

核技术利用建设项目

先锋导电材料工业（苏州）有限公司 新增 1 台 X 射线检测系统项目 环境影响报告表

先锋导电材料工业（苏州）有限公司

2025 年 3 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

先锋导电材料工业（苏州）有限公司

新增 1 台 X 射线检测系统项目

环境影响报告表

建设单位名称: 先锋导电材料工业(苏州)有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：_____

通讯地址: 苏州吴中经济开发区南湖路 45 号

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4

表 3 非密封放射性物质 4

表 4 射线装置5

表 5 废弃物6

表 6 评价依据7

表 7 保护目标与评价标准 9

表 8 环境质量和辐射现状 14

表 9 项目工程分析与源项 18

表 10 辐射安全与防护 25

表 11 环境影响分析30

表 12 辐射安全管理 36

表 13 结论与建议 39

表 14 审批45

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目周围环境图

附图 3 公司所在厂区平面布局图

附图 4 办公楼 1 层平面布局图

附图 5 办公楼 2 层平面布局图

附图 6 江苏省生态保护红线分布图

附图 7 苏州市吴中区生态空间管控区范围示意图

附件：

附件 1 项目委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 报批申请书

附件 4 营业执照

附件 5 环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书

附件 6 屏蔽设计参数依据文件及说明书

附件 7 项目主动公开信息一览表

附件 8 环境保护措施承诺

附件 9 环评技术合同

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增 1 台 X 射线检测系统			
建设单位		先锋导电材料工业（苏州）有限公司			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号			
项目建设地点		江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号办公楼 1 层 CT 室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		260	项目环保投资（万元）	12	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 用放射性物质		
		☐ 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				
1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来 先锋导电材料工业（苏州）有限公司位于江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号，成立于 2006 年 2 月 22 日，主要从事开发、生产半导体、元器件专用材料，研发、生产新型电子元器件。 现因产品生产检测需要，先锋导电材料工业（苏州）有限公司拟对办公楼 1 层展览室进行隔断改建，将展览室西侧局部区域改建为 CT 室，拟新增 1 台 Nanome x Neo 180X 型 X 射线检测系统用于对公司生产的电子元器件进行无损检测工作。本项目为					

新建项目，公司目前未开展过核技术利用项目。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表 1-1。

表 1-1 先锋导电材料工业（苏州）有限公司本次环评核技术应用项目一览表

序号	射线装置名称及型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	额定功率 W	类别	工作场所名称	活动种类	备注
1	Nanome x Neo 180X 型 X 射线检测系统	1	180	0.88	20	II	办公楼 1 层 CT 室	使用	主射线向下

本项目为使用 II 类射线装置项目，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目应编制环境影响报告表。受先锋导电材料工业（苏州）有限公司委托，苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制了该项目环境影响报告表。

2、项目周边保护目标及项目选址情况

先锋导电材料工业（苏州）有限公司位于江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号，公司地理位置见附图 1。厂区东侧为东锋材料科技（苏州）有限公司，南侧为河道，西侧为恒玺众创空间写字楼，北侧为南湖路。公司所在厂区周围环境见附图 2。

本项目选址于公司办公楼 1 层 CT 室，办公楼为 4 层建筑，1 层、2 层、3 层层高均为 4 米，4 层层高 4.5 米，办公楼无地下室。办公楼四周为厂区道路，东侧为厂区道路，南侧依次为厂区道路、C 栋，西侧依次为厂区道路、B 栋，北侧为绿化草坪。公司所在厂区平面布局图见附图 3。

本项目拟对办公楼 1 层展览室进行隔断改建，将展览室西侧局部区域改建为 CT 室。改建后 CT 室东侧依次为展览室、前台大厅，南侧为室内走道、会议室，西侧为量测室，正上方为 2 层台干办公室，正下方无建筑。办公楼 1 层平面布局图见附图 4，办公楼 2 层平面布局图见附图 5。

根据现场调查可知，本项目 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统周围 50m 范围内，无居民区、学校等敏感点。本项目周围环境保护目标主要为本项目 X 射线检测系统操作的辐射工作人员及本项目评价范围内的公众。

经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，不新增土地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

3、原有核技术利用项目履行环保手续情况

先锋导电材料工业（苏州）有限公司未申领过辐射安全许可证，本项目为公司首次开展核技术利用项目。

4、实践正当性

先锋导电材料工业（苏州）有限公司拟在办公楼 1 层 CT 室新增 1 台 X 射线检测系统对产品进行无损检测，确保其产品质量。虽然在运行期间，X 射线检测系统的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以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）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

5、产业政策相符性

本项目使用 X 射线检测系统对建设单位生产的产品进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类，属于允许类，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

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）	额定功率 （W）	用途	工作场所	备注
1	X 射线检测系 统	II	1	Nanome x Neo 180X	180	0.88	20W	无损检测	办公楼 1 层 CT 室	/
/	/	/	/	/	/	/		/	/	/

（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

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过打开工件门排出，经 CT 室排风装置排入室外。臭氧常温下可自行分解为氧气，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. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修正通过），2015 年 1 月 1 日起实施； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正本），2018 年 12 月 29 日起实施； 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》（2019 年修订本），2019 年 3 月 2 日； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订本），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 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 年修正本），生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日公布实施； 7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起实施； 8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部令第 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》，中华人民共和国环境保护部和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) 《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 日印发； 11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； 12) 《江苏省辐射污染防治条例》（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第 2 号公告公布，2018 年 5 月 1 日起实施； 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（生态环境部公告第 38 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 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；
------	---

法规文件	16) 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(生态环境部公告第38号,2019年10月25日印发); 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)《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; 19)《江苏省辐射事故应急预案》(2020年修订版),苏政办函〔2020〕26号,2020年2月19日起施行; 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31日发布; 21)《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; 22)《江苏省自然资源厅关于苏州市吴中区生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函〔2024〕416号)。
技术标准	1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016) 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》(HJ10.1-2016) 3)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 4)《环境辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 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/T 250-2014) 8)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ T 250 -2014)第1号修改单 9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128 2019)
其他	1) 环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书,附件5 2) 屏蔽设计参数依据文件及设备说明,附件6 3) 先锋导电材料工业(苏州)有限公司提供的其他资料

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”相关规定，确定本项目评价范围为本项目 X 射线检测系统屏蔽体边界外 50m 范围内的区域。

保护目标

本项目建设地点位于江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号，对照《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）、《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）、《江苏省自然资源厅关于苏州市吴中区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕416 号），本项目评价范围不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元（见附图 6、附图 7）。同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条中的环境敏感区。根据项目周边情况，本项目 X 射线检测系统周围 50m 评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，确定本项目保护目标主要为 X 射线检测系统的辐射工作人员及评价范围内的公众。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标		规模	方位	距 X 射线检测系统屏蔽体最近距离	年剂量约束值
辐射工作人员	CT 室	4 人	北侧	紧邻	5mSv/a
公众	展览室	流动人群	东侧	1m	0.1mSv/a
	前台大厅	2 人	东侧	9.5m	
	厂区道路	流动人群	东侧	37m	
	东锋材料科技（苏州）有限公司厂区道路	流动人群	东侧	约 45m	
	室内走道	流动人群	南侧	1m	
	会议室五	流动人群	南侧	2.7m	
	会议室四	流动人群	东南	10m	
	会议室六	流动人群	东南	12m	
	会议室三	流动人群	东南	14.5m	

