

检索号	2024-HP-0152
商密级别	普通商密

核技术利用建设项目

安川（常州）机电一体化系统有限公司

1 台微焦点 X 射线检查装置项目环境

影响报告表

（公开本）

安川（常州）机电一体化系统有限公司

2024 年 10 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

安川（常州）机电一体化系统有限公司

1 台微焦点 X 射线检查装置项目环境

影响报告表

建设单位名称：安川（常州）机电一体化系统有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：大仓正彦

通讯地址：常州市武进国家高新区龙颜路 11 号

邮政编码：214000 联系人：

电子邮箱： / 联系电话：



打印编号: 1729734287000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	246aj6		
建设项目名称	安川(常州)机电一体化系统有限公司1台微焦点X射线检查装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	安川(常州)机电一体化系统有限公司		
统一社会信用代码	91320412MA1Y1M4MG12		
法定代表人(签章)	大仓正彦		
主要负责人(签字)	吉红红 		
直接负责的主管人员(签字)	吉红红 		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	江苏辐环环境科技有限公司		
统一社会信用代码	913201003393926218		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
符晶晶	2015035320350000003510320304	BH005877	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
符晶晶	表11~表13	BH005877	
刘成	表1~表10	BH069439	



编制主持人环境影响评价工程师职业资格证书（复印件）

江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称: 江苏辐环环境科技有限公司

现参保地: 建邺区

统一社会信用代码: 913201003393926218

查询时间: 202408-202410

共1页, 第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数				
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	刘成		202408 - 202410	3
2	符晶晶		202408 - 202410	3

说明:

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
- 本权益单记录单出具后有效期内(6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



编制人员社保证明

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.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	19
表 10 辐射安全与防护.....	24
表 11 环境影响分析.....	28
表 12 辐射安全管理.....	40
表 13 结论与建议.....	45
表 14 审批.....	48

附图

附图 1：安川（常州）机电一体化系统有限公司地理位置示意图

附图 2：安川（常州）机电一体化系统有限公司平面布局及周围环境示意图

附图 3：安川（常州）机电一体化系统有限公司办公楼一楼平面布局示意图

附图 4：安川（常州）机电一体化系统有限公司办公楼二楼平面布局示意图

附图 5：安川（常州）机电一体化系统有限公司办公楼三楼平面布局示意图

附图 6：本项目微焦点 X 射线检查装置结构示意图

附件

附件 1：项目委托书

附件 2：射线装置使用承诺书

附件 3：公司辐射安全许可证复印件

附件 4：本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质

附件 5：本项目微焦点 X 射线检查装置技术参数及自屏蔽防护参数说明

附件 6：本项目微焦点 X 射线检查装置 2024 年度检测报告

附件 7：本项目辐射工作人员近一年个人剂量监测报告

附件 8：本项目微焦点 X 射线检查装置系统升级采购合同

附件 9：建设单位营业执照

附件 10：项目编制主持人现场踏勘照片

表 1 项目基本情况

建设项目名称		安川（常州）机电一体化系统有限公司 1 台微焦点 X 射线检查装置项目				
建设单位		安川（常州）机电一体化系统有限公司				
法人代表		大仓正彦	联系人		联系电话	
注册地址		常州市武进国家高新区龙颜路 11 号				
项目建设地点		常州市武进国家高新区龙颜路 11 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		70	项目环保投资 (万元)	2.5	投资比例（环保 投资/总投资） 3.5%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位基本情况

安川（常州）机电一体化系统有限公司成立于2019年06月27日，注册资本为2000万美元，主要从事运动控制器、机器人控制器、变频器、伺服马达、伺服驱动、集成电路板以及上述产品的配套设备及零部件的研发、设计、制造、销售，公司营业执照见附件9。

公司目前在第一工厂一楼产品解析兼补修室内隔有一间X光检测室，X光检测室内配置有1台Xslicer SMX-6000SP型微焦点X射线检查装置用于对研发制造的机器人变频器伺服控制器基板进行无损检测，为III类射线装置，该Xslicer SMX-6000SP型微焦点X射线检查装置于2022年7月12日进行了建设项目环境影响登记备案（备案号：202232041200001872），并于2022年7月22日申领了辐射安全许可证（苏环辐证[D0576]），有效期至2027年7月21日。

1.1.2 项目由来及建设规模

为达到更高的产品质量要求，安川（常州）机电一体化系统有限公司拟委托设备厂家对现有的 Xslicer SMX-6000SP 型微焦点 X 射线检查装置进行系统升级（系统升级采购合同见附件 8），在保留原有透视检测功能的基础上，增加工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）功能，系统升级后该装置的型号变更为 Xslicer SMX-6010 型，其最大管电压、最大管电流、最大功率，使用工况及屏蔽防护均保持不变。

本项目 Xslicer SMX-6010 型微焦点 X 射线检查装置经系统升级后，将具有三维、高分辨率的计算机断层扫描能力，属于《关于发布射线装置分类的公告》（2017 年修订版）中“工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”，根据生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），应编制环境影响报告表。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，安川（常州）机电一体化系统有限公司应办理核技术应用项目环境影响评价手续。

公司 X 光检测室内仅开展 Xslicer SMX-6010 型微焦点 X 射线检查装置的无损检测，不开展其他活动。本项目核技术利用具体情况见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术利用情况一览表

序号	射线装置名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大功率 (W)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况
1	微焦点 X 射线检查装置	Xslicer SMX-6010	1	160	0.1	16	II	第一工厂一楼 X 光检测室	使用	本次环评

1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

1、公司位置

安川（常州）机电一体化系统有限公司位于常州市武进国家高新区龙颜路 11 号，公司地理位置示意图见附图 1。公司东侧为新阳路，南侧为待开发工业用地，西侧为凤栖路，北侧为龙颜路。公司厂区平面布局及周围环境情况见附图 2。

2、本项目位置

本项目所在的第一工厂北部为地上三层建筑，南部为两层建筑。本项目微焦点 X 射线检查装置位于第一工厂北部一楼的 X 光检测室内。微焦点 X 射线检查装置东侧 50m 范围依次为卫生间 4、治具保管室、治具/金属面罩洗净室、楼梯间 3、准备区域 2；南侧 50m 范围依次为产品解析兼补修室、基板生产区、楼梯间 1、备品室、展示区；西侧 50m 范围依

次为服务器室 1、准备区域 1、换鞋室、楼梯间 2、厂区道路 1；北侧 50m 范围依次为厂区道路 2、自行车棚、篮球场、雨水收集池、龙颜路；楼上 50m 范围依次为二楼的预留会议室、更衣室等，三楼的保全作业室、马达室等；楼下无建筑。本项目微焦点 X 射线检查装置所在第一工厂的一楼平面布局见附图 3，二楼平面布局见附图 4，三楼平面布局见附图 5。

3、项目选址合理性分析

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域，也不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内其他工作人员以及龙颜路上的行人。根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

综上所述，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

1.3 实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了企业的研发制造能力和产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和辐射安全管理后，本项目对辐射工作人员和公众的影响在剂量约束值和剂量限值范围内。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，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》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.4 公司现有核技术利用项目许可情况

1.4.1 公司现有核技术利用项目许可情况

公司目前持有的辐射安全许可证编号：苏环辐证[D0576]，许可种类和范围：使用 III 类射线装置，有效期为：2022 年 7 月 22 日~2027 年 7 月 21 日。公司现有辐射安全许可证复印件见附件 3。因公司法人变更，公司目前正履行辐射安全许可证的变更手续。公司现有核技术利用项目已履行了相关环保手续，公司现有核技术利用项目一览表见表 1-2。

表 1-2 公司现有核技术利用项目一览表

序号	射线装置名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况
1	微焦点 X 射线检查装置	Xslicer SMX-6000SP	1	160	0.1	III	第一工厂一楼解析室内	使用	已备案 2022.7.12	已许可

