

核技术利用建设项目

新建 1 台工业 CT 装置项目
环境影响报告表

江阴海虹新能源科技有限公司(公章)

2025 年 4 月

生态环境部监制

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	11
表 8 环境质量和辐射现状	15
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全与防护	30
表 11 环境影响分析	38
表 12 辐射安全管理	49
表 13 结论与建议	53
表 14 审批	58
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	59

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 本项目二车间、三车间 1 楼平面布置图
- 4) 附图 4 本项目三车间 2 楼局部平面布置图
- 5) 附图 5 本项目装置防护设计图
- 6) 附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图
- 7) 附图 7 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 营业执照
- 4) 附件 4 租赁合同
- 5) 附件 5 厂区大环评批复
- 6) 附件 6 现状检测报告及检测资质
- 7) 附件 7 射线装置说明书
- 8) 附件 8 射线管补充说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 1 台工业 CT 装置项目			
建设单位		江阴海虹新能源科技有限公司			
法人代表	卞建忠	联系人		联系电话	
注册地址		江阴市周庄镇庙墩路 8 号			
建设项目地点		江阴市周庄镇宝池路 3 号三车间 1 楼实验室			
立项审批部门		/		批准文号	/
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 checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	6.7
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				

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

江阴海虹新能源科技有限公司成立于2011年01月11日，注册地位于江阴市周庄镇庙墩路8号，法定代表人为卞建忠。江阴海虹新能源科技有限公司主要从事工业铝型材、门窗型材、流水线型材、散热器型材、铝管材等铝合金型材的生产与加工。公司总投资伍仟万元，占地十二万平方米，建筑面积3万平方米。公司专门引进意大利全自动切

割流水线加工中心，美国、台湾cnc加工中心。专用数控双头锯、全自动锯切机、专用冲床、端面铣等成套先进加工设备。专业加工生产各种铝制品。公司已成为华东地区著名铝制品生产企业。

江阴海虹新能源科技有限公司2023年9月已完成《江阴海虹新能源科技有限公司年产机加工零部件800万套技改扩能项目》环境影响报告表编写，并于2024年3月4日取得无锡市行政审批局批复，批准文号为锡行审环许〔2024〕1044号（见附件5）。

因业务发展需求，江阴海虹新能源科技有限公司拟购置1台工业CT装置，用于汽车零部件产品的无损检测。装置型号为ZEISS Metrotom 1500 225kV G3，最大管电压225kV，最大管电流3mA，最大功率500W（225kV下最大管电流2.222mA）；汽车零部件产品为铝材质，长度约为350mm。

江阴海虹新能源科技有限公司拟为本项目配备2名辐射工作人员（其中一人兼任辐射防护负责人）。工业CT装置预计日曝光时间2h，周曝光时间10h，年工作50周，年曝光时间最大约为500h。

本项目为江阴海虹新能源科技有限公司首次开展核技术利用项目。本项目核技术利用项目详见表1-1：

表 1-1 江阴海虹新能源科技有限公司本项目核技术利用项目情况表

射线装置名称、型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大功率	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
ZEISS Metrotom 1500 225kV G3 型工业 CT 装置	1	225	3	500W	II	三车间 1 楼实验室	使用	本次环评	未环评	未验收

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），本项目使用的工业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。受江阴海虹新能源科技有限公司委托，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

本项目工业CT装置拟建址位于江阴海虹新能源科技有限公司租赁的江阴市周庄镇宝池路3号三车间1楼实验室内（租赁合同见附件4，三车间生产区域为2层结构，本项目位于办公辅房区域为3层结构），江阴海虹新能源科技有限公司东侧依次为周家浜河道、宝池路及农田；南侧为江苏爱多能源科技股份有限公司；西侧为嘉斯顿家居江苏有限公司；北侧为庙墩路。因企业规划，将厂区东北角区域厂房（约1300m²）租赁给江阴市云鹏门窗有限公司。

本项目ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业CT装置拟建址位于租赁的江阴市周庄镇宝池路3号的三车间1楼实验室内，三车间东侧依次为厂区道路、周家浜河道、宝池路、农田，南侧隔厂区道路为江苏爱多能源科技股份有限公司，西侧依次为江阴海虹新能源科技有限公司二车间（1F）、一车间（2F），北侧隔厂区道路依次为江阴市云鹏门窗有限公司及庙墩路。

本项目工业CT装置拟建址所在实验室东侧为厂区道路，南侧依次为检测室、设备办公室、卫生间及楼梯，西侧为车间过道及数控设备区，北侧依次为生产部、过道、楼梯及刀具库。楼上为办公区，楼下为土层。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，本项目二车间、三车间平面布置图见附图3，本项目三车间2楼局部平面布置图见附图4。

本项目ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业CT装置拟摆放在实验室东部，定义装置工件门所在为装置前侧，则装置前侧朝南，主束方向朝东，装置前侧屏蔽体上装有控制模块（设有各开关及旋钮），建设单位拟将数据处理工作站（操作台）放置于装置西南侧。

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》（江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号）和《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），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6。

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。

本项目的建设符合江苏省及无锡市“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，50m 范围内涉及本公司厂区内的二车间、三车间和厂区道路，另涉及厂区外的周家浜河道、宝池路、农田及江苏爱多能源科技股份有限公司。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

江阴海虹新能源科技有限公司使用工业 CT 装置对公司生产的汽车零部件进行无损检测。本项目的建设将满足企业提升产品质量的需求，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 装置对公司生产的汽车零部件产品进行无损检测，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 台	ZEISS Metrotom 1500 225kV G3 型	225	3	无损检测	三车间 1 楼 实验室	最大功率 500W

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ 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	经装置机械式排风设施排放到实验室中，通过开关工件门、实验室门窗通风及车间通风系统排出车间。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。
生活污水	/	/	/	2.2m ³	26.4m ³	/	不暂存	进入公司污水处理管道，最终经江阴市周北污水处理有限公司处理。
生活垃圾	/	/	/	11kg	132kg	/	暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none"> 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； 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； 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； 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； 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； 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； 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； 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； 9) 《射线装置分类》，中华人民共和国原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； 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； 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； 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； 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
------	--

	<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) 《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>15) 《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>16) 《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>17) 《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>18) 《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>19) 《江苏省生态空间管控区域调整管理办法》（苏政办发〔2021〕3号），2021年1月6日发布；</p> <p>20) 《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11日发布；</p> <p>21) 《江阴市生态空间管控区域监督管理实施细则(试行)》（澄政办发〔2023〕40号），2023年7月17日发布；</p> <p>22) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号），自2024年2月1日起施行。</p>
<p>技术标准</p>	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）</p> <p>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其修改单</p> <p>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</p>

<p>其他</p>	<p>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 本项目二车间、三车间 1 楼平面布置图 4) 附图 4 本项目三车间 2 楼局部平面布置图 5) 附图 5 本项目装置防护设计图 6) 附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图 7) 附图 7 本项目工程师踏勘照片</p> <p>附件： 1) 附件 1 委托书 2) 附件 2 射线装置承诺书 3) 附件 3 营业执照 4) 附件 4 租赁合同 5) 附件 5 厂区大环评批复 6) 附件 6 现状检测报告及检测资质 7) 附件 7 射线装置说明书 8) 附件 8 射线管补充说明</p>
-----------	--

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>本项目为新建工业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>保护目标</p> <p>本项目ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业CT装置拟建址位于租赁的江阴市周庄镇宝池路3号的三车间1楼实验室（三车间生产区域为2层，办公辅房区域为3层）。对照《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）和《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），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6。</p> <p>本项目的建设符合江苏省及无锡市“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。</p> <p>根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	年剂量约束值 (mSv/a)
ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业 CT装置	三车间1楼实验室	控制模块及数据处理工作站CT员工	四周	紧邻	2人	辐射工作人员	5
	三车间1楼	机加工设备区员工	北侧	约33m	约10人	周围公众	0.1
		成品区员工	北侧	约19m	约10人		
		刀具库员工	北侧	约8m	约2人		
		楼梯行人	北侧	约6m	流动人员		
		生产部员工	北侧	约1m	约5人		
		过道行人	西北侧	约2m	流动人员		
		检测室员工	南侧	约3m	约4人		
		设备办公室员工	南侧	约9m	约5人		
		卫生间、楼梯行人	南侧	约15m	流动人员		
		车间过道行人	西侧	约3.5m	流动人员		
	数控设备区员工	西侧	约8m	约10人			
	三车间2楼、3楼员工	楼上	约4.5m	约15人			
	二车间员工	西侧	约48m	约5人			
	厂区道路行人	东侧、南侧、北侧	东侧约1m	流动人员			
	周家浜河道环卫、巡查等人员	东侧	约6m	流动人员			
	宝池路行人	东侧	约13m	流动人员			
农田耕作人员	东侧	约30m	约5人				
江苏爱多能源科技股份有限公司员工	南侧	约25m	约5人				

