

核技术利用建设项目

使用 6 台 X 射线检测系统

环境影响报告表

(公示版)

建设单位：重庆志成机械有限公司

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：二〇二五年五月

生态环境部监制



关于《使用 6 台 X 射线检测系统环境影响报告表》的公示说明

重庆市生态环境局：

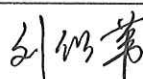
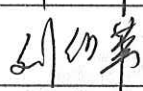
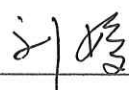
我公司委托重庆宏伟环保工程有限公司编制的《使用 6 台 X 射线检测系统环境影响报告表》目前属于上报审批阶段。我公司承诺，环评报告公示文本中内容不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环评报告全本公开，并愿意承担相关法律责任。

重庆志成机械有限公司

2025 年 5 月



编制单位和编制人员情况表

项目编号	4glpt1		
建设项目名称	使用6台X射线检测系统		
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)	重庆志成机械有限公司		
统一社会信用代码	91500107009293786A		
法定代表人 (签章)	孙浩淳 		
主要负责人 (签字)	刘绍苇 		
直接负责的主管人员 (签字)	刘绍苇 		
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
刘媛	2014035550350000003511550046	BH001056	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘媛	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、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、结论及建议	BH001056	

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	15
表 3	非密封放射性物质	15
表 4	射线装置	16
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	18
表 6	评价依据	19
表 7	保护目标与评价标准	21
表 8	环境质量和辐射现状	29
表 9	项目工程分析与源项	33
表 10	辐射安全与防护	52
表 11	环境影响分析	73
表 12	辐射安全管理	94
表 13	结论和建议	104

表 1 项目基本情况

建设项目名称		使用 6 台 X 射线检测系统			
建设单位		重庆志成机械有限公司			
法人代表	孙浩淳	联系人	刘绍苇	联系电话	1572****538
注册地址		重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号			
项目建设地点		重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号热处理厂房内、重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二内			
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	2503-500107-04-05-442801	
建设项目总投资（万元）	**	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		☐ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☒ 其他		占地面积（m ² ）	约 300
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

重庆志成机械有限公司（以下简称“志成公司”、“建设单位”）成立于 1994 年，2014 年完成新厂建设与搬迁，目前坐落于九龙坡区铝制品生产核心区域——西彭熔铸产业园，是重庆摩托车生产配套的首批供应商之一。重庆志成机械有限公司是重庆仁安控股有限公司旗下三大工业制造企业之一，另外两家为重庆捷力轮毂制造有限公司、重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司。志成公司主要生产摩托车发动机核心部件——气缸头，随着市场需求的不断扩大、客户对公司供应的实力与信心不断增加，近年公司也逐渐开始向摩托车发动机缸体、新能源电机

续表 1 项目基本情况

壳等领域开始发展，公司属重庆市九龙坡区重点工业企业。 按照重庆仁安控股有限公司要求，2022 年 7 月起，“汽车零部件新能源轻量化铸件、电机壳、摇臂等项目”由重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司划归集团所属重庆志成机械有限公司，并由志成公司经营管理并落实环保职责。2024 年 1 月，志成公司变更排污许可，将重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号“汽车零部件新能源轻量化铸件、电机壳、摇臂等项目”纳入现有排污许可管理，并办理排污许可证。 1.2 项目由来 为了满足公司产品质量检测要求，志成公司于 2019 至 2023 年购置了 1 台型号为 XYG-22508/3、1 台型号为 XYG-225HP、2 台型号为 XYD-225 的自屏蔽 X 射线数字成像检测系统（最大管电压均 225kV、管电流均为 8mA）开展固定式无损探伤检测工作，X 射线数字成像检测系统安装于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房的毛坯内窥室、X 光探伤室。根据《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）要求，使用自屏蔽式 X 射线探伤装置按Ⅲ类射线装置管理。重庆市九龙坡区生态环境局对该 X 射线数字成像检测系统按照Ⅲ类射线装置核发了《辐射安全许可证》（渝环辐证[15132]）。 重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司于 2020 年至 2022 年购买 1 台型号为 DU310（最大管电压 160kV、管电流 11mA）、1 台型号为 XYG-225HP 型的自屏蔽 X 射线数字成像检测系统（最大管电压 225kV、管电流 8mA）开展固定式无损探伤检测工作，X 射线数字成像检测系统安装于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司生产车间二。根据《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）要求，使用自屏蔽式 X 射线探伤装置按Ⅲ类射线装置管理。这 2 台 X 射线数字成像检测系统于 2022 年 7 月划归给重庆志成机械有限公司，由重庆志成机械有限公司使用并履行环保责任。2025 年 2 月，重庆志成机械有限公司填报了《重庆志成机械有限公司新能源车间 X 射线探伤应
--

续表 1 项目基本情况

用建设项目环境影响登记表》。 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。由于本项目 6 台 X 射线数字成像检测系统在设备维修等工作模式下人体可以进入和滞留在屏蔽体内，不满足自屏蔽式 X 射线探伤装置的特征。因此，本项目 6 台 X 射线数字成像检测系统应按照《射线装置分类》中的Ⅱ类射线装置管理。 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，使用 6 台 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使用 6 台 X 射线检测系统的环境影响评价工作。 1.3 建设规模及工程内容 （1）项目概况 建设单位购置 6 台 X 射线数字成像检测系统对公司生产的摩托车发动机缸头进行无损检测，在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房毛坯内窥室布置 2 台、X 光探伤室布置 2 台，在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探伤区布置 2 台，本项目总建筑面积约 300m²，项目组成见表 1-1。

续表 1 项目基本情况

表 1-1 项目组成一览表			
类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房的毛坯内窥室 2 台 X 射线数字成像检测系统	毛坯内窥室位于热处理厂房西南端，1F 砖混结构，高 3.6m，“L”形，面积约 125m ² ，顶部为行车通道，人员无法到达。 面向工件门，毛坯内窥室北侧左边布置 1 台丹东奥龙 XYG-225HP、右边布置 1 台丹东奥龙 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统，操作台均布置在面向 X 射线数字成像检测系统工件门的左侧。	依托
		设备：2 台 X 射线数字成像检测系统最大管电压均为 225kV、管电流均为 8mA，设备自带屏蔽铅房，铅房门左右移动开闭。	已购
	重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房的 X 光探伤室 2 台 X 射线数字成像检测系统	X 光探伤室位于热处理厂房内，邻毛坯内窥室，1F 砖混结构，长×宽×高为 12m×6.7m×3.6m，面积约 80m ² ，顶部为行车通道，人员无法到达。 X 光探伤室北侧布置 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统，左侧设备操作台布置在面向工件门的左侧，右侧设备操作台布置在面向工件门的右侧。	依托
		设备：2 台 X 射线数字成像检测系统最大管电压均为 225kV、管电流均为 8mA，设备自带屏蔽铅房，铅房门上下移动开闭。	已购
	重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探伤区 2 台 X 射线数字成像检测系统	生产车间二长×宽×高为 36m×219m×10.5m，在生产车间二北侧 X 光探伤区布置 2 台 X 射线数字成像检测系统。 面向工件门，左侧布置 1 台丹东奥龙 XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统，右侧布置 1 台苏州道青 DU310 型 X 射线数字成像检测系统，在 X 射线数字成像检测系统右侧设置操作间，内设操作台。	依托
		XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统最大管电压 225kV、管电流 8mA。 DU310 型 X 射线数字成像检测系统最大管电压 160kV、管电流 11mA。 2 台设备均自带屏蔽铅房，铅房门上下移动开闭。	已购
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，不新增人员生活污水。	依托
	通风	X 射线数字成像检测系统顶部或左侧设置排气扇进行通风换气，设备铅房内换气次数约 19-44 次/h。热处理厂房 X 光探伤室 2 台 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统拟各增配 1 个排风扇。	设备自带
环保	污水	工作人员生活污水依托各厂区生化池处理后排入市	依托

续表 1 项目基本情况

工程		政污水管网。	
	废气	X 射线数字成像检测系统废气经排气扇排出铅房，经管道引至厂房外墙，排放高度约 2.5m。	新建
	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。	/
	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铁、铅组成。具备工作状态指示灯、急停按钮、摄像、安全联锁等。	设备自带

(2) 屏蔽防护情况

本项目配置的 6 台 X 射线数字成像检测系统屏蔽防护为自带铅房，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 各 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
XYG-225HP	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	热处理厂房毛胚内窥室（左侧）	铅房外部：2000×2008×2450 防护门门洞：900（宽）×1875（高） 对开电动防护门：1200（宽）×2117（高）	右（主射线方向）	15mmPb+4mm 钢板
					左	11mmPb+4mm 钢板
					前、后、上（顶板）、下（底面）	15mmPb+4mm 钢板
					防护门（前）	15mmPb+4mm 钢板
XYG-22508/3	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	热处理厂房毛胚内窥室（右侧）	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）	右（主射线方向）	14mmPb+4mm 钢板
					左	10mmPb+4mm 钢板
					前、后、上（顶板）、下（底面）	14mmPb+4mm 钢板
					防护门（前）	14mmPb+4mm 钢板
HS-XYD-225	丹东华日理学电气股份有限公司	2 台	热处理厂房 X 光探伤室	铅房外部：2300×2300×2075 工件门门洞：1850（宽）×630（高） 上开电动工件防护	上（顶板），主射线方向	14mmPb+4mm 钢板
					左、右、后	8mmPb+4mm 钢板

续表 1 项目基本情况

				门：1990（宽）×730（高）	下（底面）	10mmPb+4mm 钢板
					前、工件防护门	14mmPb+4mm 钢板
				维修门门洞：800（宽）×1590（高） 平开维修防护门：1000（宽）×1790（高）	右侧检修防护门	8mmPb+4mm 钢板
XYG-22 5HP 型	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	生产车间二 X 光探伤区（左侧）	铅房外部：3098×2440×3030 工件防护门门洞：2314（宽）×554（高） 上开电动工件防护门：2544（宽）×750（高） 左侧检修门门洞：1300（宽）×2000（高） 左侧平开检修门：1616（宽）×2204（高）	上（顶板），主射线方向	15mmPb+4mm 钢板
					左、右、前、后	15mmPb+4mm 钢板
					下（底面）	10mmPb+4mm 钢板
					工件防护门（前）	15mmPb+4mm 钢板
					维修防护门（左）	15mmPb+4mm 钢板
DU310 型	苏州工业园区道青科技有限公司	1 台	生产车间二 X 光探伤区（右侧）	铅房外部：3140×2898×2635 上开工件防护门门洞：2698（宽）×678（高） 上开电动工件防护门：2760（宽）×780（高） 右侧平开检修门门洞：520（宽）×1720（高） 右侧平开检修门：618（宽）×1821（高）	上（顶板），主射线方向	9mmPb+4mm 钢板
					左、右、前、后	7mmPb+4mm 钢板
					下（底面）	7mmPb+4mm 钢板
					工件防护门（前）	9mmPb+4mm 钢板
					右侧检修防护门	9mmPb+4mm 钢板，9mmPb 铅玻璃

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，本评价保守不考虑钢板的屏蔽防护效能。

②屏蔽体方位以面对防护门介绍。

③各 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，人员均位于铅房外摆放工件，无须进入铅房内。设备维修等特殊情况下从工件门或检修门进入铅房内开展工作。

④上表给出主射方向为设备主要照射方向，因 C 臂偏转至其他屏蔽面部分成为主射方向在屏蔽体校核中给出。

（3）设备概况

本项目配置的主要设备见表 1-3。

续表 1 项目基本情况

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	6 套	无损检测	II类射线装置，DU310 型 X 射线数字成像检测系统最大管电压 160kV、管电流 11mA。其余 5 台最大管电压 225kV、管电流 8mA。含高压电源装置和冷却器等。
2	个人剂量计	14 个	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	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	6 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 2.5 μ Sv/h，拟增配 6 台。
5	个人剂量报警仪	6 台	剂量检测报警	工作人员工作时随身携带，拟增配 6 台。
6	排风装置	6 套	通风	4 台设备自带，另热处理厂房 X 光探伤室 2 台 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统拟在顶部现有孔洞处各增配 1 个排风扇。

(4) 工件情况

本项目检测的工件主要为不同型号的摩托车发动机缸头，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)	备注	工件厚度 (mm)
摩托车发动机缸头	铝合金	500×300×1000	热处理厂房毛胚内窥室 1 台丹东奥龙 XYG-225HP	5~60
		500×300×700	热处理厂房毛胚内窥室 1 台丹东奥龙 XYG-22508/3	
		500×300×150	热处理厂房 X 光探伤室 2 台丹东华日理学电气 HS-XYD-225	
		700×500×350	生产车间二 1 台丹东奥龙 XYG-225HP 型	
		700×500×350	生产车间二 1 台苏州道青 DU310 型	5~40

(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，本项目 X 射线数字成像检测系统年使用 360 天，工作负荷见表 1-5。

续表 1 项目基本情况

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
热处理厂房毛胚内窥室 1 台 丹东奥龙 XYG-225HP	≤10s	72 次/天、504 次/周、25920 次/年	12min/d、84min/w、72h/a
热处理厂房毛胚内窥室 1 台 丹东奥龙 XYG-22508/3	≤10s	72 次/天、504 次/周、25920 次/年	12min/d、84min/w、72h/a
热处理厂房 X 光探伤室 2 台 丹东华日理学电气 HS-XYD-225	≤5s	144 次/天、1008 次/周、51840 次/年	12min/d、84min/w、72h/a
生产车间二 1 台 丹东奥龙 XYG-225HP 型	≤10s	72 次/天、504 次/周、25920 次/年	12min/d、84min/w、72h/a
生产车间二 X 光探伤区 苏州道清 DU310 型	≤10s	72 次/天、504 次/周、25920 次/年	12min/d、84min/w、72h/a
(6) 工作制度和劳动定员 志成公司共配置 14 名辐射工作人员，其中 2 名操作现有 1 台工业 CT，本项目的 6 台 X 射线数字成像检测系统由另外 12 名人员操作，每台设备配置 2 名辐射工作人员。辐射工作人员在建设单位总劳动定员内，项目年工作 360 天，每天 3 班制，每班 8 小时。 根据建设单位提供资料，现有 14 名辐射工作人员 2024 年年剂量在 0.05～0.62mSv，现有辐射工作人员中有 2 名辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训考核，并考核合格，有效期至 2029 年 11 月 21 日。另外 12 名辐射工作人员按照操作 III 类射线装置辐射工作人员，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。 1.4 遗留环保问题 本项目 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，部分辐射安全防护设施和管理措施不能满足 II 类射线装置管理要求，拟在本项目中进行补充，主要遗留环保问题及整改措施见表 1-6。			

续表 1 项目基本情况

表 1-6 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	拟对热处理厂房毛胚内窥室左侧 1 台丹东奥龙 XYG-225HP 型、生产车间二 X 光探伤区的 2 台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 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型、1 台苏州道青 DU310 型操作台设置各指示灯信号意义的中文说明。
	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 6 台个人剂量报警仪。
辐射安全管理措施	部分辐射工作人员尚未通过辐射安全与防护考核	积极安排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。
	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。
环保工程	铅房内废气直接排放至所在房间内，2 台丹东华日理学电气 HS-XYD-225 型设备的铅房未设置排风装置	新建管道将废气引至热处理厂房西侧、生产车间二东侧外墙排放。在热处理厂房 X 光探伤室 2 台丹东华日理学电气 HS-XYD-225 型顶部增加排风设备及补偿措施。

1.5 项目选址可行性

本项目选址于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房的毛坯内窥室、X 光探伤室内，并各布置 2 台 X 射线数字成像检测系统开展摩托车发动机缸头的无损检测；同时在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探伤区布置 2 台 X 射线数字成像检测系统开展摩托车发动机缸头的无损检测。

本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅房，根据生产线工艺区布置，对于西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房布置在厂房西端的专用毛坯内窥室、X 光探伤室 2，西彭镇宝恒路 99 号生产车间二则根据生产线工艺需求，布置在 X 光探伤区，楼上无建筑，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，有利于辐射防护和减少 X 射线对公众成员的影响，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

续表 1 项目基本情况

良好，有利于项目的建设。因此，本项目选址可行。

1.6 项目周边保护目标

本项目 4 台设备位于西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房、2 台设备西彭镇宝恒路 99 号生产车间二。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。本项目 4 台设备所在的热处理厂房外环境见表 1-7，2 台设备所在生产车间二外环境见表 1-8。

表 1-7 本项目 4 台设备所在的热处理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	北侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	志成公司厂区内
		食堂、一般固废暂存区 10kV 变电所（1F）	16m	0	
2	南侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		铸造厂房（1F）	约 14m		
3	东侧	厂内道路	紧邻	0	
		洗箱组	约 9m	0	
4	西侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	厂区外部
		空地	约 17m	0	

表 1-8 本项目 2 台设备所在的生产车间二外环境关系一览表

序号	方位	外环境名称	水平距离	高差	备注
1	北侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司厂区内 内部
		生产车间三（1F）	21m	0	
2	南侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	
		污水处理站（1F）	约 19m		
3	西侧	厂内道路	紧邻	0	
		1#联合厂房、2#联合厂房	约 25m	0	
4	东侧	厂内绿化及道路	紧邻	0	厂区外部
		重庆市天益汽车配件有限公司	约 12m	0	

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

志成公司于 2013 年在重庆市九龙坡区西彭工业园区 J 标准分区 J43-1-01 地块（即重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号）投资建设“年产 1600 万件摩托车气缸头生产线及配套设施项目”，2013 年 11 月 26 日，该项目取得原重庆市九龙

