

核技术利用建设项目

苏州市艺达精工有限公司
1 台 X 射线实时成像检测装置更新项目
环境影响报告表
(公示稿)

苏州市艺达精工有限公司 (盖章)

2026 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

苏州市艺达精工有限公司
1 台 X 射线实时成像检测装置更新项目
环境影响报告表

建设单位名称：苏州市艺达精工有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：苏州市相城区渭塘镇凤南路 216 号

邮政编码：215134

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	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	11
表 8	环境质量和辐射现状	14
表 9	项目工程分析与源项	18
表 10	辐射安全与防护	22
表 11	环境影响分析	26
表 12	辐射安全管理	35
表 13	结论与建议	39
表 14	审批	44
附图 1	苏州市艺达精工有限公司地理位置图	45
附图 2	苏州市艺达精工有限公司厂区平面布局及周围环境图	46
附图 3	苏州市艺达精工有限公司 2#车间平面布局图	47
附图 4	苏州市艺达精工有限公司 2#车间东部 2 层平面布局图	48
附图 5	本项目 X 射线实时成像检测装置设计示意图	49
附件 1	项目委托书	50
附件 2	射线装置使用承诺书	51
附件 3	屏蔽设计说明	52

附件 4 核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件 53

附件 5 辐射安全许可证复印件 60

附件 6 辐射环境现状检测报告复印件 64

附件 7 X 射线管参数说明文件 73

附件 8 辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单 74

附件 9 个人剂量检测报告复印件 75

附件 10 现有装置检测报告复印件 79

附件 11 生产单位辐射安全许可证复印件 85

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州市艺达精工有限公司 1 台 X 射线实时成像检测装置更新项目			
建设单位		苏州市艺达精工有限公司			
法人代表姓名	朱绍萍	联系人		联系电话	
注册地址		苏州市相城区渭塘镇凤南路 216 号			
项目建设地点		苏州市相城区渭塘镇凤南路 216 号 2#车间东北角检查室内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）			项目环保总投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☒ 其他			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			
	1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来 1.1 建设单位基本情况 苏州市艺达精工有限公司成立于 2016 年 8 月，注册地位于苏州市相城区渭塘镇凤南路 216 号。公司经营范围包括精密机加工件、通讯部件、汽车部件、医疗器械零部件、消费电子器件、精密轻合金结构件、精密五金件、精密铝合金压铸件、精密冲压钣金件、组装件、模具、夹具、非标设备的研发、生产、销售及服务；经营本企业自产产品的出口业务和本企业所需的机械设备、零配件、原辅材料的进口业务。				

1.2 项目规模及任务由来

由于生产检测需要，苏州市艺达精工有限公司在 2#车间东北角检查室内建有 1 台 XG-1604T/C 型 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司生产的汽车压铸铝件的无损检测工作。装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 1.25mA，额定功率为 200W，该项目《苏州市艺达精工有限公司新建 1 台工业用 X 射线探伤装置环境影响报告表》已于 2022 年 3 月 31 日通过苏州市生态环境局审批，于 2023 年 4 月完成环保竣工验收。环评批复及竣工环保验收意见复印件见附件 4。

公司原有 XG-1604T/C 型 X 射线实时成像检测装置检测的工件最大尺寸为 400mm（长）×250mm（宽）×120mm（高），最大厚度为 15mm。年检测工件数量约为 6000 件，单次扫描出束时间约 20s~150s，设备周开机曝光时间不超过 5 小时，年开机曝光时间不超过 250 小时。

由于提高工件检测质量及效率需要，苏州市艺达精工有限公司于 2024 年 7 月将 XG-1604T/C 型 X 射线实时成像检测装置更换为 UNC160 型 X 射线实时成像检测装置，更换后装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，额定功率为 480W，装置工件门朝西摆放在检查室内，工作时主射线朝南侧照射。原有 XG-1604T/C 型 X 射线实时成像检测装置已交由生产单位回收处置。UNC160 型 X 射线实时成像检测装置检测的工件最大尺寸为 400mm（长）×250mm（宽）×120mm（高），最大厚度为 15mm。年检测工件数量约为 12000 件，单次扫描出束时间约 15s~150s，设备周开机曝光时间不超过 10 小时，年开机曝光时间不超过 500 小时。

公司现有 2 名辐射工作人员，沿用原有 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作。设备周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 苏州市艺达精工有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	射线装置类别	工作场所名称	备注
1	UNC160 型 X 射线实时成像检测装置	1	160	3	480	II	2#车间东北角检查室	主射线朝南侧照射

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》《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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》等法律法规的规定，本项目更换的 X

