

核技术利用建设项目
大金空调（苏州）有限公司
新增 1 台工业用 CT 装置项目
环境影响报告表

大金空调（苏州）有限公司

2023 年 7 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
大金空调（苏州）有限公司
新增 1 台工业用 CT 装置项目
环境影响报告表

建设单位名称：大金空调（苏州）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：苏州工业园区中新大道东 578 号

邮政编码：215000

联系人：张亚萍

电子邮箱：zhang.yaping@daikin.net.cn 联系电话：0512-67629998

表 1 项目基本情况

建设项目名称		大金空调（苏州）有限公司新增 1 台工业用 CT 装置项目			
建设单位		大金空调（苏州）有限公司			
法人代表	泉茂伸	联系人	张亚萍	联系电话	13913105929
注册地址		苏州工业园区中新大道东 578 号			
项目建设地点		苏州工业园区中新大道东 578 号			
立项审批部门	苏州工业园区行政审批局	批准文号		苏园行审技备（2023）88 号	
建设项目总投资（万元）	450	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资）	4.4%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	28
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
<p>项目概况</p> <p>1.1 建设单位概况</p> <p>大金空调（苏州）有限公司成立于 2006 年 11 月 08 日，注册资本 120000 万元，位于苏州工业园区中新大道东 578 号，总占地面积为 123668.47m²，经营范围：开发、生产家用空调室外机、家用空调室内机、立式空调室内机、制冷剂、采暖机、空气净化机，销售自产产品并提供相关技术和销售服务；从事本公司生产产品的同类商品及零部件的批发、进出口、佣金代理（拍卖除外）及相关业务。</p> <p>1.2 项目概况</p> <p>大金空调（苏州）有限公司主要从事家用空调室外机、家用空调室内机、立式空调室内机、制冷剂、采暖机、空气净化机生产，根据生产需要，企业拟在厂房一楼车间内 X 射线检测室新增 1 台工业用 CT 装置，用于对企业生产的空调铜管、铝管焊接状态进行无损分析，来</p>					

确保产品品质，节约成本。该设备不对外提供服务。公司计划为本项目配备 2 名辐射工作人员。本项目工业 CT 年曝光时间为 24h/周，一年工作约 50 周，共 1200h/a，本项目 CT 主要进行断层扫描确定焊接状态。企业共占地面积：123668.47m²（本项目依托原有，不新增，在购入品检验室中隔出 X 射线检测室面积 28m²），本项目位于一层，1F 到 3F 高度 10m（无 2F），3F 到楼顶 10.4m。本次拟购入的工业用 CT 装置为自屏蔽体，因此检测室不具有屏蔽装置。

本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。本项目工业用 CT 装置采用自屏蔽箱防护，属于 II 类射线装置。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号），大金空调（苏州）有限公司所用工业用 CT 装置（XSeeker 8000 型）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》（环境保护部令第 47 号）和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号），使用 II 类射线装置的项目应当编制环境影响报告表。因此，大金空调（苏州）有限公司对其新增 1 台工业用 CT 装置项目委托苏州市宏宇环境科技股份有限公司进行环境影响评价。

大金空调（苏州）有限公司辐射设备情况具体见表 1-1。

表 1-1 本项目辐射设备情况一览表

序号	装置名称	类别	设备型号	设备数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	备注
1	台式 X 射线 CT 系统	II 类	XSeeker 8000 型	1 台	160	1.2	工业用 CT 装置

1.3 项目选址及周边保护目标情况

大金空调（苏州）有限公司位于苏州工业园区中新大道东 578 号，用地性质为工业用地，厂区东侧隔河道为大阪希琳阁印刷苏州有限公司，南侧隔中新大道为牧东光电科技有限公司、新宏博通讯科技有限公司等企业，西侧为爱美克空气过滤器（苏州）有限公司、麦克维尔空调制冷苏州有限公司等企业，北侧为哈曼汽车电子系统（苏州）有限公司。项目地周围 50 米范围内没有学校、医院、居民点等环境敏感目标。厂址地理位置见附图 1，厂址周边关系见附图 2。

本项目 X 射线检测室位于厂房一楼车间中部品质检测室内部，为独立房间。X 射线检测室所在厂房为一层建筑，无地下室，X 射线检测室顶二楼（三楼）为仓库。X 射线检测室东侧为品管实验室，北侧为厂区道路，隔路为树脂生产职场，西侧为空压机房，南侧为生产车间。X 射线检测室东侧相邻购入品检验室、品管实验室 16m；西距空压机房约 13m；北距树

脂生产职场 20m；南距热交生产职场 15m。公司厂区平面布置图见附图 3-1。

本项目 X 射线检测室内放置 1 台 X 射线 CT 系统以及操作台，X 射线 CT 系统以及操作台位于 X 射线检测室南侧。X 射线检测室平面布置见附图 3-2。

本项目 X 射线检测室（X 射线 CT 系统使用场所）周边情况具体见表 1-2 及图 1-1 和图 1-2。

表 1-2 本项目辐射设备使用场所周边情况一览表

序号	场所名称	位置	场所东侧	场所南侧	场所西侧	场所北侧	场所上方	场所下方
1	X 射线检测室	一层	购入品检验室、品管实验室	热交生产职场	空压机房	厂内道路、树脂生产职场	物料仓库	土层



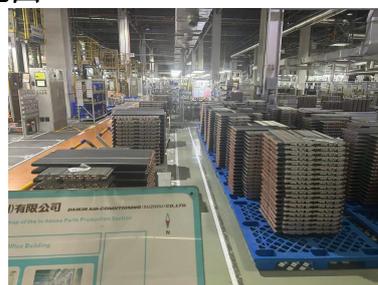
图 1-1 本项目 X 射线检测室周边状况图



X 射线检测室西侧（空压机房）



X 射线检测室东侧（购入品检验室）



X 射线检测室南侧（生产车间）



X 射线检测室北侧（厂区道路）



X 射线检测室上方（物料仓库）



X 射线检测室

图 1-2 X 射线检测室周围环境图

本项目保护目标为 X 射线 CT 系统及周边 50m 范围内的人员，主要为操作工业用 CT 装置的职业工作人员，周边 50m 范围内的其他工作人员及周边偶尔停留的公众人员。

1.4 核技术利用项目许可情况

本次环评涉及的 1 台工业用 CT 装置为新增 II 类射线装置，大金空调（苏州）有限公司此前并未从事其他核技术利用活动。

1.5“三线一单”相符性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号）要求，切实加强环境影响评价管理，落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”约束，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。

（1）生态保护红线

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 4。

（2）环境质量底线

根据本评价对拟建项目的工程分析内容和环境影响预测结果可知，项目生产过程中仅向大气排放少量可以自然分解的臭氧及氮氧化物，不产生其他废弃物，因此不会降低现有环境质量。

（3）资源利用上线

本项目电能消耗依托市政供电设施，本项目能耗已在区域规划中统筹考虑，不会超过资源利用上线。

(4) 生态环境准入清单

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>的决定》（2021 年第 49 号令），本项目为“工业 CT 无损检测设备”，属于国家和江苏省“指导目录”中的“第一类 鼓励类”项目，因此符合生态环境准入清单要求。

综上所述，本项目建设满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，且在环境准入清单中，符合“三线一单”环保要求。

1.6 产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>的决定》（2021 年第 49 号令），本项目为“工业 CT 无损检测设备”，属于国家和江苏省“指导目录”中的“第一类 鼓励类”项目，符合当前国家和江苏省的产业政策。

1.7 实践正当性

为了满足对公司生产的空调进行无损检测的需要，大金空调（苏州）有限公司拟进行“新增 1 台工业用 CT 装置项目”的建设，在其厂区内新增 1 台 X 射线 CT 系统对产品进行无损检测。该项目建成后，有利于提升公司产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。在落实本次环评辐射防护和辐射安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.8 原有核技术应用项目辐射安全许可情况

