



核技术利用建设项目

浙江银轮机械股份有限公司 X 射线实时成像检测设备应用项目 环境影响报告表 (报批稿)

浙江银轮机械股份有限公司
2025 年 12 月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

浙江银轮机械股份有限公司 X 射线实时成像检测设备应用项目 环境影响报告表

建设单位名称：浙江银轮机械股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省天台县福溪街道始丰东路 8 号

环评编制主持人职业资格证书（复印件）

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	19
表 9 项目工程分析与源项	23
表 10 辐射安全与防护	27
表 11 环境影响分析	35
表 12 辐射安全管理	45
表 13 结论与建议	49
表 14 审批	52
附图 1 项目地理位置图	53
附图 2-1 厂区总平面布置图（整体）	54
附图 2-2 厂区总平面布置图（局部）	55
附图 2-3 本项目周边环境关系图	56
附图 3 本项目 X 射线实时成像检测设备平面布置图	57
附图 4 天台县陆域生态环境管控单元分类图	58

附图 5 天台县“三区三线”划分图	59
附件 1 建设单位营业执照	60
附件 2 辐射安全许可证	61
附件 3 原有核技术利用项目环保手续	65
附件 4 辐射环境质量现状监测报告	71
附件 5 辐射工作场所年度监测报告	77
附件 6 辐射安全防护管理小组成立文件	83
附件 7 辐射事故应急预案	84
附件 8 辐射安全管理制度	86
附件 9 个人剂量检测报告（最近连续四个监测周期）	92
附件 10 现有辐射工作人员培训证书	108
附件 11 专家函审意见及修改说明	110

表1 项目基本情况

建设项目名称	浙江银轮机械股份有限公司 X 射线实时成像检测设备应用项目					
建设单位	浙江银轮机械股份有限公司					
法人代表		联系人		联系电话		
注册地址	浙江省天台县福溪街道始丰东路 8 号					
项目建设地点	浙江省天台县福溪街道始丰东路 8 号双创中心厂房内					
立项审批部门	/		批准文号	/		
建设项目总投资（万元）	80	项目环保投资（万元）	5	投资比例(环保投资/总投资)	6.25%	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它(迁建)			占地面积 (m ²)	/	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

浙江银轮机械股份有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 1999 年，地址位于浙江省天台县福溪街道始丰东路 8 号，主要从事汽车零部件、船用配件、机械配件、电子产品、基础工程设备、化工设备的设计、制造、销售。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

建设单位现有 1 台工业 CT 布置于双创中心厂房内，为匹配产能提升需求，保障自产汽车零配件的质量稳定性并满足客户对产品质量的要求，拟在该厂房内新增一套 UNC160 型 X 射线实时成像检测设备（最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA）用于自产汽车零配件无损检测，该新增设备与现有工业 CT 设备直线距离约 74m，具

体位置关系见附图 2-2。

对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），X 射线实时成像检测设备属于“工业用 X 射线探伤装置”的分类范围，为 II 类射线装置。根据《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），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价类别为编制环境影响报告表。

为此，建设单位委托杭州市环境保护科学研究院有限公司开展“浙江银轮机械股份有限公司 X 射线实时成像检测设备应用项目”的环境影响评价工作。在接受委托后，环评单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《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）等规定要求编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

本项目拟在双创中心厂房内新增一台 X 射线实时成像检测设备以及配套操作台，设备自带防护铅房。本项目在检测过程中操作人员在操作台处进行操作，操作台处配备电脑 1 套，用于图像处理、测量分析及报告输出等全方位操作。

本项目射线装置主要技术参数信息见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置主要技术参数一览表

序号	设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	防护铅房外尺寸 (长×宽×高)	有用线束照射方向
1	X 射线实时成像检测设备	UNC 160	II 类	1 台	160	3	2.10m×1.72m×2.47m	由北向南

1.1.4 劳动定员及工作制度

本项目依托现有 3 名辐射工作人员负责操作 X 射线实时成像检测设备，采用单人一组、轮岗操作方式进行，年工作 250 天，每天工作 8h。

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），本项目若新增辐射工作人员，应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加“X 射线探伤”类别的考核，考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

1.1.5 工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线实时成像检测设备每天最多检测 90 个工件，单个工件检测一次约 5min，其中曝露出束时间最大为 4min，则设备出束时间最大为 6h/d，1500h/a。因此，每名辐射工作人员平均受照时间为 500h/a。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

建设单位位于浙江省天台县福溪街道始丰东路 8 号。厂区东南侧为兴业西一街，西南侧为始丰东路，西侧为金盘南路，北侧为滨溪南路。项目地理位置见附图 1，厂区总平面布置图见附图 2-1。

1.2.2 项目周边环境关系

本项目设备位于厂区双创中心厂房内，厂房为地上一层钢混结构，层高 11.45m，无地下层，辅楼区域地上三层，与主体厂房相连但功能独立。设备东南侧为产品展示区，西南侧为静压设备操作区域；西侧为周转区域；北侧为清洁度室；上方为厂房屋项；下方为岩土层。设备距离东南侧厂区用地红线约 191m；距离西南侧综合大楼 31m，距离西南侧厂区用地红线约 109m。

周边环境关系图见附图 2-3，设备所在区域平面布置图见附图 3。

1.2.3 选址合理性分析

本项目设备位于厂区双创中心厂房内，利用现有场地，不新增用地，用地性质为工业用地。本项目 50m 范围内主要为厂区内部厂房、综合大楼和厂区道路，不涉及居民区和学校等环境敏感区，也不涉及天台县生态保护红线。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.3 其他符合性分析

1.3.1 天台县生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

本项目位于天台县福溪街道始丰东路 8 号厂区双创中心厂房内，根据《天台县人民政府办公室关于印发天台县生态环境分区管控动态更新方案的通知》（天政办发〔2024〕11 号），本项目所在地属于“台州市天台县苍山波楞产业集聚重点管控单元（管控单元编码：ZH33102320114）”（见附图 4）。本环评对生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境管控单元准入清单进行对照分析。

(1) 生态保护红线

本项目位于天台县福溪街道始丰东路8号厂区双创中心厂房内。根据天台县“三区三线”划分图，本项目所在区域属于城镇集中建设区内（见附图5），主体工程占地不涉及永久基本农田与生态保护红线，因此，本项目不涉及天台县生态保护红线，满足生态保护红线要求。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建厂址周围环境 γ 辐射剂量属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，不触及环境质量底线。

(3) 资源利用上线

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小；主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。本项目在现有用地范围内实施，且整体而言本项目所用资源相对较小，也不占用当地其他自然资源和能源，因此不会突破资源利用上线。

(4) 生态环境管控单元准入清单

本项目所在地属于“台州市天台县苍山波楞产业集聚重点管控单元（管控单元编码：ZH33102320114）”，本项目的建设与天台县生态环境管控单元准入清单要求符合性分析见表1-2。

表 1-2 天台县生态环境管控单元准入清单符合性分析一览表

天台县生态环境管控单元准入清单要求		本项目概况	是否符合
空间布局约束	优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造，进一步调整和优化产业结构，逐步提高区域产业准入条件。重点加快园区整合提升，完善园区的基础设施配套。重点发展机械制造、轨道交通、汽车零部件、新材料、环保产业、生物医药等产业。合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	本项目属于核技术利用项目，不属于三类工业项目，且50m评价范围内不涉及居住、医疗卫生、文化教育等功能区块。	符合
污染物排放管控	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。加强污水处理厂建设及提升改造，深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。实施工业企业废水深度处理，严格重污染行业重金属和高浓度难降解废水预处理和分质处理，加强对纳管企业总氮、盐分、	本项目为核技术利用项目，不涉及工业污染物总量问题。	符合

	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。全面推进橡胶等重点行业 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。二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物全面执行国家排放标准大气污染物特别排放限值，深入推进工业燃煤锅炉烟气清洁排放改造。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。		
环境风险防控	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。相关企业按规定编制环境突发事件应急预案，重点加强事故废水应急池建设，以及应急物资的储备和应急演练。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，落实产业园区应急预案，加强风险防控体系建设，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制。	建设单位已制订《辐射事故应急预案》，建立常态化隐患排查机制。	符合
资源开发效率要求	推进重点行业企业清洁生产改造，大力推进工业水循环利用，减少工业新鲜水用量，提高企业中水回用率。落实最严格水资源管理制度，落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。	本项目不涉及水资源与煤炭的使用。	符合

综上所述，本项目的实施符合《天台县生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.3.2 与天台县“三区三线”符合性分析

本项目位于天台县福溪街道始丰东路 8 号双创中心厂房内，在现有用地范围内实施，不新增用地。

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080 号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海组卷报批的依据。其中“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。

根据天台县“三区三线”划分图（见附图 5），本项目所在区域属于城镇集中建设区内，不涉及永久基本农田、生态保护红线，因此，项目的建设符合天台县“三区三线”要求。

1.3.3 产业政策符合性分析

本项目新增使用 1 台 X 射线实时成像检测设备，根据《产业结构调整指导目录

（2024 年本）》，项目不属于限制类和淘汰类。因此，项目的建设符合国家产业政策要求。

1.3.4 实践正当性分析

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各类金属或其他材料内部可能产生的缺陷，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的检测效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。且使用过程中采取满足国家标准要求的辐射安全防护措施，同时加强辐射安全管理，对周围环境和人员的影响满足标准要求。因此，该项目使用 X 射线实时成像检测设备的目的是正当可行的，并且该项目有较好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

1.4.1 原有核技术利用项目许可情况

浙江银轮机械股份有限公司现持有《辐射安全许可证》（浙环辐证[J2484]），有效期至 2026 年 7 月 12 日）。建设单位目前许可的种类和范围：使用II类射线装置。

1.4.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

根据辐射安全许可证，建设单位已许可使用II类射线装置 1 台。原有核技术利用项目射线装置环保手续履行情况见表 1-3，相关环保手续文件见附件 3。

表 1-3 原有核技术利用项目环保手续履行情况一览表

序号	射线装置名称	型号	技术指标	数量	类别	所在场所	环评批复情况	验收情况
1	工业 CT	Phoenixv tomex m300	300kV, 3mA	1	II	双创中心厂房	台环辐(2021)3号	2021年11月3日完成自主验收

1.5 原有核技术利用项目管理情况

建设单位遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，运行过程中未曾发生辐射事故。

（1）辐射防护管理机构

本项目为扩建项目，建设单位在原有核技术利用项目运行前已成立了辐射环境管理领导小组（见附件 6），明确了相关工作内容和职责，能够满足原有核技术利用项目运行过程中辐射防护管理和监督的需要。

