

核技术利用建设项目

新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目
环境影响报告表

(送审稿)

宁波凯旋消防器材有限公司

2023 年 2 月
生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目
环境影响报告表

建设单位名称：宁波凯旋消防器材有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：余姚市黄家埠镇中河路 999 号

邮政编码：315464

联系人：潘杰

电子邮箱：panjie@kaixuanfire.com

联系电话：13586769558

打印编号：1679044995000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	uaal95		
建设项目名称	新增1台X射线数字成像检测系统项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	宁波凯旋消防器材有限公司		
统一社会信用代码	91330281713301356L		
法定代表人（签章）	田崇明		
主要负责人（签字）	田崇明		
直接负责的主管人员（签字）	田崇明		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	杭州量度环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91330103MA2KEYM833		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
汤德育	20220503523000000006	BH058009	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
汤德育	全本	BH058009	

注：该表由环境影响评价信用平台自动生成



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。



姓名：汤德育

证件号码：330106197006190477

性别：男

出生年月：1970年06月

批准日期：2022年05月29日

管理号：20220503523000000006



中华人民共和国人力资源和社会保障部



中华人民共和国生态环境部



目录

表1 项目基本情况.....	1
表2 放射源.....	5
表3 非密封放射性物质.....	5
表4 射线装置.....	5
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	6
表6 评价依据.....	7
表7 保护目标与评价标准.....	9
表8 环境质量和辐射现状.....	14
表9 项目工程分析与源项.....	16
表10 辐射安全与防护.....	21
表11 环境影响分析.....	25
表12 辐射安全管理.....	33
表13 结论与建议.....	40
表 14 审批.....	44
附图1 项目地理位置图.....	45
附图2 项目 X 光检测室周边关系位置图.....	46
附图3 公司平面布置图.....	47
附图4 辐射环境影响评价范围.....	49
附图5 检测铅房构造图.....	51
附图6 余姚市环境管控单元图.....	52
附图7 余姚市黄家埠镇环境功能区划.....	53
附件1 营业执照.....	54
附件2 环评批复与验收监测意见.....	55
附件3 委托书.....	57
附件4 现场照片.....	58
附件5 检测报告.....	61
附件6 厂区土地证.....	66

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目				
建设单位	宁波凯旋消防器材有限公司				
法人代表	田崇明	联系人	潘杰	联系电话	13586769558
注册地址	余姚市黄家埠镇华家村				
项目建设地点	余姚市黄家埠镇华家村宁波凯旋消防器材有限公司生产车间一层东北侧				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	100	项目环保投资 (万元)	52	投资比例(环 保投资/总投 资)	52%
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)	约 50m 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 建设单位基本情况

宁波凯旋消防器材有限公司（以下简称“公司”）成立于 1998 年 12 月 23 号，位于余姚市黄家埠镇华家村，是一家专业生产水暖器材、阀门、消防器材等的企业。注册资金壹仟玖佰零陆元柒角壹分捌厘叁毫万元人民币，公司经营范围包括水暖器材、阀门、消防器材、防火材料、五金件的制造、加工；自营和代理货物和技术的进出口,但国家限定经营或禁止进出口的货物和技术除外。公司现有员工 370 人，实行白班制（8h）生产，全年工作 300 天。

现企业新购设备，在现有厂房中实施“年产 100 万套消防箱、900 万具水基型灭火器及配件的生产线改造项目”。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2017）》和生态环境

部令 1 号“关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定”，本项目属于“二十二、金属制品业 67 金属制品加工制造（其他（仅切割组装除外））”，本项目应编制环境影响报告表。企业于 2020 年 7 月委托浙江仁欣环科院有限责任公司编制了《宁波凯旋消防器材有限公司年产 100 万套消防箱、900 万具水基型灭火器及配件的生产线改造项目环境影响报告（书）表》。并于 2020 年 8 月 31 号取得余姚市环保局的批复（余环建[2020]328 号）。公司建设项目现状环境影响评估报告备案受理书及验收监测结论详见附件 2。

1.2 项目由来及建设规模

公司建设项目主要从事消防阀门、灭火器、消防箱的制造，主要想对灭火器筒体进行无损检测，具体工艺流程为将外购的不锈钢板先由切割机切割成合适尺寸后，再经抛光机进行打磨抛光并将钢板按照设计要求进行组装，然后将组装件进行焊接，焊接完成后人工对焊接处进行打磨使表面光滑，后使用气瓶对接焊缝 X 射线数字成像检测系统对焊缝进行无损检测，以确保焊接质量。因生产需要，公司拟将钣金车间北侧隔出 50m² 用做 X 光检测室，公司拟购置 1 台 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统放置于 X 光检测室，检测工件一般为直径×长度为 0.1m×0.2m~0.5m×1.0m 大小的灭火器筒体。

本次为该公司首次开展核技术利用项目，本次新增的 1 台 X 射线数字成像检测系统满足该公司近期生产需求。本项目射线装置基本情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	装置名称	类别	工作场所名称	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量 (台)	备注
1	XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统	II	X 光检测室	225	6	1	新购

1.3 评价目的

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的规定，公司应办理核技术利用项目环境影响评价手续。根据《射

线装置分类》(2017 年修订版), 本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统为其他工业用 X 射线探伤装置, 属 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), 应编制环境影响报告表。受宁波凯旋消防器材有限公司的委托, 杭州量度环保科技有限公司承担该公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析, 并委托济南中威检测技术有限公司对项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境本底监测, 在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

1.4 项目周边保护目标及项目选址情况

宁波凯旋消防器材有限公司位于浙江省宁波市余姚市黄家埠镇华家村, 土地证号为浙(2016)余姚市不动产权第 0026457 号, 地类(用途)为工业用地, 其地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为余姚市黄家埠镇超成机械厂, 南侧为空地, 西侧为道路, 隔路为空地, 北侧为中和路, 隔路为宁波格莱特休闲用品有限公司。公司厂区内南侧为办公楼, 二层砖混结构; 厂区一层中部、东部和西部均为公司生产车间, 厂区二层中部南侧为仓库和食堂。本项目 X 光检测室位于生产车间一层东北侧, X 光检测室拟建位置评价范围内东侧依次为卷盘车间、厂区路面, 南侧为钣金车间; 西侧为冲压车间、钣金用配件仓库、楼梯间, 北侧依次为厂区外花坛、采购部, 上方二层为半成品配件仓库。公司平面布置图见附图 3。

本项目 X 光检测室 50m 评价范围内主要为厂区内建筑(公司生产车间、采购部、仓库), 东侧为卷盘车间, 南侧为钣金车间; 西侧为冲压车间、钣金用配件仓库、楼梯间, 北侧依次为厂区外花坛、采购部。评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。

本项目所服务的主体工程为“宁波凯旋消防器材有限公司年产 100 万套消防箱、900 万具水基型灭火器及配件的生产线改造项目”, 该项目不属于《产业结构调整指导目录(2021 年修订本)》中限制类和淘汰类, 符合国家产业政策, 本项目为使用 X 射线数字成像检测系统进行室内无损探伤, 属服务于公司主体建设项目的辅助项目, 因此符合产业政策。

本项目评价范围内不涉及浙江省国家级生态保护红线区域和浙江省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测, 项目建设满足环境质量底线要求, 不会造成区域环境质量下降; 本项目对资源消耗极少, 不涉及违背生态环境准入清单的问题, 本项目的建设符合《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案(发布稿)》“三线一单”生态环境分区管控要求。

综上所述, 本项目周围无环境制约因素, 项目选址合理。

1.5 实践正当性分析

本项目使用的 X 射线数字成像检测系统对公司生产的机械加工件的焊接质量进行无损检验，有利于提高产品质量，具有较好的经济效益和社会效益。本项目保护目标为 X 光检测室周围活动的辐射工作人员以及公众成员。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，在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符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。因此，综合分析，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测系统	II 类	1 台	XYG-22508/3 型	225	6	无损检测	钣金车间 X 光检测室	新购

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	最终排入大气，臭氧 22~25 分钟分解一半，常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小

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

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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，2015.1 施行； 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 77 号， 2018.12 施行； 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 6 号；2003.10 施行； 4. 《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号， 2017.10 施行； 5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005.12 施行，2014.7 第一次修订，2019.3 第二次修订； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境总局令第 31 号，2006.3 施行，2008.12 第一次修订，2017.12 第二次修订，2019.8 第三次修订，2021.1 第四次修订； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5 施行； 8. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021.1 施行； 9. 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部与国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017.12 施行； 10. 《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，2021.2 施行； 11. 《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，2021.2 施行； 12. 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告，2022 年第 71 号，2022.8.1 起施行。
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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>2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>3. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);</p> <p>4. 《工业 X 射线 X 光检测室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014);</p> <p>5. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>6. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>7. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p>
其他	<p>报告附件:</p> <p>1. 宁波凯旋消防器材有限公司营业执照, 见附件 1;</p> <p>2. 宁波凯旋消防器材有限公司一般项目环评备案文件及验收监测结论, 见附件 2;</p> <p>3. 宁波凯旋消防器材有限公司环境影响评价委托书, 见附件 3;</p> <p>4. 宁波凯旋消防器材有限公司提供的图纸、设计资料等材料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 规定要求：“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”。

本项目为在 X 光检测室内使用 II 类射线装置，本次评价范围为 X 光检测室四周墙体外 50m 的范围，项目评价范围示意图见附图 4。

7.2 保护目标

结合公司厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目 X 光检测室 50m 范围内主要为厂区内建筑（公司生产车间、采购部、仓库），东侧为卷盘车间，南侧为钣金车间；西侧为冲压车间、钣金用配件仓库、楼梯间，北侧依次为厂区外花坛、采购部，上方二层为半成品配件仓库。评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。

本项目保护目标为评价范围内活动的职业工作人员和公众成员。

(1) 本项目职业人员为在 X 光检测室南侧操作位进行探伤相关作业的辐射工作人员。

(2) 本项目公众成员包括 X 光检测室所在生产车间内工作的公司员工、采购部内办公的公司员工、仓库内工作的公司员工，以及偶然经过评价范围内的其他公众成员。

表 7-1 X 光检测室周围主要保护目标情况

保护目标		方位、距离	建筑特征	人数
辐射工作人员		铅房南侧操作位；距铅房工作人员防护门最近距离约 0.3m	单层，钢结构，高约 2.5m	2 人
公众成员	公司员工	X 光检测室所在钣金车间，X 光检测室 50m 内其他侧生产车间、采购部、仓库、道路，距 X 光检测室最近距离约 0.3m	/	50 人
	其他公众成员	铅房四周 50m 范围内偶然经过的公众成员	/	/

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

4.3.3 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)。

标准中附录B规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本次评价取规定限值的 1/10，即以 2.0mSv作为职业工作人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv作为公众成员的年管理剂量约束值。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

4.1 防护安全要求

4.1.1 X 光检测室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与 X 光检测室分开并尽量避开有用线束照射方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将 X 光检测室墙壁围成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 X 光检测室墙和入口门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 X 光检测室顶的辐射屏蔽应满足：

a) X 光检测室上方已建、拟建建筑物或 X 光检测室邻旁建筑物在自辐射源点到 X 光检测室顶内表面边缘所张立体角区域内时，X 光检测室顶的辐射屏蔽要求同上述 4.1.3 中的要求。

b) 对不需要人员到达的 X 光检测室顶，X 光检测室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 X 光检测室应设置门-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 射线装置，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 X 光检测室内部的人员在紧急情况下离开 X 光检测室。

4.1.6 X 光检测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 X 光检测室内人员安全离开。“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 X 光检测室内、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 X 光检测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 X 光检测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 X 光检测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 X 光检测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。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入 X 光检测室时除佩戴常规个人剂量计外,还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时,剂量仪报警,探伤工作人员应立即离开 X 光检测室,同时阻止其他人进入 X 光检测室,并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量 X 光检测室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。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时,应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前,应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。

4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置,如准直器和附加屏蔽,把潜在的辐射降到最低。

4.2.5 在每一次照射前,操作人员都应该确认 X 光检测室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。

