

核技术利用项目

飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1

台 X 射线数字成像检测系统项目

环境影响报告表

飞荣达科技（江苏）有限公司

2024 年 5 月

生态环境部监制

## 核技术利用项目

飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1

台 X 射线数字成像检测系统项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：飞荣达科技（江苏）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省常州市金坛区华业路 139 号

邮政编码：213200

联系人：\*\*

电子邮箱：kai.wu@frd.cn

联系电话：135\*\*\*\*7944

# 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 .....	18
表 9 项目工程分析与源项 .....	22
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 .....	43
表 13 结论与建议 .....	46
表 14 审批 .....	51
附图 1 飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目地理位置示意图 .....	52
附图 2 飞荣达科技（江苏）有限公司周围环境关系图 .....	53
附图 3 本项目所在 1#车间 1 层平面布置示意图 .....	54
附图 4 本项目所在 1#车间 2 层场所平面示意图 .....	55
附图 5 本项目所在 1#车间 3 层场所平面示意图 .....	56
附件 1 委托书 .....	57
附件 2 射线装置使用承诺书 .....	58
附件 3 常州市生态环境局关于飞荣达科技（江苏）有限公司液冷板组件生产项目环境影响报告表的批复 .....	59
附件 4 辐射环境本底检测报告 .....	61
附件 5 检测机构资质认定证书 .....	66
附件 6 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书 .....	69

附件 7 X 射线数字成像检测系统技术协议 .....	73
-----------------------------	----

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		飞荣达科技（江苏）有限公司 新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目				
建设单位		飞荣达科技（江苏）有限公司 (统一社会信用代码：91320413MA1Q47KQ36)				
法人代表	马飞	联系人	**	联系电话	135****7944	
注册地址		江苏省常州市金坛区华业路 139 号				
项目建设地点		江苏省常州市金坛区华业路 139 号 1#车间 1 层				
立项审批部门		/		项目代码	/	
建设项目总投资 (万元)		**	项目环保总 投资(万元)	**	投资比例(环保 投资/总投资)	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
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 用放射性物质			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他	/				
	<p><b>项目概述</b></p> <p><b>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</b></p> <p>飞荣达科技（江苏）有限公司成立于 2017 年 08 月 21 日，注册地位于江苏省常州市金坛区华业路 139 号。公司主要从事电磁屏蔽材料及器件、导热材料及器件和其他电子专用电子材料及产品、金属冲压产品及组件、合金铸造产品及组件的研发、生</p>					

产及销售。公司自 2020 年起开展液冷板组件（新能源汽车液冷板）的生产，为扩大市场占有率，提高产品良品率，公司拟购置 1 台 X 射线数字成像检测系统对液冷板进行无损检测等。

飞荣达科技（江苏）有限公司开展液冷板组件生产项目已得到常州市生态环境局准予开展的批复，文号为（常金环审〔2020〕18 号，见附件 3）。为保证公司产品质量，飞荣达科技（江苏）有限公司拟在 1#车间内新增 1 台 XYG-1603 型 X 射线数字成像检测系统（最大管电压 160kV，最大管电流 3.0mA，X 射线发生器最大输出功率 480W），用于对公司生产的液冷板进行流道焊堵、焊点虚焊、熔蚀等检测，以保证产品质量，提高良品率。本项目主要检测工件为液冷板，材质主要为铝合金，产品长度约 2400mm，宽约 1350mm，高度约 15mm。本项目 X 射线数字成像检测系统由检测铅房（含通道）及操作台组成，待检测产品经辊道自西侧进料口进入检测铅房，检测后自东侧出料口送出，正常工作状态下辐射工作人员无需进入检测铅房摆放工件，仅在设备维修时通过维修门进入铅房。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，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，本项目须进行环境影响评价；依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部部令第 16 号），本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。

受飞荣达科技（江苏）有限公司的委托（委托书见附件 1），南京瑞森辐射技术有限公司承担了“新增 1 台 X 射线数字成像检测系统”的环境影响评价工作。南京瑞森辐射技术有限公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

表 1-1 本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	最大输出功率
1	XYG-1603 型 X 射线数字成像检测系统	1	160	3	II	1#车间 1 层	使用	本次环评	480W

## 二、项目选址情况

飞荣达科技（江苏）有限公司位于江苏省常州市金坛区华业路 139 号，其东侧为云湖南路，南侧为华业路，西侧为水北路，北侧隔空地为尧水线。

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统位于 1#车间 1 层，1#车间位于公司南端，为 3 层建筑，其东侧为礼仪广场，南侧为华业路，西侧为 3#车间，北侧为 2#车间。本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址东侧为恒温房（墙板隔离），南侧为车间内过道及激光打码，西侧为物料放置区，北侧为室外过道，上方为仓库，下方为泥土层。飞荣达科技（江苏）有限公司总平面布局及周围环境示意图见附图 2，1#车间 1 层平面布局图见附图 3，1#车间 2 层平面布局图见附图 4。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要为辐射工作人员、车间内其他工作人员及周围其他公众等，项目选址可行。

## 三、原有核技术利用项目许可情况

飞荣达科技（江苏）有限公司首次开展核技术利用项目，目前无 X 射线装置，公司须完成本项目的环评及相关手续后，及时申领辐射安全许可证。

## 四、实践正当性

根据市场需求及企业自身发展，飞荣达科技（江苏）有限公司拟在 1#车间内新增 1 台 X 射线数字成像检测系统，用于对公司生产的液冷板进行流道焊堵、焊点虚焊、熔蚀等检测，以保证产品质量，提高良品率。该项目建成后，有利于提升公司产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。在落实本次环评辐射防护和辐射安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

## 五、“三线一单”相符性分析

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《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资

函〔2023〕880号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏金坛经济开发区重点管控单元（编码：ZH32041323023）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元管控要求（详见附件6，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。

本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。



**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已经产生的中子流强度 (n/s)

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量 (台/年)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像 检测系统	II	1	XYG-1603	160	3	无损检测	1#车间 1 层	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	用途	工作场所	操作方式			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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下 50min 左右可自行分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），国家主席令 9 号，2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正版），中华人民共和国主席令 24 号，2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(6) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起实施；</p> <p>(7) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日发布施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部部令 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修改本），江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日发布；</p> <p>(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》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日印发，2020 年 1 月 1 日起</p>
-------------	---

	<p>施行；</p> <p>(14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p> <p>(15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(16) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(17) 《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>(18) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142 号，2022 年 8 月 16 日发布；</p> <p>(19) 《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880 号，2023 年 10 月 10 日发布；</p> <p>(20) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》（苏政办发〔2021〕3 号），2021 年 02 月 05 日发布；</p> <p>(21) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日发布；</p> <p>(22)《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日发布；</p> <p>(23) 《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日发布；</p> <p>(24) 《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函〔2023〕209 号，2023 年 4 月 4 日发布。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(3) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p>

	<p>(4) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》 (HJ 10.1-2016) ；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) ；</p> <p>(6) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) ；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) ；</p> <p>(8) 《工业探伤放射防护标准》 (GBZ 117-2022) ；</p> <p>(9) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T 250-2014) 及其修改单。</p>
其他	<p><b>附图：</b></p> <p>(1) 飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统项目地理位置图；</p> <p>(2) 飞荣达科技（江苏）有限公司周围环境关系图；</p> <p>(3) 本项目 1#车间 1 层平面布置示意图；</p> <p>(4) 本项目 1#车间 2 层平面布置示意图；</p> <p>(5) 本项目 1#车间 3 层平面布置示意图。</p> <p><b>附件：</b></p> <p>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书；</p> <p>(3) 常州市生态环境局关于飞荣达科技（江苏）有限公司液冷板组件生产项目环境影响报告表的批复</p> <p>(4) 辐射环境本底检测报告；</p> <p>(5) 检测机构资质认定证书；</p> <p>(6) 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书；</p> <p>(7) X 射线数字成像检测系统技术协议。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，结合本项目实际情况，确定本项目评价范围为 X 射线数字成像检测系统屏蔽体外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

### 保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏金坛经济开发区重点管控单元（编码：ZH32041323023）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域；对照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围其他公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

