

核技术利用建设项目

江苏迈信林航空科技股份有限公司
新增 1 台工业用 X 射线探伤装置项目
环境影响报告表

江苏迈信林航空科技股份有限公司

2023 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

江苏迈信林航空科技股份有限公司 新增 1 台工业用 X 射线探伤装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：江苏迈信林航空科技股份有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：苏州市吴中区横泾街道工业坊 12 号厂房

邮政编码：215000

项目联系人:张涌

电子邮箱：563352445@qq.com

联系电话:*****

目 录

| | |
|--|----|
| 表 1 项目基本情况 | 1 |
| 表 2 放射源 | 6 |
| 表 3 非密封放射性物质 | 6 |
| 表 4 射线装置 | 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 | 18 |
| 表 8-1 本项目工业 X 射线探伤装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率 | 19 |
| 表 9 项目工程分析与源项 | 22 |
| 表 10 辐射安全与防护 | 27 |
| 表 11 环境影响分析 | 32 |
| 表 12 辐射安全管理 | 44 |
| 表 13 结论与建议 | 48 |
| 表 14 审批 | 52 |
| 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 | 53 |

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|--|----------|---|---|------------------------|---------------------|
| 建设项目名称 | | 江苏迈信林航空科技股份有限公司 新增 1 台工业用 X 射线探伤装置项目 | | | |
| 建设单位 | | 江苏迈信林航空科技股份有限公司 | | | |
| 法人代表 | 张友志 | 联系人 | 张涌 | 联系电话 | ***** |
| 注册地址 | | 苏州市吴中区太湖街道溪虹路 1009 号 | | | |
| 项目建设地点 | | 苏州市吴中区横泾街道工业坊 12 号厂房 | | | |
| 立项审批部门 | | 苏州吴中经济技术开发区管理委员会 | 批准文号 | 吴开管委审备[2019]211 号 | |
| 建设项目总投资 (万元) | | 58.8 | 项目环保投资 (万元) | 7.65 | 投资比例 (环保投资/总投资) 13% |
| 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 (迁建) | | 占地面积 (m ²) | 19.6 |
| 应用类型 | 放射源 | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 | | |
| | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | / | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙 | | |
| | 射线装置 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 | | |
| | 其他 | / | | | |
| <p>一、项目概述</p> <p>1、建设单位基本情况</p> <p>江苏迈信林航空科技股份有限公司成立于 2010 年 03 月 15 日，注册地位于苏州市吴中区太湖街道溪虹路 1009 号，法定代表人为张友志。公司产品类别主要为发动机部件、起落架部件、中大型结构件、精密壳体件和紧固件等。</p> <p>本项目“江苏迈信林航空科技股份有限公司新增 1 台工业用 X 射线探伤装</p> | | | | | |

置项目”已包含在“江苏迈信林航空科技股份有限公司年产 50 万件（套）高精度航空发动机关键部件、起落架部件及航空精密结构件的研发及产业化项目”内，该项目已于 2019 年 8 月 13 日取得苏州吴中经济技术开发区管理委员会《江苏省投资项目备案证》（吴开管委审备[2019]211 号），项目代码为 2018-320560-37-03-506399。

2、建设项目规模

（1）项目概况

根据生产需要，企业租赁苏州市吴中区横泾街道工业坊 12 号厂房整栋，拟在 12 号厂房内设置检测室，并在检测室内新增 1 台 X 射线实时成像检测设备。设备型号为 UNC160-A1L-112，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA。

本项目核技术利用情况见表 1-1。

表1-1本项目核技术利用情况一览表

| 序号 | 射线装置名称 | 数量 | 管电压 kV | 管电流 mA | 射线装 置类别 | 工作场 所名称 | 活动种类 |
|----|-------------------------------|-----|-----------|-----------|------------|------------|------|
| 1 | UNC160-A1L-112 工业 X 射线探伤装置 | 1 台 | 160 | 3 | II | 检测室 | 使用 |

（2）人员配置及工作制度

本项目工业用 X 射线探伤装置预计日开机时间为 4h，日曝光时间为 1h，年开机天数为 125 天，年曝光最大时间为 125h。企业拟为本项目 X 射线装置配备 2 名辐射工作人员。

3、项目由来

根据生产需要，企业拟购置 1 台 X 射线实时成像检测设备，对产品进行无损检测。属于工业用 X 射线探伤装置。根据《射线装置分类》，本项目使用的 UNC160-A1L-112 型工业用 X 射线探伤装置属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目为使用 II 类射线装置，属于“五十五、核与辐射”中“172 核技术利用建设项目”的“使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。受建设单位委托，我单位承担该项目的环境影响评价工作。

我单位通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

本项目位于苏州市吴中区横泾街道工业坊12号厂房，根据现场踏勘，企业东侧为工业坊11号厂房，南侧为工业坊10号厂房，西侧为绿化、尧太河，北侧为绿化、小河、快餐公司。企业地理位置见附图1，厂区平面布置见附图2。

本项目工业用X射线探伤装置位于12号厂房一楼检测室内。12号厂房主体为一层建筑，局部办公区域为二层。检测室东侧为成品仓库；南侧为辅材仓库；西侧为车间；北侧为12号厂房外绿化；检测室所在位置为一层，上方无二层，下方为土层，无地下建筑。企业平面布局见附图3。本项目工业用X射线探伤装置周围50m范围为工业坊内部厂房、道路、绿化及小河，没有居民区、学校等环境敏感目标。

本项目周围环境保护目标主要为从事工业用X射线探伤装置操作的辐射工作人员及装置周围公众，50m范围内涉及工业坊内10号厂房、11号厂房、12号厂房。

三、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》（2021年第49号令），本项目为使用工业用X射线探伤装置，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条（一）中的环境敏感区。

对照《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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。本项目与生态空间保护区域位置关系见表1-2。

表1-2 生态功能保护区概况

| 生态空间保护区域名称 | 主导生态功能 | 与本项目位置关系 | 范围 | | 面积 (km ²) | |
|-------------------------|-----------|-------------|--------------------------------------|--|-----------------------|--------------|
| | | | 国家级生态保护红线范围 | 生态空间管控区域范围 | 国家级生态保护红线面积 | 生态空间管控区域范围面积 |
| 太湖重要湿地（吴中区） | 湿地生态系统保护 | 东南 4.0km | 太湖湖体水域 | / | 1538.31 | / |
| 上方山国家级森林公园 | 自然与人文景观保护 | 东北 2.7km | 上方山国家级森林公园总体规划中确定的范围（包含生态保育区和核心景观区等） | / | 5 | / |
| 太湖（吴中区）重要保护区 | 湿地生态系统保护 | 东南 3.0km | / | 分为两部分：湖体和湖岸。湖体为吴中区内太湖水体（不包括渔洋山、浦庄饮用水源保护区、太湖湖滨湿地公园以及太湖银鱼翘嘴红鲌秀丽白虾国家级水产种质资源保护区、太湖青虾中华绒螯蟹国家级水产种质资源保护区的核心区）。湖岸部分为（除吴中经济开发区和太湖新城）沿湖岸5公里范围，不包括光福、东山风景名胜区，米堆山、渔洋山、清明山生态公益林，石湖风景名胜区。吴中经济开发区及太湖新城（吴中区）沿湖岸大堤1公里陆域范围 | / | 1630.61 |
| 太湖国家级风景名胜区石湖景区（姑苏区、高新区） | 自然与人文景观保护 | 北 960m | / | 东面以友新路、石湖东岸以东100米为界，南面以石湖南边界、未名一路、越湖路、尧峰山山南界为界，西面以尧峰山、凤凰山山西界为界，北面以七子山山北界、环山路、京杭运河、新郭路为界 | / | 26.15 |
| 清明山 | 水土保持 | 西北 | / | 包括清明村、新六村、皋峰村、 | / | 3.1 |

| | | | | | | |
|-------|---|-------|--|------------------------------|--|--|
| 生态公益林 | 持 | 3.5km | | 上供村、许家桥村、花灯村、新河村、新麓村郁闭度较高的林地 | | |
|-------|---|-------|--|------------------------------|--|--|

根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

四、实践正当性

本项目建成后，将满足企业提供产品质量的需求，具有良好的社会效益和经济效益。在设备运行期间，X射线探伤装置的应用可能会对周围环境、工作人员、周围公众造成一定的辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小，其获得的效益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

五、现有核技术利用项目许可及辐射安全管理情况

江苏迈信林航空科技股份有限公司为首次使用核技术利用项目的单位，尚未申领辐射安全许可证。

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数 | 类别 | 活度种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|-------------------------|----|------|----|------|---------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | |

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量 (MeV) | 额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|------------|-----------------------|----|------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |

(二) X射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大管电流 (mA) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|--------------|-----|-----|----------------|------------|------------|----|-----------|---------|
| 1 | 工业用 X 射线探伤装置 | II类 | 1 台 | UNC160-A1L-112 | 160 | 3 | 使用 | 12 号厂房检测室 | 功率 480W |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

| 名称 | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放总量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 |
|---------|----|------|----|------|-------|-------|------|----------------------|
| 臭氧、氮氧化物 | 气态 | / | / | 少量 | 少量 | / | 通风排放 | 排入大气, 臭氧在 50 分钟后自动分解 |
| | | | | | | | | |

注: 1.常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为 mg/L, 固体为 mg/kg, 气态为 mg/m³; 年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

| | |
|------|--|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订版), 中华人民共和国主席令第9号公布, 2015年1月1日起施行;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修订本), 2018年 12月29日中华人民共和国主席令第24号公布实施;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 中华人民共和国主席令第6号公布, 2003年10月1日起实施;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年修订本), 国务院令第682号, 2017年10月1日起实施;</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年修改版), 生态环境部令第16号, 自2021年1月1日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修改), 国务院令709号, 2019年3月2日起实施;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环境保护部令第18号, 自2011年5月1日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(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;</p> <p>(9) 关于发布《射线装置分类》办法的公告, 国家环保部、国家卫生和计划生育委员会, 2017年第66号, 2017年12月5日;</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》, 环发(2006)145号, 2006年9月26日;</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部令第9号, 2019年9月20日公布, 自2019年11月1日起施行;</p> <p>(12) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》(生态环境部公告2019年第39号, 2019年11月1日起启用);</p> <p>(13) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》(生态环境部公告2019年第38号);</p> <p>(14) 《江苏省辐射污染防治条例》(修正), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告修正, 2018年3月28日通过, 自</p> |
|------|--|

| | |
|----------------------------|--|
| | <p>2018年5月1日起施行；</p> <p>（15）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发，2020年1月1日起施行；</p> <p>（16）《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日；</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》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日；</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》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日；</p> <p>（19）《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域监督管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政办发〔2021〕20号，自2021年5月1日起施行；</p> <p>（20）《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政办发〔2021〕3号，自2021年2月1日起施行；</p> <p>（21）《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会2019年令第29号），自2020年1月1日起施行；</p> <p>（22）《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（国家发展和改革委员会2021年令第49号），自2021年12月30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》（HJ 2.1-2016）；</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/T 61-2021）；</p> <p>（4）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（5）《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>（6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。</p> |

| | |
|----|---|
| 其他 | <p>与本项目有关的文件</p> <p>附图1 项目地理位置图</p> <p>附图2 厂区平面布置图</p> <p>附图3 12号厂房平面布置图</p> <p>附图4 检测室平面布置图</p> <p>附图5 工业用X射线装置屏蔽设计图</p> <p>附图6 辐射安全与防护设计图</p> <p>附图7 苏州市生态红线区域分布图</p> <p>附件1：营业执照</p> <p>附件2：备案证</p> <p>附件3：租赁合同</p> <p>附件4：设备生产厂家辐射安全许可证</p> <p>附件5：X射线管性能参数说明书</p> <p>附件6：本项目辐射环境现状检测报告</p> <p>附件7：委托书</p> <p>附件8：核技术利用项目承诺书</p> <p>附件9：辐射工作安全责任书</p> <p>附件10：生产情况告知书</p> |
|----|---|

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016），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范围。本项目的实体屏蔽物为工业用X射线探伤装置的铅房，因此以铅房外50m范围作为本项目的的评价范围，见附图2。

保护目标

本项目周围50m范围内涉及企业所在12号厂房、工业坊内的10号厂房及11号厂房，无居民点、学校和医院等环境敏感目标。

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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条（一）中的环境敏感区。

对照《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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

- 1、从事X射线探伤装置操作的辐射工作人员；
- 2、X射线探伤装置项目拟建址周围公众。

本项目保护目标情况一览表见表7-1，本项目X射线探伤装置周围环境保护目标平面布置图见图7-1、图7-2。

表7-1 X射线装置周边环境保护目标一览表

| 序号 | 环境保护目标 | | 方位 | 距离 | 人员数量 | 人员性质 |
|----|--------|-----------------|----|--------|------|------|
| 1 | 辐射工作人员 | X射线装置操作位 | 北侧 | 约0.36m | 2人 | 职业人员 |
| 2 | 厂内工作人员 | 检测室东侧 (成品仓库) | 东侧 | 约0.77m | 约1人 | 公众 |
| 3 | | 检测室东侧 (办公区域) | 东侧 | 约7.47m | 约3人 | 公众 |

| | | | | | | |
|---|--------------|-------------------|----|--------|------|----|
| 4 | | 检测室南侧 (辅材仓库) | 南侧 | 约0.14m | 约1人 | 公众 |
| 5 | | 检测室南侧 (半成品仓库) | 南侧 | 约4.64m | 约1人 | 公众 |
| 6 | | 检测室西侧 (车间) | 西侧 | 约3.10m | 约3人 | 公众 |
| 7 | 其他企业 工作人员 | 检测室北侧 (12号厂房外) | 北侧 | 约1.25m | 流动人员 | 公众 |
| 8 | | 11号厂房企业 | 东侧 | 约43m | 约20人 | 公众 |
| 9 | | 10号厂房企业 | 南侧 | 约35m | 约20人 | 公众 |

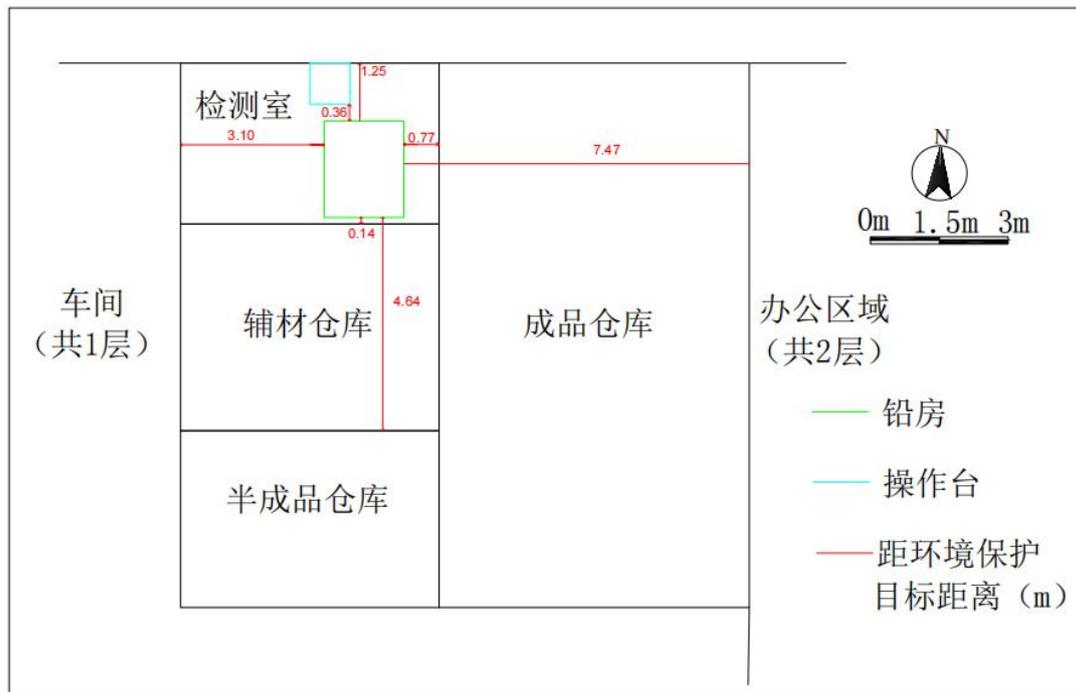


图7-1 X射线装置周边环境保护目标平面布置图



图7-2 X射线装置周边环境目标平面布置图

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表7-2工作人员职业照射和公众照射剂量限值

| 对象 | 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。 |

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。但剂量约束的使用不应该取代最优化的要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB18871的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

b)对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，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。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

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

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

3、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

本标准规定了工业X射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于500kV以下的工业X射线探伤装置的探伤室。

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a)周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $H_{c,d}$ ）：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

H_c ：周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)； 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； t ：探伤装置周照射时间，单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)；

t按照式计算：

$$t = W / (60 \cdot I)$$

W ：X射线探伤的周工作负荷（平均每周X射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ 值）， $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$ ； 60 ：小时与分钟的换算系数； I ：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ： $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述a)中 $H_{c,d}$ 和b)中的 $H_{c,max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面30cm处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同3.1.1。

b) 除3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以0°入射探伤工件的90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽,当相差不足一个TVL时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

4、江苏省天然贯穿辐射水平

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

表7-3江苏省全省环境天然 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果 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 |

注：现状评价时参考“均值 $\pm 3s$ ”数值：原野为（50.4 \pm 21.0）nGy/h；道路为（47.1 \pm 36.9）nGy/h；室内为（89.2 \pm 42.0）nGy/h。

