

核技术利用建设项目

生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装
置项目环境影响报告表

苏州曼镭科光电科技有限公司（公章）

2026 年 5 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	6
表 3 非密封放射性物质	6
表 4 射线装置	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6 评价依据	9
表 7 保护目标与评价标准	12
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	30
表 11 环境影响分析	39
表 12 辐射安全管理	52
表 13 结论与建议	51
表 14 审批	60
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	61

附图：

- 1) 附图 1 苏州曼镭科光电科技有限公司本项目地理位置图
- 2) 附图 2 苏州曼镭科光电科技有限公司本项目周围环境示意图
- 3) 附图 3 苏州曼镭科光电科技有限公司厂房一层平面布置图
- 4) 附图 4 苏州曼镭科光电科技有限公司厂房二层平面布置图
- 5) 附图 5 本项目与江苏生态空间管控区域相对位置图
- 6) 附图 6 本项目辐射安全设施平面布置示意图
- 7) 附图 7 工程师现场踏勘照片

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 原有项目批复
- 4) 附件 4 辐射安全许可证
- 5) 附件 5 验收证明文件
- 6) 附件 6 厂房租赁协议
- 7) 附件 7 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质证书
- 8) 附件 8 营业执照
- 9) 附件 9 本项目 X 射线管参数说明
- 10) 附件 10 公司 2025 年度检测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目			
建设单位		苏州曼镭科光电科技有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		昆山市周市镇优比路 367-22 号 3 号房			
建设项目地点		苏州市昆山市周市镇优比路 367-22 号 3 号房			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		项目环保投资 (万元)		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)	15
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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

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

苏州曼镭科光电科技有限公司是一家专业从事产品X-RAY、实验室设备的开发研究，生产，销售，技术支持及维修服务的综合性美资控股企业。立足于长三角，珠三角，辐射全国市场；凭着良好的信誉，优质的产品和完善的售后服务，赢得了制造业和各界同仁的赞誉与肯定，在业界享有较高的知名度。公司营业执照见附件8。

1.1 原有核技术利用项目许可情况

苏州曼镭科光电科技有限公司现有《关于对苏州曼镭科光电科技有限公司生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目环境影响报告表的批复》（苏环核评（2019）E022 号），公司已于 2019 年 6 月 5 日取得了苏州市生态环境局的批复。审批内容为：公司生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目建设地点位于昆山市周市镇康庄路 99 号 3 号厂房内。每年生产、销售、使用 25 台工业用 X 射线探伤装置（型号：MLK X2000 型，最大管电压 100kV、输出电流 0.18mA（20 台/年）；MLK X8000 型，最大管电压 160kV、输出电流 3mA（5 台/年）），环评批复见附件 3。

苏州曼镭科光电科技有限公司现已取得辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[E1656]”，种类和范围为“生产、销售、使用Ⅱ类射线装置”，有效期至：2031 年 4 月 7 日，辐射安全许可证见附件 4。苏州曼镭科光电科技有限公司已于 2021 年 9 月履行了验收手续，验收文件见附件 5。

公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规，成立了辐射安全与环境保护管理小组，并制定相关辐射安全管理制度。辐射安全与环境保护管理小组负责辐射防护与安全工作的领导工作，包括制定了相关辐射防护与安全制度、辐射安全与防护措施的定期检查、设备仪器自检、组织辐射工作人员定期参加辐射防护与安全知识考核及自主考核、定期职业健康体检、个人剂量计送检并管理好辐射工作人员个人剂量及职业健康档案、委托有资质单位对建设单位辐射工作场所进行年度检测。

公司现有 2 名辐射工作人员已获得考核证书，已委托苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司对其开展个人剂量检测，2024 年 11 月至 2025 年 11 月个人剂量最大值为 0.315mSv，均满足职业人员剂量限值要求；已委托相关有资质单位定期对已有人员进行职业健康体检，均为可继续从事辐射工作。

公司已依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条，每年对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 日前向发证机关提交了上一年度的评估报告。

1.2 本项目核技术利用项目情况

苏州曼镭科光电科技有限公司现因土地租赁协议到期及生产场地需求，公司计划将现有的核技术项目从苏州市昆山市周市镇康庄路 99 号的 3 号厂房，搬迁至苏州市昆

山市周市镇优比路 367 号 22 栋厂房。公司计划在厂房一层西北角建设一座调试间，用于开展对 MLK X2000 型、MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置的调试工作。

本项目厂区一层由前台大厅、组装区、调试间组成，用于对工业用 X 射线探伤装置的部件进行组装及调试工作；二层为办公区和展示区用于开展公司对外的销售工作。公司搬迁后预计年产 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置 20 台，MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置 5 台，与原有环评许可规模一致，MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置最大管电压 100kV 更改为 90kV，最大管电流 0.18mA 更改为 0.2mA，MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置最大管电压为 160kV 不变，最大管电流将 0.3mA 改为 3mA。公司为客户提供产品无损检测所需的工业用 X 射线探伤装置。公司在调试间内每次仅对 1 台工业用 X 射线探伤装置进行调试。公司预计本项目运行后，每台装置在本公司调试期间曝光时间不超过 3h，已知公司每年最多生产销售 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置 20 台、MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置 5 台，在本公司调试期间周曝光时间不超过 1.5h，年曝光时间不超过 75h。装置送达客户厂区后，在各个客户厂区进行调试或进行售后服务，调试期间及维修（或售后）周曝光时间不超过 0.5h，年曝光时间不超过 25h。

建设单位沿用原有 2 名辐射工作人员。苏州曼镭科光电科技有限公司核技术利用项目情况详见下表：

表 1-1 苏州曼镭科光电科技有限公司核技术利用项目情况一览表

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	验收情况	备注
1	MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置	20	100	0.18	II	昆山市周市镇康庄路 99 号 3 号厂房内	生产、销售、使用	已环评	已许可	已验收	本次环评完成后取消
2	MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置	5	160	0.3	II						
3	MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置	20 台/年	90	0.2	II	昆山市周市镇优比路 367 号 22 栋厂房	生产、销售、使用	本次环评	/	/	本次搬迁
4	MLK X8000 型工业用 X 射	5 台/年	160	3	II						

线探伤装置										
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目，本项目生产的工业用 X 射线探伤装置根据《射线装置分类》中按备注说明第 5 条和第 6 条，本项目装置按 II 类射线装置管理，属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用 II 类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受苏州曼镭科光电科技有限公司委托，江苏睿源环境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、评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目位于江苏省苏州市昆山市周市镇优比路 367 号园区 22 栋苏州曼镭科光电科技有限公司厂房内，公司厂房为二层结构。公司北侧为园区道路；东侧隔园区道路为园区 19# 厂房，南侧昆山阿凡达模具有限公司，隔该公司为园区道路；西侧为江苏协鸿电路有限公司，隔该公司为五丰广场的建筑工地；西南侧昆山飞母托米仪器有限公司。

本项目调试间拟建设于公司厂房一层的西北角，拟建址东侧、南侧均为设备组装车间，西侧为江苏协鸿电路有限公司，北侧为园区道路，楼上为本公司仓库及办公区，下方为土层。工业用 X 射线探伤装置在公司厂房中一层组装车间进行部件的组装，在一层调试间内进行装置调试作业。在二层的办公区和展示区开展装置对外的销售工作。

本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意图见附图 2，公司厂房一层平面布置图见附图 3，公司厂房二层平面布置图见附图 4。

对照《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），以及经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域，本项目的建设符合江苏省及苏州市生态环境分区管控要求。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。本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见

附图5。

本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事工业用X射线探伤装置操作的辐射工作人员及装置周围公众。

3. 实践正当性

苏州曼镭科光电科技有限公司生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置，对意向购买工业用 X 射线探伤装置的客户提供服务。本项目的建设能更好地服务于客户，满足客户提高产品质量的需求，创造更好的经济效益，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，工业用 X 射线探伤装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4.与产业政策的相符性

本项目生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四机械 1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，本项目属于鼓励类。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)	年最大操作量 (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	工业用 X 射线探 伤装置	II	20 台/年	MLK X2000 型	90	0.2	生产、销售、使 用	昆山市周市镇 优比路 367 号 22 栋厂房	/
2		II	5 台/年	MLK X8000 型	160	3			
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μ A)	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	直接排入大气，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。
生活垃圾	固态	/	/	30kg	360kg	/	不暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	2.4m ³	28.8m ³	/	不暂存	进入公司污水管道，最终进入污水处理站处理。

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.含有放射性的废弃物要注明，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	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国主席令第九号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第二十四号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第六号，自2003年10月1日起施行； 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第六八二号，自2017年10月1日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第十八号公布，自2011年5月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第七〇九号，自2019年3月2日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第二十号修正，自2021年1月4日起施行； 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第十六号，自2021年1月1日起施行； 9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告2017年第六十六号，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辐射事故分级处理和报告制度的通知》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行； 11) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第三十九号，自2019年11月1日起施行； 12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第九号，自2019年11月1日起施行；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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第三十八号，自2019年11月1日起施行； 13) 《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》，中华人
------	--

	<p>民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>15) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</p> <p>16) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；</p> <p>17) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅，苏政办规〔2026〕1号，自2026年3月1日起施行；</p> <p>18) 《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，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发；</p> <p>19) 《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），自2024年2月1日起施行。</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》（HJ2.1-2016）</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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其修改单</p>

<p>其他</p>	<p>附图：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 附图 1 苏州曼镭科光电科技有限公司本项目地理位置图2) 附图 2 苏州曼镭科光电科技有限公司本项目周围环境示意图3) 附图 3 苏州曼镭科光电科技有限公司厂房一层平面布置图4) 附图 4 苏州曼镭科光电科技有限公司厂房二层平面布置图5) 附图 5 本项目与江苏生态空间管控区域相对位置图6) 附图 6 本项目辐射安全设施平面布置示意图7) 附图 7 工程师现场踏勘照片 <p>附件：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 附件 1 委托书2) 附件 2 射线装置承诺书3) 附件 3 原有项目批复4) 附件 4 辐射安全许可证5) 附件 5 验收证明文件6) 附件 6 厂房租赁协议7) 附件 7 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质证书8) 附件 8 公司营业执照9) 附件 9 本项目 X 射线管参数说明10) 附件 10 公司 2025 年度检测报告
-----------	--