射线实时成像检测装置为Ⅱ类射线装置，该射线装置额定功率（480W）相较已许可射线装置额定功率（200W）增大50%以上，属于重大变动，应当编制环境影响评价报告表。目前公司已停止使用该设备，并办理环境影响评价手续。受苏州市艺达精工有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

苏州市艺达精工有限公司位于苏州市相城区渭塘镇凤南路216号，地理位置图见附图1。公司东侧为空地及524国道，南侧为凤南路，西侧为河道，北侧为苏州消防应急救援中心，公司平面布局及周围环境图见附图2。

本项目X射线实时成像检测装置建于2#车间东北角检查室内，2#车间东部为2层建筑，其他区域为1层建筑。装置建址东侧为厂内道路、停车位及空地，南侧为楼梯、通道、测量室及办公室，西侧为2#车间内部通道、耗材放置区、压铸机区及模具区，北侧为厂内道路、污水处理站及空地，正上方为仓库，下方无建筑。2#车间平面布局图见附图3，东部2层布局图见附图4。

本项目X射线实时成像检测装置建址周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及X射线实时成像检测装置建址周围评价范围内公众。

3 原有核技术利用项目情况

苏州市艺达精工有限公司已取得苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[E2050]，见附件5），有效期至2027年11月24日，许可范围为：使用Ⅱ类射线装置。公司现许可核技术应用项目见表1-2。

表 1-2 公司现有核技术利用项目清单

序号	名称	型号	类别	数量	环评审批	环保验收许可情况	备注
1	工业 X 射线探伤装置	XG-1604T/C 型	Ⅱ	1	苏环核评字[2022]E012 号	已许可已验收 2023.4	已更换为 UNC160 型 X 射线实时成像检测装置，原有 XG-1604T/C 型装置已交由生产单位回收处置

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 X 射线实时成像检测装置建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的

辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，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。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	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 射线实时成像检测装置	II	1	UNC160 型	160	3	无损检测	2#车间东北角检查室	主射线朝南侧照射，额定功率 480W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	通过顶部排风口排出曝光室，最终通过检查室排风装置排入外环境，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，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

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订版), 国家主席令第 9 号公布, 2015 年 1 月 1 日施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正版), 2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号修正 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第 6 号公布, 2003 年 10 月 1 日起施行 (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 日发布施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订版), 国务院令第 709 号第二次修订, 2019 年 3 月 2 日发布 (6) 《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, 自 2021 年 1 月 1 日起施行 (7) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日 (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正 (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行 (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环保总局环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 日起施行 (11) 《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 (12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2019 年 12 月 23 日 (13) 《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 21 日 (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 (15) 《关于印发〈核技术利用建设项目重大变动清单(试行)〉的通知》，生态环境部办公厅环办辐射函〔2025〕313号，2025年8月29日 (16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修正版)，2018年3月28日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议修正 (17) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日 (18) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日 (19) 《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28日 (20) 《江苏省自然资源厅关于苏州市相城区2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函(2023)814号
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016) (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》(HJ10.1-2016) (3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022) (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) (6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) (7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) (8) 《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 (9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

其它	与本项目相关附件： (1) 项目委托书（附件 1） (2) 射线装置使用承诺书（附件 2） (3) 屏蔽设计说明（附件 3） (4) 核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件（附件 4） (5) 辐射安全许可证复印件（附件 5） (6) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 6） (7) X 射线管参数说明文件（附件 7） (8) 辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单（附件 8） (9) 个人剂量检测报告复印件（附件 9） (10) 现有装置检测报告复印件（附件 10） (11) 生产单位辐射安全许可证复印件（附件 11）
----	--

表 7 保护目标与评价标准

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）中“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”相关规定，确定本项目评价范围为 X 射线实时成像检测装置曝光室边界外 50m 区域。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）及《江苏省自然资源厅关于苏州市相城区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕814 号），本项目评价范围不涉及生态空间管控区域。

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。

本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及装置建址周围评价范围内公众。

表 7-1 本项目 X 射线实时成像检测装置建址评价范围内保护目标情况一览表

保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	检查室内	/	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	厂内道路及停车位	东侧	约 1.5m	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	空地		约 14m	流动人员	
	楼梯、通道	南侧	约 0.6m	流动人员	
	测量室及办公室		约 10m	约 10 人	
	通道	西侧	约 2.33m	流动人员	
	耗材放置区		约 9m	流动人员	
	压铸机区		约 22m	约 10 人	
	模具区		约 43m	流动人员	
	厂内道路及空地	北侧	约 1.35m	流动人员	
	污水处理站		约 16m	约 2 人	
	2 层仓库、楼梯、更衣室、样品室、通道	楼上	约 2m	流动人员	

评价标准

1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	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。

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中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~0.3 mSv）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。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于**0.1mSv/a**。

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2002）

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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

