

核技术利用建设项目

昆山六丰机械工业有限公司
迁建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目
环境影响报告表
(公示本)

昆山六丰机械工业有限公司(公章)

2026 年 5 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	18
表 9 项目工程分析与源项.....	21
表 10 辐射安全与防护.....	30
表 11 环境影响分析.....	35
表 12 辐射安全管理.....	44
表 13 结论与建议.....	49
表 14 审批.....	69
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表.....	70

表 1 项目基本情况

建设项目名称		昆山六丰机械工业有限公司迁建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目			
建设单位		昆山六丰机械工业有限公司			
法人代表		宗绪顺	联系人	联系电话	
注册地址		江苏省昆山经济技术开发区牡丹路 68 号			
建设项目地点		江苏省昆山经济技术开发区牡丹路 68 号 铸造、加工车间 A 2#X 光室			
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 type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他(迁建)		占地面积 (m ²)	40
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 checked="" 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、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况

昆山六丰机械工业有限公司成立于1992年9月19日，注册地位于江苏省昆山经济技术开发区牡丹路68号，法定代表人为宗绪顺。经营范围包括生产汽、机车零配件、铝合金车轮圈、模具、电器及镁、铝、锌等有色金属冲压铸件等相关产品，销售自产产品及提供相关售后服务；从事相关新产品及高新技术的研究开发，转让研究开发成果，

并提供相应的技术服务；从事与本企业生产的同类产品的商业批发；道路普通货物运输。

昆山六丰机械工业有限公司老厂区位于江苏省昆山经济技术开发区庆丰西路179号，因企业生产发展需求，昆山六丰机械工业有限公司已将整个厂区搬迁至江苏省昆山经济技术开发区牡丹路68号（新厂区）。

昆山六丰机械工业有限公司老厂区原使用9台工业用X射线探伤装置，分别于2013年9月18日、2013年10月17日、2013年9月18日取得环评批复，并取得辐射安全许可证及进行了竣工环保验收。因产品质量检测需求，公司已将老厂区9台工业用X射线探伤装置中4台搬迁至新厂区使用，同时新购置了1台工业用X射线探伤装置，该项目已于2024年8月21日取得环评批复（见附件7），并重新申领了辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[E0239]，种类和范围为“使用II类射线装置”，有效期至2030年12月15日，发证机关为苏州市生态环境局；该项目已进行了竣工环保验收（见附件7）。剩余5台工业用X射线探伤装置暂未搬迁继续予以封存。

昆山六丰机械工业有限公司老厂区搬迁完成后，剩余5台工业用X射线探伤装置封存于江苏省苏州市昆山市花桥镇双华路18号公司仓库内（该仓库原为六丰精密机械(昆山)有限公司，该公司生产目前已全部停业，暂无重新开业计划；昆山六丰机械工业有限公司租赁该公司厂房作为公司仓库），相关内容见《昆山六丰机械工业有限公司迁建4台及扩建1台工业用X射线探伤装置项目环境影响报告表》（附件6）。

因企业扩大生产规模，现有工业用X射线探伤装置不能满足现有工件质量检测需求，拟从江苏省苏州市昆山市花桥镇双华路18号公司仓库内搬迁1台工业用X射线探伤装置至新厂区使用，剩余4台工业用X射线探伤装置仍封存于江苏省苏州市昆山市花桥镇双华路18号公司仓库内，该仓库有专人看管，并设置视频监控以备特殊情况发生。本项目建设完成后，重新申领辐射安全许可证时，剩余4台装置不进行辐射安全使用许可，仍继续封存，生态环境局已知悉相关贮存场所及相关管理措施。

昆山六丰机械工业有限公司拟从现有辐射工作人员中调配2名辐射工作人员作为本项目的辐射工作人员，2名辐射工作人员专职负责本项目的辐射检测工作，不兼职其他辐射检测工作。本项目建成后工业用X射线探伤装置预计日曝光时间4h，周工作5天，年工作50周，年曝光时间最大约为1000h。

本项目核技术利用项目详见表1-1：

表 1-1 昆山六丰机械工业有限公司核技术利用项目情况表

序号	射线装置名称、型号	数量(台)	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	工业用 X 射线探伤装置 (MU231XL)	1	160	6.25	II	铸造、加工车间 A 2#X 光室	使用	本次环评	未许可	未验收	本次搬迁

根据《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（环境保护部 2018 年 2 月 12 日）：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”。本项目拟迁建的 MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置由于不满足上述第三点，即：在工作模式下，人体可能进入和滞留在工业用 X 射线探伤装置内。因此根据《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（环境保护部 2018 年 2 月 12 日），本项目拟建的工业用 X 射线探伤装置不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置。根据《射线装置分类》，本项目拟迁建射线装置为 II 类射线装置中“工业用 X 射线探伤装置”⁵、⁶（5 中的其他工业用 X 射线探伤装置），该装置应按照 II 类射线装置管理。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目为使用工业用 X 射线探伤装置项目，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受昆山六丰机械工业有限公司委托，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，在此基础上编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

昆山六丰机械工业有限公司新厂区位于苏州市昆山经济技术开发区牡丹路 68 号，新厂区东侧为牡丹路，南侧为林地和吴淞江，西侧为南亚塑胶工业股份有限公司昆山纤维厂区，北侧为昆山铭益仓储有限公司。本项目位于新厂区铸造、加工车间 A 2#X

光室内，本项目四周均为车间生产线，装置上方为车间屋顶，下方为土层。本项目所在厂房为一层建筑。本项目地理位置图见附图 1，周围环境图见附图 2，厂区平面布置见附图 3，车间平面布置见附图 4。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图6。

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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。

对照《江苏省生态空间管控区域管理办法》，经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目位于昆山经济技术开发区（包含昆山综合保税区），本项目选址属于江苏省重点管控单元，本项目的建设符合江苏省生态环境分区管控要求。

本项目工业用 X 射线探伤装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司铸造、加工车间 A，铸造、加工车间 B（二期），干式变电室，以及厂区道路和绿化用地。本项目周围环境保护目标主要为从事工业用 X 射线探伤装置操作的辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

昆山六丰机械工业有限公司使用工业用 X 射线探伤装置对公司生产的轮毂进行缺陷检测以控制产品质量。本项目的建设将满足企业提高产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，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，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

4. 与产业政策的相符性

本项目使用工业用 X 射线探伤装置对公司生产的铝合金轮毂进行缺陷检测以控制

产品质量，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

5. 现有核技术利用情况

5.1 辐射安全许可情况

昆山六丰机械工业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 5），证书编号为苏环辐证[E0239]，种类和范围为“使用 II 类射线装置”，有效期至 2025 年 12 月 16 日，发证机关为苏州市生态环境局，相关环保手续情况见附件 6，公司现有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 昆山六丰机械工业有限公司现有核技术利用项目一览表

