核技术利用建设项目

# 新能源电池新型核心部件生产项目
# （X 光检测设备项目）
# 环境影响报告表
# （公示本）

江苏华智汽车零部件有限公司(公章)

2025 年 5 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

# 新能源电池新型核心部件生产项目
# （X 光检测设备项目）
# 环境影响报告表

建设单位名称：江苏华智汽车零部件有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：南京市高淳区经济开发区全风环保公司东侧，四至范围东临古檀大道、南临凤山路、西临桃园北路、北临戴卫路

邮政编码：211316　　联 系 人：

电子邮箱：/　　联系电话：

打印编号：1748420970000

# 编制单位和编制人员情况表

| | |
|---|---|
| 项目编号 | 17o5ym |
| 建设项目名称 | 新能源电池新型核心部件生产项目（X光检测设备项目） |
| 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） | 江苏华智汽车零部件有限公司 |
| 统一社会信用代码 | 91320118MADLLFBL7F |
| 法定代表人（签章） | 杨德刚 |
| 主要负责人（签字） | 尹东云 |
| 直接负责的主管人员（签字） | 沙斌 |
| **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 | 李耀林 |

2. 主要编制人员

| 姓名 | 主要编写内容 | 信用编号 | 签字 |
|---|---|---|---|
| 李耀林 | 表9项目工程分析与源项 表10辐射安全与防护 表11环境影响分析 表12辐射安全管理 表13结论与建议 | BH020117 | 李耀林 |
| 吕孝敏 | 表1项目基本情况 表2放射源 表3非密封放射性物质 表4射线装置 表5废弃物（重点是放射性废弃物） 表6评价依据 表7保护目标与评价标准 表8环境质量和辐射现状 | BH024851 | 吕孝敏 |

# 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.

中华人民共和国人力资源和社会保障部

approved & authorized by

Ministry of Human Resources and Social Security

The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部

approved & authorized by

Ministry of Environmental Protection

The People's Republic of China

编号：

No. HP00014274

姓名：

Full Name 李耀林

性别：

Sex 女

出生年月：

Date of Birth

专业类别：

Professional Type

批准日期：

Approval Date 2014年05月

持证人签名：

Signature of the Bearer

李耀林

20140353203520134499140004 22

管理号：

File No.

签发单位盖章：

Issued by

签发日期：

Issued on 2014 年 09 月 04 日

仅用于江苏新型核心部件生产项目
（X光检测设备项目）
有限公司新能源电池部件有限公司

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：** 202503-202505

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 | 28 | 28 | 28 |

| 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 | | 202503 - 202505 | 3 |
| 2 | 吕孝敏 | | 202503 - 202505 | 3 |

说明：
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
4. 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）。

江苏省社会保险 电子专用章

打印时间：2025年5月28日

仅用于江苏华智汽车零部件有限公司新能源电池智能核心部件生产项目（X光检测设备项目）

# 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 ..... 15
表 9 项目工程分析与源项 ..... 20
表 10 辐射安全与防护 ..... 30
表 11 环境影响分析 ..... 37
表 12 辐射安全管理 ..... 48
表 13 结论与建议 ..... 52
表 14 审批 ..... 56
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 ..... 57

**附图：**

1）附图 1 本项目地理位置图

2）附图 2 本项目厂区平面布置及周围环境图

3）附图 3-1 本项目所在厂房一层平面布置图

附图 3-2 本项目所在厂房二层平面布置图

4）附图 4 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

5）附图 5 本项目与高淳区国土空间控制线相对位置关系图

6）附图 6 本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽设计图

**附件：**

1）附件1 委托书

2）附件2 射线装置承诺书

3）附件3 营业执照

4）附件4 江苏省投资项目备案证

5）附件5 房产租赁协议

6）附件6 设备参数说明文件

7）附件7 现状检测报告及检测资质

# 表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">新能源电池新型核心部件生产项目（X 光检测设备项目）</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">江苏华智汽车零部件有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>杨德刚</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">江苏省南京市高淳区高淳经济开发区双高路 86-1 号 3417 室</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目地点</td><td colspan="5">南京市高淳区经济开发区全风环保公司东侧，四至范围<br>东临古檀大道、南临凤山路、西临桃园北路、北临戴卫路</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">南京市高淳区政务服务管理办公室</td><td>批准文号</td><td colspan="2">高政服备〔2025〕361 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td></td><td>项目环保投资(万元)</td><td></td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（$m^2$）</td><td>35</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

**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**

江苏华智汽车零部件有限公司成立于2024年05月20日，注册地位于江苏省南京市高淳区高淳经济开发区双高路86-1号3417室，法定代表人为杨德刚。经营范围包括汽车零部件研发；汽车零部件及配件制造；汽车零配件批发；汽车零配件零售；机械设备研发；软件开发；智能基础制造装备制造；储能技术服务；智能基础制造装备销售等。

江苏华智汽车零部件有限公司租赁江苏高淳经济开发区开发集团有限公司房屋用于生产经营，该房屋为首次出租使用，从未有企业使用过，房产租赁协议见附件5。《江苏华智汽车零部件有限公司新能源电池新型核心部件生产项目》已取得江苏省投资项目备案证，项目代码2406-320118-04-01-850978，见附件4。

因生产的新能源汽车新型液冷板质量检测需求，江苏华智汽车零部件有限公司拟购置1台XYG-1203型X射线数字成像系统，最大管电压120kV，最大管电流0.3mA，最大功率36W。该项目主要用于检测公司生产的新能源汽车新型液冷板，材质主要为不锈钢、钢、铝，工件外径尺寸为300mm×500mm~2000mm×1500mm，厚度约为20~30mm。

本项目X射线数字成像系统拟建址位于江苏华智汽车零部件有限公司生产车间性能试验区西南部，该装置工件门朝西北侧摆放，检修门朝东北侧，操作台面朝东北侧。

江苏华智汽车零部件有限公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，其中1人兼任辐射防护负责人。本项目X射线数字成像系统预计每周曝光时间最大约为20h，年工作50周，年曝光时间最大约为1000h（包含训机时间）。

本项目为江苏华智汽车零部件有限公司首次开展核技术利用项目。核技术利用项目详见表1-1：

表 1-1 江苏华智汽车零部件有限公司核技术利用项目情况表

| 序号 | 射线装置名称、型号 | 数量（台） | 最大管电压（kV） | 最大管电流（mA） | 类别 | 工作场所名称 | 活动种类 | 环评情况 | 许可情况 | 验收情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | XYG-1203 型 X 射线数字成像系统 | 1 | 120 | 0.3 | II | 性能试验区域 | 使用 | 本次环评 | 未许可 | 未验收 | 最大功率 36W |

根据《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（环境保护部 2018 年 2 月 12 日）：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”。本项目拟建的 XYG-1203 型 X 射线数字成像系统维修时，维修人员可能进入装置内部进行维修，且装置内部空间较大，有滞留在装置内部的可能。由于本项目 X 射线数字成像系统不满足上述第三点，即：在工作模式下，人体可能进入和滞留在 X 射线数字成像系统内。因此根据《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（环境保护部 2018 年

2 月 12 日），本项目拟建的 X 射线数字成像系统不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置。根据《射线装置分类》，本项目拟购射线装置为II类射线装置中“工业用 X 射线探伤装置”5，6，（5 中的其他工业用 X 射线探伤装置）该装置应按照II类射线装置管理。

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 X 射线数字成像系统，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受江苏华智汽车零部件有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

**2. 项目周边保护目标及项目选址情况**

本项目位于南京市高淳区经济开发区全风环保公司东侧江苏华智汽车零部件有限公司生产车间内，江苏华智汽车零部件有限公司东北侧为南京欣达飞科技股份有限公司，东南侧为空地，西南侧隔小路为全风环保科技股份有限公司，西北侧为空地。