（2）安全管理规章制度

建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括《辐射事故应急预案》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护措施》、《台账管理制度》、《人员培训计划》和《监测方案》等。建设单位已有管理制度内容较为全面，符合相关要求，原有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

（3）辐射安全与防护培训情况

目前建设单位共有 3 名辐射工作人员，均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台辐射安全与防护培训，并取得集中考核合格成绩单（见附件 10），符合持证上岗要求。建设单位现有辐射工作人员培训情况见表 1-4。

表 1-4 建设单位现有辐射工作人员培训考核情况

序号	姓名	性别	培训类别	考核合格证书	培训考核有效期
1	陈云	男	X 射线探伤	FS23ZJ1200640	2023 年 5 月 5 日-2028 年 5 月 5 日
2	罗爱娇	女	X 射线探伤	FS21ZJ1200772	2021 年 7 月 1 日-2026 年 7 月 1 日
3	潘日旺	男	X 射线探伤	FS234ZJ1200049	2024 年 1 月 9 日-2029 年 1 月 9 日

（4）个人剂量监测及职业健康体检情况

辐射工作期间，现有辐射工作人员均配备了个人剂量计。已委托浙江多谱检测科技有限公司定期进行个人剂量检测，根据 2024 年 9 月至 2025 年 9 月个人剂量检测（见附件 9）结果可知，现有辐射工作人员个人年受照剂量监测结果最大值为 0.10mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值，也低于辐射工作人员的年剂量约束值 5mSv。

现有辐射工作人员已开展职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前和在岗期间均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据建设单位提供的职业健康体检报告，在岗辐射工作人员于 2024 年 8 月在浙江省台州医院进行职业健康体检，体检结果均可继续从事原放射性工作，健康无异常。

表 1-5 建设单位现有辐射工作人员个人剂量监测情况

序号	姓名	个人计量计佩戴周期				合计
		2024.6.15-2024.9.11	2024.9.12-2024.12.10	2024.12.11-2025.3.10	2025.3.11-2025.6.8	
1	陈云	0.02mSv	0.03mSv	0.02mSv	0.03mSv	0.10mSv
2	罗爱娇	0.02mSv	0.03mSv	0.02mSv	0.03mSv	0.10mSv
3	潘日旺	0.02mSv	0.03mSv	0.02mSv	0.03mSv	0.10mSv

(5) 现有辐射工作场所管理

建设单位现有辐射工作场所设置有门机联锁、指示灯和声音提示装置、急停装置、视频监控装置和电离辐射警示标识等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。建设单位每年定期委托浙江亿达检测技术有限公司对辐射工作场所进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告（报告编号：浙亿检（环）字 HJ2024 第 0466 号，见附件 5），现有工业 CT 屏蔽体外周围剂量当量率范围为 $0.16\text{--}0.19\mu\text{Sv/h}$ ，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。建设单位现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求。

(6) 辐射应急演练和年度评估

建设单位已制定有《辐射事故应急预案》（见附件 7）。建设单位应根据《辐射事故应急预案》，定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，并及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。经与建设单位核实，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，建设单位编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、辐射安全与防护制度执行情况、监测仪器情况等进行年度总结和评估，并于每年 1 月 31 日前向管理部门提交上一年度评估报告。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
	以下空白							

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素 名称	理化 性质	活动 种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作 方式	使用场所	贮存方式与地点
	以下空白									

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	以下空白									

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像检测设备	II	1	UNC160	160	3	无损检测	双创中心厂房内	新增使用

(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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	以下空白												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	不暂存	排入大气外环境 后可自然分解

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》（中华人民共和国主席令第 9 号），2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第四十八号），2018 年 12 月 29 日施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号），2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院第 682 号令），自 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第 709 号），自 2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(7) 《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），自 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号修改），2020 年 12 月 25 日施行；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号），自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号），自 2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(11) 《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 号公布），自 2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行；</p> <p>(14) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行；</p>
------------------	--

	<p>(15) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（浙江省人民政府令第 388 号），自 2021 年 2 月 10 日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省辐射环境管理办法》（浙江省人民政府令第 289 号公布，经浙江省人民政府令第 388 号修正），2021 年 2 月 10 日修正后施行；</p> <p>(17) 《浙江省生态环境厅关于发布<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（2024 年本）>的通知》（浙环发〔2024〕67 号），自 2025 年 2 月 2 日起施行；</p> <p>(18) 《浙江省生态环境保护条例》（浙江省第十三届人民代表大会公告 2022 年第 71 号），自 2022 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(19) 《天台县人民政府办公室关于印发天台县生态环境分区管控动态更新方案的通知》（天政办发〔2024〕11 号）；</p> <p>(20) 《台州市生态环境局关于调整建设项目环境影响评价文件审批责任分工的通知》（台环发〔2025〕10 号）；</p>
技术标准	<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》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(6) 《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(9) 《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）。</p>
其他	<p>(1) 辐射安全许可证，证书编号“浙环辐证[J2484]”</p> <p>(2) 《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》；</p> <p>(3) 建设单位提供的其它相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为新增一台 X 射线实时成像检测设备，为II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 中对于环境影响报告书项目的评价范围规定：“1.5 评价范围和保护目标 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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”的规定，结合本项目的特点，确定以 X 射线实时成像检测设备防护铅房边界外 50m 区域作为本项目的评价范围。评价范围详见附图 2-2。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为本项目评价范围内从事工业 X 射线实时成像检测的辐射工作人员及公众人员。主要环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

环境保护目标	方位	与设备边界 最近距离 (m)		人员规模	人员类别及 剂量约束值
		水平	垂直		
X 射线实时成像检测设备防护铅房	辐射工作人员	西南侧	0.70	/	3 人
	产品展示区	东南侧	0.65	/	50 人/d
	静压设备操作位	西南侧	3.20	/	10 人/d
	金相室	西南侧	7.40	/	10 人/d
	办公室	西南侧	3.80	/	20 人/d
	周转区域操作位	西侧	5.26	/	30 人/d
	清洁度室操作位	北侧	2.40	/	20 人/d
50m 范围内其他区域公众	四周	0~50		500 人/d	公众， 0.25mSv/a

注：①X 射线实时成像检测设备的现场操作由 1 名辐射工作人员完成；②X 射线实时成像检测设备所在双创中心厂房为地上一层结构，下方为岩土层，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》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

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

应用于获准实践中的医疗照射。

附录 B

B1.1 职业照射

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

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

本项目取其四分之一，即不超过 5mSv 作为辐射工作人员的年有效剂量约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量， 1mSv。

本项目取其四分之一，即不超过 0.25mSv 作为公众的年有效剂量约束值。

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》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 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。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

5 探伤机的放射防护要求

5.1X 射线探伤机

5.1.1X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

6 固定式探伤的放射防护要求

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

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

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

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人

员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

本项目 X 射线实时成像检测设备四侧、顶部和底部屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

7.3.3 《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，不需要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。

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

建设单位位于浙江省天台县福溪街道始丰东路 8 号。厂区东南侧为兴业西一街，西南侧为始丰东路，西侧为金盘南路，北侧为滨溪南路。本项目设备位于厂区双创中心厂房内，本项目辐射工作场所位置见附图 2-1 至附图 2-3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价对象

拟建 X 射线实时成像检测设备所在位置及其周围辐射环境本底水平

8.2.2 监测因子

γ 空气吸收剂量率

8.2.3 监测方案

- (1) 监测单位: 浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期: 2025 年 10 月 24 日
- (3) 监测方式: 现场监测
- (4) 监测依据: 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
- (5) 监测频次: 依据标准予以确定
- (6) 监测工况: 辐射环境本底
- (7) 天气环境条件: 温度 21°C, 相对湿度 55%, 多云和阴天
- (8) 监测报告编号: BG-GAHJ25380479-R
- (9) 监测设备

表 8-1 便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪参数

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05038417
能量范围	38keV-7MeV
量程	模拟量程: 10nSv/h-100 μ Sv/h; 数字量程: 1nSv/h-99.9 μ Sv/h
检定单位	浙江省质量科学研究院
检定证书	NJYF-20250751506、NJYF-20250751504
检定有效期	2025 年 07 月 28 日~2026 年 07 月 27 日

8.2.4 质量保证措施

- (1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市

场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性；

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法, 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常;

(3) 监测仪器每年定期经计量部门检定, 检定合格后方可使用;

(4) 监测实行全过程的质量控制,严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行,监测人员经培训、考核合格后上岗;