序号	保护目标	环境保护目标	方位	最近距离	人口规模	保护要求
1	1#车间	辐射工作人员	南侧	0~5m	2 人	5mSv/a

2		车间内其他工作人员	项目拟建址东侧、北侧和西侧	5~50m	30 人	0.1mSv/a
3	1#车间 2 楼	公众	项目拟建址上方	约 6m	10 人	
4	1#车间 3 楼		项目拟建址上方	约 12m	0 人	
5	2#车间		项目拟建址北侧	40~50m	50 人	
6	厂区内部道路和停车位		项目拟建址北侧	5~40m	流动人员	

注：经与建设单位核实，本项目拟建址上方 1#车间 3 楼非生产区域，无人员逗留。

本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

### 评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	剂量限值
职业照射	应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射	实践使公众中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。 ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。

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~0.3 mSv)的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

#### 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

##### 控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。



## 监督区：

注册者和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。

## 2、《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）：

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

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

### 5 探伤机的放射防护要求

#### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

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

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

## 6 固定式探伤的放射防护要求

### 6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T 250。

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。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的

监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

6.2.4 交接班或当班使用便携式X- $\gamma$ 剂量率仪前，应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，则不应开始探伤工作。

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

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

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第7.1条～第7.4条的要求。

## 6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用时，应实施退役程序。

(c) 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。

(f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

### 3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其修改清单：

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

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

#### 3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

### 4、项目管理目标

(1) 综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）确定本项目限值，职业人员取国家标准的  $1/4$  作为剂量约束值，即年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ；公众取国家标准的  $1/10$  作为剂量约束值，即年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ；

(2) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，

对公众不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

(3) X 射线数字成像检测系统四周、顶面及底面屏蔽体外  $30\text{cm}$  处剂量率目标控制值为  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

**5、参考资料：**

- (1) 《辐射防护导论》，方杰主编。
- (2) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。
- (3) 《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。

江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射（空气吸收）剂量率（单位： $\text{nGy}/\text{h}$ ）

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

注：测量值已扣除宇宙射线响应值，评价时采用“测量范围”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

飞荣达科技（江苏）有限公司位于江苏省常州市金坛区华业路 139 号，其东侧为云湖南路，南侧为华业路，西侧为水北路，北侧隔空地为尧水线。

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统位于 1#车间 1 层，1#车间位于总司南侧，为 3 层建筑，其东侧为礼仪广场，南侧为华业路，西侧为 3#车间，北侧为 2#车间。本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址东侧为恒温房（墙板隔离），南侧为车间内过道及激光打码，西侧为物料放置区，北侧为室外过道，上方为仓库，下方为泥土层。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员、其他厂房的部分工作人员及周围其他公众等。

本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1~图 8-6。

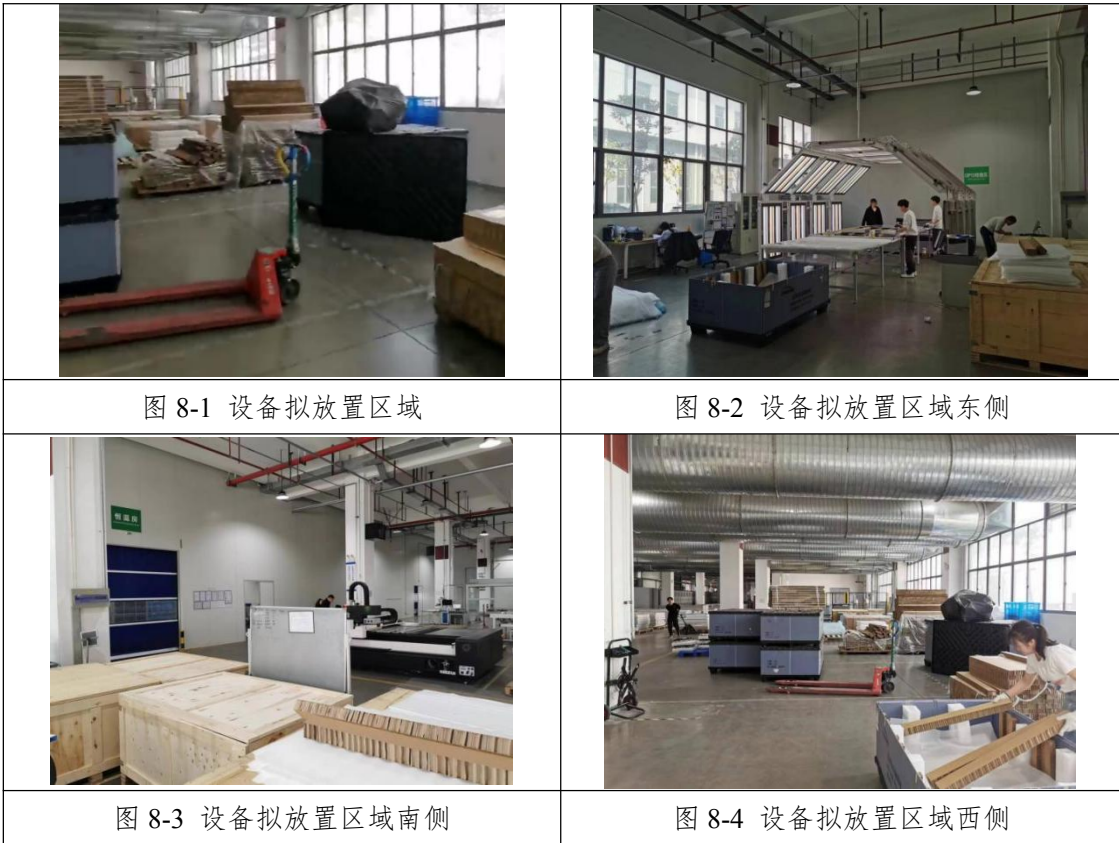




图 8-5 设备拟放置区域北侧



图 8-6 设备拟放置区域上方

## 二、辐射环境现状调查

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，在飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统拟建址周围环境进行布点，测量现状 $\gamma$ 辐射剂量率，监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-7。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

检测仪器：6150 AD 6/H+6150AD-b/H 型 X- $\gamma$ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2023 年 10 月 30 日~2024 年 10 月 29 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2023-0173796）

能量响应：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h

监测日期：2024 年 3 月 19 日

监测因子： $\gamma$ 辐射剂量率

天气：晴

温度：17 $^{\circ}$ C

湿度：37%RH

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件 5），具备有相应的检测资质和检测能力，监测

按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省天然 $\gamma$ 辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 本项目拟建址周围 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位	测量结果 (nGy/h)	备注
1	X 射线数字成像检测系统拟放置区域	52	室内（楼房）
2	X 射线数字成像检测系统拟放置区域东侧	50	室内（楼房）
3	X 射线数字成像检测系统拟放置区域南侧	55	室内（楼房）
4	X 射线数字成像检测系统拟放置区域西侧	50	室内（楼房）
5	X 射线数字成像检测系统拟放置区域北侧	48	道路
6	X 射线数字成像检测系统拟放置区域上方（仓库）	52	室内（楼房）

注：1.测量数据已扣除宇宙射线响应值；

2.根据环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量结果按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中公式 $\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$ 计算，其中 $k_1$ 为仪器检定/校准因子，取 1.01； $k_2$ 为仪器检验源效率因子，取 1； $R_\gamma$ 为仪器测量读数均值（使用  $^{137}\text{Cs}$  和  $^{60}\text{Co}$  作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20 Sv/Gy 和 1.16 Sv/Gy），取 1.20 Sv/Gy； $k_3$ 为建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，本项目室内（楼房）取 0.8，道路取 1； $\dot{D}_c$ 为测点处宇宙射线响应值，取 30nGy/h。

