

核技术利用建设项目

联合汽车电子有限公司无锡厂
扩建 1 台工业 CT 装置项目
环境影响报告表

联合汽车电子有限公司无锡厂（盖章）

2026 年 7 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

联合汽车电子有限公司无锡厂 扩建 1 台工业 CT 装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：联合汽车电子有限公司无锡厂

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：

邮政编码：214000

联系人：

电子邮箱：/

联系电话 -

目录

表 1	项目基本概况	1
表 2	放射源	6
表 3	非密封放射性物质	6
表 4	射线装置	7
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6	评价依据	9
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	16
表 9	项目工程分析与源项	21
表 10	辐射安全与防护	29
表 11	环境影响分析	36
表 12	辐射安全管理	52
表 13	结论与建议	57
表 14	审批	62
附表	辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	63

附图：

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目周围环境图
- 附图 3 项目所在 平面布置图
- 附图 4 项目工业 CT 装置设计图
- 附图 5 项目与无锡市生态管控单元相对位置关系图
- 附图 6 项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图
- 附图 7 项目与最近优先保护单元相对位置关系图
- 附图 8 项目与生态环境分区管控单元（重点管控单元）相对位置关系图

附件：

- 附件 1 委托书
- 附件 2 射线装置使用承诺书
- 附件 3 设备参数说明
- 附件 4 营业执照
- 附件 5 辐射安全许可证正副本
- 附件 6 原有核技术利用项目环评批复及验收文件
- 附件 7 现有辐射工作人员成绩报告单、个人剂量检测报告、职业健康检查表
- 附件 8 25 年辐射环境监测报告
- 附件 9 本项目检测报告及资质
- 附件 10 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书

表 1 项目基本情况

建设项目名称		联合汽车电子有限公司无锡厂扩建 1 台工业 CT 装置项目			
建设单位		联合汽车电子有限公司无锡厂			
法人代表		盛斐	联系人		联系电话
注册地址		无锡市长江路 15 号、无锡市锡梅路 38 号			
项目建设地点		无锡市新吴区锡梅路 38 号 CT 室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）			项目环保总投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他（迁建）			占地面积（m ² ） 19.95
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			
	1.项目概述 1.1 建设单位基本情况 联合汽车电子有限公司无锡厂成立于 1996 年，注册于无锡市长江路 15 号、无锡市锡梅路 38 号，经营范围为：一般项目：汽车零部件及配件制造；摩托车零配件制造；电动机制造；智能车载设备制造；电池制造；试验机制造；软件开发；技术进出口；货物进出口；进出口代理；汽车零部件研发；汽车零配件批发；汽车零配件零售；摩托车及零部件研发；摩托车及零配件批发；摩托车及零配件零售；机电耦合系统研发；电池销售；新能源汽车生产测试设备销售；试验机销售；新能源汽车电附件销售；采购代理				

服务；销售代理；机械设备租赁；数据处理和存储支持服务；大数据服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让，技术推广（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

本项目拟建于无锡市锡梅路 38 号厂区。

1.2 项目规模及任务由来

联合汽车电子有限公司无锡厂现已在无锡市锡梅路 38 号厂区开展核技术利用项目，用于公司产品的无损检测。已许可使用 1 台 X 射线实时成像检测装置。

现根据生产、检测需要，联合汽车电子有限公司无锡厂拟在无锡市锡梅路 38 号厂区房一层质保科设置一间 CT 室，CT 室尺寸为 5700mm*3500mm，占地 19.95m²，并拟购置 1 台工业 CT 装置，用于公司生产的喷油器、高压油泵、电磁阀等汽车零部件的无损检测。该装置采用一体射线管，最大管电压

设完成后年探伤喷油器、高压油泵、电磁阀等汽车零部件，各类产品不超过 1560 件，年工作 52 周。拟安装工业 CT 装置最大穿透工件厚度为 50mm 铝合金，可以满足探伤需求。

本项目计划配置 3 名辐射作业人员及 1 名专职辐射防护负责人，工作制度采用一班制，单班作业时长不超过 8 小时。上述人员均为本项目新增招录，不从公司现有辐射工作人员内部调剂；人员定岗专一，仅承担本项目相关辐射作业，不兼任其他辐射相关岗位，不存在跨辐射岗位兼职情形。本项目工业 CT 装置预计每周检测工件不超过 30 件，每件工件曝光时间不超过 0.5h，周曝光时间不超过 15h，年工作 50 周，年曝光时间不超过 750h。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表。

表 1-1 联合汽车电子有限公司无锡厂本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称、型号	数量（台）	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	类别	工作场所名称	活动种类	备注
----	-----------	-------	-----------	-----------	----	--------	------	----

1								

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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用工业 CT 装置进行无损检测，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。受联合汽车电子有限公司无锡厂委托，无锡市希悦林霞环保科技有限公司承担该项目的环评评价工作。无锡市希悦林霞环保科技有限公司通过资料调研、委托资质单位进行现场监测，并进行评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置使用承诺书见附件 2。

2.项目周边保护目标及项目选址情况

本项目位于无锡市新吴区锡梅路 38 号，地理位置图见附图 1。本项目所在厂区东侧为河道梅花浜红枫路，隔河为久保田建机（无锡）有限公司；南侧为锡协路；西侧为空地及新华路；北侧为锡梅路。厂区周围环境图见附图 2。

联合汽车电子有限公司无锡厂拟在无锡市锡梅路 38 号厂区厂房一层质保科设置一间 CT 室，并拟购置 1 工业 CT 装置，用于公司生产的喷油器、高压油泵、电磁阀等汽车零部件的无损检测。锡梅路 38 号厂区厂房采用内部分区竖向布局，建筑局部为单层结构、局部为二层结构。CT 室所在区域为二层结构，上方为办公区，下方为土层。厂房平面布局图见附图 3。

本项目工业 CT 装置 50m 范围内涉

工业 CT 装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 装置操作的辐射工作人员及周围公众。

3.实践正当性分析

联合汽车电子有限公司无锡厂使用工业 CT 装置对公司生产产品进行无损检测以

控制产品质量。本项目的建设将满足企业提高产品质量的需求，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、经济和其他有关因素之后，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.原有核技术利用项目许可情况

联合汽车电子有限公司无锡厂现已开展核技术利用项目，获批的 1 台 XS 225D 型 X 射线实时成像检测装置于 2014 年 1 月 26 日取得环境影响报告表批复，文号为苏环辐（表）审（2014）9 号；该装置于 2014 年 12 月 13 日完成装置竣工环境保护验收。

联合汽车电子有限公司无锡厂目前已申领无锡市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[B0185]”，种类和范围为“使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”（根据建设单位辐射安全许可证台账明细登记，仅使用一台Ⅱ类射线装置，未涉及使用Ⅲ类射线装置），发证日期为 2022 年 11 月 23 日，有效期至：2027 年 10 月 17 日，许可使用 1 台Ⅱ类射线装置，辐射安全许可证见附件 5，发证机关为无锡市生态环境局。

原有核技术利用项目已履行相关环保手续（见附件 6）。公司原有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 联合汽车电子有限公司无锡厂原有核技术利用项目一览表

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	备注
1											/

5.产业政策相符性分析

本项目使用工业 CT 装置对公司生产的产品进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类，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	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	排入外环境，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，对环境的影响较小。
生活垃圾	固态	/	/	50kg	600kg	/	暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运
生活污水	液态	/	/	4m ³	48m ³	/	不暂存	经厂区污水管网接管至污水处理厂处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第九号公布，2015 年 1 月 1 日起施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正），中华人民共和国主席令第二十四号公布，2018 年 12 月 29 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第六号公布，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版），中华人民共和国 2020 年主席令第四十三号，2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日起施行 (5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第六百八十二号，2017 年 10 月 1 日发布施行 (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第四百四十九号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修订，国务院令第七百零九号，2019 年 3 月 2 日起施行 (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第十六号，自 2021 年 1 月 1 日起施行 (8) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第九号，2019 年 11 月 1 日起施行 (9) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第六十六号，2017 年 12 月 6 日起施行 (10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第二十号，2021 年 1 月 4 日起施行 (11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第十八号，2011 年 5 月 1 日起施行 (12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 (13) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉
------	--

	配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （14）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行 （15）《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （16）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 （17）《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880 号，2023 年 10 月 10 日起施行 （18）《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日 （19）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日 （20）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域管理办法的通知》（苏政办规〔2026〕1 号） （21）《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 11 月 9 日
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）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022） （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） （8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单
其他	附图： 附图 1 项目地理位置图

	附图 2 项目周围环境图
	附图 3 项目所 厂房平面布置图
	附图 4 项目工业 CT 装置设计图
	附图 5 项目与无锡市生态管控单元相对位置关系图
	附图 6 项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图
	附图 7 项目与最近优先保护单元相对位置关系图
	附图 8 项目与生态环境分区管控单元（重点管控单元）相对位置关系图
	附件：
	附件 1 委托书
	附件 2 射线装置使用承诺书
	附件 3 设备参数说明
	附件 4 营业执照
	附件 5 辐射安全许可证正副本
	附件 6 原有核技术利用项目环评批复及验收文件
	附件 7 现有辐射工作人员成绩报告单、个人剂量检测报告、职业健康检查表
	附件 8 25 年辐射环境监测报告
	附件 9 本项目检测报告及资质
	附件 10 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目为扩建 1 台工业 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工业 CT 装置曝光室边界外 50m 区域，见附图 2。
保护目标 根据《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域管理办法的通知》（苏政办规〔2026〕1 号）和“江苏省生态环境分区管控综合服务”平台中无锡市范围内的生态保护红线区域，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，本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系见附图 5。 对照《无锡市 2025 年度生态环境分区管控动态更新成果》，本项目评价范围内不涉及无锡市生态环境优先保护单元，本项目与无锡市生态空间管控区域相对位置关系见附图 4。 根据江苏省生态环境分区管控综合查询报告书（见附件 10），本项目地块属于重点管控单元无锡国家高新技术产业开发区，本项目与最近优先保护单元相对位置关系见附图 6，项目与生态环境分区管控单元（重点管控单元）相对位置关系见附图 7。 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。 本项目工业 CT 装置 50m 范围内涉 工业 CT 装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 装置操作的辐射工作人员及周围公众。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 本项目工业 CT 装置拟建址评价范围内敏感保护目标情况一览表