大金空调（苏州）有限公司未申领过辐射安全许可证，大金空调（苏州）有限公司辐射项目本次为新建。

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》（GB18871-2002）。

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	X 射线台式 CT 系统	II类	1 台	XSeeker 8000 型	160	1.2	工业探伤	X 射线检测室	定向
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	少量	/	X 射线检测室内空气通过新风系统换气, 废气最后排放到车间外
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修正版），主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(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</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(8) 《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，2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(10) 《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</p> <p>(11) 《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</p> <p>(12) 《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 11 月 1 日起施行</p> <p>(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</p> <p>(14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p>
------	--

	<p>(15) 《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；</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》及《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》2021年第49号令；</p> <p>(17)《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日发布；</p> <p>(18) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日发布；</p> <p>(19) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日发布；</p> <p>(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号文；</p> <p>(21) 《苏州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》，苏环办字〔2020〕313号，2020年12月31日。</p>
技术标准	<p>(1) 《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）；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(8) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(9) 《核辐射环境质量评价的一般规定》（GB 11215-1989）；</p> <p>(10) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）。</p>

其他	<ul style="list-style-type: none">(1) 项目委托书（附件 1）；(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）；(3) 辐射屏蔽防护设计说明（附件 3）(4) 大金空调（苏州）有限公司营业执照及备案（附件 4）(5) 大金空调（苏州）有限公司法人证件（附件 5）(6) 岛津企业管理（中国）有限公司辐射安全许可证（附件 6）(7) 射线装置使用说明书及操作流程等（附件 7）(8) 本项目 X 射线检测室辐射环境现状检测报告及检测资质（附件 8）。(9) 企业现有项目环评批复及验收意见（附件 9）
----	---

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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。确定本项目评价范围为 X 射线 CT 系统的屏蔽体为中心（X 射线 CT 系统为自屏蔽结构），半径 50m 的区域，包括 X 射线检测室；东侧购入品检验室、品管实验室；西侧空压机房；北侧厂区道路和树脂生产职场；南侧热交生产职场，X 射线检测室上方物料仓库。评价范围见图 7-1。

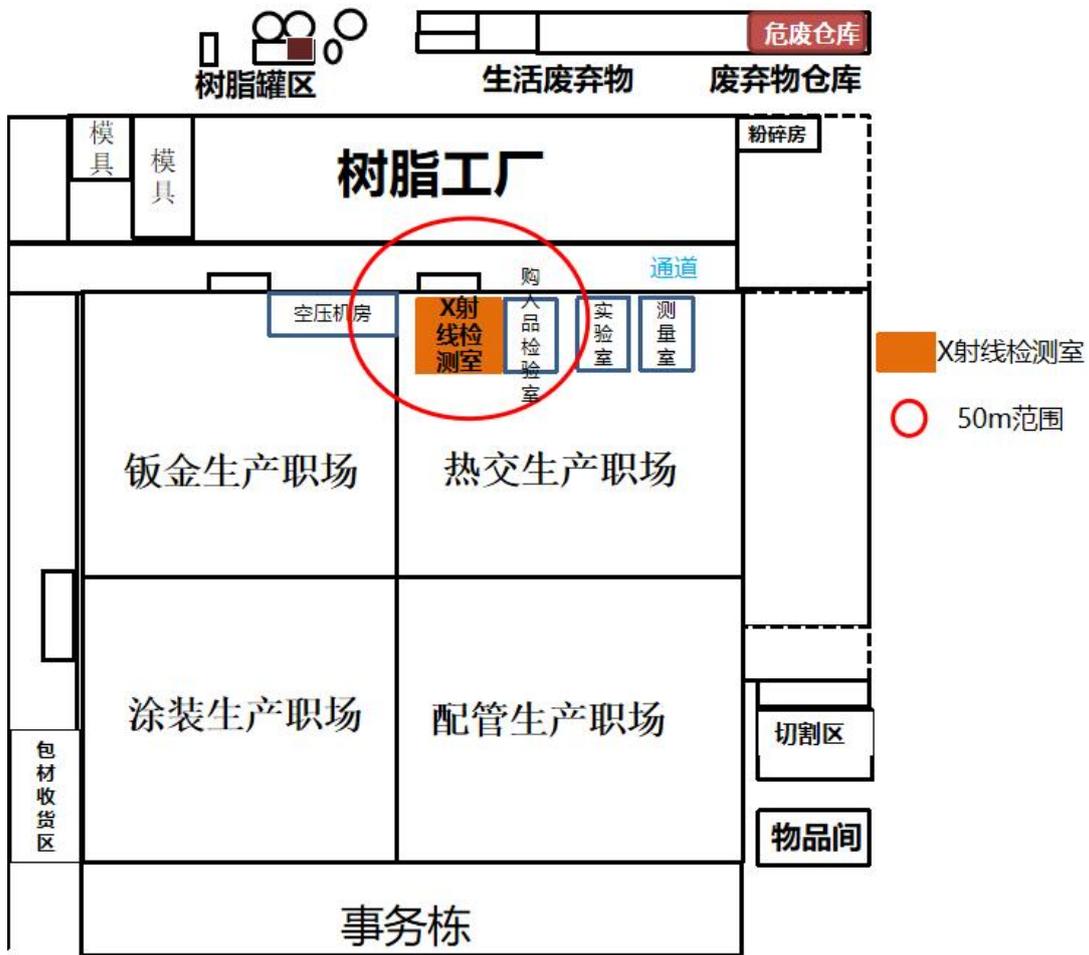


图 7-1 本项目评价范围示意图

保护目标

根据附图 2，本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，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，也不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜區、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、公司内其他工作人员。

表 7-1 本项目工业用 X 射线装置保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	距离 X 射线检测室	人员数量 (个)	人员性质	
1	工业用 CT 装置	辐射工作人员	X 射线检测室	/	/	2	职业人员
2		公众	购入品检验室	东侧	相邻	10	公众
3			品管实验室	东侧	16m	3	公众
4			热交生产职场	南侧	15m	15	公众
5			空压机房	西侧	13m	0-2	公众
6			厂区道路	北侧	0m	0-300	公众
7			树脂生产职场	北侧	20m	40	公众
8			物料仓库	上方	10m	0-300	公众

评价标准

(1) 《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	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。
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。

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

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合下表的要求。

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 (kV)	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)
<150	<1
150-200	<2.5
>200	<5

6 固定式探伤的放射防护要求

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/T250。

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 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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，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，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室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，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 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。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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。

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $H_{c,d}$ ）：

①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： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

②相应的 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 为 $100 / (38 \times 1 \times 1) = 2.63 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ： $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述 a) 中 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

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

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度 (TVL) 或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度 (HVL)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应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) 江苏省天然贯穿辐射水平

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)，江苏省环境监测站，江苏省天然贯穿辐射水平见下表：

表 7-4 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致(空气吸收)剂量率(单位: nGy/h)

	室外剂量率	室内剂量率
均值	79.5	115.1
标准差 (s)	7.0	16.3
(均值 \pm 3s) *	58.5~100.5	66.2~164.0

*: 结果含宇宙射线电离成分所致(空气吸收)剂量率

本报告取江苏省天然贯穿辐射水平调查结果中的“均值 ± 3 倍标准差”作为评价参考范围，即室外贯穿辐射水平参考范围取 (79.5 ± 21.0) nGy/h，室内贯穿辐射水平参考范围取 (115.1 ± 48.9) nGy/h。

(5) 项目管理目标

1) 人员受照剂量管理目标（剂量约束值）

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。

周剂量控制水平，职业人员不大于 100 μ Sv/周，公众不大于 2 μ Sv/周进行管理。

2) 环境剂量率控制限值

射线装置屏蔽体四周、顶部及防护门外 30cm 处及底部，最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