续表 1 项目基本情况

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〔2013〕302号。该项目的总占地面积 149075m²，总建筑面积 121977m²，建设 2 条铸造线、40 条机加线、2 条热处理线、1 条表面处理线、2 条模具加工线等，年产 1600 万只摩托车发动机缸头。主要建筑包括铸造厂房、机加工联合厂房、恒温车间、热处理厂房等。该项目于 2017 年 2 月 8 日通过竣工环境保护验收，验收批复文号：渝（九）环验〔2017〕019 号。志成公司已取得排污许可证（证书编号：91500107009293786A001V），有效期至 2029 年 2 月 1 日。本项目 4 台 X 射线数字成像检测系统位于热处理厂房西端的毛坯内窥室、X 光探伤室。

2022 年 7 月起，“汽车零部件新能源轻量化铸件、电机壳、摇臂等项目”由重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司划归集团所属重庆志成机械有限公司，并将环保手续移交给志成机械。2024 年 1 月，志成公司变更排污许可（证书编号：91500107009293786A0020，有效期至 2029 年 2 月 1 日），将“汽车零部件新能源轻量化铸件、电机壳、摇臂等项目”纳入现有排污许可管理。2021 年 1 月，《汽车零部件新能源轻量化铸件、电机壳、摇臂等项目环境影响报告表》取得于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〔2021〕007 号。2023 年 2 月 24 日，该项目通过竣工环境保护自主验收。本项目 2 台 X 射线数字成像检测系统位于生产车间二 X 光探伤区。

本项目 6 台 X 射线数字成像检测系统所在厂房环保手续齐全，“汽车零部件新能源轻量化铸件、电机壳、摇臂等项目”划归给重庆志成机械有限公司后，重庆志成机械有限公司对其排污许可证进行了变更，但 2025 年 1 月，公司法人进行了变更，正在申请排污许可证的法人变更。

1.7.2 核技术利用项目开展情况

（1）核技术利用项目调查

根据建设单位提供的志成公司《辐射安全许可证》（渝环辐证[15132]），有效期至 2029 年 1 月 17 日。许可志成公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号使用

续表 1 项目基本情况

4台X射线数字成像检测系统（按Ⅲ类射线装置）。另外在九龙坡区西彭镇宝恒路9号机加工联合厂房CT检测室配置1台工业CT（新增工业CT探伤机项目）已于2024年8月24日取得重庆市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（辐）环准〔2024〕58号。2024年12月31日该项目通过竣工环境保护自主验收，目前正在申请办理辐射安全许可证。该项目距离本项目设备距离超过50m，不在本项目评价范围内，后续评价不考虑其叠加影响。

本项目位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号公司生产车间二 X 光探伤区的 2 台 X 射线数字成像检测系统已由志成公司按照Ⅲ类射线装置管理，填报登记备案。该厂区内另有重庆戴卡捷力轮毂制造有限公司在 1#、2#联合厂房铸造车间使用有 10 台 X 射线轮毂检测系统，已取得《辐射安全许可证》（渝环辐证[15428]），有效期至 2026 年 9 月 26 日。许可的 10 台 X 射线轮毂检测系统距离本项目设备距离超过 50m，不在本项目评价范围内，后续评价不考虑其叠加影响。

经调查，重庆志成机械有限公司目前使用射线装置环保手续情况见表 1-9。

表 1-9 志成公司使用射线装置环保手续

厂区	设备名称	厂家	设备型号	工作场所	数量	环评批复	验收	监测情况	备注
重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号	工业 CT	德国 Comet Yxlon	UX20 型	机加工联合厂房 CT 检测室	1 台	渝（辐）环准〔2024〕58 号，2024 年 8 月 24 日	2024 年 12 月 31 日通过自主验收	达标	正在办理辐射安全许可证
	X 射线数字成像检测系统	丹东锐新射线仪器有限公司	AXF R-225，更换为 XYG-2 2508/3	热处理厂房毛胚内窥室	1 台	登记备案（202450010700000001）	/	达标	上证设备为原型号设备，已退回厂家。新型号已监测，本次评价设备
	X 射线数字成像检测系统	丹东奥龙射线仪器有限公司	XYG-2 25HP	热处理厂房毛胚内窥室	1 台	登记备案（202450010700000001）	/	达标	按Ⅲ类上证，本次评价设备

续表 1 项目基本情况

	X 射线数字成像检测系统	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	XYG-22508/3	热处理厂房毛胚内窥室	1 台	登记备案（AXF R-225 退后后更换为 XYG-22508/3）	/	达标	按Ⅲ类上证，本次评价设备
	X 射线数字成像检测系统	丹东华日理学电气股份有限公司	HS-XYD-225	热处理厂房 X 光探伤室	2 台	登记备案（202450010700000001）	/	达标	按Ⅲ类上证，本次评价设备
重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号	X 射线数字成像检测系统	苏州工业园区道青科技有限公司	DU310 型	生产车间二 X 光探伤区（右侧）	1 台	登记备案（202550010700000016）	/	未监测	本次评价设备
	X 射线数字成像检测系统	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	XYG-225HP 型	生产车间二 X 光探伤区（左侧）	1 台	登记备案（202550010700000016）	/	未监测	本次评价设备

(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表》及辐射工作场所监测报告，志成公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号使用的 1 台工业 CT，4 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达标。志成公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号使用的 2 台 X 射线数字成像检测系统因设备转隶，尚未开展辐射工作场所监测。

(3) 辐射工作人员情况

根据志成公司提供的资料可知，建设单位目前共配置 14 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 2024 年度个人剂量监测结果最大值为 0.62mSv。经调查，14 名辐射工作人员中有 2 名人员已通过核技术利用辐射安全与防护考核，另外 12 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。按照Ⅱ类射线装置管理要求，另外 12 名辐射工作人员应按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的

续表 1 项目基本情况

公告》要求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和报名并参加相应类别考核，考核合格后方能上岗。

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。

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	1 台	XYG-225HP	225	8	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号热处理厂房毛胚内 窥室	丹东奥龙射线仪器集团 有限公司
2	X 射线数字成像 检测系统	Ⅱ类	1 台	XYG-22508/3	225	8	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号热处理厂房毛胚内 窥室	丹东奥龙射线仪器集团 有限公司
3	X 射线数字成像 检测系统	Ⅱ类	2 台	HS-XYD-225	225	8	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号热处理厂房 X 光探 伤室	丹东华日理 学电气股份 有限公司
4	X 射线数字成像 检测系统	Ⅱ类	1 台	XYG-225HP 型	225	8	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探 伤区	丹东奥龙射线仪器集团 有限公司
5	X 射线数字成像 检测系统	Ⅱ类	1 台	DU310 型	160	11	无损检测	九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探 伤区	苏州工业园 区道青科技 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	/	/	/	/	/	/	新建管道将废气引至热处理厂房西侧、生产车间二东侧外墙排放
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	/	/	/	/	/	/	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》，2022 年 11 月 1 日起施行修订版； (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 4 台设备所在西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房为单层建筑，厂房东西长 255 米、南北宽 42 米、高 10 米，4 台 X 射线数字成像检测系统所在的毛坯内窥室、X 光探伤室均位于热处理厂房西端，毛坯内窥室、X 光探伤室高 3.6m，其顶部为行车通道，顶部人员无法到达，楼下无建筑。厂房东侧布置有热处理区、抛丸区等工艺加工区域。

毛坯内窥室为“L”形砖混结构，面向 X 射线数字成像检测系统工件门，毛坯内窥室北侧左边布置 1 台丹东奥龙 XYG-225HP、右边布置 1 台丹东奥龙 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统，操作台均布置在面向 X 射线数字成像检测系统工件门的左侧，西南侧为内窥检测区。

X 光探伤室位于毛坯内窥室北侧，1F 砖混结构，长 12 米，宽 6.7 米，高 3.6 米，顶部为行车通道，人员无法到达。X 光探伤室靠北侧布置 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统，左侧设备操作台布置在面向工件门的左侧，右侧设备操作台布置在面向工件门的右侧。

本项目西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房内 4 台 X 射线数字成像检测系统环境保护目标见表 7-1。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房内 4 台设备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	毛坯内窥室 2 台 东奥龙 X 射线数字 成像检测系统铅房 四周	四周	北约 0~1m 南约 0~4m 东约 0~3m 西约 0~2m	1F 砖混结构房间，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	X 光探伤室 2 台 东华日理学 X 射线 数字成像检测系统 铅房四周	四周	北约 0~0.2m 南约 0~4m 东约 0~3m 西约 0~2m	1F 砖混结构房间，本项目辐射 工作人员工作区，2 人				
3	内窥检测区	西南	约 4~11m	质检科其他工作人员，约 2 人。	公众 成员			
4	厂区绿化及道路	西	约 2~19m	厂区内部道路，流动人员约 2 人				
	绿化空地		约 19~50m	流动人员约 5 人				
5	通道、热处理区	东	约 3~50m	热处理车间工作人员，约 10 人				
6	质检科办公室	南	约 4~11m	质检科办公人员，约 5 人				
	厂区绿化及道路		约 11~24m	厂区内部道路，流动人员约 2 人				
	铸造厂房		约 24~50	铸造厂房制芯区，约 10 人				
7	试验室、理化分析 室、检测室	北	约 0.5~22m	质检科工作人员，约 5 人				
	厂区绿化及道路		约 22~39m	厂区内部道路，流动人员约 2 人				
	10kV 变电所及一 般固废暂存区		约 39~50m	厂内供电设备，一般固废暂存 区，流动人员约 2				
备注：楼上为行车设备区，人员无法到达，以上环境保护目标与本项目所在房间无高差。								
本项目 2 台设备所在西彭镇宝恒路 99 号公司生产车间二为单层建筑，厂房南北长 219 米、东西宽 36 米、高 10.5 米，2 台 X 射线数字成像检测系统布置在北侧 X 光探伤区。厂房从北至南分别布置矫正区、热处理区、X 光探伤区、钼震区、铸造产品储存区、浇筑区等，楼下无建筑。面向 X 射线数字成像检测系统工件门，左侧布置 1 台丹东奥龙 XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统，右侧布置 1 台苏州道青 DU310 型 X 射线数字成像检测系统，在 X 射线数字成像检测系统右侧均设置操作间，内设操作台。本项目西彭镇宝恒路 99 号公司生产车间二内 2 台 X 射线数字成像检测系统环境保护目标见表 7-2。								

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-2 西彭镇宝恒路 99 号公司生产车间二内 1 台设备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	2 台 X 射线数字成像检测系统铅房操作间	西	紧邻	板房操作间,本项目辐射工作人员在此操作, 2 人。	辐射工作人员	电离辐射
2	2 台 X 射线数字成像检测系统铅房之间已检工件区	铅房之间	约 4m	质检科其他工作人员, 约 1 人。		
3	生产车间二内通道	西	约 3~11m	厂房内流动人员, 约 2 人	公众成员	
	厂房内部通道		约 11~36m	生产车间二内工作人员, 约 2 人		
	2#联合厂房熔炼车间		约 36~50m	2#联合厂房熔炼车间工作人员, 约 5 人		
4	厂房内部通道	东	0~4m	生产车间二内工作人员, 约 2 人		
	自动化打磨单元、电机壳震砂区		约 4~13m	生产车间二内工作人员, 约 10 人		
5	厂区绿化及道路		约 13~23m	厂区内部道路, 流动人员约 2 人		
6	重庆市天益汽车配件有限公司厂房	东	约 23~50m	天益汽车配件有限公司工作人员, 约 10 人		
7	厂房内部通道	北	0~8m	生产车间二内工作人员, 约 2 人		
	热处理区、矫正区、检验区等		约 8~50m	生产车间二内工作人员, 约 5 人		
8	钼震区、悬臂震砂区	南	0~20m	生产车间二内工作人员, 约 2 人		
	铸造产品储存区、浇筑区		约 20~50m	生产车间二内工作人员, 约 10 人		
备注: 以上环境保护目标与本项目所在位置无高差。						

续表 7 保护目标与评价标准

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 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 7-3）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 7-3 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：

续表 7 保护目标与评价标准

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）

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。

续表 7 保护目标与评价标准

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：		
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（ μ Sv/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 7-4 所示。		
表 7-4 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。		
根据建设单位提供的工作负荷，设备屏蔽体外周围剂量当量率控制水平核算结果见表 7-5。		

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-5 剂量率控制水平核算表 单位: $\mu\text{Sv/h}$								
设备	方位	屏蔽体外关注点	H_c ($\mu\text{Sv/t}$ (h/周))	T	$H_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	
热处理厂房 X 光探伤室 丹东华日理电气 HS-XYD-225	前后左右	铅房外 30cm 处	100	0.7	1	2.5	142.9	2.5
	下(地板)上(顶板)	底部至地面、顶部上 30cm 处	/	0.7	/	100	/	2.5
	周围	热处理区、试验室、理化分析室等	5	0.7	1	2.5	7.1	2.5
3 台丹东奥龙 X 射线数字成像检测系统	前后左右	铅房外 30cm 处	100	1.4	1	2.5	71.4	2.5
	下(地板)上(顶板)	底部至地面、顶部上 30cm 处	/	1.4	/	100	/	2.5
	周围	内窥检测区、热处理区、钼震区等	5	1.4	1	2.5	3.6	2.5
生产车间二 X 光探伤区 苏州清道 DU310 型	前后左右	铅房外 30cm 处	100	1.4	1	2.5	71.4	2.5
	下(地板)上(顶板)	底部至地面、顶部上 30cm 处	/	1.4	/	100	/	2.5
	周围	生产车间二内通道、厂房内部通道、钼震区等	5	1.4	1	2.5	3.6	2.5
备注: ①设备顶部人员无法到达, 本项目保守按照 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行控制。铅房底部有支撑座, 底部至地面小于 30cm, 关注点取地面。 ②设备周围较远处关注点处的剂量率参考控制水平按距离的平方反比核算至设备外表面处的值更大, 因此按照设备表面处的导出剂量率参考控制水平核算结果控制即可。								
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。								

续表 7 保护目标与评价标准

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	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：<5mSv/h（管电压>200kV） 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
3	剂量率参考控制水平	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

本项目位于重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号热处理厂房、九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二，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，分别安装在热处理厂房毛坯内窥室、X 光探伤室、生产车间二 X 光探伤区，所在用房楼上无建筑，且人员无法到达，楼下为实土层。项目场所位置见附图 3，项目场址现状及周围环境现状见附图 7。

8.2 辐射现状

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 4 月 10 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〕588 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 辐射剂量率测定规范》（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-100 μ Sv/h。

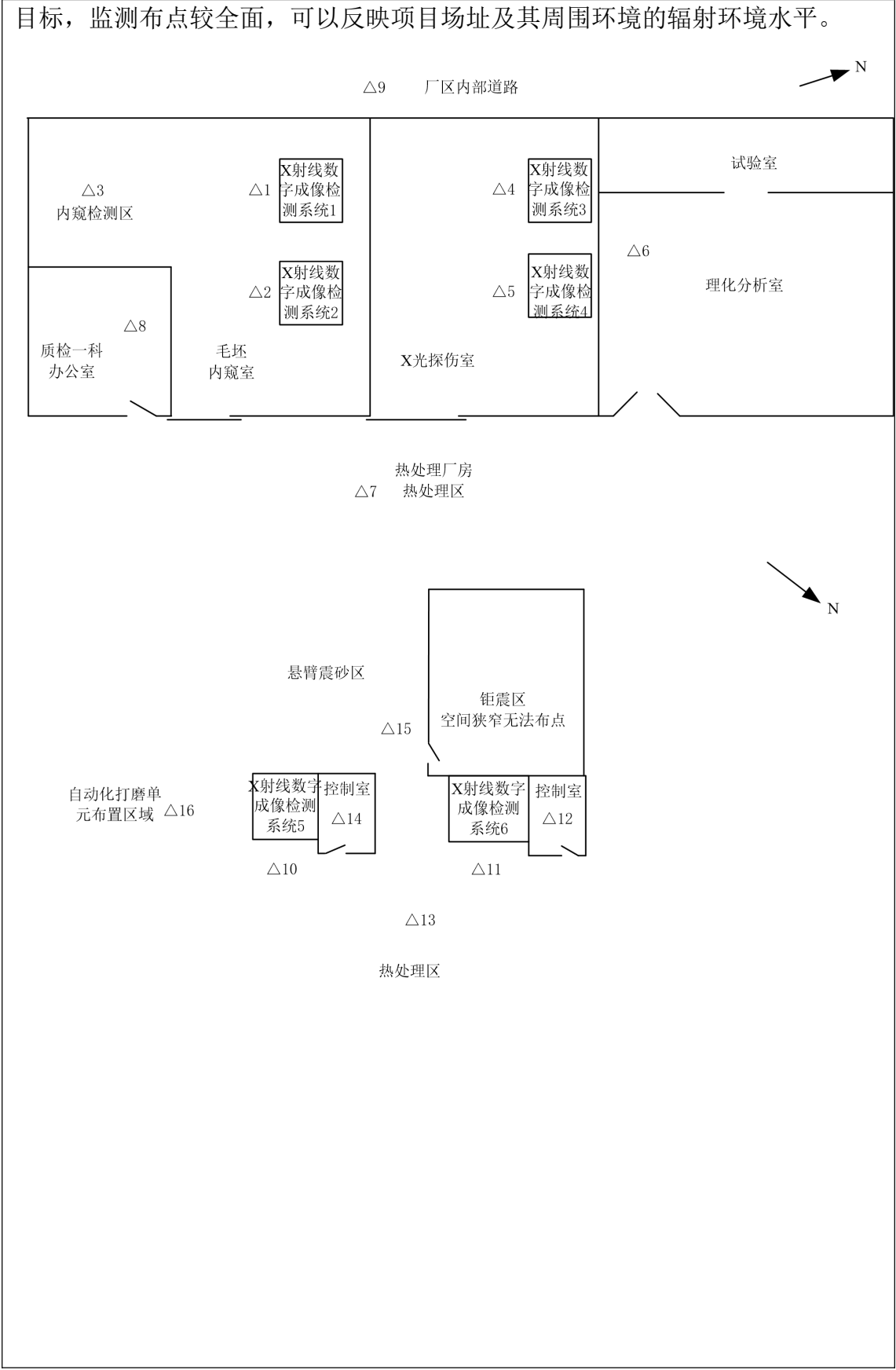
（4）监测点位

本次监测共布设了 17 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热处理厂房毛坯内窥室、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，布点覆盖了项目场址和最近环境保护