1.4.2 公司现有辐射安全管理情况

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，已针对现有核技术利用项目制定了辐射安全管理制度，每年委托有资质单位对本单位的微焦点 X 射线检查装置进行了监测，根据 2024 年度检测报告，装置表面辐射剂量率最大为 0.11 μ Sv/h（见附件 6），满足相关标准要求。公司每年对本单位辐射工作场所的安全和防护状况进行了年度评估，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放射性同位素与射线装置安全和防护状况评估报告，满足环保相关管理要求。公司现有 2 名辐射工作人员及 1 名辐射防护负责人均已参加并通过公司自主组织的辐射安全与防护的培训和考核，合格证书均在有效期内。公司已安排现有辐射工作人员参加了职业健康体检，并建立了辐射工作人员职业健康监护档案，根据辐射工作人员的职业健康体检报告，现有辐射工作人员均可从事放射工作或可继续原放射工作；公司委托有资质单位对辐射工作人员进行了个人剂量监测，并建立了个人剂量档案，根据辐射工作人员的个人剂量检测报告，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均<MDL（见附件 7），均未超过职业人员年剂量管理限值 5mSv/a，满足环保相关管理要求。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	微焦点 X 射线检查 装置	II	1	Xslicer SMX- 6010	160	0.1	无损检测	第一工厂一楼 X 光检测室	最大功率为 16W

(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	用途	工作场所	氚靶情况		备注
										活度	贮存方式	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	本项目微焦点 X 射线检查装置未设置机械通风装置，项目产生的少量臭氧和氮氧化物由工件防护门直接排至 X 光检测室，然后由 X 光检测室内排风系统排至外环境，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气
生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	接管排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	分类收集后交由环卫部门统一处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正版), 自 2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正版), 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令 第 20 号, 自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令 第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环境保护总局文件, 环发〔2006〕145 号文</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(2017 年修订版), 环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年公告第 66 号公布, 自 2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知, 环办〔2013〕103 号, 2014 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令 第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(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 2019 年第 38 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 39 号, 2019 年 10 月 25 日生成</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修改版), 江苏省人大常委会公告第</p>
------	--

	<p>2号, 2018年3月28日修改, 2018年5月1日起施行</p> <p>(17)《江苏省辐射事故应急预案》(2020年修订版), 苏政办函〔2020〕26号, 2020年2月19日起施行</p> <p>(18)《江苏省国家级生态保护红线规划》, 江苏省人民政府(苏政发〔2018〕74号), 2018年6月9日发布</p> <p>(29)《江苏省生态空间管控区域规划》, 江苏省人民政府(苏政发〔2020〕1号), 2020年1月8日发布</p> <p>(20)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》江苏省人民政府(苏政发〔2020〕49号), 2020年6月21日发布</p> <p>(21)《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》, 苏环办〔2021〕187号, 2021年5月31日发布</p> <p>(22)《江苏省生态空间管控区域调整管理办法》(苏政办发〔2021〕3号), 2021年1月6日发布, 2021年2月1日起施行</p> <p>(23)《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》(苏自然资函〔2023〕880号), 2023年10月10日发布</p>
技术标准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)</p> <p>(3)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</p> <p>(5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</p> <p>(6)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(7)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及其第1号修改单</p> <p>(8)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)</p> <p>(9)《无损检测仪器 1MV以下X射线设备的辐射防护规则 第3部分: 450kV以下X射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GB/Z 41476.3-2022)</p>
其他	<p>报告附件:</p> <p>(1)项目委托书(附件1)</p> <p>(2)射线装置使用承诺书(附件2)</p> <p>(3)公司辐射安全许可证复印件(附件3)</p>

- (4) 本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质（附件 4）
- (5) 本项目微焦点 X 射线检查装置技术参数及自屏蔽防护参数说明（附件 5）
- (6) 本项目微焦点 X 射线检查装置 2024 年度检测报告（附件 6）
- (7) 本项目辐射工作人员近一年个人剂量监测报告（附件 7）
- (8) 本项目微焦点 X 射线检查装置系统升级采购合同（附件 8）
- (9) 建设单位营业执照（附件 9）
- (10) 项目编制主持人现场踏勘照片（附件 10）

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)的要求,放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。

本项目为使用 II 类射线装置,根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)的要求,本项目评价范围应为微焦点 X 射线检查装置的自屏蔽体边界外 50m 以内区域。本项目评价范围见附图 2。

7.2 保护目标

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(一)中的国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区,不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)中的生态保护目标;经对照《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发〔2020〕1 号)、《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调整管理办法》(苏政办发〔2021〕3 号)和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》(苏自然资函〔2023〕),本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区和江苏省生态空间管控区范围,无生态敏感目标。根据附图 2,本项目 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点,本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内的其他工作人员以及龙颜路上行人。本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标分布一览表

保护目标			方位	距微焦点 X 射线检查装置最近距离	规模	管理限值
辐射工作人员	微焦点 X 射线检查装置操作位	操作人员	南侧	紧邻	2 人	5mSv/a
评价范围内公众	卫生间 4	公司内其他工作人员	东侧	2.3m	流动人员	0.1mSv/a
	治具保管室	公司内其他工作人员		8.2m	约 2 人	
	治具/金属面罩洗净室	公司内其他工作人员		27.6m	约 5 人	
	楼梯间 3、准备区域 2	公司内其他工作人员		38.9m	流动人员	
	产品解析兼补修室	公司内其他工作人员	南侧	1.7m	约 5 人	
	基板生产区	公司内其他工作人员		10.1m	约 20 人	

	楼梯间 1、备品室、展示区、电气井等	公司内其他工作人员	西南侧	40.2m	流动人员
	产品解析兼补修室	公司内其他工作人员	西侧	1.9m	约 5 人
	服务器室 1	公司内其他工作人员		8.1m	约 5 人
	准备区域 1	公司内其他工作人员		16.0m	流动人员
	换鞋室	公司内其他工作人员		29.5m	流动人员
	楼梯间 2、厂区道路 1	公司内其他工作人员		40.2m	流动人员
	厂区道路 2	公司内其他工作人员	北侧	2.8m	流动人员
	自行车棚	公司内其他工作人员		10.9m	流动人员
	篮球场	公司内其他工作人员	东北侧	14.1m	流动人员
	二楼预留会议室、更衣室等	公司内其他工作人员	楼上	约 4m	流动人员
	三楼保全作业室、马达室等	公司内其他工作人员		约 8m	流动人员
评价范围内其余公众	龙颜路	路上行人	北侧	约 34m	流动人员

7.3 评价标准

(1) 剂量限制

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 7-2 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	<p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>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</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv</p> <p>③四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv</p>
公众照射 剂量限值	<p>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：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>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。</p>

(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)、《工业探伤放射防

护标准》(GBZ 117-2022)中相关要求,本项目职业照射剂量约束值取职业照射剂量限值的 1/4,公众照射剂量约束值取职业照射剂量限值的 1/10,具体剂量约束值管理目标见表 7-3。

表 7-3 本项目剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.1mSv/a

(3) 辐射剂量控制水平

《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

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 μ Sv/周,对公众场所,其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

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

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

(4) 其他评价标准

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

②《无损检测仪器 1MV以下X射线设备的辐射防护规则 第 3 部分:450kV以下X射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GB/Z 41476.3-2022)

本项目微焦点X射线检查装置位于第一工厂一楼X光检测室内,楼上为公司预留会议室,楼下无建筑,根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 6.1.3、6.1.4 a),本项目辐射剂量管理目标确定为:

①周围剂量当量率参考控制水平:微焦点 X射线检查装置屏蔽体四周、维修门、工件门、顶部外 30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h;

②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 μ Sv/周,对公众场所,其值应不大于 5 μ Sv/周。

(5) 参考资料

①《辐射防护导论》,方杰主编

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

江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果 单位：nGy/h

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

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，以测值范围作为参考值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地理和场所位置

1、公司位置

安川（常州）机电一体化系统有限公司位于常州市武进国家高新区龙颜路 11 号，公司地理位置示意图见附图 1。公司东侧为新阳路，南侧为待开发工业用地，西侧为凤栖路，北侧为龙颜路。公司厂区平面布局及周围环境情况见附图 2。

2、本项目位置

本项目微焦点 X 射线检查装置位于第一工厂北部一楼的 X 光检测室内。微焦点 X 射线检查装置东侧 50m 范围依次为卫生间 4、治具保管室、治具/金属面罩洗净室、楼梯间 3、准备区域 2；南侧 50m 范围依次为产品解析兼补修室、基板生产区、楼梯间 1、备品室、展示区；西侧 50m 范围依次为服务器室 1、准备区域 1、换鞋室、楼梯间 2、厂区道路 1；北侧 50m 范围依次为厂区道路 2、自行车棚、篮球场、雨水收集池、龙颜路；楼上 50m 范围依次为二楼的预留会议室、更衣室等，三楼的保全作业室、马达室等；楼下无建筑。本项目微焦点 X 射线检查装置所在第一工厂的一楼平面布局见附图 3，二楼平面布局见附图 4，三楼平面布局见附图 5。