大金空调（苏州）有限公司位于苏州工业园区中新大道东 578 号，厂区东侧隔河道为大阪希琳阁印刷苏州有限公司，南侧隔中新大道为牧东光电科技有限公司、新宏博通讯科技有限公司等企业，西侧为爱美克空气过滤器（苏州）有限公司、麦克维尔空调制冷苏州有限公司等企业，北侧为哈曼汽车电子系统（苏州）有限公司。

本项目拟建 X 射线检测室位于主工厂一层中部，主工厂厂房为二层/三层建筑，本项目位于一层，上方为三层。X 射线检测室东侧为购入品检验室、品管实验室，北侧为厂区道路，隔路为树脂生产职场，西侧为物料堆存区和空压机房，南侧为生产车间。X 射线检测室东距品管实验室 16m；西距空压机房约 13m；北距树脂生产职场 20m；南距热交生产职场 15m。

本项目拟建 X 射线检测室周围环境照片见图 8-1。



图 8-1 X 射线检测室周围环境图

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

监测范围：本项目拟建 X 射线检测室周围辐射环境。

监测因子：本项目拟建 X 射线检测室周围贯穿辐射剂量率。

监测点位：在拟建 X 射线检测室四周布置监测点位，分别位于 X 射线检测室东、

南、西、北侧、X射线检测室中心、楼上，共计11个监测点位。检测布点图见附图。

表 8-1 本项目监测点位一览表

编号	点位名称
1	拟建 X 射线检测室
2	X 射线检测室东侧
3	X 射线检测室南侧
4	X 射线检测室西侧
5	X 射线检测室北侧
6	热交生产职场
7	钣金生产职场
8	实验室
9	空压机房
10	树脂工厂
11	X 射线检测室上方物料仓库

3.监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在 X 射线检测室周围布设监测点位，测量工业 X 射线探伤装置拟放置位置周围贯穿辐射剂量率。

质量保证措施：委托通过计量认证及获得相关监测资质的检测单位开展相关工作；监测单位所用监测仪器在检定有效期内，相关监测人员持证上岗；在相关技术规范的指导下，开展相关工作。检测人员检测前检查仪器正常，出具报告进行二级审核。

4.监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏卓然辐射检测技术有限公司，已通过 CMA 计量认证，证书编号：181012050430，具备相应的检测资质和检测能力

监测仪器：多功能辐射探测仪 FH40G+FHZ672E-10，仪器测量范围：
1nSv/h~100 μ Sv/h

仪器能量响应范围：48keV~6MeV 校准有效期：2021.02.08—2022.02.07

监测日期：2023 年 5 月 4 日，环境条件：晴；温度：27 $^{\circ}$ C；湿度：62%RH

评价方法：参考表 7-4 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目拟建 X 射线检测室周围辐射剂量率监测结果见表 8-2（报告见附件 10）

表 8-2 拟建 X 射线检测室及周边辐射环境质量现状检测结果

序号	监测点位	X-γ辐射剂量率 (nGy/h)
1	拟建 X 射线检测室	105
2	X 射线检测室东侧	104
3	X 射线检测室南侧	105
4	X 射线检测室西侧	104
5	X 射线检测室北侧	103
6	热交生产职场	105
7	钣金生产职场	107
8	实验室	103
9	空压机房	104
10	树脂工厂	104
11	X 射线检测室上方物料仓库	108

注：测量结果已扣除宇宙射线响应值。

根据表 8-2 的监测结果可知，大金空调（苏州）有限公司新增工业用 CT 装置拟放置位置拟放置位置及周围辐射环境γ辐射剂量率在（103~108）nGy/h 范围，则所有点位均处于江苏省天然贯穿辐射本底水平的正常范围（室内（115.1±48.9）nGy/h）内。

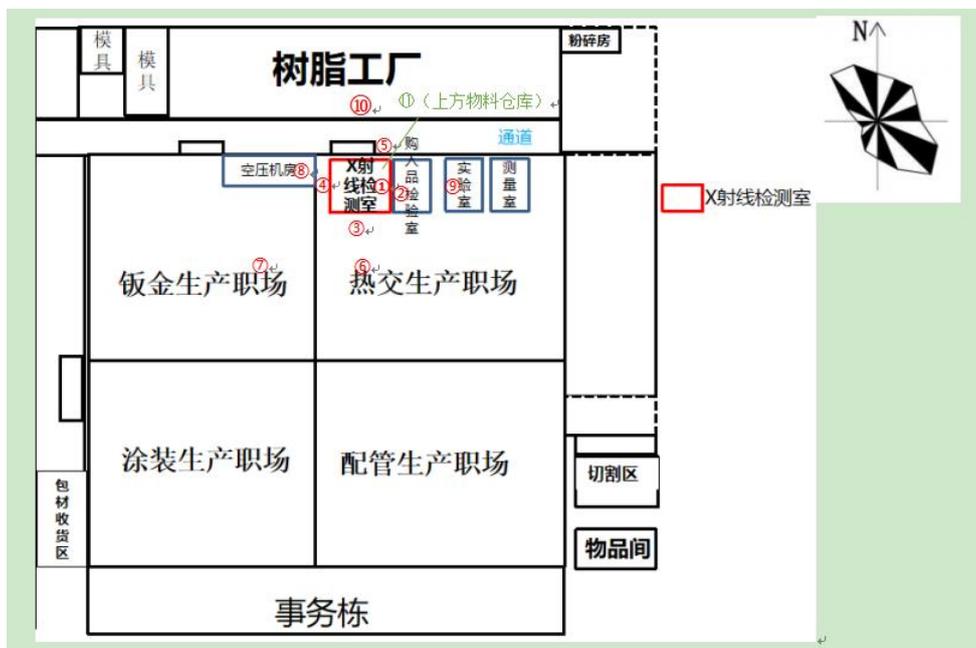


图 8-2 监测点位布设图

表 9 项目工程分析和源项

工程设备与工艺分析

1、工程设备情况及工作方式

因生产检测需要，本项目拟在 X 射线检测室新增 1 台工业用 CT 装置用于开展产品的无损检测工作。本项目台式 X 射线 CT 系统由岛津企业管理（中国）有限公司生产并销售（辐射安全许可证见附件 7），设备自带屏蔽罩。

XSeeker 8000 是一款台式 X 射线 CT 系统，配备了高功率 X 射线发生器和高分辨率平板探测器。这是一个紧凑的台式 CT 设备，具有 160kV 的高 X 射线输出功率，可以清晰地观察到树脂成型产品和金属部件，包括铝压铸部件。此外，新开发的控制软件 XSeeker 拥有极高的易用性和有史以来最高的吞吐量。清晰的图像质量和高吞吐量使其适用于广泛的场景应用，从产品开发和质量评估中的深入观察到加工现场的检查。

台式 X 射线 CT 系统辐射安全：联锁装置，CE 标记兼容设计，外部泄漏 X 射线量： $1\mu\text{Sv/h}$ 以下，电磁锁定。该装置射线屏蔽罩尺寸约为 893mm（长） \times 750mm（高） \times 900mm（宽），辐射安全屏蔽体是全方位防护式屏蔽箱。

本项目台式 X 射线 CT 系统分为硬件部分与软件部分，硬件部分包括 160kV 射线管，探测器，工作站等。软件部分包括 x-ray 参数调试与图形获取软件，图形三维重构软件。该设备操作台位于台式 X 射线 CT 系统右前侧，为单独操作台。系统重量约 0.29 吨，定义检测门所在面为装置前侧，各面屏蔽材料均采用同等材质的钢板夹层铅板，铅板厚度为 7mm。设备配备一个 160kV 射线管，可进行高功率微米 CT 扫描。160kV 射线管，可产生理论值为 160kV 的电压，该射线管为直射式，通过电子轰击靶产生 X-ray，对靶体消耗较大，但测量精度高，可聚焦至纳米量级，适用于测量局部图像或厚度较薄的物件。因此，在实际工作中，最大管电压为 160kV，管电流为 1.2mA；主射线方向从左向右照射。本项目台式 X 射线 CT 系统外观见图 9-1。



