

检索号	2023-HP-0128
商密级别	普通商密

核技术利用建设项目

常州凡尔赛电器科技有限公司新增 1台 X 射线数字成像检测系统项目

环境影响报告表 (公开本)

常州凡尔赛电器科技有限公司

2023年9月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州凡尔赛电器科技有限公司新增

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：常州凡尔赛电器科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

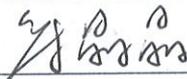
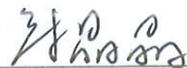
通讯地址：常州市武进区前黄镇蒋排村委蒋排路 99 号

邮政编码：213000 联系人：

电子邮箱：/ 联系电话：



编制单位和编制人员情况表

项目编号	5gphct		
建设项目名称	常州凡尔赛电器科技有限公司新增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)	常州凡尔赛电器科技有限公司		
统一社会信用代码	91320412MA7N25419F		
法定代表人 (签章)	汪正		
主要负责人 (签字)	汪正		
直接负责的主管人员 (签字)	汪正		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏辐环环境科技有限公司		
统一社会信用代码	913201003393926218		
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
符晶晶	2015035320350000003510320304	BH005877	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
谭清梅	第1、2、3、4、5、6、7、8、12章	BH032246	
符晶晶	第9、10、11、13章	BH005877	

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	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	10
表 8 环境质量和辐射现状	15
表 9 项目工程分析与源项	19
表 10 辐射安全与防护	23
表 11 环境影响分析	27
表 12 辐射安全管理	37
表 13 结论与建议	42
表 14 审批	45

附图

附图 1：常州凡尔赛电器科技有限公司地理位置示意图

附图 2：常州凡尔赛电器科技有限公司厂房所在园区平面布局及周围环境示意图

附图 3：常州凡尔赛电器科技有限公司所在厂房平面布局及周围环境示意图

附图 4：本项目 X 射线数字成像检测系统结构示意图

附件

附件 1：项目委托书

附件 2：射线装置使用承诺书

附件 3：公司厂房租赁协议

附件 4：本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质

附件 5：本项目 X 射线数字成像检测系统技术参数说明

附件 6：项目编制主持人现场踏勘照片

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常州凡尔赛电器科技有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目			
建设单位		常州凡尔赛电器科技有限公司			
法人代表		汪正	联系人		联系电话
注册地址		常州市武进区前黄镇蒋排村委蒋排路 99 号			
项目建设地点		常州市武进区前黄镇蒋排村委蒋排路 99 号 C2 厂房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		25	项目环保投资 (万元)	20	投资比例(环保 投资/总投资)
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)
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位基本情况

常州凡尔赛电器科技有限公司成立于 2022 年 05 月 09 日，经营范围包括一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；通用设备制造（不含特种设备制造）；机械零件、零部件加工；汽车零部件及配件制造；电子元器件制造；仪器仪表制造；模具制造；机械设备销售；机械零件、零部件销售；电子元器件零售；仪器仪表销售；模具销售；照明器具制造；照明器具销售（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

公司厂房位于常州市武进区前黄镇衡迈科创园的 C2 厂房北跨的中部，为租用江苏衡迈装备技术有限公司的部分厂房，厂房租赁协议见附件 3。

1.1.2 项目由来及建设规模

因生产需要，常州凡尔赛电器科技有限公司拟购买常州弘敢电器科技有限公司的 1 台 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统，拟将厂房内一间储物间改为 X 光检测室，并拟将该 X 射线数字成像检测系统放置在 X 光检测室中对生产的汽车零部件进行无损检测。检测工件大小一般为 0.1m×0.1m~0.4m×0.4m 的不规则形状。本项目核技术利用具体情况见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术利用情况一览表

射线装置										
序号	射线装置名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	备注
1	X 射线数字成像检测系统	XYG-22508/3	1	225	8	II	X 光检测室	使用	新建项目 本次环评	额定功率 1800W

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，常州凡尔赛电器科技有限公司应办理核技术应用项目环境影响评价手续。

本项目配备的 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统属于《关于发布射线装置分类的公告》（2017 年修订版）中工业用 X 射线探伤装置的其他工业用 X 射线探伤装置，为使用 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。受常州凡尔赛电器科技有限公司的委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该公司本次核技术利用项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察（委托江苏核众环境监测技术有限公司对项目拟建场址及周围环境进行辐射环境现状监测）等工作的基础上，编制了该项目的环境影响报告表。

1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

1、园区位置

常州凡尔赛电器科技有限公司所在的衡迈科创园位于常州市武进区前黄镇蒋排村委蒋排路 99 号，园区东侧为常州市人本合金铸造厂，南侧为前灵路，西侧为农田，北侧为太滆运河。公司地理位置见附图 1，公司所在的衡迈科创园平面布局及周围环境见附图 2。

2、公司位置

常州凡尔赛电器科技有限公司位于衡迈科创园的 C2 厂房，该 C2 厂房为单层建筑，

C2 厂房东侧为园区道路；南侧依次为园区道路、常州恒彩薄板有限公司厂房（B1 厂房）、常州富彩新型材料有限公司厂房；西侧为园区道路；北侧依次为园区道路、常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）。

公司厂房位于 C2 厂房北跨的中部，公司厂房东侧依次为常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路；南侧依次为厂房通道、常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路；西侧依次为常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路；北侧依次为园区道路、常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）。公司所在的 C2 厂房平面布置及周围环境见附图 3。

3、本项目位置

本项目 X 射线数字成像检测系统拟使用场所 X 光检测室（现为储物间）位于公司厂房的东部，其为单层建筑，楼上、楼下无建筑。本项目 X 射线数字成像检测系统拟放置在 X 光检测室的西北角，其东侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、办公室、过道、废品区以及常州弘敢电器科技有限公司的危废库和机加工车间；南侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、厂房通道、常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路、常州恒彩薄板有限公司厂房（B1 厂房）、常州富彩新型材料有限公司厂房；西侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、模具车间、模具库、热处理间；北侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、车间物品堆放区和过道、加工中心、园区道路、常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）。本项目 X 射线数字成像检测系统在 C2 厂房的具体位置见附图 3。

4、项目选址合理性分析

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域，也不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内其他工作人员以及园区内其他公司的工作人员。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，本项目的建设符合江苏省“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。

1.3 产业政策符合性分析

本项目不属于国家发改委《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中限制类和淘汰类项目，符合国家现行产业政策。

1.4 实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，具有良好的社会

效益和经济效益，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。

1.5 公司现有核技术利用项目许可情况

本项目为公司首次开展核技术利用项目，无现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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	1	XYG-22508/3	225	8	无损检测	X 光检测室	额定功率 1800W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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
铅房内产生的臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	由排风系统排至 X 光检测室中，再依次由 X 光检测室和厂房的通风系统排至室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气
生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	先排入园区的污水处理站，经处理满足接管要求后，排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	分类收集后交由环卫部门统一处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 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 年修正版), 自 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》, 2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正版), 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令 第 20 号, 自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《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 年 5 月 1 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》, 国家环境保护总局文件, 环发[2006] 145 号文</p> <p>(10) 《关于发布射线装置分类的公告》(2017 年修订版), 环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年公告第 66 号公布, 自 2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知, 环办[2013]103 号, 2014 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021 年修订), 发改委令 第 49 号, 自 2021 年 12 月 30 日起施行</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令 第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 38 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(15) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 39 号, 2019 年 10 月 25 日生成</p> <p>(16) 《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, 2020 年 1 月 1 日起施行</p>
-------------	---

	<p>(17)《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修改版),江苏省人大常委会公告第2号,2018年3月28日修改,2018年5月1日起施行</p> <p>(18)《江苏省辐射事故应急预案》(2020年修订版),苏政办函[2020]26号,2020年2月19日起施行</p> <p>(19)《江苏省国家级生态保护红线规划》,江苏省人民政府(苏政发[2018]74号),2018年6月9日发布</p> <p>(20)《江苏省生态空间管控区域规划》,江苏省人民政府(苏政发[2020]1号),2020年1月8日发布</p> <p>(21)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》江苏省人民政府(苏政发[2020]49号),2020年6月21日发布</p> <p>(22)《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》,苏环办[2021]187号,2021年5月31日发布</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)</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)</p> <p>(3)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</p> <p>(5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(6)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(7)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及其第1号修改单</p> <p>(8)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)</p> <p>(9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)</p>
<p>其他</p>	<p>报告附件:</p> <p>(1)项目委托书(附件1)</p> <p>(2)射线装置使用承诺书(附件2)</p> <p>(3)公司厂房租赁协议(附件3)</p> <p>(4)本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质(附件4)</p> <p>(5)本项目X射线数字成像检测系统技术参数说明(附件5)</p> <p>(6)编制主持人踏勘现场照片(附件6)</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》(HJ10.1-2016)的要求,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。

本项目为使用 II 类射线装置,根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)的要求,本项目评价范围应为 X 射线数字成像检测系统的自屏蔽铅房实体边界外 50m 以内区域。本项目评价范围见附图 2 和附图 3。

7.2 保护目标

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022),本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。根据附图 2 和附图 3,本项目 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点,本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内的其他工作人员以及园区内其他公司的工作人员。本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标分布

保护目标			方位	距检测铅房最近距离	规模
辐射工作人员	射线装置操作位	操作人员	X 光检测室内	紧邻	共 2 名工作人员
评价范围内公众	公司办公室、过道、废品区	常州凡尔赛电器科技有限公司其他工作人员	X 光检测室东侧	4m	约 2 名工作人员
	常州弘敢电器科技有限公司危废库	常州弘敢电器科技有限公司工作人员		4m	一般无人员逗留
	常州弘敢电器科技有限公司机加工车间	常州弘敢电器科技有限公司工作人员		14m	约 10 名工作人员
	厂房通道	常州弘敢电器科技有限公司工作人员和常州凡尔赛电器科技有限公司其他工作人员	X 光检测室南侧	6m	流动人员
	常州弘敢电器科技有限公司厂房	常州弘敢电器科技有限公司工作人员		8m	约 40 名工作人员
	园区道路	园区内其他公司工作人员		25m	流动人员