(5) 报告严格执行三级审核制度, 经校核、审核, 最后由授权签字人审定。

8.3 监测点位及结果

根据项目的平面布置及项目情况布设监测点。本项目辐射环境现状监测点位图见图 8-1, 各监测点位的监测结果见表 8-2。



图 8-1 本项目设备拟安装位置辐射环境质量现状监测点位图

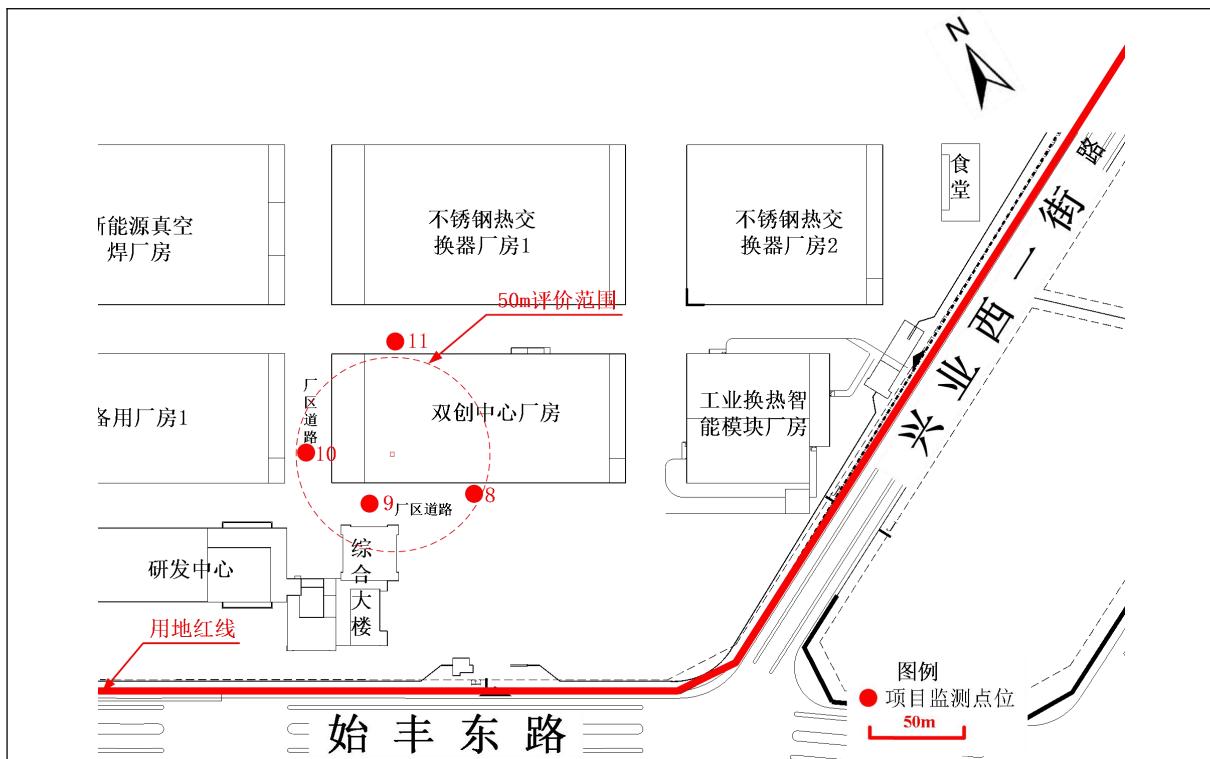


图 8-2 本项目设备周围辐射环境质量现状监测点位图

表 8-2 辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点 编号	监测点位置	监测结果		备注
		平均值 (nGy/h)	标准差	
1	X 射线实时成像检测设备放置位置	85	3	室内
2	X 射线实时成像检测设备周边区域 1	84	3	室内
3	X 射线实时成像检测设备周边区域 2	91	3	室内
4	X 射线实时成像检测设备周边区域 3	104	4	室内
5	X 射线实时成像检测设备周边区域 4	87	3	室内
6	X 射线实时成像检测设备周边区域 5	102	3	室内
7	X 射线实时成像检测设备周边区域 6	106	3	室内
8	X 射线实时成像检测设备周边室外厂区道路 1	112	3	室外
9	X 射线实时成像检测设备周边室外厂区道路 2	114	3	室外
10	X 射线实时成像检测设备周边室外厂区道路 3	112	3	室外
11	X 射线实时成像检测设备周边室外厂区道路 4	111	3	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.06，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20 Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 23nGy/h。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目设备拟安装位置及周围环境室内 γ 辐射剂量率范围为84~106nGy/h，即 $8.4\times10^{-8}\sim10.6\times10^{-8}$ Gy/h；室外道路 γ 辐射剂量率范围为111~114nGy/h，即 $11.1\times10^{-8}\sim11.4\times10^{-8}$ Gy/h。

根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知台州地区室内 γ 辐射剂量率在 5.9×10^{-8} Gy/h~ 20.0×10^{-8} Gy/h之间；道路 γ 辐射剂量率在 5.0×10^{-8} Gy/h~ 14.2×10^{-8} Gy/h之间。可见本项目所在区域的 γ 辐射水平处于当地本底水平范围之内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目是在建设单位现有厂房内新增 1 台 X 射线实时成像检测设备，自带铅房防护，不单独设置机房，不涉及土建工程建设，仅有设备安装及调试。

设备安装调试过程中主要污染包括设备的包装废弃物和调试时产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及工作方式

本项目拟使用重庆日联科技有限公司 UNC160 型 X 射线实时成像检测设备，设备采用实时成像的方式，检测结果通过计算机终端显示和储存。设备由自带钢铅结构的屏蔽体、X 射线管、平板数字成像系统、计算机图像处理系统、机械传动装置等组成。外观结构图如图 9-1 所示。



图 9-1 本项目 X 射线实时成像检测设备外观结构图

9.2.2 工作原理

本项目 X 射线实时成像检测设备运用计算机实时成像原理。由 X 射线机产生的 X 射线对生产的工件进行照射，当射线在穿透工件时，由于材料的厚薄不等或者生产质量各异，从而使 X 射线的穿透量不同。材料与裂缝对 X 射线吸收衰减不同而形成 X

射线强度分布的潜像，再通过图像增强器将 X 射线图像转换成标准视频图像，即转换为可见像，从而实现检测缺陷的目的，如果工件质量有问题，在成像中显示裂缝所在的位置，从而实现无损探伤的目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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 射线管基本结构如图 9-2 所示。

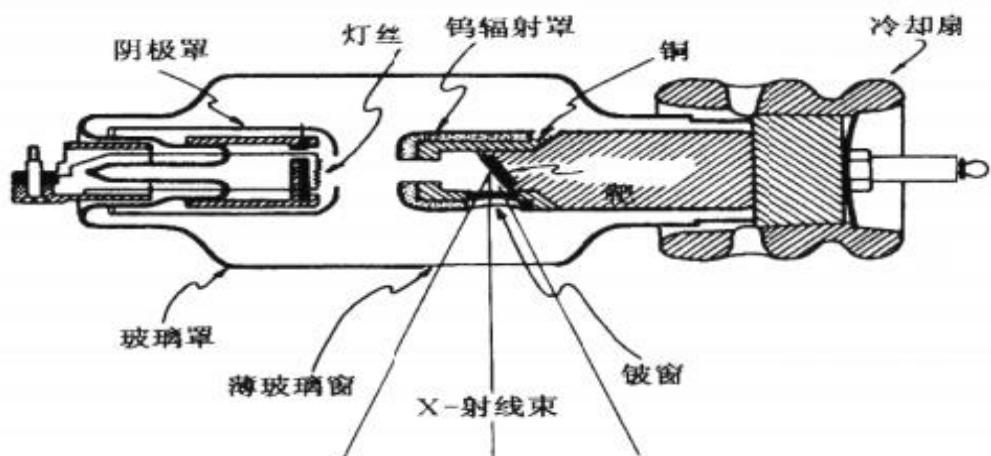


图 9-2 典型 X 射线管示意图

9.2.3 X 射线实时成像检测设备技术参数

本项目 X 射线实时成像检测设备主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线实时成像检测设备主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	出束角度°	有用线束照射方向
X 射线实时成像检测设备	UNC160	II类	1 台	160	3	30	由北向南

9.2.4 工作流程及产污分析

本项目具体工作流程如下：

- (1) 工件送入探伤铅房内。确认探伤设备处于非工作状态下，工作人员将被检工件送入探伤铅房内，放置于工作平台上；
- (2) 本项目载物台固定，通过移动靶点和工件位置（靶点可在上下平面移动，可移动距离为 800mm），使得射线主要部分能够照射在工件上；

(3) 工件摆放合适后关闭工件门，确认安全联锁装置、工作状态指示灯等安全措施均能正常运行，方可开启 X 射线实时成像检测设备开始曝光；

(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，根据需要将数据存储；

(5) 检测完成后关闭检测装置，关闭电源，由工作人员将探伤工件送出，完成一次探伤。

本项目工作流程及产污环节分析图如图 9-3 所示。

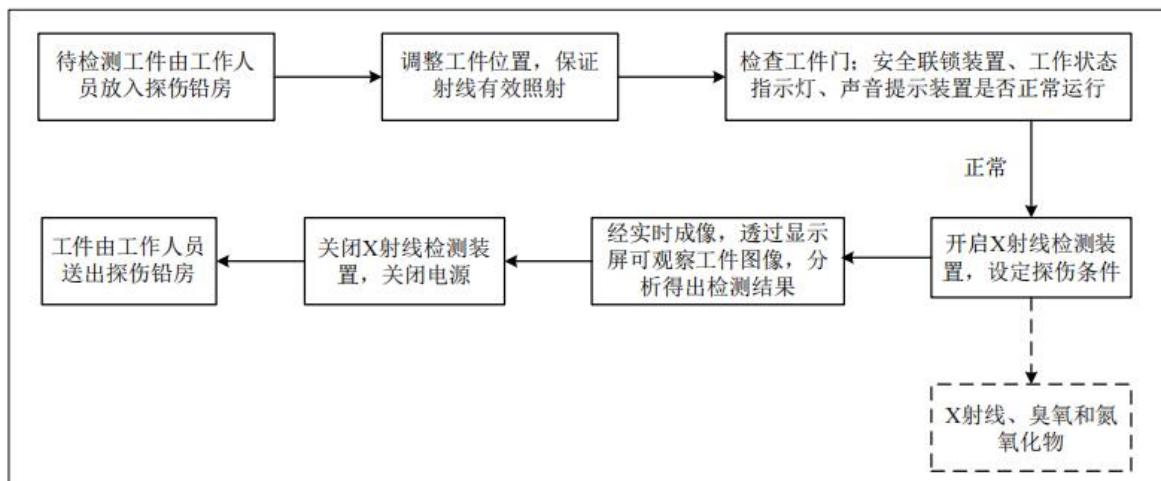


图 9-3 工作流程及产污环节分析图

由图 9-3 可知，本项目 X 射线实时成像检测设备运营中产生的主要污染物为扫描工作过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。

本项目 X 射线实时成像检测设备采用实时成像检测方式，通过平板数字成像系统和计算机图像处理系统保存、处理数字图像，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。

9.2.5 人员配置及工作时间

本项目依托现有 3 名辐射工作人员负责操作 X 射线实时成像检测设备，采用单人一组、轮岗操作方式进行，年工作 250 天，每天工作 8h。

根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线实时成像检测设备每天最多检测 90 个工件，单个工件检测一次约 5min，其中曝光出束时间最大为 4min，则设备出束时间最大为 6h/d，1500h/a。因此，每名辐射工作人员平均受照时间为 500h/a。

9.3 污染源项分析

9.3.1 正常工况下污染源项描述

本项目使用的 X 射线实时成像检测设备采用实时成像方式, 图像直接在显示屏上显示, 不产生显影液、定影液及胶片等固废。

(1) X 射线

本项目 X 射线实时成像检测设备为II类射线装置, 由 X 射线装置的工作原理可知, X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目 X 射线实时成像检测设备只有在开机并处于出线状态时 (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因子。

(2) 臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线实时成像检测设备在开机状态下, X 射线会与空气电离产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x) 。

9.3.2 非正常工况下污染源项描述

根据建设单位 X 射线实时成像检测设备的使用特点, 在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射:

(1) 安全联锁装置发生故障, 防护门未关闭时, 外面人员启动 X 射线实时成像检测设备进行检测, 造成有关人员被误照, 引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障, 无关人员打开防护门, 造成人员被照射, 引发辐射事故。

9.4 现有核技术利用项目工艺不足及改进情况

本项目现有工业 CT 于 2021 年委托编制了《浙江银轮机械股份有限公司新增工业 CT 应用项目环境影响报告表》, 并于同年获得台州市生态环境局批复 (批复文号杭台环辐〔2021〕3 号), 建成后于 2021 年 11 月通过了自主竣工环境保护验收并投入使用, 经建设单位核实自核技术利用项目开展以来, 未发生过辐射事故。