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>本项目生产、销售、使用工业用X射线探伤装置，本项目工业用X射线探伤装置属于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）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体边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目工业用X射线探伤装置所在调试间外50m区域。</p>					
保护目标					
<p>本项目建设地点位于苏州市昆山市周市镇优比路367号22栋厂房，本项目50m评价范围内包括苏州曼镭科光电科技有限公司厂房、江苏协鸿电路有限公司、昆山飞母托米仪器有限公司、昆山阿凡达模具有限公司、园区道路、园区内25#厂房、23#厂房、19#厂房及五丰广场的建筑工地。</p> <p>对照《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），以及经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域，本项目的建设符合江苏省及苏州市生态环境分区管控要求。</p> <p>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；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。</p> <p>根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、参与调试的辐射工作人员； 2、调试间拟建址周围公众。 					
表7-1 本项目保护目标情况一览表					
本项目保护目标		方位	最近距离	人员数量	剂量约束值
辐射工作人员		调试间	约0.3m	2人	5mSv/年
拟建址50m范围内公众	苏州曼镭科光电科技有限公司	组装车间	调试间南侧、东侧	相邻	0.1mSv/年
		前台大厅	调试间东侧	约19m	
		仓库及其余区域	调试间上方	约3.5m	
	江苏协鸿电路有限公司	调试间西侧	相邻	约30人	

昆山飞母托米仪器有限公司	调试间西南侧	约9m	约20人
昆山阿凡达模具有限公司	调试间南侧	约9m	约20人
23#厂房	调试间南侧	约35m	约20人
25#厂房	调试间北侧	约13m	约25人
19#厂房	调试间东侧	约41m	约10人
五丰广场的建筑工地	调试间西侧	约45m	流动人员
园区道路	调试间东侧、西侧、南侧、北侧	相邻	流动人员

评价标准

1) 《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和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	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。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束。

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

（参考）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。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（见 4.3.4）。

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100 cm处的漏射线所致周

围剂量当量率应符合表1的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T 26837的要求。

表7-3 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 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。

2) 《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。探伤室人员门宜采用迷路形式。

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

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。

参考资料

1) 《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 7-4 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	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

*现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价

2) 《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）。

3) 《辐射防护导论》（方杰主编）。

项目管理目标

(1) 本项目装置外围剂量当量率参考控制水平：

本项目工业用 X 射线探伤装置表面外（含顶部）30cm 处辐射剂量率不超过 **2.5 μ Sv/h**。

(2) 本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目管理目标为：

职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 **100 μ Sv/周**，

公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 **5 μ Sv/周**；

(3) 本项目职业人员和公众的剂量约束值：

职业人员按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值 1/4 取值，公众按照其剂量限值的 1/10 取值，确认本项目管理目标为：

职业照射的剂量约束值不超过 **5mSv/a**；

公众照射的剂量约束值不超过 **0.1mSv/a**。

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	
<p>本项目位于江苏省苏州市昆山市周市镇优比路 367 号园区 22 栋苏州曼镭科光电科技有限公司厂房内，公司厂房为二层结构。公司北侧为园区道路；东侧隔园区道路为园区 19#厂房，南侧昆山阿凡达模具有限公司，隔该公司为园区道路；西侧为江苏协鸿电路有限公司，隔该公司为五丰广场的建筑工地；西南侧昆山飞母托米仪器有限公司。</p>	
<p>本项目调试间拟建设于公司厂房一层的西北角，拟建址东侧、南侧均为设备组装车间，西侧为江苏协鸿电路有限公司，北侧为园区道路，楼上为本公司仓库及办公区，下方为土层。工业用 X 射线探伤装置在公司厂房中一层组装车间进行部件的组装，在一层调试间内进行装置调试作业。在二层的办公区和展示区开展装置对外的销售工作。</p>	
<p>本项目调试间屏蔽体外 50m 范围内，无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事调试工作的辐射工作人员和装置周围公众。</p>	
<p>本项目调试间拟建址周围环境照片见8-1。</p>	
<hr/>	
拟建址东侧公司车间	拟建址南侧 23#厂房
<hr/>	

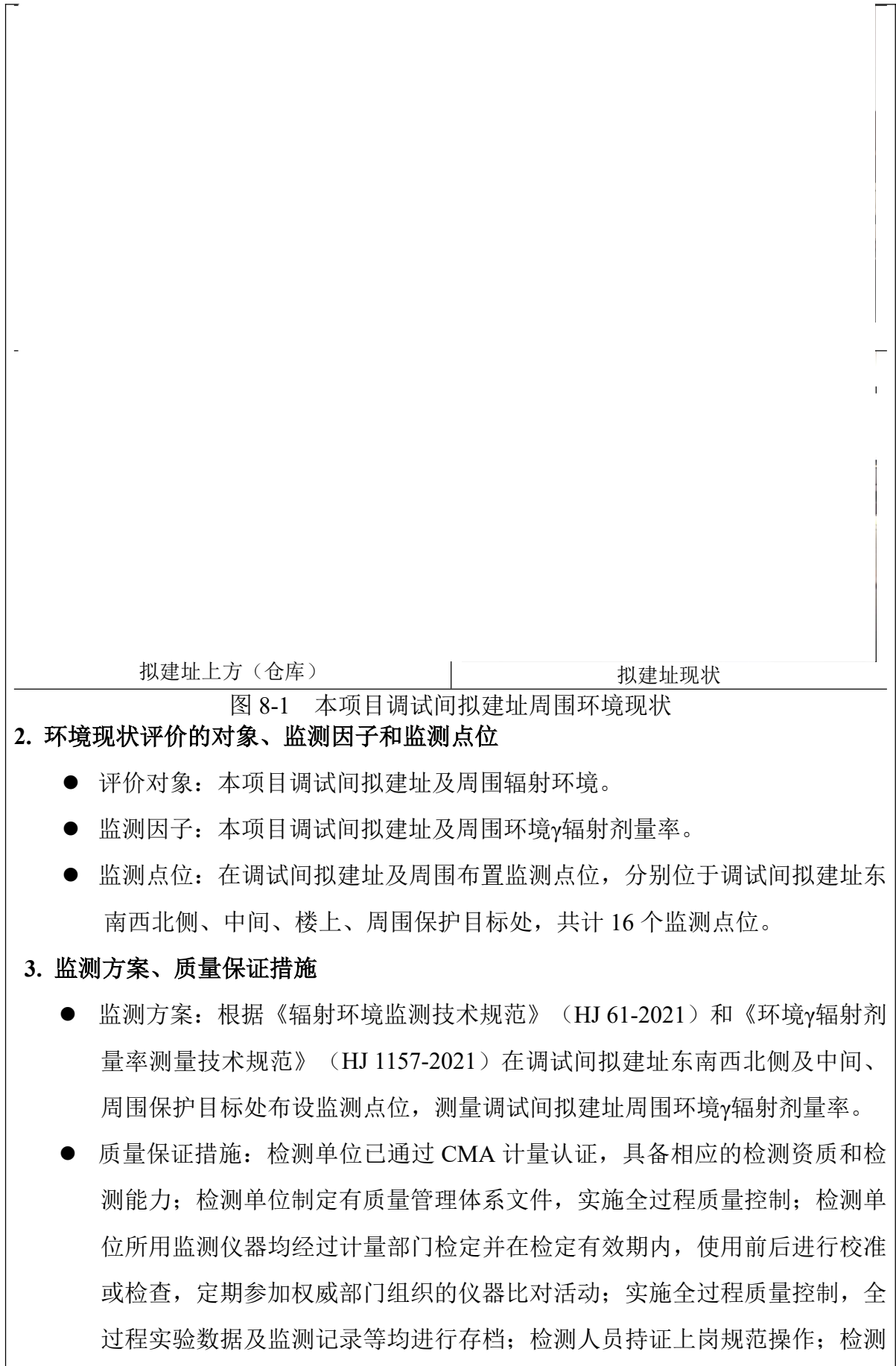


图 8-1 本项目调试间拟建址周围环境现状

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目调试间拟建址及周围辐射环境。
- 监测因子：本项目调试间拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在调试间拟建址及周围布置监测点位，分别位于调试间拟建址东南西北侧、中间、楼上、周围保护目标处，共计 16 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在调试间拟建址东南西北侧及中间、周围保护目标处布设监测点位，测量调试间拟建址周围环境 γ 辐射剂量率。
- 质量保证措施：检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全过程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测

报告实行三级审核。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

仪器设备：X-γ辐射监测仪

型号/规格：BG9512P

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2024.2.23-2025.2.22

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2024H21-20-5105948002

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：外置探头：25keV~3MeV

监测日期：2024.12.31

天气：晴；温度：10℃；相对湿度：52%

评价方法：参考表 7-4 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目调试间拟建址周围环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 7），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目调试间拟建址周围环境γ辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	备注	
1	调试间拟建址	中部	53	室内
2		东侧	57	室内
3		南侧	55	室内
4		西侧	56	室内
5		北侧	52	室内
6		楼上	54	室内
7	苏州曼镭科光电科技有限公司厂房中部	54	室内	
8	江苏协鸿电路有限公司厂房中部	57	室内	
9	昆山飞母托米仪器有限公司中部	57	室内	
10	昆山阿凡达模具有限公司中部	54	室内	
11	22#厂房北侧	63	道路	
12	建筑工地东侧	66	道路	
13	22#厂房南侧	62	道路	
14	19#厂房西侧	62	道路	
15	25#厂房北侧	65	道路	