本项目微焦点 X 射线检查装置建设场址及周围环境现状见图 8-1。

微焦点 X 射线检查装置建设场址现状 (X 光检测室内)	X 光检测室东侧 (卫生间 4)
X 光检测室南侧 (基板生产区)	X 光检测室西侧 (服务器室 1)

X 光检测室北侧（厂区道路）	X 光检测室楼上（预留会议室）

图 8-1 本项目建设场址及周边环境现状图

8.1.2 环境现状检测

本项目为使用微焦点 X 射线检查装置进行无损检测，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目所在场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率。

1、环境现状评价对象、检测因子、检测点位

环境现状评价对象：本项目建设场址及周围辐射环境；

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率；

检测点位：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，在本项目建设场址及周围环境共计布设 7 个 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位，具体点位见图 8-2。

2、检测方案

(1) 检测单位：江苏辐环环境科技有限公司（CMA 证书编号：231012341512）

(2) 检测报告编号：（2024）辐环（检）字第（0552）号

(3) 检测时间：2024 年 9 月 4 日

(4) 检测天气：晴

(5) 检测仪器：

仪器名称：多功能射线检测仪

仪器型号：BG9512+PG03

出厂编号：1TR5GSKW

能量响应范围：25keV~3MeV

量程：10nGy/h~200 μ Gy/h

检定单位：江苏省计量科学研究所

检测证书编号：Y2024-0051024

检定有效期：2024.5.22~2025.5.21

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

3、质量保证措施

①委托的检测机构已通过资质认定，具备有相应的检测资质和检测能力，其资质认定证书及附表见附件 4；

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

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

4、检测结果及评价

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

表 8-1 本项目建设场址及周围环境 γ 辐射水平检测结果

序号	检测点位描述	建筑物	检测结果 (nGy/h)	标准差	备注
1	微焦点X射线检查装置所在场所 (X光检测室内)	楼房	65	1.25	本底 检测
2	产品解析兼补修室内 (X光检测室南侧)	楼房	76	2.13	
3	微焦点 X 射线检查装置所在场所东侧 卫生间内	楼房	77	1.57	
4	微焦点 X 射线检查装置所在场所南侧 车间过道处	楼房	73	1.16	
5	微焦点 X 射线检查装置所在场所西侧 服务器室内	楼房	70	1.20	
6	微焦点 X 射线检查装置所在场所北侧 厂区道路处	道路	58	1.20	
7	微焦点 X 射线检查装置所在场所楼上 预留会议室内	楼房	66	1.35	

注：①上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值，已考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；

②建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，道路取 1。

根据表 8-1 可知，本项目建设场址及周围环境的室内 γ 辐射水平为 (65~77) nGy/h，室外 γ 辐射水平为 58nGy/h，对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果，本项目建设场址及周围环境 γ 辐射水平均处于江苏省环境天然 γ 辐射水平范围内，属正常辐射水平。

图 8-2 本项目建设场址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图（一）

图 8-2 本项目建设场址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图（二）

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及工作方式

1、设备组成

本项目微焦点 X 射线检查装置主要用于对研发制造的机器人变频器伺服控制器基板的内部构造进行无损检测，它能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像或三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成、材质及缺损状况。

本项目 Xslicer SMX-6010 型微焦点 X 射线检查装置为自屏蔽式，外部设置有自屏蔽铅钢结构防护体，设备外观如图 9-1 所示。设备正面设置有工件防护门和观察窗，右前侧为操作台，左右两侧均安装有检修门。检修门仅可通过专用工具开启或关闭，非检修状态下人员无法进入到装置内部。

图 9-1 本项目微焦点 X 射线检查装置外观

本项目微焦点 X 射线检查装置内部安装有一套 X 射线检测系统，主要由 X 射线发生装置、X 射线检出器和载物台（碳纤维材质）组成，其中 X 射线机的出束角度为 55°，X 射线机不可移动，源点距离微焦点 X 射线检查装置前侧屏蔽体内表面 705mm，

距离微焦点 X 射线检查装置后侧屏蔽体内表面 735mm，距离微焦点 X 射线检查装置左侧屏蔽体内表面 575mm，距离微焦点 X 射线检查装置右侧屏蔽体内表面 805mm，距离微焦点 X 射线检查装置顶部屏蔽体内表面 1010mm，距离微焦点 X 射线检查装置底部屏蔽体内表面 650mm，其中顶部屏蔽体为主射线照射方向，微焦点 X 射线检查装置技术参数如表 9-1 所示（见附件 5）；载物台可前后左右移动以及可上下垂直移动，前后行程为 410mm，左右行程为 460mm，上下行程为 100mm；X 射线检出器可绕垂直轴 180°旋转，可 0°至 60°倾斜。装置内部的示意图及现场照片见图 9-2。

图 9-2 本项目微焦点 X 射线检查装置内部示意图及内部照片

表 9-1 Xslicer SMX-6010 型微焦点 X 射线检查装置技术参数一览表

技术参数	微焦点 X 射线检查装置
最大管电压	160kV
最大管电流	0.1mA
最大功率	16W
滤过材质及厚度	0.2mmAl
靶材	钨靶
辐射角	55°
射线机出射线束	定向照射

2、工作方式

本项目微焦点 X 射线检查装置采用间歇式工作方式，辐射工作人员位于装置外的操作台处进行操作。

9.1.2 工作原理、工艺流程及产污环节

1、工作原理

本项目微焦点 X 射线检查装置核心部件是 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，产生大量 X 射线。X 射线管结构图见图 9-3。

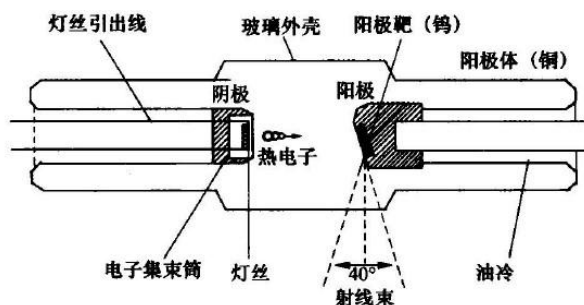


图 9-3 X 射线管结构示意图

本项目微焦点 X 射线检查装置原有的透视检测原理为：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，射线减弱强度越大，底片感光量就小。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，其减弱强度较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度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。

本项目微焦点 X 射线检查装置新增的 CT 断层扫描原理是依据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，物质密度越大，射线强度减弱越大，X 射线穿透被检工件后被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。同时，可根据三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。

本项目微焦点 X 射线检查装置新增的 CT 断层扫描技术是目前世界上先进的无损检测技术之一，是物体内外部缺陷测量与统计、结构尺寸测量、设计工艺改进、升级制造技术不可缺少的手段。CT 检测能在不破坏工件结构的情况下实现模具及模具产品的表面和内部结构的几何尺寸以及曲面测量，计算出测量目标的长宽高、面积、表面积、体积等各种几何参数，实现零件与 CAD 模型对比、几何尺寸与公差分析、零件与零件对比。同时可实现产品内部多种缺陷（如裂纹、气泡、夹杂、疏松、脱粘、装配缺陷等）的无损检测和无损质量评价，检测对象也几乎涵盖了各种材质和各种结构类型的模具及模具产品。

2、工艺流程及产污环节

现为满足产品更高的检测需求，公司将对现有微焦点 X 射线检查装置进行系统升级，在保留原有透视检测功能的基础上，增加工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）功

能，该微焦点 X 射线检查装置系统升级后的工艺流程及产污环节与之前相同，具体工艺流程及产污环节如下：

(1) 运行前检查微焦点X射线检查装置辐射安全设施的有效性，确保各项辐射安全措施正常运行；

(2) 在X射线关闭状态下，辐射工作人员打开工件防护门，将需要检测的电子元件固定于微焦点X射线检查装置的载物台上，然后关闭工件防护门。

(3) 接通电源，在操作台上根据检测零件尺寸、所需的分辨率，设置电压、电流等参数。

(4) 工作人员在操作台处通过控制系统调节载物台及平板检出器，使待检工件处在合适的检测位置；

(6) 加高压、打开 X 射线出束开关，开始检测，检测期间 X 射线机发出 X 射线以及 X 射线电离装置中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；