常州恒彩薄板有限公司厂房（B1厂房）、常州富彩新型材料有限公司厂房	常州恒彩薄板有限公司和常州富彩新型材料有限公司工作人员		39m	约 5 名工作人员
公司模具车间、模具库、热处理间	公司内其他工作人员	X 光检测室西侧	1.5m	约 15 名工作人员
公司车间物品堆放区和过道	公司内其他工作人员	X 光检测室北侧	1m	流动人员
公司加工中心	公司内其他工作人员		4m	约 5 名工作人员
园区道路	园区内其他公司工作人员		9m	流动人员
常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）	常州江铜铜业有限公司工作人员		25m	约 20 名工作人员

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

① 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2。

表 7-2 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。

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

② 辐射管理分区

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) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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

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

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

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

明。

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

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

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

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

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其第 1 号修改单

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。

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。

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

(4) 项目管理目标

综合考虑 GB18871-2002 和 GBZ117-2022，本项目管理目标为：

①**辐射剂量率控制水平：**铅房四周、工件门、底部表面 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；考虑到铅房高度仅 2.494m，人员可简单借助工具达到铅房顶部，铅房顶部表面 30cm 处周围剂量当量率也不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②**周受照剂量控制水平：**关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ 。

③**年受照剂量控制水平：**职业人员年受照剂量不超过 5mSv ；公众年受照剂量不超过 0.1mSv 。

(5) 参考资料

① 《辐射防护导论》，方杰主编

② 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月。

江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果 单位：nGy/h

类别	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，以“均值 $\pm 3s$ ”作为参考值：原野为 (50.4 ± 21.0) nGy/h；道路为 (47.1 ± 36.9) nGy/h；室内为 (89.2 ± 42.0) nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地理和场所位置

1、园区位置

常州凡尔赛电器科技有限公司所在的衡迈科创园位于常州市武进区前黄镇蒋排村委蒋排路 99 号，园区东侧为常州市人本合金铸造厂，南侧为前灵路，西侧为农田，北侧为太滆运河。公司地理位置见附图 1，公司所在的衡迈科创园平面布局及周围环境见附图 2。

2、公司位置

常州凡尔赛电器科技有限公司位于衡迈科创园的 C2 厂房，该 C2 厂房为单层建筑，C2 厂房东侧为园区道路；南侧依次为园区道路、常州恒彩薄板有限公司厂房（B1 厂房）、常州富彩新型材料有限公司厂房；西侧为园区道路；北侧依次为园区道路、常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）。

公司厂房位于 C2 厂房北跨的中部，公司厂房东侧依次为常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路；南侧依次为厂房通道、常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路；西侧依次为常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路；北侧依次为园区道路、常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）。公司所在的 C2 厂房平面布置及周围环境见附图 3。

3、本项目位置

本项目 X 射线数字成像检测系统拟使用场所 X 光检测室（现为储物间）位于公司厂房的东部，其为单层建筑，楼上、楼下无建筑。本项目 X 射线数字成像检测系统拟放置在 X 光检测室的西北角，其东侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、办公室、过道、废品区以及常州弘敢电器科技有限公司的危废库和机加工车间；南侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、厂房通道、常州弘敢电器科技有限公司厂房、园区道路、常州恒彩薄板有限公司厂房（B1 厂房）、常州富彩新型材料有限公司厂房；西侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、模具车间、模具库、热处理间；北侧 50m 范围依次为 X 光检测室内部区域、车间物品堆放区和过道、加工中心、园区道路、常州江铜铜业有限公司厂房（D2 厂房）。本项目 X 射线数字成像检测系统在 C2 厂房的具体位置见附图 3。

本项目拟建场址及周围环境现状见图 8-1。



图 8-1 本项目拟建场址及周边环境现状图

8.1.2 环境现状检测

本项目为使用 X 射线装置进行无损检测，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目拟建场址及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率。

1、环境现状评价对象、检测因子、检测点位

环境现状评价对象：本项目拟建场址及周围辐射环境；

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率；

检测点位：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，在本项目拟建场址及周围环境共计布设 6 个 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位，具体点位见图 8-2。

2、检测方案

（1）检测单位：江苏核众环境监测技术有限公司（CMA 证书编号：171012050259）

（2）检测报告编号：（2023）苏核环监（综）字第（0435）号

（3）检测时间：2023 年 5 月 9 日

（4）检测天气：晴

（5）检测仪器：

检测仪器：FH40G+FHZ672E-10 型辐射巡测仪

仪器编号：030360+11395

能量响应范围：40keV~4.4MeV

量程范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

检测证书编号：Y2023-0044112

检定有效期：2023.3.27~2024.3.26

（6）检测方法 & 数据处理：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的要求进行，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

3、质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，其计量认证证书及检测能力证书见附件 4；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

4、检测结果及评价

本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射水平检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-2，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射水平检测结果

序号	检测点位描述	建筑物	检测结果 (nGy/h)	备注
1	本项目拟建场址 (储物间内)	平房	40.7	本底检测
2	本项目拟建场址东侧办公室内	平房	42.8	
3	本项目拟建场址东侧入口过道处	平房	42.8	
4	本项目拟建场址南侧厂房通道处	平房	44.9	
5	本项目拟建场址西侧模具车间内	平房	42.5	
6	本项目拟建场址北侧加工中心内	平房	44.1	

注：①上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。

②建筑物与测量校正值的宇响因子相对应，分为楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1。

③根据 HJ 1157-2021，检测仪器使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源时，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy。

④厂房内地面铺设环氧树脂地坪。

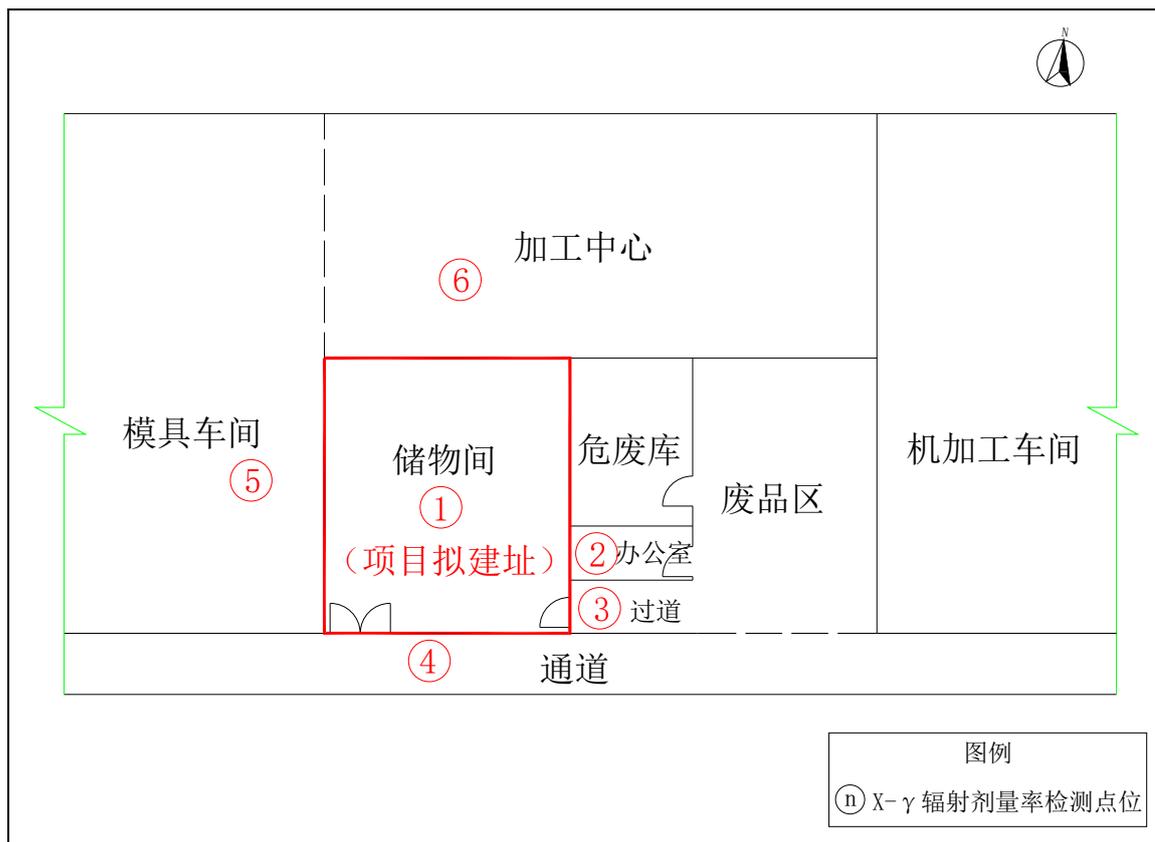


图 8-2 本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

根据表 8-1 可知，本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射水平为 (40.7~44.9) nGy/h，对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果，因本项目拟建场址及其所在厂房内地面铺设环氧树脂地坪，其可屏蔽部分地表层 γ 贯穿辐射，导致本项目拟建场址及周围环境 γ 辐射水平略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及工作方式

1、设备组成

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统主要由操作台、检测铅房组成，操作台通过控制数据线与检测铅房相连，操作台安装有控制系统和显示系统，设备所有的操作指令均由操作台发出，铅房内部安装有 C 型臂、X 射线机、数字平板探测器、载物台，其中：

(1) 射线机和数字平板探测器位于 C 型臂上，面对工件门，X 射线机位于 C 型臂的左侧，数字平板探测器位于 C 型臂的右侧，C 型臂可根据需要上下移动 1076mm，载物台可前后水平移动以及可绕垂直轴 360° 转动，X 射线照射方向固定为由铅房的左侧向右侧照射，即由南向北照射，铅房内部结构见附图 4；

