

核技术利用建设项目

吴江华丰电子科技有限公司
新增 1 台工业 CT 检测装置项目
环境影响报告表

吴江华丰电子科技有限公司

2023 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

吴江华丰电子科技有限公司 新增 1 台工业 CT 检测装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：吴江华丰电子科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省苏州市吴江经济技术开发区吉市东路 168 号

邮政编码：215000

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	5
表 3	非密封放射性物质.....	5
表 4	射线装置.....	6
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	7
表 6	评价依据.....	8
表 7	保护目标与评价标准.....	10
表 8	环境质量和辐射现状.....	15
表 9	项目工程分析与源项.....	19
表 10	辐射安全与防护.....	25
表 11	环境影响分析.....	29
表 12	辐射安全管理.....	37
表 13	结论与建议.....	41
表 14	审批.....	44
附表		45

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目厂区总平面布置图及周围环境示意图
- 附图 3 工业 CT 检测装置拟建场址评价范围
- 附图 4 项目生态红线图

附件

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 射线装置使用情况承诺书
- 附件 3 报批申请书
- 附件 4 营业执照
- 附件 5 辐射安全许可证正副本复印件
- 附件 6 环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书
- 附件 7 原有 II 类射线装置环评批复及环保验收文件
- 附件 8 公司现有辐射工作人员个人剂量检测报告复印件
- 附件 9 设备生产厂家资质
- 附件 10 项目主动公开信息一览表
- 附件 11 环境保护措施承诺
- 附件 12 环评技术合同

表 1 项目基本情况

建设项目名称		吴江华丰电子科技有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目			
建设单位		吴江华丰电子科技有限公司			
法人代表	陈昭成	联系人	李	联系电话	
注册地址		江苏省苏州市吴江经济技术开发区吉市东路 168 号			
项目建设地点		江苏省苏州市吴江经济技术开发区吉市东路 168 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	370	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保 投资/总投资)	2.7%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他		占地面积 (m ²)	8
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射 性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

项目概述

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

吴江华丰电子科技有限公司有两个厂区，为吉市东路厂区和绣湖西路厂区，公司经营范围包括一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；电子元器件制造；电子元器件批发；电子元器件零售；模具制造；模具销售；锻件及粉末冶金制品销售。本项目位于苏州市吴江经济技术开发区吉市东路 168 号。

公司现已开展核技术利用项目，原先 10 台射线装置均已履行相关环保手续，并已取得辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[E0629]”，种类和范围为“使用 II 类、III 类射线

装置”，有效日期至 2026 年 5 月 23 日（辐射安全许可证正、副本复印件见附件 5）；公司现有 10 台射线装置，其中 2 台 II 类射线装置，8 台 III 类射线装置，均已完成环境影响评价及竣工环保验收（本项目涉及原有 II 类射线装置批复及验收文件见附件 7）。

现因产品生产检测需要，拟新增 1 台 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置进行模组的无损检测，本次新增工业 CT 检测装置两班制运行，每天曝光时间不超过 10h，每年工作约 300 天(50 周)，工业 CT 检测装置年曝光时间约为 3000h，每班年曝光时间不超过 1500h。

华丰电子现有 10 台射线装置，每台射线装置配备两名辐射工作人员，本项目拟新增 4 名辐射工作人员专门从事本次新增工业 CT 检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本项目 1 台工业 CT 检测装置核技术应用情况见表 1-1，吴江华丰电子科技有限公司现有核技术应用项目情况见表 1-2。

表 1-1 本项目 1 台工业 CT 检测装置核技术应用情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	类别	工作场所名称	活动种类
1	OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置	1	130	0.3	39	II	吉市东路厂区二期 1F SMT 车间	使用

表 1-2 吴江华丰电子科技有限公司现有核技术应用项目情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 kV	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
1	JSX-3400R 型 X-RF 检测仪	1	50	1	III	吉市东路厂区一期 1F 来料检测室	使用	已环评	已许可	/
2	SEC X-eye3000 型 X 射线透视检测仪	1	90	1	III	吉市东路厂区一期 2F QE 实验室	使用	已环评	已许可	/
3	X-eye SF160 型 X 射线检测仪	1	160	0.2	II	吉市东路厂区二期 QE 实验室	使用	已环评	已许可	已验收
4	BA-100 型 X 射线测厚仪	1	50	1	III	吉市东路厂区一期 1F 来料检测室	使用	已环评	已许可	/
5	FT9300 型 X 射线测厚仪	1	50	1.5	III	绣湖西路厂区 X-ray 测量室	使用	已环评	已许可	/
6	SFT9200 型 X 射线测厚仪	1	50	1	III	绣湖西路厂区 X-ray	使用	已环评	已许可	/

						测量室				
7	X-eye SF160 型 X 射线检测仪	1	160	0.2	II	吉市东路 厂区一期 3F 技术实 验室	使用	已环评	已许可	已验 收
8	TS-XA4000-S 型 X 射线光谱 分析仪	1	50	0.2	III	吉市东路 厂区一期 1F 来料检 测室	使用	已环评	已许可	/
9	BA-100 型 X 射线测厚仪	1	50	1	III	绣湖西路 厂区 X-ray 测量室	使用	已环评	已许可	/
10	CHEETAH EVO 型 X-ray 射线检查机	1	160	1	III	吉市东路 厂区研发 楼 3F 实验 室	使用	已环评	已许可	/

本项目为使用 II 类射线装置项目，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目应编制环境影响报告表。受吴江华丰电子科技有限公司委托，苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2、项目周边保护目标及项目选址情况

吴江华丰电子科技有限公司有两个厂区，为吉市东路厂区和绣湖西路厂区，本项目位于吉市东路厂区（吉市东路 168 号）。厂区东侧为法兰泰克智能装备有限公司、苏州恒悦新材料有限公司；南侧为吉市东路；西侧为长浜路；北侧为南村路。本项目地理位置图见附图 1，厂区总平面布置图及周围环境示意图见附图 2。

本次新增 1 台 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置位于吉市东路厂区二期 1F SMT 车间内，项目拟建场址目前放有 1 台烘箱，后期将该烘箱移走用于放置本项目工业 CT 检测装置。工业 CT 检测装置东侧为流体清洗区域、南侧为 SMT 产线、西侧为室内员工走道、北侧为 RF 车间。二期厂房共 3 层，本项目位于 1 楼，层高约为 6.5 米，无地下建筑，工业 CT 检测装置正上方为二期 2F 西车间生产区，本项目评价范围见附图 3。

本项目工业 CT 检测装置周围 50m 评价范围均在华丰电子厂区内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。项目周围环境保护目标主要为从事本项目工业 CT 检测装置操作的辐射工作人员及设备周围公众。

3、实践正当性

华丰电子(昆山)有限公司拟在厂区内新增 1 台工业 CT 检测装置对产品进行无损检测，

确保其产品质量。虽然在运行期间，工业 CT 检测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，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4、产业政策相符性

本项目使用工业 CT 检测装置对建设单位生产的产品进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类，属于允许类，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT 检测装置	II	1	OmronVT-X750	130	0.3	无损检测	吉市东路厂区二期 1F SMT 车间	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强 度	用途	工作场 所	氚靶情况			备注
										活度	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	通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外。臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量 kg。
 2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修正通过), 2015 年 1 月 1 日起实施; 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正本), 2018 年 12 月 29 日起实施; 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起实施; 4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订本), 2019 年 3 月 2 日; 5) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订本), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行; 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正本), 生态环境部令 20 号, 2021 年 1 月 4 日公布实施; 7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 2021 年 1 月 1 日起实施; 8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行; 9) 《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; 10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局, 环发[2006]145 号, 2006 年 9 月 26 日印发; 11) 产业结构调整指导目录 (2019 年本) (2021 年修改); 12) 《江苏省辐射污染防治条例》(修正本), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告公布, 2018 年 5 月 1 日起实施; 13) 关于发布《建设项目环境影响报告书 (表) 编制监督管理办法》配套文件的公告 (生态环境部公告第 38 号, 2019 年 10 月 25 日印发); 14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》(生态环境部公告第 39 号, 2019 年 10 月 25 日印发); 15) 《建设项目环境影响报告书 (表) 编制监督管理办法》(生态环境部部 令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行); 16) 《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发 (2018) 74 号), 2018 年 6 月 9 日印发; 17) 《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发 (2020) 1 号), 2020 年 1 月 8 日印
------	---