本项目X射线数字成像系统拟建址位于江苏华智汽车零部件有限公司生产车间性能试验区西南部，生产车间中部为表面处理区，该区域为一层结构，整个生产车间除此区域外，均为二层结构。本项目所在性能试验区域为二层结构。本项目拟建址东北侧隔性能试验区域内氦检试验台、干湿气密试验台、脉冲爆破试验台为理化实验区域，东南侧为厂区道路，西南侧为客户会议室，西北侧为车间过道，楼上为暂未利用区域，楼下为土层，无地下建筑或可利用空间。本项目地理位置见附图1，本项目厂区平面布置及周围环境见附图2，本项目所在厂房一层、二层平面布置见附图3。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图4。对照《南京市高淳区国土空间总体规划》（2021-2035年），本项目位于城镇开发边界，不涉及永久基本农田及生态保护红线，本项目与高淳区国土空间控制线相对位置关系见附图5。

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。

本项目的建设符合江苏省及南京市“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50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目50m范围内涉及江苏华智汽车零部件有限公司、空地、小路及全风环保科技股份有限公司。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线数字成像系统操作的辐射工作人员及装置周围公众。

**3. 实践正当性**

江苏华智汽车零部件有限公司因产品质量检测需要，拟购置 1 台 X 射线数字成像系统对生产的新能源汽车新型液冷板质量进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，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。虽然在运行期间，X 射线数字成像系统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**

本项目使用 X 射线数字成像系统对公司生产的新能源汽车新型液冷板进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类，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）/<br>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<br>名称 | 理化<br>性质 | 活动<br>种类 | 实际日最大<br>操作量（Bq） | 日等效最大<br>操作量（Bq） | 年最大操作量<br>（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 射线数字成像系统 | II | 1 | XYG-1203 型 | 120 | 0.3 | 无损检测 | 性能试验区域 | 最大功率 36W |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

**（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 | 经装置排风扇及开关工件门，再经车间门窗直接排入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。 |
| 生活垃圾 | 固态 | / | / | 30kg | 360kg | / | 暂存 | 由公司统一收集后，交给环卫部门清运。 |
| 生活污水 | 液态 | / | / | 2.4m$^3$ | 28.8m$^3$ | / | 不暂存 | 经厂区污水管网接管至市政污水管网处理。 |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |

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/m$^3$，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/m$^3$)和活度（Bq）。

## 表 6 评价依据

| | |
|---|---|
| 法规文件 | 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国主席令第9号，自2015年1月1日起施行；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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；<br>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 |

| | |
|---|---|
| | 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；<br>14) 《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；<br>15) 《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；<br>16) 《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；<br>17) 《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；<br>18) 《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，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发；<br>19) 《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7号），自2024年2月1日起施行。<br>20) 《省政府关于南京市栖霞区、雨花台区、江宁区、浦口区、六合区、溧水区、高淳区国土空间总体规划（2021-2035年）的批复（苏政复〔2025〕3号）》，2025年2月24日发布。 |
| **技术标准** | 1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）<br>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）<br>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）<br>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）<br>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）<br>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）<br>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单<br>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）<br>9) 《无损检测仪器1MV以下X射线设备的辐射防护规则 第3部分：450kV以下X射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GBZ 41476.3-2022) |

| | |
|---|---|
| 其他 | **附图：**<br>1）附图 1 本项目地理位置图<br>2）附图 2 本项目厂区平面布置及周围环境图<br>3）附图 3-1 本项目所在厂房一层平面布置图<br>附图 3-2 本项目所在厂房二层平面布置图<br>4）附图 4 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图<br>5）附图 5 本项目与高淳区国土空间控制线相对位置关系图<br>6）附图 6 本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽设计图<br>**附件：**<br>1）附件1 委托书<br>2）附件2 射线装置承诺书<br>3）附件3 营业执照<br>4）附件4 江苏省投资项目备案证<br>5）附件5 房产租赁协议<br>6）附件6 设备参数说明文件<br>7）附件7 现状检测报告及检测资质 |

# 表 7 保护目标与评价标准

**评价范围**

本项目为新建X射线数字成像系统项目，X射线数字成像系统为工业用X射线探伤装置，属于II类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）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本项目X射线数字成像系统屏蔽体外50m区域，见附图2。

**保护目标**

本项目位于南京市高淳区经济开发区全风环保公司东侧江苏华智汽车零部件有限公司生产车间内。

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

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本项目的建设符合江苏省及南京市“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。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

1、操作X射线数字成像系统的辐射工作人员；

2、X射线数字成像系统周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

<table>
<tr><th>装置名称</th><th>工作场所</th><th colspan="2">保护目标</th><th>方位</th><th>距装置屏蔽体最近距离</th><th>规模</th><th>保护目标类型</th><th>年剂量约束值（mSv）</th></tr>
<tr><td rowspan="3">XYG-1203型X射线数字成像系统</td><td rowspan="3">性能试验区域</td><td colspan="2">操作台</td><td>北侧</td><td>0.3m</td><td>2人</td><td>辐射工作人员</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">江苏华智汽车零部件有限公司生产车间一层</td><td>性能试验区其余区域（氦检等）</td><td>东北侧</td><td>3m</td><td>约6人</td><td rowspan="2">公众</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>理化实验区域</td><td>东北侧</td><td>18m</td><td>约4人</td><td>0.1</td></tr>
</table>

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 卫生间、茶水间、弱电室、强电室、楼梯2及共享门厅 | 东北侧 | 26m | 流动人员（约20人/天） | | 0.1 |
| | | | 人事行政部办公室、仓库及其过道 | 东北侧 | 34m | 约6人 | | 0.1 |
| | | | 客户会议室、楼梯1、会议室1、会议室2 | 西南侧 | 1m | 流动人员（约20人/天） | | 0.1 |
| | | | 研发中心办公室、董事办公室1 | 西南侧 | 6m | 约8人 | | 0.1 |
| | | | 车间过道 | 西北侧 | 4m | 流动人员（约20人/天） | | 0.1 |
| | | | 机加工、冷挤压区及表面处理区 | 西北侧、北侧 | 西北侧8m | 约15人 | | 0.1 |
| | | 江苏华智汽车零部件有限公司生产车间二层* | 暂未利用区域（拟为库房）及卫生间、茶水间、弱电室、强电室、楼梯、过道 | 楼上 | 3m | 流动人员（约10人/天） | | 0.1 |
| | | | 暂未利用区域（拟为生产区）及办公区 | 楼上 | 8m | 约20人 | | 0.1 |
| | | 江苏华智汽车零部件有限公司厂区道路 | | 东南侧、西南侧 | 东南侧0.5m | 流动人员（约10人/天） | | 0.1 |
| | | 小路 | | 西南侧 | 35m | 流动人员（约100人/天） | | 0.1 |
| | | 全风环保科技股份有限公司（仅涉及厂区道路） | | 西南侧 | 45m | 流动人员（约10人/天） | | 0.1 |
| | | 空地 | | 东南侧、南侧、西南侧 | 东南侧9m | 流动人员（约10人/天） | | 0.1 |

*二层保护目标正上方暂未利用区域（拟为库房）等保护目标考虑直射距离，暂未利用区域（拟为生产区）等保护目标考虑斜射距离。

**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：<br>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；<br>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：<br>①年有效剂量，1mSv；<br>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100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/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 100μSv/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 5μSv/周；**

**4）X 射线数字成像系统屏蔽体外 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2.5μSv/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100μSv/h。”的要求确定本项目X射线数字成像系统表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

**A）X射线数字成像系统四周表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h；**

**B）X射线数字成像系统顶部表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h（X射线数字成像系统检测室上方在自辐射源点到检测室顶内表面边缘所张立体角区域内存在已建建筑物）。**

**5）辐射环境质量现状检测评价参考值**

根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月，江苏省环境监测站）确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下：

表 7-3 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果　　单位：nGy/h

| 项目 | 原野 | 道路 | 室内 |
|---|---|---|---|
| 测值范围 | 33.1～72.6 | 18.1～102.3 | 50.7～129.4 |
| 均值 | 50.4 | 47.1 | 89.2 |
| 标准差（s） | 7.0 | 12.3 | 14.0 |

现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。其中宇宙射线响应的扣除方法采用文献[2]（全国环境天然放射性水平调查总结报告编写小组（支仲骥执笔）。全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990 年）。辐射防护，1992.12（2）：96）中的方法。

