

核技术利用建设项目

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司
新建 1 台工业 CT 装置项目
环境影响报告表
（公示版）

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司（盖章）

2026 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司
新建 1 台工业 CT 装置项目
环境影响报告表

建设单位名称：松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：常熟市海虞镇常昭路 101 号 14 号楼、15 号楼 1-4 层

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（重点是放射性废弃物）.....	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.....	12
表 9 项目工程分析与源项.....	17
表 10 辐射安全与防护.....	21
表 11 环境影响分析.....	25
表 12 辐射安全管理.....	34
表 13 结论与建议.....	37
表 14 审批.....	43
附图 1 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区地理位置图	
附图 2 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司与江苏省国家级生态保护红线区域位置关系图	
附图 3 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区平面布局图	
附图 4 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区 14 栋 1 层平面布局图	
附图 5 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区 14 栋 2 层平面布局图	
附图 6 本项目工业 CT 装置屏蔽设计图	
附件 1 项目委托书	
附件 2 射线装置使用承诺书	
附件 3 辐射防护屏蔽设计说明	
附件 4 辐射环境现状检测报告复印件	
附件 5 关于 Walvision FCT-3400 型工业 CT 装置参数说明	
附件 6 租赁协议	
附件 7 南京华视智能科技股份有限公司辐射安全许可证正副本复印件	
附件 8 授权委托书	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司新建 1 台工业 CT 装置项目			
建设单位		松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司			
法人代表姓名		联系人		联系电话	
注册地址		常熟市海虞镇常昭路 101 号 14 号楼、15 号楼 1-4 层			
项目建设地点		常熟市海虞镇常昭路 101 号 14 号楼 1 层测试实验室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		300	项目环保总投资（万元）	260	投资比例（环保投资/总投资） 86.7%
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	/			
	1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来 1.1 建设单位基本情况 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司成立于 2023 年 11 月，公司租赁氙水零壹科技发展（苏州）有限公司位于常熟市海虞镇常昭路 101 号 14 号楼（共 5 层）、15 号楼（共 13 层）1-4 层作为公司厂区（租赁协议见附件 6）。公司经营范围包含：电子元器件批发、机械设备销售、仪器仪表销售、汽车零配件批发、计算机软硬件及辅助设备批发、机械设备租赁等。 1.2 项目规模及任务由来				

根据生产、检测需要，松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟于厂区 14 号楼（共 5 层）1 层测试实验室西北角内新建 1 台工业 CT 装置，该工业 CT 装置型号为 Walvision FCT-3400（最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA），用于开展公司继电器、电容等产品的无损检测工作，主要检测工件尺寸最大约为 85mm×65mm×45mm。公司拟将工业 CT 装置工件门朝东摆放，主射线朝北侧照射，操作台位于装置东侧。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，其中 1 名兼职辐射防护负责人，拟采取一班制。本项目周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表 1-1：

表 1-1 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	Walvision FCT-3400 型工业 CT 装置	1	225	3	II 类	测试实验室	本次环评	未许可	最大功率 320W

根据《中华人民共和国生态环境法典》《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》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用 II 类射线装置应当编制生态环境影响报告表。受松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制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

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区位于常熟市海虞镇常昭路 101 号 MAXTech 新港产业园，地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为园区道路及 13 号楼，南侧为园区道路、10 号楼及 11 号楼，西侧为园区道路及新世纪快速路，北侧为园区道路及常昭路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 3。

公司拟在厂区 14 号楼 1 层测试实验室西北角新建 1 台工业 CT 装置，14 号楼为五层建筑。本项目工业 CT 装置拟建址东侧依次为测试实验室、研发车间、茶水间、过道、卫生间、楼梯间、电梯及园区道路，南侧依次为测试实验室、研发车间、楼梯间、电梯、门厅、储藏室、弱电间、休息室、会议室、过道、园区道路、10 号楼

（目前闲置）及 11 号楼（目前闲置），西侧依次为园区道路、连廊及 15 号楼（共 13 层，其中 1-4 层为松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司租用厂区，12 层为苏州润心商务股份有限公司，其余楼层目前均为闲置状态），北侧依次为园区道路及常昭路，楼上二层、三层、四层及五层均为预留场地（为松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司租用场所），楼下无建筑。本项目厂区 14 号楼 1 层平面布局图见附图 4，2 层平面布局图见附图 5。