5、项目管理目标

1.人员受照剂量管理目标（剂量约束值）

职业人员年有效剂量取GB18871-2002中职业人员年有效剂量值的1/4，即“5mSv”，公众年有效剂量取GB18871-2002中公众年有效剂量值的1/10，即“0.1mSv”。

关注点的周围剂量当量参考控制水平，参考GBZ117-2022，对放射工作场所，其值应不大于100 μ Sv/周，对于公众场所，其值应不大于5 μ Sv/周进行管理。2.环境剂量率控制限值

X射线管屏蔽体外30cm处，周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

本项目位于苏州市吴中区横泾街道工业坊12号厂房，企业地理位置见附图1。企业所在厂区平面布置见附图2。

企业位于工业坊12号厂房，该厂房主体为一层建筑，局部区域为二层。厂房主体层高6米。检测室位于厂房一层东北部位置。检测室东侧为成品仓库，用于存放成品；南侧为辅材仓库，用于存放辅材；西侧为车间，用于产品加工；北侧为12号厂房外绿化。厂房平面布局见附图3。本项目工业用X射线探伤装置周围50m范围为工业坊内部厂房、道路、绿化及小河。本项目检测室周围环境现状照片见图8-1。



检测室北侧12号厂房外



检测室东侧成品仓库



检测室南侧辅材仓库



检测室西侧车间

图8-1 检测室周围环境图

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：X射线探伤装置拟建址及周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在拟放置X射线探伤装置区域及周围布置检测点位，共13个点位。

3、监测方案、质量保证

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在拟放置X射线探伤装置区域及四周及周围保护目标处布设监测点位，测量拟放置X射线探伤装置区域及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率。

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：苏州热工研究院有限公司环境检测中心

仪器设备：X- γ 剂量率仪

型号/规格：主机：6150AD6/H；探头：6150AD-b/H HJ-204

能量响应范围：20keV-7MeV；

剂量率测量范围：5nSv/h~99.9 μ Sv/h；

检定有效期：2022-07-27至2023-07-26

监测时间：2023年4月28日

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

环境条件：天气多云、温度24℃、湿度：52%RH

监测结果：本项目拟放置X射线探伤装置区域及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果见表8-1，监测布点示意图见图8-2、图8-3。

表 8-1 本项目拟放置 X 射线探伤装置区域周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率

| 序号 | 检测点位 | 测量结果(nGy/h) |
|----|-------------------|-------------|
| 1 | 拟放置 X 射线探伤装置区域西北部 | 83 |
| 2 | 拟放置 X 射线探伤装置区域东北部 | 74 |
| 3 | 拟放置 X 射线探伤装置区域西南部 | 71 |
| 4 | 拟放置 X 射线探伤装置区域东南部 | 85 |

| | | |
|----|----------------------|-----|
| 5 | 拟放置 X 射线探伤装置区域东侧空置区域 | 87 |
| 6 | 拟放置 X 射线探伤装置区域南侧辅材仓库 | 89 |
| 7 | 拟放置 X 射线探伤装置区域西侧空置区域 | 88 |
| 8 | 拟放置 X 射线探伤装置区域北侧空置区域 | 90 |
| 9 | 拟放置 X 射线探伤装置区域东侧成品仓库 | 93 |
| 10 | 拟放置 X 射线探伤装置区域西侧车间 | 102 |
| 11 | 拟放置 X 射线探伤装置区域北侧厂房外 | 90 |
| 12 | 工业坊 10 号厂房北侧 | 106 |
| 13 | 工业坊 11 号厂房西侧 | 83 |

注：检测结果已扣除宇宙射线影响值。

由表8-1的监测结果可知，本项目拟放置工业X射线探伤装置区域及周围检测点位环境 γ 辐射空气吸收剂量率为71~106nGy/h范围内，其中室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率在71~102nGy/h范围内，道路环境 γ 辐射空气吸收剂量率在83~106nGy/h范围内。室内测量结果在江苏省天然 γ 辐射剂量率室内（89.2±42.0）nGy/h水平涨落范围，道路测量结果略高于江苏省天然 γ 辐射剂量率道路（47.1±36.9）nGy/h的水平涨落范围。

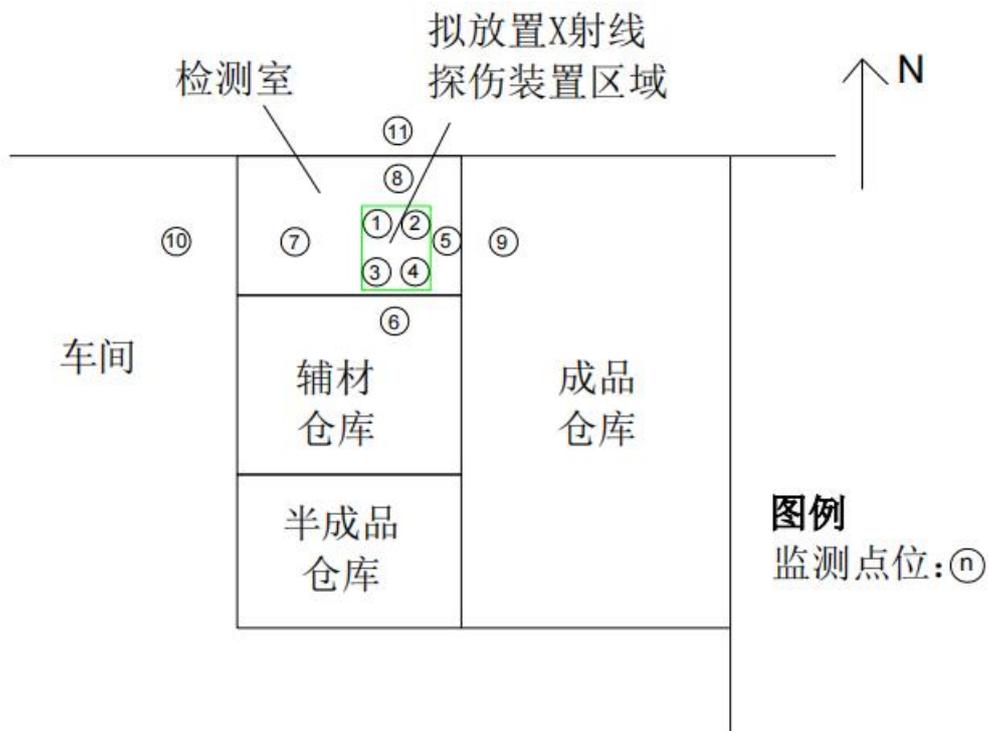


图 8-2 环境辐射现状检测点位示意图



图 8-3 环境辐射现状检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1、设备组成

本项目新增1台工业用X射线探伤装置，型号为UNC160-A1L-112，最大管电压为160kV，最大管电流为3mA。设备由X射线系统、图像显示及处理系统、操作控制台、机械运动系统、射线防护系统及运动控制系统组成。设备尺寸约为2100mm（长）×1720mm（宽）×2120mm（高）。工业用X射线探伤装置拟安装在检测室内，工件门朝西摆放，操作台位于铅房北侧。定义工件门所在面为装置前侧，采用铅板对X射线进行屏蔽。装置前侧、后侧、左侧、底部、顶部内5mm厚铅板，右侧含8mm厚铅板。X射线探伤装置主射线方向固定水平向右（南）照射。

