

核技术利用建设项目

南京飞恩微电子有限公司
新增 1 台工业 CT 检测装置项目
环境影响报告表

南京飞恩微电子有限公司
2022 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京飞恩微电子有限公司

新增 1 台工业 CT 检测装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：南京飞恩微电子有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号—1

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 5 -
表 3 非密封放射性物质	- 5 -
表 4 射线装置	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6 评价依据	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 15 -
表 9 项目工程分析与源项	- 19 -
表 10 辐射安全与防护	- 23 -
表 11 环境影响分析	- 27 -
表 12 辐射安全管理	- 37 -
表 13 结论与建议	- 41 -
表 14 审批	- 47 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目			
建设单位		南京飞恩微电子有限公司 (统一社会信用代码:)			
法人代表姓名		联系人		联系电话	
注册地址		南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号—1			
项目建设地点		南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号—1 公司二楼技术分析室			
立项审批部门		南京市浦口区行政审批局	批准文号	浦行审备[2022]194 号	
建设项目总投资 (万元)		项目环保总投资 (万元)		投资比例(环 保投资/总投 资)	
项目性质		<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)	/
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 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>项目概述:</p> <p>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</p> <p>南京飞恩微电子有限公司成立于 2020 年, 位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号-1 (南京紫峰研创中心 2 期产业园 1 号楼)。是致力于为汽车、智能家居及物联网行业提供 MEMS 传感器及系统产品的高新技术企业。基于工艺力学的封装技术和高效批量标定测试算法, 公司建立了数条全球领先的单件流全自动化生产</p>				

线，产品可覆盖整车所有压力传感器应用，已为国内外各大汽车主机厂配套了数千万只汽车传感器

为了更好的服务客户，加强产品检测力度，更好服务社会。根据规划，南京飞恩微电子有限公司拟在公司二楼技术分析室内配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.5mA，额定功率为 20W），为 II 类射线装置。该工业 CT 检测装置以 160kV X 射线管为射线源。本项目工业 CT 检测装置产品说明书见附件 4。

本次《新增 1 台工业 CT 检测装置项目》已进行立项备案，并于 2022 年 8 月 25 日获得南京市浦口区行政审批局核准的投资备案证，项目代码为：2208-320111-89-03-345813，详见附件 3。

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》《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》等法律法规的规定，南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目需进行环境影响评价。受南京飞恩微电子有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位新增 1 台工业 CT 检测装置项目的环境影响评价工作。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），本项目为新增 1 台工业 CT 检测装置项目，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。该公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目情况见下表：

表 1-1 南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目情况一览表

射线装置									
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	环评手续履行情况	备注
1	工业 CT 检测装置 (XTV160 型)	1	160	0.5	II 类	技术分析室	使用	本次环评	额定功率 20W

二、项目选址情况

南京飞恩微电子有限公司位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号-1（南京紫峰研创中心 2 期产业园 1 号楼内），公司东北侧隔园区道路为 2 号楼（南京原子制造研究所、江苏集创原子团簇科技研究院有限公司、南京大学原子制造创新研究

中心、南京原子团簇与器件制造研究院), 东南侧隔园区道路为 3 号楼 (南京德克威尔自动化有限公司), 东侧隔园区道路为 4 号楼 (租赁办公楼, 目前在租公司有: 宝湾产城科技发展 (南京) 有限公司、华天 (昆山) 电子有限公司、南京福芯科技有限公司和江苏卓维创新科技发展有限公司等), 西南侧为南京紫峰研创中心 3 期项目, 西北侧隔园区绿化区为百合路。本项目地理位置示意图见附图 1, 南京飞恩微电子有限公司周围环境示意图见附图 2。

本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目所在技术分析室位于公司二楼, 技术分析室东北侧为室外, 东南侧为资料室, 西南侧为生产区域, 西北侧为真空泵室, 楼下为实验室, 楼上为生产会议室。公司一楼、二楼和三楼平面布置示意图见附图 3~附图 5。

本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目周围 50m 评价范围无学校、居民区等环境敏感目标, 项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。

三、产业政策相符性

本项目新增 1 台工业 X 射线 CT 机, 对照《产业结构调整指导目录 (2019 年本)》和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录 (2012 年本)》(苏政办发[2013]9 号) 及其修订 (国家发展改革委令 2021 年第 49 号)、修改文件 (苏经信产业[2013]182 号), 不属于“限制类”或“淘汰类”项目, 符合国家和江苏省现行的产业政策。

四、实践正当性分析

本项目的运行, 可提高公司技术水平, 保障公司产品质量, 具有良好的社会效益和经济效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后, 其获得的利益远大于对环境的影响, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)“实践的正当性”的原则。

五、“三线一单”相符性分析

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), 本项目拟建址评价范围内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。根据现场监测和环境影响预测, 项目建设满足环境质量底线要求, 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, 根据《江苏省“三线一单”生态环境

分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与南京市生态空间保护区域位置关系图见附图6。

六、原有核技术利用项目履行环保手续情况

南京飞恩微电子有限公司尚未开展核技术利用项目，未取得辐射安全许可证。本项目属于新建项目，是公司首次开展核技术利用项目。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT 检测装置	II 类	1	XTV160 型	160	0.5	检测	公司二楼技术分析室	额定功率为 20W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温下约 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015年1月1日起实施;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 2018年12月29日发布施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003年10月1日起实施;</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令 第449号, 2005年12月1日起施行; 2019年修改, 国务院令 第709号, 2019年3月2日施行;</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》(修订版), 国务院令 第682号, 2017年10月1日发布施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正本), 生态环境部部令 第20号, 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》, 环保部令 第18号, 2011年5月1日起施行;</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会, 公告2017年 第66号, 2017年12月5日起施行;</p> <p>(10) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修正本), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议, 2018年5月1日起实施;</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》, 国家环保总局, 环发[2006]145号, 2006年9月26日起施行;</p> <p>(12) 《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10月25日发布;</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10月25日发布;</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019年 第57号, 2019年12月24日发布, 2020年1月1日起施</p>
-------------	---

	<p>行；</p> <p>(15) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部部令 第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(16) 《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>(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“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日发布；</p> <p>(19) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ 117-2015)；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)；</p> <p>(5) 《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>(6) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>附图：</p> <p>(1) 南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目地理位置示意图；</p> <p>(2) 南京飞恩微电子有限公司周围环境示意图；</p> <p>(3) 南京飞恩微电子有限公司二楼平面布置及周围环境示意图；</p> <p>(4) 南京飞恩微电子有限公司一楼平面布置及周围环境示意图；</p> <p>(5) 南京飞恩微电子有限公司三楼平面布置及周围环境示意图；</p>

(5) 本项目与南京市生态空间保护区域位置关系示意图。

附件：

(1) 项目委托书；

(2) 射线装置使用承诺书；

(3) 本项目投资备案证；

(4) 本项目工业 CT 检测装置技术参数声明；

(5) 本项目辐射环境现状监测报告；

(6) 监测单位检验监测机构资质认定证书。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中“放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定,结合本项目的特点,确定本项目评价范围为本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目工作场所实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域,评价范围详见附图 2。

