

核技术利用建设项目

无锡铭润智能科技有限公司
新建 1 台 X 射线数字成像检测系统项目
环境影响报告表

无锡铭润智能科技有限公司

2026 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

无锡铭润智能科技有限公司 新建 1 台 X 射线数字成像检测系统项目 环境影响报告表

建设单位名称：无锡铭润智能科技有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱： /

联系电话：

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|-------------|----------|--|---|------|----------------------------|
| 建设项目名称 | | 无锡铭润智能科技有限公司新建 1 台 X 射线数字成像检测系统项目 | | | |
| 建设单位 | | 无锡铭润智能科技有限公司 | | | |
| 法人代表姓名 | | 联系人 | | 联系电话 | |
| 注册地址 | | 无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号 | | | |
| 项目建设地点 | | 无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号厂区办公楼 1 楼西侧 X 射线检测室 | | | |
| 立项审批部门 | | / | | 批准文号 | / |
| 建设项目总投资（万元） | | 40 | 项目环保总投资（万元） | 12 | 投资比例（环保投资/总投资） 30% |
| 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 ） / |
| 应用类型 | 放射源 | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 | | |
| | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | / | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙 | | |
| | 射线装置 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 | | |
| 其他 | / | | | | |

1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

无锡铭润智能科技有限公司成立于 2022 年 1 月 14 日，地址位于无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号。经营范围包含：发电业务、输电业务、供（配）电业务、汽车零部件研发、汽车零部件及配件制造、货物进出口等。无锡铭润智能科技有限公司利用位于无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号的自有厂房 6996.7m² 建设汽车增压器、新能源汽车零部件生产项目，该项目于 2023 年 7 月 5 日完成备案（项目代码：2306-320206-89-01-461494），于 2023 年 12 月 7 日取得环评批复（锡行审环许〔2023〕5081 号），环评批复复印件见附件 5。

1.2 项目规模及任务由来

根据生产、检测需要，无锡铭润智能科技有限公司拟在办公楼 1 楼西侧 X 射线检测室内新建 1 台 X 射线数字成像检测系统，该装置型号为 UNS160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 480W，用于开展公司汽车零部件的无损检测工作。主要检测的汽车零部件材质为铝合金，长度最长为 23cm，宽度最大为 17cm，厚度最大为 10mm。公司拟将装置工件门朝南摆放在房间内，主射线朝西照射。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。本项目装置周开机曝光时间约为 6 小时，年开机曝光时间约为 300 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表 1-1：

表 1-1 无锡铭润智能科技有限公司本次评价核技术应用情况一览表

| 序号 | 射线装置名称 型号 | 数量 | 最大管电 压 kV | 最大管电 流 mA | 射线装 置类别 | 工作场所 名称 | 环评情况及 审批时间 | 许可情况 | 备注 |
|----|------------------------------|----|--------------|--------------|------------|-------------|---------------|------|-------------|
| 1 | UNS160 型 X 射线数字成像 检测系统 | 1 | 160 | 3 | II | X 射线检 测室 | 本次环评 | 未许可 | 主射线朝 西照射 |

本项目使用的 UNS160 型 X 射线数字成像检测系统进行维修时，人员可进入装置内部，按照《射线装置分类》和环境保护部部长信箱中关于《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》，本项目 UNS160 型 X 射线数字成像检测系统归于其它工业用 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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》《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，本项目使用 II 类射线装置应当编制环境影响评价报告表。受无锡铭润智能科技有限公司委托，无锡草源生态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、评价分析，编制该项目环境影响报告表；并委托江苏睿源环境科技有限公司进行该项目的现场监测。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

无锡铭润智能科技有限公司位于无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号，地理位置图见附图 1。公司东侧为漳兴路，南侧为江苏庆鹏电力建设工程有限公司，西侧为无锡希而达机器制造有限公司，北侧为西昌路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建于办公楼 1 楼西侧 X 射线检测室内，本项目拟建址所在 X 射线检测室东侧为仓库、楼梯间、大厅及厂区道路，南侧依次为仓库、

过道及生产车间，西侧依次为卫生间、厂区道路及无锡希而达机器制造有限公司，北侧为厂区道路、西昌路及无锡市山昌混凝土有限公司，楼上二层为办公室，楼下无建筑。本项目 X 射线数字成像检测系统所在 X 射线检测室平面布局图见附图 3。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线数字成像检测系统拟建址周围评价范围内的公众。

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和江苏省生态空间管控区域，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合江苏省生态环境分区管控要求，本项目的选址合理。

3 单位原有核技术应用情况

本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

4 产业政策符合性及实践正当性分析

本项目利用 X 射线数字成像检测系统对公司产品进行无损检测工作，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修订，国家发展和改革委员会令第 7 号）的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 X 射线数字成像检测系统拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产检测需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

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

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 | X 射线数字成像检测系统 | II类 | 1 | UNS160 型 | 160 | 3 | 无损检测 | X 射线检测室 | 主射线朝西照射 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | |

(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 | / | 不暂存 | 通过通风口排入 X 射线检测室，依托 X 射线检测室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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

| | |
|--------------------|--|
| <p>法规文件</p> | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 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 年修正版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号修正</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日发布</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 日</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正</p> <p>(9) 《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，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(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》国家环保总局，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 11 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 57 号，2019 年 12 月 23 日</p> <p>(13) 《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 10 月 21 日</p> <p>(14) 《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，2019 年 11 月 1 日起</p> |
|--------------------|--|

| | |
|-------------|---|
| | <p>施行</p> <p>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修正版), 2018年3月28日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议修正</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》, 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>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》(HJ10.1-2016)</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单</p> |
| <p>其他</p> | <p>与本项目相关附件:</p> <p>(1) 项目委托书(附件1)</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书(附件2)</p> <p>(3) 辐射防护屏蔽设计说明(附件3)</p> <p>(4) 辐射环境现状检测报告复印件(附件4)</p> <p>(5) 无锡铭润智能科技有限公司厂区环评批复复印件(附件5)</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》（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 X 射线数字成像检测系统检测铅房边界外 50m 区域。

保护目标

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。对照《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）、《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），本项目评价范围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。

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及装置拟建址周围评价范围内的公众。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围保护目标一览表见表 7-1。