	发； 18)《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发〔2020〕49号)，2020年6月21日印发； 19)《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》(苏政办发〔2021〕20号)，2021年5月1日起实施； 20)《江苏省人民政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》(苏政办发〔2021〕3号)，2021年1月6日印发。
技术标准	1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016) 2)《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 3)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 4)《环境辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 7)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)
其他	报告附件： 1) 项目委托书，附件 1 2) 射线装置使用情况承诺书，附件 2 3) 辐射安全许可证正副本复印件，附件 5 4) 环境辐射水平检测报告及检测单位计量认证证书，附件 6 5) 原有 II 类射线装置环评批复及环保验收文件，附件 7 6) 公司现有辐射工作人员个人剂量检测报告复印件，附件 8 7) 设备生产厂家资质，附件 9

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目为新增 1 台工业 CT 检测装置，项目工业 CT 检测装置属 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 检测装置屏蔽体边界外 50m 区域。本项目评价范围示意图见附图 3。					
保护目标 本项目建设地点位于江苏省苏州市吴江经济技术开发区吉市东路 168 号，核对《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）以及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49 号）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元。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 1 台工业 CT 检测装置拟放置区 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为： 1、工业 CT 检测装置周围公众。 2、从事工业 CT 检测装置操作的辐射工作人员。					
表 7-1 项目保护目标一览表					
主要环境保护目标	方位	场所名称	距工业 CT 检测装置最近距离	规模	年受照剂量
本项目辐射工作人员	/	二期 1F SMT 车间	0.3m	4 人	5mSv/a
项目评价范围内公众	工业 CT 检测装置东侧	SMT 车间流体清洗区域	3.8m	1 名固定工作人员	0.1mSv/a
		SMT 车间生产区域	13.3m	4 名固定工作人员	
		室内员工走道	41.5m	厂区内流动人员	
		二期 1F 绕线区域	43.5m	1 名固定工作人员	
	工业 CT 检测装置南侧	SMT 车间生产线	1.5m	3 名固定工作人员	
		SMT 车间产品区、检验区	7.8m	3 名固定工作人员	
		室内员工走道	9.6m	厂区内流动人员	

		二期 1F 办公区域	15m	8 名固定工作人员	
		厂内停车场	38m	厂区内流动人员	
	工业 CT 检测装置西侧	室内员工走道	2.4m	厂区内流动人员	
		二期 1F QE 实验室	5m	2 名固定工作人员	
		室外员工走道	20m	厂区内流动人员	
		研发楼	33m	3 名固定工作人员	
	工业 CT 检测装置北侧	二期 1F RF 车间生产区域	2.8m	6 名固定工作人员	
		二期 1F 绕线区域	18m	3 名固定工作人员	
		二期 1F 电镀区域	35m	3 名固定工作人员	
	工业 CT 检测装置正上方（2 楼）	二期 2F 西车间生产区域	4.9m	2 名固定工作人员	

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型 \ 限值	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

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

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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。

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 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4、本项目辐射剂量管理限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），确定本项目管理目标为：

（1）本项目职业人员管理目标限值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中职业人员年有效剂量值的 $1/4$ ，即 5mSv/a ；

（2）公众活动区域相关人员管理目标值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中公众年有效剂量值的 $1/10$ ，即 0.1mSv/a ；

（3）人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ；

（4）本项目工业 CT 检测装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

5、参考资料

①《辐射防护导论》，方杰主编。

②《中国环境天然放射性水平》：江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平。

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

	原野	道路	室内
范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0
（均值 $\pm 3s$ ）*	50.4 ± 21.0	47.1 ± 36.9	89.2 ± 42.0

注：*：评价时参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

吴江华丰电子科技有限公司有两个厂区，为吉市东路厂区和绣湖西路厂区，本项目位于吉市东路厂区（吉市东路 168 号）。厂区东侧为法兰泰克智能装备有限公司、苏州恒悦新材料有限公司；南侧为吉市东路；西侧为长浜路；北侧为南村路。本项目地理位置图见附图 1，厂区总平面布置图及周围环境示意图见附图 2。

本次新增 1 台 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置位于吉市东路厂区二期 1F SMT 车间内，项目拟建场址目前放有 1 台烘箱，后期将该烘箱移走用于放置本项目工业 CT 检测装置。工业 CT 检测装置东侧为流体清洗区域、南侧为 SMT 产线、西侧为室内员工走道、北侧为 RF 车间。二期厂房共 3 层，本项目位于 1 楼，层高约为 6 米，无地下建筑，工业 CT 检测装置正上方为二期 2F 西车间生产区。

工业 CT 检测装置拟建场址和周边环境现状见图 8-1。

	
工业 CT 检测装置拟建场址（二期 1F SMT 车间内、目前放有 1 台烘箱）	工业 CT 检测装置拟建场址东侧（流体清洗区域）

	
工业 CT 检测装置拟建场址南侧（SMT 产线）	工业 CT 检测装置拟建场址西侧（室内员工走道）
	
工业 CT 检测装置拟建场址北侧（RF 车间）	工业 CT 检测装置拟建场址正上方（二期 2F 西车间生产区）

图 8-1 工业 CT 检测装置拟建场址和周边环境

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业 CT 检测装置拟建址周围辐射环境

监测因子：环境 γ 辐射剂量率

监测点位：在拟建址周围布置监测点位，共计 6 个监测点位

3、监测方案、质量保证措施及监测结果

（1）监测方案

监测项目：环境 γ 辐射剂量率

监测布点：在工业 CT 检测装置拟建址周围布置监测点位，具体点位见图 8-2

监测时间：2023 年 8 月 31 日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司

监测仪器：FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10）
（设备编号：SDWH 3082，检定有效期：2023.08.02~2024.08.01）

监测方法：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

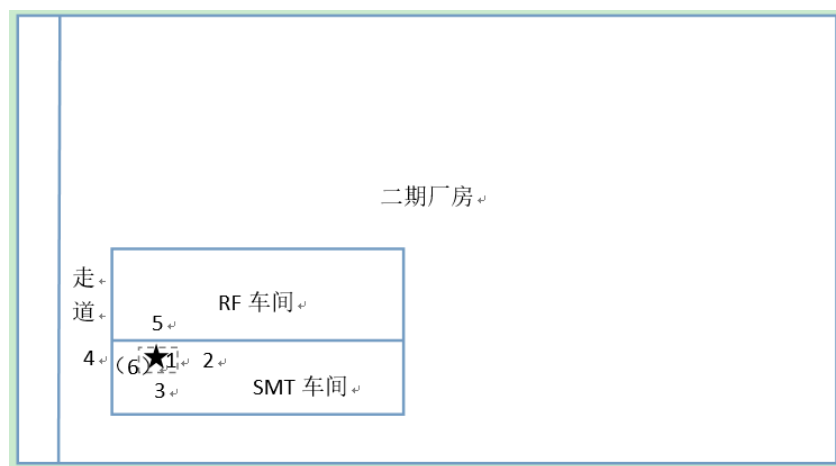


图 8-2 拟建址周围环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图

（2）质量保证措施

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

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核

（3）监测结果

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平调查结果，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 6。

表 8-1 本项目工业 CT 检测装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率测量结果

检测点位描述		检测结果 (nGy/h)		备注
测点编号	位置	平均值	标准差	
1	工业 CT 检测装置拟建址处（二期 1F SMT 车间）	78.4	0.6	本底 监测
2	工业 CT 检测装置拟建址东侧（流体清洗区）	79.5	0.9	
3	工业 CT 检测装置拟建址南侧（SMT 产线）	80.4	0.7	
4	工业 CT 检测装置拟建址西侧（室内员工走道）	83.3	1.7	
5	工业 CT 检测装置拟建址北侧（RF 车间切割区域）	75.8	1.1	
6	工业 CT 检测装置拟建址楼上（二期 2F 西车间生产区）	77.3	0.6	

