

核技术利用建设项目

扩建 3 台工业 CT 装置项目  
环境影响报告表

立臻精密智造(昆山)有限公司(公章)

2023 年 10 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 扩建 3 台工业 CT 装置项目 环境影响报告表

建设单位名称： 立臻精密智造(昆山)有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： 昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧

邮政编码： 215311 联系人： \_\_\_\_\_

电子邮箱： / 联系电话： \_\_\_\_\_

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	7xa2jl		
建设项目名称	扩建3台工业CT装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	立臻精密智造(昆山)有限公司		
统一社会信用代码	91320583MA263LUHXC		
法定代表人（签章）	张军		
主要负责人（签字）	李香英		
直接负责的主管人员（签字）	王思雨		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	江苏睿源环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵凌宇	201905035320000015	BH020792	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵凌宇	表9项目工程分析与源项 表10辐射安全与防护 表11环境影响分析 表12辐射安全管理 表13结论与建议	BH020792	
吕孝敏	表1项目基本情况 表2放射源 表3非密封放射性物质 表4射线装置 表5废弃物（重点是放射性废弃物） 表6评价依据 表7保护目标与评价标准 表8环境质量和辐射现状	BH024851	

## 编制主持人和主要编制人员信息

### 编制主持人证书



### 编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

#### 江苏省社会保险权益记录单（参保单位）



参保单位全称：江苏睿源环境科技有限公司

现参保地：鼓楼区

统一社会信用代码：91320106MA200XME37

查询时间：202307-202309

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数		21	21	21
序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）	缴费起止年月	缴费月数
1	赵凌宇	[REDACTED]	202307 - 202309	3
2	吕孝敏	[REDACTED]	202307 - 202309	3

说明：

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



## 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	10
表 3 非密封放射性物质 .....	10
表 4 射线装置 .....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	12
表 6 评价依据 .....	13
表 7 保护目标与评价标准 .....	17
表 8 环境质量和辐射现状 .....	24
表 9 项目工程分析与源项 .....	31
表 10 辐射安全与防护 .....	42
表 11 环境影响分析 .....	49
表 12 辐射安全管理 .....	62
表 13 结论与建议 .....	66
表 14 审批 .....	70
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 .....	71

**附图：**

- 1) 附图 1 本项目地理位置图
- 2) 附图 2 本项目周围环境及厂区平面布置图
- 3) 附图 3-1 本项目生产厂房 B2 栋一层平面布置图  
附图 3-2 本项目生产厂房 B2 栋二层平面布置图
- 4) 附图 4-1 本项目生产厂房 B3 栋四层平面布置图  
附图 4-2 本项目生产厂房 B3 栋三层平面布置图
- 5) 附图 5-1 本项目生产厂房 B1 栋一层平面布置图  
附图 5-2 本项目生产厂房 B1 栋二层平面布置图  
附图 5-3 本项目生产厂房 B1 栋三层平面布置图
- 6) 附图 6-1 本项目生产厂房 B2 栋剖面布置图  
附图 6-2 本项目生产厂房 B3 栋剖面布置图  
附图 6-3 本项目生产厂房 B1 栋剖面布置图
- 7) 附图 7 本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置屏蔽设计图
- 8) 附图 8 本项目 VT-X750 型工业 CT 装置屏蔽设计图
- 9) 附图 9 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图
- 10) 附图 10 本项目工程师踏勘现场照片

**附件：**

- 1) 附件1 委托书
- 2) 附件2 射线装置承诺书
- 3) 附件3 大厂区立项文件
- 4) 附件4 《关于立臻精密智造(昆山)有限公司研发中心建设项目环境影响报告表的批复》及验收意见
- 5) 附件5 营业执照
- 6) 附件6 现状检测报告及检测资质
- 7) 附件7 辐射安全许可证正副本
- 8) 附件8 原有核技术利用项目环评批复及验收意见
- 9) 附件9 辐射工作人员培训/考核证书
- 10) 附件10 射线装置屏蔽参数说明
- 11) 附件11 射线装置销售厂商辐射安全许可证
- 12) 附件12 验收检测报告
- 13) 附件13 出厂检测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		扩建 3 台工业 CT 装置项目			
建设单位		立臻精密智造(昆山)有限公司			
法人代表		张军	联系人		联系电话
注册地址		昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧			
建设项目地点		昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧			
立项审批部门		昆山市行政审批局	批准文号	昆行审备(2021)618号	
建设项目总投资(万元)			项目环保投资(万元)	投资比例(环保投资/总投资)	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m <sup>2</sup> )
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	/		
		<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				
	<b>项目概述:</b>				
<b>1. 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况</b>					
立臻精密智造(昆山)有限公司成立于2021年05月21日,注册地位于昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧,法定代表人为张军。经营范围包括许可项目:货物进出口;技术进出口;一般项目:移动终端设备制造;移动终端设备销售;软件开发;软件销售;可穿戴智能设备制造;可穿戴智能设备销售;电子专用设备制造;电子专用设备					



销售；计算机软硬件及外围设备制造；计算机软硬件及辅助设备批发；计算机软硬件及辅助设备零售；通信设备制造；通信设备销售；网络设备制造；网络设备销售；电子元器件制造；电子元器件批发；电子元器件零售；电子测量仪器制造；电子测量仪器销售；音响设备制造；音响设备销售；影视录放设备制造；智能家庭消费设备制造；智能家庭消费设备销售；电子产品销售；导航、测绘、气象及海洋专用仪器制造；导航、测绘、气象及海洋专用仪器销售；信息技术咨询服务；普通货物仓储服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广等。

立臻精密制造（昆山）有限公司智能产品生产组装项目于2021年11月1日取得江苏省投资项目备案证，项目代码为2110-320583-89-01-431057（见附件3），《立臻精密制造（昆山）有限公司智能产品生产组装项目环境影响报告表》已于2022年7月6日取得苏州市生态环境局批复（见附件4），并于2023年2月17日进行了第二阶段（第一部分）竣工环境保护验收（见附件4）。

立臻精密制造（昆山）有限公司现已开展核技术利用项目，已取得辐射安全许可证（见附件7），证书编号为苏环辐证[E2122]，种类和范围为“使用II类、III类射线装置”，有效期至2028年2月14日，发证机关为苏州市生态环境局。原有核技术利用项目已履行相关环保手续，环评批文及验收意见见附件8。

因业务发展需求，立臻精密制造（昆山）有限公司拟新增3台工业CT装置，用于电子设备的无损检测。

立臻精密制造（昆山）有限公司拟为本项目新增6名辐射工作人员。单台工业CT装置预计日曝光时间4h，周工作5天，年工作50周，年曝光时间最大约为1000h。

本项目核技术利用项目详见表1-1：

表 1-1 立臻精密制造（昆山）有限公司本项目核技术利用项目情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置	1	300	3	II	B2 栋 1 层 FAE CT LAB	使用	本次环评	未许可	未验收	最大功率 500W
2	VT-X750 型工业 CT 装置	1	130	0.3	II	B3 栋 4 层 X-Ray Lab	使用	本次环评	未许可	未验收	最大功率 39W
3	phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置	1	300	3	II	B1 栋 2 层 KPD CT room	使用	本次环评	未许可	未验收	最大功率 500W

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《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》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，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），本项目为使用工业CT装置，属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受立臻精密智造(昆山)有限公司委托，江苏睿源环境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、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。委托书见附件1，射线装置承诺书见附件2。

## 2. 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目位于昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧立臻精密智造(昆山)有限公司生产厂房内，立臻精密智造(昆山)有限公司东侧为东河；南侧为金凤凰路；西侧为塔基路；北侧隔小河为滨夹路。本项目1台 phoenix V|tome|x m300型工业CT装置位于生产厂房B2栋（共4层）1层FAE CT LAB（品质失效分析部CT实验室），东侧为网络机房，南侧为车间过道，西侧为QIT客验区（客户验证区），北侧为室外厂区道路，楼上为OQC Lab（出货品质管控实验室），楼下为土层；本项目1台VT-X750型工业CT装置位于生产厂房B3栋（共4层）4层X-Ray Lab（X射线设备检测板子焊接品质房间），东侧为车间过道，南侧为AOI中控室（自动化线光学检测机机种复判房间），西侧为MLB修护（半成品修护），北侧为MLB Line（半成品线体），楼上为屋顶，楼下为空置区域（暂未规划）；本项目另1台 phoenix V|tome|x m300型工业CT装置位于生产厂房B1栋（共4层）2层KPD CT room（产品开发CT实验室），东侧为KPD实验室过道，南侧为显示屏分析室，西侧为射频实验室，北侧为车间过道，楼上为KPD设备实验室，楼下为PAM车间生产线。本项目地理位置图见附图1，周围环境及厂区平面布置图见附图2，生产厂房B2栋一层及二层平面布置图见附图3，生产厂房B3栋一层及二层平面布置图见附图4，生产厂房B1栋一层、二层及三层平面布置图见附图5。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图9。

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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。

本项目的建设符合江苏省及苏州市“三线一单”（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）要求。

本项目工业 CT 装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目 B2 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B2 栋（共 4 层）、厂区道路及生产厂房 B3 栋（共 4 层）；本项目 VT-X750 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B3 栋（共 4 层）、厂区道路及厂区外东河；本项目 B1 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B1 栋（4 层）、厂区道路、餐厅 C1 栋及宿舍区。本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 操作的辐射工作人员及周围公众。

### 3. 实践正当性

立臻精密制造(昆山)有限公司使用工业 CT 装置对公司的电子产品进行缺陷检测以控制产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，工业 CT 装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### 4. 与产业政策的相符性

本项目使用工业 CT 装置对公司生产的电子元件进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号），本项目不属于限制类、淘汰类。

### 5. 原有核技术利用项目许可情况

#### 5.1 辐射安全许可情况

立臻精密制造（昆山）有限公司现已开展核技术利用项目，已取得辐射安全许可证（见附件 7），证书编号为苏环辐证[E2122]，种类和范围为“使用 II 类、III 类射线装

置”，有效期至 2028 年 2 月 14 日，发证机关为苏州市生态环境局。原有核技术利用项目已履行相关环保手续，环评批文及验收意见见附件 8。公司现有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 立臻精密制造（昆山）有限公司现有核技术利用项目一览表

射线装置										
序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	验收情况
1	Quadra5 型 X 射线实时成像装置	1	160	0.125	III	B1-1F	使用	已填报登记表	已许可	/
2	Cougar ECO 型 X 射线实时成像装置	3	160	1	III	B1-1F	使用	已填报登记表	已许可	/
3	Y Cougar SMT 型 X 射线实时成像装置	1	160	0.45	III	B1-1F	使用	已填报登记表	已许可	/
4	X7056 型 X 射线实时成像装置	1	130	0.3	III	B1-2F	使用	已填报登记表	已许可	/
5	iX7072 型 X 射线实时成像装置	1	130	0.3	III	B1-2F	使用	已填报登记表	已许可	/
6	X2.5#型 X 射线实时成像装置	1	130	0.3	III	B1-2F	使用	已填报登记表	已许可	/
7	Quadra5 型 X 射线实时成像装置	1	160	0.125	III	B2-1F	使用	已填报登记表	已许可	/
8	X7056 型 X 射线实时成像装置	1	130	0.3	III	B2-1F	使用	已填报登记表	已许可	/
9	X7056 型 X 射线实时成像装置	1	130	0.3	III	B2-2F	使用	已填报登记表	已许可	/
10	X7056 型 X 射线实时成像装置	3	130	0.3	III	B2-3F	使用	已填报登记表	已许可	/
11	Cougar ECO 型 X 射线实时成像装置	2	160	1	III	B2-4F	使用	已填报登记表	已许可	/
12	Cougar ECO 型 X 射线实时成像装置	1	160	1	III	B7-1F	使用	已填报登记表	已许可	/
13	V tome x m300 型工业 CT	4	300	3	II	B1-1F	使用	已环评	已许可	已验收
14	VT-X750 型工业 CT	1	130	0.3	II	B1-1F	使用	已环评	已许可	已验收
15	Xradia 620 Vorsa 型工业 CT	1	160	0.83	II	B1-3F	使用	已环评	已许可	已验收
16	V tome x m300 型工业 CT	1	300	3	II	B1-2F	使用	已环评	已许可	已验收
17	V tome x m300 型工业 CT	1	300	3	II	B2-1F	使用	已环评	已许可	已验收

18	Cougar ECO 型 X 射线实时成像装置	1	160	1	III	B2-4F	使用	已填报登记表	已许可	/
----	-------------------------	---	-----	---	-----	-------	----	--------	-----	---

### 5.2 辐射安全与环境保护管理机构情况

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日修订），立臻精密制造（昆山）有限公司为满足公司辐射安全与环境保护管理的需求，已成立辐射安全与环境保护管理小组，负责公司辐射安全与环境保护管理工作。

公司现有的辐射安全与环境保护管理机构为辐射安全与环境保护管理机构小组，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日修订）中的相关要求，可以满足公司日常辐射安全与环境保护管理的要求。

### 5.3 辐射安全与环境保护管理制度

立臻精密制造（昆山）有限公司已制定了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、事故应急预案等，具体制度见表 1-3。

表 1-3 辐射安全管理制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	建设单位制度制定情况	是否落实
辐射防护和安全保卫制度	《辐射防护安全保卫制度》	已落实
操作规程	《辐射工作操作规程》	已落实
岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	已落实
设备检修维护制度	《X-Ray设备检修、维护和保管制度》	已落实
使用登记制度	《X-Ray设备使用登记、台帐制度》	已落实
监测方案	《使用 X-Ray 个人剂量及环境监测方案》	已落实
人员培训计划	《X-Ray操作人员培训计划》	已落实
辐射事故应急	《辐射事故处理应急预案》	已落实

现有辐射安全管理制度基本能满足公司核技术应用项目的管理需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日修订）中“应当有健全的操作规程、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、辐射事故应急措施”的要求。

### 5.4 辐射工作人员考核证书、职业健康体检及个人剂量情况

立臻精密制造（昆山）有限公司现有项目辐射工作人员 19 名，均参加了辐射安全与防护培训班学习/考核，并取得培训/考核合格证书，详见表 1-4。

表 1-4 现有辐射相关工作人员一览表

序号	姓名	岗位	证书编号	有效期	有效情况
1	陈寿雨	工业探伤	FS22JS1201284	2022.8.16~2027.8.16	有效
2	崔月明	工业探伤	FS22JS1201397	2022.8.26~2027.8.26	有效
3	高耀华	工业探伤	FS22JS1200273	2022.1.20~2027.1.20	有效
4	郭勇	工业探伤	FS22JS1201395	2022.8.26~2027.8.26	有效
5	韩志宏	工业探伤	FS22SH1200058	2022.1.20~2027.1.20	有效
6	李子翔	工业探伤	FS22JS1201395	2022.8.26~2027.8.26	有效
7	刘伟涛	工业探伤	FS22JS1201281	2022.8.16~2027.8.16	有效
8	孙兵	工业探伤	FS22JS1201313	2022.8.19~2027.8.19	有效
9	孙义峰	工业探伤	FS22JS1201401	2022.8.26~2027.8.26	有效
10	王明普	工业探伤	FS22JS1201312	2022.8.19~2027.8.19	有效
11	王文宗	工业探伤	FS23JS1200549	2023.3.17~2028.3.17	有效
12	夏梦化	工业探伤	FS22JS1201393	2022.8.26~2027.8.26	有效
13	谢冰冰	工业探伤	FS22JS1201410	2022.8.31~2027.8.31	有效
14	熊健	工业探伤	FS22JS1201402	2022.8.26~2027.8.26	有效
15	徐新海	工业探伤	FS22JS1201544	2022.9.13~2027.9.13	有效
16	张卓	工业探伤	FS23JS1200323	2023.3.1~2028.3.1	有效
17	钟兴	工业探伤	FS22JS1201404	2022.8.26~2027.8.26	有效
18	周洛凯	工业探伤	FS22JS1201392	2022.8.26~2027.8.26	有效
19	邹超	工业探伤	FS22JS1201399	2022.8.26~2027.8.26	有效