表 7-1 本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围保护目标一览表

| 环境保护目标名称 | | 方位 | 最近距离 | 规模 | 环境保护要求 |
|----------|---------|-------------|--------|--------|--------------------|
| 职业人员 | 辐射工作人员 | 东侧 (操作位) | 紧邻 | 2 人 | 职业人员年剂量约束值为 5mSv/a |
| 公众 | 仓库工作人员 | 东侧 | 约 3 m | 流动人员 | 公众年剂量约束值为 0.1mSv/a |
| | 楼梯间工作人员 | | 约 10 m | 流动人员 | |
| | 大厅工作人员 | | 约 13 m | 约 20 人 | |
| | 厂区道路行人 | | 约 40 m | 流动人员 | |
| | 仓库工作人员 | 南侧 | 约 3 m | 流动人员 | |
| | 厂区道路行人 | | 约 18 m | 流动人员 | |

| | | | |
|-------------------|------|--------|-----------|
| 生产车间工作人员 | | 约 23 m | 约 30 人 |
| 卫生间工作人员 | 西侧 | 约 3 m | 流动人员 |
| 厂区道路行人 | | 约 7 m | 流动人员 |
| 无锡希而达机器制造有限公司工作人员 | | 约 18 m | 约 15 人 |
| 厂区道路行人 | 北侧 | 约 2 m | 流动人员 |
| 西昌路行人 | | 约 16 m | 流动人员 |
| 无锡市山昌混凝土有限公司工作人员 | | 约 34 m | 约 20 人 |
| 办公室工作人员 | 楼上二层 | 约 3 m | 约 10~20 人 |

评价标准

1 剂量限值

《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

| / | 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（但不可做任何追溯性平均），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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 4.3.4.1，除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的 1/4，即职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

中公众照射剂量限值的 10%，即公众年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室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。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值不大于 5 μ Sv/周。

(2) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房四周屏蔽体、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h；由于本项目装置楼上二层人员可达，故顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平保守取不大于 2.5 μ Sv/h。

4 辐射环境质量现状监测评价参考值

参考《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 江苏省环境天然 γ 辐射水平（单位：nGy/h）

| / | 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：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

无锡铭润智能科技有限公司位于无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号，地理位置图见附图 1。公司东侧为漳兴路，南侧为江苏庆鹏电力建设工程有限公司，西侧为无锡希而达机器制造有限公司，北侧为西昌路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建于办公楼 1 楼西侧 X 射线检测室内，本项目拟建址所在 X 射线检测室东侧为仓库、楼梯间、大厅及厂区道路，南侧依次为仓库、过道及生产车间，西侧依次为卫生间、厂区道路及无锡希而达机器制造有限公司，北侧为厂区道路、西昌路及无锡市山昌混凝土有限公司，楼上二层为办公室，楼下无建筑。本项目 X 射线数字成像检测系统所在 X 射线检测室平面布局图见附图 3。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线数字成像检测系统拟建址周围评价范围内的公众。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围环境现状见图 8-1。

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址东侧</p> | <p>本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址南侧</p> |
|  |  |
| <p>本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址西侧</p> | <p>本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址北侧</p> |



本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址现状

图 8-1 X 射线数字成像检测系统拟建址周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：X 射线数字成像检测系统拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在 X 射线数字成像检测系统拟建址周围布置监测点位，共计 14 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：X- γ 辐射监测仪

型号/规格：BG9512P 型

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2024.2.23~2025.2.22

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2024H21-20-5105948002

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

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

环境条件：天气：晴；温度：8 $^{\circ}$ C；相对湿度：51%

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在 X 射线数字成像检测设备拟建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2025 年 1 月 17 日

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监

测技术规范》（HJ 61-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司，该公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围 γ 辐射水平测量结果

| 测点编号 | 测点位置描述 | 测量结果 (nGy/h) | 备注 |
|------|------------------------|-----------------|----|
| 1 | 装置拟建址东侧 | 94 | 楼房 |
| 2 | 装置拟建址南侧 | 93 | 楼房 |
| 3 | 装置拟建址西侧 | 94 | 楼房 |
| 4 | 装置拟建址北侧 | 93 | 楼房 |
| 5 | 装置拟建址中央 | 95 | 楼房 |
| 6 | 装置拟建址东侧房间 2 | 94 | 楼房 |
| 7 | 装置拟建址南侧房间 3 | 104 | 楼房 |
| 8 | 装置拟建址西侧卫生间 | 92 | 楼房 |
| 9 | 装置拟建址楼上办公室 | 93 | 楼房 |
| 10 | 装置拟建址北侧厂区道路 | 61 | 道路 |
| 11 | 装置拟建址南侧生产车间北侧 | 59 | 道路 |
| 12 | 无锡市山昌混凝土有限公司板房南侧道路 | 48 | 道路 |
| 13 | 无锡希尔达机械制造有限公司门卫室东侧道路 | 72 | 道路 |
| 14 | 无锡希尔达机械制造有限公司生产车间东北侧道路 | 68 | 道路 |

注：测量结果已扣除仪器宇宙响应值；建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取 0.9，道路取 1。

