房。

2) DU320W 型工艺流程

本项目 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统主要工艺流程及产污环节见图 9-5。

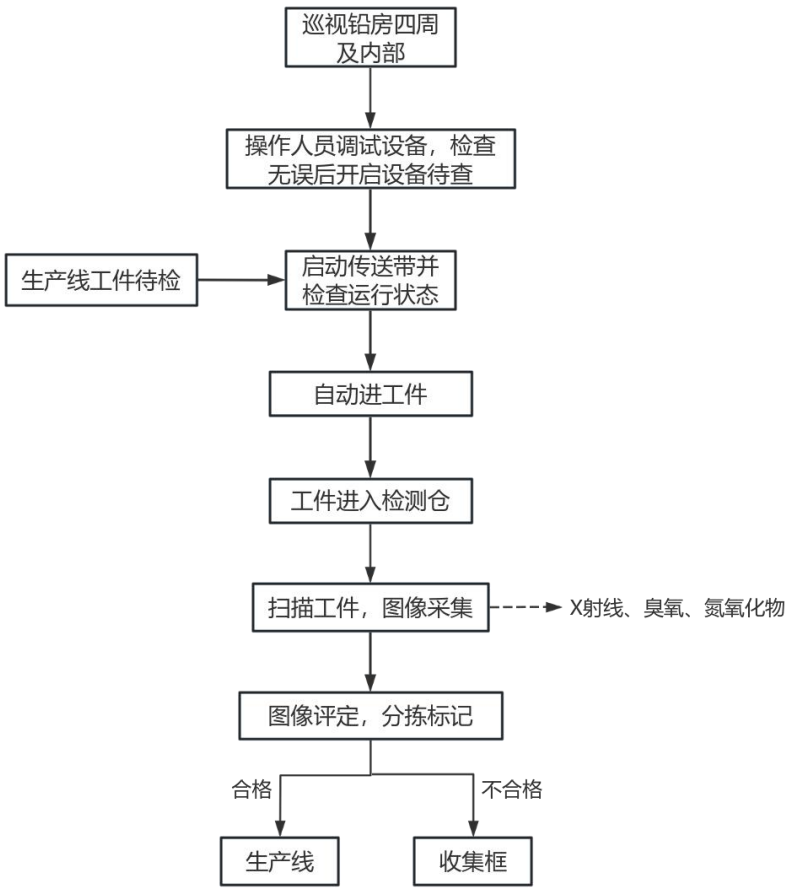


图 9-5 项目工艺流程及产排污简图

在工作前必须做好一切准备，根据操作规范要求，调节好所需要的电流电压，准备检测后，非辐射工作人员不得进入自动 X 光室内，以免发生误照事故。

①待检工件经上游生产线固定在传送带上待检；

续表 9 项目工程分析与源项

②检测前辐射工作人员巡视铅房周围、传送带及铅房内部是否有无关人员逗留；

③辐射工作人员将系统电源打开，启动电脑，打开计算机图像显示器、图像处理软件等，确保各安全联锁系统正常，并将机房底部的射线管调整至初始化位置，按下按钮，系统进行初始化操作（不出射线），设定好工件检测需要的电流电压后离开自动 X 光室；

④车间工作人员在中控检查站处启动传送带准备好传送工作，确认各段传送带能够正常传送；

⑤开启自动化装置，工件随传送带经左侧（即东侧）第一道工件门进入进料仓，再经过第二道工件门进入检测仓，待检测仓的两道工件门完全关闭后，设备自动出束检测。机房底部的射线管可水平摆动对工件的各个部位进行照射，来达到检测工件不同位置的目的，平板成像器随着管头的调节同步移动；

⑥工件检测完成，分析检测结果，出具电子分析报告（不需洗片，检测结果自动保存至电脑）。同时，工件随传送带依次通过铅房右侧（即西侧）第一道工件门离开检测仓，进入出料仓，再通过第二道工件门退出铅房。在传送带与检测系统的联动接口处，设有自动分拣装置，合格工件继续沿传送带前行至下一道工序；不合格工件则通过轨道下沉，被剔除并传送至专用收集框。

9.3 路径规划

本项目路径规划分为人流路径和物流路径，具体如下。

（1）人流路径

本项目操作人员进入手动 X 光室、自动 X 光室，手动探伤设备（DU300W 型）在操作人员操作台前操作设备，自动探伤设备（DU320W 型）操作人员在调试好设备检查无误开启射线后退出自动监测区域。

（2）工件路径

DU300W 型：待检工件存放于手动 X 光室外工件待检区，经操作人员人工搬运，从手动 X 光室门搬运放置在 X 射线数字成像检测系统的工件平台上，工

续表 9 项目工程分析与源项

件经前侧防护门进入铅房内进行检测，检测完成后原路返回离开。

DU320W 型：待检工件由经上游生产线固定在传送带上待检，随传送带经左侧（即东侧）第一道工件门进入进料仓，再经过第二道工件门进入检测仓，检测完毕后工件随传送带依次通过铅房右侧（即西侧）第一道工件门离开检测仓，进入出料仓，再通过第二道工件门退出铅房，合格工件继续前行至下道工序；不合格工件则通过轨道下沉，被剔除并传送至专用收集框。

项目人流、物流图见图 9-6、9-7。

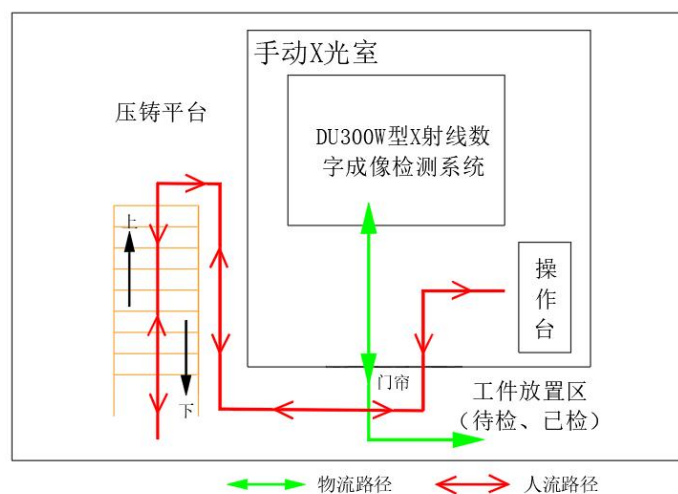


图 9-6 本项目 DU300W 型设备人流物流路径图（6 台设备路径相似）

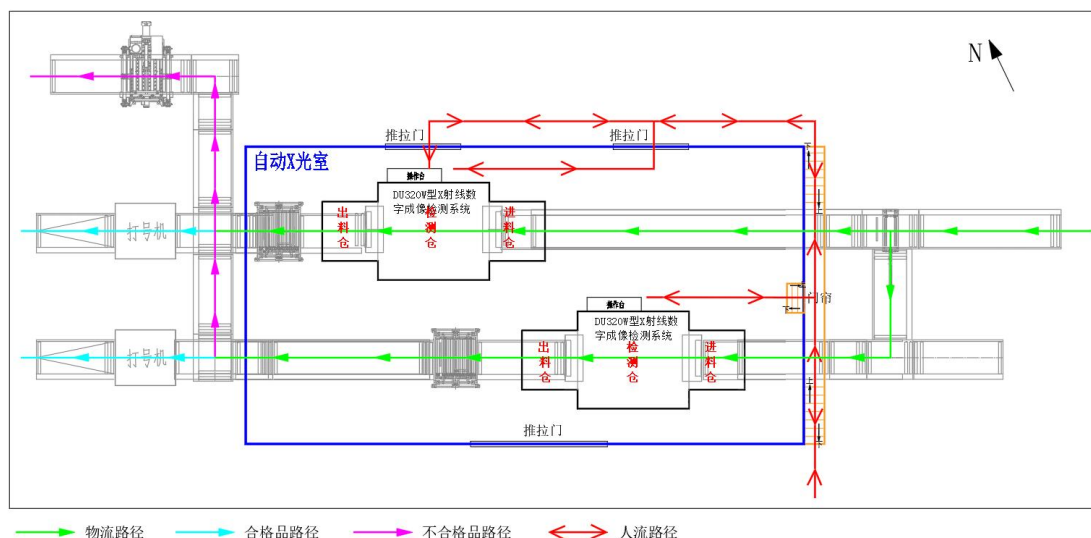


图 9-7 本项目 DU320W 型的 2 台设备人流物流路径图

9.4 污染源项分析

根据工艺流程可知，本项目产生的污染物主要有 X 射线数字成像检测系统曝

续表 9 项目工程分析与源项

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 射线数字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 射线数字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 射线数字成像检测系统工作流程，X 射线数字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 射线管出束照射期间，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 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。X 射线数字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、加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管过滤材料为 0.5mm 铜，根据厂家提供设备输出量参数，参照《医用外照射源的辐射防护》（ICRP33）中 P55、56 的图 2、3（本报告表图 9-8）可知，160kV 的 X 射线管的输出量为 $6\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

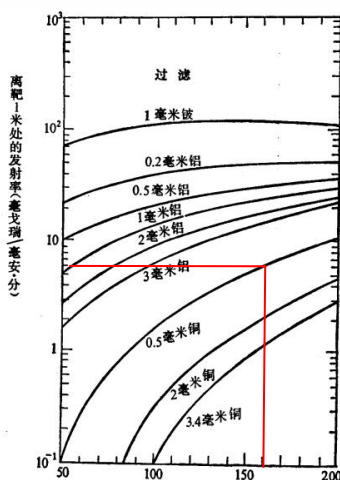


图 9-8 离靶 1 米处的发射率

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

续表 9 项目工程分析与源项

伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目管电压在 150~200kV，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应小于 2.5mSv/h。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、设备箱体等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线数字成像检测系统的 X 射线能量、输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离等有关。90° 散射线能量最高，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，160kV 的 X 射线 90° 散射辐射相应的 kV 值为 150kV。

9.4.2 “三废”产排情况

本项目 X 射线数字成像检测系统采用数字成像，结果实时存档，不需洗片，无损检测作业过程中主要产生 X 射线，不产生放射性“三废”。

（1）废气

在 X 射线数字成像检测系统无损检测作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目在手动 X 光室、自动 X 光室设置排风扇进行通风换气，废气经防护门逸散到 X 光室内，而后分别经手动 X 光室、自动 X 光室的排风扇排至厂房内，而后经厂房的通风系统排出厂外。

（2）废水

本项目无生产废水产生。本项目不新增工作人员，不新增生活污水产生量，辐射工作人员产生的生活污水经各厂区生化池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准再排入陶家镇生活污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后排入大溪河。

（3）噪声

本项目手动 X 光室、自动 X 光室设置排气扇进行通风换气，排气扇为低噪声设备，风机设置在厂房内，经距离衰减和厂房隔声等措施后排放。

（4）固体废物

本项目不新增工作人员，不新增生活垃圾产生量，辐射工作人员产生的生活垃圾依托原有生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

续表 9 项目工程分析与源项

X 射线数字成像检测系统报废后，对设备去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

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 9-5 所示。

表 9-5 项目污染物产排情况统计表

污染物	污染因子	产生量	处理处置方式
电离辐射	X 射线	主射线能量 160kV，主射线 X 射线输出量分别为 $6\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。 散射线能量 150kV； 设备距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 2.5mSv/h 。	设备自屏蔽
废气	O_3 、 NO_x	少量	机械排风
废水	生活污水	不新增	依托厂区生化池
噪声	噪声	低噪声设备	隔声、距离衰减
一般固废	生活垃圾	不新增	交环卫部门处理
	报废 X 射线数字成像检测系统	8 台	设备去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目布局与分区

10.1.1 工作场所布局

本项目位于九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 1#厂房内的 3 台 X 射线数字成像检测系统设备分别固定安装在压铸车间 A、B、C 线的手动 X 光室，位于 1#厂房的东南端，东侧为通道、压铸车间，南侧为厂内道路及绿化，西侧为通道、热处理车间，北侧为模具区、铸造办公室。位于 2#厂房内的 5 台 X 射线数字成像检测系统设备分别固定安装在压铸车间 D、E、F 线的手动 X 光室、铸旋车间自动 X 光室，位于 2#厂房的东南端，东侧布置有通道、压铸车间、旋压车间，南侧为模具区、铸造办公室，西侧为通道、热处理车间、毛坯件暂存区，北侧为厂内道路及绿化。