图 9-1 本项目工业用 CT 装置外观图

2、工作原理

台式 X 射线 CT 系统基本原理是计算机控制射线源发出射线束，数控扫描平台承载被测物体，被测物体可以在计算机控制下移动或旋转，平板探测器则负责采集扫描数据；屏蔽设施确保射线不外泄以及扫描过程的安全；最后，计算机通过采集到的投影数据重建工业 CT 切片图像，并对图像中存在的缺陷进行分类。

CT（Computed tomography）扫描是工业上最常用的一种无损扫描技术。它有着无损检测，成像精度高，检测范围广等一系列优点。由于 CT 检测的无损性，通常被用在 FA 的第一站。

它的检测原理基于 x-ray 对物体具有穿透性。对于不同材质的物体，其对于 x-ray 的衰减常数也不同，而在同一 x-ray 的照射下，可以统计其在穿透被探测物体的不同部位后残留的辐射强度，x-ray 衰减因素主要有三点，

- ①材料的元素种类，衰减量与原子序数立方成正比。
- ②密度相关，衰减量与密度或特定质量成正比。
- ③材料厚度，衰减量的对数与材料厚度成正比。通过采集这些信息，可以得到被测物体的成像，当被测物体在不同位置下的图像均可获取到，则可以利用图像处理技术重构出被测物体的三维结构，实现无损检测。

目前工业上使用的几种扫描形式如下所示：

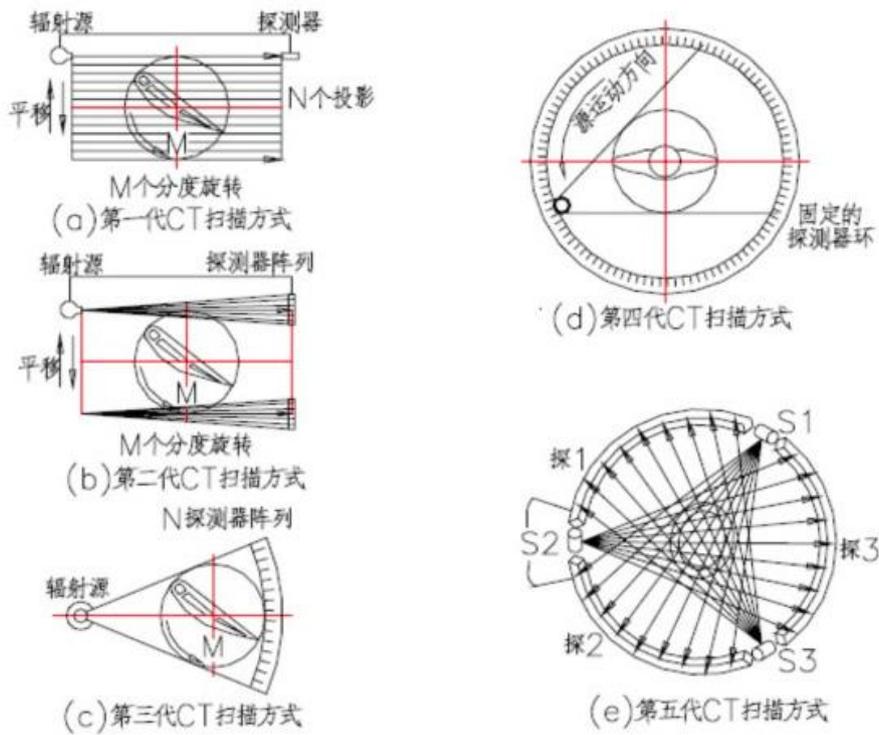


图 9-2 工业 CT 扫描结构

本项目使用的是第三代扫描方式，即辐射源为点辐射源，传感器为点阵结构。结构如图 9-3 所示。

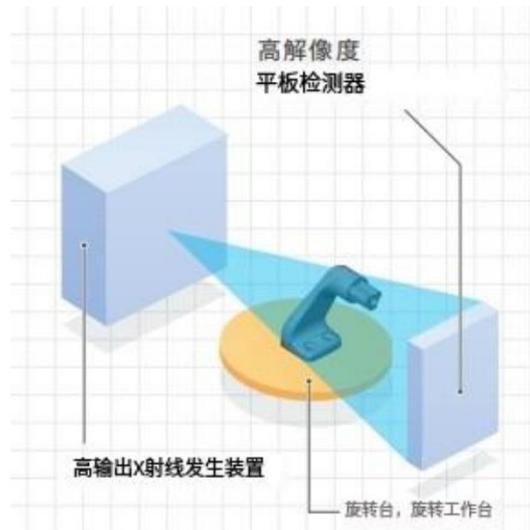


图 9-3 本项目工业 CT 扫描结构图

具体工作方式分为以下五步：

①调节适当参数，通过高压电路产生高能电子，通过灯罩等聚焦设备将电子聚焦至一点。

②高能电子聚焦后集中打击目标靶，通过光电效应，有 1%左右的能量可以产生

x-ray, 99%由热能散发出去, 这些 x-ray 会经过射线管整合后, 投射到整个放射室。

③x-ray 穿透被探测物体并且产生衰减, 被衰减后的 x-ray 由后方的探测器接收并传输到工作站。

④获取图像数据并进行后期处理, 获得被测物体的内部结构与三维重构。

⑤观察并分析数据, 给出相应的分析检验报告。

3、工艺流程及产污环节分析

台式 X 射线 CT 系统工作时被检测工件通常放置于装置内, 工作人员在操作台处进行操作, 对工件需检测部位进行无损检测。台式 X 射线 CT 系统打开到开始观察的步骤只有 3 个步骤。即使是初次操作的用户, 也可以立即开始 CT 摄影。此外, 无需在工件集之前进行校准。对于重复拍摄相同形状工件的检查应用, 一推操作可以进一步提高吞吐量。由于可以根据拍摄条件记住观察时的显示位置 and 对比度等的最佳状态, 因此可以在拍摄后立即开始观察, 而无需操作观察位置 and 对比度。无需任何软件操作, 从拍摄开始到观察的所有操作都可以一推完成。

具体步骤如下:

1) 设备准备

设备通电: 打开主电源断路器, 设备通电。将 SYSTEM 钥匙插入 SYSTEM 钥匙开关的锁孔后, 顺时针旋转以打开开关, 按下 OPERATE 开关。OPERATE 开关亮起绿灯, 设备内部电源通电。

启动 CT 软件: 确认载物台上没有物品后, 关闭滑动门。打开控制计算机的电源, 然后打开显示器的电源。控制计算机启动。双击桌面的 (XSeeker)。CT 软件启动, 显示 [运行前检查] 界面。请按照 [运行前检查] 向导提示进行运行前检查。运行前检查通常包括确认滑动门状态、载物台的原点复位以及 X 射线发生器的预热。稍候片刻, 直至显示 CT 软件的扫描界面。显示扫描界面, 表示设备和 CT 软件已完成启动。

2) 放置样品

打开滑动门。根据样品的尺寸和扫描范围, 确定载物台的位置。将样品置于载物台上, 调整样品的位置。关闭滑动门。

3) CT 扫描

在扫描界面进行以下操作, 可简单实现 CT 扫描, CT 扫描的基本流程如下:

打开透视图像后确认视野。

设置样品的材质和截面图像的画质。

设置 CT 数据的保存位置。

开始进行 CT 扫描。

4) 观察截面图像

在观察界面中观察 CT 扫描后生成的截面图像。

5) 装置关机，人工取出部件。

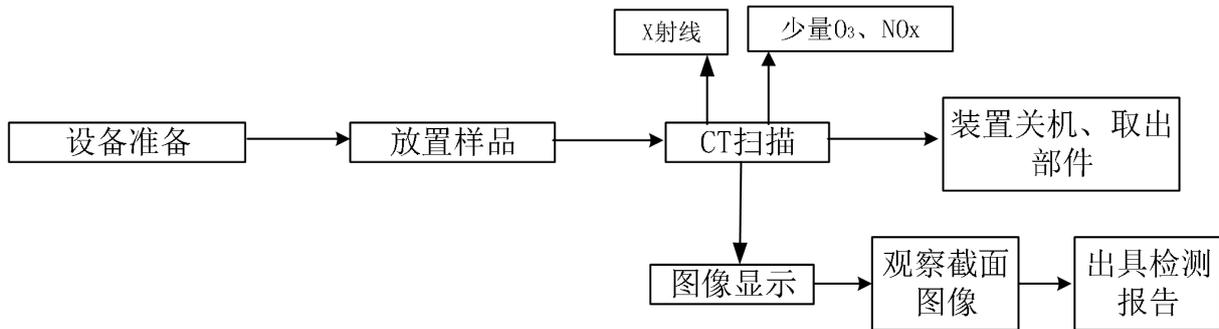


图 9-4 台式 X 射线 CT 系统工作流程及产污环节

4、辐射污染源分析

本项目有一台台式 X 射线 CT 系统，为设备自带屏蔽罩。由其工作原理可知，台式 X 射线 CT 系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此台式 X 射线 CT 系统在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

5、非辐射污染源分析

1、废气：台式 X 射线 CT 系统在工作状态时，会使射线设备内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入射线屏蔽内，装置通过开启工件门实现通风，装置所在 X 射线检测室面积约 28m²，装置占用面积约为 0.8m²，X 射线检测室内通过厂房的现有风机进行通风换气，每小时换风量至少 3 次，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

2、废水：主要是工作人员产生的生活污水，生活污水经过厂内生活污水处理设施处理后排入园区污水处理厂，对周围环境影响较小。

3、固体废物：本项目运营时显像通过计算机成像，不产生工业固废。工作人员产生的一般生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

10.1、工作场所布局及分区

(1) 工作场所布局

企业购置的 1 台 X 射线 CT 系统位于公司一层中部品质检测室内部。X 射线检测室东侧为品管实验室，北侧为厂区道路，隔路为树脂生产职场，西侧为空压机房，南侧为生产车间，下方为地面。

(2) 分区原则

本项目拟将台式 X 射线 CT 系统屏蔽系统边界作为控制区边界，装置所在房间 X 射线检测室建筑边界作为监督区边界。

在 X 射线检测室入口处及设备上设置电离辐射警告标志及中文警示说明，设备设置门机联锁装置。X 射线检测室入口设置门锁，辐射工作人员经授权许可才能进入。

本项目辐射防护分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射工作场所的分区规定。本项目辐射设备监督区以及控制区示意图见下图。

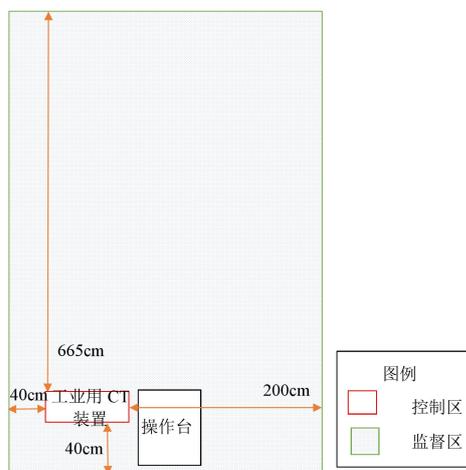


图 10-1 本项目工业用 CT 装置监督区及控制区示意图

10.2、工作场所辐射屏蔽设计及射线装置主要参数

根据大金空调（苏州）有限公司提供的工业用 CT 装置，本项目 CT 系统由软件和硬件系统组成。该设备操作台位于射线屏蔽室右前侧，为单独操作台。该装置射线屏蔽箱尺寸约为 893mm（长）×750mm（高）×900mm（宽），辐射安全屏蔽室是全方位防护式屏蔽铅箱，屏蔽箱结构该结构由一个厚度不到 7mm 的铅板夹在厚度不到 3.2mm 的钢板之间，从而阻止了射线的泄漏。

10.3、人员防护

①辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测，并对个人剂量计进行编号并定期送检，建立个人剂量健康档案。

②辐射工作人员均参加职业健康体检，体检合格方能上岗。

③企业配备辐射个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪，在开展相关作业时可监控周围剂量情况。

10.4、工业用 CT 装置的存放与维护

本项目新增 1 台工业用 CT 装置，位于大金空调（苏州）有限公司 X 射线检测室中，企业已制定设备管理及维修制度，定期对工业用 CT 装置进行检查和维护，若在使用中遇到设备故障，及时联系售后工程师进行维修，并做好相应记录工作

10.5、工作场所污染防治措施

1) 本项目拟使用的工业用 CT 装置**带有铅结构自屏蔽体**，屏蔽体由厂家针对射线特征采用一体化设计和制造，屏蔽性能良好，无需额外加建屏蔽体。

2) 本项目工业用 CT 装置工件门 CE 标记兼容设计（对应联锁、显示灯等 CE 标记的安全设计），设计安装有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时工业用 CT 装置才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线；电磁锁定，设置了电磁锁定机构，X 射线照射中无法打开滑动门。

3) 本项目工业用 CT 装置设计有工作状态指示灯，装置表面外设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；

4) 本项目将工业用 CT 装置各自屏蔽罩边界作为本项目的控制区边界，将 X 射线检测室边界作为本项目监督区边界；工业用 CT 装置所在 X 射线检测室划为监督区，该区域在装置工作出束期间，提醒放射工作人员外其他无关人员快速撤离，不得逗留。

5) 本项目 X 射线检测室可通过风机进行通风换气，每小时换气量至少为 3 次，能够有效降低室内空气中电离产生的臭氧和氮氧化物浓度。

6) 公司拟成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，检测过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。

三废的治理

一、放射性三废

本项目运行过程中没有放射性三废产生。

二、非放射性三废

1、臭氧和氮氧化物处理

工业用 CT 装置在工作状态下，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目工业用 CT 装置为自带屏蔽体设备工作时设备密闭，人员无法进入射线屏蔽罩内，装置通过开启工件门实现通风，少量臭氧和氮氧化物可随工件进出排出屏蔽体，再通过车间通风系统排至车间外部。臭氧的半衰期为 22~25 分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。参照国家标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

本项目 X 射线检测室体积约为 27m³，则本项目 X 射线检测室内通风装置的通风量应不小于 81m³/h，方能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。本项目 X 射线检测室内现有 1 台风机，可通过风机进行通风换气，每小时换风量至少 3 次。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

2、生活污水、垃圾处理

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水经厂区生活污水处理设施处理后接入市政管网，产生的少量生活垃圾由公司分类收集后定期交环卫部门处理。

3、事故预防措施

辐射工作人员必须严格按照操作程序进行，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发【2006】145 号文件的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 11 环境影响分析

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目工业用 CT 装置为整体购买设备，不存在建设期环境影响。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>本项目工业用 CT 装置通过含铅板的屏蔽箱对 X 射线进行防护，根据大金空调（苏州）有限公司提供的数据，本项目运行后工业用 CT 装置年曝光时间最大约为 1200h。本项目工业用 CT 装置工作时主射线固定向右照射。本报告以工业用 CT 装置额定功率 192W 情况下（当额定功率开机电压 160kV 时，电流最大为 1.2mA）预测装置周围辐射影响，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。</p> <p>11.1 屏蔽相关计算</p> <p>（1）有用线束屏蔽估算</p> <p>装置主射线照射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）中有用线束屏蔽估算的计算公式（1）计算：</p> $H = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (1)$ <p>式中：</p> <p>I—工业 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）；</p> <p>H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv•m²/（mA•h），以 mSv•m²/（mA•min）为单位的值乘以 6×10⁴，见附录表 B.1；</p> <p>B—屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B.1 曲线；</p> <p>R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。</p> <p>（2）泄漏辐射和散射辐射屏蔽</p> <p>装置非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《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计算。</p> <p>对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（2）计算：</p> $B = 10^{-X/TVL} \quad (2)$

