

编号：BG-ZFFB24220188

核技术利用建设项目

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司

使用第三台工业 X 射线 CT 装置项目

环境影响报告表

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司

2025年 1月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司 使用第三台工业 X 射线 CT 装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号
3 号工厂栋 2 楼和 3 楼

邮政编码：314000

联系人：***

电子邮箱：*****

联系电话：189*****90

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	10
表 3 非密封放射性物质	10
表 4 射线装置	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6 评价依据	13
表 7 保护目标与评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	22
表 9 项目工程分析与源项	25
表 10 辐射安全与防护	32
表 11 环境影响分析.....	39
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	56
表 14 审批	56

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目周边环境关系图
- 附图 3 厂区平面布局图
- 附图 4 3 号工厂栋 3 楼平面布置图
- 附图 5 3 号工厂栋 2 楼平面布置图
- 附图 6 3 号工厂栋 1 楼平面布置图
- 附图 7 平湖市环境管控单元分区图
- 附图 8 嘉兴市“三区三线”划分图
- 附图 9 项目负责人现场踏勘照片

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 营业执照
- 附件 3 辐射安全许可证
- 附件 4 建设单位原有项目环评和验收情况
- 附件 5 本底监测报告
- 附件 6 辐射安全与防护管理领导小组
- 附件 7 辐射事故应急预案
- 附件 8 辐射安全相关制度
- 附件 9 个人剂量报告
- 附件 10 现有辐射工作人员辐射培训证书
- 附件 11 厂房租赁合同
- 附件 12 厂房租赁合同
- 附件 13 专家评审意见及修改说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司使用第三台工业 X 射线 CT 装置项目			
建设单位		尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司			
法人代表		***	联系人	***	联系电话 189*****90
注册地址		浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号 3 号工厂栋 2 楼和 3 楼			
项目建设地点		浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		320	项目环保投资（万元）	4	投资比例（环保投资/总投资） 1.25%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它（迁建）			占地面积(m ²) /
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	/				
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位简介					
<p>尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司（以下简称“建设单位”），是尼得科艾莱希斯电子（中山）有限公司与尼得科艾莱希斯株式会社共同出资入股成立的有限责任公司（中外合资），成立于 2016 年 08 月 05 日。经营范围包括汽车、摩托车、家用电器、电子产品的电子装置的研发、生产、销售，汽车、摩托车及家用电器零配件的批发（上述商品进出口业务不涉及国营贸易、进出口配额许可证、出口配额招标、出口许可证等专项管理规定的商品）（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可</p>					

开展经营活动)。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

建设单位生产的电子元器件需要经过两次检验：第一次采用 AOI 画像检查机对其进行外观检查，第二次需经过工业 X 射线 CT 装置对其进行无损检测。两次检验后，即可检验出产品的合格性。

为满足生产需求，进一步提高产品质量，尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司拟新购 1 台 VT-X850 型工业 X 射线 CT 装置（以下简称“工业 CT”），在 2 楼 SHOP 车间的 SHOP2 生产线安装使用，用于检测元件焊接效果及缺损情况（即工件无损检测）。被检工件最大尺寸为长 300mm×宽 250mm×高 30mm。

本项目拟用 1 台工业 CT 设备，最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.5mA，自带防护铅房。对照《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 66 号），本项目工业 CT 属于“工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”，为 II 类射线装置。根据《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 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为环境影响报告表。

为此，尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司委托中辐环境科技有限公司开展“尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司使用第三台工业 X 射线 CT 装置项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。在接受委托后，环评单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《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）等规定要求编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

建设单位位于浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号，该厂区由尼得科科智博电子（浙江）有限公司（原名：日本电产科宝电子（浙江）有限公司，以下简称“科智博公司”）向平湖经济开发区资产管理有限公司承租，2022 年 1 月科智博公司将 3 号工厂栋 2 楼和 3 楼转租给建设单位，厂房租赁合同见附件 11。3 号工厂栋地上 3 层，无地下层，1 楼为科智博公司。

建设单位拟在 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间的 SHOP2 生产线新增使用 1 台工业 CT，用于检测元件焊接效果及缺损情况。本项目工业 CT 设备从结构上可分为防护铅房和

配电隔间，设备整体长 2500mm×宽 1820mm×高 1820mm，占地面积约为 4.6m²，体积约为 8.3m³。防护铅房尺寸为长 2211mm×宽 1820mm×高 1720mm，配电隔间长 289mm×宽 1820mm×高 1720mm，装载门（两扇）宽 650mm×高 350mm，被检工件尺寸最大为长 300mm×宽 250mm×高 30mm，本项目工业 CT 设备能够满足工件的使用要求。

射线装置主要技术参数信息见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置一览表

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	活动类别	主射线方向
工业 CT	VT-X850	II类	1	160	0.5	使用	由上向下

1.1.4 劳动定员及工作制度

本项目拟新增配备辐射工作人员 2 人负责 1 台工业 CT 工作，新增辐射工作人员由建设单位现有非辐射工作人员培训转岗。实行两班制，每台设备每班配置 1 人，每班 8h，年工作 52 周，每周工作 6 天。

建设单位拟组织新增的 2 名辐射工作人员，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加“X 射线探伤”类别辐射安全与防护培训和考核，在取得考核成绩合格报告单后方可从事辐射工作。考核成绩单有效期为 5 年，届时应及时参加再培训。

1.1.5 工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目工业 CT 每检测 1 个工件需要约 30s，其中曝光出束时间最长为 10s，每台设备每天最多检测 1100 个工件。因此本项目单台设备日曝光工作时间为 3.06h，年曝光工作时间为 953.3h。年工作 52 周，年曝光工作时间除以周数得出周曝光工作时间为 18.33h。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司位于浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号，建设单位租用科智博公司 3 号工厂栋 2 楼和 3 楼作为生产经营场所。项目地理位置见附图 1。

1.2.2 项目周边环境关系

厂区东侧为兴平二路及绿化（距离本项目最近距离约 238 米），隔路为空地；南侧为平湖瑞星金属工艺有限公司（距离本项目最近距离约 83 米）；西侧为平善大道及绿化（距离本项目最近距离约 127 米），隔路为科世科汽车部件（平湖）有限公司；

北侧为繁荣路及绿化（距离本项目最近距离约 57 米），隔路为尼得科精密检测设备（浙江）有限公司、尼得科冲压自动化设备（浙江）有限公司（距离本项目最近距离约 91 米）和平湖市通用电气安装有限公司。项目周边环境关系图见附图 2。

厂区内主要建筑包括：1 号工厂栋、2 号工厂栋、3 号工厂栋、危险、危化仓库及其他辅助用房。本项目选址于厂区 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间。3 号工厂栋的东侧为厂区道路及绿化（距离本项目最近距离约 8 米）、2 号工厂栋（距离本项目最近距离约 24 米）和 1 号工厂栋（距离本项目最近距离约 68 米）；南侧为厂区道路及绿化（距离本项目最近距离约 24 米）和危险、危化仓库（距离本项目最近距离约 37 米）；西侧为厂区道路及绿化（距离本项目最近距离约 111 米）和厂区边界（距离本项目最近距离约 127 米）；北侧为厂区道路及绿化（距离本项目最近距离约 30 米）和厂区边界（距离本项目最近距离约 57 米）。厂区平面布局详见附图 3。

本项目工业 CT 位于 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间东侧的 SHOP2 生产线。工业 CT 东侧为车间内过道，南侧和西侧为 SHOP 生产线的其他装置，北侧为车间内过道及返修和保全区，上方为 PCBA ASSY 生产线，下方为科智博公司男子更衣室和女子更衣室。3 号工厂栋 3 楼平面布置详见附图 4，3 号工厂栋 2 楼平面布置详见附图 5，3 号工厂栋 1 楼平面布置详见附图 6。

1.2.3 选址合理性分析

由“1.2.2 项目周边环境关系”章节可知本项目 50m 范围内无居民住宅、学校等环境敏感目标。本项目工业 CT 位于 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间东侧，避开了车间内部人群较多的工作场所，工业 CT 的布局设计既促进各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护；经与建设单位沟通确认，2 层楼板的荷载 1.5t/m^2 ，建设单位已在设备支脚间增加槽钢，增加设备承重的受力面积，2 层楼板能够满足设备的承重要求；检测过程中产生的电离辐射，经采取一定防护措施后不会对周围环境和公众造成危害。周围无环境制约因素，影响可接受，因此本项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性分析

本项目为新增使用工业 X 射线 CT 装置项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

1.4 实践的正当性符合性分析

建设单位实施本项目，为了检测元件焊接效果及缺损情况，通过高分辨率计算机断层扫描及图像重建技术，对元件进行焊接效果辅助检查，大大提高工件的检测效果和检测效率，增加设备后续使用安全性等方面的优势，并且采取了符合标准要求的辐射安全防护措施，对其工作人员和公众产生的影响可以控制在根据最优化原则设置的项目剂量管理限值以下，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

1.5 相关规划符合性分析

1.5.1 土地利用规划符合性分析

本项目位于浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路519号3号工厂栋2楼SHOP车间，设备自带铅房，不设单独机房，利用现有场地，不新增用地，用地性质为工业用地，符合嘉兴市平湖区土地利用总体规划。

1.5.2 嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021] 108号），要求落实“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”（以下简称“三线一单”）约束，现分析如下：

（1）生态保护红线

本项目属于“平湖市钟埭街道产业集聚重点管控单元”（ZH33048220006），不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内。本项目不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目工作场所周围环境 γ 辐射剂量率属于正常本底范围。在落实本报告提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小，市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障；本项目主要使用能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。总体而言，本项目符合能源资源利用上线和水资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

根据《平湖市人民政府关于印发平湖市生态环境分区管控动态更新方案的通知》平政发〔2024〕23号），本项目与平湖市钟埭街道产业集聚重点管控单元的生态环境准入清单符合性分析见表1-2。

表 1-2 平湖市生态环境管控单元准入清单符合性分析表

平湖市生态环境管控单元准入清单要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。	/	/
	2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，对不符合钟平湖市重点支持产业导向的三类工业项目禁止准入，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升。	本项目为核技术利用项目，不属于三类工业项目。	符合
	3、提高电力、医药、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。	本项目属于核技术利用建设项目，不新增污染物排放量。	符合
	4、合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	本项目所在厂区与周边工业企业有道路或绿化带等作为隔离带。	符合
污染物排放管控	1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。	本项目属于核技术利用建设项目，不涉及污染物排放总量。	符合
	2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。	本项目不属于二类、三类工业项目。	符合
	3、新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。	本项目不属于新建、改建、扩建高耗能、高排放项目。	符合
	4、深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。	建设单位排水系统为雨污分流制。雨水排入雨水管；本项目生活污水经化粪池处理、调节池均质处理至符合 GB8978-1996《污水综合排放标准》表 4 中三级标准后纳入污水管网，送嘉兴联合污水处理厂处理。	符合
	5、加强土壤和地下水污染防治与修复。	不涉及。	符合
	6、重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	不涉及。	符合
环境风险防控	1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。	/	/
	2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。	建设单位已制定辐射事故应急预案。	符合

资源开发效率要求	1、推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目运营过程中主要消耗一定量的电能和少量城市生活用水，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不使用高耗能、低效率的设备。	符合
-----------------	----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	----

综合上述分析，本项目建设符合《平湖市生态环境分区管控动态更新方案》中的要求。

1.5.3 与“三区三线”符合性分析

根据《自然资源部关于全面开展国土空间规划的通知》（自然资发〔2019〕87号）等文件要求：“对现行土地利用总体规划、城市（镇）总体规划实施中存在矛盾的图斑，要结合国土空间基础信息平台的建设，按照国土空间规划‘一张图’要求，作一致性处理，作为国土空间用途管制的基础。一致性处理不得突破土地利用总体规划确定的2020年建设用地和耕地保有量等约束性指标，不得突破生态保护红线和永久基本农田保护红线，不得突破土地利用总体规划和城市（镇）总体规划确定的禁止建设区和强制性内容，不得与新的国土空间规划管理要求矛盾冲突。”自然资源部已于2020年11月24日发布《自然资源部关于做好近期国土空间规划有关工作的通知》（自然资发〔2020〕183号），其中要求：“新增城镇建设用地原则上应布局在报批的城镇开发边界内，并符合在国土空间规划中统筹‘三条控制线’等空间管控要求。”