射线装置（许可证上现有）											
序号	射线装置名称及型号	数量（台）	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	类别	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	备注
1	工业用 X 射线探伤装置（XYD-160m）	1	160	4	II	新厂区 铸造、加工车间 A 1#X 光室	使用	苏环核准字 评（2024） 31 号 2024.8.21	已许可	已验收	/
2	X 射线检测装置（CLG-G160ZA-A）	1	160	4	II		使用				/
3	X 射线检测装置（DP51.6）	1	160	4	II		使用				/
4	X 射线检测装置（DP500XL2.1）	1	160	4	II		使用				/
5	X 射线检测装置（MU231）	1	160	6.25	II		使用				/
江苏省苏州市昆山市花桥镇双华路 18 号公司仓库内封存											
1	X 射线检测装置（MU231XL）	1	160	6.25	II	/	/	原环评 2013.9.18	原许可	原验收	本次搬迁
2	X 射线检测装置（MU231）	1	160	6.25	II	/	/	原环评 2013.10.17			继续予以封存
3	X 射线检测装置（DP51.7）	1	160	4	II	/	/	原环评 2013.9.18			继续予以封存
4	X 射线检测装置（CLG-G160ZA-A）	1	160	4	II	/	/				继续予以封存
5	X 射线检测装置（DP51.7）	1	160	4	II	/	/				继续予以封存

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），昆山六丰机械工业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

昆山六丰机械工业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	《辐射防护与安全保卫制度》	已落实
操作规程	《操作规程》	已落实
岗位职责	《辐射人员岗位职责》	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	《辐射设备使用登记、台账管理制度》	已落实
监测方案	《个人剂量监测及辐射环境检测方案》	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

昆山六丰机械工业有限公司现有辐射工作人员 19 名（1 名管理人员+19 名操作人员）均已取得辐射安全考核证书，19 名操作人员均已进行职业健康体检及个人剂量检测，体检结果均合格，个人剂量检测结果均未超标，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	培训考核情况 (有效期)	个人剂量当量 Hp(10)/mSv				年剂量 当量 /mSv	职业健康 体检
			2024.9~ 2024.11	2024.12~ 2025.2	2025.3~ 2025.5	2025.6~ 2025.8		
1	汪魁魁	FS22AF1200335 (2022.12.4~2027.12.4)	0.042	0.045	0.045	0.045	0.177	可继续从事 原放射工作
2	殷成洋	FS22AH1200333 (2022.12.4~2027.12.4)	0.042	0.045	0.103	0.045	0.235	可继续从事 原放射工作
3	尤为海	FS20JS1201097 (2020.12.7~2025.12.7)	0.042	0.121	0.045	0.045	0.253	可继续从事 原放射工作
4	俞华刚	FS20JS1201167 (2020.12.15~2025.12.15)	0.1	0.096	0.045	0.045	0.286	可继续从事 原放射工作
5	孔卫	FS21JS1200612 (2021.4.29~2026.4.29)	0.042	0.045	0.045	0.045	0.177	可继续从事 原放射工作
6	苏红磊	FS21JS1200613 (2021.4.29~2026.4.29)	0.042	0.045	0.096	0.045	0.228	可继续从事 原放射工作
7	郭实志	FS22JS1201826 (2022.10.20~2027.10.20)	0.042	0.127	0.045	0.045	0.259	可继续从事 原放射工作
8	康建	FS20JS1201046 (2020.11.26~2025.11.26)	0.042	0.184	0.045	0.045	0.316	可继续从事 原放射工作
9	沈海军	FS20JS1201038 (2020.11.26~2025.11.26)	0.042	0.132	0.045	0.045	0.264	可继续从事 原放射工作
10	封华正	FS20JS1201042 (2020.11.26~2025.11.26)	0.042	0.045	0.045	0.045	0.177	可继续从事 原放射工作
11	孔祥超	FS20JS1201017 (2020.11.24~2025.11.24)	0.042	0.045	0.113	0.045	0.245	可继续从事 原放射工作
12	张涛	FS24JS1200012 (2024.01.03~2029.01.03)	0.042	0.045	0.104	0.045	0.236	可继续从事 原放射工作
13	吴文博	FS20JS1200571 (2020.8.17~2025.8.17)	0.042	0.045	0.045	0.045	0.177	可继续从事 原放射工作
14	张华	FS23JS1201709 (2023.7.10~2028.7.10)	0.042	0.045	0.045	0.045	0.177	可继续从事 原放射工作
15	杨喜平	FS23JS1201677 (2023.7.10~2028.7.10)	0.042	0.125	0.045	0.045	0.257	可继续从事 原放射工作
16	赵博文	FS23JS1201674 (2023.7.10~2028.7.10)	0.042	0.045	0.045	0.045	0.177	可继续从事 原放射工作
17	赵小强	FS23JS1201675 (2023.7.10~2028.7.10)	0.092	0.045	0.045	0.045	0.227	可继续从事 原放射工作
18	余建雄	FS23JS1200276 (2023.2.25~2028.2.25)	0.042	0.132	0.045	0.045	0.264	可继续从事 原放射工作

19	熊鲲	FS22AH1200337 (2022.12.4~2027.12.4)	辐射安全管理人员
----	----	--	----------

昆山六丰机械工业有限公司于2025年11月10日对现有核技术利用项目进行了辐射环境检测（检测报告编号：JXFJ-A250025），检测结果表明：现有核技术利用项目周围剂量率均满足相应标准限值要求。

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。

昆山六丰机械工业有限公司2025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，见图1-1。

图1-1 全国核技术利用辐射安全申报系统截图

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 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业用 X 射线 探伤装置	II	1	MU231XL	160	6.25	使用	铸造、加工车间 A 2#X 光室	搬迁

(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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接排入大气,臭氧在常温常压下稳定性较差,常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟,可自动分解为氧气。
生活垃圾	固态	/	/	15kg	180kg	/	不暂存	由公司统一收集后,交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	1.2m ³	14.4m ³	/	不暂存	进入公司污水管道,最终进入污水处理站处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，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/m³)和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none"> 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； 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； 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； 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； 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； 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； 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； 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； 9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日施行； 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； 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； 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； 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
------	--

	<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) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行；</p> <p>15) 《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>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》，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>17) 《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>18) 《江苏省生态环境分区管控实施方案》（苏政办发〔2025〕1号），2025年1月2日印发；</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），2021年5月31日印发。</p> <p>20) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号），自2024年2月1日起施行；</p> <p>21) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），自2017年11月20日起施行；</p> <p>22) 《核技术利用项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号），自2025年8月29日起施行；</p> <p>23) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023），自2024年2月1日起施行。</p>
<p>技术标准</p>	<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》（HJ 10.1-2016）</p> <p>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）</p>

	<p>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</p> <p>9) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），2017年11月20日起施行。</p> <p>10) 《辐射防护导论》，方杰主编，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991。</p>
<p>其他</p>	<p>附图：</p> <p>1) 附图 1 本项目地理位置图</p> <p>2) 附图 2 本项目周围环境图</p> <p>3) 附图 3 本项目厂区平面布置图</p> <p>4) 附图 4 本项目车间平面布置图</p> <p>5) 附图 5 MU231 型工业用 X 射线探伤装置屏蔽结构示意图</p> <p>6) 附图 6 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</p> <p>7) 附图 7 工程师踏勘现场照片</p> <p>附件：</p> <p>1) 附件1 委托书</p> <p>2) 附件2 射线装置承诺书</p> <p>3) 附件3 营业执照</p> <p>4) 附件4 现状检测报告及检测资质</p> <p>5) 附件5 辐射安全许可证正副本（老证）</p> <p>6) 附件6 辐射安全许可证正副本（新证）</p> <p>7) 附件7 原有核技术利用项目环评批复及验收意见</p> <p>8) 附件8 射线装置说明材料</p> <p>9) 附件9 销售厂家许可证</p> <p>10) 附件10 验收检测报告</p>