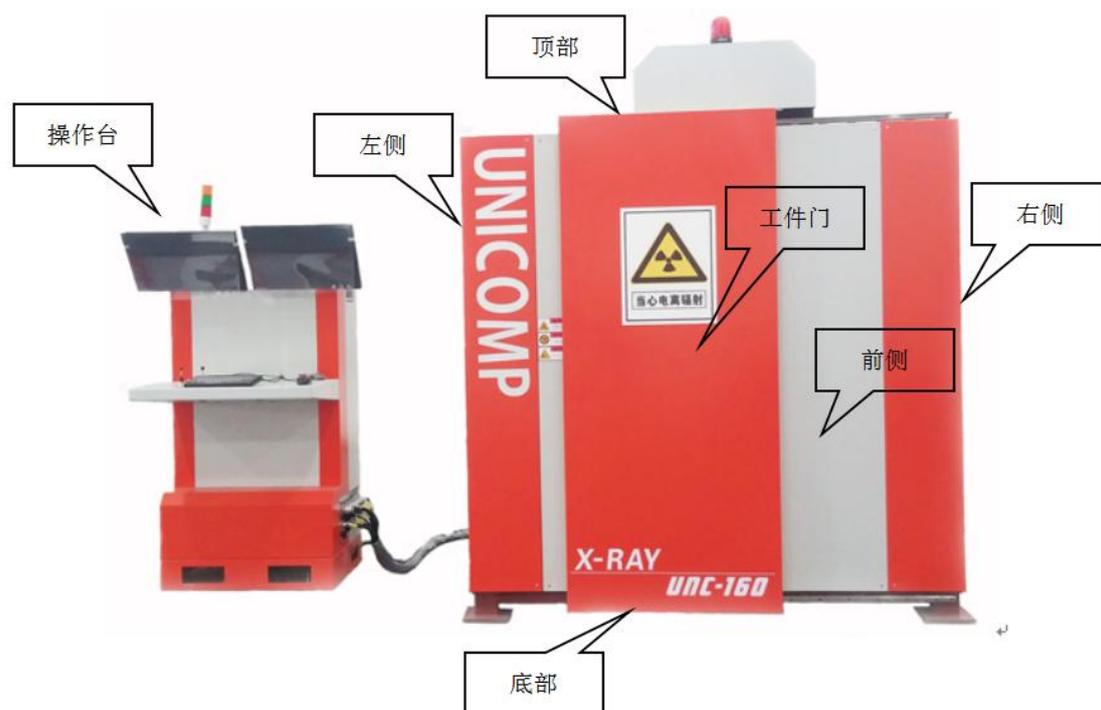


图9-1 X射线探伤装置外观示意图

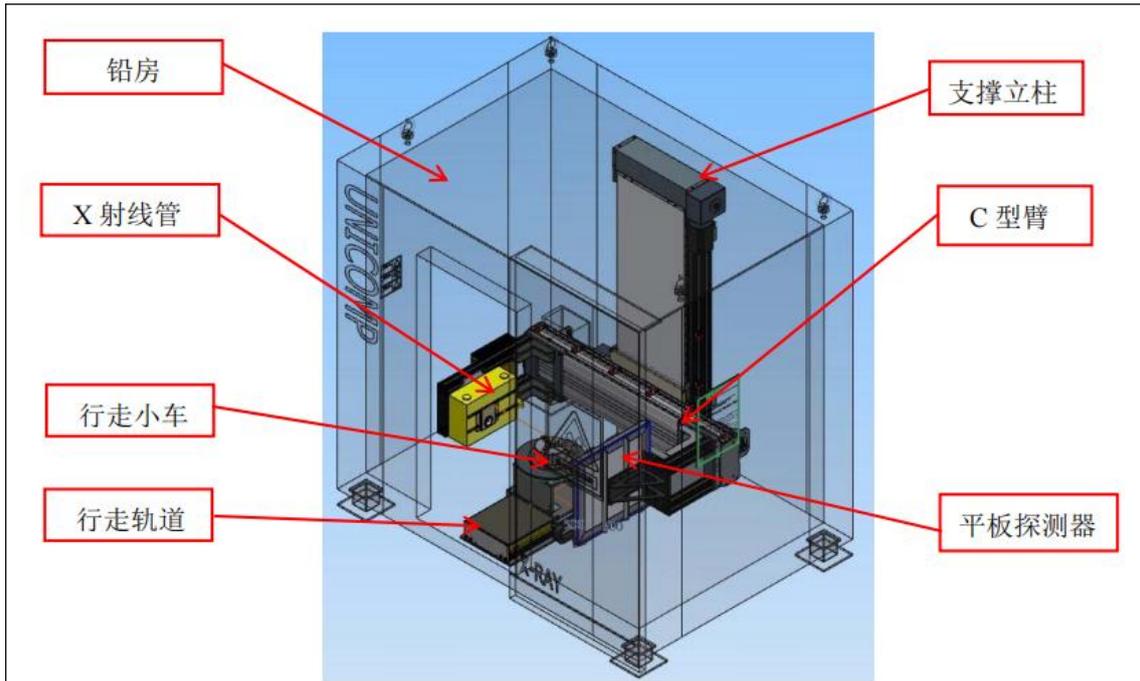


图9-2 X射线探伤装置内部结构件示意图

本项目使用的UNC160-A1L-112型工业用X射线探伤装置的X射线源的设计参数见表9-1。

表9-1 工业X射线探伤装置的设计参数

| 型号 | 最大电压 kV | 最大电流 mA | 射线方向 | 备注 |
|------------------------------|---------|---------|---------------|--------------|
| UNC160-A1L-112 型工业用 X 射线探伤装置 | 160 | 3 | 固定水平向右 (南) | 最大功率 480W |

2、工作原理

本项目使用的X射线实时成像检测设备，为工业用X射线探伤装置，属于II类射线装置，非工作状态下不产生X射线，进行检测工作时接通设备高压，发射X射线。

X射线发生器的核心部件为X射线管，射线管由安装在真空包壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生X射线。X射线管基本结构如图9-4所示。

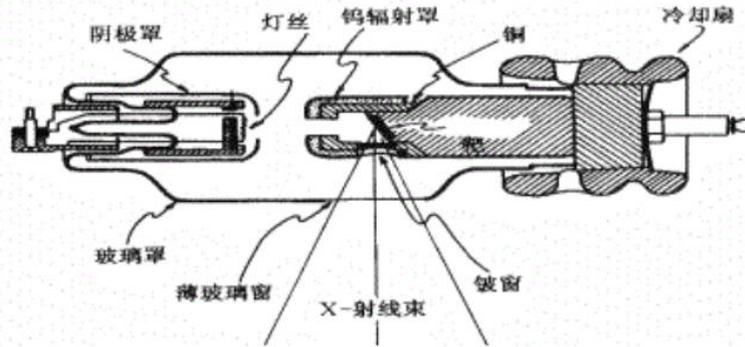


图9-4 典型X射线管结构图

本项目使用的工业用X射线探伤装置，用于检测各种金属、非金属工件，通过检测可确定工件内部结构及其缺陷。本项目工业用X射线探伤装置由X射线系统、图像显示及处理系统、操作控制台、机械运动系统、射线防护系统及运动控制系统组成。

在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，物质密度越大，射线强度衰弱越大。而当工件内部存在缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即穿透的射线强度较大，透射X射线被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的X射线检测信息转换为电子图像，变成视频图像信号传输至控制台，在显示器上实时显示。

3、X射线检测技术实践可行性

X射线检测是一种常见的非破坏性检测方法，它广泛应用于工业生产中，用于检测物体内部的缺陷、异物、裂纹等问题。主要应用于汽车、航空、电子、钢铁、医疗等行业。X射线检测在工业生产中占有非常重要的地位，可以提高生产效率、保障产品质量，减少安全事故和人员伤害。

4、工艺流程（工艺操作方式）及产污环节分析

辐射工作人员将被检测工件放置在样品台上，关闭工件门后，在操作台进行操作，在对检测工件无损伤条件下，以数字平板实时成像的方式，清晰、准确、直观地展示被检测工件的缺损状况，其工作流程如下：

- (1) 工作前检查现场环境及安全装置的有效性。
- (2) 打开电源开关，启动电脑，打开电脑软件。
- (3) 通过操作台的控制按钮打开工件门。

(4) 辐射工作人员站在铅房的工件门外，将被检测工件放至铅房门口的检测小车放置台上。

(5) 将待检测工件放置到位后，按下关门按钮关闭工件门。

(6) 辐射工作人员在操作台上操作，按下开启按钮进行无损检测。此过程会产生X射线及少量的臭氧和氮氧化物。

(7) 通过操作台上的显示器观察工件内部是否有缺陷。

(8) 观察结束，停止出束。

(9) 打开工件门，辐射工作人员在铅房门口取出工件。

(10) 关闭工件门，关闭电脑，关闭电源开关。

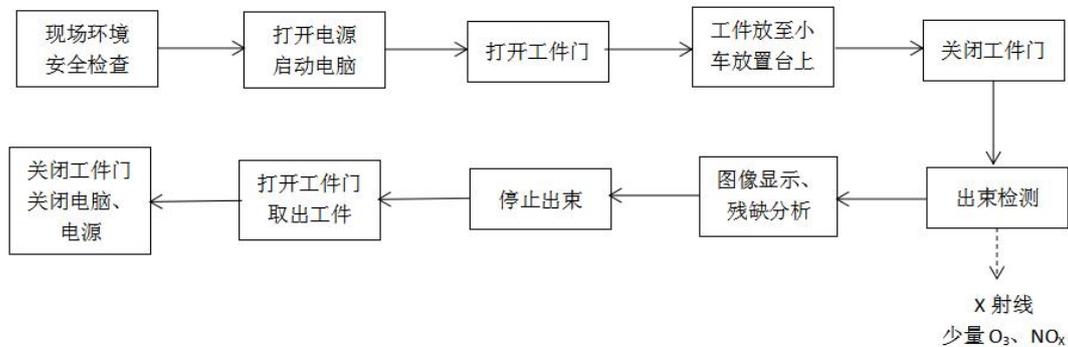


图9-5 本项目工业用X射线探伤装置工作流程及产污环节分析示意图

5、人员配置及工作制度

本项目配备2名辐射工作人员，本项目工业用X射线探伤装置预计日开机时间为4h，日曝光时间为1h，年开机天数为125天，年开机最大时间为600h，年曝光最大时间为125h。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