综上所述, 本项目为扩建项目, 新增射线装置的使用, 不涉及原有辐射工作场所的内容, 建设单位现有工业 CT 运行过程正常, 不存在环保问题和工艺的改进。

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分析

本项目 X 射线实时成像检测设备位于厂区双创中心厂房（地上一层结构，无地下室）内。平面布置图见附图 3，辐射工作场所周围相邻区域布局情况见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及周围相邻区域布局情况一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
X 射线实时成像检测设备	东南侧	产品展示区
	西南侧	静压设备操作区域
	西侧	周转区域
	北侧	清洁度室

本项目 X 射线实时成像检测设备有用线束方向由北向南照射，设备操作台拟设在防护铅房北侧，防护门设置在防护铅房西侧，操作台和防护门等区域均已避开有用线束照射的方向因此，本项目设备防护铅房布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款要求，平面布局合理可行。

10.1.2 辐射工作场所两区划分

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对防护安全的要求：应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

本项目将 X 射线实时成像检测设备工作区域划分为控制区，设备出束时，任何人员不得停留/进入控制区，设备外表面张贴电离辐射警告标志及中文说明；将 X 射线实时成像检测设备工作区域外 1m 以内的区域划分为监督区，监督区通过设置标明监督区的标牌，建设单位为进一步管控，拟在监督区边界设置警戒带，避免设备运行时人员进入和停留。本项目控制区、监督区的划分见图 10-1 与表 10-2。

表 10-2 本项目辐射工作场所两区划分

辐射工作场所	控制区	监督区
X 射线实时成像检测设备工作区域	X 射线实时成像检测设备防护铅房	X 射线实时成像检测设备工作区域外 1m 以内的区域

注：东南侧墙体与铅房不足 1m，因此按照墙体范围内划分监督区。

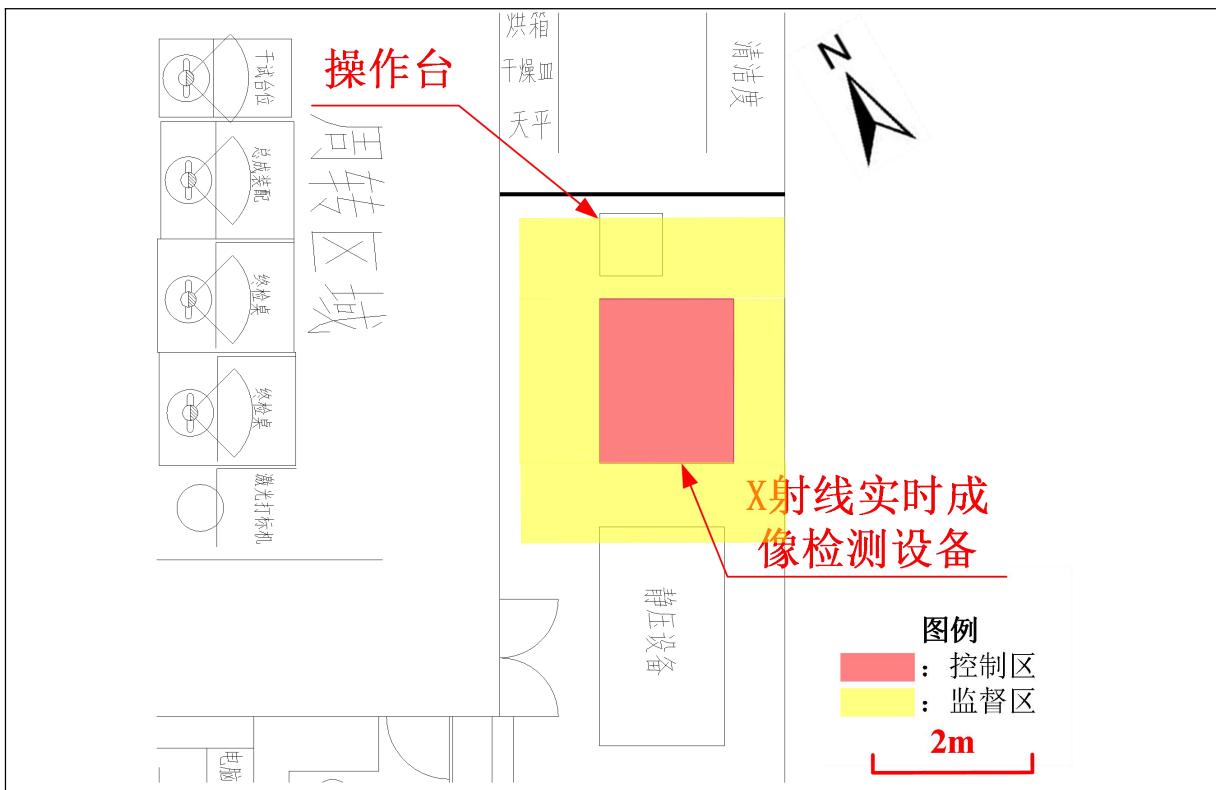


图 10-1 本项目控制区、监督区图

10.1.3 辐射安全防护及环保设施

(1) 屏蔽设计采取措施

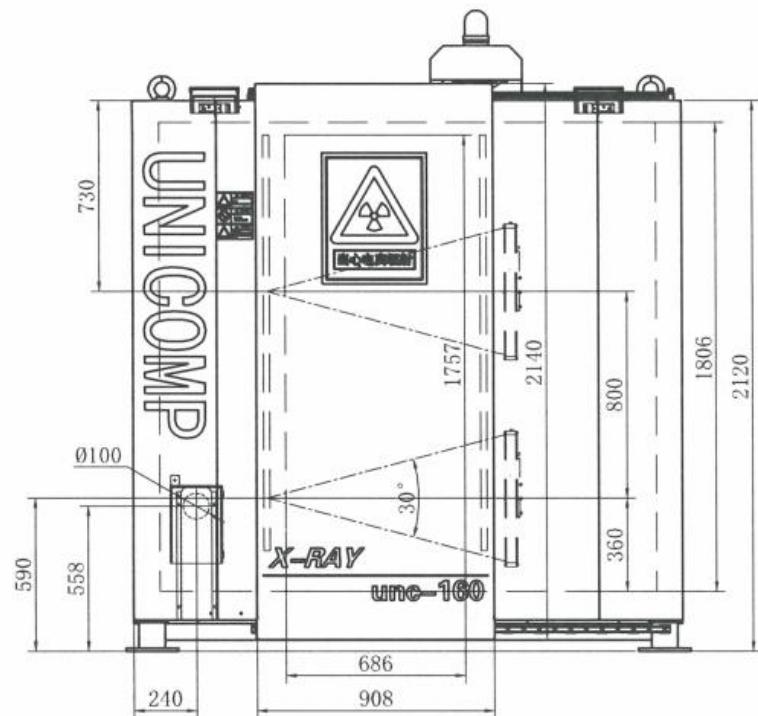
根据建设单位提供的资料可知，本项目 X 射线实时成像检测设备采用设备自带防护铅房进行实体屏蔽，本项目设备自带防护铅房的屏蔽防护情况详见表 10-3，防护设计见图 10-2。

表 10-2 自带防护铅房设计屏蔽情况一览表

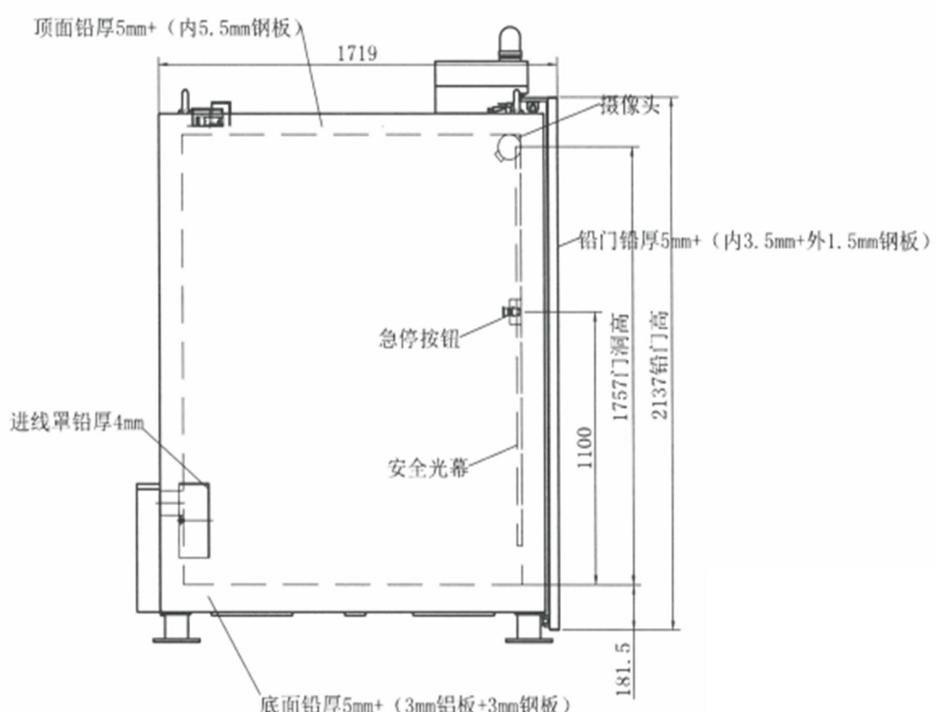
设备名称	X射线主射方向	防护铅房外尺寸 长×宽×高	屏蔽体	尺寸及材料
X射线 实时 成像 检测 设备 (UN C160)	由北向 南	2100mm×1720m m×2470mm	铅房东	5mm 铅+5mm 钢
			铅房南 (主东方向)	8mm 铅+5mm 钢
			铅房西	5mm 铅+5mm 钢
			铅房北	5mm 铅+5mm 钢
			铅房顶部	5mm 铅+5.5mm 钢
			铅房底部	5mm 铅+3mm 铝板+3mm 钢
			通风口和穿线孔 屏蔽防护	5mm 铅板
			工件防护门屏 蔽防护	门洞尺寸 686mm×1757mm，防护门 尺寸 908mm×2137mm，采用 5mm 铅 (门与铅房的两侧搭接均为 111mm，

				上下搭接各为 190mm, 门与铅房屏蔽体之间的缝隙宽度均小于 10mm, 满足搭接宽度大于门墙间隙的 10 倍)
--	--	--	--	---

注: 本项目工件最大尺寸为 800mm×200mm×180mm, 该尺寸远小于防护门门洞尺寸, 满足日常检测要求, 防护门门洞尺寸合理。如日后建设单位新增生产线, 需新增检测被检工件类型, 只要被检工件尺寸小于防护门门洞尺寸, 均能满足检测要求。