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。其中，生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的陆域、水域、海域等区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线。永久基本农田是指按照一定时期人口和经济社会发展对农产品的需求，依据国土空间规划确定的不得擅自占用或改变用途的耕地。城镇开发边界是指在一定时期内因城镇发展需要，可以集中进行城镇开发建设，重点完善城镇功能的区域边界，设计城市、建制镇以及各类开发区等。

本项目拟建于浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路519号3号工厂栋2楼SHOP车间，根据嘉兴市“三区三线”划分成果，项目所在地为“城镇开发边界”，

工程占地不涉及永久基本农田与生态保护红线，本项目位于建设单位现有车间内，利用现有场地，不新增用地，对照上述各类文件要求，本项目建设符合“三区三线”的要求，项目所在地“三区三线”划分情况见附图 8。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

1.6.1 原有核技术利用项目许可情况

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司现有辐射活动已取得《辐射安全许可证》（浙环辐证[F6082]），有效期至 2029 年 5 月 29 日）。建设单位目前许可的种类和范围：使用 II 类射线装置。

1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位持有辐射安全许可证共许可使用 II 类射线装置 2 台。

射线装置明细见表 1-3。

表 1-3 建设单位原有核技术利用项目环保手续履行情况

序号	装置名称	规格型号	技术参数	数量	类别	辐射活动场所名称	环评批复情况	验收情况
1	工业 X 射线 CT 装置	VTX-750	管电压 130kV，管电流 0.3mA	1	II	SMT 车间 ASSY 生产线	嘉（平）环辐建 [2024]4 号	于 2024 年 6 月 11 日完成自主竣工环境保护验收
2	工业 X 射线 CT 装置	VTX-750	管电压 130kV，管电流 0.3mA	1	II	SMT 车间 SMT6 生产线		

1.7 原有核技术利用项目管理情况

（1）辐射防护管理机构

根据相关法律、法规、规范的要求，建设单位已成立了辐射安全与防护管理领导小组，并明确各部门职责。

（2）安全管理规章制度

建设单位制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括《辐射防护管理制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射工作场所监测管理办法》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理办法》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》。建设单位已有管理制度内容较为全面，符合相关要求，原有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

（3）辐射安全与防护培训情况

目前建设单位共有 4 名辐射工作人员，均通过国家核技术利用辐射安全与防护培

训平台辐射安全与防护培训，并取得考核合格成绩单。

（4）个人剂量监测及职业健康体检情况

建设单位已委托浙江建安检测研究院有限公司进行了个人剂量当量监测，根据建设单位最近连续两个季度（建设单位于 2024 年 5 月首次申领辐射安全许可证，因此辐射工作人员于 2024 年 5 月 1 日开展个人剂量监测，目前只有 2024.5.1-2024.7.29 和 2024.7.30-2024.10.27 两个检测周期的个人剂量监测报告）个人剂量监测报告显示个人剂量情况正常，均低于工作人员剂量约束值 1.25mSv/检测周期，近两个检测周期个人剂量监测报告见附件 9。

建设单位已为现有辐射工作人员 4 人进行了上岗前职业健康检查，由嘉兴市第二人民医院承担，体检结果表明现有辐射工作人员均可从事电离辐射工作。

（5）现有辐射工作场所管理

建设单位现有 2 台工业 CT 均设有安全联锁系统、多重开关、工作状态指示灯、急停装置、警告标识等安全设施等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。建设单位于 2024 年 6 月 11 日完成自主竣工环境保护验收，验收结论为尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司使用工业 X 射线 CT 装置项目基本落实了环境影响评价及批复文件对项目的环境保护要求，符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的有关规定，具备竣工环境保护验收条件。建设单位现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求。

（6）辐射应急演练和年度评估

建设单位已制定有《辐射事故应急预案》。建设单位拟根据《辐射事故应急预案》，定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，并及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。经与公司核实，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

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
	以下空白							

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
	以下空白									

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
	以下空白									

(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 X 射线 CT 装置	II	1	VT-X850	160	0.5	电子元器件的无损检测	3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间	新增

(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	
	以下空白												

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
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	/	排入大气环境

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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过;2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订), 中华人民共和国主席令第9号, 自2015年1月1日起施行修订版;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 自2003年9月1日起施行;2016年7月2日第一次修订;2018年12月29日第二次修订), 中华人民共和国主席令第48号, 自2018年12月29日起施行修订版;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年6月28日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过), 中华人民共和国主席令第六号, 自2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998年11月29日中华人民共和国国务院令第253号发布施行;2017年7月16日中华人民共和国国务院第682号令修订), 自2017年10月1日起施行修订版;</p> <p>(5) 《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16号, 2021年), 自2021年1月1日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005年9月14日经中华人民共和国国务院令第449号公布, 2014年7月29日经中华人民共和国国务院令第653号修订, 2019年3月2日经中华人民共和国国务院令第709号修订), 自2019年3月2日起施行修订版;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011年4月18日环境保护部令第18号), 自2011年5月1日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布, 2008年12月6日经环境保护部令第3号修正, 2017年12月20日经环境保护部令第47号修正, 2019年7月11日经生态环境部令第7号修改, 2020年12月25日经生态环境部令第20号修改), 自2021年1月4日起施行修改版;</p> <p>(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</p>
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

划生育委员会 公告 2017 年第 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》（环发[2006]145 号），自 2006 年 9 月 26 日起施行；

（11）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号公布），自 2024 年 2 月 1 日起施行；

（12）《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行；

（13）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行；

（14）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行；

（15）《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021]108 号），自 2021 年 11 月 19 日起施行；

（16）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布，根据 2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省林地管理办法〉等 9 件规章的决定》第一次修正，根据 2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省建设项目环境保护管理办法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等 9 件规章的决定》第三次修正）；

（17）《浙江省辐射环境管理办法》（2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布，根据 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等 9 件规章的决定》修正）；

（18）《浙江省生态环境厅关于发布〈省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）〉的通知》（浙环发[2023]33 号），自 2023 年 9 月 9 日起实施；

	<p>(19) 《浙江省生态环境保护条例》（浙江省第十三届人民代表大会公告 2022 年第 71 号），自 2022 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(20) 《嘉兴市生态环境局关于发布环境影响评价文件审批等行政权力事项分级办理规定的通知》（嘉环发[2023]61 号），自 2023 年 10 月 18 日起实施；</p> <p>(21) 《平湖市人民政府关于印发平湖市生态环境分区管控动态更新方案的通知》（平政发[2024]23 号），自 2024 年 9 月 12 日起实施。</p>
<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《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>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》；</p> <p>(3) 尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司提供的其它相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用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）对射线装置应用项目的评价范围的相关规定，本项目为工业 CT，自带铅房防护，因此确定本项目评价范围为工业 CT 实体屏蔽物边界外 50m 区域。评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

根据本项目周边环境情况调查，评价范围内主要为建设单位内部车间（3 号工厂栋 2 楼和 3 楼）、科智博公司厂区道路及绿化、3 号工厂栋 1 楼、2 号工厂栋、危废、危化仓库，项目周围 50m 范围内无居民区、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点。由于一般公众无法进入厂区车间，故本项目主要环境保护目标为辐射工作人员和厂区其他非辐射工作人员及公众成员。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标	方位	与工业 CT 边界最近距离 (m)		人数	年有效剂量约束值
		水平	垂直		
辐射工作人员	南侧	/	/	2 人	职业： 5.0mSv
SHOP 车间	四周	/	/	30 人/d	公众： 0.25mSv
走廊	南侧	13	/	50 人/d	
大会议室、厕所、机械室、解析室、休息室等	南侧	18	/	50 人/d	
开捆、部品仓库	西侧	18	/	10 人/d	
完成品仓库	西侧	42	/	10 人/d	
保全区、返修区	北侧	8	/	20 人/d	
PCBA ASSY 生产线	楼上（三楼）	紧邻	+4.5	10 人/d	
3 号工厂栋 2-3 楼其余公众	四周及楼上	0-50	0~(+4.5)	200 人/d	
道路及绿化	东侧	8-24	-4.5	300 人/d	厂区内 (科智博公司)
2 号工厂栋	东侧	24-50	-4.5	300 人/d	
道路及绿化	南侧	24-37	-4.5	300 人/d	
危废、危化仓库	南侧	37-50	-4.5	2 人/d	
道路及绿化	北侧	30-50	-4.5	300 人/d	
男子更衣室、女子更衣室	楼下（一楼）	紧邻	-4.5	50 人/d	
3 号工厂栋 1 楼其余公众	楼下	0-50	-4.5	100 人/d	

注：①本项目工业 CT 整体分为防护铅房和配电隔间，人员无法进入，且电柜门为常闭状态，因

此不将配电隔间作为保护目标。

②“-”表示该建筑物 1F 地面或房间地面低于本项目工业 CT。

③本项目工业 CT 采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，因此不会利用南侧危废、危化仓库。

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录 B

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）
20mSv。

本项目取其四分之一，即不超过 5mSv 作为辐射工作人员的年有效剂量约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取其四分之一，即不超过 0.25mSv 作为公众的年有效剂量约束值。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

监督和评价。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
150~200	<2.5

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。

X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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。

7.3.3 《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 射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 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，不需要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价值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司位于浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号，建设单位租用科智博公司 3 号工厂栋 2 楼和 3 楼作为生产经营场所。项目地理位置见附图 1。

本项目工业 CT 位于 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间东侧的 SHOP2 生产线，本项目辐射工作场所位置见附图 5。本项目拟建工业 CT 周边环境现场照片见图 8-1。



本项目1号工业CT拟摆放位置



本项目2号工业CT拟摆放位置



本项目所在3号工厂栋



3号工厂栋东侧-道路



3号工厂栋北侧-道路



3号工厂栋北侧-繁荣街

图 8-1 本项目拟建工业 CT 周边环境现场照片

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价对象

拟建工业 CT 及其周围辐射环境本底水平

8.2.2 监测因子

γ 辐射剂量率

8.2.3 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2024 年 11 月 18 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底，现有 3 楼两台工业 CT 正常运行。
- (7) 天气环境条件：温度 21°C，相对湿度 55%RH，阴
- (8) 监测报告编号：BG-GAHJ24380480-R
- (9) 监测设备

表 8-1 X- γ 剂量当量率仪参数

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05037878
能量范围	38keV-7MeV
量 程	模拟量程：10nSv/h-100 μ Sv/h；数字量程：1nSv/h-99.9 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
校准证书	2024H21-20-5449569001、2024H21-20-5449569002
校准日期	2024 年 08 月 27 日

