

核技术利用建设项目
嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司
年产 250 台 II 类射线装置建设项目
环境影响报告表
(报批稿)

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司

2022 年 8 月

生态环境部制

核技术利用建设项目
嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司
年产 250 台 II 类射线装置建设项目
环境影响报告表

建设单位名称：嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：李龙

通讯地址：嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号

邮政编码：314200

联系人：郭嫣

电子邮箱：/

联系电话：18016294898

目 录

表 1	基本情况	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质	7
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	13
表 8	环境质量和辐射现状	19
表 9	项目工程分析与源项	22
表 10	辐射安全与防护	33
表 11	环境影响分析.....	35
表 12	辐射安全管理	52
表 13	结论与建议	58
表 14	审批	62

表 1 基本情况

建设项目名称	嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司年产 250 台 II 类射线装置建设项目				
建设单位	嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司				
法人代表	李龙	联系人	郭嫣	联系电话	18016294898
注册地址	嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号				
项目建设地点	嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号				
立项审批部门	平湖市经济和信息化局 (市数字经济发展局)		批准文号	2207-330482-07-02-664341	
建设项目总投资(万元)	1062.79	项目环保投资(万元)	10	投资比例(环保投资/总投资)	0.94%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	不新增占地
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"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" 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 建设单位基本情况

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司（以下简称“公司”），成立于 2019 年 2 月，是一家从事探伤设备、仪器仪表、电子产品、机电设备的研发、生产、设计、销售、维修企业。厂址位于嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号，征地 6690.50m²（折 10.036 亩），总建筑面积为 10327.27m²，购置 CNC 加工中心、脉冲磁发生器、紫外测量仪等生产设备，形成年产 200 套智能检测系统的生产能力。公司已委托编制《年产 200 套智能检测系统建设项目环境影响报告表》，并于 2021 年 7 月 5 日通过嘉兴市生态环境局平湖分局的环保审批，批复文号：嘉（平）环建〔2021〕078 号，2021 年 10 月 22 日通过环保竣工自主验收，2022 年 6 月 21 日通过平湖市经济和信息化局组织的竣工核验，相关环评批复和验收意见具体见附件 5~附件 7。公司已办理固定污染源排污许可登记文件，见附件 8。

1.2 项目建设目的和任务由来

因公司整体发展需要，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司拟在现有厂房南侧部分的

1 层和北侧部分的 2 层车间内开展年产 250 台 II 类射线装置建设项目。通过购买射线管（已封装完整）、计算机系统（PC）、屏蔽体（整体铅房）、管线等部件，自行组装生产 X 射线实时成像检测系统，并在指定的调试区对其进行整机调试，调试时工作人员隔室操作，不涉及 X 射线管老化处理。该产品主要应用于汽车、航天航空、军工国防、铸造焊接、承压设备、电子元器件、石油化工、矿山机械、船舶、锂电池等行业部件进行无损检测，检测目的为确认内部缺陷及缺陷分布状况、部件性能是否满足要求。

本项目 X 射线实时成像检测系统的生产型号共 5 种，分别为：CX-E90 型（最大管电压为 90kV，最大管电流为 0.2mA）；CX-E100 型（最大管电压为 100kV，最大管电流为 0.2mA）、CX-E160 型（最大管电压为 160kV，最大管电流为 7mA）、CX-E200 型（最大管电压为 200kV，最大管电流为 6mA）、CX-E225 型（最大管电压为 225kV，最大管电流为 5.5mA），年生产量各 50 台，合计 250 台/年。X 射线实时成像检测系统厂内调试完毕后由嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司工作人员对其进行销售，在指定的销售展示区进行开机演示和试验件检测，并负责购买方单位 X 射线实时成像检测系统的安装调试、培训和售后维修工作。射线装置从建设单位厂区到购买方单位之间的运输拟委托第三方公司负责，并由其承担运输过程中所有的辐射安全责任，建设单位不自行运输。X 射线实时成像检测系统年销售、使用（购买方单位安装调试、培训、售后维修）的型号和数量与生产的型号和数量均一致。

本项目已取得浙江省工业企业“零土地”技术改造项目备案通知书，项目代码：2207-330482-07-02-664341，见附件 2。根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）及第 1 号修改单，本项目主体工程所属行业为 C3974 显示器件制造。对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目主体工程非放射性内容属于“三十六、计算机、通信和其他电子设备制造业 39”中“80、电子器件制造”，基于生产工艺仅为简易的组装，所有组装件均为直接外购，不涉及切割、打磨、焊接、喷漆等相对复杂工艺，不在该管理名录中需开展环评的范畴内，故本项目不予评价。

根据《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 2017 年第 66 号）以及原环境保护部对放射装置分类中对自屏蔽工业探伤结构理解的回复：“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”，本项目 X 射线实时成像检测系统属于工业用 X 射线探伤装

置，设备为一体化结构设计并自带铅防护屏蔽体，但具备人员进入自带铅房内部的条件，故本项目 X 射线实时成像检测系统的生产、销售活动应按 II 类射线装置管理，使用活动亦按 II 类射线装置管理。

对照《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”中的“生产和使用 II 类射线装置”、“销售 II 类射线装置”项目，分别应编制环境影响报告表和环境影响登记表。对于建设内容涉及名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定。因此，本项目应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司委托杭州卫康环保科技有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、委托监测、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 项目建设内容与规模

公司拟在现有厂房南侧部分的 1 层车间内新建销售展示区，北侧部分的 2 层车间新建装配区、调试区、原材料库及成品库等，用于开展年产 250 台 II 类射线装置建设项目，最终形成年生产、销售和使用 250 台 X 射线实时成像检测系统的规模，评价内容和规模见表 1-1。

表 1-1 本次评价内容和规模

设备名称	类别	数量 (台/年)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	活动 种类	工作场所位置
X 射线实时成像检测系统	II 类	50	CX-E90	90	0.2	生产、 销售、 使用	现有厂房 2 层车间 的调试区
		50	CX-E100	100	0.2		
		50	CX-E160	160	7		
		50	CX-E200	200	6		
		50	CX-E225	225	5.5		现有厂房 2 层车间 的调试区及 1 层车 间的销售展示区

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及周围环境

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司位于嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号，地理位置见附图 1。厂区东北侧为浙江慧凯模塑科技有限公司，东南侧为大熊模具（嘉兴）有限

公司；南侧为汉粤净化设备（浙江）有限公司，西侧为虹桥路，北侧为平湖市银信新材料科技有限公司，周围环境关系见附图 2，环境实景见附图 3。

整个厂区主要由 1 幢主生产厂房（兼研发办公）以及门卫室组成，厂房为不规则设计，其中西侧部分为 5F 结构（2F~5F 为办公和研发）、北侧部分为 4F 结构（1F~2F 为生产车间，3F 为闲置区，4F 为办公区），南侧部分为 1F 单层结构（层高与北侧 3F 同高，主要用于产品总装和调试），均不设地下层。厂区总平面布置见附图 4，剖面图见附图 5。

1.4.2 本次辐射工作场所位置及周围环境

本项目现有厂房南侧部分的 1 层的东南角作为销售展示区，主要用于开机演示和试验件检测。销售展示区设计尺寸为 8.8m（长）×8m（宽），其东侧和南侧均为厂区道路，西侧为渗透生产设备区，北侧为车间通道，正上方隔约 12m 的开放空间为厂房楼顶（属于无人平台），正下方为土层，无地下层。现有厂房北侧部分的 2 层为装配区、调试区、原材料库及品库，调试区的设计尺寸为 8.8m（长）×8m（宽），其东侧和南侧均临空，西侧为装配区，北侧为车间通道，正上方为闲置区，正下方为剪切和折弯区。相关辐射工作场所所在楼层及楼上、楼下等相邻楼层平面布局情况见附图 5~附图 7。

1.4.3 规划符合性分析

1、用地规划符合性分析

本项目位于嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号，根据建设单位提供的不动产权证（见附件 5），本项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

2、与《张江长三角科技城一期启动区控制性详细规划》符合性分析

张江长三角科技城（新埭镇）共包括三个区块，分别为一期启动区、孵化区、洁具工业城。其中一期启动区规划范围为北至界河，南至善新公路，西至规划平兴公路，东至规划兴豪路，规划用地总面积 556.731 公顷。

一期启动区划分四大功能板块，分别为游购小镇板块、科技研创板块、国际社区板块、先进制造板块。游购小镇板块功能定位为：依托进口商品城打造欧洲风情的特色游购区。科技研创板块功能定位为：创新型企业的生产、研发、办公功能，以及航天工业先进制造平台。国际社区板块功能定位为：打造环境优美、配套完善的宜居生活片区。先进制造板块功能定位为：转型与提升现状传统产业，依托现有的服装加工、箱包、洁具和金属制品业为基础，导入先进制造和生命健康等新兴产业。

对照《张江长三角科技城一期启动区控制性详细规划图》（见附图 8），本项目用地类型

属于工业用地，其产业类型属先进制造业，符合板块定位。因此，本项目的建设符合《张江长三角科技城一期启动区控制性详细规划》的要求。

3、“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），本项目“三线一单”符合性判定情况见表1-2。

表 1-2 本项目“三线一单”符合性分析

生态保护红线	根据《平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案》（平政发〔2020〕86号）及《平湖市生态保护红线分布图》（见附图9），本项目所在地周边无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态保护目标，未触及生态保护红线。
环境质量底线	经现场检测，本项目辐射工作场所拟建址及周围环境的 γ 辐射剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。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。“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，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常生活用水和设施用电，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	<p>根据《平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案》（平政发〔2020〕86号），本项目所在区域属于平湖市新埭镇产业集聚重点管控单元（编码：ZH33048220005，见附图10），该单元环境管控单元准入清单如下：</p> <p>①空间布局约束：1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。2、原则上禁止新建三类工业项目，现有三类工业项目扩建、改建不得增加污染物排放总量，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。3、严格限制新、扩建医药、印染、化纤、合成革、工业涂装、包装印刷、塑料和橡胶等涉VOCs重污染项目（全部使用新料的塑料制品业、全部使用符合《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号）文件要求的水性涂料、油墨、胶粘剂等的除外），新建涉VOCs排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。4、除热电行业外，禁止新建、改建、扩建使用高污染燃料的项目。5、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、生态绿地等隔离带。</p> <p>②污染物排放管控：1、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。2、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。3、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。4、加强土壤和地下水污染防治与修复。</p> <p>③环境风险防控：1、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。2、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，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>④资源开发效率要求</p> <p>1、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、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。</p> <p>本项目为核技术利用建设项目，主要生产、销售和使用II类射线装置，不属于《平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案》附表工业项目分类表中的工业项目。项目利用厂区现有建筑开展工作，不改变土地现状。经营过程中污染物简单，排放量较小，“三废”污染物皆可控制和处理，故项目运营后对周围环境不会产生较大影响。同时，公司拟制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。因此，本项目的实施符合《平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求，符合生态环境准入清单的要求。</p>

因此，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

1.4.4 选址合理性分析

本项目调试区和销售演示区的评价范围 50m 内环境保护目标主要包括厂内负责生产调试、销售区开机演示、试验件检测及购买方处安装调试、技术培训和售后维修等的辐射工作人员、生产车间周围的非辐射工作人员及厂外各生产企业（平湖市银信新材料科技有限公司、浙江慧凯模塑科技有限公司、大熊模具（嘉兴）有限公司及汉粤净化设备（浙江）有限公司）的公众成员，不涉及居民点和学校等环境敏感点。同时，本项目用地性质为工业用地，周围无环境制约因素。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，本项目选址是合理可行的。

1.5 产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》和国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，本项目属于第一类鼓励类中第十四项“机械”第 6 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”，符合国家产业政策的要求。

1.6 实践正当性分析

本项目的实施可为相关企业提供无损检测设备，用于开展产品的无损检测，从而提高产品的性能，具有良好的社会效益和经济效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司之前未开展过与辐射有关的工作，尚未取得《辐射安全许可证》，因此不存在原有核技术利用项目许可情况。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操 作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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 类	50 台/年	CX-E90	90	0.2	无损检测	现有厂房 2 层车间的调试区	本次评价
			50 台/年	CX-E100	100	0.2	无损检测	现有厂房 2 层车间的调试区	
			50 台/年	CX-E160	160	7	无损检测	现有厂房 2 层车间的调试区	
			50 台/年	CX-E200	200	6	无损检测	现有厂房 2 层车间的调试区	
			50 台/年	CX-E225	225	5.5	无损检测	现有厂房 2 层车间的调试区及 1 层车间的销售展示区	

