

核技术利用建设项目
昆山沪利微电有限公司
新增 X-ray II类射线设备项目
环境影响报告表

昆山沪利微电有限公司

2026 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
昆山沪利微电有限公司
新增 X-ray II类射线设备项目
环境影响报告表

建设单位名称：昆山沪利微电有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：昆山综合保税区楠梓路 255 号

邮政编码：215300 联系人：

电子邮箱：tao_cui@wustec.com 联系电话：

表 1 项目基本情况

建设项目名称		昆山沪利微电有限公司新增 X-ray II类射线设备项目				
建设单位		昆山沪利微电有限公司				
法人代表	吴传彬	联系人		联系电话		
注册地址		昆山综合保税区楠梓路 255 号				
项目建设地点		昆山综合保税区楠梓路 255 号 2 号厂 2 楼 5D X-Ray 房间				
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)	6	投资比例(环保 投资/总投资)	5%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	24	
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	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	/				
	<p>1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</p> <p>1.1 建设单位基本情况</p> <p>昆山沪利微电有限公司成立于 2002 年 9 月 16 日,注册资本为 150000 万元,企业注册地址位于昆山综合保税区楠梓路 255 号,所属行业为计算机、通信和其他电子设备制造业,经营范围包含:生产、加工覆晶片(FLIPCHIP)构装用之高密度细电路基座(SUBSTRATE);HDI 线路板及同类和相关产品的批发、进出口业务;销售自产产品并提供产品的售后服务。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)</p> <p>一般项目:工业机器人制造;工业机器人销售(除依法须经批准的项目外,凭营业执照依法自主开展经营活动)。</p> <p>1.2 项目规模及任务由来</p> <p>由于生产检测需要,昆山沪利微电有限公司拟在 2 号厂 2 楼 5D X-Ray 房间新建 1 台</p>					

XCT8500 型工业 CT 装置，用于开展公司生产的电路板的无损检测工作。检测工件长度最大约 500mm，宽度最大约 500mm，厚度最大约 3mm。本项目 XCT8500 型工业 CT 装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA，额定功率为 64W，工业 CT 装置工作时主射线朝顶部照射，操作台位于装置东北侧。

本项目拟调配 2 名其他工作人员，1 名专职本项目检测工作，1 名工作人员兼职辐射防护负责人。本项目拟采取一班制，每班配备 1 名辐射工作人员，每班单日工作不超过 8 小时。本项目 CT 设备周开机曝光时间约为 9 小时（3h/d，一周三天），年开机曝光时间为 450 小时。

本项目 CT 主要进行无损分析，企业共占地面积：81200m²（本项目依托原有，不新增，在信赖车间中隔出 5D X-Ray 房间面积 24m²），本项目位于二层，1F 到 4F 高度 23.5m。本次拟购入的工业 CT 装置为自屏蔽体，因此设备所在 5D X-Ray 房间不具有屏蔽装置。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号），昆山沪利微电有限公司所用工业 CT 装置（XCT8500 型）属 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号），使用 II 类射线装置的项目应当编制环境影响报告表。因此，昆山沪利微电有限公司对其新增 1 台工业 CT 装置项目委托我公司进行环境影响评价。

昆山沪利微电有限公司辐射设备情况具体见表 1-1。

表 1-1 本项目辐射设备情况一览表

序号	装置名称	类别	设备型号	设备数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	备注	工作场所
1	工业 CT 装置	II 类	XCT8500 型	1 台	160	1	主射线朝顶部照射	5D X-Ray 房间

2 项目选址及周边保护目标情况

昆山沪利微电有限公司位于昆山经济技术开发区楠梓路 255 号。厂区东面为青阳港；南面为仁宝信息技术（昆山）有限公司；西面为沪镓光电有限公司；北面为昆山先创电子有限公司。项目地周围 50 米范围内没有学校、医院、居民点等环境敏感目标。

厂址地理位置见附图 1，厂址周围概况见附图 2。

本项目 5D X-Ray 房间位于 2 号厂 2 楼，为独立房间仅存放工业 CT 装置和电脑（位于工业 CT 装置西侧）。5D X-Ray 房间所在厂房为四层建筑（第四层局部），1F~4F 高度 23.5 米，5D X-Ray 房间下方一楼主要为压合车间，5D X-Ray 房间上方三楼主要为镀铜

车间，局部四楼为公用设施（5D X-Ray 房间四楼为屋顶）。5D X-Ray 房间东侧 50m 评价范围内依次为走廊、内层蚀刻生产工位、其他生产区和走廊，北侧 50m 评价范围内依次为检测设备间、其他生产区、走廊，西侧 50m 评价范围内依次为检测室、其他生产区、走廊、厂区内外道路，南侧 50m 评价范围依次为冷热冲击实验室、其他生产区、办公室、走廊、厂区内道路、1#厂房。公司厂区平面布置图见附图 4。

本项目 5D X-Ray 房间内放置 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置。5D X-Ray 房间平面布置见附图 4-5。

本项目 5D X-Ray 房间（工业 CT 装置使用场所）周边情况具体见表 1-2。

表 1-2 本项目辐射设备使用场所周边情况一览表

序号	场所名称	位置	场所东侧	场所南侧	场所西侧	场所北侧	场所上方	场所下方
1	5D X-Ray 房间	二层	走廊、内层蚀刻生产工位	冷热冲击实验室	检测室	检测设备间	镀铜车间	压合车间

本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及工业 CT 装置拟建址周围评价范围内公众。

根据《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337 号），距离本项目最近的江苏省生态空间管控区域为项目所在厂区西南处的 1.25km 昆山市省级生态公益林，本项目不在划定的生态空间管控区域范围内，符合生态空间管控区域相关要求。

本项目位于昆山经济技术开发区（包含昆山综合保税区），属于苏州市重点管控单元，对照苏州市重点管控单元生态环境准入清单，本项目不涉及违背生态环境准入清单的问题。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。

3 原有核技术利用项目情况

3.1 原有核技术利用项目

昆山沪利微电有限公司于 2024 年 09 月 09 日取得了苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[E2482]，见附件 4），有效期至 2029 年 09 月 08 日，许可范围为：使用Ⅲ类射线装置。公司现有 17 台Ⅲ类射线装置。公司现有核技术应用项目均已履行环保手续，项目环境影响登记备案复印件见附件 5。公司现有核技术应用项目见表 1-3。

表 1-3 公司现有核技术利用项目清单

序号	名称	型号	类别	最大管电压	最大管电流	数量	场所	环评及审批时间	环保许可情况
1	工业 X 射线检查机	CM-800	III	50kV	1mA	1 台	2 号厂房 1 楼 NC 车间	已备案	已许可
2	工业 X 射线检查机	AIT-900	III	50kV	1mA	2 台	1 号厂 1FHNC 一课车间	已备案	已许可
3	工业 X 射线检查机	XR-350 i	III	60kV	1mA	1 台	1 号厂 1FHML 无尘室	已备案	已许可
4	工业 X 射线检查机	XR-350 i	III	60kV	1mA	2 台	1 号厂 1FHNC 一课车间	已备案	已许可
5	X 射线检查机	RAY-X G1000	III	50kV	1mA	1 台	2 号厂 1FHML 无尘室	已备案	已许可
6	剖板机 X 射线	JH-9961	III	50kV	1mA	1 台	2 号厂 1FHML 车间	已备案	已许可
7	X-ray 钴靶机	INSPECTA S1	III	50kV	1mA	2 台		已备案	已许可
8	X-Ray 钴靶机	ADT-90 OXP2	III	50kV	1mA	2 台		已备案	已许可
9	X-Ray 钴靶机	CH-608	III	50kV	1mA	2 台		已备案	已许可
10	X-ray 读码机	XL-RS	III	50kV	1mA	3 台		已备案	已许可

3.2 个人剂量监测与健康体检

公司现有 41 名 III 类辐射工作人员，均已通过企业自主辐射防护培训，已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司进行个人剂量监测。根据公司 2024 年~2025 年辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 7），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常。

公司已每年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

3.3 年度检测

公司现有核技术利用项目已委托苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司开展年度环保检测（年度环保检测报告见附件 8）。由检测结果可知，本单位现有核技术利用项目在检测工况下运行时，公司现有核技术利用项目工作场所周围剂量当量率能够满足相关标准要求。

3.4 运行情况

公司开展核技术利用项目至今，未发生环保投诉情况。

4 本项目与原有核技术利用项目的依托关系说明

(1) 辐射工作人员依托关系说明

根据企业提供资料，项目建成投入使用后，拟新增 2 名辐射工作人员负责 CT 检测相关工作内容，上述辐射工作人员不从事其他辐射类工作，不存在依托关系。

(2) 辐射安全管理制度依托关系说明

企业原已成立了《辐射安全与环境保护管理机构》，有相应的辐射事故应急措施，本项目在原有制度的基础上进行增补和完善，并将根据设备型号进一步细化和补充，对部分原有辐射安全管理制度如《辐射事故应急预案》、《辐射监测制度》等进行完善，将本项目的相关内容纳入原有管理制度体系中。只要在日常工作中严格落实，能够满足核技术利用项目的管理需求。

(3) 辐射监测设备依托关系说明

企业拟新配备便携式 X-r 辐射监测仪、个人剂量报警仪、个人剂量计等监测仪器，能够满足项目建成后的监测需求，不存在依托关系。

4 产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目为“工业 CT 无损检测设备”，属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

5 实践正当性

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加本项目工业 CT 装置拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	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》(GB18871-2002)。

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 CT 装置	II类	1 台	XCT8500 型	160	1	无损检测	5D X-Ray 房间	主射线朝顶部照射，额定功率 64W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	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	经装置顶部排风扇及开关进料门,再经车间门窗及通风系统排出车间,臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气,对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放量用 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》（2014 年修订版），中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修正版），中华人民共和国主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日修订，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》，中华人民共和国主席令第 6 号，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 年修正版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行</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) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版）生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(10) 《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>(11) 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>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p>
------	---

	<p>(15) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日</p> <p>(16) 《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</p> <p>(17) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日发布</p> <p>(18) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日发布</p> <p>(19) 《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号）</p> <p>(20) 《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号文</p>
技术标准	<p>(1) 《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）；</p> <p>(2) 《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p>