(2) X 射线机最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，额定功率为 1800W，辐射角为 40°×30°，滤过条件为固有滤过 0.8mmBe+附加滤过 3mmAl，探伤时固有滤过和附加滤过作为整体滤过一起使用，具体技术参数见附件 5。

本项目 X 射线数字成像检测系统工作时，通过控制按钮打开工件门，载物台向前滑动，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。

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统外观及内部示意图见图 9-1（图 9-1 仅为示意图，本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线机与平板探测器的实际位置与图 9-1 中相反），检测铅房结构示意图见附图 4。

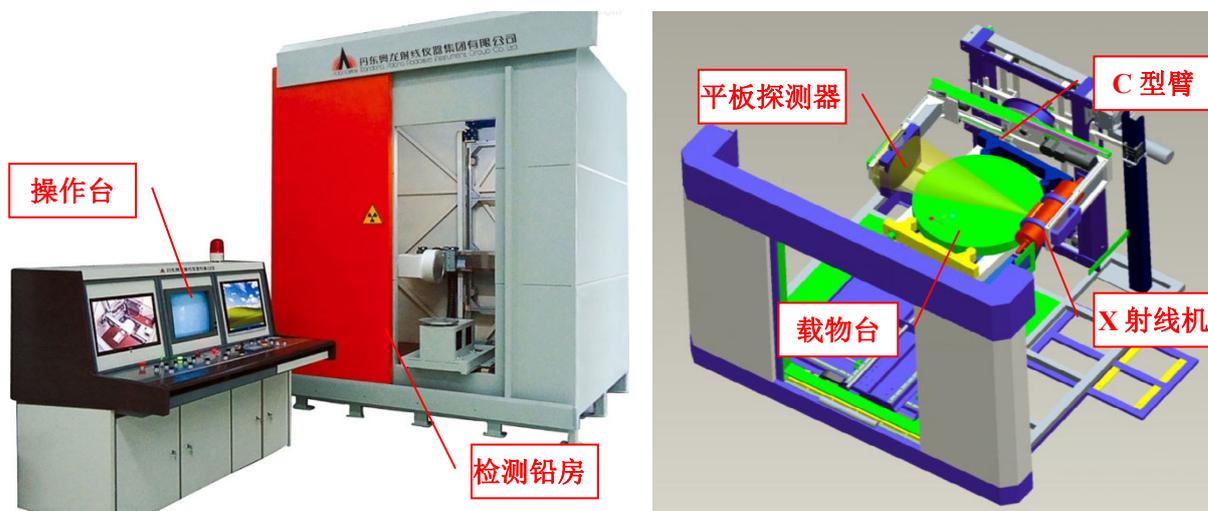


图 9-1 本项目 X 射线数字成像检测系统外观及内部示意图

2、工作方式

本项目 X 射线数字成像检测系统采用间歇式工作方式，工作人员位于检测铅房外的操作台处进行操作。

9.1.2 工作原理、工艺流程及产污环节

1、工作原理

本项目 X 射线数字成像检测系统核心部件是 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。X 射线管结构图见图 9-2。

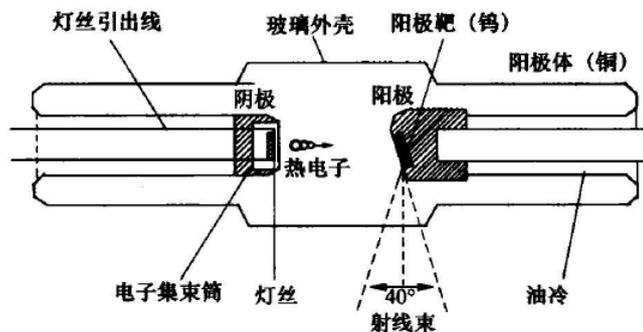


图 9-2 X 射线管结构示意图

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。

2、工艺流程及产污环节

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，检查辐射安全设施，确保各项辐射安全措施正常运行；
- (2) 在X射线关闭状态下，按动开门按钮，打开工件门；
- (3) 载物台向前滑动，工作人员将待检工件放置在载物台上；
- (4) 确认检测铅房内无人员驻留后，按动关门按钮，载物台滑回原处，关闭工件门；
- (5) 工作人员在操作台处通过控制系统调节载物台和 C 型臂，使待检工件处在合

适的检测位置；

(6) 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 (O₃) 和氮氧化物 (NO_x)；

(7) 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，载物台向前滑动，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，载物台向前滑动，取出工件。

本项目 X 射线数字成像检测系统开展无损检测时，其工作流程及产污环节如图 9-3 所示：

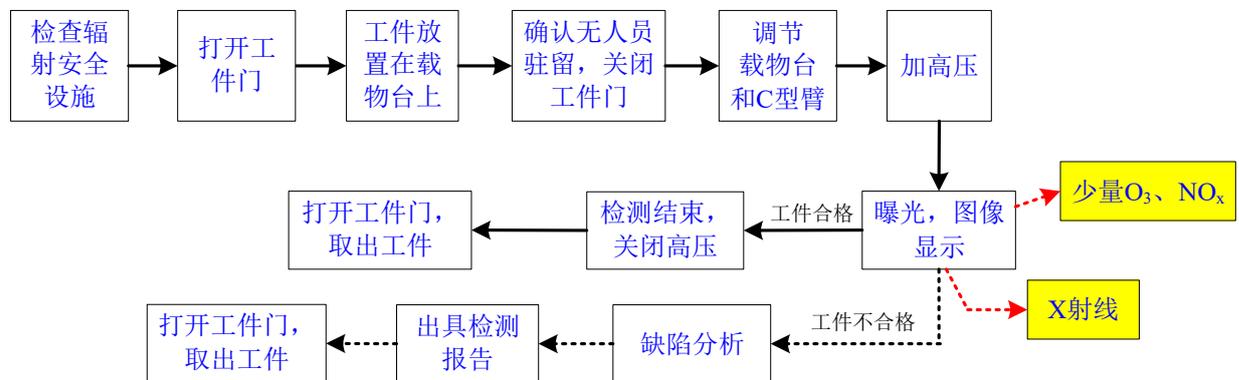


图 9-3 本项目 X 射线数字成像检测系统工作流程及产污环节分析示意图

9.1.3 劳动定员和工作负荷

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，该 2 名工作人员均为新进辐射工作人员。本项目 X 射线数字成像检测系统周出束检测时间不超过 20h、年出束检测时间不超过 1000h。

9.2 污染源项描述

1、辐射污染

由 X 射线数字成像检测系统工作原理可知，只有 X 射线数字成像检测系统在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对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 射线装置发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。本项目配备的 X 射线机的最大管电压为 225kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.1，距 225kV X 射线机辐射源点 (靶点) 1m 处输出量为 $6.84 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (根据 GBZ/T 250-2014 表 B.1，保守选取 200kV 和 250kV 滤过条件为 3mm 铝下的输出量，由内插法计算求得)。

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目距 225kV X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

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，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），能量为 225kV 的 X 射线经检测工件 90° 散射后，X 射线能量降至 200kV，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 X 射线数字成像检测系统辐射污染源强见表 9-2。

表 9-2 本项目 X 射线数字成像检测系统辐射污染源强一览表

设备名称	最大管电压 (kV)	有用线束输出量 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
X 射线数字成像 检测系统	225	6.84×10^5	5×10^3

2、其他污染

本项目 X 射线数字成像检测系统采用实时成像技术，无需洗片，无显影、定影废液和废胶片产生。本项目产生的污染物主要有：

- (1) X 射线数字成像检测系统在开展无损检测时，会使检测铅房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物；
- (2) 本项目辐射工作人员会产生少量的生活废水和生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

1、工作场所布局与分区

(1) 工作场所布局

根据图 10-1 可知，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，有用线束的照射方向为由南向北照射，操作台位于检测铅房的南侧，避开有用线束直接照射，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

(2) 工作场所分区

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，铅房表面张贴电离辐射警告标志，出束检测时禁止任何人员进入；将 X 光检测室内除检测铅房外的其它区域划为监督区，在入口处张贴监督区标牌，禁止无关人员进入。本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关辐射工作场所的分区规定。本项目控制区与监督区的划分见图 10-1。