本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及装置拟建址周围评价范围内的公众。

3 原有核技术应用情况

本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

4 实践正当性分析

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

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度种类	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	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	1	Walvision FCT-3400	225	3	无损检测	测试实验室	最大功率 320W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	/	/	少量	少量	/	不暂存	可通过顶部通风口排出曝光室，再依托测试实验室内通风系统排出车间；臭氧常温下 50min 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) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行 (2) 《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 日发布施行 (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日发布 (4) 《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 (5) 《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 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 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），2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正 (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 (8) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日 (9) 《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 (10) 《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 23 日 (11) 《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 21 日 (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 11 月 1 日起施行 (13) 《江苏省辐射污染防治条例》（2026 年修正版），2026 年 7 月 31 日江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议修正 (14) 《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
------	--

	(19)《江苏省自然资源厅关于常熟市生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函〔2024〕314号，2024年4月28日
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)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022) (4)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) (5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) (6)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) (7)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)(参照) (8)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及修改单
其他	与本项目相关附件： (1)项目委托书(附件1) (2)射线装置使用承诺书(附件2) (3)辐射防护屏蔽设计说明(附件3) (4)辐射环境现状检测报告复印件(附件4) (5)关于 Walvision FCT-3400 型工业 CT 装置参数说明(附件5) (6)租赁协议(附件6) (7)南京华视智能科技股份有限公司辐射安全许可证正副本复印件(附件7) (8)授权委托书(附件8)

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，且本项目装置为一体式设备，工业 CT 装置的屏蔽体边界即装置外壳边界，因此本项目评价范围为工业 CT 装置外壳边界。					
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。对照《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）、《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）、《江苏省自然资源厅关于常熟市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕314 号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。 对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用 X 射线进行无损检测，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合生态环境分区管控管理要求。 本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及装置拟建址周围评价范围内的公众。本项目工业 CT 装置周围保护目标一览表见表 7-1。					
表 7-1 本项目工业 CT 装置周围保护目标一览表					
环境保护目标名称		方位	最近距离	规模	环境保护要求
职业人员	辐射工作人员	东侧 (操作位)	紧邻	2 人	职业人员年剂量 约束值为 5mSv/a
公众	测试实验室、研发车间工作人员	东侧	紧邻	约 6 人	公众年剂量约束 值为 0.1mSv/a
	茶水间、过道、卫生间、 楼梯间、电梯工作人员		约 35 m	流动人群	
	园区道路行人		约 47 m	流动人群	

测试实验室、研发车间工作人员	南侧	紧邻	约 6 人
楼梯间、电梯、门厅、储藏室、弱电间、休息室、会议室、过道工作人员		约 9 m	流动人群
10 号楼（目前闲置）、11 号楼（目前闲置）工作人员		约 30 m	不定
园区道路、连廊行人	西侧	紧邻	流动人群
15 号楼（1-4 层）研发楼工作人员		约 18 m	约 20 人
15 号楼（5-11 层）研发楼（目前闲置）人员		约 23 m	不定
15 号楼（12 层）苏州润心商务股份有限公司工作人员		约 35 m	约 10 人
15 号楼（13 层）研发楼（目前闲置）人员		约 37m	不定
园区道路行人	北侧	紧邻	流动人群
常昭路行人		约 22 m	流动人群
预留场地工作人员	楼上二层至五层	约 6 m	不定

评价标准

1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	剂量限值
职业照射 剂量限值	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（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 4.3.4.1，除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

(1) 辐射工作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) 中职业人员年剂量限值的 1/4, 即职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a;

(2) 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%, 即公众年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于 100μSv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/h。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平:

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

(2) 本项目工业 CT 装置曝光室四周屏蔽体、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h; 由于本项目装置高度较低(装置高 2.033m), 故顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平保守取不大于 2.5μSv/h。

4 辐射环境质量现状监测评价参考值

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

表 7-3 江苏省环境天然γ辐射水平(单位: nGy/h)

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区位于常熟市海虞镇常昭路 101 号 MAXTech 新港产业园，地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为园区道路及 13 号楼，南侧为园区道路、10 号楼及 11 号楼，西侧为园区道路及新世纪快速路，北侧为园区道路及常昭路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 3。 公司拟在厂区 14 号楼 1 层测试实验室西北角新建 1 台工业 CT 装置，14 号楼为五层建筑。本项目工业 CT 装置拟建址东侧依次为测试实验室、研发车间、茶水间、过道、卫生间、楼梯间、电梯及园区道路，南侧依次为测试实验室、研发车间、楼梯间、电梯、门厅、储藏室、弱电间、休息室、会议室、过道、园区道路、10 号楼（目前闲置）及 11 号楼（目前闲置），西侧依次为园区道路、连廊及 15 号楼（共 13 层，其中 1-4 层为松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司租用厂区，12 层为苏州润心商务股份有限公司，其余楼层目前均为闲置状态），北侧依次为园区道路及常昭路，楼上二层、三层、四层及五层均为预留场地（为松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司租用场所），楼下无建筑。本项目厂区 14 号楼 1 层平面布局图见附图 4，2 层平面布局图见附图 5。 本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及装置拟建址周围评价范围内的公众。 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境现状见图 8-1。	
	
