

核技术利用建设项目

苏州东越新能源科技有限公司 新增 1 台工业 X 射线探伤装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：苏州东越新能源科技有限公司

2026年3月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州东越新能源科技有限公司新增 1 台工业 X 射线探伤装置项目			
建设单位		苏州东越新能源科技有限公司			
法人代表	孟季庆	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省苏州市昆山市千灯镇西横塘路 10 号			
项目建设地址		江苏省苏州市昆山市千灯镇西横塘路 10 号苏州东越新能源科技有限公司 4# 厂房 3 楼中间生产线			
立项审批部门		昆山市数据局	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)		98%
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)	
放射源 非密封放射性物质 应用类型 射线装置 其他	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		
			<input type="checkbox"/> 生产 <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
	非密封放射性物质		<input type="checkbox"/> 销售 /		
			<input type="checkbox"/> 使用 <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置		<input type="checkbox"/> 生产 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
			<input type="checkbox"/> 销售 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用 <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
项目概述					
(1) 项目建设情况					
<p>苏州东越新能源科技有限公司 (以下简称“企业”) 成立于 2022 年, 主要从事新兴能源技术研发、电池零配件生产及销售、新能源汽车生产测试设备销售以及汽车零部件研发等。</p> <p>根据生产需要, 企业拟在 4# 厂房 3 楼生产线上新增 1 台工业用 X 射线探伤装置用于对新能源汽车水冷板零部件进行无损检测, 设备型号为工业 X 射线探伤装置, 最大管电压为 160kV, 最大管电流为 10mA, 最大功率 1600W。</p> <p>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</p>					

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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》和《射线装置分类公告》等法律法规的规定，本项目需针对新增的 1 台工业用 X 射线探伤装置（II 类射线装置）开展环境影响评价。企业委托昆山奥格瑞环境技术有限公司编制环境影响报告表，并履行相关环保手续。新增 X 射线探伤装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目工业 X 射线探伤装置一览表

序号	射线装置名称	设备型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
	工业用 X 射线探伤装置		1 台	160	10	II 类	4#厂房 3 楼生产线南侧探伤检测区	使用

(2) 项目周边情况

苏州东越新能源科技有限公司位于昆山市千灯镇西横塘路 10 号，项目地理位置见附图 1。企业厂界四周为相邻的工业企业、道路和空地，厂界西侧为中庄路，路对面为空地，厂界北侧为空地，东侧为陆泥浦河，南侧为西横塘路，路南为其他企业（蒙德拉贡自动化设备(昆山)有限公司、昆山阿普顿自动化系统有限公司等），厂区周围环路示意图见附图 2。

本项目新增的 1 台工业 X 射线探伤装置位于企业厂房（4#厂房 3 楼中间生产线上，4#厂房北侧，东侧均为厂界，南侧为厂内道路及 1#、2#厂房，西侧为 2#仓库，4#厂房为三层建筑，无地下建筑。

工业 X 射线探伤装置所在的生产线位于 4#厂房 3 楼中间生产线上，生产线东侧为厂房分区内墙壁，墙壁外为物流通道及设备扩充区，西侧为物流通道以及手工作业区，南侧为检验擦拭区及通道，北侧为通道及生产流水线，上方为楼顶区域，下方为二楼生产区域，楼层平面布置示意图详见附图。

工业 X 射线探伤装置周围 50m 范围均位于企业范围内，评价范围内没有居民点、学校和医院等环境敏感点。

工作制度及人员配置

工作制度：本项目射线装置年出束时间 750h/a（每天曝光时间大约 3h，每周设备工作时间不超过 15h，年工作按 50 周计）；

辐射工作人员两两一组，各负责 1 台射线装置。后期随着工作量的变动，公司也计划持续引进技术熟练的操作人员，公司应做好辐射工作人员管理工作。

(4) 原有核技术利用情况

本次环评涉及的 1 台工业用 X 射线探伤装置为新增射线装置，苏州东越新能源科技有限公司现有项目：新建 1 台工业 X 射线探伤装置项目，已于 2025 年 11 月 10 日已取得苏州市生态环境局行政许可决定书（苏环 ），及环评批复（ ），目前正在申请辐射安全许可证，现有项目正在准备验收中，暂未开始运行。

建设单位现有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 建设单位现有射线装置具体情况

序号	射线装置名称	设备型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	工业 X 射线探伤装置		1 台	60	10	II 类	4# 厂房 3 楼生产线	使用

现有项目射线装置计划年出束时间 750h/a（每天曝光时间大约 3h，每周设备工作时间不超过 15h，年工作 50 周），拟配备 2 名辐射工作人员。

(5) 实践正当性分析

企业使用工业 X 射线探伤装置对产品进行无损检测，出于企业正常生产需求，用于检测产品质量。项目正常运行后，对周围环境和人员的辐射影响很小，但能有效提高企业产品检测能力，从环境损益和利益代价角度来说，为企业和社会创造可观的经济效益，足以弥补对环境的辐射影响，因此本项目符合辐射防护“实践正当性”原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	本项目不 涉及	/	/	/	/	/	/	/

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
1	本项目不 涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(GB18871-2002)

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
1	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	工业用 X 射线探伤装置	II 类	1 台	160	160		无损检测	4#厂房 3 楼生产线南侧探伤检测区	新增

(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 (ns)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/		量	少量	/	通过机械通风排入厂房，不暂存	臭氧最终进入大气环境，根据臭氧自身的化学分解，约 50 分钟后分解为氧气

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none">1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订版），2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，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年修正版），2018年12月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订，中华人民共和国主席令第24号公布实施；3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起施行；4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日起施行；5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年修改版），生态环境部令第16号，自2021年1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年修改版），国务院709号令，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）生态环境部令第20号，自2021年1月4日起施行；8) 关于发布《射线装置分类办法的公告》，国家环保部、国家卫生和计划生育委员会，2017年第66号，2017年12月5日起施行；9) 《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；10) 《江苏省辐射污染防治条例》（修正），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告修正，2018年3月28日通过，自2018年5月1日起施行；11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》HAF 802/2011 环保部令第18号，2011年5月1日起实施；12) 《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9月20日公布，自2019年11月1日起施行；13) 《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
------	--

	<p>文件的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号）</p> <p>14) 《关于启用环境影响信用平台的公告》，生态环境部公告第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发；</p> <p>15) 《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 第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>16) 《江苏省国家级生态保护红线规划》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 6 日发布；</p> <p>17) 《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），2020 年 1 月 8 日发布；</p> <p>18) 《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕9 号，2020 年 6 月 21 日发布。</p>
<p>技术标准</p>	<p>技术导则和规划</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》（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>技术标准</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</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) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 1 号修改单，2017 年 10 月 27 日；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。</p>

其他	<p>与本项目有关的文件</p> <p>附图</p> <p>附图 1 项目地理位置图</p> <p>附图 2 项目周边概况图</p> <p>附图 3 本项目所在楼层（4#厂房 3 层）平面布局示意图</p> <p>附图 4 本项目下面楼层（4#厂房 2 层）平面布局示意图</p> <p>附图 5 本项目 X 射线探伤装置尺寸及屏蔽设计图</p> <p>附图 6 本项目与现有项目射线装置布置图</p> <p>附图 7 本项目与江苏省生态空间保护区位置关系图</p> <p>附件</p> <p>附件 1 委托书</p> <p>附件 2 企业营业执照</p> <p>附件 3 辐射环境检测报告、监测资质以及设备检定报告</p> <p>附件 4 射线装置使用承诺书</p> <p>附件 5 辐射屏蔽防护设计说明</p> <p>附件 6 设备供应商辐射安全许可证材料</p> <p>附件 7 项目主体工程立项备案证及现有辐射项目环评批复</p> <p>附件 8 辐射工作安全责任书</p> <p>附件 9 环评申报承诺书</p> <p>附件 10 其他相关附件资料</p>
----	---

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <p>本项目 X 射线装置为 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》（HJ 10.1-2016），评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围。参照该导则，本项目评价范围为工业用 X 射线探伤装置实体屏蔽物边界外 50m。</p>						
<p>保护目标</p> <p>本项目评价范围 50m 内均在企业内部，不涉及居民点、学校和医院等环境敏感目标。</p> <p>参照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）文件，本项目评价范围不涉及江苏省生态空间管控区域、也不涉及江苏省国家级生态保护红线区域，也不涉及国家公园、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。</p> <p>本项目对环境的影响主要是工业用 X 射线探伤装置开机时对周围环境产生的辐射影响，辐射工作人员、厂区内非辐射工作人员均是需要关注的对象。本项目工业用 X 射线探伤装置放置在 4# 厂房 3 楼中间生产线上，自动进样检测，无需值守，辐射工作人员工作方式主要为巡检，具体环境保护目标一览表见表 7-1。</p>						
<p>表 7-1 环境保护目标一览表</p>						
设备名称	方位	场所	射线源到关注点最近距离(m)	保护目标	规模(人)	
日联科技 UND160 工业用 X 射线探伤装置	南侧	检区	约 6	公众	流动	
			约 2	公众	1	
		厂路	约 10	公众	流动	
			约 15	公众	流动	
			约 30	公众	流动	
	厂区内	及绿化	约 48	公众	流动	
		东侧	清	约 45	公众	30
			全	约 28	公众	4
		线	约 30	公众	10	

	QE 巡检区	约 10	公众	4
	物流通道	约 15	公众	流动
	SI 区域	约 22	公众	2
	QR C 区域	约 17	公众	流动
北侧		约 1.1	职业人员	2 (巡检)
		约 25	公众	4
		约 15	公众	5
		约 27	公众	4
	北区	约 40	职业人员	(巡检)
	气密区	约 13	公众	
西侧	水冷设备区	约 23	公众	流动
		约 25	公众	24
		约 10	公众	6
		约 15	公众	流动
下方	特	约 33	公众	流动
		约 40	公众	流动
		约 4.5	公众	
下方	楼	约 6.8	公众	1 (巡检)

评价标准

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

职业照射和公众照射剂量限值:

	剂量限值
职业照射	应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值: a) 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; b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。
公众照射	实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值: a) 年有效剂量, 1mSv; b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则其中单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

11.3.2 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。

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GB/T 250-2014。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871-2002 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 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顶内表面边缘所张立体角区域内的，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人到达的探伤室顶，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。

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道出口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

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

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

6.2.4 接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

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

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

(4) 剂量限值

人员受照剂量管理目标

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。

周受照剂量限值：职业人员不大于 100 μ Sv/周，公众不大于 5 μ Sv/周。

2. 环境剂量率控制限值

本项目 X 射线探伤装置（铅房）四周、工件门（防护门）及顶部外 30cm 处，辐射剂量率不超过 2.4 μ Sv/h。

(5) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第 2 期。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 (单位: nGy/h)

