

核技术利用建设项目

苏州奥克思光电科技有限公司
生产、销售、使用工业 X 射线检测装置
扩建项目环境影响报告表

苏州奥克思光电科技有限公司

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

苏州奥克思光电科技有限公司

生产、销售、使用工业 X 射线检测装置 扩建项目环境影响报告表

建设单位名称: 苏州奥克思光电科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：_____

通讯地址:苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼

邮政编码: 215151 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	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	27
表 11	环境影响分析	31
表 12	辐射安全管理	41
表 13	结论与建议	45
表 14	审批	48
附表		49

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州奥克思光电科技有限公司生产、销售、使用工业 X 射线检测装置扩建项目			
建设单位		苏州奥克思光电科技有限公司			
法人代表		李晨光	联系人		联系电话
注册地址		苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼			
项目建设地点		苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼南 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		120	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保投资/总投资) 8.33%
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	/			
	项目概述 1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况 苏州奥克思光电科技有限公司成立于 2012 年 5 月 11 日，经营范围主要包括经营范围包含：研发、生产、销售：光学检测设备及配件、自动化设备及配件、智能机器人及配件；视觉检测、图像处理软件的开发、销售；自营和代理各类商品及技术的进出口业务。 苏州奥克思光电科技有限公司位于苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼（厂房租赁合同见附件 13），公司已许可开展 4 种型号工业 X 射线探伤装置和 1 种型				

号工业 X 射线检测装置的生产、销售和使用工作，公司为满足市场需求及扩大生产规模，公司拟增加 AXI-TD 型、AXI-ST 型 2 个型号工业 X 射线检测装置的生产、销售、使用工作。

公司原有核技术利用项目已于 2024 年 5 月 22 日取得苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[E1386]”，种类和范围为“生产、销售、使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”，有效日期至 2029 年 5 月 21 日，现有辐射安全许可证见附件 4，公司原有核技术利用项目均已履行环评、许可及验收等环保手续。公司现有核技术利用项目情况见表 1-1。

表 1-1 公司现有核技术利用项目情况一览表

序号	射线装置名称、型号	类别	数量 (台/年)	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
1	X1-90 型工业 X 射线探伤装置	Ⅱ	30	生产、销售、使用	已环评	已许可	已验收
2	X1-130 型工业 X 射线探伤装置	Ⅱ	30	生产、销售、使用	已环评	已许可	已验收
3	AX1-90 型工业 X 射线探伤装置	Ⅱ	20	生产、销售、使用	已环评	已许可	已验收
4	AX1-130 型工业 X 射线探伤装置	Ⅱ	20	生产、销售、使用	已环评	已许可	已验收
5	XCounter 型工业 X 射线检测装置	Ⅲ	30	生产、销售、使用	已环评	已许可	/

苏州奥克思光电科技有限公司本次新增生产、销售和使用工业 X 射线检测装置项目情况见表 1-2。

表 1-2 生产、销售和使用工业 X 射线检测装置项目情况一览表

序号	射线装置名称、型号	数量 (台/年)	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	工作场所名称	环评情况	活动种类
1	AXI-TD 型工业 X 射线检测装置	20	130	0.2	Ⅱ	调试间 2	本次环评	生产、销售、使用
2	AXI-ST 型工业 X 射线检测装置	30	90	0.18	Ⅱ	调试间 2	本次环评	生产、销售、使用

本项目生产、销售和使用的工业 X 射线检测装置为Ⅱ类射线装置，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目-生产、销售、使用Ⅱ类射线装置”，其中销售Ⅱ类射线装置应编制环境影响登记表，使用Ⅱ类射线装置应编制环境影响报告表。综合《建设项目环境影响评价分类管理名

录(2021 年版)》第四条：“建设内容涉及本名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定。”因此，本项目应编制环境影响报告表。受苏州奥克思光电科技有限公司委托，苏州苏大卫生与环境技术研究所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、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

苏州奥克思光电科技有限公司租赁的厂房位于苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼南 1 层，厂房外东侧为科创园道路，南侧依次为科创园道路、苏州浪声科学仪器有限公司，西侧依次为室外道路、苏州丹新自动化有限公司及苏州安泰变压器有限公司，北侧为 3 号楼北半楼。本项目地理位置图见附图 1，厂房周围环境示意图见附图 2。

苏州奥克思光电科技有限公司租赁的 3 号楼为一幢 3 层建筑，分为南、北两部分，3 号楼南部 1 层为苏州奥克思光电科技有限公司，2 层为拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司，3 层为苏州梓熙生物科技有限公司；北部 1 层为苏州思铂创半导体科技有限公司，2 层目前闲置，3 层为苏州梓熙生物科技有限公司。

本项目调试间 2 位于 3 号楼南 1 层南侧中部，调试间 2 东侧为办公区及办公室，南侧为室外科创园道路，西侧为仓库、生产办公室、生产组装区、室外科创园道路，北侧为生产组装区、调试间 1、楼内公共卫生间，上方为拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司设备间，地下无建筑。3 号楼南 1 层平面布置示意图见附图 3。

本项目调试间 2 周围 50m 范围内主要为企业所在科创园内道路及其他驻园企业，西侧涉及科创园园内道路以外，还涉及园外的两家企业，分别为苏州丹新自动化有限公司和苏州安泰变压器有限公司。根据现场调查可知，本项目调试间 2 周围 50m 范围内没有居民点、学校和医院等环境敏感目标。项目周围环境保护目标主要为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员及项目周围公众。

3、实践正当性

本项目建成后，有利于提升公司产品产量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的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，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4、产业政策相符性

本项目生产、销售和使用工业 X 射线检测装置，根据《产业结构调整指导目录（2024

年本)》，本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类，属于允许类，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

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	工业 X 射线检测装置	II	20	AXI-TD	130	0.2	生产、销售、使用	调试间 2	/
2	工业 X 射线检测装置	II	30	AXI-ST	90	0.18	生产、销售、使用	调试间 2	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	排入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境的影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 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 4 月 24 日修正通过），2015 年 1 月 1 日起实施； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正本），2018 年 12 月 29 日起实施； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施； 4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订本），2019 年 3 月 2 日； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订本），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日公布实施； 7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起实施； 8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； 9) 《关于发布射线装置分类的公告》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； 10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日印发； 11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； 12) 《江苏省辐射污染防治条例》（修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告公布，2018 年 5 月 1 日起实施； 13) 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（生态环境部公告第 38 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； 16) 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（生态环境部公告第 38 号，2019 年 10 月 25 日印发）；
------	---

	17) 《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发〔2018〕74号), 2018年6月9日印发; 18) 《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发〔2020〕1号), 2020年1月8日印发; 19) 《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发〔2020〕49号), 2020年6月21日印发; 20) 《江苏省自然资源厅关于苏州市生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函〔2022〕145号); 21) 《江苏省自然资源厅关于苏州高新区(虎丘区)2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函〔2023〕664号); 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, 江苏省生态环境厅, 2021年5月31日印发; 23) 《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; 24) 《关于加强互联网购销放射性同位素和射线装置安全管理的通知》, 环辐射〔2023〕66号, 生态环境部办公厅, 2023年11月7日印发。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016) 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) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 4) 《环境辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ T 250 -2014) 第 1 号修改单 9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128 2019)
其他	报告附件: 1) 现有辐射安全许可证, 附件 4 2) 公司现有辐射工作人员个人剂量检测报告, 附件 6 3) 现有项目防护检测报告, 附件 7 4) 环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书, 附件 9

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》（HJ10.1-2016）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，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为本项目调试间 2 实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域。

保护目标

本项目建设地点位于苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼，核对《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）、《江苏省自然资源厅关于苏州市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2022〕145 号）、《江苏省自然资源厅关于苏州高新区（虎丘区）2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕664 号）、《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元。同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条中的环境敏感区。

本项目调试间 2 周围 50m 范围内，东侧为苏州奥克斯光电科技有限公司办公区及办公室、室外科创园道路，南侧为室外科创园道路、苏州浪声科学仪器有限公司，西侧为仓库、生产办公室、生产组装区、室外科创园道路、苏州丹新自动化有限公司和苏州安泰变压器有限公司，北侧为生产组装区、调试间 1、楼内公共卫生间、3 号楼北半楼，上方为拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司，地下无建筑。调试间 2 边界外 50m 范围内无居民区、学校和医院等环境敏感目标。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为确定本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员及项目周围公众。