	会议室一	流动人群	东南	20.5m
	会议室二	流动人群	东南	21.5m
	厂区道路	流动人群	南侧	14m
	C 栋	约 158 人	南侧	约 23m
	量测室	15 人	西侧	1.1m
	厂区道路	流动人群	西侧	7.1m
	B 栋	约 39 人	西侧	约 23.5m
	A 栋	约 58 人	西北	约 27m
	警卫室	5 人	西北	约 37m
	厂区道路	流动人群	北侧	5.5 m
	南湖路	流动人群	北侧	约 40m
	办公楼 2 层	约 30 人	楼上	2.05m
	办公楼 3 层	约 4 人	楼上	6.05m
	办公楼 4 层	/	楼上	10.05m

注：办公楼 4 层闲置。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型 \ 限值	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； 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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，50mSv。

6.6.2.2 对于任何在控制区工作的工作人员，或有时进入控制区工作并可能受到显

著职业照射的工作人员，或其职业照射剂量可能大于 5mSv/a 的工作人员，均应进行个人监测。

6.6.2.3 对在监督区或只偶尔进入控制区工作的工作人员，如果预计其职业照射剂量在 1mSv/a~5mSv/a 范围内，则应尽可能进行个人监测。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），X 射线检测装置探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

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 GB 18871 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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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。

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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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。

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该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。

4、本项目辐射剂量管理限值

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），确定本项目管理目标为：

（1）本项目职业人员剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中职业人员年有效剂量值的 1/4，即 5mSv/a；公众活动区域相关人员剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中公众年有效剂量值的 1/10，即 0.1mSv/a；

（2）本项目 X 射线检测系统四周屏蔽体外辐射屏蔽应同时满足：

a）四周屏蔽体关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

b）四周屏蔽体、门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

（3）本项目 X 射线检测系统顶部外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

5、参考资料

《中国环境天然放射性水平》：江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平。

表 7-3 江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
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
（均值 $\pm$ 3s）	50.4 $\pm$ 21.0	47.1 $\pm$ 36.9	89.2 $\pm$ 42.0

注：*：评价时参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

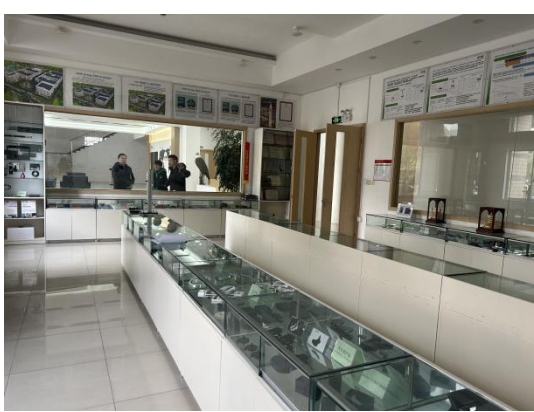
1、项目地理位置及场所位置

先锋导电材料工业（苏州）有限公司位于江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号，公司地理位置见附图 1。厂区东侧为东锋材料科技（苏州）有限公司，南侧为河道，西侧为恒玺众创空间写字楼，北侧为南湖路。公司所在厂区周围环境见附图 2。

本项目选址于公司办公楼 1 层 CT 室，办公楼为 4 层建筑，1 层、2 层、3 层层高均为 4 米，4 层层高 4.5 米，办公楼无地下室。办公楼四周为厂区道路，东侧为厂区道路，南侧依次为厂区道路、C 栋，西侧依次为厂区道路、B 栋，北侧为绿化草坪。公司所在厂区平面布局图见附图 3。

本项目拟对办公楼 1 层展览室进行隔断改建，将展览室西侧局部区域改建为 CT 室。改建后 CT 室东侧依次为展览室、前台大厅，南侧为室内走道、会议室，西侧为量测室，正上方为 2 层台干办公室，正下方无建筑。办公楼 1 层平面布局图见附图 4，办公楼 2 层平面布局图见附图 5。

X 射线检测系统拟建址及周围环境现状见图 8-1。

	
项目拟建址（办公楼 1 层 CT 室）	项目拟建址东侧（办公楼 1 层展览室）

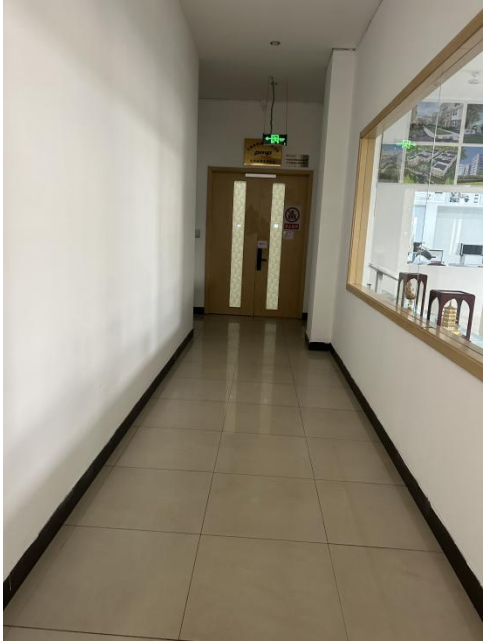
	
项目拟建址南侧（办公楼 1 层室内走道）	项目拟建址西侧（办公楼 1 层量测室）
	
项目拟建址北侧（厂区道路）	项目拟建址楼上（办公楼 2 层台干办公室）

图 8-1 本项目拟建址及周围环境现状照片

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：X 射线检测系统拟建址周围辐射环境

监测因子：环境 γ 辐射剂量率

监测点位：在拟建址周围布置监测点位，共计 7 个监测点位

3、监测方案、质量保证措施及监测结果

(1) 监测方案

监测项目：环境 γ 辐射剂量率

监测布点：在 X 射线检测系统拟建址周围布置监测点位，具体点位见图 8-2

监测时间：2025 年 1 月 20 日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司

监测仪器：FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10）
（设备编号：SDWH 2442，检定有效期至 2025.11.04）

监测依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

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。

(2) 质量保证措施

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：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

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《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质量保证：监测人员均经过考核，所有监测仪器均经过计量部门检定，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

(3) 监测结果

本项目监测仪器为 FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10），X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为 1.2Sv/Gy。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平调查结果，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 5。

表 8-1 本项目 X 射线检测系统拟建址周围环境γ辐射剂量率测量结果

测点位置描述			测量结果（nGy/h）	
测点编号	位置	属性	平均值	标准差
1	CT 室拟建场址	室内（楼房）	110	2
2	CT 室拟建场址东侧（展览室）	室内（楼房）	109	1
3	CT 室拟建场址南侧（室内走道）	室内（楼房）	110	2
4	CT 室拟建场址南侧（会议室五）	室内（楼房）	111	1
5	CT 室拟建场址西侧（量测室）	室内（楼房）	114	2
6	CT 室拟建场址北侧（厂区道路）	道路	79.4	0.7
7	CT 室拟建场址正上方（2 楼台干办公室）	室内（楼房）	113	3

