

文章编号: 1004-4140 (2005) 04-0054-05

CT 科技在经济发展中的意义和作用

郭新曲

(中央财经大学, 北京 100081)

摘要: 目的: 阐述 CT 科技在经济发展中具有的重要作用。通过有关 CT 技术在医学、工业、军事、地球物理、地质等检测领域中的应用和发展现状的分析, 结合说明近年来 CT 技术的新进展在国内外市场上的重要地位; **结论:** CT 技术在中国发展经济中具有重要作用, 在工业 CT 方面拥有先进性, 在世界上具有的竞争力。

关键词: 计算机断面成像; 作用; 经济; 发展; 市场

中图分类号: TP 335; TP391.41

文献标示码: A

The Meaning and Function of CT Science and Technology

in Economy Development

GUO Xin-qu

(Central Finance and Economics University, Beijing 100081 , China)

Abstract: Purpose: To elaborate the importance of CT science and technology play a important role in China economic development, summarize and analyze the relevant technique of CT in medical science, industry, geophysics and geology etc. examine realm of the application and the development present condition. Combining the technical new progress of Chinese CT industry in recent years have an important position in the domestic and international market. **Conclusion:** CT technology play an important role in development of Chinese economy; The industrial CT Technology of China is one of the advanced part in the world, play a competition role in that field.

Key words: computerized tomography; function; economy; development; market
引言

CT(computed tomography)技术, 即计算机断层扫描技术。这种新兴技术在物质探测方面有着巨大的优势, 从 1970 年问世后, 即广泛应用于医疗诊断、航天器械、无损检测、探矿找水、桥梁堤坝建筑、防爆防毒及检测放射性污染、地震安全性评估、预防滑坡等方面^[1,2,4,5,7-10]。

CT 机的结构主要有: 放射源(发射波) — 数据采集器(探测器俗称探头) — 计算机断面成像。医用 CT 机放射源多为 X 线球管, 或是正电子发生器、超声波发生器; 对航天器、安全保卫的检测及工业机械的无损检测除用 X 球管外, 常用 γ 射线源或高能 X 射线加速器等; 用探测器去采集人体或航天器、机械元件及毒品爆炸物等的数据; 用计算运算来处理采集到的数据, 快

*收稿日期: 2005-08-28。

速做出图像和尽量减少伪影。1917年奥地利数学家拉顿(Radon)反演算法是计算机算法的基础。当代的投影图像精确重建的数学方法是由美国物理学家科玛克(Cormack)于1964年确立的。

1971年9月，英国EMI公司中心研究室主任洪斯菲尔德(Hounsfield)研究成功第一台用于临床的头颅XCT机。鉴于计算机断层装置在医学上的重大贡献，洪斯菲尔德博士(英国)和科玛克博士(Cormack)(美国)获得了1979年诺贝尔生理医学奖。

目前医用CT技术已经发展到了第五代。在发展过程中，研究人员一直致力于提高图像的分辨率和清晰度，降低数据获取时间，缩短由投影数据到建立图像矩阵的时间，减小检查过程中的射线剂量，减少对测量物体的损害以及降低成本等研究工作。近年来，随着计算机运算能力的提高，X射线面阵探测器的出现，扫描方式从扇形束射线扫描发展到了目前的多层次螺旋锥束扫描方式。自1998年推出4层螺旋CT，CT扫描设备在容积覆盖，空间分辨率，扫描速度，图像的伪影改善等皆有大幅度的新进展。例如，北京先后在协和医院、宣武医院和安贞医院等按装了64层螺旋CT机。该设备在大范围旋转扫描时，都能捕捉到亚毫米级的图像，其机架旋转速度为0.3~0.4秒，其空间分辨率达到0.2~0.4mm，时间分辨率为40毫秒，得到一幅心脏图像为7~8秒，减轻了放射线对人体的伤害。因此多层次螺旋CT机已成为微小肝癌、肺癌、脑部、心血管与神经等系统疾病的无损检测以及实行介入定位手术与进行介入性治疗的重要诊断手段^[2,3,12]。