确定本项目关注点剂量率参考控制水平:

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值不大于 **100 μ Sv/周**, 对公众场所, 其值不大于 **5 μ Sv/周**。

(2) X 射线实时成像检测装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 **2.5 μ Sv/h**。

(3) 本项目X射线实时成像检测装置上方二层建筑在自辐射源点到装置顶内表面边缘所张立体角区域内, 因此装置顶部外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平不大于**2.5 μ Sv/h**。

4 辐射环境质量现状监测评价参考值

参考《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), 江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平 (单位: nGy/h)

	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,参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

苏州市艺达精工有限公司位于苏州市相城区渭塘镇凤南路 216 号，地理位置图见附图 1。公司东侧为空地及 524 国道，南侧为凤南路，西侧为河道，北侧为苏州消防应急救援中心，公司平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目 X 射线实时成像检测装置建于 2#车间东北角检查室内，2#车间东部为 2 层建筑，其他区域为 1 层建筑。装置建址东侧为厂内道路、停车位及空地，南侧为楼梯、通道、测量室及办公室，西侧为 2#车间内部通道、耗材放置区、压铸机区及模具区，北侧为厂内道路、污水处理站及空地，正上方为仓库，下方无建筑。2#车间平面布局图见附图 3，东部 2 层布局图见附图 4。

本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置建址周围评价范围内公众。

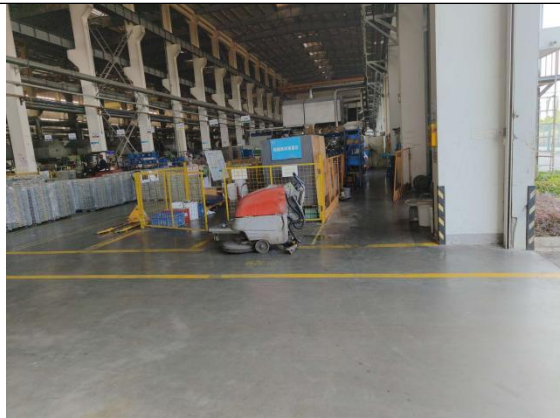
本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围环境现状见图 8-1。



装置建址东侧（厂内道路）



装置建址南侧（楼梯）



装置建址西侧（车间通道）



装置建址北侧（厂内道路）



图 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目 X 射线实时成像检测装置建址及周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围布置监测点位，共计 5 个点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：X、 γ 辐射空气比释动能率仪（型号 BG9512PG03）（设备编号：J2825，检定有效期：2025.8.13~2026.8.12，检测范围：10nGy/h~200 μ Gy/h，能量响应：25keV~3MeV）

监测时间：2025 年 10 月 27 日

环境条件：天气：晴 温度：18.2℃ 湿度：58.3%RH

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在本项目 X 射线实时成像检测装置建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原

则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检定，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然γ辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 6。

表 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置建址及周围γ辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果(nGy/h)	备注
1	X 射线实时成像检测装置建址东侧	76	楼房
2	X 射线实时成像检测装置建址南侧	79	楼房
3	X 射线实时成像检测装置建址西侧	76	楼房
4	X 射线实时成像检测装置建址北侧	82	楼房
5	X 射线实时成像检测装置建址上方二层仓库	79	楼房