表 7-1 项目保护目标一览表

环境保护目标			规模	方位	最近距离	年剂量约束值
辐射工作人员	调试间 2		4 人	操作位	紧邻	5mSv/a
	调试间 1			北侧	5.9m	
公众	苏州奥克思光电科技有限公司办公室、办公区	会议室 1	约 12 人	东侧	紧邻	0.1mSv/a
		会议室 2				

		招待室			
		总经理办公室			
		副总办公室			
		财务办公室			
		销售办公室			
		办公区			
		吧台休闲区			
		健身娱乐区			
	室外科创园道路		流动人员	东侧	27m
	室外科创园道路		流动人员	南侧	紧邻
	苏州浪声科学仪器有限公司		约 80 人	南侧	22m
	苏州奥克思光电科技有限公司	仓库	约 10 人	西侧	紧邻
		生产办公室		西侧	7.5m
		生产组装区		西侧	紧邻
	室外科创园道路		流动人员	西侧	约 15m
	苏州丹新自动化有限公司		约 5 人	西侧	约 30m
	苏州安泰变压器有限公司		约 30 人	西南	约 30m
	苏州奥克思光电科技有限公司	生产组装区	约 10 人	北侧	紧邻
	3 号楼公共卫生间		流动人员	北侧	9.5 m
	3 号楼北 1 层相邻苏州思铂创半导体科技有限公司		约 11 人	北侧	约 22m
	室外科创园道路		流动人员	北侧	约 42m
	拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司		约 18 人	楼上	4.35m
	苏州梓熙生物科技有限公司		约 22 人	楼上	10.35m

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型 \ 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； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

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，则某一年份的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，50mSv。
----------------------	---

6.6.2.2 对于任何在控制区工作的工作人员，或有时进入控制区工作并可能受到显著职业照射的工作人员，或其职业照射剂量可能大于5mSv/a的工作人员，均应进行个人监测。

6.6.2.3 对在监督区或只偶尔进入控制区工作的工作人员，如果预计其职业照射剂量在1mSv/a~5mSv/a范围内，则应尽可能进行个人监测。

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

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准适用于使用600kV及以下的X射线探伤机和γ射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业CT探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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

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

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探

伤室，可以仅设人员门。

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

4、本项目辐射剂量管理限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），确定本项目管理目标为：

（1）本项目职业人员剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中职业人员年有效剂量值的 1/4，即 5mSv/a；公众活动区域相关人员剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中公众年有效剂量值的 1/10，即 0.1mSv/a；

（2）本项目建设单位生产的工业 X 射线检测装置四周屏蔽体外辐射屏蔽应同时满足：

a）四周屏蔽体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）四周屏蔽体、门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

（3）本项目工业 X 射线检测装置顶部外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

5、参考资料

①《辐射防护导论》，方杰主编。

②《中国环境天然放射性水平》：江苏省γ辐射空气吸收剂量率天然辐射水平。

表 7-3 江苏省环境天然放射性γ辐射空气吸收剂量率调查结果（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
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
（均值±3s）	50.4±21.0	47.1±36.9	89.2±42.0

注：按测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状	
1、项目地理和场所位置	
苏州奥克思光电科技有限公司位于苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼南 1 层，厂房外东侧为科创园道路，南侧依次为科创园道路、苏州浪声科学仪器有限公司，西侧依次为室外道路、苏州丹新自动化有限公司及苏州安泰变压器有限公司，北侧为 3 号楼北半楼。本项目地理位置图见附图 1，厂房周围环境示意图见附图 2。 本项目所在 3 号楼为 3 层建筑，调试间 2 位于 3 号楼南 1 层南侧中部，调试间 2 东侧为奥克思办公区及办公室，南侧为室外科创园道路，西侧为仓库、生产办公室、生产组装区、室外科创园道路，北侧为生产组装区、调试间 1、楼内公共卫生间，上方为拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司，地下无建筑。3 号楼南一层平面布置示意图见附图 3。 本项目调试间 2 和周边环境现状见图 8-1。	
调试间 2 现状	调试间 2 东侧（销售办公室及办公区）
调试间 2 南侧（室外科创园道路）	调试间 2 西侧（仓库）

调试间 2 北侧（生产组装区）	调试间 2 正上方（拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司）

图 8-1 工业 X 射线检测装置拟建场址和周边环境

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目调试区 2 及周围辐射环境

监测因子：环境 γ 辐射剂量率

监测点位：调试区 2 周围进行布点检测

3、监测方案、质量保证措施及监测结果

（1）监测方案

监测项目：环境 γ 辐射剂量率

监测布点：在调试区 2 周围布置监测点位，具体点位见图 8-2

监测时间：2025 年 04 月 16 日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司

监测仪器：FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10）
（设备编号：SDWH 2442，检定有效期至 2025 年 11 月 04 日）

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 20s，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。

（2）质量保证措施

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司，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，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验，监测报告实行三级审核

（3）监测结果

本项目监测仪器为 FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10），X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为 1.2Sv/Gy。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平调查结果，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 9。

表 8-1 本项目调试区 2 周围环境 γ 辐射剂量率测量结果

检测点位描述			检测结果（nGy/h）	
测点编号	位置	属性	平均值	标准差
1	调试间 2 内	室内（楼房）	85.7	0.6
2	调试间 2 东侧（办公区）	室内（楼房）	93.0	0.7
3	调试间 2 东侧（销售办公室）	室内（楼房）	92.4	0.9
4	调试间 2 东侧（室外科创园道路）	道路	60.3	0.4
5	调试间 2 南侧（室外科创园道路）	道路	86.1	0.8
6	调试间 2 西侧（仓库）	室内（楼房）	85.9	1.1
7	调试间 2 西侧（生产组装区）	室内（楼房）	77.8	0.8
8	调试间 2 西侧（室外科创园道路）	道路	67.9	0.4
9	调试间 2 北侧（生产组装区）	室内（楼房）	101	1
10	调试间 2 北侧（调试间 1）	室内（楼房）	77	1
11	调试间 2 北侧（楼内卫生间）	室内（楼房）	107	1
12	调试间 2 楼上（拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司）	室内（楼房）	85.7	0.8