4.2.6 开展 X 光检测室设计时未预计到的工作,如工件过大必须开门探伤,应遵循 5.1、5.3、5.4、5.5 的要求。

本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为 X 光检测室四周墙体及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平;本项目 X 光检测室所在生产车间为双层建筑, X 光检测室室顶上方后期拟作为半成品配件仓库,日常虽无人员居留,但存在人员到达的可能,因此以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为 X 光检测室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

3、《工业 X 射线 X 光检测室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)

1 范围

本标准规定了工业 X 射线 X 光检测室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的 X 光检测室。

3.2 X 光检测室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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

3.3.2 探伤装置的控制室应置于 X 光检测室外，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。

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

4、项目管理目标

根据上述标准，确定本项目的管理目标如下：

（1）辐射剂量率控制水平：以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为 X 光检测室四周墙体、室顶及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平。

（2）辐射剂量控制水平：以 2.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理及场所位置

本项目 X 光检测室位于余姚市黄家埠镇华家村宁波凯旋消防器材有限公司厂区内生产车间一层东北侧。本项目 X 光检测室 50m 范围内主要为厂区内建筑（公司生产车间、采购部、仓库），东侧为卷盘车间，南侧为钣金车间；西侧为冲压车间、钣金用配件仓库、楼梯间，北侧依次为厂区外花坛、采购部，上方二层为半成品配件仓库。评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。公司平面布置图见附图 3。

8.2 环境质量和辐射现状

8.2.1 检测目的

为了解宁波凯旋消防器材有限公司拟建 X 光检测室及其周围的辐射环境背景水平，委托检测单位济南中威检测技术有限公司于 2023 年 3 月 18 日对拟建 X 光检测室建设场址周围进行辐射环境本底水平现场检测。

8.2.2 检测因子及频次

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率；

检测频次：每个点位读 10 个数，取其平均值作为测量结果；

检测点位：于 X 光检测室拟建区域四周及厂区四周各布设 1 个检测点位，共布设 10 个检测点位。检测点位详见附件 6。

8.2.3 检测方案

目前，本项目尚未建设，因此，仅对拟建场址及其周围进行检测。

8.2.4 检测条件

检测日期：2023 年 3 月 18 日；天气：阴；温度：14℃；湿度：58%RH。

8.2.5 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。
- (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有合格证书上岗。
- (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，并对仪器进行校验。
- (5) 由 2 名专业检测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，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

表 8-1 检测仪器及参数与监测规范

仪器名称	便携式 X-γ 剂量率仪
仪器型号	RP6000
仪器编号	JC79-01-2022
测量范围	剂量率：0.01~200.00μSv/h；累积剂量：0.00μSv~9.99Sv
灵敏度	≥350CPS/μSv/h
能量范围	15Kev~3Mev
相对误差	≤±8%（在 200.00μSv/h 时）
检定证书编号	2022H21-20-4224898001
检定有效期	至 2023 年 10 月 31 日
检测和评价依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

8.2.6 检测结果及评价

检测结果见表 8-2。

表 8-2 X 射线 X 光检测室建设区域及其周围辐射环境背景监测结果

检测点位	点位描述	γ空气吸收剂量率（×10 ⁻⁸ Gy/h）	
		平均值	标准差
1	X 射线室拟建址东	8.8	0.2
2	X 射线室拟建址南	8.0	0.3
3	X 射线室拟建址西	8.8	0.3
4	X 射线室拟建址北	8.8	0.3
5	厂房	8.8	0.4
6	厂区东侧超成机械厂	9.6	0.4
7	厂区南侧外部道路	8.8	0.3
8	厂区西侧外部道路	8.0	0.1
9	厂区北侧外部道路	8.8	0.5
10	拟建址楼上	8.8	0.3

注：上表中γ空气吸收剂量率检测结果已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值 0.02μSv/h

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺流程简述

本项目建设位置为厂区内生产车间一层东北角，依托现有生产车间，进行 X 光检测室的建设。X 光检测室为钢板+铅板+钢板结构。施工期主要建设内容包括 X 光检测室及辅助房间的主体工程 and 辐射防护工程建设、安全防护设施的安裝等，施工期可能的污染因素主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物等常规污染因素，不涉及辐射影响。施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

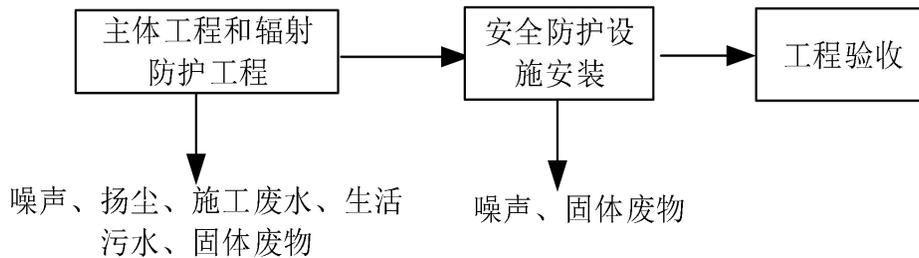


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

9.2 营运期工艺流程简述

9.2.1 X 射线数字成像检测系统简介

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统高频 X 射线数字成像检测系统由进口高分辨率数字平板探测器、高频 X 射线机系统、计算机图像处理系统、电气控制系统、机械系统、现场监视系统、X 射线防护铅房等组成组成，铅房内部安装有载物台、X 射线管与数字平板 C 型臂机、监视系统。其中，载物台可前后水平移动（行程 320cm）以及可绕垂直轴的转动，X 射线管与数字平板 C 型臂机可上下移动，X 射线管位于 C 型臂的右侧，平板探测器位于 C 型臂的左侧，X 射线照射方向固定为由前侧向后侧照射。本项目 X 射线数字成像检测系统采用屏蔽检测铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸为 3200mm（L）× 2412mm（W）× 2459mm（H），工作人员防护门尺寸：1880mm×983 mm，厚度：14mm（铅板厚度 10mm、钢板厚度 4mm）进、出工件门尺寸：1100mm×1100mm，厚度：14mm（铅板厚度 10mm、钢板厚度 4mm），铅房后侧面板（主射面）为 2mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板，其余各侧面板均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板，铅房上部设有通风

口，装有排风扇，迷道设计。

本项目 X 射线数字成像检测系统配置的 X 射线管。X 射线管具有大焦点和小焦点两种工作模式，其中小焦点检测时，最大管电压为 225kV、最大管电流为 3mA；大焦点检测时，最大管电压为 225kV、最大管电流为 6mA，此时管电压和管电流均可同时达到最大值，无额定功率。工作人员只需在检测铅房外将待检工件放置在载物台上，无需进入检测铅房内部。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，年探伤曝光次数约为 20000 次。

9.2.2 工作原理

本项目 X 射线数字成像检测系统包括操作台和检测铅房，检测铅房内安装有载物台、X 射线管与数字平板 C 型臂机、监视系统。核心部件是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生大量 X 射线。本项目采用的是实时成像技术，其原理为：由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，透射 X 射线被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至监视器，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构等进行判别，从而达到无损检测的目的。

9.2.3 工作流程

本项目 X 射线数字成像检测系统具体工作流程如下：

- (1) 接通电源；
- (2) 工作人员将待测物件放置传输带上后，工作人员回到操作台开始操作，用传输带使待测物件进入检测铅房；
- (3) 按动关门按钮，关闭左右工件门；
- (4) 工作人员在操作台处通过控制系统调节，使 X 射线出束处在合适的检测位置；

(5) 加高压、打开 X 射线出束开关, 开始检测, 检测期间 X 射线机发出 X 射线以及 X 射线电离检测铅房中的空气产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x);

(6) 检测工件的内部结构以图像的形式显示在操作台的显示器上, 若工件质量合格, 则直接关闭射线, 工件门打开, 传输带向前滑动, 取出工件; 若工件质量不合格, 则进行缺陷分析, 并出具检测报告, 然后关闭射线, 工件门打开, 传输带向前滑动, 取出工件。

本项目 X 射线数字成像检测系统开展探伤时, 其工作流程及产污环节如图 9-2 所示:

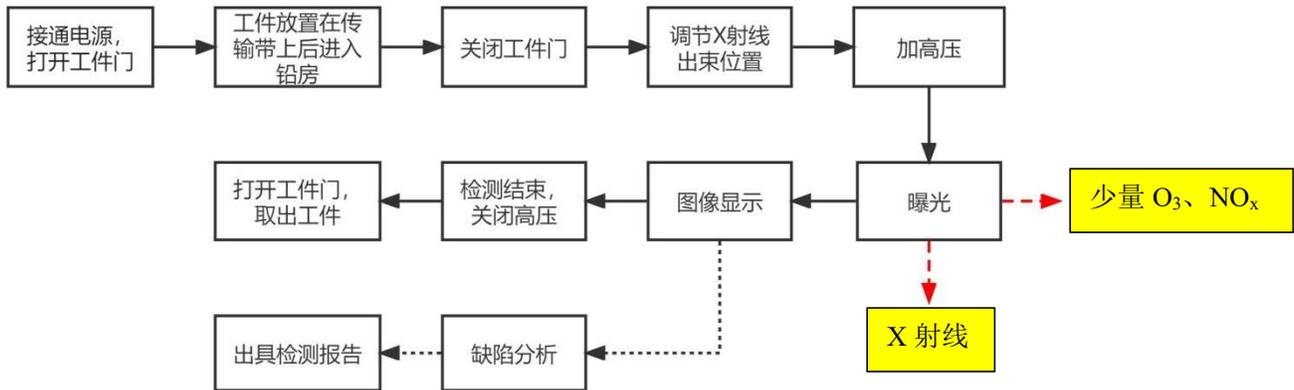


图 9-2 X 射线数字成像检测系统工作流程及产污环节示意图

9.3 污染源项描述

9.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1、噪声

本项目施工期噪声主要来自辅助器材拆卸阶段, 主要噪声源为各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声, 另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2、废水

施工期废水主要来自施工人员的生活废水。本项目建设内容较为简单, 废水产生量较小。

3、固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾, 本项目建设内容较为简单, 固体废物产生量较小。

4、扬尘

在建设施工期需进行的各种施工将产生地面扬尘，另外机械设备和厂内运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾、施工扬尘。

9.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1、辐射污染

X 射线数字成像检测系统工作原理可知，只有 X 射线装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，对检测铅房外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线数字成像检测系统在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的辐射剂量率约为 $2.1384 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ （辐射源点（靶点）1m 处输出量 $3.564 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \times$ 最大管电流 6mA）。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $1.4 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，X 射线经检测工件 90° 散射后，X 射线能量降至 0.278kV，散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。

本项目检测铅房后侧面板主要受到主射线辐射影响，检测铅房前侧、左侧、右侧、顶部和底部面板主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。

2、非放射性污染因素分析

本项目产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 NO₂ 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中本项目 X 射线数字成像检测系统的管电压、管电流较小，单次开机检测时间较短，臭氧和氮氧化物的产生量均

较小。

综上所述，本项目营运期环境影响评价的评价因子为 X 射线、非放射性有害气体。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全与防护

10.1.1 工作场所布局与分区

本项目 X 射线数字成像检测系统设置有操作台和检测铅房，操作台与检测铅房分开独立设置，检测铅房放置于 X 光检测室的中间临近 X 光检测室后墙，X 光检测室只有一个供工作人员进出门，X 光检测室四周由上部分带透视窗的塑料板围成，本项目布局满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于操作室与检测铅房分开设置的要求。

本项目 X 射线数字成像检测系统固定在 X 光检测室内使用，公司拟将 X 射线数字成像检测系统检测铅房的内部区域划为控制区，将 X 光检测室划为监督区，并在 X 光检测室出入门外表面醒目位置设置电离辐射警告标志，禁止非辐射工作人员进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目控制区和监督区划分示意图见图 10-1。