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8。现状监测时，X 射线实时成像检测装置未运行。

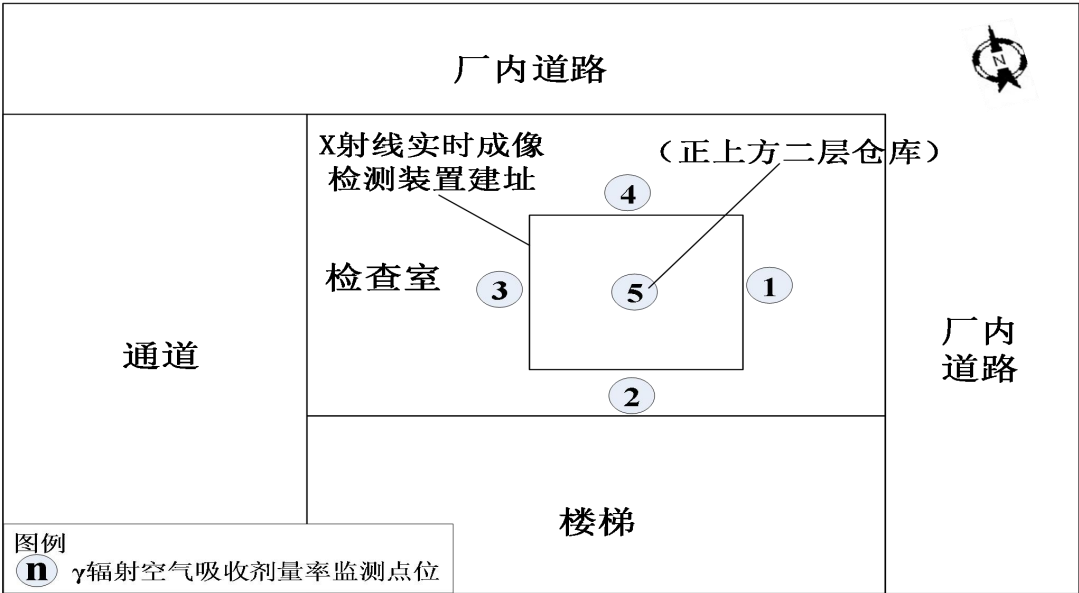


图 8-2 本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围环境γ辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射水平为（76~82）nGy/h，根据《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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围室内监测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内测值范围内，属于正常辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

由于提高工件检测质量及效率需要，苏州市艺达精工有限公司于 2024 年 7 月将原有 XG-1604T/C 型 X 射线实时成像检测装置更换为 UNC160 型 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司生产的汽车压铸铝件的无损检测工作，工件最大尺寸为 400mm（长）×250mm（宽）×120mm（高），最大厚度为 15mm。装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，额定功率为 480W，装置工件门朝西摆放在检查室内，工作时主射线朝南侧照射。

本项目 X 射线实时成像检测装置由曝光室、X 射线管、平板探测器、载物台、操作台等基本组件组成。操作台位于曝光室西北侧，本项目装置样式及内部结构图见图 9-1，技术参数见表 9-1。



图 9-1 本项目 X 射线实时成像检测装置样式及内部结构图

表 9-1 本项目射线装置参数一览表

--

本项目 X 射线实时成像检测装置外尺寸为 2.160m（长）×1.950m（宽）×2.212m（含底座高，底座高 0.12m），内尺寸为 1.829m（长）×1.606m（宽）×1.858m（高）。X 射线实时成像检测装置 X 射线管出束角为 20°，X 射线管在水平方向无法移动，在竖直方向可上下移动，移动范围为 800mm，C 型臂可在竖直方向上旋转±15°，本

项目 X 射线管距装置东、南、西、北、顶部、底部屏蔽体外表面的最近距离分别为 1300mm、1526mm、860mm、424mm、488mm、516mm（见附件 3）。

2 工作原理

2.1 X 射线产生工作原理

X 射线实时成像检测装置核心部件是 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 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

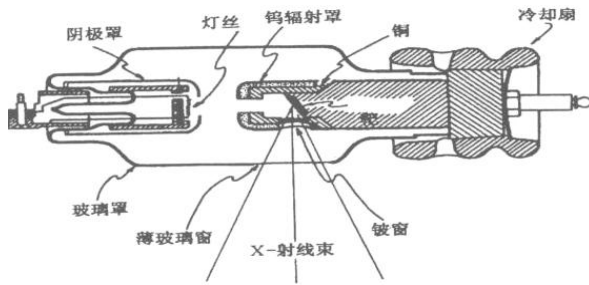


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

2.2 X 射线实时成像工作原理

X 射线实时成像基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。实时成像系统工作原理示意图见图 9-3。

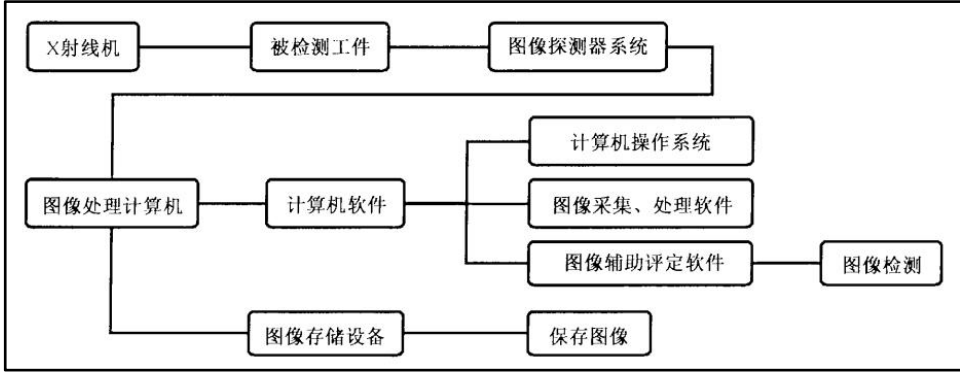


图 9-3 典型 X 射线实时成像工作原理图

3 工艺流程及产污环节

辐射工作人员打开工件门，将待检工件放置在曝光室载物台上（人员无需整体进入曝光室），关闭工件门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对被测工件无损伤条件下，清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况，其工作流程如下：

