

核技术利用建设项目

南京凯信航空附件有限公司

航空管道生产线更换设备项目

环境影响报告表

(全文公示版)

南京凯信航空附件有限公司

2024年1月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京凯信航空附件有限公司

航空管道生产线更换设备项目

环境影响报告表

建设单位名称：南京凯信航空附件有限公司

建设单位法人代表(签名或签章)：

通讯地址：江苏省南京市江北新区高科一路7号

邮政编码：210063

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	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	27
表 11 环境影响分析	33
表 12 辐射安全管理	45
表 13 结论与建议	49
表 14 审批	56

附件：（1）项目委托书

（2）射线装置使用承诺书

（3）江苏省投资项目备案证

（4）辐射安全许可证

（5）环评批复及验收文件

（6）培训合格证书、体检报告

（7）例行监测报告

（8）辐射环境现状检测报告复印件

（9）辐射事故应急预案

（10）辐射防护屏蔽设计说明、设备厂商辐射安全许可证

（11）技术评估专家意见表、修改清单

附图：（1）地理位置示意图；

（2）周围环境示意图；

（3）厂区生产车间平面布置及周围环境示意图；

（4）本项目辐射安全措施布置示意图；

（5）本项目与南京市生态空间保护区域位置关系示意图。

表 1、项目基本情况

建设项目名称		南京凯信航空附件有限公司航空管道生产线更换设备项目			
建设单位		南京凯信航空附件有限公司			
法人代表		聂进方	联系人	■	
注册地址		南京高新开发区高科一路 7 号			
项目建设地点		南京高新开发区高科一路 7 号			
立项审批部门		南京江北新区管理委员会行政审批局	批准文号	宁新区管审备（2023）517 号	
建设项目总投资（万元）		215	项目环保投资（万元）	30	投资比例（环保投资/总投资） 14%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	20
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
项目概述：					
1、建设单位基本情况					
<p>南京凯信航空附件有限公司系美国霍尼韦尔（Honeywell）公司与中国航空六零九研究所合资企业，主要为国际市场生产民用飞机环境控制系统，并且生产出口的飞机零配件。企业位于南京市江北新区高科一路 7 号，产品包括波音 737 热交换器镍基合金法兰、镍基合金压力传感器接头和波音 737、757 飞机环控系统管道及小管道铝组件。</p> <p>为提升产品质量及检测能力，南京凯信航空附件有限公司拟使用 1 台新的 X 射线实时成像检测装置（以下简称 X 射线检测装置）更换现有 1 台 X 射线实时成像</p>					

检测装置，并对原检测装置所在场所进行局部改造调整，更换后检测能力将由原来的 10 万件/年增加为 12 万件/年。更换核技术利用详情见表 1-1，本次更换的设备销售厂商为甘尔美电子设备（上海）有限公司，其辐射安全许可证及营业执照见附件 9。

表1-1 南京凯信航空附件有限公司更换核技术应用情况一览表

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)	额定 功率 (W)	射线 装置 类别	工作 场所 名称	活动 种类	环评 情况	许可 情况	备注
1	X 射线检测装置 GX225	1	225	30	3000	II 类	无损检测室	使用	本次环评	未许可	本次更换

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》《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，南京凯信航空附件有限公司本次更换的 1 台 X 射线检测装置需进行环境影响评价。受南京凯信航空附件有限公司的委托，江苏润环环境科技有限公司承担了该单位航空管道生产线更换设备项目的环境影响评价工作。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），本项目为更换 1 台 X 射线检测装置，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。我公司在资料调研、项目工程分析、现场勘察等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

南京凯信航空附件有限公司位于南京市江北新区高科一路 7 号，公司现有一座厂房，其中厂房西侧为一层建筑，东侧为二层建筑，厂房一层均为生产车间，办公区及食堂位于厂房东侧二层。

厂区东侧是高科一路，西侧是高科二路，北侧依次为道路、南京普澳医疗设备有限公司，南侧依次为道路、空地。本项目更换 X 射线检测装置位于生产车间西侧一层原无损检测室内，楼上楼下均无建筑。局部改造调整后的无损检测室东侧依次为分析室、车间过道、机加区，机加区楼上为办公室及食堂。无损检测室南侧依次为车间过道、再往南为油箱及大管道区。无损检测室北侧依次为清洗线、空压机房。无损检测室西侧依次为水压区、荧光渗透区、抛光区、车间过道、热处理车

间。南京凯信航空附件有限公司周边环境示意图见附图 2，车间平面布置及周围环境示意图见附图 3。

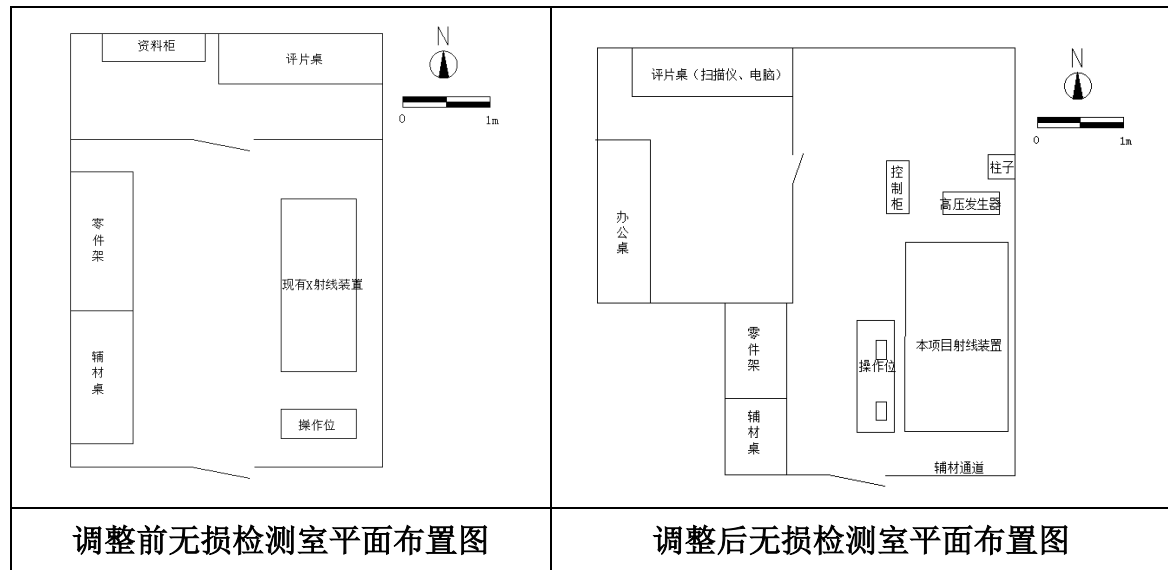


图 1-1 调整前后无损检测室平面布置图

本次更换的 X 射线检测装置周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。

3 现有项目情况

南京凯信航空附件有限公司现有 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司产品的无损检测工作。该装置于 2008 年 3 月 10 日取得了原江苏省环境保护厅批复（苏核表复〔2008〕130 号），并于 2008 年 12 月 10 日通过了环保验收（苏环核验〔2008〕154 号）。公司目前已取得辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[00435]），许可种类和范围为：使用 II 类射线装置，证书有效期至 2028 年 6 月 1 日。现有核技术应用情况一览表见表 1-2。

表 1-2 南京凯信航空附件有限公司现有核技术应用情况一览表

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)	射线 装置 类别	工作 场所 名称	活动 种类	环评 情况	许可 情况	备注
1	X 射线实时成 像检测装置 Willick CP160	1	160	30	II 类	无损 检测 室	使用	已环评	已许可	本次 退役

现有设备在退役时，公司将自行对高压射线管进行拆解和去功能化，然后交给有资质单位回收，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

4 实践正当性分析

本项目的运行，可提高公司技术水平，保障公司产品质量，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，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。

5 “三线一单”相符性分析

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》苏政发〔2018〕74号和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》苏政发〔2020〕1号，本项目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。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目与南京市生态空间保护区域位置关系图见附图5。

表 2、放射源

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

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

表 3、非密封放射性物质

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

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

表 4、射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线检测装置	II 类射线装置	1	GX225	225	30	无损检测	无损检测室	更换
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μ 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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过排风扇及开关工件门进行换气，经车间新风系统进行通风，在常温下约 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响非常小。
退役的 X 射线实时成像检测装置	固态	/	/	/	/	/	不暂存	现有 X 射线实时成像检测装置在退役时，将对高压射线管进行拆解和去功能化，然后交给有资质单位回收，对环境影响较小。

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6、评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），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》（2018 年修正版），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》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《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 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《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，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《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 日起施行；</p> <p>(10) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议，2018 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(11) 《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》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(12) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p>
------------------	--

	<p>(13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p> <p>(14) 《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 日发布，2020 年 1 月 1 日起施行；</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) 《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>(17) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日发布；</p> <p>(18) 《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>(19) 《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>
技术标准	<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) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</p> <p>(6) 《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>(7) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(9) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。</p>

其他	<p>附件：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 项目委托书 (2) 射线装置使用承诺书 (3) 江苏省投资项目备案证 (4) 辐射安全许可证 (5) 环评批复及验收文件 (6) 培训合格证书、体检报告 (7) 例行监测报告 (8) 辐射环境现状检测报告复印件 (9) 辐射事故应急预案 (10) 辐射防护屏蔽设计说明、设备厂商辐射安全许可证 (11) 技术评估专家意见表、修改清单 <p>附图：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 地理位置示意图； (2) 周围环境示意图； (3) 厂区生产车间平面布置及周围环境示意图； (4) 本项目辐射安全措施布置示意图； (5) 本项目与南京市生态空间保护区域位置关系示意图。
----	--