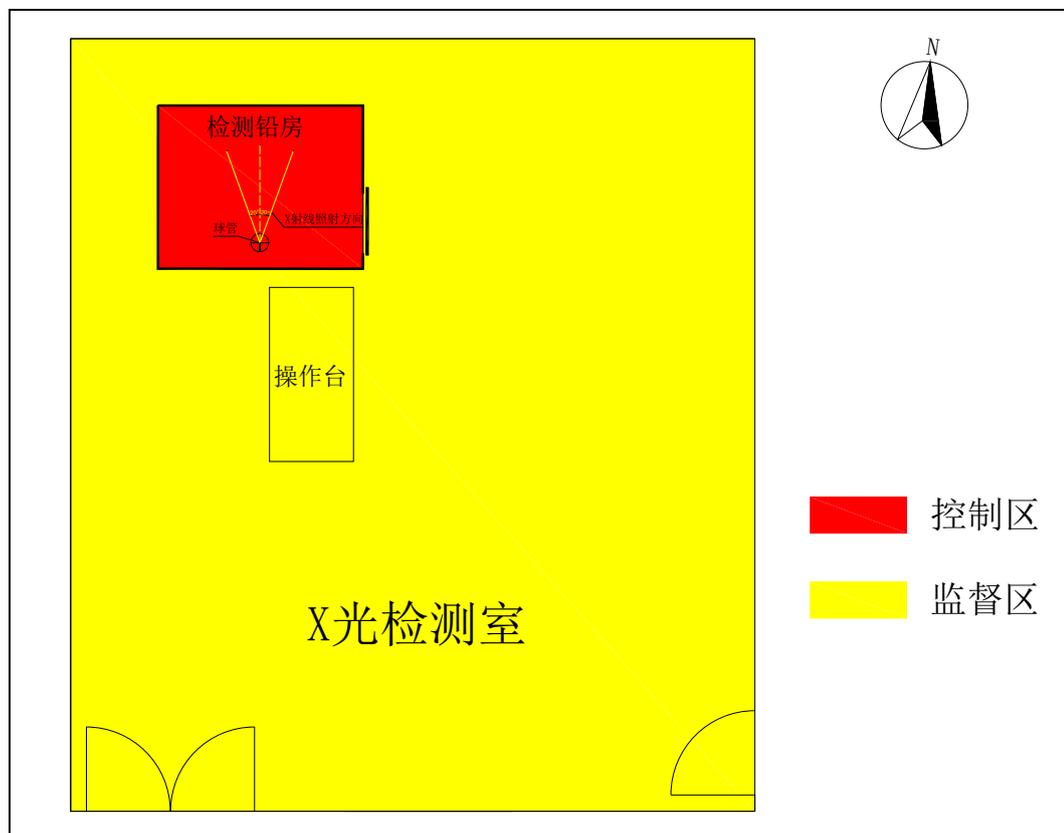


图 10-1 本项目控制区与监督区的划分示意图

2、辐射防护设计

(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的屏蔽防护设计见表 10-1，结构示意图见附图 4。

表 10-1 本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽防护设计一览表

场所	墙体	屏蔽材料及厚度	备注
X 射线数字成像检测系统检测铅房	前侧屏蔽体（含工件门）	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	东墙
	左侧屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	南墙
	后侧屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	西墙
	右侧屏蔽体（主射线方向）	2mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板	北墙
	顶部屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	顶部
	底部屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	底部
	2396mm（长）×1898mm（宽）×2494mm（高）		

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的门洞大小为 700mm（宽）×1900mm（高），工件门大小为 900mm（宽）×2160mm（高），工件门与各侧墙体搭接宽度不小于 100mm，工件门门缝间隙的设计宽度为 5.4mm，工件门与墙体搭接宽度不小于门缝间隙的 10 倍。

(2) 检测铅房电缆孔屏蔽防护设计

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的后侧屏蔽体处设计有电缆孔，孔洞大小为 140mm×140mm，电缆孔处设有 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板的铅防护罩进行屏蔽，确保电缆孔不破坏检测铅房的整体防护效果。

(3) 检测铅房排风口屏蔽防护设计

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的顶部安装有机排风装置，排风口洞大小为 140mm×140mm，排风口洞处设有 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板的铅防护罩进行屏蔽，并在铅防护罩的排风口处设置 3mmPb 的铅百叶窗，确保排风口洞不破坏检测铅房的整体防护效果。

3、辐射安全和防护措施

(1) 本项目 X 射线数字成像检测系统设有如下辐射安全措施：

①操作台上设置有钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线机才能出束，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有行程开关，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操作台顶部安装有工作状态指示灯，工作状态指示灯与 X 射线机进行联锁，并设置指示灯信号意义的说明。

④检测铅房内安装有监控探头，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。

⑤检测铅房表面张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿靠近该检测铅房。

⑥操作台处及检测铅房内安装有急停按钮，并贴有标签和使用方法，一旦发生意外，立即按下靠近的急停按钮，X 射线机的高压即被切断，可有效的保证人员的安全。

⑦X 光检测室出入门表面拟设置监督区标牌，检测室内拟设置视频监控，禁止无关人员进入 X 光检测室。

(2) 本项目无损检测时拟采取如下放射防护要求：

①定期检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

②工作人员工作时，佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪，当剂量率达到设定的报警阈值报警时，应立即停止检测工作，并立即向辐射防护负责人报告。

③定期测量检测铅房外周围区域的辐射剂量率水平，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

④使用便携式 X- γ 剂量率仪前，检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始检测工作。

⑤在每一次照射前，工作人员都必须确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

本项目 X 射线数字成像检测系统为购买的成套设备，放置和取出工件时，工作人员无需进入检测铅房内部；设备的检修由设备厂家专业人员负责，检测铅房内部设有急停按钮，且检修时，设备需断电以及打开工件门便于检修人员进出，此时 X 射线机无法出束，故检测铅房内部未设置工作状态指示灯和声音提示装置以及固定式辐射监测报警装置。本项目采取上述辐射安全措施后，也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中固定式 X 射线探伤辐射安全的需要。本项目 X 射线数字成像检测系统采取的辐射安全措施见图 10-2。

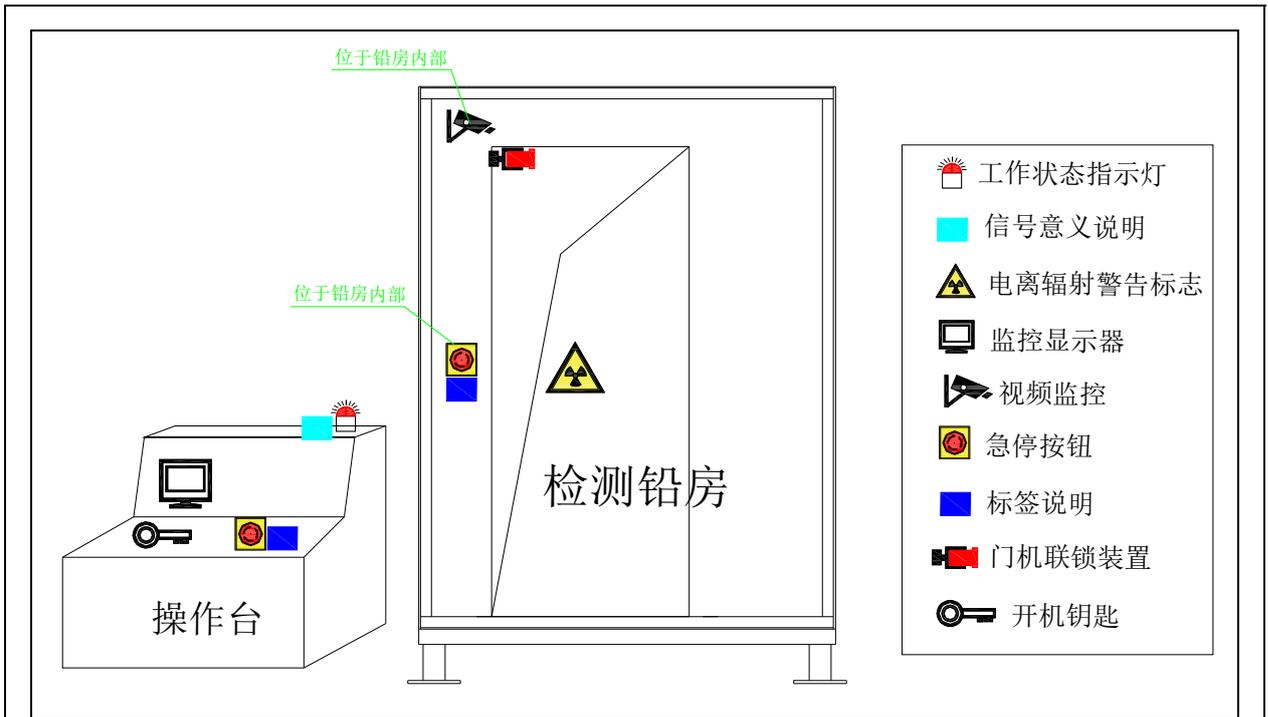


图 10-2 本项目 X 射线数字成像检测系统辐射安全措施示意图

10.2 三废的治理

1、废气处理措施

本项目 X 射线数字成像检测系统设置有机排风装置，排风口位于检测铅房的顶部，排风口安装一台轴流风机（通风量为 320m³/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。公司拟为 X 光检测室安装空调通风系统，排出检测铅房的臭氧和氮氧化物经 X 光检测室的空调通风系统排至厂房内。X 光检测室位于 C2 厂房内，厂房设有通风系统，排出的臭氧和氮氧化物经厂房通风系统排至外环境。

2、废水处理措施

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水先排入园区的污水处理站，经处理满足接管要求后，排入市政污水管网。

3、固体废物处理措施

本项目辐射工作人员产生的少量生活垃圾，将依托园区的保洁措施，分类收集后交由环卫部门统一处理。

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购买的整体定制设备，本项目仅涉及设备的搬迁，现场无需组装，基本无施工期环境影响。

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 射线数字成像检测系统工作时产生的 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。

1、估算模式选取

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（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

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

上式中：

\dot{H} —参考点处剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，本项目根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1，保守选取 200kV 和 250kV 滤过条件为 3mm 铝下的输出量由内插法计算求得 225kV X 射线机辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $6.84 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

B —屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014，在给定屏蔽物质厚度 X 时，由图 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B ，因图 B.1 曲线未给出 225kV 下的曲线图，本项目有用线束屏蔽透射因子保守根据公式（11-4）进行计算；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（2）非有用线束

①漏射线

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

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 ($\mu\text{Sv/h}$)，本项目取值为 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射线

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

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：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (\text{式 11-4})$$

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。

2、估算结果

本项目 X 射线数字成像检测系统开机检测时，有用线束固定向铅房右侧屏蔽体 (北墙) 照射，X 射线机距右侧屏蔽体最近距离为 1633mm，距左侧屏蔽体最近距离为 265mm，距前侧屏蔽体最近距离为 942mm，距后侧屏蔽体最近距离为 1454mm，距顶部屏蔽体最近距离为 675mm，距底部屏蔽体最近距离为 744mm。X 射线机距检测铅房各侧屏蔽体距离见附图 4。

(1) 右侧屏蔽体 (北墙) 屏蔽剂量计算 (有用线束方向)

将相关参数带入公式 (11-1)，可估算出 X 射线机以最大管电压 225kV，最大管电流 8mA 运行时，检测铅房右侧屏蔽体表面外 30cm 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

