

核技术利用建设项目

太仓庆良电子有限公司
新增 2 台工业 CT 装置项目
环境影响报告表

太仓庆良电子有限公司

2025 年 7 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

太仓庆良电子有限公司 新增 2 台工业 CT 装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：太仓庆良电子有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：太仓市大连西路 98 号

邮政编码：215400

联系人：***

电子邮箱：purchaser@starconn.com.cn 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	10
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全和防护	24
表 11 环境影响分析	28
表 12 辐射安全管理	30
表 13 结论与建议	38
表 14 审批	46

表 1 项目基本情况

建设项目名称		太仓庆良电子有限公司新增 2 台工业 CT 装置项目			
建设单位		太仓庆良电子有限公司 (统一社会信用代码: 91320585MACJ1BYH7J)			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		太仓市大连东路 36 号航空产业园 1 号楼二层			
项目建设地点		太仓市大连西路 98 号 1#服务配套综合楼 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		1000	项目环保投资(万元)	110	投资比例(环保投资/总投资)
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)	72
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	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
其它	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
/					
1 项目概述					
1.1 建设单位情况及项目由来					
<p>太仓庆良电子有限公司成立于 2023 年 5 月, 注册地址为太仓市大连东路 36 号航空产业园 1 号楼二层。公司主要经营电子元器件制造、模具制造、塑料制品制造、密封件制造、橡胶制品制造等。</p> <p>太仓庆良电子有限公司拟在太仓市大连西路 98 号投资建设太仓庆良电子有限公司新建汽车连接器等产品项目, 项目建成后可形成年产汽车连接器 20 亿件、密封件 2 亿件、组装成品件 1 亿件、模具 400 套的生产规模, 该项目已在太仓市行政审批局备案, 项目代码为 2306-320585-89-01-197708, 公司已委托南京博环环保有限公司编制《太仓庆良电子有限公司新建汽车连接器等产品项目环境影响报告表》, 该项目于 2025 年 1 月 8 日取得苏州市生态环境局批复, 批复文号为: 苏环建(2025)85 第 4 号, 具体见附件 3。目前该项目仍在建设中。</p> <p>为满足主体项目生产需求, 公司拟在太仓市大连西路 98 号 1#服务配套综合楼 1 层设置 1 间 CT 检测室, 并新增 2 台 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置, 属于</p>					

工业 X 射线断层扫描 (CT) 装置, 用于检测产品内部缺陷。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》, 本项目新增的工业 CT 装置属于“工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置”, 属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规, 本项目须进行环境影响评价。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 16 号, 2021 年版), 本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”, 应编制环境影响报告表。受太仓庆良电子有限公司委托, 苏州市宏宇环境科技股份有限公司承担了本项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析, 并委托江苏卓然辐射检测技术有限公司对拟建址及周围环境进行了辐射环境现状监测, 在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

1.2 项目规模

本项目拟在太仓市大连西路 98 号 1#服务配套综合楼 1 层设置 1 间 CT 检测室, 并新增 2 台 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置, 为工业 X 射线断层扫描 (CT) 装置, 用于检测产品内部缺陷, 本项目装置的基本参数如下:

表 1-1 本项目新增工业 CT 装置基本情况

设备名称、型号	数量	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	位置	备注
METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置	2 台	225	3	II 类	1#服务配套综合楼1层 CT 检测室	最大功率 500W

公司拟配备 2 名辐射工作人员开展本项目射线装置相关工作, 每天 8h 工作制, 年工作天数为 300 天。辐射人员均须通过生态环境部统一组织的辐射安全与防护考核, 考核后持证上岗。

本项目单台工业 CT 装置单次最大曝光时间为 8min, 年最大曝光次数合计为 15000 次, 则本项目 2 台工业 CT 装置年最大曝光时间合计为 2000h。

1.3 评价目的

(1) 对本项目 2 台工业 CT 装置拟建场址进行辐射环境现状监测, 以掌握该场所的辐射环境现状水平;

(2) 评价本项目在运行中对职业人员、公众人员及对环境造成的辐射影响;

(3) 对该企业新增 2 台工业 CT 装置项目后产生的辐射环境影响进行评价，对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施；

(4) 为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

2 项目周围环境状况

太仓庆良电子有限公司计划在厂区 1#服务配套综合楼 1 层设 1 间 CT 检测室，并增加 2 台工业 CT 装置。该 1#服务配套综合楼为地上 4 层建筑，无地下室。CT 检测室东侧为走廊，隔走廊为品保部，南侧为走廊，西侧为楼梯，北侧为厂区道路，楼上为洗碗间和厨房区域，无地下室。具体地理位置图见附图 1，厂区总平面图见附图 2。

1#服务配套综合楼四邻关系：东侧隔厂区道路为沪工智能科技（苏州）有限公司，南侧为厂区道路，西侧隔门厅为 2#厂房，北侧隔厂区道路为 3#厂房。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等，项目选址可行。

3 产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于该指导目录中鼓励类第十四项“机械”中第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家现行产业政策。

4 实践正当性分析

企业使用工业 CT 装置对产品进行无损检测，出于企业正常生产需求，用于检测产品质量。项目正常运行后，对周围环境和人员的辐射影响很小，但能有效提高企业产品检测能力，从环境损益和利益代价角度来说，为企业和社会创造可观的经济效益，足以弥补对环境的辐射影响，因此该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

5 原有核技术利用项目情况

本项目属太仓庆良电子有限公司首次开展核技术应用项目，建设单位将在本次环评工作完成后申请辐射安全许可证。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式和地点	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 (MV)	剂量率 (cGy/min)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT 装置	II 类	2 台	METROTOM 1500 225kV G3	225	3	无损检测	1#服务配套综合楼 1 层 CT 检测室	最大功率 500W

(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	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 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、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

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订），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》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修订），2019 年 8 月 22 日起施行；</p> <p>(7) 《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>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，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；</p> <p>(10) 《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》原国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）；</p> <p>(12) 《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>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日起施行；</p> <p>(14) 《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>(15) 《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>(16) 《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>(17) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》；</p> <p>(18) 《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>(19) 《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》，江苏省生态环境厅，苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日印发。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(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）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(9) 《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）。</p>
<p>其它</p>	<p>附图：</p> <p>附图1 太仓庆良电子有限公司地理位置图</p> <p>附图2 厂区总平面图</p> <p>附图3 本项目1#服务配套综合楼1层平面图</p> <p>附图4 本项目1#服务配套综合楼2层平面图</p> <p>附图5 本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图</p> <p>附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件1）；</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书（附件2）；</p> <p>(3) METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置屏蔽设计说明（附件3）；</p>

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">(4) 营业执照（附件 4）；(5) 房产证（附件 5）；(6) 建设项目环评批复（附件 6）；(7) 环评技术咨询合同（附件 7）；(8) 射线装置供应商辐射安全许可证（附件 8）；(9) 环境保护措施承诺（附件 9）；(10) 现状监测报告及资质、检测仪器检定证书（附件 10）。 |
|--|--|

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>本项目新增 2 台工业 CT 装置属于 II 类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响报告表的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定，并结合该项目特征，确定本项目的评价范围是 2 台工业 CT 装置实体屏蔽体边界外 50m 范围。</p>					
环境保护目标					
<p>根据现场调查可知，本次评价项目 2 台工业 CT 装置实体边界外 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等，项目选址可行。</p>					
表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表					
机房名称	位置	场所	最近距离 (m)	保护目标	规模
工业 CT 装置 (2 台)	东侧	操作台	紧邻	操作人员	2 人
		品保部	6.7	公众	8 人
		测量室	18	公众	4 人
		厂区道路	27	公众	流动人员
	南侧	走廊、会议室	1.5~50	公众	流动人员
	西侧	卫生间	7	公众	流动人员
		楼道	1.5	公众	流动人员
		接待室	13	公众	5 人
		大厅	22~50	公众	流动人员
	北侧	3#厂房	16	公众	30 人
楼上	洗碗间、厨房区域	2.76	公众	10 人	
评价标准					
1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）					
(1) 剂量约束值					
B1.1.1.1 条规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：					
a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv/a；					
b) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；					
B1.2 条规定：公众照射					
实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：					

a) 年有效剂量，1mSv/a;

(2) 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

①控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

②监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

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)，工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

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表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 1 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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$;

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时, 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) 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。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率

以及检测结果的保存等作出规定,并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器,并按规定进行定期检定/校准,取得相应证书。使用前,应对辐射检测仪器进行检查,包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

