

核技术利用建设项目

无锡蠡湖新质节能科技有限公司
扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目
环境影响报告表

无锡蠡湖新质节能科技有限公司（盖章）

2025 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

无锡蠡湖新质节能科技有限公司 扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：无锡蠡湖新质节能科技有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：无锡市滨湖区胡埭镇天竹路 2 号

邮政编码：/

联系人：/

电子邮箱：/

联系电话：/

表 1 项目基本概况

建设项目名称		扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目			
建设单位		无锡蠡湖新质节能科技有限公司			
法人代表姓名	/	联系人	/	联系电话	/
注册地址		无锡市滨湖区胡埭镇天竹路 2 号			
项目建设地点		公司厂区内铸造车间辅房一楼 X 光实验室			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	90	项目环保总投资（万元）	64	投资比例（环保投资/总投资）	71.1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	13.5
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	/			

1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

无锡蠡湖新质节能科技有限公司成立于 2012 年 5 月 9 日，公司注册地址位于无锡市滨湖区胡埭镇天竹路 2 号。公司经营范围包括：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；汽车零部件研发；汽车零部件及配件制造；汽车零部件再制造；汽车零配件批发；汽车零配件零售；有色金属铸造；新材料技术研发；新材料技术推广服务；国内贸易代理；贸易经纪；进出口代理；技术进出口；货物进

出口；非居住房地产租赁；机械设备销售；机械设备研发；通用设备制造等。

1.2 项目规模及任务由来

根据生产、检测需要，无锡蠡湖新质节能科技有限公司拟在铸造车间辅房一楼 X 光实验室内建设 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展对涡轮增压器压气机壳体的无损检测工作。涡轮增压器压气机壳体高度约为 185mm，直径约为 230mm，厚度约为 32mm。本项目 X 射线实时成像检测装置的型号为 XGIZ-160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA。公司拟将装置工件门朝东摆放，工作时主射线朝北侧照射，操作台位于装置东侧。装置外壳尺寸为 1.737m（长）×1.636m（宽）×2.323m（高），内净尺寸为 1.72m（长）×1.58m（宽）×2.1m（高）。

无锡蠡湖新质节能科技有限公司现有 3 名辐射工作人员，现调配 1 名辐射工作人员并新增 1 名辐射工作人员负责本项目检测工作，X 射线实时成像检测装置的周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时，X 射线实时成像检测装置年受检工件约 12 万件，单个工件曝光时间约为 15s。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 无锡蠡湖新质节能科技有限公司本次评价核技术应用情况一览表

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	使用情况	备注
1	XGIZ-160 型 X 射线实时成像检测装置	1	160	3	II	铸造车间辅房一楼 X 光实验室	拟购	主射线朝北照射

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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用的 X 射线实时成像检测装置为 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受无锡蠡湖新质节能科技有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保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、现场监测和评价分析，编制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

公司厂区位于无锡市滨湖区胡埭镇天竹路 2 号，其地理位置图见附图 1。公司厂区以刘塘路为界分为东侧厂区和西侧厂区，本项目位于西侧厂区。厂区东侧为刘塘路及东侧厂区，南侧为无锡市钻通工程机械有限公司，西侧为莲杆路，北侧为文竹路及空地，公司平面布局图及周围环境图见附图 2。

本项目拟建址位于铸造车间辅房一楼 X 光实验室内，铸造车间辅房共三层，X 光实验室不利用辅房二楼楼板作为顶部，单独进行吊顶封顶，拟建址东侧为通道、仓库、

厂内道路、刘塘路及东侧厂区，南侧为铸造车间，西侧为通道、仓库及熔炼车间，北侧为通道、仓库、电梯间、厂内道路、文竹路及空地，二楼、三楼均为仓库，车间平面布局图见附图 3-1~附图 3-3。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置拟建址周围评价范围内公众。

3 原有核技术利用项目情况

无锡蠡湖新质节能科技有限公司已申领由无锡市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证【01187】”，发证日期为 2024 年 8 月 2 日，有效期至 2026 年 6 月 9 日，许可种类和范围为“使用 II 类射线装置”。无锡蠡湖新质节能科技有限公司位于西侧厂区辅助车间 X 射线检查室内的 1 台型号为 UNC450 型的 X 射线实时成像检测装置搬迁后因增强器老化严重，无法满足检测需求，故未对其进行验收，已永久停用，公司计划对该装置进行许可证注销。无锡蠡湖新质节能科技有限公司辐射安全许可证正副本复印件见附件 4，现有核技术利用项目环评批复及验收意见见附件 5。

无锡蠡湖新质节能科技有限公司现有核技术利用项目详见表 1-2。

表 1-2 无锡蠡湖新质节能科技有限公司现有核技术利用项目清单

射线装置							
序号	名称	型号	类别	数量	场所	环评审批时间	环保许可验收情况
1	X 射线实时成像检测装置	UNC450	II 类	2	X 射线检查室	锡行审投许(2019)375 号 2019.10.11	已许可 已验收 2021.3.12