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

本项目微焦点 X 射线检查装置开展无损检测时，其工作流程及产污环节如图 9-4 所示：

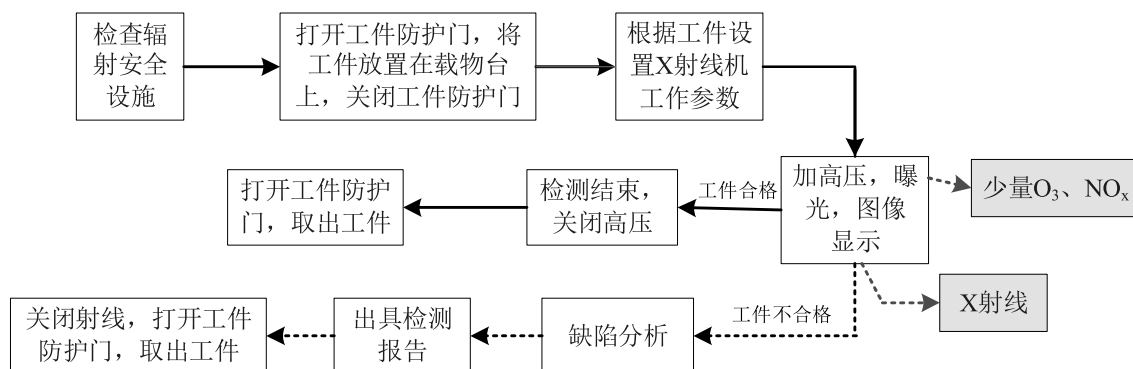


图 9-4 本项目微焦点 X 射线检查装置工作流程及产污环节分析示意图

9.1.3 劳动定员和工作负荷

公司已为本项目配备 2 名辐射工作人员，本项目微焦点 X 射线检查装置周出束检测时间不超过 10h、年出束检测时间不超过 500h。

9.2 污染源项描述

1、辐射污染

根据其工作原理可知，本项目微焦点 X 射线检查装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对工作人员和公众产生一定外照射，因此在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线装置发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。本项目配备的微焦点 X 射线检查装置的最大管电压为 160kV，根据《辐射防护导论》附图 3，滤过条件 0.2mmAl 下，距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $3 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目 160kV 微焦点 X 射线检查装置辐射源点（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，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），能量为 160kV 的 X 射线经检测工件 90° 散射后，X 射线能量降至 150kV，散射线能量远小于主射线能量。

本项目微焦点 X 射线检查装置辐射污染源强见表 9-2。

表 9-2 本项目微焦点 X 射线检查装置辐射污染源强一览表

设备名称	最大管电压 (kV)	滤过条件 (mm)	有用线束输出量 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射能量 (kV)
微焦点 X 射线检查装置	160	0.2Al	3×10^6	2.5×10^3	150

2、其他污染

本项目微焦点 X 射线检查装置采用实时成像技术，无需洗片，无显影、定影废液和废胶片产生。本项目产生的污染物主要有：

(1) 微焦点 X 射线检查装置在出束检测时，会使装置内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物；

(2) 本项目辐射工作人员会产生少量的生活废水和生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

1、工作场所布局与分区

(1) 工作场所布局

本项目微焦点 X 射线检查装置为自屏蔽装置，操作台位于装置外部右前侧，有用线束的照射方向为由下向上照射，操作台避开有用线束照射方向，布局合理，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

(2) 工作场所分区

本项目微焦点 X 射线检查装置固定在 X 光检测室内使用，公司拟将装置自屏蔽体的内部区域划为控制区，在装置表面张贴电离辐射警告标志，出束检测时禁止任何人员进入；将 X 光检测室内除检查装置自屏蔽体外的其他区域划为监督区，并在 X 光检测室的入口处张贴监督区标牌并安装门禁，禁止无关人员进入。本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关辐射工作场所的分区规定。本项目控制区与监督区的划分见图 10-1。

图 10-1 本项目控制区与监督区的划分示意图

2、辐射防护设计

本项目微焦点 X 射线检查装置的自屏蔽防护设计见表 10-1。

表 10-1 本项目微焦点 X 射线检查装置防护设计一览表

防护对象	屏蔽体及观察窗	屏蔽材料及厚度	备注
微焦点 X 射线 检查装置	前侧屏蔽体 (含工件防护门)	4.6mm 钢板+5mm 铅板	西侧
	观察窗	6mm 铅当量玻璃	位于工件防护门中央 (尺寸 350mm×300mm)
	后侧屏蔽体 (上)	3.9mm 钢板+5mm 铅板	东侧
	后侧屏蔽体 (下)	4.6mm 钢板+4mm 铅板	东侧
	左侧屏蔽体	3.9mm 钢板+5mm 铅板	北侧
	右侧屏蔽体	3.9mm 钢板+5mm 铅板	南侧
	顶部屏蔽体	3.9mm 钢板+5mm 铅板	顶部 (主射线方向)
	底部屏蔽体	4.6mm 钢板+3mm 铅板	底部

设备前侧设有工件防护门，为手动平开门，门与外壳间隙不大于 0.5mm，搭接宽度约 10mm，搭接宽度不小于 10 倍的门缝宽度；设备左右两侧安装有检修门，检修过程需先用专用的三角形螺丝刀卸下检修门的固定螺丝，然后才能开启检修门，检修门与屏蔽体各侧搭接均不小于 10mm，与屏蔽体之间的缝隙宽度小于 1mm，检修门与屏蔽体重叠部分不小于缝隙宽度的 10 倍。

3、辐射安全和防护措施

(1) 本项目微焦点 X 射线检查装置设置有如下辐射安全措施：

- ①操作台上设置有钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线机才能出束，钥匙只有在停机状态时才能拔出。
- ②工件防护门和检修门安装有门机联锁装置，工件防护门和检修门未关闭时，X 射线管无法出束。
- ③操作台上方设置有紧急停机按钮，在运行过程中按下紧急停机按钮，设备立即停止照射，如果紧急停机按钮未被复位，设备将无法正常运行。
- ④设备右前侧屏蔽体设置有状态指示灯，可显示装置的出束状态，并与 X 射线机联锁。
- ⑤设备外壳上张贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。
- ⑥X 光检测室正门张贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。
- ⑦设备前侧工件防护门上设有观察窗，有监视功能，可替代监控系统。

本项目微焦点X射线检查装置为购买的成套设备，设备的调试和检修均由设备厂家专业人员负责，检修人员任何情况下均无法全身进入装置内部，正常工作时，辐射工作人员也无需进入装置内部，故装置未设置声音提示装置，装置内部也未设置急停按钮、工作状态指示灯、固定式剂量监测系统及监控系统。

本项目采取上述辐射安全措施后，也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中固定式X射线探伤辐射安全的需要。本项目微焦点X射线检查装置采取的辐射安全措施见图10-2。

图10-2 本项目辐射安全防护措施

(2) 本项目无损检测时拟采取如下放射防护要求：

①定期检查门-机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施，当设备有故障或损坏，需更换零部件时，保证所更换的零部件都来自设备制造商，并做好设备维护记录，保证所有数据有据可查。

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

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

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

⑤在每一次照射前，工作人员都必须确认工件防护门是否正常关闭。只有在工件防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

本项目采取上述辐射安全措施后，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中固定式 X 射线探伤辐射安全的需要。

4、微焦点 X 射线检查装置退役处理措施

本项目微焦点 X 射线检查装置不再使用时，应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第6.3条中“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”的要求实施退役，并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.2 三废的治理

本项目采用实时成像技术，运行过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生，也无显影、定影废液、冲洗废水和废胶片产生。

1、废气处理措施

本项目微焦点 X 射线检查装置运行过程中 X 射线会电离空气产生少量 O_3 和 NO_x 。本项目微焦点 X 射线检查装置为成套定制设备，未设置专门的机械通风装置。该微焦点 X 射线检查装置的管电压、管电流较小，单次开机检测时间较短，产生的臭氧和氮氧化物较少，在每次检测工作结束后，需打开工件防护门拿取检测工件，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过工件防护门扩散到装置外。X 光检测室依托第一工厂厂房设置有通风系统，微焦点 X 射线检查装置排至 X 光检测室的少量 O_3 和 NO_x 可通过 X 光检测室的通风系统排至室外， O_3 常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。X 光检测室内通风系统见图 10-3。