装置名称	工作场所	保护目标名称	方位	距装置屏蔽体最近距	规模	保护目标类型	年剂量约束值 (mSv)
工业 CT 装置						辐射工作人员	5
						公众	0.1

评价标准

1.工作人员职业照射和公众照射剂量限值

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《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

类别	剂量限值
职业照射	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

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

2.剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于5mSv/a；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于0.1mSv/a。

3.职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

- a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周；
- b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；
- b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100μSv/h。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

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

（2）考虑到本项目工业CT装置上方有二层办公区，其顶部表面外30cm处周围剂

量当量率参考控制水平和其他方位外表面30cm处的剂量率参考控制水平均不大于2.5μSv/h。

4. 《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，不须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）。

5.辐射环境质量现状检测评价参考值

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

表 7-3 江苏省环境天然γ辐射水平（单位：nGy/h）

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

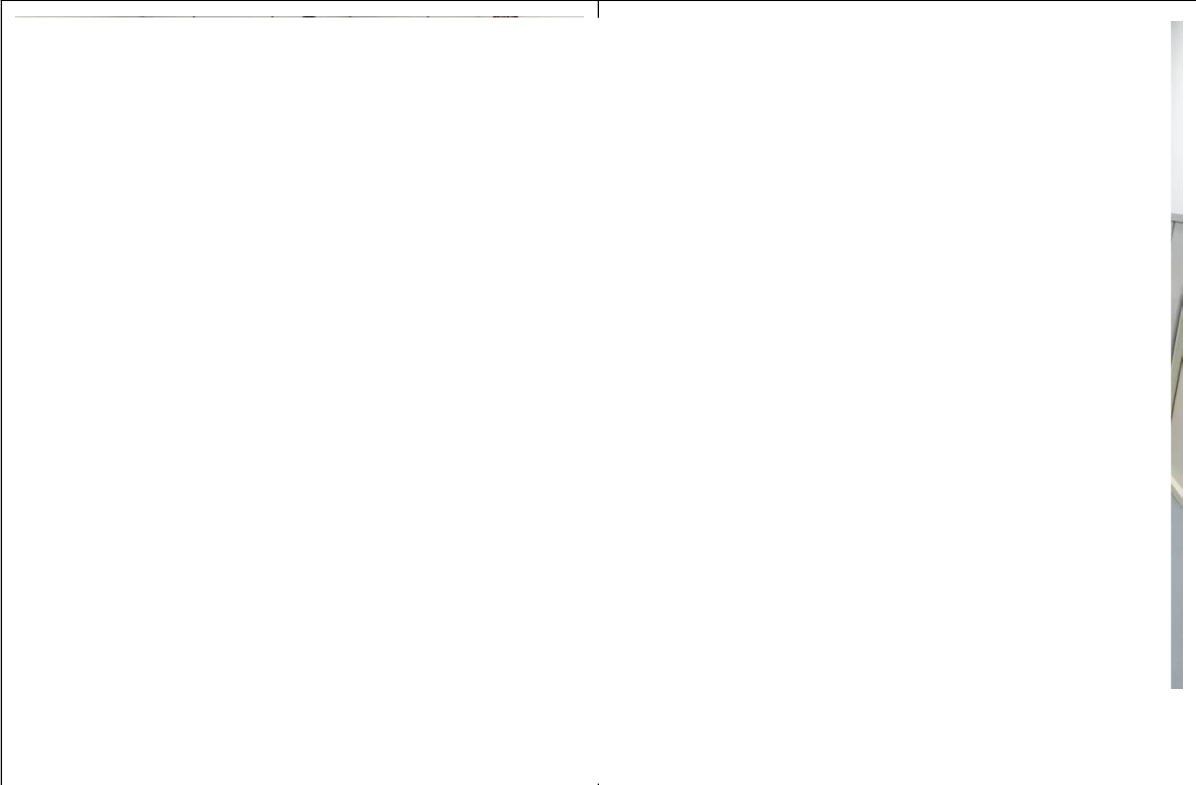
注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。宇宙射线响应的扣除方法采用文献（全国环境天然放射性水平调查总结报告编写小组（支仲骥执笔）。全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990年）。辐射防护，1992.12(2):96）中的方法。

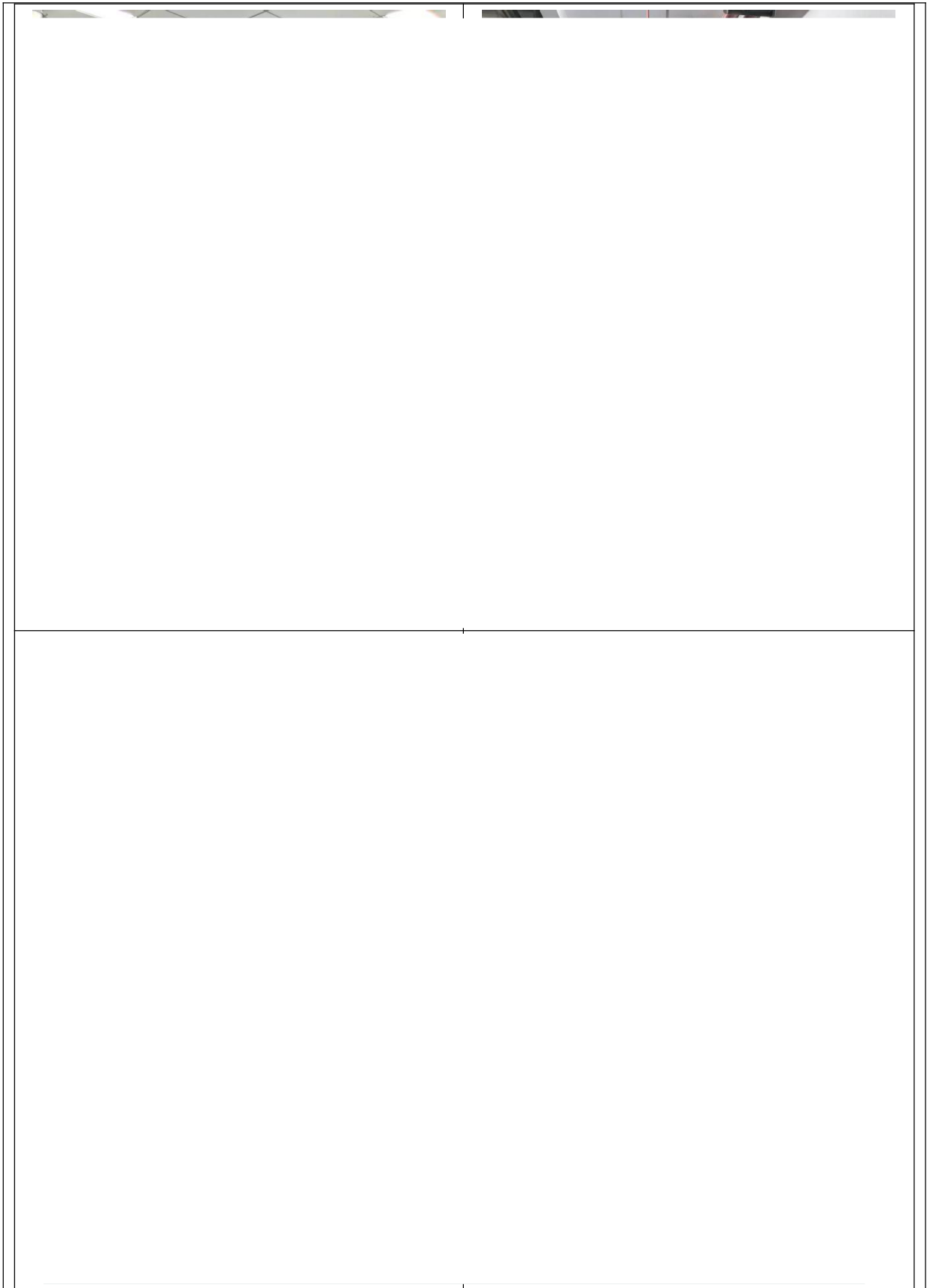
[2] 现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。

参考资料

1) 《辐射防护导论》，方杰主编，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991；

表 8 环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置 本项目位于无锡市新吴区锡梅路 38 号，地理位置图见附图 1。本项目所在厂区东侧为河道梅花浜红枫路，隔河为久保田建机（无锡）有限公司；南侧为锡协路；西侧为空地及新华路；北侧为锡华路。厂区周围环境图见附图 2。 联合汽车电子有限公司无锡厂拟在无锡市锡梅路 38 号厂区厂房一层质保科设置一间 CT 室，并拟购置 1 型工业 CT 装置，用于公司生产无损检测。锡梅路 38 号厂区厂房采用内部分区竖向布局，建筑局部为单层结构、局部为二层结构。CT 室所在区域为二层结构，上方为办公区，下方为土层。厂房平面布局图见附图 3。 本项目工业 CT 装置 50m 范围内涉及 工业 CT 装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。 本项目工业 CT 装置周围环境现状见图 8-1。 
--