**参考资料**

1）《辐射防护导论》，方杰主编，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991；

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

# 表 8 环境质量和辐射现状

**环境质量和辐射现状**

**1. 项目地理和场所位置**

本项目位于南京市高淳区经济开发区全风环保公司东侧江苏华智汽车零部件有限公司生产车间内，江苏华智汽车零部件有限公司东北侧为南京欣达飞科技股份有限公司，东南侧为空地，西南侧隔小路为全风环保科技股份有限公司，西北侧为空地。

本项目X射线数字成像系统拟建址位于江苏华智汽车零部件有限公司生产车间性能试验区西南部，生产车间中部为表面处理区，该区域为一层结构，整个生产车间除此区域外，均为二层结构。本项目所在性能试验区域为二层结构。本项目拟建址东北侧隔性能试验区域内氦检试验台、干湿气密试验台、脉冲爆破试验台为理化实验区域，东南侧为厂区道路，西南侧为客户会议室，西北侧为车间过道，楼上为暂未利用区域，楼下为土层，无地下建筑或可利用空间。

本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目50m范围内涉及江苏华智汽车零部件有限公司、空地、小路及全风环保科技股份有限公司。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线数字成像系统操作的辐射工作人员及装置周围公众。

本项目X射线数字成像系统拟建址周围环境照片见图8-1。

图 8-1　本项目 X 射线数字成像系统拟建址周围环境现状

**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 X 射线数字成像系统拟建址周围辐射环境。

**监测因子：**本项目 X 射线数字成像系统拟建址周围环境γ辐射剂量率。

**监测点位：**在 X 射线数字成像系统拟建址及周围布置监测点位，分别位于 X 射线数字成像系统拟建址及周围，共计 15 个监测点位。

**3. 监测方案、质量保证措施**

**监测方案：**根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在 X 射线数字成像系统拟建址及周围布设监测点位，测量 X 射线数字成像系统拟建址周围环境γ辐射剂量率。

**质量保证措施：**检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行三级审核。

**4. 监测结果与环境现状调查结果评价**

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

仪器设备：X-γ辐射监测仪

型号/规格：BG9512P

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2024.2.23-2025.2.22

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2024H21-20-5105948002

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

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

仪器的宇宙射线响应值：11nGy/h

监测日期：2025.2.14

天气：阴；温度：11℃；相对湿度：55％

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 X 射线数字成像系统拟建址周围环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 7），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1　本项目 X 射线数字成像系统拟建址周围环境γ辐射剂量率

| 序号 | 检测点位 | | 检测结果（nGy/h） | 标准差 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | X 射线数字成像系统拟建址 | 东北侧 | 53 | 1.48 | 室内、楼房 |
| 2 | | 东南侧 | 53 | 1.08 | 室内、楼房 |
| 3 | | 西南侧 | 54 | 1.34 | 室内、楼房 |
| 4 | | 西北侧 | 53 | 1.15 | 室内、楼房 |
| 5 | | 中部 | 54 | 1.51 | 室内、楼房 |
| 6 | | 所在性能试验区域中部 | 53 | 1.32 | 室内、楼房 |
| 7 | | 东北侧理化实验区域 | 54 | 1.71 | 室内、楼房 |
| 8 | | 西北侧车间过道 | 53 | 1.70 | 室内、楼房 |
| 9 | | 西南侧客户会议室 | 52 | 1.16 | 室内、楼房 |
| 10 | | 楼上 | 63 | 0.99 | 室内、楼房 |
| 11 | | 北侧生产车间中部 | 55 | 1.20 | 室内、平房 |
| 12 | | 东南侧厂区道路 | 46 | 0.95 | 道路 |
| 13 | | 西南侧小路 | 46 | 1.15 | 道路 |
| 14 | | 西南侧全风环保科技股份有限公司东北侧 | 44 | 1.66 | 道路 |
| 15 | | 东南侧空地 | 36 | 1.43 | 原野 |

注：①已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 11nGy/h）。
②建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

根据表 8-1 的监测结果可知，江苏华智汽车零部件有限公司本项目 X 射线数字成像系统拟建址周围环境γ辐射剂量率在（36~63）nGy/h 范围内，其中室内环境辐射剂量率在（52~63）nGy/h 范围内（楼上剂量率高于楼下剂量率可能由于楼上宇宙射线贡献值高于楼下宇宙射线贡献值），道路环境辐射剂量率为（44~46）nGy/h，原野环境辐射剂量率为 36nGy/h，均处于江苏省天然γ辐射剂量率水平测量范围内。

图 8-2 检测点位示意图

# 表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

**1. 工程设备情况**

**1.1 系统组成**

本项目为使用1台X射线数字成像系统项目，该X射线数字成像系统主要是由X射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械传动系统、电气控制系统、射线防护系统及现场监视系统七部分组成。功能简述如下：

**X 射线探伤机**：包括金属陶瓷 X 射线管、高压电缆、高频高压发生器、控制器、冷却器、低压连接电缆等附件、设备专用备件，全部组件都易于使用，性能非常卓越，系统直接控制曝光参数，输出电压可由 40kV 连续调校到 120kV，恒功率功能。

**数字平板成像系统**：具有 100μm 像素尺寸，有效成像区域 426mm×426mm，X 射线通过闪烁屏转换为光电子并被光电二极管转为数字信号，16 位数字化信息可实现最高动态范围及对比度，使检测图像边界轮廓清晰。

**计算机图像处理系统**：主要由高性能图像处理计算机硬件和专用成像软件组成，特有的动态实时图像和静态降噪图像同屏显示功能使得操作更加简便。

**机械传动系统**：机械系统由X射线管运动机构、平板探测器运动机构和工件载台及传输辊线组成，均为伺服电机驱动，便于控制和精准定位。此结构系统为成熟化产品，具有抗压、抗变形等特点，坚固耐用。

**电气控制系统**：电气控制系统采用中央集成式控制，搭建PLC控制器为主控中心，触摸屏和独立式按钮操作，摇杆式开关与旋钮控制，快速准确，便于对检测位机构的调整。主要电控器件安装于一个控制柜内，控制柜为立式方形。

**射线防护系统**：铅房外侧屏蔽体采用钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接而成的框架；射线机高压开启时，铅房外提供射线报警灯，检修门、工件门与射线机设有联锁保护装置，只要铅门打开，系统立刻停止发生射线，保证周围环境人员的安全。

**现场监视系统**：铅房内装有摄像装置，主要用于监控工件摆放位置是否合理，同时可以监视铅门位置，确保人员的安全。

**1.2 屏蔽结构及主要技术参数**

本项目为使用 1 台 X 射线数字成像系统，该装置由 X 射线检测室及操作台组成，检测室内仅设有 1 个 X 射线管。装置尺寸为 3798mm（长）×3218mm（宽）×2719mm（高），检测室采用钢-铅-钢结构对 X 射线进行屏蔽。本项目 X 射线数字成像系统检测室工件门朝向西北侧摆放，检测室东北侧（含检修门）、东南侧、西南侧、西北侧（含工件门）及顶部均为 4mm 钢板+6mm 铅板；底部为 4mm 钢板+3mm 铅板；最大管电压为 120kV，最大管电流为 0.3mA，最大功率 36W，射线管固有滤过为＜2mm of Ultem（聚醚酰亚胺树脂），附加滤过为 3mm Al，探伤时固有滤过和附加滤过作为整体滤过一起使用。附加滤过为固定安装件，不可拆卸。

本项目定义装置工件门为装置前侧，装置设置 2 套机械运动机构，包含 X 射线管运动机构及平板探测器运动机构。X 射线管运动机构安装在铅房的底部，承载 X 射线管，X 射线管可前后（行程 2200mm）、左右移动（行程 1500mm），不可上下移动；同时可绕射线管结构件中心左右、前后旋转，旋转角度 30°，射线管旋转行程 1100mm（前后）、720mm（左右），仅可在此区域范围内旋转，超出此区域无法旋转。平板探测器运动机构安装在铅房的顶部，承载平板探测器，平板探测器与 X 射线管可同步移动，可前后（行程）、左右移动（行程），不可上下移动；同时可绕平板探测器结构件中心左右、前后旋转，旋转角度 30°。本项目 X 射线管出束角度为 40°×40°，根据出束点移动范围及出束角度、摆角度数，X 射线数字成像系统主射方向朝东北侧（局部、上方）、东南侧（局部、上方）、西南侧（局部、上方）、西北侧（局部、上方）及顶部照射（详见图 9-2），装置四周屏蔽体下方及底部均为非主射线照射方向。辐射工作人员可通过打开工件门将工件通过输送装置输送至检测室内进行探伤检测。检测装置结构图见图 9-1。