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 X 射线实时成像检测装置拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

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 射线实时成像检测装置	II	1	XGIZ-160 型	160	3	无损检测	铸造车间辅房一楼 X 光实验室	主射线朝北侧照射
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过工件门排出到铅房外，最终通过 X 光实验室通风系统排入外环境，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，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

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行</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 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施，2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，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），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修订，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《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，自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《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 6 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(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》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行</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 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《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</p>
------------------	---

	<p>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>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《江苏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</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</p> <p>(18) 《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</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 11 月 9 日</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》（HJ 2.1-2016）</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)</p>
<p>其它</p>	<p>与本项目相关附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件 1）</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）</p> <p>(3) 屏蔽设计说明（附件 3）</p> <p>(4) 辐射安全许可证复印件（附件 4）</p> <p>(5) 环评批复及竣工环保验收意见复印件（附件 5）</p> <p>(6) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 6）</p> <p>(7) 辐射安全与防护培训证书复印件（附件 7）</p> <p>(8) 上一年度环保检测报告复印件（附件 8）</p>

(9) 个人剂量监测报告复印件 (附件 9)

(10) 专家意见及修改清单 (附件 10)

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”相关规定，确定本项目评价范围为 X 射线实时成像检测装置边界外 50m 区域。</p>					
<p>保护目标</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。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《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）及《江苏省自然资源厅关于无锡市滨湖区生态空间管控区域优化调整方案的复函》（苏自然资函(2022)263 号），本项目评价范围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及无锡市滨湖区生态空间管控区域。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。</p> <p>本项目使用 X 射线实时成像检测装置进行无损检测工作，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目保护目标主要为辐射工作人员、X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内其他公众。</p>					
<p>表 7-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址评价范围内保护目标情况一览表</p>					
保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求 (mSv/a)
辐射工作人员	操作台	东侧	紧邻	2 人	5
公众	通道、仓库、厂区道路、刘塘路	东侧	约 1m	流动人群	0.1
	西侧厂区辅助车间		约 45m	约 10 人	
	铸造车间	南侧	约 1m	约 20 人	
	通道、仓库	西侧	紧邻	流动人群	
	熔炼车间		约 30m	约 5 人	
	通道、仓库、电梯间、厂内道路、文竹路、空地	北侧	约 2m	流动人群	

	二楼仓库	上方	约 2m	流动人群	
	三楼仓库		约 6m	流动人群	

评价标准

1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

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

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中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。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于**0.1mSv/a**。

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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；
- 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。

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。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值不大于 5 μ Sv/周。

(2) X 射线实时成像检测装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

(3) X 射线实时成像检测装置较低且正上方区域人员可达，顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平保守取不大于 2.5 μ Sv/h。

4 环境天然 γ 辐射水平参考值

参考《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。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平（单位：nGy/h）

/	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

注： [1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

公司厂区位于无锡市滨湖区胡埭镇天竹路 2 号，其地理位置图见附图 1。公司厂区以刘塘路为界分为东侧厂区和西侧厂区，本项目位于西侧厂区。厂区东侧为刘塘路及东侧厂区，南侧为无锡市钻通工程机械有限公司，西侧为莲杆路，北侧为文竹路及空地，公司平面布局图及周围环境图见附图 2。

本项目拟建址位于铸造车间辅房一楼 X 光实验室内，铸造车间辅房共三层，X 光实验室不利用辅房二楼楼板作为顶部，单独进行吊顶封顶，拟建址东侧为通道、仓库、厂内道路、刘塘路及东侧厂区，南侧为铸造车间，西侧为通道、仓库及熔炼车间，北侧为通道、仓库、电梯间、厂内道路、文竹路及空地，二楼、三楼均为仓库，车间平面布局图见附图 3-1~附图 3-3。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置拟建址周围评价范围内公众。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境现状见图 8-1。



X 射线实时成像检测装置拟建址东侧



X 射线实时成像检测装置拟建址南侧



X 射线实时成像检测装置拟建址西侧



X 射线实时成像检测装置拟建址北侧



X 射线实时成像检测装置拟建址二楼



X射线实时成像检测装置拟建址处

图 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围环境现状照片

2 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

评价对象：X 射线实时成像检测装置拟建址及周围辐射环境

检测因子： γ 射线辐射剂量率

检测点位：在 X 射线实时成像检测装置拟建址周围布置检测点位，共计 6 个点位

3 检测方案、质量保证措施及检测结果

3.1 检测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型多功能辐射测量仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J2718，
检定有效期：2024.5.21~2025.5.20，检测范围：1nSv/h~100 μ Sv/h，能量响应：48keV~
4.4MeV）

环境条件：天气：晴 温度：32 $^{\circ}$ C 湿度：63.7%RH

检测项目： γ 射线辐射剂量率

检测布点：在 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2024 年 9 月 5 日

检测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目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）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

3.2 质量保证措施

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

检测布点质量保证：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

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《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

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核并持有检测上岗证，所有检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过检定，检测报告实行三级审核。

