

核技术利用建设项目  
生产、销售、使用工业用 X 射线  
探伤装置项目  
环境影响报告表

无锡宝通智能物联科技有限公司（公章）

2026 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

生产、销售、使用工业用 X 射线

探伤装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：\_\_\_\_\_无锡宝通智能物联科技有限公司\_\_\_\_\_

建设单位法人代表（签字或盖章）：\_\_\_\_\_

通讯地址：\_\_\_\_\_江苏省无锡市新吴区张公路 19 号\_\_\_\_\_

邮政编码\_\_\_\_\_联 系 人：\_\_\_\_\_

电子邮箱\_\_\_\_\_联系电话：\_\_\_\_\_

目录

表 1 项目基本情况 ..... 1

表 2 放射源 ..... 8

表 3 非密封放射性物质 ..... 8

表 4 射线装置 ..... 9

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） ..... 10

表 6 评价依据 ..... 11

表 7 保护目标与评价标准 ..... 14

表 8 环境质量和辐射现状 ..... 17

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 ..... 36

表 12 辐射安全管理 ..... 44

表 13 结论与建议 ..... 49

表 14 审批 ..... 54

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 ..... 55

**附图：**

- 1) 附图 1 本项目地理位置图
- 2) 附图 2 本项目周围环境示意图
- 3) 附图 3 本项目所在 2 号楼辅房平面布置图
- 4) 附图 4 本项目测试铅房平面、轴侧及剖面图
- 5) 附图 5 本项目与生态环境管控单元相对位置图

**附件：**

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 辐射安全许可证
- 4) 附件 4 原有建设项目环境影响登记表
- 5) 附件 5 租赁合同
- 6) 附件 6 本项目装置所用射线源说明书
- 7) 附件 7 检测报告及检测单位资质认证证书
- 8) 附件 8 营业执照
- 9) 附件 9 辐射安全考核证书
- 10) 附件 10 2024 年度检测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目			
建设单位		无锡宝通智能物联科技有限公司			
法人代表	周辉	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省无锡市新吴区张公路 19 号			
建设项目地点		江苏省无锡市新吴区张公路 19 号 2 号楼辅房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)			项目环保投资 (万元)		投资比例（环保 投资/总投资）
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m <sup>2</sup> ) 15.1
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	<b>项目概述：</b> <b>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</b> 无锡宝通智能物联科技有限公司成立于 2015 年 05 月 08 日，注册地位于无锡市新吴区张公路 19 号。经营范围包括许可项目：建设工程施工；特种设备安装改造修理一般项目：对外承包工程；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；技术进出口；货物进出口；进出口代理；物联网技术研发；物联网技术服务；物联网设备销售；矿山机械制造；矿山机械销售；机械电气设备制造；机械电气				

设备销售；通用设备制造（不含特种设备制造）；橡胶制品销售；专用设备制造（不含许可类专业设备制造）；通用零部件制造；物料搬运装备制造；物料搬运装备销售；机械设备销售；金属材料销售；电子产品销售；工业互联网数据服务；信息系统集成服务；软件开发；软件销售；软件外包服务；数字视频监控系统制造；数字视频监控系统销售；工业自动控制系统装置制造；工业自动控制系统装置销售；工业机器人制造；工业机器人销售；普通机械设备安装服务；信息系统运行维护服务；智能机器人销售；工业机器人安装、维修；通用设备修理；安全技术防范系统设计施工服务；专用设备修理；电气设备修理；物联网设备制造；计算机及通讯设备租赁；办公设备租赁服务；机械设备租赁；运输设备租赁服务；船舶港口服务。

无锡宝通智能物联科技有限公司现已开展核技术利用项目，已取得辐射安全许可证（见附件 3），证书编号为苏环辐证[B1477]，种类和范围为“生产、销售、使用Ⅲ类射线装置”，有效期至 2027 年 5 月 31 日，发证机关为无锡市生态环境局。原有核技术利用项目已填写建设项目环境影响登记表并完成备案，见附件 4。

根据公司发展需求，无锡宝通智能物联科技有限公司租赁无锡宝通科技股份有限公司位于江苏省无锡市新吴区张公路 19 号的 2 号楼（部分楼层及沿河辅房）及 3 号楼用于开展本项目生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目（租赁合同见附件 5）；拟在辅房内建设 1 间测试铅房对生产组装完成后的工业用 X 射线探伤装置进行功能测试，公司计划总计年生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置共计 170 台（原有Ⅲ类射线装置年生产、销售、使用 100 台，本项目新增Ⅱ类射线装置年生产、销售、使用 70 台）。

无锡宝通智能物联公司原有 2 名辐射工作人员及 1 名辐射管理人员，拟为本项目新增 4 名辐射工作人员及 1 名辐射管理人员，原有辐射工作人员仅在原有调试机房工作，本项目建设完成后，新增辐射工作人员仅在本项目测试铅房内工作。新增辐射工作人员采用白班制，年工作 50 周，预计测试铅房内装置周测试曝光时间不超过 1h（每周最多调试 2 台装置，每台装置最多调试 0.5h），年调试曝光时间不超过 35h（年最多调试 70 台装置，每台装置最多调试 0.5h）。客户现场调试（含维修）周曝光时间约为 1h（每周最多调试 2 台装置，每台装置最多调试 0.5h），年调试曝光时间不超过 50h（每年最多调试 100 台装置，每台装置最多调试 0.5h）。

无锡宝通智能物联科技有限公司本项目核技术利用情况详见表 1-1：

表 1-1 无锡宝通智能物联科技有限公司核技术利用项目表

序号	射线装置名称及型号	年产量 (台/年)	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 况及审 批时间	许可 情况	验收 情况
1	输送带骨架 无损检测系统 BTZN-GJ5104 型	20	160	1	II	测试 铅房	生产、 销售、 使用	本次 环评	未许可	未验收
2	输送带骨架 无损检测系统 BTZN-GJ5104 (A) 型	20	200	1	II	测试 铅房	生产 销售 使用	本次 环评	未许可	未验收
3	矿用输送带 无损监测装置 ZST127X (A) 型	20	100	5	II	测试 铅房	生产 销售 使用	本次 环评	未许可	未验收
4	矿用输送带 无损监测装置 ZST127X 型	10	160	1	II	测试 铅房	生产 销售 使用	本次 环评	未许可	未验收

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），本项目为生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目，属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用 II 类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受无锡宝通智能物联科技有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。建设单位委托书见附件 1，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

无锡宝通智能物联科技有限公司注册地址位于无锡市新吴区张公路 19 号，租赁无锡宝通科技股份有限公司位于江苏省无锡市新吴区张公路 19 号的 2 号楼（部分楼层及沿河辅房）及 3 号楼用于生产经营。

本项目测试铅房位于 2 号楼辅房西部，2 号楼辅房东侧为厂区道路，南侧为厂区道路、3 号楼及 2 号楼，西侧为垃圾房、厂区道路及新锡路，北侧为夹蠡河、厂区道路及宝通科技大楼。

本项目测试铅房东侧为操作间，南侧为厂区道路，西侧为垃圾房，北侧为仓库，上方为辅房屋顶，下方为土质层。本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意

图见附图2。本项目所在辅房平面布置图见附件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和无锡市“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评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目50m范围内涉及本厂区内2号楼、2号楼辅房、3号楼、夹蠡河、垃圾房、宝通科技大楼、厂区道路及厂区外新锡路。本项目周围环境保护目标主要为从事测试铅房操作的辐射工作人员及50m范围内周围公众。

### 3. 实践正当性

无锡宝通智能物联科技有限公司因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置。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，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益；从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在工业用 X 射线探伤装置调试、使用期间，工业用 X 射线探伤装置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

本项目生产工业用 X 射线探伤装置，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四机械 1、科学仪器和工业仪表:用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米



以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，本项目属于鼓励类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

## 5. 原有核技术利用项目许可情况

### 5.1 辐射安全许可情况

无锡宝通智能物联科技有限公司现已开展核技术利用项目，已取得辐射安全许可证（见附件 3），证书编号为苏环辐证[B1477]，种类和范围为“生产、销售、使用 III 类射线装置”，有效期至 2027 年 5 月 31 日，发证机关为无锡市生态环境局。原有核技术利用项目已履行相关环保手续，见附件 4。

表 1-1 无锡宝通智能物联科技有限公司原有核技术利用项目表

序号	射线装置名称及型号	年产量 (台/年)	最大 管电压 (kV)	最大 管电流 (mA)	类别	工作 场所 名称	活动 种类	登记表 情况	许可 情况
1	X 射线输送带 在线检测系统 BTZN-XRS-2000X 型 (双射线管)	10	160	1	III	调试 机房	生产、 销售、 使用	已备案	已许可
2	X 射线输送带 在线检测系统 BTZN-XRS-1800X 型 (双射线管)	20	160	1	III	调试 机房	生产、 销售、 使用	已备案	已许可
3	X 射线输送带 在线检测系统 BTZN-XRS-1600X 型 (双射线管)	20	160	1	III	调试 机房	生产、 销售、 使用	已备案	已许可
4	X 射线输送带 在线检测系统 BTZN-XRS-1400X 型 (双射线管)	20	160	1	III	调试 机房	生产、 销售、 使用	已备案	已许可
5	X 射线输送带 在线检测系统 BTZN-XRS-1200X 型 (双射线管)	20	160	1	III	调试 机房	生产、 销售、 使用	已备案	已许可
6	X 射线输送带 在线检测系统 BTZN-XRS-1000X 型 (双射线管)	10	160	1	III	调试 机房	生产、 销售、 使用	已备案	已许可