注：①测量数据已扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为 8.61nGy/h。

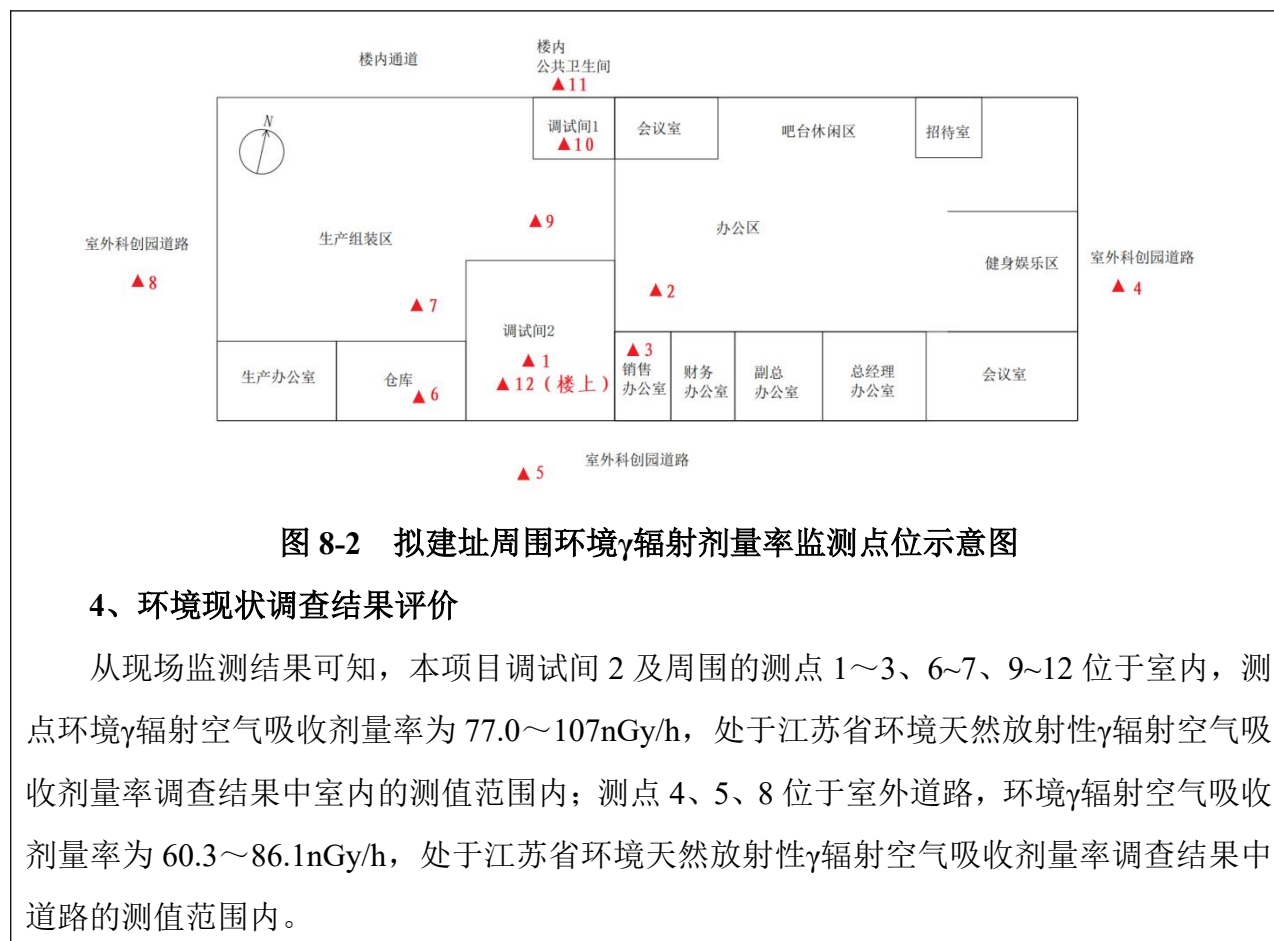


表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备

本项目拟生产、销售、使用的工业 X 射线检测装置均自带屏蔽（铅房），每类设备（铅房）内置 1 个 X 射线发生器，设备主射线方向均朝向铅房顶部，工业 X 射线检测装置仅有透视功能，不含 CT 功能。

（1）AX1-TD 型工业 X 射线检测装置

本项目新增的 AX1-TD 型工业 X 射线检测装置由检测室和操作台组成，设备操作台位于检测室外部，与装置相连，X 射线管主射线方向固定从下往上照射。工业 X 射线检测装置的 X 射线管能够进行前、后、左、右、上、下移动，X 射线管左、右方向移动范围 800mm，前、后移动范围 700mm，上、下范围 50mm。AX1-TD 型工业 X 射线检测装置技术参数见表 9-1，AX1-TD 型工业 X 射线检测装置样式图见图 9-1、装置外观尺寸图见图 9-2。

表 9-1 AX1-TD 型工业 X 射线检测装置技术参数

装置名称	型号	最大管电压	最大管电流	额定功率	设备尺寸	射线出束方向
工业 X 射线检测装置	AX1-TD	130kV	0.2mA	26W	2200mm（长） ×2500mm（宽） ×1850mm（高）	从下往上