表 7、保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>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”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围为本次更换的 X 射线检测装置的自屏蔽体实体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。</p>					
<p>保护目标</p> <p>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》（苏政发〔2018〕74 号）和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），本项目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。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。本项目与南京市生态空间保护区域位置关系图见附图 5。</p> <p>本项目拟建址周围 50m 范围内均为企业、道路及空地，无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和周围公众等（含公司其他工作人员）。详见表 7-1。</p>					
<p>表 7-1 本项目保护目标一览表</p>					
保护对象类型	场所	环境保护目标	方位/位置	距本项目最近距离	人员规模
辐射工作人员	生产车间 无损检测室	辐射工作人员	X 射线检测装置 操作台	/	3 人（轮班，每班 1 人）
评价范围内公众	分析室	其他员工	无损检测室东侧	1m	5 人
	机加区	其他员工	无损检测室东侧	4m	10 人
	过道	其他员工	无损检测室南、东、西侧	1m	流动人员
	油箱及大管道区	其他员工	无损检测室南侧	5m	10 人
	水压、荧光渗透、抛光区	其他员工	无损检测室西侧	3m	10 人
	热处理车间	其他员工	无损检测室西侧	13m	10 人

	清洗线	其他员工	无损检测室西侧	4m	5人
	东侧二层办公室	其他员工	无损检测室东侧	16.5 m	15人
	东侧二层食堂	其他员工	无损检测室东侧	16.5m	厂区员工
	南京普澳医疗设备有限公司	外厂其他员工	无损检测室北侧	20m	65人
	厂区南侧空地	厂外公众	无损检测室南侧	25m	流动人员
	厂区西侧高科二路	厂外公众	无损检测室西侧	35m	流动人员
	厂区北侧小路	厂外公众	无损检测室北侧	12m	流动人员
	厂区南侧小路	厂外公众	无损检测室南侧	18m	流动人员

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	要求
职业照射剂量限值	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。

剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

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、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

1 范围

本标准规定了 X 射线和 γ 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 γ 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。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资
4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

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，操作室应避开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 GB18871 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 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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。

6.2.3 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- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

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。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应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。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调

零、电池、仪器对射线的响应等。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）：

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° 入射探伤工件的 90° 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开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该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。

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目的管理目标，本项目剂量约束值为：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；职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv。

X 射线检测装置屏蔽体外四周 30cm 处及装置底部下方剂量率目标控制值均为 2.5 μ Sv/h，本项目 X 射线检测装置位于生产车间西侧一层，楼上为屋顶，可能有人到达，因此本项目 X 射线检测装置顶部关注点剂量率目标控制值保守取 2.5 μ Sv/h。

4、参考资料:

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编。

(2) 《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 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测量范围	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：*：评价时采用，取测量值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

南京凯信航空附件有限公司位于南京市江北新区高科一路 7 号，公司现有一座厂房，其中厂房西侧为一层建筑，东侧为二层建筑，厂房一层均为生产车间，办公区及食堂位于二层。本项目更换 X 射线检测装置位于生产车间西侧一层经局部改造调整后的原无损检测室内，楼上楼下均无建筑。检测室东侧依次为分析室、车间过道、机加区，机加区楼上为办公室及食堂。检测室南侧依次为车间过道、再往南为油箱及大管道区。检测室北侧依次为清洗线、空压机房。检测室西侧依次为水压区、荧光渗透区、抛光区、车间过道、热处理车间，详见附图 3。

本次更换的 1 台 X 射线检测装置周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。本项目拟建址周边环境现状见图 8-1。






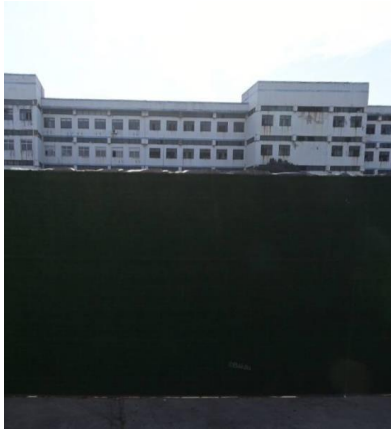
<p style="text-align: center;">南侧油箱及大管道区</p> 	<p style="text-align: center;">北侧清洗线</p> 
<p style="text-align: center;">西侧水压、荧光渗透区</p> 	<p style="text-align: center;">厂区北侧普澳医疗设备</p> 
<p style="text-align: center;">厂区东侧高科二路</p>	<p style="text-align: center;">厂区南侧空地（围挡内）</p>

图 8-1 本项目拟建址及所在厂区周围环境现状照片

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 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，于本项目 X 射线检测装置拟建址周围进行布点，测量本底辐射剂量率。监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-11。

监测单位：江苏兴光环境检测咨询有限公司

检测仪器：FH40G+FHZ672E-10 X- γ 辐射监测仪（设备编号：XGJC-J001，检定有效期：2023.8.31~2024.8.30，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2023-0089965）

能量范围：48keV~6MeV

测量范围：10nSv/h~10Sv/h

监测日期：2023年12月6日

天气：多云

温度：12℃

湿度：46%RH

监测布点：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：本项目监测单位江苏兴光环境检测咨询有限公司已通过计量认证（证书编号：Y2023-0089965），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照江苏兴光环境检测咨询有限公司《质量管理手册》《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。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。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

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检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省环境天然γ辐射水平调查研究结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 本项目 X 射线检测装置拟建址周围 γ 辐射剂量率

编号	检测点位描述	检测结果 (nGy/h)	备注
1	X 射线检测装置拟建址中央	32	室内平房
2	X 射线检测装置拟建址东侧	41	室内平房
3	X 射线检测装置拟建址南侧	40	室内平房
4	X 射线检测装置拟建址西侧	40	室内平房
5	X 射线检测装置拟建址北侧	44	室内平房

注：①测量数据已扣宇宙响应值，且本项目宇宙响应值修正因子为：室内（一层车间）取0.9。②测量期间现有设备未开机。

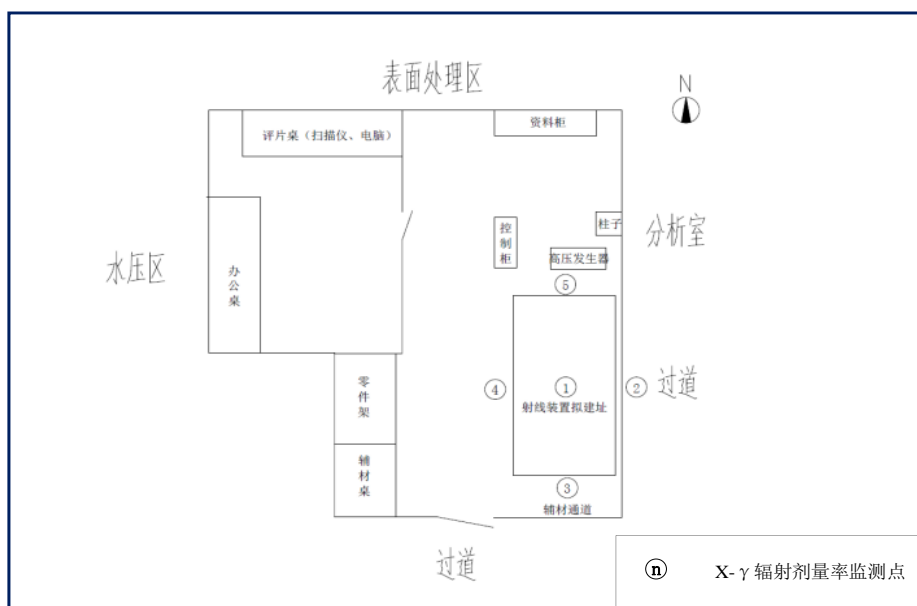


图 8-2 本项目拟建址监测点位示意图

由表 8-1 监测结果可知，本项目拟更换的 1 台 X 射线检测装置周围环境 γ 辐射剂量率在 32nGy/h~44nGy/h 之间，低于江苏省室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率（50.7~129.4）nGy/h 水平范围，其原因主要是车间地面进行了塑胶化处理。