（1）辐射工作人员在开展检测工作前对 X 射线实时成像检测装置进行检查，确认安全联锁、报警设备和警示灯等安全防护措施运行正常；

（2）打开工件门，被检测工件放至载物台上；

（3）关闭工件门，辐射工作人员首先在操作台处通过控制系统调整载物台及 X 射线管至合适位置，然后开启 X 射线实时成像检测装置进行检测，检测过程中会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；

（4）通过操作台处的显像器对被测工件的缺损状况进行辨别；

（5）检测完成后，关机，打开工件门，将被测工件运出曝光室。

本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节示意图见图 9-4。

图 9-4 本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节分析示意图

4 工作人员配置及工作机制

公司现有 2 名辐射工作人员，沿用原有 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，采用一班制，设备周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

5 原有工艺不足和改进情况分析

公司原有 1 台 XG-1604T/C 型 X 射线实时成像检测装置，最大管电压为 160kV，最大管电流为 1.25mA，额定功率为 200W，由于提高工件检测质量及效率需要，公司将其更换为 UNC160 型 X 射线实时成像检测装置，更换后装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，额定功率为 480W，能满足公司实际检测需要。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线实时成像检测装置工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，正常开机出束期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目工作期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。根据厂家提供的 X 射线球管过滤板材料及厚度（见附件 7），本项目 X 射线实时成像检测装置 X 射线管的滤过条件为“2mm 聚醚酰亚胺+2mm 铜”，距辐射源点 1m 处输出量为 $5.94\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，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 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

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，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，160kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值为 150kV。详细参数见表 9-2。

表 9-2 本项目理论预测 X 射线实时成像检测装置参数一览表

--

2 非放射性污染源分析

本项目射线装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

苏州市艺达精工有限公司更新的 X 射线实时成像检测装置包括曝光室和操作台等，操作台位于曝光室西北侧，主射线朝南侧照射，操作台避开了 X 射线主射线方向，本项目 X 射线实时成像检测装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与曝光室分开设置及操作室应避开有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色区域），在装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将 X 射线实时成像检测装置所在检查室除曝光室以外的区域作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影区域），监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人员不得靠近。本项目 X 射线实时成像检测装置平面布局及分区图见图 10-1。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）中关于辐射工作场所的分区规定。

图 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目X射线实时成像检测装置的屏蔽防护设计见表10-1。屏蔽设计见附图5及附件3。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室屏蔽设计参数一览表

--

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障X射线实时成像检测装置安全运行，苏州市艺达精工有限公司对本项目X射线实时成像检测装置设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

(1) X 射线实时成像检测装置曝光室操作台处设置 1 个急停按钮，曝光室内西部设置 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮带有标签，标明使用方法。

(2) 操作台处设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，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。

(3) X 射线实时成像检测装置的曝光室北侧顶部外及内部设置工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁，装置表面拟张贴工作状态指示灯灯光意义的说明。装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。

(4) X 射线实时成像检测装置的曝光室工件门设置门机联锁装置，只有当工件门完全关闭后 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。

(5) X 射线实时成像检测装置曝光室工件门表面设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(6) X 射线实时成像检测装置曝光室内顶部设置 1 个视频监控，以监视设备运行情况。