其他	<p>附图</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 项目地理位置图(2) 周围概况图(3) 项目与昆山市生态空间管控区域位置图(4) 平面布局图 <p>附件</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 项目委托书（附件 1）(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）(3) 辐射屏蔽防护设计说明（附件 3）(4) 现有辐射安全许可证复印件（附件 4）(5) 现有核技术利用项目环境影响登记备案复印件（附件 5）(6) 辐射环境现状检测报告及检测资质（附件 6）(7) 个人剂量监测报告复印件（附件 7）(8) 年度环境检测报告复印件（附件 8）(9) 生产厂家辐射安全许可证复印件（附件 9）(10) 其他附件
----	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围							
<p>根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围为 1 台工业 CT 装置屏蔽仪外 50m 区域。</p>							
保护目标							
<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《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条（一）中的环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）及《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。</p> <p>本项目使用 1 台工业 CT 装置进行无损检测工作，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及工业 CT 装置拟建址周围评价范围内公众。本项目工业 CT 装置周围保护目标一览表见表 7-1。</p>							
表 7-1 本项目工业 CT 装置保护目标情况一览表							
序号	保护目标名称		保护目标位置	方位	最近距离 m	规模	环境保护要求
1	工业 CT 装置	辐射工作人员	工业 CT 装置操作位	东北侧	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
2		公众	走廊/预留生产区	东侧	0.72	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
3			内层蚀刻生产工位、其他生产区、走廊		5.3	30 人	
4			冷热冲击实验室	南侧	0.5	3 人	
5			厂区内道路		16	流动人员	
6			其他生产区、办公室、走廊		5.3	30 人	

7		1#厂房		27	流动人员
8		检测室	西侧	4.2	3人
9		其他生产区、走廊		10	20人
10		厂区内道路		20	流动人员
11		厂区外道路		40	流动人员
12		检测设备间		1.64	8人
13		其他生产区、走廊	北侧	3.1	20人
14		镀铜车间	上方	0.94	30人
15		制工具送修区、自动化工作区等其他生产区和预留生产区		0.94-50	流动人员
16		压合车间	下方	0.12	30人
17		其他生产区、办公区、更衣室、配电间、空调间等公辅用房		0.12-50	流动人员

注：表中最近距离为距工业 CT 装置的最近距离，项目 50m 评价范围内不存在其他二类射线装置项目。

评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射剂量限	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

(2) 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中 11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv~0.3 mSv) 的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

- 1) 辐射剂量率控制水平：CT 装置表面四周、顶部外 30cm 处及底部表面周围剂量当量率参考控制水平应不大于 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；
- 3) 年受照剂量约束值：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。

(3) 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

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。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平:

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

2) 本项目工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

3) 本项目工业 CT 装置正上方区域人员可达, 顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取不大于 2.5 μ Sv/h。

(4) 环境天然 γ 辐射水平参考值

参考《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护第 13 卷第 2 期, 1993 年 3 月), 江苏省环境监测站, 江苏省天然贯穿辐射水平见下表:

表 7-3 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致(空气吸收)剂量率(单位: nGy/h)

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

注: [1]测量值已扣除宇宙射线响应值。[2]现状评价时, 参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

昆山沪利微电有限公司位于昆山经济技术开发区楠梓路 255 号，厂区东面为青阳港；南面为仁宝信息技术（昆山）有限公司；西面沪光电有限公司；北面为昆山麦格纳汽车系统有限公司。

本项目 5D X-Ray 房间位于 2#厂房二层中部，厂房为四层建筑（第四层局部），本项目位于二层，上方为三层和楼顶。5D X-Ray 房间东侧为内层蚀刻生产工位，北侧为检测设备间，西侧为检测室，南侧为冷热冲击实验室。

本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及拟建址周围评价范围内公众。

本项目工业 CT 装置拟建车间 5D X-Ray 房间周围环境照片见图 8-1。



西侧检测室



东侧内层蚀刻生产工位



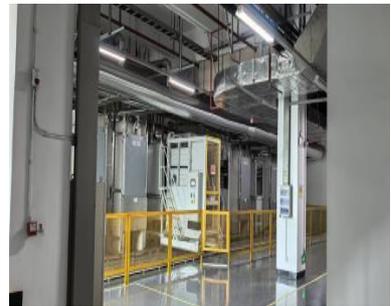
南侧冷热冲击实验室



北侧检测设备间



上方（三楼）镀铜车间
周围环境照片



下方压合车间



5D X-Ray 房间

图 8-1 5D X-Ray 房间周围环境图

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目工业 CT 装置拟建址及周围辐射环境。

监测因子：本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率。

监测点位：在工业 CT 装置拟建址及周围布置监测点位，共计 11 个点位。检测布点图，详见下图。

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》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在工业 CT 装置拟建址及周围布设监测点位，测量工业 CT 装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率。

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

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：江苏卓然辐射检测技术有限公司，已通过 CMA 计量认证，证书编号：241012050469，具备相应的检测资质和检测能力；

监测仪器：X-γ 辐射空气比释动能率仪 NT6101-S75，仪器测量范围：10nGy/h~200uGy/h；

仪器能量响应范围：48KeV~3MeV 校准有效期：2024.08.30—2025.08.29；

监测日期：2025 年 6 月 24 日，环境条件：晴；温度：26℃；湿度：50%；

评价方法：参考表 7-3 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目工业 CT 装置拟建车间 5D X-Ray 房间周围辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 6）

表 8-1 拟建 5D X-Ray 房间及周边辐射环境质量现状检测结果（室内）

序号	监测点位	X-γ辐射剂量率（nGy/h）	标准差
1	工业 CT 装置拟建车间中部	77	3.5
2	工业 CT 装置拟建车间东侧	79	4.2
3	工业 CT 装置拟建车间南侧	72	3.0
4	工业 CT 装置拟建车间西侧	78	3.0
5	工业 CT 装置拟建车间北侧	74	3.7
6	东侧内层蚀刻生产工位	74	2.0
7	南侧走廊	74	2.6
8	西侧检测室	75	4.0
9	北侧物理实验室	75	3.1
10	上方（三楼）镀铜车间	92	5.5
11	下方压合车间	69	2.9

1.检测结果已扣除宇宙射线响应值(12nGy/h)；

2.检测结果扣除宇宙射线响应值时已考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正，1~11 号点位建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8；

3.仪器使用 ^{137}Cs 作为检定辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

根据表 8-1 的监测结果可知，昆山沪利微电有限公司新增工业 CT 装置拟放置位置及周围辐射环境γ辐射剂量率中点位均为室内点位，扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射水平在（72~92）nGy/h 范围内，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目工业 CT 装置拟建址周围监测点位γ辐射水平处于江苏省环境天然γ辐射水平测值范围内，属于正常辐射水平。

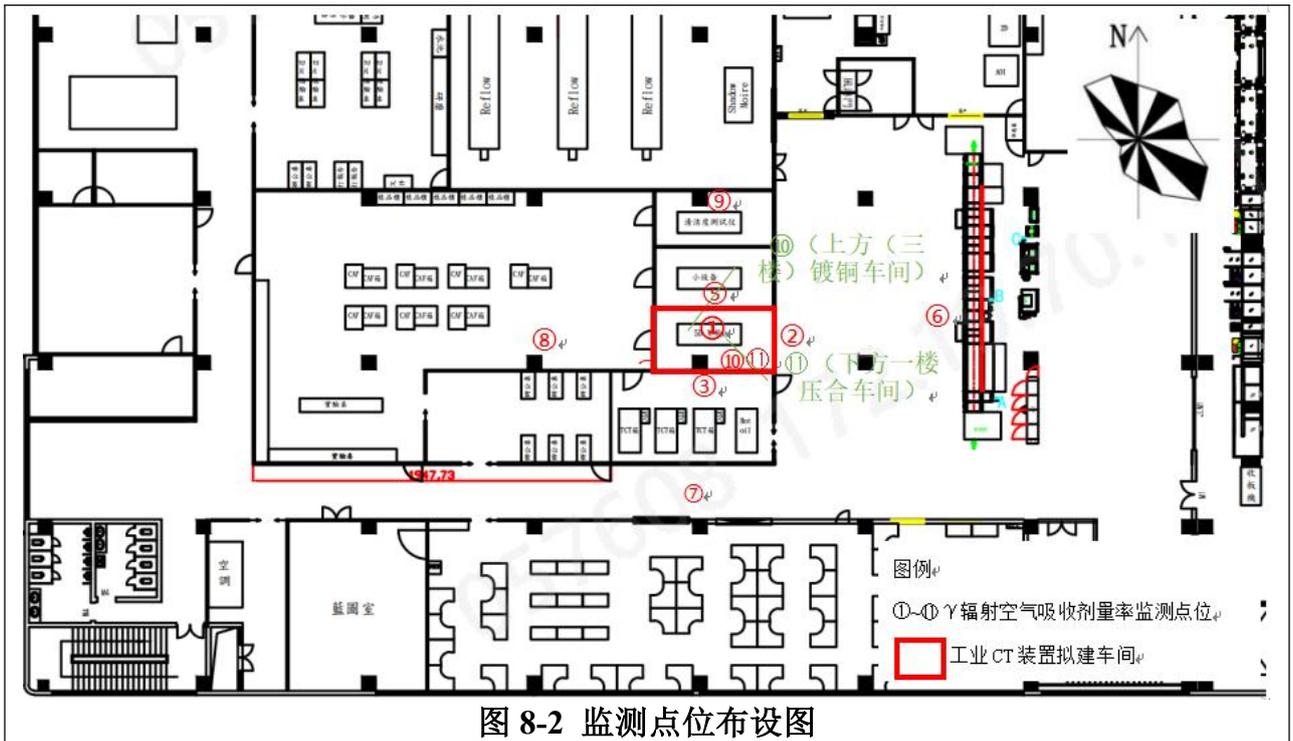


表 9 项目工程分析和源项

工程设备与工艺分析

1、工程设备

由于生产检测需要，昆山沪利微电有限公司拟在 2 厂 2 楼新建 1 台 XCT8500 型工业 CT 装置，用于开展公司生产的电路板的无损检测工作。检测工件长度最大约 500mm，宽度最大约 500mm，厚度最大约 3mm。本项目工业 CT 装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA，额定功率为 64W，工业 CT 装置工作时主射线朝顶部照射，操作台位于装置东北侧。本项目 XCT8500 型工业 CT 装置样式图见图 9-1。

