

生产、销售、使用工业 CT 检测装置 扩建项目竣工环境保护验收 监测报告

报告编号：瑞森（验）字（2021）第019号

建设单位：俐玛精密测量技术（苏州）有限公司

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二一年七月

1 项目概况

1.1 建设单位基本情况

俐玛精密测量技术(苏州)有限公司产品主要有智能三维 CT 测量设备、X-ray 平面测量设备、光学轮廊成像测量设备、高端光学传感器等。

公司产品射线管均为进口德国产品，并通过滨松光子学商贸(中国)有限公司(辐射安全许可证编号：京环辐证【B0855】，有效期至 2023 年 4 月 22 日)和丹东林帝科技发展有限公司(辐射安全许可证编号：辽环辐证【F0086】，有效期至 2022 年 12 月 6 日)代理公司采购。设备铅屏蔽外壳(铅房)设计后委托无锡市兆星辐射防护科技有限公司加工后与其他配件在本项目厂内进行组装调试。公司已取得 CT 三维重建软件 V1.0 计算机软件著作权登记证书，并取得相关设计产品的国家知识产权局登记手续，具备相应 CT 等 X 光机产品的设计和生产能力。

1.2 项目建设规模

公司为满足市场需求及扩大再生产，在吴中区角直镇汇凯路以南，产业路以西购置土地并建设生产厂房，在厂区内新增 RMCT1000 型、RMCT2000 型、RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置，形成年生产、销售、使用 100 台 RMCT1000 型、50 台 RMCT2000 型和 10 台 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置的规模。该项目已于 2020 年 12 月完成项目的环境影响评价，于 2020 年 12 月 17 日取得了苏州市生态环境局关于该项目的环评批复文件(苏环核评准字【2020】E048 号)，本项目已完成许可。

2021 年 1 月，公司在厂区内已建成 X 射线调试间，用于 X 射线装置调试，配套的环保设施和主体工程均已同时建成，具备竣工环境保护验收条件。

1.3 验收工作由来

根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，俐玛精密测量技术(苏州)有限公司于 2021 年 1 月组织并启动验收工作，委托南京瑞森辐射技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作，委托南京瑞森辐射技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。项目委托书见附件 1。南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，于 2021 年 1 月 14 日、3 月 19 日开展了现场监测和核查，

根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

1.4 项目建设情况

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息

项目名称	生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目		
建设单位	俐玛精密测量技术（苏州）有限公司 （统一社会信用代码：91320506MA1URHJA2J）		
法人代表	张永辉	项目联系人	■
联系电话	■		
通讯地址	江苏省苏州市吴中区角直镇汇凯路以南，产业路以西		
项目地点	江苏省苏州市吴中区角直镇汇凯路以南，产业路以西		
建设性质	扩建		
环评报告名称	《生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目环境影响报告表》		
环评单位	南京科泓环保技术有限责任公司		
环评审批部门	苏州市生态环境局	批复时间	2020 年 12 月 17 日
批准文号	苏环核评准字【2020】E048 号		
建设时间	2020 年 12 月	竣工时间	2021 年 1 月
竣工验收单位	南京瑞森辐射技术有限公司	委托时间	2021 年 1 月 10 日
总投资（万元）	/		
核技术项目投资 （万元）	120	核技术项目环保投 资（万元）	15

公司本次验收项目环评审批及实际建设情况见表 1-2。

表 1-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目环境影响报告表》	<p>建设地点：生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目位于江苏省苏州市吴中区角直镇汇凯路以南，产业路以西 X 射线调试间。</p> <p>项目内容：年生产、销售、使用 100 台 RMCT1000 型工业 CT 装置（最大管电压 130kV、最大管电流 0.8mA）和 50 台 RMCT2000 型（最大管电压 225kV、最大管电流 3.0mA）和 10 台 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置（最大管电压 160kV、最大管电流 1.0mA）。以上工业 CT 检测装置均属 II 类射线装置。</p> <p>批复时间：2020 年 12 月 17 日 批准文号：苏环核评准字【2020】E048 号</p>	<p>建设地点：生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目位于江苏省苏州市吴中区角直镇汇凯路以南，产业路以西 X 射线调试间。</p> <p>项目内容：年生产、销售、使用 100 台 RMCT1000 型（最大管电压 130kV、最大管电流 0.8mA）、50 台 RMCT2000 型（最大管电压 225kV、最大管电流 3.0mA）、10 台 RXCT Semi-1500B 型（最大管电压 160kV、最大管电流 1.0mA）工业 CT 检测装置。以上工业 CT 检测装置均属 II 类射线装置。</p>	/

2 验收依据

2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起实施；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- 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），2021 年 1 月 4 日起施行；
- 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；
- 9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；
- 10) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；
- 11) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），2018 年 5 月 1 日起施行；
- 12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 22 日起施行；
- 13) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环保部公告 [2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；
- 14) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；

15) 《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688号，2020年12月13日印发。

2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- 3) 《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）；
- 4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；
- 6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；
- 7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。

2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定

《生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目环境影响报告表》，南京科泓环保技术有限责任公司，2020年12月，见附件2；

《关于生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目环境影响报告表的批复》（苏环核评准字【2020】E048号），苏州市生态环境局，2020年12月17日，见附件3。

2.4 其他相关文件

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第13卷第2期，1993年3月），江苏省环境监测站。

表 2-1 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.9~101.9	108.9~123.6
均值	79.5	115.1
标准差（s）	7.0	16.3
（均值 \pm 3s）*	79.5 \pm 21.0（58.5~100.5）	115.1 \pm 48.9（66.2~164.0）

*：评价时参考数值。

3 项目建设情况

3.1 地理位置及平面布置

项目名称：生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目竣工环境保护验收监测。

建设地点：江苏省苏州市吴中区角直镇汇凯路以南、产业路以西，公司地理位置见图 3-1，本项目周围 50m 范围示意图见图 3-2，厂区总平面布置图见图 3-3，X 射线调试间所在位置平面图见图 3-4，现场照片见图 3-5。

本项目周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照见表 3-1，由表可知，X 射线调试间北侧实际建设情况为配电间，南侧实际建设情况为调试登记间，其它建设情况与环评及其批复一致。

表 3-1 项目所在建筑物周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照表

位置		周围环境		备注
		环评规划情况	现场核实情况	
X 射线 调试间	东侧	生产车间	生产车间	与环评文件一致
	南侧	消防控制室	调试登记间	与环评文件不一致
	西侧	厂房外道路	厂房外道路	与环评文件一致
	北侧	空压机房	配电间	与环评文件不一致

3.2 建设内容

俐玛精密测量技术（苏州）有限公司年生产、销售、使用 100 台 RMCT1000 型（最大管电压 130kV、最大管电流 0.8mA）、50 台 RMCT2000 型（最大管电压 225kV、最大管电流 3.0mA）、10 台 RXCT Semi-1500B 型（最大管电压 160kV、最大管电流 1.0mA）工业 CT 检测装置。本次验收项目环评建设规模和实际建设规模主要技术参数对比见表 3-2，废弃物环评建设规模见表 3-3。由表中信息可知，本次验收项目内容与环评相比无变化。