本项目拟建址东侧测试实验室现状	本项目拟建址南侧研发车间现状



图 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境现状

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业 CT 装置拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在工业 CT 装置拟建址周围布置监测点位，共计 9 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在工业 CT 装置拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2026 年 4 月 1 日

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

监测仪器：X、 γ 辐射空气比释动能率仪（型号：BG9512PG03 型，设备编号：J2825，
检定有效期：2025.8.13~2026.8.12，设备检定证书编号：2025H21-20-6055630001）

检测范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

环境条件：天气：阴、温度 17℃、湿度 66.1%RH

监测方法：《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 10s，并待计数稳定后
读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，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》（HJ61-2021）有关布点原则
进行布点。

监测过程质量保证：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并持有检测上岗
证，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定，监测报告
实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，
详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围 γ 辐射水平测量结果

测点 编号	测点位置描述	测量结果 (nGy/h)	标准偏差	备注
1	本项目工业 CT 装置拟建址处	73	1	楼房
2	本项目工业 CT 装置拟建址东侧	76	1	楼房
3	本项目工业 CT 装置拟建址南侧	72	1	楼房

4	本项目工业 CT 装置拟建址西侧	74	1	道路
5	本项目工业 CT 装置拟建址北侧	70	1	道路
6	本项目工业 CT 装置拟建址楼上二层	67	1	楼房
7	本项目工业 CT 装置拟建址南侧 10 号楼外道路	64	1	道路
8	本项目工业 CT 装置拟建址南侧 11 号楼外道路	64	1	道路
9	本项目工业 CT 装置拟建址西侧 15 号楼外道路	71	1	道路

注：测量结果已扣除仪器宇宙响应值，并进行了建筑物对宇宙射线的屏蔽修正；
建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子，楼房取 0.8，道路取 1。