续表 8 环境质量现状

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

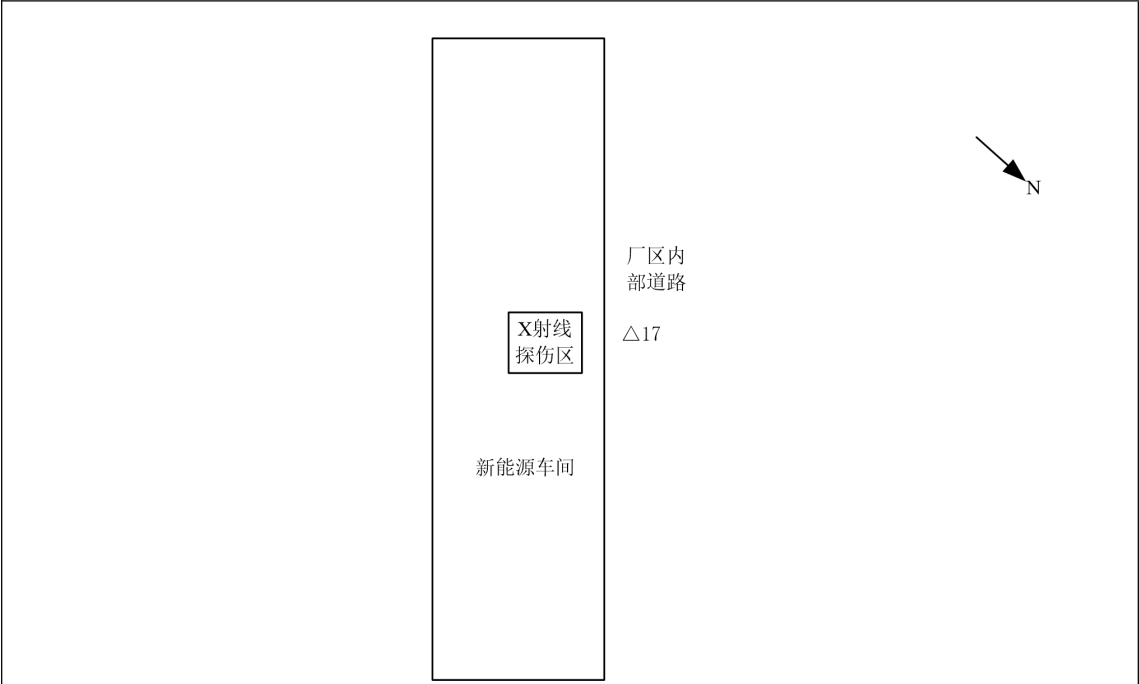


图 8-1 监测布点示意图

(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；监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度；监测报告严格实行审核制度，经过审核，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	监测点地理位置	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
$\triangle 1$	重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号	X 射线数字成像检测系统 1 旁（毛坯内窥室）	0.074
$\triangle 2$		X 射线数字成像检测系统 2 旁（毛坯内窥室）	0.074
$\triangle 3$		内窥检测区	0.075
$\triangle 4$		X 射线数字成像检测系统 3 旁（X 光探伤室）	0.078
$\triangle 5$		X 射线数字成像检测系统 4 旁（X 光探伤室）	0.082
$\triangle 6$		理化分析室	0.078

续表 8 环境质量现状

△7		热处理区	0.075
△8		质检一科办公室	0.083
△9		厂区内部道路	0.074
△10	重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号	X 射线数字成像检测系统 5 旁（X 光探伤区）	0.053
△11		X 射线数字成像检测系统 6 旁（X 光探伤区）	0.052
△12		X 射线数字成像检测系统 6 控制室	0.059
△13		热处理区	0.062
△14		X 射线数字成像检测系统 5 控制室	0.054
△15		悬臂震砂区	0.054
△16		自动化打磨单元布置区域	0.074
△17		厂区内部道路	0.062

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 52nGy/h～83nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）。根据《2023 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 76.8~93.3nGy/h，平均值为 87.0nGy/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。

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 X 射线数字成像检测系统均已安装，原施工过程主要为设备安装，产生了少量的废水、废气、固废、噪声，均得到了合理的处置，未对周围环境产生不利影响，无施工期环保遗留问题。因此，本评价不再分析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

本项目配置的 6 台 X 射线数字成像检测系统主要由铅房、电气柜、操作台、机械运动机构、X 射线管头、C 形臂、高压发射器、面板探测器、水冷系统等组成。本项目配置的 6 台设备除开门方式略有不同，设备组成基本相同，除生产车间二 X 光探伤区左侧丹东奥龙 XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统 X 射线管头及面板探测器为固定在两端外，其他均为 C 形臂结构。

本项目设备各照片见图 9-1 至 9-5。

续表 9 项目工程分析与源项



续表 9 项目工程分析与源项

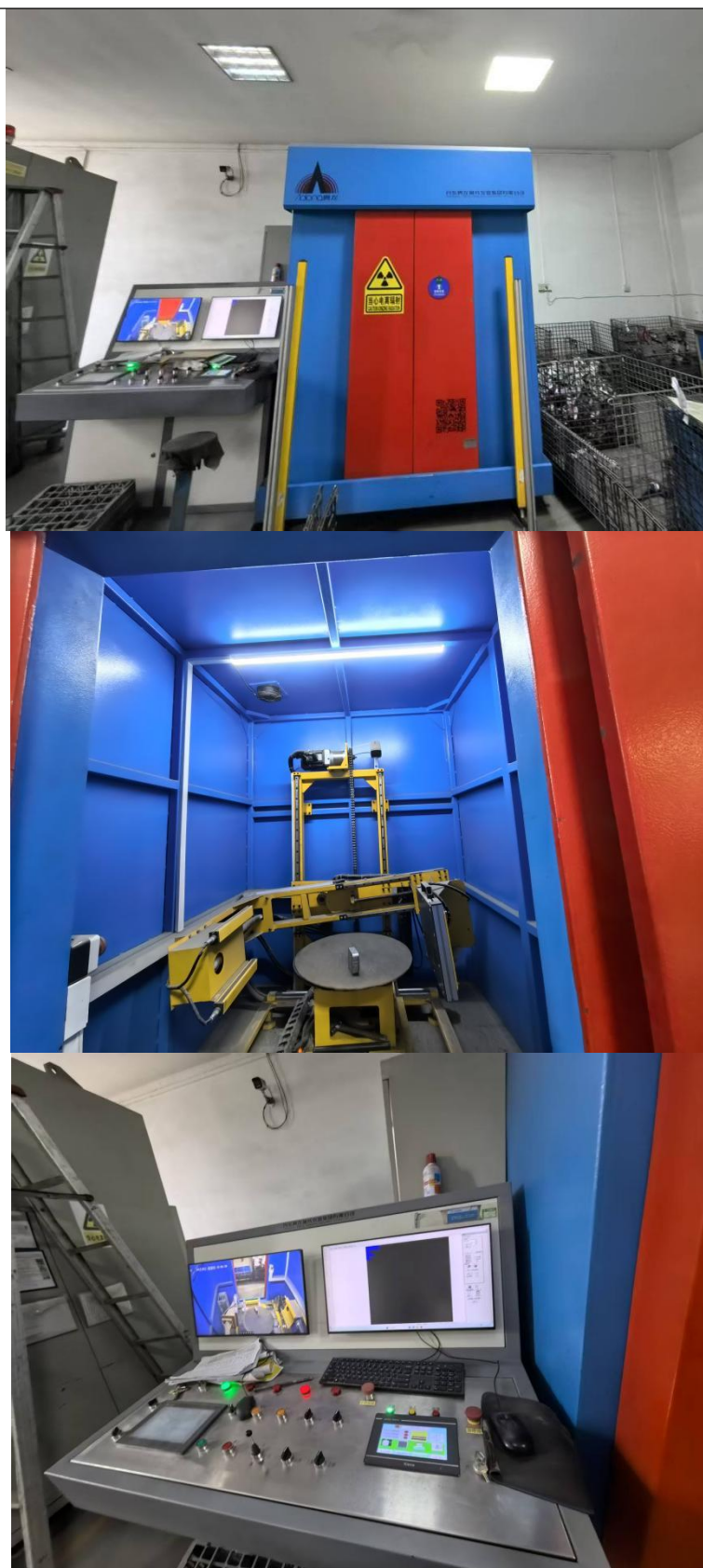


图 9-2 热处理厂房毛胚内窥室右侧丹东奥龙 XYG-22508/3 型整体、铅房内部、操作台

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-3 热处理厂房 X 光探伤室 2 台华日理学 HS-XYD-225 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

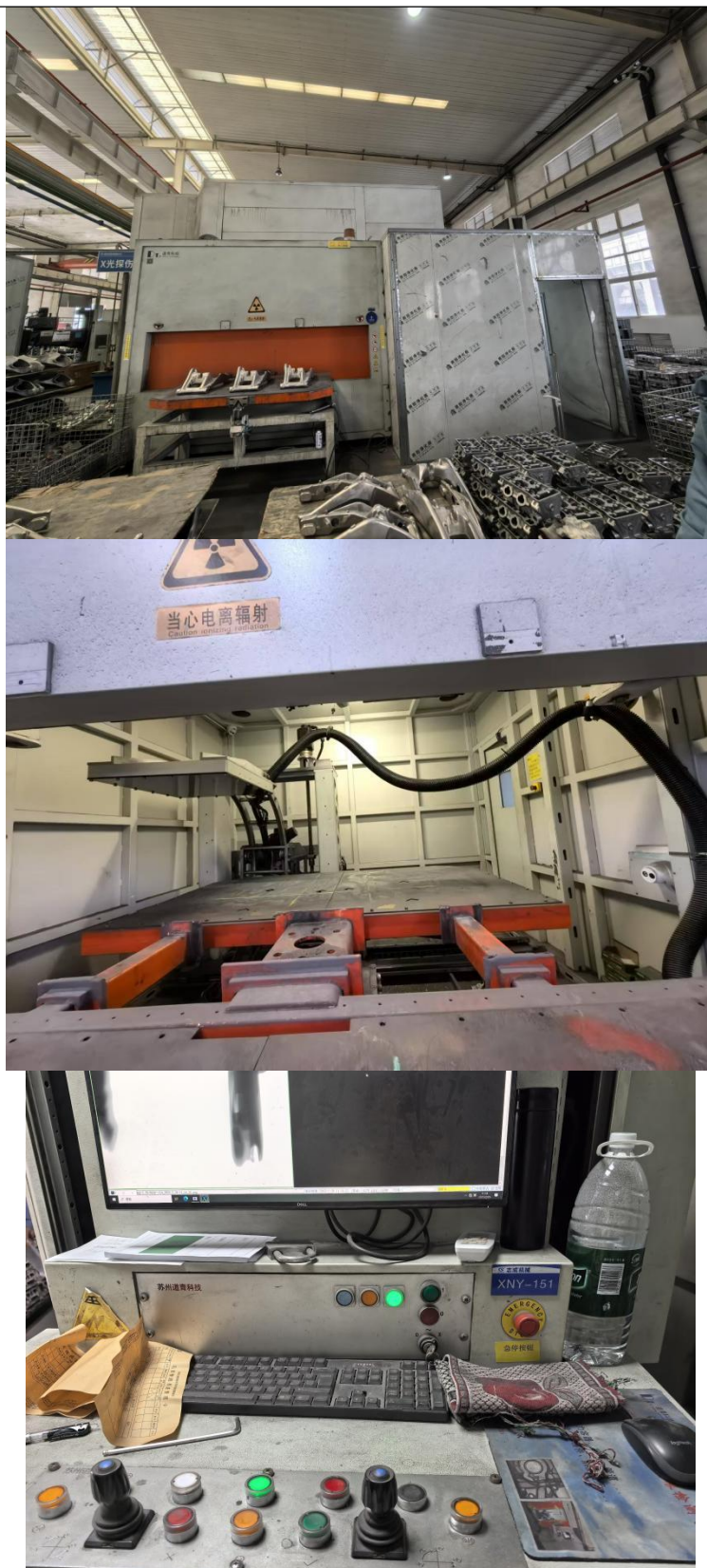


图 9-5 生产车间二 X 光探伤区右侧苏州道青科技 DU310 型整体、铅房内部、操作台

续表 9 项目工程分析与源项

① 铅房 本项目 X 射线数字成像检测系统的铅房为 X 射线的屏蔽防护系统，屏蔽体主要由一定厚度的铁+铅+铁组成，各铅房内空尺寸见表 1-2。 ② 电气柜 X 射线数字成像检测系统的电气柜位于铅房后侧、左侧或右侧，用于封装电气设备。 ③ 操作台 操作台设置于 X 射线数字成像检测系统铅房外左侧或右侧，用于工作人员操作控制 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 C 形臂运动及工件平台旋转，工件旋转单元带动工件平台实现水平 360°旋转，其中华日理学 HS-XYD-225 型为可旋转的双载物平台，其他均为 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 <table><tr><th>设备型号</th><th>厂家</th><th>数量</th><th>安装位置</th><th>主射面及摆角</th><th>平移行程 (mm)</th><th>射线管与屏蔽体最近距离 (mm)</th></tr><tr><td rowspan="4">XYG-225HP</td><td rowspan="4">丹东奥龙射线仪器集团有限公司</td><td rowspan="4">1 台</td><td rowspan="4">热处理厂房毛胚内窥室（左侧）</td><td rowspan="4">右（主射线方向）垂直摆角±15°，顶棚、底板可能为主射线方向。辐射角度范围 40°×30°</td><td>上下升降行程 1000</td><td>距上：662</td></tr><tr><td rowspan="2">左右行程 200</td><td>距下：778</td></tr><tr><td>距左：271</td></tr><tr><td>前后固定</td><td>距右：1529</td></tr><tr><td rowspan="4">XYG-22508/3</td><td rowspan="4">丹东奥龙射线仪器集团有限公司</td><td rowspan="4">1 台</td><td rowspan="4">热处理厂房毛胚内窥室（右侧）</td><td rowspan="4">右（主射线方向）垂直摆角±45°，顶棚、底板可能为主射线方向，辐射角度范围 20°×25°</td><td rowspan="2">上下升降行程 1000</td><td>距前：909</td></tr><tr><td>距后：1099</td></tr><tr><td rowspan="2">左右行程 200</td><td>距上：805</td></tr><tr><td>距下：723</td></tr><tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">前后固定</td><td>距左：300</td></tr><tr><td>距右：1332</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>距前：850</td></tr></table>							设备型号	厂家	数量	安装位置	主射面及摆角	平移行程 (mm)	射线管与屏蔽体最近距离 (mm)	XYG-225HP	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	热处理厂房毛胚内窥室（左侧）	右（主射线方向）垂直摆角±15°，顶棚、底板可能为主射线方向。辐射角度范围 40°×30°	上下升降行程 1000	距上：662	左右行程 200	距下：778	距左：271	前后固定	距右：1529	XYG-22508/3	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	热处理厂房毛胚内窥室（右侧）	右（主射线方向）垂直摆角±45°，顶棚、底板可能为主射线方向，辐射角度范围 20°×25°	上下升降行程 1000	距前：909	距后：1099	左右行程 200	距上：805	距下：723						前后固定	距左：300	距右：1332							距前：850
设备型号	厂家	数量	安装位置	主射面及摆角	平移行程 (mm)	射线管与屏蔽体最近距离 (mm)																																													
XYG-225HP	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	热处理厂房毛胚内窥室（左侧）	右（主射线方向）垂直摆角±15°，顶棚、底板可能为主射线方向。辐射角度范围 40°×30°	上下升降行程 1000	距上：662																																													
					左右行程 200	距下：778																																													
						距左：271																																													
					前后固定	距右：1529																																													
XYG-22508/3	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	1 台	热处理厂房毛胚内窥室（右侧）	右（主射线方向）垂直摆角±45°，顶棚、底板可能为主射线方向，辐射角度范围 20°×25°	上下升降行程 1000	距前：909																																													
						距后：1099																																													
					左右行程 200	距上：805																																													
						距下：723																																													
					前后固定	距左：300																																													
						距右：1332																																													
						距前：850																																													

续表 9 项目工程分析与源项

						距后：1108
HS-XY D-225	丹东华日 理学电气 股份有限 公司	2 台	热处理厂 房 X 光探 伤室	主射线方向上（顶 板），水平（左右） 摆角 $\pm 15^\circ$ ，垂直 （前后）摆角 $\pm 15^\circ$ ，前面可能为 主射线方向，辐射 角度范围 $20^\circ \times 20^\circ$	上下升降行程 400	距上：1448
						距下：302
					左右行程 500	距左：900
						距右：900
					前后行程 300	距前：314
						距后：1486
XYG-22 5HP 型	丹东奥龙 射线仪器 集团有限 公司	1 台	生产车间 二 X 光探 伤区（左 侧）	主射线方向上（顶 板），水平（左右） 摆角 $\pm 30^\circ$ ，垂直 （前后）摆角 $\pm 30^\circ$ ，除底板外， 全部都可能为主 射线方向，辐射角 度范围 $40^\circ \times 30^\circ$	左右平移行程 1000	距左：1020
						距右：1078
					前后平移行程 700	距前：762
						距后：978
					上下固定	距上：2248
						距下：780
DU310 型	苏州工业 园区道青 科技有限 公司	1 台	生产车间 二 X 光探 伤区（右 侧）	主射线方向上（顶 板），水平（左右） 摆角 $\pm 45^\circ$ ，垂直 （前后）摆角 $\pm 45^\circ$ ，除底板外， 全部都可能为主 射线方向，辐射角 度范围 $40^\circ \times 30^\circ$	左右平移行程 1519	距左：1027
						距右：1042
					前后平移行程 755	距前：1327
						距后：816
					上下升降行程 412	距上：1718
						距下：505

