

核技术利用建设项目

盘起工业（无锡）有限公司
新建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目
环境影响报告表

盘起工业（无锡）有限公司（盖章）

2024 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

盘起工业（无锡）有限公司 新建 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：盘起工业（无锡）有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼

邮政编码：214101

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		新建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目			
建设单位		盘起工业（无锡）有限公司			
法人代表姓名	冈田秀和 (OKADA HIDEKAZU)	联系人		联系电话	
注册地址	江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼				
项目建设地点	江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼 2 层西北部 X 光室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	24	项目环保总投资（万元）	15	投资比例（环保投资/总投资）	62.5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	/
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					
<p>盘起工业（无锡）有限公司成立于 2003 年 12 月 22 日，注册地位于江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼。公司主要经营项目包括：生产冲压模具零部件、塑料模具零部件、特殊精密模具和工装夹具。公司租赁位于无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号由无锡市兴云林经贸发展有限公司委托江苏德康物业管理有限公司代管的云林科创中心 2 号楼用于生产及办公，租赁协议、委托管理协议及不动产权证复印件见附件 4。</p>					

公司《年产模具零部件 370 万件和新增年产模具零部件 80 万件的技术改造项目环境影响报告表》已于 2021 年 10 月 18 日通过原锡山经济技术开发区安全环保局审批，环评批复复印件见附件 5。

1.2 项目规模及任务由来

根据生产、检测需要，盘起工业（无锡）有限公司拟在 2 号楼 2 层西北部通道内隔出 1 间 X 光室（东侧拟采用气块砖进行隔断），并在 X 光室内新建 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于对汽车发动机、减速箱、摩托车发动机等铝制产品压铸成型相关的零部件（压铸型芯）冷却水孔同轴度的无损检测，工件以圆形为主，直径为 $\Phi 8\text{mm}\sim\Phi 50\text{mm}$ ，长度为 50mm~400mm，厚度为 5mm-80mm。该装置的型号为 Global XT 2600H/160KV 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3.125mA，额定功率为 500W，工作时主射线朝底部照射，拟将装置工件门朝北摆放在 X 光室内。

公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，设备周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 盘起工业（无锡）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	额定功 率 W	射线装 置类别	工作场所 名称	备注
1	Global XT 2600H/160KV 型 X 射线实时成像 检测装置	1	160	3.125	500	II	X 光室	主射线朝 底部照射

本项目 X 射线实时成像检测装置设有工件门及维修门，辐射工作人员摆放工件无法通过工件门进入装置内部，装置维修时人员可通过维修门进入，根据《关于发布射线装置分类的公告》及《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（部长信箱回函 2018 年 2 月 12 日），本项目 X 射线实时成像检测装置属于 II 类射线装置。

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 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受盘起工业（无锡）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

盘起工业（无锡）有限公司位于江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼，地理位置图见附图 1。公司东侧为园区道路及科瑞莱（无锡）日用品有限公司，南侧为园区道路，西侧为园区道路、停车场及融通港，北侧为绿化、停车场、园区道路、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心及罗宣半导体设备（无锡）有限公司。公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建于 2 号楼 2 层西北部 X 光室内，2 号楼共 3 层，X 光室东侧为通道、园区道路及科瑞莱（无锡）日用品有限公司，南侧为物流车间、机房、资材室、通道、休闲区、准备间、洗消间、图纸室、财务室、管理室及会议室，西侧为检查室、园区道路、停车场及融通港，北侧为检查室、精测室、水房、包装车间、楼梯间、配电间、货梯厅、绿化、停车场、园区道路、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心及罗宣半导体设备（无锡）有限公司，正上方为三层仓库，正下方为一层通道。公司 2 号楼 2 层平面布局图见附图 3，1 层及 3 层平面布局图见附图 4、附图 5。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、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装置周围评价范围内的公众。

3 建设单位已有核技术利用项目许可情况

盘起工业（无锡）有限公司未申领辐射安全许可证，本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

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发展需求，提高产品的质量，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类	1	Global XT 2600H/160KV 型	160	3.125	无损检测	X 光室	主射线朝底部射；额定功率 500W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	通过排风管道排入外环境，臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小
生活污水	液态	/	/	约 2.5t	约 30t	/	无暂存	排入城市污水管网
生活垃圾	固态	/	/	约 31.25kg	约 375kg	/	无暂存	交由城市环卫部门处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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>(20) 《江苏省生态空间管控区域调整管理办法》，苏政办发〔2021〕3 号</p> <p>(21) 《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880 号</p> <p>(22) 《江苏省自然资源厅关于无锡市锡山区生态空间管控区域优化调整方案的复函》(苏自然资函〔2022〕190 号)</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》(GBZ117-2022)</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改单</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)</p> <p>(10) 《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规划第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GB/Z41476.3-2022)</p>

其它	<p>与本项目相关附件：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 项目委托书（附件 1）(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）(3) 屏蔽设计说明（附件 3）(4) 租赁协议、委托管理协议及不动产权证复印件（附件 4）(5) 《年产模具零部件 370 万件和新增年产模具零部件 80 万件的技术改造项目环境影响报告表》环评批复复印件（附件 5）(6) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 6）(7) 射线装置参数说明复印件（附件 7）
----	---

