

深海精密科技（深圳）有限公司核技术利用 项目竣工环境保护验收监测报告表

报告编号：SZRDYS2021-005号

（报批稿）



建设单位：深海精密科技（深圳）有限公司

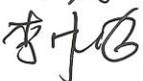
编制单位：深圳市瑞达检测技术有限公司



二〇二一年七月

编制单位法人代表： 
(签字)

建设单位法人代表： 
(签字)

项目负责人(签字)： 
报告编写人(签字)： 
报告审核人(签字)： 

建设单位：  深海精密科技(深圳)有限公司
(盖章)

电话： 15626129313

邮编： 518000

地址： 广东省深圳市光明新区光明街道观光路 3009 号招商局光明科技园 B3-4A1 单元

编制单位：  深圳市瑞达检测技术有限公司
(盖章)

电话： 0755-86087410

邮编： 518109

地址： 深圳市龙华区大浪街道高峰社区华荣路乌石岗工业区 3 栋 1 层-2 层

目 录

表一、项目概况.....	1
表二、工程基本情况.....	1
表三、主要污染源及防护措施.....	13
表四、环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定.....	21
表五、验收监测质量保证及质量控制.....	23
表六、验收监测内容.....	24
表七、验收监测结果.....	29
表八、结论与要求.....	31
附件 1 营业执照.....	32
附件 2 辐射安全许可证.....	33
附件 3 环境影响报告表的批复.....	35
附件 4 历次验收、备案资料.....	38
附件 5 辐射安全防护管理制度.....	42
附件 6 人员培训证书.....	64
附件 7 个人剂量监测报告.....	66
附件 8 屏蔽房改造方案.....	78
附件 9 验收监测报告.....	80
附件 10 验收意见.....	91
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表.....	98

表一、项目概况

建设项目名称	深海精密科技（深圳）有限公司核技术利用项目				
建设单位名称	深海精密科技（深圳）有限公司				
建设项目性质	新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/>				
建设地点	广东省深圳市光明新区光明街道观光路 3009 号招商局光明科技园 B3-4A1 单元				
设计生产能力	<p>粤环审〔2020〕52号：</p> <p>研发生产、销售和使用（对用户单位安装、调试和维护）工业 X 射线 CT 机，包括：</p> <p>（一）研发生产工业 X 射线 CT 机，并对公司原有许可的移动式 C 形臂 X 射线机调试机房进行改建，用于本项目生产过程的设备调试。该工业 X 射线 CT 机包括 SH-CT160 型小焦点工业 CT（最大年生产量为 40 台，属 II 类射线装置）以及 SH-CT90 型微焦点工业 CT（最大年生产量为 5 台，属 II 类射线装置）两种类型。</p> <p>（二）对生产的 SH-CT160 型小焦点工业 CT 及 SH-CT90 型微焦点工业 CT 进行销售，并负责用户单位的安装、调试以及现场教学指导。</p>				
实际生产能力	<p>与环评批复内容一致：</p> <p>（一）研发生产工业 X 射线 CT 机，并对公司原有许可的移动式 C 形臂 X 射线机调试机房进行改建，用于本项目生产过程的设备调试。该工业 X 射线 CT 机包括 SH-CT160 型小焦点工业 CT（最大年生产量为 40 台，属 II 类射线装置）以及 SH-CT90 型微焦点工业 CT（最大年生产量为 5 台，属 II 类射线装置）两种类型。</p> <p>（二）对生产的 SH-CT160 型小焦点工业 CT 及 SH-CT90 型微焦点工业 CT 进行销售，并负责用户单位的安装、调试以及现场教学指导。</p>				
建设项目环评时间	2019 年 12 月		开工建设时间	2021 年 2 月	
调试时间	2021 年 3 月		验收现场监测时间	2021 年 4 月 23 日（调试机房、SH-CT160）、 2021 年 6 月 1 日 （SH-CT90）	
环评报告表审批部门	广东省生态环境厅		环评报告表编制单位	广东省智环创新环境科技有限公司	
投资总概算	200 万元	环保投资总概算	80 万元	比例	40%
验收监测依据	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行）； 2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日施行）； 				

	<ol style="list-style-type: none"> 3. 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 7 月 16 日修订）； 4. 《关于发布射线装置分类办法的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行）； 5. 《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）； 6. 国家环境保护部《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 20 日）； 7. 《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部第 9 号公告，2018 年 5 月 15 日）； 8. 《广东省环境保护条例》（广东省人民代表大会常务委员会公告第 29 号，2019 年 11 月 29 日修正）。
<p style="text-align: center;">验收相关依据</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 广东省智环创新环境科技有限公司《深海精密科技（深圳）有限公司生产、销售、使用工业 CT 项目环境影响报告表》（19DLFSHP006（T），2019 年 12 月）； 2. 《广东省生态环境厅关于深海精密科技（深圳）有限公司核技术利用项目环境影响报告表的批复》（粤环审〔2020〕52 号，2020 年 3 月 20 日，附件 3）； 3. 《监测报告》（SZRD2021FH0400、SZRD2021FH1064、SZRD2021FH0401），深圳市瑞达检测技术有限公司。
<p style="text-align: center;">验收监测评价标准、标号、级别、限值</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） 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：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可做任何追溯性平均)，20mSv； 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。 核技术应用项目环境影响报告表审批意见提出本项目的剂量

约束值，即工作人员的年有效剂量不超过 5mSv，公众的年有效剂量不超过 0.25mSv。

2. 《工作场所辐射剂量率控制水平》（GBZ 117-2015）

第 3 款 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求

第 3.1.1.5 款表 1：对于 130kV 管电压的 X 射线装置，在额定条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率 $< 1\text{mGy/h}$ 。

第 3.1.2.4 款：应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

第 3.1.2.2 款：应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

第 3.1.2.3 款：控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的借口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

第 3.1.2.4 款：应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态才能拔出。

第 3.1.2.5 款：应设置紧急停机开关。

第 3.1.2.6 款：应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

第 4 款 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

第 4.1.1 款 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开有用线束照射的方向。

第 4.1.2 款 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙体围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

第 4.1.3 款 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 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ；

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

第 4.1.5 款 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。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。

第 4.1.6 款 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。

第 4.1.7 款 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

第 4.1.8 款 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。

第 4.1.9 款 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

第 4.1.10 款 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。按钮或拉绳应当带有标签,标明使用方法。

第 4.1.11 款 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。

表二、工程基本情况

2.1 工程建设内容

2.1.1 项目概述

深海精密科技（深圳）有限公司（以下简称“公司”）成立于 2015 年 12 月，主要业务是工业 CT 的研发、设计、生产、销售。公司技术团队掌握工业 CT 的相关核心技术、供应商、产品成像链设计，有多项领域相专利、软件著作权等。拥有 X 射线屏蔽房、射线测漏仪、便携剂量仪、高级图像工作站、小型龙门吊、调试车间、各种检测设备等，具有工业 CT 的研发和生产能力。

公司已具备生产、销售 1 种型号为 SHD-01A 的移动式 C 形臂 X 射线机（Ⅲ类射线装置），现由于业务发展需要，公司在原有场址的调试机房内生产、销售、使用 2 种工业 CT（Ⅲ类射线装置），因原有移动 C 型臂 X 射线机调试机房出入口和屏蔽门的不能满足 SH-CT160 型小焦点工业 CT 进出调试机房需要，对该调试机房防护门进行了局部改造。

2019 年 9 月，公司委托广东智环创新环境科技有限公司编写《深海精密科技（深圳）有限公司生产、销售、使用工业 CT 项目环境影响报告表》（19DLFSHP006（T））。2020 年 3 月 20 日，该项目获得《广东省生态环境厅关于深海精密科技（深圳）有限公司核技术利用项目环境影响报告表的批复》（粤环审（2020）52 号，附件 3）。

2021 年 3 月完成对调试机房门的整改，将原尺寸 1.3m×2.21m 的防护门改为尺寸 1.7m×2.21m 的防护门。

2021 年 3 月 4 日，公司完成 2 种设备的增项，并取得广东省生态环境厅核发的辐射安全许可证，许可种类和范围：生产、销售、使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（许可证编号：粤环辐证[04732]，有效期至 2026 年 3 月 3 日，附件 2）。

2021 年 4 月 23 日和 2021 年 6 月 1 日，该公司委托深圳市瑞达检测技术有限公司对该项目调试机房、SH-CT160 小焦点工业 CT 和 SH-CT90 微焦点工业 CT 进行验收监测，并根据现场勘查和查阅相关环保资料的基础上，编制本项目竣工环境保护验收监测报告表。