本项目工业 CT 装置由检测室及操作台等组成。检测室包括 X 射线源、图像成像单元、计算机图像处理系统、机械系统、电气控制系统、安全防护系统、警示系统等。检测室尺寸为 1650mm(长)×1500mm(宽)×2000mm(高)，采用铅板对 X 射线进行屏蔽。本项目工业 CT 装置进样门(含观察窗)朝北侧摆放，检测时，工件由进样门进入检测室，检测完成后从进样门出检测室，工件进样门尺寸为 670mm(宽)×740mm(高)，装置前检修门为 970mm×795mm、顶部检修门为 560mm×930mm。设备技术参数见表 9-1。

表 9-1 拟新增II类工业 CT 装置设计参数表

设备型号	最大管电压	最大管电流	长/m	宽/m	高/m	射线方向	出束夹角	备注
XCT8500 型	160kV	1mA	1650	1500	2000	主射线朝顶部照射	68°	以设备防护门为正面（东北侧）

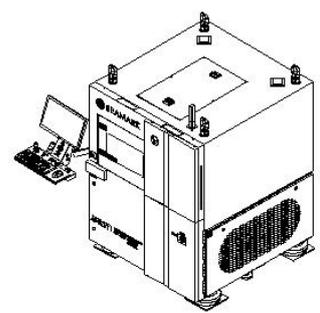
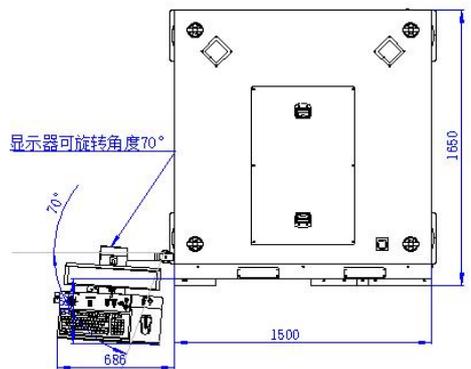
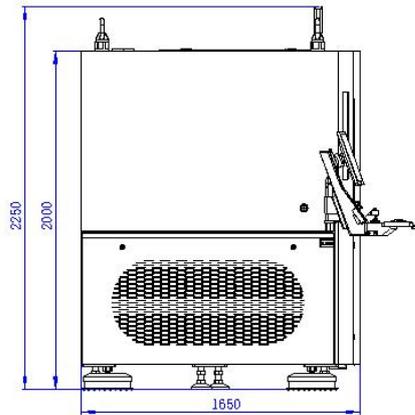
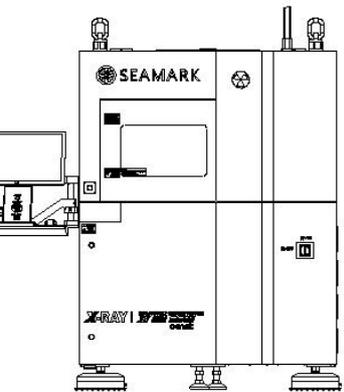
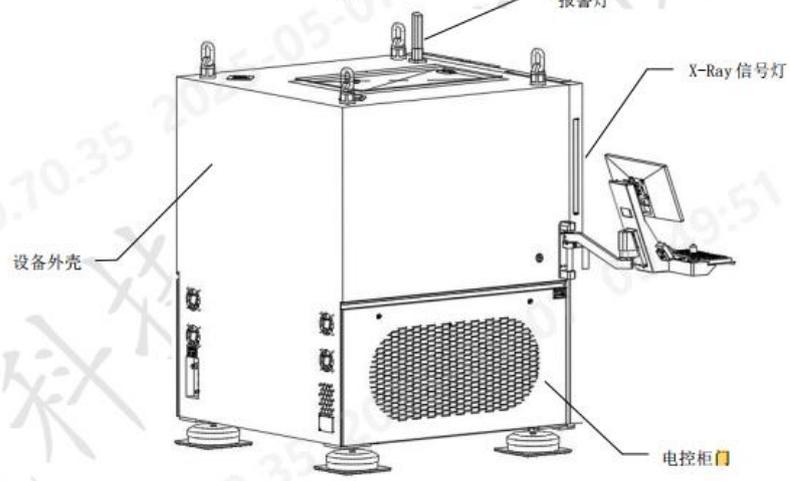
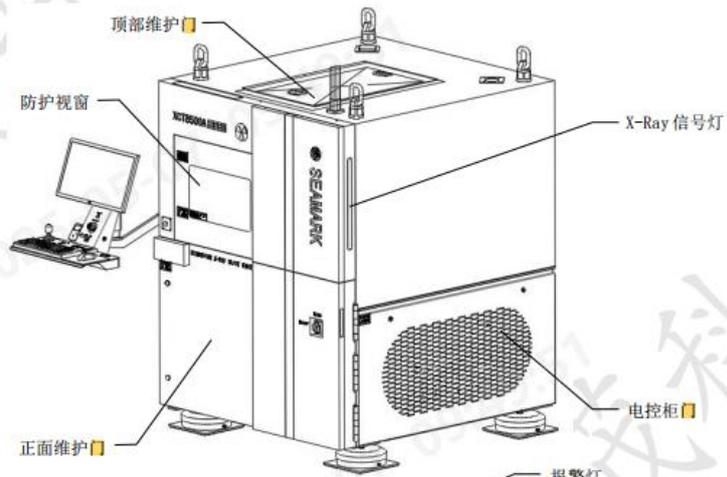




图 9-1 本项目工业 CT 装置外观及三视图

本项目装置包含射线屏蔽防护室、机械系统、电控系统、X 射线机、平板探测器及图像处理系统。本项目装置的 X 射线管可以上下垂直移动，移动距离共 120mm，不能水平前后移动。发射角度为 68°，从下往上发射，主射方向为顶部，距顶面外侧最小距离为 1005mm，距底部屏蔽体外侧最小距离为 870mm，X 射线管距东侧和西侧屏蔽体外侧距离均为 750mm，工业 CT 装置计算示意图见图 9-2。

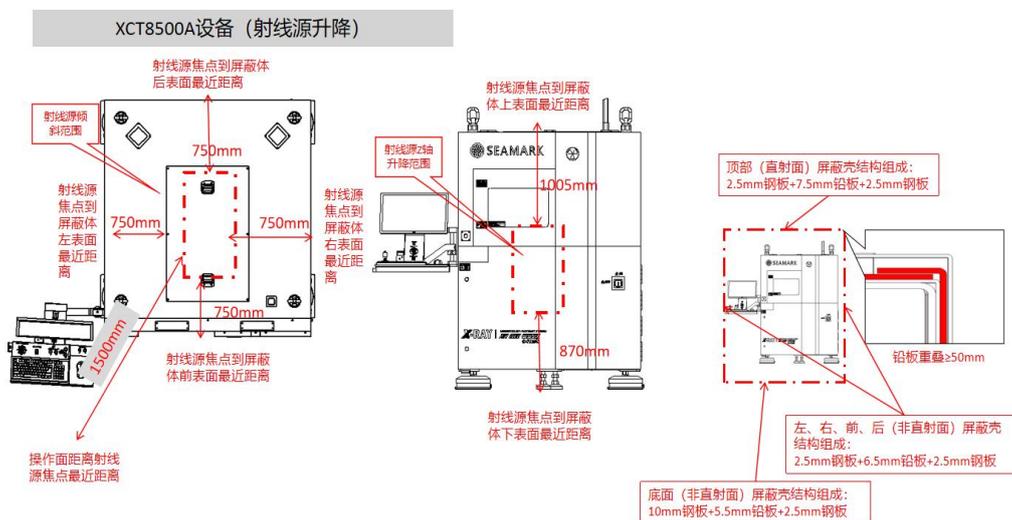


图 9-2 本项目工业 CT 装置计算示意图

2、工作原理

(1) X 射线产生原理

X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷。其中 X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-3 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚

集杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为韧致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特征辐射。

从 X 射线管阴极上射在钨靶上的电子形成的电流叫作管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压，产生的 X 射线最高能量等于管电压值。X 射线管产生的 X 射线的强度与靶物质的原子序数 Z 成正比，与电子流强度 I 成正比，与电子加速电压（管电压） U 的平方成正比。所以，X 射线管的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。一般 X 射线管的管电压（峰值）从几十千伏至几百千伏。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

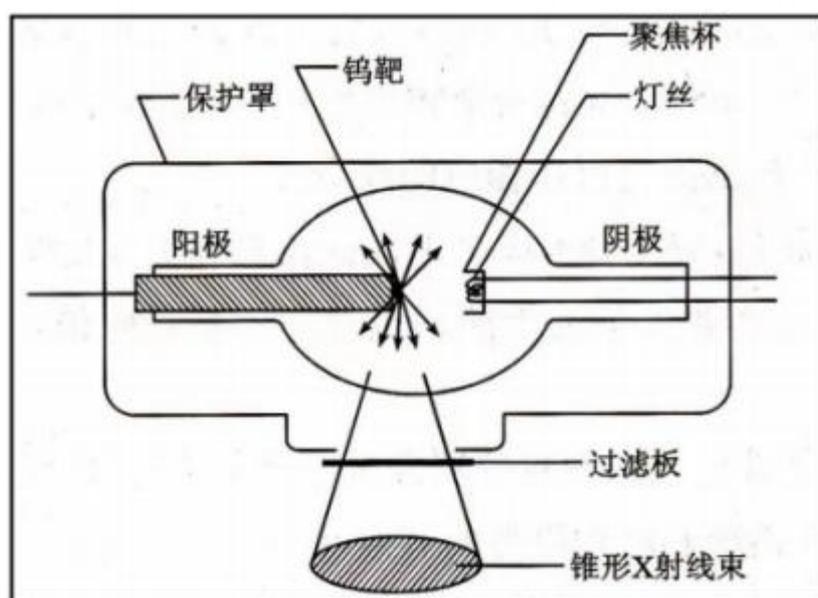


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

(2) 工业 CT 机工作原理

电子计算机断层摄影 (Computedtomography, 简称 CT) 是电子计算机和 X 射线相

结合的一项无损检测新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，见图 9-1。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及射线源、试件、探测器空间位置的调整。