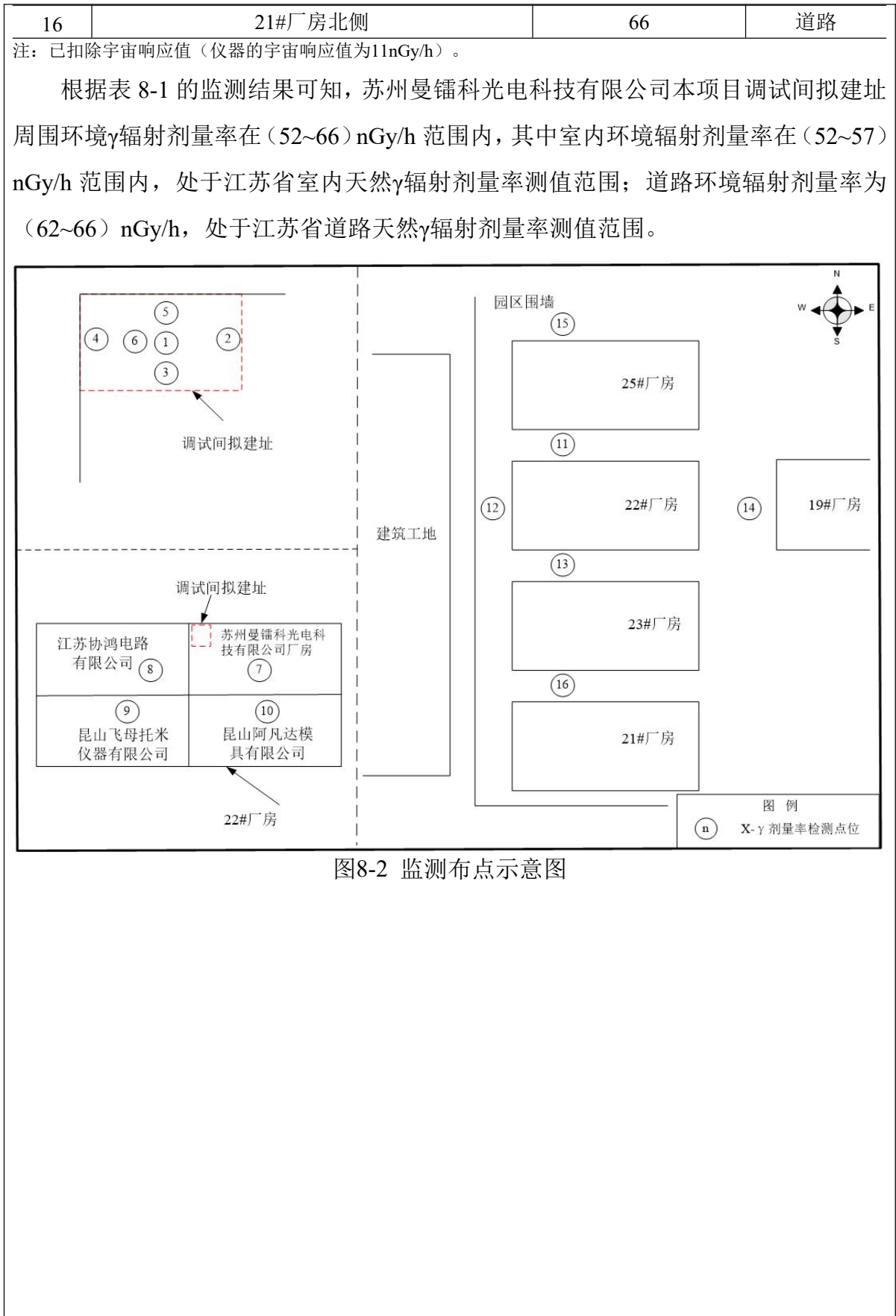


表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.本项目工业用 X 射线探伤装置生产、销售、使用

本项目工业用 X 射线探伤装置生产、销售、使用流程如下：

生产、使用（调试）过程：

销售过程：

- (3) 客户与公司签订合同；
- (4) 公司将设备整套设备运输到客户单位；
- (5) 销售完毕后，做好台账登记工作。

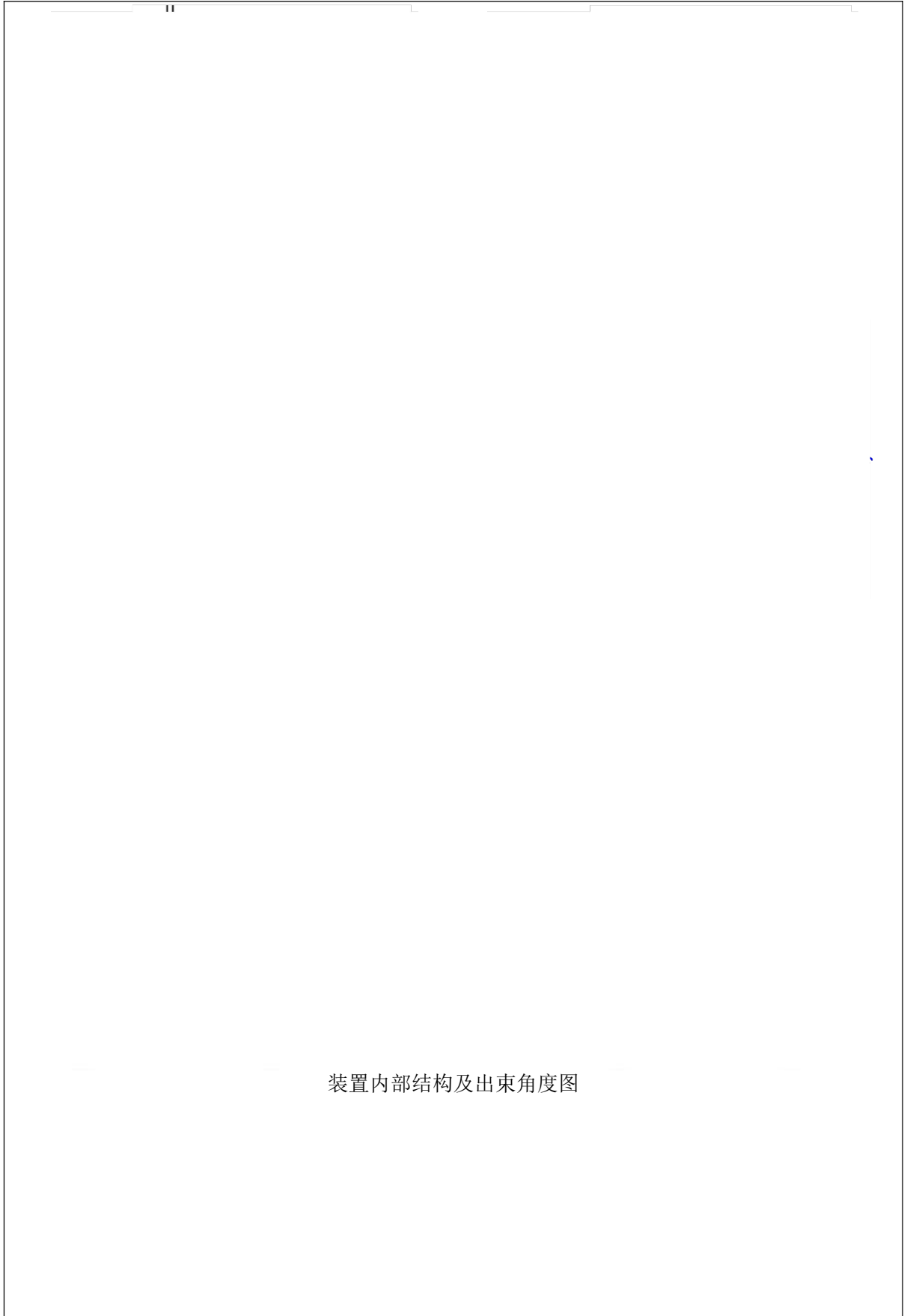
2.工程设备情况

本项目拟新建一座调试间，在调试间内调试 MLK X2000 型、MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置，调试间拟建设于公司一层西北角。工业用 X 射线探伤装置在不破坏样品状态的情况下数字化直观描述金属样品的内部结构，如孔隙度分布、密度变化、夹杂分布及大小、裂缝、孔洞等，并能为所检测样品进行三维尺寸测量，为产品研发、制造提供可靠数据。具体装置信息如下：

①MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置

表 9-1 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置参数一览表

序号	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大功率 (W)	出束角度	滤过	装置尺寸	射线管数量	射线出束照射方向
1									



装置内部结构及出束角度图

外观图

图9-1 MLK X2000型工业用X射线探伤装置样式图

根据《射线装置分类》，本项目生产、销售、使用的 MLK X2000 型射线装置为“工业用 X 射线探伤装置^{5、6}”，根据文中“5.工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，后者包括固定式 X 射线探伤系统、便携式 X 射线探伤机、移动式 X 射线探伤装置和 X 射线照相机等利用 X 射线进行无损探伤检测的装置。6.对自屏蔽式 X 射线探伤装置的生产、销售活动按II类射线装置管理；使用活动按III类射线装置管理。”以及生态环境部对于自屏蔽式 X 射线探伤装置的回复“二、自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内。”本项目生产的该装置具有制式型号和尺寸；屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽，最近一次的检测报告见附件 10；任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内，因此本项目涉及生产、销售活动，按II类射线装置管理；客户购买使用活动按III类射线装置管理。

②MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置

表 9-2 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置参数一览表

序号	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大功率 (W)	出束角度	滤过	装置尺寸	射线管数量	射线出束照射方向
1									

侧视图

样式图

图9-2 MLK X8000型工业用X射线探伤装置样式图

本项目工业用 X 射线探伤装置由控制台、扫描室、数据处理计算机和电气控制系统组成。

控制台的主要功能为：1、控制装置内的 X 射线管的出束管电流及管电压，以及 X 射线管的出束与停止出束。2、可控制装置内的载物台，可以控制被测物体的方位与角度，使其在平板探测器上呈现出清晰的图像。3、可以控制工件门的开关及其他系统的运行。扫描室的功能是为装置的 X 射线管、高精度转台、平板探测器提供扫描空间，防止射线的泄漏。电气控制系统主要是为设备的各个系统提供电力供给，保证设备平稳运行。

数据处理计算机的主要功能是将平板探测器上形成的图像以数字化的形式传送至数据处理计算机，可在数据处理计算机的显示器上呈现出被测物体的清晰结构图像，工作人员可清晰地看到工件的缺陷。

本项目工业用 X 射线探伤装置的优势在于可以在不破坏样品状态的情况下三维数字化直观描述金属样品的内部结构，如孔隙度分布、密度变化、夹杂分布及大小、裂缝、孔洞等，并能为所检测样品进行三维尺寸测量，为产品研发、制造提供可靠数