2.1.2 建设单位核技术利用项目许可情况

建设单位已申领了《辐射安全许可证》（粤环辐证[04732]）（见附件 2），本次实

际验收内容为该公司生产、销售和使用的 2 种 II 类射线装置（工业 CT），及 1 间改建调试机房。

该公司已建成的核技术利用项目环境保护三同时执行情况详见表 2-1。

表 2-1 该公司现有射线装置情况表

序号	名称/型号	类别	装置数量	位置	活动种类	环评情况	验收情况
1	SHD-01A 型移动式 C 型臂 X 射线机	III	20	该公司调试机房	生产、销售、使用	-	2016 年 6 月 20 完成验收，深环验收 [2016]3046 号
2	Asacone 移动式 C 形臂 X 射线机	III	20	该公司调试机房	生产、销售、使用	备案：202044030900000026	
3	DeepSea 医用 X 射线乳腺机	III	30	该公司调试机房	生产、销售、使用		
4	SH-CT160 型小焦点工业 CT	II	40	该公司调试机房	生产、销售、使用	粤环审(2020) 52 号	本次验收
5	SH-CT90 型微焦点工业 CT	II	5	该公司调试机房	生产、销售、使用		

2.1.3 项目布局情况

(1) 项目地理位置

该公司位于广东省深圳市光明区光明街道观光路 3009 号招商局光明科技园 B3-4A1 单元，周围为工业区，地理位置详见图 2-1。

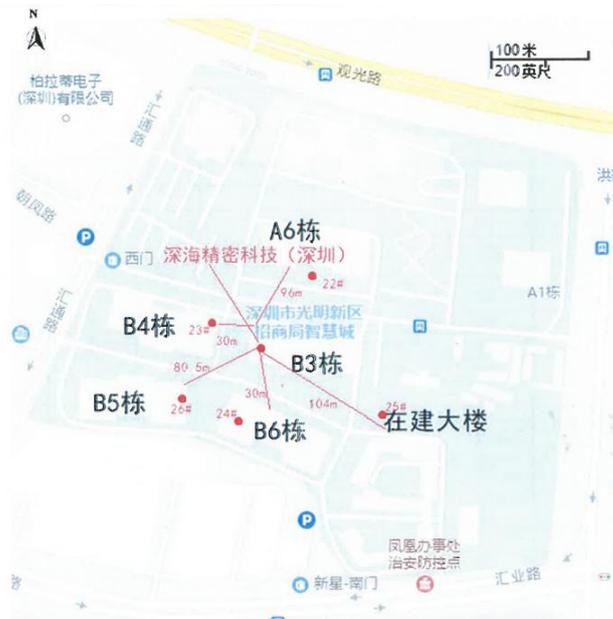


图 2-1 公司地理位置图

(2) 总平面布局

本项目调试机房位于公司西北侧，调试机房西侧为空调主机房，东侧、南侧、北侧为该公司组装区，楼下为并日科技切割站室，楼上为深圳市研控自动化科技公司光明工厂生产车间，调试机房平面布局图见图 2-2。

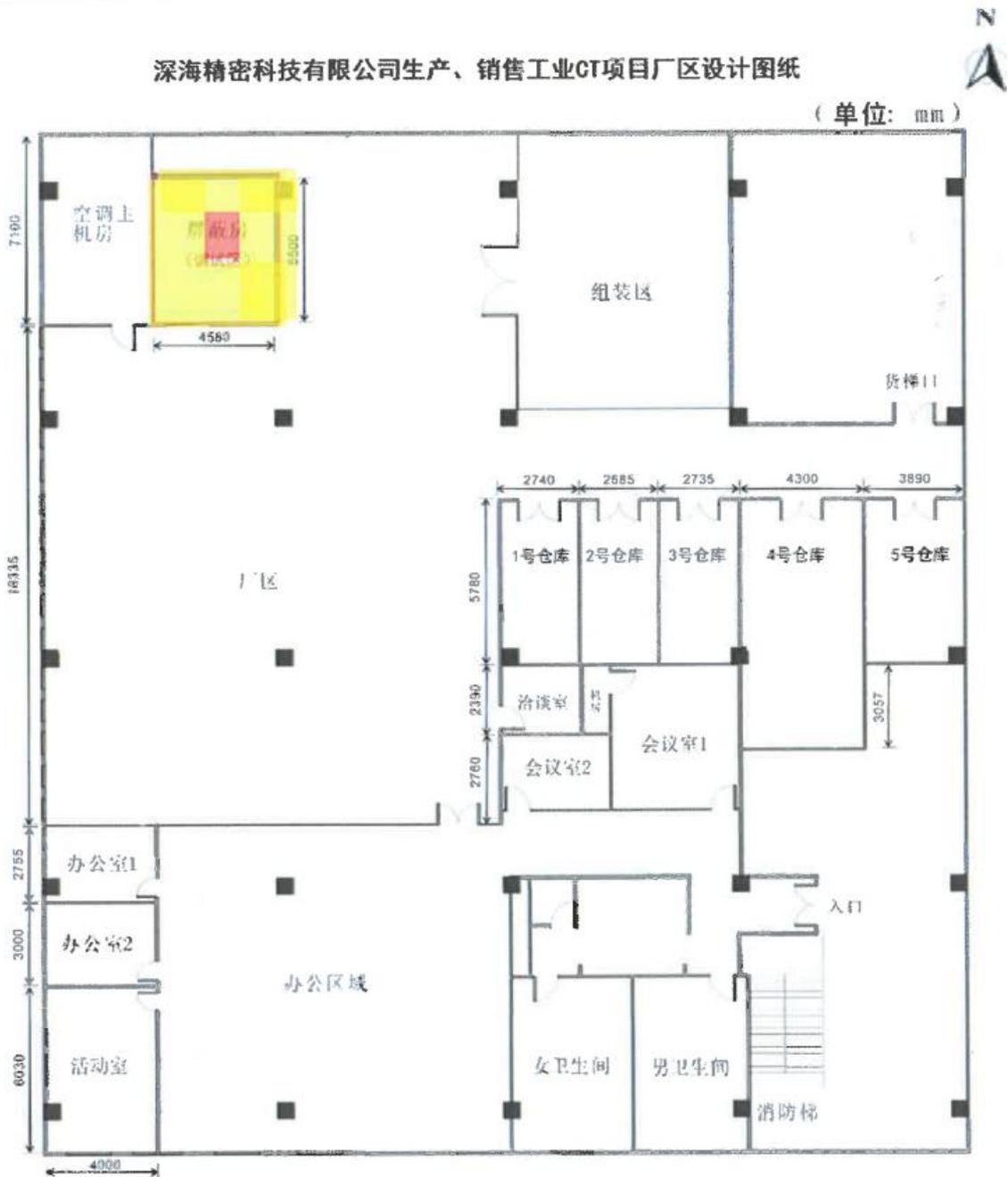


图 2-2 调试机房平面布局图

2.1.4 项目内容及规模

本次实际验收内容为该公司生产、销售和使用的 2 种 II 类射线装置（工业 CT），及 1 间改建调试机房。新增射线装置详细参数见下表 2-2。屏蔽房改造前后对比情况见表

2-3。

表 2-2 新增射线装置详细参数一览表

设备名称	设备型号	最高管电压	最高管电流	X 射线管 1 米处的剂量率水平 (mSv/h)	主要尺寸 (mm)	射线装置类别	组装调试场所	预计年产量 (台)
小焦点工业 CT	SH-CT160	160kV	3mA	200	1700*1300*1900	II类	四楼调试机房	40
微焦点工业 CT	SH-CT90	90	0.2mA	10	950*800*1700	II类	四楼调试机房	5

表 2-3 调试屏蔽房改造前后对比情况

部位	原有屏蔽情况	改造情况
屏蔽门	3.0mmPb 电动推拉平开门，尺寸 1.3m×2.21m，内含 3.0mm 铅板，保温防火填充材料；门上方设置带有门灯连锁装置的工作状态指示灯	3.0mmPb 电动推拉平开门，尺寸 1.7m×2.21m，内含 3.0mm 铅板，保温防火填充材料；门上方设置带有门灯连锁装置的工作状态指示灯
观察窗	4.0mmPb 铅质玻璃，位于东墙	不变
墙体	18cm 实心砖+3mmPb 硫酸钡防护涂料	
顶棚	12cm 钢筋混凝土楼板，吊顶 4mmPb 铅板	
地面	12cm 钢筋混凝土楼板+3mmPb 硫酸钡防护涂料	
其他	机房顶部设置机械排气扇，通风管道穿墙处设置 2mmPb 铅皮包裹	

环评批复和实际验收情况对比见表 2-4。

表 2-4 环评批复和实际验收情况对比

编号	环评批复内容（粤环审〔2020〕52 号）	本次验收实际内容

1	<p>研发生产、销售和使用（对用户单位安装、调试和维护）工业 X 射线 CT 机，包括：</p> <p>（一）研发生产工业 X 射线 CT 机，并对公司原有许可的移动式 C 形臂 X 射线机调试机房进行改建，用于本项目生产过程的设备调试。该工业 X 射线 CT 机包括 SH-CT160 型小焦点工业 CT（最大年生产量为 40 台，属 II 类射线装置）以及 SH-CT90 型微焦点工业 CT（最大年生产量为 5 台，属 II 类射线装置）两种类型。</p> <p>（二）对生产的 SH-CT160 型小焦点工业 CT 及 SH-CT90 型微焦点工业 CT 进行销售，并负责用户单位的安装、调试以及现场教学指导。</p>	<p>与环评批复一致：</p> <p>（一）研发生产工业 X 射线 CT 机，并对公司原有许可的移动式 C 形臂 X 射线机调试机房进行改建，用于本项目生产过程的设备调试。该工业 X 射线 CT 机包括 SH-CT160 型小焦点工业 CT（最大年生产量为 40 台，属 II 类射线装置）以及 SH-CT90 型微焦点工业 CT（最大年生产量为 5 台，属 II 类射线装置）两种类型。</p> <p>（二）对生产的 SH-CT160 型小焦点工业 CT 及 SH-CT90 型微焦点工业 CT 进行销售，并负责用户单位的安装、调试以及现场教学指导。</p>
---	---	--