图 10-3 X 光检测室内通风系统

2、废水处理措施

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水接管排入市政污水管网。

3、固体废物处理措施

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

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目微焦点 X 射线检查装置为一体化设备，本次只对装置进行系统升级，无需移动位置和防护措施的改造，无建设阶段的环境影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 正常运行工况下辐射环境影响分析

1、厚度核算

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

根据表 9-1 可知，本项目微焦点 X 射线检查装置的最大管电压为 160kV，保守按最大管电压 160kV 的极端条件核算装置各侧屏蔽材料的等效铅当量厚度，且保守按有用线束投射方向核算铅当量。

本项目屏蔽体主要由钢板与铅板组成，根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分 450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z 41476.3-2022），并经过内插法，可估算出 160kV 的最大管电压下不同钢板厚度对应的等效铅当量，计算结果如表 11-1 所示。

表 11-1 微焦点 X 射线检查装置屏蔽体等效铅当量核算

防护对象	墙体及观察窗	屏蔽材料及厚度	铅当量 (mm)
微焦点 X 射线 检查装置	前侧屏蔽体 (含工件防护门)	4.6mm 钢板+5mm 铅板	5.34
	观察窗	6mm 铅当量玻璃	6.0
	后侧屏蔽体 (上)	3.9mm 钢板+5mm 铅板	5.29
	后侧屏蔽体 (下)	4.6mm 钢板+4mm 铅板	4.34
	左侧屏蔽体	3.9mm 钢板+5mm 铅板	5.29
	右侧屏蔽体	3.9mm 钢板+5mm 铅板	5.29
	顶部屏蔽体	3.9mm 钢板+5mm 铅板	5.29
	底部屏蔽体	4.6mm 钢板+3mm 铅板	3.34

2、估算模式选取

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式估算微焦点 X 射线检查装置表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

(1) 有用线束

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

上式中:

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

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA);

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

B —屏蔽透射因子, 由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中并未直接给出 160kV 的 X 射线在铅中的透射曲线, 因此本项目有用线束屏蔽透射因子保守根据公式 (11-4) 进行计算;

R —辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m)。

(2) 非有用线束

①漏射线

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

上式中:

B —屏蔽透射因子;

R —辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$), 本项目取值为 $2500\mu\text{Sv/h}$ 。

②散射线

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

上式中:

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA);

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

B —屏蔽透射因子;

F — R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m^2);

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

R_0 —辐射源点 (靶点) 至检测工件的距离, 单位为米 (m);

R_s —散射体至关注点的距离, 单位为米 (m)。

③屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-4）计算：

$$B = 2^{-X/HVL} \quad (\text{式 11-4})$$

上式中：

X—屏蔽物质厚度，与 HVL 取相同的单位；

HVL—对于有用线束和泄漏辐射，根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z 41476.3-2022）表 2，查得 HVL=0.3mm；对于散射辐射，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 查得 160kV 的原始射线经 90° 散射辐射后相应的 kV 值为 150kV，代入（GB/Z 41476.3-2022）表 2，可得 HVL=0.3mm。

2、顶部及四周屏蔽效果估算

本项目微焦点 X 射线检查装置开机检测时，X 射线机保持不动，有用线束固定向装置顶部屏蔽体照射，X 射线机距前侧屏蔽体（西侧）内表面距离为 705mm，距后侧屏蔽体（东侧）内表面距离为 735mm，距左侧屏蔽体（北侧）内表面距离为 575mm，距右侧屏蔽体（南侧）内表面距离为 805mm，距顶部屏蔽体内表面最近距离为 1010mm，距底部屏蔽体内表面最近距离为 650mm。

（1）顶部屏蔽体屏蔽剂量计算（有用线束方向）

将相关参数带入公式（11-1），可估算出微焦点 X 射线检查装置以最大管电压 160kV、最大管电流 0.1mA、最大功率 16W 运行时，装置顶部屏蔽体表面外 30cm 处的瞬时剂量，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 微焦点 X 射线检查装置主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

参数	屏蔽体	顶部屏蔽体
设计厚度 (mm)		5.29
HVL (mm)		0.3
B		4.92×10^{-6}
I (mA)		0.1
H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)		3×10^6
R (m)		1.31
参考点处剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值	0.86
	\dot{H}_c 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：计算时，不考虑装置屏蔽体的厚度。

(2) 微焦点 X 射线检查装置四周屏蔽体、工件防护门及观察窗屏蔽剂量计算（非有用线束方向）

将相关参数带入公式（11-2）~公式（11-4），可估算出装置在最大管电压 160kV、最大管电流 0.1 mA、最大功率 16W 运行时，微焦点 X 射线检查装置四周屏蔽体及工件防护门外 30cm 处参考点的瞬时剂量，计算结果见表 11-3。

表 11-3 微焦点 X 射线检查装置四周屏蔽体、工件防护门及观察窗屏蔽防护计算参数及结果（非有用线束方向）

参数		屏蔽体	前侧 (西侧, 含工 件防护门)	观察窗	后侧上半 (东侧)	后侧下半 (东侧)	左侧 (北侧, 含 检修门)	右侧 (南侧, 含 检修门)
泄漏 辐射	设计厚度 (mm)		5.34	6	5.29	4.34	5.29	5.29
	HVL (mm)		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	B		4.38×10^{-6}	9.54×10^{-7}	4.92×10^{-6}	4.42×10^{-5}	4.92×10^{-6}	4.92×10^{-6}
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)		2500	2500	2500	2500	2500	2500
	R (m)		1.01	1.01	1.04	1.04	0.88	1.11
	参考点处泄漏辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)		0.011	0.002	0.011	0.102	0.016	0.010
散射 辐射	散射线能量 (kV)		150	150	150	150	150	150
	HVL (mm)		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	B		4.38×10^{-6}	9.54×10^{-7}	4.92×10^{-6}	4.42×10^{-5}	4.92×10^{-6}	4.92×10^{-6}
	I (mA)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)		3×10^6	3×10^6	3×10^6	3×10^6	3×10^6	3×10^6
	R_s (m)		1.01	1.01	1.04	1.04	0.88	1.11
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$		1/50	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
	参考点处散射辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)		0.026	0.006	0.027	0.245	0.038	0.024
参考点处复 合辐射剂量 率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} 估算值		0.037	0.008	0.039	0.347	0.054	0.034
	\dot{H}_c 控制值		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果		满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：① $R_0^2/F \cdot \alpha$ 的值取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的推荐值 50；
 ② 计算时，不考虑微焦点 X 射线检查装置屏蔽体的厚度；
 ③ $R_{东} = R_{s东} = 0.735\text{m} + \text{关注点 } 0.3\text{m} \approx 1.04\text{m}$ ， $R_{南} = R_{s南} = 0.805\text{m} + \text{关注点 } 0.3\text{m} \approx 1.11\text{m}$ ， $R_{西} = R_{s西} = 0.705\text{m} + \text{关注点 } 0.3\text{m} \approx 1.01\text{m}$ ， $R_{北} = R_{s北} = 0.575\text{m} + \text{关注点 } 0.3\text{m} \approx 0.88\text{m}$ 。

(3) 底部屏蔽体屏蔽防护计算参数及结果

本项目微焦点 X 射线检查装置底部屏蔽体离地高度约 15cm，装置底部关注点处的辐

射影响除有用线束照射到工件，再穿过底部屏蔽体并经地面一次散射至装置四周屏蔽体外30cm处的辐射影响外；还受漏射线穿过底部屏蔽体并经地面散射至装置四周屏蔽体外30cm处的辐射影响。

底部屏蔽体表面的辐射水平可根据《辐射防护导论》（方杰主编，P185，式 6.6）导出：

$$\dot{H}_{L, h} = \frac{\dot{H}_0 \cdot B \cdot (\alpha_1 \cdot A_1) \cdot (\alpha_2 \cdot A_2)^{j-1}}{(d_i \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \dots d_{rj})^2} \quad (\text{式 11-5})$$

式中，

$\dot{H}_{L, h}$ —底部屏蔽体处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_0 —辐射源处辐射剂量率，1m 处主射线辐射剂量率为 $3.0 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \times 0.1 \text{ mA} = 3.0 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ ，1m 处泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