表 9-1 X 射线数字成像系统参数一览表

| 型号 | XYG-1203 型 X 射线数字成像系统 |
|---|---|
| 最大管电压（kV） | 120 |
| 最大管电流（mA） | 0.3 |
| 最大功率（W） | 36 |
| X 射线管型号 | IXS120 |
| 射线管厂家 | 美国 VJ |
| 阳极靶材 | 钨 |
| 固有滤过 | ＜2mm of Ultem（聚醚酰亚胺树脂） |
| 附加滤过 | 3mm Al |
| 出束角度 | 40°×40° |

图 9-1 XYG-1203 型 X 射线数字成像系统样式图

图 9-2 XYG-1203 型 X 射线数字成像系统主射线照射范围示意图

**2. X 射线数字成像系统工作原理**

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 0.001～10nm。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，在穿透过程中有衰减，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，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。

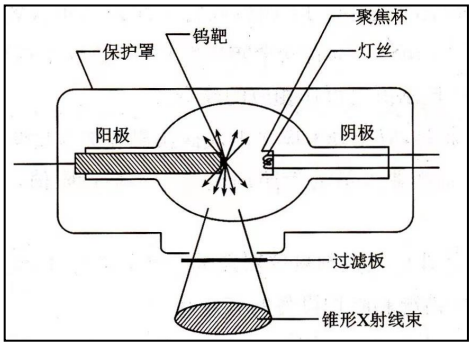



图 9-3 典型的 X 射线管结构图

X 射线数字成像系统由整机控制器系统、X 射线系统、图像重建系统、机械传动系统、防护机柜、冷却系统、监视器等几部分组成。其结构工作原理如图 9-3。X 射线源提供系统扫描成像的能量线束用以穿透工件，根据 X 射线在工件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的计算机扫描图像重建。机械传动系统实现计算机扫描时工件的旋转或平移，以及射线源-工件-探测器空间位置的调整；探测器系统用来测量穿过工件的射线信号，经放大和模数转换后送入计算机进行图像重建。图像重建系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。防护机柜用于射线安全防护。

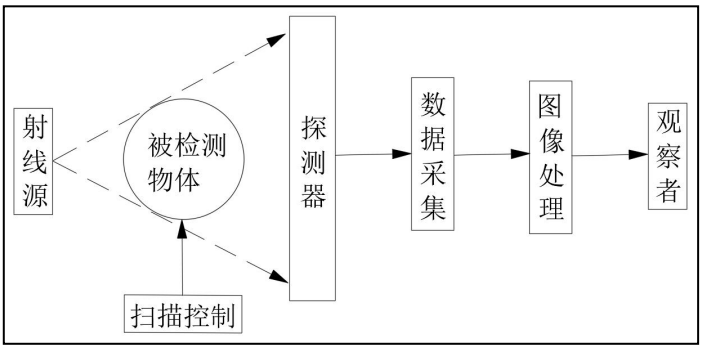



图 9-4 X 射线数字成像系统结构工作原理简图

**3. 工艺流程及产污环节分析**

X射线数字成像系统工作时，被检测工件放于装置内，辐射工作人员在操作台处进行操作，对工件需检测部位进行无损检测。

本项目X射线数字成像系统配备了外部传送装置，外部传送装置用于输送被检测工件。将被检测工件放置于外部传送装置上，通过外部传送装置送入到检测室内后，运动至指定位置停止；开始检测，待检测完成后，通过传送装置输送出检测室。

本项目工作流程如下：

1）辐射工作人员检查各辐射安全措施的有效性，确认所有辐射安全措施均正常运行再进行后续开机程序；

2）辐射工作人员到达操作台，启动主电源开关，启动检测装置控制界面；

3）待检工件放置于外部传送装置上，开启工件门，开始进件；

4）待工件输送至待检测工位，清场，确认检测室内无人，关闭工件门；

5）调整 X 射线管及探测器机械装置，通过移动 X 射线管及探测器对不同部位出束照射，对工件进行全方位的检测，此过程中会产生 X 射线及少量 $O_3$、NOx，同时显像，判断工件缺陷；

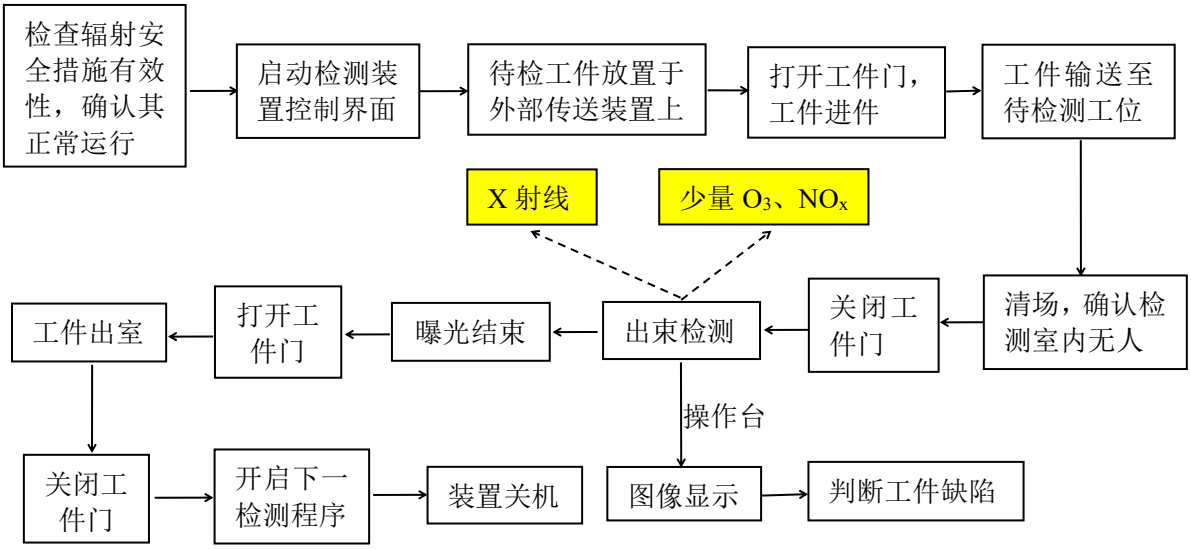
6）曝光结束，打开工件门；

7）内部传送装置将检测完成的工件送出检测室外至外部传送装置上；

8）检测完成的工件，由人工手进行上下料，完成整个产品的检测过程，同时开启下一检测程序；

9）全部检测完成，装置关机。

本项目工作流程及产污环节如下图所示：




注：工作过程中，辐射工作人员会产生生活污水和生活垃圾。

图 9-5 X 射线数字成像系统工作流程及产污环节

此外，若X射线数字成像系统长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也产生X射线、少量臭氧（$O_3$）和氮氧化物（NOx）。训机工作流程及产污环节为：

（1）清场、关门：检查检测室及监督区内无关人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门；

（2）训机：辐射工作人员在操作台主屏幕寻找到X射线控制器，从控制部分的下拉菜单中选择适当的预热选项，然后选择“启动预热”按钮；X射线数字成像系统进入训机状态，从低千伏值一点一点地往高训。同时X射线源将产生X射线污染，X射线将使检测室内的空气电离产生少量臭氧（$O_3$）和氮氧化物（NOx）；

（3）训机结束：当训到最高千伏值后，X射线控制器将会自动关闭X射线，此时训机结束。

本项目X射线数字成像系统设置自动训机功能，训机均在性能试验区内进行，装置训机曝光时间包含在年最大曝光时间1000h内。

**4.工件信息**

本项目X射线数字成像系统检测的工件为新能源汽车新型液冷板，材质主要为不锈钢、钢、铝，工件最大外径尺寸为300mm×500mm~2000mm×1500mm，厚度约为20~30mm。本项目检测产品示意图见图9-6。