图 3-1 俐玛精密测量技术（苏州）有限公司地理位置示意图

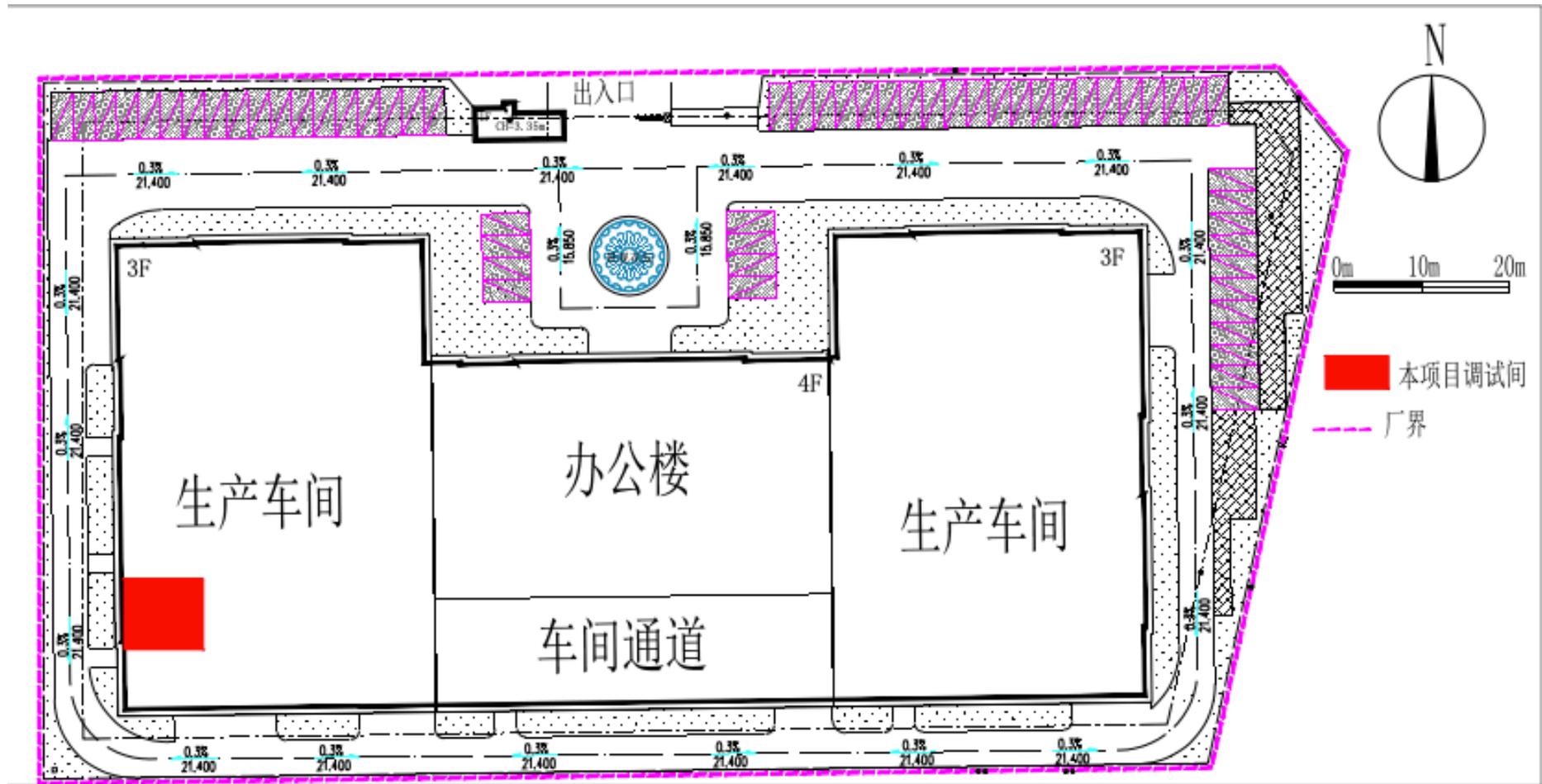


图 3-3 俐玛精密测量技术（苏州）有限公司厂区总平面布置图

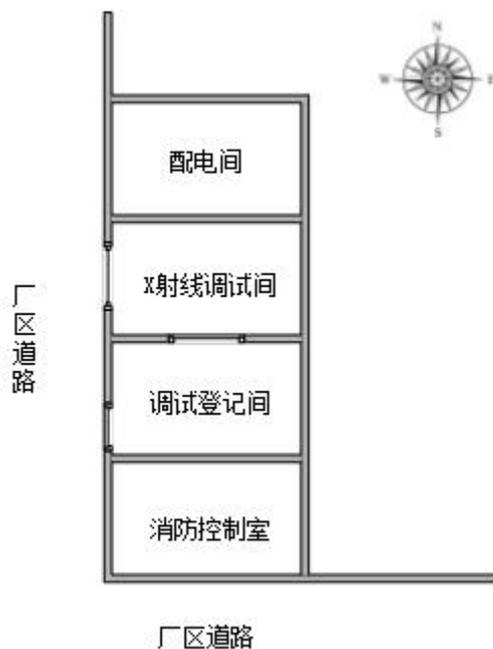


图 3-4 X 射线调试间所在位置平面图



图 3-5 X 射线调试间所在环境现场图

表 3-2 俐玛精密测量技术（苏州）有限公司本次验收项目建设规模主要技术参数

射线装置								
名称	环评建设规模				实际建设规模			
	数量 (台)	型号	技术参数	工作场所	数量 (台)	型号	技术参数	工作场所
桌面工业 CT 检测装置	100	RMCT1000	最大管电压 130kV 最大管电流 0.8mA	X 射线调试间	100	RMCT1000	最大管电压 130kV 最大管电流 0.8mA	X 射线调试间
显微工业 CT 检测装置	50	RMCT2000	最大管电压 225kV 最大管电流 3.0mA	X 射线调试间	50	RMCT2000	最大管电压 225kV 最大管电流 3.0mA	X 射线调试间
工业 CT 检测装置	10	RXCT Semi-1500B	最大管电压 160kV 最大管电流 1.0mA	X 射线调试间	10	RXCT Semi-1500B	最大管电压 160kV 最大管电流 1.0mA	X 射线调试间

表 3-3 俐玛精密测量技术（苏州）有限公司本次验收项目废弃物环评建设规模

名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
臭氧、 氮氧化物	气态	/	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧的半衰期为 22~25 分钟，常温下可自行分解为氧气

3.3 工作原理及工艺流程

3.3.1 工作原理

俐玛精密测量技术（苏州）有限公司生产、销售、使用的工业 CT 检测装置是新一代的无损检测设备，以实时成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

工业 CT 检测装置由全封闭式铅防护壳、具有安全联动装置的样品进出工件门、运动机构（可以实现样品的多面化测试，调节放大倍率）、电气控制柜（用于供电、接地以及实现运动控制模块的功能）、配有软件操作平台的电脑主机、显示器、平板探测器（用于图像的搜集和增强处理）和一体化 X 射线光管组成。其中一体化 X 射线管是由该公司直接购置的，其高压发生模块集成在 X 射线管内，射线管本身四周具有铅屏蔽，防止 X 射线的泄露。X 射线管头主要由 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，阳极靶则根据应用的需要，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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 3-6。

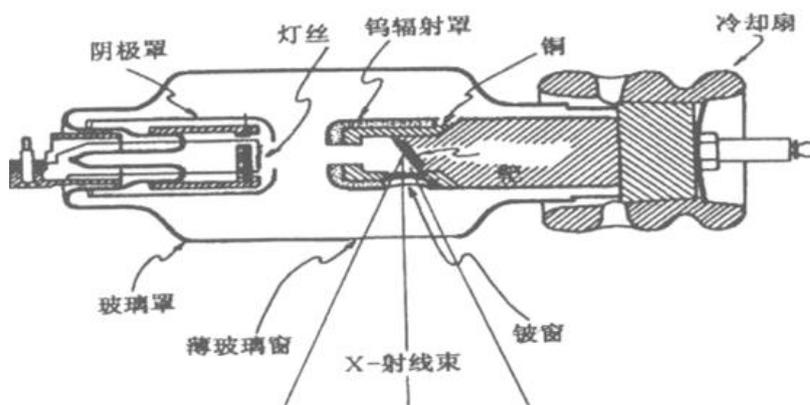


图 3-6 典型的 X 射线管结构图

3.3.2 工作流程及产污环节

(1) 工业 CT 装置的生产、安装流程

公司根据销售合同，确定需生产工业 CT 装置的型号和数量，随后采购或者外协加工零部件，其中 X 射线管购买成品，不自行加工。在生产场所主要对部件进行组装，直至完成整机安装。工业 CT 装置的屏蔽铅房外协加工，外协单位为企业长期合作的合格供应商，屏蔽体部件、防护门等在企业内完成组装。

(2) 工业 CT 装置的调试（使用）流程

在工业 CT 装置安装成整机成品后，依次对其系统性能进行测试，主要包括对安全联锁进行测试、对辐射防护进行测试、对系统相关参数进行设置、对系统稳定性进行测试。

为尽量减少开机曝光调试下因联锁等安全装置等问题导致的额外照射量，企业先行开展模拟调试。模拟调试情况下主要对电气设备继电器互锁装置等的调试，X 射线管不开启，如发现模拟调试下联锁装置或工作指示灯显示不正常，则需要进一步排查问题，再次调试直至合格后，方可进入下一步开机曝光条件下调试。

