核技术利用建设项目

昆山科驰科技有限公司
新建1台工业用X射线探伤装置项目
生态环境影响报告表

（公示本）

昆山科驰科技有限公司(公章)

2026年11月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

昆山科驰科技有限公司
新建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目
生态环境影响报告表

建设单位名称：昆山科驰科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：昆山开发区新星路 101 号 4 幢研发车间

邮政编码：215300　　联 系 人：孙 斐

电子邮箱：[redacted]　　联系电话：[redacted]

打印编号：1794211016000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	g243q9
建设项目名称	昆山科驰科技有限公司新建1台工业用X射线探伤装置项目
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）	昆山科驰科技有限公司
统一社会信用代码	91320583MAK4R2DY0W
法定代表人（签章）	冯丽
主要负责人（签字）	马云华
直接负责的主管人员（签字）	孙斐
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
赵凌宇	201905035320000015	BH020792	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵凌宇	表1、项目概况 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	BH020792	
薛伟豪	表7、保护目标与评价标准 表8、环境质量和辐射现状 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	BH023967	

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书



环境影响评价工程师
Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。

姓　名：赵凌宇
证件号码：
性　别：女
出生年月：1990年12月
批准日期：2019年05月19日
管 理 号：20190503532000015

人力资源和社会保障部 人事考试中心 提供查询结果

中华人民共和国 人力资源和社会保障部　　中华人民共和国 生 态 环 境 部

仅用于昆山科驰科技有限公司新建工业用X射线探伤装置项目

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：** 202609-202611

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	31	31	31

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	赵凌宇	321282199012041021	202609 - 202611	3
2	薛伟豪	320113199607222412	202609 - 202611	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：2026年11月11日





本项目工程师现场踏勘照片

核技术利用建设项目

昆山科驰科技有限公司
新建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目
生态环境影响报告表

昆山科驰科技有限公司(公章）

2026 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

昆山科驰科技有限公司
新建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目
生态环境影响报告表

建设单位名称：昆山科驰科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：昆山开发区新星路 101 号 4 幢研发车间

邮政编码：215300 联 系 人：孙 斐

电子邮箱：[redacted] 联系电话：[redacted]

目录

表 1 项目基本情况.....1
表 2 放射源.....7
表 3 非密封放射性物质.....7
表 4 射线装置.....8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....9
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.....16
表 9 项目工程分析与源项.....18
表 10 辐射安全与防护.....29
表 11 环境影响分析.....34
表 12 辐射安全管理.....44
表 13 结论与建议.....49
表 14 审批.....54
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表.....55

附图：

附图 1 本项目地理位置图

附图 2 本项目周围环境及厂区平面布置图

附图 3 本项目装置所在 G 栋厂房二层平面布置图

附图 3-1 本项目装置所在 G 栋厂房一层平面布置图

附图 3-2 本项目装置所在 G 栋厂房三层平面布置图

附图 4 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 射线装置承诺书

附件 3 营业执照

附件 4 公司厂房租赁合同

附件 5 射线装置销售厂商辐射安全许可证

附件 6 装置源强文件

附件 7 现状检测报告及检测资质

附件 8 公司一般项目备案证

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="6">昆山科驰科技有限公司新建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目</td></tr>
<tr><td>建设单位</td><td colspan="6">昆山科驰科技有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>冯丽</td><td>联系人</td><td>孙斐</td><td>联系电话</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td>注册地址</td><td colspan="6">昆山开发区新星路 101 号 4 幢研发车间</td></tr>
<tr><td>建设项目地点</td><td colspan="6">昆山开发区新星路 101 号 4 幢研发车间</td></tr>
<tr><td>立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td>建设项目总投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td>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>5</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

昆山科驰科技有限公司成立于2026年01月19日，法定代表人为冯丽。经营范围包括一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；金属结构制造；金属结构销售；金属制品研发；金属制品销售；汽车零部件及配件制造；汽车零配件零售；货物进出口；技术进出口；塑料制品制造；塑料制品销售；新能源

原动设备制造；新能源原动设备销售；电池零配件生产；电池零配件销售；新兴能源技术研发；储能技术服务；电子元器件与机电组件设备制造；电子元器件与机电组件设备销售等业务。公司营业执照见附件3。

昆山科驰科技有限公司年产精密金属结构件2亿件项目的环境影响评价工作目前正在进行中，该项目备案证见附件8。

昆山科驰科技有限公司现已租赁昆山科森科技股份有限公司的昆山开发区新星路101号G栋（4361.65m^2）和L栋（500m^2）用于生产经营。昆山开发区新星路101号及昆山开发区新星路155号均位于昆山市瘦西湖路与新星路交叉口东北侧的地块，均属于昆山科森科技股份有限公司厂区。昆山科驰科技有限公司注册地位于昆山开发区新星路101号4幢研发车间，经与建设单位核实，新星路101号4幢研发车间与厂房租赁合同中的G栋一致，下文均简称为G栋。公司厂房租赁合同及相关证明文件见附件4。

因公司生产的金属结构件有无损检测的需求，故公司计划在G栋二层东南侧检测室内购置1台Phantom 800型工业用X射线探伤装置，最大管电压为225kV，最大管电流为8mA，最大功率1800W。该装置的生产销售厂家为昆山易方达精密仪器有限公司，厂家辐射安全许可证见附件5，厂家给出的该装置详细源强参数见附件6。

昆山科驰科技有限公司拟为本项目配备2名辐射工作人员（其中一人兼任辐射安全管理人员），预计每年工作50周，该装置每周最大曝光不超过10h，预计该装置年曝光时间最大为500h（含训机时间）。

在此之前，公司从未开展过核技术利用项目，未申领过辐射安全许可证，本项目为公司首次开展核技术利用项目。公司本项目核技术利用情况详见下表1-1。

表1-1 昆山科驰科技有限公司本项目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	备注
1	Phantom 800型工业用X射线探伤装置	1	225	8	II	G栋二层检测室	使用	本次环评	最大功率1800W

根据《中华人民共和国生态环境法典》《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），本项目为使用工业用X射线探

伤装置，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。受昆山科驰科技有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。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

本项目位于昆山科驰科技有限公司租赁的G栋厂房内（本项目所在厂房为3层建筑，无地下室）。G栋厂房四周均为厂区道路，东侧隔厂区道路为L栋及空地，南侧隔厂区道路为车棚及绿化带，西侧隔厂区道路为新星路，北侧隔厂区道路为H栋厂房。

本项目1台Phantom 800型工业用X射线探伤装置拟放置于G栋厂房二层东南侧检测室内，检测室东侧为车间过道及制造办公室，南侧隔空，西侧为生产车间，北侧为车间过道及全检车间，楼上为联合办公区，楼下为生产车间。本项目装置所在G栋厂房二层平面布置图见附图3，本项目装置所在G栋厂房一层平面布置图见附图3-1，本项目装置所在G栋厂房三层平面布置图见附图3-2。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》和《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号），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和苏州市生态空间管控区域，本项目位置属于重点管控单元。本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图4。

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。

本项目拟购置的 1 台 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司租赁的 G 栋厂房；东侧厂区道路、L 栋厂房、空地；南侧厂区道路、车棚、绿化带；北侧厂区道路、H 栋厂房。本项目周围环境保护目标主要为辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

昆山科驰科技有限公司因产品检测需求，拟新建 1 台 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置对本公司生产的金属制品进行无损检测。本项目的建设将满足产品高质量的标准，创造更好的经济效益；从社会角度而言，本项目能够提高产品安全系

数，从而减少安全事件的发生。虽然在运行期间，该装置可能会对周围环境、工作人员及公众造成一定辐射影响，但在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，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、经济和其他因素，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

本项目使用的Phantom 800型工业用X射线探伤装置对公司生产的金属制品进行质量检测，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。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	工业用 X 射线探伤装置	II	1 台	Phantom 800 型	225	8	工业探伤	G 栋二层检测室	最大功率 1800W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	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。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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) 《中华人民共和国生态环境法典》第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，自2026年8月15日起施行； 2) 《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； 3) 《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2011年原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 4) 《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； 5) 《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2021年生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 6) 《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2020年生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 7) 《关于发布<射线装置分类办法>的公告》，生态环境部、国家卫生健康委公告2026年第44号，2026年10月15日施行； 8) 《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； 9) 《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； 10) 《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； 11) 《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； 12) 《江苏省辐射污染防治条例》(2026年修正本)，江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议第二次修正，2026年8月15日起施行； 13) 《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9月10日起施行； 14) 《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； 15) 《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号），2025年7月22日发布； 16) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187号），2021年5月31日印发。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016） 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） 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） 7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单 8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

其他	**附图：** 附图 1 本项目地理位置图 附图 2 本项目周围环境及厂区平面布置图 附图 3 本项目装置所在 G 栋厂房二层平面布置图 附图 3-1 本项目装置所在 G 栋厂房一层平面布置图 附图 3-2 本项目装置所在 G 栋厂房三层平面布置图 附图 4 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图 **附件：** 附件 1 委托书 附件 2 射线装置承诺书 附件 3 营业执照 附件 4 公司厂房租赁合同 附件 5 射线装置销售厂商辐射安全许可证 附件 6 装置源强文件 附件 7 现状检测报告及检测资质 附件 8 公司一般项目备案证

