

核技术利用建设项目

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司 使用 1 台 X 射线检测装置项目 环境影响报告表

（公示稿）

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司

2025 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司 使用 1 台 X 射线检测装置项目 环境影响报告表

建设单位名称： 芯智元智能设备制造（苏州）有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）： _____

通讯地址： 苏州市漕湖街道春兴路 20 号 2 号楼

邮政编码： 215100 联系人： _____

电子邮箱： _____ 联系电话： _____

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	5
表 3 非密封放射性物质.....	5
表 4 射线装置.....	6
表 5 废弃物.....	7
表 6 评价依据.....	8
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	14
表 9 项目工程分析与源项.....	19
表 10 辐射安全与防护.....	24
表 11 环境影响分析.....	29
表 12 辐射安全管理.....	39
表 13 结论与建议.....	44
表 14 审批.....	50

附图：

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目周围环境图
- 附图 3 公司所在厂区平面布局图
- 附图 4 3 号厂房一层平面布局图
- 附图 5 3 号厂房二层平面布局图
- 附图 6 苏州市相城区生态空间管控区范围示意图
- 附图 7 江苏省生态保护红线分布图

附件：

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 射线装置使用承诺书
- 附件 3 报批申请书
- 附件 4 营业执照
- 附件 5 厂房租赁协议
- 附件 6 江苏省投资项目备案证
- 附件 7 现有辐射安全许可证
- 附件 8 环境辐射水平检测报告
- 附件 9 屏蔽设计参数依据文件及说明书
- 附件 10 防护检测报告
- 附件 11 项目主动公开信息一览表
- 附件 12 环境保护措施承诺
- 附件 13 环评技术合同
- 附件 14 专家意见及修改清单复核表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		使用 1 台 X 射线检测装置			
建设单位		芯智元智能设备制造（苏州）有限公司			
法人代表	Paul Eugene Henderson	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省苏州市漕湖街道春兴路 20 号 2 号楼			
项目建设地点		江苏省苏州市漕湖街道春兴路 20 号 3 号厂房 1 层 X-Ray 射线装置操作室 1			
立项审批部门	苏州工业园区行政审批局	批准文号	苏园行审备（2024）1189 号		
建设项目总投资（万元）	170	项目环保投资（万元）	7	投资比例（环保投资/总投资）	4.1%
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 ）	12.34
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		
其他	/				
<p>项目概述</p> <p>1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</p> <p>芯智元（Syntiant）公司创立于 2017 年，总部位于美国加利福尼亚州尔湾市，由经验丰富的技术高管，科学家，硬件和软件工程师组成的管理团队领导。在一些全球领先科技公司的支持下，芯智元凭借数以千万级的超低功耗神经决策处理器和深度学习算法已经为全球的音频、视频、语音和传感器带来了始终在线的智能边缘处理。</p> <p>芯智元于 2024 年 10 月份收购楼氏电子消费类电子敏感元器件及传感器事业部，</p>					

苏州工厂更名为芯智元智能设备制造（苏州）有限公司，主要从事敏感元器件及传感器的制造。

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司投资 4000 万美元，收购楼氏电子（苏州）有限公司敏感元器件及传感器产品业务及设备（其中包含 XTV 160 型 X 射线检测装置），租赁 2 号楼整栋和 3 号楼部分面积（X-ray 射线装置操作室 1、X-ray 射线装置操作室 2）（租赁协议见附件 5），开展年产敏感元器件及传感器 14 亿片项目建设。生产敏感元器件及传感器新建项目位于苏州市漕湖街道春兴路 20 号 2 号楼，已进行投资项目备案，备案证号：苏园行审备〔2024〕1189 号（投资项目备案证见附件 6）。

XTV 160 型 X 射线检测装置原址位于楼氏电子（苏州）有限公司 3 号厂房 1 层 NikonXTV 160 CT 操作间（注塑车间东南角），XTV 160 型 X 射线检测装置被芯智元智能设备制造（苏州）有限公司收购后，XTV 160 型 X 射线检测装置转移至芯智元智能设备制造（苏州）有限公司租赁的 3 号厂房 1 层 X-ray 射线装置操作室 1，用于对芯智元智能设备制造（苏州）有限公司生产的敏感元器件及传感器进行无损检测工作。

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司现已开展核技术利用项目，现有 2 台Ⅲ类射线装置，已申领苏州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[E8509]”，种类和范围为“使用Ⅲ类射线装置”，有效日期至 2030 年 1 月 22 日，现有辐射安全许可证见附件 7。

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司现有 2 台类射线装置，射线装置配备专有辐射工作人员，本项目拟新增 2 名辐射工作人员专门从事本次新增 X 射线检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表 1-1，芯智元智能设备制造（苏州）有限公司现有核技术应用项目情况见表 1-2。本次评价核技术应用项目周边 X-ray 射线装置操作室 2、楼氏 X-Ray 射线装置操作室核技术应用项目情况见表 1-3。

表 1-1 芯智元智能设备制造（苏州）有限公司本次环评核技术应用项目一览表

序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	额定功率 W	类别	工作场所名称	活动种类	备注
1	XTV 160 型 X 射线检测装置	1	160	0.5	20	II	3 号厂房 1 层 X-ray 射线装置操作室 1	使用	主射线垂直向上，照射顶部及四周

表 1-2 芯智元智能设备制造（苏州）有限公司现有核技术应用项目情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工作场所名称	活动种类	备注	环评情况	许可情况	验收情况
1	JSX-1000S 型 X 射线荧光仪	1	50	1	III	3 号厂房 X-ray 射线装置操作室 2	使用	现有	已环评	已许可	/
2	二郎神 ELS5030A 型 X 射线行李包检查装置	1	160	0.5	III	2 号厂房行李包检测区	使用	现有	已环评	已许可	/

表 1-3 X-ray 射线装置操作室 2、楼氏 X-Ray 射线装置操作室核技术应用项目情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工作场所名称	所属公司	活动种类
1	JSX-1000S 型 X 射线荧光仪	1	50	1	III	3 号厂房 X-ray 射线装置操作室 2	芯智元智能设备制造（苏州）有限公司	使用
2	XSCAN-A100R XAVIS X 射线检测仪	1	100	0.25	III	3 号厂房楼氏 X-Ray 射线装置操作室	楼氏电子（苏州）有限公司	使用

本项目为使用II类射线装置项目，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目应编制环境影响报告表。受芯智元智能设备制造（苏州）有限公司委托，苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制了该项目环境影响报告表。

2、项目周边保护目标及项目选址情况

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司位于江苏省苏州市漕湖街道春兴路 20 号，公司所在厂区内主干道将厂区分隔成东、西两部分，东侧 2 号厂房为芯智元智能设备制造（苏州）有限公司，西侧 3 号厂房为楼氏电子（苏州）有限公司，厂区西北角设置有 5 号危险品仓库和 6 号辅助用房。厂区东侧为永昌路，南侧为春兴路，西侧为派尔特（苏州）医疗科技有限公司，北侧为空地。公司地理位置见附图 1，公司所在厂区周围环境见附图 2。公司所在厂区平面布局图见附图 3。

本项目 1 台 X 射线检测装置位于 3 号厂房 1 层的 X-ray 射线装置操作室 1。3 号

厂房为三层建筑，每层层高 3.5 米，厂房无地下室。X-ray 射线装置操作室 1 东侧依次为楼氏 X-Ray 射线装置操作室、楼氏模具车间、室内通道 1、厂区道路 1；南侧依次为 X-ray 射线装置操作室 2、楼氏模具车间、室内通道 3，楼氏仓库 3、楼氏注塑车间及室内通道 4；西侧依次为楼氏仓库 1、楼氏办公室、楼氏仓库 2、普通化学品储藏区；北侧依次为室内通道 2、冰机房、厂区道路 2，正上方为楼氏闲置车间。3 号厂房 1 层平面布局图见附图 4、3 号厂房 2 层平面布局图见附图 5。

根据现场调查可知，本项目 XTV 160 型 X 射线检测装置周围 50m 范围均在厂区内，无居民区、学校等敏感点。本项目周围环境保护目标主要为本项目 X 射线检测装置操作的辐射工作人员及本项目评价范围内的公众。

经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，不新增土地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

3、实践正当性

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司拟在 3 号厂房 X-ray 射线装置操作室 1 新增 1 台 X 射线检测装置对产品进行无损检测，确保其产品质量。虽然在运行期间，X 射线检测装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (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)	额定功率 (W)	用途	工作场所	备注
1	X射线检测装置	II	1	XTV 160	160	0.5	20W	无损检测	3号厂房 X-ray 射线装置操作 室 1	/
/	/	/	/	/	/	/		/	/	/