3.3 检测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果进行评价，检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 6。

表 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围 γ 辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果(nGy/h)	备注
1	X 射线实时成像检测装置拟建址处	68.3	楼房
2	X 射线实时成像检测装置拟建址东侧	69.7	楼房
3	X 射线实时成像检测装置拟建址南侧	71.0	楼房
4	X 射线实时成像检测装置拟建址西侧	67.2	楼房
5	X 射线实时成像检测装置拟建址北侧	69.9	楼房
6	X 射线实时成像检测装置拟建址二楼	67.2	楼房

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8。

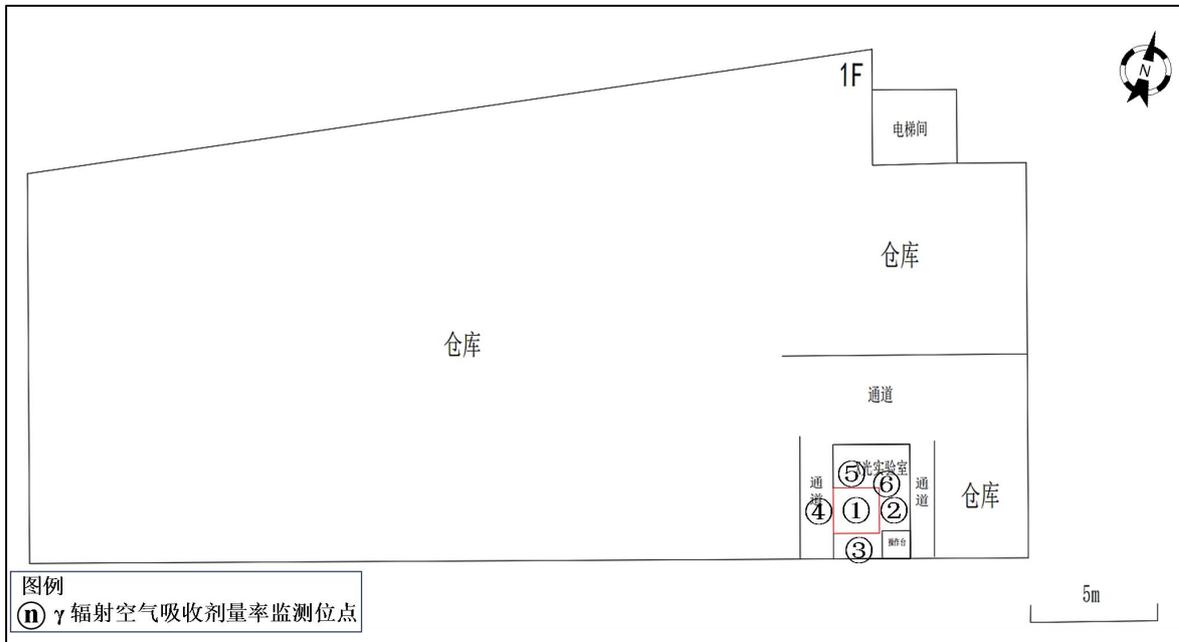


图 8-2 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境 γ 辐射水平监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场检测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围环境扣除仪

器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（67.2~71.0）nGy/h，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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围室内检测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

根据生产、检测需要，无锡蠡湖新质节能科技有限公司拟在铸造车间辅房一楼 X 光实验室内建设 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展对涡轮增压器压气机壳体的无损检测工作。涡轮增压器压气机壳体高度约为 185mm，直径约为 230mm，厚度约为 32mm。本项目 X 射线实时成像检测装置的型号为 XGIZ-160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA。公司拟将装置工件门朝东摆放，工作时主射线朝北侧照射，操作台位于装置东侧。装置外壳尺寸为 1.737m（长）×1.636m（宽）×2.323m（高），内净尺寸为 1.72m（长）×1.58m（宽）×2.1m（高）。

本项目 X 射线实时成像检测装置主要由检测铅房、操作台等组成。X 射线管不可移动，X 射线管距东侧屏蔽体外侧距离为 636mm，距南侧屏蔽体外侧距离为 170mm，距西侧屏蔽体外侧距离为 1000mm，距北侧屏蔽体外侧距离为 1567mm，距顶部屏蔽体外侧距离为 1053mm，距底部屏蔽体外侧距离为 1270mm。

2 工作原理

2.1 X 射线产生工作原理

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。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

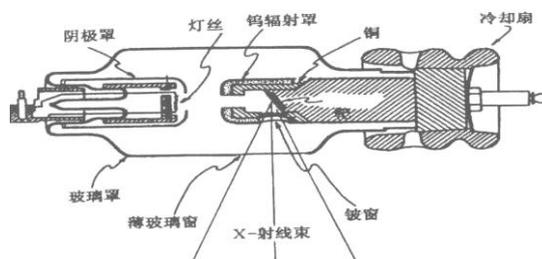


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

2.2 X 射线实时成像检测装置工作原理

X 射线实时成像检测装置基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透被测轮胎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