表 9、项目工程分析与源项

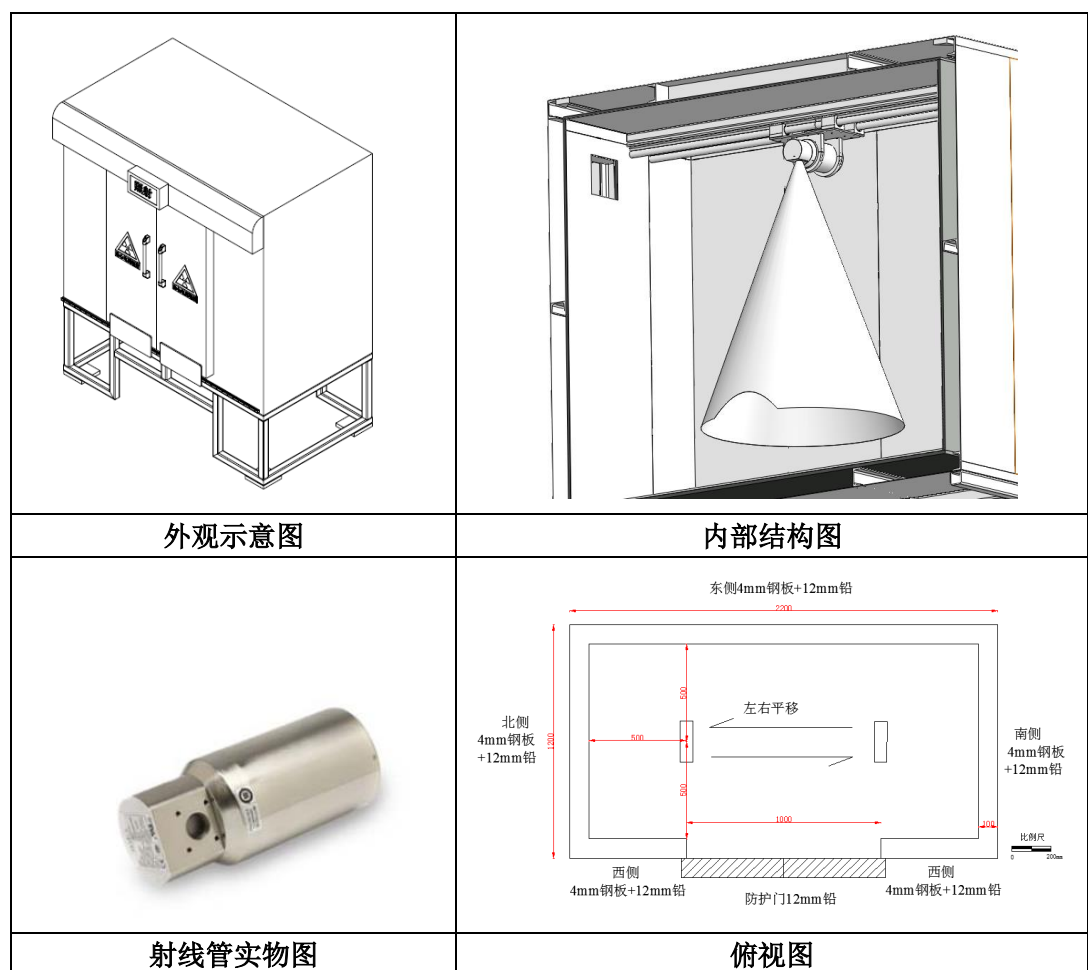
工程设备与工艺分析

一、工程设备

为提升产品质量及检测能力，南京凯信航空附件有限公司拟更换现有的 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司产品的无损检测工作。本项目更换的 1 台 X 射线检测装置型号为 GX225，其最大管电压为 225kV，最大管电流为 30mA，主射线方向固定朝下。

本项目 X 射线检测装置样式图见图 9-1。

南京凯信航空附件有限公司拟为本项目配备的 3 名辐射工作人员为原项目的工作人员，本项目 X 射线检测装置年工作时间 250 天，年开机曝光时间不超过 500 小时。



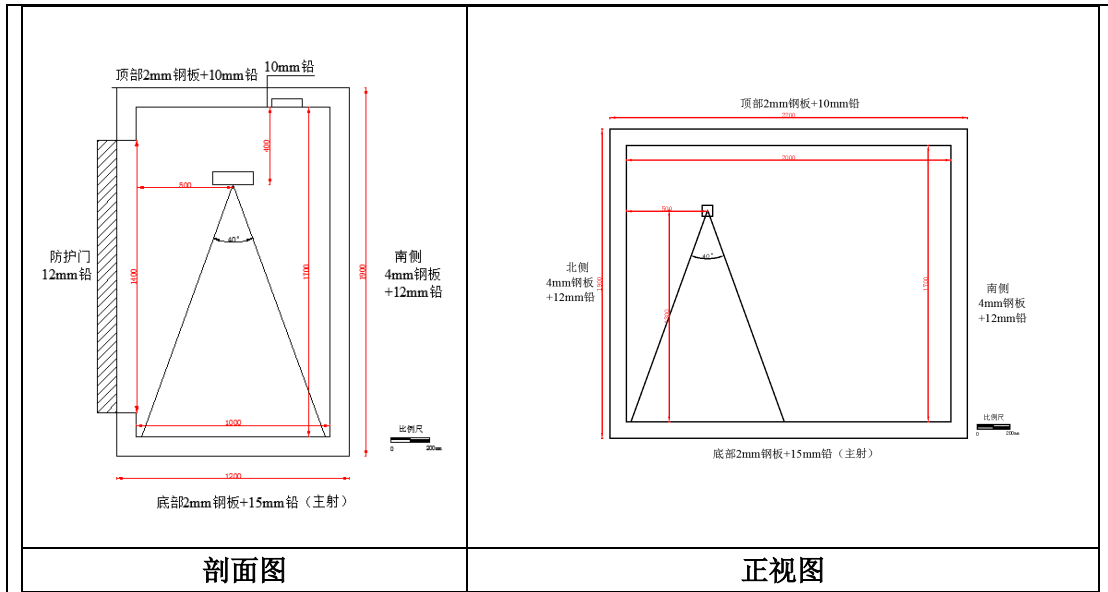


图 9-1 本项目 X 射线检测装置样式图

表 9-1 本项目屏蔽体设计参数

序号	防护参数		内部尺寸	外部尺寸	备注
1	装置东侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	2000mm×1700mm	2200mm×1900mm	/
2	装置南侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	1000mm×1700mm	1200mm×1900mm	/
3	装置西侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	2000mm×1700mm	2200mm×1900mm	/
4	装置北侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	1000mm×1700mm	1200mm×1900mm	/
5	装置顶部屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅 (通风口出为 10mmPb)	2000mm×1000mm	2200mm×1200mm	/
6	装置底部屏蔽体	2mm 钢板+15mm 铅	2000mm×1000mm	2200mm×1200mm	主射方向
7	防护门	12mm 铅	门洞: 1000mm×1400mm 防护门: 1074mm×1478mm		/

表 9-2 受检工件参数

名称	长度	厚度	直径
小管道	1m	1mm	6.25mm

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

X 射线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。

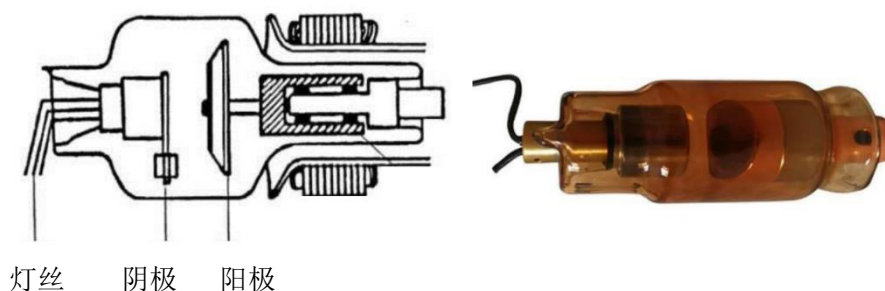


图 9-2 X 射线管示意图

本项目 X 射线检测装置由 X 射线管、控制器、负高压发生器、高压电缆、循环水冷却器、水管等部件组成。在 X 射线无损检测工程中，由于被检测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，射线强度衰减越大。而当工件内部存在缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即穿透的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至控制台，在监视器上实时显示。通过移动工件来获得不同角度的投影，用复杂的计算层析技术，将获得的各个角度的投影进行重建，得到被测工件的三维立体结构图，就可以判定工件内部的缺陷和结构。

2、工作流程

本项目 X 射线检测装置属于 II 类射线装置，非工作状态时不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

本项目辐射工作人员将待检测产品（检测工件）放入 X 射线检测装置（此时人员需将手臂伸入装置摆放工件），利用被检测材料对 X 射线吸收后

在透射处成像的原理，采用 X 射线对待检测工件进行透照，并在设备外部连接的显示器上观察、分析被检测件的内部缺陷。工作流程如下：

- ①工作前检查（确认安全连锁设置、报警装置及警示装置均正常运行）；
- ②打开主控开关，按下电源开关按钮，设备启动进入待检状态；
- ③辐射工作人员将待检工件放置在装置在载物台上固定；
- ④防护门关闭后进行开机出束检测（此环节产污：X 射线、微量的 O₃ 和 NO_x）；
- ⑤关闭 X 射线，扫描后，辐射工作人员通过显示器上的成像分析，给出检测结果；
- ⑥辐射工作人员取出检测工件。

X 射线检测装置工作流程及产污环节如图 9-3 中所示。

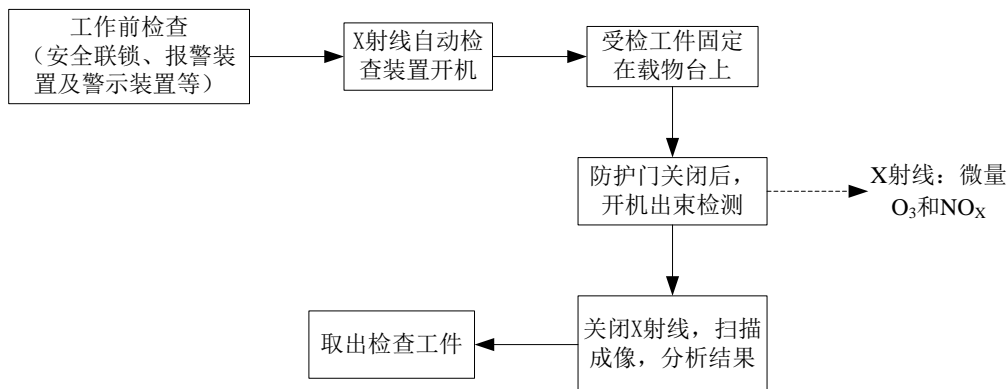


图 9-3 X 射线检测装置工作流程及产污环节示意图

污染源项描述

一、放射性污染

本项目 X 射线检测装置型号为 GX225，最大管电压 225kV，最大管电流 30mA，最大功率 3000W，主射方向朝下。

由 X 射线检测装置工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线管在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

本项目 X 射线检测装置因厂家未提供输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 B.1 注 3，本次按照 225kV 管电压下

较大输出量保守估计，参考《辐射防护导论》（方杰著）附图 4，取固有过滤片为 0.5mm 的铜，管电压 225kV 时距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $13 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，查《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