⑤ X 射线管头

本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管头为单级金属陶瓷 X 射线管，安装在铅房内的 C 形臂一端或底部（仅生产车间二 X 光探伤区左侧丹东奥龙 X 射线管头位于底部）。本项目 X 射线管头的射线束形状为锥束，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

X 射线管头摆角装置可实现 X 射线管头竖直或水平方向正负一定角度摆动，需倾斜方向成像时，通过 X 射线管头摆角运动，面板探测器垂直升降与之联动来实现。结合设备尺寸及 X 射线管头运动位置给出了主射线可能范围，具体见表 9-1 及设备平剖面图。

⑦ 高压电源装置

续表 9 项目工程分析与源项

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), 再经过功率器件 (IGBT) 组成桥式逆变电路转换成为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; 同时高压变压器输出通过取样电路将输出值反馈回主逆变频率控制器, 用其作为输出设定值的补偿量。因此形成高压输出的闭环控制, 以达到更有效精确的高压输出值。

⑧ 面板探测器

本项目 X 射线数字成像检测系统的面板探测器为平板探测器, 安装在 X 射线管对侧, 面板探测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。

(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 射线束朝设备右侧定向连续出束照射, X 射线管、面板探测器、工件等均不移动, 工作人员通过面板探测器采集图像, 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, 确认检测结果。

(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 36h、72h。

(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 9-2。

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-2 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	XYG-225HP	XYG-22508/3	HS-XYD-225	XYG-225HP 型	DU310 型
设备厂家	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	丹东华日理学电气股份有限公司	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	苏州工业园区道青科技有限公司
数量（台）	1	1	2	1	1
工作场所	热处理厂房毛胚内窥室（左侧）	热处理厂房毛胚内窥室（右侧）	热处理厂房 X 光探伤室	生产车间二 X 光探伤区（左侧）	生产车间二 X 光探伤区（右侧）
最大管电压	225kV	225kV	225kV	225kV	160kV
最大管电流	8mA	8mA	8mA	8mA	11mA
功率	1800W	1800W	1800W	1800W	1800W
焦点尺寸（mm）	0.4/1.0	0.4/1.0	0.4/1.0	0.4/1.0	0.4/1.0
焦距（mm）	500~1000	500~1000	600	550~950	1200
射线辐射角	30°（垂直）×40°（水平）、垂直摆角±15°	20°（垂直）×25°（水平）、垂直摆角±45°	20°（垂直）×20°（水平）、水平（左右）摆角±15°，垂直（前后）摆角±15°	40°（垂直）×30°（水平）、水平（左右）摆角±30°，垂直（前后）摆角±30°	40°（垂直）×30°（水平）、水平（左右）摆角±45°，垂直（前后）摆角±45°
过滤材料	0.5mm Cu	0.5mm Cu	0.5mm Cu	0.5mm Cu	0.5mm Cu
发射率 mGy·m ² /（mA·min）	12	12	12	12	6.0
照射方式	定向照射（向右）	定向照射（向右）	定向照射（向上）	定向照射（向上）	定向照射（向上）
最大穿透厚度	130mm（铝）	140mm（铝）	120mm（铝）	140mm（铝）	150mm（铝）
最大可检工件规格	Φ500×1000 mm	Φ500×800 mm	Φ500×500 mm	Φ500×800mm m	Φ500×1000 mm
装置屏蔽	铅房	铅房	铅房	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	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	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					

续表 9 项目工程分析与源项

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 9-6。

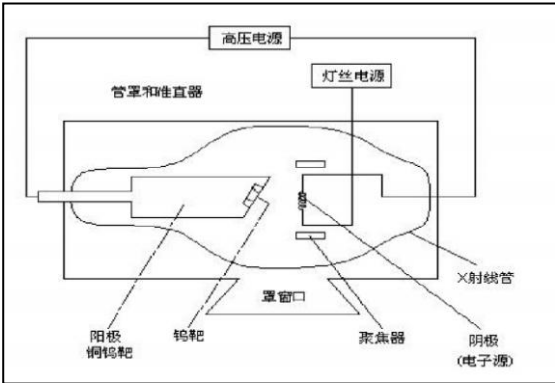


图 9-6 X 射线管原理示意图

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，由平板探测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。X 射线数字成像检测系统数字成像原理见图 9-7。

续表 9 项目工程分析与源项

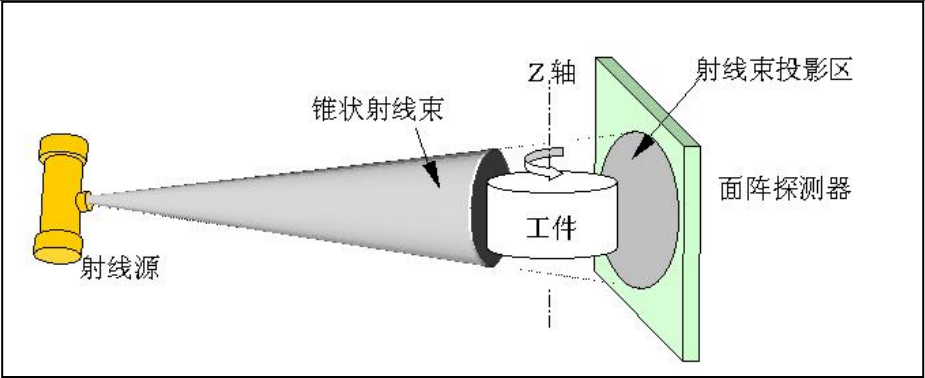


图 9-7 X 射线数字成像检测系统扫描成像原理示意图

(2) 工艺流程

本项目 X 射线数字成像检测系统主要工艺流程及产污环节见图 9-8。

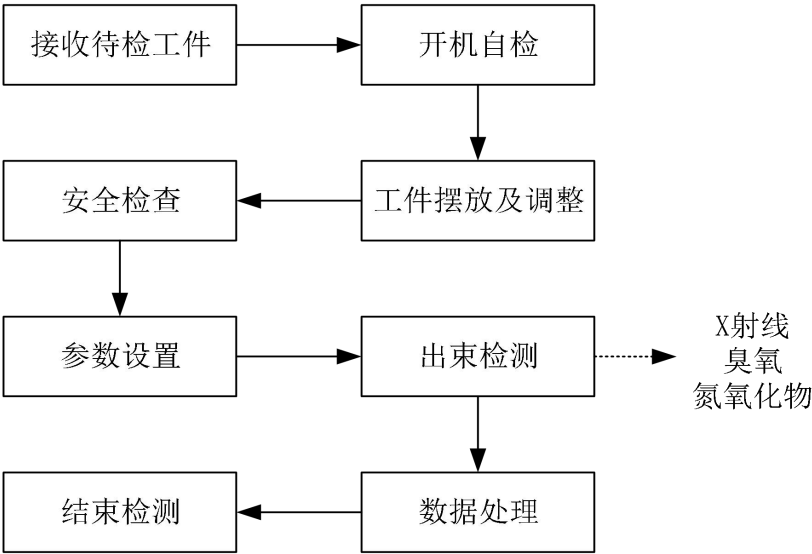


图 9-8 项目工艺流程及产排污简图

- ① 接收待检工件：车间工作人员将待检工件运至毛坯内窥室、X 光探伤室门外或生产车间二 X 光探伤区南侧；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

续表 9 项目工程分析与源项

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（以丹东奥龙 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。

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

本项目操作人员直接进入毛坯内窥室、X 光探伤室门外或生产车间二 X 光探伤区，在操作台前操作设备。其中生产车间二 X 光探伤区 2 台 X 射线数字成像检测系统操作台外设置有操作间。

（2）工件路径

本项目待检工件经毛坯内窥室、X 光探伤室门或直接搬运至生产车间二 X 光探伤区，然后由操作人员人工搬运放置在 X 射线数字成像检测系统的工件平台上，工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。

项目人流、物流图见图 9-9、9-10。

续表 9 项目工程分析与源项

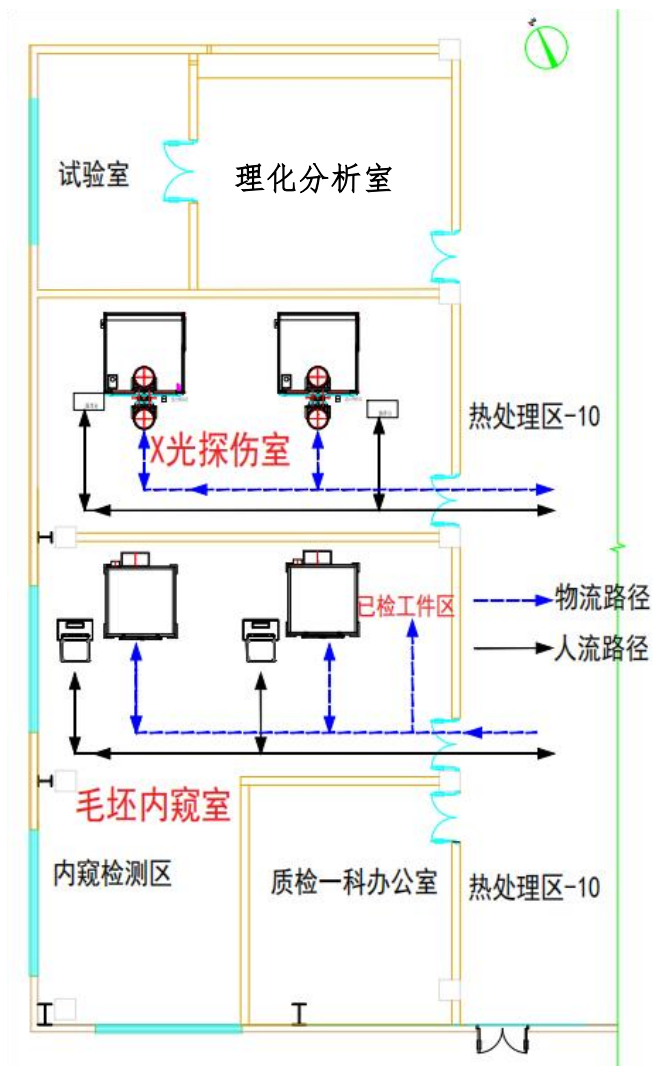


图 9-9 本项目位于热处理厂房的 4 台设备人流物流路径图

续表 9 项目工程分析与源项

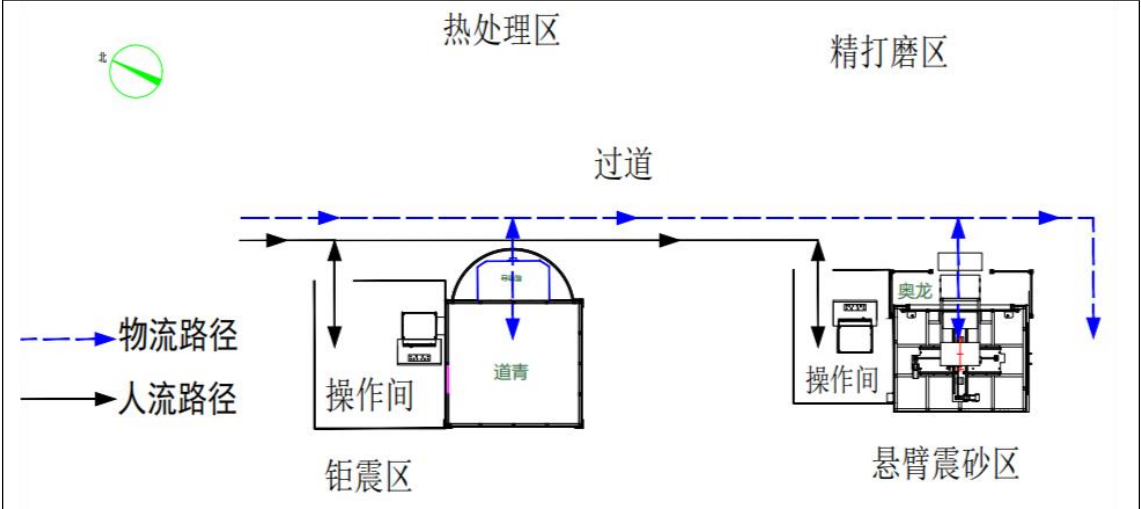


图 9-10 本项目位于生产车间二 X 光探伤区的 2 台设备人流物流路径图

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光时的电离辐射影响、废气（臭氧、氮氧化物）、固废（更换的冷却油）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

续表 9 项目工程分析与源项

用外照射源的辐射防护》（ICRP33）中 P55、56 的图 2、3（本报告表图 9-11）可知，225kV、160kV 的 X 射线管的输出量为 $12\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 、 $6\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

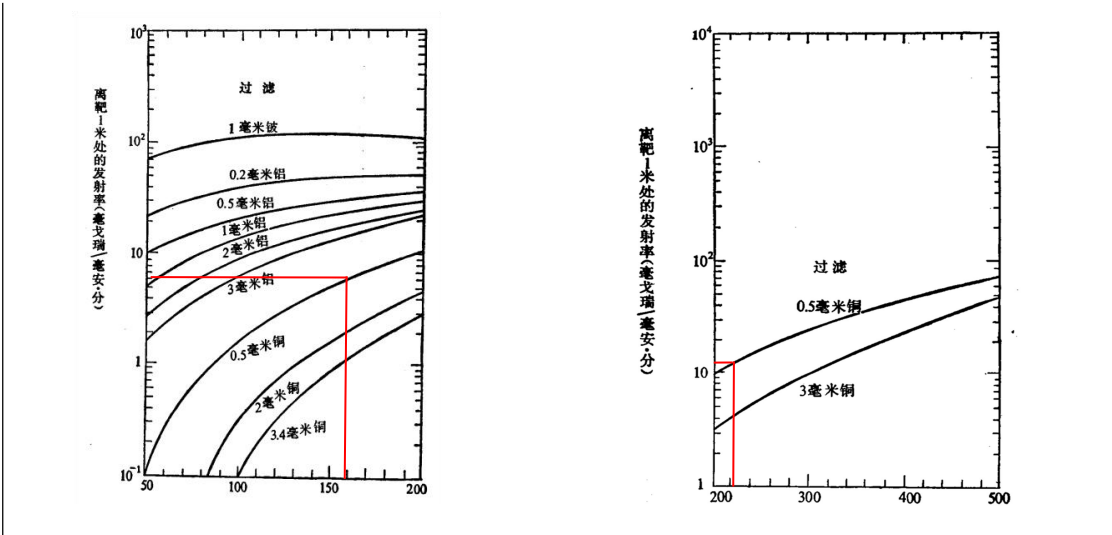


图 9-11 离靶 1 米处的发射率

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目 X 射线数字成像检测系统管电压大于 200kV 的设备，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 5mSv/h，本项目管电压在 150~200kV 的设备，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、面积和距离有关。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，225kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 200kV。160kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 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无损检测作业过程中主要产生 X 射线，不产生放射性“三废”。

续表 9 项目工程分析与源项

(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）。铅房顶部或左侧设置排气扇，并对 2 台丹东华日理学电气股份有限公司 HS-XYD-225 型设备顶部增设排风扇，本项目各 X 射线数字成像检测系统排风布置情况见表 9-3。

本项目在铅房设置机械排风，X 射线数字成像检测系统通风换气次数约 19-44 次/h，X 射线数字成像检测系统废气经排气扇排出铅房，经管道引至厂房外墙，排放高度约 2.5m。

表 9-3 本项目 X 射线数字成像检测系统排风设置

设备名称	X 射线数字成像检测系统					
设备型号	XYG-225HP	XYG-22508/3	HS-XYD-225		XYG-225HP 型	DU310 型
设备厂家	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	丹东华日理学电气股份有限公司		丹东奥龙射线仪器集团有限公司	苏州工业园区道青科技有限公司
数量（台）	1	1	2		1	1
工作场所	热处理厂房毛胚内窥室（左侧）	热处理厂房毛胚内窥室（右侧）	热处理厂房 X 光探伤室		生产车间二 X 光探伤区（左侧）	生产车间二 X 光探伤区（右侧）
			左侧	右侧		
高压电源装置	铅房外左侧	铅房外左侧	左侧	右侧	右侧	右侧（操作间内）
冷却系统	铅房外左侧	铅房外左侧	左侧	右侧	右侧	右侧（操作间内）
电气柜	后侧	左侧	右侧	左侧	后侧	右侧（操作间内）
穿墙电缆位置	后侧	左侧	均为顶部		右侧	右侧
检修门	无	无	均在右侧		左侧	右侧
通风系统设置	顶部	顶部	顶部增设排风扇		左侧	顶部（2 个送风，2 个排风）
风量	350m ³ /h	300m ³ /h	300m ³ /h		350m ³ /h	600m ³ /h
铅房有效容积（m ³ ）	8.0	6.8	9.3		18.4	19.1
通风次数	44	44	32		19	31
排风口	热处理厂房毛胚内窥室西侧排放，排放口高度约 2.5m		铅房顶部加装排风扇，热		生产车间二东侧排放，排放口高度约 2.5m	