手动 X 光室内 6 台设备主射束方向朝左侧，前侧仅设置 1 个工件防护门，操作台位于设备右前侧；自动 X 光室内的 2 台设备主射束方向朝上，前侧设置有 1 个观察窗和 3 个检修防护门，左右两侧均设置有 2 个工件防护门，操作台位于设备右前侧。

每间手动 X 光室内固定安装 1 台 X 射线数字成像检测系统及全套辅助部件（操作台、高压电源、冷却器、电气柜），待检工件和已检工件放置在手动 X 光室外工件放置区，由人工进行放置与取走；自动 X 光室内固定安装 2 台 X 射线数字成像检测系统及全套辅助部件（操作台、高压电源、冷却器、电气柜），工件流转通过传送带系统实现全自动进出，无缝衔接生产线。

各 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽铅房和独立操作台，操作台设置位置均避开了主射束方向。本项目检测对象均为小型工件，X 光探伤室内的 6 台设备的操作人员在铅房工件门外即可将工件摆放至工件平台，无需进入铅房；自动 X 光室内的 2 台设备为自动探伤工作模式，工件通过传送带自动进出，无需操作人员摆放工件。X 射线数字成像检测系统设备相关高压电源装置、冷却器、电气柜等辅助部件均设置于铅房外，便于维护维修。

因此，本项目平面布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的

续表 10 辐射安全与防护

要求，布局合理。

10.1.2 分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。监督区：这种区域未被确定为控制区，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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 款规定，应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

10.1.3 区域划分情况

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，建设单位对本项目 X 射线数字成像检测系统工作场所实行分区管理。将 X 射线数字成像检测系统铅房内部区域划为控制区，将铅房外部相邻区域划为监督区。项目具体区域划设情况如下表 10-1，分区布局示意图见图 10-1、10-2。

表 10-1 项目区域划设情况表

项目	控制区	监督区
6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统	铅房内部	手动 X 光室内的铅房外部区域
2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统	铅房内部	自动 X 光室内的铅房外部区域

续表 10 辐射安全与防护

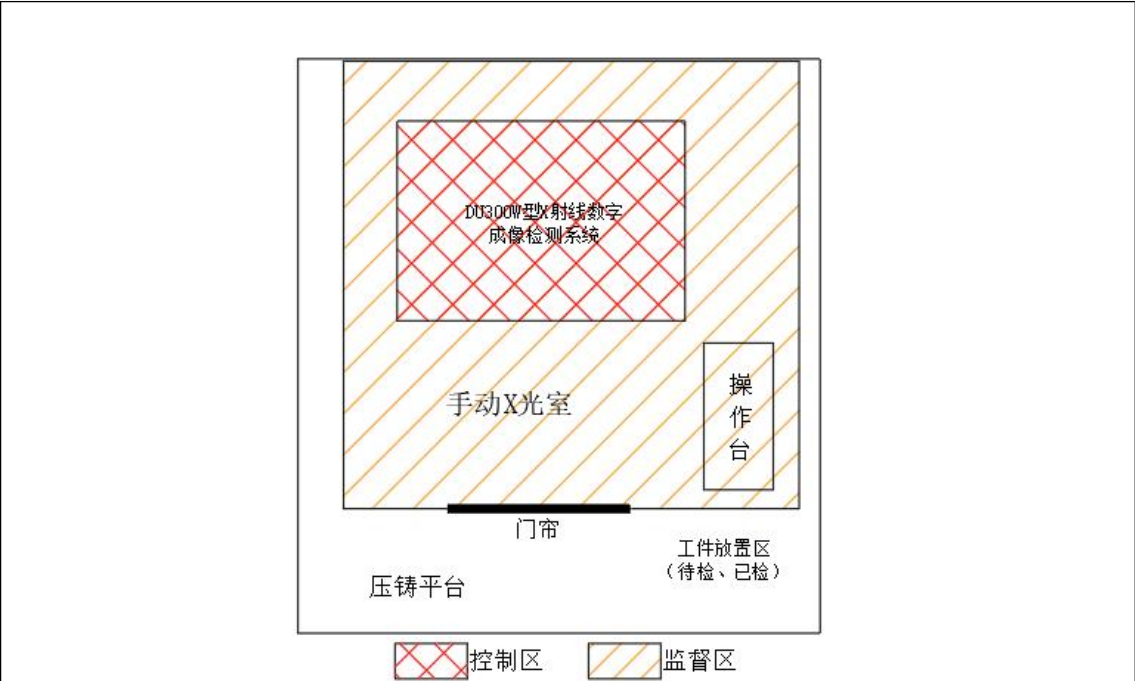


图 10-1 手动 X 光室辐射工作场所区域划分示意图

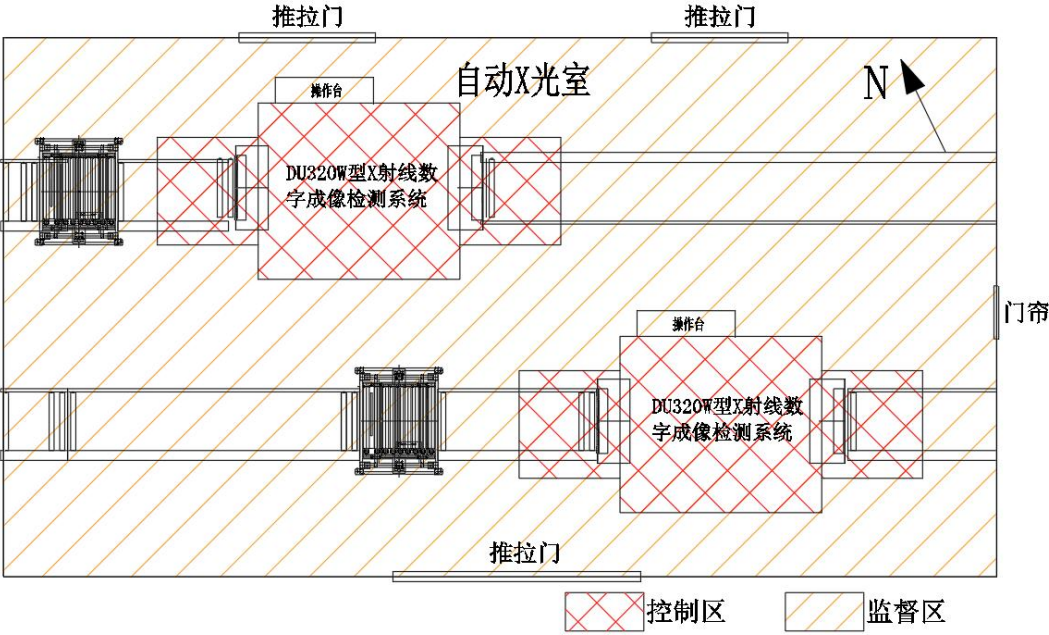


图 10-2 自动 X 光室工作场所区域划分示意图

建设单位采取的分区管理措施如下：

①控制区：对控制区进行严格控制，设置醒目的声光报警、工作状态指示器及电离辐射警告标志，以及门机联锁等防止人员误入的控制措施，X 射线数字成像检测系统在运行中严禁任何人进入铅房；在此区进行设备维修等工作人员应

续表 10 辐射安全与防护

当严格遵守防护规定和安全操作规程。

②监督区：监督区一般不设置专门管控设施，本项目设备所在的手动 X 光室、自动 X 光室为辐射工作人员操作 X 射线数字成像检测系统的工作场所，非辐射工作人员未经允许不得入内，并在监督区入口处等适当位置拟设置监督区标识，按要求定期检查辐射剂量水平，进行经常性的监督和评价。

③在 X 射线数字成像检测系统设备铅房四周、操作台及穿墙管线等处开展定期监测工作。

10.2 项目安全设施

本项目 X 射线数字成像检测系统主要污染因子为 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 设备固有安全性

本项目配置满足标准要求的具有相应安全性能的出厂合格的 X 射线数字成像检测系统设备，X 射线数字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 射线管接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线管的各参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线管的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线管的高压，提醒操作人员发生了故障。

（3）自动 X 光室内的设备当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入待出束状态。

（4）设备停止工作规定时间（一般不超过 48h）再使用时要进行预热训机后才可使用，避免 X 射线管损坏。

（5）温度保护：X 射线数字成像检测系统设温度保护装置，当发生器内温度达到 60℃±5℃时，设备会自动切断高压。

续表 10 辐射安全与防护

(6) 过流电流保护：设备带有过电流断路器，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；设备带有失电流保护继电器，当管电流低于 0.5mA 时，设备会自动切断高压。

(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、温度继电器及铅房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 屏蔽防护措施

(1) 屏蔽铅房

本项目 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽铅房，主要采用铅+钢的屏蔽体结构对 X 射线进行屏蔽防护，防护厚度充分考虑了 X 射线主射、散射、漏射影响。X 射线数字成像检测系统铅房为 8~9mmPb+4mm 钢板。根据后文预测，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) X 射线数字成像检测系统由有资质单位生产，铅房主体结构焊接密闭，缝隙处采用屏蔽体相互错位重叠方式搭接，根据厂家提供的门洞、防护门尺寸可知，工件防护门为平移对开门或侧移开门，在设计中已考虑防护门与屏蔽铅房的搭接宽度大于搭接间隙的 10 倍。

(3) 本项目 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统穿墙管线口主要为穿越铅房右侧屏蔽体的线缆口，DU320W 型 X 射线数字成像检测系统穿墙管线口主要为穿越铅房左侧屏蔽体的线缆口，以上穿墙管线口均避开了主射束方向。根据现场调查及厂家提供的设计资料，现有孔洞尺寸为 130mm(DU300W 型)、120mm (DU320W 型)，穿越铅房孔洞补偿方式是在铅房内部或外侧设置大于孔洞尺寸的铅防护罩（防护罩与该侧铅房屏蔽能力相同），主要孔洞屏蔽补偿详见图 10-3。

续表 10 辐射安全与防护

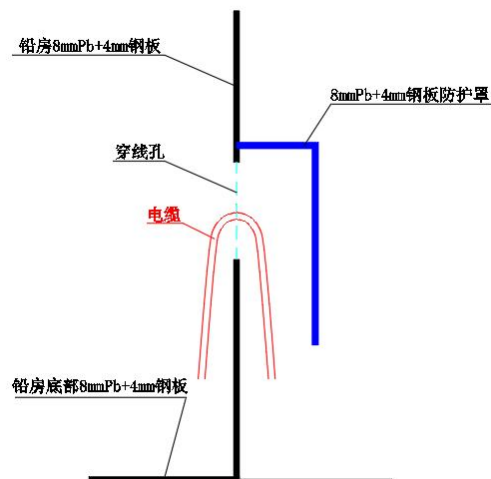


图 10-3 线缆口屏蔽补偿大样图图

10.2.3 辐射安全与防护措施

(1) 门机联锁及红外线防夹

本项目 X 射线数字成像检测系统防护门与 X 射线管头联锁，保证在门关闭后 X 射线数字成像检测系统才能出束曝光，防护门打开，X 射线管不能出束。此外，手动 X 光室内的设备工件防护门或门外设置光幕红外防夹装置，光幕感应人员进入，则防护门不能关闭。自动 X 光室的设备工件门为推拉门，设置红外防夹装置，并由系统自动控制其开闭情况，检修门为平开门，设置自动闭门装置，工件防护门连接生产线且较小，人员无法进入，仅设置红外感应工件进出。在 X 射线数字成像检测系统出束曝光过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。

(2) 操作台及铅房顶部工作状态指示灯

本项目的 8 台 X 射线数字成像检测系统分为自动和手动，操作台有一定差异，同操作方式设备操作台设置基本一致，拟在操作台上张贴各状态的中文指示说明。

根据现场调查，对于手动 X 光室的 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统其操作台上均显示有绿色灯亮（电源）为“预备”信号，红色灯亮（高压）为“照射”信号。X 射线数字成像检测系统铅房顶部现有状态指示灯为黄/红色灯常亮为“照射”状态，拟将该状态指示灯统一调整为红色灯闪烁为“照射”状态，