(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

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	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	通过打开工件门排出，经操作室排风装置排入室外。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. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修正通过），2015 年 1 月 1 日起实施； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正本），2018 年 12 月 29 日起实施； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施； 4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订本），2019 年 3 月 2 日； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订本），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日公布实施； 7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起实施； 8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； 9) 《关于发布射线装置分类的公告》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； 10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日印发； 11) 《江苏省辐射污染防治条例》（修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告公布，2018 年 5 月 1 日起实施； 12) 关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告（生态环境部公告第 38 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第 39 号，2019 年 10 月 25 日印发）； 14) 《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； 15) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日发布；
-------------	--

<p style="text-align: center;">法规文件</p>	<p>16) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日发布；</p> <p>17) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日起施行；</p> <p>18) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日发布；</p> <p>19) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日发布；</p> <p>20) 《江苏省自然资源厅关于苏州市相城区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2021〕1170号）；</p> <p>21) 《江苏省自然资源厅关于苏州市相城区2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕814号）。</p>
<p style="text-align: center;">技术标准</p>	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）</p> <p>3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</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</p> <p>9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128 2019）</p>
<p style="text-align: center;">其他</p>	<p>1) 射线装置使用承诺书，附件 2</p> <p>2) 环境辐射水平检测报告，附件 8</p> <p>3) 屏蔽设计参数依据文件及设备说明，附件 9</p> <p>4) 芯智元智能设备制造（苏州）有限公司提供的其他资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

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本项目 X 射线检测装置屏蔽体边界外 50m 范围内的区域。

保护目标

本项目建设地点位于江苏省苏州市漕湖街道春兴路 20 号，对照《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）、《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）、《江苏省自然资源厅关于苏州市相城区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕814 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元（见附图 6、附图 7）。同时，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》第三条中的环境敏感区。根据项目周边情况，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中第三条的环境敏感区，不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中 3.4 定义的生态保护目标（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）。本项目 X 射线检测装置周围 50m 评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，确定本项目保护目标主要为 X 射线检测装置的辐射工作人员及评价范围内的公众。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标		规模	方位	距 X 射线检测装置屏蔽体最近距离	年剂量约束值
辐射工作人员	X-ray 射线装置操作室 1	2 人	北侧	0.5m	5mSv/a
	X-ray 射线装置操作室 2	1 人	南侧	1m	
	楼氏 X-Ray 射线装置操作室	1 人	东侧	1.5m	
公众	楼氏模具车间	约 10 人	东侧	5.5m	0.1mSv/a
			南侧	3m	
	室内通道 1	流动人群	东侧	30m	

卫生间	流动人群	东侧	33m
厂区道路 1	流动人群	东侧	45m
室内通道 3	流动人群	南侧	26.5m
楼氏仓库 3	流动人群	南侧	29.5m
楼氏注塑车间	约 10 人	南侧	33m
室内通道 4	流动人群	南侧	45m
楼氏仓库 1	流动人群	西侧	0.8m
楼氏办公室	约 40 人	西侧	1m
楼氏仓库 2	流动人群	西侧	13m
普通化学品储藏	流动人群	西侧	35m
室内通道 2	流动人群	北侧	1.9m
冰机房	/	北侧	4.8m
厂区道路 2	流动人群	北侧	15m
6 号辅助用房	流动人群	北侧	32m
2 层楼氏电子（苏州）有限公司配电房、 闲置区	2 人	楼上	1.6m
3 层楼氏电子（苏州）有限公司	约 300 人	楼上	5.1m

注：冰机房内无人员驻留。

评价标准

1、辐射工作人员职业照射和公众照射剂量限值

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

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型	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

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“11.4.3.2·剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值 1/4 取值，公众按照其年剂量限值的 1/10 取值，确定本项目剂量约束值如下：

- 1) 职业照射的年有效剂量约束值不超过 5mSv/a；
- 2) 公众照射的年有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

3、职业人员和公众人员在装置四周屏蔽体外关注点的周围剂量当量参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（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”的要求，确定本项目职业人员和公众在装置四周屏蔽体外关注点的周围剂量当量参考控制水平如下：

- 1) 职业人员在装置四周屏蔽体外关注点的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 100 μ Sv/周，
- 2) 公众在装置四周屏蔽体外关注点的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 5 μ Sv/周。

4、X 射线检测装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。”以及“6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。”的要求确定本项目 X 射线检测装置表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平如下：

- 1) 本项目 X 射线检测装置四周屏蔽体、门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。
- 2) 本项目 X 射线检测装置顶部外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

5、辐射环境质量现状监测评价参考值

《中国环境天然放射性水平》：江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平。

表 7-3 江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
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
(均值 \pm 3s)	50.4 \pm 21.0	47.1 \pm 36.9	89.2 \pm 42.0

注：*：评价时参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置及场所位置

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司位于江苏省苏州市漕湖街道春兴路 20 号，公司所在厂区内主干道将厂区分隔成东、西两部分，东侧 2 号厂房为芯智元智能设备制造（苏州）有限公司，西侧 3 号厂房为楼氏电子（苏州）有限公司，厂区西北角设置有 5 号危险品仓库和 6 号辅助用房。厂区东侧为永昌路，南侧为春兴路，西侧为派尔特（苏州）医疗科技有限公司，北侧为空地。公司地理位置见附图 1，公司所在厂区周围环境见附图 2。公司所在厂区平面布局图见附图 3。

本项目 1 台 X 射线检测装置位于 3 号厂房 1 层的 X-ray 射线装置操作室 1。X-ray 射线装置操作室 1 东侧为楼氏 X-Ray 射线装置操作室，南侧为 X-ray 射线装置操作室 2，西侧为楼氏仓库 1，北侧为室内通道 2，正上方为楼氏闲置车间，正下方无建筑。3 号厂房 1 层平面布局图见附图 4、3 号厂房 2 层平面布局图见附图 5。

X 射线检测装置拟建址及周围环境现状见图 8-1。



项目拟建址东侧（楼氏 X-Ray 射线装置操作室）



项目拟建址南侧（X-ray 射线装置操作室 2）



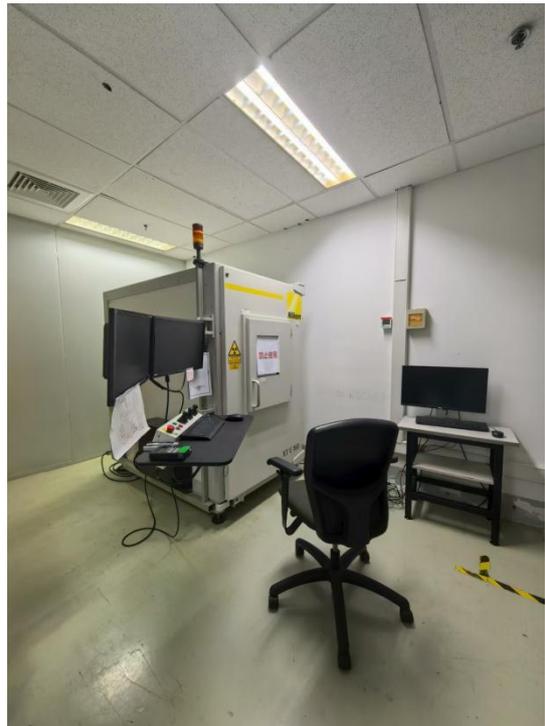
项目拟建址西侧（楼氏仓库）



项目拟建址北侧（室内通道）



项目拟建址楼上（楼氏闲置车间）



项目拟建址（X-ray 射线装置操作室 1）

图 8-1 本项目拟建址及周围环境现状照片

2、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：X 射线检测装置拟建址周围辐射环境

监测因子：环境 γ 辐射剂量率

监测点位：在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

(1) 监测方案

监测项目：环境 γ 辐射剂量率

监测布点：在 X 射线检测装置拟建址周围布置监测点位，具体点位见图 8-2

监测时间：2025 年 9 月 01 日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司

监测仪器：FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10）
（设备编号：SDWH 2442，检定有效期至 2025.11.04，仪器能量响应范围：40~4400keV、
测量范围：0.001~100 μ Sv/h、最低检测限：0.001 μ Sv/h、校准证书编号：
2024H21-10-5582229001）

监测依据：《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 20s，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。

(2) 质量保证措施

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

监测布点质量保证：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）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《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）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，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行三级审核

(3) 监测结果

本项目监测仪器为 FH40G 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号 FHZ 672 E-10），X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为 1.2Sv/Gy。建筑物

对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平调查结果，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 8。