8.2.4 质量保证措施

(1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工

作状态是否正常。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

(5) 监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3 监测点位及结果

根据项目的平面布置及项目情况布设监测点。本项目辐射环境现状监测点位图见图 8-2、8-3，各监测点位的监测结果见表 8-2。

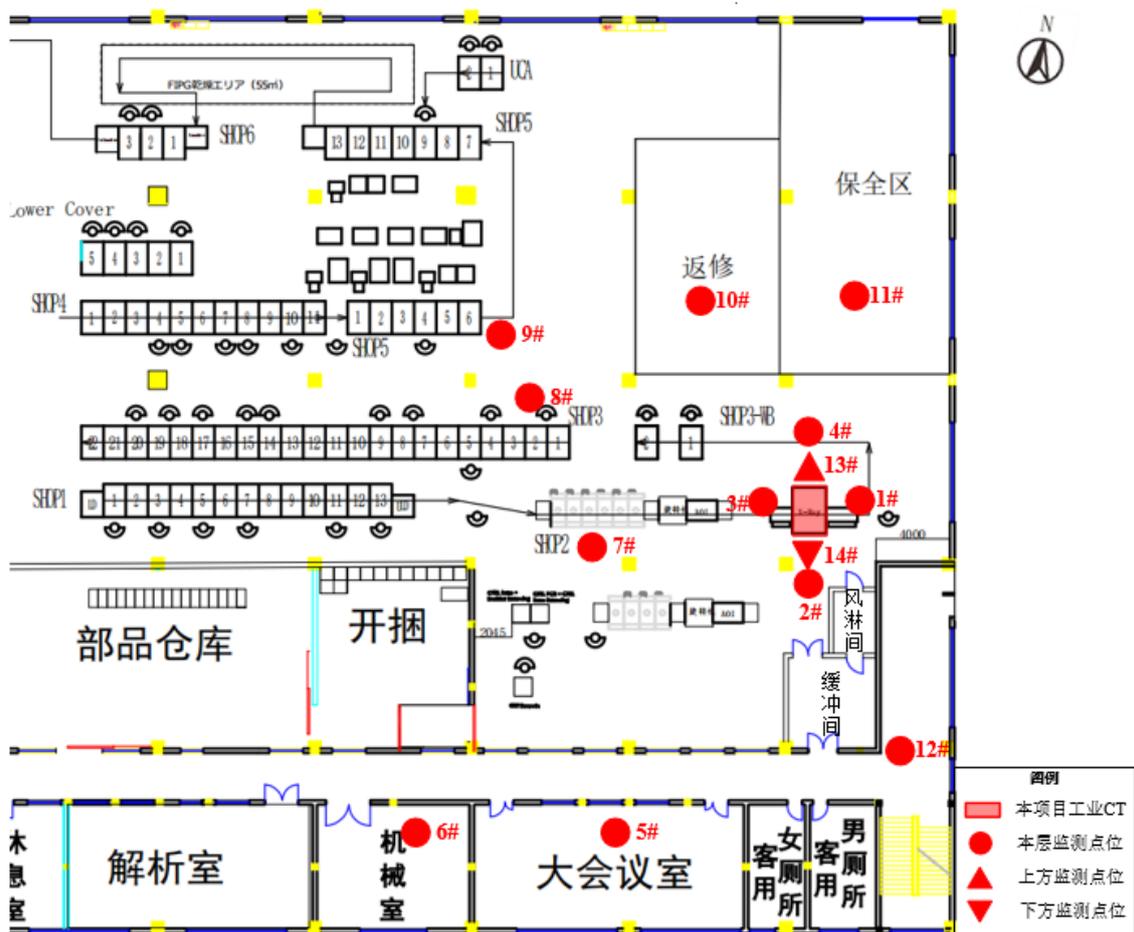




图 8-3 本项目工业 CT 及周围辐射环境质量现状监测点位图 2

表 8-2 辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)	备注
1	工业 CT 东侧	80±2	室内
2	工业 CT 南侧	75±2	室内
3	工业 CT 西侧	67±2	室内
4	工业 CT 北侧	78±3	室内
5	大会议室	100±2	室内
6	机械室	93±2	室内
7	SHOP2 生产线	101±2	室内
8	SHOP3 生产线	88±2	室内
9	SHOP5 生产线	87±1	室内
10	返修区	106±2	室内
11	保全区	101±2	室内
12	楼梯间	101±2	室内
13	工业 CT 上方三层	89±2	室内
14	工业 CT 下方一层	110±2	室内
15	东侧道路	76±2	室外
16	2 号工厂栋	75±2	室外
17	1 号工厂栋	67±2	室外
18	南侧道路	70±2	室外
19	危废、危化仓库	88±2	室外

20	西侧道路	68±3	室外
21	北侧道路	75±2	室外
22	北侧繁荣路	79±2	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.19，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点宇宙射线的响应值为 23nGy/h（监测地址：宁波东钱湖湖心水面，监测时间：2024 年 9 月 11 日）。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目工业 CT 拟建区域及周围环境室内 γ 辐射剂量率范围为 67~110nGy/h，即 $6.7\times 10^{-8}\sim 11.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，本项目工业 CT 拟建区域及周围环境室外道路 γ 辐射剂量率范围为 67~88nGy/h，即 $6.7\times 10^{-8}\sim 8.8\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知嘉兴地区室内 γ 辐射剂量率在 $7.6\times 10^{-8}\sim 27.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间；道路 γ 辐射剂量率在 $2.8\times 10^{-8}\sim 11.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间。可见本项目拟建地点的 γ 辐射水平处于当地天然辐射水平范围之内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

本项目拟使用的欧姆龙公司 VT-X850 型工业 CT，设备整体分为防护铅房和配电隔间两部分，见图 9-1。设备由自带钢铅结构的屏蔽体、X 射线源、探测器、装载门、数据处理系统等组成，外观结构图如图 9-2 所示，工件传输示意图如图 9-3 所示。