式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—见附录 B 表 B.2。

泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（2）计算，然后按式（3）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H，单位（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

$$H = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (3)$$

式中：

B—屏蔽透射因子，使用公式（2）计算得到；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位（ $\mu\text{Sv/h}$ ），见 GBZ/T 250-2014 表 1。

散射辐射屏蔽估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，按 GBZ/T 250-2014 表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL，然后按式（2）计算。关注点的散射辐射剂量率 H（ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（4）计算：

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

式中：

I—工业 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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

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，然后使用公式（2）计算得到；

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，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

11.2 相关参数

根据公司提供资料，本项目所用工业用 CT 装置年工作出束时间约 1200h/a，工业用 CT 装置工作时主照射方向朝右，实际使用时最大管电压约为 160kV，管电流为 1.2mA，工业用 CT 装置只在 X 射线检测室内使用。

(1) X 射线机的输出量

X 射线机的输出量和照射量率与 X 管类型、电压和电压波形、靶的材料和形状、以及过滤板材料和厚度有关。可以通过查阅有关参数表或图获取。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，本项目未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。由于滤过条件未定，因此本次取滤过条件为 2mm 的铝。

查《辐射防护导论》附图 3，在最大管电压 160kV 下，滤过条件为 2mm 铝，距辐射源点（靶点）1m 处输出量取 $14.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $8.7\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

(2) 泄漏辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，管电压为 160kV 的工业用 CT 射线装置，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 90°散射辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV，由 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 知，150kV X 射线的半值层厚度为 0.96mm 铅，屏蔽透射因子根据 11.1 节中公式（2）计算。

11.3 辐射剂量率计算结果

表 11-1 工业用 CT 装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度 (铅板) (mm)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	H($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制 水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
右侧 (东 面)	7	1.2	8.7×10^5	2.09×10^{-7}	0.95	0.24	2.5	满足

注：R=被检工件至屏蔽体内壁距离+关注点 0.3m，取装置表面外 30cm 为关注点。

表 11-2 工业用 CT 装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	取值				
	前侧及检测门 (南面)	后侧 (北面)	左侧 (西面)	顶部	底部
X 设计厚度 (铅板) (mm)	7				
泄 B	2.09×10^{-7}				

漏 辐 射	HL ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5×10^3				
	R (m)	0.47	0.47	0.7	0.53	0.52
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	0.00237	0.00237	0.00107	0.00186	0.00000
散 射 辐 射	散射线能量 (kV)	150				
	B	5.11×10^{-8}				
	I (mA)	1.2				
	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	1.1×10^6				
	$F \cdot \alpha / R^2$	取 1/60 (数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) B.4.2)				
	R_s (m)	0.47	0.47	0.7	0.53	0.52
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	0.0051	0.005	0.002	0.004	0.004
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.00747	0.00737	0.00307	0.00586	0.004	
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	

①R=被检工件至屏蔽体内壁距离+关注点 0.3m, 取装置表面外 30cm 为关注点;

②B_①以射线能量为 160kV 值取, B_②以射线能量为 150kV 值取。

从表 11-1 至表 11-2 中预测结果可以看出, 当本项目工业用 CT 装置满功率运行时, 装置四周、顶部、底部 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 及《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

11.4 辐射工作人员和公众剂量估算

本项目将工业用 CT 装置所在的检测区划分为控制区、监督区, 如图 11-1 所示, 辐射工作人员在控制区外、监督区内工作, 非本项目辐射工作人员不得进入监督区范围之内。

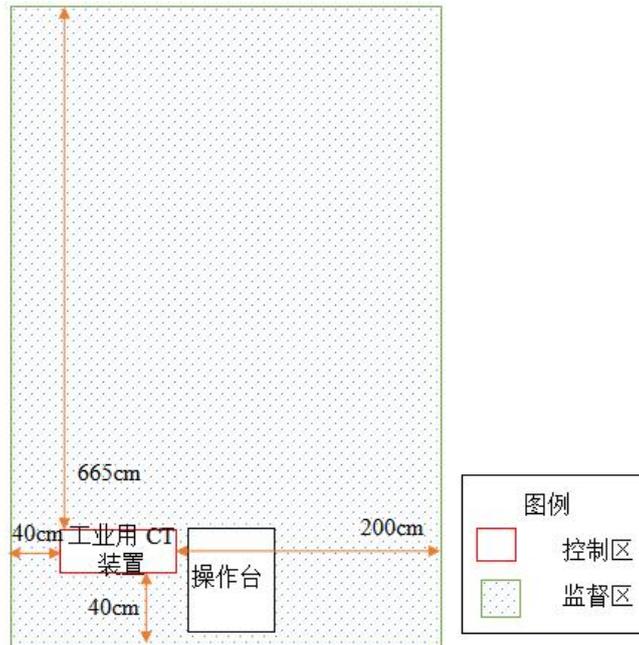


图 11-1 本项目工作场所辐射分区划分示意图

辐射工作人员和公众剂量估算模式如下：

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

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

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

t —探伤装置年照射时间，单位为 h/a；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子，可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 A.1 得到。

1、辐射工作人员

在考虑工业用 CT 辐射影响时，辐射工作人员的年有效剂量见表 11-3。

表 11-3 工业用 CT 辐射工作人员年有效剂量计算结果

编号	关注点	关注点方位	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周出束时间 (h/周)	年出束时间 (h)	使用因子	居留因子	周剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量 (mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)	结论
1	X 射线检测室工作人员（控制区外、监督区内）	前侧及检测门	0.00747	24	1200	1	1	0.17928	0.00896	5(工作人员)	满足
2		后侧	0.00737	24	1200	1	1	0.17688	0.00884		满足
3		左侧	0.00307	24	1200	1	1	0.07368	0.00368		满足
4		右部	0.24	24	1200	1	1	5.76	0.288		满足

本项目工业用 CT 装置周曝光时间为 24h/周，一年按照 50 周计算，年曝光时间为 1200h/a，根据表 11-3 计算结果，X 射线检测室工业用 CT 装置所致辐射工作人员的周有效剂量不超过 5.76 μ Sv，年有效剂量不超过 0.288mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员有效剂量限值要求以及本项目管理目标要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。

2、公众

根据公式 11-1、11-2 计算工业用 CT 装置所致监督区外辐射剂量率列于表 11-4；然后计算公众的年有效剂量，列于表 11-5。

表 11-4 工业用 CT 装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	取值					
	前侧及检测门 (南面)	后侧(北面)	左侧(西面)	顶部	右侧(东面)	
X 设计厚度(铅板)(mm)	7					
泄漏辐射	B	2.09 $\times 10^{-7}$				
	HL (μ Sv/h)	2.5 $\times 10^3$				
	R (m)	0.87	7.12	1.1	10.53	2.59
	H (μ Sv/h)	0.000958	0.000014	0.000599	0.000007	0.000108
散射辐射	散射线能量(kV)	150				
	B	5.11 $\times 10^{-8}$				
	I (mA)	1.2				
	H ₀ (μ Sv \cdot m ² /(mA \cdot h))	1.1 $\times 10^6$				
	F \cdot α /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/T250-2014) B.4.2)				
	Rs (m)	0.87	7.12	1.1	10.53	2.59
	H (μ Sv/h)	0.001485	0.000023	0.000948	0.000010	0.000171
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μ Sv/h)	0.002443	0.000037	0.001547	0.000017	0.000279	
剂量率参考控制水平(μ Sv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	

①R=被检工件至屏蔽体内壁距离+关注点 0.3m+监督区距离；

②B₀以射线能量为 160kV 取值，B₀以射线能量为 150kV 取值。

表 11-5 X 射线检测室周边公众人员预测参考点位辐射剂量计算结果

编号	关注点	附加剂量率 (μ Sv/h)	周出束时间(h/周)	年出束时间(h)	居留因子	周剂量 (μ Sv/周)	年剂量 (mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)	结论
1	监督区外东面	0.000279	24	1200	1	0.00670	0.00033	0.1(公众)	满足