探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

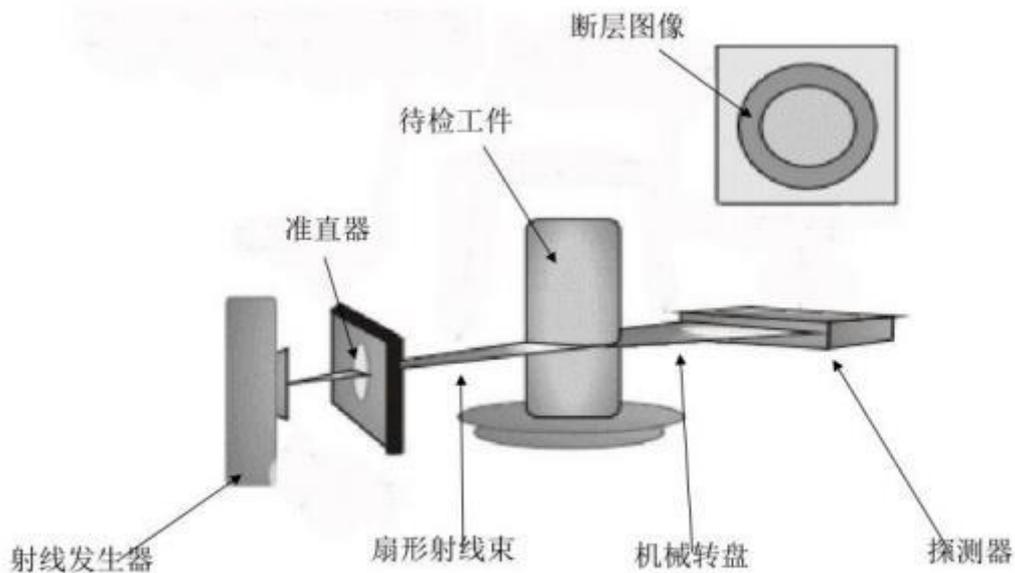


图 9-4 工业 CT 装置工作示意图

3、工艺流程及产污环节分析

工业 CT 装置工作时，辐射工作人员工作前检查装置辐射防护措施的有效性，将被检测工件放置于装置内，辐射工作人员在装置东北侧控制模块通过控制模块显示屏进行工件位置调整与确认操作，在数据处理工作站（操作台）进行出束操作，对工件需检测

部位进行无损检测与分析，其工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员工作前检查装置辐射防护措施的有效性，在控制模块处控制装置开机；
- (2) 确保各辐射安全装置可以有效工作后，辐射工作人员将工件运送至 5D X-Ray 房间内；
- (3) 辐射工作人员在控制模块处控制工业 CT 装置，打开工件门；
- (4) 辐射工作人员将工件送入 CT 装置内载物台上；
- (5) 辐射工作人员确认周围环境及自身安全，在控制模块处控制装置关闭工件门；
- (6) 在操作台（数据处理工作站）处通过操作系统控制装置加高压、打开 X 射线出束开关，开始检测；装置利用载物台旋转和移动工件调整至不同位置，上下调整射线管，通过平板探测器获取大量不同角度被测对象受 X 射线照射后的断层扫描图像。检测期间 X 射线管发出 X 射线，X 射线电离铅房中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；
- (7) 曝光结束，在操作台处关闭 X 射线；
- (8) 辐射工作人员在控制模块控制装置开启工件门，移出工件，关闭工件门；
- (9) 检测结束后，辐射工作人员通过操作台（数据处理工作站）处的显像器调取储存的图像进行缺陷分析，将断层扫描图像按照重建算法重构得到完整的三维数模，判断工件质量、缺陷等；
- (10) 装置关机。

工业 CT 装置具体工艺流程及产污环节如图 9-5 所示，项目运营中产生的主要污染为工业 CT 装置工作过程中产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物。

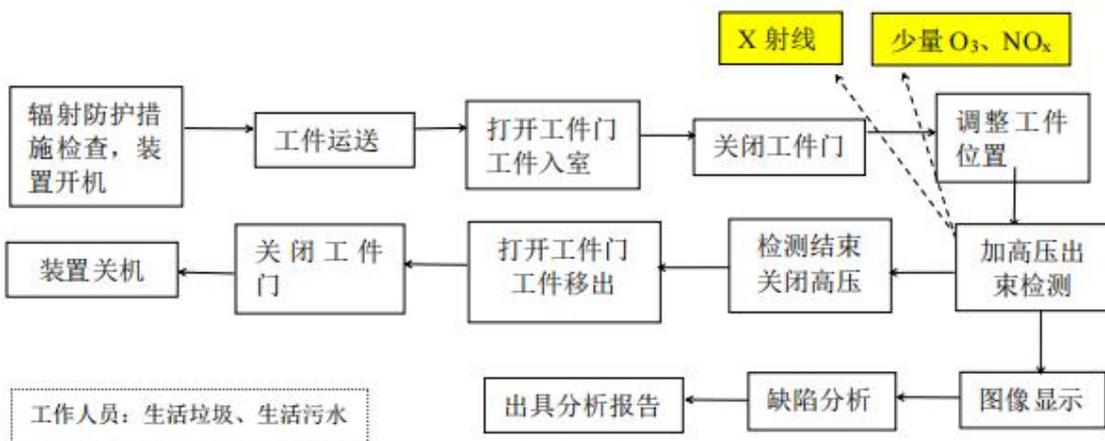


图 9-5 工业 CT 装置工作流程及产污环节

4、工作机制

本项目拟从其他岗位调配 2 名工作人员，1 名专职负责本项目辐射检测工作，1 名辐射防护负责人兼职负责本项目辐射检测工作。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。

本项目拟采取一班制，每班配备 1 名辐射工作人员，每班单日工作不超过 3 小时。CT 设备周开机曝光时间约为 9 小时，年开机曝光时间为 450 小时。

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已取得辐射安全许可证。建设单位已建立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。

建设现有项目辐射工作人员 41 名均已进行考核并考核合格，41 名辐射工作人员均已进行职业健康体检，体检结果均可继续从事放射工作，已委托检测单位对 41 名辐射工作人员进行个人剂量检测，检测结果均未超标，已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。但存在一些不足：辐射安全管理制度（如岗位职责和操作规程等）需要进行完善，制度上墙情况需要落实，原有装置的监督区标牌要进行补充；现公司对不足之处将进行完善与改进。

因建设项目产能调整后对产品的质检需求，昆山沪利微电有限公司拟在 2 号厂 2 楼信赖车间内部，扩建 1 台工业 CT 装置（型号：XCT8500 型、最大管电压为 160kV，最大管电流 1mA）用于电路板等产品的质量检测。

污染源项描述

1、辐射污染源分析

由工业 CT 装置工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，正常开机出束期间，辐射污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目工作期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。由于厂家未提供滤过材料，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 本次按最保守估计取 150kV 和 160kV 管电压下的最大输出量，通过内插法得到 X 射线输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

泄漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，本项目 160kV 的 X 射线管

距辐射源点（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），X 射线经检测工件 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值根据康普顿散射线能量公式计算（150kV）。

2、非辐射污染源分析

1、废气：工业 CT 装置在工作状态时，会使装置内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过装置内机械式排风设施和开关进料门排到 5D X-Ray 房间内，最终经开关门及 5D X-Ray 房间内新风系统排至室外。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影响较小。

2、废水：主要是工作人员产生的生活污水，生活污水排入陆家污水处理厂，对周围环境影响较小。

3、固体废物：本项目运营时显像通过计算机成像，不产生工业固废。工作人员产生的一般生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

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

(1) 工作场所布局

本项目扩建 1 台工业 CT 装置设置有操作台（数据处理工作站）及工业用 CT 装置检测室，操作台与工业用 CT 装置检测室分开独立设置，位于工业用 CT 装置检测室东北侧，X 射线朝向顶部照射，操作台避开了 X 射线主射线方向。本项目操作台与射线装置出束照射方向关系见表 10-1，本项目工业 CT 装置满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。”要求。

表 10-1 操作位与出束方向关系一览表

装置名称及型号	操作台位置	出束方向	是否满足
工业 CT 装置 XCT8500 型	位于装置东北侧	朝顶部照射	是

(2) 分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求：应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制；需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和联锁装置限制进入；监督区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。

本项目拟将工业 CT 装置检测室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色区域），在装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，设备设置门机联锁装置，工作时任何人不得进入；拟将 5D X-Ray 房间作为辐射防护监督区（图 10-1 中绿色区域），5D X-Ray 房间入口设置门锁，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得靠近。本项目工业 CT 装置平面布局及分区图见图 10-1。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射工作场所的分区规定。