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>本项目为迁建1台工业用X射线探伤装置项目，工业用X射线探伤装置属于II类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目工业用X射线探伤装置屏蔽体外50m区域（以工业用X射线探伤装置屏蔽体外为起点至50m处），见附图2。</p>
<p>保护目标</p> <p>昆山六丰机械工业有限公司新厂区位于苏州市昆山经济技术开发区牡丹路 68 号，新厂区东侧为牡丹路，南侧为林地，西侧为南亚塑胶工业股份有限公司昆山纤维厂区，北侧为昆山铭益仓储有限公司。本项目位于新厂区铸造、加工车间 A 内，本项目四周均为车间生产线，本项目所在厂房为一层建筑。</p> <p>本项目工业用X射线探伤装置周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m范围内涉及本公司铸造、加工车间A，铸造、加工车间B（二期），干式变电室，以及厂区道路和绿化用地。</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，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图6。</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；同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。</p> <p>根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作工业用X射线探伤装置的辐射工作人员； 2、工业用X射线探伤装置周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

装置名称	工作场所	保护目标		方位	最近距离	人员规模	保护目标类型	年剂量约束值 (mSv/a)
MU231 XL型工业用X射线探伤装置	铸造、加工车间 A 2#X光室	MU231XL型工业用X射线探伤装置操作台		紧邻	约0.3m	2人	辐射工作人员	5.0
		现有 5 台工业用 X 射线探伤装置操作台		东侧	约28m	18人		5.0 (针对原项目)
		铸造、加工车间A	车间过道	东侧、南侧、西侧、北侧	北侧约1m	流动人员	公众	0.1 (本项目)
			其余区域*	东侧、南侧、西侧、北侧	东侧、北侧约5m	约50人		0.1
		铸造、加工车间B (二期)		北侧	约20m	约10人		0.1
		干式变电室		南侧	约43m	流动人员		0.1
		厂区道路及绿化用地		北侧、西侧、南侧	北侧约8m	流动人员		0.1

注: [1]铸造、加工车间 A 其余区域取与最近的工位距离;
[2]最近距离为距工业用 X 射线探伤装置屏蔽体外最近距离。

评价标准

1) 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

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

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

类别	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值: 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; ③眼晶体的年当量剂量, 150mSv; ④四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。
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; ③眼晶体的年当量剂量, 15mSv; ④皮肤的年当量剂量, 50mSv。

2) 剂量约束值:

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“11.4.3.2·剂量约束

值通常应在公众照射剂量限值10%~30%(即0.1mSv~0.3mSv)的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

A) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B) 公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3) 职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于5 μ Sv/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 μ Sv/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 μ Sv/周；

4) 工业用 X 射线探伤装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/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 μ Sv/h。”的要求确定本项目X射线数字成像系统表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

A) 工业用X射线探伤装置四周及顶部表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。

5) 辐射环境质量现状检测评价参考值

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

表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

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

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

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

昆山六丰机械工业有限公司新厂区位于苏州市昆山经济技术开发区牡丹路 68 号，新厂区东侧为牡丹路，南侧为林地和吴淞江，西侧为南亚塑胶工业股份有限公司昆山纤维厂区，北侧为昆山铭益仓储有限公司。本项目位于新厂区铸造、加工车间 A 2#X 光室内，本项目四周均为车间生产线，装置上方为车间屋顶，下方为土层。本项目所在厂房为一层建筑。

本项目工业用 X 射线探伤装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司铸造、加工车间 A，铸造、加工车间 B（二期），干式变电室，以及厂区道路和绿化用地。本项目周围环境保护目标主要为从事工业用 X 射线探伤装置操作的辐射工作人员及周围公众。

本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境照片见图 8-1。

图 8-1 本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境现状

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围辐射环境。

监测因子：本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率。

监测点位：在工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围布置监测点位，分别位于工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围，共计 10 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在工业用 X 射线探伤装置拟建址及周围布设监测点位，测量工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率。

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

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

仪器设备：X- γ 辐射监测仪

型号/规格：BG9512+BG7030

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2025.3.13-2026.3.12

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：2025H21-20-5788587001

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

监测日期：2025.5.19

天气：晴；温度：36℃；相对湿度：52%

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境γ辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 4），监测布点示意图见图 8-2。

监测结果处理公式：

表 8-1 本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境γ辐射剂量率

序号	检测点位		检测结果 (nGy/h)	标准偏差	备注
1	工业用 X 射线 探伤装置 拟建址	东侧	75	1.21	室内、平房
2		南侧	75	1.33	室内、平房
3		西侧	77	1.07	室内、平房
4		北侧	76	1.38	室内、平房
5		中部	75	0.88	室内、平房
6	铸造、加工车间 A 中部热处理区		86	1.33	室内、平房
7	铸造、加工车间 A 南部生产区		86	1.41	室内、平房
8	干式变电室北侧		79	0.85	室内、平房
9	厂区道路		66	1.36	道路
10	铸造、加工车间 B 拟建址 西南部		56	1.19	原野

注：已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 12nGy/h），江苏洪泽湖宇宙射线响应值为 12nGy/h，本项目拟建址的海拔为 1m，经度为 120.341°，纬度为 32.005°；江苏洪泽湖海拔为 18.1m，经度为 118.722°，纬度为 33.122°；根据标准 HJ61-2021 要求：如果测点的海拔、经度与湖(库)水面相差不大：海拔差别≤200m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，宇宙射线响应值可以不进行修正；效率因子：本项目仪器无检验源，该值取 1；本项目仪器校准因子为 1.01。检测结果=平均值×校准因子-μc×测点处宇宙射线响应值。μc：建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。空气比释动能率和周围剂量当量率的换算系数 1.20Sv/Gy（X-γ辐射监测仪检定使用 Cs-137 作为检定/校准参考辐射源）。

根据表 8-1 的监测结果可知，昆山六丰机械工业有限公司本项目工业用 X 射线探伤装置拟建址周围环境γ辐射剂量率在（56~86）nGy/h 范围内，其中室内环境辐射剂量率在（75~86）nGy/h 范围内，处于江苏省室内天然γ辐射剂量率范围内；道路环境辐射剂量率为 66nGy/h，处于江苏省道路天然γ辐射剂量率范围内；原野环境辐射剂量率为 56nGy/h，处于江苏省原野天然γ辐射剂量率范围内。



图 8-2 检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备情况

本项目工业用 X 射线探伤装置探伤工件为汽车轮毂，轮毂是轮胎内廓轮钢通过立柱连接的轮芯旋转部分，即支撑轮胎的中心装在轴上的金属部件，又叫轮圈、钢圈、辘辘、胎铃，主要材质为钢、铝合金、镁合金等。本项目检测的汽车轮毂尺寸为 4J×12”（直径为 304.8mm、宽度为 101.6mm）至 12J×24”（直径为 609.6mm、宽度为 304.8mm）。

1.1 系统组成

本项目使用 1 台 MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置，放置于铸造、加工车间 A 2#X 光室。MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置由 X 射线机系统、数字成像系统、图像采集及处理系统、电气控制系统、机械传动系统、射线防护系统及辐射安全系统组成，具体功能如下：

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

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

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

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

⑤机械传动系统：由成像及射线源装置、轮毂输送及夹紧运动装置、上料定位装置、下料输送线组成，用来输送产品工件进入检测室内，检测过程中通过不断改变工件与射线管的相对位置，从而获得不同角度的成像图片，继而判断产品质量；