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曝光室外 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锡山区生态空间管控区域优化调整方案的复函》（苏自然资函〔2022〕190 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锡山区调整后生态空间管控区域。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>本项目利用 X 射线进行无损检测，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周围 50m 范围内没有居民区、公司等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及装置拟建址周围评价范围内的公众。</p>					
<p>表 7-1 本项目 X 射线实时成像检测装置周围保护目标一览表</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
辐射工作人员	X 光室	四周	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	通道	东侧	约 2.5m	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	园区道路		约 29m	流动人员	
	科瑞莱（无锡）日用品有限公司		约 44m	约 20 人	
	物流车间	南侧	约 0.5m	约 5 人	
	机房、资材室、休闲区、准备间、洗消间、会议室		约 12m	流动人员	
	图纸室、财务室、管理室		约 20m	约 5 人	

	检查室	西侧	约 0.5m	约 5 人
	园区道路		约 10m	流动人员
	停车场		约 17m	流动人员
	融通港		约 39m	流动人员
	检查室	北侧	约 1.5m	约 10 人
	精测室		约 11m	约 2 人
	水房		约 14m	约 2 人
	包装车间		约 16m	约 2 人
	楼梯间、配电间、货梯厅		约 18m	流动人员
	绿化、停车场		约 11m	流动人员
	园区道路		约 30m	流动人员
	湖南大学无锡半导体先进制造创新中心		约 37m	约 30 人
	罗宣半导体设备(无锡)有限公司		约 37m	约 20 人
	仓库		楼上三层	约 2m
	通道、废品暂存区	楼下一层	约 2m	流动人员
	生产区、线切割室、包装区等场所		约 2m	约 20 人

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

(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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(3) 本项目 X 射线实时成像检测装置上方已建建筑物在自辐射源点到曝光室内表面边缘所张立体角区域内, 故装置顶部外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

盘起工业（无锡）有限公司位于江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼，地理位置图见附图 1。公司东侧为园区道路及科瑞莱（无锡）日用品有限公司，南侧为园区道路，西侧为园区道路、停车场及融通港，北侧为绿化、停车场、园区道路、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心及罗宣半导体设备（无锡）有限公司。公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建于 2 号楼 2 层西北部 X 光室内，2 号楼共 3 层，X 光室东侧为通道、园区道路及科瑞莱（无锡）日用品有限公司，南侧为物流车间、机房、资材室、通道、休闲区、准备间、洗消间、图纸室、财务室、管理室及会议室，西侧为检查室、园区道路、停车场及融通港，北侧为检查室、精测室、水房、包装车间、楼梯间、配电间、货梯厅、绿化、停车场、园区道路、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心及罗宣半导体设备（无锡）有限公司，正上方为三层仓库，正下方为一层通道。公司 2 号楼 2 层平面布局图见附图 3，1 层及 3 层平面布局图见附图 4、附图 5。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、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装置周围评价范围内的公众。

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。





拟建址西侧（检查室）

拟建址北侧（检查室）

拟建址正上方（三层仓库）

拟建址正下方一层（通道）

拟建址处

图 8-1 本项目 X 射线实时成像检测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：X 射线实时成像检测装置拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在 X 射线实时成像检测装置拟建址周围布置监测点位，共计 10 个监

测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

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：J0317，检定有效期：2023.10.17~2024.10.16，检测范围：1nSv/h~100μSv/h，能量响应：48keV~4.4MeV）

环境条件：天气：晴 温度：23.4℃ 湿度：54.6%RH

监测项目：γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：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、图 8-3

监测时间：2024 年 9 月 29 日

监测方法：《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

监测单位：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

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

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《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

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

3.3 监测结果

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，监测结果见表 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	57.5	楼房
2	X 射线实时成像检测装置拟建址东侧	58.5	楼房
3	X 射线实时成像检测装置拟建址南侧	58.0	楼房
4	X 射线实时成像检测装置拟建址西侧	56.4	楼房
5	X 射线实时成像检测装置拟建址北侧	57.5	楼房
6	X 射线实时成像检测装置拟建址楼上三层仓库	58.3	楼房
7	X 射线实时成像检测装置拟建址楼下一层通道	59.0	楼房
8	X 射线实时成像检测装置拟建址东侧（科瑞茉（无锡）日用品有限公司厂界外）	58.5	道路
9	X 射线实时成像检测装置拟建址北侧（湖南大学无锡半导体先进制造创新中心厂房外）	54.3	道路
10	X 射线实时成像检测装置拟建址北侧（罗宣半导体设备（无锡）有限公司厂房外）	55.5	道路