续表 10 辐射安全与防护

红色常亮为“预备”状态。

根据厂家提供的资料，对于自动 X 光室的 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统操作台上绿色灯亮为“预备”信号，黄色灯常亮为“照射”状态，2 台设备铅房外右上方均设置红色灯，红色灯闪烁为“照射”状态，红色常亮为“预备”状态。

此外，建设单位拟在适当位置张贴“预备”和“照射”信号意义的中文说明。

（3）铅房内部报警灯及声音提示装置

根据现场调查，对于手动 X 光室的 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统铅房内未安装具有声音报警功能的红色报警灯。建设单位拟在手动 X 光室的设备铅房内安装具有声音报警功能的红色报警灯，设备出束时，红色灯闪烁并发出蜂鸣声音，表示设备为“照射”状态；报警灯常亮为“预备”状态。蜂鸣器声音具有声音提示装置功能，铅房内外均能听到报警声音。对于自动 X 光室的 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统铅房内也配置具有声音报警功能的红色报警灯。

工作状态指示灯和红色报警灯均与 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管头联锁。

（4）视频监控装置

本项目手动 X 光室内的 6 台 X 射线数字成像检测系统设置的 1 套视频监控装置位于手动 X 光室的左侧，且操作台位于设备右前侧，能直接观察到防护门的开闭情况，防护门上方有观察窗，能观察到铅房内的具体情况。

本项目自动 X 光室内的 2 台 X 射线数字成像检测系统设置 1 套视频监控装置，摄像头安装在 X 射线数字成像检测系统铅房内，监视器设置在操作台。本项目拟安装的 X 射线数字成像检测系统内部空间小，视频监视装置能实现对铅房内检测仓及其两侧工件门的全方位监视。

（5）紧急停机按钮

本项目各 X 射线数字成像检测系统铅房内均设置有 1 个紧急停机按钮，操

续表 10 辐射安全与防护

作台上设置有 1 个电源急停按钮和 1 个高压急停按钮，急停按钮旁拟设置文字提示说明。

建设单位制定了严格的探伤操作规程，开机前需要确认铅房内部无人员驻留，进样过程操作人员也不会进入铅房内部，只有在设备维修时，经过专业培训的维修人员在设备断电情况下佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪才能进入铅房。铅房内部空间小，维修人员基本可在铅房内任意位置伸手即能够直接按下急停按钮。另外，建设单位拟在设备维修保养制度中补充设备维修时确保 2 人在场，铅房内外各 1 人的要求，确保铅房内部维修人员不方便按下紧急停机按钮时，由外部人员按下急停按钮。

（6）主控钥匙

操作台拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。钥匙由操作人员随身携带保管，换班、检修时检查钥匙交接情况，防止非辐射工作人员误操作。

（7）电离辐射警告标志和中文警示说明

本项目各 X 射线数字成像检测系统防护门基本上都设置有电离辐射警告标志和中文警示说明，部分设备设置有电离辐射警告标志，但未有中文警示说明，拟在标志旁补全中文警示说明。

（8）固定式场所辐射探测报警装置

建设单位拟为每台 X 射线数字成像检测系统增设 1 套固定式场所辐射探测装置，辐射探测探头拟设置在铅房内，显示单元拟设置在操作台。

（9）机械通风

本项目拟在手动 X 光室、自动 X 光室设置排风扇进行通风换气，排风量分别为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 、 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，废气经防护门逸散到 X 光室内，而后分别经手动 X 光室、自动 X 光室的排风扇排至厂房内，经厂房的通风系统排出厂房外，换气次数不小于 3 次/h。

综上，本项目各 X 射线数字成像检测系统安全与防护设施布置见表 10-2。

续表 10 辐射安全与防护

本项目各 X 射线数字成像检测系统典型辐射安全与防护设施布置见图 10-4、图 10-5。

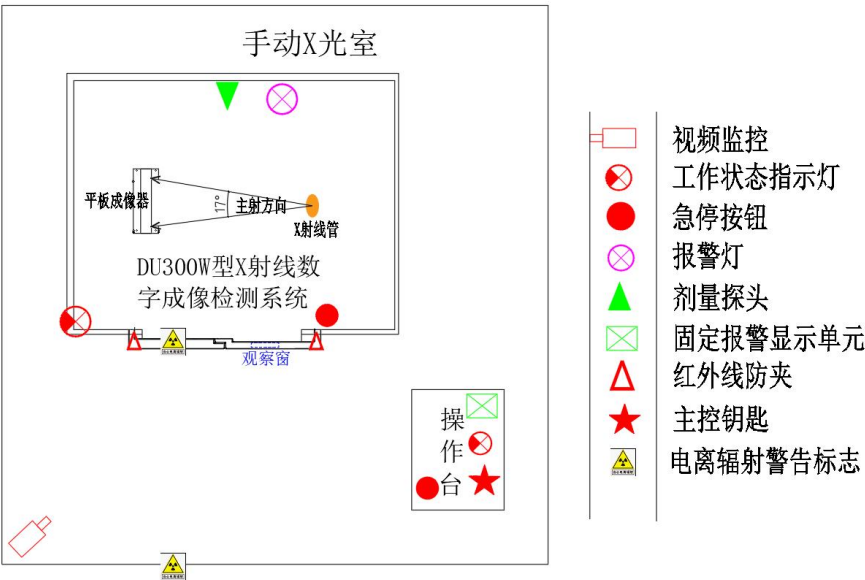


图 10-4 DU300W 型设备辐射安全与防护设施布置示意图

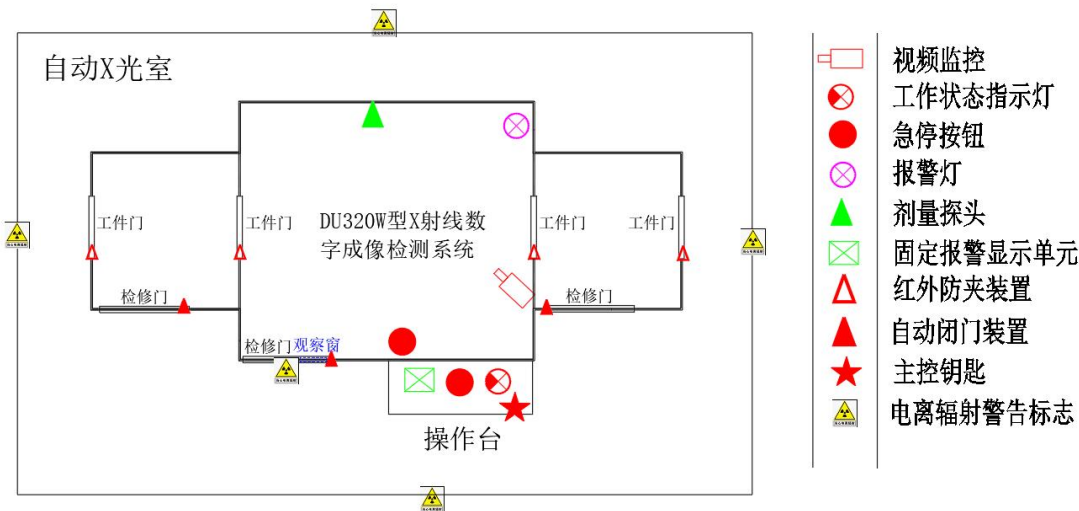


图 10-5 DU320W 型设备辐射安全与防护设施布置示意图

表 10-2 本项目各 X 射线数字成像检测系统安全与防护设施布置表

设备名称		X 射线数字成像检测系统						
设备型号		DU300W 型(现有)	DU300W 型(现有)	DU320W 型(现有)	DU300W 型(现有)	DU300W 型(现有)	DU300W 型(现有)	DU320W 型(新增)
设备厂家		苏州道青科技有限公司						
数量(台)		1	1	1	1	1	1	2
工作场所		1#厂房压铸车间 A 线手动 X 光室	1#厂房压铸车间 B 线手动 X 光室	1#厂房压铸车间 C 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 D 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 E 线手动 X 光室	2#厂房压铸车间 F 线手动 X 光室	2#厂房铸旋车间自 动 X 光室
穿墙电缆 位置		右侧	右侧	右侧	右侧	右侧	右侧	左侧
检修门		无	无	无	无	无	无	有
观察窗		有	有	有	有	有	有	有
操作台工 作状态指 示灯		绿色—预备 红色—照射	绿色—预备 红色—照射	绿色—预备 红色—照射	绿色—预备 红色—照射	绿色—预备 红色—照射	绿色—预备 红色—照射	绿色—预备 黄色—照射
铅房 顶部工 作状态 指示 灯	位置	铅房外顶部靠左侧	铅房外顶部靠右侧	铅房外顶部靠左侧	铅房外顶部靠右侧	铅房外顶部靠右侧	铅房外顶部靠左侧	铅房外右上方
	现状	红色灯常亮—照射	黄色灯常亮—照射	黄色灯常亮—照射	红色灯常亮—照射	黄色灯常亮—照射	黄色灯常亮—照射	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备
	拟调整 方案	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	
铅房内部 增设		红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁	红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁	红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁	红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁	红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁	红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁	红色报警灯+蜂鸣 器, 照射状态时闪 烁
		固定式场所辐射探	固定式场所辐射探	固定式场所辐射探	固定式场所辐射探	固定式场所辐射探	固定式场所辐射探	固定式场所辐射探

		测报警装置	测报警装置	测报警装置	测报警装置	测报警装置	测报警装置	测报警装置
主控钥匙		主控钥匙 1 个	主控钥匙 1 个	主控钥匙 1 个	主控钥匙 1 个	主控钥匙 1 个	主控钥匙 1 个	主控钥匙 1 个
视频监控装置（摄像头位置、数量）		铅房外左侧，1 个	铅房外左侧，1 个	铅房外左侧，1 个	铅房外左侧，1 个	铅房外左侧，1 个	铅房外左侧，1 个	检测仓右侧，1 个
急停按钮数量、位置	铅房内	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个
	操作台	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个	右前侧，1 个
红外线防夹		有	有	有	有	有	有	有

表 10 辐射安全与防护

10.2.4 辐射安全联锁逻辑

本项目 X 射线数字成像检测系统具有冗余性、多元性与独立性的辐射防护安全联锁设施与措施，主控钥匙转到开机位置，防护门关闭到位、所有急停按钮均已复位，安全联锁系统才能建立，安全联锁系统建立后在设备自检正常的前提下，操作人员通过监视系统确认铅房内无人员滞留后方能启动 X 射线数字成像检测系统进行出束曝光。启动 X 射线数字成像检测系统曝光后进入“预备”状态，“预备”信号结束后 X 射线数字成像检测系统进入“照射”状态，此时“照射”状态指示灯亮，铅房内外的红色报警灯闪烁报警并有蜂鸣声音，固定式辐射探测装置在操作台显示铅房内剂量率；X 射线数字成像检测系统“照射”过程中，急停按钮按下或防护门意外打开均会导致安全联锁系统中断，此时 X 射线管高压会立即断开（即立即停止 X 射线出束）。X 射线数字成像检测系统辐射安全联锁逻辑见图 10-6。