2	监督区外南面	0.002443	24	1200	1/4	0.01466	0.00073		满足
3	监督区外西面	0.001547	24	1200	1/4	0.00928	0.00046		满足
4	监督区外北面	0.000037	24	1200	1/8	0.00011	0.00001		满足
5	上方	0.000017	24	1200	1/4	0.00010	0.00001		满足

由表 11-5 计算结果可知，监督区外公众人员有效剂量最大值为 X 射线检测室南面，周有效剂量值为 0.01466 μ Sv/周，年有效剂量值为 0.00073mSv/年。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对公众有效剂量限值要求以及本项目管理目标要求（公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv）。

11.5 结论

综上所述，X 射线检测室的职业人员每周所接受的有效剂量为 5.76 μ Sv/周，不超过 100 μ Sv/周的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量为 0.288mSv/a，不超过 5mSv/年的年剂量约束值；公众人员每周所接受的有效剂量最大为 0.01466 μ Sv/周，不超过 2 μ Sv/周的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量最大为 0.00073mSv/年，不超过 0.1mSv/a 的年剂量约束值，符合规定要求。

事故影响分析

11.6 主要事故风险

该公司拟使用的工业用 CT 装置属 II 类射线装置，发生的事故状况主要有以下情况：

①工业用 CT 装置屏蔽体的密封性受到破坏，造成 X 射线泄漏事故，对辐射工作人员和公众受到意外照射；

②工业用 CT 装置门机连锁失效，设备工件门未关闭就对工件进行曝光，致使人员受到意外照射。

③工业用 CT 装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

11.7 事故处理方法及预防措施

本项目针对上述可能出现的主要事故建议性地给出处理方法或者预防措施：

①应加强管理，加强对辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程；

②定期检查门机连锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③工业用 CT 装置工作时辐射工作人员应使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录；

④发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

⑤对人员造成额外照射，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实与调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测 X 射线检测室周围的环境辐射剂量率，确保辐射工作安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

辐射防护与安全管理机构根据《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规要求，使用I类、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；辐射防护负责人和辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

大金空调（苏州）有限公司拟成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；本项目工业用 CT 装置拟配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

辐射安全管理规章制度

12.1 规章制度

大金空调（苏州）有限公司拟制订一系列辐射防护管理制度，所定制度包括：《辐射防护管理领导小组》、《辐射防护和安全保卫制度》《辐射防护管理制度》、《辐射环境管理》、《X 射线探伤安全操作规程》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训、体检及保健制度》、《放射事故报告制度及处理预案》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作场所监测制度》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等规章制度，并得到有效落实。

12.2 从事放射性活动的技术能力分析

国家原环境保护部 2017 年修正的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 47 号）第十六条提出了使用射线装置的单位申请领取许可证，应当具备的相关条件，原环境保护部 2011 年发布的《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）也对射线装置的安全与防护管理提出了要求，下面分别就环保部提出的相关要求和大金空调（苏州）有限公司拟采取的措施进行对比，具体见表 12-1。

表 12-1 环保部令第 47 号及环保部令第 18 号要求及本项目拟采取措施对照表

	法规要求	公司拟采取措施
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	<p>(一) 使用I类、II类、III类放射源, 使用I类、II类射线装置的, 应当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。</p>	<p>本项目使用II类射线装置, 拟设专门的辐射安全防护管理机构, 安全部长为组长, 相关人员为成员, 负责辐射安全与环境保护管理工作。</p>
	<p>(二) 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。</p>	<p>本项目公司拟设2名辐射工作人员, 并按要求及时参加并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。</p>
	<p>(四) 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</p>	<p>本项目拟购置工业用CT装置为自屏蔽装置, 工作人员无法进入设备内部。X射线检测室门口明显位置处拟设电离辐射标志及中文警示说明。</p>
	<p>(五) 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。</p>	<p>公司拟配备与辐射类型和辐射水平相适应的个人剂量计2台、个人剂量报警仪、便携式X-γ剂量率仪。</p>
	<p>(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。</p>	<p>公司已制定《辐射防护管理领导小组》、《辐射防护和安全保卫制度》《辐射防护管理制度》《辐射环境管理》、《X射线探伤安全操作规程》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训、体检及保健制度》、《放射事故报告制度及处理预案》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作场所监测制度》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等规章制度。</p>
	<p>(七) 有完善的辐射事故应急措施。</p>	<p>公司已制定了专门的《辐射事故应急预案》</p>
	<p>(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的, 还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。</p>	<p>本项目不产生放射性的废气、废液、固体废物。</p>
	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	<p>射线装置的生产调试和使用场所, 应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</p>
<p>第九条: 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位, 应当按照国家环境监测规范, 对相关场所进行辐射监测, 并对监测数据的真实性、可靠性负责; 不具备自行监测能力的, 可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。</p>		<p>本项目竣工验收后, 拟委托有资质的环境监测机构对环境和场所周围的辐射水平进行监测。</p>

<p>第十一条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当加强对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（以下简称“发证机关”），经发证机关检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。</p>	<p>本项目完成后，拟加强对射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（以下简称“发证机关”），经发证机关检查核实安全隐患消除后，再恢复正常作业。</p>
<p>第十二条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>	<p>公司承诺每年按照法规要求的时间及时提交年度评估报告。</p>
<p>第十七条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。</p>	<p>本项目公司拟设2名辐射工作人员，并按要求及时参加辐射安全培训及进行考核，考核合格后上岗。</p>
<p>第二十三条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>	<p>本项目拟配备的2名辐射工作人员均佩戴个人剂量牌进行个人剂量监测，承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>

从以上对比可知：大金空调（苏州）有限公司拟采取的措施符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第47号）第十六条要求应当具备的相关条件及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）的相关要求，具备从事放射性活动的技术能力。

辐射监测

12.3、监测方案

1) 个人剂量监测：辐射工作人员（共 2 人）佩戴个人剂量计（共 2 个），按每季度 1 次的频率进行个人剂量统计，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）要求建立个人剂量档案，职业照射个人剂量档案终生保存。

2) 工作场所监测：在设备运行状态下，采用 X- γ 剂量率仪监测，每年对工作场所周围的剂量率水平进行 1 次监测。监测点位包括：工业用 CT 装置屏蔽设施外 30cm 处、操作台、周围人员居留处，并将监测数据记录存档。

3) 环境监测：每年委托有监测资质的单位对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，并出具监测报告，监测频率 1 次/年。

12.4、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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，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，包括个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪等仪器；公司拟配置 2 台个人剂量计、2 台个人剂量报警仪、1 台便携式辐射巡测仪，项目运行后公司应定期对工业用 CT 装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司为本项目拟配备 2 名辐射工作人员，公司应在项目试运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并定期组织职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

辐射事故应急

大金空调（苏州）有限公司应针对本项目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、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）应急演习计划；
- （4）辐射事故分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

大金空调（苏州）有限公司应依据《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》（环发[2006]145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，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部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

大金空调（苏州）有限公司应加强对应急人员的培训演练，并制定培训演练计划，定期并根据人员的变动情况，对辐射应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。同时，定期组织开展公司内的辐射事故应急演练，根据大金空调（苏州）有限公司实际情况，在公司相关辐射工作人员有变动的情况下应重新组织应急演练，并根据公司实际情况定期修改应急预案并组织实施。每次演练应将培训演练情况通过文字、图片、影像等形式记录存档。

大金空调（苏州）有限公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目台式X射线CT系统周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全有效运转。

从事辐射活动能力的评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的要求，建设单位在本项目运营前应确保具备使用本项目II类射线装置的条件，如设置辐射安全管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、取得辐射安全考核证书的人员、有效的防护用品及监测仪器以及人员的个人剂量监测及健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射防护措施，对建设单位从事辐射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出相应的完善要求。建设单位使用台式 X 射线 CT 系统应具备的能力条件与要求的符合性分析见下表。