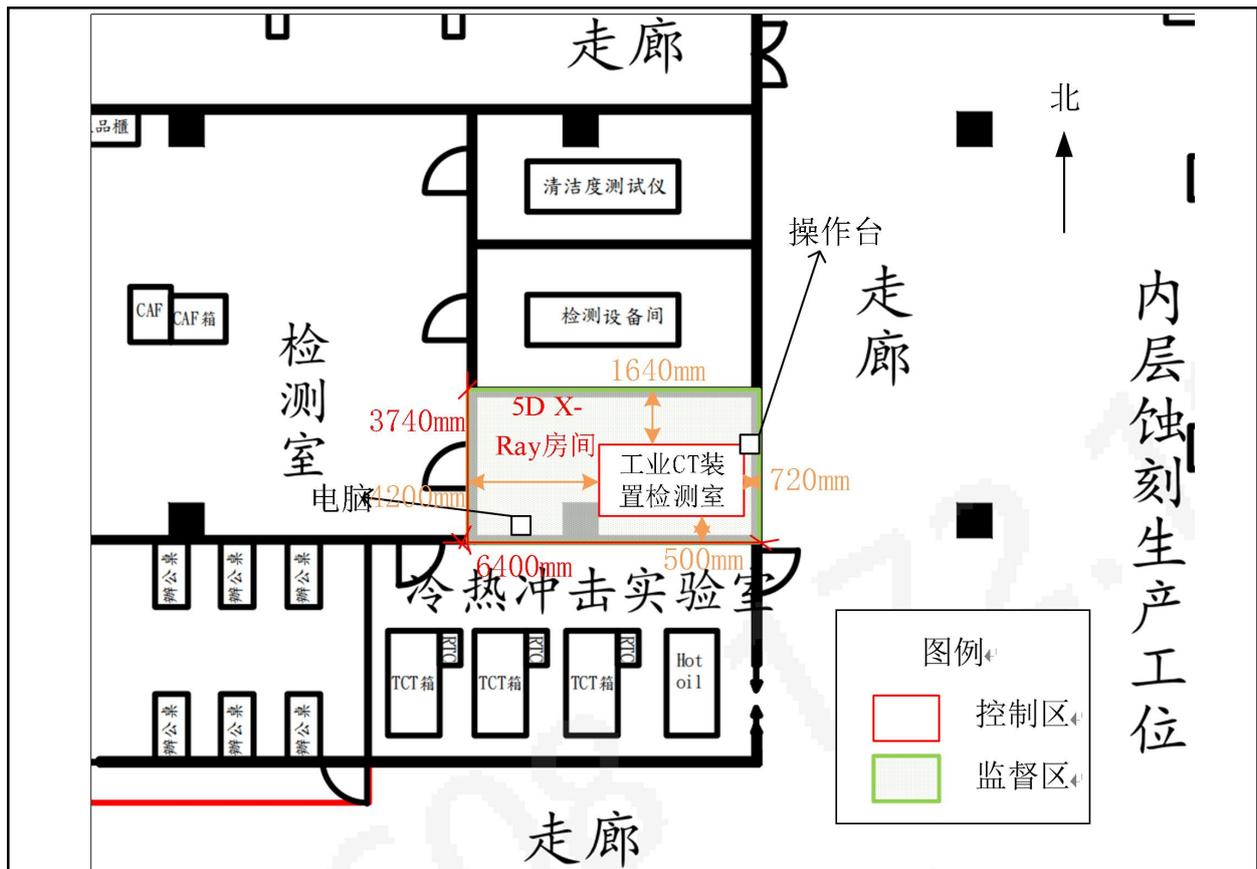


图 10-1 本项目工业 CT 装置监督区及控制区示意图

表 10-2 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	工业 CT 装置自屏蔽体内区域 工业用 CT 装置检测室	工业 CT 装置自屏蔽体实体边界外与 5D X-Ray 房间围成的区域
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”。 6.4.2.2a)“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, 工业 CT 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) 6.4.1.4c)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。	监督区为辐射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》(GB18871-2002) 6.4.2.2b 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	工业 CT 装置表面外粘贴电离辐射警告标识及中文警示说明。	5D X-Ray 房间入口处拟粘贴监督区标牌。

2、工作场所辐射屏蔽设计

根据昆山沪利微电有限公司提供的工业 CT 装置, 本项目 CT 系统由软件和硬件系

统组成。该设备操作台位于射线屏蔽室东北侧，为单独操作台。该装置射线屏蔽箱尺寸约为1650mm(长)×1500mm(宽)×2000mm(高)，辐射安全屏蔽室是全方位防护式屏蔽铅箱，进料门所在面为装置前侧。工业 CT 检测装置具体屏蔽措施见表 10-3。

表 10-3 工业 CT 装置屏蔽措施一览表

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度	折合铅当量	主射线方向
工业 CT 装置 XCT8500 型	前侧（进样门、 维修门、通风口）	2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板	7mmPb	主射线朝顶 部照射
	观察窗	铅玻璃	7.26mmPb	
	西侧（电缆孔）	2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板	7mmPb	
	东侧	2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板	7mmPb	
	后侧	2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板	7mmPb	
	顶部	2.5mm 钢板+7.5mmPb+2.5mm 钢板	8mmPb	
	顶部维修门	2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板	7mmPb	
	底部	2.5mm 钢板+5.5mmPb+2.5mm 钢板	6mmPb	

*注：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 4, 160kV 下厚度 2.5mm 钢的等效铅厚度为 0.25mm。

3、人员防护

①辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测，并对个人剂量计进行编号并定期送检，建立个人剂量健康档案。

②辐射工作人员均参加职业健康体检，体检合格方能上岗。

③企业配备辐射报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪，在开展相关作业时可监控周围剂量情况。

4、工业 CT 装置的存放与维护

本项目新增 1 台工业 CT 装置，位于昆山沪利微电有限公司 5D X-Ray 房间中，企业已制定设备管理及维修制度，定期对工业 CT 装置进行检查和维护，若在使用中遇到设备故障，及时联系售后工程师进行维修，并做好相应记录工作

5、辐射安全与防护措施

(1) 本项目工业 CT 装置自屏蔽主要采用钢-铅-钢和铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护。

(2) 本项目工业 CT 装置东北侧设置操作台，在键盘控制区设置急停开关，并在急停开关附近标明使用方法，紧急情况下可按下急停开关快速切断供电。

(3) 工业 CT 装置操作台处设置钥匙开关、电脑开关，只有两个开关同时打开后设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(4) 本项目工业 CT 机设备顶部配备了一个三色信号报警灯，侧面配备工作状态 X 射线指示灯，以警示人员注意安全。

三色信号报警灯：

三色信号报警灯配备了红色、黄色和绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：

①红灯发光常亮同时报警器发出报警声，表示设备有故障；

②黄灯发光表示设备处于待机状态；

③绿灯常亮表示设备处于正常状态。

X 射线指示灯：

①红灯发光常亮表示设备 X 光打开，这时设备正在工作中。

②绿灯常亮表示设备处于待机状态。

(5) 工业 CT 装置自动门配置安全光栅，自动门运行过程中，若安全光栅触发自动门自动停止防止夹手；配置 32mm 铅玻璃和 6.5 铅板防止辐射泄漏。

(6) 工业 CT 装置在键盘控制区设有辐射仪。

(7) 进料门、前侧维修门和顶部维修门各设置 1 个门机联锁装置（各门机联锁装置分别与 X 射线系统连接）。

(8) 工业 CT 装置表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(9) 正常运行情况下人员无法进入装置内部，故装置内未设置急停按钮及工作状态指示灯和声音提示装置等措施

(10) 本项目将工业 CT 装置检测室边界作为本项目的控制区边界，将 5D X-Ray 房间边界作为本项目监督区边界；将工业 CT 装置所在 5D X-Ray 房间划为监督区，该区域在装置工作出束期间，提醒放射工作人员外其他无关人员快速撤离，不得逗留。

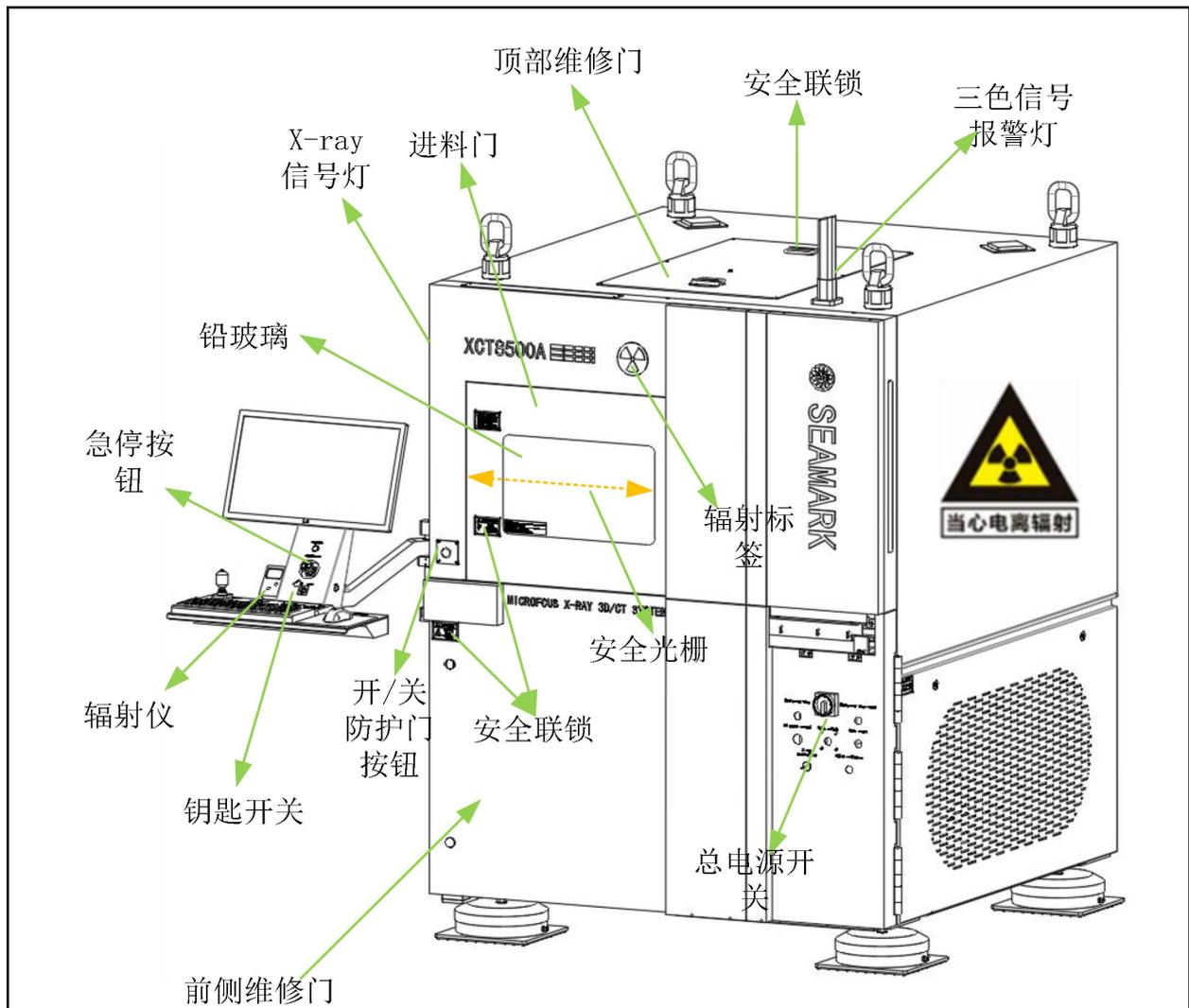


图 10-2 辐射安全与防护措施示意图

6、操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中 5.1.2 要求对工业 CT 装置进行检查,重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、辐射仪等是否运行正常。

