

核技术利用项目

苏州益腾电子科技有限公司

生产、使用和销售 X 射线球管项目

环境影响报告表

苏州益腾电子科技有限公司

2023 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用项目

苏州益腾电子科技有限公司

生产、使用和销售 X 射线球管项目

环境影响报告表

建设单位名称：苏州益腾电子科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢



目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	7
表 3 非密封放射性物质.....	7
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	9
表 6 评价依据.....	10
表 7 保护目标与评价标准.....	13
表 8 环境质量和辐射现状.....	20
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	35
表 11 环境影响分析.....	40
表 12 辐射安全管理.....	54
表 13 结论与建议.....	58
表 14 审批.....	64

表 1 项目基本情况

建设项目名称	苏州益腾电子科技有限公司 生产、使用和销售 X 射线球管项目				
建设单位	苏州益腾电子科技有限公司 (统一社会信用代码: 91320583MA2791QX42)				
法人代表	■	■	■	■	■
注册地址	江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢				
项目建设地点	江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢				
立项审批部门	江苏昆山经济技术开 发区管理委员会		项目代码	2206-320562-89-01-311044	
■	■	■	■	■	■
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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
项目概述					
一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来					
<p>苏州益腾电子科技有限公司 (以下简称“公司”, 营业执照见附件 4) 位于江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢, 成立于 2021 年 10 月。公司聚焦于医疗、工业影像设备核心部件的研发, 主要产品为 X 射线管, 是一家集研发、生产、销售于一体的综合性高科技企业。</p>					

公司现租用昆山莘莘科技发展有限公司位于章基路 135 号科技企业加速器二期的 10 号厂房作为生产用房及办公区，拟开展生产、使用、销售 X 射线球管项目，房屋租赁协议见附件 4。X 射线球管由本公司销售给下游单位用于生产医用 CT 整机或工业用 X 射线探伤装置，公司不生产医用 CT 整机或工业用 X 射线探伤装置。本项目旨在打破国外垄断，填补国内空白，自主研发医用 CT 机 X 射线管，利用自身技术优势，努力开发新技术，使产品达到国际顶尖水平，助力国内医用 CT 产业的发展。

“苏州益腾电子科技有限公司医用 CT 高端 X 射线管研发及产业化项目”已于 2022 年 6 月在江苏昆山经济技术开发区管理委员会进行立项备案，备案证号：昆开备〔2022〕160 号，项目代码：2206-320562-89-01-311044（见附件 5），于 2023 年 5 月委托苏州清泉环保科技有限公司进行建设项目环境影响评价，2023 年 6 月 11 日取得苏州市生态环境局《关于苏州益腾电子科技有限公司医用 CT 高端 X 射线管研发及产业化项目环境影响报告表的批复》，批复文号：苏环建〔2023〕83 第 0237 号。

公司拟在厂房 1 楼划分 1 个调试区（1#调试区），2 楼划分 1 个调试区（2#调试区）。其中 1#调试区拟安装 9 个铅房，包括 1 个测试铅房（a 类），4 个测试铅房（b 类），4 个 CT 铅房（CT 铅房 1~CT 铅房 4）；2#调试区拟安装 6 个铅房（箱），包括 4 个排气铅房及 2 个老炼铅箱（见表 1-3）。CT 铅房 1~CT 铅房 3 内各安装 1 台医用 CT 机架（含治疗床），CT 铅房 4 内安装 1 台医用 CT 机架（不含治疗床），其余测试铅房内每个都安装 1 个工装（用于安装测试球管），与公司生产的 X 射线球管组装后可以开机出束。测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）、CT 铅房、排气铅房及老炼铅箱分别用于对球管的不同性能指标进行测试，满足要求后出厂交付客户。每座测试铅房每次仅对 1 个球管进行测试。

本项目生产的球管有 3 种型号，分别是 E530（140kV、400mA）型球管，年产量 500 只；E350（140kV、300mA）型球管，年产量 500 只；IS120（120kV、1mA）型球管，年产量 50 只，所有 X 射线球管滤过材料均为 0.5mmAl（见表 1-1）。

本项目单个 E530 型及 E350 型 X 射线球管生产后，先后经过 5 类铅房的

开机测试，测试顺序依次为测试排气铅房、老炼铅箱、测试铅房（a类）、测试铅房（b类）及CT铅房；单个IS120型X射线球管先后经过4类铅房的开机测试，测试顺序依次为测试排气铅房、老炼铅箱、测试铅房（a类）及测试铅房（b类）。15个铅房（箱）年出束测试时间总计为2250h，每个工序中铅房开机出束时间及参数详见表1-2。本项目投入运行后，公司拟为本项目配备9名辐射工作人员（后期随着工作量增加会增配辐射工作人员），厂房1楼1#调试区配备5名辐射工作人员，厂房2楼2#调试区配备4名辐射工作人员，1楼、2楼的辐射工作人员不交叉工作。

E530、E350型X射线球管由本公司销售给下游单位用于生产医用CT整机，根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》医用X射线计算机断层扫描（CT）装置属III类射线装置。但本项目为生产X射线球管，并在测试铅房（箱）出束测试；测试过程类似工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置，工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置属II类射线装置，故E530、E350型X射线球管测试过程参照II类射线装置进行评价；IS120型X射线球管由本公司销售给下游单位用于生产工业用X射线探伤装置，故IS120型X射线球管测试过程参照II类射线装置进行评价。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售X射线球管项目须进行环境影响评价；依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部部令第16号），本项目参考“172核技术利用建设项目”中的“生产、使用II类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。受苏州益腾电子科技有限公司的委托（委托书见附件1），南京瑞森辐射技术有限公司承担了该公司“苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售X射线球管项目”的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

苏州益腾电子科技有限公司本次环评射线装置基本情况见表1-1，单个球管测试时间及测试情况见表1-2，测试铅房（箱）情况见表1-3。

表 1-1 本项目球管基本情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量(只/年)	最大管电压/kV	最大管电流/mA	最大功率(kW)	射线装置类别	工作场所名称	环评情况及审批时间	备注
1	E530 型 X 射线球管	500	140	400	56	II	测试铅房(a类)、测试铅房(b类)、CT铅房、排气铅房、老炼铅箱	本次环评	X 射线球管滤过材料均为 0.5mm Al
2	E350 型 X 射线球管	500	140	300	42	II		本次环评	
3	IS120 型 X 射线球管	50	120	1	0.12	II	测试铅房(a类)、测试铅房(b类)、排气铅房、老炼铅箱	本次环评	

表 1-2 本项目单个球管测试时间及测试参数情况一览表

铅房(箱)	E530 型 X 射线球管		E350 型 X 射线球管		IS120 型 X 射线球管	
	测试时间	测试参数	测试时间	测试参数	测试时间	测试参数
测试铅房(a类)	0.1h	140kV, 400mA	0.1h	140kV, 300mA	0.1h	120kV, 1mA
测试铅房(b类)	0.1h	140kV, 400mA	0.1h	140kV, 300mA	0.1h	120kV, 1mA
CT 铅房	0.1h	140kV, 400mA	0.1h	140kV, 300mA	/	/
排气铅房	1.6h	60kV, 200mA	1.6h	60kV, 200mA	1.6h	60kV, 1mA
老炼铅箱	0.25h	168kV, 2mA	0.25h	168kV, 2mA	0.2h	144kV, 1mA
合计	2.15h	/	2.15h	/	2.0h	/

注：1、于老炼铅箱内测试时，测试电压需高于额定电压的 20%，球管销售给客户单位时，球管额定电压为 140kV 或 120kV；

2、15 个铅房(箱)年出束测试时间总计为 2250h，其中测试铅房(a类)年出束时间为 105h，单个测试铅房(b类)年出束时间为 26.25h，单个 CT 铅房年出束时间为 25h，单个排气铅房年出束时间为 420h，单个老练铅箱年出束时间为 130h；

3、排气铅房内给球管供电的电源电压最高为 60kV。

表 1-3 本项目铅房(箱)基本情况一览表

铅房(箱)	外部尺寸	四周、顶面、防护门	数量	工作场所	备注
测试铅房(a类)	4.8m(长)×3.4m(宽)×2.5m(高)	5mmPb+6mmFe	1	厂房 1 楼 1# 测试区	所有铅房底部未设置铅防护，建设时整个铅房嵌入地下 10mm；排气铅房底部利用楼板进行屏蔽，楼板采用 20cm 混凝土。
测试铅房(b类)	2m(长)×2m(宽)×2.6m(高)	5mmPb+6mmFe	4		
CT 铅房 1	5m(长)×4m(宽)×2.5m(高)	5mmPb+6mmFe	1		
CT 铅房 2、CT 铅房 3	4.8m(长)×4m(宽)×2.5m(高)	5mmPb+6mmFe	2		
CT 铅房 4	3m(长)×3m(宽)	5mmPb+6mmFe	1		

	×2.5m (高)				
排气铅房	3m (长) ×2m (宽) ×2.5m (高)	1mmPb+6mmFe	4	厂房 2 楼 2# 测试区	
老炼铅箱	1.25m (长) ×0.6m (宽) ×0.53m (高)	13mmPb+6mmFe	2		铅箱底部防护为 13mmPb+6mmFe

二、项目选址情况

本项目位于江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢厂房内，公司厂房为地上三层建筑，其东侧隔园区道路为在建厂房，南侧隔园区道路为 8#空置厂房、11#空置厂房及 12#空置厂房，西侧隔园区道路为 9#空置厂房，北侧隔园区道路为在建厂房。本项目地理位置示意图见附图 1，周围环境示意图见附图 2。

