

编号: XHKJ2025

核技术利用建设项目竣工环境保护 验收监测报告表

备案版

项目名称: 使用工业 X 射线 CT 装置项目

建设单位: 清华大学深圳国际研究生院 (公章)

二〇二一年二月

建设单位及编制单位情况表

建设单位（盖章）	清华大学深圳国际研究生院
统一社会信用代码	124403004557528071
地址	深圳市南山区深圳大学城清华校区能源环 境大楼负二层
法定代表人（签字）	邱勇
技术负责人（签字）	北峰达
联系人	吕丰正
联系电话	██████████
编制单位（盖章）	广州星环科技有限公司
编制（签字）	梁龙彪
审核（签字）	张子奇
地址	广州市海珠区南洲路 365 号二层 236
联系电话	020-38343515

目 录

表一 基本信息和验收依据	-1-
表二 项目基本情况	-5-
表三 项目建设情况	-8-
表四 辐射安全与防护措施	-14-
表五 辐射安全管理	-20-
表六 验收监测	-25-
表七 验收结论与建议	-30-
附件 1 环评批复文件.....	-31-
附件 2 辐射安全管理规章制度.....	-33-
附件 3 考核成绩单及安全上岗培训合格证.....	-43-
附件 4 验收监测报告.....	-44-
建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表.....	尾页

表一 基本信息和验收依据

建设项目名称	使用工业 X 射线 CT 装置项目				
建设单位名称	清华大学深圳国际研究生院				
建设项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建				
项目地点	清华大学深圳国际研究生院能源环境大楼负二层				
环评批复日期	2020 年 7 月 2 日	开工建设时间	2020 年 7 月		
调试时间	2020 年 9 月	验收现场监测时间	2020 年 9 月 23 日		
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	广州星环科技有限公司		
环保设施设计 单位	-	环保设施施工单位	-		
投资总概算 (万元)	500	环保投资总概算 (万元)	20	比例	4%
实际投资 (万 元)	500	环保投资 (万元)	20	比例	4%
验收监测依据	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(2)《中华人民共和国放射性污染防治法》(主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(3)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 709 号令, 2019 年 3 月 2 日修订)</p> <p>(4)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令 2011 年)</p> <p>(5)《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(6)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 日发布)</p> <p>(7)《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(生态环境部公告 2018 年第 9 号)</p>				

	<p>(8)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(9)《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)</p> <p>(10)《广东省生态环境厅关于清华大学深圳国际研究生院使用工业 X 射线 CT 装置项目环境影响报告表的批复》(粤环审【2020】133 号)</p> <p>(11)《清华大学深圳国际研究生院使用工业 X 射线 CT 装置环境影响报告表》(XHKJ2005)</p>
验收标准	<p>遵照本项目的环境影响评价标准及环评批复文件,本次验收项目的验收标准如下:</p> <p>1、年剂量限值与年剂量约束值</p> <p>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定:</p> <p>(1) 工作人员的职业照射水平不应超过下述限值:</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv;</p> <p>(2) 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。</p> <p>该报告取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的职业照射剂量约束值, 即该项目的辐射工作人员的年有效受照剂量应不超过 5mSv/a; 取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的公众照射剂量约束值, 即该项目的公众的年有效受照剂量不超过 0. 25mSv/a。</p> <p>2、工作场所辐射剂量率控制要求</p> <p>根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的规定: 对于工业 X 射线探伤项目, X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。</p> <p>因此, 对于本次评价的自屏蔽式射线装置项目, 屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。</p> <p>3、放射性防护要求</p>

参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。

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开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁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。

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

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

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 $100\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。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。

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。

	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮应带有标签，标明使用方法。</p>
--	--

表二 项目基本情况

1、项目概况

清华大学深圳国际研究生院（简称：清华深研院）是在国家深化高等教育改革和推进粤港澳大湾区建设的时代背景下，由清华大学与深圳市合作共建的公立研究生教育机构，清华深研院地理位置图见图 2-1。清华大学深圳国际研究生院下属的材料与器件检测技术中心（简称：检测中心）于 2008 年成立，检测中心的办公及实验场所位于清华大学深圳国际研究生院能源环境大楼（简称：能源大楼），能源大楼位于深圳大学城会议中心片区，地理位置上在深圳大学城清华校区的东南侧，能源大楼与清华校区位置关系图见图 2-2。

清华大学深圳国际研究生院材料与器件检测技术中心作为一家权威的测试机构，拥有完善的检测设备，为了进一步提高综合实力，为校内外科学研究提供更精确、权威测试的测试服务，检测中心新增使用一台由德国 Werth 公司制造的工业 CT 装置，用于材料及锂电池测试分析。工业 CT 用于高精密材料、器件的缺陷检测及结构分析，其检测精度可达微米量级，被誉为当今最佳无损检测和无损评估技术。

根据环评申报，清华深研院材料与器件检测技术中心在能源大楼负二层使用一台德国 werth 公司 Tomoscope L 300 型工业 X 射线 CT 装置（简称：工业 CT），将负二层 F201A 室作为 CT 室，用于放置工业 CT，该装置自带屏蔽体，人员无法进入到装置内部。工业 CT 的型号、规格等信息见表 2-1。

表 2-1 工业 CT 信息一览表

名称	型号	最大管电压	最大管电流	数量	类别
工业 CT	德国 werth 公司 Tomoscope L 300	300kV	1mA	1 台	II 类



图 2-1 清华深研院地理位置图



图 2-2 能源大楼与清华校区位置关系图

受清华深研院委托，我公司依据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 第 682 号）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）等规定，针对该核技术利用项目组织竣工环境保护验收，前期工作包括：

(1) 现场勘查：对照本项目的环境影响报告表及环评批复文件，检查本项目的辐射安全与防护各项措施是否已落实；

(2) 资料检查：检查本项目辐射安全许可证、环评批复文件等环保手续是否齐全，辐射安全管理规章制度、人员培训资料、个人剂量档案等是否完善，并提出整改建议；

(3) 验收监测：制定检测方案，依照国家相关标准和环境影响报告表的相关要求，委托检测机构进行验收监测。

在此基础上参考《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号），编制了竣工环境保护验收监测报告表。

2、项目实施回顾

清华深研院于 2020 年 5 月委托广州星环科技有限公司针对该项目编制了《清华大学深圳国际研究生院使用工业 X 射线 CT 装置环境影响报告表》（XHkJ2005），于 2020 年 7 月 2 日取得了《广东省生态环境厅关于清华大学深圳国际研究生院使用工业 X 射线 CT 装置项目环境影响报告表的批复》（粤环审【2020】133 号，见附件 1）。该项目的环评批复文件批复的建设内容如下：

你单位核技术利用扩建项目位于深圳市南山区西丽街道深圳大学城清华校区。项目内容为：在深圳大学城会议中心片区能源环境大楼负二层 F201A 室材料与器材检测技术中心安装使用 1 台 Tomoscope L 300 3D CNC 型工业用 X 射线 CT 装置（最大管电压 300 千伏、最大管电流 0.5 毫安，属 II 类射线装置）用于材料及锂电池测试分析，设备带自屏蔽。

表三 项目建设情况

1、设备参数信息

本次验收项目使用 1 台德国 werth 公司 Tomoscope L 300 型工业 CT，参数见表 3-1。

表 3-1 设备参数一览表

型号	德国 werth 公司 Tomoscope L 300
最大管电压	300kV
最大管电流	1mA
额定管功率	80W

环评文件及批复的工业 CT 的最大管电流为 0.5 毫安，额定功率为 80 瓦。实际工业 CT 的最大管电流为 1 毫安，额定功率为 80 瓦。

2、CT 室建设情况

本次验收的工业 CT 放置于深圳大学城会议中心片区能源大楼负二层 CT 室，CT 室平面布置图见图 3-1。CT 室的东侧为卫生间、微纳米加工平台，南侧为走廊、电镜实验室、采光台，西侧为空调机房，北侧为停车场，楼上层为仓库、停车场。