3.监测期间本项目设备拟放置区域周围无其他辐射工作场所，不对本项目监测结果有附加影响。



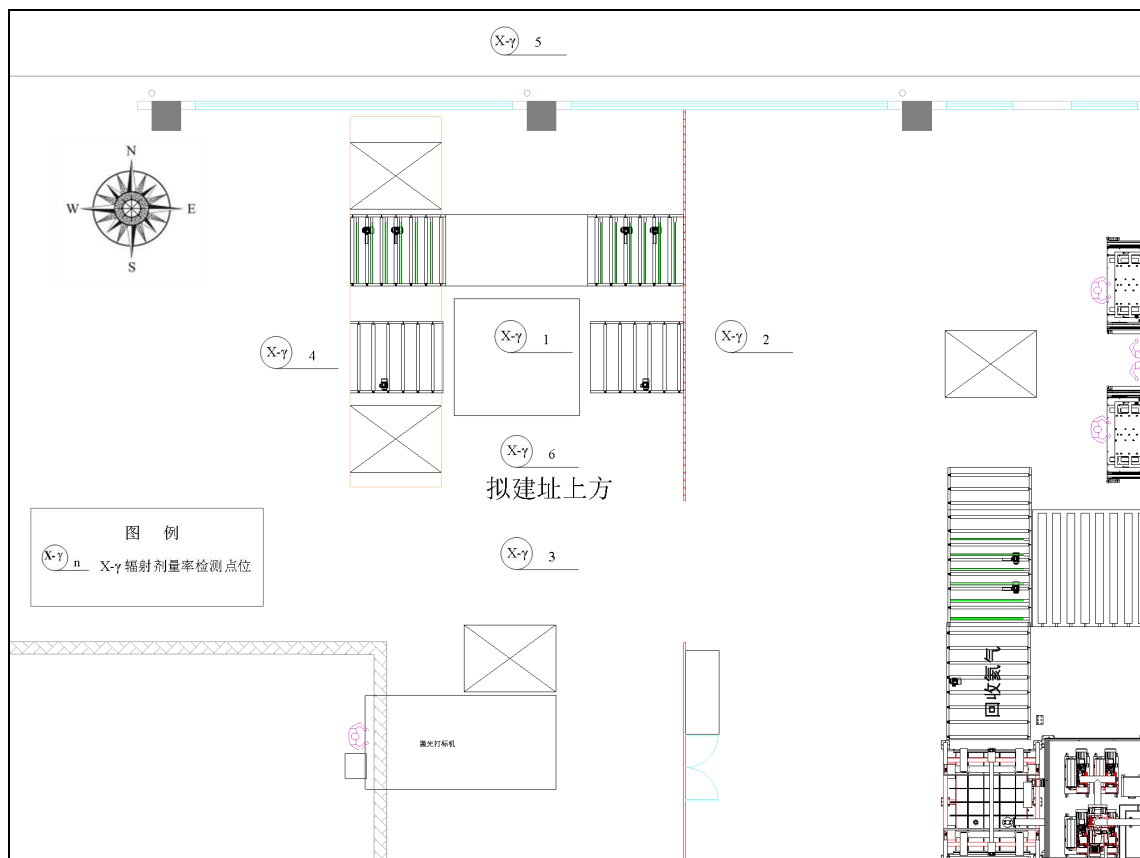


图 8-7 本项目 X 射线数字成像检测系统拟放置区域 $\gamma$ 辐射剂量率检测点位

由表 8-1 监测结果可知，飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统拟放置区域周围室内环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 50nGy/h~55nGy/h 之间，略低于江苏省室内环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率水平（50.7~129.4nGy/h）；拟建址所在建筑物周围道路 $\gamma$ 辐射剂量率在 48nGy/h，位于江苏省道路环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率水平范围内（18.1~102.3nGy/h）。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

飞荣达科技（江苏）有限公司拟在 1#车间 1 层新增 1 台 X 射线数字成像检测系统，用于对公司生产的液冷板进行流道焊堵、焊点虚焊、熔蚀等检测。

本项目新增 1 台 XYG-1603 型 X 射线数字成像检测系统（最大管电压 160kV，最大管电流 3mA，X 射线发生器最大输出功率 480W），其主体结构由检测铅房（含通道）及操作台组成，待检测产品经辊道自东侧进件铅门进入检测铅房，检测后自西侧出件铅门送出，正常工作状态下辐射工作人员无需进入检测铅房摆放工件，仅在设备维修时通过维修门进入铅房。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，检测系统的年曝光时间约为 1000 小时。

防护铅房采用钢框架，六面覆盖 6mm 铅板+4mm 钢板进行防护，其占地尺寸为 2998（L）×2810（W）×2500（H）mm。X 射线管设于铅房底部，有用线束向上照射，射线张角为 30°；且由于射线管具有一定可倾斜角度，铅房四侧 1.5m 高度以上在有用线束照射范围内。根据被检工件的尺寸及其摆放方式，X 射线管可在铅房内水平面上进行平移。移动时，距离铅房东侧外壁最近距离 735mm，距离铅房南侧外壁最近距离 810mm，距离铅房西侧外壁最近距离 630mm，距离铅房北侧外壁最近距离 800mm，。本项目整体结构示意图见图 9-1，内部结构示意图见图 9-2。