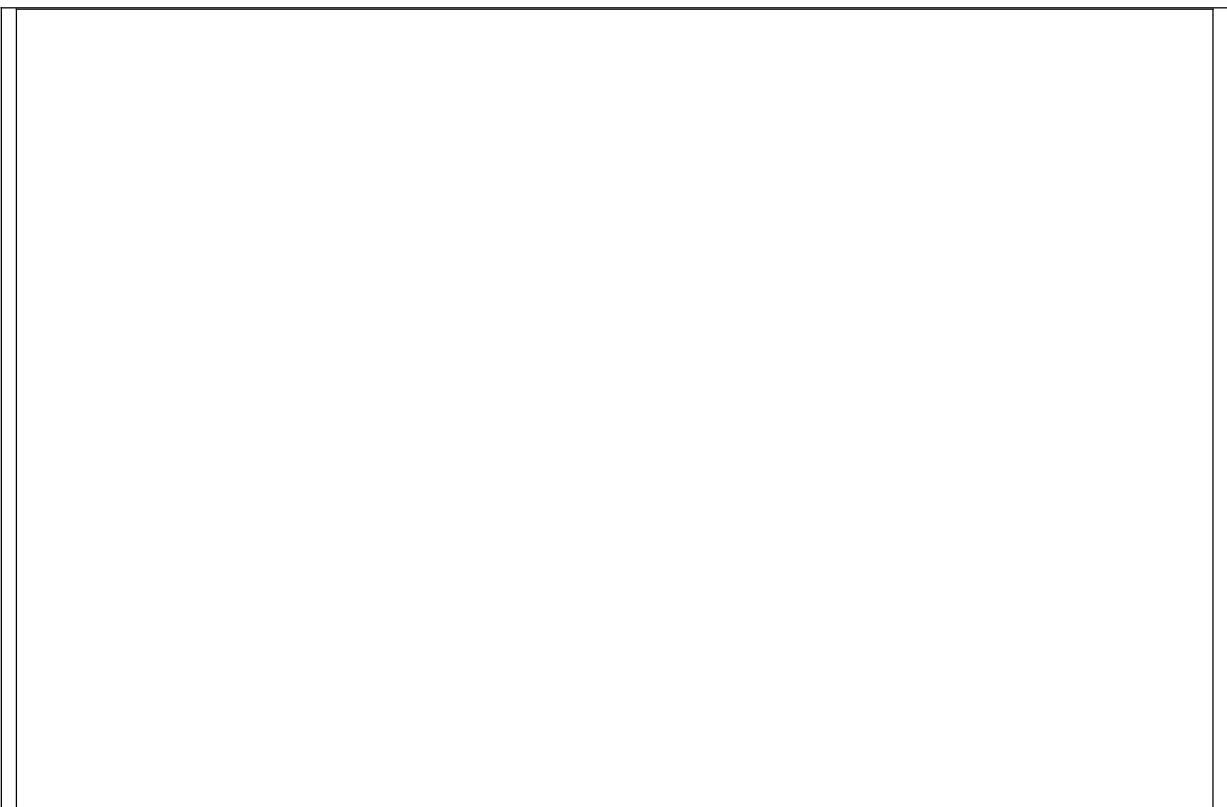


图 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境现状

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业 CT 装置拟建址及周围辐射环境

监测因子： γ 射线辐射剂量率

监测点位：工业 CT 装置拟建址周围布置监测点位，共 6 个监测点位

3.检测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 检测方案

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 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 γ 辐射剂量率。

检测单位：常州环宇信科环境检测有限公司

检测仪器：FH40G/FHZ672E-10 型X- γ 剂量率仪（仪器编号：1026，检定有效期：2025.10.28~2026.10.27，检测范围：1nSv/h~100uSv/h）

环境条件：天气：晴，T：26.0℃，RH：60.7%

检测项目：X- γ 周围剂量当量率

检测布点：在工业 CT 装置拟建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2026 年 5 月 21 日

检测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

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。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 HJ1157-2021 中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，检测仪器测量量值为周围剂量当量率 $\dot{H}^*(10)$ ，测量结果经过系数转换（空气比释动能 K_a 和周围剂量当量 $H^*(10)$ 的转换系数为 $H^*(10)/K_a=1.20\text{Sv/Gy}$ ）。

3.2 质量保证措施

检测单位：常州环宇信科环境检测有限公司，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；

检测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点；

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核并持有检测上岗证，检测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核。

3.3 检测结果

评价方法：对照江苏省环境天然γ辐射水平调查结果进行评价，检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 9。

表 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围γ辐射水平测量结果

序号	检测点位	X、γ射线辐射剂量率 (nGy/h)	备注
1	射线装置拟建址处		室内（楼房）
2	射线装置拟建址东侧		室内（楼房）
3	射线装置拟建址南侧		室内（楼房）
4	射线装置拟建址西侧		室内（楼房）
5	射线装置拟建址北侧		室内（楼房）
6	射线装置拟建址上方（二层）		室内（平房）

注：1、测量结果已扣除检测仪器对宇宙射线辐射的响应值（值为 10.4nGy/h）；

- 2、射线装置拟建址处为二层建筑，其上方（二层）为顶层，参照平房因子修正；
- 3、建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子：楼房取 0.8，平房取 0.9。

图 8-2 本项目拟建址周围环境 γ 辐射水平监测点位示意图

4.环境现状调查结果评价

根据表 8-1 的监测结果可知，联合汽车电子有限公司无锡厂本项目工业 CT 装置拟建址周围室内环境 γ 辐射剂量率在（55.3～73.7）nGy/h 范围内，处于江苏省室内（50.7~129.4）nGy/h 天然 γ 辐射剂量率测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析							
1.工程设备							
根据生产、检测需要，联合汽车电子有限公司无锡厂拟在锡梅路 38 号厂区扩建一台工业 CT 装置，用于开展公司生产产品的无损检测工作。 该装置的型号为 主射线由南朝北照射，拟将装置防护门朝西摆放在 CT 室内，操作台位于装置曝光室西侧。 本项目工业 CT 装置主要由 X 射线管、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元、X 射线防护单元组成。检测系统根据设备供应商提供资料（附件 3）工业 CT 装置过滤条件为 0.4mm 铍。 设备参数见表 9-1。							
表 9-1 设备参数一览表							
设备型号	数量 (台)	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线出束方向	滤过条件	辐射角度	额定功率 (W)
工业 CT 装置铅房外部尺寸为 2555mm*1224mm*1661.5mm（高，另外脚墩高度为 200mm）；铅房内部尺寸 2142mm*1166mm*1615.5mm（高）。射线管中心点距离东侧屏蔽体外表面的距离为 389mm，距离南侧屏蔽体外表面的距离为 1360mm，距离西侧屏蔽体外表面的距离为 835mm，距离北侧屏蔽体外表面的距离为 1195mm。射线管仅可在竖直方向上下移动，移动距离为 272.5mm，射线管中心点距离底部屏蔽体外表面的最小距离为 856mm（距离脚墩底部最小距离为 1056mm），距离顶部屏蔽体外表面的最小距离为 533mm。 本项目工业 CT 装置采用铅板+钢板/铅玻璃对 X 射线进行屏蔽。其北侧屏蔽体为 14mm 铅+14mm 钢板，南侧屏蔽体、东侧屏蔽体、西侧屏蔽体（含工件铅门）、顶部屏蔽体、底部屏蔽体为 10mm 铅+13mm 钢板，电缆口铅罩为 5mm 铅+5mm 铅+13mm 钢板，观察窗为 10mm 铅当量的铅玻璃。							

根据建设单位及设备供应商提供资料，本项目工业 CT 装置样式图见图 9-1。

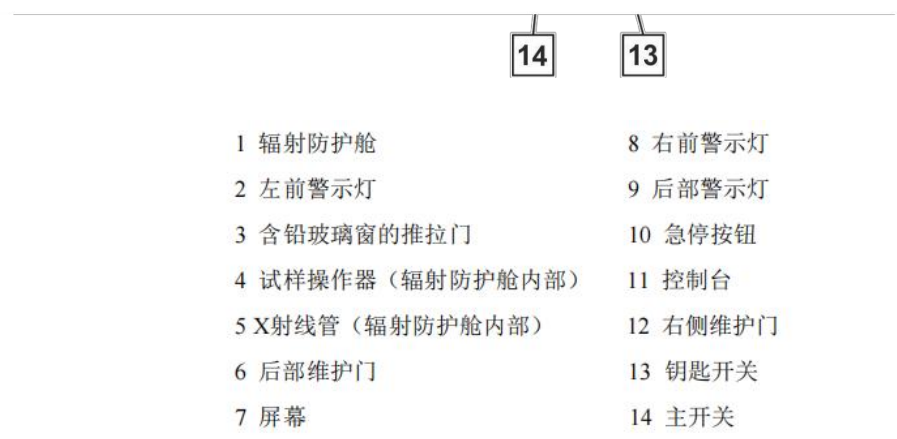


图 9-1 本项目工业 CT 装置结构图
(不含设备脚墩)

2.工作原理

工业 CT 即工业计算机断层扫描成像，它能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像或三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、

组成、材质及缺损状况。工业 CT 技术是目前世界上先进的无损检测技术之一，是物体内外缺陷测量与统计、结构尺寸测量、设计工艺改进、升级制造技术不可缺少的手段。CT 检测能在不破坏工件结构的情况下实现模具及模具产品的表面和内部结构的几何尺寸以及曲面测量，计算出测量目标的长宽高、面积、表面积、体积等各种几何参数，实现零件与 CAD 模型对比、几何尺寸与公差分析、零件与零件对比。同时可实现产品内部多种缺陷（如裂纹、气泡、夹杂、疏松、脱粘、装配缺陷等）的无损检测和无损质量评价，检测对象也几乎涵盖了各种材质和各种结构类型的模具及模具产品。本项目工业 CT 核心部件是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生大量 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