注：测量数据已扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为 5.23nGy/h。

4、环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目拟建址及周围的测点均位于室内，环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 75.8~83.3nGy/h，处于江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工业 CT 检测装置情况介绍

本项目为新增 1 台 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置项目，装置的 X 射线管能够进行移动，移动范围见图 11-1，射线距装置左侧最近距离为 470mm，距装置右侧最近距离为 470mm，距装置前侧最近距离为 530mm，距装置后侧最近距离为 530mm，距装置底部最近距离为 500mm，距装置顶部最近距离为 1040mm。

装置由检测室和操作台组成，设备操作台位于检测室外部，与装置相连。该装置检测室尺寸约为 1550mm（长）×1925mm（宽）×1645mm（高），检测室采用铅板对 X 射线进行屏蔽，检测室前侧（包括防护门）、后侧、左侧、右侧、顶部、底部内均含 5mm 铅板；设备最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，功率为 39W，滤过条件为 0.5mm 铝；主射线方向朝上照射。

本项目工业 CT 检测装置样式图见图 9-1、装置外观尺寸图见图 9-2。

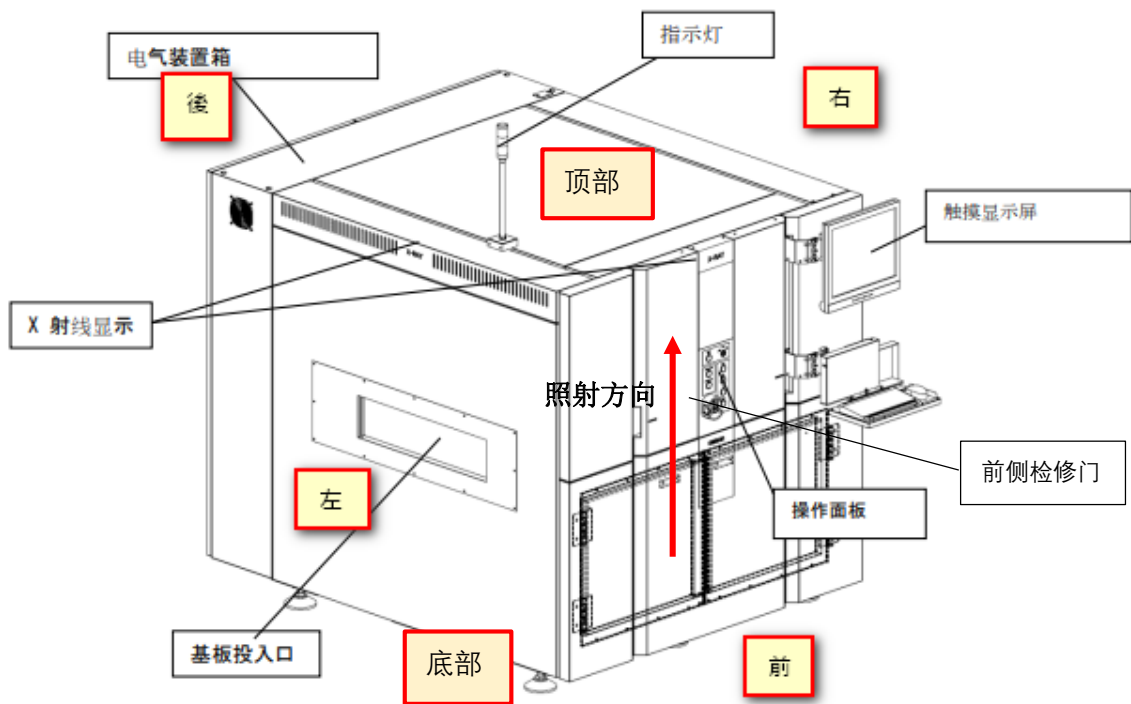
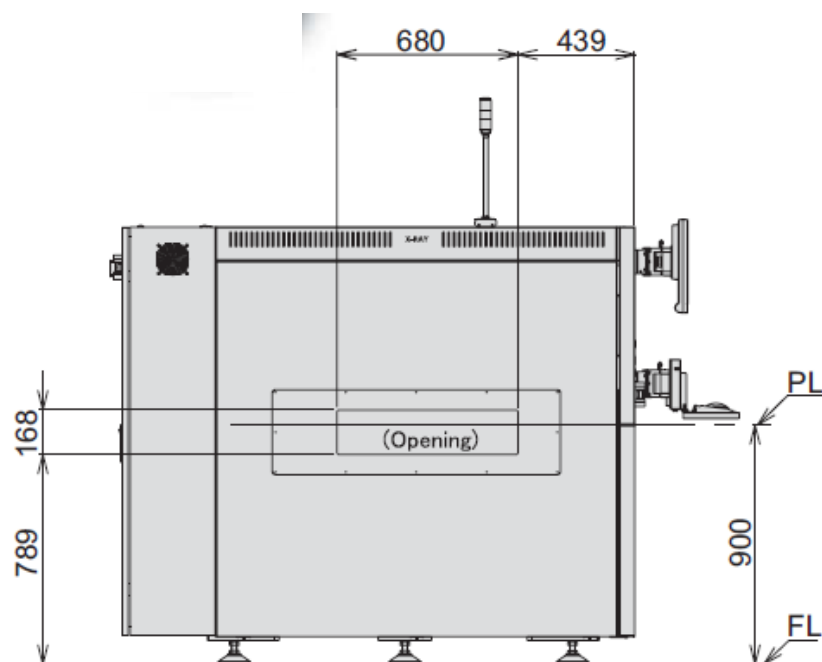
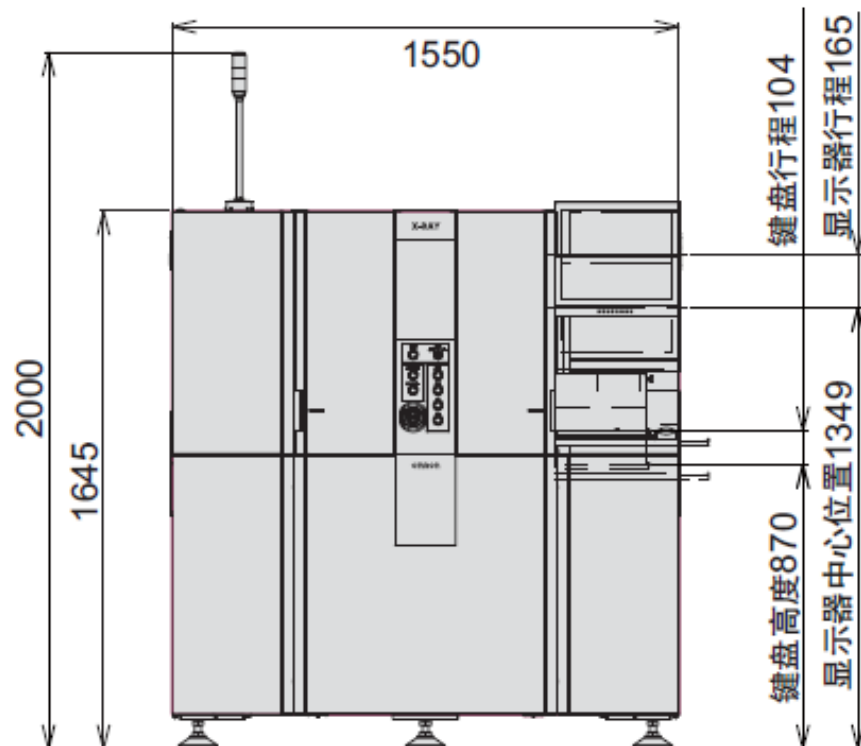