据。

3. 工业用 X 射线探伤装置工作原理

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，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，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 0.001~10nm。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。

典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

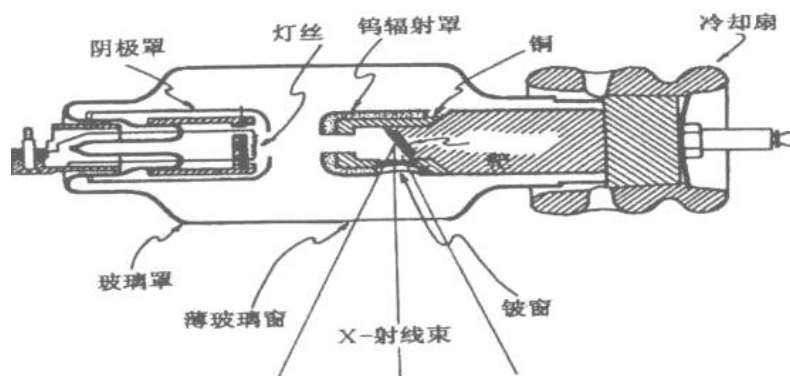


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

工作人员需将被检测工件放入工业用 X 射线探伤装置中，通过 X 射线机曝光，射线穿过被检测工件经图像探测系统接收后，传送至图像处理计算机，计算机软件经过计算机操作系统、图像采集及处理软件、图像辅助评定软件后对动态图像进行积分降噪、对比度增强等处理，以得到最佳的静态图像。工作人员可通过图像处理计算机

对图像进行存储，便于后期图像的管理及调取。

该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，多年来该系统已成功应用于航空航天、军工兵器、石油化工、高压容器、汽车造船、锅炉焊管、耐火材料、文物、各种铸件、陶瓷行业等诸多行业的无损检测中。工业用X射线探伤装置系统工作原理示意图见图9-4。

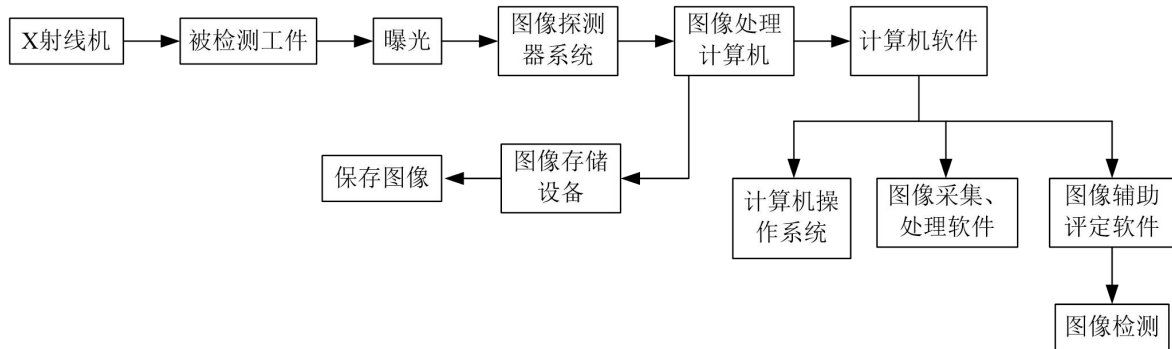


图9-4 工业用X射线探伤装置工作原理示意图

4.本项目工艺流程及产污环节分析

4.1 公司厂区内生产、调试流程

本项目工业用X射线探伤装置开展调试工作时，辐射工作人员将组装完成的工业用X射线探伤装置送入调试间内，每次只调试一台工业用X射线探伤装置，辐射工作人员在装置前侧操作台处进行操作，将标准工件放置于装置内载物台上，对工件进行无损检测，检查工业用X射线探伤装置各个系统是否能正常运转，其工作流程如下：

- 1) 设备组装人员将工业用X射线探伤装置组装完成后送至调试间门前；
- 2) 辐射工作人员将装置送入调试间内，关闭调试间房门；
- 3) 辐射工作人员打开设备工件门，将标准工件送入工业用X射线探伤装置内载物台上；
- 4) 在确认周围环境安全后，辐射工作人员关闭装置工件门；
- 5) 辐射工作人员开启工业用X射线探伤装置，将工件调整至合适的位置进行无损检测，开机会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 6) 在装置出束期间，计算机对图像进行处理并形成图像，期间对高精度转台、平板探测器、电气控制系统、成像系统以及配套软件进行检查调试；
- 7) 曝光结束后，工作人员打开工件门，取出被检工件后关闭工件门；辐射工作

人员对图像进行分析，对工业用X射线探伤装置各个功能进行评判；

- 8) 辐射工作人员将合格的设备送入成品区，等待销售；将不合格的设备返回组装区域进行维修。

本项目工作流程如下图所示：

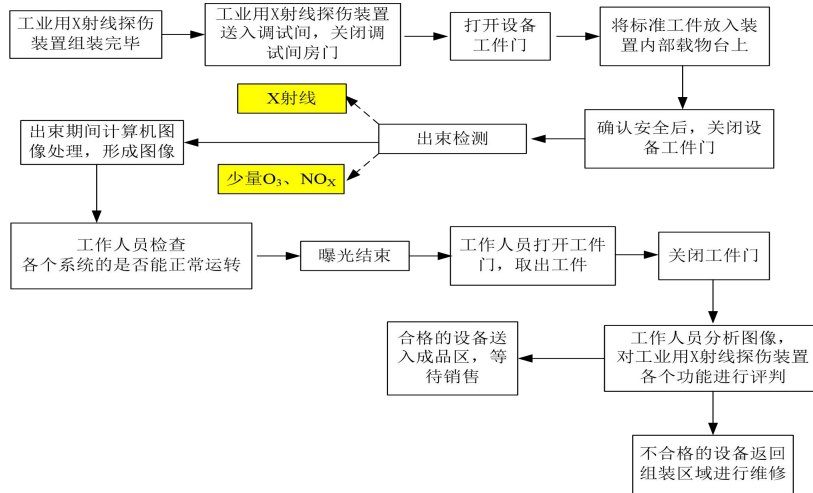


图 9-5 本项目工业用 X 射线探伤装置工作流程及产污环节

4.1 公司销售及客户厂区调试、售后流程

1) 销售流程：与客户进行业务洽谈，确认客户是否具有使用拟购买射线装置的环保手续，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售、安装；

2) 合同签订流程：与客户签订订购合同。

3) 将射线装置进行装箱发往客户，由公司辐射工作人员在客户场地进行射线装置安装调试，调试过程中X射线机会短时间工作，产生X射线、臭氧和氮氧化物。

4) 需进行售后服务的客户，由公司维修调试辐射工作人员到客户现场进行维修，维修过程中X射线机可能会工作，产生X射线、臭氧和氮氧化物。

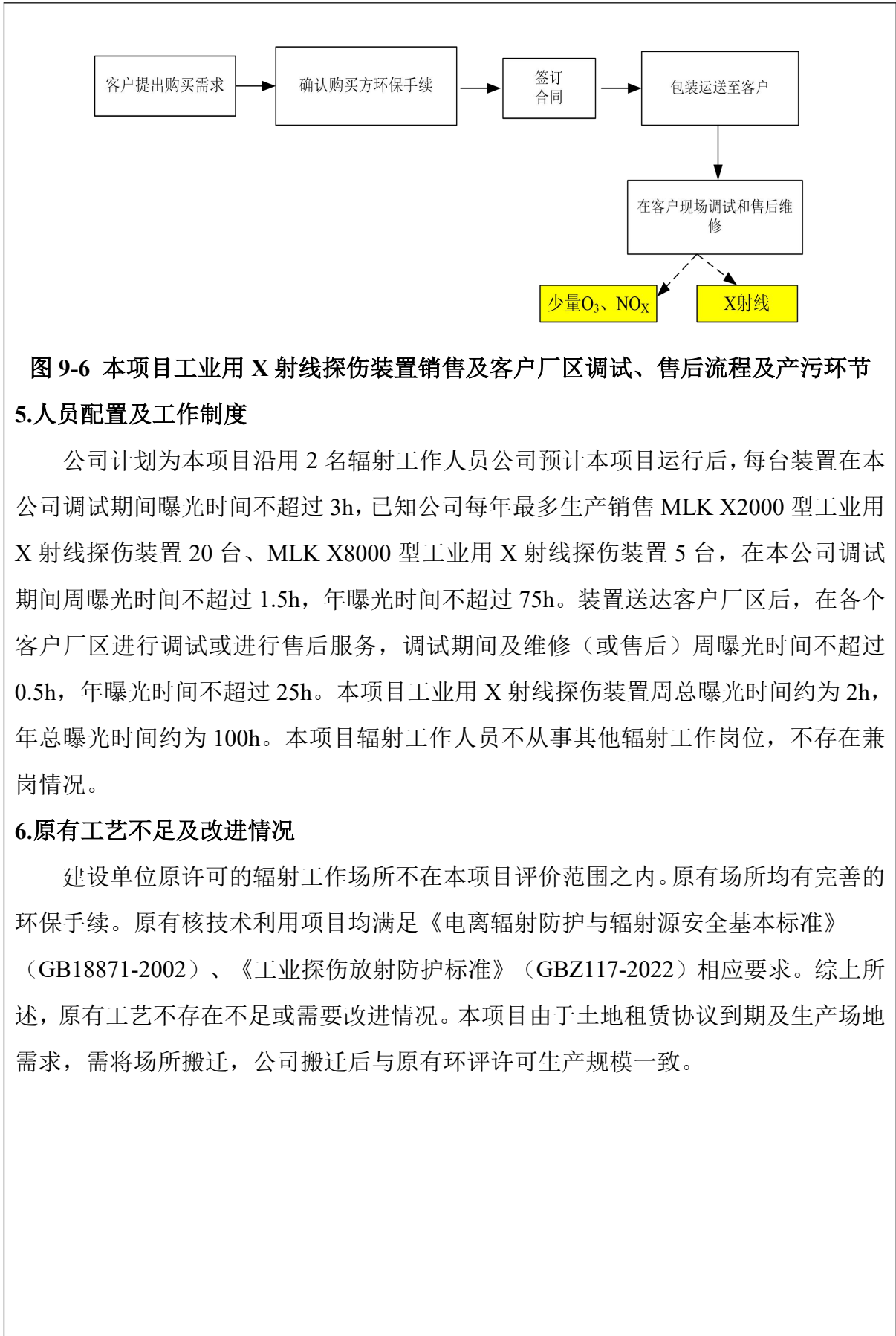


图 9-6 本项目工业用 X 射线探伤装置销售及客户厂区调试、售后流程及产污环节

5.人员配置及工作制度

公司计划为本项目沿用 2 名辐射工作人员公司预计本项目运行后，每台装置在本公司调试期间曝光时间不超过 3h，已知公司每年最多生产销售 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置 20 台、MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置 5 台，在本公司调试期间周曝光时间不超过 1.5h，年曝光时间不超过 75h。装置送达客户厂区后，在各个客户厂区进行调试或进行售后服务，调试期间及维修（或售后）周曝光时间不超过 0.5h，年曝光时间不超过 25h。本项目工业用 X 射线探伤装置周总曝光时间约为 2h，年总曝光时间约为 100h。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