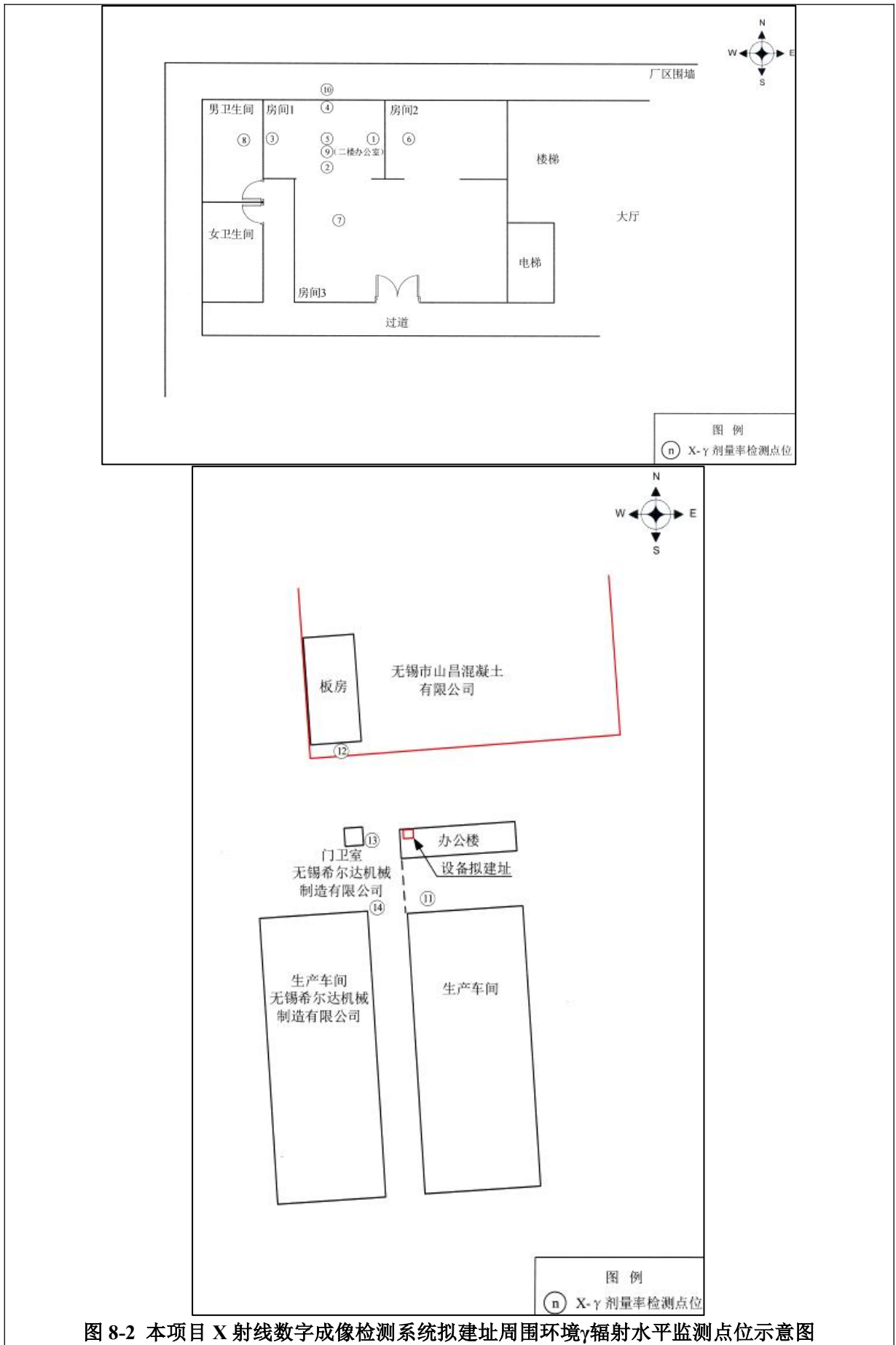


图 8-2 本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围环境 γ 辐射水平监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

由表 8-1 的监测结果可知，本项目拟建辐射工作场所及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为(92~104)nGy/h，室外道路 γ 辐射水平为(48~72)nGy/h。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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，室外道路 γ 辐射水平为（18.1~102.3）nGy/h。可见，本项目拟建址及各监测点位 γ 辐射水平未见异常，处于辐射正常水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

根据生产、检测需要，无锡铭润智能科技有限公司拟在 X 射线检测室内新建 1 台 X 射线数字成像检测系统，该装置型号为 UNS160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 480W，用于开展公司产品的无损检测工作。

本项目 X 射线数字成像检测系统主要由检测铅房、操作面板、X 射线管、工件门等构成，其中检测铅房尺寸为 1.560m（长）×1.060m（宽）×1.906m（高）。公司拟将装置工件门朝南摆放在房间内，主射线朝西照射，操作面板拟设置于装置东侧。因本项目 X 射线数字成像检测系统工件门较小，摆放工件时，辐射工作人员无法滞留于曝光室内，故仅用手臂搬运工件至曝光室内。

本项目 X 射线数字成像检测系统主射线朝西照射，X 射线管无法移动。出束角为 40°。本项目 X 射线管距离东侧屏蔽体外表面最近为 258mm、距离南侧屏蔽体外表面最近为 550mm、距离西侧屏蔽体外表面最近为 1302mm、距离北侧屏蔽体外表面最近为 510mm、距离顶部屏蔽体外表面最近为 636mm、距离底部屏蔽体外表面最近为 1270mm。本项目 X 射线实时成像检测装置主射线朝西照射，X 射线管出束角为 40°，X 射线在水平及垂直方向上产生的照射最大范围均为 $1302\text{mm} \times \tan(40^\circ/2) = 473.9\text{mm}$ ，小于对应计算位置 X 射线管距离各侧屏蔽体的最近距离，因此本项目主射线仅能够照射到检测铅房西侧屏蔽体。

本项目 X 射线数字成像检测系统示意图见图 9-1。

图 9-1 本项目 X 射线数字成像检测系统示意图

2 检测工件

无锡铭润智能科技有限公司拟在 X 射线检测室内新建 1 台 X 射线数字成像检测系统，用于开展公司汽车零部件的无损检测工作。主要检测的汽车零部件材质为铝合金，长度最长为 23cm，宽度最大为 17cm，厚度最大为 10mm。检测工件实物图见图 9-2。

图 9-2 本项目检测工件实物图

3 X 射线数字成像检测系统工作原理

3.1 X 射线发生原理

X 射线数字成像检测系统核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

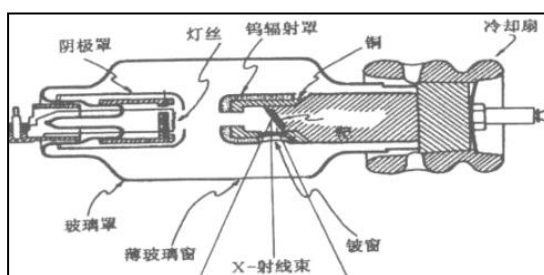


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

3.2 X 射线数字成像检测系统检测原理

X 射线数字成像基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大

小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X射线数字成像检测系统工作原理示意图见图 9-4。

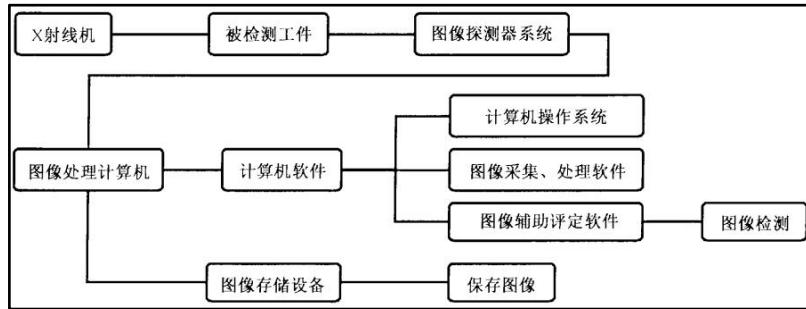


图 9-4 典型 X 射线数字成像检测系统工作原理图

4 X 射线数字成像检测系统工作流程及产污环节

检测时辐射工作人员打开工件门，将被测工件放置在载物台上，关闭工件门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，由辐射工作人员在操作面板处进行远距离操作调整工件至合适位置，对需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 每日开展检测作业前确认操作台与曝光室工件门的门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效，措施有效方可开始检测工作。
- (2) 开机预热，打开工件门，辐射工作人员将被测工件放在载物台上，关闭工件门；
- (3) 辐射工作人员在操作面板处远程控制，将工件平台调整到合适位置，然后开启 X 射线数字成像检测系统进行检测；检测过程中会产生 X 射线及少量 O_3 、 NO_x ；
- (4) 曝光结束后，确认设备停止出束后辐射工作人员打开工件门，通过工件门将工件取出检测铅房外，关闭工件门；
- (5) 通过操作面板处的显像器对工件内部缺陷进行辨别，出具检验报告；
- (5) 待所有检测作业结束后关机。