参数		屏蔽体	右侧屏蔽体（北墙，点位 D）
设计厚度		2mm 钢板+14mm 铅+2mm 钢板	
I (mA)		8	
H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)		6.84×10^5	
B		3.08×10^{-7}	
R (m)		1.933	
参考点处剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值	0.451	
	\dot{H}_c 控制值	2.5	
	评价结果	满足	

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.2 内插法求得 225kV 对应铅的半值层为 2.15mm；

②计算时，不考虑钢板的屏蔽效果。

(2) 检测铅房其他各侧屏蔽体及工件门屏蔽剂量计算（非有用线束方向）

将相关参数带入公式（11-2）~公式（11-4），可估算出 X 射线机以最大管电压 225kV，最大管电流 8mA 运行时，检测铅房其他各侧屏蔽体及工件门外 30cm 处参考点的瞬时剂量，计算结果见表 11-2。

表 11-2 检测铅房其他各侧屏蔽体及工件门屏蔽防护计算参数及结果（非有用线束方向）

参数		屏蔽体	前侧屏蔽体及工件门（东墙，点位 A）	后侧屏蔽体（西墙，点位 B）	左侧屏蔽体（南墙，点位 C）	顶部（点位 E）	底部（点位 F）
泄漏辐射	设计厚度 (mm)	2mm 钢板+10mm 铅+2mm 钢板					
	TVL (mm)	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	
	B	2.23×10^{-5}					
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	5000	5000	5000	5000	5000	
	R (m)	1.242	1.754	0.565	0.975	1.044	
	参考点处泄漏辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.072	0.036	0.35	0.117	0.102	
散射辐射	散射线能量 (kV)	200	200	200	200	200	
	TVL (mm)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
	B	7.2×10^{-8}					
	I (mA)	8	8	8	8	8	
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	6.84×10^5					
	R_s (m)	1.242	1.754	1.065	0.975	1.044	

	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
	参考点处散射辐射剂量率 \dot{H} 估算值($\mu\text{Sv/h}$)	0.005	0.003	0.007	0.008	0.007
参考点处复合 辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值	0.077	0.039	0.357	0.125	0.109
	\dot{H}_c 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

注：① $R_0^2/F \cdot \alpha$ 的值取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的推荐值 50；
②X 射线机与工件距离约为 0.5m；
③计算时，不考虑钢板的屏蔽效果。

根据表 11-1 和表 11-2 估算结果可知，当 X 射线机以最大管电压 225kV、最大管电流 8mA 运行时，检测铅房四周屏蔽体、工件门及底部外参考点处的辐射剂量率最大为 0.451 $\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外参考点处的辐射剂量率最大为 0.125 $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中四周墙体、工件门、顶部和底部外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。

11.2.2 管线孔屏蔽效果评价

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的后侧屏蔽体处设有电缆孔，孔洞大小为 140mm \times 140mm，电缆孔处设有 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板的铅防护罩进行屏蔽，铅防护罩为单边留有电缆穿线孔的长方体结构。电缆孔处除受有用线束照射到工件，再经两次散射至电缆孔处辐射影响外；还受漏射线两次散射至电缆孔处的辐射影响，射线在电缆孔处的散射路径见图 11-1。

电缆孔处的辐射水平可根据《辐射防护导论》(方杰主编，P185，式 6.6) 导出：

$$\dot{H}_{L, h} = \frac{\dot{H}_0 \cdot (\alpha_1 \cdot A_1) \cdot (\alpha_2 \cdot A_2)}{(d_i \cdot d_{r1} \cdot d_{r2})^2} \cdot \eta \quad (\text{式 11-5})$$

式中，

$\dot{H}_{L, h}$ —电缆孔处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_0 —辐射源处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α_1 —入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数；

α_2 —从以后的物质散射出来的 200kV 的 X 射线的散射系数；

A_1 —X 射线入射到第一散射物质的散射面积， m^2 ；

A_2 —电缆孔的截面积， m^2 ；

d_i —辐射源同反射点之间的距离，m；

d_{r2} —反射点与反射点之间的距离，m；

d_{r2} —反射点与参考点之间的距离，m；

η —电缆孔处透射比，无屏蔽时取 1，有屏蔽时根据公式 (11-4) 进行计算。

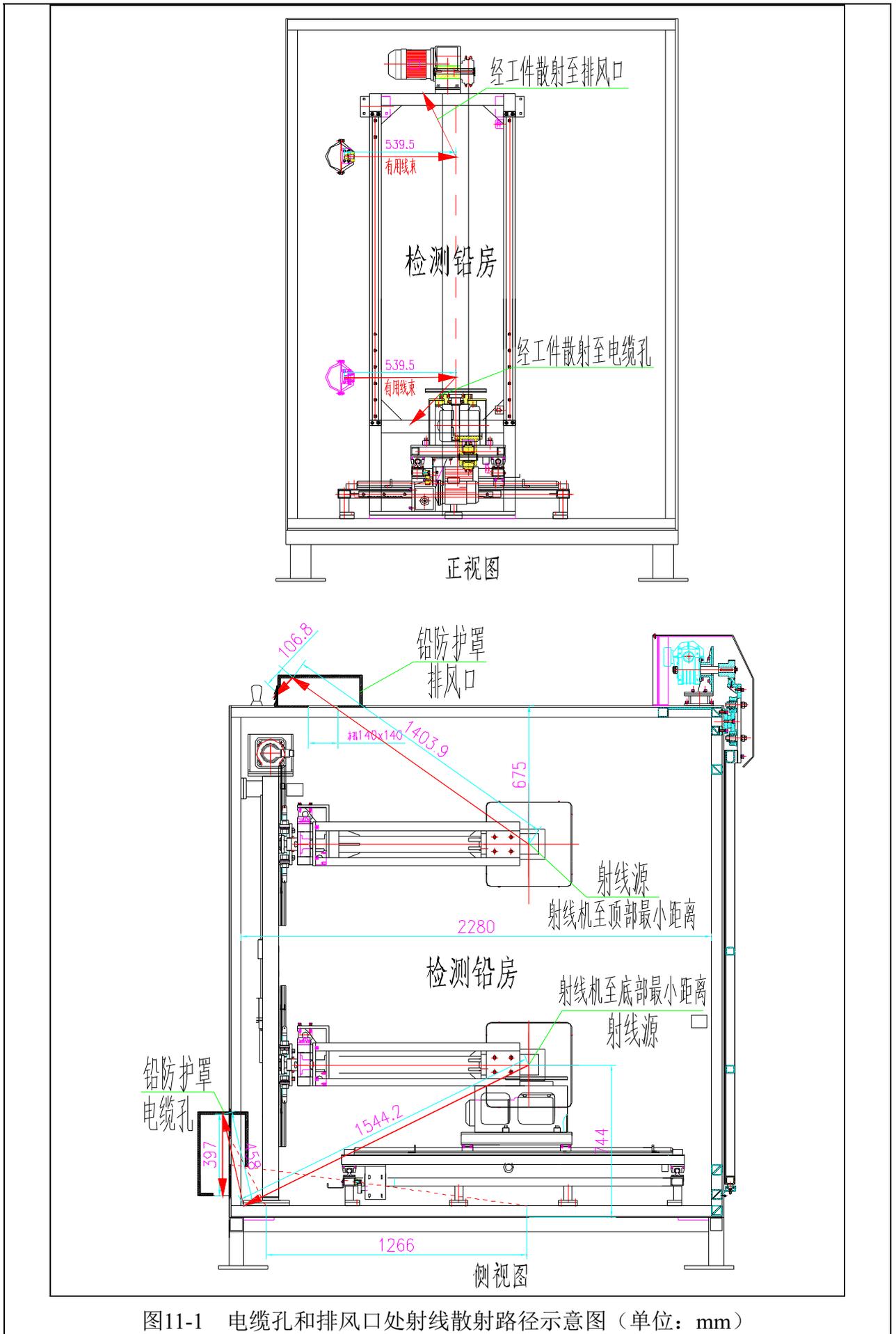


图11-1 电缆孔和排风口处射线散射路径示意图 (单位: mm)

将相关参数带入公式（11-5），可分别计算出有用线束和漏射线经散射到达电缆孔处的辐射剂量率，计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 电缆孔处有用线束和漏射线散射计算参数及计算结果

参数	有用线束散射辐射	漏射线散射辐射
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	6.84×10^5	5000
A_1 (m^2)	0.1	2.25
A_2 (m^2)	0.968	0.02
A_3 (m^2)	0.02	/
α_1	0.022	0.022
α_2	0.021	0.021
α_3	0.021	/
d_i (m)	0.5	1.54
dr_1 (m)	1.54	0.458
dr_2 (m)	0.458	0.697
dr_3 (m)	0.697	/
η	1	1
$H_{L,h}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	0.213	0.43

注：①X 射线机距载物台中心线距离约为 0.539m，X 射线机距工件距离保守取 0.5m。

②有用线束 A_1 根据 X 射线机距工件约 0.5m，辐射角最大为 40° ，计算得 $A_1=0.1\text{m}^2$ ； A_2 取射线经工件散射至铅房底部，铅房底部可一次散射至电缆孔处的面积，即 $A_2=1.266\text{m} \times 0.765\text{m}=0.968\text{m}^2$ ； A_3 保守取电缆孔洞的面积，即 $A_3=0.14\text{m} \times 0.14\text{m}=0.02\text{m}^2$ 。

③漏射线 A_1 取漏射线照射到铅房底部，铅房底部可一次散射至电缆孔处的面积，即 $A_1=1.266\text{m} \times 1.78\text{m}=2.25\text{m}^2$ ； A_2 保守取电缆孔洞的面积，即 $A_2=0.14\text{m} \times 0.14\text{m}=0.02\text{m}^2$ 。