6.原有工艺不足及改进情况

建设单位原许可的辐射工作场所不在本项目评价范围之内。原有场所均有完善的环保手续。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》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相应要求。综上所述，原有工艺不存在不足或需要改进情况。本项目由于土地租赁协议到期及生产场地需求，需将场所搬迁，公司搬迁后与原有环评许可生产规模一致。

污染源项描述

1. 辐射污染源项分析

由工业用 X 射线探伤装置工作原理可知，工业用 X 射线探伤装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此工业用 X 射线探伤装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

本项目调试的 2 种工业用 X 射线探伤装置，MLK X2000 型（最大管电压 90kV、输出电流 0.2mA）；MLK X8000 型（最大管电压 160kV、输出电流 3mA），工业用 X 射线探伤装置辐射源强如下：

表 9-3 本项目射线装置源强一览表

序号	射线装置	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束辐射输出量 mGy·m ² /(mA·min)	有用线束辐射输出量 μSv·m ² /(mA·h)	泄漏辐射输出量 (μSv/h)	散射辐射能量 (kV)
1								
2								

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。正常运行时辐射工作人员和周围公众不需要到达工业用 X 射线探伤装置顶部，且本项目工业用 X 射线探伤装置产生的天空反散射影响较小。故本项目需预测评价因子为：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。

2. 非辐射污染源项分析

2.1 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。

2.2 废水

本项目运行后不会产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 2.4m³，年排放量为 28.8m³。

2.3 废气

工业用 X 射线探伤装置在出束调试过程中，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

公司计划在厂房一层西北角建设一座调试间，调试间尺寸为 5000mm（L）×3000mm（W）×5500mm（H），用于对 MLK X2000 型、MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置进行调试工作。本项目工业用 X 射线探伤装置设计有检测室及操作台。操作台位于检测室外，且与检测室相连。除了本项目辐射工作人员外，其他人员不得擅自靠近或接触本项目工业用 X 射线探伤装置也不得随意进入调试间内。本项目工业用 X 射线探伤装置工作场所布局设计基本合理。

本项目拟将调试间内工业用 X 射线探伤装置调试区域边界作为控制区边界；以调试间四周墙体边界作为监督区边界。在工业用 X 射线探伤装置上及调试间上拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在监督区墙壁张贴监督区的标牌。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。本项目监督区及控制区示意图见图 10-1，两区划分情况表见表 10-1。

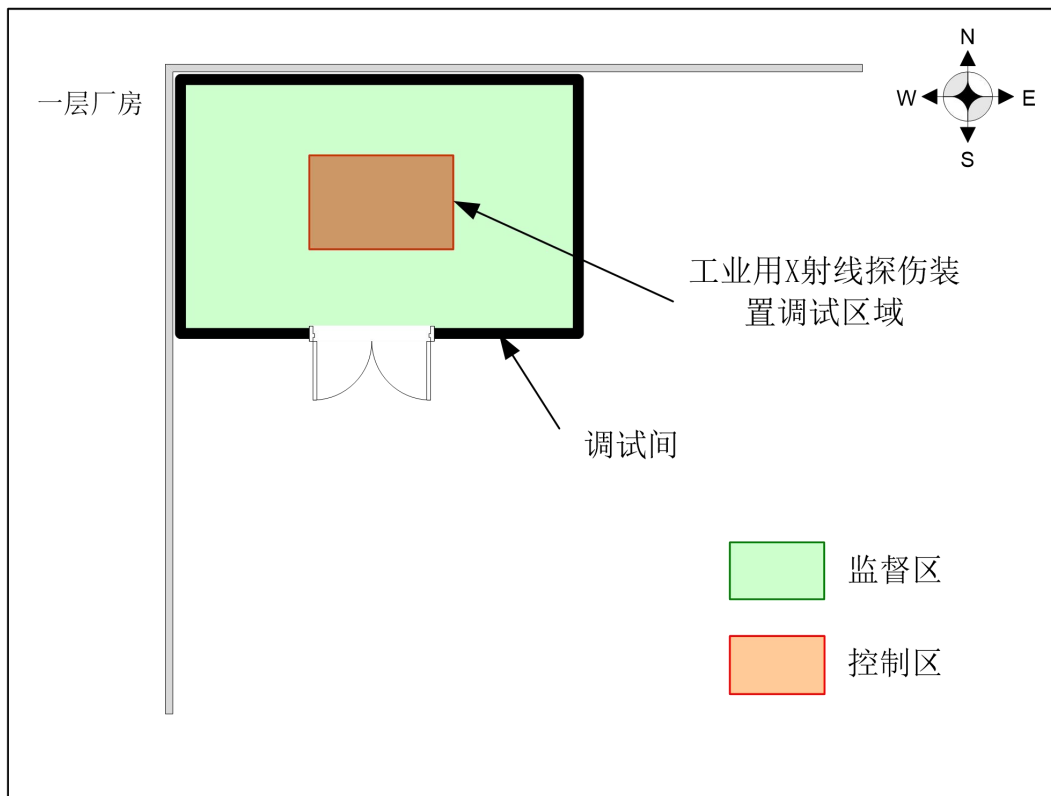


图 10-1 本项目监督区及控制区示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

两区	控制区	监督区
两区划分范围	工业用 X 射线探伤装置调试区域边界作为控制区边界	调试间边界作为监督区边界
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1 “注册者或者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”。 6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	装置表面外粘贴电离辐射警告标识及中文警示说明。	调试间入口门外粘贴监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计及射线装置主要参数

本项目工业用 X 射线探伤装置采用铅板和铅玻璃的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义工件门所在面为装置前侧。该装置屏蔽参数见表 10-2。

表 10-2 工业用 X 射线探伤装置屏蔽设计参数

装置名称	尺寸	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度	折合铅当量厚度
MLK X2000 型	1180mm (L) ×1260mm (W) ×1640mm (H)	前侧、工件门及观察窗	4mm 铅板+4mm 钢板 4mm 铅当量的铅玻璃	—
		左侧	3mm 铅板+4mm 钢板	—
		右侧	2.5mm 铅板+4mm 钢板	—
		顶部	4mm 铅板+4mm 钢板	—
		底部	1mm 铅板+20mm 钢板	—
		后侧及维修门	2.5mm 铅板+4mm 钢板	—
MLK X8000 型	2000mm (L) ×1500mm (W) ×2100mm (H)	右侧及右侧维修门	10mm 铅板+5mm 钢板	—
		前侧及工件门	10mm 铅板+5mm 钢板	—
		后侧	8mm 铅板+5mm 钢板	—
		底部	5mm 铅板+20mm 钢板	—
		左侧	10mm 铅板+5mm 钢板	—

		顶部	10mm 铅板+5mm 钢板	
--	--	----	----------------	--

表 10-3 调试间屏蔽设计参数

装置名称	尺寸	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度	折合铅当量
调试间	5000mm (L) ×3000mm (W) ×5500mm (H)	顶部	3mm 铅板	
		东墙	200mm 的实心砖+3mm 铅当量的硫酸钡涂层	
		西墙	200mm 的实心砖+3mm 铅当量的硫酸钡涂层	
		南墙	200mm 的实心砖+3mm 铅当量的硫酸钡涂层	
		北墙	200mm 的实心砖+3mm 铅当量的硫酸钡涂层	
		防护门	3mm 铅板 防护门尺寸 (2500mm*2300mm)	

3. 辐射安全与防护设施和措施

1) **屏蔽防护**：本项目工业用 X 射线探伤装置均通过自带铅板+钢板和铅玻璃及调试间对 X 射线进行防护；

2) **联锁装置**：本项目工业用 X 射线探伤装置工件门、维修门均设有门机联锁装置，只有在防护门完全关闭时工业用 X 射线探伤装置才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射；

3) **工作状态指示灯**：本项目工业用 X 射线探伤装置检测室上均设有工作状态指示灯（绿灯亮表示预备，红灯亮表示曝光检测）；

4) **电离辐射警告标志及中文警示说明**：本项目工业用 X 射线探伤装置外及调试间外均设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明；

5) **工业用 X 射线探伤装置控制台**：本项目装置控制台均位于检测室外，与检测室相连，控制台均设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。控制台上均设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后工业用 X 射线探伤装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；本项目控制台均设置高压接通或断开指示灯，当 X 射线管电压及高压接通后，指示灯亮，从而判断工业用 X 射线探伤装置是

否正常通电；设置显示器，通过显示器能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值。设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识，提醒辐射工作人员预防危险及非辐射工作人员禁止操作，从而避免事故发生；

6) 急停按钮：本项目 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置内部设置急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

7) 两区划分：本项目拟将调试间内工业用 X 射线探伤装置调试区域边界作为控制区边界；以调试间四周墙体边界作为监督区边界；在工业用 X 射线探伤装置外及调试间外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在监督区墙壁张贴监督区的标牌；