污染源项描述

1、辐射污染源分析

由工业用X射线探伤装置工作原理可知，只有设备在开机并处于出束状态时才会发出X射线，若未完全屏蔽会对检测铅房外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业用X射线探伤装置在开机检测期间，X射线是项目主要污染物。本项目X射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。本项目工业用X射线探伤装置使用的X射线机管电压为160kV，滤过条件为1mm

铜，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.1无对应条件，因此本项目保守取200kV，滤过条件2mmAl的X射线输出量： $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $28.7\times 6\times 10^4=1.722\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

漏射辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），本项目距X射线机辐射源点（靶点）1m处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

散射辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），当原始X射线 $150\leq\text{kV}\leq 200$ 时， 90° 散射辐射最高能量取150kV。

本项目铅房的右侧（南）屏蔽体主要受到主射线辐射影响，其他各侧屏蔽体主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。本项目工业X射线探伤装置放射性源项，见表9-2。

表 9-2 X 射线探伤装置放射性源项参数表

| 射线装置型号 | 有用线束辐射 | 漏射辐射 | 散射辐射 |
|---|---|--|-----------------------------------|
| UNC160-A1L-112型 (最大电压160kV、 最大电流3mA，最大 功率480W) | 有用线束方向：向右 主射线辐射角度： 30° 主射线剂量率输出量 H_0^* ： $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ | 距靶点1m处的泄漏 辐射剂量率 H_L ： $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ | 90° 散射辐射 最高能量： 150kV |

*注：GBZ/T250-2014中以等量值的 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 进行屏蔽计算。

2、非辐射污染源分析

(1) 废气

本项目产生的废气主要是X射线电离空气产生的少量臭氧和氮氧化物，通过铅房顶部排风排出至检测室，通过检测室排风扇将少量臭氧和氮氧化物排至厂房外。臭氧50分钟后在大气中自然分解为氧气，这部分废气对环境影响较小，不作定量分析。

(2) 废水

本项目所有设备均通过显示器成像，不洗片，无废水、固体废物产生。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1、辐射工作场所布局与分区

本项目工业用X射线探伤装置有操作台和检测铅房（探伤室），操作台与检测铅房分开独立设置且X射线固定朝右（南）照射，避开工件门。本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置的要求。

企业拟在检测室，开展工业用X射线探伤装置的使用工作。企业将辐射工作场所进行分区管理，以X射线探伤装置的铅房边界作为控制区边界，以检测室做为监督区边界，辐射工作场所平面布置见图10-1，管理措施如下：

控制区边界（铅房）采用门机联锁装置，设备上显著位置设置电离辐射警告标识及工作状态指示灯，设备出束检测期间任何人不得打开铅房的防护门。

监督区边界设置固定的实体房间，外墙上挂警示标识，进出大门上锁，钥匙由辐射工作人员保管，设备出束检测期间禁止公众进入，辐射工作人员进入监督区必须携带合格的个人剂量报警仪。正常情况下设备的铅房具备对射线的有效屏蔽作用，检测室边界处的剂量当量率会控制在2.5μSv/h以下，起到对周围人员的保护作用。检测时，工作人员居留在检测室内的设备周围进行操作。

企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。

表10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

| 两区 | 控制区 | 监督区 |
|--------|---|--|
| 两区划分范围 | 设备自屏蔽铅房 | 检测室 |
| 划分依据 | <p>②根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：6.1.2应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB18871中6.4.1.1要求。</p> <p>③根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.1.1注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区。</p> | <p>②根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：6.1.2应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB18871中6.4.2.1要求。</p> <p>②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位监督区：这种区域未被定位控制区，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</p> |

| | | |
|--------|--|---|
| | | 照射条件进行监督和评价。 |
| 分区管理措施 | <p>对控制区进行严格控制，工业X射线探伤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；d)制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；e)运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；f)按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；</p> | <p>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。</p> <p>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。</p> |

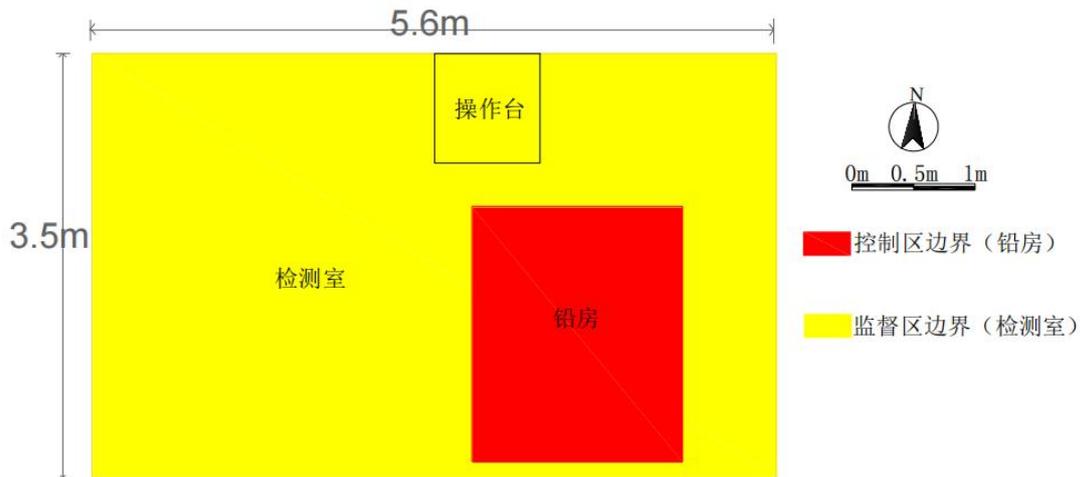


图10-1 辐射工作场所平面布置图

2、辐射工作场所屏蔽设计方案

企业使用的工业用X射线探伤装置为自屏蔽的铅房结构，尤其对X射线主线束方向的铅板进行加厚，可有效屏蔽和降低铅房周围的辐射水平。理论预测，企业使用的X射线探伤装置满足辐射防护要求。本项目X射线探伤装置的屏蔽设计参数见表10-1，屏蔽结构设计见附图5。

表10-2 工业X射线探伤装置的屏蔽设计参数

| 型号 | 屏蔽设计 | | 设备尺寸（mm） | 射线方向 |
|------------------------|------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 位置 | 材料 | | |
| UNC160-A1L-112型工业用X射线探 | 前侧 | 铅厚5mm+（内3.5mm+外1.5mm钢板） | 2100mm（长） ×1720mm（宽） | 设备内部X射线出束方向朝向 右（南）侧 |
| | 后侧 | 铅厚5mm+（内3.5mm+ | | |
| | | | ×2120mm（高） | |

| | | | | |
|-----|----------|---|--|--|
| 伤装置 | | 外1.5mm钢板) | | |
| | 左侧 | 铅厚5mm+(内3.5mm+外1.5mm钢板) | | |
| | 右侧 | 铅厚8mm+(内3.5mm+外1.5mm钢板) | | |
| | 顶部 | 铅厚5mm+(内5.5mm钢板) | | |
| | 底部 | 铅厚5mm+(3mm铝板+3mm钢板) | | |
| | 通风孔 | 铅房设置2个机械通风装置,通风孔位于铅房顶部,设置钢铅防护罩(5mm铅板),通风孔尺寸为12cm×12cm | | |
| | 出线孔 | 铅房的出线口位于铅房后侧,设置钢铅防护罩(5mm铅板),出线孔尺寸为10cm×12cm×51.5cm | | |
| | 防护门(工件门) | 铅房与防护门之间为“之”字形的拼接,防护门铅厚5mm+(内3.5mm+外1.5mm钢板) | | |

3、辐射安全设施描述及评价



图10-2 本项目辐射安全措施示意图

(1) 门机联锁：铅房正面设有1扇工件进出的防护门（工件门），X射线探伤装置（铅房）的防护门与X射线系统设置门机联锁，防护门未完全关闭时，铅房内部X射线管不能接通高压出束。操作期间打开防护门，可以立即实现X射线停止出束，关上门不能自动开始X射线照射。本项目辐射安全联锁逻辑关系图见图10-10。

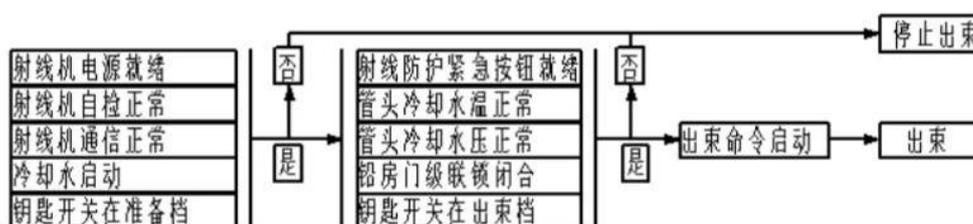


图10-3本项目辐射安全联锁逻辑关系图

(2) 检测室门口和设备周围醒目位置设置电离辐射警告标识、警示说明，和工作状态指示灯，X射线出束期间工作状态指示灯亮，并具备声光报警功能。工作状态指示灯与X射线机联锁，并设置指示灯信号意义的说明。

