

核技术利用建设项目  
生产、销售、使用 II 类射线装置项目  
环境影响报告表

俐玛光电科技（北京）有限公司

2026 年 5 月



环境保护部监制

核技术利用建设项目

生产、销售、使用 II 类射线装置项目  
环境影响报告表

建设单位名称：俐玛光电科技（北京）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）

通讯地址：北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院

邮政编码：100094

联系人：邹玮

电子邮箱：zouwei@roymatek.com

联系电话：1861828948



## 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.....	8
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.....	12
表 8	环境质量和辐射现状.....	16
表 9	项目工程分析与源项.....	20
表 10	辐射安全与防护.....	30
表 11	环境影响分析.....	41
表 12	辐射安全管理.....	57
表 13	结论与建议.....	61
表 14	审批.....	63

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		生产、销售、使用 II 类射线装置项目			
建设单位		俐玛光电科技（北京）有限公司			
法人代表	张超	联系人	邹玮	联系电话	
注册地址		北京市北京经济技术开发区凉水河一街2号院1号楼一层101室			
项目建设地点		北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼一层			
立项审批部门		无	批准文号	无	
建设项目总投资（万元）	300	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资）	6.7%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m <sup>2</sup> ）	61.88
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input 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					
<p><b>1.1 单位概况</b></p> <p>俐玛光电科技（北京）有限公司（简称“俐玛光电”或者“公司”）成立于 2020 年 8 月，位于北京经济技术开发区，是开发区重点引进的高科技企业。公司专注于 X 射线智能三维 CT 测量设备的研发、生产与销售，并为客户提供定制化的产品检测解决方案，是国内首家将智能三维 CT 设备研制与可靠性检测服务相结合的终端服务商。</p> <p>目前，公司在北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院一层 101 室设有生产与办公场地，租赁厂房面积 2100 平方米，为产品试制提供了充足的空间保障。</p> <p>俐玛光电致力于 X 射线无损检测技术研究，掌握二维 X-ray、三维 CT 检测与分析设备集成等前沿核心技术。依托多年技术积累，公司成立俐玛研究</p>					

院，核心研发团队成员毕业于清华大学、中国科学技术大学、首都师范大学等知名高校。现有员工 50 余人，其中研发人员 20 余人，均具备多年行业经验与技术积淀。公司与国内多所高校及科研院所建立长期战略合作关系，持续推动技术创新。

截至目前，公司累计申请专利 45 项（含发明专利 15 项），已授权专利 42 项（含发明专利 13 项），并获得软件著作权 28 项。公司已获评国家高新技术企业、北京市专精特新中小企业、北京市知识产权试点单位、北京市新技术新产品等荣誉，并在 HICOOL 2023 全球创业大赛中荣获三等奖。检测中心通过国军标武器装备质量管理体系认证，并具备中国合格评定国家认可委员会实验室（CNAS）资质。

## 1.2 核技术利用及辐射安全管理现状

### 1.2.1 核技术利用现状

俐玛光电现持有辐射安全许可证（京环辐证[S0214]，有效期至 2028 年 3 月 20 日），许可的种类和范围是销售 II 类、III 类射线装置，已许可的射线装置销售明细见表 1-1。

表 1-1 俐玛光电已许可销售的射线装置情况

序号	设备名称	类别	数量（台/年）	活动种类
1	全自动 X 光在线检测仪 LVX1850	III 类	50	销售
2	平面 CT 检测装置 RMCT3000	II 类	20	销售
3	高性能显微 CT 检测装置 RMCT4000	II 类	20	销售
4	高性能显微 CT 检测装置 RMCT4000-S	II 类	20	销售
5	高性能显微 CT 检测装置 RMCT4000-M	II 类	20	销售
6	平板 CT 检测装置 RMCT5000	II 类	20	销售
7	高能工业 CT 检测装置 RMCT6000	II 类	20	销售
8	高能工业 CT 检测装置 RMCT600D	II 类	20	销售
9	卧式 CT 检测装置	II 类	20	销售

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

俐玛光电近五年内未办理过的辐射类环境影响报告表（书）类环评项目。

### 1.2.3 辐射安全管理情况

### 1.2.3.1 辐射管理机构基本情况

为了加强对辐射安全和防护管理工作，促进放射性同位素和射线装置的安全使用，公司专门成立了辐射防护领导小组，由公司副总经理孙晓涛担任组长，研发部经理杨依璇担任副组长并任辐射安全专职人员，销售人员担任组员。辐射防护领导小组成员名单见表 1-4。

表 1-4 辐射安全与防护管理领导小组

机构名称	辐射安全防护领导小组			
人员类别	姓名	性别	职务或职称	专/兼职
组长	孙晓涛	男	副总经理	兼职
副组长	杨依璇	女	研发部经理	专职
成员	岳强	男	销售	兼职

### 1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

公司结合实际情况，已制定了一套相对完善的管理制度和操作规程，包括《总纲》《辐射安全管理体系和岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《销售射线装置的操作规程》《人员培训制度》《台账管理制度》《个人剂量监测及健康档案管理制度》《辐射事故应急预案》等，并严格按照规章制度执行。

### 1.2.3.3 工作人员考核情况

公司制定了辐射工作人员培训考核计划。目前，公司从事辐射相关工作人员全员 5 人参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核。

今后，公司将按照生态环境部 2019 年第 57 号公告、2021 年第 9 号公告要求，辐射工作人员每 5 年参加一次辐射安全防护考核，考核通过后方可上岗。

### 1.2.3.4 个人剂量监测

公司所有从事辐射工作的销售人员均佩戴 TLD 个人剂量计，每季度监测一次，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案，并于每年 5 月 31 日前将上一年度全体辐射工作人员的个人剂量监测数据上报至全国核技术利用辐射安全申报系统中。

目前，个人剂量监测工作已委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司承担，监测频度为每 3 个月检测一次。2025 年全院年度个人剂量监测结果最大值为

0.144mSv，低于单位剂量管理目标值 2mSv。

### 1.2.3.5 辐射事故应急管理

公司依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，制定了关于本单位辐射项目的辐射事故（件）应急预案，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 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。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。医院将每年至少组织一次应急演练。

### 1.2.3.6 其他情况

公司较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据法律法规每年对本单位同位素和射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，目前已编写上报了 2025 年度评估报告。

俐玛光电现持有辐射安全许可证，许可销售 II 类、III 类射线装置。

## 1.2 项目情况、目的和任务的由来

### 1.2.1 项目情况

俐玛光电自主研发的高精度智能三维 CT 测量设备，核心技术完全自主可控，性能达到国内领先、国际先进水平，可突破欧美企业在工业 CT 领域的技术封锁。该设备支持空间分辨率优于  $0.5 \mu\text{m}$ ，能够对复杂结构与多种材质进行无损检测与评价、失效与材料分析、尺寸与壁厚测量、逆向工程等，广泛应用于新能源电池、汽车、半导体、电子制造、航空航天、医疗器械、轨道交通等领域，是工业质量管控的重要核心设备。

同时部分生产芯片、集成电路、电阻、电容、分立器件的企业为节约生产成本，生产出来的产品委托有工业 CT 设备的机构对其产品进行质量检测。为满足市场需求并推动产业化，俐玛光电在北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼一层建设智能三维 CT 测量高端设备研发生产基地及检测中心。

计划建设一间 CT 生产间，一间 CT 测试间。CT 生产间用于生产 CT 设备并进行调试工作，CT 测试间固定使用一台工业 CT 用于提供第三方检测服务。本项目的建成将在多个领域关键技术上实现进口替代，不仅满足国防工业自主可控需求，也将推动高端民用产品的国产化进程，为国家战略和产业升级提供坚实支撑。本项目射线装置情况见表 1-1。

**表 1-1 本项目射线装置情况表**

工作场所	设备名称	型号	参数 kV/mA	类别	数量	活动种类
CT生产间	桌面工业CT检测装置	RMCT1000	130kV/0.8mA	II类	1台/年	生产、销售
	显微工业CT检测装置	RMCT2000	225kV/3mA	II类	1台/年	生产、销售
	平面CT	RMX3000	160kV/0.5mA	II类	1台/年	生产、销售
	高性能显微CT检测装置	RMCT4000	300kV/1.3mA	II类	1台/年	生产、销售
CT测试间	平面CT	RMX3000	160kV/0.5mA	II类	1台	使用

**1.2.2 目的和任务的由来**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》相关规定，本项目生产、销售、使用的 CT 装置均属 II 类射线装置，应当进行环境影响评价，编制环境影响报告表，因此，受俐玛光电科技（北京）有限公司的委托，对该项目进行环境影响进行评价。接到委托后，环评编制单位组织相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，并最终编制完成本项目的辐射环境影响报告表。

**1.2.3 项目的正当性和必要性**

本项目计划生产、销售、使用的工业 CT，在京东方、新大洲本田、OPPO 等龙头企业的实际应用中，俐玛设备表现稳定，检测精度高于国外同类产品，且成本更具优势，有效解决客户在自动化生产和检测效率上的痛点，并降低因依赖进口设备而带来的信息安全隐患，实现关键技术的自主可控。将在多个领域关键技术上实现进口替代，不仅满足国防工业自主可控需求，也将推动高端

民用产品的国产化进程，为国家战略和产业升级提供坚实支撑。通过该设备获得的利益远超过其可能产生的辐射危害。因此，本项目的建设符合核技术应用实践正当性的原则要求。

#### **1.2.4 本项目产业政策符合性及实践正当性**

工业 CT 属于 II 类射线装置，归入《产业结构调整指导目录（2024 年）》中第三十一项第 1 条“质量认证和检验检测服务”类别，系国家支持和鼓励发展的产业。

此外，本项目未列入《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022 年版）》中的禁止和限制项目范围。因此，本项目的建设完全符合国家及地方的相关产业政策要求。

#### **1.2.5 开展新项目的技术能力**

**（1）人员配备：**公司为本项目拟新增 4 名辐射工作人员，4 名人员均可独立完成生产及第三方检测服务。

**（2）检测仪器配备：**本项目实施后，将配备 1 台辐射防护监测仪,用于开展自行监测，同时在 CT 测试间和 CT 生产间分别配备 1 台固定式剂量报警仪。

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国家标准《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	桌面工业CT检测装置	II类	1	RMCT1000	130kV	0.8mA	产品检测	CT生产间	生产、销售
2	显微工业CT检测装置	II类	1	RMCT2000	225kV	3mA	产品检测	CT生产间	生产、销售
3	平面CT	II类	1	RMX3000	160kV	0.5mA	产品检测	CT生产间	生产、销售
4	高性能显微CT检测装置	II类	1	RMCT4000	300kV	1.3mA	产品检测	CT生产间	生产、销售
5	平面CT	II类	1	RMX3000	160kV	0.5mA	产品检测	CT测试间	使用

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日。</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日。</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日。</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日。</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日。</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日。</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 4 月 18 日。</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生计生委公告第 66 号，2017 年 12 月 5 日。</p> <p>(10) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日。</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 9 号，2019 年 11 月 1 日。</p> <p>(12) 《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，原北京市环境保护局文件，京环发〔2011〕347 号。</p> <p>(13) 北京市生态环境局公告 2022 年第 4 号关于发布《〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉北京市实施细化规定(2022 年本)》的通告，2022 年第 4 号，2022 年 4 月 1 日起实施；</p> <p>(14) 《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，2019 年 12 月 23 日起施行；</p> <p>(15) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 年</p>
------	--

	<p>2月；</p> <p>(16) 《北京市生态环境局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作通知》，京环办[2018]24号，2018年1月25日。</p>
<b>技术标准</b>	<p>(1) 《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），环境保护部。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>(6) 《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>(8) 《工作场所中有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）</p> <p>(9) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）</p>
<b>其他</b>	<p>(1) 《辐射防护手册 第三分册辐射安全》（李德平编）</p> <p>(2) 俐玛光电科技（北京）有限公司提供的建筑结构设计图以及与建设项目相关的其他技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

## 7.1 评价范围

### 7.1.1 评价内容

本项目为在北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼一层开展生产、销售、使用工业 CT 项目。

### 7.1.2 关注问题

- (1) 屏蔽防护是否满足国家相关标准的要求。
- (2) 辐射安全管理情况及污染防治措施是否满足使用射线装置的要求。

### 7.1.3 评价因子

主要为 X 射线。

### 7.1.4 评价范围

按照《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)的规定,并结合该项目辐射为能量流污染的特征,根据能量流的传播与距离相关的特性,确定本项目评价范围为高性能显微 CT 检测装置屏蔽体外周围 50m 区域。

## 7.2 环境保护目标

本项目位于北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼 1 层,该楼共 10 层,地上 9 层,地下 1 层。楼的东侧紧邻院内道路,再往东为博兴三路,南侧外紧邻院内道路,再往南为凉水河二街,西侧紧邻院内道路,再往西为中奥科技大厦、北京德昇亦庄数据中心,北侧紧邻为院内道路,再往北为凉水河一街。

本项目拟建设 1 间 CT 生产间和 1 间 CT 测试间,两房间均位于 1 号楼 1 层西北侧。CT 生产间西侧为室外绿化带,北侧为 CT 测试间和老化准备间,东侧为老化间、环境检测间,南侧为室外装卸区通道,上方为质检部存货区和办公室,下方为空置库房;CT 测试间西侧和北侧紧邻均为绿化带、院内道路,南侧为 CT 生产间,东侧为老化准备间,上方为质检部存货区,下方为空置库房。根据项目特点及周围毗邻关系,确定主要环境保护目标为该单位从事本项目射线装置操作的辐射工作人员、机房周围其他公众成员,详见表 7-1,周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1,CT 测试间和 CT 生产间周围毗邻关系见图 7-