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为新建1台工业用X射线探伤装置项目，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1台Phantom 800型工业用X射线探伤装置屏蔽体外50m区域，见附图2。

保护目标

本项目1台Phantom 800型工业用X射线探伤装置位于G栋厂房二层检测室内。本项目工业用X射线探伤装置屏蔽体周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》和《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号），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和苏州市生态空间管控区域，本项目位置属于重点管控单元，本项目的建设符合江苏省及苏州市生态环境分区管控的要求。本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图4。

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。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

1、操作射线装置的辐射工作人员；

2、射线装置周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

序号	保护目标名称			方位	距装置最近距离	规模	年剂量约束值（mSv/a）
1	辐射工作人员	本项目装置操作台		检测室内	紧邻，装置前侧	2人	5.0
2	周围公众	G栋厂房（属于昆山科驰科技有	车间过道、楼梯间、卫生间	东侧、北侧	东侧，约1.8m	流动人员	0.1
			生产车间、全检车间、清洗车间	西侧	约1.4m	约30人	
			全检车间	北侧	约5.8m	约15人	

		限公司）	制造办公室	东侧	约4.5m	约10人	
			厂房三层	上方	约2.5m	约50人	
			厂房一层	下方	约2.5m	约50人	
		厂区道路		东侧、北侧、南侧	南侧，约6m	流动人员	
		车棚、绿化带、瘦西湖路		南侧	约10m	流动人员	
		L栋（属于昆山科森科技股份有限公司）		东侧	约31m	约80人	
		空地		东侧	约29m	流动人员	
		H栋（属于昆山科森科技股份有限公司）		北侧	约35m	约80人	

注：本项目装置实体屏蔽体外50m范围内进行考虑。

评价标准

1）工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

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

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

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

2）剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“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。”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）周围剂量当量率控制水平

本项目周围剂量当量率控制水平参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）评价标准。

本项目工业用 X 射线探伤装置四周 30cm 处及底部周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h。同时考虑本项目装置高度较低，人员伸手可触碰到顶部，且装置上方楼层有人员居留，故顶部周围剂量当量率限值保守与其余侧周围剂量当量率限值一致，即顶部表面外 30cm 处周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h。

5）辐射环境质量现状检测评价参考值

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

表 7-3 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

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

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

6）参考资料

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

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目位于昆山科驰科技有限公司租赁的G栋厂房内（本项目所在厂房为3层建筑，无地下室）。G栋厂房四周均为厂区道路，东侧隔厂区道路为L栋及空地，南侧隔厂区道路为车棚及绿化带，西侧隔厂区道路为新星路，北侧隔厂区道路为H栋厂房。

本项目1台Phantom 800型工业用X射线探伤装置拟放置于G栋厂房二层东南侧检测室内，检测室东侧为车间过道及制造办公室，南侧隔空，西侧为生产车间，北侧为车间过道及全检车间，楼上为联合办公区，楼下为生产车间。本项目装置所在G栋厂房二层平面布置图见附图3，本项目装置所在G栋厂房一层平面布置图见附图3-1，本项目装置所在G栋厂房三层平面布置图见附图3-2。

本项目 G 栋厂房检测室内射线装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司租赁的 G 栋厂房；东侧厂区道路、L 栋厂房、空地；南侧厂区道路、车棚、绿化带；北侧厂区道路、H 栋厂房。本项目周围环境保护目标主要为辐射工作人员及周围公众。

本项目检测室及周围环境照片见图 8-1。



G 栋厂房二层检测室拟建址



检测室东侧


检测室西侧


检测室北侧


检测室上方


检测室下方

图 8-1　本项目检测室拟建址及周围环境现状照片

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围辐射环境。

监测因子：本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围环境γ辐射剂量率。

监测点位：在工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围布置监测点位，分别位于工业用 X 射线探伤装置拟建址周围、上方及下方，共计 18 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）在工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围布设监测点位，测量工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围环境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：BG9512+BG7030

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2026.3.2-2027.3.1

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：2026H21-20-6380063002

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

仪器的宇宙射线响应值：13nGy/h

监测日期：2026.6.18

天气：多云、温度 28.5℃、湿度 57.6%

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：本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围环境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 本项目工业用 X 射线探伤装置位置及周围环境γ辐射剂量率

序号	检测点位		检测结果（nGy/h）	标准偏差	备注
1	G 栋 2F 检测室	装置拟建址中部	71	2	楼房（室内）
2		装置拟建址北侧	68	1	楼房（室内）
3		装置拟建址东侧	70	1	楼房（室内）
4		装置拟建址南侧	71	1	楼房（室内）
5		装置拟建址西侧	72	1	楼房（室内）
6		装置拟建址楼上	58	1	楼房（室内）
7		装置拟建址楼下	63	1	楼房（室内）
8	G 栋 2F 检测室东侧		66	1	楼房（室内）

9	G 栋 2F 检测室北侧	70	2	楼房（室内）
10	G 栋 2F 检测室西侧	69	1	楼房（室内）
11	L 栋西南部	54	1	楼房（室内）
12	H 栋东南部	50	1	楼房（室内）
13	G 栋北侧厂区道路	54	1	道路
14	G 栋南侧厂区道路	53	2	道路
15	车棚	55	2	道路
16	空地	57	1	原野
17	G 栋东侧厂区道路	50	2	道路
18	瘦西湖路	51	1	道路

注：X-γ辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源。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，上述结果为已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 13nGy/h）并进行了建筑物屏蔽修正后的结果。

根据表 8-1 的监测结果可知，昆山科驰科技有限公司本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围环境γ辐射剂量率在 50~72nGy/h 范围内，其中室内环境γ辐射剂量率在 50~72nGy/h 范围内；道路环境γ辐射剂量率在 50~55nGy/h；原野γ辐射剂量率为 57nGy/h，均处于江苏省天然γ辐射剂量率测值范围内。

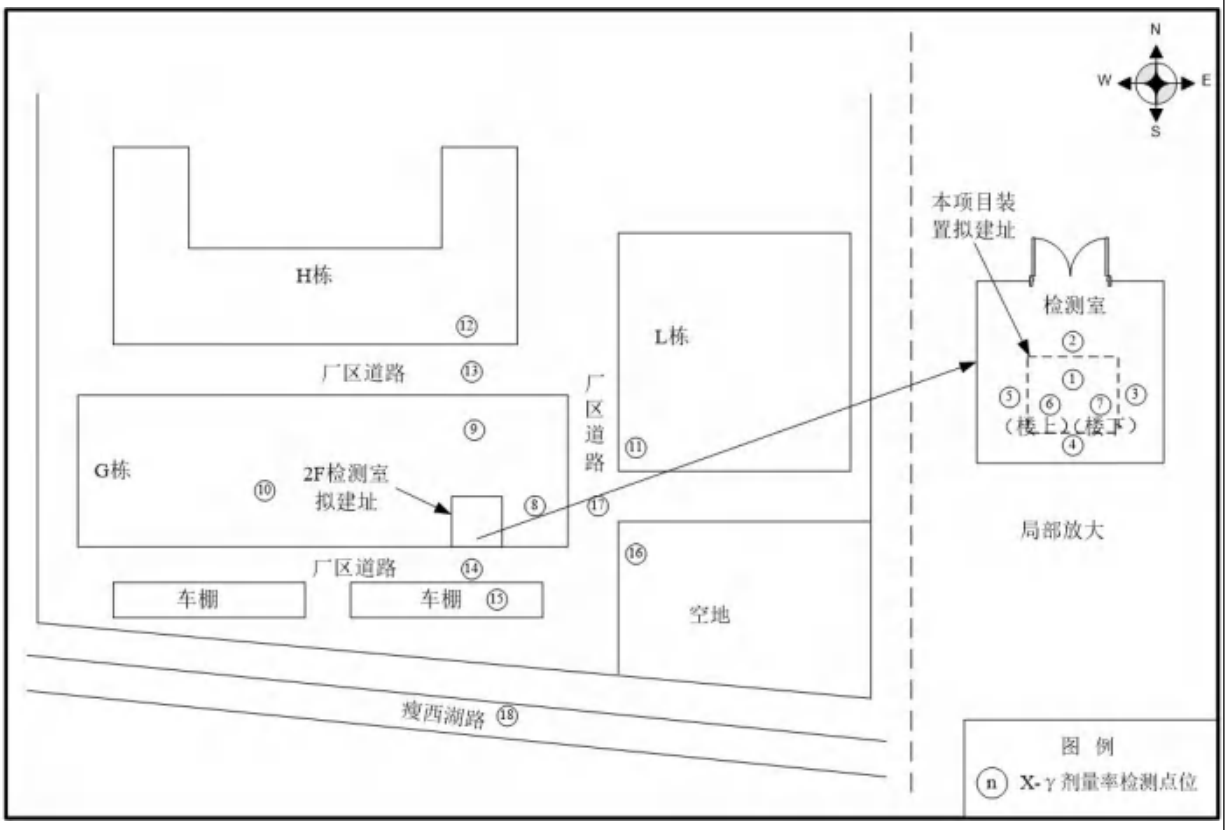

图 8-2 检测点位示意图

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

本项目为新建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目，拟放置于昆山科驰科技有限公司 G 栋厂房二层检测室内。本项目装置由 X 射线机系统、数字成像系统、图像采集及处理系统、电气控制系统、机械传动系统、射线防护系统、辐射安全系统、图像重建及分析系统组成。该装置整体为一体式装置，装置上半部分由铅房组成（包含射线防护系统、辐射安全系统、图像采集系统、X 射线机系统、数字成像系统、机械传动系统构成）；装置下半部分为电气柜组成（包含图像处理系统、电气控制系统、图像重建及分析系统）；电气柜连接装置的操作台，操作台设置有显示器及相关系统的控制器。该装置工件门尺寸为 780mm×570mm，人员无法进入到装置内部。