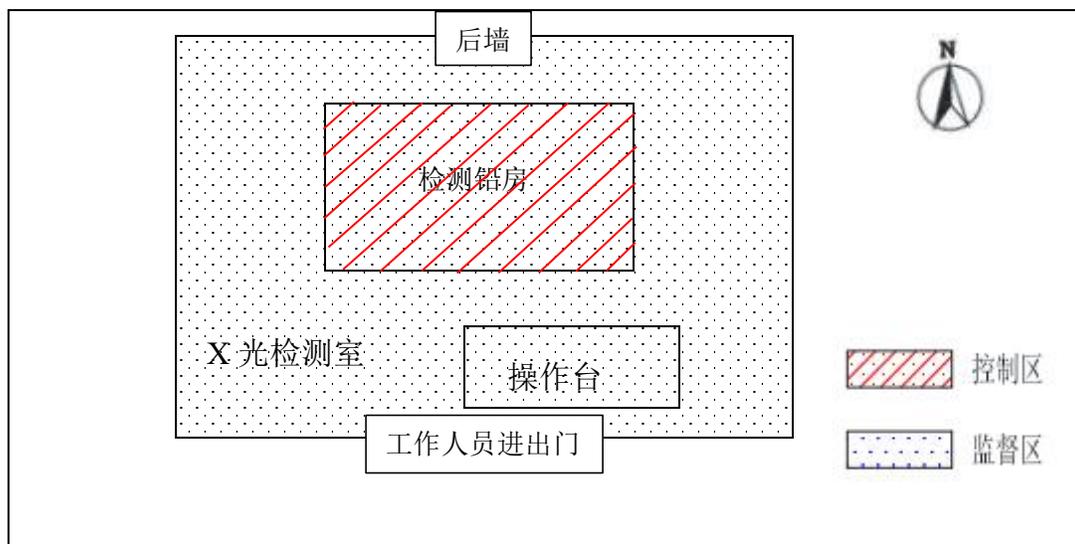


图 10-1 控制区与监督区划分示意图

10.1.2 屏蔽设计

(1) 检测铅房屏蔽防护设计

本项目 X 射线数字成像检测系统采用铅房对 X 射线进行屏蔽，具体防护设计见表 10-1。

10-1 X 射线数字成像检测系统防护设计参数一览表

项目	内容	铅当量
内部尺寸	本项目检测铅房为矩形，检测铅房净长 3200mm，净宽 2412mm，净高 2459mm（不含通风管道），净容积 19m ³ （不含通风管道）。	——
四周防护	检测铅房后侧面板（主射面）为 2mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板，其余各侧面板（辅射面）均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板；铅房所采用原料铅板为密度 11.37g/cm ² ，纯度为 99.99%铅板，铅房所采用 A3 钢板。	——
室顶底部	室顶、底部均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板；铅房所采用原料铅板为密度 11.37g/cm ² ，纯度为 99.99%铅板，铅房所采用 A3 钢板。	——
工件进出防护门	检测铅房左侧、右侧设计各有工件进出防护门 1 个，共两个，用于工件进出。防护门为单扇电动平移式，采用铅钢复合结构，10mmPb+4mm 钢板，总体防护能力保守为 10mmPb。2 个防护门尺寸均为 1.1m×1.1m（宽×高，两个），门洞尺寸 0.9m×0.9m（宽×高，两个），左、右、上、下与周围搭接量均为 20cm，工件进出防护门与周围之间的缝隙均不大于 1cm，搭接量与缝隙比例大于 10: 1，可满足防护要求。	10mmPb
工作人员防护门	检测铅房前侧设有工作人员防护门一个，用于工作人员进出，防护门为电动平移式，采用铅钢复合结构，10mmPb+4mm 钢板，总体防护能力保守为 10mmPb。防护门尺寸为 0.983m×1.88m（宽×高），门洞尺寸 0.795m×1.7m（宽×高），左、右、上、下与周围搭接量分别为 9.4cm、9.4cm、9cm、9cm，防护门与墙壁之间的缝隙不大于 0.5cm，搭接量与缝隙比例大于 10: 1，可满足防护要求。	10mmPb
机械排风装置	检测铅房内室顶位置设计有一处排风口，宽度为 1500mm，迷道通风设计，靠近生产车间北墙的两扇窗户。检测铅房内排风口设置有防护能力为 10mmPb 的铅防护罩+4mm 钢板，排风口高度相对检测铅房地面约高 3m，此处非人员密集区。通风系统采用机械排风装置，设计通风换气量约 60m ³ /h，检测铅房净容积约为 19m ³ ，有效通风换气次数大于 3 次/h。	10mmPb
操作台	操作台位于检测铅房东南侧，控制台可避开有用线束照射，符合标准要求	——

(2) 铅房电缆孔屏蔽防护设计

防护铅房与操作室之间电缆走线采用迷道设计，以防射线泄漏。

(3) 铅房排风口屏蔽防护设计

通风换气扇安装在房顶，采用迷道设计。功率满足要求，无辐射泄漏。

10.1.3 安全设计

本项目将设置如下辐射安全措施：

(1) 防护室上装有电动铅门，铅门装有铅门连锁保护装置，保证在铅门没有关靠到位时，X 射线机的高压不能启动。钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(2) 检测铅房的工件门设置行程开关，与 X 射线机连锁形成门机连锁装置，只有当工件门完全关闭后 X 射线机才能出束，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。

(3) 检测铅房表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。

(4) 操作台、检测铅房前侧及内部安装急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(5) 检测铅房内安装监控探头，可覆盖监控整个检测铅房内部情况，监控器设置在操作台处，操作人员可通过监控器实时观察检测铅房内部情况。

(6) X 光检测室门表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿进入 X 光检测室。

(7) 铅房铅房正面、电动铅门、铅房背面、左、右面均贴有电离辐射标志。

(8) 铅房外部及操作室装有声光报警装置。

本项目采取上述辐射安全措施后，能够满足本项目辐射安全的需要。

10.1.4 其他防护设计

除 X 光检测室硬件安全防范措施外，公司还将完善和加强以下几个方面的措施：

1、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2019.8 修订）中第十六条第五款要求，企业须配备相应的防护用品和监测仪器以满足探伤工作的要求。本项目拟配备 2 名辐射工作人员（进行轮岗），拟配备个人剂量计 2 支（每人一支，委托个人剂量检测后由检测单位配发）、个人剂量报警仪 2 台及 X- γ 辐射巡检仪 1 台，待配备相应的仪器设备后可满足探伤工作要求。

2、公司拟委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月检测一次，拟建立工作人员个人剂量档案，个人剂量档案每人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案应当终生保存。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供

个人剂量档案的复制件。

3、公司拟定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

4、制订完善的规章制度，建立 X 射线数字成像检测系统使用台账。

10.2 三废的治理

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。X 射线数字成像检测系统在工作状态时，会使检测铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的顶部设置有排风口，排风口安装一台轴流风机（设计通风量不小于 60m³/h）进行机械通风，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出检测铅房。X 光检测室设有窗户，可实现自然通风，排出检测铅房的臭氧和氮氧化物经 X 光检测室的自然通风排至室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目检测铅房的容积约为 19m³，检测铅房排风装置的设计通风量不小于 60m³/h，可使检测铅房每小时通风换气 3 次，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中检测铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。本项目为 X 射线数字成像检测系统应用，在探伤过程中不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。

10.3 辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资主要包括：X 光检测室、配套用房及辐射防护设施建设、剂量率报警仪、个人剂量计、便携式辐射监测仪器等，环保投资总计约 52 万元。详见表 10-2。

表 10-2 辐射防护与环保投资一览表

序号	项目	投资估算（万元）	备注
1	辐射防护设施	49.5	铅房防护、安全联锁设施等
2	辐射巡检仪	1	1 部
3	个人剂量计	0.5	2 支（由检测单位配发）
4	个人剂量报警仪	1	2 部
5	合计		52 万元

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线数字成像检测系统为整体定制设备，设备在厂家生产完成后，运至现场进行组装，组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对厂房周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 正常运行工况下辐射环境影响分析

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线装置工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。本报告对本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法来进行分析与评价。

本项目 X 射线数字成像检测系统开机检测时，X 射线照射方向固定为由前侧向后侧照射，则检测铅房后侧面板主要受有用线束的辐射影响，其他各侧面板主要受非有用线束的辐射影响。

11.2.1.1 估算公式及相关参数取值

本项目 X 射线探伤采用《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式估算检测铅房表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

(1) 有用线束

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

上式中： \dot{H} —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

B —屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014，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；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 非有用线束

①漏射线

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

上式中：B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

②散射线

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

上式中：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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

B—屏蔽透射因子；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

③屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

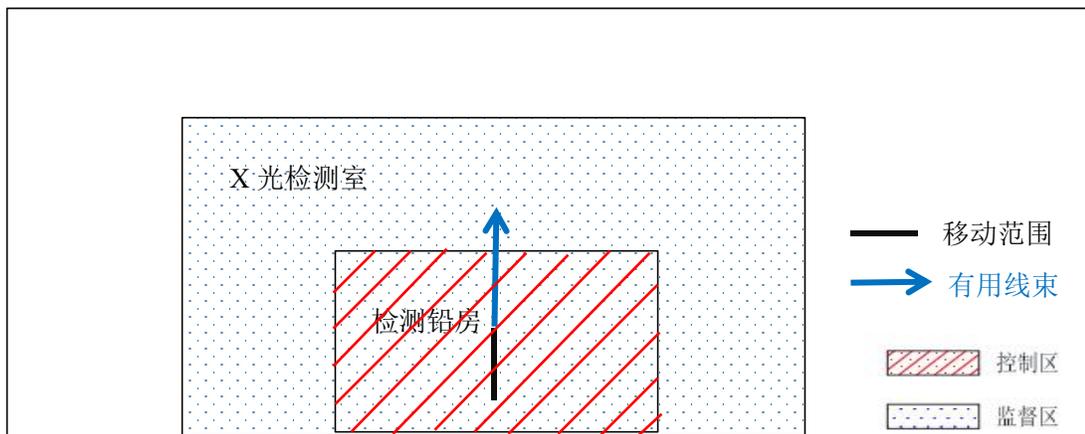
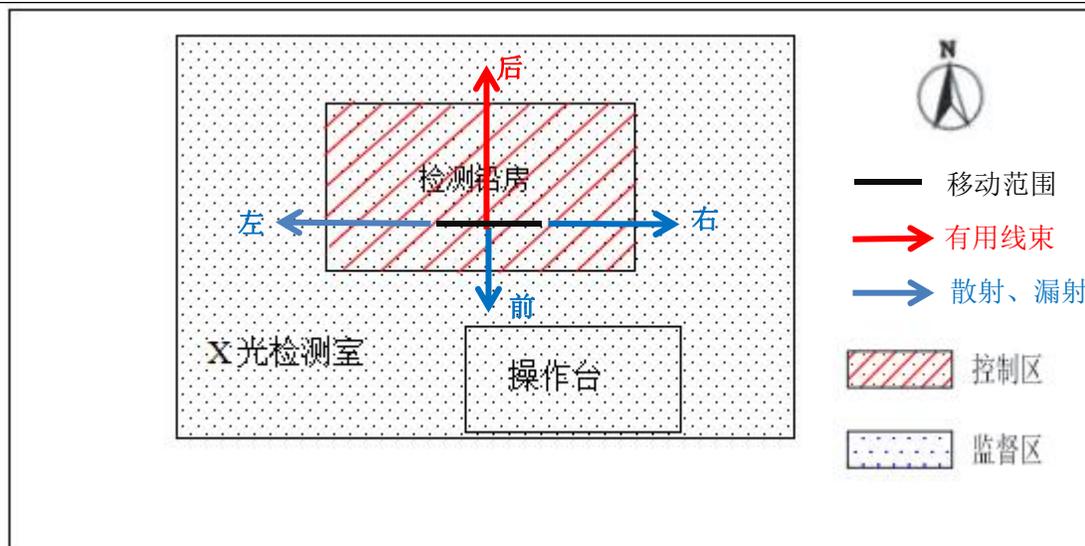
对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（4）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (4)$$

上式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—对于泄漏辐射，可直接根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 查得相应的 TVL 值；对于散射辐射，先根据 GBZ/T 250-2014 中表 2 查得本项目所对应的 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值，再根据 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2 查得 90° 散射辐射的 TVL 值。