⑥射线防护系统：铅房，用来对 X 射线进行屏蔽，降低 X 射线对人体的伤害；

⑦辐射安全系统：由急停按钮、钥匙控制开关、门机联锁、摄像监控、工作状态指示灯组成，用来确保工业用 X 射线探伤装置运行过程中的辐射安全。

1.2 设备组成

MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置由 X 射线检测室、操作台及传输装置组成。

装置尺寸为 4500mm（长）×2800mm（宽）×2400mm（高），检测室采用铅板+钢板和铅玻璃对 X 射线进行屏蔽，定义检修门所在面为装置前侧。检测室顶部屏蔽体为 6mm 铅板+4mm 钢板；除顶部屏蔽体，其他屏蔽体（包含检修门）均为 4mm 铅板+4mm 钢板；观察窗为 5mm 铅当量；最大管电压为 160kV，最大管电流为 6.25mA，最大功率 1000W，0.8mm 铍+3mm 铝滤过，出束角度 40°，射线管位置固定，仅左右摆动。主射线朝顶部照射，传输装置运行时，工件经传送带由左侧工件门运输进检测室内进行检测，检测完毕后经传送带由右侧工件门运出检测室。工件进出门尺寸为 0.69m（宽）×0.45m（高），检修门尺寸为 1.0m（宽）×2.0m（高），人员有进入装置内部的可能。装置样式图见图 9-1。

图 9-1 MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置整体效果图

表 9-1 工业用 X 射线探伤装置源项参数一览表

型号	MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置
最大管电压 (kV)	160
最大管电流 (mA)	6.25
最大功率 (W)	1000W
射线管滤过	0.8mm 铍+3mm 铝
出束角度	40°
X 射线管圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角值	20°
辐射源点（靶点）1m 处的 X 射线输出量（见图 9-2）	5.94 mGy·m ² /（mA·min）
距辐射源点（靶点）1m 处的 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	2500μSv/h

表 B.1 X 射线输出量

管电压 kV	滤过条件	输出量 H_0 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$
150	2 mm 铝	18.3
	3 mm 铝	5.2
200	2 mm 铝	28.7
	3 mm 铝	8.9
250	0.5 mm 铜	16.5
	3 mm 铝	13.9
300	3 mm 铝	20.9
	3 mm 铜	11.3
400	3 mm 铜	23.5

注 1: 表中值取自 ICRP33, 在本标准中以等量值的 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 进行屏蔽计算。
 注 2: 有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量。
 注 3: 在未获得厂家给出的输出量, 散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏(kV)下输出量的较大值保守估计。

内插取得
160kV 下
输出量为
5.94

图 9-2 有用线束辐射输出量取值图

2. 工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成, X 射线管由阴极和阳极组成, 阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝, 阳极靶则根据需要, 可由不同的材料制成各种形状, 一般用高原子序数的难熔金属(如钨、铂、金、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 $0.001 \sim 10\text{nm}$ 。X 射线以光速直线传播, 不受电场和磁场的影响, 可穿透物质, 在穿透过程中有衰减, X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同, 而引起射线透过工件后强度差异。X 射线无损检测过程中, 由于被检工件内部结构密度不同, 其对射线的阻挡能力也不一样, 物质的密度越大, 射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时, 射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多, 其强度减弱较小, 即透过的射线强度较大, 从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

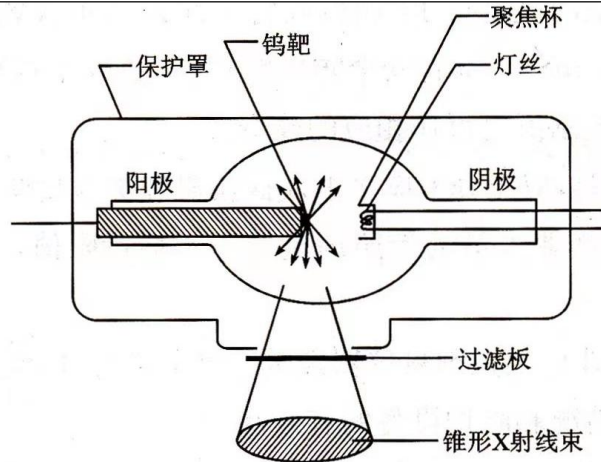


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

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

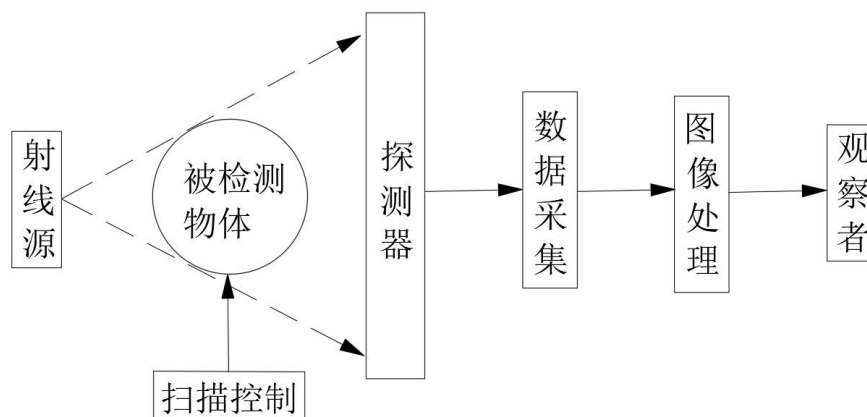


图 9-4 工业用 X 射线探伤装置结构工作原理简图

3.工艺流程及产污环节分析

本项目工业用 X 射线探伤装置配有传输带，X 射线探伤装置工作时，被检测工件通过传输带输送至装置内，工作人员在操作台处进行操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 设备启用前，辐射工作人员检查各辐射安全装置的有效性；
- (2) 工作人员到达操作台，启动主电源开关，启动系统所有的系统组件。启动完成后，出现启动页面。
- (3) 打开计算机并启动图像处理软件。当所有 LED 指示灯变为绿色，所有驱动均已校准以备启动。
- (4) 装置进口工件门打开，轮毂通过装置外接传送带由入口一侧进入铅房内，进口工件门关闭，通过装置内部传送带输送到达检测区域；轮毂在导轨链条的带动下旋转，X 射线探伤装置进行不同角度的转动，对轮毂进行全方位的检测，此过程中产生少量臭氧及氮氧化物；当轮毂检测结束后，X 射线探伤装置关闭，轮毂移动到出口一侧的传送带，出口工件门打开，轮毂继续沿传送带输送出装置外部，出口工件门关闭。
- (5) 显示屏输出结果，并显示图像；控制系统根据检测结果判断级别（合格或不合格）。
- (6) 启动下一个检测过程。