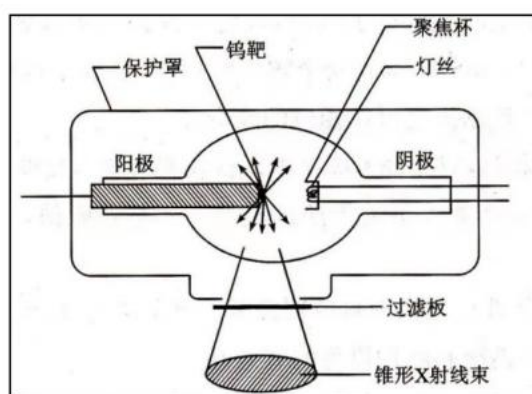


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

工业 CT 装置工作原理是依据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，物质密度越大，射线强度减弱越大，而当工件内部存在缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即穿透的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至数据处理站，在显示器上实时显示。通过移动工件来获得不同角度的投影，用复杂的计算层析技术，将获得的各个角度的投影进行重建，得到被测工件的三维立体结构图。可根据

三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。本项目工业 CT 装置几何示意图见图 9-3。

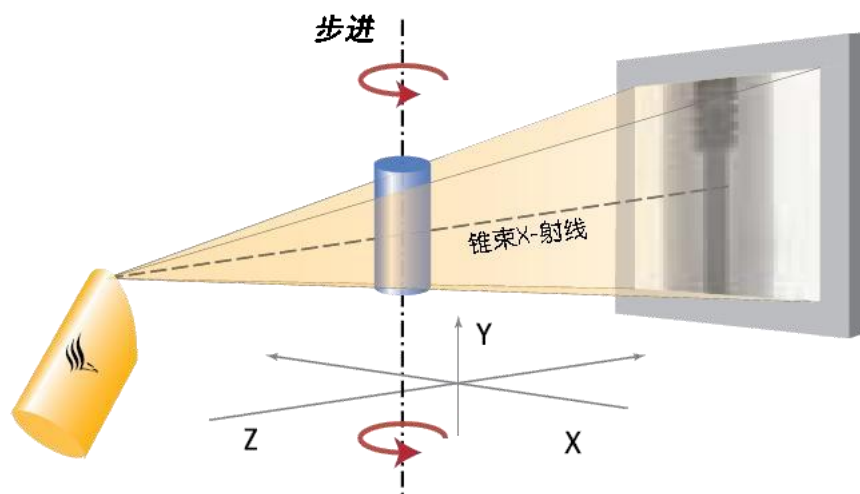


图 9-3 本项目工业 CT 装置几何示意图

3.工艺流程及产污环节

工作人员在工件门（防护门）处将被检测工件放置于装置内的载物台上，然后关闭工件门，全程人员无需进入设备内部进行工件的取放。本项目工业 CT 工艺流程及产污环节如下：

- （1）工作前检查现场环境及安全装置的有效性；
- （2）打开工件门（检修门），将待检工件放置在载物台上（人员无需进入内部）；
- （3）摆放好待检工件后，关闭工件门；
- （4）调节载物台至合适位置，打开 X 射线出束开关，开始检测，此过程会产生 X 射线及少量的臭氧和氮氧化物；
- （5）曝光时，操作台处的显示器会实时显示被测工件内部图像，工作人员通过显示器上的图像对工件内部缺陷进行辨别
- （6）检测结束，关闭射线，打开工件门（检修门），取出检测工件。

本项目工业 CT 装置工艺流程及产污环节如图 9-4 所示：

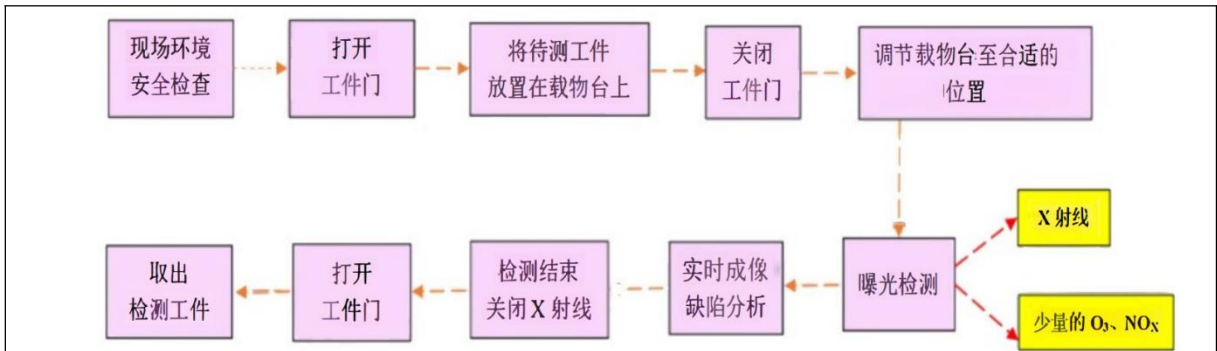


图 9-4 本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节

此外，若工业 CT 装置长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也会产生 X 射线、少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。训机工作流程及产污环节为：

（1）清场、准备：检查 CT 室内无关人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员准备进入训机状态；

（2）训机：辐射工作人员在操作台主屏幕寻找到 X 射线控制器，从控制部分的下拉菜单中选择适当的预热选项，然后选择“启动预热”按钮；工业 CT 装置进入训机状态，从低千伏值一点一点地往高训。同时 X 射线源将产生 X 射线污染，X 射线将使曝光室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；

（3）训机结束：当训到最高千伏值后，X 射线控制器将会自动关闭 X 射线，此时训机结束。

本项目工业 CT 装置设置自动训机功能，训机均在 CT 室内进行，装置训机曝光时间包含在年最大曝光时间 750h 内。

4.工件信息

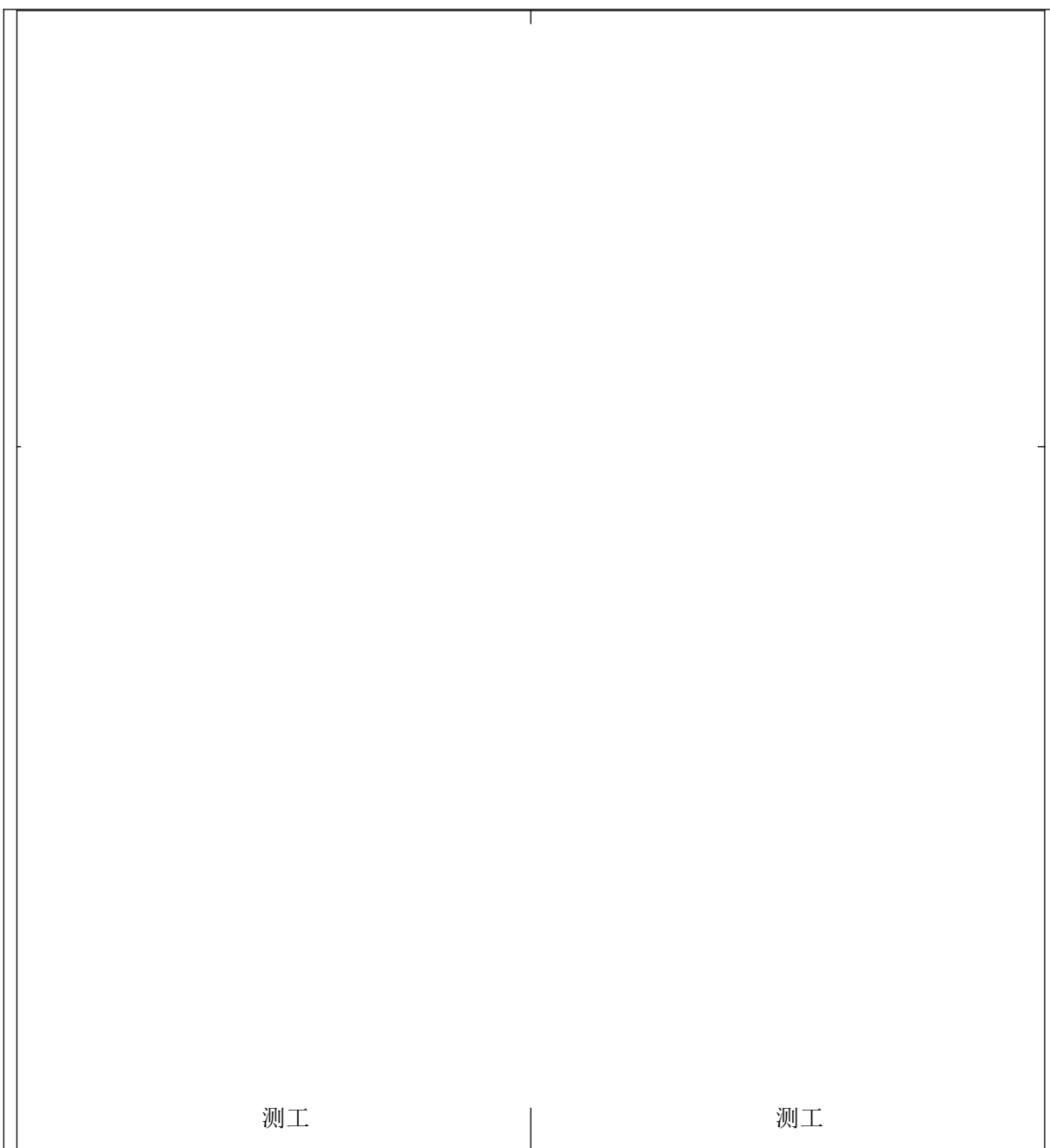


图 9-5 本项目拟检测工件照片

5.人员配置及工作制度

6.原有工艺不足和改进情况

企业现有辐射相关生产工艺、配套辐射防护设施均满足现行规范要求，运行过程

无环保隐患，不存在原有工艺缺陷，无工艺整改提升内容。

本项目仅利用厂区质保科普通房间新增一套工业 CT 装置，不改动企业现有辐射生产工艺，无依托原有辐射工艺改造、优化相关内容

污染源项描述

1.放射性污染源分析

由工业 CT 装置工作原理可知，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 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线装置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 装置型