按照环评文件的辐射工作场所分区管理要求，清华深研院将工业 CT 实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个 CT 室划为监督区。CT 室现场照片见图 3-2。

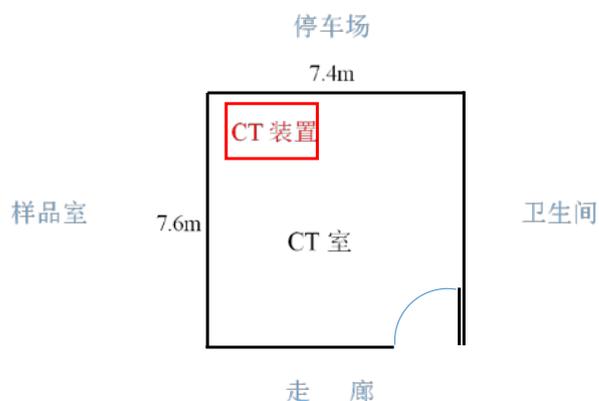


图 3-1 CT 室平面布置图



图 3-2 CT 室现场照片

3、工作原理、方式和操作流程

(1) 工作原理

电子计算机断层摄影(Computed tomography, 简称 CT)是近十年来发展迅速的电子计算机和 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剖面(被检测对象的薄层, 或称为切片)的投影数据, 用来重建该剖面的图像, 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。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成, 其工作示意图如图 3-3 所示。射线源提供 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 图象重建。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移, 以及射线源、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号, 经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整, 完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护, 一般小型设备自带屏蔽设施。

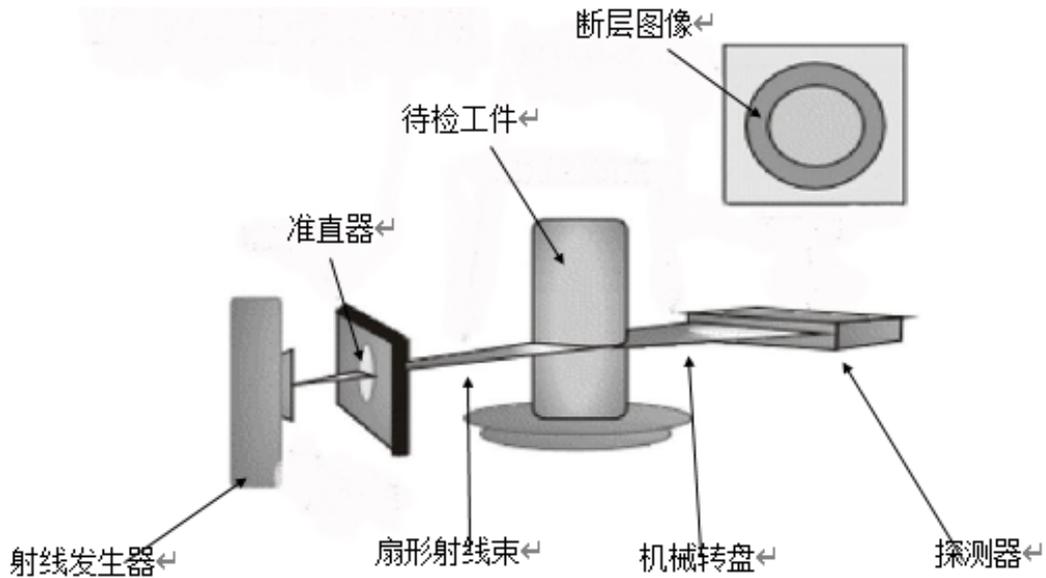


图 3-3 工业 CT 工作示意图

(2) 工作方式

设备自带屏蔽体，待检工件可以通过电动装载门放入屏蔽体内进行检测，电动装载门可通过辐射屏蔽柜前面的一个按键以及通过操作面板打开和关闭，人员不能进入屏蔽体内部。操作人员放置好工件、关闭好装载门、设置好检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据。X 射线出束期间，操作人员一般位于距离装载门约 1m 的操作位，也可离开现场，出束期间无需人员干预。操作人员离开现场时将关闭 CT 室门，CT 室门设有门禁，只有授权人员才能进入。

X 射线管下方有一个样品台，可移动和旋转，待检工件单边最大长度为 2~20cm，工件固定在样品台上后，可通过控制面板调节机械转盘至合适位置。X 射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。如图 3-4 所示，在扫描过程中工件在转台进行 360 度旋转，以获取零件每个位置的 2D 图像，在获取 30 度零件不同位置的 2D 图片后，进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。