续表 9 项目工程分析与源项

		处理厂房 X 光探伤室西 侧排放，排放 口高度约 2.5m	
(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依托厂区生化池处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排入市政污水管网。 (3) 噪声 本项目各 X 射线数字成像检测系统设置 1 套排气扇进行机械通风，排气扇噪声值一般低于 55dB（A），为低噪声设备。安装在 X 射线数字成像检测系统顶部或一侧，风机噪声经 X 射线数字成像检测系统设备箱体和所在厂房隔声后排放。 (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。 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。 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 9-4 所示。			

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-4 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 225kV、160kV，主射线 X 射线输出量 $12\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 、 $6\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。 散射线能量 200kV、150kV； 管电压为 225kV 的设备距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 5mSv/h 。 管电压为 160kV 的设备距 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	排风扇 $\leq 55\text{dB(A)}$	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	6 台	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 9 号热处理厂房内的 4 台 X 射线数字成像检测系统设备分别固定安装在毛坯内窥室、X 光探伤室，属于专门的 X 射线检测室。设备尽可能远离热处理生产线而靠近室外绿化及道路布置。本项目位于九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探伤区的 2 台 X 射线数字成像检测系统固定安装，操作台外设置有专门的操作间，X 射线数字成像检测系统设备固定安装在 X 光探伤区，与热处理区、打磨单元等有通道相隔。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线方向。本项目检测对象均为小型工件，各 X 射线数字成像检测系统仅设置 1 扇工件门用于工件进出，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。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。

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 4.1.2 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

续表 10 辐射安全与防护

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，将铅房外部区域划为监督区。项目具体区域划分情况如下表 10-1，分区布局示意图见图 10-1、10-2。

表 10-1 项目区域划分情况表

项目	控制区	监督区
九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号热处理 厂房内的 4 台 X 射线数字成像检测 系统	铅房内部	毛坯内窥室、X 光探伤室内的铅房 外部
九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车 间二 X 光探伤区的 2 台 X 射线数字 成像检测系统	铅房内部	操作间、铅房外相邻区域

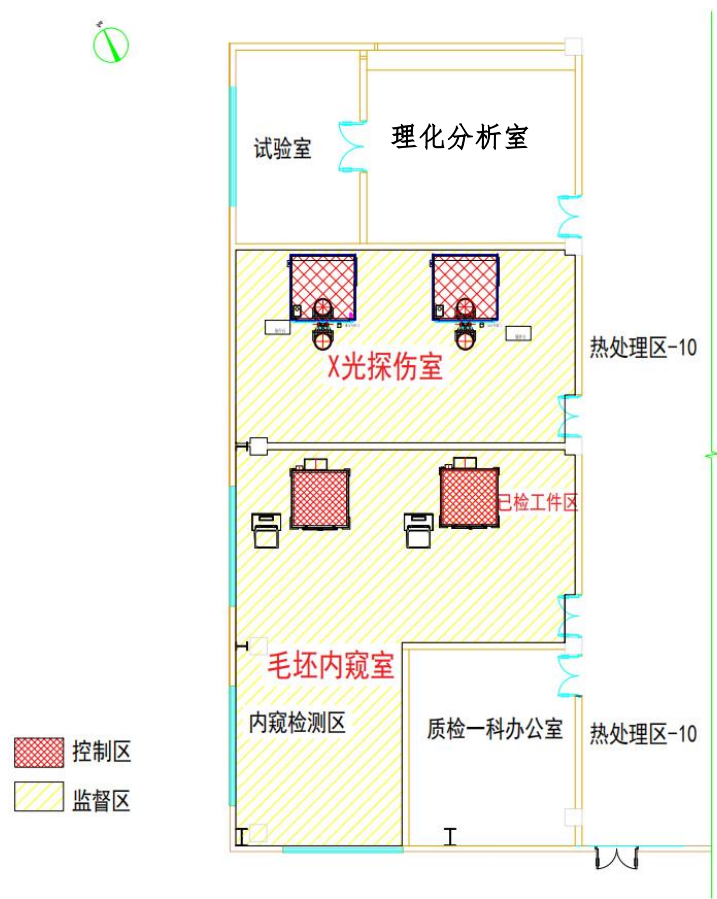
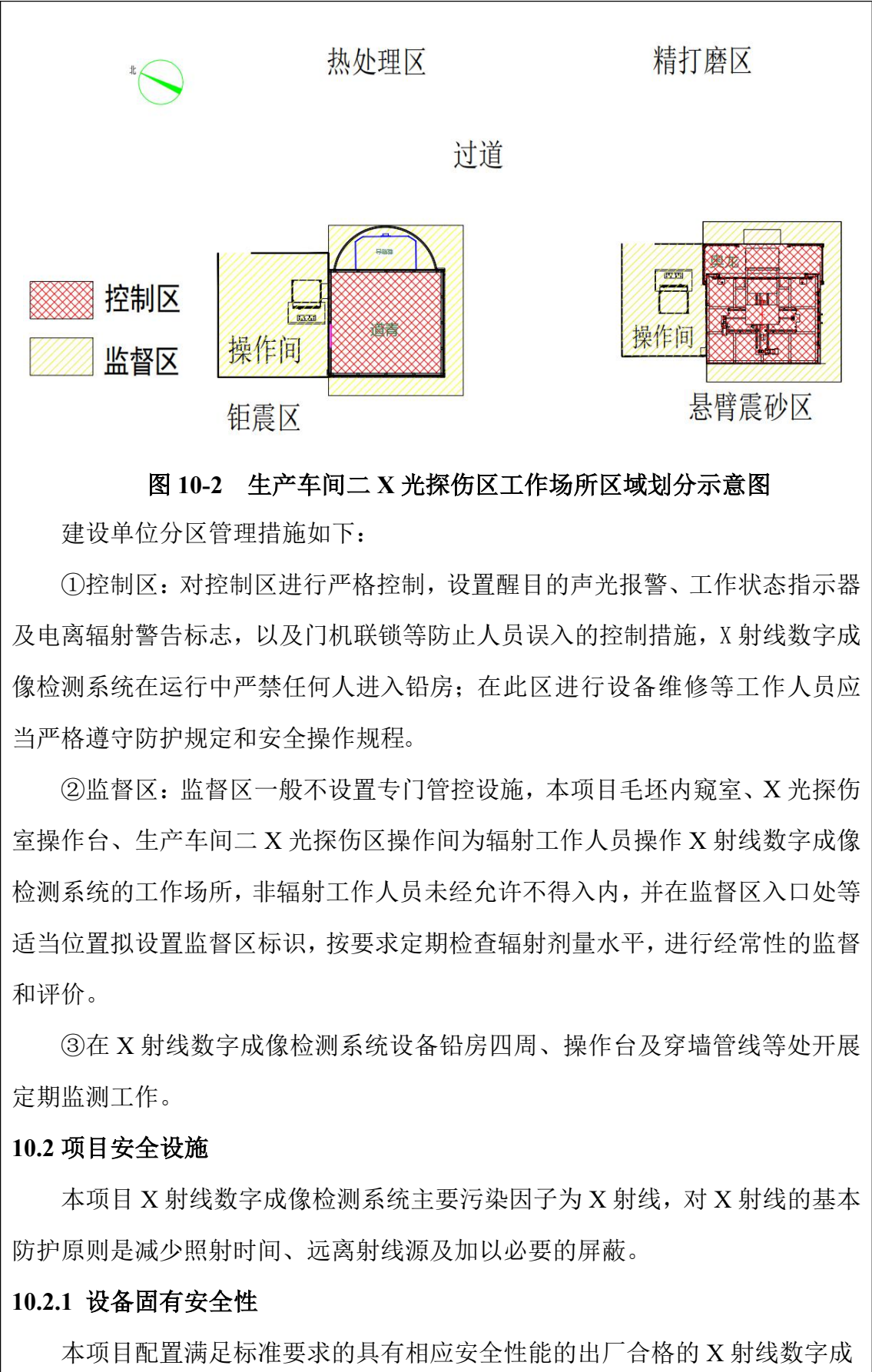


图 10-1 热处理厂房辐射工作场所区域划分示意图

续表 10 辐射安全与防护



续表 10 辐射安全与防护

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 射线管的各种参数，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)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。

(4)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 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，设备会自动切断高压。

(5)过失电流保护：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。

(6)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。

(7)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，主要采用钢+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 7~15mmPb+4mm 钢板。

（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，防护门为平移对开门或上移开门，在设计中已考虑防护门与屏蔽铅房的搭接

续表 10 辐射安全与防护

宽度大于搭接间隙的 10 倍。

(3) 本项目 X 射线数字成像检测系统穿墙管线口主要包括穿越铅房顶部或左侧的通风口和穿越铅房后侧或左侧屏蔽体的线缆口，均避开了主射线方向，经现场调查，现有孔洞尺寸在 10~40mm，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。热处理厂房 X 光探伤室 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统利用现有顶部电缆孔洞，拟各增配 1 个排风扇，补偿方式相同。

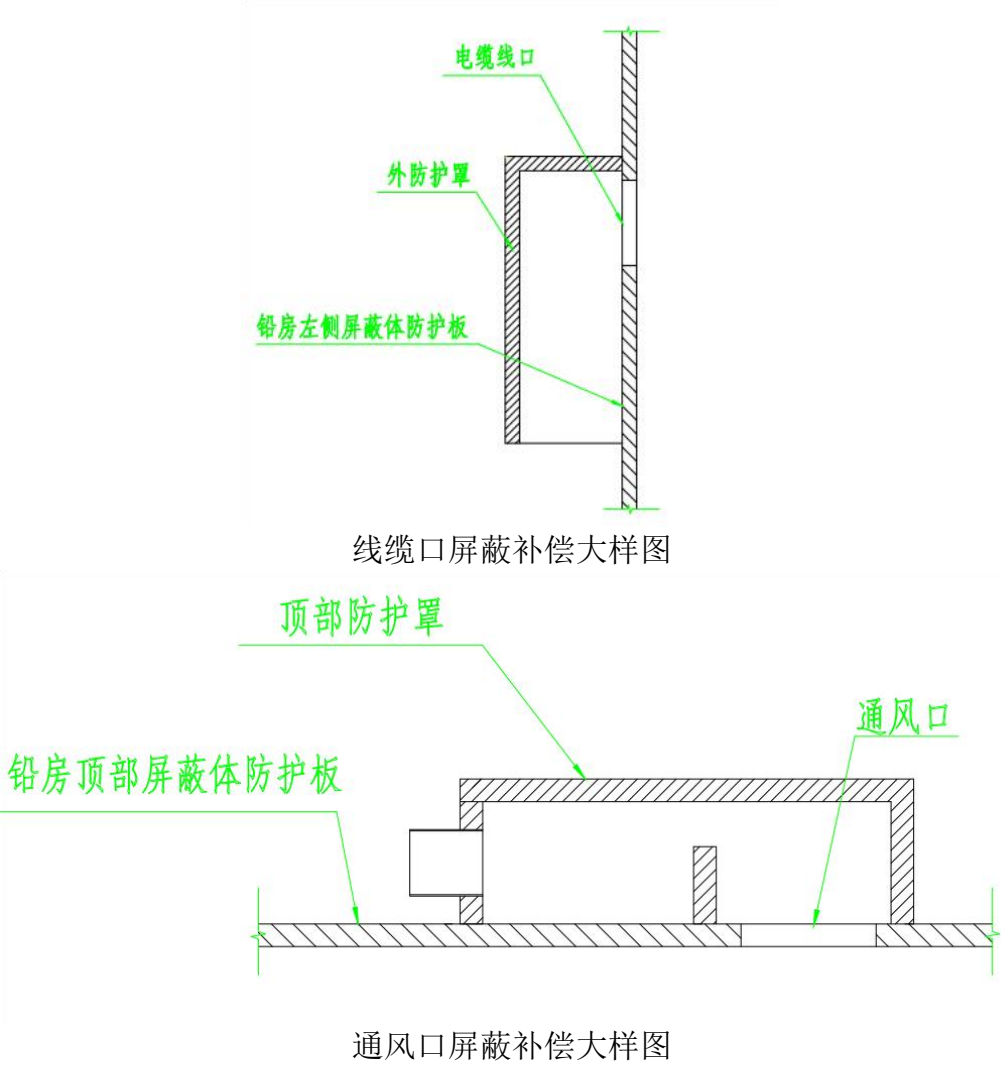


图 10-3 穿墙孔洞屏蔽补偿大样图

10.2.3 辐射安全与防护措施

续表 10 辐射安全与防护

(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，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。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 6 台 X 射线数字成像检测系统涉及 3 个厂家，操作台有一定差异，同厂家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。 对于 3 台丹东奥龙射线仪器集团有限公司 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，黄色灯亮（高压）为“照射”信号。热处理厂房毛胚内窥室左侧、生产车间二 X 光探伤区左侧的 XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统铅房顶部现有状态指示灯为红色灯常亮为“照射”状态。拟将该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。 对于热处理厂房 X 光探伤室内的 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统操作台上黄色灯常亮为“照射”状态，2 台设备铅房顶部右侧均设置有三色灯，红色灯亮为“照射”信号，黄色灯亮为“预备”信号，绿色灯亮为停止照射信号。 对于生产车间二 X 光探伤区右侧的苏州道青 DU310 型 X 射线数字成像检测系统在操作台上蓝色灯闪烁为“预备”信号，黄色灯亮为“照射”信号。铅房顶部现有状态指示灯为黄色灯常亮为“照射”状态。拟将该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。 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 建设单位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
--

续表 10 辐射安全与防护

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。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

本项目各 X 射线数字成像检测系统均设置 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 X 射线数字成像检测系统尺寸空间小，视频监视装置能实现对铅房内和防护门处的全方位监视。

（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 个急停按钮，操作台上设置有 1 个电源急停和 1 个高压急停按钮，急停按钮旁设置有文字提示。

建设单位制定了严格的探伤操作规程，开机前都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。铅房内部尺寸空间小，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急停按钮时，由外部人员按下急停按钮。

（6）主控钥匙

本项目 X 射线数字成像检测系统操作台上设置主控钥匙开关，主控钥匙开关有 3 个位置，分别为“关机”、“待机”、“开机”，主控钥匙只有在关机或待机状态时才能拔出，该钥匙由操作人员负责保管。

（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均设置有电离辐射警告标志和中文警示说明。

（8）固定式场所辐射探测报警装置

续表 10 辐射安全与防护

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

本项目有 4 台设备在铅房顶部或左侧设置排气扇，拟对 2 台丹东华日理学电气股份有限公司 HS-XYD-225 型设备顶部增设排风扇，通风换气次数约 19-44 次/h，X 射线数字成像检测系统废气经排气扇排出铅房，经管道引至厂房外墙，排放高度约 2.5m。

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。

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	XYG-225HP 型	XYG-22508/3 型	HS-XYD-225 型	XYG-225HP 型	DU310 型
设备厂家	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	丹东华日理学电气股份有限公司	丹东奥龙射线仪器集团有限公司	苏州工业园区道青科技有限公司
数量（台）	1	1	2	1	1
工作场所	热处理厂房毛杯内窥室（左侧）	热处理厂房毛杯内窥室（右侧）	热处理厂房 X 光探伤室	生产车间二 X 光探伤区（左侧）	生产车间二 X 光探伤区（右侧）
穿墙电缆位置	后侧	左侧	均为顶部	右侧	右侧
检修门	无	无	均在右侧	左侧	有
操作台工作状态指示灯	绿色—预备 黄—照射 红—故障	绿色—预备 黄—照射 红—故障	均为黄色灯亮—照射	绿色—预备 黄—照射 红—故障	蓝色灯闪烁—预备 黄灯—照射
铅房顶部工作状态指示灯	顶部靠右侧	顶部靠左侧	顶部靠右侧	顶部	顶部
	红色灯常亮—照射	显示屏为绿色“预备”—预备 显示屏为红色“照射”—照射	绿色灯亮—停止照射 黄色灯亮—预备 红色灯亮—照射	红色灯常亮—照射	黄色灯常亮—照射
铅房顶部工作状态指示灯拟调整方案	红色灯闪烁—照射 红色常亮—预备	不调整	不调整	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