保护目标

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),本项目拟建址评价范围内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。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发〔2020〕49 号),本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目与南京市生态空间保护区域位置关系图见附图 5。

本项目拟建址周围 50m 范围内无学校、居民区等环境敏感目标,项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和周围公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

编号	保护目标名称	方位	距离	人口规模
1	辐射工作人员	技术分析室	0~3m	约 2 人
2	其他工作人员	东南侧资料室和生产会议室	3~20m	流动人员 约 5 人
3		西南侧生产区域和包装间	5~50m	约 10 人
4		西北侧真空泵室	3~5m	流动人员 约 1 人
5		楼上	5~15m	约 10 人
6		楼下	5~10m	约 5 人
7	周围公众	东北侧园区道路及 2 号楼	5~50m	约 50 人

8		东侧园区道路及4号楼	5~50m	约10人
9		东南侧园区道路及3号楼	21~50m	约20人
10		西北侧园区绿化及百合路	6~50m	流动人员约10人

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002):

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

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。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者应把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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和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。

2、《工业X射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ 117-2015):

3.1 设备技术要求

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或X射线管头组装体上应设置于探伤室防护门连锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告灯标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围放辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照

射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 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邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶部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 4.1.3。

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)：

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。

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

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

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 和《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ 117-2015) 确定本项目的管理目标，本项目剂量约束值为：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 ；职业人员周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ，公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ 。工业 CT 检测装置屏蔽体外 30cm 处剂量率目标控制值为 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，本项目对不需要人员到达的 CT 检测装置屏蔽顶部外 30cm 处和底部下方剂量率目标控制值保守取 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4、参考资料：

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编。

(2) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。

(3) 《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。

江苏省原野、道路、建筑物内 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测量范围	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
评价时参考范围取标准差 $\pm 3s$			
(均值 $\pm 3s$) *	50.4 ± 21.0	47.1 ± 36.9	89.2 ± 42.0

注：*：评价时采用“均值 $\pm 3s$ ”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

南京飞恩微电子有限公司位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号-1（南京紫峰研创中心 2 期产业园 1 号楼内），公司东北侧隔园区道路为 2 号楼（南京原子制造研究所、江苏集创原子团簇科技研究院有限公司、南京大学原子制造创新中心、南京原子团簇与器件制造研究院），东南侧隔园区道路为 3 号楼（南京德克威尔自动化有限公司），东侧隔园区道路为 4 号楼（租赁办公楼，目前在租公司有：宝湾产城科技发展（南京）有限公司、华天（昆山）电子有限公司、南京福芯科技有限公司和江苏卓维创新科技发展有限公司等），西南侧为南京紫峰研创中心 3 期项目，西北侧隔园区绿化区为百合路。

本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目所在技术分析室位于公司二楼，技术分析室东北侧为室外，东南侧为资料室，西南侧为生产区域，西北侧为真空泵室，楼下为实验室，楼上为生产会议室。

本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目周围 50m 评价范围无学校、居民区等环境敏感目标，项目选址可行。本项目拟建址周边环境现状见图 8-1~图 8-7。



图 8-1 本项目拟建址（技术分析室）

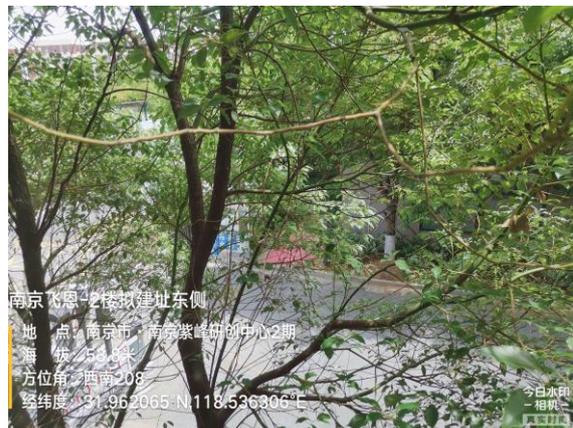


图 8-2 本项目拟建址东北侧（室外）



图 8-3 本项目拟建址东南侧（资料室）



图 8-4 本项目拟建址西南侧（生产区域）



图 8-5 本项目拟建址西北侧（真空泵室）



图 8-6 本项目拟建址楼上（生产会议室）



图 8-7 本项目拟建址楼下（实验室）

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址周围进行布点，测量本底辐射剂量率。监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-8。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器：6150AD6/H+6150AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2021年11月11日~2022年11月10日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2021-0106289）

能量范围：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期：2022年6月30日

天气：多云

温度：27°C

湿度：81%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件 6），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行二级审核。

评价方法：参照江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址周围 γ 辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)
1	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址	58
2	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址东北侧	56
3	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址东南侧	54
4	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址西南侧	56
5	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址西北侧	51
6	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址楼上	69
7	新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址楼下	73

注：1、测量数据已扣宇宙响应值；

2、监测点位见图 8-8。

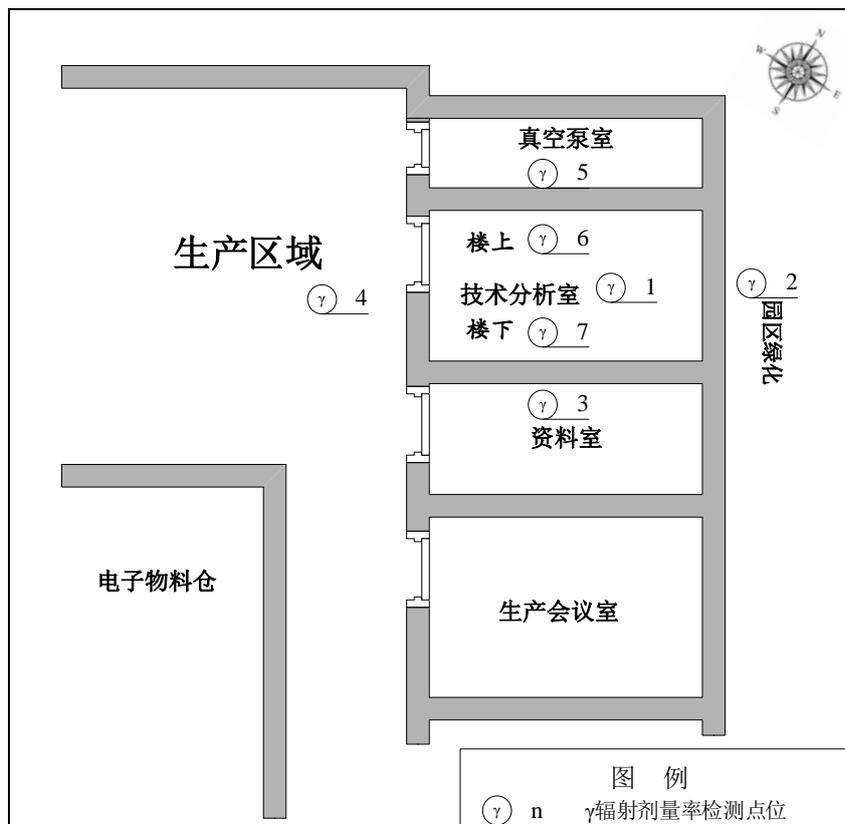


图 8-8 新增 1 台工业 CT 检测装置项目拟建址周围环境 γ 辐射监测点位示意图

由表 8-1 监测结果可知，南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置周围环境 γ 辐射剂量率在 51nGy/h~73nGy/h 之间，在江苏省原野及室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平涨落之间。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