类别	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	14.8

注: [1] 测量值已扣除宇宙射线响应值; [2] 现状评价时以测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

项目地理和场所位置

本项目新增 1 台工业用 X 射线探伤装置安装于昆山市千灯镇西横塘路 10 号苏州东越新能源科技有限公司内，企业厂界四周为相邻的工业企业、道路和空地，厂界西侧为中庄路，路对面为空地，厂界北侧为空地，东侧为陆泥浦河，南侧为西横塘路，路南其他企业（蒙德拉贡自动化设备(昆山)有限公司、昆山阿普顿自动化系统有限公司等）。企业周围环境现状见图 8-1。



图 8-1 企业厂区周围环境现状

本项目工业用 X 射线探伤装置所在的生产线东侧为厂房分区内墙壁，墙壁外为物流通道

道以及设备扩充区，西侧为物流通道以及检测区，南侧为物流通道，北侧为生产流水线，上方为楼顶区域，下方为二楼生产区域。生产线周围环境现状见图 8-2。



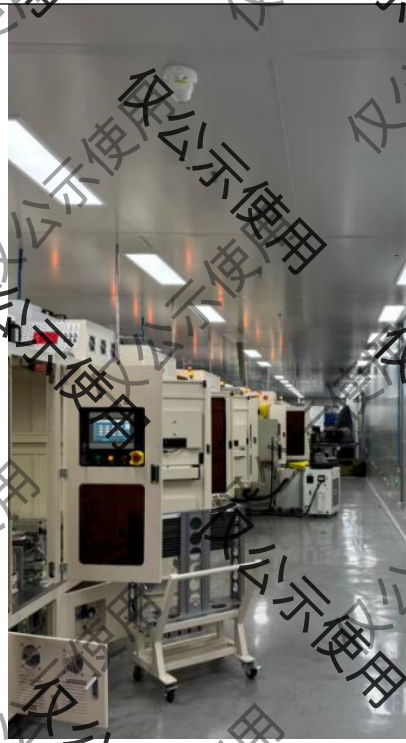
装置东侧



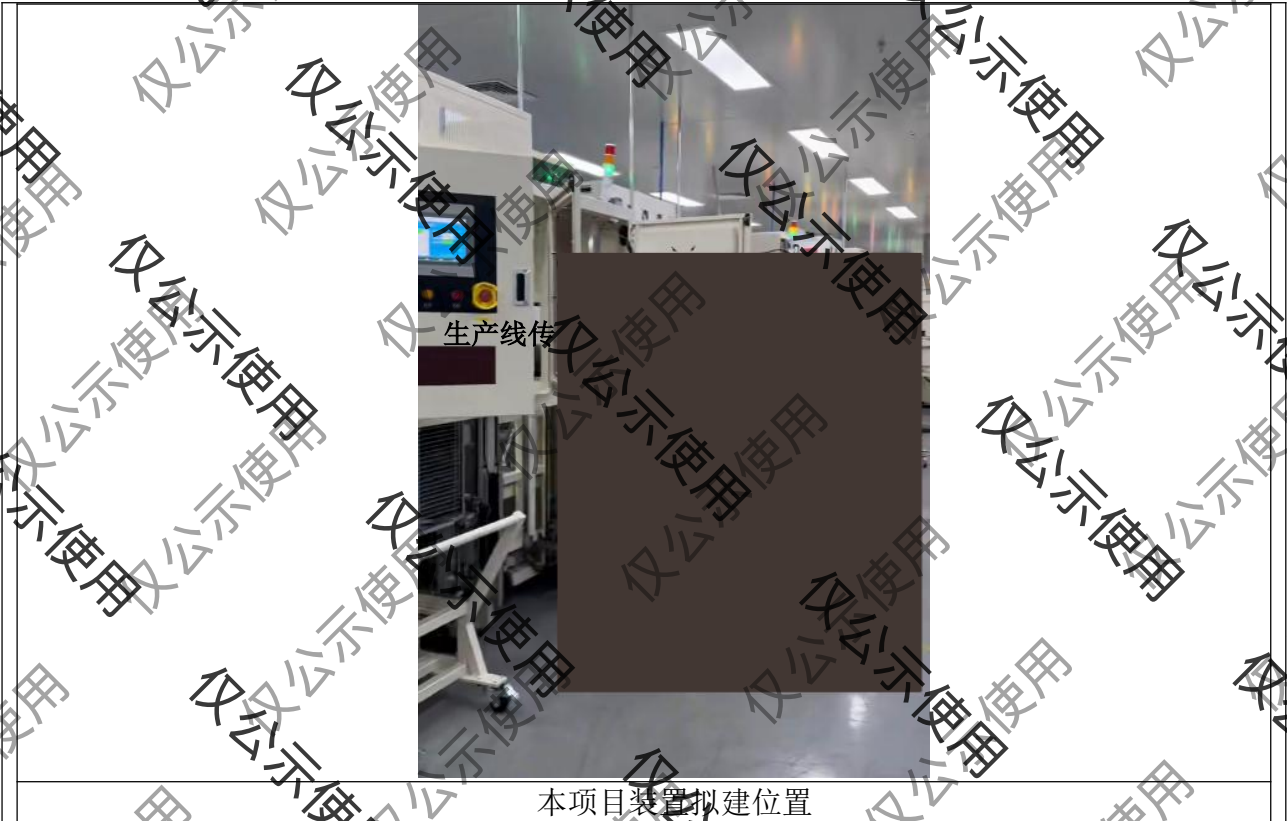
装置南侧



装置西侧



装置北侧



本项目装置拟建位置

图 8-2 工业用 X 射线探伤装置周围环境现状

环境现状

2026年2月11日，苏州东越新能源科技有限公司委托江苏卓然辐射检测技术有限公司对本项目拟建位置周围辐射环境现状进行了检测（检测报告编号：ZRFS-FH-2026第0252号）。

(1) 环境监测因子

根据项目特征污染因子，环境监测因子为环境 γ 辐射空气吸收剂量率。

(2) 监测方法

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求在本项目拟建位置及周围环境布设检测点位检测工作场所的辐射环境现状水平。

(3) 监测设备

检测使用的设备为NT6101-S75型X- γ 辐射空气比释动能率仪，设备信息详见表8-1。

表 8-1 现场监测设备主要参数

设备型号	NT6101-S75
设备编号	ZRFS-SB-001
测量范围	10nGy/h~200uGy/h
能量响应范围	48KeV~3MeV
检定证书编号	2025H21-20-6122389001
检定有效期	2025.09.17~2026.09.16

(4) 监测条件

监测时间：2026年2月11日；

环境条件天气：晴；温度：（10~15） $^{\circ}$ C；湿度：（48~52）%。

(5) 监测方案

检测点位主要布设本项目拟建位置及周围。

(6) 数据记录及处理

- 仪器读数稳定后，通常以约10s的间隔读取10个数据，记录在测量原始记录表中；

- ▶ 测量结果应取多次测量的平均值，并经过校准并扣除宇宙射线响应，对于室内监测，应考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；
- ▶ 按照 HJ 1157-2021 中 5.5 节中结果计算公式的要求扣除宇宙射线响应，对于室内监测，按照该公式要求考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；
- ▶ 现场检测数据按规定的格式和内容进行详细准确地记录。进行分析数据之前，对原始数据进行整理和校核，由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求；
- ▶ 数据的有效数字和数值修约执行 GB/T 8170-2008 和 HJ-61 的有关规定。

4) 质量保证措施

检测机构（江苏卓然辐射检测技术有限公司）已通过 CMA 计量认证（证书编号：241012050469），具备有相应的检测资质和检测能力。检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制。

检测采用的设备经过检定校准，并在有效期内使用；所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测人员上岗资格。

检测报告采用编制、审核、审定、签发制度。

本项目检测点位布置见图 8-1，检测结果见表 8-2。



图 8-3 本项目拟建位置及周围检测点位示意图

表 8-2 本项目拟建位置及周围辐射环境现状检测结果

序号	检测点位置	检测结果 (nGy/h)	标准差
1	装置拟建址处	19	1.9
2	装置拟建址处东侧	55	2.2
3	装置拟建址处南侧	53	1.6
4	装置拟建址处西侧	54	2.3
5	装置拟建址处北侧	54	2.2
6	东南侧工位	57	1.8
7	物流通道	58	2.3
8	西侧工位	56	2.2
9	北侧工位	57	2.5

10	东北侧工位	54	2.1
11	东南侧工位	58	2.8
12	东侧工位	57	2.4
13	装置拟建址上方（楼顶）	64	1.7
14	装置拟建址下方（2楼厂房）	58	2.3

*检测结果均已扣除宇宙射线响应值（12nGy/h）；检测结果扣除宇宙射线响应值时已考虑建筑物对宇宙射线的屏蔽修正，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8。

（8）环境现状监测结果及评价

由检测结果可知，本项目拟建位置周围环境的环境 γ 辐射空气吸收剂量率现状水平为（53~64）nGy/h，均位于江苏省室内环境天然贯穿辐射水平（50.7 nGy/h~119 nGy/h）内。

