

核技术利用建设项目
工业 CT 设备生产项目
环境影响报告表
(公示本)

南京华视智能科技股份有限公司 (公章)



生态环境部监制

核技术利用建设项目
工业 CT 设备生产项目
环境影响报告表

建设单位名称： 南京华视智能科技股份有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： 曹平印

通讯地址： 南京市浦口区林春路 3 号

邮政编码： 211800 联系人： ***

电子邮箱： / 联系电话： *****



编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|-----------------|---|----------|---|
| 项目编号 | a0061b | | |
| 建设项目名称 | 工业CT设备生产项目 | | |
| 建设项目类别 | 55-172核技术利用建设项目 | | |
| 环境影响评价文件类型 | 报告表 | | |
| 一、建设单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 南京华视智能科技股份有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91320111MA1UWF6BXE | | |
| 法定代表人 (签章) | 曹国平 | | |
| 主要负责人 (签字) | 张京徽  | | |
| 直接负责的主管人员 (签字) | 张京徽  | | |
| 二、编制单位情况 | | | |
| 单位名称 (盖章) | 江苏睿源环境科技有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91320106MA20BXME57 | | |
| 三、编制人员情况 | | | |
| 1. 编制主持人 | | | |
| 姓名 | 职业资格证书管理号 | 信用编号 | 签字 |
| 李耀林 | 2014035320352013449914000422 | BH020117 |  |
| 2. 主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
| 李耀林 | 全本 | BH020117 |  |

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00014274
No.

持证人签名:
Signature of the Bearer

2014035320352013449914000422
管理号:
File No.

姓名: 李耀林
Full Name

性别: 女
Sex

出生年月:
Date of Birth

专业类别:
Professional Type

批准日期: 2014年05月
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by



签发日期: 2014年09月04日
Issued on

编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

江苏省社会保险权益记录单
(参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称: 江苏睿源环境科技有限公司

现参保地: 鼓楼区

统一社会信用代码: 91320106MA20BXME57

查询时间: 202505-202507

共1页, 第1页

| 单位参保险种 | 养老保险 | 工伤保险 | 失业保险 | |
|--------|------|---------------|-----------------|------|
| 缴费总人数 | 27 | 27 | 27 | |
| 序号 | 姓名 | 公民身份号码(社会保障号) | 缴费起止年月 | 缴费月数 |
| 1 | 李耀林 | | 202505 - 202507 | 3 |

说明:

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
- 本权益单记录单出具后有效期内(6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



仅用于《工业CT设备生产项目》

目录

| | |
|--------------------------|----|
| 表 1 项目基本情况 | 1 |
| 表 2 放射源 | 5 |
| 表 3 非密封放射性物质 | 5 |
| 表 4 射线装置 | 6 |
| 表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） | 7 |
| 表 6 评价依据 | 8 |
| 表 7 保护目标与评价标准 | 11 |
| 表 8 环境质量和辐射现状 | 14 |
| 表 9 项目工程分析与源项 | 18 |
| 表 10 辐射安全与防护 | 28 |
| 表 11 环境影响分析 | 38 |
| 表 12 辐射安全管理 | 52 |
| 表 13 结论与建议 | 57 |
| 表 14 审批 | 62 |
| 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 | 63 |

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目周围环境示意图

附图 3 本项目所在厂房平面布置图

附图 4 本项目调试机房平面及剖面布置图

附图 5 本项目工业 CT 屏蔽设计图

附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附图 7 本项目工程师踏勘现场照片

附件：

附件 1 委托书

附件 2 射线装置承诺书

附件 3 建设单位营业执照

附件 4 租赁合同和不动产权证

附件 5 备案

附件 6 江苏省生态环境分区管控综合查询报告

附件 7 本项目工业 CT 装置说明书

附件 8 射线管参数

附件 9 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质认定

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|---|--|--|---|-----------------------|-------|
| 建设项目名称 | 工业 CT 设备生产项目 | | | | |
| 建设单位 | 南京华视智能科技股份有限公司 | | | | |
| 法人代表 | 曹国平 | 联系人 | *** | 联系电话 | ***** |
| 注册地址 | 南京市浦口区林春路 3 号 | | | | |
| 建设项目地点 | 南京市浦口区林春路 3 号 | | | | |
| 立项审批部门 | 南京市浦口区政务服务管理办公室 | | 批准文号 | 浦政服备〔2025〕493 号 | |
| 建设项目总投资(万元) | 2000 | 项目环保投资(万元) | 56 | 投资比例(环保投资/总投资) | 2.8% |
| 项目性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 | | | 占地面积(m ²) | 145 |
| 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 | | | | | |
| 南京华视智能科技股份有限公司成立于 2018 年 1 月 11 日,注册地位于南京市浦口区林春路 3 号,法定代表人为曹国平。经营范围包括一般项目:人工智能应用软件开发;智能仪器仪表制造,智能仪器仪表销售;电子专用设备销售;电子测量仪器制造;电子测量仪器销售,工业自动控制系统装置制造;工业自动控制系统装置销售;工业控制计算机及系统制造;工业控制计算机及系统销售,模具制造;模具销售;信 | | | | | |

息系统集成服务，工业设计服务；机械设备研发；机械设备销售；软件开发；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；货物进出口，技术进出口(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)。

根据公司发展需求，南京华视智能科技股份有限公司拟租赁南京安柯迪企业管理有限公司的厂区新建工业CT设备生产项目：拟新建 1 间组装测试间，在组装测试间设置 1 个组装工位（用于放置设备零部件、工具及组装零部件等）、1 个调试工位用于 CT 设备的组装、调试（调试工位涉及 CT 装置传动系统、 电器系统及射线管出束调试），新建 1 座实验用调试机房（包括曝光室及操作间）用于本项目 CT 拟使用的部分射线源的成像研发调试”。项目建成后，年产工业CT设备50台，年调试10次设备射线源（各型号调试比例约1/5）。

南京华视智能科技股份有限公司拟为本项目配备4名辐射工作人员，其中1人兼任辐射防护负责人。本项目建设完成后，辐射工作人员采用白班制，年工作50周，预计组装测试间内产品周调试曝光时间约为4h，年调试曝光时间约为200h；客户现场周调试曝光时间约为1h，年调试曝光约为50h，曝光室射线源研发调试周曝光时间约为5h，年曝光时间约50h（年调试10次），曝光室研发调试和组装测试间的组装调试不同时进行。

本项目为南京华视智能科技股份有限公司首次开展核技术利用项目。公司核技术利用项目详见表1-1（表中工业CT活动种类：“使用”指调试）：

表 1-1 南京华视智能科技股份有限公司本项目核技术利用项目一览表

| 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 | 备注 |
|----|---------------------|----------|----------|--------|----|--------|----------|-----------|------|------|--------|
| 1 | FCT-3400型工业 CT | 225 | 3 | 320 | II | 组装测试间 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 未验收 | 30 台/年 |
| 2 | FCT-3401型工业 CT | 150 | 0.5 | 75 | II | 组装测试间 | 生产、销售、使用 | 本次环评 | 未许可 | 未验收 | 20 台/年 |
| 3 | FXE 225 Range X 射线源 | 225 | 3 | 320 | II | 曝光室 | 使用 | 本次环评 | 未许可 | 未验收 | / |
| 4 | L12161-07 X 射线源 | 150 | 0.5 | 75 | II | 曝光室 | 使用 | 本次环评 | 未许可 | 未验收 | / |

注：FCT-3400 型工业 CT 采用 FXE 225 Range X 射线源，FCT-3401 型工业 CT 采用 L12161-07 X 射线源；2 种射线源曝光室内各放置 1 个用于射线源调试。

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。受南京华视智能科技股份有限公司委托，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，承诺书见附件 2。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

南京华视智能科技股份有限公司位于南京市浦口区林春路3号，公司东北侧为江苏伟拓力电力工程技术有限公司，东南侧为南京金浦利轨道车辆装备有限公司，西南侧为南京华润生物工程有限公司（在建），西北侧为林春路。

南京华视智能科技股份有限公司现有厂房A、厂房B、厂房C共3座厂房，其中厂房A为办公楼，厂房C为车间及仓库，本项目位于公司厂房B内，包括组装测试间、实验用调试机房（包括曝光室及操作间）。曝光室与组装测试间东北侧为操作间，东南侧为原材料周转区，西南侧、西北侧为车间过道，项目所在车间为单层建筑，上方为车间屋顶，下方为土层。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》《江苏省生态空间管控区域规划》《江苏省自然资源厅关于南京市浦口区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》，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，登录江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统进行管控区排查，项目所在地属于重点管控单元“南京浦口经济开发区”，查询报告见附件6。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。本项目评价范围内涉及本公司厂房B（操作间、组装测试间、车间过道、办公室、会议室、茶水室、仓库、原材料周转区、成品周转区、其余区域）、厂房C、厂区道路以及江苏伟拓力电力工程技术有限公司。

本项目的建设符合江苏省和南京市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、

资源利用上线和生态环境准入清单)要求。

本项目周围环境保护目标主要为从事工业CT装置操作、射线源调试的辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

南京华视智能科技股份有限公司拟新建工业 CT 设备生产项目。本项目的建设将满足企业客户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、射线源调试期间,工业 CT 装置、射线源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

本项目为工业 CT 设备生产项目,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。

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 | 30 台/年 | FCT-3400 | 225 | 3 | 生产、销售、使用 | 组装测试 间 | 最大功率 320W |
| 2 | 工业 CT 装置 | II | 20 台/年 | FCT-3401 | 150 | 0.5 | 生产、销售、使用 | 组装测试 间 | 最大功率 75W |
| 3 | X 射线源 | II | 1 | FXE 225 Range | 225 | 3 | 使用 | 曝光室 | 最大功率 320W |
| 4 | X 射线源 | II | 1 | L12161-07 | 150 | 0.5 | 使用 | 曝光室 | 最大功率 75W |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

(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组装测试间内，再通过公司内排风系统排入室外大气；曝光室设通风口，排风口位于厂房外墙；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>21) 《江苏省自然资源厅关于南京市浦口区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函(2023)1003 号）。</p> |
| 技术标准 | <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>9) 《X射线探伤单位辐射安全管理建设指南》（DB3201/T1169—2023）</p> |
| | |

| | |
|-----------|---|
| <p>其他</p> | <p>附图：</p> <p>附图 1 本项目地理位置图</p> <p>附图 2 本项目周围环境示意图</p> <p>附图 3 本项目所在厂房平面布置图</p> <p>附图 4 本项目调试机房平面及剖面布置图</p> <p>附图 5 本项目工业 CT 屏蔽设计图</p> <p>附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</p> <p>附图 7 本项目工程师踏勘现场照片</p> <p>附件：</p> <p>附件 1 委托书</p> <p>附件 2 射线装置承诺书</p> <p>附件 3 建设单位营业执照</p> <p>附件 4 租赁合同和不动产权证</p> <p>附件 5 备案</p> <p>附件 6 江苏省生态环境分区管控综合查询报告</p> <p>附件 7 本项目工业 CT 装置说明书</p> <p>附件 8 射线管参数</p> <p>附件 9 本项目辐射环境现状监测报告及检测单位资质认定</p> |
|-----------|---|