二、非放射性污染

①废气：X 射线检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水。

③固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾。

表 10、辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局及分区

南京凯信航空附件有限公司位于南京市江北新区高科一路7号，公司现有一座厂房，其中厂房西侧为一层建筑，东侧为二层建筑，厂房一层均为生产车间，二层为办公室及食堂。本项目 X 射线检测装置位于生产车间一层西侧无损检测室内，楼上楼下均无建筑。无损检测室东侧为分析室及车间过道，过道再往东为机加区，机加区楼上为办公室及食堂。检测室南侧为车间过道，再往南为油箱及大管道区。检测室北侧为清洗线，再往北为空压机房。检测室西侧为水压区、荧光渗透区、抛光区，再往西为车间过道。本项目周围 50m 范围内无学校、居民区等敏感目标。

布局合理性：本项目 X 射线检测装置有用线束向下，设有检测铅房和操作台，操作台设于检测铅房外，检测铅房通过内嵌铅板及钢板对 X 射线进行屏蔽。仪器运行时，操作人员在检测室外的操作台对装置进行操作。本项目操作台避开有用线束照射方向并与检测室分开设置，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置的要求，布局设计合理。

辐射防护分区：本项目将检测铅房（壳体）实体范围内作为控制区，无损检测室内设为监督区，将无损检测室的实体墙作为监督区边界。同时在监督区入口处设置标牌，除工作人员外，其他无关人员不得入内操作。两区划分示意图见图 10-1。本项目辐射防护分区符合《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管理要求。

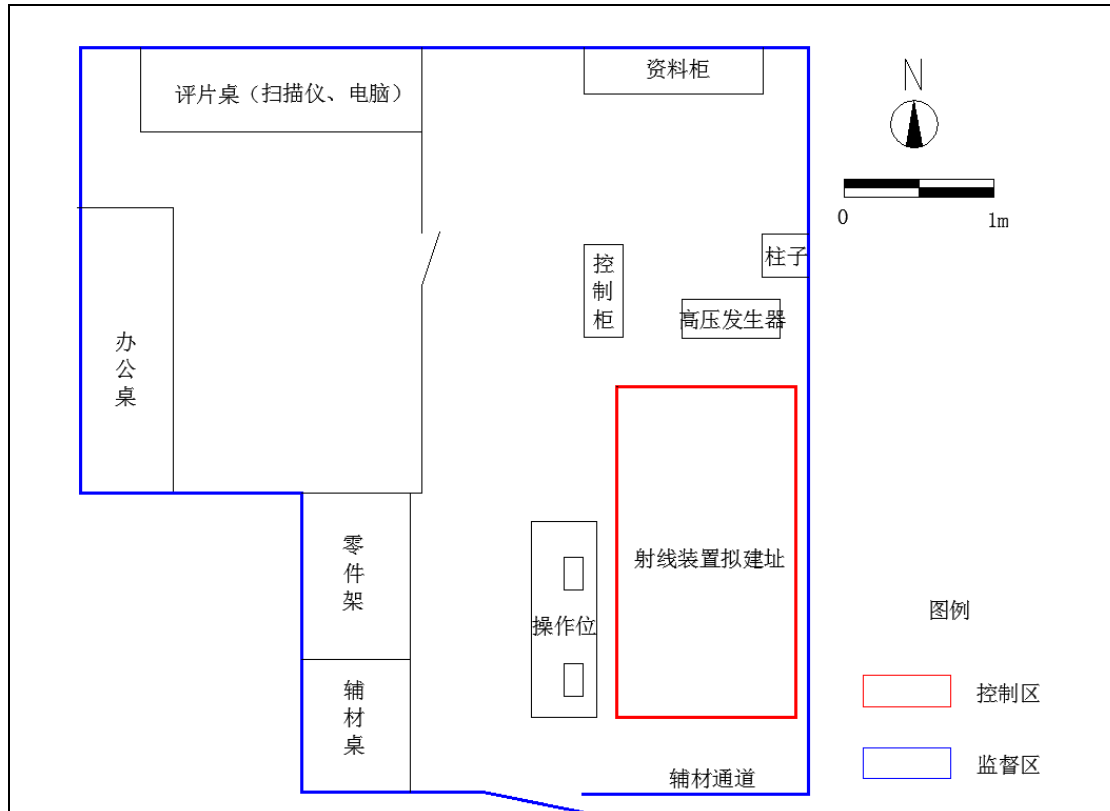


图 10-1 本项目两区划分示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目 X 射线检测装置采用内嵌铅板及钢板以屏蔽体的方式进行辐射防护，外形尺寸约为：2200mm（长）×1200 mm（宽）×2600 mm（高），铅房内部尺寸为 2000mm（长）×1000 mm（宽）×1700 mm（高），屏蔽层厚度 10cm。具体屏蔽设计参数见表 10-1，屏蔽示意图见图 11-1 及图 11-2。

表 10-1 本项目屏蔽体设计参数

序号	防护参数		内部尺寸	外部尺寸	备注
1	装置东侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	2000mm×1700mm	2200mm×1900mm	/
2	装置南侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	1000mm×1700mm	1200mm×1900mm	/
3	装置西侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	2000mm×1700mm	2200mm×1900mm	/
4	装置北侧屏蔽体	4mm 钢板+12mm 铅	1000mm×1700mm	1200mm×1900mm	/
5	装置顶部屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅 (通风口处为 10mmPb)	2000mm×1000mm	2200mm×1200mm	/

6	装置底部屏蔽体	2mm 钢板+15mm 铅	2000mm×1000mm	2200mm×1200mm	主射方向
7	防护门	12mm 铅	门洞：1000mm×1400mm 防护门：1074mm×1478mm		/

三、辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障 X 射线检测装置安全运行，该检测装置设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

(1) X 射线管安装在屏蔽体的检测装置内部。X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。

(2) 门—机联锁装置。X 射线管与检测装置工件门之间安装有联锁装置，工件门关闭后 X 射线检测装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束。

(3) 指示灯—机联锁装置。X 射线检测装置正面设计安装工作状态指示灯（预备状态时黄色指示灯亮，照射时红色指示灯亮）和声音提示装置。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。

(4) 在无损检测室内安装监视装置，可监视辐射工作人员活动及设备运行情况。

(5) 操作台及设备铅房的左右两侧各设有 1 个急停按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射。

(6) X 射线检测装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。

(7) 控制台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，并设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(8) X 射线检测装置顶部设有排风扇，风量为 45m³/h，铅房体积为 3.4 m³，每小时换气次数为 13 次，能够满足 GBZ117-2022 中 6.1.10 “每小时通风次数不小于 3 次的要求”。

本项目 X 射线检测装置安装的辐射安全措施满足本项目辐射安全的需要。

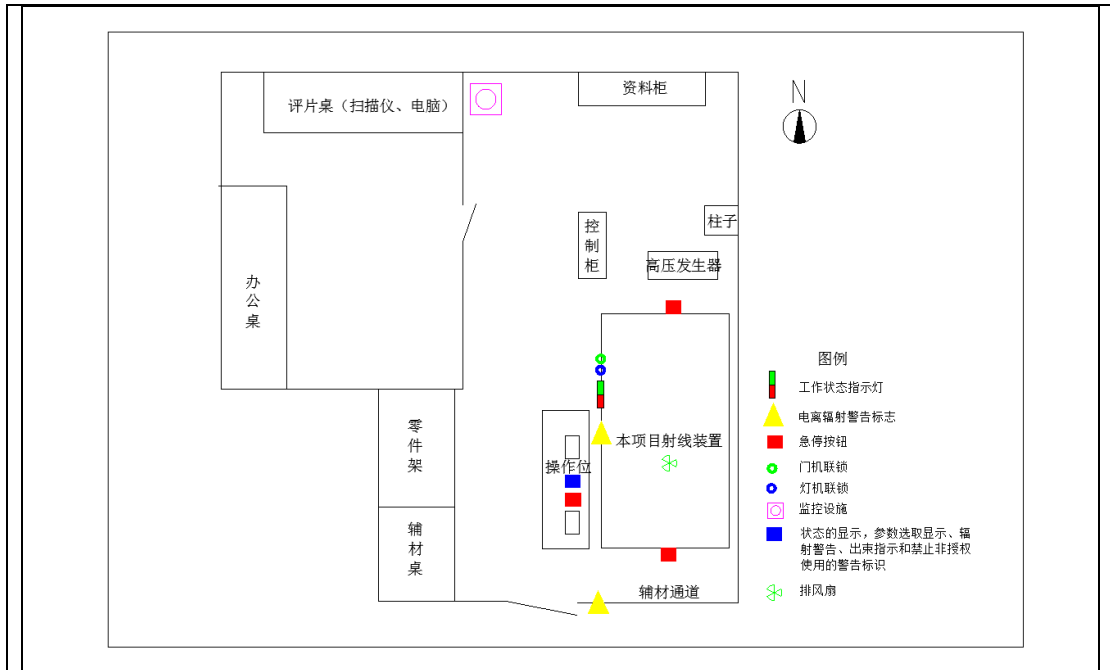


图 10-2 本项目 X 射线检测装置辐射安全措施布置示意图



无损检测机房警告标识



无损检测机房监视装置



射线巡测仪



射线报警仪

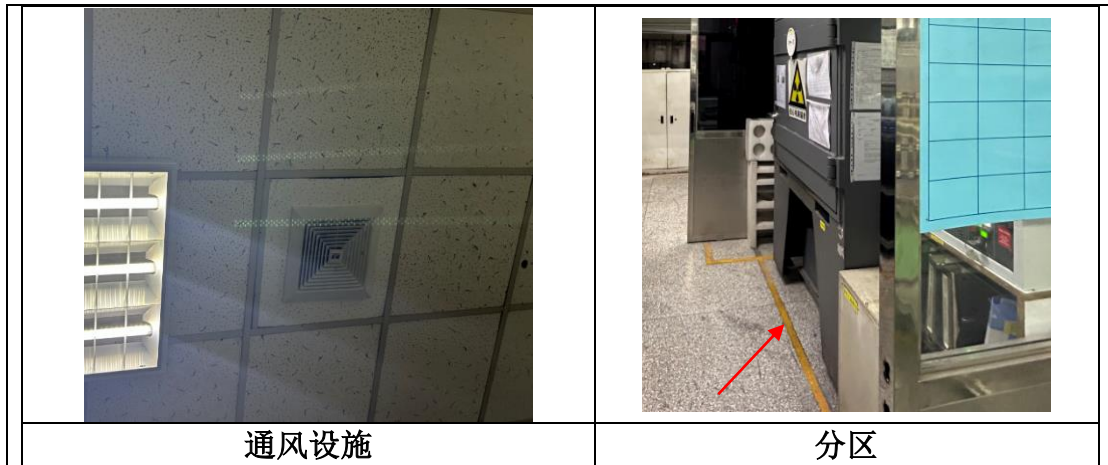


图 10-3 现有辐射安全措施照片

四、监测仪器和防护用品

南京凯信航空附件有限公司使用的 X 射线检测装置属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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。