公司拟在厂房 1 楼划分 1 个调试区（1#调试区），2 楼划分 1 个调试区（2#调试区），1#调试区东侧为成品仓库、电梯井及园区道路，南侧为园区道路，西侧为总配室及园区道路，北侧为厂房内走道、危废库、化学品库、一般固废、暂存库、来料检验室、预留房间、污水处理间、洁净室、清洗间等，上方为驱动电源区、2#调试区及工序台，下方为土层；2#调试区东侧为工序台、真空机及原料仓库，南侧为室外，西侧为驱动电源区、水闸房及室外，北侧为厂房内走道及无尘间，上方为办公室，下方为 1#调试区。厂房 1 楼~3 楼平面布置示意图见附图 3~附图 5。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内目前皆为在建或空置厂房，无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员、在建厂房的施工人员的流动人员及周围其他公众等，项目选址可行。

三、原有核技术利用项目许可情况

苏州益腾电子科技有限公司尚未开展过核技术利用项目，未取得过辐射安全许可证。本项目属于新建项目，是公司首次开展核技术利用项目。

四、实践正当性

该项目建成后，有利于公司发展，具有良好的社会效益和经济效益。在落实本次环评所要求的辐射防护和辐射安全管理措施后，其获得的利益远大于对环境的影响，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。

五、“三线一单”相符性分析

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）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内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。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图7。

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已经产生的中子流强度 (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射线球管	II	500只/年	E530型	140	400	医用CT球管	测试铅房(a类)、测试铅房(b类)、CT铅房、排气铅房、老炼铅箱	/
2	X射线球管	II	500只/年	E350型	140	300		/	
3	X射线球管	II	50只/年	IS120型	120	1	工业X射线探伤装置用球管	测试铅房(a类)、测试铅房(b类)、排气铅房、老炼铅箱	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	用途	工作场所	操作方式			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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气。
清洗废水（包括不含重金属废水，含重金属废水）	液态	/	/	不外排	不外排	/	暂存于危废库	与有资质单位签订废液处理合同，定期交由有资质单位处理处置。
生活废水	液态	/	/	约 8.4m ³	101 m ³	/	/	经化粪池预处理后接管至昆山开发区琨澄光电水质净化有限公司处理。
生活垃圾	固态	/	/	约 93.8kg	1125kg	/	/	经分类收集后，定期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 年修订本), 国家主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日起实施;</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(修正版), 中华人民共和国主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日发布施行;</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第六号, 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), 国务院令第六百八十二号, 2017 年 10 月 1 日施行;</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令第四百四十九号, 2005 年 12 月 1 日施行; 2019 年修改, 国务院令第七百零九号, 2019 年 3 月 2 日施行;</p> <p>(6)《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 年第六十六号, 2017 年 12 月 5 日起实施;</p> <p>(7)《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》, 国家环境保护总局, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 日发布施行;</p> <p>(8)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部部令第一百十六号, 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(9)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正本), 生态环境部部令第二十号, 2021 年 1 月 8 日起施行;</p> <p>(10)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第一百十八号, 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(11)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修改本), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第二号公告, 2018 年 5 月 1 日起实施;</p> <p>(12)《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</p>
------------------	--

	<p>知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日发布；</p> <p>(13)《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> <p>(14)《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>(15)《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改），国家发展和改革委员会2021年令49号，2021年12月30日起施行；</p> <p>(16)《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10月25日发布；</p> <p>(17)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(18)《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>(19)《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，2019年12月24日印发，2020年1月1日起施行。</p> <p>(20)《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，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(5)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(6)参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p>

	<p>(7) 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014);</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(9) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002)。</p>
其他	<p>附图：</p> <p>(1) 本项目地理位置图；</p> <p>(2) 苏州益腾电子科技有限公司周围环境关系图；</p> <p>(3) 苏州益腾电子科技有限公司 1 楼平面布置示意图；</p> <p>(4) 苏州益腾电子科技有限公司 2 楼平面布置示意图；</p> <p>(5) 苏州益腾电子科技有限公司 3 楼平面布置示意图；</p> <p>(6) 本项目铅房（箱）平面及剖面图；</p> <p>(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>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书；</p> <p>(3) 本项目本底检测报告与公司检测资质；</p> <p>(4) 公司营业执照与房屋租赁合同；</p> <p>(5) 项目备案表；</p> <p>(6) 关于本项目一般项目环评（节选）、批复情况。</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”的要求,以及根据本项目的特点,评价范围确定为本项目生产、使用和销售 X 射线球管项目的屏蔽体边界外周围 50m 范围内区域,评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等,项目选址可行。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

保护目标名称	保护目标所在场所	方位	最近距离	规模
本项目辐射工作人员	1#调试区, 2#调试区	内部	毗邻	9 人
评价范围内公众	10#厂房(非本项目调试区)	四周及上方、下方	毗邻	61 人
	在建厂房	东侧、北侧	30~50m	流动人员,若干
	8#空置厂房、11#空置厂房及 12#空置厂房	南侧	约 20~50m	流动人员,若干
	9#空置厂房	西侧	约 25~50m	流动人员,若干
	园区道路	四周	0~50m	流动人员,若干

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值: ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv ② 任何一年中的有效剂量, 50mSv

公众照射 剂量限值	<p>实践使公众中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：</p> <p>① 年有效剂量，1 mSv；</p> <p>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。</p>
--------------	--

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

二、参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，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；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

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，操作室应避免有用线束照射的方向并与探伤室分开。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 GBZ/T 250。

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 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/周。

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。

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 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外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 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。

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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) 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。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

8.2 探伤机检测

8.2.1 防护性能检测

8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行。

8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

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

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度(TVL)或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度(HVL)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

四、辐射环境评价标准

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 等评价标准：

(一) 辐射剂量率控制水平：本项目测试铅房(箱)四周顶部、底部关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(二) 剂量约束值：本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a ，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

(三) 周剂量当量率：职业人员周剂量当量率不超过 $100\mu\text{Sv}$ ；公众周剂量当量率不超过 $5\mu\text{Sv}$ 。

五、参考资料：

(一) 《辐射防护导论》，方杰主编。

(二)《辐射防护手册(第一分册)》,李德平、潘自强著。

(三)《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。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率(单位:nGy/h)

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
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

(均值 $\pm 3s$) [*]	50.4 ± 21.0	47.1 ± 36.9	89.2 ± 42.0
-----------------------------	-----------------	-----------------	-----------------

注: *测量值已扣除宇宙射线响应值,评价时采用“均值 $\pm 3s$ ”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

苏州益腾电子科技有限公司位于江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢厂房内，公司厂房东侧隔园区道路为在建厂房，南侧隔园区道路为 8#空置厂房、11#空置厂房及 12#空置厂房，西侧隔园区道路为 9#空置厂房，北侧隔园区道路为在建厂房。

公司拟在厂房 1 楼划分 1 个调试区（1#调试区），2 楼划分 1 个调试区（2#调试区），1#调试区东侧为成品仓库、电梯井及园区道路，南侧为园区道路，西侧为总配室及园区道路，北侧为厂房内走道、危废库、化学品库、一般固废、暂存库、来料检验室、预留房间、污水处理间、洁净室、清洗间等，上方为驱动电源区、2#调试区及工序台，下方为土层；2#调试区东侧为工序台、真空机及原料仓库，南侧为室外，西侧为驱动电源区、水闸房及室外，北侧为厂房内走道及无尘间，上方为办公室，下方为 1#调试区。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内目前皆为在建或空置厂房，无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员、在建厂房的施工人员的流动人员及周围其他公众等，项目选址可行。本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1~图 8-11。





图 8-3 厂房 1 楼 1#调试区西侧 (园区道路)



图 8-4 厂房 1 楼 1#调试区北侧(厂房内道路)



图 8-5 厂房 2 楼 2#调试区东侧 (工序台)

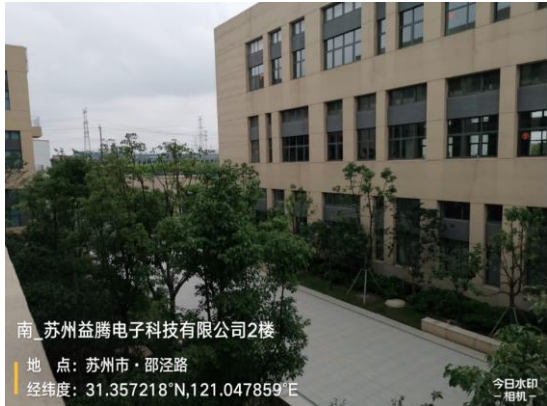


图 8-6 厂房 2 楼 2#调试区南侧 (室外)



图 8-7 厂房 2 楼 2#调试区西侧 (室外)



图 8-8 厂房 2 楼 2#调试区北侧 (无尘间)