8.2 探伤机检测

8.2.1 防护性能检测

8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T26837 的要求进行。

8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后,应进行安全装置的性能检测。

8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员(包括维修人员),应按照 GBZ128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测,并按规定格式记入个人剂量档案中。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时,通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射,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、项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）等评价标准：

（1）辐射剂量率控制水平：本项目工业 CT 装置四周、顶部关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）剂量约束值：本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a ，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

（3）周剂量当量率：职业人员周剂量当量率不超过 $100\mu\text{Sv}$ ；公众周剂量当量当量率不超过 $5\mu\text{Sv}$ 。

5、参考资料

（1）《辐射防护导论》，方杰主编。

（2）《辐射防护手册（第一分册）》，李德平、潘自强著。

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

表 7-2 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）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
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：测量值已扣除宇宙射线响应值，评价时采用“均值 $\pm 3s$ ”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

太仓庆良电子有限公司位于太仓市大连西路 98 号，本项目地理位置见附图 1。企业计划在厂区 1#服务配套综合楼 1 层设一间 CT 检测室，并增加 2 台工业 CT 装置。该 1#服务配套综合楼为地上 4 层建筑，无地下室。本项目工业 CT 装置拟建场址及周围环境现状见图 8-1：



图 8-1 本项目工业 CT 装置拟建场址及周围环境现状

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境因子为工业 CT 装置测试时发

射出的 X 射线，项目在进行环境现状调查时主要调查评价范围内的环境贯穿辐射剂量率。

评价对象：拟建工业 CT 装置场址辐射环境背景水平。

监测因子：X- γ 辐射剂量率。

监测点位：根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布设监测点，共计 9 个监测点位。

3、监测方案

(1) 监测项目：场所周围环境贯穿辐射剂量率。

(2) 布点原则：以项目工业 CT 装置拟建位置为中心，在项目周围选择性布点。

(3) 监测方法：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1 米高度，每组读 10 个数据，读数间隔 10 秒。

4、质量保证措施

(1) 检测机构已通过计量认证（证书编号：241012050469，检测资质见附件 10），具备相应的检测资质和检测能力；

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

(3) 检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；

(4) 所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；

(5) 检测报告实行三级审核。

5、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

检测仪器：X- γ 辐射空气比释动能率仪（型号：NT6101-S75；制造单位：苏州速核仪器有限公司；设备编号：ZRFS-SB-001；仪器测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h；检定有效期：2024.08.30~2025.08.29，检定单位：北京市计量检测科学研究院，检定证书编号：JT240830034）。

监测日期：2025 年 7 月 4 日，检测环境条件：天气：晴，温度：26 $^{\circ}$ C，湿度：50%。

评价方法：参考表 7-2 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，评价本项目拟建址及周围环境辐射水平。

监测结果：监测结果见表 8-1，监测点位见图 8-2，检测报告见附件 10。

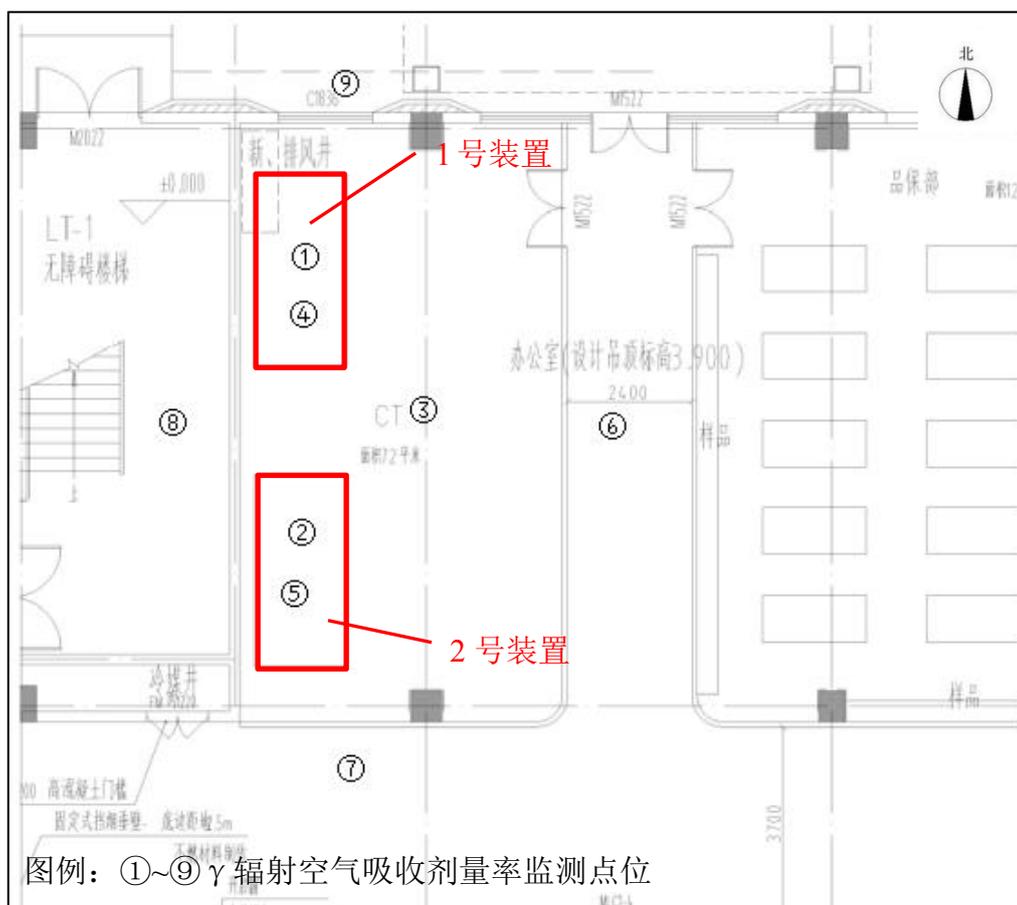


图 8-2 拟建工业 CT 装置周围环境监测点位示意图

表 8-1 本项目拟建场址及周围 γ 辐射剂量率监测结果

编号	检测地点描述	检测结果 (nGy/h)	方差	备注
1	1 号工业 CT 装置拟建场址内部	56	2.3	室内
2	2 号工业 CT 装置拟建场址内部	57	3.1	室内
3	CT 检测室中部	50	2.5	室内
4	1 号工业 CT 装置拟建场址 2 楼	61	3.8	室内
5	2 号工业 CT 装置拟建场址 2 楼	64	3.1	室内
6	CT 检测室东侧	48	2.8	室内
7	CT 检测室南侧	52	1.6	室内
8	CT 检测室西侧	53	4.6	室内
9	CT 检测室北侧	51	2.8	室外
备注	1、检测结果已扣除宇宙射线响应值 (12nGy/h) 2、检测结果扣除宇宙射线响应值时已考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正，9 号点位为室外道路，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1，其余点位均为楼房测点，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8。			

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目拟建址 γ 辐射剂量率在 (48-64) nGy/h 范围内，在江苏省室内及道路 γ 辐射 (空气吸收) 剂量率水平涨落范围内。

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

本项目使用的工业 CT 装置主要由 X 射线管、平板探测器、控制面板、检测平台控制系统、电气控制系统、计算机处理系统和铅房等组成。

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，阳极靶则根据应用的需要，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，聚焦杯使这些电子聚集成束，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突然阻挡从而产生 X 射线，典型的 X 射线管结构图见下图。

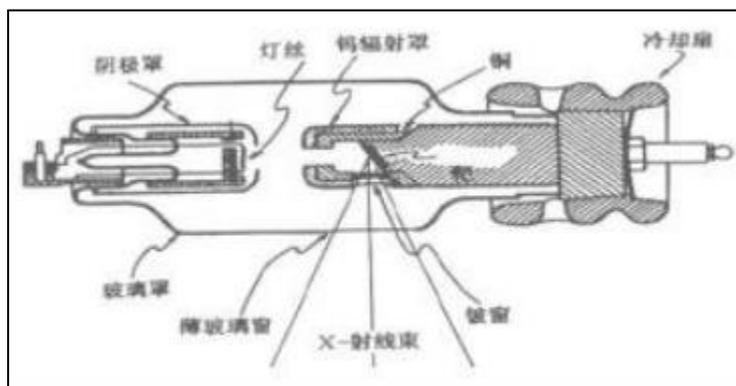


图 9-1 典型 X 射线管结构图

工业 CT 装置运行时，操作人员在自带铅房外通过控制面板开启设备控制电气控制系统产生高电压，并传输至 X 射线管，X 射线管利用高压电场的作用将内部产生的高速电子流撞击靶，高速电子流的能量转换，其中一部分生成 X 射线检测平台控制系统控制被检测样品调整至待测位置，由于被检测样品内部结构密度不同，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，当样品内部存在气孔、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，平板探测器将穿过被检测样品的不同强度 X 射线转化成电子信号而形成实时灰度成像并传输给计算机处理系统，得到显示内部结构的二维图像，而后样品操作系统会将待测样品旋转角度，进行多次检测，从而得到一系列二维图像数据，使用计算机处理系统进行图像数据的三维重建，得到待测物的三维结构数据。