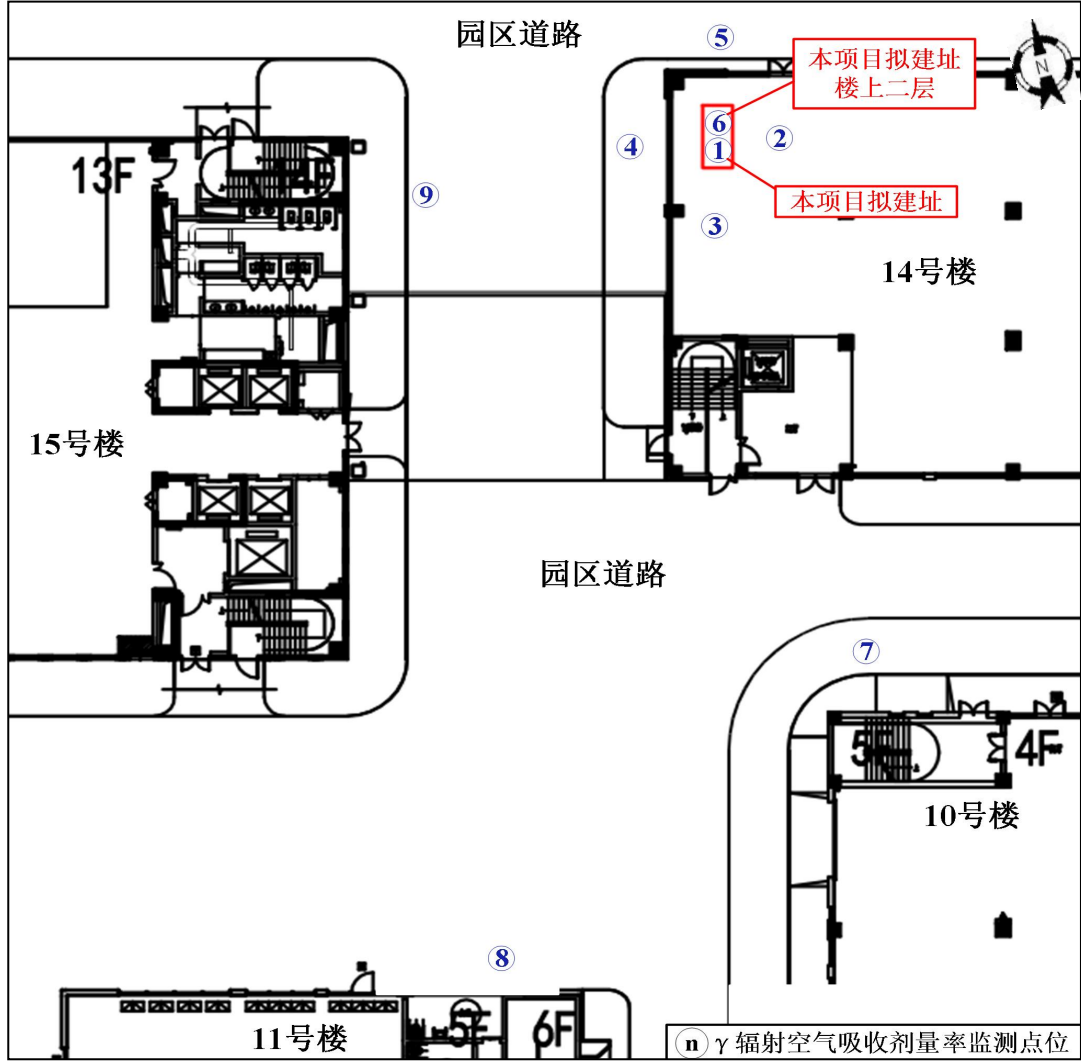


图 8-2 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

由表 8-1 的监测结果可知，本项目拟建辐射工作场所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（67~76）nGy/h，室外道路 γ 辐射水平为（64~74）nGy/h。根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，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，室外道路 γ 辐射水平为（18.1~102.3）nGy/h。可见，本项目拟建址及各监测点位 γ 辐射水平未见异常，处于辐射正常水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析 1 工程设备 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟在厂区 14 号楼（共 5 层）1 层测试实验室西北角新建 1 台工业 CT 装置，该工业 CT 装置型号为 Walvision FCT-3400（最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA），用于开展公司继电器、电容等产品的无损检测工作，主要检测工件尺寸最大约为 85mm×65mm×45mm。公司拟将工业 CT 装置工件门朝东摆放，主射线朝北侧照射，操作台位于装置东侧。正常摆放工件时人员无需进入曝光室内，装置进行检修时工作人员能够进入曝光室内。装置西侧设有维修门，人员可由此进入曝光室内进行维修工作；南侧电控柜门主要是由人员进入配套电控柜进行维修工作，曝光室不包含电控柜，并与电控柜互不相通。 本项目工业 CT 装置包含曝光室、工件门、维修门、操作台、工作状态指示灯、电控柜等，本项目工业 CT 装置外观示意图见图 9-1。 图 9-1 本项目工业 CT 装置外观示意图 本项目装置 X 射线管出束角为 30°，装置 X 射线管在竖直方向可上下移动，移动范围为 500mm，在水平方向上不可移动。X 射线管距离东侧装置外表面 667mm，距离南侧装置外表面最近为 1831.5mm，距离西侧装置外表面 833mm，距离北侧装置外表面最近为 1501.5mm，距离顶部装置外表面最近为 737.5mm，距离底部装
--

置外表面 795.5mm。本项目工业 CT 装置主射线范围及计算示意图见图 9-2。



图 9-2 本项目工业 CT 装置计算示意图

2 工业 CT 装置工作原理

2.1 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 9-3。

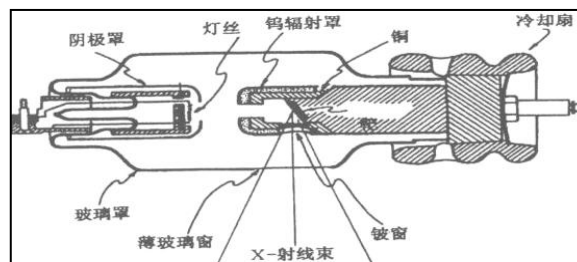


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

2.2 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。

3 工作流程及产污环节

检测时，1 名辐射工作人员打开工件门，将被测工件放置在载物台上，关闭工件门后，另外 1 名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缺损状况，其工作流程如下：

（1）开机前确认操作台与曝光室工件门、维修门的门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效，措施有效方可开始检测工作。

（2）打开工件门，辐射工作人员将被测工件放置在载物台上；摆放工件时人员无需进入曝光室内；

（3）关闭工件门，辐射工作人员首先在操作台处控制，将载物台及 X 射线管调整到合适位置，然后开启工业 CT 装置进行检测，检测过程中会产生 X 射线及少量 O_3 、 NO_x ；