因发展需要，南京飞恩微电子有限公司拟在公司二楼技术分析室内配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.5mA，额定功率为 20W），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。

公司拟配备的 XTV160 型工业 CT 检测装置为高分辨率 X 射线检测系统，主要由 X 射线源、X 射线成像探测器、样品台、图像采集系统、三维图像重建、显示器、操作台等组成，采用铅板以屏蔽体的方式进行辐射防护，铅房外形尺寸为：1717（长）×1100（宽）×1800（高）（mm），工件门尺寸约为 550（高）×700（宽）（mm），本项目拟新增的工业 CT 检测装置外观图见图 9-1。



图 9-1 本项 XTV160 型工业 CT 检测装置外观图

本项目 XTV160 型工业用 X 射线 CT 装置设置有铅玻璃观察窗，观察窗仅用于观察，不可打开。打开工件门方可将待测样品固定于样品台上，关闭工件门后方可进行检测。本项目工业 CT 检测装置内部，人员无法到达。

南京飞恩微电子有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，投入运行后预计每天出束时间不超过 2h，每周不超过 10h，年检测总时间不超过 500h。

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

工业 CT 检测装置核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

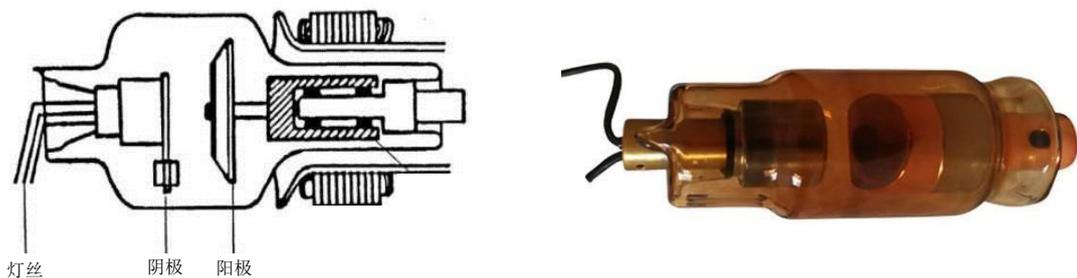


图 9-2 X 射线管示意图

本项目工业 CT 检测装置由 X 射线源、X 射线成像探测器、样品台、图像采集系统、三维图像重建、显示器、操作台等部件组成。在 X 射线无损检测工程中，由于被检测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，射线强度衰减越大。而当工件内部存在缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即穿透的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至控制台，在监视器上实时显示。通过移动工件来获得不同角度的投影，用复杂的计算层析技术，将获得的各个角度的投影进行重建，得到被测工件的三维立体结构图，就可以判定工件内部的缺陷和结构。

2、工作流程

本项目拟配备的 XTV160 型工业 CT 检测装置属于 II 类射线装置，非工作状态时不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

本项目辐射工作人员将待检测产品（本项目待检测产品为长方体电子控制单元，最大尺寸约为 230mm×240mm×45mm）放入工业 CT 检测装置，利用被检测材料对 X 射线吸收后在透射处成像的原理，采用 X 射线对待检测工件进行透照，并在

设备外部连接的显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。工作流程如下：

- ① 打开主控开关，按下电源开关按钮，设备启动进入待检状态；
- ② 辐射工作人员打开工业 CT 检测装置工件门；
- ③ 辐射工作人员搬运检测工件装载在检测装置载物台上；
- ④ 摆放好待检测工件后，关闭工业 CT 检测装置工件门（辐射工作人员远离 CT 检测装置）；
- ⑤ 辐射工作人员于操作台调节载物台至合适位置（检测过程中 X 射线管保持不动，载物台运动），打开 X 射线出束开关，开始检测（此环节产污：X 射线、微量的 O₃ 和 NO_x）；
- ⑥ 检测完成后，关闭 X 射线，辐射工作人员取出检测工件。

工业 CT 检测装置工作流程及产污环节如图 9-3 中所示。

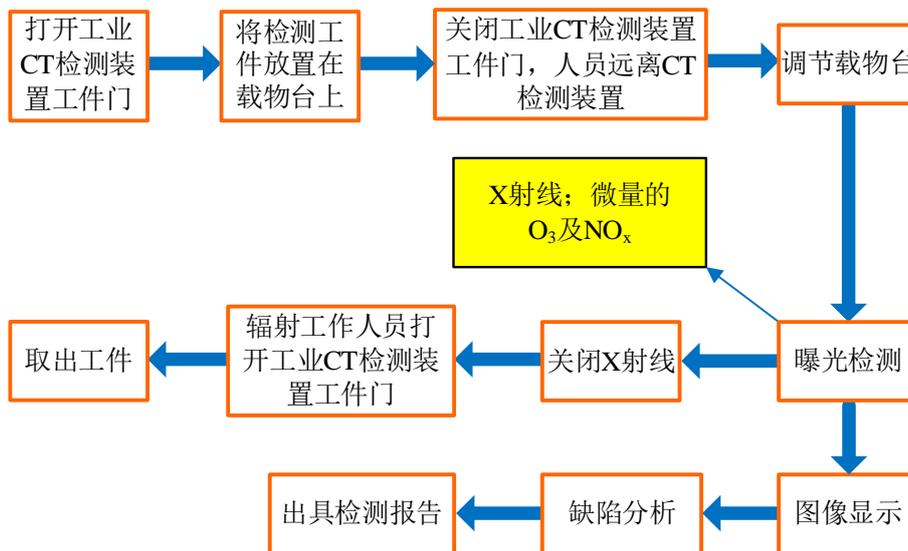


图 9-3 工业 CT 检测装置工作流程及产污环节示意图

污染源项描述

一、放射性污染

本项目拟配备的工业 CT 检测装置，型号为 XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.5mA，额定功率为 20W。

由工业 CT 检测装置工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线管在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

本项目工业 CT 检测装置主射线和散射线距辐射源点（靶点）1m 处输出量，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1，根据设备厂商提供在检测时常用过滤片为 2mm 的铝，通过插值取得 160kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $20.38 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

二、非放射性污染

①废气：工业 CT 检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在房间的新风系统进行通风，臭氧在空气中 50min 左右可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