(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	
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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	通过机械排风设施排出 X 射线实时成像检测系统自带的探伤铅房，由车间的排风扇排到室外，直接排放于大气环境中。
废 X 射线管	固态	/	/	/	3 个	/	不暂存	由 X 射线管生产厂家回收处置

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 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 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 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 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、国家卫生计生委公告 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》，环发 (2006) 145 号，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(10) 《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>(11) 关于修改<产业结构调整指导目录 (2019 年本)>的决定》，国家发展和改革委员会令 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行；</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 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《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>(14) 《国家危险废物名录 (2021 年版)》，生态环境部令 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《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 9 号，2019 年 11 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388号,2021年2月10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2月10日起施行;</p> <p>(18)关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2015年本)》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单(2015年本)》的通知,浙环发〔2015〕38号,原浙江省环境保护厅,2015年10月23日起施行;</p> <p>(19)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(2019年本)》的通知,浙环发〔2019〕22号,浙江省生态环境厅,2019年12月20日起施行;</p> <p>(20)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>(21)关于印发《平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知,平政发〔2020〕86号,平湖市人民政府,2020年10月18日起施行。</p>
技术标准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016),2017年1月1日实施;</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016),2016年4月1日实施;</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002),2003年4月1日实施;</p> <p>(3)《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015),2015年6月1日实施;</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,2017年10月27日实施;</p> <p>(4)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019),2020年4月1日实施;</p> <p>(5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021),2021年5月1日实施;</p> <p>(6)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021),2021年5月1日实施;</p> <p>(7)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021),2021年8月1日实施;</p> <p>(8)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020),2021年3月1日实施;</p> <p>(9)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》(GBZ 2.1-2019),2020年4月1日实施;</p> <p>(10)《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)及2018年修改单,2018年9月1日实施。</p>

其他

- (1) 环评委托书;
- (2) 建设单位提供的其他与工程建设有关的技术资料。

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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，并结合本项目的实际情况，最终确定本项目评价范围如下：

①生产：本项目在指定的调试区内进行自带屏蔽防护的 X 射线实时成像检测系统的调试。因此，本项目评价范围为 X 射线实时成像检测系统的铅房外 50m 的区域。

②销售：本项目在指定的销售展示区进行自屏蔽的 X 射线实时成像检测系统的开机演示和试验件检测。因此，本项目评价范围为 X 射线实时成像检测系统的铅房外 50m 的区域。

本项目评价范围示意图见附图 4。销售过程不产生 X 射线，销售后移交至购买方作培训使用和维修的场所为生态环境主管部门批复客户使用的场所，评价范围根据使用单位的环境影响评价文件确定。

7.2 环境保护目标

本项目的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、公司辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目调试区和销售演示区的评价范围 50m 内环境保护目标主要包括厂内负责生产调试、销售区开机演示、试验件检测及购买方处安装调试、技术培训和售后维修等的辐射工作人员、生产车间周围的非辐射工作人员及厂外各生产企业（平湖市银信新材料科技有限公司、浙江慧凯模塑科技有限公司、大熊模具（嘉兴）有限公司及汉粤净化设备（浙江）有限公司）的公众成员，具体分布情况见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

场所名称	环境保护目标	位置	方位	与探伤铅房最近距离	人数	受照类型	剂量约束值
调试区	职业人员	X 射线实时成像检测系统的铅房周围	周围	0.3m	2 人	职业照射	5.0mSv/a
	公众成员	装配区、成品区、过道、电气房等西侧区域	西	6.8m	20 人/d	公众照射	0.25mSv/a
		车间通道、原材料库等北侧区域	北	6.5m	20 人/d		

续表 7-1 本项目环境保护目标一览表

场所名称	环境保护目标	位置	方位	距离	人数	受照类型	剂量约束值
调试区	公众成员	3层闲置区	上	1.0m ^①	2人/d	公众照射	0.25mSv/a
		4层办公区	上	4.8m ^②	2人/d		
		1层生产车间	下	0m	20人		
		厂区道路	东	0m	20人/d		
		平湖市银信新材料科技有限公司	北	24m	200人		
		浙江慧凯模塑科技有限公司	东北	16m	200人		
		大熊模具（嘉兴）有限公司	东南	10m	200人		
		汉粤净化设备（浙江）有限公司	南	40m	200人		
销售展示区	职业人员	X射线实时成像检测系统的铅房周围	周围	0.3m	2人 ^③	职业照射	5.0mSv/a
	公众成员	渗透生产设备区、通道、调试区等西侧区域	西	2m	20人/d	公众照射	0.25mSv/a
		车间通道、渗透生产设备区、机加工区等北侧区域	北	2m	50人/d		
		厂区道路	东	0	10人/d		
		厂区道路	南	0	10人/d		
		大熊模具（嘉兴）有限公司	东南	15m	200人		
		汉粤净化设备（浙江）有限公司	南	15m	200人		

注：①、②本项目探伤铅房高度保守按 2.75m 计，调试区所在厂房的 2 层高度为 3.8m，3 层高度为 3.8m，4 层高度为 4.0m。③职业工作人员数量已包括负责购买方处的安装调试、技术培训和售后维修的辐射工作人员。

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

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的安全。

一、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）。

二、剂量限值

1) 职业照射

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。

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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；

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；

三、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）中 11.4.3.2 条款：“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”，遵循辐射防护最优化原则，结合项目实际情况，本次评价取相应剂量限值的四分之一作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表 7-2。

表 7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

四、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。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 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。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入门口的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 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 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常

可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

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

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（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免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。

4、工作场所臭氧和氮氧化物的控制水平

《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）表 1 中规定工作场所空气中 O₃ 容许浓度为 0.3mg/m³，NO_x 容许浓度为 5mg/m³，确定本项目调试工作场所 O₃ 浓度≤0.3mg/m³，NO_x 浓度≤5mg/m³。

5、《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及 2018 年修改单

参考《嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司年产 200 套智能检测系统建设项目环境影响报告表》及嘉（平）环建〔2021〕078 号，本项目所在区域环境空气属于二类功能区，常规污染物浓度限值执行《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）及其 2018 年修改单中二级标准。该标准表 1 和表 2 中规定了各项环境空气污染物不允许超过的浓度限值：O₃ 不允许超过的 1 小时平均浓度限值（二级标准）为 0.20mg/m³，NO_x 不允许超过的 1 小时平均浓度限值（二级标准）为 0.25mg/m³。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

8.1.1 地理位置

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司位于嘉兴市平湖市新埭镇虹桥北路 499 号，地理位置见附图 1。

8.1.2 场所位置

本项目现有厂房南侧部分的 1 层的东南角作为销售展示区，主要用于开机演示和试验件检测。销售展示区的东侧和南侧均为厂区道路，西侧为渗透生产设备区，北侧为车间通道，正上方隔约 12m 的开放空间为厂房楼顶（属于无人平台），正下方为土层，无地下层。现有厂房北侧部分的 2 层为装配区、调试区、原材料库及品库，调试区的东侧和南侧均临空，西侧为装配区，北侧为车间通道，正上方为闲置区，正下方为剪切和折弯区。相关辐射工作场所所在楼层及楼上、楼下等相邻楼层平面布局情况见附图 5~附图 7。

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，评价对象为射线装置调试区、销售展示区及周围环境。

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《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）等要求，结合现场条件，对本项目调试区、销售展示区及周围环境进行检测布点。

本项目共布设 8 个检测点位，布点情况见附图 12，检测报告及检测资质见附件 6。

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：2022 年 4 月 7 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) 检测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定；
- (6) 检测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：21.3℃；相对湿度：50.2 %；
- (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	6150AD6/H（内置探头：6150AD-b/H；外置探头：6150AD 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	2022H21-20-3813605002
检定有效期	2022 年 02 月 18 日至 2023 年 02 月 17 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

8.3.5 质量保证措施

- (1) 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，同时满足标准要求。
- (2) 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合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.3.6 检测结果及评价

检测结果见表 8-2。

表 8-2 本项目辐射工作场所拟建址及周围环境本底检测结果

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	标准差	
●1	调试区拟建址西侧	235	5	室内
●2	调试区拟建址北侧	112	2	
●3	调试区拟建址楼上	213	3	
●4	调试区拟建址楼下	152	5	
●5	销售展示区拟建址东侧	106	4	室外
●6	销售展示区拟建址南侧	114	2	
●7	销售展示区拟建址西侧	185	4	室内
●8	销售展示区拟建址北侧	167	3	

注：1) 表中所列检测值已扣除宇宙射线响应值30nGy/h。2) 表中所列检测值已进行剂量换算，换算依据：本项目检测使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源，根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中第5.5条款，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照JJG393，使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

由表 8-2 可知，本项目辐射工作场所拟建址及周围各检测点位的室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 (112~235) nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 (106~114) nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，嘉兴市室内的 γ 辐射剂量率范围为 (76~271) nGy/h，室外的 γ 辐射剂量率范围为 (28~117) nGy/h。因此，本项目辐射工作场所拟建址及周围环境的 γ 辐射剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

本项目依托现有厂房开展年产 250 台 II 类射线装置建设项目，主要为外购的零部件组装和普通生产设备（非放射性）安装，不涉及土建施工，故本次评价对施工期不做具体分析，重点关注辐射部分的工程设备和工艺分析。

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

建设单位拟生产、销售、使用的 X 射线实时成像检测系统为自屏蔽式设计的单独立柜式设备，可分为内部组件和外部结构。内部组成可分为球管组件、四轴或四轴以上载物组件、平板探测器、计算机分析扫描组件、散热组件以及其他连接组件；外部组件由自屏蔽体、线缆、计算机显示组件等组成。球管组件是聚焦与出束装置，提供 X 射线实时成像检测系统扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据 X 射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征 X 射线实时成像检测系统图象重建；四轴或四轴以上载物组件是承物台，实现 X 射线实时成像检测系统扫描时试件的旋转或平移以及 X 射线源、试件、探测器空间位置的调整，检测时受检物件置于载物组件之上；计算机系统（PC）组件负责扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理。

工业 X 射线实时成像检测系统外部结构由六面屏蔽体、屏蔽门、警示灯、急停按钮等组成。建设单位拟生产、销售、使用的各种类型的 X 射线实时成像检测系统外观情况如图 9-1~图 9-5 所示，设计外尺寸见表 9-1。



图 9-1 CX-E90 型设备外观图



图 9-2 CX-E100 型设备外观图



图 9-3 CX-E160 型设备外观图



图 9-4 CX-E200 型设备外观图



图 9-5 CX-E225 型设备外观图

表 9-1 X 射线实时成像检测系统外尺寸设计情况

序号	设备型号	探伤铅房外尺寸
1	CX-E90	1.54 (长) × 1.54 (宽) × 2.10 (高)
2	CX-E100	1.36 (长) × 1.24 (宽) × 1.70 (高)
3	CX-E160	1.60 (长) × 1.70 (宽) × 2.50 (高)
4	CX-E200	2.03 (长) × 1.60 (宽) × 2.50 (高)
5	CX-E225	2.60 (长) × 2.60 (宽) × 2.75 (高)

9.1.2 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，以数字实时成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由数字平板成像系统（平板探测器）接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出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 射线实时成像检测系统主要由 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熔金属（如钨、铂、金、钽等）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 9-6。