（4）通过显像器对被检工件的缺损状况进行辨别，出具检验报告；

（5）关机，打开工件门，辐射工作人员取出检测工件；拿取工件时人员无需进入曝光室内。

本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节示意图见图 9-4。

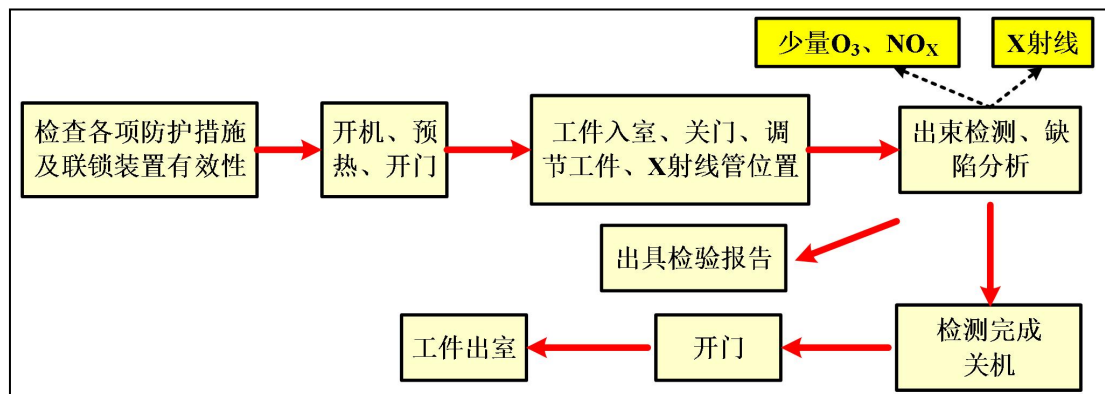


图 9-4 本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节分析示意图

4 工作人员配置及工作机制

公司拟配备 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，其中 1 名兼职辐射防护负责人，拟采取一班制。本项目工业 CT 装置周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业 CT 装置工作原理可知，只有 X 射线装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 CT 装置在开机检测期间，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。

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，225kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

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，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，225kV X 射线 90°散射辐射相应的 X 射线为 200kV。

本项目详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目工业 CT 装置参数一览表

设备型号	
最大管电压	
最大管电流	
最大功率	
出束角	
滤过条件	
阳极靶材料	
X 射线机的发射率常数	
泄漏辐射剂量率	
90°散射后能量	

2 非放射性污染源分析

工业 CT 装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。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对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟新建的 1 台工业 CT 装置包括曝光室和操作台，本项目主射线朝北侧照射，操作台位于曝光室东侧，避开了有用线束照射方向。本项目工业 CT 装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开主射线方向、操作室与曝光室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影），在曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将装置曝光室东侧 1.5m、南侧 2m、西侧 1.6m 及北侧 1.366m 范围区域（含操作台）作为本项目的辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影），在监督区边界拟设置实体围栏，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目工业 CT 装置平面布局及分区图见图 10-1，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

图10-1 本项目工业CT装置平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目工业 CT 装置曝光室屏蔽防护设计见表 10-1，屏蔽设计见附图 6。

表 10-1 本项目工业 CT 装置曝光室屏蔽设计参数一览表

规格尺寸	
屏蔽体	
工件门（东侧）	
维修门（西侧）	
电缆口（南侧）	
通风口（顶部）	
防护门门洞	

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障工业 CT 装置安全运行，松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设置相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

本项目工业 CT 装置采取的辐射安全装置和保护措施如下，示意图见图 10-2。

（1）装置工件门、维修门均拟设置门机联锁装置，只有当工件门及维修门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，工件门或维修门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。

（2）装置东侧拟设置工作状态指示灯，并与 X 射线管进行联锁。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附近做不必要的逗留。指示灯信号应持续足够长的时间，以确保工业 CT 装置周围人员安全离开，指示灯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。

(3) 装置表面明显位置处拟设置对指示灯信号意义的清晰说明。

(4) 装置表面明显位置、工件门及维修门处均设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5) 装置曝光室内、外东侧各拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，标明使用方法。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(6) 装置曝光室外东侧拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，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。

(7) 拟在装置曝光室内顶部设置 1 个视频监控，以便辐射工作人员能够在操作台处观察到曝光室内各个位置情况。

(8) 装置曝光室内东侧拟设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。

图 10-2 本项目工业 CT 装置辐射防护措施布置图

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对工业 CT 装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员拟定期测量工业 CT 装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值拟与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，拟终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 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，则不开展检测工作。

(4) 公司拟对工业 CT 装置进行定期维护，每年至少维护一次，设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

(5) 人员在进入曝光室进行维修时，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曝光室，同时防止其他人进入曝光室，并立即向辐射防护负责人报告。

