

核技术利用建设项目

南京云极芯半导体科技有限公司
集成电路探针卡生产基地项目（辐射专
项）环境影响报告表
(公示版)

南京云极芯半导体科技有限公司

2025年6月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京云极芯半导体科技有限公司
集成电路探针卡生产基地项目（辐射专
项）环境影响报告表
(公示版)

南京云极芯半导体科技有限公司

2025年6月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京云极芯半导体科技有限公司 集成电路探针卡生产基地项目（辐射专 项）环境影响报告表

建设单位名称：南京云极芯半导体科技有限公司

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

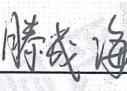
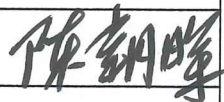
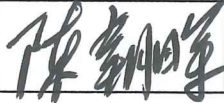
邮政编码

联系人

电子邮箱：

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	02z469		
建设项目名称	南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）		
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）	南京云极芯半导体科技有限公司		
统一社会信用代码	91320111MADBJ1QQ56		
法定代表人（签章）	陈刚		
主要负责人（签字）	陈刚		
直接负责的主管人员（签字）	滕茂海		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	南京瑞森辐射技术有限公司		
统一社会信用代码	91320106694645355K		
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
陈朝晖	2014035320352013321405000117	BH019830	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郭文政	表1 项目基本情况 表2 放射源 表3 非密封放射性物质 表4 射线装置 表5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标与评价标准 表8 环境质量与辐射现状	BH051806	
陈朝晖	表9 项目工程分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管理 表13 结论与建议	BH019830	

环评项目负责人职业资格证



姓名: 陈朝晖
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1968年12月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2014年05月
Approval Date

持证人签名:
Signature of the Bearer

签发单位盖章:
Issued by
签发日期: 2014 年 09 月 04 日
Issued on

2014035320352013321405000117
管理号:
File No.

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: 南京瑞森辐射技术有限公司
统一社会信用代码: 91320106694645355K

现参保地: 玄武区
查询时间: 202501-202506

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	34	34	34	
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	郭文政	340000196812000000	202501 - 202506	6
2	陈朝晖		202501 - 202506	6

- 说明:
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
 2. 本权益单为打印时参保情况。
 3. 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
 4. 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)。



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	- 14 -
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	- 33 -
表 12 辐射安全管理	- 43 -
表 13 结论与建议	- 48 -
表 14 审批	- 54 -
附图 1 南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）地理位置示意图	- 55 -
附图 2 南京云极芯半导体科技有限公司所在园区平面布置及周围环境示意图	- 56 -
附图 3 南京云极芯半导体科技有限公司 QC 区域平面布置及周围环境示意图	- 57 -
附图 4 紫峰研创中心 C 区园区 A3 栋厂房一楼平面布置及周围环境示意图	- 58 -
附图 5 紫峰研创中心 C 区园区 A3 栋厂房二楼平面布置及周围环境示意图	- 59 -
附图 6 紫峰研创中心 C 区园区 A3 栋厂房地下一楼平面布置及周围环境示意图	- 60 -
附件 1 公司营业执照及项目委托书	- 61 -
附件 2 射线装置使用承诺书	- 63 -
附件 3 厂房租赁框架协议	- 64 -
附件 4 本项目投资备案证	- 70 -
附件 5 本项目工业 X 射线 CT 装置相关参数信息	- 82 -
附件 6 本项目辐射环境现状监测报告	- 85 -
附件 7 监测单位检验检测机构资质认定证书	- 90 -
附件 8 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书	- 93 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目 (辐射专项)			
建设单位		南京云极芯半导体科技有限公司 (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			
项目建设地点		南京市浦口区百合路 161 号 A3 栋厂房一楼			
立项审批部门		南京市浦口区政务服务管理办公室		批准文号	
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		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	项目概述： 一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来 南京云极芯半导体科技有限公司成立于 2024 年 2 月，位于南京市浦口区浦口经济开发区百合路 121 号。公司主要经营范围：半导体器件专用设备制造；半导体器件专用设备销售；电子专用设备制造；电子专用设备销售；集成电路制造；集成电路销售；集成电路芯片及产品制造；集成电路芯片设计及服务；集成电路设计等。				

为了扩展公司产线，提高产能，规范生产流程，南京云极芯半导体科技有限公司拟在南京市浦口区百合路 161 号紫峰研创中心 C 区园区租赁 A3 栋厂房（一楼、二楼及地下室）及 A6 栋楼（A3 栋为厂房生产车间，A6 栋为库房），并将 A3 栋厂房租赁场地改造成生产厂房及相关动力辅助用房，从事集成电路探针卡生产活动。

南京云极芯半导体科技有限公司《集成电路探针卡生产基地项目环境影响报告表》已于 2024 年 9 月 25 日获得了南京市浦口区政务服务管理办公室核准的投资备案证，备案证号：浦政服务〔2024〕326 号，项目代码为 2402-320111-89-01-883125；于 2025 年 1 月 22 日取得南京市生态环境局的批复文件，文号为：宁环（浦）建[2025]5 号。项目立项文件、一般项目环评相关内容及批复文件见附件 4。

本次评价内容为集成电路探针卡生产基地项目中的辐射专项，即南京云极芯半导体科技有限公司拟在 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内配备 1 台工业 X 射线 CT 装置（型号：X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.2mA），该检测装置以 160kV X 射线管为射线源，本项目工业 X 射线 CT 装置产品说明书见附件 5。

本项目工业 X 射线 CT 装置具有制式型号，属于具备计算机断层扫描（CT）功能的自屏蔽式 X 射线探伤装置，根据《射线装置分类》，界定为“工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”，II 类射线装置。

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，南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）需进行环境影响评价。受南京云极芯半导体科技有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）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 X 射线 CT 装置，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。南京瑞森辐射技术有限公司在资料调研、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。南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）情况见下表：

表 1 本次核技术应用情况一览表

射线装置								
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
工业 X 射线 CT 装置 (X-eye SF 160 FCT)	1	160	0.2mA	II 类	A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内	使用	本次环评	/

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员 2 人，为新增辐射工作人员。

工作制度：本项目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、项目选址情况

南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目位于南京市浦口区百合路 161 号紫峰研创中心 C 区园区内 A3 栋厂房（由于紫峰研创中心 C 区园区非正东西方向布局，为便于描述，文中涉及方位描述时均以百合路为正东西走向进行描述），紫峰研创中心 C 区东侧为紫峰研创中心 2 期，南侧为南京高端交通装备新技术研究院、南京研华智能科技有限公司及南京斌荣建设工程有限公司，西侧为听莺路及南京恒坤砼预制品有限公司，北侧为百合路。本项目地理位置示意图见附图 1。

紫峰研创中心 C 区园区内 A3 栋厂房，为地上五层、地下一层建筑。A3 栋厂房东侧为园区道路及 A4 栋厂房，南侧和西侧均为园区道路及园区边界围墙，北侧为园区道路及 A1 栋综合楼。紫峰研创中心 C 区园区周围环境示意图见附图 2。

本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置位于 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内，QC 区域东侧为易燃气体间，南侧为回风夹道及洁净物流通道，西侧为生产车间 CMP1 区域，北侧为回风夹道、仓库（warehouse）及缓冲区，楼上为装配/测试车间（Assy/Test），楼下为消防水泵房。本项目选址合理。A3 栋厂房一楼生产车间、楼上及楼下平面布置示意图见附图 3 至图附图 6。

本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置周围 50m 评价范围均位于园区范围内，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为本项目辐射工作人员、A1 栋综合楼、A3 栋厂房、A4 栋厂房及园区内道路其他工作人员及周围公众等。

三、实践正当性分析

南京云极芯半导体科技有限公司本次于 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内新增的 1 台 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置，能够为公司交付给客户高质

量的产品提供了保障，在业界能为公司带来良好的口碑和经济效益。

本项目的运行，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其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、原有核技术利用项目许可情况

南京云极芯半导体科技有限公司尚未开展过核技术利用项目，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 X 射线 CT 装置	II 类	1	X-eye SF 160 FCT 型	160	0.2mA	无损检测	A3 栋厂房一楼 生产车间 QC 区域 检测间内	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	通过检测装置开关工件门排到检测装置所在车间内，再通过车间的新风系统进入大气，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

法规文件	(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; (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; (3)《中华人民共和国放射性污染防治法》,2003年10月1日起实施; (4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》,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; (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; (6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正本),生态环境部令 第20号,2021年1月4日起施行; (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; (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; (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; (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; (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; (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; (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; (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
------	---