开机加高压测试时，为保证安全，首先测试门机联锁，将防护门不完全密闭，然后测试是否能开启高压，在此期间，在防护门外放置剂量探头，在门机联锁失灵时，射线会从未关严的防护门缝中泄漏，门外剂量率会明显增加。在确认门机联锁没有问题后关闭防护门测试屏蔽效果，逐步调高 X 射线发生器的电压，在逐步升压过程中使用巡检仪检测设备外表面各处的剂量率，当 X 射线发生器达到最高电压后设备外任何部位的剂量率均满足控制标准，说明其屏蔽设计和防护效果均合格。后续测试时保证 X 射线发生器被满足防护要求的自屏蔽体所屏蔽。通过所有辐射防护检测和功能检验后作为合格产品外售。本项目开机曝光调试时采用模拟样品进行探伤检测。

项目生产、安装、调试工作流程及产污环节见图 3-7，开机曝光调试工作流程及产污环节见图 3-8。

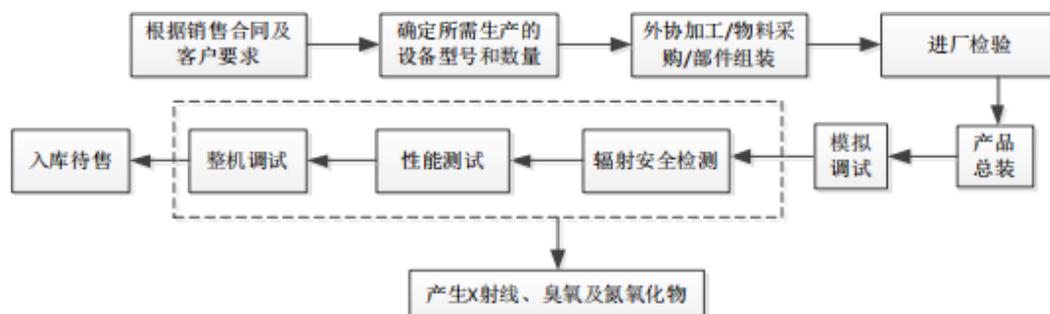


图 3-7 生产、安装、调试工作流程及产污环节

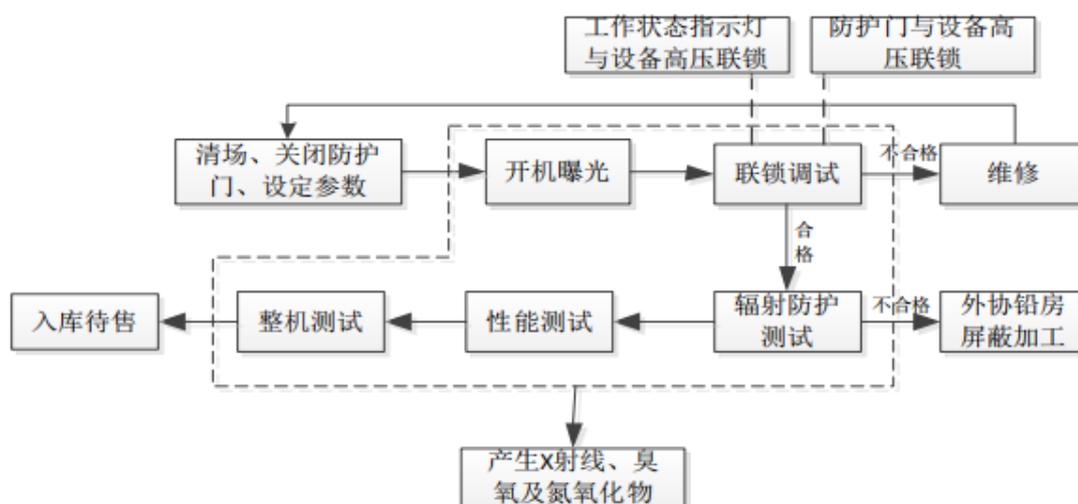


图 3-8 调试工作流程及产污环节

项目 X 射线调试时先进行清场，关闭铅门，设定参数，曝光调试。如一次调试不合格需维修后再次曝光调试直至调试合格。

门机联锁调试的内容包括如下两点：

1、防护门处打开状态下或未关严下，X 射线管高压电源不能接通，X 射线不能出束；防护门关闭后才能开启 X 射线高压电源；

2、防护门意外打开时，X 射线管高压电源立即切断，X 射线停止出束；关上门不能自动开始 X 射线照射。

(3) X 射线检测装置的销售及售后维修：

在协助用户通过环评和获得辐射安全许可证后，在客户许可的使用区域进行安装调试，满足要求并通过验收后提交客户。公司为客户仅提供基于软件调试等售后服务，不承担硬件损坏维修服务，且售后服务在客户厂区辐射工作场所内进行。

3.4 项目变动情况

俐玛精密测量技术（苏州）有限公司本次验收项目中 X 射线调试间北侧实际建设为配电间，南侧实际建设为调试登记间，X 射线调试间西墙上装有玻璃窗，窗户已安装有防盗网，其它建设情况与环评及其批复一致。

以上项目变动情况不影响 X 射线调试间的辐射防护效果，对照《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，不属于重大变动。

4 辐射安全与防护环境保护措施

4.1 污染源项分析

4.1.1 辐射源项分析

本项目新增3种工业CT检测装置，分别为RMCT1000型桌面工业CT检测装置（最大管电压130kV、最大管电流0.8mA）、RMCT2000型显微工业CT检测装置（最大管电压225kV、最大管电流3.0mA）、RXCT Semi-1500B型工业CT检测装置（最大管电压160kV、最大管电流1.0mA）。

由项目工艺流程及射线装置调试工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。该项目生产、销售、使用的是X射线机，只有在设备调试阶段并在开机出束状态时（曝光状态）才会发出X射线。因此，在开机曝光期间，X射线成为污染环境的主要污染因子。X射线的主要来源有：

- （1）X射线检测装置调试过程中发射出的泄漏X射线；
- （2）X射线束装置内部件散射产生的散射X射线；
- （3）有用射线束透过屏蔽体的X射线。

4.1.2 其他污染源项分析

工业CT检测装置开机运行时，产生的X射线与空气相互作用可产生少量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

4.2 布局与分区

布局：工业CT检测装置由全封闭式铅防护壳、具有安全联动装置的工件进出铅门、运动机构（可以实现样品的多面化测试，调节放大倍率）、电气控制柜（用于供电、接地以及实现运动控制模块的功能）、控制台等组成。控制台独立设置，一般均位于铅房前侧或左、右任一侧（根据客户要求调整控制台位置）。本项目工作场所分为生产装置区和调试间两个主体区域以及办公室、仓库等辅助区域，调试区域位于厂房一层西南角，东侧为生产组装线，调试合格的设备运至仓库，调试间和其他区域独立设置，将辐射人员和其他人员分开，有效避免其他人员误入调试间内，故项目工作场所布局合理。

辐射防护分区：辐射工作场所划分控制区和监督区，以X射线装置铅房边界作为控制区边界，以调试间边界作为监督区边界，并包围设备操作台、电气控

制柜的区域。本项目调试间东、南、西、北侧依托厂房内的实体墙与外界隔开，其中西墙上的窗户装有防盗网，调试间入口处安装带防盗功能的门，并在醒目处设置规范的电离辐射警告标志和中文警示说明，提醒其他非调试工作人员此处为电离辐射场所，设备调试期间禁止公众进入。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）中关于辐射工作场所的分区规定。