图 9-6 本项目产品示意图

**5.人员配置及工作制度**

江苏华智汽车零部件有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目 X 射线数字成像系统预计周曝光时间 20h，年工作 50 周，年曝光时间最大约为 1000h（包含训机时间），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 X 射线数字成像系统工作原理可知，X 射线数字成像系统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 X 射线数字成像系统在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。本项目运行后不会产生放射性固体废物及放射性废水。

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 X 射线数字成像系统最大管电压为 120kV，最大管电流为 0.3mA，根据厂家提供资料（见附件 6），本项目 X 射线数字成像系统射线管固有滤过片为＜2mm of Ultem，附加滤过片为 3mmAl，保守根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 B 表 B.1 来源 ICRP33 中图 2 取得 120kV 3mmAl 滤过条件下输出量为 9.3mGy·m$^2$/（mA·min），为主射线源强。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 中取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 1×10$^3$μSv/h，即泄漏射线源强。散射辐射能量根据《辐射防护手册》第一分册（P448）中的 X 射线散射公式进行计算。

$$E=\frac{E_0}{1+\frac{E_0(1-\cos\theta)}{511}} \qquad \text{……（1）}$$

式中： $E_0$：散射前电压，kV，取120kV；

θ：散射角度，考虑以0°入射探伤工件的90°散射辐射，cos90°=0。

计算得出散射后的电压 E=97kV，保守取 100kV，汇总见表 9-2。

表9-2 本项目X射线数字成像系统输出量参数

| 序号 | 射线装置 | 型号 | 有用线束辐射输出量 mGy·m$^2$/（mA·min） | 有用线束辐射输出剂量率 μSv·m$^2$/(mA·h) | 泄漏辐射1m处输出量（μSv/h） | 散射辐射能量（kV） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | X 射线数字成像系统 | XYG-1203 型 | 9.3 | 5.58E+05 | 1000 | 100 |

图 9-7 主射线源强输出量取值图

**2. 非辐射污染源分析**

**2.1 固体废物**

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。

**2.2 废水**

本项目运行后不会产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 2.4$m^3$，年排放量为 28.8$m^3$。

**2.3 气体废物**

X 射线数字成像系统在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

# 表 10 辐射安全与防护

**项目安全措施**

**1. 工作场所布局及分区**

本项目 X 射线数字成像系统设计有操作台与检测室，操作台与检测室分开独立设置，操作台位于装置检测室北侧，X 射线管主射线朝顶部及四周屏蔽体局部上方照射，操作台位于主射线照射下方，主射线照射范围与操作台相关位置关系见图 10-1，操作台未进入主射线照射范围内；本项目 X 射线检测装置布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。本项目 X 射线检测装置工作场所布局设计基本合理。

本项目 X 射线数字成像系统东北侧拟设置栅栏，与东南侧、西南侧、西北侧性能试验区域车间墙壁围成一个封闭区域；本项目拟将 X 射线数字成像系统检测室作为控制区，拟将 X 射线数字成像系统检测室屏蔽体与东北侧栅栏及东南侧、西南侧、西北侧车间墙壁围成区域（含操作台）作为监督区，监督区边界设置监督区标牌。本项目分区的划分符合《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。本项目 X 射线数字成像系统监督区及控制区示意图见图 10-2。

图 10-1 主射线照射范围与操作台相关位置关系图

图 10-2 本项目 X 射线数字成像系统监督区及控制区示意图

表 10-1 本项目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 | X 射线数字成像系统检测室 | X射线数字成像系统检测室屏蔽体与东北侧栅栏及东南侧、西南侧、西北侧车间墙壁围成区域（含操作台） |
| 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”。<br>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，X 射线数字成像系统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 | X 射线数字成像系统表面外拟粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。 | 监督区边界设置监督区标牌。 |

**2. 工作场所辐射屏蔽设计**

本项目 X 射线数字成像系统由检测室和操作台组成。

本项目 X 射线数字成像系统外部尺寸为 3798mm（长）×3218mm（宽）×2719mm（高），内部净尺寸 3638mm（长）×3044mm（宽）×2561mm（高）。检测室采用铅板+钢板对 X 射线进行屏蔽，工件门朝西北侧摆放。检测室东北侧（含检修门）、东

南侧、西南侧、西北侧（含工件门）及顶部均为 4mm 钢板+6mm 铅板；底部为 4mm 钢板+3mm 铅板。

本项目检修门尺寸 992mm（宽）×1852mm（高），门洞尺寸 900mm（宽）×1800mm（高），上下搭接 26mm，左右搭接 46mm，检修门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍。本项目工件门门洞尺寸 1780mm（长）×480mm（高），工件门尺寸 1850mm（长）×560mm（高），上下搭接 40mm，左右搭接 35mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍。本项目在检测室的东北侧屏蔽体下方设置电缆孔，孔洞直径约为 50mm，并在电缆孔处外部设置 4mm 钢板+6mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。本项目在检测室顶部屏蔽体上方设置通风孔，孔洞直径约为 150mm，并在通风孔处外部设置 4mm 钢板+6mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。

本项目装置屏蔽参数见表 10-2。

表 10-2 X 射线数字成像系统屏蔽设计参数

| 装置名称 | 屏蔽体方位 | 屏蔽体材料及材料厚度 | 等效铅厚度（mm） |
|---|---|---|---|
| XYG-1203 型 X 射线数字成像系统 | 检测室东北侧屏蔽体（包含检修门） | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |
| | 检测室东南侧屏蔽体 | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |
| | 检测室西南侧屏蔽体 | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |
| | 检测室西北侧屏蔽体（含工件门） | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |
| | 检测室底部屏蔽体 | 4mm 钢板+3mm 铅板 | 3.4 |
| | 检测室顶部屏蔽体 | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |
| | 电缆孔 | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |
| | 通风孔 | 4mm 钢板+6mm 铅板 | 6.4 |

注：根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GBZ 41476.3-2022)P8 表 4 不同屏蔽材料的厚度，管电压 120kV 下 9.44mm 钢板相当于 1mm 铅当量，本项目 4mm 钢板相当于 0.4mm 铅当量。

**3. 工作场所辐射安全和防护措施**

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

表10-3 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

| 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，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。 | X 射线数字成像系统设计有操作台与检测室，操作台与检测室分开独立设置，操作台位于装置北侧，X 射线管主射线朝顶部及四周局部上方照射，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。 | 本项目拟将 X 射线数字成像系统检测室作为控制区，拟将 X 射线数字成像系统检测室屏蔽体与东北侧栅栏及东南侧、西南侧、西北侧车间墙壁围成区域（含操作台）作为监督区，监督区边界设置监督区标牌。 | 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。 | 本项目 X 射线数字成像系统工件门、检修门均设有门机联锁装置，只有在工件门、检修门完全关闭时 X 射线数字成像系统才能出束照射，防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射。 | 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 X 射线数字成像系统检测室外及内部设有“预备”、“照射”工作状态指示灯和声音提示装置；工作状态指示灯与 X 射线管联锁；拟在装置表面外及内部张贴指示灯中文标识，且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近逗留。 | 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 X 射线数字成像系统检测室内、工件门外上方设有摄像装置，其中检测室内设置 3 个，工件门外上方设置 1 个；通过电脑控制系统能清楚看见检测室内、工件进出口情况，避免误照射情况发生。 | 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 X 射线数字成像系统表面外拟设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。 | 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 | 本项目 X 射线数字成像系统外部传输线上及操作台上各设有 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。本项目 X 射线数字成像系统检测室内设有 1 个紧急停机按钮，确保人员误入的情况下，能够通过按 | 是 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 法。 | 下此按钮停止出束，避免发生误照射事件。急停按钮均设置标签说明。 | |
| 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 X 射线数字成像系统内采取工件门自然进风，顶部屏蔽体上方设置轴流风机，出风口设有铅防护罩，最大程度上避免射线泄漏；装置顶部屏蔽体上方设置轴流风机，检测室内部体积约为 28.4m$^3$，装置配置轴流风机进行排风，通风量为 180m$^3$/h，能够满足每小时有效换气次数不小于 3 次的通风需求。 | 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 X 射线数字成像系统检测室内安装有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 X 射线数字成像系统检测室外，操作台上设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后 X 射线数字成像系统才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；<br>②门缝搭接：本项目工件门、检修门与装置外壳搭接处重叠宽度最小为 26mm，工件门、检修门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门、检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍；<br>③电缆孔防护：本项目 X 射线数字成像系统线缆管道采用 U 型管设计，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖一“几”字形防护铅板结构，内含 6mm 铅板，位于检测室东南侧屏蔽体下方，避免 X 射线直接照射线缆管道口，利用散射降低线缆管道口的辐射水平。<br>④开门按钮：本项目X射线数字成像系统检测室内设置开门按钮，确保人员误入的情况下，能够通过按下此按钮打开检修门，从而逃离检测室。 | 此部分内容为额外增加内容，不参考 GBZ 117-2022 |
| 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。<br>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。<br>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 X-γ辐射剂量巡测仪及 2 台 X-γ个人剂量报警仪，用于对 X 射线数字成像系统周围环境辐射水平监测，并做好监测记录；并委托有资质单位对 2 名辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。 | 是 |