	行； (15) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令 第9号，2019年11月1日起施行； (16) 《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； (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； (18) 《江苏省2023年度生态环境分区管控动态更新成果公告》(江苏省生态环境厅2024年6月13日发布)； (19) 《江苏省自然资源厅关于南京市浦口区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函〔2023〕1003 号)； (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，2021年5月28日发布； (21) 《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日发布。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)； (3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)(参考)； (4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及其 1 号修改单； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (6) 《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)； (7) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)； (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (9) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。
其他	附图： (1) 南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目(辐射专项)地理位置示意图；

	(2) 南京云极芯半导体科技有限公司所在园区平面布置及周围环境示意图； (3) 南京云极芯半导体科技有限公司 QC 区域平面布置及周围环境示意图； (4) 紫峰研创中心 C 区园区 A3 栋厂房一楼平面布置及周围环境示意图； (5) 紫峰研创中心 C 区园区 A3 栋厂房二楼平面布置及周围环境示意图； (6) 紫峰研创中心 C 区园区 A3 栋厂房地下一楼平面布置及周围环境示意图。 附件： (1) 公司营业执照及项目委托书； (2) 射线装置使用承诺书； (3) 厂房租赁框架协议； (4) 本项目投资备案证 (5) 本项目工业 X 射线 CT 装置相关参数信息； (6) 本项目辐射环境现状监测报告； (7) 监测单位检验监测机构资质认定证书； (8) 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。
--	---

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 X 射线 CT 装置屏蔽体外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号）和《江苏省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》（江苏省生态环境厅 2024 年 6 月 13 日发布）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于南京浦口经济开发区重点管控单元（编码：ZH32011120196）内，不在南京市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。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。

本项目拟建址周围 50m 评价范围均位于园区范围内，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为本项目辐射工作人员、A1 栋综合楼、A3 栋厂房、A4 栋厂房及园区内道路其他工作人员及周围公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

保护对象类型		场所	方位/位置	距本项目最近距离	人口规模	环境保护要求
辐射工作人员		A3 栋厂房一楼 质检车间	工业 X 射线 CT 装置屏蔽体外 操作台	紧邻	2 人	职业人员剂量 约束值 5mSv/a
评价范围 内公众	公司其他 工作人员	A3 栋厂房一楼 （生产车间）	CT 装置四周	约 1m	15 人	公众人员剂量 约束值 0.1mSv/a
		A3 栋厂房地下一楼	CT 装置所在楼	约 5m	流动人员	

		(废水站、纯水站、软水制备区域等)	层下方		
		A3 栋厂房二楼 (生产车间)		约 7m	20 人
	园区内公众	A3 栋厂房地下一楼 (其他公众区域)	CT 装置所在楼层上方	约 5m	流动人员
		A3 栋厂房三楼 (闲置楼层)		约 14m	20 人
		A3 栋厂房四楼 (闲置楼层)		约 21m	15 人
		A3 栋厂房五楼 (闲置楼层)		约 28m	15 人
		园区道路	A3 栋厂房东侧	约 10m	流动人员
		A4 栋厂房		约 25m	20 人
		园区道路	A3 栋厂房南侧	约 30m	流动人员
		园区道路	A3 栋厂房北侧	约 20m	流动人员
		A1 栋综合楼		约 35m	30 人

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。

评价标准

一、《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，但剂量约束值得使用不应该取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值得上限。

二、《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:

- 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；
- 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:

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

三、辐射评价标准限值

（一）综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目剂量约束值为：职业人员年有效剂量为 5mSv，公众年有效剂量为 0.1mSv。

（二）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；

（三）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（由于本项目检测装置位于厂房一楼，且该厂房为地上五层建筑，故根据 GBZ117-2022 中 6.1.4 a）条款，对检测装置屏蔽顶部外 30cm 处周围剂量当量率目标控制水平保守取 2.5 μ Sv/h）。

四、参考资料：

（一）《辐射防护导论》，方杰主编。

（二）《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。

江苏省环境天然 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

注：测量值已扣除宇宙射线响应值，评价时采用“测值范围”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

本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置位于 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内，厂房改造完成后：QC 区域东侧为易燃气体间，南侧为回风夹道及洁净物流通道，西侧为生产车间 CMP1 区域，北侧为回风夹道、仓库（warehouse）及缓冲区，楼上为装配/测试车间（Assy/Test），楼下为消防水泵房。。

本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置周围 50m 评价范围均位于园区范围内，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为本项目辐射工作人员、A1 栋综合楼、A3 栋厂房、A4 栋厂房及园区内道路其他工作人员及周围公众等。项目选址合理可行。

本项目拟建址周边环境现状见图 8-1～图 8-4。



图 8-1 本项目拟建址及周围环境（A3 栋厂房一楼）

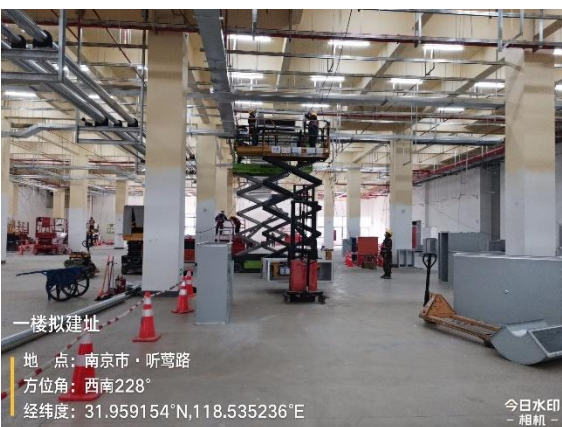


图 8-2 本项目拟建址及周围环境（A3 栋厂房一楼）



图 8-3 本项目拟建址上方环境（A3 栋厂房二楼）



图 8-4 本项目拟建址下方环境（A3 栋厂房地下一楼）

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X射线CT装置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8-5。

监测单位:南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器:6150 AD 6/H+6150 AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪(设备编号:NJRS-126,检定有效期:2024年10月28日~2025年10月27日,检定单位:江苏省计量科学研究院,检定证书编号:Y2024-0107802)

能量范围:20keV~7MeV

测量范围:1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期:2025年2月26日

天气:晴

温度:15 $^{\circ}$ C

湿度:41%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检验检测机构资质认定(见附件7),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。

数据记录及处理:开机预热,手持仪器。保持仪器探头中心距离地面(基础面)为1m。仪器读数稳定后,每个点位读取10个数据,读取间隔不小于10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)中公式 $\dot{D}=C_f(E_f\dot{X}-\mu_c\dot{X}_c')$ 计算,其中, C_f 为仪器量程检定/校准因子; E_f 为仪器检验源效率因子; $\dot{X}$ 为现场监测时仪器n次读数的平均值($n\geq 10$); μ_c 为建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子,楼房取0.8,原野、道路取1; $\dot{X}_c'$ 为测点处仪器对宇宙射线的响应值,取25nGy/h。

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，监测报告实行三级审核。

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

表 8-1 新增工业 X 射线 CT 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)	备注
1	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址	53	室内（楼房）
2	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址东侧	54	室内（楼房）
3	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址南侧	51	室内（楼房）
4	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址西侧	51	室内（楼房）
5	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址北侧	56	室内（楼房）
6	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址楼上	65	室内（楼房）
7	新增工业 X 射线 CT 装置项目拟建址楼下	58	室内（楼房）
8	A3 栋厂房东侧（A4 栋厂房旁道路）	54	道路
9	A3 栋厂房南侧（园区道路）	56	道路
10	A3 栋厂房西侧（园区道路）	52	道路
11	A3 栋厂房北侧（A1 栋综合楼旁道路）	47	道路

注：1、测量数据已扣宇宙响应值；
2、监测点位见图 8-5。

由表 8-1 监测结果可知，南京云极芯半导体科技有限公司本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置项目室内（1#~7#点位）周围环境天然 γ 辐射剂量率在（51~65）nGy/h 之间，属江苏省建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率测值范围（50.7~129.4）nGy/h；室外道路（8#~11#点位）周围环境 γ 辐射剂量率分别为（47~56）nGy/h，属江苏省道路 γ 辐射（空气吸收）剂量率本底水平（18.1~102.3）nGy/h，本项目监测点位均位于江苏省环境天然 γ 辐射水平测值范围，属正常水平。