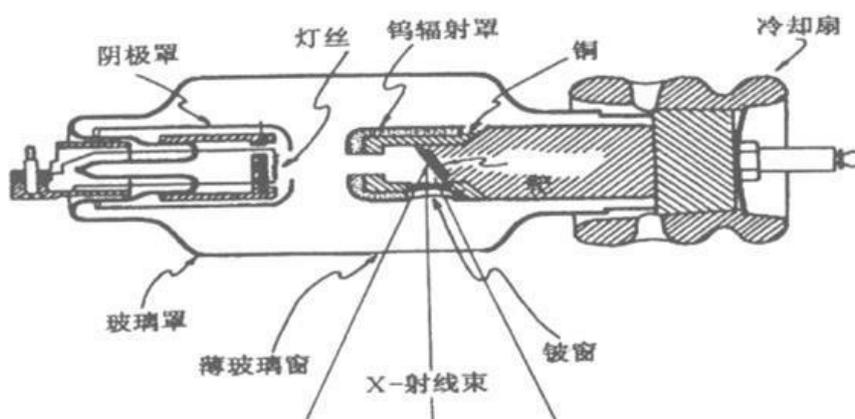


图 9-6 典型的 X 射线管结构图

9.1.3 工艺流程及产污环节

9.1.3.1 X 射线实时成像检测系统生产调试流程及产污环节

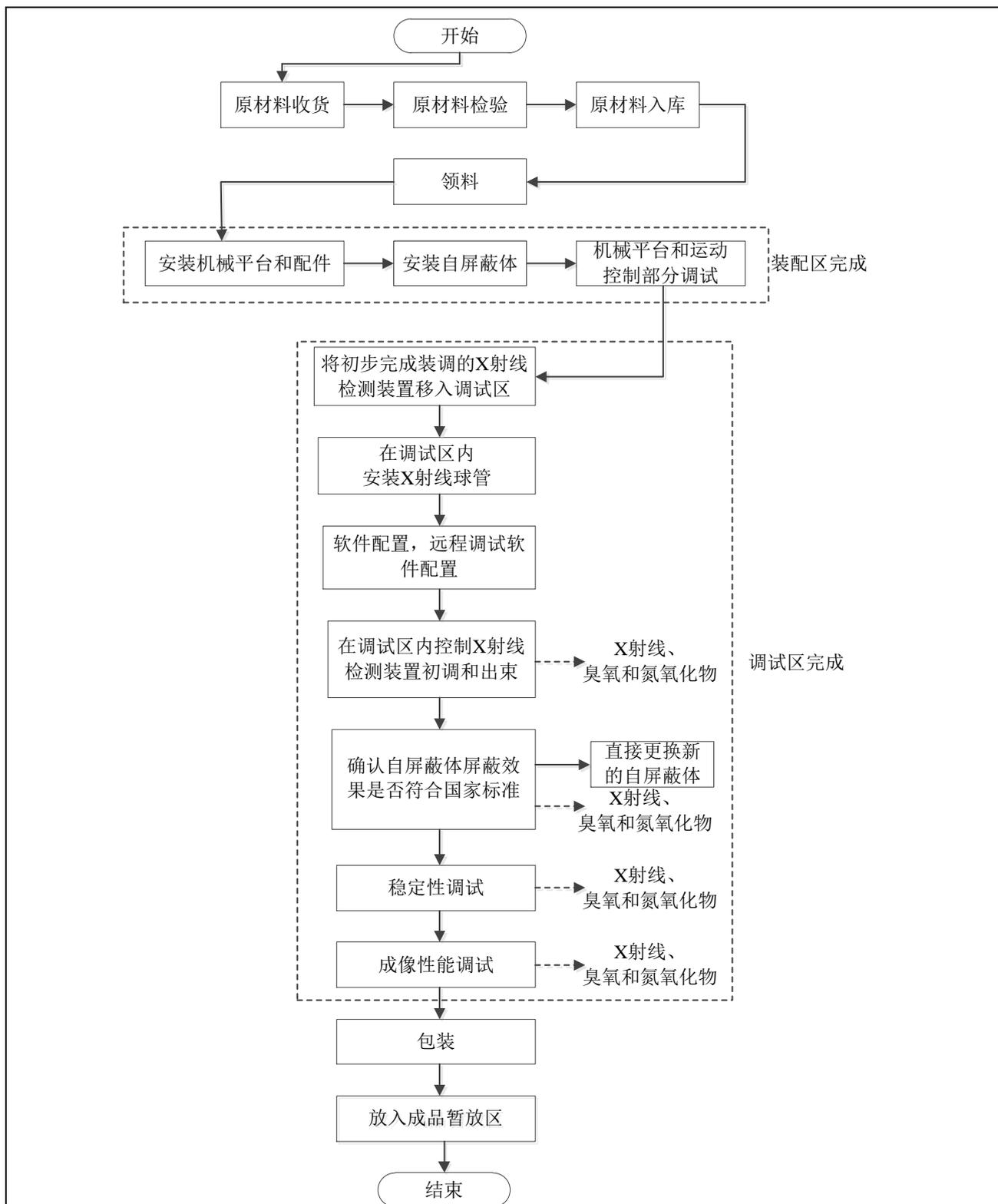


图 9-7 生产调试流程及产污环节示意图

生产调试流程简述如下：

(1) 原材料收货：将供应商送来的 X 射线实时成像检测系统零部件以及外购件收到建设单位收货组。

(2) 原材料检验、原材料入库：收货组将供应商送来的 X 射线实时成像检测系统零部件以及外购件进行常规检验后合格入库。

(3) 领料、安装机械平台和配件：公司工作人员在原材料库领取材料后，在机械装配台安装 X 射线实时成像检测系统机械平台和配件。

(4) 自屏蔽体安装：X 射线实时成像检测系统的机械平台和配件安装好后，对检测系统的自屏蔽体（整体铅房）进行安装。

(5) 机械平台和运动控制部分调试：在组装区，按照图纸将 X 射线球管以外的所有零部件以及外购件进行装配，完成 X 射线实时成像检测系统的初步装配后并进行 X 射线实时成像检测系统的初步机械调试以及运动控制部分调试。

(6) X 射线实时成像检测系统移入调试区、安装球管：机械平台和运动控制部分调试好的 X 射线实时成像检测系统移入指定的调试区，进行 X 射线球管的安装。

(7) 软件配置、远程调试软件配置：X 射线实时成像检测系统的球管安装好后，进行检测系统的软件配置、远程调试软件配置。

(8) X 射线实时成像检测系统初调和出束

X 射线实时成像检测系统的软件配置、远程调试软件配置安装后，检测系统初调主要包括 X 射线实时成像检测系统自身的门机联锁调试和 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体屏蔽效果的调试。

a、自身的门机联锁调试

X 射线实时成像检测系统的任意屏蔽门（待检产品出入口门、屏蔽门）打开时，检测系统内部的 X 射线球管立刻断电并停止 X 射线照射，关上屏蔽门后不能自动开始 X 射线出束。X 射线实时成像检测系统自身的门机联锁调试期间涉及 X 射线的出束，调试时辐射工作人员在调试机房外隔室操作。

b、屏蔽体屏蔽效果的调试

对 X 射线实时成像检测系统屏蔽体周围 30cm 处辐射剂量率进行测试：kV 设置为最小（50kV），mA 设置为最小（0.1mA），开高压产生射线，用辐射检测仪探测距离工业 X 射线实时成像检测系统外壳 30cm 处的辐射剂量率；逐步加大 kV 到最高值，mA 到最高值；测试的过程中使用辐射检测仪实时检测 X 射线实时成像检测系统外壳 30cm 处的辐射剂量率，用以确定 X 射线实时成像检测系统的自屏蔽装置是有效、可靠的。数据测试完毕后，确认自屏蔽体数据是否符合国家标准要求的剂量率，如果自屏蔽体功能不合格，则立刻整改，整改

到符合国家标准为止。

(9) X 射线实时成像检测系统稳定性调试

X 射线实时成像检测系统初调后，进行 X 射线实时成像检测系统的稳定性和自我保护能力及技术指标等测试：

- a、若门机联锁开关失效，设备会自动关断高压，切断 X 射线；
- b、当设备冷却装置工作状态出现问题，设备会自动关断高压，切断 X 射线。

c、机械偏差测试：放置校准物于载物台上，运行软件中的校准程序，软件自行控制机械运动，在此过程中会有 X 射线产生，并采集和计算相关误差，校准过程完成后会弹出偏差是否达标，如果不达标，则返回机械加工与装配供应商处进行零件重新加工；如果偏差在允许范围内，即达标。

(10) 成像性能测试

根据检测项目的不同，放置不同的检测样品或者产品于载物台上，运行软件中的成像性能测试程序，并采集图像和计算相关成像性能，逐项进行，进行过程中每一步骤完毕会有提示，整个测试过程完成后技术人员会判断成像性能是否达标，如果不达标则进行参数设置后并重新调试。成像性能测试会有 X 射线产生。

(11) 包装、放入成品暂存区：将完成调试的产品入库，等待销售。

X 射线实时成像检测系统的初调和出束、稳定性调试和成像性能调试时，辐射工作人员在铅房外的控制台进行隔室操作。

9.1.3.2 X 射线实时成像检测系统销售展示流程及产污环节

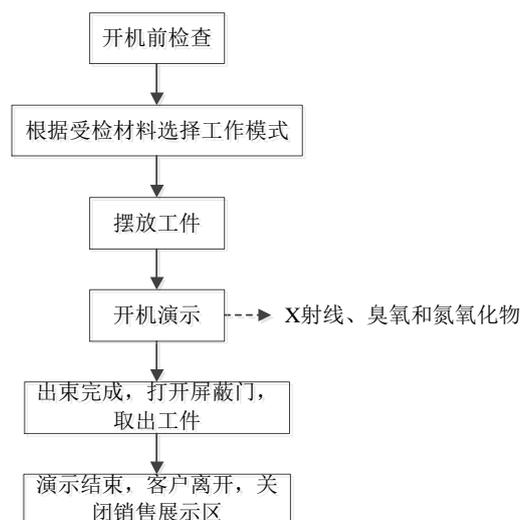


图 9-8 销售展示流程及产污环节示意图

销售展示流程简述如下：

①销售前，意向客户在专门的工作人员陪同下，进入销售展示区进行设备参观。

②建设单位使用单台已质检合格的 CX-E225 型 X 射线实时成像检测系统进行开机演示，工作人员位于控制台上进行设备操作；部分客户会自带产品进行探伤设备检测效果的相关测试。

③参观结束后，客户离开，建设单位关闭销售展示区。

9.1.3.3 X 射线实时成像检测系统销售流程及产污环节

销售流程简述如下：

①销售人员联系客户，确认客户需求。

②审核客户单位资质，是否办理相关环评手续。

③客户单位资质齐全后，公司确认客户需求。

④签合同。

⑤客户付定金，公司备货。

⑥发货前客户交尾款，公司发货。

⑦货到客户处，安装人员上门服务，签验货书。

⑧完成销售流程。

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司申领《辐射安全许可证》后，调试合格后的 X 射线实时成像检测系统仅销售给已办理相应环评手续的单位（使用方），销售过程中无 X 射线出束，不会对相关人员造成外照射影响，也无其他放射性废气、放射性废水和放射性固废产生。

9.1.3.4 X 射线实时成像检测系统售后培训流程及产污环节

X 射线实时成像检测系统运送至购买方指定的使用场所后，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司工作人员将对购买方的辐射工作人员关于探伤设备的操作进行专业的技术培训，培训周期根据购买方理解及学习情况而定，一般不超过 2 天。产品验收完成后，责任方转为使用方，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司对 X 射线实时成像检测系统的安全责任到此结束。

培训内容包括以下几方面：

1) X 射线控制器的电原理图简介；

2) X 射线控制器的故障识别和维修技术；

- 3) 高压发生器及 X 射线管的维护和保养技术;
- 4) 设备的操作使用方法;
- 5) 其它有关技术问题。

在培训环节中, 仅在培训设备的操作使用方法时会涉及到 X 射线的出束, 此部分的培训流程严格按照 X 射线实时成像检测系统操作规程进行指导, 设备操作使用流程图及产污环节见图 9-9。