## 5.2 辐射安全与环境保护管理机构情况

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订），无锡宝通智能物联科技有限公司为满足公司辐射安全与环境保护管理的需求，已成立辐射安全与环境保护管理小组，负责公司辐射安全与环境保护管理工作。

公司现有的辐射安全与环境保护管理机构为辐射安全与环境保护管理机构小组，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中的相关要求，可以满足公司日常辐射安全与环境保护管理的要求。

## 5.3 辐射安全与环境保护管理制度

无锡宝通智能物联科技有限公司已制定了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、事故应急预案等，具体制度见表 1-3。

表 1-3 辐射安全管理制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	建设单位制度制定情况	是否落实
辐射防护和安全保卫制度	《辐射防护和安全保卫制度》	已落实
操作规程	《射线装置生产、销售、使用操作规程》	已落实
岗位职责	《岗位职责》	已落实
设备检修维护制度	《设备检修维护制度》	已落实
使用登记制度	《射线装置生产、销售、使用登记管理制度》	已落实
监测方案	《个人剂量监测方案》、《辐射环境监测方案》	已落实
人员培训计划	《人员培训计划》	已落实
辐射事故应急	《辐射事故应急预案》	已落实

现有辐射安全管理制度基本能满足公司核技术应用项目的管理需要，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中“应当有健全的操作规程、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、辐射事故应急措施”的要求。

## 5.4 辐射工作人员考核证书、职业健康体检及个人剂量情况

无锡宝通智能物联科技有限公司现有 2 名辐射工作人员及 1 名辐射管理人员均已取得辐射安全考核证书见附件 9，辐射工作人员均已进行职业健康体检及个人剂量检测，体检结果为可继续从事原放射工作，个人剂量检测结果均未超标，公司已建立辐

射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案，具体见表 1-4。

表 1-4 辐射工作人员情况汇总表

序号	姓名	考核证书情况 (有效期)	个人剂量当量 Hp(10)/mSv				年剂量 当量 /mSv	职业健康体检
			2024 年 第三季度	2024 年 第四季度	2025 年 第一季度	2025 年 第二季度		
1								可继续从事原放射工作
2								可继续从事原放射工作

5.5 年度评估情况

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。”无锡宝通智能物联科技有限公司2024年度已按时在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传年度评估报告。



图 1-1 全国核技术利用系统截图

综上所述，无锡宝通智能物联科技有限公司已成立辐射安全管理机构，已制定相关的辐射安全管理规章制度；原有辐射工作人员均通过了辐射安全考核，已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，并建立了辐射工作人员个人剂量监测档案及职业健康档案；每年已委托有资质单位对现有辐射工作场所进行了辐射环境检测，并按时上报全国核技术利用辐射安全申报系统；原有核技术利用项目运行良好。

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	输送带骨架 无损检测系统	II	20 台/年	BTZN-GJ5104 型	160	1	生产、销售、使用	测试铅房	新建
2	输送带骨架 无损检测系统	II	20 台/年	BTZN-GJ5104 (A) 型	200	1	生产、销售、使用	测试铅房	新建
3	矿用输送带 无损监测装置	II	20 台/年	ZST127X (A) 型	100	5	生产、销售、使用	测试铅房	新建
4	矿用输送带 无损监测装置	II	10 台/年	ZST127X 型	160	1	生产、销售、使用	测试铅房	新建
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

## (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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	由测试铅房排风系统排入外环境，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<sup>3</sup>，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<sup>3</sup>)和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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</li> </ol>
------	--

	<p>人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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七号），自2024年2月1日起施行。</p>
技术标准	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）</p> <p>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>6) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单</p> <p>7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</p>



其他	<p><b>附图：</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1) 附图 1 本项目地理位置图</li><li>2) 附图 2 本项目周围环境示意图</li><li>3) 附图 3 本项目所在 2 号楼辅房平面布置图</li><li>4) 附图 4 本项目测试铅房平面、轴侧及剖面图</li><li>5) 附图 5 本项目与生态环境管控单元相对位置图</li></ul> <p><b>附件：</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1) 附件 1 委托书</li><li>2) 附件 2 射线装置承诺书</li><li>3) 附件 3 辐射安全许可证</li><li>4) 附件 4 原有环评批复</li><li>5) 附件 5 租赁合同</li><li>6) 附件 6 本项目装置所用射线源说明书</li><li>7) 附件 7 检测报告及检测单位资质认证证书</li><li>8) 附件 8 营业执照</li><li>9) 附件 9 辐射安全考核证书</li><li>10) 附件 10 2024 年度检测报告</li></ul>
----	--

表 7 保护目标与评价标准

<b>评价范围</b> <p>本项目为生产、销售、使用工业用X射线探伤装置项目，拟生产、销售、使用的工业用X射线探伤装置属II类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为测试铅房边界外50m区域。本项目50m评价范围见附图2。</p>							
<b>保护目标</b> <p>本项目50m评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目50m范围内涉及本厂区内2号楼、2号楼辅房、3号楼、夹蠡河、垃圾房、宝通科技大楼、厂区道路及厂区外新锡路。本项目周围环境保护目标主要为从事测试铅房操作的辐射工作人员及50m范围内周围公众。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>本项目的建设符合江苏省和无锡市“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。</p> <p>本项目环境保护目标主要为从事测试铅房操作的辐射工作人员及测试铅房周围公众。本项目环境保护目标情况一览表见表7-1。</p>							
表7-1 本项目环境保护目标情况一览表							
序号	保护目标名称	所在位置		方位	距装置最近距离	人员数量	剂量限值
1	本项目辐射工作人员	2 号楼辅房	操作间、仓库	东侧、北侧	紧邻	5 人	职业人员 5mSv/a
2	原项目辐射工作人员	3 号楼	调试机房	南侧	约 7m	3 人	
3	周围公众	2 号楼辅房	打包间	东侧	约 4m	约 10 人	
4			检验室	东侧	约 7m	约 5 人	
5			设备间	东侧	约 14m	流动人员	

6		杂物间	东侧	约 21m	流动人员
7		展厅	东侧	约 26m	流动人员
8		3 号楼	南侧	约 7m	约 30 人
9		2 号楼	南侧	约 19m	约 20 人
10		垃圾房	西侧	紧邻	流动人员
11		厂区道路	南侧、东侧、西侧	南侧约 3m	流动人员
12		夹蠡河	北侧	约 11m	流动人员
13		宝通科技大楼	北侧	约 47m	约 80 人
14		新锡路	西侧	约 14.5m	流动人员
15		客户现场	/	/	流动人员

注：客户现场评价范围由客户进行环境影响评价时进行评估。

## 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，确定本项目剂量约束值如下：

**A) 职业照射的年剂量约束值不超过 5mSv/a；**

**B) 公众照射的年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。**

### 3) 职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其

值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下：

**A) 职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，**

**B) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。**

**4) 测试铅房外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平：**

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”以及“6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”的要求确定本项目关曝光室外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

**A) 测试铅房四周屏蔽体表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；**

**B) 测试铅房顶部表面外30cm处的周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。**

**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 $\gamma$ 辐射剂量率调查结果

单位： $\text{nGy}/\text{h}$

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：即原野为（33.1~72.6） $\text{nGy}/\text{h}$ ；道路为（18.1~102.3） $\text{nGy}/\text{h}$ ；室内为（50.7~129.4） $\text{nGy}/\text{h}$ ”。表格中数据已扣除宇宙响应值。

**6) 参考资料**

方杰，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

无锡宝通智能物联科技有限公司注册地址位于无锡市新吴区张公路19号，租赁无锡宝通科技股份有限公司位于江苏省无锡市新吴区张公路19号的2号楼（部分楼层及沿河辅房）及3号楼用于生产经营。

本项目测试铅房位于2号楼辅房西部，2号楼辅房东侧为厂区道路，南侧为厂区道路、3号楼及2号楼，西侧为垃圾房、厂区道路及新锡路，北侧为夹蠡河、厂区道路及宝通科技大楼。

本项目测试铅房东侧为操作间，南侧为厂区道路，西侧为垃圾房，北侧为仓库，上方为辅房屋顶，下方为土质层。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2。本项目所在2号楼辅房平面布置图见附件3。本项目拟建址周围环境照片见图8-1。



图 8-1 本项目拟建址及周围现状

## 2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目拟建址及周围辐射环境。
- 监测因子：本项目测试铅房拟建址及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率。
- 监测点位：在测试铅房拟建址及周围保护目标处布置监测点位，共计 11 个监测点位。

## 3. 监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在测试间拟建址及周围保护目标处布设监测点位，测量测试间拟建址及周围保护目标处环境 $\gamma$ 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- $\gamma$ 辐射监测仪

型号/规格：BG9512+BG7030

设备编号：RY-J001

检定有效日期：2025.3.11——2026.3.10

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2025H21-20-5786074001

测量范围：10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

监测日期：2025 年 10 月 11 日

环境条件：天气：阴、温度 35.2℃、相对湿度 59.7%

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省天然 $\gamma$ 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：本项目拟建址周围环境 $\gamma$ 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 本项目拟建址及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	标准偏差	备注
1	测试铅房拟建址东部	64	1	室内（平房）
2	测试铅房拟建址南部	65	1	室内（平房）
3	测试铅房拟建址西部	63	1	室内（平房）
4	测试铅房拟建址北部	64	1	室内（平房）
5	测试铅房拟建址中部	64	1	室内（平房）
6	2 号楼辅房中部	65	1	道路
7	垃圾房西侧	52	1	室内（平房）
8	3 号楼东部	61	1	室内（楼房）
9	夹蠡河南侧	52	2	道路
10	2 号楼东北部	55	2	室内（楼房）
11	宝通科技大楼南部	70	2	室内（楼房）

