

核技术利用建设项目
扩建生产、销售、使用
工业 CT 装置项目
环境影响报告表

无锡源工三仟科技有限公司（公章）

2025 年 2 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
扩建生产、销售、使用
工业 CT 装置项目
环境影响报告表

建设单位名称： 无锡源工三仟科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： _____

通讯地址： 江苏省无锡市滨湖区经贸路 58 号一楼

邮政编码： 214071 联系人： _____

电子邮箱： / 联系电话： _____

目录

| | |
|--------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 | 1 |
| 表 2 放射源 | 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 | 20 |
| 表 9 项目工程分析与源项 | 25 |
| 表 10 辐射安全与防护 | 34 |
| 表 11 环境影响分析 | 39 |
| 表 12 辐射安全管理 | 54 |
| 表 13 结论与建议 | 58 |
| 表 14 审批 | 63 |
| 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 | 64 |

附图：

- 1) 附图 1 本项目地理位置图
- 2) 附图 2 本项目周围环境示意图
- 3) 附图 3 无锡源工三仟科技有限公司平面布置图
- 4) 附图 4 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 辐射安全许可证
- 4) 附件 4 原有环评批复及验收意见
- 5) 附件 5 建设单位营业执照
- 6) 附件 6 租赁合同
- 7) 附件 7 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质认定证书
- 8) 附件 8 本项目工业 CT 装置说明书
- 9) 附件 9 《无锡源工三仟科技有限公司生产、使用工业 CT、实时成像装置项目环境影响报告表》节选
- 10) 附件 10 个人剂量检测报告

表 1 项目基本情况

| | | | | | | |
|---|--------------|--|---|--------------------|-----------------------|-----------|
| 建设项目名称 | | 扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目 | | | | |
| 建设单位 | | 无锡源工三仟科技有限公司 | | | | |
| 法人代表 | 左嘉铭 | 联系人 | | 联系电话 | | |
| 注册地址 | | 无锡市滨湖区经贸路 58 号一楼 | | | | |
| 建设项目地点 | | 无锡市滨湖区经贸路 58 号一楼 | | | | |
| 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 type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 | | | 占地面积（m ² ） | 未新增 用地 |
| 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 checked="" type="checkbox"/> 生产 | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 销售 | <input checked="" 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 | | | | | | |
| 无锡源工三仟科技有限公司成立于 2022 年 12 月 15 日，注册地位于无锡市滨湖区经贸路 58 号一楼，法定代表人为左嘉铭。经营范围包括一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；软件开发；光电子器件销售；试验机销售；实验分析仪器销售；电子元器件零售；仪器仪表销售；计算机系统服务；科技推广和应用服务；人工智能应用软件开发；信息技术咨询服务；专业设计服务；数 | | | | | | |

据处理服务；机械设备销售；仪器仪表制造；安防设备销售；安防设备制造；工业自动控制系统装置制造；工业自动控制系统装置销售；通用设备制造（不含特种设备制造）；机械设备租赁；电力电子元器件销售；电子元器件制造；电子元器件与机电组件设备销售；计算机软硬件及辅助设备零售；技术进出口；货物进出口；进出口代理；电子专用设备制造；半导体器件专用设备销售；半导体器件专用设备制造等。

无锡源工三仟科技有限公司现已开展核技术利用项目，已取得辐射安全许可证（见附件3），证书编号为苏环辐证[B1636]，种类和范围为“生产、销售、使用II类射线装置”，有效期至2028年6月15日，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4。

无锡源工三仟科技有限公司因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目，同时调整原有生产、销售、使用工业 CT、实时成像装置项目装置种类，部分型号装置不再生产。公司现有测试间1间，测试间中部设置调试工位1个（见附图3），本次扩建环评不新增调试工位；本项目扩建的工业 CT 装置生产完成后，在现有测试间内进行调试，调试合格后对外销售。

无锡源工三仟科技有限公司已配备4名辐射工作人员，本次扩建不新增辐射工作人员；本项目建设完成后，辐射工作人员年工作50周，预计测试间内装置周调试曝光时间约为4h（每周最多调试2台工业 CT 装置，每台装置最多调试2h，仅针对本次扩建项目），年调试曝光时间约为90h（每年最多调试45台工业 CT 装置，每台装置最多调试2h，仅针对本次扩建项目）；客户现场装置年调试曝光时间约为30h（每年最多调试45台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目），单个客户现场安装调试及维修调试每台设备曝光时间不超过40min（仅针对本次扩建项目）。

无锡源工三仟科技有限公司原有及本项目核技术利用情况详见表1-1、表1-2：

表1-1 无锡源工三仟科技有限公司原有核技术利用一览表（调整前）

| 序号 | 射线装置名称及型号 | 最大管电压(kV) | 最大管电流(mA) | 最大功率(W) | 类别 | 工作场所名称 | 活动种类 | 环评情况及审批时间 | 许可情况 | 验收情况 | 年产量(台) |
|----|----------------------|-----------|-----------|---------|----|--------|----------|-----------|------|------|--------|
| 1 | 工业 CT 装置 ACT-3600型 | 180 | 0.5 | 90 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 10 |
| 2 | 工业 CT 装置 ACT-3600D 型 | 180 | 0.5 | 90 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 3 | 工业 CT 装置 ACT-3600E 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 10 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|-----|------|----|----|-----|--------------|-----|-----|----------|----|
| 4 | 工业 CT 装置 ACT-3600E2 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 10 |
| 5 | X 射线实时成像装 置 AXI-3100 型 | 130 | 0.3 | 39 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 15 |
| 6 | X 射线实时成像装 置 AXI-3100-A 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 15 |
| 7 | X 射线实时成像装 置 AXI-5100-A 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 30 |
| 8 | X 射线实时成像装 置 AXI-5100-A2 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 30 |
| 9 | X 射线实时成像装 置 AXI-5100-B 型 | 130 | 0.3 | 39 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 不再 生产 | 30 |
| 10 | X 射线实时成像装 置 AXI-5100-B2 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 30 |
| 11 | X 射线实时成像装 置 AXI-5100-C 型 | 150 | 0.5 | 75 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 30 |
| 12 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-A 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 10 |
| 13 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-A2 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 不再 生产 | 10 |
| 14 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-B 型 | 130 | 0.3 | 39 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 不再 生产 | 10 |
| 15 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-B2 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 10 |
| 16 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-C 型 | 150 | 0.5 | 75 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 10 |
| 17 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-D1 型 | 90 | 0.2 | 8 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 10 |
| 18 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-D2 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 10 |
| 19 | X 射线实时成像装 置 AXI-5600-D3 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 不再 生产 | 10 |
| 20 | X 射线实时成像装 置 AXI-6100-A 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 15 |
| 21 | X 射线实时成像装 置 AXI-6100-A2 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 不再 生产 | 15 |
| 22 | X 射线实时成像装 置 AXI-6100-B 型 | 130 | 0.3 | 39 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 不再 生产 | 15 |
| 23 | X 射线实时成像装 置 AXI-6100-B2 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 15 |
| 24 | X 射线实时成像装 置 AXI-6100-C 型 | 150 | 0.5 | 75 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未 生产 | 15 |

表 1-2 无锡源工三仟科技有限公司本项目核技术利用项目一览表（调整后）

| 序号 | 射线装置名称及型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 最大功率 (W) | 类别 | 工作场所名称 | 活动种类 | 环评情况及审批时间 | 许可情况 | 验收情况 | 年产量 (台) |
|----|-----------------------------|------------|------------|----------|----|--------|----------|-----------|------|------|---------|
| 1 | 工业 CT 装置 ACT-3600 型 | 180 | 0.5 | 90 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 10 |
| 2 | 工业 CT 装置 ACT-3600D 型 | 180 | 0.5 | 90 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 3 | 工业 CT 装置 ACT-3600E 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 10 |
| 4 | 工业 CT 装置 ACT-3600E2 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 10 |
| 5 | X 射线实时成像装置 AXI-3100 型 | 130 | 0.3 | 39 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 15 |
| 6 | X 射线实时成像装置 AXI-3100-A 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 15 |
| 7 | X 射线实时成像装置 AXI-5100-A 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 30 |
| 8 | X 射线实时成像装置 AXI-5100-A2 型 | 110 | 0.25 | 25 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 已验收 | 30 |
| 9 | X 射线实时成像装置 AXI-5100-B2 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 30 |
| 10 | X 射线实时成像装置 AXI-5100-C 型 | 150 | 0.5 | 75 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 30 |
| 11 | X 射线实时成像装置 AXI-5600-A 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 12 | X 射线实时成像装置 AXI-5600-B2 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 13 | X 射线实时成像装置 AXI-5600-C 型 | 150 | 0.5 | 75 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 14 | X 射线实时成像装置 AXI-5600-D1 型 | 90 | 0.2 | 8 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 15 | X 射线实时成像装置 AXI-5600-D2 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 10 |
| 16 | X 射线实时成像装置 AXI-6100-A 型 | 110 | 0.8 | 50 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 15 |
| 17 | X 射线实时成像装置 AXI-6100-B2 型 | 130 | 0.5 | 65 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 15 |
| 18 | X 射线实时成像装置 AXI-6100-C 型 | 150 | 0.5 | 75 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 已环评 | 已许可 | 暂未生产 | 15 |
| 19 | 工业 CT 装置 ACT-3100 (160kV) 型 | 160 | 1 | 64 | II | 测试间 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 未验收 | 15 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|-----|---|-----|----|-----|--------------|----------|-----|-----|----|
| 20 | 工业 CT 装置 ACT-1900 (225kV) 型 | 225 | 3 | 320 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 本次 环评 | 未许可 | 未验收 | 15 |
| 21 | 工业 CT 装置 ACT-1900 (300kV) 型 | 300 | 3 | 350 | II | 测试间 | 生产、销 售、使用 | 本次 环评 | 未许可 | 未验收 | 15 |

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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用II类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受无锡源工三仟科技有限公司委托，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，编制该项目环境影响报告表。建设单位委托书见附件 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

无锡源工三仟科技有限公司位于无锡市滨湖区经贸路58号一楼，无锡源工三仟科技有限公司所在建筑为一栋4层办公楼，公司位于一层。该办公楼所在地目前已命名为无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园，现有办公楼除无锡源工三仟科技有限公司（一层）外目前入住企业有无锡国富通科技集团有限公司（4层西侧）、无锡国富安安全技术咨询服务有限公司（4层东侧）、无锡运动网（3层西侧）、金慧智谷法务中心（3层东侧）、云帆家居设计中心（2层西侧）、无锡市龙瑞豪宅经纪有限公司（2层东侧）。无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园东侧为连大桥滨河道，南侧隔道路为天竺花苑小区及无锡蓝天护理院，西侧为经贸路东侧道路停车场及天竺花苑57-58号楼，北侧为隐秀路。无锡源工三仟科技有限公司所在办公楼四周为园区道路。