苏州益腾电子科技有限公司3楼
地 点：苏州市·邵泾路
经纬度：31.357269°N,121.048068°E



西-苏州益腾电子科技有限公司3楼
地 点：苏州市·邵泾路
经纬度：31.357148°N,121.048068°E

图 8-9 厂房 3 楼（办公室）

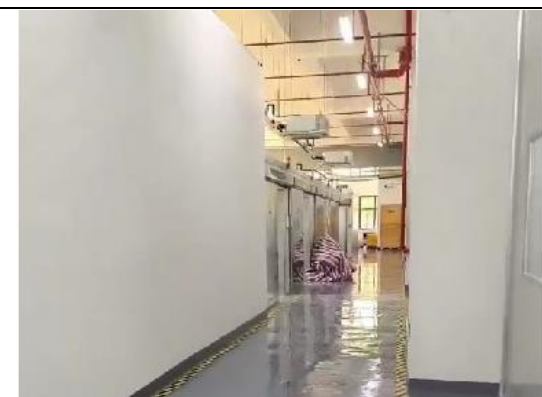


图 8-10 本项目 1#调试区拟建址



图 8-11 本项目 2#调试区拟建址

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 相关方法和要求, 在进行环境现场调查时, 在苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售 X 射线球管项目拟建址周围环境进行布点, 测量辐射现状剂量率, 监测结果见表 8-1, 监测点位示意图见图 8-12。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司。

检测仪器：FH40G+FHZ 672E-10 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-004, 检定有效期：2023 年 2 月 27 日~2024 年 2 月 26 日, 检定单位：江苏省计量科学研究院, 检定证书编号：Y2023-0028357）

能量响应：40keV~4.4MeV

测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

监测日期：2023 年 6 月 13 日

监测因子： γ 辐射剂量率

天气：阴

温度：24℃

湿度：82%

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：检测机构（南京瑞森辐射技术有限公司）已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力，见附件 3。本项目监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《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。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。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），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy。

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合格证书，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行校核、由授权签字人签发。

苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售 X 射线球管项目拟建址周围 γ 辐射剂量率，见下表。

表 8-1 本项目调试区拟建址周围 γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (nGy/h)
1	厂房 1 楼 1#调试区东侧（成品仓）	81
2	厂房 1 楼 1#调试区南侧（园区道路）	70
3	厂房 1 楼 1#调试区西侧（总配室）	78
4	厂房 1 楼 1#调试区北侧（走道）	68
5	厂房 1 楼 1#调试区内部（2#调试区下方）	77

6	厂房1楼1#调试区内部	78
7	厂房1楼1#调试区内部	64
8	1#调试区上方(2#调试区内部)	63
9	厂房2楼2#调试区东侧 (工序台, 1#调试区上方)	77
10	厂房2楼2#调试区南侧(室外)	79
11	厂房2楼2#调试区西侧(驱动电源区)	85
12	厂房2楼2#调试区北侧(走道)	66
13	2#调试区上方(办公室)	68

注：1、测量数据已扣除宇宙射线响应值；
2、厂房1楼下方为土层。

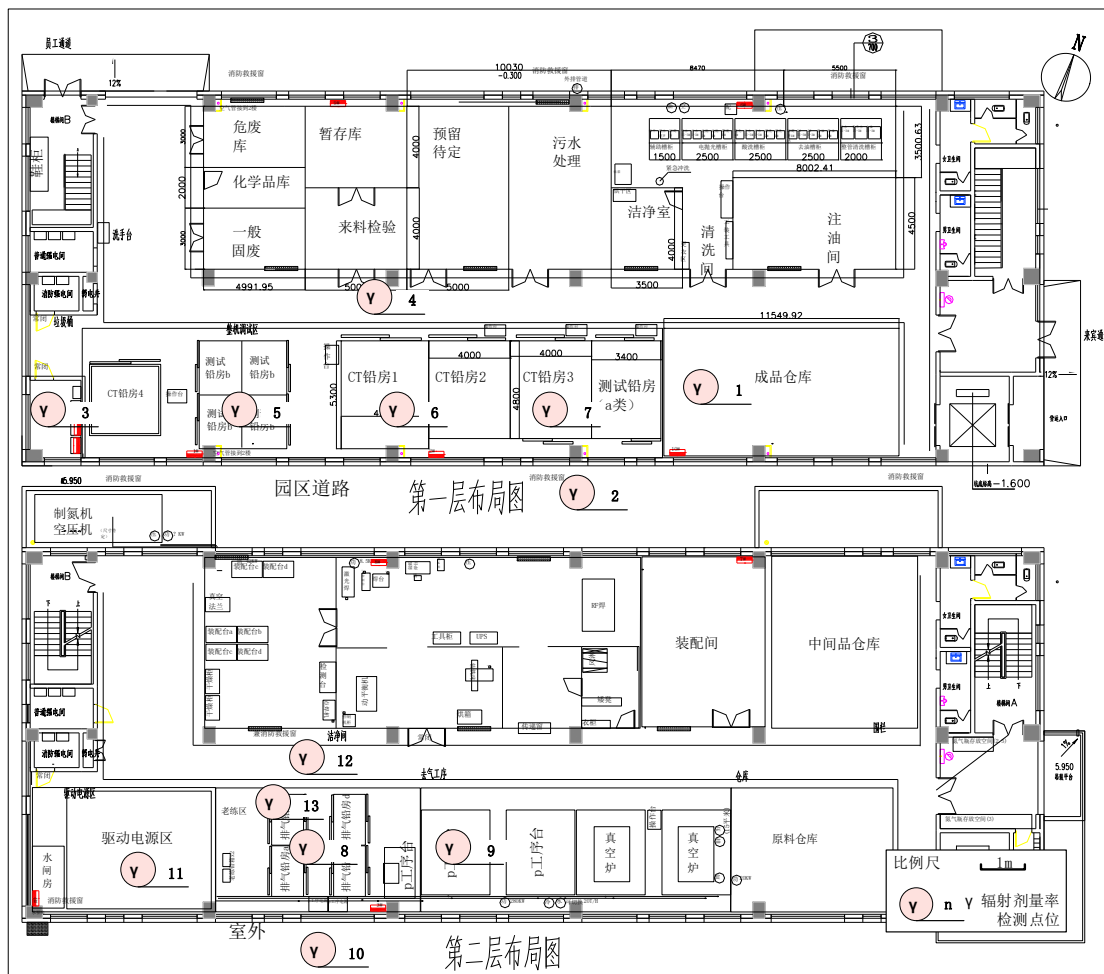


图 8-12 γ 辐射剂量率检测点位

由表 8-1 监测结果可知，苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售 X 射

线球管项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在 63nGy/h~85nGy/h 之间，处于江苏省环境 γ 辐射本底水平涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

因业务发展需要，苏州益腾电子科技有限公司租用昆山莘莘科技发展有限公司位于章基路 135 号科技企业加速器二期的 10 号厂房作为生产用房，拟开展生产、使用、销售 X 射线球管项目。公司计划年生产 X 射线球管 1050 个。X 射线球管由本企业销售给下游单位用于生产医用 CT 整机或工业用 X 射线探伤装置，公司不生产医用 CT 整机或工业用 X 射线探伤装置。

本项目单个 E530 型及 E350 型 X 射线球管生产后，先后经过测试排气铅房、老炼铅箱、测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）及 CT 铅房进行开机测试；单个 IS120 型 X 射线球管先后经过测试排气铅房、老炼铅箱、测试铅房（a 类）及测试铅房（b 类）进行开机测试。X 射线球管于测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）及 CT 铅房中测试时，X 射线球管有外部铅层，铅层厚 3mm，且主射线出束口均会采用 3mm 厚铅板遮挡住出束口，于排气铅房及老炼铅箱中测试时，无外部铅层。

本项目 X 射线球管由金属壳体、轴承组件、管芯组件、靶盘组件等组成，公司进行 X 射线球管生产的材料均从外单位购置进行组装，于铅房（箱）内进行测试，合格后销售给下游单位。

本项目 X 射线球管基本情况见表 9-1，球管在铅房（箱）内测试参数及测试时间见表 9-2。X 射线球管外观示意图见图 9-1，结构示意图见图 9-2，铅房内的 CT 扫描机架外观示意图见图 9-3。

表 9-1 本项目球管基本情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压/kV	最大管电流/mA	工作场所名称	备注
1	E530 型 X 射线球管	500 只/年	140	400	测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）、CT 铅房、排气铅房、老炼铅箱	所有 X 射线球管滤过材料均为 0.5mmAl
2	E350 型 X 射线球管	500 只/年	140	300		
3	IS120 型 X 射线球管	50 只/年	120	1		

表 9-2 本项目单个球管测试时间一览表

铅房（箱）	E530 型 X 射线球管		E350 型 X 射线球管		IS120 型 X 射线球管	
	测试时间	测试参数	测试时间	测试参数	测试时间	测试参数
测试铅房（a 类）	0.1h	140kV, 400mA	0.1h	140kV, 300mA	0.1h	120kV, 1mA
测试铅房（b 类）	0.1h	140kV, 400mA	0.1h	140kV, 300mA	0.1h	120kV, 1mA
CT 铅房	0.1h	140kV, 400mA	0.1h	140kV, 300mA	/	/
排气铅房	1.6h	60kV, 200mA	1.6h	60kV, 200mA	1.6h	60kV, 1mA
老炼铅箱	0.25h	168kV, 2mA	0.25h	168kV, 2mA	0.2h	144kV, 1mA
合计	2.15h	/	2.15h	/	2.0h	/

注：1、于老炼铅箱内测试时，测试电压需高于额定电压的 20%，球管销售给客户单位时，球管额定电压为 140kV 或 120kV；

2、15 个铅房（箱）年出束测试时间总计为 2250h，其中测试铅房（a 类）年出束时间为 105h，单个测试铅房（b 类）年出束时间为 26.25h，单个 CT 铅房年出束时间为 25h，单个排气铅房年出束时间为 420h，单个老练铅箱年出束时间为 130h；