表 8-1 本项目 X 射线检测装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率测量结果

测点位置描述		测量结果 (nGy/h)		
测点编号	位置	属性	平均值	标准差
1	X 射线检测装置拟建址处 (X-Ray 射线装置操作室 1)	室内 (楼房)	91.4	0.8
2	X 射线检测装置拟建址东侧 (楼氏 X-Ray 射线装置操作室)	室内 (楼房)	107	1
3	X 射线检测装置拟建址东侧 (楼氏模具车间)	室内 (楼房)	108	1
4	X 射线检测装置拟建址南侧 (X-Ray 射线装置操作室 2)	室内 (楼房)	104	1
5	X 射线检测装置拟建址南侧 (楼氏模具车间)	室内 (楼房)	95.2	1.3
6	X 射线检测装置拟建址西侧 (楼氏仓库 1)	室内 (楼房)	107	1
7	X 射线检测装置拟建址北侧 (室内通道 2)	室内 (楼房)	95.1	1.4
8	X 射线检测装置拟建址北侧 (厂区道路 2)	道路	45.5	0.6
9	X 射线检测装置拟建址西侧 (楼氏办公室)	室内 (楼房)	101	1
10	X 射线检测装置拟建址楼上 (楼氏闲置厂房)	室内 (楼房)	113	2

注：①测量数据已扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为 8.61nGy/h。

②监测时现有射线装置为关闭状态。

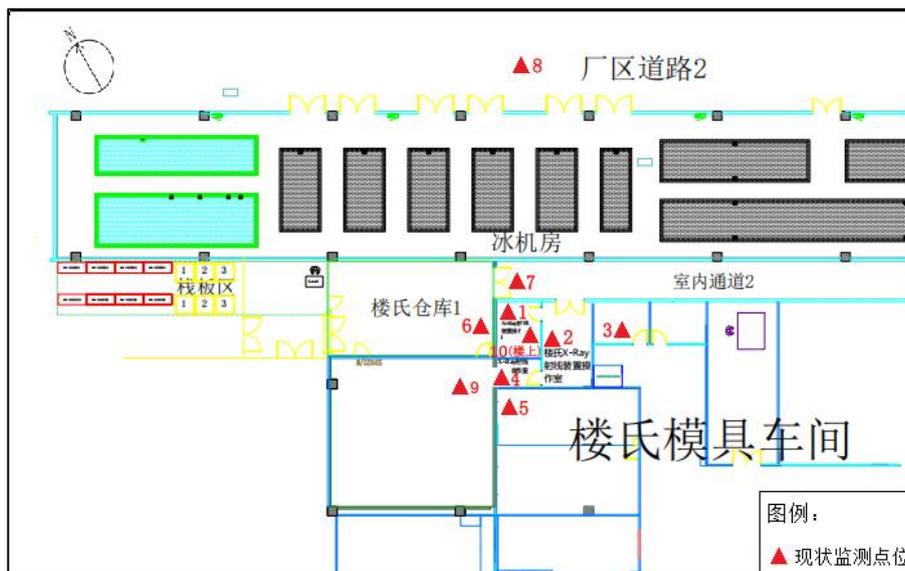


图 8-2 拟建址周围环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图

4、环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目拟建址及周围的测点 1~7、9~10 位于室内，测点环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 91.4~113nGy/h，处于江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的测值范围内；测点 8 位于室外道路，环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 45.5nGy/h，处于江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中道路的测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备情况介绍

本项目为使用 1 台 XTV 160 型 X 射线检测装置项目，本项目 X 射线检测装置由射线源、工件台、探测器、机械系统、计算机数据采集重构系统、铅屏蔽内机柜、操作台及设备操作电脑等组成。射线源、工件台、探测器、机械系统等在铅屏蔽内机柜内部；设备操作台位于曝光室外部，与装置相连，工作人员在操作台操作设备进行无损检测；设备外接操作电脑与装置分开，放置在装置右前方，工作人员在外接操作电脑对检测图像进行进一步分析。本项目 XTV 160 型 X 射线检测装置设有观察窗、工件门和检修门，定义观察窗所在面为装置正面（前侧），X 射线管主射线方向固定竖直向上照射。XTV 160 型 X 射线检测装置的 X 射线管不能移动，距射线距装置左侧、右侧最近距离为 600mm，距装置前侧、后侧最近距离为 890mm，距装置底部最近距离为 760mm，距装置顶部最近距离为 1156mm。

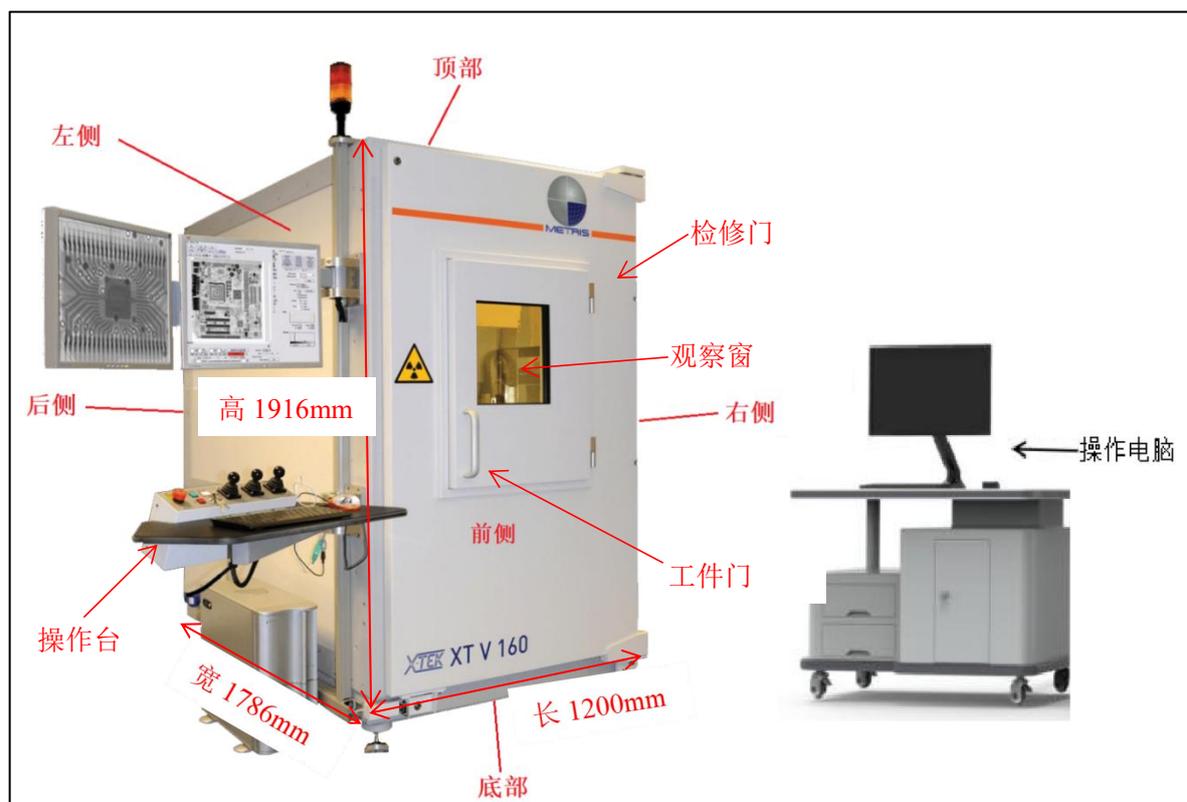


图 9-1 XTV 160 型 X 射线检测装置样式图

本项目 X 射线检测装置技术参数见表 9-1，X 射线检测装置样式图见图 9-1。

表 9-1 XTV 160X 射线检测装置技术参数

装置名称	最大管电压	最大管电流	额定功率	设备尺寸	射线出束方向	最大出束角	备注
XTV 160型 X 射线检测装置	160kV	0.5mA	20W	1200mm (长) ×1786mm (宽) ×1916mm (高)	从下往上	170°	定义操作面板所在面为装置正面 (前侧)

2、X 射线检测装置工作原理

X射线机主要由X射线管和高压电源组成，X射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生X射线，X射线的波长很短一般为0.001～0.1nm。X射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，X射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。常见典型的X射线管结构图见图9-2。

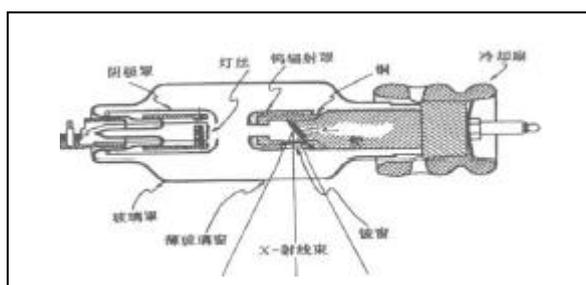


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

3、工作流程及产污环节

检测时辐射工作人员用手将被测件放置在样品台上，辐射工作人员无需进入曝光室，关闭防护门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对检测物体无损伤条件下，以图像的形式，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) 准备：工作人员巡视设备周围情况，检查设备安全装置情况，须所有辐射