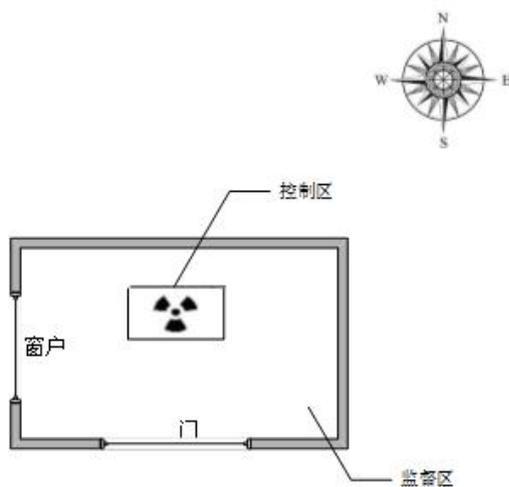


图 4-1 X 射线调试间辐射管理分区示意图

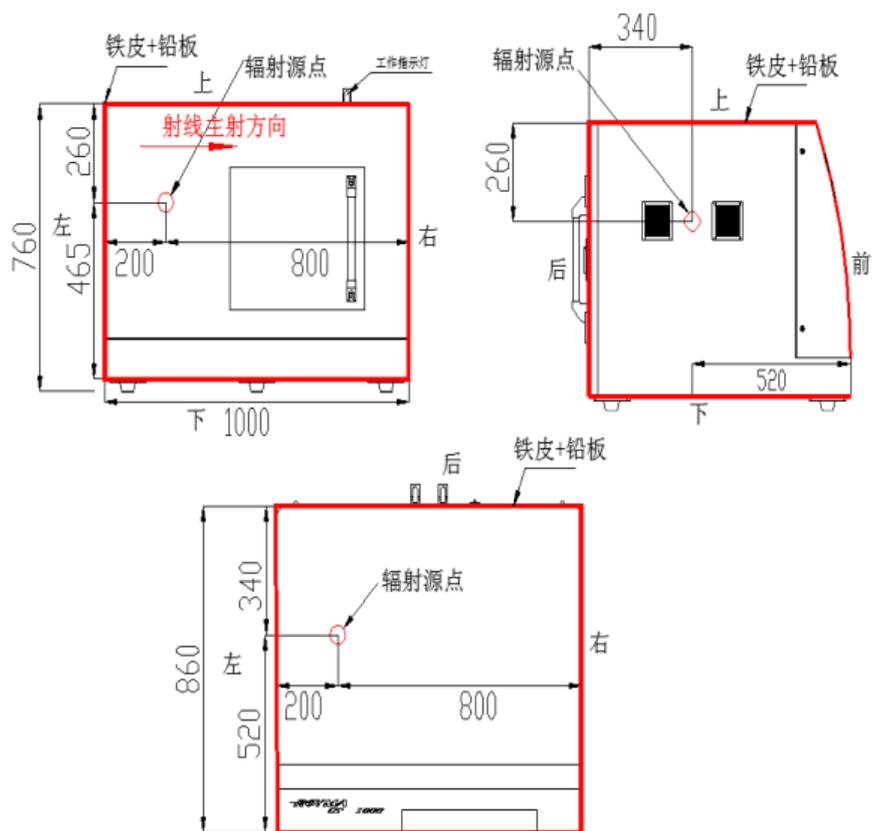
4.3 辐射防护措施

本项目扩建 RMCT1000 型、RMCT2000 型和 RXCT Semi-1500B 型共计 3 种型号系列的工业 CT 检测装置的生产、销售、使用业务。该公司生产、研制的 X 射线检测装置均采用自屏蔽结构，X 射线管被安放在设备内部的铅装置中，设备内部设有准直系统、机械迷路等，对漏射线、散射线进行屏蔽；装置外部机壳采用底板+铅板+外壳 3 层结构，本次评价各型号检测装置的屏蔽措施见下表 4-1 和附件 4 中《屏蔽结构证明》。工件门与屏蔽铅防护体的重叠尺寸大于 10cm，门与铅屏蔽体的间隙小于 1cm。设备自带铅房平面图和立面示意图见图 4-2。

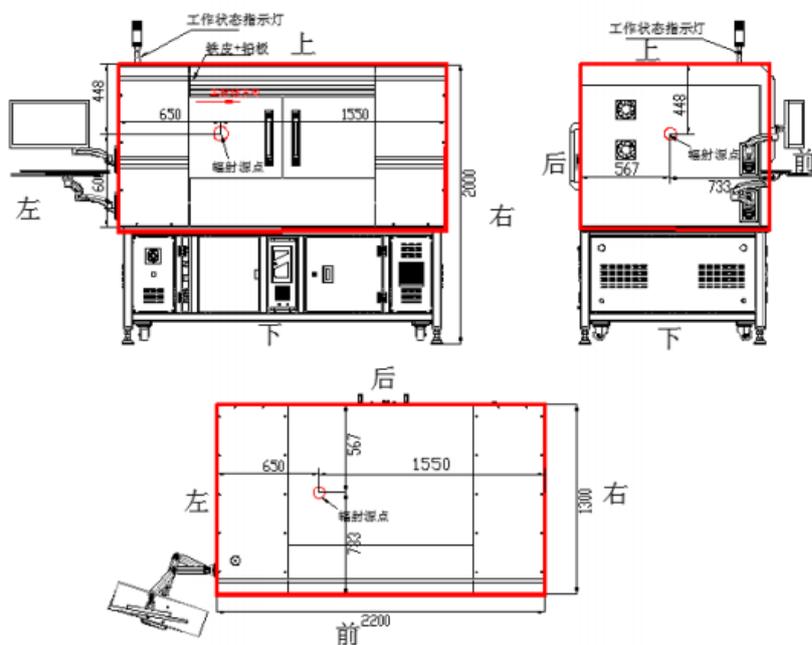
表 4-1 X 射线铅房屏蔽参数（单位：mm）

射线装置 型号	前	后	左	右	顶层	底层	检测样品进出口	备注
							移门式铅门或平开门	
RMCT1000	4.5Fe+4.0Pb			4.5Fe+6.0Pb	4.5Fe+4.0Pb		4.0Pb	主发射角朝右
RMCT2000	4.5Fe+8.0Pb			4.5Fe+10.0Pb	4.5Fe+8.0Pb		8.0Pb	主发射角朝右
RXCT Semi-1500B	4.5Fe+6.0Pb				4.5Fe+ 8.0Pb	4.5Fe+ 6.0Pb	6.0Pb	主发射角垂直 向上

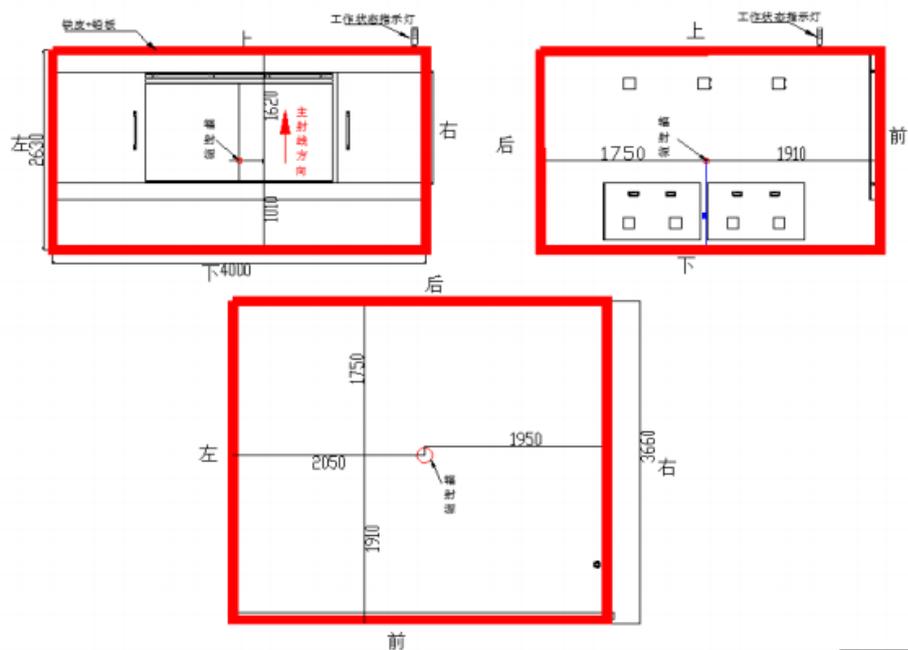
注：主发射角方向详见图 4-1 标注



RMCT1000 型 CT 装置平面及立面图



RMCT2000 型工业 CT 装置平面及立面图



RXCT Semi-1500B 工业 CT 装置平面及立面图

图 4-2 本项目工业 CT 检测装置平面及立面图

4.4 辐射安全措施

4.4.1 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目工业 CT 检测装置上均粘贴有电离辐射警告标志，设置了工作状态指示灯，符合 GB 18871-2002 规范的电离辐射警告标志的要求。工作状态指示灯和电离辐射警示标志见图 4-3。





