

报告编号：WKFHP-23095

核技术利用建设项目
宁波旭升集团股份有限公司
X 射线实时成像检测系统扩建项目
环境影响报告表
(公示稿)

宁波旭升集团股份有限公司

2024 年 03 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
宁波旭升集团股份有限公司
X 射线实时成像检测系统扩建项目
环境影响报告表

建设单位名称：宁波旭升集团股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省宁波市北仑区沿山河南路 68 号

邮政编码：315800

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	37
表 11 环境影响分析	45
表 12 辐射安全管理	62
表 13 结论与建议	67
表 14 审批	71

表 1 项目基本情况

建设项目名称	宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目				
建设单位	宁波旭升集团股份有限公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	浙江省宁波市北仑区沿山河南路 68 号				
项目建设地点	(1) 四厂区：浙江省宁波市北仑区大碶瓔珞河路 108 号 (2) 七厂区：浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 159 号 (3) 九厂区：浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 158 号				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	580	项目环保投 资(万元)	20	投资比例(环保 投资/总投资)	3.4%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	无新增
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

1.1 项目建设单位情况

宁波旭升集团股份有限公司（以下简称“公司”，原名为“宁波旭升汽车技术股份有限公司”，名称变更材料见附件 4）成立于 2003 年 8 月 25 日，注册地址为浙江省宁波市北仑区沿山河南路 68 号，主要从事汽车零部件及配件制造、汽车零部件研发等。公司于宁波市北仑区共设有九个厂区从事生产活动，各厂区位置详情及主体工程实施情况见表 1-1。

公司现持有有效的《辐射安全许可证》（证书编号：浙环辐证[B2816]，有效期至 2027 年 11 月 10 日，许可的种类和范围：使用 II 类射线装置，见附件 8）于一至五厂区、七厂区从事辐射活动。

表 1-1 宁波旭升集团股份有限公司宁波市北仑区各厂区位置详情及主体工程一览表

序号	厂区名称	厂区位置	主体工程实施情况		
			项目名称	环评批复	验收情况
1	一厂区	大碶沿山河北路 68 号	铝压铸民用件生产技改项目	仑环建[2015]239 号	2018 年 9 月 7 日完成自主验收
2	二厂区	大碶育王山路 69 号	年增产 50 万套新能源散热器壳体技改项目	仑环建[2017]6 号	2018 年 7 月 24 日完成自主验收
3	三厂区	大碶瓔珞河路	轻量化汽车关键零部件精	仑环建[2019]317 号	2020 年 8 月 27

		128号	密压铸成型模具及产品生 产技改项目（二期）		日完成自主验收
4	四厂区	大碶瓔珞河路 108号	年产50万套汽车动力系 统部件及模具项目	仑环建[2019]124号	2020年8月27 日完成自主验收
5	五厂区	沿山河南路68 号	汽车轻量化零部件制造及 总部中心项目	仑环建[2022]81号	2022年9月25 日完成自主验收
6	六厂区	柴桥雷古山路 129号	新能源汽车精密铸锻件生 产项目	仑环建[2018]40号	2020年1月21 日完成自主验收
7	七厂区	柴桥扬舟岙路 159号	高智能汽车轻量化挤压件 生产项目	仑环建[2021]24号	2023年4月7日 完成自主验收
8	八厂区	柴桥扬舟岙路 157号	汽车轻量化铝型材精密加 工项目	仑环建(2021)120号	2023年9月28 日完成自主验收
9	九厂区	柴桥扬舟岙路 158号	高性能铝合金汽车零部件 项目	仑环建[2022]109号	2023年11月28 日完成第一阶段 自主验收，第二 阶段尚未进行

1.2 项目建设目的和任务由来

现因发展需要，宁波旭升集团股份有限公司拟于宁波市北仑区所设厂区内新增三台 X 射线实时成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，具有自屏蔽探伤铅房）以对自生产的汽配件进行无损检测，主要包括：①拟于四厂区（大碶瓔珞河路 108 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；②拟于七厂区（柴桥扬舟岙路 159 号）新增一台 FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）；③拟于九厂区（柴桥扬舟岙路 158 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号关于《发布射线装置分类的公告》：“工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，其中自屏蔽式 X 射线探伤装置的使用活动按 III 类射线装置管理”。结合原环境保护部关于放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复：“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”。基于上述规定，本项目三台 X 射线实时成像检测系统均具备人员进入自带屏蔽体内部的条件，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置的范围，应界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”，其使用活动按照 II 类射线装置管理。对照生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用

建设项目。本次评价内容为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，宁波旭升集团股份有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

宁波旭升集团股份有限公司拟于宁波市北仑区所设厂区内新增三台 X 射线实时成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，具有自屏蔽探伤铅房）以对自生产的汽车配件进行无损检测，主要包括：①拟于四厂区（大碶璎珞河路 108 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；②拟于七厂区（柴桥扬舟岙路 159 号）新增一台 FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）；③拟于九厂区（柴桥扬舟岙路 158 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）。所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动式探伤。此外，本项目拟配置设备均为 X 射线实时成像检测系统，不涉及拍片、洗片等工作，不产生危险废物，无需设置暗室、评片室与危废暂存间。

射线装置具体应用情况见表 1-2。

表 1-2 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	出束类型
1	X 射线实时成像检测系统	II类	UND160	1台	160	11.25	四厂区压铸车间	定向，朝向顶棚
2			FSX-T225-P4343DDC	1台	225	8	七厂区 3# 车间 X 光探伤室	定向，朝向东侧
3			UND160	1台	160	11.25	九厂区压铸车间	定向，朝向顶棚

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及外环境关系

1、四厂区地理位置及外环境关系

四厂区位于浙江省宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号，项目地理位置见附图 1。厂区东

侧隔瓔珞河路自北向南依次为宁波图冠精密模具有限公司、宁波水上貂渔具有限公司、宁波星源卓镁技术股份有限公司二厂；南侧相邻宁波旭升集团股份有限公司三厂区；西南侧为浙江华朔科技股份有限公司三厂区；西侧相邻浙江辉旺机械科技股份有限公司二厂区；北侧隔育王山路自西向东依此为宁波万隆模塑成型有限公司、宁波市北仑海普汽配有限公司、宁波市圣威模具制造有限公司。四厂区项目周围环境关系见附图 2-1，周围环境实景见附图 3-1。

2、七厂区地理位置及外环境关系

七厂区位于浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 159 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧相邻宁波爱富伦特物流有限公司；南侧自西向东依次为宁波旭升集团股份有限公司八厂区、山体；西侧隔扬舟岙路为北云飞创现代产业园；西北侧为宁波旭升集团股份有限公司六厂区；北侧隔横二路为宁波长胜货柜有限公司。七厂区项目周围环境关系见附图 2-2，周围环境实景见附图 3-2。

3、九厂区地理位置及外环境关系

九厂区位于浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 158 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔扬舟岙路自北向南依次为宁波旭升集团股份有限公司八厂区、浙江信宇建设集团有限公司施工大楼；南侧自西向东依次为优旺石化共享加油 6 号站、山体；西侧隔永丰塘路为宁波伟浩汽车服务有限公司；北侧隔横四路为北云飞创现代产业园。九厂区项目周围环境关系见附图 2-3，周围环境实景见附图 3-3。

1.4.2 探伤工作场所位置及外环境关系

1、四厂区探伤工作场所位置及外环境关系

四厂区 X 射线实时成像检测系统位于压铸车间，所属车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，东侧为工件摆放区，南侧与西侧均为区域过道，北侧为控制台、区域过道。周围 50m 内环境特征见表 1-3。四厂区探伤铅房所在车间平面布置图见附图 5-1。

表 1-3 四厂区探伤铅房周围 50m 内环境特征一览表

名称	方位	环境特征	
		探伤工作区域内	探伤工作区域外
探伤铅房	东侧	工件摆放区、区域过道	毛坯区、厂内道路、配电站
	南侧	区域过道	毛坯区
	西侧	区域过道	压铸区、厂内道路、浙江辉旺机械科技股份有限公司
	北侧	控制台、区域过道	切边区
	东北侧	轻钢雨棚（货物通道）	
	东南侧	轻钢雨棚（货物通道）	
	正上方	车间顶部开放空间	
	正下方	土层，无地下室	

备注：本次所购设备位于压铸车间，四厂区原有 X 射线实时成像检测系统位于机加三车间，位于本设备

东南方，相距约 70m。

2、七厂区探伤工作场所位置及外环境关系

七厂区 X 射线实时成像检测系统位于 3#车间 X 光探伤室内，X 光探伤室所属建筑为二层建筑，所属车间为一层建筑，下方为土层，无地下室。探伤铅房东侧为室内过道；南侧为墙体；西侧为控制台；北侧为室内过道，周围 50m 内环境特征见表 1-4。七厂区探伤铅房所在建筑一层平面布置图见附图 6；所在车间平面布置图见附图 5-2。

表 1-4 七厂区探伤铅房周围 50m 内环境特征一览表

名称	方位	环境特征	
		X 光探伤室内	X 光探伤室外
探伤铅房	东侧	室内过道	综合实验室、茶水间、卫生间、车间过道、生产区域
	南侧	室内过道（区域狭窄，不可过人）	厂区道路、仓库
	西侧	控制台、FSX-T225-p4343DC 型 X 射线实时成像检测系统及控制台、货架	现场办公室、压铸仓库、车间过道、生产区域
	北侧	室内过道	生产区域
	正上方	X 光探伤室顶部开放空间	二层办公区、车间顶部开放空间
	正下方	土层，无地下室	

备注：七厂区本次所购置探伤设备与原有 X 射线实时成像检测系统位于同一 X 光探伤室内，原有设备位于本次所购设备西侧，两个探伤铅房相距约 2m。

3、九厂区探伤工作场所位置及外环境关系

九厂区 X 射线实时成像检测系统位于后处理车间，所属车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，周围 50m 内环境特征见表 1-5。九厂区探伤铅房所在车间平面布置图见附图 5-3。

表 1-5 九厂区探伤铅房周围 50m 内环境特征一览表

名称	方位	环境特征	
		探伤工作区域内	探伤工作区域外
探伤铅房	东北侧	/	原材料区
	东侧	控制台	半成品区
	东南侧	/	修备模区
	南侧	工件摆放区	去毛刺及整理区
	西侧	区域过道	生产区域
	北侧	区域过道	检测室、生产区域
	正上方	车间顶部开放空间	
	正下方	土层，无地下室	

1.4.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为各厂区探伤铅房评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员。

1.4.4 规划符合性分析

1、用地规划符合性分析

本项目 X 射线实时成像检测系统建设地点位于浙江省宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号（四厂区）；浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 159 号（七厂区）；浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 158 号（九厂区），根据建设单位提供的房产证（见附件 7），本项目各厂区用地性质均为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

2、“三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108 号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”。本项目“三线一单”符合性判定情况见表 1-6。

表 1-6 本项目“三线一单”符合性分析

内容	符合性分析	
生态保护红线	根据《北仑区三区三线图》（见附图 9）、《北仑区环境管控单元分类图》（见附图 10），本项目不涉及生态保护红线。	
环境质量底线	经现场检测，本项目辐射工作场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与工作人员及公众成员的辐射影响是可接受的。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可以做到达标排放，符合环境质量底线的要求。	
资源利用上线	本项目运行过程会消耗一定量的电力、水资源等，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。	
生态环境准入清单	四厂区	<p>根据《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》，四厂区所在地属于宁波市北仑区新碶-大碶-霞浦产业集聚重点管控单元（编码：ZH33020620012），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局约束</p> <p>优化产业结构，鼓励发展汽车制造、金属制品、关键基础件、智能家电等高端装备制造业。除主导产业配套项目及橡胶制品硫化工序外，禁止新建、扩建不符合园区发展规划主导产业的其他三类工业。鼓励对现有不符合园区主导产业的三类工业项目进行淘汰和提升改造，其改扩建不得增加污染物排放总量。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加强污水处理厂建设及提升改造，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强区域内涉水污染企业监管监控，强化企业污染治理设施运行维护管理。全面推进重点行业 VOCs 治理和工业废气清洁排放改造，强化工业企业无组织排放管控。新改扩建排放 VOCs 的项目，加强源头控制，优先使用低（无）VOCs 含量的涂料、油墨、胶黏剂等，并配套安装高效的收集处理措施。集中供热范围内禁止新、扩建蒸汽锅炉。加强土壤和地下水污染防治与修复。</p> <p>三、环境风险管控</p> <p>定期评估沿河海工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。</p> <p>四、资源开发效率要求</p>

		<p>推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业创建等。落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。</p> <p>综上所述，本项目属于核技术利用建设项目，不属于二、三类工业企业类项目，项目运行不产生废水，不会对周围水环境造成影响。本项目探伤设备运行过程中会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经机械排风系统可排出探伤铅房，臭氧可在环境中自动分解。故本项目产生的废气基本不会对周围大气环境造成影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组，具备完善的风险防范措施。因此，本项目的实施符合《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》中生态环境准入清单的管控要求。</p>
七厂区、九厂区		<p>根据《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》，七厂区和九厂区所在地属于宁波市北仑区经济开发区产业集聚重点管控单元管控单元（编码：ZH33020620011），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局约束</p> <p>优化完善产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励发展绿色石化、化工等主导产业。除主导产业配套项目及橡胶制品硫化工序外，禁止新建、扩建不符合园区发展规划主导产业的其他三类工业。鼓励对现有不符合园区主导产业的三类工业项目进行淘汰和提升改造，其改扩建不得增加污染物排放总量。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。横中路南侧禁止准入涉及合成反应的化工项目。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加强污水处理厂建设及提升改造，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强对纳管企业总氮、盐分、重金属和其他有毒有害污染物的管控，强化企业污染治理设施运行维护管理。全面推进重点行业 VOCs 治理和工业废气清洁排放改造，强化工业企业无组织排放管控。除供热规划的热电联产项目外，禁止新建、扩建使用高污染燃料锅炉项目。集中供热范围内禁止新、扩建蒸汽锅炉。鼓励采用余热回收装置。强化氮氧化物排放浓度及总量管控，石化行业新建、扩建加热炉氮氧化物年均浓度低于 50mg/m³，石化行业新建、扩建燃气锅炉氮氧化物年均浓度低于 30mg/m³。加强土壤和地下水污染防治与修复。</p> <p>三、环境风险管控</p> <p>定期评估沿江河海工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。强化工业集聚区企业环境风险防范设施建设和正常运行监管，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制。制定园区应急预案，完善环境风险防控，构建区域联动一体的应急响应体系，实行联防联控。建立土壤污染隐患排查和定期监测制度，开展园区及周边土壤和地下水环境风险监测。</p> <p>四、资源开发效率要求</p> <p>推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造。实施“分质供水、优水优用”，推进大工业供水和中水回用，石化行业新建、扩建项目循环水更新排水回用率不低于 50%。落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。</p> <p>综上所述，本项目属于核技术利用建设项目，不属于二、三类工业项目，项目运行不产生废水，不会对周围水环境造成影响。本项目探伤设备运行过程中会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经机械排风系统可排出探伤铅房，臭氧可在环境中自动分解。故本项目产生的废气基本不会对周围大气环境造成影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组，具备完善的风险防范措施。因此，本项目的实</p>

施符合《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》中生态环境准入清单的管控要求。

综上所述，本项目建设符合“三线一单”的要求。

1.4.5 选址合理性分析

本项目三台 X 射线实时成像检测系统各自拟建厂区的用地性质均为工业用地，其中四厂区探伤铅房评价范围 50m 内主要为厂区内部建筑、厂区道路与西侧浙江辉旺机械科技股份有限公司二厂区；七厂区与九厂区探伤铅房评价范围 50m 内主要为厂区内部建筑及厂区道路，三个厂区探伤铅房评价范围内均无居民点和学校等环境敏感点。各台设备邻近区域即为工件摆放区，便于工件输送检测，同时经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响均是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对公司自生产的汽配件进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害。建设单位考虑到生产工艺流程，本项目各厂区拟配置的 X 射线实时成像检测系统均位于生产车间内，周围设有工件摆放区，既可便于检测工件的输送，也可降低周围非辐射工作人员的受照剂量。且经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合本项目剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，该公司探伤装置的使用是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位已取得宁波市生态环境局颁发的辐射安全许可证，有效期至 2027 年 11 月 10 日，证书编号：浙环辐证[B2816]，许可种类和范围：使用 II 类射线装置。