南京凯信航空附件有限公司原有项目配备有辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台。所配备设备性能完好，完成 X 射线检测装置的更新后，这些设备移作新上的本项目配备使用。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。公司已定期组织放射工作人员进行健康体检，未发现因放射性因素导致的健康损害，可继续从事原放射工作。（体检报告见附件 6），并按相关要求建立了放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

五、工业 X 射线检测装置设备退役措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）有关规定，当工业 X 射线检测装置不再使用时，应实施退役程序。射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化；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。

三废的治理

本项目工业 X 射线检测装置运行过程中，没有放射性废水、废气及固体废物产生，X 射线检测装置设有机械排风装置，检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化

物在装置工作时通过排风扇及开关工件门进行换气，X射线检测装置顶部设有排风扇，风量为45m³/h，铅房体积为3.4 m³，每小时换气次数为13次，能够满足GBZ117-2022中6.1.10“每小时通风次数不小于3次的要求”，然后通过检测装置所在车间的新风系统进行通风，臭氧常温下约50min可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响非常小。

本项目不新增辐射工作人员，现有辐射工作人员产生的生活污水进入公司污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网；生活垃圾分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

表 11、环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为设备更新项目，现有 X 射线实时成像检测装置在退役时，需对高压射线管进行拆解和去功能化，然后交给有资质单位回收，对环境影响较小。

本次更换 X 射线检测装置是成套设备，待现有 X 射线实时成像检测装置拆除后，由专业供应商直接运送安装到指定区域，无土建工程，因此施工期环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目设备位于无损检测室，型号为 GX225 型，最大管电压 225kV，最大管电流 30mA，额定功率 3000W，为 II 类射线装置。X 射线检测装置的防护门拟朝西放置，射线方向固定向下。X 射线管固定轨道上（高度距离顶部内侧铅板 0.4m、距离底部内侧铅板 1.3m，距离前后铅板内侧各 0.5m）可以左右平移（距离左右内侧各 0.5m），X 射线管出束夹角为 40° 角，经分析仅底部部分为有用线束方向，其余各面按照非有用线束照射进行估算。

本项目依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中推荐的计算模式及相关参数对本项目 X 射线检测装置的辐射环境影响采取理论计算的方法进行分析与评价。

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：

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

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，射线管最大功率 3000W，225kV 下管电流为 13.3mA；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，因厂家未提供输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 B.1 注 3，本次按照 225kV 管电压下较大输出量保守估计，参考《辐射防护导论》（方杰著）附图 4，取固有过滤片为 0.5mm 的铜，管电压 225kV 时距辐射源点（靶

点) 1m 处输出量约为 $13 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

B—屏蔽透射因子, 有用线束方向屏蔽体为 15mm 铅板+2mm 钢板, 根据《辐射防护手册第三分册》P63, 在 225kV 管电压条件下, 2mmFe 的铅当量约为 0.17mmPb, 按《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 查附录 B 表 B.2 的相应 TVL 值, 以插值法求得为 2.15mm, 然后按照公式 11-2 计算出, 当入射 X 射线能量为 225kV, 屏蔽材料为 15.17mm 铅时, 本项目 B 值为 8.8×10^{-8} ;

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m)。

2、非有用线束

辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-2 计算:

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

式中: X—屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL—按《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 查附录 B 表 B.2 的相应 TVL 值。

① 泄漏辐射

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式 11-3 计算:

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

式中: B—屏蔽透射因子, 使用公式 11-2 计算得到;

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m);

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位 $\mu\text{Sv/h}$, 查《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 表 1, 225kV 管电压取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

225kV 管电压泄漏射线的 TVL 值, 以插值法求得为 2.15mm。

② 散射辐射

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，查表 2，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值，保守按照散射后能量 200kV 确定，TVL 为 1.4mm，在 200kV 管电压条件下，根据《辐射防护手册第三分册》P63，4mmFe 铅当量为 0.33mmPb，2mmFe 铅当量为 0.17mmPb；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，选取 225kV 下输出量值，即 $13 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

α —散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附表 B.4.2 可知，225kV 时， $R_0^2/F\alpha$ 保守取 50。

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

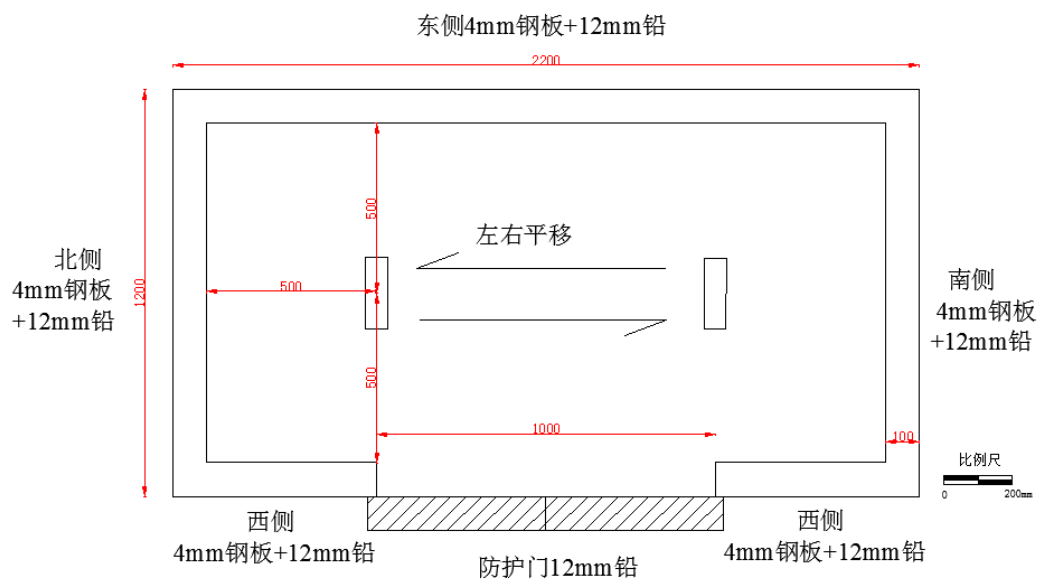


图 11-1 本项目装置屏蔽示意图（俯视）

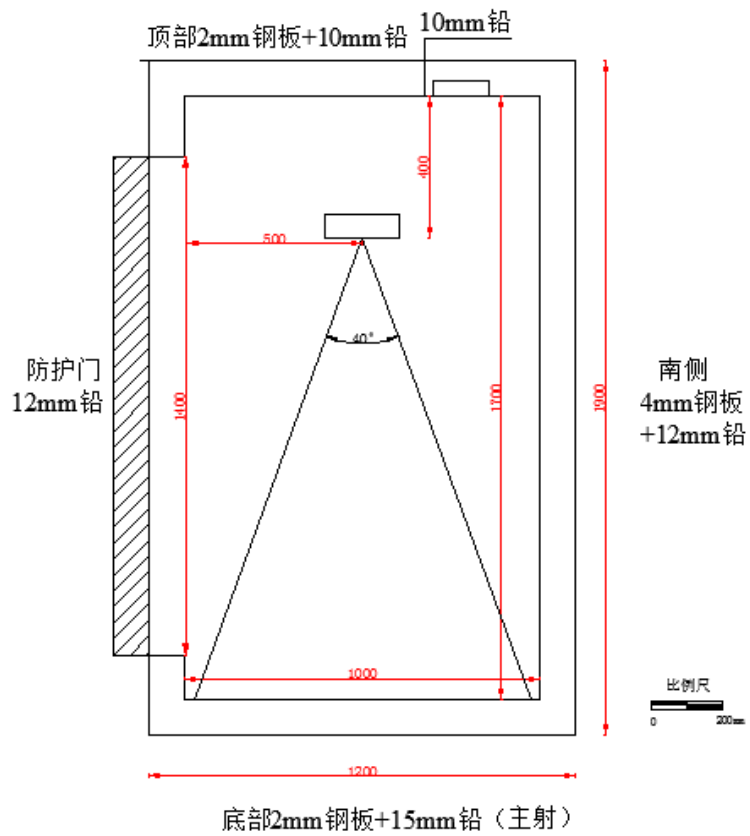


图 11-2 本项目装置屏蔽示意图 (侧视)