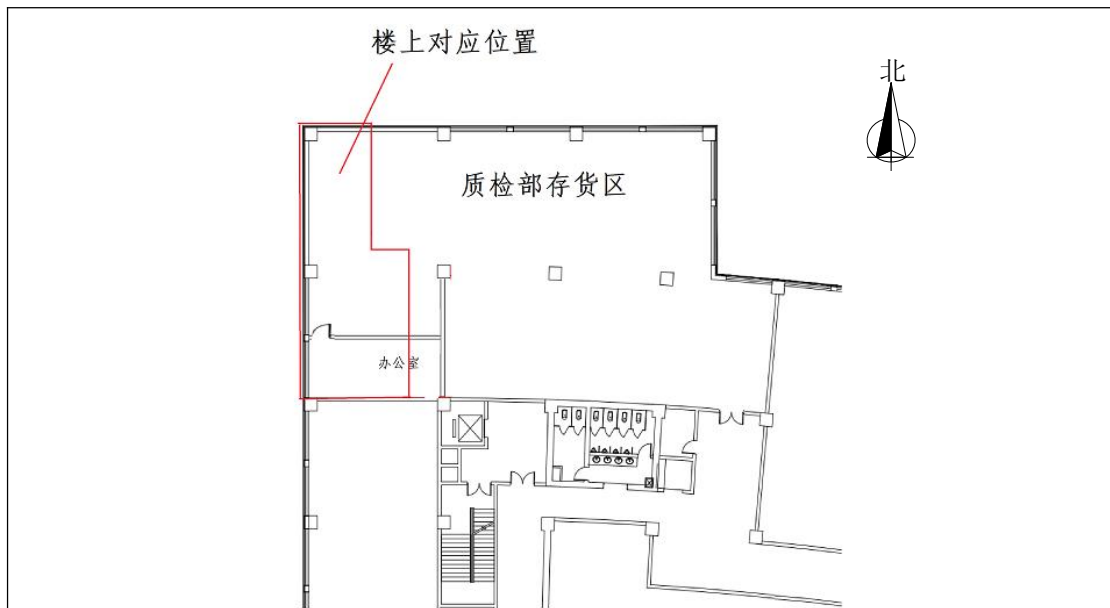


图 7-3 CT 测试间和 CT 生产间楼上对应位置示意图

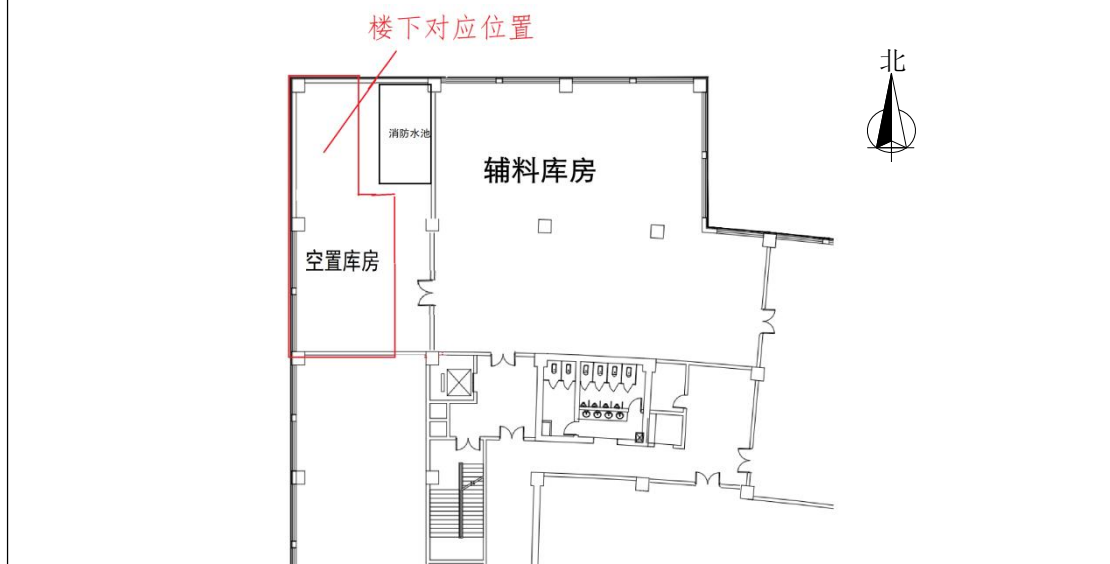


图 7-4 CT 测试间和 CT 生产间楼下对应位置示意图

表 7-1 本项目场所周围 50m 范围内主要保护目标

项目	保护目标	距离 (m)	常居留人数	方位	周围 50m 范围内主要场所
CT 测试间	公众	0-40	1-5	西侧	绿化带、道路
	公众	40-50	1-10	西侧	北京德昇亦庄数据中心、中奥科技大厦
	公众	0-20	1-5	北侧	绿化带、道路
	公众	20-50	1-5	北侧	凉水河一街

	公众	0-22	3-10	东侧	老化准备间、pind 检测间、振动检测间、加压、粗检测间
	公众	23-50	1-5	东侧	室外绿化带、院内道路
	工作人员	0-8	1-4	南侧	CT 生产间
	公众	8-38	1-5	南侧	室外装卸区通道
	公众	38-50	1-3	南侧	芯片车间
CT 生产间	公众	0-40	1-5	西侧	绿化带、道路
	公众	40-50	1-10	西侧	北京德昇亦庄数据中心、中奥科技大厦
	公众	0-8	1-5	北侧	CT 测试间
	公众	8-50	1-5	北侧	绿化带、院内道路、凉水河一街
	公众	0-50	3-10	东侧	老化间、环境检测间、出库间、库房
	公众	0-30	1-3	南侧	室外装卸区通道
	公众	30-50	1-5	南侧	芯片车间

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值及剂量约束值

##### 7.3.1.1 基本剂量限值

电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）规定的剂量限值列于表 7-2。

表 7-2 个人剂量限值（GB18871-2002）

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续五年平均有效剂量 20mSv，且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv；但连续五年平均值不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv

GB18871-2002 还规定了年剂量约束值，按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。

##### 7.3.1.2 剂量约束值

该项目公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

##### 7.3.1.3 剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目设备屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 地理位置和场所位置

#### 8.1.1 地理位置

本项目位于北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼 1 层，楼的东侧紧邻院内道路，再往东为博兴三路，南侧外紧邻院内道路，再往南为凉水河二街，西侧紧邻院内道路，再往西为中奥科技大厦、北京德昇亦庄数据中心，北侧紧邻为院内道路，再往北为凉水河一街。地理位置见附图 1 所示。

#### 8.1.2 场所位置

本项目拟建设 1 间 CT 生产间和 1 间 CT 测试间，两房间均位于 1 号楼 1 层西北侧。CT 生产间西侧为室外绿化带，北侧为 CT 测试间和老化准备间，东侧为老化间、环境检测间，南侧为室外装卸区通道，上方为质检部存货区和办公室，下方为空置库房；CT 测试间西侧和北侧紧邻均为绿化带、院内道路，南侧为 CT 生产间，东侧为老化准备间，上方为质检部存货区，下方为空置库房。1 号楼平面布局见附图 2，房间布局见附图 3。

### 8.2 辐射环境现状监测

#### 8.2.1 监测内容

环境地表  $\gamma$  辐射剂量率。

#### 8.2.2 监测对象及点位布设

监测对象：本次监测针对拟建场址所在区域及周边进行环境辐射现状监测。

监测点位：本次监测对拟建场址所在区域及周边进行环境地表  $\gamma$  辐射监测，监测点位布设见图 8-1。

#### 8.2.3 监测仪器及方法

##### (1) 监测设备

本次监测采用的监测设备见表 8-1。

表 8-1 监测设备及性能指标

仪器名称	型号/编号	检定证书、检定日期	主要技术性能指标
辐射剂量测量仪	ATI121/57463	DLjl2025-14311/2025.11.10~2026.11.09	能量响应： 15keV~10MeV； 量程范围：50nSv/h~10Sv/h；

## (2) 监测方法

$\gamma$ 辐射剂量率：采用便携式监测仪表，以定点的测量方式进行。监测时每点测量 10 次，每次间隔 10 秒钟，取平均值。

### 8.2.4 监测依据

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

### 8.2.5 监测结果

$\gamma$ 剂量率的监测数据见表 8-2，检测点位图见图 8-1、8-2。

表 8-2 拟建辐射工作场所辐射环境现状 X- $\gamma$  剂量率检测结果

检测点位	点位描述	X- $\gamma$ 剂量率 (nGy/h)
1	CT 生产间中央	69.5±2.3
2	CT 生产间北侧 CT 测试间	74.7±0.7
3	CT 生产间东侧老化间、环境检测间	73.7±1.0
4	CT 生产间南侧装卸通道	73.6±1.0
5	CT 生产间北侧老化准备间	72.9±0.8
6	CT 生产间西侧墙外	63.1±2.9
7	CT 生产间楼上质检部存货区	72.6±1.4
8	Cr 生产间楼上办公室	68.3±1.4
9	CT 生产间楼下空置库房	57.4±1.8

注：数据已扣除对宇宙射线的响应值 21.8nGy/h； $\gamma$  剂量率对应数值已参考 JJG393-2018 附录 D 表 D.2 进行换算， $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$  参考辐射空气比释动能与周围剂量当量转换系数  $H_k(10)$  取推荐值 1.2Sv/Gy。

根据《北京市环境天然贯穿辐射水平调查研究》（北京市环境保护科学研究所）2015 版资料，北京市原野  $\gamma$  辐射剂量率范围为 29.2~88.9nGy/h，室内为 42.3~151.6nGy/h。由表 8-2 中检测结果可知，拟建辐射工作场所室内  $\gamma$  辐射剂量率为 57.4~74.7nGy/h，室外  $\gamma$  辐射剂量率为 63.1nGy/h，均在北京市的天然本底范围之内，未发现异常高值。

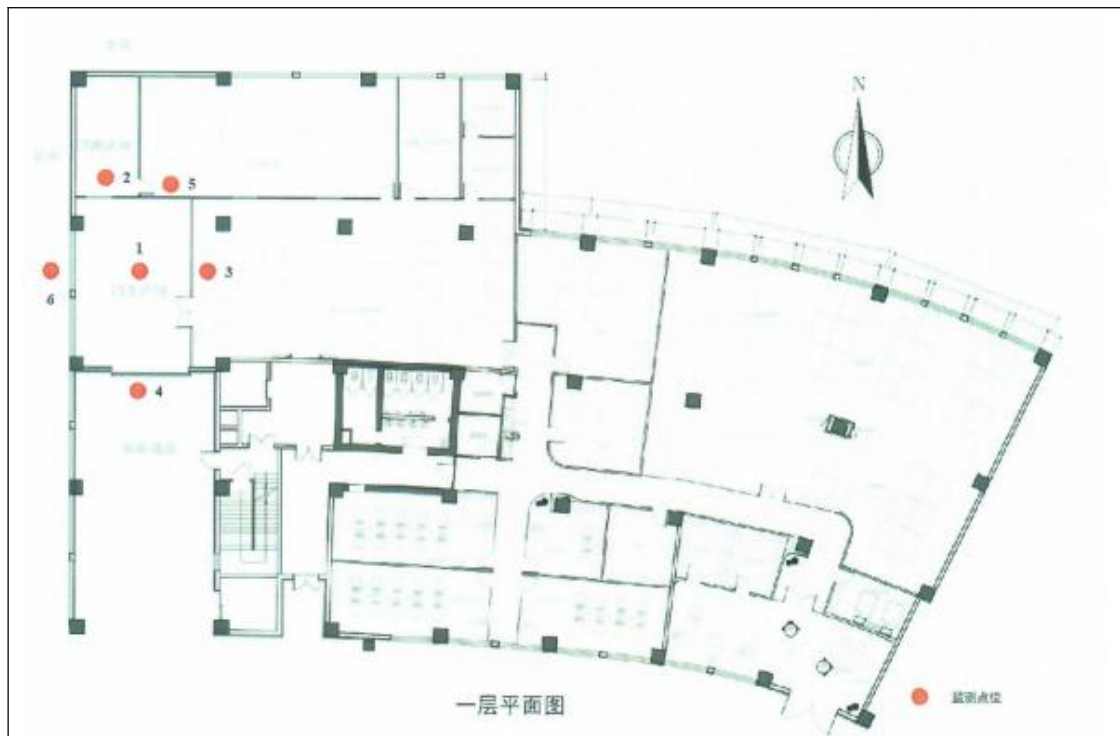


图 8-1 本项目所在区域及周围检测点位示意图



图 8-2 本项目所在区域楼上检测点位示意图



表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9.1 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。