建设单位已经许可的现有设备为：6 台 II 类射线装置，详见表 1-7。

表 1-7 原有核技术利用项目环保手续履行情况一览表

序号	名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	使用场所	环评批复	验收情况
1	X 射线实时	FSX-T160-p4343C	1	160	1.25	一厂区	甬环发函	2019.06.15

2	成像系统	XYD-160	1	140	7.5	二厂区	[2019]1号	自主验收
3		FSX-T200-p4343XC	1	160	3	三厂区		
4		FSX-T200-p4343XC	1	200	6	四厂区	甬环建表 [2022]10号	2022.12.30 自主验收
5	工业CT检测装置	METROTO M 1500	1	225	3	五厂区		
6	X射线实时成像系统	FSX-T225-p4343DC	1	225	8.9	七厂区		

1.7.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理领导小组成立情况

公司已成立以林国峰为负责人的辐射安全与防护管理机构，以全面负责公司辐射安全与防护管理工作，加以明确了具体职责，见附件9。

2、现有辐射安全规章制度制定与执行情况

公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射工作安全职责说明》、《放射作业操作程序》、《放射作业人员岗位职责》、《放射工作人员管理培训制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置使用登记制度》、《辐射培训与健康制度》、《辐射事故应急处理措施》、《个人剂量和辐射环境监测方案》、《射线装置检修维护制度》、《辐射事故应急预案》、《X射线探伤机操作规程》、《工业CT操作规程》等，公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司各辐射防护设施运行、维护工作良好；在个人剂量检测档案管理方面有所疏漏，出现了个人剂量检测报告误用他人名字的情况，对此建设单位已及时修正，并进一步加强日常管理。

3、现有辐射工作人员管理情况

公司现有10名辐射工作人员，均持有效的辐射安全与防护证书（见附件10），符合持证上岗的要求，现有辐射工作人员信息一览表见表1-8。

辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。根据建设单位提供的最近一年连续四个季度的个人剂量档案（见附件10），单名辐射工作人员的年有效剂量最大为0.11mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也符合剂量约束值的要求。经与建设单位核实，七厂区辐射工作人员孙野前三季度个人剂量报告中误用他人名字，建设单位对此已于第四季度进行修正，并承诺加强辐射工作人员管理工作以避免类似问题重复发生。

根据建设单位提供的年度职业健康体检报告（见附件10），在岗辐射工作人员均可从事或继续从事放射性工作。经与建设单位核实，原有辐射工作人员李晓鹏由于2023年体检结

果显示不宜继续原放射工作（附件 10），故已即刻安排转岗工作。

表 1-8 现有辐射工作人员信息一览表

所属厂区	姓名	辐射安全与防护培训证书编号/发证时间	个人剂量检测结果 (mSv)				职业健康体检结论/时间
			2022 第四季度	2023 第一季度	2023 第二季度	2023 第三季度	
一厂	孙贤良	FS22ZJ1200236/2 022.03.29	0.03*	0.03*	0.03*	0.02*	可从事放射工作 /2022.04.14
二厂	崔红志	FS23ZJ1200674/2 023.05.05	/	/	/	0.02*	可从事放射工作 /2023.05.19
三厂	赵凯超	FS23ZJ1200644/2 023.05.05	/	/	/	0.02*	可从事放射工作 /2023.05.19
	张四通	FS22ZJ1200238/2 022.03.29	0.03*	0.03*	0.03*	0.02*	可从事放射工作 /2022.04.14
	郝开放	FS21ZJ1200382/2 021.04.25	0.03*	0.03*	0.03*	0.02*	可继续原放射工作 /2023.05.25
四厂	姚海波	FS23ZJ1200656/2 023.05.05	/	/	/	0.02*	可从事放射工作 /2023.05.19
	何光普	FS22ZJ1200240/2 022.03.29	0.03*	0.03*	0.03*	0.02*	可从事放射工作 /2022.04.14
五厂	王桐	FS20ZJ1200263/2 020.08.27	0.03*	0.03*	0.03*	0.02*	可继续原放射工作 /2022.08.29~2022. 09.09
七厂	董春艳	ES23ZJ1200912/2 023.06.13	/	/	/	0.02*	可从事放射工作 /2023.06.19
	孙野 ^②	FS22ZJ1201048/2 022.08.25	0.03*	0.03*	0.03*	0.02*	可从事放射工作 /2022.08.22~2022. 09.09

备注：①*表示检测结果低于最低探测水平；②由于误用他人名字，故前三季度个人剂量检测结果对应检测报告中李晓鹏。③“/”表示此时该名工作人员尚未从事辐射工作。

4、现有辐射安全和防护措施落实情况

- (1) 探伤铅房已设置门-机联锁装置，工件门完全关闭后探伤装置才能出束照射。
- (2) 探伤铅房设置了警示灯，并与探伤装置联锁。
- (3) 探伤铅房内已设有监视装置。
- (4) 探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。
- (5) 探伤铅房内与操作台均设有紧急停机按钮，在紧急情况下可停止设备工作。
- (6) 探伤铅房内部设有机械排风装置，每小时通风换气次数不小于 3 次。

5、现有辐射监测仪器与防护用品配置情况

公司现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表 1-9。

表 1-9 现有辐射监测仪器与防护用品一览表

所属厂区	名称	数量
一厂区	个人剂量计	1 支
	个人剂量报警仪	1 台
二厂区	个人剂量计	1 支
	个人剂量报警仪	1 台

三厂区	个人剂量计	3支
	个人剂量报警仪	1台
四厂区	个人剂量计	2支
	个人剂量报警仪	1台
五厂区	个人剂量计	1支
	个人剂量报警仪	1台
七厂区	个人剂量计	2支
	个人剂量报警仪	1台
备注：现有用品均处于正常使用状态。		

6、现有“三废”处理情况

公司已经许可 6 台 II 类射线装置运行过程中均不产生放射性废气、放射性废水与放射性固废，主要产生的臭氧和氮氧化物可通过排风系统排出探伤铅房，对周围环境空气质量影响较小。

7、场所检测与年度评估情况

公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度检测，经与建设单位核实，公司已对各辐射工作场所（共六处）开展了 2023 年度放射防护检测（检测报告见附件 11），结论显示“该公司安置于一厂、二厂、三厂、四厂、七厂的 5 台 X 射线实时成像装置及五厂的 1 台工业 CT 实时成像装置在其相应的曝光条件下，其工作人员操作位及屏蔽体周围环境的 X 射线辐射水平均符合《工业探伤放射防护标准》（GB117-2022）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求”。公司已对本单位的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 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

8、现有辐射事故应急预案执行情况

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件 9。定期开展辐射事故应急预案演练（见附件 13），并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

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	适用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像 检测系统	II	1 台	UND160	160	11.25	固定式探伤	四厂区压铸车间	本次评价
2	X 射线实时成像 检测系统		1 台	FSX-T225- P4343DDC	225	8		七厂区 3#车间 X 光探伤室	
3	X 射线实时成像 检测系统		1 台	UND160	160	11.25		九厂区压铸车间	

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

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
臭氧与氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	微量	不暂存	经探伤铅房内机械通风装置排至室外，臭氧短时间内可自动分解为氧气

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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018年修订）》，主席令第二十四号，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》，国务院令第709号，2019年3月2日起施行；</p> <p>(6) 《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日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日起施行；</p> <p>(11) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，环环评〔2021〕108号，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；</p> <p>(12) 《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；</p> <p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(15) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第</p>
------	---

	<p>388号，2021年4月1日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年4月1日起施行；</p> <p>(18) 关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023年本）》的通知，浙环发〔2023〕33号，浙江省生态环境厅，2023年9月9日起施行；</p> <p>(19) 关于《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的批复，浙政函〔2020〕41号，浙江省人民政府，2020年5月14日起施行；</p> <p>(20) 关于印发《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，甬环发〔2020〕56号，市生态环境局，2020年12月9日印发。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(8) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及 2018 年修改单；</p> <p>(9) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；</p> <p>(10) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；</p> <p>(11) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，并结合本项目的实际情况，确定本项目评价范围为四厂区、七厂区与九厂区内 X 射线实时成像检测系统自带铅房屏蔽体外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员，各厂区辐射工作场所主要环境保护目标见表 7-1~表 7-3。

1、四厂区辐射工作场所主要环境保护目标

表 7-1 本项目四厂区辐射工作场所主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与铅房边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	控制台	北侧	紧邻	2 人
公众人员	毛坯区	东侧	约 2m	约 15 人
	厂内道路		约 36m	约 30 人/d
	配电站		约 46m	约 5 人/d
	毛坯区	南侧	约 2m	约 15 人
	压铸区	西侧	约 2m	约 5 人
	厂区道路		约 22m	约 30 人/d
	浙江辉旺机械科技股份有限公司		约 34m	约 20 人/d
	切边区	北侧	约 3m	约 15 人/d
	轻钢雨棚（货物通道）	东北侧	约 32m	约 8 人/d
轻钢雨棚（货物通道）	东南侧	约 47m	约 8 人/d	

备注：①四厂区探伤工作区域架设围栏，并由专人管理，公众人员不得随意进出，因此围栏内不设环保保护目标。

②四厂区探伤铅房所属区域正上方为车间顶部开放空间，正下方为土层，无地下室。

2、七厂区辐射工作场所主要环境保护目标

表 7-2 本项目七厂区辐射工作场所主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与铅房边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	控制台	西侧	紧邻	2 人
	原有 X 射线实时成像检测系统控制台		约 4m	2 人
公众人员	综合实验室	东侧	约 3m	约 5 人
	茶水间		约 12m	约 20 人/d
	卫生间		约 21m	约 20 人/d
	车间过道		约 30m	约 30 人/d
	生产区域		约 40m	约 20 人/d
	厂区道路	南侧	约 1m	约 30 人/d
	仓库	约 10m	约 15 人/d	

	现场办公室	西侧	约 7m	约 10 人
	压铸仓库		约 14m	约 5 人/d
	车间过道		约 24m	约 20 人/d
	生产区域		约 34m	约 20 人/d
	生产区域	北侧	约 4m	约 15 人/d
	二层办公区	正上方	约 1m	约 15 人
备注：①七厂区探伤工作区域为专设 X 光探伤室，由专人管理，公众人员不得随意进出，因此围栏内不设环保保护目标。 ②七厂区探伤铅房所属区域正下方为土层，无地下室。				

3、九厂区辐射工作场所主要环境保护目标

表 7-3 本项目九厂区辐射工作场所主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与铅房边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	控制台	东侧	紧邻	2 人
公众人员	原材料区	东北侧	约 15m	约 10 人/d
	半成品区	东侧	约 4m	约 10 人/d
	修备模区	东南侧	约 8m	约 15 人/d
	去毛刺及整理区	南侧	约 5m	约 15 人/d
	生产区域	西侧	约 4m	约 20 人/d
	检测室	北侧	约 2.6m	1 人
	生产区域		约 8m	约 15 人/d
备注：①九厂区探伤工作区域架设围栏，并由专人管理，公众人员不得随意进出，因此围栏内不设环保保护目标。 ②九厂区探伤铅房所属区域正上方为车间顶部开放空间，正下方为土层，无地下室。				

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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

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

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

(3) 剂量约束值

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

本次评价取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即职业照射剂量约束值为 5mSv/a；公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

(4) 辐射工作场所的分区

6.4 辐射工作场所的分区

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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应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或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求，适用于使用 600kV 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。

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。

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。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

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

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求，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层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

7.3.4 废水排放标准

本项目生活污水经化粪池预处理达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的三级标准。

7.3.5 噪声排放标准

公司四侧厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的 3 类声环境功能区排放限值，即昼间：65dB（A）、夜间 55dB（A）。

7.3.4 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

（1）周围剂量当量率

根据 GBZ 117-2022 第 6.1.3 条款要求，本项目 X 射线探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

由于七厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置上方已建办公区，因此根据 GBZ 117-2022 第 6.1.4 条款要求，且出于保守考虑，四厂区、七厂区与九厂区探伤铅房顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平也应不大于 2.5 μ Sv/h。

综上所述，本项目四厂区、七厂区、九厂区 X 射线探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门外、顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平均不大于 2.5 μ Sv/h。

（2）个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求，本项目个人年有效剂量约束值如下：

A. 职业人员年有效剂量 \leq 5mSv/a;

B. 公众成员年有效剂量 \leq 0.25mSv/a。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

1、四厂区地理位置及外环境关系

四厂区位于浙江省宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔璎珞河路自北向南依次为宁波图冠精密模具有限公司、宁波水上貂渔具有限公司、宁波星源卓镁技术股份有限公司二厂；南侧相邻宁波旭升集团股份有限公司三厂区；西南侧为浙江华朔科技股份有限公司三厂区；西侧相邻浙江辉旺机械科技股份有限公司二厂区；北侧隔育王山路自西向东依此为宁波万隆模塑成型有限公司、宁波市北仑海普汽配有限公司、宁波市圣威模具制造有限公司。四厂区项目周围环境关系见附图 2-1，周围环境实景见附图 3-1。

2、七厂区地理位置及外环境关系

七厂区位于浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 159 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧相邻宁波爱富伦特物流有限公司；南侧自西向东依次为宁波旭升集团股份有限公司八厂区、山体；西侧隔扬舟岙路为北云飞创现代产业园；西北侧为宁波旭升集团股份有限公司六厂区；北侧隔横二路为宁波长胜货柜有限公司。七厂区项目周围环境关系见附图 2-2，周围环境实景见附图 3-2。

3、九厂区地理位置及外环境关系

九厂区位于浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 158 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔扬舟岙路自北向南依次为宁波旭升集团股份有限公司八厂区、浙江信宇建设集团有限公司施工大楼；南侧自西向东依次为优旺石化共享加油 6 号站、山体；西侧隔永丰塘路为宁波伟浩汽车服务有限公司；北侧隔横四路为北云飞创现代产业园。九厂区项目周围环境关系见附图 2-3，周围环境实景见附图 3-3。

8.1.2 场所位置

1、四厂区探伤工作场所位置及外环境关系

四厂区 X 射线实时成像检测系统位于压铸车间，所属车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，东侧为工件摆放区，南侧与西侧均为区域过道，北侧为控制台、区域过道，正上方为车间顶部开放空间。四厂区探伤铅房所在车间平面布置图见附图 5-1。

2、七厂区探伤工作场所位置及外环境关系

七厂区 X 射线实时成像检测系统位于 3#车间 X 光探伤室内，X 光探伤室所属建筑为二层建筑，所属车间为一层建筑，下方为土层，无地下室。探伤铅房东侧为室内过道；南侧为墙体；西侧为控制台；北侧为室内过道；正上方为 X 光探伤室顶部开放空间、二层办公区。七厂区探伤铅房所在建筑一层平面布置图见附图 6；所在车间平面布置图见附图 5-2。

3、九厂区探伤工作场所位置及外环境关系

九厂区 X 射线实时成像检测系统位于后处理车间，所属车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，东侧为工件摆放区，南侧与西侧均为区域过道，北侧为控制台、区域过道，正上方为车间顶部开放空间。九厂区探伤铅房所在车间平面布置图见附图 5-3。

8.2 环境现状评价对象

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为各厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置及其周围环境。

8.3 辐射环境质量现状

8.3.1 检测目的

通过现场检测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.3.2 检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.3.3 检测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布点监测，点位分布情况见图 8-1~图 8-3，检测报告及检测资质证书见附件 12。