图 9-1 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置样式图



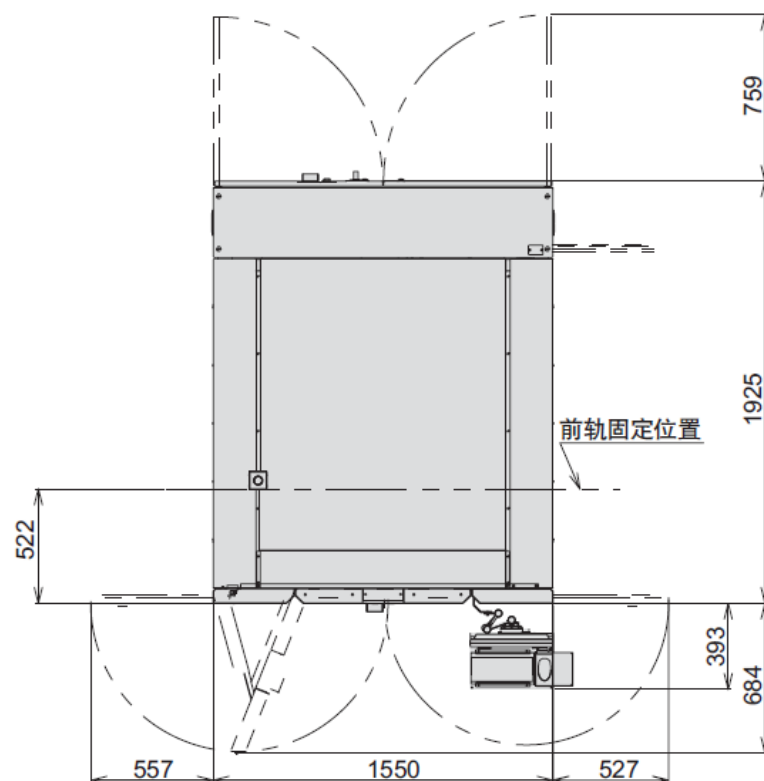


图 9-2 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置外观尺寸图（单位：mm）

2、工业 CT 检测装置工作原理

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，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 $0.001 \sim 0.1\text{nm}$ 。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，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。

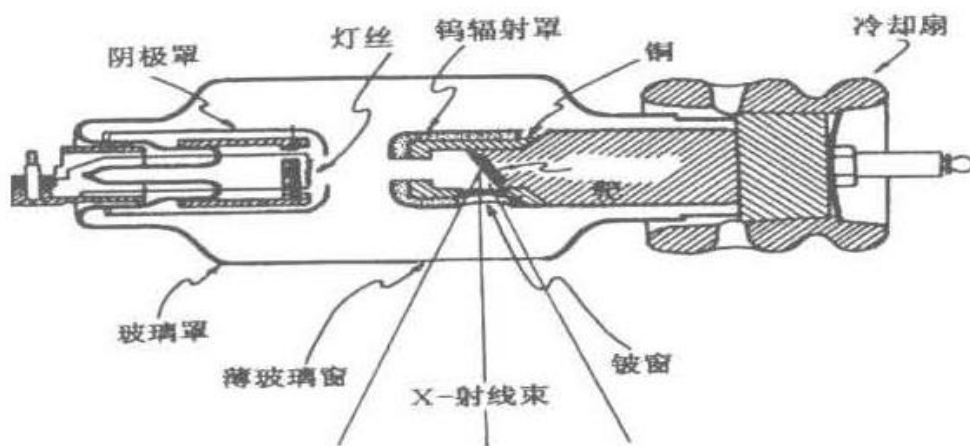


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

吴江华丰电子科技有限公司新增 1 台工业 CT 检测装置项目，工业 CT 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 检测装置是结合 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。

3、工艺流程及产污环节

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

（1）准备：工作人员巡视设备周围情况，检查设备情况，根据待检工件的材质、厚度选取曝光条件、确定曝光参数；

（2）放置工件：打开工件投入口，辐射工作人员位于工业 CT 检测装置防护门外，无需进入检测室，人工用手将被测件置于样品台，关闭工件投入口，辐射工作人员在操作台处通过控制系统调节探测器，使被测件处在合适的检测位置；

（3）曝光检测：设置管电压、管电流、曝光时间等参数后，打开 X 射线出束开关，启动曝光，进行无损检测，检测期间 X 射线管发出 X 射线电离检测室中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；达到预定的曝光时间后关机，停止出束，完成曝光

作业；

(4) 读片：检测过程中，数字探测器接收 X 射线图像，工作人员根据实时数字图像，判断样品是否合格。

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

本项目工业 CT 检测装置工艺流程及产污环节如图 9-4 所示：

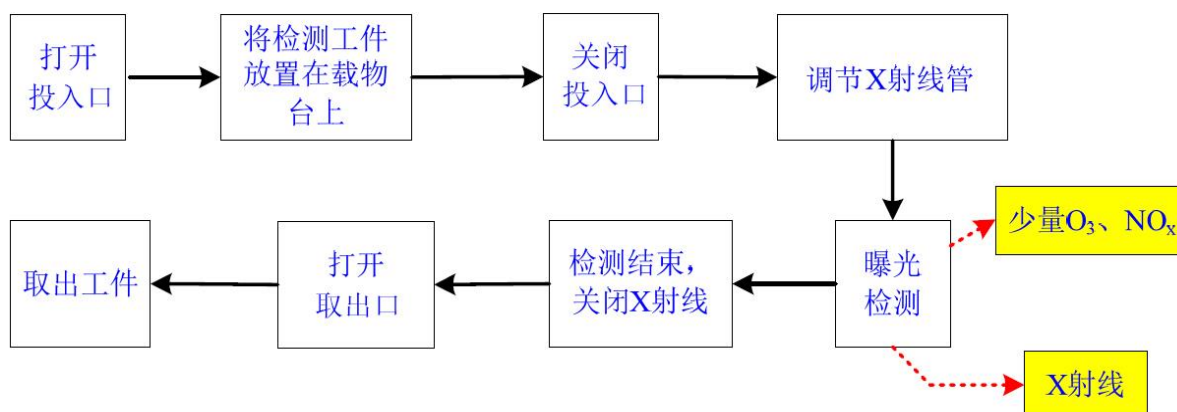


图 9-4 本项目工业 CT 检测装置工艺流程及产污环节分析示意图

4、人员配置及工作制度

本次新增工业 CT 检测装置两班制运行，每天曝光时间不超过 10h，每年工作约 300 天（50 周），工业 CT 检测装置年曝光时间约为 3000h，每班年曝光时间不超过 1500h。

华丰电子现有 10 台射线装置，每台射线装置配备两名辐射工作人员，本项目拟新增 4 名辐射工作人员专门从事本次新增工业 CT 检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。本项目设备维修和调试工作委外进行。

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验收手续。根据原有项目竣工验收意见及最近一次该辐射工作场所年检报告可知，原有核技术利用项目均满足《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）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）相应要求。经过确认，原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，且各辐射工作场所辐射安全与防护措施及相关制度齐全。辐射工作人员辐射安全与防护培训合格证书均在有效期内，建设单位已为其建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

综上所述，原有工艺不存在不足情况。

污染源项描述

1、辐射污染源分析

由工业 CT 检测装置工作原理可知，只有工业 CT 检测装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对检测室外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 CT 检测装置在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。本项目工业 CT 检测装置型号为 OmronVT-X750，装置最大管电压为 130kV，最大管电流为 0.3mA，功率为 39W，滤过条件为 0.5mm 铝；参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图 3，读取曲线后计算得 0.5mm 铝滤过条件下，输出量（ H_0 ）为 $26.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h}) = 1.59 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），X 射线经检测工件 90° 散射后，散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。

本项目检测室的顶部屏蔽体主要受到主射线辐射影响，其他各侧屏蔽体主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。

2、非辐射污染源分析

本项目工业 CT 检测装置运行时无放射性废气、放射性废水和放射性固体废物产生。检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外。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对周围环境空气质量影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所布局及分区