注：RMCT1000 型工业 CT 检测装置指示灯，设备通电时为绿灯，射线开启后为红灯。

图 4-3 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

4.4.2 人员监护

公司为本项目配备了 4 名辐射工作人员（名单见表 4-2），4 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并且考核合格。4 名辐射工作人员于 2020 年 9 月、10 月进行了职业健康体检，体检结果为“可从事放射工作”。4 名辐射工作人员均已委托苏州大学卫生与环境技术研究所进行个人剂量监测并建立了个人职业健康监护档案。培训合格证书、职业健康证明详见附件 6，个人剂量检测委托合同详见附件 7。

公司已配备有 1 台 RJ38-3062 型辐射巡检仪，并为本项目配备 5 台 RadTarge-mini 型个人剂量报警器、1 套 RJ21-1155 型场所辐射监测仪，见图 4-4，满足环评及其批复的要求。

表 4-2 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	培训时间/合格证书编号	工作场所
汪继龙	男	专科	2019 年 12 月 13 日/苏环辐 1935076	X 射线调试间
高贺	男	专科	2019 年 12 月 13 日/苏环辐 1935075	X 射线调试间
周志峰	男	专科	2019 年 12 月 13 日/苏环辐 1935077	X 射线调试间
聂明建	男	专科	2019 年 12 月 13 日/苏环辐 1935078	X 射线调试间



图 4-4 辐射监测仪器

4.4.3 急停措施

本项目3种型号（RMCT1000型、RMCT2000型、RXCT Semi-1500B型）工业CT检测装置上均设置了急停开关和按钮，紧急情况时，转动急停开关或按下急停按钮即可关闭设备。经现场核查有效。详见图4-5。





图 4-5 急停开关和急停按钮

4.4.4 门机联锁

本项目 3 种型号（RMCT1000 型、RMCT2000 型、RXCT Semi-1500B 型）工业 CT 检测装置的防护门设置有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时，X 射线机才能出束照射。在铅门开启状态下，X 射线机均无法开启，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

4.4.5 钥匙控制开关

本项目 3 种型号（RMCT1000 型、RMCT2000 型、RXCT Semi-1500B 型）工业 CT 检测装置上均设置了钥匙控制开关，只有打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有停机或待机状态时才能拔出。设备只有在打开钥匙开关后，才能开启设备控制柜上的射线高压接通按钮，两者开关缺一，均不能正常开启射线管，从而不能正常出束。现场照片见图 4-6 所示。



图 4-6 钥匙控制开关

4.4.6 其他辐射安全措施

(1) 本项目已配置 2 套铅防护服、1 个铅当量 10mm 的移动铅屏风。现场照片见图 4-7 所示。



图 4-7 铅衣和铅屏风

(2) 本项目 X 射线调试间入口处安装带防盗功能的门，并在醒目处设置规范的电离辐射警告标志和中文警示说明，防止非工作人员进入。



图 4-8 防盗门

(3) X 射线调试间西墙上的窗户安装有防盗网，具有防盗功能。



图 4-9 防盗窗

4.5 辐射安全管理制度

公司根据《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》，针对所开展的检测活动制定了相应的辐射安全与环境保护管理制度，清单如下：

- 1) 《操作规程制度》
- 2) 《岗位职责制度》
- 3) 《辐射防护安全保卫制度》
- 4) 《设备检修维护制度》
- 5) 《使用台账制度》
- 6) 《辐射事故处理应急预案》
- 7) 《职业健康档案管理制度》
- 8) 《人员培训计划》
- 9) 《监测方案》

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《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》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件 5。

4.6 辐射安全应急措施

公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对公司放射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查及信息公开、以及应急保障、人员培训和演练等方面进行了规定，满足放射安全事故应急要求。

4.7 辐射安全与防护措施落实情况

经现场核查、查阅相关资料，本项目环评及批复落实情况见表 4-3。

表 4-3 本项目环评及批复落实情况一览表

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派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。	设置辐射环境安全专（兼）职管理人员。	已设有辐射安全与环境保护办公室，负责人为汪继龙。详见附件 5。	已落实
辐射安全 and 防护措施	屏蔽措施：RMCT1000、RMCT2000、RXCT Semi-1500B 型工业 CT 装置均采用钢板内衬铅板的自屏蔽结构。	按照环评要求做好 X 射线铅房的屏蔽防护。	屏蔽措施：本项目备置的 RMCT1000、RMCT2000、RXCT Semi-1500B 型工业 CT 装置均采用钢板内衬铅板的自屏蔽结构进行防护。具体屏蔽参数和尺寸详见报告表正文中表 4-1 和附件 4 中《屏蔽结构证明》。经现场检测，工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。	已落实
	安全措施（警示标志、工作状态指示灯等）：所有工业CT装置铅门均设置有门机连锁装置，RMCT2000型工业CT装置同时安装有门机连锁和剂量连锁双道连锁装置；铅房上设有红、绿两色指示灯，两侧设置电离辐射警告标志。控制台设有钥匙开关和急停按钮。将CT装置铅房边界作为控制区边界，以调试间边界作为监督区边界，并包围设备操作台、电气控制柜的区域，调试间采用实体墙与外界隔开，入口处设置防盗移门或对开门，醒目处设置规范的电离辐射警告标志和中文警示说明。	辐射工作场所按照控制区和监督区分区管理。按照要求设置钥匙开关，紧停按钮，门机连锁，工作状态指示灯，剂量连锁等辐射防护措施。按照要求做好设备的出厂前检测工作。	安全措施（警示标志、工作状态指示灯等）：所有工业 CT 装置铅门均设置有门机连锁装置；铅房上设有工作状态指示灯，设有电离辐射警告标志。装置上设有钥匙开关和急停按钮。将 CT 装置铅房边界作为控制区边界，以调试间边界作为监督区边界，并包围设备操作台、电气控制柜的区域，调试间采用实体墙与外界隔开，入口处设置防盗对开门，醒目处设置规范的电离辐射警告标志和中文警示说明。 （注：RMCT2000 型工业 CT 装置剂量连锁情况说明详见附件 4 中的情况说明）	RMCT2000 型工业 CT 装置未配置剂量连锁，其它措施已落实
辐射安全管理制度	制定操作规程，岗位职责，辐射防护和安全保卫制度，设备检修维护制度，射线装置使用登记和台帐管理制度，人员培训计划，监测方案，辐射事故应急措施。	建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。	已制定辐射安全管理制度，包括《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《使用台账制度》、《辐射事故处理应急预案》、《职业健康档案管理制度》、《人员培训计划》、《监测方案》。详见附件 5。	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
人员配备	辐射工作人员参加并通过辐射防护知识的培训和考核。每四年应参加复训。	辐射工作人员在上岗前参加环保部门组织的辐射防护知识培训，经考核合格后上岗操作。	本项目配备的 4 名工作人员均参加辐射安全培训，并取得合格证书；取得辐射安全合格证书的人员，每四年接受一次再培训。详见附件 6。	已落实
	委托有资质单位定期开展个人剂量监测，个人剂量监测周期不超过 3 个月。	辐射工作人员在操作时将佩戴个人剂量计，辐射工作人员每人将配备有效的个人剂量计工作时佩戴。建立和完善个人剂量档案。	公司已委托苏州大学卫生与环境技术研究所对辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量检测委托协议详见附件 7。	已落实
	委托有资质单位定期开展职业健康体检，体检周期不超过 2 年。	/	4 名辐射工作人员于 2020 年 9 月、10 月进行了职业健康体检，体检结果均为“可继续从事放射工作”，并已建立职业健康档案。健康证明详见附件 6。	已落实
监测仪器和防护用品	已配备1台辐射巡测仪和1台个人剂量报警仪。拟新增1台个人剂量报警仪	配备X- γ 剂量率巡测仪，定期自检。	已配备 1 台巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行监测。已配备 5 台个人剂量报警仪、1 套场所辐射监测仪，辐射工作人员工作时随身携带个人剂量报警仪。详见图 4-4。	已落实
	拟新增配置2套铅防护服。辐射调试场所配置 1个铅当量不低于10mm的移动铅屏风。	/	已配置 2 套铅防护服。已配置 1 个铅当量 10mm 的移动铅屏风。详见图 4-7。	已落实
辐射监测	/	按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年 1 月 31 日前报送辐射安全许可证发证机关。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。公司定期对场所周围环境辐射剂量率进行监测。	已落实
应急管理	/	/	已制定辐射事故应急措施等制度。详见附件 5。	已落实