注：监测结果已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 11nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，道路取 1。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目拟建址及周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率范围为（55~70）nGy/h（室内）、52nGy/h（道路），均处于江苏省天然 $\gamma$ 辐射剂量率水平测值范围内。

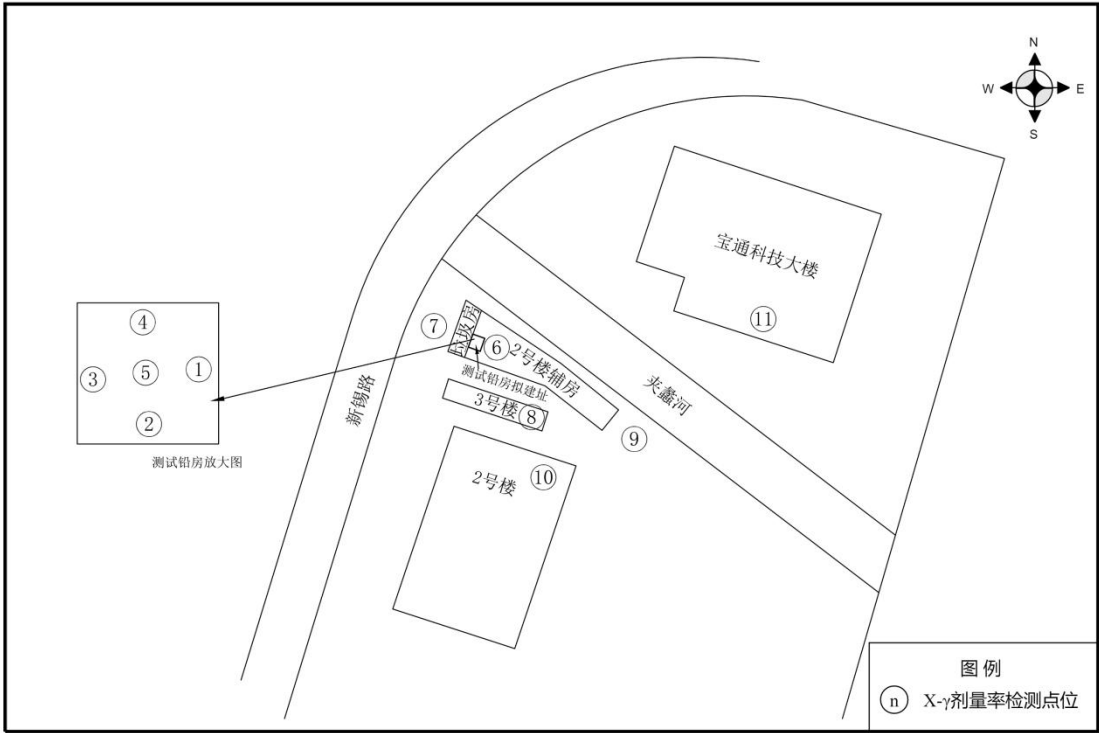


图 8-2 本项目监测点位图

表 9 项目工程分析与源项

<p><b>工程设备和工艺分析</b></p> <p><b>1. 工程设备</b></p> <p>无锡宝通智能物联科技有限公司计划在公司开展生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置项目，公司计划年生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置共计 70 台，本项目生产的工业用 X 射线探伤装置具有能够及时发现输送带故障的能力，准确判断故障位置，实时显示输送带工作状态，对每一条输送带进行数据采集及记录，根据历史数据对输送带、输送机进行健康评估。根据《射线装置分类》，本项目生产的装置属于 II 类射线装置。</p> <p>公司拟新建 1 间测试铅房用于公司生产的工业用 X 射线探伤装置的功能测试，企业不单独对 X 射线管进行调试，仅对组装完成的工业用 X 射线探伤装置进行测试，每台工业用 X 射线探伤装置均在 2 号楼生产区域内完成组装后移入测试铅房内进行功能测试。</p> <p><b>1.1 设备组成</b></p> <p>输送带骨架无损检测系统和矿用输送带无损监测装置均由上位机、红外人体感应系统、电缆/光纤、远端控制系统及现场监测系统（X 射线发射箱、X 射线射线接收箱）组成。</p> <p><b>1）远端控制系统</b></p> <p>该部分主要实现了电源控制通断、电压转换，设备状态监测和信号传输功能，输入电源首先通过电压转换电路，实现多路不同电压输出形式，各路输出电压通过控制器控制通断状态；控制器接收上位机命令实现控制命令，并将采集到的信号以规定信号格式从指定传输接口发送至上位机。</p> <p><b>2）X 射线发射箱</b></p> <p>该部分主要实现射线束的产生、发射功能，通过将接入的供电电压进行升压处理，使管端压差达到一定值后产生射线，射线经过过滤后形成射线束。</p> <p><b>3）X 射线接收箱</b></p> <p>采集电路通过采集穿透输送带后的射线信号，将其转化为不同模拟电压信号，模拟电压信号通过高精度 AD 转化为数字信号，数字信号经处理器编码后存储，在接收到上传命令后，组织数据以规定信号格式从指定传输接口发送至装置的主机。</p>
---



本项目装置图见图 9-1。

9-1 目

1.2 设备参数

输送带骨架无损检测系统和矿用输送带无损监测装置所需的零部件均采取外购，包含射线产生系统（X 射线管购于尚飞科技，设备参数信息见附件 6）、控制系统、显示系统及其他辅助系统组成，不在公司生产零部件，只进行组装、调试和销售。

表 9-1 本项目射线装置参数一览表

序号	装置名称	装置型号	X 射线管 型号	最大 管电压 (kV)	最大 管电流 (mA)	额定 功率 (W)	滤过	出束 角度	出束 方向
1	输送带骨架 无损检测系统	BTZN-GJ5104 型	SFXG 1620DC	160	1	160	1.6mm 玻壳 +4mm 油 +2mm PEEK	80° ×10°	朝上 照射
2	输送带骨架 无损检测系统	BTZN-GJ5104（A）型	SFXG 2024	200	1	200	1.6mm 玻壳 +4mm 油 +2mm PEEK	105° ×10°	朝上 照射
3	矿用输送带 无损监测装置	ZST127X（A）型	SFXG 1050	100	5	500	1.6mm 玻壳 +2mm 油 +2mm PEEK	120° ×10°	朝上 照射
4	矿用输送带 无损监测装置	ZST127X 型	SFXG 1620DC	160	1	200	1.6mm 玻壳 +4mm 油 +2mm PEEK	80° ×10°	朝上 照射

注：所有 X 射线源出厂时厂家均对其电流进行限制，测试铅房测试时管电流不会超出表中最大管电流。

本项目新建的测试铅房主要用于调试公司生产的工业用 X 射线探伤装置，见图 9-1，工业用 X 射线探伤装置尺寸约为：总长 1600mm、总高 1180mm、总宽 759mm；本项目测试铅房内部净尺寸为 3500mm×3800mm×2500mm，防护门门洞尺寸为 3600mm（长）×2500mm（高），单扇门体尺寸为 2000mm（长）×2600mm（高），共两扇，测试铅房及门洞尺寸与工业用 X 射线探伤装置尺寸能够匹配。本项目测试铅房内每次只使用 1 台工业用 X 射线探伤装置，不存在测试铅房内同时使用多台工业用 X 射线探伤装置的情况。

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、钼等）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。

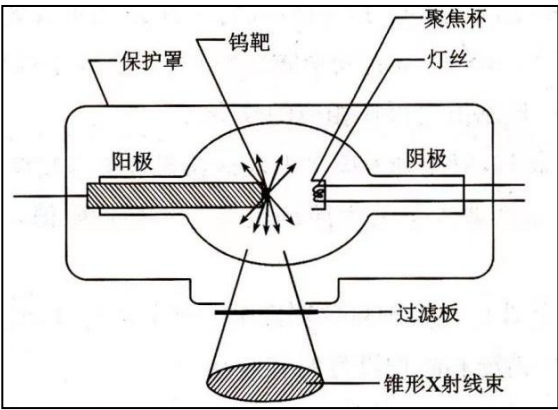


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

### 2.1 工业用X射线探伤装置工作原理

工业用X射线探伤装置是利用不同物质和不同的物体结构对X射线衰减系统不同。当强度均匀的射线束透照物体时，如果物体局部区域存在缺陷或结构存在差异，它将改变物体对射线的衰减，使得不同部位透射射线强度不同，这样，采用一定的检测器检测透射射线强度，就可以判断物体内部的缺损和物质分布。射线在穿透物质过程中衰减程度取决于被检材料的种类，射线种类及所穿透的距离。

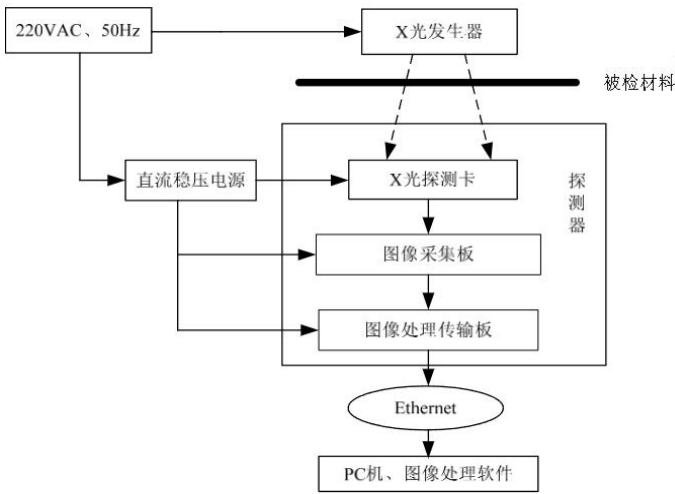


图 9-3 工业用 X 射线探伤装置原理图

### 3、工作流程及产污环节分析

#### 3.1 销售流程

(1) 客户参观产品外观，了解性能后，提出购买意愿；

(2) 无锡宝通智能物联科技有限公司确认客户是否具有使用输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置的环保手续或辐射安全许可证，主要审核客户是否取得环评批复或辐射安全许可证，包括具体项目、种类、范围、有效期等。如用户环评批复或辐射安全许可证不符合要求的则不销售；