本项目工业 CT 检测装置设计有检测室及操作台，操作台位于检测室外且与检测室相连。

本项目 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置位于二期 1F SMT 车间内，该台工业 CT 检测装置在检测室边界设置地面红色警戒线作为本项目的辐射防护控制区边界，工作期间禁止任何人员进入；在工业 CT 检测装置外 1m 设置地面黄色警戒线作为辐射防护监督区，工作期间禁止无关人员靠近，工业 CT 检测装置监督区及控制区示意图见图 10-1。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 和《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中关于辐射工作场所的分区规定。

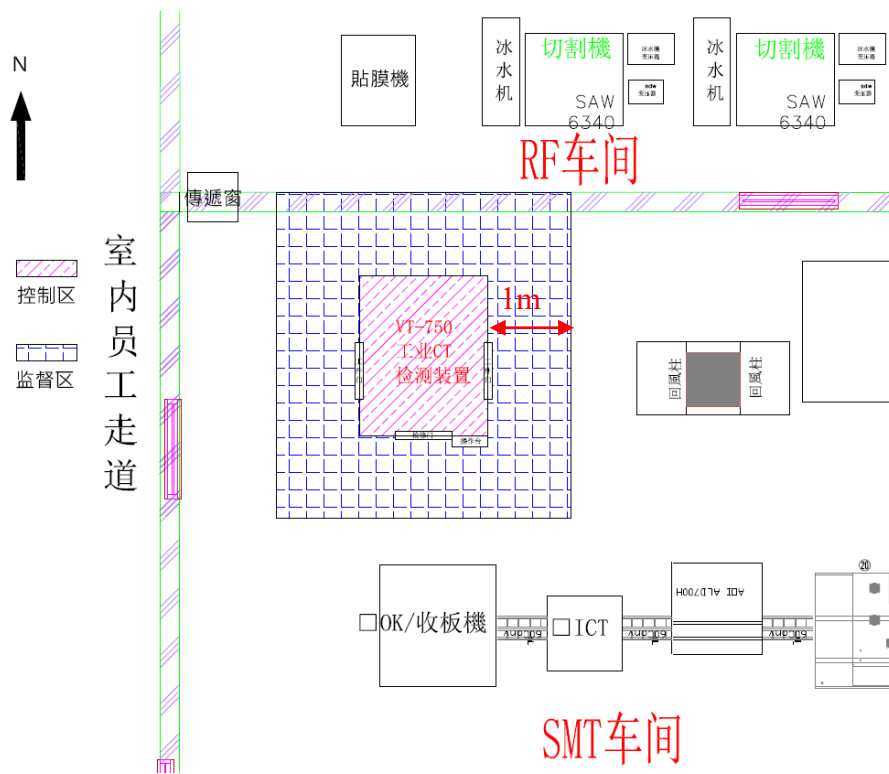


图 10-1 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置监督区及控制区示意图

2、工作场所辐射屏蔽设计及射线装置主要参数

本项目设备为 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置，该装置由检测室和操作台组成。该装置检测室尺寸约为 1550mm（长）×1925mm（宽）×1645mm（高），检测室采用铅板对 X 射线进行屏蔽，定义检修门所在面为装置前侧，该装置屏蔽参数见表 10-1。

表 10-1 本项目 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置屏蔽设计参数

工业 CT 检测 装置型号	检测室屏蔽参数		检测装置尺寸参数	主射线方 向
	位置	屏蔽体材料及厚度		
Omron VT- X750	前面	5mm Pb	1550mm（长） ×1925mm（宽） ×1645mm（高）	向上
	左侧	5mm Pb		
	右侧	5mm Pb		
	后侧	5mm Pb		
	顶部	5mm Pb		
	底部	5mm Pb		
	工件进出口防护门	5mm Pb		
	检维修防护门	5mm Pb		

3、工作场所辐射安全措施

（1）本项目工业 CT 检测装置通过自带铅板对 X 射线进行防护。

（2）本项目工作辐射工作人员无法进入检测装置内部，工业 CT 检测装置设置门-机联锁装置，要求钥匙开关闭合、急停按钮、防护门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未到位，射线装置不能启动。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束。

（3）本项目工作辐射工作人员无法进入检测装置内部，工业 CT 检测装置设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与检测装置联锁。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别；

（4）本项目工业 CT 检测装置的检测室内需安装监视装置，在操作台应有专用的监视器，可监视检测室内探伤设备的运行情况；

（5）本项目在工业 CT 检测装置拟建场址设置符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明；

（6）本项目工业 CT 检测装置安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

（7）本项目工业 CT 检测装置需配置固定式场所辐射探测报警装置；

（8）本项目工业 CT 检测装置位于二期 1F SMT 车间内，该台工业 CT 检测装置在检测室边界设置地面红色警戒线作为本项目的辐射防护控制区边界，工作期间禁止任何人员进入；在工业 CT 检测装置外 1m 设置地面黄色警戒线作为辐射防护监督区，工作

期间禁止无关人员靠近，工业 CT 检测装置监督区及控制区示意图见图 10-1。

(9) 工业 CT 检测装置控制区内人员无法进入，检测时产生少量的臭氧和氮氧化物，工业 CT 检测装置未设置机械排风装置，通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外。

(10) 本项目电缆从工业 CT 检测装置电源从机台左后侧电源线孔接入，沿着左侧线槽绕线（约 3m）到电源接线端子上，整台装置仅 1 个电源走线孔。走线孔加装带铅板夹层屏蔽保护罩（5mm 铅当量）作为开口地方的屏蔽补偿，屏蔽保护罩将走线孔完全遮蔽，走线孔远离射线源避开射线源直照面，确保电缆孔不破坏检测室的整体防护效果。

(11) 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；

(12) 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；

(13) 公司已成立辐射防护管理机构，并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。

本项目辐射防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相符性分析见下表。

表 10-2 项目辐射防护措施与 GBZ117-2022 相符性分析

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求	本项目情况	是否相符
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。	本项目操作台与检测装置连接，避开有用线束照射方向。检测室屏蔽体厚度满足源项大小、直射、散射屏蔽物材料和结构等各种因素的要求。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	本项目工作场所按照控制区和监督区进行管理，分区管理符合 GB 18871 的要求。	符合
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。	本项目工业 CT 检测装置设置门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业。本项目探伤人员无法进出检测室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。	符合

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，并与探伤机连锁。“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。	本项目工作辐射工作人员无法进入检测装置内部，工业 CT 检测装置设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与检测装置连锁。	符合
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。	本项目工业 CT 检测装置的检测室内需安装监视装置，在操作台应有专用的监视器	符合
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目在工业 CT 检测装置拟建场址设置符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明	符合
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。	本项目工业 CT 检测装置安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射	符合
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。	工业 CT 检测装置控制区内人员无法进入，检测时产生少量的臭氧和氮氧化物，工业 CT 检测装置未设置机械排风装置，通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目工业 CT 检测装置需配置固定式场所辐射探测报警装置	符合

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。

2、液体废物

本项目运行后不会产生放射性液体废物。

3、气体废物

本项目工业 CT 检测装置在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

工业 CT 检测装置未设置机械排风装置，通过打开工件投入口、工件取出口排出，通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业 CT 检测装置建设项目，已在生产工厂内组装完成，仅在厂内完成安装，过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对车间厂房周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

本项目工业 CT 检测装置通过含铅板的检测室对 X 射线进行防护。本项目装置型号为 OmronVT-X750 工业 CT 检测装置，工作时主射线固定向上照射（定义检修门所在面为装置前侧），拟建场址为吉市东路厂区二期 1F SMT 车间。

本项目工业 CT 检测装置运行时，主射线朝顶部照射，故计算时将检测室顶部按照有用线束照射进行预测计算，将前、后、左、右、底部及各防护门（定义检修门所在面为装置前侧）均按照非有用线束照射进行预测计算。本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。本项目工业 CT 检测装置计算示意图见图 11-1。