根据表 11-3 可知，有用线束散射至电缆孔处的辐射剂量率为 $0.213\mu\text{Sv/h}$ ，漏射线散射至电缆孔处的辐射剂量率为 $0.43\mu\text{Sv/h}$ ，电缆孔处的复合剂量率为 $0.643\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中四周墙体及工件门外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，故本项目检测铅房电缆孔处采取的铅防护罩屏蔽防护措施能够满足相应的辐射防护要求。

11.2.3 排风口屏蔽效果评价

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的顶部安装有排风装置，排风口洞为 $140\text{mm} \times 140\text{mm}$ ，排风口洞处设有 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板的铅防护罩进行屏蔽，铅防护罩为单边留有排风口的长方体结构，为避免射线经防护罩直接散射至铅防护罩外，铅防护罩的排风口处设置 3mmPb 的铅百叶窗。排风口处除受有用线束照射到工

件，经工件散射至铅防护罩，再经铅防护罩散射至排风口处辐射影响外；还受漏射线经铅防护罩一次散射至排风口处的辐射影响，射线在排风口处的散射路径见图 11-1。

将相关参数带入公式（11-5），可分别计算出有用线束和漏射线经散射到达排风口处的辐射剂量率，计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 排风口处有用线束和漏射线散射计算参数及计算结果

参数	有用线束散射辐射	漏射线散射辐射
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	6.84×10^5	5000
A_1 (m^2)	0.1	0.02
A_2 (m^2)	0.02	/
α_1	0.022	0.022
α_2	0.021	/
d_i (m)	0.5	1.4
dr_1 (m)	1.4	0.407
dr_2 (m)	0.407	/
η	7.2×10^{-3}	7.2×10^{-3}
$H_{L,h}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	0.056	0.049

注： η 保守取 200kV 对应的半值层 1.4mmPb。

根据表 11-4 可知，有用线束散射至排风口处的辐射剂量率为 $0.056\mu\text{Sv/h}$ ，漏射线散射至排风口处的辐射剂量率为 $0.049\mu\text{Sv/h}$ ，排风口处的复合剂量率为 $0.105\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中顶部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，故本项目检测铅房排风口处采取的铅防护罩屏蔽防护措施能够满足相应的辐射防护要求。公司应经常关注排风口处的辐射剂量率，建议公司在排风铅防护罩内焊接三片不同偏置方向的铅挡板，增加射线在铅防护罩内的散射次数，进一步降低排风口处的辐射剂量率。

此外，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 $0.125\mu\text{Sv/h}$ ，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墙体的透射辐射剂量率最大为 $0.451\mu\text{Sv/h}$ ，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的屏蔽防护设计能够满足其所配置的 X 射线机的防护要求。

11.2.4 保护目标剂量评价

参考点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式算出：

$$D_{\text{Eff}}=K_a \cdot t \cdot T \cdot U \quad (\text{式 11-6})$$

上式中：

D_{Eff} —参考点人员有效剂量（Sv）；

K_a —参考点的周围剂量当量率（Sv·h⁻¹）；

t —参考点处受照时间（h）；

T —居留因子；

U —使用因子，本项目取 1。

本项目 X 射线数字成像检测系统距 X 光检测室东墙约 4m，距南墙约 6m，距西墙约 1.5m，距北墙约 1m，根据公式（11-1）~公式（11-4）可计算得，X 光检测室东墙表面 30cm 辐射剂量率为 0.004μSv/h，南墙表面 30cm 辐射剂量率为 0.003μSv/h，西墙表面 30cm 辐射剂量率为 0.011μSv/h，北墙表面 30cm 辐射剂量率为 0.196μSv/h，X 射线数字成像检测系统距 X 光检测室北侧加工中心距离约为 4m，该点处辐射剂量率为 0.048μSv/h。将上述参数代入公式（11-6），可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的周有效剂量和年有效剂量，具体计算参数及计算结果分别见表 11-5 和表 11-6。

表 11-5 本项目所致辐射工作人员和周围公众周剂量估算一览表

保护目标	关注点	关注点剂量率 (μSv/h)	周工作 时间 (h)	居留 因子	周有效剂量 (μSv)	周剂量限 值 (μSv)
辐射工作 人员	操作台处	0.357	20	1	7.14	100
	检测铅房四周	保守取最大 值 0.451	20	1/4	2.26	
X 光检测室 东侧公众	危废库、过道、废品区	0.004	20	1/4	0.02	5
	办公室、机加工车间	0.004	20	1	0.08	
X 光检测室 南侧公众	厂房通道、园区道路	0.003	20	1/4	0.015	
	常州弘敢电器科技有限公司厂 房、常州恒彩薄板有限公司厂 房、常州富彩新型材料有限公 司厂房	保守取 0.003	20	1	0.06	
X 光检测室 西侧公众	模具车间、模具库、热处理间	0.011	20	1	0.22	
X 光检测室 北侧公众	车间物品堆放区和过道、 园区道路	0.196	20	1/4	0.98	
	加工中心、常州江铜铜业有限 公司厂房	0.048	20	1	0.96	

表 11-6 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	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作 时间 (h)	居留 因子	年有效剂 量 (mSv)	年剂量限 值 (mSv)
辐射工作 人员	操作台处	0.357	1000	1	0.357	5
	检测铅房四周	保守取最大 值 0.451	1000	1/4	0.112	
X 光检测室 东侧公众	危废库、过道、废品区	0.004	1000	1/4	0.001	0.1
	办公室、机加工车间	0.004	1000	1	0.004	
X 光检测室 南侧公众	厂房通道、园区道路	0.003	1000	1/4	7.5×10^{-4}	
	常州弘敢电器科技有限公司厂 房、常州恒彩薄板有限公司厂 房、常州富彩新型材料有限公 司厂房	保守取 0.003	1000	1	0.003	
X 光检测室 西侧公众	模具车间、模具库、热处理间	0.011	1000	1	0.011	
X 光检测室 北侧公众	车间物品堆放区和过道、 园区道路	0.196	1000	1/4	0.049	
	加工中心、常州江铜铜业有限 公司厂房	0.048	1000	1	0.048	

根据表 11-5 和表 11-6 估算结果可知，本项目所致辐射工作人员周有效剂量最大约为 $7.14\mu\text{Sv}$ 、年有效剂量最大约为 0.357mSv ，所致周围公众周有效剂量最大约为 $0.98\mu\text{Sv}$ 、年有效剂量最大约为 0.049mSv ，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（职业人员周受照剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ，年受照剂量不超过 5mSv ；公众周受照剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ，年受照剂量不超过 0.1mSv ）。

11.3 三废的治理评价

1、废气处理措施评价

本项目 X 射线数字成像检测系统设置有机排风装置，排风口位于检测铅房的顶部，排风口安装一台轴流风机（通风量为 $320\text{m}^3/\text{h}$ ）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。公司拟为 X 光检测室安装空调通风系统，排出检测铅房的臭氧和氮氧化物经 X 光检测室的空调通风系统排至厂房内。X 光检测室位于 C2 厂房内，厂房设有通风系统，排出的臭氧和氮氧化物经厂房通风系统排至外环境，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 X 射线数字成像检测系统检测铅房的容积约为 11.3m^3 ，检测铅房排风装置的

设计通风量为 320m³/h，可使检测铅房每小时通风换气 28 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

2、废水处理措施评价

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水先排入园区的污水处理站，经处理满足接管要求后，排入市政污水管网，满足相关环保要求，对周围环境影响较小。

3、固体废物处理措施评价

本项目辐射工作人员产生的少量生活垃圾，将依托园区的保洁措施，分类收集后交由环卫部门统一处理，满足相关环保要求，对周围环境影响较小。

11.4 事故影响分析

1、本项目可能产生的辐射事故主要有：

（1）由于检测铅房的门-机联锁失效，X 射线数字成像检测系统在对工件进行检测时，工件门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）机器调试、检修时误照。X 射线数字成像检测系统在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

2、事故预防措施

为杜绝事故隐患，公司应加强管理，建立并严格按操作规程操作，在每次无损检测作业前检查各项安全联锁装置的有效性，工作人员在进行无损检测时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪，确保工作安全有效运转。

3、应急处理措施

- （1）切断电源，确保 X 射线机停止出束；
- （2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；
- （3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

常州凡尔赛电器科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业，并在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查设备及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应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；辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作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；自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

常州凡尔赛电器科技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管理职责。

公司应及时组织公司辐射安全专职管理人员和本项目辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名，并参加考核，辐射安全专职管理人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。

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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，常州凡尔赛电器科技有限公司应针对本项目制定相关的辐射安全管理制度，主要有《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》等。并在以后的实际工作中不断对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。现对公司应制定的辐射安全管理规章制度提出相应的建议和要求：

辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线装置的安全防护和管理落实到个人。

操作规程：明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是明确 X 射线装置的操作步骤，工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

设备检修维护制度：明确 X 射线装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线装置、个人剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

台账管理制度：对射线装置的使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，对射线装置进行严格管理。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

个人剂量监测方案和职业健康管理：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：针对本项目购置相应的监测设备，明确本项目日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。每年对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急预案：针对本项目可能产生的辐射事故制定辐射事故应急措施，该措施中应明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

监测异常报告制度：明确按照相关标准要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

本项目辐射工作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的辐射安全措施进行检查。此外，

对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于 X 光检测室墙面的醒目处。

12.3 辐射监测

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》要求，使用射线装置的单位，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，包括个人剂量报警、便携式辐射监测等设备，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

常州凡尔赛电器科技有限公司应配备 1 台环境辐射巡测仪，并为本项目配备 2 台个人剂量报警仪。公司还应为本项目辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，定期组织其进行职业健康体检，建立相关档案。落实后，能够满足辐射监测仪器配备要求。

2、监测方案

常州凡尔赛电器科技有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

(1) 请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，每年 1~2 次；

(2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（不少于 1 次/三个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案；