2.1.5 工程变动情况

本次验收设备的位置、调试机房布局和屏蔽改造情况与环评保持一致。

2.2 主要工艺流程及产污环节

2.2.1 工业 CT 工作原理

SH-CT160 型小焦点工业 CT 和 SH-CT90 型微焦点工业 CT 均属于电子计算机断层摄影技术的工程应用。

电子计算机断层摄影是电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定部面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该部面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的焦平面以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，焦平面内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

两种工业 CT 在检测时，具有相同的工作原理：利用球管组件（X 射线发生器）产生 X 射线，利用产生的 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，实现对受检物件进行无损检测和密度测量等功能。而球管组件（X 射线发生器）的组成和出束原理如下：X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 2-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中。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(其中的 1%)会以光子(X 射线)形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为制动辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

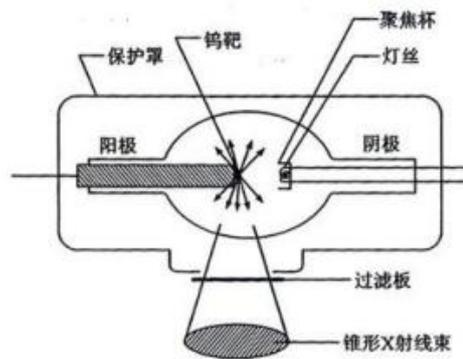


图 2-3 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

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。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

2.2.2 工艺结构

SH-CT160 型小焦点工业 CT 和 SH-CT90 型微焦点工业 CT 具有相同设备组成，均是按自屏蔽式设计的单独立柜式设备，可分为内部组件和外部结构。其内部组成可分为球管组件、四周载物组件、平板组件、以及计算机分析扫描组件、散热组件以及其他连接组件；外部组件由自屏蔽体、线缆、计算机显示组件等组成。其中球管组件是聚焦与出束装置，提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建；四轴载物组件是承物台，实现 CT 扫描时试件的放旋转或平移以及射线源、试件、探测器空间位置的调整，检测时受检物件置于载物组件之上；平板组件为整个设备的结构支撑组件；计算机系统 (PC) 组件负责扫描

过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理。

工业 CT 基本工作流程：

- 1) 在 CT 待机状态下，将受检物件置于载物台，进行正确的摆位。
- 2) 随后关闭屏蔽门，检查屏蔽门是否成功关上，先预热（如果有需要）。
- 3) 通过 PC 组件设置扫描过程以及参数，进行扫描，扫描时警示灯闪烁。
- 4) 正常工况下达到预置扫描时间，机器自动停止出束，方可取出受检物件。在事故工况下，可通过急停按钮进行紧急停机处理。