立臻精密智造（昆山）有限公司现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，已委托苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司开展个人剂量监测，根据近一年的检测报告结果表明现有辐射工作人员连续三个季度个人剂量监测结果均未出现超标情况。个人剂量监测情况见表 1-5。

表 1-5 个人剂量监测结果

序号	姓名	个人剂量当量 Hp(10)/mSv			年剂量当量/mSv
		2022.7.1~ 2022.9.22	2022.9.23~ 2022.12.21	2022.12.22~ 2023.3.21	
1	陈寿雨	0.046	0.04	0.042	0.128
2	崔月明	0.046	0.04	0.042	0.128
3	高耀华	0.046	0.04	0.042	0.128
4	郭勇	0.046	0.04	0.042	0.128
5	韩志宏	0.046	0.04	0.042	0.128
6	李子翔	0.046	0.04	0.042	0.128
7	刘伟涛	0.046	0.04	0.042	0.128
8	孙兵	0.046	0.04	0.042	0.128
9	孙义峰	0.046	0.04	0.042	0.128
10	王明普	0.046	0.04	0.042	0.128
11	王文宗	0.046	0.04	0.042	0.128
12	夏梦化	0.046	0.04	0.042	0.128

13	谢冰冰	0.046	0.04	0.042	0.128
14	熊健	0.046	0.04	0.042	0.128
15	徐新海	0.046	0.04	0.042	0.128
16	张卓	0.046	0.04	0.042	0.128
17	钟兴	0.046	0.04	0.042	0.128
18	周洛凯	0.046	0.04	0.042	0.128
19	邹超	0.046	0.04	0.042	0.128

注：建设单位目前仅有 3 个季度的个人剂量检测报告。

立臻精密智造（昆山）有限公司现有辐射工作人员共计 19 名，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2017 年修订（国家环境保护部令第 47 号）和《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部第 55 号令）的要求，为保护辐射工作人员身体健康，企业已委托昆山天美综合门诊部对 19 名辐射工作人员进行了职业健康体检，职业健康体检结果均可从事放射工作。

表 1-6 现有辐射相关工作人员职业健康体检结果

序号	姓名	体检报告日期	体检结果	备注
1	陈寿雨	2022.12.4	可从事放射工作	/
2	崔月明	2022.12.8	可从事放射工作	/
3	高耀华	2023.4.8	可从事放射工作	/
4	郭勇	2023.12.8	可从事放射工作	/
5	韩志宏	2022.12.4	可从事放射工作	/
6	李子翔	2022.12.4	可从事放射工作	/
7	刘伟涛	2022.12.4	可从事放射工作	/
8	孙兵	2022.12.4	可从事放射工作	/
9	孙义峰	2022.12.4	可从事放射工作	/
10	王明普	2022.12.4	可从事放射工作	/
11	王文宗	2022.12.4	可从事放射工作	/
12	夏梦化	2022.12.4	可从事放射工作	/
13	谢冰冰	2022.12.4	可从事放射工作	/
14	熊健	2022.12.4	可从事放射工作	/
15	徐新海	2022.12.4	可从事放射工作	/
16	张卓	2022.12.4	可从事放射工作	/
17	钟兴	2022.12.4	可从事放射工作	/
18	周洛凯	2022.12.4	可从事放射工作	/
19	邹超	2022.12.4	可从事放射工作	/

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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。”

立臻精密智造（昆山）有限公司 2023 年度拟按时在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传年度评估报告。



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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表4 射线装置

## (一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

## (二) X射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业CT装置	II	1	phoenix V tome x m300 型	300	3	无损检测	B2 栋 1 层 FAE CT LAB	最大功率 500W
2	工业CT装置	II	1	VT-X750 型	130	0.3	无损检测	B3 栋 4 层 X-Ray Lab	最大功率 39W
3	工业CT装置	II	1	phoenix V tome x m300 型	300	3	无损检测	B1 栋 2 层 KPD CT room	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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（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	直接排入大气,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有效化学分解时间约为50分钟,可自动分解为氧气。
生活垃圾	固态	/	/	90kg	1080kg	/	不暂存	由公司统一收集后,交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	7.2m <sup>3</sup>	86.4m <sup>3</sup>	/	不暂存	进入公司污水管道,最终进入污水处理站处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>，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/m<sup>3</sup>)和活度 (Bq)。

表6 评价依据

法规 文件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行；</li> <li>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行；</li> <li>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行；</li> <li>4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行；</li> <li>5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行；</li> <li>6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行；</li> <li>7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行；</li> <li>8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行；</li> <li>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2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行；</li> <li>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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行；</li> <li>11) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行；</li> <li>12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行；</li> <li>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》，中华</li> </ol>
----------	---

	<p>人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>14) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行；</p> <p>15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>16) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</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》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；</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》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21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》（苏环办〔2021〕187号），2021年5月31日印发。</p> <p>20) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会2019年令29号），自2020年1月1日起施行；</p> <p>21) 《国家发展改革委关于修改&lt;产业结构调整指导目录（2019年本）&gt;的决定》（国家发展和改革委员会2021年令49号），自2021年12月30日起施行；</p>
--	--

<p style="text-align: center;"><b>技术标准</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</li> <li>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）</li> <li>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</li> <li>4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</li> <li>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</li> <li>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</li> <li>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）</li> <li>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</li> <li>9) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)</li> <li>10) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>其他</b></p>	<p><b>附图：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 附图 1 本项目地理位置图</li> <li>2) 附图 2 本项目周围环境及厂区平面布置图</li> <li>3) 附图 3-1 本项目生产厂房 B2 栋一层平面布置图 附图 3-2 本项目生产厂房 B2 栋二层平面布置图</li> <li>4) 附图 4-1 本项目生产厂房 B3 栋四层平面布置图 附图 4-1 本项目生产厂房 B3 栋三层平面布置图</li> <li>5) 附图 5-1 本项目生产厂房 B1 栋一层平面布置图 附图 5-2 本项目生产厂房 B1 栋二层平面布置图 附图 5-3 本项目生产厂房 B1 栋三层平面布置图</li> <li>6) 附图 6-1 本项目生产厂房 B2 栋剖面布置图 附图 6-2 本项目生产厂房 B3 栋剖面布置图 附图 6-3 本项目生产厂房 B1 栋剖面布置图</li> <li>7) 附图 7 本项目 phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置屏蔽设计图</li> <li>8) 附图 8 本项目 VT-X750 型工业 CT 装置屏蔽设计图</li> <li>9) 附图 9 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</li> <li>10) 附图 10 本项目工程师踏勘现场照片</li> </ol> <p><b>附件：</b></p>

- 1) 附件1 委托书
- 2) 附件2 射线装置承诺书
- 3) 附件3 大厂区立项文件
- 4) 附件4 《关于立臻精密智造(昆山)有限公司研发中心建设项目环境影响报告表的批复》及验收意见
- 5) 附件5 营业执照
- 6) 附件6 现状检测报告及检测资质
- 7) 附件7 辐射安全许可证正副本
- 8) 附件8 原有核技术利用项目环评批复及验收意见
- 9) 附件9 辐射工作人员培训/考核证书
- 10) 附件10 射线装置屏蔽参数说明
- 11) 附件 11 射线装置销售厂商辐射安全许可证
- 12) 附件12 验收检测报告
- 13) 附件 13 出厂检测报告

表7 保护目标与评价标准

<p><b>评价范围</b></p> <p>本项目为扩建工业CT装置项目，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 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目工业CT装置屏蔽体外50m区域，见附图2。</p>
<p><b>保护目标</b></p> <p>本项目位于昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧立臻精密制造(昆山)有限公司生产厂房内，立臻精密制造(昆山)有限公司东侧为东河；南侧为金凤凰路；西侧为塔基路；北侧隔小河为滨夹路。本项目1台phoenix V tome x m300型工业CT装置位于生产厂房B2栋（共4层）1层FAE CT LAB（品质失效分析部CT实验室），东侧为网络机房，南侧为车间过道，西侧为QIT客验区（客户验证区），北侧为室外厂区道路，楼上为OQC Lab（出货品质管控实验室），楼下为土层；本项目1台VT-X750型工业CT装置位于生产厂房B3栋（共4层）4层X-Ray Lab（X射线设备检测板子焊接品质房间），东侧为车间过道，南侧为AOI中控室（自动化线光学检测机机种复判房间），西侧为MLB修护（半成品修护），北侧为MLB Line（半成品线体），楼上为屋顶，楼下为空置区域（暂未规划）；本项目另1台phoenix V tome x m300型工业CT装置位于生产厂房B1栋（共4层）2层KPD CT room（产品开发CT实验室），东侧为KPD实验室过道，南侧为显示屏分析室，西侧为射频实验室，北侧为车间过道，楼上为KPD设备实验室，楼下为PAM车间生产线。</p> <p>对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图9。</p> <p>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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。</p> <p>本项目的建设符合江苏省及苏州市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、</p>



资源利用上线和生态环境准入清单) 要求。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为:

- 1、操作工业CT装置的辐射工作人员;
- 2、工业CT装置周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

装置名称	工作场所	保护目标		方位	距装置最近距离	规模	保护目标类型
phoenix V tome x m300型 工业CT 装置	生产厂 房B2栋 1层FAE CT LAB	操作台		南侧	0.3m	2人	辐射工 作人员
		生产厂 房B2栋 (共4 层)	网络机房	东侧	约1m	流动人员 (约2人/天)	公众
			车间过道	南侧	约5m	流动人员 (约50人/天)	
			QIT客验 区	西侧	约1m	流动人员 (约5人/天)	
			OQC Lab	楼上	约1.5m	约10人	
			其余区域	东侧、南 侧、西侧、 楼上	约8m	约200人	
		厂区道路		北侧、 西侧	约1m	流动人员 (约200人/天)	
		生产厂房B3栋		北侧	约20m	约50人	
VT-X750 型工业 CT装置	生产厂 房B3栋 4层 X-Ray Lab	操作台		东侧	0.3m	2人	
		生产厂 房B3栋 (共4 层)	车间过道	东侧	约5m	流动人员 (约10人/天)	公众
			AOI中控 室	南侧	约5m	约4人	
			MLB修护	西侧	约1m	约10人	
			MLB Line	北侧	约1m	约20人	
			屋顶	楼上	约1.8m	流动人员 (约5人/天)	
			3层空置 区域	楼下	约1.8m	流动人员 (约10人/天)	

立臻精密智造(昆山)有限公司扩建 3 台工业 CT 装置项目

			其余区域	东侧、南侧、西侧、北侧、楼下	约5m	约200人		
		厂区道路		东侧、北侧	约17m	流动人员 (约200人/天)		
		东河		东侧	约37m	流动人员 (约5人/天)		
phoenix V tome x m300型工业CT装置	生产厂房 B1 栋 2 层 KPD CT room	操作台		东侧	0.3m	2人	辐射工作人员	
		phoenix V tome x m300型工业CT装置 (6#) 操作台		南侧	约8m	2人	原有辐射工作人员	
		生产厂房 B1 栋 (共 4 层)	KPD实验室 过道		东侧	约5m	流动人员 (约10人/天)	公众
			显示屏 分析室		南侧	约1.5m	约8人	
			射频实验室		西侧	约0.5m	约8人	
			车间过道		北侧	约1.5m	流动人员 (约50人/天)	
			KPD设备 实验室		楼上	约1.5m	约4人	
			PAM车间生 产线		楼下	约1.8m	约8人	
			其余区域		东侧、南侧、西侧、北侧、楼上、楼下	约4m	约200人	
		厂区道路		东侧、北侧	约12m	流动人员 (约200人/天)		
		餐厅C1栋		北侧	约33m	流动人员 (约200人/天)		
		宿舍区		西北侧	约41m	约50人		

**评价标准****1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

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（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。 ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。 ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。

**4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束**

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。

**2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）**

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。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

**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/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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。

6.3 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。

### 3) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业X射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于500kV以下工业X射线探伤装置的探伤室。

#### 3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或X射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，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。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

#### 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 $0^\circ$ 入射探伤工件的 $90^\circ$ 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。

#### 参考资料

1) 《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 江苏省全省环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	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

现状评价时，参考“均值 $\pm 3s$ ”数值：原野为（50.4 $\pm$ 21.0）nGy/h；道路为（47.1 $\pm$ 36.9）nGy/h；室内为（89.2 $\pm$ 42）nGy/h。

#### 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》（GBZ 117-2022）评价标准，确定本项目的管理目标职业人员按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值1/4取值，公众按照1/10取值。