表 9 项目工程分析与源项

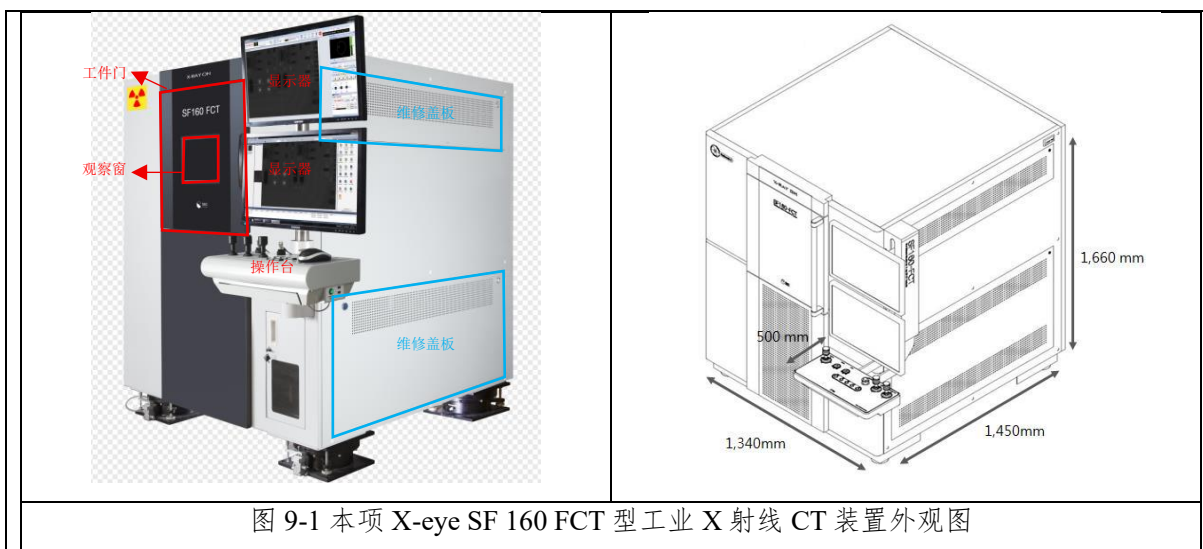
工程设备与工艺分析

一、工程设备

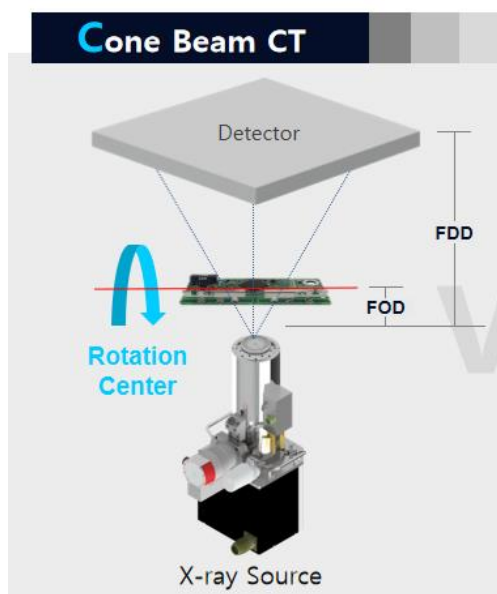
因发展需要，南京云极芯半导体科技有限公司拟在 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内配备 1 台工业 X 射线 CT 装置（型号：X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.2mA），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。

公司拟配备的 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置主要由 X 射线源、X 射线成像探测器、样品台、图像采集系统、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，装置外形尺寸为：1450mm（长）×1340mm（宽）×1660mm（高）。检测装置左右两侧面均设置有维修盖板（见图 9-1），当设备出现故障时，可拆开维修盖板进行维护检修。为了清晰描述工业 X 射线 CT 装置各面情况，本项目将装置观察窗所在面定义为装置正面，面向装置正面，左手边为装置左面，以此类推。

本项目新增 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置中 X 射线管位于装置内部中心偏下，并在 X 射线管上方安装有准直器，X 射线初始夹角为 140° ，为避免线束散射线影响成像质量，故需安装准直器，经准直器后，X 射线照射到样品的夹角为 40° 。X 射线管安装固定后不可移动，其中 X 射线管距装置底部屏蔽体约 760mm，距顶部屏蔽体约 900mm，距左侧面和右侧面屏蔽体均约为 670mm，距正面和背面屏蔽体均约为 725mm。载物台可绕竖直轴旋转 360° ，载物台可前后左右方向平面移动，其中前后方向运动路径约为 400mm，左右方向运动路径约为 460mm。探测器可上下运动，运动路径约为 200mm，且探测器可左右倾斜运动，最大倾角为 70° 。本项目拟新增工业 X 射线 CT 装置外观图见图 9-1。



本项目检测装置 CT 功能通过 CBCT 成像方式实现：①将待检样品固定在 CT 旋转轴上；②在 CT 扫描过程中，检测样品绕水平轴竖直旋转 360° 并按照设定旋转角度捕捉 2D 图像；③根据获取的 2D 图像，通过三维重构算法，重构为三维立体信息。



南京云极芯半导体科技有限公司拟为本项目配备 1 名辐射安全管理人员和 2 名辐射工作人员，为公司新增辐射工作人员，参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习及培训，且考核合格后上岗。根据公司目前生产状况及检测需求，投入运行后预计每天出束累计时间不超过 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

（一）工作原理

工业 X 射线 CT 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。

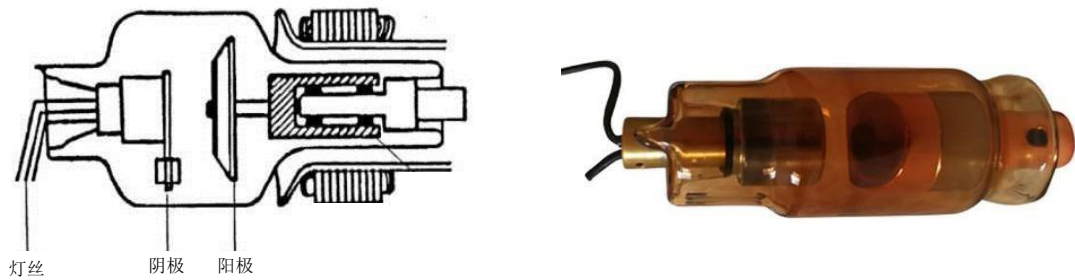


图 9-3 X 射线管示意图

本项目工业 X 射线 CT 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。

（二）工作流程

本项目拟配备的 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 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晶圆，直径约为 8 寸）放入检测装置，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、工作前检查（确认安全联锁设置、报警装置及警示装置均正常运行）；

- 2、打开主控开关，按下电源开关按钮，设备启动进入待检状态；
 - 3、辐射工作人员将待检工件放置在装置在载物台上；
 - 4、防护门关闭后进行开机出束检测（此环节产污：X 射线、微量的 O_3 和 NO_x ）；
 - 5、停止出束，辐射工作人员通过显示器上的成像分析，给出检测结果；
 - 6、检测完成后，辐射工作人员取出检测工件。
- 工业 X 射线 CT 装置工作流程及产污环节如图 9-4 中所示。

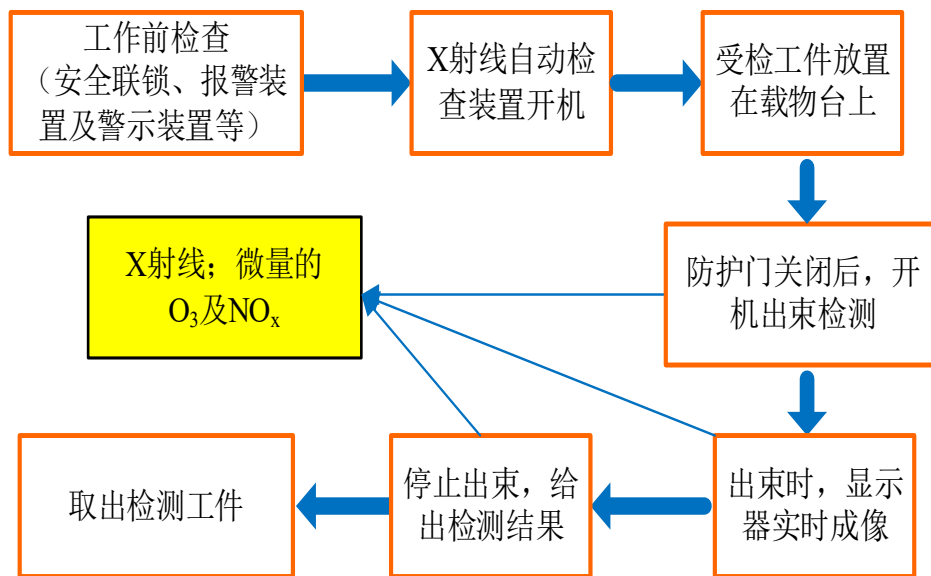


图 9-4 工业 X 射线 CT 装置工作流程及产污环节示意图

污染源项描述

一、放射性污染

本项目拟配备的工业 X 射线 CT 装置，型号为 X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.2mA，最大功率为 32W。

由工业 X 射线 CT 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

据建设单位提供资料显示固有过滤片为 2mm 的铝，通过插值取得 160kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $20.38 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，查《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

二、非放射性污染

（一）废气：工业 X 射线 CT 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车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。

（二）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。

（三）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

南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目位于南京市浦口区百合路 161 号紫峰研创中心 C 区园区内 A3 栋厂房。本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置位于 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内，X 射线 CT 装置周围 50m 评价范围均位于园区范围内，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为本项目辐射工作人员、A1 栋综合楼、A3 栋厂房、A4 栋厂房及园区内道路其他工作人员及周围公众等。