3.3 探伤设备退役措施

当工业 CT 装置不再使用时，拟实施退役程序。

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

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目工业 CT 装置工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，拟配备排风扇对曝光室内进行换气，排风扇总有效通风量为 50m³/h，曝光室内净体积约为 4.7m³，每小时能对曝光室内进行约 10 次有效换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排出曝光室，再依托测试实验室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目工业 CT 装置是由曝光室和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在施工期环境影响。
运行阶段对环境的影响 辐射环境影响分析 本项目工业 CT 装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 320W。本次评价选取工业 CT 装置满功率运行时的工况（225kV、1.42mA）进行预测，本项目工业 CT 装置运行时主射线朝北照射，故计算时将曝光室北侧屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将曝光室东侧（含工件门）、南侧（含电缆口）、西侧（含维修门）、顶部（含通风口）及底部屏蔽体均按照非有用线束照射进行预测计算。 本项目装置 X 射线管出束角为 30°，装置 X 射线管在竖直方向可上下移动，移动范围为 500mm，在水平方向上不可移动。X 射线管距离东侧装置外表面 667mm，距离南侧装置外表面最近为 1831.5mm，距离西侧装置外表面 833mm，距离北侧装置外表面最近为 1501.5mm，距离顶部装置外表面最近为 737.5mm，距离底部装置外表面 795.5mm。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）中的计算公式。计算示意图 11-1。
图 11-1 本项目工业 CT 装置计算示意图 1 理论预测公式 1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

工业 X 射线探伤装置曝光室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：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值参考附件 5 X 射线管参数说明；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，得相应电压下铅的 TVL，再按公式（11-2）计算得出：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《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

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

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

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，得相应电压下铅的 TVL，再按公式（11-2）计算得出；

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

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

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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量，按公式（11-2）计算得出；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ，本项目 $F=\pi(R_0\times\tan(15^\circ))^2=0.011\text{m}^2$ ；

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之比。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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3，根据公式 $\alpha=\alpha_w\cdot 10000/400$ 得本项目 α 值为 4.75×10^{-2} ；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m，本项目 R_0 保守取出束口到检测工件的最小距离 0.218m。

1.3 参考点的年剂量水平估算公式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots\dots\dots (11-5)$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平，mSv/a；

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

t ：探伤装置年照射时间，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。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 有用线束方向屏蔽铅板屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	H_0 ^① $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ (mA·h)	B ^②	R ^③ (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
北侧屏蔽体							2.5	满足

表 11-2 非有用线束方向屏蔽铅板屏蔽效果预测表

关注点		东侧屏蔽体/ 工件门	南侧屏蔽体/ 电缆口	西侧屏蔽体/ 维修门	顶部屏蔽体/ 通风口	底部屏蔽体
设计厚度						
泄 漏 辐 射	TVL (mm)					
	$B^{\text{①}}$					
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$					
	$R^{\text{②}}$ (m)					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
散 射 辐 射	散射后能量对 应的 kV 值					
	TVL (mm)					
	$B^{\text{①}}$					
	I (mA)					
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)					
	F (m ²)					
	α					
	R_0 (m)					
	R_s (m)					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
泄漏辐射和散射辐射 的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)						
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足

从表 11-1、表 11-2 中预测结果可知，本项目工业 CT 装置满功率运行时，曝光室四周、顶部及底部屏蔽体外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.243\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 天空反散射影响分析

本项目工业 CT 装置满功率运行时，顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.012\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，经过距离衰减后可湮没在本底辐射中，因此对工业 CT 装置四周辐射剂量率的叠加影响可忽略不计。

2.3 通风口、电缆口、防护门缝隙处辐射防护评价

本项目工业 CT 装置顶部通风口、南侧电缆口处均拟设置 12mmPb+4mmFe 防护罩，由表 11-1、表 11-2 计算结果可知，本项目装置在满功率条件下运行时，通风口外 30cm 处辐射剂量率为 $0.012\mu\text{Sv/h}$ ，电缆口外 30cm 处辐射剂量率为 $0.003\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 X 射线经过防护罩后至少会经过 3 次散射到达通风口、电缆口处，X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外，根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断通风口处、电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口散射示意图如图 11-2、图 11-3。