安全措施均有效情况下才能进行工件检测，根据待检工件的材质、厚度选取曝光条件、确定曝光参数；

(2) 放置工件：打开工件门，辐射工作人员位于 X 射线检测装置工件门外，无需进入曝光室，人工用手将被测件置于样品台，关闭工门，辐射工作人员在操作台处通过控制系统调节工件台，使被测件处在合适的检测位置；

(3) 曝光检测：设置管电压、管电流、曝光时间等参数后，打开 X 射线出束开关，启动曝光，进行无损检测，检测期间产生 X 射线，同时 X 射线电离曝光室中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；达到预定的曝光时间后关闭 X 射线出束开关，停止出束，完成曝光作业；

(4) 读片：曝光结束后，工作人员在操作电脑处读取保存的图像进行缺陷分析，判断工件质量、缺陷等；

(5) 工件取出：检测完成后，打开工件门，人工将工件取出。

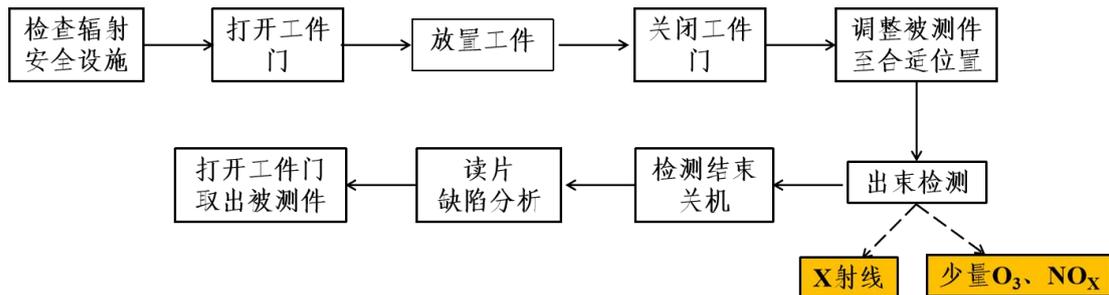


图 9-3 本项目 X 射线检测装置工作流程及产污环节示意图

4、人员配置及工作制度

本项目新增 1 台 XTV 160X 射线检测装置对敏感元器件及传感器或者敏感元器件及传感器组件进行无损检测，其中敏感元器件及传感器为单个独立元器件，形状为矩形，规格为 1mm×1mm~2mm×2mm，日检测最大工件数 20 个，单个敏感元器件及传感器曝光检测时间 60s；敏感元器件及传感器组件由多个敏感元器件及传感器集成，形状为矩形，规格为 10mm×20mm，日检测最大工件数 20 片，敏感元器件及传感器组件曝光检测时间 120s。设备日开机曝光时间约 1 小时，每年工作约 250 天（50 周），设备年曝光时间约为 250h。本次新增 X 射线检测装置为一班制运行，芯智元智能设备制造（苏州）有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，配备的 2 名辐射工作人员只负责本项目 X 射线检测装置操作，不再从事其他辐射工作。

污染源项描述

1、放射性污染源分析

由 X 射线检测装置工作原理可知，只有 X 射线检测装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线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。本项目 X 射线检测装置型号为 XTV 160，装置额定管电压 160kV，额定管电流 0.5mA，功率为 20W。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1，本项目 H₀ 保守取 200kV、滤过条件 2mm 铝条件下的值，即 $28.7 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，该项目设备从楼氏电子（苏州）有限公司收购，输出量取值与《楼氏电子（苏州）有限公司新增 1 台 II 类 X 射线检测装置项目环境影响报告表》中主线束剂量率一致；

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/T250-2014）中表 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，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），X 射线经检测工件 90° 散射后，散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。本项目 160kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV。

表9-2 X射线检测装置技术参数一览表

名称	X 射线检测装置
装置型号	XTV 160
最大管电压	160kV
最大管电流	0.5mA
额定功率	20W
主射线方向	竖直向上
距靶点 1m 处的输出量	$28.7 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$
距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
90° 散射辐射最高能量相应 kV 值	150kV

2、非放射性污染源分析

本项目X射线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X射线检测装置未设置机械排风装置，臭氧和氮氧化物可通过打开工件门排入操作室，操作室内设有排风装置，操作室通风情况良好，臭氧和氮氧化物通过操作室机械排风排入室外大气环境。臭氧常温下50min内可自行分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。

本项目X-Ray射线装置操作室1的体积约为43.2m³，X-Ray射线装置操作室1通风设施的排风量设置为700m³/h，每小时能对探伤室进行16次换气。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、项目工作场所布局合理性分析

本项目为新增 1 台 XTV 160 型 X 射线检测装置项目，装置由曝光室、操作台和操作电脑组成，设备操作台位于曝光室北侧外部，与装置相连；设备外接操作电脑与装置分开，放置在检测装置右前方。X 射线检测装置主射线方向竖直向上照射，操作台和操作电脑避开了 X 射线主射线方向。本项目布局能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“操作室应避开有用线束照射的方向”的要求。

本项目 XTV 160 型 X 射线检测装置位于 3 号厂房 1 层 X-Ray 射线装置操作室 1 内，X-Ray 射线装置操作室 1 与周围环境使用实体边界进行分隔，本项目拟将 X 射线检测装置边界作为本项目的辐射防护控制区边界，曝光室内人员无法进入；将 X-Ray 射线装置操作室 1 内其他区域作为本项目的辐射防护监督区，监督区入口位于 X-Ray 射线装置操作室 1 东侧，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌并设置电子门禁，工作期间禁止无关人员进入。X 射线检测装置控制区及监督区示意图见图 10-1。

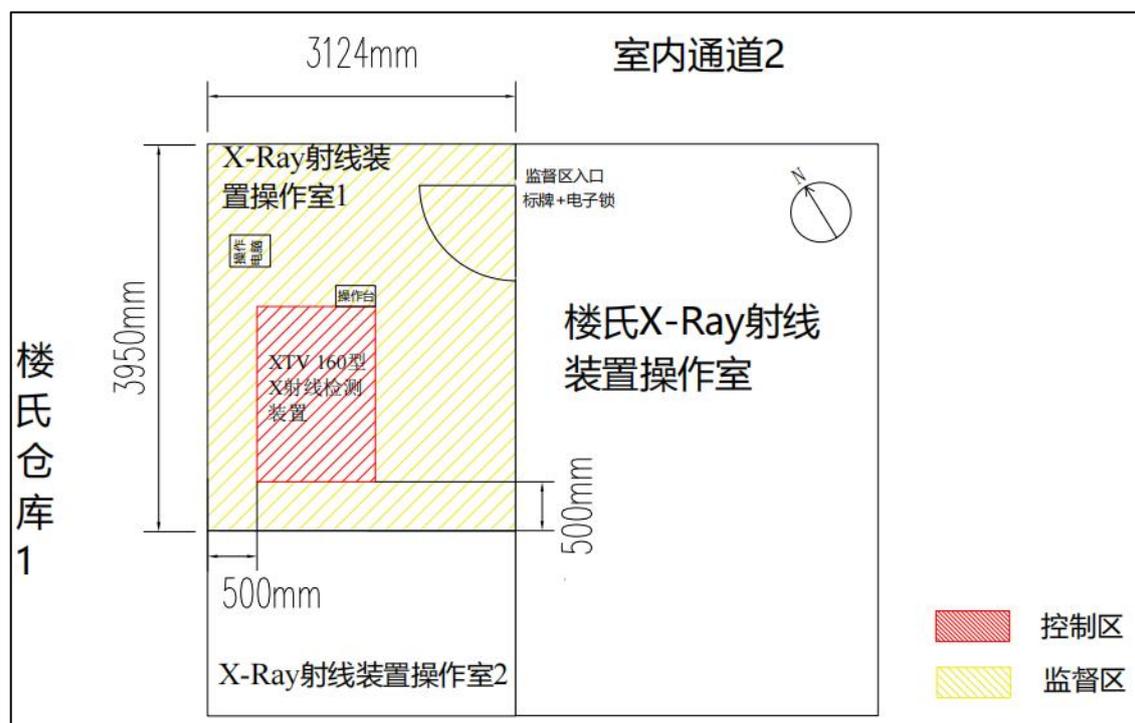


图 10-1 本项目 X 射线检测装置控制分区示意图

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》（GB

18871-2002) 和《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中关于辐射工作场所的分区规定。

2、辐射防护屏蔽设计

本项目新增 1 台 XTV 160 型 X 射线检测装置, 该装置由曝光室和操作台组成。该装置曝光室尺寸约为 1200mm (长) × 1786mm (宽) × 1916mm (高), 曝光室采用铅板对 X 射线进行屏蔽, 定义操作面板所在面为装置前侧, 该装置屏蔽参数见表 10-1。