3、排气铅房内给球管供电的电源电压最高为 60kV。



图 9-1 本项目 X 射线球管（外观）

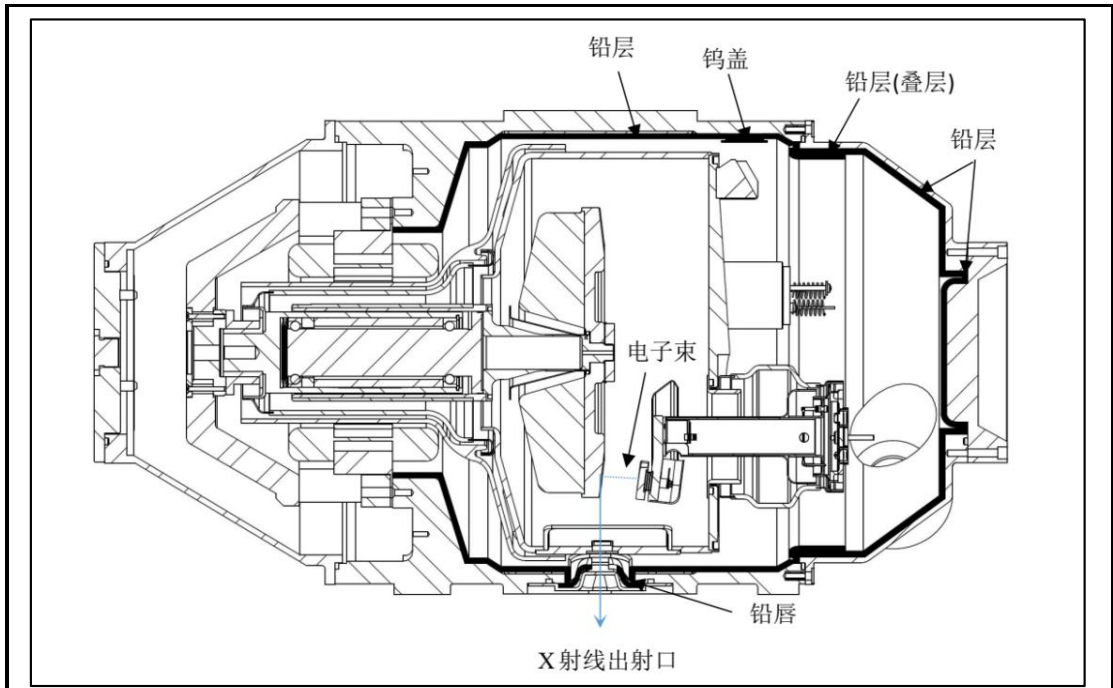


图 9-2 本项目球管结构图

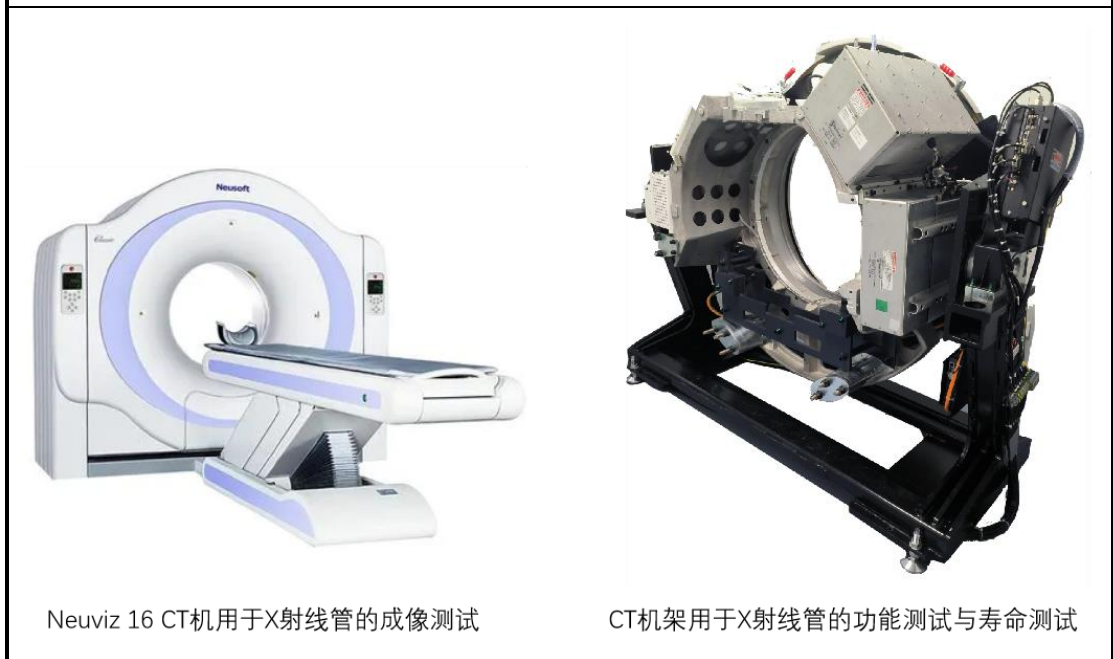


图 9-3 CT 铅房内的 CT 机架外观图

二、工作原理及工作流程

(一) 工作原理

X 射线管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。典型的 X 射线管结构示意图见图 9-4。

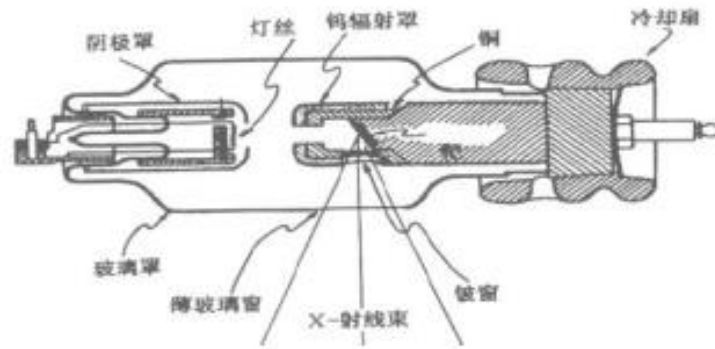


图 9-4 典型 X 射线管结构图

（二）工作流程

1、E530 型及 E350 型 X 射线球管工艺流程及产污环节

本项目 E530 型及 E350 型 X 射线球管在生产组装环节不产生 X 射线，仅在 X 射线球管于各测试铅房内开机测试时产生 X 射线。工作人员将组装好的 X 射线球管管芯先后放入排气铅房及老练铅箱内测试，测试完成后，停止测试，打开防护门取出 X 射线球管管芯。然后将 X 射线球管管芯进行管组件装配，将装配好的 X 射线球管先后放入测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）及 CT 铅房内测试，测试完成后，停止测试，打开防护门取出 X 射线球管，检验产品。最后对客户的辐射工作资质进行审核确认，凭客户单位的相应资质文件出售 X 射线球管。本项目 X 射线球管生产、测试工艺流程如下：

- （1）向外单位购置 X 射线球管的生产、组装材料；
- （2）于清洗间内对购置的管芯等零部件进行去杂质、去油污超声波清洗，保证零部件干净无油；
- （3）于公司厂房 2 楼无尘间内进行管芯组装；
- （4）检查排气铅房的辐射安全设施，确认无误后，将组装好的管芯放入排气铅房内，关闭防护门，进行排气工艺（对排气灯丝通电，同时在阳极靶盘上加正高压（测试工况见表 9-2），排气灯丝发出电子束流轰击靶盘，靶盘被加热后放气，终达到真空度标准），此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物；
- （5）检查老练铅箱的辐射安全设施，确认无误后，将排气完的管芯放入

老炼铅箱内，关闭防护门，进行老炼（将管芯放置于绝缘油箱中，加正负高压，使管芯内部可能存在的微小毛刺在高压（测试工况见表 9-2）下消除，同时对管芯排气结果以及其它部件是否正常进行确认），此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物；

（6）于公司 2 楼装配间内将老炼完的管芯与管套零件组装中整管形成管组件，然后于一层注油间内对管组件内部进行注油处理（通过真空注油机，向管壳中注入 5 升左右绝缘油，并最终使用橡胶圈封闭管口，此过程使用的剩余绝缘油集中收集并委托有资质单位处置）；

（7）整管检验

检查各铅房的辐射安全设施，确认无误后；

①将 X 射线球管放入测试铅房（a 类）内进行漏射线测试及噪音测试，噪音测试时无需出束，漏射线测试过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物；

②将 X 射线球管放入测试铅房（b 类）内进行冷高压测试及焦点测试，此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物；

③将 X 射线球管放入 CT 铅房内进行机架测试，此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物；

（整管检验包括上述漏射线测试，焦点测试，CT 测试等，使用漏射线测试系统、焦点测试系统以及 CT 整机对射线管的各方面性能进行检测。测试期间对射线管加载高压（测试工况见表 9-2），同时利用漏射线检测设备，360°检测是否有射线泄漏及其剂量）