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 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。

2) 剂量约束值:

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“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。”的要求,职业人员按年剂量限值1/4取值,公众按照其年剂量限值的1/10取值,确定本项目剂量约束值如下:

A) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B) 公众照射的年剂量约束值不超过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》(GBZ 117-2022)“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100 μ Sv/周,对公众场所,其值应不大于5 μ Sv/周”的要求,确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下:

A) 职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平,其值应不大于 100 μ Sv/周,

B) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平,其值应不大于 5 μ Sv/周;

4) 工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平:

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足: b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。”以及“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 μ Sv/h。”的要求确定本项目工业CT装置表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下:

A) 工业CT装置四周(含顶部、底部)表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。

5) 辐射环境质量现状检测评价参考值

根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护 第 13 卷第 2 期, 1993 年 3 月, 江苏省环境监测站)确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下:

表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 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“测值范围”数值进行评价。其中宇宙射线响应的扣除方法采用文献[2](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。

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;
- 2) 《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》(GBZ 41476.3-2022)。

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

本项目工业CT装置拟建址位于江阴海虹新能源科技有限公司租赁的江阴市周庄镇宝池路3号三车间1楼实验室内（租赁合同见附件4，三车间生产区域为2层，办公辅房区域为3层），江阴海虹新能源科技有限公司东侧依次为周家浜河道、宝池路及农田；南侧为江苏爱多能源科技股份有限公司；西侧为嘉斯顿家居江苏有限公司；北侧为庙墩路。因企业规划，将厂区东北角区域厂房（约1300m²）租赁给江阴市云鹏门窗有限公司。

本项目ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业CT装置拟建址位于租赁的江阴市周庄镇宝池路3号的三车间1楼实验室内，三车间东侧依次为厂区道路、周家浜河道、宝池路、农田，南侧隔厂区道路为江苏爱多能源科技股份有限公司，西侧依次为江阴海虹新能源科技有限公司二车间（1F）、一车间（2F），北侧隔厂区道路依次为江阴市云鹏门窗有限公司及庙墩路。

本项目工业CT装置拟建址所在实验室东侧为厂区道路，南侧依次为检测室、设备办公室、卫生间及楼梯，西侧为车间过道及数控设备区，北侧依次为生产部、过道、楼梯及刀具库。楼上为办公区，楼下为土层。

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，50m范围内涉及本公司厂区内的二车间、三车间和厂区道路，另涉及厂区外的周家浜河道、宝池路、农田、江苏爱多能源科技股份有限公司。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拟建址周围环境照片见图8-1。

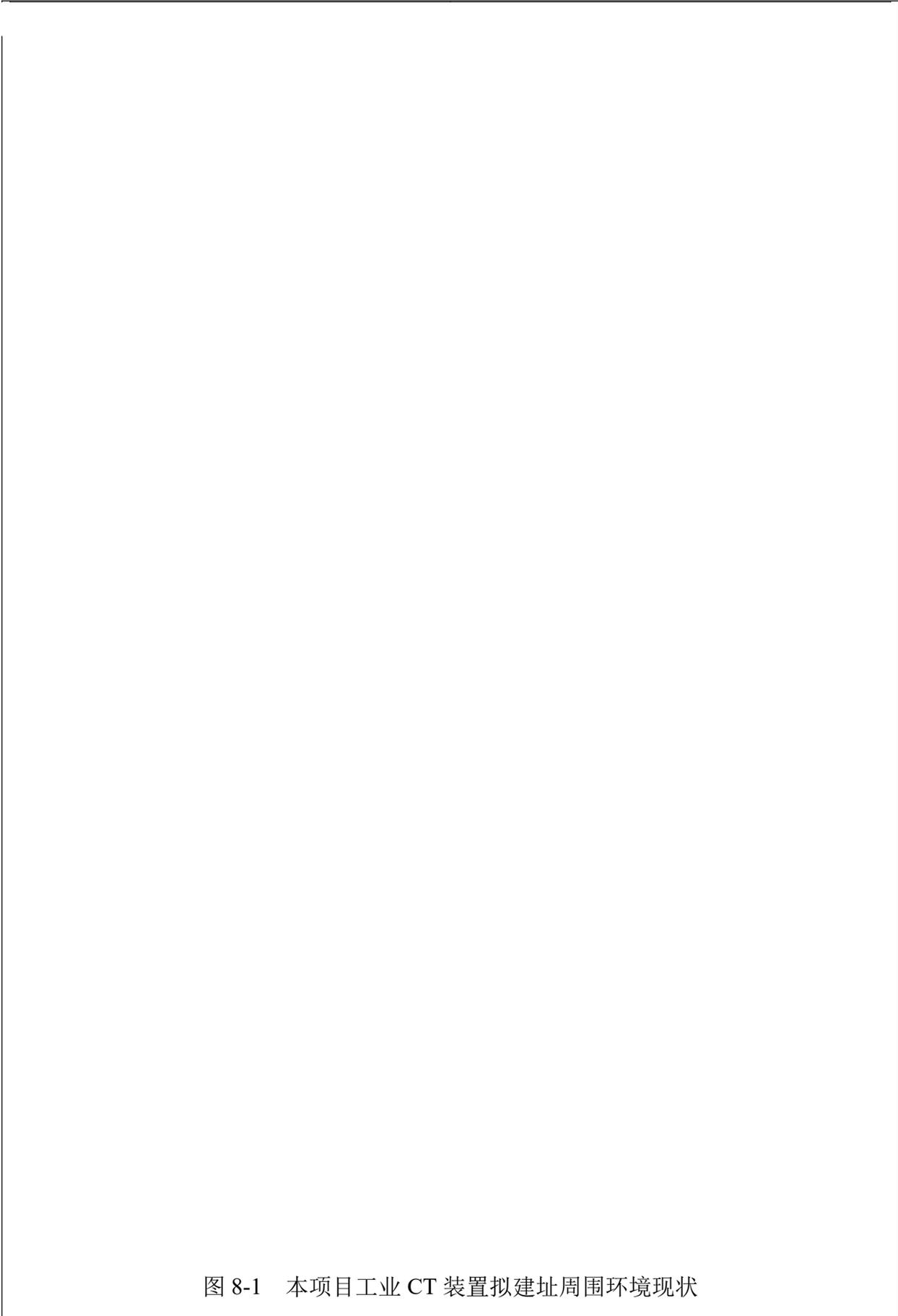


图 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境现状

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：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 γ 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 16 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 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。

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。检测时仪器使用前后检查是否正常。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021），现场监测时，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

型号/规格：BG9512P

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2025.3.13-2026.3.12

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2025H21-20-5788587001

测量范围：主机：0.01 μ Sv/h~30mSv/h；外置探头：10nGy/h~200 μ Gy/h

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

监测日期：2025.3.31

天气：晴；**温度：**12 $^{\circ}$ C；**相对湿度：**45%

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测值范围，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 5，监测布点示意图见图 8-3）。

表 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	备注
1	工业 CT 拟建址东侧	65	室内（楼房）
2	工业 CT 拟建址南侧	64	室内（楼房）
3	工业 CT 拟建址西侧	64	室内（楼房）
4	工业 CT 拟建址北侧	63	室内（楼房）
5	工业 CT 拟建址中部	65	室内（楼房）
6	实验室北侧生产部	67	室内（楼房）
7	实验室西侧车间过道	67	室内（楼房）
8	实验室南侧检测室	68	室内（楼房）
9	实验室西侧数控设备区	67	室内（楼房）
10	实验室西北侧成品区	66	室内（楼房）
11	工业 CT 拟建址楼上	92	室内（楼房）
12	江阴海虹新能源科技有限公司二车间东部	70	室内（楼房）
13	江阴海虹新能源科技有限公司厂区道路	57	道路
14	周家滨河道西侧	55	道路
15	江苏爱多能源科技股份有限公司北侧	51	道路
16	宝池路	63	道路
17	农田	46	原野

注：已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为12nGy/h）。X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为1.2Sv/Gy。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为0.8，平房取值为0.9，原野、道路取值为1。