布局合理性：本项目工业 X 射线 CT 装置设有检测铅房和操作台，工业 X 射线 CT 装置有用线束向上，操作台设于检测铅房正面的外侧，检测铅房通过内嵌铅板及钢板对 X 射线进行屏蔽。仪器运行时，操作人员在检测室外的操作台对装置进行操作。生产车间 QC 区域及周围环境平面布置示意图见图 10-1。本项目操作台避开有用线束照射方向并与检测铅房分开设置，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局合理。

辐射防护分区：本项目将检测铅房（壳体）实体范围内作为控制区，检测铅房外表面至检测间实体墙体范围作为监督区，监督区入口处设置监督区标牌（提示：无关人员禁止入内）。监督区范围除工作人员外，其他无关人员不得入内操作。两区划分示意图见图 10-1。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。

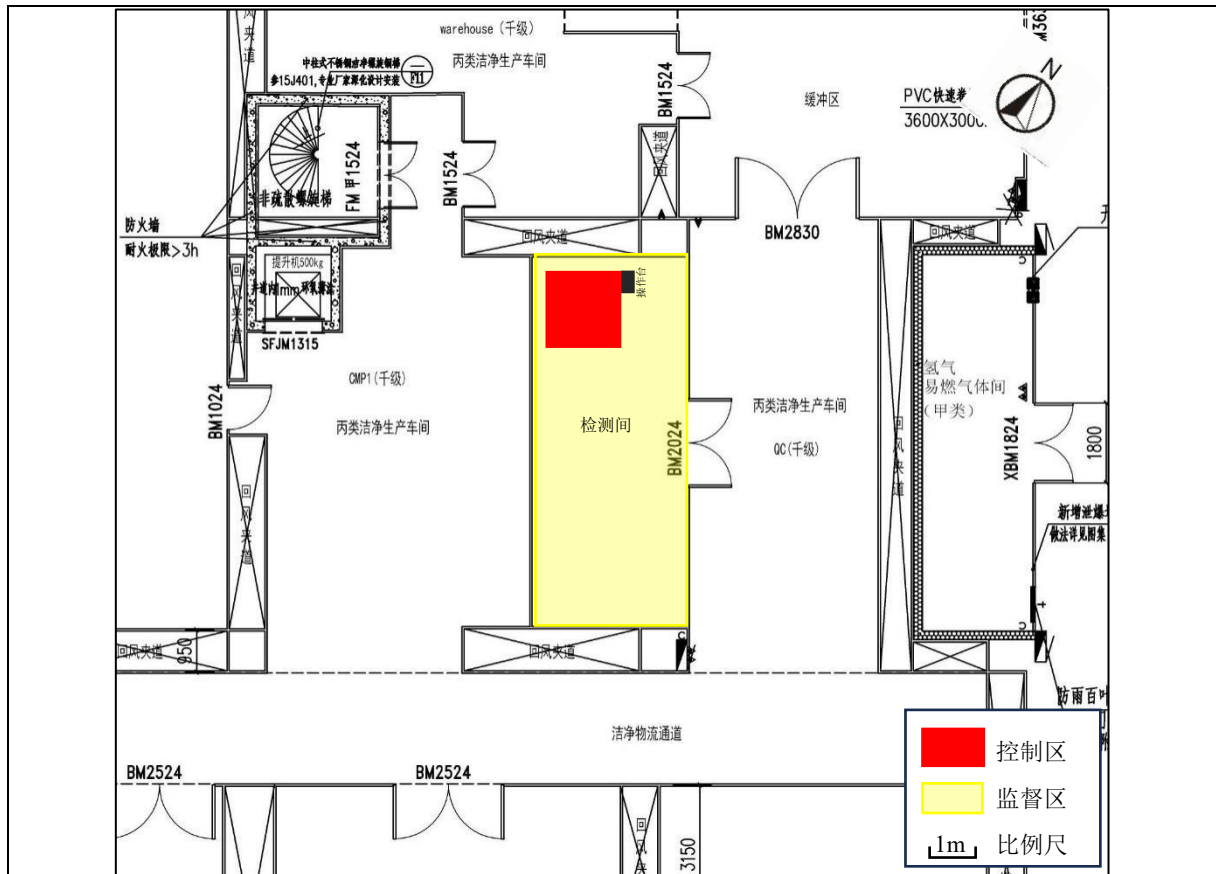


图 10-1 本项目生产车间 QC 区域平面布局及分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目拟配备的 1 台工业 X 射线 CT 装置，型号为 X-eye SF 160 FCT 型，采用铅板以屏蔽体的方式进行辐射防护，装置外形尺寸为：1450 mm（长）×1340 mm（宽）×1660mm（高），装置屏蔽措施设计示意图见图 10-2，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 5mm 铅板+4mm 钢板作为补偿防护措施，门与屏蔽主体之间搭接距离大于 2mm，间隙小于 0.2mm，则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线缆穿孔位于装置右侧面下方，穿孔处覆盖 L 型铅防护罩，其材质为 5mm 铅板，与该侧面屏蔽厚度一致，可有效防止射线泄漏。

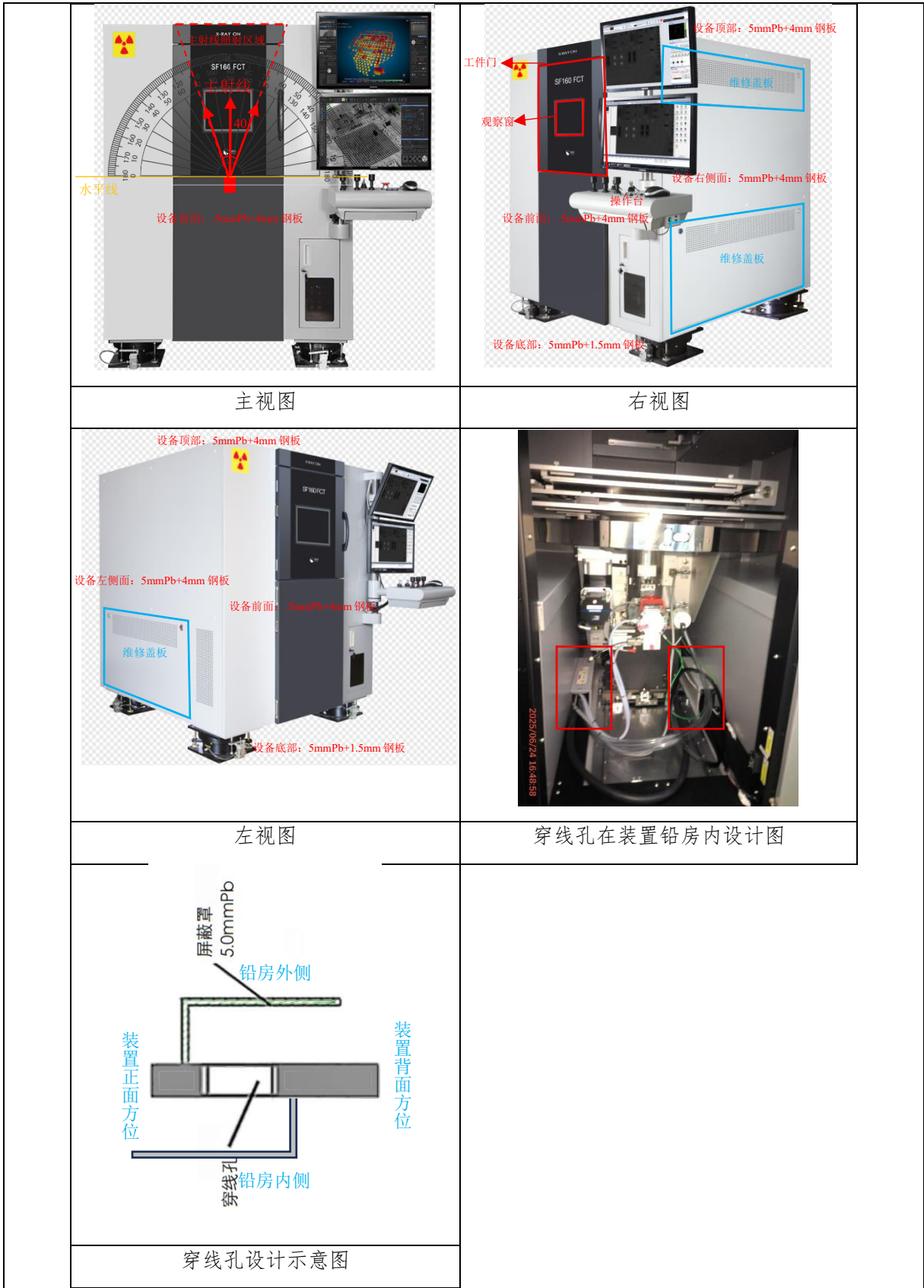


图 10-2 本项目工业 X 射线 CT 装置屏蔽措施设计示意图

表 10-1 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置屏蔽体设计参数

序号	防护参数*		备注
1	装置前侧面屏蔽体 (工件门)	5mm 铅板+4mm 钢板	/
2	观察窗	5mmPb 当量	/
3	装置背侧面屏蔽体	5mm 铅板+4mm 钢板	/
4	装置左侧面屏蔽体	5mm 铅板+4mm 钢板	/
5	装置右侧面屏蔽体	5mm 铅板+4mm 钢板	/
6	装置底部屏蔽体	5mm 铅板+1.5mm 钢板	/
7	装置顶部屏蔽体	5mm 铅板+4mm 钢板	主射线方向