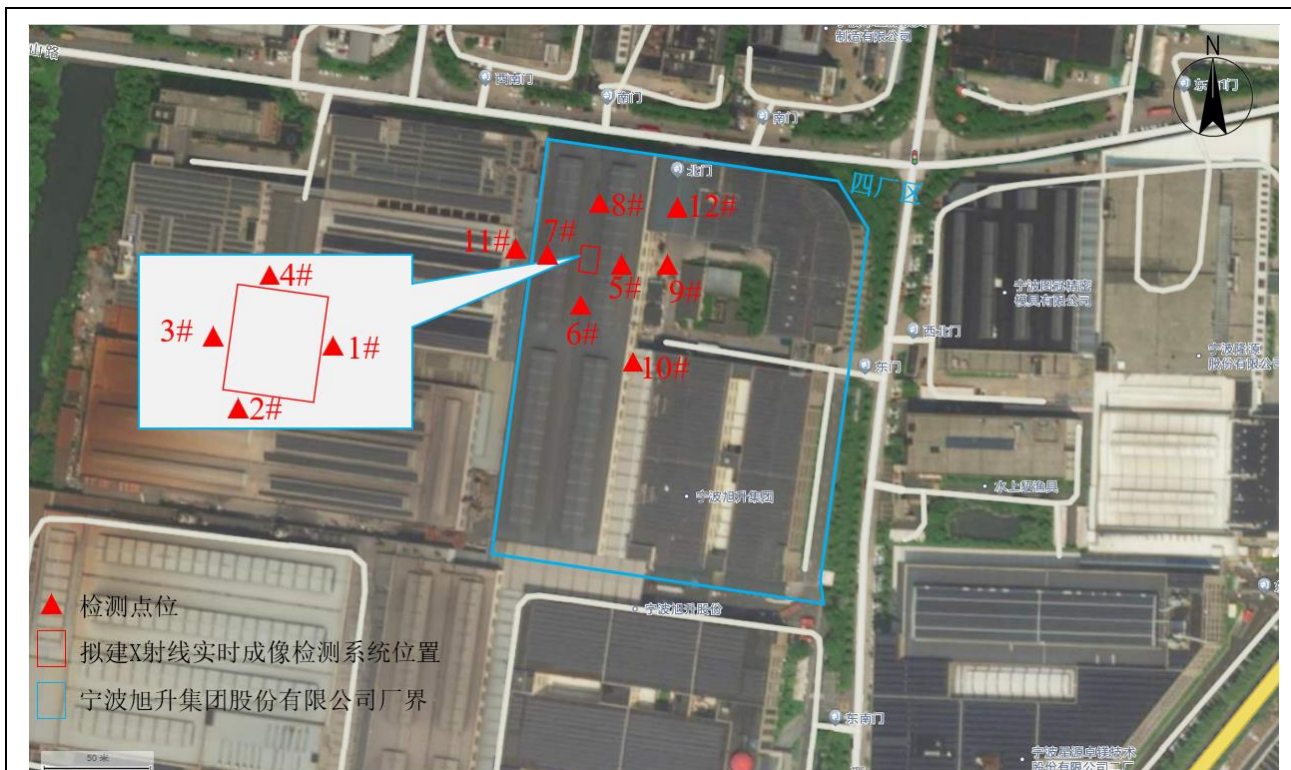


图 8-1 四厂区辐射环境本底检测点位示意图

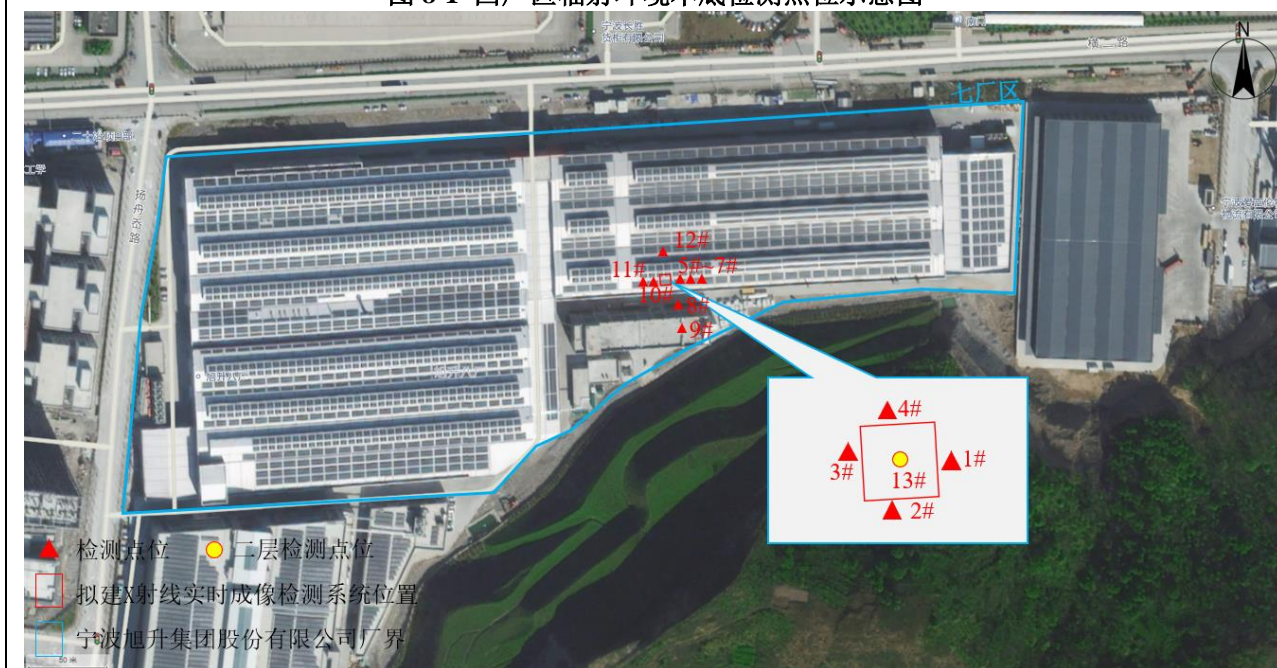


图 8-2 七厂区辐射环境本底检测点位示意图



图 8-3 九厂区辐射环境本底检测点位示意图

8.3.4 检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2023 年 12 月 28 日；
- (3) 检测方式：现场检测；
- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测方法：仪器探头离地 1m，待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取数据。
- (6) 检测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：多云；室内温度：14°C~18°C；室外温度：10°C~15°C；相对湿度：68~76%；
- (8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$

检定证书编号	2023H21-20-4419850003
检定有效期	2023年02月15日至2024年02月14日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_f	1.05
探测限	$\geq 10\text{nSv/h}$

8.3.5 质量保证措施

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

- （1）检测机构通过了计量认证。
- （2）检测前制定了详细的检测方案及实施细则。
- （3）合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- （4）检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。

监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

- （5）检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。

- （6）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

（7）现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

（8）建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

- （9）检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.3.6 检测结果及分析

1、四厂区辐射环境本底检测结果见表 8-2。

表 8-2 四厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	备注
		平均值	
1	拟建探伤铅房东侧	88	室内
2	拟建探伤铅房南侧	91	室内

3	拟建探伤铅房西侧	90	室内
4	拟建探伤铅房北侧	90	室内
5	东侧毛坯区	96	室内
6	南侧毛坯区	98	室内
7	西侧压铸区	99	室内
8	北侧切边区	97	室内
9	厂内道路	117	室外
10	东南侧雨棚	114	室内
11	浙江辉旺机械科技股份有限公司 厂内道路	115	室外
12	东北侧雨棚	117	室内

备注：①本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

②本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

③ γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 28.50nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子。9#、11#点位取 1，其余点位取 0.9。

2、七厂区辐射环境本底检测结果见表 8-3。

表 8-3 七厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	备注
		平均值	
1	拟建探伤铅房东侧	90	室内
2	拟建探伤铅房南侧	67	室内
3	拟建探伤铅房西侧	77	室内
4	拟建探伤铅房北侧	87	室内
5	东侧检测实验室	106	室内
6	东侧茶水间	93	室内
7	东侧卫生间	119	室内
8	南侧厂区道路	95	室外
9	南侧仓库	107	室内
10	西侧现场办公室	108	室内
11	西侧压铸仓库	93	室内
12	北侧生产车间	68	室内
13	二层办公室	61	室内

备注：①本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

②本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

③ γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 28.50nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子。8#点位取 1，12#点位取 0.9，其余点位取 0.8。

④检测期间，七厂区原有 X 射线实时成像检测系统未处于运行状态。

3、九厂区辐射环境本底检测结果见表 8-4。

表 8-4 九厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	备注
		平均值	

1	拟建探伤铅房东侧	60	室内
2	拟建探伤铅房南侧	55	室内
3	拟建探伤铅房西侧	70	室内
4	拟建探伤铅房北侧	63	室内
5	东侧半成品区	94	室内
6	南侧去毛刺及整理区	79	室内
7	西侧生产区域	71	室内
8	北侧生产区域	83	室内
9	北侧检测室	70	室内

备注：①本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

②本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

③ γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 28.50nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽因子，全部点位取 0.9。

根据表 8-2~表 8-4，本项目四厂区、七厂区与九厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置周围环境各检测点位的 γ 辐射剂量率范围与《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》的符合性分析见表 8-5。

表 8-5 本项目各厂区拟建 X 射线实时成像检测系统位置周围环境各检测点位 γ 辐射剂量率范围一览表

所属厂区	γ 辐射剂量率本底检测 (nGy/h)		宁波市 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
	室内	道路	室内	道路
四厂区	88~117	115~117	80~194	64~128
七厂区	61~119	95		
九厂区	55~94	/		

根据表 8-5 可知，本项目四厂区拟建设地址 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。七厂区与九厂区拟建设地址室内 γ 辐射空气吸收剂量率略低于当地一般本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目四厂区与九厂区的施工期主要为探伤工作区域的围栏搭建、X 射线实时成像检测系统的安装与调试；七厂区的施工期主要为 X 射线实时成像检测系统的安装与调试。其中，围栏搭建时产生的主要污染因子为施工扬尘、施工噪声、建筑垃圾与生活垃圾；设备调试时会产生 X 射线及少量的臭氧与氮氧化物。本项目施工期较短，对周围环境产生的影响是短暂的，随施工期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

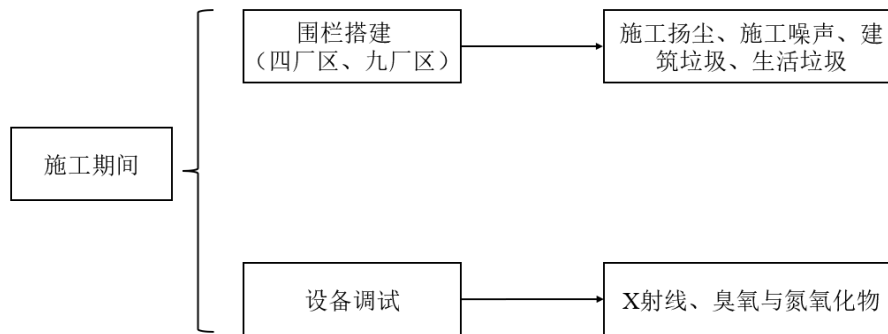


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及作业方式

X 射线实时成像检测设备能够实时观测到工件的检测图像，从而判定内部是否存在缺陷及缺陷类型和等级，同时通过计算机图像处理系统完成对图像的存储和处理，以提高图像的清晰度，保证评定的准确性。

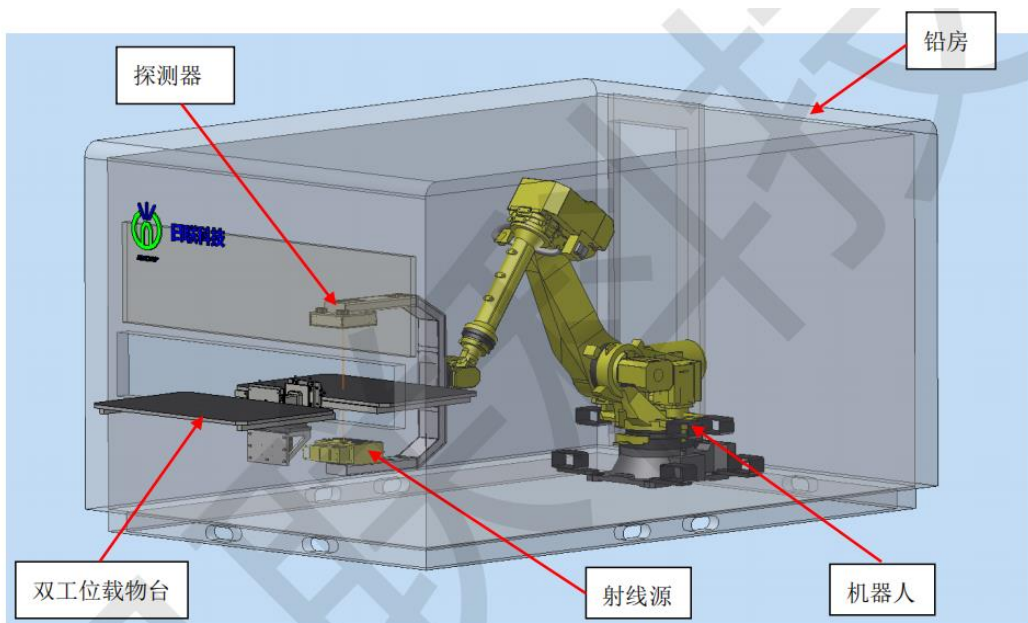


图 9-2 本项目四厂区 X 射线实时成像检测系统外观示意图

本项目四厂区与九厂区拟配置 X 射线实时成像检测设备 X 射线系统、图像显示及处理系统、控制台、机械运动系统、射线防护系统及运动控制系统组成（设备外观示意图分别见图 9-2、图 9-4）。七厂区拟配置 X 射线实时成像检测设备主要由 X 射线系统、控制台、平板探测器、图像处理系统、监控系统、防护系统以及检测平台与传送系统组成（外观示意图见图 9-3）。