##### 1) 本项目剂量率控制水平

本项目工业CT装置表面外（含顶部）30cm处辐射剂量率不超过2.5 $\mu$ Sv/h。

##### 2) 本项目辐射工作人员和公众的剂量约束值

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；

职业人员周有效剂量不超过100 $\mu$ Sv；

公众周有效剂量不超过5 $\mu$ Sv。

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

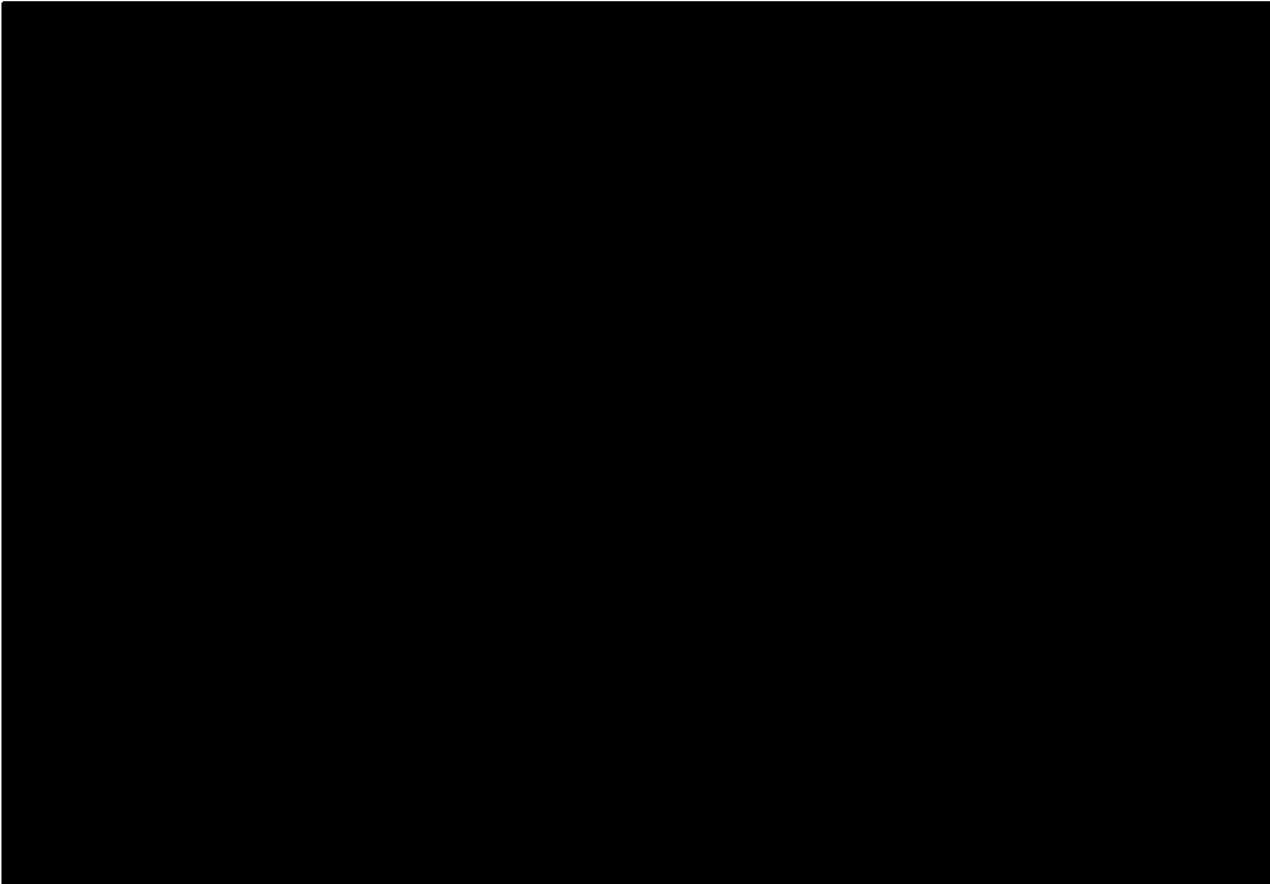
## 1. 项目地理和场所位置

本项目位于昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧立臻精密智造(昆山)有限公司生产厂房内，立臻精密智造(昆山)有限公司东侧为东河；南侧为金凤凰路；西侧为塔基路；北侧隔小河为滨夹路。本项目1台phoenix V|tome|x m300型工业CT装置位于生产厂房B2栋（共4层）1层FAE CT LAB（品质失效分析部CT实验室），东侧为网络机房，南侧为车间过道，西侧为QIT客验区（客户验证区），北侧为室外厂区道路，楼上为OQC Lab（出货品质管控实验室），楼下为土层；本项目1台VT-X750型工业CT装置位于生产厂房B3栋（共4层）4层X-Ray Lab（X射线设备检测板子焊接品质房间），东侧为车间过道，南侧为AOI中控室（自动化线光学检测机机种复判房间），西侧为MLB修护（半成品修护），北侧为MLB Line（半成品线体），楼上为屋顶，楼下为空置区域（暂未规划）；本项目另1台phoenix V|tome|x m300型工业CT装置位于生产厂房B1栋（共4层）2层KPD CT room（产品开发CT实验室），东侧为KPD实验室过道，南侧为显示屏分析室，西侧为射频实验室，北侧为车间过道，楼上为KPD设备实验室，楼下为PAM车间生产线。

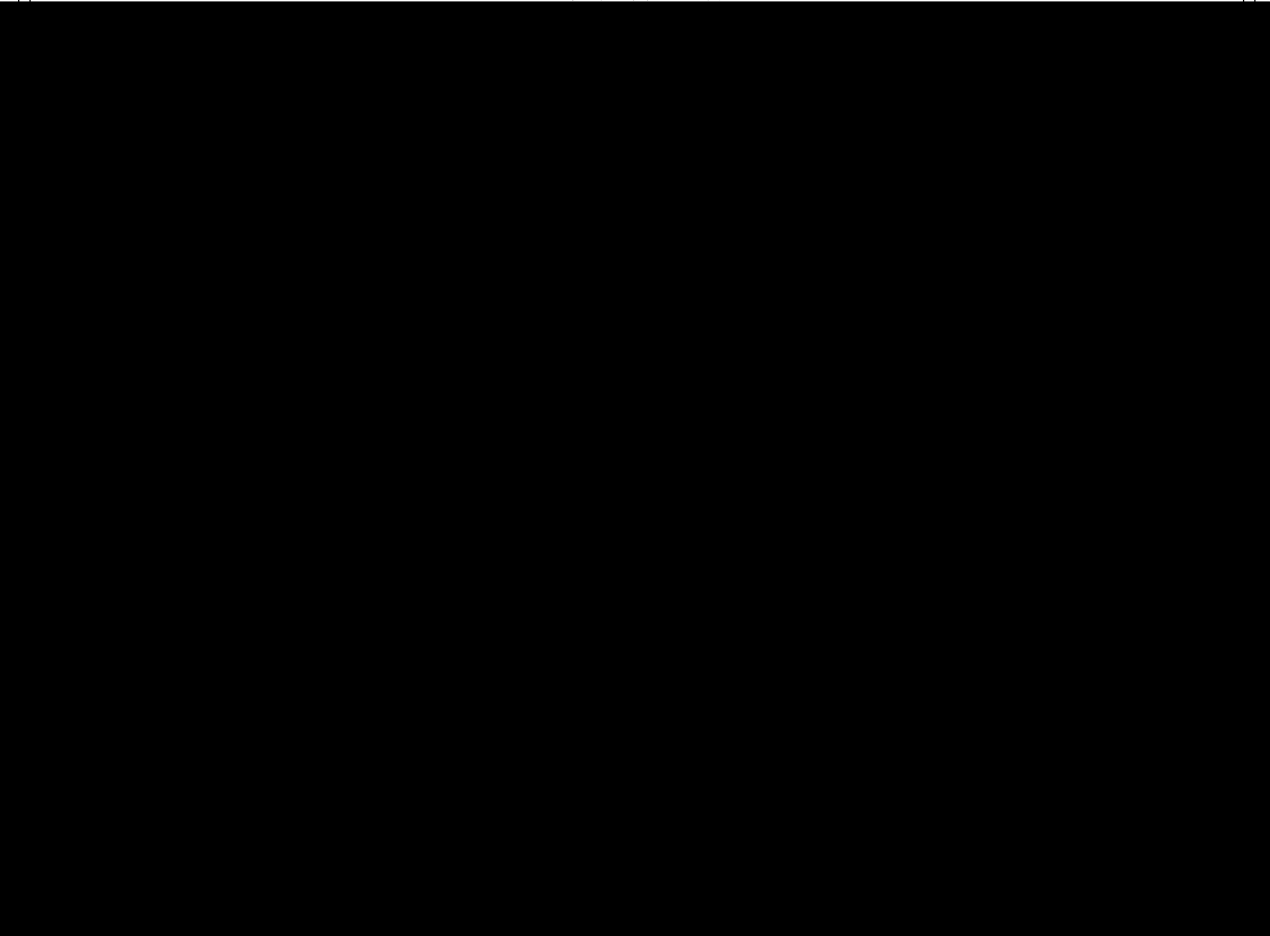
本项目工业 CT 装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目 B2 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B2 栋（共 4 层）、厂区道路及生产厂房 B3 栋（共 4 层）；本项目 VT-X750 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B3 栋(共 4 层)、厂区道路及厂区外东河；本项目 B1 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B1 栋（4 层）、厂区道路、餐厅 C1 栋及宿舍区。本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 操作的辐射工作人员及周围公众。