本项目工作流程如下图所示：

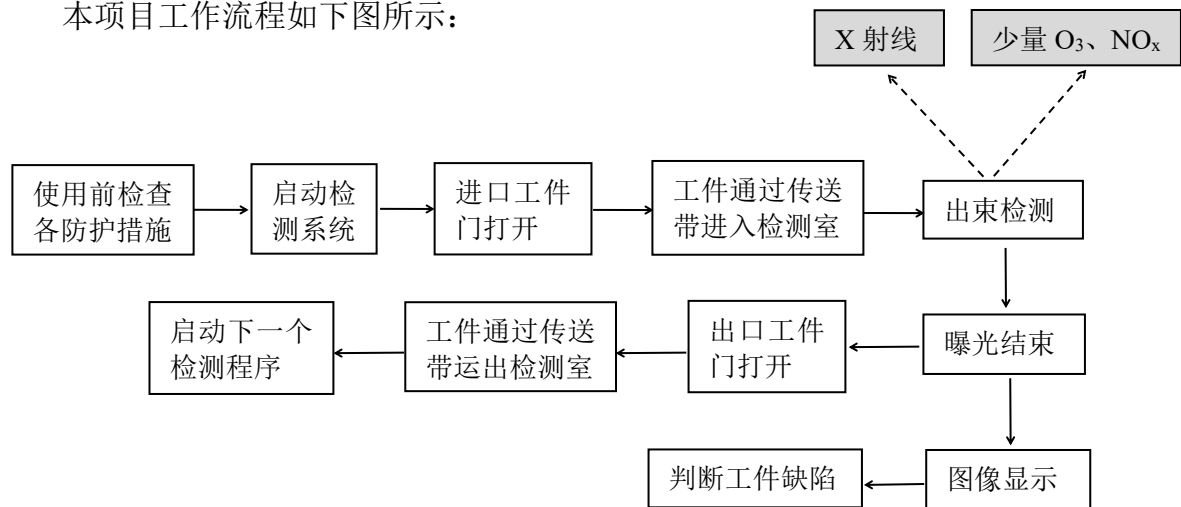


图 9-5 本项目 X 射线探伤装置工作流程及产污环节

此外，若工业用 X 射线探伤装置长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也会产生 X 射线、少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。训机工作流程及产污环节为：

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

(2) 训机：辐射工作人员在操作台主屏幕寻找到X射线控制器，从控制部分的下拉菜单中选择适当的预热选项，然后选择“启动预热”按钮；工业用X射线探伤装置进入训机状态，从低千伏值一点一点地往高训。同时X射线源将产生X射线污染，X射线将使检测室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；

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

本项目工业用X射线探伤装置设置自动训机功能，训机均在2#X光室内进行，装置训机曝光时间包含在年最大曝光时间1000h内。

4.工件信息

本项目检测的工件为汽车轮毂，轮毂是轮胎内廓轮钢通过立柱连接的轮芯旋转部分，即支撑轮胎的中心装在轴上的金属部件，又叫轮圈、钢圈、轱辘、胎铃，主要材质为钢、铝合金、镁合金等。本项目检测的汽车轮毂尺寸为4J×12”（直径为304.8mm、宽度为101.6mm）至12J×24”（直径为609.6mm、宽度为304.8mm）。

图 9-6 本项目产品示意图

5.人员配置及工作制度

昆山六丰机械工业有限公司拟从现有辐射工作人员中调配2名辐射工作人员作为本项目的辐射工作人员。本项目工业用X射线探伤装置预计日曝光时间4h，年工作50周，年曝光时间最大约为1000h（包含训机时间），本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

6.原有工艺不足和改进情况

建设单位原许可的射线装置在本项目评价范围之内。原许可的辐射工作场所均有

完善的环评、辐射安全许可证及竣工验收手续。

根据原有项目竣工验收意见可知，原有核技术利用项目均满足《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）相应要求。

建设单位已建立一套完善的辐射安全与防护相关规章制度，且各辐射工作场所辐射安全与防护措施配备到位。

建设单位现有辐射相关工作人员共计 20 人，均为其建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

本项目为迁建项目，原有核技术利用项目不能满足新厂区的产品质量检测需求，因此建设单位拟将封存的 5 台装置中 1 台装置搬迁至新厂区，即本项目。

污染源项描述

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

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（如以 0°入射工件的 90°散射辐射和天空反散射）。

污染源强：本项目工业用 X 射线探伤装置最大管电压为 160kV，最大管电流为 6.25mA。根据射线装置说明材料（附件 8），已知滤过为 0.8mmBe+3mmAl，本项目输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 保守取 3mmAl 滤过条件下的输出量内插取得，为有用线束源强。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 取得 90°散射辐射最高能量对应的 kV 值。

本项目工业用 X 射线探伤装置污染源强见表 9-2。

表9-2 本项目工业用X射线探伤装置污染源强一览表

序号	射线装置	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束辐射输出量 mGy·m ² / (mA·min)	距辐射源点（靶点）1m 处输出量 μSv·m ² /(mA·h)	1m 处泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射能量 (kV)

1	工业用 X 射线探伤装置 (MU231XL)	160	6.25	5.94	3.564E+05	2500	150
---	------------------------	-----	------	------	-----------	------	-----

2. 非辐射污染源分析

本项目运行后不会产生放射性固体废物及放射性废水。

2.1 固体废物

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 15kg，年排放量为 180kg。

2.2 废水

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 1.2m³，年排放量为 14.4m³。

2.3 气体废物

工业用 X 射线探伤装置在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

本项目工业用 X 射线探伤装置设计有检测室及操作台，操作台位于检测室外。本项目工业用 X 射线探伤装置放置于铸造、加工车间 A 2#X 光室内，2#X 光室四周为隔板墙，隔板墙上设置进出门，门上设置门禁系统，仅辐射工作人员能够进入。本项目工业用 X 射线探伤装置主射线照射方向为顶部，操作台位于装置右侧，本项目工业用 X 射线探伤装置工作场所布局设计基本合理，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

本项目将工业用 X 射线探伤装置检测室边界作为控制区，将 2#X 光室内工业用 X 射线探伤装置检测室与隔板墙围成的区域（包括操作台）作为监督区。在工业用 X 射线探伤装置装置表面外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在 2#X 光室入口处张贴监督区标牌。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目工业用 X 射线探伤装置监督区及控制区示意图见图 10-1。

图 10-1 本项目工业用 X 射线探伤装置监督区及控制区示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	工业用 X 射线探伤装置检测室	2#X 光室内工业用 X 射线探伤装置检测室与隔板墙围成的区域（包括操作台）
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。 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，工业用 X 射线探伤装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工业用 X 射线探伤装置表面外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	2#X 光室入口处粘贴监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目工业用 X 射线探伤装置由检测室和操作台组成。本项目工业用 X 射线探伤装置平面及剖面布置示意图见附图 5。本项目装置屏蔽参数见表 10-2。

表 10-2 工业用 X 射线探伤装置屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度	折合铅当量*
工业用 X 射线探伤装置（MU231XL）	检测室前侧屏蔽体（包括检修门）	4mm 铅板+4mm 钢板	4.33mm
	检测室后侧屏蔽体	4mm 铅板+4mm 钢板	4.33mm
	检测室左侧屏蔽体（含工件进出门）	4mm 铅板+4mm 钢板	4.33mm
	检测室右侧屏蔽体（含工件进出门）	4mm 铅板+4mm 钢板	4.33mm
	检测室底部屏蔽体	4mm 铅板+4mm 钢板	4.33mm
	检测室顶部屏蔽体	6mm 铅板+4mm 钢板	6.33mm
	观察窗	5mm 铅当量铅玻璃	5mm
	电缆孔补偿屏蔽	4mm 铅板+4mm 钢板	4.33mm

*根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P63 表 3.4 不同屏蔽材料的铅当量，保守采用 200kV 下 12mm 钢板对应 1mm 铅当量。本项目 4mm 钢板相当于 0.33mm 铅当量。本项目工业用 X 射线探伤装置未单独设置通风口。