8) 门缝搭接：2 种型号工业用 X 射线探伤装置，MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置防护门与装置外壳搭接处重叠宽度为 20mm，防护门与装置外壳之间的缝隙宽度不超过 1.5mm。MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置防护门与装置外壳搭接处重叠宽度为 30mm，防护门与装置外壳之间的缝隙宽度不超过 1.5mm，防护门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍；

9) 线缆口设计：本项目工业用 X 射线探伤装置电缆管道均位于装置后下方，不在主射线出束方向，避免 X 射线直接照射线缆管道口，其防护补偿结构为在开孔位置两侧各覆盖一“几”字形防护铅板结构，从而防止射线泄漏；

10) 辐射防护管理机构：公司已成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，在检测过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故；

11) 辐射防护仪器设备：公司已配备 1 台 X- γ 辐射剂量巡测仪及 2 台 X- γ 个人剂量报警仪，用于对工业用 X 射线探伤装置外及调试间周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

12) 调试间的安全设施：调试间内设置视频监控并安装固定式剂量率仪并与工业用 X 射线探伤装置电源设置联锁，调试间门外设置门禁仅辐射工作人员能够进入。

13) 销售管理措施：销售部门对拟购置工业用 X 射线探伤装置的用户资格进行审查，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售，并为购买设备的用户提供辐射防护指导建议，如办理环境影响评价手续等指引。

14) 客户厂区调试管理要求: ①公司辐射工作人员到客户现场调试维修时应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。②辐射工作人员在装置出射线调试时,除佩戴常规个人剂量计外,还携带个人剂量报警仪。③每次出射线调试前,辐射工作人员应确认装置屏蔽体检测室内没有人员驻留和各门体关闭。只有在各门体关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始出射线调试工作。

因此本项目拟配备的辐射安全与防护设施和措施能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中相关要求。

本项目辐射安全设施平面布置示意图见附图 6。

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。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾,预计月排放量为 30kg,年排放量为 360kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后,交给环卫部门清运。

2. 废水

本项目运行后不会产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水,预计月排放量为 2.4m³,年排放量为 28.8m³;本项目产生的生活污水进入公司污水管道,最终进入污水处理站处理。

3. 废气

本项目工业用 X 射线探伤装置在出束状态时,会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物,人员不进入装置内,在装置调试结束后通过开关工件门进行换气,调试间设置有排风系统,排风系统风量为 500m³/h,能够满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次,将产生的少量臭氧和氮氧化物排至厂房外,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,对环境影响较小。

4. 探伤设施的退役

当公司不再生产、调试时,本项目工业用 X 射线探伤装置、调试间应根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业用 X 射线探伤装置在设备安装组装过程及调试间的建造过程中会产生少量的噪声、固体废物、废水。

1. 噪声

本项目工业用 X 射线探伤装置在安装组装过程中及调试间建造过程中会产生少量的噪声，由于本项目仅位于公司厂区内部安装，时间较短，设备安装组装噪声远远小于厂区内部生产经营产生的生产噪声，因此施工噪声对周围环境影响较小。

2. 固体废物

本项目工业用 X 射线探伤装置在安装组装过程中及调试间建造过程中，会拆除一定的外包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

3. 废水

本项目工业用 X 射线探伤装置在安装组装过程中及调试间建造过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目工业用 X 射线探伤装置采用钢-铅-钢的防护设计，调试间顶部及防护门采用铅板防护，四周墙体采用 200mm 实心砖+3mm 铅当量的硫酸钡涂层对 X 射线进行防护，公司在调试间内每次仅对 1 台工业用 X 射线探伤装置进行调试，调试内容为：高精度转台、平板探测器、电气控制系统、成像系统以及配套软件。公司预计本项目运行后，每台装置在本公司调试期间曝光时间不超过 3h，已知公司每年最多生产销售 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置 20 台、MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置 5 台，在本公司调试期间周曝光时间不超过 1.5h，年曝光时间不超过 75h。装置送达客户厂区后，在各个客户厂区进行调试或进行售后服务，调试期间及维修（或售后）周曝光时间不超过 0.5h，年曝光时间不超过 25h。本项目工业用 X 射线探伤装置周总曝光时间约为 2h，年总曝光时间约为 100h。

MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置最大管电压 90kV、管电流 0.2mA，主射线方向固定向上照射；MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置最大管电压 160kV、管

电流 3mA，主射线方向固定向右照射。本报告以工业用 X 射线探伤装置满工况运行时对设备四周、顶部、底部和工件门辐射环境影响进行预测，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：

1. 有用线束屏蔽估算

装置主射线照射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）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

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；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值见表 9-3；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录表 B.2（

，再根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到不同厚度铅板对应透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，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

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

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

\dot{H}_L ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

B ：屏蔽透射因子 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ， X 为屏蔽体厚度，mm，TVL 取值参考《工

业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2
（

），再根据公式

$B=10^{-X/TVL}$ 计算得到不同厚度铅板对应透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值见表 9-3；

B ：屏蔽透射因子 $B=10^{-X/TVL}$ ， X 为屏蔽体厚度，mm，TVL 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2。先由表 2 得 160kV 散射辐射最高能量为 150kV、90kV 散射辐射保守取为 90kV；再查表 B.2 得 X 射线管电压 150kV 在铅中半值层厚

再根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到不同厚度铅板对应透射因子；

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。

3. 参考点的周/年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots\dots\dots (4)$$

式中： H_c ：参考点的周剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

参考点的年剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

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

t ：探伤装置周照射时间， $\text{h}/\text{周}$ ；

探伤装置年照射时间， $\text{h}/\text{年}$ ；

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。

4. 参考点处剂量率理论计算结果

MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置关注点位示意图见图 11-1。

图 11-1 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置关注点位示意图

表 11-1 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度 (mm)	折合铅当量 (mm)	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
顶部 ⑥							4.75E-06	2.5	满足

注：取装置表面外 30cm 为关注点；

表 11-2 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	关注点位					
	左侧①	右侧②	前侧、工件门、操作位③	后侧及维修门④	底部⑤	观察窗⑦
X 设计厚度 (mm)	3mm 铅 +4mm 钢	2.5mm 铅 +4mm 钢	4mm 铅 +4mm 钢	2.5mm 铅 +4mm 钢	1mm 铅 +20mm 钢	4mm 铅当量 铅玻璃
泄漏辐射	折合铅当量 (mm)					
	B_1					
	\dot{H}_L					
	R (m)					
散射辐射	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)					
	散射线能量 (kV)					
	B_2					
	I (mA)					
	H_0					
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$					
	R_s (m)					
\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)						
泄漏和散射的复合作用 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	5.89E-05	9.26E-04	3.37E-07	6.70E-04	5.52E-03	2.25E-07
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
结论	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：底部取装置表面外为关注点，其余各侧取装置表面外 30cm 为关注点；

泄漏辐射及散射辐射数值为四舍五入值，为减少误差，复合作用结果直接采用公式 2+公式 3 的合计值再行四舍五入。

MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置关注点示意图见图 11-2。

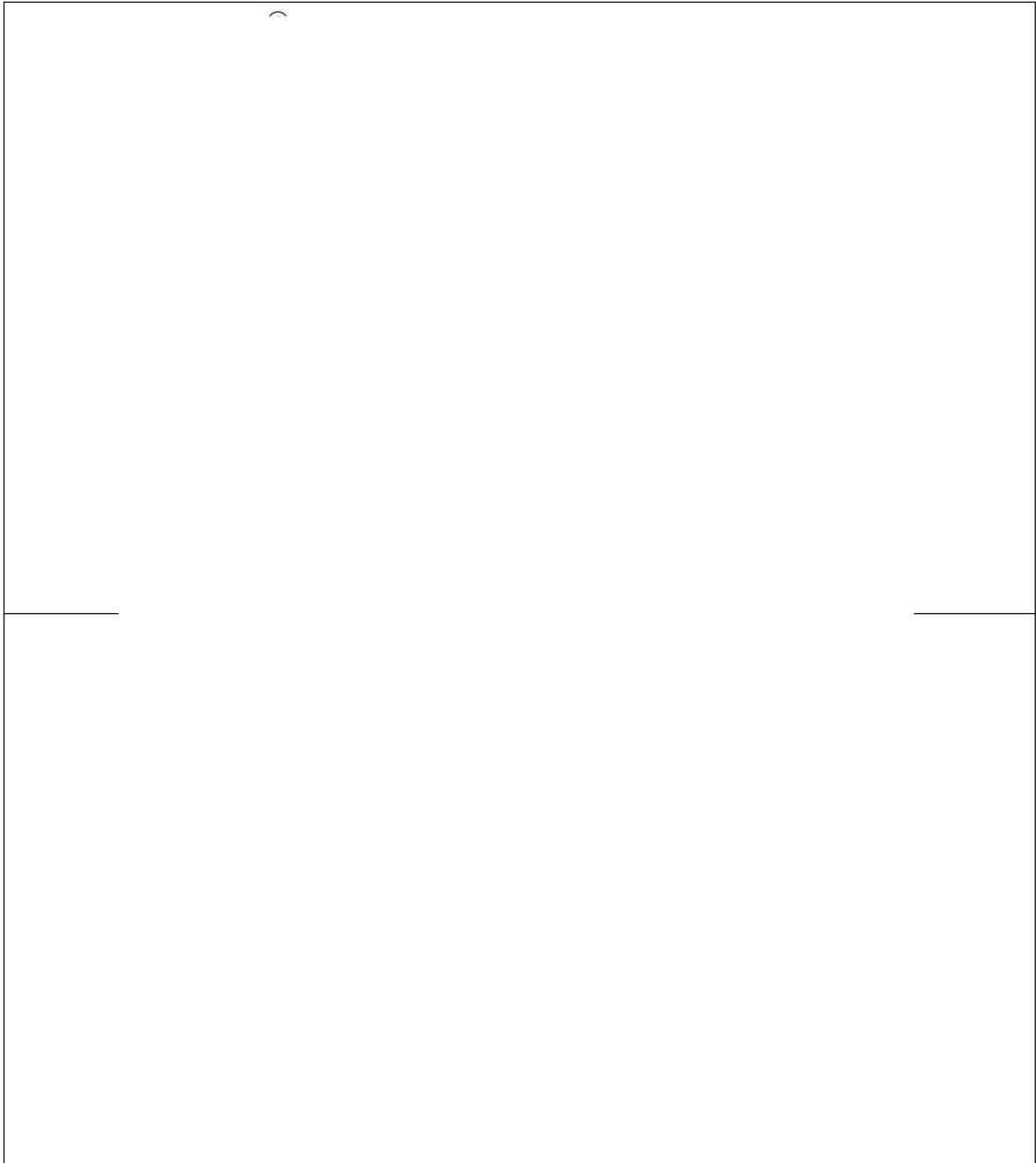


图 11-2 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置关注点示意图

表 11-3 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度 (mm)	折合铅 当量 (mm)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
右侧 及维 修门 ②							9.11E-05	2.5	满足