具体系统组成如下：

①X 射线机系统：由 X 射线管、高压电缆、高频高压发生器、电源调制器、冷却系统、水管、低压连接电缆组成，用来发射 X 射线；

②数字成像系统：由数字平板成像器、系统驱动软件及平板电源线组成，用来将接收到的 X 光信号转换成电信号，然后将模拟电信号转换成数字信号，从而形成图像；

③图像采集及处理系统：计算机主机、图像处理软件及显示器组成，用来对采集到的图像数据进行分析，从而判断产品质量；

④电气控制系统：由操作台、总配电柜、一体化工作站、控制软件、铅门联锁控制单元、应急联锁控制单元组成，用来控制整个装置的运行；

⑤机械传动系统：由成像及射线源装置、机械运动装置（包括移动控制系统，机械驱动轴，底座和支架等）组成，检测过程中通过调整工件与射线管的相对位置，从而在最佳位置对工件进行拍片成像，继而判断产品质量；

⑥射线防护系统：装置外设置有铅板防护，用来对 X 射线进行屏蔽，降低 X 射线对人体的伤害；

⑦辐射安全系统：由急停按钮、钥匙控制开关、门机联锁、工作状态指示灯组成，用来确保装置运行过程中的辐射安全；

⑧图像重建、分析系统：对收到的数据进行处理，重建出物体的图像，并基于图像进行数据可视化分析。

1.2 设备组成

Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置由铅房及操作台组成。定义工件门所在位置为装置前侧，操作台位于装置前侧，与铅房设计成一体结构，操作台设计有“钥匙开关”、显示器、开关控制器、开关门按钮、急停按钮和移动手柄，通过操作台可以对机器进行通电、开机、工件位置调整等操作，显示器可以与机器内部摄像头配合进行工件摆放实时监控。操作台为 1 台计算机处理系统和操作软件，位于装置前侧。辐射工作人员在操作台进行设备参数设置、出束检测与数据分析。装置设备参数见表 9-1。

表 9-1 设备参数一览表

设备型号	数量	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	滤过	出束角度	最大功率（W）
Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置	1 台	[redacted]				

该装置外尺寸约为 1699mm（长）×1065mm（宽）×1876mm（高），定义装置工件门所在面为前侧。装置铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽。铅房前侧及工件门屏蔽体含 9mm 铅板+4mm 钢板，铅观察窗为 9mm 铅当量的铅玻璃，铅房后侧屏蔽体内含 9mm 铅板+4mm 钢板，左侧屏蔽体内含 10mm 铅板+4mm 钢板，右侧屏蔽体（主射线方向）内含 15mm 铅板+4mm 钢板，底部屏蔽体内含 9mm 铅板+20mm 钢板，顶部屏蔽体内含 9mm 铅板+4mm 钢板。该装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，最大管功率 1800W。

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置摆放位置确定（工件门朝北摆放），射线管可沿 Z 轴方向上下移动，移动最大行程为 350mm，主射线方向朝右侧（西侧）照射，装置锥束角为 28°，在装置右侧屏蔽体上投影为直径约 612mm 的圆。该装置载物台托盘大小为 350mm，载物台可以进行 360°旋转。射线管沿 Z 轴移动到最低点时，源点距离装置底部最近距离为 934mm（此时主射线照射区域最下端距离底部约为 2mm）；射线管沿 Z 轴移动到最高点时，源点距离装置顶部最近距离为 477mm（此时主射线照射区域最上端距离顶部约为 169mm）。故有用线束仅涉及装置右侧屏蔽体，其余方向为非有用线束方向，具体见图 9-2。该装置右侧面屏蔽与底部屏蔽采用

互相交错相叠的模式进行搭接，搭接处铅屏蔽厚度为 24mm，搭接宽度为 15mm，缝隙不超过 1mm，重叠部分不小于缝隙宽度的 10 倍，故搭接处的辐射剂量率能够满足标准要求，搭接处屏蔽设计能够有效防止射线泄漏。本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置三视图见图 9-1，主射线照射方向示意图见图 9-2。

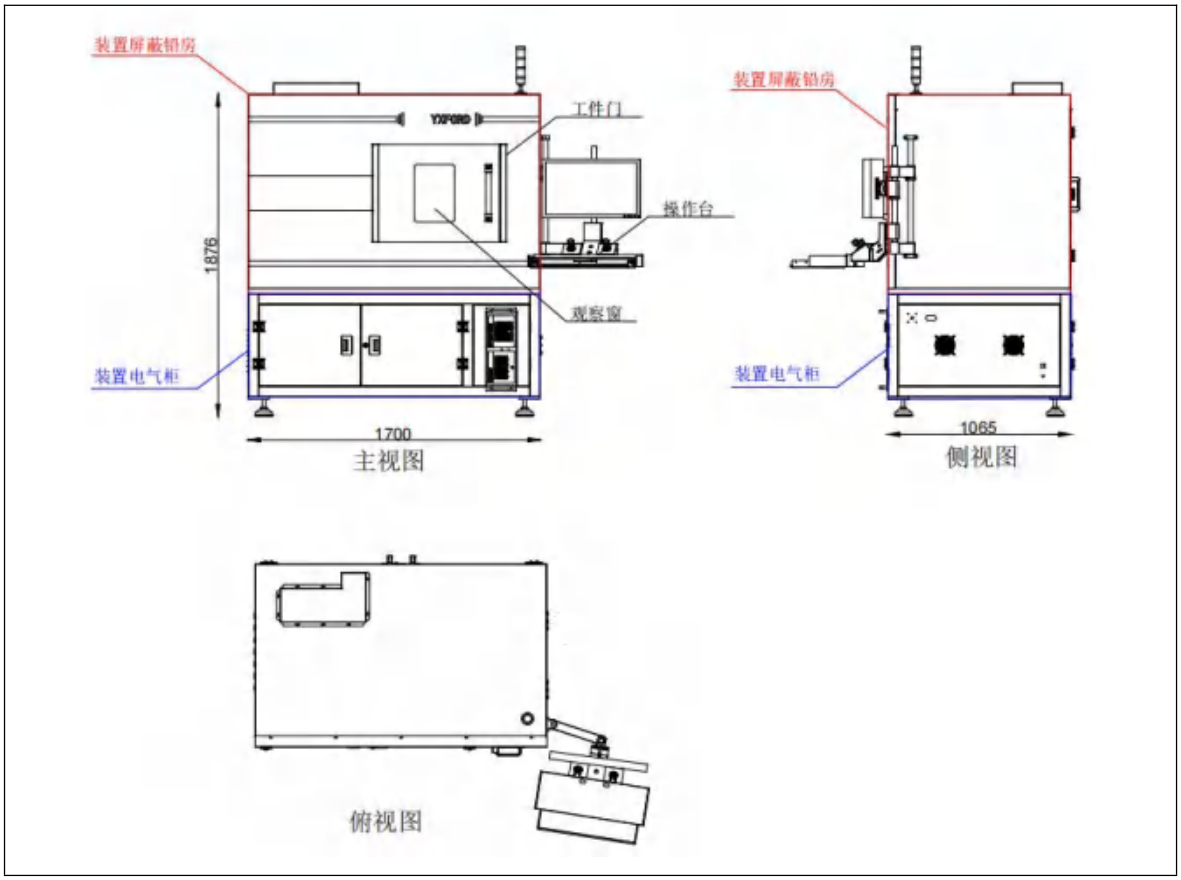

图 9-1 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置三视图

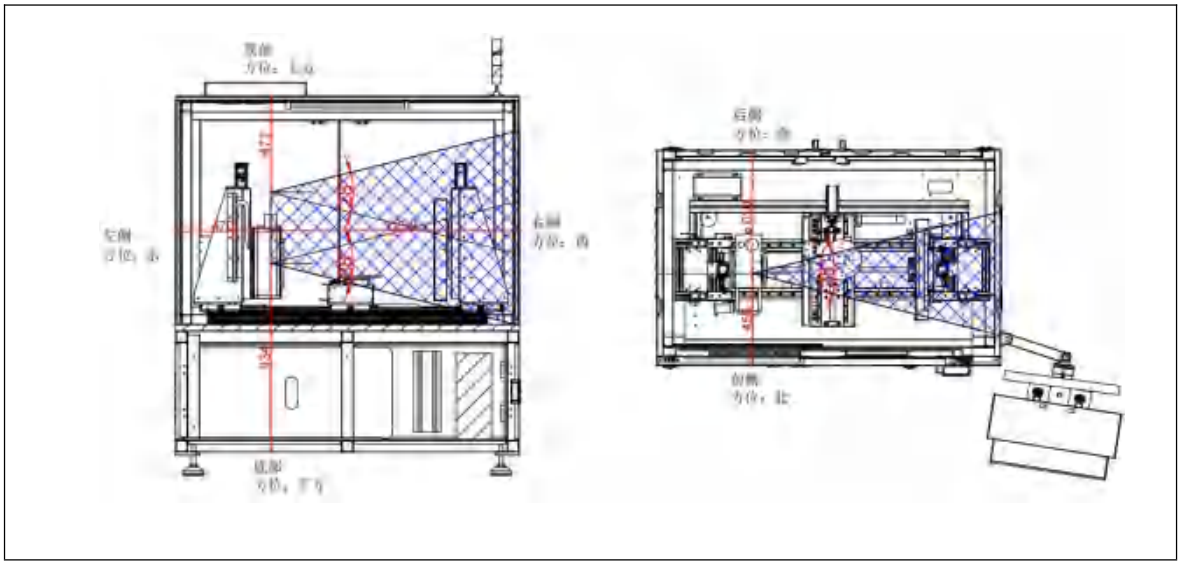

图 9-2 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置主射线照射方向示意图

2. 工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 0.001～10nm。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，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