(3) 设备操作台及铅房内部上设置急停开关，发生紧急状况时按下急停开关，可立即终止X射线的出束，急停开关需复位后方可进行下一次探伤工作。操作台设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的指示装置，以及管电压、管电流、照射时间选取及设定值显示装置；设置辐射警告、出束指示等标识。

(4) 操作台上设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机时才能拔出。

(5) 铅房内和防护门安装监视装置，操作台有专用的监视器，可监视探伤设备的运行情况。

(6) 铅房防护门上设置符合GB18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(7) 铅房顶部和检测室设置排风，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。

(8) 铅房配置固定式场所辐射探测报警装置。

(9) 配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式X-γ剂量率仪。

综上所述，企业对工业用X射线探伤装置的设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的要求。

三废的治理

本项目不产生放射性废物。在X射线管工作时，会产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目单次曝光时间和全年曝光时间均较短，臭氧、氮氧化物的产生、排放量少。X射线探伤装置在铅房顶部设置排风孔和排风风机，风机风量约200立方米/小时，铅房内的臭氧和氮氧化物，通过顶部排风排出至检测室。本项目X射线探伤装置体积约8m³，风机风量能够满足每小时有效通风换气次数不少于3次的需求。检测室中的少量臭氧和氮氧化物通过检测室排风扇排至厂房外。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

企业租用苏州市吴中区横泾街道工业坊12号厂房开展核技术利用项目，本项目工业用X射线探伤装置为整体定制设备，设备在厂家生产完成后，运至现场进行组装，组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

1、运行期环境辐射水平估算

工业用X射线探伤装置工作时产生的X射线将对周围环境造成一定的辐射影响。

本项目辐射防护目标是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护三原则：即“实践的正当性，防护与安全的最优化和个人剂量限值”。

本项目辐射照射途径为外照射，即X射线装置产生的有用线束辐射、泄漏辐射及散射辐射。本项目工业用X射线探伤装置采用了自屏蔽铅房结构，报告通过理论计算，预测当工业用X射线探伤装置按最大工况运行时，设备铅房设计的屏蔽厚度是否能满足屏蔽要求。

人员受照剂量率可根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式进行计算，各类周围剂量当量率计算方式如下：

(1) 有用线束方向屏蔽效果预测

$$H=I \cdot H_0 \cdot B/R^2$$

式中：H：关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I：工业 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 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 $6 \cdot 10^4$ ；本项目参考 GBZ/T250-2014 中表 B.1 中 200kV，过滤条件 2mm 铝条件下的取值， H_0 为 $28.7\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.722\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

R：辐射源至关注点的距离，m。

其中：

$$B=10^{-X/TVL}$$

B: 屏蔽透射因子;

X: 屏蔽物质厚度, mm;

TVL: 屏蔽物质的什值层厚度, 查GBZ/T 250-2014中表B.2可知: 150kV时铅取0.96mm; 200kV时铅取1.4mm; 使用插值法可知160kV时铅取1.05mm (注: 此值为X射线经强衰减后的值)。

(2) 非有用线束方向屏蔽效果预测

① 泄漏辐射

$$H=H_L \cdot B/R^2$$

式中: H: 关注点泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_L : 距靶点1m处X射线管泄漏辐射剂量率, 在X射线管电压 $150 \leq kV \leq 200$ 时, 取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$;

R: 辐射源靶点至关注点的距离, m;

其中:

$$B=10^{-X/TVL}$$

B: 屏蔽透射因子;

X: 屏蔽物质厚度, mm;

TVL: 屏蔽物质的什值层厚度, 查GBZ/T250-2014中表B.2可知: 150kV时铅取0.96mm; 200kV时铅取1.4mm; 使用插值法可知160kV时铅取1.05mm (注: 此值为X射线经强衰减后的值)。

② 散射辐射

$$H= (I \cdot H_0 \cdot B/R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha/R_0^2)$$

式中: H: 关注点散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I: X射线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1m处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$;

R_s : 散射体至关注点的距离, m; 本项目取探伤工件为散射体;

$F \cdot \alpha/R_0^2$: 本项目参考GBZ/T250-2014中B.4.2, 取1/60。

其中:

$$B=10^{-X/TVL}$$

B: 屏蔽透射因子;

X: 屏蔽物质厚度, mm;

TVL: 屏蔽物质的什值层厚度, 查GBZ/T250-2014中表2和表B.2, 当原始X射线 $150 \leq kV \leq 200$ 时, 90° 散射辐射最高能量取150kV, 铅的什值层厚度取0.96mm (注: 此值为X射线经强衰减后的值)。