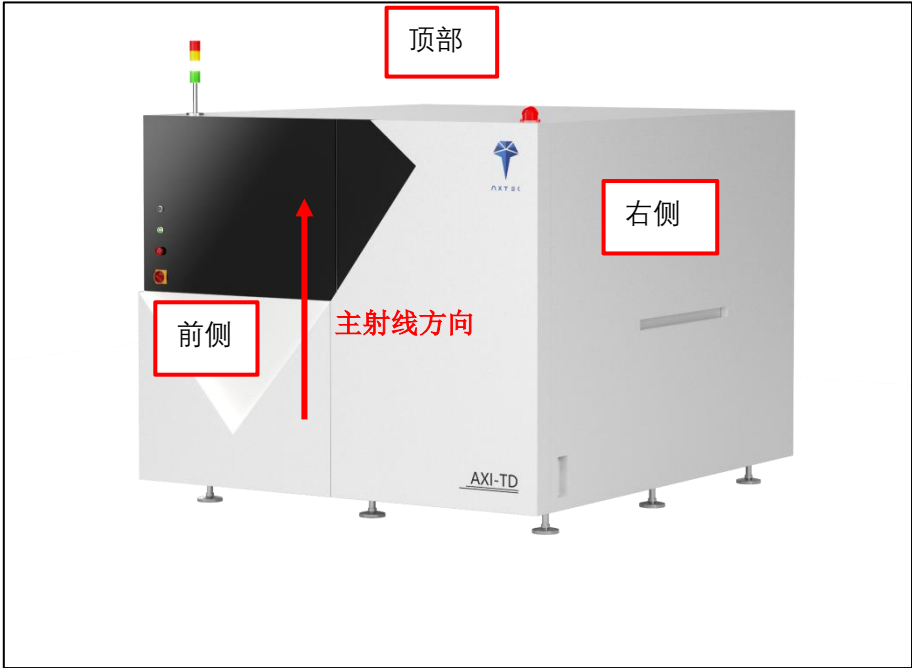


图 9-1 AX1-TD 型工业 X 射线检测装置样式图

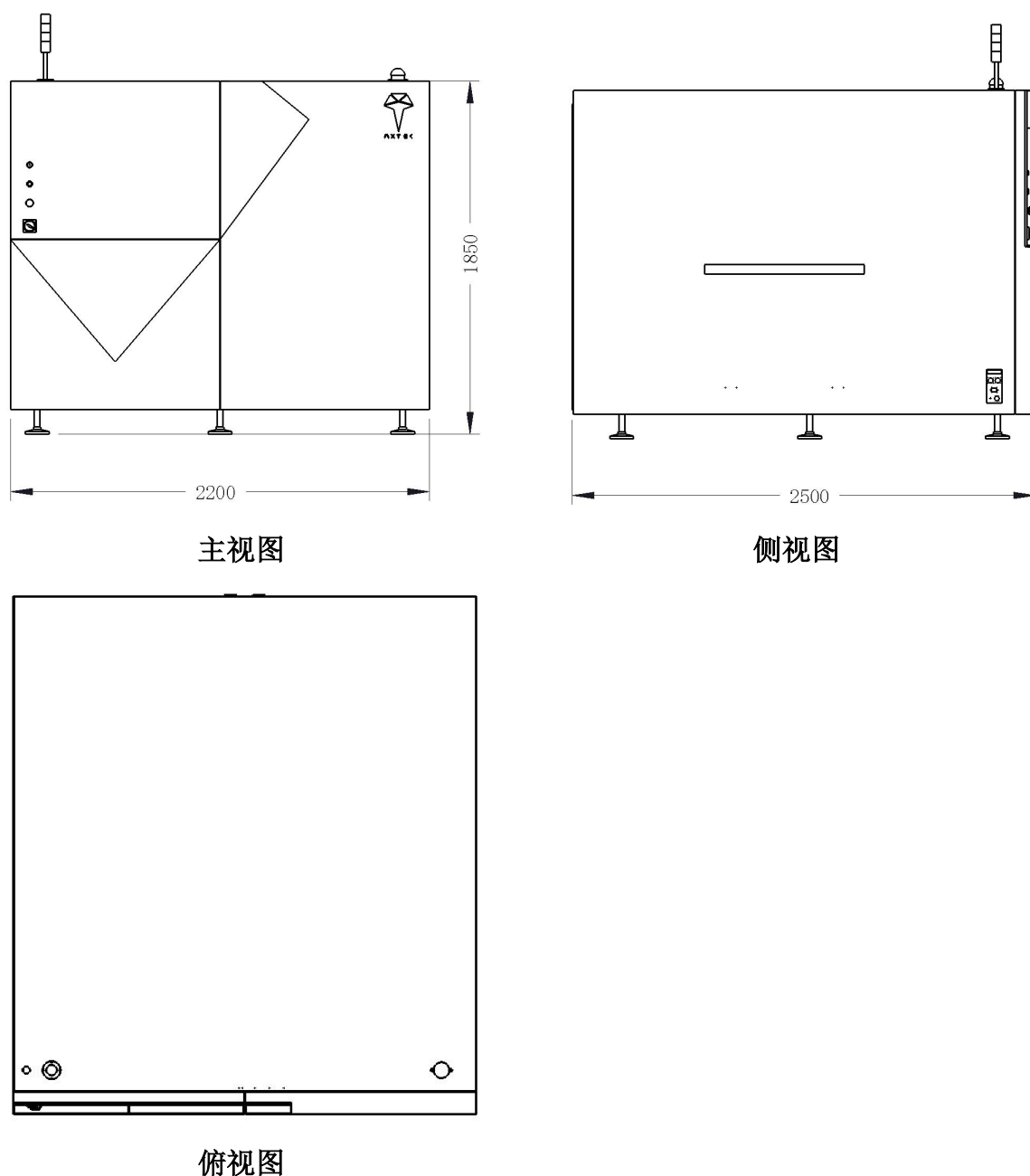


图 9-2 AX1-TD 型工业 X 射线检测装置外观尺寸图（单位：mm）

（2）AX1-ST 型工业 X 射线检测装置

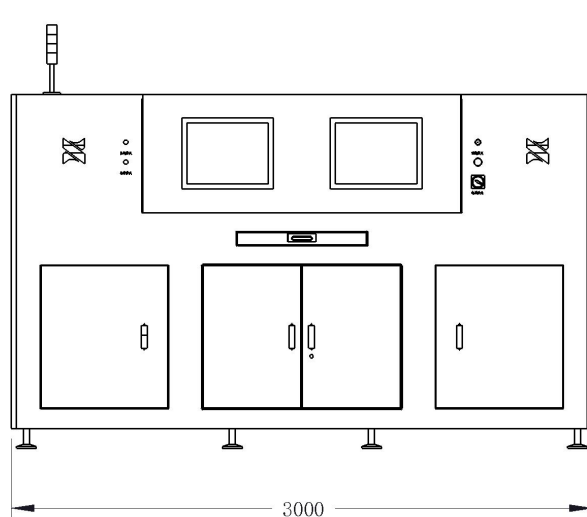
本项目新增的 AX1-ST 型工业 X 射线检测装置由检测室和操作台组成，设备操作台位于检测室外部，与装置相连，X 射线管主射线方向固定从下往上照射。工业 X 射线检测装置的 X 射线管能够进行前、后、左、右、上、下移动，X 射线管左、右方向移动范围 1000mm，前、后移动范围 500mm，上、下移动范围 50mm。AX1-ST 型工业 X 射线检测装置技术参数见表 9-2，工业 X 射线检测装置样式图见图 9-3、装置外观尺寸图见图 9-4。

表 9-2 AX1-ST 型工业 X 射线检测装置技术参数

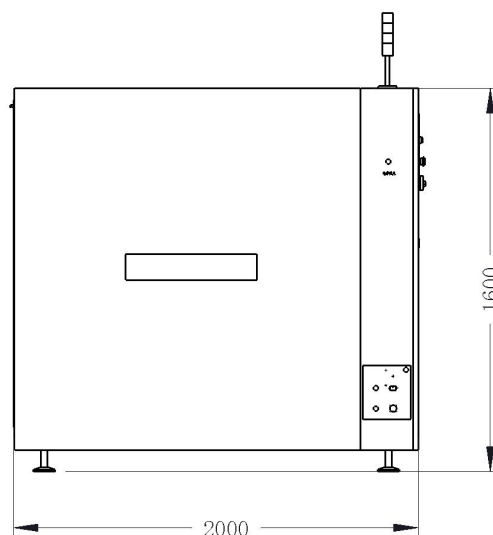
装置名称	型号	最大管电压	最大管电流	额定功率	设备尺寸	射线出束方向
工业 X 射线检测装置	AX1-ST	90kV	0.18mA	8W	3000mm（长） ×2000mm（宽） ×1600mm（高）	从下往上



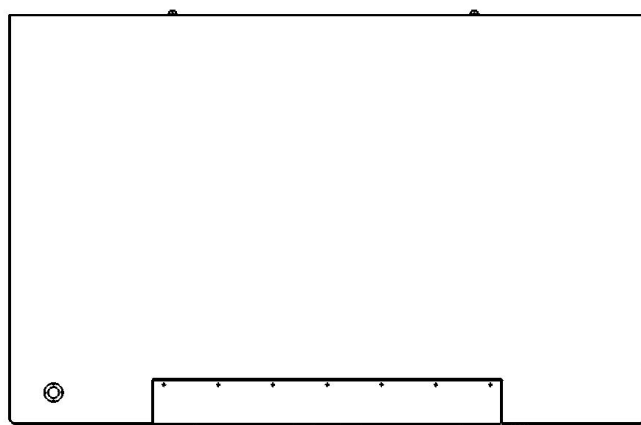
图 9-3 AX1-ST 型工业 X 射线检测装置样式图



主视图



侧视图



俯视图

图 9-4 AX1-ST 型工业 X 射线检测装置外观尺寸图（单位：mm）

2、工业 X 射线检测装置工作原理

本项目工业 X 射线检测装置属于 II 类射线装置，非工作状态下不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 $0.001\sim 0.1\text{nm}$ 。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X 射线无损检测过程中，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，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-5。

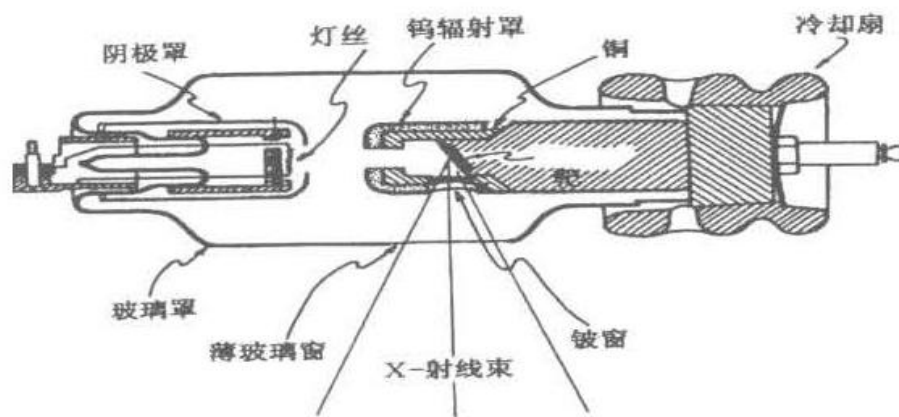


图 9-5 典型的 X 射线管结构图

本项目工业 X 射线检测装置由 X 射线发生器、影像接收器、内部结构件、屏蔽铅房、操作台等组成。正常使用时，利用受检材料对 X 射线吸收并成像的原理，采用 X 射线进行透照，并在设备外部连接的工业电视显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。工作人员调试设备时，在操作台利用软件观察设备各组件的运行参数，保证设备出厂前可以正常运行。

3、工艺流程及产污环节

(1) 工业 X 射线检测装置的生产、组装流程

公司根据客户需求，确定需生产工业 X 射线检测装置的型号和数量，随后采购或者外协加工零部件，本项目装置所需的 X 射线管均为外购（

），工业 X 射线检测装置的屏蔽铅房（包括屏蔽体部件和防护门）等外协加工，最后在生产组装区对上述所有部件进行组装，直至完成整机安装。本项目生产的装置成像软件系统由企业自主研发、拥有软件著作权。

(2) 工业 X 射线检测装置的调试（使用）流程

在工业 X 射线检测装置安装成整机成品后，在调试间 2 对装置的安全联锁、辐射防护、系统稳定性等进行测试。首先测试门机联锁，所有防护门关闭，连锁信号处于接通状态为正常，如果是状态正常，再单独打开每一扇防护门，连锁信号都处于断开状态为正常，表示所有门-机联锁正常。在确认门-机联锁没有问题后关闭防护门测试屏蔽效果，逐步调高 X 射线发生器的电压，在逐步升压过程中使用巡检仪检测设备外表面各处的剂量率，当 X 射线发生器达到最高电压后设备外任何部位的剂量率均满足控制标准，说明其屏蔽设计和防护效果均合格。通过所有辐射防护检测和功能检验后作为合格产品外售。

(3) 工业 X 射线检测装置的销售流程

调试满足要求后，装箱发往客户，在客户指定场地内进行工业 X 射线检测装置安装调试，由于出厂前设备整体均调试、检测合格，故此阶段开机曝光主要以演示为主。涉及售后维修服务的，由公司维修调试人员到客户现场进行维修。