表 9 项目工程分析与源项

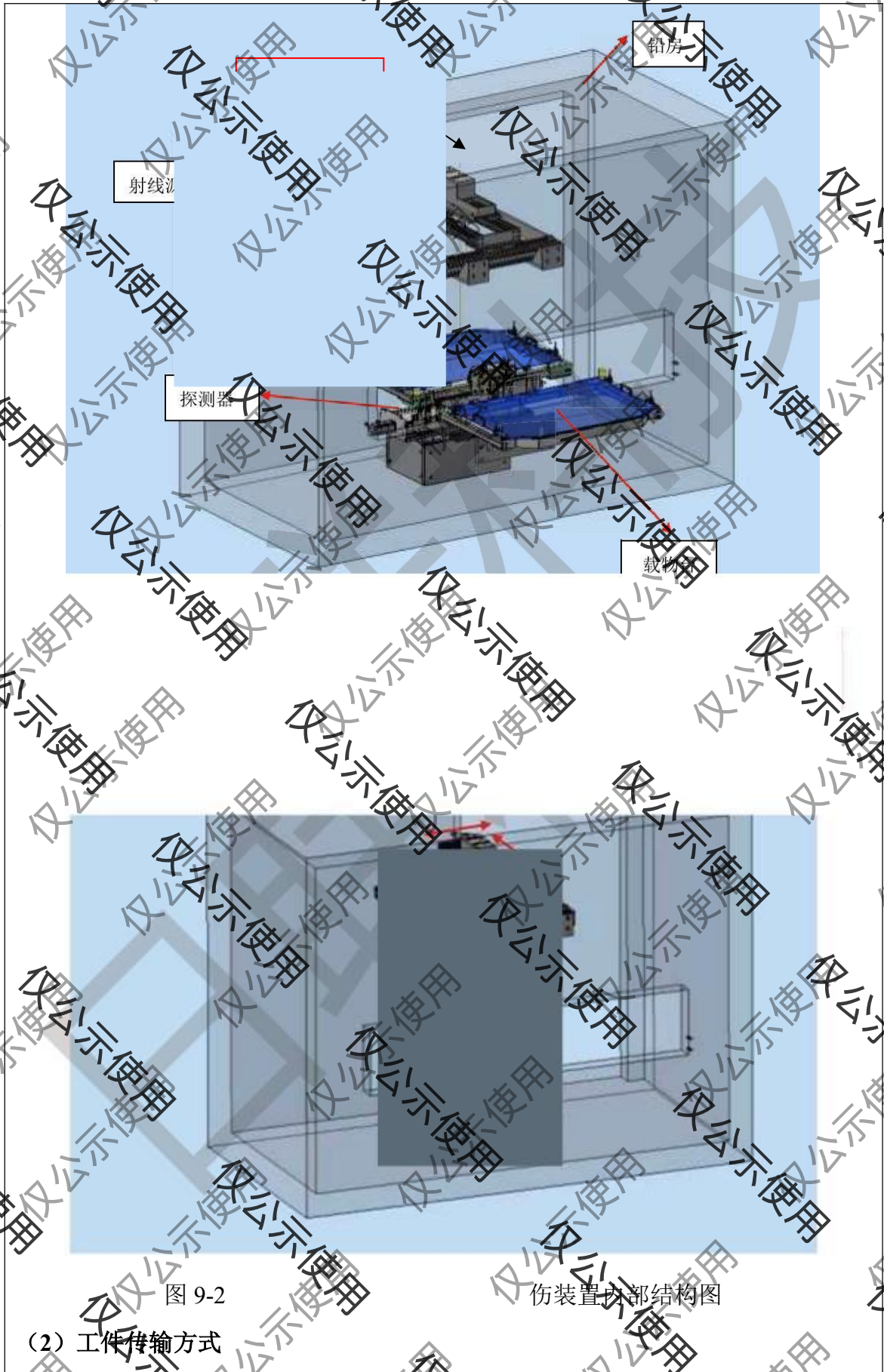
1、工程设备

(1) 设备主要结构

本项目使用射线探伤装置由曝光箱控体（包括箱体内部固定的 X 线发生器及影像接受器、连接电缆等）、显示器、操作台等组成，设备自带铅房屏蔽体，有独立的操作位。设备设置电离辐射警告标志，自带门机联锁安全装置及工作指示灯，操作位或控制面板设置急停开关和钥匙开关。铅房内设置 X 射线发生装置，射线均固定向下，X 射线发生器可左右前后进行水平移动，照射方向保持不变。设备主体外观图见 9-1 所示，设备内部结构图详见图 9-2。



图 9-1 业用 X 射线探伤装置外观图



本项目工业用 X 射线探伤装置用于检测的工件样品是相对小型的样品，进样门打开后，通过传送带自动输送工件至铅房附近，由机械手抓取工件至工业用 X 射线探伤装置的载物台上，进样门自动打开，载物台平移旋转 180° 至装置内部，自动关闭进样门，装置进行 X 射线探伤，检测结束后打开进样门，载物台旋转将工件移出，通过机械手将工件转移至自动传输带。传输工件图示见图 9-3。

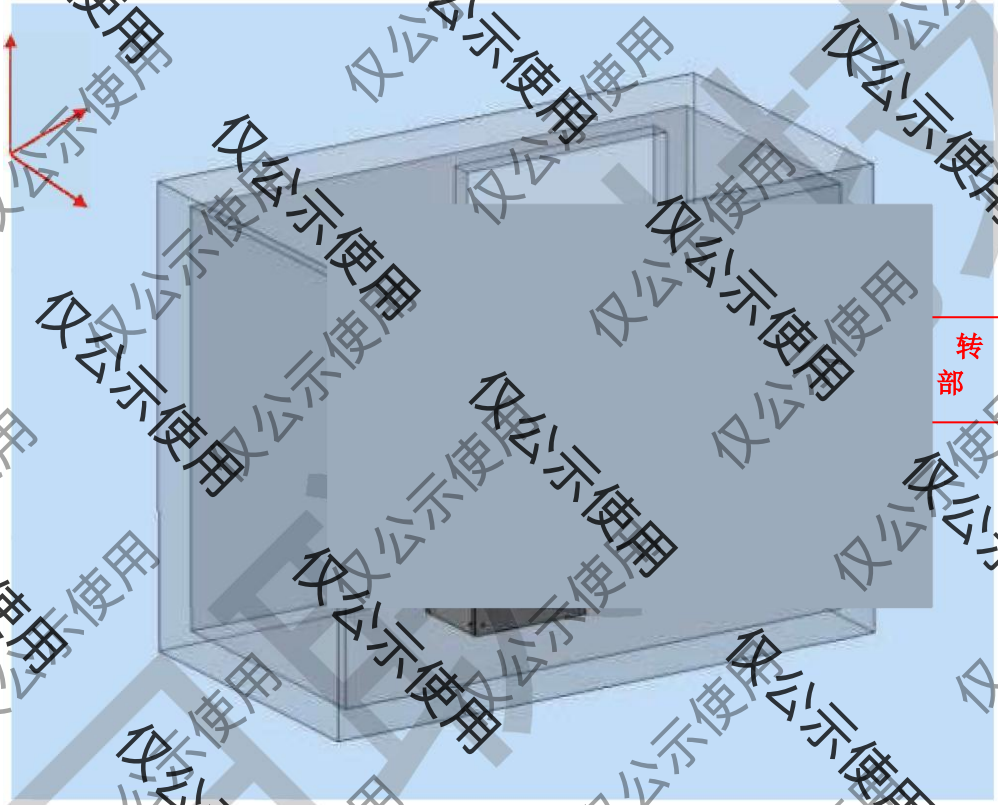




图 9-3 UND160 型工业用 X 射线探伤装置传输工件图示

(3) 设备主要参数

本项目所使用的工业用 X 射线探伤装置自带铅房屏蔽体，有独立的操作台，位于屏蔽体外，每台设备的屏蔽体内安装 1 个 X 射线发生器。本项目 X 射线探伤装置参数见表 9-1。

表 9-1 工业用 X 射线探伤装置设计参数

型号	最大管电压	最大电流	最大功率	尺寸	射线方向	射线管出束角
U	160KV	10mA	1600W	20 长)	向下	40°/30°

射线探伤装置					mm
--------	--	--	--	--	----

本项目工业用 X 射线探伤装置中的 X 射线发生器可左右前后进行水平移动，移动范围 560mm*450mm，距离各个方向最近处如下图 9-4 所示。

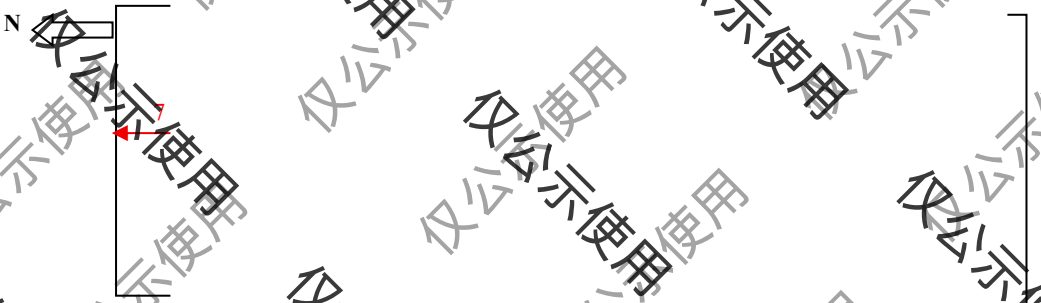


图 9-4 X 射线管移动示意图

2、工艺流程

(1) 工作原理

苏州东越新能源科技有限公司新增的工业用 X 射线探伤装置的核心部件是 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，撞击钨靶材料，产生 X 射线。X 射线管结构示意图见图 9-5。

使用“平面探测器”对 X 射线管照射的 X 射线进行检测。原理如图 9-6 所示。X 射线在穿透受检物后与荧光物质闪烁体发生碰撞，该物质可将 X 射线转换成可见光。这种可见光被光电二极管阵列转换成电子信号，并最终作为数字视频信号传送到控制器，通过图形处理软件，还原为被检测工件透视后图像。

本项目 X 射线探伤装置非工作状态时不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。

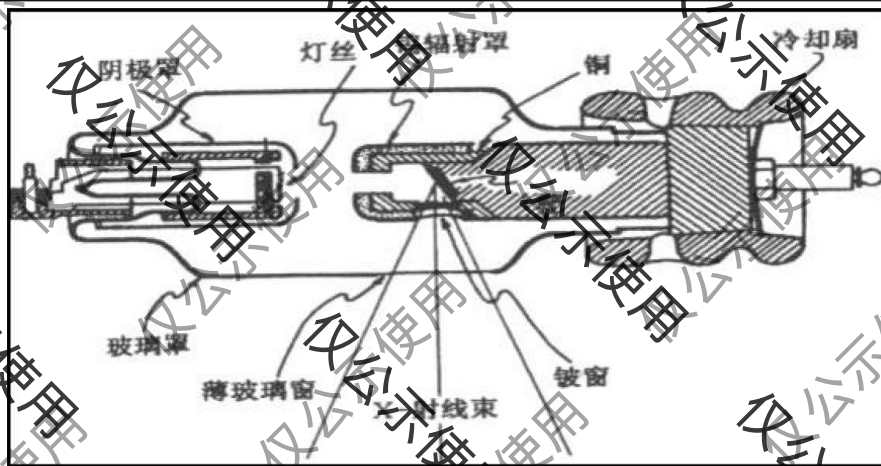


图 9-5 X 射线管结构示意图

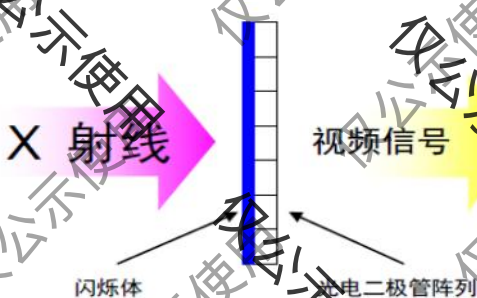


图 9-6 X 射线探测器工作原理

(2) 工艺流程和产污环节

本项目工业用 X 射线探伤装置非工作状态下不产生 X 射线，进行检测工作时接通设备高压，发射 X 射线。具体工作流程如下：

- (1) 进行检测工作前接通设备电源，插入钥匙打开开关。
- (2) 打开操作软件，开启自动检测程序。检查装置安全连锁措施，根据所需工况进行参数装置设定。
- (3) 开启传送带，待测工件由传送带传送至 X 射线探伤装置附近，经机械手抓取工件放至探伤装置工件进口载物台上，进样门自动开启，载物台水平旋转 180°，工件送至内部检测平台后关闭进样门。
- (4) X 射线探伤装置自动打开高压开关，出束检测（此环节产生 X 射线、臭氧及氮氧化物），出束检测期间进样门处于闭合状态。
- (5) 工件自动完成检测分析，扫描出束期间辐射工作人员无需干预，设备自动进行成像分析，记录检测结果。
- (6) 检测完毕后，装置工件进口门自动打开，载物台水平旋转 180° 将工件