本项目工业CT拟建址及周围环境照片见图8-1。

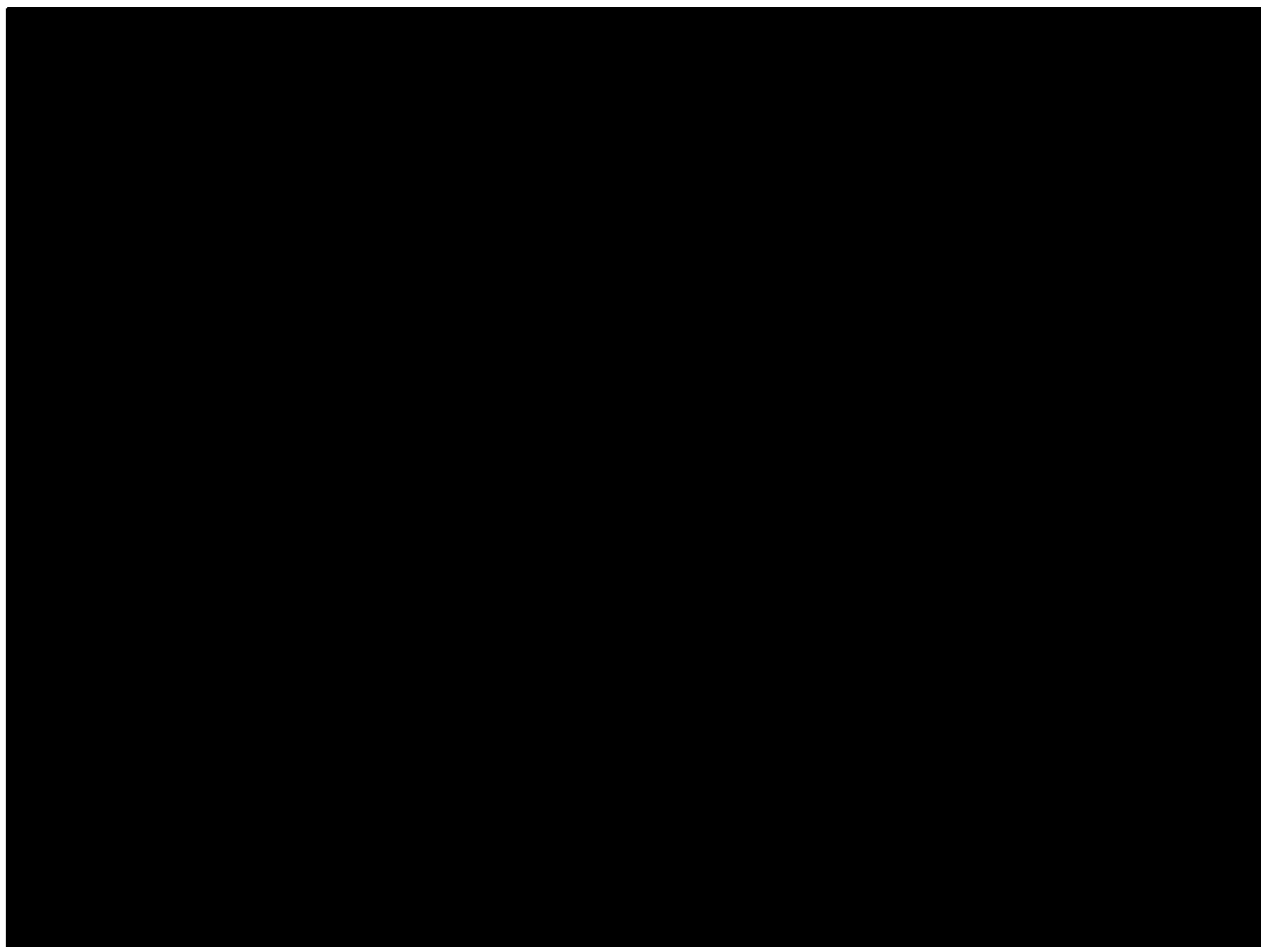
生产厂房 B2 栋



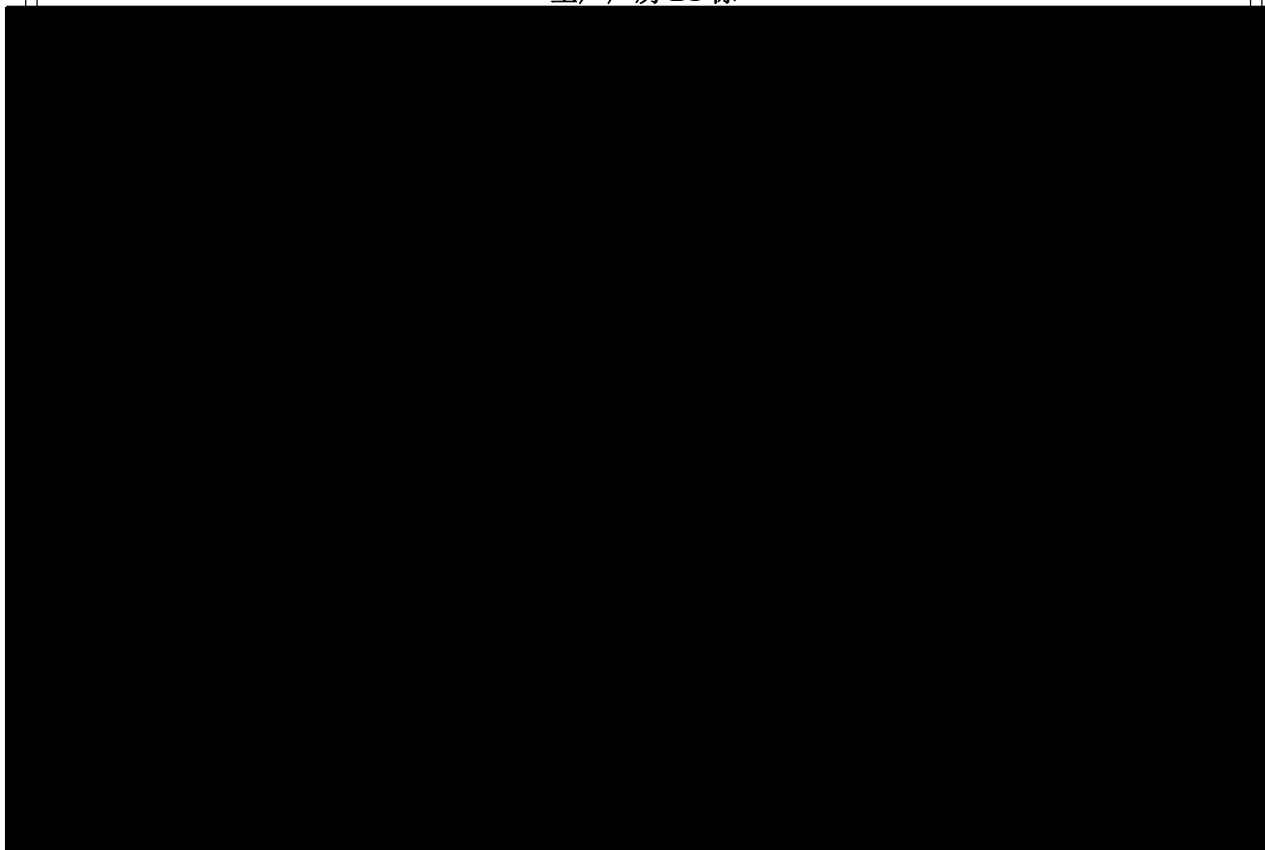
生产厂房 B3 栋







生产厂房 B1 栋



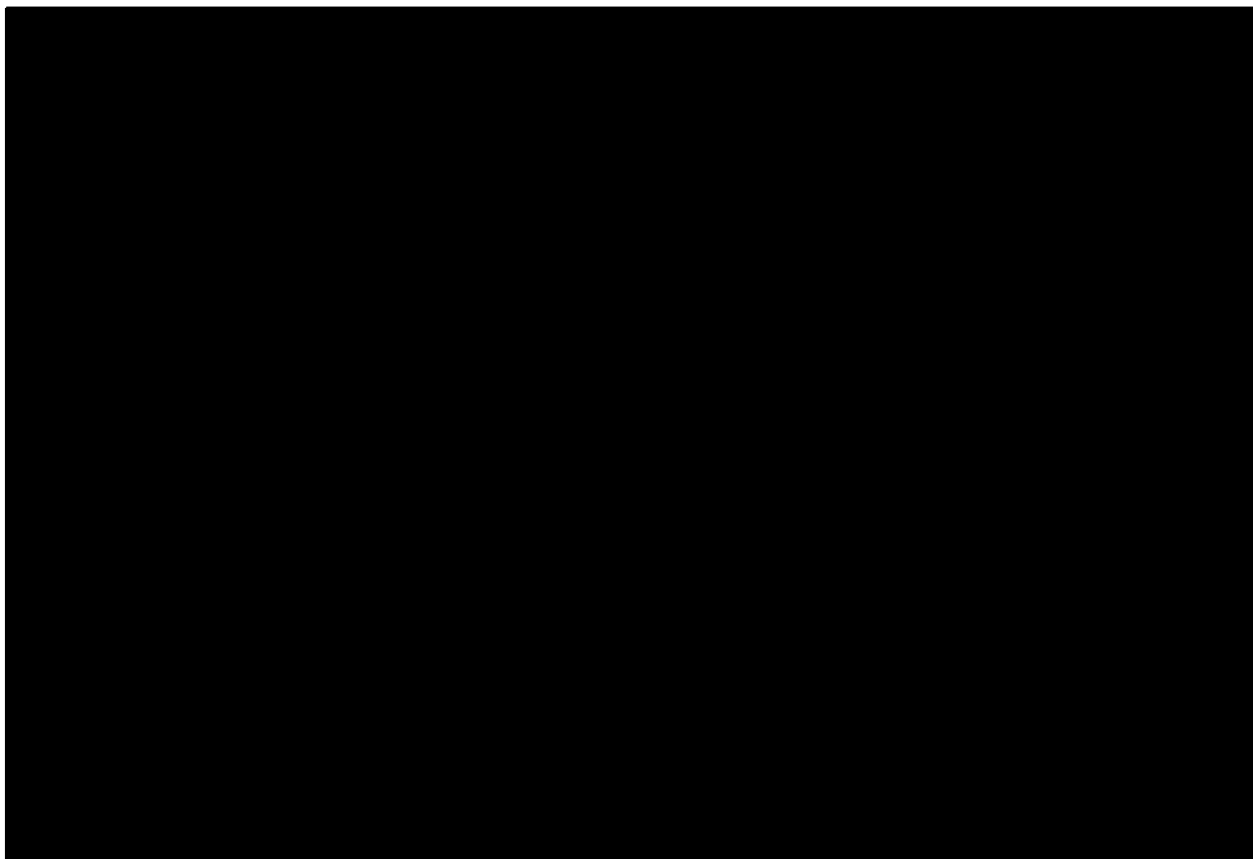


图 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址及周围环境现状

## 2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

**评价对象：**本项目工业 CT 装置拟建址周围辐射环境。

**监测因子：**本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

**监测点位：**在工业 CT 装置拟建址及周围布置监测点位，分别位于工业 CT 装置拟建址及周围，共计 37 个监测点位。

## 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》（HJ 61-2021）和《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在工业 CT 装置拟建址及周围布设监测点位，测量工业 CT 装置拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

**质量保证措施：**检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行三级审核。

## 4. 监测结果与环境现状调查结果评价

**①2023 年 4 月 6 日**

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

仪器设备：X-γ辐射监测仪

型号/规格：BG9512P

设备编号：RY-J001

检定有效日期：2022.6.6-2023.6.5

检定单位：江苏省计量科学研究所

检定证书编号：Y2022-0045496

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

监测日期：2023.4.6

天气：阴；温度：12℃；相对湿度：46%

**①2023 年 8 月 3 日**

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

仪器设备：X-γ辐射监测仪

型号/规格：BG9512P

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2023.2.21-2024.2.20

检定单位：上海市计量测试技术研究院

检定证书编号：2023H21-20-4422438001

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

监测日期：2023.8.3

天气：晴，温度：31℃，湿度：63%

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目工业 CT 装置拟建址周围环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 6），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率

检测日期：2023年4月6日				
序号	检测点位		检测结果 (nGy/h)	备注
1	B2 栋 1 层 phoenix V tome x m300 型工 业 CT 装置 拟建址	东侧	55	室内
2		南侧	58	室内
3		西侧	52	室内
4		北侧	51	室内
5		中部	53	室内
6		东侧楼梯	47	室内
7		南侧车间过道	52	室内
8		西侧 CA Lab	50	室内
9		楼上 ORT Lab	53	室内
10		北侧厂区道路	39	道路
11	B3 栋 4 层 VT-X750 型 工业 CT 装 置拟建址	东侧	50	室内
12		南侧	49	室内
13		西侧	54	室内
14		北侧	52	室内
15		中部	53	室内
16		东侧过道	55	室内
17		南侧 AOI 中控室	50	室内
18		西侧 MLB 修护	48	室内
19		北侧 MLB Line	54	室内
20		楼上屋顶	39	道路
21		楼下空置区域	47	室内
22		东侧厂区道路	37	道路
注：已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为13nGy/h）。				
检测日期：2023年8月3日				
序号	检测点位		检测结果 (nGy/h)	备注
1	B1 栋 2 层 phoenix V tome x m300 型工 业 CT 装置 拟建址	东侧	97	室内
2		南侧	96	室内
3		西侧	95	室内
4		北侧	96	室内
5		中部	97	室内
6	KPD 实验室过道		96	室内
7	显示屏分析室		98	室内
8	RF 实验室		99	室内
9	射频实验室		98	室内
10	车间过道		102	室内

11	B1 栋 2 层 phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置 拟建址楼上	104	室内
12	B1 栋 2 层 phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置 拟建址楼下	94	室内
13	厂区道路	71	道路
14	餐厅 C1 栋南侧	70	道路
15	宿舍区东南侧	71	道路

注：已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为13nGy/h）。

根据表 8-1 及表 8-2 的监测结果可知，立臻精密智造(昆山)有限公司本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率在（37~104）nGy/h 范围内，其中室内环境辐射剂量率在（47~104）nGy/h 范围内，处于江苏省室内天然 $\gamma$ 辐射剂量率水平涨落范围；道路环境辐射剂量率为（37~71）nGy/h，处于江苏省道路天然 $\gamma$ 辐射剂量率水平涨落范围。

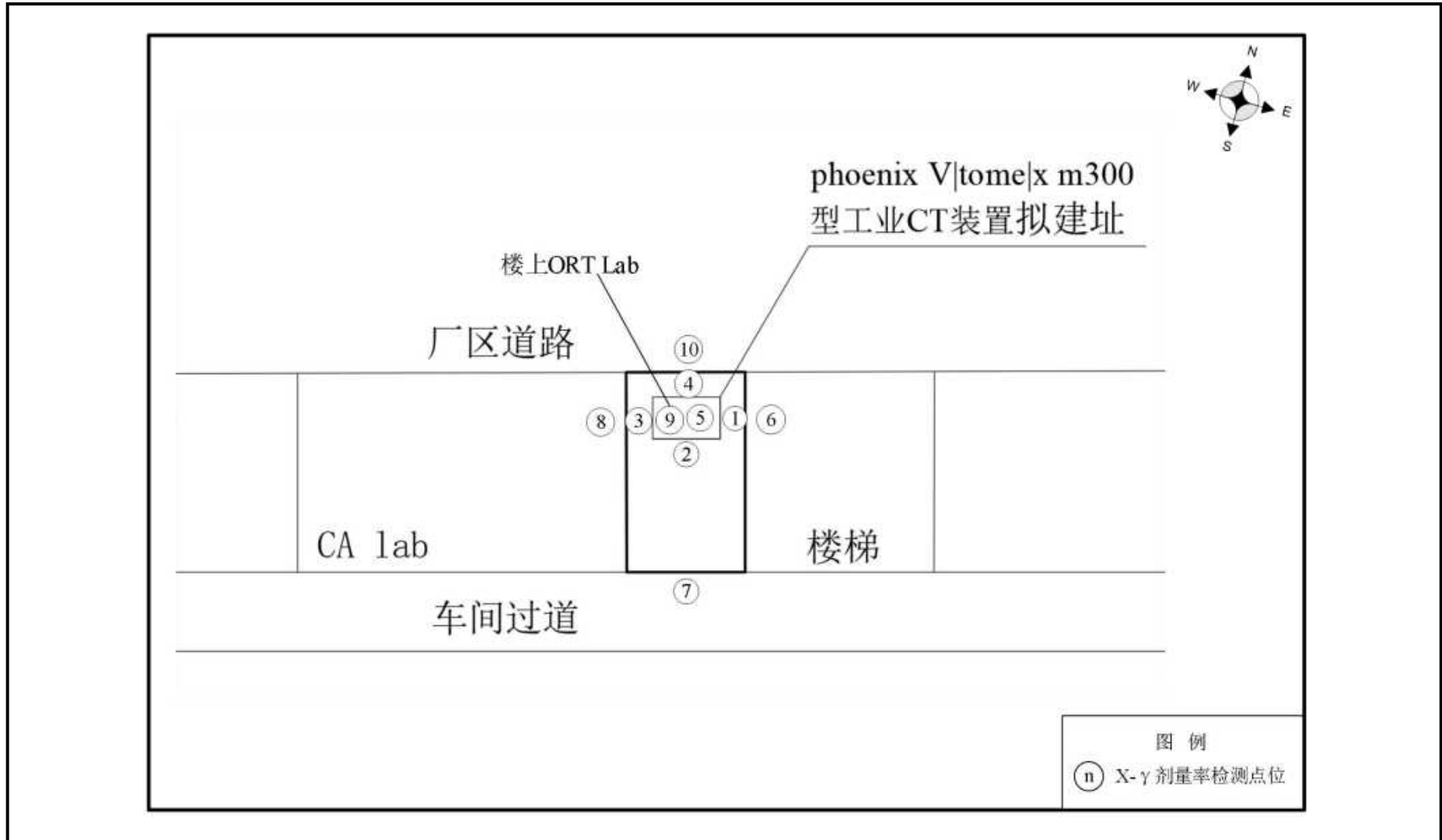


图 8-2 检测点位示意图 (1)

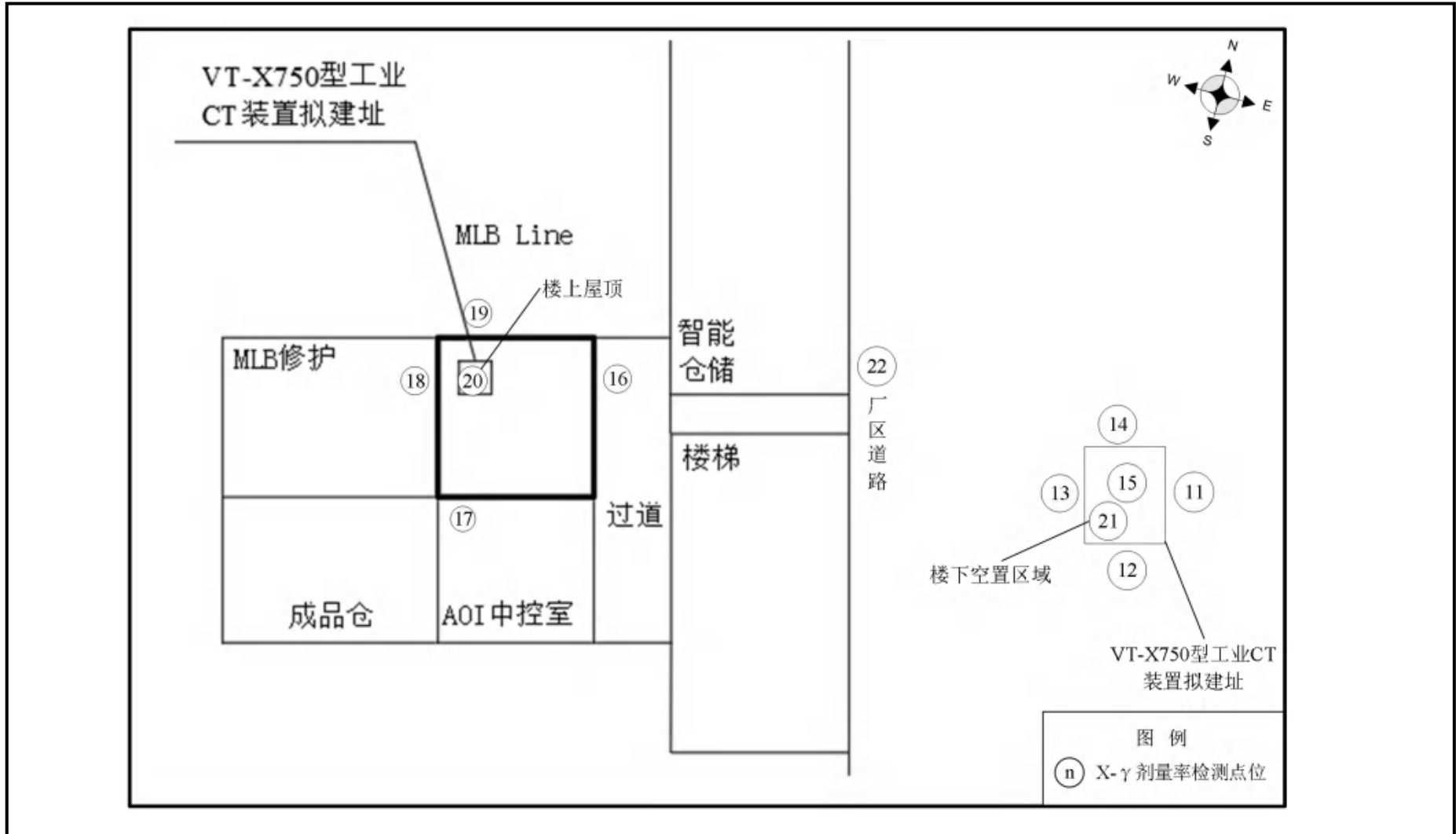


图 8-2 检测点位示意图 (2)





表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

## 1. 工程设备情况

本项目 3 台工业 CT 装置主要由铅房、X 射线管、数字平板探测器、计算机图像处理系统及操作台组成，铅房内部安装有载物台、X 射线管与数字平板探测器、监视系统。

本项目 3 台工业 CT 装置设备参数见表 9-1。

表 9-1 设备参数一览表

设备型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过	最大功率 (W)
phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置	2	300	3	3mmCu	500
VT-X750 型工业 CT 装置	1	130	0.3	2mmAl	39

本项目 2 台 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸为 2620mm（长）×1570mm（宽）×2060mm（高），人员无法进入铅房内部。定义铅房工件门为装置前侧，铅房左侧屏蔽体(主射面)为 24mm 铅板，铅房前侧屏蔽体为 20mm 铅板，后侧屏蔽体为 18mm 铅板，右侧屏蔽体、顶部屏蔽体及底部屏蔽体为 16mm 铅板，工件门位于前侧，为 20mm 铅板，电缆孔处设置 16mm 铅板结构防护罩。本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置成像板位于装置左侧屏蔽体内，X 射线管朝左照射，最大管电压为 300kV、最大管电流为 3mA，滤过条件为 3mm 铜。phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置外观示意图见图 9-1。



图 9-1 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置外观示意图

本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置右侧、左侧、后侧均设置检修门，但检修门仅为电气设备的检修，与内部铅房不相遇，人员无法通过检修门进入装置铅房内部；装置前侧设置工件门，工件门尺寸较小，人员同样无法进入装置内部。因此，本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置无论何种状态，人员均无法进入装置内部。

本项目 1 台 VT-X750 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸均为 1558mm(长)×1550mm(宽)×1645mm(高)，人员无法进入曝光室。定义操作台所在面为装置前侧，铅房顶部屏蔽体(主射面)为 5mm 铅板，铅房底部屏蔽体、左侧屏蔽体、右侧屏蔽体、前侧屏蔽体及后侧屏蔽体均为 5mm 铅板，工件进出口防护门为 5mm 铅板，电缆孔处设置 5mm 铅板结构防护罩。本项目工业 CT 配置的 X 射线管朝上照射，最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，滤过条件为 2mm 铝。VT-X750 型工业 CT 装置外观示意图见图 9-2。