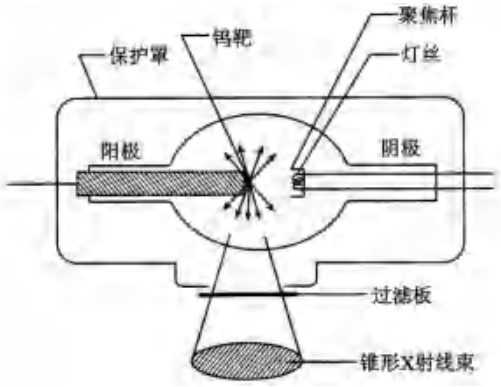

图 9-3 X 射线管结构图

Phantom 800型工业用X射线探伤装置具有工业CT的断层扫描功能。该装置是将穿过零件的X射线经图像增强器、CCD（电荷耦合器件）摄像系统以及计算机转换成一幅数字图像，这种图像是动态可调的，电压、电流等参数实时可调，同时计算机可对动态图像进行积分降噪、对比度增强等处理，以得到最佳的静态图像。该装置是结合X射线成像技术、计算机图像处理技术、电子技术、机械自动化技术为一体的高科技产品。该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低

了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，多年来该系统已成功应用于航空航天、军工兵器、石油化工、高压容器、汽车造船、锅炉焊管、耐火材料、文物、各种铸件、陶瓷行业等诸多行业的无损检测中。

该类型装置通常由射线源、机械扫描系统与自动控制系统、探测器系统及数据采集系统、计算机系统、辅助系统等组成。其中，最核心的原理是：计算机控制射线源发出射线束，数控扫描平台承载被测物体，可以在计算机控制下移动或旋转，平板探测器则负责采集扫描数据；屏蔽设施确保射线不外泄以及扫描过程的安全；最后，计算机通过采集到的投影数据重建工业CT切片图像，并对图像中存在的缺陷进行分类。

该装置可实现样品三维微观结构的扫描，在不破坏样品状态的情况下三维数字化直观描述金属样品的内部结构，如孔隙度分布、密度变化、夹杂分布及大小、裂缝、孔洞等，并能为所检测样品进行三维尺寸测量，为产品研发、制造提供可靠数据。

装置由整机控制台、计算机射线控制及计算机图像采集和处理系统、高频高压 X 射线源、X 射线探测器平板、机械传动装置、铅房等组成。其结构工作原理如图 9-4。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。

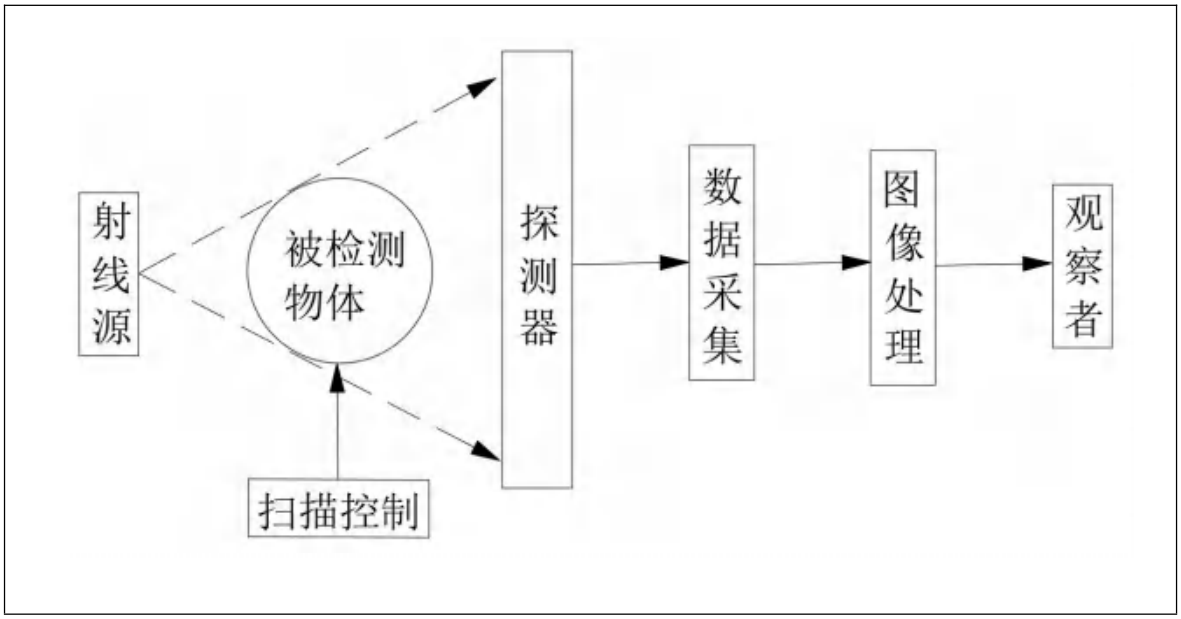

图9-4 X射线数字成像系统结构工作原理简图

3. 工艺流程及产污环节分析

装置工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于铅房内的托盘上，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，其工作流程如下：

1）辐射工作人员检查各辐射安全装置的有效性；

2）确定所有辐射安全措施有效后，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，若该设备长时间未开机，则辐射工作人员应打开设备的训机程序，训机完成后方可按照正常步骤开始后续工作，训机过程中会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；

3）打开装置工件门，被检测工件送入铅房，关闭工件门；

4）辐射工作人员在操作台处控制，将工件、射线管调整到合适位置，然后开启装置进行检测；开机曝光时会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；

5）通过显像器对被测工件的缺损状况进行辨别，出具检验报告；

6）曝光结束，开启装置工件门，取出工件，检测任务完成后关机。

本项目工作流程如下图所示：

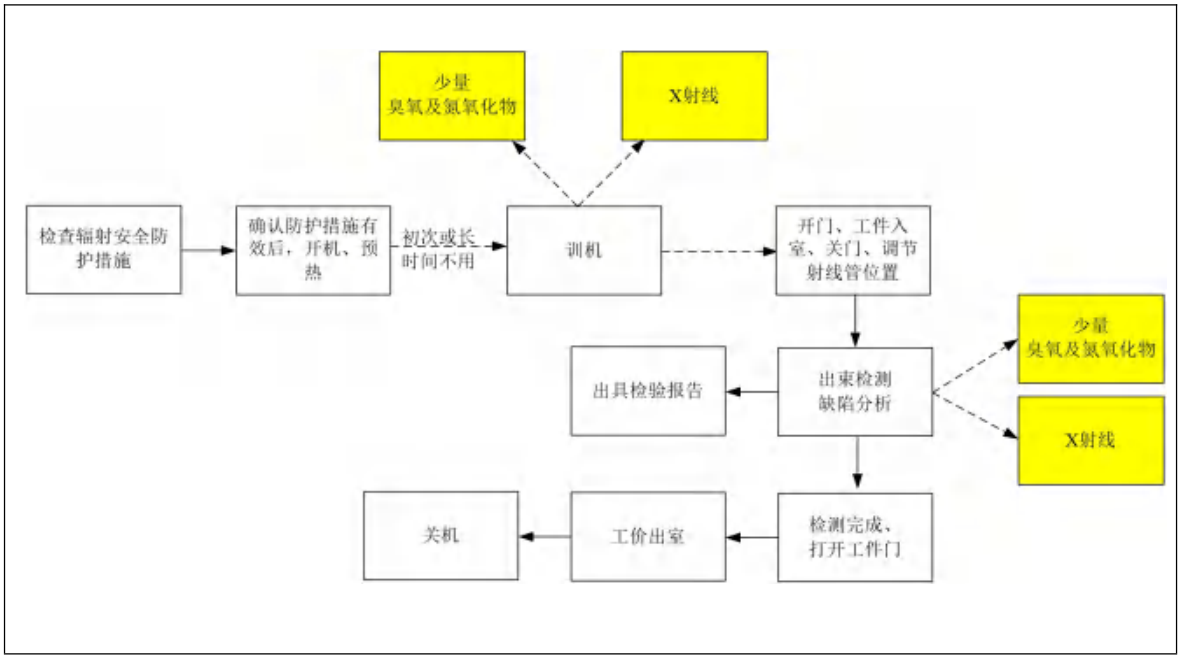

图 9-5 本项目装置工作流程及产污环节

4.人员配置及工作制度

昆山科驰科技有限公司拟为本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置配备 2 名辐射工作人员（其中一人兼任辐射安全管理人员）。本项目建成后，预计每年工作 50 周，该装置每周最大曝光不超过 10h，预计该装置内年曝光时间最大为 500h（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。