本项目测试间建于公司北部，测试间东侧隔过道为调试区（非辐射调试），南侧为财务室，西侧隔过道为会议室及休息区，北侧隔过道为仓库及卫生间，楼上为云帆家居设计中心，楼下为土层。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2，公司平面布置图见附图3。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。

本项目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。本项目评价范围内涉及以居住为主要功能的环境敏感区，即天竺花苑住宅小区；涉及以办公为主要功能的环境敏感区，即无锡国富通科技集团有限公司（4层西侧）、无锡国富安安全技术咨询服务（4层东侧）、无锡运动网（3层西侧）、金慧智谷法务中心（3层东侧）、云帆家居设计中心（2层西侧）、无锡市龙瑞豪宅经纪有限公司（2层东侧）。

本项目的建设符合江苏省和无锡市“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。

测试间50m范围涉及公司所在办公楼1栋（4层）、园区道路及园区内停车场、门卫房1间（1层）、仓库1间（1层）、隐秀路、经贸路东侧道路停车场、天竺花苑57-58号楼（33层）、天竺花苑门卫房（1层）、天竺花苑小区绿化（为小区内绿化用地）、天竺花苑北侧道路。

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

无锡源工三仟科技有限公司因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益；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。虽然在工业 CT 装置调试、使用期间，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，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。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. 与产业政策的相符性

本项目为生产工业 CT 装置，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四、机械 1.科学仪器和工业仪表:用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的

多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，本项目属于鼓励类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

5.原有核技术利用项目许可情况

5.1 辐射安全许可情况

无锡源工三仟科技有限公司现已开展核技术利用项目，已取得辐射安全许可证（见附件 3），证书编号为苏环辐证[B1636]，种类和范围为“生产、销售、使用Ⅱ类射线装置”，有效期至 2028 年 6 月 15 日，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 4。

5.2 辐射安全与环境保护管理机构情况

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订），无锡源工三仟科技有限公司为满足公司辐射安全与环境保护管理的需求，已成立辐射安全与环境保护管理小组，负责公司辐射安全与环境保护管理工作。

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

5.3 辐射安全与环境保护管理制度

无锡源工三仟科技有限公司已制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急预案等，具体制度见表 1-3。

表 1-3 辐射安全管理制度一览表

| 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度 | 建设单位制度制定情况 | 是否落实 |
|---------------------------|-----------------------|------|
| 辐射防护和安全保卫制度 | 《辐射防护和安全保卫制度》 | 已落实 |
| 操作规程 | 《射线装置生产、销售、使用操作规程》 | 已落实 |
| 岗位职责 | 《岗位职责》 | 已落实 |
| 设备检修维护制度 | 《设备检修维护制度》 | 已落实 |
| 使用登记制度 | 《射线装置生产、销售、使用登记管理制度》 | 已落实 |
| 监测方案 | 《个人剂量监测方案》、《辐射环境监测方案》 | 已落实 |

| | | |
|--------|------------|-----|
| 人员培训计划 | 《人员培训计划》 | 已落实 |
| 辐射事故应急 | 《辐射事故应急预案》 | 已落实 |

现有辐射安全管理制度基本能满足公司核技术应用项目的管理需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日修订）中“应当有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施”的要求。

5.4 辐射工作人员考核证书、职业健康体检及个人剂量情况

无锡源工三仟科技有限公司现有4名辐射工作人员均已取得辐射安全考核证书，均已进行职业健康体检及个人剂量检测（见附件10），体检结果为可从事放射工作及可继续从事原放射工作，个人剂量检测结果均未超标，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案，具体见表1-4。

表 1-4 辐射工作人员情况汇总表

| 序号 | 姓名 | 培训考核情况 (有效期) | 个人剂量当量 Hp(10)/mSv | | | | 年剂量 当量 /mSv | 职业健康 体检 |
|----|-----|--|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|----------------------|
| | | | 2023年 第四季度 | 2024年 第一季度 | 2024年 第二季度 | 2024年 第三季度 | | |
| 1 | 张涛 | FS23JS1201766 (2023.7.21~ 2028.7.21) | 0.019 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.079 | 2023年 可从事放射 工作 |
| | | FS24JS2200979 (2024.12.7~ 2029.12.7) | | | | | | |
| 2 | 曾亚强 | FS23JS1201768 (2023.7.21~ 2028.7.21) | 0.019 | 0.054 | 0.02 | 0.02 | 0.113 | 2023年 可从事放射 工作 |
| 3 | 徐佳妍 | FS24JS1201538 (2024.12.07~ 2029.12.07) | 新进员工，暂无报告 | | | | | 2024年 可从事放射 工作 |
| 4 | 何洋飙 | FS24JS1201364 (2024.10.28~ 2029.10.28) | 新进员工，暂无报告 | | | | | 2024年 可从事放射 工作 |

注：个人剂量检测报告中其余2人已离职。

5.5 验收监测及年度评估情况

无锡源工三仟科技有限公司于2024年7月23日对ACT-3600型工业CT装置、ACT-3600E型工业CT装置、ACT-3600E2型工业CT装置，AXI-3100型实时成像装置、AXI-5100-A2型实时成像装置进行了验收检测，检测结果表明：装置周围环境X-γ辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“探伤室墙体和门的辐射屏

蔽应同时满足：屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

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。”无锡源工三仟科技有限公司2024年度已按时在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传年度评估报告。

图 1-1 全国核技术利用系统截图

综上所述，无锡源工三仟科技有限公司已成立辐射安全管理机构，已制定相关的辐射安全管理规章制度；原有辐射工作人员均通过了辐射安全考核，已委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测及职业健康体检，并建立了辐射工作人员个人剂量监测档案及职业健康档案；每年已委托有资质单位对现有辐射工作场所进行了辐射环境检测，并按时上报全国核技术利用辐射安全申报系统；原有核技术利用项目运行良好。

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 | 15 台/年 | ACT-3100 (160kV) 型 | 160 | 1 | 生产、销售、使用 | 测试间 | 最大功率 64W |
| 2 | 工业 CT 装置 | II | 15 台/年 | ACT-1900 (225kV) 型 | 225 | 3 | 生产、销售、使用 | 测试间 | 最大功率 320W |
| 3 | 工业 CT 装置 | II | 15 台/年 | ACT-1900 (300kV) 型 | 300 | 3 | 生产、销售、使用 | 测试间 | 最大功率 350W |

(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 | 由装置内排风系统排至测试间内，再通过公司内排风系统排入室外大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行；</p> <p>15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>16) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</p> <p>17) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；</p> <p>18) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行；</p> <p>19) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187号），2021年5月31日印发；</p> <p>20) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第七号），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：</p> <p>1) 附图 1 本项目地理位置图</p> <p>2) 附图 2 本项目周围环境示意图</p> <p>3) 附图 3 无锡源工三仟科技有限公司平面布置图</p> |

4) 附图 4 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 辐射安全许可证
- 4) 附件 4 原有环评批复及验收意见
- 5) 附件 5 建设单位营业执照
- 6) 附件 6 租赁合同
- 7) 附件 7 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质认定证书
- 8) 附件 8 本项目工业 CT 装置说明书
- 9) 附件 9 《无锡源工三仟科技有限公司生产、使用工业 CT、实时成像装置项目环境影响报告表》节选
- 10) 附件 10 个人剂量检测报告

表7 保护目标与评价标准

| 评价范围 | | | | | | | |
|---|-----------|---------------------------|------|----------------|---------|--------------|-------------|
| <p>本项目为生产、销售、使用工业CT装置项目，拟生产、销售、使用的工业CT装置属II类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）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：测试间边界外50m区域。本项目50m评价范围见附图2。</p> | | | | | | | |
| 保护目标 | | | | | | | |
| <p>本项目测试间周围50m范围内环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、从事本项目工业CT装置调试、操作的辐射工作人员。 2、工业CT装置周围公众。 <p>核对《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号）以及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元（见附图4）。本项目评价范围内涉及以居住为主要功能的环境敏感区，即天竺花苑住宅小区；涉及以办公为主要功能的环境敏感区，即无锡国富通科技集团有限公司（4层西侧）、无锡国富安安全技术咨询服务有限公司（4层东侧）、无锡运动网（3层西侧）、金慧智谷法务中心（3层东侧）、云帆家居设计中心（2层西侧）、无锡市龙瑞豪宅经纪有限公司（2层东侧）。</p> | | | | | | | |
| 表7-1 本项目测试间环境保护目标 | | | | | | | |
| 序号 | 保护目标名称 | 所在位置 | | 方位 | 距装置最近距离 | 人员数量 | 年剂量约束值(mSv) |
| 1 | 本项目辐射工作人员 | 测试间 | | 测试间内 | 约0.3m | 4人 | 5.0 |
| 2 | 周围公众 | 无锡源工三仟科技有限公司 | 过道 | 测试间东侧、西侧、北侧 | 约0.6m | 流动人员（约10人/天） | 0.1 |
| | | | 财务室 | 测试间南侧 | 约1m | 2人 | |
| | | | 其他区域 | 测试间东侧、南侧、西侧、北侧 | 约2m | 约30人 | |
| 3 | 办公楼（4层） | 二层（云帆家居设计中心无锡市龙瑞豪宅经纪有限公司） | | 测试间楼上 | 约2m | 约20人 | |

| | | | | | |
|----|--|---|----------------|-------|---------------------|
| | | 三层（金慧智谷法务中心、无锡运动网）及四层（无锡国富通科技集团有限公司、无锡国富安全技术咨询服务公司） | 测试间楼上 | 约 6m | 约 100 人 |
| 4 | | 园区道路 | 测试间东侧、南侧、西侧、北侧 | 约 7m | 流动人员 (约 200 人/天) |
| 5 | | 园区停车场 | 测试间东侧、南侧 | 约 28m | 流动人员 (约 100 人/天) |
| 6 | | 园区门卫房 | 测试间东侧 | 约 45m | 2 人 |
| 7 | | 园区仓库 | 测试间西侧 | 约 10m | 流动人员 (约 20 人/天) |
| 8 | | 隐秀路 | 测试间北侧 | 约 15m | 流动人员 (约 500 人/天) |
| 9 | | 经贸路东侧道路 停车场 | 测试间西侧 | 约 22m | 流动人员 (约 300 人/天) |
| 10 | | 天竺花苑 57-58 号楼 | 测试间西南侧 | 约 33m | 400 人 |
| 11 | | 天竺花苑门卫房 | 测试间南侧 | 约 44m | 2 人 |
| 12 | | 天竺花苑小区绿化* | 测试间南侧 | 约 43m | 流动人员 (约 20 人/天) |
| 13 | | 天竺花苑北侧道路 | 测试间南侧 | 约 38m | 流动人员 (约 200 人/天) |