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显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X 射线实时成像系统工作原理示意图见图 9-2。

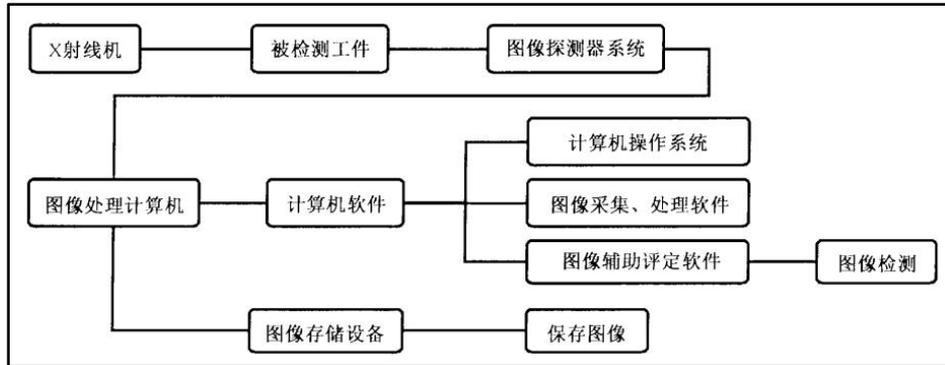


图 9-2 典型 X 射线实时成像工作原理图

3 工艺流程及产污环节

本项目 X 射线实时成像检测装置检测时，辐射工作人员将被测工件放置到载物台上，关闭工件门，辐射工作人员在操作台处进行操作，对检测部位进行无损检测，工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员在开展检测工作前对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等安全防护措施是否运行正常；
- (2) 辐射工作人员将被测工件放置到载物台上，关闭工件门，摆放工件时人员只需手部进入铅房；
- (3) 辐射工作人员在操作台处调整工件至合适位置，开启 X 射线实时成像检测装置进行检测，检测过程中会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；
- (4) 通过控制台处的显像器对被检工件的缺损状况进行辨别；
- (5) 关机，打开工件门，将被测工件取出检测铅房，取出工件时辐射工作人员只需手部进入铅房。

本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节示意图见图 9-3。

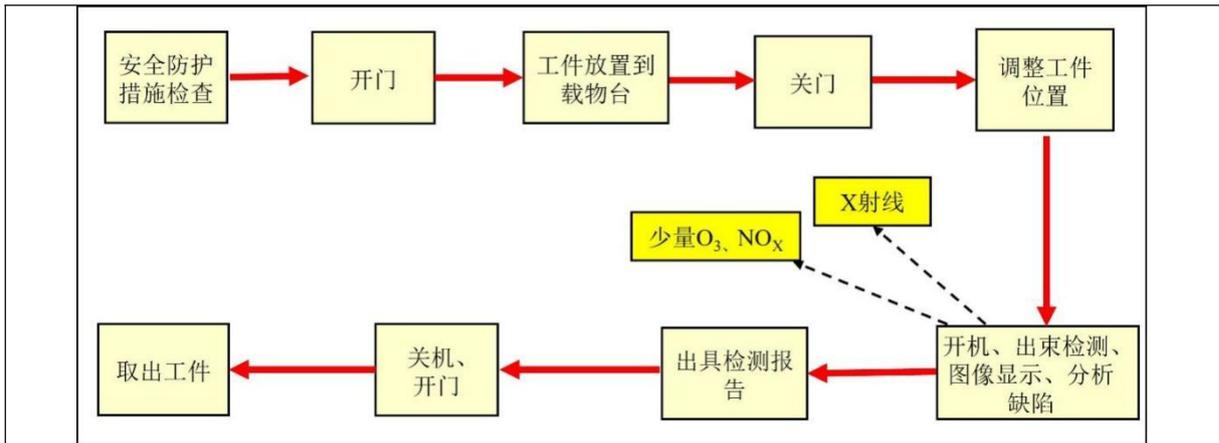


图 9-3 本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节分析示意图

4 工作机制

公司现有 3 名辐射工作人员，现调配 1 名辐射工作人员并新增 1 名辐射工作人员负责本项目检测工作，本项目拟采用一班制工作制。本项目周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时，X 射线实时成像检测装置年受检工件约 12 万件，单个工件曝光时间约为 15s。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线实时成像检测装置工作原理可知，X 射线是随 X 射线实时成像检测装置 X 射线管的开、关而产生和消失。因此，正常开机出束期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目工作期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。由于未获得厂家提供的 X 射线球管过滤板材料及厚度，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，保守以 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值（ $18.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 及 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ）进行插值计算得到，160kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

漏射线辐射：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。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，160kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：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，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 X 射线为 150kV。详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目理论预测 X 射线实时成像检测装置参数一览表

设备型号	XGIZ-160 型 X 射线实时成像检测装置
最大管电压	160kV
最大管电流	3mA
出束角	40°×40°
X 射线机的发射率常数	20.38mGy·m ² / (mA·min)
泄漏辐射剂量率	2.5×10 ³ μSv/h
90°散射后能量相应的 X 射线 kV	150kV