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，道路取 1。

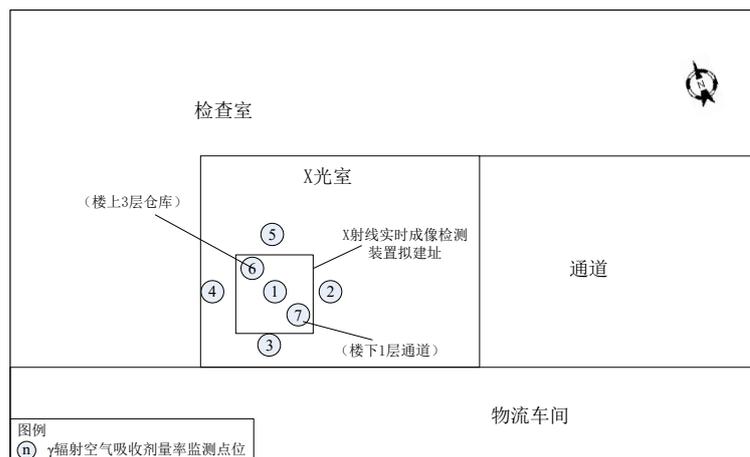


图 8-2 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图 1

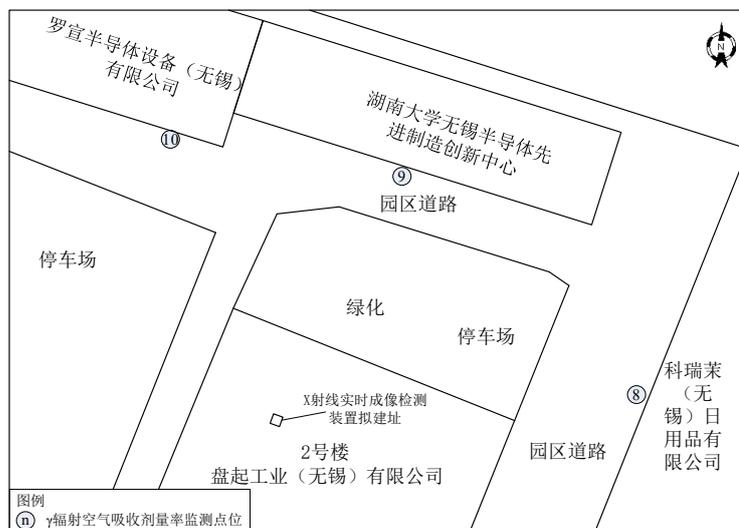


图 8-3 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图 2

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，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 (56.4~59.0) nGy/h，室外道路 γ 辐射水平为 (54.3~58.5) 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，室外道路为 (18.1~102.3) nGy/h，本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围室内外监测点位 γ 辐射水平处于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内、外测值范围内，属于正常辐射水平。

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，盘起工业（无锡）有限公司拟在 2 号楼 2 层西北部通道内隔出 1 间 X 光室，并在 X 光室内新建 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于对汽车发动机、减速箱、摩托车发动机等铝制产品压铸成型相关的零部件（压铸型芯）冷却水孔同轴度的无损检测，工件以圆形为主，直径为 $\Phi 8\text{mm}\sim\Phi 50\text{mm}$ ，长度为 $50\text{mm}\sim 400\text{mm}$ ，厚度为 $5\text{mm}\sim 80\text{mm}$ 。该装置的型号为 Global XT 2600H/160KV 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3.125mA，额定功率为 500W，工作时主射线朝底部照射，拟将装置工件门朝北摆放在 X 光室内。

本项目 X 射线实时成像检测装置包含曝光室、操作台等，操作台位于曝光室北侧，装置主要由 X 射线管、载物台、平板探测器、工件门、维修门等组成，本项目装置样式图见图 9-1，技术参数见表 9-1。

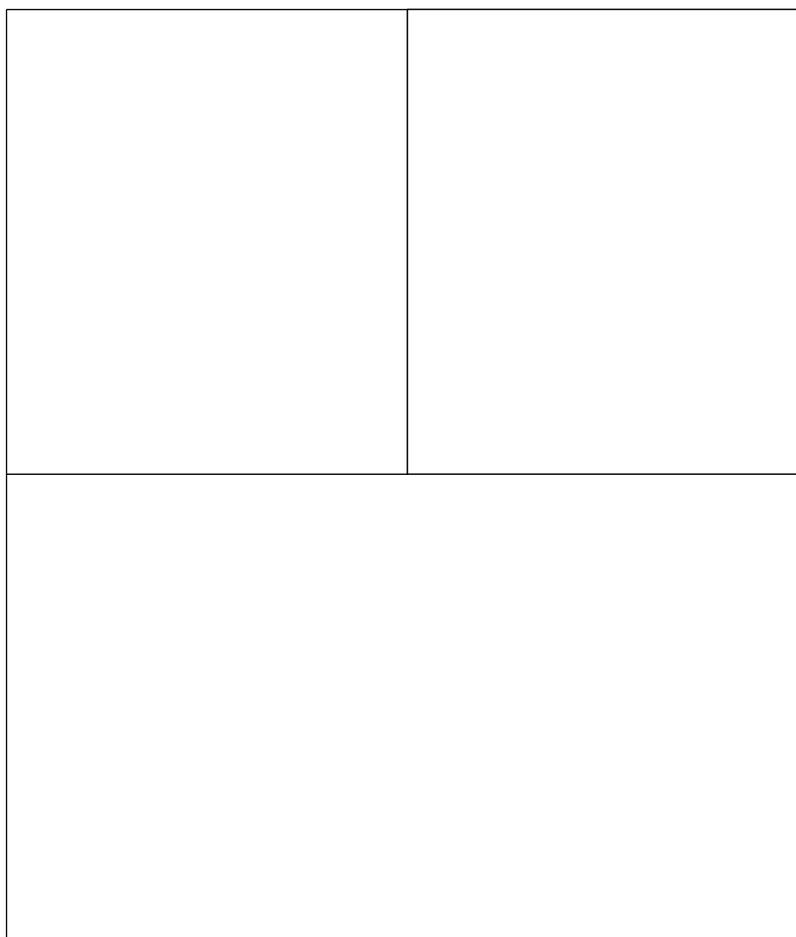


图 9-1 本项目 X 射线实时成像检测装置样式图

表 9-1 本项目射线装置参数一览表

设备型号	
最大管电压 (kV)	
最大管电流 (mA)	
额定功率 (W)	
出束角	
滤过条件	
阳极靶材料	

根据设备生产单位昆山易方达精密仪器有限公司及 X 射线管生产单位深圳力能时代技术有限公司提供材料（见附件 7），本项目 Global XT 2600H/160KV 型 X 射线实时成像检测装置 X 射线管采用深圳力能时代技术有限公司生产的 LX1-160-500D2-D 型 X 射线管，X 射线管加有限束装置，限束后出束角为 25°，X 射线管在装置内不可移动。