X 射线球管生产、测试工作流程及产污流程示意图见图 9-2。

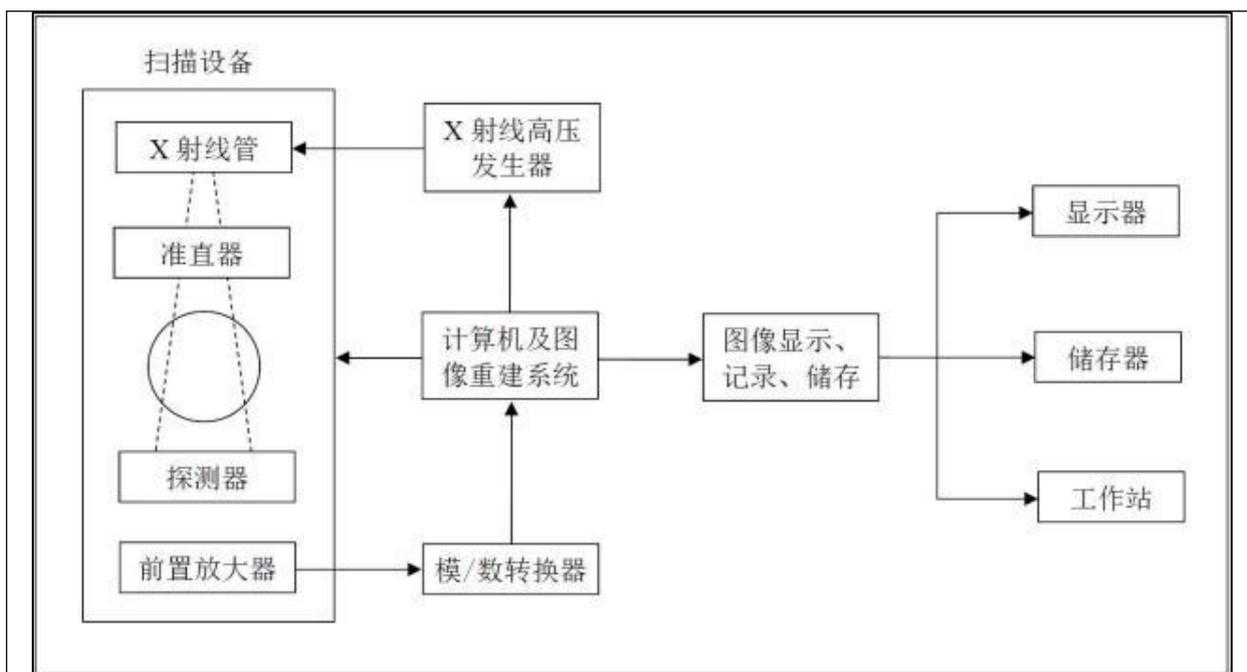


图 9-2 工业 CT 装置示意图

2、检测过程

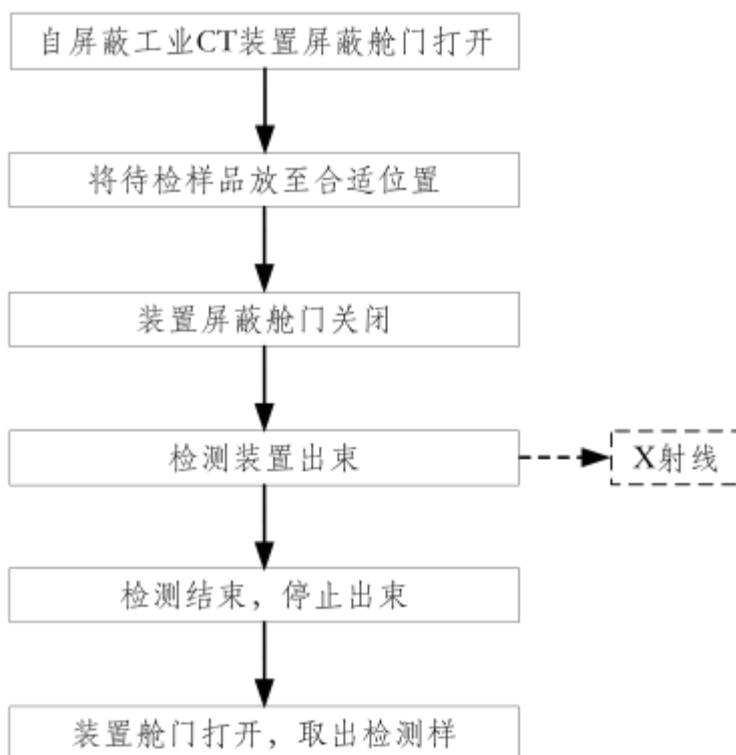


图 9-3 本项目工业 CT 装置检测流程图

工作流程：

本项目 X 射线检测主要用于检测产品内部缺陷，操作人员在控制面板打开工件门（舱门），将待测样品固定在检测平台上，由机器内部样品操作系统将样品调整至合适位置，

然后在控制面板上关闭工件门（舱门），出束进行检测，检测结束，在控制面板上打开工件门（舱门），操作人员取出检测样品，检测流程结束。



图 9-4 工业 CT 装置运行流程及外观示意图

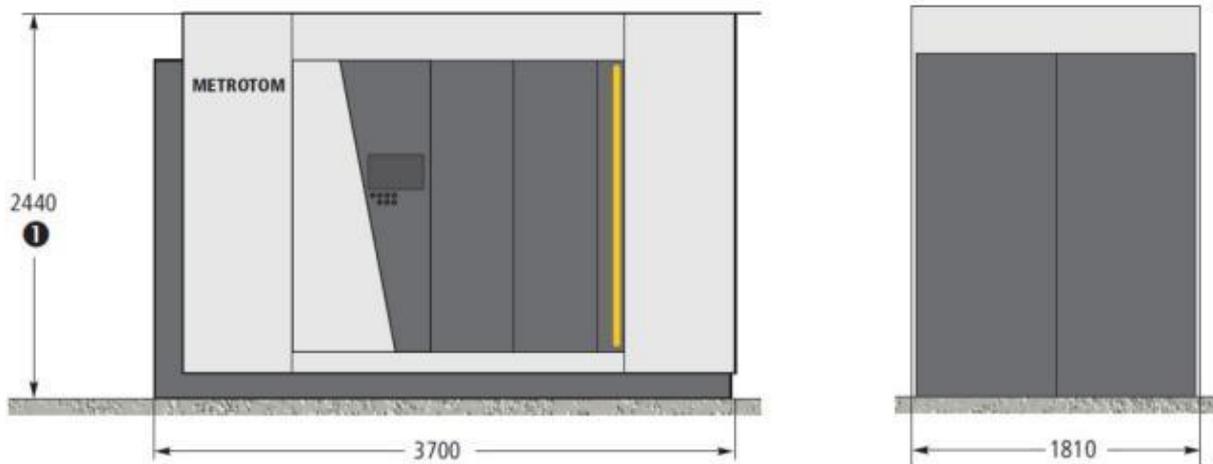


图 9-5 本项目工业 CT 装置尺寸示意图

3、工作负荷和人员配置

公司拟配备 2 名辐射工作人员开展本项目射线装置相关工作，每天 8h 工作制，年工作天数为 300 天。单台工业 CT 装置单次最大曝光时间为 8min，年最大曝光次数合计为 15000 次，则本项目 2 台工业 CT 装置年最大曝光时间合计为 2000h。

污染源项描述

1、放射性污染（X 射线）

工业 CT 装置运行时，对环境的辐射影响途径包括以下几个方面：

（1）X 射线有用线束辐射；（2）X 射线泄漏辐射；（3）以 0° 方向入射被检测工件后的散射辐射，主要关注 90° 方向。

（1）有用线束放射性源项

本项目 2 台 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 500W（当额定功率开机电压 225kV 时，电流最大为 2222 μ A）。根据厂家提供的装置说明书（见附件 9），本项目工业 CT 装置滤过条件 2mm 锡的检测条件下，距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67mSv·m/(mA·min)，由此得出距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $2.202 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2(\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

（2）漏射线放射性源项

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，X 射线管电压大于 200kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 5000 μ Sv/h。