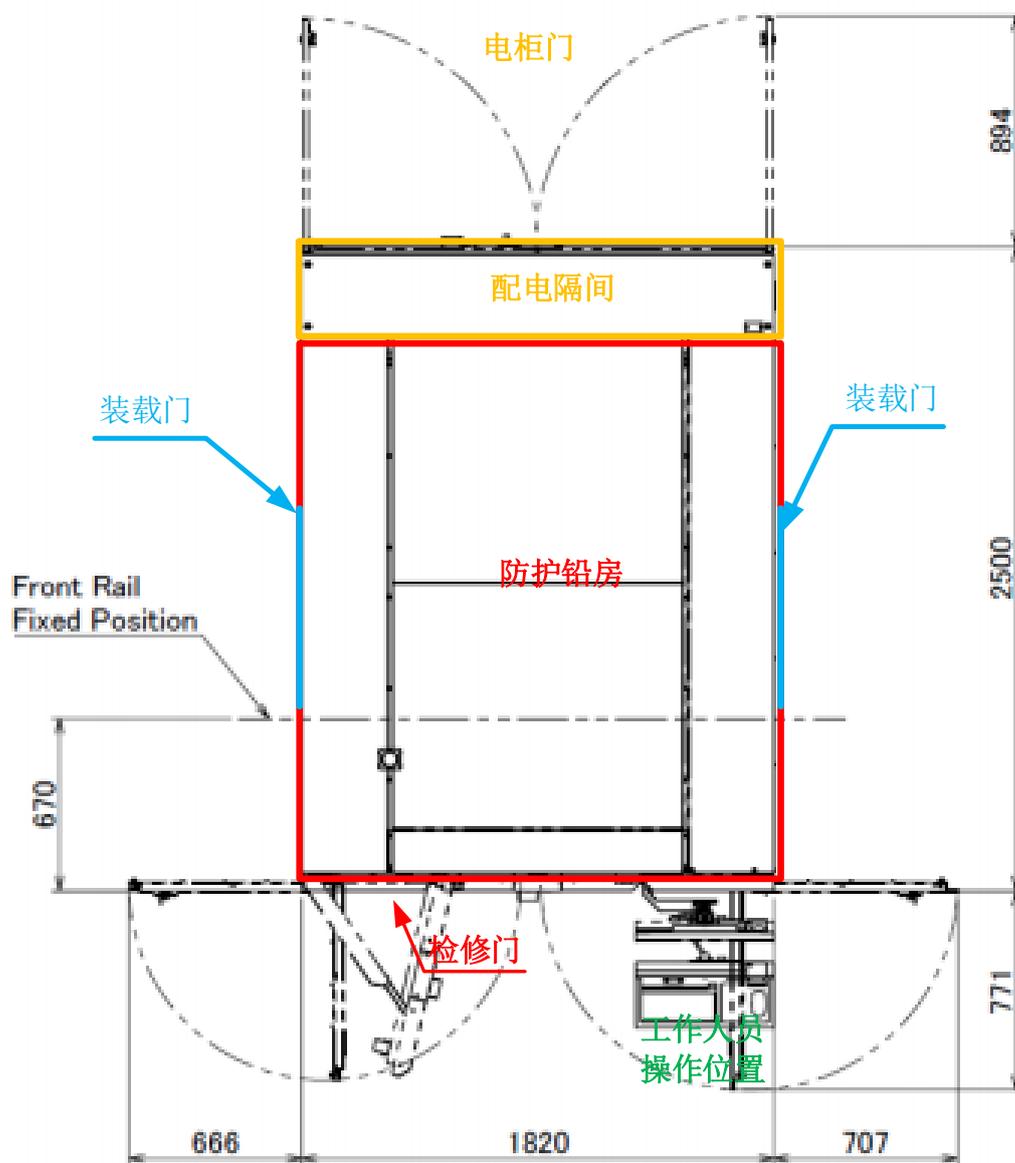


图 9-1 本项目工业 CT 设备整体构造图



图 9-2 本项目工业 CT 结构外观图

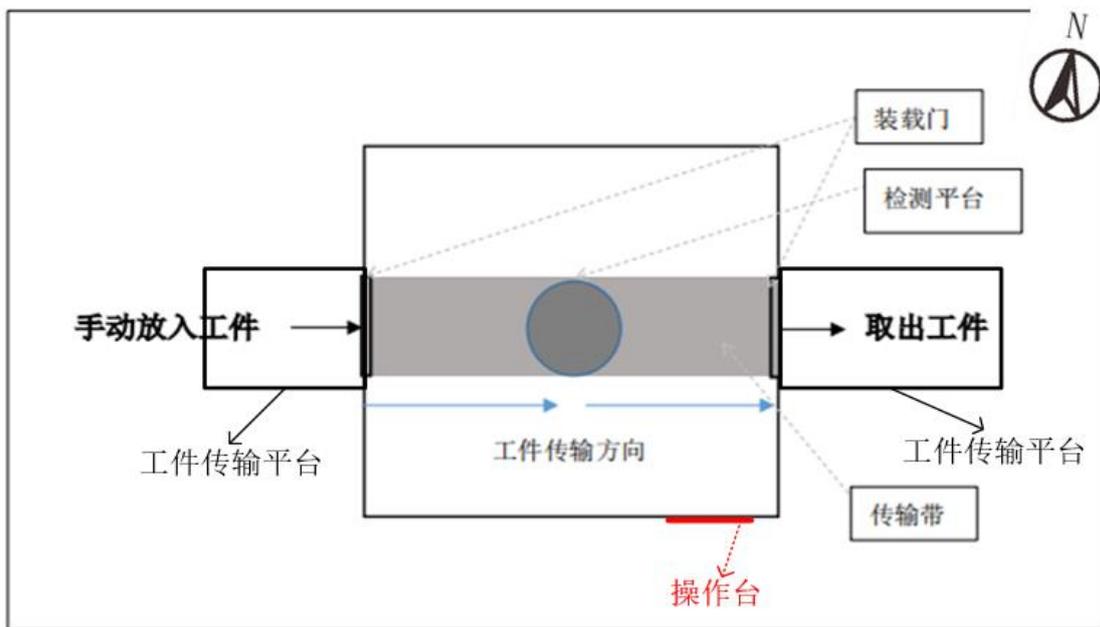


图 9-3 工件传输俯视示意图

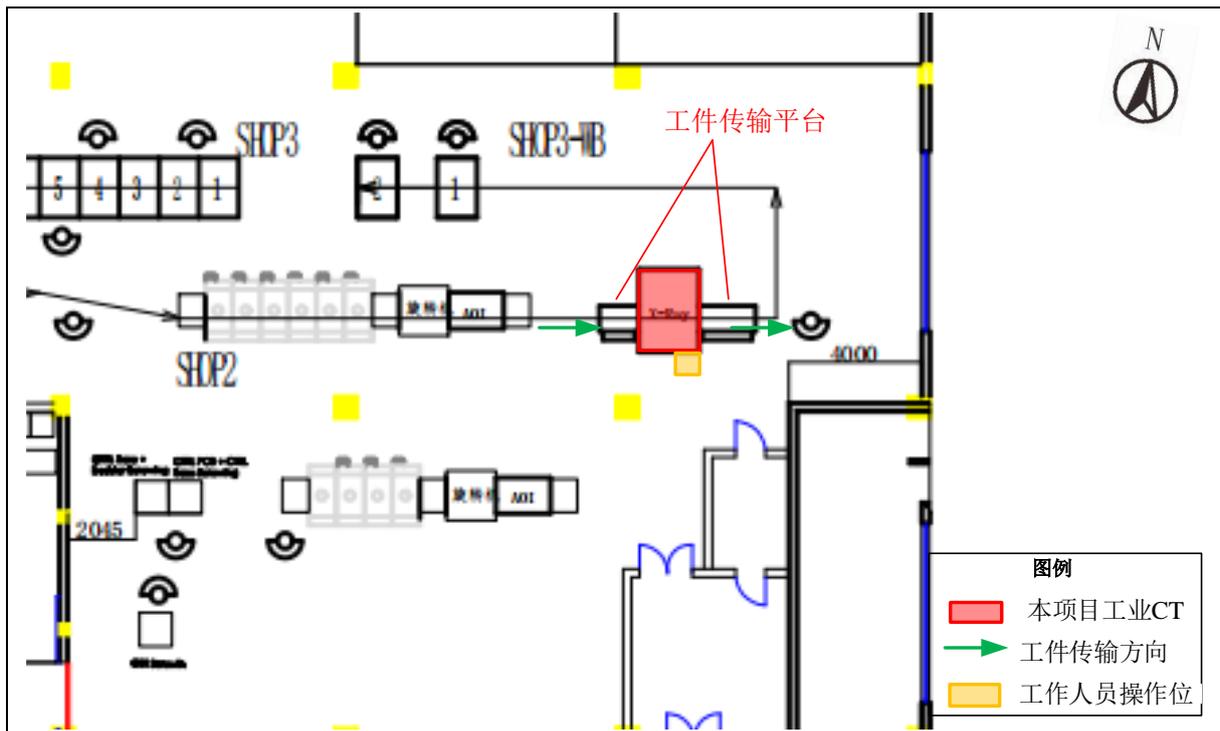


图 9-4 本项目工业 CT 工件传输示意图

工作方式：该设备自带防护铅房，待检工件通过工件传输平台运载至防护铅房内进行检测，装载门通过操作台的操作面板按键方式进行打开和关闭，关闭后无法直接打开，需通过操作台的操作面板解锁后才能打开，人员不能进入屏蔽体内部。辐射工作人员位于设备正面操作台，操作打开装载门，将待检工件放至在左侧工件传输平台上，由输送带自动传送至检测平台；工作人员回到操作台后，操作关闭装载门、设置好检测参数，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据（出束时工作人员位于设备正面操作台处）；完成检测后工件，工作人员操作打开装载门，工件由输送带自动传送至右侧工件传输平台，工作人员操作关闭装载门后，取出工件。**X 射线出束期间，样品自动完成检测，出束期间无需人员干预。**

本项目工业 CT 带有两扇装载门，分别位于设备的左、右侧（以工作人员操作位为正面）。工业 CT 的左、右侧两扇装载门均设置有传输带，工件采取左进右出的方式；本项目工业 CT 工件传输示意图如图 9-4 所示。

X 射线管上方有一个检测平台，待检工件由输送带自动传送至检测平台上后，X 射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。在扫描过程中工件位置不动，由 X 射线管在水平方向上移动。

9.1.2 工作原理

9.1.2.1 射线装置原理

X 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管基本结构如图 9-5 所示。

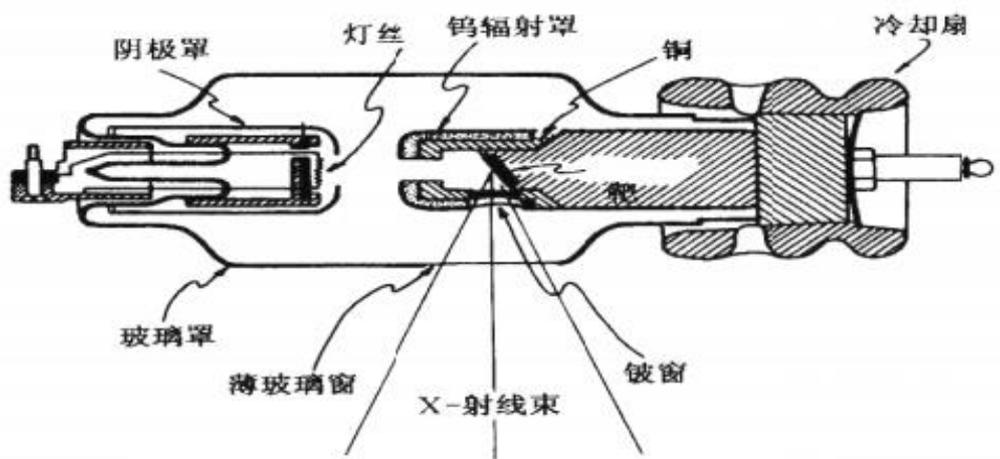


图9-5 X射线管基本结构图

9.1.2.2 工业 CT 原理

电子计算机断层摄影 (Computed Tomography, 简称 CT) 是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 一般由 X 射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作示意图如图 9-6 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。射线源发出扇形射束，扇形射束的角度很小。机械扫描系统实现 CT 扫描时 X 射线管在水平方向进行平移和旋转，探测器系统同步进行水平方向的平移和旋转来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，

一般小型设备自带屏蔽设施。

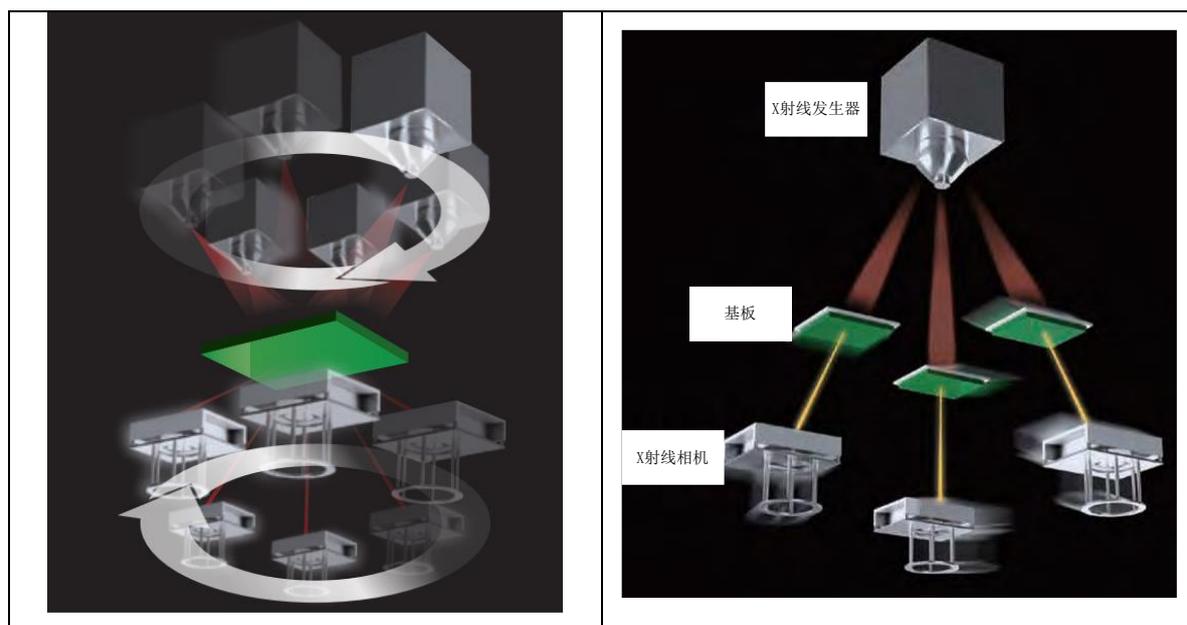


图9-6 工业CT工作示意图

9.1.3 工作流程及产污分析

辐射工作人员将需要进行检测的工件放置在左侧工件传输平台传输带上，由输送带自动传送至检测平台，辐射工作人员位于设备正面操作台处调节检测参数，操作设备装载门关闭后，开启 X 射线管进行扫描。X 射线管开启后，警示灯亮，并发出警报声。扫描过程中工件固定位置不动，扫描时 X 射线管在水平方向进行平移和旋转（扫描过程中工作人员位于设备正面操作台处）。扫描完成后，警示灯熄灭。辐射工作人员从右侧工件传输平台取出工件。本项目工作流程及产污环节分析图如图 9-7 所示。

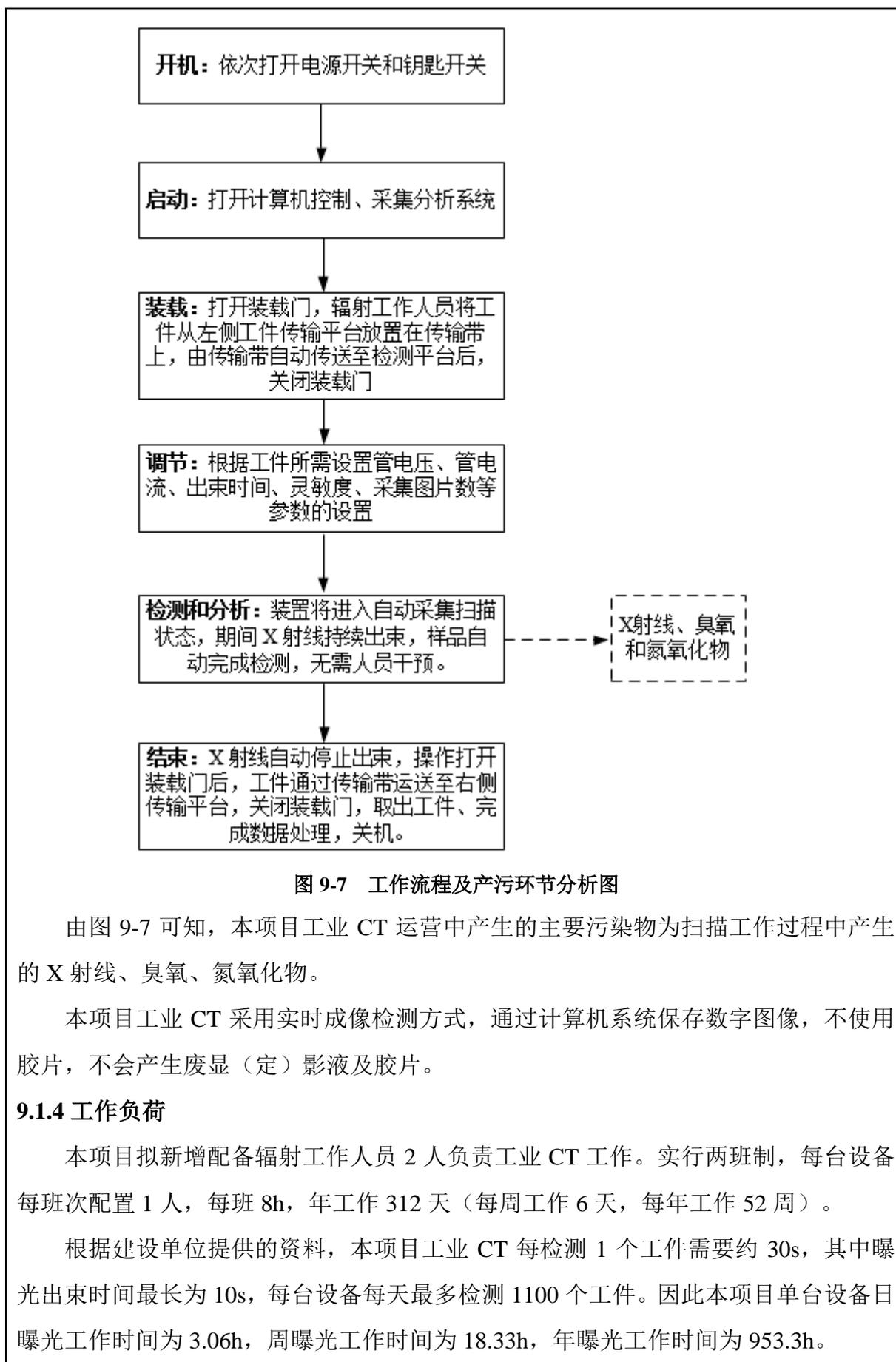


图 9-7 工作流程及产污环节分析图

由图 9-7 可知，本项目工业 CT 运营中产生的主要污染物为扫描工作过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。

本项目工业 CT 采用实时成像检测方式，通过计算机系统保存数字图像，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。

9.1.4 工作负荷

本项目拟新增配备辐射工作人员 2 人负责工业 CT 工作。实行两班制，每台设备每班次配置 1 人，每班 8h，年工作 312 天（每周工作 6 天，每年工作 52 周）。