表 7 保护目标与评价标准

| 评价范围 | | | | | | | | |
|--|-----------|----------------|-----|----------------|------------------|-------|-------------|-----|
| <p>本项目为工业CT设备生产项目，拟生产的工业CT设备属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：曝光室及调试工位（CT装置）边界外50m区域。本项目50m评价范围，见附图2。</p> | | | | | | | | |
| 保护目标 | | | | | | | | |
| <p>本项目曝光室及调试工位（CT装置）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、射线源操作、调试的辐射工作人员。 2、曝光室、组装测试间周围公众。 <p>根据《江苏省国家级生态保护红线规划》《江苏省生态空间管控区域规划》《江苏省自然资源厅关于南京市浦口区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》，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，登录江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统进行管控区排查，项目所在地属于重点管控单元“南京浦口经济开发区”。本项目评价范围内涉及公司厂房B（操作间、组装测试间、车间过道、办公室、会议室、茶水室、仓库、原材料周转区、成品周转区、其他区域）、厂房C、厂区道路、江苏伟拓力电力工程技术有限公司。</p> | | | | | | | | |
| 表7-1 本项目环境保护目标 | | | | | | | | |
| 序号 | 保护目标名称 | 所在位置 | | 方位 | 距曝光室、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 | 操作间、组装测试间 | | 曝光室东北侧、组装测试间内 | 紧邻 | 4人 | 5.0 | |
| 2 | 周围公众 | 南京华视智能科技股份有限公司 | 厂房B | 车间过道 | 曝光室、组装测试间西南侧、西北侧 | 紧邻 | 流动人员 | 0.1 |
| | | | | 办公室、会议室、茶水室、仓库 | 曝光室、组装测试间西北侧 | 约4m | 5人 | |
| | | | | 原材料周转区 | 曝光室、组装测试间东南侧 | 约1.6m | 流动人员 | |
| | | | | 成品周转区 | 曝光室、组装测试间西南侧 | 约3m | 流动人员 | |

| | | | | | | |
|---|--|-----------------|--------------|----------------------|---------|--------|
| | | | 其他区域 | 曝光室、组装测试间东南侧、西南侧、西北侧 | 西南侧约 3m | 约 20 人 |
| | | | 厂区道路 | 曝光室、组装测试间四周 | 约 4m | 流动人员 |
| | | | 厂房 C | 曝光室、组装测试间东南侧 | 约 35m | 约 20 人 |
| 3 | | 江苏伟拓力电力工程技术有限公司 | 曝光室、组装测试间东北侧 | 约 13m | 约 30 人 | |

评价标准

1) 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中个人剂量限值,如下表:

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

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

2) 剂量约束值:

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“11.4.3.2·剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%(即0.1mSv~0.3mSv)的范围之内。”的要求,职业人员按年剂量限值1/4取值,公众按照其年剂量限值的1/10取值,确定本项目剂量约束值如下:

A) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B) 公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3) 职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平:

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足: a)关注点的周围剂量当量参考控制水平,对放射工作场所,其值应不大于100 μ Sv/周,对公众场所,其值应不大于5 μ Sv/周”的要求,确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下:

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

B) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 5 μ Sv/周；

4) 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、曝光室表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

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。

本项目曝光室屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h；

曝光室顶外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于100 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；

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**

南京华视智能科技股份有限公司位于南京市浦口区林春路3号，公司东北侧为江苏伟拓力电力工程技术有限公司，东南侧为南京金浦利轨道车辆装备有限公司，西南侧为南京华润生物工程有限公司（在建），西北侧为林春路。

本项目位于公司厂房B内，包括组装测试间、实验用调试机房（包括曝光室及操作间）。曝光室与组装测试间东北侧为操作间，东南侧为原材料周转区，西南侧、西北侧为车间过道，项目所在车间为单层建筑，上方为车间屋顶，下方为土层。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。

本项目曝光室、组装测试间拟建址周围环境照片见图8-1。



项目拟建址

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：本项目曝光室、组装测试间及周围辐射环境。
- 监测因子：本项目曝光室、组装测试间及周围环境 γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在曝光室、组装测试间及周围保护目标处布置监测点位，共计 16 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（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：BG9512+BG7030

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2025.3.13-2026.3.12

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2025H21-20-5788587001

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

仪器的宇宙射线响应值：12nGy/h

监测日期：2025.5.8

天气：阴；温度：25℃；相对湿度：83%

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 9），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 | 距曝光室及组装测试间最近距离 | 检测结果 (nGy/h) | 标准差 | 备注 |
|----|-----------------------------|----------------|--------------|------|-------|
| 1 | 曝光室拟建址中部 | / | 56 | 1.00 | 室内，平房 |
| 2 | 曝光室拟建址东北侧 | / | 55 | 0.75 | 室内，平房 |
| 3 | 曝光室拟建址东南侧 | / | 54 | 0.68 | 室内，平房 |
| 4 | 曝光室拟建址西南侧 | / | 54 | 0.80 | 室内，平房 |
| 5 | 曝光室拟建址西北侧 | / | 54 | 0.75 | 室内，平房 |
| 6 | 组装测试间拟建址中部 | / | 54 | 0.75 | 室内，平房 |
| 7 | 组装测试间拟建址东南侧 | / | 52 | 0.98 | 室内，平房 |
| 8 | 组装测试间拟建址西南侧 | / | 54 | 1.00 | 室内，平房 |
| 9 | 组装测试间拟建址西北侧 | / | 52 | 0.96 | 室内，平房 |
| 10 | 操作室拟建址 | 2 | 56 | 1.00 | 室内，平房 |
| 11 | 厂房 B 东部 | 17 | 51 | 1.79 | 室内，平房 |
| 12 | 厂房 B 中部 | 14 | 52 | 1.17 | 室内，平房 |
| 13 | 厂房 B 北部 | 21 | 51 | 0.98 | 室内，平房 |
| 14 | 曝光室拟建址东北侧厂区道路 | 6 | 54 | 1.78 | 道路 |
| 15 | 曝光室拟建址东北侧江苏伟拓力电力工程技术有限公司西南侧 | 13 | 55 | 0.98 | 道路 |
| 16 | 厂房 C | 37 | 56 | 0.86 | 室内，楼房 |

注：监测结果已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为12nGy/h）。X-γ辐射监测仪检定使用¹³⁷Cs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，本项目曝光室、测试间及周围γ辐射剂量率范围为（51~56）nGy/h，其中室内环境γ辐射剂量率为（51~56）nGy/h，处于江苏省室内环境天然γ辐射剂量率测值（50.7~129.4）nGy/h 范围内，道路环境γ辐射剂量率为（54~55）nGy/h，处于江苏省全省道路环境天然γ辐射剂量率测值（18.1~102.3）nGy/h 范围内。

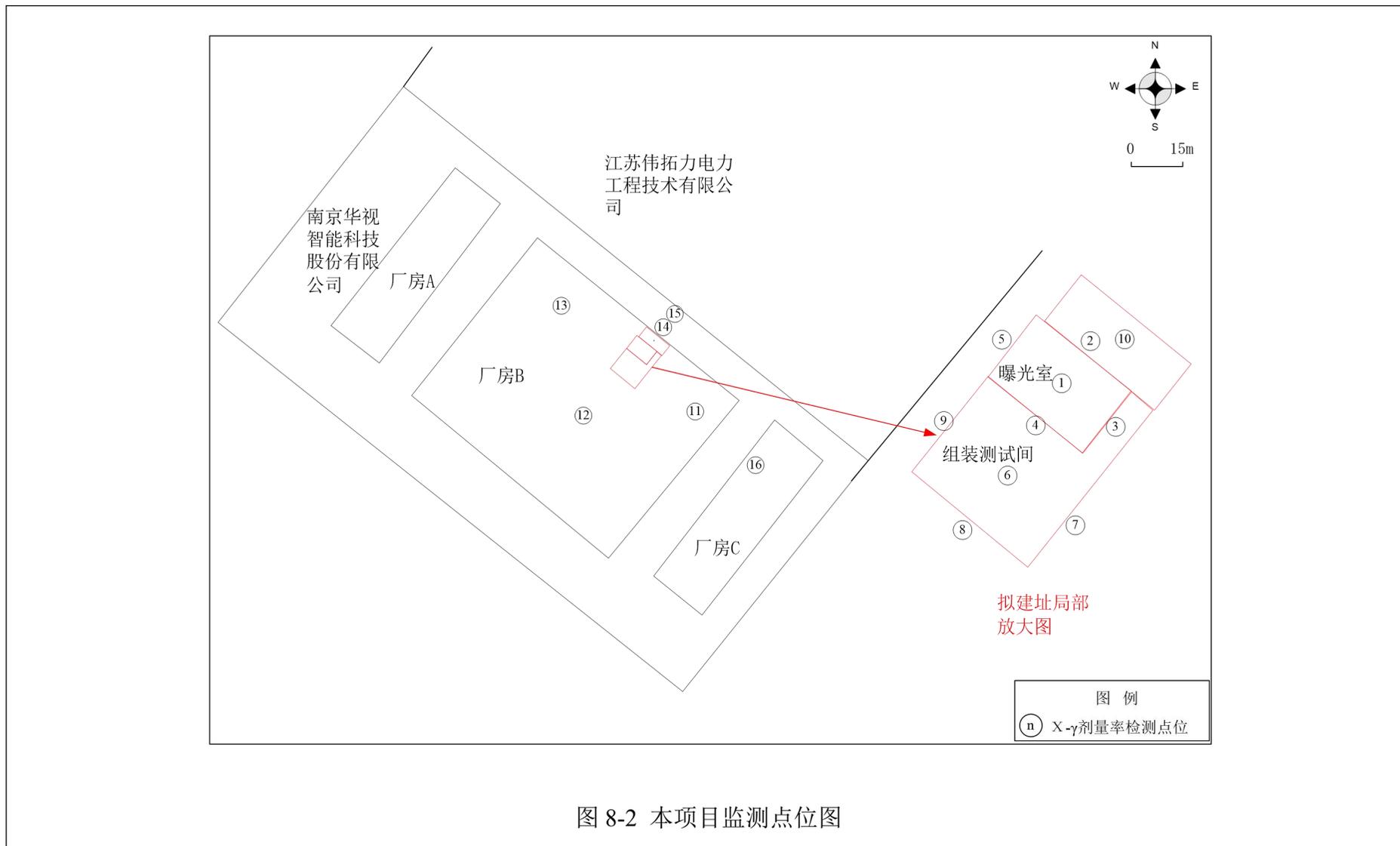


图 8-2 本项目监测点位图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

南京华视智能科技股份有限公司拟在公司新建工业CT设备生产项目：拟新建1间组装测试间用于CT设备的组装、调试，新建1座实验用调试机房（包括曝光室及操作间）用于本项目CT拟使用射线源的成像研发调试，项目建成后，年产工业CT设备50台，年调试10次设备射线源（各型号调试比例约1/5）。