（3）散射线放射性源项

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，本项目 225kV-X 射线，散射线能量不超过 200kV，在该能量相应的 X 射线半值层，铅厚度为 1.4mm。

（4）天空散射

本项目工业 CT 装置铅房高度在 2.44m，人员不容易接触设备顶部，且顶部剂量率控制在 2.5 μ Sv/h 以下，X 射线穿透顶部后在设备周围造成的辐射剂量水平处于较低水平，可不考虑天空散射的辐射影响，仅对二楼工作人员的辐射剂量进行评估。

2、非辐射污染源分析

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过装置内机械式排风设施和开关工件门排到检测室内，最终经开关门及 CT 检测室内新风系统排至室外。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物影响较小。

本项目工业 CT 装置开机扫描工件通过数码成像，无洗片废水。

表 10 辐射安全和防护

项目安全设施

1、辐射工作场所布局

企业本次新增 2 台工业 CT 装置项目位于太仓市大连西路 98 号 1#服务配套综合楼 1 层 CT 检测室。CT 检测室东侧为走廊，隔走廊为品保部，南侧为走廊，西侧为楼梯，北侧为厂区道路，楼上为洗碗间和食堂区域，无地下室。

本项目 2 台工业 CT 装置均包括实体屏蔽体（铅房）和操作台，操作台位于屏蔽体东侧，主射线均由左向右照射（面对设备），操作台避开了 X 射线主射线方向，本项目 2 台工业 CT 装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室与曝光室分开设置及操作室应避免有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

公司拟对本项目辐射工作场所进行分区管理，以设备铅房边界作为控制区边界；以 CT 检测室建筑边界作为监督区边界。管理措施如下：

控制区边界（铅房）采用实体屏蔽、门机联锁装置，铅房上显著位置设置电离辐射标志，设备上设置工作指示灯，设备开机期间任何人不能打开铅房防护门。操作台设置急停开关和钥匙开关。

监督区边界采用实体隔间，CT 检测室入口张贴电离辐射警示标示，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。辐射人员进入监督区内工作期间佩戴合格的报警仪和个人剂量计。未经授权无关人员禁止进入监督区，监督区外公众剂量满足本项目剂量管理目标值。

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。本项目辐射工作场所分区示意图见图 10-1。

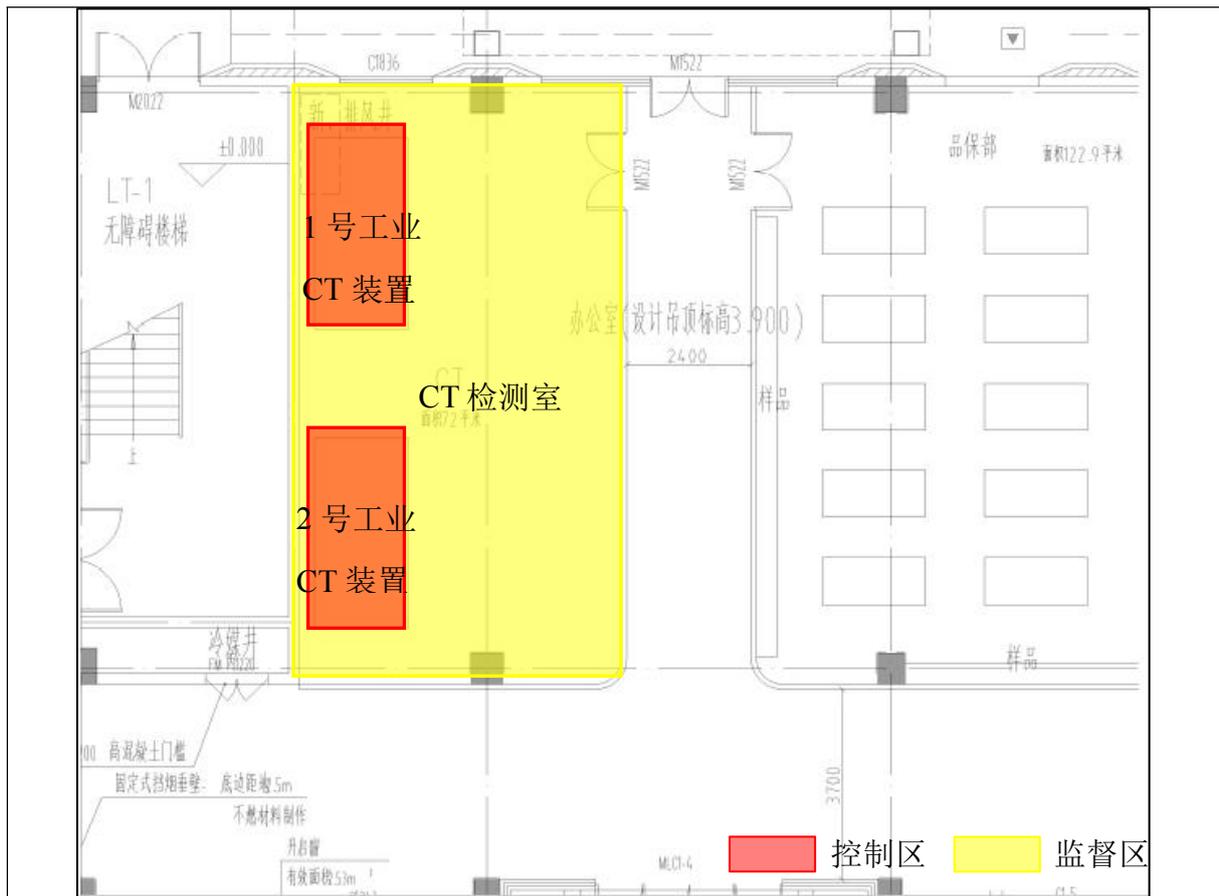


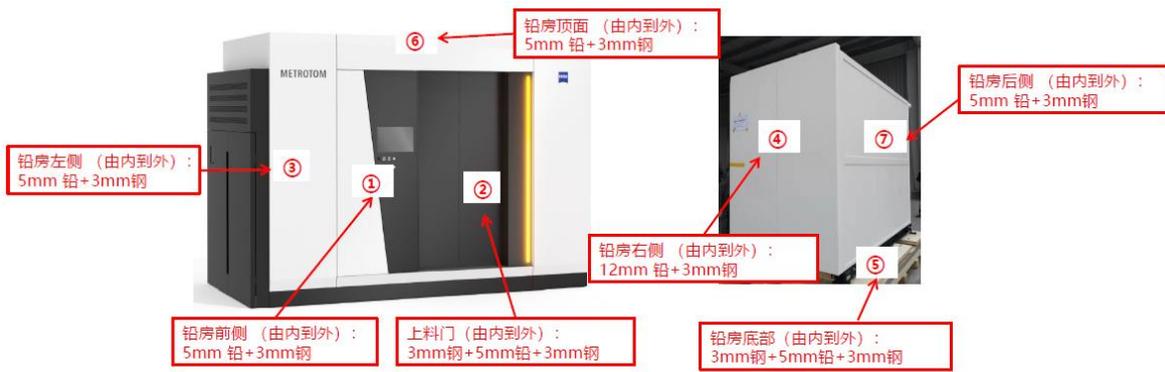
图 10-1 本项目辐射分区示意图

2、辐射工作场所的屏蔽设计

表 10-1 本项目工业 CT 装置屏蔽设计参数一览表

设备名称	屏蔽方位	主要屏蔽材料及厚度		等效铅当量
		铅房	X 射线管周围	
METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置（外部尺寸： 3.7m*1.81m*2.44m）	正面	5mm 铅+3mm 钢	5mm 铅+2mm 钢	10.34mm
	背面	5mm 铅+3mm 钢	5mm 铅+2mm 钢	10.34mm
	左面	5mm 铅+3mm 钢	5mm 铅+2mm 钢	10.34mm
	右面（主射方向）	12mm 铅+3mm 钢	/	12.2mm
	顶面	5mm 铅+3mm 钢	5mm 铅+2mm 钢	10.34mm
	底面	3mm 钢+5mm 铅+3mm 钢	5mm 铅+2mm 钢	10.54mm
	正面工件门	3mm 钢+5mm 铅+3mm 钢	5mm 铅+2mm 钢	10.54mm
	电缆口	5mm 铅+3mm 钢	/	10.2mm
	通风口	5mm 铅+3mm 钢	/	10.2mm