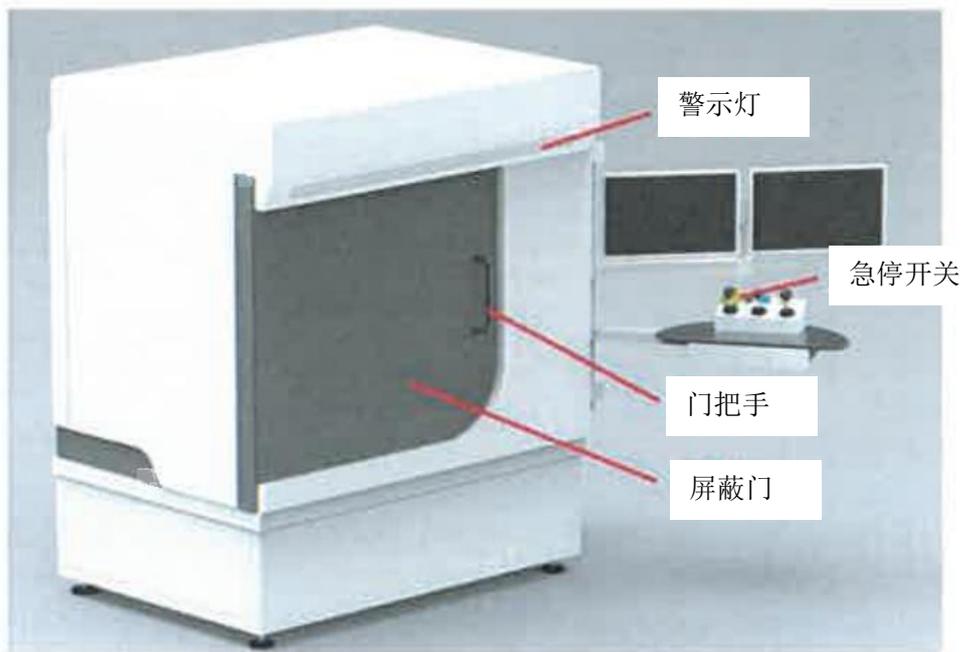


图 2-4 SH-CT160 型焦点工业 CT 机结构外观图

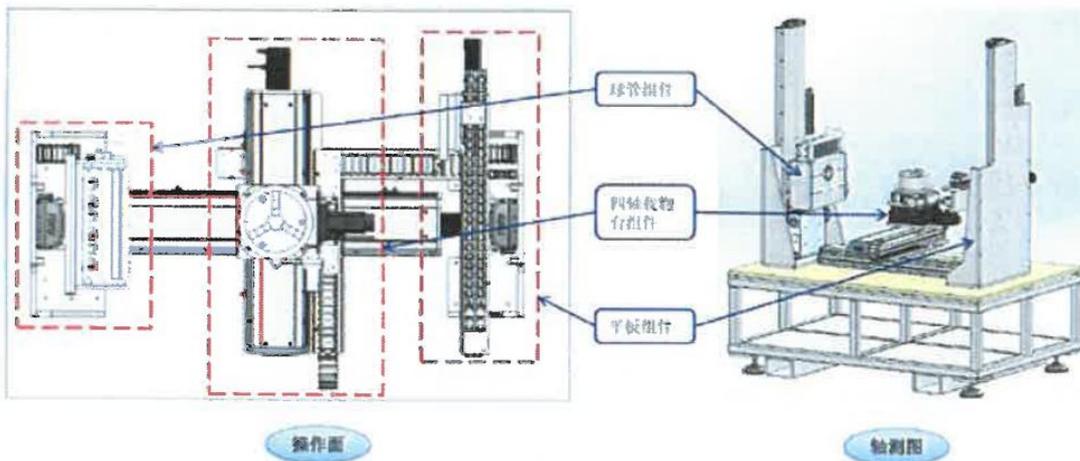


图 2-5 SH-CT160 型焦点工业 CT 机内部结构图

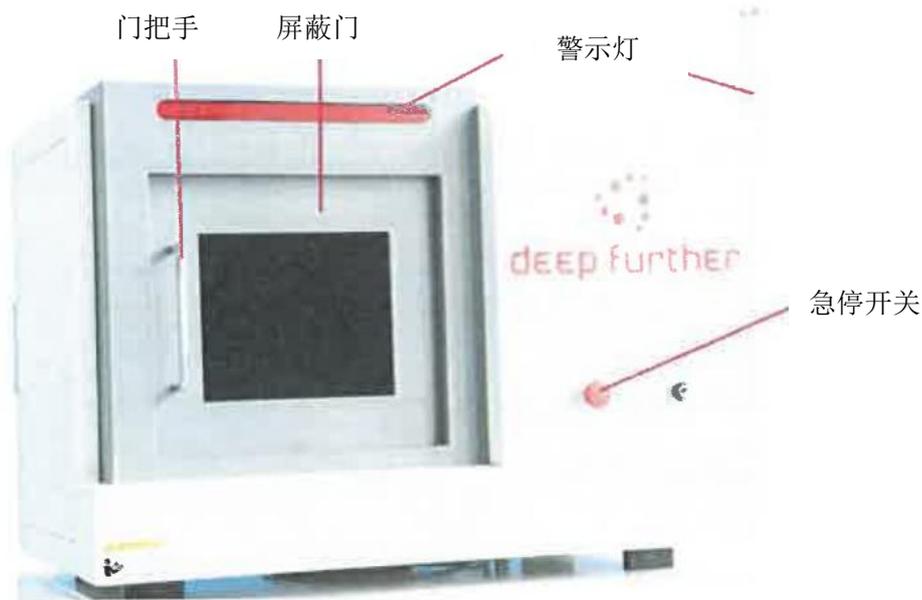


图 2-6 SH-CT90 型微焦点工业 CT 结构外观图

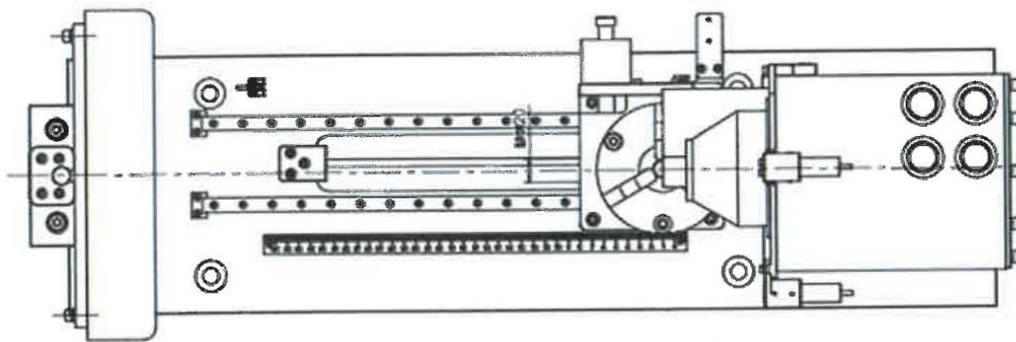
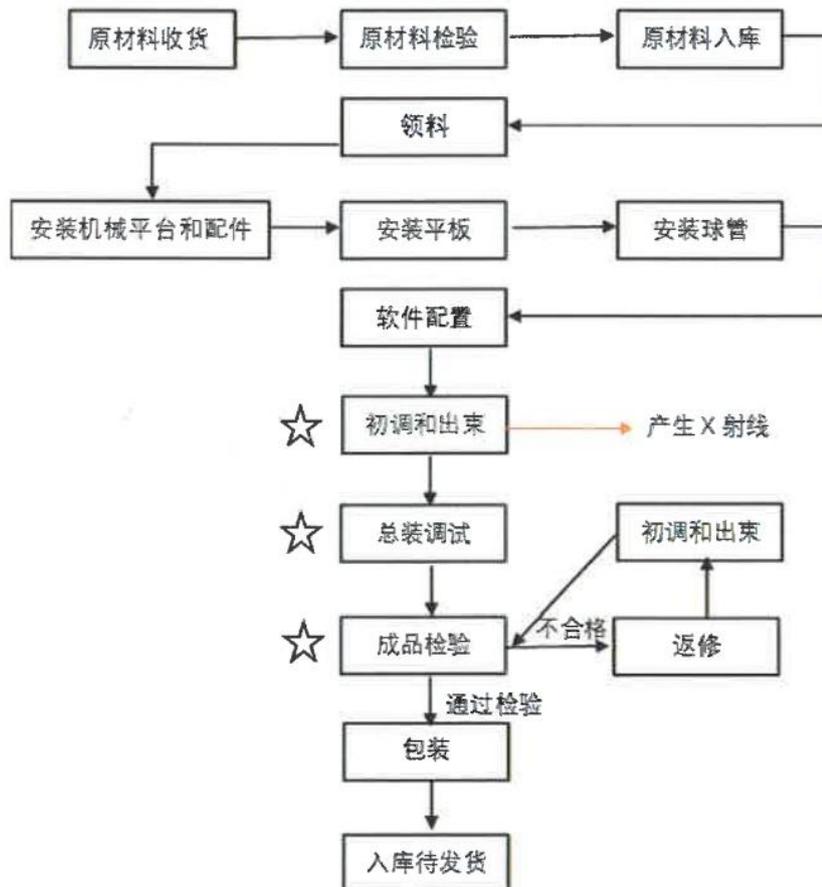


图 2-7 SH-CT90 型微焦点工业 CT 内部结构图

2.2.3 工作流程及产污环节

公司生产、销售的 SH-CT160 型小焦点工业 CT 和 SH-CT90 型微焦点工业 CT 流程基本如下：购入原材料组件，对原材料进行检验入库，按照组装工艺流程组装成工业 CT，对组装生产的工业 CT 进行调试，每一台工业 CT 均需调试完毕后才能对外销售，具体工艺和产污环节见图 2-8。



注：☆ 代表关键工序，整个过程在质量组监督下完成

图 2-8 生产工艺流程图

(1) 机械安装：在组装区按照工艺流程图，在质量组监督下完成安装，在整个安装过程中，X 射线管不通电，不会有 X 射线产生，建设单位保证购买的球管为封装好已经经过厂商初步训管（老练硬化）处理后的球管。

(2) 调试工业 CT：工业 CT 安装完毕后，直接移交至隔壁调试机房。建设单位专业技术人员在组装区组装完成后，开机调试开始之前，先让辐射工作场所无关人员离开，并佩戴个人剂量计和剂量报警仪后再对工业 CT 进行调试，出束调试时隔室操作；具体的调试流程如下：

- a. 首次通电测试：工业 CT 在组装区安装完毕后，直接送到调试机房内，仪器首次通电时，调试人员在屏蔽房外观察窗进行隔室操作，对工业 CT 周围 50mm 处辐射剂量率进行测试：kV 设置为最小（50kV），mA 设置为最小（0.1mA），开高压产生射线，用辐射剂量仪距离工业 CT 外壳 50mm，探测屏蔽体外辐射剂量率；逐步加大 kV 到最高值，mA 到最高值。测试期间：当工业 CT 自屏蔽体外表面剂量率超过本底水平 0.5 μ Sv/h，则停止调试并反馈给屏蔽房供应商进行排查和修补；如果没

有超过限值，则进行下一步的调试。通过首次通电测试确认球管正常可出束，确保屏蔽体在运输过程中没有发生损坏。

b. 通过首次通电测试时，佩戴个人剂量计和剂量报警仪，进行以下安全性能和自我保护能力及技术指标等测试：

① 若门禁联锁开关失效，设备会自动关断高压，切断 X 射线；

② 当设备冷却装置工作状态出现问题，设备会自动关断高压，切断 X 射线。

③ 机械偏差测试：放置校准物于载物台上，运行软件中的校准程序，软件自行控制机械运动，在此过程中会有射线产生，并采集和计算相关误差，校准过程完成后会弹出偏差是否合格，如果不合格则返回机械加工与装配供应商处进行整改；如果偏差在允许范围内，即合格。

④ 成像性能测试：根据检测项目的不同，放置不同的检测体模及相关底件于载物台上，运行软件中的成像性能测试程序，会有射线产生，并采集图像和计算机相关成像性能，逐项进行，进行过程中每一步骤完毕会有提示，整个测试过程完成后会弹出成像性能是否合格，如果不合格则进行整改并重新调试。

X 射线是随机器的高压源开、关而产生和消失。因此，正常情况下在工业 CT 各部件的组装等工艺流程中都不可能产生射线，只有在工业 CT 各部件组装完成通电后，在电路调试和机器性能及防护措施测试过程中，工业 CT 通电运行时才会产生 X 射线成为辐射源。公司生产和销售的工业 CT 是按自屏蔽式设计，即在其自屏蔽设施按预期达到设计目标时，正常调试过程中，射线装置外表面的泄露辐射剂量率是满足相关国家标准要求的。但该项目涉及射线装置的生产销售阶段，为了防止自屏蔽设施可能未达到预期屏蔽效果时调试工业 CT 对调试场所周围公众的辐射危害，对原有屏蔽房进行改造，设为调试机房。在工业 CT 出厂前，公司从事的所有涉及射线装置出束的操作，均在调试机房中完成。

（3）销售工业 CT

公司在满足相关法律法规的辐射场所生产/调试、使用工业 CT，且只销售给持有辐射安全许可证的单位（使用方），不会对相关人员造成外照射影响，销售中无其他固体、气体、液体废物产生。

为了杜绝事故发生，公司必须严格按照销售流程进行作业，确保工作人员不在调试室和购买方专用的工业 CT 场所以外的区域操作、运行工业 CT，确保安全。

销售流程：

- 1) 销售人员联系客户，确认客户需求；
- 2) 公司确认客户需求；
- 3) 签合同；
- 4) 客户付定金，公司备货；
- 5) 发货前客户交尾款，公司发货；
- 6) 货到客户处，安装人员上门服务，签验货书；
- 7) 完成销售流程。

售后流程：

1) 售后人员收到购买方提供的售后申请。

2) 根据购买方提供的现场情况进行分析，若为购买方可自行解决的问题先进行远程指导，在最短的时间内恢复购买方的生产。

3) 若发生购买方不能自行解决的故障问题，建设单位保证 48 小时内到达现场进行处理，以保障设备有较高的利用率；（1）若电器或机械部分发生故障，供方保证在 48 个小时内到达现场解决。（2）若高压发生器部分发生故障，因现场不具备维修条件，供方承诺先更换，后修理的方法解决，以保证需方生产需要。

4) 保证 3 年内为需方免费提供软件升级服务。

公司还制定了《调试工程师职责》、《安装调试》、《人员培训》、《售后》等流程规章制度，充分保证生产销售过程中每一个步骤的完整性和合法性。

（4）使用工业 CT

在使用单位的使用场所安置工业 CT 完成后，使用方需要对产品进行验收，因此公司将在使用场所再一次进行现场教学使用，公司使用工业 CT 仅限于教学验收使用，不会用于其他商业活动。公司将在生太环境主管部门所批准购买方的使用场所进行现场教学，严格按照购买方的环评文件要求，在规定的控制区内进行教学操作，指导购买方辐射工作人员操作，培训周期不超过 2 天。产品验收完成后，责任方转为使用方，公司对工业 CT 的安全责任到此结束。教学培训由以下几方面组成：