③固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾，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

一、工作场所布局及分区

南京飞恩微电子有限公司位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号-1（南京紫峰研创中心 2 期产业园 1 号楼内），公司东北侧隔园区道路为 2 号楼（南京原子制造研究所、江苏集创原子团簇科技研究院有限公司、南京大学原子制造创新研究中心、南京原子团簇与器件制造研究院），东南侧隔园区道路为 3 号楼（南京德克威尔自动化有限公司），东侧隔园区道路为 4 号楼（租赁办公楼，目前在租公司有：宝湾产城科技发展（南京）有限公司、华天（昆山）电子有限公司、南京福芯科技有 限公司和江苏卓维创新科技发展有限公司等），西南侧为南京紫峰研创中心 3 期，西北侧隔园区绿化区为百合路。

本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目所在技术分析室位于公司二楼，技术分析室东北侧为室外，东南侧为资料室，西南侧为生产区域，西北侧为真空泵室，楼下为实验室，楼上为生产会议室。

本项目拟配备的 XTV160 型工业 CT 检测装置采用铅板以屏蔽体的方式进行辐射防护。

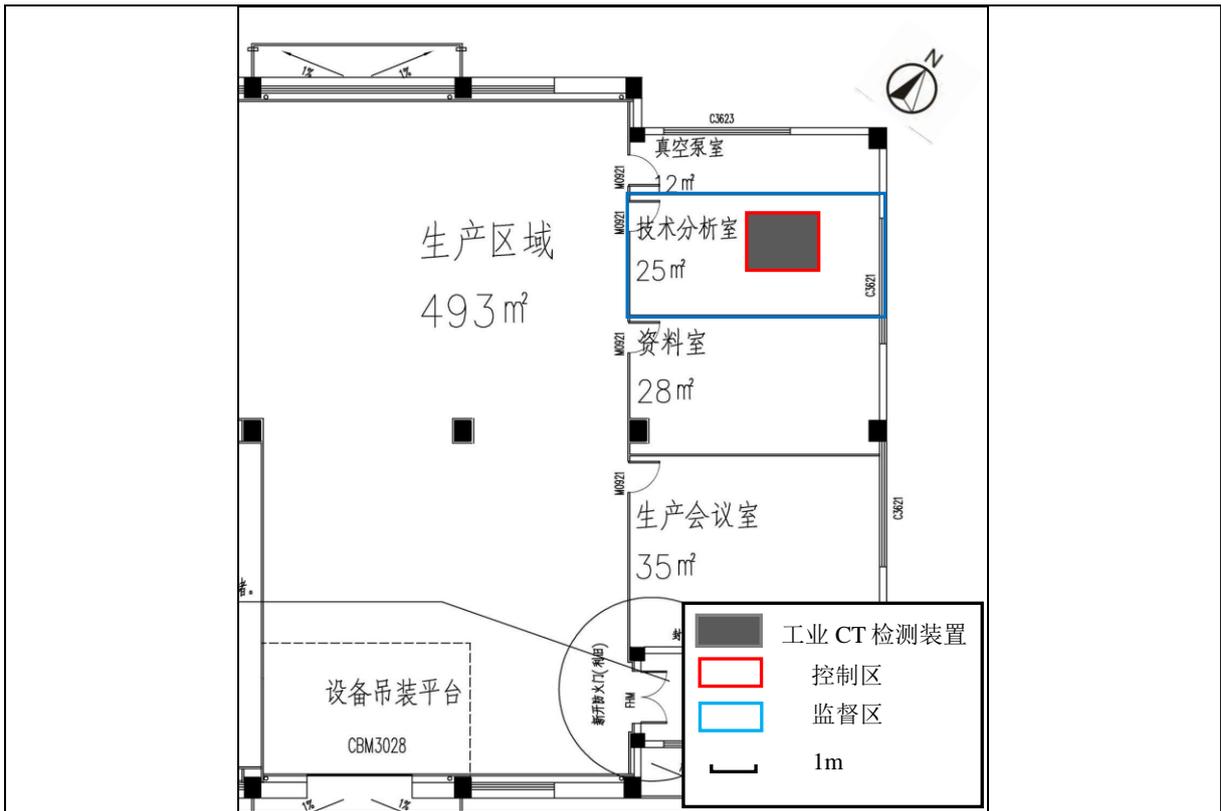


图 10-1 本项目技术分析室平面布局及分区示意图

布局合理性：工业 CT 检测装置设有铅板防护和操作台，工业 CT 检测装置和操作台置于技术分析室内，工业 CT 检测装置通过屏蔽体对 X 射线进行辐射屏蔽。检测装置运行时，辐射工作人员在技术分析室内操作台处对检测装置进行操作，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中关于操作室与探伤室分开设置的要求，布局设计合理。

辐射防护分区：本项目拟将工业 CT 检测装置铅屏蔽体实体边界为控制区边界，将工业 CT 检测装置铅屏蔽体实体（控制区边界）向外至技术分析室内边界墙体的区域作为监督区，开展工业 CT 检测作业过程中，除辐射工作人员外，其他无关人员不得入内。两区划分示意图见图 10-1。本项目工业 CT 检测装置室门上设有电离辐射警告标志及中文警示说明，本项目辐射防护分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区管理要求。

二、辐射防护屏蔽设计

本项目拟配备的 1 台工业 CT 检测装置型号为 XTV160 型，采用铅板以屏蔽体的方式进行辐射防护，铅房的外形尺寸约为：1717（长）×1100（宽）×1800（高）（mm），具体屏蔽设计参数见表 10-1。（屏蔽设计补充：①工件门与四周屏蔽主体的

搭接处皆采用等效 6.2mmPb 当量铅板作为补偿防护措施，门与屏蔽主体之间间隙与搭接比值小于 1/10，可有效防止门缝处射线泄漏；②线缆采用在开口处的装置内侧补充覆盖“几”字形防护铅板结构的辐射防护措施，该铅板厚度与墙体厚度一致，可有效防止射线泄漏。

表 10-1 XTV160 型工业 CT 检测装置屏蔽体设计参数

序号	防护参数		备注
1	装置前侧 (包括工件门)屏蔽体	6.2mmPb	/
2	装置前侧观察窗	5.2mmPb	/
3	后侧屏蔽体	6.2mmPb	/
4	左侧屏蔽体	7.1mmPb	/
5	右侧屏蔽体	7.1mmPb	/
6	底部屏蔽体	3.6mmPb	/
7	顶部屏蔽体	7.1mmPb	主射线方向

注：根据企业提供的资料，铅玻璃观察窗厚度为 26mm，为 5.2mmPb 当量。

三、辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障工业 CT 检测装置安全运行，南京飞恩微电子有限公司拟为工业 CT 检测装置设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

(1) X 射线管安装在屏蔽体的检测装置内部，辐射工作人员无法直接接触到 X 射线管。X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。