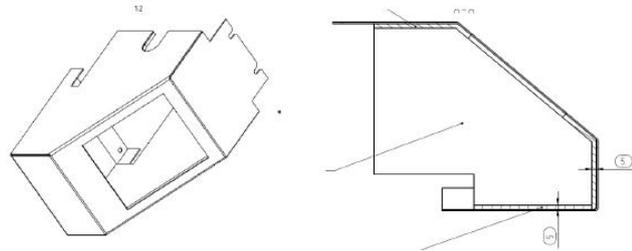
注：根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z41476.3-2022）表 4，225kV 下厚度 2mm、3mm 钢的等效铅厚度为 0.14mm、0.2mm。



从机器正前方（操作面）来看：

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. 前面板防护材质及厚度：5mm 铅+3mm钢 | 5. 底板防护材质及厚度：3mm钢+5mm铅+3mm钢 |
| 2. 上料门防护材质及厚度：3mm钢+5mm 铅+3mm钢 | 6. 顶面防护材质及厚度：5mm铅+3mm钢 |
| 3. 射线源所在的左侧防护材质及厚度：5mm 铅+3mm钢 | 7. 后侧防护材质及厚度：5mm铅+3mm钢 |
| 4. 平板探测器所在的右侧防护板材质及厚度：12mm铅+3mm钢 | |

X射线管周围同样采用铅钢防护结构（如下图），厚度为5mm铅+2mm钢



机器线缆穿孔位置位于舱内左后方，线缆四周均覆以防护板，其材质为厚度为5mm铅+3mm钢

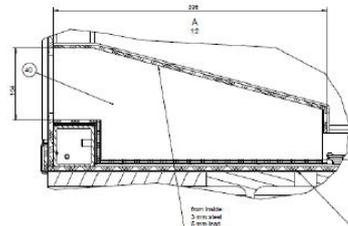


图 10-2 本项目设备辐射防护屏蔽设计图

3、辐射安全防护措施

本项目工业 CT 装置体积较大，人员可进入。故为确保辐射安全，太仓庆良电子有限公司拟对本项目新增铅房设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

（1）本项目工业 CT 装置自带有屏蔽防护性能良好的屏蔽铅房，满足 GBZ117-2022 标准相关要求，可以保证屏蔽铅房外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，且工作人员和公众的受照剂量满足环评文件提出的剂量约束要求。

（2）本项目所在 CT 检测室按照控制区和监督区分区管理，设备自带的屏蔽铅房内设为控制区，CT 检测室（除控制区外其他区域）设为监督区。

（3）仅在机器正面预留通道，用于上下料工件以及设备检修维护，其余面则完

全密封，避免人员误进入。

(4) 本项目工业 CT 装置门机联锁，工件门配备两个双通道安全互锁开关/双门锁开关，只有门完全关闭后，安全回路才会闭合。当工业 CT 装置防护门打开或未完全关闭时，工业 CT 装置无法出束，只有防护门完全关闭时方能出束。

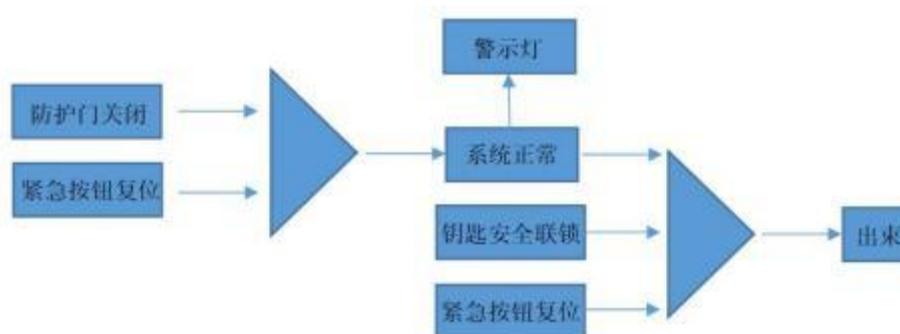


图 10-3 门机联锁逻辑图

(4) 舱门关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯提示（具体位置见图 10-3），并且警示灯串在安全回路里，如警示灯故障，射线不能启动。醒目位置处贴有电离辐射警告标志。工作场所门口处贴电离辐射警告标志。

(5) 控制面板和防护铅房内设置多处急停按钮（面板一处，内部两处）（具体位置见图 10-4），紧急停机按钮用于紧急条件下中断射线装置电源，任何时候按下急停按钮，机器整机断电，而且急停按钮必须复位后，才能重新启动。

(6) 操作软件及数据处理工作站有显示屏，可显示管电压、高压通断等信息，并设有对应按钮可进行管电压、管电流和照射时间等的选取与设定，控制台上还设有 1 处钥匙开关（具体位置见图 10-3），如果钥匙开关在“OFF”位置，则不能产生 X 射线，钥匙开关只有在停机或待机状态时才能拔出。

(7) 设备内安装有监控摄像头，在计算机上能观察到设备内情况。

(8) 本项目工业 CT 装置防护铅房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露。防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板。典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两个风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h。本项目所在的 CT 检测室设空调通风系统，能对 CT 检测室进行通风换气，防止臭氧和氮氧化物等有害气体的聚集。

(9) 公司将为本项目配备 1 台便携式辐射剂量巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，可随时监控射线装置周围的剂量率变化情况。

(10) 公司将为每名操作人员配备 1 台个人剂量计，个人剂量计定期送检，建立

个人剂量健康档案。

综上，该公司辐射工作场所采用上述辐射安全设计，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关安全设施的要求。

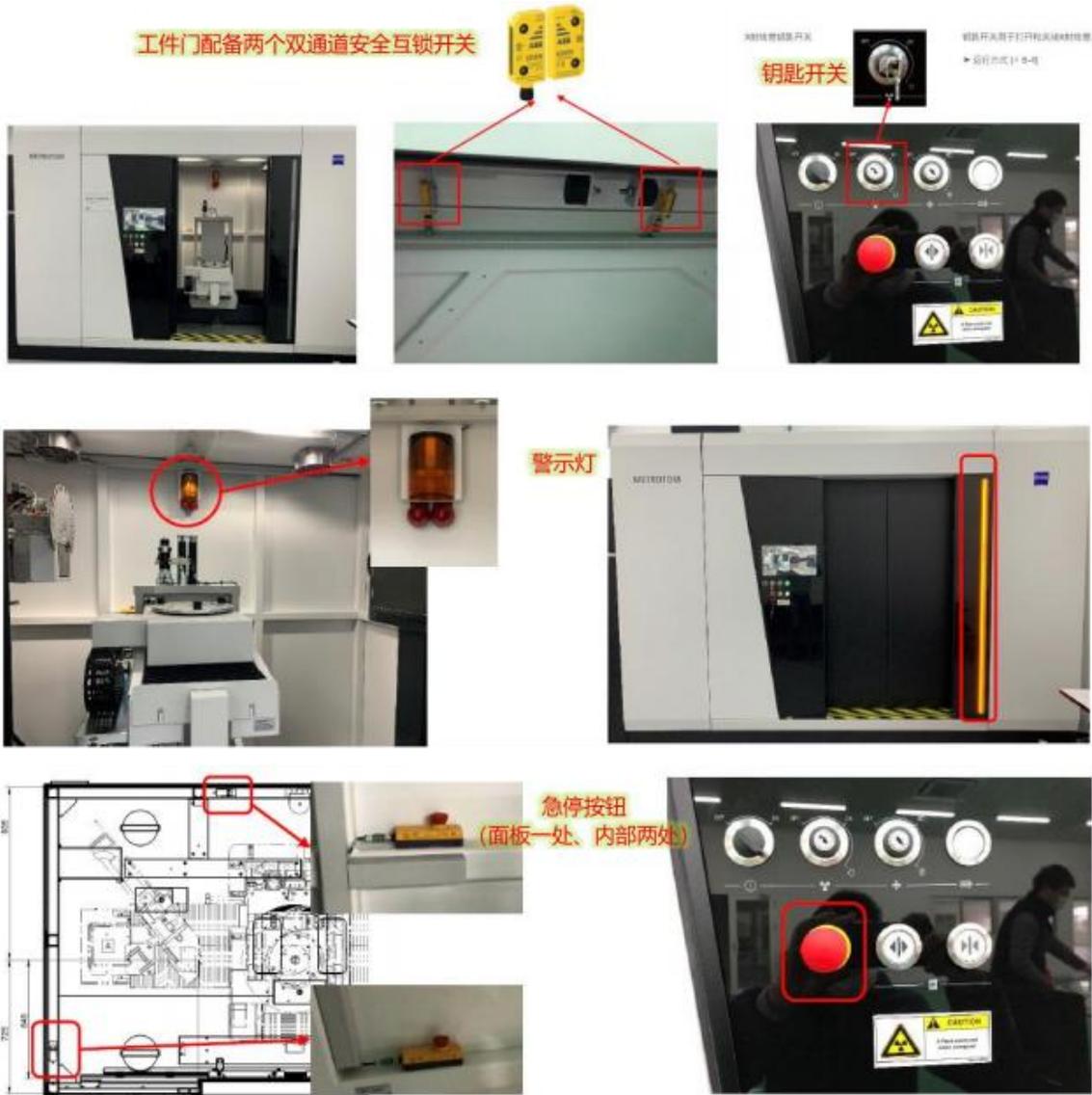


图 10-4 本项目工业 CT 装置安全防护设施

“三废”的治理

本项目无放射性废气、废水、固废产生。本项目仅采用数码成像，不洗片无废显影液、定影液等产生。

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置铅房内。本项目 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有 5mm 铅板+3mm 钢板防护。装置内部体积约为 16.3m³，典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置