图 9-2 VT-X750 型工业 CT 装置外观示意图

本项目 VT-X750 型工业 CT 装置后侧电气柜设置检修门 1 个，该检修门打开仅能检修电气柜，人员无法通过此门进入铅房内部；同时装置前侧设置检修门 1 个，该检修门用于装置铅房内部的检修，由于检修门尺寸较小，人员同样无法通过此门进入铅房内部，仅手臂等肢体伸入铅房内部检修。装置左右两侧设置工件进出门各 1 个，

两个工件进出门均通过铅板对 X 射线进行屏蔽，同时与装置左右屏蔽体具体良好搭接，以保证射线不外漏。两个工件进出门尺寸较小，同样人员也无法通过此门进入装置内部。综上，本项目 VT-X750 型工业 CT 装置无论何种状态，人员均无法进入装置内部。

## 2. 工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为  $0.001\sim 10\text{nm}$ 。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

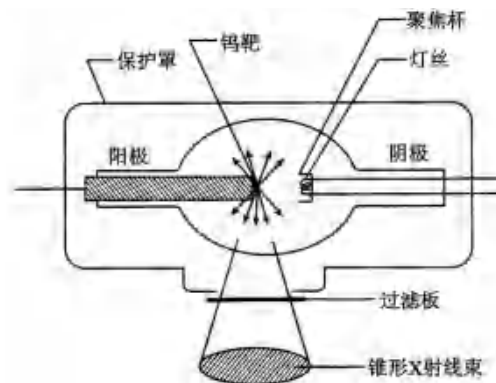


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

工业 CT 机检测装置是将穿过零件的 X 射线经图像增强器、CCD(电荷耦合器件)摄像系统以及计算机转换成一幅数字图像，这种图像是动态可调的，电压、电流等参数

实时可调，同时计算机可对动态图像进行积分降噪、对比度增强等处理，以得到最佳的静态图像。工业CT装置是结合X射线成像技术、计算机图像处理技术、电子技术、机械自动化技术为一体的高科技产品。该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，多年来该系统已成功应用于航空航天、军工兵器、石油化工、高压容器、汽车造船、锅炉焊管、耐火材料、文物、各种铸件、陶瓷行业等诸多行业的无损检测中。

工业CT系统通常由射线源、机械扫描系统与自动控制系统、探测器系统及数据采集系统、计算机系统、辅助系统等组成。其中，最核心的原理是：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，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。

工业CT装置可实现样品三维微观结构的扫描，在不破坏样品状态的情况下三维数字化直观描述金属样品的内部结构，如孔隙度分布、密度变化、夹杂分布及大小、裂缝、孔洞等，并能为所检测样品进行三维尺寸测量，为产品研发、制造提供可靠数据。

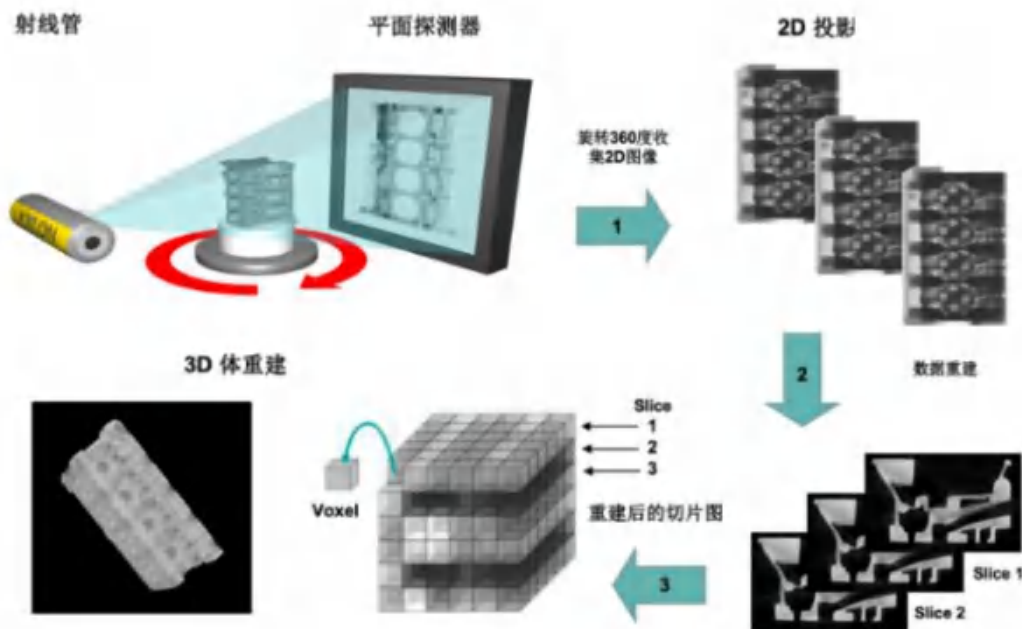


图9-4 工业CT原理图

### 3. 工艺流程及产污环节分析

#### 3.1 phoenix V|tome|x m300型工业CT装置

工业CT装置工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于装置铅房内，辐射工作人员在装置前侧操作台处进行操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- 1) 工作人员检查各辐射安全装置的有效性；
- 2) 工作人员通过拖车将工件运送至相应工业CT所在房间内；工作人员将工件送入铅房内载物台上，将工件调整至合适的位置；
- 3) 确认周围环境及工作人员安全后关闭工件门；
- 4) 工作人员开启工业CT装置进行无损检测，装置利用载物台旋转和移动工件调整至不同位置，通过平板探测器获取大量不同角度被测对象受X射线照射后的断层扫描图像。根据工件特性，单个工件出束检测时间约5min；开机曝光时会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 5) 曝光结束，辐射工作人员开启工件门，移出工件，关闭工件门；
- 6) 工作人员在操作台对图像进行分析，将断层扫描图像按照重建算法重构得到完整的三维数模，判断工件质量、缺陷等；
- 7) 装置关机；

本项目工作流程如下图所示：

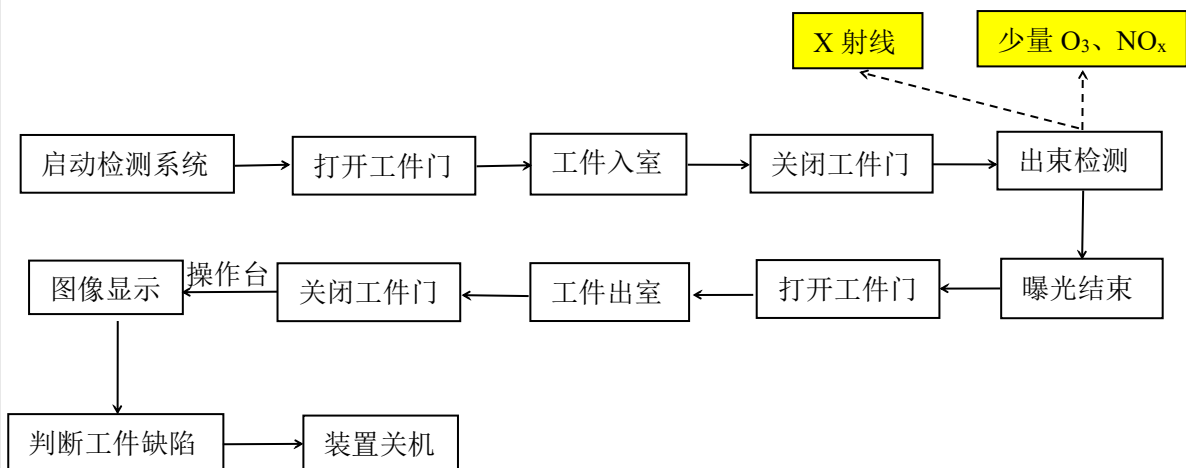


图 9-5 本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置工作流程及产污环节

#### 3.2 VT-X750型工业CT装置

工业CT装置工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于装置左侧传送带上，通过传送带运送至铅房内，辐射工作人员在装置前侧操作台处进行操作，对工件需检测

部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 工作人员检查各辐射安全装置的有效性；
- (2) 确保各辐射安全装置可以有效工作后，工作人员通过拖车将工件运送至相应工业 CT 所在房间内；工作人员将被测工件放于 CT 左侧传送带上，通过传送带将被测工件运输至曝光室内；
- (3) 关闭工件进出口防护门，辐射工作人员首先在操作台处控制工件测试平台按钮，将工件测试平台调整到合适位置；
- (4) 加高压、打开 X 射线出束开关，开始检测；根据工件特性，单个工件出束检测时间约 2min；检测期间 X 射线管发出 X 射线，X 射线电离铅房中的空气产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)；
- (5) 曝光结束，通过操作台处的显像器对工件内部缺陷进行辨别；
- (6) 检测结束，关闭高压；
- (7) 打开 CT 右侧工件出口防护门，通过传送带将工件取出；
- (8) 装置关机。

本项目工作流程如下图所示：

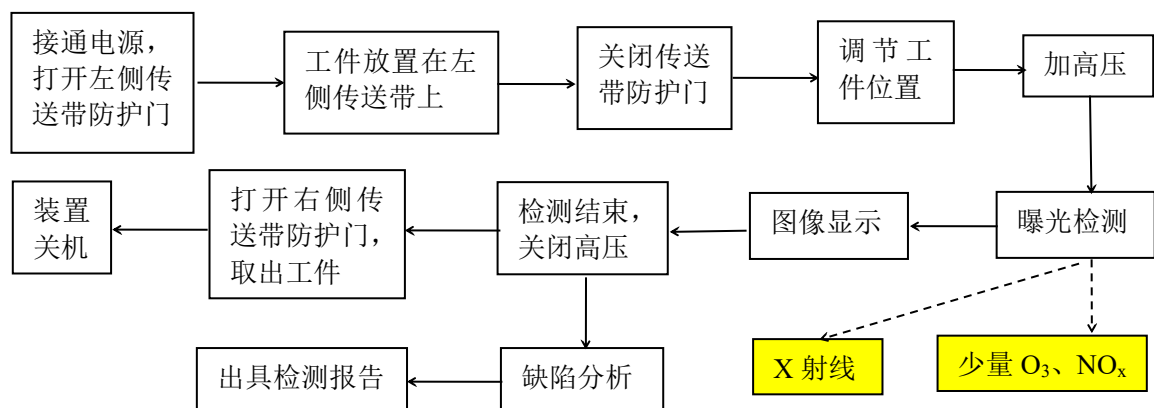


图 9-6 本项目 VT-X750 型工业 CT 装置工作流程及产污环节

#### 4.人员配置及工作制度

立臻精密智造(昆山)有限公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员。本项目单台工业 CT 装置预计日曝光时间 4h，年工作 50 周，年曝光时间最大约为 1000h，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。

#### 5.原有工艺不足和改进情况

建设单位原许可的辐射工作场所均有完善的环评、辐射安全许可证及竣工环保验收手续。

建设单位已建立一套完善的辐射安全与防护相关规章制度，且各辐射工作场所辐射安全与防护措施配备到位。

建设单位现有项目辐射工作人员 19 名均已取得辐射安全考核证书，19 名辐射工作人员均已进行职业健康体检体检结果均合格，已委托检测单位对 19 名辐射工作人员进行个人剂量检测，已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。

因产量需求扩大，原有工业 CT 装置已不能满足日常产品的无损检测时限需求，因此，拟新增 3 台工业 CT 装置用于产品的无损检测，以缩短产品的供货期。

## 污染源项描述

### 1. 辐射污染源分析

由工业 CT 装置工作原理可知，工业 CT 装置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，因此工业 CT 装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。经与生产厂家核实，未能提供工业 CT 装置输出量，本项目工业 CT 装置输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 取得，为主射线源强；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 中取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率，即泄漏射线源强；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中取得散射辐射能量；汇总见表 9-2。

表9-2 本项目X射线探伤机输出量参数

序号	射线装置	型号	有用线束辐射 输出量 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$	泄漏辐射 输出量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射能量 (kV)
1	工业 CT 装置	phoenix V tome x m300 型	11.3 (300kV、3mmCu)	5000	200
2	工业 CT 装置	VT-X750 型	18.3 (保守取 150kV、 2mmAl)	1000	130 (保守不考虑能量损失)

### 2. 非辐射污染源分析

#### 2.1 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 90kg，

年排放量为 1080kg。

## 2.2 废水

本项目运行后不会产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 7.2m<sup>3</sup>，年排放量为 86.4m<sup>3</sup>。

## 2.3 气体废物

本项目工业 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。



表 10 辐射安全与防护

## 项目安全措施

## 1. 工作场所布局及分区

本项目工业 CT 设置有操作台和铅房，操作台与铅房分开独立设置。本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置主射线朝装置左侧照射，操作台位于装置前侧；VT-X750 型工业 CT 装置主射线朝装置顶部照射，操作台位于装置前侧；本项目工业 CT 装置主射线方向均避开操作台，本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

本项目 1 台 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置位于生产厂房 B2 栋 1 层 FAE CT LAB（品质失效分析部 CT 实验室，面积约 40m<sup>2</sup>），东侧为网络机房，南侧为车间过道，西侧为 QIT 客验区（客户验证区），北侧为室外厂区道路，楼上为 OQC Lab（出货品质管控实验室），楼下为土层；本项目 1 台 VT-X750 型工业 CT 装置位于生产厂房 B3 栋 4 层 X-Ray Lab（X 射线设备检测板子焊接品质房间，面积约 59m<sup>2</sup>），东侧为车间过道，南侧为 AOI 中控室（自动化线光学检测机机种复判房间），西侧为 MLB 修护（半成品修护），北侧为 MLB Line（半成品线体），楼上为屋顶，楼下为空置区域（暂未规划）；本项目另 1 台 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置位于生产厂房 B1 栋 2 层 KPD CT room（产品开发 CT 实验室，面积约 47m<sup>2</sup>），东侧为 KPD 实验室过道，南侧为显示屏分析室，西侧为射频实验室，北侧为车间过道，楼上为 KPD 设备实验室，楼下为 PAM 车间生产线。FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 均设有门禁系统，除了本项目辐射工作人员有进入钥匙外，其他人员不能擅自靠近或进入实验室。本项目工业 CT 装置工作场所布局设计基本合理。