- 1) X 射线控制器的电原理图简介；
- 2) X 射线控制器的故障识别和维修技术；
- 3) 高压发生器及 X 射线管的维护和保养技术；
- 4) 设备的操作使用方法；
- 5) 其它有关技术问题。

在教学培训中，仅在教学设备的操作使用方法时会涉及到使用工业 CT，此部分的教学流程严格按照工业 CT 操作规程进行教学，操作流程图见图 2-9。

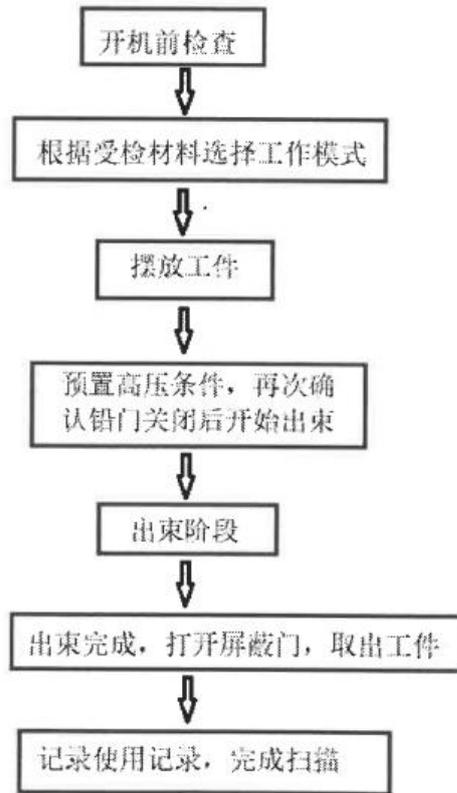


图 2-9 操作流程图

由于工业 CT 只有在工业 CT 各部件组装完成后通电运行时才会产生 X 射线，因此，该生产、销售、使用工业 CT 项目产生辐射影响和可能的放射性污染只集中在前期的调试和在使用方的教学使用期间，其余的产品部件组装和销售过程均不存在辐射和放射性污染。

2.2.4 工作负荷

正常情况下一台工业 CT 的调试时间为 10 分钟，一名操作人员在调试机房内的年工作时长不超过 20 小时；调试期间每台工业 CT 的工作负荷如下：

表 2-5 工业 CT 调试年负荷量

调试一台工业 CT 所需的射线出束时间(min/台)	10
使用（教学培训）一台工业 CT 所需的射线出束时间（min/台）	10
SH-CT90 型微焦点工业 CT 年产量	5 台
SH-CT160 型小焦点工业 CT 年产量	40 台
一名操作人员的最大可能年工作时长（最多调试时间）	20 小时

表三、主要污染源及防护措施

3.1 主要污染源：

3.1.1 生产

由工业 CT 的工作原理可知，X 射线装置工作时，低压电源加在钨丝的两端，通电后使钨丝发热释放出电子，电子经高压加速，然后撞击到阳极靶上，电子与靶物质作用而发生韧致辐射产生能量连续分布的 X 射线或使原子电离发生原子外层电子跃迁而辐射特征 X 射线。

X 射线机在停机时无射线产生。只有在开机出束期间，由于 X 射线的贯穿辐射和泄露辐射，可能对其附近的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。同时，在成像阶段，采用 PC 处理成像，不使用胶片，不需要使用显影液，在生产和调试阶段没有废液的产生。

调试期间在意外情况下，可能出现的辐射事故有：

- (1) 安全联锁装置故障，在屏蔽门未关好时，调试人员对安装好的设备进行调试。
- (2) 设备软件控制故障，导致高低压错乱或出束时间过长造成工作人员受到辐射照射。

3.1.2 销售

在正常的销售过程中，射线装置均处于关机断电状态，不形成污染源，不对环境和人员造成外照射影响。

3.1.3 售后维修

可能造成外照射的售后维修可分为以下几种情况：

X 射线管不能正常出束：建设单位在收到购买方提出的售后申请后，委派人员前往现场进行现场确认，若为软件故障，则可现场进行重置，完成维修；若检查软件无误，则现场进行管线诊断，确认是否为管线问题，管线问题可现场解决，若管线也没问题则为高压发生器问题，返厂更换维修。

屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值：建设单位在收到购买方提出的售后申请后，委派人员前往现场进行现场确认，确认是偶发性事件如门机连锁故障导致的辐射泄露或自屏蔽体破裂，若确认为前者，现场进行管线维修，排队故障，若为后者，返厂联系屏蔽体厂商进行更换屏蔽体后重新调试，完成维修。

以上两种情况均只在排除故障过程中可能形成外照射影响，在更换的过程中不涉及 X 射线管的通电，不会产生对工作人员和公众的照射。

1.4 使用

在使用（教学培训）过程中，只有在实操课程中才涉及到 X 射线管的出束，每次培训的实操过程总出束时间不超过 10 分钟，实操时佩戴个人剂量计与辐射剂量率仪，按照说明手册进行操作。实操过程中：由于 X 射线的贯穿辐射和泄露辐射，可能对其附近的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。同时，在成像阶段，采用 PC 处理成像，不使用胶片，不需要使用显影液，在使用阶段没有废液的产生。

3.2 辐射安全防护与污染物处置：

3.2.1 机房屏蔽防护措施

（1）屏蔽设施

本项目 SH-CT160 型小焦点工业 CT 和 SH-CT90 型微焦点工业 CT 具有自屏蔽外壳，该工业 CT 机的辐射源（X 射线发生器）安装在一个全密封的自屏蔽外壳内，自屏蔽外壳可吸收 X 射线，其屏蔽参数见表 3-1。

表 3-1 两种工业 CT 自屏蔽防护情况一览表

	SH-CT160	SH-CT90
射线源焦点到探测器距离	900mm	430mm
焦点到主射线屏蔽层距离	1000mm	550mm
主射线屏蔽层	2mm 钢+6mm 铅+2mm 钢	1mm 钢+4mm 铅+1mm 钢
非主射线屏蔽层	2mm 钢+4mm 铅+2mm 钢	1mm 钢+4mm 铅+1mm 钢
屏蔽门	2mm 钢+4mm 铅+2mm 钢，与主体屏蔽结构覆盖区域宽度不低于 100mm，间隙不高于 10mm	1mm 钢+4mm 铅+1mm 钢，与主体屏蔽结构覆盖区域宽度不低于 10mm，间隙不高于 1.5mm
观察窗	无	4mm 铅当量
尺寸	1700*1300*1900（mm）	950*800*1700（mm）

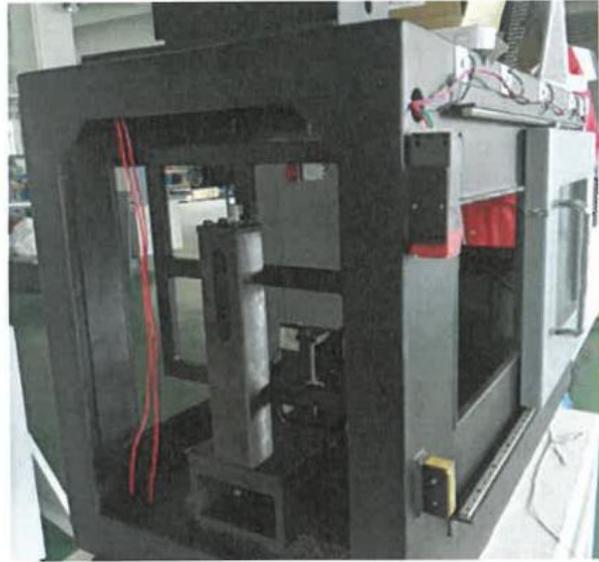
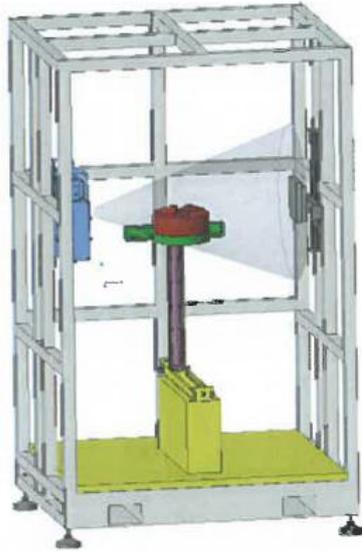