3. 工作场所辐射安全和防护措施

1) **屏蔽防护：**本项目工业用 X 射线探伤装置通过自带铅板对 X 射线进行防护；

2) **门机联锁装置：**本项目工业用 X 射线探伤装置工件进出门、检修门均设有门机联锁装置，只有在工件进出门、检修门完全关闭时工业用 X 射线探伤装置才能出束照射，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；

3) **紧急开门装置：**本项目工业用 X 射线探伤装置检修门日常不会打开，日常工作时工件仅从装置左右侧工件门进出；装置内部需要维修时，此时装置处于断电状态，人员通过检修门进入装置内部维修；考虑极端情况，人员可能滞留在内部，本项目装置检修门设置了机械式门内把手，不依赖电气结构，纯机械解锁，能够确保人员手动开门，从而逃出装置内部；故不再另外设置开门按钮；

4) **工作状态指示灯及声音提示装置：**本项目工业用 X 射线探伤装置检测室工件门外上方设有工作状态指示灯（灯亮表示曝光检测，灯灭表示未进行曝光检测），因此无须设置显示“预备”“照射”字样的工作状态指示灯；本项目工业用 X 射线探伤装置放置在单独房间，设有门禁系统，装置工作及维修时无关人员均无法靠近，因此未安装声音提示装置；

5) **电离辐射警告标识：**本项目工业用 X 射线探伤装置表面外设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明；

6) **操作台：**本项目工业用 X 射线探伤装置操作台位于检测室外，操作台上设有钥匙控制开关，只有打开钥匙控制开关后工业用 X 射线探伤装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；

7) **紧急停机按钮：**本项目工业用 X 射线探伤装置操作台及检测室内均设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；

8) **电缆孔防护：**本项目工业用 X 射线探伤装置线缆管道采用 U 型管设计，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖一“几”字形防护铅板结构，位于检测室后方，避免 X 射线直接照射线缆管道口，利用散射降低线缆管道口的辐射水平；装置电缆孔设置补偿屏蔽为 4mm 铅板+4mm 钢板；

9) **摄像装置：**本项目工业用 X 射线探伤装置检测室内设有摄像装置，通过电脑控制系统能清楚地看见检测室内情况，避免误照射情况发生；

10) **两区划分：**本项目将工业用 X 射线探伤装置检测室边界作为控制区，将 2#X

光室内工业用 X 射线探伤装置检测室与隔板墙围成的区域（包括操作台）作为监督区；装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，在监督区外张贴监督区标牌；隔板墙上设置进出门，拟设置门禁装置，仅辐射工作人员能够进入；

11) 门缝搭接：本项目工件进出门、检修门与装置外壳搭接处重叠宽度均为 40mm，工件进出门、检修门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件进出门、检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍；工件进出门尺寸为 0.69m（宽）×0.45m（高），检修门尺寸为 1.0m（宽）×2.0m（高）；

12) 辐射防护管理机构：公司已成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，在检测过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故；

13) 辐射防护仪器设备：公司已配备 2 台 X-γ辐射环境巡测仪，10 台 X-γ个人剂量报警仪，拟为本项目增加配备 2 台 X-γ个人剂量报警仪，用于对工业用 X 射线探伤装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

综上所述，本项目工业用 X 射线探伤装置操作台设置钥匙开关，工件门与装置设置门-机安全联锁装置，装置外设置工作状态指示灯，定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。装置内、外设计安装有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门内设置机械式门内把手，确保滞留在装置内部时能够及时逃出装置。检测室内设置有视频监控。以上措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）辐射安全管理的要求。

图 10-2 工业用 X 射线探伤装置辐射安全和防护措施图

三废的治理

1、辐射污染治理

本项目运行后不会产生放射性固体废物及放射性废水。

2、非辐射污染治理

2.1 固体废物

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 15kg，年排放量为 180kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

2.2 废水

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 1.2m³，年排放量为 14.4m³。本项目产生的生活污水进入公司污水管道，最终进入污水处理站处理。

2.3 气体废物

工业用 X 射线探伤装置在工作状态时，会使检测室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目工业用 X 射线探伤装置检测室内采取开关工件进出门自然通风换气。本项目工业用 X 射线探伤装置所在 2#X 光室设置机械排风装置，排风量约 500m³，2#X 光室体积约 7m×6m×3m=126m³，通风换气次数约 4 次，能够满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次，同时工业用 X 射线探伤装置所在生产车间空间较大且有门窗进行自然通风换气，自然通风效果较好，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气，对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业用 X 射线探伤装置为整体搬迁设备，在设备安装组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。

①噪声

工业用 X 射线探伤装置在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，由于本项目评价范围均位于公司厂区内部，经距离衰减及实体屏蔽后，施工噪声对周围环境影响较小。

②固体废物

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

③液体废物

工业用 X 射线探伤装置在组装及调试过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目工业用 X 射线探伤装置采用钢-铅-钢的防护设计对 X 射线进行防护，根据公司所提供的数据本项目运行后年曝光时间最大约为 1000h。

本项目对设备四周、顶部、底部和工件门辐射环境影响进行预测，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式：

1. 有用线束屏蔽估算

装置主射线照射方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取自表 9-2。

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T

250-2014) 中的附录 B.1 曲线, 因无 160kV 曲线, 保守参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2, 根据 150kV 与 200kV 在铅中半值层厚度内插法求得, X 射线管电压 160kV 的铅半值层厚度为 1.048mm, 再根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算取得 160kV 下相应铅板对应透射因子。从管电压变化对 TVL 的影响规律来看, TVL 随管电压升高呈单调递增趋势, 且变化连续、平滑。160kV 位于 150kV 与 200kV 之间, 其 TVL 介于两者之间, 通过内插法可获得符合实际能谱特性的 TVL 值, 从而保证屏蔽计算结果的准确性; 若直接采用 150kV 的 TVL 值, 虽在保守性上偏安全, 但存在“偏保守过多”的问题, 可能导致过度屏蔽, 增加不必要的工程成本与空间占用; 反之, 若直接采用 200kV 的 TVL 值, 则计算结果将偏于不安全, 存在低估屏蔽厚度的风险, 不宜采用。因此, 采用内插法确定 160kV 下的 TVL, 既符合 TVL 随管电压平滑变化的物理规律, 又避免了偏保守过多或偏危险的两端取值方式, 是兼顾安全性与经济合理性的最佳技术路径。

R : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

2. 非有用线束屏蔽估算

装置非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中非有用线束屏蔽估算的计算公式:

① 泄漏辐射

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

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

\dot{H}_L : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$, 取自表 9-2;

B : 屏蔽透射因子, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 B.2, 根据 150kV 与 200kV 在铅中半值层厚度内插法求得, X 射线管电压 160kV 在铅半值层 1.048mm, 再根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算取得 160kV 下相应铅板对应透射因子;

R : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

② 散射辐射

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

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取自表 9-2。

B ：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 可知，本项目 160kV 下 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录表 B.2 取得 150kV 下铅的什值层厚度为 0.96mm 铅，再根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算取得 150kV 下相应铅板对应透射因子；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

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。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