2 非放射性污染源分析

本项目射线装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

无锡蠡湖新质节能科技有限公司扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置包括检测铅房和操作台，主射线朝北侧照射，操作台位于检测铅房东侧，避开了有用线束照射方向，本项目 X 射线实时成像检测装置布局设计满足《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及操作室应避开有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求：应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制；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，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和连锁装置限制进入；监督区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。

图 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置平面布局及分区图

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置检测铅房作为辐射防护控制区（图 10-1 中红色方框），在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；将 X 光实验室内除检测铅房以外区域（含操作台）作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色方框），拟在 X 光实验室出入口处设置明显的电离辐射警示标志和

警告标语，并设立表明监督区的标牌，工作时无关人员等不得进入。本项目平面布局及分区图见图 10-1，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

2 辐射屏蔽设计

本项目X射线实时成像检测装置的屏蔽防护设计见表10-1，屏蔽设计图见附图4。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置屏蔽设计参数一览表

铅房屏蔽参数		尺寸参数 (内净)	主射线 方向
防护材料	厚度		
东侧屏蔽体	/	/	/
南侧屏蔽体	/		
西侧屏蔽体	/		
北侧屏蔽体	/		
顶部屏蔽体	/		
底部屏蔽体	/		
工件门(东侧)	/		
观察窗(东侧)	/		
电缆口防护罩(南侧)	/		
	/		

3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障X射线实时成像检测装置安全运行，无锡蠡湖新质节能科技有限公司拟对本项目X射线实时成像检测装置设计相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 X射线实时成像检测装置

(1) 本项目 X 射线实时成像检测装置的操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(2) X 射线实时成像检测装置操作台处拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。检测铅房内拟设置 1 个急停按钮。

(3) X 射线实时成像检测装置的工件门设置门机联锁装置，即操作台或 X 射线管头组装体上的接口与工件门联锁，只有当工件门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，工件门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。

(4) X 射线实时成像检测装置工件门上方设置 1 个工作状态指示灯和声音提示装置，指示灯与 X 射线管联锁，X 射线实时成像检测装置工作时，指示灯和声音提示装

置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。

(5) X 射线实时成像检测装置铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(6) X 射线实时成像检测装置铅房内部拟设置 1 个视频监控，可监视设备运行情况。

(7) 本项目拟在操作台处设置个人剂量报警仪进行监测。

(8) 本项目 X 射线实时成像检测装置正常工作时，工作人员位于装置外操作，只需手部进入装置内部摆放工件，故未在铅房内部设置固定式剂量报警装置。

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员正常使用 X 射线实时成像检测装置时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(3) 辐射工作人员拟定期测量 X 射线实时成像检测装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟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，则不应开始检测工作。

(5) 在每一次照射前，操作人员都拟确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

(6) 公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。

(1) X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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。

三废治理

本项目 X 射线实时成像检测装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量

臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物通过工件门排出到铅房外，最终通过 X 光实验室通风系统排入外环境。臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。X 光实验室日常应加强通风，避免臭氧和氮氧化物在 X 光实验室内滞留和累积。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像检测装置由检测铅房和操作台组成，直接运送安装至指定区域，无建设期环境影响。

运行阶段对环境的影响

辐射环境影响分析

本项目 X 射线实时成像检测装置主要用于对涡轮增压器压气机壳体进行无损检测工作。涡轮增压器压气机壳体长度约为 185mm，直径约为 230mm，厚度约为 32mm。本项目 X 射线实时成像检测装置型号为 XGIZ-160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，工作时主射线朝北侧照射。

本次评价选取 X 射线实时成像检测装置满功率运行时的工况进行预测，将装置北侧屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将装置东侧屏蔽体、南侧屏蔽体、西侧屏蔽体、顶部屏蔽体、底部屏蔽体、工件门、观察窗、电缆口均按照非有用线束照射进行预测计算。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。

本项目 X 射线管不可移动，X 射线管距东侧屏蔽体外侧距离为 636mm，距南侧屏蔽体外侧距离为 170mm，距西侧屏蔽体外侧距离为 1000mm，距北侧屏蔽体外侧距离为 1567mm，距顶部屏蔽体外侧距离为 1053mm，距底部屏蔽体外侧距离为 1270mm，计算示意图见图 11-1。

图 11-1 本项目型 X 射线实时成像检测装置计算示意图

1 理论预测公式

1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

有用线束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：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (11-1)$$

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）中的附录表 B.1，保守以 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值进行插值计算得到 160kV 下 1m 处的输出量；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离， 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，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，采用内插法得出 160kV 下对应的 TVL 值，然后按公式（11-2）计算得出：

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

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的半值层厚度。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束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

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (11-3)$$

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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离， m ；

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）中的表 B.2，通过内插法得到 160kV 下铅的 TVL，再根据公式（11-2）计算得出。

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots (11-4)$$

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）中的附录表 B.1，保守以 150kV 及 200kV 下 X 射线管输出量较大值进行插值计算得到 160kV 下 1m 处的输出量；

B ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量，按公式（11-2）计算得出；

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。

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (11-5)$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平， mSv/a ；

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

t ：年照射时间，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。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-1 有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	$H_0^{\text{①}}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$B^{\text{②}}$	$R^{\text{③}}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参 考控制水 平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
北侧屏蔽体	/	/	/	/	/	/	2.5	满足

表 11-2 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	东侧屏蔽体/工件门	南侧屏蔽体/电缆口	西侧屏蔽体	顶部屏蔽体	底部屏蔽体	观察窗
X 设计厚度	/	/	/	/	/	/
泄漏辐射	TVL (mm)	/	/	/	/	/
	$B^{\#}$	/	/	/	/	/
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	/				
	R (m)	/	/	/	/	/
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	/	/	/	/	/
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	/				
	TVL (mm)	/	/	/	/	/
	$B^{\#}$	/	/	/	/	/
	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} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	/	/	/	/	/	/

泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	/	/	/	/	/	/
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

从表 11-1 及表 11-2 中计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，其铅房四周屏蔽体、顶部屏蔽体、底部屏蔽体、工件门、观察窗、电缆口防护罩外 30cm 处的最大辐射剂量率约为*** $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“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 $\mu\text{Sv/h}$ ”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 天空及底部反散射影响分析

本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，装置顶部 30cm 处的最大辐射剂量率约为*** $\mu\text{Sv/h}$ ，装置底部 30cm 处的最大辐射剂量率约为*** $\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体及底部屏蔽体的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，因此其天空反散射和底部反散射均能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.3 电缆口及工件门缝隙辐射防护评价

本项目 X 射线实时成像检测装置电缆口位于检测铅房南侧，电缆口外拟采用***防护罩进行防护；由表 11-1 及表 11-2 计算结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置在满功率工况下运行时，电缆口外 30cm 处最大辐射剂量率为*** $\mu\text{Sv/h}$ ，均能满足要求。且根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。本项目 X 射线经过电缆口防护铅罩结构时至少会经过 3 次散射到达管道口处，散射路径如图 11-2 所示，可推断管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆口散射示意图见图 11-2。

本项目 X 射线实时成像检测装置工件门尺寸为***m 宽×***m 高，门洞尺寸为***m 宽×***m 高，工件门与左右屏蔽体各搭接***mm，与上下屏蔽体各搭接***mm，工件

门与屏蔽体之间的缝隙宽度均小于 3mm, 工件门与屏蔽体重叠部分不小于工件门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍, 射线经过多次散射后才能出门缝隙, 可推断工件门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

图 11-2 电缆口 X 射线散射路径示意图

3 年有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员, 工作时位于操作位处进行操作, 辐射工作人员年有效剂量取装置东侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率进行剂量估算; 公众主要为 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内其他人员, 本项目东侧及西侧公众保守取装置对应侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率进行剂量估算; 南侧、北侧及楼上公众年有效剂量拟按照监督区外辐射剂量取值计算, 可得到装置南侧、北侧及楼上保护目标处的辐射剂量率。

表 11-3 本项目装置有用线束方向保护目标处辐射剂量率

关注点	设计厚度	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	$R^{\text{①}}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率 参考控 制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
北侧保 护目标 处	/	/	/	/	/	/	2.5	满足

表 11-4 本项目装置非有用线束方向保护目标处辐射剂量率

关注点		南侧保护目标处	楼上保护目标处
X 设计厚度		/	/
泄 漏 辐	TVL (mm)	/	/
	$B^{\#}$	/	/

射	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	/	/
	$R^{\text{①}}$ (m)	/	/
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	/	/
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	/	/
	TVL (mm)	/	/
	$B^{\#}$	/	/
	I (mA)	/	/
	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	/	
	F (m^2)	/	
	α		
	R_0 (m)		
	$R_s^{\text{①}}$ (m)	/	/
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	/	/
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	/	/	
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	
评价	满足	满足	

将表 11-1~表 11-4 计算结果代入公式 (11-5)，可计算得到本项目 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员及周围公众的周有效剂量及年有效剂量，结果见表 11-5、表 11-6。

表 11-5 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员周受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周工作时间 (h)	周剂量估算 值($\mu\text{Sv/周}$)	剂量约束值 ($\mu\text{Sv/周}$)	评价
1	/	/	/	/	/	/	100 (职业人员)	满足
2	/	/	/	/	/	/	5 (公众)	满足
3	/	/	/	/	/	/		满足
4	/	/	/	/	/	/		满足

5	/	/	/	/	/	/		满足
6	/	/	/	/	/	/		满足

从表 11-5 中的计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像检测装置在满功率运行时，辐射工作人员的周有效剂量最大值为 4.800 μ Sv；公众周有效剂量最大值为 0.808 μ Sv，均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：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。