图 3-1 SH-CT160 型小焦点工业 CT 屏蔽架构图

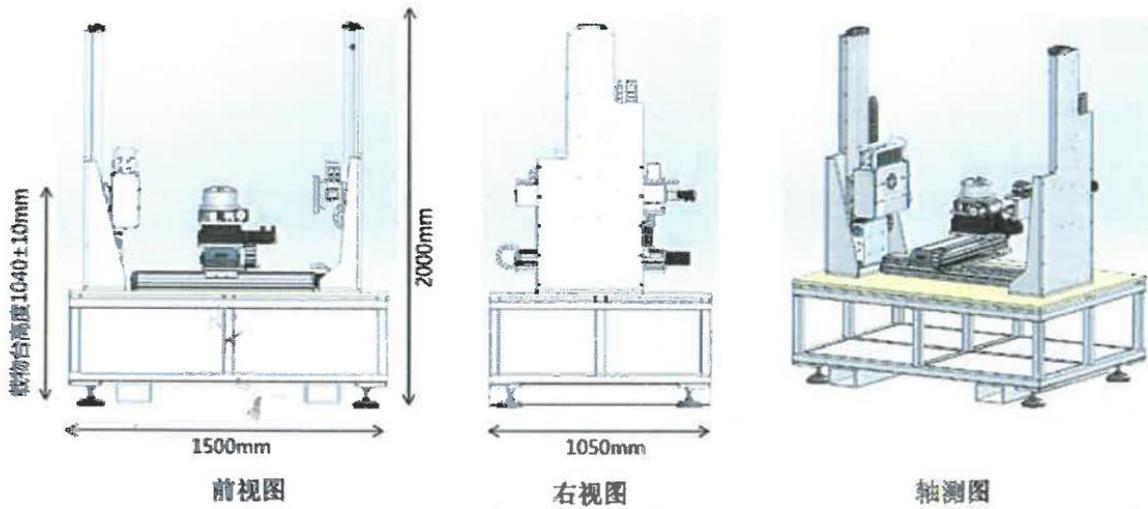


图 3-2 SH-CT160 型小焦点工业 CT 内部结构三视图

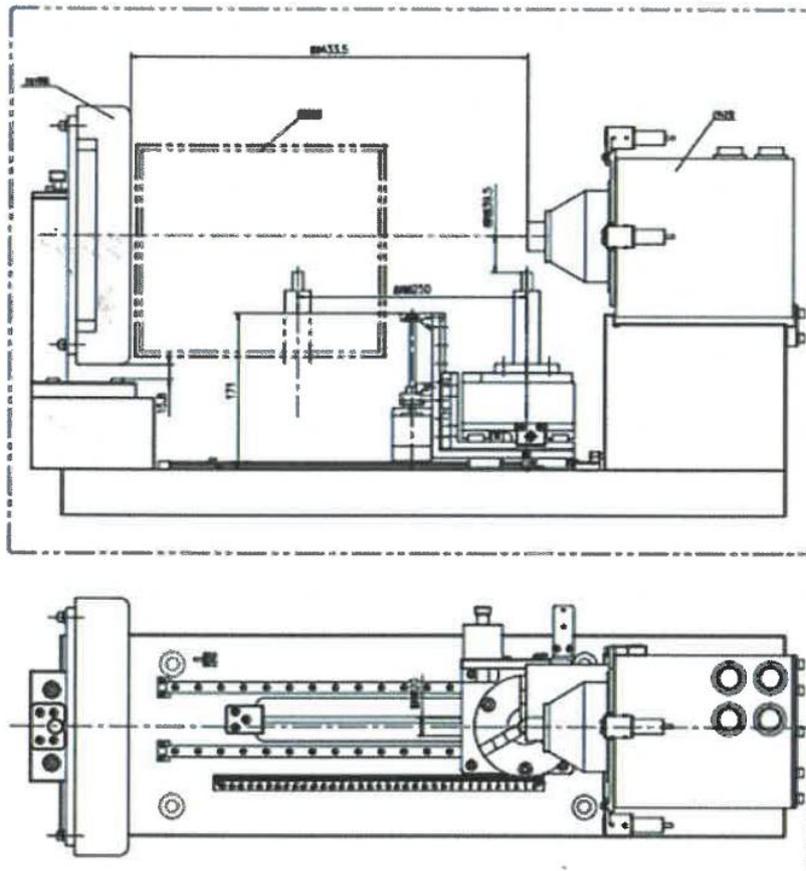


图 3-3 SH-CT90 型微焦点工业 CT 内部结构视图

此外，为了使非辐射工作人员尽量远离该工业 CT 机的工作区域，公司将该工业 CT 机放置于原移动 C 形臂 X 射线机调试机房内使用，调试机房可以在距离和屏蔽方面起到一定的防护作用，降低本项目对周围公众人员的辐射影响。

表 3-2 调试机房屏蔽情况

项目		落实情况		环评设计情况		评价
		规格	面积	规格	面积	
机房规格		规格	面积	规格	面积	一致
		5.50m×4.58m	25m ²	5.50m×4.58m	25m ²	
工业 CT 调试机房屏蔽参数	东侧	4.5mmPb		4.5mmPb		一致
	南侧	4.5mmPb		4.5mmPb		
	西侧	4.5mmPb		4.5mmPb		
	北侧	4.5mmPb		4.5mmPb		
	顶部	4mmPb		4mmPb		

底部	4.2mmPb	4.2mmPb
防护门	3mmPb	3mmPb
观察窗	4mmPb	4mmPb
排风罩	2mmPb	2mmPb

(2) 分区管理

控制区：工业 CT 自屏蔽设施内所在区域为控制区。

监督区：调试机房工业 CT 自屏蔽设施以外区域划分为监督区。

(3) 安全设施

1.设置电子联锁装置，窗口未完全关闭时不能接通 X 射线管管电压，已接通的 X 射线管管电压在送样窗口开启时能立即切断；

2.载物台转运电子检测，载物台未能正常转动时，X 射线管管电压不能接通；

3.设置冷却设备运行状态监测；

4.设置急停开关，供应急停止使用。

5.开机需要进行自检，若自检不通过，工业 CT 无法运行；

6.软件设置了管理员与操作员权限设置，操作员无法修改内部参数。此外，工业 CT 设置了用户名及登录密码，只有知道密码的操作人员输入密码才能进入软件系统（生产、销售的 2 种工业 CT 使用同种控制软件），否则无法开启高压。

7.调试机房内安装有一台排风扇，将产生的臭氧、氮氧化物等废弃排出机房外。

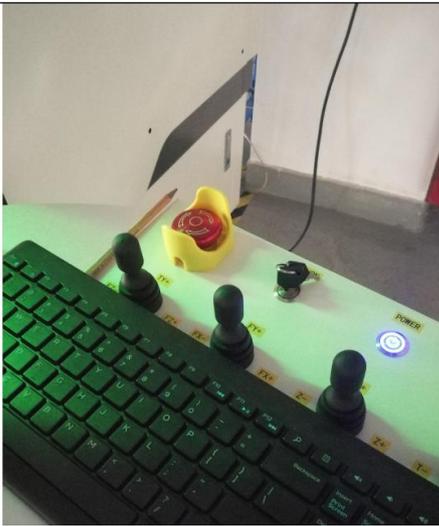
8.配备 2 套铅衣、2 台个人剂量报警仪、1 台 X- γ 辐射剂量率仪，满足调试人员的需求。辐射工作人员在调试机房内调试工业 CT 时，穿戴铅衣等防护用品，并佩戴个人剂量计和剂量报警仪。



X- γ 辐射剂量率仪



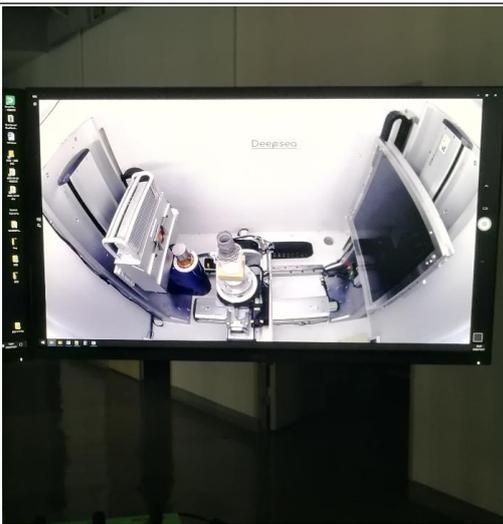
个人剂量报警仪



SH-CT1600 型小焦点工业 CT 急停开关



SH-CT90 型微焦点工业 CT 急停开关



SH-CT1600 型小焦点工业 CT 内部监视器



防护用品



图 3-4 现场照片

3.3 规章制度与人员管理

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令）的相关规定，生产、使用和销售 I、II、III 类放射源，I、II 类射线装置的工作场所，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。

(1) 公司成立了辐射安全与防护领导小组及工作小组、事故处理领导小组，制定有《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全事故应急预案》、《人员健康及个人剂量管理制度》、《台帐管理制度》、《人员培训》、《辐射环境监测方案》、《设备检修

维护制度》、《工业 CT 操作规程》等制度。详见附件 5。

(2) 放射工作人员上岗前接受防护培训，考试合格持证上岗，公司现有 2 名调试工作人员均参加了环保部门组织的辐射安全培训。详见附件 6。

(3) 放射工作人员佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计按季度送检，并建立健全放射工作人员个人剂量监测档案，由专人负责，统一管理。监测结果见附件 7。