根据表 8-1 的监测结果可知，江阴海虹新能源科技有限公司本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在(46~92)nGy/h 范围内，其中室内环境辐射剂量率在(63~92)nGy/h 范围内；道路环境辐射剂量率为(51~63)nGy/h，原野环境辐射剂量率为 46nGy/h，均处于江苏省天然 γ 辐射剂量率测值范围内。

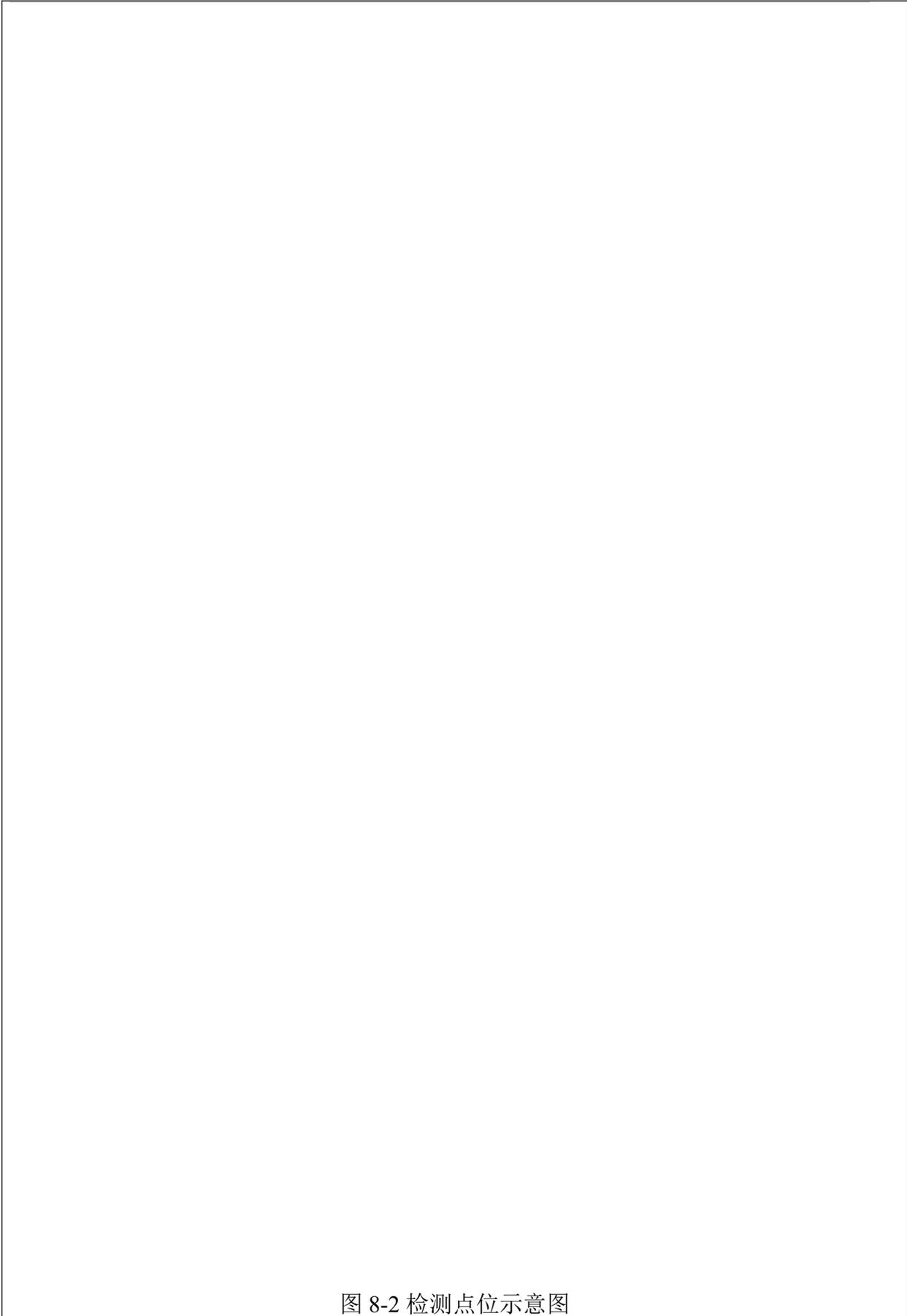


图 8-2 检测点位示意图

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

本项目新建 1 台工业 CT 装置，型号为 ZEISS Metrotom 1500 225kV G3。该装置由扫描室（包括控制模块）、电气控制柜、操作软件及数据处理工作站（以下简称操作台）组成。定义工件门所在位置为装置前侧，则控制模块位于装置前侧，与扫描室设计成一体结构，控制模块设计有“钥匙开关”、显示器、开关控制器、开关门按钮、模式选择按钮、急停按钮和辐射警告标志，通过控制模块可以对机器进行通电、开机、工件位置调整等操作，显示器可以与机器内部摄像头配合进行工件摆放实时监控。数据处理工作站（操作台）为 2 台计算机处理系统和操作软件，位于装置西南侧。辐射工作人员在数据处理工作站（操作台）进行出束检测与数据分析。

该装置外尺寸约为 3700mm（长）×1810mm（宽）×2440mm（高），该装置工件门兼为检修门。扫描室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽。扫描室前侧、后侧、左侧、顶部屏蔽体均内含 5mm 铅板+3mm 钢板，右侧屏蔽体内含 12mm 铅板+3mm 钢板，底部屏蔽体内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板，工件门内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板。X 射线管管头位置设计有铅套管，除主射线方向外，管头其余各面均采用铅-钢防护结构，厚度为 5mm 铅板+2mm 钢板。该装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率 500W（225kV 下最大管电流 2222 μ A）。本项目工业 CT 装置摆放位置确定，且射线管固定不动，主射线方向固定朝右（东侧）照射，装置锥束角为 30°。

本项目 CT 装置射线管及平板探测器固定不动，不可左右、前后、上下移动及旋转；射线管源点距离装置右侧距离为 1.86m，射线管出束窗口为 30°圆锥出束，在装置右侧屏蔽体上投影为半径约 0.5m 的圆，即直径约为 1m 的圆；装置右侧屏蔽体尺寸为 1.81m（宽）×2.440m（高），能够完全覆盖主射束照射范围，因此装置右侧（即东侧）屏蔽体为主射线方向（有用线束方向），其余方向为泄漏射线及散射线方向（非有用线束方向），具体见图 9-4。

本项目工业 CT 装置工作基本原理是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，再将这些图像按照重建算法重构得到完整的三维数模，最终利用分析软件对测得的三维模型进行处理解析，而从获取全面的产品内外