图 11-2 本项目通风口防护罩结构散射示意图

图 11-3 本项目电缆口防护罩结构散射示意图

本项目工业 CT 装置工件门门洞 0.998m 宽×1.684m 高；工件门采用电动平移双开门，单扇门 0.549m 宽×1.774m 高；双开门搭接处采取互相咬合式拼接，双开门接缝搭接 90mm；工件门左右各搭接 50mm，上下各搭接 30mm；维修门门洞 2.076m 宽×1.420m 高；维修门采用手动双开门，单扇门 1.068m 宽×1.724m 高；双开门搭接处采取互相咬合式拼接，双开门接缝搭接 90mm；维修门左右各搭接 30mm，上下各搭接 20mm；工件门、维修门与屏蔽体之间的缝隙宽度均为 2mm，工件门与墙体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍。射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断工件门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

2.4 年有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为工业 CT 装置曝光室 50m 范围内的其他人员。根据表 11-1 及表 11-2 估算结果代入公式（11-5），分别选取各参考点处最大辐射剂量率进行周剂量估算及年剂量估算。

表 11-3 本项目工业 CT 装置周围人员周受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周工作 时间 (h)	周剂量估算 值($\mu\text{Sv/周}$)	剂量约束值 ($\mu\text{Sv/周}$)	评价
1	装置东侧						100 (职业人员)	满足
2	监督区东侧						5 (公众)	满足
3	监督区南侧							满足

4	监督区西侧						满足
5	监督区北侧						满足
6	监督区楼上 二层						满足

从表 11-3 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 $0.140\mu\text{Sv}$ ，周围公众成员周有效剂量最大为 $0.608\mu\text{Sv}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求。

表 11-4 本项目工业 CT 装置周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	年剂量估算 值(mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
1	装置东侧						5 (职业人员)	满足
2	监督区东侧						0.1 (公众)	满足
3	监督区南侧							满足
4	监督区西侧							满足
5	监督区北侧							满足
6	监督区楼上 二层							满足

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.007mSv ，周围公众年有效剂量最大为 0.030mSv ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目年剂量约束值的要求：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 。

3 三废治理评价

本项目工业 CT 装置工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，拟配备排风扇对曝光室内进行换气，每小时能对曝光室内进行约 10 次有效换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排出曝光室，再依托测试实验室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目工业 CT 装置只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此 X 射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）由于安全联锁装置失灵，导致工件门或维修门未完全关闭时开机工作，人员误入或误留受到误照射；在检测过程中，工件门或维修门被意外打开，导致人员受到误照射。

（2）机器调试、检修时误照射。工业 CT 装置在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

（3）由于工件碰撞造成工业 CT 装置工件门破损，导致工件门外产生漏射线。

2 辐射事故预防措施

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程操作，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度；加强职工辐射防护知识培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

（1）公司内部应加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

（2）应严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次在开启工业 CT 装置前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障情况下开机检测。

（3）辐射工作人员工作时应佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 辐射事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，可将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的工业 CT 装置属于Ⅱ类射线装置，根据《关

于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在事故发生后：

（1）辐射工作人员应第一时间切断射线装置的电压，停止射线装置出束，然后启动应急预案；

（2）辐射工作人员应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）应对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当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，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 本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为工业 CT 装置，该设备属于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》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。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，通过考核后方可上岗。 松下电器机电（中国）有限公司常熟分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。公司拟配备 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，其中 1 名兼职辐射防护负责人。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人还应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。
辐射安全管理规章制度 本项目为新建项目，松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟按照《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》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括探伤操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议： 探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求，明确工业 CT 装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业 CT 装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。 岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。 辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是工业 CT 装置的运行和维修时辐射安全管理。明确维修保养人员进入工业 CT 装置内部进行维修时的安全防护和紧急停机的管理措施及制度。 设备检修维护制度：明确工业 CT 装置及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，确保工业 CT 装置设备保持良好工作状态；交接班或当班使用剂量报警仪、便携式辐射巡测仪前，拟检查是否能正常工作，确保剂量报警仪、便携式辐射巡测仪等仪器具有有效性。

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：制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告后及时报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并按规定及时向属地生态环境部门报告。

台账管理制度：对工业 CT 装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对工业 CT 装置使用进行严格管理。

事故应急预案：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》的要求，必须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。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

辐射监测

公司使用的工业 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》，本项目应至少配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作；还应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪，以满足射线装置日常运行时的需要，对工业 CT 装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率巡检仪及 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

公司拟每年委托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；拟定期对工业 CT 装置周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每 3 个月/次）送有资质的部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）

安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司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。

本项目辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
工业 CT 装置	周围剂量当量率	验收监测，委托有资质的单位进行	1 次	①四周及底部屏蔽体外 30cm 处； ②防护门外 30cm 处及门缝隙处；
		工作场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	③操作位处； ④通风口、电缆口外；
		定期自行开展辐射监测	每 3 个月/次	⑤监督区周围保护目标处。
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每 3 个月/次	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟针对可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织和培训，应急装备、资金、物资的准备；
- （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。