（8）对管组件称重，通过加减配重块保证管组件的重量符合要求，然后确认客户辐射资质后发货。

X 射线球管生产、测试工作流程及产污流程示意图见图 9-5。

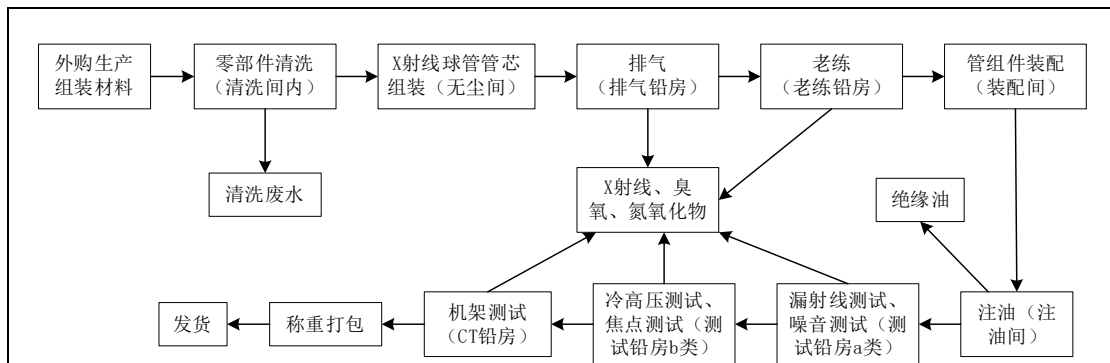


图 9-5 球管生产、测试工作流程及产污流程示意图

2、IS120 型 X 射线球管工艺流程及产污环节

本项目 IS120 型 X 射线球管主要销售给下游客户单位用于生产工业 X 射线探伤装置。IS120 型 X 射线球管在生产组装环节不产生 X 射线，仅在 X 射线球管于各测试铅房内开机测试时产生 X 射线。工作人员将组装好的 X 射线球管管芯先后放入排气铅房及老练铅箱内测试，测试完成后，停止测试，打开防护门取出 X 射线球管管芯。然后将 X 射线球管管芯进行管组件装配，将装配好的 X 射线球管先后放入测试铅房（a 类）及测试铅房（b 类）内测试，测试完成后，停止测试，打开防护门取出 X 射线球管，检验产品。最后对客户的辐射工作资质进行审核确认，凭客户单位的相应资质文件出售 X 射线球管。本项目 X 射线球管生产、测试工艺流程如下：

- (1) 向外单位购置 X 射线球管的生产、组装材料；
- (2) 于清洗间内对购置的管芯等零部件进行去杂质、去油污超声波清洗，保证零部件干净无油；
- (3) 于公司厂房 2 楼无尘间内进行管芯组装；
- (4) 检查排气铅房的辐射安全设施，确认无误后，将组装好的管芯放入排气铅房内，关闭防护门，进行排气工艺（对排气灯丝通电，同时在阳极靶盘上加正高压（60kV，1mA），排气灯丝发出电子束流轰击靶盘，靶盘被加热后放气，终达到真空度标准），此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物；
- (5) 检查老练铅箱的辐射安全设施，确认无误后，将排气完的管芯放入老练铅箱内，关闭防护门，进行老练（将管芯放置于绝缘油箱中，加正负高压（144kV，1mA），使管芯内部可能存在的微小毛刺在高压下消除，同时对管芯

排气结果以及其它部件是否正常进行确认), 此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物;

(6) 于公司 2 楼装配间内将老炼完的管芯与管套零件组装中整管形成管组件, 然后于 1 楼注油间内对管组件内部进行注油处理 (通过真空注油机, 向管壳中注入 5 升左右绝缘油, 并最终使用橡胶圈封闭管口, 此过程使用的剩余绝缘油集中收集并委托有资质单位处置);

(7) 整管检验

检查各铅房的辐射安全设施, 确认无误后;

①将 X 射线球管放入测试铅房 (a 类) 内进行漏射线测试及噪音测试, 噪音测试时无需出束, 漏射线测试过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物;

②将 X 射线球管放入测试铅房 (b 类) 内进行冷高压测试及焦点测试, 此过程会产生 X 射线、少量臭氧及氮氧化物;

(整管检验包括上述漏射线测试, 焦点测试等, 使用漏射线测试系统、焦点测试系统对射线管的各方面性能进行检测。测试期间对射线管加载高压 (140kV, 1mA), 利用漏射线检测设备, 360°检测是否有射线泄漏及其剂量。)

(8) 对管组件称重, 通过加减配重块保证管组件的重量符合要求, 然后确认客户辐射资质后发货。

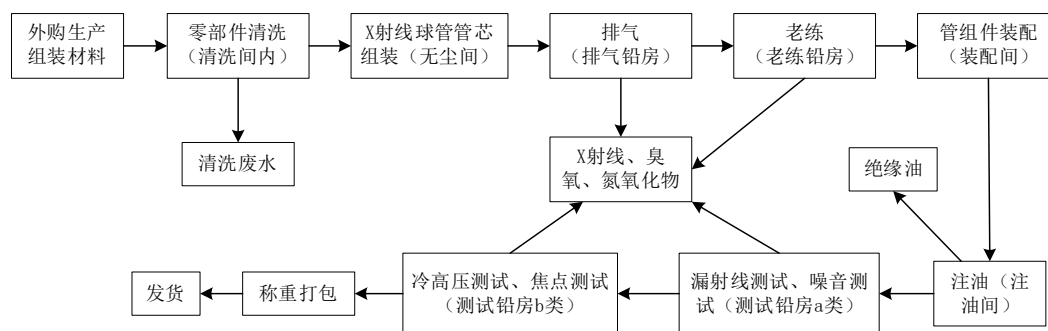


图 9-6 球管生产、测试工作流程及产污流程示意图

本项目拟配备 9 名辐射工作人员, 厂房 1 楼 1#调试区配备 5 名辐射工作人员, 厂房 2 楼 2#调试区配备 4 名辐射工作人员, 1 楼、2 楼的辐射工作人员不交叉工作, 年工作时间 250 天。由于公司前期工作量较小, 调试区内只有部分铅房进行测试工作, 目前配备的工作人员满足现有工作量的需求, 后期随工

作量增加，会增配辐射工作人员。

污染源描述

一、放射性污染（X 射线）

（一）有用线束源项

本项目 E530 型 X 射线球管在同样的铅房（箱）中的测试参数最大，故选取该球管的测试参数进行估算，球管滤过材料均为 0.5mmAl，查《辐射防护导论》附图 3，出束时主线束方向 1m 处剂量率具体见表 9-3，吸收剂量与剂量当量转换系数查《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表 B2。

表 9-3 X 射线球管主线束源项参数表

■	■	■	■	■
■	■	■	■	■
■		■	■	■
■		■	■	■

（二）散射辐射

依据康普顿散射定律计算一次散射线能量 E 与入射的初级 X 射线能量 E₀ 之比 E/E₀=1/[1+E₀ (1-cosθ) /0.511]，本项目球管 X 射线 90° 散射电压见表 9-4。

表 9-4 本项目 X 射线球管散射源项参数表

■	■	■	■
■	■	■	■
	■	■	■
	■	■	■

二、非放射性污染

（一）废气： X 射线球管在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

(二) 固废：主要为本项目工作人员产生的生活垃圾，以 0.5kg/人/天计算，产生生活垃圾约 1125kg/a；

本项目 X 射线球管在生产过程中会产生一般固废(包括不合格品、废部件、废滤芯、废反渗透膜、未沾染危险废物的包装材料)与危险固废(包括含清洗剂废液、酸洗废液、钝化废液、电抛光废液、废离子交换树脂、蒸发浓缩废液、废石英砂、废滤膜、废反渗透膜、废抛光树脂、废矿物油、废活性炭、废溶剂、沾染危险废物的包装材料、废油棉、废耗材)。

(三) 废水：本项目 X 射线球管在生产过程中会产生清洗废水，包括不含重金属废水(去油过程二级逆流冲洗废水、除油清洗超声波清洗废水、除油工序槽体冲洗用水、烘干工段超声波水洗车、烘干工序槽体冲洗用水、维修工段冲洗废水、维修工段超声波水洗车、维修清洗工序槽体冲洗用水、纯水制备浓水、喷淋塔废水)；含重金属废水(酸洗钝化、电抛光过程的二级逆流冲洗废水、酸洗钝化、电抛光过程槽体冲洗废水)；

工作人员产生的生活污水，以 50L/(人·天) 计算，年工作 250 天，本项目拟配备 9 名辐射工作人员，则用水量为 112.5m³/a，排放量以总用水量的 90% 计，产生日常生活污水约为 101 m³/a。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目工作场所布局合理性分析

测试本项目 X 射线球管的场所位于厂房 1 楼、2 楼，厂房为地上 3 层建筑。公司拟在厂房 1 楼划分 1 个调试区（1#调试区），2 楼划分 1 个调试区（2#调试区），1#调试区东侧为成品仓库、电梯井及园区道路，南侧为园区道路，西侧为总配室及园区道路，北侧为厂房内走道、危废库、化学品库、一般固废、暂存库、来料检验室、预留房间、污水处理间、洁净室、清洗间等，上方为驱动电源区、2#调试区及工序台，下方为土层；2#调试区东侧为工序台、真空机及原料仓库，南侧为室外，西侧为驱动电源区、水闸房及室外，北侧为厂房内走道及无尘间，上方为办公室，下方为 1#调试区。公司拟对本项目辐射工作场所进行分区管理，将每个测试铅房（箱）边界设置为控制区边界，在各测试铅房（箱）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测试铅房内；将 1 楼 1#调试区及 2 楼 2#调试区边界设置为监督区边界，在 1#调试区、2#调试区监督区边界设置围栏，围栏处张贴电离辐射警告标志和警告标语，X 射线球管测试时无关人员禁止进入监督区。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。本项目辐射工作场所分区示意图见附图 3~附图 4。