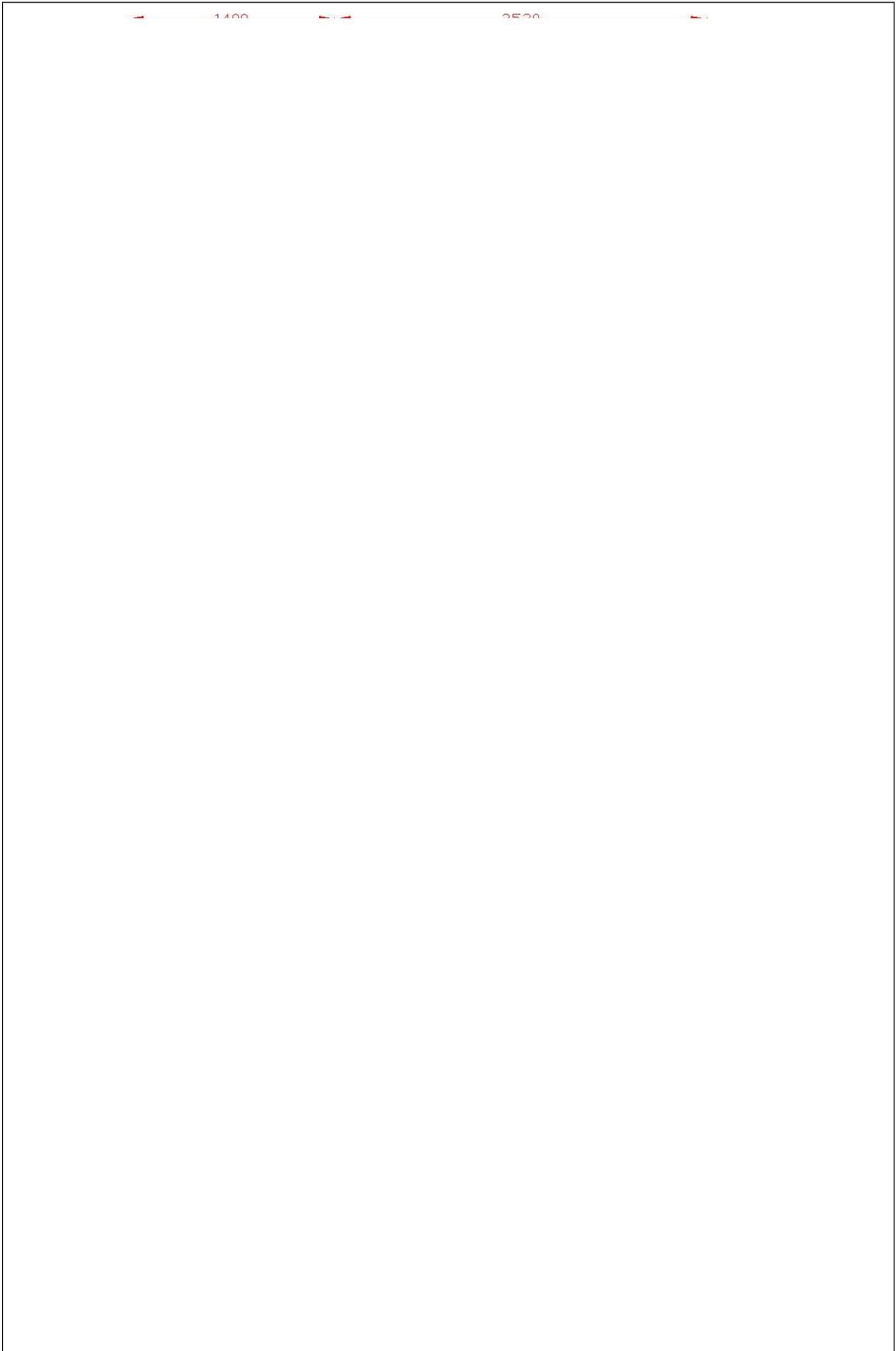
公司组装测试间内拟设置 1 个调试工位用于公司生产的工业 CT 装置的调试，每台工业 CT 装置均配备自屏蔽铅房，调试时装置摆放位置固定，射线方向朝向固定。部分产品射线源在组装前需进行成像研发调试，该调试在曝光室内进行。

本项目 FCT-3400、FCT-3401 型工业 CT 外形、尺寸结构均一致，仅射线管不同，装置所有部件均为外购，包含射线产生系统、控制系统、CT 成像显示系统及其他辅助系统（电气柜等）组成。装置尺寸为 3920mm（长）×2263mm（宽）×2846mm（高，含 100mm 支撑脚）。屏蔽体铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义装载门所在面为装置前侧。铅房右侧采用 14mm 铅板，铅房左侧、前侧（含装载门）、后侧（含后检修门）、顶部、底部屏蔽体均采用 10mm 铅板。装载门尺寸 1270mm（宽）×1870mm（高），后检修门尺寸 2800mm（宽）×1800mm（高），本项目 CT 装置组装完成后，辐射工作人员位于装置前侧进行开机调试。本项目 FCT-3400 拟使用 FXE 225 Range X 射线源、FCT-3401 型工业 CT 拟使用 L12161-07X 射线源，本项目工业 CT 及所使用射线源具体参数见表 9-1，CT 装置外观见图 9-1。

本项目工业 CT 装置内均只设置有 1 个 X 射线管，FCT-3400 型工业 CT 射线出束角为 30°，FCT-3401 型工业 CT 出束角为 43°，射线管仅可在垂直方向上下移动，移动范围为 650mm，其余方向不能移动，射线管距离左侧屏蔽体外侧最近距离为 1400mm，距右侧屏蔽体外侧最近距离为 2520mm，距顶部屏蔽体外侧最近距离为 1076mm，距底部屏蔽体最近距离为 1020mm，距前侧屏蔽体最近距离 1152mm，距后侧屏蔽体外侧最近距离 1111mm。主射范围全部在右侧，装置主射投射范围示意图见图 9-2、图 9-3。

表 9-1 本项目工业 CT 装置参数一览表

| 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) | 滤过 | 工作场所名称 | 出束角度 | 射线出束照射方向 |
|----|---------------------|------------|------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 1 | FCT-3400型工业 CT | 225 | 3 | 320 | 1mmAl | 组装测试间 | 30° 锥束 | 右侧(西南) |
| 2 | FCT-3401型工业 CT | 150 | 0.5 | 75 | 0.2mmBe | 组装测试间 | 43° 锥束 | 右侧(西南) |
| 3 | FXE 225 Range X 射线源 | 225 | 3 | 320 | 1mmAl | 曝光室 | 30° 锥束 | 西南 |
| 4 | L12161-07 X 射线源 | 150 | 0.5 | 75 | 0.2mmBe | 曝光室 | 43° 锥束 | 西南 |



1.2 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，无喷涂、机加工、焊接等工艺）。各零部件购买到位后，在组装测试间进行组装、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。

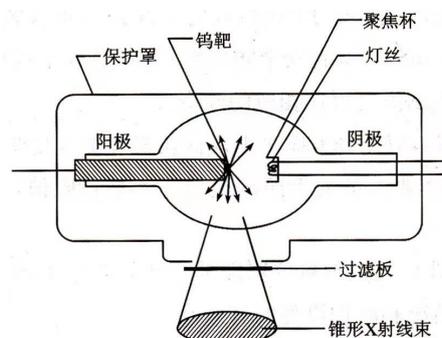


图 9-4 典型的 X 射线管结构图

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。

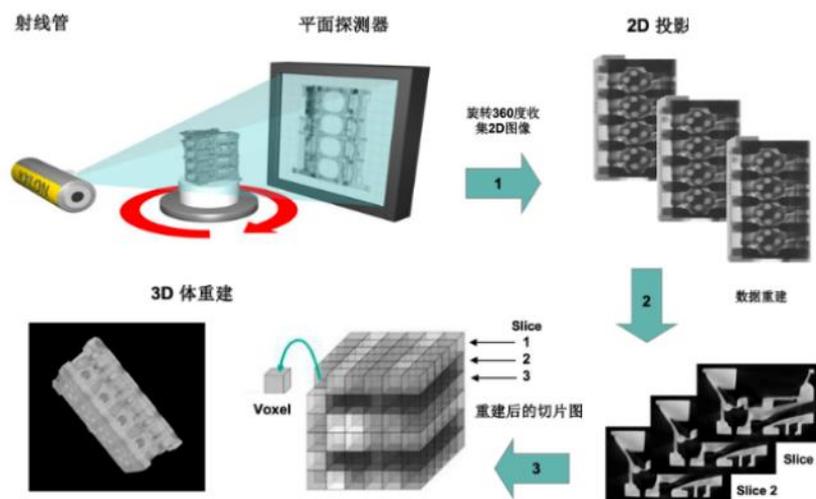


图9-5 工业CT原理图

2. 工艺流程及产污环节分析

2.1 CT生产、销售、使用工艺流程及产污环节

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装置的系统调试在组装测试间内进行。

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：

- 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，不在本项目组装测试间内生产，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、装载门、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。
- 5) 辐射调试流程：组装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（X射线管曝光最大约1h）；光管调试，测量放大比和成像质量（X射线管曝光最大约1h）；设备带料自动运行，测试光管成像和判定结果（X射线管曝光最大约1h）；设备自动运行，做老化耐久测试记录数据（X射线管曝光最大约1h）。单台设备调试时最大曝光时间不超过4h。此过程X射线机会曝光，产生X射线辐射、臭氧和氮氧化物。另外，部分设备在组装前需要对射线源进行成像研发调试，该过程在曝光室进行，曝光室内每次曝光时间约5h，年曝光次数约10次。
- 6) 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。

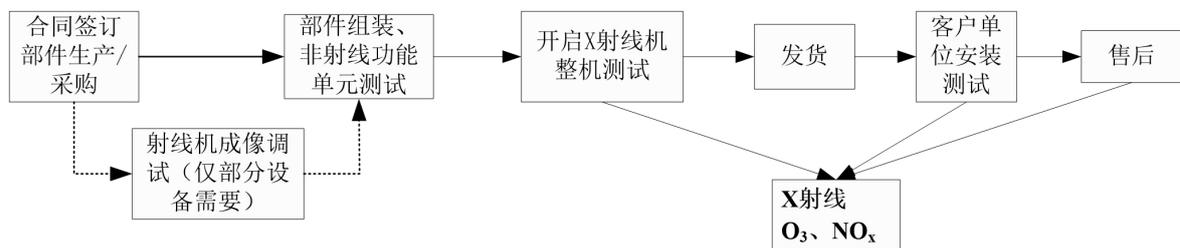


图 9-6 本项目 CT 工艺流程及产污环节图

2.2 射线源调试工艺流程及产污环节

根据客户需求，本项目部分设备（约五分之一）在组装前需进行射线源调试，主要对射线源成像效果及软件系统进行调试，该调试在曝光室内进行，工艺流程及产污环节如下：

- 1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查,重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入曝光室时,除佩戴常规个人剂量计外,还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪。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。
- 2) 确认相关辐射防护措施到位后,辐射工作人员开始工作,确认曝光室内部没有人员驻留,辐射工作人员关闭大防护门,检查曝光室内人员滞留情况,通过小防护门回到操作台,通过监控确定无人后关闭小防护门;
- 3) 工作人员通过操作台调整X射线源及成像板至合适位置后,开启射线源进行无损检测;通过平板探测器获取不同角度被测对象受X射线照射后的断层扫描图像,并对射线源进行调试。在此过程中产生X射线、少量臭氧及氮氧化物;
- 4) 曝光结束。

工作流程及产污环节见图9-7。

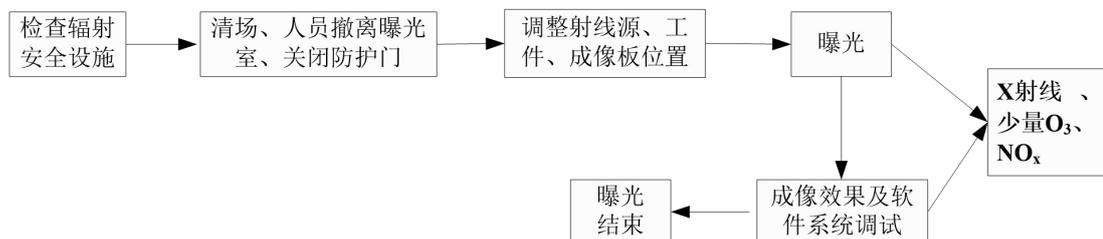


图 9-7 本项目调试机房工艺流程及产污环节图

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，年产 50 台工业 CT，平均每周 1 台，每台装置调试曝光时间约为 4h，项目周工作时间 40h，调试曝光时间与产能能够匹配；另外，曝光室周曝光时间 5h，客户现场周曝光时间 1h；组装测试间年调试曝光时间约为 200h，客户现场年调试曝光时间为 50h，曝光室年曝光时间 50h。