(3) 所有辐射工作人员上岗前进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案；

(4) 利用自配备的辐射监测仪器对公司的辐射工作场所定期进行自主监测，并记录档案。

本项目落实上述监测方案后，方能满足辐射安全管理的要求。本项目监测方案见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射监测计划

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位	控制要求
工作场所监测	竣工环保验收监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，建设项目竣工后 3 个月内	①检测铅房四周墙体外 30cm；	铅房四周墙体、工件门表面 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h
	年度监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年	②检测铅房工件门外 30cm，测门表面和四周门缝；	
	日常监测	X-γ 辐射剂量率	自主监测，建议不少于 1 次/月	③操作位、检测铅房周围人员经常活动的位置。	

个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行检测，不少于1次/三个月	/	年有效剂量不超过5mSv
--------	---	------------	------------------------	---	--------------

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修订版），当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

12.4 辐射事故应急

依照国家环保总局的《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号文）中的有关要求，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大事故、较大事故和一般辐射事故。本项目事故多为X射线数字成像检测系统开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强辐射工作过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障辐射工作人员和周围公众的健康与安全，公司应根据本项目可能产生的辐射事故制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）辐射事故分级与应急响应措施；
- （3）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；
- （4）应急演习计划；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

公司应依据《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号文）的要求，明确辐射事故应急领导小组的组织机构、组成人员及职责；明确应急人员培训内容及培训周期等；明确辐射应急救援响应措施；明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化；明确应急演练制度；加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《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制度的通知》和《江苏省辐射污染防治条例》，发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必

要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

因生产需要，常州凡尔赛电器科技有限公司拟购买常州弘敢电器科技有限公司的 1 台 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统，拟将厂房内一间储物间改为 X 光检测室，并拟将该 X 射线数字成像检测系统放置在 X 光检测室中对生产的汽车零部件进行无损检测。本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统最大管电压为 225kV、最大管电流为 8mA、额定功率为 1800W，属于 II 类射线装置。

2、产业政策符合性和实践正当性评价

本项目不属于国家发改委《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，具有良好的社会效益和经济效益，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

常州凡尔赛电器科技有限公司位于常州市武进区前黄镇蒋排村委蒋排路 99 号，本项目 X 射线数字成像检测系统拟使用场所 X 光检测室位于公司厂房的东部，本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场检测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

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，有用线束的照射方向为由南向北照射，操作台位于检测铅房的南侧，避开有用线束直接照射，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

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，铅房表面张贴电离辐射警告标志，出束检测时禁止任何人员进入；将 X 光检测室内除检测铅房外的其它区域划为监督区，在入口处张贴监督区标牌，禁止无关人员进入。本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中有关辐射工作场所的分区规定。

4、辐射防护措施评价

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房前侧（含工件门）、后侧、左侧、顶部、底部屏蔽体均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板，右侧屏蔽体为 2mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板。根据理论预测及分析，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 射线机的防护要求，检测铅房周围辐射剂量率满足相应剂量率管理限值要求。

5、辐射安全措施评价

本项目 X 射线数字成像检测系统设有钥匙开关、门-机联锁装置、工作状态指示灯（与 X 射线机进行联锁）、监控系统、电离辐射警告标志、急停按钮等辐射安全措施；X 光检测室出入门表面拟设置监督区标牌，检测室内拟设置视频监控等辐射安全措施。落实以上辐射安全和防护措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

6、辐射防护监测仪器评价

公司应配备 1 台环境辐射巡测仪，并为本项目配备 2 台个人剂量报警仪。落实后，能够满足辐射监测仪器配备要求。

7、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，辐射工作人员和公众周受照剂量和年受照剂量能够满足《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（职业人员周受照剂量不超过 100 μ Sv，年受照剂量不超过 5mSv；公众周受照剂量不超过 5 μ Sv，年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

8、通风措施评价

本项目 X 射线数字成像检测系统配备的机械排风装置的排风量为 320m³/h，可使检测铅房每小时通风换气 28 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。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，公司拟为 X 光检测室安装空调通风系统，排出检测铅房的臭氧和氮氧化物经 X 光检测室的空调通风系统排至厂房内。X 光检测室位于 C2 厂房内，厂房设有通风系统，排出的臭氧和氮氧化物经厂房通风系统排至外环境，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。

9、辐射安全管理评价

常州凡尔赛电器科技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。公司在落实上述各项辐射防护措施及管理要求后，将具备从事本项目辐射活动的综合能力。

可行性结论：

综上所述，常州凡尔赛电器科技有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目在落实本报告所提出的各项污染防治和管理措施后，该单位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，其运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

13.2 建议与承诺

(1) 项目取得批复，并经监管机构批准后，此 X 射线数字成像检测系统方可由常州弘敢电器科技有限公司转移给常州凡尔赛电器科技有限公司。

(2) 项目取得批复并建成后，应根据有关规定及时申领辐射安全许可证。

(3) 项目运行后，将严格遵循操作规程，加强对工作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

(4) 建设项目竣工后，公司应按照国家生态环境行政主管部门规定的程序和标准，对配套建设的环境保护设施进行验收，验收期限最长不超过 12 个月。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人

公 章
年 月 日

审批意见

经办人

公 章
年 月 日

附表

“三同时”措施一览表

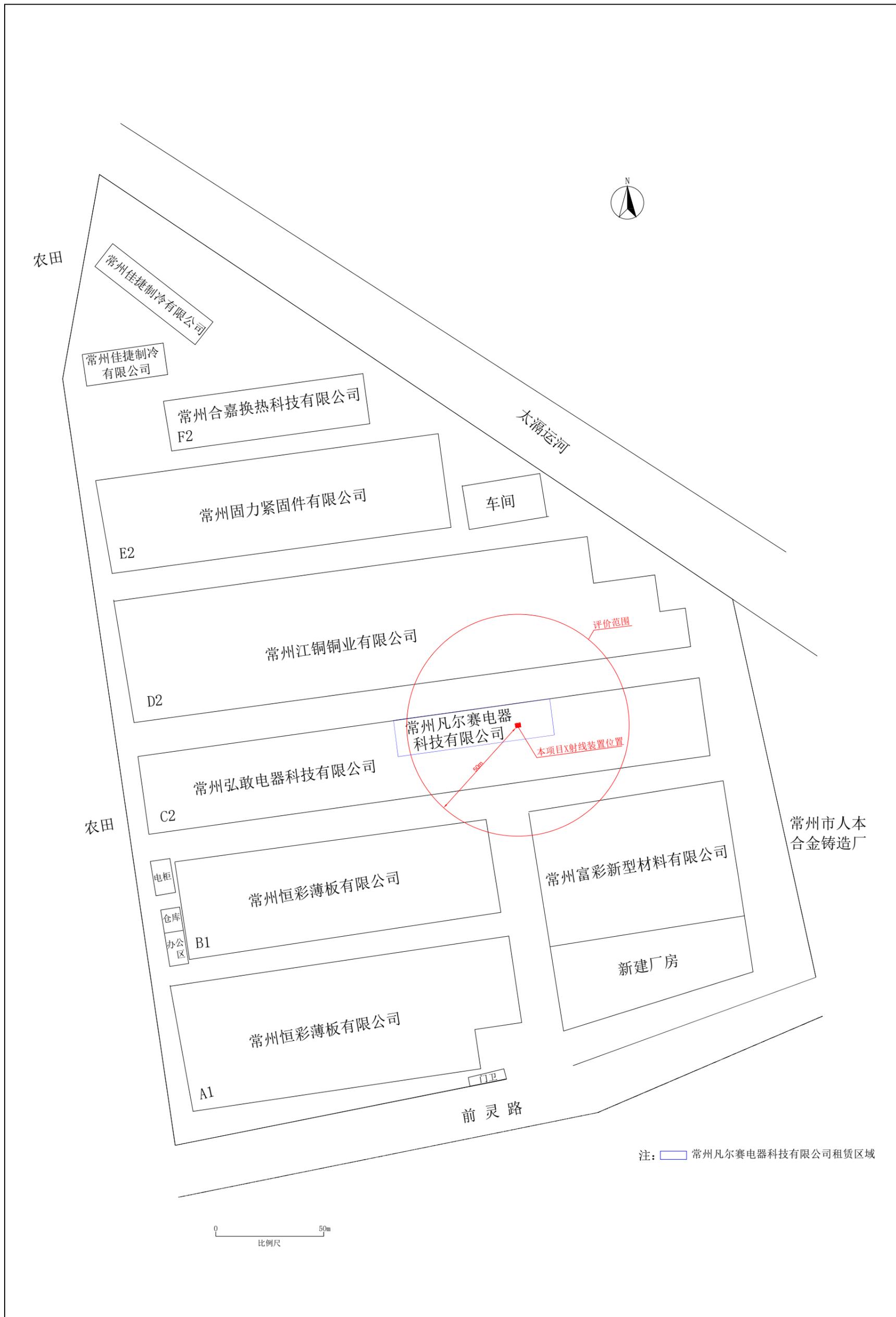
项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作的要求。	1.0
辐射安全和防护措施	屏蔽措施: X 射线数字成像检测系统检测铅房前侧（含工件门）、后侧、左侧、顶部、底部屏蔽体均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板，右侧屏蔽体为 2mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板。	辐射工作场所表面外辐射剂量率满足本项目辐射剂量管理限值要求，辐射工作人员和周围公众周受照剂量和年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员周受照剂量不超过 100 μ Sv，年受照剂量不超过 5mSv；公众周受照剂量不超过 5 μ Sv，年受照剂量不超过 0.1mSv。	14.0
	辐射安全措施: X 射线数字成像检测系统设置钥匙开关、门-机联锁装置、工作状态指示灯（与 X 射线机进行联锁）、监控系统、电离辐射警告标志、急停按钮等辐射安全措施；X 光检测室出入门表面设置监督区标牌，检测室内设置视频监控等辐射安全措施。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于固定式 X 射线探伤的安全措施的设置要求。	
	X 射线数字成像检测系统设置机械排风装置，排风量不小于 320m ³ /h。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于 X 射线探伤室应设置机械通风装置，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。	