5.工件信息

本项目射线装置主要用于检测公司生产的相关金属部件，工件尺寸直径范围 50-350mm，长度不超过 150mm，厚度不超过 5mm，材质为不锈钢。本项目部分拟检测产品示意图见图 9-6。





图 9-6 本项目部分拟检测产品示意图

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

由本项目装置工作原理可知，本项目装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此该装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。本项目装置辐射源点朝右侧（西侧）照射，产生的天空反散射影响较小。故本项目需预测评价因子为：X 射线有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

[redacted]

表 9-2 本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置输出量参数

序号	射线装置	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	距辐射源点（靶点）1m 处输出量	泄漏辐射 1m 处输出量（μSv/h）	散射辐射能量（kV）
1	工业用 X 射线探伤装置	Phantom 800 型	[redacted]				

2. 非辐射污染源分析

（1）废气

本项目工业用 X 射线探伤装置在工作状态时，会使装置铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，通过顶部排风装置将其排到该装置所在的检测室内，最终通过开启检测室新风系统和排风系统将臭氧和氮氧化物排出室外。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影响较小。

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 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置设置有操作台和铅房，操作台与铅房分开独立设置，操作台位于装置前侧，本项目操作台与射线装置出束照射方向关系见表 10-1，本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”要求。

表 10-1 操作位与出束方向关系一览表

序号	装置名称及型号	操作台位置	出束方向
1	Phantom 800 型 工业用 X 射线探伤装置	位于装置前侧	朝右侧照射

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置位于 G 栋二层检测室内，拟将装置铅房实体边界作为本项目的控制区，将装置铅房实体边界与所在的检测室围成的区域（含操作台）作为本项目的监督区，仅辐射工作人员能够进入。在 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置表面外上拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在检测室入口处张贴监督区的标牌。

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。本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置监督区及控制区示意图见图 10-1，两区划分情况表见表 10-2。

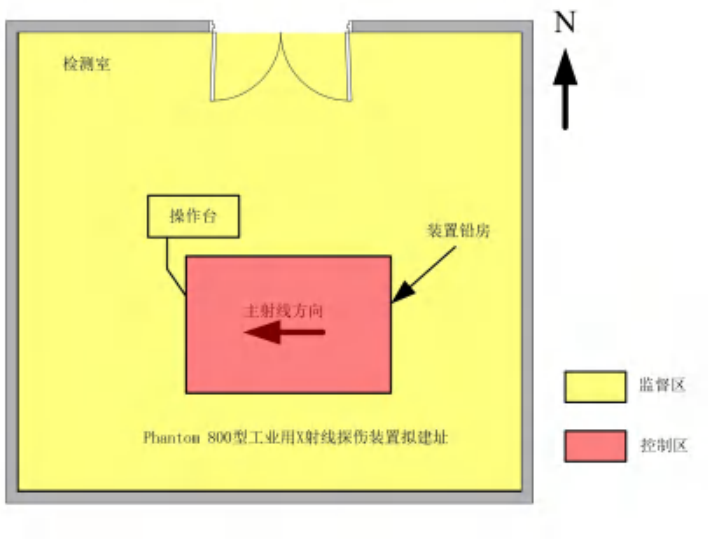

图 10-1 本项目监督区及控制区示意图

表 10-2 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	本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置铅房实体边界。	装置铅房实体边界与所在的检测室围成的区域（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）6.41。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。 6.4.2.2 a）“采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，本项目 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。	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	装置表面外均粘贴电离辐射警告标识及中文警示说明。	检测室入口处拟粘贴监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目装置由铅房和操作台组成，定义装置工件门所在面为前侧，本项目装置屏蔽参数见表 10-3。

表 10-3 射线装置屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置	前侧（含工件门）	9mm 铅板+4mm 钢板
	观察窗	9mm 铅当量的铅玻璃
	后侧	9mm 铅板+4mm 钢板
	左侧	10mm 铅板+4mm 钢板
	右侧	15mm 铅板+4mm 钢板
	顶部	9mm 铅板+4mm 钢板
	底部	9mm 铅板+20mm 钢板
	通风管道	内含 9mm 铅板
	电缆管道	内含 9mm 铅板

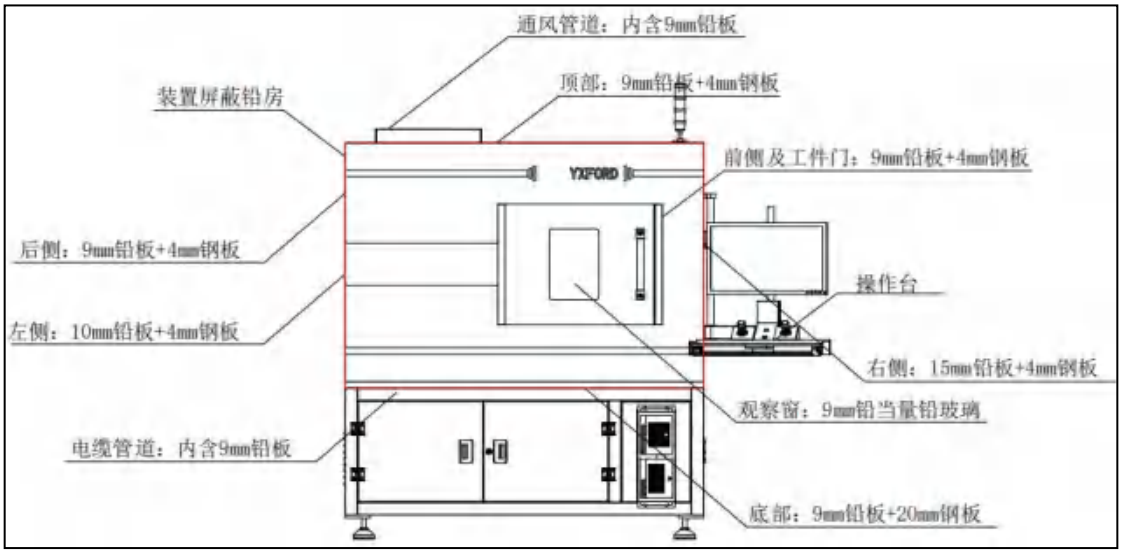

图 10-2 本项目装置的屏蔽设计示意图



图 10-3 本项目装置电缆管道及通风管道的屏蔽设计示意图

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置 X 射线进入电缆管道或通风管道需至少经过三次散射才能到达装置外，根据《辐射防护导论》P193“一般经三次以上散射后γ射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，因此本项目装置电缆管道及通风管道设计满足辐射防护要求。

3. 工作场所辐射安全和防护措施

1）屏蔽防护：本项目工业用 X 射线探伤装置铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护。

2）联锁装置：本项目工业用 X 射线探伤装置工件门（该装置工件门兼当检修门）设计有门机联锁装置，只有在所有门完全关闭时装置才能出束照射，装置出束检测过

程中，若工件门被意外打开，本项目工业用X射线探伤装置能立刻停止出束。

3）工作状态指示灯：本项目工业用X射线探伤装置顶部设有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与装置联锁（灯亮表示曝光检测，灯灭表示未进行曝光检测）；拟在装置表面张贴工作状态指示灯信号意义说明。该装置为一体式装置，未设置声音提示装置，该装置将“工作状态指示灯+门联锁+紧急停机+钥匙开关”作为保障辐射安全与过程控制的主控手段。持续或频繁的声音提示可能会造成“提示疲劳”，也可能在工作环境内造成不必要的噪声干扰。

4）电离辐射警告标识：本项目工业用X射线探伤装置表面外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒辐射工作人员预防危险及非辐射工作人员禁止操作，从而避免事故发生。

5）操作台：本项目工业用X射线探伤装置操作台位于装置前侧，操作台设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，按下能立即停止照射；操作台设有钥匙开关，只有打开钥匙开关后装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。该装置钥匙每天由公司专职辐射管理人员保管，每日装置运行前，辐射工作人员需向专职辐射管理人员领取钥匙；每日工作结束，辐射工作人员需将钥匙归还给公司专职辐射管理人员，期间做好钥匙交接记录。

6）两区划分：本项目工业用X射线探伤装置位于G栋二层检测室内，拟将装置铅房实体边界作为本项目的控制区，将装置铅房实体边界与所在的检测室围成的区域（含操作台）作为本项目的监督区，检测室仅辐射工作人员能够进入。在装置表面外拟设置电离辐射警告标志，在装置表面外拟设置中文警示说明，并在检测室入口处张贴监督区的标牌。

7）门缝搭接：本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为15mm，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。

8）紧急停机按钮：本项目工业用X射线探伤装置操作台和铅房内均设计有紧急停机按钮各1个，拟设置急停按钮便签说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

9）固定式剂量率仪：本项目装置出束工作时，辐射工作人员无需进入铅房内进行工件摆放等相关工作，故本项目无需安装固定式剂量率仪。

10）辐射防护仪器设备：公司拟为本项目配备2台X-γ个人剂量报警仪及1台巡测仪，公司将利用巡测仪对装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。此外根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）选用合适的放射防护检测仪器，并按规