人员配置：本项目拟配置 4 名辐射工作人员，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. 曝光室人流及物流路径

本项目曝光室用于拟生产 CT 设备所使用射线源的成像效果及软件系统调试，射线源置于曝光室固定位置，调试时将工件运至曝光室进行调试。

人流：本项目工件（射线源调试用样品）由大防护门运输至曝光室内，辐射工作人员由小防护门进入曝光室进行工件摆放等准备工作，准备工作完成后确认曝光室无人，关闭大防护门，再通过小防护门返回至操作台，通过视频监控再次确认曝光室内无人停留后关闭小防护门，开始调试工作。射线源连接电缆通过曝光室电缆通道与操作台相连。

物流：本项目工件通过大防护门运至曝光室内进行调试工作。

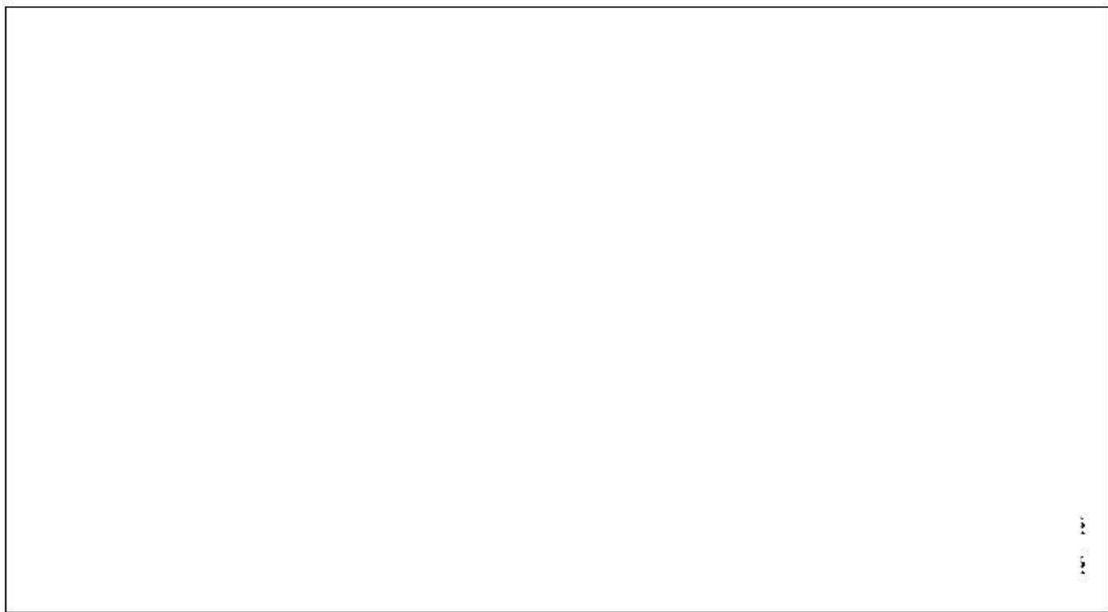


图9-8 本项目调试机房人流及物流路径

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 FCT-3400 型工业 CT(FXE 225 Range X 射线源)最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，滤过为 1mmAl，根据 ICRP33 中图 2，输出量为 $34\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；FCT-3401 型工业 CT(L12161-07X 射线源)最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，滤过为 0.2mmBe，根据厂家提供的资料，X 射线距靶

点 1m 处 X 射线输出剂量率为 0.35mGy/s(管电流 0.5mA 下测试数据), 即 42mGy·m²/(mA·min); 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 9-2。

图

图

表 9-2 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) | 输出量 (μSv/h) | 泄漏辐射输出量 (μSv/h) | 散射辐射能量 (kV) |
|----|----------|----------|------------|------------|--|--------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| 1 | 工业 CT 装置 | FCT-3400 | 225 | 3 | | | | 5000 | 200 |
| 2 | 工业 CT 装置 | FCT-3401 | 150 | 0.5 | | | | 2500 | 150 |

| | | | | | | | |
|---|-------|---------------|-----|-----|---|------|-----|
| 3 | X 射线源 | FXE 225 Range | 225 | 3 | | 5000 | 200 |
| 4 | X 射线源 | L12161-07 | 150 | 0.5 | (| 2500 | 150 |

注

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、射线源在工作状态时，会使装置屏蔽铅房、曝光室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、调试机房安全措施****1.1 调试机房工作场所布局及分区**

本项目调试机房设计有曝光室、操作间，操作间位于曝光室东北侧，有用线束朝西南侧照射；根据表11-3，本项目小防护门的防护性能不低于同侧墙的防护性能；本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与曝光室分开且操作室应避开有用线束照射方向以及无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能的设计要求，本项目工作场所布局设计合理。

本项目调试机房将曝光室作为本项目控制区，将操作间作为本项目监督区，在监督区入口处张贴警示说明（“监督区”标牌）。在大、小防护门外设置当心电离辐射警告标志及中文警示说明。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

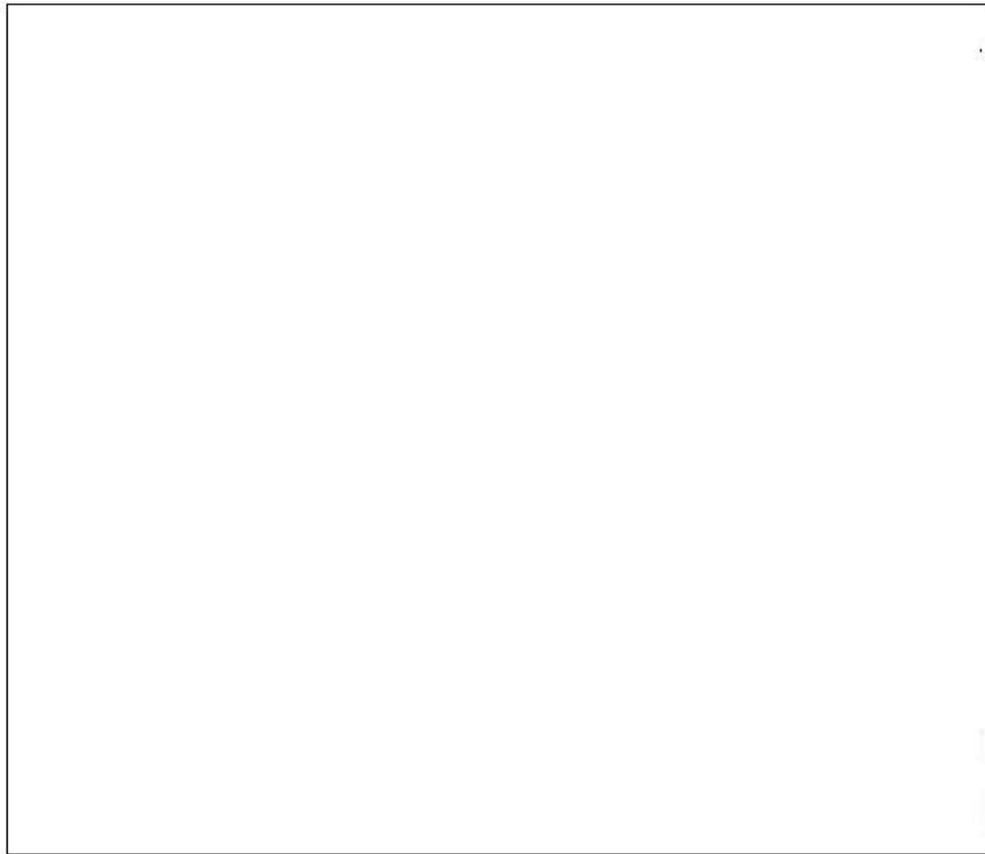


图 10-1 本项目调试机房两区划分示意图

表 10-1 本项目调试机房两区划分情况

| 项目环节 | 控制区 | 监督区 |
|--------|---|---|
| 两区划分范围 | 曝光室 | 操作间 |
| 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，曝光室内在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。 | 监督区为辐射工作人员操作仪器时的工作场所，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 | 曝光室大、小防护门表面外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。 | 操作间入口处粘贴监督区标牌。 |

1.2 调试机房辐射屏蔽设计

本项目调试机房曝光室内部长宽高尺寸为 6m×3.5m×3.5m，曝光室通过混凝土墙、混凝土屋顶和铅防护门对射线进行屏蔽。曝光室四周墙为 650mm 混凝土，屋顶为 550mm 混凝土，大防护门内嵌 25mm 铅板，小防护门内嵌 25mm 铅板。

本项目曝光室东部下方设置 1 个直径 200mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下，管道接至曝光室外，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。拟安装轴流风机排风量约为 800m³/h。

本项目曝光室东北墙下方设置 6 个直径 110mm 电缆管道，分别用于空调、射线源、探测器、照明通风、安全连锁、搬运设备，电缆管使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下。曝光室大防护门门洞尺寸 3000mm×3000mm，门体尺寸 3600mm×3300mm，左右各搭接 300mm，上下各搭接 150mm。曝光室小防护门门洞尺寸 800mm×2000mm，门体尺寸 1100mm×2200mm，左右各搭接 150mm，上下各搭接 100mm，防护门与墙体之间的缝隙宽度 10mm，搭接宽度不小于门缝间隙 10 倍。

表 10-2 本项目工作场所屏蔽设计情况一览表

| | |
|------|-----------|
| 屏蔽体 | 曝光室 |
| 四周 | 650mm 混凝土 |
| 屋顶 | 550mm 混凝土 |
| 大防护门 | 25mmPb |

| | |
|------|-------------------------------|
| 小防护门 | 25mmPb |
| 通风孔 | 直径200mm，使用U型过墙方式埋于地坪300mm以下 |
| 电缆孔 | 直径110mm*6，使用U型过墙方式埋于地坪300mm以下 |