(2) 门-机联锁装置。X 射线管与检测装置工件门之间安装有联锁装置，工件门关闭后 X 射线装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束。

(3) 指示灯-机联锁装置。工业 CT 检测装置正面设计安装工作状态指示灯（预备状态时黄色指示灯亮，照射时红色指示灯亮）和声音提示装置。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。

(4) 工业 CT 检测装置操作台上设有 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于辐射工作人员无法完全进入装置内部，因此内部无急停按

钮)。

(5) 工业 CT 检测装置操作台上设有 1 个钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(6) 工业 CT 检测装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。

(7) 控制台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，并设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

本项目射线装置安装的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。

四、监测仪器和防护用品

南京飞恩微电子有限公司使用的工业 CT 检测装置属于 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》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、辐射监测等仪器。

南京飞恩微电子有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台和个人剂量报警仪 2 台。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。公司拟定期组织放射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

三废的治理

本项目工业 CT 检测装置运行过程中，没有放射性废水、废气及固体废物产生，工业 CT 检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在房间的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

工作人员产生的生活污水，进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目拟配备的 XTV160 型工业 CT 检测装置位于南京飞恩微电子有限公司租赁厂房二楼技术分析室内，且本项目工业 CT 检测装置是成套设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在建设期环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

南京飞恩微电子有限公司拟在公司二楼技术分析室内配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.5mA，额定功率为 20W），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。

在预测 XTV160 型工业 CT 检测装置壳体各关注点的辐射水平时，按检测装置最高管电压和相应该管电压下的最大管电流（即按额定功率 20W，管电压为 160kV 时，相应该管电压下的最大管电流为 0.125mA）运行工况进行预测评价。本项目工业 CT 检测装置的射线方向固定向上，拟将顶部按有用线束照射、其余各面及观察窗按照非有用线束照射进行估算。XTV160 型工业 CT 检测装置设计示意图见图 11-1。

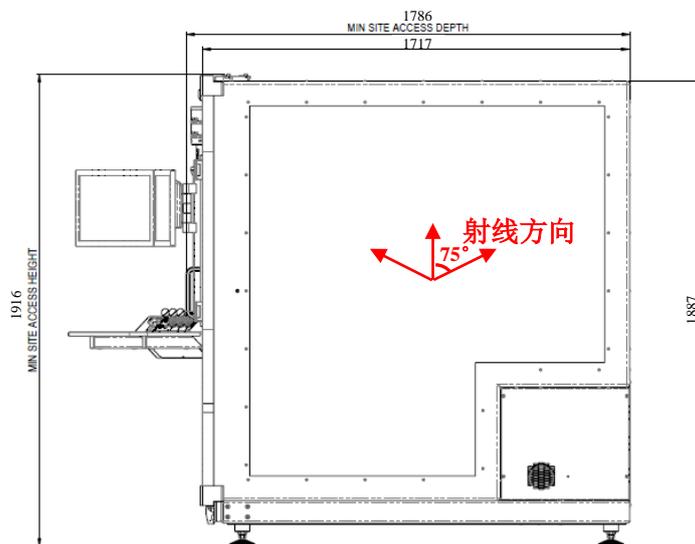


图 11-1 XTV160 型工业 CT 检测装置设计示意图

本项目依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中推荐的计算模式及相关参数对 XTV160 型工业 CT 检测装置的辐射环境影响采取理论计算的方法进行分析与评价。

1、有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-1 计算：

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

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，约 0.125mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1，根据设备厂商提供在检测时常用过滤片为 2mm 的铝，通过插值得取 160kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $20.38 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，即 $1.2228 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子，屏蔽体为 7.1mm 铅板，可通过从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 表 B.2 查取 160kV 条件下的铅的什值层厚度 TVL（采用内插法，为 1.048mm），再采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 公式 5 计算所需 B 值。

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

辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-2 计算：

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

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，使用插值法，在 160kV 管电压下，铅的什值层 TVL 采用插值法取 1.048mm。

① 泄漏辐射

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式 11-3 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中： B —屏蔽透射因子，使用公式 11-2 计算得到；

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 $\mu\text{Sv/h}$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射辐射

散射辐射所致装置外剂量率利用公式 11-4 计算：

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

式中： B —屏蔽透射因子，查表 2，本项目 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV，确定铅 90° 散射辐射的 TVL 为 0.96mm，铅屏蔽厚度 3.6mm 的透射因子为 1.78×10^{-4} ，铅屏蔽厚度 5.2mm 的透射因子为 3.83×10^{-6} ，铅屏蔽厚度 6.2mm 的透射因子为 3.48×10^{-7} ，铅屏蔽厚度 7.1mm 的透射因子为 4.02×10^{-8} ，使用公式 11-2 计算得到；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，选取 160kV 下输出量的较大值，即 $1.2228 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)，按 X 射线装置圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为 20° 计算，公式 11-4 中的 $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 因子保守取值为 50；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

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；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