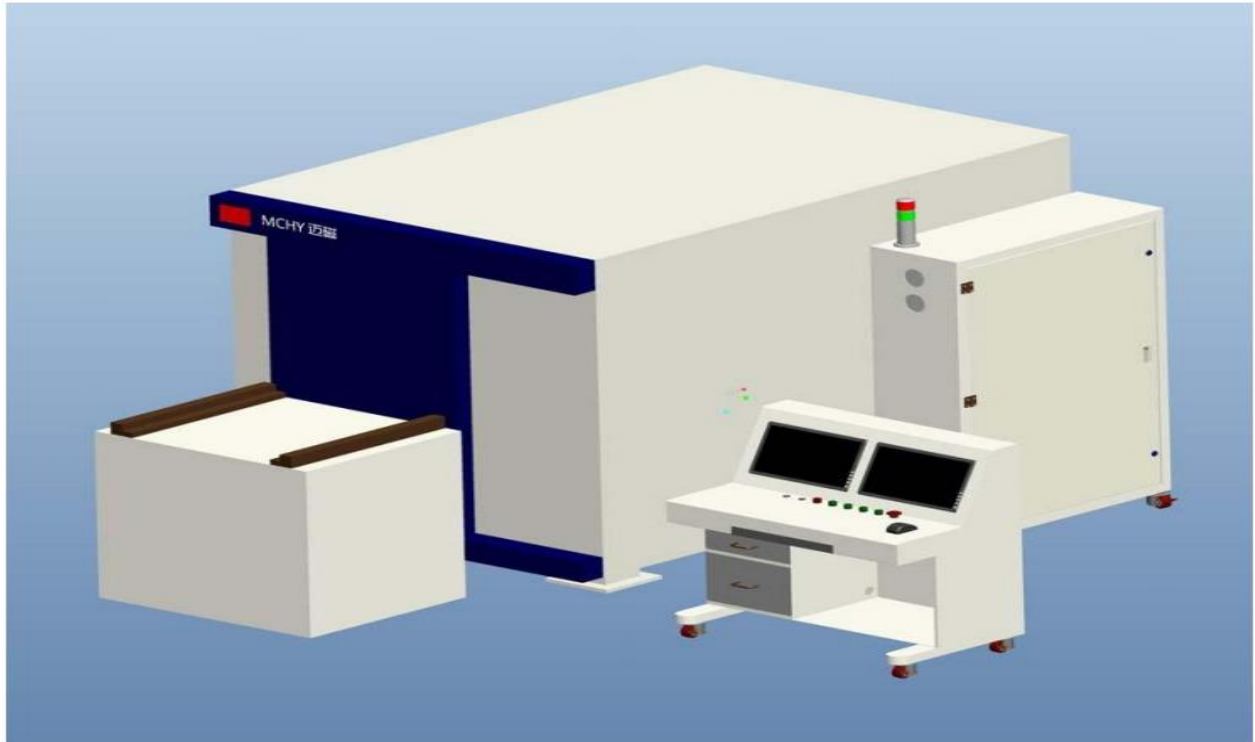


图 9-3 本项目七厂区 X 射线实时成像检测系统外观示意图

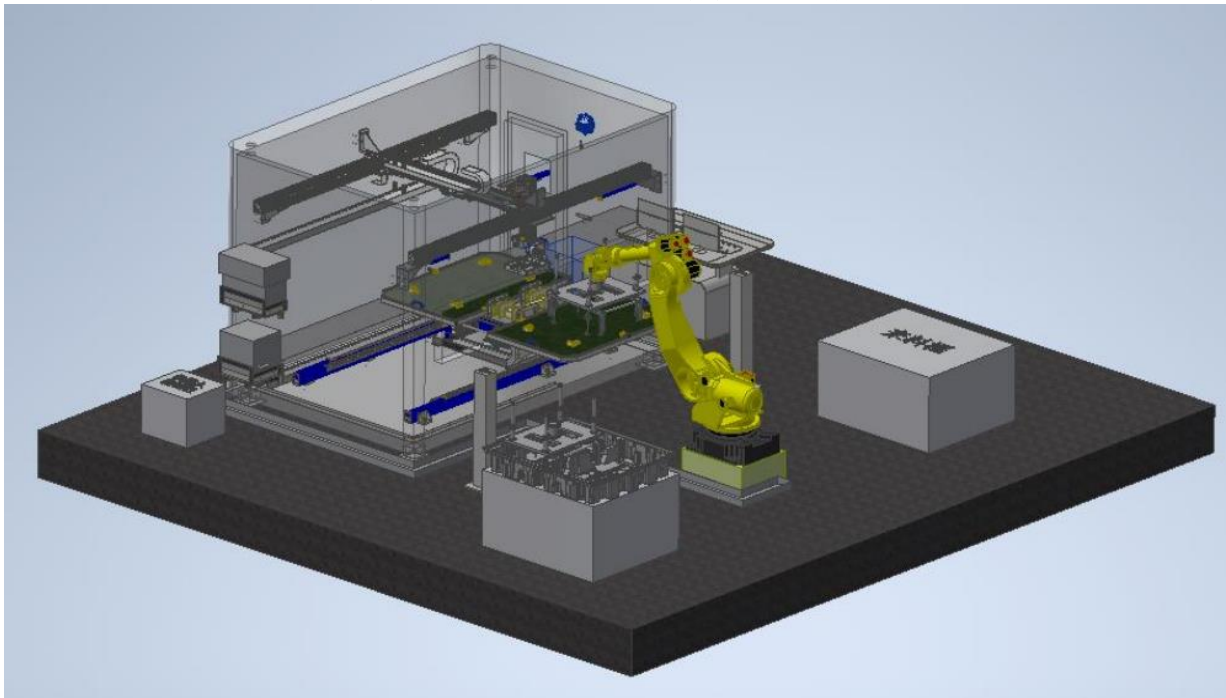


图 9-4 本项目九厂区 X 射线实时成像检测系统设备组成示意图

9.2.2 工作原理

X 射线实时成像检测系统是新一代的无损检测设备，以数字成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物体后衰减，由图像增强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，可显示出材料内部的缺陷性质、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 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 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。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

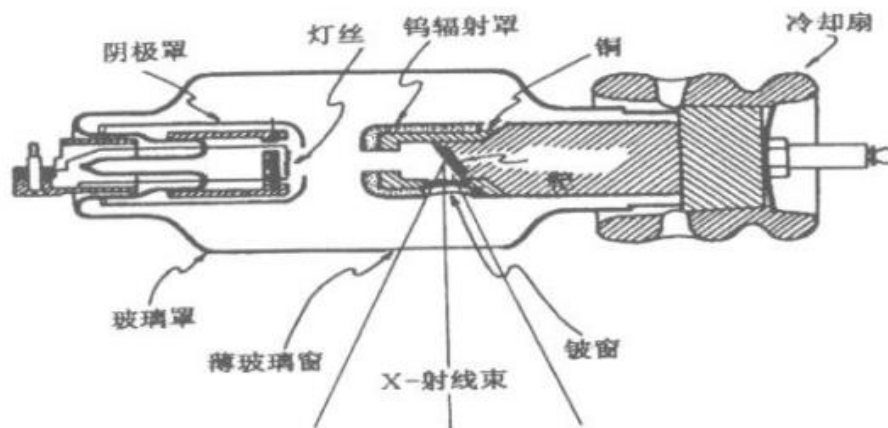


图 9-3 典型的 X 射线管结构

9.2.3 操作工艺流程及产污环节

(1) 确认探伤设备处于非工作状态下，四厂区开展探伤时由辐射工作人员将待检测工件放至铅房外侧工件台上，后由铅房内部机器人负责将工件送入铅房内；七厂区开展探伤时由辐射工作人员将待检测工件放至轨道车上，由轨道车负责将工件送入铅房；九厂区开展探伤时由铅房外机器人直接负责将工件送入铅房内；

(2) 调整工件位置，使得射线主要部分能够照射在工件上。本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统辐射源点与各侧屏蔽体外表面最近距离一览表见表 9-1。

表 9-1 本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统与各侧屏蔽体最近距离一览表

所属厂区	屏蔽体	距离 (m)	屏蔽体	距离 (m)
四厂区	东侧	0.51	北侧	0.87

	南侧	0.87	顶棚	2.34
	西侧	3.54	地坪	0.45
七厂区	东侧	1.48	北侧	0.67
	南侧	1.20	顶棚	1.35
九厂区	西侧	0.30	地坪	1.05
	东侧	1.21	北侧	0.86
	南侧	0.60	顶棚	2.20
	西侧	1.26	地坪	0.54

(3) 工件摆放合适后关闭铅门，确认安全联锁装置、工作指示灯、声音提示装置、固定式场所辐射探测报警装置等安全防护设施均能正常运行，方可开启 X 射线实时成像检测装置，开始曝光；

(4) 经实时成像，辐射工作人员透过显示屏可观察工件质量状况，并做出判断，根据需要可将数据存储；

(5) 检测完成后关闭检测装置，关闭电源，由机器人（四厂区、九厂区）或轨道车（七厂区）将探伤工件送出铅房，完成一次探伤。

探伤工艺流程及产污环节见图 9-6。

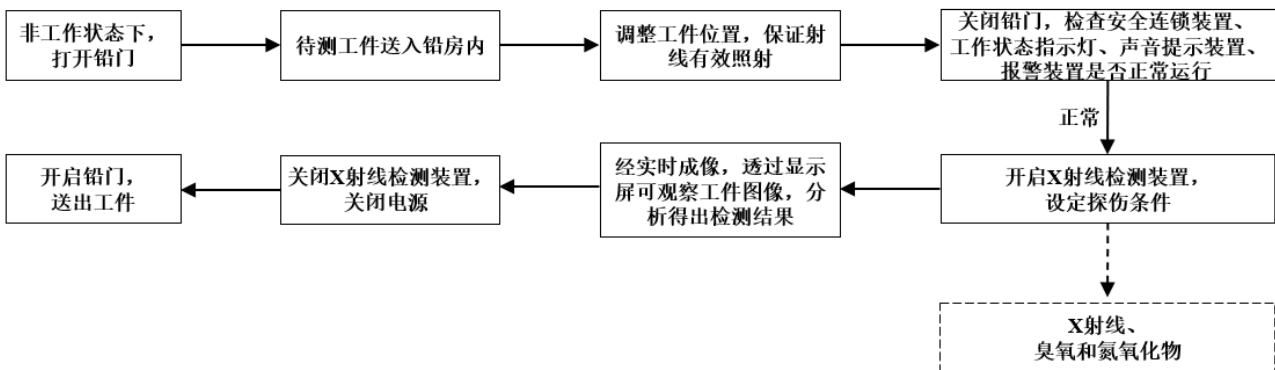


图 9-4 X 射线实时成像检测系统探伤工艺流程及产污环节

9.2.4 工作负荷

本项目各厂区实行昼夜两班制，每日实际曝光时间最长为 21.6h，每班实际曝光时间为 10.8h，年计 50 周共 300 天，则合计年探伤时间为 6480h，周探伤时间为 129.6h。各厂区探伤工件信息见表 9-2，均采用抽检的方式。

表 9-2 本项目各厂区探伤工件信息一览表

所属厂区	探伤工件名称	探伤工件材质与最大尺寸
四厂区	汽车配件	铝制，800mm（长）×200mm（宽）×200mm（高），10mm（厚）
七厂区		铝合金，长（550~1670）mm，宽为（70~450）mm，厚度为（70~300）mm
九厂区		铝合金，1090mm（长）×610mm（宽）×6mm（厚）

9.2.5 人员配备与工作班制

本项目计划为每台设备配置 2 名辐射工作人员，实行昼夜两班制，轮流进行辐射操作，年

工作 300 天。因此，本项目共拟配置 6 名辐射工作人员，其中 1 名源自现有厂区辐射工作人员调动，其余 5 名均为拟新增辐射工作人员，经培训合格后上岗。

9.3 现有核技术利用项目工程分析

建设单位已经许可的现有设备为 6 台 II 类射线装置，含 5 台 X 射线实时成像检测系统与 1 台工业 CT 检测装置，其型号、额定参数与环保手续履行情况见表 1-7。

1、工艺流程

现有 X 射线实时成像检测系统开展探伤的工艺流程及产污环节详见图 9-4。现有工业 CT 检测装置开展探伤的工艺流程及产污环节见图 9-5。

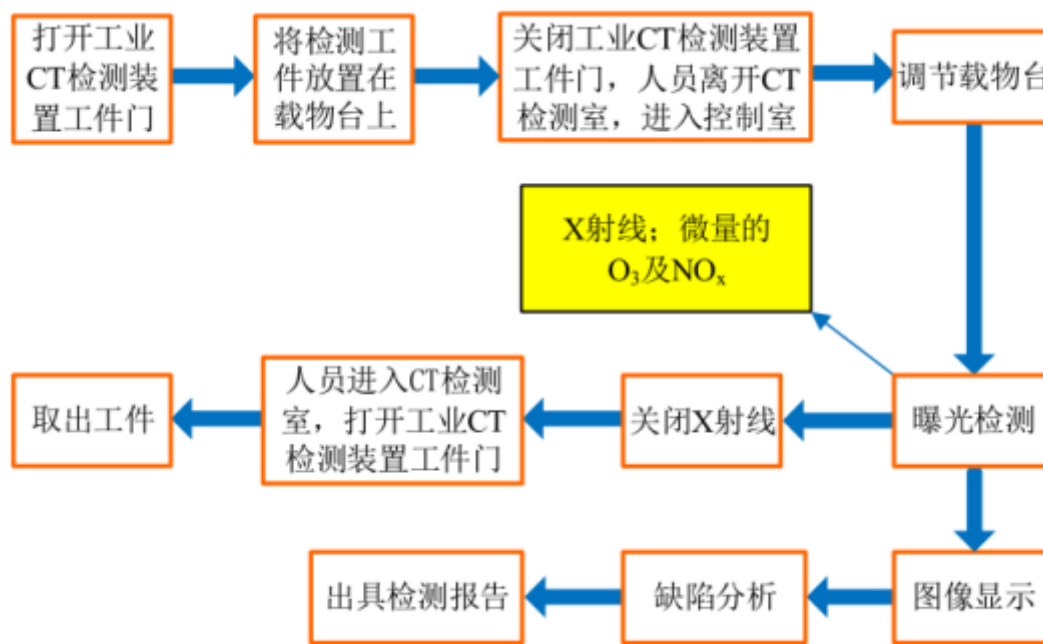


图 9-5 工业 CT 检测装置探伤工艺流程及产污环节示意图

2、现有辐射防护用品及防护措施落实情况

现有辐射检测仪器与防护用品配置清单详见表 1-9。现有探伤铅房已具备门-机联锁装置；警示灯且与探伤装置联锁；监控装置；防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明等多项措施。根据公司提供的辐射场所年度检测报告，各辐射工作场所均满足相关标准要求。

4、现有“三废”治理措施

X 射线实时成像检测系统与工业 CT 检测装置运行过程中均无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”污染物主要为探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物等，现有各探伤铅房均已设置机械排风系统，可将废气排出探伤铅房内部，臭氧在短时间内可自动分解为氧气，对周围环境影响较小。

9.4 污染源项描述

(1) X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随探伤装置的开、关而产生和消失。本项目 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统污染源项信息见表 9-2。

表 9-3 本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统污染源项一览表

编号	设备名称	设备型号	有用线束/散射辐射的 X 射线距靶点 1m 输出量 ^① mGy·m ² /(mA·min)	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 ^② (μSv/h)
四厂区	X 射线实时成像检测系统	UND160	20.38	2.5×10 ³
七厂区		FSX-T225-P4343DDC	28.7	5×10 ³
九厂区		UND160	20.38	2.5×10 ³

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。本项目 UND160 型 X 射线实时成像检测系统采用内插法得最大管电压为 160kV，滤过条件为 2mm 铝时取值，即 20.38mGy·m²/(mA·min)；FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 225kV，保守以最大管电压为 200kV，滤过条件为 2mm 铝时取值，即 28.7mGy·m²/(mA·min)。

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，管电压为 150≤kV≤200 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 2.5×10³μSv/h。管电压 >200kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 5×10³μSv/h。

(2) 臭氧和氮氧化物

X 射线实时成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统通风装置详情见表 9-4。

表 9-4 本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统通风装置一览表

所属厂区	探伤铅房体积	通风装置	通风次数
四厂区	31.45m ³	探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 150mm，通风量为 330m ³ /h，通风出口处敷设 5mm 铅防护罩	不低于 20 次/h
七厂区	10.9m ³	探伤铅房设有 4 个通风口，均采用 U 型迷道形式，通风口尺寸为 100mm，通风量为 475m ³ /h，通风出口处辐射 12mm 铅防护罩。	不低于 174 次/h
九厂区	20.33m ³	探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 160mm，通风量为 200m ³ /h，通风出口处敷设 5mm 铅防护罩	不低于 19 次/h

综上所述，本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统通风装置可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

(3) 废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水。本项目辐射工作人员来自建设单位现有人员，因此不涉及新增生活污水。

(3) 噪声

本项目噪声源主要为通排风噪声，风机为低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB(A)。

(4) 固体废物

本项目为 X 射线实时成像检测系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物产生。本项目辐射工作人员分别来自建设单位现有人员与拟新增人员，均经培训合格后上岗，生活垃圾由公司进行统一收集后统一交由当地环卫部门清运。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性

本项目 X 射线实时成像检测系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成。X 射线实时成像检测系统于各厂区平面布局图见附图 7，各探伤铅房设计示意图见附图 8。