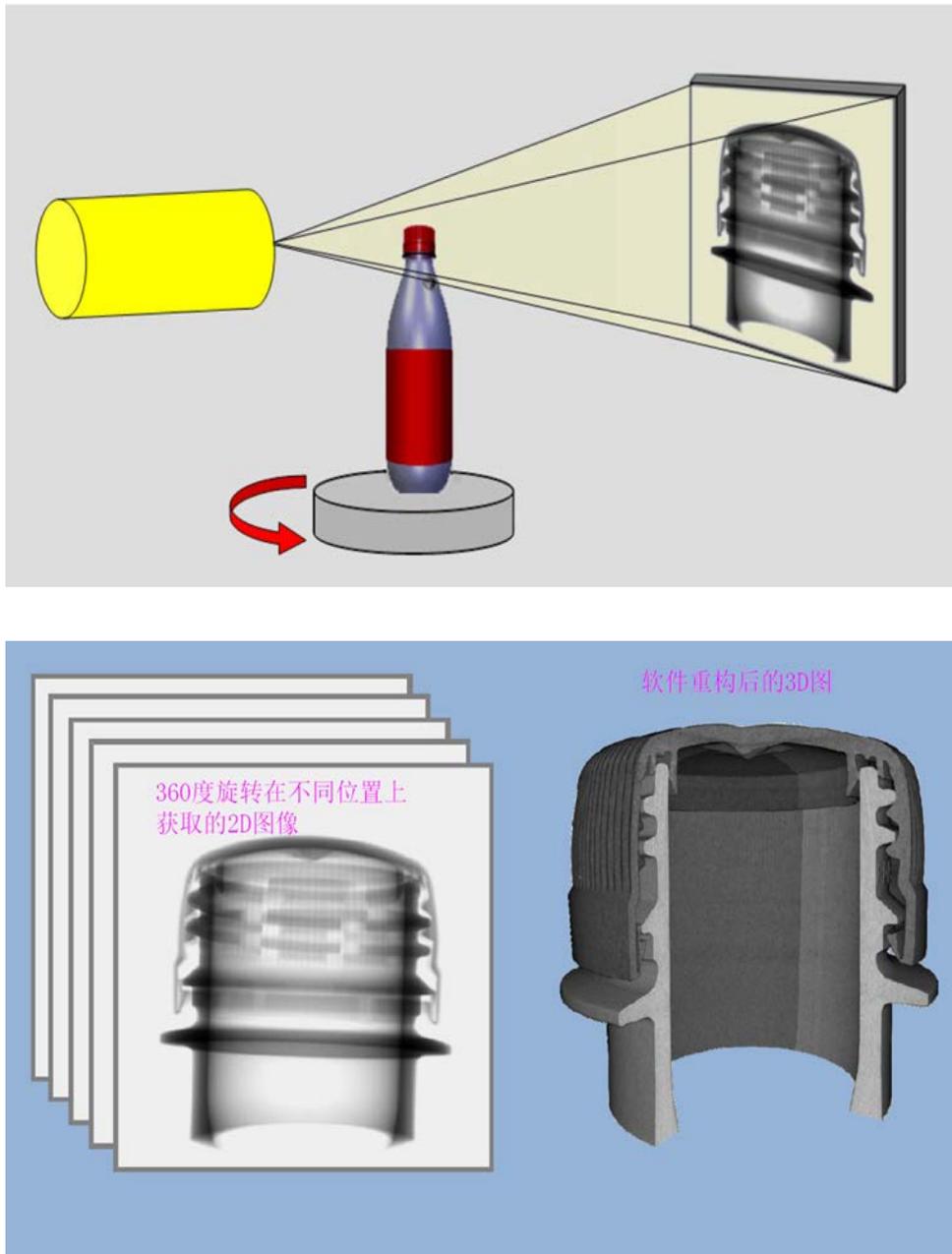


图 3-4 3D 扫描示意图

(3) 操作流程

项目使用的工业 CT 进行样品测试，主要通过控制电脑上的“WinWerth 软件”完成，相应的操作流程见图 3-5。

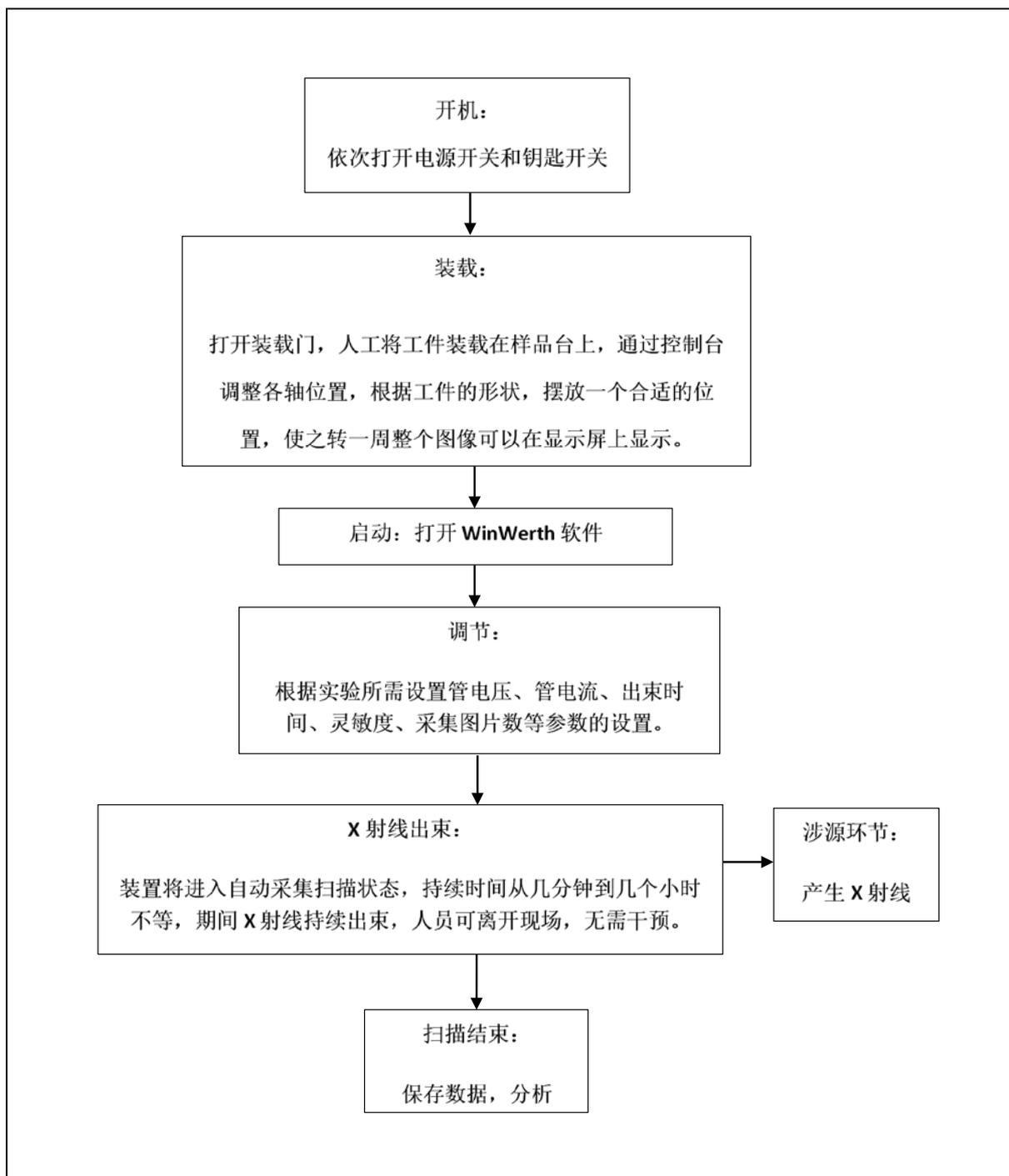


图 3-5 装置操作流程

4、污染源项

(1) 正常工况

该项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的

直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部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。

(2) 事故工况

该项目使用的设备在事故工况下，可能产生放射性污染的情形有以下几点：

① 装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

② 装载门安全联锁发生故障，工作人员在取放工件的过程中，意外开启 X 射线发生器，导致工作人员被意外照射；

③ 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

5、项目变动情况

经核查，本验收项目的设备参数信息、CT 室建设情况、工作原理、方式和操作流程、污染源项等方面的变动情况见表 3-2。

表 3-2 项目建设变动情况一览表

序号	项目	变动情况
1	设备信息	设备实际的最大管电流为 1mA，与环评文件及批复的 0.5mA 不一致。
2	CT 室建设情况	与环评文件及批复一致，无变动
3	工作原理、方式和操作流程	与环评文件及批复一致，无变动
4	污染源项	与环评文件及批复一致，无变动

环评文件及批复的工业 CT 最大管电流为 0.5 毫安，额定功率为 80 瓦。实际工业 CT 的最大管电流为 1 毫安，额定功率为 80 瓦。实际使用工业 CT 与环评文件及批复的工业 CT 的功率一致说明其辐射源强一致，辐射环境影响也一致，故本变动不影响本项目通过竣工环境保护验收的可行性。

表四 辐射安全与防护措施

1、设备屏蔽体构造和参数

本次验收项目使用的工业 CT 带有自屏蔽辐射防护装置，屏蔽体由厂家针对射线特征采用一体化设计和制造，密闭性良好，无需额外加建屏蔽体。工业 CT 实物图见图 4-1。结构和屏蔽参数见表 4-1。



图 4-1 工业 CT 实物图

表 4-1 工业 CT 屏蔽体结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
尺寸	长×宽×高=2581mm×1718mm×1976mm	
前部	合金内衬 17mm 铅板	17mmPb
后部	合金内衬 17mm 铅板	17mmPb
左部	合金内衬 17mm 铅板	17mmPb
右部	合金内衬 17mm 铅板	17mmPb
顶部	合金内衬 17mm 铅板	17mmPb
底部	合金内衬 10mm 铅板	10mmPb
装载门	四周：合金内衬 17mm 铅板 中间：17mmPb 当量特种玻璃	17mmPb