本项目 X 射线管距装置离底部 1.73m 以上屏蔽体东侧外表面最近距离为 0.271m，距南侧外表面最近距离为 0.227m，距西侧外表面最近距离为 0.268m，距北侧外表面最近距离为 0.311m；X 射线管距装置离底部 1.73m 以下屏蔽体东侧外表面最近距离为 0.518m，距南侧外表面最近距离为 0.473m，距西侧外表面最近距离为 0.472m，距北侧外表面最近距离为 0.562m；本项目 X 射线管距顶部屏蔽体外表面最近距离为 0.181m，距底部屏蔽体外表面最近距离为 1.749m。

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 9-2。

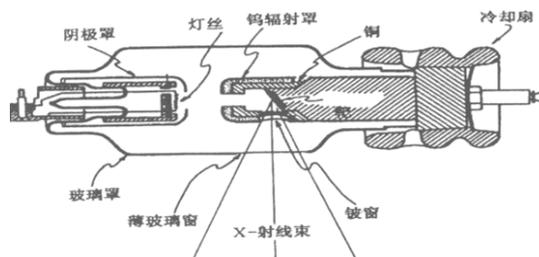


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

2.2 X 射线实时成像工作原理

X 射线实时成像基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线, X 射线穿透金属材料后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。实时成像系统工作原理示意图见图 9-3。

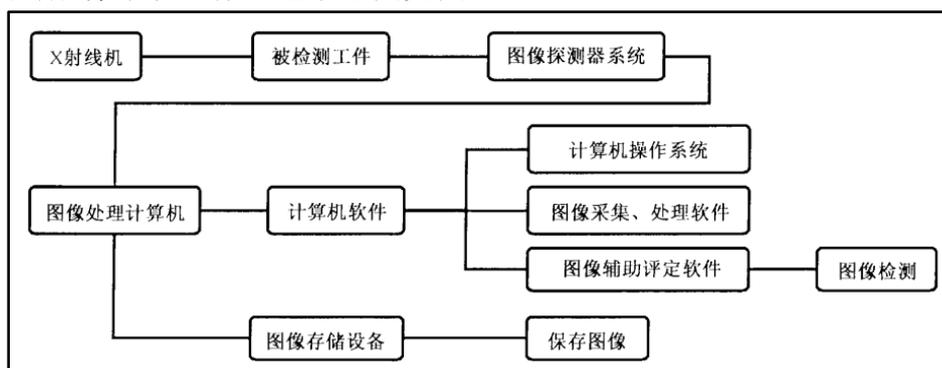


图 9-3 典型 X 射线实时成像工作原理图

3 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节

辐射工作人员将待检工件通过工件门送至曝光室载物台上, 关闭工件门后, 辐射工作人员在操作台处进行操作, 在对被测工件无损伤条件下, 清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况, 其工作流程如下:

- (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、报警设备和警示灯等安全防护措施是否运行正常;
- (2) 打开工件门, 被检测工件放至载物台上;
- (3) 关闭工件门, 辐射工作人员首先在操作台处通过控制系统调整载物台至合适位置, 然后开启 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 O_3 、 NO_x ;
- (4) 通过操作台处的显像器对被测工件的缺损状况进行辨别;
- (5) 检测完成后, 关机, 打开工件门, 将被测工件运出曝光室。

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 9-4。

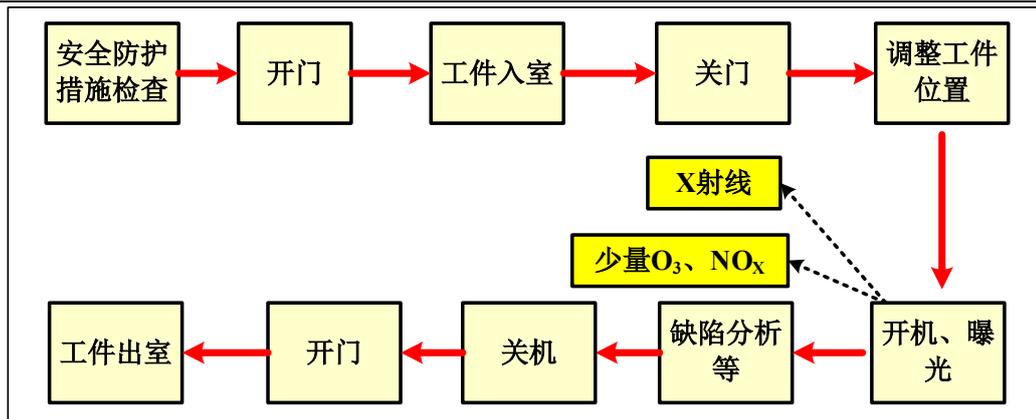


图 9-4 本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节分析示意图

4 工作人员配置及工作机制

公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，1 名为管理人员，2 名为操作人员，设备年开机曝光时间约为 500 小时。本项目拟采取一班制工作制。

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，只有 X 射线装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线实时成像检测装置在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据 X 射线管生产单位深圳力能时代技术有限公司提供材料（见附件 7），本项目距 X 射线管 50cm 处的剂量为 11Gy/h，对应 1m 处的输出量为 $14.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