本项目辐射安全设施平面布置示意图见图 10-3。

图 10-3 本项目辐射安全设施平面布置示意图

综上所述，以上辐射安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

**4、工作场所探伤操作的放射防护要求**

①每次使用 X 射线数字成像系统检测前应检查门-机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

②辐射工作人员工作时，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（装置工作时用于周围巡测）。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即离开 X 射线数字成像检测装置，同时防止其他人靠近 X 射线数字成像检测装置，并立即向辐射防护负责人报告。

③定期测量 X 射线数字成像系统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，应终止无损检测工作并向辐射防护负责人报告。

④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，则不应开始无损检测工作。

⑤在每一次照射前，操作人员都应该确认 X 射线数字成像系统内部没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门、检修门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始无损检测工作。

**5、退役**

当 X 射线数字成像系统不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

①X 射线数字成像系统的 X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

②当辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

③清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

**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。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

**2. 废水**

本项目运行后不会产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 2.4$m^3$，年排放量为 28.8$m^3$；本项目产生的生活污水经厂区污水管网接管至市政污水管网处理。

**3. 气体废物**

X 射线数字成像系统在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目 X 射线数字成像系统检测室内采取开关工件门自然进风，顶部屏蔽体上方设置轴流风机，出风口设有铅防护罩，内含 6mmPb。本项目 X 射线数字成像系统检测室内部体积约为 28.4$m^3$，装置配置轴流风机进行排风，风机通风量为 180$m^3$/h，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时 X 射线数字成像系统所在房间空间较大且有门窗进行自然通风换气，自然通风效果较好，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，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，对环境影响较小。

## 表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目 X 射线数字成像系统为整体购买设备，在设备安装组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。

**①噪声**

X 射线数字成像系统在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，由于本项目位于公司厂房内部，经厂房墙体、门窗隔声及距离衰减，对周围环境影响较小。

**②固体废物**

X 射线数字成像系统在组装过程中，会拆除一定的外包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

**③液体废物**

X 射线数字成像系统在组装及调试过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网接管至市政污水管网处理，对周围环境影响较小。

**运行阶段对环境的影响**

本项目 X 射线数字成像系统通过含铅板+钢板的检测室对 X 射线进行防护，根据江苏华智汽车零部件有限公司所提供的数据，本项目运行后 X 射线数字成像系统年曝光时间最大约为 1000h。本项目 X 射线数字成像系统最大管功率为 36W，最大管电压为 120kV，最大管电流为 0.3mA。本项目 X 射线数字成像系统底部接地，且楼下为土层，因此底部不进行预测计算，仅对四周及顶部进行预测计算。

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

**1. 有用线束屏蔽估算**

装置主射线照射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）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{R^2} \qquad \text{……（1）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m²/(mA·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），在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B；因图 B.1 无法直接取得 B 值，参考《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GBZ 41476.3-2022)中表 2，取得相应电压条件下铅的半值层后，再根据 $B=2^{-X/HVL}$ 计算得到 B 值；

$R$：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

**2. 非有用线束屏蔽估算**

装置非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《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

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/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，取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $1\times10^3$μSv/h。

$B$：屏蔽透射因子，根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GBZ 41476.3-2022)中表 2，取得相应电压条件下铅的半值层后，再根据 $B=2^{-X/HVL}$ 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

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m²/(mA·h)，取值见表 9-2；

$B$：屏蔽透射因子，根据《辐射防护手册》第一分册（P448）中的 X 射线散射公式进行计算散射辐射能量，本项目保守取 100kV；再根据《无损检测仪器 1MV

以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GBZ 41476.3-2022)中表 2，取得相应电压条件下铅的半值层后，再根据 $B=2^{-X/HVL}$ 计算得到 B 值；

$F$：$R_0$ 处的辐射野面积，$m^2$；

$\alpha$：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 $\alpha$ 值时，可以用水的 $\alpha$ 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/年剂量水平估算**

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

式中：$H_c$：参考点的周剂量水平，μSv/周、μSv/年；

$\dot{H}_{c,d}$:参考点处剂量率，μSv/h；

$t$: 探伤装置周照射时间，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。

4. **参考点处剂量率理论计算结果**

图 11-1　X 射线数字成像系统各关注点位示意图（单位：mm）

**表 11-1 X 射线数字成像系统有用线束方向屏蔽效果预测表**

| 关注点 | 铅当量厚度（mm） | I（mA） | $H_0$ μSv·m²/(mA·h) | B | R（m） | $\dot{H}$（μSv/h） | 剂量率参考控制水平(μSv/h) | 评价 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ①顶部 | | | | | | | **2.5** | 满足 |
| ②-1 西北侧 | | | | | | | **2.5** | 满足 |
| ③-1 东南侧 | | | | | | | **2.5** | 满足 |
| ④-1 东北侧（含检修门） | | | | | | | **2.5** | 满足 |
| ⑤-1 西南侧 | | | | | | | **2.5** | 满足 |

**表 11-2 X 射线数字成像系统非有用线束方向屏蔽效果预测表**

| 参数 | | 关注点 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ②-2<br>西北侧<br>（含工件门） | ③-2<br>东南侧 | ④-2<br>东北侧<br>（含检修门） | ⑤-2<br>西南侧 |
| 铅当量厚度（mm） | | | | | |
| 泄漏辐射 | $B_1$ | | | | |
| | $\dot{H}_L$ (μSv/h) | | | | |
| | R（m） | | | | |
| | $\dot{H}$ (μSv/h) | | | | |
| 散射辐射 | 散射线能量(kV) | | | | |
| | $B_2$ | | | | |
| | I（mA） | | | | |
| | $H_0$ (μSv·m²/(mA·h)) | | | | |
| | $F*\alpha/R_0$ | （取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2） | | | |
| | $R_s$（m） | | | | |
| | $\dot{H}$ (μSv/h) | | | | |
| 泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h) | | | | | |
| 剂量率参考控制水平(μSv/h) | | **2.5** | **2.5** | **2.5** | **2.5** |
| 评价 | | 满足 | 满足 | 满足 | 满足 |

根据表 11-1、11-2 中预测结果，当本项目 X 射线数字成像系统满功率运行时，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。

**5.反散射辐射影响分析**

**5.1 天空反散射**

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2 b) 1)穿过探伤室顶的辐射与室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 $H_c$（μSv/h）加以控制。”

根据表 11-1，本项目 X 射线数字成像系统顶部外 30cm 处辐射剂量率为 **1.10E-02μSv/h**，与装置四周辐射剂量率最大值 **1.70E-02μSv/h** 叠加后为 **2.8E-02μSv/h**，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

**6.电缆孔、通风孔辐射影响分析**

本项目 X 射线数字成像系统电缆孔采用外置迷宫铅防护罩、通风孔采用外置迷宫铅防护罩，利用散射降低管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆孔、通风孔，X 射线进入电缆孔后散射示意图如图 11-2，进入通风孔后散射示意图如图 11-3。X 射线进入电缆孔及通风孔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》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。”，本项目 X 射线数字成像系统电缆孔、通风孔设计能够满足辐射防护要求。