注：测量数据已扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为 8.61nGy/h。

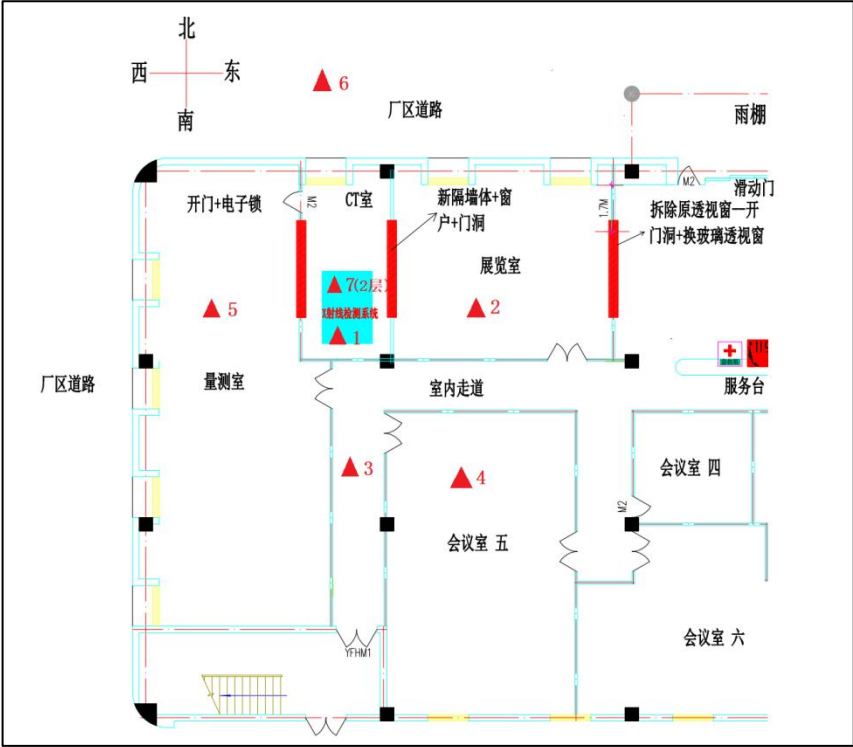


图 8-2 拟建址周围环境γ辐射剂量率监测点位示意图

4、环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目拟建址及周围的测点 1～5、7 位于室内，测点环境γ辐射空气吸收剂量率为 109～114nGy/h，处于江苏省环境天然放射性γ辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的测值范围内；测点 6 位于室外道路，环境γ辐射空气吸收剂量率为 79.4nGy/h，处于江苏省环境天然放射性γ辐射空气吸收剂量率调查结果中道路的测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备情况介绍

本项目为使用 1 台 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统项目，装置由检测室和操作台组成，设备操作台位于检测室外部，与装置相连，定义操作面板所在面为装置正面（前侧），X 射线管主射线方向固定从上往下照射。X 射线管位置固定，X 射线管距离屏蔽体正面、背面 0.9m，X 射线管距离屏蔽体左侧、右侧 0.75m，X 射线管距离屏蔽体顶部 0.8m，X 射线管距离屏蔽体底部 0.95m，X 射线管距离铅玻璃窗 0.7m。

本项目 X 射线检测系统技术参数见表 9-1，X 射线检测系统样式图见图 9-1，装置外观尺寸图见图 9-2。

表 9-1 Nanome | x Neo 180XX 射线检测系统技术参数

装置名称	最大管电压	最大管电流	额定功率	设备尺寸	射线出束方向	备注
Nanome x Neo 180X 型 X 射线检测系统	180kV	0.88mA	20W	1590mm（长） ×2158mm（宽） ×1964mm（高）	从上往下	定义操作面板所在面为装置正面（前侧）

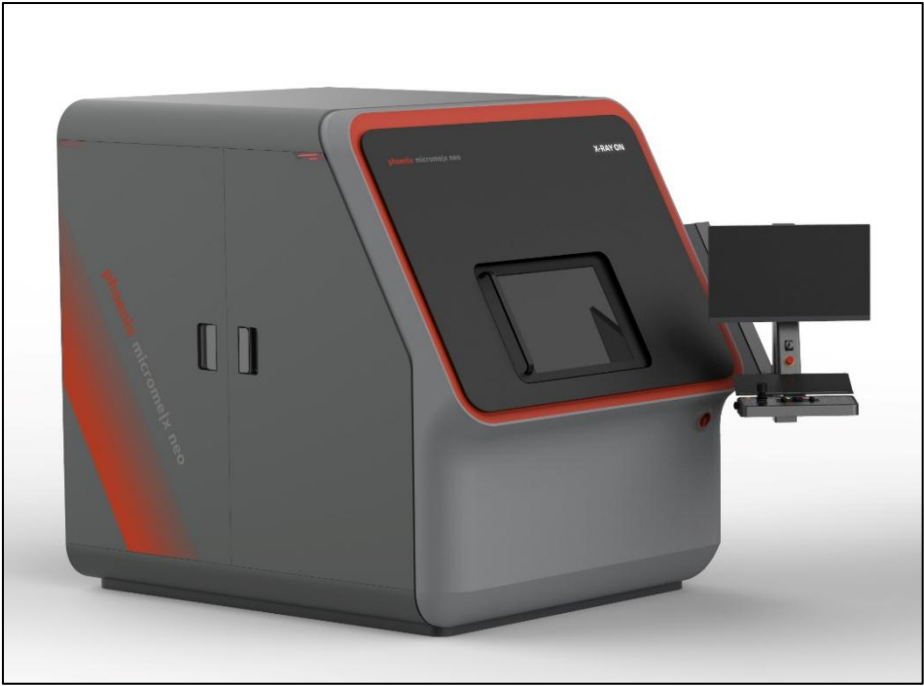


图 9-1 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统样式图

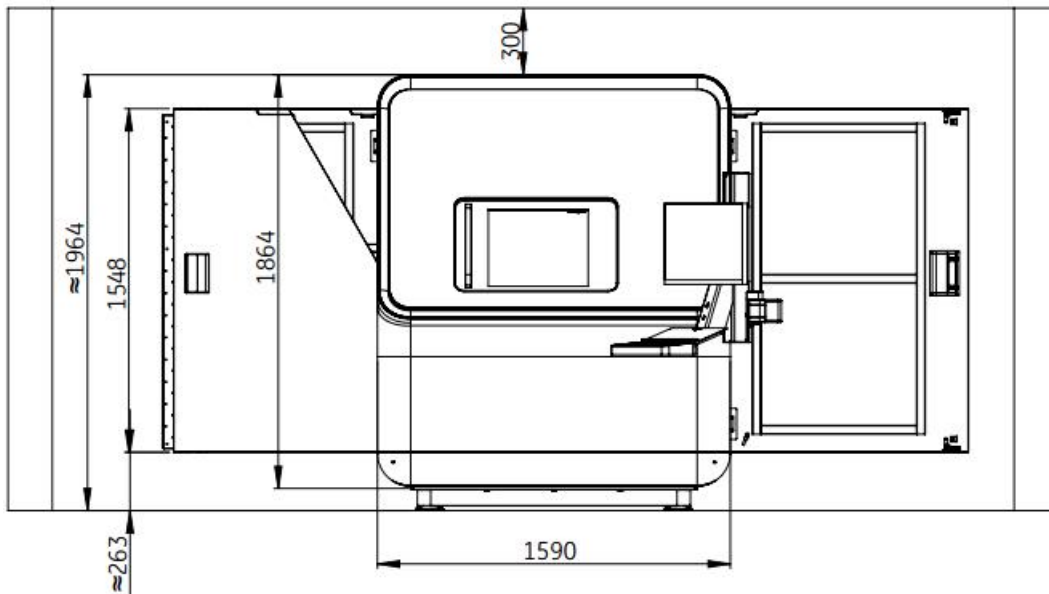


图 9-2 (1) Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统正视图 (单位: mm)