1.3 辐射安全防护设施

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

表10-3 本项拟设置的辐射安全设施一览表

| 序号 | 措施 | 标准原文 | 措施及位置 | 是否满足要求 |
|----|------------|---|---|--------|
| 1 | 曝光室与操作室分开 | 6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。 | 本项目操作间位于曝光室东北墙外，射线源有用线束照射方向为西南墙，本项目操作间已避开有用线束照射方向且与曝光室分开。 | 是 |
| 2 | 两区划分 | 6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。 | 本项目调试机房将曝光室作为本项目控制区，将操作间作为本项目监督区，在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。 | 是 |
| 3 | 门机联锁 | 6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。 | 本项目曝光室大、小防护门拟安装门机联锁装置，只有在门完全关闭时才能出束照射，当门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射等。 | 是 |
| 4 | 指示灯和声音提示装置 | 6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。 | 本项目大防护门、小防护门外上方、曝光室内部拟设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与 X 射线源联锁；工作状态指示灯通过电路与射线源连接，射线源通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，射线源加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。同时曝光室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。 | 是 |
| 5 | 视频监控 | 6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。 | 本项目曝光室内及曝光室大防护门外拟设置视频监控；操作台设有监视器，可监视曝光室内的活动。 | 是 |
| 6 | 电离辐射警告 | 6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和 | 本项目大防护门、小防护门外表面均拟设置“当心电离辐射”警告标 | 是 |

| | | | | |
|----|---------------|---|---|---|
| | 标志 | 中文警示说明。 | 志及警示说明;在操作间入口处张贴监督区标志。 | |
| 7 | 急停按钮 | 6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。按钮或拉绳的安装, 应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签, 标明使用方法。 | 本项目控制台及曝光室内部四周墙壁上均拟设置紧急停机按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射, 曝光室内的急停按钮安装能够使人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过有用线束就能够使用, 紧急停机按钮设置标签及标明使用方法。曝光室内大防护门、小防护门拟设置紧急开门按钮, 在射线装置失控时, 室内人员可通过按下紧急开门按钮打开防护门, 逃离曝光室。 | 是 |
| 8 | 通风 | 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。 | 本项目曝光室拟配置机械通风, 曝光室体积约 73.5m ³ , 公司拟为曝光室安装风量为 800m ³ /h 的风机, 通风换气次数约 10 次/h, 能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。 | 是 |
| 9 | 固定式场所辐射探测报警装置 | 6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。 | 本项目调试机房拟配备固定式场所辐射探测报警装置。 | 是 |
| 10 | 防护门搭接 | / | 本项目大、小防护门与墙体缝隙小于 10mm, 搭接长度不少于 100mm。墙体搭接宽度不小于门缝间隙 10 倍。 | 是 |
| 11 | 规章制度 | 4.2 应建立放射防护管理组织, 明确放射防护管理人员及其职责, 建立和实施放射防护管理制度和措施。 4.6 应制定辐射事故应急预案。 | 公司拟成立辐射防护管理机构, 并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案, 工作过程中严格执行相应的规章制度, 避免发生误照射事故。 | 是 |
| 12 | 监测设备 | 4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测, 按 GBZ98 的要求进行职业健康监护 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。 | 公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射监测仪以及 4 台个人剂量报警仪, 并委托有资质单位对 4 名辐射工作人员进行个人剂量监测。 | 是 |

本项目调试机房辐射安全与防护措施分布见下图。

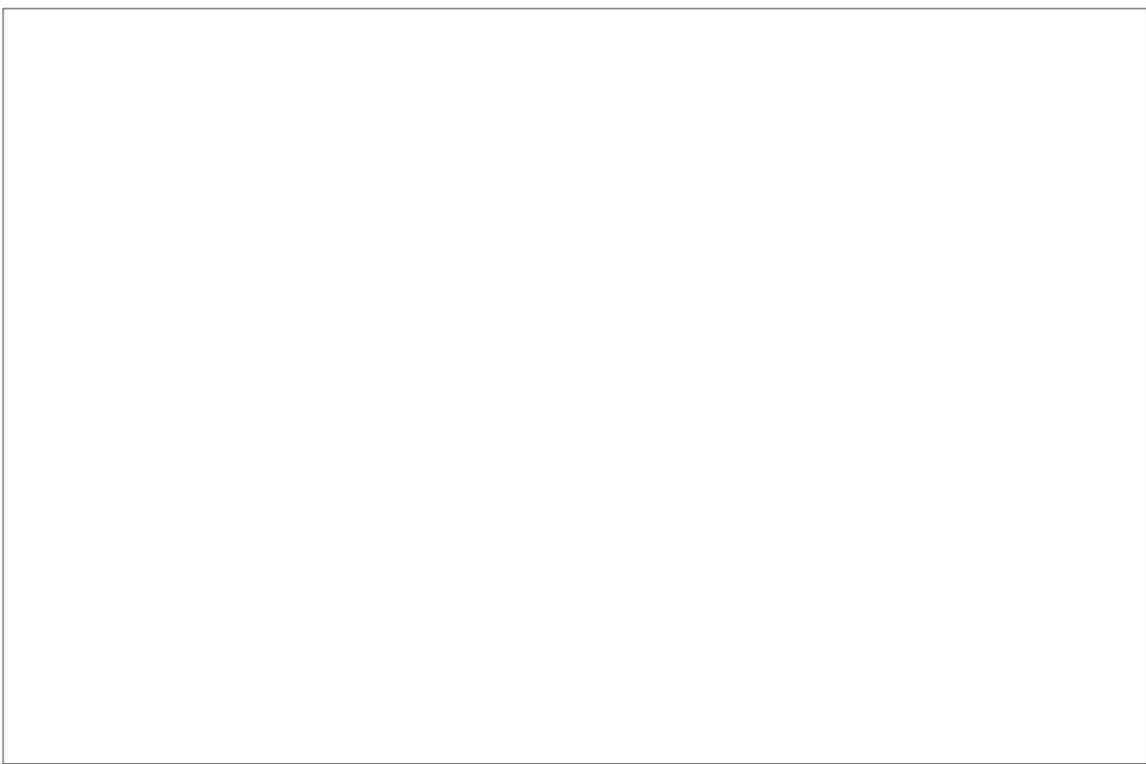


图10-2 本项目调试机房辐射安全与防护措施分布图

2、工业 CT 装置

2.1 工业 CT 工作场所布局及分区

本项目 CT 均设有操作台，操作人员位于操作台处操作，本项目调试工位工业 CT 装载门朝西北侧，操作台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 10-4 操作位与出束方向关系一览表

| 序号 | 装置名称及型号 | 操作台位置 | 出束方向 |
|----|-----------------|--------|--------|
| 1 | FCT-3400 型工业 CT | 西北侧（前） | 西南侧（右） |
| 2 | FCT-3401 型工业 CT | 西北侧（前） | 西南侧（右） |

本项目将调试工位工业 CT 装置屏蔽体铅房作为辐射防护控制区，将调试工位工业 CT 装置屏蔽体铅房外与组装测试间围成的区域（包括操作位）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，拟在组装测试间外拟粘贴监督区标牌并设置门禁，确保无关人员无法进入。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。

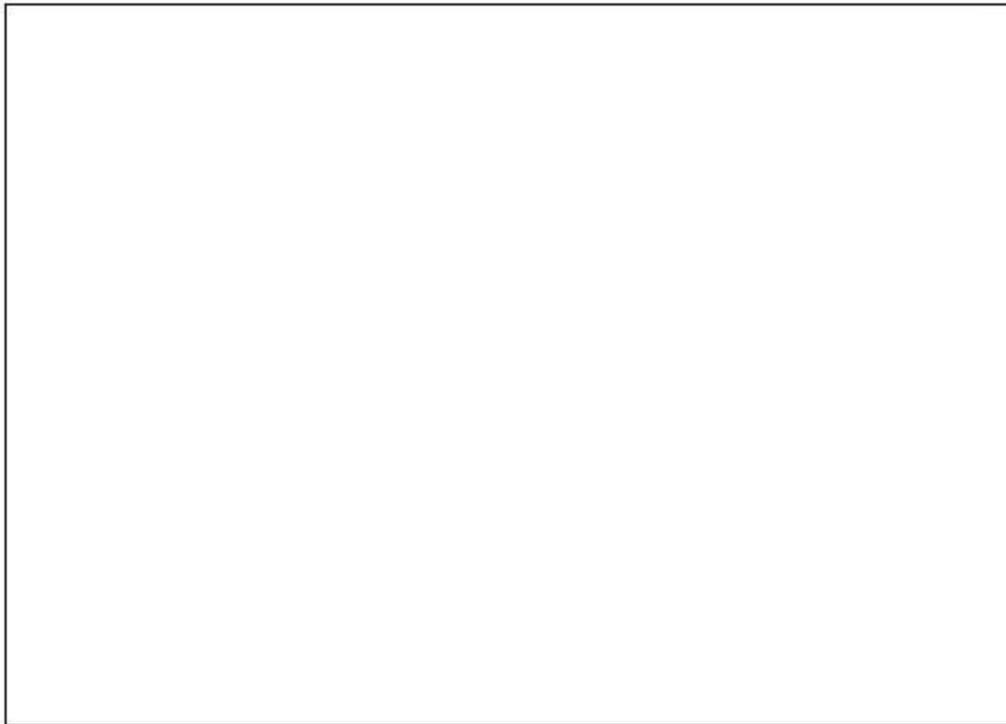


图 10-3 本项目组装测试间两区划分示意图

表 10-5 本项目组装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 | 调试工位工业 CT 装置屏蔽体铅房 | 调试工位工业 CT 装置屏蔽体铅房外与组装测试间围成的区域（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 | 组装测试间入口门外粘贴监督区标牌。 |

2.2 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，本项目屏蔽参数见表 10-6。

表 10-6 工业 CT 屏蔽设计参数一览表

| 序号 | CT 型号 | 尺寸 | 屏蔽体方位 | 屏蔽体材料及材料厚度 |
|----|----------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | FCT-3400 | 3920mm(长) ×2263mm(宽) ×2846mm(高) | 西南侧(右) | 2mm 钢+14mmPb+2mm 钢 |
| | | | 西北侧(前)、东南侧(后)、 东北侧(左)、顶部、底部 | 2mm 钢+10mmPb+2mm 钢 |
| | | | 通风口、电缆口 | 10mmPb 补偿屏蔽 |
| 2 | FCT-3401 | 3920mm(长) ×2263mm(宽) ×2846mm(高) | 西南侧(右) | 2mm 钢+14mmPb+2mm 钢 |
| | | | 西北侧(前)、东南侧(后)、 东北侧(左)、顶部、底部 | 2mm 钢+10mmPb+2mm 钢 |
| | | | 通风口、电缆口 | 10mmPb 补偿屏蔽 |

2.3 辐射安全与防护设施

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。

| 序号 | 措施 | 标准原文 | 措施及位置 | 是否满足要求 |
|----|------------|--|---|--------|
| 1 | 曝光室与操作室分开 | 6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。 | 本项目工业 CT 设计有操作台与铅房，操作台与铅房分开独立设置，操作台位于 CT 前侧（西北侧），X 射线管有用线束朝右（西南侧）照射，操作台已避开有用线束照射方向。 | 是 |
| 2 | 两区划分 | 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。 | 两区划分：本项目将调试工位工业 CT 铅房边界作为控制区，将调试工位工业 CT 装置屏蔽体铅房外与组装测试间围成的区域（包括操作位）作为监督区。装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，在监督区外张贴监督区标牌。 | 是 |
| 3 | 门机联锁 | 6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。 | 工业 CT 装置装载门、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。 | 是 |
| 4 | 指示灯和声音提示装置 | 6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明 | 工业 CT 装置外部拟设置三色灯带，出束时，指示灯开启，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。 | 是 |

| | | | | |
|----|----------|---|--|---|
| | | 显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。 | | |
| 5 | 视频监控 | 6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置,在控制室的操作台应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。 | 工业 CT 装置内部拟安装监视装置,可监视装置内部的运行情况; 监控显示器位于装置操作台。 | 是 |
| 6 | 电离辐射警告标志 | 6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。 | 本项目工业 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。 | 是 |
| 7 | 急停按钮 | 6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮或拉绳的安装,应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签,标明使用方法。 | 本项目工业 CT 装置屏蔽体铅房内、外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。 | 是 |
| 8 | 通风 | 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。 | 本项目工业 CT 装置左侧屏蔽体上方设置通风孔。通风孔处设置铅防护罩,铅防护罩内采用迷路设计,有效降低辐射影响。装置外体积最大为 25.3m ³ ,装置内部体积小于 25.3m ³ ,通风量 300m ³ /h,通风次数约 11 次/h,不小于 3 次/h。 | 是 |
| 9 | 固定式剂量率仪 | 6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。 | 本项目工业 CT 装置工作时,辐射工作人员无需进入检测室内,仅在检测室外操作;设备检修时,检修人员在断电情况下检修,检修完成在曝光室外调试,故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。本项目拟在组装测试间调试工位旁安装固定式场所辐射探测报警装置。 | 是 |
| 10 | 其他 | / | ①钥匙开关:本项目操作台位于装置南侧,操作台上设有钥匙开关,只有打开操作台钥匙开关后工业 CT 才能出束,钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出; ②门缝搭接:本项目工业 CT 装置检修门、装载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。 | 是 |
| 11 | 规章制度 | 4.2 应建立放射防护管理组织,明确放射防护管理人员及其职责,建立和实施放射防护管理制度和措施。 4.6 应制定辐射事故应急预案。 | 公司拟成立辐射防护管理机构,拟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。 | 是 |
| 12 | 监测设备 | 4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测,按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。 | 公司拟为本项目配备 1 台 X-γ 辐射剂量巡测仪及 4 台 X-γ 个人剂量报警仪,用于对工业 CT 周围环境辐 | 是 |

| | | | |
|--|------------------------|---|--|
| | 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。 | 射水平监测，并做好监测记录；并委托有资质单位对 4 名辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。 | |
|--|------------------------|---|--|