正视图



左视图

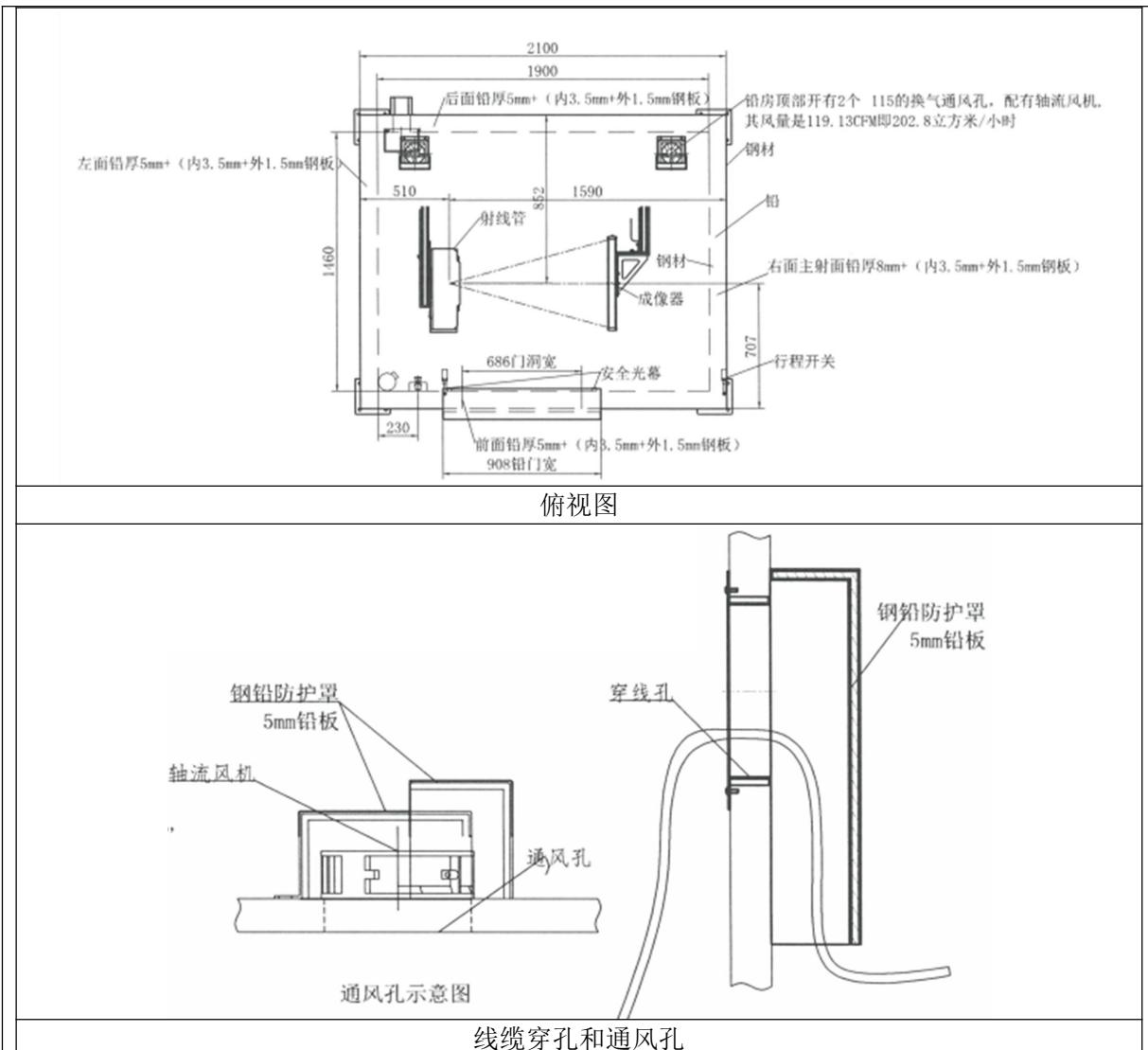


图 10-2 本项目设备防护铅房设计图

(2) 辐射安全装置和防护措施

①实体屏蔽：本项目 X 射线实时成像检测设备采用自带的防护铅房进行屏蔽，可保证设备运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外远程操作，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。

②人员防护措施：工作人员进行探伤工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。建设单位每名辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。

③X-γ辐射剂量率巡测仪：建设单位现有 1 台 X-γ辐射剂量率巡测仪，定期（每季度）使用便携式辐射巡测仪对设备的各个面进行巡测，如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备，应及时通知厂家对设备进行维修维护，并委托有资质的机构对维修

后设备的辐射防护性能进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用该设备。

④门-机联锁：本项目 X 射线实时成像检测设备设置门-机联锁，在防护门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被打开时，设备立即停止出束并断开电源，以保证人员安全。

⑤指示灯和声音提示装置：本项目设备自带工作状态指示灯和声音提示装置，指示灯具有三种工作状态指示，能够反映不同的工作状态：绿灯（设备处于开机状态，可开启射线源），黄灯（防护门处于未关闭状态，不能开启射线源），红灯（射线源开启，处于出束状态），且与 X 射线实时成像检测设备联锁。

⑥急停装置：防护铅房内和操作台处各设置有紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮后，高压电源立即被切断，探伤装置停止出束。一般情况下工作人员不进入防护铅房，若发生人员滞留铅房内，可触发防护门侧急停按钮立即断开高压，停止出束。

⑦视频监控系统：防护铅房内设置有实时视频监控系统，并连接到操作台，工作人员能在操作台实时监控探伤过程及防护门关闭状态，如果出现异常能迅速启动紧急停机装置。

⑧警告标识：防护铅房外表面醒目处张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

⑨固定式场所辐射探测报警装置：参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.1.11 规定：“探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置”本项目使用的 X 射线实时成像检测设备防护铅房非典型探伤室，体积小，正常情况下不进入，因此，本项目 X 射线实时成像检测设备可不安装固定式场所辐射探测报警装置。

⑩排风装置：本项目设备顶部自带排风装置，排风量 $202.8\text{m}^3/\text{h}$ ，设备体积约为 8.93m^3 ，每小时通风换气次数不小于 3 次。

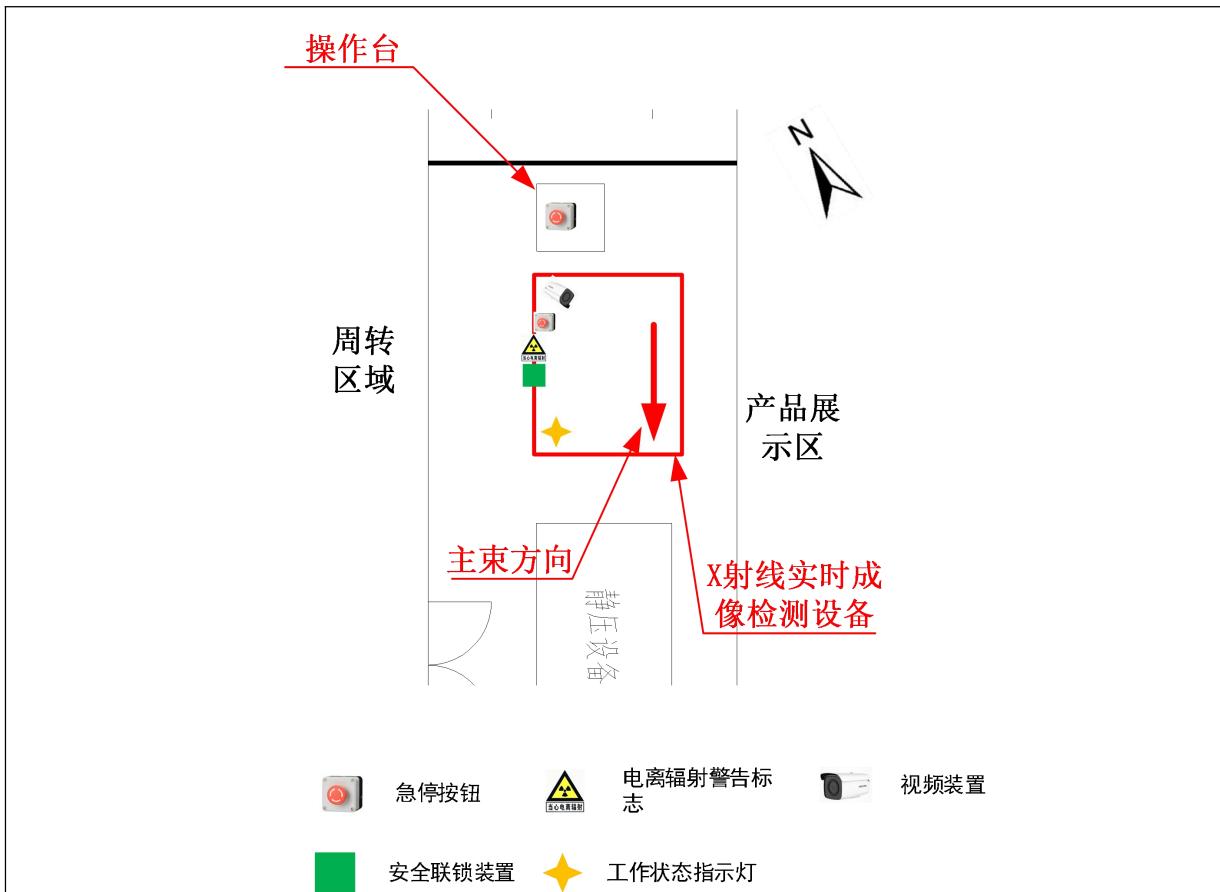


图 10-3 本项目防护措施位置示意图

10.1.4 操作台管理要求

- (1) 操作台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示, 以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。
- (2) 操作台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。控制台上设置与防护门联锁的接口, 当防护门未完全关闭时不能接通 X 射线管电压; 已接通的 X 射线管电压在防护门开启时能立即切断。
- (3) 操作台设有钥匙开关, 只有在打开操作台钥匙开关后, X 射线管才能出束; 钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。钥匙和剂量报警仪串连在一起, 组成钥匙连锁串, 任何情况下, 不允许解除钥匙连锁串。
- (4) 操作台设置有紧急停机开关。
- (5) 操作台设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

10.1.5 设备的检查和维护

(1) 工作前检查项目应包括:

- ①防护铅房外观是否完好;