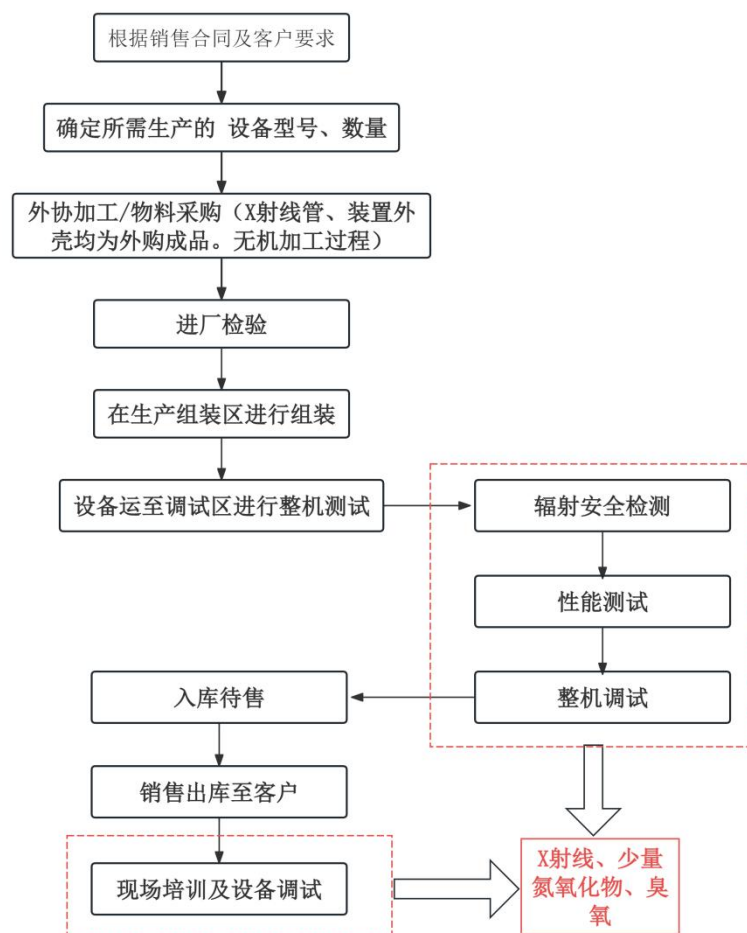


图 9-6 本项目工业 X 射线检测装置的生产、调试、销售流程及产污环节示意图

4、人员配置及工作制度

公司已配备有辐射工作人员 4 人，其中售后服务人员 2 人，本项目不另外增加辐射工作人员。辐射调试间内的工业 X 射线检测装置调试工作由 2 名辐射工作人员共同承担，同一时段内只开机调试 1 台设备。

本项目拟增加开展的 2 个型号工业 X 射线检测装置的生产、销售和使用工作，总年生产数量为 50 台，装置在辐射调试间内出束调试时间最多约 4h/台，则每名辐射工作人员在本项目新增的 2 个型号工业 X 射线检测装置的调试过程中，年受照时间约 200h。装置在交付购买方和售后过程中，出束时间最多约 2h/台；售后维护工作由现有 2 名售后服务辐射工作人员共同承担，则每名辐射工作人员在本项目新增的 2 个型号工业 X 射线检

测装置的售后维护过程中，年受照时间约 100h。

5、原有工艺不足和改进情况

建设单位原许可的辐射工作场所均有完善的环评、辐射安全许可证及竣工环保验收手续。根据原有项目竣工验收意见及最近一次该辐射工作场所年检报告可知，原有核技术利用项目均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《低能射线装置放射防护标准》（GBZ 115-2023）相应要求。

建设单位已建立一套完善的辐射安全与防护相关规章制度，且各辐射工作场所辐射安全与防护措施配备到位。

建设单位已委托检测单位对 4 名辐射工作人员进行个人剂量检测，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案，定期对辐射工作人员进行培训。建设单位现有 4 名辐射工作人员，其中 3 人参加辐射安全与防护培训，合格证书均在有效期内，其余 1 人未通过辐射安全与防护培训，公司应尽快组织辐射工作人员进行培训，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加辐射安全考核。项目应配备通过“核技术利用辐射安全与防护考核”的辐射安全管理人员。

污染源项描述

1、辐射污染源分析

由工业 X 射线检测装置工作原理可知，只有工业 X 射线检测装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对检测室外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 X 射线检测装置在开机曝光期间，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 X 射线光管生产厂家提供的资料，AX1-TD 型工业 X 射线检测装置距辐射源点（靶点）0.3m 处的输出量为 188R/min，则距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $8.87 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；AX1-ST 型工业 X 射线检测装置距辐射源点（靶点）0.3m 处的输出量为 45R/min，则距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $2.12 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 1，本项目 2 个型号工业 X 射线检测装置距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

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），X 射线经检测工件 90° 散射后，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 AX1-TD 型工业 X 射线检测装置 130kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值保守取 130kV，AX1-ST 型工业 X 射线检测装置 90kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值保守取 90kV。

表 9-3 工业 X 射线检测装置技术参数一览表

名称	工业 X 射线检测装置	工业 X 射线检测装置
装置型号	AX1-TD	AX1-ST
最大管电压	130kV	90kV
最大管电流	0.2mA	0.18mA
额定功率	26W	8W
主射线方向	由下往上	由下往上
距靶点 1m 处的输出量	$8.87 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	$2.12 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$
距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	$1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	$1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
90° 散射辐射最高能量相应 kV 值	130kV	90kV

2、非辐射污染源分析

本项目工业 X 射线检测装置在调试时无放射性废气、放射性废水和放射性固体废物产生。工业 X 射线检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过打开工件门排至调试间 2，调试间 2 自然通风条件良好，臭氧和氮氧化物经调试间 2 门窗排入室外。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所布局及分区

本项目在调试间 2 内开展工业 X 射线检测装置的开机调试工作。本项目将辐射工作场所进行分区管理，以工业 X 射线检测装置的铅房边界作为控制区边界，以调试间 2 的建筑边界作为监督区边界，辐射工作场所平面布置见图 10-1。管理措施如下：

控制区边界（铅房）采用门机联锁装置，设备上显著位置设置电离辐射警告标志及工作状态指示灯，设备开启高压调试期间任何人不得打开铅房的防护门。

监督区边界以调试间 2 为边界，调试间 2 长 8.59m、宽 9.16m、高 6.0m，设计为北侧双开平移门，其余三侧墙体采用 200mm 多孔混凝土砌块，顶部楼板为 120mm 钢筋混凝土，调试间外墙上粘贴电离辐射警示标志，设备调试期间禁止无关人员进入。

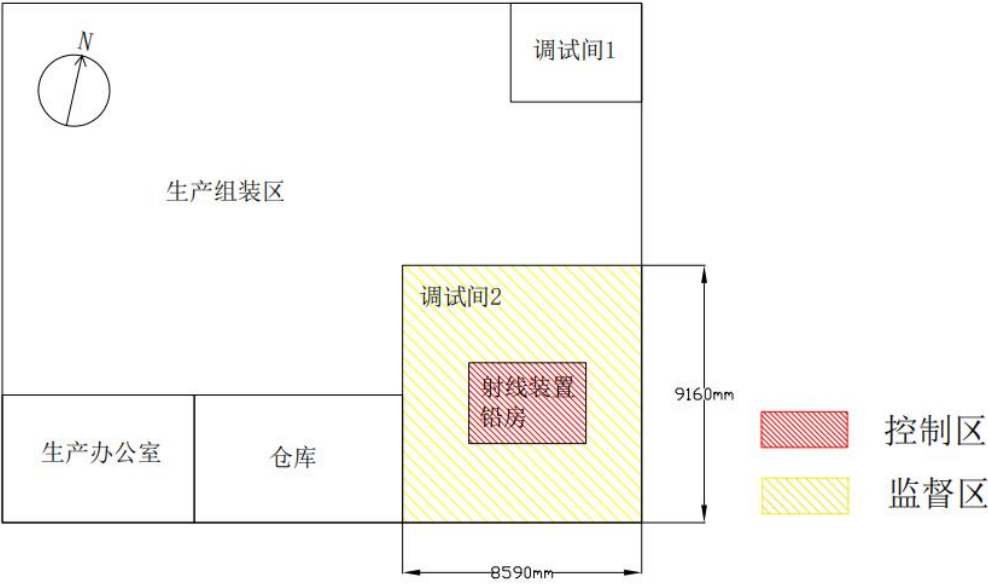


图 10-1 本项目监督区及控制区示意图

2、辐射防护屏蔽设计

本项目生产、销售、使用的工业 X 射线检测装置均采用自屏蔽铅房结构对 X 射线进行屏蔽，对 X 射线主线束方向进行加厚，可有效屏蔽和降低铅房周围的辐射水平。具体屏蔽设计参数见表 10-1。