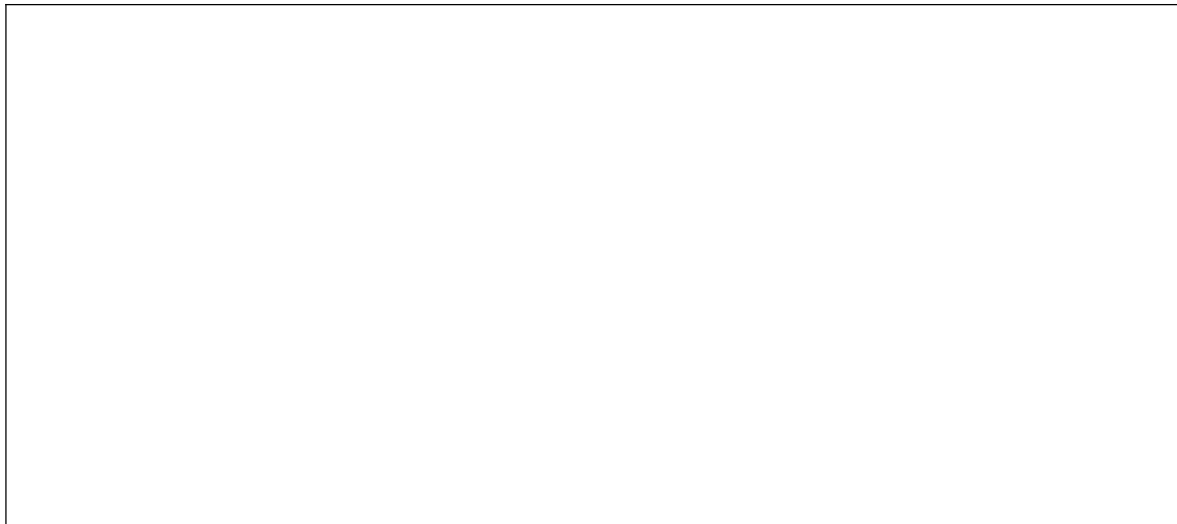




图 9-1 X 射线数字成像检测系统整体结构示意图



图 9-2 X 射线数字成像检测系统内部结构示意图



图 9-3 X 射线数字成像检测系统工件运动轨迹示意图

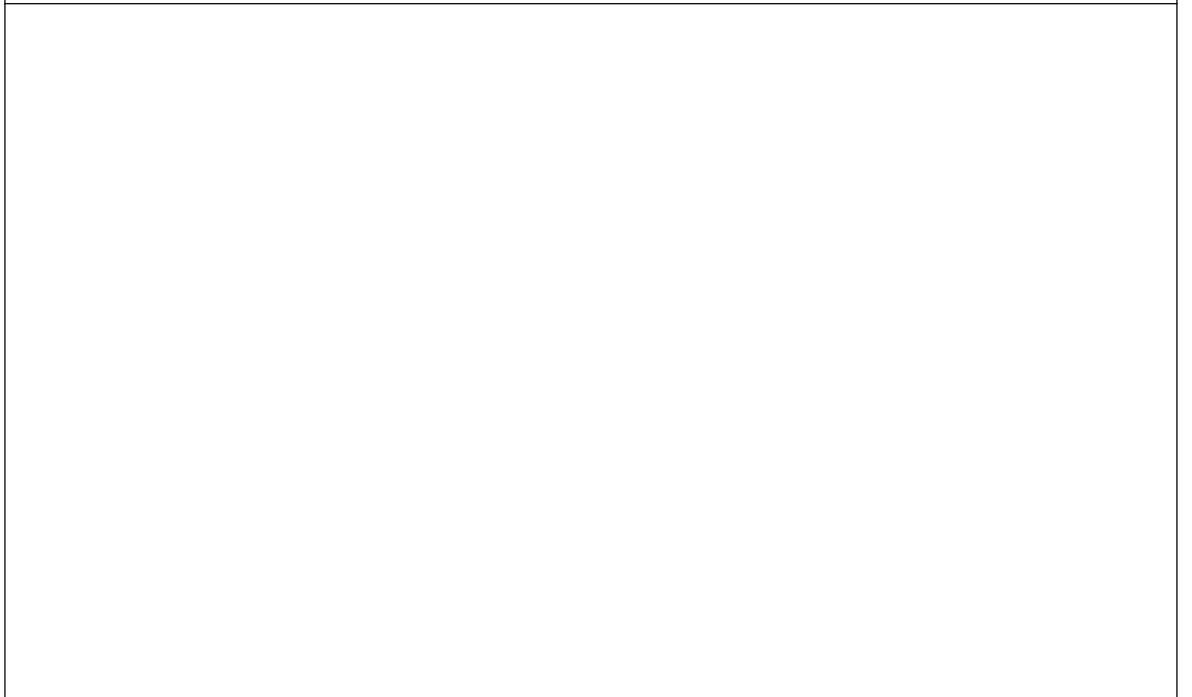


图 9-4 X 射线数字成像检测系统 X 射线出束示意图

## 二、工作原理及工作流程

### 1、工作原理

X 射线实时成像检测装置核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的

灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

X 射线在穿透金属材料时，由于材料中存在缺陷性质（如虚焊、空腔等），会导致穿透后的 X 射线产生不同程度的衰减；穿透后的 X 射线被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上。当平板探测器接收到不同衰减程度的 X 射线后，经过上述信号转换，最后会在显示器屏幕上显示出不同灰度等级的图像，从而反映出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，利用这些信息进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。

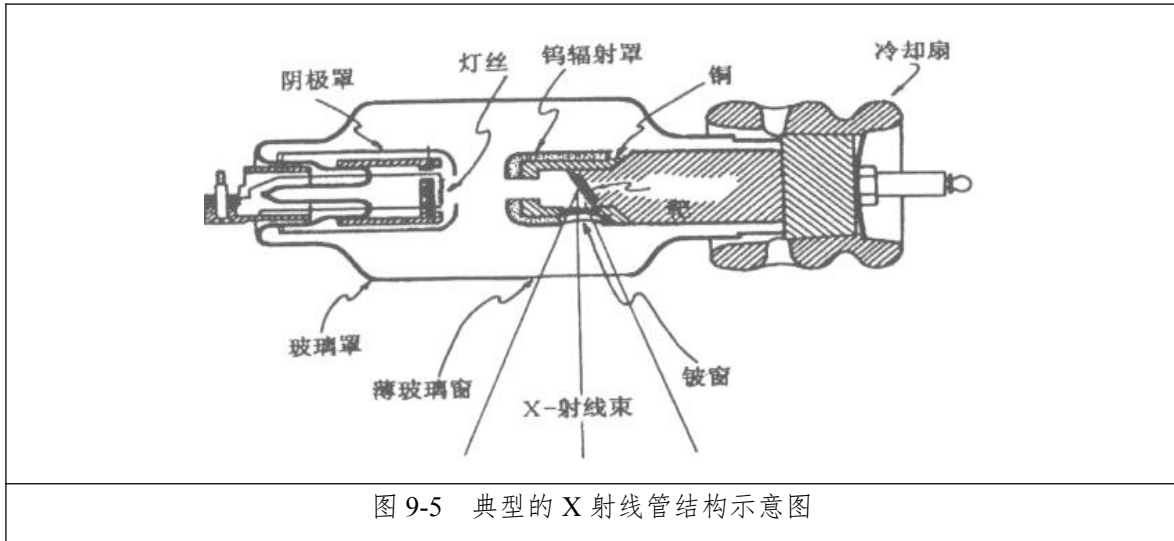


图 9-5 典型的 X 射线管结构示意图

## 2、工作流程

检测时将工件放至托盘内，由进件传送辊道进料口进入检测铅房内，辐射工作人员在操作台处进行隔室操作，对工件进行无损检测，其工作流程如下：

（1）工作人员检查随身佩戴的个人剂量计、个人剂量报警仪是否正常工作，巡查工作场所周围环境，无异常后开机；

（2）设备开机自检铅房防护门-机联锁装置、工作状态指示灯、固定式剂量监测报警装置等防护安全措施是否正常运行，无异常后开始准备检测工作；

（3）辐射工作人员将被测工件放置在上下料辊线，被测工件由上下料辊线运送至进料摆渡辊线，进料摆渡辊线自动将被测工件运送至进料口等待，内部工件检测完成后，由出料口送出，上一个被测工件由出料摆渡辊线送至上下料辊线，出料的同时

进料。本项目工件运动轨迹件见图 9-3；

(4) 辊道停止传动，进出件铅门关闭，辐射工作人员在操作台处选择相应的检测系统，系统自动检测启动，按顺序完成图像采集。检测时门机联锁装置自动检测防护门是否关闭到位，若防护门未关闭到位，则 X 射线发生器将不能出束工作；

(5) 自动检测完毕后，X 射线发生器停止出束，出件铅门打开，待被检工件完全运送至出料摆渡辊线后，关闭铅门，开始检测下一个工件，进出料摆渡车同时向上下料辊线运行；

(6) 进料辊线接收下一个工件，出料辊线将检测完成的工件运送至上下料辊线进行分拣，此过程周而复始，实现连续流水检测；

(7) 本设备采用全自动操作方式，对液冷板进行扫描探伤，具备识别气泡大小和标注尺寸的功能，对各流道部位进行扫描，获取扫描图片。在完成图像采集任务后，在静态成像模式下即可进行图像信息评估和浏览，自动显示图像缺陷，无需出具检测报告。

(8) 本批次工件检测完成后，及时关闭电源。

本项目 X 射线数字成像检测系统主要工作流程、产污环节如图 9-6 所示。按照上述流程，本项目的操作满足 GBZ 117-2022 中操作的放射防护要求。

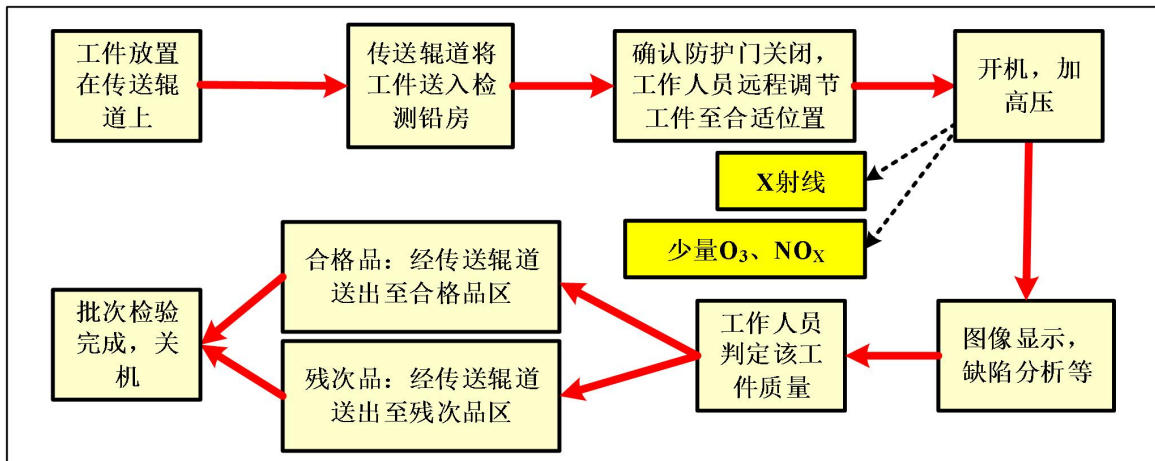


图 9-6 本项目 X 射线数字成像检测系统工作流程和产物环节示意图

## 污染源描述

### 一、放射性污染源分析

由 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，X 射线是随检测装置的开、关而产

生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目探伤期间主要污染物为 X 射线。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