11.2.1.1 估算结果



(1) 检测铅房主射面屏蔽剂量计算

根据附图 4，本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管距检测铅房前侧面板约为 0.5m，距后侧面板约为 1.7m，将相关参数带入公式 (1)，可估算出检测铅房后侧面板外 30 cm 处的瞬时剂量，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 检测铅房主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数	后侧面板
设计厚度	14mm 铅板
I (mA)	6
H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	9.9×10^5

B		1×10^{-7}
R (m)		1.9
参考点处剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值	0.164
	\dot{H}_c 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：①本项目 X 射线数字成像检测系统 X 射线管的滤过条件为 3mm 铝；

② H_0 根据《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1，X 射线输出量”保守估算所得，即 $16.5 \times 6 \times 10^4 = 9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

③B 根据《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中图 B.1，保守取 225kV 滤过条件为 0.5mmCu 条件下的值 1×10^{-7} ；

④R=X 射线管距后侧面板最小距离 1.6m+参考点 0.3m=1.9m；

⑤计算时，不考虑钢板的屏蔽效果。

由表 11-1 可知，当 X 射线数字成像检测系统以最大管电压 225kV，最大管电流 6mA 运行时，受主射线照射影响的检测铅房后侧面板外参考点处的辐射剂量率为 $0.164 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（2）检测铅房其他各面屏蔽剂量计算

正常开机检测时，本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管距检测铅房左侧面板的最小距离约为 0.7m、距右侧面板最小距离约为 0.6m、距前侧面板最小距离约为 0.4m、距顶部面板最小距离约为 0.8m、距底部面板最小距离约为 1m。计算时，均保守取 X 射线管距检测铅房各侧面板最小距离来评价本项目 X 射线数字成像检测系统运行时的辐射影响。将相关参数带入公式（2）、（3）、（4），可保守估算出当该 X 射线探伤系统以最大管电压 225kV，最大管电流 6mA 运行时，检测铅房左侧、右侧、前侧、顶部外 30cm 处参考点的瞬时剂量，因为底部为土地，所以不用估算。计算结果见表 11-2。

表 11-2 检测铅房其他各面屏蔽防护计算参数及计算结果

参数 \ 屏蔽体		左侧面板 (工件门)	右侧面板 (工件门)	前侧	顶部
		设计厚度 (mm)	10mmPb	10mmPb	10mmPb
泄漏辐	TVL (mm)	2.15	2.15	2.15	2.15
	B	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}	2.23×10^{-5}
	$\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$	5×10^3	5×10^3	5×10^3	5×10^3

射	R (m)	1	0.9	0.7	1.1
	参考点处泄漏辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.112	0.138	0.229	0.093
散射辐射	TVL (mm)	1.4	1.4	1.4	1.4
	B	7.2×10^{-8}	7.2×10^{-8}	7.2×10^{-8}	7.2×10^{-8}
	I (mA)	6	6	6	6
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	9.9×10^5	9.9×10^5	9.9×10^5	9.9×10^5
	R_s (m)	1	0.9	2.6	1.1
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	1/50	1/50	1/50	1/50
	参考点处散射辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.428	0.528	0.063	0.354
参考点处复合辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值	0.54	0.666	0.292	0.447
	H_c 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足

注：①泄漏辐射 TVL 值由《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2 中

200kV 和 250kV 对应铅的 TVL 值内插法计算得出；

② \dot{H}_L 的值查《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

③ $R_{\text{左侧面板}} = R_s$ 左侧面板=X 射线管距左侧面板最小距离 0.7m+参考点 0.3m=1.0m；

④ $R_{\text{右侧面板}} = R_s$ 右侧面板=X 射线管距右侧面板最小距离 0.6m+参考点 0.3m=0.9m；

⑤ $R_{\text{前侧面板}} = X$ 射线管距前侧面板最小距离 0.4m+参考点 0.3m=0.7m；

⑥ $R_{s_{\text{前侧面板}}} =$ 检测工件距前侧面板最小距离 2.3m+参考点 0.3m=2.6m；

⑦ $R_{\text{顶部面板}} = R_s$ 顶部面板=X 射线管距顶部面板最小距离 0.8m+参考点 0.3m=1.1m；

⑧ $R_0^2/F \cdot a$ 的值取《工业 X 射线检测铅房辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的推荐值 50。

根据表 11-2 估算结果可知，当 X 射线数字成像检测系统以最大管电压 225kV，最大管电流 6mA 运行时，检测铅房左侧、右侧、前侧、顶部均能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。同时，由表 11-1 和表 11-2 可知，穿出检测铅房顶部的泄漏辐射和散射辐射剂量率累加值仅为 $0.447\mu\text{Sv/h}$ ，在地面关注点处形成的天空反散射剂量率更小，且穿出检测铅房四周面板的透射辐射剂量率最大为 $0.666\mu\text{Sv/h}$ ，故穿过铅房顶的辐射与铅房顶部上方空气作用产生的散射辐射对铅房外地面附近公众的照射和穿出铅房墙体的透射辐射在相应关注点的剂量率总和小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的屏蔽防护设计能够满足其所配置的 X 射线管的防护要求。

11.2.2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的公式 (1) 来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

上式中：H—年剂量， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

\dot{H} —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，(h/年)。

根据公式 (5)，可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目所致辐射工作人员和周围公众年剂量估算一览表

保护目标	关注点	距放射源距离 (m)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv)
职业人员	操作台处	0.7	0.164	1080	1	0.177
周围公众	X 光检测室东侧卷盘车间	5.9	0.016	1080	1/4	0.004
	X 光检测室南侧钣金车间	1.9	0.150	1080	1/4	0.041
	X 光检测室西侧冲压车间	5.2	0.020	1080	1/4	0.006
	X 光检测室北侧厂区道路	2.9	0.064	1080	1/16	0.004
	X 光检测室上方半成品配件仓库	4	0.034	1080	1/5	0.007

对要求进行探伤要求的灭火器进行探伤，每天工作 4 小时，2 名工作人员轮流，每年工作 270 天，探伤工作进行时，工件进出门无人员滞留。

根据表 11-3 估算结果可知，本项目所致辐射工作人员年有效剂量最大约为 0.177mSv，所致周围公众年有效剂量最大约为 0.041mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 2mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

11.2.3 通风措施评价

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的顶部设置有排风口，排风口安装一台排风扇（设计通风量不小于 $60\text{m}^3/\text{h}$ ）进行机械通风，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出检测铅房。X 光检测室设有窗户，可实现自然通风，排出检测铅房的臭氧和氮氧化物经 X 光检测室的自然通风排至室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。本项目检测铅房的容积约为 19m^3 ，检测铅房排风装置的设计通风量不小于 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，可使检测铅房每小时通风换气 3 次，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中检测铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。本项目排风装置的排风口位于铅房的顶部，排风口宽度约为 150mm，并用 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板的铅钢结构防护罩进行屏蔽，防护罩内设置铅挡板，防护罩内通道为迷宫式设计，根据附图 4 所示，X 射线在铅防护罩内至少散射 3 次才能到达铅防护罩外。根据《辐射防护导论》（P189）“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，这时，迷道口也只需采用普通门”，故本项目检测铅房的排风口处防护罩的设计能够满足辐射防护的要求。

11.2.4 管线孔屏蔽效果评价

本项目 X 射线数字成像检测系统在检测铅房的底部面板设置电缆孔，电缆孔避开主射线方向，电缆在铅房内通过 2mm 钢板+10mm 铅板 +2mm 钢板结构的铅管道沿至电缆孔处，并在铅房外电缆孔处设置 2mm 钢板+10mm 铅板 +2mm 钢板结构的铅防护罩进行屏蔽，使电缆孔处的整个屏蔽防护结构呈迷宫式设计，X 射线至少散射 3 次才能到达防护罩外，可确保电缆孔不破坏检测铅房的整体防护效果。

11.3 事故影响分析

1、可能的风险事故（件）

（1）检测工作过程中，门机联锁装置、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留，使工作人员或公众造成不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

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

（3）X 射线机被盗，使 X 射线机使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

(4) 公司拟制定的规章制度落实不到位时，可能会造成操作人员违规操作、射线装置损坏、射线装置使用不当、发生应急事故时无法及时正确处理等，严重时危害辐射工作人员及周边公众的健康和安全。

2、风险事故（件）防范措施

(1) 本项目 X 光检测室设有门机联锁装置，正常情况下可以避免工作时误开防护门的情况发生，但要经常性的检查、维护门-机联锁装置正常运行，建立严格的探伤程序；

(2) 操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线数字成像检测系统；

(3) 在日常工作中，需加强对 X 射线数字成像检测系统贮存管理，探伤完毕后及时关闭工件进出防护门以及工作人员防护门，防止发生射线机的被盗、丢失。一旦发生被盗事件时及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生部门。

(4) 严格遵守并落实好企业制定的各项辐射安全管理规章制度。

发生上述不必要照射事故（件）时，对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染随之消失。发生照射事故时应及时切断电源，必要时启动应急预案，对受照人员进行剂量评估，同时要进行医学处理。

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 管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）中对使用射线装置单位的要求，宁波凯旋消防器材有限公司拟成立辐射安全管理机构，且拟设 1 名具有本科以上学历的技术人员负责辐射安全与环境保护管理工作。公司拟签订辐射安全责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人，由辐射安全管理机构全面主持辐射安全管理工作，统一指挥射线装置运行安全的工作，负责 X 射线数字成像检测系统的工作及职业工作人员的管理，组织落实辐射工作的各项管理规章制度和操作规程，防止辐射安全事故的发生。辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。

12.1.2 职业工作人员

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，进行探伤相关工作，目前人员尚未确定，待人员确定后，公司拟安排本项目辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

1、制定《安全防护管理工作制度》。内容应包括：

（1）公司须按法律法规要求，尽快向有权限的生态环境部门申请办理《辐射安全许可证》，领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作，需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向审批部门办理变更或注销手续；

（2）公司在从事辐射操作前，须制订《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》、《辐射工作安全责任书》等规章制度；同时公司须组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，并进行个人剂量监测和职业健康检查。

2、制定《操作规程》，内容应包括

（1）凡涉及对射线装置进行的操作，都有应有明确的操作规程（包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

（2）操作人员必须熟悉探伤机的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

3、制定《岗位职责》。

公司必须制定评定人员职责和拍片操作人员职责。

4、制定《辐射防护和安全保卫制度》

(1) 射线装置的使用场所，应有门—机联锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

(2) 建立射线装置的档案和台账，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

5、制定《设备检修维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时更换。设备检修时禁止开启探伤机，待检修完毕，开启探伤机试探伤，确认检修完成。大修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

6、制定《自行检查和年度评估制度》

(1) 定期对室内 X 射线探伤项目的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。

如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

(2) 根据环保部第 18 号令的要求，公司应当对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关提交上一年度的评估报告。

7、制定《安全培训及健康管理制度》

(1) 公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

(2) 辐射工作人员上岗前、在岗、离岗时应每 1 至 2 年应进行一次放射职业体检，并为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案，档案终生保存。

(3) 公司所有辐射工作人员均应参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，考核通过后方可上岗，并按要求定期参加复训和考核。

8、制定《辐射事故应急预案》

(1) 公司成立辐射事故应急处理领导小组，组织开展风险事件应急处理工作。

(2)明确应急处理领导小组职责。

(3)明确辐射事故应急启动、响应、处理程序。

(4)明确辐射事故应急预案演练应至少每年开展一次

12.3 辐射监测

12.3.1 辐射监测方案

宁波凯旋消防器材有限公司拟制定《辐射监测方案》，拟购置 1 台 X- γ 辐射巡检仪，2 台个人剂量报警仪，并根据拟制定的《辐射监测方案》对工作场所和周围环境进行监测。需为辐射工作人员每人配置个人剂量计，并根据《辐射监测方案》对个人剂量进行定期检测。拟制定的监测方案须包括以下内容：