X 射线检测装置的工件防护门、检修防护门与四周搭接长度约为 50mm, 检测铅房在设计安装时, 应尽可能地减小防护门与门洞之间的缝隙, 确保防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的 10 倍, 防止射线漏出。X 射线检测装置在检测铅房的左侧下方设置电缆孔, 并在电缆孔处设置 6mm 铅板结构防护罩进行屏蔽。

表 10-1 本项目 X 射线检测装置曝光室屏蔽防护参数一览表

X 射线检测装置型号	曝光室屏蔽参数		检测装置尺寸参数	主射线方向
	位置	屏蔽体材料及厚度		
XTV 160	前面	内含 6mm Pb	1200mm (长) ×1786mm (宽) ×1916mm (高)	主射线 垂直向上
	左侧	内含 6mm Pb		
	右侧	内含 6mm Pb		
	后侧	内含 6mm Pb		
	顶部	内含 6mm Pb		
	底部	内含 5.8mm Pb		
	工件门	内含 6mm Pb		
	前侧检修门	内含 6mm Pb		
	观察窗	6mm 铅当量铅玻璃		
工件防护门、检修防护门与装置外壳 (屏蔽体) 搭接处重叠宽度 50mm, 工件门、检修门与装置外壳之间的缝隙宽度 5mm				

3、辐射安全措施

本项目辐射工作人员在装置工作时无法进入 X 射线检测装置内部, 拟设计相应的辐射安全装置和保护措施, 主要有:

(1) 本项目 X 射线检测装置采用铅板、铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护。

(2) 本项目工作辐射工作人员在装置工作时无法进入检测装置内部, 本项目 X 射线检测装置设计有门机联锁装置, 只有在门 (包括工件门、检修门) 关闭后才能进行出束, 探伤作业。在探伤过程中, 任一防护门被意外打开时, 能立刻停止出束。

(3) 本项目 X 射线检测装置上方设显示“预备”和“照射”状态的指示灯，检测装置工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，“预备”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“预备”和“照射”信号意义的说明。

(4) 本项目 X 射线检测装置表面、X-Ray 射线装置操作室门口设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5) 本项目 X 射线检测装置前侧操作面板设置钥匙开关，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。射线装置的钥匙由专人负责管理，只有授权的工作人员才能使用钥匙，非授权人员无法操作射线装置，使用钥匙时需要填写使用登记表。

(6) 本项目 X 射线检测装置在前侧操作面板安装 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(7) 本项目 X 射线检测装置在工作时人员无法进入 X 射线检测装置内部，辐射工作人员位于 X 射线检测装置曝光室外进行工作，设备检修由销售商负责，检修时停机状态下工作人员打开检修防护门进行维修，检修时人员无法完全进入 X 射线检测装置，故无需在装置内部设置警示灯、监视装置和固定式场所辐射探测报警装置。

(8) 本项目 X 射线检测装置的工件门与屏蔽体的间隙微小（可忽略），并设置搭接，防止射线泄漏。



图 10-2 X 射线检测装置辐射安全和防护措施示意图

4、探伤操作的放射防护措施

(1) 正常使用时，辐射工作人员应检查装置防护门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效。

(2) X 射线检测装置正常进行检测时工作人员无需进入曝光室内部，X 射线检测装置需定期进行检修，检修时，关闭 X 射线出束装置，工作人员佩戴常规个人剂量计、携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪，在停机状态下打开检修防护门进行维修，检修时人员无法完全进入 X 射线检测装置。

(3) 定期测量检测装置周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员工位和公众居留处，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) 辐射工作人员交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(5) 在每一次照射前，辐射工作人员都应该检查安全装置，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。

5、探伤设施的退役要求

(1) 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) 清除本项目涉及的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。

三废处理

1、固体废物

本项目运行过程中无放射性固体废物产生。

2、液体废物

本项目运行过程中无放射性废液产生。

3、气体废物

本项目 X 射线检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），项目曝光室内无人员出入，装置本身不设排风系统，臭氧和氮氧化物可通过开启装置工件门排入 X-Ray 射线装置操作室 1，操作室内设有排风装置，操作室通风情况良好，臭氧和氮氧化物通过操作室机械排风排入室外大气环境，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目 X-Ray 射线装置操作室 1 的体积约为 43.2m³，X-Ray 射线装置操作室 1 通风设施的排风量设置为 700m³/h，每小时能对探伤室进行 16 次换气。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目由 X 射线检测装置、接驳台和操作台组成，由专业供应商直接安装到指定区域进行组装，组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对周围环境影响很小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

本项目 XTV 160 型 X 射线检测装置运行时，主射线固定竖直向上照射，有用线束张角 170°，如图 11-1 所示，计算时保守将曝光室的四周、顶部屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，其底部按照非有用线束照射进行预测计算。

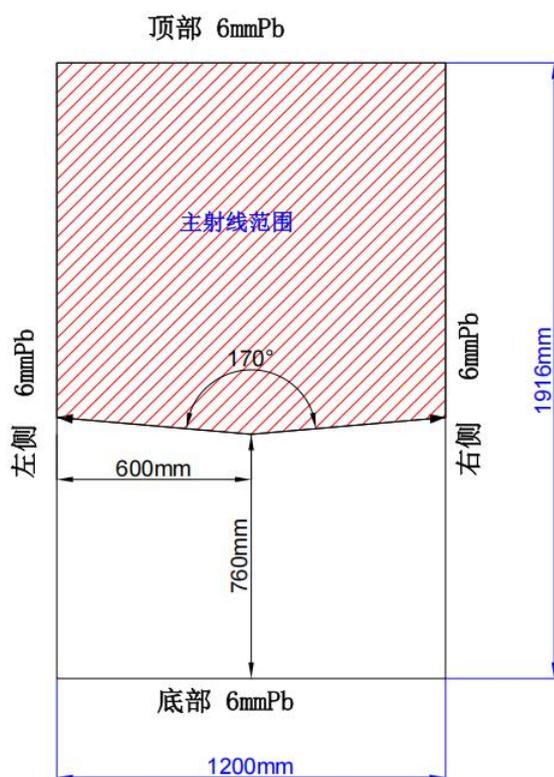


图 11-1 检测装置主射线范围示意图（单位：mm）

1、有用线束方向屏蔽效果预测

X 射线检测装置有用线束屏蔽预测计算模式采用《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：

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

式中： I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

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

R : 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

B : 屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，管电压 200kV 时，TVL 为 1.4mm 铅，内插法计算得管电压 160kV 时，TVL 为 1.048mm 铅，然后按公式（2）计算得出。

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

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位。

TVL：半值层厚度，单位为毫米（mm）。

2、非有用线束方向屏蔽效果预测

X 射线检测装置非有用线束屏蔽预测计算模式采用《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

漏射辐射屏蔽计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式：

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

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

\dot{H}_L ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1。

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

B ：屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表 3.5，管电压 150kV 时，TVL 为 0.96mm 铅，管电压 200kV 时，TVL 为 1.4mm 铅，内插法计算得管电压 160kV 时，TVL 为 1.048mm 铅，然后按公式（2）计算得出。

②散射辐射

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{R_S^2}\cdot\frac{F\cdot a}{R_0^2} \quad (4)$$

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

I ：扫描装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。保守同有用线束距辐射源点（靶点）1m 处输出量计算。

F : R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m^2), 本项目放置检测工件的托盘尺寸为 $711mm \times 762mm$, $F=0.542m^2$;

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。取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的附录 B 表 B.3, 经查, 本项目 $\alpha=1.6 \times 10^{-3} \times 10000/400=0.04$;

R_s : 散射体至关注点的距离, 单位为 (m);

R_0 : 辐射源点 (靶点) 至散射体的距离, 单位为 (m), 本项目为 $0.2m$;

B : 屏蔽透射因子, 取值参考《辐射防护导论》(方杰主编) 中的表 3.5, 管电压 $150kV$ 时, TVL 为 $0.96mm$ 铅, 然后按公式 (2) 计算得出。

3、参考点处剂量率理论计算结果

(1) 有用线束、非有用线束屏蔽效果分析

本项目 X 射线检测装置有用线束方向关注点处的屏蔽防护计算结果见表 11-1。

表 11-1 有用线束方向关注点屏蔽效果预测表

关注点	厚度 (X)	I (mA)	H_0 $\mu Sv \cdot m^2 /$ $(mA \cdot h)$	B	R (m)	\dot{H} ($\mu Sv/h$)	屏蔽体外 30cm 处周围 剂量当量率 参考控制水 平 ($\mu Sv/h$)	评价
X 射线检测装置北侧(前面)	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	1.193	0.285	2.5	满足
X 射线检测装置前侧观察窗	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	1.193	0.285	2.5	满足
X 射线检测装置东侧(左侧)	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	0.9	0.500	2.5	满足
X 射线检测装置电缆口	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	0.9	0.500	2.5	满足
X 射线检测装置南侧(后面)	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	1.193	0.285	2.5	满足
X 射线检测装置西侧(右侧)	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	0.9	0.500	2.5	满足
X 射线检测装置顶部	6mmPb	0.125	$28.7 \times 6 \times 10^4$	1.88×10^{-6}	1.456	0.191	2.5	满足