(3) 确认环评手续没有问题或辐射安全许可证后，本公司与客户签订合同，；

(4) 公司开始生产输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置，并运输到客户单位；

(5) 销售完毕后，做好台账登记工作。

#### 3.2 生产过程

(1) 无锡宝通智能物联科技有限公司确定产品的相关参数后，按照设计图纸，对输送带骨架无损检测系统及矿用输送带无损监测装置所需要的各零部件由供应商处下单购买（X 射线管对接供应商为尚飞科技，其他辅助零部件对接供应商主要为国内厂家）。

(2) 收到各零部件后，对各个零件进行检测及检查（不含射线管，无辐射影响），确认各零部件符合技术标准要求，各零部件确认合格后送入 2 号楼生产区域准备组装；

(3) 在 2 号楼生产区域内将射线管与各个零件按照生产组装流程，将输送带骨架无损检测系统及矿用输送带无损监测装置进行组装；

(4) 整个生产过程中设备不开机不出束无辐射影响，将输送带骨架无损检测系统及矿用输送带无损监测装置所有组件及零部件安装完成后，即为待调试产品。

#### 3.3 出厂前调试

辐射工作人员将生产组装后的输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置运至本项目测试铅房，其工作流程如下：

- 1) 辐射工作人员测试工作前需要开展各项检查，重点检查测试铅房防护门的门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入测试铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪

及巡测仪；

- 2) 生产组装后的输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置从防护门运至测试铅房内，工作人员从防护门进入测试铅房内进行摆放；
- 3) 将输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置固定在合适的位置，连接电缆；
- 4) 检查测试铅房内人员滞留情况，准备工作完成后确认测试铅房无人，关闭防护大门，返回至操作台，再次确认测试铅房内无人员停留；
- 5) X射线管基础调试：在操作台处通过操作系统控制射线管出束，进行低参数短时出束，确认射线管启停正常。随后阶梯调整参数验证控制精度，并在典型工作参数下测试输出稳定性。调试期间X射线管发出X射线，X射线电离空气产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)；
- 6) 成像性能调试：调整射线能量、剂量及图像处理参数，直至在显像器上能清晰分辨输送带的关键细节；
- 7) 关闭X射线
- 8) 确定输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置出束正常及性能正常后，工作人员从防护门进入测试铅房，将输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置运出测试铅房，送入2号楼待销售区域。

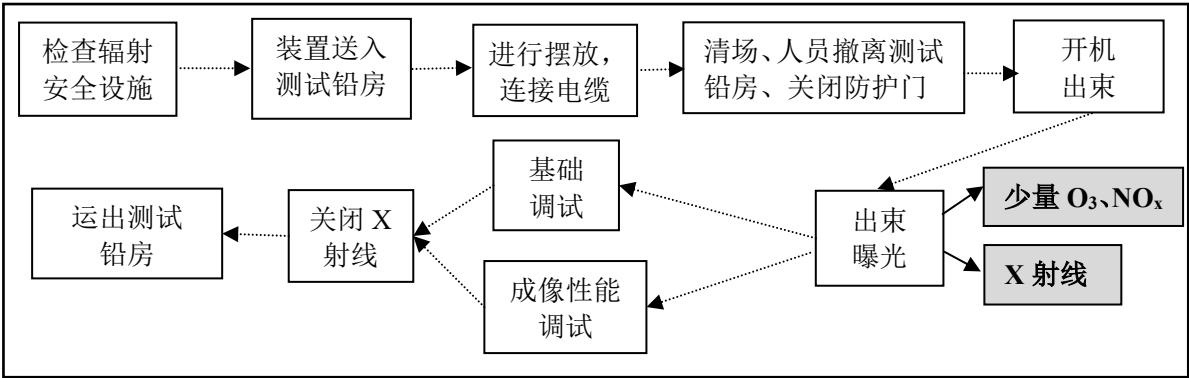


图 9-4 本项目装置出厂前调试工作流程及产污环节

由图 9-4 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下

- (1) 输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置出束过程中均产生 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

### 3.4 售后维修流程

若客户购买的输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置出现故障时，公司将安排辐射工作人员到客户现场进行维修调试；维修调试的具体工作流程如下：

- 1) 目测外观有无机械损伤，外形及机械结构有无形变或者形变是否影响正常使用；目测仪器各种电气接口是否完好无损或者是否影响正常使用；
- 2) 结合专用低压测试仪器对待修设备进行低压测试。如果不能通过低压测试，结合示波器利用波纹情况可以锁定故障点，则进行维修。此步骤不产生射线；
- 3) 使用专用维修调试工具对控制器及专用电缆等配套设备进行模拟负载测试。如果锁定故障点，则进行维修。此步骤不产生射线；
- 4) 若上述均不能锁定故障点，则将设备进行开机出束测试。工作人员在操作台进行高压测试，测试电压根据仪器具体情况确定，并结合示波器利用波纹情况锁定故障点，再进行维修。此过程中产生X射线、少量臭氧及氮氧化物；
- 5) 确认故障点之后进行维修，对故障点进行维修，更换损坏器件等。此步骤不产生射线及有害气体或者有害废料等，不需要进行电离防护，但是需要注意烫伤和触电；
- 6) 将维修完成后的设备准备开机出束测试，控制器置于操作台，电缆连接发生器与控制器，开启设备进行高压出束测试，利用显示器上图像判断维修后设备的性能情况，此过程中产生X射线、少量臭氧及氮氧化物；
- 7) 若通过最大功率测试，出束完成，关闭设备确认维修完毕；
- 8) 经输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置可以正常使用后，此维修项目结束，辐射工作人员返回公司。

维修流程及产污环节见图9-5。

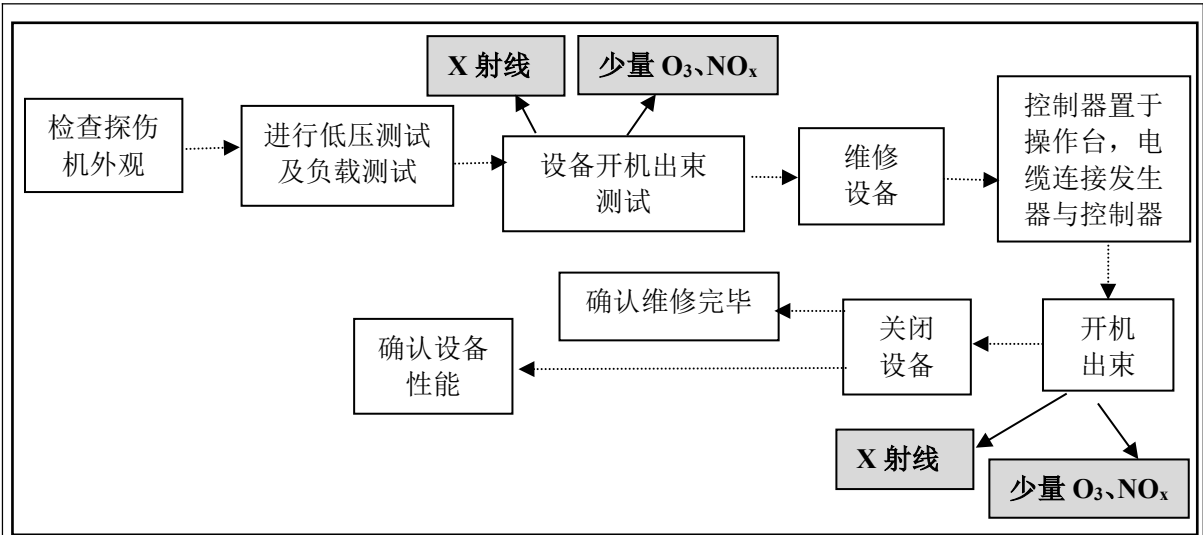


图 9-5 本项目售后维修调试工作流程及产污环节

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下

- (1) 维修产品时出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

4.人员配置及工作制度

**工作制度：**本项目辐射工作人员每年工作 250 天，实行白班单班制。

**开机时间：**本项目建设完成后，辐射工作人员采用白班制，年工作 50 周，预计测试铅房内产品周调试曝光时间约为 1h，年调试曝光时间约为 50h。

**人员配置：**公司为本项目拟新增 4 名辐射工作人员及 1 名辐射管理人员，4 名辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，4 名辐射工作人员每日共同负责本项目测试铅房工作和客户现场调试、维修工作。

5.辐射工作场所人流及物流路径

**人流：**本项目辐射工作人员由操作间门进入操作室，从防护门进入测试铅房进行输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置摆放等准备工作，准备工作完成后确认测试铅房无人，关闭防护门，返回至操作室，再次确认测试铅房内无人员停留后开始调试工作。探伤机、输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置连接电缆通过测试铅房西侧电缆通道与操作间相连。