本项目拟将 3 台工业 CT 装置铅房实体边界作为本项目的控制区边界，将铅房分别与 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 边界围成的区域作为本项目监督区边界，仅辐射工作人员能够进入。在工业 CT 装置门上均拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 入口处张贴监督区的标牌及地上粘贴红色警示线。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 B2 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置监督区及控制区示意图见图 10-1，B3 栋 VT-X750 型工业 CT 装置监督区及控制区示意图见图 10-2，B1 栋 phoenix V|tome|x

m300 型工业 CT 装置监督区及控制区示意图见图 10-3，两区划分情况表见表 10-1。

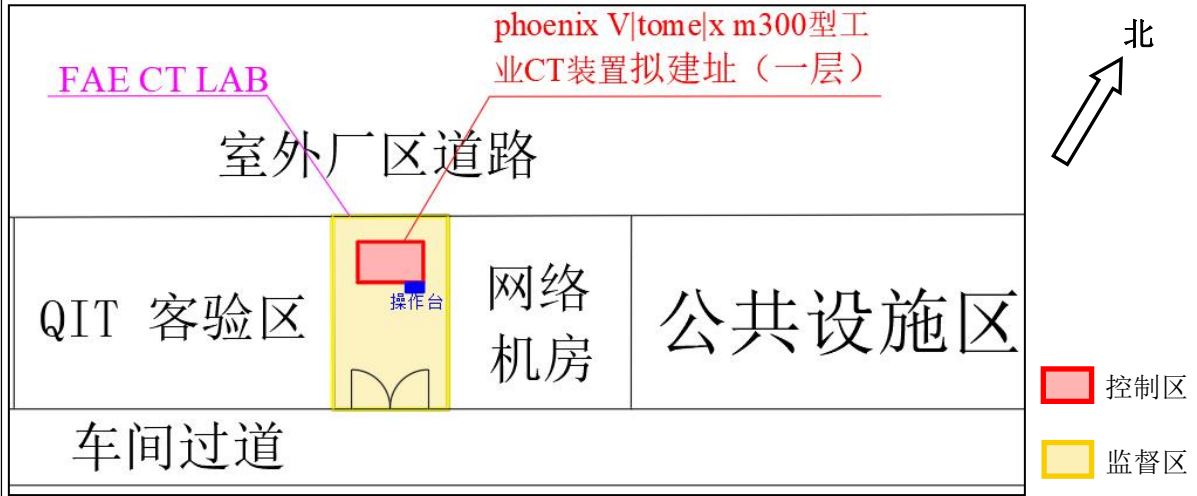


图 10-1 本项目 B2 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置监督区及控制区示意图

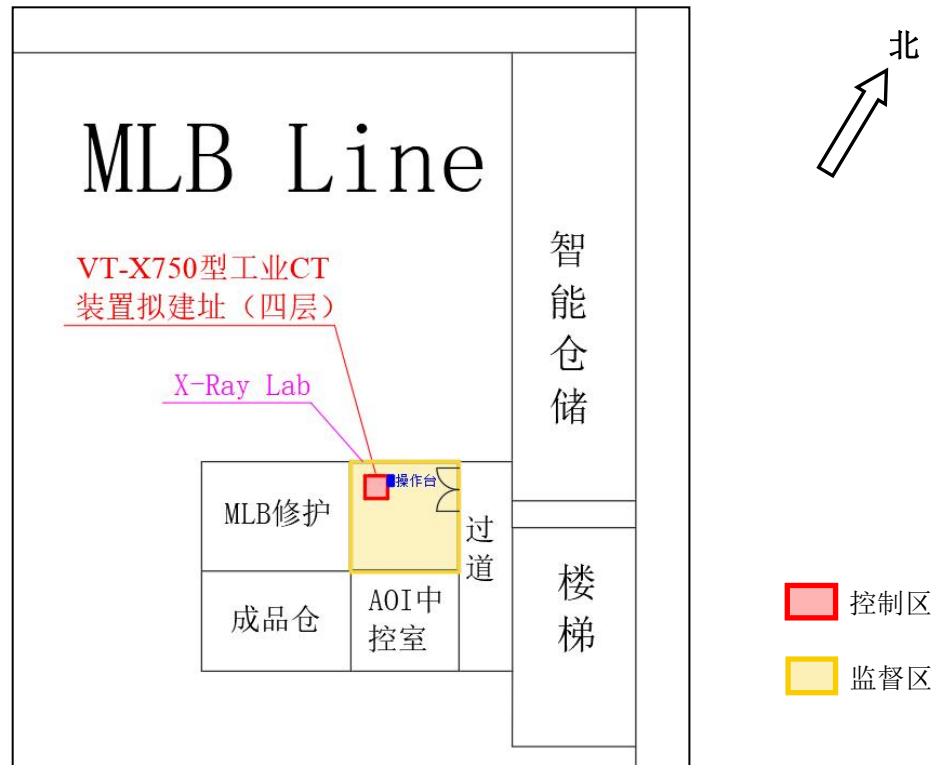


图 10-2 本项目 VT-X750 型工业 CT 装置监督区及控制区示意图



图 10-3 本项目 B1 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置监督区及控制区示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	工业 CT 装置铅房实体边界	铅房分别与 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 边界围成的区域
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区：这种区域未被定位控制区，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”。 6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，工业 CT 装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工业 CT 装置表面外粘贴电离辐射警告标识。	FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 门外粘贴监督区标牌及地上粘贴红色警示线。

## 2. 工作场所辐射屏蔽设计

### 2.1 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置

本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽, 铅房外尺寸为 2369mm(长)×1568mm(宽)×1960mm(高), 人员无法进入铅房内部。铅房左侧面板(主射面)为 24mm 铅板, 铅房前侧面板为 20mm 铅板, 后侧面板为 18mm 铅板, 右侧面板、顶部面板及底部面板为 16mm 铅板, 工件门位于前侧, 为 20mm 铅板。屏蔽设计见附图 7。

本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm, 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。

本项目在铅房的右侧面板下方设置电缆孔, 孔洞直径约为 120mm, 并在电缆孔处设置 16mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。

表 10-2 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
Phoenix V tome x m300 型 工业 CT 装置	左侧	24mm 铅板
	前侧	20mm 铅板
	观察窗(前侧)	20mm 铅当量铅玻璃
	工件门(前侧)	20mm 铅板
	后侧	18mm 铅板
	右侧	16mm 铅板
	顶部	16mm 铅板
	底部	16mm 铅板

### 2.2 VT-X750 型工业 CT 装置

本项目 VT-X750 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽, 铅房外尺寸均为 1550mm(长)×1925mm(宽)×1645mm(高), 人员无法进入曝光室。铅房顶部面板(主射面)为 5mm 铅板, 铅房底部面板、左侧面板、右侧面板、前侧面板及后侧面板均为 5mm 铅板, 工件进出口防护门为 5mm 铅板。屏蔽设计见附图 8。

本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm, 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。

本项目在铅房的右侧面板下方设置电缆孔, 孔洞直径约为 50mm, 并在电缆孔处设置 5mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。

表 10-3 VT-X750 型工业 CT 装置屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
VT-X750 型工业 CT 装置	顶部	5mm 铅板
	工件进出门	5mm 铅板
	前侧	5mm 铅板
	后侧	5mm 铅板
	左侧	5mm 铅板
	右侧	5mm 铅板
	底部	5mm 铅板

### 3. 工作场所辐射安全和防护措施

**1) 屏蔽防护:** 本项目 3 台工业 CT 装置采用铅板的防护设计对 X 射线进行防护。

**2) 联锁装置:** 本项目 3 台工业 CT 装置工件门设计有门机联锁装置, 只有在防护门完全关闭时工业 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 射线照射; 装置检修门仅为电气柜检维修, 检修门无门机联锁装置。

**3) 工作状态指示灯:** 本项目 3 台工业 CT 装置工件门外设有工作状态指示灯, 灯亮表示开机, 警告关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。

**4) 电离辐射警告标识:** 本项目 3 台工业 CT 装置表面外均设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。

**5) 控制台:** 本项目操作台位于 3 台工业 CT 装置铅房外, 操作台上设有钥匙开关, 只有打开操作台钥匙开关后工业 CT 装置才能出束, 钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。

**6) 两区划分:** 本项目拟将 3 台工业 CT 装置铅房实体边界作为本项目的控制区边界, 将铅房分别与 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 边界围成的区域作为本项目监督区边界, 仅辐射工作人员能够进入。在工业 CT 装置门上均拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明, 并在 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 入口处张贴监督区的标牌及地上粘贴红色警示线。

**7) 门缝搭接:** 本项目 3 台工业 CT 装置工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm, 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。

**8) 紧急停机按钮:** 本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置操作台设有紧急停机按钮, VT-X750 型工业 CT 装置前侧屏蔽体设有急停按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。装置内部无论何种状态下, 人员均无法进入, 装置内部无须设置紧急停机按钮。

**9) 电缆孔防护:** 本项目在检测铅房的右侧面板下方设置电缆孔, 孔洞直径约为 120mm, phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置在电缆孔处设置 16mm 铅板结构防护罩进行屏蔽, VT-X750 型工业 CT 装置在电缆孔处设置 5mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。

**10) 辐射防护管理机构:** 公司已成立辐射防护管理机构, 拟完善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;

**11) 辐射防护仪器设备:** 公司已配备 8 台 X- $\gamma$ 辐射剂量巡测仪及 19 台个人剂量报警仪, 拟为本项目配备 6 台 X- $\gamma$ 个人剂量报警仪, 用于对工业 CT 装置周围环境辐射水平监测, 并做好监测记录。

**12) 摄像装置:** 本项目 3 台工业 CT 机检测装置铅室内设有摄像装置, 通过电脑控制系统能清楚看见检测室内情况, 避免误照射情况发生。

**13) 固定式剂量率仪:** 本项目 3 台工业 CT 机检测装置拟在装置外表面配备固定式剂量率仪, 用于开机工作时周围环境剂量率的检测。

## 三废的治理

### 1. 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾, 预计月排放量为 90kg, 年排放量为 1080kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后, 交给环卫部门清运。

### 2. 废水

本项目运行后不产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水, 预计月排放量为 7.2m<sup>3</sup>, 年排放量为 86.4m<sup>3</sup>; 本项目产生的生活污水进入公司污水管道, 最终进入污水处理站处理。

### 3. 气体废物

工业 CT 装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入铅房内。本项目 3 台工业 CT 装置铅房内均未设置单独设置通风设施，均通过开关工件门进行通风换气；同时本项目 3 台工业 CT 所有房间均不单独设置通风系统，使用整个楼层的通风系统。本项目 B1、B2、B3 栋各层配备通风系统，通风量均为 340000m<sup>3</sup>/h，B1、B2、B3 栋各层占地均为 20000m<sup>2</sup>，层高均 3.5m，经估算得出每小时通风次数约为 4 次，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。通过各层通风系统进行无组织排放，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。

#### **4.探伤设施的退役**

本项目工业 CT 不再使用时，应根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目工业 CT 装置为整体购买设备，在设备安装组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。

**①噪声**

工业 CT 装置在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，由于本项目评价范围绝大部分位于公司厂区内部，小部分为河道，设备安装组装噪声远远小于厂区内部生产经营产生的生产噪声，因此施工噪声对周围环境影响较小。

**②固体废物**

工业 CT 装置在组装过程中，会拆除一定的外包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

**③废水**

工业 CT 装置在组装及调试过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

**运行阶段对环境的影响**

本项目工业 CT 装置采用铅板的防护设计对 X 射线进行防护，本项目运行后主要的环境影响是工业 CT 装置工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

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：

**1. 有用线束屏蔽估算**

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：

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

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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表



B.1;

$B$ : 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 在给定屏蔽物质厚度  $X$  时, 由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子  $B$ ;

$R$ : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

## 2. 非有用线束屏蔽估算

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:

### ① 泄漏辐射

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

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,  $\mu\text{Sv/h}$ , 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1;

$B$ : 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 在给定屏蔽物质厚度  $X$  时, 由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子  $B$ ;

$R$ : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

### ② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录表 B.1, 单位换算系数取 1;

$B$ : 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 在给定屏蔽物质厚度  $X$  时, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 公式(5)及附录 B 中表 B.2 计算得

出；

$F$ ： $R_0$  处的辐射野面积， $m^2$ ；

$\alpha$ ：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  $\alpha$  值时，可以用水的  $\alpha$  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；

$R_s$ ：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。

### 3. 参考点的周/年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中： $H_c$ ：参考点的周剂量水平， $\mu Sv/周$ ；

参考点的年剂量水平， $\mu Sv/年$ ；

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

$t$ ：探伤装置周照射时间，h/周；

探伤装置年照射时间，h/年；

$U$ ：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。

### 4. 参考点处剂量率理论计算结果

#### 4.1 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置

本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置，最大管电压 300kV，最大管电流 3mA，最大管功率为 500W，当该装置满功率以最大管电压 300kV 运行时，管电流为 1.67mA，以此来进行预测计算。本项目主射线照射方向为左侧。因此，左侧为有用线束照射方向，其余面均为泄漏及散射线照射方向，关注点位示意图见图 11-1。

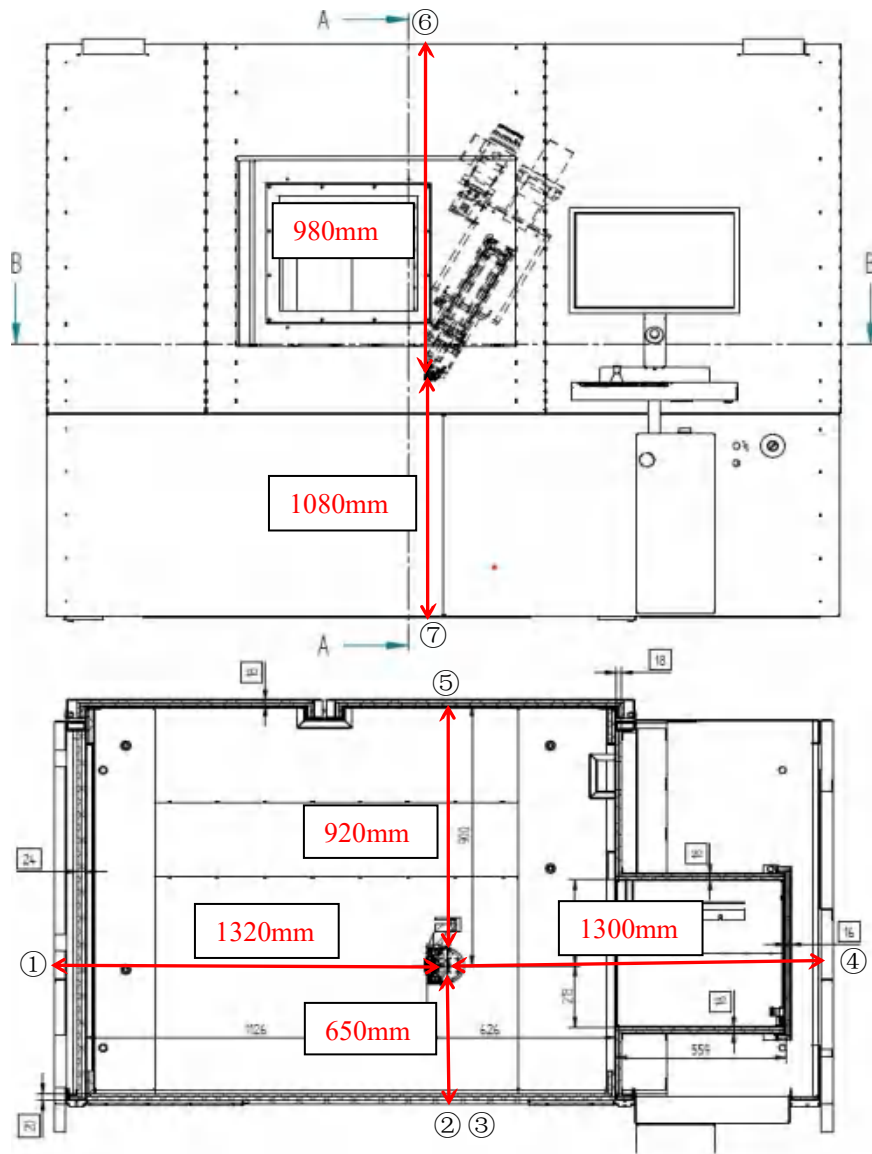


图 11-1 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置各关注点位示意图

表 11-1 有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅板厚度 (mm)	I (mA)	$H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	评价
左侧①						0.78	2.5	满足