本项目 X 射线数字成像检测系统工作流程及产污环节示意图见图 9-5。

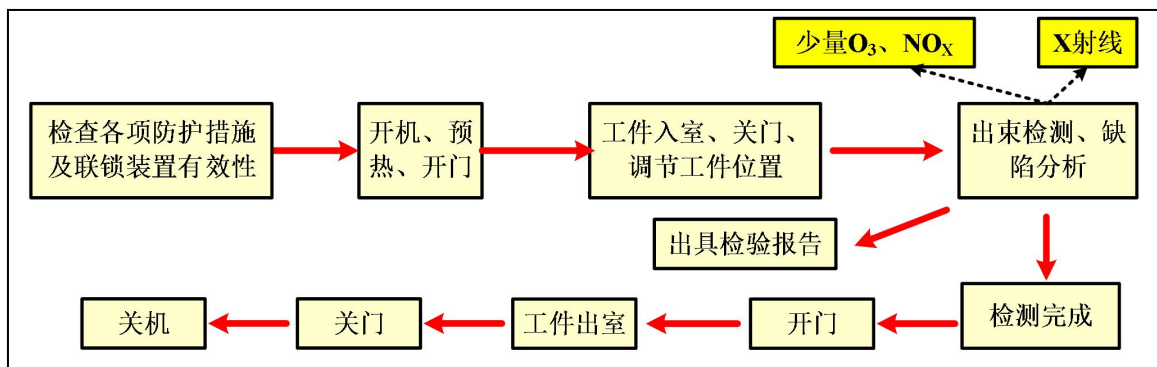


图 9-5 本项目 X 射线数字成像检测系统工作流程及产污环节分析示意图

5 工作人员配置及工作机制

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。本项目周开机曝光时间约为 6 小时，年开机曝光时间约为 300 小时。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，装置开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，正常工况时，在开机曝光期间，产生的电离辐射包括 X 射线及散射线、漏射线。本项目探伤期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。

漏射线辐射：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）表 1，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 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：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）表 2，160kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV。

本项目 X 射线数字成像检测系统详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线数字成像检测系统参数一览表

| | |
|-------------|----------|
| 设备型号 | UNS160 型 |
| 最大管电压 | |
| 最大管电流 | |
| 功率 | |
| 出束角 | |
| X 射线机的发射率常数 | |
| 泄漏辐射剂量率 | |
| 90° 散射后能量 | |

2 非放射性污染源分析

X 射线数字成像检测系统在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭

氧和氮氧化物。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

无锡铭润智能科技有限公司拟建的 X 射线数字成像检测系统包括检测铅房及操作面板，本项目装置主射线朝西侧照射，操作面板位于检测铅房东侧，避开了有用线束照射方向。本项目 X 射线数字成像检测系统布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室避开有用线束照射方向及操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将 X 射线数字成像检测系统检测铅房作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影），在装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将本项目检测铅房除外的 X 射线检测室内其他区域（含操作台）作为本项目的辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影），以 X 射线检测室墙壁作为监督区边界，在监督区入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目 X 射线数字成像检测系统平面布局及分区图见图 10-1，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X射线数字成像检测系统平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目 UNS160 型 X 射线数字成像检测系统检测铅房屏蔽防护设计见表 10-1, 装置设计图见附图 6。

表 10-1 本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽设计参数一览表

| | |
|---------|--|
| 规格尺寸 | |
| 屏蔽体 | |
| | |
| 工件门（东侧） | |
| 通风口（顶部） | |
| 电缆口（北侧） | |
| 防护门门洞 | |

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障装置安全运行，本项目拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

本项目 X 射线数字成像检测系统采取的辐射安全装置和保护措施如下，示意图见图 10-2。

（1）X 射线数字成像检测系统检测铅房工件门拟设置门机联锁装置，只有当工件门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，工件门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。

（2）拟在检测铅房外设置工作状态指示灯，并与 X 射线管进行联锁。装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近或在装置附近做不必要的逗留。

（3）拟在检测铅房工件门外明显位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

（4）拟在检测铅房外东侧及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方法。

（5）拟在操作面板处设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开操作面板钥匙开关后，X 射线探伤机才能出束；钥匙只有在停机或待

机状态时才能拔出。

(6) 拟在监督区入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语；

(7) 拟在检测铅房内设置 1 个视频监控，以便辐射工作人员能够在操作台处观察到检测铅房内各个位置情况。

(8) 装置正常工作时，辐射工作人员位于装置外操作，无需进入装置内部摆放工件，故未在装置内部设置紧急停机按钮、工作状态指示灯及固定式辐射探测报警装置等。

图 10-2 本项目 X 射线数字成像检测系统辐射防护措施布置图

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对本项目 X 射线数字成像检测系统进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员拟定期测量装置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，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟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，则不应开始检测工作。

(4) 公司拟对使用的 X 射线数字成像检测系统维护负责，每年至少维护一次，设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线数字成像检测系统不再使用时，拟实施退役程序。

(1) X 射线数字成像检测系统的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废治理

本项目 X 射线数字成像检测系统工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，配备轴流风机对检测铅房内进行换气，风机有效通风量为 20m³/h，检测铅房体积约为 3.15m³，每小时能对检测铅房内进行约 6 次有效换气，能够满足《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。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排入 X 射线检测室，本项目 X 射线检测室采用自然通风，再依托 X 射线检测室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

无锡铭润智能科技有限公司拟在 X 射线检测室内新建 1 台 X 射线数字成像检测系统，施工内容主要包括 X 射线数字成像检测系统的运输及安装等。施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行地基处理、墙体修缮等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：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尽量采取遮盖、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；d.优先考虑使用机械拆除或其他无爆破方式进行拆除工作，减少粉尘的产生。

(2) 噪声：整个建筑施工及装置安装阶段，拆装工具及运输车辆在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2025）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾、废弃包装材料及少量废旧金属为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止固体废物在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

辐射环境影响分析

本项目 X 射线数字成像检测系统型号为 UNS160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 480W。公司拟将装置工件门朝东摆放在 X 射线检测室内，主射线朝西照射，操作面板拟设置于装置东侧。

本次评价选取 X 射线数字成像检测系统达到最大管电压且满功率运行时的工况（160kV、3mA）进行预测。本项目 X 射线数字成像检测系统主射线朝西照射，计算

时将检测铅房西侧屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将检测铅房东侧（含工件门）、南侧、北侧（含电缆口）、顶部（含通风口）及底部屏蔽体均按照非有用线束照射进行预测计算。