**物流：**本项目将输送带骨架无损检测系统或矿用输送带无损监测装置通过防护门运至测试铅房内进行测试工作，测试完成后原路返回。

<div>图 9-6 本项目辐射工作场所人流及物流路径</div>	
<div>6.原有工艺不足和改进情况</div> <div>建设单位原许可的辐射工作场所均有完善的环保手续，原有 2 名辐射工作人员及 1 名辐射管理人员均已取得辐射安全考核合格证书；辐射工作人员均已进行职业健康体检，体检结果为可继续从事原放射工作；已委托无锡国通环境检测技术有限公司对 2 名辐射工作人员进行个人剂量检测，已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。建设单位已按时在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传 2024 年度评估报告。原有项目无不足及改进情况。</div> <div>建设单位因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业用X射线探伤装置项目。</div>	
<div>污染源项描述</div> <div>1.辐射污染源分析</div> <div>由工业用 X 射线探伤装置工作原理可知，工业用 X 射线探伤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</div>	



一定外照射，因此工业用 X 射线探伤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。本项目工业用 X 射线探伤装置输出量由射线源销售厂家提供（见附件 6），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，即泄漏射线源强；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中取得散射辐射能量；汇总见表 9-2。

表 9-2 本项目射线装置源强一览表

序号	射线装置	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束辐射输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	泄漏辐射输出量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射能量 (kV)
1	输送带骨架无损检测系统	BTZN-GJ5104 型	160	1	1.494E+06	2500	150
2	输送带骨架无损检测系统	BTZN-GJ5104 (A) 型	200	1	2.043E+06	2500	150
3	矿用输送带无损监测装置	ZST127X (A) 型	100	5	7.83E+05	1000	100
4	矿用输送带无损监测装置	ZST127X 型	160	1	1.494E+06	2500	150

注：有用线束辐射输出量根据附件 6 P36 输出量图计算得出。当管电压为 100kV 时，其距辐射源点 0.5m 处每毫安输出量为  $870\mu\text{Gy/s}$ ，有用线束辐射输出量  $=870\times 0.5^2\times 60\times 60=7.83\text{E}+05\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；当管电压为 160kV 时，其距辐射源点 0.5m 处每毫安输出量为  $1160\mu\text{Gy/s}$ ，有用线束辐射输出量  $=1160\times 0.5^2\times 60\times 60=1.494\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；当管电压为 200kV 时，其距辐射源点 0.5m 处每毫安输出量为  $2270\mu\text{Gy/s}$ ，有用线束辐射输出量  $=2270\times 0.5^2\times 60\times 60=2.043\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

## 2.非辐射污染源分析

### （1）固体废物

本项目不产生放射性固体废物。

### （2）废水

本项目不产生放射性液体废物。

### （3）气体废物

工业用 X 射线探伤装置在工作状态时，会使测试铅房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

<p><b>项目安全措施</b></p> <p><b>1. 工作场所布局及分区</b></p> <p>公司计划在辅房西部建设 1 间测试铅房用于工业用 X 射线探伤装置功能测试工作。本项目工业用 X 射线探伤装置组装完成后，运输至测试间内对工业用 X 射线探伤装置进行功能测试。本项目测试铅房位于 2 号楼辅房西部，操作台位于测试铅房东侧操作间，通过电缆与铅房相连，操作台设有计算机处理系统，辐射工作人员位于操作台处操作。本项目测试的工业用 X 射线探伤装置朝上照射，主射线范围包括四周及顶部。本项目满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室与探伤室分开的要求。本项目测试铅房工作场所布局设计基本合理。</p> <p>本项目拟测试铅房作为控制区，将测试铅房南侧区域、操作间及仓库作为监督区（操作间为独立的物理空间，四周有实体墙），在监督区入口处拟张贴“监督区”标牌，在防护门外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明。本项目监督区及控制区示意图见图 10-1。本项目辐射工作场所分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。</p> <p><b>图 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况</b></p>
--

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	测试铅房	测试铅房南侧区域、操作间及仓库
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。	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测试铅房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	测试铅房防护门上粘贴电离辐射警告标识及中文警示说明。	监督区入口门外粘贴监督区标牌。

2.工作场所辐射屏蔽设计

本项目测试铅房均采用铅板对 X 射线进行屏蔽，测试铅房内尺寸为 3500mm（长）×3800mm（宽）×2500mm（高），铅房四周（包括防护门）和顶部屏蔽体均内嵌 10mm 铅板，其中东侧、西侧、北侧屏蔽体下沉 100mm，上方为中空状态。铅房前侧设置防护门（两扇对开，中缝处做 Z 字型设计，电动开启），用于工业用 X 射线探伤装置进出，前侧防护门门洞尺寸为 3600mm（长）×2500mm（高），单扇门体尺寸为 2000mm（长）×2600mm（高），共两扇，左右各覆盖 200mm，上覆盖 100mm，防护门门洞底部设有 100mm 门槛，防护门下部覆盖门槛 100mm，两扇防护门中缝处 Z 字型搭接 100mm。X 射线管外设计有铅套管，除主射线方向外，其余各面均采用 5mm 铅板防护。

测试铅房电缆管道位于铅房东墙下，采用 U 型穿墙方式，电缆 U 型管用Φ100mm 无缝钢管弯制，电缆沟内 U 型管低于地坪 400mm，线槽出口及连接处光滑无毛刺。

测试铅房北墙下设置 1 根直径Φ200mm 通风管道，通风管道采用 U 型穿墙方式埋于地坪 400mm 以下，通风管道延伸至仓库外，排风口将设置位于避开人流的半空中，将臭氧及氮氧化物排入大气中。本项目曝光室内部体积约 33.3m<sup>3</sup>，拟安装的轴流风机排风量约为 100m<sup>3</sup>/h，工业用 X 射线探伤装置作业时全程开启风机，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。

本项目屏蔽设计参数见表 10-2。

表 10-2 测试铅房屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及厚度
测试铅房	左侧屏蔽体	内嵌 10mm 铅板
	右侧屏蔽体	内嵌 10mm 铅板
	后侧屏蔽体	内嵌 10mm 铅板
	顶部屏蔽体	内嵌 10mm 铅板
	防护门	内嵌 10mm 铅板
	电缆管道	管道直径100mm，采用U型过墙方式埋于地坪400mm以下
	排风管道	管道直径200mm，采用U型过墙方式埋于地坪400mm以下

3. 辐射安全与防护设施和措施

3.1 辐射安全防护设施

3.1.1 工业用 X 射线探伤装置

采用“多重冗余安全联锁”架构，当 X 光检测中发生突发异常情况时，软件防护层通过动态诊断算法实时捕捉故障信号，同步激活硬件应急模块；硬件防护层立即接管控制权，自动切断 X 光高压电源，从根源杜绝辐射泄漏风险。配备红外人体感应系统，检测到人员靠近时自动断电停机，保护现场人员安全。

3.1.2 测试铅房

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

表10-3 本项目辐射工作场所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	门机联锁及开门按钮	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	本项目防护门处拟安装门机联锁装置，只有在防护门完全关闭时才能出束照射，当防护门打开时，立即停止 X 射线照射。本项目曝光室内防护门附近拟设置紧急开门按钮，发生事故时，按下开门按钮人员能够逃离事故现场。	是

		置时，每台装置均应与防护门联锁。		
2	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。	本项目防护门上方、测试铅房内部及操作间均拟设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯（含语音提示），工作状态指示灯通过电路与工业用 X 射线探伤装置连接，工业用 X 射线探伤装置通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束工业用 X 射线探伤装置停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。同时测试铅房内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	是
3	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。	本项目测试铅房内对角及防护门外拟设置视频监控；操作台拟设置监视器，可监视测试铅房内人员的活动和设备的运行情况。	是
4	电离辐射警告标志及中文警示说明	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目防护门表面拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明。	是
5	急停按钮	6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目操作台处及测试铅房内部东墙、西墙及北墙墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，测试铅房内的急停按钮安装能够使人员处在任何位置时都不需要穿过有用线束就能够使用，紧急停机按钮设置标签及标明使用方法。	是
6	通风	6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	本项目曝光室内部体积约 33.3m <sup>3</sup> ，拟为曝光室安装风量为 100m <sup>3</sup> /h 的风机，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。	是
7	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。	本项目测试铅房内部拟配备固定式场所辐射探测报警装置。	是
8	防护门搭接	/	本项目防护门与屏蔽体缝隙均为 10mm，墙体搭接与门缝间隙均不小于 10 倍。防护门门缝间隙为 10mm，防护门中缝搭接与门缝间隙不小于 10 倍。	是

本项目测试铅房拟采取的辐射安全措施平面布置示意图如图 10-2。

图 10-2 本项目测试铅房辐射安全措施平面布置示意图

### 3.2 操作防护措施:

①辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查测试铅房防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。

②辐射工作人员在进入测试铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还将携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，工作人员立即退出测试铅房，同时防止其他人进入测试铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

③本项目将定期检测测试铅房外周围区域的剂量率水平，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。测量值将与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，会终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

④当班使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前，本项目辐射工作人员将检查是否能正常工作。

如发现便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不开始工作。

⑤本项目工作人员将正确使用配备的辐射防护装置。

⑥在每一次照射前，本项目工作人员将核实确认测试铅房内部没有人员驻留时关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始工作。

**3.3 射线装置设施的退役放射防护措施**

当本项目不再生产工业用 X 射线探伤装置及使用测试铅房时，测试铅房按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 执行退役。

**3.4 其他**

本项目拟建址厂区内有其他企业员工工作，公司应开展针对性的辐射宣传，加强探伤区域的管理和警示。

销售部门对拟购置工业用 X 射线探伤装置的用户资格进行审查，主要审核客户是否取得环评批复，批复中包括的具体项目、种类、范围、有效期等。如用户尚未获得环评批复或批复范围不符合要求的则不销售，并为购买设备的用户提供辐射防护指导建议，如办理环境影响评价手续等指引。