表四、环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响评价报告表回顾

该公司委托广东省智环创新环境科技有限公司对其核技术利用项目进行了环境影响评价，评价单位在对辐射环境现状水平监测的基础上，按照国家有关辐射项目环境影响报告表的内容和格式，编制了《深海精密科技（深圳）有限公司生产、销售、使用工业 CT 项目环境影响报告表》（19DLFSHP006（T））。

4.2 建设项目环境影响报告表主要结论

《深海精密科技（深圳）有限公司生产、销售、使用工业 CT 项目环境影响报告表》主要结论如下：

深海精密科技（深圳）有限公司为满足市场需求，开展工业 CT 的自主研发生产：通过购买球管组件、四周载物组件、平板组件、以及计算机分析扫描组件、散热组件以及自屏蔽体、线缆、计算机显示组件等部件，自行组装生产 SH-CT160 型号小焦点工业 CT 和 SH-CT90 型号微焦点工业 CT，并对工业 CT 进行调试（不涉及 X 射线管的老化处理），调试完毕后对外销售，在客户使用场所进行教学培训。

经现场调查及资料分析，本次评价项目选址、工作场所布局合理，拟采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条件》（国务院等 449 号令）、《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）等法规、条例的要求。通过理论计算分析，评价项目正常开展过程中，辐射工作场所外的辐射剂量率低于相应规定的剂量控制水平，辐射工作人员和工作场所外公众的个人有效剂量均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）而设定的本项目的剂量约束值：工作人员的剂量不超过 5mSv/a，公众的剂量不超过 0.25mSv/a。

本评价项目建设方案中已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，并且完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本评价正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，对周围环境的影响代价小于创造的社会价值，满足辐射防护实践正当性原则；从环境保护和辐射防护角度认证，该评价项目是可行的。

4.3 环境影响评价文件要求落实情况

本项目环境影响评价文件要求及落实情况见表 3-1。由表 3-1 可知，项目环境影响

评价文件中的提出的要求已落实。

表 4-1 环境影响评价文件要求及落实情况

环评要求	落实情况
《深海精密科技(深圳)有限公司生产、销售、使用工业 CT 项目环境影响报告表》(19DLFHP006(T))	
1.项目正式开展前,相关辐射工作人员参加初级辐射安全与防护培训,持证上岗	该公司相关辐射工作人员均已参加初级辐射安全与防护培训,取得培训证书
2.为辐射工作人员配备个人剂量计,辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗,并定期送检	该公司辐射工作人员均已配备个人剂量计,并定期送检
3.在辐射工作场所配备铅衣	该公司辐射工作场所配备有两件铅衣
4.每年1月31日之前应向环保行政主管部门上报本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估	该公司每年均按要求上报放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估

4.4 环境影响评价文件批复要求落实情况

环评批复文件要求及落实情况见表 4-2。由表 4-2 可知,环评批复文件提出的要求已落实。

表 4-2 环评批复要求及其落实情况

广东省生态环境厅批复要求 粤环审(2020)52号	落实情况
项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施,加强日常监测,确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年,公众年有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	该公司已落实环境影响报告表中提出的各项辐射安全和防护措施;公司提供了 2019 年 8 月至 2020 年 8 月的个人剂量监测报告(详见附件 7),在此期间颜继永受照剂量最大,其年受照剂量约为 0.11mSv;公众年受照剂量约为 1.25×10^{-4} mSv。受照剂量满足剂量管理目标值:工作人员剂量控制值低于 5 毫希沃特/年,公众剂量控制值低于 0.25 毫希沃特/年。
项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后,你单位应按规定的程序向我厅重新申请辐射安全许可证。	已落实。该项目配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用,建设单位已重新申请辐射安全许可证。

表五、验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证

①监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

②监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定合格，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

③定期参加上级技术部门及与其他同行业单位组织的仪器比对；通过仪器的期间核查等质控手段保证仪器设备的正常运行；

④监测实行全过程的质量控制，严格按照公司《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；

⑤验收报告严格按相关技术规范编制，数据处理及汇总经相关人员校核、监测报告经质量负责人或授权签字人审核，最后由技术负责人或授权签字人签发。

5.2 质量控制

(1) 监测仪器

监测使用的仪器经国家法定计量检定部门检定合格、并在有效使用期内；每次测量前、后均对仪器的工作状态进行检查，确认仪器是否正常。

(2) 监测点位和方法

监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性。

(3) 人员能力

监测人员经过考核并持有合格证书。

(4) 审核制度

验收监测报告严格按照相关技术规范编制，数据处理及汇总实行三级审核制度。

表六、验收监测内容

6.1 监测内容及监测布点

(1) 监测项目

X-γ辐射剂量率。

(2) 监测方法

监测方法见表 6-1。

表 6-1 监测方法

监测项目	监测方法
X-γ辐射剂量率	《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015） 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）

(3) 监测布点

在开机和关机两种情况下对调试机房的操作位、四周墙体、防护门、防护窗、楼上设置监测点位，工业 CT 防护检测监测点位则取操作位、设备四周及上下外表面、观察窗、把手等位置。

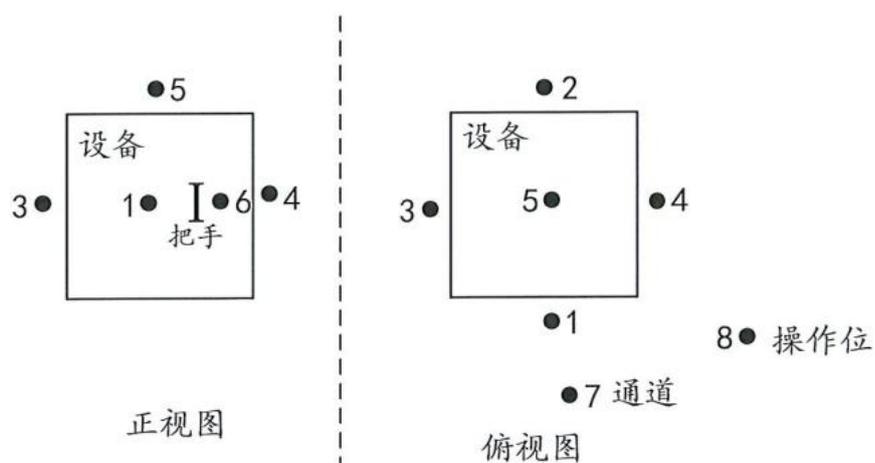


图 6-1 SH-CT160 型小焦点工业 CT 监测布点图

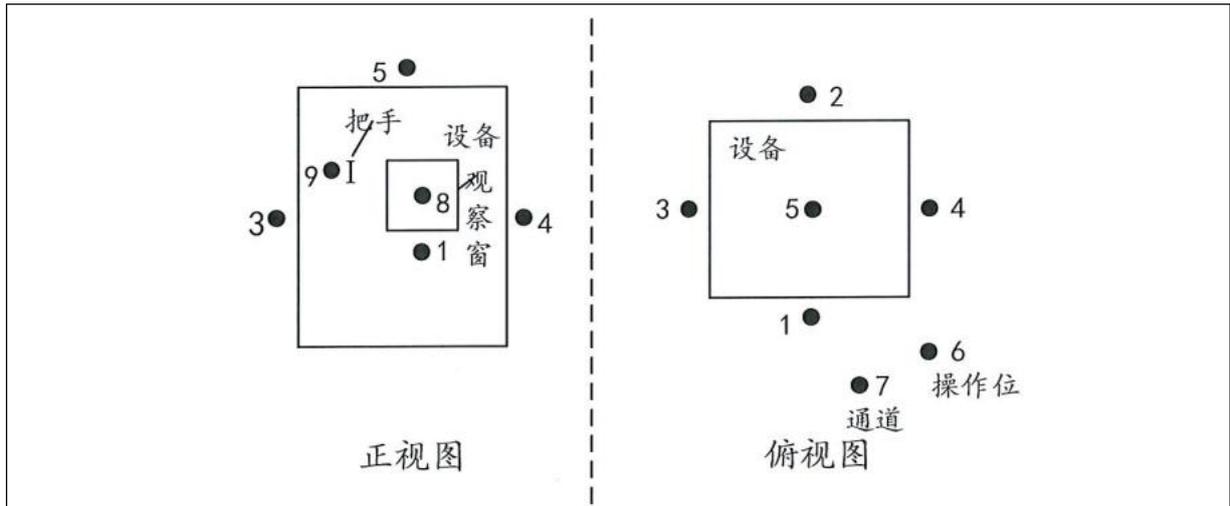


图 6-2 SH-CT90 型微焦点工业 CT 监测布点图

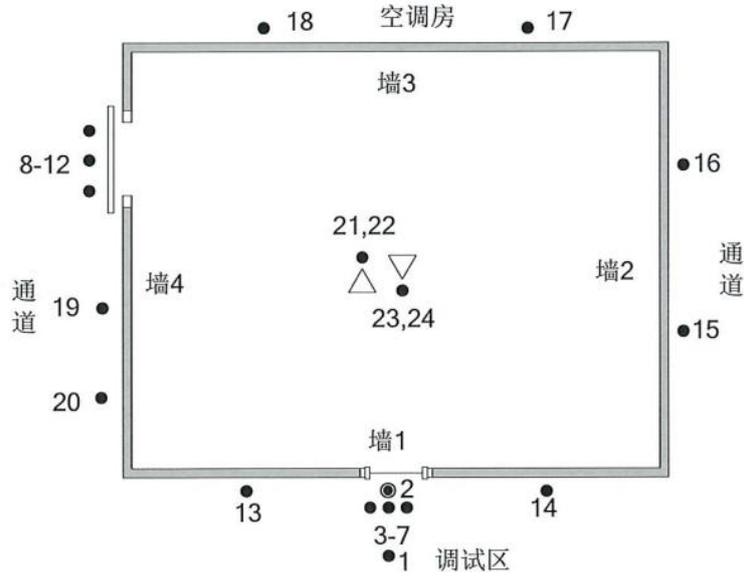


图 6-3 调试机房监测布点图

(4) 监测仪器

表6-2 工业CT防护检测仪器部分参数

仪器名称	辐射检测仪
仪器型号	AT1121/45090
检定证书编号	2020H21-20-2909505001
检定日期	2020年12月8日

(5) 监测时间

本次验收监测时间为 2021 年 4 月 23 日和 6 月 1 日。

(6) 监测结果

表 6-3 SH-CT160 型小焦点工业 CT 监测结果

(开机检测条件: 160kV, 3mA (手动))