本项目工业 CT 装置拟采取的辐射安全措施平面布置示意图如图 10-4。

3、辐射安全防护措施

(1)调试机房、组装测试间

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

(2) 辐射工作人员在曝光室、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，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曝光室、工业 CT 装置周围区域的剂量率水平。曝光室、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) 每次出射线调试前，辐射工作人员应确认曝光室、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。

(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，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。

射线管在工作状态时，会使周围的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目曝光室设 1 个直径 200mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下，管道接至厂房外，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。本项目调试机房曝光室内部体积约为 73.5m³，拟安装轴流风机排风量约为 800m³/h，通风换气次数约 10 次/h，曝光时全程开启风机。拟安装的风机能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。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对周围环境影响较小。

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。装置左侧屏蔽体上部设计排风装置，本项目装置外体积最大为 25.3m³，装置内部体积小于 25.3m³，装置内排风装置的通风量最小设计为 300m³/h，通风次数约 11 次/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排风装置排至组装测试间内，再通过开关组装测试间门排放至组装测试间外，通过厂房排风排至室外，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

当公司不再生产工业 CT 装置时，本项目工业 CT 装置、射线源应根据《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

建设阶段对环境的影响

本项目的主体工程为在新建 1 座固定式调试机房（包括曝光室、操作间）及组装测试间。施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所示：

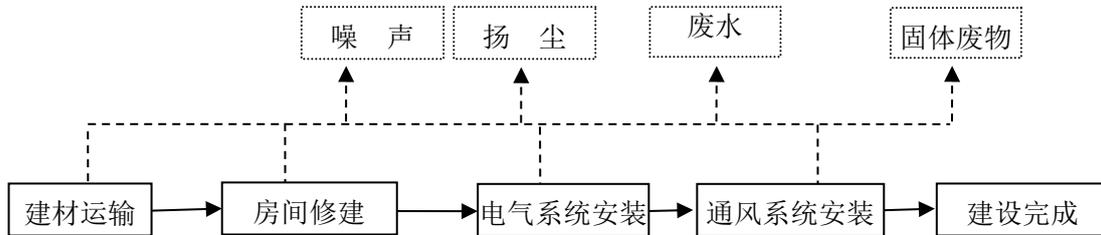


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）施工期扬尘

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，针对上述大气污染拟采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、车辆在运输建筑材料时采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声

施工期噪声包括土建施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为企业，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

（三）施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水拟先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制；施工人员产生的生活污水拟依托厂区内现有的污水处理设施处理后排放。

（四）施工固废

施工期固废主要是装修过程中产生固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区内现有垃圾收集设施收集。

该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内部局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

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。

一、预测计算公式

计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式：

1) 有用线束屏蔽估算：

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

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

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

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）附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下混凝土或铅的什值层后，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) 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 9-2；

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）中附录 B 表 B.2 取得相应电压条件下混凝土或铅的什值层后，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 9-2；

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， $\mu\text{Sv/周}$ ， $\mu\text{Sv/年}$ ；

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

t ：探伤装置周/年照射时间，h/周，h/年；

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

二、调试机房预测分析

1、四周墙壁、屋顶、防护门屏蔽效果预测

射线源在曝光室进行调试时，位置见下图，根据表 9-2，射线源 FXE 225 Range

输出量大于 L12161-07，因此取 FXE 225 Range 输出量进行计算，曝光室周围各关注点处的剂量控制水平和剂量率计算结果见表 11-2、表 11-3。各关注点距离屏蔽体 0.3m。

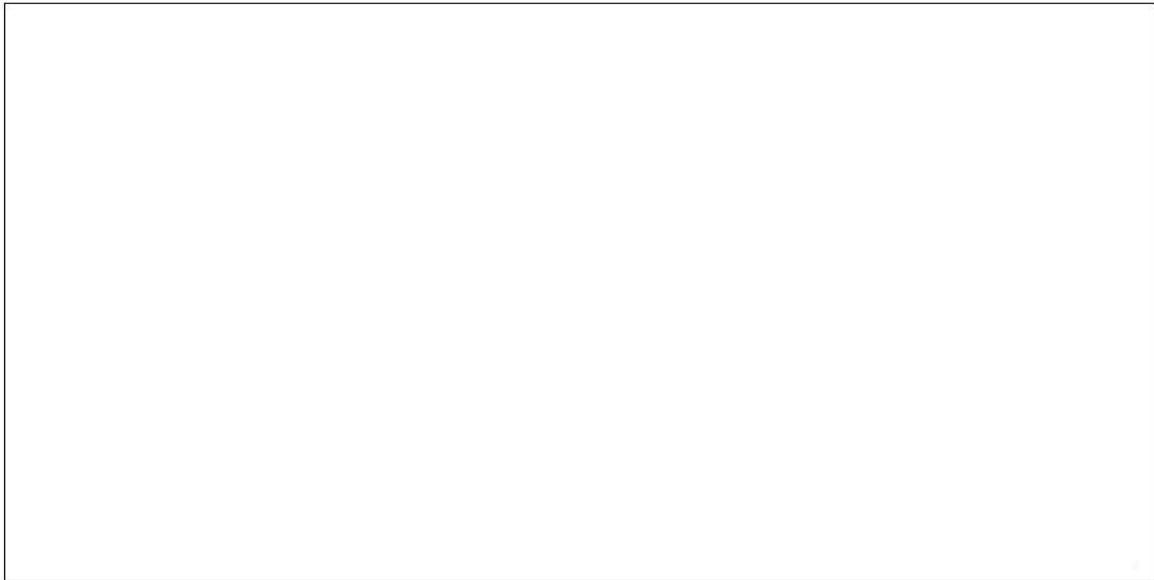


图 11-2 本项目调试机房计算点位示意图

表 11-1 本项目调试机房关注点及其需要防护的射线

| 序号 | 点位描述 | 有用线束 | 泄漏辐射 | 散射辐射 |
|----|-----------|------|------|------|
| ① | 西南墙外30cm | √ | | |
| ② | 大防护门外30cm | | √ | √ |
| ③ | 东北墙外30cm | | √ | √ |
| ④ | 小防护门外30cm | | √ | √ |
| ⑤ | 东南墙外30cm | | √ | √ |
| ⑥ | 顶部30cm | | √ | √ |

表 11-2 本项目曝光室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 |
|------|-----------|--------|---|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|----|
| 西南墙① | 650mm 混凝土 | 3 | | | | 3.10E-02 | 2.5 | 满足 |

注： 1) 射线机距曝光室西南墙 1.9m， $R=1.9+0.65+0.3=2.85\text{m}$ 。

2) B 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中附录 B 中的表 B.2，225kV 下混凝土值层根据 200kV 和 250kV 混凝土值层内插为 88mm。

表 11-3 本项目曝光室非有用线束方向屏蔽效果预测表

| 参数 | 关注点 | | | | |
|-----|--------|-----------|--------|-----------|-----------|
| | 大防护门② | 东北墙③ | 小防护门④ | 东南墙⑤ | 顶部⑥ |
| 屏蔽体 | 25mmPb | 650mm 混凝土 | 25mmPb | 650mm 混凝土 | 550mm 混凝土 |
| 泄漏 | B_1 | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| 辐射 | \dot{H}_L (μSv/h) | | | | | |
| | R (m) | | | | | |
| | \dot{H} (μSv/h) | | | | | |
| 散射辐射 | 散射后能量 | | | | | |
| | B ₂ | | | | | |
| | I (mA) | | | | | |
| | $H_0 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | | | | | |
| | $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ | | | | | |
| | R_s (m) | | | | | |
| | \dot{H} (μSv/h) | | | | | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h) | | 3.97E-10 | 1.18E-03 | 9.75E-09 | 1.18E-03 | 6.41E-03 |
| 剂量率参考控制水平 (μSv/h) | | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 100 |
| 结论 | | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 |

m,
表
值
表

根据表 11-2~表 11-3，本项目调试机房曝光室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中剂量率参考控制水平的要求。

2、天空反散射影响分析

根据表 11-3，本项目 X 射线探伤机满功率开机曝光时屋顶外 30cm 处辐射剂量率为 6.41E-03μSv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小 6.41E-03μSv/h，本项目四周关注点最大剂量率为 3.10E-02，叠加天空反散射后，关注点的周围剂量当量率小于 3.74E-02，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

3、通风管道、电缆管道辐射影响分析

本项目调试机房通风管道和电缆管道利用散射降低管道口的辐射水平，避免射线

直接照射通风口、电缆口，进入通风管道后散射示意图如图 11-3，射线进入电缆管道后散射示意图如图 11-4。射线经工件散射后进入通风管道、电缆管道，在管道均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P189“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目调试机房通风管道、电缆管道设计能够满足辐射防护要求。

图 11-3 本项目曝光室通风管道散射示意图

图 11-4 本项目曝光室电缆管道散射示意图

4、门缝辐射影响分析

本项目曝光室大防护门门洞尺寸 3000mm×3000mm，门体尺寸 3600mm×3300mm，左右各搭接 300mm，上下各搭接 150mm。曝光室小防护门门洞尺寸 800mm×2000mm，门体尺寸 1100mm×2200mm，左右各搭接 150mm，上下各搭接 100mm，防护门与墙体之间的缝隙宽度 10mm，搭接宽度不小于门缝间隙 10 倍，缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

三、CT 装置预测分析

本项目 FCT-3400、FCT-3401 型工业 CT 装置结构、屏蔽、射线管运动情况均一致，CT 配备 1 个 X 射线管，射线管可以上下移动，FCT-3400 型工业 CT 射线管出束角度为 30°，FCT-3401 型工业 CT 射线管出束角度为 43°，装置在组装测试摆放时，装载门朝向西北侧，有用线束方向为西南侧屏蔽体，每次只调试 1 台设备，根据表 9-2，FCT-3400 型输出量最大，因此取输出量及管电流最大的 FCT-3400 型进行预测。