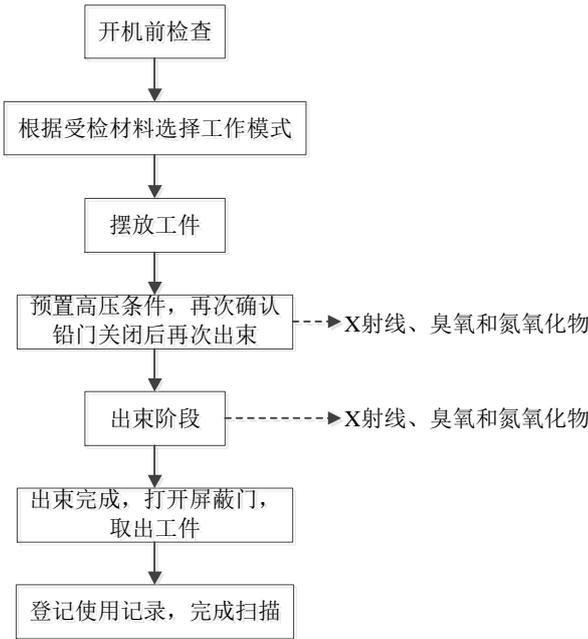


图 9-9 X 射线实时成像检测系统的操作使用流程及产污环节示意图

X 射线实时成像检测系统操作使用主要流程介绍:

- ①开机前检查: X 射线实时成像检测系统开机前, 先检查整机是否完好。
- ②工作模式选择、摆放工件: 根据受检材料的大小, 选择 X 射线实时成像检测系统的工作模式并摆放好工件。
- ③预置高压条件, 再次确认铅门关闭后开始出束, 此时有 X 射线产生。
- ④出束阶段: 根据设置的参数进行扫描, 扫描时警示灯闪烁, 此时有 X 射线产生。
- ⑤出束完成后, 打开工件门, 取出工件, 填写使用记录, 完成扫描。

9.1.3.4 X 射线实时成像检测系统售后维修流程及产污环节

购买方在使用 X 射线实时成像检测系统发生故障时, 建设单位将派工作人员前往故障现场进行维修, 维修流程图见图 9-10。维修时, 辐射工作人员佩戴铅衣、个人剂量计和个人剂量报警仪。

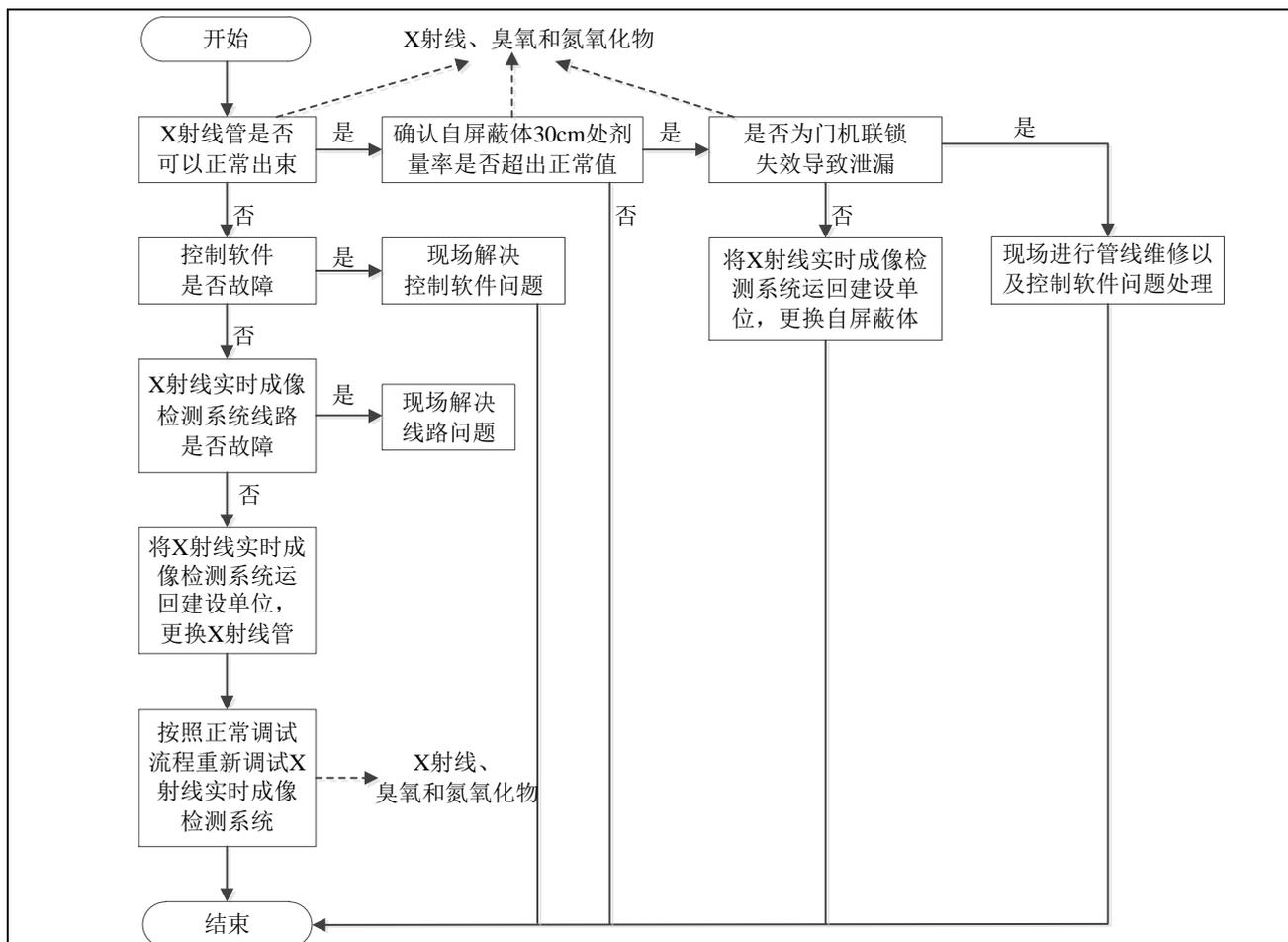


图 9-10 X 射线实时成像检测系统的售后维修流程及产污环节示意图

维修主要存在 X 射线管不能正常出束和屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值两种情况：

X 射线管不能正常出束：建设单位在收到购买方提出的售后申请后，委派人员前往现场进行现场确认，若为软件故障，则可现场进行重置，完成维修；若检查软件无误，则现场进行管线诊断，确认是否为管线问题，管线问题可现场解决，若管线也没问题，则为高压发生器问题，此时将 X 射线实时成像检测系统运回建设单位厂区，并联系厂家更换高压发生器，然后在调试区确认正常后返回购买单位。

屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值：建设单位在收到购买方提出的售后申请后，委派人员前往现场进行现场确认，确认是偶发性事件如门机联锁故障导致的辐射泄露或自屏蔽体破裂，若确认为前者，现场进行管线维修，排除故障，若为后者，此时将 X 射线实时成像检测系统运回建设单位厂区，返厂联系屏蔽体厂商进行更换屏蔽体后重新调试，完成维修。

X 射线管不能正常出束和屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值均只在排除故障过程中可能形成外照射影响，在更换的过程中不涉及 X 射线管的通电，不会产生对工作人员和公众的辐射。

9.1.3.5 人员配备及工作负荷

本项目计划配备 2 名负责 X 射线实时成像检测系统的生产调试，其中 1 名负责操作位设备控制和记录剂量检测数据，1 名负责调试时场所周围辐射剂量检测；2 名负责销售展示区的开机演示和试验件检测；购买单位处设备安装调试、培训和售后服务，合计 4 名辐射工作人员，均实行昼间一班制生产（8 小时），年工作按 50 周计。经与建设单位核实，本项目不涉及客户到厂区内针对设备开机操作进行技术培训，涉及到 X 射线出束的各环节工作负荷情况见表 9-2。

表 9-2 本项目相关环节的工作负荷表

序号	环节		单台设备出束时间 (min/台)	年设备数量 (台/年)	年出束时间 (h/a)	周出束时间 (h/周)
1	生产	出厂前调试	120	250	500	10
2	销售展示区	开机演示	6	50	5	0.1
		试样件检测	20 (单件检测曝光时间)	300 (年检测件数)	100	2
	购买单位处	安装调试	30	250	125	2.5
		技术培训	30	250	125	2.5
		售后维修(排除故障出束)	10	3	0.5	0.01

本项目调试区用于已组装好的 X 射线实时成像检测系统开机调试，每次调试仅限 1 台设备；销售展示区的功能仅为单台已质检合格的 CX-E225 型号 X 射线实时成像检测系统对外的开机演示和试验件检测，不涉及其他型号的探伤装置。

9.2 污染源项描述

(1) X 射线

根据 X 射线实时成像检测系统的工作原理可知：X 射线是随机器的高压电源开、关而产生和消失。因此，正常情况下在 X 射线实时成像检测系统各部件的组装等工艺流程中都不会有射线的产生，只有在 X 射线实时成像检测系统各部件组装完成通电后，在机器性能及防护措施等调试过程中，X 射线实时成像检测系统通电运行时才会产生 X 射线，受照途径为 X 射线外照射。

销售过程中，X 射线实时成像检测系统均处于关机断电状态，不形成污染源，不会对环境和人员造成外照射影响。

开机演示、试验件检测及客户方处技术培训过程中，涉及 X 射线管的出束，主要为 X 射

线的贯穿辐射和泄漏辐射，可能对其附近的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

售后维修过程中，X 射线管不能正常出束和屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值均只在排除故障过程中可能形成外照射影响，在更换的过程中不涉及 X 射线管的通电，不会产生对工作人员和公众的辐射。

（2）臭氧和氮氧化物

空气在强辐射照射下，会发生辐照分解现象，其主要产物为臭氧和氮氧化物，以臭氧毒性最高。本项目 X 射线实时成像检测系统的 X 射线能量较低，与空气相互作用会产生微量的臭氧及氮氧化物，经机械排风设施排出探伤铅房外，对人员基本无影响。

（3）固体废物

本项目客户现场处探伤装置维修期间会产生一定量的废 X 射线管，属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中危险废物，危废代码：HW49（其他废物）：900-044-49。公司年销售 250 台射线装置，X 射线管维修报废率保守按照 1‰，则废 X 射线管年产生量约 3 台。建设单位与用房之间的销售合同会提前约定，维修报废的废 X 射线管由用户单位直接运到射线管生产厂家，由生产厂家回收处置。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 平面布局合理性

1、建设单位生产调试和销售展示工作场所

本项目的实施主要集中于现有厂房的 1-2 层，其中一层的东南角为销售展示区，主要开展质量已检测合格的 CX-E225 型号 X 射线实时成像检测系统对外的开机演示和试验件检测工作；二层整层为生产调试区，拟设置装配区、调试区、原材料库和成品库等，生产工艺流程连续完整，功能设置齐全，所有放射性区域和周围非放射性生产区域进设置物理隔断，可满足实际安全管理的需要。X 射线实时成像检测系统的摆放位置已充分考虑周围的辐射安全，探伤铅房和操作位均分开设置，并尽量避开有用线束照射的方向，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

2、购买方单位 X 射线实时成像检测系统工作场所

对于销售的 X 射线实时成像检测系统，由于使用位置不固定，位于购买方单位内。销售过程中应提醒用户单位将装置位于人员接触较少区域，在装置上醒目位置张贴“当心电离辐射”标志，检测系统工作场所的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作位与探伤铅房分开并尽量避开有用线束照射的方向。同时，在售后调试维修过程中提醒公众尽可能远离射线装置。

10.1.2 辐射分区管理

1、建设单位生产调试和销售展示工作场所辐射分区管理

为了便于辐射防护管理和职业照射的控制，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求，建设单位拟对调试工作场所和销售展示工作场所均实行分区管理，具体划分如下：

（1）控制区：本项目 X 射线实时成像检测系统为自屏蔽结构，以探伤铅房为控制区边界，在装置表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

（2）监督区：以探伤铅房为其边界，控制台及调试区和销售展示区划定为监督区，公司拟用高度不低于 2.2m 的围栏将调试区和销售展示区与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域，并设置电离辐射警示标志，设置门锁，钥匙由专人保管。调试区进行设备调试时，仅有辐射工作人员能开门进入辐射工作场所，禁止其他普通公众进入调试区；销售展示区进行开机演示和试验件检测时，除客户在辐射工作人员带领和陪同下可进入监督区