图 11-2 电缆孔散射示意图（单位：mm）

图 11-3 通风孔散射示意图（单位：mm）

**7.保护目标剂量评价**

根据表 11-1、11-2 中预测结果结合，本项目 X 射线数字成像系统四周（除顶部、底部）表面外 30cm 处辐射剂最大为 **1.70E-02μSv/h**，本项目辐射工作人员正常工作时主要位于装置北侧，以此来估算辐射工作人员年有效剂量。

**表 11-3 辐射工作人员年有效剂量估算结果**

| 位置 | 使用因子U | 居留因子T | 剂量率值（μSv/h） | 剂量率控制水平(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) | 目标管理值(mSv/年) | 结论 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 北侧 | 1 | 1 | | 2.5 | | 100（工作人员 | | 5（工作人员） | 满足 |

注：本项目 X 射线数字成像系统周曝光时间约为 20h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 1000h。

本项目 X 射线数字成像系统周围公众周有效剂量及年有效剂量计算结果见表 11-4，由于辐射剂量率随距离增大而衰减，车间内更远处的关注点辐射剂量率不会高于该位置，相应有效剂量也不会高于该位置。

**表 11-4 周围公众及保护目标年有效剂量估算结果**

| 序号 | 关注点 | | 关注点方位及最近距离 | 距源点最近距离（m） | 使用因子U | 居留因子 | 关注点辐射剂量率（μSv/h） | 周有效受照剂量（μSv/周） | 目标管理值(μSv/周) | 年有效受照剂量（mSv/a） | 剂量约束值(mSv/年) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 华智生产车间一层 | 性能试验区其余区域（氦检等） | 东北侧3m | | | | | | 5 | | 0.1 |
| | | 理化实验区域 | 东北侧18m | | | | | | | | |
| | | 卫生间、茶水间、弱电室、强电室、楼梯2及共享门厅 | 东北侧26m | | | | | | | | |
| | | 人事行政部办公室、仓库及其过道 | 东北侧34m | | | | | | | | |
| | | 客户会议室、楼梯1、会议室1、会议室2 | 西南侧1m | | | | | | | | |
| | | 研发中心办公室、董事办公室1 | 西南侧6m | | | | | | | | |
| | | 车间过道 | 西北侧4m | | | | | | | | |
| | | 机加工、冷挤压区及表面处理区 | 西北侧8m | | | | | | | | |
| | 华智生产车间二层 | 暂未利用区域（拟为库房）及卫生间、茶水间、弱电室、强电室、楼梯、过道 | 楼上3m | | | | | | | | |
| | | 暂未利用区域（拟为生产区）及办公区 | 楼上8m | | | | | | | | |
| 2 | 江苏华智汽车零部件有限公司厂区道路 | | 东南侧0.5m | | | | | | | | |
| 3 | 小路 | | 西南侧35m | | | | | | | | |
| 4 | 全风环保科技股份有限公司（仅涉及厂区道路） | | 西南侧45m | | | | | | | | |
| 5 | 空地 | | 东南侧9m | | | | | | | | |

从表 11-3 及表 11-4 中预测结果可以看出，本项目 X 射线数字成像系统满功率运行时，辐射工作人员所受周有效剂量最大为 **3.40E-01μSv**，年有效剂量最大为 **1.70E-02mSv**；周围公众所受周有效剂量最大为 **9.38E-02μSv**，年有效剂量最大为 **4.69E-03mSv**。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《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》（GBZ117-2022）及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周有效剂量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周有效剂量不超过 5μSv）。

**8.三废措施评价**

本项目 X 射线数字成像系统不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾及生活污水，生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运；生活污水经厂区污水管网接管至市政污水管网处理。

本项目 X 射线数字成像系统在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目 X 射线数字成像系统检测室内采取开关工件门自然进风，顶部屏蔽体上方设置轴流风机，出风口设有铅防护罩，内含 6mmPb。本项目 X 射线数字成像系统检测室内部体积约为 28.4m$^3$，装置配置轴流风机进行排风，风机通风量为 180m$^3$/h，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时 X 射线数字成像系统所在房间空间较大且有门窗进行自然通风换气，自然通风效果较好，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，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，对环境影响较小。

**事故影响分析**

**1) 主要事故风险**

①X 射线数字成像系统门机联锁失效，导致设备工件门、检修门未关闭就对工件进行曝光检测，或在工作状态中，设备工件门及检修门被意外打开，X 射线数字成像系统未能立即停止出束照射，致使人员收到意外照射。

②X 射线数字成像系统进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射。

**2) 事故预防措施**

本项目针对上述可能出现的主要事故建议性地给出预防措施：

①应加强管理，加强对辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程；

②定期检查门机联锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③X 射线数字成像系统工作时辐射工作人员应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；

④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，辐射工作人员应采取应对措施；

⑤仅允许厂家专业人员维修，严禁自行拆装维修。维修时，辐射防护负责人应在现场进行监督，确保维修人员无滞留情况发生。

江苏华智汽车零部件有限公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对 X 射线数字成像系统进行检查、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 X 射线数字成像系统操作，每次操作前检查 X 射线数字成像系统门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测 X 射线数字成像系统的周围辐射水平，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，制定辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应按照计划进行应急演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行，并形成记录。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。

**3) 事故处理方法**

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，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

①辐射工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；

④发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实与调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

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**

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；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。管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X 射线探伤”。

江苏华智汽车零部件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；江苏华智汽车零部件有限公司拟配备 2 名辐射工作人员（2 名辐射工作人员均需存有聘用记录。），其中 1 人为辐射防护负责人。本项目辐射工作人员应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：http://fushe.mee.gov.cn）学习相关知识。通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，通过考核后才能进行上岗作业。此外，担任本项目辐射防护负责人的辐射工作人员需再通过“辐射安全管理”类别的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

**辐射安全管理规章制度**

本项目为新建II类射线装置项目，江苏华智汽车零部件有限公司拟按照《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。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：**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。
- **操作规程：**明确本项目 X 射线数字成像系统辐射人员的资质条件要求、X 射线数字成像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 射线数字成像系统操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。建设单位应严格执行操作规程。
- **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 X 射线数字成像系统的运行和维修时辐射安全管理。建设单位应严格执行辐射防护和安全保卫制度。

- **设备检修维护制度：**明确 X 射线数字成像系统的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 射线数字成像系统、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。
- **射线装置使用登记、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。
- **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。
- **监测方案：**方案中应明确监测频次和监测项目，委托有资质单位开展的监测结果应定期上报生态环境行政主管部门。
- **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》（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》的要求针对本项目可能发生的辐射事故（意外照射等）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；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话，事故发生后公司应积极配合生态环境保护部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。
- **监测异常报告制度：**如果发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。如果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，并在一小时内向生态环境行政主管部门报告。

江苏华智汽车零部件有限公司应严格按照制度执行，日常维护保养、运行、定期安全检查须形成记录，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

**辐射监测**

**1.监测方案**

1）委托有资质单位定期对 X 射线数字成像系统周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1～2 次；

2）X 射线数字成像系统进行检测作业时公司辐射安全管理人员对 X 射线数字成像系统周围的辐射水平进行监测（每月一次），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）公司拟为本项目配备 2 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及职业健康体检，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案及职业健康监护档案；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。个人剂量档案终生保存。

本项目辐射监测方案具体见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

<table>
<tr><th>监测对象</th><th>监测项目</th><th>监测因子</th><th>监测方式</th><th>监测周期</th><th>监测点位</th></tr>
<tr><td rowspan="3">X 射线数字成像系统</td><td>验收监测</td><td rowspan="3">X-γ周围剂量当量率</td><td>委托有资质单位进行</td><td>项目运行前 1 次</td><td rowspan="3">①通过巡测发现辐射水平异常高的位置；<br>②X 射线数字成像系统表面外 30cm 处，工件门、检修门四周门缝及表面外 30cm 处；<br>③电缆口外；<br>④人员经常活动的位置。</td></tr>
<tr><td>年度监测</td><td>委托有资质单位进行</td><td>每年一次</td></tr>
<tr><td>自主监测</td><td>自行监测</td><td>每月一次</td></tr>
<tr><td>辐射工作人员</td><td>个人剂量监测</td><td>个人剂量当量</td><td>委托有资质单位进行</td><td>每 3 个月一次</td><td>/</td></tr>
</table>