注：*为天竺花苑小区内绿化用地。

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) 《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine ICRP Publication 33》, Pergamon Press, Oxford, 1982。

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

无锡源工三仟科技有限公司位于无锡市滨湖区经贸路58号一楼，无锡源工三仟科技有限公司所在建筑为一栋4层办公楼，公司位于一楼。该办公楼所在地目前已命名为无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园。无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园东侧为连大桥滨河道，南侧隔道路为天竺花苑小区及无锡蓝天护理院，西侧为经贸路东侧道路停车场及天竺花苑57-58号楼，北侧为隐秀路。无锡源工三仟科技有限公司所在办公楼四周为园区道路。

本项目测试间建于公司北部，测试间东侧隔过道为调试区（非辐射调试），南侧为财务室，西侧隔过道为会议室及休息区，北侧隔过道为仓库及卫生间，楼上为云帆家居设计中心，楼下为土层。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2，公司平面布置图见附图3。

本项目测试间周围环境照片见图8-1。

图 8-1 本项目测试间周围现状

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目测试间及周围辐射环境。
- 监测因子：本项目测试间及周围环境 γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在测试间及周围保护目标处布置监测点位，共计 15 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》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在测试间及周围保护目标处布设监测点位，测量测试间及周围保护目标处环境 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。

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

仪器设备：X-γ辐射监测仪

型号/规格：BG9512P

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2024.2.23-2025.2.22

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：2024H21-20-5105948002

测量范围：主机：0.01μSv/h~30mSv/h；外置探头：10nGy/h~200μGy/h

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

仪器的宇宙射线响应值：11nGy/h

监测日期：2024.12.17

天气：晴；温度：10℃；相对湿度：68%

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

监测结果：本项目测试间周围环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 7），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目测试间周围环境γ辐射剂量率监测结果

| 序号 | 检测点位 | 检测结果 (nGy/h) | 备注 |
|----|---------|--------------|-------|
| 1 | 东侧过道 | 59 | 室内，楼房 |
| 2 | 南侧（财务室） | 59 | 室内，楼房 |
| 3 | 西侧过道 | 58 | 室内，楼房 |
| 4 | 北侧过道 | 58 | 室内，楼房 |
| 5 | 中部 | 59 | 室内，楼房 |
| 6 | 楼上 | 58 | 室内，楼房 |
| 7 | 公共办公区 | 59 | 室内，楼房 |
| 8 | 园区停车场 | 56 | 道路 |
| 9 | 园区仓库东侧 | 57 | 道路 |

| | | | |
|----|-----------------|----|----|
| 10 | 园区门卫房西侧 | 58 | 道路 |
| 11 | 隐秀路 | 55 | 道路 |
| 12 | 经贸路东侧道路停车场 | 52 | 道路 |
| 13 | 天竺花苑 57-58 号楼东侧 | 51 | 道路 |
| 14 | 天竺花苑门卫房北侧 | 51 | 道路 |
| 15 | 天竺花苑小区绿化 | 53 | 原野 |

注：监测结果已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为11nGy/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，本项目测试间及周围 γ 辐射剂量率范围为（58~59）nGy/h（室内）、（51~58）nGy/h（道路）、53nGy/h（原野），室内、道路、原野环境辐射剂量率均处于江苏省天然 γ 辐射水平测值范围内。

图 8-2 本项目监测点位图（1）



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

1.1 工业 CT 装置

1.1.1 系统组成

本项目生产的工业 CT 装置系统由射线产生系统（X 射线源）、控制系统（控制模块、控制软件）、辐射安全系统（摄像头、铅房内外急停按钮、工作状态指示灯等）、计算机图像处理系统及其他辅助系统（电气柜等）组成。

1.1.2 设备组成

本项目工业 CT 装置由铅房（包括控制模块、扫描室和电气控制柜）及计算机处理系统组成。控制模块位于铅房前侧，与铅房设计成一体结构，控制模块设计有“钥匙开关”、显示器、出束指示、紧急停机按钮和电离辐射警告标志。计算机处理系统位于铅房外通过电缆与铅房相连。通过计算机处理系统能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值等，同时通过计算机处理系统对扫描的图片进行数据处理。

①ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置

ACT-3100(160kV)型工业 CT 装置尺寸约为 3480mm(长)×1675mm(宽)×2370mm(高)，该装置同时设有工件门及检修门。屏蔽体铅房采用钢-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。铅房左侧（含检修门）、右侧（含检修门）、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 8mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 10mm 铅板，观察窗采用 8mm 铅当量铅玻璃。本项目组装时由检修门进入装置内部进行组装工作，组装完成后，辐射工作人员位于装置前侧进行开机调试。本项目工业 CT 装置调试时摆放方向未定。本项目 ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置具体参数见表 9-1，装置外观见图 9-1。

表 9-1 ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置参数一览表

| 序号 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 最大功率 (W) | 滤过 | 射线管数量 | 出束角度 | 射线出束照射方向 |
|----|----------------------------|------------|------------|----------|--------------|-------|---------|-------------------|
| 1 | ACT-3100 (160kV) 型工业 CT 装置 | 160 | 1 | 64 | 1mm 铜或 2mm 铝 | 1 个 | 170° 锥束 | 朝前侧、后侧、左侧、右侧、顶部照射 |

图 9-1 本项目 ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置外观示意图

②ACT-1900（225kV）型工业 CT 装置

ACT-1900(225kV)型工业 CT 装置尺寸约为 3220mm(长)×1950mm(宽)×2345mm(高)，该装置设有工件门。屏蔽体铅房采用钢-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。铅房左侧、右侧、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 14mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 16mm 铅板，观察窗采用 8mm 铅当量铅玻璃。本项目组装时由工件门进入装置内部进行组装工作，组装完成后，辐射工作人员位于装置前侧进行开机调试。本项目工业 CT 装置调试时摆放方向未定。本项目 ACT-1900（225kV）型工业 CT 装置具体参数见表 9-2，装置外观见图 9-2。

表 9-2 ACT-1900（225kV）型工业 CT 装置参数一览表

| 序号 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 最大功率 (W) | 滤过 | 射线管数量 | 出束角度 | 射线出束照射方向 |
|----|-----------------------------------|------------|------------|----------|-----------------|-------|-----------|----------|
| 1 | ACT-1900 (225kV) 型 工业 CT 装置 | 225 | 3 | 320 | 1mm 铜或 2mm 铝 | 1 个 | 30° 锥束 | 朝右侧照射 |

图 9-2 本项目 ACT-3600D 型工业 CT 装置外观示意图

③ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置

ACT-1900(300kV)型工业 CT 装置尺寸约为 4735mm(长)×2190mm(宽)×2850mm(高)，该装置设有工件门。屏蔽体铅房采用钢-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。铅房左侧、右侧、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 25mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 27mm 铅板，观察窗采用 15mm 铅当量铅玻璃。本项目组装时由工件门进入装置内部进行组装工作，组装完成后，辐射工作人员位于装置前侧进行开机调试。本项目工业 CT 装置调试时摆放方向未定。本项目 ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置具体参数见表 9-3，装置外观见图 9-3。

表 9-3 ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置参数一览表

| 序号 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 最大功率 (W) | 滤过 | 射线管数量 | 出束角度 | 射线出束照射方向 |
|----|----------------------------|------------|------------|----------|-------|-------|--------|-----------------------|
| 1 | ACT-1900 (300kV) 型工业 CT 装置 | 300 | 3 | 350 | 3mm 铜 | 1 个 | 30° 锥束 | 朝右侧照射 (直射右侧、顶部及后侧屏蔽体) |



图 9-3 本项目 ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置外观示意图

1.2 辐射安全设施

本项目工业 CT 装置将参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设置如下辐射安全设施，见表 9-4。

表 9-4 本项目辐射安全设施一览表

| 序号 | 设施名称 | 位置 |
|----|---------------------|-----------|
| 1 | 钥匙开关 | 控制面板 |
| 2 | 急停按钮及标签说明 | 控制面板、装置内部 |
| 3 | 工作状态指示灯和声音提示装置 | 装置表面、装置内部 |
| 4 | 工作状态指示灯灯亮信号意义的清晰说明 | 装置表面、装置内部 |
| 5 | 视频监控 | 装置内部 |
| 6 | 监控显示器 | 装置表面 |
| 7 | “当心电离辐射”警告标志和中文警示说明 | 装置表面 |
| 8 | 门机联锁 | 工件门、检修门 |
| 9 | 固定式剂量率仪 | 装置内部 |
| 10 | 紧急开门按钮 | 装置内部 |

1.3 组成生产设备

本项目采购 X 射线机（整体采购，不自行生产组装）、探测器、控制柜、机械臂等部件，并委托其他公司生产屏蔽体铅房（整体采购，不在本项目测试间内生产，无焊接等工艺）。各零部件购买到位后，在公司设备车间进行生产组装，组装完成后，运至测试间进行调试，调试合格后销售至客户。本项目组装过程极为简单，涉及到的生产设备仅为简单机械工具，如尖嘴钳、螺丝刀、斜口钳、剥线钳、试电笔、万用表等。

2. 工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 $0.001\sim 10\text{nm}$ 。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

典型的 X 射线管结构图见图 9-4。

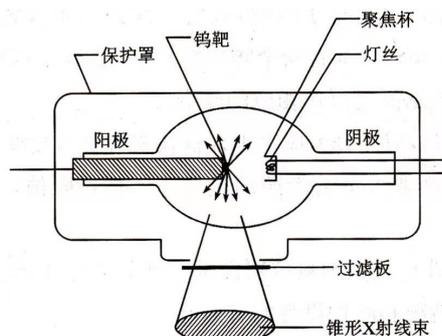


图 9-4 典型的 X 射线管结构图

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9-5 工业CT原理图

3.工艺流程及产污环节分析

本项目工作流程包括销售及合同签订、生产、公司内部调试、客户现场安装调试、售后服务（客户现场维修调试），工业CT装置的系统调试在测试间内进行。

1) 销售流程：与客户进行业务洽谈，确认客户是否具有使用拟购买射线装置的

环保手续，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括的具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售、安装；