备供应商提供数据（附件 3），距辐射源点 1m 处

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。根据设备供应商提供数据（附件 3），本项目工业 CT 装置距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方向上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，240kV 的 X 射线 90° 散射辐射相应的 X 射线为 200kV。

详细输出量参数见表 9-2。

表 9-2 本项目工业 CT 装置输出量一览表

设备型号	
最大管电压	
最大管电流	
额定功率	
X 射线距辐射源点 1m 处输出量	
泄漏辐射剂量率	
90°散射后能量	
滤过条件	

2.非放射性污染源分析

2.1 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 50kg，年排放量为 600kg。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。

2.2 废水

本项目运行后不会产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 4m³，年排放量为 48m³。本项目产生的生活污水经厂区污水管网接管至污水处理厂处理。

2.3 气体废物

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。本项目人员无需进入铅房内，工业 CT 装置铅房内不单独设置通风设施，通过开关工件门进行通风换气。装置电器柜设有通风口，未破坏工业 CT 装置内部铅房主体屏蔽。同时本项目所置新风系统，通风效果较好。通过新风系统送回风方式进行无组织排放，将臭氧和氮氧化物排出厂房外，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，其产生的臭氧和氮氧化物对环境影响较小。

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 联合汽车电子有限公司无锡厂拟在锡梅路 38 号厂区扩 CT 装置。建成后，厂区需设置电离辐射警告标志和安全告知。 该台业 CT 装置项目包括曝光室和操作台等，其中操作台位于曝光室西侧，本项目工业 CT 装置主射线固定朝北照射，操作台避开了 X 射线主射线方向，工业 CT 装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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，布局设计合理。 本项目拟将工业 CT 装置曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区边界，在曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将 CT 室作为辐射防护监督区，房间入口设置门锁，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得靠近。本项目工业 CT 装置平面布局及分区图见图 10-1，本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。
--

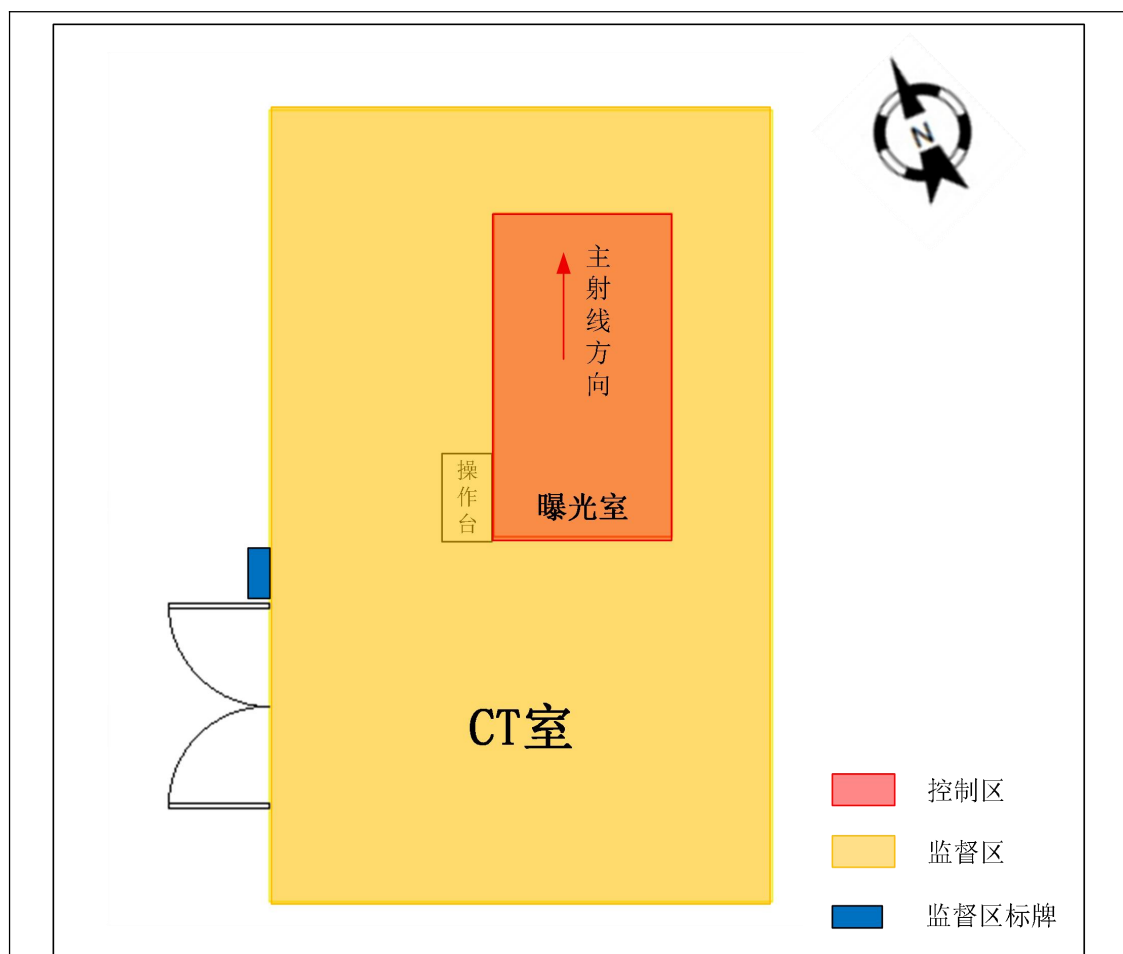


图 10-1 本项目工业 CT 装置监督区及控制区示意图

2、工作场所辐射屏蔽设计

21

北

(

铅

为

装

宽度的 10 倍。

本项目工业 CT 装置电缆口位于装置南侧，其防护补偿结构均为在开孔位置覆盖防护钢铅板结构，电缆呈“Z”字型布线，利用散射降低电缆口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆口。

本项目工业 CT 装置曝光室屏蔽防护设计见表 10-1。

表 10-1

工业 CT 装置屏蔽设计参数

工业 CT 装置型号	铅房内尺寸	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材	折合铅当量	主射线方向
		北侧屏蔽体			主射线朝北照射
		南侧屏蔽体 (含电缆口铅罩)			
		东侧屏蔽体			
		西侧屏蔽体 (含工件铅门)			
		顶部屏蔽体			
		底部屏蔽体			
		观察窗			

注：根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z4146.3-2022）P8 表 4（不同屏蔽材料的厚度），管电压 250kV 下 12mm 厚钢板对应 0.8mm 铅当量，本项目 14mm 及 13mm 钢板从严取值 0.8mm 铅当量。

3.工作场所辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障工业 CT 装置安全运行，联合汽车电子有限公司无锡厂拟设置相应的辐射安全装置和防护措施。主要有：

（1）工业 CT 装置的曝光室工件门、右侧检修门及后侧检修门均设置门机联锁装置，只有当工件门、右侧检修门及后侧检修门均完全关闭后 X 射线才能出束，意外打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。操作台处设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。

（2）工业 CT 装置的曝光室外设置工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁。工业 CT 装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号设置有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。拟在醒目位置设置了对“照

本项目辐射防护措施图见图10-2。

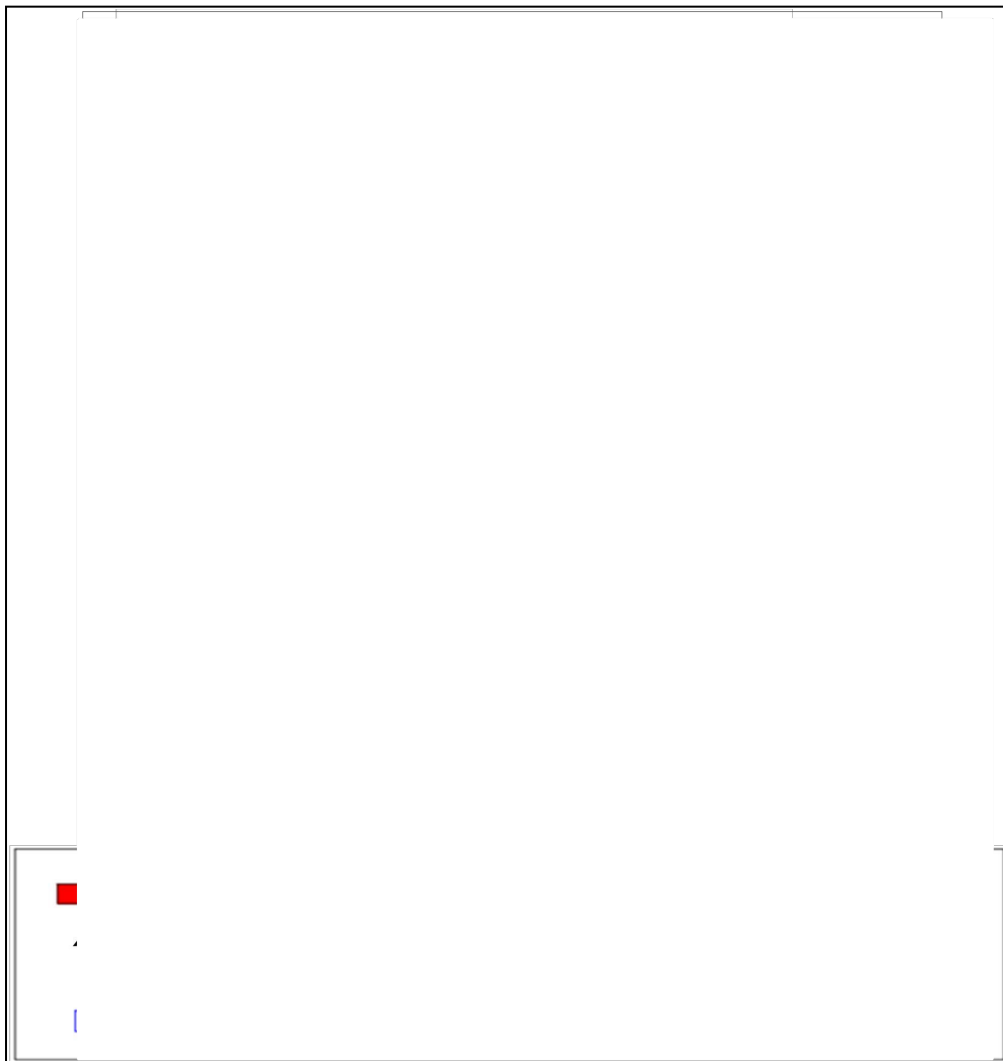


图 10-2 本项目辐射防护措施图

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

4.工作场所探伤操作的放射防护要求

①每次使用工业 CT 装置检测前应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

②辐射工作人员在进入 CT 室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和辐射环境巡测仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即退出 CT 室，同时防止其他人进入 CT 室，并立即向辐射防护负责人报告。