两个风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。

同时本项目工业 CT 装置所在 CT 检测室内设有新风系统，通风效果较好，通过开启新风系统排风进行无组织排放，将臭氧和氮氧化物排出室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较少。

表 11 环境影响分析

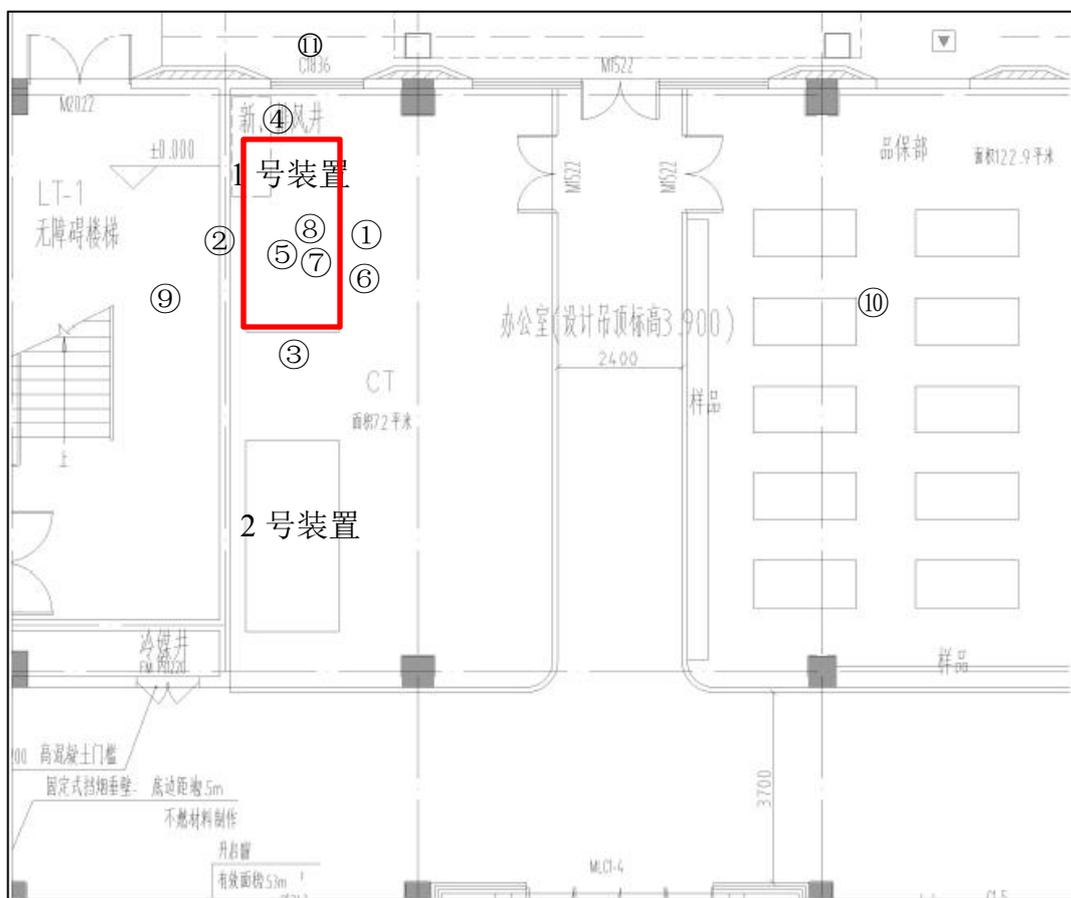
建设阶段对环境的影响

太仓庆良电子有限公司利用预留厂房设置 CT 检测室，在内开展核技术利用项目，无需开展混凝土浇筑等土建施工，施工期的工作仅为设备的安装。因此施工期环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

公司拟配备 2 名辐射工作人员开展本项目射线装置相关工作，每天 8h 工作制，年工作天数为 300 天。单台工业 CT 装置单次最大曝光时间为 8min，年最大曝光次数合计为 15000 次，则本项目 2 台工业 CT 装置年最大曝光时间合计为 2000h。



注：取装置表面外 30cm 为关注点。

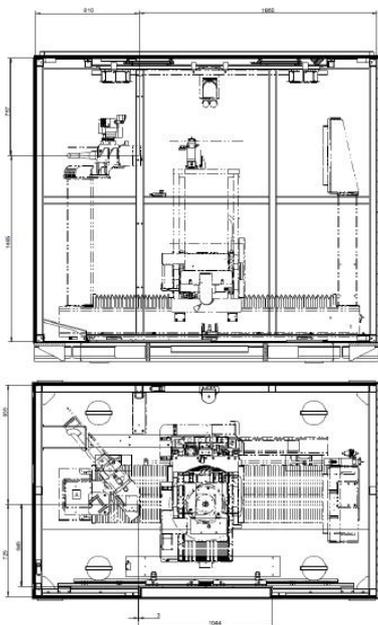
图 11-3 预测点位分布图

本项目工业 CT 装置靶点至各关注点的距离见下表：

表 11-1 工业CT 装置靶点至关注点的距离一览表

设备型号	关注点	编号	靶点至关注点的距离 (m)
METROTOM 1500 225kV G3	设备正面 30cm 处	①	1.033
	设备背面 30cm 处	②	1.243
	设备左面 30cm 处	③	1.118
	设备右面 30cm 处 (主射面)	④	2.175
	设备顶面 30cm 处	⑤	1.075
	正面工件门外 30cm 处	⑥	0.956
	设备底面 30cm 处	⑦	1.776
	2 楼 (洗碗间)	⑧	3.616
	CT 检测室西侧楼道	⑨	2.243
	CT 检测室东侧品保部	⑩	7.733
	CT 检测室北侧道路	⑪	3.675

本项目 X 射线管在防护铅房内位置固定, 靶点距离防护铅房各个方向的距离见下图所示:



如左图, 从机器正前方 (操作面) 来看, 射线逸出口距离防护铅房各个方向的距离为:

1. 距右侧防护铅板 (平板探测器侧) 为1860mm;
2. 距左侧防护铅板为810mm;
3. 距底部防护铅板为1465mm;
4. 距顶部防护铅板为767mm;
5. 距后方防护铅板为935mm;
6. 距前方 (操作侧) 防护铅板为725mm;
7. 距前方上料门防护铅板为645mm;

本项目使用的 2 台工业 CT 装置最大管电压为 225kV, 最大管电流为 3mA, 最大功率为 500W。当额定功率开机电压 225kV 时, 电流最大为 2.222mA。由于最大电压和最大电流无法同时达到, 为保守估算, 本项目预测计算时电压取 225kV, 电流保守取 2.222mA。

鉴于 2 台工业 CT 装置设备型号、规格均相同, 本次选取其中 1 台工业 CT 装置进行理论计算。本次对设备四周、顶部、底部和工件门辐射环境影响进行预测, 预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的计算公式及相关参数估算铅房表面外 30cm 处的辐射水平, 估算模式如下:

1、有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-1 计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

式中：I—X 射线探伤装置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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据前文取 $2.202 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按公式 11-2 计算

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

TVL—屏蔽材料的什值层厚度。

2、非有用线束

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/T250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

（1）泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中：

\dot{H} —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据 GBZ/T250-2014，X 射线管电压大于 200kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5000 \mu\text{Sv/h}$ ；

B—屏蔽透射因子，按公式（11-2）计算；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）散射辐射

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

式中： H —关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I—X 射线球管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；

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；

R_S —散射体至关注点的距离，m；

R_0 —辐射源点（靶点）至工件的距离，m；

F — R_0 处的散射野面积， m^2 。

3、辐射剂量率计算结果

表 11-2 工业 CT 装置有用线束屏蔽效果预测表

关注点	屏蔽厚度	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
设备右侧 30cm 处④	12.2mmPb	2.222	2.022×10^5	2.12E-06	2.175	2.01E-01	2.5	满足