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；

(2) 运营单位的定期检查：

①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；

②所有的联锁和紧急停机开关的检查；

③制造商推荐的其他常规检测项目。

(3) 设备维护应符合下列要求：

①建设单位应对本项目的设备维护负责，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；

②设备维护包括 X 射线实时成像检测设备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。

设备日常检查和定期检查均由建设单位进行；设备维护由设备厂家进行。

10.1.6 探伤设施退役及报废管理要求

按照《浙江省辐射环境管理办法》和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，建设单位工业探伤设施不再使用或报废时，应实施退役程序。包括以下内容：

(1) 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。

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

(3) 需要报废X射线装置的，建设单位应当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主管部门核销。

10.2 “三废”的治理

本项目 X 射线实时成像检测设备运行过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

根据 X 射线的工作原理，本项目 X 射线实时成像检测设备在工作时产生 X 射线，造成设备内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线实时成像检测设备体积约为 $8.93m^3$ ，设备顶部自带动力排风装置，排风量 $202.8m^3/h$ ，每小时通风换气

次数约 22 次，臭氧及氮氧化物通过设备顶部自带排风装置排放至双创中心厂房内，再通过双创中心厂房通风系统排至室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。风口位于设备顶部，不朝向人员活动密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

10.3 环保投资概算

本项目总投资约为 80 万元，其中环保投资约为 5 万元，占项目总投资额的 6.25%。项目环保投资概算一览见表 10-3。

表 10-3 项目环保投资概算一览

类别	环保措施	金额（万元）
辐射屏蔽措施	铅房屏蔽防护	设备自带
安全装置	急停按钮	设备自带
	安全联锁系统和多重开关	设备自带
	指示灯和声音提示装置	设备自带
废气处理	排风装置	设备自带
监测仪器	X-γ 辐射剂量率巡测仪	依托现有
个人防护用品	为本项目辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪	依托现有
监测	委托第三方机构常规监测和自主竣工环境保护验收监测；	3
人员培训	辐射工作人员上岗培训；	/
警示标识	电离辐射警告标志、地面划警戒线等；	0.5
辐射应急	辐射应急物资、人员培训、应急演练；	1
其他	辐射相关规章制度上墙；	0.5
合计		5

项目运行后，建设单位应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目是在建设单位现有厂房内新增 1 台 X 射线实时成像检测设备，自带铅房防护，不单独设置机房，不涉及土建工程建设，因此无土建施工期影响。

11.1.2 安装调试阶段环境影响分析

设备的调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行调试设备。在设备调试阶段，应加强辐射防护管理。在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在设备外表面设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于本项目 X 射线实时成像检测设备为整体外购，自带防护铅房，设备安装完成包括屏蔽体及安全防护措施的完备，在调试过程中设备参数一般低于正常运行的最大工况，经屏蔽防护后对周围环境的辐射影响将能够满足标准要求。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工作场所周围环境辐射影响分析

本项目通过理论计算评价方法来预测运行期 X 射线实时成像检测设备投入使用后的辐射环境影响。

本项目 X 射线实时成像检测设备最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，有用射线固定由北向南照射，通过防护铅房对 X 射线进行防护。本次计算以装置满功率运行时对铅房四周、底部和顶部辐射环境影响进行预测，屏蔽厚度预测采用保守核算方式，仅按铅厚度进行预测，不叠加钢和铝板的屏蔽贡献，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改清单中的计算公式。

（1）关注点选取

根据实际情况，X 射线实时成像检测设备运行时，有用射线固定由北向南照射，靶点可在上下平面移动，可移动距离为 800mm，房间内四侧墙体距离铅房外表面距离大于 30cm，因此，取铅房外表面 30cm 处为关注点，各关注点距离根据铅房尺寸以最不利情况考虑，关注点分布示意图如图 11-1 所示：

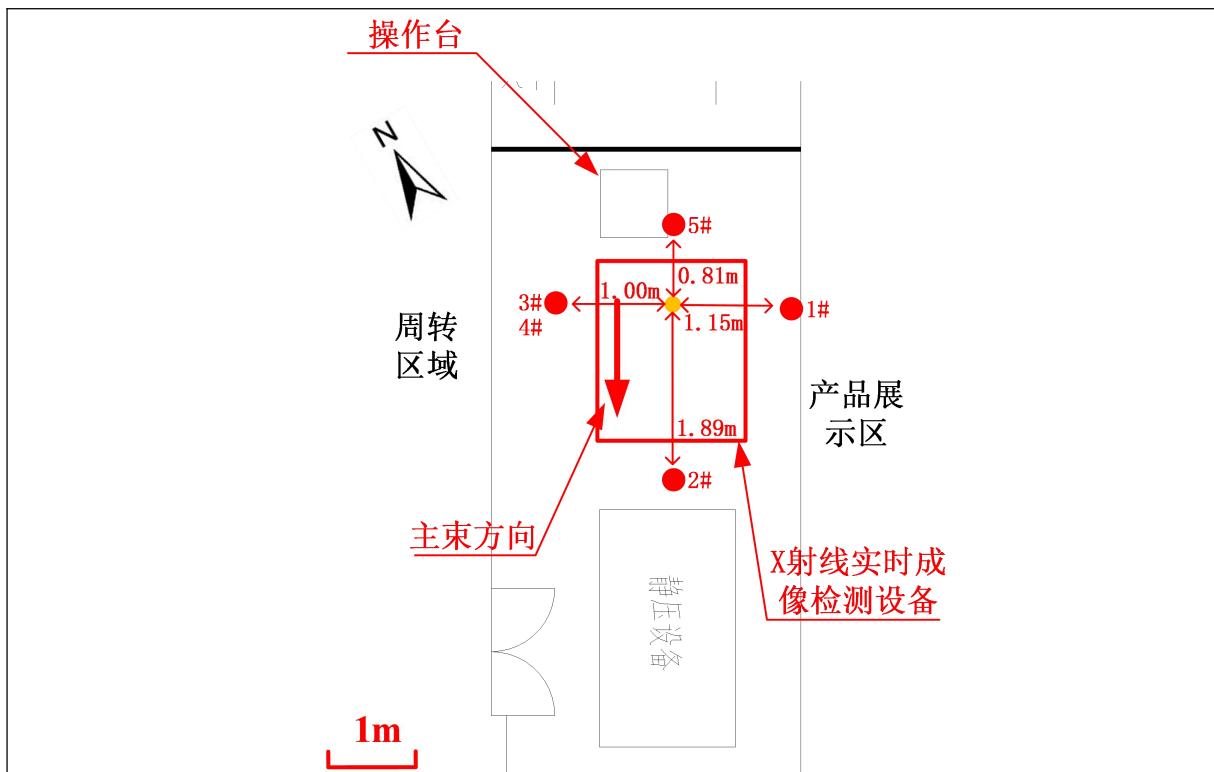


图 11-1 本项目关注点分布示意图 1

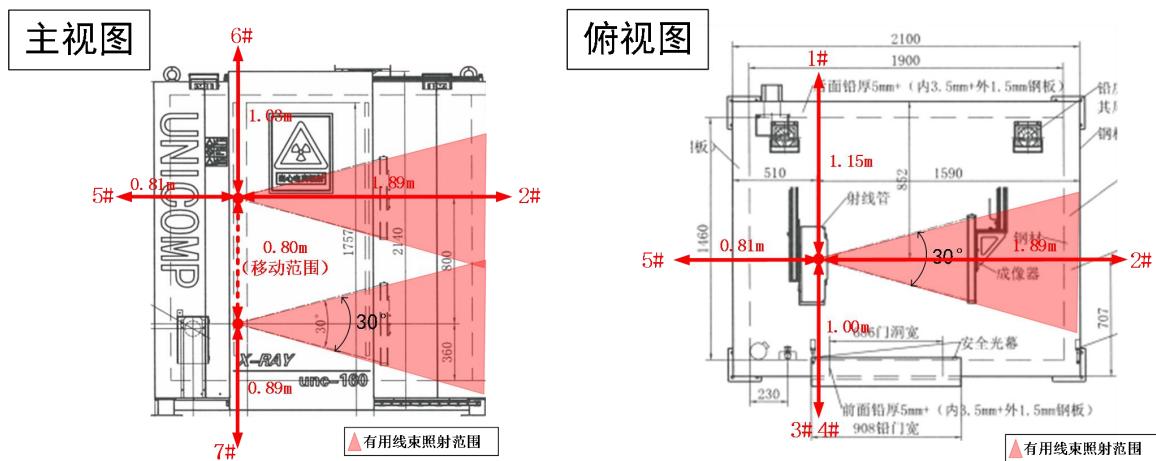


图 11-2 本项目关注点分布示意图 2

表 11-1 关注点情况一览表

场所及关注点	位置描述		辐射类型
X 射线实时成像检测设备	1#	东侧外表面 30cm 处	
		泄漏	
	2#	南侧外表面 30cm 处	
		散射	
	3#	西侧防护铅门外表面 30cm 处	
		泄漏	
	4#	泄漏	
		散射	
	5#	北侧外表面 30cm 处	
		泄漏	
	6#	顶部外表面 30cm 处	
	7#	泄漏	

			散射
7#	底部外表面 30cm 处		泄漏
			散射

根据图 11-1 和图 11-2 可知, 本项目有用线束未朝向顶棚, 且顶棚与其余各侧防护水平相当, 故不考虑天空反散射。

(2) 公式及参数选取

①有用线束的屏蔽估算方法如下:

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B 。关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 11-1 计算:

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{式 11-1}$$

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) ;

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, 单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6.0×10^4 ; 本项目 X 射线实时成像检测设备最大管电压为 160kV, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.1 内插法取得, 当管电压为 160kV、过滤条件: 2mm 铝, 输出量 $H_0=20.38\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即 $1.22 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 进行计算;

B —屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 图 B.1 可知, 图中无 160kV 下 X 射线穿过铅的透射曲线, 本项目保守按照 200kV 下 X 射线穿过铅的透射曲线进行取值。因此, 本项目 160kV 的 8mm 铅 B 保守取 1×10^{-6} ;

R —辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m) 。

②泄漏辐射屏蔽的估算方法如下:

按式 (11-2) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H , 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) :

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 11-2}$$

式中:

B —屏蔽透射因子, 由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.2 中无 160kV 状态下对应的铅什值层数据, 根据表 B.2 内插法取得 160kV 下, X 射线束在铅中的什值层厚度 TVL 为 1.048mm, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按

照式 (11-3) 计算：

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

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 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目 X 射线实时成像检测设备的泄漏辐射剂量率取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

对于给定屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式计算，

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{式 11-3}$$

式中：

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL ——什值层厚度。

③散射辐射屏蔽的估算方法如下：

关注点的散射辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按公式 11-4 计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式 11-4}$$