质量数据，有效地反映出内部结构，缺陷形状、尺寸及分布位置情况等信息。

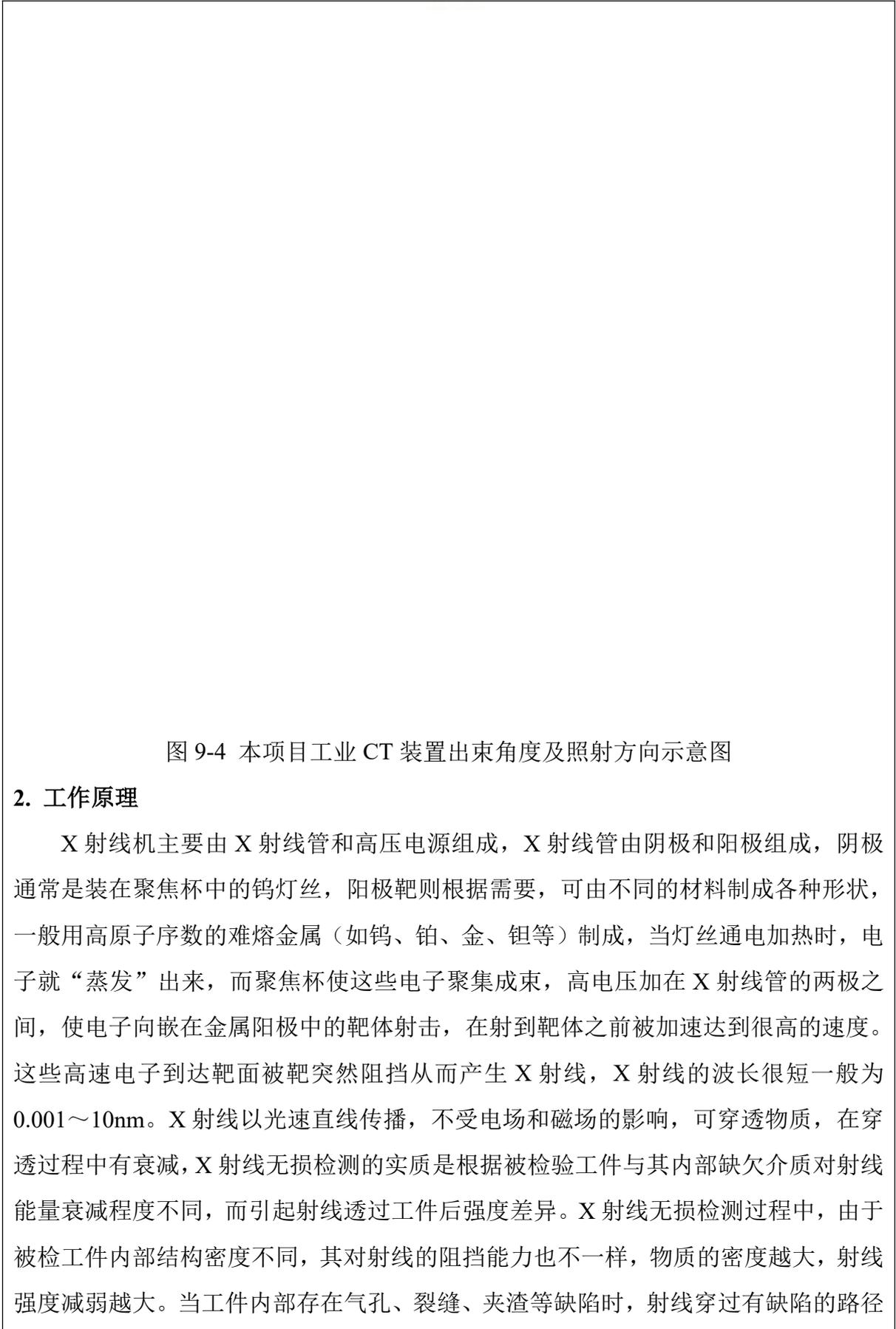
本项目工业 CT 装置样式图（资料图）见图 9-1，工业 CT 装置正视图和侧视图（资料图）见图 9-2，本项目工业 CT 装置内部结构正视图及俯视图（资料图）见图 9-3。

图 9-1 本项目工业 CT 装置样式图（资料图）



图 9-3 本项目工业 CT 装置内部结构正视图及俯视图（资料图）

注：上述距离为距装置屏蔽体内部距离，未考虑装置壳体厚度、底部支撑及电气柜。射线管不可移动，仅转台可移动。



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。

反射式 X 射线管结构图见图 9-5。

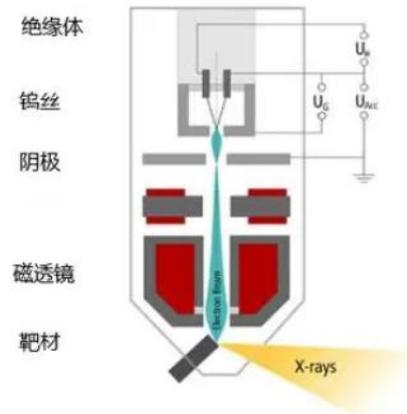


图 9-5 X 射线管结构图（反射式）

工业CT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。

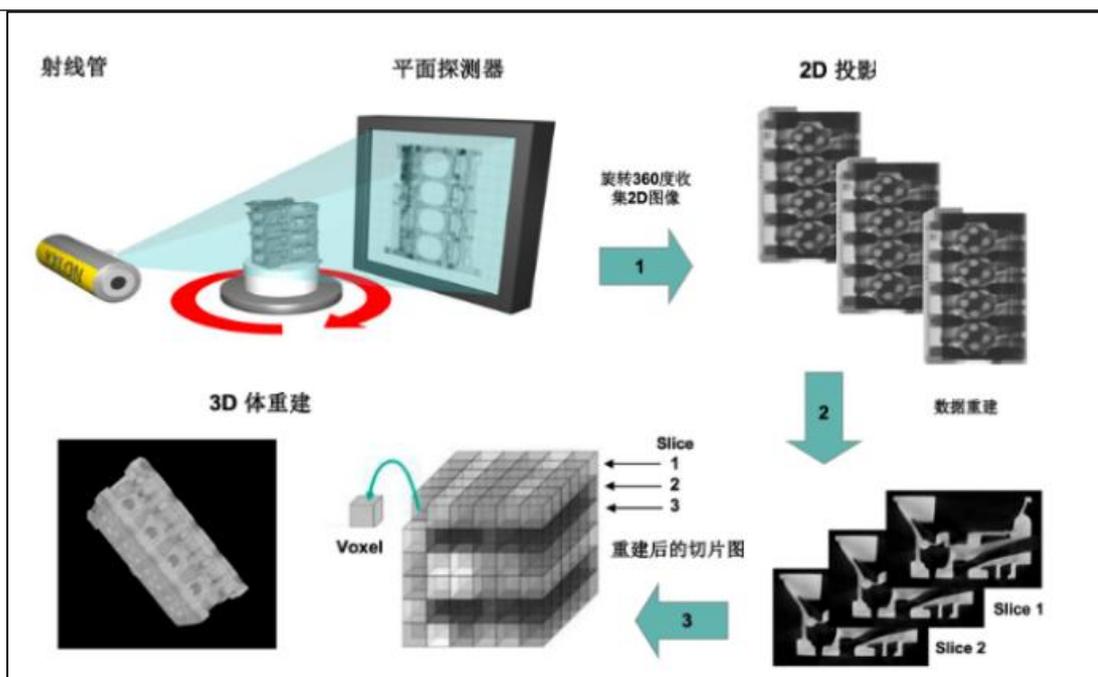


图9-6 工业CT原理图

3. 工艺流程及产污环节分析

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内，辐射工作人员在装置前侧控制模块通过控制模块显示屏进行工件位置调整与确认操作，在数据处理工作站（操作台）进行出束操作，对工件需检测部位进行无损检测与分析，其工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员工作前检查装置辐射防护措施的有效性，装置开机；
- (2) 确保各辐射安全装置可以有效工作后，辐射工作人员将工件运送至实验室内；
- (3) 辐射工作人员控制工业CT装置，打开工件门；
- (4) 辐射工作人员将工件送入工业CT装置扫描室内载物台上；
- (5) 辐射工作人员确认周围环境及辐射工作人员安全后关闭工件门；
- (6) 辐射工作人员在装置前侧控制模块，将载物台及工件调整到合适位置；
- (7) 在数据处理工作站通过操作系统控制装置加高压、打开X射线出束开关，开始检测；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。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（O₃）和氮氧化物(NO_x)；
- (8) 曝光结束，关闭X射线；
- (9) 辐射工作人员开启工件门，移出工件，关闭工件门；

(10) 检测结束后，辐射工作人员通过数据处理工作站处的显像器调取储存的图像进行缺陷分析，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；

(11) 装置关机。

本项目工作流程如下图所示：

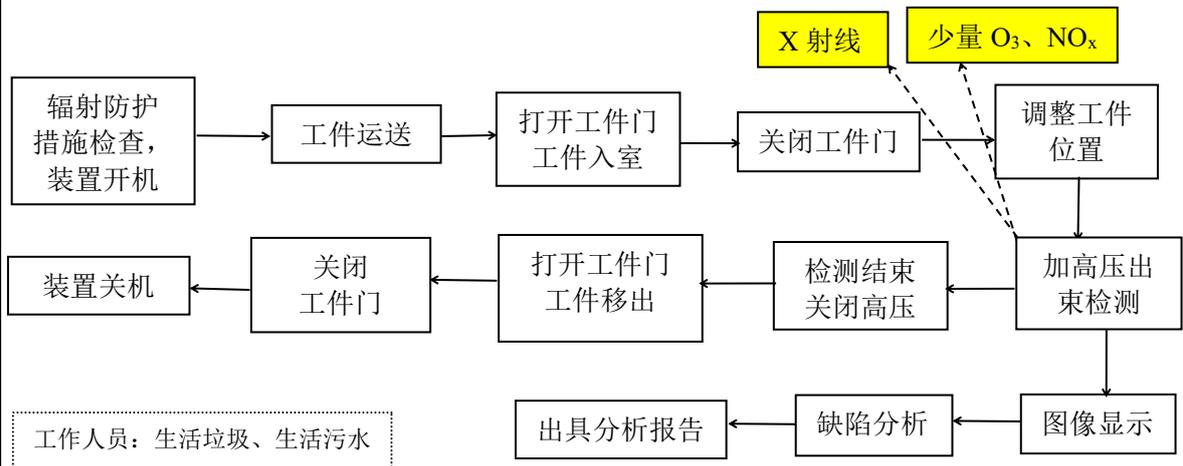


图 9-7 本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节

注：辐射工作人员在数据处理工作站（操作台）完成出束检测

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，训机过程也产生X射线、少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目工业CT装置设置自动训机功能，训机均在装置扫描室内进行，装置训机曝光时间包含在年最大曝光时间500h内。