注：*本项目将观察窗所在位置作为工业 X 射线 CT 装置前面；面对检测装置时，左手边为装置左面，右手边为装置右面。

三、辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障工业 X 射线 CT 装置安全运行，南京云极芯半导体科技有限公司拟为该检测装置设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

（一）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。

（二）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。

（三）指示灯-机联锁装置。工业 X 射线 CT 装置正面设计安装工作状态指示灯和声音提示装置，并在醒目位置处粘贴对指示灯不同状态意义的说明。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。

（四）在工业 X 射线 CT 装置所在检测间内安装监视装置，可监视辐射工作人员活动及设备运行情况。

（五）工业 X 射线 CT 装置操作位设有 1 个钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙开关只有被拧在关机或待机状态时才能拔出。钥匙由辐射安全管理人员保存，每次使用设备时，由辐射工作人员申请，并填写设备使用台账记录。

(六) 工业 X 射线 CT 装置操作台位设有 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于检测装置工件门设置位置和尺寸无法允许辐射工作人员进入装置内部，因此内部未设置急停按钮）。

(七) 拟在工业 X 射线 CT 装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。

(八) 控制台显示器上集成有 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，同时在检测装置上设有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(九) 公司拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将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。

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，本项目辐射安全设施布设示意图见图 10-3（a）和图 10-3（b）。

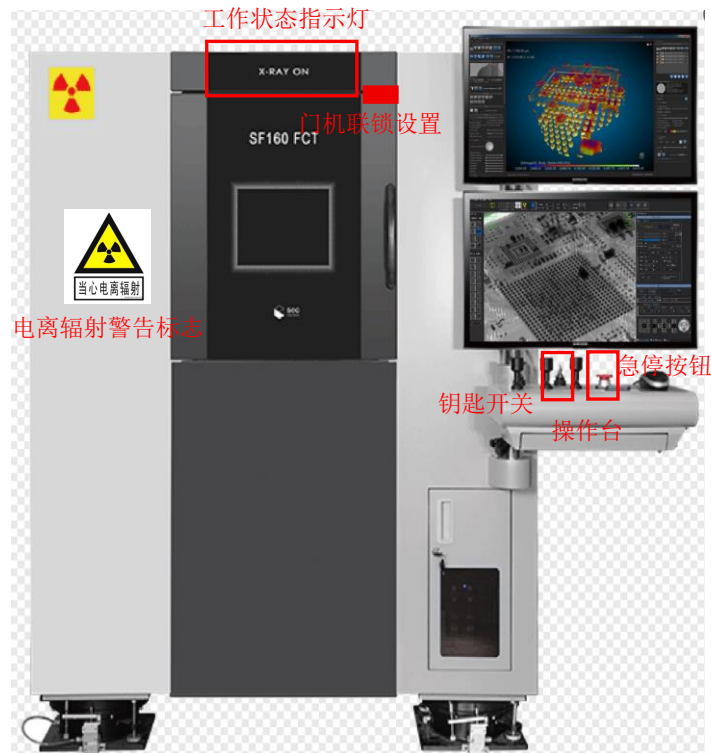


图 10-3（a）本项目辐射安全设施布设示意图

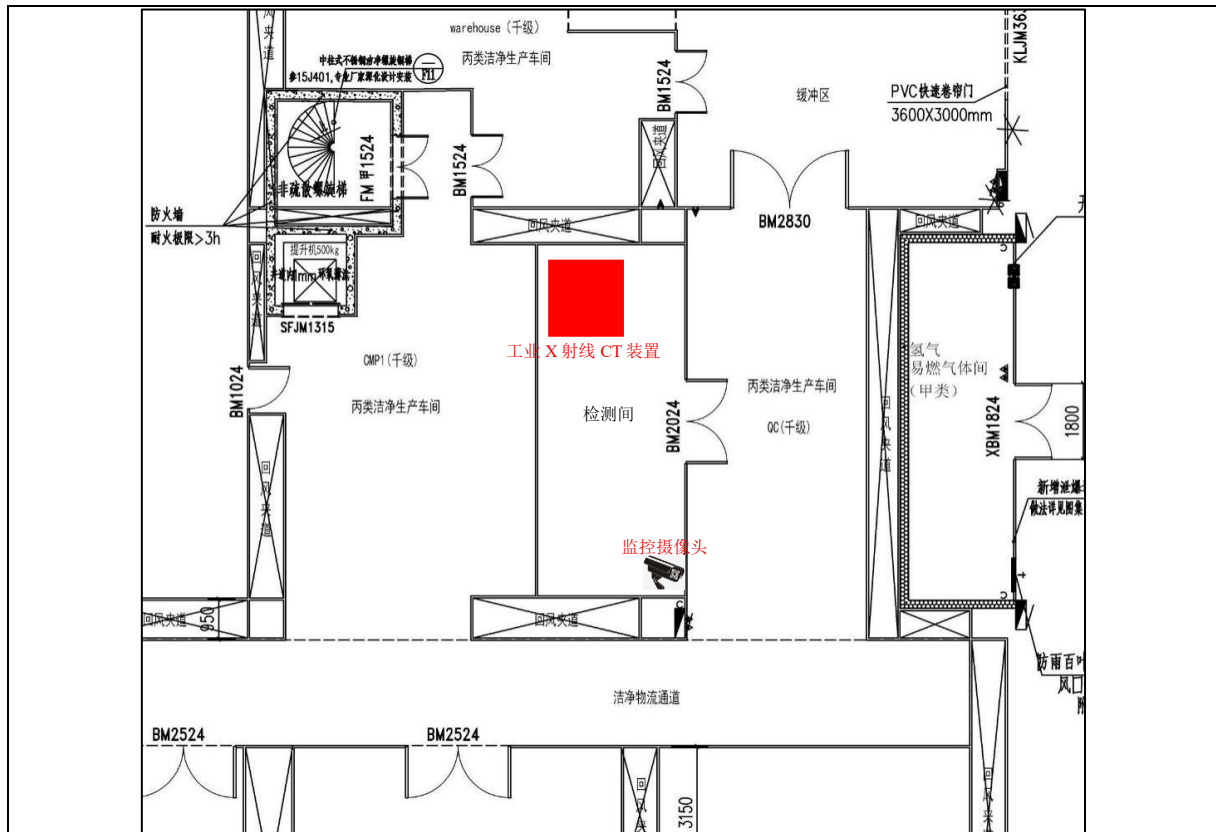


图 10-3 (b) 本项目辐射安全设施布设示意图

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中对本项目的各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析, 对照分析表见表 10-2。

《工业探伤放射防护标准》 (GBZ 117-2022) 的防护安全要求	本项目辐射安全与防护实施计划
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。	检测装置自带屏蔽体, 放置在独立的空间内 (检测间) 使用, 充分考虑了周围的辐射安全。 操作台设在射线装置正面一侧, 有用线束朝顶部照射, 避开了有用线束方向。
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB 18871 的要求。	建设单位你将检测装置实体屏蔽内部区域划为控制区, 将屏蔽体外整个检测间划为监督区。
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满	根据表 11-2~表 11-5 的理论计算, 检

足： a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$； b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。	测装置周围的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率的控制要求。
6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$。	本项目屏蔽体顶部的辐射屏蔽要求同上； 根据表 11-2 的理论计算，屏蔽体顶部的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目设有安全联锁系统，安全联锁设计要求要是开关闭合、急停按钮复位、工件门和检修门正常关闭、警示装置正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束。 X 射线出束期间，打开工件门或检修门 X 射线立即停止出束，此时关闭工件门或检修门也将无法自动出束。本项目拟使用的射线专职内部空间狭小，人员无法进入装置内部。
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显	本项目属于小型自屏蔽式射线装置，人员不需要进入屏蔽体内部操作。 射线装置自带有工作状态指示信号，工作状态指示信号与射线装置