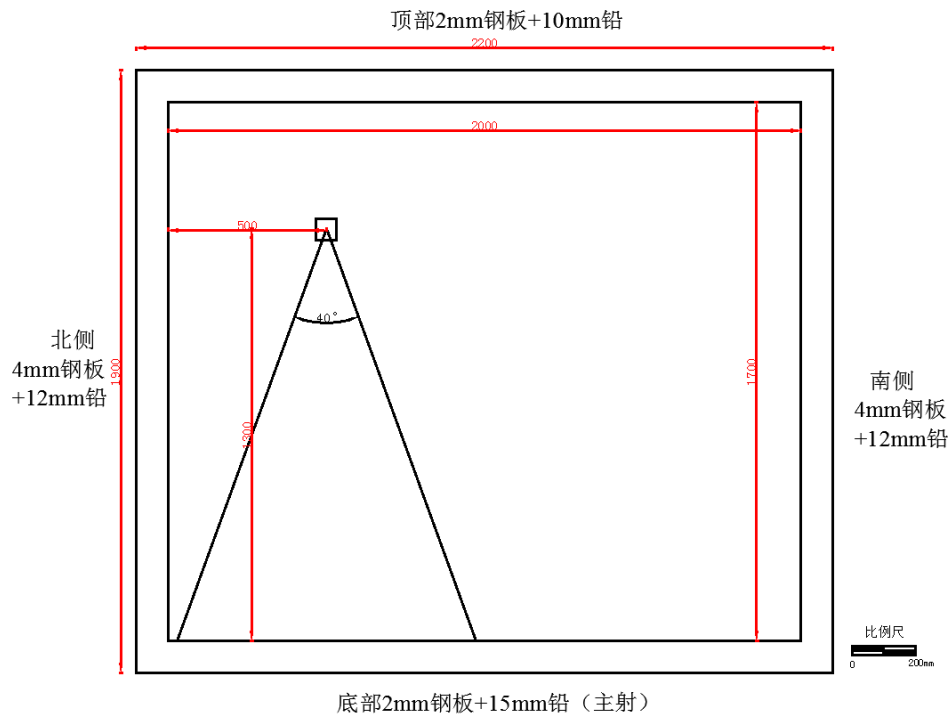


图 11-3 本项目装置屏蔽示意图 (正视)

3、预测计算结果汇总及评价

本项目设备辐射防护计算参数和计算结果见表 11-1~表 11-3。

表 11-1 X 射线检测装置铅房球管距离外侧距离

点位序号	点位描述	屏蔽材料及厚度	源距外壁距离 (m)	剂量核算点位距离 (m)	需防护辐射源类型
①	装置东侧	4mm 钢板+12mm 铅	0.6	0.9	漏射线束、散射线束
②	装置南侧	4mm 钢板+12mm 铅	0.6	0.9	漏射线束、散射线束
③	装置西侧	4mm 钢板+12mm 铅	0.6	0.9	漏射线束、散射线束
④	装置北侧	4mm 钢板+12mm 铅	0.6	0.9	漏射线束、散射线束
⑤	装置顶部	2mm 钢板+10mm 铅 (通风口处为 10mm 铅)	0.5	0.8	漏射线束、散射线束
⑥	装置底部	2mm 钢板+15mm 铅	1.4	1.7	有用线束
⑦	防护门	12mm 铅	0.7	1.0	漏射线束、散射线束

注：剂量核算点位距离 R=源距外壁距离+0.3m

表 11-2 X 射线检测装置铅房外有用线束辐射剂量率预测表

点位描述	屏蔽材质及厚度	I (mA)	屏蔽透射因子 B	H ₀ (μSv·m ² /mA h)	R (m)	H (μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
装置底部	2mm 钢板+15mm 铅	13.3	8.80×10 ⁻⁸	7.8×10 ⁵	1.7	0.32	2.5	满足

表 11-3 X 射线检测装置铅房外非有用线束辐射剂量率及剂量率汇总预测表

关注点		东侧	南侧	西侧	北侧	顶部	底部	防护门
屏蔽材质及厚度		12.33mm Pb 当量	12.33mm Pb 当量	12.33mm Pb 当量	12.33mm Pb 当量	10mm Pb 当量	15.16mm Pb 当量	12mmPb
泄露辐射	B	1.84×10 ⁻⁶	1.84×10 ⁻⁶	1.84×10 ⁻⁶	1.84×10 ⁻⁶	2.23×10 ⁻⁵	/	2.62×10 ⁻⁶
	H _L (μSv/h)	5×10 ³						
	R (m)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	/	1.0
	H(μSv/h)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.17	/	0.013
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	200						
	B	1.56×10 ⁻⁹	1.56×10 ⁻⁹	1.56×10 ⁻⁹	1.56×10 ⁻⁹	7.20×10 ⁻⁸	/	2.68×10 ⁻⁹
	I (mA)	13.3						
	H ₀ (μSv·m ² /	7.8×10 ⁵						

	(mA h)							
	R (m)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	/	1.0
	H(μ Sv/h)	4.0×10^{-4}	4.0×10^{-4}	4.0×10^{-4}	4.0×10^{-4}	0.023	/	5.6×10^{-4}
有用 辐射	H(μ Sv/h)	/	/	/	/	/	0.32	/
总剂量当量率 (μ Sv/h)		0.011	0.011	0.011	0.011	0.19	0.32	0.014
剂量率参考控制水平 (μ Sv/h)		2.5						
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：顶部点位保守取屏蔽最薄弱处，即通风口防护罩外 30cm，此时屏蔽材质为 10mmPb。

由表 11-2 和表 11-3 可知本项目 X 射线检测装置在管电压最大为 225kV，此时管电流为 13.3mA 运行时，周围距机体外壁 30cm 处剂量率最大为 0.32 μ Sv/h，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）的标准要求及本项目“工业 CT 检测装置四周屏蔽体周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h”的管理目标限值要求。

4、反散射辐射影响分析

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_c (μ Sv/h) 加以控制。”

根据表 11-2 可知，本项目 X 射线检测装置顶部外 30cm 处最大辐射剂量率为 0.17 μ Sv/h。主射方向朝下，底部距地面 0.7m，底部 30cm 处最大剂量率为 0.32 μ Sv/h。顶部经天空反射到达地面辐射剂量率远小于 0.17 μ Sv/h，底部经地面反射后辐射剂量率远小于 0.32 μ Sv/h，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）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

5、本项目电缆孔、排风口及铅门缝辐射影响分析

本项目 X 射线检测装置拟设置有电缆孔，顶部排风扇排风，孔洞处均避开有用线束方向。本项目拟在顶部排风口位置采用 10mm 铅补偿措施，电缆管道设计为“几”字形，射线先经过工件散射一次，至少再经过三次散射才能到达室外，可推断本项目电缆孔处的辐射剂量率能够满足要求，不会破坏

曝光室整体的屏蔽防护效果。

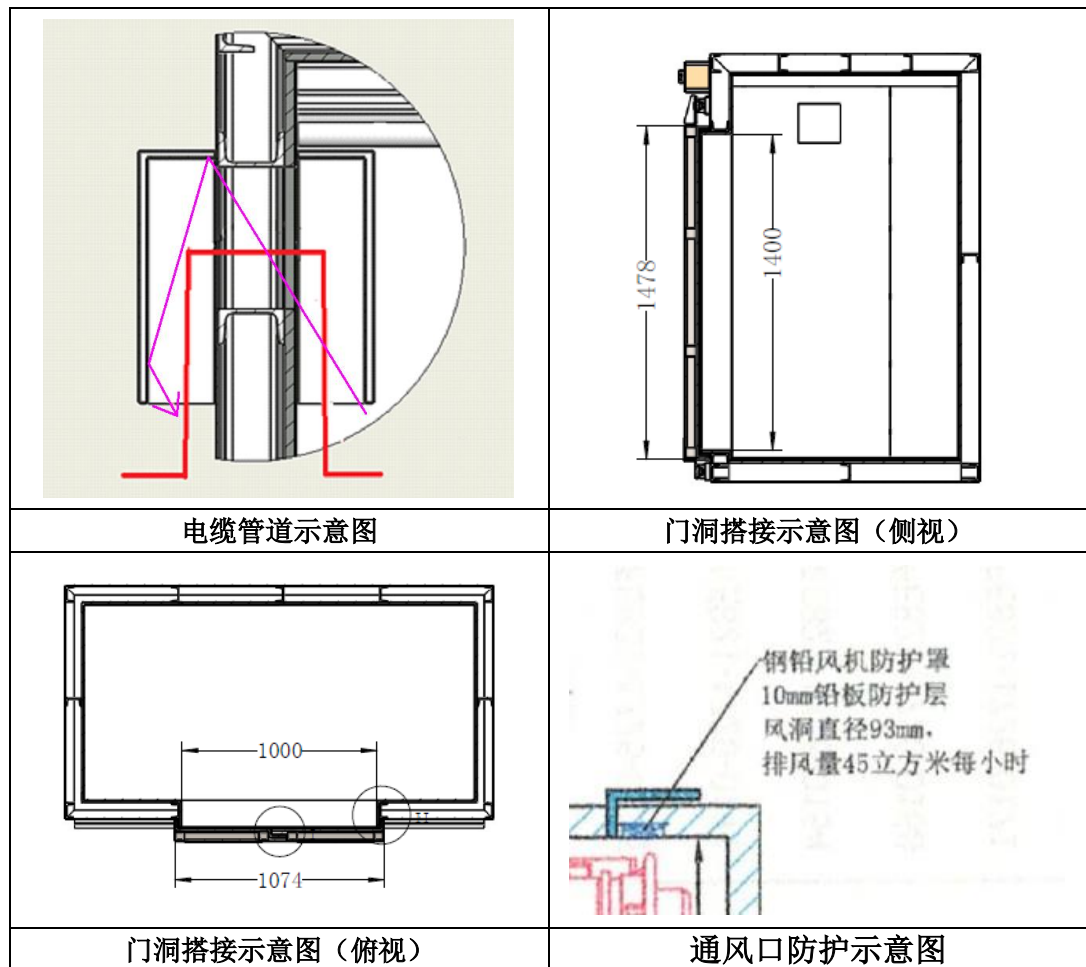


图 11-3 电缆管道及铅门缝隙示意图

本项目曝光室的防护门设计尺寸大于门洞，两扇防护门搭接处重合 84mm，防护门安装后与门洞两侧屏蔽体重合 37mm，与门洞顶部及底部重合 39mm，防护门与屏蔽体缝隙小于 1mm，上述设计能够达到铅防护门与屏蔽体重叠部分均不小于门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，可有效避免 X 射线由防护门缝处的泄漏，射线需经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