B —根据式（4）计算底部屏蔽体的屏蔽透射因子，屏蔽物质厚度取 3.34mm 铅当量；

α_1 —入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数；

α_2 —从以后的物质散射出来的 150kV 的 X 射线的散射系数（假设对以后所有散射过程是相同的）；

A_1 —X 射线入射到第一散射物质的散射面积， m^2 ；

A_2 —底部屏蔽体的面积， m^2 ；

d_i —辐射源同反射点之间的距离， m ；

d_{r1} —反射点与参考点之间的距离， m 。

将相关参数带入公式（11-5），可分别计算出有用线束和漏射线经散射到达装置四周表面 30cm 处的辐射剂量率，计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 底部屏蔽体有用线束和漏射线散射计算参数及计算结果

参数	装置东侧		装置南侧		装置西侧		装置北侧	
	有用线束散射辐射	漏射线散射辐射	有用线束散射辐射	漏射线散射辐射	有用线束散射辐射	漏射线散射辐射	有用线束散射辐射	漏射线散射辐射
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	3.0×10^5	2500	3.0×10^5	2500	3.0×10^5	2500	3.0×10^5	2500
B	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}	4.45×10^{-4}
A_1 (m^2)	0.008	2.34	0.008	2.34	0.008	2.34	0.008	2.34
A_2 (m^2)	2.34	/	2.34	/	2.34	/	2.34	/
α_1	0.022	0.053	0.022	0.053	0.022	0.053	0.022	0.053

α_2	0.053	/	0.053	/	0.053	/	0.053	/
d_i (m)	0.1	0.80	0.1	0.80	0.1	0.80	0.1	0.80
dr_1 (m)	0.90	1.04	0.90	1.11	0.90	1.01	0.90	0.88
dr_2 (m)	1.04	/	1.11	/	1.01	/	0.88	/
$H_{L,h}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	0.333	0.199	0.292	0.175	0.353	0.211	0.465	0.278

注：①B 根据式（4）计算底部屏蔽体的屏蔽透射因子，底部屏蔽体厚度为 3.34mm 铅当量；

②有用线束 A_1 根据 X 射线机距工件约 0.1m，辐射角为 55° ，计算得 $A_1=0.008\text{m}^2$ ； A_2 取底部屏蔽体的面积，即 $A_2=1.56\text{m}\times 1.5\text{m}=2.34\text{m}^2$ ， α_1 为工件的散射系数，这里取铁的散射系数 0.022， α_2 为地面的散射系数，这里取混凝土的散射系数 0.053， d_i 为辐射源点到工件的距离， dr_1 为工件到地面的距离 0.9m， $d_{r2\text{东}}$ 为散射点到装置东侧屏蔽体外 30cm 处的距离，即 $d_{r2\text{东}}=0.735\text{m}+0.3\text{m}\approx 1.04\text{m}$ ，同理， $d_{r2\text{南}}=0.805\text{m}+0.3\text{m}\approx 1.01\text{m}$ ， $d_{r2\text{西}}=0.705\text{m}+0.3\text{m}\approx 1.01\text{m}$ ， $d_{r2\text{北}}=0.575\text{m}+0.3\text{m}\approx 0.88\text{m}$ ；

③漏射线 A_1 取底部屏蔽体的面积，即 $A_1=1.56\text{m}\times 1.5\text{m}=2.34\text{m}^2$ ， α_1 为地面的散射系数，这里取混凝土的散射系数 0.053， d_i 为辐射源点到地面的距离 0.8m， $d_{r1\text{东}}$ 为散射点到装置东侧屏蔽体外 30cm 处的距离，即 $d_{r1\text{东}}=0.735\text{m}+0.3\text{m}\approx 1.04\text{m}$ ，同理， $d_{r1\text{南}}=0.805\text{m}+0.3\text{m}\approx 1.01\text{m}$ ， $d_{r1\text{西}}=0.705\text{m}+0.3\text{m}\approx 1.01\text{m}$ ， $d_{r1\text{北}}=0.575\text{m}+0.3\text{m}\approx 0.88\text{m}$ 。

根据表 11-4 可知，有用线束穿过底部屏蔽体并散射至装置四周表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 $0.465\mu\text{Sv/h}$ ，漏射线穿过底部屏蔽体并散射至装置四周表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 $0.278\mu\text{Sv/h}$ ，结合表 11-2 中装置顶部辐射剂量率计算结果和表 11-3 中装置四周辐射剂量率计算结果，可得出装置顶部及四周屏蔽体外 30cm 处复合辐射剂量率，具体结果见表 11-5。

表 11-5 装置顶部及四周屏蔽体外 30cm 处复合辐射剂量率汇总一览表

	透射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	底部散射辐射剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	复合辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
装置东侧	0.347	0.532	0.879	2.5
装置南侧	0.034	0.467	0.501	
装置西侧	0.037	0.564	0.601	
装置北侧	0.054	0.743	0.797	
装置顶部	0.86	/	0.86	

根据表 11-5 可知，本项目微焦点 X 射线检查装置表面 30cm 处辐射剂量率最大为 $0.879\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中四周墙体、工件防护门、顶部外关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求，故本项目微焦点 X 射线检查装置底部采取的屏蔽体屏蔽防护措施能够满足相应的辐射防护要求。

综上，当 160kV X 射线机以最大管电压 160kV、最大管电流 0.1mA、最大功率 16W 运行时，装置四周屏蔽体、工件防护门、顶部外参考点处的辐射剂量率最大为

0.879 μ Sv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中四周墙体、工件防护门、顶部外关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

11.2.3 电缆孔屏蔽效果评价

本项目微焦点 X 射线检查装置在装置的右侧面板设置电缆孔，电缆孔内侧设置 3.9mm 钢板+5mm 铅板的铅钢结构防护遮罩进行屏蔽，X 射线有用线束至少散射 3 次才能到达电缆孔外（散射示意图 11-1），可确保电缆孔不破坏装置的整体防护效果。

图 11-1 电缆孔散射示意图

11.2.4 天空反散射影响分析

根据表 11-1~表 11-4 可知，穿出微焦点 X 射线检查装置顶部的辐射剂量率最大为 0.86 μ Sv/h，在地面关注点处形成的天空反散射剂量率更小，且穿出装置四周屏蔽体的透射辐射剂量率最大为 0.347 μ Sv/h，故穿过装置顶部屏蔽体的辐射与装置顶部上方空气作用产生的散射辐射对装置外地面附近公众的照射和穿出装置屏蔽体的透射辐射在相应关注点的剂量率总和小于 2.5 μ Sv/h。

11.2.5 保护目标剂量评价

参考点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式算出：

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

上式中：

D_{Eff} —参考点人员有效剂量（ μ Sv/年）；

K_{α} —参考点的周围剂量当量率（ μ Sv/h）；

t —参考点处受照时间（h/年）；

T —居留因子；

U —使用因子，本项目取 1。

根据公式（11-1）~公式（11-5），可计算出本项目评价范围内保护目标处的辐射剂量率，计算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目评价范围内保护目标处辐射剂量率一览表

保护目标		方位	距微焦点 X 射线检查装置源点最近距离	装置表面 30cm 处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	保护目标处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
辐射工作人员	微焦点 X 射线检查装置操作位	装置西侧	1.01m	0.601	0.601
	微焦点 X 射线检查装置四周	装置四周	1.04m	0.879	0.879
评价范围内公众	卫生间 4	装置东侧	3.04m	0.879	0.103
	治具保管室		9.24m		0.011
	治具/金属面罩洗净室		28.6m		1.16×10^{-3}
	楼梯间 3、准备区域 2		39.9m		5.97×10^{-4}
	产品解析兼补修室	装置南侧	2.51m	0.501	0.098
	基板生产区		10.9m		5.20×10^{-3}
	楼梯间 1、备品室、展示区、电气井等		41.0m		3.67×10^{-4}
	产品解析兼补修室	装置西侧	2.61m	0.601	0.090
	服务器室 1		8.81m		7.90×10^{-3}
	准备区域 1		16.7m		2.20×10^{-3}
	换鞋室		30.2m		6.72×10^{-4}
	楼梯间 2、厂区道路 1	装置西南侧	40.9m		3.66×10^{-4}
	厂区道路 2	装置北侧	3.28m	0.797	5.74×10^{-2}
	自行车棚		11.5m		4.67×10^{-3}
	篮球场		装置东北侧		14.7m
	二楼预留会议室、更衣室等	装置楼上	约 5.01m	0.86	5.88×10^{-2}
	三楼保全作业室、马达室等		约 9.01m		1.82×10^{-2}
	龙颜路	装置北侧	约 34.6m	0.797	5.16×10^{-4}