③定期测量工业 CT 装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较，当测量值高于

参考控制水平时，应终止无损检测工作并向辐射防护负责人报告。 ④当班使用辐射环境巡测仪前，应检查是否能正常工作。如发现辐射环境巡测仪不能正常工作，则不应开始无损检测工作。 ⑤在每一次照射前，操作人员都应该确认工业 CT 装置内部状态并关闭工件门。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始无损检测工作。 5.退役 本项目射线装置不再使用时，应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3 要求实施退役： 1）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。 2）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。 3）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	三废治理 1.固体废物 本项目运行后不会产生放射性固体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 50kg，年排放量为 600kg。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 本项目运行后不会产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 4m³，年排放量为 48m³。本项目产生的生活污水经厂区污水管网接管至污水处理厂处理。 3.气体废物 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。本项目人员无需进入铅房内，工业 CT 装置铅房内不单独设置通风设施，通过开关工件门进行通风换气。装置电器柜设有通风口，未破坏工业 CT 装置内部铅房主体屏蔽。同时本项目所 厂房设置新风系统，通风效果
---	--

较好。通过新风系统送回风方式进行无组织排放，将臭氧和氮氧化物排出厂外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温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，其产生的臭氧和氮氧化物对环境的影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目 CT 室利用质保科现有房间实施改造，施工前将清空室内全部物品，仅开展简易线路改造施工，配套新增工业 CT 装置。室内清场、线路改造、设备拆装及安装调试阶段，将少量产生噪声、固体废物及施工废水。 （1）噪声：CT 室物品清空、线路改造及工业 CT 装置在安装过程中会产生少量的噪声，由于本项目评价范围大部分位于公司厂区内部，线路改造、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：CT 室物品清空、线路改造及工业 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：CT 室物品清空、线路改造及工业 CT 装置在组装及调试过程中，改造、安装及调试人员会产生少量的生活污水，进入公司污水管道，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。 该单位在施工及设备安装阶段计划采取上述污染防治措施，将建设阶段的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

辐射环境影响分析

电
根
条
(高
射
的
表
射
距

本项目工业 CT 装置投入运行后平均每周开机曝光时间不超过 15 小时，年

件门等辐射环境影响进行预测，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式：

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/T250-2014）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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值见表 9-2；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 B.2：当屏蔽材料为铅时，通过 200kV

及 250kV 铅的 TVL 值插值计算得到 240kV 下铅的 TVL 值为 2.6mm，然后按公式（2）计算得出。

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

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：什值层厚度，单位为毫米（mm）。

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

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

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

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 B.2：当屏蔽材料为铅时，通过 200kV 及 250kV 铅的 TVL 值插值计算得到 240kV 下铅的 TVL 值为 2.6mm，然后按公式（2）计算得出

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值见表 9-2；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 B.2：当屏蔽材料为铅时，管电压为 150kV 时对应的 TVL 值为 0.96mm，然后按公式（2）计算得

出；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ； $F=\pi\times(R_0\times\tan(25/2)^\circ)^2$ ；

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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录 B 表 B.3 保守取值 250kV 管电压下， $1.9E-3\times10000/400=0.0475$ ；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

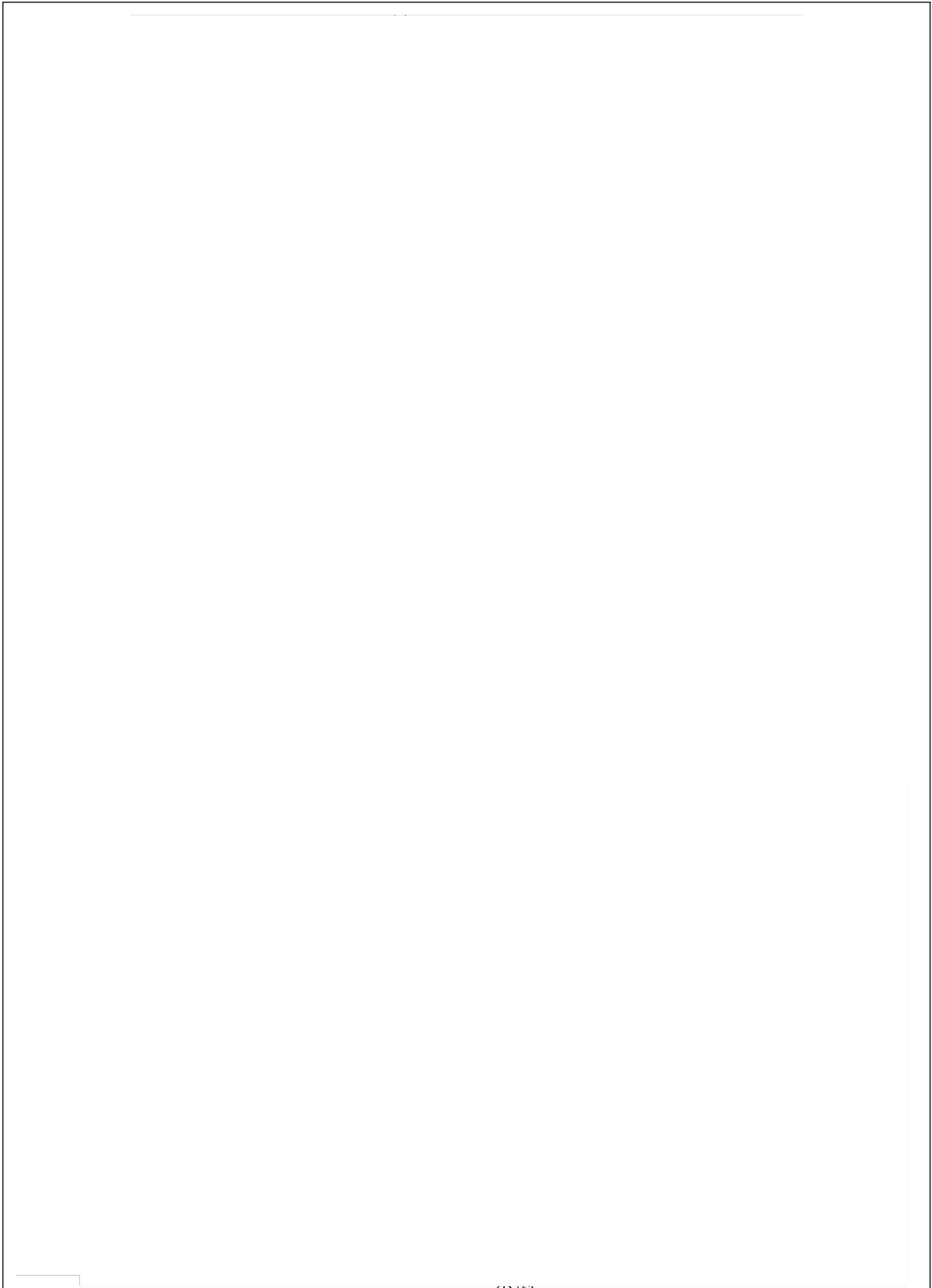
R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

$$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} = \frac{\pi \times (R_0 \times \tan(25/2)^\circ)^2}{R_0^2} \times \alpha = \pi \times (\tan(25/2)^\circ)^2 \times 0.0475 \approx 0.007$$

3.参考点处剂量率理论计算结果

关注点位示意图见图 11-1。





示意图

装置平面尺寸图

图 11-1 本项目工业 CT 装置计算示意图（单位：mm）

本项目	工业 CT 装置有用线束方向屏蔽效果计算结果见下表。
-----	----------------------------

表 11-1 有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计铅厚度	I (mA)	H ₀ ① μSv·m ² / mA·h	B②	R③ (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平	评价
								满足

②B: 取值因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中图 B.1 无本项目参数对应的曲线, 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的表 B.2, 通过 200kV 及 250kV 铅的 TVL 值插值计算得到 240kV 下铅的 TVL 值为 2.6mm, 然后按公式 2 计算得出;

③R 北侧=出束口到装置北侧外表面的最近距离 1.195m+参考点 0.3m。

本项目 工业 CT 装置非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测见 。

表 11-2 非有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点 参数		顶部	底部	东侧	南侧 (含电缆)	西侧(含 工件门及
设计铅当量厚度						
泄漏辐射	TVL(mm)					
	B①					
	H _L (μSv/h)					
	R②(m)					
	$\dot{H}$ (μSv/h)					
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值					
	TVL(mm)					
	B③					
	I(mA)					
	H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))					
	F(m ²)					
	α					
	R ₀ (m)					
	R _s ④(m)					
	$\dot{H}$ (μSv/h)					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 (μSv/h)						
剂量率参考控制水平 (μSv/h)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足