注: ① $R_{\text{前面、观察窗、后侧}}=0.893m$ (辐射源距前面外表面最近距离) $+0.3m$ (前面表面距关注点) $=1.193m$

② $R_{\text{左侧、右侧}}=0.6m$ (辐射源距左侧外表面最近距离) $+0.3m$ (左侧表面距关注点) $=0.9m$

③ $R_{\text{顶部}}=1.156m$ (辐射源距顶部外表面最近距离) $+0.3m$ (顶部表面距关注点) $=1.456m$

本项目 X 射线检测装置非有用线束方向关注点处的屏蔽防护计算结果见表 11-2。

表 11-2 非有用线束方向关注点屏蔽效果预测表

关注点		X 射线检测装置底部
X 设计厚度		5.8mmPb
泄漏辐射	B	2.92×10^{-6}
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$	2.5×10^3
	$R^{\text{①}}$ (m)	0.76
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	0.013
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	150kV
	B	9.09×10^{-7}
	I (mA)	0.125
	H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	$28.7 \times 6 \times 10^4$
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	0.542
	$R_s^{\text{②}}$ (m)	0.76
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	0.184
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)		0.196
屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)		2.5
评价		满足

注：① $R_{\text{底部}}=0.76\text{m}$ （辐射源距底部屏蔽体最短距离），设备直接立于地面，保守取 X 射线机距底部屏蔽体最短距离

②本项目散射辐射屏蔽计算时散射体至关注点的距离（ R_s ）取值保守使用辐射源点（靶点）至关注点的距离（ R ）

从表 11-1 及表 11-2 预测结果可以看出，当本项目 1 台 X 射线检测装置在管电压为 160kV，管电流为 0.125mA 的满功率运行时，装置屏蔽体表面 30cm 处的周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的剂量限值要求。

当本项目 1 台 X 射线检测装置以最大管电流 0.5mA、额定功率 20W 运行时，此时管电压为 40kV，透射因子 B 将成指数衰减，衰减的倍数远大于管电流增大的倍数，故当 X 射线检测装置以最大管电流 0.5mA、额定功率 20W 的工况运行时，本项目 X 射线检测装置屏蔽室的屏蔽防护能力也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

的要求。

4、天空、底部地面反散射辐射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“3.1.2b)1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c)的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”

根据前述预测计算可知，由于本项目 X 射线检测装置满功率运行时顶部关注点处的周围剂量当量率为 $0.191\mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，穿过屏蔽体顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射在相应关注点处的周围剂量当量率将更低；关注点处穿出四周屏蔽体的透射辐射最大为 $0.5\mu\text{Sv/h}$ ，也小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，故天空反散射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和也能够满足评价标准要求。

根据前述预测计算可知，本项目 X 射线检测装置底部表面外剂量率为 $0.196\mu\text{Sv/h}$ ，经底部地面散射后剂量率远小于 $0.196\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中辐射周围剂量当量率参考控制水平的要求。

5、电缆穿屏蔽体及防护门搭接设计对散射辐射防护效果分析

本项目 X 射线检测装置电缆管道位于装置左侧下方，其防护补偿结构为在开孔位置覆盖 6mm 防护铅板，利用散射降低电缆管道口的辐射水平，X 射线至少经过三次散射才能到达管道口，根据《辐射防护导论》P189“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。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目 X 射线检测装置电缆管道设计能够满足辐射防护要求。

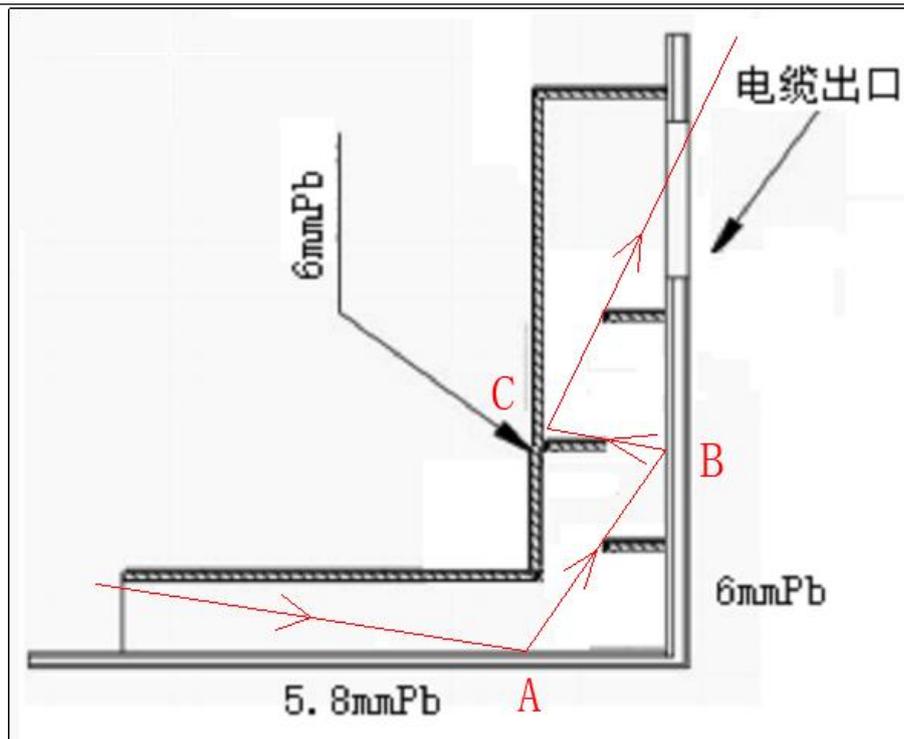


图 11-2 电缆口防护罩结构散射示意图

本项目工件门防护门、检修防护门与装置外壳搭接处重叠宽度 50mm，工件防护门、检修防护门与装置外壳之间的缝隙宽度 5mm，工件防护门、检修防护门与装置外壳搭接处重叠宽度大于工件防护门、检修防护门与装置外壳之间的缝隙宽度的 10 倍，确保工件防护门、检修防护门不破坏曝光室的整体防护效果，可有效防止射线漏出；X 射线进入缝隙至少经过三次散射才能到达射出。根据《辐射防护导论》P189“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”，由此可以推断，本项目 X 射线检测装置防护门搭接设计能够满足辐射防护要求。

6、与 X-ray 射线装置操作室 2、楼氏 X-Ray 射线装置现有核技术应用项目叠加影响

本项目 X-ray 射线装置操作室 1 内使用 1 台 XTV 160 型 X 射线检测装置，东侧楼氏 X-Ray 射线装置操作室内现有 1 台 XSCAN-A100R XAVIS X 射线检测仪，南侧 X-ray 射线装置操作室 2 内现有 1 台 JSX-1000S 型 X 射线荧光仪，需考虑楼氏 X-Ray 射线装置操作室与 X-ray 射线装置操作室 2 内现有的射线装置和本项目 X 射线检测装置同时运行时对环境及对人员的辐射影响。

由楼氏电子（苏州）有限公司 2024 年定期监测报告（见附件 10），XSCAN-A100R XAVIS X 射线检测仪运行时装置外的最大辐射剂量率约为 0.17 μ Sv/h，JSX-1000S 型 X

射线荧光仪运行时装置外的最大辐射剂量率约为 0.15 μ Sv/h，忽略距离衰减，本项目 X 射线检测装置与 XSCAN-A100R XAVIS X 射线检测仪、JSX-1000S 型 X 射线荧光仪正常运行时，关注点位处辐射剂量率的叠加估算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目关注点辐射剂量率估算结果

位置	XTV 160 型 X 射线检测装置辐射剂量率 (μ Sv/h)	XSCAN-A100R XAVIS X 射线检测仪最大测量结果 (μ Sv/h)	JSX-1000S 型 X 射线荧光仪最大测量结果 (μ Sv/h)	叠加后辐射剂量率 (μ Sv/h)	剂量率控制水平 (μ Sv/h)	评价
X 射线检测装置北侧 (前面)	0.285	0.17	0.15	0.605	2.5	满足
X 射线检测装置前侧观察窗	0.285	0.17	0.15	0.605	2.5	满足
X 射线检测装置东侧 (左侧)	0.500	0.17	0.15	0.820	2.5	满足
X 射线检测装置南侧 (后面)	0.285	0.17	0.15	0.605	2.5	满足
X 射线检测装置西侧 (右侧)	0.500	0.17	0.15	0.820	2.5	满足
X 射线检测装置顶部	0.191	0.17	0.15	0.511	2.5	满足