送至装置外部，再由机械手放到传送带上，自动传送出进行下一步处理。

(7) 流水线检测全部结束后关闭 X 射线探伤装置电源，拔出开关钥匙。

检测期间，待检工件可以通过正前方的载物台自动传输至屏蔽体内进行检测，进样门采用自动开合，关闭后无法直接打开，人员不能进入到屏蔽体内部；设备检修期间，X 射线停止出束后打开后面防护门开展检修工作。

本项目 X 射线探伤装置的工作流程和产污环节见图 9-7。

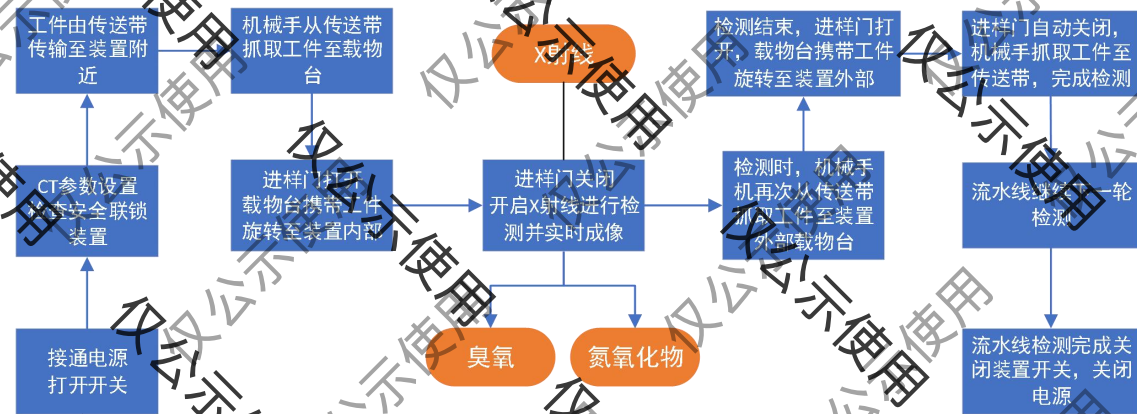


图 9-7 X 射线探伤装置工作流程及产污环节示意图

(3) 人员配置和工作负荷

本项目 X 射线探伤装置在生产线上连续自动运行，根据估算，X 射线探伤装置每天曝光时间大约 3h，每周设备工作时间不超过 15h，年工作按 50 周计，每年设备工作时间为 750h。

企业计划为本项目配备 2 名辐射工作人员，采用单班制，装置运行时操作人员进行巡检，根据估算，操作人员在附近受照时间约为曝光时间的 1/3，每周每名辐射操作人员受照时间不超过 5h，年工作按 50 周计，每年辐射工作人员年受照时间不超过 250h。

3、污染源项描述

(1) 放射性源项 (X 射线)

工业用 X 射线探伤装置运行时，对环境的辐射影响途径包括以下几个方面：

(1) X 射线有用线束辐射；(2) X 射线泄漏辐射；(3) X 射线的散射辐射。

➤ 有用线束放射性源项

设备 X 射线发生器最大管电压 160kV，最大管电流 10mA（最大管电压

时），最大功率为 1600W。

表 9-2 工业用 X 射线探伤装置的设计参数

设备名称、型号	X 射线管最大管电压	最大管电流	X 射线管滤过条件
探伤	160kV	10mA	2mm 铝过滤

UND160 型 X 射线探伤装置采用英国 GULMAY 型分体式双焦点射线管，依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 采用插值法计算得到，UND160 型 X 射线探伤装置的 X 射线发生器在最大管电压 160kV 时的输出量为 $20.4\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

▶ 漏射线放射性源项

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，UND160 型 X 射线探伤装置在 X 射线管电压 160kV 时，距靶窗 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率取 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

▶ 散射线放射性源项

散射线的放射性源项保守可取有用线束的漏项。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，本项目 X 射线探伤装置在 X 射线最大管电压为 160kV 时，散射线能量不超过 150kV，根据表 B.2，在该电压时 X 射线铅的半值层为 0.96mm。

(2) 非放射性源项

本项目产生的废气主要是设备开机时 X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化物，废气排放周围大气环境。

设备开机扫描工件并形成电子影像，无洗片废水。

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

项目采取的辐射安全措施

(1) 工作场所布局及分区

本项目 X 射线探伤装置放置于生产线上，以屏蔽体（铅房）边界作为控制区边界，以屏蔽体（铅房）边界外 1m 作为监督区边界。管理措施如下：

- ▶ 控制区边界（铅房）采用实体屏蔽、门机联锁装置，铅房上显著位置设置电离辐射标志，设备上设置工作指示灯，设备开机期间任何人禁止打开铅房防护门及进样门。
- ▶ 监督区边界地面划警戒线，监督区入口及边界设置监督区以及禁止无关人员进入的标牌，人员进入监督区内工作期间佩戴合格的报警仪和个人剂量计。未经授权人员禁止进入监督区，监督区外公众剂量满足本项目剂量管理目标值。

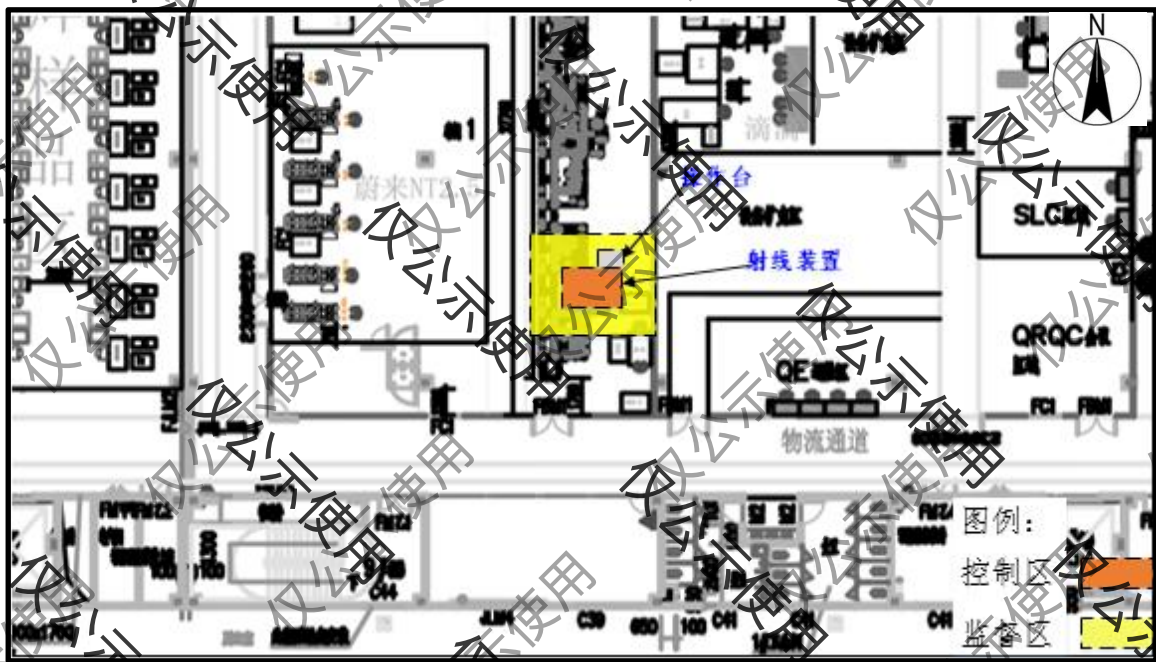


图 10-1 辐射工作场所平面布置图

(2) 辐射安全场所平面布置及屏蔽设计

▶ 平面布置

新增型 X 射线探伤装置位于企业 4# 厂房 3 层中部南侧生产线上，铅房与操作台分开设置，操作台位于射线装置的东北侧。

▶ 屏蔽设计

UND160 型 X 射线探伤装置主体尺寸 (宽)

), X射线的有用线束方向朝下,设备外观设计见图 10-2。设备铅屏蔽根据不同的部位,采取不同的厚度,铅房屏蔽参数见表 10-1。设备外观尺寸及屏蔽设计图(含通风孔和穿线孔屏蔽设计)详见附图 5。



图 10-2 X 射线探伤装置正面及侧面图
表 10-1 X 射线探伤装置屏蔽参数一览表

位置	射线	防护效果(单位: mm)
	漏射线、散射线	
	漏射线、散射线	
	漏射线、散射线	
	漏射线、散射线	
	漏射线、散射线	
	主射线	

注:设备正面朝向西侧

本项目工业用 X 射线探伤装置的防护门、进样门与屏蔽体侧壁之间部门重叠,重叠部分且防护门、进样门与屏蔽体之间的缝隙宽度不超过,防止射线在门缝处泄漏;电缆穿线孔和通风孔在出中处采用钢铅罩进行屏蔽补偿,防止电缆穿过侧壁以及通风孔处的射线泄漏。具体设计详见附图 5。

(3) 辐射安全设施描述及评价

➤ 门机连锁：工业用 X 射线探伤装置的进样门、防护门与 X 射线发生器出束设置门机连锁，进样门及防护门未完全关闭，铅房内部 X 射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门时，可以立即实现 X 射线停止出束。

工作状态指示灯：装置顶部设置工作状态指示灯，设备出束与工作指示灯联动，装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近或在附近做不必要的设置。本项目正常运行过程中，自动取样检测分析，工作人员无需干预。

➤ 急停开关：装置内部及操作台显著位置各安装 1 个急停开关，发生紧急情况时按下急停开关，立即终止 X 射线出束。急停开关需复位后方可进行下一次检测工作。

➤ 钥匙开关：设备设置有钥匙开关，插入钥匙开机后设备方能启动，钥匙由经授权的辐射工作人员保管，非辐射工作时开关关闭，拔出钥匙，设备无法出束，钥匙由经授权的辐射工作人员保管。