1、辐射工作场所监测计划

(1)监测因子

X(γ)空气吸收剂量率。

(2)监测频率

定期监测：正常情况下，每月进行 1~2 次例行监测。

应急监测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急检测。

年度监测：每年委托有资质单位对 X 光检测室周围的辐射剂量率进行检测，出具年度检测报告，并随年度评估报告上报生态环境部门。

(3)监测范围

X 光检测室为中心，周围 50m 范围内。

(4)监测布点

监测点主要涵盖以下几处位置：

①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

② X 光检测室各防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

③ X 光检测室防护面外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个防护面至少测 3 个点；

④ X 光检测室室顶外 30cm 处、排风口外，至少各测 1 个点；

⑤人员经常活动的位置，主要包括控制台处及其他人员能到达的位置；

⑥探伤结束后应监测 X 光检测室的入口，以确保 X 射线数字成像检测系统已经停止工作。

(5) 监测人员和监测记录

每年至少 1 次例行监测由辐射工作人员负责，监测结果进行记录并存档。

每年委托有资质单位进行年度检测，检测报告存档，并与年度评估报告一起上报生态环境部门。

2、个人剂量的监督与检测

(1) 严格遵守国家辐射环境管理法规；

(2) 所有探伤工作人员，必须接受个人剂量监测，建立个人剂量档案，个人剂量档案应包括个人基本信息、工作单位及剂量监测结果等材料，个人剂量档案应终生保存；

(3) 探伤工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；

(4) 个人剂量计的监测周期常规为 90 天，即个人剂量检测单位每三个月出具一份个人剂量检测报告；

(5) 探伤工作人员的受照剂量超过年管理剂量约束值时，所在单位应查明原因，采取改进措施。

公司制定的监测方案须从辐射工作场所的日常自主监测、年度监测及个人剂量监测等方面进行规定，待本项目建成后公司应根据监测方案定期开展自主监测，做好记录，发现屏蔽体外剂量率超标时应及时查明原因并采取相应改进措施，每年委托有资质单位对本项目开展年度监测并出具年度监测报告，随年度评估报告一并上报给生态环境部门；同时应开展个人剂量监测，按照相关要求建立个人剂量档案。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 环境风险事故应急预案

宁波凯旋消防器材有限公司拟根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。《辐射事故应急预案》需包括以下主要内容：

1、辐射事故应急处理机构与职责

(1) 公司成立辐射事故应急处理领导小组，组织开展风险事件应急处理工作。

(2) 明确应急处理领导小组职责：

a. 定期组织对检测探伤现场、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

- c.事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；
- d.负责向生态环境部门及卫生行政部门及时报告事故情况；
- e.负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
- f.人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法，迅速估算受照人员的受照剂量；
- g.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2、辐射事故应急原则

- a.迅速报告原则；
- b.主动抢救原则；
- c.生命第一的原则；
- d.科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- e.保护现场，收集证据的原则。

3、辐射事故应急处理程序

（1）辐射应急预案的启动

- a、明确应急预案的启动条件，如出现人员受照事故、人员个人剂量超标、辐射剂量率超标、设备无法关机等情况时及时启动应急预案；
- b、当发生辐射事故时，由专人向公司辐射事故应急行动负责人报告，并由指定人员及时向卫生、公安、生态环境部门报告，应急预案中须明确内部联系人员及卫生、公安、生态环境部门的联系方式。

（2）辐射事故应急处理

- a. 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，采取必要防范措施，并立即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部门报告；并在 2 小时内填写辐射事故初始报告表上报当地政府及有关部门。并明确各部门联系电话。
- b.事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报辐射事故应急处理领导小组；
- c.应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；
- d.事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和辐射防护人员的参与下进行；
- e.各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经

验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

f. 定期进行事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

(3) 辐射事故应急响应的终止

a、明确应急行动的终止条件，如实现受照人员得到救治、现场辐射水平降低至规定限值以下、设备修复完成等情况，且得到行政主管部门批准后，可终止本次应急行动；

b、指定专人发布应急行动的终止，并由辐射事故应急处理机构对当次辐射事故应急行动进行总结和反思，及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，并采取妥善措施，尽量减少事故发生。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。

4、辐射事故应急演练

公司应定期进行辐射事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

12.4.2 环境风险事故培训演习计划

公司应结合本公司具体情况，根据辐射事故（事件）应急方案或计划定期组织不同规模的演练，对演练中暴露的问题及时进行整改，并做好演练记录，演练结束后，应及时总结评估辐射事故应急预案的可行性，必要时，对应急预案做出修改和完善。

12.5 从事辐射活动能力分析

宁波凯旋消防器材有限公司 X 射线数字成像检测系统室内探伤项目为新建项目，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，该公司从事辐射活动应具备相应的条件，具体如下：

表 12-1 从事辐射活动能力的评估一览

应具备条件	落实情况
使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 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	建设单位需按要求落实
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	建设单位需按要求落实
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	本项目 X 光检测室设置屏蔽防护墙及防护门，设置警示标识、门机联锁等防止误操作、

	防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计、剂量报警仪等仪器	假设单位需配备 1 台 X- γ 辐射巡检仪并未每位辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等	建设单位需按要求落实
有完善的、可操作的辐射事故应急方案	建设单位需按要求落实

表 13 结论与建议

13.1 结论（把结论性的东西写出来就行）

13.1.1 实践的正当性

宁波凯旋消防器材有限公司使用 X 射线数字成像检测系统对公司生产的机械加工件的焊接质量进行无损检验，有利于提高产品质量，具有较好的经济效益和社会效益。本项目保护目标为 X 光检测室周围活动的辐射工作人员以及公众成员。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，在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符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。因此，综合分析，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 选址、布局合理性分析

本项目 X 光检测室 50m 评价范围内主要为厂区内建筑（公司生产车间、采购部、仓库），东侧为卷盘车间，南侧为钣金车间；西侧为冲压车间、钣金用配件仓库、楼梯间，北侧依次为厂区外花坛、采购部。评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。

本项目所服务的主体工程为“宁波凯旋消防器材有限公司年产 100 万套消防箱、900 万具水基型灭火器及配件的生产线改造项目”，该项目不属于《产业结构调整指导目录（2021 年修订本）》中限制类和淘汰类，符合国家产业政策，本项目为使用 X 射线数字成像检测系统进行室内无损探伤，属服务于公司主体建设项目的辅助项目，因此符合产业政策。

本项目评价范围内不涉及浙江省国家级生态保护红线区域和浙江省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》“三线一单”生态环境分区管控要求。

综上所述，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

根据估算结果，本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的辐射防护设计能够满足《工业 X 射线探伤放射防护 要求》（GBZ117-2015）的要求。

13.1.4 辐射安全措施评价

本项目将设置如下辐射安全措施：

(1) 防护室上装有电动铅门，铅门装有铅门连锁保护装置，保证在铅门没有关靠到位时，X 射线机的高压不能启动。钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(2) 检测铅房的工件门设置行程开关，与 X 射线机联锁形成门机联锁装置，只有当工件门完全关闭后 X 射线机才能出束，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。

(3) 检测铅房表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿靠近该装置。

(4) 操作台、检测铅房前侧及内部安装急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(5) 检测铅房内安装监控探头，可覆盖监控整个检测铅房内部情况，监控器设置在操作台处，操作人员可通过监控器实时观察检测铅房内部情况。

(6) X 光检测室门表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿进入 X 光检测室。

(7) 铅房铅房正面、电动铅门、铅房背面、左、右面均贴有电离辐射标志。

(8) 铅房外部及操作室装有声光报警装置。

本项目采取上述辐射安全措施后，能够满足本项目辐射安全的需要。

13.1.5 保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 和本项目管理目标（职业人员年有效剂量不超过 2mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

13.1.6 辐射防护监测仪器

公司将为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，配置后将能够满足辐射监测仪器的配置要求。

13.1.7 辐射通风

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的顶部设置有排风口，排风口安装一台排风扇（设计通风量不小于 60m³/h）进行机械通风，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出检测铅房。X 光检测室设有窗户，可实现自然通风，排出检测铅房的臭氧和氮氧化物经 X 光检测室的自然通风排至室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对

周围环境空气质量影响较小。

本项目检测铅房的容积约为 19m^3 ，检测铅房排风装置的设计通风量不小于 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，可使检测铅房每小时通风换气 3 次，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中检测铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

13.1.8 辐射安全管理评价

宁波凯旋消防器材有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并将以文件形式明确各成员的管理职责。公司辐射安全专职管理人员和拟为本项目配备的 2 名辐射工作人员应参加并通过辐射安全和防护的培训及考核，公司应为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康档案。公司还应根据本项目具体情况制定各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。采取上述措施后，将满足生态环境保护管理要求。

13.1.9 主要污染因子及辐射环境影响评价

本项目的污染因子为 X 射线，经估算，本项目 X 光检测室四周关注点处的辐射剂量率最大为 $0.177\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，低于职业人员年有效剂量不超过 2mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的规定。另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，但由于所产生的少量臭氧和氮氧化物不足已影响到外环境总量，故在此不做定量分析。

根据分析结果，公司从事辐射操作的工作人员和公众成员年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求以及本项目的剂量约束值要求。

总之，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

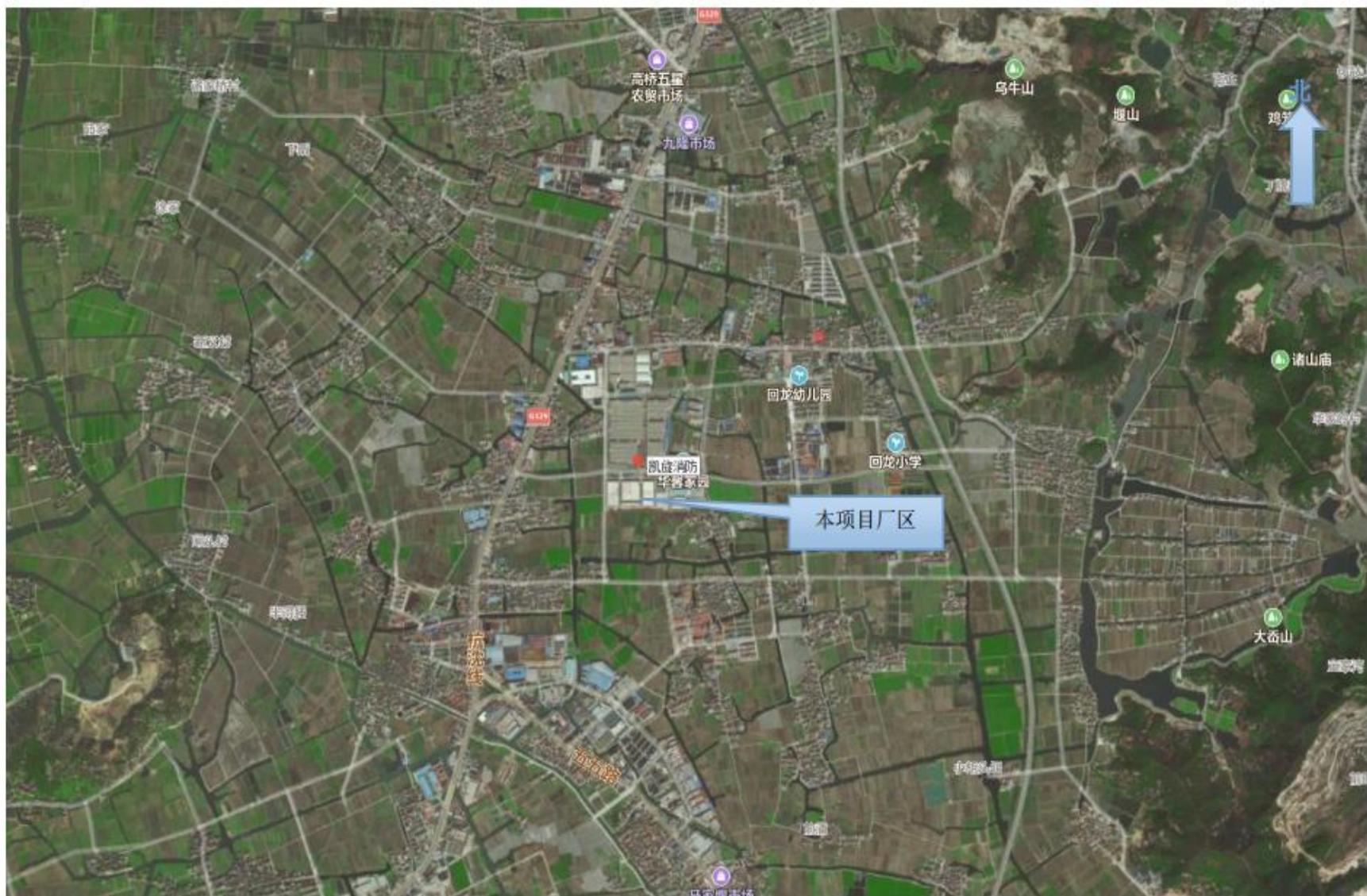
14.2 承诺和建议

14.2.1 承诺

- 1、严格按照环境影响评价设计建设 X 光检测室。
- 2、保证门机联锁装置、紧急开门按钮、紧急停机按钮、电离辐射警告标志和工作状态指示灯运行良好。
- 3、建立健全、完善并落实各项管理规章制度，建立辐射安全管理档案。
- 4、严格按照本环评要求，为本项目配备个人剂量计 2 支、个人剂量报警仪 2 台及 X- γ 辐射巡检仪 1 台；
- 4、加强工作人员的个人剂量监督并建立工作人员个人剂量档案；
- 5、按规定操作 X 射线数字成像检测系统，确保 X 光检测室内无人员滞留。
- 6、项目建成后按照环保要求按时组织竣工环保验收。
- 7、待本项目辐射工作人员确定后，公司拟安排辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗；
- 8、在 3 个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。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使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。