4.工件信息及工作方式

本项目工业 CT 装置检测的工件为汽车零部件，材质为铝合金，长度约为 350mm。本项目产品示意图见图 9-8。

图 9-8 本项目产品示意图

5.人员配置及工作制度

江阴海虹新能源科技有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员（其中一人兼任辐射安全管理负责人）。本项目工业 CT 装置为汽车零部件产品在无损检测过程中使用，预计日曝光时间 2h，周曝光约 10h，年工作 50 周，年曝光时间最大约为 500h（含训机时间），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。

6.辐射工作场所人流及物流路径

人流：本项目辐射工作人员由实验室门进入，在工业 CT 装置前侧工件门处进行工件放置，控制模块进行工件位置调整，在数据处理工作站进行检测参数设置、检测曝光、分析检测结果，检测工作结束后由实验室门离开。

物流：本项目工件由相应工具运送至实验室内，在工业 CT 装置扫描室内进行无损探伤检测，检测完成后合格产品运送至成品区及仓库储存，不合格产品原路返回。

附图 9-9 本项目辐射工作场所人流物流路径示意图

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。正常运行时辐射工作人员和周围公众不需要到达装置扫描室顶部，且本项目工业 CT 装置辐射源点固定向右侧，产生的天空反散射影响较小。故本项目需预测评价因子为：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。

本项目工业 CT 装置型号为 ZEISS Metrotom 1500 225kV G3，最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 500W（当额定功率开机电压 225kV 时，电流最大为 2222 μ A）。根据厂家提供的装置说明书（见附件 7），在电压 225kV，电流 2.222mA，本项目工业 CT 装置滤过条件 2mm Sn 的检测条件下，距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67mSv \cdot m²/mA \cdot min，得出距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 2.202E+05 μ Sv \cdot m²/(mA \cdot h)；本项目工业 CT 装置射线管管头外有铅套壳，在射线管管头加装铅套壳的条件下，距离射线管 35cm 四周最大泄漏射线值 \leq 19 μ Sv/h，推算出 1m 处的最大泄漏射线值为 2.33 μ Sv/h。散射辐射考虑主射线经工件后的散射，因此散射源强参考有用线束输出量，即 3.67mSv \cdot m²/mA \cdot min，散射后能量为 200kV。汇总见表 9-1。

表9-1 本项目工业CT装置输出量参数一览表

射线装置	型号	有用线束辐射输出量 mSv \cdot m ² /mA \cdot min	距辐射源点 1m 处输出量 μ Sv \cdot m ² /(mA \cdot h)	泄漏辐射输出量 (μ Sv/h)	散射辐射能量 (kV)	散射辐射输出量 mSv \cdot m ² /mA \cdot min
工业 CT 装置	ZEISS Metrotom 1500 225kV G3 型	3.67	2.202E+05	2.33	200	3.67

2. 非辐射污染源分析

(1) 废气

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置扫描室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过装置机械式排风设施排到实验室内，最终经实验室内拟设排风扇、开关门及车间通风系统排出车间。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧

和氮氧化物影响较小。

(2) 生活污水

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 2.2m³，年排放量为 26.4m³。本项目产生的生活污水进入公司污水处理管道，最终经江阴市周北污水处理有限公司处理。

(3) 生活垃圾

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 11kg，年排放量为 132kg。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。

表 10 辐射安全与防护

<p>项目安全措施</p> <p>1. 工作场所布局及分区</p> <p>本项目工业 CT 装置由扫描室（包括控制模块）、电气控制柜、数据处理工作站（操作台）组成。定义装置工件门所在位置为装置前侧，控制模块（位于扫描室前侧）与扫描室设计成一体结构，数据处理工作站（操作台）为 2 台计算机处理系统与操作软件，位于装置西南侧。工作时辐射工作人员在控制模块进行装置开机及工件调整，在操作台进行出束检测操作及对图像进行分析，判断工件质量、缺陷等。</p> <p>本项目工业 CT 装置主射线朝扫描室右侧（东侧）照射，工业 CT 装置主射线方向已避开控制模块和操作台，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。</p> <p>本项目拟将工业 CT 装置实体作为本项目控制区（包括扫描室和电气控制柜），将实体以外与实验室围成的区域（含数据处理工作站）作为本项目监督区。本项目工业 CT 装置工作场所布局设计基本合理，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。拟在工业 CT 装置表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在实验室进口处设置监督区标牌。</p> <p>本项目工业 CT 装置监督区及控制区示意图见图 10-1，两区划分情况表见表 10-1。</p> <p style="text-align: center;">图 10-1 本项目工业 CT 装置监督区及控制区示意图</p>
--

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 装置实体 (包括扫描室和电气控制柜)	实体以外与实验室围成的区域 (含数据处理工作站)
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为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。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，将对进出人员进行严格管控，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 装置表面拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明。	拟张贴监督区标志

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目工业 CT 装置由扫描室（包括控制模块）、电气控制柜和数据处理工作站组成。工业 CT 装置扫描室尺寸约为 3700mm（长）×1810mm（宽）×2440mm（高），该装置工件门兼为检修门。扫描室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义工件门所在面为装置前侧。扫描室前侧、后侧、左侧、顶部屏蔽体均内含 5mm 铅板+3mm 钢板，右侧屏蔽体内含 12mm 铅板+3mm 钢板，底部屏蔽体内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板，工件门内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板。X 射线管管头位置设计有铅套管，除主射线方向外，管头位置其余各面均采用铅-钢防护结构，厚度为 5mm 铅板+2mm 钢板。

X 射线扫描室电缆采用 U 型管设计，穿孔位于扫描室的左侧下方，与射线出束方向相反，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖“几”字形防护板，采用 5mm 铅+3mm 钢防护，从而防止射线泄漏，达到较好的防护效果。

本项目工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后排出，最大程度上避免射线泄露。铅板防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板。典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两个风扇，

正常情况系统通风量为 1800m³/h。此外还可通过开关工件门进行空气流通。

本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 10mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍；

本项目装置屏蔽参数见表 10-2。本项目装置平面布置示意图见图 10-2，本项目装置剖面布置示意图见图 10-3。

表 10-2 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	折合铅当量*mm
ZEISS Metrotom 1500 G3 型工 业 CT 装置	前侧	5mm 铅板+3mm 钢板	5.2
	工件门	3mm 钢板+5mm 铅板 +3mm 钢板	5.4
	后侧	5mm 铅板+3mm 钢板	5.2
	左侧	5mm 铅板+3mm 钢板	5.2
	右侧	12mm 铅板+3mm 钢板	12.2
	顶部	5mm 铅板+3mm 钢板	5.2
	底部	3mm 钢板+5mm 铅板 +3mm 钢板	5.4
	X 射线管管头铅套管	含 5mm 铅板+2mm 钢板	5.14
	通风口	5mm 铅板+3mm 钢板	5.2
	电缆口	5mm 铅板+3mm 钢板	5.2

*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/Z 41476.3-2022）表 4，厚度 2mm、3mm、6mm 钢的等效铅厚度分别为 0.14mm、0.2mm、0.4mm。

图 10-2 本项目工业 CT 装置平面布置示意图

图 10-3 本项目工业 CT 装置剖面布置示意图

注：图 10-2、图 10-3 均为除去电气控制柜长度时的尺寸与结构布置（铅房布局）。

图 10-4 本项目工业 CT 装置射线管防护施分布图（资料图）

图 10-5 本项目工业 CT 装置电缆孔防护措施分布图（资料图）

图 10-6 本项目工业 CT 装置通风孔防护措施分布图（资料图）

3. 工作场所辐射安全和防护措施

1) **屏蔽防护**：本项目工业 CT 装置采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护；

2) **联锁装置**：本项目工业 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，探伤过程中，若防护门被意外打开，能立刻停止出束。扫描室内部设置 2 个安全互锁开关；工作状态指示灯与装置设有灯机连锁装置；

3) **工作状态指示灯**：本项目工业 CT 装置扫描室工件门右侧设有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与装置连锁（灯亮表示曝光检测，灯灭表示未进行曝光检测）；拟在装置表面张贴工作状态指示灯信号意义说明；