(2) 使用便携式 X- γ 剂量率仪前,需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。

(3) 辐射工作人员在进入 5D X-Ray 房间时,除佩戴常规个人剂量计外,还应携带便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时,辐射工作人员应立即退出 5D X-Ray 房间,同时防止其他人进入 5D X-Ray 房间,并立即向辐射防护负责人报告。

(4) 辐射工作人员拟定期测量工业 CT 装置外周围区域的剂量率水平,包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值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。

(5)在每一次照射前，操作人员需确认工业 CT 装置内部没有人员驻留并关闭闸门。只有在闸门关闭、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。

(6)公司拟对工业 CT 装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

7、探伤设备退役措施

当工业 CT 装置不再使用时，拟实施退役程序。

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

(2)当 X 射线源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

(3)清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废的治理

一、放射性三废

本项目运行过程中没有放射性三废产生。

二、非放射性三废

1、臭氧和氮氧化物处理

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置铅房内。本项目 XCT8500 型工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有 2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板防护罩防护。XCT8500 型工业 CT 装置内部体积约为 5m³，典型工况下单个风扇排风量为 100m³/h，系统配置 8 个风扇，通风口位于设备顶部，正常情况系统通风量为 800m³/h，经计算得出每小时通风次数约为 160 次，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时本项目工业 CT 装置所在 5D X-Ray 房间内设置有新风系统，通风效果较好，通过开启新风系统排风进行无组织排放，将臭氧和氮氧化物排出室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较少。

2、生活污水、垃圾处理

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水接入市政管网，产生的少量生活垃圾由公司分类收集后定期交环卫部门处理。

3、事故预防措施

辐射工作人员必须严格按照操作程序进行，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发〔2006〕145号文件的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在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，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业 CT 装置是由检测室和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是工业 CT 装置工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。本项目型号为 XCT8500 型工业 CT 装置，最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA，最大功率为 64W。工作时主射线固定向顶部照射。本报告以工业 CT 装置最大功率 64W 运行时（最高管电压 160kV 时，电流最大为 1mA）对设备四周、顶部、底部和防护窗辐射环境影响进行预测。

本项目装置的 X 射线管可沿高度方向升降，行程 120mm，距顶面最小距离为 450mm，距顶部屏蔽体外侧最小距离为 1005mm，底部屏蔽体外侧最小距离为 870mm，X 射线管距四周屏蔽体外侧距离均为 870mm，X 射线管计算示意图见图 9-2。

根据图 11-1，X 射线管向沿高度方向升降照射范围图，因此 X 射线束不会照射到除了顶部以外的其他区域。

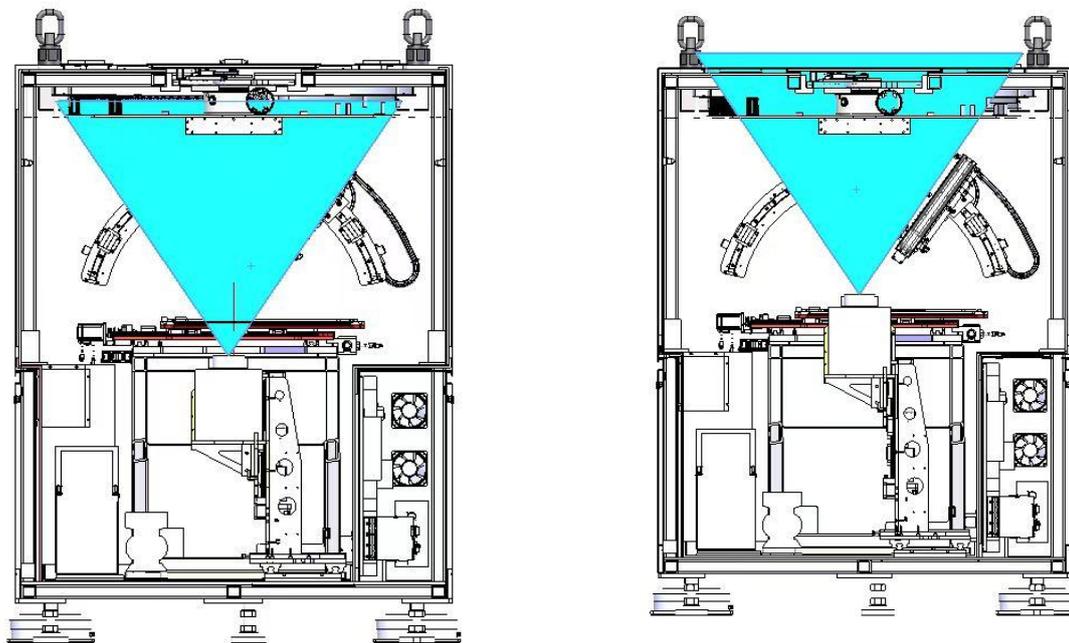


图 11-1 射线管主束照射范围图

表 11-1 屏蔽体外各侧关注点

点位	关注点位置	辐射影响类型
①	CT 顶部表面外 30cm	有用线束
②	CT 前侧表面外 30cm	漏射、散射

③	CT 前侧观察窗表面外 30cm
④	CT 左侧表面外 30cm
⑤	CT 右侧表面外 30cm
⑥	CT 后侧表面外 30cm
⑦	CT 底部表面外

注：设备为落地式设计，底部与地面缝隙很小，故底部关注点设置在装置底部表面处。

11.1 估算模式选取

本项目工业 CT 设备采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式估算 CT 装置表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

(1) 有用线束

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

式中：

I—工业 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）；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），以 mSv·m²/（mA·min）为单位的值乘以 6×10⁴，见附录表 B.1，160kV 下 2mmAl 滤过条件的 X 射线管输出量为 20.38mGy·m²/（mA·min），即 1.22×10⁶μSv·m²/（mA·h）。

B—屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 B=10^{-X/TVL} 计算得到 B 值；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

(2) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

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计算。

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（2）计算：

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

式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—见附录 B 表 B.2。对于散射辐射，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°散射辐射最高能量对应的 kV 值根据康普顿散射线能量公式计算（150kV），附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后。对于泄漏辐射，可根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附

录 B 中的表 B.2 查得对应的 TVL 值。

(3) 非有用线束

① 泄漏辐射：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式 (2) 计算，然后按式 (3) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H，单位 ($\mu\text{Sv/h}$)：

$$H = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (3)$$

式中：

B—屏蔽透射因子，使用公式 (2) 计算得到；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米 (m)；

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位 ($\mu\text{Sv/h}$)，根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 表 1，本项目 160kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射辐射：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，按 GBZ/T 250-2014 表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL，然后按式 (2) 计算。关注点的散射辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (4) 计算：

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

式中：

I—工业 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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量，然后使用公式 (2) 计算得到；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)，保守取 0.4m^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，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中表 B.3，160kV 保守取 $1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400 = 0.0475$ ；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），本项目取 0.5m；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

11.2 相关参数

根据公司提供资料，本项目所用工业 CT 装置年工作出束时间约 450h/a，工业 CT 装置工作时主照射方向朝上，实际使用时最大管电压约为 160kV，管电流为 1mA，工业 CT 装置只在 5D X-Ray 房间内使用。

（1）X 射线机的输出量

X 射线机的输出量和照射量率与 X 管类型、电压和电压波形、靶的材料和形状以及过滤板材料和厚度有关。可以通过查阅有关参数表或图获取。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，本项目未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计 150kV 和 160kV 管电压下的最大输出量，通过内插法得到 X 射线输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，在最大管电压 160kV 时，滤过条件为 2mm 铝，距辐射源点（靶点）1m 处输出量取 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，即 $1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。TVL 根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 表 B.2 中 X 射线管电压为 150kV 和 200kV 时铅的什值层厚度 TVL0.96mm 和 1.4mm 通过内插法计算 160kV 时铅的什值层厚度 TVL 为 1.048mm。

（2）泄漏辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，管电压为 160kV 的工业用 CT 射线装置，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。其中 TVL 根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 表 B.2 中 X 射线管电压为 150kV 和 200kV 时铅的什值层厚度 TVL0.96mm 和 1.4mm 通过内插法计算 160kV 时铅的什值层厚度 TVL 为 1.048mm。

（3）90°散射辐射剂量率

当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方向上的散射辐射。160kV X 射线距辐射源点（靶点）1m 处输出量取 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，即 $1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。由 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 知，150kV X 射线的什值层厚度为 0.96mm 铅，屏蔽透

射因子根据 11.1 节中公式 (2) 计算。

11.3 辐射剂量率计算结果

表 11-2 工业 CT 装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度(铅当量)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平	评价
顶部(维修门)表面外 30cm	7mm	1	1.22×10^6	2.09E-7	1.035	0.15	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	满足

注: R=出束口到顶部屏蔽体最近距离 1.005+关注点 0.3m, 取装置表面外 30cm 为关注点。

表 11-3 工业 CT 装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	取值							底部
	CT 前侧表面外 30cm	CT 前侧观察窗表面外 30cm	操作位	CT 西侧表面外 30cm	CT 东侧表面外 30cm	CT 后侧表面外 30cm		
X 设计厚度(铅当量) (mm)	7	7.26	7	7	7	7	7	6
泄漏辐射	$B_{\text{①}}$	2.09E-07	1.18E-07	2.09E-07	2.09E-07	2.09E-07	2.09E-07	1.88E-06
	HL ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5×10^3						
	R (m)	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.87
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	0.000474	0.000268	0.000232	0.000474	0.000474	0.000474	0.006219
散射线辐射	散射线能量 (kV)	160						
	$B_{\text{②}}$	5.11E-08	2.74E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.62E-07
	I (mA)	1						
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	1.22×10^6						
	F (m^2)	0.4						
	α	0.0475						
	R_0	0.5						
	R_s^* (m)	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.87
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	0.004297	0.002303	0.002105	0.004297	0.004297	0.004297	0.068887
	泄漏辐射和散射线辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.004771	0.002571	0.002338	0.004771	0.004771	0.004771	0.075105
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	