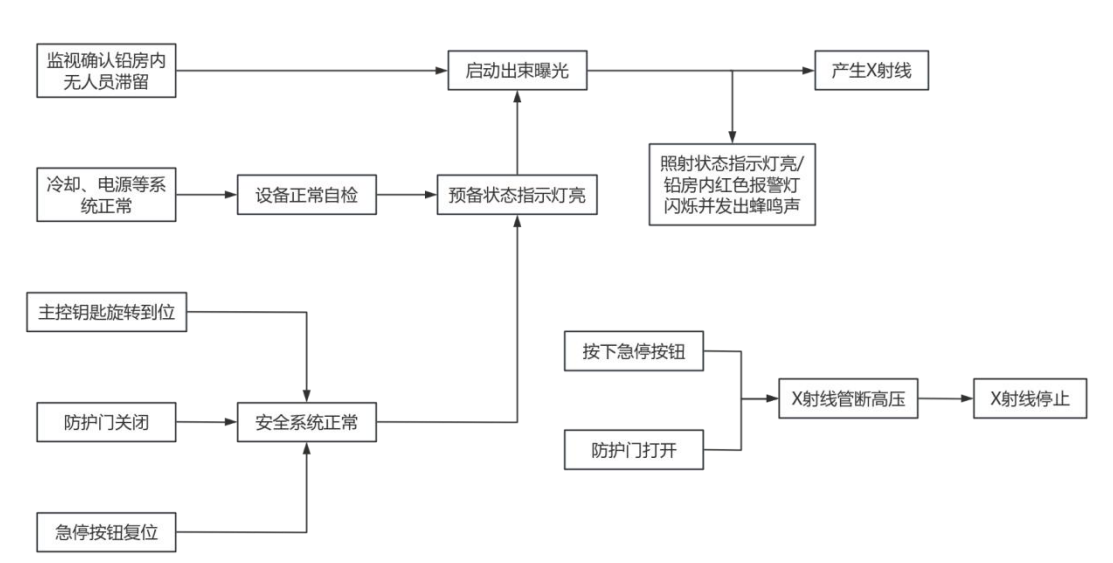


图 10-6 辐射安全联锁逻辑示意图

10.3 监测仪器

建设单位已为每名辐射工作人员配备了个人剂量计，公司购置有 1 台便携式 X-γ 辐射剂量巡测仪，本项目监测仪器具体见表 10-3。

表 10 辐射安全与防护

表 10-3 本项目监测仪器一览表				
序号	名称	数量	用途	备注
1	个人剂量计	27 枚	工作期间辐射工作人员佩戴，记录个人受到的照射剂量。	已有
2	RJ38-3602 型便携式 X-γ辐射剂量巡测仪	1 台	铅房屏蔽体外定期进行周围剂量当量率监测，核查屏蔽体的屏蔽效果。	已有，公司共用，已按要求每年质检
3	个人剂量报警仪	4 枚	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标。	拟增配 4 枚
4	固定式辐射探测报警仪	8 套	实时监测各 X 射线数字成像检测系统铅房内的辐射剂量率并报警。	拟增配 8 套

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。

根据表 10-4 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足参考《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）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。

10.5 三废的治理

本项目 X 射线数字成像检测系统在工作过程中不产生放射性三废。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-4 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》 (GBZ17-2022)	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。	建设单位对放射防护安全负主体责任。
		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。	建设单位已建立辐射安全与防护工作领导小组，已明确放射防护管理人员及其职责，已建立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 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。	本项目 4 名辐射工作人员已按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，已按 GBZ 98 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/T 9445 要求的无损探伤人员资格。	建设单位拟积极安排 4 名辐射工作人员通过生态环境部组织开发的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，并参加相应类别辐射安全与防护培训考核，考核合格后方能上岗。
		4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	建设单位已配备 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率仪全厂共用，拟为本项目补充配置 4 枚个人剂量报警仪。
		4.6 应制定辐射事故应急预案。	建设单位已制定辐射安全应急预案。
	5 探伤机的放射防护要求	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 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。	建设单位购买的 X 射线数字成像检测系统设备符合标准要求。
		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) 安全联锁是否正常工作；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。	建设单位已制定 X 射线探伤装置操作规程，要求工作人员开展工作前按要求检查相关项目。
		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)	建设单位已制定设备维修保养制度，设备维修必须由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并按制度规定开展设备维护工作并做好维护记录。

续表 10 辐射安全与防护

		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。	
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ17-2022)	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/T 250。	本项目各 X 射线数字成像检测系统的安装位置已充分考虑了周围的辐射安全，操作台设置在铅房外，且均避开了有用线束照射方向。铅房屏蔽厚度已充分考虑了源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，X 射线数字成像检测系统防护门的防护性能不低于同侧铅房的防护性能。
		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。	本项目拟将 X 射线数字成像检测系统铅房内部划为控制区，将铅房外相邻区域划为监督区，分区管理符合 GB 18871 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 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ；b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。	根据后文核算，X 射线数字成像检测系统铅房和防护门的辐射屏蔽满足标准要求。
		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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。	根据后文核算，X 射线数字成像检测系统顶的辐射屏蔽满足标准要求，本评价 X 射线数字成像检测系统顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平保守取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。
		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	本项目 X 射线数字成像检测系统设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束，各铅房内 X 射线管头与防护门联锁。除检修情况下，设备内不进入，紧急情况，铅房内人员按下急停按钮，设备断电，门机联锁失效，人员可以在设备内手动推开防护门离开。

续表 10 辐射安全与防护

		台装置均应与防护门联锁。	
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6 固定式探伤的放射防护要求	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。	本项目 X 射线数字成像检测系统铅房内空间较小，正常工作模式下人员无需进入铅房内。拟将手动 X 光室内 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统铅房外顶部状态指示灯调整为红色灯闪烁为“照射”状态，红色常亮为“预备”状态。自动 X 光室的 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统铅房外右上方均设置红色灯，红色灯闪烁为“照射”状态，红色常亮为“预备”状态。 拟在铅房内安装具有声音报警功能的红色报警灯，设备出束时，红色灯闪烁并发出蜂鸣声音，表示设备为“照射”状态，蜂鸣器声音达到声音提示装置功能，铅房内外均能听到报警声音，并拟在适当位置张贴“预备”和“照射”信号意义的中文说明。工作状态指示灯和红色闪烁报警灯均与 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管头联锁。
		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。	本项目手动 X 光室内的 6 台 X 射线数字成像检测系统设置的 1 套视频监控装置位于手动 X 光室的左侧，且操作台位于设备右前侧，能直接观察到防护门的开闭情况，防护门上方有观察窗，能观察到铅房内的具体情况。 本项目自动 X 光室内的 2 台 X 射线数字成像检测系统设置 1 套视频监控装置，摄像头安装在 X 射线数字成像检测系统铅房内，监视器设置在操作台。本项目拟安装的 X 射线数字成像检测系统内部空间小，视频监视装置能实现对铅房内检测仓及其两侧工件门的全方位监视。
		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。	本项目手动 X 光室内的 6 台 X 射线数字成像检测系统防护门上均设置有电离辐射警告标志和中文警示说明。拟在自动 X 光室的 2 台 X 射线数字成像检测系统各防护门上设置电离辐射警告标识，并设置中文警示说明。
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6 固定式探伤的	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使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目各 X 射线数字成像检测系统铅房内均设置有 1 个红色蘑菇头急停按钮，出现紧急事故时，能立即停止照射。本项目各 X 射线数字成像检测系统铅房尺寸空间较小，人员在铅房内不需要穿过主射线束就能够直接按下急停按钮，急停按钮旁拟设置标签标明使用方法。

续表 10 辐射安全与防护

7-2022)	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。	本项目正常工作模式下人员无需进入铅房,辐射工作人员活动范围在手动 X 光室、自动 X 光室内,为减小废气对工作人员的影响,拟在手动 X 光室、自动 X 光室设置排风扇进行通风换气,废气经防护门逸散到 X 光室内,而后分别经手动 X 光室、自动 X 光室的排风扇排至厂房内,经厂房的通风系统排出厂外,换气次数不小于 3 次/h。
		6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目各 X 射线数字成像检测系统拟增配 1 套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。	建设单位已制定操作规程,工作人员检查 X 射线数字成像检测系统防护门-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,同时防止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。	本项目正常工作模式下人员无需进入铅房,已制定设备维修保养制度要求维修人员进入铅房维修时佩戴常规个人剂量计、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,维修人员应立即退出铅房,同时防止其他人进入铅房,并立即向辐射防护管理人员报告。
		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。	建设单位已制定监测方案,定期测量铅房外周围区域的剂量率水平,包括操作台和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较,当测量值高于参考控制水平时,立即终止探伤工作并向辐射防护管理人员报告。
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6 固定式探伤的放射防护	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。	建设单位已制定监测计划,规定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,则不得开始探伤工作。
		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。	本项目 X 射线数字成像检测系统的准直器等辐射防护装置与设备一体化设置,辐射工作人员不能随意拆除。

续表 10 辐射安全与防护

	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。	建设单位制定了操作规程，规定在每一次照射前，操作人员都需确认铅房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。	本项目检测工件均为小型工件，X 射线数字成像检测系统防护门和铅房空间尺寸均能满足工件进出，不存在开门探伤情形。
		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。	本项目不再使用后，X 射线数字成像检测系统去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。建设单位还应按照监管部门要求办理后续手续。清除工作场所内电离辐射警告标志和安全告知等各类说明。
《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T2 50-2014)	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零星小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。	建设单位利用 X 射线数字成像检测系统检测工件为小型工件，正常运行期间人员不进入铅房内。手动 X 光室内的 6 台设备的操作人员在铅房工件门外即可将工件摆放至工件平台，无需进入铅房；自动 X 光室的 2 台设备为自动探伤工作模式，工件通过传送带自动进出，无需操作人员摆放工件。X 射线数字成像检测系统设备相关高压电源装置、冷却器、电气柜等辅助部件均设置于铅房外，检修时人员无需进入铅房。
		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。	本项目各 X 射线数字成像检测系统操作台均设置在铅房旁，均避开了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。	本项目 X 射线数字成像检测系统缝隙采用错位重叠搭接方式，穿墙孔洞均采取屏蔽补偿措施。
		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电流设计屏蔽。	本项目各 X 射线数字成像检测系统均为单管头设备，已按最高管电压和管电流设计屏蔽。

续表 10 辐射安全与防护

		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。	本项目各 X 射线数字成像检测系统屏蔽材料为铅和钢板。
《职业性 外照射个 人监测规 范》 (GBZ12 8-2019)	5.3 佩戴	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。	本项目工作人员主要辐射来自铅房内 X 射线，为工作人员配备了个人剂量计，要求工作人员佩戴在胸口位置。
	7.3 实施 监测 过程 的质 量保 证	7.3.2 个人剂量计在非工作期间避免受到任何人工辐射的照射	个人剂量计在非工作期间保管于远离 X 射线数字成像检测系统的区域。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目涉及的 8 台 X 射线数字成像检测系统位于已建成的厂房内生产车间区域，施工过程主要为设备安装，产生的废水、废气、固废、噪声经合理的处置对周围环境影响较小，已安装的 6 台 X 射线数字成像检测系统经现场调查无施工期环保遗留问题。

运行阶段对环境的影响

11.1 屏蔽能力理论预测

11.1.1 辐射屏蔽核算公式

本项目已配置的 X 射线数字成像检测系统现状监测时电压电流未达到额定工况，为确保辐射安全评价的充分性与保守性，弥补现状监测工况未达额定参数的不足，本次评价选用理论计算的方法，对 X 射线数字成像检测系统屏蔽体的能力进行校核分析。

本次评价核算公式使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中核算公式。

- (1) 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（1）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——见附录表 B.2 或辐射防护导论表 3.5 内插计算。

- (2) 有用线束
- b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（1）计算，有用线束在关注点的剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（2）计算：

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

式中：

I——最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

续表 11 环境影响分析

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 ；

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）。

（3）泄漏辐射屏蔽

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（1）计算，关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（3）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots(3)$$

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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）见表 1。

（4）散射辐射屏蔽

c) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（1）计算，关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_o^2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

I—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 ；

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之比。

续表 11 环境影响分析

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）。

11.1.2 屏蔽防护核算原则

①本项目手动 X 光室的 X 射线数字成像检测系统利用底座安装，设备底部与地面约 20cm，但手动 X 光室悬空安装在生产线上，底部（下）参考点设置在手动 X 光室地面外 30cm 处；自动 X 光室的 X 射线数字成像检测系统利用底座安装，设备底部与地面约 20cm，底部（下）参考点设置在地面外 20cm 处。设备其余参考点设置在屏蔽体外 30cm 处。

②本项目 X 射线数字成像检测系统 X 射线管辐射角有所不同，本次核算按照厂家提供的辐射角范围。铅房线缆口避开了有用线束照射方向，且均设置了不小于同侧屏蔽体的铅防护罩进行屏蔽补偿，防护门采用错缝搭接且搭接宽度大于缝隙的 10 倍，散漏射线均需要经过多次散射后方能穿出管线口或缝隙，因此本次不再对铅房线缆口和门缝进行屏蔽防护核算。本评价保守不考虑钢板的屏蔽防护效能。