4) **声光报警装置**：本项目工业 CT 装置扫描室内安装声光报警装置，与装置连锁，装置开启时，声光报警装置开启；

5) **电离辐射警告标志**：本项目工业 CT 装置表面外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒辐射工作人员预防危险及非辐射工作人员禁止操作，从而避免事故发生；

6) **控制模块**：本项目控制模块位于工业 CT 装置扫描室前侧面板，控制模块设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；控制模块设有钥匙开关，只有打开钥匙开关后工业 CT 装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；设置显示器显示工件在扫描室内情况；

7) **两区划分**：本项目拟将工业CT装置实体作为本项目控制区（包括扫描室和电气控制柜），将实体以外与实验室围成的区域（含数据处理工作站）作为本项目监督区；装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，并在实验

室进口处设置监督区标牌；

8) 门缝搭接：本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 10mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍；

9) 紧急停机按钮：本项目工业 CT 装置前侧控制模块设计有紧急停机按钮，扫描室内部后侧防护板及左侧防护板设计有紧急停机按钮，共 3 个，拟设置急停按钮便签说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

13) 摄像装置：本项目工业 CT 装置扫描室内设有摄像装置，通过操作台及控制模块显示器能清楚看见扫描室内情况，避免误照射情况发生；

14) 固定式剂量率仪：本项目工业 CT 装置工作时，辐射工作人员无需进入铅房内进行工件摆放等相关工作，故本项目无需安装固定式剂量率仪。

15) 辐射防护仪器设备：公司拟配备 1 台 X- γ 辐射剂量巡测仪，2 台 X- γ 个人剂量报警仪，公司将利用巡测仪用于对工业 CT 装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。此外应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。

本项目工业 CT 辐射安全与防护措施分布图（资料图）如下：

图 10-7 本项目工业 CT 装置辐射安全与防护措施分布图（资料图）

图 10-8 本项目工作场所辐射安全和防护措施分布图

4、退役

当工业 CT 装置不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

- ①工业 CT 装置的 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。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 11kg，年排放量为 132kg。本项目产生的生活垃圾经公司统一收集后，最终经环卫部门处理。

2. 废水

本项目运行后不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 2.2m³，年排放量为 26.4m³。本项目产生的污水进入公司污水处理管道，最终经江阴市周北污水处理有限公司处理。

3. 气体废物

工业 CT 装置在工作状态时，会使扫描室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入扫描内。本项目工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两个风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h，装置整体体积约为 16.3m³，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求，装置还可通过开关工件门进行通风换气。本项目工业 CT 装置产生的臭氧与氮氧化物通过装置排风设施排放到实验室内，实验室内拟设置排风扇将臭氧、氮氧化物排到室外及三车间，且三车间设置车间排风设施，通风效果较好。通过装置风扇式机械排风、开关门、实验室内排风扇及三车间车间排风设施进行无组织排放，将臭氧和氮氧化物排出室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较少。

表 11 环境影响分析

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目工业 CT 装置为整体购买与安装设备，通电即为安装，不存在建设期影响。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>本项目工业 CT 装置采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护，根据公司所提供的数据本项目运行后装置年曝光时间最大约为 500h。</p> <p>本项目型号为 ZEISS Metrotom 1500 225kV G3 型工业 CT 机检测装置，最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率 500W；当额定功率开机电压 225kV 时，电流最大为 2222μA；当额定功率开机电压 167kV 时，电流最大为 3mA；由于最大电压和最大电流无法同时达到，为保守估算，本项目预测计算时电流保守取 2.222mA；照射方向固定朝装置右侧（实验室东侧）照射。本项目对设备四周、顶部、底部和工件门辐射环境影响进行预测，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其修改单中的计算公式：</p> <p>1.有用线束屏蔽估算</p> <p>装置有用线束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）及其修改单中有用线束屏蔽估算的计算公式：</p> $\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (1)$ <p>式中：\dot{H}：关注点处剂量率，μSv/h；</p> <p>I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；</p> <p>H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv\cdotm²/(mA\cdoth)，根据厂家提供的装置说明书（附件 7），本项目装置滤过条件为 2mm Sn，距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67mSv\cdotm²/mA\cdotmin；</p> <p>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/T 250-2014）中附录表 B.2（根据 200kV 与 250kV 管电压什值层厚度内插法求得 225kV 管电压下铅的什值层厚度为 2.15mm），再根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算取得 225kV 下 12.2mm 铅板对应透射因子 2.12E-06；</p> <p>R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。</p>

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）及其修改单中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

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

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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值根据本项目提供的装置说明书（见附件 7），在射线管防护外壳安装情况下，距离射线管防护 35cm 四周最大泄漏射线值 $\leq 19\mu\text{Sv/h}$ ，推算出本项目工业 CT 装置距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率最大为 2.33 $\mu\text{Sv/h}$ ；

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/T 250-2014）中附录表 B.2（根据 200kV 与 250kV 管电压什值层厚度内插法求得 225kV 管电压什值层厚度为 2.15mm），再根据公式 $B=10^{-X_{\text{TVL}}}$ 计算取得 225kV 下 5.2mm 铅板对应透射因子 3.81E-03、5.4mm 铅板对应透射因子 3.08E-03；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据厂家提供的装置说明书（附件 7），本项目装置滤过条件为 2mm Sn，距辐射源点 1m 处输出量实测值为 3.67 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，单位换算系数取 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/T 250-2014）中附录表 B.2（200kV 管电压下铅的什值层厚度为

1.4mm)，再根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算取得 200kV 下 5.2mm 铅板对应透射因子 1.93E-04；5.4mm 铅板对应透射因子 1.39E-04；

F ： R_0 处的辐射野面积， 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

关注点位示意图见图 11-1

图 11-1 主射线和泄漏射线示意图（单位：mm）

注：上图所标注距离均为 X 射线管距装置外表面，其中装置长（左右）=1800（左）+1900（右）=3700（mm），装置高=820（顶）+1620（底）=2440（mm），装置宽=1065（后）+745（前）=1810（mm）。

本项目 CT 装置射线管及平板探测器固定不动，不可左右、前后、上下移动及旋转；射线管源点距离装置右侧距离为 1.86m，射线管出束窗口为 30°圆锥出束，在装置右侧屏蔽体上投影为半径约 0.5m 的圆，即直径约为 1m 的圆；装置右侧屏蔽体尺寸为 1.81m（宽）×2.440m（高），能够完全覆盖主射束照射范围，因此装置右侧（即东侧）屏蔽体为主射线方向（有用线束方向），其余方向为泄漏射线及散射线方向（非有用线束方向）。

本项目工业 CT 机检测装置型号为 ZEISS Metrotom1500 225kV G3，最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 500W；当额定功率开机电压 225kV 时，电流最大为 2222 μ A；当额定功率开机电压 167kV 时，电流最大为 3mA；由于最大电压和最大电流无法同时达到，为保守估算，本项目预测计算时电流保守取 2.222mA。

表 11-1 ZEISS Metrotom 1500 G3 型工业 CT 装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度（mm）	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	周围剂量当量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
东侧 ①						2.14E-01	2.5	满足

注：取装置表面外 30cm 为关注点。R=1.9+0.3=2.2m。

表 11-2 ZEISS Metrotom 1500 G3 型工业 CT 装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点位					
		工件门②	控制模块③	西侧④	北侧⑤	顶部⑥	底部⑦
X 设计厚度 (mm)							
泄漏辐射	折合铅板厚度 (mm)						
	B						
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)						
	R (m)						
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)						
散射辐射	散射线能量(kV)						
	B						
	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)						
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)						
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)		1.47	1.74	3.59E-01	1.01	1.52	5.21E-01
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
结论		满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①取装置表面外 30cm 为关注点。西侧④关注点 $R_s=R+R_0+0.3=0.2+1.8+0.3=2.3\text{m}$ ， R_0 取 0.2。

②本项目射线管固定，且固定朝右侧出束照射，转台移动会影响装置左侧散射距离 R_s 改变，不影响装置前侧、后侧、顶部及底部散射距离 R_s ，故本项目②、③、⑤、⑥、⑦发 R_s 距离保守与 R 距离取值一致。

根据表 11-1、表 11-2 中预测结果，ZEISS Metrotom 1500 G3 型工业 CT 装置表面外 30cm 处辐射周围剂量当量率最大为 $1.74\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中辐射屏蔽周围剂量当量率参考控制水平的要求。以上数值为最大管电压 225kV、2.222mA 电流情况下计算数值，实际情况因功率和使用情况限制，无法同时达到最大管电压和管电流，故辐射影响更小。