从表 11-3 计算结果可以看出，当本项目 1 台 XTV 160 型 X 射线检测装置，与东侧楼氏 X-Ray 射线装置操作室内现有 1 台 XSCAN-A100R XAVIS X 射线检测仪、南侧 X-ray 射线装置操作室 2 内现有 1 台 JSX-1000S 型 X 射线荧光仪同时运行时，射线装置表面外 30cm 处辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h”的剂量限值要求。

7、保护目标剂量评价

(1) 关注点处辐射剂量率

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置拟建址周围 50m 范围内其他人员。根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各关注点处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (5)$$

式中： H_1 —距射线源 R_1 处的剂量率， μ Sv/h；

H_2 —距射线源 R_2 处的剂量率， μ Sv/h；

R_1 —装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R_2 —监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

(2) 年剂量估算

对辐射工作人员和公众的受照辐射年剂量均按下式计算：

$$H_C = H_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (6)$$

式中： H_C ：关注点的年剂量水平，mSv/a；

$H_{c,d}$ ：关注点处剂量率，mSv/h；

t ：X射线检测装置年照射时间，h/a；

U ：X射线检测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。

根据表 11-3 与公式 (5)，可以得出各参考点位处辐射剂量率水平，再根据公式 (6)，可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目 X 射线检测装置周围人员年受照有效剂量结果评价

编号	关注点	人员	方位	关注点与 X 射线管最近距离 (R ₂)	辐射剂量率取值 (μSv/h)	使用因子 U	居留因子 T	周剂量估算值 (μSv/周)	管理目标值 (μSv/周)	年剂量估算值 (mSv/年)	管理目标值 (mSv/年)	结论
①	X-Ray 射线装置操作室 1	职业人员	北	1.393	0.444	1	1	2.218	100	0.111	5	满足
②	楼氏 X-Ray 射线装置操作室		东	2.1	0.151	1	1	0.753	100	0.038	5	满足
③	X-Ray 射线装置操作室 2		南	1.893	0.240	1	1	1.201	100	0.060	5	满足
④	楼氏模具车间	公众	东	6.1	0.018	1	1	0.089	5	0.004	0.1	满足
⑤	楼氏模具车间		南	3.893	0.057	1	1	0.284	5	0.014	0.1	满足
⑥	楼氏仓库 1		西	1.4	0.339	1	1/4	0.424	5	0.021	0.1	满足
⑦	楼氏办公室		西	1.6	0.260	1	1	1.298	5	0.065	0.1	满足
⑧	室内通道 2		北	2.793	0.110	1	1/4	0.138	5	0.007	0.1	满足

注：①X 射线检测装置上方二层为闲置车间，无人员驻留。

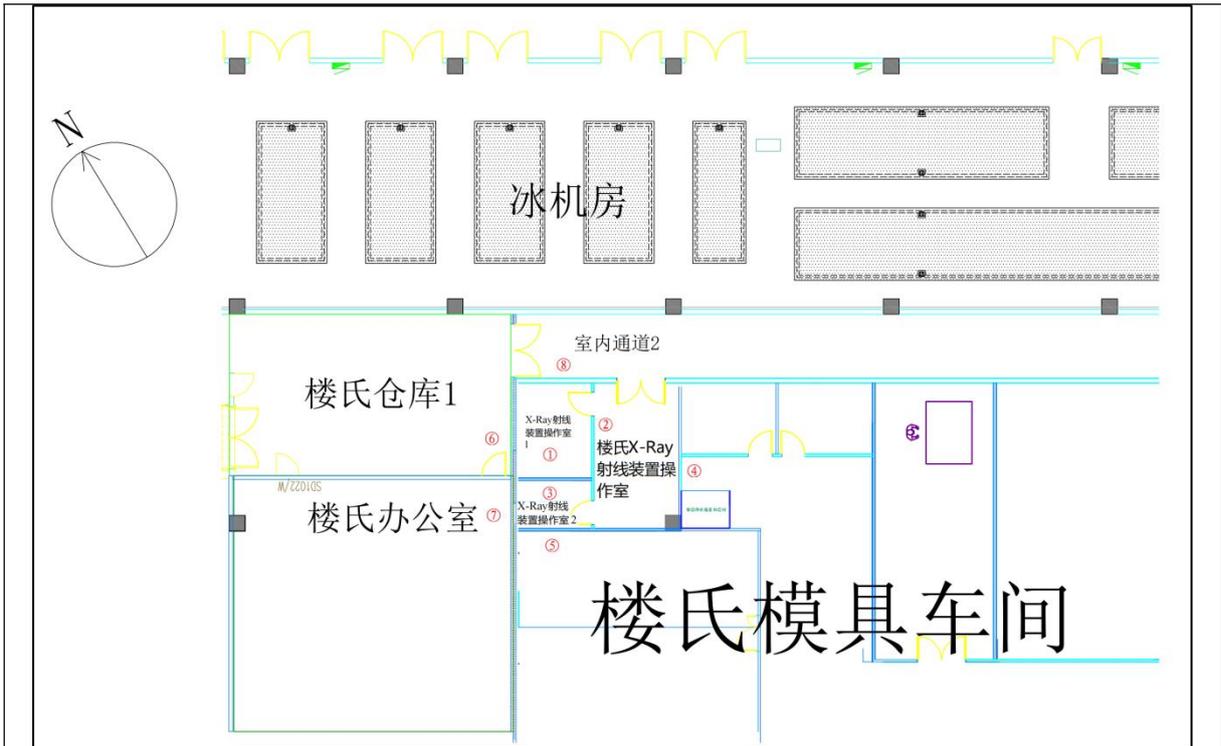


图 11-3 X 射线检测装置周围关注点示意图

从表 11-4 中预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围公众的年受照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）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）。

事故影响分析

1、潜在事故分析

X 射线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）门-机联锁装置失灵，工件防护门、检修防护门未关闭就进行检测探伤作业或者检测探伤时工件防护门、检修防护门被意外打开，致使 X 射线泄漏到曝光室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

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

（3）二人作业，配合失误照射。两人一起作业时，一人放置待测工件，而另外一人却仍误开机导致人员受到误照射。

2、辐射事故预防措施

(1) 加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行无损检测作业，每次使用 X 射线检测装置前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性；

(2) 定期检查装置周围的辐射水平，确保工作安全有效运转；

(3) 公司拟制定辐射安全管理制度，同时，公司在实际工作中应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；

(4) 定期检查 X 射线检测装置及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

(5) 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。

(6) 检修时，关闭 X 射线出束装置，辐射工作人员需佩戴常规个人剂量计，携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪再进行检修，装置外部另有一人陪同，防止误开机使人员受到照射。

当发生误照射时，应该立即切断电源，确保 X 射线检测装置停止出束，并向单位领导汇报，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。

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》，当发生或发现辐射事故时，公司将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，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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《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》等法律法规要求，使用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；辐射工作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。

本项目开展产品检测的设备为 X 射线检测装置，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、辐射防护负责人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。

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司已成立了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，并以文件形式明确了各成员管理职责。芯智元智能设备制造（苏州）有限公司现有 2 台 III 类射线装置，射线装置配备专有辐射工作人员，本项目拟新增 2 名辐射工作人员专门从事本次新增 X 射线检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员。本项目辐射工作人员均需通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。

核技术利用辐射安全考核内容包括公共科目和专业科目两部分。公共科目包括《核技术利用辐射安全法律法规》《电离辐射安全与防护基础》，专业科目辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”。

辐射安全管理规章制度

本项目为扩建项目，芯智元智能设备制造（苏州）有限公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求，并针对现有核技术利用项目具体情况制定了辐射安全管理制度，主要包括《辐射安全管理人员责任书》《X-Ray 安全管理程序》，《X-Ray 安全管理程序》中涵盖《放射安全操作规程》《放射

工作人员管理规章制度》《辐射许可证与设备定期监测规章制度》《安全装置、定期检查与维护规章制度》《放射事故预防措施与应急处理预案》《年度评估》《记录管理》。公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。

公司还应根据本项目具体情况补充制定《X 射线检测装置操作规程》《监测异常报告制度》，并对现有的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，现对各项辐射安全管理制度需补充和完善的要点提出如下建议：

辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况完善 X-Ray 安全管理程序，重点是 X 射线检测装置的安全防护和管理落实到个人。

操作规程：补充制定 X 射线检测装置操作规程，明确 X 射线检测装置辐射工作人员的资质条件要求、操作步骤以及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确 X 射线检测装置的操作步骤，工作前的安全检查，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器。

岗位职责：完善辐射安全管理人员责任书，明确 X 射线检测装置操作人员的岗位职责，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