二、辐射防护屏蔽设计

表 10-1 本项目铅房（箱）屏蔽设计参数

铅房（箱）	外部尺寸	四周、顶面、防护门	数量	备注
测试铅房（a 类）	4.8m（长）×3.4m（宽） ×2.5m（高）	5mmPb+6mmFe	1	所有铅房底部未设置铅防护，建设时整个铅房嵌入地下 10mm；排气铅房底部利用楼板进行屏蔽，楼板采用 20cm 混凝土。
测试铅房（b 类）	2m（长）×2m（宽）×2.6m（高）	5mmPb+6mmFe	4	
CT 铅房 1	5m（长）×4m（宽）×2.5m（高）	5mmPb+6mmFe	1	
CT 铅房 2、CT 铅房 3	4.8m（长）×4m（宽） ×2.5m（高）	5mmPb+6mmFe	2	

CT 铅房 4	3m(长)×3m(宽)×2.5m (高)	5mmPb+6mmFe	1	
排气铅房	3m(长)×2m(宽)×2.5m (高)	1mmPb+6mmFe	4	
老炼铅箱	1.25m(长)×0.6m(宽) ×0.53m(高)	13mmPb+6mmFe	2	铅箱底部防护为 13mmPb+6mmFe

三、辐射安全和防护措施

本项目测试铅房体积较大，人员可进入，老练铅箱体积较小，人员不可进入。故为确保辐射安全，苏州益腾电子科技有限公司拟对本项目铅房（箱）设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

（一）各测试铅房（箱）均拟设置门机联锁，即防护门与铅房内的 X 射线球管进行联锁，只有当防护门完全关闭后，才能开启 X 射线球管高压；测试期间防护门意外或强行打开，则立即停止出束。

（二）老练铅箱顶部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯，测试铅房（a类）、测试铅房（b类）、CT 铅房 1~4 及排气铅房顶部、内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X 射线管出束时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近测试铅房或在测试铅房外做不必要的逗留。

“预备”信号应持续足够长的时间，以确保铅房内人员安全离开，“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。

（三）各测试铅房拟设置照射状态指示装置与 X 射线球管进行联锁。

（四）各测试铅房（箱）醒目位置处均拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

（五）各测试铅房（箱）的防护门入口外处明显位置设置固定的醒目、规范的电离辐射警告标志。

（六）铅房内应安装紧急停机按钮或拉绳，铅房（箱）外操作台上拟设置 1 处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。铅房内按钮或拉绳的安装，应使人员处在铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

(七) 拟在 1#、2#调试区边界设置围栏，围栏处张贴电离辐射警告标志，以提醒无关人员不要进入监督区。

(八) 铅房内和铅房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，可监视铅房内人员的活动和测试设备的运行情况。

(九) 对于人员可进入的铅房（包括测试铅房（a类）、测试铅房（b类）、CT铅房 1~4、排气铅房，共计 13 个）应配置固定式场所辐射探测报警装置。在老练铅箱放置处适当位置配置固定式场所辐射探测报警装置。

(十) 各铅房内拟设置紧急开门装置。

由于老练铅箱体积较小，人员不可进入，实际工作中不会出现人员误留在铅箱内部的情况，故结合实际情况，本项目老练铅箱内部无急停按钮、指示灯、紧急开门装置、监视装置等辐射安全设施。

辐射工作场所采用上述辐射安全设计，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关安全设施的要求。

表 10-2 本项目铅房（箱）辐射防护措施一览表

铅房（箱）	辐射防护措施
测试铅房（a类）	1、铅房拟设置门机联锁。
测试铅房（b类）	2、铅房顶部、内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。照射状态指示装置与 X 射线球管进行联锁。
CT 铅房 1~4	3、铅房醒目位置处均拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。
排气铅房	4、铅房的防护门入口外处设置电离辐射警告标志。
	5、铅房内应安装紧急停机按钮或拉绳，铅房外操作台上拟设置 1 处紧急停机按钮。
老练铅箱	6、铅房内和铅房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。
	7、配置固定式场所辐射探测报警装置。
	8、各铅房内拟设置紧急开门装置。
	1、铅箱顶部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯。铅箱醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。
1#、2#调试区	2、铅箱外操作台上拟设置 1 处紧急停机按钮
	3、铅箱的防护门入口外处设置电离辐射警告标志。
	4、铅箱拟设置门机连锁装置。
	5、配置固定式场所辐射探测报警装置。
	拟在边界设置围栏，围栏处张贴电离辐射警告标志。

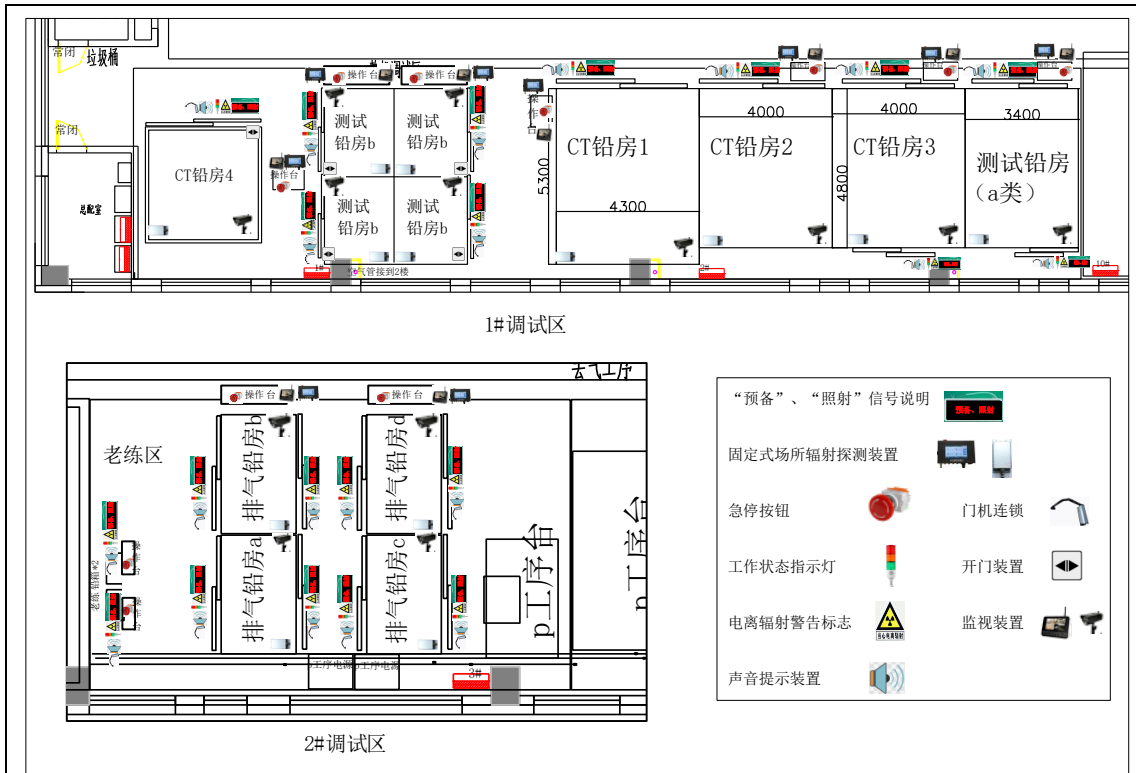


图 10-1 测试铅房（箱）辐射安全设施布设示意图

四、监测仪器和防护用品

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，公司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。

苏州益腾电子科技有限公司目前拟为本项目配备辐射巡测仪（便携式 X-γ 剂量率仪）1 台、个人剂量报警仪 9 台。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。公司定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

三废处理

废气：X 射线球管在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），铅房通风良好，少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排至厂房外部。臭氧在空气中常温下约 50 分钟可自动分解为氧气。

本项目铅房上方设置吹风/吸风机，铅房顶面风道口采用铅防护罩进行屏蔽补偿，铅房所在厂房设置新风系统，可将铅房排出的气体排出厂外。

表 10-3 本项目铅房通风情况一览表

	测试铅房 (a 类)	测试铅房 (b 类)	CT 铅房 1	CT 铅房 2、3	CT 铅房 4	排气铅房
体积	40.8m ³	10.4m ³	50m ³	48m ³	22.5m ³	15m ³
排风量	200m ³ /h	70m ³ /h	200m ³ /h	200m ³ /h	100m ³ /h	70m ³ /h
通风次数	4.9 次/h	6.7 次/h	4.0 次/h	4.2 次/h	4.4 次/h	4.7 次/h

由表 10-3 可知，各测试铅房内的通风均能够满足《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。

本项目老炼铅箱体积较小，且人员无法进入，故未配备机械通风装置，当 X 射线球管于老炼铅箱中测试时，产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过防护门排出，臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气。

固废：本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，定期交由城市环卫部门处理。本项目 X 射线球管在生产过程中产生一般固废与危险固废委托有资质单位处理。

废水：本项目 X 射线球管在生产过程中会产生清洗废水，包括不含重金属废水、含重金属废水。含重金属废水单独收集于重金属废水调节水箱中经离子树脂过滤器预处理后与不含重金属废水合并进入中水回用系统（含石英砂过滤、活性炭过滤、超滤膜过滤、纯水机过滤、抛光树脂过滤）处理后制得的超纯水回用于清洗线及冷却系统，废水处理过程产生的浓水（离子交换树脂再生时的废液、中水回用过程多介质过滤器正反洗废水及一级纯水机浓水）进入蒸发器蒸发处理，蒸发冷凝液返回重金属废水调节水箱再处理，蒸发浓缩废液委托有资质单位处理，生产废水零外排。本项目产生的生活污水经化粪池预处理后接管至昆山开发区琨澄光电水质净化有限公司处理（见附件 6）。