表 11-2 非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点											
		前侧(包括工件门)②	观察窗③	右侧④	后侧⑤	顶部⑥	底部⑦						
铅板厚度 (mm)													
泄漏辐射	$B_1$												
	$\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$												
	R (m)												
散射辐射	散射线能量(kV)												
	$B_2$												
	I (mA)												
	$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$												
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$												
	$R_s$ (m)												
泄漏辐射和散射辐射的复合作用( $\mu\text{Sv/h}$ )								$6.09\times 10^{-2}$	$6.09\times 10^{-2}$	$1.11\times 10^{-1}$	$8.40\times 10^{-2}$	$1.74\times 10^{-1}$	$2.44\times 10^{-1}$
剂量率参考控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ )								2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足						

注：①R 值根据图 11-1 取值，取装置表面外 30cm 为关注点；

② $B_1$  以射线能量为 300kV 取值，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B.1 曲线；

③ $B_2$  以射线能量为 200kV 取值，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.2，200kV 下铅的半值层为 1.4mm。

根据表 11-1、表 11-2 中预测结果，phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置表面外 30cm 处辐射剂量率最大为  $0.78\mu\text{Sv/h}$ ，装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

#### 4.2 VT-X750 型工业 CT 装置

本项目 VT-X750 型工业 CT 装置，最大管电压 130kV，最大管电流 0.3mA，最大管功率为 39W，以此来进行预测计算。本项目主射线照射方向为顶部。因此，顶部为有用线束照射方向，其余面均为泄漏及散射线照射方向，关注点位示意图见图 11-2。

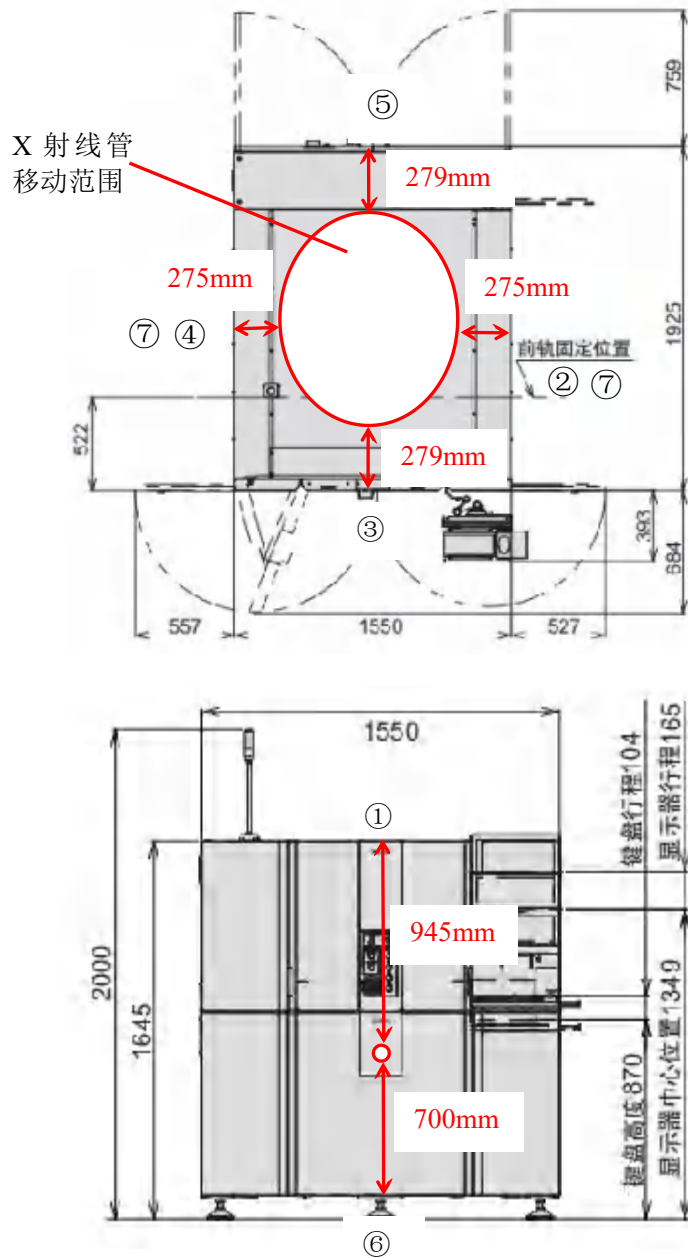


图 11-2 VT-X750 型工业 CT 装置各关注点位示意图

表 11-3 有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅板厚度 (mm)	I (mA)	$H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	评价
顶部①						0.13	2.5	满足

注：① $H_0=18.3\times 60\times 1000=1.098\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$

②射线管源点距顶部屏蔽体为 0.945m，取装置表面外 30cm 为关注点， $R=0.945+0.3=1.245\text{m}$ ；

③B 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的附录 B 图 B.1 曲线，保守取 150kV 下 5mm 铅透射因子为  $6\times 10^{-7}$ 。

表 11-4 非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点					
		前侧③	工件进出门⑦	右侧②	后侧⑤	左侧④	底部⑥
铅板厚度 (mm)							
泄漏辐射	$B_1$						
	$\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$						
	R (m)						
散射辐射	散射线能量 (kV)						
	$B_2$						
	I (mA)						
	$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$						
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$						
	$R_s$ (m)						
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.08
剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①R 值根据图 11-2 取值，取装置表面外 30cm 为关注点；

② $B_1$  以射线能量为 130kV 取值，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B.1 曲线，保守取 150kV 曲线；

③ $B_2$  以射线能量为 130kV 取值，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.2，130kV 下铅的半值层保守取 150kV 下半值层为 0.96mm。

根据表 11-3、表 11-4 中预测结果，VT-X750 型工业 CT 装置表面外 30cm 处辐射剂量率最大为  $0.13\mu\text{Sv/h}$ ，装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

### 5. 天空反散射辐射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2 b) 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。”

根据表 11-2，本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射

剂量率为  $1.74 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于  $1.74 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

根据表 11-3，本项目 VT-X750 型工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为  $0.13 \mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于  $0.13 \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

## 6. 电缆口、通风口辐射影响分析

本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置后侧设有风扇式机械排风，仅用于装置底部电器柜排风，未破坏工业 CT 装置内部主体屏蔽。工业 CT 装置工作时通过开关工件门进行换气，工件门内含 16mm 铅板，本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度不超过 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，缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求；本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 检测室电缆管道位于装置后下方，与射线出束方向相反，避免 X 射线直接照射电缆管道口，开口尺寸  $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，其防护补偿结构为在开孔位置内侧覆盖防护铅板结构，防护补偿铅板厚度为 16mm，电缆呈“Z”字型布线，利用散射降低电缆管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆口，X 射线进入线缆管道后散射示意图如图 11-3。X 射线进入线缆管道需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P189 “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。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置线缆管道设计能够满足辐射防护要求。

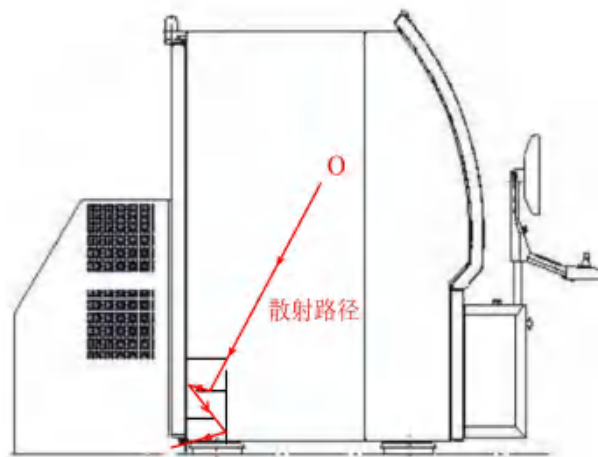


图 11-3 本项目电缆管道散射示意图

本项目 VT-X750 型工业 CT 装置未单独设置通风装置，工业 CT 装置工作时通过开关工件进出门进行换气，工件进出门内含 5mm 铅板，本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度不超过 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，缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求；本项目 VT-X750 型工业 CT 装置电缆管道位于装置后下方，与射线出束方向相反，避免 X 射线直接照射线缆管道口，开口尺寸 50mm×50mm，其防护补偿结构为在开孔位置内侧覆盖防护铅板结构，防护补偿铅板厚度为 5mm，电缆呈“Z”字型布线，利用散射降低电缆管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射线缆口，X 射线进入线缆管道后散射示意图如图 11-4。X 射线进入线缆管道需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P189“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。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目 VT-X750 型工业 CT 装置线缆管道设计能够满足辐射防护要求。

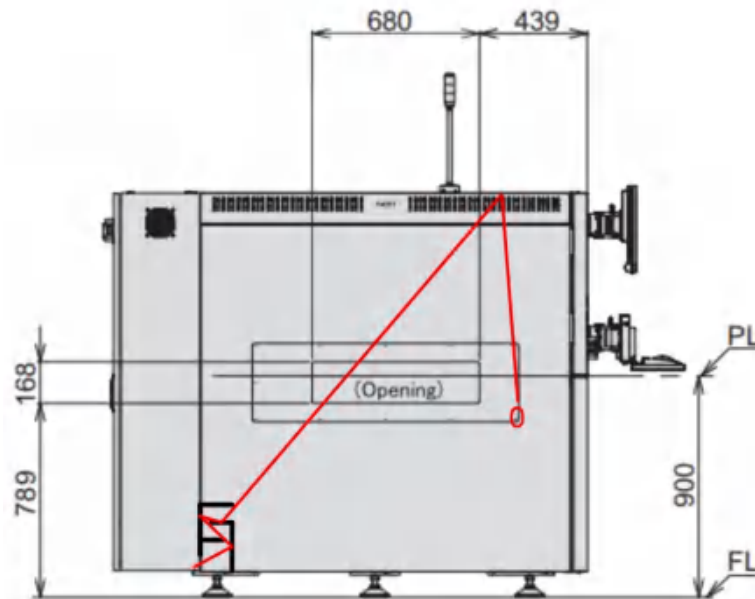


图 11-4 本项目线缆管道散射示意图

## 7. 剂量叠加

建设单位现有 8 台工业 CT 装置，其中 1 台 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置位于本项目 B1 栋新建 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置评价范围内，其余装置均不在本项目评价范围内，根据原有 8 台工业 CT 装置验收检测报告（见附件 12）可知，原有 8 台工业 CT 装置正常工作状态下周围辐射剂量率与本底值相当，考虑距离衰减及墙体屏蔽作用，原有 8 台工业 CT 装置辐射剂量对本项目的辐射影响可忽略



不计，故本项目不叠加原有核技术利用项目的辐射剂量影响。本项目由于 3 台工业 CT 装置均不在对方评价范围内，考虑距离衰减及墙体屏蔽，3 台工业 CT 装置周围辐射工作人员及公众均不考虑互相叠加影响。同样根据原有 8 台工业 CT 装置验收检测报告（见附件 12），本项目评价范围内的其他射线装置周围剂量率与本底水平相当，考虑到距离衰减及墙体屏蔽，辐射剂量率基本湮没在本底环境中，因此本项目评价范围内的其他射线装置间均不考虑相互间的辐射剂量率影响。

## 8. 保护目标剂量评价

表 11-5 本项目辐射工作人员有效剂量估算结果

保护目标名称	位置	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 $\mu\text{Sv/h}$	剂量率控制水平 $\mu\text{Sv/h}$	周剂量估算值 $\mu\text{Sv/周}$	目标管理值 $\mu\text{Sv/周}$	年剂量估算值 $\text{mSv/年}$	目标管理值 $\text{mSv/年}$	结论
phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置辐射工作人员	前侧	1	1			1.22	100 工作人员	0.06	5 工作人员	满足
phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置辐射工作人员	左侧	1	1			15.6	100 工作人员	0.78	5 工作人员	满足
VT-X750 型工业 CT 装置辐射工作人员	前侧	1	1			2.4	100 工作人员	0.12	5 工作人员	满足
现有 phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置（6#）辐射工作人员	南侧约 8m	1	1			2.3	100 工作人员	0.12	5 工作人员	满足

注：①工业 CT 装置操作位均位于装置前侧，居留因子取 1；考虑到人员可能居留于装置左侧，增加左侧受照剂量预测；

②本项目工业 CT 装置周曝光时间约为 20h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 1000h；

③本项目 B1 栋现有 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置（6#）在 B1 栋本次环评评价范围内，其环评及验收年曝光时间均为 1000h，周曝光时间均为 20h/周；

④\*根据验收检测报告本台设备操作位检测结果为 91.2nSv/h。

表 11-6 本项目装置周围 50m 范围内保护目标有效剂量一览表

装置名称	保护目标		方位及装置最近距离	居留因子	关注点处辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	周剂量估算值 $\mu\text{Sv/周}$	目标管理值 $\mu\text{Sv/周}$	年剂量估算值 $\text{mSv/年}$	目标管理值 $\text{mSv/}$	结论
phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置 (B2 栋 1 层)	生产厂房 B2 栋 (4 层)	网络机房	东侧约 1m	1/8	[REDACTED]	$1.35 \times 10^{-1}$	5 公众	$6.74 \times 10^{-3}$	0.1 公众	满足
		车间过道	南侧约 5m	1/8		$4.30 \times 10^{-3}$		$2.15 \times 10^{-4}$		满足
		QIT 客验区	西侧约 1m	1/4		1.90		$9.48 \times 10^{-2}$		满足
		OQC Lab	楼上约 1.5m	1		$9.26 \times 10^{-1}$		$4.63 \times 10^{-2}$		满足
		其余区域	东侧、南侧、西侧、楼上约 8m	1		$5.88 \times 10^{-1}$		$2.94 \times 10^{-2}$		满足
	厂区道路	北侧、西侧约 1m	1	$8.48 \times 10^{-2}$		$4.24 \times 10^{-3}$		满足		
	生产厂房 B3 栋	北侧约 20m	1	$5.72 \times 10^{-3}$		$2.86 \times 10^{-4}$		满足		
VT-X7 50 型工业 CT 装置 (B3 栋 4 层)	生产厂房 B3 栋 (4 层)	车间过道	东侧约 5m	1/8	[REDACTED]	$3.73 \times 10^{-3}$	5 公众	$1.86 \times 10^{-4}$	0.1 公众	满足
		AOI 中控室	南侧约 5m	1/8		$3.73 \times 10^{-3}$		$1.86 \times 10^{-4}$		满足
		MLB 修护	西侧约 1m	1		$5.10 \times 10^{-1}$		$2.55 \times 10^{-2}$		满足
		MLB Line	北侧约 1m	1		$5.10 \times 10^{-1}$		$2.55 \times 10^{-2}$		满足
		屋顶	楼上约 1.8m	1/8		$7.50 \times 10^{-2}$		$3.75 \times 10^{-3}$		满足
		3 层空置区域	楼下约 1.8m	1/8		$1.66 \times 10^{-2}$		$8.29 \times 10^{-4}$		满足
		其余区域	东侧、南侧、西侧、楼下约 5m	1		$2.98 \times 10^{-2}$		$1.49 \times 10^{-3}$		满足
	厂区道路	东侧、北侧约 17m	1/8	$3.48 \times 10^{-4}$		$1.74 \times 10^{-5}$		满足		
东河	东侧约 37m	1/8	$7.45 \times 10^{-5}$	$3.73 \times 10^{-6}$	满足					

phoenix V[tome] x m300 型工业 CT装 置 (B1 栋2层)	生产 厂房 B1 栋 (4 层)	KPD 实验室过 道	东 侧 约5m	1	[REDACTED]	$4.30 \times 10^{-3}$	5 公众	$2.15 \times 10^{-4}$	0.1 公众	满足
		显示 屏分 析室	南 侧 约1.5m	1/4		1.28		$6.40 \times 10^{-2}$		满足
		射 频 实 验 室	西 侧 约0.5m	1		1.24		$6.20 \times 10^{-2}$		满足
		车 间 过 道	北 侧 约1.5m	1/8		$9.10 \times 10^{-2}$		$4.55 \times 10^{-3}$		满足
		KPD 设 备 实 验 室	楼 上 约 1.5m	1		$9.26 \times 10^{-1}$		$4.63 \times 10^{-2}$		满足
		PAM 车 间 生 产 线	楼 下 约 1.8m	1		$6.88 \times 10^{-1}$		$3.44 \times 10^{-2}$		满足
		其 余 区 域	东 侧、南 侧、西 、北、 楼 上、楼 下 侧约4m	1		$2.20 \times 10^{-1}$		$1.10 \times 10^{-2}$		满足
		厂 区 道 路	东 侧、 北 侧 约 12m	1/8		$4.03 \times 10^{-3}$		$2.01 \times 10^{-4}$		满足
		餐 厅 C1 栋	北 侧 约 33m	1		$4.84 \times 10^{-3}$		$2.42 \times 10^{-4}$		满足
		宿 舍 区	西 北 侧 约41m	1		$3.18 \times 10^{-3}$		$1.59 \times 10^{-4}$		满足