表 11-6 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 (μ Sv/h)	年工作时间 (h)	年剂量估算值 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
1	/	/	/	/	/	/	5 (职业人员)	满足
2	/	/	/	/	/	/	0.1 (公众)	满足
3	/	/	/	/	/	/		满足
4	/	/	/	/	/	/		满足
5	/	/	/	/	/	/		满足
6	/	/	/	/	/	/		满足

从表 11-6 中的计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员的年有效剂量最大值为 0.240mSv；公众年有效剂量最大值 0.040mSv，均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：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。

4 三废治理评价

本项目 X 射线实时成像检测装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过工件门排出到铅房外，最终通过 X 光实验室通风系统排入外环境。臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。X 光实验室日常应加强通风，避免臭氧和氮氧化物在 X 光实验室内滞留和累积。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生

活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目 X 射线实时成像检测装置只有在开机出束时才产生 X 射线，因此，本项目事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全联锁装置失灵，导致工件门未关闭时人员开机工作受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照。X 射线实时成像检测装置在调试、检修过程中，责任人脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到误照射。

2 辐射事故预防措施

无锡蠡湖新质节能科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。在进行射线装置调试前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机调试。

(3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，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。

3 辐射事故处置方法

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》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的 X 射线实时成像检测装置属于 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》的规定，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，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

(1) 辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，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。

当发生或发现辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，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和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，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。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为 X 射线实时成像检测装置，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》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。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

无锡蠡湖新质节能科技有限公司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，确定傅逢欣兼职公司辐射防护负责人。公司现有 3 名辐射工作人员，已有辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核（证书复印件见附件 7），辐射防护负责人还应通过“辐射安全管理”类考核。调配 1 名辐射工作人员并新增 1 名辐射工作人员负责本项目检测工作。新增辐射工作人员和原有辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可从事相应工作，。

辐射安全管理规章制度

无锡蠡湖新质节能科技有限公司已根据《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》中相关要求制定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、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。公司还应针对本项目，对已有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制定要点提出如下建议：

探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求，明确 X 射线实时成像检测装置设备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 X 射线实时成像检测装置设备操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、探伤工作人员、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。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像检测装置设备的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像检测装置设备及辐射监测设备维修计

划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线实时成像检测装置设备与剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：制定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。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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，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部门报告。

台账管理制度：对 X 射线实时成像检测装置设备使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对 X 射线实时成像检测装置设备使用进行严格管理。

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》的要求，必须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。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内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，还应同时向当地卫生健康部门报告。

辐射监测

公司使用的 X 射线实时成像检测装置属于 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》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司目前配有 1 台 XY EDG 型辐射环境剂量巡测仪、2 台 FJ2000 型个人剂量报警仪。公司还应为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

公司现有核技术利用项目已委托江苏宁大卫检测技术有限公司开展年度环保检测（年度环保检测报告见附件 8）。由检测结果可知，本单位现有核技术利用项目在检测工况下运行时，公司现有核技术利用项目工作场所周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中参考控制水平的要求。本项目运行后，公司应每年请有资质的单位对本项目 X 射线实时成像检测装置周围环境的辐射水平进行监测，核实现场辐射安全措施及现场管控措施，并做好相关监测记录。

公司现有核技术利用项目的辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并

每3个月送常州环宇信科环境检测有限公司进行个人剂量监测，根据公司最近4个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（附件9），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常，其中两个季度的个人剂量片佩戴时间超过3个月，公司在后续运行中应加强辐射安全管理，个人剂量片必须按照规定进行佩戴，佩戴时间不得超过3个月；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已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。本项目运行后，公司应认真落实以上个人剂量监测及职业健康体检方案，安排辐射工作人员定期进行个人剂量测量，（每1个月/次，最长不超过3个月/次）以及职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过2年），并妥善保管监测档案。公司已于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。本项目辐射监测方案见表12-1。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
XGIZ-160 型 X 射线实时成像检测装置	周围剂量当量率	竣工验收监测	1 次	①装置四周屏蔽体外 30cm 离地高度 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； ②工件门外 30cm 处离地高度 1m 处，门左、中、右侧 3 个点和门缝四周各一个点； ③人员操作位处； ④电缆口外
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	每 3 个月/次	
辐射工作人员	个人剂量监测	委托有资质的单位进行	每 3 个月/次	/

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，无锡蠡湖新质节能科技有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，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）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

无锡蠡湖新质节能科技有限公司已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事

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。公司拟组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事事故应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司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。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

公司厂区位于无锡市滨湖区胡埭镇天竹路 2 号，公司厂区以刘塘路为界分为东侧厂区和西侧厂区。本项目位于西侧厂区，厂区东侧为刘塘路及东侧厂区，南侧为无锡市钻通工程机械有限公司，西侧为莲杆路，北侧为文竹路及空地。

本项目拟建址位于铸造车间辅房一楼 X 光实验室内，铸造车间辅房共三层，X 光实验室不利用辅房二楼楼板作为顶部，单独进行吊顶封顶，拟建址东侧为通道、仓库、厂内道路、刘塘路及东侧厂区，南侧为铸造车间，西侧为通道、仓库及熔炼车间，北侧为通道、仓库、电梯间、厂内道路、文竹路及空地，二楼、三楼均为仓库。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置拟建址周围评价范围内公众。