➤ 监控装置：装置内部装有摄像头，可观察装置内部情况；

固定式剂量报警装置：装置外部设置了固定式剂量报警装置；

➤ 通风装置：设备采用机械通风，铅房顶部开有 2 个 155mm 大小的 2 个换气排风口，配有轴流风机。

➤ 电离辐射警示标志：装置正面、后面、操作台以及其他显著位置设置电离辐射警告标志。

综上所述，本项目工业用 X 射线探伤装置的设计符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关安全连锁、工作指示灯、警示标志、急停开关等安全设施的要求。

（4）操作防护措施描述及评价

➤ 辐射工作人员在 X 射线探伤装置工作，应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

➤ 辐射工作人员在操作 X 射线探伤装置前应检查门机连锁等安全防护措施的有效性；

➤ 辐射工作人员应定期测量 X 射线探伤装置周围区域的剂量率水平，包括操

作位及附近其他人员居留处。

- ▶ 辐射工作人员使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作；
- ▶ 在 X 射线探伤装置工作前，操作人员都应该确保装置内部没有人员并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始 X 射线探伤工作。

(5) 退役措施描述及评价

当 X 射线探伤装置不再使用，应实施退役，主要包括以下内容：

- ▶ 装置内部的 X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获得许可机构。
- ▶ 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。

三废的治理

本项目在无损检测工作时由于 X 射线电离空气，会产生少量的臭氧和氮氧化物。

本项目工业用 X 射线探伤装置采用机械通风，装置铅房顶部开有 2 个 155mm 大小的 2 个换气排风口，通风孔设计详见图，配有轴流风机，其风量是 330m³/h。设备内部空间约为 10m³，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

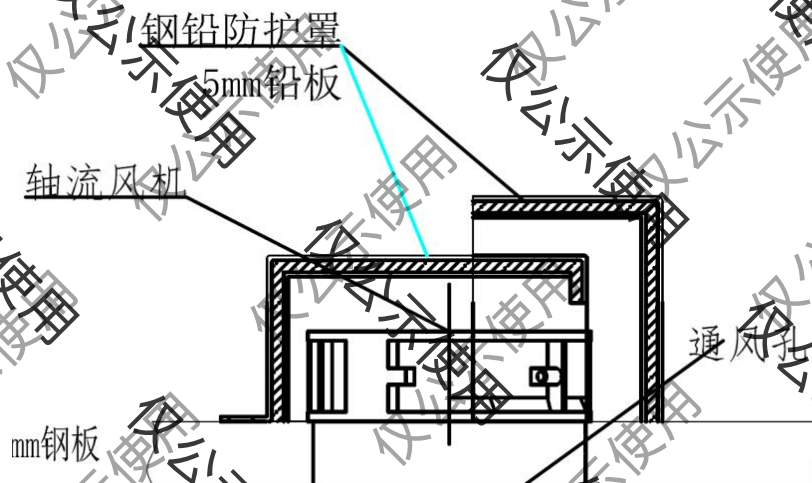


图 10-3 通风孔设计示意图

设备所在的车间保持良好机械通风，臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水排入厂内管道后统一处理，一般生活垃圾将由厂区统一分类收集后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

<p>建设阶段对环境的影响</p> <p>企业在 4# 厂房 3 层生产线上增加 X 射线探伤装置，无需开展混凝土浇筑等土建施工，施工期的工作仅为设备的安装。因此施工期环境影响较小。</p>
<p>运行阶段对环境的影响</p> <p>(1) 环境影响评价思路</p> <p>根据工业用 X 射线探伤装置的尺寸、屏蔽参数、射线能量，参考 GBZ/T 250-2004 中的公式，进行辐射环境水平和人员受照剂量理论预测。</p> <p>选取装置及 X 射线探伤装置周围人员可达最近位置保守估算职业人员及公众的年受照剂量，预测点位详见图 11-1~图 11-4。</p> <p>企业在使用工业用 X 射线探伤装置开展工作时，主射线方向固定向下，不同设备的不同面采用不同厚度的屏蔽，根据实际情况按照主射线、漏射线或者散射线分别计算，屏蔽计算时按照辐射影响的最大电压（160kV）、最大电流（10mA）进行计算。</p> <p>本项目工业用 X 射线探伤装置中的 X 射线发生器可左右前后进行水平移动，移动范围 560mm*450mm，垂直方向固定。X 射线管出束角为 30°×40°，屏蔽计算参数详见表 11-1。</p> <p>(2) 主射束造成的剂量率</p> <p>根据 GBZ/T 250-2004 中公式（4），有用线束造成的剂量率计算公式为：</p> $H_z = \frac{60000 \cdot H_0 \cdot I \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 (1)}$ <p>其中：H_z—有用线束造成的剂量率，$\mu\text{Sv/h}$； H_0—距源点 1m 处输出量，$\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$，本项目 X 射线探伤装置球管距源点 1m 处最大输出量为 $20.4\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$； I—管电流，mA，在最大电压下最大电流为 10mA； B—屏蔽透射因子，由于本项目射线电压为 160kV，在 GBZ/T250-2014 的图 B.1 无相应能量的曲线可以查阅，因此采用什值层算法，公式如下：</p> $B = 10^{-X/TVL} \quad \text{公式 (2)}$

其中：X—屏蔽层厚度，mm；

TV—屏蔽层的什值层厚度，参考 GBZ/T 250-2014 的表 B.2，160kV 电压下铅的什值层保守通过内插法计算得 1.05mm，查阅《辐射防护手册》第三册表 3.4，保守取管电压 200kV，12mm 铁的铅当量为 1mm 铅；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

(3) 泄漏射线造成的剂量率 H_L

根据 GBZ/T 250-2014 中公式 8，泄漏射线造成的剂量率计算公式为：

$$H_L = \frac{H_L' \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 (3)}$$

其中： H_L —泄漏射线造成的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L' —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，本项目设备管电压为 160kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 得知，距源点 1m 处泄漏辐射剂量率取 $2500\mu\text{Sv/h}$ ；

B—屏蔽透射因子，计算公式及取值参见公式（2）：160kV 电压下铅的什值层保守通过内插法计算得 1.05mm，12mm 铁的铅当量为 1mm 铅；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

(4) 散射线造成的剂量率 H_s

根据 GBZ/T 250-2014 中公式 10，散射线造成的剂量率计算公式为：

$$H_s = \frac{60000 \cdot I \cdot H_0 \cdot F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 (4)}$$

其中： H_s —散射线造成的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —距源点 1m 处输出量， $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，同公式（1）中的 H_0 ；

本项目 X 射线探伤装置球管距源点 1m 处最大输出量为 $20.4\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

I—管电流，mA，同公式（1）中的 I，取 10mA；

F— R_0 处的散射野面积， m^2 ，根据附件四，X 射线管的出束角为 $30^\circ \times 40^\circ$ ，经计算可知， R_0 （1.26m）处的散射野面积为 0.619m^2 ；

α —散射因子，无量纲，参考 GBZ/T 250-2014 附录 B.4.1，保守取 200kV 的 α_w 值，计算可得 α 取 0.0475；

R_0 —散射点至射线源点的距离，m，根据附件五设计图，取 1.26m；

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ —散射因子，带入上述参数进行计算，取 1/54；

R_s —散射点至预测点的距离；

B —屏蔽透射因子，计算公式参见公式 (2)，根据 GBZ/T 250-2014 表 2 可知经 90° 散射后，本项目 160kV 设备散射辐射最高能量为 150kV，参考 GBZ/T 250-2014 的表 B.2，150kV 电压下铅的什值层为 0.96mm，查阅《辐射防护手册》第三册表 3.4，管电压 150kV，11mm 铁的铅当量为 1mm 铅；

本项目各预测点位剂量率计算参数详见下表：

表 11-1 各预测点位剂量率计算参数（设备正面朝向西侧）

点位序号	关注点位置	受照人员	屏蔽设计	等效铅当量 (mm) ¹	辐射源至关注点距离 (m) ⁴	散射点至关注点距离 (m) ⁶	照射途径及什值层 mm
1				5.5	0.81	0.81	
2				5.625	1.04	1.04	
3				5.5	0.89	0.89	
4				5.625	0.80	0.80	
5				5.5	0.85	2.11	
6				5.5	0.85	2.11	
7				8	1.63	1.04	
8				8.5	1.75	/	
9	Q			5.5	10	10	
10					15	15	
11				5.625	2	2	
12				5.625	6	6	
13				5.5	10	10	
14			mm	5.5	15	15	

	西侧)						散	6
15	测试线(装置北侧)	公众		5.625	25	25	泄散	5
16	气密性及热测试区(装置北侧)	公众		5.625	15	15	泄散	6
17	二楼质检室	公众		8.5	2.5		有	5
18	楼顶环保设施	公众	+5mm铅	5.5	6.8	8	泄散	5
								6

- 注：1、泄漏和散射计算使用的射线电压不一致，因此钢板在等效铅当量有区别，保守均使用12mm铁的等效为1.65铅当量；
- 2、因铅房的屏蔽能力强于进样门的屏蔽，计算时保守使用进样门的设计参数；
- 3、保守计算未考虑楼层混凝土的屏蔽效果。
- 4、辐射源点(靶点)至关注点的距离均考虑水平移动后最近的距离，装置周围取值根据图9-4中离铅屏蔽最近距离，再和100mm叠加得到；装置监督区外其他区域距离根据厂房图纸计算得出。
- 5、装置底部因离地面较近，无法达到30cm，故计算装置表面剂量率；
- 6、计算屏蔽体四周时保守计算按照散射点和关注点在同一水平面取值。

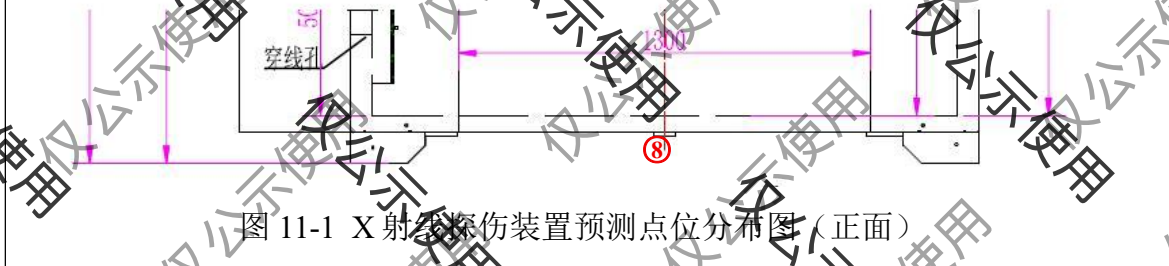


图 11-1 X 射线探伤装置预测点位分布图(正面)