(1) 有用线束源项

X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据建设单位提供的材料，本项目射线装置 X 射线发生器以 160kV、3mA 的额定工况运行时，X 射线管 1m 处的输出量是 8R/min（详见附件 7），即  $1.4 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{h}$ 。

(2) 漏射线源项

由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率均为  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 散射线源项

当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），初始 X 射线能量在 150kV~200kV 范围，散射辐射的能量取 150kV。

详细参数汇总见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线数字成像检测系统参数一览表

设备型号	XYG-1603 型 X 射线数字成像检测系统
最大管电压	160kV
最大管电流	3mA
X 射线机 1m 处剂量率	
出束角	
泄漏辐射剂量率	
90° 散射后能量	

注：本项目 X 射线数字成像检测系统详细技术参数见附件 7。

## 二、非放射性污染

① 废气：X 射线数字成像检测系统在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧

(O<sub>3</sub>) 和氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)，少量臭氧和氮氧化物可通过铅房顶棚排风口再经通风管道（管道需由建设单位根据现场条件布置）排至车间外，排放口避开人员密集区。臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入公司污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

③固体废物：工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。



表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目工作场所布局及分区

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统位于 1#车间 1 层，X 射线数字成像检测系统拟建址东侧为恒温房（墙板隔离），南侧为车间内过道及激光打码区，西侧为物料放置区，北侧为室外过道，上方为仓库，下方为泥土层。

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统包括铅房及操作台，操作台位于铅房的南侧，独立于铅房之外。本项目 X 射线数字成像检测系统装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求，布局设计合理。

本项目拟将 X 射线数字成像检测铅房内部作为本项目的辐射防护控制区，在检测铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入，拟将工件上下料摆渡辊线、进出料摆渡辊线及检测铅房南侧的操作台作为辐射防护监督区，监督区边界拟设置警戒线及围栏同时拟设立表明监督区的标牌，工作时无关人员不得进入。本项目 X 射线数字成像检测系统分区图见图 10-1，其中红色范围表示控制区，黄色范围表示监督区。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

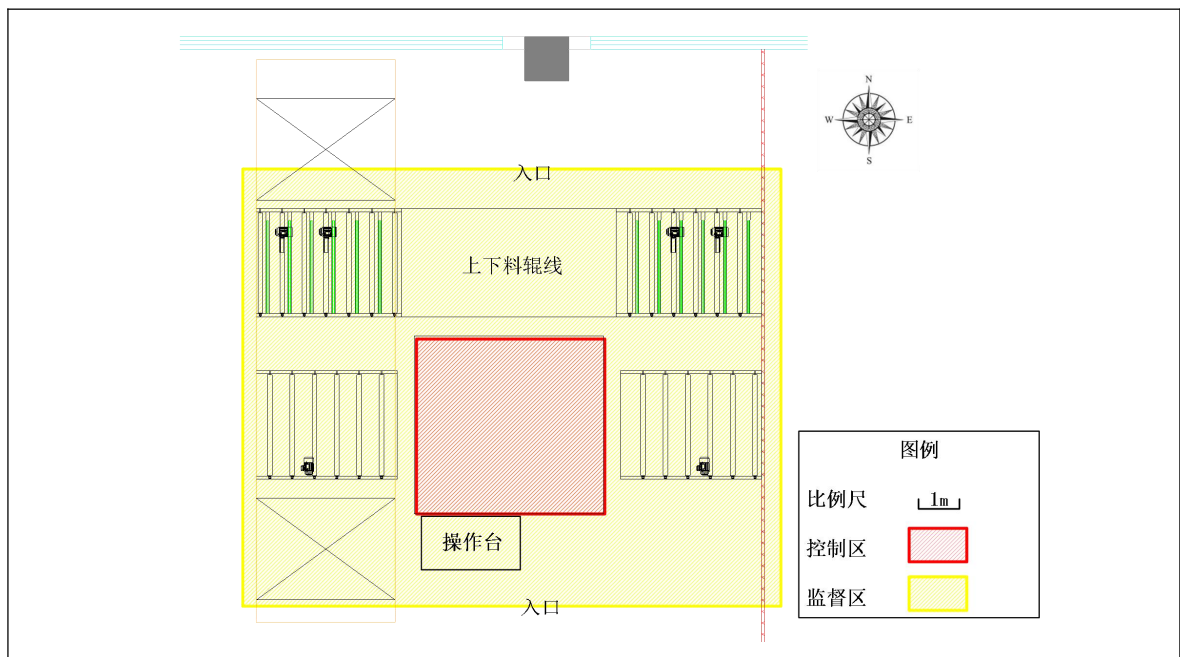


图 10-1 本项目 X 射线数字成像检测系统平面布局及分区图

## 二、辐射防护屏蔽设计

本项目铅房屏蔽防护设计参数见表 10-1。

表 10-1 本项目铅房屏蔽防护设计参数

屏蔽体		屏蔽体材料及厚度	备注
检测铅房 主体结构	东侧	6mm 铅板+4mm 钢板	检测铅房尺寸为： L2998mm×W2810mm× H2500mm 主射线朝顶部照射
	南侧	6mm 铅板+4mm 钢板	
	西侧	6mm 铅板+4mm 钢板	
	北侧	6mm 铅板+4mm 钢板	
	顶部	6mm 铅板+4mm 钢板	
	底部	6mm 铅板+4mm 钢板	
	工件进料门（西侧）	6mm 铅板+4mm 钢板	
	工件出料门（东侧）	6mm 铅板+4mm 钢板	
	维修门（南侧）	6mm 铅板+4mm 钢板	
通道		因检测铅房六面均有屏蔽设计，通道不额外附加屏蔽；整体设备占地约 L8000mm×W5000mm×H2500mm 环线式。	

本项目 X 射线数字成像检测系统东西两侧各设有工件门，南侧设人员进出铅门（维修门），铅门左右两侧搭接处重叠 140mm，上下两侧搭接处重叠 150mm，防护门与铅房间缝隙宽度均不大于 5mm，防护门四边与铅房搭接处重叠部分均不小于缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可有效避免 X 射线由门缝处的泄漏。电缆口位于装置东南角，通风口位于装置顶部，均拟采用 6mmPb+4mm 钢板防护罩作为补偿防护措施。

## 三、辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障 X 射线数字成像检测系统安全运行，飞荣达科技（江苏）有限公司及 X 射线数字成像检测系统生产厂家为本项目装置设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

（1）门机联锁装置。本项目 X 射线数字成像检测系统进件铅门、出件铅门及维修门均拟设置门机联锁装置，只有在所有防护门完全关闭时检测系统才能出束照射，

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。

(2) 工作状态指示灯。本项目拟在左侧工件进件门和维修门上方设置工作状态指示灯且与 X 射线管进行联锁，工作场所设置对工作状态指示灯指示意义的清晰说明。当所有防护门均关闭后，指示灯显示“准备中”，当开启高压后指示灯显示“辐照中”，同时语音连续播报“辐照中”，提醒周围工作人员；当关闭射线机高压之后，显示“准备中”。