外，其他普通公众限制进入监督区内。辐射防护分区划定情况见附图 4。

2、购买方单位使用 X 射线实时成像检测系统辐射分区管理

购买方单位使用的 X 射线实时成像检测系统在出厂前已在生产单位调试好，使用时自屏蔽体完好。购买方单位应根据 X 射线实时成像检测系统工作场所实际情况，实行分区管理，将检测系统自屏蔽体（探伤铅房）划为控制区，控制台及探伤铅房处其他相邻区域等划为监督区，两区划分情况具体以购买方单位关于使用 X 射线实时成像检测系统的环境评价文件及现场条件为依据。

10.1.2 辐射安全和防护及环保措施

10.1.2.1 X 射线实时成像检测系统拟自带的辐射安全措施

本项目生产的 X 射线实时成像检测系统自身设计有自屏蔽结构，防护措施主要分为机械、电子和软件三个方面。

(1) 机械防护

公司拟生产的 X 射线实时成像检测系统机械防护设计方案见表 10-1。经与建设单位核实，各型号探伤装置的六侧屏蔽防护水平均按《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求进行设计。根据辐射防护最优化原则，本次评价建议建设单位可根据用户使用现场的实际情况（如探伤室顶部无人员可到达），优化探伤室顶部屏蔽厚度设计。

表 10-1 X 射线实时成像检测系统的机械防护设计

项目	CX-E90	CX-E100	CX-E160	CX-E200	CX-E225
六侧屏蔽体	六面：1.5mm 钢+4mm 铅+1.5mm 钢（相当于 4mmPb，钢板厚度较小，不计入）	六面：1.5mm 钢+4mm 铅+1.5mm 钢（相当于 4mmPb，钢板厚度较小，不计入）	上表面：1.5mm 钢+12mm 铅+1.5mm 钢（相当于 12mmPb，钢板厚度较小，不计入）；其他五面：1.5mm 钢+6mm 铅+1.5mm 钢（相当于 6mmPb，钢板厚度较小，不计入）	上表面：1.5mm 钢+12mm 铅+1.5mm 钢（相当于 12mmPb，钢板厚度较小，不计入）；其他五面：1.5mm 钢+6mm 铅+1.5mm 钢（相当于 6mmPb，钢板厚度较小，不计入）	右表面：1.5mm 钢+15mm 铅+1.5mm 钢（相当于 15mmPb，钢板厚度较小，不计入）；其他五面：1.5mm 钢+11mm 铅+1.5mm 钢（相当于 10mmPb，钢板厚度较小，不计入）
工件门	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 60cm（宽）×68cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+4mm 铅+1.5mm 钢（相当于 4mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 60cm（宽）×68cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+4mm 铅+1.5mm 钢（相当于 4mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 60cm（宽）×68cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+6mm 铅+1.5mm 钢（相当于 6mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，电动双开门，门洞尺寸为 60cm（宽）×180cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+6mm 铅+1.5mm 钢（相当于 6mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，电动双开门，门洞尺寸为 60cm（宽）×180cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+11mm 铅+1.5mm 钢（相当于 11mmPb，钢板厚度较小，不计入）
维修门	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 55cm（宽）×132cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+4mm 铅+1.5mm 钢（相当于 4mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 55cm（宽）×132cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+4mm 铅+1.5mm 钢（相当于 4mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 55cm（宽）×132cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+6mm 铅+1.5mm 钢（相当于 6mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 55cm（宽）×152cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+6mm 铅+1.5mm 钢（相当于 6mmPb，钢板厚度较小，不计入）	1 扇，手动单开门，门洞尺寸为 55cm（宽）×152cm（高），门与四侧搭接宽度均为 15mm，门体防护采用 1.5mm 钢+11mm 铅+1.5mm 钢（相当于 11mmPb，钢板厚度较小，不计入）
观察窗	1 个，尺寸为 30cm（宽）×40cm（高），防护采用 20mm 厚铅玻璃（相当于 4mmPb）	1 个，尺寸为 20cm（宽）×40cm（高），防护采用 20mm 厚铅玻璃（相当于 4mmPb）	1 个，尺寸为 30cm（宽）×40cm（高），防护采用 30mm 厚铅玻璃（相当于 6mmPb）	不设	不设
通风口	2 个，位于铅房底部两侧，设计风量为 120m ³ /h，设置形式为“U”型，排风口设有 4mmPb 防护罩。	2 个，位于铅房底部两侧，设计风量为 120m ³ /h，设置形式为“U”型，排风口设有 4mmPb 防护罩。	2 个，位于铅房底部两侧，设计风量为 200m ³ /h，设置形式为“U”型，排风口设有 6mmPb 防护罩。	1 个，位于铅房底部，设计风量为 500m ³ /h，设置形式为“U”型，排风口设有 6mmPb 防护罩。	1 个，位于铅房底部，设计风量为 500m ³ /h，设置形式为“U”型，排风口设有 6mmPb 防护罩。
电缆孔	2 个，部分电缆线从通风口引出；部分电缆线从铅房底部穿出，设置形式为“U”型，电缆孔设有 4mmPb 防护罩。	2 个，部分电缆线从通风口引出；部分电缆线从铅房底部穿出，设置形式为“U”型，电缆孔设有 4mmPb 防护罩。	2 个，部分电缆线从通风口引出；部分电缆线从铅房底部穿出，设置形式为“U”型，电缆孔设有 6mmPb 防护罩。	2 个，电缆线从铅房左侧底端的两侧穿出，设置形式为“U”型，电缆孔设有 6mmPb 防护罩。	2 个，电缆线从铅房左侧底端的两侧穿出，设置形式为“U”型，电缆孔设有 6mmPb 防护罩。
主射方向	定向朝上	定向朝上	定向朝上	定向朝上	定向朝右

注：1）铅板的密度为 11.34t/m³，铅玻璃的密度为 4.47t/m³；

2）参考《辐射防护技术与工程（第一卷）》（张丹枫、赵兰才编著）P82 页，本项目铅玻璃与铅当量的换算系数保守取值 0.2。

(2) 电子防护

①X 射线实时成像检测系统的铅房顶部拟设置工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁。X 射线实时成像检测系统工作时，警示灯开启，提醒无关人员请勿靠近。

②X 射线实时成像检测系统的铅房防护门拟设门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 X 射线才能出束，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

③X 射线实时成像检测系统拟设置控制台，控制台处拟设计多项安全设施：

a、拟设置 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。

b、拟设置有高压连通时的外部报警或指示装置。

c、控制台或 X 射线管头组装体上拟设置与探伤铅房的防护门联锁的接口，当所有能进入探伤铅房的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤铅房门开启时能立即切断。

d、拟设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，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。

e、拟设置紧急停机开关和总电源开关。

f、拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

④X 射线实时成像检测系统表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明。

⑤X 射线实时成像检测系统的铅房内部拟设 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

⑥X 射线实时成像检测系统拟设 1 个视频监控装置，显示屏设置在控制台上，视频探头设置在探伤铅房内，可以全方位监控探伤铅房内情况。

⑦X 射线实时成像检测系统靠近控制台一侧处的表面拟安装 1 台在线辐射安全报警仪，当周围环境辐射水平超出设定阈值时，便会自动报警。

⑧X 射线实时成像检测系统的铅房内拟设 1 套机械排风系统，风量设计满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，可有效排出铅房内臭氧和氮氧化物等有害气体。

(3) 软件防护

①开机需要进行自检，若自检不通过，X 射线实时成像检测系统无法运行。

②软件设置了管理员与操作员权限设置，操作员无法修改内部参数。此外，X 射线实时

成像检测系统设置了用户名及登录密码，只有知道密码的操作人员输入密码才能进入软件系统。

10.1.2.2 调试区和销售展示区综合管理措施

本项目放射性场所主要为销售展示区和调试区，均为固定区域管理，拟采取的辐射安全和防护措施如下：

(1) 本项目所有辐射活动均在指定的区域进行，禁止在其他区域随意开展此类工作。

(2) 放射性场所拟设置在相应车间的一端角落，人员活动较少。

(3) X 射线实时成像检测系统的探伤铅房必须与控制台分开，并避开有用射线束照射的方向。

(4) 所有放射性区域拟用栅栏（或等效方式）围蔽，密度保证任何人员无法进入，栅栏高度不低于 2.2m，与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域；围栏外等距离间隔设置电离辐射警示标志，提醒无关人员请勿靠近；围栏的顶部拟设置足够数量的摄像头进行监控，防止人员翻越。

(5) 放射性场所的入口处均设置门锁，实行双人双锁管理模式，钥匙由专人保管。

(6) 辐射工作人员进入放射性场所时除正确佩戴常规的个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。

(7) 调试区每次调试仅限 1 台 X 射线实时成像检测系统，建设单位拟制定规范的《射线装置调试规程》，严格按照规程的要求进行开机调试。

(8) 每次调试前，公司拟执行清场制度，禁止任一普通公众进入调试工作场所的监督区内，仅限辐射工作人员入内。

(9) 除客户在辐射工作人员的带领和陪同下可进入销售展示工作场所的监督区内，其他普通成员限制进入。

(10) 调试区和销售展示区出入口外 1m 处拟划定黄色警戒线，提醒无关人员请勿靠近。

(11) 对于调试区，每次调试应同时测量 X 射线实时成像检测系统外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；对于销售展示区，应定期测量 X 射线实时成像检测系统外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；

(12) 销售展示区和调试区拟分别设置 1 台在线辐射安全报警仪，以实时掌握场所的辐射环境水平。

(13) 公司拟建立射线装置调试作业台账及销售展示区射线装置开机管理台账，进一步加强辐射安全管理。

10.1.2.3 成品库综合管理措施

本项目调试合格的 X 射线实时成像检测系统统一暂存于成品库内，拟采取的辐射安全管理措施如下：

(1) 成品库的入口处拟设置门锁，实行双人双锁管理模式，钥匙由专人保管。

(2) 成品库拟用栅栏（或等效方式）围蔽，密度保证任何人员无法进入，栅栏高度不低于 2.2m，与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域；围栏外等距离间隔设置电离辐射警示标志，提醒无关人员请勿靠近；围栏的顶部拟设置足够数量的摄像头进行监控，防止人员翻越。

(3) 每台设备均具有唯一标识号，固定式铭牌安装于探伤设备上。同时公司拟建立射线装置出入库登记及台账管理制度。

10.1.2.4 销售工作辐射安全和防护措施

在销售服务中，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司不自行运输 X 射线成像检测系统，仅负责使用方处的设备安装调试、技术培训和售后维修。公司需严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》从事销售经营活动，并应做好以下安全管理工作。

(1) 公司销售资格

建设单位需要取得生态环境主管部门颁发的辐射安全许可证销售资质后才能开展销售 X 射线实时成像检测系统，同时确保射线装置仅销售给已办理相应环评手续的单位，核实使用单位是否具有使用此类 X 射线实时成像检测装置的许可。

(2) 销售产品的质量管理

建设单位需对销售产品质量进行严格把关，保证射线装置的质量要求，并委托有资质的检测机构测量 X 射线实时成像检测装置外表面 30cm 处的辐射剂量率，出具出厂前检测报告。禁止将不合格的产品出厂和销售。

产品说明书应至少包括以下内容：a) X 射线装置的型号、规格和主要技术指标；b) 距 X 射线管头表面 5cm 处和距离焦点 1m 处的最大泄漏辐射剂量率；c) 在典型工作条件（管电压、管电流、常用探伤工件等）下，探伤装置周围等剂量曲线示意图。

(3) 销售中的安全管理

销售项目应设有操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台账管理制度等规章制度。

(4) 销售场所、设施管理

建设单位需在生态环境部门批准的符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所开展销售工作。

(5) 销售中的安装调试

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司专业技术人员在使用方组装完成后，开机调试开始之前，先让使用场所内无关人员离开，调试人员穿戴铅衣等防护用品，并佩戴个人剂量计和剂量报警仪后再对 X 射线实时成像检测系统进行调试。调试合格后，使用方在使用过程中可直接在操作位进行操作。

公司正常销售过程均是在与使用单位达成销售意向后直接从建设单位销售场所发货至客户单位，在符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所安装调试 X 射线实时成像检测系统。