工业X射线探伤装置的屏蔽计算点位见图11-1、图11-2、图11-3。

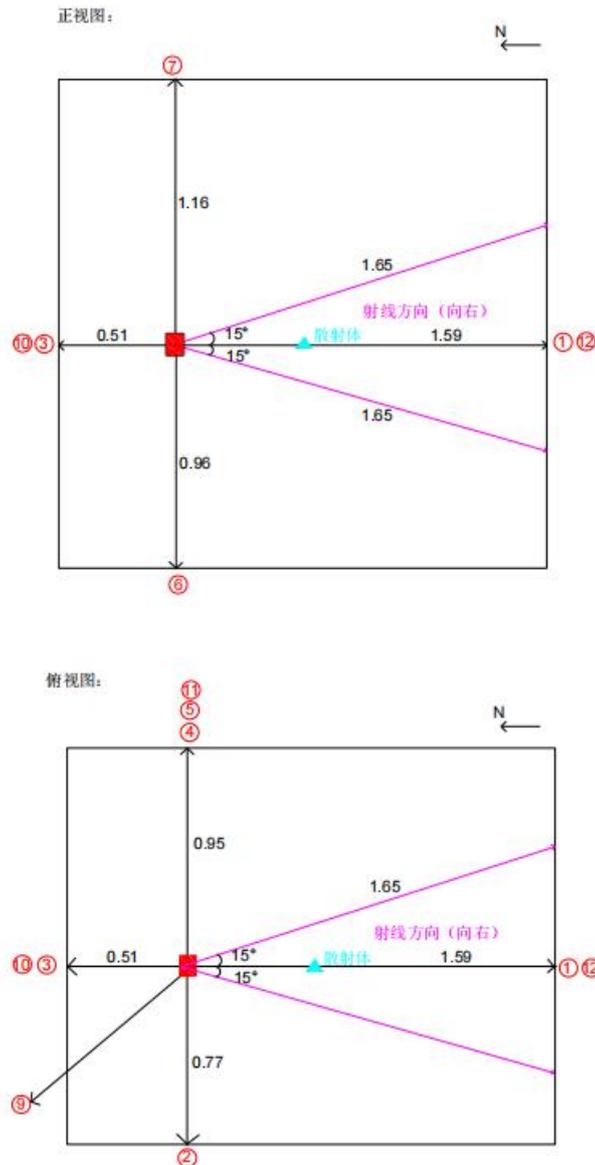


图 11-1 本项目工业用 X 射线探伤装置计算点位分布示意图

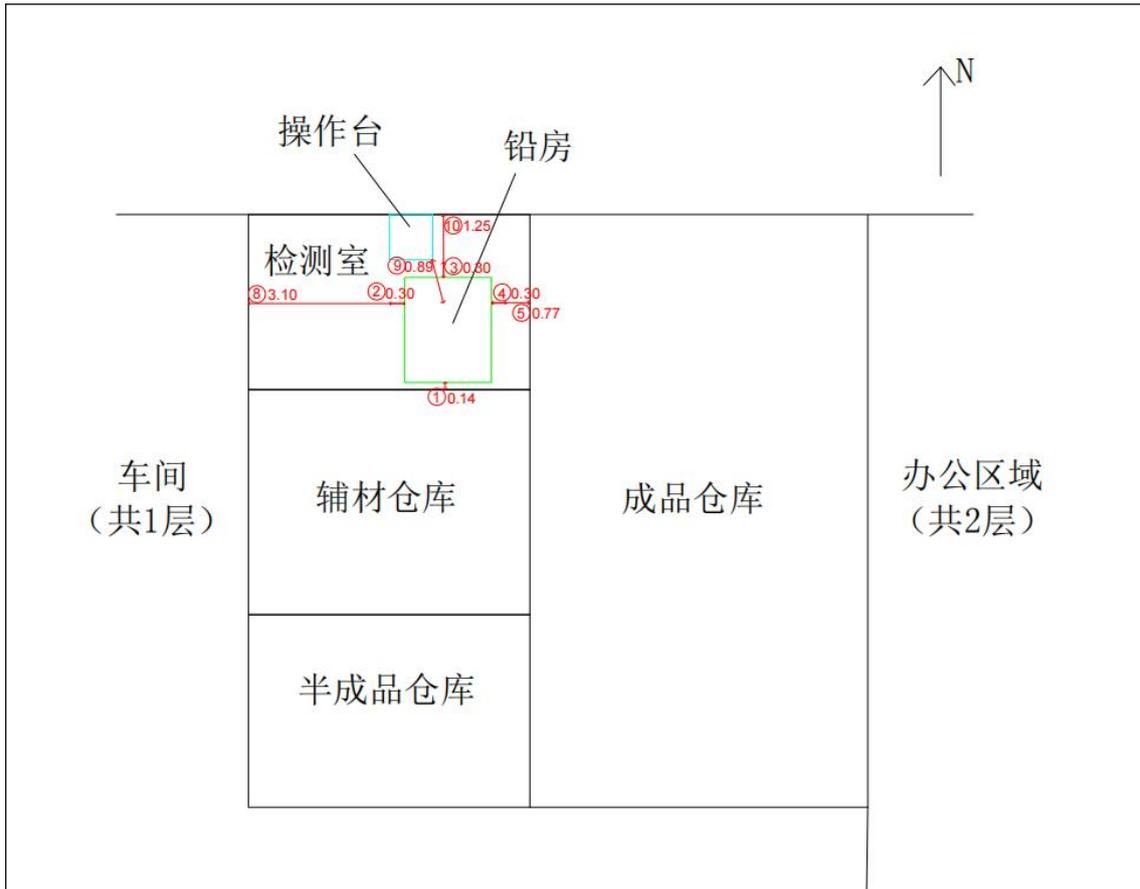


图 11-2 本项目工业用 X 射线探伤装置检测室周围计算点位分布示意图



图 11-3 本项目工业用 X 射线探伤装置周围计算点位分布示意图

工业用X射线探伤装置周围的辐射环境剂量率计算结果详见表11-1、表11-2、表11-3。

表11-1 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

| 序号 | 关注点 | 设计厚度 | I(mA) | H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | B① | R(m) | H($\mu\text{Sv/h}$) | 剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$) | 评价 |
|------------------------|-----|------|-------|---|----|------|-----------------------|-------------------------------|----|
| *****涉及公司机密，不对外公开***** | | | | | | | | | |

表11-2非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表1

| 关注点 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------------|--|------------------------|---|---|---|---|---|
| 屏蔽材料 | | *****涉及公司机密，不对外公开***** | | | | | |
| 泄漏 辐射 | B | | | | | | |
| | H_L ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | |
| | R (m) | | | | | | |
| | H ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | |
| 散射 辐射 | 散射后能量对应 kV 值 | | | | | | |
| | B | | | | | | |
| | I (mA) | | | | | | |
| | H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) | | | | | | |
| | F (m^2) | | | | | | |
| | α | | | | | | |
| | R_0 (m) | | | | | | |
| | R_s (m) | | | | | | |
| | H ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | | |
| 剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | | |
| 评价 | | | | | | | |

注：结合建设单位提供装置说明书，取装置表面外0.3m为关注点。

表11-3非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表2

| 关注点 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------------------------------|--|------------------------|---|----|----|----|
| 屏蔽材料 | | *****涉及公司机密，不对外公开***** | | | | |
| 泄漏辐射 | B① | | | | | |
| | H_L ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | |
| | R (m) | | | | | |
| | H ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | |
| 散射辐射 | 散射后能量对应 kV 值 | | | | | |
| | B② | | | | | |
| | I (mA) | | | | | |
| | H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$) | | | | | |
| | F (m^2) | | | | | |
| | α | | | | | |
| | R_0 (m) | | | | | |
| | R_s (m) | | | | | |
| | H ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | |
| 剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$) | | | | | | |
| 评价 | | | | | | |

注：结合建设单位提供装置说明书，取装置表面外0.3m为关注点。

*关注点9的R、Rs距离由建设单位提供的平面图量取得出。

根据上述理论计算，工业用X射线装置在最大管电压160kV、最大管电流3mA工况下运行时，检测铅房南侧（检测室南侧外墙）、西侧、北侧、东侧、底部、顶部均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h”的要求。

2、天空反散射辐射影响分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“3.1.2b)1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按3.1.1c)的剂量率参考控制水平Hc（μSv/h）加以控制。”

根据表11-2，本项目顶部屏蔽体外30cm处辐射剂量率0.256μSv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于0.256μSv/h，能够满足《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022)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，且铅房顶部铅厚度与其他方向铅厚度一致，不存在顶部屏蔽薄弱的情况，因此本项目不考虑天空反散射。

3、出线口、通风孔辐射影响分析

本项目铅房的出线口位于铅房后侧，出线孔尺寸为10cm×12cm×51.5cm，该位置不在X射线管主射方向，设置钢铅防护罩（5mm铅板）进行补偿。

铅房设置2个机械通风装置，通风孔位于铅房顶部，通风口尺寸为12cm×12cm，该位置不在X射线管主射方向，设置钢铅防护罩（5mm铅板）进行补偿。

上述补偿措施，能够最大程度上避免射线泄漏，降低电缆口和通风口的辐射水平。

4、人员受照剂量估算

估算模式：

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

式中：

$\dot{H}_{c,d}$:参考点处辐射剂量率，mSv/h或μSv/h;

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。

t : 探伤装置周照射时间, h/周; 本项目年照射(曝光)时间为125h, 一年按50周计, 设备周照射时间 $t=2.5$ h/周

本项目人员受照剂量估算结果见表11-4。

表11-4 辐射工作人员及周围公众受照剂量计算结果

| 点位 | 位置 | 辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$ | 人员 | 居留因子 T | 使用因子 U | 周剂量 ($\mu\text{Sv/周}$) | 年受照剂量 (mSv/a) |
|----|-------------------------|------------------------|------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | *****涉及公司机密, 不对外公开***** | | 公众 | 1 | 1 | *****涉及公司机密, 不对外公开***** | |
| 2 | | | 职业人员 | 1 | 1 | | |
| 3 | | | 职业人员 | 1 | 1 | | |
| 4 | | | 职业人员 | 1 | 1 | | |
| 5 | | | 公众 | 1 | 1 | | |
| 8 | | | 公众 | 1 | 1 | | |
| 9 | | | 职业人员 | 1 | 1 | | |
| 10 | | | 公众 | 1 | 1 | | |
| 11 | | | 公众 | 1 | 1 | | |
| 12 | | | 公众 | 1 | 1 | | |

注:设备每周曝光时间不超过2.5h, 一年按50周计, 年开机时间不超过125h; 本项目位于一楼, 无地下建筑, 铅房底部及顶部人员无法到达, 因此不计算铅房底部(6号点位)、铅房顶部(7号点位)人员受照射剂量。

据表11-4结果, X射线探伤装置运行后, 职业人员在设备使用过程年最大受照剂量为0.052mSv/a, 公众年最大受照射剂量为0.024mSv/a, 满足本项目剂量约束值: 职业人员5mSv/a, 公众0.1mSv/a。因此, 本项目X射线探伤装置的屏蔽满足辐射防护要求。

职业人员和公众每周受照的剂量最大值分别为1.05 $\mu\text{Sv/周}$ 和0.47 $\mu\text{Sv/周}$, 满足国家标准对人员周剂量参考控制水平的要求(放射工作场所100 $\mu\text{Sv/周}$, 公众场所5 $\mu\text{Sv/周}$)。

因此, 本项目X射线探伤装置的屏蔽满足辐射防护要求。

5. 放射性固体废物和流出物排放对环境的影响

1) 废气处置

工业用X射线探伤装置铅房内产生的臭氧和氮氧化物的量较少, 通过铅房顶部排风排出至检测室, 通过检测室排风扇将少量臭氧和氮氧化物排至厂房外。臭氧50分钟后在大气中自然分解, 对周围环境影响很小。

2) 废水处置

本项目所有设备均通过显示器成像，不洗片，无洗片废水。

事故影响分析

1、可能发生的辐射事故

①工业用X射线探伤装置的密封性受到破坏，造成X射线泄漏事故，对辐射工作人员和公众受到意外照射；

②工业用X射线探伤装置门机连锁失效，设备防护门未关闭就对工件进行曝光，致使人员受到意外照射。

③工业用X射线探伤装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射。

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严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。严禁在连锁装置等安全设施故障的情况下开机操作。加强辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程。每次在出束检测前，检查确认以下项目：

- (a) 探伤机外观是否完好；
- (b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- (c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- (d) 安全连锁是否正常工作；
- (e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- (f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- (g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

②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。

③辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计并携带个人剂量报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定在操作时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓情况并按下急停开关，设备可停止出束，此时人员不会受到大剂量照射。

④每台工业用X射线探伤装置开机作业需由2人或以上共同操作，开机状态下人员不得脱岗。

⑤检修人员应拔出操作台的开机钥匙或者切断设备的电源,防止设备意外启动,待检修完成才能接通电源试运行,试运行正常才能正式投用。

⑥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。公司应完善应急计划演练,配备应急物品,通过演练确定应急措施是否可行。