表 10-1 拟新增 2 个型号工业 X 射线检测装置屏蔽设计参数

序号	装置型号	屏蔽防护设计参数	备注
----	------	----------	----

		位置	屏蔽体材料及厚度	
1	AXI-TD 型 工业 X 射线 检测装置	前面		/
		左侧		/
		右侧		/
		后侧		/
		顶部		主射线方向
		底部		/
		工件进、出口防护门		/
		检修防护门		/
		电缆口		/
2	AXI-ST 型 工业 X 射线 检测装置	前面		/
		左侧		/
		右侧		/
		后侧		/
		顶部		主射线方向
		底部		/
		工件进、出口防护门		/
		检修防护门		/
		电缆口		/

3、工作场所辐射安全措施

(1) 门机联锁。本项目每台工业 X 射线检测装置设计有门机联锁装置，只有在门（包括工件门、检修门）关闭后才能进行出束，探伤作业。在探伤过程中，任一防护门被意外打开时，能立刻停止出束。

(2) 钥匙开关：本项目每台工业 X 射线检测装置设置钥匙开关，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) 本项目每台工业 X 射线检测装置上方设显示“预备”和“照射”状态的指示灯，检测装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，“预备”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“预备”和“照射”信号意义的说明。

(4) 本项目每台工业 X 射线检测装置表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5) 本项目每台工业 X 射线检测装置在操作台上均安装 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(6) 本项目每台 X 射线检测装置铅房均设置电缆孔，装置控制电缆通过电缆孔与操作台连接，电缆孔处设有铅挡板作为开口地方的屏蔽补偿，屏蔽保护罩将走线孔完全遮蔽，走线孔远离射线源避开射线源直照面，确保电缆孔不破坏检测室的整体防护效果。

(7) 本项目工业 X 射线检测装置的工件门与屏蔽体的间隙微小（可忽略），并设置搭接，防止射线泄漏。

(8) 公司在调试间 2 内安装有监视装置，可监视调试间内人员的活动和探伤装置的运行情况。

(9) 公司在调试间 2 出入口设置门禁系统，只有被授权的辐射工作人员才能刷卡进入，防止非辐射工作人员误入



图 10-2 工业 X 射线检测装置安全措施示意图

4、探伤操作的放射防护措施

(1) 调试作业时，辐射工作人员应检查装置防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效。

(2) 工作人员佩戴常规个人剂量计，携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪进行作业。

(3) 定期测量检测装置周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员工位和公众居留处，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，应终止调试工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 辐射工作人员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。

(5) 在每一次照射前，辐射工作人员都应该检查安全装置，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，才能开始调试工作。

5、探伤设施的退役要求

当本项目工业 X 射线检测装置不再使用时，应实施退役程序。

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

(2) 清除本项目涉及的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。

三废的治理

1、固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

2、液体废物

本项目运行后不会产生放射性液体废物。

3、气体废物

本项目工业 X 射线检测装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目工业 X 射线检测装置未设置机械排风装置，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开工件门排放至调试间 2，调试间 2 自然通风条件良好，臭氧和氮氧化物经调试间 2 门窗排出至室外环境大气，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。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目拟增加 2 个型号工业 X 射线检测装置的生产、销售、使用工作，其调试场所位于苏州奥克思光电科技有限公司所在厂房一层调试间 2 内，不存在建设期环境影响。

运行阶段对环境的影响

本项目 2 个型号工业 X 射线检测装置的射线方向均固定朝上，计算时将检测室顶部按照有用线束照射进行预测计算，其他方向均按照非有用线束照射进行预测计算。

1、有用线束屏蔽估算

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

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

I ：工业 X 射线检测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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

B ：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(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 或根据公式（2）及附录 B 中表 B.2 计算得出

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

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位。

TVL：什值层厚度，单位为毫米（mm）；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

2、非有用线束屏蔽估算

装置非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《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

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (3)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$\dot{H}_L$ ：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（ $\mu\text{Sv/h}$ ），取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

B ：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（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 或根据公式（2）及附录 B 中表 B.2 计算得出；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（2）散射辐射

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

I ：工业 X 射线检测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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

B ：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（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 或根据公式（2）及附录 B 中表 B.2 计算得出；

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。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 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s ：散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

3、参考点处剂量率理论计算结果

（1）AXI-TD 型工业 X 射线检测装置

AXI-TD 型工业 X 射线检测装置球管位置示意图见图 11-1，计算结果见表 11-1 及表 11-2。

正视图

侧视图

图 11-1 AXI-TD 型工业 X 射线检测装置球管位置示意图

表 11-1 AXI-TD 型工业 X 射线检测装置主射线方向屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点	厚度 (X)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$B^{\text{①}}$	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽体顶部 30cm 处周围剂 量当量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
AXI-TD 型工 业 X 射线检测 装置顶部						0.03	2.5	满足

注：①

② $R_{\text{顶部}}=0.9\text{m}$ （辐射源距顶部外表面最近距离）+0.3m（顶部表面距关注点）=1.2m

本项目工业 X 射线检测装置非有用线束方向关注点处的屏蔽防护计算结果见表 11-2。

表 11-2 AXI-TD 型工业 X 射线检测装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点		工业 X 射线检 测装置前面	工业 X 射线 检测装置左 面	工业 X 射线检 测装置后面	工业 X 射线 检测装置右 面	工业 X 射线 检测装置 底部
X 设计厚度						
泄 漏 辐 射	$B^{\text{①}}$					
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$					
	R (m) ②					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
散 射 辐 射	散射后能量对应 的 kV 值					
	$B^{\text{①}}$					
	I (mA)					

	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\left(\text{mA}\cdot\text{h}\right)$					
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$					
	$\text{Rs}^{\text{®}}\left(\text{m}\right)$					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)	0.07	0.10	0.07	0.10	0.11	
屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	

注：①

- ② $R_{\text{前面、后面}}=0.9\text{m}$ （辐射源距前面外表面最近距离）+ 0.3m （前面表面距关注点）= 1.2m
 $R_{\text{左侧、右侧}}=0.7\text{m}$ （辐射源距左侧外表面最近距离）+ 0.3m （左侧表面距关注点）= 1.0m
 设备直接立于地面 $R_{\text{底部}}=0.9\text{m}$ （辐射源距底部屏蔽体最短距离）+ 0.05m （地面距屏蔽体）= 0.95m
 ③本项目散射辐射屏蔽计算时散射体至关注点的距离（ R_s ）取值保守使用辐射源点(靶点)至关注点的距离（ R ）

（2）AXI-ST 型工业 X 射线检测装置

AXI-ST 型工业 X 射线检测装置球管位置示意图见图 11-2，计算结果见表 11-3 及表 11-4。

正视图

侧视图

图 11-2 AXI-ST 型工业 X 射线检测装置球管位置示意图

表 11-3 AXI-ST 型工业 X 射线检测装置主射线方向屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点	厚度 (X)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$B^{\text{①}}$	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽体顶部 30cm 处周围剂 量当量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
AXI-ST 型工业 X						1.23×10^{-2}	2.5	满足

射线检测装置顶部								
----------	--	--	--	--	--	--	--	--

注：①

② $R_{\text{顶部}}=0.9\text{m}$ （辐射源距顶部外表面最近距离）+0.3m（顶部表面距关注点）=1.2m

本项目工业 X 射线检测装置非有用线束方向关注点处的屏蔽防护计算结果见表 11-2。

表 11-4 AXI-ST 型工业 X 射线检测装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点		工业 X 射线检测装置前面	工业 X 射线检测装置左面	工业 X 射线检测装置后面	工业 X 射线检测装置右面	工业 X 射线检测装置底部
X 设计厚度						
泄漏辐射	$B^{\textcircled{1}}$					
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$					
	$R(\text{m})^{\textcircled{2}}$					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值					
	$B^{\textcircled{1}}$					
	$I(\text{mA})$					
	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$					
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$					
	$R_s^{\textcircled{3}}(\text{m})$					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)		0.21	0.13	0.21	0.13	0.87
屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足