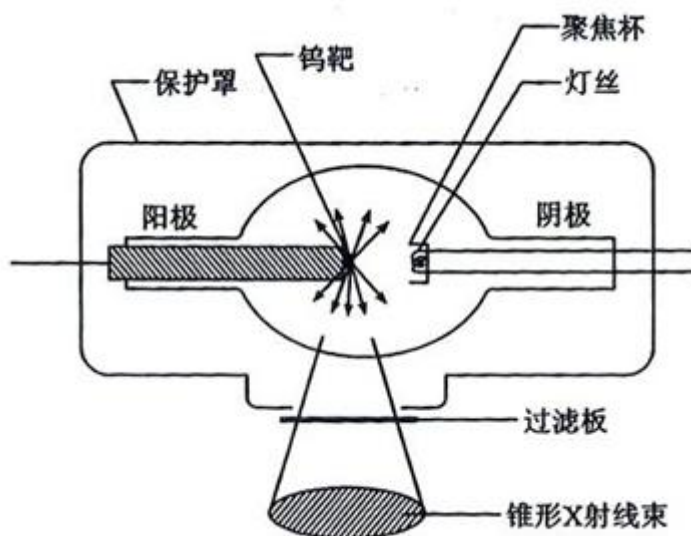


图 9-1 X 射线管示意图

## 9.2 生产内容

### 9.2.1 生产设备概述

公司生产的 4 款工业 CT 均为自屏蔽设备，设备外观图分别见 9-2、图 9-3、图 9-4、图 9-5。

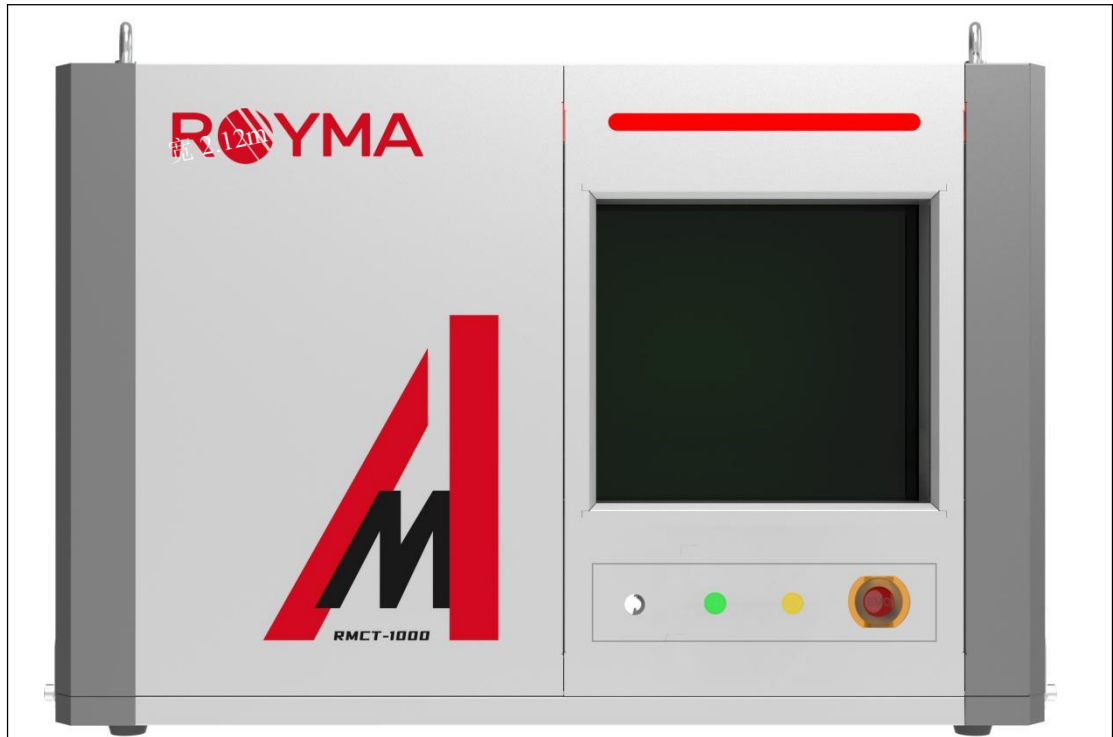


图 9-2 RMCT1000

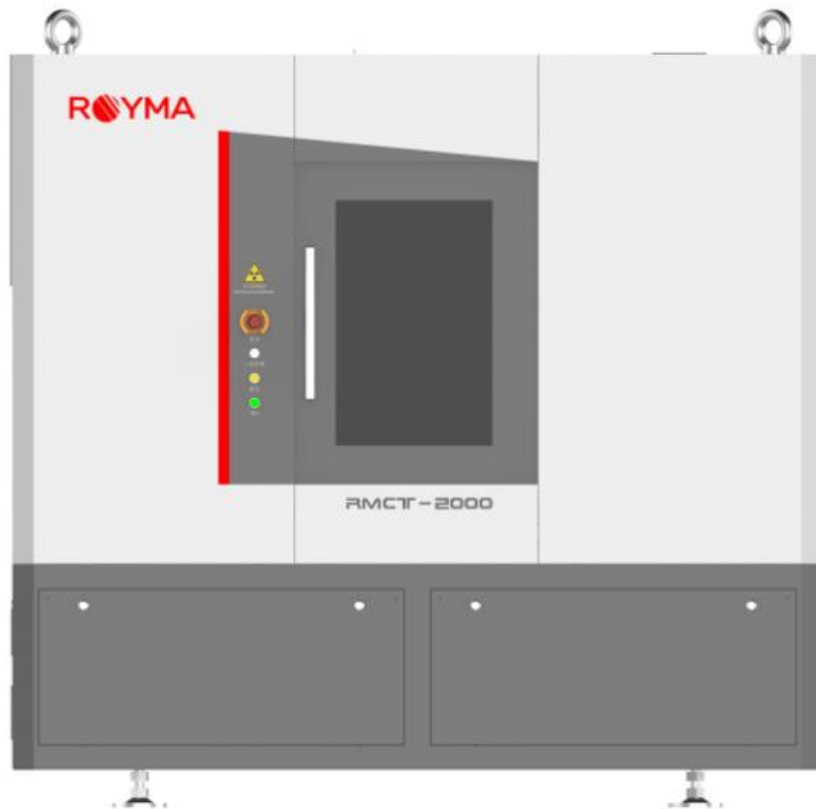


图 9-3 RMCT2000

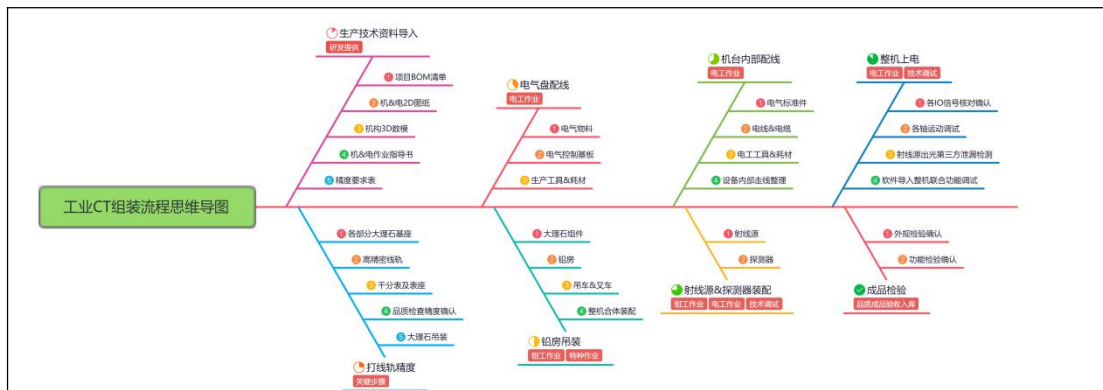


图 9-4 RMX3000



图 9-5 RMCT4000

## 9.2.2 生产流程



(一)、生产技术资料导入（研发提供）：这是项目启动的基础准备阶段，需从研发端获取全套技术资料。

1. 项目 BOM 清单（物料清单）
2. 机&电 2D 图纸（机械与电气二维设计图纸）
3. 机构 3D 数模（三维机构模型文件）
4. 机&电作业指导书（机械、电气作业的标准操作指引）
5. 精度要求表（关键部件的精度控制标准）

(二)、机械基础件组装与精度校准（关键步骤）：该阶段完成设备机械基础的搭建与精度把控，是设备稳定运行的核心前提。

1. 准备各部分大理石基座（设备的核心承载底座）
2. 安装高精密线轨（运动部件的导向组件）
3. 准备千分表及表座（精度测量工具）
4. 品质检查并确认精度（对安装精度进行首次校验）
5. 大理石吊装（将基座吊装至指定工位）
6. 打线轨精度（对线轨安装精度进行最终校准，为关键工序）

(三)、电气盘配线（电工作业）：完成电气控制系统的核心部件装配与配线准备。

1. 准备电气物料（所有电气元件、耗材）
2. 安装电气控制基板（电气系统的核心控制板）
3. 准备生产工具&耗材（压线钳、端子、扎带等）

(四)、铅房吊装与整机合体装配（钳工+特种作业）：完成设备的防护与整体机械结构装配。

1. 准备大理石组件（与铅房配合的机械组件）

2. 准备铅房（射线防护核心结构）
3. 准备吊车&叉车（吊装、搬运设备）
4. 整机合体装配（将机械基座、铅房等结构组装为整体）
5. 铅房吊装（使用吊车完成铅房的吊装就位，需特种作业资质）

（五）、机台内部配线（电工作业）：完成设备内部的线路布设与整理。

1. 准备电气标准件（端子、连接器、线槽等）
2. 准备电线&电缆（各回路所需线缆）
3. 准备电工工具&耗材（剥线钳、万用表、扎带等）
4. 设备内部走线整理（按规范完成线缆布设、固定与标识）

（六）、射线源&探测器装配（钳工+电工+技术调试）：完成设备核心成像部件的安装。

1. 安装射线源（设备的 X 射线发射部件）
2. 安装探测器（接收射线信号的核心部件）

（七）、整机上电（电工作业+技术调试）：设备通电并完成系统调试与安全检测。（出束，单台设备调试出束时长约 1h）

1. 各 IO 信号核对确认（校验所有输入输出信号的通断与逻辑）
2. 各轴运动调试（调试机械运动轴的行程、速度与精度）
3. 射线源出光第三方泄漏检测（委托第三方机构完成射线泄漏安全检测）
4. 软件导入整机联合功能调试（导入控制软件，完成整机联动、成像功能的全流程调试）

（八）、成品检验与入库：完成最终质量检验，设备合格后入库。

1. 外观检验确认（检查设备外观、标识、防护等是否符合标准）
2. 功能检验确认（对整机所有功能进行最终验证）
3. 品质成品验收入库（品质部门验收通过后，设备正式入库）

## 9.3 测试内容

### 9.3.1 使用设备概述

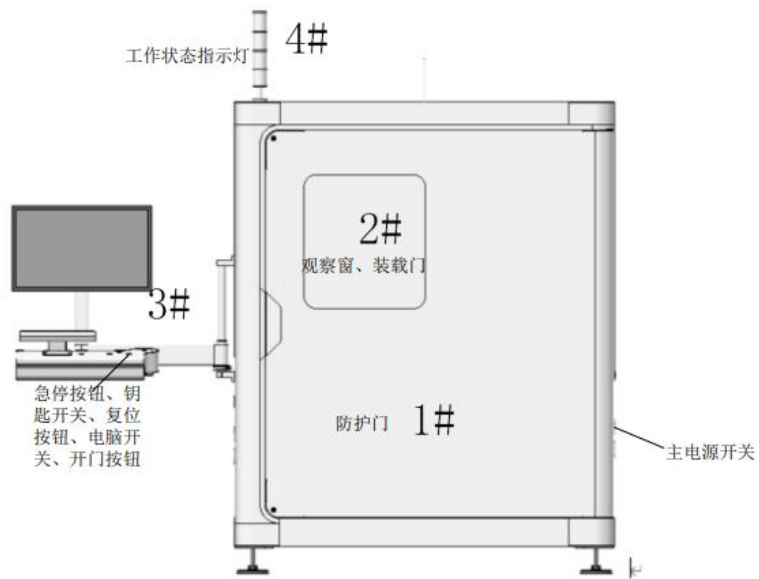


图 9-6 RMX3000 正面图

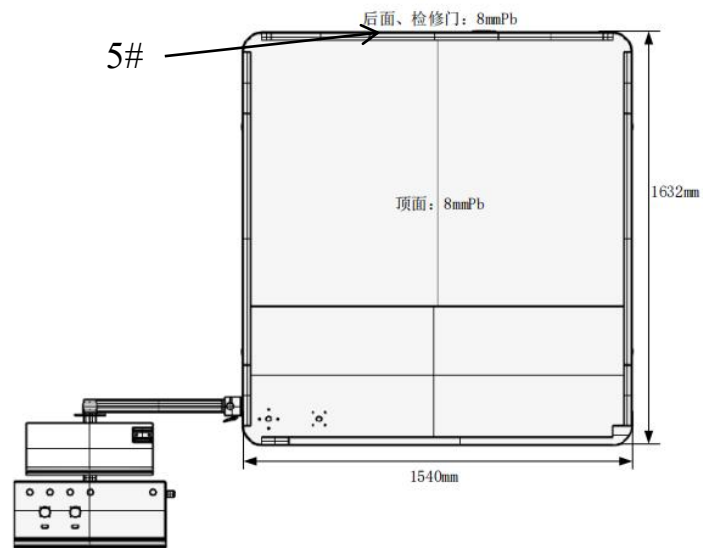


图 9-7 RMX3000 俯视图

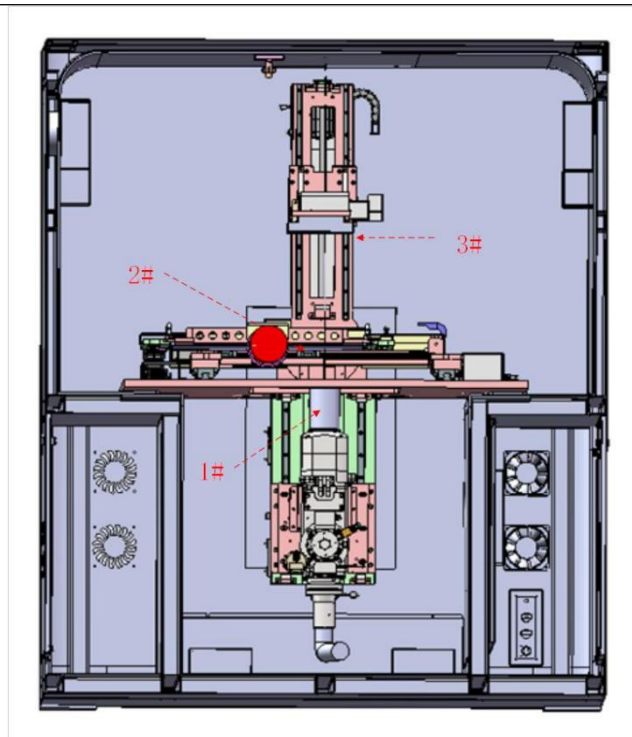


图 9-8 RMX3000 内部图

表 9-1 RMX3000 各部件名称一览表

结构	序号	名称	序号	名称
外部	1	防护门	3	操作台
	2	观察窗、装载门	4	工作状态指示灯
	5	检修门	/	/
内部	1	X 射线管	3	探测器
	2	载物台	/	/