③本项目共 8 台 X 射线数字成像检测系统，共涉及 2 个型号，1 组额定参数。其中 6 台手动探伤设备主射方向相同，2 台自动探伤设备的主射方向相同。本环评综合考虑选取 1 台手动探伤的 DU300W 型和 1 台自动探伤的 DU320W 型的 X 射线数字成像检测系统进行预测。

11.1.3 屏蔽防护核算参数

①核算关注点位

屏蔽防护核算主要关注点见表 11-1 和图 11-1～图 11-2。

表 11-1 关注点核算距离一览表

选取的典型设备	关注点位	方位	主要辐射类型	核算距离 mm
手动探伤的 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统	A	左	有用线束	1283+300=1583
	B	右	漏射辐射、散射辐射	549+300=849
	C	上	漏射辐射、散射辐射	674+300=974
	D	下	漏射辐射、散射辐射	854+200+300=1354

续表 11 环境影响分析

	E、工件门、观察窗	前	漏射辐射、散射辐射	798+300=1098
	F	后	漏射辐射、散射辐射	1160+300=1460
自动探伤的 DU320W 型 X 射线数字 成像检测系 统	A1、工件门	左	漏射辐射、散射辐射	2794+300=3094
	A1'、工件门	左	漏射辐射、散射辐射	1594+300=1894
	B1、工件门	右	有用线束	2804
			漏射辐射、散射辐射	2006+300=2306
	B1'、工件门	右	漏射辐射、散射辐射	806+300=1106
	C1	上	有用线束	1873+300=2173
	D1	下	漏射辐射、散射辐射	427+200=627
	E1、检修门、观察窗	前	漏射辐射、散射辐射	1050+300=1350
	F1	后	漏射辐射、散射辐射	1050+300=1350

注：工件门、检修门、观察窗保守考虑同侧最近距离。

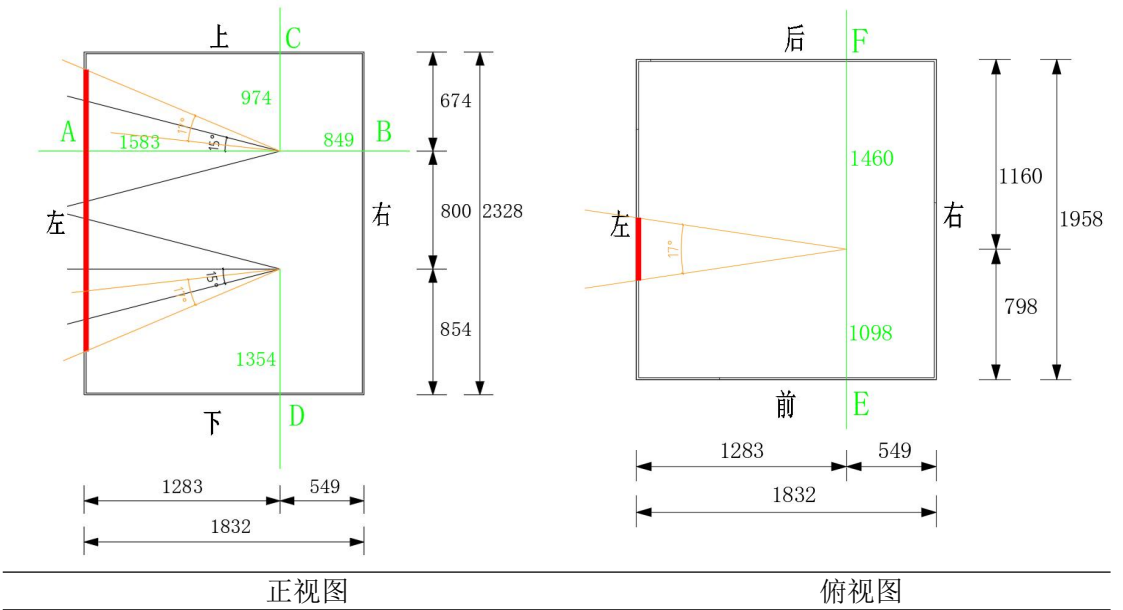
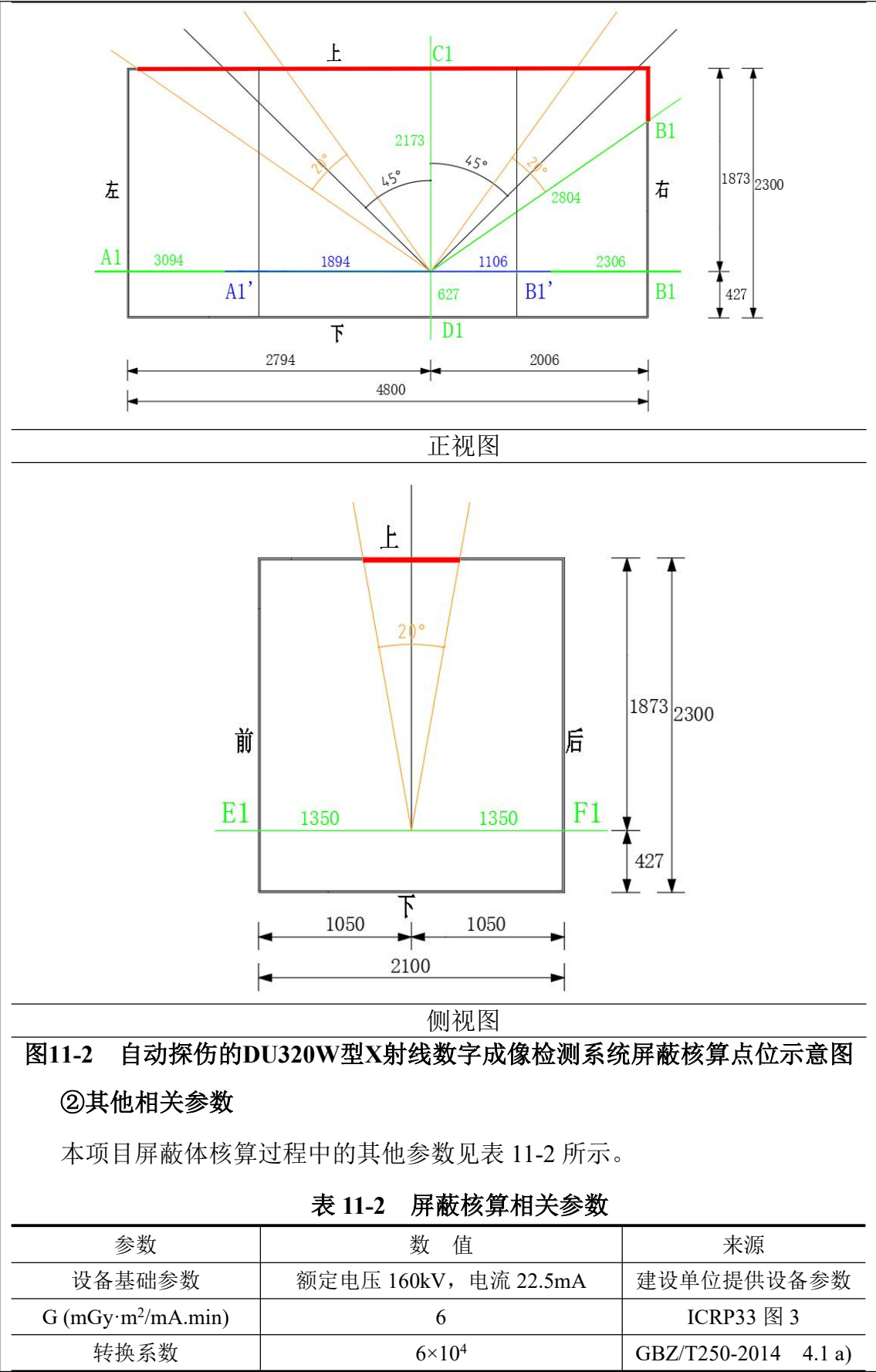


图11-1 手动探伤的DU300W型X射线数字成像检测系统屏蔽核算点位示意图

续表 11 环境影响分析



续表 11 环境影响分析

$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	3.6×10^5		
$\frac{R_0^2}{F \times d}$	60 (150kV)		GBZ/T250-2014 附录 B.4.2
泄漏辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	2500 (160kV)		GBZ/T250-2014 表 1
X 射线 90° 散射辐射对应的 kV 值	150kV		GBZ/T250-2014 表 2
铅什值层 (TVL) 铅半值层 (HVL)	电压 (kV)	TVL (mm)	按辐射防护导论表 3.5 内插计算
	150	0.96	GBZ/T250-2014 表 B.2
	160	1.05	

备注: $\frac{R_0^2}{F \times d}$ 根据设备情况核算远大于 60, 保守选取 GBZ/T250-2014 附录 B.4.2 中 60 (150kV)。

11.1.4 铅房屏蔽防护核算结果

本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽防护效能核算结果见表 11-3。

表 11-3 X 射线数字成像检测系统屏蔽效能核算表

设备	关注点	方位	辐射类型	距离 (m)	屏蔽厚度 (mmPb)	实际厚度下关注点周围 剂量当量率 (μSv/h)		是否 满足 标准 要求
手动探伤的 DU300W 型 X 射线数字 成像检测系 统	A	左	有用线束	1.583	9	8.7×10 ⁻³		是
	B	右	散射辐射	0.849	8	8.7×10 ⁻⁴	9.5×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			8.3×10 ⁻⁵		
	C	上	散射辐射	0.974	8	6.6×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			6.3×10 ⁻⁵		
	D	下	散射辐射	1.354	8	3.4×10 ⁻⁴	3.7×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			3.3×10 ⁻⁵		
	E、工件门	前	散射辐射	1.098	8	5.2×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			5.0×10 ⁻⁵		
	F	后	散射辐射	1.46	8	2.9×10 ⁻⁴	3.2×10 ⁻⁴	是
漏射辐射			2.8×10 ⁻⁵					
自动探伤的 DU320W 型 X 射线数字 成像检测系 统	A1、工件门	左	散射辐射	3.094	8	6.5×10 ⁻⁵	7.2×10 ⁻⁵	是
			漏射辐射			6.3×10 ⁻⁶		
	A1'、工件 门	左	散射辐射	1.894	8	1.7×10 ⁻⁴	1.9×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			1.7×10 ⁻⁵		
	B1、工件门	右	有用线束	2.804	8	2.5×10 ⁻²		是
			散射辐射	2.306		1.2×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			1.1×10 ⁻⁵		

续表 11 环境影响分析

	B1'、工件门	右	散射辐射	1.106	8	5.1×10^{-4}	5.6×10^{-4}	是
			漏射辐射			4.9×10^{-5}		
	C1	上	有用线束	2.173	9	4.6×10^{-3}		是
	D1	下	散射辐射	0.627	8	1.6×10^{-3}	1.7×10^{-3}	是
			漏射辐射			1.5×10^{-4}		
	E1、检修门、观察窗	前	散射辐射	1.35	8	3.4×10^{-4}	3.8×10^{-4}	是
			漏射辐射			3.3×10^{-5}		
	F1	后	散射辐射	1.35	8	3.4×10^{-4}	3.8×10^{-4}	是
			漏射辐射			3.3×10^{-5}		

备注：未考虑钢的屏蔽效能，距离为实际量取，具体见表 11-1。观察窗保守按照同侧屏蔽体的屏蔽厚度 8mmPb 核算。

根据屏蔽核算结果可知，本项目各 X 射线数字成像检测系统各屏蔽体防护厚度均能满足《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。X 射线数字成像检测系统顶部的剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，因此本评价不再考虑天空散射的影响。

另外，根据 2025 年度委托重庆泓天环境监测有限公司对自动探伤的 6 台 X 射线数字成像检测系统辐射工作场所辐射环境监测结果可知，辐射工作场所辐射环境监测结果远低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。根据监测结果和理论估算，手动设备的屏蔽能满足辐射防护的要求。

11.2 年有效剂量估算

11.2.1 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：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots(5)$$

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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：X 或γ射线照射时间。