- 2) 合同签订流程：与客户签订订购合同。
- 3) 生产流程：采购X射线机（整体采购，不自行生产组装）、探测器、电机、控制柜，委托生产屏蔽体铅房（整体采购，不在本项目测试间内生产，无焊接等工艺）、机械臂等部件，对各部件进行组装。
- 4) 非辐射调试流程：设备组装完成后上电测试，核对信号点位，对非射线单元进行测试（包括屏蔽体铅房、机器臂、检修门、工件门、操控面板、监视、联锁安全装置等），此过程X射线机不曝光，不会产生X射线辐射。非射线单元测试通过后，通过油压叉车将装置搬运至测试间内。
- 5) 辐射调试流程：测试间内对设备通电，对门机联锁、状态指示和声音提示等辐射安全装置进行射线单元测试，测试时，辐射工作人员位于装置屏蔽体铅房外，不进入铅房内，同时辐射工作人员检测装置周围辐射剂量约1h（X射线管曝光最大约30min）；光管调试，测量放大比和成像质量约1h（X射线管曝光最大约30min）；设备带料自动运行，测试光管成像和判定结果约1h（X射线管曝光最大约30min）；设备自动运行，做老化耐久测试记录数据约1h（X射线管曝光最大约30min）。单台设备在测试间停留约4h，调试时最大曝光时间不超过2h。此过程X射线机会曝光，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。调试完成后，通过油压叉车将装置搬运出测试间，运至公司成品区暂存。
- 6) 将射线装置进行装箱发往客户，在客户场地进行射线装置安装调试，调试过程中X射线机会短时间工作，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。
- 7) 需进行售后服务的客户，由公司维修调试人员（与本项目为同一批人）到客户现场进行维修，维修过程中X射线机可能会出束，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。

工作流程及产污环节见图9-6。

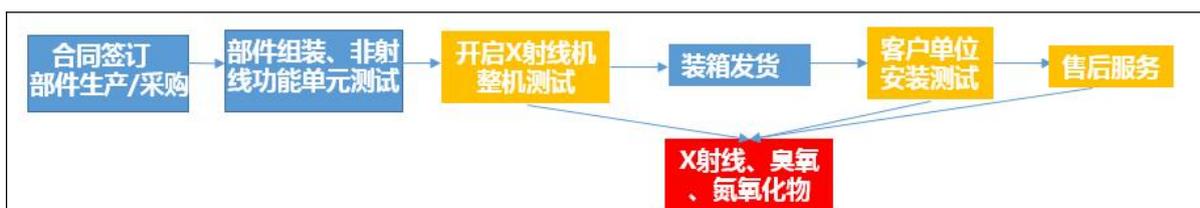


图 9-6 本项目工艺流程及产污环节图

4.人员配置及工作制度

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，实行白班单班制。

开机时间：本项目建设完成后，辐射工作人员年工作 50 周，预计测试间内装置周调试曝光时间约为 4h（每周最多调试 2 台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目），年调试曝光时间约为 90h（每年最多调试 45 台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目）；客户现场装置年调试曝光时间约为 30h（每年最多调试 45 台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目），单个客户现场安装调试及维修调试每台设备曝光时间不超过 40min（仅针对本次扩建项目）。

人员配置：建设单位已配备 4 名辐射工作人员，本项目不新增辐射工作人员，4 名辐射工作人员每日共同负责本项目生产、调试、维修工作。

5.原有工艺不足和改进情况

建设单位原许可的辐射工作场所均有完善的环保手续，原有 4 名辐射工作人员均已取得辐射安全考核合格证书；均已进行职业健康体检，体检结果为可从事放射工作或可继续从事原放射工作；已委托江苏睿源检测技术有限公司对 4 名辐射工作人员进行个人剂量检测，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位已按时在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传 2024 年度评估报告。原有项目无不足及改进情况。

建设单位因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目。

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。本项目工业 CT 装置输出量根据《工业 X 射线探伤室辐

射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 来源 ICRP33 中图 2、图 3 取得，为主射线源强；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 中取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率，即泄漏射线源强；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中取得散射辐射能量；汇总见表 9-5。

表 9-5 本项目射线装置源强一览表

| 序号 | 射线装置 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 有用线束辐射输出量 mGy·m ² / (mA·min) | 有用线束辐射输出量 μSv·m ² / (mA·h) | 泄漏辐射输出量 (μSv/h) | 散射辐射能量 (kV) |
|----|----------|-----------------------|------------|------------|---|---|--------------------|----------------|
| 1 | 工业 CT 装置 | ACT-3100 (160kV) 型 | 160 | 1 | 6.5 (1mm 铜 ^①) | 3.9E+05 | 2500 | 150 |
| | | | | | 20 (2mm 铝) | 1.2E+06 | | |
| 2 | 工业 CT 装置 | ACT-1900 (225kV) 型 | 225 | 3 | 13 (1mm 铜 ^①) | 7.8E+05 | 5000 | 200 |
| | | | | | 32 (2mm 铝 ^②) | 1.92E+06 | | |
| 3 | 工业 CT 装置 | ACT-1900 (300kV) 型 | 300 | 3 | 9.8 (3mm 铜) | 5.88E+05 | 5000 | 200 |

注：①160kV 1mm 铜滤过条件下的输出量及 225kV 1mm 铜滤过条件下的输出量保守选取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 来源 ICRP33 图 3 中 0.5mm 铜滤过条件下的输出量。

②225kV 2mm 铝滤过条件下的输出量通过延长《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 来源 ICRP33 图 2 中 2mm 铝滤过条件下的输出量曲线以此取得。

2.非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目不产生放射性固体废物。

（2）废水

本项目不产生放射性液体废物。

（3）气体废物

工业 CT 装置在工作状态时，会使装置屏蔽铅房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

1.1 工业 CT 装置

本项目工业 CT 均设有控制模块，控制模块均位于装置表面外，操作人员位于控制模块处操作，本项目操作位与射线装置出束照射方向关系见表 10-1，根据表 10-1，本项目 ACT-1900（225kV）型工业 CT 装置、ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室应与探伤室分开的要求。

表 10-1 操作位与出束方向关系一览表

| 序号 | 装置名称及型号 | 控制模块位置 | 出束方向 |
|----|-------------------------------|--------|----------------------|
| 1 | ACT-3100 (160kV) 型工业 CT 装置 | 前侧 | 朝前侧、后侧、左侧、右侧、顶部照射 |
| 2 | ACT-1900 (225kV) 型工业 CT 装置 | 前侧 | 朝右侧照射 |
| 3 | ACT-1900 (300kV) 型工业 CT 装置 | 前侧 | 朝右侧照射（直射右侧、顶部及后侧屏蔽体） |

1.2 测试间

本项目测试间净尺寸为 6420mm×4960mm×3000mm，本项目射线装置组装完成后，运输至测试间内对射线装置检测系统进行定位和性能调试，并对整套射线装置的 X 射线管、安全连锁、辐射防护、系统稳定性等进行整机测试及辐射防护检测。

本项目测试间四周设置实体墙，墙体为轻钢龙骨岩棉隔墙；本项目在测试间中部设置一个调试工位，在公司设备车间进行工业 CT 装置的组装，装置组装完成后运输至测试间进行调试。

本项目将组装完成的工业 CT 装置屏蔽体铅房作为辐射防护控制区，将测试间（实体边界，为轻钢龙骨岩棉隔墙）内其他区域作为辐射防护监督区，拟在工业 CT 装置表面外明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，测试间外已粘贴监督区标牌，监督区标牌已提示无关人员勿入此区域。本项目监督区及控制区示意图见图 10-1。本项目辐射工作场所分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

图例：  控制区（工业 CT 装置屏蔽体）  监督区

图 10-1 本项目测试间两区划分示意图

表 10-2 本项目测试间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 装置屏蔽体铅房 | 工业 CT 装置屏蔽体铅房外与测试间围成的区域（包括操作位） |
| 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。 | 监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。 |
| 辐射防护措施 | 装置表面外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明 | 测试间入口门外粘贴监督区标牌。 |

2.工作场所辐射屏蔽设计

本项目工业 CT 装置均采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义控制模块所在面为装置前侧。本项目测试间无屏蔽措施，仅采取物理隔离。本项目屏蔽参数见表 10-3。

表 10-3 屏蔽设计参数一览表

| 序号 | 场所名称 | 尺寸 | 屏蔽体方位 | 屏蔽体材料及材料厚度 |
|----|-----------------------------------|--|-------------------------------------|----------------|
| 1 | ACT-3100 (160kV) 型 工业 CT 装置 | 3480mm (长) ×1680mm (宽) ×2370mm (高) | 左侧 (含检修门)、右侧 (含检修门)、顶部、 底部、后侧 | 8mmPb |
| | | | 前侧 (含工件门) | 10mmPb |
| | | | 观察窗 | 等效铅厚度 8mm 铅玻璃 |
| 2 | ACT-1900 (225kV) 型 工业 CT 装置 | 3220mm (长) ×1950mm (宽) ×2345mm (高) | 左侧、右侧、顶部、底 部、后侧 | 14mmPb |
| | | | 前侧 (含工件门) | 16mmPb |
| | | | 观察窗 | 等效铅厚度 8mm 铅玻璃 |
| 3 | ACT-1900 (300kV) 型 工业 CT 装置 | 4735mm (长) ×2190mm (宽) ×2850mm (高) | 左侧、右侧、顶部、底 部、后侧 | 25mmPb |
| | | | 前侧 (含工件门) | 27mmPb |
| | | | 观察窗 | 等效铅厚度 15mm 铅玻璃 |
| 4 | 测试间 (利旧) | 6420mm (长) × 4960mm (宽) × 3000mm (高) * | 四周墙体 | 轻钢龙骨岩棉隔墙 |
| | | | 顶部 | 100mm 混凝土 |

*此为净尺寸, 测试间整体高度约为 4m, 上方 1m 安装有通风管道, 通风管道数量较少, 留有大部分空余空间, 可进行顶部剂量检测。

3. 辐射安全与防护设施和措施

3.1 辐射安全防护设施

建设单位将参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 将设置如下辐射安全措施。

3.1.1 装置

(1) **门机连锁:** 工业 CT 装置工件门、检修门均拟设置门机连锁装置, 只有当门体完全关闭后才能接通 X 射线机高压进行调试, 门体打开后立即切断 X 射线机高压, 停止产生 X 射线。

(2) **指示灯和声音提示装置:** 工业 CT 装置内部及外部均拟设置工作状态指示灯和声音提示装置。X 射线机出束时, 指示灯和声音提示装置开启, 警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。工作状态指示灯和声音提示装置与 X 射线机进行连锁。装置醒目位置设置对工作状态指示灯亮灯信号意义的清晰说明。

(3) **视频监控:** 工业 CT 装置内部均拟安装监视装置, 可监视装置内部的运行情况; 监控显示器位于装置表面。

(4) **电离辐射警告标志和中文警示说明：**工业 CT 装置表面均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

(5) **急停按钮：**工业 CT 装置屏蔽体铅房内、控制面板处均拟设置紧急停机按钮，确保调试中出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法。

(6) **固定式剂量率仪：**本项目工业 CT 装置屏蔽体铅房内设置固定式剂量率仪，能够实时监测设备出束照射情况。

(7) **紧急开门按钮：**本项目工业 CT 装置屏蔽体铅房内设置紧急开门按钮，避免人员滞留情况发生。

(8) **门缝搭接：**本项目工业 CT 装置检修门、工件门与屏蔽体的搭接均为 30mm，门体与屏蔽体间隙小于 1mm，门体与屏蔽体搭接长度不小于门缝间隙 10 倍，防止射线泄漏。