**三废的治理**

**1. 固体废物**

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

**2. 废水**

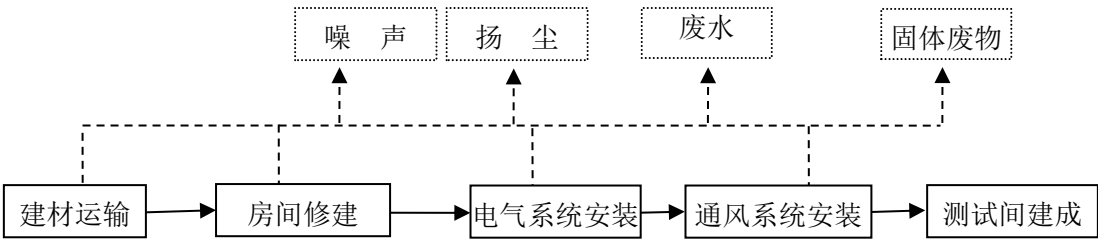
本项目运行后不会产生放射性液体废物。

**3. 气体废物**

本项目运行后不会产生放射性气体废物。

工业用 X 射线探伤装置在工作状态时，会使测试铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目无损检测铅房体积约为 33.3m<sup>3</sup>，测试铅房内排风装置的通风量设计为 100m<sup>3</sup>/h，通风换气不小于 3 次/h，U 型排风管道设置于测试铅房北墙下，排风口向外延伸至辅房外，设置于避开人流的半空中，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

表 11 环境影响分析

<p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p>本项目拟在辅房内新建 1 间测试铅房，施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：</p> <div><pre>graph LR; A[建材运输] --&gt; B[房间修建]; B --&gt; C[电气系统安装]; C --&gt; D[通风系统安装]; D --&gt; E[测试间建成]; A -.-&gt; A1[扬尘]; B -.-&gt; B1[噪声]; B -.-&gt; B2[扬尘]; C -.-&gt; C1[噪声]; D -.-&gt; D1[废水]; E -.-&gt; E1[固体废物];</pre></div> <p>图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图</p>
<p><b>（一）施工期扬尘</b></p> <p>施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，针对上述大气污染拟采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、车辆在运输建筑材料时拟采取遮盖、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。</p>
<p><b>（二）施工期噪声</b></p> <p>施工期噪声包括土建施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为企业及道路，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。</p>
<p><b>（三）施工期废水</b></p> <p>施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水拟先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制；施工人员产生的生活污水拟依托厂区内现有的污水处理设施处理后排放。</p>
<p><b>（四）施工固废</b></p> <p>施工期固废主要是装修过程中产生固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。</p> <p>该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，对周围环境影响较小。</p>



### 运行阶段对环境的影响

本项目测试铅房采用铅板的防护设计对 X 射线进行防护，本项目建设完成后，辐射工作人员年工作 50 周，预计测试间内产品周调试曝光时间约为 1h，年调试曝光时间约为 50h。

工业用 X 射线探伤装置出束工作时，主射线方向均固定向上照射，出束角度最大为 120°×10°，主射范围包括四周墙体上半部分及顶部。本次评价将测试铅房四周及顶部均按照有用射束照射进行估算（地下为土质层，不设点位）。建设单位开展作业时，每次仅开启 1 台工业用 X 射线探伤装置。本项目分别以输送带骨架无损检测系统 BTZN-GJ5104（A）型（最大管电压 200kV，最大管电流 1mA）及矿用输送带无损监测装置 ZST127X（A）型（最大管电压 100kV，最大管电流 5mA）满功率运行时对测试铅房四周屏蔽体、顶部、防护门辐射环境影响进行预测。

#### 1、四周、顶部屏蔽效果预测计算公式

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

1) 有用线束屏蔽估算：

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

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

$I$ ：工业用 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，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半值层后，再根据  $B=10^{-X/\text{TVL}}$  计算得到 B 值；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

图 11-2 本项目测试铅房计算点位示意图									
表 11-1 本项目测试铅房关注点及其需要防护的射线									
序号	点位描述			有用线束	漏射辐射		散射辐射		
①	东墙外30cm			√	/		/		
②	防护门外30cm			√	/		/		
③	西墙外30cm			√	/		/		
④	北墙外30cm			√	/		/		
⑤	顶部30cm			√	/		/		
表 11-2 本项目测试铅房有用线束方向屏蔽效果预测表（BTZN-GJ5104（A）型）									
关注点	设计厚度	I (mA)	H <sub>0</sub> μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)	TVL	B	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	周围剂量当量率参考控制水平(μSv/h)	评价
东墙①							1.82E-01	2.5	满足
防护门②							1.82E-01	2.5	满足
西墙③							1.82E-01	2.5	满足
北墙④							1.82E-01	2.5	满足
顶部⑤							2.55E-02	2.5	满足

表 11-3 本项目测试铅房有用线束方向屏蔽效果预测表（ZST127X（A）型）

关注点	设计厚度	I (mA)	H <sub>0</sub> μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)	TVL	B	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	周围剂量当量率参考控制水平(μSv/h)	评价
东墙①							1.85E-04	2.5	满足
防护门②							1.85E-04	2.5	满足
西墙③							1.85E-04	2.5	满足
北墙④							1.85E-04	2.5	满足
顶部⑤							2.60E-05	2.5	满足

2、辐射剂量率叠加影响分析

据表 11-2 和 11-3，本项目测试铅房外 30cm 处辐射剂量率最大为 1.82E-01μSv/h，经距离衰减后，辐射剂量率接近本底水平，对原有调试机房影响较小。

无锡宝通智能物联科技有限公司委托无锡国通环境检测技术有限公司对调试机房进行年度检测，本次评价收集了 2024 年调试机房防护检测报告（见附件 10），根据检测结果可知，调试机房各侧屏蔽体外及防护门外 0.3m 处剂量当量率最大为  
调试机房距本项目测试铅房约 13m，经距离衰减后到达本项目关注点剂量当量率约为  
叠加本项目测试铅房四周最大剂量率  
为  
1.92E-01，本项目测试机房各关注点周围剂量当量率仍符合参考控制水平。

3、天空反散射影响分析

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<sub>c</sub>（μSv/h）加以控制。”

根据表 11-2，本项目测试铅房顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 2.55E-02μSv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率较小可忽略不计，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

4、电缆口、通风口辐射影响分析

本项目测试铅房电缆管道、通风管道采用 U 型管设计，利用散射降低管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆口、通风口，X 射线进入电缆管道后散射示意图如图 11-3，进入通风管道后散射示意图如图 11-4。X 射线进入电缆管道及通风管道均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》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。”，本项目测试铅房电缆管道设计、通风管道设计能够满足辐射防护要求。

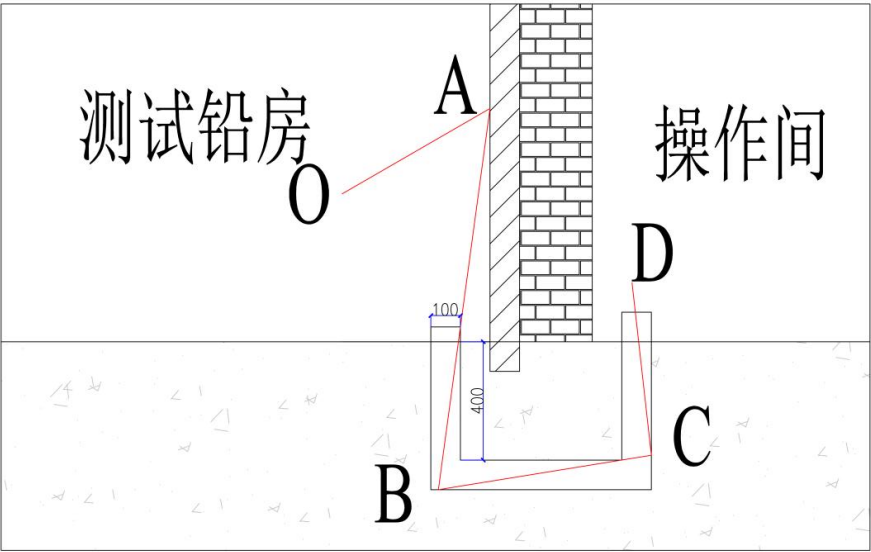


图 11-3 本项目测试铅房电缆管道散射示意图

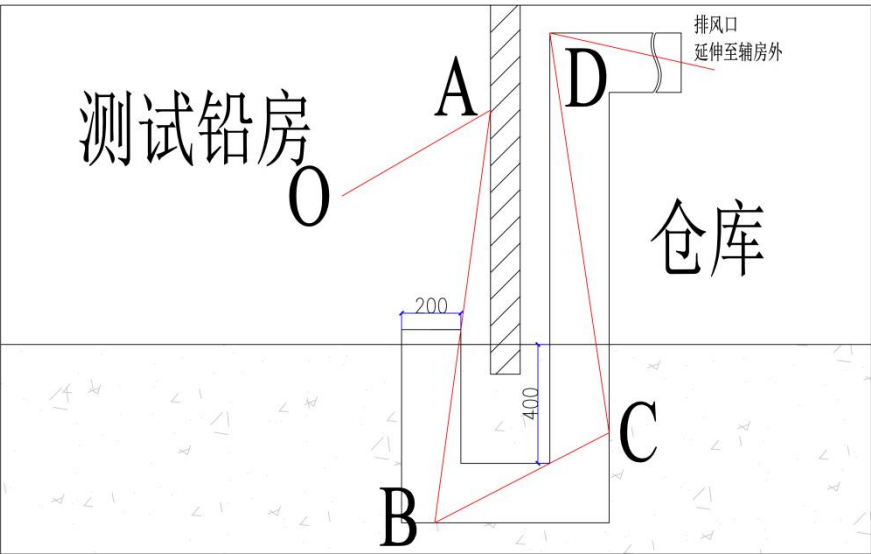


图 11-4 本项目测试铅房通风管道散射示意图

5、人员周/年有效剂量评估

参考点的每周的周围当量剂量率及年有效剂量水平估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \tag{3}$$