本次验收项目的工业 CT 的屏蔽体构造和参数与环评文件的描述一致。

2、辐射防护措施

表 4-2 验收标准对照落实一览表

(GBZ117-2015) 要求	环境影响报告表的要求	落实情况
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开有用线束照射的方向。	-	已落实。
4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁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。	将工业 CT 实体屏蔽内部区域划为控制区,将屏蔽体外整个 CT 室划为监督区。	已落实。 见图 4-5
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 $\mu\text{Sv}/\text{周}$,对公众不大于5 $\mu\text{Sv}/\text{周}$; b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	本次评价项目,屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	已落实。 验收监测结果表明,该项目装置屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。
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,	本次评价项目,屏蔽体外 0.3m处的剂量当量率应不大于2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	已落实。 验收监测结果表明,该项目装置屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

<p>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 μ Sv/h。</p>		
<p>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。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。</p>	<p>工业 CT 带有安全联锁功能,装载门在打开或者没有关到位的情况下,高压电源无法打开;装载门打开时高压电源将随即关闭,重新关上装载门后不会自动打开高压电源。</p>	<p>已落实。</p>
<p>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。</p>	<p>-</p>	<p>本次验收的工业 CT 属于小型自屏蔽式设备,无该验收项目。</p>
<p>4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。</p>	<p>该设备在屏蔽体顶部设置了 1 个警示灯,X 射线出束时红色警示灯将闪动进行警示,在装载门的右下方设有出束指示灯。</p>	<p>已落实。 见图 4-2。</p>
<p>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。</p>	<p>-</p>	<p>本次验收的工业 CT 属于小型自屏蔽式设备,无该验收项目。</p>

<p>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。</p>	<p>在工业 CT 的正面及 CT 室门上装贴电离辐射标志，在 CT 室门上张贴“当心电离辐射，非辐射工作人员禁止入内”的工作指示牌。</p>	<p>已落实。 见图 4-3。</p>
<p>4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮应带有标签，标明使用方法。</p>	<p>工业 CT 操作台显眼位置设有一个急停按钮，发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源。</p>	<p>已落实。 见图 4-4。</p>



图 4-2 指示灯实物图



图 4-3 电离辐射警示标志实物图



图 4-4 急停按钮实物图

3、工作场所分区管理

根据环评文件的要求，清华深研院将工业 CT 实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个 CT 室划为监督区，在 CT 室门张贴“当心电离辐射，非辐射工作人员禁止入内”的工作警示牌。工作场所分区示意图见图 4-5。

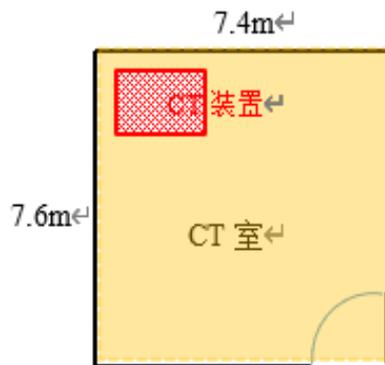


图 4-5 工作场所分区示意图

本次验收项目按照环境影响报告表的内容，组织实施了各项辐射安全与防护措施，落实了验收标准的各项规定，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。

4、通风换气措施

根据环评文件的要求，项目使用的工业 CT 设置有排风系统，工作期间一直开启，可将设备内产生的少量有害废气及时排出。CT 室内安装了新风系统及动力排风装置，排风量不小于为 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ ，该 CT 室的体积为 168m^3 ，在工作期间保持开启，可确保每小时有效通风换气次数为 4.28 次，不小于 3 次，使室内的空气保持清新和流通。

本次验收 CT 室排风系统和环评方案一致，CT 室内安装了新风系统及动力排风装置，实际排风量 $0.3\text{m}^3/\text{s}$ ，排风装置在工作期间保持开启，确保每小时有效通风换气次数为 6.42 次，可以满足 CT 室每小时有效通风换气不少于 3 次的要求，CT 室通风换气装置实物图见图 4-6。



图 4-6 通风换气装置实物图

表五 辐射安全管理

1、辐射安全管理机构

清华深研院落实了辐射安全管理机构成员及相应职责，辐射安全与防护工作管理小组成员名单见表 5-1。

表 5-1 辐射安全与防护工作管理小组成员名单

名称	职务
科研处	院辐射安全管理部
李小双	院辐射安全管理员
李宝华	中心负责人
吕丰正	中心安全负责人
何亚杰	中心辐射安全管理员

管理小组职责：

- (1) 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施；
- (2) 做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；
- (3) 组织实施辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人剂量档案，做到一人一档；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

2、辐射安全管理规章制度

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的 X 射线辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，清华深研院制定了《辐射安全管理规章制度》（详情见附件 2），包括以下章节：

辐射安全管理机构及职责

辐射管理和安全保卫制度

岗位职责

安全操作规程

辐射监测方案

辐射工作人员培训计划

辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

设备使用、维修台帐与登记管理制度

辐射事故应急预案

清华深研院已将操作规程、辐射事故应急预案等规章制度以及事故紧急联系电话在操作室显眼位置张贴上墙，见图 5-1。



材料与器件检测技术中心辐射事故应急处理预案

五、辐射事故分类与分级

辐射事故根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故：

六、辐射事故应急救援应遵循的原则：

1. 迅速报告原则；
2. 主动抢救原则；
3. 生命第一的原则；
4. 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
5. 保护现场，收集证据的原则；

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致9人以下(含9人)急性重度辐射病、局部器官残疾
重大辐射事故	射线装置失控导致2人以下(含2人)急性死亡或者10人以上(含10人)以上急性重度辐射病、局部器官残疾
特别重大辐射事故	射线装置失控导致3人以上(含3人)以上急性死亡

七、辐射事故应急处理程序及报告制度

- (一)事故发生后，应立即切断射线装置的电源，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报；
- (二)应急救援小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；
- (三)事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护检测人员的允许不得进入事故区；

除上述工作外，防护检测人员还应进行以下几项工作：

1. 迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害；
2. 根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间；
3. 协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用品及个人剂量仪。对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗；
4. 各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告；

- (四)发生辐射事故后，当事员工应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告；

八、人员培训和演习计划

1. 辐射安全事故相关应急人员须经培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；
2. 辐射安全事故应急处理小组须定期(每年一次)组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案；

九、辐射事故的调查

- (一)本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组和恢复运营组；
- (二)调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管；
- (三)配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜；

紧急情况联系电话

院安全保卫值班电话:26035193;
院消防中控室值班电话:26032934(IT楼)、86952425(能源楼)
报警求助:110 火警:119 急救:120

图 5-1 规章制度上墙照片

3、工作人员培训情况

清华深研院为本项目配备了 2 名辐射工作人员，其中 1 人通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加了辐射安全与防护培训，并通过了考核，1 人参加由广东省辐射防护协会开办的辐射安全与防护初级培训班，并取得辐射安全上岗培训合格证。（考核成绩单及安全上岗培训合格证见附件 3），辐射工作人员考核或培训情况一览表见 5-2。

表 5-2 辐射工作人员考核或培训情况一览表

姓名	岗位	成绩单编号/上岗证编号	考核时间/培训时间
何亚杰	操作兼管理	██████████	2020 年 11 月
贺舜	操作兼管理	██████████	2018 年 1 月 16 日-1 月 19 日

小结：本验收项目落实了环境影响报告表中的各项辐射安全管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求。

4、辐射监测

(1) 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定：

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。

生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，终身保存。

清华深研究院按要求落实了个人剂量监测制度，严格按照国家关于个人剂量监测的规定，本次验收项目 2 名辐射工作人员均已进行个人剂量监测（个人剂量计实物图见图 5-2），检测周期为 3 个月，建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。