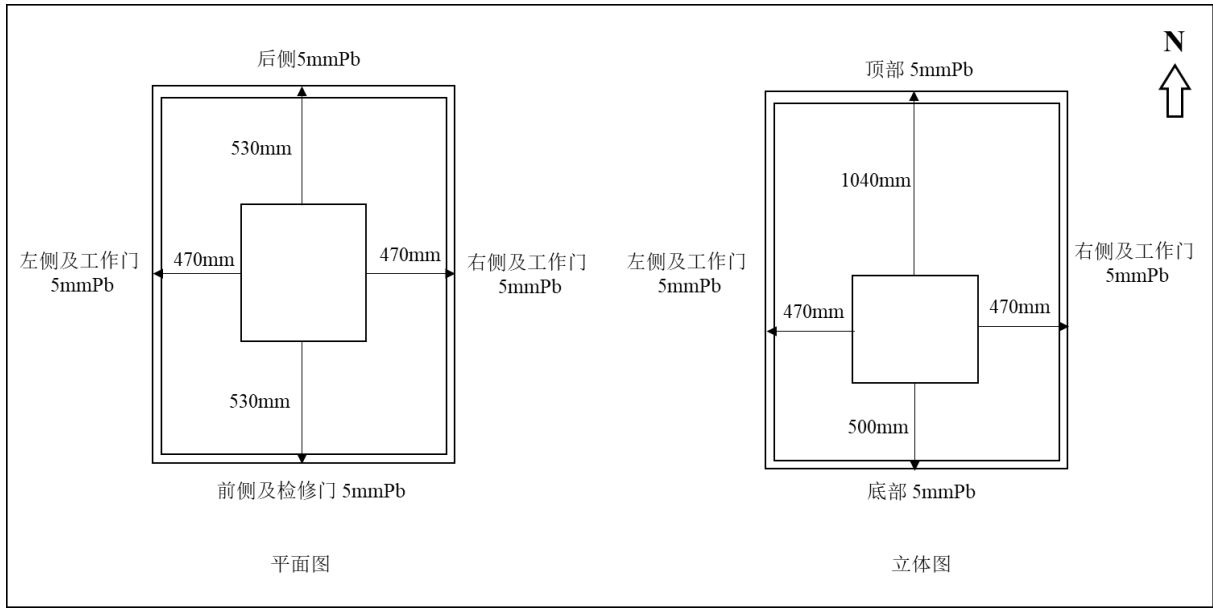


图 11-1 本项目检测装置辐射源点到各侧屏蔽体最近距离示意图（单位：mm）

1、有用线束屏蔽估算

顶部预测计算模式采用《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

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

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 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录表 B.1，本项目取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图 3，读取曲线后计算得 0.5mm 铝滤过条件下，输出量(H_0)为 $26.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}) = 1.59 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录 B.1 曲线，本项目取值参考参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 100kV 时，TVL 为 0.84mm 铅，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，内插法计算得管电压 130kV 时，TVL 为 0.912mm 铅，然后按公式（2）计算得出 3.29×10^{-6} 。

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

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位。

TVL：半值层厚度，mm；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，米（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/T250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

（1）泄漏辐射

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

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 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 1；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录 B.1 曲线；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，米（m）。

(2) 散射辐射

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

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 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录表 B.1；

B ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量，然后参考附录 B.1 曲线取值；

F ： R_0 处的辐射野面积，平方米（ m^2 ）；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，米（m）；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，米（m）。

3、参考点处剂量率理论计算结果

表 11-1 工业 CT 检测装置主射线方向屏蔽体屏蔽效果预测表

取值 点位	设计厚度	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点处 剂量率参 考控制水 平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
顶部	5mmPb	0.3	$26.5\times 6\times 10^4$	3.29×10^{-6}	1.34	0.874	2.5	满足
二期 2F 西车间生 产区域 (2F 正 上方)	5mmPb	0.3	$26.5\times 6\times 10^4$	3.29×10^{-6}	6	0.043	2.5	满足

注：① $R_{\text{顶部}} = \text{X 射线机距顶部屏蔽体距离 } 1.04\text{m} + \text{参考点 } 0.3\text{m} = 1.34\text{m}$ ， $R_{\text{二期 2F 西车间生产区域 (2F 正上方)}} = \text{楼层高度 } 6.5\text{m} - \text{X 射线机距底部屏蔽体距离 } 0.5\text{m} = 6\text{m}$ ；

②计算时，不考虑钢板的屏蔽效果；

表 11-2 工业 CT 检测装置非有用线束方向装置外 30cm 处屏蔽效果预测表

取值		点位	取值				
		前侧	检修门及 操作位	后侧	左侧及工 件门	右侧及工 件门	底部
X 设计厚度（mm）		5Pb	5Pb	5Pb	5Pb	5Pb	5Pb
泄 漏 辐 射	B	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶
	$\dot{H}_L$ （μSv/h）	1×10 ³	1×10 ³	1×10 ³	1×10 ³	1×10 ³	1×10 ³
	R（m）	0.83	0.83	0.83	0.77	0.77	0.8
	$\dot{H}$ （μSv/h）	4.78×10 ⁻³	4.78×10 ⁻³	4.78×10 ⁻³	5.55×10 ⁻³	5.55×10 ⁻³	5.14×10 ⁻³
散 射 辐 射	散射线能量(kV)	130	130	130	130	130	130
	B	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶	3.29×10 ⁻⁶
	I（mA）	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	H_0 （μSv·m ² /(mA·h)）	1.59×10 ⁶	1.59×10 ⁶	1.59×10 ⁶	1.59×10 ⁶	1.59×10 ⁶	1.59×10 ⁶
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60	1/60
	R_s （m）	0.83	0.83	0.83	0.77	0.77	0.8
	$\dot{H}$ （μSv/h）	3.80×10 ⁻²	3.80×10 ⁻²	3.80×10 ⁻²	4.41×10 ⁻²	4.41×10 ⁻²	4.09×10 ⁻²
泄漏辐射和散射辐射的复合 作用（μSv/h）		4.28×10 ⁻²	4.28×10 ⁻²	4.28×10 ⁻²	4.97×10 ⁻²	4.97×10 ⁻²	4.60×10 ⁻²
射线装置屏蔽体表面 30cm 处剂量率参考控制水平 （μSv/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：① H_0 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图 3，读取曲线后计算得 0.5mm 铝滤过条件下，输出量（ H_0 ）为 $26.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h}) = 1.59 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

②B 参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 100kV 时，TVL 为 0.84mm 铅，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，内插法计算得管电压 130kV 时，TVL 为 0.912mm 铅，然后按公式（2）计算得出 3.29×10^{-6} 。

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

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位。

TVL：半值层厚度，mm；

③ $\dot{H}_L$ 的取值查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 1，管电压小于 150kV 取值 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

④ $R_{\text{前侧}}=R_s_{\text{前侧}}=X$ 射线机距前侧屏蔽体最短距离 0.53m+参考点 0.3m=0.83m；

⑤ $R_{\text{检修门及操作位}}=R_s_{\text{检修门及操作位}}=X$ 射线机距检修门及操作位屏蔽体最短距离 0.53m+参考点 0.3m=0.83m；

⑥ $R_{\text{后侧}}=R_s_{\text{后侧}}=X$ 射线机距后侧屏蔽体最短距离 0.53m+参考点 0.3m=0.83m；

⑦ $R_{\text{左侧及工件门}}=R_s_{\text{左侧及工件门}}=X$ 射线机距左侧及工件门屏蔽体最短距离 0.47m+参考点 0.3m=0.77m；

⑧ $R_{\text{右侧及工件门}}=R_s_{\text{右侧及工件门}}=X$ 射线机距右侧及工件门屏蔽体最短距离 0.47m+参考点 0.3m=0.77m；

⑨ $R_{\text{底部}}=R_s_{\text{底部}}=X$ 射线机距底部屏蔽体最短距离 0.5m+参考点 0.3m=0.8m；

⑩ $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 保守取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的推荐值 60。