本项目 X 射线球管在生产过程中产生的清洗废水、一般固废与危险固废已在《苏州益腾电子科技有限公司医用 CT 高端 X 射线管研发及产业化项目》中进行评价并取得苏州市生态环境局的批复，见附件 6，故本项目不再进行详细评价。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本次苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售 X 射线球管项目测试铅房在建设过程中，主要是对测试铅房进行固定、安装、组装。铅房建设时将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

一、噪声：整个建筑施工阶段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》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

二、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托由有资质的单位清运，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。

公司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厂区内部，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

对本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法进行分析与评价。根据表 9-2，本次选取球管于各测试铅房（箱）内测试时的参数最大的球管（E530 型 X 射线球管，在对应铅房（箱）中的测试工况分别为 140kV/400mA，60kV/200mA，168kV/2mA）进行保守计算，当该球管在各测试铅房（箱）内以最大工况进行测试，铅房（箱）外参考点剂量满足相关要求时，其他 X 射线球管在铅房（箱）中测试也满足相关要求。

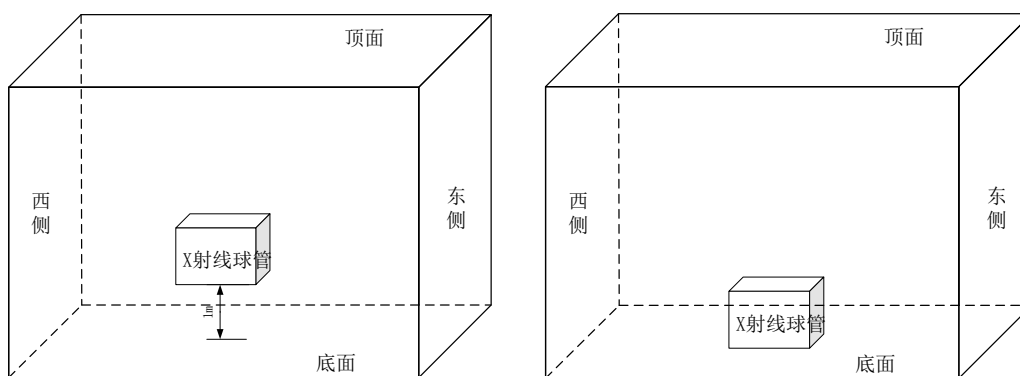
X 射线球管于测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）及 CT 铅房中测试时，X 射线球管有外部铅层，铅层厚 3mm，且主射线出束口均会采用 3mm 厚铅板遮挡住出束口。X 射线球管在排气铅房及老炼铅箱中测试时，无外部铅层。

本项目 1#测试区内的测试铅房（a 类）、测试铅房（b 类）及 CT 铅房均位

于1楼，铅房下方为土层，故不考虑1#测试区内铅房底部辐射环境影响。

(一) 参考点辐射水平估算模式选取

本次评价拟将所有铅房及老炼铅箱四周、顶部、底部及防护门处均保守按照有用线束照射及有用线束照射产生的散射辐射进行计算，泄漏辐射产生的辐射剂量影响很小，故不予计算。球管防护计算参考点位见图11-1，采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的计算公式及相关参数估算铅房表面外30cm处的辐射水平，估算模式如下：



球管位于铅房距底部1m处，四周的正中间位置

球管位于铅箱距底部，四周的正中间位置

图11-1 球管防护计算参考点位

1、有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式11-1计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

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；

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

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，由于GBZ/T 250-2014中无本项目球管对应电压及滤过条件下的 B 值，故按公式11-2计算：

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

TVL —屏蔽材料的十分之一值层，查《辐射安全手册》表6.7，本项目各电压下屏蔽材料的什值层见下表：

表 11-1 本项目各电压下铅、铁及混凝土什值层数值

2、非有用线束

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) 散射辐射

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中： H —关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —X 射线球管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《辐射防护导论》P342 附图 3；

B —屏蔽透射因子；

$F \cdot \alpha / R_0^2$ —根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“B.4.2：当 X 射线探伤装置圆锥中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，4.2.3 式 (9) 的 $F \cdot \alpha / R_0^2$ 因子的值为：60 (150kV) 和 50 (200kV~400kV)”，本项目取 60；

R_s —散射体至关注点的距离，m；

3、估算结果

本项目球管的辐射防护计算参数和计算结果见表 11-2。

(1) 有用线束

表 11-2 本项目 1#调试区（厂房 1 楼）铅房外主束辐射剂量率

测点	测点位置	测点高度	测点方位	测点距离	测点朝向	测点备注	剂量率	剂量率
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
4	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	
		[Redacted]					[Redacted]	

		■	■	■	■	■	■	■	■
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							

注：1、球管位于铅房（箱）东西侧与南北侧中间；
 2、球管在铅房中测试时距底面约 1m；
 3、根据 GBZ 117-2022，本项目是球管测试，不是成品球管，即不属于 X 射线管头组装体，故铅房的所有参考点均按主束线束进行计算。

表 11-3 本项目 2#调试区（厂房 2 楼）铅房（箱）外主束辐射剂量率

		■	■	■	■	■	■	■	■
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							
		■	■	■	■	■	■	■	■
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							
		■							

注：1、球管位于铅房（箱）东西侧与南北侧中间；
 2、球管在铅房中测试时距底面约 1m，在铅箱中测试时球管位于底部；
 3、老练铅箱底部未考虑厂房 2 楼地面 200mm 混凝土的屏蔽；

4、排气铅房内给球管供电的电源电压最高为 60kV。

(2) 散射辐射

表 11-4 本项目铅房（箱）外散射辐射剂量率

铅房（箱）名称	位置	距源距离/m	剂量率/mSv/h	控制区	监督区	剂量率/mSv/h	控制区	监督区
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	

表 11-5 本项目 2#调试区（厂房 2 楼）铅房（箱）外散射辐射剂量率

注：1、老练铅箱底部未考虑厂房 2 楼地面 200mm 混凝土的屏蔽；
 2、排气铅房内给球管供电的电源电压最高为 60kV。

表 11-6 铅房（箱）外辐射剂量率汇总

		█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
█	█	██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
█	█	██████████	█	█	█	█
		█	█	█	█	█
		██████████	█	█	█	█

		■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■

由表 11-6 结果可知，铅房（箱）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.647 μ Sv/h，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”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h”的要求。故本项目 E350 型 X 射线球管、IS120 型 X 射线球管在相应铅房（箱）内测试时也满足上述要求。

本项目各测试铅房顶部屏蔽体上方 30cm 处的剂量率最高为 0.338 μ Sv/h，则穿透屏蔽体顶面后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率远小于 0.338 μ 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/T 250-2014）中的要求。

二、辐射工作人员和公众剂量估算

$$H_c = H_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 11-4}$$

式中： H_c —一年受照剂量，mSv/a；

$H_{c,d}$ —辐射剂量率， μ Sv/h；

T —居留因子，无量纲；

t —一年受照时间；

U —球管向关注点方向照射的使用因子，本项目取 1。

（一）辐射工作人员

本项目辐射工作人员受照剂量估算结果见表 11-7。

表 11-7 各铅房（箱）人员年受照剂量计算结果

铅房（箱）名称	工作人员姓名	受照剂量 (mSv/a)	估算依据	是否超标	备注	其他	其他	其他
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	

据表 11-7 结果，1#调试区内所有铅房内保守计算本项目职业人员所受叠加周剂量率最大约为 1.198 μ Sv，年最大叠加剂量为 0.613mSv，满足 GBZ 117-2022、GBZ/T 250-2014 中职业人员周剂量当量率不超过 100 μ Sv 的要求以及 GB18871-2002 中对职业人员年剂量约束值不超过 5mSv 的要求。

（二）公众叠加年受照剂量估算

本项目在进行球管测试时，1#及 2#调试区（监督区）禁止公众进入，因此公众年有效剂量主要考虑 1#及 2#调试区外的公众人员。本项目周围公众年受照剂量与周受照剂量见表 11-8。

表 11-8 本项目周围 50m 评价范围内环境保护目标处公众年有效剂量与周剂量

████████	████	████	████████	████████	████████	████████
████████	████	██	████	████	████	████
████████	████	██			████	████
████████	████	██			████	████
████████	████	██			████	████
████████	████	██			████	████

注：1) 本项目辐射工作场所内（1#调试区，2#调试区）所有铅房（箱）年受照剂量总计；
2) 本项目辐射工作场所内（1#调试区，2#调试区）所有铅房（箱）周受照剂量总计。

由表 11-8 可知，本项目周围公众年受照剂量与周受照剂量满足 GBZ 117-2022、GBZ/T 250-2014 中公众周剂量当量率不超过 5 μ Sv 的要求及 GB18871-2002 中对公众年剂量约束值不超过 0.1mSv 的要求。

（三）销售过程环境影响评价

本项目销售过程中 X 射线球管不会通电，不构成辐射源，销售过程也不会产生废气、废液以及固体废物等，对环境无影响。但是本项目在销售过程中，需严格按照国家有关规定做好以下安全管理工作：

- 1、对客户的辐射工作资质进行审核确认，凭客户单位的相应资质文件出售 X 射线球管。
- 2、认真执行销售台账登记制度，记载销售 X 射线球管的时间、合同号、名称、型号、类别、销售数量、使用单位名称、记录人等事项。