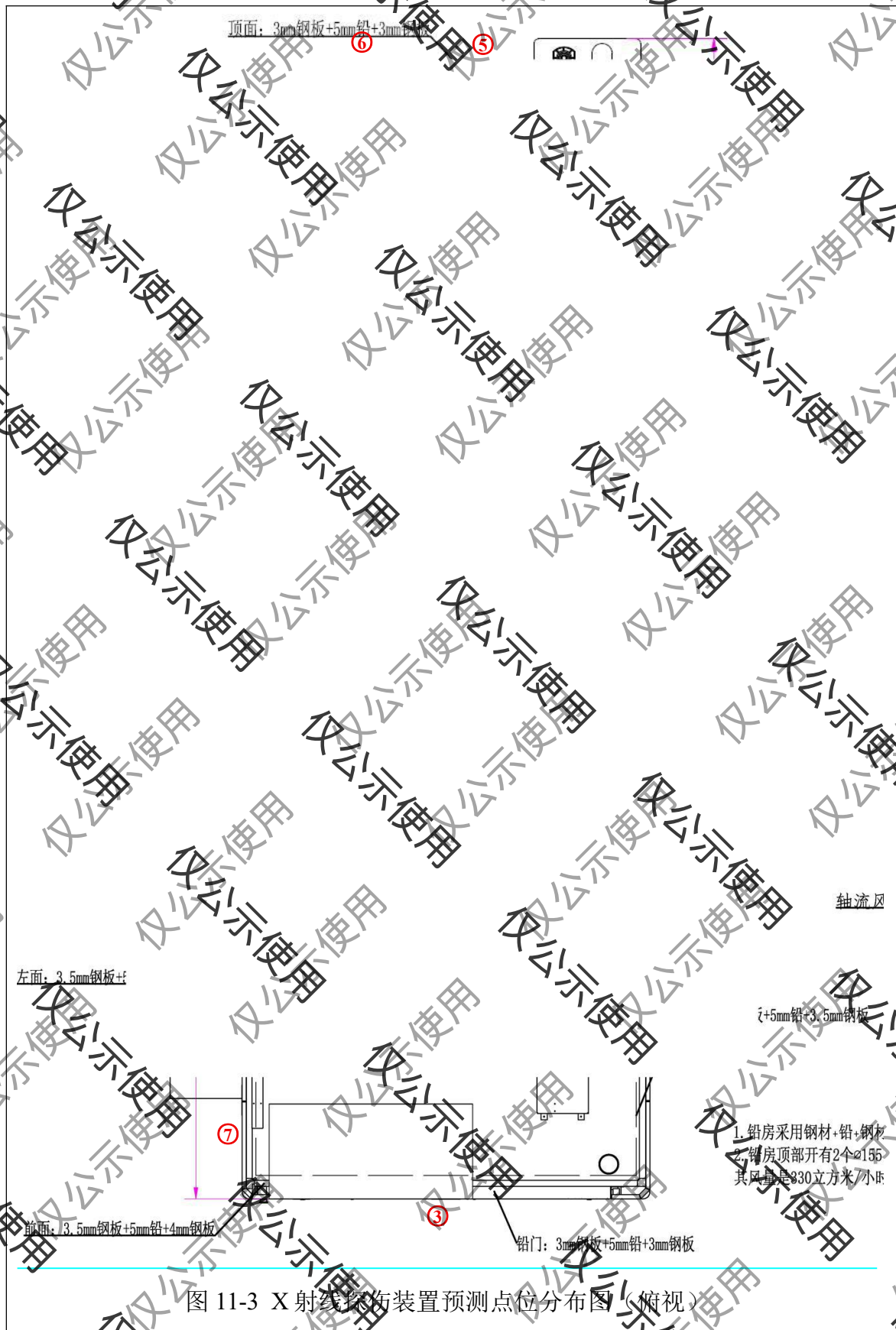


图 11-3 X射线探伤装置预测点位分布图 (俯视)

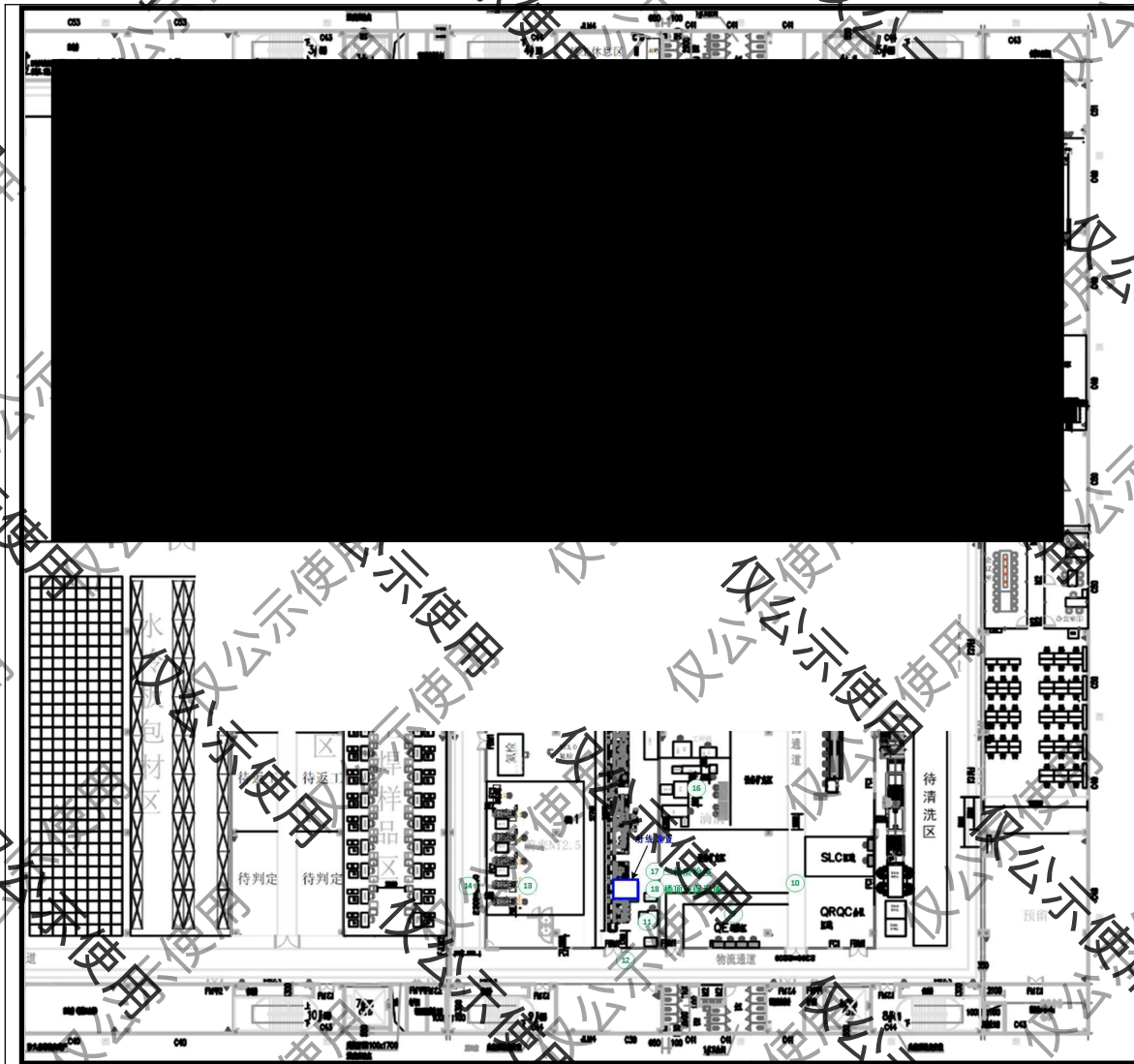


图 11-4 预测点位分布图（装置周围点位）

(5) 工业用 X 射线探伤装置辐射影响估算

以 X 射线探伤装置最大工况（最大管电压 160kV，最大管电流 10mA）进行估算，工业用 X 射线探伤装置自屏蔽体外及周围关注点辐射影响理论计算结果见表 11-2。

1) 有用线束方向

本项目 X 射线装置主射线方向屏蔽体外关注点剂量率计算结果见下表。

表 11-2 X 射线装置有用线束方向关注点剂量率计算结果表

关注点	屏蔽设计	铅当量	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ $\text{mA}\cdot\text{h}$)	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
装置底部外⑧	+	mP	10	1.22E+04	8.03E-09	1.75	3.20E-02	2.5	满足

6	mP	10	1.22E+06	8.03E-09	2.5	1.57E+02	/
---	----	----	----------	----------	-----	----------	---

注：依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 采用插值法计算得到。UND160 型 X 射线探伤装置的 X 射线发生器在最大管电压 160kV 时的输出量为 20.4mSv·m²/(mA·min)，即 1.22E+06 μSv·m²/(mA·min)。

2) 泄露辐射及散射辐射

本项目 X 射线装置屏蔽体外及周围关注点非有用线束方向辐射剂量率计算结果见下表。

表 11-3 X 射线装置屏蔽体外及周围关注点泄漏辐射剂量率计算结果表

关注点	屏蔽设计	铅当量	B	R (m)	H _L (μSv/h)	H (μSv/h)
装置	①		5.780E-06	0.81	2500	2
装置	②		b	1.04	2500	2
装置	③		5.780E-06	0.89	2500	2
装置	④		4.39E-06	0.80	2500	2
装置	⑤		5.780E-06	2.11	2500	3
装置	⑥		1.730E-05	2.11	2500	3
装置外 3	⑦		2.40E-08	1.04	2500	5
QE 巡	⑨		5.780E-06	10	2500	4
物流	⑩		5.780E-06	15	2500	5
检验	⑪		b	2	2500	3
物流	⑫		b	6	2500	4
测	⑬		5.780E-06	10	2500	4
物流	⑭		5.780E-06	15	2500	5
测	⑮		b	25	2500	5
气密	⑯		b	15	2500	5
楼	⑰	+5mm 铅	5.5mmPb	5.780E-06	2500	4

注：《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1 可知，管电压大于 150kV，小于 200kV 时，X 射线管组装体 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率 2500μSv/h。

表 11-4 X 射线装置屏蔽体外及周围关注点散射辐射剂量率计算结果表

关注点	屏蔽设计	铅当量	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h})$	B	$R_s(\text{m})$	H($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
装	装	5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	0.81	6.44E-01
		5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	1.04	2.88E-01
装	装	5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	0.89	5.33E-01
		5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	0.80	4.87E-01
装	装	5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	2.11	9.49E-02
		5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	2.11	3.14E-01
线	Q	8mmPb	10	1.22E+06	4.64E-06	1.04	9.69E-04
		5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	10	4.22E-03
线	Q	5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	15	1.88E-03
		5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	2	7.79E-03
线	Q	5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	6	8.66E-03
		5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	10	4.22E-03
线	Q	5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	15	1.88E-03
		5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	25	4.99E-04
线	Q	5.625mm Pb	10	1.22E+06	1.38E-06	15	1.39E-03
		5.5mmPb	10	1.22E+06	1.87E-06	8	6.60E-03