5. 天空反散射辐射影响分析

根据表 11-3，本项目工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射周围剂量当量率为 $1.52\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射周围剂量当量率远小于 $1.52\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及其修改单中辐射屏蔽周围剂量当量率参考控制水平要求，对保护目标的辐射影响贡献较小。

6. 电缆口、通风口和门缝辐射影响分析

本项目工业 CT 装置线缆管道采用 U 型管设计，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖一“几”字形防护铅板结构，厚度为 5mm 铅板+3mm 钢板防护，位于扫描室左侧下方。本项目工业 CT 装置出束时，X 射线自 O 点出束，照射在工件上，经工件 A 点散射后进入电缆管道，在电缆管道中经过 3 次散射到达装置外。散射路径为 $O \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ ，避免 X 射线直接照射线缆管道口，利用散射降低线缆管道口的辐射水平，从而防止射线泄露。本项目电缆管道散射示意图见图 11-2。

本项目工业 CT 装置内采取底部位置自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板，进风口位于底部中间位置，气流经导向后才进入室内，出风口位于装置顶部。本项目工业 CT 装置出束时，X 射线自 O 点出束，照射在工件上，经工件 A 点散射后进入顶部出风口与底部进风口，均经铅百叶散射，散射路径为 $O \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ ，X 射线在通风管道中经 3 次散射到达装置外。均避免 X 射线直接照射进出风口，利用散射降低进出风口的辐射水平，最大程度上避免射线泄露。本项目通风散射示意图见图 11-3、11-4。

本项目 X 射线进入电缆管道、通风管道需至少经过三次散射才能到达装置外，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”，因此，本项目电缆管道、通风管道设计能够满足辐射防护要求。



图 11-4 装置进风口散射示意图

本项目工业 CT 装置工件门内含 5mm 铅板+3mm 钢板，门体与墙体重叠部分均不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍，且工件门处辐射剂量当量率为 1.47 μ Sv/h，故缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

7. 保护目标剂量评价

表 11-3 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	最大周围剂量当量率值 μ Sv/h	周围剂量当量率控制水平 μ Sv/h	周围剂量当量估算值 μ Sv/周	目标管理值 μ Sv/周	年剂量估算值 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
辐射工作人员	四周	1	1	1.74	2.5	17.4	100 工作人员	8.70E-01	5 工作人员	满足

注：①本项目辐射工作人员有效剂量保守以装置四周最大周围剂量当量率进行估算，居留因子取 1；
②本项目工业 CT 装置周曝光时间约为 10h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 500h。

表 11-4 本项目装置周围 50m 范围内保护目标有效剂量一览表

序号	保护目标名称	与装置最近距离	居留因子	距源点距离	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 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
1	机加工设备区员工	北侧约33m				1.64E-02		8.20E-04		满足
2	成品区员工	北侧约19m				4.71E-02		2.36E-03		满足
3	刀具库员工	北侧约8m				2.31E-01		1.16E-02		满足
4	楼梯行人	北侧约6m				2.38E-02		1.19E-03		满足
5	生产部员工	北侧约1m				1.03E-01		5.15E-03		满足
6	3车间1楼 过道行人	西北侧约2m				1.26E-01		6.31E-03		满足
7	检测室员工	南侧约3m				1.35		6.75E-02		满足
8	设备办公室员工	南侧约9m				2.00E-01		1.00E-02		满足
9	卫生间、楼梯行人	南侧约15m				5.46E-03		2.73E-04		满足
10	车间过道行人	西侧约3.5m				4.23E-02	5 公众	2.11E-03	0.1 公众	满足
11	数控设备区员工	西侧约8m				1.98E-01		9.90E-03		满足
12	三车间2楼、3楼员工	楼上约4.5m				6.70E-01		3.35E-02		满足
13	二车间员工	西侧约48m				8.24E-03		4.12E-04		满足
14	厂区道路行人	东侧约1m				7.69E-02		3.84E-03		满足
15	周家浜河道环卫、巡查等人员	东侧约6m				1.04E-02		5.19E-04		满足
16	宝池路行人	东侧约13m				3.36E-03		1.68E-04		满足
17	农田耕作人员	东侧约30m				6.38E-04		3.19E-05		满足
18	江苏爱多能源科技股份有限公司员工	南侧约25m				2.86E-02		1.43E-03		满足

注：①关注点处辐射剂量率预测，距离取值=源点距离+保护目标距离，再根据公式（1）、（2）、（3）计算得出，考虑距离衰减进行保守估计；

②使用因子取 1；

③实验室北侧为 24cm 实心砖墙，北侧生产部员工保护目标考虑墙体屏蔽。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/Z 41476.3-2022)表 4，225kV 下，24cm 实心砖墙相当于 2.3mm 铅；225kV 下 2.3mm 铅 B 值=8.52E-02，200kV 下 2.3mm 铅 B 值=2.28E-02；

④工业 CT 装置预计周曝光时间 10h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 500h。

从表 11-3 及表 11-4 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置以（225kV、2.222 mA）运行时，辐射工作人员每周所受周围剂量当量最大为 **17.4 μ Sv**，年有效剂量最大为 **8.70E-01mSv**；周围公众每周所受周围剂量当量最大为 **1.35 μ Sv**，年有效剂量最大为 **6.75E-02mSv**。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》（GBZ117-2022）及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量约束值不超过 5mSv/a，周围剂量当量不超过 100 μ Sv/周；公众年有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a，周围剂量当量不超过 5 μ Sv/周）。

事故影响分析

1) 本项目可能发生的辐射事故

①工业 CT 装置门机联锁失效，设备工件门未完全关闭就对工件进行曝光，致使人员受到意外照射；探伤过程中防护门被意外打开，不能立刻停止照射，导致误照射。

②维修人员检修工业 CT 装置时，设备进行曝光，人员受到意外照射。

③由于门机联锁失效，工业 CT 装置在调试时，人员误开工件门，导致受到额外照射。

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定期检查门机联锁装置，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。

3) 辐射事故处置方法

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，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。本项目拟使用的 CT 装置属于Ⅱ类射线装置，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。

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 装置门机联锁、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。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”。

江阴海虹新能源科技有限公司拟成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；江阴海虹新能源科技有限公司本项目拟配备 2 名辐射工作人员（其中一人兼任辐射安全管理负责人），辐射工作人员应在项目运行前通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，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，考核类型为“X 射线探伤”。此外，另行安排的担任本项目辐射防护负责人需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，考核类型为“辐射安全管理”。

辐射安全管理规章制度

江阴海虹新能源科技有限公司拟开展核技术利用项目，为新建Ⅱ类射线装置项目，江阴海虹新能源科技有限公司拟按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定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，基本满足核技术利用项目管理需要。

江阴海虹新能源科技有限公司在日后实际工作中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善制度的可操作性，本报告对各项管理制度要点提出如下建议：

- **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制定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。
- **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：**制定人员培训计划，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。
- **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络电话、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。

江阴海虹新能源科技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。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。

辐射监测

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。

本项目辐射监测方案具体见表 12-1。

表 12-1 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
工业 CT 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 装置表面外 30cm 处，工件门四周门缝及表面外 30cm 处； ③人员经常活动的位置； ④每次出束结束后，检测工业 CT 防护门门口，以确保辐射源已经停止工作。
	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	年有效剂量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/

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；江阴海虹新能源科技有限公司拟配备1台X-γ辐射剂量巡测仪，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。此外应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。

江阴海虹新能源科技有限公司拟为本项目配备2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。

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

江阴海虹新能源科技有限公司拟设置辐射事故应急小组，并依据《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》的要求制定辐射事故应急预案。江阴海虹新能源科技有限公司应本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，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。