（四）销售后客户单位调试情况评价

本项目辐射工作人员到客户单位现场安装、调试，该过程开机出束时间一般是几秒钟，最长不超过 5 分钟，经过现场医用 CT 机房与工业探伤屏蔽体屏蔽后，本项目辐射工作人员受到的辐射剂量较小，满足相关标准要求。

由于其实际工作中射线装置曝光及操作时间的不确定性，辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测才能准确的测定其受照剂量的大小，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求进行佩戴，公司应加强对辐射工作人员的个人剂量监测管理，在日常检测中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、卫生健康部门调查处理。

综上所述，本项目所用铅房（箱）辐射防护能够满足《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剂量约束值的要求（职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a）。

三、三废影响分析

废气：X 射线球管在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排至厂房外部。臭氧在空气中约 50 分钟可自动分解为氧气，对环境影响较小。

固废：本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，定期交由城市环卫部门处理。X 射线球管在生产过程中产生一般固废与危险固废委托有资质单位处理。对环境影响较小。

废水：本项目 X 射线球管在生产过程中会产生清洗废水，拟委托有资质的单位进行处理处置。工作人员产生的生活污水排入城市污水管网。对环境影响较小。

事故影响分析

一、潜在事故分析

X 射线球管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：

（一）由于安全联锁装置失灵，X 射线球管在测试时铅房（箱）防护门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

（二）X 射线球管测试时误照。X 射线球管在测试过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

（三）由于门机联锁失效，检测装置在测试时，人员误开防护门，导致受到额外的照射。

（四）人员在客户现场调试时，由本项目 X 射线球管组成的成品设备所在屏蔽体的安全联锁装置失灵，或者误开机使人员受到照射。

二、辐射事故预防措施

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：

（一）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。

（二）严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。在进行 X 射线球管测试前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机测试。

（三）辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

（四）X 射线球管出束前，检查确认客户现场各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机测试。

三、辐射事故处置方法

苏州益腾电子科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

在发生事故后：

（一）辐射工作人员或操作人员应第一时间关停 X 射线球管的高电压，停止 X 射线球管的出束，然后启动应急预案；

（二）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（三）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目涉及的 X 射线球管及测试铅房（箱）参照 II 类射线装置进行评价，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，单位应当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，并对辐射防护负责人进行辐射安全培训。

苏州益腾电子科技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。公司应根据本次生产、使用和销售 X 射线球管项目制订相关文件，明确公司相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。本项目辐射项目的管理人员及辐射工作人员可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，辐射安全管理人员应参加“辐射安全管理”辐射防护上岗考核，操作人员参加“X 射线探伤”类辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

辐射安全管理规章制度

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》的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。公司应根据本项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、操作规程：针对本项目 X 射线球管制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

二、岗位职责：明确与本次内容相关的管理人员、射线装置操作人员、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。

三、辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责实时本项目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、仪器进行检查。

四、设备维修制度：明确 X 射线球管和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常新建过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线装置、安全措施（警告标志、工作状态指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

五、人员培训计划和健康管理制：明确本项目的培训对象、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。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射工作人员均须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并通过考核。公司应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

六、监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保 II 类射线装置的辐射安全，该单位应制定监测方案，重点是：

（一）明确监测项目和频次；

（二）辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中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、卫生健康部门调查处理；

（三）公司应当按照有关标准、规范的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，发现异常情况的，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行政主管部门报告；

(四)委托有资质监测单位对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

根据辐射管理要求，公司拟配备辐射巡测仪1台，个人剂量报警仪9台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

一、个人剂量监测

所有辐射工作人员配备个人剂量计，开展辐射工作时随身佩戴，定期（每3个月）委托有资质单位开展个人外照射剂量监测。每个铅房（箱）开机时，需保证至少2名辐射工作人员在现场，现场配备9台移动式报警仪。公司为本项目辐射工作人员计划开展个人剂量监测和职业健康监护，并建立完整的个人剂量监测和职业健康监护档案。

二、环境监测

公司每年委托有资质单位对球管测试时环境辐射水平进行年度监测。公司定期自我进行环境水平检测，并保留记录。若在检测时发现异常情况，立即采取应急措施，并在1小时之内向县（市、区）或者设置区的市环境行政主管部门报告。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- 一、应急机构和职责分工；
- 二、应急的具体人员和联系电话；
- 三、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；
- 四、辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- 五、辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《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》（原国家环保总局，环发〔2006〕145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立

即启动事故应急预案，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境行政主管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行政主管部门报告；并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境行政主管部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政主管部门报告。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

公司现租用昆山莘莘科技发展有限公司位于章基路 135 号科技企业加速器二期的 10 号厂房作为生产用房及办公区，拟开展生产、使用、销售 X 射线球管项目。X 射线球管在测试铅房（箱）出束测试，参照 II 类射线装置进行评价。

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的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，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。

本项目建成投运后，将有利于公司发展，增加经济效益，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修正），本项目不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

二、选址合理性

苏州益腾电子科技有限公司位于江苏省昆山市开发区章基路 135 号 010 幢厂房内，公司厂房东侧隔园区道路为在建厂房，南侧隔园区道路为 8#空置厂房、11#空置厂房及 12#空置厂房，西侧隔园区道路为 9#空置厂房，北侧隔园区道路为在建厂房。

公司拟在厂房 1 楼划分 1 个调试区（1#调试区），2 楼划分 1 个调试区（2#调试区），1#调试区东侧为成品仓库、电梯井及园区道路，南侧为园区道路，西侧为总配室及园区道路，北侧为厂房内走道、危废库、化学品库、一般固废、暂存库、来料检验室、预留房间、污水处理间、洁净室、清洗间等，上方为驱动电源区、2#调试区及工序台，下方为土层；2#调试区东侧为工序台、真空机及原料仓库，南侧为室外，西侧为驱动电源区、水闸房及室外，北侧为厂房内走道及无尘间，上方为办公室，下方为 1#调试区。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等，项目选址可行。

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）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内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。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目测试铅房（箱）与操作位分开，区域划分明确，选址及布局合理。

三、辐射环境现状

本项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在 63nGy/h~85nGy/h 之间，与江苏省环境 γ 辐射水平调查结果相比较，未见异常。

四、环境影响评价

根据理论估算结果，苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售 X 射线球管项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目投入运行后：

辐射防护影响预测：本项目测试铅房（箱）的周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的相关要求。

剂量约束值：本项目辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对本项目职业人员和公众剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

五、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

本项目各测试铅房均拟设置门机联锁；老炼铅箱顶部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯，测试铅房（a类）、测试铅房（b类）、CT铅房及排气铅房顶部、内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；各测试铅房拟设置照射状态指示装置与X射线球管进行联锁；各测试铅房醒目位置处均拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；各测试铅房的防护门入口外处明显位置设置固定的醒目、规范的电离辐射警告标志；测试铅房外操作台上拟设置1处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；拟在1#、2#调试区边界设置围栏，围栏处张贴电离辐射警告标志。铅房内和铅房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；铅房应配置固定式场所辐射探测报警装置。上述安全设施满足参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中有关门机联锁、急停开关、安全警示标识等安全措施要求。

X射线球管在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排至厂房外部。臭氧在空气中约50分钟可自动分解为氧气；本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，定期交由城市环卫部门处理，本项目X射线球管在生产过程中产生一般固废与危险固废委托有资质单位处理；本项目X射线球管在生产过程中产生的清洗废水拟委托有资质的单位进行处理处置，工作人员产生的生活污水，通过生活污水管网排入园区污水处理厂，对环境影响较小。

六、辐射安全管理评价

苏州益腾电子科技有限公司应按规定成立辐射安全管理机构，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。公司拟将本项目纳入公司的辐射日常管理工作，并针对本项目具体情况对各管理制度进行修订完善。公司还应在以后的实际工作中持续对各管理制度进行补充和完善。

苏州益腾电子科技有限公司拟为本项目配置9名辐射工作人员，公司需为辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂

量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。苏州益腾电子科技有限公司拟配备辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 9 台。

综上所述，苏州益腾电子科技有限公司生产、使用和销售 X 射线球管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，从环境保护角度论证，本项目的建设 and 运行是可行的。

建议与承诺

一、该项目运行中，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。

二、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

三、公司取得本项目环评批复，生产、使用和销售 X 射线球管项目在建设完成投入使用前，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作。在 3 个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

辐射污染防治“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，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司已设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》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目铅房（箱）四周、防护门及顶部均采用铅板和钢板进行屏蔽，具体屏蔽设计参数见表10-1。	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剂量约束值要求。	268
	各测试铅房均拟设置门机连锁；老练铅箱顶部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯，测试铅房（a类）、测试铅房（b类）、CT铅房及排气铅房顶部、内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；各测试铅房拟设置照射状态指示装置与X射线球管进行连锁；各测试铅房醒目位置处均拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；各测试铅房的防护门入口外处明显位置设置固定的醒目、规范的电离辐射警告标志；铅房内安装紧急停机按钮或拉绳，操作台上拟设置1处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；拟在1#、2#调试区边界设置围栏，围栏处张贴电离辐射警告标志；铅房内和铅房出入口应安装监视装置；铅房应配置固定式场所辐射探测报警装置。老练铅箱放置处适当位置与铅房内应配置固定式场所辐射探测报警装置。	参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）满足其相关要求。	
人员配备	本项目9名辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	2
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案。		

监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪 1 台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	10
	拟配备个人剂量报警仪 9 台。		
	拟配置 14 套固定式场所辐射探测报警装置		
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	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》有关要求。	/
总计	/	/	280

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

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