(3) 电离辐射警告标志。X 射线数字成像检测系统表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

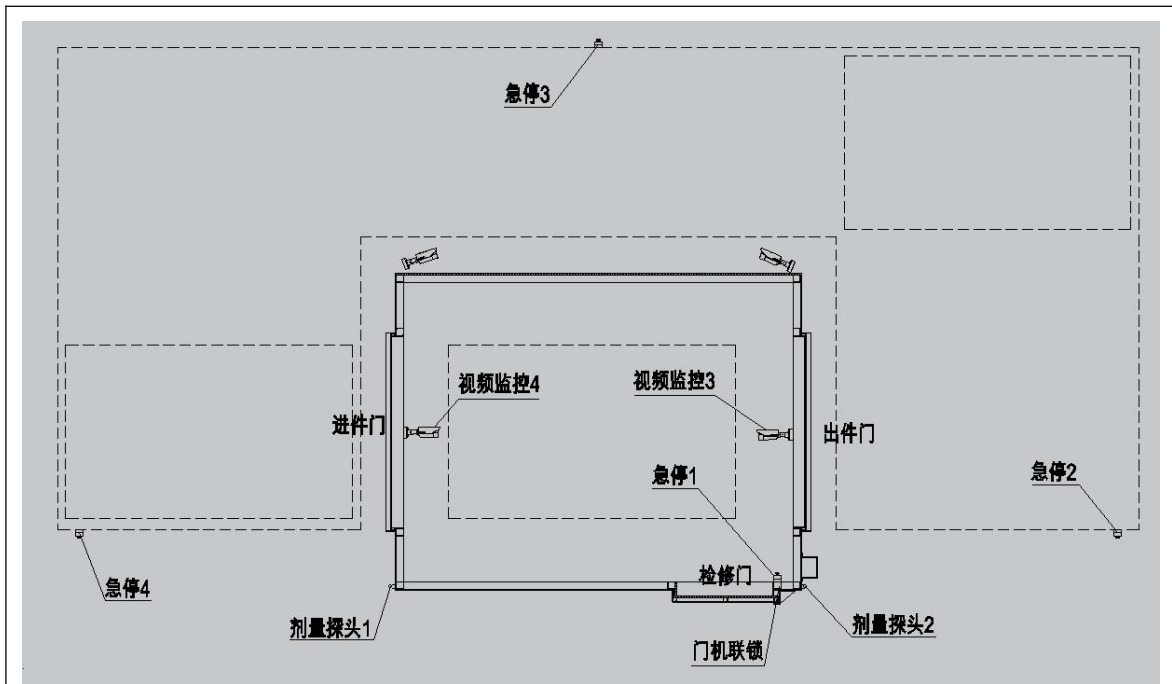
(4) 急停按钮。正常工作状态下辐射工作人员无需进入检测铅房摆放工件，仅在设备维修时通过维修门进入铅房，故在维修门内侧设置急停按钮。本项目设备铅房尺寸为 L2998mm×W2810mm×H2500mm，且内部机构布局较为紧凑，内部剩余空间不足以使人员在内部来回穿行，因此维修门内侧设置的急停按钮，能够满足紧急情况下检修人员紧急关停设备使用。同时拟在进出料辊线、上下料辊线及操作台处设置急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射。急停按钮旁设置醒目的中文说明，标明使用方法。

(5) 监视装置。X 射线数字成像检测系统设备工件进出门及铅房外拟配置监控摄像机，操作台上有专用的监视器，方便观察设备运行状态。

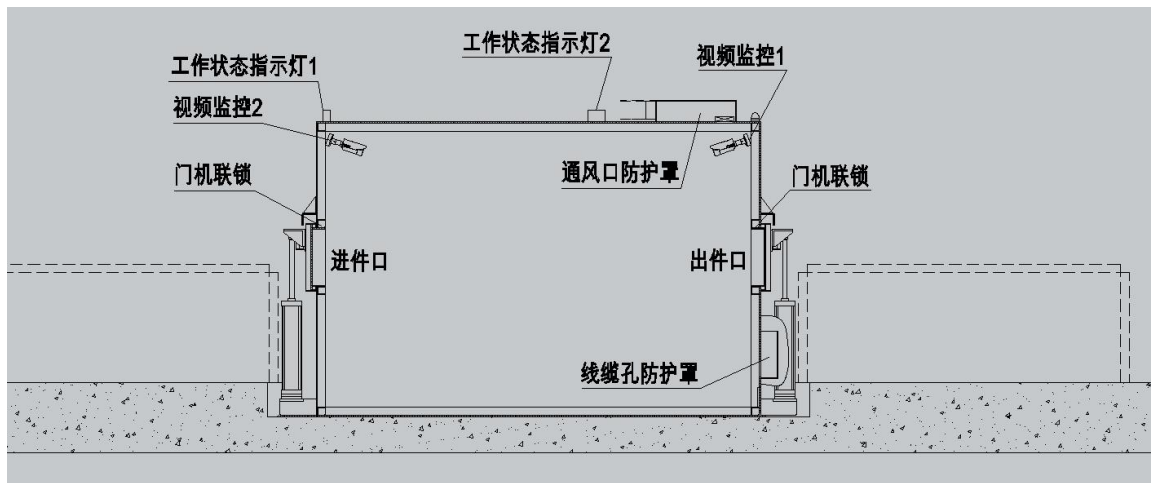
(6) 固定式辐射剂量探测报警装置。铅房两侧进出件门侧上方安装固定式辐射剂量监测探头，对辐射剂量进行实时监测；当监测到辐射剂量率超过预设的阈值时，能够自动发出警示信号。

(7) 机械通风装置。X 射线数字成像检测系统铅房顶棚拟设置排风扇，每小时排风量 180m<sup>3</sup>，通风换气次数不小于 3 次；排风口拟采用（6mmPb+4mm 钢板）防护罩，并拟接软管至车间外（管道需由建设单位根据现场条件布置），少量臭氧及氮氧化物通过管道排出室外，排放口避开人员密集区域。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。本项目 X 射线数字成像检测系统辐射安全装置示意图见图 10-2。



平面图



立面图

图 10-2 本项目 X 射线数字成像检测系统辐射安全装置示意图

#### 四、监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展工业探伤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。

飞荣达科技（江苏）有限公司拟配备辐射巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台。辐

射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。公司拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将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。

### 三废处理

①废气：X射线数字成像检测系统在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。本项目X射线数字成像检测系统设计有机械排风扇，排风速率为180m<sup>3</sup>/h。少量臭氧和氮氧化物可通过铅房顶棚排风口再经通风管道（管道需由建设单位根据现场条件布置）排至车间外，排放口避开人员密集区域。臭氧在常温下约50min可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入公司污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

③固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾，收集后，将交由城市环卫部门处理。

本项目工业探伤设施不再使用时，探伤铅房及X射线数字成像检测系统应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3要求实施退役。

## 表 11 环境影响分析

### 建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线数字成像检测系统为整体定制设备，设备在生产厂家生产完成后，运至现场进行组装，组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。建设阶段涉及的主要施工程序为传送辊道的安装、固定及装置的安装。本项目施工期较短，施工量较小，对厂房周围环境影响小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

### 运行阶段对环境的影响

#### 一、辐射环境影响分析

本项目新增 1 台 XYG-1603 型 X 射线数字成像检测系统，检测系统最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，最大管功率为 480W，其主射线朝顶部照射。本次评价选取 X 射线实时成像检测装置达到最大管电压、额定功率条件下进行预测，拟将装置检测铅房顶部按照有用射束照射进行估算，其余方向按照非有用线束照射方向进行预测计算。



图 11-1 本项目 X 射线数字成像检测系统 X 射线照射范围示意图

#### 1、参考点辐射水平估算模式选取

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式及相关参数估算装置表面外 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

##### （1）有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-1 计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ ；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$B$ —屏蔽透射因子，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中图 B.2 无本项目参数对应的曲线，取值按公式 11-2 计算得出；

$$B=10^{-X/TVL} \quad \text{公式 11-2}$$

式中： $X$ —屏蔽物质厚度，与  $TVL$  取相同的单位；

$TVL$ —什值层，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2，铅的什值层 160kV 管电压下用插值法按保守取 1.048mm，150kV 管电压下取 0.96mm；查《辐射安全手册》（潘自强 主编）图 6.4，铁的什值层 160kV 管电压下取 7mm，150kV 管电压下取 6mm。

## （2）非有用线束

### ① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中： $H$ —关注点泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，按公式 11-2 计算；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ 。根据建设单位提供资料，本项目所用 X 射线发生器表面 5cm 处泄露辐射剂量率小于 0.5mR/h（详见附件 7），即 1m 处泄露辐射剂量率小于 0.011 $\mu\text{Sv/h}$ ；本报告为进行保守计算，仍按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 取  $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

② 散射辐射所致装置外剂量率利用公式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 11-4}$$

式中： $B$ —屏蔽透射因子，按公式 11-2 计算；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$F \cdot \alpha / R_0^2$ ：《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2，取 1/60；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