本项目 X 射线实时成像检测装置辐射防护措施见图 10-2。

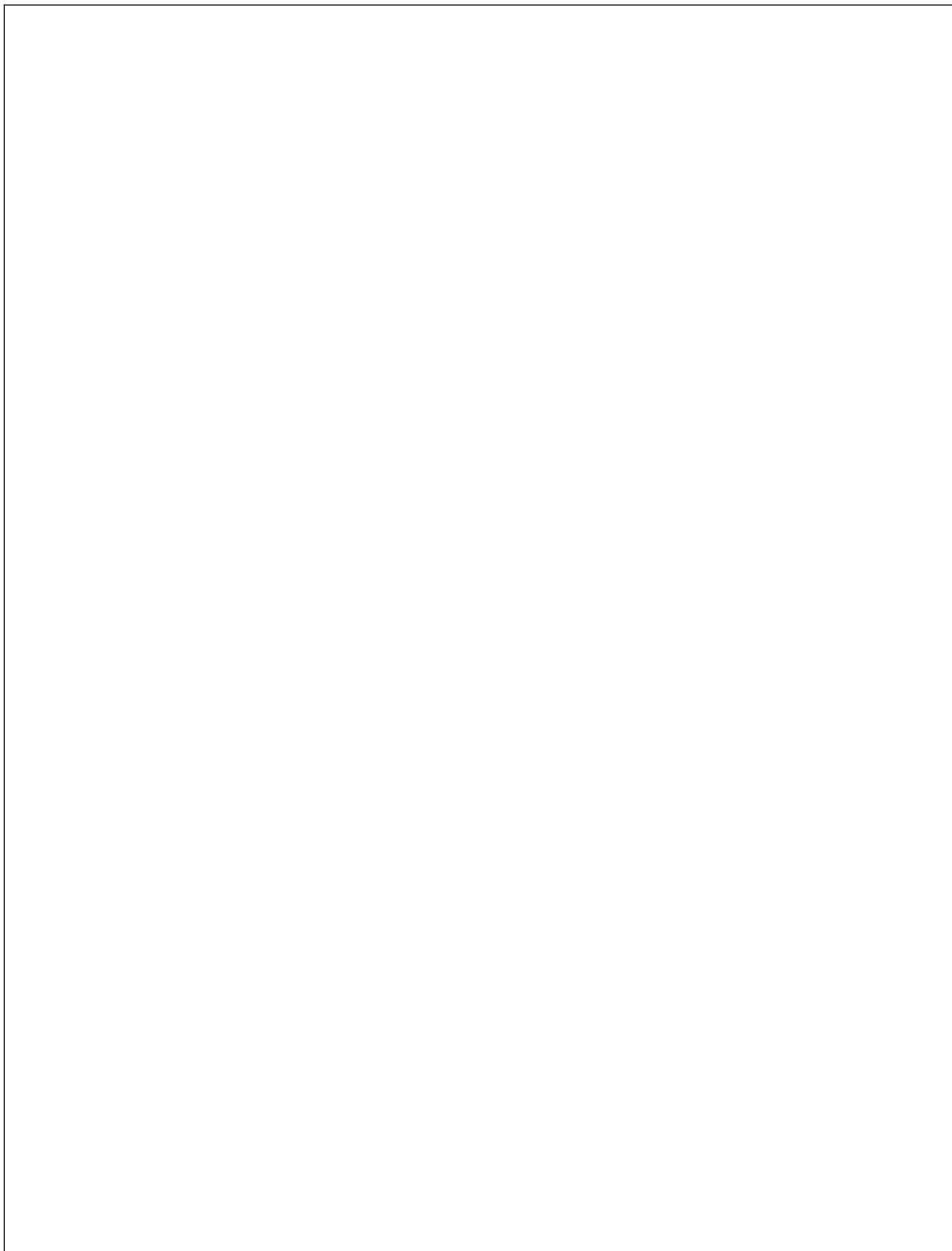


图 10-2 本项目 X 射线实时成像检测装置辐射防护措施图

3.2 操作防护措施

（1）辐射工作人员在开展检测工作前应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁和警示

灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员应定期测量 X 射线实时成像检测装置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，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 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，则不应开始检测工作。

(4) 公司应对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。

(1) X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目的 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过装置顶部通风口排入检查室内，检查室拟设排风装置，臭氧和氮氧化物最终通过检查室排风排入外环境。项目曝光室体积约为 $6m^3$ ，曝光室通风口安装的通风装置的通风量约为 $330m^3/h$ ，每小时有效通风换气次数约为 55 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中曝光室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像检测装置是由曝光室和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

1 辐射环境影响分析

本项目 X 射线实时成像检测装置投入运行后每周平均开机曝光时间约 10 小时，年曝光时间约为 500 小时。UNC160 型 X 射线实时成像检测装置的最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，额定功率 480W，主射线朝南侧照射。本次评价选取 X 射线实时成像检测装置满功率运行时的工况进行预测。

本项目 X 射线实时成像检测装置 X 射线管出束角为 20°，X 射线管在水平方向无法移动，在竖直方向可上下移动，移动范围为 800mm，C 型臂可在竖直方向上旋转 ±15°（X 射线管位于曝光室顶部及底部极限位置时，X 射线管仅可朝曝光室中心方向照射，无法照射到顶部及底部屏蔽体），本项目 X 射线管距装置东、南、西、北、顶部、底部屏蔽体外表面的最近距离分别为 1300mm、1526mm、860mm、424mm、488mm、516mm。

因 X 射线实时成像检测装置运行时主射线朝南侧照射，故计算时将曝光室南侧屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将东侧（含电缆口铅罩）、西侧（含工件门）、北侧、顶部（含通风口铅罩）及底部屏蔽体均按照非有用线束照射进行预测计算。

图 11-1 本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图

本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

中的计算公式。本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图见图 11-1。

1.1 理论预测公式

1.1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

曝光室预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1；

B ：屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中图 B.1 无本项目参数对应的曲线，按公式（11-2）计算得出：

$$B=10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

1.1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad \dots (11-3)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，按公式（11-2）计算得出。

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots (11-4)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1；

B ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量为 150kV，按公式（11-2）计算得出；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