3. 参考点的周剂量水平估算

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

式中： H_c ：参考点的周剂量水平， $\mu\text{Sv/周}$ 、 $\mu\text{Sv/年}$ ；

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

t ：探伤装置周照射时间，h/周、h/年；

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

4. 参考点处剂量率理论计算结果

本项目 MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置工作时主射线固定向顶部照射，最大管电压 160kV、最大管电流 6.25mA，最大功率 1000W，滤过为 0.8mmBe+3mmAl，保守取 3mmAl。

关注点位示意图见图 11-1。

图 11-1 MU231XL 型 X 射线检测装置各关注点位示意图

表 11-1 工业用 X 射线探伤装置 (MU231XL) 有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅当量厚度 (mm)	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
顶部①							2.5	满足

注：①R 值根据图 11-1 取值，取装置表面外 30cm 为关注点。

表 11-2 工业用 X 射线探伤装置 (MU231XL) 非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	关注点				
	右侧 (西侧) ②	前侧 (北侧) ③	左侧 (东侧) ④	后侧 (南侧, 含 电缆孔补偿 屏蔽)	观察窗 (北侧) ⑥
铅板厚度 (mm)					
TVL (mm)					
泄漏辐射	B_1				
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)				
	R (m)				
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)				
散射辐射	散射线能量(kV)				
	B_2				
	I (mA)				
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)				
	F (m^2)				
	α				
	R_0 (m)				
	R_s (m)				
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)				
泄漏辐射和散射辐射的复合作用					
剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

注：①R 值根据图 11-1 取值，取装置表面外 30cm 为关注点；底部接地，不考虑底部剂量率，四周选取最近距离。

② B_1 以射线能量为 160kV 取值， B_2 以射线能量为 150kV 取值。

根据表 11-1、11-2 中预测结果，当本项目 MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》

(GBZ 117-2022) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

5.反散射辐射影响分析

5.1 天空反散射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“3.1.2 b) 1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和, 应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”

根据表 11-1, 本项目工业用 X 射线探伤装置顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 $3.52\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$, 经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $3.52\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

5.2 底部反散射

本项目工业用 X 射线探伤装置底部接地, 故不考虑底部反散射影响。

6.电缆孔辐射影响分析

本项目工业用 X 射线探伤装置电缆孔采用迷道设计, 利用散射降低管道口的辐射水平, 避免 X 射线直接照射电缆孔, X 射线进入电缆孔后散射示意图如图 11-2。X 射线进入电缆孔均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P193 “一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了, 实例也证明了这一点。”, 本项目工业用 X 射线探伤装置线缆管道设计能够满足辐射防护要求。

图 11-2 电缆孔散射示意图

7.剂量叠加

建设单位现有5台工业用X射线探伤装置，根据2025年度检测报告（附件10），5台工业用X射线探伤装置正常工作时周围辐射剂量率为（0.05~0.1） $\mu\text{Sv/h}$ ，与周围环境本底值相当，考虑距离衰减及墙体屏蔽作用，对本项目的辐射影响可忽略不计，故本项目不考虑原有5台工业用X射线探伤装置的辐射剂量率影响及年有效剂量附加影响。

8. 保护目标剂量评价

根据表11-1、11-2中预测结果结合，本项目工业用X射线探伤装置四周（除顶部）表面外30cm处辐射剂最大为 $2\mu\text{Sv/h}$ ，本项目辐射工作人员正常工作时主要位于装置右侧（西侧），保守以此来估算辐射工作人员年有效剂量。

表 11-3 辐射工作人员年有效剂量估算结果

位置	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量当量估算值 ($\mu\text{Sv/周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值 (mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)	结论
MU231XL型工业用X射线探伤装置操作台								满足

注：①本项目工业用X射线探伤装置周曝光时间约为20h/周；一年按照50周计算，年曝光时间约为1000h。

表 11-4 周围公众及保护目标年有效剂量估算结果

序号	关注点	关注点方位及最近距离	距源点最近距离 (m)	使用因子 U	居留因子 T	关注点辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量当量 ($\mu\text{Sv/周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年有效受照剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/年)
1	现有5台工业用X射线探伤装置操作台									
2	铸造、加工车间A	车间过道 其余区域						5		0.1
3	铸造、加工车间B（二期）									
4	干式变电室									

5	厂区道路及绿化用地	
<p>注：①本项目保护目标处辐射剂量率为非有用线束方向，采用公式（2）及公式（3）进行预测计算； ②本项目工业用 X 射线探伤装置周曝光时间约为 20h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 1000h。</p> <p>从表 11-3 及表 11-4 中预测结果可以看出，本项目工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，辐射工作人员所受周剂量当量最大为 40μSv，年有效剂量最大为 2mSv；周围公众所受周剂量当量最大为 1.52μSv，年有效剂量最大为 7.61E-02mSv。由于辐射剂量率随距离增大而衰减，车间内更远处的关注点辐射剂量率不会高于该位置，相应有效剂量也不会高于该位置。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。</p> <p>此外，现有 5 台工业用 X 射线探伤装置辐射工作人员年剂量当量最大为 0.316mSv（取自表 1-4 辐射工作人员情况汇总表中个人剂量监测结果年剂量当量），叠加本项目附加年有效剂量 1.72E-03mSv 后为 3.18E-01mSv，仍能满足原项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。</p>		
<p>事故影响分析</p> <p>1) 本项目可能发生的辐射事故</p> <p>①工业用 X 射线探伤装置门机连锁失效，设备工件门未关闭就对工件进行曝光，致使人员受到意外照射；</p> <p>②维修人员检修工业用 X 射线探伤装置时，设备进行曝光，人员受到意外照射。</p> <p>2) 针对本项目可能发生的辐射事故提出预防措施</p> <p>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：</p> <p>①公司应加强管理，加强对辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；</p> <p>②定期检查门机连锁装置，确保无损检测工作正常进行；</p> <p>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；</p> <p>④对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；</p> <p>⑤协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；</p> <p>⑥事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。</p>		

⑦X 射线探伤工作开始前，辐射工作人员对探伤装置内部进行清场，防止人员通过检修门误入装置内部，从而确保人员安全。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，每次操作前检查工业用 X 射线探伤装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测工业用 X 射线探伤装置的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，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，公司应完善应急计划演练，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

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科及以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X 射线探伤”。

昆山六丰机械工业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，担任本项目辐射防护负责人已通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。昆山六丰机械工业有限公司现有辐射相关工作人员共计 20 人，本项目拟从现有辐射工作人员中调配 2 名辐射工作人员，若有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。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。

辐射安全管理规章制度

昆山六丰机械工业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。

本项目施工前应进行重大变动核查，对照《核技术利用项目重大变动清单(试行)》核查本项目建设是否存在重大变动。

本项目为迁建项目，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：

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关

的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

操作规程：明确本项目工业用 X 射线探伤装置辐射人员的资质条件要求、工业用 X 射线探伤装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业用 X 射线探伤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，重点是工业用 X 射线探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确工业用 X 射线探伤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，确保工业用 X 射线探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况完善台账管理制度，重点是射线装置使用状况的记录。

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：完善监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。

事故应急预案：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求针对本项目可能发生的辐射事故（意外照射等）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络电话、当地的救援报警电话，事故发生后公司应积极配合生态环境保护部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

监测异常报告制度：如果发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。如果工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向生态环境行政主管部门报告。

昆山六丰机械工业有限公司应严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

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，现有辐射工作人员最新连续四季度个人剂量结果未出现超标情况；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工业用X射线探伤装置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（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月）送有资质部门进行监测，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) 工业用X射线探伤装置进行作业时辐射安全管理人员定期对工业用X射线探伤装置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。