14.2.2 建议

- 1、加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生；
- 2、对辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众成员和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。



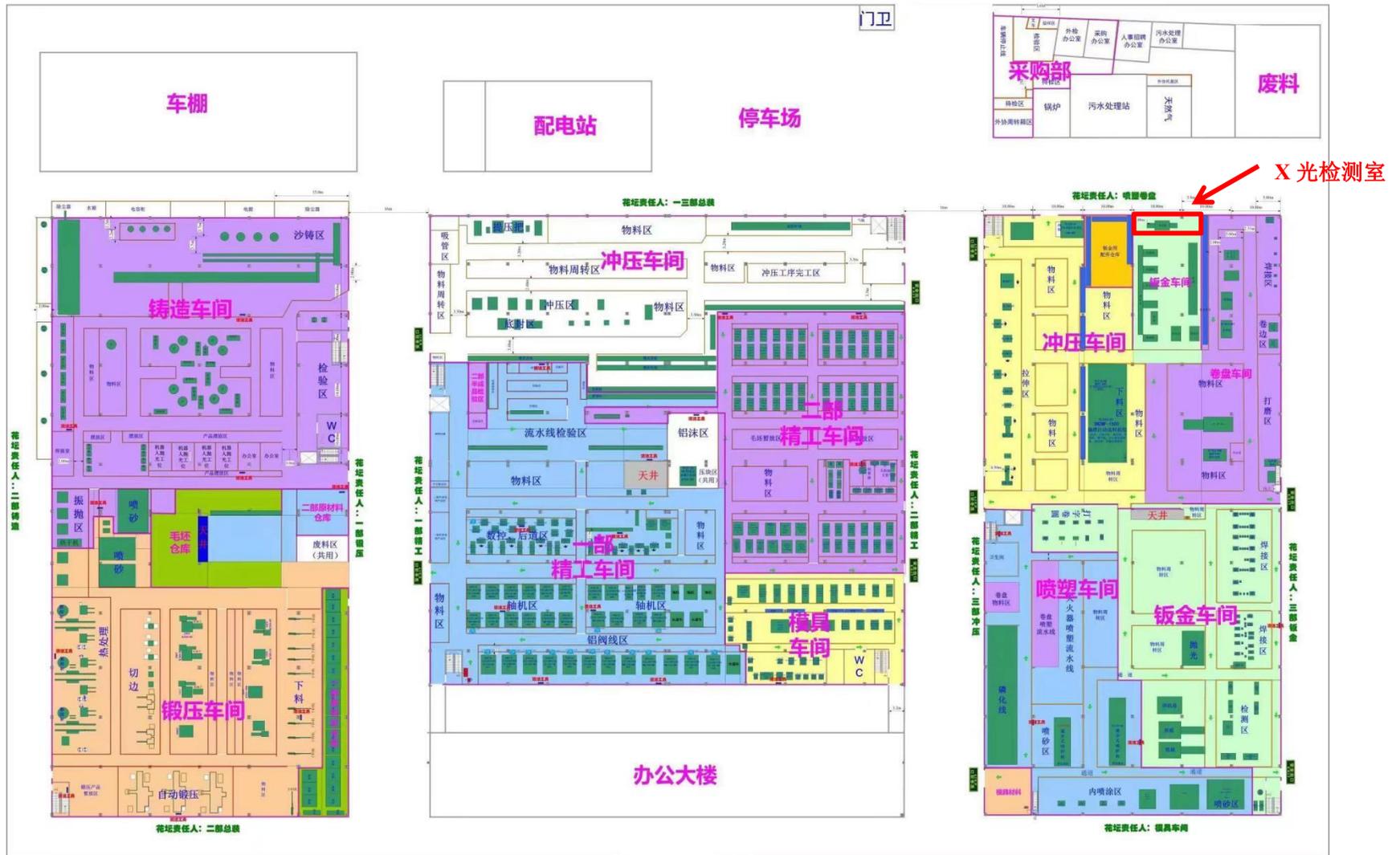
附图 1 项目地理位置图



附图2 项目 X 光检测室周边关系位置图



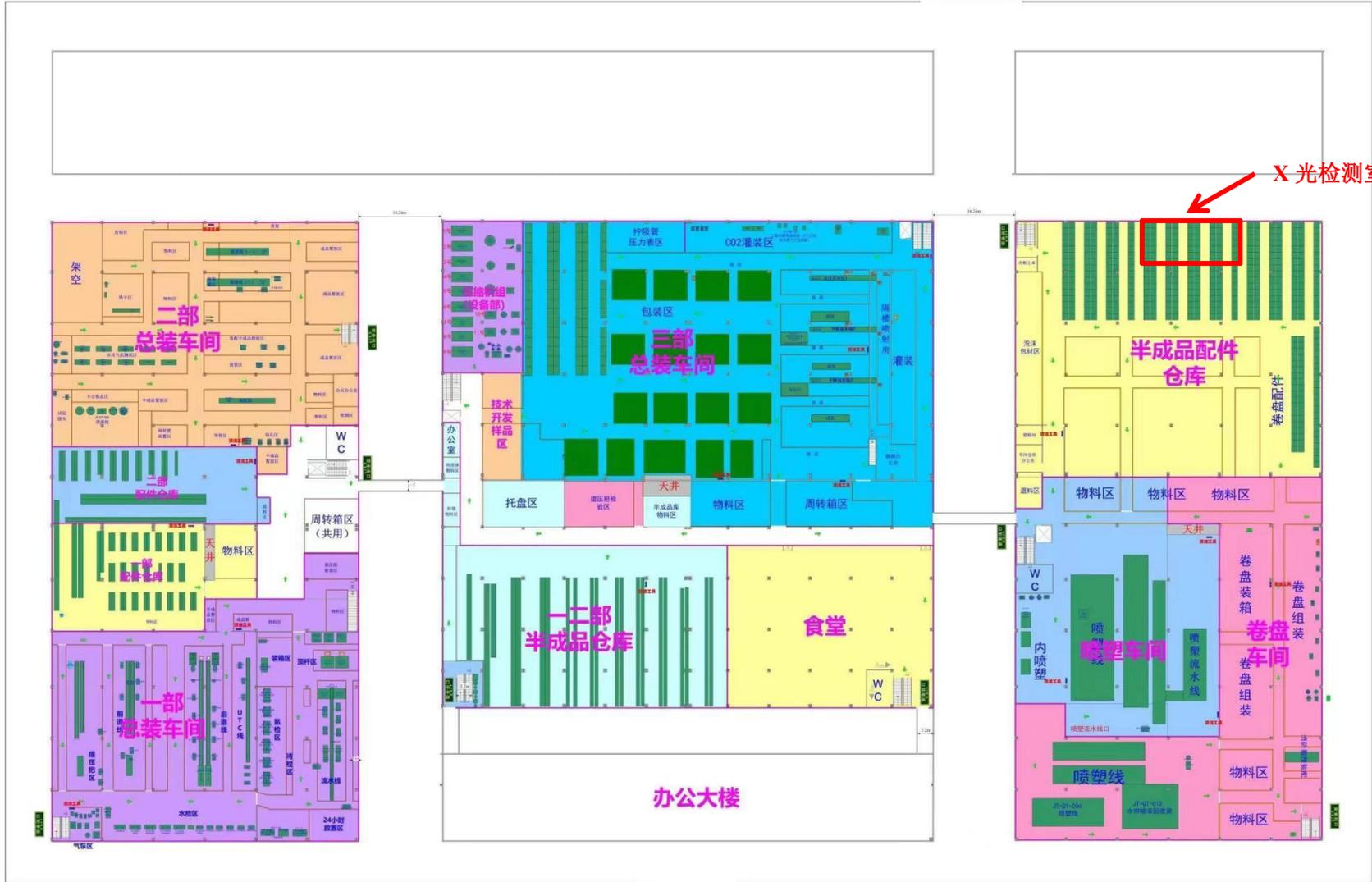
一楼平面布置图



附图 3-1 公司平面布置图



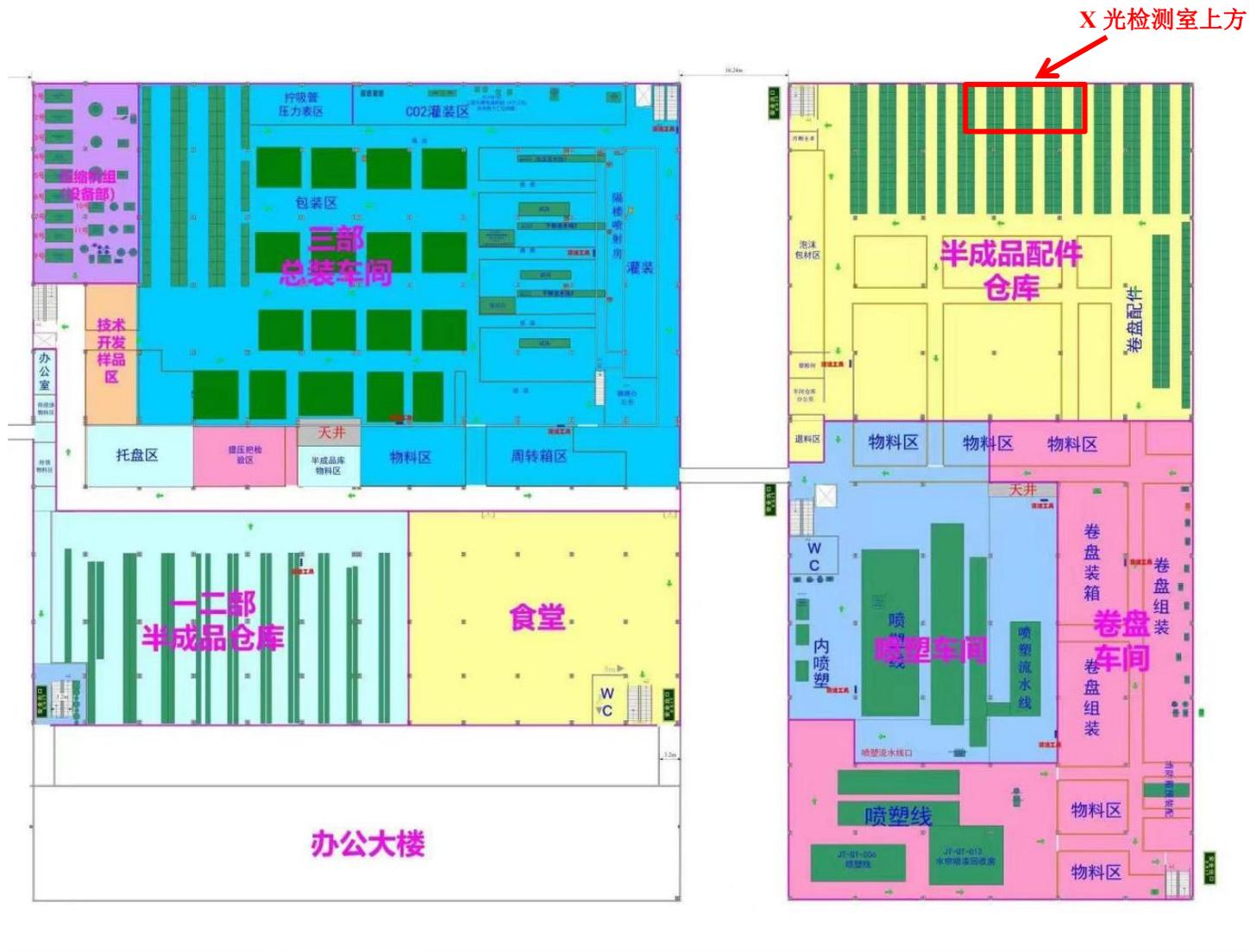