根据建设单位提供的资料，本项目工业 CT 每检测 1 个工件需要约 30s，其中曝光出束时间最长为 10s，每台设备每天最多检测 1100 个工件。因此本项目单台设备日曝光工作时间为 3.06h，周曝光工作时间为 18.33h，年曝光工作时间为 953.3h。

9.2 污染源项分析

9.2.1 X 射线

本项目工业 CT 为 II 类射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目工业 CT 只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

9.2.2 臭氧和氮氧化物

本项目工业 CT 在开机状态下，X 射线会与空气电离产生少量臭氧和氮氧化物等有害气体。

9.2.3 危险废物

本项目工业 CT 采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废。

9.3 事故工况源项分析

根据建设单位工业 CT 的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射：

（1）安全连锁装置发生故障，装载门或检修门未关闭时，外面人员启动工业 CT 进行检测，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

（2）安全连锁装置发生故障，无关人员打开装载门或检修门，造成人员被照射，引发辐射事故。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性分析

本项目工业 CT 位于 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间东侧的 SHOP2 生产线，平面布置图见附图 5。辐射工作场所周围相邻区域布局情况见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及周围相邻区域布局情况一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
工业 CT	东侧	车间内过道
	南侧	走廊、大会议室、厕所、机械室、解析室、休息室等
	西侧	开捆、部品仓库、完成品仓库
	北侧	保全区、返修区
	楼上	PCBA ASSY 生产线
	楼下	男子更衣室、女子更衣室

本项目工业CT位于3号工厂栋2楼SHOP车间东侧，避开了车间内部人群较多的工作场所，且有用线束由上朝下，对周围人员的辐射影响小；工作人员操作位位于设备的正面，避开了有用线束照射的方向。工业CT的布局设计既促进各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。工业CT工作过程中产生的X射线经自屏蔽防护和距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

10.1.2 两区划分

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对防护安全的要求：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。

本项目将工业 CT 内部区域划分为控制区，设备出束时，任何人员不得停留/进入控制区，工业 CT 外表面张贴电离辐射警告标志及中文说明；将工业 CT 设备表面外 1m 以内的区域划分为监督区，在监督区边界地面划警示线，无关人员不得进入监督区。本项目辐射工作场所的分区管理划分见图 10-1 与表 10-2。

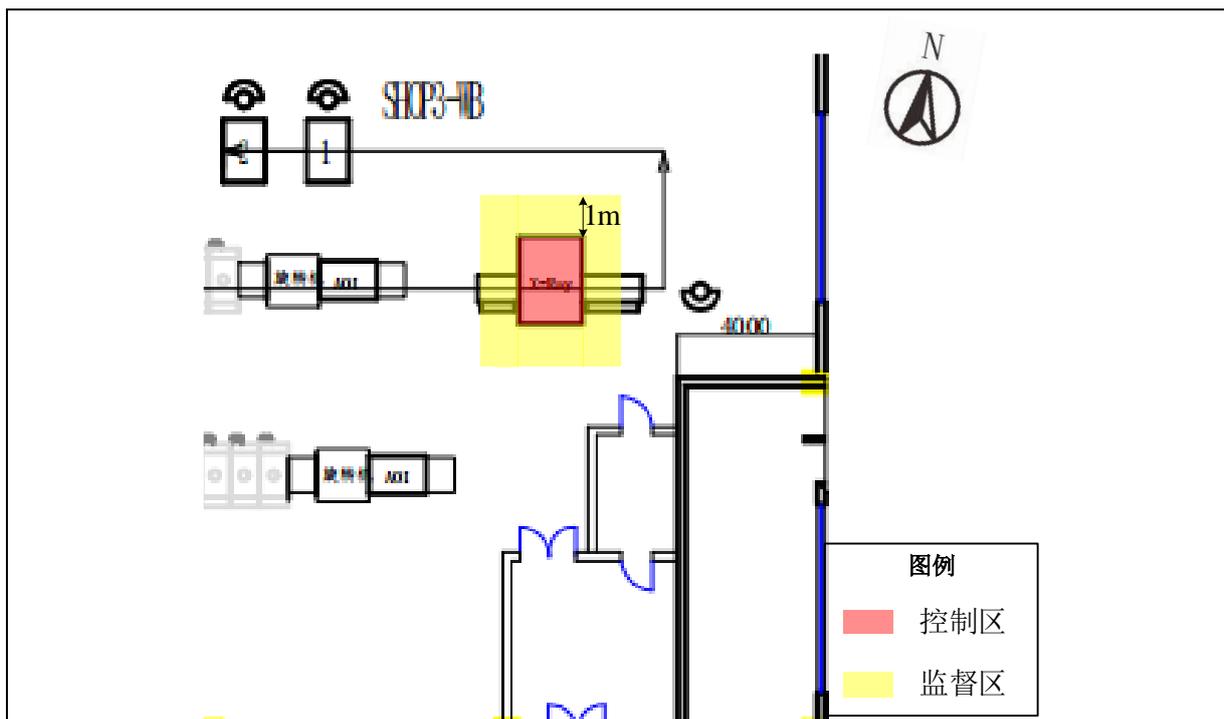


图 10-1 本项目工业 CT 平面布局及两区划分图

表10-2 本项目辐射工作场所两区划分

辐射工作场所	控制区	监督区
工业CT工作区域	工业CT内部	工业CT设备表面外1m以内的区域

10.1.3 辐射安全防护及环保设施

(1) 屏蔽设计采取措施

根据建设单位提供的资料可知，本项目工业 CT 设备采用自带的防护铅房进行实体屏蔽，设备整体分为防护铅房和配电隔间，设备整体长 2500mm×宽 1820mm×高 1820mm，防护铅房尺寸为长 2211mm×宽 1820mm×高 1720mm，配电隔间长 289mm×宽 1820mm×高 1720mm。

防护铅房底部为主射面，采用 6.5mm 铅板进行防护；前侧采用 7.0mm 铅板、后侧采用 6.5mm 铅板、左右两侧分采用 6.0mm 铅板、顶部采用 5.0mm 铅板进行防护；装载门（两扇）均采用 6.0mm 铅板进行防护，检修门（1 扇）采用 7.0mm 铅板进行防护；线缆穿孔位于后侧，通风孔处位于顶部，穿墙处均采用不低于该侧铅板厚度进行屏蔽防护补偿。

本项目工业 CT 的防护铅房屏蔽情况见表 10-3，防护设计见图 10-2。

表 10-3 防护铅房设计屏蔽情况一览表

项目	内容
设备尺寸（防护铅房尺寸）	长 2211mm×宽 1820mm×高 1720mm

顶部屏蔽防护	5.0mm 铅板
前侧屏蔽防护	7.0mm 铅板
后侧及底部屏蔽防护	6.5mm 铅板
左、右两侧屏蔽防护	6.0mm 铅板
装载门（2 扇）屏蔽防护	6mm 铅板
检修门（1 扇）屏蔽防护	7mm 铅板
线缆穿孔屏蔽防护	6.5mm 铅板
通风孔屏蔽防护	6.0mm 铅板

备注：厂家设计时考虑到设备前侧为操作台，辐射工作人员操作位置居留较久，因此将前侧屏蔽防护设计铅当量略高于后侧。

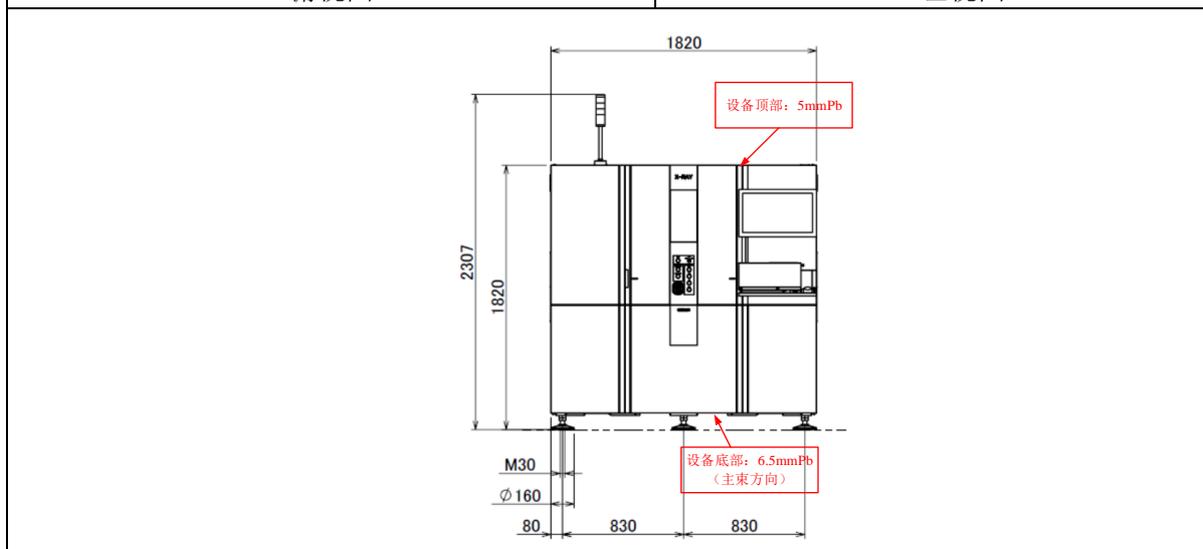
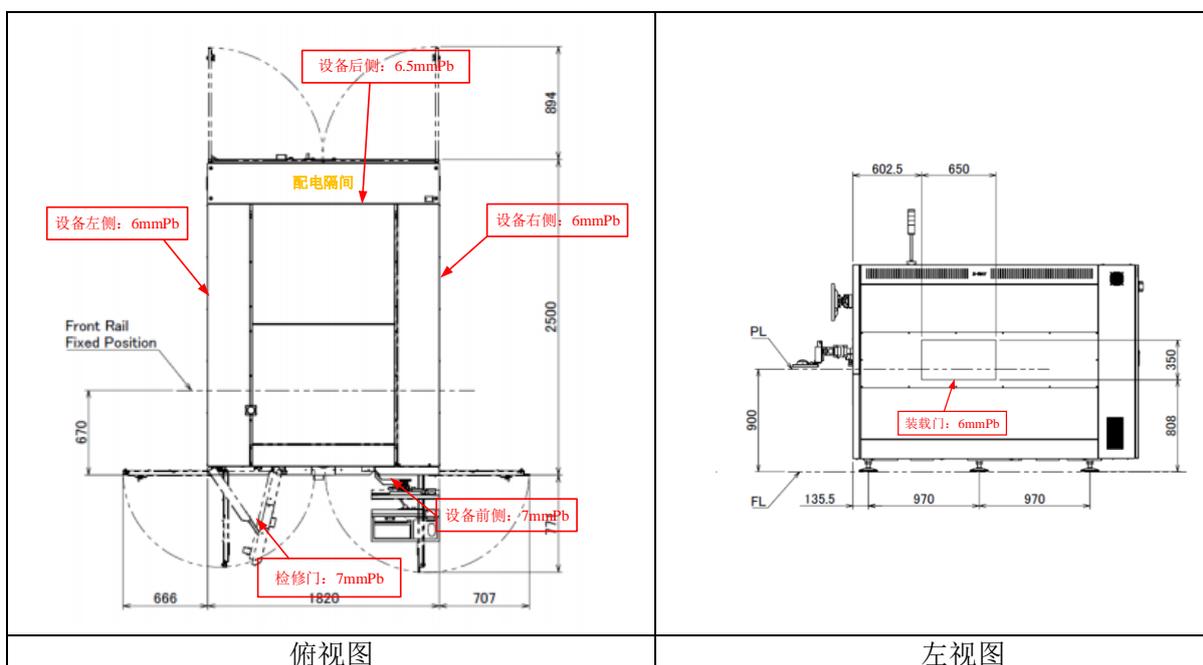


图 10-2 本项目工业 CT 防护铅房设计图

(2) 辐射安全装置和防护措施

①实体屏蔽：本项目工业 CT 采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，可保证设备运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外远程操作，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。