本项目 X 射线数字成像检测系统主射线朝西照射，X 射线管无法移动。出束角为 40°。本项目 X 射线管距离东侧屏蔽体外表面最近为 258mm、距离南侧屏蔽体外表面最近为 550mm、距离西侧屏蔽体外表面最近为 1302mm、距离北侧屏蔽体外表面最近为 510mm、距离顶部屏蔽体外表面最近为 636mm、距离底部屏蔽体外表面最近为 1270mm。本项目 X 射线数字成像检测系统 X 射线管至各侧屏蔽体外表面距离图见图 6。

1 理论预测公式

1.1 有用线束方向屏蔽效果预测公式

有用线束预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中图 B.1 无本项目参数对应的曲线，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，采用内插法得出 160kV 下对应的 TVL 值，然后按公式（11-2）计算得出：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，插值计算得 160kV 下对应的 TVL 值，再按公式（11-2）计算得出；

② 散射辐射

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量，按公式（11-2）计算得出；

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之比。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。

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots\dots\dots (11-5)$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平，mSv/a；

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

t ：探伤装置年照射时间，h/a；

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 本项目有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

| 关注点 | X 设计厚度 | I (mA) | $H_0^{\text{①}}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ | $B^{\text{②}}$ | $R^{\text{③}}$ (m) | \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | 剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | 评价 |
|-------|--------|--------|--|----------------|-----------------------|--|--------------------------------------|----|
| 西侧屏蔽体 | | | | | | | 2.5 | 满足 |

表 11-2 本项目非有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

| 关注点 | 东侧屏蔽体 | 南侧屏蔽体 /工件门 | 北侧屏蔽体 /电缆口 | 顶部屏蔽体 /通风口 | 底部屏蔽体 | |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|-------|--|
| X 设计厚度 | | | | | | |
| 泄漏辐射 | TVL (mm) | | | | | |
| | $B^{\#}$ | | | | | |
| | \dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | | | | | |
| | R^* (m) | | | | | |
| | \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) | | | | | |
| 散射辐射 | 散射后能量对应的 kV 值 | | | | | |
| | TVL (mm) | | | | | |
| | $B^{\#}$ | | | | | |
| | 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) | | | | |
| | \dot{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 ($\mu\text{Sv/h}$) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| | 评价 | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 |

从表 11-1 及表 11-2 中预测结果可知，本项目 X 射线数字成像检测系统满功率运行时，检测铅房四周、顶部、底部屏蔽体外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 1.594 $\mu\text{Sv/h}$ ，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“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 天空反散射影响分析

根据表 11-1 及表 11-2 可知，本项目 X 射线数字成像检测系统满功率运行时，装置顶部外最大辐射剂量率为 0.566 $\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，经过距离衰减后可湮没在本底辐射中，因此对检测铅房四周辐射剂量率的叠加影响可忽略不计。

2.3 通风口、电缆口、防护门缝隙处辐射防护评价

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房通风口及电缆口处均拟设置 5mmPb+5mmFe 防护罩，由表 11-1、表 11-2 计算结果可知，本项目装置在满功率条件下运行时，通风口外 30cm 处辐射剂量率最大为 0.566 $\mu\text{Sv/h}$ ，电缆口外 30cm 处辐射剂量率最大为 0.757 $\mu\text{Sv/h}$ ，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/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 X 射线经过防护罩后至少会经过 3 次散射到达通风口、电缆口处，X 射线

至少经过 3 次散射才能到达防护罩外，根据《辐射防护导论》第 189 页“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷宫，是能保证迷宫口工作人员的安全”，可推断通风口、电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口散射示意图如图 11-1、图 11-2。

图 11-1 本项目通风口防护罩结构散射示意图

图 11-2 本项目电缆口防护罩结构散射示意图

本项目 X 射线数字成像检测系统工件门与屏蔽体之间的缝隙宽度均为 2mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍。射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

2.4 有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为 X 射线数字成像检测系统检测铅房 50m 范围内的其他人员。辐射工作人员于监督区内进行操作，因此辐射工作人员年有效剂量拟按照监督区内最大辐射剂量率取值计算，根据剂量率与距离的平方成反比公式（11-6）可得到各关注点处辐射剂量率，本项目监督区外各关注点至 X 射线实时成像检测装置检测铅房距离见图 10-1。

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：H₁—距射线源点 R₁ 处的剂量率，μSv/h；

H₂—距射线源 R₂ 处的剂量率，μSv/h；

R₁—装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R₂—监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

表 11-3 本项目 X 射线数字成像检测系统周围人员关注点位辐射剂量率

| 关注点 | H ₁ (μSv/h) | R ₁ (m) | R ₂ (m) | H ₂ (μSv/h) |
|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| 监督区东侧仓库 | | | | |
| 监督区东侧楼梯间 | | | | |
| 监督区东侧大厅 | | | | |
| 监督区东侧厂区道路 | | | | |
| 监督区南侧仓库 | | | | |
| 监督区南侧厂区道路 | | | | |
| 监督区南侧生产车间 | | | | |
| 监督区西侧卫生间 | | | | |
| 监督区西侧厂区道路 | | | | |
| 监督区西侧无锡希而达机器制造有限公司 | | | | |
| 监督区北侧厂区道路 | | | | |
| 监督区北侧西昌路 | | | | |
| 监督区北侧无锡市山昌混凝土有限公司 | | | | |
| 监督区楼上二层 | | | | |

根据表 11-3 结果代入公式 (11-5)，以装置周围各关注点处辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算，结果见表 11-4 及表 11-5。

表 11-4 本项目 X 射线数字成像检测系统周围人员周受照有效剂量结果评价

| 序号 | 关注点 | 使用因子 U | 居留因子 T | 剂量率值 (μSv/h) | 周工作时间 (h) | 周剂量估算值(μSv/周) | 剂量约束值 (μSv/周) | 评价 |
|----|-------|--------|--------|--------------|-----------|---------------|---------------|----|
| 1 | 装置东侧 | | | | | | 100 (职业人员) | 满足 |
| 2 | 监督区东侧 | | | | | | 5 (公众) | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |

| | | | | | | | | |
|---|-------------|--|--|--|--|--|--|----|
| | | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| 3 | 监督区南侧 | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| 4 | 监督区西侧 | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| 5 | 监督区北侧 | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| 6 | 监督区楼上 二层 | | | | | | | 满足 |

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目 X 射线数字成像检测系统周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 9.564 μ Sv，周围公众成员周有效剂量最大为 0.059 μ Sv，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求。