注：①B 根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.2，内插法计算得出管电压 90kV 时，对应的 TVL 值为 0.704mm 铅，再通过公式（2）计算得出屏蔽材料在 3mm 铅条件下，B 的值为 5.48×10^{-5}

② $R_{\text{前面、后面}}=0.75\text{m}$ （辐射源距前面外表面最近距离）+0.3m（前面表面距关注点）=1.05m
 $R_{\text{左侧、右面}}=1.0\text{m}$ （辐射源距左侧外表面最近距离）+0.3m（左侧表面距关注点）=1.3m
设备直接立于地面 $R_{\text{底部}}=0.75\text{m}$ （辐射源距底部屏蔽体最短距离）+0.05m（地面距屏蔽体）=0.8m

③本项目散射辐射屏蔽计算时散射体至关注点的距离（ R_s ）取值保守使用辐射源点(靶点)至关注点的距离（ R ）

从表 11-1 至表 11-4 中预测结果可以看出，当本项目新增的工业 X 射线检测装置满功

率运行时，射线装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率的控制要求。

由于本项目工业 X 射线检测装置顶部关注点处辐射剂量率最大为 0.03μSv/h，底面关注点处辐射剂量率最大为 0.87μSv/h，故天空反散射和底部地面反散射后关注点处辐射剂量率也能够满足评价标准要求。

4、保护目标剂量评价

（1）关注点处辐射剂量率

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置拟建址周围 50m 范围内其他人员。根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各关注点处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (5)$$

式中： H_1 —距射线源 R_1 处的剂量率，μSv/h；

H_2 —距射线源 R_2 处的剂量率，μSv/h；

R_1 —装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R_2 —监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

（2）辐射工作人员年剂量估算

本项目工业 X 射线检测装置在调试间 2 进行调试，辐射调试间由实心砖墙、电动移门与外界隔离，调试过程中只有辐射工作人员能够进入调试间 2。按照公式 5 对辐射工作人员的受照辐射年剂量进行保守估算：

$$H_C = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

式中： H_C ：关注点的年剂量水平，mSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ ：关注点处剂量率，mSv/h；

t ：工业 CT 检测装置年照射时间，h/a；

U ：工业 CT 检测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。

本项目拟增加开展 2 种型号工业 X 射线检测装置的生产、销售和使用工作，AXI-TD 型工业 X 射线检测装置年生产数量 20 台，AXI-ST 型工业 X 射线检测装置年生产数量 30 台，2 种型号工业 X 射线检测装置年生产数量共计约 50 台，装置在辐射调试间内出束调试时间最多约 4h/台，售后维护过程出束时间最多约 2h/台，则本项目新增工业 X 射线检测装置的年出束、周出束调试时间见表 11-5。

表 11-5 本项目新增工业 X 射线检测装置出束调试时间一览表

序号	设备型号	生产、销售、使用数量(台/年)	调试间 2 内出束调试时间		售后培训、调试及维修出束时间	
			(h/周)	(h/年)	(h/周)	(h/年)
1	AXI-TD 型工业 X 射线检测装置	20	1.6	80	0.8	40
2	AXI-ST 型工业 X 射线检测装置	30	2.4	120	1.2	60

根据上述公式，可估算出本项目所致辐射工作人员的年有效剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目新增工业 X 射线检测装置所致辐射工作人员受照剂量估算表

序号	型号	关注点	辐射剂量率取值($\mu\text{Sv/h}$)	使用因子 U	居留因子 T	周剂量估算值($\mu\text{Sv/周}$)	管理目标值($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值(mSv/年)	管理目标值(mSv/年)	结论
1	AXI-TD 型工业 X 射线检测装置	正面	0.07	1	1	0.112	100	0.006	5	满足
		左面	0.10	1	1	0.160		0.008		
		背面	0.07	1	1	0.112		0.006		
		右面	0.10	1	1	0.160		0.008		
		顶部	0.03	1	1/16	0.003		< 0.001		
		底面	0.11	/	/	/		/		/
2	AXI-ST 型工业 X 射线检测装置	正面	0.21	1	1	0.504	100	0.025	5	满足
		左面	0.13	1	1	0.312		0.016		
		背面	0.21	1	1	0.504		0.025		
		右面	0.13	1	1	0.312		0.016		
		顶部	0.01	1	1/16	0.002		< 0.001		
		底面	0.36	/	/	/		/		/

根据表 11-6，本项目调试间 2 内现场调试工作所致单名辐射工作人员的年有效剂量不超过 0.033mSv/a ($0.008\text{mSv}+0.025\text{mSv}$)。

公司生产、销售的射线装置在辐射调试间内调试、校验完成后，将装箱发往客户，在客户单位进行安装、调试，同时对客户单位辐射工作人员进行相关操作培训等，并负责日后设备的维修工作。公司已配备售后服务人员 2 名，纳入辐射工作人员进行管理，装置在交付购买方和售后过程中，出束时间最多约 2h/台，售后维护工作由现有 2 名辐射工作人员共同承担。根据表 11-5 可知，调试间 2 内辐射工作人员接触射线时间较负责售后维护工作的辐射工作人员长，故辐射调试间内辐射工作人员的受照剂量较大，售后维护工作的

辐射工作人员的受照剂量较小，故售后维护工作的辐射工作人员的年有效剂量不超过0.033mSv/a。

本项目投入运行后，相关辐射工作将由现有辐射工作人员共同承担，根据公司提供的2024年第一季度至2024年第四季度个人累积剂量监测报告（苏州热工研究院有限公司环境检测中心，报告编号为：SNPI环检（剂量）字〔2024〕119号、SNPI环检（剂量）字〔2024〕224号、SNPI环检（剂量）字〔2024〕309号、SNPI环检（剂量）字〔2025〕7号，见附件6），这4名辐射工作人员近一年个人剂量监测结果见表11-7。

表 11-7 辐射工作人员近一年度个人剂量检测结果

姓名	检测结果（mSv）				年有效剂量（mSv）
	2024 年第一季度	2024 年第二季度	2024 年第三季度	2024 年第四季度	
张振伟	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.12
李红彬	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.12
王自杰	0.07	<MDL	<MDL	<MDL	0.16
张一新	0.08	<MDL	<MDL	<MDL	0.17

由表11-7可知，辐射工作人员年有效剂量最大为0.17mSv，叠加本项目新增设备产生的辐射影响，本项目辐射工作人员年有效剂量约为0.203mSv（0.17mSv+0.033mSv），能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员的剂量限值要求和本项目管理目标值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv）。

（3）周围公众年有效剂量

本项目工业X射线检测装置调试过程均在调试区2内进行，调试区2内非辐射工作人员不得进入，调试间2边界公众可达东侧最近为销售办公室，南侧最近为室外科创园道路，西侧最近为仓库、生产组装区，北侧最近为生产组装区，上方最近为拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司设备间，下方不可达。调试间2边界公众可达处距离工业X射线检测装置最近距离为3m。根据辐射剂量率与距离平方成反比，可以得出各参考点位处辐射剂量率水平，结合周围公众居留情况，使用公式11-5对周围公众有效剂量进行预测计算，详见表11-8。

表 11-8 调试间 2 周围公众受照剂量估算表

型号	屏蔽体外3m处最大剂量率	使用因子U	居留因子T	周剂量估算值(μSv/周)	管理目标值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/年)	管理目标值(mSv/年)	结论
----	--------------	-------	-------	---------------	--------------	---------------	--------------	----

AXI-TD 型工业 X 射线检测装置	0.007	1	1	0.012	5	0.001	0.1	满足
AXI-ST 型工业 X 射线检测装置	0.016	1	1	0.040	5	0.002	0.1	满足

由表 11-8 可知，周围公众年有效剂量最大为 0.003mSv（0.001mSv+0.002mSv），50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。人员受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及本项目管理目标限值要求（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）。

事故影响分析

本项目拟生产、销售、使用的工业 X 射线检测装置为Ⅱ类射线装置，公司在开展调试工作过程中，如果安全管理或防护不当，可能对人员产生误照射。

1、主要事故风险

工业 X 射线检测装置只有在开机出束时才产生 X 射线，因此，本项目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，工业 X 射线检测装置在开机调试时工件门、维修门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）工业 X 射线检测装置在维护、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、辐射事故预防措施

（1）加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行作业，每次使用射线装置前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性；