定进行定期检定/校准，取得相应证书。

该装置未设置监视装置，装置工件门上设置有铅玻璃观察窗，辐射工作人员可通过铅玻璃观察窗直接观察到装置铅房内部情况。以上工作场所辐射安全和防护措施落实后能够满足辐射安全管理的要求。

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置辐射安全与防护措施分布图如下：

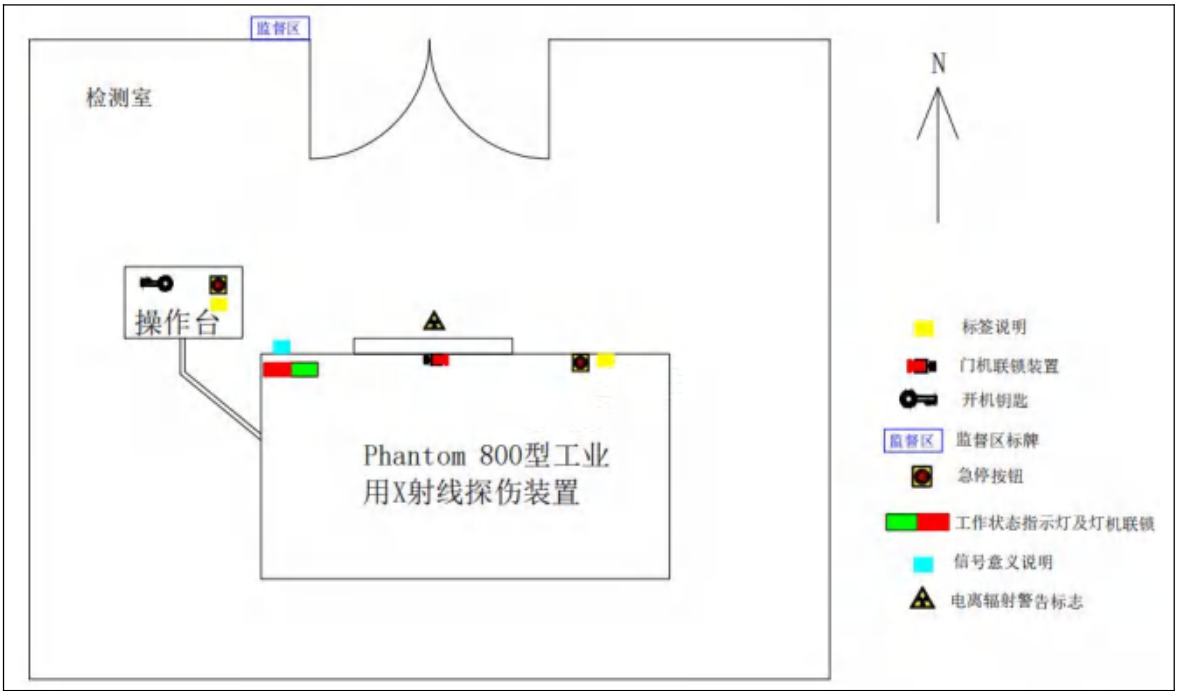

图 10-4 本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置辐射安全与防护措施分布图

4、工作场所操作的放射防护要求

①每次使用装置检测前应检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

②辐射工作人员在进入检测室时，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（巡测仪）。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退出检测室，同时防止其他人员进入检测室，并立即向辐射防护负责人报告。

③定期测量装置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当班辐射工作人员使用便携式 X-γ剂量率仪（巡测仪）前，应检查仪器是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪（巡测仪）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装置内部没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门关闭、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

当射线装置不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

①射线装置的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X射线源从现场移走后，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. 气体废物

本项目射线装置在工作状态时，会使装置铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置铅房内。本项目Phantom 800型工业用X射线探伤装置顶部设置有排风设施，铅房内部体积约为3.4m^3，装置拟配置1个50m^3/h的轴流风机进行排风，能够满足每小时有效换气次数3次的通风需求。

同时本项目装置所在的检测室设置有新风系统与排风系统，该房间内新风系统送风效果较好，通过开启新风系统和排风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，新风系统与排风系统能保证该房间内每小时能换气10次。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分解时间为50分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目射线装置为整体购买设备，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

射线装置在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，经距离衰减及实体屏蔽后，施工噪声对周围环境影响较小。

②固体废物

射线装置在组装过程中，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公司现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

③废水

射线装置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排入市政污水管网，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目射线装置采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护，根据公司所提供的数据本项目运行后该装置年曝光时间最大约为 500h。

本项目对装置四周、顶部、底部、工件门、观察窗和操作位辐射环境影响进行预测，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）及其修改单中的计算公式：

1.有用线束屏蔽估算

装置有用线束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）及其修改单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)，见表 9-2；

B：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T

250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

2.非有用线束屏蔽估算

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）及其修改单中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

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

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，本项目保守取 5000μSv/h；

B：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下铅的什值层后，再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

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

F：R_0 处的辐射野面积；

α：散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）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；

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。

3. 参考点的周/年剂量水平估算

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

式中：H_c：参考点的周剂量水平，μSv/周；

参考点的年剂量水平，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；

探伤装置年照射时间，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

本项目型号为 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，最大功率 1800W；保守估算，本项目预测时以最大管电压 225kV 及相应最大管电流 8mA；照射方向固定朝右侧照射进行计算。根据装置摆放位置，工件门朝向北侧。

本项目计算关注点位示意图，见图 11-1。

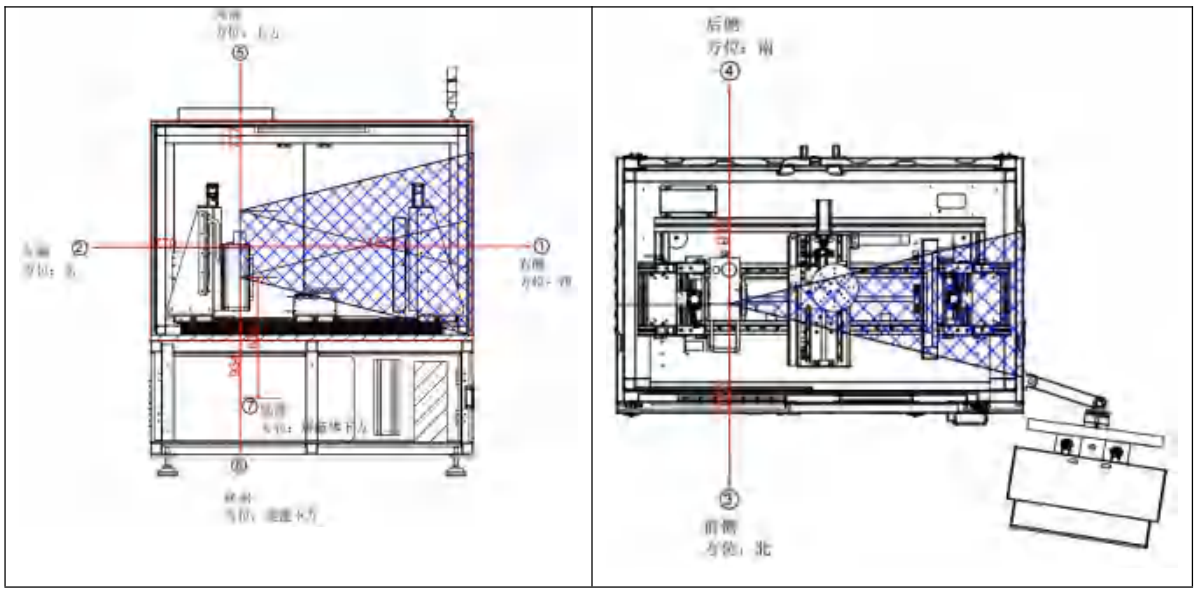

图 11-1 关注点位示意图（单位：mm）

表 11-2 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅当量（mm）	I（mA）	H_0 μSv·m²/(mA·h)	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv/h）	周围剂量当量率参考控制水平(μSv/h)	评价
①右侧（西）	[redacted]						2.5	满足

注：①取装置表面外 30cm 为关注点，底部保守取到地面为预测关注点，底部人员不可达。

②B 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，200kV 下铅什值层为 1.4mm；250kV 下铅什值层为 2.9mm；内插取得 225kV 下铅什值层为 2.15mm。

表 11-3 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点位					
		②左侧（东）	③前侧、观察窗、操作位、工件门（北）	④后侧（南）	⑤顶部（装置上方）	⑥底部（装置下方）	⑦底部（屏蔽体下方）
X 设计厚度（mm 铅）		[redacted]					
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))						
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$						
	R_s（m）						
	$\dot{H}$ (μSv/h)						
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 (μSv/h)							
剂量率参考控制水平(μSv/h)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
结论		**满足**	**满足**	**满足**	**满足**	**满足**	**满足**

注：①取装置铅房屏蔽体表面外 30cm 为关注点；本项目计算时 Rs 保守取值与 R 保持一致。

②本项目射线管朝右侧出束照射。

③B_1 以射线能量为 225kV 取值，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，200kV 下铅什值层为 1.4mm；250kV 下铅什值层为 2.9mm；内插取得 225kV 下铅什值层为 2.15mm。

④B_2 以射线能量为 200kV 取值，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中的表 B.2，200kV 下铅什值层为 1.4mm。

