

核技术利用建设项目

欣峰扬科技（苏州）有限公司新建 1 台工业
CT 装置项目
环境影响报告表

欣峰扬科技（苏州）有限公司

2026 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

欣峰扬科技（苏州）有限公司

新建 1 台工业 CT 装置项目

环境影响报告表

建设单位名称： 欣峰扬科技（苏州）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址： 苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室

邮政编码： 215000 联系人： 向群

电子邮箱： Lac.xiang@xsummit.com.cn 联系电话： 13584816224

目 录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 6

表 3 非密封放射性物质 6

表 4 射线装置 7

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 8

表 6 评价依据 9

表 7 保护目标与评价标准 12

表 8 环境质量和辐射现状 18

表 9 项目工程分析与源项 22

表 11 环境影响分析 36

表 12 辐射安全管理 42

表 13 结论与建议 56

表 14 审批 59

附图：

- 附图 1：欣峰扬科技（苏州）有限公司地理位置图
- 附图 2：欣峰扬科技（苏州）有限公司厂区总平图
- 附图 3：本项目周边概况图
- 附图 4：苏州工业园区生态空间管控区域（2024 年度调整方案）
- 附图 5：项目所在区域生态红线图
- 附图 6：本项目楼下（3 楼）平面图

附件：

- 附件 1：项目委托书
- 附件 2：射线装置使用承诺书
- 附件 3：屏蔽设计情况
- 附件 4：本项目辐射环境本底检测报告及检测单位资质
- 附件 5：营业执照
- 附件 6：销售商辐射安全许可证
- 附件 7：本项目设备参数说明
- 附件 8：专家意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称		欣峰扬科技（苏州）有限公司新建 1 台工业 CT 装置项目				
建设单位		欣峰扬科技（苏州）有限公司				
法人代表		吴靖	联系人	向*	联系电话	1358481****
注册地址		苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室				
项目建设地点		苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 （万元）		200	项目环保投资 （万元）	5	投资比例（环保 投资/总投资）	2.5%
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

1、建设单位基本情况

欣峰扬科技（苏州）有限公司（以下简称“公司”）位于苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室，公司成立于 2024 年 3 月 12 日，主要从事生产半导体工艺优化，为芯片设计公司以及封测工厂在 IC 封测过程中遇到的问题，提出解决方案；为半导体集成电路相关企业提供 IC 芯片功能检测、材料分析、使用寿命验证服务，同时研发、销售芯片相关检测及生产类设备。

2、项目建设规模

（1）项目概况

本项目核技术利用基本情况见表 1-1。

表 1-1 本项目基本情况一览表

序号	射线装置型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电 流 (mA)	类 别	工作场所 名称	活动 种类	环评情况	射线管最大 功率 (W)
1	Micromex Neo 180 工业 CT 装置	1 台	180	0.667	II	FA（失效分析 试验）工作区 域	使用	本次环评	20

（2）人员配置及工作制度

本项目配备 2 名辐射工作人员，采取轮流工作制度。项目每日最长开机（出束）时间为 5h，每周工作 7 天，则每周最长开机（出束）时间为 35 小时；本项目计划年工作 52 周，年最长开机（出束）时间为 1820 小时。

3、建设项目由来

因业务需要，公司拟在苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室新建 1 台工业 CT 装置（销售商许可证见附件 6），开展失效分析实验及可靠性实验，检测工件长度最大约为 50cm，宽度最大约为 50cm，为客户提供数据及图像，帮助客户查找 IC 封测过程中遇到的问题。公司拟将装置工件门朝北摆放，操作台拟设于装置北侧。

为防治辐射污染，维护环境安全，保障公众健康，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《建设项目环境影响评价分类管理名录》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，本项目配备的 Micromex Neo 180 工业 CT 装置属于 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。受欣峰扬科技（苏州）有限公司的委托，苏州市环科环保技术发展有限公司承担该公司新建 1 台工业 CT 项目的

环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托南京瑞森辐射技术有限公司对项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境现状检测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

欣峰扬科技（苏州）有限公司位于苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室，公司地理位置见附图 1。公司东侧为工业坊 4 幢，南侧为工业坊 5 幢，西侧为工业坊 2 幢，北侧为金鸡湖大道，隔路为上海浦东发展银行，公司周围环境情况见附图 3。

本项目拟新建工业 CT 装置位于纳米城西北区 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域，本楼层未入驻其他公司。CT 东侧 50m 范围内依次为办公区、工业坊内部道路、工业坊 4 幢，南侧 50m 范围内依次为工业坊内部道路、工业坊 5 幢，西侧 50m 范围内依次为 FA（失效分析试验）工作区域、卫生间、工业坊内部道路，北侧 50m 范围内依次为 REL（可靠性试验）工作区域、办公室、工业坊内部道路，楼上无入驻企业，楼下为 3 楼苏州飞控软件科技有限公司办公区。本项目平面布置图见附图 2。

本项目周围 50m 评价范围均在公司范围内，无居民区、学校等环境敏感点。本项目周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内和其他公司工作人员及其他流动人员。

三、“三线一单”符合性分析

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》第三条（一），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。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）、《江苏省自然资源厅关于苏州工业园区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕979 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。本项目所在区域生态红线图见附图 5。

表 1-2 本项目所在区域生态红线

名称	主导生态功能	红线区域范围		面积（平方公里）			离厂界最近距离 km	方位
		国家级生态保护红线范围	生态空间管控区域范围	国家级生态保护红线面积	生态空间管控区域面积	总面积		

阳澄湖 (工业园区) 重要湿地	湿地生态系统 保护	/	阳澄湖水 域及沿岸 纵深 1000 米的范 围。	/	65.802 521	65.802 521	9.2	北
金鸡湖 重要湿地	湿地生态系统 保护	/	金鸡湖水 体范围。	/	6.822 007	6.822 007	5.6	西北
独墅湖 重要湿地	湿地生态系统 保护	/	独墅湖水 体范围。	/	9.211 045	9.211 045	5.2	西
吴淞江 重要湿地	湿地生态系统 保护	/	苏州工业 园区内， 吴淞江水 体范围	/	0.80	0.80	3.0	东
阳澄湖 苏州工业 园区 饮用水 水源保 护区	水源水质保护	一级保护区：以取水 口为中心，半径 500 米的 范围 二级保护区：一级保 护区外延 1000 米的 水域和陆域范围。	/	28.31	/	28.31	10.8	东北
吴淞江 清水通 道维护 区	清水通道维护 区	/	苏州工业 园区内， 吴淞江水 体范围	/	0.62	0.62	2.0	东北

本项目位于苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室，距离北侧阳澄湖（工业园区）重要湿地 9.2km，距西北侧金鸡湖重要湿地 5.6km，距西侧独墅湖重要湿地 5.2km，距离东侧吴淞江重要湿地 3.0km，距离东北侧阳澄湖苏州工业园区饮用水水源保护区 10.8km，距离东北侧吴淞江清水通道维护区 2.0km，均不在生态管控区域范围内。

四、本项目实践正当性分析

公司拟购置的 1 台工业 CT 装置，用于开展失效分析实验及可靠性实验，为客户提供

数据及图像，帮助客户查找 IC 封测过程中遇到的问题。工业 CT 装置开机时将会产生电离辐射，在采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设可以帮助客户查找 IC 封测过程中遇到的问题，并创造一定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。

五、现有核技术利用项目许可情况

本项目为欣峰扬科技（苏州）有限公司首次开展核技术利用建设项目，尚无辐射安全许可证。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT 装置	II	1 台	Micromex Neo 180	180	0.667	失效分析 实验及可 靠性实验	FA (失效分析 试验) 工作区 域	最大功率 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 (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、氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	直接排入外环境, 臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气, 对环境的影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 日起施行 (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 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行 (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 (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行 (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》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局文件，环发[2006] 145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 (10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行 (11) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知，环办[2013]103 号，2014 年 1 月 1 日起施行 (12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行 (13) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行 (14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布 (15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行
------	---

	(16) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 (17) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函[2020] 26 号，2020 年 2 月 19 日发布 (18) 《市政府办公室关于印发苏州市辐射事故应急预案的通知》，苏州市人民政府（苏府办〔2016〕208 号），2016 年 9 月 26 日印发 (9) 《江苏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 11 月 9 日印发 (20) 《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 日印发 (21) 《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 日印发 (22) 《江苏省人民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 日印发 (23) 《江苏省自然资源厅关于苏州工业园区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕979 号）
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） (2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016） (3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） (5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） (6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） (7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单 (8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）
其他	(1) 项目委托书（附件 1） (2) 射线装置使用承诺书（附件 2） (3) 屏蔽体参数设计情况（附件 3） (4) 本项目辐射环境本底检测报告及检测单位资质（附件 4） (5) 营业执照（附件 5）

	(6) 销售商辐射安全许可证 (附件 6) (7) 本项目设备参数说明 (附件 7) (8) 专家意见及修改清单 (附件 8)
--	--

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。本项目评价范围以 CT 装置屏蔽体为边界，外延 50m 的区域。本项目评价范围示意图见图 7-1。

图 7-1 本项目评价范围示意图

保护目标

本项目拟新建工业 CT 装置位于纳米城西北区 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域，本楼层未入驻其他公司。CT 东侧 50m 范围内依次为办公区、工业坊内部道路、工业坊 4 幢，南侧 50m 范围内依次为工业坊内部道路、工业坊 5 幢，西侧 50m 范围内依次为 FA（失效分析试验）工作区域、卫生间、工业坊内部道路，北侧 50m 范围内依次为 REL（可靠性试验）工作区域、办公室、工业坊内部道路，楼上无入驻企业，楼下为 3 楼苏州飞控软件科技有限公司办公区。

本项目周围 50m 评价范围均在公司内，无居民区、学校等环境敏感点，且不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内和其他公司工作人员及其他流动人员。本项目周围环境保护目标分布见表 7-1。