(6) 技术培训和售后维修

①建设单位应制定严格的技术培训和售后维修规程，防止产生误照射。参与售后培训和维修的工程师必须进行岗前技术培训。②建设单位接到用户单位故障保修后，应做好维修记录，确认好故障类型。③用户处开展维修工作前，在探伤装置周围设定警戒线，并在操作台上设置警告牌，提醒无关人员请勿靠近。④用户处现场维修期间，确认控制台留有工作人员，并拔掉控制台钥匙，确保设备不能运行。⑤维修期间，技术人员必须佩带个人剂量计和个人剂量报警仪。

(7) 销售台账管理

公司应建立详细的销售台账，记录射线装置的名称、型号、类别、购销数量、采购商名称、采购商的环评手续是否齐全等，接受生态环境部门的审查。

10.1.2.4 辐射防护用品与监测设备配置

表 10-2 本项目辐射防护用品与监测设备配置计划

序号	用品/设备名称	本项目拟配置数量	备注
1	个人剂量计	4 个	一名辐射工作人员一个
2	个人剂量报警仪	4 个	2 个用于生产调试，2 个用于销售维修
3	便携式辐射监测仪	2 台	1 台用于调试区和销售展示区，1 台用于销售维修
4	在线辐射安全报警仪	2 台	1 台用于调试区，1 台用于销售展示区
5	铅衣、铅手套、铅眼镜	2 套	1 套用于调试区，1 套用于销售维修

上述用于探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

10.2 三废的治理

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。同时，X 射线实时成像检测系统采用计算机成像，不需要洗片，也不存在废显（定）影液和废胶片等危废的处理问题。

X 射线实时成像检测系统在工作状态时，会使铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。本项目各型号探伤装置内均拟设计机械排风装置，具体设计方案见表 10-3。

表 10-3 本项目 X 射线实时成像检测系统排风设计情况一览表

设备名称	型号	铅房容积 (m ³)	设计风量 (m ³ /h)	每小时有效通风换气次数		排气口位置
				本项目设计	GBZ 117-2015 标准要求	
X 射线实时成像检测系统	CX-E90	4.98	120	≈24	≥3	铅房底部
	CX-E100	2.87	120	≈41	≥3	铅房底部
	CX-E160	6.80	200	≈29	≥3	铅房底部
	CX-E200	8.12	500	≈61	≥3	铅房底部
	CX-E225	18.59	500	≈26	≥3	铅房底部

注：为了方便计算，本项目铅房容积保守按照外尺寸进行核算。

因此，本项目排风设计可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“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，合理有效可行。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目依托现有厂房开展年产 250 台 II 类射线装置建设项目，主要为外购的零部件组装和普通生产设备安装，不涉及土建施工。X 射线实时成像检测系统只有在通电的状态下才会产生 X 射线，对环境产生辐射影响。建设期不涉及检测系统的开机调试和使用，故建设期没有 X 射线产生，不会产生对环境的辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 场所辐射环境水平预测

为分析预测调试区和销售展示区的 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率，本次评价选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单中推荐的计算方法进行理论计算，预测背景为每次调试仅限一台设备；销售展示区仅针对单台已质检合格的 CX-E225 型 X 射线实时成像检测系统进行开机演示和试验件检测。

1、预测模式及相关参数选取

(1) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (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)，本项目 CX-E90 和 CX-E100 型最大管电流均取值 0.2mA，CX-E160 最大管电流取值 7mA，CX-E200 型最大管电流取值 6mA，CX-E225 型最大管电流取值 5.5mA。

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/T 250-2014 附录 B 表 B.1，本项目 CX-E90 和 CX-E100 型 X 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量均保守按 150kV 管电压取值 $18.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值 $1.10\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；CX-E160 和 CX-E200 型 X 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量均保守按 200kV 管电压取值 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；CX-E225 型 X 射线在 0.5mmCu 过滤条件下输出量保守按 250kV 管电压取值 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值 $6.60\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1，本项目 CX-E90 和 CX-E100 型 X 射线穿过 4mm 铅板时的透射因子均保守参考 150kV 取值 3.0×10^{-6} ，CX-E160 和 CX-E200 型 X 射线穿过 12mm 铅板时的透射因子均保守参考 200kV 并采用外推法估算取值 2.9×10^{-7} ，CX-E225 型 X 射线穿过 15mm 铅板时的透射因子保守参考 250kV 取值 7.5×10^{-7} 。

R——距辐射源点（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，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（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 $B = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，本项目 CX-E90 和 CX-E100 型 X 射线在铅中的半值层 TVL 均保守按 150kV 取值 0.96mm；CX-E160 和 CX-E200 型 X 射线在铅中的半值层 TVL 均保守按 200kV 取值 1.4mm；CX-E225 型 X 射线在铅中的半值层 TVL 保守按 250kV 取值 2.9mm。

R——距辐射源点（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（ $\mu\text{Sv/h}$ ），

查询 GBZ/T 250-2014 表 1，本项目 CX-E90 和 CX-E100 型 \dot{H}_L 均取值 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；CX-E160 和 CX-E200 型 \dot{H}_L 均取值 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；CX-E225 型 \dot{H}_L 取值 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（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），本项目各型号设备最大管电流取值情况同上。

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/T 250-2014 附录 B 表 B.1，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计算，即本项目 CX-E90 和

CX-E100 型 X 射线输出量均保守按 150kV 管电压取值 $18.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值 $1.10\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；CX-E160 和 CX-E200 型 X 射线输出量均保守按 200kV 管电压取值 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；CX-225 型 X 射线输出量保守按 250kV 管电压取值 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即取值 $6.60\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

B——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；查询 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目 CX-E90、CX-E100、CX-E160 和 CX-E200 型的原始 X 射线能量分别为 90kV、100kV、160kV 和 200kV，对应的 90° 散射辐射最高能量均保守取值 150kV；CX-E225 的原始 X 射线能量为 225kV，对应的 90° 散射辐射最高能量取值 200kV。根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，150kV X 射线在铅中的半值层 TVL 为 0.96mm，200kV 在铅中的半值层 TVL 为 1.4mm。

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) 散射体散射在距其 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 附录 B 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 CX-E90 和 CX-E100 均保守按照 150kV 取值 60；CX-E160、CX-E200 和 CX-E225 均保守取值 50。

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米 (m)，取值见表 11-1。

2、预测点位

本项目选择不同型号的 X 射线实时成像检测系统的六侧屏蔽体、工件门、维修门及观察窗外 30cm 处分别作为预测关注点，点位分布情况具体见表 11-1。以 CX-E90 型为代表，相关点位示意图见图 11-1 和图 11-2。其他型号设备预测点位图同理，本次评价不一列出。

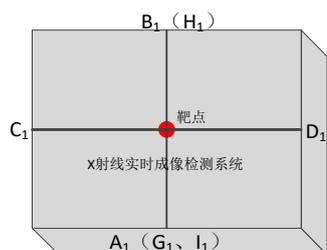


图 11-1 探伤铅房平面预测点位图

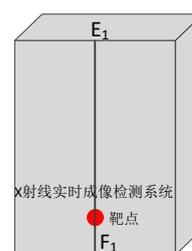


图 11-2 探伤铅房剖面预测点位图

表 11-1 剂量预测点位选取情况

设备型号	预测点位	与靶点的距离 (m)	屏蔽防护参数	需考虑的辐射类型
CX-E90	A ₁ (前表面 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07	4mmPb	泄漏辐射、散射辐射
	B ₁ (后表面 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07		泄漏辐射、散射辐射
	C ₁ (左表面 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07		泄漏辐射、散射辐射
	D ₁ (右表面 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07		泄漏辐射、散射辐射
	E ₁ (上表面 30cm 处)	2.10-0.50+0.30=1.90		有用线束
	F ₁ (下表面 30cm 处)	0.50+0.07+0.30=0.87		泄漏辐射、散射辐射
	G ₁ (工件门 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07		泄漏辐射、散射辐射
	H ₁ (维修门 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07		泄漏辐射、散射辐射
	I ₁ (观察窗 30cm 处)	1.54/2+0.30=1.07		泄漏辐射、散射辐射
CX-E100	A ₂ (前表面 30cm 处)	1.24/2+0.30=0.92	4mmPb	泄漏辐射、散射辐射
	B ₂ (后表面 30cm 处)	1.24/2+0.30=0.92		泄漏辐射、散射辐射
	C ₂ (左表面 30cm 处)	1.36/2+0.30=0.98		泄漏辐射、散射辐射
	D ₂ (右表面 30cm 处)	1.36/2+0.30=0.98		泄漏辐射、散射辐射
	E ₂ (上表面 30cm 处)	1.7-0.50+0.30=1.50		有用线束
	F ₂ (下表面 30cm 处)	0.50+0.07+0.30=0.87		泄漏辐射、散射辐射
	G ₂ (工件门 30cm 处)	1.24/2+0.30=0.92		泄漏辐射、散射辐射
	H ₂ (维修门 30cm 处)	1.24/2+0.30=0.92		泄漏辐射、散射辐射
	I ₂ (观察窗 30cm 处)	1.24/2+0.30=0.92		泄漏辐射、散射辐射
CX-E160	A ₃ (前表面 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10	6mmPb	泄漏辐射、散射辐射
	B ₃ (后表面 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10		泄漏辐射、散射辐射
	C ₃ (左表面 30cm 处)	1.70/2+0.30=1.15		泄漏辐射、散射辐射
	D ₃ (右表面 30cm 处)	1.70/2+0.30=1.15		泄漏辐射、散射辐射
	E ₃ (上表面 30cm 处)	2.50-0.50+0.30=2.30	12mmPb	有用线束
	F ₃ (下表面 30cm 处)	0.50+0.09+0.30=0.89	6mmPb	泄漏辐射、散射辐射
	G ₃ (工件门 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10		泄漏辐射、散射辐射
	H ₃ (维修门 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10		泄漏辐射、散射辐射
	I ₃ (观察窗 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10		泄漏辐射、散射辐射
A ₄ (前表面 30cm 处)	2.03/2+0.30=1.32	6mmPb		泄漏辐射、散射辐射
B ₄ (后表面 30cm 处)	2.03/2+0.30=1.32		泄漏辐射、散射辐射	
C ₄ (左表面 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10		泄漏辐射、散射辐射	
D ₄ (右表面 30cm 处)	1.60/2+0.30=1.10		泄漏辐射、散射辐射	
E ₄ (上表面 30cm 处)	2.50-0.50+0.30=2.30	12mmPb	有用线束	
F ₄ (下表面 30cm 处)	0.50+0.09+0.30=0.89	6mmPb	泄漏辐射、散射辐射	
G ₄ (工件门 30cm 处)	2.03/2+0.30=1.32		泄漏辐射、散射辐射	
H ₄ (维修门 30cm 处)	2.03/2+0.30=1.32		泄漏辐射、散射辐射	
CX-E225	A ₅ (前表面 30cm 处)	2.60/2+0.30=1.60	11mmPb	泄漏辐射、散射辐射
	B ₅ (后表面 30cm 处)	2.60/2+0.30=1.60		泄漏辐射、散射辐射
	C ₅ (左表面 30cm 处)	2.60/2+0.30=1.60		泄漏辐射、散射辐射
	D ₅ (右表面 30cm 处)	2.60/2+0.30=1.60	15mmPb	有用线束
	E ₅ (上表面 30cm 处)	2.75-0.50+0.30=2.55	11mmPb	泄漏辐射、散射辐射
	F ₅ (下表面 30cm 处)	0.50+0.14+0.30=0.94		泄漏辐射、散射辐射
	G ₅ (工件门 30cm 处)	2.60/2+0.30=1.60		泄漏辐射、散射辐射
	H ₅ (维修门 30cm 处)	2.60/2+0.30=1.60		泄漏辐射、散射辐射

注：1) 根据建设单位提供的资料，本项目各型号设备的靶点均居中，且距离下表面的高度约 0.5m。
 2) 相对有用线束和泄漏辐射，表格中距离数值代表参数 R；相对散射辐射，表格中距离数值代表参数 R_s。