(2) 工作场所日常监测

按照环境影响报告表，清华深研院为该设备配备了 1 台个人剂量报警仪（实物图见图 5-3），每天开始工作前将检查该仪器是否能正常使用，如不能正常使用，则不能使用射线装置开展工作。该仪器在工作期间将保持开机，悬挂在射线装置正面，实时监测射线装置屏蔽体外的辐射水平，如有异常，将立即切断电源，停止使用该射线装置。

定期（每个月 1 次）使用检测仪器对射线装置各个面进行巡测，做好巡测记录。



图 5-2 个人剂量计实物图

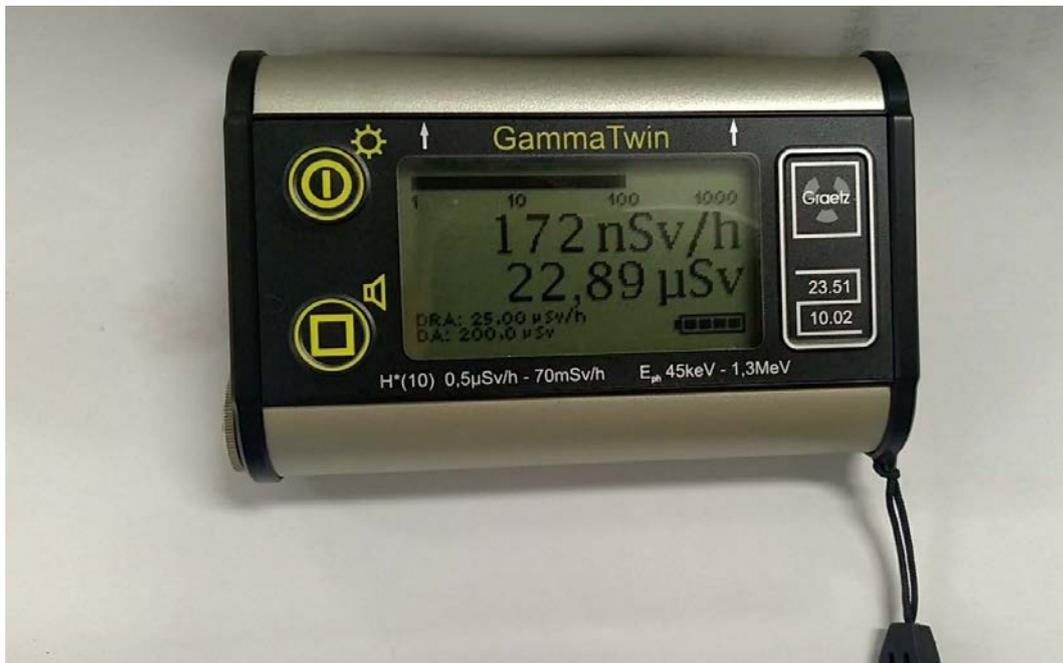


图 5-3 个人剂量报警仪实物图

小结：本验收项目按照环境影响报告表组织落实了各项辐射监测工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求。

表六 验收监测

依照环境影响报告表，本项目竣工后，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，2017年11月20日发布）的要求，对该项目进行竣工环境保护验收监测，确认工作场所环境辐射水平满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的辐射剂量率控制要求。

1、质量保证措施

（1）布点原则

为验证本项目正常运行过程中对周围环境的辐射影响，参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）的规定，对验收项目辐射屏蔽体外周围剂量当量率进行检测；并通过现场监测结果与国家标准、环评文件及其批复文件的要求进行对比，分析该项目投入运行后，对周围环境和相关人员的辐射影响情况。

先通过巡测以发现辐射水平最大点，对该点进行定点检测，此外设备每个面、顶部至少布置 1 个检测点，防护门（窗）的上下左右门缝及中间至少布 1 个检测点，操作位布置 1 个点，所有检测点距离为 0.3m。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，共布置 12 个检测点位，具体检测点位的布置见图 6-1。

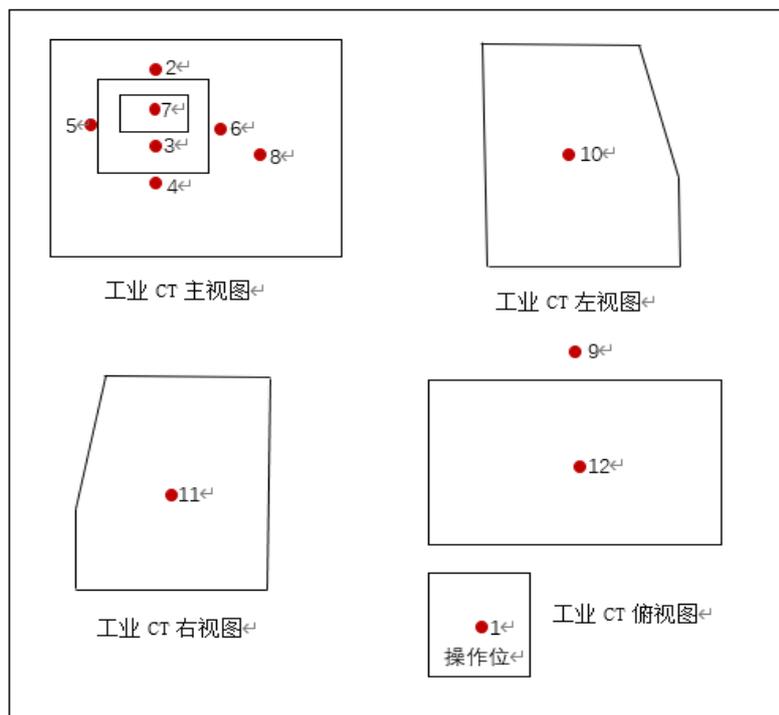


图 6-1 验收检测布点图

(2) 检测机构及人员设备

本次验收委托广东天鉴检测技术服务股份有限开展检测工作，检测仪器信息见表 6-1。

表 6-1 检测仪器信息

检测机构	广东天鉴检测技术服务股份有限公司		
仪器名称	X、 γ 辐射	仪器型号	AT1123
生产厂家	ATOMTEX	仪器编号	54962
检定日期	2020 年 3 月 23 日	有效期	2021 年 3 月 22 日
测量范围	50nSv/h -10Sv/h	能量响应	15keV-3MeV
检定单位	深圳市计量质量检测研究院	证书编号	204700584

该项目竣工环保验收的监测人员具备从事环境辐射监测的工作经历，充分了解核技术利用项目和环境保护领域的相关专业技术知识，掌握辐射监测技术和相应技术标准方法，具备对检测结果做出相应评价的判断能力。熟悉本单位检验检测体系管理程序。

实施检测前，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足验收对象的检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。

提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，完成内部检测单元的自动检测，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，测量时仪器探头垂直于射线机房屏蔽体，读数稳定后，连续读取 5 个值，并经校正后求出平均值和标准偏差。

2、检测结果

检测结果见表 6-2，检测报告见附件 4

表 6-2 CT 外周围剂量当量率检测结果

序号	检测方位	关机			开机		
		周围剂量当量率 (nSv/h)			周围剂量当量率 (nSv/h)		
		范围	平均值	标准差	范围	平均值	标准差
1	操作位	123~128	126	2	132~135	134	1
2	设备防护门上缝 外 30cm	130~132	131	1	134~136	136	1
3	设备防护门中部 外 30cm	128~130	129	1	129~130	130	1
4	设备防护门下缝 外 30cm	130~131	131	1	132~135	134	1
5	设备防护门左缝 外 30cm	129~131	131	1	134~136	136	1
6	设备防护门右缝 外 30cm	130~132	131	1	135~137	137	1
7	设备观察窗外 30cm	130~132	132	1	134~136	135	1
8	设备外表面前方 30cm	130~132	132	1	132~134	133	1
9	设备外表面后方 30cm	130~132	131	1	133~136	135	1
10	设备外表面左侧 30cm	130~132	132	1	133~135	134	1
11	设备外表面右侧	130~132	132	1	132~134	133	1