表 11-5 本项目 X 射线数字成像检测系统周围人员年受照有效剂量结果评价

| 序号 | 关注点 | 使用因子 U | 居留因子 T | 剂量率值 (μ Sv/h) | 年工作时间 (h) | 年剂量估算值(mSv/a) | 剂量约束值 (mSv/a) | 评价 |
|----|-------|--------|--------|--------------------|-----------|---------------|---------------|----|
| 1 | 装置东侧 | | | | | | 5 (职业人员) | 满足 |
| 2 | 监督区东侧 | | | | | | 0.1 (公众) | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | | 满足 |

| | | | | | | | |
|---|-------------|--|--|--|--|--|----|
| 3 | 监督区南侧 | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | 满足 |
| 4 | 监督区西侧 | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | 满足 |
| 5 | 监督区北侧 | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | 满足 |
| | | | | | | | 满足 |
| 6 | 监督区楼上 二层 | | | | | | 满足 |

从表 11-5 中预测结果可以看出，本项目 X 射线数字成像检测系统周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.478mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.003mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目年剂量约束值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

3 三废治理评价

本项目 X 射线数字成像检测系统工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，配备轴流风机对检测铅房内进行换气，每小时能对检测铅房内进行约 6 次有效换气，能够满足《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。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排入 X 射线检测室，依托 X 射线检测室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目 X 射线数字成像检测系统只有在开机检测时才产生 X 射线，因此，X 射线检测事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全联锁装置失灵，导致工件门未完全关闭时开机工作，导致人员受到误照射；在检测过程中，工件门被意外打开，导致人员受到误照射。

(2) X 射线数字成像检测系统在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(3) 由于工件碰撞造成 X 射线数字成像检测系统工件门破损，导致工件门处产生漏射线。

2 辐射事故预防措施

无锡铭润智能科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次在开启 X 射线数字成像检测系统前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机检测。

(3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 辐射事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的 X 射线数字成像检测系统属于 II 类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

(1) 辐射工作人员或操作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

(2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

(3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

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 X 射线数字成像检测系统，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。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

无锡铭润智能科技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，其中 1 名兼职辐射防护负责人。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人还应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，无锡铭润智能科技有限公司拟按照《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》中相关要求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、台账管理制度和事故应急预案等。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求，明确 X 射线数字成像检测系统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 射线数字成像检测系统操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

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。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线数字成像检测系统的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像检测装置及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线实时成像检测装置设备保持良好工作状态；当班使用剂量报警仪、便携式辐射巡测仪前，

检查是否能正常工作，确保剂量报警仪、便携式辐射巡测仪等仪器具有有效性。

人员培训计划：人员培训计划和健康管理制：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。辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训。根据《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），新从事辐射活动的人员须通过生态环境部组织的考核后方可上岗。还应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于1次/2年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

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。

台账管理制度：对X射线数字成像检测系统使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对X射线数字成像检测系统使用进行严格管理。

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，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。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

公司使用的X射线数字成像检测系统属于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》，本项目须配置至少1台便携式X- γ 剂量率仪，以满足射线装置日常运行时，对X射线数字成像检测系统周围的辐射水平进行监测。

公司拟为本项目配备1台便携式X- γ 剂量率巡检仪及2台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

公司每年拟委托有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在开展探伤作业时，拟定期对X射线数字成像检测系统周围的辐射水平进行监测，并

做好相关记录；本项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每1个月/次，最长不超过3个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司拟每年对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

本项目辐射监测方案见表12-1。

表12-1 辐射监测方案

| 监测对象 | 监测项目 | 监测方式 | 监测周期 | 监测点位 |
|-------------|------------|---------------------|--------|--|
| X射线数字成像检测系统 | X-γ周围剂量当量率 | 验收监测，委托有资质的单位进行 | 1次 | ①X射线数字成像检测系统周围各关注点处，如四周屏蔽体、工件门外30cm处；特别是通风口、电缆口等位置； ②辐射工作人员操作位处； ③环境保护目标处； |
| | | 工作场所年度监测，委托有资质的单位进行 | 1次/年 | |
| | | 定期自行开展辐射监测 | 1次/月 | |
| 辐射工作人员 | 个人剂量当量 | 委托有资质的单位进行 | 每3个月/次 | / |

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，无锡铭润智能科技有限公司应针对可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，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) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

无锡铭润智能科技有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。公司拟组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急预案，采取必要防范措施，

在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

无锡铭润智能科技有限公司位于无锡市惠山区堰桥街道漳兴路 38 号，。公司东侧为漳兴路，南侧为江苏庆鹏电力建设工程有限公司，西侧为无锡希而达机器制造有限公司，北侧为西昌路。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建于办公楼 1 楼西侧 X 射线检测室内，本项目拟建址所在 X 射线检测室东侧为仓库、楼梯间、大厅及厂区道路，南侧依次为仓库、过道及生产车间，西侧依次为卫生间、厂区道路及无锡希而达机器制造有限公司，北侧为厂区道路、西昌路及无锡市山昌混凝土有限公司，楼上二层为办公室，楼下无建筑。

本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线数字成像检测系统拟建址周围评价范围内的公众。

1.2 实践正当性评价

本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 项目分区及布局

无锡铭润智能科技有限公司拟建的 X 射线数字成像检测系统包括检测铅房及操作面板，本项目装置主射线朝西侧照射，操作面板位于检测铅房东侧，避开了有用线束照射方向。本项目 X 射线数字成像检测系统布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于操作室避开有用线束照射方向及操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将 X 射线数字成像检测系统检测铅房作为本项目的辐射防护控制区，在装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将本项目检测铅房除外的 X 射线检测室内其他区域（含操作台）作为本项目的辐射防护监督区，以 X 射线检测室墙壁作为监督区边界，在监督区入口悬挂“无关人员禁止

入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。

1.4 辐射安全措施

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房工件门拟设置门机联锁装置；拟在检测铅房外设置工作状态指示灯，并与 X 射线管进行联锁；拟在检测铅房工件门外明显位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；拟在检测铅房外东侧及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮；拟在检测铅房外设置钥匙开关；拟在检测铅房内设置 1 个视频监控。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

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，同时拟制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人，辐射工作人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，公司拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并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。

公司拟为本项目配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪及 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，公司拟配备的 X 射线数字成像检测系统满功率运行时检测铅房各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率能够满足《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) 的剂量率

限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众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》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束限值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

2.3 三废处理处置

本项目 X 射线数字成像检测系统工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目装置顶部拟设通风口，配备轴流风机对检测铅房进行换气，每小时能对检测铅房内进行约 6 次有效换气，能够满足《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。产生的臭氧及氮氧化物通过通风口排入 X 射线检测室，依托 X 射线检测室内通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，无锡铭润智能科技有限公司新建 1 台 X 射线数字成像检测系统项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该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) 建设单位在该工程竣工后，应根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定由建设单位在环境保护设施竣工之日起 3 个