**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、辐射监测等仪器；江苏华智汽车零部件有限公司拟配备1台X-γ辐射剂量巡测仪和2台X-γ个人剂量报警仪，项目运行后应定期对X射线数字成像系统周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

**辐射事故应急**

江苏华智汽车零部件有限公司拟设置辐射事故应急小组，并制定《辐射事故应急预案》，公司应根据本项目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）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。

江苏华智汽车零部件有限公司应依据《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》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》。报告内容包括单位信息，许可证信息，事故发生时间、地点、类型，射线装置名称及型号，事故经过等信息。事故发生后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。

江苏华智汽车零部件有限公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目X射线数字成像系统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。

# 表 13 结论与建议

**结论**

**1. 实践正当性**

江苏华智汽车零部件有限公司因产品质量检测需要，拟购置 1 台 X 射线数字成像系统对生产的新能源汽车新型液冷板质量进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，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。虽然在运行期间，X 射线数字成像系统的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

**2. 与产业政策的相符性**

本项目使用 X 射线数字成像系统对公司生产的新能源汽车新型液冷板进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类，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**

本项目位于南京市高淳区经济开发区全风环保公司东侧江苏华智汽车零部件有限公司生产车间内，江苏华智汽车零部件有限公司东北侧为南京欣达飞科技股份有限公司，东南侧为空地，西南侧隔小路为全风环保科技股份有限公司，西北侧为空地。

本项目X射线数字成像系统拟建址位于江苏华智汽车零部件有限公司生产车间性能试验区西南部，生产车间中部为表面处理区，该区域为一层结构，整个生产车间除此区域外，均为二层结构。本项目所在性能试验区域为二层结构。本项目拟建址东北侧隔性能试验区域内氦检试验台、干湿气密试验台、脉冲爆破试验台为理化实验区域，东南侧为厂区道路，西南侧为客户会议室，西北侧为车间过道，楼上为暂未利用区域，楼下为土层，无地下建筑或可利用空间。

本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目50m范围内涉及江苏华智汽车零部件有限公司、空地、小路及全风环保科技股份有限公司。本项目周围环

境保护目标主要为从事X射线数字成像系统操作的辐射工作人员及装置周围公众。

**2）辐射防护措施**

本项目 X 射线数字成像系统外部尺寸为 3798mm（长）×3218mm（宽）×2719mm（高），内部净尺寸 3638mm（长）×3044mm（宽）×2561mm（高）。检测室采用铅板+钢板对 X 射线进行屏蔽，工件门朝西北侧摆放。检测室东北侧（含检修门）、东南侧、西南侧、西北侧（含工件门）及顶部均为 4mm 钢板+6mm 铅板；底部为 4mm 钢板+3mm 铅板。

本项目工件门、检修门与装置外壳搭接处重叠宽度为 40mm，工件门、检修门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门、检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍。本项目在检测室的东北侧屏蔽体下方设置电缆孔，孔洞直径约为 50mm，并在电缆孔处外部设置 4mm 钢板+6mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。本项目在检测室顶部屏蔽体上方设置通风孔，孔洞直径约为 150mm，并在通风孔处外部设置 4mm 钢板+6mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。

**3）辐射安全措施**

本项目X射线数字成像系统工件门、检修门与装置均设置门-机安全联锁装置，装置表面外、装置内部均设置“预备”“照射”工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与X射线管联锁，定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线数字成像系统外部传输线上、操作台上及检测室内拟设计安装有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。操作台上拟设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后X射线数字成像系统才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。检测室内拟设置视频监控、开门按钮及固定式剂量率仪。公司拟配备1台辐射剂量巡测仪2台个人剂量报警仪，用于对X射线数字成像系统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，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

本项目拟将X射线数字成像系统检测室作为控制区，拟将X射线数字成像系统检测室屏蔽体与东北侧栅栏及东南侧、西南侧、西北侧车间墙壁围成区域（含操作台）作为监督区，监督区边界设置监督区标牌；装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。

**4）通风措施评价**

X 射线数字成像系统在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目 X 射线数字成像系统检测室内采取开关工件门自然进风，顶部屏蔽体上方设置轴流风机，出风口设有铅防护罩，内含 6mmPb。本项目 X 射线数字成像系统检测室内部体积约为 28.4m$^3$，装置配置轴流风机进行排风，风机通风量为 180m$^3$/h，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时 X 射线数字成像系统所在房间空间较大且有门窗进行自然通风换气，自然通风效果较好，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，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，对环境影响较小。

**4. 辐射环境影响分析结论**

本项目 X 射线数字成像系统通过自带铅板+钢板对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目 X 射线数字成像系统以最大功率运行时装置表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的辐射剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围公众所受周有效剂量、年有效剂量能够满足《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》（GBZ117-2022）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周有效剂量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周有效剂量不超过 5μSv）。

**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 2 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，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）在项目运行前安排 2 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）江苏华智汽车零部件有限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 2 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，江苏华智汽车零部件有限公司新能源电池新型核心部件生产项目（X 光检测设备项目）符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，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）及《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的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，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）建设单位在获得本项目环评批复后且建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证。

5）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设单位在本项目建设完成，且取得辐射安全许可证后，应当对本项目进行竣工环保验收。

6）建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

# 表 14 审批

| |
|---|
| 下一级生态环境部门预审意见：<br><br>公　　章<br>经办人<br>年　　月　　日 |
| 审批意见：<br><br>公　　章<br>经办人<br>年　　月　　日 |

## 附表　　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 | 本项目X射线数字成像系统检测室采用铅板+钢板对X射线进行屏蔽，工件门朝西北侧摆放。检测室东北侧（含检修门）、东南侧、西南侧、西北侧（含工件门）及顶部均为4mm钢板+6mm铅板；底部为4mm钢板+3mm铅板。 | 能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求。<br>辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目剂量管理目标（职业人员年有效剂量不超过5mSv，周有效剂量不超过100μSv；公众年有效剂量不超过0.1mSv，周有效剂量不超过5μSv）。 | |
| 辐射安全措施 | 本项目X射线数字成像系统工件门、检修门与装置均设置门-机安全联锁装置，装置表面外、装置内部均设置“预备”“照射”工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与X射线管联锁，定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线数字成像系统外部传输线上、操作台上及检测室内拟设计安装有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。操作台上拟设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后X射线数字成像系统才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。检测室内拟设置视频监控、开门按钮及固定式剂量率仪。公司拟配备1台辐射剂量巡测仪2台个人剂量报警仪，用于对X射线数字成像系统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，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。<br>本项目拟将X射线数字成像系统检测室作为控制区，拟将X射线数字成像系统检测室屏蔽体与东北侧栅栏及东南侧、西南侧、西北侧车间墙壁围成区域（含操作台）作为监督区，监督区边界设置监督区标牌；装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。 | 能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。 | |
| | 岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、监督区边界。 | 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定各项规章制度。 | |
| | 拟配置1台X-γ辐射剂量巡测仪及2台X-γ个人剂量报警仪。 | 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》配备个人剂量测量报警、辐射监测，满足工作场所日常监测要求。 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 污染防治措施 | 废气：本项目通过装置顶部屏蔽体上方轴流风机、开关装置工件门进行通风换气，同时通过房间门窗进行排风换气，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外。臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。 | 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。 | |
| | 废水：本项目产生的生活污水经厂区污水管网接管至市政污水管网处理。 | 本项目产生的生活污水及生活垃圾能够妥善处理，对周围环境影响较小。 | |
| | 一般固废：本项目产生的生活垃圾由公司统一收集，交给环卫部门清运。 | | |
| 辐射安全管理 | 制定辐射安全管理机构，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》制定安全管理机构。 | |
| | 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、射线装置使用登记、台账管理制度等。 | 满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。 | |
| | 本项目拟配备 2 名辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核。 | 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有考核合格证。 | 定期投入 |
| | 辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。个人剂量档案终生保存）。 | 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射工作人员职业健康管理办法》，个人剂量档案应终生保存。 | 每年投入 |
| | 职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。） | 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。