表 7-1 本项目 50m 评价范围内环境保护目标分布情况

名称	方位	场所名称	距 CT 最近距离	环境保护目标及规模	照射类型	保护要求
本项目辐射工作人员	CT 北侧	本项目操作台	0.5m	2 名工作人员	职业照射	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
项目评价范围内公众	CT 东侧	点测机区	1.6m	工作人员，约 2 名	公众照射	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
		办公区	10.8m	工作人员，约 10 名		
		工业坊内部道路	26.6m	流动人员		
		工业坊 4 栋	39m	约 50 名		
	CT 南侧	工业坊内部道路	5m	流动人员		
		工业坊 5 栋	19.2m	约 70 名		
	CT 西侧	化学室工作区	7m	工作人员，约 5 名		
		卫生间	22.2m	流动人员		
		工业坊内部道路	43m	流动人员		
	CT 北侧	体视工作区	6m	工作人员，约 4 名		
		REL（可靠性试验）工作区域	8.1m	工作人员，约 5 名		

		办公区	6m	工作人员, 约 15 名		
		工业坊内部道路	22m	流动人员		
	CT 装置下方	苏州飞控软件科技有限公司办公区	相邻	工作人员, 约 10 名		

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

（1）剂量限值

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

关于公众照射：

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 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。

同时，应对剂量限制进行约束，约束值通常应在公众照射剂量限值 10%-30%（即 0.1mSv/a-0.3mSv/a 范围之内）。

关于职业照射：

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：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量 50mSv。

本项目管理目标为：工作人员职业照射和公众年有效剂量分别取 GB18871-2002 中年有效剂量的 1/10 和 1/4，即 0.1mSv/a 作为公众照射剂量限值的约束限值，5mSv/a 作为工作人员职业照射剂量限值的管理限值；人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。关注点剂量率参考控制水平：铅房四周及铅房顶关注点剂量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

（2）辐射管理分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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。

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。

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、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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；

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过有用射束束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

4、本项目辐射剂量约束值

综合考虑《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）等评价标准，确定本项目的管理目标：

（1）本项目职业人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年有效剂量值的 1/4，公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的 10%，即：职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a；公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

（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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周。

（3）本项目 CT 装置自屏蔽体四周、顶部及底部外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”。

5、参考资料

- ①《辐射防护导论》，方杰主编
- ②《辐射防护手册（第三册）》，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。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

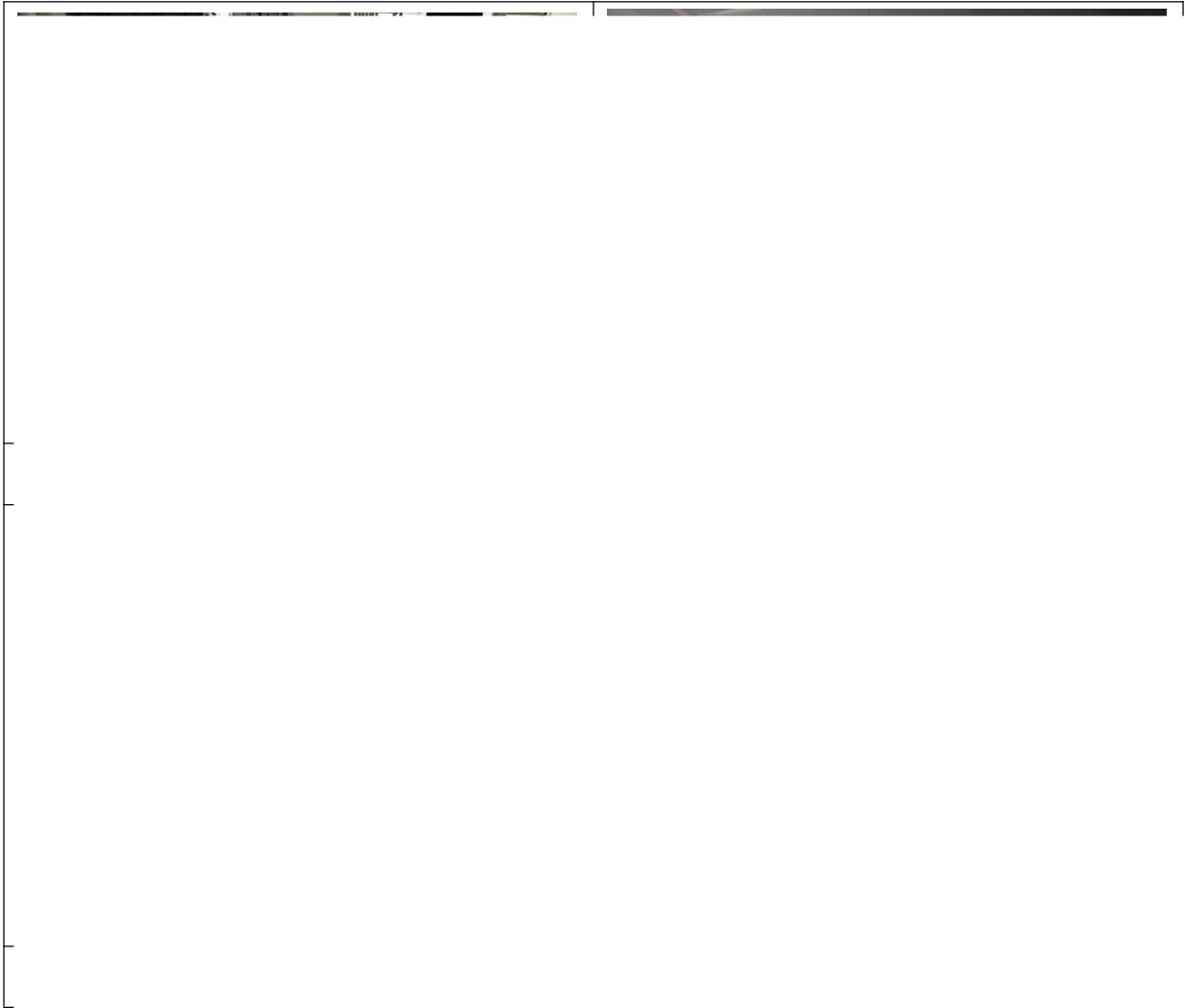
环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

欣峰扬科技（苏州）有限公司位于苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室，公司地理位置见附图 1。公司东侧为工业坊 4 幢，南侧为工业坊 5 幢，西侧为工业坊 2 幢，北侧为金鸡湖大道，隔路为上海浦东发展银行，公司周围环境情况见附图 3。

本项目拟新建工业 CT 装置位于纳米城西北区 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域，本楼层未入驻其他公司。CT 东侧 50m 范围内依次为办公区、工业坊内部道路、工业坊 4 幢，南侧 50m 范围内依次为工业坊内部道路、工业坊 5 幢，西侧 50m 范围内依次为 FA（失效分析试验）工作区域、卫生间、工业坊内部道路，北侧 50m 范围内依次为 REL（可靠性试验）工作区域、办公室、工业坊内部道路，楼上无入驻企业，楼下为 3 楼苏州飞控软件科技有限公司办公区。本项目平面布置图见附图 2。

本项目工业 CT 拟建址及周围环境照片如下。



二、环境本底检测

本项目为使用 II 类射线装置，射线装置位于 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域。根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线，项目在进行本底调查时，主要调查本项目 CT 装置区及周围环境的 X- γ 辐射剂量率。

1、检测因子、检测方法

检测因子：X- γ 辐射剂量率

检测方法：按照标准要求进行，检测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，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方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

2、检测点位布设

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，在 CT 区域及周围环境进行布点，共计布点 15 个，具体点位见图 8-1。

3、检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测时间：2024 年 12 月 16 日

检测天气：多云

检测仪器：FH40G+FHZ672E-10 多功能辐射测量仪

仪器编号：NJRS-004

能量响应范围：40keV~4.4MeV

量程范围：1nSv/h~100μSv/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

证书编号：Y2024-0016619

有效期：2024.2.29~2025.2.27

校准参考辐射源：¹³⁷Cs

4、质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证（证书编号：221020340350，证书见附件），具备有相应的检测资质和检测能力；

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

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

5、检测结果及评价

本项目 CT 区域及周围环境辐射水平检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-1，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目 CT 区域及周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位	测量结果（nGy/h）	备注
1	本项目射线装置东侧	89.4	/
2	本项目射线装置南侧	87.3	
3	本项目射线装置西侧	87.0	
4	本项目射线装置北侧	91.8	
5	本项目射线装置上方	111	
6	本项目射线装置楼上	128	
7	本项目射线装置楼下	118	
8	本项目射线装置操作位	115	
9	本项目射线装置北侧工位	112	
10	本项目射线装置东侧最近工位	110	

11	本项目射线装置西侧最近工位	90.6
12	本项目射线装置所在车间北侧道路	66.6
13	本项目射线装置所在车间东侧道路	106
14	本项目射线装置所在车间南侧道路	84.5
15	本项目射线装置所在车间西侧道路	93.6

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8。

根据检测结果可知，本项目工业 CT 装置拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（66.6~128）nGy/h，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 装置拟建址周围室内检测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内测值范围内。

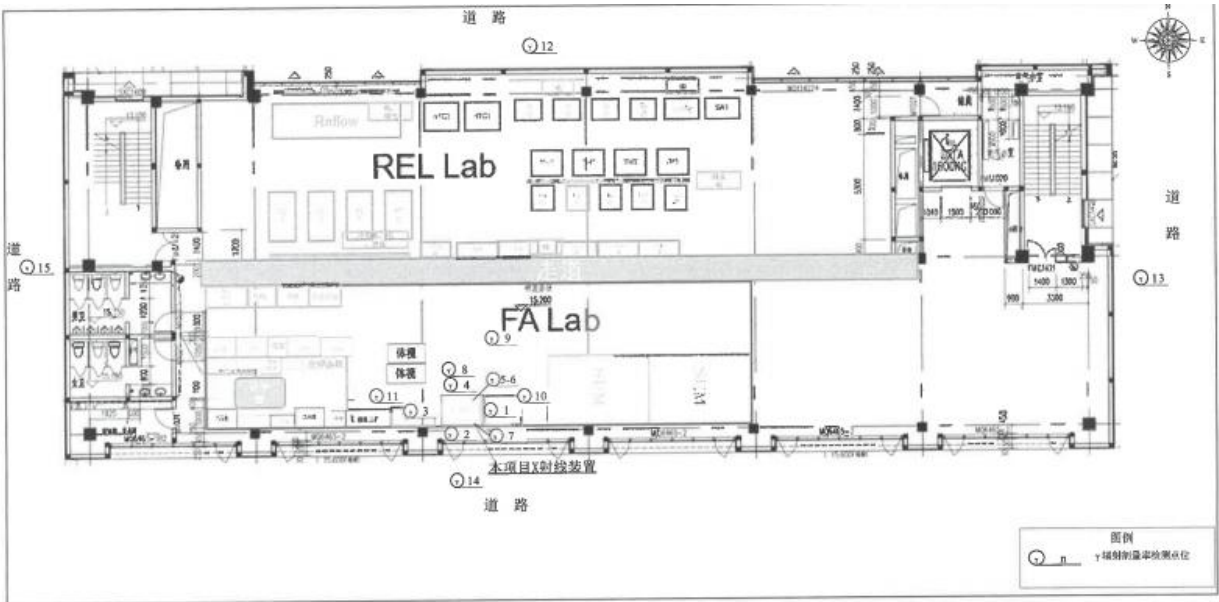


图 8-1 欣峰扬科技（苏州）有限公司 CT 装置及周围辐射环境检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、设备组成及工作方式