式中：  $H_c$ ：参考点每周的周围当量剂量/年有效剂量， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

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

$t$ ：探伤装置周/年照射时间， $\text{h}/\text{周}$ ， $\text{h}/\text{年}$ ；

$U$ ：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。

表 11-4 本项目测试间周围公众周/年剂量估算一览表

位置		居留因子	方位及距离	距源点距离 (m)	关注点辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	每周的周围剂量当量 ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	目标管理值 ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	年有效受照剂量 ( $\text{mSv}/\text{a}$ )	剂量约束值 ( $\text{mSv}/\text{年}$ )
客户现场									
2 号楼辅房	操作间、仓库					2.68		1.31E-01	5 (工作人员)
	打包间					6.95E-03		2.43E-04	
	检验室					2.55E-03		8.93E-05	
	设备间					1.73E-04		6.04E-06	
	杂物间					7.88E-05		2.76E-06	
	展厅					5.20E-05		1.82E-06	
3 号楼						2.55E-03	100 (工作人员)	8.93E-05	
2 号楼						3.83E-04		1.34E-05	
垃圾房						1.82E-01		6.37E-03	
厂区道路						1.43E-03		4.99E-05	
夹蠡河						1.36E-04		4.77E-06	
宝通科技大楼						6.49E-05		2.27E-06	
新锡路						5.61E-05		1.96E-06	

客户现场					3.13E-01		1.56E-02	
<p>注</p> <p>根据理论计算结果，本项目辐射工作人员周剂量当量最大为 2.68<math>\mu</math>Sv，年有效剂量最大为 1.31E-01mSv，周围公众周有效剂量最大为 1.82E-01<math>\mu</math>Sv，年有效剂量最大为 6.37E-03mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员(0.1mSv/周、5mSv/年)和公众(0.005mSv/周、0.1mSv/年)剂量约束值要求。</p> <p>本项目除客户现场及宝通科技大楼外，其余关注点周围公众周/年剂量均受原有项目调试机房的影响，根据其 2024 年调试机房防护检测报告的检测结果可知试机房各侧屏蔽体外及防护门外 0.3m 处剂量当量率最大为 原有调试机房周围公众保守取辐射剂量率 居留因子为 周照射时间为 年照射时间为 得其周有效受照剂量为 v，年有效受照剂量 v，叠加后本项目辐射工作人员周剂量当量最大为 3.15<math>\mu</math>Sv，年有效剂量最大为 2.99E-02mSv，周围公众周有效剂量最大为 0.65<math>\mu</math>Sv，年有效剂量最大为 5.34E-02mSv，根据表 1-4 原有项目辐射工作人员年剂量为 叠加本项目周围公众年有效剂量最大值 6.37E-03mSv 后原有项目辐射工作人员年剂量 1.06E-01mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员(0.1mSv/周、5mSv/年)和公众(0.005mSv/周、0.1mSv/年)剂量约束值要求。</p>								
<p><b>事故影响分析</b></p> <p><b>1) 主要事故风险</b></p> <p>①测试铅房门机连锁失效，防护门未关闭就对工业用 X 射线探伤装置进行出束调试，致使人员受到意外照射；</p> <p>②测试铅房门机连锁失效，设备进行曝光时辐射工作人员误打开防护门，人员受到意外照射；</p> <p>③辐射工作人员未发现测试铅房内仍有人员滞留即开始作业，致使人员受到意外</p>								

照射；

## 2) 事故处理方法及预防措施

本项目针对上述可能出现的主要事故建议性的给出处理方法或者预防措施：

①公司应加强管理，加强辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；

②每次操作前检查门机联锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

④对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

⑤协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察；

⑥事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对测试铅房进行检查、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探伤操作，每次检测前检查装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测测试间的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，进一步完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

表 12 辐射安全管理

<p><b>辐射安全与环境保护管理机构的设置</b></p> <p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；使用射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。</p> <p>无锡宝通智能物联科技有限公司已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。无锡宝通智能物联科技有限公司现有辐射工作人员 2 人及辐射管理人员 1 人，本项目拟新增 4 名辐射工作人员及 1 名辐射管理人员。后期若新增辐射工作人员应在项目运行前自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。现有辐射工作人员考核证书有效期届满应重新参加培训通过考核后方能继续从事工作。此外，后续有新任命本项目辐射防护负责人仍需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。</p>
<p><b>辐射安全管理规章制度</b></p> <p>无锡宝通智能物联科技有限公司已开展核技术利用项目，已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，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。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。</p> <p>本项目为扩建项目，公司应将本项目纳入日常管理内，公司还应根据本项目情况对相关辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度要点提出如下建议进行完善：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>岗位职责：</b>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。</li><li>● <b>操作规程：</b>明确本项目测试铅房辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流</li></ul>



程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

- **辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是装置及测试铅房的运行和维修时辐射安全管理。
- **设备检修维护制度：**明确工业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，确保装置及测试铅房、辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。
- **射线装置使用、销售登记、台账管理制度：**根据射线装置使用具体情况完善，重点是射线装置使用状况的记录；同时需完善射线装置销售制度，重点记录销售装置的去向、型号、数量等内容。
- **人员培训计划：**完善人员培训计划，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。按照《江苏省辐射污染防治条例》，“发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的环境保护、卫生部门调查处理”。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。
- **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）完善事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备、应急演练计划；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系电话、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。

在日后的运行管理过程中，无锡宝通智能物联科技有限公司应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对辐射事故应急预案进行更新完善，在今后的工作实践中不断对制度要求进行完善，提高制度的可操作性。

## 辐射监测

本项目为扩建项目，公司已为现有辐射工作人员建立个人剂量档案，定期进行个人剂量监测及职业健康体检，现有辐射工作人员个人剂量结果无超标情况发生；公司已委托有资质单位每年对现有射线装置周围环境进行辐射水平监测，监测结果均满足相应标准要求。本项目对监测方案及监测仪器提出如下要求：

### 1. 监测方案

（1）请有资质的单位定期对本项目测试铅房周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质单位进行监测，建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

（3）测试铅房进行作业时公司辐射安全管理人员定期对测试铅房周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位	结果评价
装置及测试铅房	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前 1 次	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；	四周墙、防护门表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h（上方无建筑）
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	③墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； ④人员可能到达的屋顶或上层（方）外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个检测点；	
	自主监测		自行监测	每月一次	⑤人员经常活动的位置；	

辐射工作人员	个人剂量当量	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/	剂量约束值： 5mSv/年
	职业健康体检	/	委托有资质单位进行	每 2 年一次	/	岗前：可从事 岗中：可继续从事 岗后：可离岗

**2. 监测仪器**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测仪等仪器；公司已配备2台X-γ辐射剂量巡测仪和3台X-γ个人剂量报警仪，本项目增配1台X-γ个人剂量报警仪，其余仪器利旧。项目运行后应定期对装置和测试铅房装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。监测仪器应按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。

公司原有2名辐射工作人员及1名辐射管理人员，本项目拟新增4名辐射工作人员及1名辐射管理人员，公司已委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，已定期组织职业健康体检，已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**

无锡宝通智能物联科技已依据《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》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司应根据本项目可能产生的辐射事故情况修订完善事故应急预案，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；

根据本单位实际情况和需要，由辐射安全管理领导小组定期组织开展辐射事故应急演练培训，对辐射事故应急技术人员和管理人员进行国家有关法律和应急专业知识培训和继续教育，使应急救援人员掌握放射损伤医疗救治、应急处置、辐射防护等知识，不断提高应急反应及救援能力，确保在突发反射事故时能够及时、安全、有效开展应急工作。

### （3）应急演习计划；

根据本单位实际需要，由辐射安全管理领导小组有计划、有重点地组织辐射事故应急演练，演练完毕，总结评估应急预案的可操作性、必要性、对应急预案根据需要做出修改，并留下影像及纸质资料，存档备查。

### （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。

无锡宝通智能物联科技有限公司已依据《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。

### （6）辐射事故应急措施

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及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，可减少或避免辐射事故的发生率，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。同时无锡宝通智能物联科技有限公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目射线装置和测试铅房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

<p><b>结论</b></p> <p><b>1. 实践正当性</b></p> <p>无锡宝通智能物联科技有限公司因生产计划调整，拟扩建生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置。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，从经济角度而言，可以提升产品的竞争力，增加公司利益；从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在工业用 X 射线探伤装置调试、使用期间，工业用 X 射线探伤装置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。</p> <p><b>2. 与产业政策的相符性</b></p> <p>本项目生产工业用 X 射线探伤装置，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“十四机械 1、科学仪器和工业仪表:用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，本项目属于鼓励类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。</p> <p><b>3. 辐射安全与防护分析结论</b></p> <p>1) 选址、布局合理性</p> <p>无锡宝通智能物联科技有限公司注册地址位于无锡市新吴区张公路19号，租赁无锡宝通科技股份有限公司位于江苏省无锡市新吴区张公路19号的2号楼（部分楼层及沿河辅房）及3号楼用于生产经营。</p> <p>本项目测试铅房位于2号楼辅房西部，2号楼辅房东侧为厂区道路，南侧为厂区道</p>
--