表 12-1 建设单位使用本项目射线装置应具备的条件及符合性分析一览表

序号	应具备的条件	企业拟采取的措施
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。	企业设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责企业的辐射安全和防护工作。
2	使用场所必须有相应的屏蔽措施。	本项目设备为自屏蔽，设备外面的辐射量小于 1uSv/h。
3	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。	本项目辐射工作人员上岗前参加生态环境部门组织的辐射安全与防护集中考核并取得考核合格证后，方才上岗从事本项目射线装置的使用。
4	从事辐射工作的人员必须开展个人剂量监测。	本项目辐射工作人员全部佩戴个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。
5	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康监护。	本项目辐射工作人员按规定进行岗前、在岗和离岗体检，对于体检结果出现异常的，进行岗位调整，不得安排从事辐射相关工作。
6	配备必要的监测仪器。	配备 X-γ剂量率仪、个人剂量报警仪等监测仪器设备。
7	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、放射性同位素和射线装置台账制度、辐射事故应急措施。	企业待建设完成后会制定的辐射安全和防护管理制度包括《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员职业健康检查管理制度》、《辐射工作人员培训及考核管理办法》、《放射科岗位职责》、《射线装置操作规程》、《设备检修维护制度》以及《辐射事故应急预案》等，可以基本满足企业日常辐射安全与防护管理的要求。
8	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	本项目竣工验收后，拟委托有资质的环境监测机构对环境和工作场所周围的辐射水平进行监测。
9	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置	本项目完成后，拟加强对射线装置安全和防

	的单位，应当加强对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（以下简称“发证机关”），经发证机关检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。	护状况的日常检查。发现安全隐患的，立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（以下简称“发证机关”），经发证机关检查核实安全隐患消除后，再恢复正常作业。
10	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	公司承诺每年按照法规要求的时间及时提交年度评估报告。
11	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目公司拟设2名辐射工作人员，并按要求及时参加辐射安全培训及进行考核，考核合格后上岗。
12	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	本项目辐射工作人员全部佩戴个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案。承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

通过对照法律法规有关要求与本项目从事辐射活动能力的逐项分析，本项目 X 射线 CT 系统的屏蔽防护满足辐射防护要求，各种辐射防护与安全措施设计较齐全。企业在落实以上各项辐射安全和防护措施以及辐射安全管理措施后，将具备使用本项目 II 类射线装置的综合能力。

表 13 结论与建议

结论

1、实践正当性

大金空调（苏州）有限公司在其厂区内新增 1 台工业用 CT 装置（XSeeker 8000 型）对其产品进行无损检测，确保其产品质量。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”的原则。

2、“三线一单”及产业政策相符性

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元；本项目生产过程中排放的少量臭氧及氮氧化物不会降低现有环境质量；本项目消耗电能不会超过资源利用上限；对照《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》2021 年第 49 号令，本项目为“检验检测服务”，属于“指导目录”中的“第一类鼓励类”项目，符合当前国家和江苏省的产业政策。

大金空调（苏州）有限公司新增 1 台工业用 CT 装置项目符合“三线一单”管控要求，符合当前国家和江苏省的产业政策。

3、辐射安全与防护分析结论

1) 选址、布局

大金空调（苏州）有限公司位于苏州工业园区中新大道东 578 号，用地性质为工业用地，项目地东侧隔河道为大阪希琳阁印刷苏州有限公司，南侧隔中新大道为牧东光电科技有限公司、新宏博通讯科技有限公司等企业，西侧为爱美克空气过滤器（苏州）有限公司、麦克维尔空调制冷苏州有限公司等企业，北侧为哈曼汽车电子系统（苏州）有限公司。项目周围 50 米范围内没有学校、居民、医院等环境敏感目标。

本项目 X 射线检测室位于主厂一楼中部品质检测室内部，主厂车间为三层建筑，无地下室，X 射线检测室上方无二楼为三楼，三楼为物料仓库。X 射线检测室东侧为购入品检验室，北侧为厂区道路，西侧为物料堆存区，南侧为生产车间。设备所在的 X 射线检测室周围 50m 范围均位于厂区内。

本项目工业用 CT 装置自带屏蔽系统及操作台，操作台位于屏蔽系统外，工作场所

布局设计基本合理。

2) 辐射安全措施

本项目拟将工业用 CT 装置自带屏蔽箱边界作为控制区边界，将装置所在 X 射线检测室建筑边界作为监督区边界。

本项目工业用 CT 装置工件门设计安装有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射；本项目工业用 CT 装置设计有工作状态指示灯，装置表面外设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，操作台设计安装有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，操作台上设有钥匙开关，只有打开控制台钥匙开关后才能出束；公司拟为本项目配置 2 台个人剂量计、2 台个人剂量报警仪、1 台便携式辐射巡测仪，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

4、辐射环境现状评价

大金空调（苏州）有限公司新增 1 台工业用 CT 装置项目拟建址周围环境贯穿辐射剂量率在 103~108nGy/h 之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

5、辐射环境影响分析结论

经理论预测结果可知，本项目工业用 CT 装置正常工作时其表面外 30cm 处辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 2.5 μ Sv/h 剂量率限值要求。

X 射线检测室的职业人员每周所接受的有效剂量为 5.76 μ Sv/周，不超过 100 μ Sv/周的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量为 0.288mSv/a，不超过 5mSv/年的年剂量约束值；公众人员每周所接受的有效剂量最大为 0.01466 μ Sv/周，不超过 2 μ Sv/周的周剂量参考控制水平，每年所接受的有效剂量最大为 0.00073mSv/年，不超过 0.1mSv/a 的年剂量约束值，符合规定要求。

6、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佩戴个人剂量计，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。

5) 公司拟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, 在项目运行前制定完善的辐射安全管理制度; 公司本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识的培训, 公司拟为本项目配置 2 台个人剂量计、2 台个人剂量报警仪、1 台便携式辐射巡测仪, 用于对工业用 CT 装置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。

综上所述, 大金空调(苏州)有限公司新增 1 台工业用 CT 装置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) 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。

建议和承诺

(1) 严格落实本项目所提出的各项辐射防护措施。

(2) 加强对职业工作人员的宣传教育和培训，相关岗位人员应取得上岗证及相应资质方可上岗工作。

(3) 项目建成后3个月内，建设单位组织完成自验收。

(4) 一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告当地生态环境局和上级主管单位苏州市生态环境局、江苏省生态环境厅。同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(5) 建设单位须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn/>）中实施申报登记。在申领、延续、更换辐射安全许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息时均应及时在系统中申报。

(6) 项目竣工验收检查内容根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

审批意见：

公章

经办人：

年 月 日

附表

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	预期投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	企业设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责企业的辐射安全和防护工作。	/
辐射防护措施	本项目1台工业用CT装置为自屏蔽设备，采用铅板进行屏蔽。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的管理要求。	17.9
辐射安全措施	工业用CT装置有工件门设置门—机安全连锁装置，设备顶部设置工作状态指示灯；设备外表面和检测室入口设置“当心电离辐射”警告标志。操作台设计安装有紧急停机按钮和钥匙开关。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的管理要求。	
	岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。辐射工作场所按照控制区、监督区分区管理。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的管理要求。	0.1
	本项目拟配置2台个人剂量计、2台个人剂量报警仪、1台便携式辐射巡测仪。		2
污染防治措施	X射线检测室和车间内保持良好通风废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。	臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。	/
辐射安全	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。	能满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	/

管理	管理制度：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。		/
	为本项目配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员和辐射防护负责人在上岗前应参加辐射安全与防护培训，通过考核后才能上岗。		定期投入 (每 4 年)
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（每 3 个月）。		每年投入
	职业健康体检：公司定期组织职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案（每 2 年）。		每年投入
总计	/	/	20

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。