(1) 设备主要结构

本项目拟安装的 Micromex Neo 180 工业 CT 装置主要由防辐射铅房、X 射线管、运行机构、图像增强器（平板探测器）、真空系统、高压发生器、操作控制台及控制装置构成。本项目工业 CT 装置外观结构、内部布局、正视图、俯视图如下：

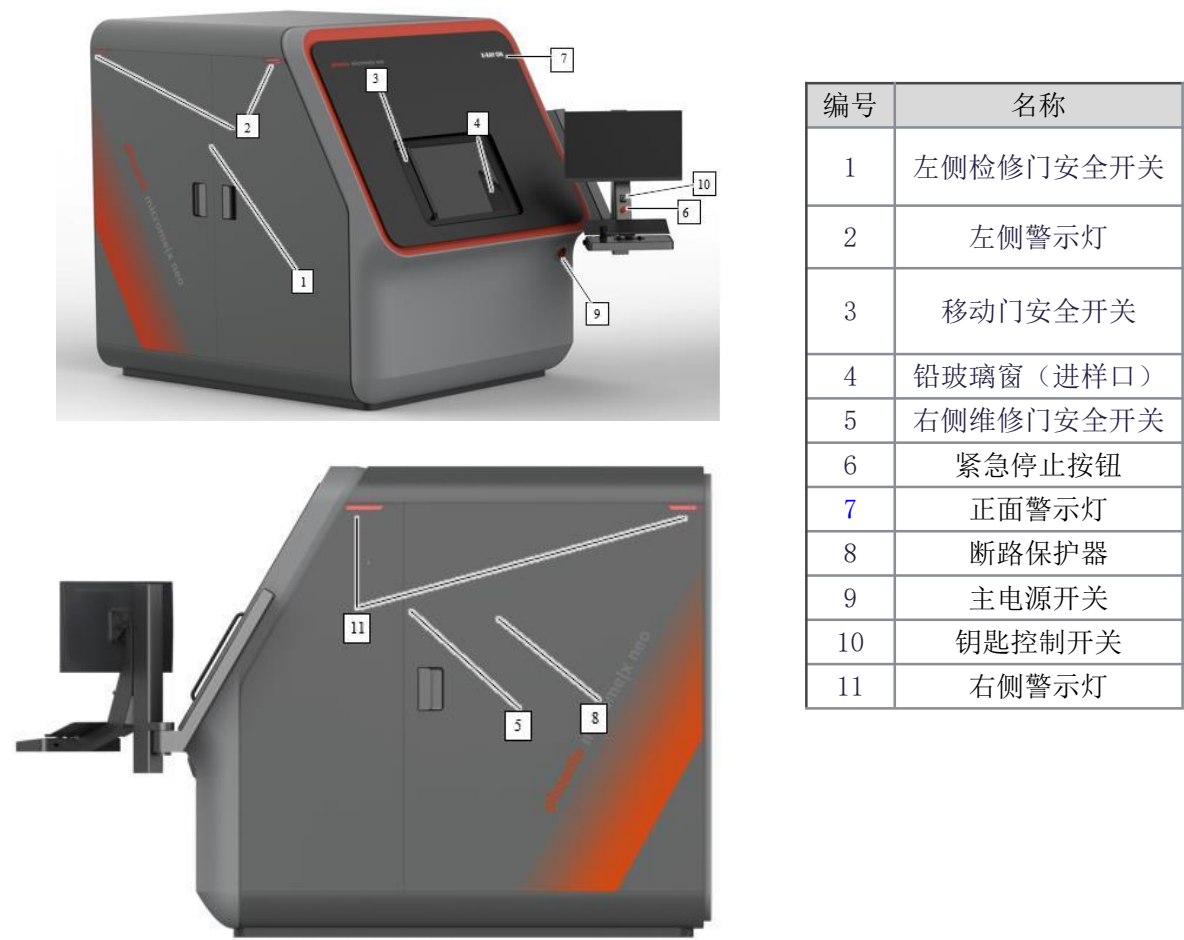


图 9-1 Micromex Neo 180 工业 CT 装置外观及结构

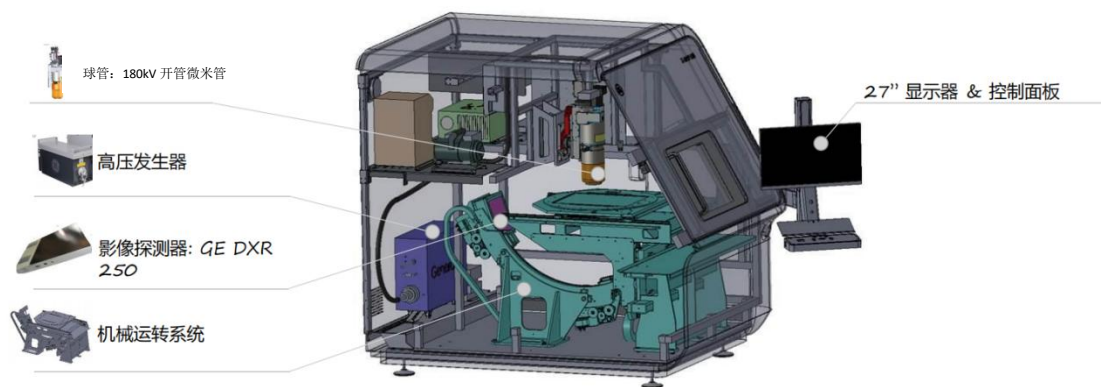


图 9-2 Micromex Neo 180 工业 CT 装置内部布局

正视图

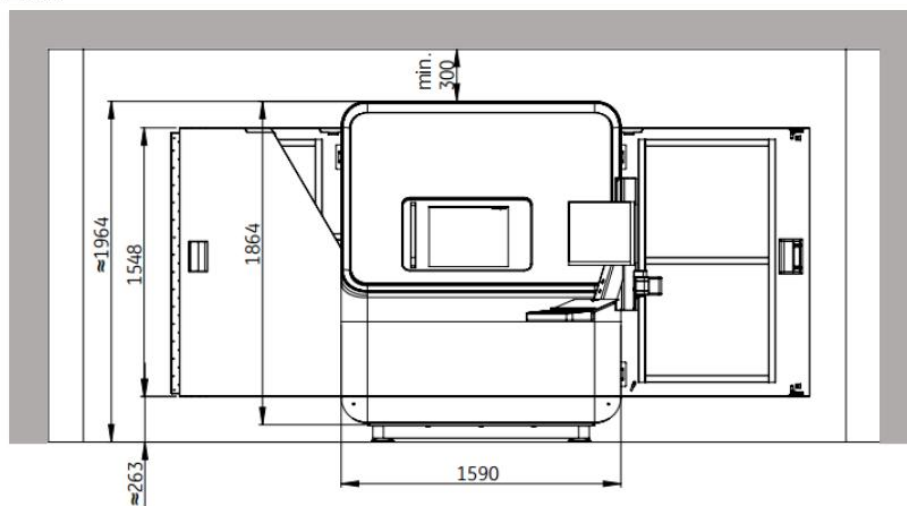


图 9-3 Micromex Neo 180 工业 CT 装置正视图 (单位: mm)

侧视图

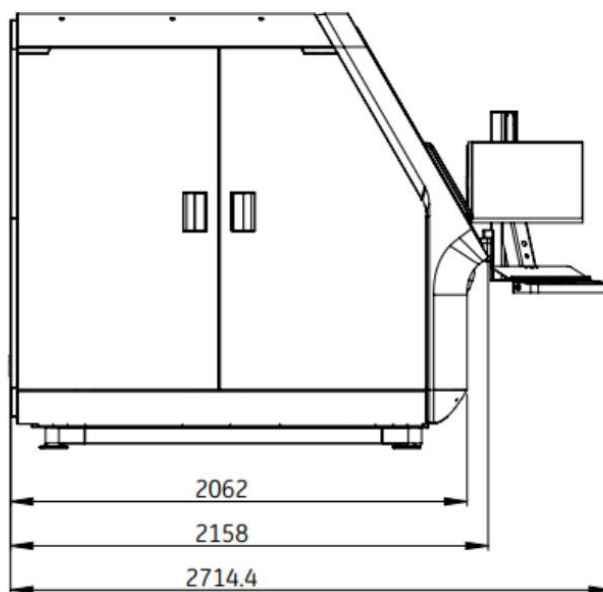


图 9-4 Micromex Neo 180 工业 CT 装置侧视图（单位：mm）

表 9-1 Micromex Neo 180 工业 CT 装置主要技术参数表

序号	技术指标	数值	单位
1	高压	10-180	kV
2	X 射线管电流	5-667	μA
3	工作周期	100	%
4	靶面厚度(线束出射窗)	可达 0.4	mm
5	有效线束范围	约 45	o

表 9-2 本项目 CT 装置辐射源点与各侧屏蔽体距离表

序号	位置及关注点	辐射源点至装置边界距离(m)
1	装置下方边界	1.2
2	装置前方（北侧）边界	0.9
3	装置后方（南侧）边界	0.9
4	装置左侧（东侧）边界	0.8
5	装置右侧（西侧）边界	0.8

防辐射铅房可通过前部移门放置检测样品，移门装配有含铅玻璃，可使操作人员清晰观察防辐射铅房内部所有情况，人员不进入铅房。样品控制机构为机动定位装置，可在三个方向自由移动（X、Y、Z）。X 射线管位于样品控制机构的上方，不可移动，射线管出束方向固定向下。