注：根据建设单位提供装置说明书，取装置表面外 30cm 为关注点。

表 11-4 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点位				
		左侧①	前侧、工件门、 操作位③	后侧④	顶部⑤	底部⑥
X 设计厚度 (mm)						
泄漏 辐射	折合铅当 量 (mm)					
	B_1					
	\dot{H}_L					
	R (m)					
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)					
散 射 辐 射	散射线能 量(kV)					
	B_2					
	I (mA)					
	H_0					
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$					
	R_s (m)					
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)					
泄漏和散射的 复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	4.40E-06	1.44E-06	1.02E-04	1.11E-06	6.21E-03	
剂量率参考控 制水平($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
结论	满足	满足	满足	满足	满足	

注：底部取装置表面外为关注点，其余各侧取装置表面外 30cm 为关注点；

泄漏辐射及散射辐射数值为四舍五入值，为减少误差，复合作用结果直接采用公式 2+公式 3 的合计值再行四舍五入。

根据表 11-1 至表 11-4 中预测结果，当本项目工业用 X 射线探伤装置最大工况运行时，装置表面外（含顶部）30cm 处及底部的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。同时根据公司委托苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司出具的 2025 年度检测报告（SDWH-202401185），本项目 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置表面 30cm 处周围剂量当量率为（0.08-0.11） $\mu\text{Sv/h}$ ，MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置表面 30cm

处周围剂量当量率为 (0.09-0.11) $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

5. 调试间外辐射影响分析

由于本项目 2 种型号工业用 X 射线探伤装置摆放在调试间内调试，每次调试时只对一台装置进行调试，故采用 MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置和 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置周围的辐射剂量率最大值进行计算监督区四周关注点位图见图 11-3。

表 11-5 本项目调试间四周辐射剂量率叠加结果估算

关注点	装置外最大辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	屏蔽材料	折合铅当量厚度	关注点辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
东墙				2.11E-07	2.5	满足
西墙				2.11E-07	2.5	满足
南墙				2.11E-07	2.5	满足
北墙				2.11E-07	2.5	满足
顶部				3.42E-08	2.5	满足
防护门				6.67E-06	2.5	满足

图 11-3 调试间四周关注点位示意图

6. 反散射辐射影响分析

①天空反散射

根据表 11-1~11-4，本项目工业用 X 射线探伤装置顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 $4.75E-06\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率较小可忽略不计，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）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

②底部反散射

由于本项目 2 种型号工业用 X 射线探伤装置主射线均不朝下照射，漏射线通过底部屏蔽体和主射线经工件散射后通过底部屏蔽体到达地面，再次经地面散射从装置底部与地面的缝隙到达装置四周关注点。根据表 11-2 和表 11-4 计算结果，本项目 2 种型号工业用 X 射线探伤装置到达底部剂量率最大为 $6.21E-03\mu\text{Sv/h}$ ，经底部地面散射后剂量率远小于 $6.21E-03\mu\text{Sv/h}$ ，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）中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

7. 电缆管道口、通风口和门缝辐射影响分析

本项目 2 种型号工业用 X 射线探伤装置检测室电缆管道位于装置后下方，其防护补偿结构为在开孔位置两侧各覆盖一“几”字形防护铅板结构，从而防止射线泄漏；本项目 2 种型号工业用 X 射线探伤装置设计避免 X 射线直接照射电缆管道口，利用散射降低电缆管道口的辐射水平，从而防止射线泄漏。同时本项目 X 射线进入电缆管道需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P189 “如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目电缆管道设计能够满足辐射防护要求。

本项目 2 种型号工业用 X 射线探伤装置未设置通风口，在装置工作时通过开关工件门进行换气。

2 种型号工业用 X 射线探伤装置，MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置防护门与装置外壳搭接处重叠宽度为 20mm，防护门与装置外壳之间的缝隙宽度不超过 1.5mm，和 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置防护门与装置外壳搭接处重叠宽度为 30mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度不超过 1.5mm，防护门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍，缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

图 11-4MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置电缆管道散射示意图

图 11-5MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置电缆管道散射示意图

8. 保护目标剂量评价

本项目辐射工作人员正常工作时主要位于调试间内，根据表 11-1 至表 11-4 取装置前侧最大剂量率叠加结果估算辐射工作人员年有效剂量。本项目辐射工作人员有效剂量估算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目辐射工作人员有效剂量估算结果

位置	使用因子 U	居留因子 T	最大剂量率值 $\mu\text{Sv/h}$	剂量率控制水平 $\mu\text{Sv/h}$	周剂量估算值 $\mu\text{Sv/周}$	目标管理值 $\mu\text{Sv/周}$	年剂量估算值 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
前侧					2.88E-06	100 工作人员	1.44E-07	5 工作人员	满足

注：①工业用 X 射线探伤装置操作位位于装置前侧，居留因子取 1；

②一年按照 50 周计算，工业用 X 射线探伤装置生产调试及客户现场调试合计周曝光时间约为 2h/周；年曝光时间约为 100h。

本项目周围保护目标的剂量率根据表 11-5 监督区四周辐射剂量率结果最大值，考虑距离衰减进行估算，再由此估算保护目标的周有效剂量和年有效剂量。本项目调试间周围 50m 范围内保护目标有效剂量估算结果见表 11-7，由于辐射剂量率随距离增大而衰减，更远处的关注点辐射剂量率随距离增加数值降低，相应有效剂量也越低。

表 11-7 本项目调试间周围 50m 范围内保护目标有效剂量估算结果

序号	保护目标名称	最近距离	使用因子	居留因子	关注点处辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	周剂量估算值 $\mu\text{Sv/周}$	目标管理值 $\mu\text{Sv/周}$	年剂量估算值 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
1	本公司 组装车间 前厅 大厅 仓库 及其 余区 域					3.17E-07	5公众	1.58E-08	0.1 公众	满足
2						6.26E-10	5公众	3.13E-11	0.1 公众	满足
3						5.13E-08	5公众	2.57E-09	0.1 公众	满足
4	江苏协鸿 电路有限 公司					3.17E-07	5公众	1.58E-08	0.1 公众	满足
5	昆山飞母 托米仪器 有限公司					2.61E-09	5公众	1.31E-10	0.1 公众	满足
6	昆山阿凡 达模具有 限公司					2.61E-09	5公众	1.31E-10	0.1 公众	满足
7	23#厂房					1.89E-10	5公众	9.45E-12	0.1 公众	满足
8	25#厂房					1.30E-09	5公众	6.51E-11	0.1 公众	满足
9	19#厂房					1.39E-10	5公众	6.94E-12	0.1 公众	满足
10	五丰广场 的建筑工 地					1.15E-10	5公众	5.77E-12	0.1 公众	满足
11	园区道路					3.17E-07	5公众	1.58E-08	0.1 公众	满足

12	其他客户 厂区		4.63E-04	5公众	2.32E-05	0.1 公众	满足
<p>注：①在本公司调试期间年曝光时间不超过 75h。装置送达客户厂区后，在各个客户厂区进行调试或进行售后服务，调试期间及维修（或售后）年曝光时间不超过 25h。</p> <p>从表 11-6 及表 11-7 中预测结果可以看出，本项目工业用 X 射线探伤装置以最大工况运行时，辐射工作人员所受周有效剂量最大为 2.88E-06μSv，年有效剂量最大为 1.44E-07mSv；周围保护目标所受周有效剂量最大为 4.63E-04μSv，年有效剂量最大为 2.32E-05mSv。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及本项目管理目标限值要求（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）。</p>							
<p>事故影响分析</p> <p>1) 主要事故风险</p> <p>①工业用 X 射线探伤装置门机连锁失效，设备工件门未关闭就对工件进行曝光，致使人员受到意外照射；</p> <p>②维修人员检修工业用 X 射线探伤装置时，设备进行曝光，人员受到意外照射。</p> <p>2) 事故处理方法及预防措施</p> <p>本项目针对上述可能出现的主要事故建议性地给出处理方法或者预防措施：</p> <p>①公司应加强管理，加强对辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；</p> <p>②定期检查门机连锁装置，确保无损检测工作正常进行；</p> <p>③发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；</p> <p>④对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；</p> <p>⑤协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察；</p> <p>⑥事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。</p> <p>公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对工业用 X 射线探伤装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，每次工作前检查工业用 X 射线探伤装置门机连锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测工业用 X 射线探伤装置及调试间的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；</p>							

同时针对可能发生的辐射安全事故,完善辐射事故应急预案,确保能够有序应对事故。此外,公司应完善应急计划演练,配备应急物品,通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度,提高制度的可操作性。

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》等法律法规要求，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；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

苏州曼镭科光电科技有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。辐射安全管理机构已设有辐射防护负责人，辐射防护负责人拟通过全国核技术利用辐射安全与防护考核，报考类别为“辐射安全管理”。本项目沿用原有 2 名辐射工作人员，已获得“X 射线探伤”考核证书，如有新增人员，应在项目运行前自主在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，应优先报名“X 射线探伤”类别，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。

辐射安全管理规章制度

本项目为搬迁项目，苏州曼镭科光电科技有限公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，并严格执行，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、事故应急制度等。公司目前辐射安全管理制度、环境监测及应急预案执行情况良好。公司应完善相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

- **岗位职责：**完善管理人员、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。
- **操作规程：**明确本项目工业用 X 射线探伤装置辐射工作人员的资质要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业用 X 射线探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。建设单位根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求进行完善。
- **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，重点是本项目工业用 X 射线探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