二、保护目标周/年有效剂量评价

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

式中： H_c —参考点的周/年剂量水平， $\mu\text{Sv/周}$ ， $\mu\text{Sv/a}$ ；

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

t —探伤装置年照射时间，单位为 h/周 ， h/a ；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子，可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 A.1 得到。

1. 辐射工作人员周/年有效剂量

表 11-7 辐射工作人员周有效剂量计算结果

点位	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/周)	H_c ($\mu\text{Sv/周}$)	剂量约束限值 ($\mu\text{Sv/周}$)	关注对象	评价结果
操作位（防护门）	0.014	1	1	3.3	0.047	100	工作人员	满足

注：1、操作位位于装置西侧，根据表 11-3，取西侧和防护门剂量率较大者保守计算；
2、本项目共 3 名辐射工作人员，每人 1 班不同时工作，装置周照射时间为 10h，因此每人照射时间取 1/3，即 3.3h。

表 11-8 辐射工作人员年有效剂量计算结果

点位	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	H_c (mSv/a)	剂量约束限值 (mSv/a)	关注对象	评价结果
操作位（防护门）	0.014	1	1	166.7	2.3×10^{-3}	5	工作人员	满足

注：1、操作位位于装置西侧，根据表 11-3，取西侧和防护门剂量率较大者保守计算；
2、本项目共 3 名辐射工作人员，每人 1 班不同时工作，装置年照射时间为 500h，因此每人照射时间取 1/3，即 166.7h。

本项目投入运行后年工作按 500 小时（周曝光不超过 10 小时 \times 50 周）计，根据表 11-7 和表 11-8，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 $0.047 \mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量最大为 $2.3 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，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管理目标要求（职业人员周有效剂量不超过 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量不超过 5mSv/a ）。

表 11-9 设备更换当年辐射工作人员年有效剂量叠加计算结果

点位	现有设备更换前 所受剂量 (mSv/a)	本项目设备更 换后总剂量 (mSv/a)	叠加值 (mSv/a)	剂量约束限值 (mSv/a)	关注对象	评价结果
操作位（防护门）	3.4×10^{-3}	1.8×10^{-3}	5.2×10^{-3}	5	工作人员	满足

注：1、南京凯信航空附件有限公司拟于 2024 年 4 月更换现有 X 射线实时成像检测装置。因此本项目设备年运行时间取 375h，现有设备年运行时间取 125h，每名辐射工作人员照射时间取 1/3。

2、现有设备剂量率取自例行检测报告(附件 7)，防护门为 $0.081 \mu\text{Sv/h}$ ，操作位为 $0.078 \mu\text{Sv/h}$ 检测工况为设备正常使用工况。

南京凯信航空附件有限公司拟于 2024 年 4 月更换现有 X 射线实时成像检测装置，且辐射工作人员不变，根据表 11-9，设备更换当年辐射工作人员

年有效剂量最大值为 $5.2 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，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管理目标要求（年有效剂量不超过 5mSv/a ）。

2. 周围公众周/年有效剂量

本项目 X 射线检测装置周围 50m 范围均为企业及空地，项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和周围公众（其他工作人员）等。本项目无损检测机房位于车间一层，楼上及楼下均无建筑。无损检测机房内为监督区，非辐射工作人员不得进入。

表 11-10 X 射线检测装置周围 50m 评价范围内周围公众处周有效剂量

环境保护目标	X 射线检测装置外参考点剂量率估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	周照射时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	剂量约束限值 ($\mu\text{Sv/周}$)	关注对象	评价结果
分析室	0.011	1	50	0.55	5	其他员工	满足
机加区		1		0.55		其他员工	满足
过道		1/16		0.034		其他员工	满足
油箱及大管道区		1		0.55		其他员工	满足
水压、荧光渗透、抛光区		1		0.55		其他员工	满足
热处理车间		1		0.55		其他员工	满足
清洗线		1		0.55		其他员工	满足
东侧二层办公室		1		0.55		其他员工	满足
东侧二层食堂		1/4		0.14		其他员工	满足
南京普澳医疗设备有限公司		1		0.55		外厂其他员工	满足
厂区南侧空地		1/16		0.034		厂外公众	满足
厂区西侧高科二路		1/16		0.034		厂外公众	满足
厂区北侧小路		1/16		0.034		厂外公众	满足
厂区南侧小路		1/16		0.034		厂外公众	满足

表 11-11 X 射线检测装置周围 50m 评价范围内周围公众处年有效剂量

环境保护目标	X 射线检测装置外参考点剂量率估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束限值 (mSv/a)	关注对象	评价结果
分析室	0.011	1	500	5.5×10^{-3}	0.1	其他员工	满足
机加区		1		5.5×10^{-3}		其他员工	满足
过道		1/16		3.4×10^{-4}		其他员工	满足
油箱及大管道区		1		5.5×10^{-3}		其他员工	满足

水压、荧光渗透、抛光区		1		5.5×10^{-3}		其他员工	满足
热处理车间		1		5.5×10^{-3}		其他员工	满足
清洗线		1		5.5×10^{-3}		其他员工	满足
东侧二层办公室		1		5.5×10^{-3}		其他员工	满足
东侧二层食堂		1/4		1.4×10^{-3}		其他员工	满足
南京普澳医疗设备有限公司		1		5.5×10^{-3}		外厂其他员工	满足
厂区南侧空地		1/16		3.4×10^{-4}		厂外公众	满足
厂区西侧高科二路		1/16		3.4×10^{-4}		厂外公众	满足
厂区北侧小路		1/16		3.4×10^{-4}		厂外公众	满足
厂区南侧小路		1/16		3.4×10^{-4}		厂外公众	满足

由表 11-11 计算结果可知，X 射线检测装置 50m 评价范围内周围公众周受照剂量最大为 $0.55 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，年受照剂量最大为 $5.5 \times 10^{-3} \text{mSv}/\text{a}$ ，能够满足公众年有效剂量不超过 $0.1 \text{mSv}/\text{a}$ 。

表 11-12 设备更换当年周围公众处辐射剂量率及年有效剂量

点位	现有设备更换前所受剂量 (mSv/a)	现有设备更换当年总剂量 (mSv/a)	叠加值 (mSv/a)	剂量约束限值 (mSv/a)	关注对象	评价结果
分析室	0.014	5.5×10^{-3}	0.020	1	其他员工	满足
机加区	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		其他员工	满足
过道	9.0×10^{-4}	3.4×10^{-4}	1.2×10^{-3}		其他员工	满足
油箱及大管道区	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		其他员工	满足
水压、荧光渗透、抛光区	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		其他员工	满足
热处理车间	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		其他员工	满足
清洗线	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		其他员工	满足
东侧二层办公室	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		其他员工	满足
东侧二层食堂	3.5×10^{-3}	1.4×10^{-3}	4.9×10^{-3}		其他员工	满足
南京普澳医疗设备有限公司	0.014	5.5×10^{-3}	0.020		外厂其他员工	满足
厂区南侧空地	8.6×10^{-4}	3.4×10^{-4}	1.2×10^{-3}		厂外公众	满足
厂区西侧高科二路	8.9×10^{-4}	3.4×10^{-4}	1.2×10^{-3}		厂外公众	满足
厂区北侧小路	9.0×10^{-4}	3.4×10^{-4}	1.2×10^{-3}		厂外公众	满足
厂区南侧小路	8.6×10^{-4}	3.4×10^{-4}	1.2×10^{-3}		厂外公众	满足

注：1、南京凯信航空附件有限公司拟于 2024 年 4 月更换现有 X 射线实时成像检测装置。因此本项目设备年运行时间取 375h，现有设备年运行时间取 125h。

2、现有设备剂量率取自例行检测报告（附件 7），西防护门为 $0.081 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，南侧 $0.079 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，东侧为 $0.079 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，北侧为 $0.082 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，检测工况为设备正常使用工况。

由表 11-12 计算结果可知，设备更换当年本项目 50m 评价范围内周围公众年受照剂量最大为 $0.048 \text{mSv}/\text{a}$ ，位于设备南侧车间过道处，能够满足公众

年有效剂量不超过 0.1mSv/a。

三、非放射性“三废”影响分析

1、废气

本项目 X 射线检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），X 射线检测装置顶部设有排风扇，风量为 45m³/h，铅房体积为 3.4 m³，每小时换气次数为 13 次，能够满足 GBZ117-2022 中 6.1.10 “每小时通风次数不小于 3 次的要求”；少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过排风扇及开关工件门进行换气，工件门不朝向车间内人员密集区域，然后通过检测装置所在车间的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响非常小。

2、废水

本项目不新增辐射工作人员。本项目废水主要是辐射工作人员产生的生活污水，将进入厂区污水处理站，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，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。

现有 X 射线实时成像检测装置在退役时，将对高压射线管进行拆解和去功能化，然后交给有资质单位回收，对环境影响较小。

事故状态下影响分析

X 射线检测装置只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）X 射线检测装置在对工件进行曝光的工况下，防护铅门机联锁失效，工作人员靠近防护铅门附近；

（2）防护铅门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线检测装置在对工件进行曝光的工况下对检测装置周围人员造成意外照射；

（3）X 射线检测装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

（4）X 射线检测装置防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照

射。

为此，南京凯信航空附件有限公司应在本项目 X 射线检测装置设置有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时 X 射线才能出束照射，运行期间强行打开工件门时，X 射线管将自动停止出束；X 射线检测装置上设置工作状态指示灯，开机时，设备上红色工作状态指示灯亮；同时壳体上设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。上述安全措施能有效防止误照射。