X 射线管所产生的 X 射线束，透过待测样品直接被样品控制机构下方的图像增强器（平板探测器）接收。探测器将 X 射线图像转换为可显示的图像显示在显示器上。使用 x|act review 软件可对平面上的 X 射线图像进行许多细节性分析。

打开前部移门，可手动操作将样品放置到碳纤维板或手动固定在支架上。关闭移门，通过操作控制台来定位运行样品控制机构，直到样品移动到在定点处 X 射线可穿过的适合位置上。可在手动或半自动模式下操作 X 射线检测系统。

二、工作原理

（1）X 射线发生原理

工业 CT 装置核心是 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。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-5。

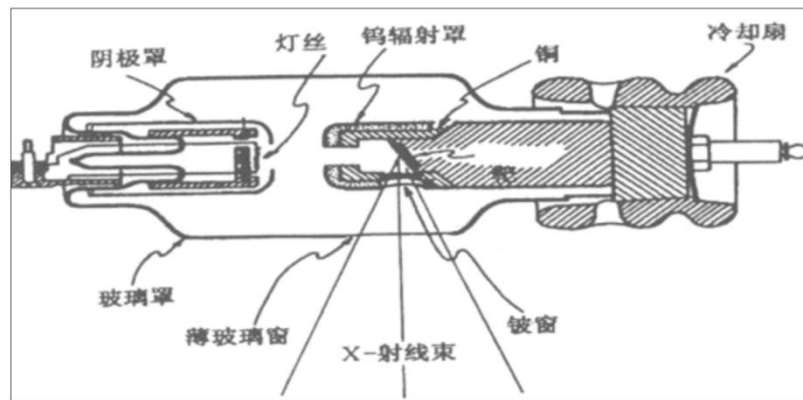


图 9-5 典型的 X 射线管结构图

（2）工业 CT 装置检测原理

工业 CT 装置能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像或三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成、材质及缺损状况，其基本原理是经过准直的 X 射线束穿过被检物时，根据各个透射方向上各体积元的衰减系数不同，探测器接收到的透射能量也不同，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面-薄层无影像重叠的断层扫描图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，通过测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。

三、工艺流程及产污环节

本项目工业 CT 装置工艺流程及产污环节如下：

- （1）在设备操作台上打开电源开关，检查并确认设备的各项设施，包括安全联锁等设施可有效运行；
- （2）辐射工作人员打开防辐射铅房前部移门，将待检工件放至铅房内的载物台上；
- （3）关闭铅房前部移门，辐射工作人员首先在操作面板处控制载物台按钮，将载物台调整到合适位置，开启 X 射线控制系统进行检测，出束期间产生 X 射线、少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）；
- （4）通过控制台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；
- （5）检测完成后关闭 X 射线控制系统停止出束；
- （6）检测结束，打开工件门取出工件。

本项目使用工业用 CT 装置的工艺流程和产污环节见图9-6。

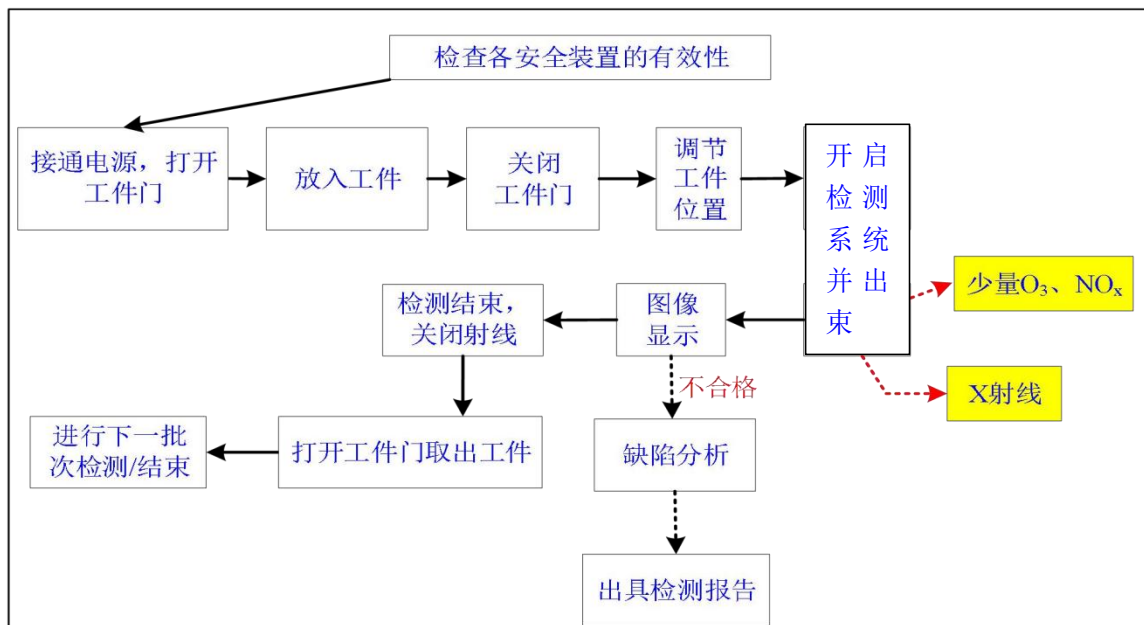


图 9-6 本项目工业 CT 使用工艺流程及产污环节分析示意图

污染源项描述

1、辐射污染

由工业 CT 工作原理可知，只有工业 CT 在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对检测铅房外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 CT 在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射主要有以下三种：

(1) **有用线束辐射**：根据供应商提供的资料，本项目工业 CT 装置的 X 射线滤过材料为 2.5mmAl，在管电压达最大值 180kV 时，距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $13.2\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $7.92 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

(2) **漏射辐射**：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辐射。本项目最大管电压为 180kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），当管电压 $150 \leq \text{kV} \leq 200$ 时，X 射线源的泄漏辐射剂量率可取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

(3) **散射辐射**：当入射 X 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/T250-2014），X 射线经检测工件 90° 散射后，散射线能量和辐射剂量率低于入射 X 射线能量和辐射剂量率；本项目最大管电压为 180kV，根据上述规范，当管电压 $150 \leq \text{kV} \leq 200$ 时，散射辐射最高能量取 150kV。

本项目工业 CT 装置射线固定向下发射，CT 装置射线管出束方向固定向下，射线出束范围为 45° ，出束范围内的装置下方属于有用射束照射影响范围，东、南、西、北侧及上部主要受到漏射辐射和散射辐射影响，泄漏辐射剂量率 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；、散射辐射能量为 150kV。

表 9-3 本项目工业 CT 辐射污染源强一览表

射线装置型号	最大管电压 kV	最大管电流 mA	滤过材料	输出量 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
Micromex Neo 180 型 CT 装置	180	0.667	2.5mm 铝	7.92×10^5

*注：180kV 下最大管电流为 0.111mA。

2、其他污染

(1) 废气

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，通过装置内机械式排风设施和开关工件门排到检测室内，最终经开关门及检测室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）生活污水

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 2.4m³，年排放量为 28.8m³。本项目产生的生活污水排入市政污水管网。

（3）生活垃圾

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

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

本项目工业 CT 设置有操作台和检测铅房。操作台与检测铅房分开独立设置且 X 射线固定朝下照射，避开工件门。本项目布局（装置设计）满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置的要求。

公司对辐射工作场所进行分区管理，将 CT 装置检测铅房边界作为本项目的辐射防护控制区边界，CT 装置所在的 CT 测试区设置隔断，隔断区域内面积为 15m²，以隔断为边界划定监督区，并在醒目处设置规范的电离辐射警告标志和中文警示说明，提醒非辐射工作人员等不得进入。CT 装置外表面醒目位置设置电离辐射警告标志，并设置有工作状态指示灯。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）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目控制区和监督区划分示意图见图 10-1。

图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

二、辐射防护屏蔽设计

（1）检测铅房屏蔽防护设计

本项目 CT 装置主要采用铅板结构进行屏蔽。设备正面设置进出样移门，移门装配

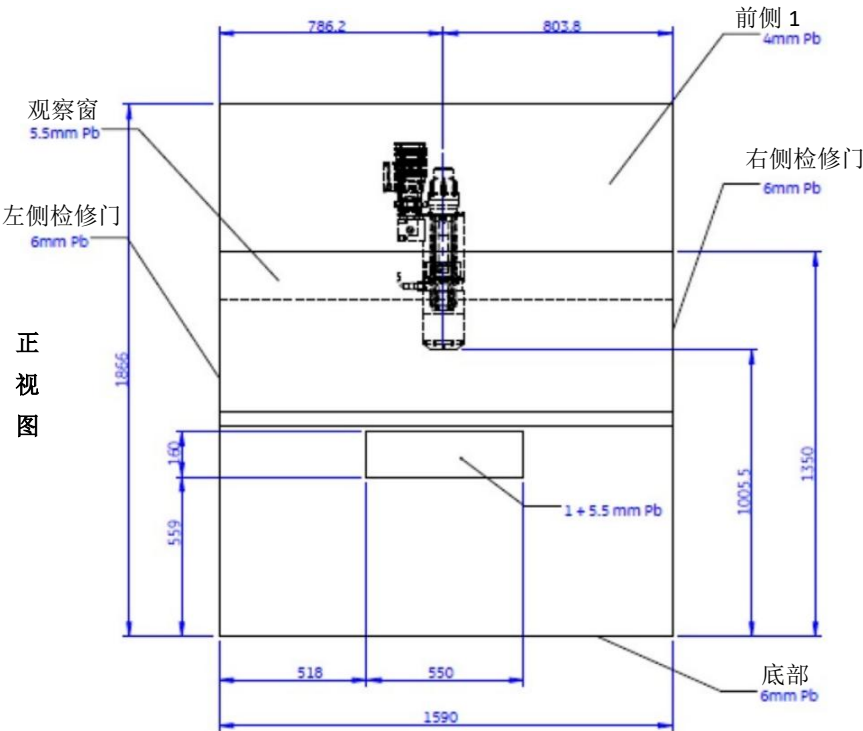
有含铅玻璃，操作台位于设备正面。铅房内 X 射线源发射的有用射束固定朝向底部。本项目 CT 装置外观尺寸为 2160mm×1958mm×1770mm（深度*高度*宽度）。本项目 CT 装置各个面防护材料为铅板，移门为铅玻璃，屏蔽参数见表 10-1。