设备内部部分主要功能如下：

设备外部：

a、防护门—防护门为手动平开门，仅用于更换载物台时开启。

b、观察窗、装载门—装载门和观察窗为同一处，为电动平移门，由电脑软件控制系统控制装载门的开关。

c、操作台—人员在操作台通过电脑面板控制设备的参数、出束、数据采集及装载门的开关。

d、工作状态指示灯—主要警示设备及 X 射线源的工作状态，提醒操作人员注意辐射防护。设备状态指示灯为红色、黄色、和绿色三种灯光，不同的灯

光表示设备不同的运行状态，且设备有声音提示。

e、检修门—设备进行维修时需开启，与 X 射线管进行联锁，设备出束时，该门无法开启。

f、X 射线管—管电压 160kV，管电流 0.5mA，实现高精密度检测。可进行上下调节，行程 120mm，行动至最上方时，距离顶部距离约为 804mm

g、载物台—用于放置被检测部件，可进行移动与转向调节。X 轴、Y 轴移动行程均为 410mm，R（旋转）轴旋转角度 360°

h、探测器—用于接收拍摄数据并形成图像，探测器可沿 Z 轴上下移动。移动行程为 380mm。

### 9.3.2 检测流程

本项目平面 CT 检测装置作业过程如下：

① 开机准备：逐个启动设备电源，辐射工作人员开始工作前，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，打开固定式辐射剂量监测仪，并使用现场配备的便携式辐射巡测仪对工作场所进行检测，确认场所无异常后，方可开始下一步工作。此过程中设备状态指示灯黄灯亮起，工作状态指示灯不亮。

② 开机：开机前检查设备接地线并打开主电源，随后启动软件，执行设备自检与轴复位，预计时长 1~2 分钟。此过程中工作状态指示灯黄灯亮起。

③ 热机：在 160kV 电压条件下进行热机。每天首次开机需预热 15 分钟（出束）。

④ 摆放产品：将器件放置到工装，再将工装安装至设备载台。约 10 分钟，非高压且不出射线。此过程中工作状态指示灯红灯亮起。

⑤ CT 扫描：关闭设备装载门，按要求设置透照参数，开启射线机对待检产品进行扫描，出射线。检测的产品主要为芯片、集成电路、电阻、电容、分立器件等，每批次产品检测时间约为 1h 左右（出束时长约为 10min），每天最多检测 8 批，每周最多检测 3 天，全年按 52 周估算，全年预计出束时长约为 208h。

⑥ CT 重建：图像重建及后处理；图像评定；结果记录，约 3 分钟/件，不出射线。此过程中设备状态指示灯黄灯亮起，工作状态指示灯不亮。

⑦ 关机：依次关闭射线机开关、检测软件、电脑、电源。

⑧ 开机照射过程中不需要人为去调整被测物品位置，整个照射过程中，操作人员全程位于设备旁的操作工位。

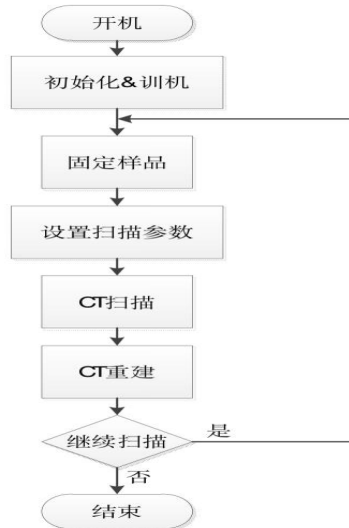


图 9-9 工作流程

## 9.4 污染源描述

### 9.4.1 主要放射性污染物

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的 X 射线装置在非开机状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会放射 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。

(2) 主要放射性污染因子：X 射线贯穿辐射。

### 9.4.2 污染途径

(1) 正常工况时的污染途径

X 射线装置主要的放射性污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中，X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但由于该项目设备工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和

氮氧化物也较少。

(2) 事故工况的污染途径

①射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽，造成管电流、管电压设置错误，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

②开机状态下，人员误开装载门受到辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目建设内容

俐玛光电科技（北京）有限公司在北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼一层建设智能三维 CT 测量高端设备研发生产基地及检测中心。计划建设一间 CT 生产间，一间 CT 测试间。CT 生产间用于生产 CT 设备并进行调试工作，CT 测试间固定使用一台工业 CT 用于提供第三方检测服务。生产的设备和使用的设备均为自屏蔽设备，RMC1000 和 RMX3000 在生产和使用过程中，人员均位于设备旁的操作台处，紧邻设备约 0.5 米；RMCT2000 和 RMCT4000 设备均需在生产间内设置单独的操作工位，操作工位拟设置在 CT 生产间内的西北角处，设备内配备了独立通风系统，设备屏蔽防护方案如下所示。

10.1.1.1 RMCT1000

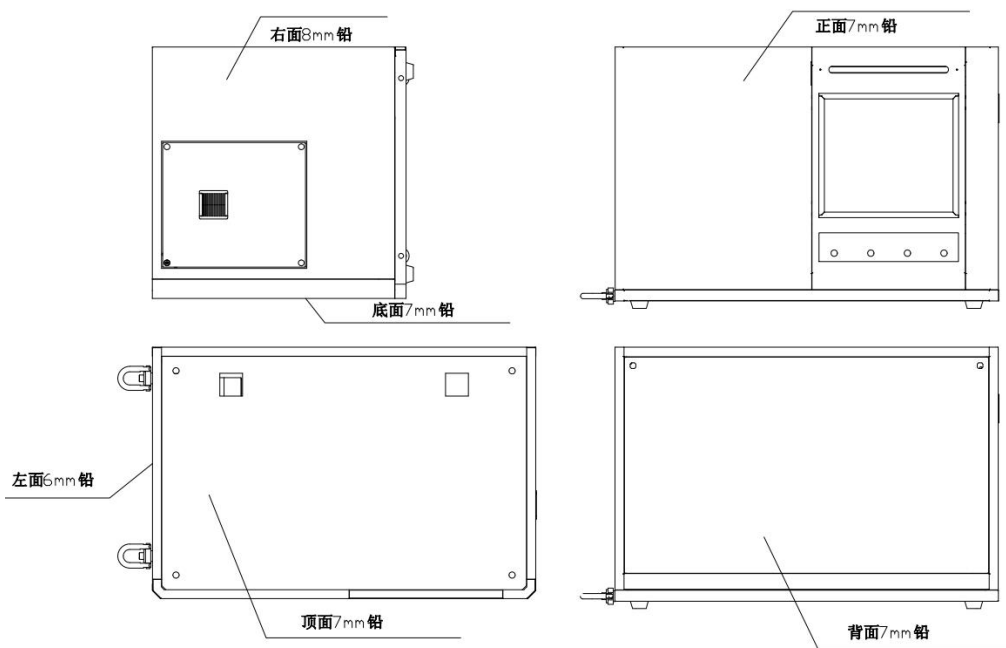


图 10-1 RMCT1000 屏蔽措施图

表 10-1 RMCT1000 屏蔽材料及厚度情况一览表

屏蔽体位置	屏蔽材料及厚度
防护门	7mm 铅板
正面	7mm 铅板
顶面	7mm 铅板
底面	7mm 铅板

后面	7mm 铅板
左面	6mm 铅板
右面	8mm 铅板
尺寸	1358mm×815mm×899mm

### 10.1.1.2 RMCT2000

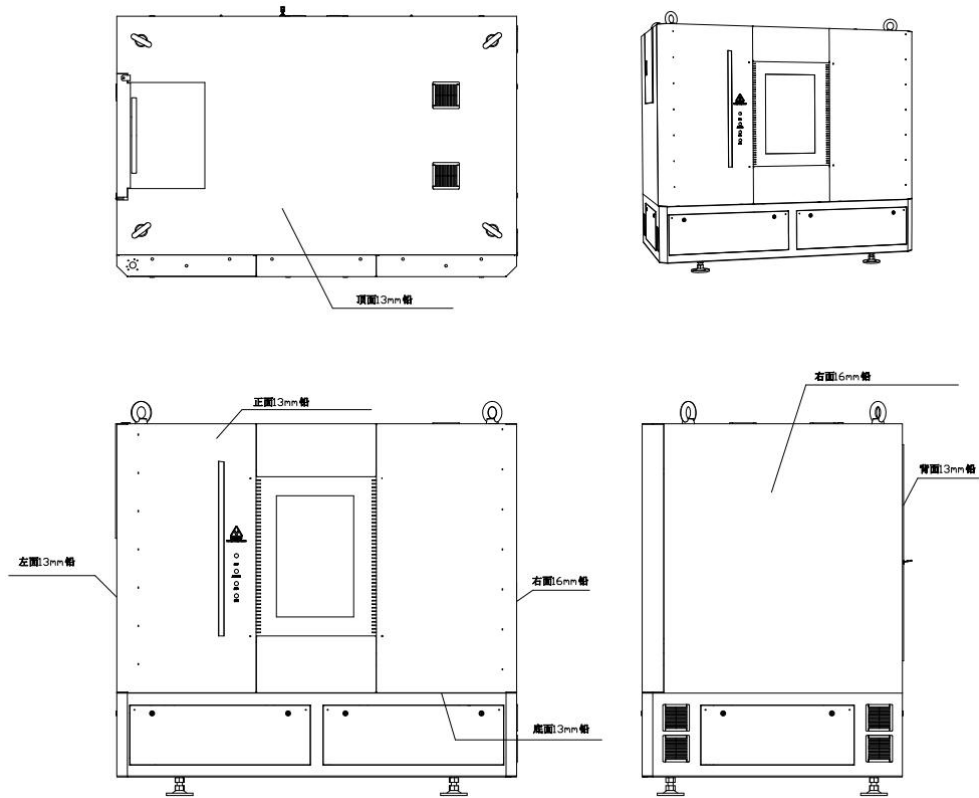


图 10-2 RMCT2000 屏蔽措施图

表 10-2 RMCT2000 屏蔽材料及厚度情况一览表

屏蔽体位置	屏蔽材料及厚度
防护门	13mm 铅板
正面	13mm 铅板
顶面	13mm 铅板
底面	13mm 铅板
后面	13mm 铅板
左面	13mm 铅板
右面	16mm 铅板
尺寸	2260mm*1470mm*1995mm

### 10.1.1.3 RMX3000

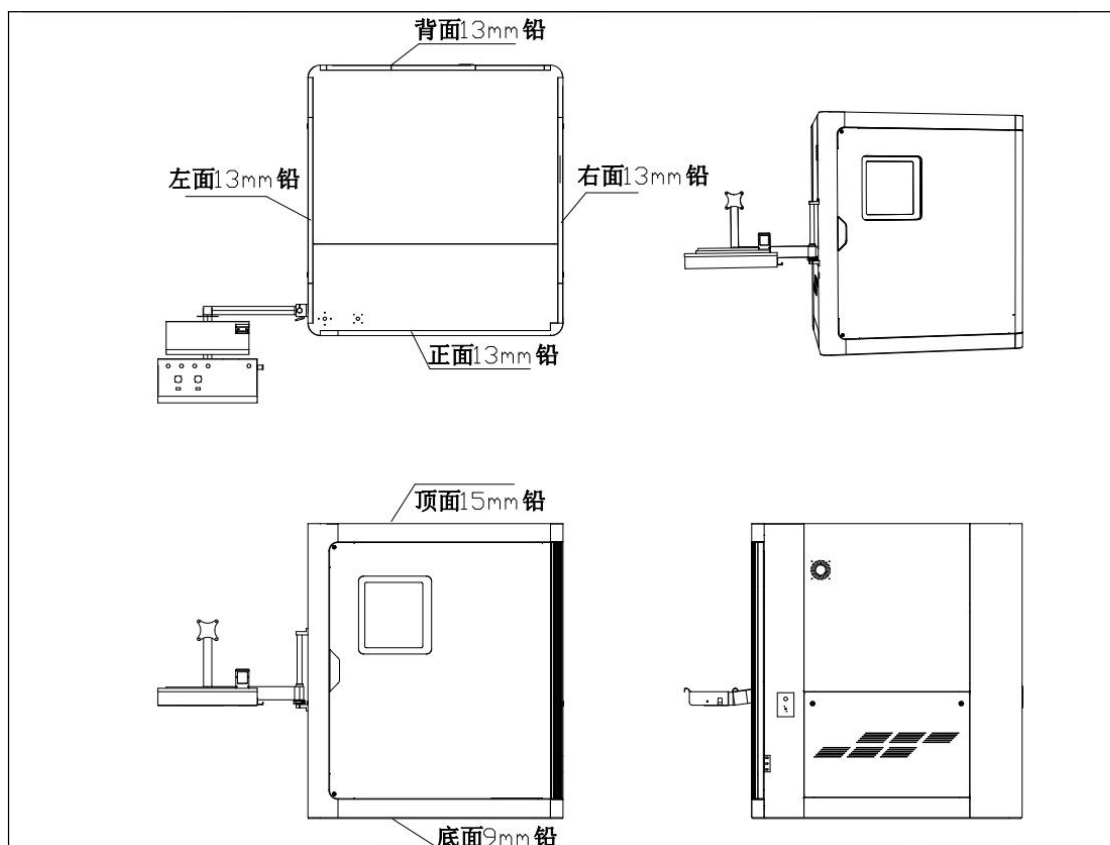


图 10-3 RMX3000 屏蔽措施图

表 10-3 RMX3000 屏蔽材料及厚度情况一览表

屏蔽体位置	屏蔽材料及厚度
防护门	13mm 铅板
正面	13mm 铅板
顶面	15mm 铅板
底面	9mm 铅板
后面	13mm 铅板
左面	13mm 铅板
右面	13mm 铅板
尺寸	1500mm×1600mm×1752mm