注：①根据 GBZ/T250-2014 中公式 10 及上文上述源参数分析， $F\cdot\alpha/R_0^2$ 取 1/54；本项目射线管固定，且根据《时定》（GBZ/T250-2014）中附录 B 中的表 B.2，X 射线管电压 150kV 时，衬值层厚度铅取 0.96mm。

根据表 11-3 和表 11-4 计算结果核算非主射方向的辐射剂量率，详见下表。

表 11-5 X 射线装置非主射方向的辐射剂量率计算结果

关注点	泄漏辐射剂量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	散射辐射剂量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	辐射剂量率合计($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
-----	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	----

装	6.44E-01	0.666	2.5	满足
装	2.88E-01	0.298	2.5	满足
装	5.33E-01	0.551	2.5	满足
装	4.87E-01	0.504	2.5	满足
	9.49E-02	0.098	100	满足
	5.14E-01	0.324	100	满足
3	9.69E-04	0.001	2.5	满足
	4.22E-03	0.004	/	
物	1.88E-03	0.002	/	
	7.79E-02	0.081	/	/
物	8.66E-03	0.009	/	/
	4.22E-03	0.004	/	/
物	1.88E-03	0.002	/	/
	4.99E-04	0.001	/	/
气	1.39E-03	0.001	/	/
	6.60E-03	0.007	/	/

从表 11-2 及表 11-5 中预测结果可知，本项目使用的 X 射线装置在最大工况检测条件下，X 射线装置屏蔽体各表面外 30cm 处的辐射剂量率为 0.001 μ Sv/h~0.666 μ Sv/h，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/T250-2014）中“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……对没有人员到达的探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h”的相关要求。

当厂区内 2 台 X 射线装置（其中 1 台为厂区内现有，设备规格与本项目设备规格一致）同时使用时，有用线束及非有用线束方向屏蔽效果预测结果详见下表。

表 11-6 X 射线装置辐射剂量率计算结果（2 台同时使用）

关注点	单台使用预测 辐射剂量率 (μ Sv/h)(μ Sv/h)	2 台同时使用预测 辐射剂量率 (μ Sv/h)(μ Sv/h)	剂量率参考 控制水平 (μ Sv/h)	评价
装置后方 30cm（装置东）	0.666	1.332	2.5	满足
装	0.298	0.596	2.5	满足

装置	0.551	1.102	2.5	满足
装置	0.504	1.008	2.5	满足
	0.098	0.196	100	满足
装置	0.324	0.648	100	满足
	0.001	0.002	2.5	满足
	0.037	0.064	2.5	满足
QE	0.004	0.008	/	/
物	0.002	0.004	/	/
检	0.081	0.162	/	/
器	0.009	0.018	/	/
	0.004	0.008	/	/
物	0.002	0.004	/	/
	0.001	0.002	/	/
气	0.001	0.002	/	/
	0.0157	0.0314	2.5	满足
	0.007	0.014	/	/

注：鉴于2台射线装置在同一车间（距离约40m），2台同时使用时各关注点预测值按单台射线装置预测值2倍进行保守估值。

由表 11-6 可知，本项目建成后，厂区内使用的 2 台 X 射线装置在最大工况检测条件下，X 射线装置屏蔽体各表面外 30cm 处的辐射剂量率为 0.002 μ Sv/h~1.332 μ Sv/h，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/T250-2014）中“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……对没有人员到达的探伤室顶外表 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h”的相关要求。

(6) 天空及底部反散射影响分析

本项目 X 射线探伤装置满功率运行时，顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.324\mu\text{Sv/h}$ 。穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，叠加 X 射线探伤装置四周屏蔽体外最大辐射剂量率 $0.666\mu\text{Sv/h}$ 后，关注点总剂量率约为 $0.99\mu\text{Sv/h}$ 。

底部屏蔽体后的 X 射线在经地房四周屏蔽体外最大辐射

屏蔽体后的 X 射线在经地房四周屏蔽体外最大辐射

上述分

点均能够满足

“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。

(7) 通风口、电缆口处与工件门缝隙处辐射防护评价

口处
运行时
辐射

电缆
下运
m 处

GBZ 117-2002 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目 X 射线经过防护罩后至多会经过 3 次散射到达通风口及电缆口处，X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外，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道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断通风口、电缆口处的散射辐射剂量率可以忽略，能够满足标准要求。

通风口及电缆口散射示意图如图 11-5。

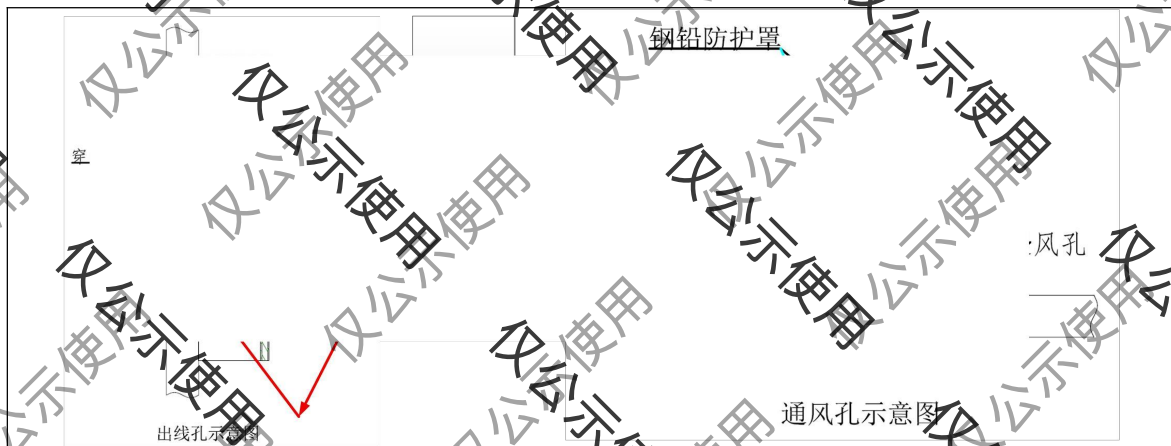


图 11-5 通风口及电缆屏蔽示意图

接
 蔽
 断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

(8) 人员受照剂量预测评价

人员受照年有效剂量估算公式如下：

$$P = D \cdot T \cdot W \cdot 10^{-3} \quad \text{公式 (5)}$$

式中：P：受照周有效剂量或年有效剂量， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 或 mSv/a ；

D：周围剂量当量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

T：居留因子，无量纲；

W：人员受照时间。

设备工作时间不超过

15
 名
 照

每
 受
 员年、

周受照剂量计算结果见表 11-7。

表 11-7 人员年、周受照剂量计算结果表

序号	关注点	剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	人员	方 向 因 子	居 留 因 子	周剂量 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	年剂量 (mSv/a)

1	66	职业	1	1/4	2.4975	0.1249
2	98	职业	1	1	4.4700	0.2235
3	51	职业	1	1/4	2.0663	0.1033
4	04	职业	1	1/4	1.8900	0.0945
5	98	/	1	/	/	/
6	24	/	1	/	/	/
7	01	职业	1	1/4	0.0038	0.0002
8	32	/	1	/	/	/
9	04	公众	1	1/8	0.0075	0.0004
10	02	公众	1	1/8	0.0038	0.0002
11	81	公众	1	1/8	0.1519	0.0076
12	09	公众	1	1/8	0.0169	0.0008
13	04	公众	1	1/8	0.0075	0.0004
14	02	公众	1	1/8	0.0038	0.0002
15	01	公众	1	1/8	0.0019	0.0001
16	01	公众	1	1/8	0.0019	0.0001
17	157	公众	1	1/8	0.0294	0.0015
18	07	公众	1	1/8	0.0131	0.0007

标准》(GBZ117-2022)中的人员周剂量参考控制水平(职业工作人员: $H_e \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$; 公众: $H_e \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$)的要求。

综上所述,本项目使用的工业用 X 射线探伤装置的屏蔽设计满足辐射屏蔽相关要求。

(9) 其他污染物排放对环境的影响

本项目在无检测工作时由于 X 射线电离空气，会产生少量的臭氧和氮氧化物。

本项目工业用 X 射线探伤装置采用机械通风，装置铅房顶部开有 2 个 155mm 大小的 2 个换气排风口，通风孔设计详见图，配合轴流风机，其风量是 330m³/h，设备内部空间约 ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

设备所在的车间保持良好机械通风臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对本项目环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水排入厂区管道后统一处理，一般生活垃圾将由厂区统一收集后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) 最大可信事故

本项目最大可信事故是：

- 机器调试/检修时误照射；
- X 射线探伤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；

➢ X 射线探伤装置门机联锁失灵，人员打开进样门，防护门时工业用 X 射线探伤装置仍处于出束状态，造成人员意外照射。

(2) 事故后果

本项目中的工业用 X 射线探伤装置属于 B 类射线装置，为中危险射线装置，事故可能导致人员受到超过年剂量限值的照射以及急性放射性损伤。

(3) 事故预防措施

为有效预防各类辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

- 企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。辐射安

全管理人员需通过辐射安全与防护考核后持证上岗。辐射工作人员上岗前需通过就业前健康检查。

- 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。定期检查确认安全联锁、急停开关、工作指示灯、钥匙开关等各项安全措施的有效性，杜绝联锁装置失效情况下开机操作。

辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定操作时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓并按下急停开关，设备可立即停止出束，有效减少人员受照时间和受照剂量。

- 工业用 X 射线探伤装置开机作业 2 人共同作业，开机状态下人员不得脱岗。

- 检修时，检修人员应拔出操作台的开机钥匙或者切断设备的电源，防止设备意外启动，待检修完成才能接通电源试运行，试运行正常才能正式投用。

- 重视日常巡检工作，尤其发生如工件与设备碰撞，目视进样门、防护门有变形等情况，采用巡检仪确认设备无射线泄漏后再投入使用，若有问题请生产厂商及时维修维护。

(4) 事故处理措施

在发生事故后：

- 辐射工作人员或操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；

立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

- 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预案，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