表 10-1 本项目 CT 装置屏蔽参数表

方向	屏蔽材料及厚度
顶部	顶部 1：5mm 铅+5mm 钢；顶部 2：4mm 铅+5mm 钢
前（北侧）	前侧 1（观察窗以上部位）4mm 铅+5mm 钢，前侧 2（观察窗以下部位）5.5mm 铅+5mm 钢，局部 6.5mm 铅+5mm 钢；观察窗 5.5mm(铅当量)
后（南侧）	后侧 1：4mm 铅+5mm 钢；后侧 2：6mm 铅+5mm 钢
左（东侧）	6mm 铅+5mm 钢
右（西侧）	6mm 铅+5mm 钢
底部	6mm 铅+5mm 钢

注：5mm 钢为 CT 装置的钢质外壳。车间楼板及围墙均为 200mm 混凝土，计算时不考虑其屏蔽贡献。

本项目设备铅房屏蔽层情况详见图 10-2。



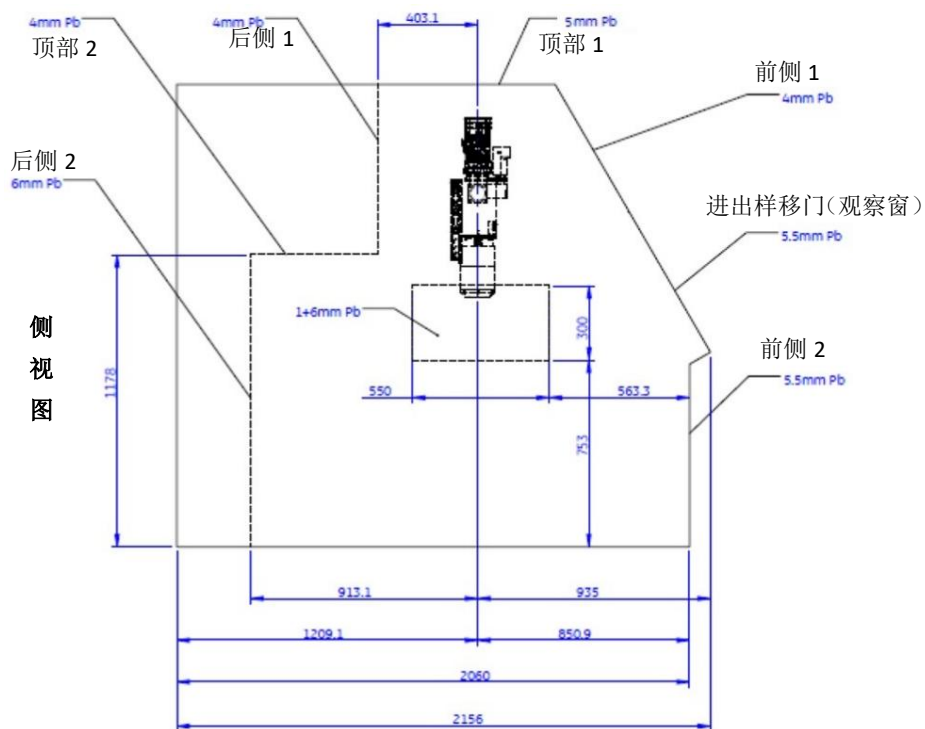


图 10-2 Micromer|x Neo 180 型 X 射线屏蔽设计图

本项目 CT 装置检修门和进出样移门均采用搭接的方式防止 X 射线泄漏。检修门搭接宽度为 48-53mm，本项目 CT 装置上紧螺丝后检修门与屏蔽主体之间的间隙小于 0.5mm，缝隙宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内。进出样移门与装置外壳搭接处重叠宽度为 10mm，进出样移门与装置外壳之间的缝隙宽度 < 1mm，缝隙宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内。

（2）电缆孔屏蔽防护设计

本项目 CT 装置的电缆线开孔位置详见下图。

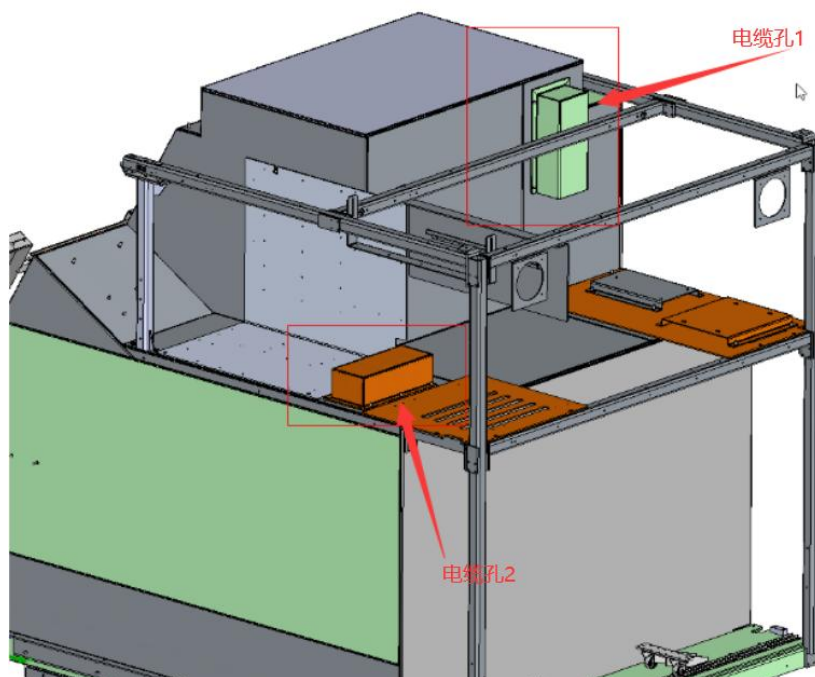


图 10-3 本项目 CT 装置电缆孔位置示意图

本项目 CT 装置的电缆孔补偿方式采用在设备内部设置铅防护罩，其屏蔽材及厚度为 5mm 铅+3mm 钢，X 射线进入电缆口防护铅罩结构时至少会经过 3 次散射到达管道口处，散射路径如下图所示。

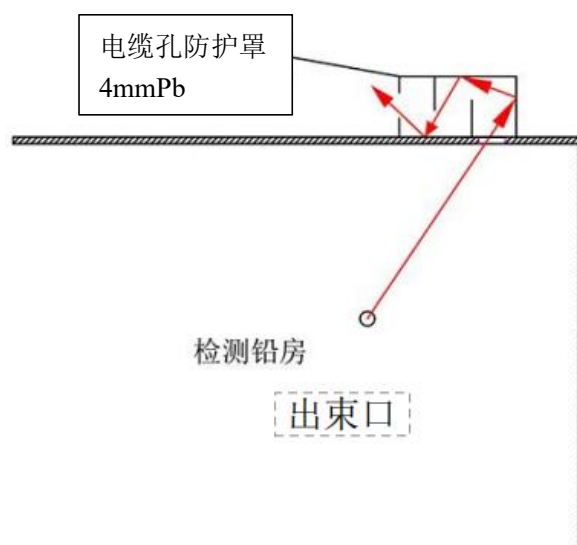


图 10-4 本项目装置电缆孔补偿方式示意图

三、辐射安全和防护措施分析

本项目拟设置如下辐射安全措施：

(1) 钥匙开关：X 射线装置操作台上设有钥匙开关，插入钥匙并向右旋转后才能启动检测系统，无损检测工作结束后辐射工作人员拔出钥匙，钥匙由专人保管。

(2) 门机联锁：X 射线装置实现门机联锁。进出样移门、检修门均与 X 射线装置出

束联锁，上述各门未完全关闭时，铅房内的 X 射线机不能接通高压出束。出束期间误打开任何一扇门，可以立即实现 X 射线停止出束。

(3) 警告标志：设备外醒目位置均设置电离辐射警告标志。

(4) X 射线工作状态指示灯：防辐射铅房正面安装带有一个 X-RAY ON 字样标记的警示灯，指示灯与 X 射线管联锁，警示灯闪烁时表示设备 X 射线辐射已经开启，拟在装置表面张贴工作状态指示灯信号意义说明。防辐射铅房两侧顶角共安装有四个警示灯，左右侧分别各两个警示灯。

(5) 急停开关：本项目设备操作台上设置急停开关。应设置急停按钮标签，发生紧急情况时，按下急停开关，即可实现 X 射线机停止出束。

(6) 监督区边界设置电离辐射标志和中文警告标识。

(7) 电缆孔补偿设计：设备电缆孔采用在设备内部增加铅防护罩，并建立折弯迷宫路线，防止 X 射线泄漏。

(8) 工业 CT 装置外拟设固定式辐射探测报警装置

(9) 本项目 CT 装置与有人员进出的探伤室不同，正常情况下人员无需进入、也无法进入该 CT 装置内部，因此 CT 装置内无需按照 GBZ117-2022 中 6.1.5--6.1.10 条款设置急停按钮、工作状态指示灯、视频装置、声音提示装置和机械通风装置等措施。

四、工作场所探伤操作的放射防护要求

(1) 每次使用工业 CT 装置检测前应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(2) 辐射工作人员在进入 CT 测试区时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即退出 CT 测试区，同时防止其他人进入 CT 测试区，并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 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。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止无损检测工作并向辐射防护负责人报告。

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

(5) 在每一次照射前，操作人员都应该确认工业 CT 装置内部没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门关闭、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。

五、探伤设施的退役

根据 GBZ117-2022 要求，本项目工业用 CT 装置不再使用，应实施退役程序。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。当所有 CT 装置从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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

三废的治理

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生，也无显影、定影废液和废胶片产生。本项目的工业 CT 装置在工作状态时，会使检测铅房内的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），本项目检测铅房不设置专门的通风口，此少量臭氧和氮氧化物可通过工件门排出检测铅房。本项目的工业 CT 装置布置在 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域，401 室采用机械送、排风，换气量为 $8000m^3/h$ ，臭氧和氮氧化物经稀释扩散后通过车间通风系统排至室外，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响很小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业 CT 装置为整体定制设备，设备在厂家生产完成后，运至现场进行组装，组装过程中会产生噪声和少量固体废物。但本项目施工期较短，施工量小，对周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