续表 10 辐射安全与防护

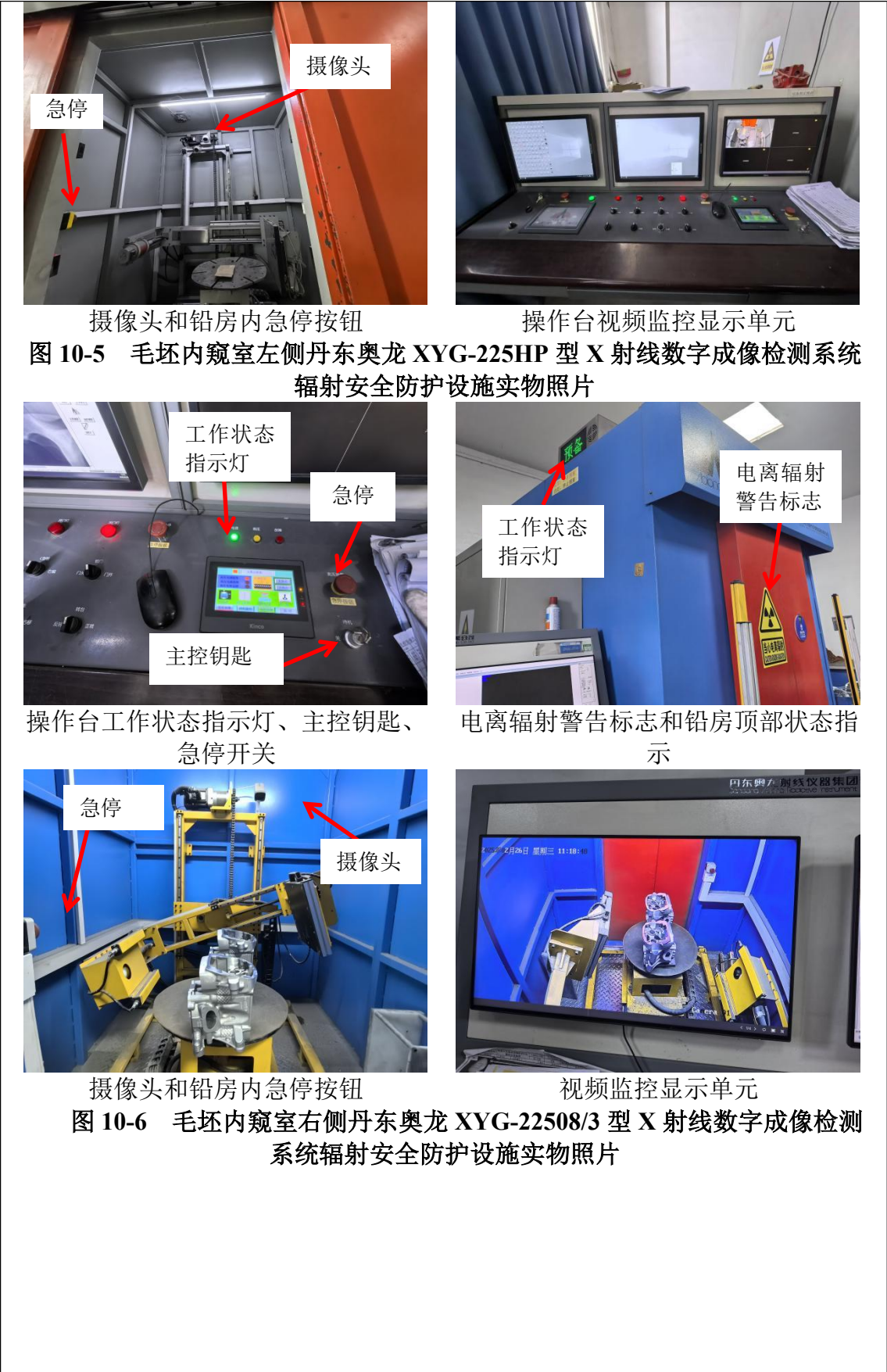
		固定式场所 辐射探测报 警装置	固定式场所 辐射探测报 警装置	固定式场所 辐射探测报 警装置	固定式场所 辐射探测报 警装置	固定式场所 辐射探测报 警装置
主控钥匙		左侧总电源， 右侧主控钥 匙	左侧总电 源，右侧主 控钥匙	控制台左侧 总电源，右侧 主控钥匙	左侧总电源， 右侧主控钥 匙	主控钥匙 1 个
视频监视装 置（摄像头 位置、数量）		后侧，1 个	后侧，1 个	前侧，各 1 个	3 个，前、后、 右侧	后侧，2 个
急停 按钮 数 量、 位置	铅 房 内	左前侧，1 个	左前侧，1 个	右后侧，各 1 个	左前侧，1 个	右后侧，1 个
	操 作 台	电源急停 1 个 —左侧 运动急停 1 个 —中部 高压急停 1 个 —右侧	电源急停 1 个—左侧 运动急停 1 个—中部 高压急停 1 个—右侧	高压急停 1 个—右侧 运动急停 1 个—中部 电源急停 1 个—左侧	电源急停 1 个—左侧 运动急停 1 个—中部 高压急停 1 个—右侧	电源急停 1 个—左侧 高压急停 1 个—右侧
红外线防夹		有	有	有	有	有
通风系统设 置		顶部	顶部	顶部增设排 风扇	左侧	顶部 （2 个送风， 2 个排风）
通风次数		44	44	32	19	31
排风口		热处理厂房毛胚内窥室西侧 排放，排放口高度约 2.5m		热处理厂房 X 光探伤室 西侧排放，排 放口高度约 2.5m	生产车间二东侧排放， 排放口高度约 2.5m	

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，设施照片示意见图 10-5 至 10-9。

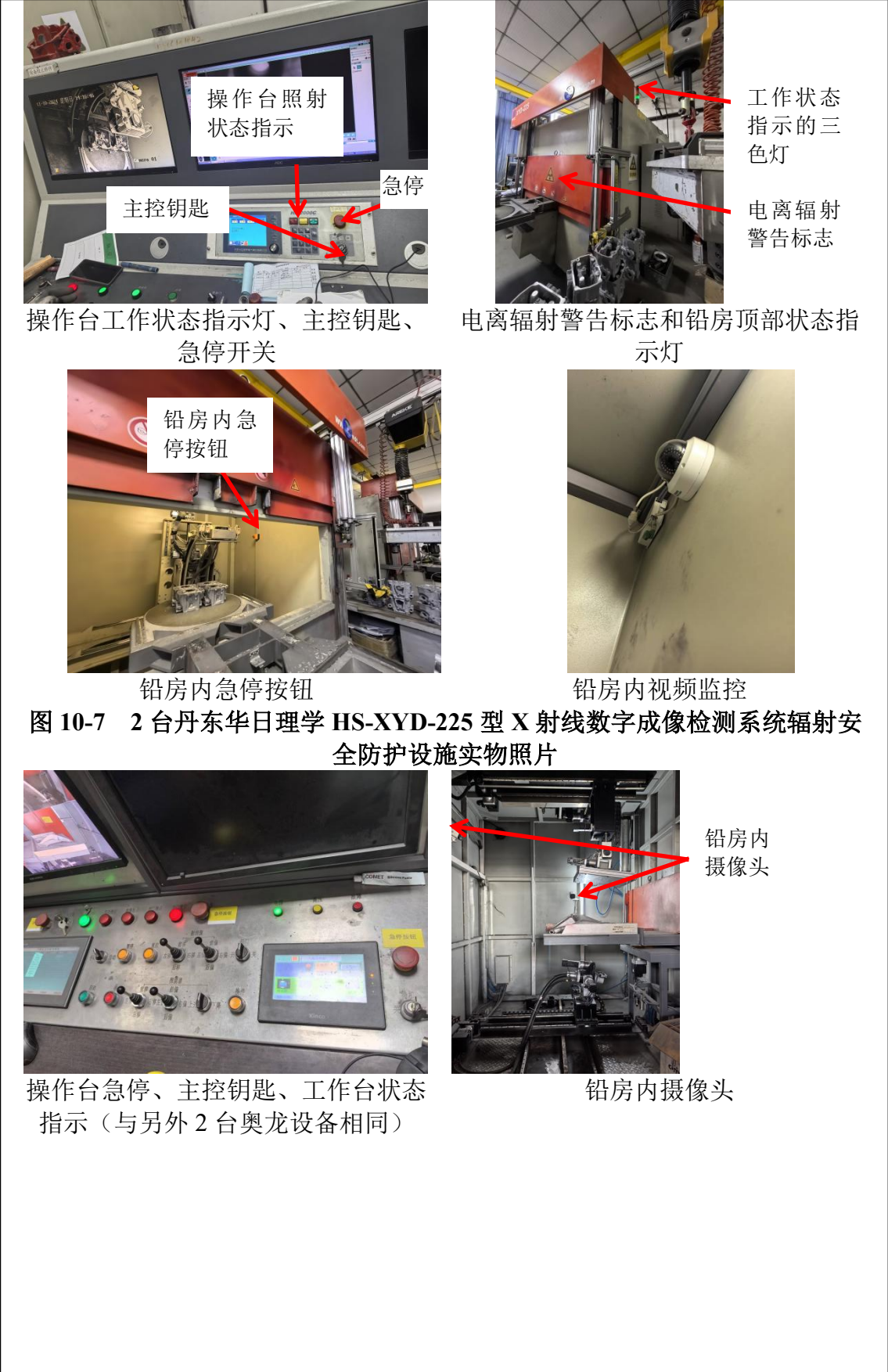
续表 10 辐射安全与防护



续表 10 辐射安全与防护



续表 10 辐射安全与防护



续表 10 辐射安全与防护

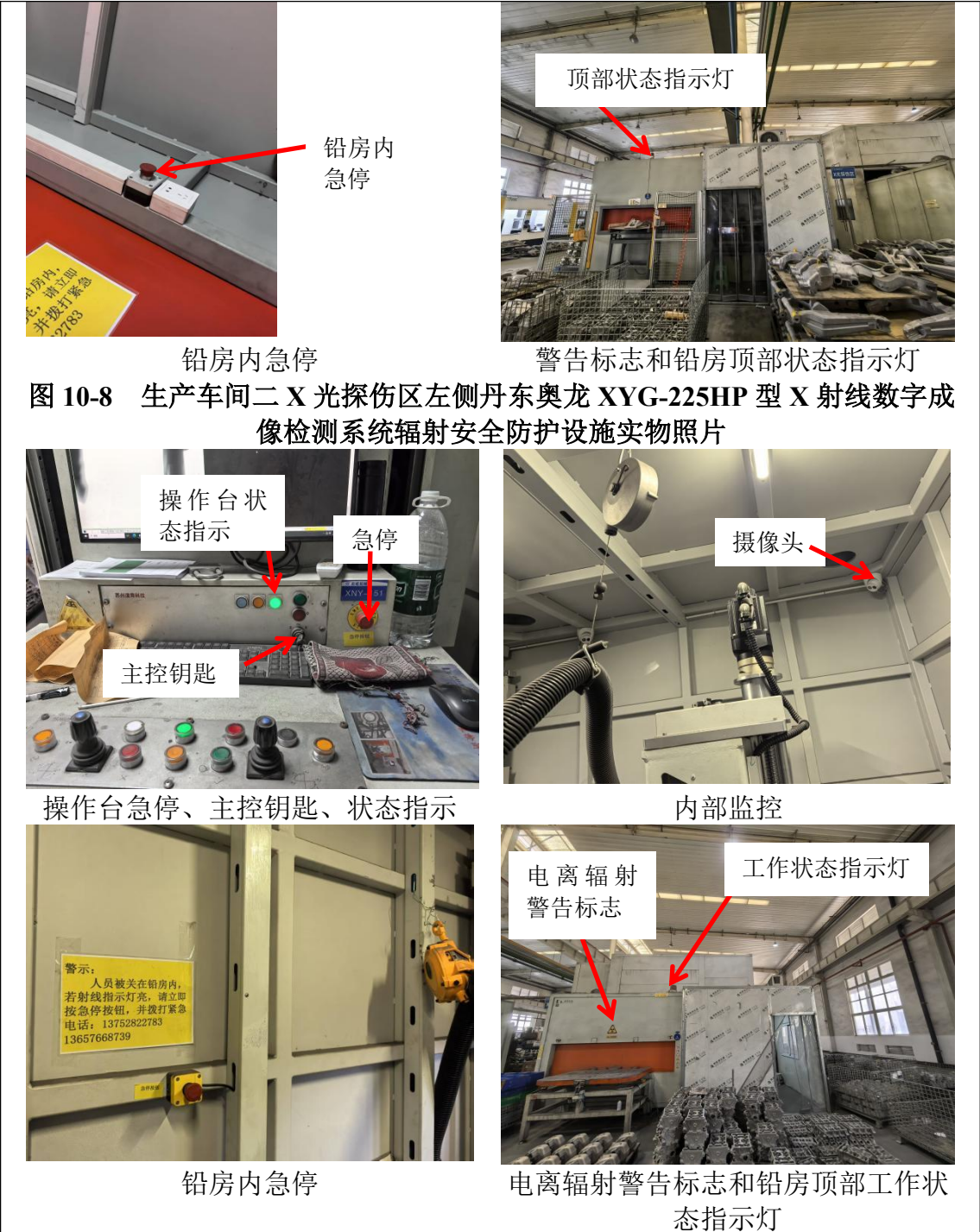


图 10-8 生产车间二 X 光探伤区左侧丹东奥龙 XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统辐射安全防护设施实物照片

图 10-9 生产车间二 X 光探伤区右侧苏州道青 DU310 型 X 射线数字成像检测系统辐射安全防护设施实物照片

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

续表 10 辐射安全与防护

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 10-10。

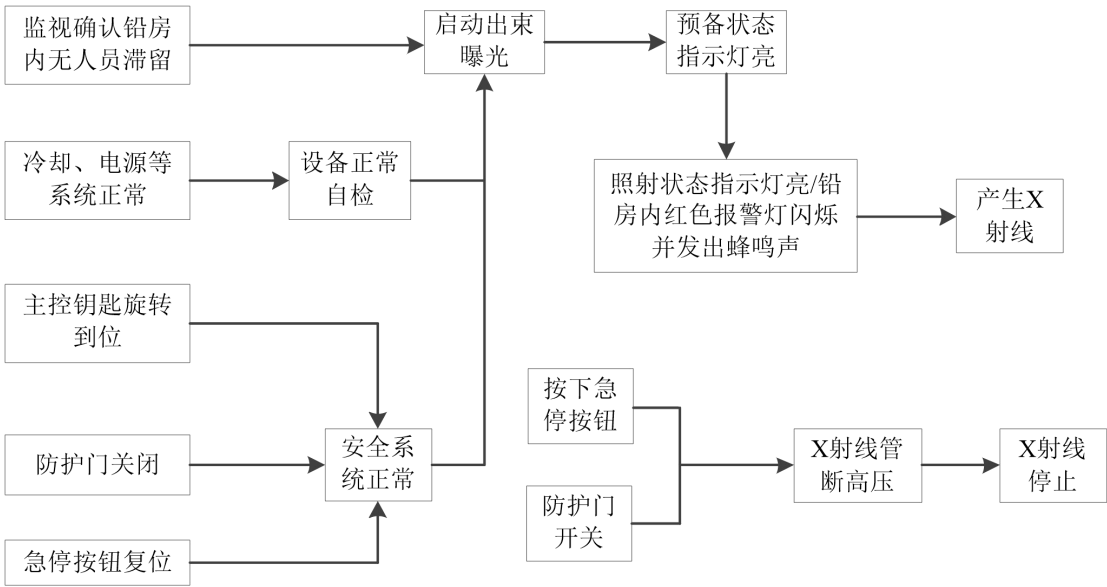


图 10-10 辐射安全联锁逻辑示意图

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。

续表 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	14 个	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	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
3	个人剂量报警仪	6 台	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标。	拟增配 6 台
4	固定式辐射探测报警仪	6 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 6 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《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》 (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。	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 12 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。	本项目 12 名辐射工作人员已取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。
		4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	建设单位已配备 1 台辐射剂量率仪，拟为本项目补充配置 6 台个人剂量报警仪。
		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) 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。	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

续表 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》 (GBZ117-2022)	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，操作室应避免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优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，将热处理厂房毛坯内窥室、X 光探伤室内的铅房外部及操作间、生产车间二 X 光探伤区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 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，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，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 μ Sv/h。
	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	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，各铅房内仅有的 1 个 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

续表 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》（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。热处理厂房毛胚内窥室左侧、生产车间二 X 光探伤区左侧的XYG-225HP 型 X 射线数字成像检测系统铅房顶部现有状态指示灯为红色灯常亮为“照射”状态。拟将该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。热处理厂房毛胚内窥室右侧 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统铅房顶部显示屏绿色“预备”为预备状态，显示屏为红色“照射”为照射状态。热处理厂房 X 光探伤室内的 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测铅房顶部右侧均设置有三色灯，红色灯亮为“照射”信号，黄色灯亮为“预备”信号，绿色灯亮为停止照射信号。生产车间二 X 光探伤区右侧的苏州道青 DU310 型 X 射线数字成像检测系统铅房顶部现有状态指示灯为黄色灯常亮为“照射”状态。拟将该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。 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。 “预备”信号持续 2s，可确保铅房内人员安全离开；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。	本项目各 X 射线数字成像检测系统均设置 1 套视频监控装置，摄像头安装在铅房内，监视器设置在操作台。本项目 X 射线数字成像检测系统铅房尺寸空间小，1 套视频监视装置能实现对铅房内和防护门处的全方位监视，同时操作台处也能直接观察到防护门的情况。
		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。	本项目各 X 射线数字成像检测系统防护门上设置有电离辐射警告标志和中文警示说明。

续表 10 辐射安全与防护

续表 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》 (GBZ117-2022)	6	
	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。	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小，人员在铅房内伸手即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。
	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。	X 射线数字成像检测系统顶部或左侧设置排气扇进行通风换气，设备铅房内换气次数约 19-44 次/h。X 射线数字成像检测系统废气经排气扇排出铅房，经管道引至厂房外墙，排放高度约 2.5m。
	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。

续表 10 辐射安全与防护

续表 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》 (GBZ117-2022)	6 固定式探伤的放射防护要求	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,探伤工作人员不能随意拆除。
		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。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。

续表 10 辐射安全与防护

续表 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 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，故铅房仅设置 1 个防护门供工件，热处理厂房 X 光探伤室 2 台丹东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统、生产车间二 X 光探伤区 2 台 X 射线数字成像检测系统均设置有维修门，供维修人员进出。高压电源装置、冷却器、电气柜等设备部件均位于铅房外，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免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。
		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》 (GBZ128-2019)	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 X 射线数字成像检测系统已安装，原施工过程主要为设备安装，产生了少量的废水、废气、固废、噪声，均得到了合理的处置，未对周围环境产生重大影响，无施工期环保遗留问题。因此，本评价不再分析建设阶段施工期环境影响。

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（2）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots(2)$$

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（2）计算，有用线束在关注点的剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（3）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots(3)$$

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；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

续表 11 环境影响分析

(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 (2) 计算, 关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots(4)$$

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 (2) 计算, 关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (5) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(5)$$

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。

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本项目各 X 射线数字成像检测系统利用底座贴地安装, 设备底部与地面小

续表 11 环境影响分析

于 30cm，且各 X 射线数字成像检测系统下方无建筑，底部（下）参考点设置在地面。

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。铅房通风口和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通风口、线缆口和门缝进行屏蔽防护核算。