注：B 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)中附录 B 中的表 B.2, 250kV 下铅当量层为 2.9mm, 200kV 下铅当量层为 1.4mm, 内插取得 225kV 下当量层为 2.15mm。

表 11-3 工业 CT 装置漏辐射剂量率计算结果

设备	关注点	屏蔽物质及厚度	B	R (m)	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	H($\mu\text{Sv/h}$)
工业 CT 装置	设备正面 30cm 处①	10.4mmPb	1.45E-05	1.033	5000	6.79E-02
	设备背面 30cm 处②	10.4mmPb	1.45E-05	1.243	5000	4.69E-02
	设备左面 30cm 处③	10.4mmPb	1.45E-05	1.118	5000	5.80E-02
	设备顶面 30cm 处⑤	10.4mmPb	1.45E-05	1.776	5000	1.85E-02
	正面工件门外 30cm 处⑥	10.6mmPb	1.17E-05	0.956	5000	6.40E-02
	设备底面 30cm 处⑦	10.6mmPb	1.17E-05	1.776	5000	2.30E-02
	2 楼（洗碗间）⑧	10.4mmPb	1.45E-05	3.616	5000	5.54E-03
	CT 检测室西侧楼道⑨	10.4mmPb	1.45E-05	2.243	5000	1.44E-02
	CT 检测室东侧品保部⑩	10.4mmPb	1.45E-05	7.733	5000	1.21E-03
	CT 检测室北侧道路⑪	12.2mmPb	2.12E-6	3.675	5000	5.37E-03

注：未考虑楼板 200mm 混凝土和墙体的屏蔽。

表 11-4 工业 CT 装置散射辐射剂量率计算结果

设备	关注点	屏蔽物质及厚度	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	B	$R_S(\text{m})$	$F\cdot\alpha/R_0^2$	H($\mu\text{Sv/h}$)
工业 CT 装置	设备正面 30cm 处①	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	3.73E-08	1.033	1/50	3.14E-04
	设备背面 30cm 处②	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	3.73E-08	1.243	1/50	1.08E-02
	设备左面 30cm 处③	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	3.73E-08	1.118	1/50	1.34E-02
	设备顶面 30cm 处⑤	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	3.73E-08	1.776	1/50	5.31E-03
	正面工件门外 30cm	10.6mmPb	2.222	2.022×10^5	2.68E-08	0.956	1/50	1.32E-02

处⑥								
设备底面 30cm 处⑦	10.6mmPb	2.222	2.022×10^5	$2.68E-08$	1.776	1/50	$3.82E-03$	
2 楼（洗碗间）⑧	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	$3.73E-08$	3.616	1/50	$1.28E-03$	
CT 检测室西侧楼道⑨	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	$3.73E-08$	2.243	1/50	$3.33E-03$	
CT 检测室东侧品保部⑩	10.4mmPb	2.222	2.022×10^5	$3.73E-08$	7.733	1/50	$2.80E-04$	
CT 检测室北侧道路⑪	12.2mmPb	2.222	2.022×10^5	$1.93E-09$	3.675	1/50	$6.42E-05$	

注：根据 GBZ/T 250-2014 中附录 B.4.2， $F \cdot \alpha/R_0^2$ 取 1/50。

①本项目射线管固定，且固定朝右侧出束照射，转台移动会影响装置左侧散射距离 R_s 改变，不影响装置前侧、后侧、顶部及底部散射距离 R_s ，本项目 R_s 距离保守与 R 距离取值一致。

②B 以射线能量为 200kV 值取，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中附录 B 中的表 B.2，200kV 下铅值层为 1.4mm。

由表 11-3 和表 11-4 计算得到非主射方向的辐射剂量率见下表。

表 11-5 工业 CT 装置非主射方向的辐射剂量率计算结果

设备	关注点	泄漏辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率合计($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
工业 CT 装置	设备正面 30cm 处①	6.79E-02	3.14E-04	6.82E-02	2.5	满足
	设备背面 30cm 处②	4.69E-02	1.08E-02	5.77E-02	2.5	满足
	设备左面 30cm 处③	5.80E-02	1.34E-02	7.14E-02	2.5	满足
	设备顶面 30cm 处⑤	1.85E-02	5.31E-03	2.38E-02	2.5	满足
	正面工件门外 30cm 处⑥	6.40E-02	1.32E-02	7.72E-02	2.5	满足
	设备底面 30cm 处⑦	2.30E-02	3.82E-03	2.68E-02	2.5	满足
	2 楼（洗碗间）⑧	5.54E-03	1.28E-03	6.82E-03	2.5	满足
	CT 检测室西侧楼道⑨	1.44E-02	3.33E-03	1.77E-02	2.5	满足
	CT 检测室东侧品保部⑩	1.21E-03	2.80E-04	1.49E-03	2.5	满足
	CT 检测室北侧道路⑪	5.37E-03	6.42E-05	5.43E-03	2.5	满足

根据表 11-1 和表 11-5 估算结果，在最大工况下，METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置屏蔽体表面 30cm 处辐射剂量率最大为 $0.201\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的限值要求。

5、电缆口、通风口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置线缆穿孔位置位于屏蔽体左后方，线缆四周均覆以防护板，其材质为厚度为 5mm 铅+3mm 钢。本项目工 CT 装置出束时，X 射线自源点出束，照射在工件上，经工件散射后进入电缆管道，在电缆管道中经过至少 3 次散射到达装置外，避免 X 射线直接照射线缆管道口，

利用散射降低线缆管道口的辐射水平，从而防止射线泄露。

本项目 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置内采取底部位置自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板，进风口位于底部中间位置，气流经导向后才进入室内，出风口位于装置顶部。本项目工业 CT 装置在出束时，X 射线自源点出束，照射在工件上，经工件散射后进入顶部出风口与底部进风口，均经铅百叶散射，X 射线在通风管道中经至少 3 次散射到达装置外。均避免 X 射线直接照射进出风口，利用散射降低进出风口的辐射水平，最大程度上避免射线泄露。

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以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断线缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。

本项目 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置工件门内含 5mm 铅板+3mm 钢板，工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 10mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍，且根据表 11-5 工件门处辐射剂量当量率为 0.0772 μ Sv/h，故缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

二、辐射工作人员和公众剂量估算

$$H_c = H_{c,d} \cdot t \cdot \mu \cdot T \quad \text{公式 11-4}$$

式中： H_c —一年受照剂量，mSv/a；

$H_{c,d}$ —辐射剂量率， μ Sv/h；

t —出束时间，h；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

μ —球管向关注点方向照射的使用因子，均取 1。

本项目各关注点处的年有效剂量估算结果详见下表：

表 11-6 年有效剂量估算结果

铅房名称	关注点	辐射剂量率 (μ Sv/h)	周测试时间(h/周)	年测试时间(h/a)	居留因子	周剂量估算值(μ Sv/周)	年剂量估算值(μ Sv/a)	人员
工业 CT 装置	设备正面 30cm 处①	6.82E-02	20	1000	1/4	0.341	17.05	职业
	设备背面 30cm 处②	5.77E-02			1/6	0.072	3.6	职业
	设备左面 30cm	7.14E-02			1/4	0.357	17.85	职业

处③							
设备顶面 30cm 处⑤	2.38E-02			1/4	0.119	5.95	职业
正面工件门外 30cm 处⑥	7.72E-02			1/4	0.386	19.3	职业
设备底面 30cm 处⑦	2.68E-02			1/4	0.134	6.7	职业
2 楼(洗碗间)⑧	6.82E-03			1/4	0.0341	1.705	公众
设备右侧 30cm 处④	2.01E-01			1	4.02	201	职业
CT 检测室西侧 楼道⑨	1.77E-02			1/4	0.0885	4.425	公众
CT 检测室东侧 品保部⑩	1.49E-03			1	0.0298	1.49	公众
CT 检测室北侧 道路⑪	5.43E-03			1/4	0.0272	1.358	公众

注：本项目 2 台工业 CT 装置工作量相当，单台工业 CT 装置预计周曝光时间 20h，年工作 50 周，单台年曝光时间最大为 1000h。

根据表 11-6 结果，保守计算，辐射工作人员所受每周的周围当量剂量率最大为 4.02 μ Sv，年有效剂量最大为 0.201mSv；周围公众所受每周的周围当量剂量率最大为 0.0885 μ Sv，年有效剂量最大为 4.425 $\times 10^{-3}$ mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周有效剂量不超过 100 μ Sv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周有效剂量不超过 5 μ Sv）。