②人员防护措施：工作人员进行无损检测工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。

③安全连锁系统：本项目设有安全连锁系统，安全连锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门和检修门正常关闭、警示装置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处于正常位置，射线装置将不能启动。X 射线出束期间，触发任何一道安全设施或者发生故障，X 射线将立即切断出束。配电隔间的电柜门不参与安全连锁系统。

④多重开关：射线装置设有钥匙开关、主电源开关（见图 9-2），只有两个开关同时打开后设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束。检测工作结束后将拔出钥匙，交由专人保管，只有授权的工作人员才能使用钥匙，非授权人员无法操作射线装置。

⑤工作状态指示灯：本项目的射线装置自带有工作状态指示灯，具有三种工作状态指示，能够反映不同的工作状态。工作状态指示灯位置见图 9-2。

⑥急停装置：射线装置正面机身醒目位置设有 1 个急停按钮，急停按钮将标明功能和使用方法，发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源，立即停止出束。急停按钮位置见图 9-2 和图 10-3。

⑦警告标识：工业 CT 外表面醒目处张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

⑧固定式场所辐射探测报警装置：本项目工业 CT 在 SHOP2 生产线安装使用，因此建设单位拟在 SHOP 车间内配置一套固定式场所辐射探测报警装置，拟将显示屏安装在车间东侧墙体，探测器安装在工业 CT 设备表面。

⑨X-γ 辐射剂量率巡测仪：建设单位已配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡测仪，定期（每季度）使用便携式辐射巡测仪对设备的各个面进行巡测，如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备，应及时通知厂家对设备进行维修维护，并委托有资质的机构对维修后设备的辐射防护性能进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用该设备。

⑩监控设施：车间内安装有监控设施，可以通过监控观察到辐射工作人员的活动

和设备运行状态。

⑪排风装置：本项目工业 CT 设备左右两侧自带排风装置，排风量 800m³/h，每小时通风换气次数不小于 3 次。

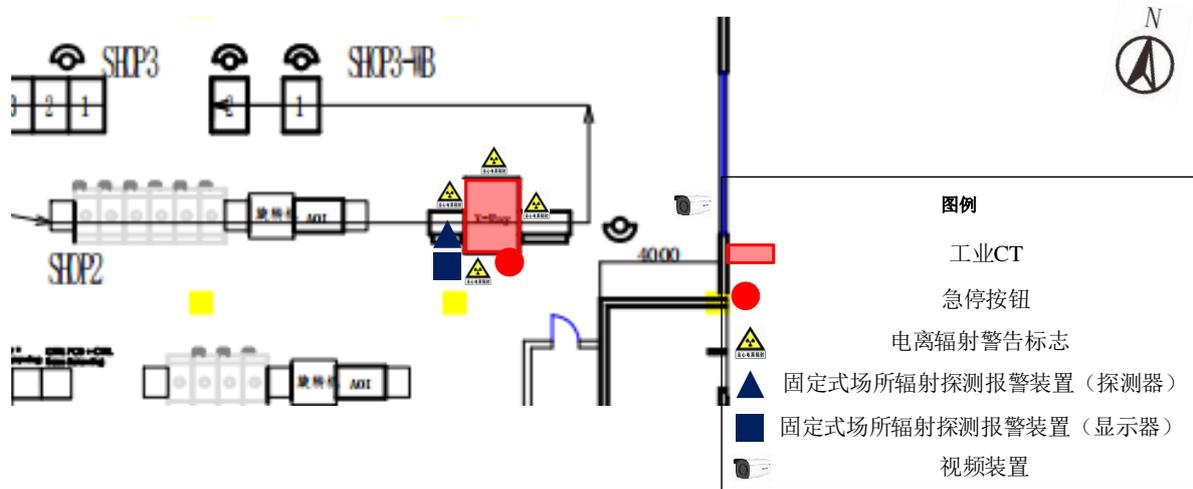


图 10-3 本项目防护措施位置示意图

10.1.4 工业 CT 的检查和维修

（1）工作前检查项目应包括：

- ①工业 CT 外观是否完好；
- ②电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；
- ③安全连锁是否正常工作；
- ④报警设备和警示灯是否正常运行；
- ⑤螺栓等连接件是否连接良好；
- ⑥车间内安装的固定辐射检测仪是否正常。

（2）建设单位的定期检查：

- ①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；
- ②所有的连锁和紧急停机开关的检查；
- ③制造商推荐的其他常规检测项目。

（3）设备维护应符合下列要求：

- ①建设单位应对工业 CT 的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- ②设备维护包括工业 CT 的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- ③当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

④应做好设备维护记录。

10.2 三废的治理

根据 X 射线的工作原理，本项目工业 CT 在工作时产生 X 射线，造成工业 CT 内空气电离，产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目工业 CT 体积约为 8.3m³，设备左右两侧自带排风装置，排风量 800m³/h，每小时通风换气次数不小于 3 次，臭氧及氮氧化物通过设备左右两侧自带排风装置排放至车间，车间可通过车间通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境的影响是可接受的。

本项目设备为工业 CT，用计算机信息处理和图像重建技术，以图像形式显示出来，同时本项目射线装置采用先进的数字成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片，X 射线只有在设备工作时才会产生，当工作人员关机终止设备运行时，X 射线也随之消失。在使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对探伤设施的退役的相关要求“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”。

本项目使用的工业 CT 射线装置在进行报废处理时，将对射线装置的 X 射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

10.3 投资概算一览表

本项目总投资约 320 万元，估算环保投资 4 万元，占总投资额的 1.25%。项目环保投资估算见表 10-4。

表10-4 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

类别	环保设施措施	金额（万元）
辐射屏蔽措施	设备自带屏蔽防护：防护铅房底部为主射面，采用6.5mm铅板进行防护；前侧采用7.0mm铅板、后侧采用6.5mm铅板、左右两侧分采用6.0mm铅板、顶部采用5.0mm铅板进行防护；装载门（两扇）均采用6.0mm铅板进行防护，检修门（1扇）均采用7.0mm铅板进行防护；线缆穿孔和通风孔处采用不低于该侧铅板厚度进行防护。	/
安全装置	射线装置正面机身醒目位置设有急停按钮	/
	安全联锁系统和多重开关	/
	工作状态指示灯	/
废气处理	工业 CT 设备左右两侧自带排风装置	/

监测仪器	固定式场所辐射探测报警装置	1.0
个人防护用品	为每名辐射工作人员配备个人剂量计,配备1台个人剂量报警仪;	0.3
监测	委托第三方机构常规监测和自主竣工环境保护验收监测;	2.0
人员培训	辐射工作人员上岗培训;	/
警示标识	电离辐射警告标志、地面划警戒线等;	0.2
辐射应急	辐射应急物资、人员培训、应急演练;	0.3
其他	辐射相关规章制度上墙;	0.2
合计		4.0

设备运行后,建设单位应根据国家发布的法规内容,结合自身实际情况对环保设施做相应补充,使之更能满足实际需要和法规要求。

表 11 环境影响分析

11.1建设阶段对环境的影响

本项目拟在 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间新增使用 1 台工业 CT，设备为整体外购，自带防护铅房，不单独设置机房，因此无土建施工期影响。

设备的调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行调试设备。在设备调试阶段，应加强辐射防护管理。在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在工业 CT 外表面设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于本项目工业 CT 为整体外购，自带防护铅房。因此调试阶段 X 射线经过屏蔽防护后，不会对周围环境造成电离辐射影响。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工作场所周围环境辐射影响分析

本项目通过理论计算评价方法来预测运行期工业 CT 投入使用后的辐射环境影响。

本项目工业 CT 最大管电压为 160kV，最大管电流均为 0.5mA，有用射线均固定由上向下照射，均自带防护铅房。本次计算以装置满功率运行时对设备四周、顶部及底部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) 关注点选取

本项目工业CT分为防护铅房和配电隔间两部分，仅防护铅房六面及装载门和检修门设有防护屏蔽，配电隔间人员无法进入，且电柜门为常闭状态，因此不将配电隔间内作为关注点。因此本项目关注点位设置在工业CT设备周围。本项目的关注点分布如图11-1所示。

本项目工业CT的X射线管发出扇形射束，扇形射束的角度很小，有用线束照射方向固定由上向下。X射线管垂直方向上固定不动(距装置底部1.22m，距装置顶部0.5m)，水平方向上根据工件的检测要求进行圆周运动（距正面最近为0.55m，距后面最近为1.311m，距左右两侧最近为0.51m），根据9.1.2.2章节对设备工作原理的分析，主线束不会从其他方向斜穿出去，防护铅房底部为主射面。X射线管在水平方向移动的极限位置如图11-2所示，本项目辐射源点距关注点的距离按最不利的情况进行考虑和计算。

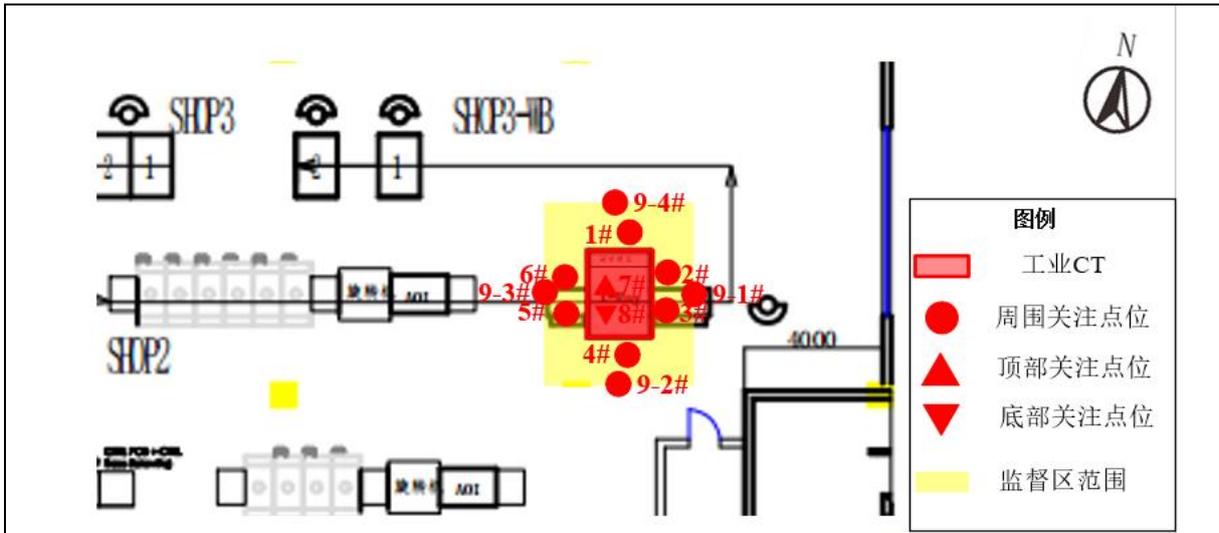


图 11-1 本项目关注点分布示意图

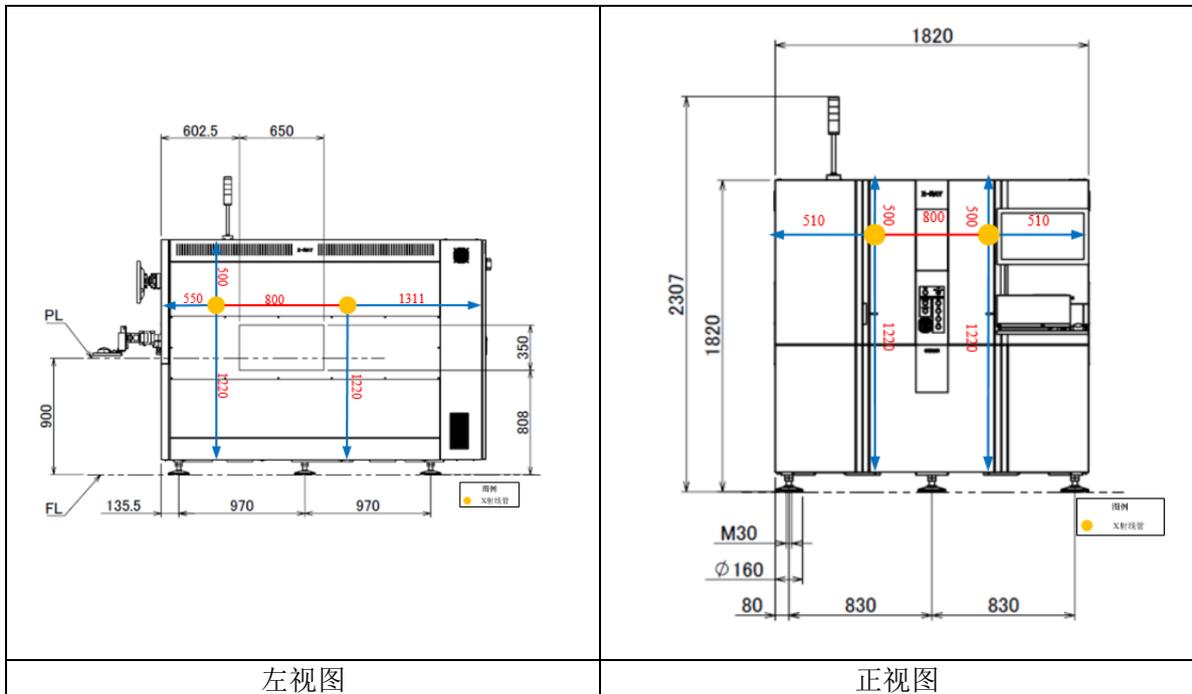


图 11-2 X 射线管位置示意图

(2) 公式及参数选取

①有用线束的屏蔽估算：

关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式 (11-1) 计算：

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

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA) ；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6.0×10^4 ；本项目工业 CT 管电压为 160kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 及内插法，160 kV 取 $H_0=20.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 进行计算；