的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应对“照射”和“预备”信号意义的说明。	联锁，且具有三种工作状态指示：绿灯（装置准备就绪，可以出束），黄灯（工件门未关标志），红灯（X射线正常出束）。 建设单位拟在射线装置正面、操作台显眼位置张贴三种工作状态指示信号的意义说明。
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	建设单位拟在射线装置所在检测间内安装监视装置。
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	建设单位在购买和安装了该检测装置后，拟在检测装置生面张贴电离辐射警告标志，并在检测间门上张贴电离辐射警告标志和工作警示牌。
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目的射线装置在操作台上设有 1 个急停按钮，发生紧急事故时可以迅速切断装置的多项部件的电源，立即终止出束；急停按钮将表明功能和使用方法。
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	本项目属于小型自屏蔽式射线装置，人员不需要进入屏蔽体内部操作。X 射线出束时产生的臭氧和氮氧化物对周围工作人员影响较小。
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	建设单位拟在检测装置正面屏蔽体工件门的上方安装固定式剂量报警仪。

综上所述，本项目拟采取的各项辐射安全与防护措施等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

四、工业 X 射线检测装置设备退役措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）有关规定，当工业 X 射线检测装置不再使用时，应实施退役程序。射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化；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；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

五、监测仪器和防护用品

南京云极芯半导体科技有限公司使用的工业 X 射线 CT 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。

南京云极芯半导体科技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。

三废的治理

本项目工业 X 射线 CT 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 X 射线 CT 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排出检测装置，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 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置位于南京云极芯半导体科技有限公司 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内。

本项目工业 X 射线 CT 装置是成套设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，设备调试过程中应加强对工作人员的辐射防护，在采取此措施后，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

南京云极芯半导体科技有限公司拟在 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内配备 1 台工业 X 射线 CT 装置（型号：X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.2mA，最大功率为 32W），以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。

在预测 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置壳体外各关注点的辐射水平时，按检测装置最大管电压和最大管电压时对应的最大管电流（根据设备厂商提供资料：最大管电压为 160kV，最大管电流约为 0.2mA）运行工况保守进行预测评价。本项目 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置的射线方向向上，X 射线初始夹角为 140°，为避免线束散射线影响成像质量，故需安装准直器，经准直器后，X 射线照射到样品的夹角为 40°。故本次拟将检测装置顶部按有用线束照射，其余各面均按照非有用线束照射进行估算（由出束角计算有用线束向上照射至装置顶部时，投射范围不涉及检测装置四周各面，见图 11-1）。X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置设计示意图见图 10-2。

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 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 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。

（一）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射线探伤装置最大管电流，0.2mA；

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，根据建设单位提供资料固有过滤片为2mm的铝，通过插值取得160kV时距辐射源点（靶点）1m处输出量约为 $20.38 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子，有用线束照射的检测装置四周及顶部为5mmPb+4mm钢板，观察窗为5mmPb当量的铅玻璃，可通过插值法从《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014表B.2中得到160kV条件下，铅的什值层厚度TVL为1.048mm；同时通过从《辐射防护手册（第三分册）》（李德平 潘自强著）表3.5中拟合曲线得，160kV条件下，铁的什值层TVL取13.88mm。则通过公式11-2计算得：5mmPb+4mm钢板的屏蔽透射因子 B 为 8.73×10^{-6} ；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（二）非有用线束

辐射屏蔽透射因子 B 按公式11-2计算：

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

式中： X —屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；

TVL—查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表2。

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：

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

表 11-1 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置球管距离屏蔽体外侧距离					
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	装置正面 (工件门)	5mmPb+4mm 钢板	0.725	1.025	漏射线束、 散射线束
②	观察窗	5mmPb 当量的铅玻璃	0.725	1.025	漏射线束、 散射线束
③	装置背面	5mmPb+4mm 钢板	0.725	1.025	漏射线束、 散射线束
④	装置左侧面	5mmPb+4mm 钢板	0.67	0.97	漏射线束、 散射线束
⑤	装置右侧面	5mmPb+4mm 钢板	0.67	0.97	漏射线束、 散射线束
⑥	装置底部	5mmPb+1.5mm 钢板	0.76	0.86	漏射线束、 散射线束
⑦	装置顶部	5mmPb+4mm 钢板	0.9	1.2	有用线束
⑧	线缆孔 (左、右侧面底部)	5mmPb	1.013	1.313	漏射线束、 散射线束

注：R 前面=X 光管至检测装置壳体距离 0.725m+参考点 0.3m=1.025m；
R 观察窗=X 光管至检测装置壳体距离 0.725m+参考点 0.3m=1.025m；
R 背面=X 光管至检测装置壳体距离 0.725m+参考点 0.3m=1.025m；
R 左侧面=X 光管至检测装置壳体距离 0.67m+参考点 0.3m=0.97m；
R 右侧面=X 光管至检测装置壳体距离 0.67m+参考点 0.3m=0.97m；
R 顶部=X 光管至检测装置壳体最短距离 0.9m+参考点 0.3m=1.2m；
R 线缆孔=X 光管至检测装置壳体最短距离 1.013m+参考点 0.3m=1.313m；
R 底部=X 光管至检测装置壳体最短距离 0.76m+参考点 0.1m=0.86m（装置底部外表面距地面约 10cm）。

表 11-2 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 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 (μSv·m ² /(mA·h))	R (m)	H(μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
⑥装置顶部	5mmPb+4mm 钢板	0.2	8.73×10 ⁻⁶	1222800	1.2	1.48	2.5	满足

表 11-3 工业 X 射线 CT 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正面 (工件门)	②观察窗	③背面	④左侧 面	⑤右侧 面	⑥底部	⑦顶部	⑧穿线孔 (左右)
屏蔽材质及厚度		5mmPb+ 4mm 钢	5mmPb 当 量	5mmPb+4 mm 钢	5mmPb+ 4mm 钢	5mmPb+ 4mm 钢	5mmPb+ 1.5mm 钢	5mmPb+ 4mm 钢	5mmPb
泄 漏 辐 射	<i>B</i>	8.73×10 ⁻⁶	1.69×10 ⁻⁵	8.73×10 ⁻⁶	8.73×10 ⁻⁶	8.73×10 ⁻⁶	1.32×10 ⁻⁵	/	1.69×10 ⁻⁵
	<i>H_l</i> (μSv/h)	2500							
	<i>R</i> (m)	1.025	1.025	1.025	0.97	0.97	0.86	/	1.313
	<i>H</i> (μSv/h)	2.08×10 ⁻²	4.02×10 ⁻²	2.08×10 ⁻²	2.32×10 ⁻²	2.32×10 ⁻²	2.95×10 ⁻¹	/	2.45×10 ⁻²
散 射 辐 射	散射后能量 对应的 kV 值	150							
	<i>B</i>	3.05×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	3.05×10 ⁻⁶	3.05×10 ⁻⁶	3.05×10 ⁻⁶	4.75×10 ⁻⁶	/	6.19×10 ⁻⁶
	<i>I</i> (mA)	0.2							
	<i>H₀</i> (μSv·m ² /	1222800							

	(mA·h))								
	R (m)	1.025	1.025	1.025	0.97	0.97	0.93	/	1.313
	H($\mu\text{Sv/h}$)	1.42×10^{-2}	2.88×10^{-2}	1.42×10^{-2}	1.59×10^{-2}	1.59×10^{-2}	2.68×10^{-2}	/	1.76×10^{-2}
有用辐射	H($\mu\text{Sv/h}$)	/	/	/	/	/	/	1.48	/
总剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)		3.5×10^{-2}	6.9×10^{-2}	3.5×10^{-2}	3.91×10^{-2}	3.91×10^{-2}	3.22×10^{-1}	1.48	4.21×10^{-2}
剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)		2.5							
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：在对检测装置底部散射线所致辐射进行估算时，载物台（散射体）至检测装置底部外表面最小距离约 0.83m，则底部关注点距载物台最小距离为 $0.83\text{m}+0.1\text{m}=0.93\text{m}$ 。

由表 11-3 可知，X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置在最大工况（即管电压为 160kV，管电流为 0.2mA）运行时，周围距机体外壁 30cm 处剂量率最大为 $1.48\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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。

（四）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 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $1.48\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反射到达地面辐射剂量率远小于 $1.48\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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 X 射线 CT 装置底部距地面约 10cm，检测装置底部剂量率为 $0.322\mu\text{Sv/h}$ ，射线在底部经过几次反射后对装置四周影响远小于 $0.322\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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。