注：①B 取值因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中图 B.1 无本项目参数对应的曲线，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 B.2，通过 200kV 及 250kV 铅的 TVL 值插值计算得到 240kV 下铅的 TVL 值为 2.6mm，然后按公式 2 计算得出；
②R 值根据图 11-1 取值（仅保留 3 位小数，未进行四舍五入），装置四周取装置表面外 30cm 为关注点；底部取地面为关注点（加脚墩高度 20cm）；西侧（含工件门及观察窗）取工件门及观察窗外 30cm 为关注点；
③B 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录表 B.2（200kV 管电压什值层厚度为 1.4mm）；
④保守计算，散射体至关心点距离 R_s 取值与 R 相同；
⑤西侧铅当量厚度取最小值（观察窗的铅当量）。

根据表 11-1、表 11-2 中预测结果，本项目工业 CT 装置四周、顶部表面外 30cm 处及底部地面的辐射剂量率最大为 $0.739\mu\text{Sv/h}$ ，装置四周、顶部表面外 30cm 处及底部地面的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

4.天空、底部地面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/T250-2014）中“3.1.2b)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 11-1 及表 11-2 计算结果，本项目工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 $0.506\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $0.506\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

根据表 11-1 及表 11-2 计算结果，本项目工业 CT 装置底部地面剂量率为 $0.315\mu\text{Sv/h}$ ，经底部地面散射后剂量率远小于 $0.315\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射周围剂量当量率参考控制水平的要求，因此计算装置周围辐射工作人员及公众的辐射剂量时以装置四周关注点的剂量率作为参考点剂量率，不考虑底部散射剂量率。

5.电缆口辐射影响分析

本项目工业 CT 装置电缆口尺寸为 $130*40\text{mm}$ ，采用钢铅防护罩，利用散射降低管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆口，X 射线进入电缆口后散射示意图如图 11-2。X 射线进入电缆口需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P193“一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，本项目工业 CT 装置电缆口设计能够满足辐射防护要

求。

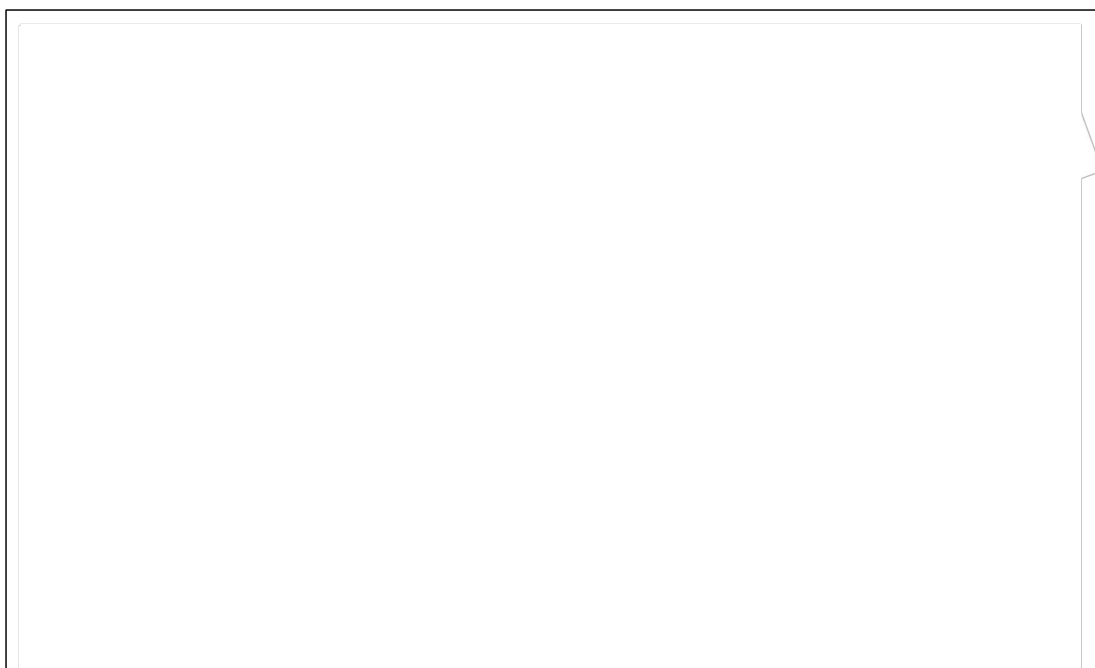


图 11-2 电缆口散射示意图

6.保护目标剂量评价

(1) 关注点处辐射剂量率

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置拟建址周围 50m 范围内其他人员。根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各关注点处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \dots \dots \dots (5)$$

式中：H₁—距射线源 R₁ 处的剂量率，μSv/h；

H₂—距射线源 R₂ 处的剂量率，μSv/h；

R₁—装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R₂—监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

(2) 周/年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots \dots \dots (6)$$

式中：H_c：参考点的周剂量水平，μSv/周；

参考点的年剂量水平，μSv/年；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率，μSv/h；

T : 人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目预测计算的关注点及需要屏蔽射线类型见下表 11-3。关注点与工业 CT 装置的相对位置见附图 3。

表 11-3 各关注点需要预测计算的射线类型

[illegible]

根据表 11-1 和表 11-2 估算结果代入公式 5 及公式 6，分别选取各参考点处最大辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算。

周剂量估算及年剂量估算结果见表 11-4 及表 11-5。

表 11-4 本项目工业 CT 装置周围人员周受照有效剂量结果评价

关注点	使用因子	居留因子(T)	方位	距离R(m)	剂量率值(μSv/h)	周工作时间 t	周剂量估算值(μSv/周)	目标管理值(μSv/周)	评价
联合汽车电子有限公司无锡厂锡梅路 38 号厂区								100 (职业人员)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足
								5 (公众)	满足

		5 (公众)	满足
		5 (公众)	满足
		5 (公众)	满足
		5 (公众)	满足
		5 (公众)	满足
		5 (公众)	满足

注：本项目拟配置的 3 名辐射工作人员为轮班制，周工作时间每人以 15h*2/3=10h 计。

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置曝光室周围辐射工作人员周有效剂量最大值 周围公众成员周有效剂量最大为 **1.95E+00μSv**，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员周有效剂量不超过 100μSv，公众周有效剂量不超过 5μSv。

表 11-5 本项目工业 CT 装置周围人员年受照有效剂量结果评价

关注点		使用因子 (U)	居留因子 (T)	方位	距离 R(m)	剂量率值 (μSv/h)	年工作时间 t (h/a)	年剂量估算值 (mSv/a)	目标管理 值 (mSv/a)	评价
联合汽车电子有限公司									5 (职业人员)	满足

司无锡 厂锡梅 路 38 号 厂区								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足
								0.1 (公众)	满足

									0.1 (公众)	满足
									0.1 (公众)	满足

注：本项目拟配置的 3 名辐射工作人员为轮班制，年工作时间每人以 10h*50=500h 计。

从表 11-5 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置曝光室周围辐射工作人员年有效剂量最大值
周围公众成员
年有效剂量最大
均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束
值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

事故影响分析

1.潜在事故分析

本项目 X 射线实时成像系统只有在开机出束时曝光时才产生 X 射线,因此,本项目事故多为开机误照事故,主要有:

(1) 由于安全联锁装置失灵,导致工件门及检修门未关闭时人员开机工作受到误照射。

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

(3) 二人作业,配合失误受照。两个人一起作业时,一人放置待测工件,而另一人却仍误开机导致人员受到误照射。

2.辐射事故预防措施

联合汽车电子有限公司无锡厂应加强管理,严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作,并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善;加强职工辐射防护知识以及辐射安全意识的培训,尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故,公司采取以下预防措施:

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

(2) 严格执行辐射安全管理制度,按照操作规程工作。每次在 X 射线实时成像系统开机前,检查确认各项安全措施的有效性,严禁在安全设施故障的情况下开机检测。

(3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器,当个人剂量报警仪发出报警时,辐射工作人员应采取应对措施,必要时可远程控制停止出束。

(4) 开机作业需由 2 人或以上共同操作,开机状态下人员不得脱岗。

3.辐射事故处置方法

本项目所用工业 CT 装置属Ⅱ类射线装置,其风险因子为 X 射线,按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条关于事故的分级原则现将本项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生事故的等级列于表 11-6 中。

表 11-6 射线装置的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
--------	------	------

X 射线	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

（1）辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 本项目拟使用的工业 CT 装置，属Ⅱ类射线装置。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）的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。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。管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射操作人员考核类型为“X 射线探伤”。 联合汽车电子有限公司无锡厂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；联合汽车电子有限公司无锡厂现有 5 名辐射操作人员及 1 名辐射防护负责人均参加 X 射线探伤辐射安全与防护考核，成绩均合格，且成绩报告单均在有效期内，详见附件 7。 本项目拟新增招录 3 名辐射操作人员及 1 名辐射防护负责人，不从公司现有辐射工作人员内部调剂。本项目辐射工作人员应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并参加考核，通过考核后才能进行上岗作业。 公司辐射工作人员考核合格证明到期后，应当通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可再次上岗。后期如有新增辐射工作人员，建设单位应及时组织其自主学习后，通过官方渠道进行报名并参加定期组织的考核。此外后续有新任命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。
--

辐射安全管理规章制度

联合汽车电子有限公司无锡厂已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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、射线装置使用登记、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度、监测异常报告制度等。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。具体制度见表 12-1。

表 12-1 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、台账管理制度	《X-Ray 设备使用登记、台账制度》	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
监测异常报告制度	《监测异常报告制度》	已落实

在实际工作中公司还应针对本项目对其进行补充和完善，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制定要点提出如下建议：

- 操作规程：明确工业 CT 装置辐射工作人员的资质条件要求、操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业 CT 装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

- 岗位职责：明确管理人员、探伤工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

- 辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制

度，重点是工业 CT 装置的运行和维修时辐射安全管理。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完善，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、公安部门及卫健委调查事故原因，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。

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。联合汽车电子有限公司无锡厂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