从表 11-1、表 11-2 中预测结果可以看出，当本项目工业 CT 检测装置满功率运行时，

射线装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率不大于 2.5μSv/h 的控制要求。

4、保护目标剂量评价

华丰电子现有 10 台射线装置，每台射线装置配备两名辐射工作人员，本项目拟新增 4 名辐射工作人员专门从事本次新增工业 CT 检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。本项目设备维修和调试工作委外进行。根据公司提供的现有辐射工作人员近一年的个人剂量检测报告（见附件 8）可知，公司现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值 5mSv/a，满足环保相关管理要求。

吉市东路厂区二期厂房楼高 6.5m，共 3 层。本项目位于二期 1F SMT 车间，整个二期厂房现有 1 台 II 类射线装置，位于本次拟建场址东北侧约 100m 的 QE 实验室，该射线装置离本项目装置距离较远，故不考虑该射线装置对本项目辐射工作人员及周围公众的叠加影响。

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置周围其他非辐射工作人员。根据以上估算结果，参考点剂量率与距离的平方成反比，可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，预测参考点位见图 11-2。

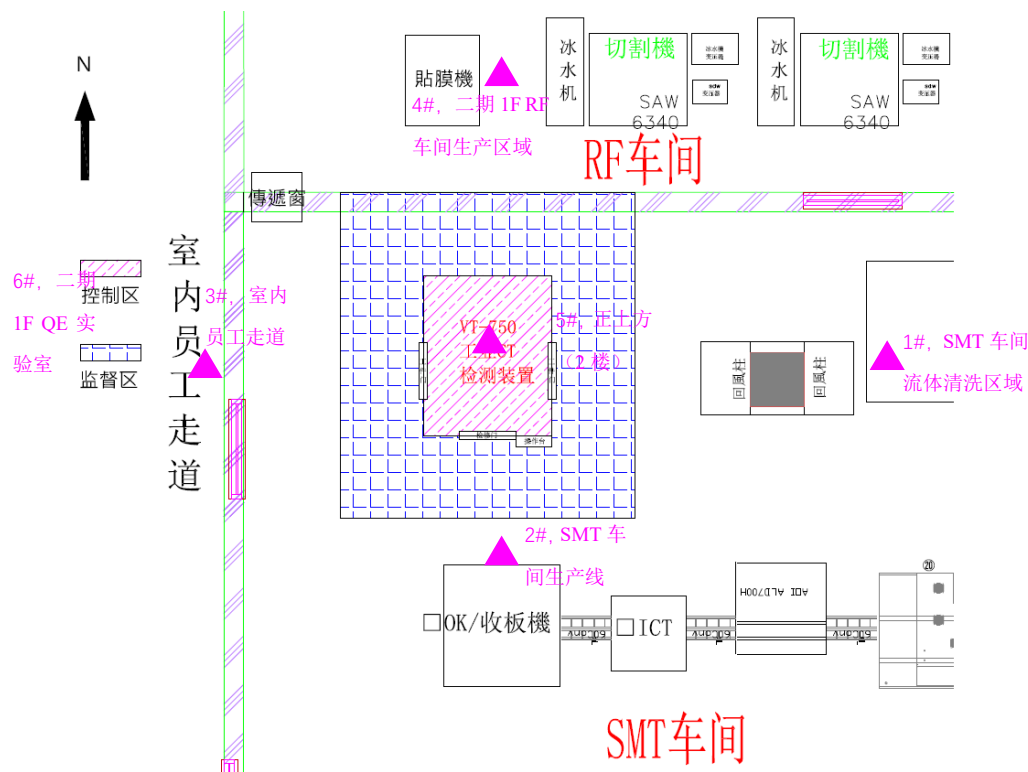


图 11-2 CT 室工业 CT 检测装置周围公众关注点

表 11-3 本项目关注点参数一览表

编号	名称	方位	与本次工业 CT 检测装置射线源距离
1#	SMT 车间流体清洗区域	东	3.8m+X 射线机距右侧屏蔽体距离 0.47m=4.27m
2#	SMT 车间生产线	南	1.5m+X 射线机距前侧屏蔽体距离 0.53m=2.06m
3#	室内员工走道	西	2.4m+X 射线机距左侧屏蔽体距离 0.47m=2.87m
4#	二期 1F RF 车间生产区域	北	2.8m+X 射线机距后侧屏蔽体距离 0.53m=3.33m
5#	二期 2F 西车间生产区域 (2F 正上方)	正上	楼层高度 6.5m-X 射线机距底部屏蔽体距离 0.5m=6m
6#	二期 1F QE 实验室	西	5m+X 射线机距左侧屏蔽体距离 0.47m=5.47m

本项目辐射工作人员和周围公众受照剂量预测可参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的公式 (1) 来估算, 估算公式如下:

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

式中: H_c : 参考点的剂量水平, $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、 $\mu\text{Sv}/\text{年}$;

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

t : 探伤装置照射时间, $\text{h}/\text{周}$ 、 $\text{h}/\text{年}$;

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。

根据公式 (4), 可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量, 具体计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-3 工业 CT 检测装置所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算表

保护目标	关注点	使用因子 U	居留因子 T	最大剂量率值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	周剂量估算值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	年剂量估算值 ($\text{mSv}/\text{年}$)	目标管理值 ($\text{mSv}/\text{年}$)	结论
辐射工作人员	前侧	1	1	4.28×10^{-2}	2.5	1.284	100	0.0642	5	满足
	检修门及操作位	1	1	4.28×10^{-2}	2.5	1.284	100	0.0642	5	满足
	后侧	1	1/4	4.28×10^{-2}	2.5	0.321	100	0.0161	5	满足
	左侧及工件门	1	1/4	4.97×10^{-2}	2.5	0.3728	100	0.0186	5	满足
	右侧及工件门	1	1/4	4.97×10^{-2}	2.5	0.3728	100	0.0186	5	满足
周围公众	SMT 车间流体清洗区域	1	1	1.61×10^{-3}	2.5	0.0483	5	0.0024	0.1	满足
	SMT 车间生产线	1	1	6.94×10^{-3}	2.5	0.2082	5	0.0104	0.1	满足

室内员工走道	1	1/4	3.57×10^{-3}	2.5	0.0268	5	0.0013	0.1	满足
二期 1F QE 实验室	1	1	9.84×10^{-4}	2.5	0.0295	5	0.0015	0.1	满足
二期 1F RF 车间生产区域	1	1	2.66×10^{-3}	2.5	0.0798	5	0.0040	0.1	满足
二期 2F 西车间生产区域（2F 正上方）	1	1	0.043	2.5	1.29	5	0.0645	0.1	满足

注：本次新增工业 CT 检测装置两班制运行，每天曝光时间不超过 10h，每年工作约 300 天（50 周），工业 CT 检测装置年曝光时间约为 3000h，每班年曝光时间不超过 1500h。装置周围公众以装置四周最大剂量率考虑距离衰减进行计算。

从表 11-4 中预测结果可以看出，当本项目 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置满功率运行时，辐射工作人员所受年有效剂量最大为 0.0642mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.0645mSv，50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。人员受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求（职业人员年受照剂量不超过 5mSv，公众年受照剂量不超过 0.1mSv）。

事故影响分析

1、主要事故风险

工业 CT 检测装置只有在开机出束时才产生 X 射线，因此，本项目事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）由于安全联锁装置失灵，工业 CT 检测装置在对工件进行检测时工件门、维修门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

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

2、辐射事故处置方法及预防措施

（1）切断电源，确保 X 射线机停止出束；

（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。

吴江华丰电子科技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无损检测作业，每次无损检测前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性，定期

检测室周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。同时，公司在实际工作中应不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，定期检查探伤设备及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 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。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》等法律法规要求，使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。吴江华丰电子科技有限公司已成立了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。华丰电子现有 10 台射线装置，每台射线装置配备两名辐射工作人员，本项目拟新增 4 名辐射工作人员专门从事本次新增工业 CT 检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

公司应时刻关注辐射工作人员辐射安全和防护培训情况，培训证书到期前，应及时组织本项目辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，报考类别为“X 射线探伤”，通过考核后，方能继续从事本项目辐射工作。