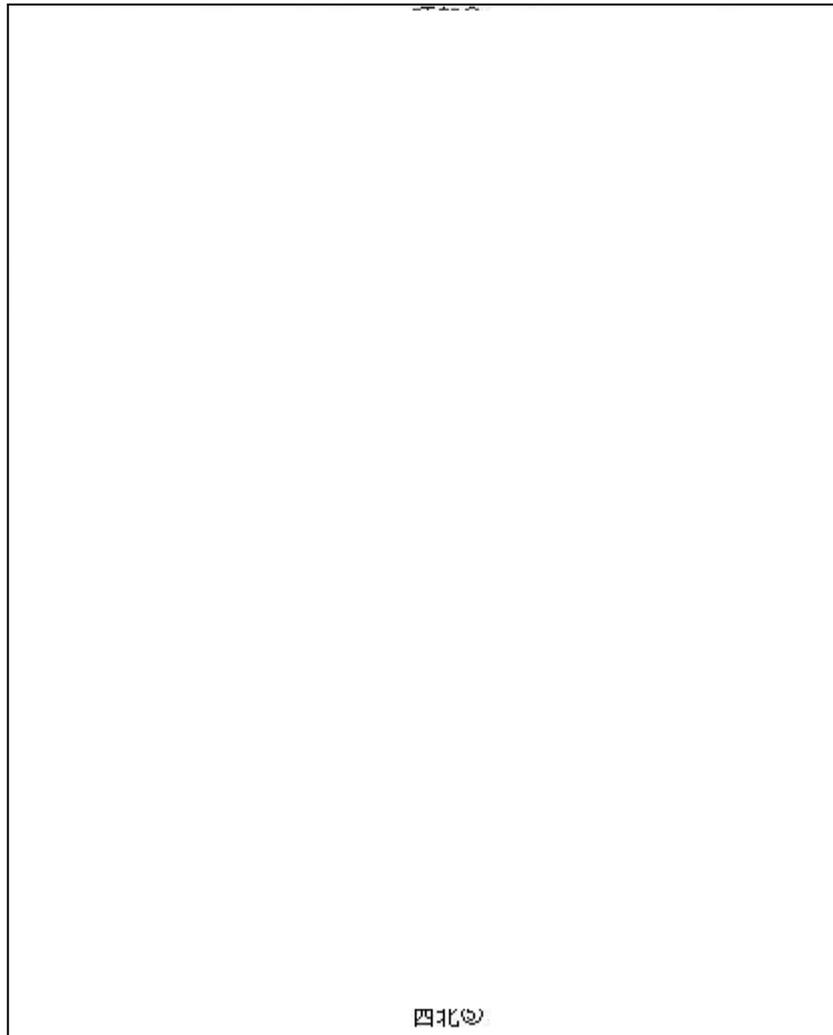


图 11-5 本项目工业 CT 装置关注点示意图

表 11-4 FCT-3400 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 |
|------|--------|-----------|--|---|----------|----------------------|--------------------------|----|
| 西南侧① | 14mmPb | | | | | 2.37E-01 | 2.5 | 满足 |

注：①保守不考虑钢板防护效果，30cm 。R 源 参考点的距离，R=源点至装置表面距离（由设计图量取）+0.3m。

②B 值，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2，内插得到 225kV 下铅的什值层为 2.15mm。

表 11-5 FCT-3400 型工业 CT 非有用线束方向屏蔽效果预测表

| 参数 | 关注点位 | | | | |
|------------------------------------|--|----------|----------|----------|----------|
| | 底部② | 东北侧③ | 顶部④ | 西北侧⑤ | 东南侧⑥ |
| 屏蔽体 | 10mmPb | 10mmPb | 10mmPb | 10mmPb | 10mmPb |
| 泄漏辐射 | B_1 | | | | |
| | $\dot{H}_L (\mu\text{Sv/h})$ | | | | |
| | $R (m)$ | | | | |
| | $\dot{H} (\mu\text{Sv/h})$ | | | | |
| 散射辐射 | 散射后能量 | | | | |
| | B_2 | | | | |
| | $I (mA)$ | | | | |
| | $H_0 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (mA \cdot h)$ | | | | |
| | $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ | | | | |
| | $R_s (m)$ | | | | |
| | $\dot{H} (\mu\text{Sv/h})$ | | | | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$) | 9.59E-02 | 4.17E-02 | 6.36E-02 | 5.71E-02 | 6.04E-02 |
| 剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 结论 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 |

注
距

2.

1.

根据表 11-4~11-5 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。

2、天空反散射影响分析

根据表 11-5,本项目工业 CT 装置顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 6.36E-02 $\mu\text{Sv/h}$,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。

3、底部反散射影响分析

根据表 11-5 计算结果,底部剂量率最大为 9.59E-02 $\mu\text{Sv/h}$,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。

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 射线经散射后进入通风口，在通风口防护罩内至少散射 3 次才能到达屏蔽体外。工业 CT 装置电缆穿孔位置位于检测室左侧屏蔽体下部，电缆孔设铅防护罩，铅防护罩内采用迷路设计，X 射线经散射后进入电缆孔，在电缆孔防护罩内至少散射 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。”，可推断本项目电缆孔屏蔽体外辐射剂量率能够满足标准要求。

图 11-7 本项目电缆孔结构示意图

4、门缝辐射影响分析

本项目工业 CT 装置检修门、装载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，缝隙处的辐射剂量率

能够满足标准要求。

四、人员周/年有效剂量评估

本项目组装测试间设 1 个组装工位、1 个调试工位，仅调试工位涉及调试，组装测试间内不存在 2 台及以上设备同时调试情形，且实验曝光室不会与产品调试同时开机。一般情况下，本项目辐射工作人员在组装测试间调试时位于装置前侧操作台处，考虑到辐射工作人员可能到达装置其他侧，保守取装置四周最大剂量率值 $2.37E-01\mu\text{Sv/h}$ 估算辐射工作人员年有效剂量。本项目曝光室保守取曝光室四周最大剂量率值 $3.10E-02\mu\text{Sv/h}$ 估算辐射工作人员年有效剂量。本项目运行后预计组装测试间内产品调试年工作 50 周，周调试曝光时间约为 4h，年调试曝光时间约为 200h；客户现场装置年调试曝光及维修(或售后)时间约为 50h(其中单个客户现场安装调试及维修调试每台设备不超过 1h，一周最多前往 1 个客户现场进行调试工作)。曝光室周曝光时间约 5h，年曝光时间约 50h（每年曝光 10 次）。

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，计算结果见下表。

表 11-6 本项目保护目标辐射影响理论估算结果

| 场所 | 位置 | 使用因子 | 居留因子 | 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 周剂量估算值 ($\mu\text{Sv/周}$) | 目标管理值 ($\mu\text{Sv/周}$) | 年剂量估算值 (mSv/年) | 目标管理值 (mSv/年) | 结论 |
|-------|-------|------|------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----|
| 工业 CT | 组装测试间 | 1 | 1 | | | 100 | | 5 | 满足 |
| | 客户现场 | 1 | 1 | | | | | | |
| 曝光室 | 操作间 | 1 | 1 | | | | | | |
| 合计 | | | | | 1.34 | | 6.08E-02 | | |

注：组装测试间周曝光时间4h，年曝光时间200h；客户现场周曝光时间1h，年曝光时间50h；曝光室周曝光时间约5h，年曝光时间50h；

本项目周围公众的剂量率分有用线束及非主有用线束方向预测计算，有用线束方向根据公式（1）进行预测计算，非有用线束方向根据公式（2）和公式（3）进行预测计算。再根据公式（4）估算公众的周有效剂量和年有效剂量。由于本项目工业 CT 装置和实验用曝光室不同时开机，且工业 CT 运行时周围剂量当量率大于曝光室周围剂量当量率，因此保守按照工业 CT 运行各表面最大周围剂量当量率根据距离衰减计算周围公众周有效剂量及年有效剂量计算结果见表 11-7。

表 11-7 本项目测试间周围公众周/年剂量估算一览表

| 关注点 | | 方位及最近距离 | 居留因子 | 使用因子 | 关注点处周围剂量当量率 (μSv/h) | 周剂量估算值 (μSv/周) | 目标管理值 (μSv/周) | 年剂量估算值 (mSv/年) | 剂量约束值 (mSv/年) |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------|------|---------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 南京华视智能科技有限公司 | 厂房 B | 车间过道 | 西南侧、西北侧 | | | | 5 | 7.41E-03 | 0.1 |
| | | 办公室、会议室、茶水室、仓库 | 西北侧约 4m | | | 1.13E-03 | | | |
| | | 原材料周转区 | 东南侧 1.6m | | | 1.03E-03 | | | |
| | | 成品周转区 | 西南侧约 3m | | | 3.87E-03 | | | |
| | | 其他区域 | 东南侧、西南侧、西北侧约 3m | | | 1.55E-02 | | | |
| | 厂区道路 | 东北侧约 4m | | | 6.45E-05 | | | | |
| | 厂房 C | 东南侧约 35m | | | 2.31E-05 | | | | |
| | 江苏伟拓力电力工程技术有限公司 | 东北侧约 13 米 | | | | 1.45E-04 | | | |

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周曝光时间9h（其中曝光室5h，工业CT 4h），年曝光时间250h（其中曝光室50h，工业CT200h）。
 根据理论计算结果，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 1.34μSv，年有效剂量最大为 6.08E-02mSv，周围公众周有效剂量最大为 5.57E-01μSv，年有效剂量最大为 1.55E-02mSv，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. 事故风险识别

本项目所用工业 CT 装置属II类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订本）第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-8 中。

表 11-8 射线装置的风险因子辐射伤害程度与事故分级

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

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-9。

表 11-9 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

| 急性放射病 | 分度 | 受照剂量范围参考值 |
|----------|-----|---------------|
| 骨髓型急性放射病 | 轻度 | 1.0Gy~2.0Gy |
| | 中度 | 2.0Gy~4.0Gy |
| | 重度 | 4.0Gy~6.0Gy |
| | 极重度 | 6.0Gy~10.0Gy |
| 肠型急性放射病 | 轻度 | 10.0Gy~20.0Gy |
| | 中度 | / |
| | 重度 | 20.0Gy~50.0Gy |
| | 极重度 | / |
| 脑型急性放射病 | 轻度 | 50.0Gy~100Gy |
| | 中度 | |
| | 重度 | |
| | 极重度 | |
| | 死亡 | 100Gy |

2. 源项分析及最大可能性事故分析

1) 源项分析

根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，工业 CT 装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，工业 CT 装置便不会再有射线产生。

2) 本项目可能发生的辐射事故

- ①曝光室门机联锁失效，曝光时工作人员误入曝光室；
- ②曝光室门机联锁失效，防护门未完全关闭，射线源曝光时对曝光室周围人员造

成意外照射；

③操作人员未发现曝光室内仍有人员滞留即开始作业，致使人员受到意外照射；

④工业 CT 装置门机连锁失效，设备装载门未关闭就对工业 CT 装置进行出束调试，致使人员受到意外照射；

⑤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；

⑥曝光室防护门屏蔽受损或工业 CT 装置屏蔽体不合格或无效泄漏射线对周围人员造成意外照射。

3. 最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影响与危害。

假定在事故情况下，人员误入和误靠近本项目曝光室或工业 CT 装置，X射线直接射到人员，由于曝光室、CT 均设有紧急停机按钮，若发生事故，可立即按下，装置即可停止出束。因此假定 40s 为一次事故下的持续照射时间。通过计算结果表明，人员在位于出束点 0.5m 位置持续受照 40s 所受到的剂量为 $2.72E-01\text{Gy}$ ，超过年剂量限值，但不会引起轻度骨髓型急性放射病，因此会发生一般辐射事故。

综上所述，对于本项目来说，**最大可信事故为一般辐射事故**。针对一般辐射事故，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关。