1.1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad 11-5)$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平，mSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：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；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 有用线束方向屏蔽效果预测表

--

从表 11-1 及表 11-2 中预测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，X 射线实时成像检测装置曝光室四周屏蔽体、顶部、底部及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.378\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）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。

2.2 天空反散射及地面反散射影响分析

根据表 11-1 及表 11-2 可知，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.246\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低；底部屏蔽体处的最大辐射剂量率为 $0.378\mu\text{Sv/h}$ ，穿透底部屏蔽体的 X 射线在经地面散射后的辐射剂量率将更低，因此穿过曝光室顶部或底部的辐射经大气或地面反射产生的反散射辐射对曝光室周围人员的照射和穿出曝光室屏蔽体的透射辐射在相应关注点的剂量率总和将小于 $0.915\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足“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。

2.3 通风口、电缆口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目 X 射线实时成像检测装置通风口及电缆口均设置铅防护罩（ $5\text{mmPb}+5\text{mmFe}$ ），根据表 11-2 可知通风口及电缆口铅防护罩表面 30cm 处泄漏辐射的剂量率最大为 $0.246\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）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。

本项目通风口及电缆口处铅罩均采用迷宫设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达曝光室外，根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断通风口及电缆口出口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口 X 射线散射路径示意图见图 11-2。

图 11-2 通风口、电缆口散射路径示意图

本项目工件门采用电动平移双开门，双开门搭接处采取阶梯式拼接，防止射线散射泄漏，搭接长度为 65mm；工件门左右各搭接 35mm，上下各搭接 55mm，工件门

与墙体缝隙宽度小于 3mm，工件门与墙体重叠部分不小于工件门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

3 年有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为 X 射线实时成像检测装置曝光室 50m 范围内其他人员。辐射工作人员年有效剂量拟取曝光室外最大辐射剂量率进行计算。

公众人员年有效剂量拟按照监督区外辐射剂量率取值计算，根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到监督区内外各点位的辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \tag{11-6}$$

- 式中：H₁—距射线源点 R₁ 处的剂量率，μSv/h；
H₂—距射线源 R₂ 处的剂量率，μSv/h；
R₁—装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；
R₂—监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

监督区外各点位辐射剂量率计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员关注点位辐射剂量率

--

将表 11-1 至表 11-3 估算结果代入公式（11-5），计算得到本项目辐射工作人员及公众周有效剂量及年有效剂量。

表 11-4 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员周受照有效剂量结果评价

--

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 2.910 μ Sv，周围公众成员周有效剂量最大为 0.044 μ Sv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目的要求：职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv。

表 11-5 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员年受照有效剂量结果评价

从表 11-5 中预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.146mSv，周围公众成员年有效剂量最大为 0.002mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

对于本项目评价范围内其他公众人员，在经过墙体的屏蔽和距离的进一步衰减，本项目对其他公众人员的辐射影响很小，可湮没在本底辐射中。

4 三废治理评价

本项目的 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过装置顶部通风口排入检

查室内，检查室拟设排风装置，臭氧和氮氧化物最终通过检查室排风排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目 X 射线实时成像检测装置只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）由于安全联锁装置失灵，导致防护门未关闭时人员开机工作受到误照射。

（2）机器调试、检修时误照射。X 射线实时成像检测装置在运行或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

2 辐射事故预防措施

苏州市艺达精工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操作，并在实际工作中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，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

（1）企业内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

（2）严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。在进行射线装置调试前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机调试。

（3）辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 辐射事故处置方法

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告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目使用的射线装置为Ⅱ类射线装置，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告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。通常情况下属于一般辐射事故。

在发生事故后：

（1）辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（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。

当发生或发现辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，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。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目使用的射线装置为Ⅱ类装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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，并以文件形式明确管理人员职责。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。

苏州市艺达精工有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司现有 2 名辐射工作人员(其中 1 名兼职辐射防护负责人)，已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”科目的线上考核。本项目沿用原有 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作。辐射防护负责人还应通过生态环境部培训平台上科目为“辐射安全管理”的线上考核方可上岗。辐射工作人员及辐射防护负责人持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

辐射安全管理制度

公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、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、事故应急方案等，公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

在实际工作中公司还应针对本项目对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度完善要点提出如下建议：

操作规程：明确 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员的资质条件要求、操作的具体流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线实时成像检测装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

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。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像检测装置运行和维修时的辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像检测装置的各项安全联锁装置、辐射监

测设备维修计划、在日常运行过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪等仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：完善辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，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。

台账管理制度：建立健全的台账制度，并在日常工作中落实到位，重点是射线装置的使用情况由专人负责登记、专人形成台账、每月核对，确保使用情况与登记相符。

事故应急预案：针对 X 射线实时成像检测装置使用过程中可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中要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。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内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时，还应同时报告当地卫生健康部门。