(9) **通风和电缆：**本项目工业 CT 装置屏蔽体底部设置电缆孔、顶部设有通风孔。通风孔、电缆孔处均设置铅防护罩，铅防护罩内采用迷路设计，有效降低辐射影响。

(10) **管理机构及规章制度：**公司已成立辐射防护管理机构，已制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，已制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，检测过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。

3.1.2 测试间

测试间已配置视频监控及固定式剂量率仪，测试间门外已粘贴监督区标牌及电离辐射警告标志及中文警示说明。

3.2 辐射安全防护措施

3.2.1 测试间

(1) 辐射工作人员开机调试工业 CT 装置前应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(2) 辐射工作人员在工业 CT 装置出射线调试时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即停止调试，同时防止其他人进入测试间，并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员在调试期间定期测量工业 CT 装置周围区域的剂量率水平。工业 CT 装置表面外（含顶部、底部）30cm 辐射剂量率超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，立即终止调试工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 每日使用便携式 X-γ剂量率仪前，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，禁止进行射线调试工作。

(5) 本项目工业 CT 装置内部空间较大，每次出射线调试前，辐射工作人员应确认装置屏蔽体铅房内没有人员驻留和各门体关闭。只有在各门体关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始出射线调试工作。

3.2.2 其他

销售部门对拟购置工业 CT 装置的用户资格进行审查，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括的具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售，并为购买设备的用户提供辐射防护指导建议，如办理环境影响评价手续等指引。

三废的治理

1. 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

2. 废水

本项目运行后不会产生放射性液体废物。

3. 气体废物

本项目运行后不会产生放射性气体废物。

工业 CT 装置在工作状态时，会使屏蔽体铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。装置顶部设计排风装置，本项目装置外体积最大为 29.6m³，装置内部体积小于 29.6m³，装置内排风装置的通风量最小设计为 1800m³/h，通风换气均不小于 3 次/h，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。同时装置调试出束过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过装置顶部排风装置排至测试间内，再通过开关测试间门排放至测试间外，通过公司顶部排风扇排至室外，臭氧在常温下可以自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

4.探伤设施的退役

当公司不再生产、销售、使用工业 CT 装置时，本项目工业 CT 装置、测试间应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

| |
|--|
| <p>建设阶段对环境的影响</p> <p>本项目为扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目，在已建测试间内调试生产的工业 CT 装置和客户现场安装调试及维修调试已售工业 CT 装置，本项目无建设期影响。</p> |
| <p>运行阶段对环境的影响</p> <p>本项目生产、销售、使用工业 CT 装置共计 3 种型号，均采用铅板、铅玻璃等的防护设计对 X 射线进行防护，本项目建设完成后，辐射工作人员年工作 50 周，预计测试间内装置周调试曝光时间约为 4h（每周最多调试 2 台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目），年调试曝光时间约为 90h（每年最多调试 45 台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目）；客户现场装置年调试曝光时间约为 30h（每年最多调试 45 台工业 CT 装置，仅针对本次扩建项目），单个客户现场安装调试及维修调试每台设备曝光时间不超过 40min（仅针对本次扩建项目）。</p> <p>预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。</p> <p>1、四周、顶部、底部屏蔽效果预测计算公式</p> <p>计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式：</p> <p>1) 有用线束屏蔽估算：</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，$\mu\text{Sv/h}$；</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，$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$，取值见表 9-5；</p> <p>$B$：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B；在图 B.1 无法直接取得 B 值时，保守参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的半值层后，再根据 $B=10^{-X/\text{T}_{\text{TVL}}}$ 计算</p> |

得到 B 值；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

2) 非有用线束的屏蔽：

① 泄漏辐射

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

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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值见表 9-5；

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 B 中的图 B.1 及表 B.2，图 B.1 无法取得数据时，根据表 B.2 取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到 B 值；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值见表 9-5；

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 中取得散射辐射能量；再根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到 B 值；

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) 参考点的周剂量及年有效剂量水平估算：

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

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

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

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

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

2、理论计算结果

2.1 四周、顶部、底部屏蔽预测分析

①ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置

本项目 ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置配备 1 个 X 射线管，射线管固定不动，射线管出束角度为 170° ，主射线照射方向为装置前侧、后侧、左侧、右侧、顶部及底部屏蔽体。

图11-1 本项目ACT-3100（160kV）型工业CT装置关注点示意图

表 11-1 ACT-3100（160kV）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 | I (mA) | H ₀ μSv·m ² / (mA·h) | B | R (m) | \dot{H} (μSv/h) | 剂量率参 考控制水 平(μSv/h) | 评价 |
|---------------|------|-----------|--|---|----------|----------------------|--------------------------|----|
| 前侧（含工 件门）① | | | | | | 2.56E-04 | 2.5 | 满足 |
| 观察窗② | | | | | | 2.07E-02 | 2.5 | 满足 |
| 左侧③ | | | | | | 6.96E-03 | 2.5 | 满足 |
| 右侧④ | | | | | | 6.43E-03 | 2.5 | 满足 |
| 后侧⑤ | | | | | | 2.24E-02 | 2.5 | 满足 |
| 顶部⑥ | | | | | | 1.24E-02 | 2.5 | 满足 |

| 表 11-2 ACT-3100 (160kV) 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 | |
| 底部⑦ | |
| X 设计厚度 (mm) | |
| 泄漏 辐射 | B1 |
| | \dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$) |
| | R (m) |
| 散射 辐射 | 散射线能量(kV) |
| | B2 |
| | I (mA) |
| | H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) |
| | F |
| | α |
| | R_0 |
| R_s (m) | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作($\mu\text{Sv/h}$) | |
| 5.34E-03 | |
| 剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$) | |
| 2.5 | |
| 结论 | |
| 满足 | |

②ACT-1900 (225kV) 型工业 CT 装置

本项目 ACT-1900 (225kV) 型工业 CT 装置配备 1 个 X 射线管，射线管可上下移动，上下移动行程为 397mm，射线管出束角度为 30°，主射线照射方向为装置右侧屏蔽体。

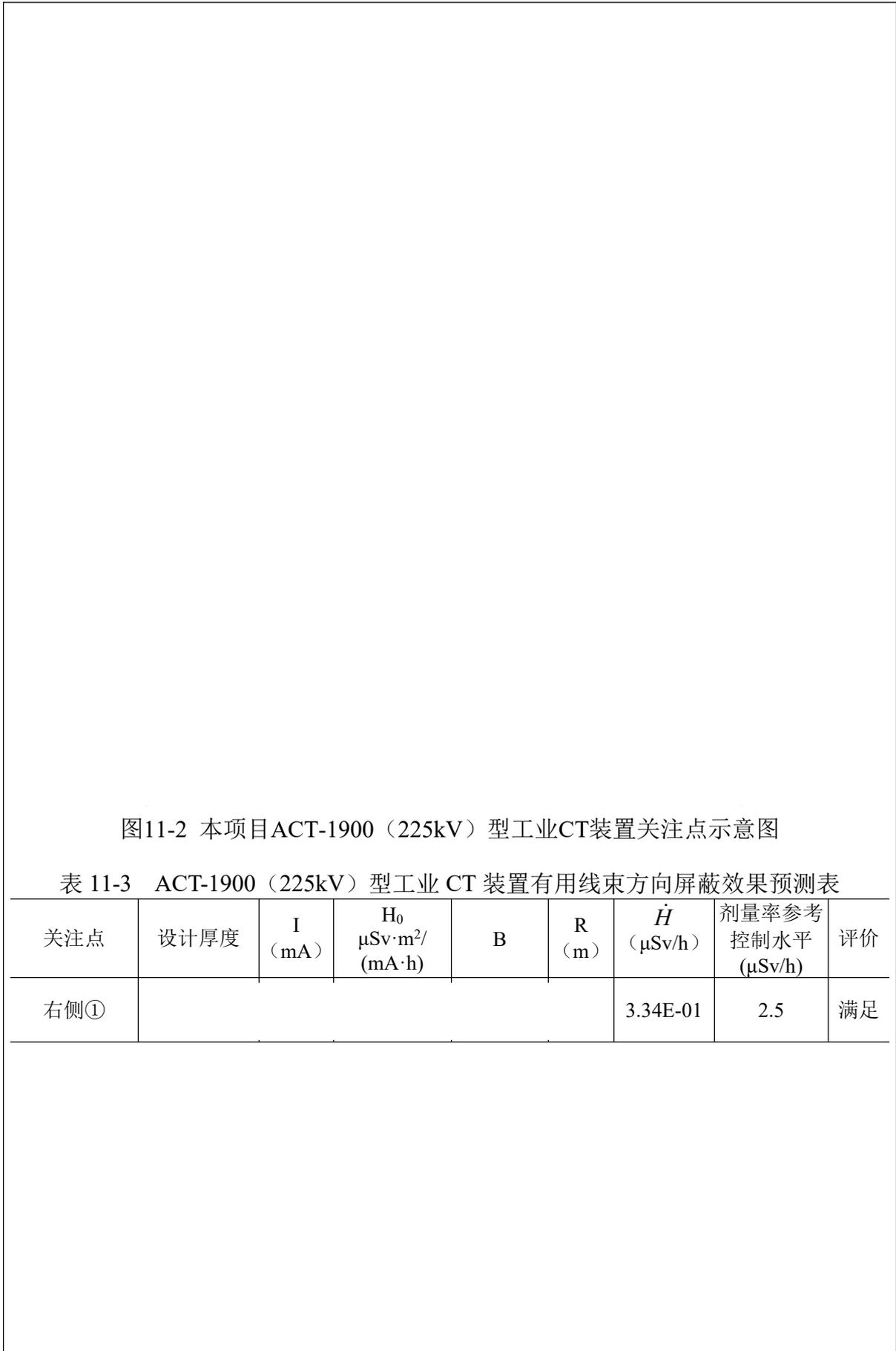


图11-2 本项目ACT-1900（225kV）型工业CT装置关注点示意图

表 11-3 ACT-1900（225kV）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 | I (mA) | H ₀ μSv·m ² / (mA·h) | B | R (m) | \dot{H} (μSv/h) | 剂量率参考 控制水平 (μSv/h) | 评价 |
|-----|------|-----------|--|---|----------|----------------------|--------------------------|----|
| 右侧① | | | | | | 3.34E-01 | 2.5 | 满足 |

| 表 11-4 ACT-1900 (225kV) 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 | | | | | |
| | | 前侧 (含 工件门) ② | 观察窗③ | 左侧④ | 后侧⑤ | 顶部⑥ | 底部⑦ |
| X 设计厚度 (mm) | | | | | | | |
| 泄 漏 辐 射 | B1 | | | | | | — |
| | $\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$ | | | | | | — |
| | R (m) | | | | | | — |
| 散 射 辐 射 | 散射线能量 (kV) | | | | | | — |
| | B2 | | | | | | — |
| | I (mA) | | | | | | — |
| | $H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$ | | | | | | — |
| | $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ | | | | | | — |
| | R_s (m) | | | | | | — |
| 泄漏辐射和散射辐 射的复合作用 | | 1.10E-04 | 7.10E-01 | 6.72E-04 | 9.70E-04 | 1.31E-03 | 1.42E-03 |
| 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 |

③ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置

本项目 ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置配备 1 个 X 射线管，射线管可上下移动，上下移动行程为 877mm，射线管出束角度为 30°，主射线照射方向为装置右侧、顶部及后侧屏蔽体。

图11-3 ACT-1900（300kV）型工业CT装置关注点示意图

表 11-5 ACT-1900（300kV）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 | I (mA) | H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | B | R (m) | \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) | 剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$) | 评价 |
|-----------|------|-----------|---|---|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|----|
| 右侧 ① | | | | | | 1.90E-01 | 2.5 | 满足 |
| 后侧 ⑤-1 | | | | | | 2.24E-01 | 2.5 | 满足 |
| 顶部 ⑥-1 | | | | | | 2.48E-01 | 2.5 | 满足 |

| 表 11-6 ACT-1900 (300kV) 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 | | | | | |
| | | 前侧 (含工件门) ② | 观察窗③ | 左侧④ | 后侧⑤-2 | 顶部⑥-2 | 底部⑦ |
| X 设计厚度 (mm) | | | | | | | |
| 泄漏辐射 | B1 | | | | | | — |
| | \dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | — |
| | R (m) | | | | | | — |
| 散射辐射 | 散射线能量 (kV) | | | | | | — |
| | B2 | | | | | | — |
| | I (mA) | | | | | | — |
| | H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) | | | | | | — |
| | $\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$ | | | | | | — |
| | R_s (m) | | | | | | — |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用 | | 1.59E-03 | 1.59E-01 | 2.93E-03 | 6.09E-03 | 6.58E-03 | 5.92E-03 |
| 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 |
| <p>根据表 11-1~11-6 中预测结果, 当本项目工业 CT 装置满功率运行时, 装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。</p> <h3>2.2 天空反散射影响分析</h3> <p>根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“3.1.2 b) 1) 穿过探伤室顶的辐射与室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</p> | | | | | | | |

率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”

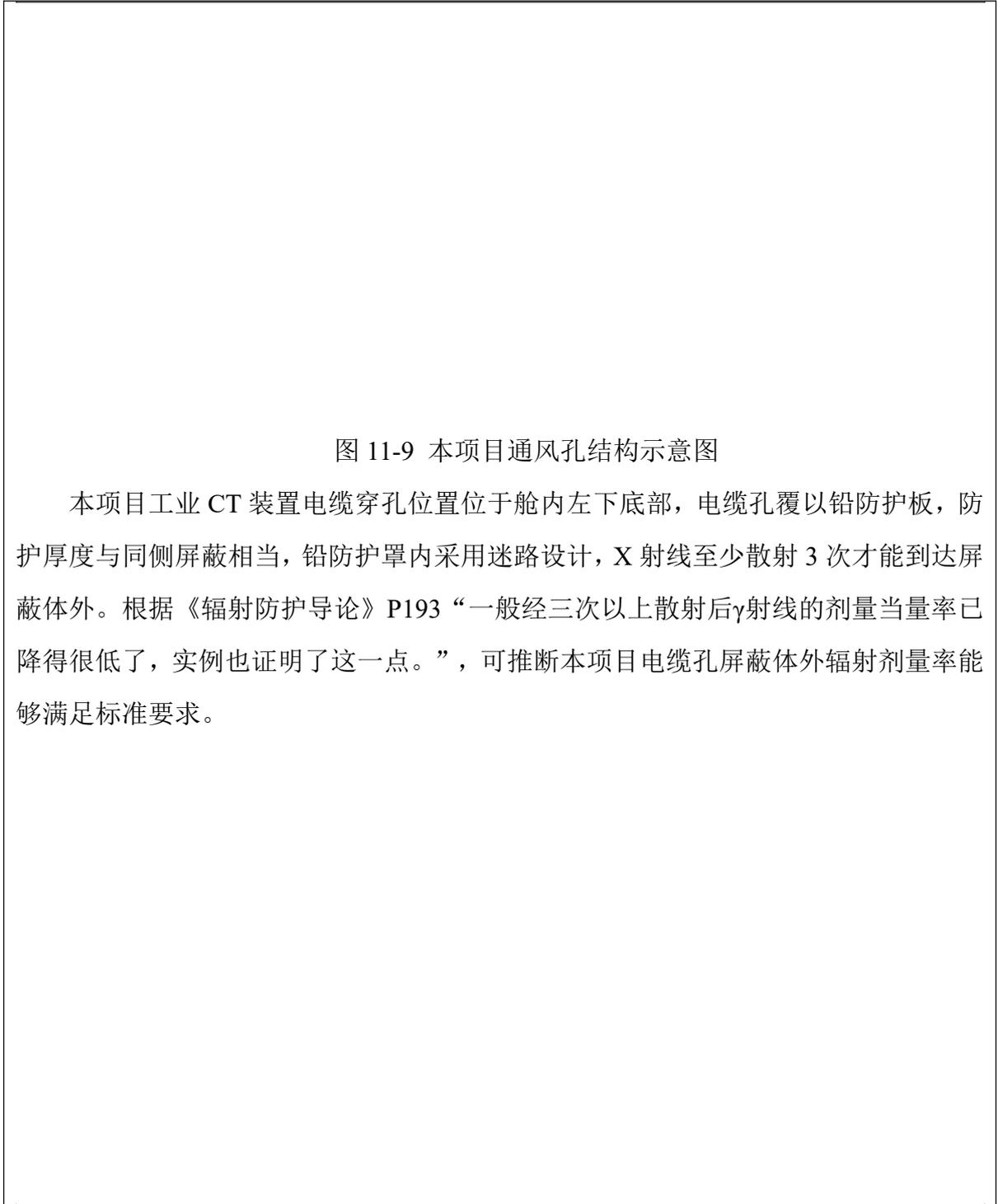
根据表 11-1~11-6，本项目工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 $2.48\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率较小可忽略不计，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

2.3 底部反散射影响分析

根据表 11-1~11-6 计算结果，底部剂量率最大为 $5.92\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ ，经底部地面反散射到达装置四周辐射剂量率较小可忽略不计，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

2.4 电缆沟、通风管道辐射影响分析

本项目工业 CT 装置防护铅房内采取顶部风扇式机械排风，在出风口设有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄漏，防护厚度与同侧屏蔽相同，能够满足同侧屏蔽体的防护要求。同时铅防护罩内采用迷路设计，X 射线至少散射 3 次才能到达屏蔽体外。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。”，可推断本项目排风口屏蔽体外辐射剂量率能够满足标准要求。



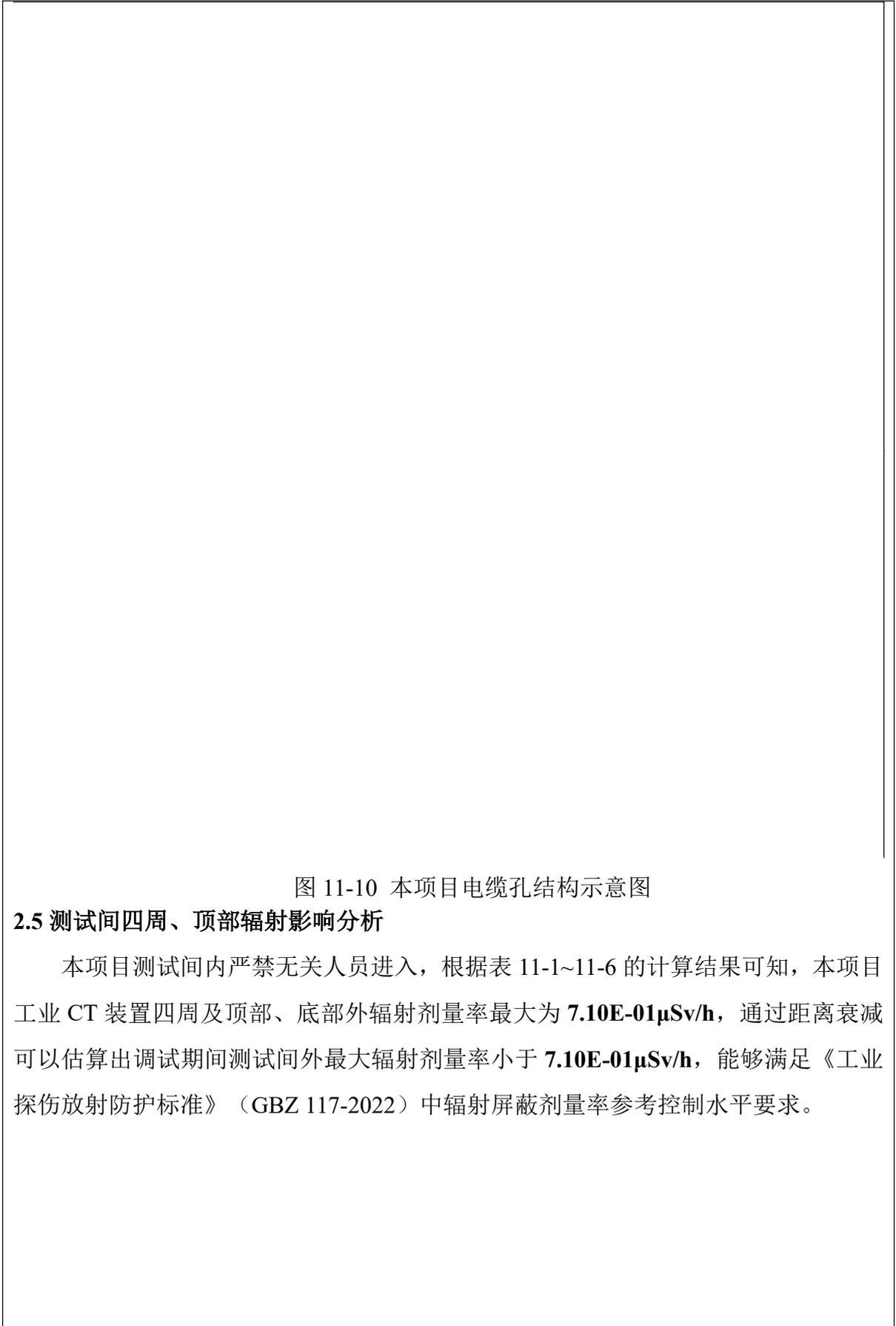


图 11-10 本项目电缆孔结构示意图

2.5 测试间四周、顶部辐射影响分析

本项目测试间内严禁无关人员进入，根据表 11-1~11-6 的计算结果可知，本项目工业 CT 装置四周及顶部、底部外辐射剂量率最大为 $7.10E-01\mu\text{Sv/h}$ ，通过距离衰减可以估算出调试期间测试间外最大辐射剂量率小于 $7.10E-01\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