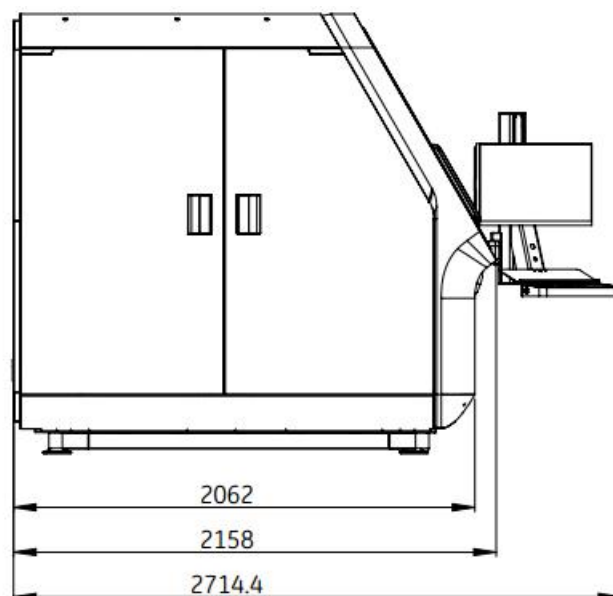


图 9-2 (2) Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统侧视图 (单位: mm)

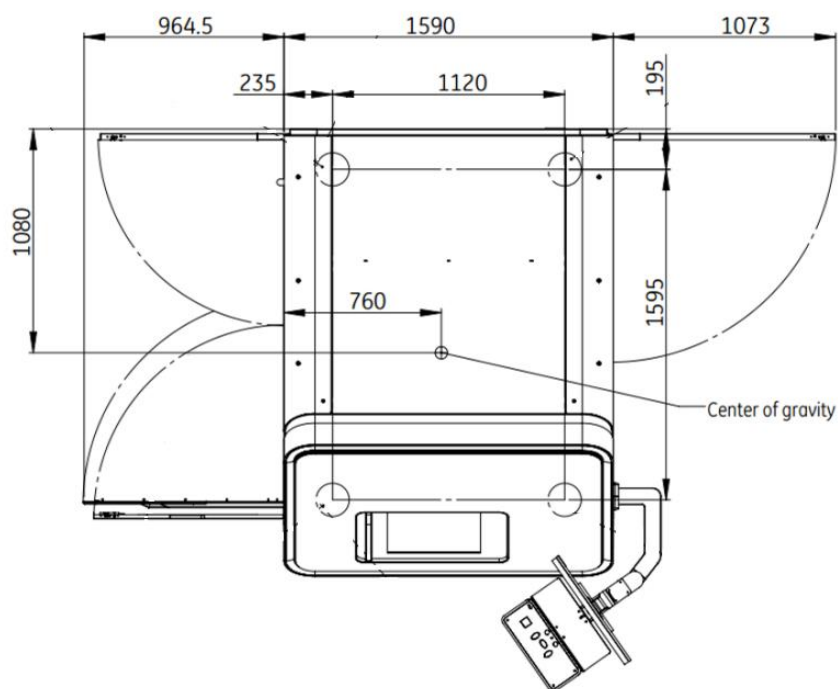


图 9-2（3） Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统俯视图（单位：mm）

2、射线装置原理

X射线机主要由X射线管和高压电源组成，X射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生X射线，X射线的波长很短一般为 $0.001 \sim 0.1\text{nm}$ 。X射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿通过程中有衰减，X射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。常见典型的X射线管结构图见图9-3。

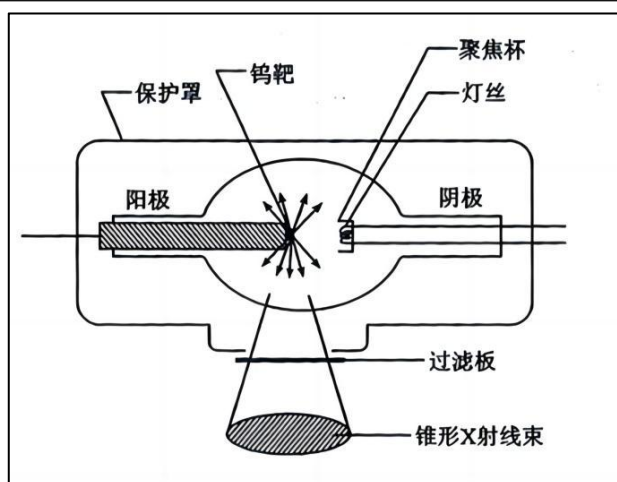


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

3、工作流程及产污环节

电子计算机断层摄影（Computed Tomography，简称 CT）是近几十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作原理示意图如图 9-4 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透工件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。机械扫描系统实现 CT 扫描时工件的旋转或平移，以及载物台、工件、图像探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

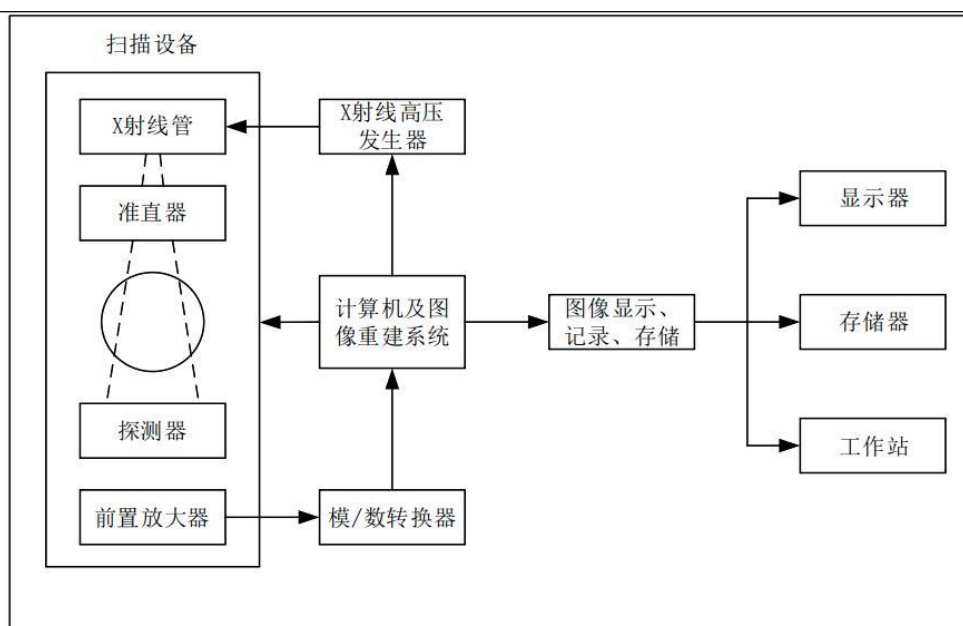


图 9-4 工业 CT 工作原理示意图

4、工作流程及产污环节

检测时辐射工作人员用手将被测件放置在样品台上，辐射工作人员无需进入检测室，关闭防护门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对检测物体无损伤条件下，以图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况，其工作流程如下：