联合汽车电子有限公司无锡厂现有 5 名辐射操作人员均已佩戴个人剂量计，并每三个月送常州环宇信科环境检测有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2025 年第二季度~2026 年第一季度辐射工作人员个人剂量监测报告，辐射工作人员个人剂量监测结果均未见异常，详见附件 7。（附件 7 中个人剂量监测报告在册辐射工作人员共计 8 名，其中钱钢英、张涛、李永权 3 人已办理离职手续或调离辐射作业岗位，不再从事射线探伤相关工作。目前在岗持证辐射作业人员剩余 5 名，人员配置可满足现有 XS-225D 型 X 射线实时成像检测装置日常生产检测需求，企业计划不再补足原 8 人编制，后期将根据实际生产工况动态管控辐射作业人员数量。）

根据《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）和《放射工作人员职业健康管理辦法》（原卫生部第 55 号令）的要求，为保护辐射工作人员身体健康，企业每两年组织辐射工作人员进行健康体检。现已委托无锡市第八人民医院（无锡市职业病防治医院）对 5 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继续从事原放射工作，详见附件 7。

企业已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。

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。”联合汽车电子有限公司无锡厂已委托江苏宁大卫检测技术有限公司每年对现有射线装置周围环境进行辐射水平监测，监测结果满足相应标准要求，详见附件 8。

2025 年度已按时在全国核技术利用辐射安全申报系统上传年度评估报告。

联合汽车电子有限公司无锡厂拟为本项目新增的辐射操作人员建立个人剂量档案，定期进行个人剂量监测，并根据职业病防治法安排辐射操作人员分别于上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检；公司拟委托有资质单位每年对本项目射线装置周围环境进行辐射水平监测。

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次；

2) 辐射操作人员佩戴个人剂量计，并定期（每三个一次）送有资质部门进行监测，并建立个人剂量档案；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。

本项目辐射监测方案具体见表12-2。

表12-2 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位
X射线实时成像检测装置	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前1次	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置；②工业CT装置防护门表面外30cm离地面高度为1m处，左、中、右侧3个点和门缝四周各1个点；③工业CT装置表面外30cm离地面高度为1m处，每面至少测3个点；④装置顶部30cm处，至少包括有用线束到达范围的5个检测点；⑤人员经常活动的位置；⑥每次出束结束后，检测工业CT装置防护门口，以确保射线装置已经停止工作。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
辐射工作人员	个人剂量当量监测	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每3个月一次	/

注：日常探伤过程中开启巡测仪。

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》（GBZ117-2022）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。

联合汽车电子有限公司无锡厂已配备1台辐射剂量巡测仪及2台个人剂量报警仪（现有5名辐射操作人员为轮岗制，X射线实时成像检测装置运行时有2人在岗），拟为本项目增加配备2台个人剂量报警仪（现有3名辐射操作人员为轮岗制，工业CT装置运行时有2人在岗）。本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。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

辐射事故应急

联合汽车电子有限公司无锡厂已依据《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。

联合汽车电子有限公司无锡厂应针对本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。

联合汽车电子有限公司无锡厂应依据《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。

联合汽车电子有限公司无锡厂应加强管理，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.辐射安全与防护分析结论 1.1 项目选址、布局合理性评价 本项目位于无锡市新吴区锡梅路 38 号，地理位置图见附图 1。本项目所在厂区东侧为河道梅花浜红枫路，隔河为久保田建机（无锡有限公司；南侧为锡协路；西侧为空地及新华路；北侧为锡华路。厂区周围环境图见附图 2。 联合汽车电子有限公司无锡厂拟在无锡市锡梅路 38 号厂区厂房一层质保科设置一间 CT 室 T 装置，用于公司生产的喷油器、高压油泵、电磁阀等汽车零部件的无损检测。锡梅路 38 号厂区厂房采用内部分区竖向布局，建筑局部为单层结构、局部为二层结构。CT 室所在区域为二层结构，上方为办公区，下方为土层。厂房平面布局图见附图 3。 本项目拟将工业 CT 装置曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区边界，在曝光室表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将 CT 室作为辐射防护监督区），房间入口设置门锁，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得靠近。本项目工业 CT 装置平面布局及分区图见图 10-1，本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。 本项目工业 CT 装置 50m 范围内涉及①联合汽车电子有限公司无锡厂锡梅路 38 号厂区（拟建地东侧员工通道、办公区域 1 及厂区道路；拟建地南侧质保科及办公区域 2；拟建地西侧质保科、车间通道及生产车间；拟建地北侧质保科、人员通道、办公区域 3、大厅通道及储藏室；拟建地上方二楼办公区域）；②拟建地东侧梅花浜。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，本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 装置操作的辐射工作人员及周围公众。 1.2 辐射安全措施结论 为确保辐射安全，保障工业 CT 装置安全运行，联合汽车电子有限公司无锡厂已设置相应的辐射安全装置和保护措施。主要有： （1）工业 CT 装置的曝光室防护门设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 X 射线才能出束，意外打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射
--

线照射。操作台处设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。

（2）工业CT装置的曝光室外设置工作状态指示灯和声音提示装置，并与X射线管联锁。工业CT装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号设置有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。拟在醒目位置设置了对“照射”和“预备”信号意义的说明。因曝光室内无需人员进入，故未设置工作状态指示灯和声音提示装置。

（3）本项目工业CT装置曝光室内及CT室内均设置视频监控装置，控制室的操作台配备有专用监视器，可监视曝光室内情况。

（4）工业CT装置表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

（5）操作台拟安装紧急停机按钮和主开关，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装位置，人员不需要穿过主射线束就能够使用。按钮拟带有标签，标明使用方法。

（6）本项目人员无需进入铅房内，工业CT装置铅房内不单独设置通风设施，通过开关工件门进行通风换气。装置电器柜设有通风口，未破坏工业CT装置内部铅房主体屏蔽。同时本项目所置新风系统，通风效果较好。

（7）CT室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.3 辐射安全管理结论

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。同时在项目运行前制定和完善辐射安全管理制度。待本项目运行后，拟新增3名探伤操作人员专职负责本项目检测工作，拟新增的4名辐射工作人员须完成生态环境部培训平台线上考核且成绩合格后方可正式上岗，辐射工作人员辐射安全培训成绩单到期后应当再次参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可再上岗；后期如有新增辐射工作人员，建设单位应及时组织其自主学习后，通过官方渠道进行报名并参加定期组织的考核。

联合汽车电子有限公司无锡厂为本项目每名辐射操作人员配备1枚个人剂量计，

开展辐射工作时随身佩戴。公司拟为本项目配备2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。

联合汽车电子有限公司无锡厂应在项目运行前委托有资质的单位对本项目辐射操作人员开展个人剂量检测，并根据职业病防治法安排辐射操作人员分别于上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，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。

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

2.环境影响分析结论

2.1辐射防护影响预测

本项目工业CT装置电缆口位于装置南侧，其防护补偿结构均为在开孔位置覆盖防护钢铅板结构，电缆呈“Z”字型布线，利用散射降低电缆口的辐射水平，避免X射线直接照射电缆口。

根据理论预测结果，公司配备的工业CT装置满功率运行时曝光室各侧屏蔽体外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的剂量率限值要求。

2.2保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过100 μ Sv，公众周有效剂量不超过5 μ Sv；职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。

2.3三废处理处置

本项目无放射性三废产生。本项目工业CT装置在工作状态时，产生的X射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目人员无需进入铅房内，工业CT装置铅房内不单独设置通风设施，通过开关工件门进行通风换气。装置电器柜设有通风口，未破坏工业CT装置内部铅房主体屏蔽。同时本项目所 房设置新风系统，通风效果较好。臭氧在空气中50min可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境影响较小。

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

3.可行性分析结论

3.1 产业政策符合性

本项目利用工业 CT 装置对公司生产产品进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家和地方现行产业政策。

3.2 实践正当性评价

本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

综上所述，联合汽车电子有限公司无锡厂扩建1台工业CT装置项目符合国家和地方现行产业政策，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》（GBZ117-2022）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，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) 建设单位在获得本项目环评批复后且项目建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求重新申领辐射安全许可证。

5) 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。

6) 建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南》编制自评估报告, 每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估, 自评估报告作为年度评估报告附件, 于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

表 14 审批

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

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	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	/
辐射安全和防护措施		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》(GBZ117-2022)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)。	8
	工业 CT 装置的曝光室工件门、右侧检修门及后侧检修门均设置门机联锁装置，只有当工件门、右侧检修门及后侧检修门均完全关闭后 X 射线才能出束，意外打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。操作台处设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。 工业 CT 装置的曝光室外设置工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁。工业 CT 装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。 “预备”信号和“照射”信号设置有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。拟在醒目位置设置了对“照射”和“预备”信号意义的说明。因曝光室内无需人员进入，故未设置工作状态指示灯和声音提示装置。	能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的管理要求。	

	本项目工业 CT 装置曝光室内及 CT 室内均设置视频监控装置，控制室的操作台配备有专用监视器，可监视曝光室内情况。工业 CT 装置表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。 操作台拟安装紧急停机按钮和主开关，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装位置，人员不需要穿过主射线束就能够使用。按钮拟带有标签，标明使用方法。 本项目人员无需进入铅房内，工业 CT 装置铅房内不单独设置通风设施，通过开关工件门进行通风换气。装置电器柜设有通风口，未破坏工业 CT 装置内部铅房主体屏蔽。同时本项目所 房设置新风系统，通风效果较好。 CT 室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。		
人员 配备	本项目拟配备 4 名辐射工作人员，上岗前通过辐射安全与防护考核 委托有资质的单位对 3 名辐射操作人员开展个人剂量检测，送检周期 3 个月 1 次，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案 定期组织 3 名辐射操作人员（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）进行职业健康体检，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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
监测 仪器 和防 护用 品	拟为每名辐射操作人员配备 1 枚个人剂量计，拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	2
辐射 安全 管理 制度	公司已根据相关标准要求，针对本项目制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员	/

		培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案	
--	--	--------------------------	--

以上措施必须在项目运行前落实。