1、四厂区辐射工作场所布局及合理性

探伤铅房净面积为 12.53m²，内尺寸为 4590mm（长）×2730mm（宽）×2150mm（高）。探伤铅房东侧设有一扇工件防护门（电动门），门洞尺寸为 2400mm（宽）×540mm（高），门体尺寸为 2500mm（宽）×640mm（高），防护门与屏蔽体搭建宽度上下左右均为 50mm，门体为铅钢复合结构。本厂区探伤工件最大尺寸厚度为 10mm、直径为 200mm，工件可方便出入探伤铅房且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。控制台位于探伤铅房北侧，有用线束朝向探伤铅房顶棚，可避开照向操作台的工作人员，且探伤铅房位于专设探伤工作区域内，该区域架设围栏并由专人管理，普通公众不可进入探伤工作场所内。探伤铅房顶棚设有 2 个机械排风装置，采用回型迷道设计，通风口直径为 150mm，排风量为 330m³/h，于通风出口处设 5mm 铅板防护罩。探伤铅房设有电缆孔，以 U 型方式穿墙，出线口尺寸为 290mm，于出口处采用 5mm 铅防护罩固定。

2、七厂区辐射工作场所布局及合理性

探伤铅房净面积约 3.32m²，内尺寸为 1870mm（长）×1775mm（宽）×3280mm（高）。探伤铅房北侧设有一扇工件防护门（电动门），门洞尺寸为 1045mm（宽）×1930mm（高），门体尺寸为 1267mm（宽）×2180mm（高），防护门与屏蔽体搭建宽度上下均为 100mm、左右均为 70mm，门体为铅钢木复合结构。本厂区探伤工件最大尺寸厚度为 300mm、长为 1670mm、宽为 450mm，工件可方便出入探伤铅房且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。控制台位于探伤铅房西侧，有用线束朝向探伤铅房东侧，可避开照向操作台的工作人员，且探伤铅房位于 X 光探伤室内，该探伤室设有门锁装置并由专人管理，普通公众不可进入探伤工作场所内。探伤铅房南侧屏蔽体设有 4 个机械排风装置，采用 U 型迷道设计，通风口直径为 100mm，排风量为 475m³/h，于通风出口处设 12mm 铅板防护罩。探伤铅房南侧设有电缆孔，以 U 型方式穿墙，出线口尺寸约 60mm，于出口处采用 12mm 铅防护罩固定。

3、九厂区辐射工作场所布局及合理性

探伤铅房净面积为 8.4m²，内尺寸为 3500mm（长）×2400mm（宽）×2420mm（高）。探伤铅房南侧设有一扇工件防护门（电动门），门洞尺寸为 3100mm（宽）×500mm（高），门体尺寸为 3200mm（宽）×600mm（高），防护门与屏蔽体搭建宽度上下左右均为 50mm，门体为铅钢复合结构。本厂区探伤工件最大尺寸为 1090mm（长）×610mm（宽）×6mm（厚），工件可方便出入探伤铅房且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。控制台位于探伤铅房东侧，有用线束朝向探伤铅房顶棚，可避开照向操作台的工作人员，且探伤铅房位于专设探伤工作区域内，该区域架设围栏并由专人管理，普通公众不可进入探伤工作场所内。探伤铅房顶棚设有 2 个机械排风装置，采用回型迷道设计，通风口直径为 160mm，排风量为 200m³/h，于通风出口处设 5mm 铅板防护罩。探伤铅房设有电缆孔，以 U 型方式穿墙，出线口尺寸为 200mm×600mm，于出口处采用 5mm 铅防护罩固定。

综上所述，本项目各铅房设计均可满足探伤工件进出探伤铅房并于铅房内进行探伤检测的要求；铅房的布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款的要求；从生产工艺流程来看，各设备均处于生产车间内，周围即为工件摆放区，便于检测工件的输送；根据表 11 预测结果可知，探伤过程中产生的 X 射线经探伤铅房屏蔽防护并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。因此，本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统所在工作场所布局具有合理性。

10.1.2 分区原则和两区划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

根据两区划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将 X 射线实时成像检测系统的探伤铅房内部区域划为控制区，探伤期间禁止无关人员入内，并在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤铅房所在探伤工作场所划为监督区，探伤期间限制非辐射工作人员入内。本项目各厂区分区管理详情见表 10-1，分区管理示意图见附图 7。

表 10-1 本项目各厂区探伤工作场所分区管理一览表

所属厂区	控制区	监督区
四厂区	探伤铅房	探伤铅房外围栏构成的探伤工作区域
七厂区		X 光探伤室
九厂区		探伤铅房外围栏构成的探伤工作区域

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目各厂区探伤铅房设计示意图见附图 8，各厂区探伤铅房屏蔽设计情况见表 10-2~表 10-4。

表 10-2 四厂区探伤铅房屏蔽设计情况一览表

项目		设计情况	
铅房规格	外尺寸	面积为 14.03m ² ，尺寸为 4790mm（长）×2930mm（宽）×2840mm（高）	
	内尺寸	面积为 12.53m ² ，尺寸为 4590mm（长）×2730mm（宽）×2510mm（高）	
铅房屏蔽体	东侧		3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板
	西侧		3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板
	南侧	射线源南侧	3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板
		机器人南侧	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板
	北侧	射线源北侧	3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板
		机器人北侧	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板
	顶棚	射线源上方	3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板
		机器人上方	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板
地坪		3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板	
工件门	启动方式		电动移门
	门洞尺寸		2400mm（宽）×540mm（高）
	防护门尺寸		2500mm（宽）×640mm（高）
	屏蔽防护设计		3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板
	防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度		均为 50mm
维修防护门 (人员可进出)	启动方式		手动
	门洞尺寸		1360mm（宽）×2120mm（高）
	防护门尺寸		1440mm（宽）×2200mm（高）
	屏蔽防护设计		3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
	防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度		60mm；60mm；40mm；40mm
电缆管道		穿墙方式 U 型，出线口尺寸为 290mm，出口处敷设钢铅防护罩（5mm 铅）	
通风口		位于顶棚处，设有 2 个通风口，采用回型迷道形式，通风口尺寸为 150mm，排风量为 330m ³ /h，出口处敷设出口处敷设钢铅防护罩（5mm 铅）	
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。			
②符合门与墙体的搭接宽度需大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小。			

表 10-3 七厂区探伤铅房屏蔽设计一览表

项目		设计情况	
铅房规格	外尺寸	面积为 5.74m ² ，尺寸为 2800mm（长）×2050mm（宽）×2710mm（高）	
	内尺寸	面积为 3.32m ² ，尺寸为 1870mm（长）×1775mm（宽）×2380mm（高）	
铅房屏蔽体 (有用线束朝向)		3mm 钢板 +16mm 铅板+2mm 钢板	
其余三侧屏蔽体		3mm 钢板+12mm 铅板+2mm 钢板	
顶棚		3mm 钢板+12mm 铅板+2mm 钢板	
底部		3mm 钢板+10mm 铅板+10mm 钢板	
工件门	启动方式	电动移门	
	门洞尺寸	1045mm（宽）×1930mm（高）	

	防护门尺寸	1267mm（宽）×2180 mm（高）
	屏蔽防护设计	3mm 钢板+3mm 木板+14mm 铅板+3mm 木板+3mm 钢板
	防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度	100mm、100mm、70mm、70mm
电缆管道	穿墙方式：U 型，出线口尺寸为 60mm，出口处敷设钢铅防护罩（12mm 铅）	
通风口	位于南侧屏蔽体下方，设有 4 个通风口，均采用 U 型迷道形式，通风口尺寸为 100mm，通风量为 475m ³ /h，通风出口处敷设钢铅防护罩（12mm 铅）	
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。 ②符合门与墙体的搭接宽度需大于等于 10 倍间隙的原则，间歇应尽量小。		

表 10-4 九厂区探伤铅房屏蔽设计一览表

项目		设计情况
铅房规格	外尺寸	面积为 10.79m ² ，尺寸为 4120mm（长）×2620mm（宽）×2720mm（高）
	内尺寸	面积为 8.4m ² ，尺寸为 3500mm（长）×2400mm（宽）×2420mm（高）
四侧屏蔽体		3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
顶棚		3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板
底部		3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
观察窗		位于维修防护门上方，8mm 铅当量
工件门	启动方式	电动移门
	门洞尺寸	3100mm（宽）×500mm（高）
	防护门尺寸	3200mm（宽）×600 mm（高）
	屏蔽防护设计	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
	防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度	均为 50mm
维修防护门（人员可进出）	启动方式	手动
	门洞尺寸	760mm（宽）×1700mm（高）
	防护门尺寸	830mm（宽）×1790 mm（高）
	屏蔽防护设计	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
	防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度	均为 45mm
电缆管道	穿墙方式：U 型，出线口尺寸为 200×600mm，出口处敷设钢铅防护罩（5mm 铅）	
通风口	探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 160mm，通风量为 200m ³ /h，通风出口处敷设钢铅防护罩（8mm 铅）	
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。 ②符合门与墙体的搭接宽度需大于等于 10 倍间隙的原则，间歇应尽量小。		

本项目探伤铅房的屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，经理论预测，探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门与顶棚外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 2.5μSv/h 的限值要求，职业人员和周围公众年有效剂量均满足 GB 18871-2002 中“剂量限值”和剂量约束值的要求。因此，本项目探伤铅房的辐射屏蔽防护设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护措施

10.1.4.1 探伤工作场所放射防护措施

本项目 X 射线实时成像检测系统均拟购置于正规生产厂家，已具备一定的辐射安全措施。本次评价根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），并综合考虑辐射工作场所实际情况，对各厂区辐射安全和防护措施加以总结，详见表 10-5。

表 10-5 本项目辐射安全和防护措施一览表

所属厂区	设备自带辐射防护措施	本项目新增辐射防护措施	备注
四厂区	<p>①已设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。</p> <p>②探伤铅房外侧顶棚已设有工作指示灯和声光报警装置。</p> <p>③探伤铅房内部已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>④探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>⑤探伤铅房内与操作台处均已安装紧急停机按钮，出现紧急事故时能立即停止照射，人员无需穿过主射线束即可使用。</p> <p>⑥探伤铅房内顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 150mm，通风量为 330m³/h，通风出口处敷设 5mm 铅防护罩，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</p>	<p>①建设单位拟于急停按钮旁拟增设标签，标明使用方法。</p> <p>②探伤铅房拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>①X 射线实时成像检测系统所在探伤工作场所由围栏构成，拟于围栏处设有门锁装置，交由专人管理，严禁无证人员操作设备，并告诫无关人员不得靠近。</p> <p>②于探伤工作现场张贴各项辐射环境管理规章制度。</p>
七厂区	<p>①已设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。</p> <p>②探伤铅房内部上方已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>③探伤铅房防护门及探伤铅房所在 X 光探伤室入口处已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>④探伤铅房设有 4 个通风口，均采用 U 型迷道形式，通风口尺寸为 100mm，通风量为 475m³/h，通风出口处辐射 12mm 铅防护罩，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</p> <p>⑤X 光探伤室已设有门锁装置。</p>		<p>于探伤场所墙体上张贴各项辐射环境管理规章制度。</p>
九厂区	<p>①已设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。</p> <p>②探伤铅房外侧顶棚西南侧已设有警示灯、操作台处已设有三色警示灯。</p> <p>③探伤铅房内部西侧已设有监控装置，探伤铅房外侧顶棚东南侧已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p> <p>④探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>①探伤铅房拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>①X 射线实时成像检测系统所在探伤工作场所由围栏构成，拟于围栏处设有门锁装置，交由专人管理，严禁无证人员操作设备，并告诫无关人员不得靠近。</p> <p>②于探伤工作现场张贴各项辐射环境管理规章制度。</p>

	<p>⑤探伤铅房内部东侧、外部东侧均设有紧急停机按钮，且附有标签说明，出现紧急事故时能立即停止照射，人员无需穿过主射线束即可使用。</p> <p>⑥探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 160mm，通风量为 200m³/h，通风出口处敷设 5mm 铅防护罩，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</p>		
--	---	--	--

10.1.4.3 探伤操作放射防护措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，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，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。本项目辐射工作人员于探伤铅房内开展探伤操作时应遵循以下放射防护要求：

（1）本项目开展探伤工作时，工作人员无需进入探伤铅房进行工件拿取摆放工作，但需防止其他人进入探伤铅房。

（2）探伤铅房工作人员应定期测量探伤铅房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。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

（3）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。

（4）探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

（5）在每一次照射前，操作人员都应检查探伤铅房防护门-机连锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施是否正常；确认探伤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。

10.1.4.4 探伤装置检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见表 10-6。

表 10-6 探伤工作检查与维护项目一览表

装置类型	类别	项目内容
X 射线探伤装置	工作前检查	(1) 探伤机外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (3) 安全联锁是否正常工作； (4) 报警设备和警示灯是否正常运行； (5) 螺栓等连接件是否连接良好；
	维护	(1) 使用单位应对探伤装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应有受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； (2) 设备维护包括探伤装置的彻底检查和所有零部件的详细检测； (3) 当设备有故障或损坏需要更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； (4) 应做好设备维护记录。

10.1.4.5 探伤设施退役

(1) 本项目 X 射线实时成像检测系统后期如报废，建设单位应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

(2) 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。

(3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.1.4.6 辐射防护监测用品清单

建设单位现有辐射防护监测用品见表 1-9，各用品均处于可正常使用状态。对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），建设单位还需新增以下辐射防护监测用品：

表 10-6 本项目新增辐射防护监测用品一览表

所属厂区	用品名称	现有数量	拟新增数量
四厂区	个人剂量计	2 支	2 支
	个人剂量报警仪	1 台	1 台
	便携式 X-γ 辐射剂量率仪	无	1 台
	固定式场所辐射探测报警装置	无	1 台
七厂区	个人剂量计	2 支	2 支
	个人剂量报警仪	1 台	1 台
	便携式 X-γ 辐射剂量率仪	无	1 台
	固定式场所辐射探测报警装置	无	1 台
九厂区	个人剂量计	未从事过辐射活动，暂不具备任何防护监测用品	2 支
	个人剂量报警仪		1 台
	便携式 X-γ 辐射剂量率仪		1 台
	固定式场所辐射探测报警装置		1 台

10.2 三废的治理

1、废气

本项目无放射性废气产生。X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭

氧和氮氧化物，可通过机械排风设施排出探伤铅房。臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

2、废水

本项目无放射性废水产生。废水主要为辐射工作人员的生活污水，均由厂区污水处理站处理达标后排入市政管网。

3、噪声

本项目噪声源主要为通排风噪声，风机选用低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB(A)。经实体屏蔽与距离衰减作用，运行期间公司厂界噪声影响很小。

4、固体废物

本项目无放射性固废产生。本项目为 X 射线实时成像检测系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物产生。辐射工作人员生活垃圾经公司收集后交由当地环卫部门统一清运。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目施工仅涉及围栏搭建，搭建时产生的主要污染因子为施工扬尘、施工噪声、固体废物，施工量较小，产生量较小，建设单位妥善处理固体废物，对周围环境影响较小。

11.1.2 设备安装阶段

本项目 X 射线实时成像检测系统的安装与调试均由专业人员在探伤铅房内进行。经探伤铅房与防护门的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。因此，在设备安装阶段，无放射性废气、放射性废水以及放射性固废产生，建设单位需及时回收包装材料进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测本项目 X 射线实时成像检测系统投入运行所引起的辐射环境影响，本项目依据《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中的计算方法进行理论计算。

根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“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”，因此本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统各侧屏蔽体防护性能所考虑的辐射类型见表 11-1。

表 11-1 本项目各厂区探伤铅房辐射类型一览表

所属厂区	有用线束	泄漏辐射、散射辐射
四厂区	顶棚	四侧屏蔽体、地坪、工件门、维修门
七厂区	东侧屏蔽体	其余三侧屏蔽体、顶棚、地坪
九厂区	顶棚	四侧屏蔽体、地坪、工件门、维修门、维修门上观察窗

备注：本项目四厂区与七厂区的 X 射线实时成像检测系统有用线束均朝向顶棚，根据预测结果可知射线朝向顶棚时的剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚的屏蔽防护能力符合要求，故本评价不考虑天空反散射的影响。