3、辐射影响预测结果

根据公式(11-1)~公式(11-3),本项目各型号X射线实时成像检测系统生产调试时周围环境辐射剂量率预测结果见表11-2。

表 11-2 辐射屏蔽理论估算结果一览表

预测点位		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 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ 117-2015 标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
CX-E90	A ₁ (前表面30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	2.5
	B ₁ (后表面30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	
	C ₁ (左表面30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	
	D ₁ (右表面30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	
	E ₁ (上表面30cm处)	0.183	/	/	0.183	
	F ₁ (下表面30cm处)	/	0.090	0.330	0.420	
	G ₁ (工件门30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	
	H ₁ (维修门30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	
	I ₁ (观察窗30cm处)	/	0.059	0.218	0.277	
CX-E100	A ₂ (前表面30cm处)	/	0.080	0.295	0.375	2.5
	B ₂ (后表面30cm处)	/	0.080	0.295	0.375	
	C ₂ (左表面30cm处)	/	0.071	0.260	0.331	
	D ₂ (右表面30cm处)	/	0.071	0.260	0.331	
	E ₂ (上表面30cm处)	0.293	/	/	0.293	
	F ₂ (下表面30cm处)	/	0.090	0.330	0.420	
	G ₂ (工件门30cm处)	/	0.080	0.295	0.375	
	H ₂ (维修门30cm处)	/	0.080	0.295	0.375	
	I ₂ (观察窗30cm处)	/	0.080	0.295	0.375	
CX-E160	A ₃ (前表面30cm处)	/	0.106	0.112	0.218	2.5
	B ₃ (后表面30cm处)	/	0.106	0.112	0.218	
	C ₃ (左表面30cm处)	/	0.097	0.102	0.199	
	D ₃ (右表面30cm处)	/	0.097	0.102	0.199	
	E ₃ (上表面30cm处)	0.660	/	/	0.660	
	F ₃ (下表面30cm处)	/	0.162	0.171	0.333	
	G ₃ (工件门30cm处)	/	0.106	0.112	0.218	
	H ₃ (维修门30cm处)	/	0.106	0.112	0.218	
	I ₃ (观察窗30cm处)	/	0.106	0.112	0.218	
CX-E200	A ₄ (前表面30cm处)	/	0.074	0.067	0.141	2.5
	B ₄ (后表面30cm处)	/	0.074	0.067	0.141	
	C ₄ (左表面30cm处)	/	0.106	0.096	0.202	
	D ₄ (右表面30cm处)	/	0.106	0.096	0.202	
	E ₄ (上表面30cm处)	0.566	/	/	0.566	
	F ₄ (下表面30cm处)	/	0.162	0.146	0.308	
	G ₄ (工件门30cm处)	/	0.074	0.067	0.141	
	H ₄ (维修门30cm处)	/	0.074	0.067	0.141	

续表 11-2 辐射屏蔽理论估算结果一览表

预测点位		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 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ 117-2015 标准 限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
CX-E225	A ₅ (前表面30cm处)	/	0.314	<0.001	<0.315	2.5
	B ₅ (后表面30cm处)	/	0.314	<0.001	<0.315	
	C ₅ (左表面30cm处)	/	0.314	<0.001	<0.315	
	D ₅ (右表面30cm处)	1.063	/	/	1.063	
	E ₅ (上表面30cm处)	/	0.124	<0.001	<0.125	
	F ₅ (下表面30cm处)	/	0.911	0.001	0.912	
	G ₅ (工件门30cm处)	/	0.314	<0.001	<0.315	
	H ₅ (维修门30cm处)	/	0.314	<0.001	<0.315	

因此，本项目调试区和销售展示区各型号的 X 射线实时成像检测系统的自屏蔽体表面 30cm 处各预测点位的辐射剂量率均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 中 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

11.2.2 人员受照剂量

1、估算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 3.1.1 条款中的公式 (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} ——关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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，本次评价均保守取 1；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子，取值参考 GBZ/T 250-2014 附录 A 表 A.1，本次评价全居留保守取 1；部分居留保守取 1/4；偶然停留保守取 1/16。

2、辐射工作人员受照剂量

本项目生产调试辐射剂量率分别取各型号 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体外 30cm 处的剂量率理论估算最大值；销售展示区开机演示和试验件检测的 X 射线实时成像检测系统型号固定为 CX-E225 型，不涉及其他型号，保守取 CX-E225 型剂量率理论估算最大值；购买单位处调试和售后技术培训辐射剂量率分别取各型号 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体外 30cm 处的剂量率估算最大值；售后维修主要是排除设备故障情况下才会产生外照射，该

情况下探伤铅房的自屏蔽体完好，保守考虑到维修人员在 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值（相对生产厂家设备出厂检测报告中的数值）时操作，但佩戴了铅衣和个人剂量报警仪，辐射剂量率保守取 2.5 μ Sv/h，则本项目辐射工作人员年有效剂量和周有效剂量（年工作按 50 周计）估算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目辐射工作人员年有效剂量估算

人员属性	受照环节		\dot{H} (μ Sv/h)	$t_{年}$ (h/a)	$t_{周}$ (h/周)	U	T	$H_{年}$ (mSv/a)	$H_{周}$ (μ Sv/周)	
辐射工作人员	生产调试	CX-E90	0.420	100	2	1	1	0.042	0.84	
		CX-E100	0.420	100	2	1	1	0.042	0.84	
		CX-E160	0.660	100	2	1	1	0.066	1.32	
		CX-E200	0.566	100	2	1	1	0.057	1.14	
		CX-E225	1.063	100	2	1	1	0.106	2.12	
		小计							0.313	6.26
	销售展示	开机演示	CX-E225	1.063	5	0.1	1	1	0.005	0.10
		试样件检测	CX-E225	1.063	100	2	1	1	0.106	2.12
		小计							0.111	2.22
	安装调试	CX-E90	0.420	25	0.5	1	1	0.011	0.22	
		CX-E100	0.420	25	0.5	1	1	0.011	0.22	
		CX-E160	0.660	25	0.5	1	1	0.017	0.34	
		CX-E200	0.566	25	0.5	1	1	0.014	0.28	
		CX-E225	1.063	25	0.5	1	1	0.027	0.54	
		小计							0.080	1.60
	技术培训	CX-E90	0.420	25	0.5	1	1	0.011	0.22	
		CX-E100	0.420	25	0.5	1	1	0.011	0.22	
		CX-E160	0.660	25	0.5	1	1	0.017	0.34	
		CX-E200	0.566	25	0.5	1	1	0.014	0.28	
		CX-E225	1.063	25	0.5	1	1	0.027	0.54	
		小计							0.080	1.60
售后维修		2.5	0.5	0.01	1	1	0.001	0.02		

因此，本项目生产调试工作拟由 2 名辐射工作人员共同完成，其中 1 名负责操作位设备控制和记录剂量检测数据，1 名负责调试时场所周围辐射剂量检测，则单名辐射工作人员年有效剂量为 0.313mSv/a，周剂量为 6.26 μ Sv/周；销售展示区开机演示、试样件检测、客户使用方处安装调试、技术培训、售后维修等工作均拟由 2 名辐射工作人员共同完成，则单名辐射工作人员年有效剂量为 0.272mSv/a，周剂量 5.44 μ Sv/周。因此，本项目辐射工作人员周剂量满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中规定的“人员在关注点的周剂

量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周”的要求；年有效剂量符合《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（职业人员年有效剂量 \leq 20mSv/a），也低于本项目剂量管理约束值要求（职业人员年有效剂量 \leq 5mSv/a）。

3、周围公众成员受照剂量

本项目调试区和销售展示区周围公众成员年有效剂量和周有效剂量（年工作按 50 周计）估算结果见表 11-4。购买单位处设备的安装调试、技术培训和维修时，周围公众与用户单位的现场环境有关，存在不确定性，本次评价保守将居留因子均取 1；设备正常开机使用时，周围公众受照剂量依据使用单位关于该辐射工作场所办理的环境影响评价文件确定，本报告不做具体分析。

表 11-4 本项目公众成员的年有效剂量估算结果表

人员属性	关注点处	\dot{H}^* (μ Sv/h)	$t_{年}$ (h/a)	$t_{周}$ (h/周)	U	T	$H_{年}$ (mSv/a)	$H_{周}$ (μ Sv/周)		
公众成员	2层调试区周围	车间通道	CX-E90	0.277	100	2	1	1/16	0.002	0.04
			CX-E100	0.375	100	2			0.002	0.04
			CX-E160	0.218	100	2			0.001	0.02
			CX-E200	0.141	100	2			0.001	0.02
			CX-E225	0.315	100	2			0.002	0.04
		小计							0.008	0.16
	2层调试区周围	装配区	CX-E90	0.277	100	2	1	1	0.028	0.56
			CX-E100	0.331	100	2			0.033	0.66
			CX-E160	0.199	100	2			0.020	0.40
			CX-E200	0.202	100	2			0.020	0.40
			CX-E225	1.063	100	2			0.106	2.12
		小计							0.205	4.14
	2层调试区周围	三层闲置区	CX-E90	0.183	100	2	1	1/16	0.001	0.02
			CX-E100	0.293	100	2			0.002	0.04
			CX-E160	0.660	100	2			0.004	0.08
			CX-E200	0.566	100	2			0.004	0.08
			CX-E225	0.125	100	2			0.001	0.02
		小计							0.012	0.24
	2层调试区周围	四层办公区	CX-E90	0.183	100	2	1	1	0.018	0.36
			CX-E100	0.293	100	2			0.029	0.58
			CX-E160	0.660	100	2			0.066	1.32
			CX-E200	0.566	100	2			0.057	1.14
			CX-E225	0.125	100	2			0.013	0.26
		小计							0.182	3.66
	2层调试区周围	一层剪切	CX-E90	0.420	100	2	1	1	0.011	0.84
			CX-E100	0.420	100	2			0.042	0.84
			CX-E160	0.333	100	2			0.033	0.66
			CX-E200	0.308	100	2			0.031	0.62

	和折弯区	CX-E225	0.912	100	2			0.091	1.82	
		小计							0.272	4.78
1层销售展示区	东侧厂区道路	0.315	5+100	2.1	1	1/16	0.002	0.04		
	南侧厂区道路	0.315	5+100	2.1		1/16	0.002	0.04		
	渗透生产设备区	1.063	5+100	2.1		1/4	0.028	0.56		
	车间通道	0.315	5+100	2.1		1/16	0.002	0.04		
安装调试	CX-E90	0.420	25	0.5	1	1	0.011	0.22		
	CX-E100	0.420	25	0.5		1	0.011	0.22		
	CX-E160	0.660	25	0.5		1	0.017	0.34		
	CX-E200	0.566	25	0.5		1	0.014	0.28		
	CX-E225	1.063	25	0.5		1	0.027	0.54		
技术培训	CX-E90	0.420	25	0.5	1	1	0.011	2.22		
	CX-E100	0.420	25	0.5		1	0.011	0.22		
	CX-E160	0.660	25	0.5		1	0.017	0.22		
	CX-E200	0.566	25	0.5		1	0.014	0.34		
	CX-E225	1.063	25	0.5		1	0.027	0.28		
售后维修		2.5	0.5	0.01	1	1	0.001	0.02		

注：1) 各预测点处的辐射剂量率均按 X 射线实时成像检测系统靠近预测点一侧的自屏蔽体外 30cm 处的理论预测值进行核算，不考虑建筑屏蔽和距离衰减等因素。2) 购买单位处调试和售后技术培训辐射剂量率分别取各型号 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体外 30cm 处的剂量率估算最大值。

因此，本项目周围公众成员的周剂量满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中规定的“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对公众不大于 5 μ Sv/周”的要求；年有效剂量满足《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（公众成员年有效剂量 \leq 1mSv/a），也低于本项目剂量约束值要求（公众成员年有效剂量 \leq 0.25mSv/a）。

4、评价范围内其他环境保护目标年有效剂量

经上述计算，本项目调试区和销售展示区邻近区域的公众年有效剂量均可满足相关标准限值要求。根据辐射剂量率与距离的平方成反比的定律，可定性推导出：本项目评价范围 50m 内其他的环境保护目标（主要为平湖市银信新材料科技有限公司、浙江慧凯模塑科技有限公司、大熊模具（嘉兴）有限公司及汉粤净化设备（浙江）有限公司，与辐射源相对距离较远）的年有效剂量均可满足《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（公众成员 \leq 1mSv/a），也低于本项目剂量约束值要求（公众成员 \leq 0.25mSv/a）。