1.2 产业政策符合性

本项目利用 X 射线实时成像检测装置对公司生产的涡轮增压器压气机壳体进行无损检测工作，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令第 7 号）的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。

1.3 项目分区及布局

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置检测铅房作为辐射防护控制区，在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；将 X 光实验室内除检测铅房以外区域（含操作台）作为辐射防护监督区，拟在 X 光实验室出入口处设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，并设立表明监督区的标牌，工作时无关人员等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

X 射线实时成像检测装置的操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；操作台处拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法。铅房内部拟设置 1 个急停按钮；X 射线实时成像检测装置的工件门设置门机联锁装置；X 射线实时成像检测装置工件门上方设置 1 个工作状态指示灯和声音提示装置，指示灯与 X 射线管联锁；铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志

及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；铅房内部拟设置 1 个视频监控，可监视设备运行情况；拟在操作台处设置个人剂量报警仪进行监测；X 射线实时成像检测装置正常工作时，工作人员位于装置外操作，只需手部进入装置内部摆放工件，故未在铅房内部设置固定式剂量报警装置。

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常使用 X 射线实时成像检测装置时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；辐射工作人员拟定期测量 X 射线实时成像检测装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭工件门；公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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。

1.5 辐射安全管理

无锡蠡湖新质节能科技有限公司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，确定傅逢欣兼职公司辐射防护负责人。公司现有 3 名辐射工作人员，已有辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核，辐射防护负责人还应通过“辐射安全管理”类考核。拟为本项目新增 1 名辐射工作人员负责本项目检测工作。新增辐射工作人员和原有辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可从事相应工作。公司已对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司现有 1 台辐射环境剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，本项目拟增配 2 台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目 X 射线实时成像检测装置外壳尺寸为***m(长)×***m(宽)×***m(高),内净尺寸为***m(长)×***m(宽)×***m(高),东侧、西侧、顶部及底部屏蔽体均拟采用***,南侧及北侧屏蔽体拟采用***,工件门拟采用***,电缆口拟采用***防护罩,观察窗拟采用***铅当量的铅玻璃。

根据理论预测结果,本项目 X 射线实时成像检测装置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。

2.2 保护目标剂量

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 μ Sv,公众周有效剂量不超过 5 μ 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。

2.3 三废处理处置

本项目 X 射线实时成像检测装置在工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物,臭氧和氮氧化物通过工件门排出到铅房外,最终通过 X 光实验室通风系统排入外环境。臭氧在空气中 50min 可自行分解,对周围环境空气质量影响较小。X 光实验室日常应加强通风,避免臭氧和氮氧化物在 X 光实验室内滞留和累积。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网,一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理,对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述,无锡蠡湖新质节能科技有限公司扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置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具备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,从辐射环境保护角度论证,该项目的建设 and 运行是可行的。

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) 取得环评批复后企业应及时申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

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	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确其管理职责	满足《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的要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>本项目 X 射线实时成像检测装置外壳尺寸为***m（长）***m（宽）***m（高），内净尺寸为***m（长）×***m（宽）×***m（高），东侧、西侧、顶部及底部屏蔽体均拟采用***，南侧及北侧屏蔽体拟采用***，工件门拟采用***，电缆口拟采用***防护罩，观察窗拟采用***铅当量的铅玻璃。</p> <p>X 射线实时成像检测装置的操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；操作台处拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法。检测铅房内拟设置 1 个急停按钮；X 射线实时成像检测装置的工件门设置门机联锁装置；X 射线实时成像检测装置工件门上方设置 1 个工作状态指示灯和声音提示装置，指示灯与 X 射线管联锁；铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；铅房内部拟设置 1 个视频监控，可监视设备运行情况；拟在操作台处设置个人剂量报警仪进行监测；X 射线实时成像检测装置正常工作时，工作人员位于装置外操作，只需手部进入装置内部摆放工件，故未在铅房内部设置固定式剂量报警装置。</p> <p>辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常使用 X 射线实时成像检测装置时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；辐射工作人员拟定期测量 X 射线实时成像检测装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻</p>	<p>装置表面外 30cm 处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）中“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</p> <p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求。</p>	63

	区域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭工件门；公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。		
人员配备	<p>公司现有 3 名辐射工作人员，已有辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核，辐射防护负责人应及时通过“辐射安全管理”类考核。拟为本项目新增 1 名辐射工作人员负责本项目检测工作。新增辐射工作人员和原有辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可从事相应工作。</p> <p>公司已委托有资质的单位对辐射工作人员每 3 个月开展一次个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。</p> <p>公司已定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案。</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。	定期投入
监测仪器和防护用品	已配备 1 台辐射环境剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，拟增配 2 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	1
辐射安全管理制度	公司已根据《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》中相关要求制定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、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。公司还应针对本项目，对已有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。	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》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	/

以上措施必须在项目运行前落实。

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