注：①关注点处辐射剂量率预测，忽略墙体屏蔽效果，仅考虑距离衰减进行保守估计，主射线方向保护目标采用公式（1）进行预测计算，非主射线方向采用公式（2）和公式（3）进行预测计算；②使用因子取 1。③本项目工业 CT 装置周曝光时间约为 20h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 1000h。

从表 11-5 及表 11-6 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置满功率运行时，辐射工作人员所受周有效剂量最大为  $15.6\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为  $0.78\text{mSv}$ ；周围公众所受周有效剂量最大为  $1.90\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为  $9.48 \times 10^{-2}\text{mSv}$ 。由于辐射剂量率随距离增大而衰减，更远处的关注点辐射剂量率随距离增加数值降低，相应有效剂量也越低。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《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  $5\text{mSv}$ ，周有效剂量不超过  $100\mu\text{Sv}$ ；公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ，周有效剂量不超过  $5\mu\text{Sv}$ ）。

## 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。

### 2) 针对本项目可能发生的辐射事故提出预防措施

本项目针对上述可能出现的主要事故建议性的给出处理方法或者预防措施：

①公司应加强管理，加强辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；

②定期检查门机连锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

④对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

⑤协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察；

⑥事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对工业 CT 装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行工业 CT 装置操作，每次操作前检查工业 CT 装置门机连锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测工业 CT 装置的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应完善应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

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管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，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；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。

立臻精密智造(昆山)有限公司已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，担任本项目辐射防护负责人已通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。立臻精密智造(昆山)有限公司现有辐射相关工作人员共计 19 人，本项目拟新增 6 名辐射工作人员，新增辐射工作人员应在项目运行前自主在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，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。此外，后续有新任命本项目辐射防护负责人仍需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X 射线探伤”。

**辐射安全管理规章制度**

立臻精密智造(昆山)有限公司已开展核技术利用项目，已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，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、事故应急制度等。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

本项目为扩建项目，公司应将本项目纳入日常管理内，公司还应根据本项目情况对相关辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度要点提出如下建议进行完善：

- **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。
- **操作规程：**明确本项目工业 CT 装置辐射人员的资质条件要求、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。

- **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。此外，应着重关注控制台钥匙管理，应专人保管，使用时应进行使用记录登记，确保开机钥匙的安全性。
- **设备检修维护制度：**明确工业 CT 装置的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、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。
- **射线装置使用登记、台账管理制度：**根据射线装置使用具体情况制定，重点是射线装置使用状况的记录。
- **人员培训计划：**完善人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。
- **监测方案：**方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。方案中应明确选用的个人剂量报警仪及辐射环境巡测仪需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，以确保仪器的使用是有效的。
- **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》（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》（环保部令第 18 号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求针对本项目可能发生的辐射事故（意外照射等）完善事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演练计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联系电话、当地的救援报警电话，事故发生后公司应积极配合生态环境保护部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。
- **监测异常报告制度：**如果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。如果工作场所及周围

环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向生态环境行政主管部门报告。

立臻精密智造(昆山)有限公司应严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

## 辐射监测

本项目为扩建项目，公司已为现有辐射工作人员建立个人剂量档案，定期进行个人剂量监测及职业健康体检，现有辐射工作人员最新连续四季度个人剂量结果未出现超标情况；公司已委托有资质单位每年对现有射线装置周围环境进行辐射水平监测，监测结果均满足相应标准要求。本项目对监测方案及监测仪器提出如下要求：

### 1.监测方案

1) 请有资质的单位定期对本项目工业 CT 装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；

2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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。

3) 工业 CT 装置进行作业时辐射安全管理人员定期对工业 CT 装置周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

### 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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；立臻精密智造(昆山)有限公司已配备8台X-γ辐射剂量巡测仪及19台个人剂量报警仪，拟增加配备6台X-γ个人剂量报警仪，项目运行后应定期对工业CT装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

立臻精密智造(昆山)有限公司为本项目拟新增6名辐射工作人员，应在项目运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，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

立臻精密制造(昆山)有限公司已依据《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》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

立臻精密制造(昆山)有限公司应针对射线检测项目可能产生的辐射事故情况完善辐射事故应急预案，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。

立臻精密制造(昆山)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》。报告内容包括单位信息，许可证信息，事故发生时间、地点、类型，射线装置名称及型号，事故经过等信息。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。

立臻精密制造(昆山)有限公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目工业CT装置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。



表 13 结论与建议

**结论****1. 实践正当性**

立臻精密制造(昆山)有限公司使用工业 CT 装置对公司的电子产品进行缺陷检测以控制产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，工业 CT 装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

**2. 与产业政策的相符性**

本项目使用工业 CT 装置对公司生产的电子元件进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号），本项目不属于限制类、淘汰类。

**3. 辐射安全与防护分析结论****1) 选址、布局合理性**

本项目位于昆山市巴城镇塔基路东侧金凤凰路北侧立臻精密制造(昆山)有限公司生产厂房内，立臻精密制造(昆山)有限公司东侧为东河；南侧为金凤凰路；西侧为塔基路；北侧隔小河为滨夹路。本项目 1 台 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置位于生产厂房 B2 栋（共 4 层）1 层 FAE CT LAB（品质失效分析部 CT 实验室），东侧为网络机房，南侧为车间过道，西侧为 QIT 客验区（客户验证区），北侧为室外厂区道路，楼上为 OQC Lab（出货品质管控实验室），楼下为土层；本项目 1 台 VT-X750 型工业 CT 装置位于生产厂房 B3 栋（共 4 层）4 层 X-Ray Lab（X 射线设备检测板子焊接品质房间），东侧为车间过道，南侧为 AOI 中控室（自动化线光学检测机机种复判房间），西侧为 MLB 修护（半成品修护），北侧为 MLB Line（半成品线体），楼上为屋顶，楼下为空置区域（暂未规划）；本项目另 1 台 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置位于生产厂房 B1 栋（共 4 层）2 层 KPD CT room（产品开发 CT 实验室），东侧为 KPD 实

验室过道，南侧为显示屏分析室，西侧为射频实验室，北侧为车间过道，楼上为KPD设备实验室，楼下为PAM车间生产线。

本项目工业 CT 装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目 B2 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B2 栋（共 4 层）、厂区道路及生产厂房 B3 栋（共 4 层）；本项目 VT-X750 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B3 栋（共 4 层）、厂区道路及厂区外东河；本项目 B1 栋 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置 50m 范围内涉及生产厂房 B1 栋（4 层）、厂区道路、餐厅 C1 栋及宿舍区。本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 操作的辐射工作人员及周围公众。

本项目拟将 3 台工业 CT 装置铅房实体边界作为本项目的控制区边界，将铅房分别与 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 边界围成的区域作为本项目监督区边界，仅辐射工作人员能够进入。在工业 CT 装置门上均拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在 FAE CT LAB、X-Ray Lab 及 KPD CT room 入口处张贴监督区的标牌及地上粘贴红色警示线。

## 2) 辐射防护措施

本项目 phoenix V|tome|x m300 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸为 2369mm(长)×1568mm(宽)×1960mm(高)，人员无法进入铅房内部。铅房左侧面板(主射面)为 24mm 铅板，铅房前侧面板为 20mm 铅板，后侧面板为 18mm 铅板，右侧面板、顶部面板及底部面板为 16mm 铅板，工件门位于前侧，为 20mm 铅板，电缆孔处设置 16mm 铅板结构防护罩。

本项目 VT-X750 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽，铅房外尺寸均为 1558mm(长)×1550mm(宽)×1645mm(高)，人员无法进入曝光室。铅房顶部面板(主射面)为 5mm 铅板，铅房底部面板、左侧面板、右侧面板、前侧面板及后侧面板均为 5mm 铅板，工件进出口防护门为 5mm 铅板，电缆孔处设置 5mm 铅板结构防护罩。

## 3) 辐射安全措施

工业CT装置操作台上均设置有钥匙开关，工件门与装置设置门-机安全联锁装置，设备设置工作状态指示灯，定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；设备外表面均设置“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。本项目工业CT装置操作台均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。铅房内均设置有视频监控。工业CT装置均拟设置固定式剂量率仪。公司已配备8台辐射剂量巡测仪及19台个人剂量报警仪，拟增加配备6台个人剂量报警仪，用于对工业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，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

#### 4) 通风措施评价

工业 CT 装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入铅房内。本项目 3 台工业 CT 装置铅房内均未设置单独设置通风设施，均通过开关工件门进行通风换气；同时本项目 3 台工业 CT 所有房间均不单独设置通风系统，使用整个楼层的通风系统。本项目 B1、B2、B3 栋各层配备通风系统，通风量均为 340000m<sup>3</sup>/h，B1、B2、B3 栋各层占地均为 20000m<sup>2</sup>，层高均 3.5m，经估算得出每小时通风次数约为 4 次，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。通过各层通风系统进行无组织排放，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。

#### 4. 辐射环境影响分析结论

本项目工业 CT 装置通过自带铅板对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目工业 CT 装置以最大功率运行时装置表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的辐射剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目工业 CT 装置满功率运行时，辐射工作人员及周围公众所受周有效剂量和年有效剂量能够满足《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）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周有效剂量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周有效剂量不超过 5μSv）。

#### 5. 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) 已配备 8 台辐射剂量巡测仪及 19 台个人剂量报警仪，拟为本项目增加配备 6 台个人剂量报警仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；
- 3) 在项目运行前，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) 在项目运行前安排 6 名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) 立臻精密智造(昆山)有限公司已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。在项目运行前完善辐射安全管理制度; 本项目拟增加配备 6 名辐射工作人员; 项目投运后, 新增辐射工作人员, 上岗前应报考全国核技术利用辐射安全与防护考核, 必须通过考核后方能正式进行作业。

综上所述, 立臻精密智造(昆山)有限公司扩建 3 台工业 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周/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) 及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中关于“剂量限值”的要求, 也符合本项目目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后, 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) 该项目运行后, 应严格遵循操作规程, 加强对操作人员的培训, 杜绝麻痹大意思想, 以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响, 使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行, 严格按国家有关规定要求进行操作, 确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测, 对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患, 把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外, 其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月; 需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的, 验收期限可以适当延期, 但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后及时进行竣工环保验收。

### 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日

附表

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)
辐射防护措施	<p>本项目 phoenix V tome x m300 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽, 铅房外尺寸为 2369mm(长)×1568mm(宽)×1960mm(高), 人员无法进入铅房内部。铅房左侧面板(主射面)为 24mm 铅板, 铅房前侧面板为 20mm 铅板, 后侧面板为 18mm 铅板, 右侧面板、顶部面板及底部面板为 16mm 铅板, 工件门位于前侧, 为 20mm 铅板。</p> <p>本项目 VT-X750 型工业 CT 装置采用铅房对 X 射线进行屏蔽, 铅房外尺寸均为 1558mm(长)×1550mm(宽)×1645mm(高), 人员无法进入曝光室。铅房顶部面板(主射面)为 5mm 铅板, 铅房底部面板、左侧面板、右侧面板、前侧面板及后侧面板均为 5mm 铅板, 工件进出口防护门为 5mm 铅板, 电缆孔处设置 5mm 铅板结构防护罩。</p>	<p>表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)剂量率限值要求。</p> <p>辐射工作人员及公众周有效剂量和年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中关于“剂量限值”的要求, 也符合本项目目标管理值的要求。(辐射工作人员年有效剂量约束值 5mSv, 公众年有效剂量约束值 0.1mSv)。</p>	
辐射安全措施	<p>本项目工业CT装置操作台上均设置有钥匙开关, 工件门与装置设置门-机安全联锁装置, 设备设置工作状态指示灯, 定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯, 确保有效; 设备外表面均设置“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。本项目工业CT装置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。铅房内均设置有视频监控。工业CT装置均拟设置固定式剂量率仪。</p> <p>本项目拟将3台工业CT装置铅房实体边界作为本项目的控制区边界, 将铅房分别与FAE CT LAB、X-Ray Lab及KPD CT room边界围成的区域作为本项目监督区边界, 仅辐射工作人员能够进入。在工业CT装置门上均拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明, 并在FAE CT LAB、X-Ray Lab及KPD CT room入口处张贴监督区的标牌及地上粘贴红色警示线。</p>	<p>能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的管理要求。</p>	
	岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、监督区边界。	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》完善各项规章制度。	/
	已配置 8 台 X-γ辐射剂量巡测仪及 19 台个人剂量报警仪, 增加配备 6 台个人剂量报警仪。	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》配备个人剂量测量报警、辐射监测, 满足工作场所日常监测要求。	
污染	废气: 工业 CT 装置在工作状态时, 会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物, 人员不进入铅房内。本项目 3 台工业 CT 装	本项目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环境影响较小。	/

防治措施	置铅房内均未设置单独设置通风设施,均通过开关工件门进行通风换气;同时本项目3台工业CT所有房间均不单独设置通风系统,使用整个楼层的通风系统。本项目B1、B2、B3栋各层配备通风系统,通风量均为340000m <sup>3</sup> /h, B1、B2、B3栋各层占地均为20000m <sup>2</sup> ,层高均3.5m,经估算得出每小时通风次数约为4次,能够满足每小时有效换气次数3次的通风需求。通过各层通风系统进行无组织排放,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。		
	固体废物:本项目产生的生活垃圾由公司统一收集,交给环卫部门清运。	本项目产生的生活污水及生活垃圾能够妥善处理,对周围环境影响较小。	/
	废水:本项目产生的生活污水进入公司污水管道,最终进入污水处理站处理。		/
辐射安全管理	完善辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员职责。	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》完善安全管理机构。	/
	管理制度:完善操作规程、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、射线装置使用登记、台账管理制度等。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。	/
	本项目拟增加6名辐射工作人员,通过辐射安全与防护考核。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《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》,辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证。	定期投入
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计,开展个人剂量监测(常规监测周期一般为一个月,最长不应超过三个月。个人剂量档案终生保存)。	根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)辐射工作人员正常开展个人剂量监测,根据《放射工作人员职业健康管理暂行办法》,个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检: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(两次检查的时间间隔不应超过2年,必要时可增加临时性检查。)	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》,使用放射性同位素和射线装置的单位,应当严格按照国家关于健康管理的规定,对直接从事使用活动的工作人员进行个人职业健康检查,建立职业健康监护档案	每年投入

以上措施必须在项目运行前落实。