①R 前/后/东/西侧屏蔽体=出束口到四周屏蔽体外侧距 0.75m+参考点 0.3m=1.05m

R=出束口至底部屏蔽体外侧最近距离 0.87m;

② $B_{\text{①}}$ 以射线能量为 160kV 值取, $B_{\text{②}}$ 以射线能量为 150kV 值取。

*由于检测工件尺寸不定, 直接计算散射线至关注点的距离比较困难, R_s 保守考虑取源点至关注点的距离

关注点位计算示意图见图 11-1。

从表 11-1 至表 11-2 中预测结果可以看出，当本项目工业 CT 装置满功率运行时，工业 CT 装置四周屏蔽体、顶部屏蔽体、底部屏蔽体外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.15\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.4 天空和地面反散射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“3.1.2b)1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c)的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”根据表 11-2，本项目装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $0.15\mu\text{Sv/h}$ ，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/T250-2014）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

11.4 通风口、电缆口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目工业 CT 装置的通风口位于屏蔽体顶部、电缆口位于屏蔽体西侧，电缆口和通风口外均拟采用 2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板防护罩进行防护，铅防护罩采用迷宫式设计；由表 11-2 计算结果可知，本项目工业 CT 装置在满功率工况下运行时，电缆口外 30cm 处最大辐射剂量率为 $0.004771\mu\text{Sv/h}$ ，且根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷宫，是能保证迷道口工作人员的安全”，本项目工业 CT 装置的 X 射线经过通风口、线缆口防护铅罩结构时至少会经过 3 次散射到达管道口处，可推断管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口、线缆口散射示意图见图 11-2。

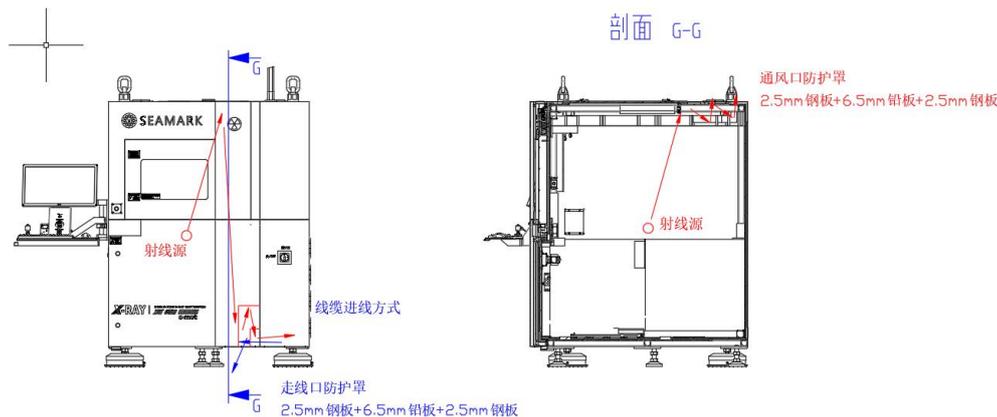


图 11-2 本项目工业 CT 装置通风口和线缆口散射示意图

本项目工业 CT 装置西侧工件进样门尺寸为 670mm(宽)×740mm(高)、门洞为 580×590mm，西侧检修门为 970mm×795mm、门洞为 880×705mm，顶部检修门为 560mm×930mm、门洞为 460×830mm，防护门左右各搭接为 90-100mm，上下各搭接为 90-150mm，防护门与铅房屏蔽体缝隙均小于 5mm。本项目 CT 装置防护门与屏蔽体重叠部分均不小于维修门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断维修门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

11.5 年有效剂量估算

辐射工作人员和公众剂量估算模式如下：

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

上式中： H_c —参考点的年剂量水平， $\mu\text{Sv/a}$ ；

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

t —探伤装置年照射时间，单位为 h/a；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子，可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录表 A.1 得到。

本项目现有 II 类射线装置，现有的 17 台 III 类射线装置放置于 2# 厂房一楼和 1# 厂房，与本项目装置相距远大于 50m，则忽略 III 类装置的辐射影响。

项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为工业 CT 装置 50m 范围内其他人员。辐射工作人员年有效剂量拟监督区内最大辐射剂量率进行计算。公众人员年有效剂量拟按照监督区外辐射剂量率取值计算。关注点位示意图见图 11-3，监督区外各关注

点处的辐射剂量率由公式 (11-1) ~ (11-4) 计算得到, 估算结果见表 11-4。

表 11-4 项目工业 CT 装置周围人员关注点位辐射剂量率

关注点	装置外 30cm 处剂量率 H_1 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点距设备距离 R (m)	关注点处剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平	评价
东侧监督区外走廊/预留生产区	0.004771	0.72	0.001679	2.5	满足
南侧监督区外冷热冲击实验室	0.004771	0.5	0.002189	2.5	满足
西侧监督区外检测室	0.004771	4.2	0.000191	2.5	满足
北侧监督区外检测设备间	0.002571	1.64	0.000727	2.5	满足
三楼电镀车间	0.15	0.94	0.05059	2.5	满足
一楼压合车间	0.075105	0.12	0.058002	2.5	满足

注: 计算时保守取各侧最大值经距离衰减后的值, 保守不考虑其他屏蔽体的衰减作用。

监督区外关注点位计算示意图见图 11-3。

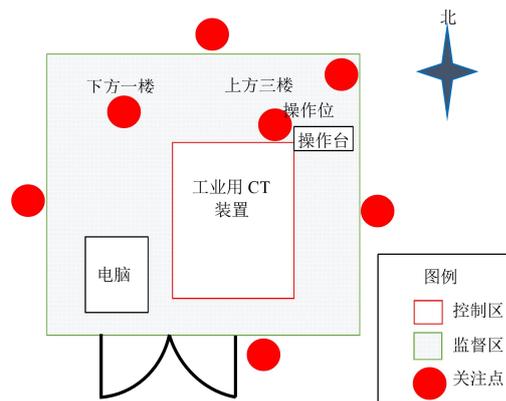


图 11-3 监督区外关注点位计算示意图

表 11-5 本项目工业 CT 装置周围人员周受照有效剂量结果评价

编号	关注点	附加剂量率 $\textcircled{1}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	周出束时间 (h/周)	年出束时间 (h)	使用因子	居留因子 $\textcircled{2}$	周剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量 (mSv/年)	剂量约束值 ($\mu\text{Sv/周}$)	结论
1	东侧监督区外走廊/预留生产区	0.001679	3	450	1	1	0.00504	0.00076	5 (公众)	满足
2	南侧监督区外冷热冲击实验室	0.002189	3	450	1	1	0.00657	0.00099		满足
3	西侧监督区外检测室	0.000191	3	450	1	1	0.00057	0.00009		满足
4	北侧监督区外检测设备间	0.000727	3	450	1	1	0.00218	0.00033		满足
5	三楼镀铜车间	0.05059	3	450	1	1	0.15177	0.02277		满足
6	一楼压合车间	0.058002	3	450	1	1	0.17401	0.02610		满足
7	操作位	0.002338	3	450	1	1	0.00701	0.00105	100 (职业人员)	满足

①使用因子均保守取 1。

②考虑到各侧均有长居留场所，故居留因子均保守取 1。

由表 11-5 计算结果可知，职业人员周有效剂量值为 $0.00701\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，年有效剂量值为 $0.00105\text{mSv}/\text{年}$ 。监督区外公众人员有效剂量最大值为一楼压合车间，周有效剂量值为 $0.17401\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，年有效剂量值为 $0.02610\text{mSv}/\text{年}$ 。50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离和其他屏蔽体的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。故本项目所致辐射工作人员和公众周剂量当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》（GB 18871-2002）中对公众有效剂量限值要求以及本项目管理目标要求（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 ）。

11.6 结论

综上所述，5D X-Ray 房间的职业人员每周所接受的有效剂量为 $0.00701\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，不超过 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量为 $0.00105\text{mSv}/\text{年}$ ，不超过 $5\text{mSv}/\text{年}$ 的年剂量约束值；公众人员每周所接受的有效剂量最大为 $0.17401\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，不超过 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量最大为 $0.02610\text{mSv}/\text{年}$ ，不超过 $0.1\text{mSv}/\text{年}$ 的年剂量约束值，符合规定要求。

11.7 三废的治理

（1）固体废物

本项目工业 CT 装置采用实时成像技术，无需进行洗片作业，因此不会产生废胶片。

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，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

本项目工业 CT 装置采用实时成像技术，无需进行洗片作业，因此不会产生废显（定）影剂及一次、二次冲洗废水等。

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，生活污水排入陆家污水处理厂，对周围环境影响较小。

（3）废气

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过装置内机械式排风设施和开关进料门排到 5D X-Ray 房间内，最终经开关门及 5D X-Ray 房间内新风系统排至室外。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影响较小。

事故影响分析

11.10 主要事故风险

该公司拟使用的工业 CT 装置属Ⅱ类射线装置，发生的事故状况主要有以下情况：

①工业 CT 装置屏蔽体的密封性受到破坏，造成 X 射线泄漏事故，对辐射工作人员和公众受到意外照射；

②工业 CT 装置门机连锁失效，导致设备防护门未关闭时人员开机工作受到误照射。

③工业 CT 装置在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

④由于辐射环境剂量巡测仪或个人剂量报警仪失效，未能检测出工业 CT 装置周围辐射剂量超标，致使人员受到照射。

11.11 事故处理预防措施

(1) 每次无损检测前均检查门机连锁、急停按钮等安全措施的有效性，定期检测 CT 装置周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

(2) 根据《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），本项目辐射工作人员和辐射防护负责人须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。

(3) 公司在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强对职工辐射防护知识的培训，定期检查 CT 装置及监测仪器的性能。