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° 散射辐射最高能量对应的 kV 值为 150kV。详细参数见表 9-2。

表 9-2 本项目 X 射线实时成像检测装置参数一览表

设备型号	
最大管电压	
最大管电流	

额定功率	
滤过条件	
阳极靶靶材料	
X 射线机的发射率常数	
泄漏辐射剂量率	
90°散射后最高能量对应的 kV 值	

2 非放射性污染源分析

X 射线实时成像检测装置在工作状态时，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。本项目拟配备 3 名辐射工作人员，每名人员生活用水约 50L/d，年工作按 250 天计，则辐射工作人员生活用水量为 37.5t/a，污水产生系数取 0.8，则生活污水产生量约 30t/a。生活垃圾按每人每天 0.5kg 计，产生量约为 375kg/a。

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

盘起工业（无锡）有限公司新建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目包括曝光室和操作台等，工作时主射线朝底部照射，操作台位于曝光室北侧，操作台避开了 X 射线主射线方向，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》（GBZ117-2022）中关于操作台与曝光室分开设置及操作台应避免有用线束照射方向的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影），在曝光室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 光室除曝光室外的其他区域作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影），X 光室入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得靠近。X 光室南侧、西侧及北侧拟利用原有车间墙体，东侧拟采用气块砖进行隔断，并设不锈钢双开门，X 光室进出门均拟设置门禁系统，非辐射工作人员禁止入内。

本项目 X 射线实时成像检测装置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。

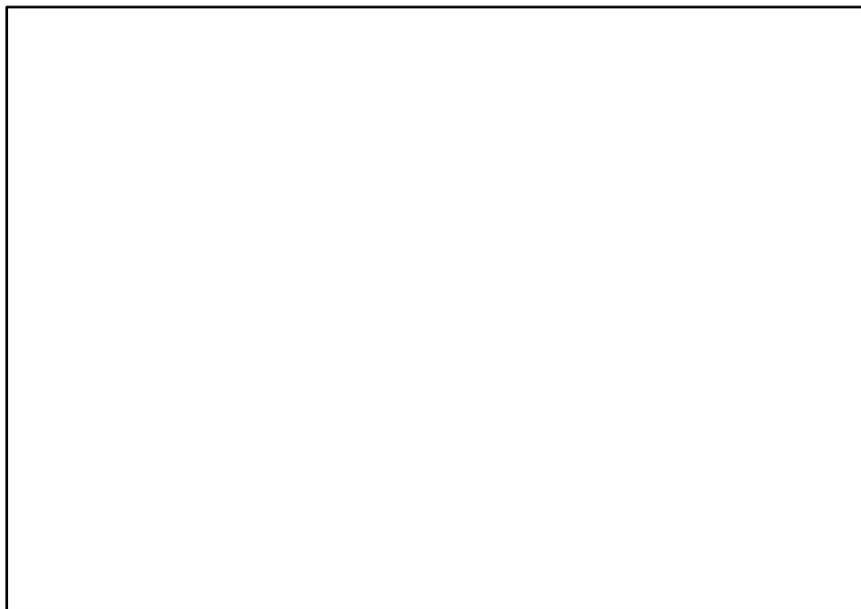


图10-1 本项目X射线实时成像检测装置平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室屏蔽防护设计见表 10-1，屏蔽设计见附图 6。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室屏蔽设计参数一览表

X 射线实时成像检测装置型号	曝光室屏蔽参数		外尺寸参数	主射线方向
	位置	厚度		
Global XT 2600H/160KV 型				主射线朝底部照射

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，本项目拟设置相应的辐射安全装置和保护措施。

3.1 辐射防护措施

(1) X 射线实时成像检测装置曝光室操作台处拟设置 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮带有标签，标明使用方法。

(2) 操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，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。

(3) X 射线实时成像检测装置的曝光室顶部外拟设置工作状态指示灯，并拟与 X 射线管联锁。装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要

的逗留。

(4) X 射线实时成像检测装置的曝光室工件门及维修门拟设置门机联锁装置，只有当工件门及维修门完全关闭后 X 射线才能出束，任一门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(5) X 射线实时成像检测装置曝光室表面明显位置拟设置“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曝光室内拟设置 1 个视频监控，以监视设备运行情况。

(7) 辐射工作人员位于操作台处进行检测时拟佩戴个人剂量报警仪，对剂量进行监测。

(8) 本项目曝光室顶部拟设机械通风装置，曝光室体积约为 2m^3 ，通风装置的通风量约为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时通风换气次数约为 50 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中曝光室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

(9) 正常运行情况下人员无需进入装置内部，故装置内未设置急停按钮、工作状态指示灯、声音提示装置等措施。

本项目辐射安全措施平面布局示意图见图 10-2。



图 10-2 本项目辐射安全措施平面布局示意图

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) 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) 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, 应实施退役程序。

(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。

(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

本项目的 X 射线实时成像检测装置在工作状态时, 会使曝光室内的空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x), 曝光室顶部设有通风口, 拟将通风口外接排风管道并延伸至车间外, 少量臭氧和氮氧化物可通过排风管道排入外环境。本项目曝光室体积约为 $2m^3$, 曝光室通风口安装的通风装置的通风量约为 $100m^3/h$, 每小时有效通风换气次数约为 50 次, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中曝光室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气, 对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水及生活垃圾拟依托公司现有处理设施处置, 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是由曝光室和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，设备安装后，X 光室东侧拟采用气块砖进行封堵，施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行墙体隔断等作业，施工将产生地面扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