辐射安全管理规章制度

吴江华丰电子科技有限公司根据《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》中的相关要求，并针对现有核技术利用项目具体情况制定了辐射安全管理制度，主要包括《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》、《台账管理制度》、《监测方案》及《辐射事故应急预案》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。

公司还应根据本项目具体情况补充制定《工业 CT 检测装置操作规程》、《监测异常报告制度》，并对现有的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，现对各项辐射安全管理制度需补充和完善的要点提出如下建议：

辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重

点是工业 CT 检测装置的安全防护和管理落实到个人。

操作规程：补充制定工业 CT 检测装置操作规程，明确工业 CT 检测装置辐射工作人员的资质条件要求、操作步骤以及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确工业 CT 检测装置的操作步骤，工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器。

岗位职责：完善岗位职责，明确工业 CT 检测装置操作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

设备检修维护制度：完善设备检修维护制度，明确工业 CT 检测装置的安全联锁装置、工作状态指示灯等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是工业 CT 检测装置的辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确工业 CT 检测装置操作人员的培训内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

个人剂量监测和职业健康体检制度：完善个人剂量监测和职业健康体检制度，明确工业 CT 检测装置操作人员开展辐射工作时应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，明确工业 CT 检测装置操作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：完善辐射环境监测方案，明确工业 CT 检测装置日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：针对工业 CT 检测装置可能产生的辐射事故完善辐射事故应急预案，明确工业 CT 检测装置辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一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。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

监测异常报告制度：补充制定监测异常报告制度，明确按照相关标准要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设

区的市生态环境部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，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。

本项目工业 CT 检测装置操作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的安全措施进行检查。此外，对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急方案响应程序等制度应张贴于工业 CT 检测装置拟建处附近的醒目处。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 4 台个人剂量报警仪，满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

吴江华丰电子科技有限公司已根据辐射管理要求，制定了如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期：每年 1~2 次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，终生保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

公司现有核技术利用项目已认真落实以上监测方案，每年请有资质监测单位对现有辐射工作场所及周围环境辐射水平进行了监测，并不定期的进行自主监测。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托有资质单位定期进行监测，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理限值 5mSv/a，定期组织辐射工作人员进行了职业健康体检，现有辐射工作人员均可继续原放射工作，并已按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。公司已于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交了上一年度的评估报告。

本项目运行后，也应落实上述监测方案，方能满足辐射安全管理的要求。本项目监测方案见表 12-1。

表 12-1 本项目监测方案一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位
工作场所监测	竣工环保验收监测	X- γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，取得辐射安全许可证后 3 个月内	/
	年度监测	X- γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年	/
	日常监测	X- γ 辐射剂量率	自主监测，建议不少于 1 次/季度	操作位、工业 CT 检测装置四周表面 30cm、维修门和工件门表面 30cm 及四周门缝
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于 1 次/三个月	/

辐射事故应急

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目为使用 II 类射线装置，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

为加强射线装置在探伤过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障公司员工及社会公众的健康与安全，吴江华丰电子科技有限公司已制定了辐射事故应急方案，应急方案内容主要有：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演练计划。

公司应针对本项目工业 CT 检测装置可能产生的辐射事故完善辐射事故应急方案，明确工业 CT 检测装置辐射防护措施及事故处理程序等，使其具有一定的操作性。公司应加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演练，发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一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。同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

因生产需要，吴江华丰电子科技有限公司拟新增 1 台 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置进行模组的无损检测，位于吉市东路厂区二期 1F SMT 车间内，主要用于对生产的线路板进行无损检测。本项目工业 CT 检测装置型号为 OmronVT-X750，最大管电压为 130kV、最大管电流为 0.3mA、额定功率为 39W，为 II 类射线装置。

2、产业政策符合性和实践正当性评价

本项目使用工业 CT 检测装置对建设单位生产的产品进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会 2019 年令第 29 号），本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类，属于允许类，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

本项目位于吉市东路厂区（吉市东路 168 号）。厂区东侧为法兰泰克智能装备有限公司、苏州恒悦新材料有限公司；南侧为吉市东路；西侧为长浜路；北侧为南村路。

本次新增 1 台 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置位于吉市东路厂区二期 1F SMT 车间内，项目拟建场址目前放有 1 台烘箱，后期将该烘箱移走用于放置本项目工业 CT 检测装置。工业 CT 检测装置东侧为流体清洗区域、南侧为 SMT 产线、西侧为室内员工走道、北侧为 RF 车间。二期厂房共 3 层，本项目位于 1 楼，层高约为 6.5 米，无地下建筑，工业 CT 检测装置正上方为二期 2F 西车间生产区。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场检测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目新增 1 台工业 CT 检测装置设计有检测室及操作台，操作台均位于检测室外与检测室相连，本项目工业 CT 检测装置工作场所布局设计基本合理。

4、辐射防护措施评价

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

本项目 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置位于二期 1F SMT 车间内，该台工业 CT 检测装置在检测室边界设置地面红色警戒线作为本项目的辐射防护控制区边界，工作期间禁止任何人员进入；在工业 CT 检测装置外 1m 设置地面黄色警戒线作为辐射防护监督区，工作期间禁止无关人员靠近。

5、辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：工业 CT 检测装置设置门机联锁装置；工业 CT 检测装置设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与 X 射线管联锁；工业 CT 检测装置设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射；工业 CT 检测装置内拟安装监视装置，可监视检测室内设备的运行情况；工业 CT 检测装置拟配置固定式场所辐射探测报警装置；工业 CT 检测装置设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明；工业 CT 检测装置按照控制区和监督区进行分区管理，控制区内禁止任何人员进入，监督区内禁止任何人员靠近。

公司拟为本项目配置有 1 台辐射剂量巡测仪、4 台个人剂量报警仪，用于对工业 CT 检测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。

6、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员年受照剂量不超过 5mSv ，公众年受照剂量不超过 0.1mSv ）的剂量限值要求。

7、三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目工业 CT 检测装置在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。本项目工业 CT 检测装置未设置机械排风装置，通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

8、辐射环境管理

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

公司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。同时在项目运行前完善相关的辐射安全管理制度；公司为本项目拟配备的辐射工作人员已参加并通过了辐射安全和防护专业知识的培训和考核，进行了个人剂量监测和职业健康体检，并建立了辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

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

建议与承诺

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

表 14 审批

下一级环保部门预审意见			
经办人	年	月	日
	公	章	
审批意见			
经办人	年	月	日
	公	章	

附表

“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	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，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目检测室采用铅板对 X 射线进行屏蔽。型号为 OmronVT-X750 型工业 CT 检测装置，定义检修门所在面为装置前侧，检测室前侧、后侧、左侧、右侧、工件门、底部、顶部屏蔽体均采用 5mm 铅板进行防护。	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》（GBZ117-2022）剂量率限值要求。辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和《工业探伤放射防护标准》中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（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）。	10
	安全措施：工业 CT 检测装置设置门机联锁装置；工业 CT 检测装置设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与 X 射线管联锁；工业 CT 检测装置设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射；工业 CT 检测装置内拟安装监视装置，可监视检测室内设备的运行情况；工业 CT 检测装置拟配置固定式场所辐射探测报警装置；工业 CT 检测装置设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明；工业 CT 检测装置按照控制区和监督区进行分区管理，控制区内禁止任何人员进入，监督区内禁止任何人员靠近。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的管理要求。	
	岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、监督区边界。		

污染防治措施	废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。	本项目工业 CT 检测装置未设置机械排风装置，通过打开工件投入口、工件取出口排出，经洁净车间新风装置排入室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。	/
人员配备	公司辐射工作人员均参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	/
	公司辐射工作人员均配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测及建立个人剂量监测档案的管理要求。	/
	公司辐射工作人员均定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员定期进行职业健康体检及建立职业健康监护档案的管理要求。	/
监测仪器和防护用品	配备 1 台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	/
	配备 4 台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	对已制定的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案等辐射安全管理制度进行补充和完善。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。