11.2.2 估算结果

（1）辐射工作人员

辐射工作人员年剂量估算见表 11-4。

续表 11 环境影响分析

表 11-4 辐射工作人员年剂量估算表					
工作场所	设备外最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	单台年最大曝光时间 (h)	居留因子	有效剂量 (mSv/a)	
				单台	总计
1#、2#厂房压铸车间 A、B、C、D、E、F 手动 X 光室	8.7×10^{-3}	138	1	1.2×10^{-3}	7.2×10^{-3} (6 台)
2#厂房铸旋车间自动 X 光室	2.5×10^{-2}	1932	1	4.8×10^{-2}	9.6×10^{-2} (2 台)
总计	/	/	/	/	1.0×10^{-1}
注：设备外最大周围剂量当量率取设备四周最大值。					
根据上表可知，本项目设备曝光的情况下，辐射工作人员受到的年有效剂量最大约 0.1mSv，远小于本项目辐射工作人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。 本项目辐射工作人员为两班制，每班 2 人分别负责 1#、2#厂房的设备，单名辐射工作人员受到的年有效剂量将小于 0.1mSv，仍小于本项目辐射工作人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a。 （2）公众成员 根据前文的核算，单台设备在运行工况下，铅房外各关注点的周围剂量当量率均处于较低水平。本项目各设备间均有一定的距离，在考虑距离衰减效应后，各环境保护目标处的周围剂量当量率进一步降低。即使在多台设备同时运行的条件下，公众成员可能受到的年附加有效剂量仍远低于相关标准限值。因此，本次评价不再对多设备在环境保护目标处产生的周围剂量当量率进行叠加分析。 根据泉融科技(重庆)有限公司 2024 年 12 月对戴卡公司现有 10 台Ⅲ类射线装置的工作场所防护监测报告（渝质控(放检)字(2024)11035 号），10 台Ⅲ类射线装置在 30cm 处的周围剂量当量率均低于 $0.012\mu\text{Sv/h}$（检出限），即使叠加本项目设备同时运行的条件下，公众成员可能受到的年附加有效剂量仍远低于相关标准限值。因此，本次评价不再对现有 10 台Ⅲ类射线装置在环境保护目标处产生的影响进行叠加分析。 本项目周围公众成员年剂量估算结果见表 11-5。					

续表 11 环境影响分析

表 11-5 公众成员年剂量估算表							
分类	保护目标名称	方向	水平距离	保护目标处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大曝光时间 (h)	居留因子	有效剂量 mSv/a
1#厂房内3台设备周围	1#厂房内压铸车间(生产线)	东	约 0~50m	8.7×10^{-3}	138	1	1.2×10^{-3}
	1#厂房内通道、压铸车间(生产线)	南	约 0~7m	5.7×10^{-4}	138	1	7.9×10^{-5}
	厂区绿化及道路		约 7~27m	1.0×10^{-5}	138	1/16	9.0×10^{-8}
	生产车间一(志成公司)		约 27~50m	8.7×10^{-7}	138	1	1.2×10^{-7}
	1#厂房内通道	西	约 0~2m	8.7×10^{-3}	138	1/4	3.0×10^{-4}
	1#厂房内X光检查 A、B、C 线		约 2~5m	1.7×10^{-3}	138	1	2.3×10^{-4}
	1#厂房内自动钻床区		约 5~35m	5.0×10^{-4}	138	1	6.9×10^{-5}
	1#厂房内热处理车间		约 35~50m	1.6×10^{-5}	138	1	2.2×10^{-6}
	1#厂房内通道、压铸车间(生产线)	北	约 0~15m	5.7×10^{-4}	138	1	7.9×10^{-5}
	1#厂房内模具区、铸造办公室		约 15~30m	2.6×10^{-6}	138	1	3.7×10^{-7}
	厂区道路及绿化		约 30~47m	7.1×10^{-7}	138	1/16	6.1×10^{-9}
	2#厂房空压站		约 47~50m	3.0×10^{-7}	138	1/5	8.2×10^{-9}
	1#厂房压铸平台	东、西、北	约 0~50m	8.7×10^{-3}	138	1	1.2×10^{-3}
	1#厂房内通道	楼下	/	3.7×10^{-4}	138	1/4	1.3×10^{-5}
2#厂房内3台手动设备周围	2#厂房内压铸车间	东	约 0~50m	9.5×10^{-4}	138	1	1.3×10^{-4}
	2#厂房内通道、压铸车间(生产线)	南	约 0~15m	8.7×10^{-3}	138	1	1.2×10^{-3}
	2#厂房内模具区、铸造办公室		约 15~30m	7.9×10^{-5}	138	1	1.1×10^{-5}
	2#厂房空压站		约 30~36m	2.2×10^{-5}	138	1/5	6.0×10^{-7}
	厂区绿化及道路	西	约 36~50m	1.5×10^{-5}	138	1/16	1.3×10^{-7}
	2#厂房内通道		约 0~15m	8.7×10^{-3}	138	1/4	3.0×10^{-4}
	2#厂房内热处理车间、铸旋车间、中控检查站		约 15~50m	7.9×10^{-5}	138	1	1.1×10^{-5}
	2#厂房内通道、压铸车间(生产线)	北	约 0~12m	9.5×10^{-4}	138	1	1.3×10^{-4}
	2#厂房内旋压车间		约 12~30m	4.2×10^{-6}	138	1	5.7×10^{-7}

续表 11 环境影响分析

	厂区绿化及道路		约 30~50m	7.2×10^{-7}	138	1/16	6.2×10^{-9}
	2#厂房压铸平台	东、西、北	约 0~50m	8.7×10^{-3}	138	1	1.2×10^{-3}
	2#厂房内通道	楼下	/	3.7×10^{-4}	138	1/4	1.3×10^{-5}
2#厂房内 2 台自动设备周围	2#厂房内通道、铸旋车间（生产线）	东	约 2~20m	4.5×10^{-5}	3864	1/4	1.7×10^{-4}
	2#厂房内压铸车间、旋压车间		约 20~50m	1.4×10^{-6}	3864	1	5.5×10^{-6}
	2#厂房内通道	南	约 1~3m	1.2×10^{-4}	3864	1/4	1.2×10^{-4}
	2#厂房内铸旋车间、热处理车间、中控检查站		约 3~50m	3.6×10^{-5}	3864	1	1.4×10^{-4}
	2#厂房内铸旋车间（生产线）	西	约 2~15m	8.4×10^{-3}	3864	1	3.3×10^{-2}
	2#厂房内机加材料暂存区		约 15~35m	6.1×10^{-4}	3864	1	2.4×10^{-3}
	2#厂房内机加工车间		约 35~50m	1.4×10^{-4}	3864	1	5.3×10^{-4}
	2#厂房内轮毂暂存区	北	约 1~25m	1.2×10^{-4}	3864	1/4	4.8×10^{-4}
	厂区绿化及道路		约 25~45m	9.9×10^{-7}	3864	1/16	2.4×10^{-7}
	3#厂房（志成公司）		约 45~50m	3.2×10^{-7}	3864	1	1.2×10^{-6}

备注：预测距离及参数选择按照最不利进行考虑，车间生产线工作区居留因子取 1，厂房内部单独的通道居留因子取 1/4，厂外外部道路居留因子取 1/16，空压站取 1/5。手动 X 光室的年最大曝光时间按照单台进行考虑，自动 X 光室的年最大曝光时间按照两台设备进行考虑。

根据估算可知，本项目公众成员受到的年附加有效剂量最大约 $1.4 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，小于本项目公众成员年有效剂量管理目标值 0.1mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 对周围环境保护目标的影响分析

本项目各环境保护目标受到的辐射影响估算结果见表 11-5。根据估算可知，本项目各 X 射线数字成像检测系统周围 50m 范围内环境保护目标处公众成员受到本项目的附加年有效剂量低于 0.1mSv/a 。估算结果只考虑了距离的衰减，实际上 X 射线在传播过程中可能有其他设备等的阻挡。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响较小，对环境的影响可以接受。

11.4 其他影响

（1）废气对环境影响分析

续表 11 环境影响分析

本项目手动 X 光室、自动 X 光室设置排气扇进行通风换气，换气次数不小于 3 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有效通风换气次数应不小于 3 次/h 的要求。本项目 DU300W 型和 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统废气经防护门逸散到 X 光室内，而后分别经手动 X 光室、自动 X 光室的排风扇排至厂房内，经厂房的通风系统排出厂房外。废气排放口外为人员活动较少区域，厂房外为人员活动较少的绿化及道路，故项目产生的废气对周围环境影响小。

（2）废水环境影响

本项目无生产废水产生，辐射工作人员在现有劳动定员内，其产生的少量生活污水依托各厂区现有生化池处理达标后排入市政污水管网可行。生活污水经各厂房生化池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准再排入陶家镇生活污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后排入大溪河，对地表水环境影响较小。

（3）噪声影响

本项目手动 X 光室、自动 X 光室设置排气扇进行通风换气，排气扇为低噪声设备，风机设置在厂房内，距离厂界较远，经距离衰减和厂房隔声等措施后，对厂界噪声的贡献较小。

因此，本项目对厂界噪声的贡献很小，周围 50 米范围内也无声环境敏感目标，项目对区域声环境影响较小。

（4）固废环境影响

本项目辐射工作人员产生的生活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。X 射线数字成像检测系统报废后建设单位按照相关要求对设备去功能化，保留相关手续，并做好记录存档。建设单位按照以上措施对固体废物进行处理后，项目固废对周围环境的影响可以接受。

11.5 实践正当性分析

本项目使用 X 射线数字成像检测系统的目的是对所生产的汽车轮毂等工件

续表 11 环境影响分析

的无损探伤检测，以确保产品质量与安全。项目 X 射线数字成像检测系统的应用，对产品的无损质量检验有其他技术无法替代的特点，项目建设进一步为公司生产质量提供无损探伤检测保障，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；同时也将为建设单位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。

项目对受电离辐射照射的个人和社会所带来的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

根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本）“第一类 鼓励类”中“三十一、科技服务业”中的第 1 条“质量认证和检验检测服务”，项目 X 射线数字成像检测系统用于建设单位生产产品质量检测，属于产业结构调整指导目录中的鼓励类。项目建设符合国家产业政策。

11.7 事故影响分析

（1）风险事故类型

本项目出现的辐射事故主要是辐射工作人员或公众成员遭到误照射从而受到不必要的超剂量照射。

X 射线数字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。因为 X 射线数字成像检测系统设置有专用铅房屏蔽体，基本不会发生固定性屏蔽体损坏而致人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不再开机曝光，即不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

①安全联锁装置失效

由于门机联锁装置失效，设备出束时防护门未关闭或门被意外开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对辐射工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

②人员滞留铅房内

续表 11 环境影响分析

工作人员或设备维修人员通过防护门进入铅房内,开机出束前工作人员未对铅房内部进行充分确认,从而导致滞留在铅房内的人员被误照射。

③屏蔽体出现膨胀变形

本项目 X 射线数字成像检测系统铅房各屏蔽体使用多年以后,可能因铅的自重等原因引起屏蔽体搭接、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。

④X 射线管丧失自身屏蔽

X 射线管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)可能无意中将设备管头上的屏蔽块移走,使 X 射线管丧失自身屏蔽作用,导致铅房周围均受主射线照射,导致部分屏蔽体外出现高剂量率,人员受到不必要的照射。

(2) 后果分析

本项目 X 射线数字成像检测系统正常工作模式下单次曝光时间不小于 5s,结束曝光为手动和自动两种模式,本次估算考虑单次事故不同误照射时间的后果。

①安全联锁装置失效

DU320W 型设备出束时若检测仓的工件门未关闭或意外打开,进料仓和出料仓外侧的门形成二级防护,防止人员收到误照射。在安全联锁装置失效情况下,设备出束时所有防护门未关闭或门被意外开启,射线外泄导致 X 射线数字成像检测系统外人员受到误照射,事故发生时可立即按下急停按钮停止 X 射线出束,此种事故情景的后果估算见表 11-6。

表 11-6 安全联锁装置失效事故后果估算表

事故情景	X 射线数字成像检测系统外剂量率 (防护门外) $\mu\text{Gy/h}$			误照射时间	吸收剂量 mGy
DU300W 型设备安全联锁装置失效	散射	1.1×10^5	1.1×10^5	5s	0.16
				10s	0.32
	漏射	2.1×10^3		30s	0.95
				1min	1.90
DU320W 型设备安全联锁装置失效	散射	1.1×10^5	1.1×10^5	5s	0.16
				10s	0.31