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投入运行后每周平均开机曝光时间约 10 小时，年曝光时间为 500 小时。Global XT 2600H/160KV 型 X 射线实时成像检测装置的最大管电压为 160kV，最大管电流为 3.125mA，额定功率 500W，主射线朝底部照射。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。

因 X 射线实时成像检测装置运行时主射线朝底部照射，故计算时将曝光室底部屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将四周及顶部屏蔽体、通风口铅罩、电缆口铅罩、工件门、维修门均按照非有用线束照射进行预测计算。本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图见图 11-1。

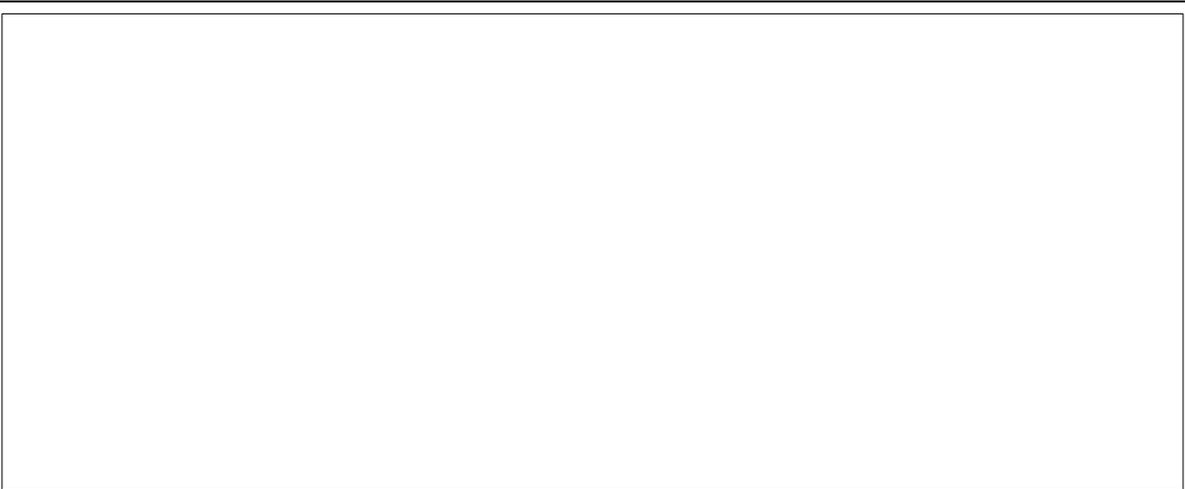


图 11-1 本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图

1 理论预测公式

1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

曝光室预测计算模式采用《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：

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

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；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

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；

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.1 无本项目参数对应的曲线，按公式（11-2）计算得出：

$$B = 2^{-X/\text{HVL}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 HVL 取相同的单位；

HVL：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

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

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，按公式（11-2）计算得出。

② 散射辐射

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

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

I ：X 射线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；

B ：屏蔽透射因子，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公式

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

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 ：射线装置年照射时间，h/a；

U ：射线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
底部屏蔽体 A							2.5	满足

表 11-2 非有用线束方向屏蔽效果预测表（离底部 1.73m 以上）

关注点		东侧屏蔽体 B	南侧屏蔽体 C	西侧屏蔽体 D	北侧屏蔽体 E	顶部屏蔽体/ 通风口铅罩 F
X 设计厚度						
泄漏辐射	HVL (mm)					
	$B^{\text{③}}$					
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)					
	$R^{\text{④}}$ (m)					
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)					
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值					
	HVL (mm)					
	$B^{\text{②}}$					
	I (mA)					
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)					
	F (m^2)					
	α					
	R_0 (m)					
	$R_s^{\text{①}}$ (m)					
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)						
剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足

表 11-3 非有用线束方向屏蔽效果预测表（离底部 1.73m 以下）

关注点	东侧屏蔽体 G	南侧屏蔽体/电缆 口铅罩/维修门 H	西侧屏蔽体 I	北侧屏蔽体/工 件门 J
X 设计厚度				
泄漏 辐射	HVL (mm)			
	B ^③			
	\dot{H}_L (μSv/h)			
	R ^① (m)			
	\dot{H} (μSv/h)			
散射 辐射	散射后能量对 应的 kV 值			
	HVL (mm)			
	B ^②			
	I (mA)			
	H_0 (μSv·m ² / (mA·h))			
	F (m ²)			
	α			
	R ₀ (m)			
	R _s ^① (m)			
	\dot{H} (μSv/h)			
泄漏辐射和散射辐 射的复合作用 (μSv/h)				
剂量率参考控制水 平(μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足

从表 11-1 至表 11-3 中预测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，X 射线实时成像检测装置曝光室四周屏蔽体、顶部、底部及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.100μSv/h，能够满足《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。

2.2 通风口、电缆口、门缝隙处辐射防护分析

本项目 X 射线实时成像检测装置通风口及电缆口均拟设置铅防护罩 ($6\text{mmPb}+4\text{mmFe}$)，根据表 11-2 及表 11-3 可知通风口及电缆口铅防护罩表面 30cm 处泄漏辐射的剂量率最大为 $0.100\mu\text{Sv/h}$ ，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/T250-2014) 中“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。

本项目通风口及电缆口处铅罩均拟采用迷宫设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达曝光室外，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宫，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断通风口及电缆口出口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口及电缆口 X 射线散射路径示意图见图 11-2。