3、人员周/年有效剂量评估

一般情况下，本项目辐射工作人员测试间调试时位于工业 CT 装置前侧。本项目辐射工作人员为工业 CT 装置调试人员，调试时测试间内仅放置 1 台设备进行调试，不存在 2 台及以上设备同时调试，评价辐射工作人员年有效剂量时工业 CT 装置四周辐射剂量率取四周（不含顶部及底部）最大值 $7.10E-01\mu\text{Sv/h}$ 。公众主要为测试间周围的非辐射工作人员。本项目运行后预计测试间内装置年调试曝光时间约为 90h，客户现场装置年调试（含维修）曝光时间约为 30h（其中单个客户现场安装调试及维修调试每台设备不超过 40min），年工作 50 周。

根据上述估算结果，分别选取各参考点处最大辐射剂量率值对辐射工作人员和公众的周剂量、年剂量进行估算，计算结果见表 11-7~11-9。

表 11-7 本项目测试间保护目标辐射影响理论估算结果

| 保护目标类型 | 位置 | 方位 | 关注点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 居留因子 | 使用因子 | 周照射时间 (h) | 周剂量估算值 ($\mu\text{Sv/周}$) | 年照射时间 (h) | 年剂量估算值 (mSv/年) | |
|--------|--------------|--------------------|----------------------------------|----------|------|-----------|-----------------------------|-------------|----------------|-----------------|
| 辐射工作人员 | 本项目装置前侧 | 测试间内 | 7.10E-01 | 1 | 1 | 4 | 2.84 | 90 | 6.39E-02 | |
| 公众 | 无锡源工三仟科技有限公司 | 过道 | 测试间东侧、西侧、北侧约 0.6m | 4.67E-01 | 1/8 | 1 | 4 | 2.34E-01 | 90 | 5.25E-03 |
| | | 财务室 | 测试间南侧约 1m | 2.98E-01 | 1 | 1 | 4 | 1.19 | 90 | 2.68E-02 |
| | | 其他区域 | 测试间东侧、南侧、西侧、北侧约 2m | 1.32E-01 | 1 | 1 | 4 | 5.28E-01 | 90 | 1.19E-02 |
| | 办公楼 (4层) | 二层 (云帆家居设计中心) | 测试间楼上约 2m | 1.07E-01 | 1 | 1 | 4 | 4.28E-01 | 90 | 9.63E-03 |
| | | 三层及四层 | 测试间楼上约 6m | 3.29E-02 | 1 | 1 | 4 | 1.32E-01 | 90 | 2.96E-03 |
| | 园区道路 | 测试间东侧、南侧、西侧、北侧约 7m | 1.84E-02 | 1/8 | 1 | 4 | 9.20E-03 | 90 | 2.07E-04 | |
| | 园区停车场 | 测试间东侧、南侧约 28m | 1.40E-03 | 1/8 | 1 | 4 | 7.00E-04 | 90 | 1.58E-05 | |
| | 园区门卫房 | 测试间东侧约 45m | 5.54E-04 | 1 | 1 | 4 | 2.22E-03 | 90 | 4.99E-05 | |

| | | | | | | | | |
|---------------|-------------|----------|-----|---|---|----------|----|----------|
| 园区仓库 | 测试间西侧约 10m | 9.72E-03 | 1/8 | 1 | 4 | 4.86E-03 | 90 | 1.09E-04 |
| 隐秀路 | 测试间北侧约 15m | 4.59E-03 | 1/8 | 1 | 4 | 2.30E-03 | 90 | 5.16E-05 |
| 经贸路东侧道路停车场 | 测试间西侧约 22m | 2.22E-03 | 1/8 | 1 | 4 | 1.11E-03 | 90 | 2.50E-05 |
| 天竺花苑 57-58 号楼 | 测试间西南侧约 33m | 1.02E-03 | 1 | 1 | 4 | 4.08E-03 | 90 | 9.18E-05 |
| 天竺花苑门卫房 | 测试间南侧约 44m | 5.79E-04 | 1 | 1 | 4 | 2.32E-03 | 90 | 5.21E-05 |
| 天竺花苑小区绿化* | 测试间南侧约 43m | 6.06E-04 | 1/8 | 1 | 4 | 3.03E-04 | 90 | 6.82E-06 |
| 天竺花苑北侧道路 | 测试间南侧约 38m | 7.71E-04 | 1/8 | 1 | 4 | 3.86E-04 | 90 | 8.67E-06 |

注：①居留因子取自《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录A表A.1引用的原文NCRP144的P185。

②四周保护目标处参考点剂量率计算R值保守取保护目标与测试间距离+源点与到装置表面距离（取0.985m，ACT-1900（225kV）型工业CT装置观察窗，非主射），楼上保护目标处参考剂量率R值保守取保护目标与测试间距离+源点与到装置表面距离（取2.967m，ACT-1900（300kV）型工业CT装置顶部，主射）。

表 11-8 本项目客户现场调试（含维修）保护目标辐射影响理论估算结果

| 保护目标类型 | 位置 | 关注点处周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ） | 照射时间（h） | 居留因子 | 使用因子 | 周剂量估算值（ $\mu\text{Sv/周}$ ） | 年剂量估算值（mSv/年） |
|--------|-------------|---------------------------------|---------|------|------|----------------------------|---------------|
| 辐射工作人员 | 本项目装置前侧 | 7.10E-01 | 30/年 | 1 | 1 | 4.76E-01 | 2.13E-02 |
| | | | 0.67/周 | | | | |
| 公众 | 客户安装/维修现场周围 | 7.10E-01 | 0.67/年 | 1 | 1 | 4.76E-01 | 4.76E-04 |
| | | | 0.67/周 | | | | |

注：①居留因子取自《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录A表A.1引用的原文NCRP144的P185。

表 11-9 本项目辐射工作人员辐射影响理论估算叠加结果汇总表

| 保护目标类型 | 位置 | 受照剂量值 | 受照剂量 | | 合计 | 目标管理值 |
|--------|----------|----------------------------|----------|----------|-----------------|----------------------|
| | | | 测试间 | 客户现场 | | |
| 辐射工作人员 | 测试间、客户现场 | 周剂量估算值（ $\mu\text{Sv/周}$ ） | 2.84 | 4.76E-01 | 3.32 | 100 $\mu\text{Sv/周}$ |
| | | 年剂量估算值（mSv/年） | 6.39E-02 | 2.13E-02 | 8.52E-02 | 5mSv/年 |

剂量叠加：

根据《无锡源工三仟科技有限公司生产、使用工业 CT、实时成像装置项目环境影响报告表》，辐射工作人员周有效剂量最大为 **3.23E-01 μSv** ，年有效剂量最大为 **2.07E-02mSv**，周围公众及环境保护目标周有效剂量最大为 **2.00E-01 μSv** ，年有效剂量最大为 **9.98E-03mSv**。叠加本项目扩建工业 CT 装置项目对辐射工作人员及公众产生的附加剂量，预计本项目投运后辐射工作人员周有效剂量最大为 **3.643 μSv** ，年有

效剂量最大为 $1.059E-01\text{mSv}$ ，周围公众及环境保护目标周有效剂量最大为 $1.39\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.678E-02\text{mSv}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员（ 0.1mSv/周 、 5mSv/年 ）和公众（ 0.005mSv/周 、 0.1mSv/年 ）剂量约束值要求。

事故影响分析

1) 主要事故风险

①工业 CT 装置门机连锁失效，设备检修门、工件门未关闭就对工业 CT 装置进行出束调试，致使人员受到意外照射；

②工业 CT 装置门机连锁失效，设备进行曝光时辐射工作人员误打开防护门，人员受到意外照射；

③工业 CT 装置屏蔽体不合格或无效导致射线泄漏，人员受到意外照射。

2) 事故处理方法及预防措施

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每次操作前检查门机连锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

④对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

⑤协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察；

⑥事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对工业 CT 装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次检测前检查装置门机连锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测测试间的周围辐射水平，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，公司应制定应急计划演练，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；使用射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、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。

无锡源工三仟科技有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。无锡源工三仟科技有限公司辐射防护安全管理领导小组组长为张涛，已取得核技术利用辐射安全与防护考核合格证书。无锡源工三仟科技有限公司已配备 4 名辐射工作人员，本项目不新增配备辐射工作人员。若有新增辐射工作人员应在项目运行前自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。此外，担任本项目辐射防护负责人仍需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

射线装置生产、安装、调试、维修人员，应优先报名“X射线探伤”类别，可选报名“科研、生产及其他”类别；辐射防护负责人应报名“辐射安全管理”。

辐射安全管理规章制度

无锡源工三仟科技有限公司已开展核技术利用项目，已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

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

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、设备操作流程及操作过程中应采

取的具体辐射安全措施。调试工作的操作防护要求需按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的 6.2 条款进行制定。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置的运行和维修时辐射安全管理。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。本项目辐射工作人员应持证上岗。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责，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。

监测方案：建设单位应针对本项目辐射工作场所完善定期监测方案，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。按照《江苏省辐射污染防治条例》，“发现个人剂量异常的，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环境保护、卫生部门调查处理”。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，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

设备检修维护制度：完善设备检修维护制度，明确本项目工业 CT 装置各项安全联锁装置、照射信号指示器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

辐射事故应急措施：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）的要求结合本项目可能发生的辐射事故完善事故应急预案，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。

无锡源工三仟科技有限公司应完善以上相关管理制度，并严格按照制度执行，同时在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

本项目为扩建项目，公司已为现有辐射工作人员建立个人剂量档案，定期进行个人剂量监测及职业健康体检，现有辐射工作人员个人剂量结果无超标情况发生；公司

已委托有资质单位每年对现有射线装置周围环境进行辐射水平监测，监测结果均满足相应标准要求。本项目对监测方案及监测仪器提出如下要求：

1. 监测方案

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

(2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质单位进行监测，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 装置进行作业时公司辐射安全管理人员定期对工业 CT 装置周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（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仪、辐射监测仪等仪器；公司已配置 1 台辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪，本项目不新增配备，项目运行后公司应定期对工业 CT 装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

根据《便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪》（JJG 393-2018），便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪的计量性能须满足下表要求。