月内进行自主验收。

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 | 投资 (万元) |
|----------|---|--|------------|
| 辐射安全管理机构 | 公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责 | 满足《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的要求。 | / |
| 辐射安全防护措施 | | X射线数字成像检测系统检测铅房周围的辐射剂量率能够满足《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“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求。 | 10.0 |
| | 本项目X射线数字成像检测系统检测铅房工件门拟设置门机联锁装置；拟在检测铅房外设置工作状态指示灯，并与X射线管进行联锁；拟在检测铅房工件门外明显位置处设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；拟在检测铅房外东侧及操作台处各设置1个紧急停机按钮；拟在检测铅房外设置钥匙开关；拟在检测铅房内设置1个视频监控。 | 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。 | |
| 人员配备 | 公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，其中1名兼职辐射防护负责人，辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核。 | 满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。 | 定期投入 |
| | 公司拟委托有资质的单位对2名辐射工作人员开展个人剂量监测（1个月/次，最长不超过3个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案 | | |
| | 公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）组织2名辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案 | | |

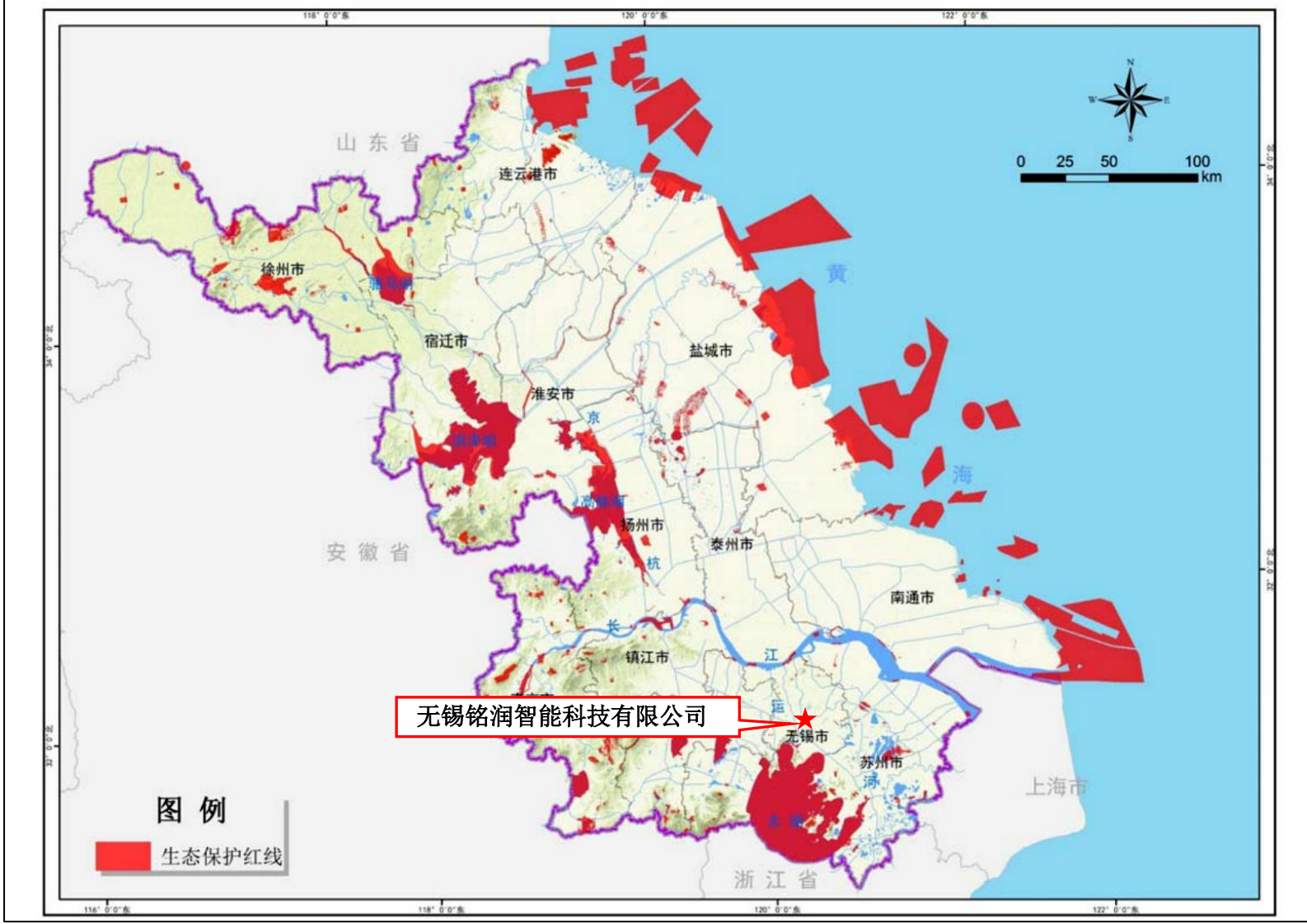
| | | | |
|-----------|---|--|-----|
| 监测仪器和防护用品 | 公司拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪及 2 台个人剂量报警仪 | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求。 | 2.0 |
| 辐射安全管理制度 | 公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。 | / |