将上述参数代入公式 (11-6)，可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的周剂量当量和年有效剂量，具体计算参数及计算结果分别见表 11-7 和表 11-8。

表 11-7 本项目所致辐射工作人员和周围公众周剂量当量估算一览表

保护目标	关注点	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周工作时间 (h)	居留 因子	使用 因子	周剂量当量 ($\mu\text{Sv/周}$)	周剂量当量 限值 ($\mu\text{Sv/周}$)
X 光检测 室内辐射 工作人员	微焦点 X 射线 检查装置操作位	0.601	10	1	1	6.01	100
	微焦点 X 射线 检查装置四周	0.879	10	1/16	1	0.549	
装置东侧	卫生间 4	0.103	10	1/16	1	6.44×10^{-2}	5
	治具保管室	0.011	10	1	1	0.11	
	治具/金属面罩 洗净室	1.16×10^{-3}	10	1	1	1.16×10^{-2}	
	楼梯间 3, 准备区 域 2	5.97×10^{-4}	10	1/16	1	3.73×10^{-4}	
装置南侧	产品解析兼 补修室	0.098	10	1	1	0.98	
	基板生产区	5.20×10^{-3}	10	1	1	5.20×10^{-2}	
装置 西南侧	楼梯间 1、备品 室、展示区、电气 井等	3.67×10^{-4}	10	1/16	1	2.29×10^{-4}	
装置西侧	产品解析兼 补修室	9.00×10^{-2}	10	1	1	0.90	
	服务器室 1	7.90×10^{-3}	10	1	1	7.90×10^{-2}	
	准备区域 1	2.20×10^{-3}	10	1/16	1	1.38×10^{-3}	
	换鞋室	6.72×10^{-4}	10	1/16	1	4.20×10^{-4}	
	楼梯间 2、厂区 道路 1	3.66×10^{-4}	10	1/16	1	2.29×10^{-4}	
装置北侧	厂区道路 2	5.74×10^{-2}	10	1/16	1	3.59×10^{-2}	
	自行车棚	4.67×10^{-3}	10	1/16	1	2.92×10^{-3}	
装置 东北侧	篮球场	2.86×10^{-3}	10	1/16	1	1.79×10^{-3}	
装置楼上	二楼预留会议 室、更衣室等	5.88×10^{-2}	10	1/4	1	0.147	
	三楼保全作业、 马达室等	1.82×10^{-2}	10	1/16	1	1.14×10^{-2}	
装置北侧	龙颜路	5.16×10^{-4}	10	1/16	1	3.23×10^{-4}	

表 11-8 本项目所致辐射工作人员和周围公众年剂量估算一览表

保护目标	关注点	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留 因子	使用 因子	年剂量 (mSv/年)	年剂量限值 (mSv/年)
X 光检测 室内辐射 工作人员	微焦点 X 射 线检查装置 操作位	0.601	500	1	1	0.301	5
	微焦点 X 射 线检查装置 四周	0.879	500	1/16	1	2.75×10^{-2}	
装置东侧	卫生间 4	0.103	500	1/16	1	3.21×10^{-3}	0.1
	治具保管室	0.011	500	1	1	5.5×10^{-3}	
	治具/金属面罩 洗净室	1.16×10^{-3}	500	1	1	5.8×10^{-4}	
	楼梯间 3, 准 备区域 2	5.97×10^{-4}	500	1/16	1	1.86×10^{-5}	
装置南侧	产品解析兼 补修室	0.098	500	1	1	4.90×10^{-2}	
	基板生产区	5.20×10^{-3}	500	1	1	2.60×10^{-3}	
装置 西南侧	楼梯间 1、备品 室、展示区、 电气井等	3.67×10^{-4}	500	1/16	1	1.14×10^{-5}	
装置西侧	产品解析兼 补修室	9.00×10^{-2}	500	1	1	4.50×10^{-2}	
	服务器室 1	7.90×10^{-3}	500	1	1	3.95×10^{-3}	
	准备区域 1	2.20×10^{-3}	500	1/16	1	6.88×10^{-5}	
	换鞋室	6.72×10^{-4}	500	1/16	1	2.10×10^{-5}	
	楼梯间 2、厂 区道路 1	3.66×10^{-4}	500	1/16	1	1.14×10^{-5}	
装置北侧	厂区道路 2	5.74×10^{-2}	500	1/16	1	1.79×10^{-3}	
	自行车棚	4.67×10^{-3}	500	1/16	1	1.46×10^{-4}	
装置 东北侧	篮球场	2.86×10^{-3}	500	1/16	1	8.94×10^{-5}	
装置楼上	二楼预留会议 室、更衣室等	5.88×10^{-2}	500	1/4	1	7.35×10^{-3}	
	三楼保全作业 室、马达室等	1.82×10^{-2}	500	1/16	1	5.68×10^{-4}	
装置北侧	龙颜路	5.16×10^{-4}	500	1/16	1	1.61×10^{-5}	

根据表 11-7 和表 11-8 估算结果可知, 本项目所致辐射工作人员周剂量当量最大约为 $6.01 \mu\text{Sv}$ 、年有效剂量最大约为 0.301mSv , 所致周围公众周剂量当量最大约为 $0.98 \mu\text{Sv}$ 、

年有效剂量最大约为 $4.90 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目剂量约束值的要求（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）。

11.3 三废的治理评价

1、废气处理措施评价

本项目微焦点X射线检查装置未设置机械通风装置，项目产生的少量臭氧和氮氧化物由工件防护门直接排至X光检测室，然后由X光检测室内排风系统排至外环境，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，对周围环境影响较小。

2、废水处理措施评价

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水接管排入市政污水管网，满足相关环保要求，对周围环境影响较小。

3、固体废物处理措施评价

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

11.4 事故影响分析

1、本项目可能产生的辐射事故主要有：

（1）在微焦点 X 射线检查装置门-机联锁失效时，微焦点 X 射线检查装置在对工件进行检测时，工件防护门未能完全关闭或人员意外打开工件防护门，致使 X 射线泄漏到装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）机器调试、检修时误照。微焦点 X 射线检查装置在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

（3）微焦点 X 射线检查装置屏蔽体受损，致使 X 射线泄漏到装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

2、事故预防措施

为杜绝事故隐患，公司应加强管理，建立并严格按操作规程操作，在每次无损检测作业前检查各项安全联锁装置的有效性，工作人员在进行无损检测时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪，并定期使用辐射监测仪器对微焦点 X 射线检查装置进行巡检，确保工作安全有效运转。

3、应急处理措施

本项目辐射事故应急措施主要包括以下几个方面：

- (1) 切断电源，确保 X 射线机停止出束；
- (2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；
- (3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗；
- (4) 若微焦点 X 射线检查装置屏蔽体受损，应请设备厂家进行维修，维修并检测合格后方可继续使用。

安川（常州）机电一体化系统有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业，并在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查设备及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

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

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

安川（常州）机电一体化系统有限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，并以文件形式明确了各成员管理职责。公司现有2名辐射工作人员均已参加并通过公司自主组织的辐射安全与防护的培训和考核，合格证书均在有效期内。

本项目微焦点X射线检查装置升级后为II类射线装置，公司应组织辐射防护负责人和本项目辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名，辐射防护负责人报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X射线探伤”，通过考核后持证上岗，方能满足辐射工作人员的岗位要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，安川（常州）机电一体化系统有限公司已针对现有核技术利用项目制定了相关的辐射安全管理制度，主要有《辐射防护和安全保卫制度》《操作规程》《岗位职责》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》等，公司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。

公司已使用该Xslicer SMX-6010型微焦点X射线检查装置多年，相关辐射安全管理规章制度较完善，同时公司已针对本项目具体情况补充完善了相关辐射安全管理规章制度

度，现对公司已制定的相关辐射安全管理制度的重点总结如下：

辐射防护和安全保卫制度：已根据射线装置操作的具体情况制定了相应的辐射防护和安全保卫制度，预防辐射安全事故的发生。重点是：①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全装置、个人剂量报警仪、环境辐射剂量监测仪保持良好工作状态；②工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护；③做好辐射工作场所的安全保卫工作，并定期检查。