## 2、估算结果

### 1) 有用线束

表 11-1 有用线束方向关注点辐射剂量率

参考点位置	$I$ (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$ )	$X$	$B$	$R^*$ (m)	$H$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
设备顶部 30cm 处	3		6mmPb+4mmFe			0.44
设备东侧 30cm 处 (主射线照射区域)	3		6mmPb+4mmFe			0.46
设备南侧 30cm 处 (主射线照射区域)	3		6mmPb+4mmFe			0.52
设备西侧 30cm 处 (主射线照射区域)	3		6mmPb+4mmFe			0.56
设备北侧 30cm 处 (主射线照射区域)	3		6mmPb+4mmFe			0.62

\*:  $R_1$ =X 射线管至屏蔽体内壁最近距离 1.9m+参考点 0.3m=2.2m;

$R_2$ =1#车间 1 楼层高 5.7m - X 射线管距地面 0.58m+参考点 1m=6.12m;

$R_3$ =X 射线管至屏蔽体内壁最近距离 1.84m+参考点 0.3m=2.14m;

$R_4$ =X 射线管至屏蔽体内壁最近距离 1.72m+参考点 0.3m=2.02m;

$R_5$ =X 射线管至屏蔽体内壁最近距离 1.65m+参考点 0.3m=1.95m;

$R_6$ =X 射线管至屏蔽体内壁最近距离 1.55m+参考点 0.3m=1.85m;

### 2) 非有用线束

表 11-2 非有用线束方向关注点辐射剂量率 (泄漏辐射)

参考点位置	$\dot{H}_L$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	$X$	$B$	$R^*$ (m)	$H$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
设备东侧 30cm 处	$2.5\times 10^3$	6mmPb+4mmFe			1.18E-03
设备南侧 30cm 处	$2.5\times 10^3$	6mmPb+4mmFe			1.02E-03
设备西侧 30cm 处	$2.5\times 10^3$	6mmPb+4mmFe			1.46E-03
设备北侧 30cm 处	$2.5\times 10^3$	6mmPb+4mmFe			1.04E-03
底部 30cm 处 (泥土层)	$2.5\times 10^3$	6mmPb+4mmFe			1.63E-03

\*:  $R_{\text{东侧}}$ =X 射线管到东侧屏蔽体的最近距离 0.735m+参考点 0.3m=1.035m;

$R_{\text{南侧}}$ =X 射线管到南侧屏蔽体的最近距离 0.81m+参考点 0.3m=1.11m;

$R_{\text{西侧}}$ =X 射线管到西侧屏蔽体的最近距离 0.63m+参考点 0.3m=0.93m;



$R_{\text{北侧}}=X$  射线管到北侧屏蔽体的最近距离  $0.8\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=1.1\text{m}$ ;  
 $R_{\text{底部}}=X$  射线管到底侧屏蔽体的最近距离  $0.58\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=0.88\text{m}$ 。

表 11-3 非有用线束方向关注点辐射剂量率（散射辐射）

参考点位置	$I$ (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$X$	$B$	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	$R_s^*$ (m)	$H$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
设备东侧 30cm 处	3		6mmPb+4mmFe		1/60		7.92E-03
设备南侧 30cm 处	3		6mmPb+4mmFe		1/60		6.88E-03
设备西侧 30cm 处	3		6mmPb+4mmFe		1/60		9.81E-03
设备北侧 30cm 处	3		6mmPb+4mmFe		1/60		7.01E-03
底部 30cm 处 (泥土层)	3		6mmPb+4mmFe		1/60		3.31E-03

\*:  $R_{\text{东侧}}=$ 散射体到东侧屏蔽体的最近距离  $0.735\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=1.035\text{m}$ ;  
 $R_{\text{南侧}}=$ 散射体到南侧屏蔽体的最近距离  $0.81\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=1.11\text{m}$ ;  
 $R_{\text{西侧}}=$ 散射体到西侧屏蔽体的最近距离  $0.63\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=0.93\text{m}$ ;  
 $R_{\text{北侧}}=$ 散射体到北侧屏蔽体的最近距离  $0.8\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=1.1\text{m}$ ;  
 $R_{\text{底部}}=$ 散射体到底侧屏蔽体的最近距离  $1.3\text{m}+$ 参考点  $0.3\text{m}=1.6\text{m}$ 。

表 11-4 本项目 X 射线数字成像检测系统屏蔽体外辐射剂量率预测计算结果汇总

参考点位置	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
设备顶部 30cm 处	0.44	/	/	0.44
设备东侧 30cm 处	0.46	1.18E-03	7.92E-03	0.47
设备南侧 30cm 处	0.52	1.02E-03	6.88E-03	0.53
设备西侧 30cm 处	0.56	1.46E-03	9.81E-03	0.57
设备北侧 30cm 处	0.62	1.04E-03	7.01E-03	0.63
设备底部 30cm 处 (泥土层)	/	1.63E-03	3.31E-03	4.94E-03

注：设备东侧、南侧、西侧、北侧的有用线束照射区域和非有用线束照射区域实际无叠加关系，本报告中保守计算考虑，以叠加结果进行汇总，并以叠加结果计算人员年有效剂量。

从表 11-4 可知，本项目设备屏蔽体外 30cm 处剂量率最大为设备北侧  $0.63\mu\text{Sv/h}$ ，满足本项目屏蔽体外 30cm 处剂量率目标控制值不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的要求。

### 3、天空反散射影响分析

本项目 X 射线数字成像检测系统在预测条件下运行时，由于顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为  $1.11\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地

面后的辐射剂量率将更低，叠加四周剂量率最大值后，仍能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

#### 4、门缝、电缆孔及通风口辐射防护评价

本项目 X 射线数字成像检测系统东西两侧各设有工件门，南侧设人员进出铅门（维修门），铅门左右两侧搭接处重叠 140mm，上下两侧搭接处重叠 150mm，防护门与铅房间缝隙宽度均不大于 5mm，防护门四边与铅房搭接处重叠部分均不小于缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可有效避免 X 射线由门缝处的泄漏，由此可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

本项目 X 射线数字成像检测系统左侧设进件门，右侧设出件门，进出件门拟采用气动升降铅门（6mmPb+4mm 钢板）+迷宫防护铅罩（6mmPb+4mm 钢板）；南侧检修门采用 6mmPb+4mm 钢板；电缆口位于装置东南角，通风口位于装置顶部，均拟采用 6mmPb+4mm 钢板防护罩，射线经被测工件第一次散射后，至少再经过 3 次散射才能从孔洞穿出（如图 11-3 所示）。《辐射防护导论》（方杰主编）P189 指出：“迷道的屏蔽计算是比较复杂的。一种简易的安全的估算方法，是使辐射在迷道中至少经过三次以上散射才能到达出口处”，由此推断本项目 X 射线数字成像检测系统电缆孔和通风口处的辐射剂量率能够满足上述标准要求。

图 10-2 排风口散射示意图	图 10-3 电缆口散射示意图

## 二、辐射工作人员和公众剂量估算

$$H_c = H_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 11-5}$$

式中： $H_c$ ：年受照剂量，mSv/a；

$H_{c,d}$ ：参考点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$T$ ：居留因子，无量纲。

$t$ ：周照射时间，本项目 X 射线数字成像检测系统周开机时间为 20h。

$U$ ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子，根据 GBZ/T 250-2014 保守取

1。

人员受照剂量估算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目设备周围人员受照有效剂量计算结果

人员关注点位置	南侧 (操作台)	南侧 (过道)	东侧 (恒温房)	西侧 (物料放置区)	北侧 (室外过道)	楼上 (仓库)
铅房外 30cm 处剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.53	0.53	0.47	0.57	0.63	0.44
关注点位置 与铅房距离 (m)	0.3	1.94	5.55	2.5	5.3	3.92
关注点处剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.53	0.16	0.04	0.13	0.05	0.06
保护目标 类型	辐射工作 人员	公众				
居留因子	1	1/8	1/4	1/4	1/8	1/4
周照射时间 (h)	20					
周剂量估算 值( $\mu\text{Sv/周}$ )	10.56	0.40	0.20	0.63	0.11	0.31
剂量约束值 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	100	5				
评价	满足	满足		满足	满足	满足
年照射时间 (h)	1000					
年剂量估算 值(mSv/a)	0.528	0.020	0.010	0.031	0.006	0.016
剂量约束值 (mSv)	5	0.1				