（1）准备：工作人员巡视设备周围情况，检查设备安全装置情况，须所有辐射安全措施均有效情况下才能进行工件检测，根据待检工件的材质、厚度选取曝光条件、确定曝光参数；

（2）放置工件：辐射工作人员从 X 射线检测系统正面手动打开装载门，辐射工作人员位于 X 射线检测系统工件装载门外，无需进入检测室，人工用手将被测件置于样品台，关闭装载门，辐射工作人员在操作台处通过控制系统调节探测器，使被测件处在合适的检测位置；

（3）曝光检测：设置管电压、管电流、曝光时间等参数后，打开 X 射线出束开关，启动曝光，进行无损检测，检测期间 X 射线管发出 X 射线电离检测室中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；X 射线检测系统装载门处设有观察窗，可通过观察窗实时观察设备内部运行情况；达到预定的曝光时间后关机，停止出束，完成曝光作业；

（4）读片：检测过程中，数字探测器接收 X 射线图像，然后再由图像分析软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。在扫描的过程中控制样品台，获取

不同位置的 2D 图片后，对图像进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。工作人员根据实时数字图像进行缺陷分析，判断样品是否合格；

(5) 工件取出：检测完成后，关闭 X 射线出束开关，待 X 射线不再出束后，打开工件取出口防护门，人工将工件取出。

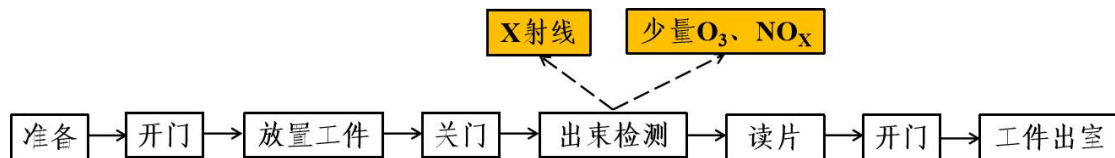


图 9-5 本项目 X 射线检测系统工作流程及产污环节示意图

4、人员配置及工作制度

本项目新增 1 台 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统对电子元器件进行无损检测，材质为硅橡胶，规格为 1.3mm×1mm×1mm~300mm×500mm×1.2mm，单个工件 3D/CT 模式曝光检测时间约 6min（333 毫秒×1000 张），日检测最大工件数 200 件，设备日开机曝光时间约 20 小时，每年工作约 250 天（50 周），设备年曝光时间约为 5000h。本项目射线装置为两班制运行，设备每班日开机曝光时间约 10 小时，每班年曝光时间约 2500 小时。

先锋导电材料工业（苏州）有限公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，配备的 4 名辐射工作人员只负责本项目 X 射线检测系统操作，不再从事其他辐射工作。

污染源项描述

1、放射性污染源分析

由 X 射线检测系统工作原理可知，只有 X 射线检测系统在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线检测系统在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。本项目 X 射线检测系统型号为 Nanome | x Neo 180X，装置额定管电压 180kV，额定管电流 0.88mA，功率为 20W，滤过条件为 0.1mmCu/0.5mmCu/0.5mmSn，本项目计算时滤过条件保守取 0.1mmCu，参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图 3，读取曲线后计算得 0.1mm 铜滤过条件下，输出量（ H_0 ）为 $13.3 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射

线。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/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远小于主射线能量和辐射剂量率。本项目 180kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV。

表9-1 X射线检测系统技术参数一览表

名称	X 射线检测系统
装置型号	Nanome x Neo 180X
最大管电压	180kV
最大管电流	0.88mA
额定功率	20W
主射线方向	由上向下
有用线束张角	170°
距靶点 1m 处的输出量	$13.3 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$
距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
90° 散射辐射最高能量相应 kV 值	150kV

2、非放射性污染源分析

本项目X射线检测系统在工作状态时，产生的X射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目X射线检测系统未设置机械排风装置，臭氧和氮氧化物可通过打开工件门排入CT室，CT室内设有排风装置，CT室通风情况良好，臭氧和氮氧化物通过CT室机械排风排入室外大气环境，臭氧常温下短时间可自行分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、项目工作场所布局合理性分析

本项目为新增 1 台 Nanome|x Neo 180X 型 X 射线检测系统项目，装置由检测室和操作台组成，设备操作台位于检测室北侧外部，与装置相连。X 射线检测系统主射线方向由上向下照射，操作台避开了 X 射线主射线方向。本项目布局能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“操作室应避开有用线束照射的方向”的要求。

本项目 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统位于办公楼 1 层 CT 室内，CT 室与周围环境使用实体边界进行分隔，本项目拟将 X 射线检测系统边界作为本项目的辐射防护控制区边界，曝光室内人员无法进入；将 CT 室内其他区域作为本项目的辐射防护监督区，在监督区入口处的醒目位置设立标示牌和“禁止停留”的警示标识，并设置电子门禁，工作期间禁止无关人员进入。X 射线检测系统控制区及监督区示意图见图 10-1。

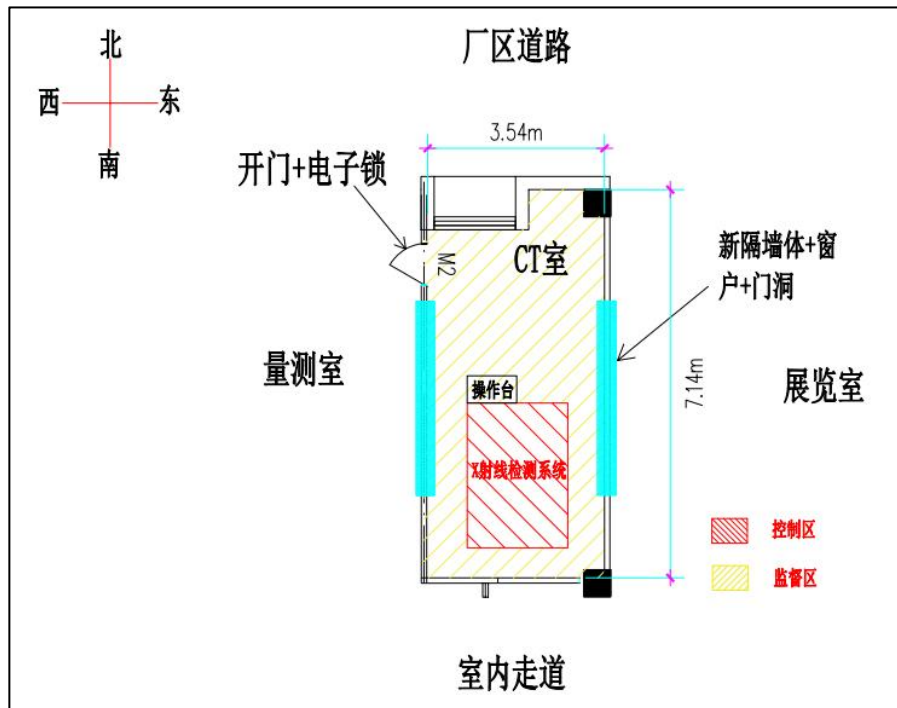


图 10-1 本项目 X 射线检测系统控制分区示意图

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》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