松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司拟依据《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》的要求制定辐射事故应急预案，明确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措施。公司拟组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

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

表 13 结论与建议

结论 1 辐射安全与防护分析结论 1.1 项目位置 松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司厂区位于常熟市海虞镇常昭路 101 号 MAXTech 新港产业园，公司厂区东侧为园区道路及 13 号楼，南侧为园区道路、10 号楼及 11 号楼，西侧为园区道路及新世纪快速路，北侧为园区道路及常昭路。 公司拟在厂区 14 号楼 1 层测试实验室西北角新建 1 台工业 CT 装置，14 号楼为五层建筑。本项目工业 CT 装置拟建址东侧依次为测试实验室、研发车间、茶水间、过道、卫生间、楼梯间、电梯及园区道路，南侧依次为测试实验室、研发车间、楼梯间、电梯、门厅、储藏室、弱电间、休息室、会议室、过道、园区道路、10 号楼（目前闲置）及 11 号楼（目前闲置），西侧依次为园区道路、连廊及 15 号楼（共 13 层，其中 1-4 层为松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司租用厂区，12 层为苏州润心商务股份有限公司，其余楼层目前均为闲置状态），北侧依次为园区道路及常昭路，楼上二层、三层、四层及五层均为预留场地（为松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司租用场所），楼下无建筑。 本项目工业 CT 装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及装置拟建址周围评价范围内的公众。 1.2 实践正当性评价 本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。 1.3 项目分区及布局 本项目拟将装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区，在曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将装置曝光室东侧 1.5m、南侧 2m、西侧 1.6m 及北侧 1.366m 范围区域（含操作台）作为本项目的辐射防护监督区，在监督区边界拟设置实体围栏，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警

告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

本项目工业 CT 装置工件门、维修门均拟设置门机联锁装置；装置东侧拟设置工作状态指示灯并与 X 射线管进行联锁；装置表面明显位置处拟设置对指示灯信号意义的清晰说明；装置表面明显位置、工件门及维修门处均设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；装置曝光室内、外东侧各拟设置 1 个急停按钮；装置曝光室外东侧拟设置钥匙开关，钥匙唯一；拟在装置曝光室内顶部设置 1 个视频监控；装置曝光室内东侧拟设置固定式辐射探测报警装置。

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。

1.5 辐射安全管理

松下电器机电（中国）有限公司常熟分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。公司拟配备 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，其中 1 名兼职辐射防护负责人。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人还应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。公司拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率巡检仪及 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

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

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，公司拟配备的工业 CT 装置满功率运行时检测铅房各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众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有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束限值要求：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。

2.3 三废处理处置

本项目工业 CT 装置工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，拟配备排风扇对曝光室内进行换气，每小时能对曝光室内进行约 10 次有效换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排出曝光室，再依托测试实验室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，松下电器机电（中国）有限公司常熟分公司新建 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，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具备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，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1) 项目建成投入运行前应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事探伤工作。

2) 本项目运行后，建设单位应严格执行操作规程和辐射防护程序，并实施系统性的工作人员培训与考核制度。通过落实这些风险管控措施，切实预防意外事故的发生；并确保一旦发生辐射事故，能有效减轻其对职业人员和公众的辐射后

果。同时，在正常运行期间，应持续优化管理，将项目对环境的辐射影响控制在可合理达到的尽量低水平。

3) 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。

4) 公司应按照《建设项目环境保护管理条例》规定及时进行竣工环保验收。

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	公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全和防护措施		工业CT装置周围的辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/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。	258
	本项目工业CT装置工件门、维修门均拟设置门机连锁装置；装置东侧拟设置工作状态指示灯并与X射线管进行连锁；装置表面明显位置处拟设置对指示灯信号意义的清晰说明；装置表面明显位置、工件门及维修门处均设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；装置曝光室内、外东侧各拟设置1个急停按钮；装置曝光室外东侧拟设置钥匙开关，钥匙唯一；拟在装置曝光室内顶部设置1个视频监控；装置曝光室内东侧拟设置固定式辐射探测报警装置。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。	
人员配备	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。公司拟配备2名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，其中1名兼职辐射防护负责人。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X射线探伤”类、辐射防护负责人还应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入

	公司拟委托有资质的单位对 2 名辐射工作人员开展个人剂量监测（每 3 个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。 公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）组织 2 名辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案		
监测仪器和防护用品	拟配置 1 台便携式 X-γ 剂量率仪 拟配置 2 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求。	2
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度。	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》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	/

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	公 章 年 月 日

审批意见	
经办人	公 章 年 月 日