10. 1. 1. 4 RMCT4000

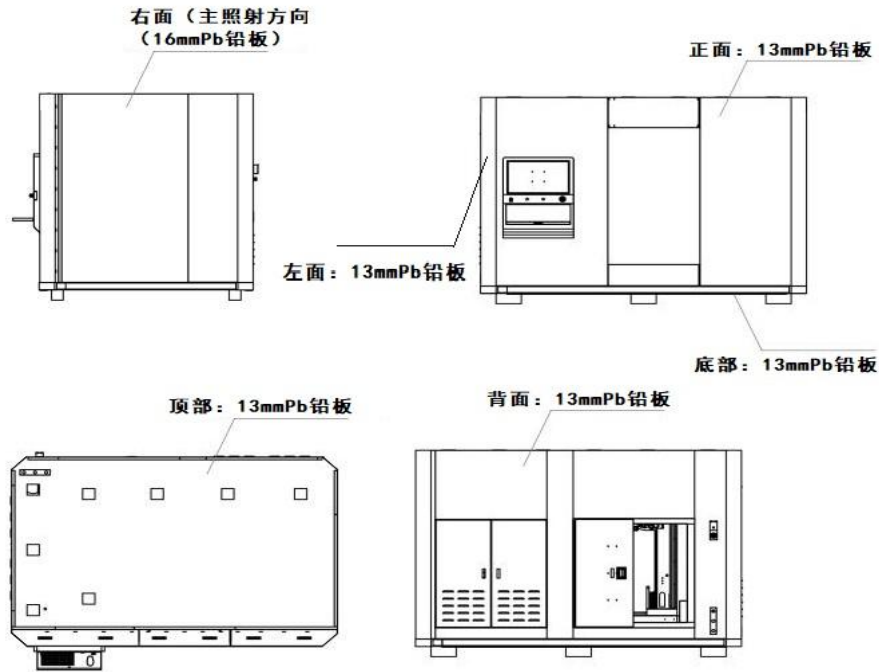


图 10-4 RMCT4000 屏蔽措施图

表 10-4 RMCT4000 屏蔽材料及厚度情况一览表

屏蔽体位置	屏蔽材料及厚度
防护门	22mm 铅板
正面	22mm 铅板
顶面	22mm 铅板
底面	22mm 铅板
后面	22mm 铅板
左面	22mm 铅板
右面	32mm 铅板
尺寸	3080mm×1850mm×1700mm

### 10.1.2 工作场所安全防护设施管理

工作场所安全与防护设施设计要求见图 10-5、表 10-5、表 10-6。

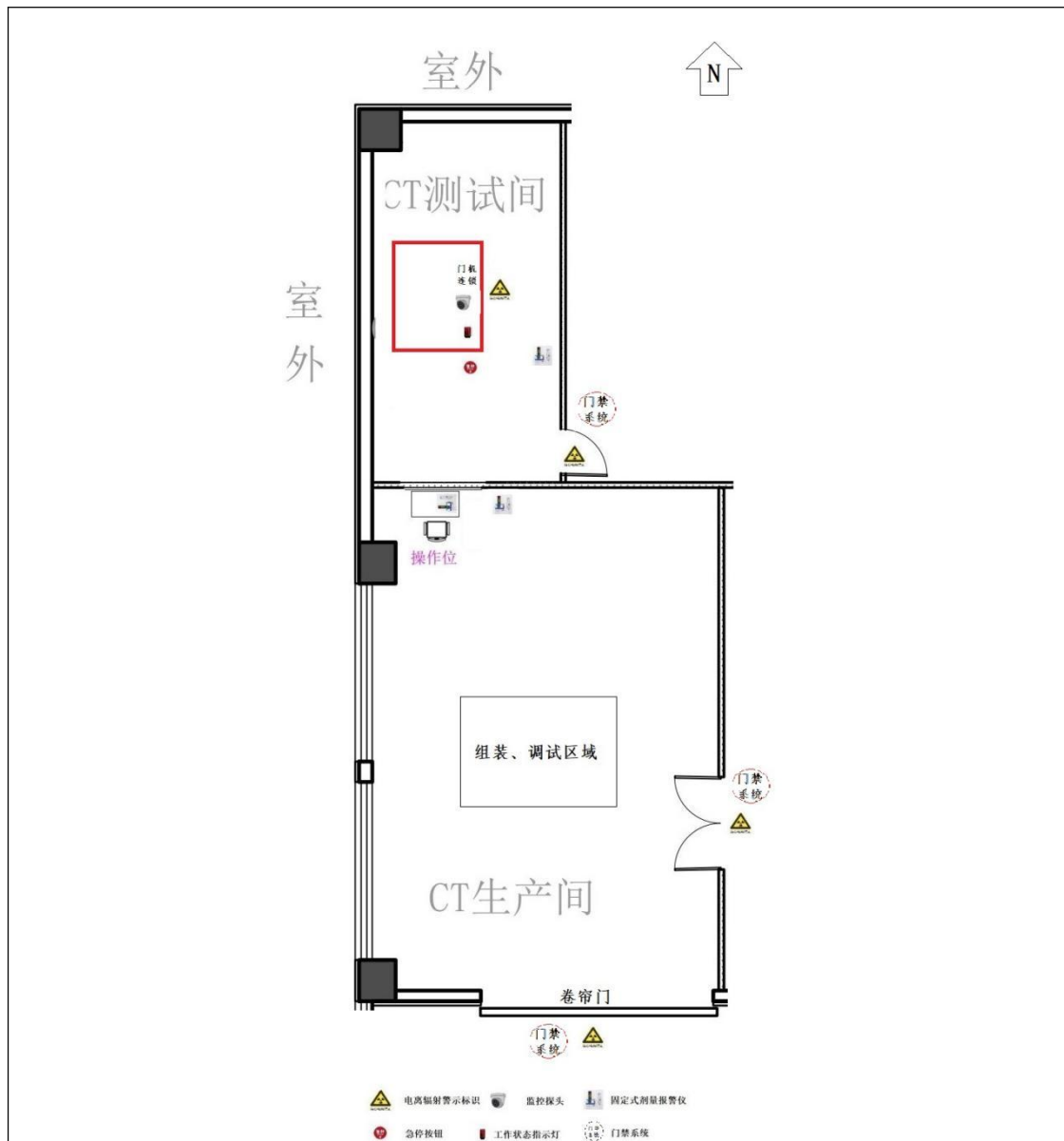


图 10-5 防护措施图

表 10-6 CT 生产车间辐射安全与防护设施设计表

序号	检查项目	是否拟设置	备注
1	单独机房	√	单独机房
2	实体屏蔽	√	生产的设备为自屏蔽设备
3	门禁	√	拟在生产间南侧卷帘门、东侧房门设置门禁
4	视频监控	√	场所内拟设置视频监控
5	入口处电离辐射警告标志	√	CT 生产间东侧房门和南侧卷帘门上粘贴电离辐射警示标志
6	警示灯	√	拟在 CT 生产间东侧房门外设置警示灯
7	监测仪器	√	拟新增 1 台辐射巡测仪进行场所防护检测，安装 1 台固定式剂量报警仪，显示器和探头均安装在 CT 生产间房间墙上。同时

	测设备			拟配备 1 台个人剂量报警仪。
8	测设备	个人剂量计	√	所有辐射工作人员配备 TLD 个人剂量计

注：有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。

表 10-6 CT 测试间辐射安全与防护设施设计表

序号	检 查 项 目	是否拟设置	备 注	
1	A 场 所 设 施	单独机房	√	单独机房
2		实体屏蔽	√	设备为自屏蔽设备
3		急停按钮	√	设备上设有 1 个急停按钮，位于设备操作台处
4		通风设施	√	设备内通风换气不低于 3 次/h
5		视频监控	√	设备内部已设置视频监控系统，在操作台均可查看画面
6		门机连锁	√	防护门、检修门、装载门均与设备进行门机连锁
7		入口处电离辐射警告标志	√	设备醒目位置以及 CT 测试间门上粘贴电离辐射警示标志
8		工作状态指示灯	√	设备拟设 1 个工作状态指示灯，位于设备顶部
9		门禁系统	√	CT 测试间东侧房门设置门禁系统
10	B 监 测 设 备	监测仪器	√	拟与 CT 生产间共用 1 台辐射巡测仪进行场所防护检测，安装 1 台固定式剂量报警仪，显示器和探头均安装在 CT 测试间房间墙上。同时拟配备 1 台个人剂量报警仪。
11		个人剂量计	√	所有辐射工作人员配备 TLD 个人剂量计

注：有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。

### 10.1.3 辐射防护措施

#### 10.1.3.1 CT 生产间

##### 1、电离辐射警示标志

CT 生产间房门上粘贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

##### 2、门禁系统

CT 生产间共有 2 房门，2 扇门均设置门禁系统。南侧卷帘门仅用于成品 CT 设备装货及大型零部件进出使用，平时处于关闭状态。东侧房门用于辐射工作人员和小型零部件进出，进入人员仅限辐射工作人员。

##### 3、视频监控

用于监控 CT 生产间内工作情况，发生紧急情况时可调取监控查看事件缘由。

#### 4、警示灯

东侧房门拟在房门上设置 1 个警示灯，主要用于提醒外面经过人员禁止入内。

#### 5、检测仪器

拟新增 1 台辐射巡测仪进行场所防护检测，安装 1 台固定式剂量报警仪，显示器和探头均安装在 CT 生产间房间墙上。同时拟配备 1 台个人剂量报警仪，并所有辐射工作人员配备 TLD 个人剂量计。

### 10.1.3.2 CT 测试间

#### 1、门机联锁

设备设置门机联锁装置，防护门、检修门和装载门均与射线源连锁，任何一扇门开启后都会自动切断射线源，关闭后 X 射线系统才能进行作业。设备在照射的过程中，设备所有门均无法开启，人员也不能进入其中。

#### 2、电离辐射警示标志

设备本体上醒目位置以及机房门上设置电离辐射警告标识和中文警示说明。

#### 3、装载门

装载门用于运送检测样品的进出，在装载门开启时，射线源无法开启。装载门和观察窗为同一处，为电动平移门。装载门屏蔽厚度为 8mmPb，装载门与防护门边缘搭接 33.5mm，采用“L”型的 8mm 铅板与门洞边缘搭接，作为防射线泄漏措施，X 射线经多次散射和衰减后，门缝处的辐射泄漏可忽略不计。正面装载门门缝及搭接防护示意图见图 10-6。

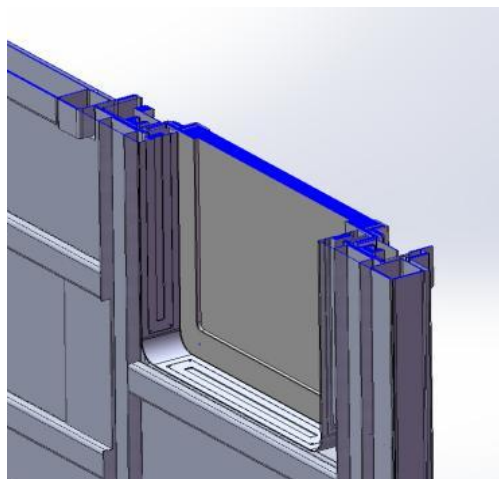


图 10-6 正面装载门门缝及搭接防护示意图

#### 4、紧急停机按钮

设备上均设有 1 个急停按钮，位于设备操作台处，确保在出现紧急情况时，能立即停止照射。

#### 5、工作状态指示灯

设备配备了 1 个工作状态指示灯，主要用于提示设备 X 射线源的工作状态，黄灯常亮代表待机，绿灯闪烁代表正在扫描，红灯闪烁、蜂鸣代表设备异常。

#### 7、钥匙开关

设备箱体上设置有钥匙开关，只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后，射线才允许打开，钥匙由专人负责保管。

#### 8、排风设计

设备内安装有排风扇，工作时间保持持续开启，可以保证本项目设备有良好的通风，减少臭氧、氮氧化物聚积。

#### 9、检修门

检修门在日常处于关闭状态，仅在设备检修工作时开启。

#### 10、电缆线及通风口

电缆线与通风口单独使用铅板额外进行防护，防护厚度与所在位置屏蔽体厚度保持一致，相应位置及措施见图 10-7。

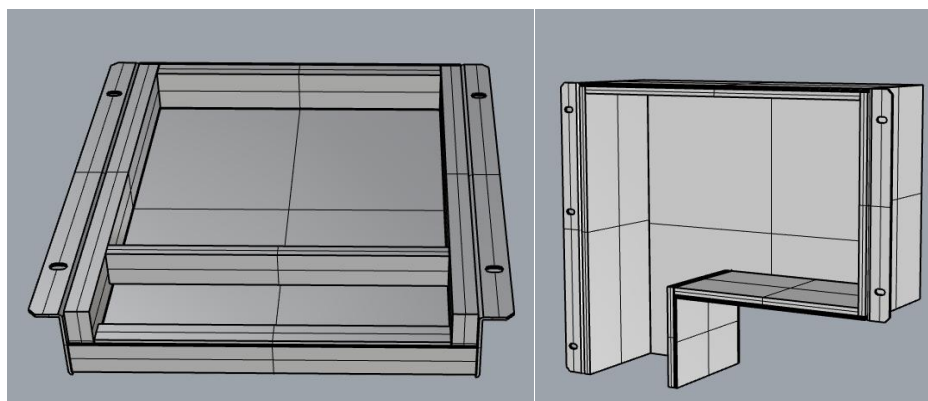


图 10-7 电缆线和通风口位置及防护措施

#### 11、检测仪器

拟与 CT 生产间共用 1 台辐射巡测仪进行场所防护检测，安装 1 台固定式剂量报警仪，显示器和探头均安装在 CT 测试间房间墙上。同时拟配备 1 台个人剂量报警仪，并所有辐射工作人员配备 TLD 个人剂量计。

## 12、房门

CT 检测间共有 1 房门，拟设置门禁系统。主要用于辐射工作人员和检测样品进出，进入人员仅限辐射工作人员。

### 10.1.4 法规符合情况

依据《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》规定，现对公司从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-7 和表 10-8。

#### 10.1.4.1 对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

表 10-7 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况。

表 10-7 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	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。	已成立辐射防护领导小组，由公司负责人担任该领导小组组长，并在该机构设有专职管理人员。	近期符合
2	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。	本项目拟新增 4 名工作人员，均需通过辐射安全与防护知识考核，拟配备的人员能够满足将来的工作需要。	近期符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	拟在设备醒目位置以及机房门上粘贴电离辐射警示标志。	近期符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员拟配备个人剂量计，拟新增 1 台辐射防护巡测仪开展自行监测，并配备 2 台固定式剂量报警仪，2 台个人剂量报警仪。	近期符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟完善健全规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训考核计划、监测方案等。	近期符合

7	有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	近期符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及。	符合

#### 10.1.4.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的满足情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的对照检查如表 10-8 所示。