	30cm						
12	设备外表面上方 30cm	130~132	132	1	135~137	136	1

注：出束条件：管电压：224KV；管电流：355 μ A；功率 80W。

本次验收监测按照额定功率运行设备，运行时的工作条件和辐射影响能满足验收监测的要求。

对清华深研院使用工业 X 射线 CT 装置项目进行验收监测，表 6-2 监测结果显示，按照常用最大工况出束时，本次验收的工业 CT 周围剂量当量率为 0.130~0.137 μ Sv/h，最大值为 0.137 μ Sv/h，位于 6 号点位。关机状态下周围剂量当量率为 126~132 μ Sv/h。

以上验收监测结果均小于 2.5 μ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求：装置屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

3、人员受照剂量估算

根据环评，该项目每天使用时间约 8 个小时，每周 5 个工作日，8 个小时里面包括放置工件、X 射线出束，以及其他准备的时间，其中 X 射线出束的时间约占二分之一，约 4 个小时，因此全年累计 X 射线照射时间约 1042 小时。为保守估算，利用开机状态下的验收监测数据，估算各保护目标的年有效受照剂量，估算结果见表 6-3。

表 6-3 工作人员及公众年受照剂量估算结果

场所	保护目标	受照剂量率 (μ Sv/h)	居留因子	受照剂量 (mSv/a)
CT 室	工作人员	0.137	1	0.143
西侧样品室	公众	0.136	1/5	0.0283
北侧停车场	公众	0.135	1/10	0.0141
东侧卫生间	公众	0.133	1/5	0.0277
南侧电镜实验室	公众	0.133	1	0.139
楼上层停车场	公众	0.136	1/10	0.0142

表 6-3 显示，本次验收工业 CT 周围工作人员年受照剂量最高约 0.143mSv/a，公

众年受照剂量最高约 0.139mSv/a，满足工作人员的年有效受照剂量不超过 5mSv、公众的年有效受照剂量不超过 0.25mSv 的验收标准，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

表七 验收结论与建议

1、辐射安全与防护措施总结

本次竣工环境保护验收项目为清华大学深圳国际研究生院在能源大楼负二层 CT 室内，使用一台德国 werth 公司 Tomoscope L 300 型工业 CT。建设单位按照环境影响报告表及环评批复文件的要求，组织实施了各项辐射安全与防护措施、辐射安全管理和辐射监测工作。

2、验收监测总结

环境辐射监测结果显示，本次验收项目正常工作时，装置外关注点的辐射水平满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定：装置屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；工作人员的年有效受照剂量不超过 5mSv、公众的年有效受照剂量不超过 0.25mSv，均小于剂量约束值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

3、结论

本次验收项目严格执行了环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的环境保护“三同时”制度，符合竣工环境保护验收的有关规定。综上所述，清华大学深圳国际研究生院使用工业 X 射线 CT 装置项目可以通过竣工环境保护验收。

建 议

- 1、严格执行辐射监测计划，做好辐射日常检测工作。
- 2、每年委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。年度检测数据作为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报告的一部分，于次年 1 月 31 日前上报环境主管部门。

广东省生态环境厅

粤环审〔2020〕133 号

广东省生态环境厅关于清华大学深圳国际 研究生院使用工业 X 射线 CT 装置项目 环境影响报告表的批复

清华大学深圳国际研究生院：

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号 XHKJ2005）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用扩建项目位于深圳市南山区西丽街道深圳大学城清华校区。项目内容为：在深圳大学城会议中心片区能源环境大楼负二层 F201A 室材料与器材检测技术中心安装使用 1 台 Tomoscope L 300 3D CNC 型工业用 X 射线 CT 装置（最大管电压 300 千伏、最大管电流 0.5 毫安，属 II 类射线装置）用于

材料及锂电池测试分析，设备带自屏蔽。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、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防护措施以及安全责任，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。

四、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重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由深圳市生态环境局负责。

广东省生态环境厅
2020年7月2日

公开方式：主动公开

抄送：深圳市生态环境局，省环境辐射监测中心，广州星环科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2020年7月2日印发

附件 2：辐射安全管理规章制度

清华大学深圳国际研究生院 辐射安全管理制度

为贯彻上级环境主管部门对 X 射线装置安全管理的有关要求，根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定，为保护工作人员及场所周围公众的健康权益，特制定本制度。

一、辐射安全管理小组

名称	职务
科研处	院辐射安全管理部门
李小双	院辐射安全管理员
李宝华	中心负责人
吕丰正	中心安全负责人
何亚杰	中心辐射安全管理员

管理小组职责：

- (1) 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施；
- (2) 做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；
- (3) 组织实施本单位辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人剂量档案，做到一人一档；

(4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

二、辐射管理和安全保卫制度

为贯彻上级主管部门对 X 射线装置安全管理的有关要求，根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等相关规定，为保护工作人员及场所公众的健康权益，特制定本制度。

(1) 辐射设备工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识和自救技能，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

(2) 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托相关单位对直接操作射线装置的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为 3 个月，建立了个人剂量档案和职业健康档案。

(3) 对本公司员工进行辐射安全宣传教育，无关人员避免接近射线影响区域。

(4) X 射线操作工作人员在进行辐射工作时，应随身佩带个人剂量报警仪，以随时掌握剂量是否超标。

(5) 设置明显的射线装置的标识和中文警示说明，张贴电离辐射警示标志；

(6) 射线装置应具有门-机联锁装置，并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行曝光。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。

(7) 射线装置应具有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮应带有标签，标明使用方法。

(8) 进行透照检查时，必须考虑操作台与 X 射线管的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，以保证探伤作业人员的受照剂量低于剂量限值，并应达到可以合理做到尽可能低的水平。

三、岗位职责

机器操作员：

- (1) 负责机器运行操作，日常工作交接；
- (2) 按设备操作规程进行操作，严禁违章操作；
- (3) 非厂家专业人员，严禁拆卸；
- (4) 运转时，非操作人员禁止靠近；

- (5) 未经培训人员, 禁止操作;
- (6) 保管好个人剂量计, 并按要求正确佩戴;
- (7) 出现异常如设备故障或丢失, 立即通知部门主管及 EHS 部门。

部门负责人:

- (1) 负责仪器的生产使用安排, 现场监督和管理;
- (2) 负责安排制定设备安全操作规程, 并对操作员进行操作培训;
- (3) 负责安排设备的维护、维修及保养。

专职管理员:

- (1) 负责仪器的安全监督及现场管理, 使用符合国家法律法规;
- (2) 做好辐射防护工作, 监督个人剂量计的正确使用;
- (3) 每二月定期将个人剂量计进行检测;
- (4) 定期安排辐射设备操作员进行健康体检及其建档管理。

四、安全操作规程

(一) X 射线检测仪安全操作规范

- (1) 在开机运行时, 操作员必须佩带好个人剂量计;
- (2) 操作员应持证上岗, 不得随意变更该机操作员;
- (3) 机器运行中, 收料处的各个玻璃门必须保持常闭;
- (4) 其他非本机操作员不要在仪器附近停留时间过长, 尽量远离;
- (5) 机器停机时, 操作员应当将机器的各个门框关好, 把个人剂量计保管好;
- (6) 在进行 7S 活动, 对机器进行清洁时, 应停机断电进行。
- (7) 操作员在上班和下班时, 都应对检测仪进行目视检查, 并与对班交接;
- (8) 仪器不得挪作它用, 不得搬迁位置;
- (9) 如果要在仪器所在机器进行施工, 则必须得到职业健康与安全部的同意;
- (10) 非厂家专业人员严禁部门拆卸仪器配件
- (11) 测试部应每天检查仪器的所在位置, 并做好记录; 节假日照常安排人员检查。
- (12) 仪器所在位置使用摄像机实施 24 小时监控, 没有特殊原因, 不得关闭摄像机。
- (13) 测试部应每天检查监控中心, 检查测厚仪监控录象是否正常画面是否清晰;
- (14) 仪器如需要转移, 须上报当地环保局并获批准。