⑦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

本项目开展工业X射线探伤使用的设备为工业用X射线探伤装置，属Ⅱ类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

江苏迈信林航空科技股份有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，辐射工作人员须参加辐射安全与防护培训，考核合格后方可上岗。公司还应定期安排辐射工作人员参加复训。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，应当按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定一系列辐射安全管理制度，包括探伤操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度、事故应急预案等。在实际工作过程中，应该对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完善提出如下建议：

①探伤操作规程：明确X射线探伤辐射人员的资质条件要求、X射线探伤装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确X射线探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

②岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

③辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是X射线探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

④设备维修制度：明确X射线探伤装置、辐射监测设备维修计划、维修的记录和在正常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保X射线探伤装

置、个人剂量报警仪、个人剂量计、便携式X- γ 剂量率仪等仪器设备保持良好工作状态。

⑤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。

⑥监测方案：制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。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生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，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部门报告。

⑦台账管理制度：对X射线探伤装置使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对X射线探伤装置使用进行严格管理。

⑧事故应急预案：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求完善事故应急预案。

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；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

辐射监测

1.正常运行时环境监测方案

1) 个人剂量监测

企业开展辐射工作人员个人剂量监测，每3个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。企业内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。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生态环境、卫生健康部门调查处理。

2) 工作场所监测

工业用X射线探伤装置进行作业时辐射安全管理人员定期对X射线探伤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。

3) 环境监测

请有资质的单位定期对本项目X射线探伤装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年1~2次；

辐射项目建成后3个月内，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位应参照《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》编制验收监测报告，建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测（调查）报告结论负责。

2.环境监测仪器配备

本项目运行后，企业将委托有资质单位对2名辐射工作人员开展个人剂量监测。企业拟配备2台个人剂量报警仪，辐射工作人员在设备操作时随身携带，另外配备1台便携式X-γ剂量率仪，作为日常自检时使用。

辐射事故应急

辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- (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。

(6) 应急组织机构中各成员的姓名和24小时联系电话以及上报环保、卫生等管理机构中事故报告部门的负责人和24小时联系电话。

对于在企业定期自我监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例（2018年修正本）》，并向县（市、区）或者设置区的市环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据国家环保总局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，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，根据《江苏省辐射污染防治条例》要求“在事故发生后一小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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”；根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求“在两小时内填写初始报告，向当地人民政府生态环境主管部门报告”。

企业应加强对应急人员的培训演练，并制定培训演练计划，定期并根据人员的变动情况，对辐射应急技术人员和管理人员进行国家有关法规和应急专业知识培训和继续教育，提高应急技能。同时，定期组织开展公司内的辐射事故应急演练，根据企业实际情况，在公司相关辐射工作人员有变动的情况下应重新组织应急演练，并根据公司实际情况定期修改应急预案并组织实施。

每次演练应将培训演练情况通过文字、图片、影像等形式记录存档。企业应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目工业用X射线探伤装置周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全有效运转。

公司拟制定辐射事故应急预案，并按要求进行组织应急演练，公司应在今后的应急演练中不断完善应急预案，提高制度的可操作性，严格执行。

表 13 结论与建议

结论

1、实践正当性

江苏迈信林航空科技股份有限公司，根据生产需要，企业计划在苏州市吴中区横泾街道工业坊12号厂房内新增1台工业用X射线探伤装置，型号为UNC160-A1L-112，最大管电压为160kV，最大管电流为3mA。本项目建成后，将满足企业提供产品质量的需求，具有良好的社会效益和经济效益。在设备运行期间，X射线探伤装置的应用可能会对周围环境、工作人员、周围公众造成一定的辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小，其获得的效益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

2、“三线一单”及产业政策相符性

对照《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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》（2021年第49号令），本项目为使用X射线探伤装置，本项目不属于限制类、淘汰类，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

项目位于苏州市吴中区横泾街道工业坊12号厂房，根据现场踏勘，企业东侧为工业坊11号厂房，南侧为工业坊10号厂房，西侧为绿化、尧太河，北侧为绿化、小河。

本项目X射线探伤装置位于12号厂房一楼检测室内。12号厂房主体为一层建筑，局部办公区域为二层。探伤室东侧为成品仓库；南侧为辅材仓库；西侧

为车间；北侧为12号厂房外绿化；检测室所在位置为一层，上方无二层，下方为土层，无地下建筑。本项目工业用X射线探伤装置周围50m范围为工业坊内部厂房、道路、绿化及小河，没有居民区、学校等环境敏感目标。

本项目拟将工业用X射线探伤装置铅房边界作为控制区边界，将工业用X射线探伤装置所在检测室作为辐射防护监督区。本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《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。

(2) 辐射防护措施

企业使用的工业用X射线探伤装置为自屏蔽的铅房结构。装置上均设置电离辐射警告标识和工作状态指示灯，防护门和X射线装置高压出束设置门机连锁，人员在控制台上进行操作，控制台设钥匙开关，设备的操作台及铅房内部设置急停开关。上述安全设施设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中有关门机连锁、工作状态指示灯、急停开关、安全警告标识等安全措施的要求。

在落实以上辐射措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

(3) 辐射安全管理

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。同时在项目运行前制定和完善辐射安全管理制度。本项目拟配备的2名辐射工作人员均须参加辐射安全与防护知识的培训，通过考核后才能上岗。公司拟对2名辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并拟为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟为本项目工业用X射线探伤装置配备1台便携式X- γ 剂量率仪和2台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配置的要求。

公司应定期检查辐射防护措施，确保有效。

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

4、环境影响分析结论

(1) 辐射防护影响预测

根据理论计算，工业用X射线探伤装置在最大工况（管电压160kV，管电流3mA），射线方向固定朝向右（南）侧壁，设备周围50米范围内环境辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关注点剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h的要求。

（2）保护目标剂量

根据理论计算可知，本项目投入运行后辐射工作人员和公众的最大年受照剂量均满足本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a）。同时满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的人员周剂量参考控制水平（职业工作人员： $H_c \leq 100\mu$ Sv/周；公众： $H_c \leq 5\mu$ Sv/周）的要求。

（3）非辐射污染源分析

工业用X射线探伤装置铅房内产生的臭氧和氮氧化物的量较少，通过铅房顶部排风排出至检测室，通过检测室排风扇将少量臭氧和氮氧化物排至厂房外。臭氧50分钟后在大气中自然分解，对环境影响较小。

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）本项目拟配置1台便携式X- γ 剂量率仪及2台个人剂量报警仪，用于对工业用X射线探伤装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警。

（3）在项目运行前，公司委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

（4）在项目运行前对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）公司成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前制定完善的辐射安全管理制度；公司本项目配备的辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识的培训；

综上所述，“江苏迈信林航空科技股份有限公司新增1台工业用X射线探伤装置项目”符合实践正当性原则。拟采取的辐射安全和防护措施适当，根据理论计算，铅房南侧（检测室南侧外墙）、西侧、北侧、东侧、底部、顶部满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。工作人员及公众受到的周/年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值“职业人员年有效剂量 5mSv ，公众年有效剂量 0.1mSv ，放射工作场所 $100\mu\text{Sv/周}$ ，公众场所 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。本项目在落实本报告提出各项污染防治措施和管理措施后，该项目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，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

（1）该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

（2）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

（3）定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

（4）项目建成后企业应及时办理自主验收相关手续。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

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 | 预计投资（万元） |
|-----------|--|---|----------|
| 辐射安全管理机构 | 设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派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 | 公司成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责，并配备1名大学本科学历人员从事辐射防护管理工作 | / |
| 辐射安全和防护措施 | UNC160-A1L-112型工业用X射线探伤装置铅房右侧采用8mm铅板；前侧、后侧、左侧、顶部、底部侧采用5mm铅板 | 铅房周围30cm处辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h的要求。人员年受照剂量满足剂量约束值：职业人员5mSv/a、公众0.1mSv/a的要求；同时满足人员周剂量参考控制水平（放射工作场所100μSv/周、公众场所5μSv/周） | 5 |
| | 安全措施（门机联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等） | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求 | |
| 人员配备 | 辐射安全管理人员和操作人员参加生态环境部门培训，通过考核，持证上岗 | 符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求 | 1 |
| | 辐射工作人员每季度接受剂量监测，建立个人剂量检测档案 | 符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求 | |
| | 辐射工作人员每年接受职业健康监护，建立健康档案 | 符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求 | |
| 监测仪器和防护用品 | 工作场所拟配置1台便携式X-γ剂量率仪，企业平时自检使用 | 符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求 | 1.65 |
| | 拟配备2台有效的个人剂量报警仪，开展辐射工作时随身携带。 | 符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求 | |
| 辐射安全管理制度 | 操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案、辐射事故应急措施 | 制度完善，并具有可操作性 | / |
| 总计 | — | — | 7.65 |