2、辐射防护屏蔽设计

本项目新增 1 台 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统，该装置由检测室和操作台组成。该装置检测室尺寸约为 1590mm（长）×2158mm（宽）×1964mm（高），检测室采用铅板对 X 射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧，该装置屏蔽参数见表 10-1。

表 10-1 本项目 X 射线检测系统曝光室屏蔽防护参数一览表

X 射线检测系统型号	曝光室屏蔽参数		检测装置尺寸参数	主射线方向
	位置	屏蔽体材料及厚度		
Nanome x Neo 180X	前面	12mm Pb	1590mm（长） ×2158mm（宽） ×1964mm（高）	主射线方向由上向下照射
	左侧	12mm Pb		
	右侧	12mm Pb		
	后侧	12mm Pb		
	顶部	12mm Pb		
	底部	12mm Pb		
	工件门	12mm Pb		
	左、右检修门	12mm Pb		
	电缆孔	12mm Pb		
	观察窗	15mm 铅当量铅玻璃		

3、辐射安全措施

本项目辐射工作人员在装置工作时无法进入 X 射线检测系统内部，拟设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

（1）本项目 X 射线检测系统采用铅板、铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护。

（2）本项目工作辐射工作人员在装置工作时无法进入检测装置内部（仅检修时可进入），本项目 X 射线检测系统设计有门机联锁装置，只有在门（包括工件门、检修门）关闭后才能进行出束，探伤作业。在探伤过程中，任一防护门被意外打开时，能立刻停止出束。

（3）本项目 X 射线检测系统左侧、右侧各设置 2 个，正面上方设 1 个显示“预备”和“照射”状态的指示灯，检测装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，“预备”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“预备”和“照射”信号意义的说明。

(4) 本项目 X 射线检测系统表面、CT 室门口设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5) 本项目 X 射线检测系统前侧操作面板设置钥匙开关，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) 本项目 X 射线检测系统在前侧操作面板安装 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(7) 本项目 X 射线检测系统在工作时人员无法进入 X 射线检测系统内部，故无需在装置内部设置监视装置和固定式场所辐射探测报警装置。

(8) 本项目 X 射线检测系统的工件门与屏蔽体的间隙微小（可忽略），并设置搭接，防止射线泄漏。

(9) 本项目 X 射线检测系统线缆穿线孔位置位于后侧，线缆覆盖 L 型铅防护罩，其材质为厚度 12mm 铅，线缆通过铅防护罩后进入电气控制柜。



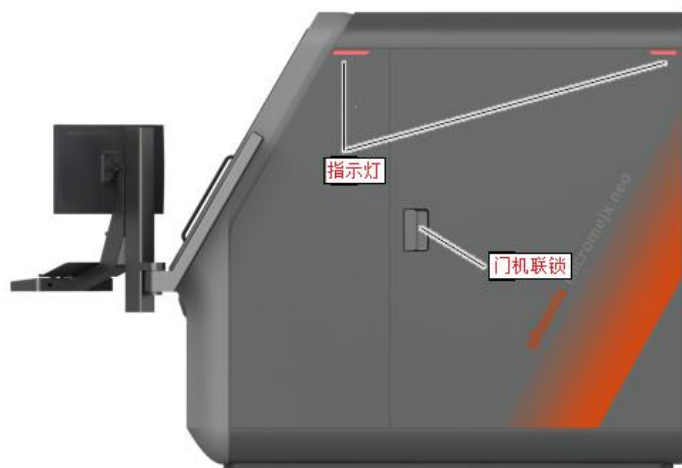


图 10-2 X 射线检测系统辐射安全和防护措施示意图

4、探伤操作的放射防护措施

(1) 正常使用时，辐射工作人员应检查装置防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效。

(2) X 射线检测系统正常进行检测时工作人员无需进入曝光室内部，X 射线检测系统需定期进行检修，检修时，关闭 X 射线出束装置，工作人员佩戴常规个人剂量计，携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪由前侧检修防护门进入设备内部进行检修。

(3) 定期测量检测装置周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员工位和公众居留处，测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 辐射工作人员交接班或当班使用便携式 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，则不应开始探伤工作。

(5) 在每一次照射前，辐射工作人员都应该检查安全装置，只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

5、探伤设施的退役要求

(1) 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。

(2) 清除本项目涉及的所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废处理

1、固体废物

本项目运行过程中无放射性固体废物产生。

2、液体废物

本项目运行过程中无放射性废液产生。

3、气体废物

本项目 X 射线检测系统在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），项目曝光室内无人员出入，装置本身不设排风系统，臭氧和氮氧化物可通过开启装置工件门排入车间，CT 室内设有排风装置，车间通风情况良好，臭氧和氮氧化物通过 CT 室机械排风排入室外大气环境，排风管道外口设在屋顶，避免朝向人员活动密集区，臭氧常温下短时间可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目由 X 射线检测系统和操作台组成，由专业供应商直接安装到指定区域进行组装，组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对周围环境影响很小，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

本项目 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统运行时，主射线朝底部照射，有用线束张角 170°，计算时保守将曝光室的四周、底部屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，其顶部按照非有用线束照射进行预测计算。

1、有用线束方向屏蔽效果预测

X 射线检测系统有用线束屏蔽预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

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，单位为毫安（mA）。

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

B：屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，管电压 200kV 时，TVL 为 1.4mm 铅，内插法计算得管电压 180kV 时，TVL 为 1.224mm 铅，然后按公式（2）计算得出。

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

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位。

TVL：半值层厚度，单位为毫米（mm）。

2、非有用线束方向屏蔽效果预测

X 射线检测系统非有用线束屏蔽预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

①泄漏辐射

漏射辐射屏蔽计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式：

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1。

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

B：屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，管电压 200kV 时，TVL 为 1.4mm 铅，内插法计算得管电压 180kV 时，TVL 为 1.224mm 铅，然后按公式（2）计算得出。

② 散射辐射

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

I：扫描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，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图 3。

F： R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B.4.2；

R_S ：散射体至关注点的距离，单位为（m）；

R_0 ：辐射源点（靶点）至散射体的距离，单位为（m）；

B：屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，然后按公式（2）计算得出。

3、参考点处剂量率理论计算结果

（1）有用线束、非有用线束屏蔽效果分析

本项目 X 射线检测系统有用线束方向关注点处的屏蔽防护计算结果见表 11-1。

表 11-1 有用线束方向关注点屏蔽效果预测表

关注点	厚度 (X)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 /$	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽体外底部关注点周	评价
-----	-----------	-----------	--	---	----------	--------------------------------	------------	----