检测点编号	检测点位置	检测结果 (nSv/h)		
		范围	均值	标准差
1	距设备外面 30cm (前方)	125~128	127	2
2	距设备外面 30cm (后方)	209~211	210	1
3	距设备外面 30cm (左侧)	125~128	126	2
4	距设备外面 30cm (右侧)	122~124	123	1
5	距设备外面 30cm (上方)	120~122	121	1
6	把手	226~236	231	5
7	通道	119~121	120	1
8	操作位	116~118	117	1

备注:

- (1) 以上数据均未扣除宇宙射线的贡献。
- (2) 该设备自带屏蔽体。
- (3) 检测报告编号: SZRD2021FH0400。

表 6-4 SH-CT90 型微焦点工业 CT 监测结果

(开机检测条件: 90kV, 89 μ A)

检测点编号	检测点位置	检测结果 (μ Sv/h)	
		开机状态	关机状态
1	距设备外面 30cm (前方)	0.17	0.18
2	距设备外面 30cm (后方)	0.18	0.18
3	距设备外面 30cm (左侧)	0.18	0.18
4	距设备外面 30cm (右侧)	0.18	0.18
5	距设备外面 30cm (上方)	0.18	0.18
6	操作位	0.17	0.17
7	通道	0.18	0.18
8	把手	0.17	0.17
9	观察窗	0.18	0.18

备注:

- (1) 本底范围: 0.12~0.22 μ Sv/h。

- (2) 检测结果未扣除本底值。
- (3) 检测点位置距设备外表面 5cm。
- (4) 该设备自带屏蔽体。
- (5) 检测报告编号：SZRD2021FH1064。

表 6-5 调试机房监测结果
(检测条件：160kV，3mA（手动）)

检测点编号	检测点位置	检测结果 (μSv/h)
1	工作人员操作位	0.13
2	线槽	0.14
3	距铅玻璃观察窗外表面 30cm（中部）	0.12
4	距铅玻璃观察窗外表面 30cm（上侧）	0.13
5	距铅玻璃观察窗外表面 30cm（下侧）	0.12
6	距铅玻璃观察窗外表面 30cm（左侧）	0.13
7	距铅玻璃观察窗外表面 30cm（右侧）	0.12
8	距机房大门外表面 30cm（中部）	0.12
9	距机房大门外表面 30cm（上侧）	0.13
10	距机房大门外表面 30cm（下侧）	0.13
11	距机房大门外表面 30cm（左侧）	0.12
12	距机房大门外表面 30cm（右侧）	0.13
13	距防护墙体 1 外表面 30cm（调试区）	0.13
14	距防护墙体 1 外表面 30cm（调试区）	0.14
15	距防护墙体 2 外表面 30cm（通道）	0.15
16	距防护墙体 2 外表面 30cm（通道）	0.15
17	距防护墙体 3 外表面 30cm（空调房）	0.17
18	距防护墙体 3 外表面 30cm（空调房）	0.15
19	距防护墙体 4 外表面 30cm（通道）	0.13
20	距防护墙体 4 外表面 30cm（通道）	0.13
21	距机房顶棚 30cm	0.14
22	距机房顶棚 30cm	0.14

23	机房下方距地坪 170cm（并日科技切割站室）	0.12
24	机房下方距地坪 170cm（并日科技切割站室）	0.15

备注：

- (1) 本底范围：0.12~0.21 μ Sv/h。
- (2) 以上检测结果未扣除本底值。
- (3) 该设备为自屏蔽设备。
- (4) 检测报告编号：SZRD2021FH0401。

表七、验收监测结果

7.1 验收监测期间生产工况记录

(1) 检测条件:

SH-CT160 型小焦点工业 CT 验收监测条件: 开机管电压为 160kV, 管电流为 3mA (手动)。

SH-CT90 型微焦点工业 CT 验收监测条件: 开机管电压为 90kV, 管电流为 89 μ A (手动)。

调试机房验收监测条件: 以额定参数较大的 SH-CT160 型小焦点工业 CT 在调试机房内进行调试时检测该机房屏蔽防护效果, 开机管电压为 160kV, 管电流为 3mA (手动)。

(2) 验收监测期间环保设备和环保设施正常运行。

7.2 验收监测结果

本项目测量结果如下:

表 7-1 SH-CT160 型小焦点工业 CT 测量结果

设备名称	位置	设备外剂量率最大值 (μ Sv/h)
SH-CT160 型小焦点工业 CT	把手	0.236

表 7-2 SH-CT90 型微焦点工业 CT 测量结果

设备名称	位置	设备外剂量率最大值 (μ Sv/h)
SH-CT90 型微焦点工业 CT	设备后方、左侧、右侧、上方、观察窗、通道	0.18

表 7-3 调试机房测量结果

机房名称	位置	机房外剂量率最大值 (μ Sv/h)
调试机房	空调房	0.17

注: 本底范围为 0.12~0.21 μ Sv/h。

由上表可知, 本项目两种工业 CT 和调试机房周围剂量当量率监测结果均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 的要求。具体监测结果见附件 9《监测报告》。

7.3 公众人员与职业人员年有效剂量估算

(1) 职业人员年有效剂量

公司提供了 2019 年 11 月至 2020 年 8 月的个人剂量监测报告（详见附件 7），本项目 2 名工作人员个人剂量监测结果如表所示。报告显示，在此期间颜继永受照剂量最大，其年受照剂量约为 0.11mSv。

表 7-4 个人剂量监测结果

姓名	监测结果 (mSv)				年有效剂量 (mSv)
	2019.8.13- 2019.11.10	2019.11.11- 2020.02.08	2020.03.20- 2020.05.08	2020.5.9- 2020.8.6	
吴元	0.020	0.02	<0.04	0.04	0.10
颜继永	0.020	0.02	0.05	0.02	0.11

(2) 公众人员年有效剂量估算

在开机状态下，调试机房外最大测点为 0.17 μ Sv/h（位于空调房），本底范围 0.12~0.21 μ Sv/h，本项目工业 CT 年出束时间 20 小时，居留因子取 1/8 进行估算，公众年受照剂量约为 1.25 $\times 10^{-4}$ mSv。

本项目辐射工作人员年受照剂量和公众估算年受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求（工作人员年受照剂量不超过 20mSv，公众年受照剂量不超过 1mSv），也满足核技术应用项目环境影响报告表提出的管理目标值（工作人员的年有效剂量不超过 5mSv，公众的年有效剂量不超过 0.25mSv）。

表八、结论与要求

8.1 验收监测结论:

根据监测和检查结果，可以得出以下结论：

(1) 公司本次验收监测内容是公司生产、销售和使用的 2 种工业 CT（属于 II 类射线装置）及 1 间改建调试机房。

(2) 建设单位落实了环境影响评价制度和建设项目环境保护设施“三同时”制度，已申领了《辐射安全许可证》，环境影响报告表及其批复中要求的安全与防护措施已落实。

(3) 本次生产、销售和使用的 2 种 II 类射线装置（工业 CT）和 1 间改建调试机房外周围剂量当量率监测结果满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求。

(4) 根据建设单位提供的个人剂量监测结果估算，本项目辐射工作人员年受照有效剂量最大值约为 0.63mSv；估算结果表明，公众年受照有效剂量小于 0.25mSv。辐射工作人员年受照剂量和公众附加剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定和本项目的剂量约束值。

(5) 该公司落实了辐射工作人员培训、个人剂量监测制度，建立了个人剂量监测档案和职业健康监护档案。基本落实了工作场所监测计划和年度辐射安全与防护状况评估。

(6) 该公司辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理、工作场所监测计划、辐射事故应急预案完善；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备。

综上所述，深海精密科技（深圳）有限公司核技术利用项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的有关规定，具备竣工环境保护验收条件。

8.2 建议

定期对辐射工作人员进行职业健康检查，确保辐射工作人员的身体健康。