一、正常运行工况下辐射环境影响分析

本项目工业用 CT 装置运行期间的环境影响主要为 X 射线外照射。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的有关要求，本项目中工业 CT 装置采用一定厚度的铅当量屏蔽材料，使设备表面辐射剂量率降至较低的水平，符合个人剂量限值的辐射防护原则。

本次评价主要采取理论计算的方法对本项目 CT 装置开机时的辐射影响进行计算。此外，根据设备周围辐射剂量率、设备出束时间和场所居留情况，评估职业人员和公众的受照剂量是否满足相关国家标准。

1、环境辐射影响途径分析

本项目工业 CT 装置型号为 Micromex Neo 180，最大功率为 20w，最大管电压为 180kV，最大管电流 0.667mA；其中最大管电压 180kV 下的常用最大管电流为 0.111mA。本次评价以最大管电压 180kV、管电流 0.111mA、功率 20W 的条件开展辐射环境影响评估。

本项目工业 CT 装置射线的主射方向固定向下，装置底部距离地面约 10cm。Micromex Neo 180 型 CT 装置射线管位置见图 11-1，装置周边关注点见图 11-2，装置辐射屏蔽参数见表 11-1。

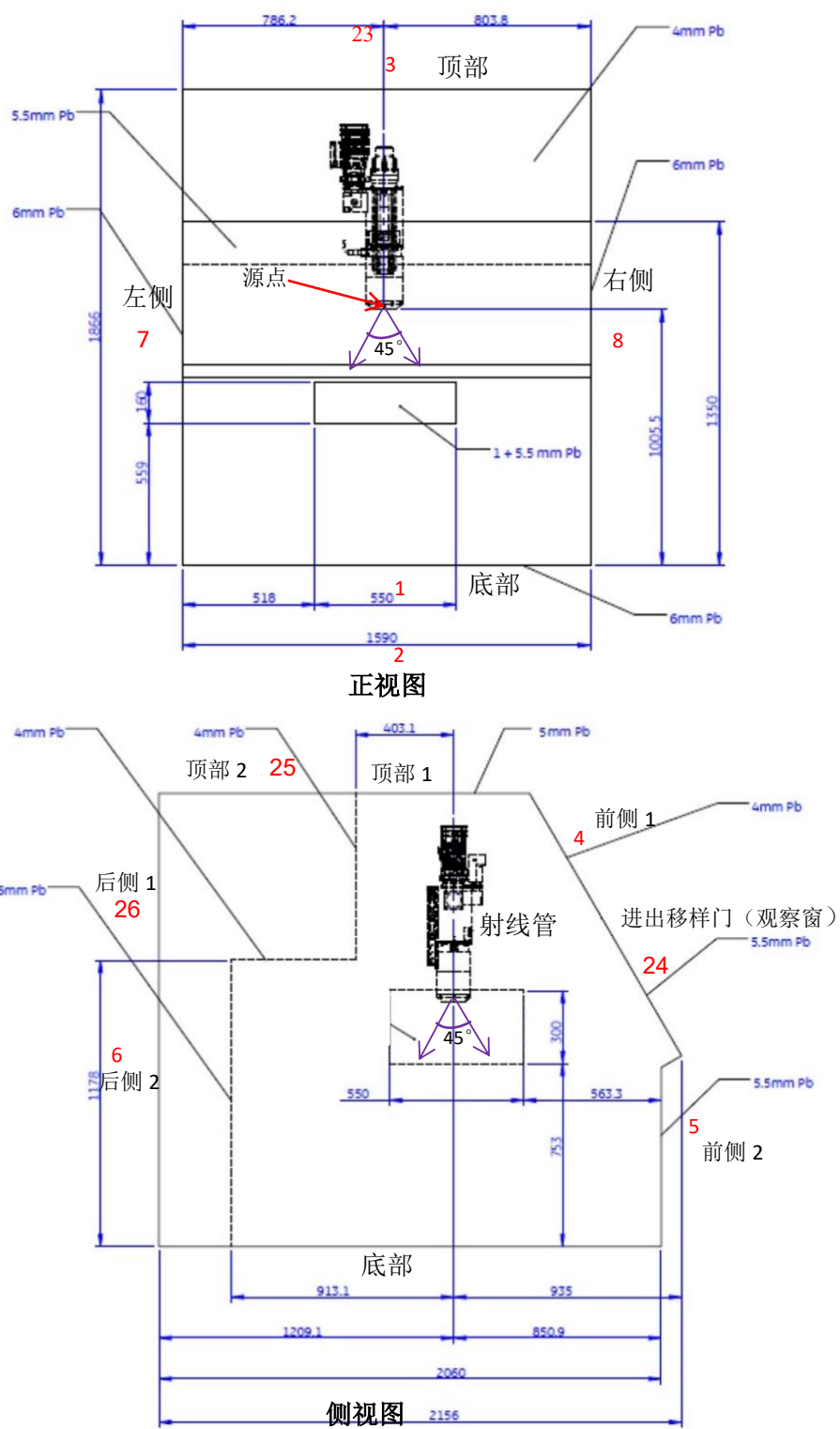


图 11-1 Micromelx Neo 180 型 CT 装置射线管位置示意图 (含部分关注点)

图 11-2 Micromex Neo 180 型 CT 装置周边关注点意图						
表 11-1 Micromex Neo 180 型 CT 装置各方向辐射影响途径及屏蔽情况一览表						
序号	位置及关注点	辐射源点至装置边界距离(m)	装置边界至计算点距离 (m)	辐射源点至计算点距离(m)	照射途径	屏蔽材料及厚度 [1]
1	装置下方 10cm, 地面处	1.0	0.1	1.1	有用线束	6mm 铅+5mm 钢
2	苏州飞控软件科技有限公司办公区 (CT 装置楼下) [2]	1.0	4.6	5.6	有用线束	6mm 铅+5mm 钢
3	装置上方 (1) 30cm 处	0.9	0.3	1.2	泄漏辐射、散射辐射	5mm 铅+5mm 钢
4	装置前方 (北侧 1) 30cm 处 1	0.7	0.3	1.0	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢

5	装置前方（北侧 2） 30cm 处	0.9	0.3	1.2	泄漏辐射、散射辐射	5.5mm 铅+5mm 钢
6	装置后方（南侧 1） 30cm 处	1.2	0.3	1.5	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
7	装置左侧（东侧） 30cm 处	0.8	0.3	1.1	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
8	装置右侧（西侧） 30cm 处	0.8	0.3	1.1	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
9	工业 CT 操作位	0.9	0.5	1.4	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅 ^[3] +5mm 钢
10	点测机区（东侧）	0.8	1.6	2.4	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
11	办公区（东侧）	0.8	10.8	11.6	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
12	工业坊内部道路（东 侧）	0.8	26.6	27.4	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
13	工业坊 4 栋（东侧）	0.8	39	39.8	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
14	工业坊内部道路（南 侧）	0.9	5.0	5.9	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
15	工业坊 5 栋（南侧）	0.9	19.2	20.1	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
16	化学室工作区（西 侧）	0.8	7	7.8	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
17	卫生间（西侧）	0.8	22.2	23	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
18	工业坊内部道路（西 侧）	0.8	43	43.8	泄漏辐射、散射辐射	6mm 铅+5mm 钢
19	体视工作区（北侧）	0.8	6.0	6.8	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
20	REL（可靠性试验） 工作区域（北侧）	0.8	8.1	8.9	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
21	办公区（北侧）	0.8	6.0	6.8	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
22	工业坊内部道路（北 侧）	0.8	22	22.8	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
23	CT 装置楼上	0.9	4.2	5.1	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
24	装置前方（北侧、观 察窗）30cm 处	0.8	0.3	1.1	泄漏辐射、散射辐射	5.5mm 铅
25	装置上方（2）30cm 处	1.0	0.3	1.3	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢
26	装置后方（南侧 2） 30cm 处	1.3	0.3	1.6	泄漏辐射、散射辐射	4mm 铅+5mm 钢

注:[1]保守起见，本次计算仅考虑装置本身的屏蔽材料，不考虑所处场所的墙体、楼板等材料的贡献。

[2] 计算楼下关注点时，取距离下层楼地面高 1.7m 处为关注点，车间楼层高度 6m，楼板厚度 0.2m。

[3] 各侧不同部位屏蔽参数不一致时，相关的关注点剂量率按最不利情况计算。

2、剂量率估算模式

本项目 X 射线探伤采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式估算各计算点（含关注点）的辐射水平，估算模式如下：

(1) 有用线束

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

上式中： $\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，见附录表 B.1；本此评价取最大管电压为 180kV，在 0.25mmAl 滤过条件下，距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $13.2 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $7.92 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

B —屏蔽透射因子，计算公式如下：

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

上式中： X —屏蔽材料厚度；TVL—屏蔽材料的什值层厚度；

根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2，管电压为 150kV 时铅的什值层厚度（TVL）取 0.96mm，200kV 时铅 TVL 取 1.4mm，通过插值法计算得 180kV 时铅的 TVL 为 1.22mm。参考《辐射安全手册》图 6.4，在 180kV 管电压下，钢（铁）的 TVL 取 8mm。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 非有用线束

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (3)$$

上式中： B —屏蔽透射因子，计算方法和取值同前述有用射束；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据 GBZ/T250-2014 中表 1，本项目设备最大管电压为 180kV，故距源点 1m 处泄漏辐射剂量率取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；。

② 散射辐射

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

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

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

B —屏蔽透射因子，见前述计算公式（2）。X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线最高能量，根据 GBZ/T250-2014 表 2，原始射线为 180kV 时对应散射辐射最高能量为 150kV，150kV 时铅 TVL 取 0.96mm，钢（铁）的

TVL 取 6mm。

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ），本项目的出束范围 45° 、 R_0 为 0.21m，计算得 F 为 $0.03m^2$ ；

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，根据附录 B 表 B.3 计算 180kV 的 90° 散射角的散射因子保守取 $1.9E-3 \times 10000/400=0.0475$ ；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m），本项目为 0.21m；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

采用上述参数计算得 $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} = 0.03$ 。

3、剂量率估算结果

（1）有用射束造成的剂量率

根据图 11-1，MicromexNeo180 型 CT 装置射线管出束方向固定向下，射线出束范围为 45° ，则仅有 CT 装置下方为有用射束照射影响范围。根据公式（1），计算关注点 CT 装置有用射束剂量率见下表。