<p>辐射安全与环境保护管理机构的设置</p> <p>(1) 辐射管理机构设置情况</p> <p>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。</p> <p>生态环境部组织的“X 射线探伤”类辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核取得合格证后方可上岗。</p> <p>(2) 人员配备与职能</p> <p>企业为本项目配备了 1 名辐射工作操作人员和 1 名管理人员，专门从事本项目工业用 X 射线探伤装置的开机调试工作。辐射工作人员需通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗。</p>
<p>辐射安全管理规章制度</p> <p>根据已修订的放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（生态环境部令第 20 号）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、设备使用登记制度、人员培训计划、检测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。</p> <p>目前，企业尚未制定相关制度，企业应按照以下要求制定规章制度，并将相应规章制度落实到日常生产工作中。相关制度要求具体包括：</p> <p>a) 岗位职责</p> <p>建议企业针对射线装置的使用制定岗位责任制度，成立专门机构或配备专职、兼职管理人员，负责辐射安全和防护工作。明确企业中法人、辐射防护安全管理部门和放射工作人员的职责，并且责任落实到人。</p> <p>b) 操作规程</p>

建议企业针对拟购买的射线装置制定相应的操作规程，规定在工作时的操作步骤、相关注意事项等，并使辐射工作人员熟练掌握。

c) 辐射防护和安全保卫制度

建议企业制定“辐射防护与安全保卫制度”，规定专人负责射线装置的辐射防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器等进行检查。

d) 设备检修维护制度

建议企业制定“设备检修维护制度”，规定专人负责射线装置的安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）、监测仪器等的定期检修和维护。

e) 台账管理制度

建议企业制定“台账管理制度”，规定使用 X 射线探伤装置需进行登记，明确使用人员、使用时间、停止使用时间，定期核查台账，确保账物相符。

f) 环境监测制度

建议制定“环境监测制度”，包括辐射工作人员的剂量监测工作制度和工作场所定期环境监测制度。根据《江苏省辐射污染防治条例》第十二条，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环境保护（生态环境）、卫生（卫生健康）部门调查处理。对于在企业定期自我监测或委托监测时发现异常情况的，应立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设置区的市生态环境主管部门报告。同时企业应每年编制年度评估报告，报告内容包括当年的人员及设备情况、管理制度的执行情况、辐射防护措施和维护情况、应急预案的演习或执行情况。

g) 人员培训计划和健康管理制

建议企业制定“人员培训计划和健康管理制”，对工作人员在上岗前进行健康检查，进行辐射安全知识培训，人员在体检合格、培训并考试合格后方可上岗工作，职业人员上岗后每年进行一次健康检查。建立职业健康监护和培训考试档案。

h) 辐射事故应急措施

建议企业制定辐射事故应急措施，规定事故后的应急措施。

在应急预案中规定在照射过程中，若射线装置出现异常，立即切断高压，报设备部门检修。若有被误照射人员，立即送有资质的医疗机构检查和救治。

在应急程序中明确应急组织机构中各成员的姓名和 24 小时联系电话以及上报

生态环境、卫生健康等管理机构中事故报告部门的负责人和 24 小时联系电话。

对于在企业定期自我监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设置区的市环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据国家环保总局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，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

辐射监测

(1) 正常运行时环境监测方案

▶ 个人剂量监测

企业将开展辐射工作人员个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。企业内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。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环境保护、卫生部门调查处理。

▶ 工作场所辐射环境监测

企业每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 31 日前在辐射安全管理系统中上报。

企业每月用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设备出现故障维修后，委托开展环境检测，达到国家标准后再次启用。

建设项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测，记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。

本项目辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射监测方案

监测项目	监测方式	监测周期	监测点位/人员
X-γ周围剂量当量率	验收监测	验收时 1 次	①装置周围各关注点处，如四周、顶部、底部屏蔽体、防护门外 30cm 处，特别是通风口、电缆口等位置； ②辐射工作人员操作位处；
	工作场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年，每年次年 1 月 31 日前完成	

定期自行开展辐射监测	每季度1次	③周围环境保护目标处；
个人剂量当量	委托有资质的单位进行 最长不超过3个月/次	辐射工作人员

(2) 环境监测仪器配备

本项目运行后，辐射工作人员将每人配备1枚个人剂量计，开展辐射工作时随身佩戴。将为本项目的工业探伤装置配备2台有效的个人移动式报警仪，辐射工作人员在操作时随身携带，企业应配备1台X-γ剂量率巡检仪，作为日常自检时使用。

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》HAF 802-2011关于应急报告与处理的相关要求，企业应制定辐射事故应急预案，规定事故后的应急措施。

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。

在应急预案中应规定在照射过程中，若射线装置出现异常，立即切断高压，并报企业相关设备部门检修。若有被误照射人员，立即送有资质的医疗机构检查和救治。同时在应急程序中应规定定期进行应急培训及应急演练，明确应急演习计划。

在应急程序中明确应急组织机构中各成员的姓名和24小时联系电话以及上报生态环境、卫生等管理机构中事故报告部门的负责人和24小时联系电话。

对于在企业定期自我监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例（2018年修正本）》，1小时内向县（市、区）或者设置区的市生态环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据国家环保总局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，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。

表 13 结论与建议

结论

(1) 项目概况

苏州东越新能源科技有限公司根据生产需要，企业拟在 4# 厂房 3 楼中间生产线上新增 1 台工业用 X 射线探伤装置，用于对产品进行无损检测。设备型号为 UND 160 型 X 射线探伤装置，最大管电压为 160kV，最大管电流为 10mA，最大功率 1600W。本项目评价重点是工业用 X 射线探伤装置开机运行时对周围环境和人员的辐射影响。

苏州东越新能源科技有限公司位于江苏省苏州市昆山市千灯镇西横塘路 10 号，项目地理位置见附图 1。企业厂界四周为相邻的工业企业、道路和空地，厂界西侧为庄路，路对面为空地，厂界北侧为空地，东侧为陆泥浦河，南侧为西横塘路，路南其他企业（蒙德拉贡自动化设备(昆山)有限公司、昆山阿普顿自动化系统有限公司等）。厂区周围环境示意图见附图 2。

工业用 X 射线探伤装置所在的生产线位于 4# 厂房 3 楼中间生产线上，生产线东侧为厂房分区内墙壁，墙壁外为物流通道及设备扩充区，西侧为物流通道以及检测区，南侧为物流通道，北侧为生产流水线，上方为楼顶区域，下方为二楼生产区域。

本项目 50m 评价范围均位于企业范围内，评价范围内没有居民点、学校和医院等环境敏感点。经检测，本项目拟建位置周围环境的环境 γ 辐射空气吸收剂量率现状水平为 (0.053~0.064) $\mu\text{Gy/h}$ ，处于江苏省天然环境 γ 贯穿辐射水平正常涨落范围内。

(2) 辐射安全防护分析结论

工业用 X 射线探伤装置显著位置粘贴“电离辐射”警告标志，装置上方设置工作指示灯，装置内部装有监控摄像头和急停开关，装置周围装有固定式剂量报警装置，防护门、进样门和工业用 X 射线探伤装置出束设置门机联锁，人员在操作台进行操作，操作位设置急停开关和钥匙开关。

检测时，工件通过传送带和机械手自动转移至设备的载物台上，进样门自动开启后，载物台将工件送至内部检测平台后关闭进样门，然后接通设备高压开机进行检测，装置自动进行成像分析和记录，检测工作结束后打开进样门，

通过载物台自动将工件从铅房中移出，再通过机械手和传送带传送走。

上述安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关门机联锁、工作指示灯、急停开关、安全警示标识等安全措施要求。

辐射工作人员在上岗前参加有关部门组织的辐射防护知识考核，经考核合格。

(3) 环境影响分析结论

根据工业用 X 射线探伤装置屏蔽效果预测结果：设备运行使得辐射工作人员和周围公众受到的最大年受照剂量均满足国标《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值要求，并低于剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。同时满足国家标准中周剂量限值要求（职业人员 100 μ Sv/周，公众 5 μ Sv/周）。

根据理论计算，工业用 X 射线探伤装置四周、顶部 30cm 处和周围公众居留场所的辐射剂量率均小于 2.5 μ Sv/h，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。

工业用 X 射线探伤装置开机产生少量臭氧等废气通过装置顶部的机械通风排放到厂房内，再通过厂房内的通风系统进入大气环境，不会对周围环境产生不良影响。本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水排入厂区管道后统一处理，一般生活垃圾将由厂区统一收集后交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

(4) 可行性分析结论

本项目新增 1 台工业用 X 射线探伤装置是出于企业正常生产需要，设备设计采用门机联锁等多项辐射安全措施，采取保守的屏蔽设计方案，人员受照剂量和环境辐射剂量率处于较低的水平，符合“辐射防护三原则”的要求。

从辐射环境保护的角度论证，在实现本项目“三同时”一览表中的各项辐射防护措施的前提下，本项目是可行的。

建议

- (1) 装置使用时严格遵循操作规程，加强对操作人员和管理人辐射安全教育，避免意外照射事故。
- (2) 装置开机运行前，要对所有安全设施、辐射监测仪表的有效性和可靠性进行检查。
- (3) 项目建成运行前需申领辐射安全许可证。
- (4) 项目竣工后3个月内完成自主验收工作。

表 14 审批

<p>下一级环保部门预审意见：</p> <p>经办人 _____ 章 _____ 年 _____ 月 _____ 日</p>
<p>审批意见：</p> <p>经办人 _____ 章 _____ 年 _____ 月 _____ 日</p>

附 工业用 X 射线探伤装置项目“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资(万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构,配备1名大学本科以上学历人员从事辐射保护和环境保护管理工作。	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	UND 160 型工业用 X 射线探伤装置屏蔽参数详见表 10-11 装置顶部安装工作指示灯。设备操作台和显著位置设置电离辐射警告标识。装置内部装有监控摄像头和急停开关,装置周围装有固定式剂量报警装置,防护门、进样门和工业用 X 射线探伤装置出来设置门机联锁,人员在操作台进行操作,操作位设置急停开关和钥匙开关。 辐射工作场所进行分区管理,装置铅房边界设置为控制区边界,铅房外 1m 处设置监督区边界。	X 射线探伤装置周围 30cm 处辐射剂量率低于 GBZ117-2022 中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。人员年受照剂量满足 GB 18871-2002 中年限值和本项目剂量约束值:职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a,满足人员周剂量控制要求(职业人员 100 μ Sv/周、公众 5 μ Sv/周)。 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)有关安全设施和防护措施要求。	-
人员配备	公司拟配备 2 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作,辐射工作人员应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》有关要求。	-
	公司拟委托有资质的单位对 2 名辐射工作人员开展个人剂量检测(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	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	-
	辐射工作人员定期接受职业健康监护,建立档案	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	-
监测仪器和防	拟配备 1 台环境辐射剂量巡测仪	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	-

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资(万元)
防护用品	拟配备2台个人剂量报警仪	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	0.5
辐射安全管理	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、设备台账和使用登记制度、台账管理制度、人员培训计划、监测制度、辐射事故应急预案	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》HAF 802-2011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	
总计			