（五）本项目电缆孔及铅门缝的辐射影响分析

本项目工业 X 射线 CT 装置拟设置有电缆孔，电缆孔位于装置左、右侧面下方，装置内射线朝上方工件照射时，对于穿线孔设计有 L 型补偿屏蔽（铅板），射线先经过

工件散射一次，再经过屏蔽罩中散射三次才能到达屏蔽体外，能够保证射线至少经屏蔽罩三次散射后穿出，本项目穿墙线管散射路径见图 11-2。

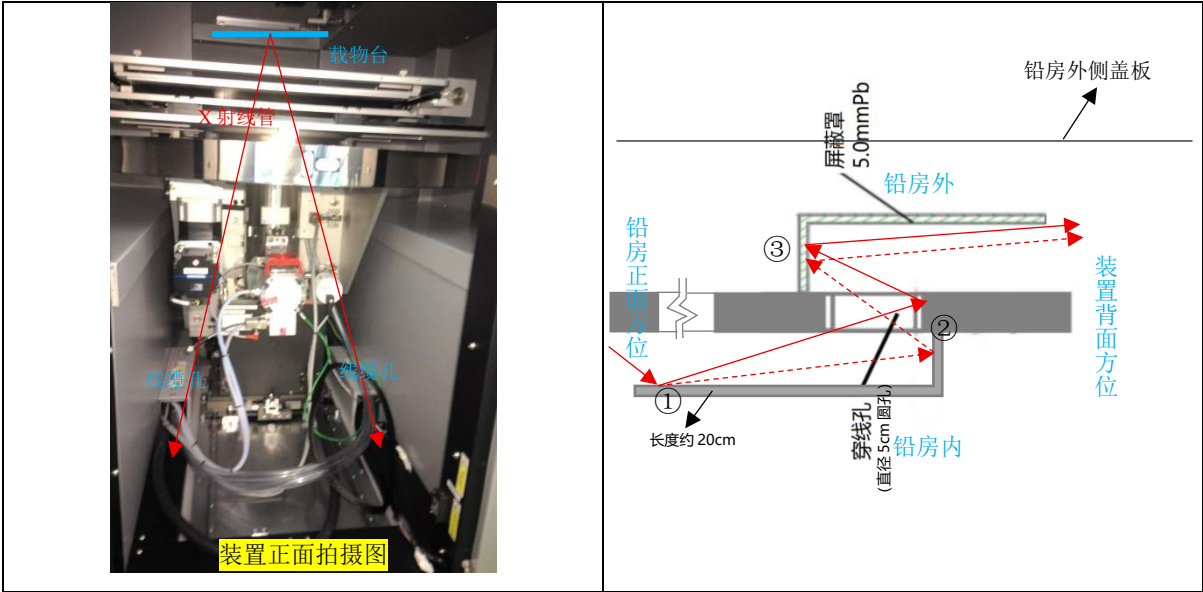


图 11-2 工业 X 射线 CT 装置穿线孔散射路径

本项目工件门与四周屏蔽体的搭接处皆采用等效 5mm 铅板作为补偿防护措施，门与屏蔽主体之间搭接距离大于 2mm，间隙小于 0.2mm，则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、保护目标周剂量当量和年有效剂量评价

（一）辐射工作人员有效剂量估算

根据表表 11-3 中各关注点处辐射剂量率，结合工作时间，辐射工作人员停留概率，结合下列公式，对关注点人员的有效剂量进行估算。

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

公式 11-5

式中： H_c —参考点的周剂量当量/年有效剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ， $\mu\text{Sv}/\text{a}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ —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 本项目辐射工作人员周剂量当量计算结果

点位	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/周)	H_c ($\mu\text{Sv/周}$)	周剂量当量控制水平 (μSv)	关注对象	评价结果
装置正面 (工件门)	3.5×10^{-2}	1	1	10	3.5×10^{-1}	100	工作人员	满足
观察窗	6.9×10^{-2}	1	1	10	6.9×10^{-1}	100	工作人员	满足
装置背面	3.5×10^{-2}	1	1/4	10	8.75×10^{-2}	100	工作人员	满足
装置左侧面	3.91×10^{-2}	1	1/4	10	9.78×10^{-2}	100	工作人员	满足
装置右侧面	3.91×10^{-2}	1	1/4	10	9.78×10^{-2}	100	工作人员	满足
装置顶部	1.48	1	1/4	10	3.7	100	工作人员	满足

表 11-5 本项目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
装置前面 (工件门)	3.5×10^{-2}	1	1	500	1.75×10^{-2}	5	工作人员	满足
观察窗	6.9×10^{-2}	1	1	500	3.45×10^{-2}	5	工作人员	满足
装置背面	3.5×10^{-2}	1	1/4	500	4.38×10^{-3}	5	工作人员	满足
装置左侧面	3.91×10^{-2}	1	1/4	500	4.89×10^{-3}	5	工作人员	满足
装置右侧面	3.91×10^{-2}	1	1/4	500	4.89×10^{-3}	5	工作人员	满足
装置顶部	1.48	1	1/4	500	0.185	5	周围公众	满足

本项目投入运行后周工作时间按 10 小时进行估算，根据表 11-4，本项目辐射工作人员周剂量当量最大为 $3.7\mu\text{Sv/周}$ ，满足本项目对职业人员周剂量当量要求（职业人员周剂量当量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ）。

本项目投入运行后年工作按 500 小时（周曝光约 10 小时 $\times$ 50 周）进行估算，根据表 11-5，本项目辐射工作人员年有效剂量最大为 0.185mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a ）。

（二）周围公众有效剂量估算

本项目周围公众有效剂量拟按照公众参考点处辐射剂量率取值计算。由表 11-3 中

可得各检测装置屏蔽体外辐射剂量率，根据剂量率与距离的平方反比公式（公式 11-6）可得公众参考点处辐射剂量率，结合检测装置工作时间，再根据公式 11-5，估算得周围公众的有效剂量。计算结果详见表 11-6 和表 11-7。

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \dots \dots \text{公式 11-6}$$

式中：H₁—距离 X 射线球管 R₁ 处的剂量率，单位：μSv/h；

H₂—距离 X 射线球管 R₂ 处的剂量率，单位：μSv/h；

R₁—检测装置屏蔽体外关注点处距源的距离，单位：m；

R₂—公众参考点处距源的距离，单位：m。

表 11-6 本项目周围公众周剂量当量计算结果

参考点	屏蔽体外关注点处剂量率估算值 H ₁ (μSv/h)	屏蔽体外关注点处距源距离 R ₁	距公众参考点距离 R ₂	参考点剂量率估算值 H ₂ (μSv/h)	居留因子 T	时间 (h/周)	周剂量当量 (μSv)	周剂量当量控制水平 (μSv)
检测间四周 (A3 栋厂房一楼)	6.9×10 ⁻²	0.97	1.97	1.67×10 ⁻²	1	10	0.167	5
检测间楼上 (A3 栋厂房二楼)	1.48	1.2	7m	4.35×10 ⁻²	1		0.435	5
检测间楼下 (A3 栋厂房地下一楼)	3.22×10 ⁻¹	0.86	5m	9.53×10 ⁻³	1/4		<0.1	5
园区道路	3.91×10 ⁻²	0.97	10m	3.68×10 ⁻⁴	1/4		<0.1	5
A1 栋综合楼	3.91×10 ⁻²	0.97	35m	3.0×10 ⁻⁵	1		<0.1	5
A4 栋厂房	3.5×10 ⁻²	1.025	25m	5.88×10 ⁻⁵	1		<0.1	5

表 11-7 本项目周围公众年有效剂量计算结果

参考点	屏蔽体外关注点处剂量率估算值 H ₁ (μSv/h)	屏蔽体外关注点处距源距离 R ₁	距公众参考点距离 R ₂	参考点剂量率估算值 H ₂ (μSv/h)	居留因子 T	时间 (h/周)	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
检测间四周 (A3 栋厂房一楼)	6.9×10 ⁻²	0.97	1.97	1.67×10 ⁻²	1	500	<0.01	0.1
检测间楼上 (A3 栋厂房二楼)	1.48	1.2	7m	4.35×10 ⁻²	1		<0.01	0.1
检测间楼下 (A3 栋厂房地下一楼)	3.22×10 ⁻¹	0.86	5m	9.53×10 ⁻³	1/4		<0.01	0.1

楼)								
园区道路		3.91×10^{-2}	0.97	10m	3.68×10^{-4}	1/4		<0.01 0.1
A1 栋综合楼		3.91×10^{-2}	0.97	35m	3.0×10^{-5}	1		<0.01 0.1
A4 栋厂房		3.5×10^{-2}	1.025	25m	5.88×10^{-5}	1		<0.01 0.1

本项目投入运行后周工作时间按 10 小时进行估算，根据表 11-6，本项目周围公众周剂量当量最大为 $0.435\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，满足本项目对公众周剂量当量要求（公众周剂量当量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ）。

本项目投入运行后年工作按 500 小时（周曝光约 10 小时×50 周）进行估算，根据表 11-7，本项目周围公众年有效剂量均 $<0.01\text{mSv/a}$ ，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剂量约束值要求（公众年有效剂量不超过 0.1mSv/a ）。