由于实际工作中射线装置曝光及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测，才能准确的测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求进行佩戴，公司应加强对辐射工作人员的个人剂量监测管理，在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

综上所述，本项目所用工业 CT 装置辐射防护能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众剂量约束值的要求（职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a）。

事故影响分析

（1）本项目可能发生的辐射事故

①工业 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；

②维修人员检修工业 CT 装置时，设备进行曝光，人员受到意外照射；

③工业 CT 在对工件进行曝光的工况下，误打开工件门，人员受到意外照射。

（2）辐射事故预防措施

应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中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，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企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。辐射安全管理人员需通过辐射安全与防护考核后持证上岗。

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

③辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、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。

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

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

（3）辐射事故处置方法

太仓庆良电子有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中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，尽可能避免辐射事故的发生。在发生事故后：

①辐射工作人员或操作人员应第一时间关停 X 射线球管的高电压，停止 X 射线球管的出束，然后启动应急预案；

②立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

③对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，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

根据《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，使用 II 类射线装置的单位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。

公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了各成员管理职责。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，均应通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核，辐射防护负责人应通过“辐射安全管理”类的线上考核，考核合格后方可上岗，辐射工作人员考核合格证明到期后，应当通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可再次上岗。

评价认为项目单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若辐射安全与环境保护管理机构成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，太仓庆良电子有限公司针对本项目制定了相关的辐射安全管理制度。

(1) 辐射安全管理现状

太仓庆良电子有限公司已制定一套相对完善的辐射安全管理制度和操作规程，包括《CT 设备辐射管理制度》（含操作规程、岗位职责、辐射防护制度、台账管理制度、设备检修维护制度、人员培训制度、监测方案）、《CT 设备辐射事故应急措施》等规章制度，来加强辐射安全管理，确保射线装置的安全运行。

(2) 辐射安全管理要求

①公司制定的辐射安全管理制度较为健全，但应做到根据最新的相关法律法规、条例办法及现行标准的要求，定期更新和完善已有的规章制度。

②需针对工业 CT 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。

安全和防护状况年度评估报告应当包括：辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；项目新、改、扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况。

辐射监测

1、监测方案

(1) 个人剂量监测

遵循《职业性外照射个人检测规范》（GBZ128-2019）进行。该公司已开展辐射工作人员个人剂量监测，辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，定期将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测，频率不超过 90 天。并对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，终生保存。

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的环境保护、卫生部门调查处理。个人剂量监测由具有法定资质的单位承担，环境保护、卫生部门不得指定监测单位。

(2) 工作场所及环境监测

公司定期（每年 1 次）委托有资质的单位进行年度辐射环境监测，并出具监测报告。

公司按要求对所有辐射工作场所进行自主监测，以确保屏蔽防护性能的良好。

自主监测的频次：应不少于每季度 1 次。

重点监测位置：应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：工业 CT 装置四周、顶部及操作位，重点关注防护门缝隙处、通风口、电缆口等，点位选取应具有代表性。

根据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正订），当监测发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市环境保护行政主管部门报告。

此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的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 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

2、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，包括个人剂量报警仪、辐射监测等仪器。

本项目拟配备 1 台辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均佩戴个人剂量计工作。项目运行后，公司应使用辐射巡测仪定期对机房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

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

（1）事故处理及应急预案

为了加强对各射线装置的安全管理，保障公众健康，保护环境，公司制定了较为完善的辐射事故应急处理预案。该应急预案包括：应急机构和职责分工、辐射事故报告、辐射事故应急处理等，其内容较全、措施具体，针对性强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，并定期（每年一次）组织辐射事故应急演练。

（2）风险防范措施

一旦发生放射性安全事故后，应马上采取应急措施，启动应急预案。立即停止检测作业，将受照人员送去医疗，并将事故情况上报生态环境主管部门、卫生行政部门。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。公司必须加强管理，杜绝辐射事故的发生。

为了防止出现超剂量照射事故，公司使用的工业 CT 装置均采取了多种安全防护措施，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示；机房的防护门外近处有醒目的照射状态指示灯和电离辐射警告标志。

正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能启动照射。

当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处

理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地环境保护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》，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。事故发生后公司将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。

表 13 结论与建议

结论

(1) 项目概况

太仓庆良电子有限公司利用位于太仓市大连西路 98 号的自有厂房，在 1#服务配套综合楼 1 层设置 1 间 CT 检测室，并新增 2 台 METROTOM 1500 225kV G3 型工业 CT 装置，为工业 X 射线断层扫描（CT）装置，用于检测产品内部缺陷。

(2) 实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

本项目建成投运后，将有利于公司发展，增加经济效益，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于该指导目录中鼓励类第十四项“机械”中第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家现行产业政策。。

(3) 项目选址、布局合理性

本项目位于太仓市大连西路 98 号 1#服务配套综合楼 1 层。根据现场调查分析，本次评价项目机房外 50m 范围内为企业厂房内部、厂区道路，评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员及周围公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），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。

本项目各工业 CT 装置与操作位分开，拟将工业 CT 装置的内部区域划为控制区，在铅房表面张贴电离辐射警告标志，出束检测时禁止任何人员进入。将 CT 检测室建筑边界为监督区，在入口处张贴监督区标牌，禁止无关人员进入。本项目辐

射工作场所的控制区和监督区划分明显，选址及布局合理。

(4) 辐射环境现状评价

本项目工业 CT 装置拟建址周围 γ 辐射剂量率为(48~64) nGy/h 之间，处于江苏省道路、建筑物室内 γ 辐射水平涨落范围内。

(5) 辐射安全措施

工业 CT 装置正面和 CT 检测室入口粘贴“电离辐射”警告标志，装置醒目位置设置工作指示灯，防护门和工业 CT 装置出束设置门机联锁，人员在操作台进行操作，操作位设置急停开关和钥匙开关。进行检测工作时打开防护门将受检工件置于工件平台上，关闭防护门后接通设备高压开机进行检测，辐射工作人员通过显示器成像进行数据分析和记录，最后打开防护门取出受检工件并关闭设备电源。上述安全设施满足参考标准《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中有关门机联锁、急停开关、安全警示标识等安全措施要求。

(6) 辐射安全管理

医院按规定已成立专门的辐射安全与防护管理小组，并以文件形式明确管理人员职责，同时也明确规定了辐射安全与防护管理小组的职责。本次拟配备 2 名辐射工作人员，上岗前均应参加并通过辐射安全和防护的培训和考核，并建立个人剂量监测档案及职业健康监护档案。

(7) 环境影响分析结论

根据理论估算结果，太仓庆良电子有限公司新增 2 台工业 CT 装置项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目投入运行后，本项目工业 CT 装置的周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的相关要求。

本项目辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对本项目职业人员和公众剂量约束值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

(8) “三废”处理处置

工业 CT 装置空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，工业 CT 装置内均设有机械排风系统，同时本项目工业 CT 装置所在 CT 检测室内设有新风系统，通风效果较好，通过开启新风系统排风进行无组织排放，将臭氧和

氮氧化物排出室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较少。

综上所述，太仓庆良电子有限公司新增 2 台工业 CT 装置项目选址合理，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 and 运行是可行的。

建议和承诺

(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) 公司取得本项目环评批复，本项目在建设完成投入使用前，应申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

本项目“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	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者指派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。	公司已设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,全面负责公司的辐射安全和防护工作。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施:本项目新增的2台工业CT装置,四周、顶部、防护门均采用铅板进行屏蔽,观察窗采用铅玻璃,具体屏蔽设计参数见表10-1。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求。	109
	安全措施:工件门与装置设置门-机安全联锁装置,设备顶部设置工作状态指示灯,门-机联锁装置、工作状态指示灯定期检查,确保有效;设备外表面设置“当心电离辐射”警告标志,提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。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。机房内设置动力通风装置。	能满足《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022)的管理要求。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核,考核合格后方可上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。	定期投入 (每4年)
	辐射工作人员佩戴个人剂量计,并定期(每3个月)送有资质单位进行监测,建立个人剂量监测档案。	按要求佩戴、送检,不超过3个月。	每年投入
	辐射工作人员定期(每2年)职业健康体检,建立职业健康监护档案。	定期体检并建立职业健康监护档案。	每年投入
监测仪器和防护用品	公司拟为本项目配备1台辐射巡测仪和2台个人剂量报警仪。	满足工作场所日常监测要求及防护要求。	1
辐射安全管理制度	根据相关标准要求,已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,后续还应结合项目特点针对现有辐射安全管理制度进行补充和完善,在之后的实际工作中落实到实处。	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。	/
合计			110

上述措施须与本项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日