- **设备维修制度:**完善本项目工业用 X 射线探伤装置和辐射监测设备维修计划、维修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，确保工业用 X 射线探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。
- **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:**根据本次环评中对周围环境的保护目标情况完善本项目工业用 X 射线探伤装置监测方案，方案中应明确监测频次和监测点位，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。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。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，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。
- **事故应急预案:**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）的要求完善事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演练计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

表 12-1 辐射管理制度汇总对照表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	建设单位落实情况	是否落实
辐射安全与环境保护管理机构文件	关于成立辐射安全管理小组的决定	已落实
辐射防护和安全保卫制度	辐射防护和安全保卫制度	已落实
操作规程	X射线作业人员操作规程	已落实
岗位职责	辐射防护人员岗位职责	已落实
设备检修维护制度	射线设备检修与维护制度	已落实
使用登记制度	射线装置使用登记、台账管理制度	已落实
监测方案	辐射环境监测制度	已落实
人员培训计划	人员培训计划	已落实
辐射事故应急	辐射事故应急措施	已落实

苏州曼镭科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。

辐射监测

1. 监测方案

(1) 请有资质的单位定期对本项目调试间及工业用 X 射线探伤装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次；

(2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质单位进行监测，建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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；

(3) 工业用 X 射线探伤装置进行调试作业时公司辐射安全管理人员定期对工业用 X 射线探伤装置及调试间周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，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。

表 12-1 监测方案一览表

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位
工业用 X 射线探伤装置	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前 1 次	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②装置表面外 30cm 处，工件门、检修门四周门缝及表面外 30cm 处； ③人员经常活动的位置。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
辐射工作人员	个人剂量当量监测	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/

2. 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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测仪等仪器；公司已为本项目配置1台辐射剂量巡测仪及2台个人剂量报警仪（根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），辐射剂量巡测仪及2台个人剂量报警仪需定期校准，并取得相应证书），项目运行后公司应定期对工业用X射线探伤装置及调试间周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司已为本项目配备2名辐射工作人员，公司应在项目运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，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。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

辐射事故应急

苏州曼镭科光电科技有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况完善事故应急方案，应急方案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演习计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

公司需完善辐射事故应急方案内容包括预警、报警程序；应急指挥；人员疏散与救护；应急抢险程序等内容。公司拟制定辐射事故发生时的应急流程，需注明所有相关负责人姓名、职位及联系方式。公司将在每年年末安排一次应急演练并形成总结报告。

苏州曼镭科光电科技有限公司应依据《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）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，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。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，报告内容包括单位信息，许可证信息，事故发生时间、地点、类型，射线装置名称及型号，事故经过等信息。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。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测工业用X射线探伤装置及调试间周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

苏州曼镭科光电科技有限公司生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置对意向购买工业用 X 射线探伤装置的客户展示检测效果需要。本项目的建设将满足公司检测效果展示的需求，能更好地服务于客户，满足客户提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，工业用 X 射线探伤装置的出束调试过程可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

2. 辐射安全与防护分析结论

1) 选址、布局

本项目位于江苏省苏州市昆山市周市镇优比路 367 号园区 22 栋苏州曼镭科光电科技有限公司厂房内，公司厂房为二层结构。公司北侧为园区道路；东侧隔园区道路为园区 19#厂房，南侧昆山阿凡达模具有限公司，隔该公司为园区道路；西侧为江苏协鸿电路有限公司，隔该公司为五丰广场的建筑工地；西南侧昆山飞母托米仪器有限公司。

本项目调试间拟建设于公司厂房一层的西北角，拟建址东侧、南侧均为设备组装车间，西侧为江苏协鸿电路有限公司，北侧为园区道路，楼上为本公司仓库及办公区，下方为土层。工业用 X 射线探伤装置在公司厂房中一层组装车间进行部件的组装，在一层调试间内进行装置调试作业。在二层的办公区和展示区开展装置对外的销售工作。

对照《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），以及经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护

红线区域，本项目的建设符合江苏省及苏州市生态环境分区管控要求。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。

本项目调试间屏蔽体外 50m 范围内，无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事调试工作的辐射工作人员和装置周围公众。

本项目工业用 X 射线探伤装置设计有检测室及操作台。操作台位于检测室外，且与检测室相连，调试间设置有屏蔽墙体及防护门，本项目工作场所布局设计基本合理。

2) 辐射防护措施

本项目工业用 X 射线探伤装置检测室采用钢板+铅板和铅玻璃及调试间的防护设计对 X 射线进行屏蔽。

3) 辐射安全措施

本项目工业用 X 射线探伤装置工件门、维修门与装置均拟设置门-机安全联锁装置，装置拟设置工作状态指示灯，公司定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置外表面均拟设置“当心电离辐射”警告标志，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。装置操作台均设计安装有紧急停机按钮，其中 ML8000 型装置内部设置急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。本项目操作台上均拟设置钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后工业用 X 射线探伤装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；操作台均拟设置高压接通或断开指示灯，当 X 射线管电压及高压接通后，指示灯亮，从而判断工业用 X 射线探伤装置是否正常通电；操作台均拟设置显示器，通过显示器能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值。均拟设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。调试间内设置视频监控并安装固定式剂量率仪并与工业用 X 射线探伤装置设置联锁，调试间门外设置门禁仅辐射工作人员能够进入，调试间门口设置“当心电离辐射”警告标志。公司拟配备 1 台辐射剂量巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，用于对工业用 X 射线探伤装置及调试间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。

3. 辐射环境影响分析结论

本项目工业用 X 射线探伤装置通过自带铅板+钢板对 X 射线进行屏蔽。经理论预

测结果可知，本项目工业用 X 射线探伤装置以最大功率运行时装置表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的辐射剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，辐射工作人员及周围保护目标所受周有效剂量和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》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及本项目管理目标限值要求（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）。

4. 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) 公司已配置 1 台辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，用于工业用 X 射线探伤装置工作时对周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警；
- 3) 在项目运行前，公司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，所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，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；
- 5) 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。应在项目运行前制定辐射安全管理制度；公司应在项目运行前组织辐射工作人员及负责人集中学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件，及时报名机考并获得合格证书，必须通过考核后方能正式进行作业。

综上所述，苏州曼镭科光电科技有限公司生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置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》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目管理目标（年剂量约束值）以及周剂量限值要求。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。

建议和承诺

- 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) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外, 其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月; 需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的, 验收期限可以适当延期, 但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后及时进行竣工环保验收。
- 5) 建设单位在获得本项目环评批复后且建成后根据《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。

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

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	预期投资 (万元)
辐射安全管理	公司已成立辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员职责。	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》成立安全管理机构。	/
	管理制度:完善操作规程、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、事故应急制度等。		/
	本项目配备的辐射工作人员已通过辐射安全与防护知识考核。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《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 2019 年 12 月 23 日),辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证	定期投入 (每 5 年)
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计,开展个人剂量监测(常规监测周期一般为 1 个月,最长不应超过 3 个月。个人剂量档案终生保存)。	根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)辐射工作人员正常开展个人剂量检测,根据《放射工作人员职业健康管理辦法》,个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检:定期组织职业健康体检,并按相关要求建立职业健康监护档案。(两次检查的时间间隔不应超过 2 年,必要时可增加临时性检查。)	根据《放射工作人员职业健康管理辦法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入
辐射防护措施	MLK X2000 型工业用 X 射线探伤装置前侧、工件门采用 4mm 铅板+4mm 钢板,观察窗采用 4mm 铅当量的铅玻璃,左侧采用 3mm 铅板+4mm 钢板,右侧采用 2.5mm 铅板+4mm 钢板,顶部采用 4mm 铅板+4mm 钢板,底部采用 1mm 铅板+20mm 钢板,后侧及维修门采用 2.5mm 铅板+4mm 钢板。 MLK X8000 型工业用 X 射线探伤装置右侧铅板厚度为 10mm+5mm 钢板;前侧、左侧和顶部铅板厚度均为 10mm+5mm 钢板;后侧铅板厚度为 8mm+5mm 钢板;底部为 20mm 钢板+5mm 铅板;工件门铅板厚度为 10mm+5mm 钢板;维修门铅板厚度为 10mm+5mm 钢板。 调试间东、南、西、北墙均采用 200mm 的实心砖+3mm 铅当量的硫酸钡涂层,顶部及防护门采用 3mm 铅板。	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)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)剂量率限值要求。 辐射工作人员及公众周有效剂量和年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于“剂量限值”的要求,也符合本项目目标管理值的要求。(辐射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)。	
辐射安全措施	本项目工业用 X 射线探伤装置工件门、维修门与装置均拟设置门-机安全联锁装置,装置拟设置工作状态指示灯,公司定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯,确保有效;装置外表面均拟设置“当心电离辐射”警告标志,提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。装置操作台均设计安装有紧急停机按钮,其中 ML8000 型装置内部设置急停按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。	能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的管理要求。	

	<p>本项目操作台上均拟设置钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后工业用 X 射线探伤装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；操作台均拟设置高压接通或断开指示灯，当 X 射线管电压及高压接通后，指示灯亮，从而判断工业用 X 射线探伤装置是否正常通电；操作台均拟设置显示器，通过显示器能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值。均拟设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。调试间内设置视频监控并安装固定式剂量率仪并与工业用 X 射线探伤装置设置联锁，调试间门外设置门禁仅辐射工作人员能够进入。</p>		
	<p>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。</p>	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》完善各项规章制度。	
	<p>已配置 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。</p>	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	
污 染 防 治 措 施	<p>废气：工业用 X 射线探伤装置在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内，在装置工作时通过开关工件门进行换气，调试间设置有机通风，能够满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至厂房外。</p> <p>固体废物：本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。</p> <p>废水：本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 2.4m³，年排放量为 28.8m³；本项目产生的生活污水进入公司污水管道，最终进入污水处理站处理。</p>	<p>本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对环境的影响较小，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相应标准。</p> <p>本项目产生的少量固体废物和生活污水均能得到妥善处置，对周围环境的影响较小。</p>	

以上措施必须在项目运行前落实。