三、非放射性“三废”影响分析

（一）废气

工业 X 射线 CT 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排出检测装置，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。

（二）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。

（三）固体废物

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。

事故状态下影响分析

本项目拟配备的 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 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。

一、工业 X 射线 CT 装置在对工件进行曝光的工况下，防护铅门与 X 射线管联锁失效，工作人员误开防护铅门对检测装置周围人员造成意外照射；

二、防护铅门与 X 射线管联锁失效，工件门未完全关闭，工业 X 射线 CT 装置在对工件进行曝光的工况下对检测装置周围人员造成意外照射；

三、工业 X 射线 CT 装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

四、工业 X 射线 CT 装置防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

为此，南京云极芯半导体科技有限公司拟配备的工业 X 射线 CT 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 X 射线 CT 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。辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发些异常情况时，应立即切断高压电源，撤离事故现场，立即报告单位辐射防护负责人，由专业维修人员或者仪器厂方人员检查和排除异常。

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，南京云极芯半导体科技有限公司应当立即启动辐射事故应急方案，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

南京云极芯半导体科技有限公司拟在 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内配备 1 台工业 X 射线 CT 装置（型号：X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.2mA），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。

南京云极芯半导体科技有限公司应根据本次核技术利用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。公司应根据本次新增工业 X 射线 CT 装置项目制定辐射安全与环境保护管理机构及相关管理制度，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。南京云极芯半导体科技有限公司拟为本项目配备 1 名辐射安全管理人员和 2 名辐射工作人员，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，辐射安全管理人员应参加“辐射安全管理”考核，辐射工作人员应参加“X 射线探伤”考核，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”。南京云极芯半导体科技有限公司根据新增工业 X 射线 CT 装置项目的特点及以下内容制定并不断完善相关规章制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、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：

（一）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；

（二）从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

（三）在工作场所严禁吸烟、进食。

二、岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责，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。

三、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：

（一）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；

（二）工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

四、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。

五、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。

六、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，南京云极芯半导体科技有限公司应制定监测方案，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。

七、台账管理制度：对工业 X 射线 CT 装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对 X 射线探伤机使用进行严格管理。当工业 X 射线 CT 装置不再使用时，应实施退役程序。工业 X 射线 CT 装置应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构，并及时在台账中进行更新。

辐射监测

南京云极芯半导体科技有限公司应定期对周围辐射环境进行自检并记录，并为辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康体检。

根据辐射管理要求，南京云极芯半导体科技有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台和 2 台个人剂量报警仪，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：

一、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；

二、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；

三、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；

四、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/2 年），并建立个人职业健康档案；

五、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。

南京云极芯半导体科技有限公司应根据上述监测计划，明确监测项目，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，每年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，监测结果上报生态环境行政主管部门。

表 12-1 辐射监测计划一览表

监测对象	监测项目	监测方式	监测频次	监测点位
工业 X 射线 CT 装置 (X-eye SF 160 FCT 型)	X- γ 周围剂量当量率	竣工验收监测，委托有资质单位进行	竣工后 3 个月内进行 1 次	①四周屏蔽体外 30cm 处； ②工件门外 30cm 处； ③观察窗外 30cm 处； ④操作位处； ⑤电缆口处； ⑥其他保护目标处。
		日常自主监测	不少于 1 次/月	
		年度监测，委托有资质单位进行	1 次/年	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质单位进行	不少于 1 次/3 个月	/

南京云极芯半导体科技有限公司拟为辐射工作人员配备个人剂量计，并组织辐射工作人员进行个人剂量监测（1 次/季）和职业健康体检（1 次/2 年），为辐射工作人员建立职业健康档案和个人剂量监测档案。

本项目运行后，南京云极芯半导体科技有限公司每年应编写射线装置安全和防护状况年度评估报告年度评估报告，包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，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。

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，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- 一、应急机构和职责分工；
- 二、应急的具体人员和联系电话；
- 三、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；
- 四、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- 五、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。

南京云极芯半导体科技有限公司拟制定《辐射事故应急响应预案》，该预案应包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织各相关部门，定期（1次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目中的辐射专项，即拟在 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内配备 1 台工业 X 射线 CT 装置（型号：X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.2mA），属Ⅱ类射线装置，以便更好地控制产品质量，加强产品检验力度。

二、产业政策相符性

本次集成电路探针卡生产基地项目中的辐射专项，即拟新增 1 台工业 X 射线 CT 装置，对照《产业结构调整指导目录（2024 年修订本）》，不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

三、实践正当性

南京云极芯半导体科技有限公司本次于 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内新增的 1 台 X-eye SF 160 FCT 型工业 X 射线 CT 装置，能够为公司交付给客户高质量的产品提供了保障，在业界能为公司带来良好的口碑和经济效益。

本项目的运行，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其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

南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目位于南京市浦口区百合路 161 号紫峰研创中心 C 区园区内 A3 栋厂房（由于紫峰研创中心 C 区园区非正东西方向布局，为便于描述，文中涉及方位描述时均以百合路为正东西走向进行描述），紫峰研创中心 C 区东侧为紫峰研创中心 2 期，南侧为南京高端交通装备新技术研究院、南京研华智能科技有限公司及南京斌荣建设工程有限公司，西侧为听莺路及南京恒坤砼预制品有限公司，北侧为百合路。

紫峰研创中心 C 区园区内 A3 栋厂房，为地上五层、地下一层建筑。A3 栋厂房东侧为园区道路及 A4 栋厂房生产车间，南侧和西侧均为园区道路及园区边界围墙，北侧为园区道路及 A1 栋综合楼。

本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置位于 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内，QC 区域东侧为易燃气体间，南侧为回风夹道及洁净物流通道，西侧为生产车间 CMP1 区域，北侧为回风夹道、仓库（warehouse）及缓冲区，楼上为装配/测试车间（Assy/Test），楼下为消防水泵房。。

本次新增 1 台工业 X 射线 CT 装置周围 50m 评价范围均位于园区范围内，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为本项目辐射工作人员、A1 栋综合楼、A3 栋厂房、A4 栋厂房及园区内道路其他工作人员及周围公众等。本项目选址合理。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。本项目所在地块位于南京浦口经济开发区重点管控单元（编码：ZH32011120196）内，不在南京市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元的管控要求（详见附件 8，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。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。

本项目拟将检测铅房（壳体）实体范围内作为控制区，检测铅房外表面至检测间实体墙体范围作为监督，除工作人员外，其他无关人员不得入内操作，辐射工作场所分区布局合理。

五、辐射环境现状评价

南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）中新增 1 台工业 X 射线 CT 装置周围环境 γ 辐射剂量率在 47nGy/h~65nGy/h 之间，在江苏省环境天然 γ 辐射水平测值范围内。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，南京云极芯半导体科技有限公司新增 1 台工业 X 射线 CT 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剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

七、“三废”的处理处置

工业 X 射线 CT 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机械排风装置排出检测装置，然后通过检测装置所在车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，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

南京云极芯半导体科技有限公司拟在 A3 栋厂房一楼生产车间 QC 区域检测间内配备 1 台工业 X 射线 CT 装置（型号：X-eye SF 160 FCT 型，最大管电压为 160kV，最大管电流 0.2mA），为 II 类射线装置。由工业 X 射线 CT 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 X 射线 CT 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 X 射线 CT 装置设有指示灯-机联锁装置，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 X 射线 CT 装置操作台上设有钥匙开关和 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检测装置内部，因此内部无急停按钮）。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

南京云极芯半导体科技有限公司拟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，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。

南京云极芯半导体科技有限公司拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，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，南京云极芯半导体科技有限公司集成电路探针卡生产基地项目（辐射专项）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

一、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。

二、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。定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

三、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防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	本项目工业 X 射线 CT 装置自屏蔽铅房尺寸约为 1450mm（长）×1340mm（宽）×1660mm（高），检测室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义观察窗所在面为装置正面。检测装置四周及顶部屏蔽体（包括工件门）均采用 5mm 铅板+4mm 钢板，底部屏蔽体内采用 5mm 铅板+1.5mm 钢板，观察窗为 5mmPb 当量的铅玻璃。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“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”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）剂量限值和本项目剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	4.5
	本项目工业 X 射线 CT 装置拟设置： （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 X 射线 CT 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。 （4）工业 X 射线 CT 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检测装置内部，因此内部无急停按钮）。 （5）工业 X 射线 CT 装置表面拟设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。 （6）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。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。	
人员配备	拟为本项目配备 1 名辐射安全管理人员和 2 名辐	满足《放射性同位素	1

	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。	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。	
	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。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立辐射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪 1 台。	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。	1.5
	拟配备个人剂量报警仪 2 台。		
辐射安全管理制度	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。	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。	/
总计	/	/	7

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

印 数	第 册 共 册
项目编号	RSHP-NJ-2025022501
日期-版本号	2025.07.02-C4
备 注	/