路、3号楼及2号楼，西侧为垃圾房、厂区道路及新锡路，北侧为夹蠡河、厂区道路及宝通科技大楼。

本项目测试铅房东侧为操作间，南侧为厂区道路，西侧为垃圾房，北侧为仓库，上方为辅房屋顶，下方为土质层。本项目地理位置图见附图1，本项目周围环境示意图见附图2。本项目所在辅房平面布置图见附件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和无锡市“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评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目50m范围内涉及本厂区内2号楼、2号楼辅房、3号楼、夹蠡河、垃圾房、宝通科技大楼、厂区道路及厂区外新锡路。本项目周围环境保护目标主要为从事测试铅房操作的辐射工作人员及50m范围内周围公众。

## 2) 辐射防护措施

本项目测试铅房均采用铅板对 X 射线进行屏蔽，测试铅房内尺寸为 3500mm(长)×3800mm(宽)×2500mm(高)，铅房四周(包括防护门)和顶部屏蔽体均内嵌 10mm 铅板，其中东侧、西侧、北侧屏蔽体下沉 100mm，上方为中空状态。铅房前侧设置防护门(两扇对开，中缝处做 Z 字型设计)，用于工业用 X 射线探伤装置进出，前侧防护门门洞尺寸为 3600mm(长)×2500mm(高)，单扇门体尺寸为 2000mm(长)×2600mm(高)，共两扇，左右各覆盖 200mm，上覆盖 100mm，防护门门洞底部设有 100mm 门槛，防护门下部覆盖门槛 100mm，两扇防护门中缝处 Z 字型搭接 100mm。

测试铅房电缆管道位于铅房东墙下，采用 U 型穿墙方式，电缆 U 型管用Φ100mm 无缝钢管弯制，电缆沟内 U 型管低于地坪 400mm，线槽出口及连接处光滑无毛刺。

测试铅房北墙下设置 1 根直径Φ200mm 通风管道，通风管道采用 U 型穿墙方式埋于地坪 400mm 以下，通风管道延伸至仓库外，排风口将设置位于避开人流的半空中，将臭氧及氮氧化物排入大气中。本项目曝光室内部体积约 33.3m<sup>3</sup>，拟安装的轴流

风机排风量约为 100m<sup>3</sup>/h，工业用 X 射线探伤装置作业时全程开启风机，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。

本项目拟测试铅房作为控制区，将测试铅房南侧区域、操作间及仓库作为监督区，在监督区入口处拟张贴“监督区”标牌，在防护门外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

### 3) 辐射安全措施

本项目工业用 X 射线探伤装置采用“多重冗余安全联锁”架构，当 X 光检测中发生突发异常情况时，软件防护层通过动态诊断算法实时捕捉故障信号，同步激活硬件应急模块；硬件防护层立即接管控制权，自动切断 X 光高压电源，从根源杜绝辐射泄漏风险。配备红外人体感应系统，检测到人员靠近时自动断电停机，保护现场人员安全。

本项目测试铅房防护门拟设置门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司拟在防护门上方、测试铅房内部及操作间均拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯，照射状态指示装置与工业用 X 射线探伤装置联锁，设置信号意义的说明，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置工作指示灯应定期检查，确保有效；测试铅房防护门上拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；拟在操作台处设置紧急停机按钮，测试铅房内部东墙、西墙及北墙墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。防护门拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。测试铅房内部拟设置固定式剂量率仪。本项目测试铅房内及防护门外拟设置视频监控，可以监控曝光室内及防护门外情况。公司已配备 2 台 X-γ辐射剂量巡测仪和 3 台 X-γ个人剂量报警仪，本项目增配 1 台 X-γ个人剂量报警仪，其余仪器利旧。用于对测试铅房周围环境辐射水平监测及瞬时辐射剂量率的实时报警。以上措施落实后能够满足辐射安全管理的要求。

### 4. 辐射环境影响分析结论

本项目测试铅房通过铅板对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目拟生产、销售、使用的工业用 X 射线探伤装置在测试铅房内以最大功率运行时四周及顶部表面外 30cm 辐射剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量率限值要求。

根据理论计算结果，本项目辐射工作人员周有效剂量、年有效剂量及周围公众周有效剂量、年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员（0.1mSv/周、5mSv/年）和公众（0.005mSv/周、0.1mSv/年）剂量约束值要求。

## 5. 辐射环境管理

1) 建设单位将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) 建设单位将利用现有及新增辐射剂量监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行检测；

3) 建设单位拟委托有资质的单位对新增辐射工作人员开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计，并定期按时送检。

4) 建设单位拟安排新增辐射工作人员进行岗前职业健康体检，并定期安排复检和离岗前体检，为辐射工作人员建立职业健康管理档案。

5) 新增辐射工作人员应在上岗前组织其进行职业健康体检；拟委托有资质单位对其开展个人剂量监测，拟为其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。

6) 建设单位已成立辐射防护管理机构，并将以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前将完善辐射安全管理制度。

综上所述，无锡宝通智能物联科技有限公司生产、销售、使用工业用 X 射线探伤装置符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的周/年有效剂量符合国家标准中关于“剂量限值”的要求及本项目管理目标。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

## 建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，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) 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。

5) 建设单位在取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》要求重新申领辐射安全许可证。

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）》开展标准化建设并编制自评估报告，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:	
经办人	公 章 年 月 日

审批意见:	
经办人	公 章 年 月 日

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射 防 护 措 施	本项目测试铅房均采用铅板对 X 射线进行屏蔽,测试铅房内尺寸为 3500mm (长)×3800mm (宽)×2500mm (高), 铅房四周 (包括防护门) 和顶部屏蔽体均内嵌 10mm 铅板, 其中东侧、西侧、北侧屏蔽体下沉 100mm, 上方为中空状态。铅房前侧设置防护门 (两扇对开, 中缝处做 Z 字型设计, 电动开启), 用于工业用 X 射线探伤装置进出, 防护门门洞尺寸为 3600mm (长)×2500mm (高), 单扇门体尺寸为 2000mm (长)×2600mm (高), 共两扇, 左右各覆盖 200mm, 上覆盖 100mm, 防护门门洞底部设有 100mm 门槛, 防护门下部覆盖门槛 100mm, 两扇防护门中缝处 Z 字型搭接 100mm。X 射线管外设计有铅套管, 除主射线方向外, 其余各面均采用 5mm 铅板防护。	能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 剂量率限值要求。 职业人员周剂量参考控制水平不超过 100μSv/周、年有效剂量约束值不超过 5mSv; 公众周剂量参考控制水平不超过 5μSv/周、年有效剂量约束值不超过 0.1mSv。	
	本项目拟测试铅房作为控制区, 将测试铅房南侧区域、操作间及仓库作为监督区 (操作间为独立的物理空间, 四周有实体墙), 在监督区入口处拟张贴“监督区”标牌, 在防护门外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明。	两区划分满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 6.4.1 中相关要求。	
污 染 防 治 措 施	废气: 测试铅房北墙下设置 1 根直径Φ200mm 通风管道, 通风管道采用 U 型穿墙方式埋于地坪 400mm 以下, 通风管道延伸至仓库外, 排风口将设置位于避开人流的半空中, 将臭氧及氮氧化物排入大气中。本项目曝光室内部体积约 33.3m <sup>3</sup> , 拟安装的轴流风机排风量约为 100m <sup>3</sup> /h, 工业用 X 射线探伤装置作业时全程开启风机, 有效通风换气次数不小于 3 次/小时。	能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 相应标准。本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气, 其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。	
辐 射 安 全 措 施	<p>本项目工业用 X 射线探伤装置采用“多重冗余安全联锁”架构, 当 X 光检测中发生突发异常情况时, 软件防护层通过动态诊断算法实时捕捉故障信号, 同步激活硬件应急模块; 硬件防护层立即接管控制权, 自动切断 X 光高压电源, 从根源杜绝辐射泄漏风险。配备红外人体感应系统, 检测到人员靠近时自动断电停机, 保护现场人员安全。</p> <p>本项目测试铅房防护门拟设置门-机安全联锁装置, 防止人员误入; 公司拟在防护门外及测试铅房内部均拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯, 照射状态指示装置与工业用 X 射线探伤装置联锁, 设置信号意义的说明, 以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留; 门-机联锁装置、声音提示装置工作指示灯应定期检查, 确保有效; 测试铅房防护门拟</p>	分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 辐射防护措施满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 辐射安全防护要求。	

	设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；拟在操作台处设置紧急停机按钮，测试铅房内部东墙、西墙及北墙墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。防护门拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。测试铅房内部拟设置固定式剂量率仪。本项目测试铅房内拟设置视频监控，可以监控测试铅房内及防护门外情况。		
	已配备2台X-γ辐射剂量巡测仪和3台X-γ个人剂量报警仪，本项目增配1台X-γ个人剂量报警仪，其余仪器利旧。	根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	
辐 射 安 全 管 理	已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》完善安全管理机构。	
	管理制度：完善操作规程、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。	
	公司已配备2名辐射工作人员，已通过辐射安全与防护知识考核。本项目拟新增4名辐射工作人员及1名辐射管理人员在上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。（每5年重新参加考核）	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培训合格证或考核合格证。	
	拟委托有资质单位对新增辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计。（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月。个人剂量档案长期保存）	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检测，根据《放射工作人员职业健康管理规范》，个人剂量档案应长期保存。	
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人职业健康检查，建立职业健康监护档案	

以上措施必须在项目运行前落实。