(4) 公司应加强辐射安全管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业。

(5) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，装置运行时定期巡测装置周围剂量率水平，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

11.12 事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响

范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的射线装置为II类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。通常情况下属于一般辐射事故。

在发生事故后：

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

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

项目拟使用的射线装置为II类装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

昆山沪利微电有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司现有 41 名III类辐射工作人员，均已通过企业自主辐射防护培训，本次拟新增 1 名人员负责本项目检测工作，1 名作为辐射防护负责人（兼职本项目检测不负责其他辐射工作）。本项目辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核，辐射防护负责人应通过“辐射安全管理”类的线上考核，考核合格后方可上岗，辐射工作人员考核合格证明到期后，应当通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可再次上岗。

辐射安全管理规章制度

公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急方案等，并严格按照规章制度执行。

表 12-1 辐射安全管理制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	建设单位制度制定情况	是否落实
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	《操作规程》	已落实
岗位职责设备检修维护制度	《岗位职责设备检修维护制度》	已落实
使用登记制度	《使用登记制度》	已落实
监测方案	《监测方案》	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》	已落实

现有辐射安全管理制度基本能满足公司核技术应用项目的管理需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中“应当有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施”的要求。

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

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

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

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是工业 CT 装置运行和维修时的辐射安全管理。

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

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

监测方案：完善辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。

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

事故应急预案：针对工业 CT 装置使用过程中可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生健康部门。

辐射监测

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

公司目前配有 1 台辐射环境剂量巡测仪和 17 台个人剂量报警仪，公司还应为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，方能够满足监管部门对于监测仪器配备的要求。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2024 年辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 7），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

公司现有核技术利用项目已委托苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司开展年度环保检测（年度环保检测报告见附件 8）。由检测结果可知，本单位现有核技术利用项目在检测工况下运行时，公司现有核技术利用项目工作场所周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中参考控制水平的要求。

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

表 12-2 本项目辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
XCT8500 型工业 CT 装置	周围剂量当量率	竣工验收监测	1 次	①上方、下方及四周屏蔽体外 30cm 处；②进料门和维修门四周门缝及观察窗表面外 30cm 处；③操作位处；④通风口外、电缆口外；⑤装置周围人员经常活动的位置。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	1 次/季度	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质单位进行	1 次/3 月	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，昆山沪利微电有限公司已针对核技术利用项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，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) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

公司已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1、实践正当性

昆山沪利微电有限公司在其厂区内新增 1 台工业 CT 装置（XCT8500 型）对其产品进行无损检测，确保其产品质量。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。

2、选址及产业政策相符性

根据《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）和《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337 号），距离本项目最近的江苏省生态空间管控区域为项目所在厂区西南处的 1.25km 昆山市省级生态公益林，本项目不在划定的生态空间管控区域范围内，符合生态空间管控区域相关要求。

本项目位于昆山经济技术开发区（包含昆山综合保税区），属于苏州市重点管控单元，对照苏州市重点管控单元生态环境准入清单，本项目不涉及违背生态环境准入清单的问题。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

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目为“检验检测服务”，属于“指导目录”中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，符合当前国家的产业政策。

昆山沪利微电有限公司新增 X-ray II 类射线设备项目符合“三线一单”管控要求，符合当前国家的产业政策。

3、分区及布局

1) 布局

昆山沪利微电有限公司位于昆山经济技术开发区楠梓路 255 号，用地性质为工业用地，厂区东面为青阳港；南面为仁宝信息技术（昆山）有限公司；西面沪光电有限公司；北面为昆山麦格纳汽车系统有限公司。项目周围 50 米范围内没有学校、居民、医院等环境敏感目标。

本项目 5D X-Ray 房间位于 2 号厂 2 楼信赖车间内部，为独立房间。5D X-Ray 房间

所在厂房为四层建筑（第四层局部），1F~4F 高度 23.5 米，一楼主要为压合车间，二楼主要为蚀刻、镀铜车间，三楼主要为镀铜车间，局部四楼为公用设施（5D X-Ray 房间四楼为屋顶）。5D X-Ray 房间东侧为走廊和内层蚀刻生产工位，北侧为检测设备间，西侧为检测室，南侧为冷热冲击实验室。项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员及拟建址周围评价范围内公众。

本项目工业 CT 装置自带屏蔽系统及操作台，操作台位于屏蔽系统外，工作场所布局设计基本合理。

2) 分区

项目拟将工业 CT 装置屏蔽体作为本项目的辐射防护控制区，在设备表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将 5D X-Ray 房间作为辐射防护监督区，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得靠近。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

4、辐射安全措施

项目工业 CT 装置采取的辐射安全装置和保护措施如下：本项目工业 CT 装置东北侧设置操作台，操作台处设置急停按；装置顶部外拟设置工作状态指示灯，并拟与 X 射线管联锁；进料门、检修门和顶部门均拟设置门机联锁装置；装置表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；工业 CT 装置设辐射仪。

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 5.1.2 要求对工业 CT 装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常；辐射工作人员正常使用工业 CT 装置时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；拟定期测量工业 CT 装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认工业 CT 装置屏蔽体内部没有人员驻留并关闭闸门；公司拟对工业 CT 装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当工业 CT 装置不再使用时，拟实施退役程序。工业 CT 装置的 X 射线发生器拟处

置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；退役时拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

5、辐射环境现状评价

昆山沪利微电有限公司新增 X-ray II类射线设备项目拟建址周围环境贯穿辐射剂量率在 92~97nGy/h 之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

6、辐射环境影响分析结论

经理论预测结果可知，本项目工业 CT 装置正常工作时其表面外 30cm 处辐射剂量率满足《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）中 2.5 μ Sv/h 剂量率限值要求。

5D X-Ray 房间的职业人员每周所接受的有效剂量为 0.00701 μ Sv/周，不超过 100 μ Sv/周的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量为 0.00105mSv/年，不超过 5mSv/年的年剂量约束值；公众人员每周所接受的有效剂量最大为 0.17401 μ Sv/周，不超过 5 μ Sv/周的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量最大为 0.02610mSv/年，不超过 0.1mSv/年的年剂量约束值，符合规定要求。

7、辐射环境管理

公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责，同时拟在项目运行前完善各项辐射安全管理制度。公司现有 41 名 III 类辐射工作人员，均通过企业自主辐射防护培训，本次拟新增 2 名人员，1 名负责本项目检测工作，1 名负责安全防护管理。公司拟对本项目辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司现有 1 台辐射环境剂量巡测仪和 17 台个人剂量报警仪，拟新增 2 台个人剂量报警仪，能够满足监管部门关于仪器配备的要求。

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

综上所述，昆山沪利微电有限公司新增 X-ray II类射线设备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周/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）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。在落实本报告

提出的各项污染防治和管理措施后，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) 取得环评批复后企业应及时重新申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

4) 本项目辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台考核，考核合格后方可上岗。

审批意见：

公章

经办人：

年 月 日

附表

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)
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>辐射防护设计：</p> <p>本项目工业 CT 装置外观尺寸为 1650mm(长)×1500mm(宽)×2000mm(高)，装置屏蔽体东侧、南侧、西侧、北侧及维修门、通风口防护罩及线缆口防护罩均拟采用 2.5mm 钢板+6.5mmPb+2.5mm 钢板，顶部拟采用 2.5mm 钢板+7.5mmPb+2.5mm 钢板，底部拟采用 2.5mm 钢板+5.5mmPb+2.5mm 钢板。</p>	<p>CT 装置的辐射防护设计满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于 X 射线探伤室的屏蔽防护要求(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)。辐射工作人员和公众周剂量当量和年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和本项目剂量管理目标的限值要求(职业人员周剂量当量不超过 100μSv，年剂量不超过 5mSv；公众周剂量当量不超过 5μSv，年剂量不超过 0.1mSv)。</p>	4
	<p>安全措施：</p> <p>①本项目工业 CT 装置东北侧设置操作台，在键盘控制区设置急停开关，并在急停开关附近标明使用方法，紧急情况下可按下急停开关快速切断供电。</p> <p>②工业 CT 装置操作台处设置钥匙开关、电脑开关，只有两个开关同时打开后设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>③本项目工业 CT 机设备顶部配备了一个三色信号报警灯，侧面配备工作状态 X 射线指示灯，以警示人员注意安全。</p> <p>④工业 CT 装置自动门配置安全光栅，自动门运行过程中，若安全光栅触发自动门自动停止防止夹手；配置 32mm 铅玻璃和 6.5 铅</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于 X 射线探伤室的安全措施的设置要求。</p>	

	<p>板防止辐射泄漏。</p> <p>⑤工业 CT 装置在键盘控制区设有辐射仪。</p> <p>⑥进料门、前侧维修门和顶部维修门各设置 1 个门机联锁装置（各门机联锁装置分别与 X 射线系统连接）。</p> <p>⑦工业 CT 装置表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。本项目采取的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。</p>		
	<p>XCT8500 型工业 CT 装置内部体积约为 5m³，典型工况下单个风扇排风量为 100m³/h，系统配置 8 个风扇，通风口位于设备顶部，正常情况系统通风量为 800m³/h，经计算得出每小时通风次数约为 160 次，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于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 次的要求。</p>	
人员配备	<p>公司现有 41 名 III 类辐射工作人员，均通过企业自主辐射防护培训，拟新增 2 名人员，1 名辐射防护负责人兼职本项目检测工作，1 名专职负责本项目检测工作。本项目辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台考核，考核合格后方可上岗，辐射工作人员考核合格证明到期后，应当通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可再次上岗。</p> <p>拟委托有资质的单位对新增辐射工作人员开展个人剂量检测，送检周期为 3 个月，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案</p> <p>拟定期组织新增辐射工作人员进行职业健康体检，体检周期为 2 年，并建立职业健康监护档案</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。</p>	定期投入
监测仪器和防护用品	<p>现有 1 台辐射环境剂量巡测仪和 17 台个人剂量报警仪，新增 2 台个人剂量报警仪</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求</p>	2
辐射安全管理	<p>公司已根据相关标准要求，制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位</p>	/

	用登记、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	
总计	/	/	6

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。