续表 11 环境影响分析

(工件门)	漏射	2.0×10 ³		30s	0.94
				1min	1.87
DU320W 型设备安全联锁装置失效 (检修门)	散射	7.4×10 ⁴	7.5×10 ⁴	5s	0.10
				10s	0.21
	漏射	1.4×10 ³		30s	0.63
				1min	1.26

②人员滞留铅房内

人员滞留铅房内可能受到有用线束误照射，考虑人员在距离辐射源点 0.5m 处受到误照射（主射线），此类事故发生时滞留人员可按下铅房内急停按钮，铅房外人员也可按下操作台急停按钮，按下急停按钮均能停止 X 射线出束，此种事故情景的后果估算见表 11-7。

表 11-7 人员滞留铅房内事故后果估算表

事故情景	X 射线数字成像检测系统铅房内 0.5m 处剂量率		误照射时间	吸收剂量 mGy
人员滞留铅房内	主射	3.2×10^4 mGy/h	5s	45
			10s	90
			30s	270
			1min	540

③屏蔽体膨胀变形

X 射线数字成像检测系统设备铅屏蔽体出现膨胀变形而未发现，即射线不经过屏蔽对铅房外的人员进行误照射情况，此时有用线束导致 X 射线数字成像检测系统左/右侧外剂量率最大，若工作人员佩戴个人剂量报警仪则此类事故容易被发现，及时按下急停按钮即能停止 X 射线出束，假设工作人员 1 天未佩戴个人剂量报警仪，此种事故情景的后果估算见表 11-8。

表 11-8 屏蔽体膨胀变形事故后果估算表

事故情景	X 射线数字成像检测系统外最大剂量率		误照射时间	吸收剂量 mGy
DU300W 型设备屏蔽体膨胀变形	主射	$3.2 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$	5s	4.49
			10s	8.98
			30s	26.94
			1min	53.87
			12min（一天）	646.48
DU320W 型设备屏蔽体膨胀变形	主射	$1.0 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$	5s	1.43
			10s	2.86
			30s	8.59

续表 11 环境影响分析

			1min	17.17
			5min（一天）	85.85
注：根据工作性质，操作 DU300W 型设备的单名辐射工作人员在铅房外一天最大停留时间为 12min；DU320W 型设备为自动探伤设备，考虑单名辐射工作人员在铅房外一天最大停留时间为 5min。				

④X 射线管丧失自身屏蔽

X 射线管失去自身屏蔽后可导致 X 射线数字成像检测系统各侧均受到有用线束的照射，若工作人员佩戴个人剂量报警仪则此类事故容易被发现，及时按下急停按钮即能停止 X 射线出束，假设工作人员 1 天未佩戴个人剂量报警仪，此种事故情景的后果估算见表 11-9。

表 11-9 X 射线管丧失自身屏蔽事故后果估算表

事故情景	X 射线数字成像检测系统 外最大剂量率		误照射时间	吸收剂量 mGy
DU300W 型设备 X 射线管丧失自身屏蔽	主射	0.27μGy/h (右侧)	5s	3.8×10 ⁻⁷
			10s	7.5×10 ⁻⁷
			30s	2.3×10 ⁻⁶
			1min	4.5×10 ⁻⁶
			12min（一天）	5.4×10 ⁻⁵
DU320W 型设备 X 射线管丧失自身屏蔽	主射	0.11μGy/h (前或后)	5s	1.5×10 ⁻⁷
			10s	3.0×10 ⁻⁷
			30s	8.9×10 ⁻⁷
			1min	1.8×10 ⁻⁶
			5min（一天）	8.9×10 ⁻⁶

(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。电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程，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。

续表 11 环境影响分析

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。

组织反应定义为通常情况下存在组织反应阈剂量的一种辐射效应, 受照剂量超过一定的阈值时才会发生, 其效应的严重程度随超过阈值的剂量越高而越严重。组织反应是辐射照射导致器官或组织的细胞死亡, 细胞延缓分裂的各种不同过程的结果, 指除了癌症、遗传和突变以外的所有躯体效应和胚胎效应及不育症等, 包括血液、性腺、胚胎、眼晶体、皮肤的辐射效应及急性放射病, 如放射性皮肤损伤、生育障碍。

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。

根据上述后果分析可知, 一般事故情况下, 人员受到超过年剂量的照射, 可能导致人员随机性效应几率增加, 但不会有明显临床指征, 但极端情况下, 人员长时间受到意外辐射, 可能出现更严重后果。

(4) 事故分级

结合前面事故情景的剂量估算, 射线不经过屏蔽对铅房外的人员进行误照射情况下, 误入控制区的操作人员及公众成员受到吸收剂量最高为 646.48mGy (误照射 12min), 对操作人员及公众成员发生误照射不会导致较严重的辐射损伤, 可能增加发生随机性效应的概率。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定, 本项目可能发生事故等级为一般辐射事故, 不会导致较严重的辐射损伤。

(5) 辐射事故防范措施

续表 11 环境影响分析

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式是外照射，因此发生误照射事故时应立即切断设备电源，确保设备停止出束。建设单位应采取以下措施防范风险事故发生。

①定期检查设备的门机联锁、钥匙开关、急停按钮、工作状态指示灯和声音提示装置等安全措施的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对于本项目涉及的安全控制措施各机构及电控系统，制定定期检查和维护的制度，确保安全装置随时处于正常工作状态。若辐射安全与防护措施损坏应立即停止使用，修复后再投入使用。

②严格按照操作规程开展工作，除维修情况下，设备内不进入，设备出束前必须确认铅房内无人员滞留，关闭防护门后才能开始进行出束操作。如发生出束时维修人员滞留铅房内的事故时，立即按下急停按钮，设备断电，门机联锁失效，人员可以在设备内手动推开防护门离开。

③日常工作和设备维修时，工作人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。工作人员进入设备内维修时还应携带便携式 X- γ 辐射剂量率仪。

④利用便携式 X- γ 辐射剂量率仪，定期巡查 X 射线数字成像检测系统屏蔽体的屏蔽效能，做好记录，重点巡测防护门门缝、穿墙管线孔等防护薄弱环节，以确保屏蔽体有足够的屏蔽能力。若发现问题，应及时解决，不得在屏蔽体出现问题后继续作业。

⑤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，保证按照要求进行无损探伤检测工作。

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。

建设单位已成立辐射安全与防护工作领导小组负责本项目的辐射安全与环境保护管理工作，管理机构主要职责包括以下几个方面：

（1）做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；

（2）组织实施本公司放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查建立个人健康监护档案，做到一人一档；

（3）定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

建设单位成立的辐射安全与防护工作领导小组满足相关要求，本项目建成后纳入其管理范围。

12.2 辐射工作人员配置

根据调查，建设单位现有 27 名辐射工作人员，仅按照使用III类射线装置要求进行了自主培训考核，均在考核有效期内。本评价要求建设单位按照使用II类射线装置管理要求安排从事本项目的辐射工作人员按照《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》要求通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识和报名并参加相应类别考核，考核合格后方能上岗，并定期参加复训。

12.3 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》中关于“营运管理”的要求，建设单位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

续表 12 辐射安全管理

发生。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：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、人员培训计划、监测方案等。

建设单位已经制定了《辐射安全管理机构及职责》（该制度中明确领导小组职责及探伤工作人员岗位职责）《探伤室辐射安全管理制度》《辐射防护与安全保卫制度》《个人健康及个人剂量管理制度》《安全操作规程》《设备检修维护保养制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射事故应急预案》等辐射安全管理规章制度。建设单位的辐射安全管理制度基本健全且具有可操作性，满足本项目辐射安全管理要求，在此之前建设单位一直按照各项管理制度执行落实，到目前为止未曾发生过辐射事故。

本评价要求建设单位根据运行管理需求进一步适时修订完善并落实相关辐射安全管理规章制度。

（2）个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，建设单位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，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

建设单位已制定《个人健康及个人剂量管理制度》，现有 27 名辐射工作人员已进行了个人剂量监测，未发现个人剂量监测结果异常。建设单位应要求本项目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，防止个人剂量计遗失。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

（3）职业健康检查

建设单位已制定《个人健康及个人剂量管理制度》，现有 27 名辐射工作人员均进行了职业健康体检，其结论为“可继续原放射工作”。建设单位应继续对辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。

续表 12 辐射安全管理

(4) 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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。

建设单位公司《辐射防护与安全保卫制度》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。建设单位每年均在规定时间内完成《年度评估》文件的编制和上报工作，后续应继续按照规定按时提交《年度评估》文件。本项目建成后，拟将本项目纳入年度评估管理中。

(5) 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

建设单位现有 27 名辐射工作人员建立了个人剂量档案和职业健康检查档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果、职业健康检查结果等材料。

建设单位已建立了辐射环境管理档案，档案资料分以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“年度评估”“辐射应急资料”。

(6) 核安全文化建设

核安全文化是以“安全第一”为根本方针，以维护公众健康和环境安全为最终目标；保障核安全是培育核安全文化的根本目的，而培育核安全文化是减少人

续表 12 辐射安全管理

因失误的有力措施，是核安全“纵深防御”体系中的重要屏障。核安全文化是核安全的基础，是从事核技术利用活动单位及其全体工作人员的责任心。对于核技术利用项目核安全文化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核技术利用活动单位的相关领导与员工及最高管理者应具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识，增强并保持核安全意识。

建设单位已建立了辐射环境安全管理体系，设立核安全保障机构，明确了单位各层级人员的职责，将良好的核安全文化融汇于运营和管理的各个环节；还应持续开展核安全文化建设，让其发挥的作用更加有效，做到凡事有章可循，凡事有据可查，凡事有人负责，凡事有人检查。在日常工作中将核安全文化建设贯彻于核技术利用活动中，不断识别单位内部核安全文化的弱项和问题并积极纠正与改进；落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。让核安全文化落实到每个从事核技术利用活动人员的工作过程中，确保核技术利用项目的辐射安全。

- 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。

12.4 从事辐射活动能力评价

建设单位从事辐射活动应具备相应的条件，建设单位从事的辐射活动能力评价如表 12-1。

表 12-1 从事辐射活动能力的评价

应具备条件	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。	已成立辐射安全与防护工作领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作。
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。	已制定人员培训计划，4 名操作本项目Ⅱ类射线装置辐射工作人员应按要求参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

续表 12 辐射安全管理

射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 X 射线数字成像检测系统设置门机联锁、钥匙开关、工作状态指示灯和声音提示装置、急停按钮、固定式场所辐射探测报警装置、电离辐射警告标志等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
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。	建设单位已配备了 27 枚个人剂量计和 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪，拟增加配备 4 台个人辐射报警仪和 8 套固定式场所辐射探测报警装置等监测仪器。
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。	建设单位建立了操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护保养制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等辐射安全管理规章制度。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射安全应急预案，拟进行修订完善。

根据表 12-1 可知，建设单位已建立有相应的辐射环境管理体系，已具备了一定的能力，但建设单位还应针对本项目射线装置的特点，认真落实上述要求后方具备从事本项目辐射活动的能力。

12.5 辐射监测

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，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位已制定监测计划，并按监测计划的要求开展了个人剂量监测和工作场所的辐射环境监测，根据个人剂量检测报告，辐射工作人员受照剂量低于建设单位的年有效剂量管理目标值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，根据对已运行设备的工作场所的辐射环境监测，各个工作场所的监测点均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）要求。建设单位已配备 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪，定期自行对铅房周围进行了辐射环境监测；建设单位拟增加配备与辐射类型和辐射水平相适应的个人剂量报警仪和固定式场所辐射探测报警装置等监测仪器，或委托有资质的单位定期对射线装置进行监测，按规定要求开展各项监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测

续表 12 辐射安全管理

内容包括：

(1) 工作场所监测

建设单位应对 X 射线数字成像检测系统外周围剂量当量率进行监测，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；自行监测每天一次并记录监测数据；每年委托有资质单位监测一次；涉及 X 射线探伤机额定电压增大时或防护设施维修后监测一次；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：X 射线数字成像检测系统设备外 30cm 处以及铅房门缝、穿墙管线等薄弱处、操作台位置。