B ——屏蔽透射因子，本项目设备最大管电压 160kV 状态下屏蔽透射因子由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1 可知 200kV 下 6.5mm 铅 B 值为 1.0×10^{-6} ，因此本项目 160kV 下 6.5mm 铅，保守取 B 值为 1.0×10^{-6} 进行计算；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

②泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

按式（11-2）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H ，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (11-2)$$

式中：

B ——屏蔽透射因子，对于给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按照式（11-3）计算；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

H_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目工业 CT 的泄漏辐射剂量率取 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

对于给定屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式（11-3）计算，

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-3)$$

式中：

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——半值层厚度。

③散射辐射屏蔽的估算方法如下：

关注点的散射辐射剂量率 H （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-4）计算：

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

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6.0×10^4 ；本项目管电压为 160kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 及内插法，160 kV 取 $H_0=20.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 进行计算；

B ——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV 据表查得 90° 散射辐射为 150kV，再根据附录 B 表 B.2 查得：150kV 的 X 射线 $\text{TVL}_{\text{铅}}=0.96\text{mm}$ ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按照式（11-3）计算；

F —— R_0 处的辐射野面积，为平方米（ 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 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_S ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

（3）屏蔽计算

根据公式（11-1）计算工业 CT 底部（主束方向）外表面 30cm 处主射线辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 主射线剂量率水平预测参数及结果

关注点	编号	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I mA	R m	B	\dot{H} $\mu\text{Sv/h}$
工业 CT 底部外表面 30cm 处	8#	1.22×10^6	0.5	1.22	1.0E-06	3.50E-01

根据公式（11-2）、（11-3）计算工业 CT 周边泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	编号	\dot{H}_L $\mu\text{Sv/h}$	R m	X mm	TVL mm	B	\dot{H} $\mu\text{Sv/h}$
工业 CT 北侧外表面 30cm 处	1#	2.5E+03	1.611	6.5	1.05	6.45E-07	6.21E-03
工业 CT 东侧外表面 30cm 处	2#	2.5E+03	0.810	6.0	1.05	1.93E-06	7.36E-02
工业 CT 东侧装载门外表面 30cm 处	3#	2.5E+03	0.810	6.0	1.05	1.93E-06	7.36E-02
工业 CT 南侧外表面 30cm 处	4#	2.5E+03	0.850	7.0	1.05	2.15E-07	7.45E-03
工业 CT 西侧外表面 30cm 处	5#	2.5E+03	0.810	6.0	1.05	1.93E-06	7.36E-02
工业 CT 西侧装载门外表面 30cm 处	6#	2.5E+03	0.810	6.0	1.05	1.93E-06	7.36E-02

铅房顶部外表面 30cm 处	7#	2.5E+03	0.800	5.0	1.05	1.73E-05	6.76E-01
工业 CT 设备表面外 1m 处东 侧监督区边界	9-1#	2.5E+03	1.510	6.0	1.05	1.93E-06	2.12E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处南 侧监督区边界	9-2#	2.5E+03	1.550	7.0	1.05	2.15E-07	2.24E-04
工业 CT 设备表面外 1m 处西 侧监督区边界	9-3#	2.5E+03	1.510	6.0	1.05	1.93E-06	2.12E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处北 侧监督区边界	9-4#	2.5E+03	2.311	6.5	1.05	6.45E-07	3.02E-04
注：本项目设备最大管电压 160kV 状态下铅值层由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2 内插法取得，TVL 取 1.05mm。							

根据公式（11-3）、（11-4）计算工业 CT 周边散射辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	编号	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I mA	R_s m	X mm	TVL mm	B	$F\cdot a/R_0^2$	\dot{H} $\mu\text{Sv/h}$
工业 CT 北侧外表面 30cm 处	1#	1.22×10^6	0.5	1.611	6.5	0.96	1.69E-07	1/60	6.64E-04
工业 CT 东侧外表面 30cm 处	2#	1.22×10^6	0.5	0.810	6.0	0.96	5.62E-07	1/60	8.71E-03
工业 CT 东侧装载门 外表面 30cm 处	3#	1.22×10^6	0.5	0.810	6.0	0.96	5.62E-07	1/60	8.71E-03
工业 CT 南侧外表面 30cm 处	4#	1.22×10^6	0.5	0.850	7.0	0.96	5.11E-08	1/60	7.19E-04
工业 CT 西侧外表面 30cm 处	5#	1.22×10^6	0.5	0.810	6.0	0.96	5.62E-07	1/60	8.71E-03
工业 CT 西侧装载门 外表面 30cm 处	6#	1.22×10^6	0.5	0.810	6.0	0.96	5.62E-07	1/60	8.71E-03
铅房顶部外表面 30cm 处	7#	1.22×10^6	0.5	0.800	5.0	0.96	6.19E-06	1/60	9.83E-02
工业 CT 设备表面外 1m 处东侧监督区边 界	9-1#	1.22×10^6	0.5	1.510	6.0	0.96	5.62E-07	1/60	2.51E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处南侧监督区边 界	9-2#	1.22×10^6	0.5	1.550	7.0	0.96	5.11E-08	1/60	2.16E-04
工业 CT 设备表面外 1m 处西侧监督区边 界	9-3#	1.22×10^6	0.5	1.510	6.0	0.96	5.62E-07	1/60	2.51E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处北侧监督区边 界	9-4#	1.22×10^6	0.5	2.311	6.5	0.96	1.69E-07	1/60	3.23E-04

注：本项目设备最大管电压 160kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV 据表查得 90° 散射辐射为 150kV，再根据附录 B 表 B.2 查得：150kV 的 X 射线 TVL₉₀=0.96mm， $F\cdot a/R_0^2$ 取 1/60。

工业 CT 周边散射辐射剂量率水平与泄漏辐射剂量率水平叠加后，相关计算结果见表 11-4。

表 11-4 工业 CT 周边辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	编号	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
工业 CT 北侧外表面 30cm 处	1#	6.21E-03	6.64E-04	6.87E-03
工业 CT 东侧外表面 30cm 处	2#	7.36E-02	8.71E-03	8.23E-02
工业 CT 东侧装载门外表面 30cm 处	3#	7.36E-02	8.71E-03	8.23E-02
工业 CT 南侧外表面 30cm 处	4#	7.45E-03	7.19E-04	8.17E-03
工业 CT 西侧外表面 30cm 处	5#	7.36E-02	8.71E-03	8.23E-02
工业 CT 西侧装载门外表面 30cm 处	6#	7.36E-02	8.71E-03	8.23E-02
铅房顶部外表面 30cm 处	7#	6.76E-01	9.83E-02	7.74E-01
工业 CT 设备表面外 1m 处东侧监督区边界	9-1#	2.12E-03	2.51E-03	4.63E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处南侧监督区边界	9-2#	2.24E-04	2.16E-04	4.40E-04
工业 CT 设备表面外 1m 处西侧监督区边界	9-3#	2.12E-03	2.51E-03	4.63E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处北侧监督区边界	9-4#	3.02E-04	3.23E-04	6.25E-04

表 11-5 工业 CT 周边辐射剂量率水平预测结果

关注点	编号	合计($\mu\text{Sv/h}$)
工业 CT 北侧外表面 30cm 处	1#	6.87E-03
工业 CT 东侧外表面 30cm 处	2#	8.23E-02
工业 CT 东侧装载门外表面 30cm 处	3#	8.23E-02
工业 CT 南侧外表面 30cm 处	4#	8.17E-03
工业 CT 西侧外表面 30cm 处	5#	8.23E-02
工业 CT 西侧装载门外表面 30cm 处	6#	8.23E-02
铅房顶部外表面 30cm 处	7#	7.74E-01
铅房底部外表面 30cm 处	8#	3.50E-01
工业 CT 设备表面外 1m 处东侧监督区边界	9-1#	4.63E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处南侧监督区边界	9-2#	4.40E-04
工业 CT 设备表面外 1m 处西侧监督区边界	9-3#	4.63E-03
工业 CT 设备表面外 1m 处北侧监督区边界	9-4#	6.25E-04

由表 11-5 可知，本项目 1 号工业 CT 正常工作下，设备外表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 7.74E-01 $\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目工业 X 射线 CT 装置的探伤铅房北侧防护墙左下位置设置 1 个穿线孔，用于连通探伤铅房内装置与 PAC 控制器，走线孔设置 6.5mm 铅板防护罩；探伤铅房东、两侧防护墙上各设置 1 个排风口，用于排风通向探伤铅房外，通风孔设置 6.0mm 铅板防护罩。

本项目工业 X 射线 CT 装置有用线束朝下，走线口及排风口均有效避开了工业 X

射线 CT 装置有用线束的方向，且出口处均设置与同侧屏蔽体防护当量相当的铅板防护罩，因此，走线口和排风口的布置方式不会破坏工业 X 射线 CT 装置的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

综上所述，本项目工业 CT 正常工作下，关注点位的辐射剂量率最大为 $7.74E-01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（5）人员辐射年有效剂量估算

各点位处公众及职业人员的年有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \quad \text{式 (11-5)}$$

式中：

D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子。

居留因子选取参考表 11-6。

表 11-6 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制台、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1。

根据上面计算的各个关注点辐射剂量率、工作时间及居留因子，分别计算工业 CT 对辐射工作人员和公众的年剂量，具体见表 11-7 和表 11-8。

表 11-7 工业 CT 运行时周围工作人员和公众的年剂量估算值

保护目标		对应关注点	关注点辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	年受照时间 $\text{h}^{\text{®}}$	与对应关注点最近距离 (m)	年剂量估算值 mSv
建设单位内	辐射工作人员 ^{①②}	7#	7.74E-01	1	476.65	/	3.69E-01
	SHOP 车间 [®]	9-1#	4.63E-03	1	476.65	/	2.21E-03
	南侧走廊	4#	8.17E-03	1/2	476.65	13	1.15E-05
	南侧大会议室、厕所、机械室、解析室、休息室等	4#	8.17E-03	1/2	476.65	18	6.01E-06
	西侧开捆、部品仓库	5#	8.23E-02	1/8	476.65	18	1.51E-05