表 10-8 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	拟在设备醒目位置以及机房门上粘贴电离辐射警示标志。设备拟设置门-灯联锁安全装置及工作状态指示灯。	近期符合
2	第七条 放射性同位素被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
3	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	拟委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行1次监测。	近期符合
4	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年1月31日前向生态环境部门提交年度评估报告。	近期符合

5	<p>第十七条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。</p>	<p>本项目共新增4名工作人员，均需通过辐射安全与防护知识考核。</p>	符合
6	<p>第二十三条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>	<p>所有从事放射性工作的人员拟配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度1次）。</p>	近期符合
7	<p>第二十四条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。</p>	<p>拟委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。</p>	近期符合

以上分析可知，该单位从事本项目辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

### 10.2 三废的治理

本项目中主要开展使用射线装置，项目运行过程中不产生放射性废物。

**表 11 环境影响分析**

**11.1 建设期环境影响**

该项目施工活动对环境的影响主要是机房施工改造中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在施工过程中，将采取一些降噪、防尘措施。如在施工现场设置隔离带、设立声障，这样既可有效的减少扬尘的污染，又可降低噪声；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量安排在下班或节假日进行。本项目是对已有房间进行安装设备，工程量小，且施工基本上都在楼内进行，并且项目所在地区的地面已经过硬化，无裸露地面，因此产生的扬尘相对较小，因此基本不影响单位和周围其他单位的正常工作。

**11.2 项目使用后对环境的影响**

**11.2.1 机房所在位置及平面布局合理性分析**

CT生产间和CT测试间均位于1号楼1层西部北侧位置，CT生产间西侧为室外绿化带，北侧为CT测试间和老化准备间，东侧为老化间、环境检测间，南侧为室外装卸区通道，上方为质检部存货区和办公室，下方为空置库房；CT测试间西侧和北侧紧邻均为绿化带、院内道路，南侧为CT生产间，东侧为老化准备间，上方为质检部存货区，下方为空置库房。

CT生产间和CT测试间将划分为控制区和监督区进行管理。CT生产间控制区为生产的设备箱体，监督区为CT生产间除设备箱体外的其他区域。CT测试间控制区为生产的设备箱体，监督区为CT测试间除设备箱体外的其他区域。两区分区合理，符合辐射防护要求。见图11-1。



图11-1 本项目分区图

综合分析，本项目两区划分明确，平面布局既满足工作要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

### 11.2.2 设备参数和使用规划

本项目拟生产、销售和使用工业 CT 均为自屏蔽设备，使用过程中所有涉及 X 射线出束的操作，均在设备体内中完成。本项目不需要进行洗片等工序，因此无放射性废水产生，不会对环境造成污染。项目运行噪声小，对项目所在地声环境无影响。

CT生产间设备生产过程中运行工况见表11-1,CT测试间使用设备的运行工况见表11-2。

表11-1 生产运行工况

RMCT1000	最大管电压 (kV)	130
	最大管电流 (mA)	0.8
	生产调试出束时长	1h
	照射野	285mm×332mm
	最大照射角度	95°

RMCT2000	最大管电压 (kV)	225
	最大管电流 (mA)	3
	生产调试出束时长	1h
	照射野	470mm×470mm
	最大照射角度	30°
RMX3000	最大管电压 (kV)	160
	最大管电流 (mA)	0.5
	生产调试出束时长	1h
	照射野	149mm×200mm
	最大照射角度	60°
RMCT4000	最大管电压 (kV)	300
	最大管电流 (mA)	1.3
	生产调试出束时长	1h
	照射野	470mm×470mm
	最大照射角度	20°

**表11-2 使用运行工况**

设备型号	RMX3000
最大管电压 (kV)	160
最大管电流 (mA)	0.5
开机热机时间	15分钟
计划每日检测样品数量 (批次)	8批次
计划每批次样品检测时长 (分钟)	10分钟
每日最大出束时长 (分钟)	95分钟
每周工作天数 (d)	3d
每年工作周数	52
拟配备工作人员数	4
年曝光时长 (h)	247h
照射野	510mm×510mm
最大照射角度	170°

### 11.2.1理论计算公式

本项目辐射防护屏蔽措施的防护性能采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及其他相关计算公式进行分析评价。本项目主束方向为向西,因此本项目需考虑主束方向的主照射和其他方向散射和漏射带来的影响,相关计算公式如下:

(1) 有用线束的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

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

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{分钟})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ 。本项目涉及的 4 款工业 CT 过滤材料均为 3mmAl，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，数据见表 11-3。

表11-3 设备相关参数

设备型号	管电压 (kV)	$H_0$ $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$	I(mA)	TVL(mm)
RMCT1000 <sup>a</sup>	130	5.2	0.8	0.96
RMCT2000	225	11.4	3	2.2
RMX3000	160	5.94	0.5	1.05
RMCT4000	300	20.9	1.3	5.7

注：a表B.1中未提供130kV输出量，按150kV数据进行估算

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B——屏蔽透射因子（按照公式 11-4 计算）。

(2) 漏射辐射的屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率

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

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ——距辐射源点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1可知，大于等于150kV小于等于200kV的X射线管组装体1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率  $2500\mu\text{Sv/h}$ ；大于200kV的X射线管组装体1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率  $5000\mu\text{Sv/h}$ ；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。对于泄漏辐射和散射辐射情况下屏蔽透射的估算，给定屏蔽物质厚度时采用公式（11-4）计算。

### （3）散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

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

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ ——距辐射源点1m处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ ，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中4.2.3要求，X射线 $90^\circ$ 散射辐射的最高能量低于入射X射线的最高能量，查表2可知，本项目4款设备使用150kV（RMCT1000、RMX3000）和200kV（RMCT2000、RMCT4000）进行散射辐射计算，分别为 $5.2\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ 、 $8.9\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ ；

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；根据厂家提供数据，该距离最近约为1cm。

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，m；

I——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B——屏蔽透射因子；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。对于泄漏辐射和散射辐射情况下屏蔽透射的估算，给定屏蔽物质厚度时采用下列关系计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-4)$$

X——屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；

TVL——相关屏蔽物质半值层厚度见《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的表B.2,150kV和200kV下铅的TVL值分别为0.96mm和1.4mm；

F—— $R_0$ 处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）散射体到其1m处的散射辐射剂量率的比。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B中B.4.2的要求，当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 $20^\circ$ 时，

200kV~400kV时 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子的值取1/50。

### 11.2.2 设备屏蔽体外30cm处辐射剂量率计算

根据提供资料，本项目设备的X射线管为定向照射。因此本项目需考虑检测作业过程中主束方向的辐射和非主束的泄露辐射和散射。其中RMCT1000、RMCT2000、RMCT4000主束方向均向西侧，RMX3000主束方向为向上。本项目所有设备工作时，均需在装载门关闭的情况下才能开启射线源。本项目4款设备屏蔽体外关注点位置及距离见图11-2、图11-3、图11-4、图11-5。

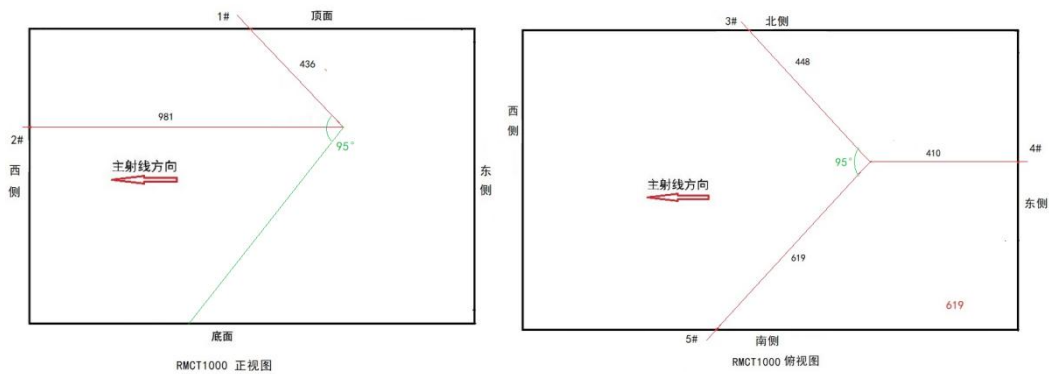


图11-2 RMCT1000 屏蔽体外30cm处关注点

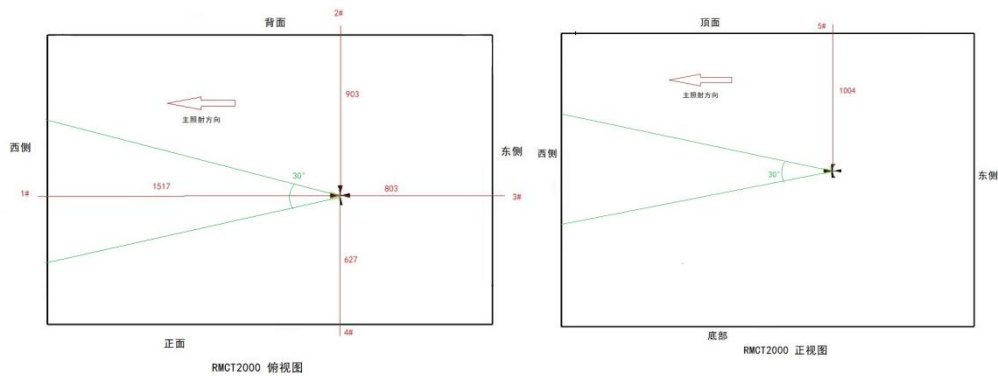


图11-3 RMCT2000 屏蔽体外30cm处关注点

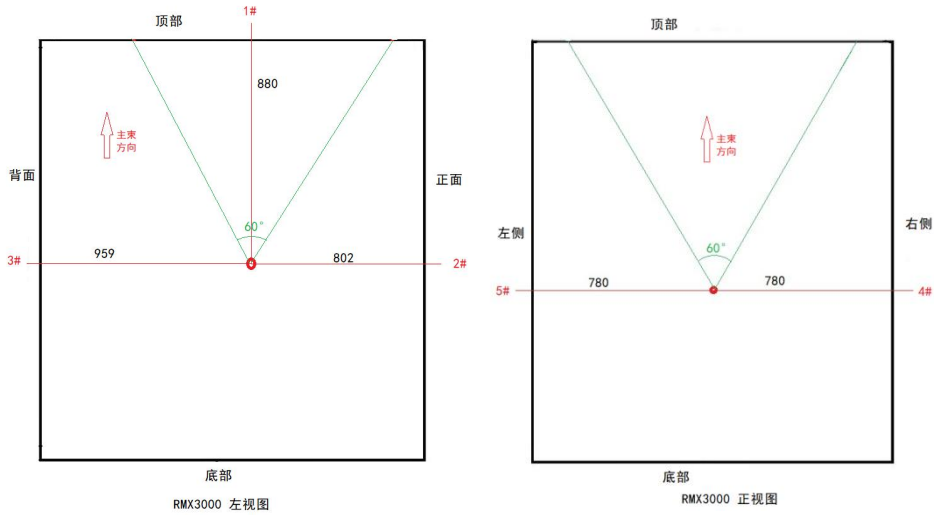


图11-4 RMX3000 屏蔽体外30cm处关注点

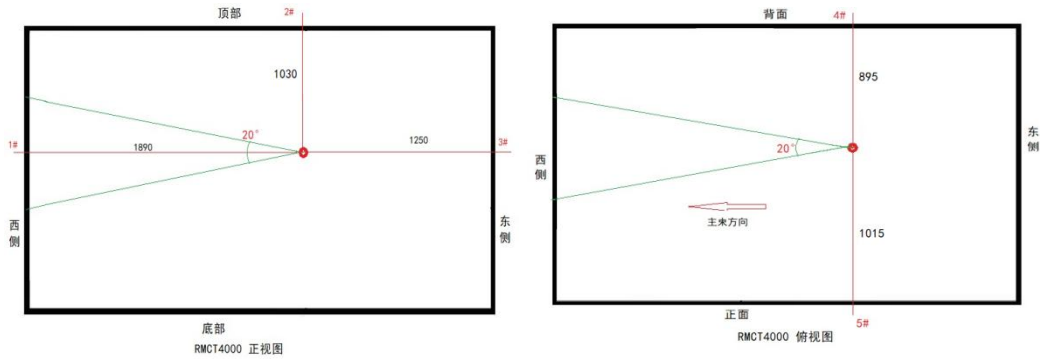


图11-5 RMCT4000 屏蔽体外30cm处关注点

1、主束照射

本项目4款设备照射过程中，会对多个方向进行直接照射，根据图11-2、图11-3、图11-4、图11-5中设备的主照射方向显示，RMCT1000主束方向为西侧、北侧、顶部、南侧，RMCT2000、RMCT4000主束方向均为西侧，RMX3000主束方向为顶部。主束方向关注点剂量率计算结果见表11-4。

表 11-4 本项目设备主束方向 30cm 处剂量率计算结果

设备型号	点位	B	I (mA)	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
RMCT1000	1	4.64E-09	0.8	0.436	6.09E-03	图 11-2
	2	5.11E-08	0.8	0.981	1.33E-02	
	3	5.11E-08	0.8	0.448	6.35E-02	
	5	5.11E-08	0.8	0.619	3.33E-02	
RMCT2000	1	5.34E-08	3	1.517	5.79E-03	图 11-3
RMX3000	1	5.18E-15	0.5	0.88	1.37E-08	图 11-4