			(mA·h)				围剂量当量 率参考控制 水平 (μSv/h)	
X 射线检测系统 底部	12mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	1.57×10^{-10}	1.05	1.26×10^{-5}	2.5	满足
X 射线检测系 统北侧 (前面)	12mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	1.57×10^{-10}	1.2	9.67×10^{-6}	2.5	满足
X 射线检测系 统西侧 (左侧)	12mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	1.57×10^{-10}	1.05	1.26×10^{-5}	2.5	满足
X 射线检测系 统南侧 (后面)	12mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	1.57×10^{-10}	1.2	9.67×10^{-6}	2.5	满足
X 射线检测系 统东侧 (右侧)	12mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	1.57×10^{-10}	1.05	1.26×10^{-5}	2.5	满足
X 射线检测系统 观察窗	15mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	5.56×10^{-13}	1.0	4.93×10^{-8}	2.5	满足
X 射线检测系统 电缆口	12mmPb	0.11	$13.3 \times 6 \times 10^4$	1.57×10^{-10}	1.2	9.67×10^{-6}	2.5	满足

注: ① $R_{\text{底部}} = 0.95\text{m}$ (X 射线管距屏蔽体底部距离) + 0.1m (底部表面距离地面) = 1.05m

② $R_{\text{前面、后面}} = 0.9\text{m}$ (X 射线管距屏蔽体正面、背面距离) + 0.3m (前面表面距关注点) = 1.2m

③ $R_{\text{左侧、右侧}} = 0.75\text{m}$ (X 射线管距屏蔽体左侧、右侧距离) + 0.3m (左侧表面距关注点) = 1.05m

④ $R_{\text{观察窗}} = 0.7\text{m}$ (X 射线管距屏蔽体铅玻璃窗距离) + 0.3m (右侧表面距关注点) = 1.0m

⑤项目在装置左后方开孔进行电缆走线, 电缆穿屏蔽体处屏蔽计算的距离取辐射源距后侧屏蔽体处关注点距离 1.2m

本项目 X 射线检测系统非有用线束方向关注点处的屏蔽防护计算结果见表 11-2。

表 11-2 非有用线束方向关注点屏蔽效果预测表

关注点		X 射线检测系统顶部
X 设计厚度		12mmPb
泄 漏 辐 射	B	1.57×10^{-10}
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	2.5×10^3
	R (m)	1.1
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	3.25×10^{-7}
散 射 辐 射	散射后能量对应的 kV 值	取 150kV
	B	3.16×10^{-13}
	I (mA)	0.11
	H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	$13.3 \times 6 \times 10^4$
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	取 1/60 (数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.4.2)
	Rs (m)	1.1
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	3.86×10^{-10}

泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)	3.25×10^{-7}
屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	2.5
评价	满足

注：① $R_{\text{顶部}}=0.8\text{m}$ （X 射线管距屏蔽体顶部距离）+ 0.3m （前面表面距关注点）= 1.1m ；

②本项目散射辐射屏蔽计算时散射体至关注点的距离(R_s)取值保守使用辐射源点(靶点)至关注点的距离(R)。

从表 11-1 及表 11-2 预测结果可以看出，当本项目 1 台 X 射线检测系统在管电压为 180kV，管电流为 0.111mA 的满功率运行时，装置屏蔽体表面 30cm 处的周围剂量当量率能够满足《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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的剂量限值要求。

当本项目 1 台 X 射线检测系统以最大管电流 0.88mA、额定功率 20W 运行时，此时管电压为 22.7kV，透射因子 B 将成指数衰减，衰减的倍数远大于管电流增大的倍数，故当 X 射线检测系统以最大管电流 0.88mA、额定功率 20W 的工况运行时，本项目 X 射线检测系统屏蔽室的屏蔽防护能力也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

4、保护目标剂量评价

（1）关注点处辐射剂量率

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置拟建址周围 50m 范围内其他人员。根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各关注点处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (5)$$

式中： H_1 —距射线源 R_1 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_2 —距射线源 R_2 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_1 —装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R_2 —监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

（2）年剂量估算

对辐射工作人员和公众的受照辐射年剂量均按下式计算：

$$H_C = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (6)$$

式中： H_C ：关注点的年剂量水平，mSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ ：关注点处剂量率，mSv/h；

t ：X 射线检测系统年照射时间，h/a；

U : X 射线检测系统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。

根据表 11-1 至 11-2 与公式 (5), 可以得出各参考点位处辐射剂量率水平, 再根据公式 (6), 可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量, 具体计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目 X 射线检测系统周围人员年受照有效剂量结果评价

关注点	人员	方位	关注点与装置表面最近距离 (R_2)	辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	使用因子 U	居留因子 T	周剂量估算值 ($\mu\text{Sv/周}$)	管理目标值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值 (mSv/年)	管理目标值 (mSv/年)	结论
CT 室	职业人员	北	1.45	6.62×10^{-6}	1	1	3.31×10^{-4}	100	1.66×10^{-5}	5	满足
展览室	公众	东	1.75	4.55×10^{-6}	1	0.5	1.14×10^{-4}	5	5.68×10^{-6}	0.1	满足
室内走道	公众	南	1.90	3.86×10^{-6}	1	0.5	9.64×10^{-5}	5	4.82×10^{-6}	0.1	满足
会议室五	公众	南	3.60	1.07×10^{-6}	1	0.5	2.69×10^{-5}	5	1.34×10^{-6}	0.1	满足
量测室	公众	西	1.85	4.07×10^{-6}	1	1	2.03×10^{-4}	5	1.02×10^{-5}	0.1	满足
厂区道路	公众	北	6.40	3.40×10^{-7}	1	0.125	2.12×10^{-6}	5	1.06×10^{-7}	0.1	满足
二层台干办公室	公众	楼上	1.85	1.15×10^{-7}	1	1	5.74×10^{-6}	5	2.87×10^{-7}	0.1	满足

从表 11-3 中预测结果可知, 本项目辐射工作人员及周围公众的年受照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) 剂量限值和本项目剂量约束值的要求 (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)。

事故影响分析

1、潜在事故分析

X 射线检测系统只有在开机出束时才产生 X 射线, 因此, 本项目事故多为开机误照射事故, 主要有:

(1) 门-机联锁装置失灵, 工件进口防护门、出口防护门、检修防护门未关闭就进行检测探伤作业或者检测探伤时工件进口防护门、出口防护门、检修防护门被意外

打开，致使 X 射线泄漏到曝光室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

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

（3）二人作业，配合失误照射。两人一起作业时，一人放置待测工件，而另外一人却仍误开机导致人员受到误照射。

2、辐射事故预防措施

（1）加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业，每次使用 X 射线检测系统前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性；

（2）定期检测装置周围的辐射水平，确保工作安全有效运转；

（3）公司拟制定辐射安全管理制度，同时，公司在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训；

（4）定期检查 X 射线检测系统及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

当发生误照射时，应该立即切断电源，确保 X 射线检测系统停止出束，并向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入。对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》，当发生或发现辐射事故时，公司将立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，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和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目开展产品检测的设备为 X 射线检测系统，属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》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员、辐射防护负责人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。