二楼平面布置图



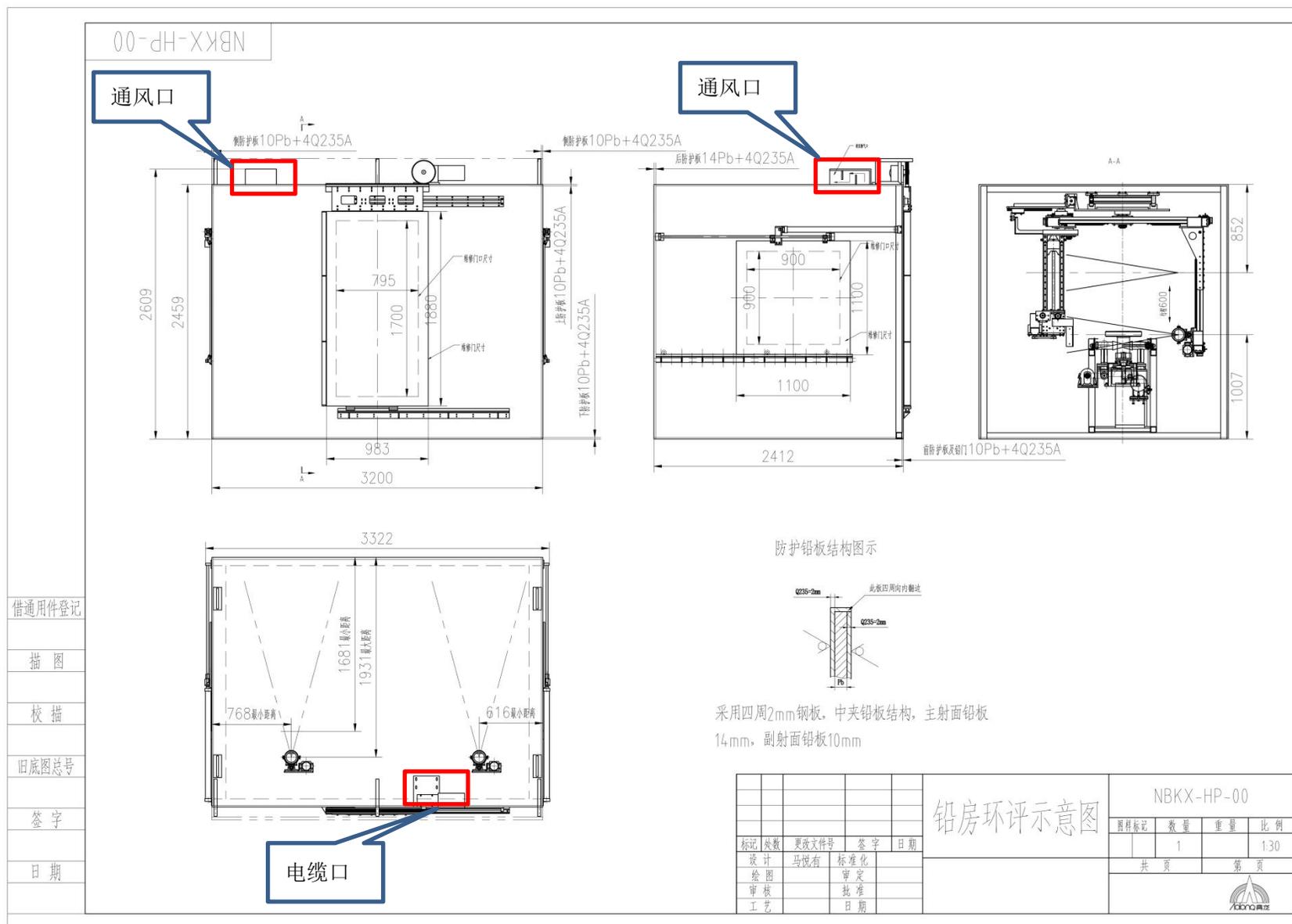
附图 3-2 公司平面布置图



附图 4-1 辐射环境影响评价范围



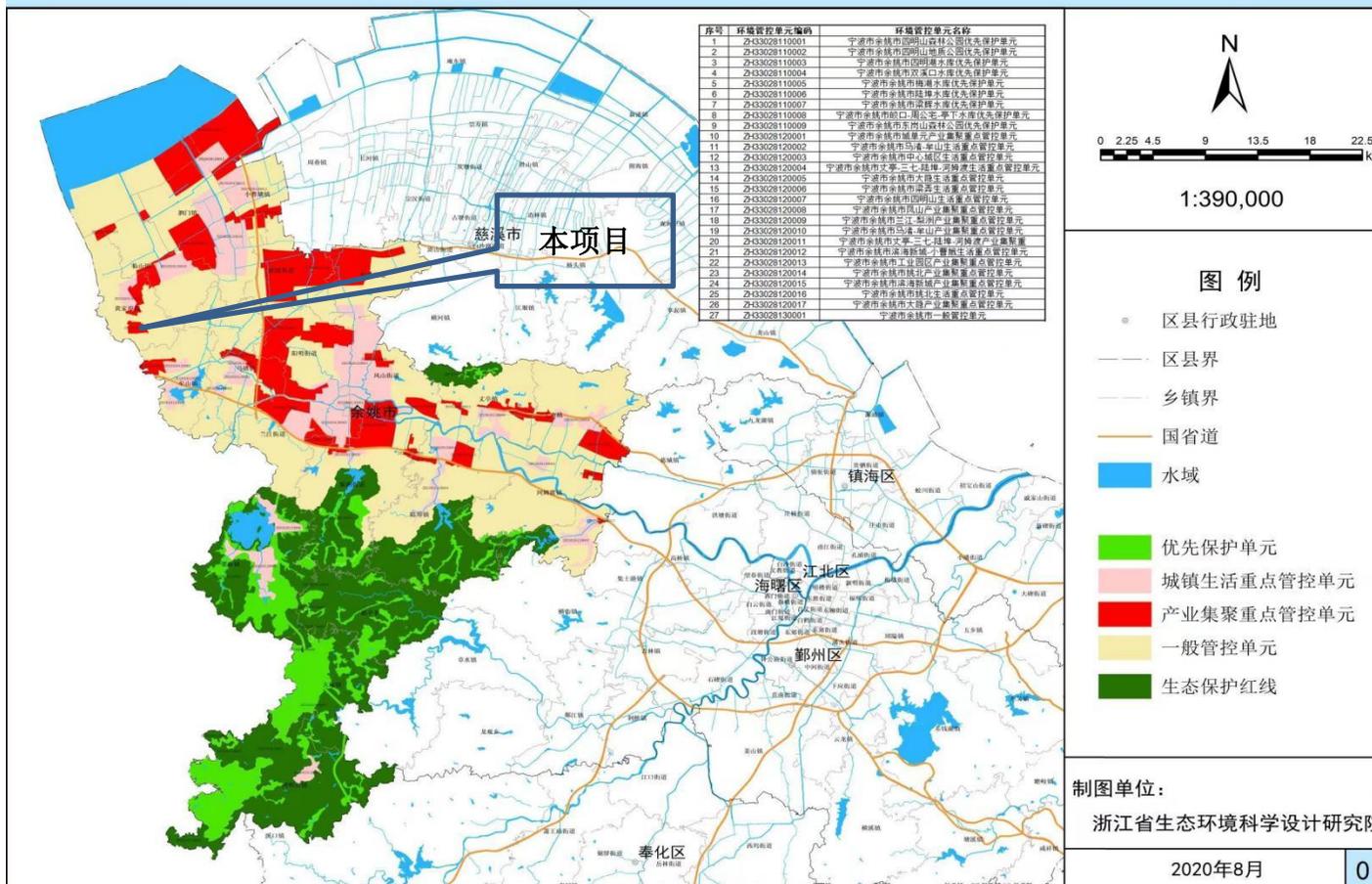
附图 4-2 X 光检测室上方辐射环境影响评价范围



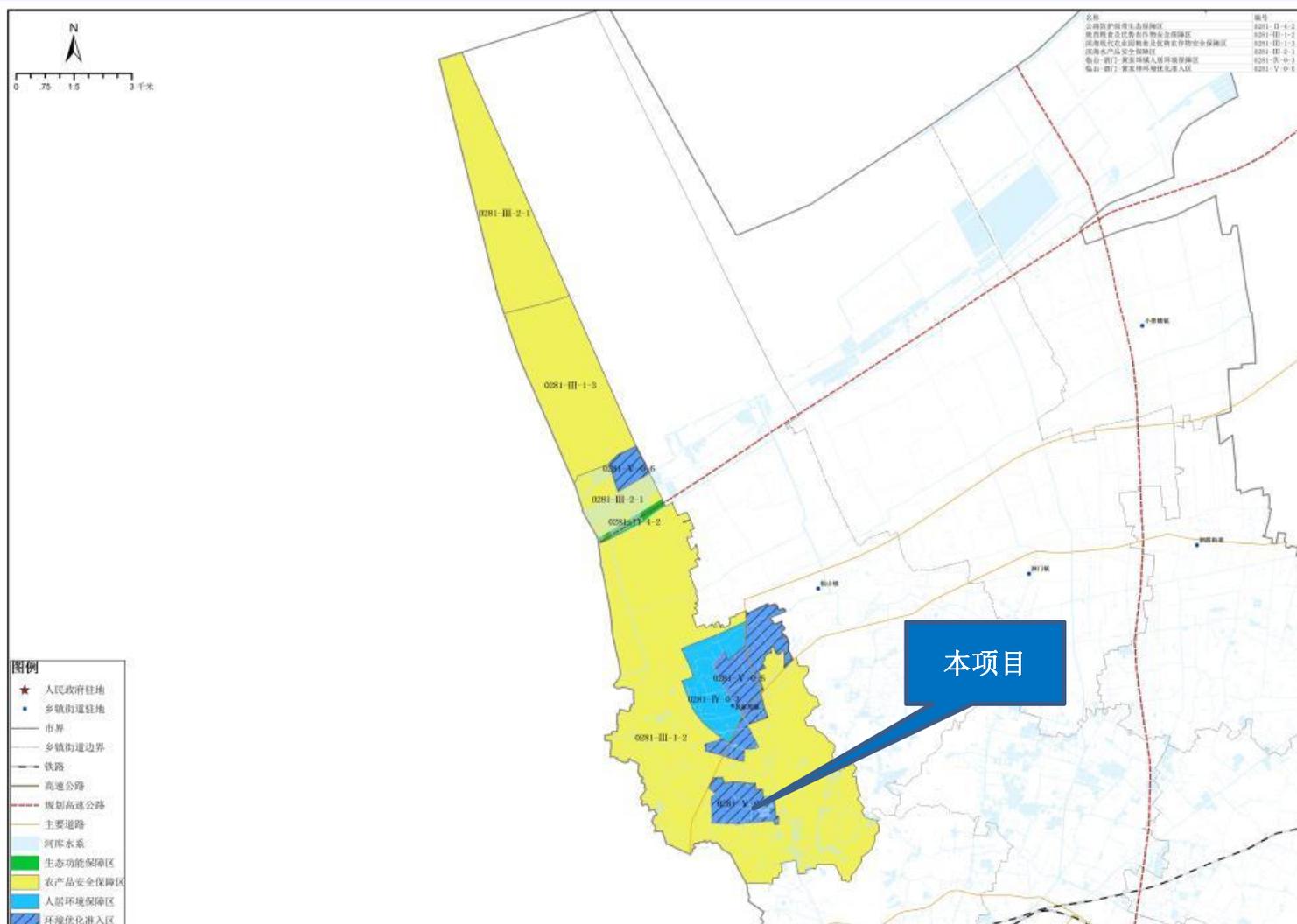
附图 5 检测铅房构造图

宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案

余姚市环境管控单元图



附图 6 余姚市环境管控单元图



附图 7 余姚市（黄家埠镇）环境功能区划

附件 1 营业执照


营 业 执 照
(副 本) 统一社会信用代码 91330281713301356L (1/1)