11.2.3 非放射性污染影响分析

X 射线实时成像检测系统开机时产生 X 射线，会造成铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）明确要求探伤室内每小时有效通风换气次数不低于 3 次/h，该限值的制定以保障场所内工作人员的环境空气质量为依据和前提。结合本报告表 10 章节表 10-3 的分析，本项目各型号 X 射线实时成像检测系统的铅房每小时有效通风换气次数均大于 3 次，可定性推导出：本项目的臭氧和氮氧化物等非放射性气体，通过机械排风装置排出探伤铅房，不会形成局部聚集，可满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中的限值要求（臭氧最高允许浓度 $\leq 0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ）。该部分废气最终由车间的排风扇引至室外，直接排放于大气环境中。由于臭氧在短时间内会自动分解为氧气，对周围环境的影响较小，满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及 2018 年修改单中二级标准的要求。

维修产生的废 X 射线管属于危险废物，最终由射线管生产厂家回收处置。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射风险识别

本项目运行期间可能发生的辐射事故主要是在 X 射线实时成像检测系统生产调试、销售展示区开机演示及试验件检测、客户使用方处安装调试、售后技术培训和维修时发生故障导致辐射工作人员受到辐射照射，污染途径为外照射。

（1）X 射线实时成像检测系统生产调试、销售开机演示及试验件检测

a、X 射线实时成像检测系统自屏蔽体安全联锁装置故障，且铅房防护门未关闭时，工作人员对安装好的设备进行出束调试、开机演示及试验件检测。

b、探伤铅房防护门未关闭时，X 射线实时成像检测系统自屏蔽体失效和软件控制故障，导致高低压错乱造成工作人员受到辐射照射。

（2）X 射线实时成像检测系统安装调试、技术培训

安装调试和技术培训时，X 射线实时成像检测系统的自屏蔽体安全联锁装置故障、或屏蔽体损坏，导致人员受到误照射。

（3）售后维修

售后维修时，辐射工作人员未穿铅衣，X 射线实时成像检测系统的自屏蔽体失效且 X 射线出束，工作人员受到照射。

由上可知，本项目事故工况来源于 X 射线实时成像检测系统自屏蔽体故障或者失效。

11.3.2 风险防范措施

- (1) 辐射工作人员必须持证上岗方能调试相关仪器设备，严格按照操作规程操作。
- (2) 工作人员每次开机前必须认真检查安全联锁装置，防止事故的发生。
- (3) 加强辐射工作场所管理，非有关人员禁止入内。
- (4) 调试过程中严禁拆掉联锁装置进行开机调试，避免对调试人员产生误照射。
- (5) 开机出束过程中工作人员绝不能擅自离岗，佩带个人剂量计和个人剂量报警仪，密切关注室内的剂量率水平。
- (6) 维修人员必须经过专业培训，维修时必须穿戴铅衣并佩带个人剂量报警仪。

11.3.3 应急处置方案

针对以上可能发生的事故风险，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，公司应制定辐射事故应急方案，并定期进行演练，及时进行整改，同时还应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。当发生或发现辐射事故，当事人应立即向公司的辐射安全负责人和法定代表人报告。当事故发生时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生主管部门报告。

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（2019年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》等法律法规要求，生产、销售和使用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 机构的设置

嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司应发文成立辐射安全与环境保护管理机构，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作，并明确相关人员职责。

12.1.2 辐射工作人员管理

(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.mec.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与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和防护条例（2019年修改）》与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》等法律法规要求，生产、销售和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、射

线装置使用登记制度及台账管理制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

因此，公司在从事辐射操作前，应结合现行法律法规要求及实际工作情况，制定一系列相关辐射安全管理规章制度，形成完善的体系，为本项目的安全开展、辐射防护和环境保护提供有力保障。建设单位拟制定的相关辐射安全规章制度目录见表12-1。

表12-1 建设单位拟制定的相关辐射安全规章制度目录

序号	制度名称
1	辐射防护和安全保卫制度
2	射线装置调试规程
3	射线装置销售规程
4	射线装置生产管理制度
5	射线装置销售管理制度
6	射线装置技术培训和售后维修管理制度
7	辐射防护仪器、仪表操作规程
8	射线装置生产、销售和使用登记、台帐管理制度
9	辐射工作人员岗位职责
10	辐射工作人员辐射安全培训制度
11	辐射工作人员个人剂量管理制度
12	辐射工作人员职业健康管理制
13	监测方案
14	辐射事故应急预案
15	辐射安全档案管理制度

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，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 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（2021年修改）》的要求，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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

本项目拟配备便携式辐射监测仪2台、在线辐射安全报警仪2台、个人剂量计4个、个人

剂量报警仪4个。以上监测仪器按要求配备后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。

12.3.2 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。同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过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。

12.3.3 工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

（1）正式使用前监测：委托有相关监测资质的监测单位对核技术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，建议监测周期为1次/季。

（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的监测，监测周期为1次/年。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。

本项目辐射工作场所监测计划建议如下：

表12-2 辐射工作场所监测计划建议

监测对象	监测方式	监测范围	监测项目	监测频率	监测依据
调试区	验收监测	X射线实时成像检测系统的铅房屏蔽体外30cm处、防护门门缝、防护门外30cm处、通风口、电缆出口、工作人员操作位及楼上、楼下等区域；	周围剂量当量率	竣工验收	《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）等。
	自主监测			每次调试时	
	年度监测			1次/年	
销售展示区	验收监测	X射线实时成像检测系统的铅房屏蔽体外30cm处、防护门门缝、防护门外30cm处、通风口、电缆出口、工作人员操作位等区域；	周围剂量当量率	竣工验收	
	自主监测			1次/年	
	年度监测			1次/年	

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》中第十二条规定及原环保部信息管理要求，公司应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。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）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；
- （四）射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）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 环保竣工验收

公司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验收技术指南——污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）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。

12.6 辐射事故应急

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，公司应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。辐射事故应急预案主要包括下列内容：

- （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，公司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。

本次评价要求在项目投入运行后，公司应做到：

①辐射事故应急预案内容应包括：紧急出动、现场应急、善后处理、事故总结、信息发布等过程，落实每一步骤的具体参加人员、负责人，明确各自职责以及时限要求等，其内容应当全面具体，具有可操作性。

②应公布应急组织各成员的姓名、岗位和事故情况下各部门（包括企业内涉源各部门和生态环境、公安、卫生等管理部门）的联系人和24小时联络电话，并建立相应的辐射事故报告框图。

③制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

④公司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。

⑤公司应将本单位的应急预案报所在地生态环境主管部门备案，开展隐患排查并及时消除隐患，防止发生事故。

12.7 从事辐射活动能力的评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》相关规定，生产、销售、使用Ⅱ类射线装置的单位应具备相应的条件，对嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司从事辐射活动能力的评价见表12-3。

通过分析可知，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理要求后，公司将具备从事辐射活动的技术能力。

表 12-3 嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）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。	公司承诺将按要求成立专门的辐射安全与环境保护管理机构
（二）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。	公司承诺将制定培训计划，定期安排所有辐射工作人员参加辐射安全与防护知识培训，经考核合格后方可执证上岗，并按要求及时复训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	公司拟严格按照《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求安装相应的安全设施、警示装置及辐射安全防护措施，可保证本项目射线装置的使用安全。
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	公司拟配置便携式辐射监测仪2台、个人剂量报警仪4个，可满足本项目的使用要求。
（六）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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	公司承诺按要求拟制定
（七）有完善的辐射事故应急措施。	公司承诺按要求拟制定
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应当具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及放射性“三废”，仅为臭氧和氮氧化物等非放射性气体和维修报废的X射线管，均采取了合理、有效、可行的处理措施，可实现达标排放。
（九）使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有1名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目不涉及放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗，仅为射线装置在工业上的使用。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

因公司整体发展需要，嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司拟在现有厂房南侧部分的 1 层车间和北侧部分的 2 层车间内开展年产 250 台 II 类射线装置建设项目，最终形成年生产、销售和使用 250 台 X 射线实时成像检测系统的规模。

13.1.2 辐射安全和防护结论

(1) 本项目生产的 X 射线实时成像检测系统自身设计有自屏蔽结构，并具备多项辐射安全设施。

(2) 所有放射性区域均实行分区管理，划定控制区和监督区。调试区和销售展示区均拟用栅栏（或等效方式）围蔽，密度保证任何人员无法进入，栅栏高度不低于 2.2m，与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域；围栏外等距离间隔设置电离辐射警示标志，提醒无关人员请勿靠近；围栏的顶部拟设置足够数量的摄像头进行监控，防止人员翻越。放射性场所的入口处均设置门锁，实行双人双锁管理模式，钥匙由专人保管。

(3) 公司严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》从事销售经营活动，落实公司销售资格、销售产品的质量管理、销售中的安全管理、销售场所和设施管理、销售中的安装调试、技术培训和维修、销售台账管理多方面的要求。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 主要污染因子

本项目的污染因子为 X 射线、非放射性气体（臭氧和氮氧化物）及废 X 射线管。

(2) 辐射环境影响预测

经理论预测，本项目投入运行后，X 射线实时成像检测系统的铅房周围环境辐射剂量率均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求。

(3) 保护目标剂量

根据剂量估算结果，本项目所致辐射工作人员与公众成员的周有效剂量满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中规定的“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周”的要求；年有效剂量小于本次评价项目剂量约束值（职业人员 \leq 5.0mSv/a、公众成员 \leq 0.25mSv/a），同时满足《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。

(4) “三废”影响分析

少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出探伤铅房,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。维修产生的废 X 射线管属于危险废物,由射线管生产厂家回收处置。

13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 公司应成立辐射安全领导小组,负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求,制定和完善相关辐射安全管理制度,以适应当前环保的管理要求。

(2) 公司应组织所有辐射工作人员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。

(3) 公司应为所有辐射工作人员配备个人剂量计,定期送检有资质单位(常规监测周期为 1 次/月,最长不超过 1 次/季),并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检,且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检,并建立完整的个人健康档案。同时,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;职业健康监护档案应长期保存。

(4) 公司应按本报告提出的要求制定辐射事故应急预案和安全规章制度,项目建成投运后,应认真贯彻实施,以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性结论

(1) 产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录(2019 年本)》和国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改<产业结构调整指导目录(2019 年本)>的决定》,本本项目属于第一类鼓励类中第十四项“机械”第 6 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器,自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器,工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备,用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”,符合国家产业政策的要求。

(2) 实践正当性

本项目的实施可为相关企业提供无损检测设备,用于开展产品的无损检测,从而提高产品的性能,具有良好的社会效益和经济效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后,其对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害,符合《电离辐射

防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

(3) 规划符合性

本项目用地性质为工业用地,且周围无环境制约因素,符合土地利用规划要求。产业类型属先进制造业,符合板块定位,其建设符合《张江长三角科技城一期启动区控制性详细规划》的要求。项目建设符合平湖市“三线一单”生态环境分区管控方案的要求,且不涉及生态保护红线,符合资源利用上线、环境质量底线和生态环境准入清单的要求,符合“三线一单”的建设要求。

(4) 选址合理性

本项目调试区和销售演示区的评价范围 50m 内环境保护目标主要包括厂内负责调试、销售开机演示、试验件检测及购买方处安装调试、技术培训和售后维修等的辐射工作人员、生产车间周围的非辐射工作人员及厂外各生产企业(平湖市银信新材料科技有限公司、浙江慧凯模塑科技有限公司、大熊模具(嘉兴)有限公司及汉粤净化设备(浙江)有限公司)的公众成员,不涉及居民点和学校等环境敏感点。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,本项目选址是合理可行的。

(5) 项目区辐射环境背景水平

本项目辐射工作场所拟建址及周围环境的辐射本底水平未见异常。

13.1.6 环保可行性结论

综上所述,嘉兴市磁海无损检测设备制造有限公司年产 250 台 II 类射线装置建设项目,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,本次评价内容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

(1) 公司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) 本项目环评报批,公司需及时向有权限的生态环境主管部申领《辐射安全许可证》。

(3) 建设项目竣工后,公司应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规

环评〔2017〕4号）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，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		年 月 日
审批意见：		
		公章
经办人		年 月 日