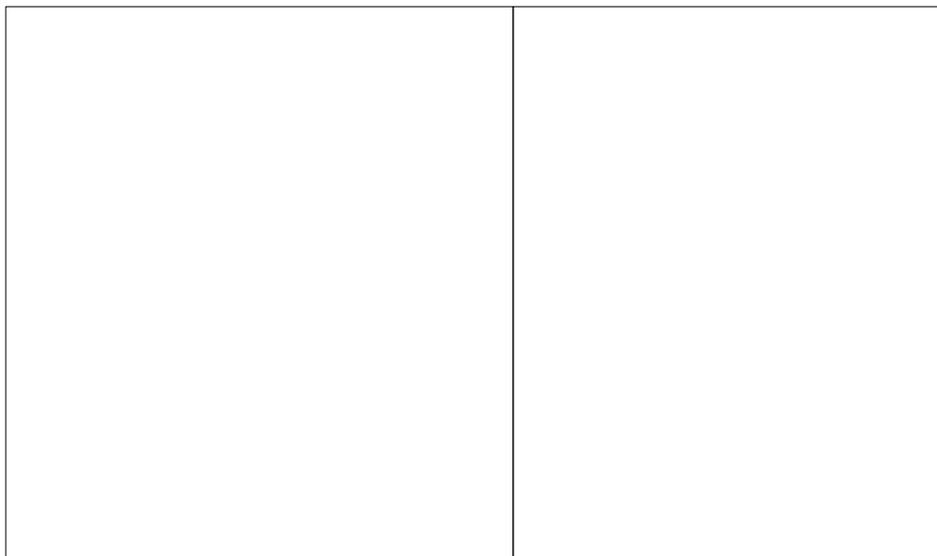


图 11-2 通风口、电缆口散射路径示意图

本项目工件门门洞尺寸为 0.5m (宽) \times 0.35m (高)，工件门尺寸为 0.652m (宽) \times 0.466m (高)，工件门左搭接 98mm ，右搭接 54mm ，上下搭接 58mm ；维修门门洞尺寸为 0.7m (宽) \times 1.364m (高)，维修门尺寸为 0.772m (宽) \times 1.436m (高)，维修门上下左右各搭接 36mm ；本项目工件门、维修门与曝光室屏蔽体缝隙小于 3mm ，工件门、维修门与曝光室屏蔽体搭接长度不小于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，可推断门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

2.3 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，公众主要为 X 射线实时成像检测装置曝光室 50m 范围内其他人员。公众人员年有效剂量拟按照监督区外辐射剂量率取值计算。根据剂量率与距离的平方呈反比公式可得到监督区内外各点位的辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (11-6)$$

式中：H₁—距射线源点 R₁ 处的剂量率，μSv/h；

H₂—距射线源 R₂ 处的剂量率，μSv/h；

R₁—装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R₂—监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

监督区外各点位辐射剂量率计算结果见表 11-4，计算点位示意图见图 11-3。

表 11-4 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员关注点位辐射剂量率

关注点	H ₁ (μSv/h)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	H ₂ (μSv/h)
东侧监督区外				
南侧监督区外				
西侧监督区外				
北侧监督区外				
楼上三层				
楼下一层				

注：R₂ 取值参考图 11-2 及表 7-1



图 11-3 监督区外计算距离示意图

将表 11-1 至表 11-4 估算结果代入公式 (11-5)，计算得到本项目辐射工作人员及公众周有效剂量及年有效剂量。

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 (μSv/h)	周工作时间 (h)	周剂量估算值(μSv/周)	剂量约束值 (μSv/周)	评价
1	东侧监督区外						5 (公众)	满足
2	南侧监督区外							满足
3	西侧监督区外							满足
4	北侧监督区外							满足
5	楼上三层							满足
6	楼下一层							满足
7	操作台						100 (职业人员)	满足

从表 11-5 中预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室周围辐射工作人员周有效剂量最大值 0.620μSv，周围公众成员周有效剂量最大为 0.270μSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目周剂量约束值的要求：职业人员周有效剂量不超过 100μSv，公众周有效剂量不超过 5μSv。

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 (μSv/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	东侧监督区外						0.1 (公众)	满足
2	南侧监督区外							满足
3	西侧监督区外							满足
4	北侧监督区外							满足
5	楼上三层							满足
6	楼下一层							满足
7	操作台						5 (职业人员)	满足

从表 11-6 中预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.031mSv，周围公众成员年有效剂量最大值为 0.014mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目年剂量约束值的要求：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。

对于本项目评价范围内科瑞莱（无锡）日用品有限公司、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心等单位工作人员，在经过车间墙体的屏蔽和距离的进一步衰减，本项目对其他公众人员的辐射影响很小，可湮没在本底辐射中。

3 三废治理评价

本项目的 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），曝光室顶部设有通风口，拟将通风口外接排风管道并延伸至车间外，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管道排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水及生活垃圾拟依托公司现有处理设施处置，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曝光时才产生 X 射线，因此，辐射事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）由于安全连锁装置失灵，导致防护门未关闭时开机工作，造成人员误照射。由于门机连锁装置失灵，X 射线管正常出束时意外打开防护门，不能立刻停止出束，造成人员误照射。

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

（3）工件门边缘由于工件进出造成破损，导致工件门与屏蔽体之间缝隙过大。当 X 射线实时成像检测装置开机时射线漏出，使人员受到误照射。

2 辐射事故预防措施

盘起工业（无锡）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）公司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。每次在开启装置前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障情况下开机检测。