设备检修维护制度：完善安全装置、定期检查与维护规章制度，明确 X 射线检测装置的安全连锁装置、工作状态指示灯等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是 X 射线检测装置的辐射安全连锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：完善放射工作人员管理规章制度及人员培训计划，明确 X 射线检测装置操作人员的培训内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

个人剂量监测和职业健康体检制度：完善放射工作人员管理规章制度及个人剂量监测和职业健康体检制度，明确 X 射线检测装置操作人员开展辐射工作时应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，明确 X 射线检测装置操作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：完善辐射许可证与设备定期监测规章制度及辐射环境监测方

案，明确 X 射线检测装置日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：针对 X 射线检测装置可能产生的辐射事故完善辐射事故应急预案，明确 X 射线检测装置辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，公司应当立即启动事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。同时，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报告。

监测异常报告制度：补充制定监测异常报告制度，明确按照相关标准要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，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；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

台账管理制度：对 X 射线检测装置使用情况进行登记，标明使用日期、电压、电流等。

本项目 X 射线检测装置操作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的安全措施进行检查。此外，对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于 X 射线检测装置拟建处附近的醒目处。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪、2 台个人剂量报警仪。

2、监测方案

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司已根据辐射管理要求，制定了如下监测方

案：

(1) 请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期：每年 1~2 次；

(2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质单位进行监测，建立个人累积剂量档案；

(3) 利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

公司现有核技术利用项目已落实以上监测方案，每年请有资质监测单位对现有辐射工作场所及周围环境辐射水平进行了监测，并不定期的进行自主监测。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托有资质单位定期进行监测。

本项目辐射监测计划一览表见表 12-1。

表 12-1 项目监测计划一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位
工作场所及周围环境监测	竣工环保验收监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，取得辐射安全许可证后 3 个月内，最长不得超过 1 年	操作位、X 射线检测装置四周表面 30cm、工件门表面 30cm、周边关注点
	年度监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年	
	日常监测	X-γ辐射剂量率	自主监测，建议不少于 1 次/季度	
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于 1 次/三个月	/

委托检测机构对辐射设备的环境辐射水平进行年度检测，周期：每年一次，年度检测数据应作为本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 日前上报环境行政主管部门。

建设单位辐射工作人员佩戴个人剂量计监测累积剂量，每 3 个月送有资质部门进行个人剂量测量，并建立了个人剂量档案。

建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪；定期使用便携式 X-γ剂量率仪（每个季度 1 次）对 X 射线检测装置周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

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，核技术利用单位应针对本公司具体项目产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容包括：

- (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。

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司应制定《辐射事故应急处理预案》，其内容包括辐射事故类型及处理措施，辐射事故处理实行部门负责、分级管理和报告、立案制度，辐射事故发生的联系方式。

芯智元智能设备制造（苏州）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，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。并在今后工作中定期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预案，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。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

为保证公司生产产品质量，芯智元智能设备制造（苏州）有限公司拟在 3 号厂房 1 层的 X-ray 射线装置操作室 1 内新增 1 台 X 射线检测装置，用于对公司产品进行无损检测工作，拟购置的 X 射线检测装置设备型号为 XTV 160，额定管电压 160kV，额定管电流 0.5mA，额定功率 20W，主射线竖直向上照射，为 II 类射线装置。

2、实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，芯智元智能设备制造（苏州）有限公司在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3、选址、布局合理性评价

芯智元智能设备制造（苏州）有限公司位于江苏省苏州市漕湖街道春兴路 20 号，公司所在厂区内主干道将厂区分隔成东、西两部分，东侧 2 号厂房为芯智元智能设备制造（苏州）有限公司，西侧 3 号厂房为楼氏电子（苏州）有限公司，厂区西北角设置有 5 号危险品仓库和 6 号辅助用房。厂区东侧为永昌路，南侧为春兴路，西侧为派尔特（苏州）医疗科技有限公司，北侧为空地。

本项目 1 台 X 射线检测装置位于 3 号厂房 1 层的 X-ray 射线装置操作室 1。3 号厂房为三层建筑，每层层高 3.5 米，厂房无地下室。X-ray 射线装置操作室 1 东侧依次为楼氏 X-Ray 射线装置操作室、楼氏模具车间、室内通道 1、厂区道路 1；南侧依次为 X-ray 射线装置操作室 2、楼氏模具车间、室内通道 3，楼氏仓库 3、楼氏注塑车间及室内通道 4；西侧依次为楼氏仓库 1、楼氏办公室、楼氏仓库 2、普通化学品储藏区；北侧依次为室内通道 2、冰机房、厂区道路 2，正上方为楼氏闲置车间，正下方无建筑。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，且不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场检测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，

项目选址合理。

本项目使用 1 台 X 射线检测装置设计有曝光室、操作台和操作电脑，操作台位于曝光室北侧外部，与装置相连；设备外接操作电脑与装置分开，放置在检测装置右前方。X 射线检测装置主射线竖直向上照射，操作台和操作电脑避开了 X 射线主射线方向。本项目 X 射线检测装置工作场所布局设计基本合理。

4、辐射防护措施评价

本项目 X 射线检测装置通过自带铅板的曝光室对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目拟配备的 X 射线检测装置以最大功率运行时其表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

本项目 XTV 160 型 X 射线检测装置位于 3 号厂房 1 层 X-Ray 射线装置操作室 1 内，X-Ray 射线装置操作室 1 与周围环境使用实体边界进行分隔，本项目拟将 X 射线检测装置边界作为本项目的辐射防护控制区边界，曝光室内人员无法进入；将 X-Ray 射线装置操作室 1 内其他区域作为本项目的辐射防护监督区，监督区入口位于 X-Ray 射线装置操作室 1 东侧，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌并设置电子门禁，工作期间禁止无关人员进入。辐射防护分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中辐射工作场所控制区和监督区的划分要求。

5、辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：X 射线检测装置采用铅板、铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护；X 射线检测装置工件门、检修门拟设置门机联锁装置；X 射线检测装置顶部拟设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并与检测装置联锁；本项目 X 射线检测装置前侧操作面板安装一个紧急停机按钮；X 射线检测装置前侧操作面板拟设置钥匙开关；X 射线检测装置表面、X-Ray 射线装置操作室门口均拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

公司拟为本项目配置有 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、2 台个人剂量报警仪用于对 X 射线检测装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

6、保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员年受照剂量不超过 5mSv，公众年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

7、三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目 X 射线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），装置本身不设排风系统，臭氧和氮氧化物可通过开启装置工件门排入 X-Ray 射线装置操作室 1，操作室设机械排风装置，操作室通风情况良好，臭氧和氮氧化物通过操作室机械排风排入大气环境，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

8、辐射环境管理

（1）委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；

（2）公司配置辐射剂量监测仪器，定期对工作场所辐射水平进行检测；

（3）在项目运行前，公司委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案；

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

公司需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。同时在本项目运行前制定相关的辐射安全管理制度；公司为本项目拟配备的辐射管理人员、辐射工作人员均需参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核，进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。

综上所述，芯智元智能设备制造（苏州）有限公司新增 1 台 X 射线检测装置项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议与承诺

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

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

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

(4) 建议项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收，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	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。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用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管理要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目 X 射线检测装置设备尺寸为 1200mm (长)×1786mm (宽)×1916mm (高)。装置采用铅板 X 射线进行辐射屏蔽,前侧、后侧、左侧、右侧、工件门、维修门均采用内含 6mm 铅板进行防护,底部采用内含 5.8mm 铅板进行防护,观察窗采用 6mm 铅当量铅玻璃进行防护。	X 射线检测装置运行后,装置周围的剂量率满足《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。	/
	本项目拟落实的辐射安全措施包括: X 射线检测装置采用铅板、铅玻璃的防护设计对 X 射线进行防护; X 射线检测装置工件门、检修门拟设置门机联锁装置; X 射线检测装置顶部拟设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯,并与检测装置联锁;本项目 X 射线检测装置前侧操作面板安装一个紧急停机按钮; X 射线检测装置前侧操作面板拟设置钥匙开关; X 射线检测装置表面、X-Ray 射线装置操作室 1 门口均拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中关于探伤室辐射防护措施的相关要求。	2
人员配备	公司辐射管理人员、辐射工作人员拟参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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的管理要求。	1
	辐射工作人员拟配备个人剂量计、定期(不少于 1 次/3 个月)送检,并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测及建立个人剂量监测档案的管理要求。	1
	公司辐射工作人员拟定期进行职业健康体检(不少于 1 次/2 年),并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员定期进行职业健康体检及建立职业健康监护档案的管理要求。	1
监测仪器和防护用品	拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪和 2 台辐射剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射监测仪器配置要求。	2

辐射安全管理 制度	制定的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急方案等辐射安全管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/
----------------------	---	--	---

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	
经办人签字	公章 年 月 日
审批意见：	
经办人签字	公章 年 月 日