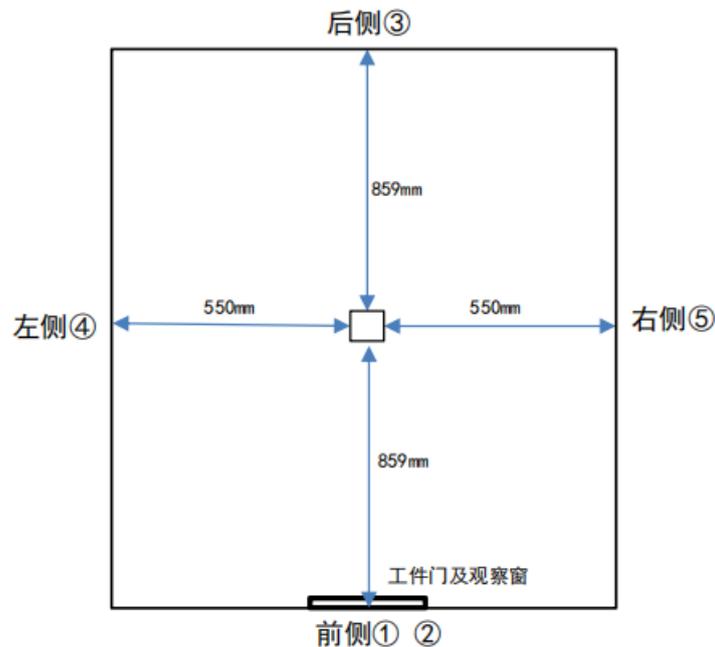


图 11-2 XTV160 型工业 CT 检测装置辐射防护计算参考点为示意图（俯视图）

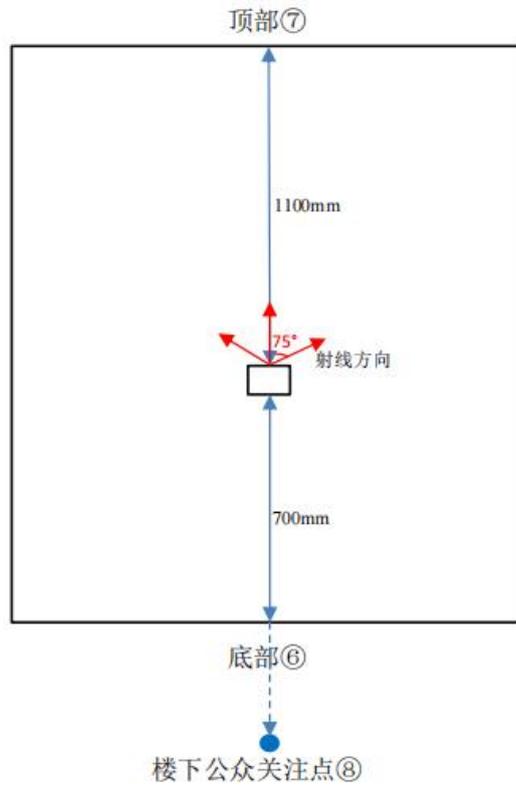


图 11-3 XTV160 型工业 CT 检测装置辐射防护计算参考点为示意图（正视图）

3、预测计算结果汇总及评价

本项目 XTV160 型工业 CT 检测装置射线方向固定向上，辐射防护计算参数和计算结果见表 11-1～表 11-3

表 11-1 XTV160 型工业 CT 检测装置铅房球管距离外侧距离

点位序号	点位描述	屏蔽材料及厚度	源距外壁距离 (m)	剂量核算点位距离 (m)	需防护辐射源类型 ^[1]
①	装置前侧 (包括工件门)	6.2mmPb	0.859	1.159	有用线束、漏射线束、散射线束
②	装置前侧观察窗	5.2mmPb	0.859	1.159	有用线束、漏射线束、散射线束
③	装置后侧	6.2mmPb	0.859	1.159	有用线束、漏射线束、散射线束
④	装置左侧	7.1 mmPb	0.55	0.85	漏射线束、散射线束
⑤	装置右侧	7.1 mmPb	0.55	0.85	有用线束、漏射线束、散射线束

⑥	装置底部	3.6 mmPb	0.70	0.80	漏射线束、 散射线束
⑦	装置顶部	7.1 mmPb	1.10	1.40	有用线束、 漏射线束、 散射线束
⑧	楼下公众关注 点 ^[2]	3.6mmPb+180mm 混凝土	0.70	3.30	漏射线束、 散射线束

注：R 前侧（包括工件门和观察窗）=X 光管至检测装置壳体距离 0.859m+参考点 0.3m=1.159m；

R 后侧=X 光管至检测装置壳体距离 0.859m+参考点 0.3m=1.159m；

R 左侧=X 光管至检测装置壳体距离 0.55m+参考点 0.3m=0.85m；

R 右侧=X 光管至检测装置壳体距离 0.55m+参考点 0.3m=0.85m；

R 顶部=X 光管至检测装置壳体距离 1.10m+参考点 0.3m=1.40m；

R 底部=X 光管至检测装置壳体距离 0.70m+检测装置壳体距离地面约 0.1m =0.8m；

R 楼下关注点=X 光管至检测装置壳体距离 0.70m+检测装置壳体距离地面约 0.1m+二楼地面厚度约 0.2m+距一楼地面 1.7m 处约 2.3m =3.3m；

^[1]：保守考虑有用线束及非有用线束对工业 CT 检测装置铅房四周的影响；

^[2]：二楼地面为混凝土楼板，厚度约 180mm。

表 11-2 XTV160 型工业 CT 检测装置铅房外有用线束辐射剂量率预测表

点位描述	屏蔽材质 及厚度	I (mA)	屏蔽透射 因子 B	H ₀ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	R (m)	H($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
①装置前侧	6.2mmPb	0.125	1.21×10^{-6}	1222800	1.159	1.38×10^{-1}	2.5	满足
②观察窗	5.2mmPb	0.125	1.09×10^{-5}	1222800	1.159	1.24	2.5	满足
③装置后侧	6.2mmPb	0.125	1.21×10^{-6}	1222800	1.159	1.38×10^{-1}	2.5	满足
④装置左侧	7.1 mmPb	0.125	1.68×10^{-7}	1222800	0.85	3.55×10^{-2}	2.5	满足
⑤装置右侧	7.1 mmPb	0.125	1.68×10^{-7}	1222800	0.85	3.55×10^{-2}	2.5	满足
⑦装置顶部	7.1mmPb	0.125	1.68×10^{-7}	1222800	1.40	1.31×10^{-2}	2.5	满足

表 11-3 XTV160 型工业 CT 检测装置铅房外非有用线束辐射剂量率及剂量率汇总预测表

关注点	①前侧	②观察窗	③后侧	④左侧	⑤右侧	⑥底部	⑦顶部	⑧楼下公 众关注点	
屏蔽材质及 厚度	6.2 mmPb	5.2 mmPb	6.2 mmPb	7.1 mmPb	7.1 mmPb	3.6 mmPb	7.1 mmPb	3.6mmPb+ 180mm 混 凝土	
泄露 辐射	B	1.21×10^{-6}	1.09×10^{-5}	1.21×10^{-6}	1.68×10^{-7}	1.68×10^{-7}	3.67×10^{-4}	1.68×10^{-7}	1.28×10^{-6}
	H _i ($\mu\text{Sv/h}$)	2500							
	R (m)	1.159	1.159	1.159	0.85	0.85	0.80	1.40	3.30
	H($\mu\text{Sv/h}$)	2.25×10^{-3}	2.03×10^{-2}	2.25×10^{-3}	5.81×10^{-4}	5.81×10^{-4}	1.43	2.14×10^{-4}	2.94×10^{-4}
散射 辐射	散射后能 量对应的 kV 值	150							
	B	3.48×10^{-7}	3.83×10^{-6}	3.48×10^{-7}	4.02×10^{-8}	4.02×10^{-8}	1.78×10^{-4}	4.02×10^{-8}	4.77×10^{-7}
	I (mA)	0.125							
	H ₀ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	1222800							

	R (m)	1.159	1.159	1.159	0.85	0.85	0.80	1.40	3.30
	H(μ Sv/h)	7.92×10^{-4}	8.72×10^{-3}	7.92×10^{-4}	1.70×10^{-4}	1.70×10^{-4}	0.85	6.27×10^{-5}	1.34×10^{-4}
有用辐射	H(μ Sv/h)	1.38×10^{-1}	1.24	1.38×10^{-1}	3.55×10^{-2}	3.55×10^{-2}	/	1.31×10^{-2}	/
	总剂量当量率 (μ Sv/h)	1.40×10^{-1}	1.26	1.40×10^{-1}	3.56×10^{-2}	3.56×10^{-2}	2.28	1.31×10^{-2}	4.28×10^{-4}
	剂量率参考控制水平 (μ Sv/h)	2.5							
	评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