	西侧完成品仓库	5#	8.23E-02	1/8	476.65	42	2.78E-06
	北侧保全区、返修区	1#	6.87E-03	1	476.65	8	5.12E-05
	三楼 PCBA ASSY 生产线 ^⑥	7#	7.74E-01	1	476.65	4.5	1.82E-02
厂区内 (科智博公司)	东侧道路及绿化	2#	8.23E-02	1/4	476.65	8	1.53E-04
	东侧 2 号工厂栋	2#	8.23E-02	1	476.65	24	6.81E-05
	南侧道路及绿化	4#	8.17E-03	1/4	476.65	24	1.69E-06
	南侧危废、危化仓库	4#	8.17E-03	1/8	476.65	37	3.56E-07
	北侧道路及绿化	1#	6.87E-03	1/4	476.65	30	9.10E-07
	一楼男子更衣室、女子更衣室 ^④	8#	3.50E-01	1/8	476.65	2.8 ^⑤	2.66E-03

注：①根据设备的摆放位置，本项目辐射工作人员均位于设备正面进行设备操作。
②本项目工业 CT 设备高 1.82m，相当于正常成年人身高高度。因此 SHOP 车间内辐射工作人员，保守按照受到设备外表面 30cm 处的最大辐射剂量率考虑，即工业 CT 顶部外表面 30cm 处（7#）。
③本项目单台工业 CT 年曝光工作时间为 953.3h，采取两班制；其他公众的工作制度也是采取两班制，因此本项目辐射工作人员及其他公众每班受到的年受照时间为 476.65h。
④保守不考虑楼板和墙体的屏蔽衰减。
⑤一楼公众，保守考虑关注点至公众的距离，因此需要减去人高（1.7m）。
⑥车间内公众尽量避开监督区，因此车间内公众按照监督区边界最大值计算。

(6) 叠加分析

根据原有两台设备的竣工环境保护验收监测报告中验收监测数据详见附件 4 可知，当 SMT6 生产线工业 CT 装置未运行时监测结果为 113nSv/h~126nSv/h，当 SMT6 生产线工业 CT 装置运行时监测结果为 116nSv/h~129nSv/h，当 PCBA ASSY 生产线工业 CT 装置未运行时监测结果为 117nSv/h~124nSv/h，当 SMT6 生产线工业 CT 装置运行时监测结果为 115nSv/h~124nSv/h，由此可知现有两台工业 CT 装置未运行时与运行时的周围剂量当量率监测结果相当，因此本项目不考虑原有两台设备的叠加影响。

综上所述，由表 11-7 可知，辐射工作人员受照的年有效剂量最大为 3.69E-01mSv，公众受照的年有效剂量最大为 1.82E-02mSv，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求和本次评价年有效剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）的要求。

11.2.2 运营期间臭氧影响分析

本项目 X 射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，且臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生额的 1/3。本项目工业 CT 体积约为 8.3m³，设备左右两侧自带排风装置，排风量 800m³/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，臭氧及氮氧化物通过设备左右两侧自带排风装置排放至车间，可通过车间通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，不会对环境造成大的影响。

11.3 事故影响分析

建设单位使用的射线装置属II类射线装置，根据建设单位工业 CT 的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射：

(1) 安全联锁装置发生故障，装载门或检修门未关闭时，外面人员启动工业 CT 进行检测，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障，无关人员打开装载门或检修门，造成人员被照射，引发辐射事故。

11.4 事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

(1) 建设单位已建立辐射安全与防护管理领导小组，明确领导小组人员及其职责；已建立辐射防护管理相关制度和措施，并严格按照要求执行，对发现的安全隐患应立即进行整改，避免事故的发生。

(2) 建设单位需根据本项目设备制定相应《工业 X 射线 CT 装置操作规程》。凡涉及对设备进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(3) 对从事探伤工作的辐射工作人员应取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单后方可上岗；按要求进行个人剂量监测，定期送检；按要求进行职业健康监护。

(4) 建设单位已配备 1 台 X- γ 辐射剂量率巡测仪，还应配备 1 套固定式场所辐射探测报警装置；并为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

(5) 建设单位已制定辐射事故应急预案，应定期进行应急演练。

(6) 每日检查装载门和检修门的安全联锁系统和多重开关，确保在装载门关闭后，射线装置才能进行照射。

(7) 应定期测量工业 CT 外周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员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。

(8) 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(9) 定期对射线装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据建设单位提供的资料，尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，成立了辐射安全与防护管理领导小组并明确了小组相关职责。

成员名单如下：

组长：张国栋

成员：张辉、彭艳琼、陈怡霏

职责：

- 1、管理领导小组职责：负责本单位辐射安全与防护的日常管理工作；
- 2、辐射安全与防护项目的评价报告审核、竣工验收的相关工作；
- 3、辐射安全法律法规与防护知识培训和个人剂量检测组织工作；
- 4、各类辐射与安全防护管理制度的建立健全工作；
- 5、辐射防护设施与个人防护用品的配备、使用与维护管理工作；
- 6、辐射安全危害告知工作；
- 7、射线装置设备性能检测与辐射工作场所的防护检测工作；
- 8、辐射安全与防护突发事件的报告工作；
- 9、加强对本公司员工的自我防范教育意识，防止意外伤害；
- 10、加强对射线装置的检查管理，确保射线装置保持在安全监控状态；
- 11、定期对射线装置进行检查；
- 12、发现射线装置损坏或丢失，要立即向公司领导报告，对知情不报造成严重后果者将追究法律责任。

评价认为在将新增配备辐射工作人员 2 人加入辐射安全与防护管理领导小组后，建设单位辐射安全与防护管理领导小组的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若辐射安全与防护管理领导小组成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 个人剂量监测

本项目拟新增配备辐射工作人员 2 人，新增辐射工作人员由建设单位现有非辐射工作人员培训转岗，建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计。个人剂量计常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应长期保存。

(2) 辐射工作人员培训

建设单位拟组织新增的 2 名辐射工作人员，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加“X 射线探伤”类别辐射安全与防护培训和考核，在取得考核成绩合格报告单后方可从事辐射工作。考核成绩单有效期为 5 年，届时应及时参加再培训。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人职业健康档案。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射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，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为了保障本项目工业 CT 的安全使用，建设单位已制订《辐射防护管理制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射工作场所监测管理办法》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理办法》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》等辐射防护制度。

建设单位所有相关制度应以正式文件形式制定，并将各项管理制度、操作规程等悬挂于辐射工作场所。建设单位对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位已有2台同类型设备（VT-X750型工业X射线CT装置），目前运行良好，本项目新增1台VT-X850型工业X射线CT装置，依托原有规章制度仍基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

12.3 辐射监测

12.3.1 辐射工作人员个人剂量监测

建设单位拟为新增的辐射工作人员配置个人剂量计。个人剂量计监测周期不应超过三个月，并建立个人剂量档案，长期保存。

12.3.2 辐射工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的监测机构进行监测。

建设单位已配置1台X-γ辐射剂量率巡测仪，每季度对工业CT外表面30cm处周围辐射环境进行一次自行监测。

建设单位须定期（每年一次）请有资质的单位对工业CT外表面30cm处周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案，年度监测报告应作为《辐射安全与防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测范围	监测类型
年度监测	工业CT	周围剂量当量率	1次/年	工业CT外表面30cm处、人员操作位、防护门及缝隙处、管线洞口，评价范围内其它人员常停留区域	委托监测
日常监测	工业CT	周围剂量当量率	1次/季度		自行监测
验收监测	工业CT	周围剂量当量率	项目建成后3个月内		委托监测

12.3.3 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。项目建成具备试运行条件后三个月内办理竣工环保验收手续，验收合格后方投入使用。

12.4 辐射事故应急

根据建设单位提供的资料可知，建设单位已经制定了《辐射事故应急预案》，包括了应急机构的设置与职责、事故应急处理、事故调查及信息公开、应急保障、人员培训和演练及联系电话，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行。建设单位应将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。

在项目投产运营后，建设单位应根据项目实际运营情况，按照国家有关法规和管理规定不断完善《辐射事故应急预案》。此外建设单位制定计划定期安排应急物资储备、辐射应急培训和辐射应急演练。发生辐射事故时，建设单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表 12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用Ⅱ类放射源，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已设置辐射安全与防护管理领导小组。
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和	建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员参加

防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	生态环境部组织的辐射安全与防护培训并考核合格，并取得成绩单；
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	本项目设备拟制定相应《工业X射线CT装置操作规程》，拟按要求张贴电离辐射警告标志。
（五）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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位拟为新增2名辐射工作人员配置个人剂量计和1台个人剂量报警仪，已配备1台X-γ辐射剂量率巡测仪，拟配置1套固定式场所辐射探测报警装置。
（六）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定操作规程，已制订《辐射防护管理制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射工作场所监测管理办法》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理办法》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》等辐射防护制度，拟根据本项目设备制定相应《工业X射线CT装置操作规程》。
（七）有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已制定《辐射事故应急预案》。
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	项目不涉及放射性废气、废液和固体废物。

综上所述，尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司拟在厂区 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间的 SHOP2 生产线新增使用 1 台工业 X 射线 CT 装置,用于检测元件焊接效果及缺损情况。本项目 VT-X850 型工业 X 射线 CT 装置最大管电压为 160kV,最大管电流均为 0.5mA,自带防护铅房,为II类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

(1) 辐射安全防护措施结论

本项目拟新增的 1 台工业 CT 自带防护铅房,设有安全连锁系统、多重开关、工作状态指示灯、急停装置、警告标识等安全设施,建设单位拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置,拟为辐射工作人员配备个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪,辐射安全与防护措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)防护最优化的要求。

(2) 辐射安全管理结论

管理机构:建设单位已成立了辐射安全与防护管理领导小组,明确了小组相关职责,并将加强监督管理;建设单位已制定包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度,并适时进行修订、完善。建设单位应根据本单位核技术建设项目开展的情况,不断对各项管理制度进行调整、补充和完善,并在以后的实际工作中严格落实执行;建设单位拟对新增辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测,并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 电离辐射

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响,项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。本项目工业 CT 的固有安全特性和各项安全措施满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的相关要求。经预测,设备正常运行时,工业 CT 设备外表面 30cm 处的辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中相关要求。项目所致辐射工作人员及公众受照的年有效剂量均满足相应有效剂量约束值的要求。

(2) 废气

本项目工业 CT 设备左右两侧自带排风装置，排风量 800m³/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，臭氧及氮氧化物通过设备左右两侧自带排风装置排放至车间，车间可通过车间通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境影响是可接受的。

13.1.4 项目可行性分析结论

(1) 产业政策符合性

本项目为新增使用 1 台工业 X 射线 CT 装置项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

(2) 实践正当性符合性

本项目拟新增使用 1 台工业 CT，用于检测元件焊接效果及缺损情况，以提高产品的质量和性能。项目实践过程中采取了符合标准要求的辐射安全防护措施，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，因此，项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江省嘉兴市平湖经济技术开发区繁荣路 519 号 3 号工厂栋 2 楼 SHOP 车间，设备自带铅房，不设单独机房，利用现有场地，不新增用地，用地性质为工业用地。区域给排水、电力、通讯等基础设施完备。根据《平湖市生态环境分区管控动态更新方案》，项目地块位于“平湖市钟埭街道产业集聚重点管控单元”（ZH33048220006）。

本项目工业 CT 位于尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司 2 楼 SHOP 车间，工业 CT 实体边界外 50m 评价范围内主要为建设单位内部车间（3 号工厂栋 2 楼和 3 楼）、科智博公司厂区道路及绿化、3 号工厂栋 1 楼、2 号工厂栋、危废、危化仓库等，无居民、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点。选址合理可行。

(4) 项目可行性分析

综上所述，尼得科艾莱希斯电子（浙江）有限公司使用第三台工业 X 射线 CT 装

置项目在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理规章制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

- (1) 应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善；
- (2) 应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

- (1) 在本项目取得批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证。
- (2) 项目严格按照本次报批的设备类型、数量、设计方案建设，项目竣工后正式运行前，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，在规定的验收期限内（一般为项目建成后3个月内），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。
- (3) 承诺在工业CT正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度于工作场所墙面上，并在铅房外设立符合规范要求的电离辐射警告标志。
- (4) 加强辐射工作人员剂量计佩戴和个人剂量监测工作的管理和监督。
- (5) 按要求每年1月31号前向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。
- (6) 承诺严格执行辐射监测计划，发现隐患及时整改；对安全连锁系统、工作状态指示灯等防护设施进行经常性检查，发现防护设施故障或失灵应立即维护、修复。

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