5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定

5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议

5.1.1 结论

1、实践正当性

俐玛精密测量技术（苏州）有限公司主要从事工业 CT 检测装置生产、销售业务，本次扩建年产 100 台 RMCT1000 型、50 台 RMCT2000 型 10 台 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置。

公司生产、销售、使用的 CT 检测装置主要用于工业生产中设备、金属零部件、线路板等无损检测，故该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

2、选址、布局合理性

本项目位于苏州市吴中区角直镇产业路以西，汇凯路以南的厂区生产车间内西南角。

本项目所在厂区东侧为规划产业路、南侧、西侧和北侧目前均为空地（规划为工业用地），项目周围 50m 范围内无居民点、学校和医院等环境敏感目标。

本项目射线调试间位于厂房西南侧，目前厂房在建中，东侧为生产车间、南侧为消防控制室、西侧为厂房外道路，北侧为空压机房。厂房内设置 1 处成品仓库，用于存放已调试待销售的设备。本项目 X 射线调试间周围 50m 范围内无居民点等敏感目标。设备经组装生产线上完成组装后，运至调试间进行射线调试，调试合格的设备运至车间仓库，项目工作场所布局基本合理。

3、辐射环境现状评价

根据辐射环境现状监测报告可知：项目所在的 X 射线调试间周围辐射环境背景水平在 $0.09\mu\text{Sv/h}\sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ 范围内，与江苏省天然贯穿辐射水平相比未见异常，属于正常本底范围内。

4、环境影响评价

该项目的主要污染因子为 X 射线和非辐射影响因子（臭氧和氮氧化物）。项目开机调试下由于电离空气产生的臭氧和氮氧化物量极少，同时臭氧能够在短时间内分解，通过空气流通、扩散、稀释作用后对大气环境影响较小。

根据理论预测结果可知，设备铅房外预测点处辐射剂量率均能够满足《工业

X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的剂量率限值要求。公司从事 X 射线调试的工作人员和公众成员所受年有效剂量，均低于本项目管理目标要求（职业工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv），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。

5、辐射安全措施评价

公司生产、销售、使用的工业 CT 检测装置铅防护门均设置有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时，X 射线机才能出束照射。装置设有工作状态指示灯，调试间划分为控制区和监督区并设置电离辐射警告标志和警示标语；装置设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；采取以上辐射安全措施后，本项目将能够满足辐射安全防护要求。

6、辐射管理措施和管理制度评价

公司目前已成立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，并以文件形式明确各成员的管理职责。

企业目前已建立相应的规章制度，包括：辐射岗位操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射安全保卫制度、辐射设备使用与维护制度、辐射设备使用台账管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射剂量监测制度、辐射安全事故处理应急处置制度。该公司辐射工作人员已参加辐射安全和防护专业知识培训，并通过考核取得了培训合格证书。公司已委托有资质单位定期对辐射工作人员的个人剂量进行检测。在个人剂量监测制度上明确要求辐射工作人员在开机前随身佩戴个人剂量片，个人剂量片不得漏检或不送检。

为保护辐射工作人员身体健康，建设单位已安排所有从事辐射工作的人员在上岗前进行了职业健康体检，体检合格方能上岗。对于离岗人员也必须进行离岗体检，并对检查记录妥善长期保留。目前在岗人员均定期进行职业健康体检，体检时间间隔均未超过 2 年，体检结果表明均无异常结果，可继续从事辐射工作。

公司在采取上述安全管理措施后，将具备相应的辐射安全管理能力。

综上所述，俐玛精密测量技术（苏州）有限公司生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目符合正当化原则，已采取和拟采取的辐射安全和防护措施适当，具有其所从事辐射活动相适应的技术能力和辐射安全管理能力，在进一步完善辐

射安全与环境保护管理机构和各项制度的前提下，从辐射安全和环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

5.1.2 建议和承诺

(1) 本项目投入试运行后，企业应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）开展自主验收工作，验收合格后方可正式投入使用。

(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。

5.2 审批部门审批决定

你单位于2020年12月7日向本机关提交的《生产、销售、使用工业CT检测装置扩建项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及相关材料收悉。经审查，符合法定条件、标准，根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条“申请人的申请符合法定条件、标准的，行政机关应当依法作出准予行政许可的书面决定”、《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条“审批部门应当自收到环境影响报告书之日起六十日内，收到环境影响报告表之日起三十日内，分别作出审批决定并书面通知建设单位”等规定，本机关决定准予行政许可，做出如下行政许可决定：

一、项目性质：扩建。

二、审批内容

(一) 种类和范围：生产、销售、使用II类射线装置。

(二) 项目内容：本项目建设地点位于江苏省苏州市吴中区角直镇汇凯路南，产业路以西X射线调试间。年生产、销售、使用100台RMCT1000型工业CT装置（最大管电压130kV,最大管电流0.8mA）和50台RMCT2000型（最大管电压225kV,最大管电流3.0mA）和10台RXCT Semi-1500B型工业CT检测装置（最大管电压160kV,最大管电流1.0mA）。

三、有关要求

(一) 在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使

用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应的剂量限值要求。

（二）你单位应设置辐射环境安全专（兼）职管理人员,建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

（三）本项目的污染防治措施：按照环评要求做好 X 射线铅房的屏蔽防护。辐射工作场所按照控制区和监督区分区管理。按照要求设置钥匙开关，紧停按钮，门机联锁，工作状态指示灯，剂量联锁等辐射防护措施，按照要求做好设备的出厂前检测工作。

（四）企业建立辐射安全管理机构，制定辐射防护规章制度。辐射工作人员在上岗前参加环保部门组织的辐射防护知识培训，经考核合格后上岗操作。辐射工作人员在操作时将佩带个人剂量计，辐射工作人员每人将配备有效的个人剂量计工作时佩戴。同时，企业将配备 X- γ 剂量率巡检仪，定期自检。建立和完善个人剂量档案。

（五）按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年 1 月 31 日前报送辐射安全许可证发证机关。

（六）按规定申领“辐射安全许可证”，取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

（七）该项目建成后，其配套建设的放射防护设施经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（八）苏州市吴中区生态环境局组织开展该工程的“三同时”监督检查和日常监督管理工作，苏州市生态环境执法局负责不定期抽查。你局应告知建设单位在收到正式环评批复 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表送苏州市吴中区生态环境局，并按规定接受生态环境部门的日常监督检查。

（九）建设单位是建设项目环境信息公开的主体，你公司须自收到我局批复后及时将该项目报告表的最终版本予以公开。同时应按照《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发[2015] 162 号）做好建设项目开工前、施工期和建成后的信息公开工作。

（十）本批复自下达之日起五年内建设有效，该项目在建设过程中若项目的性质、规模、地点、拟采用的污染防治措施发生重大变动的，应当重新报批项目的境影响文件。

6 验收执行标准

6.1 人员年受照剂量管理目标值

依据环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表 6-1。

表 6-1 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目	职业照射年有效剂量	5mSv/a
	公众年有效剂量	0.1mSv/a

6.2 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，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。

1) 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值潜在照射的范围。

2) 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。

6.3 工作场所放射防护安全要求

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求，本项目工业 CT 检测装置应满足下述要求。

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.4 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 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)的要求，本项目 X 射线实时成像检测系统应满足下述要求。

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率(以下简称剂量率)和每周剂量当量(以下简称周剂量)应满足下列要求：

周剂量参考控制水平(H_c)和导出剂量率参考控制水平($\dot{H}_{c,d}$)：

人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；

公众： $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ： $\dot{H}_{c,max} = 2.5\mu\text{Sv/h}$

关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ： \dot{H}_c 为上述 a)中 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b)中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

6.4 安全管理要求及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

7 验收监测

7.1 监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求进行监测。

7.2 监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为 X- γ 辐射剂量率。

7.3 监测工况

2021年1月14日、3月19日，南京瑞森辐射技术有限公司对该公司生产、销售、使用工业CT检测装置扩建项目进行验收监测，验收工况如下：

表 7-1 生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目验收检测工况

装置名称型号	出厂编号	技术参数	验收监测工况	使用场所
RMCT1000 型桌面工业 CT 检测装置	RMCT200805135	130kV/0.8mA	100kV/200 μ A	X 射线调试间
RMCT2000 型显微工业 CT 检测装置	RMCT201121144	225kV/3.0mA	200kV/3.0mA	X 射线调试间
RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置	RBXB201120143	160kV/1.0mA	160kV/177 μ A	X 射线调试间