③本项目共 6 台 X 射线数字成像检测系统，共涉及 5 个型号，3 个厂家，2 种额定参数。每 2 台安装在 1 个辐射工作场所内，且安装在同一工作场所的 2 台设备主射方向相同。本环评综合考虑选取毛坯内窥室右侧的铅房外部尺寸相对更小、屏蔽体厚度小的丹东奥龙 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统代表左侧丹东奥龙 XYG-225HP 型，两台设备最大管电压、管电流相同，其余各场所设备均进行了预测。

④对于毛坯内窥室右侧丹东奥龙 XYG-22508/3 型、生产车间二 X 光探伤区左侧丹东奥龙 XYG-225HP 型、生产车间二 X 光探伤区右侧苏州道青 DU310 型 X 射线数字成像检测系统因 C 臂偏转，主射线范围可能至其他屏蔽面，在屏蔽效能核算中，对该类屏蔽面受到散、漏射线及主射线进行比较，因偏转成为主射面的影响更大，因此，该类屏蔽面的校核结果给出主射校核结果。

11.1.3 屏蔽防护核算参数

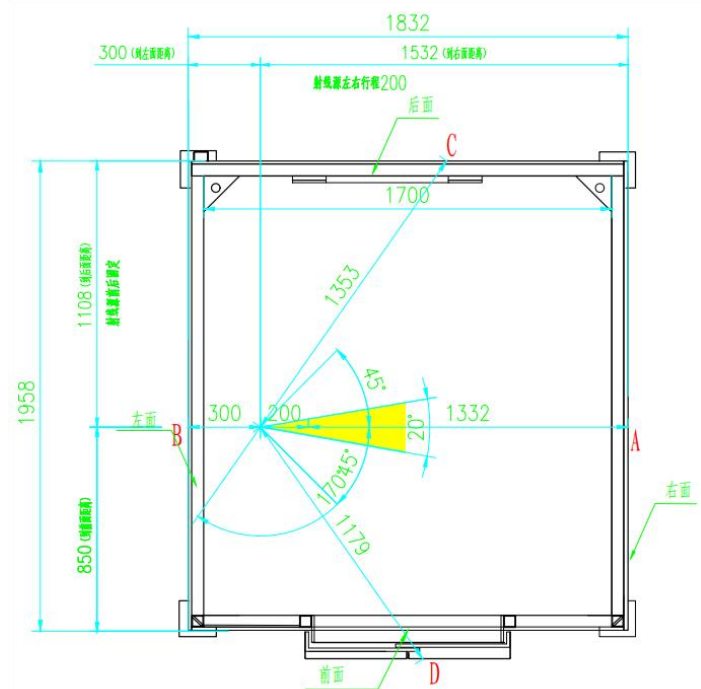
①核算关注点位

屏蔽防护核算主要关注点见表 11-1 和图 11-1～图 11-4。

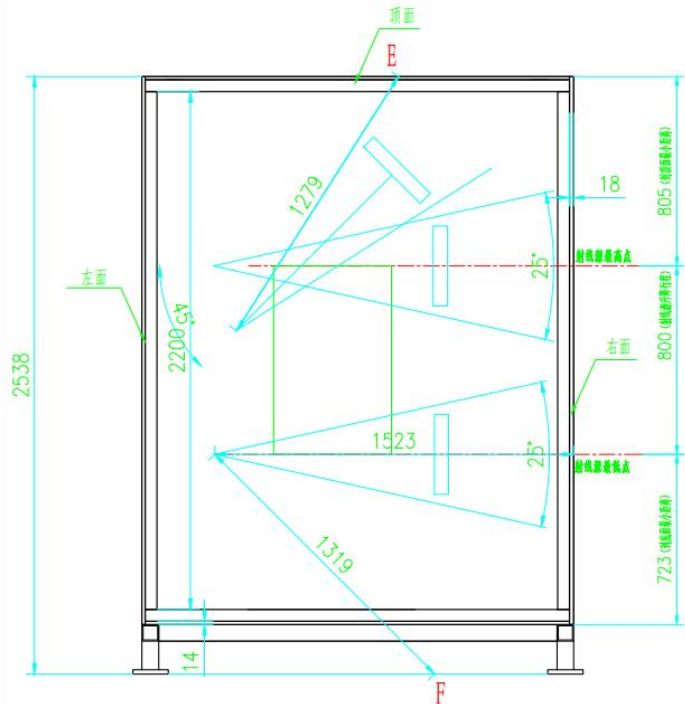
续表 11 环境影响分析

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
毛坯内窥室 右侧丹东奥 龙 XYG-22508/ 3 型 X 射线数 字成像检测 系统	A	右	有用线束	$1332+300=1632$
	B	左	漏射辐射、散射辐射	$300+300=600$
	C	后	有用线束/	$1353+300=1653$
	D	前	有用线束	$1179+300=1479$
	E	上	有用线束	$1279+300=1579$
	F	下	有用线束	1319
	工件防护门	前	有用线束	$1179+300=1479$ （保守同 D）
X 光探伤室 内的 1 台丹 东华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数 字成像检测 系统	A1、检修门	右	漏射辐射、散射辐射	$900+300=1200$
	B1	左	漏射辐射、散射辐射	$900+300=1200$
	C1	后	漏射辐射、散射辐射	$1486+300=1786$
	D1	前	漏射辐射、散射辐射	$314+300=614$
	E1	上	有用线束	$1448+300=1748$
	F1	下	漏射辐射、散射辐射	302
	工件防护门	前	漏射辐射、散射辐射	$314+300=614$ （保守同 D1）
生产车间二 X 光探伤区 左侧丹东奥 龙 XYG-225HP 型 X 射线数 字成像检测 系统	A2	右	有用线束	$2713+300=3013$
	B2、检修门	左	有用线束	$2637+300=2937$
	C2	后	有用线束	$2611+300=2911$
	D2	前	有用线束	$1909+300=2209$
	E2	上	有用线束	$2250+300=2550$
	F2	下	漏射辐射、散射辐射	780
	工件防护门	前	漏射辐射、散射辐射	$1078+300=1378$
生产车间二 X 光探伤区 右侧苏州道 青 DU310 型 X 射线数字 成像检测系 统	A3、检修门	右	有用线束	$1150+300=1450$
	B3	左	有用线束	$1133+300=1433$
	C3	后	有用线束	$2223+300=2523$
	D3	前	有用线束	$1875+300=2175$
	E3	上	有用线束	$2130+300=2430$
	F3	下	漏射辐射、散射辐射	505
	工件防护门	前	漏射辐射、散射辐射	$1327+300=1627$

续表 11 环境影响分析



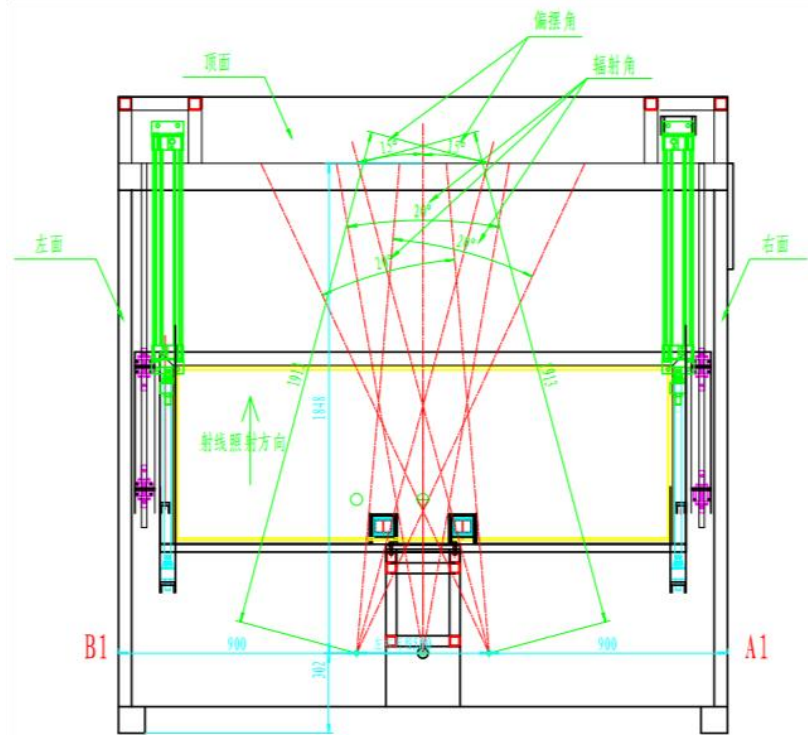
毛坯内窥室右侧丹东奥龙XYG-22508/3型屏蔽核算点位示意图（平面）



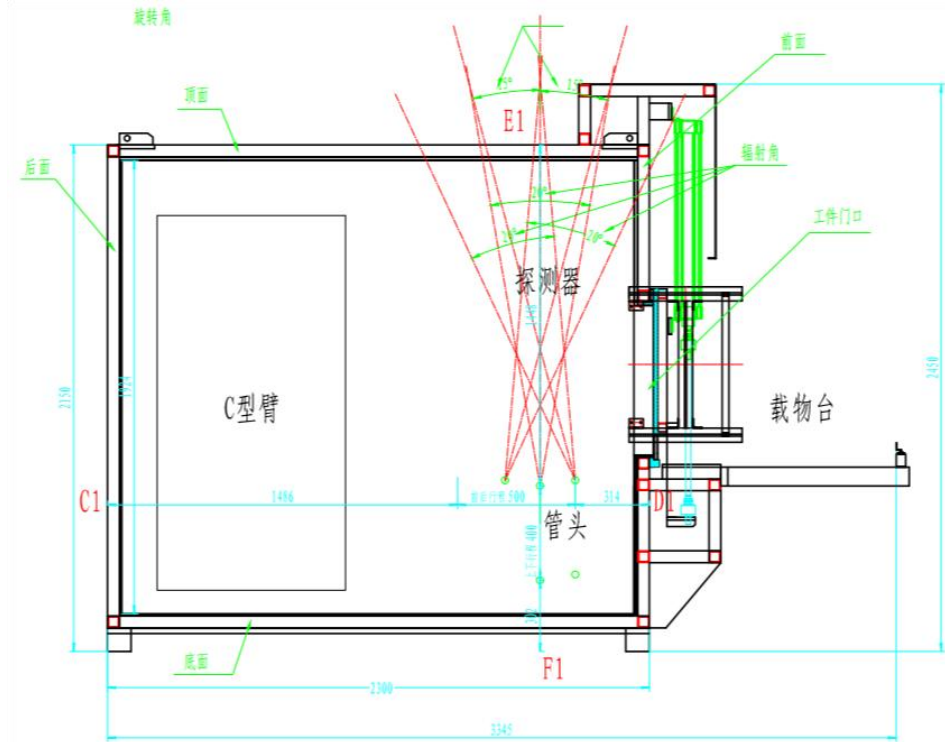
毛坯内窥室右侧丹东奥龙XYG-22508/3型屏蔽核算点位示意图（剖面）

图11-1 毛坯内窥室右侧丹东奥龙XYG-22508/3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