表 11-2 本项目有用射束剂量率计算参数及计算结果

序号	计算点	射线源强 H_0 ($\mu Sv \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1}$)	180kV 下最大 电流 I (mA)	屏蔽材料 及厚度	屏蔽透 射因子 B	辐射源与 关注点距 离 R(m) ^[1]	参考点 处剂量 率 $\dot{H}$ ($\mu Sv/h$)	剂量率 参考控 制水平 ($\mu Sv/h$)	评 价
①	装置下方 10cm 地面处	7.92×10^5	0.111	6mm 铅 +5mm 钢	$2.86E-06$	1.1	0.2081	2.5	满 足
②	苏州飞控软件 科技有限公司 办公区（CT 装 置楼下） ^[2]	7.92×10^5	0.111	6mm 铅 +5mm 钢	$2.86E-06$	5.6	0.008	2.5	满 足

注：[1]保守考虑，有用射束在屏蔽材料中穿过距离按垂直最短距离计算；[2]保守考虑，不计楼板的辐射屏蔽贡献。

（2）非有用射束造成的剂量率

根据公式（3）、公式（4），本项目非有用射束（泄漏辐射、散射辐射）造成的剂量率估算结果见下表。

表 11-3 本项目非有用射束（泄漏辐射、散射辐射）剂量率计算参数及计算结果

序号	计算点	屏蔽材料厚度 (mm)	漏射辐射				散射辐射							剂量率参考控制水平(μSv/h)	评价
			B ₁	H _L (μSv/h)	R(m)	参考点处剂量率(μSv/h)	散射线能量(kV)	B ₂	I(mA)	H ₀ (μSv·m ² ·m ⁻¹ ·h ⁻¹)	F _α /R ₀ ²	R _s (m)	参考点处剂量率(μSv/h)		
1	装置上方(1) 30cm 处	5mm 铅 +5mm 钢													满足
2	装置前方(北侧 1) 30cm 处	4mm 铅 +5mm 钢													满足
3	装置前方(北侧 2) 30cm 处	5.5mm 铅 +5mm 钢													满足
4	装置后方(南侧 1) 30cm 处	6mm 铅 +5mm 钢													满足
5	装置左侧(东侧) 30cm 处	6mm 铅 +5mm 钢													满足
6	装置右侧(西侧) 30cm 处	6mm 铅 +5mm 钢													满足

15	卫生间（西侧）	6mm 铅 +5mm 钢		满足
16	工业坊内部道路（西侧）	6mm 铅 +5mm 钢		满足
17	体视工作区（北侧）	4mm 铅 +5mm 钢		满足
18	REL（可靠性试验）工作区域（北侧）	4mm 铅 +5mm 钢		满足
19	办公区（北侧）	4mm 铅 +5mm 钢		满足
20	工业坊内部道路（北侧）	4mm 铅 +5mm 钢		满足
21	CT 装置楼上	4mm 铅 +5mm 钢		满足
22	装置前方（北侧、观察窗） 30cm 处	5.5mm 铅		满足
23	装置上方（2） 30cm 处	4mm 铅 +5mm 钢		满足

24	装置后方（南侧 2）30cm 处	4mm 铅 +5mm 钢	1.25E-04	2500	1.6	0.1219	150	1.00E-05	0.111	7.92×10^5	0.03	1.6	0.0103	0.1322	2.5	满足
----	---------------------	--------------------	----------	------	-----	--------	-----	----------	-------	--------------------	------	-----	--------	--------	-----	----

(3) 辐射环境影响估算

根据表 11-2、表 11-3 估算结果可知，当本项目工业 CT 在最大管电压 180kV 下最大管电流 0.111mA、最大功率 20W 的工况下运行时，CT 装置表面外 30cm 处辐射剂量率最大值为 0.318 μ Sv/h，出现在装置前方（北侧 1）30cm 处，则 CT 装置周围均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

4、人员受照剂量预测评价

本项目辐射工作人员和周围公众年受照剂量预测可参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

上式中：H—年剂量， μ Sv/年；

$\dot{H}$ —参考点处剂量率， μ Sv/h；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，（h/年），本项目年最大开机时间为 1820h。

根据公式（5），可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的周/年受照剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目所致辐射工作人员和周围公众周受照剂量估算表

保护目标	关注点	关注点剂量率 (μ Sv/h)	周工作时间 (h)	居留因子	周受照剂量 (μ Sv)	周剂量控制水平 (μ Sv)	年有效剂量 mSv	年剂量约束值 (mSv)
辐射工作人员	工业 CT 操作位							
公众	苏州飞控软件科技有限公司办公区 (CT 装置楼下)							
	点测机区 (东侧)							
	办公区 (东侧)							
	工业坊内部道路 (东侧)							
	工业坊 4 栋 (东侧)							
	工业坊内部道路 (南侧)							
	工业坊 5 栋 (南侧)							
	化学室工作区 (西侧)							
	卫生间 (西侧)							
	工业坊内部道路 (西侧)							
	体视工作区 (北侧)							
	REL (可靠性试验) 工作区域 (北侧)							
	办公区 (北侧)							
	工业坊内部道路 (北侧)							
	CT 装置楼上							

据上述计算结果可知：本项目监督区内辐射职业人员周受照剂量为 $6.0436\mu\text{Sv}/\text{周}$ （本项目工业 CT 操作位），监督区外公众周受照剂量最大值为 $0.4527\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的人员周剂量参考控制水平（职业工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）的要求。本项目监督区内辐射职业人员受照的年有效剂量为 $0.2901\text{mSv}/\text{a}$ （本项目工业 CT 操作位）；监督区外公众受照的年有效剂量最大值为 $0.0217\text{mSv}/\text{a}$ （CT 装置楼上），均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对个人年有效剂量（职业人员 $20\text{mSv}/\text{a}$ ，公众 $1\text{mSv}/\text{a}$ ）的要求，并低于本评价建议的剂量约

束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。因此，本项目 Micromex Neo 180 型 CT 装置的屏蔽设计满足标准规定的辐射屏蔽能力要求。

5、电缆孔辐射泄漏影响分析

本项目 CT 装置的电缆孔补偿方式采用在设备内部设置铅防护罩，其屏蔽材及厚度为 5mm 铅+3mm 钢，X 射线进入电缆口防护铅罩结构时至少会经过 3 次散射到达管道口处，散射路径如下图所示。

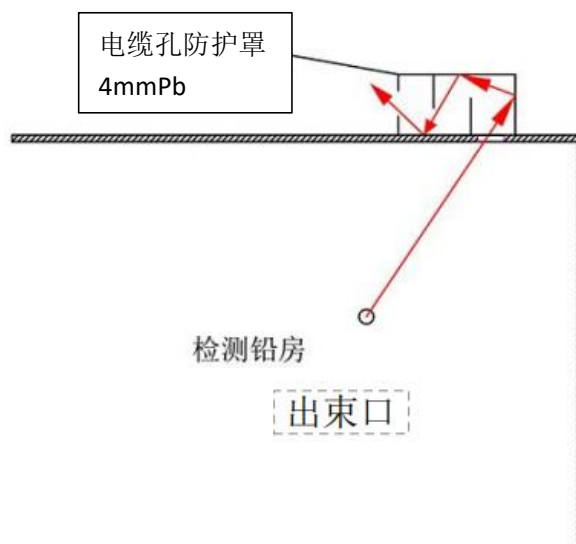


图 11-3 本项目装置电缆孔补偿方式示意图

项目 X 射线进入电缆管道、通风管道需至少经过三次散射才能到达装置外，根据《辐射防护导论》P193 “一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，因此，本项目电缆管孔屏蔽设计满足辐射防护要求。

6、通风口辐射泄漏影响分析

本项目 CT 装置铅房内不设置专门的通风口，检测铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物在停止出束并打开工件门排出装置。因此本项目不涉及通风口 X 射线泄漏。

7、工件门、检修门的辐射影响

本项目 CT 装置检修门和进出样移门均采用搭接的方式防止 X 射线泄漏。检修门搭接宽度为 48-53mm，本项目 CT 装置上紧螺丝后检修门与屏蔽主体之间的间隙小于 0.5mm，缝隙宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内。进出样移门与装置外壳搭接处重叠宽度为 10mm，进出样移门与装置外壳之间的缝隙宽度 $< 1\text{mm}$ ，缝隙宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内。因此，本项目的检修门、进出样移门屏蔽设计满足辐射防护要求。

8、一般固废和生活污水的治理

（1）固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾,预计月排放量为 30kg,年排放量为 360kg。本项目产生的生活垃圾经公司统一收集后,最终经环卫部门处理。

(2) 废水

本项目运行后不产生放射性液体废物。本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水,预计月排放量为 2.4m³,年排放量为 28.8m³。本项目产生的生活污水排入市政污水管网。

9、通风废气影响分析

工业 CT 在工作状态时,会使装置检测铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物,少量臭氧和氮氧化物在工件门打开时排出装置。本项目的工业 CT 装置布置在公司 3 栋 401 室 FA(失效分析试验)工作区域,车间采用机械送、排风,换风量为 8000m³/h。臭氧和氮氧化物经稀释扩散后通过车间通风系统排至室外,臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气,对周围环境空气质量影响较小。

10、天空反散射和地面反散射分析

天空反散射指辐射屏蔽设施顶层屏蔽薄弱时,辐射源射向天空的射线经大气反散射导致地面附近辐射场增强的现象。本项目 CT 装置位于 4 楼车间内,所在楼栋共 5 层,每层高度 6m、混凝土楼板厚度 200mm。本项目上方还有 5 楼车间,顶部屏蔽充分。由表 11-3 估算结果可知,本项目 CT 装置顶部 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.1962μSv/h,明显低于《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“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”的要求,因此本评价主要考虑其对楼上公众的辐射水平,不考虑产生的天空反散射影响。

本项目射线方向固定向下,射线出束范围为 45°,装置底部距离地面距离很小,仅 0.1m。根据表 11-2 计算结果,装置下方 10cm 地面处剂量率 0.2081μSv/h,本项目地面反散射辐射剂量率应远小于 0.2081μSv/h,能满足 GBZ117-2022 中辐射剂量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h 的要求。