人员配备	本项目辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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的管理要求。	1.0
	本项目辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检（不少于 1 次/三个月），并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	
	本项目辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	
监测仪器和防护用品	公司配备 1 台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器的配置要求。	2.0
	本项目配备 2 台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	针对本项目具体情况制定《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》等辐射安全管理制度，并在之后的实际工作中落实到实处。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	2.0

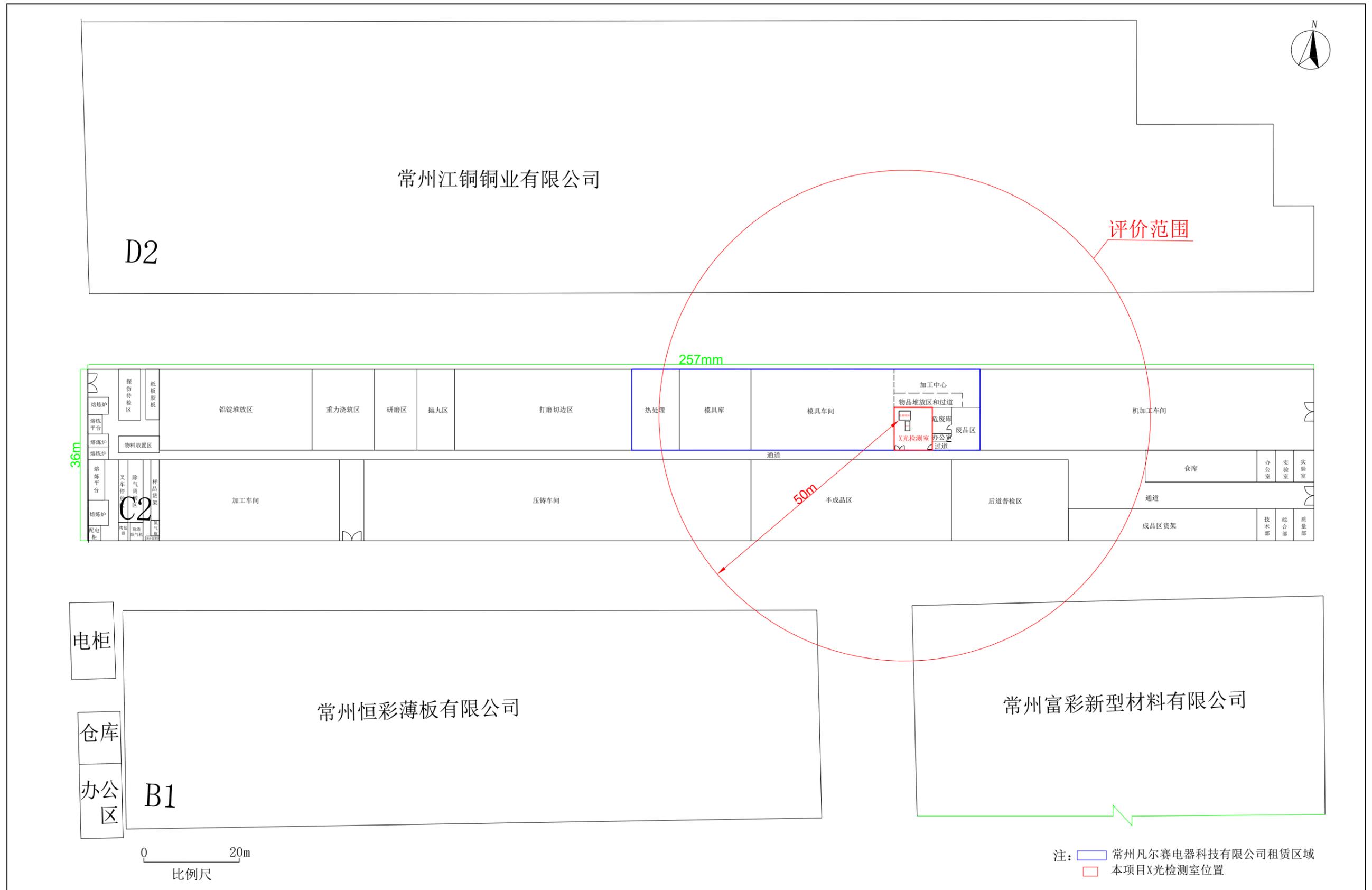
注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。



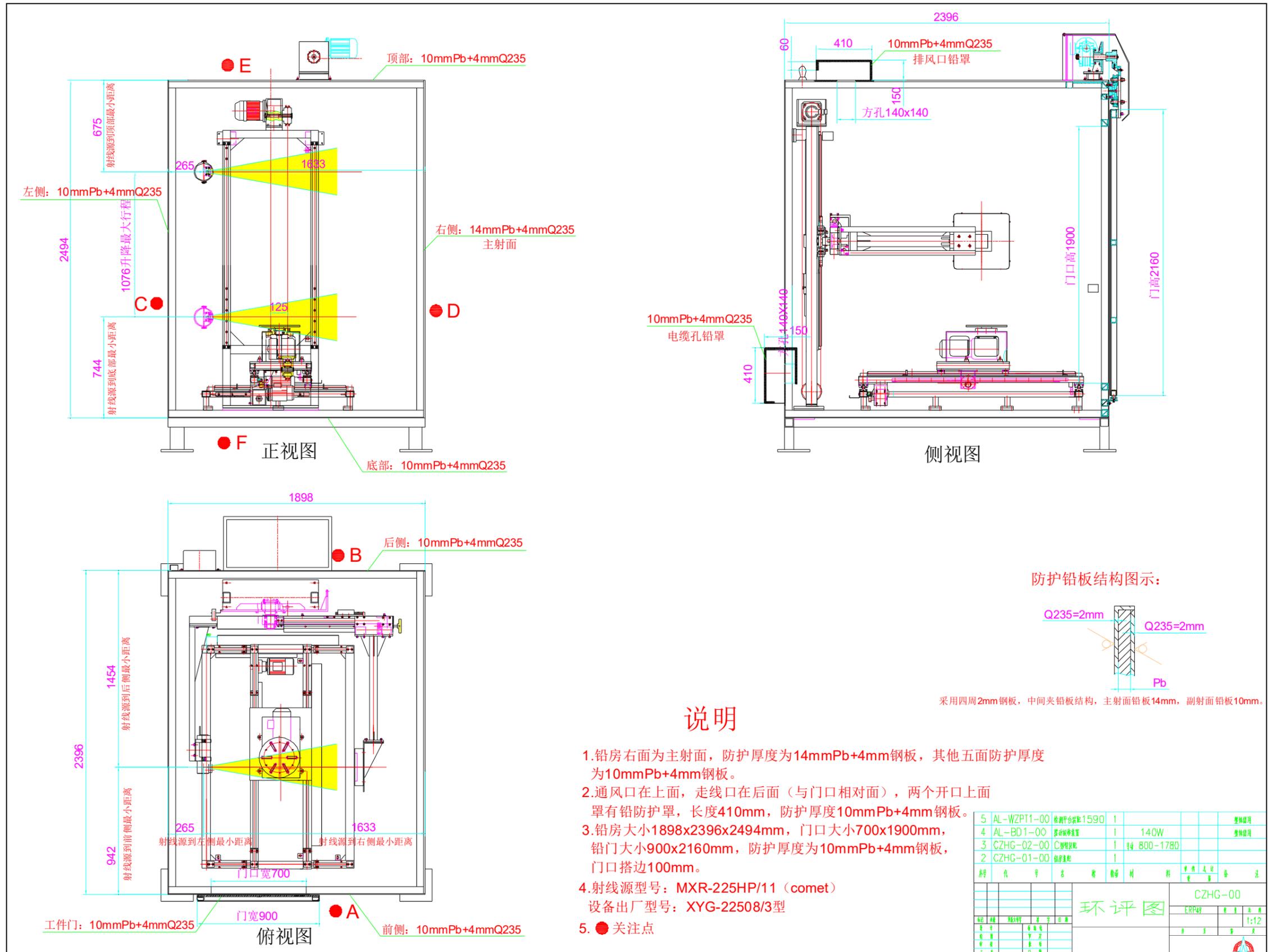
附图 1 常州凡尔赛电器科技有限公司地理位置图



附图2 常州凡尔赛电器科技有限公司所在园区平面布局及周围环境示意图



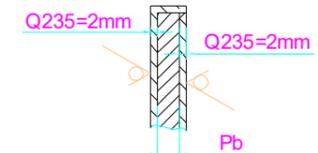
附图3 常州凡尔赛电器科技有限公司所在厂房平面布局及周围环境示意图



说明

- 1.铅房右面为主射面，防护厚度为14mmPb+4mm钢板，其他五面防护厚度为10mmPb+4mm钢板。
- 2.通风口在上面，走线口在后面（与门口相对面），两个开口上面罩有铅防护罩，长度410mm，防护厚度10mmPb+4mm钢板。
- 3.铅房大小1898x2396x2494mm，门口大小700x1900mm，铅门大小900x2160mm，防护厚度为10mmPb+4mm钢板，门口搭边100mm。
- 4.射线源型号：MXR-225HP/11（comet）
设备出厂型号：XYG-22508/3型
5. ● 关注点

防护铅板结构图示：



采用四周2mm钢板，中间夹铅板结构，主射面铅板14mm，副射面铅板10mm。

5	AL-WZPT1-00	检测平台架	1590	1					整体使用
4	AL-BD1-00	探伤防护装置		1	140W				整体使用
3	CZHG-02-00	C型射线机		1	管径 800-1780				
2	CZHG-01-00	射线机靶		1					

设计	审核	校对	制图	日期	材料	备注

环评图		CZHG-00	
比例	1:12	图号	

附图4 本项目 X 射线数字成像检测系统结构示意图（单位：mm）