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。



附图 1 无锡铭润智能科技有限公司厂区地理位置图

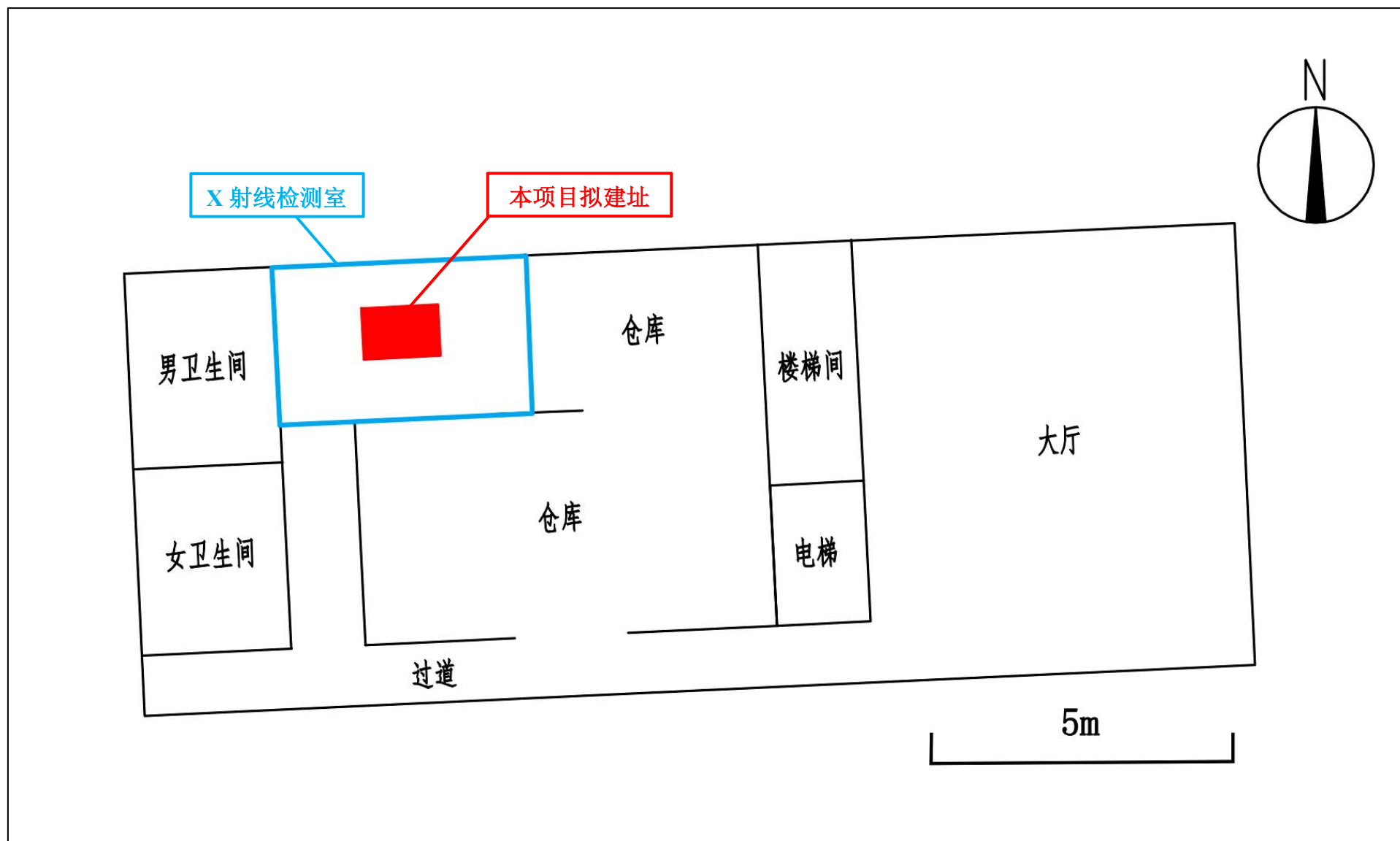
江苏省生态保护红线分布图



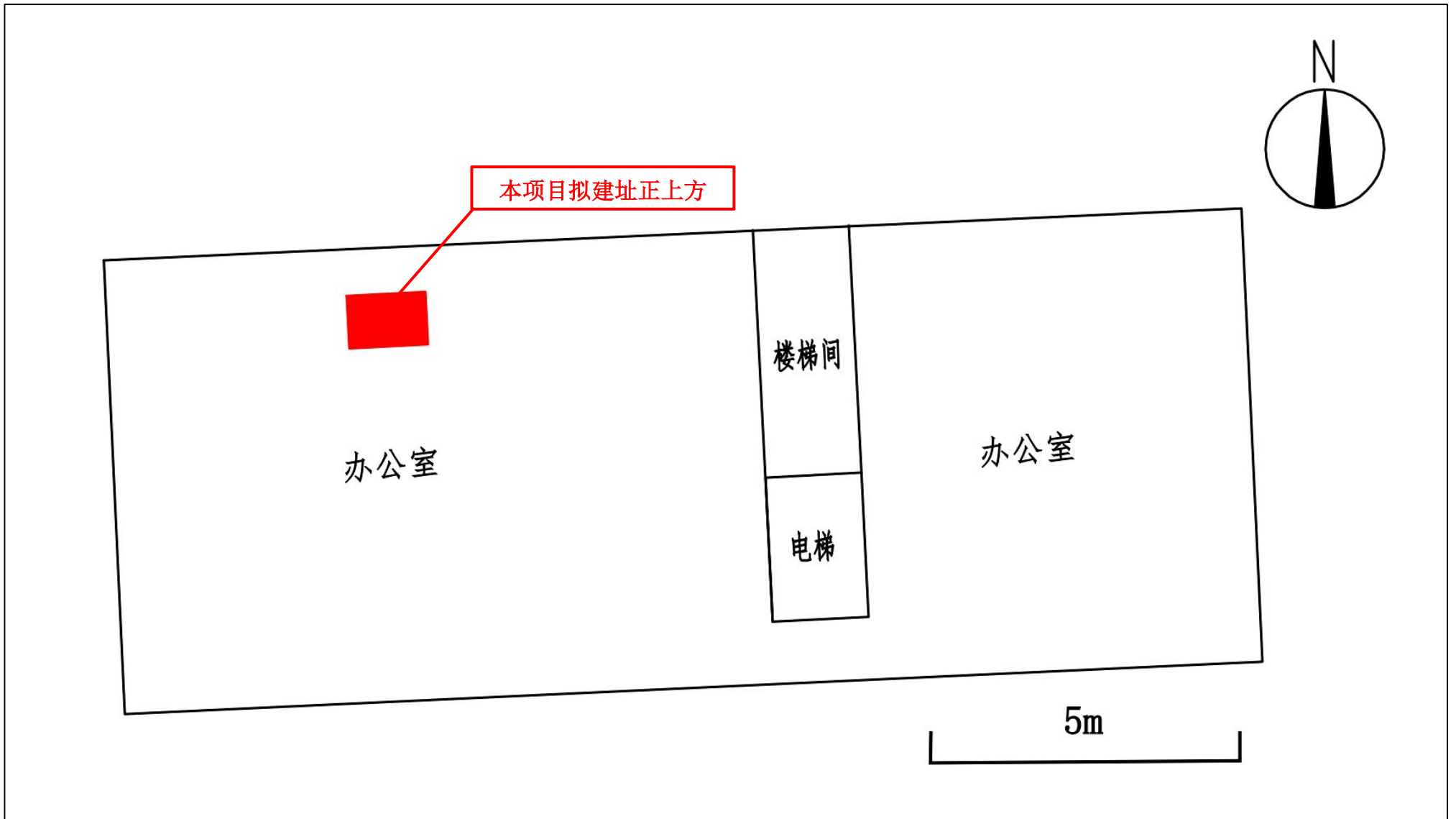
附图 2 无锡铭润智能科技有限公司与江苏省国家级生态保护红线区域位置关系图



附图3 无锡铭润智能科技有限公司厂区平面图



附图 4 无锡铭润智能科技有限公司办公楼所在一层平面布局图



附图 5 无锡铭润智能科技有限公司办公楼楼上二层平面布局图