（2）定期检测装置周围的辐射水平，确保工作安全有效运转；

（3）公司拟制定辐射安全管理制度，同时，公司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；

（4）辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，并确保仪器有效；

（5）定期检查射线装置及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

当发生误照射时，应该立即切断电源，确保射线装置停止出束，并向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入。对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

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》，当发生或发现辐射事故时，公司将立即启动事故应急方案，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，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

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。

苏州奥克思光电科技有限公司已成立了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，并以文件形式明确了各成员管理职责。苏州奥克思光电科技有限公司现有辐射相关工作人员共计 4 人，本项目拟利用现有 4 名辐射工作人员，其中 3 人参加辐射安全与防护培训，合格证书均在有效期内，其余 1 人未通过辐射安全与防护培训，公司应尽快组织辐射工作人员进行培训，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加辐射安全考核。此外，本项目应配备通过“核技术利用辐射安全与防护考核”的辐射安全管理人员，管理人员考核类型为“辐射安全管理”。

公司应时刻关注辐射工作人员辐射安全和防护培训情况，培训证书到期前，应及时组织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，报考类别为“X 射线探伤”，通过考核后，方能继续从事本项目辐射工作。

辐射安全管理规章制度

苏州奥克思光电科技有限公司根据《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》中的相关要求，并针对现有核技术利用项目具体情况制定了辐射安全管理制度，主要包括《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》、《台账管理制度》、《人员培训计划和健康管理制》、《辐射环境监测方案》及《辐射事故应急预案》等。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。

本项目为扩建项目，公司应将本项目纳入日常管理内，并对现有的辐射安全管理制

度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性，现对各项辐射安全管理制度需补充和完善的要点提出如下建议：

辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是工业 X 射线检测装置的安全防护和管理落实到个人。

操作规程：公司已制定《操作规程》，明确辐射工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。重点是确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故，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：公司已制定《岗位职责》，明确射线装置操作人员、维修人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

设备检修维护制度：完善设备检修维护制度，明确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，并做好记录。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、警示标志、工作状态指示灯、急停按钮）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

人员培训计划和健康管理制度：完善人员培训计划，明确培训内容、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。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。公司应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

辐射环境监测方案：完善辐射环境监测方案，明确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。

辐射事故应急预案：针对工业 X 射线检测装置可能产生的辐射事故完善辐射事故应急预案，明确工业 X 射线检测装置辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急预案，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。

监测异常报告制度：补充制定监测异常报告制度，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。

苏州奥克思光电科技有限公司应严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。本项目相关调试、维护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方案响应程序等制度应张贴于工业 X 射线检测装置和调试间 2 的醒目处。

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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。公司已配备 1 台辐射巡测仪和 4 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均佩戴个人剂量计工作，满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

苏州奥克思光电科技有限公司已根据辐射管理要求，制定了如下监测方案：

（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，周期：每年一次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌证。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

公司现有核技术利用项目已认真落实以上监测方案，每年请有资质监测单位对现有辐射工作场所及周围环境辐射水平进行了监测，监测结果均符合国家相关标准要求，同时每季度进行自主监测。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托有资质单位定期

进行监测，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值5mSv/a，并已按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案。公司已于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交了上一年度的评估报告。

本项目运行后，也应落实上述监测方案，方能满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

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。本项目为使用II类射线装置，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在探伤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，保障公司员工及社会公众的健康与安全，苏州奥克思光电科技有限公司已制定了辐射事故应急方案，应急方案内容主要有：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演练计划。

公司应针对本项目可能产生的辐射事故完善辐射事故应急预案，明确辐射防护措施及事故处理程序等，使其具有一定的操作性。公司应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练，发现问题及时解决，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

结论 1、项目概况 公司为满足市场需求及扩大生产规模，公司拟在位于厂房一层南部的调试间 2 内，增加 AXI-TD 型、AXI-ST 型 2 个型号工业 X 射线检测装置的生产、销售、使用工作 企业所生产的 X 射线检测装置的主要参数为：AXI-TD 型 X 射线检测装置（最大管电压 130kV，最大管电流 0.2mA，额定功率 26W），产量为 20 台/年；AXI-ST 型 X 射线检测装置（最大管电压 90kV，最大管电流 0.18mA，额定功率 8W），产量为 30 台/年。 2、实践正当性评价 本项目建成后，有利于提升公司产品产量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。 3、选址、布局合理性评价 苏州奥克思光电科技有限公司租赁的厂房位于苏州市高新区浒墅关镇永安路 19 号上市科创园 3 号楼南 1 层，厂房外东侧为科创园道路，南侧依次为科创园道路、苏州浪声科学仪器有限公司，西侧依次为室外道路、苏州丹新自动化有限公司及苏州安泰变压器有限公司，北侧为 3 号楼北半楼。 本项目调试间 2 位于 3 号楼南 1 层南侧中部，调试间 2 东侧为办公区及办公室，南侧为室外科创园道路，西侧为仓库、生产办公室、生产组装区、室外科创园道路，北侧为生产组装区、调试间 1、楼内公共卫生间，上方为拨康视云生物医药科技（苏州）有限公司设备间，地下无建筑。 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，根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。 4、辐射防护措施评价 本项目工业 X 射线检测装置均为自屏蔽装置，设有屏蔽壳体和操作台，操作台设于
--

屏蔽壳体外，屏蔽壳体通过内嵌铅板对 X 射线进行屏蔽。以工业 X 射线检测装置的屏蔽壳体边界作为控制区边界，以调试间 2 的建筑边界作为监督区边界，区域划分明确，选址及布局合理。

经理论预测结果可知，本项目生产、销售和使用的工业 X 射线检测装置以最大功率运行时其表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的剂量率限值要求。

5、辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：本项目工业 X 射线检测装置设计有门机联锁装置；装置设计有钥匙开关，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；装置上方设显示“预备”和“照射”状态的指示灯，检测装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。装置表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；装置在操作台上均安装 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

公司配置 1 台辐射巡测仪和 4 台个人剂量报警仪，用于对射线装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

6、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受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和本项目管理目标（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）的剂量限值要求。

7、三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目工业 X 射线检测装置在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。项目工业 X 射线检测装置未设置机械排风装置，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开工件门排放至调试间 2，调试间 2 自然通风条件良好，臭氧和氮氧化物经调试间 2 门窗排出至室外环境大气。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。

8、辐射环境管理

- （1）委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- （2）公司配置辐射剂量监测仪器，拟定期对工作场所辐射水平进行检测；

(3) 在项目运行前，公司委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均配带个人剂量计，定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案；

(4) 在项目运行前对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立职业健康监护档案。

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。同时在项目运行前完善相关的辐射安全管理制度；已为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。

综上所述，苏州奥克思光电科技有限公司生产、销售、使用工业 X 射线检测装置扩建项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施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，项目可行。

建议与承诺

(1) 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。

(2) 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。

(3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

(4) 建议项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收，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	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要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目工业 X 射线检测装置均为自屏蔽装置，设有屏蔽壳体和操作台，操作台设于屏蔽壳体外，屏蔽壳体通过内嵌铅板对 X 射线进行屏蔽。	装置表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量率限值要求。辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和《工业探伤放射防护标准》中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（工作人员年有效剂量约束值 5mSv，公众年有效剂量约束值 0.1mSv）。	7
	安全措施：工业 X 射线检测装置设计有门机联锁装置；装置设计有钥匙开关，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；装置上方设显示“预备”和“照射”状态的指示灯，检测装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。装置表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；装置在操作台上均安装 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；工业 X 射线检测装置按照控制区和监督区进行分区管理，控制区内禁止任何人员进入，监督区内禁止任何人员靠近。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的管理要求。	
	岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、		

	监督区边界。		
污染防治措施	废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。	项目工业 X 射线检测装置未设置机械排风装置，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开工件门排放至调试间 2，调试间 2 自然通风条件良好，臭氧和氮氧化物经调试间 2 门窗排出至室外环境大气。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。	/
人员配备	配备辐射安全管理人员和操作人员（共 4 人），并参加生态环境部门培训，通过考核，持证上岗。	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。	/
	公司辐射工作人员均配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，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及建立个人剂量监测档案的管理要求。	/
监测仪器和防护用品	已配备 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》中辐射监测仪器配置要求。	3
	已配备 4 台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	对已制定的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急方案等辐射安全管理制度进行补充和完善。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用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。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。