RMCT4000	1	2.43E-06	1.3	1.89	1.21E-01	图 11-5
----------	---	----------	-----	------	----------	--------

## 2、泄露辐射

本项目设备屏蔽体外30cm处泄露辐射各关注点剂量率计算结果见表11-5。

**表11-5**本项目设备屏蔽体外30cm处泄露辐射各关注点剂量率计算结果

设备型号	关注点	$\dot{H}_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	<b>B</b>	<b>R</b> ( <b>m</b> )	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
RMCT1000	4	2500 $\mu\text{Sv/h}$	5.11E-08	0.410	7.60E-04	图11-2
RMCT2000	2	5000 $\mu\text{Sv/h}$	1.23E-06	0.903	7.56E-03	图 11-3
	3		1.23E-06	0.803	9.56E-03	
	4		1.23E-06	0.627	1.57E-02	
	5		1.23E-06	1.004	6.12E-03	
RMX3000	2	2500 $\mu\text{Sv/h}$	4.16E-13	0.802	1.62E-09	图 11-4
	3		4.16E-13	0.959	1.13E-09	
	4		4.16E-13	0.780	1.71E-09	
	5		4.16E-13	0.780	1.71E-09	
RMCT4000	2	5000 $\mu\text{Sv/h}$	1.38E-04	1.030	6.51E-01	图 11-5
	3		1.38E-04	1.250	4.42E-01	
	4		1.38E-04	0.895	8.62E-01	
	5		1.38E-04	1.015	6.70E-01	

## 3、散射辐射

本项目设备屏蔽体外30cm处散射辐射各关注点剂量率计算结果见表11-6。

**表11-6**本项目设备屏蔽体外散射辐射各关注点剂量率计算结果

设备型号	关注点	$H_0$ $\text{mGy}\times\text{m}^2/$ $(\text{mA}\times\text{min})$	<b>B</b>	<b>R<sub>s</sub></b> ( <b>m</b> )	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
RMCT1000	4	5.2	5.11E-08	0.410	2.00E-01	图11-2
RMCT2000	2	8.9	5.18E-10	0.903	2.04E-05	图 11-3
	3		5.18E-10	0.803	2.57E-05	

	4		5.18E-10	0.627	4.22E-05	
	5		5.18E-10	1.004	1.65E-05	
RMX3000	2	5.2	2.87E-14	0.802	5.85E-08	图 11-4
	3		2.87E-14	0.959	4.09E-08	
	4		2.87E-14	0.780	6.18E-08	
	5		2.87E-14	0.780	6.18E-08	
RMCT4000	2	8.9	1.93E-16	1.030	2.53E-12	图 11-5
	3		1.93E-16	1.250	1.72E-12	
	4		1.93E-16	0.895	3.35E-12	
	5		1.93E-16	1.015	2.60E-12	

#### 4、关注点总剂量率

表11-7 设备屏蔽体外30cm处剂量率

设备型号	关注点		剂量率 (μSv/h)
RMCT1000	主束	1	6.09E-03
		2	1.33E-02
		3	6.35E-02
		5	3.33E-02
	泄漏辐射+散射辐射	4	2.01E-01
RMCT2000	主束	1	5.79E-03
	泄漏辐射+散射辐射	2	7.58E-03
		3	9.59E-03
		4	1.57E-02
		5	6.14E-03
RMX3000	主束	1	1.37E-08
	泄漏辐射+散射辐射	2	6.01E-08
		3	4.20E-08
		4	6.35E-08
		5	6.35E-08
RMCT4000	主束	1	1.21E-01
	泄漏辐射+散射辐射	2	6.51E-01
		3	4.42E-01
		4	8.62E-01

从表11-7中估算结果可知，本项目4款工业CT在最大工况检测条件下，屏蔽体外30cm处的辐射剂量率最大为 $0.862\mu\text{Sv/h}$ ，辐射剂量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

### 11.2.3 房间外辐射剂量率计算

本项目共生产4款设备，保守使用最大能量设备对机房外关注点及操作位进行辐射剂量估算，其中RMCT1000和RMX3000的操作位位于设备旁，RMCT2000和RMCT40000操作位位于CT生产间内西北侧操作位。项目生产设备单次仅生产1台。因此CT生产间使用RMCT4000对四墙外、地下和西北侧操作位进行估算，使用RMX3000对楼上及设备旁操作位进行计算；CT测试间使用RMX3000进行四墙外及楼上、楼下、操作位进行估算，关注点见图11-6。关注点辐射剂量率见表11-8。

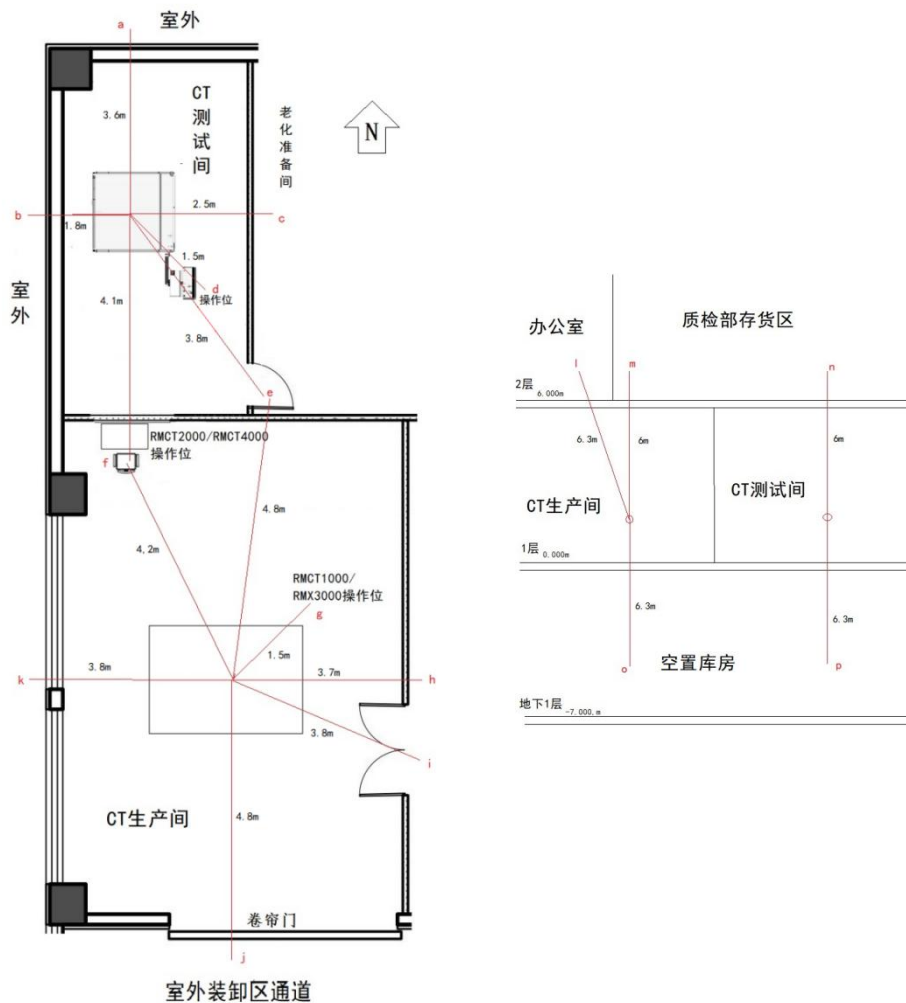


图11-6 关注点点位示意图

表11-8 关注点辐射剂量率估算结果

关注点		H	B	R (m)	Ḣ (μSv/h)	备注	
a	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.87E-14	3.6	2.98E-09	RMX30 00参数	
	泄漏辐射	2500μSv/h	4.16E-13				
b	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.87E-14	1.8	1.19E-08		
	泄漏辐射	2500μSv/h	4.16E-13				
c	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.87E-14	2.5	6.18E-09		
	泄漏辐射	2500μSv/h	4.16E-13				
d	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.87E-14	1.5	1.72E-08		
	泄漏辐射	2500μSv/h	4.16E-13				
e	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.87E-14	3.8	2.68E-09		
	泄漏辐射	2500μSv/h	4.16E-13				
f	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.87E-14	4.1	2.30E-09		
	泄漏辐射	2500μSv/h	4.16E-13				
e*	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	4.8	3.00E-02	RMCT4 000参数	
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				
f*	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	4.2	3.92E-02		
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				
g	散射辐射	5.2mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	1.5	3.07E-01	RMX30 00参数	
	泄漏辐射	2500μSv/h	1.38E-04				
h	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	3.7	5.05E-02	RMCT4 000参数	
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				
i	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	3.8	4.78E-02		
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				
j	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	4.8	3.00E-02		
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				
k	主束	20.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	2.43E-06	3.8	3.00E-02		
l	主束	5.94mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	5.18E-15	6.3	2.33E-11		RMX30 00参数
m	主束	5.94mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	5.18E-15	6	2.56E-11		
n	主束	5.94mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	5.18E-15	6	2.56E-11		
o	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	6.3	1.74E-02		RMCT4 000参数
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				
p	散射辐射	8.9mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	1.93E-16	6.3	1.74E-02		
	泄漏辐射	5000μSv/h	1.38E-04				

\*注：e、f两个点位同时收到来自两个房间设备的照射，因此两种参数均需进行估算

### 11.2.4年有效剂量分析

本项目配置辐射工作人员4名，每个工作人员均可独立完成生产调试和测试工作，故本次评价按照单人全年独立完成所有工作进行估算。根据表9及表11-2可知，生产设备单台调试时长为1h，年生产4台，共计4h，测试使用设备，年出束时长为247h。

根据表11-5的各点辐射剂量率水平估算结果，结合表11-1、表11-2的工作负

荷介绍，根据公式（11-5）可进一步估算出各保护目标的受照剂量，估算结果见表11-9。

$$E=D \times t \times T \times K \quad (11-5)$$

式中：E—有效剂量， $\mu\text{Sv}$ ；

D—计算点附加剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t—出束时间，h；

K—有效剂量与吸收剂量换算系数， $\text{Sv/Gy}$ ，本项目取1.0；

T—居留因子，参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子T按三种情况取值：（1）全居留因子 $T=1$ ，（2）部分居留 $T=1/4$ ，（3）偶然居留 $T=1/16$ 。

表11-9 人员受照剂量估算结果

估算对象			剂量率D ( $\mu\text{Sv/h}$ )	t (h)	T	E ( $\mu\text{Sv}$ )
人员类别	点位	点位描述				
公众	a	CT测试间北墙外	2.98E-09	247h	1/16	4.60E-08
公众	b	CT测试间西墙外	1.19E-08	247h	1/16	1.84E-07
公众	c	CT测试间东墙外	6.18E-09	247h	1/4	3.82E-07
职业人员	d	CT测试间操作位	1.72E-08	247h	1	4.25E-06
公众	e*	CT测试间房门外	3.00E-02	2h	1/4	1.50E-02
职业人员	f*	CT生产间操作位（RMCT2000/RMCT4000操作位）	3.92E-02	2h	1	7.84E-02
职业人员	g	CT生产间操作位（RMCT1000/RMX3000操作位）	3.07E-01	2h	1	6.14E-01
公众	h	CT生产间东墙外	5.05E-02	4h	1/4	5.05E-02
公众	i	CT生产间东侧房门外	4.78E-02	4h	1/4	4.78E-02
公众	j	CT生产间卷帘门外	3.00E-02	4h	1/16	7.50E-03
公众	k	CT生产间西墙外	3.00E-02	4h	1/16	7.50E-03
公众	l	CT生产间楼上办公室	2.33E-11	4h	1	9.32E-11
公众	m	CT生产间楼上质检部存货区对应位置	2.56E-11	4h	1/16	6.40E-12
公众	n	CT测试间楼上质检部存货区对应位置	2.56E-11	247h	1/16	3.95E-10
公众	o	CT生产间楼下空置库房对应位置	1.74E-02	4h	1/16	4.35E-03
公众	p	CT测试间楼下空置库房对应位置	1.74E-02	247h	1/16	2.69E-01

\*注：根据表11-8计算结果显示，CT测试间RMX3000工作时，e、f两点位的辐射剂量率极低，可忽略不计，因此e、f点位仅考虑CT生产间工作时剂量。

根据表11-9的估算可知，本项目评价范围内辐射工作人员的辐射工作人员年有效剂量为： $6.14E-01 \mu Sv+7.84E-02 \mu Sv+4.25E-06 \mu Sv \approx 0.693 \mu Sv$ ，公众的年有效剂量最大为 $0.269 \mu Sv/a$ ，满足“辐射工作人员不大于 $2mSv/a$ ，公众不大于 $0.1mSv/a$ ”的年剂量限值控制要求。估算结果采用单人独立完成所有生产调试和测试工作进行估算，共有4名辐射工作人员进行分担，受照剂量将远低于估算结果。

### 11.2.5有害气体分析

在工程分析的基础上可知，本项目在生产过程中产生的职业病危害因素主要为检测装置产生的X射线。X射线电离空气产生极少量氮氧化物和臭氧，臭氧极度不稳定，在常温常压下即会自行分解，50分钟左右即可基本消失。无论是臭氧还是氮氧化物，因其产额较低，设备设置有机通风装置，通风效果良好。本项目共涉及4款设备，考虑到单次仅生产1台，且与测试设备并不在同一机房，因此对4款设备中最大能量设备进行有害气体估算即可。

由《工作场所中有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GB2.1-2019）可知，工作场所空气中 $O_3$ 的最高容许浓度为 $0.3mg/m^3$ ； $NO_2$ 的时间加权平均容许浓度为 $5 mg/m^3$ 。由《环境空气质量标准》（GB3095-2012）可知，环境空气中 $O_3$ 和 $NO_2$ 的1小时平均浓度限值均为 $0.2mg/m^3$ 。

#### （1）臭氧

依据王时进等人发表的“辐射所致臭氧的估算与分析”（中华放射医学与防护杂志1994年4月第14卷2期）中给出的公式，估算辐射所致臭氧的产额和浓度。

①射线束所致的 $O_3$ 产额计算方法：

$$P=2.43\dot{D}_0(1-\cos\theta)RG \quad (11-6)$$

式中：

P— $O_3$ 的产额：mg/h；

$\dot{D}_0$ —距射线束1m处的输出量， $Gy \cdot m^2/分钟$ 。本项目取有用线束的输出量进行计算。

$\theta$ —射线束的半张角，本项目取 $10^\circ$ ；

R—射线束中心轴上源点至辐照室内壁的距离，m。本项目取最短距离，

为射线源距顶部距离：0.865m。

G—空气吸收100eV辐射能量产生的O<sub>3</sub>分子数，本次估算中取10。

本项目使用的设备运行时射线束所致的O<sub>3</sub>产额为：

$$P=2.43 \times 20.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{分钟}) / 1000 \times 1.3 \text{mA} \times (1 - \cos 10^\circ) \times 0.865 \times 10 / 60 = 0.00059 \text{mg/h};$$