名 称	宁波凯旋消防器材有限公司
类 型	有限责任公司
住 所	余姚市黄家埠镇华家村
法定代表人	田崇明
注 册 资 本	壹仟玖佰零陆万柒仟壹佰捌拾叁元
成 立 日 期	1998 年 12 月 23 日
营 业 期 限	2012 年 12 月 20 日 至 长期
经 营 范 围	水暖器材、阀门、消防器材、防火材料、五金件的制造、加工； 自营和代理货物和技术的进出口，但国家限定经营或禁止进出口 的货物和技术除外。(依法须经批准的项目，经相关部门批准后 方可开展经营活动)



登 记 机 关

2016 年 03 月 11 日

应当于每年 1 月 1 日至 6 月 30 日通过浙江省企业信用信息公示系统报送上一年度年度报告

<http://gsxt.zjsg.gov.cn>

企业信用信息公示系统网址： 中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

附件 2 环评批复与验收监测意见

生态环境部门审批意见:

余环建(2020)328号

根据宁波凯旋消防器材有限公司报送的《宁波凯旋消防器材有限公司年产100万套消防箱、900万具水基型灭火器及配件的生产线改造项目建设项目环境影响报告表》，依据《中华人民共和国环境影响评价法》、《浙江省建设项目环境保护管理办法》等相关环保法律规定，经研究，现批复如下：

一、原则同意《宁波凯旋消防器材有限公司年产100万套消防箱、900万具水基型灭火器及配件的生产线改造项目建设项目环境影响报告表》结论，同意项目实施。该项目位于余姚市黄家埠镇华家村，主要生产工艺为：下料、锻压、振动抛光、热处理、机加工、超声波清洗、喷砂、抛丸、焊接、磷化、硅烷化、喷塑、丝印、灌装、组装等。

二、在项目建设和运行中，必须严格按照环评报告表要求做好环境保护工作，重点做好以下工作：

1、采用和落实先进的生产设备、生产工艺和治污措施，优化系统管理，切实从源头上减少和控制污染物的产生和排放。

2、厂区实行雨污分流。生产废水和生活污水经处理达到《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)三级标准后排入市政污水管网，最终经余姚城市污水处理厂处理达标排放。

3、落实环评报告中提出的废气治理措施。项目工艺废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)、《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822-2019)、《工业涂装工序大气污染物排放标准》(DB 33/2146-2018)、《工业炉窑大气污染综合治理方案》(环大气(2019)56号)、《锅炉大气污染物排放标准》(GB 13271-2014)、《饮食业油烟排放标准》(GB 18483-2001)等相关限值要求。

4、厂区合理布局、选用低噪声设备，对高噪声源设备、车间落实相应的隔音、降噪、减振措施。项目厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)3类标准。

5、固体废弃物必须妥善处置、保持厂区环境整洁，属危险废物的须委托有资质的单位进行处置。

三、本建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染的措施发生重大变动的，建设单位应当按规定重新报批。项目建成后配套建设的环境保护设施经验收合格，方可投入生产。



宁波凯旋消防器材有限公司
 年产 100 万套消防箱、900 万具水基型灭火器及配件
 的生产线改造项目
 竣工环境保护验收组名单

时间: 2021年 6月 2 日

姓名	单位	职务/职称	电话
潘杰	宁波凯旋消防器材有限公司	行政副总	13586769558
李琦	浙江仁环环保科技有限公司	工程师	18767118130
蔚斌	环科院	高工	13586582449
西山	—	高工	13566300623

附件 3 委托书

委托书

委托单位：宁波凯旋消防器材有限公司

被委托单位：杭州量度环保科技有限公司

工程名称：新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目

工程地点：余姚市黄家埠镇华家村

委托内容：我单位拟开展宁波凯旋消防器材有限公司"新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目"，拟新建 1 座 X 光检测室，并购置 1 套 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统，于 X 光检测室内开展气瓶对接焊缝 X 射线数字成像检测工作。根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规要求，本项目须办理环境影响评价手续，现委托贵单位承担该项目环境影响评价工作。

委托单位：宁波凯旋消防器材有限公司



附件 4 现场照片



厂区东面，内部道路，邻
其他工业企业

厂区东侧（内部道路，相邻其他工业企业）



厂区南面，外部道路

厂区南侧（外部道路）



厂区西面，道
路

厂区西侧（内部、厂外道路）



厂区北面，外部道路

厂区北侧（外部道路）



X 光检测室（拟建探伤室）拟建位置现状



X 光检测室（探伤室）拟建位置西侧
（钣金用配件仓库、冲压车间）



X 光检测室（探伤室）拟建位置南侧（卷盘
车间）



X 光检测室（探伤室）拟建位置北侧
（北面靠墙，外面是厂区内道路）



X 光检测室（探伤室）拟建位置东侧（卷盘
车间）



X 光检测室（探伤室）拟建位置上方
（半成品配件仓库）



X 光检测室南面（操作台）



X 光检测室东面（进出工件铅门）



X 光检测室南面（工件工作人员防护门）



X 光检测室西面（进出工件铅门）



正本



济南中威检测技术有限公司

检 测 报 告

中威辐检（JW）字 2023 第 0106 号

项目名称: 拟建 x 射线室辐射本底检测

委托单位: 宁波凯旋消防器材有限公司

检测类别: 委托检测



声 明

- 1.报告无本单位检测专用章、骑缝章及MA章无效。
- 2.未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）本报告。
- 3.报告涂改无效。
- 4.自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。
- 5.对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）所代表的时间和空间负责。
- 6.对检测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。
- 7.本单位保证检测的客观公正性，对委托单位的商业信息、技术文件、检测报告等商业秘密履行保密义务。

地 址：山东省济南市槐荫区美里东路 3000 号德迈国际中心二期 16 号楼厂房 101

邮 编：250000

电 话：18560127987

网 址：www.rad-test.com

E-mail: fushejiance@163.com



检测报告首页

1、基本情况

客户名称	宁波凯旋消防器材有限公司
客户地址	宁波市余姚市黄家埠镇华家村
检测日期	2023 年 3 月 18 日
环境条件	温度：14.0℃；湿度：58%RH；天气：阴。

2、检测和评价依据

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

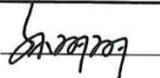
3、检测仪器

设备名称	设备型号	内部编号	检定/校准证书编号	检定/校准有效期至
便携式 X- γ 剂量率仪	RP6000	JC79-01-2022	2022H21-20-4224898001	2023 年 10 月 31 日

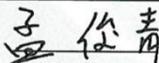
4、主要检测仪器技术指标

设备名称	技术指标
便携式 X- γ 剂量率仪	测量范围：剂量率：0.01~200.00 μ Sv/h；累积剂量：0.00 μ Sv~9.99Sv 灵敏度： ≥ 350 CPS/ μ Sv/h 能量范围：15Kev~3Mev 相对误差： $\leq \pm 8\%$ （在 200.00 μ Sv/h 时）

编制人：



审核人：



签发人：



济南中威检测技术有限公司（检测专用章）

2023 年 04 月 10 日

检测报告包括：封面、声明、首页和正文，并盖有计量认证章、检测章和骑缝章。

检测报告正文

表 1 检测结果

点位号	点位描述	γ 空气吸收剂量率 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	
		平均值	标准差
1	X 射线室拟建址东	8.8	0.2
2	X 射线室拟建址南	8.0	0.3
3	X 射线室拟建址西	8.8	0.3
4	X 射线室拟建址北	8.8	0.3
5	厂房	8.8	0.4
6	厂区东侧超成机械厂	9.6	0.4
7	厂区南侧外部道路	8.8	0.3
8	厂区西侧外部道路	8.0	0.1
9	厂区北侧外部道路	8.8	0.5
10	拟建址楼上	8.8	0.3

注：上表中 γ 空气吸收剂量率检测结果均已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ 。

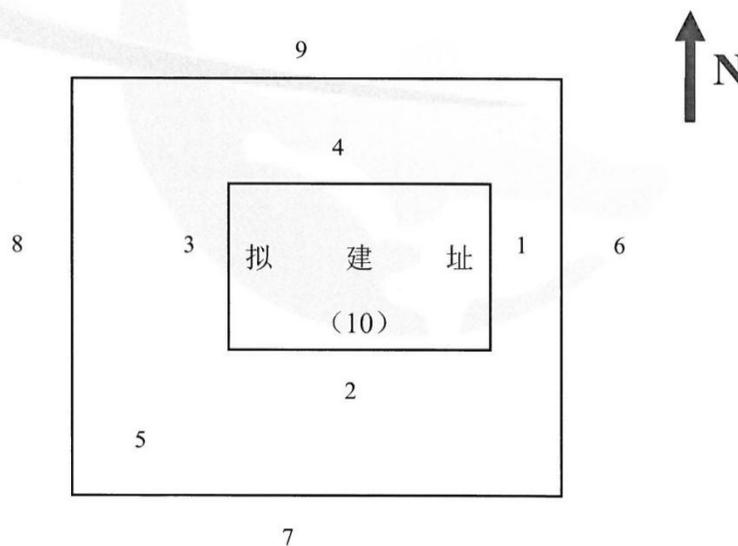


图 1 检测点位示意图

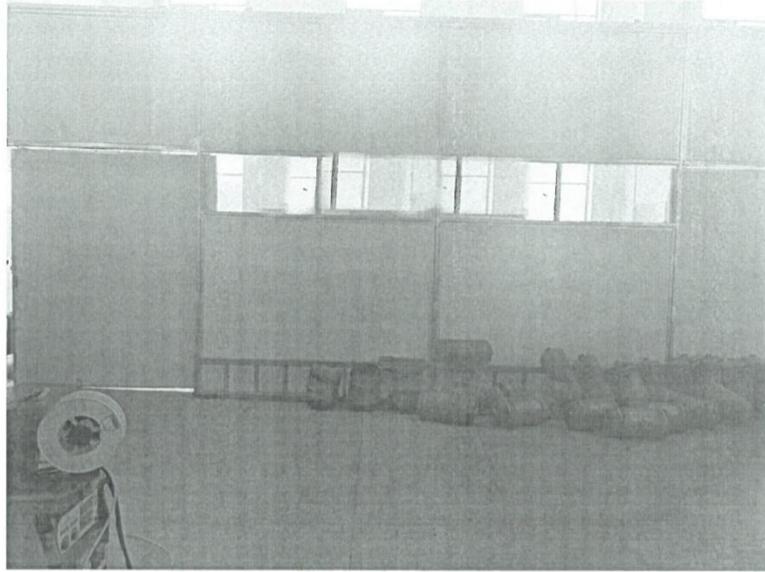


图 2 现场检测照片
(以下空白)



附件 6 厂区土地证

房屋编号: BDC3302811201628647776
 浙 (2016) 宁波市 不动产权第 00286457 号

权利人	宁波凯旋消防器材有限公司		
共有情况	单独所有		
坐落	余姚市黄家埠镇华家村、五车堰村		
不动产单元号	330281005007GB00884W000000000		
权利类型	国有建设用地使用权		
权利性质	出让		
用途	工业用地		
面积	46632m ²		
使用期限	国有建设用地使用权至2066年11月26日止		
权利其他状况			

附 记

1. 国有建设用地使用权出让合同编号: 3302812016A21044
 2. 每宗土地使用权人民币430元;
 3. 容积率不大于1.5,不低于0.8
 4. 本宗地出让项目在2019年11月27日之前竣工。

序号	用途	建筑面积	专有建筑面积	分摊建筑面积