辐射工作人员随身携带个人剂量报警仪，当出现辐射事故情况时，可立即按下操作台上的急停按钮，X 射线球管停止出束，能有效减少事故情况下周围公众的受照剂量。

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。

公司在日常工作中应加强管理，并在实际工作中不断对其相关操作规程和辐射安全管理制度等进行完善和落实；还应加强职工辐射防护知识培训，尽可能避免辐射事故的发生。

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 射线检测装置为 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 II 类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作和管理的人员均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并考核。

南京凯信航空附件有限公司目前已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，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。南京凯信航空附件有限公司拟为本项目配备的 3 名辐射工作人员为原项目的工作人员，其中 1 名辐射工作人员兼任辐射防护负责人，参加了辐射安全管理考核并合格。辐射防护负责人与辐射工作人员均参加了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并参加“X 射线探伤”辐射安全与防护考核，并考核合格；如有辐射培训证书到期人员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，通过考核后，方能继续上岗。

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》《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”。南京凯信航空附件有限公司已根据本项目 X 射线检测装置项目的特点及以下内容制定了相关制度，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：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。包括：

- ①确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作

流程操作，防止发生辐射事故；

②从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

2) 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，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据射线装置操作的具体情况制定了相应的辐射防护和安全保卫制度。包括：

①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全联锁装置、个人剂量报警仪保持良好工作状态；

②工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。

4) 设备维修制度：明确射线装置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。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停按钮）、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。

相关辐射工作人员已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。项目辐射工作人员已配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案。公司已组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（1 次/1 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：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。为了确保 II 类射线装置的辐射安全，该单位已制定监测方案，辐射工作人员个人剂量监测数据均建立个人剂量档案，已委托有资质监测单位对本单位现有 X 射线实时成像检测装置的安全和防护状况进行年度检测，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。

辐射监测

南京凯信航空附件有限公司现有项目配备有辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台。所配备设备性能完好，完成 X 射线检测装置的更新后，这些设备移作新上的本项目配备使用。同时结合本项目实际情况，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（1 次/季），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；
- 4) 所有辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案；
- 5) 出现外照射事故，立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

南京凯信航空附件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。

南京凯信航空附件有限公司每年编写射线装置安全和防护状况年度评估报告，包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，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。

表12-1 公司监测和检查计划一览表

监测项目/检查计划	监测因子/检查内容	监测频次	监测方式	限值要求
设备防护门外30cm处和上、下、前、后、顶部30cm处；周围50m内的巡测及人员经常停留位置。	X- γ 辐射剂量率	每年1~2次	委托有资质单位	周围剂量当量率不大于2.5 μ Sv/h
	X- γ 辐射剂量率	每月1次	自行监测	
	X- γ 辐射剂量率	竣工验收	验收监测	
设备连锁	实测并检查	每天	每次使用前	正常
其他安全设施	实测并检查	每天	每次使用前	正常
辐射工作人员个人剂量计	年有效剂量	每季度送检1次	有资质单位	正常

辐射事故应急

本项目事故多为开机误照射事故，根据辐射事故分类，本公司可能发生的事故类型为一般辐射事故。

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，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③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；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

南京凯信航空附件有限公司已成立了辐射事故应急机构，明确了具体人员和联系电话，并制定了辐射事故应急预案（见附件9），现有辐射事故应急预案包含应急人员的组织、培训以及应急和救助的物资，辐射事故发生的可能、分级及应急相应措施，辐射事故调查、报告和处理程序等内容。因此，现有辐射事故应急预案符合《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。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况时，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预案，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》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

表 13、结论与建议

结论

一、项目概况

南京凯信航空附件有限公司现有 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司产品的无损检测工作。该装置于 2008 年 3 月 10 日取得了原江苏省环境保护厅批复（苏核表复〔2008〕130 号），并于 2008 年 12 月 10 日通过了环保验收（苏环核验〔2008〕154 号）。公司目前已取得辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[00435]），许可种类和范围为：使用 II 类射线装置，证书有效期至 2028 年 6 月 1 日。

为提升产品质量及检测能力，南京凯信航空附件有限公司拟更换现有的 1 台 X 射线实时成像检测装置（最大管电压为 160kV，最大管电流为 30mA），用于开展公司产品的无损检测工作。本项目更换的 1 台 X 射线检测装置型号为 GX225，其最大管电压为 225kV，最大管电流为 30mA，额定功率 3000W，主射线方向固定朝下。

二、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2021 年修订本）》，本项目不属于“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

本项目的运行，可提高公司技术水平，保障公司产品质量，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，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。

四、选址合理性

南京凯信航空附件有限公司位于南京市江北新区高科一路 7 号，现有一座厂房，本次更换的 X 射线检测装置位于厂房一层，周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要为公司辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。

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》苏政发〔2018〕74 号和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》苏

政发〔2020〕1号，本项目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。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目拟建址评价范围内不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。

辐射防护分区：本项目将检测铅房（壳体）实体范围内作为控制区，无损检测室内设为监督区，将无损检测室的实体墙作为监督区边界。同时在监督区入口处设置标牌，除工作人员外，其他无关人员不得入内操作。辐射工作场所分区布局合理。

五、辐射环境现状评价

本项目 X 射线检测装置周围环境 γ 辐射剂量率在 $32\text{nGy/h}\sim 44\text{nGy/h}$ 之间，由于车间地面进行塑胶化处理，略低江苏省室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率水平范围。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，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》（GB18871-2002）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（职业人员周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量不超过 5mSv ；公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量不超过 0.1mSv ）。

七、“三废”的处理处置

X 射线检测装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），X 射线检测装置顶部设有排风扇，风量为 $45\text{m}^3/\text{h}$ ，铅房体积为 3.4m^3 ，每小时换气次数为 13 次，能够满足 GBZ117-2022 中 6.1.10 “每小时通风次数不小于 3 次的要求”，少量臭氧和氮氧化物在装置工作时通过排风扇及开关工件门进行换气，然后通过检测装置所在车间的新风系统进行通风，臭氧常温下约 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影

响非常小；本项目不新增辐射工作人员，现有辐射工作人员产生的生活污水，将进入厂区污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小；现有辐射工作人员产生的生活垃圾，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。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

南京凯信航空附件有限公司更换的台 X 射线检测装置为 II 类射线装置。由 X 射线检测装置工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生外照射影响。

本项目 X 射线检测装置设计有门—机联锁安全装置，防护门关闭后 X 射线检测装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束；X 射线检测装置设有指示灯—机联锁装置，装置正面设计安装工作状态指示灯。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近。X 射线检测装置操作台上设有 1 个紧急停机按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射（由于辐射工作人员无法完全进入检测装置内部，因此内部无急停按钮）。装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明等，在落实以上措施后，本项目的安全措施满足安全管理要求。

九、辐射安全管理评价

南京凯信航空附件有限公司应成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建立符合公司实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

南京凯信航空附件有限公司为本项目配备辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台，辐射工作人员均配置个人剂量计，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。所有辐射工作人员和辐射工作管理人员均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。应及时安排辐射安全培训证书到期的辐射工作人员进行再培训及考核。

综上所述，南京凯信航空附件有限公司航空管道生产线更换设备项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和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。

建议和承诺

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、各项安全措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。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后，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，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	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	<p>本项目 X 射线检测装置外形尺寸约为：2200mm（长）×1200 mm（宽）×2600mm（高），铅房内部尺寸为 2000mm（长）×1000 mm（宽）×1700mm（高），四周采用 4mm 钢板+12mm 铅板，顶部采用 2mm 钢板+10mm 铅板，顶部排风扇处采用 10mm 铅板，底部采用 2mm 钢板+15mm 铅板，防护门采用 12mm 铅板</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5 μSv/h”的要求；满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。</p>	30
	<p>本项目 X 射线检测装置拟设置：</p> <p>（1）X 射线管安装在屏蔽体的检测装置内部。X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。</p> <p>（2）门—机联锁装置。X 射线管与检测装置工件门之间安装有联锁装置，工件门关闭后 X 射线检测装置才能出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束。</p> <p>（3）指示灯—机联锁装置。X 射线检测装置正面设计安装工作状态指示灯（预备状态时黄色指示灯亮，照射时红色指示灯亮）和声音提示装置。X 射线管工作时，警示灯开启，警告无关人员</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。</p>	

	<p>勿靠近。</p> <p>(4) 在无损检测室内安装监视装置，可监视辐射工作人员活动及设备运行情况。</p> <p>(5) 操作台及设备铅房两侧各设有 1 个急停按钮，紧急情况下可迅速停机，防止误照射。</p> <p>(6) X 射线检测装置表面设置有电离辐射警告标志及中文警示说明。</p> <p>(7) 控制台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，并设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p> <p>(8) X 射线检测装置顶部设有排风扇，风量为 45m³/h，铅房体积为 3.4 m³，每小时换气次数为 13 次，能够满足 GBZ117-2022 中 6.1.10 “每小时通风次数不小于 3 次的要求”。</p>		
人员配备	<p>拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，辐射安全管理人员和辐射工作人员均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考核，考核合格后上岗。</p> <p>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。</p> <p>辐射工作人员定期进行职业健康体检（1 次/1 年），并建立放射工作人员职业健康档案。</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。</p>	/
监测仪器和防护用品	<p>配备辐射巡测仪 1 台。</p> <p>配备个人剂量报警仪 2 台。</p>	<p>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。</p>	/
辐射安全管理制度	<p>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、辐射事故应急措施等制</p>	<p>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</p>	/

	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。	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	/	/	30

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

公章
年 月 日

审批意见

经办人

公章
年 月 日