式中：

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

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6.0×10^4 ；本项目 X 射线实时成像检测设备管电压为 160kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 内插法取得，当管电压为 160kV、过滤条件：2mm 铝，输出量 $H_0=20.38 \text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.22 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ 进行计算；

B ——屏蔽透射因子，对于给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按照式 (11-3) 计算；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV X 射线 90° 散射辐射为 150kV；再查附录 B 表 B.2，150kV 的 X 射线 TVL_铅=0.96mm；

F —— R_0 处的辐射野面积，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 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

R_o ——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）。

（3）屏蔽计算

根据公式 11-1 计算防护铅房南侧（有用线束方向）外表面 30cm 处主射线辐射剂量率，相关计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 有用线束剂量率预测参数及结果

关注点	编号	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I mA	R m	X mm	B	H $\mu\text{Sv}/\text{h}$
X 射线实时成像检测设备南侧外表面 30cm 处	2#	1.22×10^6	3	1.89	8	1E-06	1.02

根据公式 11-2、11-3 计算 X 射线实时成像检测设备周边泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 泄漏辐射剂量率预测参数及结果

关注点	编号	H_L $\mu\text{Sv}/\text{h}$	R m	X mm	TVL mm	B	H $\mu\text{Sv}/\text{h}$
X 射线实时成像检测设备东侧外表面 30cm 处	1#	2.5×10^3	1.15	5	1.048	1.69E-05	3.19E-02
X 射线实时成像检测设备西侧防护铅门外表面 30cm 处	3#	2.5×10^3	1.00	5	1.048	1.69E-05	4.23E-02
X 射线实时成像检测设备西侧外表面 30cm 处	4#	2.5×10^3	1.00	5	1.048	1.69E-05	4.23E-02
X 射线实时成像检测设备北侧外表面 30cm 处	5#	2.5×10^3	0.81	5	1.048	1.69E-05	6.44E-02
X 射线实时成像检测设备顶部外表面 30cm 处	6#	2.5×10^3	1.03	5	1.048	1.69E-05	3.98E-02
X 射线实时成像检测设备底部外表面 30cm 处	7#	2.5×10^3	0.89	5	1.048	1.69E-05	5.33E-02

根据公式 11-3、11-4 计算 X 射线实时成像检测设备周边散射辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	编号	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I mA	R_s m	TVL mm	B	$F\cdot a/R_o^2$	H $\mu\text{Sv}/\text{h}$
X 射线实时成像检测设备东侧外表面 30cm 处	1#	1.22×10^6	3	1.15	0.96	6.19E-06	1/50	3.43E-01
X 射线实时成像检测设备西侧防护铅门外表面 30cm 处	3#	1.22×10^6	3	1.00	0.96	6.19E-06	1/50	4.53E-01
X 射线实时成像检测设备西侧外表面 30cm 处	4#	1.22×10^6	3	1.00	0.96	6.19E-06	1/50	4.53E-01

X 射线实时成像检测设备 北侧外表面 30cm 处	5#	1.22×10^6	3	0.81	0.96	6.19E-06	1/50	6.91E-01
X 射线实时成像检测设备 顶部外表面 30cm 处	6#	1.22×10^6	3	1.03	0.96	6.19E-06	1/50	4.27E-01
X 射线实时成像检测设备 底部外表面 30cm 处	7#	1.22×10^6	3	0.89	0.96	6.19E-06	1/50	5.72E-01

注: 本项目设备最大管电压 160kV, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 2, 160kV X 射线 90° 散射辐射为 150kV, 铅当量层根据表 B.2 取 0.96mm, $F \cdot \alpha / R_0^2$ 保守取 1/50。

各关注点辐射剂量率水平计算结果见表 11-5。

表 11-5 铅房周围辐射剂量率水平预测结果

编号	关注点	主射辐射 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	合计 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
1#	X 射线实时成像检测设备东侧 外表面 30cm 处	/	3.19E-02	3.43E-01	3.75E-01
2#	X 射线实时成像检测设备南侧 外表面 30cm 处	1.02	/	/	1.02
3#	X 射线实时成像检测设备西侧 防护铅门外表面 30cm 处	/	4.23E-02	4.53E-01	4.95E-01
4#	X 射线实时成像检测设备西侧 外表面 30cm 处	/	4.23E-02	4.53E-01	4.95E-01
5#	X 射线实时成像检测设备北侧 外表面 30cm 处	/	6.44E-02	6.91E-01	7.55E-01
6#	X 射线实时成像检测设备 顶部外表面 30cm 处	/	3.98E-02	4.27E-01	4.67E-01
7#	X 射线实时成像检测设备 底部外表面 30cm 处	/	5.33E-02	5.72E-01	6.25E-01

由表 11-5 可知, 本项目 X 射线实时成像检测设备正常工作下, 设备外表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 $1.02\mu\text{Sv}/\text{h}$, 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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

11.2.2 通风口及穿线孔处辐射影响分析

本项目 X 射线实时成像检测设备 2 个通风口处均拟采用 5mmPb 防护罩进行屏蔽防护, 铅防护罩采用迷宫式设计, X 射线在通风口铅防护罩内至少经过 3 次散射才能到达曝光室外, 根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明, 如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道, 是能保证迷道口工作人员的安全”, 可推断通风口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口散射示意图见图 11-3。

本项目 X 射线实时成像检测设备穿线孔处拟采用 5mmPb 防护罩进行屏蔽防护, 铅防护罩采用迷宫式设计, X 射线在穿线孔铅防护罩内至少经过 3 次散射才能到达曝光室外, 根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明, 如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道, 是能保证迷道口工作人员的安全”, 可推断穿线孔处的辐射剂量率能

够满足标准要求。电缆口散射示意图见图 11-4。

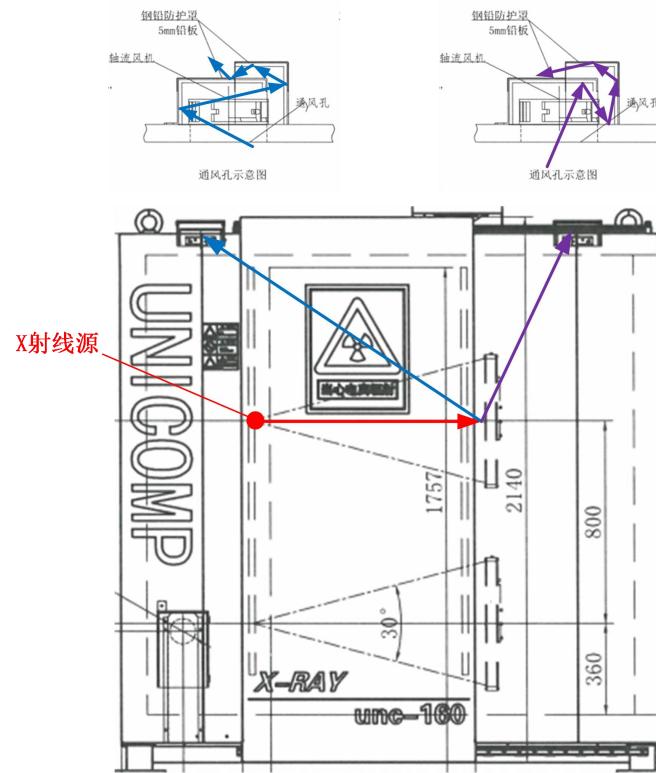


图 11-3 X 射线实时成像检测设备通风口防护罩结构散射示意图

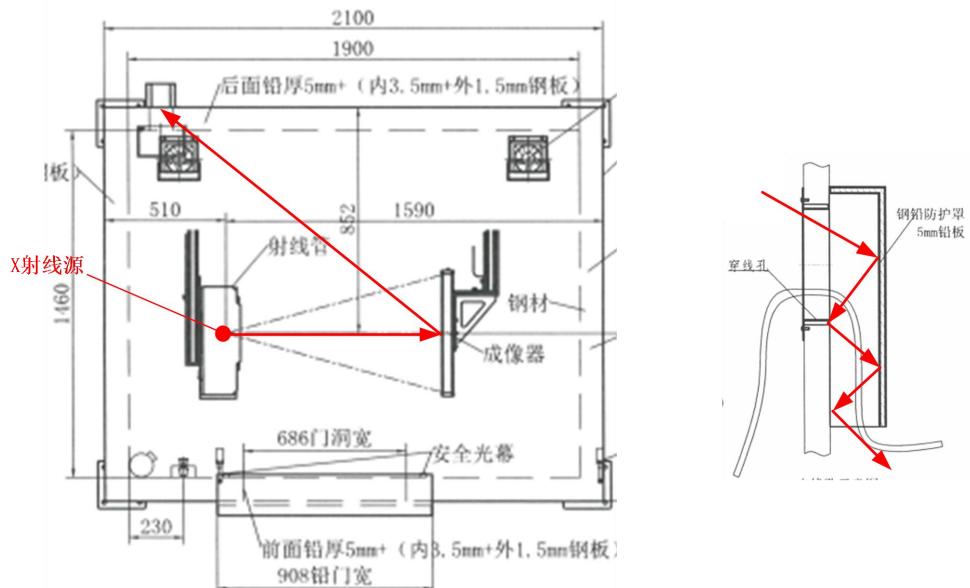


图 11-4 X 射线实时成像检测设备通风口防护罩结构散射示意图

11.2.3 人员辐射年有效剂量估算

人员受照的年有效剂量可由以下公式估算：

$$H = H_0 \times T \times t \times r^2 / (r + R)^2 \quad \text{式 11-5}$$

式中：

H ——辐射外照射人均年有效剂量， Sv ；

H_0 ——辐射剂量率， Sv/h ；

t ——年工作时间， h ；

T ——居留因子。

r ——源点与关注点的距离（ m ）；

R ——关注点与保护目标的距离（ m ）；

居留因子选取参考表 11-6。

表 11-6 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	控制台、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

注：取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1。

根据表 11-5 计算的各个关注点辐射剂量率、工作时间及居留因子，计算辐射工作人员和公众的年剂量，具体见表 11-7。

表 11-7 设备运行时周围工作人员和公众的年有效剂量估算结果

保护目标	对应关注点	关注点剂量率 $\mu\text{Sv/h}^*$	居留因子 T	年受照时间 h	与对应关注点最近距离 m	年有效剂量 mSv	年剂量约束值
操作台辐射工作人员	5#	7.55E-01	1	500	0.40	1.69E-01	职业： 5mSv
东南侧产品展示区公众	1#	3.75E-01	1/8	1500	0.35	4.13E-02	
西南侧静压设备操作位公众	2#	1.02	1	1500	2.90	2.38E-01	
西南侧金相室公众	2#	1.02	1	1500	7.10	6.76E-02	
西南侧办公室公众	2#	1.02	1	1500	3.50	1.88E-01	
西侧周转区域操作位公众	3#	4.95E-01	1	1500	4.96	2.09E-02	
北侧清洁度室操作位公众	5#	7.55E-01	1	1500	2.10	8.77E-02	