评价	满足	满足	满足	满足	满足
----	----	----	----	----	----

注：1、设备正常运行时，其底部、顶部人员不可达；

2、人员关注点处剂量率和铅房外 30cm 处剂量率计算方法一致，相比铅房外 30cm 处，人员关注点处仅考虑了距离增加引起的剂量衰减。

从表 11-4 可知，本项目设备周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 10.56 $\mu$ Sv，年有效剂量最大为 0.528mSv；周围公众周有效剂量最大值为 0.63 $\mu$ Sv，年有效剂量最大为 0.031mSv。上述均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员周有效剂量不超过 100 $\mu$ Sv，公众周有效剂量不超过 5 $\mu$ Sv；职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

由于其实际工作中 X 射线数字成像检测系统曝光及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测才能准确的测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求进行佩戴，工厂应加强对辐射工作人员的个人剂量监测管理，在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

综上所述，根据理论预测结果，本项目投入运行后周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率限值要求；本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过 100 $\mu$ Sv，公众周有效剂量不超过 5 $\mu$ Sv；职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

### 三、三废影响分析

#### 1、臭氧和氮氧化物处理

X 射线数字成像检测系统在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排入室外环境，臭氧在常温下 50min 左右可自行分解为氧气

#### 2、废水

主要是工作人员产生的生活污水，将进入公司污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

### 3、固体废物

工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

### 1、事故分析

本项目 X 射线数字成像检测系统只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，造成的潜在事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全连锁装置失灵，人员受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照射。装置在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

### 2、事故预防措施

为预防辐射事故发生，公司拟采取以下事故预防措施：

(1) 公司内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天设备开机运行前，检查确认安全连锁、急停开关、工作指示灯等各项安全措施的有效性。

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

(4) X 射线数字成像检测系统开机期间，至少 1 人或以上共同作业，开机状态下人员不得脱岗。

### 3、辐射事故处置方法

本项目拟使用的 X 射线数字成像检测系统属于 II 类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》之规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

(1) 辐射工作人员或操作人员应第一时间按下急停按钮，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。

发生辐射事故时，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。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

本项目 X 射线数字成像检测系统属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并对辐射防护负责人进行辐射安全培训。

飞荣达科技（江苏）有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司应根据本次 1 台新增 X 射线数字成像检测系统项目编制相关文件，明确公司相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。本项目辐射工作人员及辐射管理人员可通过生态环境部组织开发的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，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

**辐射安全管理规章制度**

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

企业应根据本项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

**1) 操作规程：**针对本项目 X 射线数字成像检测系统制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

**2) 岗位职责：**明确与本次项目相关的管理人员、射线装置操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**3) 辐射防护和安全保卫制度：**根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制

度，规定专人负责实时 X 射线数字成像检测系统项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

**4) 设备维修制度：**明确 X 射线数字成像检测系统和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，并做好记录。确保射线装置、安全措施（警示标志、工作状态指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**5) 人员培训计划和健康管理制：**明确本项目的培训对象、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。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射工作人员均须通过生态环境部组织开发的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并通过考核。企业应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

**6) 监测方案：**制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；企业应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，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。

## 辐射监测

根据辐射管理要求，飞荣达科技（江苏）有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境 X-γ 辐射剂量率进行监测，周期：1~2 次/年；



2) 辐射工作人员开展个人剂量监测（周期：每 1 至 3 个月 1 次），建立个人剂量档案；

3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

飞荣达科技（江苏）有限公司须根据上述监测计划，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。发现工作场所及周围环境监测结果异常情况的，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。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的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 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

### **辐射事故应急**

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，飞荣达科技（江苏）有限公司已制定辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

对于在企业定期监测或委托监测时发现异常情况的，企业应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发〔2006〕145 号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境行政主管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行政主管部门报告；并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境行政主管部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政主管部门报告。

**表 13 结论与建议**

**结论**

**一、项目概况**

为保证公司产品质量，飞荣达科技（江苏）有限公司拟在 1#车间内新增 1 台 XYG-1603 型 X 射线数字成像检测系统（最大管电压 160kV，最大管电流 3.0mA，最大输出功率 480W），用于对公司生产的液冷板进行流道焊堵、焊点虚焊、熔蚀等检测，以保证产品质量，提高良品率。

**二、项目建设的必要性及产业政策符合性**

本项目的运行，具有具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修改），均不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

**三、实践正当性**

本项目建成投运后，将有利于提升公司产品质量，提高良品率，增加经济效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**四、选址合理性**

飞荣达科技（江苏）有限公司位于江苏省常州市金坛区华业路 139 号，其东侧为云湖南路，南侧为华业路，西侧为水北路，北侧隔空地为尧水线。

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统位于 1#车间 1 层，1#车间位于公司南端，为 3 层建筑，其东侧为礼仪广场，南侧为华业路，西侧为 3#车间，北侧为 2#车间。本项目 X 射线数字成像检测系统拟建址东侧为恒温房（墙板隔离），南侧为车间内过道及激光打码，西侧为物料放置区，北侧为室外过道，上方为仓库，下方为泥土层。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要为辐射工作人员、车间内其他工作人员及周围其他公众等，项目选址可行。

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。本项目所在地块位于江苏金坛经济开发区重点管控单元（编码：ZH32041323023）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元管控要求（详见附件6，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

## 五、辐射环境现状

飞荣达科技（江苏）有限公司新增1台X射线数字成像检测系统拟放置区域周围室内环境 $\gamma$ 辐射剂量率在50nGy/h~55nGy/h之间，略低于江苏省室内环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率本底水平（50.7~129.4nGy/h）；拟建址所在建筑物周围道路 $\gamma$ 辐射剂量率为48nGy/h，位于江苏省道路环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率本底水平范围内（18.1~102.3nGy/h）。

## 六、环境影响评价

根据理论估算结果，飞荣达科技（江苏）有限公司新增1台X射线数字成像检测系统在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

X射线数字成像检测系统在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），少量臭氧和氮氧化物通过排风系统排入室外环境，排风口避开人员密集区域，臭氧在常温下50min左右可自行分解为氧气。

## 七、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

检测系统工件门拟设置门机联锁装置，工件门上方拟设置装工作状态指示灯；设备表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，操作台上拟设置设置紧急开关；系统拟配置监视装置及固定式剂量探测报警装置等。上述安全设施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中有关门机联锁、急停开关、安全警示标识等安全措施要求。

## 八、辐射安全管理评价

飞荣达科技（江苏）有限公司应按规定成立辐射安全管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责。公司拟将本项目纳入公司的辐射日常管理工作，并针对本项目具体情况对各管理制度进行修订完善。公司还应在以后的实际工作中持续对各管理制度进行补充和完善。

飞荣达科技（江苏）有限公司拟为本项目配置 2 名辐射工作人员，公司需为辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。飞荣达科技（江苏）有限公司拟配备辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台。

综上所述，飞荣达科技（江苏）有限公司新增 1 台 X 射线数字成像检测系统在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

#### 建议与承诺

1、该项目运行中，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、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

3、公司取得本项目环评批复，本项目在建设完成投入使用前，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作。环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，需要对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。

### 辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	辐射防护措施：本项目X射线数字成像检测系统为由检测铅房（含通道）及操作台组成，防护铅房采用钢框架，六面覆盖6mm铅板+4mm钢板进行防护。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求。	90
	辐射安全措施：工件门、维修门均拟设置门机联锁装置，工件门上方拟设置工作状态指示灯；设备表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，操作台及传送辊道上拟设置设置紧急开关；系统拟配置监视装置及固定式剂量探测报警装置。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。	5
人员配备	本项目拟配备2名辐射工作人员，辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	3
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	2
	拟配备个人剂量报警仪2台。		
辐射安全管理制度	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、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要	/

		求。	
总计	/	/	100

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字：

公章

年 月 日

审批意见：

经办人签字：

公章

年 月 日