11.2.1 场所辐射水平

1、关注点位选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，关注点通常为距探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。本项目场所辐射水平估算选取探伤铅房屏蔽体外 30cm 处作为关注点，各厂区关注点位分布见图 11-1 至图 11-3，关注点详情见表 11-2 至表 11-4。本项目各厂区探伤铅房均为钢铁复合结构，本次评价保守仅考虑铅板的屏蔽防护作用。

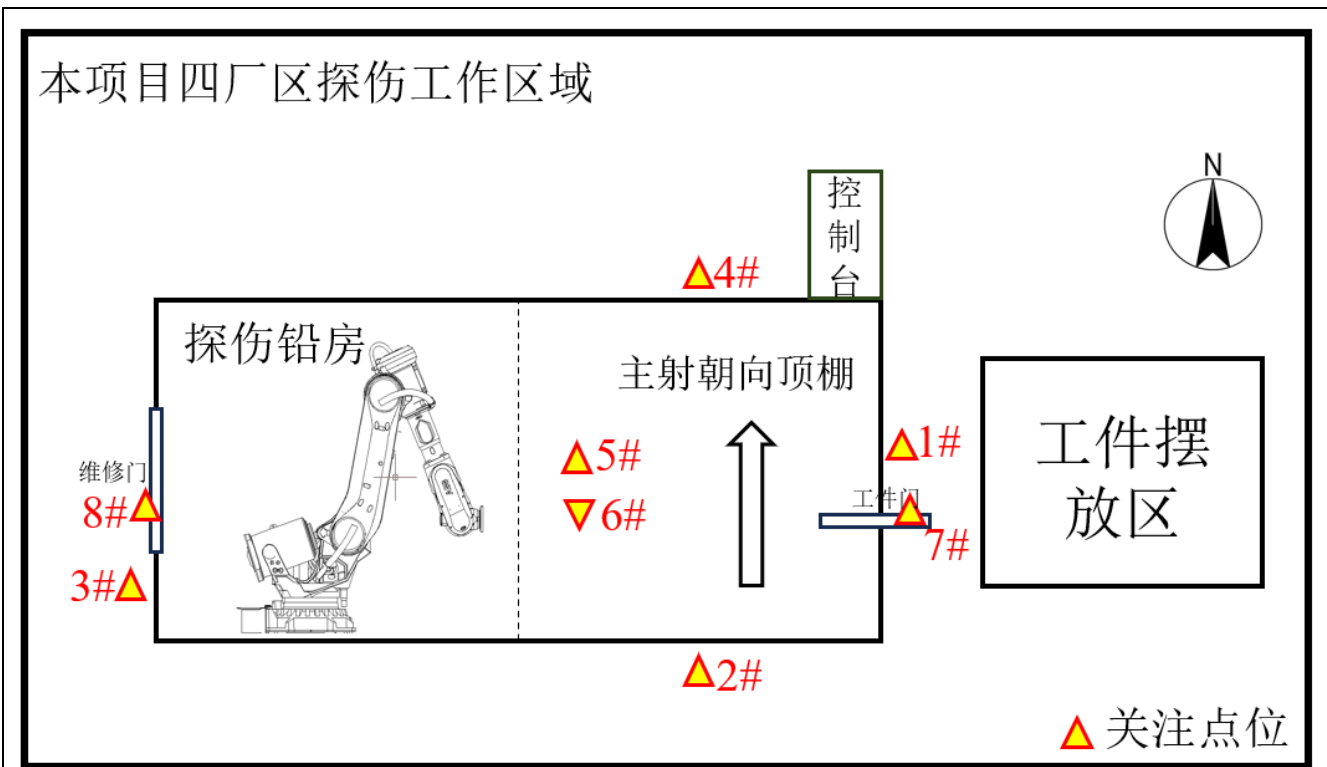


图 11-1 四厂区场所辐射水平关注点位示意图

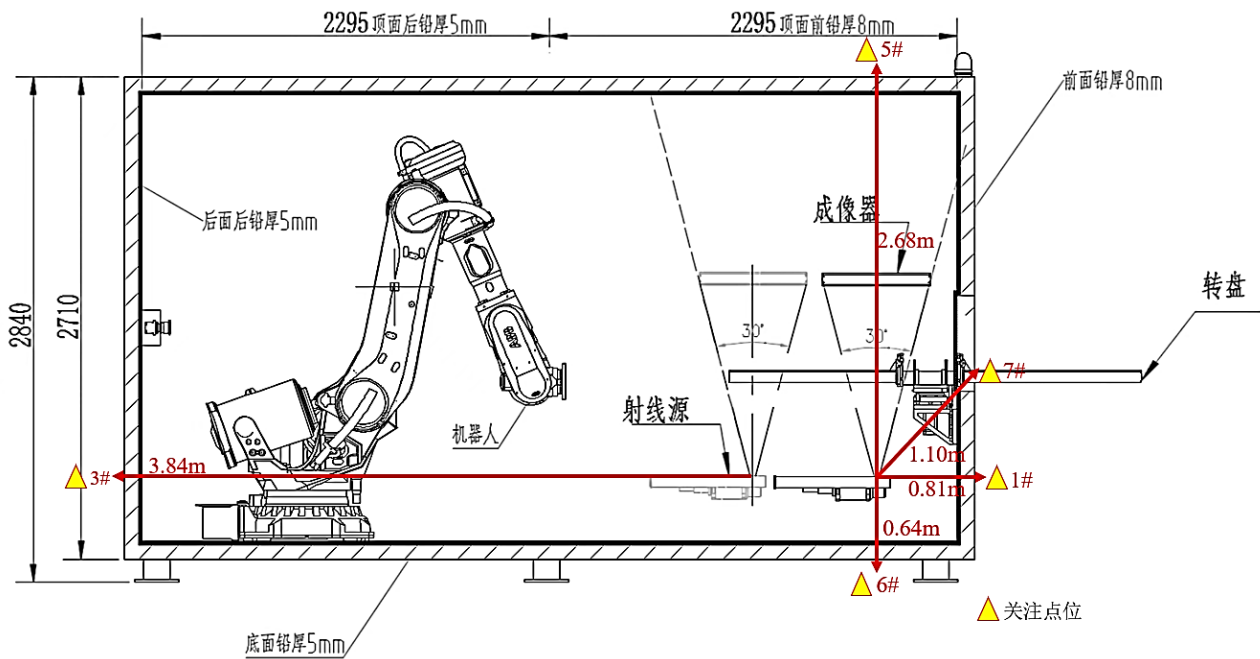


图 11-2 四厂区探伤铅房剖面示意图

表 11-2 四厂区关注点位选取详情

编号	点位描述	屏蔽设计厚度	与关注点的距离 ^① (m)	需屏蔽的辐射类型
1#	铅房东侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	0.81	泄漏辐射+散射辐射
2#	铅房南侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	1.17	泄漏辐射+散射辐射
3#	铅房西侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	3.84	泄漏辐射+散射辐射

4#	铅房北侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	1.17	泄漏辐射+散射辐射
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	2.68	有用线束
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	0.64	泄漏辐射+散射辐射
7#	铅房东侧工件门 外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	1.10	泄漏辐射+散射辐射
8#	铅房西侧维修门 外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	3.84	泄漏辐射+散射辐射

备注：①源点与关注点的距离=源点与屏蔽体外侧的距离+外表面 30cm。

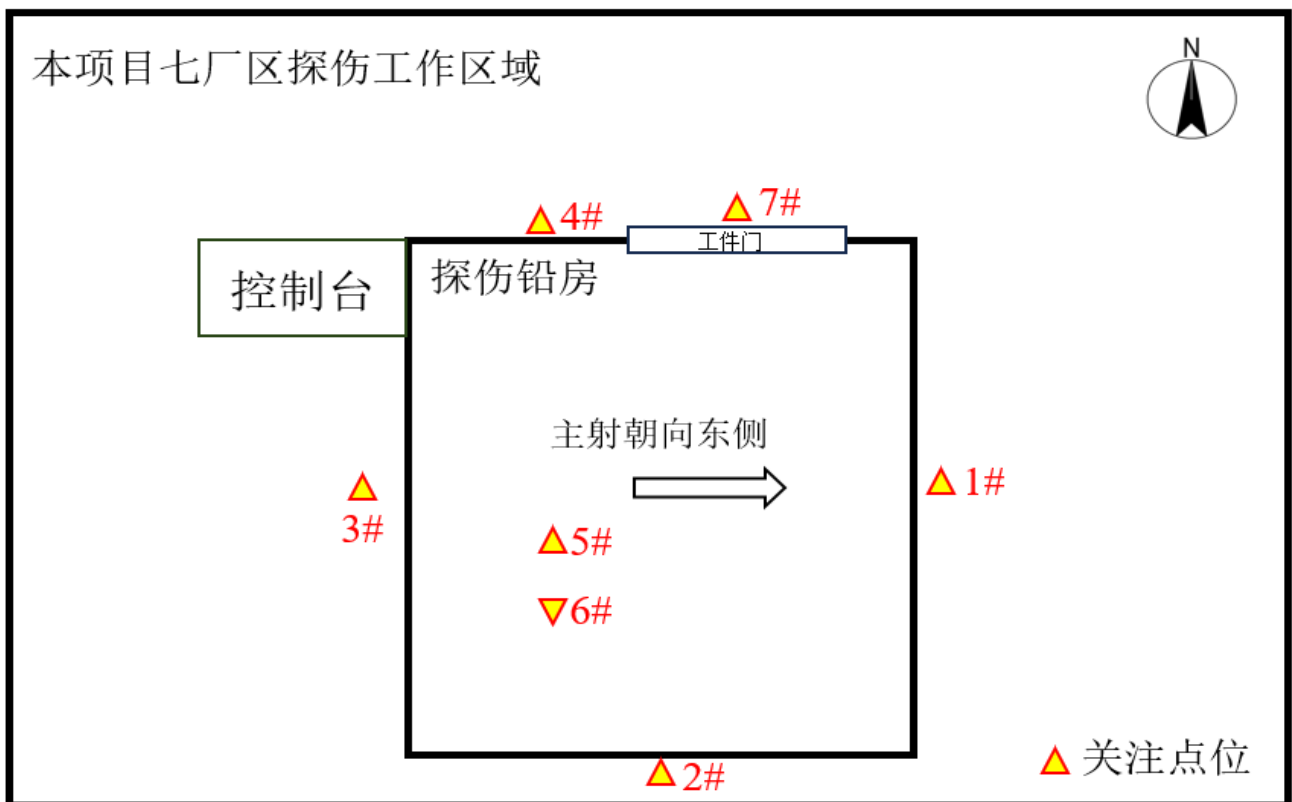


图 11-3 七厂区场所辐射水平关注点位示意图

表 11-3 七厂区关注点位选取详情

编号	点位描述	屏蔽设计厚度 ^①	与关注点的距离 ^② (m)	需屏蔽的辐射类型
1#	铅房东侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+16mmPb	1.78	有用线束
2#	铅房南侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+12mmPb	1.50	泄漏辐射+散射辐射
3#	铅房西侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+12mmPb	0.60	泄漏辐射+散射辐射
4#	铅房北侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+12mmPb	0.97	泄漏辐射+散射辐射
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处	5mm 钢板+12mmPb	1.65	泄漏辐射+散射辐射
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	13mm 钢板+10mmPb	1.35	泄漏辐射+散射辐射
7#	铅房北侧工件门	6mm 钢板+14mmPb	0.97	泄漏辐射+散射辐射