7.4 监测内容

对工业 CT 检测装置周围环境布设监测点，特别关注距工业 CT 检测装置外表面 30cm 处，监测工业 CT 检测装置运行状态、非运行状态下的 X- γ 辐射剂量率，每个点位监测 5 个数据。

8 质量保证和质量控制

8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353），见附件 9。

8.1.2 监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过江苏省社会辐射环境检测机构辐射检测技术人员上岗培训。检测人员资质见表 8-1。

表 8-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	崔 严	SHFSJ0281（综合类）	2017.07.19
2	罗宜国	SHFSJ0735（电离类）	2020.9.30

8.1.3 监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 8-2。

表 8-2 检测使用仪器

仪器名称/型号	仪器编号	主要技术指标	使用日期
多功能辐射探测仪 (FH40G+FHZ672E-10)	NJRS-521	能量响应：48keV~6MeV 测量范围：1nSv/h~100μSv/h 检定证书编号：2020H21-10-2340553001 检定有效期限：2020.2.28~2021.2.27	2021 年 1 月 14 日
多功能辐射探测仪 (FH40G+FHZ672E-10)	NJRS-004	能量响应：48keV~6MeV 测量范围：1nSv/h~100μSv/h 检定证书编号：2021H00-10-3031684001 检定有效期限：2021.2.8~2022.2.7	2021 年 3 月 19 日

8.1.4 监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

8.2 自主检测质量保证和质量控制

8.2.1 监测仪器

经现场核查，公司为本项目配备的辐射检测仪均能正常使用，可以满足日常自检要求。

监测仪器见表 8-3。

表 8-3 检测使用仪器

仪器名称/型号	型号	数量	购买日期	性能状态
X- γ 辐射巡测仪	RJ38-3602	1	2020.09	正常
个人剂量报警器	RadTarge-mini	5	2020.07	正常
场所辐射监测仪	RJ21-1155	1	2021.06	正常

8.2.2 人员能力

本项目辐射工作人员已分别于 2018 年、2019 年参加了苏州大学放射医学研究所培训中心组织的辐射安全与防护培训班，并通过考核取得培训合格证书，详见附件 6。

8.2.3 质量保证措施

公司已为本项目制定了《监测方案》和《人员培训计划》等规章制度，以保证日常自检的质量控制，详见附件 5。

9 验收监测结果

9.1 辐射防护监测结果

本次验收监测结果详见附件 8。本项目 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置工作时设备外表面 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 9-1，监测点位见图 9-1；RMCT1000 型桌面工业 CT 检测装置工作时设备外表面 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 9-2，监测点位见图 9-2；RMCT2000 型显微工业 CT 检测装置工作时设备外表面 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 9-3，监测点位见图 9-3。

表 9-1 本项目 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置外表面 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	操作位	0.142	开机
2	前面距设备表面 30cm 处	0.129	开机
3	前门外 30cm 处（左缝）	0.128	开机
4	前门外 30cm 处	0.107	开机
5	前门外 30cm 处（中缝）	0.106	开机
6	前门外 30cm 处	0.096	开机
7	前门外 30cm 处（右缝）	0.114	开机
8	前门外 30cm 处（下缝）	0.125	开机
9	前面距设备表面 30cm 处	0.126	开机
10	右侧距设备表面 30cm 处	0.138	开机
11	右侧距设备表面 30cm 处	0.141	开机
12	右侧距设备表面 30cm 处	0.141	开机
13	后门外 30cm 处（左缝）	0.133	开机
14	后门外 30cm 处	0.140	开机

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
15	后门外 30cm 处 (中缝)	0.142	开机
16	后门外 30cm 处	0.130	开机
17	后门外 30cm 处 (右缝)	0.130	开机
18	左侧距设备表面 30cm 处	0.127	开机
19	左侧距设备表面 30cm 处	0.129	开机
20	左侧距设备表面 30cm 处	0.129	开机
21	环境本底	0.151	关机

注：1.测量结果未扣除本底值。

2.检测日期：2021 年 1 月 14 日，检测仪器编号：NJRS521

3.被检设备编号：RBXB201120143

当该 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置工作（工况：160kV、177 μA ）时，设备周围的 X- γ 辐射剂量率为（0.096~0.142） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

表 9-2 本项目 RMCT 1000 型桌面工业 CT 检测装置外表面 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	操作位	0.139	开机
2	前面距设备表面 30cm 处	0.140	开机
3	距设备进样口 30cm 处 (左缝)	0.129	开机
4	距设备进样口 30cm 处	0.128	开机
5	距设备进样口 30cm 处 (右缝)	0.127	开机
6	距设备进样口 30cm 处 (下缝)	0.129	开机
7	前面距设备表面 30cm 处	0.128	开机

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
8	右侧距设备表面 30cm 处	0.138	开机
9	后面距设备表面 30cm 处	0.139	开机
10	后面距设备表面 30cm 处	0.139	开机
11	左侧距设备表面 30cm 处	0.138	开机
12	环境本底	0.127	关机

注：1.测量结果未扣除本底值。

2.检测日期：2021 年 1 月 14 日，检测仪器编号：NJRS521

3.被检设备编号：RMCT200805135

当该 RMCT 1000 型桌面工业 CT 检测装置工作（工况：100kV、200 μA ）时，设备周围的 X- γ 辐射剂量率为（0.127~0.140） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

表 9-3 本项目 RMCT 2000 型显微工业 CT 检测装置外表面 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	操作位	0.122	开机
2	前面距设备表面 30cm 处	0.118	开机
3	前门外 30cm 处（左缝）	0.122	开机
4	前门外 30cm 处	0.125	开机
5	前门外 30cm 处（中缝）	0.128	开机
6	前门外 30cm 处	0.115	开机
7	前门外 30cm 处（右缝）	0.134	开机
8	前门外 30cm 处（上缝）	0.134	开机
9	前门外 30cm 处（下缝）	0.136	开机

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
10	前面距设备表面 30cm 处	0.131	开机
11	右侧距设备表面 30cm 处	0.117	开机
12	右侧距设备表面 30cm 处	0.112	开机
13	后门外 30cm 处 (左缝)	0.118	开机
14	后门外 30cm 处	0.119	开机
15	后门外 30cm 处 (中缝)	0.119	开机
16	后门外 30cm 处	0.115	开机
17	后门外 30cm 处 (右缝)	0.122	开机
18	后门外 30cm 处 (上缝)	0.115	开机
19	后门外 30cm 处 (下缝)	0.111	开机
20	左侧距设备表面 30cm 处	0.112	开机
21	左侧距设备表面 30cm 处	0.118	开机
22	环境本底	0.122	关机

注: 1.测量结果未扣除本底值。

2.检测日期: 2021 年 3 月 19 日, 检测仪器编号: NJRS004

3.被检设备编号: RMCT201121144

当该 RMCT 2000 型显微工业 CT 检测装置工作 (工况: 200kV、3.0mA) 时, 设备周围的 X- γ 辐射剂量率为 (0.111~0.136) $\mu\text{Sv/h}$, 符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的标准要求。