⑤因装置底部（屏蔽体下方）为装置的电气柜及设备柜，且人员无法抵达该区域，故不作为参考点。

根据表 11-2、表 11-3 中预测结果，Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置表面外 30cm 处辐射周围剂量当量率最大为 6.75E-01μSv/h，因此 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，装置表面外 30cm 处及地面辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中周围剂量当量率参考控制水平的要求。

5.天空反散射及底部反散射辐射影响分析

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 6.37E-01μSv/h，底部表面外辐射剂量率最大为 4.41E-01μSv/h，经天空反散射及底部反散射到达地面辐射剂量率较小可忽略不计，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

6. 电缆口、通风口、门缝搭接辐射影响分析

①电缆口、通风口辐射影响分析

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置线缆管道采用迷宫型防护铅板结构，厚度为 9mm 铅板防护，位于铅房左侧下方。本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置出束时，X 射线自 O 点出束，照射在装置内载物台上，经工件 A 点散射后进入电缆管道，在电缆管道中经过 4 次散射到达装置外。散射路径为 O→A→B→C→D→E，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，从而防止射线泄漏。

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置通风管道采用迷宫型防护铅板结构，厚度为 9mm 铅板防护，位于铅房左侧上方。本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置出束时，X 射线自 O 点出束，照射在装置内载物台上，经工件 A 点散射后进入通风管道，在通风管道中经过 3 次散射到达装置外。散射路径为 O→A→B→C→D，避免 X 射线直接照射通风管道口，利用散射降低通风管道口的辐射水平，从而防止射线泄漏。

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置 X 射线进入电缆管道或通风管道需至少经过三次散射才能到达装置外，根据《辐射防护导论》P193“一般经三次以上散射后γ射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，因此本项目装置

电缆管道及通风管道设计满足辐射防护要求。

本项目电缆管道散射示意图见图 11-2。

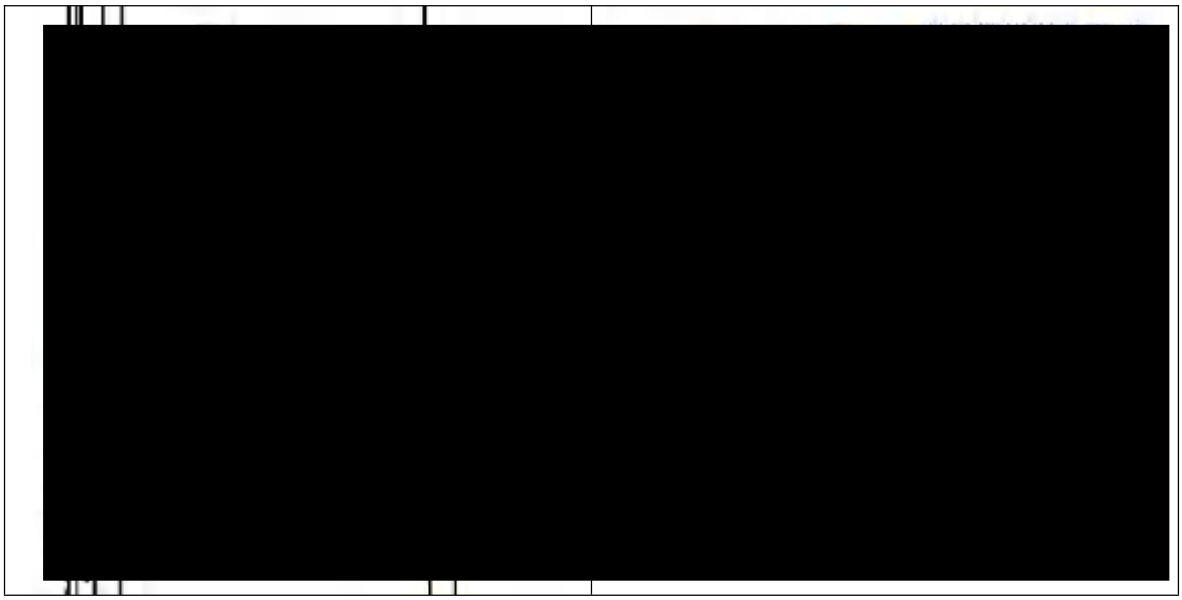

图 11-2 电缆管道、通风管道散射示意图

②门缝搭接辐射影响分析

Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置工件门内含 9mm 铅板，工件门尺寸为 780mm×570mm，工件门门洞尺寸为 750mm×540mm，单边搭接部分长度为 15mm；工件门缝隙不超过 1mm，门体与装置自身屏蔽体重叠部分均不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍，故门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

7. 保护目标剂量评价

本项目辐射工作人员正常工作时主要位于 G 栋二层检测室内，根据表 11-2、表 11-3 取装置外最大剂量率结果估算辐射工作人员年有效剂量。本项目辐射工作人员有效剂量估算结果见表 11-4，本项目保护目标有效剂量估算结果见表 11-5。

表 11-4 本项目辐射工作人员有效剂量估算结果

位置	使用因子 U	居留因子 T	最大周围剂量当量率值 μSv/h	周围剂量当量率控制水平μSv/h	周围剂量当量估算值 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
四周	[redacted]					100 员		5 工作人员	满足

注：①本项目辐射工作人员有效剂量保守以装置四周最大周围剂量当量率进行估算，居留因子取 1；
②本项目装置周曝光时间约为 10h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 500h。

表 11-5 本项目装置周围 50m 范围内保护目标有效剂量一览表

序号	保护目标名称		与装置最近距离	居留因子	关注点处辐射剂量率 μSv/h	周剂量估算值 μSv/周	目标管理值 μSv/周	年剂量估算值 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
1	G栋厂房	车间过道、楼梯间、卫生间	[redacted]							满足
2		生产车间、全检车间、清洗车间								满足
3		全检车间								满足
4		制造办公室								满足
5	G栋厂房三层									满足
6	G栋厂房一层									满足
7	厂区道路									满足
8	车棚、绿化带、瘦西湖路									满足
9	L 栋									满足
10	空地									满足
11	H 栋									满足

注：①关注点处辐射剂量率预测，距离取值=源点距离+保护目标距离+装置表面外 30cm，再根据公式①、②、③计算得出，考虑距离衰减进行保守估计；

②使用因子取 1；

③本项目装置预计周曝光时间 10h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 500h。

从表 11-4 至表 11-5 中预测结果可以看出，本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，辐射工作人员所受每周的周围当量剂量率最大为 6.75μSv，年有效剂量最大为 3.38E-01mSv；周围公众所受每周的周围当量剂量率最大为 9.74E-01μSv，年有效剂量最大为 4.87E-02mSv。

根据理论计算结果，本项目对辐射工作人员及周围公众的辐射影响能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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，周剂量当量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周剂量当量不超过 5μSv）。

事故影响分析

1) 本项目可能发生的辐射事故

①该装置门机联锁失效，导致设备工件门未关闭就对工件进行曝光检测，或在工作状态中，设备工件门被意外打开，X 射线检测装置未能立即停止出束照射，致使人员受到意外照射；

②该装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

③该装置长时间使用后，装置射线管或相关部件老化，对周围人员造成意外照射。

2) 针对本项目可能发生的辐射事故提出预防措施

辐射事故处置方法

发生辐射事故时，公司应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之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。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，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具、个人剂量计及个人剂量报警仪。

④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可以减少或避免辐射事故的发生，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

针对本项目可能发生的辐射事故提出预防措施

本项目针对上述可能出现的主要事故建议性地给出处理方法或者预防措施：

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；

③装置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发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

⑤对人员造成额外照射，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；

⑥厂家专业人员维修，定期联系厂家专业人员对装置进行保养及维护，发现相关元器件老化，及时更换相关部件，严禁自行拆装维修。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行装置操作，每次操作前检查装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测装置的周围辐射水平，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。

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”。

昆山科驰科技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；公司拟配备 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，昆山科驰科技有限公司拟按照《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，基本能满足核技术利用项目管理需要。

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

- **岗位职责：**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：**明确本项目装置辐射人员的资质条件要求、操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确实时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。
- **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，重点是装置的运行和维修时辐射安全管理。

- **设备检修维护制度：**明确本项目装置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射线实时成像检测装置、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，监测结果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。

昆山科驰科技有限公司应严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1.监测方案

1）请有资质的单位定期对本项目装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年1次；

2）本项目装置进行检测作业时公司辐射安全管理人员对装置周围的辐射水平进

行监测（每月一次），并做好相关记录。公司开展日常监测时，在相关点位开展γ辐射空气吸收剂量率监测应开关机时各测量一次。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）建设单位拟为本项目配备 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，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。个人剂量档案长期保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

表 12-1 监测方案一览表

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位
Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前 1 次	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②X 射线实时成像检测装置表面外 30cm 处，工件门四周门缝及表面外 30cm 处，电缆口外 30cm 处，通风口外 30cm 处； ③人员经常活动的位置。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
辐射工作人员	个人剂量当量监测	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/

2.监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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；公司拟为本项目配备1台便携式X-γ剂量率仪与2台X-γ个人剂量报警仪，项目运行后应定期对X射线实时成像检测装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。其中X-γ剂量率仪拟定期送有资质单位进行检定或校准。

昆山科驰科技有限公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，应在项目运行前委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并定期组织职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