本项目辐射监测方案具体见表12-1。

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
工业用X射线探伤装置	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前1次	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②工业用X射线探伤装置表面外30cm处，工件门、检修门四周门缝及表面外30cm处； ③人员经常活动的位置。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
辐射工作人员	个人剂量当量监测	剂量当量	委托有资质单位进行	每3个月一次	/

2.监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；昆山六丰机械工业有限公司已配备2台X-γ辐射环境巡测仪，10台X-γ个人剂量报警仪，拟为本项目增加配备2台X-γ个人剂量报警仪，项目运行后应定期对工业用X射线探伤装置周围

环境辐射水平监测，并做好监测记录；同时应定期对2台X-γ辐射剂量巡测仪开展检定/校准工作。

昆山六丰机械工业有限公司拟从现有辐射工作人员中为本项目调配2名辐射工作人员，已委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

辐射事故应急

昆山六丰机械工业有限公司已依据《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》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。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。公司已每年按计划开展辐射事故应急演练，并记录在案。

昆山六丰机械工业有限公司应针对射线检测项目可能产生的辐射事故情况完善辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演习计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

昆山六丰机械工业有限公司应依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。报告内容包括单位信息，许可证信息，事故发生时间、地点、类型，射线装置名称及型号，事故经过等信息。事故发生后应积极配合生态环境

部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

昆山六丰机械工业有限公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目工业用X射线探伤装置周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

昆山六丰机械工业有限公司使用工业用 X 射线探伤装置对公司生产的轮毂进行缺陷检测以控制产品质量。本项目的建设将满足企业提高产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，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，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

2. 与产业政策的相符性

本项目使用工业用 X 射线探伤装置对公司生产的铝合金轮毂进行缺陷检测以控制产品质量，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类。故本项目的建设符合国家现行产业政策。

3. 辐射安全与防护分析结论

1) 选址、布局合理性

昆山六丰机械工业有限公司新厂区位于苏州市昆山经济技术开发区牡丹路 68 号，新厂区东侧为牡丹路，南侧为林地和吴淞江，西侧为南亚塑胶工业股份有限公司昆山纤维厂区，北侧为昆山铭益仓储有限公司。本项目位于新厂区铸造、加工车间 A 2#X 光室内，本项目四周均为车间生产线，装置上方为车间屋顶，下方为土层。本项目所在厂房为一层建筑。

本项目工业用 X 射线探伤装置周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，50m 范围内涉及本公司铸造、加工车间 A，铸造、加工车间 B（二期），干式变电室，以及厂区道路和绿化用地。

本项目将工业用 X 射线探伤装置检测室边界作为控制区，将 2#X 光室内工业用 X 射线探伤装置检测室与隔板墙围成的区域（包括操作台）作为监督区。

2) 辐射防护措施

本项目工业用 X 射线探伤装置设计有检测室及操作台，操作台位于检测室外。MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置顶部为 6mm 铅板+4mm 钢板，观察窗为 5mm 铅当量，其余侧为 4mm 铅板+4mm 钢板。

3) 辐射安全措施

本项目工业用 X 射线探伤装置操作台位于检测室外，操作台上设有钥匙控制开关；工件进出门、检修门与装置设置门-机安全联锁装置，装置外设置工作状态指示灯，定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目工业用 X 射线探伤装置操作台及检测室内均设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门内设置机械式门内把手，确保滞留在装置内部时能够及时逃出装置。检测室内设置有视频监控。公司已配备 2 台 X-γ 辐射环境巡测仪，10 台 X-γ 个人剂量报警仪，拟为本项目增加配备 2 台 X-γ 个人剂量报警仪，用于对装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

4. 辐射环境影响分析结论

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

由预测结果可知，本项目工业用 X 射线探伤装置满功率运行时，辐射工作人员及周围公众所受周剂量当量和年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周剂量当量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周剂量当量不超过 5μSv）。

5. 辐射环境管理

- 1) 委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- 2) 公司已配备 2 台 X-γ 辐射环境巡测仪，10 台 X-γ 个人剂量报警仪，拟为本项目增加配备 2 台 X-γ 个人剂量报警仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；
- 3) 已在项目运行前，委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员

均佩戴个人剂量计，定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

4) 已在项目运行前安排 2 名辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立职业健康监护档案。

5) 昆山六丰机械工业有限公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。在项目运行前完善辐射安全管理制度；本项目拟从现有辐射工作人员中调配 2 名辐射工作人员；项目投运后，若有新增辐射工作人员，上岗前应报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行作业。

综上所述，昆山六丰机械工业有限公司迁建 1 台工业用 X 射线探伤装置项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的周/年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 建设单位在获得本项目环评批复后且建成后根据《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。

5) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设单位应在本项目环境保护设施竣工后及时进行竣工环保验收。

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

附表

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资(万元)
辐射防护措施	本项目工业用 X 射线探伤装置均设计有检测室及操作台，操作台位于检测室外。MU231XL 型工业用 X 射线探伤装置顶部为 6mm 铅板+4mm 钢板，观察窗为 5mm 铅当量，其余侧为 4mm 铅板+4mm 钢板。	表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）剂量率限值要求。辐射工作人员及公众周剂量当量和年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（辐射工作人员年有效剂量约束值 5mSv，公众年有效剂量约束值 0.1mSv）。	/
辐射安全措施	本项目工业用X射线探伤装置操作台位于检测室外，操作台上设有钥匙控制开关；工件进出门、检修门与装置设置门-机安全联锁装置，装置外设置工作状态指示灯，定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；装置外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目工业用X射线探伤装置操作台及检测室内均设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门内设置机械式门内把手，确保滞留在装置内部时能够及时逃出装置。检测室内设置有视频监控。本项目将工业用X射线探伤装置检测室边界作为控制区，将2#X光室内工业用X射线探伤装置检测室与隔板墙围成的区域（包括操作台）作为监督区。在工业用X射线探伤装置装置表面外拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，并在2#X光室入口处张贴监督区标牌。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的管理要求。	1.5
	岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、监督区边界。	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》完善各项规章制度。	/
	公司已配备 2 台 X-γ辐射环境巡测仪，10 台 X-γ个人剂量报警仪，拟为本项目增加配备 2 台 X-γ个人剂量报警仪。	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》配备个人剂量测量报警、辐射监测，满足工作场所日常监测要求。	0.5
污染防治措施	废气：本项目工业用 X 射线探伤装置检测室内采取开关工件进出门自然通风。同时工业用 X 射线探伤装置所在 2#X 光室设置机械排风装置、生产车间空间较大且有门窗进行自然通风换气。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对环境影响较小。	/
	固体废物：本项目产生的生活垃圾由公司统一收集，交给环卫部门清运。	本项目产生的生活污水及生活垃圾能够妥善处理，对周围环境影响较	/

	废水：本项目产生的生活污水进入公司污水管道，最终进入污水处理站处理。	小。	/
辐射安全管理	完善辐射安全管理机构，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。	/
	本项目拟从现有辐射工作人员中调配2名辐射工作人员，已通过辐射安全与防护考核。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证。	定期投入
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。个人剂量档案终生保存）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案（两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人职业健康检查，建立职业健康监护档案	每年投入

以上措施必须在项目运行前落实。