(二) 工业 CT 安全操作规范

- (1) 射线机由经过相关部门培训并取得辐射安全与防护培训合格证的操作人员操作；
- (2) 射线操作人员每天上班后仔细检查设备的完好情况，各种计量仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；
- (3) 检查安全防护装置，如安全防护门连锁装置是否可靠、警示灯是否好用等。如安全防护装置、警示标志等损坏，不得进行辐射作业；
- (4) 开始作业前拍片人员要做好个人防护工作；
- (5) 安全防护门没关好和警示灯不亮不得开机；
- (6) 射线检测人员应熟练掌握设备的性能和操作规程，严格按照操作规程规定的技术参数进行操作；
- (7) 射线机第一次使用或间隔多日未用，再度使用前，X射线管必须按规定进行一次训机，才能正常使用；
- (8) 开机前必须开启警铃红灯，曝光室内不得有人停留，室外红灯告示；
- (9) 操作时应开电源待机预热 5 分钟，方可开高压。开高压时应先缓慢上升管电流，再缓慢上升管电压；当蜂鸣器发生预报信号，先缓慢降管电压，后缓慢降管电流直至切断高压开关；
- (10) X射线机正常使用，管电流不能超过机器最大允许值；
- (11) 射线检测过程中，严禁其它人员在防护门前的警戒区域内，附近不得有人逗留或从事其它作业；
- (12) 在操作过程中，应严格按照设备的操作规程进行操作，以确保工作质量和设备安全；
- (13) 射线检测时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续作业；
- (14) 拍片完毕后，应立即关机并关闭操作台连锁装置。

五、辐射监测方案

(1) 个人剂量监测

严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托相关单位对直接操作射线装置的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为 3 个月，建立了个人剂量档案和职业健康档案。

(2) 年度辐射监测

每年将委托有资质的单位进行一次年度检测，年度检测数据将作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门；

（3）日常监测

配备 1 台个人剂量报警仪，每天开始工作前将检查该仪器是否能正常使用，如不能正常使用，则不能使用该工业 CT 设备开展工作。该仪器在工作期间将保持开机，悬挂在设备正面，实时监测设备屏蔽体外的辐射水平，如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备。

（4）日常检查

将定期（每季度）使用个人剂量报警仪对设备各个面进行巡测，做好巡测记录。每个工作日使用设备前，将首先对设备的防护窗安全连锁装置、急停按钮、安全警示灯等安全工作装置进行检查，以确保正常工作。

六、辐射工作人员培训计划

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的有关规定，制定该计划。

1、凡辐射工作人员上岗前，应按照规定参加辐射安全上岗培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作，考核合格证书有效期 5 年，过期后应重新参加培训和考核。

2、辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

七、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

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和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

1、职业健康检查要求

凡辐射工作人员上岗前，必须进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作；定期组织上岗后的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；发生应急照射或事故照射情况应及时组织健康检查和必要的医学处理。

2、个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月。

安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量监测档案应终生保存，辐射工作人员可查看和复制本人个人剂量监测档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复印件。

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。

八、设备使用、维修台帐与登记管理制度

(1) 工程部固定资产管理员负责核应用设备台账的建立和管理，做到台账清晰，账物对应。

(2) 设备台账实行动态管理，及时更新，准确记录设备变更情况。

(3) 操作人员在使用射线装置填写《核应用设备使用台帐》。

(4) 操作过程中如遇到故障或异常情况，必须详细记录在《核应用设备使用台帐》的使用情况记录栏中。

(5) 《核应用设备使用台帐》所有内容务必如实填写，不得模糊不清。

(6) 建立、健全设备保养计划，加强管理。

(7) 建立设备检修及维护保养记录，填写《核应用设备维修台帐》。

(8) 安全管理部负责对台帐进行监督。

清华大学深圳国际研究生院

辐射事故应急处理预案

一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《放射性同位素与射线装置辐射防护条例》和环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制定本预案。

二、应急救援机构

成立辐射事故应急救援小组，组织、开展生产过程发生的应急救援工作，其职责之一是辐射事故应急处理。

辐射事故应急救援小组成员：

姓名	职务	应急联系电话
李宝华	实验室负责人	██████████
吕丰正	实验室安全负责人	██████████
梁明健	实验室安全员	██████████
何亚杰	辐射安全管理员	██████████

广东省生态环境厅：12369

深圳市生态环境局：12369

三、急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- 1、设备自屏蔽体被损毁，X 射线泄漏；
- 2、人员受超剂量照射出现工伤事故；
- 3、例行检查发现超过剂量。

(二) 事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三) 向环境行政部门、公安机关及时报告事故情况。

(四) 辐射事故中人员受照时,要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(五) 负责迅速安置受照人员就医,组织控制区内人员的撤离工作,并及时控制事故影响,防止事故的扩大蔓延,防止演变成公共事件。

四、辐射事故应急处理的责任划分

(一) 辐射事故应急小组组长负责辐射事故应急处理的组织及指挥工作;

(二) 副组长负责辐射事故应急处理中人员、物资和机具的调动调配工作,向应急救援小组及环境行政部门、公安部门快速上报,最迟不得超过两小时;

(三) 小组成员在抓好辐射事故应急处理工作的同时,协助做好受伤害人员的家属的安抚工作;

(四) 要认真做好事故现场的保护工作,协助上级主管部门调查事故、搜集证据,整理资料并做好记录;

(五) 参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律,服从命令,听从指挥,为完成救援任务尽职尽责,通过积极工作最大限度地控制事故危害,为尽快恢复生产创造条件;

(六) 加强对发生事故现场的治安保卫工作,公司保安部员要密切配合、协助党政领导及上级主管部门做好事故现场的保卫工作,防止现场物资及财产被盗或丢失。

五、辐射事故分类与分级

辐射事故根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故:

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度辐射病、局部器官残疾。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人(含 10 人)以上急性重度辐射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人(含 3 人)以上急性死亡。

六、辐射事故应急救援应遵循的原则：

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一的原则；
- 4、科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

七、辐射事故应急处理程序及报告制度

（一）事故发生后，应立即切断射线装置的电源，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报；

（二）应急救援小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

（三）事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护检测人员的允许不得进入事故区。

除上述工作外，防护检测人员还应进行以下几项工作：

1、迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。

2、根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间。

3、协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量仪。对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

4、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（四）发生辐射事故后，当事员工应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

八、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

九、辐射事故的调查

（一）本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组和恢复运营组。

（二）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤亡情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（三）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。

附件 3：考核成绩单及安全上岗培训合格证

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩单报告单



何亚杰，男， [REDACTED] 身份证： [REDACTED] 于20
20年11月参加 非医学其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号： [REDACTED] 有效期：2020年11月23 至 2025年11月23日
日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



合格证书



贺 舜 同志于 2018 年 01 月
16 日至 2018 年 01 月 19 日参加广
东省辐射安全与防护培训班，通
过规定的课程考核，成绩合格，
特发此证。

姓名 贺 舜

性别 男

学 历 本科

出生年月 [REDACTED]

身份证号 [REDACTED]