## ②O<sub>3</sub>浓度

本项目X射线检查装置产生的O<sub>3</sub>扩散到设备屏蔽体内，一部分因时间原因自然分解，另一部分由设备自由机械通风系统排到设备外，而后经由房间内中央空调排到室外。

$$\text{空气中臭氧的平均浓度 } Q_{(t)} = P \cdot T (1 - e^{-t/T}) / V \quad (11-7)$$

式中：

Q<sub>(t)</sub>—空气中t时刻臭氧的平均浓度，mg/m<sup>3</sup>；

T—有效清除时间，h。T=t<sub>v</sub>·t<sub>d</sub>/(t<sub>v</sub>+t<sub>d</sub>)，其中，t<sub>v</sub>表示换气一次所需的时间，正常通风状态下换气次数为3次/h，t<sub>v</sub>=0.33h/次；t<sub>d</sub>表示臭氧的有效分解时间0.83h，则有效清除时间T=0.236h；

V—高性能显微CT检测装置的体积，m<sup>3</sup>。设备长、宽、高分别约为3.08m、1.85m和1.7m，计算得高性能显微CT检测装置体积约为9.69m<sup>3</sup>；

当射线照射时间很长时，t>>T，臭氧浓度达到饱和，则公式11-7可简化为

$$Q_{(t)} = P \cdot T / V \quad (11-6)$$

经计算，室内臭氧浓度Q<sub>(t)</sub>=0.000595mg/h×0.236h/9.69m<sup>3</sup>=1.45E-05mg/m<sup>3</sup>

对比可知，本项目产生的室内臭氧浓度远低于《工作场所中有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GB2.1-2019）中O<sub>3</sub>的最高容许浓度为0.3mg/m<sup>3</sup>的限值要求。且X射线检查室内臭氧通过排风系统排出后，经过大气的稀释和扩散作用，其浓度进一步降低，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中O<sub>3</sub>的1小时平均浓度限值为0.2mg/m<sup>3</sup>的限值要求。

## （2）氮氧化物

在众多氮氧化物（NO<sub>x</sub>）里，主要是NO<sub>2</sub>，它的产额大概是O<sub>3</sub>的一半。工作场所中NO<sub>2</sub>的浓度限值（GBZ2.1-2007，浓度限值为5mg/m<sup>3</sup>）比O<sub>3</sub>的超出10多

倍，环境空气中其浓度限值（《环境空气质量标准》GB 3095-2012，1小时平均浓度为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ）和 $\text{O}_3$ 的浓度限值一样。所以， $\text{NO}_x$ 的产生与排放对周边大气环境的影响不大。

### 11.3 异常事件分析与防范建议

#### （1）事件（故）分析

射线装置发生大剂量照射事故的几率极小。射线装置在运行中，可能发生以下事件：在进行曝光的工况下，若其门机连锁装置失效，并且操作人员在未意识到防护门未关闭，未采取辐射防护措施的情况下，操作人员可能受到超限值的 X 射线外照射。

#### （2）事件（故）防范措施

① 严格按照使用规程合理使用检测系统，并定期进行维护保养，保持设备与防护装置的良好性能；

② 安装连锁装置，并定期对门机连锁装置进行检查，防止由于机械故障导致防护门无法紧闭，从而造成照射事故；

③ 工业CT由职业人员操作，管理要严格，禁止非工作人员操作；

④ 检测系统应当设有信号指示灯和报警装置，并保证期处于正常运行状态；

⑤ 检测系统设有紧急停机开关，把事故降低到最低。

为杜绝各类辐射事件发生，建设单位必须要求所有辐射防护工作人员严格按照操作规程进行作业，定期对检测系统的门机连锁装置进行检查。发生辐射事故时，操作人员必须马上停机，切断电源开关，立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防范措施。对于发生的误照射事故，应及时向生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告。

### 11.4 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，评价单位建议本项目竣工环境保护验收的内容见表11-10。

表11-10 项目环保验收内容建议表

验收内容	验收要求
------	------

剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告预测，公众、职业照射剂量约束值执行0.1mSv/a和2mSv/a要求。
剂量当量率	设备屏蔽体外30cm处周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。
电离辐射标志和中文警示	在设备上设有工作状态指示灯，并在设备醒目位置和CT测试间、CT生产间外张贴电离辐射警告标志。
布局和屏蔽设计	辐射工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。辐射工作场所墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
辐射安全设施	设备为自屏蔽设备，装载门、设备检修门均与设备实施门机连锁，此外，CT测试间、CT生产间外张贴电离辐射警示标识。
监测仪器	配备检测仪器：拟新增1台辐射防护巡测仪开展自行监测，同时在CT测试间和CT生产间分别配备1台固定式剂量报警仪和2台个人剂量报警仪，辐射工作人员均配备个人剂量计，建立健康档案。
规章制度	拟完善各项安全管理制度、操作规程、工作人员考核计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。并在将在后续的工作中逐步完善该管理制度。
人员培训	辐射安全管理小组组长和专职安全管理人员需参加辐射安全与防护考核，操作的辐射工作人员也需要通过辐射安全与防护考核。
应急预案	拟完善辐射事故应急源，应急预案符合工作实际，应急预案明确了应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。配备必要的应急器材、设备。针对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备。进行过辐射事故（件）应急演练。

**表 12 辐射安全管理**

**12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

**12.1.1 辐射安全管理小组**

俐玛光电科技（北京）有限公司已设置辐射安全与环境保护管理领导小组作为专门管理机构，由公司副总经理孙晓涛担任组长，研发部经理杨依璇担任副组长并任辐射安全专职人员，销售人员担任组员。人员构成具体情况见下表 12-1 所示。辐射安全管理小组的职责包括：

**表 12-1 辐射安全管理小组名单**

机构名称	辐射安全防护领导小组			
人员类别	姓名	性别	职务或职称	专/兼职
组长	孙晓涛	男	副总经理	兼职
副组长	杨依璇	女	研发部经理	专职
成员	岳强	男	销售	兼职

1. 在辐射安全防护小组组长的领导下，负责本公司辐射安全防护的管理工作。
2. 贯彻执行国家、北京市政府部门有关法律、法规、规章、相关标准及有关规定。负责对本公司相关部门和人员进行法律、法规及相关标准的培训、教育、指导和监督检查等工作。
3. 制定、修订本公司辐射安全防护管理制度及仪器设备操作规程。
4. 制定、修订辐射事故应急预案，配备相应的事故处理物资仪器、工具，一旦发生辐射意外事故或情况，在辐射安全防护小组组长的指挥下负责事故现场的应急处理工作。
5. 负责办理辐射安全许可证的申请、登记、换证及年审等工作。
6. 建立射线装置档案，组织有关部门和人员对使用的射线装置及剂量监测仪器进行检查和维护保养，保证正常使用。
7. 对从事辐射工作的人员进行条件和岗位能力的考核，组织参加专业体检、培训并取得相应资格证。
8. 组织实施对从事辐射工作人员的剂量监测，做好个人剂量计定期检测工

作，对数据进行汇总、登记、分析等工作。做好年度评估报告工作，认真总结、持续改进并上报有关部门。

### 12.1.2 辐射工作人员

本项目拟新增 4 名辐射工作人员，均需通过辐射安全与防护考核，并取得考核合格证。在申领辐射安全许可证之前辐射安全管理小组组长及专职安全管理人员也将参加辐射安全与防护考核，并取得考试合格证书。后续将做好每 5 年一次的考试。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

公司辐射安全管理严格遵循国家的各项相关规定，针对本项目，拟完善现有辐射安全管理制度和辐射事故（件）应急预案，增加辐射监测方案等辐射安全管理制度，严格执行后能确保本项目的顺利实施。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 个人剂量监测

公司已制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，并将辐射工作人员个人剂量监测工作纳入到了所里的辐射监测计划体系，要求全部辐射工作人员按要求接受个人剂量监测，并建立相应的个人剂量监测档案。

全体辐射工作人员的个人剂量监测工作目前已委托具有 CMA 相应资质的单位承担，监测频度为每 3 个月检测一次。严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计，规定在个人剂量计佩戴时间届满一个监测周期时，由专人负责收集人员佩戴的剂量计送检更换，严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。

### 12.3.2 工作场所和辐射环境监测

本项目拟新增 1 台辐射防护监测仪用于开展自行监测。

### 12.3.3 本项目工作场所自行监测方案

公司针对本次项目，拟建立该项目的辐射环境自行监测方案，本项目工作人员使用辐射监测仪，对辐射工作场所进行监测，监测计划见表 12-1，检测点位示意图见图 12-2。

表 12-2 本项目辐射工作场所监测计划

场所	点位	测点位置	剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	检测频次
----	----	------	-------------------	------

CT 测试间	1	设备北侧 30cm 处		1 次/半年
	2	设备东侧 30cm 处		1 次/半年
	3	设备西侧 30cm 处		1 次/半年
	4	设备南侧 30cm 处		1 次/半年
	5	设备顶部 30cm 处		1 次/半年
	6	设备操作位		1 次/半年
	7	CT 测试间东墙外 30cm 处		1 次/半年
	8	CT 测试间北墙外 30cm 处		1 次/半年
	9	CT 测试间西墙外 30cm 处		1 次/半年
CT 生产间	10	CT 测试间南墙外 30cm 处		
	11	CT 测试间楼上离地 100cm 处		
	12	CT 测试间楼下离地 170cm 处		
	13	操作台处（调试 RMCT2000/RMCT4000 时监测）		1 次/调试中
	14	调试设备北侧 30cm 处		1 次/调试中
	15	调试设备东侧 30cm 处		1 次/调试中
	16	调试设备南侧 30cm 处		1 次/调试中
	17	调试设备西侧 30cm 处		1 次/调试中
	18	调试设备顶部 30cm 处		1 次/调试中
	19	CT 生产间北墙外 30cm 处		1 次/调试中
	20	CT 生产间东墙外 30cm 处		1 次/调试中
	21	CT 生产间东侧房门外		1 次/调试中
	22	CT 生产间南侧卷帘门外 30cm 处		1 次/调试中
	23	CT 生产间西墙外 30cm 处		1 次/调试中
	24	CT 生产间楼上离地 100cm 处 （质检部存货区）		1 次/调试中
	25	CT 生产间楼上离地 100cm 处 （办公室）		1 次/调试中
	26	CT 生产间楼下离地 170cm 处		1 次/调试中
	27	操作位（调试 RMCT1000/RMX3000 时监测）		1 次/调试中

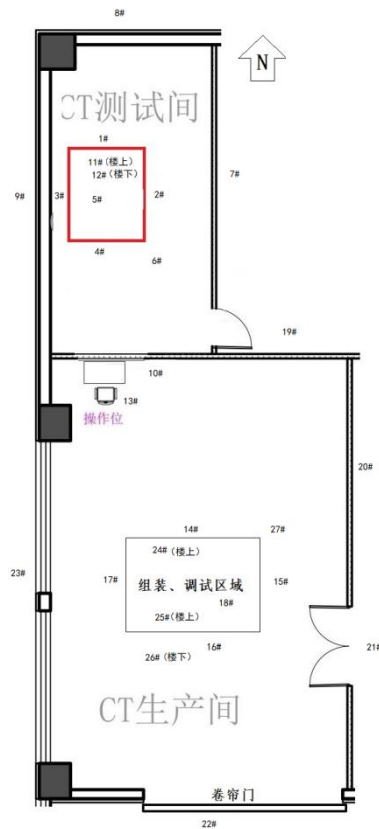


图 12-1 自行检测点位图

#### 12.4 辐射事故应急管理

公司制定了《辐射事故（件）应急预案》，包含对本项目的辐射事故应急管理相关内容，依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中进一步明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足公司实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，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。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行政部门报告。公司将每年至少组织一次应急演练。

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践正当性分析

俐玛光电科技（北京）有限公司因工作需要，生产、销售、使用 II 类射线装置，生产和使用分别在单独房间内。目前该设备为很成熟的 X 射线设备，尽管 X 射线对人体有少许危害，但是借助 X 射线设备可以进行科研及实践工作，所获利益远大于其危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

#### 13.1.2 选址合理性分析

本项目 CT 测试间和 CT 生产间都位于北京市北京经济技术开发区凉水河一街 2 号院 1 号楼一层内，为新建房间，充分考虑了检测工作的便利性以及周围场所的防护与安全，对公众影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址是可行的。

#### 13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

通过对设备辐射屏蔽分析可知，屏蔽体外周围剂量当量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，设备设置有门-机联锁、工作状态指示灯及电离辐射警示等措施，符合辐射安全防护的要求。

#### 13.1.4 辐射环境评价

（1）根据现场监测和估算结果可知，本项目设备运行后，预计工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值（ $2\text{mSv/a}$ 、 $0.1\text{mSv/a}$ ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

（2）本项目设备正常运行（使用）情况下，不产生放射性废气、放射性废水和放射性固废。

（3）辐射安全防护管理：公司已设辐射安全与环境保护管理机构，负责公司的辐射安全管理和监督工作。公司已制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护制度等。

(4) 与《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》的规定对照检查，满足要求。

### **13.1.5 结论**

综上所述，俐玛光电科技（北京）有限公司因工作需要，生产、销售、使用Ⅱ类射线装置项目，相应的辐射安全和防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

### **13.2 承诺**

(1) 加强本单位的辐射安全管理，发现问题，及时整治，完善管理制度，落实管理责任。

(2) 严格按照工程设计施工，保证工程建设质量。

(3) 项目竣工许可后应按照环保相关法规要求及时自行办理竣工验收，并接受生态环境部门的监督检查。

(4) 在辐射项目运行中决不容许违规操作和弄虚作假等现象发生，如若发现相关现象接受相关处理。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位进行调查并报生态环境部门备案。

表 14 审批

<p>下一级环保部门预审意见:</p>	<p>公章</p>
<p>经办人年月日</p>	
<p>审批意见:</p>	<p>公章</p>
<p>经办人年月日</p>	