由表 11-2 和表 11-3 可知, XTV160 型工业 CT 检测装置在最大工况(即管电压为 160kV, 管电流为 0.125mA)运行时, 保守考虑有用线束及非有用线束对工业 CT 检测装置铅房四周的影响, 周围距机体外壁 30cm 处剂量率最大为 $2.28\mu\text{Sv/h}$, 满足《工业 X 射线探伤房射防护要求》(GBZ 117-2015) 和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 的标准要求及本项目“工业 CT 检测装置四周屏蔽体周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求。

4、反散射辐射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“3.1.2 b) 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 可知, 本项目 XTV160 型工业 CT 检测装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $1.31 \times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$, 经天空反射到达地面辐射剂量率较小可忽略不计, 能够满足《工业 X 射线探伤房射防护要求》(GBZ 117-2015) 和《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。

由于本项目工业 CT 检测装置底部距离地面小于 10cm, 剂量率为 $2.28\mu\text{Sv/h}$, 射线在底部经过几次反射后对装置四周影响远小于 $2.28\mu\text{Sv/h}$, 因此本项目不对底部反散射进行估算。

5、本项目电缆孔及铅门缝的辐射影响分析

本项目工业 CT 检测装置拟设置有电缆孔, 电缆孔位于左侧面下方, 孔洞处拟采用铅补偿屏蔽。装置内射线朝上方工件照射时, 对于电缆管道设计为“几”字形而言, 射线先经过工件散射一次, 至少再经过三次散射才能到达室外, 能够保证射线

至少经三次散射后穿出。

综合上述工业 CT 检测装置散射线在电缆管道的内容，可推断本项目电缆孔处的辐射剂量率能够满足要求。

本项目工件门与四周屏蔽主体的搭接处皆采用等效 6.2mmPb 当量铅板作为补偿防护措施，门与屏蔽主体之间间隙与搭接比值小于 1/10，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

二、保护目标周/年有效剂量评价

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

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

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

t —探伤装置年照射时间，单位为 $\text{h}/\text{周}$ ， 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。

表 11-4 辐射工作人员及周围公众周有效剂量计算结果

点位	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	U	T	t (h/周)	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	剂量约束限值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	关注对象	评价结果
装置前侧 (包括工件门)	1.40×10^{-1}	1	1	10	1.4	100	工作人员	满足
装置前侧观察窗	1.26	1	1	10	12.6	100	工作人员	满足
装置后侧	1.40×10^{-1}	1	1/4	10	0.35	100	工作人员	满足
装置左侧	3.56×10^{-2}	1	1/4	10	0.09	100	工作人员	满足
装置右侧	3.56×10^{-2}	1	1/4	10	0.002	100	工作人员	满足
装置底部 ^[1]	2.28	1	1	10	22.8	100	工作人员	满足
装置顶部 ^[2]	1.31×10^{-2}	1	1	10	0.13	5	公众	满足
楼下公众关注点	4.28×10^{-4}	1	1	10	0.004	5	公众	满足

注：^[1]：由于装置底部距地面小于 10cm，人员无法到达，保守预测装置四周反散射所致剂量，居留因子保守取 1；

^[2]：本项目楼上公众剂量保守取装置顶部 30cm 出剂量进行核算。

表 11-5 辐射工作人员及周围公众年有效剂量计算结果

点位	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	H_c (mSv/a)	剂量约束限值 (mSv/a)	关注对象	评价结果
装置前侧 (包括工件门)	1.40×10^{-1}	1	1	500	0.07	5	工作人员	满足
装置前侧观察窗	1.26	1	1	500	0.63	5	工作人员	满足
装置后侧	1.40×10^{-1}	1	1/4	500	0.18	5	工作人员	满足
装置左侧	3.56×10^{-2}	1	1/4	500	0.004	5	工作人员	满足
装置右侧	3.56×10^{-2}	1	1/4	500	0.004	5	工作人员	满足
装置底部 ^[1]	2.28	1	1	500	1.14	5	工作人员	满足
装置顶部 ^[2]	1.31×10^{-2}	1	1	500	0.01	0.1	公众	满足
楼下公众关注点	4.28×10^{-4}	1	1	500	<0.001	0.1	公众	满足

注：^[1]：由于装置底部距地面小于 10cm，人员无法到达，保守预测装置四周反散射所致剂量，居留因子保守取 1；

^[2]：本项目楼上公众剂量保守取装置顶部 30cm 出剂量进行核算。

1. 辐射工作人员周/年有效剂量

本项目投入运行后年工作按 500 小时（周曝光约 10 小时×50 周）计，根据表 11-4 和表 11-5，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 22.8 μSv ，年有效剂量最大为 1.14mSv。由于装置底部距地面小于 10cm，人员无法到达，所以辐射工作人员周有效剂量远小于 22.8 μSv ，年有效剂量远小于 1.14mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目管理目标要求（职业人员周有效剂量不超过 100 μSv ，年有效剂量不超过 5mSv）。

2. 周围公众年有效剂量

本项目工业 CT 检测装置检测曝光均在技术分析室内，技术分析室非辐射工作人员不得进入。由表 11-4 和表 11-5 可知，本项目周围公众周有效剂量率最大为 0.13 μSv ，年有效剂量率最大为 0.01mSv，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限值要求（公众周有效剂量不超过 5 μSv ，年有效剂量不超过 0.1mSv）。

三、非放射性“三废”影响分析

1、废气

工业 CT 检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在房间的新风系统进行通风，臭氧在空气中 50min 左右可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

2、废水

主要是工作人员产生的生活污水，将进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

3、固体废物

工作人员产生的一般生活垃圾，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。

事故状态下影响分析

本项目拟配备的 XTV160 型工业 CT 检测装置为 II 类射线装置，II 类射线装置为中危险射线装置，发生辐射事故时可使受照人员产生较严重放射损伤。本项目可能发生的辐射事故是在设备调试时门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附近或将肢体伸入设备内，发生人员大剂量受照事故。

为此，南京飞恩微电子有限公司拟配备的工业 CT 检测装置设置有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时 X 射线才能出束照射，运行期间强行打开工件门时，X 射线管将自动停止出束；工业 CT 检测装置上设置工作状态指示灯，开机时，设备上红色工作状态指示灯亮；同时壳体上及 CT 检测室门上均设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。上述安全措施能有效防止误照射。

辐射工作人员随身携带个人剂量报警仪，当出现辐射事故情况时，可立即按下工业 CT 检测装置上或操作台上的急停按钮，X 射线球管停止出束，能有效减少事故情况下周围公众的受照剂量。

发生辐射事故时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，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。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。

公司在日常工作中应加强管理，并在实际工作中不断对其相关操作规程和辐射安全管理制度等进行完善和落实；还应加强职工辐射防护知识培训，尽可能避免辐射事故的发生。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

南京飞恩微电子有限公司拟在公司二楼技术分析室内配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.5mA，额定功率为 20W），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。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。从事辐射工作和管理的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