外表面 30cm 处

备注：①七厂区探伤铅房为钢铅木混合结构，本次评价仅考虑铅板与钢板的防护作用；
②源点与关注点的距离=源点与屏蔽体内侧的距离+屏蔽体厚度+外表面 30cm。

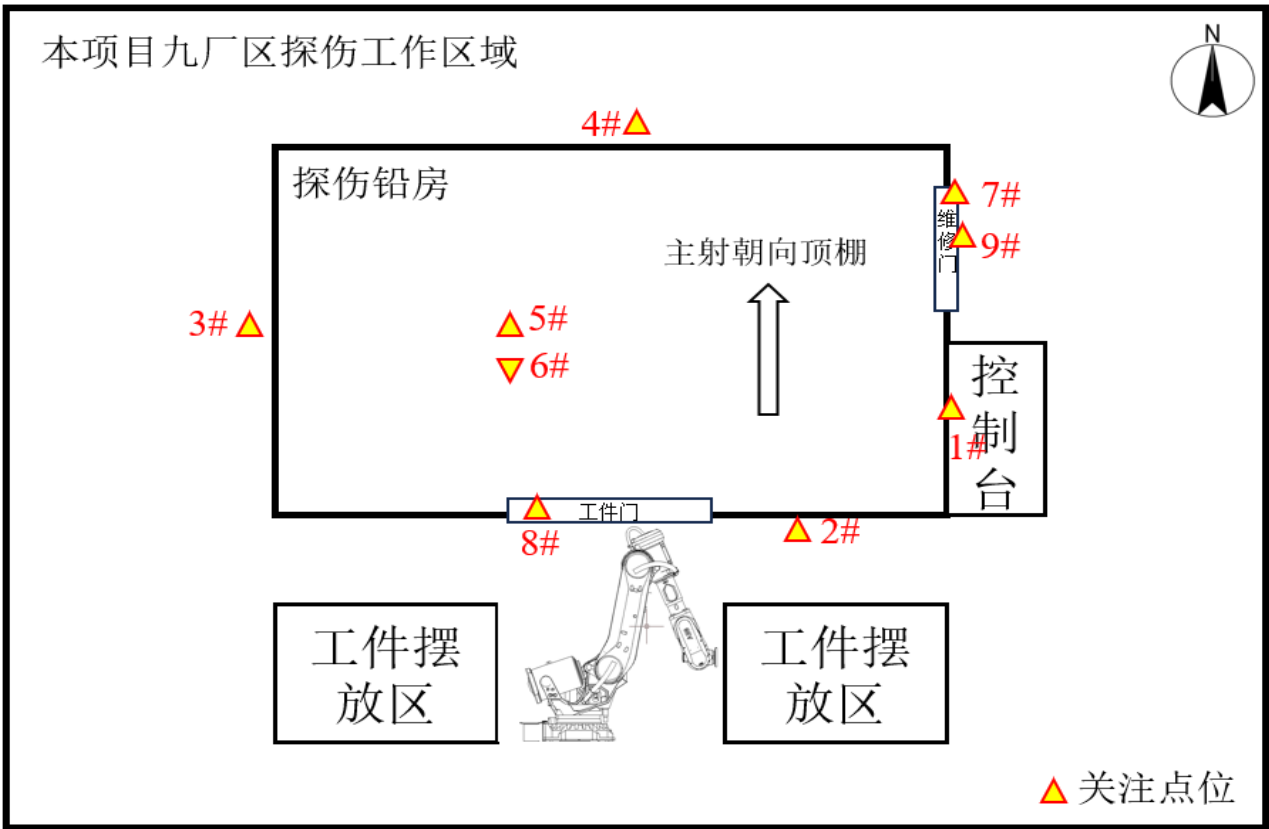


图 11-4 九厂区场所辐射水平关注点位示意图

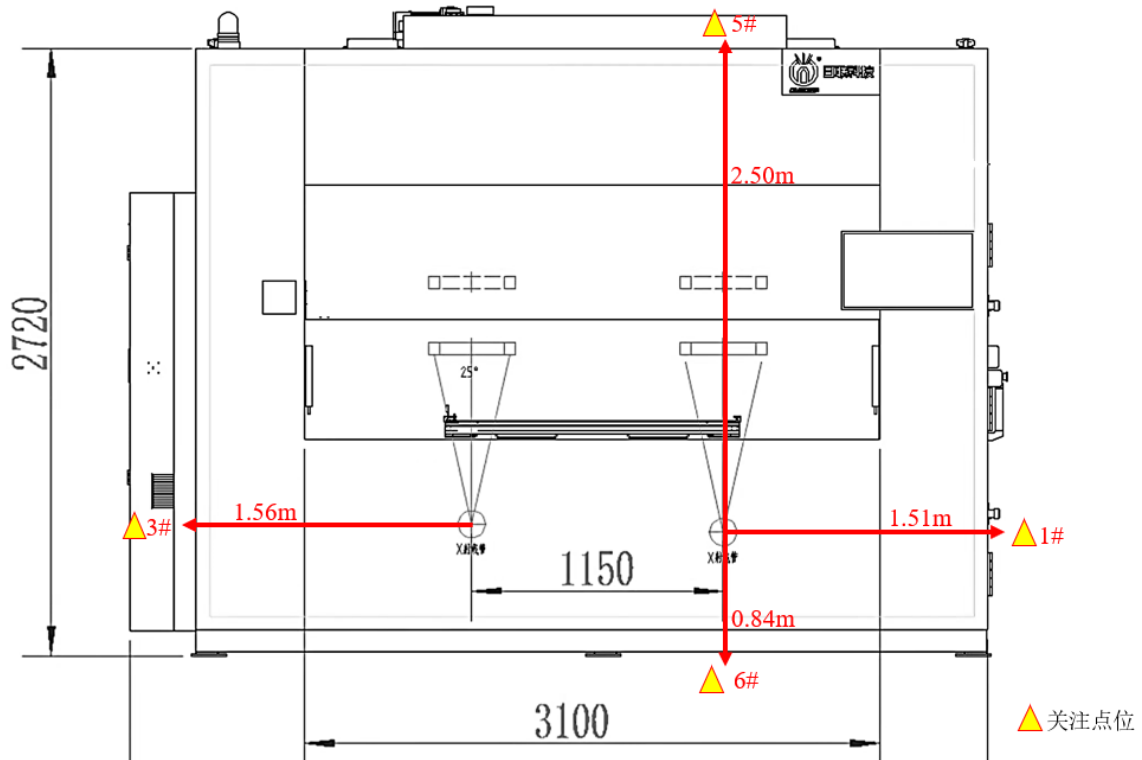


图 11-5 九厂区探伤铅房剖面示意图

表 11-4 九厂区关注点位详情

编号	点位描述	屏蔽设计厚度	与关注点的距离 ^① (m)	需屏蔽的辐射类型
1#	铅房东侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	1.51	泄漏辐射+散射辐射
2#	铅房南侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	0.90	泄漏辐射+散射辐射
3#	铅房西侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	1.56	泄漏辐射+散射辐射
4#	铅房北侧外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	1.16	泄漏辐射+散射辐射
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	2.50	有用线束
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	0.84	泄漏辐射+散射辐射
7#	铅房南侧工件门 外表面 30cm 处	5mm 钢板+8mm 铅板	0.90	泄漏辐射+散射辐射
8#	铅房东侧维修门 外表面 30cm 处	5mm 钢板+5mm 铅板	1.51	泄漏辐射+散射辐射
9#	铅房东侧观察窗 外表面 30cm 处	8mm 铅 ^②	1.51	泄漏辐射+散射辐射

备注：①源点与关注点的距离=源点与屏蔽体外侧的距离+外表面 30cm。
②经与设备厂家核实，东侧观察窗采用 30mm 厚铅玻璃，折算为 8mm 铅当量。

2、计算公式

(1) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-1) 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)，依据设备厂家资料，本项目取值为 8mA (七厂区)、11.25mA (四厂区、九厂区)；

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 。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，本项目四厂区与九厂区设备最大管电压为 160kV，采用内插法可得 2mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量 $20.38 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，即 $H_0 = 1.22 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；七厂区设备最大管电压为 225kV，保守以最大管电压为 200kV，滤过条件为 2mm 铝时取值，为 $28.7 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.72 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B ——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1 曲线，160kV 有用线束穿过 8mm 铅时的透射因子为 1.4×10^{-8} ，根据 NCRP Report No. 151 (Appendix A, P158)，可知 160kV 有用线束穿过钢的什值层 TVL 为 6mm，根据公示 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度 (mm)，则 160kV 有用线束穿过 5mm 钢板时的透射因子取 1.47×10^{-1} ，因此 160kV 有用线束

穿过 8mm 铅和 5mm 钢板时的透射因子为铅的透射因子×钢的透射因子=1.4×10⁻⁸×1.47×10⁻¹=2.08×10⁻⁹；同理可得，225kV 有用线束穿过 16mm 铅时的透射因子为 1.85×10⁻¹¹，225kV 有用线束穿过钢的什值层 TVL 为 11.6mm，则 225kV 穿过 5mm 钢板时的透射因子取 3.71×10⁻¹，因此 225kV 有用线束穿过 16mm 铅和 5mm 钢板时的透射因子为 6.86×10⁻¹²。

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

（2）泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照公式（11-2）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，其中 X 为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度，依据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，采用内插法可得当管电压为 160kV 时，则 X 射线在铅中的什值层 TVL 为 1.05mm，根据 NCRP Report No. 151（Appendix A, P158），可知 160kV X 射线在钢中的什值层 TVL 为 6mm；同理可得，管电压为 225kV 时，则 X 射线在铅中的什值层 TVL 为 2.15mm，225kV 射线在钢中的什值层 TVL 为 11.6mm。

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据 GBZ/T250-2014 表 1，本项目四厂区与九厂区设备最大管电压为 160kV，管电压介于 150kV 与 200kV 之间，因此 \dot{H}_L 取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；七厂区设备最大管电压为 225kV，管电压大于 200kV，因此 \dot{H}_L 取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（3）散射辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照公式（11-3）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值为 8mA（七厂区）、11.25mA（四厂区、九厂区）；

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 。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，本项目四厂区与九厂区设备最大管电压为 160kV，采用内插法可得 2mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量 $20.38 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，

即 $H_0=1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;七厂区设备最大管电压为225kV,保守以最大管电压为250kV,滤过条件为0.5mm铜时取值,为 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$,即 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

B ——屏蔽透射因子,根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$, X 为屏蔽层厚度, TVL 为什值层厚度。根据GBZ/T 250-2014表2,本项目原始X射线为160kV(四厂区、九厂区),则X射线 90° 散射辐射最高能量为150kV,经查附录B表B.2,此时150kV的X射线在铅中的什值层厚度 TVL 为0.96mm;根据NCRP Report No. 151(Appendix A, P158),可知150kVX射线在钢中的什值层 TVL 为5.8mm;同理可得七厂区设备原始X射线为225kV,则X射线 90° 散射辐射最高能量为200kV,经查附录B表B.2,此时200kV的X射线在铅中的什值层厚度 TVL 为1.4mm;200kVX射线在钢中的什值层 TVL 为10mm;

F —— R_0 处的辐射野面积,单位为平方米(m^2);

α ——散射因子,入射辐射被单位面积(1m^2)散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关,在未获得相应物质的 α 值时,可以水的 α 值保守估计,见附录B表B.3;

R_0 ——辐射源点(靶点)至探伤工件的距离,单位为米(m);

$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$ ——根据GBZ/T 250-2014中B.4.2,当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时,本项目最大管电压为160kV, $\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$ 因子保守取值为50。

R_s ——散射体至关注点的距离,单位为米(m),取值见表11-1。

3、预测结果

(1) 四厂区预测结果

表 11-4 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位		I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
5#	铅房顶棚外表面 30cm处	11.25	1.22×10^6	2.08E-09	3.98E-03

表 11-5 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位		X (铅/钢) (mm)	TVL (铅/钢) (mm)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1#	铅房东侧外表面 30cm处	8/5	1.05/6	3.41E-09	2.5×10^3	1.30E-05
2#	铅房南侧外表面 30cm处	8/5		3.41E-09		6.23E-06
		5/5		2.49E-06		4.54E-03
3#	铅房西侧外表面 30cm处	5/5		2.49E-06		4.22E-04
4#	铅房北侧外表面	8/5	3.41E-09	6.23E-06		

	30cm 处	5/5		2.49E-06		4.54E-03
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		1.52E-02
7#	铅房东侧工件门 外表面 30cm 处	8/5		3.41E-09		7.05E-06
8#	铅房西侧维修门 外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		4.22E-04

表 11-6 散射辐射剂量率预测结果

关注点位		X (铅/ 钢) (mm)	TVL (铅/ 钢) (mm)	B	H ₀ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1#	铅房东侧外 表面 30cm 处	8/5	0.96/5.8	6.38E-10	1.22 \times 10 ⁶	50	2.67E-04
2#	铅房南侧外 表面 30cm 处	8/5		6.38E-10			1.28E-04
		5/5		8.50E-07			1.71E-01
3#	铅房西侧外 表面 30cm 处	5/5		8.50E-07			1.59E-02
4#	铅房北侧外 表面 30cm 处	8/5		6.38E-10			1.28E-04
		5/5		8.50E-07			1.71E-01
6#	铅房地坪外 表面 30cm 处	5/5		8.50E-07			5.71E-01
7#	铅房东侧工 件门外表面 30cm 处	8/5		6.38E-10			1.45E-04
8#	铅房西侧维 修门外表面 30cm 处	5/5	8.50E-07	1.59E-02			

表 11-7 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位		有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 达标
1#	铅房东侧外表面 30cm 处	/	1.30E-05	2.67E-04	2.80E-04	2.5	达标
2#	铅房南侧外表面 30cm 处		6.23E-06	1.28E-04	1.34E-04		达标
			4.54E-03	1.71E-01	1.75E-01		达标
3#	铅房西侧外表面 30cm 处		4.22E-04	1.59E-02	1.63E-02		达标
4#	铅房北侧外表面 30cm 处	6.23E-06	1.28E-04	1.34E-04	达标		
		4.54E-03	1.71E-01	1.75E-01	达标		
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处	3.98E-03	/	/	3.98E-03	达标	
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	/	1.52E-02	5.71E-01	5.86E-01	达标	
7#	铅房东侧工件门 外表面 30cm 处		7.05E-06	1.45E-04	1.52E-04	达标	
8#	铅房西侧维修门 外表面 30cm 处		4.22E-04	1.59E-02	1.63E-02	达标	

表面 30cm 处
(2) 七厂区预测结果

表 11-8 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1# 铅房东侧外表面 30cm 处	8	1.72E+06	6.86E-12	2.98E-05

表 11-9 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	X (铅/钢) (mm)	TVL (铅/钢) (mm)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2# 铅房南侧外表面 30cm 处	12/5	2.15/11.6	9.72E-07	5×10^3	2.16E-03
3# 铅房西侧外表面 30cm 处	12/5		9.72E-07		1.35E-02
4# 铅房北侧外表面 30cm 处	12/5		9.72E-07		5.16E-03
5# 铅房顶棚外表面 30cm 处	12/5		9.72E-07		1.78E-03
6# 铅房地坪外表面 30cm 处	10/13		1.69E-06		4.64E-03
7# 铅房北侧工件门 外表面 30cm 处	14/6		9.36E-08		4.97E-04

表 11-10 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	X (铅/钢) (mm)	TVL (铅/钢) (mm)	B	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2# 铅房南侧外 表面 30cm 处	12/5	1.4/10	8.48E-10	1.72E+06	50	1.04E-04
3# 铅房西侧外 表面 30cm 处	12/5		8.48E-10			6.49E-04
4# 铅房北侧外 表面 30cm 处	12/5		8.48E-10			2.48E-04
5# 铅房顶棚外 表面 30cm 处	12/5		8.48E-10			8.59E-05
6# 铅房地坪外 表面 30cm 处	10/13		3.61E-09			5.45E-04
7# 铅房北侧工 件门外表面 30cm 处	14/6		2.51E-11			7.36E-06

表 11-11 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 达标
1# 铅房东侧外表面 30cm 处	2.98E-05	/	/	2.98E-05	2.5	达标
2# 铅房南侧外表面 30cm 处	/	2.16E-03	1.04E-04	2.26E-03		达标
3# 铅房西侧外表面	/	1.35E-02	6.49E-04	1.41E-02		达标

	30cm 处					
4#	铅房北侧外表面 30cm 处		5.16E-03	2.48E-04	5.41E-03	达标
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处		1.78E-03	8.59E-05	1.87E-03	达标
6#	铅房地坪外表面 30cm 处		4.64E-03	5.45E-04	5.18E-03	达标
7#	铅房北侧工件门 外表面 30cm 处		4.97E-04	7.36E-06	5.05E-04	达标

由于七厂区原有 X 射线实时成像检测系统与本项目 X 射线实时成像检测系统均位于同一探伤室，存在两台设备同时运行的可能性，故本评价考虑辐射剂量率叠加。根据原有 X 射线实时成像检测系统的验收监测数据（见附件 14），设备运行时，“屏蔽体（东侧）外表面 30cm 监测结果为 141nSv/h”，即 0.141 μ Sv/h。因此，本项目七厂区探伤铅房西侧外表 30cm 处（关注点 3#）辐射剂量率出于保守考虑为 1.41E-02 μ Sv/h+0.141 μ Sv/h=1.55E-01 μ Sv/h。

（3）九厂区预测结果

表 11-12 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	I (mA)	H_0 (μ Sv \cdot m ² / \cdot (mA \cdot h))	B	\dot{H} (μ Sv/h)
5# 铅房顶棚外表面 30cm 处	11.25	1.22E+06	2.08E-09	4.57E-03

表 11-13 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	X (铅/钢) (mm)	TVL (铅/钢) (mm)	B	H_L (μ Sv/h)	\dot{H} (μ Sv/h)
1# 铅房东侧外表面 30cm 处	5/5	1.05/6	2.49E-06	2500	2.73E-03
2# 铅房南侧外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		7.68E-03
3# 铅房西侧外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		2.55E-03
4# 铅房北侧外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		4.62E-03
6# 铅房地坪外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		8.81E-03
7# 铅房南侧工件门 外表面 30cm 处	8/5		3.41E-09		1.05E-05
8# 铅房东侧维修门 外表面 30cm 处	5/5		2.49E-06		2.73E-03
9# 铅房东侧观察窗 外表面 30cm 处	8/5		2.32E-08		2.55E-05

表 11-14 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	X (铅/ 钢) (mm)	TVL (铅/ 钢) (mm)	B	H_0 (μ Sv \cdot m ² / (mA \cdot h))	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	\dot{H} (μ Sv/h)
1# 铅房东侧外 表面 30cm 处	5/5	0.96/5.8	8.50E-07	1.22E+06	50	1.03E-01

2#	铅房南侧外表面 30cm 处	5/5		8.50E-07		2.89E-01
3#	铅房西侧外表面 30cm 处	5/5		8.50E-07		9.61E-02
4#	铅房北侧外表面 30cm 处	5/5		8.50E-07		1.74E-01
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	5/5		8.50E-07		3.32E-01
7#	铅房南侧工件门外表面 30cm 处	8/5		6.38E-10		2.17E-04
8#	铅房东侧维修门外表面 30cm 处	5/5		8.50E-07		1.03E-01
9#	铅房东侧观察窗外表面 30cm 处	8/5		4.64E-09		5.60E-04

表 11-15 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位		有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 达标
1#	铅房东侧外表面 30cm 处	/	2.73E-03	1.03E-01	1.05E-01	2.5	达标
2#	铅房南侧外表面 30cm 处		7.68E-03	2.89E-01	2.97E-01		达标
3#	铅房西侧外表面 30cm 处		2.55E-03	9.61E-02	9.87E-02		达标
4#	铅房北侧外表面 30cm 处		4.62E-03	1.74E-01	1.78E-01		达标
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处	4.57E-03	/	/	4.57E-03		达标
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	/	8.81E-03	3.32E-01	3.40E-01		达标
7#	铅房南侧工件门外表面 30cm 处		1.05E-05	2.17E-04	2.27E-04		达标
8#	铅房东侧维修门外表面 30cm 处		2.73E-03	1.03E-01	1.05E-01		达标
9#	铅房东侧观察窗外表面 30cm 处		2.55E-05	5.60E-04	5.86E-04		达标

根据表 11-7、表 11-11、表 11-15 预测结果可知，本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统在最大工况运行时，各关注点处辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