辐射监测

公司使用的射线装置为Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对射线装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司已配备 1 台 RJ38-1103 型环境辐射剂量巡测仪及 2 台 RJ31-1155 型个人剂量报警仪，本项目沿用现有环境辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2024 年辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 9），辐射工作人员个人剂量监测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

公司现有核技术利用项目已委托苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司开展

年度环保检测，根据检测结果可知（见附件 10），公司现有射线装置外的周围剂量当量率能满足相关标准的要求。

公司已于每年 1 月 31 日前上报上一年度辐射安全年度评估报告。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行检测作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
UNC160 型 X 射线实时成像检测装置	周围剂量当量率	竣工验收监测，委托有资质的单位进行	1 次	①四周屏蔽体外 30cm 处； ②防护门外 30cm 处及门缝隙处； ③操作位处； ④电缆口外； ⑤监督区周围及其他保护目标处。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	1 次/3 个月	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	1 次/3 个月	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

公司已依据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案，明确了应急机构和人员职责分工，应急人员的组织和培训、应急装备、资金、物资的准备，辐射事故分类与应急响应的措施。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司已制定的事故应急方案可以涵盖本项目的运行，公司已定期组织应急人员对应急处理措施进行培训。公司已每年组织应急人员进行应急演练，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事事故应急方案，采取必要防范措施，

在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

苏州市艺达精工有限公司位于苏州市相城区渭塘镇凤南路 216 号。公司东侧为空地及 524 国道，南侧为凤南路，西侧为河道，北侧为苏州消防应急救援中心。

本项目 X 射线实时成像检测装置建于 2#车间东北角检查室内，2#车间东部为 2 层建筑，其他区域为 1 层建筑。装置建址东侧为厂内道路、停车位及空地，南侧为楼梯、通道、测量室及办公室，西侧为 2#车间内部通道、耗材放置区、压铸机区及模具区，北侧为厂内道路、污水处理站及空地，正上方为仓库，下方无建筑。

本项目 X 射线实时成像检测装置建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置建址周围评价范围内公众。

1.2 项目分区及布局

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区，在装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将 X 射线实时成像检测装置所在检查室除曝光室以外的区域作为辐射防护监督区，监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人员不得靠近。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）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.3 辐射安全措施

本项目 X 射线实时成像检测装置采取的辐射安全装置和保护措施如下：曝光室内及操作台处共设置 2 个急停按钮，操作台处设置钥匙开关；曝光室北侧顶部外及内部设置工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁；曝光室工件门设置门机联锁装置；装置工件门上设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；曝光室内顶部设置 1 个视频监控装置。

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常；拟定期测量 X 射线实时成像检测装置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；使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；退役时拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.4 辐射安全管理

公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责，同时拟在项目运行前完善各项辐射安全管理制度。公司现有 2 名辐射工作人员（包含 1 名辐射防护负责人），沿用原有 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作。公司拟继续对本项目辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司现有 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，沿用现有环境辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时曝光室各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv；职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

2.3 三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目的 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生

臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过装置顶部通风口排入检查室内，检查室拟设排风装置，臭氧和氮氧化物最终通过检查室排风排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，苏州市艺达精工有限公司 1 台 X 射线实时成像检测装置更新项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1) 项目投入运行前应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求重新申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事检测工作。

2) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，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。

3) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

4) 本项目取得环评批复后，公司应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项 目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已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，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全和防护措施	辐射安全措施： 本项目 X 射线实时成像检测装置采取的辐射安全装置和防护措施如下：曝光室内及操作台处共设置 2 个急停按钮，操作台处设置钥匙开关；曝光室北侧顶部外及内部设置工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁；曝光室工件门设置门机联锁装置；装置工件门上设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；曝光室内顶部设置 1 个视频监控装置。 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常；拟定期测量 X 射线实时成像检测装置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；使用便携式 X-γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。 当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；退役时拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知	曝光室周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求	

人员 配备	公司现有 2 名辐射工作人员（包含 1 名辐射防护负责人），沿用原有 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，辐射防护负责人还应通过生态环境部培训平台上科目为“辐射安全管理”的线上考核方可上岗。辐射工作人员及辐射防护负责人持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗	满足《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》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期 投入
	委托有资质的单位对本项目辐射工作人员开展个人剂量监测，送检周期为 3 个月，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	定期组织本项目辐射工作人员进行职业健康体检，体检周期为 2 年，并建立职业健康监护档案		
监测 仪器 和 防护 用品	现有 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，沿用现有环境辐射剂量巡测仪及个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	/
辐射 安全 管理 制度	公司已根据相关标准要求，制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《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，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案。	/

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

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