工作单位 清华大学深圳研究生院

岗位类别 检测岗

证书编号 粤辐防协第 [REDACTED] 号

发证日期 2018年01月26日


发证单位
2018 年 01 月 26 日

附件 4：验收监测报告

		2016191807Z
广东天鉴检测技术服务股份有限公司		
检测报告		
报告编号:	JC-FC20210177S1	
委托单位:	广州星环科技有限公司	
委托地址:	广州市海珠区南洲路 365 号二楼 216	
受检单位:	清华大学深圳国际研究生院	
受检地址:	深圳市南山区西丽大学城清华园区	
检测项目:	工业 CT 环境辐射检测	
检测类别:	委托检测	
报告日期:	2020-09-27	
 广东天鉴检测技术服务股份有限公司		
签发: 黄斌	复核: 廖卓群	编制: 曾毅昭
<small>地址: 深圳市宝安区 67 区留仙一路甲岸科技园 1 栋 7 楼 电话: (86-755) 3323 9933 传真: (86-755) 2072 7113 热线: 400-6898-200 网址: www.skytc.com.cn</small>		

	声明	
<p>(1) 本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性, 并对委托单位所提供的源、设备信息和技术资料保密。</p> <p>(2) 检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。</p> <p>(3) 报告无签发人、复核人和编制人签名, 或涂改, 或未盖本公司报告单及骑缝章均无效。</p> <p>(4) 本检测结果仅代表检测时委托方提供的工况条件下项目测定。</p> <p>(5) 对本报告若有疑问, 请向本公司质量保证部查询, 来函来电请注明报告编号。对检测结果若有异议, 应于收到本报告之日起十五日内向本公司质量保证部提出复检申请。</p> <p>(6) 本检测报告及本检测机构名称未经本公司同意不得作为产品标签、广告、商业宣传使用。</p> <p>(7) 未经本公司书面批准, 不得部分复制本检测报告。</p> <p>(8) 本报告 JC-FC20210177S1 替换原报告 JC-FC20210177, 原报告 JC-FC20210177 作废。</p>		
实验室地址: 深圳市宝安区 67 区留仙一路甲岸科技园 1 栋 7 楼		
联系电话: 0755-33239933		
第 2 页, 共 5 页		



检测报告

报告编号: JC-FC20210177S1

二、测量结果

1. Tomoscope L 300 型工业 CT

受检设备名称	工业 CT	设备位置	能源环境大楼负二层 CT 室
设备品牌/厂商	德国 werth 公司	设备型号	Tomoscope L 300
出厂编号	19-00234	主要技术参数	300kV 1mA 80W
测试条件	22kV 355uA 80W		

序号	检测方位	关机			开机		
		范围	平均值	标准差	范围	平均值	标准差
1	操作位	123-128	126	2	132-135	134	1
2	设备防护门上缝外 30cm	130-132	131	1	134-136	136	1
3	设备防护门中部外 30cm	128-130	129	1	129-130	130	1
4	设备防护门下缝外 30cm	130-131	131	1	132-135	134	1
5	设备防护门左缝外 30cm	129-131	131	1	134-136	136	1
6	设备防护门右缝外 30cm	130-131	131	1	135-137	137	1
7	设备观察窗外 30cm	130-132	132	1	134-136	135	1
8	设备外表面前方 30cm	130-132	132	1	132-134	133	1
9	设备外表面后方 30cm	130-132	131	1	133-136	135	1
10	设备外表面左侧 30cm	130-132	132	1	133-135	134	1
11	设备外表面右侧 30cm	130-132	132	1	132-134	133	1
12	设备外表面上方 30cm	130-132	132	1	135-137	136	1

注:

- (1) 以上周围剂量当量率平均值均未扣除本底值;
- (2) 通过巡视找到最大值后面进行定点测量;
- (3) 上述检测结果为 5 次检测的平均值, 结果已进行校准, 校准因子为 0.988;
- (4) 检测设备响应时间为 30ms, 检测时间大于 30ms。

第 4 页, 共 5 页



检测报告

报告编号: JC-FC20210177S1

一、项目信息

项目名称:	工业 CT 环境辐射检测
检测日期:	2020-09-23
检测人员:	曾魏明
受检单位:	清华大学深圳国际研究生院
单位地址:	深圳市南山区西丽大学城清华园区
检测项目:	X 射线
点位数量:	12
检测方式:	现场检测
检测类别:	委托检测
检测仪器:	X、Y 辐射剂量仪
仪器信息:	厂家: ATOMTEX; 型号: AT1123; 出厂编号: 54962; 测量范围: 50nSv/h-10Sv/h; 能量响应: 15keV-3MeV
检定证书:	X射线: 204701062 (有效期: 2021年4月13日) Y射线: 204700584 (有效期: 2021年3月22日)
检测依据:	校准单位: 深圳市计量质量检测研究院 《工业 X 射线探伤防护要求》(GBZ 117-2015) 《环境地表 Y 辐射剂量率测定规范》(GBT14583-1993)
评价依据:	《工业 X 射线探伤防护要求》(GBZ 117-2015)
检测条件:	天气: 晴; 气压: 1002 百帕; 温度: 29℃; 相对湿度: 69%; 风向: 东南; 风速: 2.5m/s

第 3 页, 共 5 页



建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位 (盖章): 清华大学深圳国际研究生院

填表人 (签字): *[Signature]*

项目经办人 (签字): *[Signature]*

建 设 项 目	项目名称		使用工业X射线CT装置项目		建设地点		清华大学深圳国际研究生院能源环境大楼负二层								
	行业类别		自然科学研究和试验发展		建设性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造 <input type="checkbox"/> 退役								
	设计生产能力		建设项目生产日期		实际生产能力		投入试运行日期		2020年9月						
	投资总概算 (万元)		500		环保投资总概算 (万元)		20		所占比例 (%)		4				
	环评审批部门		广东省生态环境厅		批准文号		粤环审【2020】133号		批准时间		2020年7月2日				
	初步设计审批部门		-		批准文号		-		批准时间		-				
	环保验收审批部门		-		批准文号		-		批准时间		-				
	环保设施设计单位		-		环保设施施工单位		-		环保设施监测单位		广东天鉴检测技术服务股份有限公司				
	实际总投资 (万元)		500		实际环保投资 (万元)		20		所占比例 (%)		4				
	废水治理 (万元)		-		废气治理 (万元)		-		噪声治理 (万元)		-				
新增废水处理设施能力		t/d		新增废气处理设施能力		Nm ³ /h		年平均工作时		h/a					
建设单位		清华大学深圳国际研究生院		邮政编码		518055		联系电话		[REDACTED]		环评单位		广州星环科技有限公司	
污 染 物 排 放 达 标 与 总 量 控 制 (工 业 建 设 项 目 详 填)	污染物		原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)	
	废水														
	化学需氧量														
	氨 氮														
	石油类														
	废气														
	二氧化硫														
	烟 尘														
	工业粉尘														
	氮氧化物														
	工业固体废物														
	与项目有关的其它特征污染物		工作人员辐射剂量 mSv/a									0.143mSv/a	<5		
公众个人辐射剂量 mSv/a											0.139mSv/a	<0.25			

注: 1、排放增减量: (+) 表示增加, (-) 表示减少; 2、(12)=(6)-(8)-(11), (9) = (4)-(5)-(8)-(11) + (11)
 3、计量单位: 废水排放量——万吨/年; 废气排放量——万立方米/年; 工业固体废物排放量——万吨/年; 水污染物排放浓度——毫克/升; 大气污染物排放浓度——毫克/立方米; 水污染物排放量——吨/年; 大气污染物排放量——吨/年