表12-1 计量性能要求

| 计量性能 | 技术要求 | 测量条件 |
|---|-----------------------|--|
| 相对固有误差 | -15%~+22% | 有效测量范围内，至少覆盖3个数量 |
| 重复性 | $1.4 (16-H/H_0) \%$ | $H_0 \leq H \leq 11H_0$ |
| | $1.255 (16-H/H_0) \%$ | $H_0 \leq H \leq 11H_0$ ，响应时间 $\leq 10s$ |
| 能量相应 | -23%~+43% | 80keV~1.5MeV |
| 注1：剂量当量率有效测量范围须包含 $10\mu\text{Sv/h}$ ，测量当量须包含 $100\mu\text{Sv}$ 。 | | |
| 注2： H_0 、 H_0 分别为剂量当量和剂量当量率有效测量范围的下限。 | | |

公司已配备 4 名辐射工作人员，本项目不增加配备辐射工作人员，公司已委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，已定期组织职业健康体检，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

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

无锡源工三仟科技有限公司已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

无锡源工三仟科技有限公司应针对射线装置调试项目可能产生的辐射事故情况完善辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演习计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

无锡源工三仟科技有限公司依据《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预案，采取必要防范措施，在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常进行辐射工作场所周围的环境辐射剂量率监测，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论**1. 实践正当性**

无锡源工三仟科技有限公司因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益；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。虽然在工业 CT 装置调试、使用期间，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，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。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。

2. 与产业政策的相符性

本项目为生产工业 CT 装置，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四、机械 1.科学仪器和工业仪表:用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，本项目属于鼓励类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

3. 辐射安全与防护分析结论**1) 选址、布局合理性**

无锡源工三仟科技有限公司位于无锡市滨湖区经贸路58号一楼，无锡源工三仟科技有限公司所在建筑为一栋4层办公楼，公司位于一楼。该办公楼所在地目前已命名为无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园。该办公楼所在地目前已命名为无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园。无锡滨湖区蠡湖金慧智谷创业园东侧为连大桥滨河道，南侧隔道路为天竺花苑小区及无锡蓝天护理院，西侧为经贸路东侧道路停车场及天竺花苑57-58号楼，北侧为隐

秀路。无锡源工三仟科技有限公司所在办公楼四周为园区道路。

本项目测试间建于公司北部，测试间东侧隔过道为调试区（非辐射调试），南侧为财务室，西侧隔过道为会议室及休息区，北侧隔过道为仓库及卫生间，楼上为云帆家居设计中心，楼下为土层。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2，公司平面布置图见附图3。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。

本项目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。本项目评价范围内涉及以居住为主要功能的环境敏感区，即天竺花苑住宅小区；涉及以办公为主要功能的环境敏感区，即无锡国富通科技集团有限公司（4层西侧）、无锡国富安安全技术咨询服务有限公司（4层东侧）、无锡运动网（3层西侧）、金慧智谷法务中心（3层东侧）、云帆家居设计中心（2层西侧）、无锡市龙瑞豪宅经纪有限公司（2层东侧）。

本项目的建设符合江苏省和无锡市“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。

测试间50m范围涉及公司所在办公楼1栋（4层）、厂区道路及厂区内停车场、门卫房1间（1层）、仓库1间（1层）、隐秀路、经贸路东侧道路停车场、天竺花苑57-58号楼（33层）、天竺花苑门卫房（1层）、天竺花苑小区绿化（为小区内绿化用地）、天竺花苑北侧道路。

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。

本项目工业 CT 装置设计有屏蔽体和操作台，操作台位于屏蔽体外，本项目工作场所布局基本合理。

2) 辐射防护措施

①ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置主要通过铅板对 X 射线进行防护，铅房左侧（含检修门）、右侧（含检修门）、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 8mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 10mm 铅板，观察窗采用 8mm 铅当量铅玻璃。

②ACT-1900（225kV）型工业 CT 装置主要通过铅板对 X 射线进行防护，铅房左

侧、右侧、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 14mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 16mm 铅板，观察窗采用 8mm 铅当量铅玻璃。

③ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置主要通过铅板对 X 射线进行防护，铅房左侧、右侧、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 25mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 27mm 铅板，观察窗采用 15mm 铅当量铅玻璃。

3) 辐射安全措施

本项目工业 CT 装置工件门、检修门均拟设置门机联锁装置，只有当门体完全关闭后才能接通 X 射线机高压进行调试，门体打开后立即切断 X 射线机高压，停止产生 X 射线。工业 CT 装置内部及外部均设置工作状态指示灯和声音提示装置。X 射线机出束时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。工作状态指示灯和声音提示装置与 X 射线机进行联锁。装置醒目位置设置对工作状态指示灯亮灯信号意义的清晰说明。工业 CT 装置内部内拟安装监视装置，可监视装置内部的运行情况。工业 CT 装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。工业 CT 装置屏蔽体铅房内、控制面板处拟设置紧急停机按钮，确保调试中出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法。工业 CT 装置屏蔽体铅房内拟设置固定式剂量率仪及紧急开门按钮。测试间已配置视频监控及固定式剂量率仪。

本项目拟将组装完成的工业 CT 装置屏蔽铅房作为辐射防护控制区，将工业 CT 装置屏蔽铅房外与测试间围成的区域（包括操作位）作为辐射防护监督区。

4) 通风措施评价

工业 CT 装置在工作状态时，会使屏蔽体铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。装置顶部设计排风装置，本项目装置外体积最大为 29.6m³，装置内部体积小于 29.6m³，装置内排风装置的通风量最小设计为 1800m³/h，通风换气均不小于 3 次/h，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。同时装置调试出束过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过装置顶部排风装置排至测试间内，再通过开关测试间门排放至测试间外，通过公司顶部排风扇排至室外，臭氧在常温下可以自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

4. 辐射环境影响分析结论

本项目工业CT装置通过铅板及铅玻璃对X射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，

本项目拟生产、销售、使用的工业CT装置以满功率运行时其表面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）剂量率限值要求。

根据理论计算结果，本项目辐射工作人员周有效剂量、年有效剂量及周围公众周有效剂量、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）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员（0.1mSv/周、5mSv/年）和公众（0.005mSv/周、0.1mSv/年）剂量约束值要求。

5. 辐射环境管理

1) 建设单位将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) 建设单位将利用现有辐射剂量监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行检测；

3) 建设单位已委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计，并定期按时送检。

4) 建设单位已安排辐射工作人员进行岗前职业健康体检，并定期安排复检和离岗前体检，为辐射工作人员建立职业健康管理档案。

5) 辐射工作人员已在上岗前组织其进行职业健康体检；已委托有资质单位对其开展个人剂量监测，已为其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。

6) 建设单位已成立辐射防护管理机构，并将以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前将完善辐射安全管理制度；本项目辐射工作人员已取得辐射安全与防护知识考核合格成绩单。

综上所述，无锡源工三仟科技有限公司扩建生产、销售、使用工业 CT 装置项目符合实践正当化原则，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/年有效剂量符合国家标准中关于“剂量限值”的要求及本项目管理目标。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

- 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，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) 建设单位承诺本项目工业 CT 装置生产调试过程仅发生在测试间内，不在车间其他位置进行调试。
- 4) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，本项目拿到环评批复并建设完成后，应及时重新申领辐射安全许可证并开展自主竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:

经办人

公 章
年 月 日

审批意见:

经办人

公 章
年 月 日

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>①ACT-3100（160kV）型工业 CT 装置主要通过铅板、铅玻璃等防护设计对 X 射线进行防护，铅房左侧（含检修门）、右侧（含检修门）、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 8mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 10mm 铅板，观察窗采用 8mm 铅当量铅玻璃。</p> <p>②ACT-1900（225kV）型工业 CT 装置主要通过铅板、铅玻璃等防护设计对 X 射线进行防护，铅房左侧、右侧、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 14mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 16mm 铅板，观察窗采用 8mm 铅当量铅玻璃。</p> <p>③ACT-1900（300kV）型工业 CT 装置主要通过铅板、铅玻璃等防护设计对 X 射线进行防护，铅房左侧、右侧、顶部、底部、后侧屏蔽体均采用 25mm 铅板，前侧屏蔽体（含工件门）采用 27mm 铅板，观察窗采用 15mm 铅当量铅玻璃。</p> | <p>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）剂量率限值要求。</p> <p>职业人员周剂量参考控制水平不超过 100μSv/周、年有效剂量约束值不超过 5mSv；公众周剂量参考控制水平不超过 5μSv/周、年有效剂量约束值不超过 0.1mSv。</p> | |
| 污染防治措施 | <p>废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。工业 CT 装置拟设置通风设施，可通过装置顶部排风机将臭氧及氮氧化物抽排出装置屏蔽体铅房，能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</p> <p>同时装置调试出束过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过装置顶部排风装置排至测试间内，再通过开关测试间门排放至测试间外，通过公司顶部排风扇排至室外。</p> | <p>能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相应标准。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> | |
| 辐射安全措施 | <p>本项目工业 CT 装置工件门、检修门均拟设置门机联锁装置，只有当门体完全关闭后才能接通 X 射线机高压进行调试，门体打开后立即切断 X 射线机高压，停止产生 X 射线。工业 CT 装置内部及外部均设置工作状态指示灯和声音提示装置。X 射线机出束时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。工作状态指示灯和声音提示装置与 X 射线机进行联锁。装置醒目位置设置对工作状态指示灯亮灯信号意义的清晰说明。工业 CT 装置内部内拟安装监视装置，可监视装置内部的运行情况。工业 CT 装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。工业 CT 装置屏蔽体铅房内、控制面板处拟设置紧急停机按钮，确保调试中出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法。工业 CT 装置屏蔽体铅房</p> | <p>分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）辐射安全防护要求。</p> | |

| | | | |
|--------|---|---|--|
| | 内拟设置固定式剂量率仪及紧急开门按钮。本项目拟将组装完成的工业CT装置屏蔽铅房作为辐射防护控制区，将工业CT装置屏蔽铅房外与测试间围成的区域（包括操作位）作为辐射防护监督区。 | | |
| | 已配备1台辐射巡测仪及4台个人剂量报警仪。测试间已配置视频监控及固定式剂量率仪。 | 根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。 | |
| 辐射安全管理 | 建设单位已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。建设单位拟完善辐射安全管理机构。 | 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》成立安全管理机构。 | |
| | 管理制度：完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。 | 满足辐射安全管理要求。 | |
| | 公司已配备4名辐射工作人员，已通过辐射安全与防护知识考核。（每5年重新参加考核） | 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证 | |
| | 已委托有资质单位对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。辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计。（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） | 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量检测，根据《放射工作人员职业健康管理规范》，个人剂量档案应长期保存。 | |
| | 职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。 | 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 | |
| 环评及验收 | 根据《环境影响评价法》，项目建设前，公司应开展环境影响评价；根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，项目环境保护设施竣工后，公司应及时进行竣工环保验收。 | 根据《环境影响评价法》开展环境影响评价，并取得环评批复；根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》进行竣工环保验收。 | |

以上措施必须在项目运行前落实。