4、局部贯穿辐射分析

本项目四厂区与九厂区 X 射线实时成像检测系统探伤铅房内部下方均设 1 个电缆口，以

U型方式穿越探伤铅房屏蔽体，出口处均设 5mm 钢板+5mm 铅板防护罩；顶棚均设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式穿越屏蔽体，四厂区出口处设 5mm 钢板+5mm 铅板防护罩，九厂区出口处设 5mm 钢板+8mm 铅板防护罩。七厂区 X 射线实时成像监测系统探伤铅房内部设 1 个电缆口，以 U 型方式穿越探伤铅房屏蔽体，出口处设 5mm 钢板+12mm 铅板防护罩；南侧屏蔽体下方设有 4 个通风口，均采用 U 型迷道形式穿越屏蔽体，出口处设 5mm 钢板+12mm 铅板防护罩。

四厂区与九厂区 X 射线实时成像检测系统有用线束朝向顶棚，七厂区 X 射线实时成像检测系统有用线束朝向东侧。由探伤铅房设计图（见附图 8）可知电缆口与排风口均有效避开了射线装置有用线束的朝向，且出口处均设置与同侧屏蔽体防护当量相当的铅板防护罩。因此，本项目局部贯穿的方式不会破坏探伤铅房的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.2 人员受照剂量估算

1、计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）条款 3.1.1 中公式（1），人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——探伤装置年照射时间，h/a；

U ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目均取 1；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见表 11-7。

表 11-16 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	操作台、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	通道、休息区、仓库
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自NCRP144。

2、辐射工作人员和公众剂量的估算结果

根据 11.2.1 对场所辐射水平的预测与本项目探伤设备的曝光时间，并考虑相关的居留因子计算了各厂区辐射工作人员和公众人员的年有效剂量与周有效剂量。

(1) 辐射工作人员的有效剂量估算结果

表 11-17 本项目各厂区辐射工作人员的有效剂量估算

所属厂区	关注点/保护目标	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
四厂区	4#, 即控制台	1.75E-01	1	3240	5.68E-01	64.8	1.14E+01
七厂区	3#, 即控制台	1.55E-01			5.03E-01		1.01E+01
	西侧原有 X 射线实时成像检测系统控制台	2.64E-03 ^②			1.71E-02		3.42E-01
九厂区	1#, 即控制台	1.05E-01			3.41E-01		6.83E+00

备注: ①各厂区别 2 名辐射工作人员, 实行昼夜两班制, 每日实际曝光时间为 21.6h, 单名辐射工作人员年探伤时间为 3240h, 周探伤时间为 64.8h。
 ②此关注点位周围剂量当量率根据辐射剂量率与距离的平方成反比关系计算而得。
 ③本项目四厂区拟配置 X 射线实时成像检测系统由于同一屏蔽面屏蔽厚度不一, 本项目根据屏蔽厚度稍弱的数据参数进行人员有效剂量核算。

另外, 由于本项目七厂区拟建 X 射线实时成像检测系统与七厂区原有射线装置位于同一 X 光探伤室, 叠加七厂区连续四个季度个人有效剂量最大值 0.14mSv 后为 0.64mSv, 低于本项目职业人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

同时, 根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式, 对本项目各厂区评价范围内其他环境保护目标年有效剂量与周有效剂量进行了估算。

(2) 环境保护目标公众成员有效剂量估算结果

①四厂区估算结果

表 11-18 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	对应关注点编号及关注点至源点距离 (m)	对应关注点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	对应计算点至辐射源点距离 (m)	计算点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	东侧毛坯区	1#, 0.81	2.80E-04	2.81	2.33E-05	1	6480	1.51E-04	129.6	3.02E-03
2	东侧厂区道路			36.81	1.36E-07	1/4		2.20E-07		4.40E-06
3	东侧配电站			46.81	8.40E-08	1/8		6.80E-08		1.36E-06
4	南侧毛坯区	2#, 1.17	1.75E-01	3.17	2.39E-02	1		1.55E-01		3.10E+00

5	西侧压铸区	3#, 3.84	1.63E-02	5.84	7.04E-03	1		4.56E-02		9.13E-01
6	西侧厂区道路			25.84	3.60E-04	1/4		5.83E-04		1.17E-02
7	西侧浙江辉旺机械科技股份有限公司			37.84	1.68E-04	1		1.09E-03		2.17E-02
8	北侧切边区	4#, 1.17	1.75E-01	4.17	1.38E-02	1/4		2.24E-02		4.48E-01
9	东北侧雨棚	1#, 0.81	2.80E-04	32.81	1.71E-07	1/4		2.77E-07		5.54E-06
10	东南侧雨棚			47.81	8.05E-08	1/4		1.30E-07		2.61E-06

备注：本项目四厂区拟配置 X 射线实时成像检测系统由于同一屏蔽面屏蔽厚度不一，本项目根据屏蔽厚度稍弱的数据参数进行人员有效剂量核算。

②七厂区估算结果

表 11-19 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	对应关注点编号及关注点至源点距离 (m)	对应关注点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	对应计算点至辐射源点距离 (m)	计算点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	东侧综合实验室	1#, 1.78	2.98E-05	4.78	4.13E-06	1	6480	2.68E-05	129.6	5.36E-04
2	东侧茶水间			13.78	4.97E-07	1/4		8.06E-07		1.61E-05
3	东侧卫生间			22.78	1.82E-07	1/4		2.95E-07		5.90E-06
4	东侧车间过道			31.78	9.35E-08	1/4		1.52E-07		3.03E-06
5	东侧生产区域			41.78	5.41E-08	1		3.51E-07		7.01E-06
6	南侧厂区道路	2#, 1.50	2.26E-03	2.5	8.15E-04	1/4		1.32E-03		2.64E-02
7	南侧仓库			11.5	3.85E-05	1/4		6.24E-05		1.25E-03
8	西侧现场办公室	3#, 0.60	1.55E-01	7.6	9.67E-04	1		6.27E-03		1.25E-01
9	西侧压铸仓库			14.6	2.62E-04	1/4		4.24E-04		8.49E-03
10	西侧车间过道			24.6	9.23E-05	1/4		1.50E-04		2.99E-03
11	西侧生产区域			34.6	4.67E-05	1		3.02E-04		6.05E-03
12	北侧生产区域	4#, 0.97	5.41E-03	4.97	2.06E-04	1		1.34E-03		2.67E-02
13	二层办公区	5#, 1.65	1.87E-03	2.65	7.25E-04	1		4.70E-03		9.40E-02

③九厂区估算结果

表 11-20 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	对应关注点编号及关注点至	对应关注点处周围剂量当量	对应计算点至辐射	计算点处周围剂量当量率	居留因子	年曝光时间	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
----	------	--------------	--------------	----------	-------------	------	-------	---------------	-----------	----------------------------

		源点距离 (m)	率 ($\mu\text{Sv/h}$)	源点距离 (m)	($\mu\text{Sv/h}$)		(h)			
1	东北侧原材料区	1#, 1.71	1.05E-01	16.71	1.10E-03	1	6480	7.15E-03	129.6	1.43E-01
2	东侧半成品区			5.71	9.45E-03			6.12E-02		1.22E+00
3	东南侧修备模区			9.71	3.27E-03			2.12E-02		4.23E-01
4	南侧去毛刺及整理区	2#, 1.02	2.97E-01	6.02	8.51E-03			5.52E-02		1.10E+00
5	西侧生产区域	3#, 1.71	9.87E-02	5.71	8.85E-03			5.74E-02		1.15E+00
6	北侧检测室	4#, 1.31	1.78E-01	3.91	2.00E-02			1.30E-01		2.60E+00
7	北侧生产区			9.31	3.53E-03			2.29E-02		4.58E-01

由表 11-17 至表 11-20 可知，本项目 X 射线探伤设备运行后，辐射工作人员与公众人员的周有效剂量最大值分别为 11.4 $\mu\text{Sv/周}$ 、3.10 $\mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 $\mu\text{Sv/周}$ ”的要求；辐射工作人员、公众成员的年有效剂量最大值分别是 0.57 mSv/a 、1.55 $\times 10^{-1}\text{mSv/a}$ ，均满足本项目对辐射工作人员、公众成员的年剂量约束值（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ）的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员“剂量限值”（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）的要求。

11.2.3 “三废”影响分析

1、废气影响分析

本项目不产生放射性废气。本项目 X 射线实时成像检测系统只有在工作状态下会产生辐射，使得探伤铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目各厂区探伤铅房均设有通风装置（详情见表 9-4）可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。废气由探伤铅房内机械排风装置排出后，臭氧在短时间内可自动分解成氧气，对大气环境基本没有影响。

2、废水影响分析

本项目不产生放射性废水。废水主要为辐射工作人员的生活污水，均由厂区污水处理站处理达标后排入市政管网。

3、噪声

项目噪声源主要为通排风噪声，风机为低噪声设备，噪声源强一般小于 60dB（A），经实体屏蔽与距离衰减作用，运行期间公司厂界噪声影响很小。

4、固体废物

本项目无放射性固废、危险废物产生。辐射工作人员生活垃圾经公司收集后交由当地环卫部门统一清运。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射风险识别

本项目拟建 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）X 射线实时成像检测系统在对工件进行成像的工况下，门-机联锁失效，至使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入探伤铅房，使其受到额外的照射。

（2）辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤铅房，外面人员启动 X 射线实时成像检测系统进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

（3）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（4）探伤铅房四侧屏蔽体破损导致屏蔽防护水平达不到预设屏蔽水平，导致探伤铅房屏蔽体外剂量率超标而导致人员受照。

11.3.2 风险防范措施

（1）建设单位应定期对探伤铅房屏蔽防护设计进行检查。探伤工作开始前，应检查探伤机外观是否完好，螺栓等连接件是否连接良好，探伤铅房安全联锁装置、照射信号指示灯、声音提示装置与报警装置等防护安全措施是否正常运行。定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（2）凡涉及对 X 射线实时成像检测系统进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

（3）操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线实时成

像检测系统。

11.3.3 应急处置预案

(1) 发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。

(2) 对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。

(3) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

(4) 分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科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；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

12.1.1 机构设置情况

宁波旭升集团股份有限公司对 X 射线实时成像检测系统放射防护安全负主体责任，建设单位已按照相关规定成立了辐射安全与防护管理机构（见附件 9），全面负责公司辐射安全与防护管理工作。

12.1.2 辐射工作人员管理

本项目所需辐射工作人员分别源自现有辐射工作人员及后续拟新增辐射人员，现有人员辐射安全管理现状见前文表 1 章节中 1.7.2 章节，对于拟新增的辐射工作人员，公司应做好以下管理工作：

①所有辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号)的要求参加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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn/>）学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

②所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《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，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(（2021 年修改)》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，使用射线装置的单位应有健

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、射线装置使用登记制度等。

公司现有辐射安全规章制度制定情况见表 1 中 1.7.2 章节，内容健全完善且规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。

本次评价建议建设单位补充《自行检查和年度评估制度》，并根据本项目的实际情况补充优化已有相关制度。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。

12.3.1 现有辐射监测开展情况

公司已制定《个人剂量和辐射环境监测方案》（见附件9），并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所检测和个人剂量检测。2023年度场所放射防护检测报告见附件11，公司现有辐射监测仪器与防护用品见表1-9。

12.3.2 本项目辐射监测要求

12.3.2.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应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。

本项目相关辐射监测仪器配置计划见表10-6。监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能满足本项目的仪器配备要求。根据GBZ 117-2022条款8.1.2的要求，公司应按规定对监测仪器进行定期检定/校准，使用前应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

12.3.2.2 个人剂量监测

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计，并根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。公司应落实个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案交由专人保管。对于监测结果异常，公司应跟踪分析原因，优化实

践行为。

12.3.3 探伤机检测

根据GBZ 117-2022条款8.2的要求，本项目投入使用后对探伤机的检测要求如下：

表 12-1 探伤机检测要求一览表

检测设备	X射线探伤机
检测内容	防护性能检测
检测方法	X射线探伤机防护性能检测方法按GB/T 26837的要求进行
检测周期	使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

12.3.2.4 场所环境监测

本项目正式投入使用后，公司须定期对各厂区探伤铅房周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

(1) 验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对 X 射线实时成像检测系统应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

(2) 常规监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)第 8.3.4 条款，本项目探伤铅房投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

(3) 年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

表 12-2 场所监测计划

监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
验收监测	周围剂量当量率	验收期间，监测 1 次	委托监测	(1) 探伤铅房四侧屏蔽体、防护门及顶棚外 30cm 处； (2) 防护门门缝四周、电缆管道、通风口表面 30cm 处； (3) 操作台及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)
常规监测		1 次/年	自行监测		
年度监测		1 次/年	委托监测		

12.4 年度安全状况评估

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，建设单位应对本单位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。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.5 辐射事故应急

12.5.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”主要包括如下内容：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，建设单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在2小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

12.5.2 现有应急预案制定及完善情况

建设单位已制定《辐射事故应急预案》（见附件9），包含如下内容：（1）辐射事故分级；（2）应急机构人员组成及职责分工；（3）辐射事故应急程序；（4）应急终止和恢复；（5）事故报告和管理；（6）应急保障、人员培训和演习；（7）当地环保部门、公安部门及

卫生部门的联系电话。

本次评价建议补充应急和救助的装备、资金、物资准备；本项目投入运行后，建设单位应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。同时，为降低事故发生概率，必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.6 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，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》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

宁波旭升集团股份有限公司拟于宁波市北仑区所设厂区内新增三台 X 射线实时成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，具有自屏蔽探伤铅房）以对自生产的汽配件进行无损检测，主要包括：①拟于四厂区（大碶璎珞河路 108 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；②拟于七厂区（柴桥扬舟岙路 159 号）新增一台 FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）；③拟于九厂区（柴桥扬舟岙路 158 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）。所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动式探伤。各厂区探伤铅房屏蔽体外 50m 内均无居民点和学校等环境敏感点。

13.1.2 辐射安全与防护结论

（1）本项目 X 射线实时成像检测系统有用线束均已避开操作台方向；探伤铅房的屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，其屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（2）探伤工作场所实行分区管理，探伤铅房屏蔽体内部为控制区，探伤铅房所在探伤工作场所（围栏区、X 光探伤室）划为监督区。本项目 X 射线实时成像检测系统配有安全联锁装置、工作状态指示灯与声音提示装置、监视装置、急停按钮、固定式场所辐射探测报警装置等措施，以上安全防护措施可满足辐射安全和防护要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目各厂区 X 射线实时成像检测系统在最大工况运行时，各关注点周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

（3）个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目各厂区辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约

束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（4）“三废”影响分析结论

本项目各厂区 X 射线数字成像检测系统运行过程中无放射性废气、废水、固废产生。少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。工作人员生活污水均由厂区污水处理站处理达标后排入市政管网。工作人员产生的生活垃圾经收集后交由当地环卫部门统一清运。以上措施落实后，本项目运行对周围环境影响较小。

13.1.4 辐射安全管理结论

（1）建设单位已按规定成立辐射安全与防护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

（2）本项目所有辐射工作人员均参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并定期委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

（3）建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定了相关辐射安全管理规章制度，拟张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性分析结论

（1）规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号（四厂区）；浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 159 号（七厂区）；浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 158 号（九厂区），用地性质为工业用地，符合土地利用规划要求，符合区域环评要求。本项目符合宁波市“三线一单”的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。同时，本项目探伤铅房评价范围 50m 内无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的建设符合相关规划要求，且选址合理可行。

（2）产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术利用建设项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》相关规定，本项目不属于淘汰类和限制类，符合国家产业政策。

（3）实践正当性分析结论

本项目实施的目的是为了对公司自生产的汽配件进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合本项目剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，该公司探伤装置的使用是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

（4）环保可行性结论

综上所述，宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本项目投入运行后对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

（1）建设单位应加强对探伤铅房以及探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

（2）辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

（3）建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可操作性。

13.2.2 承诺

（1）建设单位承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

（2）建设单位应及时重新申领《辐射安全许可证》。

（3）建设单位承诺在本项目 X 射线实时成像检测系统正式运行前根据《建设项目竣

工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工验收报告。公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日