二、事故影响分析

1、辐射事故分析

工业 CT 只有在开机出束时才产生 X 射线，本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）由于安全联锁装置失灵或者工件门检修门变形，导致工业 CT 在对工件进行检测时工件门、检修门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）机器检修时误照。X 射线探伤装置在故障检修时门机联锁失灵，检修人员在开机状态时打开检修门，装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

（3）开机时工件门、检修门误开事故。

2、辐射事故预防措施

为有效预防各类辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

（1）企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。

（2）严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。定期检查确认安全联锁、急停开关、工作指示灯、钥匙开关等各项安全措施的有效性，杜绝联锁装置失效情况下开机操作。

（3）辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定操作时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓并按下急停开关，设备可立即停止出束，有效减少人员受照时间和受照剂量。

（4）工业用 CT 装置开机状态下人员不得脱岗。

（5）检修时，检修人员应拔出操作台的开机钥匙或者切断设备的电源，防止设备意外启动，待检修完成才能接通电源试运行，试运行正常才能正式投用。

（6）重视日常巡检工作，尤其发生如工件与设备碰撞，目视有变形等情况，采用巡检仪确认设备无射线泄漏后再投入使用，若有问题请生产厂商及时维修维护。

3、辐射事故处置方法

（1）辐射工作人员应第一时间按下急停按钮，停止射线装置的出束并确保人员立即转移；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗；

（4）出现事故后，应尽快组织人力、物力，有组织、有计划的进行处理，要在合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，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 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》等法律法规要求，使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核。 欣峰扬科技（苏州）有限公司已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。 本项目运行后，将配备2名辐射与环境管理人员，1名工程师，1名助理工程师（白夜班），平时在监督区内辐射工作人员为1名。拟配备的辐射工作人员及辐射防护责任人应当及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：http://fushe.mee.gov.cn）报名参加辐射安全与防护专业知识培训，自主学习并报名参加与本项目相关的考核，通过考核后，方能从事辐射工作。
辐射安全管理规章制度 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求，公司已针对现有核技术利用项目制定了相关的辐射安全管理制度，主要包括《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》、《台账管理制度》、《监测方案》及《辐射事故应急预案》等，现对公司各项辐射安全管理制度的重点总结如下： 辐射防护和安全保卫制度：已根据单位的具体情况制定了辐射防护和安全保卫制度，X 射线装置的安全防护和管理落实到个人。 操作规程：明确了操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，重点是明确了 X 射线装置的操作步骤，工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器。 岗位职责：明确了管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确了自己所在岗位具体责任，层层落实。

设备检修维护制度：明确了 X 射线装置的安全联锁装置、工作状态指示灯等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

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

辐射环境监测方案：公司拟为本项目购置环境辐射巡测仪等设备，且方案中明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门；并于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急预案：预案中针对可能产生的辐射事故制定了辐射事故应急措施，该措施中明确了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。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 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，还应当同时向卫生健康部门报告。

公司已制定的辐射安全管理规章制度较全面，且具有一定的针对性和可操作性，工作人员能够按照相应的操作规程进行操作，公司也能够按照辐射安全管理制度对公司的辐射活动进行管理，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求及环保相关管理要求。此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

1、监测仪器

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

公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 1 台个人剂量报警仪，配备后将能够满

足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

欣峰扬科技（苏州）有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期：每年1~2次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于1次/3个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，终生保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于1次/2年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

本项目运行后，应落实上述监测方案，方能满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

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。本项目为使用 II 类射线装置，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在探伤过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障公司员工及社会公众的健康与安全，欣峰扬科技（苏州）有限公司应制定辐射事故应急预案，应急预案内容主要有：

- （1）应急机构、组成人员以及职责分工；
- （2）辐射事故分级与应急响应措施；
- （3）应急人员的组织、培训及联系方式；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）应急演习计划。

欣峰扬科技（苏州）有限公司制定的应急预案应有效可行，且具有一定的操作性。公司应加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 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，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

欣峰扬科技（苏州）有限公司位于苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室。因业务需要，公司拟购置 1 台 Micromex Neo 180 工业 CT 装置，用于开展失效分析实验及可靠性实验，为客户提供数据及图像，帮助客户查找 IC 封测过程中遇到的问题。本项目 Micromex Neo 180 工业 CT 装置拟安装在 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域，最大管电压为 180kV、最大管电流为 0.667mA、最大功率为 20W，为 II 类射线装置。

2、实践正当性评价

本项目的建设可以帮助客户查找 IC 封测过程中遇到的问题，并能创造一定的经济效益和社会效益。本项目在运行期间将会产生电离辐射，在落实各项辐射安全与防护管理措施后，其对周围环境的辐射影响能后满足标准要求，同时其带来的效益远大于可能对环境造成的影响。因此，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”原则。

3、选址、布局合理性评价

欣峰扬科技（苏州）有限公司位于江苏省苏州工业园区金鸡湖大道 99 号纳米城西北区 3 栋 401 室，本项目拟新建工业 CT 装置位于纳米城西北区 3 栋 401 室 FA（失效分析试验）工作区域。CT 东侧 50m 范围内依次为办公区、工业坊内部道路、工业坊 4 幢，南侧 50m 范围内依次为工业坊内部道路、工业坊 5 幢，西侧 50m 范围内依次为 FA（失效分析试验）工作区域、卫生间、工业坊内部道路，北侧 50m 范围内依次为 REL（可靠性试验）工作区域、办公室、工业坊内部道路，楼上未入驻企业，楼下为 3 楼苏州飞控软件科技有限公司办公区。本项目平面布置图见附图 2。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场检测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目工业 CT 设置有操作台和检测铅房，操作台与检测铅房分开独立设置。本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置的

要求。

4、项目分区

公司对辐射工作场所进行分区管理，将 CT 装置铅房边界作为本项目的辐射防护控制区边界，CT 装置所在的 CT 装置区隔断范围划定为监督区。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）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

5、辐射防护措施评价

本项目工业 CT 装置为钢质外壳，并设置铅房对 X 射线进行屏蔽，前侧铅房上部（观察窗以上部位）4mm 铅，前侧下部（观察窗以下部位）5.5mm 铅，局部 6.5mm 铅，观察窗为 5.5mm 铅当量玻璃；后上部（高于出束口）铅板厚度 4mm，后下部铅板厚度 6mm；顶部（后侧）铅板厚度为 4mm，顶部（前侧）铅板厚度为 5mm；左、右侧和底部的铅板厚度均为 6mm；铅房外部钢质外壳厚度为 5mm。根据估算结果，本项目工业 CT 检测铅房的辐射防护设计能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

6、辐射安全措施评价

本项目工业 CT 装置正面设置工作指示灯、装置上部的四角共安装有 4 个警示灯；人员在操作台进行操作，操作台上设置急停开关和钥匙开关。进出样移门、两侧检修门和 X 射线装置出束设置门机联锁，上述各门未完全关闭时，铅房内的 X 射线机不能接通高压出束；出束期间误打开任何一扇门，可以立即实现 X 射线停止出束。CT 装置区设置隔断，防止非辐射工作人员进入。上述安全设施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关门机联锁、工作指示灯、急停开关、安全警示标识等安全措施要求。

7、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，年受照剂量不超过 5mSv；公众周有效剂量不超过 5 μ Sv，年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

8、辐射防护监测仪器

公司将为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 1 台个人剂量报警仪，配置后将能够满足辐射监测仪器的配置要求。

9、辐射安全管理评价

欣峰扬科技（苏州）有限公司已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并将以文件形式明确各成员的管理职责。公司辐射安全专职管理人员和本项目辐射工作人员应参加并通过辐射安全和防护的培训及考核，公司应为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康档案。公司还应根据本项目具体情况制定各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。采取上述措施后，将满足生态环境保护管理要求。

总结论：

综上所述，欣峰扬科技（苏州）有限公司新建 1 台工业 CT 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，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，项目对环境和公众的影响满足 GB 18871-2002 及 GBZ 117-2022 相关要求，其运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议与承诺

（1）公司应定期或不定期针对工业 CT 装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

（2）针对本项目可能出现的辐射事故，公司应加强辐射工作人员的安全思想教育，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故的发生。

（3）企业应认真保管好探伤设备的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

（4）公司应根据有关规定及时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。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人

公 章
年 月 日

审批意见

经办人

公 章
年 月 日

附表

“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目CT装置内部设置铅房，各个面防护材料为铅板，前侧上部（观察窗以上部位）4mm铅，前侧下部（观察窗以下部位）5.5mm铅，局部6.5mm铅，观察窗为5.5mm铅当量玻璃；后上部（高于出束口）铅板厚度4mm，后下部铅板厚度6mm；顶部（后侧）铅板厚度为4mm，顶部（前侧）铅板厚度为5mm；左、右侧和底部的铅板厚度均为6mm；铅房外部钢质外壳厚度为5mm。	检测铅房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年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量管理目标的限值要求（职业人员年受照剂量不超过5mSv，公众年受照剂量不超过0.1mSv）。	44
	安全措施：装置显著位置安装工作指示灯和警示灯。设备正面和X射线检测室入口醒目位置设置电离辐射警告标识。设备正面和操作台上设置急停按钮及文字说明标签。工业CT装置外拟设固定式辐射探测报警装置。操作台上同时设置开机钥匙开关。辐射工作场所进行分区管理，检测铅房边界设置为控制区边界，CT装置所在的CT装置区隔断范围划定为监督区。操作台上设置钥匙开关，设备的进出样移门和检修门均与X射线装置实现门机联锁。电缆孔设计补偿措施。 检修门搭接宽度为48-53mm，缝隙<0.5mm，缝隙宽度控制在搭接宽度的1/10以内。进出样移门与装置外壳搭接处重叠宽度为10mm，进出样移门与装置外壳之间的缝隙宽度<1mm，缝隙宽度控制在搭接宽度的1/10以内。	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。	

人员配备	公司辐射工作人员均应参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	1.0
	公司辐射工作人员均应配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测及建立个人剂量监测档案的管理要求。	1.0
	公司辐射工作人员均应定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员定期进行职业健康体检及建立职业健康监护档案的管理要求。	2.0
监测仪器和防护用品	拟配备 1 台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	2.0
	拟配备 1 台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	应制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案、监测异常报告制度等辐射安全管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	-

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。