南京飞恩微电子有限公司应根据本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目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，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。南京飞恩微电子有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中一名辐射工作人员兼任辐射安全管理工作，辐射安全管理人员及辐射工作人员须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

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》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。南京飞恩微电子有限公司应根据新增 1 台工业 CT 检测装置项目的特点及以下内容制定相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1) 操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤。重点是：

①确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操

作，防止发生辐射事故；

②从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

③在工作场所严禁吸烟、进食。

2) 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，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。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据射线装置操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。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，确保辐射安全联锁装置、个人剂量报警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。

4) 设备维修制度：明确射线装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停按钮）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：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。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。项目辐射工作人员应配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案。公司应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

目前该项目拟配备的 2 名辐射工作人员还在考证中。

6) 监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保 II 类射线装置的辐射安全，该单位应制定监测方案，重点是：

①明确监测项目和频次；

②辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中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、卫生和健康部门调查处理；

③公司应当按照有关标准、规范的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，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；

④委托有资质监测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

根据辐射管理要求，南京飞恩微电子有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台和个人剂量报警仪 2 台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，周期：1~2 次/年；

2) 辐射工作人员开展个人剂量监测（1 次/季），建立个人剂量档案；

3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录；

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

5) 出现外照射事故，立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

南京飞恩微电子有限公司须根据上述监测计划，明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急方案应明确以下几个方面：

①应急机构和职责分工；

②应急的具体人员和联系电话；

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辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况时，应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，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。在发生辐射事故时，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和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

南京飞恩微电子有限公司位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号-1（南京紫峰研创中心 2 期产业园 1 号楼），为了加强产品检测力度，根据规划，南京飞恩微电子有限公司拟在公司二楼技术分析室内配备 1 台工业 CT 检测装置（型号：XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.5mA，额定功率为 20W），为 II 类射线装置

二、产业政策相符性

本项目新增 1 台工业 X 射线 CT 机，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（苏政办发[2013]9 号）及其修订（国家发展改革委令 2021 年第 49 号）、修改文件（苏经信产业[2013]182 号），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家和江苏省现行的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，可对公司生产的产品开展无损检测工作，控制产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、选址合理性

南京飞恩微电子有限公司位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号-1（南京紫峰研创中心 2 期产业园 1 号楼内），公司东北侧隔园区道路为 2 号楼（南京原子制造研究所、江苏集创原子团簇科技研究院有限公司、南京大学原子制造创新中心、南京原子团簇与器件制造研究院），东南侧隔园区道路为 3 号楼（南京德克威尔自动化有限公司），西南侧为南京紫峰研创中心 3 期项目，西北侧隔园区绿化区为百合路。

本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目所在技术分析室位于公司二楼，技术分析室东北侧为室外，东南侧为资料室，西南侧为生产区域，西北侧为真空泵室，楼下为

实验室，楼上为生产会议室。本项目周围 50m 评价范围均无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。

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），本项目拟建址评价范围内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。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。

本项目拟将工业 CT 检测装置铅屏蔽体实体边界为控制区边界，将工业 CT 检测装置铅屏蔽体实体（控制区边界）向外至技术分析室内边界墙体的区域作为监督区，辐射工作场所分区布局合理。

五、辐射环境现状评价

南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置周围环境 γ 辐射剂量率在 51nGy/h~73nGy/h 之间，在江苏省原野及室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平涨落之间。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，年有效剂量不超过 5mSv；公众周有效剂量不超过 5 μ Sv，年有效剂量不超过 0.1mSv）。

七、“三废”的处理处置

工业 CT 检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在房间的新风系统进行通风，臭氧在空气中 50min 左右可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小；工作人员产生的生活污水，将进入园区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小；工作人员产生的

生活垃圾，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。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

南京飞恩微电子有限公司拟配备的 1 台工业 CT 检测装置，型号为 XTV160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.5mA，额定功率为 20W，属 II 类射线装置。由工业 CT 检测装置工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生外照射影响。

本项目工业 CT 检测装置设计有门-机联锁安全装置，防护门关闭后 X 射线装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束；工业 CT 检测装置设有指示灯-机联锁装置，工业 CT 检测装置正面设计安装工作状态指示灯。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。工业 CT 检测装置操作台上设有 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于辐射工作人员无法完全进入 CT 室内部，因此内部无急停按钮）。操作台上设有 1 个钥匙开关。装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明等，在落实以上措施后，本项目的安全措施满足安全管理要求。

九、辐射安全管理评价

南京飞恩微电子有限公司应根据本次新增 1 台工业 CT 检测装置项目成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，建议根据本报告的要求，对照《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》，建立符合公司实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

南京飞恩微电子有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台和个人剂量报警仪 2 台，还需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。所有辐射工作人员和辐射工作管理人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，只有在其通过考核后才能正式从事相应的辐射工作，并及时安排辐射安全培训证书到期的辐射工作人员进行再培训及考核。

综上所述，南京飞恩微电子有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐

射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1、该项目运行中，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、各项安全措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，及时排除事故隐患。

4、公司取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

辐射污染防治“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	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射保护和环境保护管理工作。公司已设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。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>本项目工业 X 射线 CT 装置自屏蔽铅房尺寸约为 1100mm（长）×1717mm（宽）×1800mm（高），检测室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义工件门所在面为装置前侧。检测室前侧屏蔽体（包括工件门）内含 6.2mm 铅板，后侧屏蔽体内含 6.2mm 铅板，左侧屏蔽体内含 7.1mm 铅板，右侧屏蔽体内含 7.1mm 铅板，顶部屏蔽体内含 7.1mm 铅板，底部内含 3.6mm 铅板，工件门处安装有观察窗，内含 26mm 铅玻璃，为 5.2mm 铅当量。</p>	<p>满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”要求；满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求；满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。</p>	18.5
	<p>项目工业 CT 检测装置放置拟设置：</p> <p>（1）X 射线管安装在屏蔽体的检测装置内部，辐射工作人员无法直接接触到 X 射线管。X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。</p> <p>（2）门-机联锁装置。X 射线管与检测装置工件门之间安装有联锁装置，工件门关闭后 X 射线装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束。</p> <p>（3）指示灯-机联锁装置。工业 CT 检测装置正面设计安装工作状态指示灯。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。</p> <p>（4）工业 CT 检测装置操作台上设有 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于辐射工作人员无法完全进入 CT 室内部，因此内部无急停按钮）。</p> <p>（5）工业 CT 检测装置操作台上设有 1 个钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p>	<p>满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。</p>	

	<p>(6) 工业 CT 检测装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。</p> <p>(7) 控制台设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>		
人员配备	<p>拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。</p> <p>辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p> <p>辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立放射工作人员职业健康档案。</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>	/
监测仪器和防护用品	<p>拟配备辐射巡测仪 1 台。</p> <p>拟配备个人剂量报警仪 2 台。</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。</p>	1.5
辐射安全管理制度	<p>制定操作规程、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、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。</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》有关要求。</p>	/
总计	/	/	20

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。

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