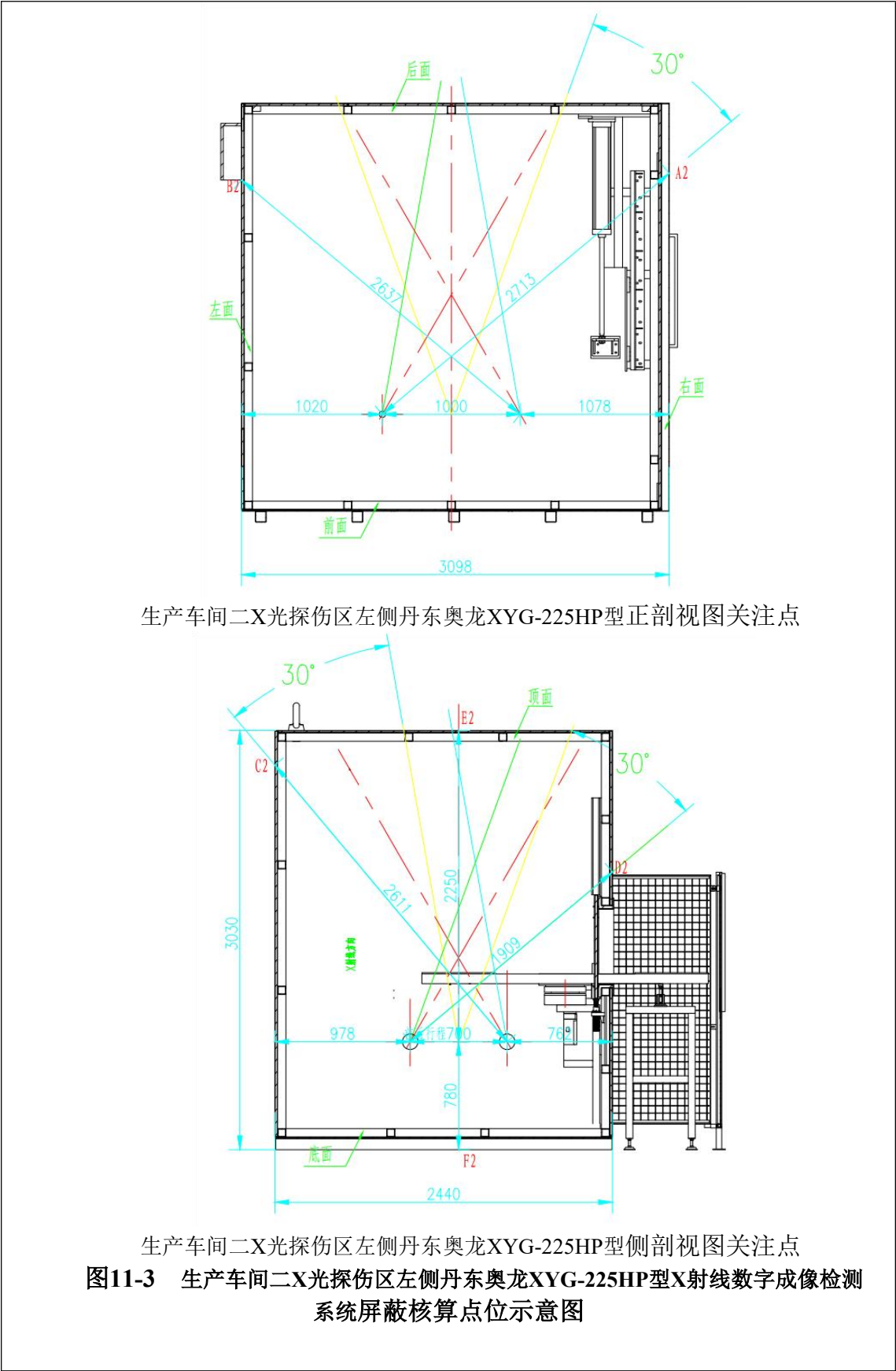
X光探伤室内的1台丹东华日理学HS-XYD-225型正剖视图关注点



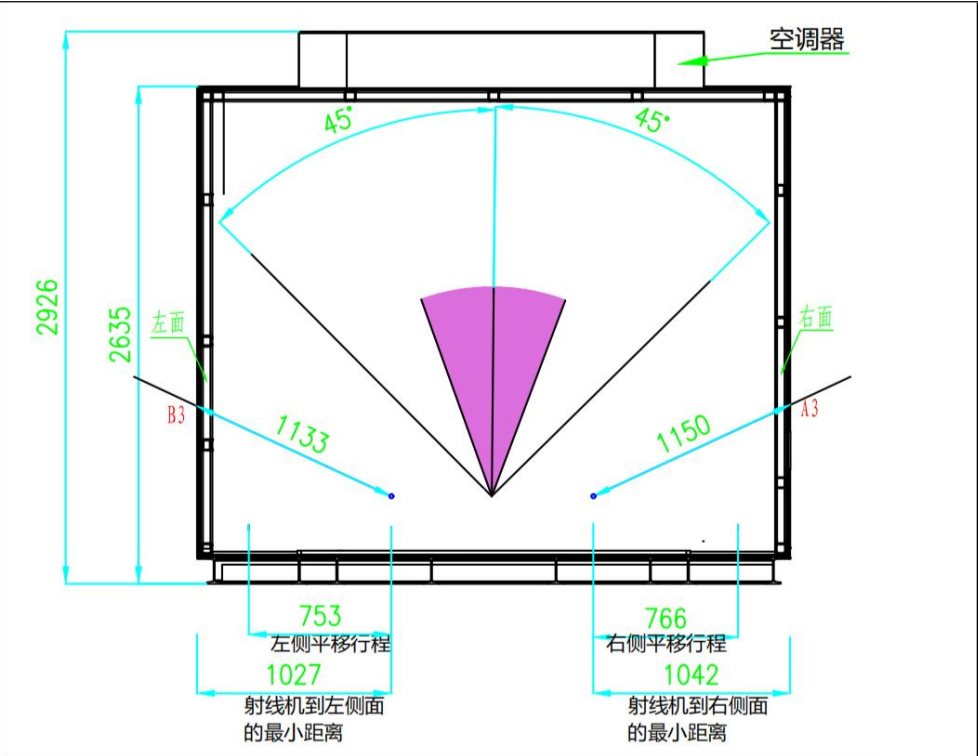
X光探伤室内的1台丹东华日理学HS-XYD-225型侧剖视图关注点

图11-2 X光探伤室内的1台丹东华日理学HS-XYD-225型X射线数字成像检测系统屏蔽核算点位示意图

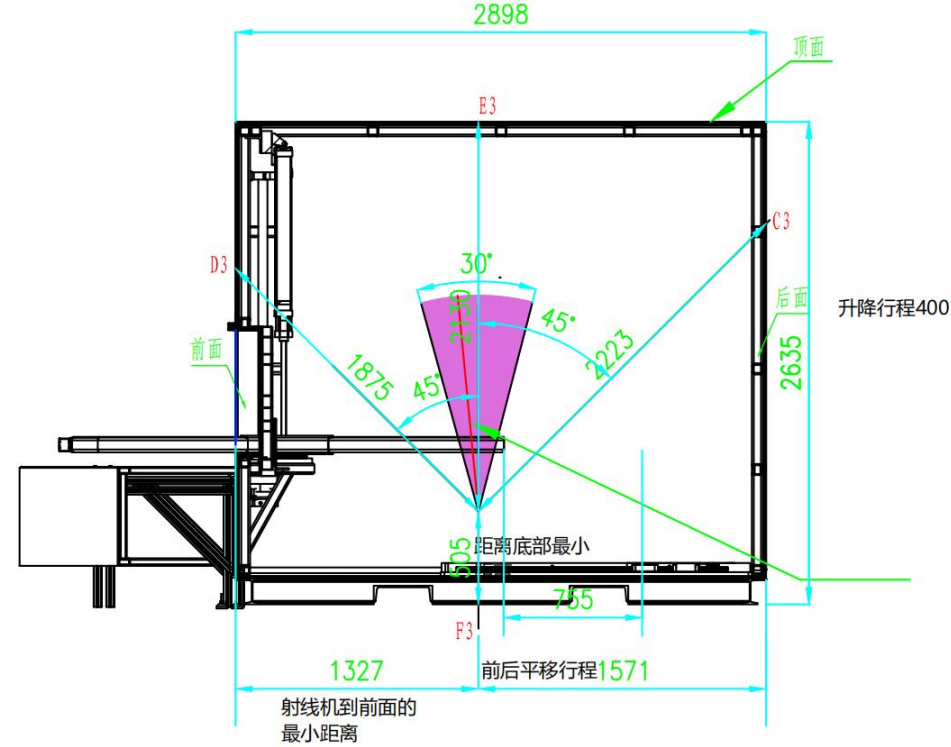
续表 11 环境影响分析



续表 11 环境影响分析



生产车间二X光探伤区右侧苏州道青DU310型正剖视图关注点



生产车间二X光探伤区右侧苏州道青DU310型侧剖视图关注点

图11-4 生产车间二X光探伤区右侧苏州道青DU310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

②其他相关参数

本项目屏蔽体核算过程中的其他参数见表 11-2 所示。

表 11-2 屏蔽核算相关参数

参数	数 值		来源
设备基础参数	额定电压 225kV，电流 8mA； 额定电压 160kV，电流 11mA		建设单位提供设备参数
G (mGy·m²/mA.min)	12， 6		ICRP33 图 3
转换系数	6×10⁴		GBZ/T250-2014 4.1 a)
H₀ (μSv·m²/(mA·h))	7.2×10⁵， 3.6×10⁵		
$\frac{R_0^2}{F \times d}$	50（200kV）， 60（150kV）		GBZ/T250-2014 附录 B.4.2
泄漏辐射剂量率 H _L （μSv/h）	5000（225kV）， 2500（160kV）		GBZ/T250-2014 表 1
X 射线 90°散射辐射最高 能量相应的 kV 值	200， 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	
	200	1.4	
	225	2.15	

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。

续表 11 环境影响分析

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)	实际厚度 (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
毛坯内窥室右侧丹东奥龙 XYG-22508/3 型 X 射线数字 成像检测系统	A	右	有用线束	1.632	14	0.67		是
	B	左	散射辐射	0.6	10	2.30×10 ⁻²	0.33	是
			漏射辐射			0.31		
	C	后	有用线束	1.653	14	0.65		是
	D	前	有用线束	1.479	14	0.81		是
	E	上	有用线束	1.579	14	0.77		是
	F	下	有用线束	1.319	14	1.02		是
	工件防 护门	前	有用线束	1.479	14	0.81		是
X 光探伤室 内的 1 台丹东 华日理学 HS-XYD-225 型 X 射线数 字成像检测 系统	A1、检 修门	右	散射辐射	1.2	8	1.54×10 ⁻¹	0.81	是
			漏射辐射			6.60×10 ⁻¹		
	B1	左	散射辐射	1.2	8	1.54×10 ⁻¹	0.81	是
			漏射辐射			6.60×10 ⁻¹		
	C1	后	散射辐射	1.786	8	6.97×10 ⁻²	0.37	是
			漏射辐射			2.98×10 ⁻¹		
	D1	前	散射辐射	0.614	8	3.06×10 ⁻⁵	4.11×10 ⁻³	是
			漏射辐射			4.08×10 ⁻³		
	E1	上	有用线束	1.748	14	0.58		是
	F1	下	散射辐射	0.302	10	9.09×10 ⁻²	1.31	是
漏射辐射			1.22					
	工件防 护门	前	散射辐射	0.614	14	3.06×10 ⁻⁵	4.11×10 ⁻³	是
			漏射辐射			4.08×10 ⁻³		
生产车间二 X 光探伤区 左侧丹东奥 龙 XYG-225HP 型 X 射线数 字成像检测 系统	A2（操 作间）	右	有用线束	3.013	15	0.07		是
	B2、检 修门	左	有用线束	2.937	15	0.07		是
	C2	后	有用线束	2.911	15	0.07		是
	D2	前	有用线束	2.209	15	0.12		是
	E2	上	有用线束	2.55	15	0.09		是
	F2	下	散射辐射	0.78	10	1.36×10 ⁻²	0.20	是
			漏射辐射			1.83×10 ⁻¹		
	工件防 护门	前	散射辐射	1.378	15	1.17×10 ⁻⁶	2.79×10 ⁻⁴	是
			漏射辐射			2.78×10 ⁻⁴		
生产车间二 X 光探伤区 右侧苏州道 青 DU310 型 X 射线数字 成像检测系 统	A3	右	有用线束	1.45	7	0.41		是
	检修门		有用线束	1.45	9	0.01		是
	B3	左	有用线束	1.433	7	0.42		是
	C3	后	有用线束	2.523	7	0.13		是
	D3	前	有用线束	2.175	7	0.18		是
	E3	上	有用线束	2.43	9	1.80×10 ⁻³		是
	F3	下	散射辐射	0.505	7	1.32×10 ⁻²	0.02	是

续表 11 环境影响分析

			漏射辐射			2.11×10^{-3}		
	工件防护门	前	散射辐射	1.627	9	1.05×10^{-5}	1.30×10^{-5}	是
			漏射辐射			2.53×10^{-6}		

备注：未考虑钢的屏蔽效能，距离以实际量取，具体见表 11-1。

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 2024 年度委托重庆联尔医学研究院有限公司对热处理厂房的 4 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达《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots(6)$$

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。

表 11-4 辐射工作人员年剂量估算表

估算人员	工作场所	设备外最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大曝光时间 (h)	居留因子	有效剂量 mSv/a	
辐射工作人员	热处理厂房毛坯内窥室	1.02	72	1	0.07	0.14
		1.02	72	1	0.07	
	热处理厂房 X 光探伤室	1.31	36	1	0.05	0.10

续表 11 环境影响分析

		1.31	36	1	0.05	
	生产车间二左侧 设备操作间	0.07	72	1	0.01	0.04
	生产车间二右侧 设备操作间	0.41	72	1	0.03	

因本项目 1 个工作场所固定安装有 2 台设备，根据估算叠加可知，本项目辐射工作人员受到的年有效剂量最大约 0.14mSv，本项目 1 个工作场所配置多名辐射工作人员轮流操作，每名辐射工作人员实际受照剂量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。

另外，根据辐射工作人员近 3 年来现有个人剂量监测结果可知，本项目辐射工作人员实际受照剂量也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。

（2）公众成员

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
热处理厂 房 4 台周 围	内窥检测区	西南	约 4~11m	4.96E-02	144	1	7.14E-03
	厂区绿化 及道路	西	约 2~19m	1.73E-01	144	1/16	1.56E-03
	绿化空地		约 19~50m	2.46E-03	144	1/16	2.21E-05
	通道、热处理区	东	约 3~50m	1.34E-02	144	1/4	4.83E-04
	质检科办公室	南	约 4~11m	1.86E-02	144	1	1.99E-03
	厂区绿化 及道路		约 11~24m	3.33E-03	144	1/16	2.25E-05
	铸造厂房		约 24~50m	7.76E-04	144	1	8.41E-05
	试验室、理化分析室、检测室	北	约 0.5~22m	7.68E-02	144	1	9.98E-03
	厂区绿化 及道路		约 22~39m	4.98E-04	144	1/16	3.93E-06
	10kV 变电所		约 39~50m	1.67E-04	144	1/16	1.31E-06
生产车间 二 2 台周 围	生产车间二内通道	西	约 3~11m	3.47E-04	144	1/4	4.31E-04
	厂房内部通道		约 11~36m	4.10E-05	144	1/4	5.00E-05
	2#联合厂房熔炼车间		36~50m	5.15E-06	144	1	2.14E-05
	厂房内部通道	东	0~4m	1.17E-03	144	1/4	3.77E-05
	自动化打磨单元、震砂区		约 4~13m	1.84E-04	144	1	2.46E-05
	厂区绿化 及道路		约 13~23m	3.32E-05	144	1/16	2.81E-07
	重庆市天益汽车配件有限公司厂房	东	约 23~50m	1.23E-05	144	1	1.68E-06
	厂房内部通道	北	0~8m	6.75E-03	144	1/4	2.43E-04
	热处理区、矫正区、检验区等		约 8~50m	2.50E-04	144	1	3.61E-05
	钼震区、悬	南	0~20m	1.21E-03	144	1	5.95E-04

续表 11 环境影响分析

	臂震砂区						
	铸造产品 储存区、浇 筑区		约 20~50m	1.62E-05	144	1	5.95E-06
备注：为考虑几台设备同时运行叠加影响，年最大曝光时间保守考虑 2 台设备同时运行。							
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 $9.98 \times 10^{-3} \text{mSv}$，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墙体等各种屏蔽体的阻挡。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）废气对环境的影响分析 本项目 X 射线数字成像检测系统设备顶部或左侧设置排气扇进行通风换气，设备铅房内换气次数约 19-44 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。排出铅房的废气拟经管道引至热处理厂房、生产车间二外墙，排放高度约 2.5m。工作人员不在铅房内停留，废气不会对工作人员造成影响。 废气排放口分别位于热处理厂房西侧外墙，生产车间二东侧外墙，离地高度约 2.5m，高于人员日常活动高度，且排放口外为人员活动较少的绿化及道路，因此本项目废气排放口避开了人员活动密集区，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。生活污水经生							

续表 11 环境影响分析

化池处理达到《污水综合排放标准》三级标准后排入市政污水管网，最终经陶家镇生活污水处理厂处理后达标排放，对地表水环境影响较小。

(3) 噪声影响

本项目各 X 射线数字成像检测系统设置 1 套排气扇进行机械通风，排气扇噪声值一般低于 55dB（A），为低噪声设备，安装在 X 射线数字成像检测系统顶部或左侧，排气扇噪声经 X 射线数字成像检测系统设备箱体和厂房墙体隔声后排放，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拆解去功能化后交有资质单位处理，保留回收手续，并做好相关记录存档。

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摩托车发动机缸头等工件的无损探伤检测，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

续表 11 环境影响分析

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

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

续表 11 环境影响分析

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。

(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约 2s，但由于结束曝光为手动模式，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

安全联锁装置失效情况下，设备出束时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
安全联锁装置失效	2.77×10^5	2s	1.54
		10s	7.69
		30s	23.08
		1min	46.17

备注：铅门外剂量率取毛坯内窥室右侧丹东奥龙 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统铅门外。

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	$12 \times 8 \times 60 \times 4 = 2.30 \times 10^4 \text{ mGy/h}$	2s	12.80
		10s	64
		30s	192
		1min	384

③屏蔽体膨胀变形

续表 11 环境影响分析

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，即射线不经过程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（主射）	误照射时间	吸收剂量 mGy
屏蔽体膨胀变形	$3.31 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$	2s	1.84
		10s	9.19
		30s	27.58
		1min	55.17
		12min（1 天）	662.00

备注：取毛坯内窥室右侧丹东奥龙 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统失去屏蔽后最大剂量率。

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，此时防护厚度最薄的铅房左侧屏蔽体外剂量率最大，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 11-9。

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（左侧）	误照射时间	吸收剂量 mGy
X 射线管丧失自身屏蔽	$3.34 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$	2s	1.86E-01
		10s	9.28E-01
		30s	2.78
		1min	5.57
		12min（1 天）	6.68E+01

（3）事故状态可能引起的电离辐射生物效应

续表 11 环境影响分析

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。

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。

（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》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

续表 11 环境影响分析

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 X 射线数字成像检测系统属于Ⅱ类射线装置，在没有防护情况下，人员受到这类射线装置照射，会对身体造成一定的影响。结合本项目各类辐射事故的后果分析可知，本项目各类事故误照射导致人员受照剂量最大约为 662mGy，超过年剂量限值，因此，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。

(5) 辐射事故防范措施

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的各机构及电控系统，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

续表 11 环境影响分析

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。

12.2 辐射工作人员配置

根据调查，建设单位现有 14 名辐射工作人员，其中 2 名辐射工作人员已通过了核技术利用辐射安全与防护考核，另外 12 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。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未通过辐射安全与防护考核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。

续表 12 辐射安全管理

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）《安全操作规程》《辐射防护与安全制度》《设备维修保养制度》《人员培训制度》《监测计划》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《监测计划》，现有 14 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

续表 12 辐射安全管理

建设单位已制定《辐射工作人员健康管理制度》，现有 14 名辐射工作人员均进行了职业健康体检，体检结论为“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。

(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。

建设单位拟在辐射安全管理制度中补充年度评估制度，并按照规定于每年 1 月 31 日前向发证机关提交了上一年度的评估报告。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。本项目后续运行中应继续按照年度评估制度要求对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估。

(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 14 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

续表 12 辐射安全管理

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。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。

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	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，2 名辐射工作人员已通过考核，另外 12 名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。
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。	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、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 14 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 6 台个人辐射报警仪和 6 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。	本项目建立了操作规程、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。
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。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。辐射监测内容包括：	
(1) 工作场所监测	

续表 12 辐射安全管理

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；涉及设备发射剂量率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。

续表 12 辐射安全管理

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	日检
		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 6 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，可能造成受照人员机能变化和血液学的变化，但不伴有临床症状，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

续表 12 辐射安全管理

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习，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。

续表 12 辐射安全管理

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	0.5
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	设备自带
通风装置		2 台设备增加通风装置，增加铅房至厂房外排风管。	8
防护监测设备		个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X-γ辐射剂量率仪、固定式场所辐射探测装置	32
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	9.5
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。建设单位应按照《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	6 台 X 射线数字成像检测系统（Ⅱ类射线装置），5 台最大管电压 225kV，电流 8mA。1 台最大管电压 160kV，电流 11mA。		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≤5mSv/a；公众成员≤0.1mSv/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 2.5μSv/h。	GBZ117-2022

续表 12 辐射安全管理

5	辐射安全防护措施	门机联锁：X 射线数字成像检测系统设置门—机联锁装置； 声光警示：X 射线数字成像检测系统铅房顶部设置显示“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联锁，有表明各指示灯信号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联锁。 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：X 射线数字成像检测系统设置机械通风，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，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；每台设备配置 1 套固定式场所辐射探测装置、配备 1 台个人剂量报警仪；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

重庆志成机械有限公司在重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房毛坯内窥室布置 2 台 X 射线数字成像检测系统、X 光探伤室布置 2 台 X 射线数字成像检测系统，重庆市九龙坡区西彭镇宝恒路 99 号生产车间二 X 光探伤区布置 2 台 X 射线数字成像检测系统开展固定式无损探伤检测工作，共计 6 台 II 类射线装置，5 台最大管电压 225kV，电流 8mA。1 台最大管电压 160kV，电流 11mA。

项目总建筑面积约 300m²，总投资约**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 52nGy/h～83nGy/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。

续表 13 结论和建议

13.1.5 选址可行性及布局合理性

本项目 X 射线数字成像检测系统自带铅房，根据生产线工艺区布置，对于西彭镇宝恒路 9 号公司热处理厂房布置在厂房西端的专用毛坯内窥室、X 光探伤室，西彭镇宝恒路 99 号生产车间二则根据生产线工艺需求，布置在 X 光探伤区，楼上无建筑，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，有利于辐射防护和减少 X 射线对公众成员的影响，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 X 射线数字成像检测系统设备固定安装在专门 X 光探伤室、探伤区内，设备尽可能远离车间生产线等人员长时间居留的区域而靠近室外绿化及道路布置，各设备操作台均布置在铅房外，并且避开了主射线方向。本项目检测对象均为小型工件，仅设置 1 扇防护门用于工件进出，操作人员在工件门外即可将工件摆放至工件平台，无需进入铅房。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，X 射线数字成像检测系统铅房外、毛坯内窥室、X 光探伤室内、操作间、铅房外相邻区域为监督区。

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钢+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

续表 13 结论和建议

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 2.5 μ Sv/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、通风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、视频监控装置、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。X 射线数字成像检测系统设置机械排风系统，确保铅房内具有良好的通风。

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 2.5 μ Sv/h，辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于剂量管理目标的要求（辐射工作人员 $\leq$ 5mSv/a，公众成员 $\leq$ 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废气通过机械排风系统排出铅房，然后经管道引至热处理厂房、生产车间二外墙排放，排放高度约 2.5m。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

续表 13 结论和建议

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。

13.1.9 综合结论

综上所述，重庆志成机械有限公司使用 6 台 X 射线检测系统项目符合国家产业政策，选址可行、布局合理。本项目 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，在进一步完善相应的污染防治措施和环境管理措施后，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。



附图1 地理位置图