4. 事故处理方法及预防措施

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；

②每次操作前检查门机连锁装置，确保完好。确保在防护门关闭后，射线源才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

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；误入曝光室人员还可以通过紧急开门按钮逃离曝光室；

④曝光时，辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录；

⑤对辐射工作人员造成意外照射,应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计,剂量超标则人员应及时调岗,并及时到专业医院就诊检查治疗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,定期对曝光室、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操作,每次检测前检查装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性,定期检测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,制定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，应当按照生态环境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。

南京华视智能科技股份有限公司拟成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。南京华视智能科技股份有限公司拟配备4名辐射工作人员，其中1人兼任辐射防护负责人。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。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

本项目为公司首次开展核技术利用项目，南京华视智能科技股份有限公司拟成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定一系列的辐射安全管理制度包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等，基本能满足核技术利用项目管理需要。

南京华视智能科技股份有限公司在日后实际工作中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善制度的可操作性，本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

岗位职责：制定管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

操作规程：明确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，重点是明确装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安

全措施。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是装置及调试机房的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：制定设备检修维护制度，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。

射线装置使用、销售登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况制定，重点是射线装置使用状况的记录；同时需制定射线装置销售制度，重点记录销售装置的去向、型号、数量等内容。

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

监测方案：制定定期监测方案，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。

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制定事故应急预案，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、应急演习计划；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。

职业健康体检：公司应组织工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，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，辐射工作人员无论何种原因脱离辐射工作时，公司应及时安排其进行离岗时的职业健康检查，以评价其离岗时的健康状况；如果最后一次在岗期间职业健康检查在离岗前三个月内，可视为离岗时检查，但应按离岗时检查项目补充未检查项目；公司应建立辐射工作人员职业

健康监护档案。

公司应制定相关管理制度,并严格按照制度执行,在今后的工作实践中不断完善,提高制度的可操作性。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”。建设单位应按时编制完成《辐射安全和防护状况年度评估报告表(XX年度)》,并按时在系统内提交年度评估报告。

辐射监测

1. 监测方案

(1) 请有资质的单位定期对本项目曝光室、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 装置及曝光室进行作业时公司辐射安全管理人员定期对曝光室、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。

(4) 公司拟为本项目配备4名辐射工作人员,拟委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测,个人剂量计定期(不超过3个月)送检,并建立个人剂量档案;若发现个人剂量有异常的,应当对有关人员采取保护措施,并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

本项目辐射监测方案具体见表12-1。

表 12-1 辐射监测方案

| 监测对象 | 监测项目 | 监测因子 | 监测方式 | 监测周期 | 监测点位 |
|----------------|------|---------------------|-----------|---------|--|
| 曝光室、工业 CT 装置周围 | 验收监测 | X- γ 周围剂量当量率 | 委托有资质单位进行 | 项目运行前1次 | ①通过巡测发现辐射水平异常高的位置; ②曝光室、工业 CT 门外 30cm 离地面高度为 1m 处,门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点; ③曝光室墙外或邻室墙外、工业 CT 表面外 30cm 离地面高度为 1m |
| | 年度监测 | | 委托有资质单位进行 | 每年一次 | |
| | 自主监测 | | 自行监测 | 每月一次 | |

| | | | | | |
|--------|----------|--------|-----------|----------|--------------------------------|
| | | | | | 处，每个墙面至少测 3 个点； ④人员经常活动的位置。 |
| 辐射工作人员 | 个人剂量当量监测 | 个人剂量当量 | 委托有资质单位进行 | 每 3 个月一次 | / |

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；公司拟配备1台X-γ辐射剂量巡测仪和4台X-γ个人剂量报警仪，项目运行后应定期对装置和曝光室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。监测仪器应按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。

公司拟为本项目配备4名辐射工作人员,应在项目运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

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

辐射事故应急

南京华视智能科技股份有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演练计划；
- (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。

南京华视智能科技股份有限公司应依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态

环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测调试机房曝光室周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

南京华视智能科技股份有限公司因生产需要，拟新建工业CT设备生产项目，拟新建1间组装测试间，用于CT设备的组装、调试，新建1座实验用调试机房（包括曝光室及操作间）用于本项目CT拟使用射线源的成像研发调试。本项目的建设能更好的服务客户，满足客户产品质量检测的需求，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。虽然工业CT装置、射线源的调试、使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

南京华视智能科技股份有限公司位于南京市浦口区林春路3号，公司东北侧为江苏伟拓力电力工程技术有限公司，东南侧为南京金浦利轨道车辆装备有限公司，西南侧为南京华润生物工程有限公司（在建），西北侧为林春路。

本项目位于公司厂房B内，包括组装测试间、实验用调试机房（包括曝光室及操作间）。曝光室与组装测试间东北侧为操作间，东南侧为原材料周转区，西南侧、西北侧为车间过道，项目所在车间为单层建筑，上方为车间屋顶，下方为土层。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》《江苏省生态空间管控区域规划》《江苏省自然资源厅关于南京市浦口区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》，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、优先保护单元，登录江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统进行管控区排查，项目所在地属于重点管控单元“南京浦口经济开发区”。

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本公司厂房B（操作间、组装测试间、车间过道、办公室、会议室、茶水室、仓库、原材料周转区、成品周转区、其余区域）、厂房C、厂区道路以及江苏伟拓力电力工程技术有限公司。

本项目的建设符合江苏省和南京市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

本项目周围环境保护目标主要为从事工业CT装置操作、射线源调试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

①本项目调试机房曝光室内部长宽高尺寸为 6m×3.5m×3.5m，曝光室通过混凝土墙、混凝土屋顶和铅防护门对射线进行屏蔽。曝光室四周墙为 650mm 混凝土，屋顶为 550mm 混凝土，大防护门嵌 25mm 铅板，小防护门内嵌 25mm 铅板。

本项目曝光室东部下方设置 1 个直径 200mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下，管道接至曝光室外，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。拟安装轴流风机排风量约为 800m³/h。

本项目调试机房曝光室东北墙下方设置 6 个直径 110mm 电缆管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下。曝光室大防护门门洞尺寸 3000mm×3000mm，门体尺寸 3600mm×3300mm，左右各搭接 300mm，上下各搭接 150mm。曝光室小防护门门洞尺寸 800mm×2000mm，门体尺寸 1100mm×2200mm，左右各搭接 150mm，上下各

搭接 100mm。搭接宽度不小于门缝间隙 10 倍。

②本项目工业 CT 装置主要通过铅板对 X 射线进行防护，铅房右侧采用 14mm 铅板，左侧、前侧、后侧、顶部、底部屏蔽体均采用 10mm 铅板。

3) 辐射安全措施

①曝光室防护门拟设置门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司拟在曝光室防护门的门口及内部设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯及声音提示装置，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置及工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；操作台、曝光室内部四周墙壁拟设置急停按钮及标签说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。防护门拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。曝光室内拟设置固定式场所辐射探测报警装置。曝光室内及曝光室大防护门外拟设置视频监控。

②本项目工业 CT 装置装载门、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 装置外部设置三色灯带，X 射线机出束时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。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 装置内部拟安装视频监控，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、外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。

本项目拟将调试工位工业 CT 装置屏蔽铅房、曝光室作为辐射防护控制区，将调试工位工业 CT 装置屏蔽铅房外与组装测试间围成的区域（包括操作位）、操作间作为辐射防护监督区。

4) 通风措施评价

本项目射线机或工业 CT 装置在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目实验用曝光室体积 73.5m³，拟在曝光室西北角设置 1 个直径 200mm 的通风管道，通过 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 下，排风口位于厂房外，拟安装 1 个 800m³/h 的轴流风机，通风换气均不小于 3 次/h。

本项目工业 CT 装置左侧设计排风装置，本项目装置外体积最大为 25.3m³，装置

内部体积小于 25.3m³，装置内排风装置的通风量最小设计为 300m³/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排风装置排至组装测试间内，再通过开关测试间门排放至组装测试间外，通过厂房换气系统排至室外，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

本项目实验用曝光室通过混凝土墙、混凝土屋顶和铅防护门对射线进行屏蔽，工业CT装置通过铅板对X射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目曝光室射线源、工业CT装置以满功率运行时曝光室、工业CT表面30cm处周围剂量当量率均能够满足《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) 委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- 2) 拟为本项目配置 1 台辐射巡测仪及 4 台 X- γ 个人剂量报警仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；
- 3) 在项目运行前，建设单位拟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) 在项目运行前安排 4 名辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立职业健康监护档案。
- 5) 公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。在项目运行前制定辐射安全管理制度；本项目拟配备 4 名辐射工作人员；项目投运后，若新增辐射工作人员，上岗前应报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行作业。

综上所述，南京华视智能科技股份有限公司工业 CT 设备生产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组装测试间内，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>本项目 FCT-3400、FCT-3401 型工业 CT 装置外形、尺寸结构均一致，仅射线管不同，装置尺寸为 3920mm(长)×2263mm(宽)×2846mm(高)。屏蔽体铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽，定义装载门所在面为装置前侧。铅房右侧采用 14mm 铅板，铅房左侧、前侧、后侧、顶部、底部屏蔽体均采用 10mm 铅板。</p> <p>本项目调试机房曝光室内部长宽高尺寸为 6m×3.5m×3.5m，曝光室通过混凝土墙、混凝土屋顶和铅防护门对射线进行屏蔽。曝光室四周墙为 650mm 混凝土，屋顶为 550mm 混凝土，大防护门内嵌 25mm 铅板，小防护门内嵌 25mm 铅板。</p> | <p>装置及曝光室表面外 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> | 50 |
| 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，可通过装置左侧上部排风机将臭氧及氮氧化物抽排出装置，铅房通风量 300m³/h，通风换气次数不小于 3 次/h；实验用曝光室设有通风管，风机风量 800m³/h，能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次。</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 装置装载门、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 装置外部设置三色灯带，X 射线机出束时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。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 装置内部拟安装视频监控，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、外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。</p> <p>曝光室防护门拟设置门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司拟在曝光室防护门的门口及内部设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯及声音提示装置，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置及工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；操作台、曝光室内部</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> | 5 |

| | | | |
|--------|---|--|------|
| | <p>四周墙壁拟设置急停按钮及标签说明,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。防护门拟设置紧急开门按钮,确保发生事故时,人员能够逃离事故现场。曝光室内拟设置固定式场所辐射探测报警装置。曝光室内及曝光室大防护门外拟设置视频监控。</p> <p>本项目将调试工位工业CT装置铅房以及实验用曝光室作为控制区,将调试工位工业CT装置屏蔽体铅房外与组装测试间围成的区域(包括操作位)、操作室作为监督区。</p> | | |
| | 拟配置1台辐射巡测仪及4台个人剂量报警仪。 | 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。 | 1 |
| 辐射安全管理 | 拟成立辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员职责。 | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》成立安全管理机构。 | / |
| | 管理制度:制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。 | 满足辐射安全管理要求。 | / |
| | 本项目拟配备的4名辐射工作人员(均为新增辐射工作人员,并安排其中1名辐射工作人员兼任本项目辐射防护负责人)岗前应通过辐射安全与防护考核,通过考核后才能进行上岗作业。 | 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 | / |
| | 将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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁,或者停止辐射工作三十年) | 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《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》,个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁,或者停止辐射工作三十年。 | 每年投入 |
| | 职业健康体检:定期组织职业健康体检,并按相关要求建立职业健康监护档案。 | 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 | 每年投入 |

以上措施必须在项目运行前落实。