江阴海虹新能源科技有限公司应依据《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。

江阴海虹新能源科技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

<p>结论</p> <p>1. 实践正当性</p> <p>江阴海虹新能源科技有限公司使用工业 CT 装置对公司生产的汽车零部件进行无损检测。本项目的建设将满足企业提升产品质量的需求，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。</p> <p>2.与产业政策的相符性</p> <p>本项目使用工业 CT 装置对公司生产的汽车零部件产品进行无损检测，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。</p> <p>3.辐射安全与防护分析结论</p> <p>1) 选址、布局合理性</p> <p>本项目工业CT装置拟建址位于江阴海虹新能源科技有限公司租赁的江阴市周庄镇宝池路3号三车间1楼实验室内（租赁合同见附件4，三车间生产区域为2层，办公辅房区域为3层），江阴海虹新能源科技有限公司东侧依次为周家浜河道、宝池路及农田；南侧为江苏爱多能源科技股份有限公司；西侧为嘉斯顿家居江苏有限公司；北侧为庙墩路。因企业规划，将厂区东北角区域厂房（约1300m²）租赁给江阴市云鹏门窗有限公司。</p> <p>本项目ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业CT装置拟建址位于租赁的江阴市周庄镇宝池路3号的三车间1楼实验室内，三车间东侧依次为厂区道路、周家浜河道、宝池路、农田，南侧隔厂区道路为江苏爱多能源科技股份有限公司，西侧依次为江阴海虹新能源科技有限公司二车间（1F）、一车间（2F），北侧隔厂区道路依次为江阴市云鹏门窗有限公司及庙墩路。</p> <p>本项目工业CT装置拟建址所在实验室东侧为厂区道路，南侧依次为检测室、设</p>
--

备办公室、卫生间及楼梯，西侧为车间过道及数控设备区，北侧依次为生产部、过道、楼梯及刀具库。楼上为办公区，楼下为土层。

本项目ZEISS Metrotom 1500 225kV G3型工业CT装置拟摆放在实验室东部，定义装置工件门所在为装置前侧，则装置前侧朝南，主束方向朝东，装置前侧屏蔽体上装有控制模块（设有各开关及旋钮），建设单位拟将数据处理工作站（操作台）放置于装置西南侧。

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，50m 范围内涉及本公司厂区内的二车间、三车间和厂区道路，另涉及厂区外的周家浜河道、宝池路、农田、江苏爱多能源科技股份有限公司。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。

本项目拟将工业 CT 装置实体作为本项目控制区（包括扫描室和电气控制柜），将实体以外与实验室围成的区域（含数据处理工作站）作为本项目监督区。拟在工业 CT 装置表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在实验室进口处设置监督区标牌。

2) 辐射防护措施

本项目工业 CT 装置由扫描室（包括控制模块）电气控制柜和数据处理工作站组成。工业 CT 装置扫描室尺寸约为 3700mm（长）×1810mm（宽）×2440mm（高），该装置工件门兼为检修门。扫描室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义工件门所在面为装置前侧。扫描室前侧、后侧、左侧、顶部屏蔽体均内含 5mm 铅板+3mm 钢板，右侧屏蔽体内含 12mm 铅板+3mm 钢板，底部屏蔽体内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板，工件门内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板。X 射线管管头位置设计有铅套管，除主射线方向外，管头位置其余各面均采用铅-钢防护结构，厚度为 5mm 铅板+2mm 钢板。

X 射线扫描室电缆采用 U 型管设计，穿孔位于扫描室的左侧下方，与射线出束方向相反，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖“几”字形防护板，采用 5mm 铅+3mm 钢防护，从而防止射线泄漏，达到较好的防护效果。

本项目工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后排出，最大程度上避免射线泄露。铅板防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板。

3) 辐射安全措施

本项目工业CT装置前侧屏蔽体控制模块上设置有钥匙开关，只有打开控制模块钥匙开关后工业CT装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；工件门与装置设置门-机安全联锁装置，装置设置工作状态指示灯及灯-机连锁装置，定期检查门-机、灯-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置内部设置声光报警装置，与装置连锁，装置开启时，声光报警装置开启；设备表面拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留，提醒辐射工作人员预防危险及非辐射工作人员禁止操作，从而避免事故发生。本项目工业CT装置前侧屏蔽体控制模块上及扫描室内部设置有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；本项目工业CT装置扫描室内设有监控，装置前侧控制模块显示扫描室内情况；装置前侧屏蔽体控制模块和数据处护理工作站上均设有显示器；公司拟配备1台辐射巡测仪和2台个人剂量报警仪，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，会使扫描室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入扫描内。本项目工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两个风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h，装置整体体积约为 16.3m³，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求，装置还可通过开关工件门进行空气流通。本项目工业 CT 装置产生的臭氧与氮氧化物通过装置排风设施排放到实验室内，最终通过实验室内拟设排风扇及开关门将臭氧、氮氧化物排到室外及三车间，且三车间设置车间排风设施，通风效果较好。通过装置风扇式机械排风、开关门、实验室拟设排风扇及三车间排风设施进行无组织排放，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 装置通过自带的钢-铅-钢对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目工业 CT 装置以相应最大参数预测时，装置表面外 30cm 处周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的周围剂量当量率限值要求。

由预测结果可知，本项目工业 CT 装置以相应最大参数预测时，辐射工作人员及

周围公众所受的周围剂量当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》（GBZ117-2022）周围剂量当量率限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量约束值不超过 5mSv/a，周围剂量当量不超过 100 μ Sv/周；公众年有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a，周围剂量当量不超过 5 μ Sv/周）。

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) 拟为本项目配备 1 台辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；定期对放射防护检测仪器进行检定/校准，并取得相应证书。
- 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 2 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) 江阴海虹新能源科技有限公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责，在项目运行前制定辐射安全管理制度；本项目拟配备 2 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，江阴海虹新能源科技有限公司新建 1 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) 建设单位在获得本项目环评批复后且工业 CT 装置建成后根据《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（工业射线探伤类）》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>本项目工业 CT 装置由扫描室（包括控制模块）、电气控制柜和数据处理工作站（操作台）组成。工业 CT 装置扫描室尺寸约为 3700mm(长)×1810mm(宽)×2440mm(高)，该装置工件门兼为检修门。扫描室采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义工件门所在面为装置前侧。扫描室前侧、后侧、左侧、顶部屏蔽体内含 5mm 铅板+3mm 钢板，右侧屏蔽体内含 12mm 铅板+3mm 钢板，底部屏蔽体内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板，工件门内含 3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板。X 射线管管头位置设计有铅套管，除主射线方向外，管头位置其余各面均采用铅-钢防护结构，厚度为 5mm 铅板+2mm 钢板。</p>	<p>表面外 30cm 处周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防标准》（GBZ117-2022）周围剂量当量率要求。</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）、《工业探伤放射防标准》（GBZ117-2022）中关于“周围剂量当量率”和“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 装置前侧屏蔽体控制模块上设置钥匙开关；工件门与装置设置门-机联锁装置，装置设置工作状态指示灯及灯-机连锁装置，工作状态指示灯粘贴信息意义的说明；装置内部设置声光报警装置，与装置连锁，装置开启时，声光报警装置开启；设备表面拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明。装置前侧屏蔽体控制模块上及装置内部设置有紧急停机按钮及标签说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；工业 CT 装置扫描室内设有监控；装置前侧屏蔽体控制模块和数据处理工作站上均设有显示器。</p> <p>本项目拟将工业 CT 装置实体作为本项目控制区（包括扫描室和电气控制柜），将实体以外与实验室围成的区域（含数据处理工作站）作为本项目监督区。</p>	<p>能满足《工业探伤放射防标准》（GBZ117-2022）的管理要求。</p>	
	<p>岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。</p>	<p>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。</p>	
	<p>拟配置 1 台 X-γ辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。定期对工作场所辐射水平进行检测；定期对放射防护检测仪器进行检定/校准，并取得相应证书。</p>	<p>按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》配备个人剂量报警、辐射监测，满足工作场所监测要求。</p>	
污染防治措	<p>废气：工业 CT 装置在工作状态时，会使扫描室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入扫描内。本项目工业 CT 装置采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两个风扇，正常情况系统通风量为</p>	<p>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。</p>	

施	1800m ³ /h，装置整体体积约为 16.3m ³ ，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求，装置还可通过开关工件门进行空气流通。本项目工业 CT 装置产生的臭氧与氮氧化物通过装置排风设施排放到实验室内，实验室内拟设排风扇及开关门将臭氧、氮氧化物排到室外及三车间，且三车间设置车间排风设施，通风效果较好。通过开关门、实验室拟设排风扇及装置风扇式机械排风进行无组织排放，将臭氧和氮氧化物排出室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较少。		
	废水：本项目产生的生活污水进入公司污水处理管道，最终经江阴市周北污水处理有限公司处理。	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。	
	一般固废：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。		
辐射安全管理	成立辐射安全管理机构，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：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度、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。	
	本项目拟配备 2 名辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核。本项目管理人员上岗前应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》，辐射工作人员及管理人员应通过辐射安全与防护考核。	定期投入
	委托有资质单位对所有辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均应佩戴个人剂量计。（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。个人剂量档案长期保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年）。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存”及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》“个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年”。	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。