（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，装置运行时定期巡测装置周围剂量率水平，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

（4）辐射工作人员定期对 X 射线实时成像检测装置易出现损伤部位进行检查，如发现破损严重的情况，及时进行维修。

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，公司应当立即启动事故应急方案，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。

盘起工业（无锡）有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名人员为辐射防护负责人，辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上科目为“X 射线探伤”的线上考核方可上岗，辐射防护负责人应通过生态环境部培训平台上科目为“辐射安全管理”的线上考核方可上岗。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，盘起工业（无锡）有限公司拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定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、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急预案等，在实际工作中公司还应不断对其进行补充和完善，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：

操作规程：明确 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员的资质条件要求、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、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。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况完善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，确保 X 射线实时

成像检测装置、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。

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预案，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行政部门报告。

辐射监测

公司使用的 X 射线实时成像检测装置属 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 台辐射巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对装置周围 X 射线的辐射水平进行巡测。

公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行检测作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测方案见表 12-1。

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
Global XT 2600H/160KV 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	①四周屏蔽体外 30cm 处； ②防护门外 30cm 处及门缝 隙处； ③操作位处； ④通风口及电缆口外； ⑤装置周围保护目标处。
		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	1 次/3 个月	
辐射工作人员	个人剂量当 量	委托有资质的单 位进行	每 3 个月/ 次	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

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，盘起工业（无锡）有限公司应针对X射线实时成像检测装置无损检测过程中可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

- (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。

盘起工业（无锡）有限公司拟依据《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

盘起工业（无锡）有限公司位于江苏省无锡市锡山经济技术开发区通云南路 77 号 2 号楼。公司东侧为园区道路及科瑞莱（无锡）日用品有限公司，南侧为园区道路，西侧为园区道路、停车场及融通港，北侧为绿化、停车场、园区道路、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心及罗宣半导体设备（无锡）有限公司。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建于 2 号楼 2 层西北部 X 光室内，2 号楼共 3 层，X 光室东侧为通道、园区道路及科瑞莱（无锡）日用品有限公司，南侧为物流车间、机房、资材室、通道、休闲区、准备间、洗消间、图纸室、财务室、管理室及会议室，西侧为检查室、园区道路、停车场及融通港，北侧为检查室、精测室、水房、包装车间、楼梯间、配电间、货梯厅、绿化、停车场、园区道路、湖南大学无锡半导体先进制造创新中心及罗宣半导体设备（无锡）有限公司，正上方为三层仓库，正下方为一层通道。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、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装置周围评价范围内的公众。

1.2 项目分区及布局

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区，在曝光室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 光室除曝光室外的其他区域作为辐射防护监督区，X 光室入口悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得靠近。X 光室南侧、西侧及北侧拟利用原有车间墙体，东侧拟采用气块砖进行隔断，并设不锈钢双开门，X 光室进出门均拟设置门禁系统，非辐射工作人员禁止入内。

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。

1.3 辐射安全措施

本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室操作台处拟设置 1 个急停按钮；操作台处拟设置钥匙开关；装置曝光室顶部外拟设置工作状态指示灯，并拟与 X 射线管联锁；曝光室工

件门及维修门拟设置门机联锁装置；曝光室表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；曝光室内拟设置视频监控。

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；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；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，设备维护应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，应实施退役程序。X 射线实时成像检测装置的 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；退役时应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。

1.4 辐射安全管理

公司拟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，同时拟在项目运行前制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名辐射工作人员为辐射防护负责人，辐射防护负责人及辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗；公司拟对本项目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。

公司拟配备 1 台辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，公司配备的 X 射线实时成像检测装置满功率运行时曝光室各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率能够满足《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）的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，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

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

本项目无放射性三废产生。本项目 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，曝光室顶部设有通风口，拟将通风口外接排风管道并延伸至车间外，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管道排入外环境。臭氧在空气中 50min 内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水及生活垃圾拟依托公司现有处理设施处置，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

盘起工业（无锡）有限公司新建 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，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对辐射工作人员的培训，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) 项目建成投入运行前，公司应及时办理辐射安全许可证。

4) 项目投产运行后，公司应按照《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，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	公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责	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	/
辐射安全防护措施	<p>本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室外尺寸为 1.035m(长)×0.990m(宽)×1.930m(座高)，不含突出部分及底座。曝光室屏蔽体均采用铅加铁进行防护，详细设计参数见表 10-1</p> <p>本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室操作台处拟设置 1 个急停按钮；操作台处拟设置钥匙开关；装置曝光室顶部外拟设置工作状态指示灯，并拟与 X 射线管联锁；曝光室工件门及维修门拟设置门机联锁装置；曝光室表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；曝光室内拟设置视频监控。</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；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；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，设备维护应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。</p> <p>当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，应实施退役程序。X 射线实时成像检测装置的 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；退役时应清除所有电离辐射警告标志和安全告知</p>	X 射线实时成像检测装置周围的辐射剂量率能够满足《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 2.5μSv/h”的要求	13
人员配备	公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射防护负责人，辐射防护负责人及辐射工作人员应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗	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	定期投入

	<p>公司拟委托有资质的单位对 3 名辐射工作人员开展个人剂量检测，送检周期 1 个月/次，最长不超过 3 个月/次，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案</p> <p>公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）组织 3 名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>	《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	
监测仪器和防护用品	公司拟配置 1 台环境辐射剂量巡测仪及 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	2
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，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、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，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预案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