操作规程：明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中应采取的具体防护措施及步骤。加强辐射工作人员的管理，严禁无证人员操作射线装置。

岗位职责：明确了辐射工作人员的岗位责任，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。

设备检修维护制度：明确了设备和辐射安全装置等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效运转；重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器等必须保持良好工作状态。

射线装置使用登记制度：建立了射线装置使用登记制度，明确了射线装置的购买、使用等由专人负责登记、专人形成台账，确保账物相符。

人员培训计划：明确了培训对象、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。

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

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

事故应急预案：预案中明确了应急机构的组成、职责分工、应急人员的培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，应当立即启动事故应急预案，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：明确了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环境、卫生健康部门调查处理。

本项目辐射工作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的辐射安全措施进行检查。公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

12.3 辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位，应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警、便携式辐射监测等设备。

安川（常州）机电一体化系统有限公司已配备 1 台个人剂量报警仪，公司还应为本项目配备 1 台个人剂量报警仪和 1 台辐射巡测仪。落实后，方能满足辐射监测仪器配备要求。

2、监测方案

安川（常州）机电一体化系统有限公司根据辐射管理要求，已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，每年 1~2 次；

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

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

（4）利用自配备的便携式 X- γ 剂量率仪对公司的辐射工作场所定期进行自主监测，并记录档案；便携式 X- γ 剂量率仪定期送有资质单位进行检定（不少于 1 次/年）。

公司已为现有辐射工作人员配备了个人剂量计，定期送有资质部门进行个人剂量监

测，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

本项目应继续认真落实以上监测方案，每年请有资质监测单位对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，并不定期的进行自主监测。公司为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送有资质部门进行个人剂量监测，定期组织所有辐射工作人员进行职业健康体检，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。公司于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。本项目继续按要求落实上述监测方案后，能满足辐射安全管理的要求。本项目监测方案见表12-1。

表 12-1 本项目辐射监测计划

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位	控制要求
工作场所监测	竣工环保验收监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，建设项目竣工后 3 个月内	①微焦点 X 射线检查装置屏蔽体外 30cm 及楼上地面 30cm；	微焦点 X 射线检查装置屏蔽体外、工件防护门表面 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h
	年度监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年	②微焦点 X 射线检查装置工件防护门、检修门外 30cm，测门表面和四周门缝；	
	日常监测	X-γ 辐射剂量率	自主监测，建议不少于 1 次/月	③电缆孔外 30cm、操作位、微焦点 X 射线检查装置周围人员经常活动的位置。	
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于 1 次/三个月	/	年有效剂量不超过 5mSv

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

12.4 辐射事故应急

依照国家环保总局的《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）中的有关要求，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大事故、较大事故和一般辐射事故。本项目事故多为微焦点 X 射线检查装置开机

误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强辐射工作过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障辐射工作人员和周围公众的健康与安全，公司已根据现有核技术利用项目制定了事故应急方案，应急方案内容包括：

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

公司制定的应急预案有效可行，满足环保相关要求。此外，公司应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练。公司应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，确保辐射工作安全有效运转。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报制度的通知》和《江苏省辐射污染防治条例》，发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

为达到更高的产品质量要求，安川（常州）机电一体化系统有限公司拟委托设备厂家对现有的 Xslicer SMX-6000SP 型微焦点 X 射线检查装置进行系统升级，在保留原有透视检测功能的基础上，增加工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）功能，系统升级后该装置由 III 类射线装置变更为 II 类射线装置。该微焦点 X 射线检查装置系统升级后的型号变更为 Xslicer SMX-6010 型，其最大管电压、最大管电流、最大功率，使用工况及屏蔽防护均保持不变。

2、实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了企业的研发制造能力和产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和辐射安全管理后，本项目对辐射工作人员和公众的影响在剂量约束值和剂量限值范围内。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，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》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

安川（常州）机电一体化系统有限公司位于常州市武进国家高新区龙颜路 11 号，本项目微焦点 X 射线检查装置位于第一工厂的 X 光检测室内。本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场检测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目微焦点 X 射线检查装置为自屏蔽装置，四周外壳和工件防护门均采用铅钢防护，观察窗采用铅玻璃防护，装置安装在第一工厂的 X 光检测室内，有用线束的照射方向为由下向上照射，操作台位于微焦点 X 射线检查装置的右前侧，避开有用线束照射方向，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

本项目微焦点 X 射线检查装置在 X 光检测室内使用，公司拟将微焦点 X 射线检查装置的内部区域划为控制区，装置表面张贴电离辐射警告标志，出束检测时禁止任何人

员进入；将 X 光检测室内除装置外的其它区域划为监督区，在入口处张贴监督区标牌并安装门禁，禁止无关人员进入。本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分明显，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关辐射工作场所的分区规定。

4、辐射防护措施评价

本项目微焦点 X 射线检查装置前侧（含工件防护门）屏蔽体为 4.6mm 钢板+5mm 铅板，观察窗为 6mmPb 铅玻璃，后侧（上）、左侧、右侧、顶部屏蔽体均为 3.9mm 钢板+5mm 铅板，后侧（下）屏蔽体为 4.6mm 钢板+4mm 铅板，底部屏蔽体为 4.6mm 钢板+3mm 铅板。根据理论预测及分析，本项目微焦点 X 射线检查装置的屏蔽防护能够满足其所配置的 X 射线机的防护要求，装置周围辐射剂量率满足相应剂量率管理限值要求。

5、辐射安全措施评价

本项目微焦点 X 射线检查装置设计有钥匙开关、门-机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、急停按钮等辐射安全措施；X 光检测室出入门表面拟设置监督区标牌并安装门禁。本项目配备的以上辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

6、辐射防护监测仪器评价

公司已配备 1 台个人剂量报警仪，公司还应为本项目配备 1 台个人剂量报警仪和 1 台辐射巡测仪。落实后，能够满足辐射监测仪器配备要求。

7、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员和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》中剂量限值和本项目剂量约束值的要求（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）。

8、辐射安全管理评价

安川（常州）机电一体化系统有限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，并以文件形式明确了各成员的管理职责。公司应组织本项目辐射工作人员参加辐射安全和防护的培训，辐射工作人员工作时佩戴个人剂量计并定期送检，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康监护档案。公司现有辐射安全管理规章制度已具有较强的针对性和可操作性，在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。公司在落实上述各项辐射防护措施及管理要求后，将具备从事本项目辐射活动的综合能力。

可行性结论:

综上所述,安川(常州)机电一体化系统有限公司 1 台微焦点 X 射线检查装置项目在落实本报告所提出的各项污染防治和管理措施后,该单位具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施,其运行对周围环境产生的影响较小,故从辐射环境保护角度论证,该项目的建设运行是可行的。

13.2 建议与承诺

(1) 项目取得批复并建成后,应根据有关规定及时重新申领辐射安全许可证。

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

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

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人

公 章
年 月 日

审批意见

经办人

公 章
年 月 日

附表

“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司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，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作的要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施： 微焦点 X 射线检查装置前侧（含工件防护门）屏蔽体为 4.6mm 钢板+5mm 铅板，观察窗为 6mmPb 铅玻璃，后侧（上）、左侧、右侧、顶部屏蔽体均为 3.9mm 钢板+5mm 铅板，后侧（下）屏蔽体为 4.6mm 钢板+4mm 铅板，底部屏蔽体为 4.6mm 钢板+3mm 铅板。	辐射工作场所表面外辐射剂量率满足本项目辐射剂量管理限值要求，辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目剂量约束值要求：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。	/
	辐射安全措施： 微焦点 X 射线检查装置安装有钥匙开关、门-机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、急停按钮等辐射安全措施；X 光检测室出入门表面设置监督区标牌并安装门禁。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于固定式 X 射线探伤的安全措施的设置要求。	0.5
人员配备	本项目辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	1.0

	本项目辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检（不少于 1 次/三个月），并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	
	本项目辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	
监测仪器和防护用品	公司已配备 1 台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器的配置要求。	1.0
	应为本项目增加 1 台个人剂量报警仪和 1 台辐射巡测仪。		
辐射安全管理制度	公司已制定较完善的辐射安全管理规章制度，在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。