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。公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员和 1 名辐射安全与环境保护管理人员。本项目辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员均需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核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。

核技术利用辐射安全考核内容包括公共科目和专业科目两部分。公共科目包括《核技术利用辐射安全法律法规》、《电离辐射安全与防护基础》，专业科目辐射安全与环境保护管理工作人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，公司拟制定一系列辐射安全管理制度，包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、操作台钥匙保管和使用制度、

人员培训计划、监测方案等，可满足《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》的要求。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、X 射线检测系统的操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线检测系统操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

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

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线检测系统的运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：明确 X 射线检测系统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，确保射线装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

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

监测方案：制订辐射工作人员和工作场所及周围环境定期监测制度。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，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。对辐射工作人员定期组织个人剂量监测，建立个人剂量档案；发现个人剂量异常的，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。

台账管理制度：对 X 射线检测系统使用情况进行登记，标明使用日期、电压、电流等。

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。

先锋导电材料工业（苏州）有限公司拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、2 台个人

剂量报警仪。

2、监测方案

公司拟每年请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在开展无损检测作业时，公司定期对 X 射线检测系统周围的辐射水平进行监测，并做相关记录；本项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，每 3 个月送有资质部门进行个人剂量测量，并建立了个人剂量档案。公司拟定期安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立了职业健康档案。公司拟每年对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，核技术利用单位应针对本公司具体项目产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容包括：

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

先锋导电材料工业（苏州）有限公司应制定《辐射事故应急处理预案》，其内容包括辐射事故类型及处理措施，辐射事故处理实行部门负责、分级管理和报告、立案制度，辐射事故发生的联系方式。

先锋导电材料工业（苏州）有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事事故应急预案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

为保证公司生产产品质量，先锋导电材料工业（苏州）有限公司拟在办公楼 1 层 CT 室内新增 1 台 X 射线检测系统，用于对公司产品进行无损检测工作，拟购置的 X 射线检测设备型号为 Nanome | x Neo 180X，额定管电压 180kV，额定管电流 0.88mA，额定功率 20W，主射线向下照射，为Ⅱ类射线装置。

2、实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，先锋导电材料工业（苏州）有限公司在做好辐射防护的基础上，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，该项目符合《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。

3、选址、布局合理性评价

先锋导电材料工业（苏州）有限公司位于江苏省苏州吴中经济开发区南湖路 45 号。厂区东侧为东锋材料科技（苏州）有限公司，南侧为河道，西侧为恒玺众创空间写字楼，北侧为南湖路。

本项目选址于公司办公楼 1 层 CT 室，办公楼为 4 层建筑，1 层、2 层、3 层层高均为 4 米，4 层层高 4.5 米，厂房无地下室。办公楼四周为厂区道路，东侧为厂区道路，南侧依次为厂区道路、C 栋，西侧依次为厂区道路、B 栋，北侧为绿化草坪。

本项目拟对办公楼 1 层展览室进行隔断改建，将展览室西侧局部区域改建为 CT 室。改建后 CT 室东侧依次为展览室、前台大厅，南侧为室内走道、会议室，西侧为量测室，正上方为 2 层台干办公室，正下方无建筑。

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。

本项目新增 1 台 X 射线检测系统设计有检测室及操作台，操作台位于曝光室北侧外部，与装置相连。X 射线检测系统主射线方向朝向底部，操作台避开了 X 射线主射线方向。本项目 X 射线 CT 自动检查装置工作场所布局设计基本合理。

4、辐射防护措施评价

本项目 X 射线检测系统通过自带铅板的曝光室对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目拟配备的 X 射线检测系统以最大功率运行时其表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

本项目 Nanome | x Neo 180X 型 X 射线检测系统位于办公楼 1 层 CT 室内，CT 室与周围环境使用实体边界进行分隔，本项目拟将 X 射线检测系统边界作为本项目的辐射防护控制区边界，曝光室内人员无法进入；将 CT 室内其他区域作为本项目的辐射防护监督区，在监督区入口处的醒目位置设立标示牌和“禁止停留”的警示标识，并设置电子门禁，工作期间禁止无关人员进入。辐射防护分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射工作场所控制区和监督区的划分要求。

5、辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：X 射线检测系统采用铅板、铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护；X 射线检测系统工件门、检修门拟设置门机联锁装置 X 射线检测系统左侧、右侧、正面上方设显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与检测装置联锁；本项目 X 射线检测系统前侧操作面板安装一个紧急停机按钮；X 射线检测系统前侧操作面板拟设置钥匙开关；X 射线检测系统表面、CT 室门口均拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

公司拟为本项目配置有 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、2 台个人剂量报警仪用于对 X 射线检测系统工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

6、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（职业人员年受照剂量不超过 5mSv，公众年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

7、三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目 X 射线检测系统在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），装置本身不设排风系统，臭氧和氮氧化物可通过开启装置工件门排入车间，CT 室设机械排风装置，CT 室通风情况良好，臭氧和氮氧化物通过 CT 室机械排风排入大气环境，臭氧常温下短时间可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

8、辐射环境管理

- （1）委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- （2）公司配置辐射剂量监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行检测；
- （3）在项目运行前，公司委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均配带个人剂量计，定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案；
- （4）在项目运行前对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立职业健康监护档案。

公司需成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前制定相关的辐射安全管理制度；公司为本项目拟配备的辐射管理人员、辐射工作人员均需参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核，进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。

综上所述，先锋导电材料工业（苏州）有限公司新增 1 台 X 射线检测系统项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议与承诺

- （1）该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。
- （2）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。
- （3）定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

(4) 建议项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收，最长不超过 12 个月。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	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。	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	本项目 X 射线检测设备尺寸为 1590mm (长)×2158mm (宽)×1964mm (高)。四周、顶部、底部、两侧维修门、前侧滑动移门、电缆口屏蔽材料均采用 12mm 铅板,前侧观察窗采用 15mm 铅当量铅玻璃进行防护。	X 射线检测系统运行后,装置周围的剂量率满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。	7
	本项目拟落实的辐射安全措施包括: X 射线检测系统采用铅板、铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护; X 射线检测系统工件门、检修门拟设置门机联锁装置 X 射线检测系统左侧、右侧、正面上方设显示“预备”和“照射”状态的指示灯,并与检测装置联锁; 本项目 X 射线检测系统前侧操作面板安装一个紧急停机按钮; X 射线检测系统前侧操作面板拟设置钥匙开关; X 射线检测系统表面、CT 室门口均拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中关于探伤室辐射防护措施的相关要求。	
人员配备	公司辐射管理人员、辐射工作人员拟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
	辐射工作人员拟配备个人剂量计、定期(不少于 1 次/3 个月)送检,并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。	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
	公司辐射工作人员拟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。	1
监测仪器和防护用品	拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪和 2 台辐射剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	2

辐射安全管理 制度	制定的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急方案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。	/
----------------------	---	--	---

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见	
经办人签字	公章 年 月 日
审批意见：	
经办人签字	公章 年 月 日