辐射事故应急

昆山科驰科技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。

公司应当每年开展一次辐射事故应急演练，并制定演练计划，确定演练的时间、内容、参与人员等。应急演练应确保应急救援队伍和辐射工作人员全员参与，应急演练结束后应进行总结和分析，有问题的应提出整改意见并落实，需修订应急方案的应及时修订。应急设施、装备、物资的功能和数量应满足探伤现场使用要求。公司应明确专人定期对应急设施、装备和物资进行检查、功能确认、维护、保养，确保其始终处于良好的备用状态。

昆山科驰科技有限公司应依据《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。

昆山科驰科技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。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

昆山科驰科技有限公司因产品检测需求，拟新建 1 台 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置对本公司生产的金属制品进行无损检测。本项目的建设将满足产品高质量的标准，创造更好的经济效益；从社会角度而言，本项目能够提高产品安全系数，从而减少安全事件的发生。虽然在运行期间，该装置可能会对周围环境、工作人员及公众造成一定辐射影响，但在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，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、经济和其他因素，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. 辐射安全与防护分析结论

1）选址、布局合理性

本项目位于昆山科驰科技有限公司租赁的G栋厂房内（本项目所在厂房为3层建筑，无地下室）。G栋厂房四周均为厂区道路，东侧隔厂区道路为L栋及空地，南侧隔厂区道路为车棚及绿化带，西侧隔厂区道路为新星路，北侧隔厂区道路为H栋厂房。

本项目1台Phantom 800型工业用X射线探伤装置拟放置于G栋厂房二层东南侧检测室内，检测室东侧为车间过道及制造办公室，南侧隔空，西侧为生产车间，北侧为车间过道及全检车间，楼上为联合办公区，楼下为生产车间。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》和《江苏省自然资源厅关于昆山市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕337号），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和苏州市生态空间管控区域，本项目位置属于重点管控单元。

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 G 栋厂房检测室内射线装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司租赁的 G 栋厂房；东侧厂区道路、L 栋厂房、空地；南

侧厂区道路、车棚、绿化带；北侧厂区道路、H 栋厂房。本项目周围环境保护目标主要为辐射工作人员及周围公众。

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置位于 G 栋二层检测室内，拟将装置铅房实体边界作为本项目的控制区，将装置铅房实体边界与所在的检测室围成的区域（含操作台）作为本项目的监督区，仅辐射工作人员能够进入。在 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置表面外上拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在检测室入口处张贴监督区的标牌。

2）辐射防护措施

该装置外尺寸约为 1699mm（长）×1065mm（宽）×1876mm（高），定义装置工件门所在面为前侧。装置铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽。铅房前侧及工件门屏蔽体含 9mm 铅板+4mm 钢板，铅观察窗为 9mm 铅当量的铅玻璃，铅房后侧屏蔽体内含 9mm 铅板+4mm 钢板，左侧屏蔽体内含 10mm 铅板+4mm 钢板，右侧屏蔽体（主射线方向）内含 15mm 铅板+4mm 钢板，底部屏蔽体内含 9mm 铅板+20mm 钢板，顶部屏蔽体内含 9mm 铅板+4mm 钢板。该装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，最大功率 1800W。

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置摆放位置确定（工件门朝北摆放），射线管可沿 Z 轴方向上下移动，移动最大行程为 350mm，主射线方向朝右侧（西侧）照射，装置锥束角为 28°，在装置右侧屏蔽体上投影为直径约 612mm 的圆。该装置载物台托盘大小为 350mm，载物台可以进行 360°旋转。射线管沿 Z 轴移动到最低点时，源点距离装置底部最近距离为 934mm（此时主射线照射区域最下端距离底部约为 2mm）；射线管沿 Z 轴移动到最高点时，源点距离装置顶部最近距离为 477mm（此时主射线照射区域最上端距离顶部约为 169mm）。故有用线束仅涉及装置右侧屏蔽体，其余方向为非有用线束方向。该装置右侧面屏蔽与底部屏蔽采用互相交错相叠的模式进行搭接，搭接处铅屏蔽厚度为 24mm，搭接宽度为 15mm，缝隙不超过 1mm，重叠部分不小于缝隙宽度的 10 倍，故搭接处的辐射剂量率能够满足标准要求，搭接处屏蔽设计能够有效防止射线泄漏。

该装置电缆口及通风口均采用迷路型铅防护设计，电缆口位于装置的左侧下方，通风口位于装置左侧上方，均与射线出束方向相反，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖铅板，从而防止射线泄漏，达到较好的防护效果。

3）辐射安全和防护措施

本项目Phantom 800型工业用X射线探伤装置铅房采用钢-铅-钢的防护设计对X射线进行防护。本项目装置工件门设计有门机联锁装置。装置铅房顶部设有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与装置联锁。拟在装置表面张贴工作状态指示灯信号意义说明，装置表面外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。装置操作台位于装置前侧。该装置设置有钥匙开关，该装置钥匙每天由公司专职辐射管理人员保管，每日装置运行前，辐射工作人员需向专职辐射管理人员领取钥匙；每日工作结束，辐射工作人员需将钥匙归还给公司专职辐射管理人员，期间做好钥匙交接记录。本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为15mm，工件门及检修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；装置人员无法进入，该装置铅房内部及操作台各设计有1个紧急停机按钮，拟设置急停按钮便签说明。公司拟为本项目配备1台便携式X-γ剂量率仪与2台个人剂量报警仪，用于对X射线实时成像检测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，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

4）通风措施评价

该装置所在铅房上方设置有排风系统，该排风系统运行时可将铅房内的空气通过风机及管道排至铅房外，排风量能够满足铅房每小时有效换气次数 3 次的换气需求。

同时本项目装置所在的检测室设置有新风系统与排风系统，该房间内新风系统送风效果较好，通过开启新风系统和排风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，新风系统与排风系统能保证该房间内每小时能换气 10 次。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分解时间为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

3.辐射环境影响分析结论

本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置通过自带铅板对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置以最大功率运行时装置表面外 30cm 处及底部辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的辐射剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，辐射工作人员及周围公众所受周剂量当量和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》（GBZ 117-2022）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，周剂量当量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周剂量当量不超过 5μSv）。

4.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) 拟为本项目配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪及 2 台个人剂量报警仪，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）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，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，昆山科驰科技有限公司新建 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，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》（GBZ 117-2022）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装置建成后根据《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。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后及时进行竣工环保验收。

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： 公　　章 **经办人** 年　　月　　日
审批意见： 公　　章 **经办人** 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	该装置外尺寸约为 1699mm（长）×1065mm（宽）×1876mm（高），定义装置工件门所在面为前侧。装置铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行屏蔽。铅房前侧及工件门屏蔽体含 9mm 铅板+4mm 钢板，观察窗为 9mm 铅当量的铅玻璃，铅房后侧屏蔽体内含 9mm 铅板+4mm 钢板，左侧屏蔽体内含 10mm 铅板+4mm 钢板，右侧屏蔽体内（主射线方向）含 15mm 铅板+4mm 钢板，底部屏蔽体内含 9mm 铅板+20mm 钢板，顶部屏蔽体内含 9mm 铅板+4mm 钢板。该装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，最大管功率 1800W。	表面外 30cm 处周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）周围剂量当量率要求。 辐射工作人员及公众周剂量当量和年有效剂量符合《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“周围剂量当量率”和“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（辐射工作人员年有效剂量约束值 5mSv，公众年有效剂量约束值 0.1mSv）。	10
辐射安全措施	本项目装置铅房采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护。该装置工件门设计有门机联锁装。装置顶部设有工作状态指示灯，且工作状态指示灯与装置联锁。拟在装置表面张贴工作状态指示灯信号意义说明，装置表面外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。装置操作台位于装置前侧。本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 15mm，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；装置人员无法进入，铅房内部及操作台各设计有 1 个紧急停机按钮，拟设置急停按钮便签说明。 本项目 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置位于 G 栋二层检测室内，拟将装置铅房实体边界作为本项目的控制区，将装置铅房实体边界与所在的检测室围成的区域（含操作台）作为本项目的监督区，仅辐射工作人员能够进入。在 Phantom 800 型工业用 X 射线探伤装置表面外上拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在检测室入口处张贴监督区的标牌。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的管理要求。	2
	公司拟为本项目配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪与 2 台个人剂量报警仪。定期对工作场所辐射水平进行检测；定期对放射防护检测仪器进行检定/校准，并取得相应证书。	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》配备个人剂量报警、辐射监测，满足工作场所监测要求。	1

污染防治措施	废气：该装置所在铅房上方设置有排风系统，该排风系统运行时可将铅房内的空气通过风机及管道排至铅房外，排风量能够满足铅房每小时有效换气次数 3 次的换气需求。 同时本项目装置所在的检测室设置有新风系统与排风系统，该房间内新风系统送风效果较好，通过开启新风系统和排风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，新风系统与排风系统能保证该房间内每小时能换气 10 次。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分解时间为 50 分钟，可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。	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对环境影响较小。	/
辐射安全管理	拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》建立安全管理机构。	/
	管理制度：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度、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，其中 1 人兼任辐射防护负责人，需通过辐射安全与防护考核。本项目管理人员上岗前应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》，辐射工作人员及管理人员应通过辐射安全与防护考核。	定期投入
	委托有资质单位对所有辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均应佩戴个人剂量计。（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。个人剂量档案长期保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年）。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存”及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》“个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年”。	每年投入
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立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。