(2) 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：一般为 1 个月测读一次，最长不超过 3 个月，如发现异常可加密监测频率。

建设单位应结合以上要求对《监测方案》中工作场所监测部分内容加以完善。

12.6 安全检查维护

建设单位应按照相关法规及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求定期对 X 射线数字成像检测系统进行安全检查维护，并建立相应的检查维护制度。安全检查维护要求见表 12-2。

表 12-2 安全检查维护要求

类型	对象	内容	频次
检查	X 射线数字成像检测系统	防护门-机联锁装置，以及出束信号指示灯	日检
检查		a) 外观是否存在可见的损坏；b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；c) 液体制冷设备是否有渗漏；d)安全联锁	日检

续表 12 辐射安全管理

		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	
		a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；b) 冷却单元检查；c) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；d) 制造商推荐的其他常规检测项目。	定期(建议月检)
维护		设备维护包括 X 射线数字成像检测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。	年检

12.7 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》及《重庆市辐射污染防治办法》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预案和具有针对性与操作性的应急措施。

12.7.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》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。

本项目使用 8 台Ⅱ类射线装置，可能发生的辐射风险主要为人员受到不必要的误照射，导致辐射工作人员和公众成员可能受到超过年剂量照射限值，造成一般辐射事故的发生。

建设单位已制定《辐射事故应急预案》，明确应急响应程序，报告电话等，但尚未结合可能发生的辐射风险事故开展辐射事故应急演练。建设单位应根据本项目 X 射线数字成像检测系统特点修订完善《辐射事故应急预案》，包括应急机构组织、应急能力的培训、演习和应急响应能力的保持等，提升应急预案的针对性、可行性和可操作性。并按照完善之后的《辐射事故应急预案》要求，定期组织辐射事故的应急演练，做好演习记录。

12.7.2 事故应急程序与措施

(1) 事故报告程序

本项目发生辐射事故时，应迅速电话向内部管理机构、生态环境主管部门报

续表 12 辐射安全管理

告，并在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生行政部门报告，设备丢失被盗时应向公安部门报告。

(2) 辐射事故应急处置措施

本项目发生辐射事故时，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。启动并组织实施应急方案，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。对可能受到辐射损伤人员，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辐射伤病人的医院，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。

(3) 辐射事故后续处理

配合相关部门做好事故调查处理并做好事故的善后工作，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，杜绝事故的再次发生，据此进一步修订完善辐射事故应急方案或应急措施。

12.8 辐射安全与管理投资估算

本项目环保投资约 50 万元，环保投资估算表见表 12-3。

表 12-3 环保投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急预案、警告标志	制度修订后上墙，张贴规范	2
辐射防护与安全措施	屏蔽墙体、防护门、屏蔽补偿、门机联锁、工作状态指示灯和声音提示装置、紧停按钮等	5
排风系统	7 套排风系统	8
防护监测设备	个人剂量报警仪、固定式场所辐射探测装置	25
环保手续办理	环境影响评价、竣工环境保护验收、验收监测等	10
合计		50

12.9 竣工验收

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。建设单位应按有关规

续表 12 辐射安全管理

定和《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）等要求进行竣工环境保护自主验收。本项目竣工环境保护验收要求见表 12-4。

表 12-4 竣工环境保护验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求		备注
1	建设内容	8 台 X 射线数字成像检测系统（II 类射线装置），最大管电压 160kV，电流 22.5mA。		不发生 重大变更
2	环保资料	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	辐射环境 管理	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、人员培训计划、监测方案、年度评估等管理制度和辐射事故应急预案。		齐全
4	电离辐射	剂量管理目标值	辐射工作人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.1\text{mSv/a}$	GB18871-2002 GBZ/T250-2014
		屏蔽体外剂量率控制	X 射线数字成像检测系统设备外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ117-2022
5	辐射安全防护措施	门机连锁：X 射线数字成像检测系统设置门—机连锁装置； 声光警示：X 射线数字成像检测系统铅房顶部及操作台上设置显示“预备”和“照射”工作状态的指示灯并与 X 射线数字成像检测系统连锁，有表明各指示灯信号及其状态意义的中文说明；X 射线数字成像检测系统铅房内设置具有声音报警功能的红色报警灯，“照射”状态时红灯闪烁并有蜂鸣声提示，并与 X 射线数字成像检测系统连锁。 警告标志：X 射线数字成像检测系统防护门上设置电离辐射警告标志和中文警示说明； 钥匙开关：操作台设置防止非工作人员操作的钥匙开关； 紧急停机：X 射线数字成像检测系统内和操作台设置紧急停机按钮，按下任意一个按钮 X 射线数字成像检测系统高压电源立即被切断，X 射线数字成像检测系统停止出束； 机械通风：手动 X 光室、自动 X 光室设置排风扇通风，有效通风换气次数不小于 3 次/h； 视频监控：X 射线数字成像检测系统设置视频监控系统、观察窗，能全方位不留死角地监控 X 射线数字成像检测系统内和防护门的情况； 监测设备：每名辐射工作人员各配置 1 枚个人剂量计、1 枚个人剂量报警仪；每台设备配置 1 套固定式场所辐射探测装置；建设单位配置有 1 台便携式 X-γ辐射剂量率仪。		
6	人员要求	按照要求组织辐射工作人员参加培训，考核合格后上岗，考核成绩在有效期内。		

表 13 结论和建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目建设地点位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司现有 1#、2#厂房内，不涉及新增用地。项目共配置 8 台 X 射线数字成像检测系统（均属 II 类射线装置），专门用于汽车轮毂的无损探伤检测工作。其中 6 台 DU300W 型 X 射线数字成像检测系统已分别安装在 6 间手动 X 光室内投入运行，另拟依托现有厂房建设 1 间自动 X 光室并新购 2 台 DU320W 型 X 射线数字成像检测系统开展无损探伤检测工作。8 台 X 射线数字成像检测系统的主要技术参数一致，最大管电压均为 160kV，最大管电流均为 22.5mA。项目总建设面积约 164.5m²。总投资约 1184 万元，其中环保投资约 50 万元。

13.1.2 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本）“第一类 鼓励类”中“三十一、科技服务业”中的第 1 条“质量认证和检验检测服务”，项目 X 射线数字成像检测系统用于建设单位生产产品质量检测，属于产业结构调整指导目录中的鼓励类。项目建设符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性

本项目使用 X 射线数字成像检测系统开展无损探伤检测工作，为建设单位产品质量提供有效保障，具有明显的社会效益，同时也将为建设单位创造更大的经济效益，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

本项目场址及周围的环境 γ 辐射剂量率未开机情况下监测值为 62nGy/h～66nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）之间，在重庆市环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。已运行的设备铅房外各监测点周围剂量当量率在本底值的正常涨落范围内，远低于标准规定的 2.5 μ Sv/h 限值，满足《工业探伤放射防护标准》

续表 13 结论和建议

(GBZ117—2022) 要求。 13.1.5 选址可行性及布局合理性 本项目 8 台 X 射线数字成像检测系统选址于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司 1#、2#厂房内，均位于厂房东南端，其周围为厂房内通道及其他生产工艺设备。 本项目 1#和 2#厂房压铸车间的 6 台 X 射线数字成像检测系统根据生产线工艺需求，布置在压铸生产线末端的手动 X 光室内，手动 X 光室楼上无建筑为行车通道，下方悬空为生产线；2#厂房铸旋车间的 2 台 X 射线数字成像检测系统根据生产线工艺需求，布置在铸旋车间生产线自动 X 光室内，自动 X 光室楼上无建筑为行车通道，下方为实土层。X 射线数字成像检测系统所在厂区、厂房均封闭式管理，周围公众成员活动较少，便于辐射安全管理。根据现状监测结果，项目场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。因此，本项目选址可行。 本项目各 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽铅房和独立操作台，操作台设置位置均避开了主射束方向。本项目检测对象均为小型工件，手动 X 光室内的 6 台设备的操作人员在铅房工件门外即可将工件摆放至工件平台，无需进入铅房；自动 X 光室的 2 台设备为自动探伤工作模式，工件通过传送带自动进出，无需操作人员摆放工件。X 射线数字成像检测系统设备相关高压电源装置、冷却器、电气柜等辅助部件均设置于铅房外，便于维护维修。因此，本项目平面布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，布局合理。 13.1.6 辐射防护与安全措施 建设单位对各 X 射线数字成像检测系统辐射工作场所进行分区管理，X 射线数字成像检测系统铅房内部为控制区，手动 X 光室内的 X 射线数字成像检测系统铅房外相邻区域为监督区，自动 X 光室内的 X 射线数字成像检测系统铅房外相邻区域（包括铅房顶部）为监督区。 X 射线数字成像检测系统设备自带有多种固有安全性，如：开机时系统自检、温度保护、过失电流保护、过电压保护、继电保护等，能很好地保证 X 射线数
--

续表 13 结论和建议

字成像检测系统自身的稳定性和安全性。

本项目 X 射线数字成像检测系统铅房主要采用铅+钢的屏蔽体结构对 X 射线进行屏蔽防护，屏蔽厚度充分考虑了 X 射线主射、散射、漏射影响。根据核算，各铅房屏蔽体防护厚度均能满足《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）屏蔽防护的节等铸造工件的无损检测。本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。缝隙处屏蔽体之间有足够的搭接宽度，穿越屏蔽体的线缆口均采用了不低于同侧屏蔽体防护厚度的铅防护罩进行屏蔽补偿，不影响屏蔽效果。

本项目 X 射线数字成像检测系统设计建设具有冗余性、多元性与独立性的辐射防护安全联锁设施与措施，包括主控钥匙、门机联锁、紧急停机按钮、工作状态指示灯和声音提示装置、视频监视装置、电离辐射警告标志和中文警示说明等辐射安全防护措施，配备符合开展项目要求的监测仪器设备。手动 X 光室、自动 X 光室设置排风扇进行通风换气，确保辐射工作人员操作区域具有良好的通风。

综上所述，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）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 环境影响结论

根据核算，本项目 X 射线数字成像检测系统铅房外周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于年有效剂量管理目标值（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。本项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响较小，对环境的影响可以接受。

本项目不产生放射性“三废”，少量臭氧和氮氧化物经废气经防护门逸散到 X 光室内，而后分别经手动 X 光室、自动 X 光室的排风扇排至厂房内，经厂房

续表 13 结论和建议

的通风系统，排出厂外。曝光时产生的废气不会对工作人员造成影响，项目废气排放口避开了人员活动密集区，对周围环境影响小。

X 射线数字成像检测系统报废后建设单位按照相关要求拆解去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

13.1.8 辐射事故分析

根据预测，射线装置事故情况下，会造成一般辐射事故发生，公司通过定期检查设备的门机联锁装置及钥匙开关的有效性；对辐射安全防护措施及电控系统制定定期检查和维护的制度；开始出束前应观察铅房内有无人员停留，确认无人停留在内后才能开始进行操作，遇 X 射线出束情况下人员滞留铅房内，操作台人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射；定期进行仪器维护，并做好记录；制定辐射工作人员管理制度，操作射线装置的主控钥匙由专人保管，禁止无关人员进入手动 X 光室、自动 X 光室内；设备故障报警系统，如过压、欠压、过流报警、消除电流冲击等功能需定期检查、发现问题及时维护，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，培植辐射工作安全文化素养，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，落实监测频率，保证按照要求进行无损检测工作等措施后，本项目风险可控。

13.1.9 辐射环境管理

建设单位已成立了辐射安全与防护工作领导小组，建立了操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护保养制度、人员培训计划、监测方案等规章制度和辐射事故应急措施，建立了辐射工作人员个人剂量监测、职业健康体检等档案。建设单位应按照规定重新办理《辐射安全许可证》并在许可的种类和范围内从事辐射活动，还应加强核安全文化建设，提高辐射安全管理能力，杜绝辐射事故的发生。

13.1.10 综合结论

综上所述，戴卡捷力铝合金轮毂项目（辐射部分）符合国家产业政策，符

续表 13 结论和建议

合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在完善相应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，能实现辐射防护安全的目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。