*注：关注点剂量率取值依据为 X 射线实时成像检测设备铅房对应侧 30cm 处的剂量率估算值。

由表 11-7 可知，辐射工作人员受照的年有效剂量最大为 $1.69 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，公众受照的年有效剂量最大为 $2.38 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求和本次评价年有效剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）的要求。

本项目依托现有辐射工作人员，本次评价考虑现有辐射工作人员操作另外一台射

线装置的叠加影响，根据最新四季度个人剂量报告可知，现有辐射工作人员个人年受照剂量监测结果最大值为 0.10mSv。因此，叠加本项目受照的年有效剂量 0.169mSv 后，辐射工作人员年有效剂量最大估算值为 0.269mSv。仍满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求和本次评价年有效剂量约束值（职业人员 5mSv/a）的要求。

由于本项目 X 射线实时成像检测设备与公司现有 1 台工业 CT 相距较远（约 74m），因此不考虑 2 台设备的叠加影响。

11.2.3 “三废”环境影响分析

根据 X 射线的工作原理，本项目 X 射线实时成像检测设备在工作时产生 X 射线，造成设备内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线实时成像检测设备体积约为 8.93m³，设备顶部自带动力排风装置，排风量 202.8m³/h，每小时通风换气次数约 22 次，氧及氮氧化物通过设备顶部自带排风装置排放至双创中心厂房内，再通过双创中心厂房通风系统排至室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。风口位于设备顶部，不朝向人员活动密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

本项目 X 射线实时成像检测设备采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废。

11.3 事故影响分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（环发〔2006〕145 号）的规定，发生辐射事故时，使用射线装置的单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。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。

11.3.1 本项目可能发生的辐射事故：

建设单位使用的射线装置属于 II 类射线装置，根据建设单位 X 射线实时成像检测设备的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射

线照射：

(1) 安全联锁装置发生故障，防护门未关闭时，外面人员启动 X 射线实时成像检测设备进行检测，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障，无关人员打开防护门，造成人员被照射，引发辐射事故。

11.3.2 辐射事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施和应急预案防范措施：

(1) 从事 X 射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好装置的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

(2) 定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请厂家对设备进行维护维修；

(3) 射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

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

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类射线装置的工作单位，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。

建设单位已成立辐射安全防护管理领导小组，负责辐射安全与环境保护管理工作以及应急救援指挥工作，该管理机构明确了组成人员及相关职责，故建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足现有辐射管理工作的要求。人员名单如下：

组长：陆青松

副组长：罗爱娇

组员：陈爱军

本项目实施后，本项目相关负责人需纳入建设单位现有的辐射安全防护小组中，建设单位应根据核技术利用项目开展情况和人事变动情况及时发文更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量监测

本项目拟配备辐射工作人员3名，均为现有辐射工作人员调配而来。建设单位为辐射工作人员配置个人剂量计。个人剂量计常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应终生保存。

（2）辐射安全与防护培训

本项目3名辐射工作人员为现有辐射工作人员，均通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加“X射线探伤”类别辐射安全与防护培训和考核，并取得考核成绩合格报告单后从事辐射工作。考核成绩单有效期为5年，届时应及时参加再培训。

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），本项目若新增辐射工作人员，应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加“X射线探伤”类别的考核，考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位已为辐射工作人员进行了上岗前、在岗期间职业健康检查，且至少每两年为辐射工作人员进行一次职业健康检查，建立个人健康档案。

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，辐射工作单位应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，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，近一年（连续四个检测周期）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

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前文表 1 中 1.7 章节，内容健全完善且规范，且严格执行于实际工作中，满足现有核技术利用项目的管理需要，合理可行。本项目 X 射线实时成像检测设备建成后，将相关制度重新完善后张贴于相关辐射工作场所。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。根据实际情况，项目单位需建立辐射剂量监测制度，包括辐射工作场所、环境监测和个人剂量监测。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》。本项目每名辐射工作人员应配置1枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。

表 12-1 监测仪器和防护设备情况表

工作场所	监测仪器	配置情况说明	备注
本项目X射线 实时成像检测 设备	便携式X- γ 射线巡测仪	配置1台	依托现有
	个人剂量计	每名辐射工作人员配备1枚个人剂量计	现有辐射工作人员已配备

12.3.1 辐射工作人员个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，建设单位须为每位辐射工作人员配备1枚个人剂量计，工作期间佩戴于胸前，定期将个人剂量计进行回收，委托有资质的监测机构进行监测，并出具监测报告，监测周期不得超过3个月，建设单位对监测结果进行记录存档。

建设单位须建立辐射工作人员个人剂量监测档案，包括姓名、工作单位、监测周期、监测结果等信息，个人剂量监测档案应终生保存。

12.3.2 辐射工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的监测机构进行监测。

建设单位利用现有的1台X- γ 辐射剂量率巡测仪，每季度对X射线实时成像检测设备外表面30cm处周围辐射环境进行一次自行监测。

建设单位须定期（每年一次）请有资质的单位对X射线实时成像检测设备外表面30cm处周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案，年度监测报告应作为《辐射安全与防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

表 12-2 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测范围	监测依据	控制水平	监测类型
年度监测	X射线实时成像检测设备	周围剂量当量率	1次/年	X射线实时成像检测设备外表面、防护门及缝隙表面30cm处、电缆口和排风口处、人员操作位、评价范围内其它人员常停留区域	(HJ1157-2021)、(HJ61-2021)、(GBZ117-2022)	不大于2.5 μ Sv/h	委托监测
自行监测	X射线实时成像检测设备	周围剂量当量率	1次/季度				自行监测
验收监测	X射线实时成像检测设备	周围剂量当量率	项目建成后3个月内				委托监测

12.3.3 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验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《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。项目建成具备运行条件后三个月内办理竣工环保验收手续，验收合格后方投入使用。

12.4 辐射事故应急

建设单位已制定《辐射事故应急预案》。该预案明确了事故处理措施，公布了事故情况下各部门（包括生态环境、卫生和公安等管理部门）的联络电话。经与建设单位核实，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。建设单位每年均定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。因此，现有辐射事故应急预案合理可行。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

建设单位拟在双创中心厂房内新增一套UNC160型X射线实时成像检测设备用于工件无损检测。本项目UNC160型X射线实时成像检测设备最大管电压均为160kV，最大管电流均为3mA，设备自带防护铅房，为II类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

(1) 辐射安全防护措施结论

本项目拟新增X射线实时成像检测设备自带防护铅房；设备设置有门-机联锁、指示灯和声音提示装置、急停装置、视频监控系统、警告标识等安全设施，建设单位配有1台便携式X- γ 射线巡测仪，每名辐射工作人员配有人个人剂量计。建设单位在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少不必要的照射，根据理论估算分析结果，本项目拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

(2) 辐射安全管理结论

建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，已成立辐射环境管理领导小组，负责辐射安全与环境保护管理工作以及应急救援指挥工作。辐射环境管理领导小组的主要任务是确保射线装置的使用安全，避免或减少辐射事故的发生；建设单位已制定了《辐射事故应急预案》、《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护措施》、《台账管理制度》、《人员培训计划》和《监测方案》等制度。

建设单位对现有辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

综上，浙江银轮机械股份有限公司具备从事辐射活动的能力，能够保障辐射安全管理。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 电离辐射

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设已采取了针对电离辐射有效的防护措施。本项目X射线实时成像检测设备的固有安全特性和各项安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。根据理论计算分析，设备正常运行时，X射线实时成像检测设备屏蔽体外表面30cm处的辐射剂量率满足《工

业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求。

本项目工作人员及公众最大年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量限值”和本项目提出的年剂量约束值（工作人员5mSv，公众0.25mSv）的要求。

（2）废气

本项目X射线实时成像检测设备体积约为8.93m³，设备顶部自带动力排风装置，排风量202.8m³/h，每小时通风换气次数约22次，臭氧及氮氧化物通过设备顶部自带排风装置排放至双创中心厂房内，再通过双创中心厂房通风系统排至室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。风口位于设备顶部，不朝向人员活动密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

13.1.4 项目可行性分析结论

（1）产业政策符合性

本项目新增使用1台X射线实时成像检测设备，根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，项目不属于限制类和淘汰类。因此，项目的建设符合国家产业政策要求。

（2）实践正当性

X射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各类金属或其他材料内部可能产生的缺陷，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的检测效果，是其它探伤项目无法替代的，由于X射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。且使用过程中采取满足国家标准要求的辐射安全防护措施，同时加强辐射安全管理，对周围环境和人员的影响满足标准要求。因此，该项目使用X射线实时成像检测设备的目的是正当可行的，并且该项目有较好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

（3）选址合理性

本项目设备位于厂区双创中心厂房内，利用现有场地，不新增用地，用地性质为

工业用地。本项目 50m 范围内主要为厂区内部厂房、综合大楼和厂区道路，不涉及居民区和学校等环境敏感区，也不涉及天台县生态保护红线。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

（4）项目可行性分析

综上所述，浙江银轮机械股份有限公司 X 射线实时成像检测设备应用项目符合国家产业政策要求，具有实践正当性，选址合理，在落实本评价报告所提出的各项污染防治和辐射安全管理措施后，该企业将具备其所从事的辐射活动的能力，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

- (1) 应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善；
- (2) 应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。
- (3) 对已经不再从事辐射工作的人员无需进行个人剂量监测。

13.2.2 承诺

- (1) 项目严格按照本次报批的设备类型、数量、设计方案建设，项目竣工后按要求自主组织竣工环保验收工作，通过验收后方可正式投运。
- (2) 在 X 射线实时成像检测设备正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度及设备操作规程于工作场所的墙面上，并在铅房外设立符合规范要求的电离辐射警告标志。
- (3) 严格执行辐射监测计划，发现隐患及时整改；对门-机联锁装置、警示灯联锁装置等防护设施进行经常性检查，发现防护设施故障或失灵应立即维护、修复。
- (4) 按计划组织辐射工作人员进行辐射安全与防护培训工作，并加强辐射工作人员剂量计佩戴和个人剂量监测工作的管理和监督。
- (5) 运行过程中严格管理，做好辐射监测和台账记录管理，按要求上报相关资料，不弄虚作假。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:

经办人:

公章

年 月 日

审批意见:

经办人:

公章

年 月 日