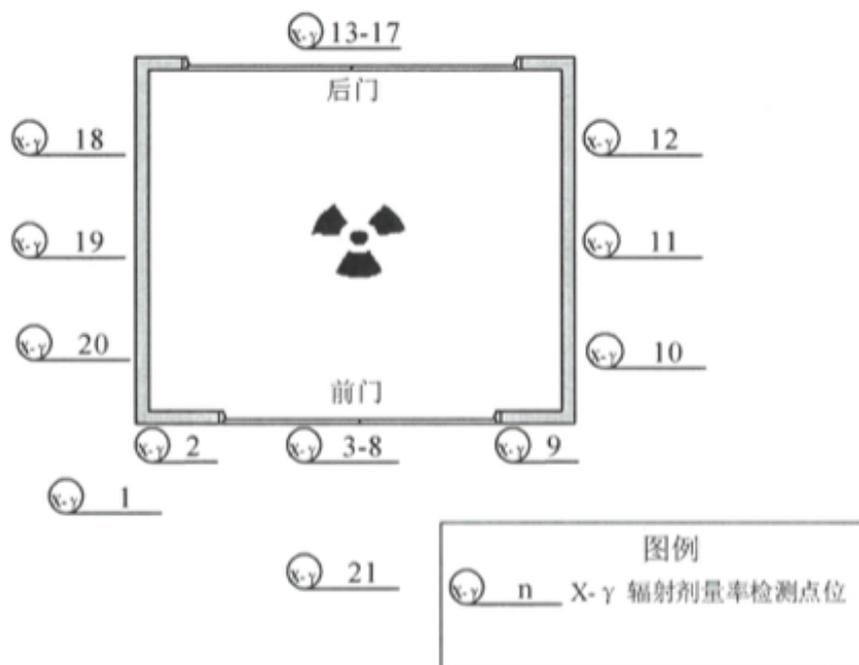


图 9-1 RXCT Semi-1500B 型工业 CT 检测装置监测点位图

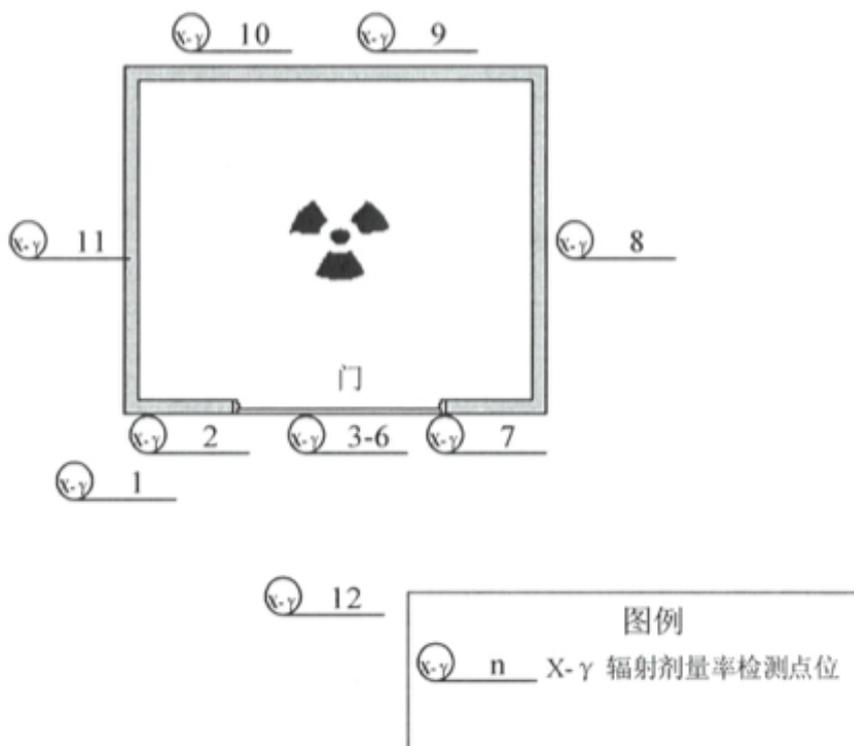


图 9-2 RMCT 1000 型桌面工业 CT 检测装置监测点位图

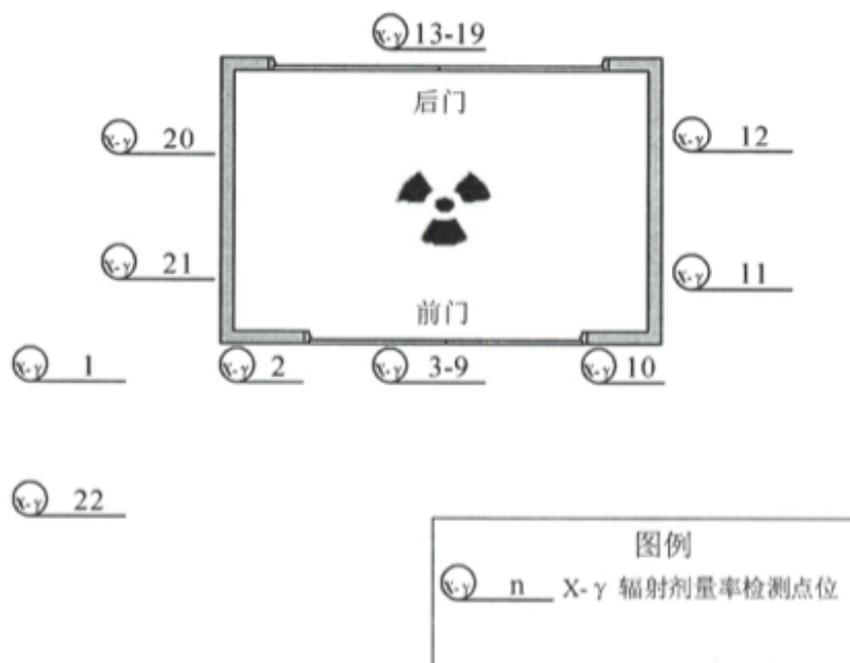


图 9-3 RMCT 2000 型显微工业 CT 检测装置监测点位图

9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果对项目运行期间公众的年有效剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底剂量率。

1) 辐射工作人员

本公司现有项目年产 100 台 III 类射线装置，本项目年产 160 台 II 类射线装置(工业 CT)，扩建后全厂合计 260 台射线装置，每台设备调试平均曝光时间 1.5 小时，则扩建后全年调试曝光时间为 390 小时。由于设备在出厂前均已调试合格，因此售后开机曝光时间短，主要以演示为主，每台设备现场开机调试时间不超过 1 小时，每年现场调试时间为 260 小时，现场调试工作由企业内调试人员同时负责。按年曝光时间约 650 小时计算，结果见表 9-2。

表 9-2 本项目机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

人员性质	最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	照射时间 (h)	居留 因子	人员年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
工作人员	0.142	650	1	0.09	5
公众	0.142	650	1/4	0.02	0.1

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = \bar{D} \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， \bar{D} 为关注点处剂量率， t 为年工作时间， T 为居留因子（取值参照环评文件）， U 为使用因子（保守取1）。

由表 9-2 可知，根据现场实际监测结果显示，工作人员有效剂量最大为 0.09mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目辐射工作人员个人剂量管理目标值。

2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，计算方法同辐射工作人员。计算结果见表 9-2。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.02mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量管理目标值。

综上所述，根据实际监测结果本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量分别为 0.09mSv/a 和 0.02mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

10 验收监测结论

10.1 验收结论

生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 本项目配备3种型号工业CT检测装置，分别为RMCT1000型桌面工业CT检测装置（最大管电压130kV、最大管电流0.8mA）、RMCT2000型显微工业CT检测装置（最大管电压225kV、最大管电流3.0mA）、RXCT Semi-1500B型工业CT检测装置（最大管电压160kV、最大管电流1.0mA），实际技术参数与环评一致。

2) 本项目工作场所控制区和监督区划分明显，布局合理。本项目配备的 3 种型号（RMCT1000 型、RMCT2000 型、RXCT Semi-1500B 型）工业 CT 检测装置，检测室屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在设备正常运行时，本项目周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率均能满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中规定的“在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对工作人员和公众年有效剂量限值的要求。

3) 本项目 3 种型号（RMCT1000 型、RMCT2000 型、RXCT Semi-1500B 型）工业 CT 检测装置屏蔽壳上设置有电离辐射警告标志，并设置了工作状态指示灯，符合 GB 18871-2002 规范的电离辐射警告标志的要求。

4) 本项目 3 种型号（RMCT1000 型、RMCT2000 型、RXCT Semi-1500B 型）工业 CT 检测装置设置了急停开关和按钮，紧急情况时，转动急停开关或按下急停按钮即可关闭设备。公司为本项目共配备了 1 台巡检仪、5 台个人剂量报警仪和 1 套场所辐射监测仪等辐射监测仪器，已落实环评及批复中相关要求。

5) 本项目辐射工作人员均已通过辐射安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书。本项目 4 名辐射工作人员均已开展个人剂量监测，已完成个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案。

6) 俐玛精密测量技术(苏州)有限公司已成立“辐射安全与环境保护办公室”，并建立内部辐射安全管理规章制度。已落实环评及批复中相关要求。

综上所述，生产、销售、使用工业 CT 检测装置扩建项目满足环评及批复中

有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

10.2 建议

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识。

2) 积极配合生态环境部门的日常监督核查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次，监测结果上报生态环境主管部门。