随着世界范围内各类恐怖袭击事件的不断发生，安全检测领域成为CT技术应用的一片新天地。在这个特殊的市场中，CT技术不仅广泛应用，而且有了新的技术创新动力和市场驱动源泉。

1 医疗 CT/MR/PET 器械行业的产业经济特征

医疗 CT/MR/PET 器械行业是知识密集、资金密集、多学科交叉、竞争激烈的高科技产业，它是一个国家制造业和高科技尖端水平的标志之一。21世纪初是世界生物医学工程技术和医疗器械产业发展的关键时期，此期间“创新能力”将是医疗器械产业技术水平的表征。据“环球咨询信息网”评估，到2005年全球医疗器械销售额将达到2500亿美元左右，成为当今世界经济发展最快、贸易往来最为活跃的工业门类之一。

由于中国具有庞大的消费群体和政府的支持，中国医疗器械市场发展空间广阔。医疗器械是壁垒较高的行业，并且属于国家重点鼓励发展的行业。按照原国家经贸委制定的《医疗器械行业“十五”发展规划》，到2010年中国医疗器械总产值将达到1000亿元，在世界医疗器械市场上的份额将占到5%；到2050年这一份额将达到25%，成为世界一流的医疗器械制造强。

2 中国自主知识产权的 CT 技术在进展

2.1 中国 CT 理论与方法的新进展

2.1.1 一种辐射成像三维可视化系统的实现：三维可视化技术与辐射成像技术的结合有助于人们更直观地对病灶和被检物体进行检查，提供有效的信息。中国清华大学工程物理系的师生研制成功“一种辐射成像三维可视化系统”，其直观的交互式检查方式是检测技术的发展方向^[3]。

辐射成像是利用辐射源对物体拍照，射线与物质相互作用的原理和物体的扫描与转换，获取粒子信息重建出被测物体的二维或三维图像，从而获得内部信息，它的显著优点是无损检测，医学、工业等各领域的CT成像都是这个原理。

2.1.2 锥束 CT 扫描快速检测板壳结构的新算法:利用非晶硅面探测器,采用锥束扫描射线开放性扫描,用采集的二维数字投影序列,快速重建出扫描区域内的断层,实现三维全息。中国 CT 科技人员研究出一种新的数字层析算法.适用于板壳结构如: 航天飞船上的太阳能帆板,航天器上的蜂窝胶接板等。此算法采用对检测构件斜入射, 构件绕旋转轴回转的方式, 不受被检测的板壳长、宽尺寸的限制, 通过一次扫描获得投影的数据, 就完成对扫描区域的数字层析。

对于重建图像中产生邻层之间的“粘连”伪影, 提出了改进方案, 一为增大射线倾斜角度; 一为采用非线性反投影技术, 使层间混迭得到了较大的改善^[4], 他们用 对称反投影及递归迭代实现扇束 CT 快速重建, 成像速度约提高 23 倍。

2.2 工业 CT 的进 展

应用康普顿背散射(简称 CBS)的技术原理, 针对中国石油化工行业带保温层压力管道在线检测的难题, 中国特殊设备检测研究中心和东方辐射技术开发有限公司研制出基于 CBS 的带保温层压力管道在线检测装置, 技术性能指标为: 检测管道直径范围不限, 保温层厚度≤145mm, 钢材管壁厚度≤40mm, 精度为 1.0mm, 实验结果表明, 采用此装置对实际管道检测结果非常精确, 误差在允许范围内^[5], 至此, 基于 CBS 的带保温层压力管道在线检测装置研制成功。

2.3 安全保卫系 系统新进展

2.3.1 γ 射线安检机控制系统的设计与实现:CT 扫描系统广泛应用于机场、铁路、海关等安检场合, 以透射或反射等方式对行李物品在线扫描检查, 根据透射或反射的图像特征与枪械、易燃易爆品、毒品及管制刀具的典型图像相对照; 不同的物质密度对射线的发射性能也不同, 可判断出是否携带违禁品。对安检机的设计要求是:

- 1) 对枪械、易燃易爆品、毒品及管制刀具等的违禁品的虚报率低, 无漏报率;
- 2) 系统对周围的辐射量符合国家标准。

系统主要由图像处理软件、射线源、控制系统、探测采转系统、传送带机以及其它硬件部分组成; 其中控制系统是整个安检系统的重要部分, 它所控制的电机、滚筒和传送带的运行精度、稳定性对安检系统的检测精度和准确性具有至关重要的作用。解放军炮兵学院机械工程教研室根据某安检装置小型化的需求而设计开发出符合要求的控制系统。根据系统总体方案的要求设计: 工控机通过控制板卡控制变频器和牵引电磁铁, 选用 380 V 交流电经变频器调速后, 带动电动滚筒和传送带以无级调速方式运行; 选用 0~10 V 输出档控制变频器无级调速。选用 220 V 交流电经变压器到直流 24 V 通过支流继电器控制电磁铁打开和关闭射线源, 用 6.3V 保持电磁铁处于打开状态; 通过计算机控制传送带机, 实现皮带停止、点动、前进、后退、设定相应速度等。全部操作, 均通过计算机进行, 有关状态由计算机屏幕显示。

这部安检控制系统装置从 2003 年安装至今, 运行精度较高, 性能稳定可靠, 收到了很好的效果, 达到了预期安检的目的, 取得了一定的经济效益^[6]。

2.3.2 基于 CBS 的违禁品目标凸现的设计研究:对机场,车船, 公共场所,政府机关,军事基地等的安检装置已列入国家“反恐防爆”重点科技项目。CT 科技人员研制出对低密度违禁品物质进行有效地凸现。主要在分析基于 CBS 的人身安检图像进行后期处理, 利用连通性判断获得违禁

品候选区域，最后通过获得数据凸现出违禁品^[7]。人体是一个很大的散射体，在得到的图像中，违禁品轮廓比较清晰，但中心像素的灰度值与人体区域灰度值比较相近。根据轮廓特征，可将其从图像中分离出来，利用图像连通域获得各个区域的上、下、左、右等边界坐标，计算出区域的长、宽以及其比值。对于炸药来说，区域的长宽不能太大。实践证明，该方法简单有效，处理速度快。这一设计研究对于当前世界各地恐怖活动实行的人体炸弹预先检测是非常重要，急待于开发投资这种 CT 技术设计去世界上销售，既为中国经济发展增产增值，又有益于人类社会的安全保卫，对打击恐怖活动的人体炸弹和保卫和平具有特别重要的意义。

2.4 地球 CT 进展：在海洋石油和天然气的勘测中，广泛使用了地球 CT 科技的成果。

2.4.1 岩心 CT 三维成像与多相驱替分析系统研制成功：在油田开发工作中应用 CT 技术的方法，研制出一套“岩心 CT 三维成像与多相驱替分析系统”^[8]，提高了探测油藏储层的地质特征指标的精确度，更直观地认识油层内的微观分布，尤其是在油田发展后期的剩余石油分布和提高采收率的研究上更有使用价值。

2.4.2 应用电阻率层析成像探测煤矿采空区和斜风井巷道稳定性：对煤矿采取稳定性的加固措施是当前采煤作业保证安全的头等大事。应用电阻率层析成像比传统探测方法准确和可行，并且能检测出煤矿采空区和斜风井巷道中水体是不是存在。如有水体时，则表现出低阻异常封闭的成像^[9]，为减少煤矿灾害产生了经济效益。

2.5 高能射线工业 CT 在突飞猛进

高能射线工业 CT 是对大型工件进行内部缺陷无损检测的有效手段。被广泛应用于航天、航空、兵器、核电、机械制造等行业，对提高国防装备的质量具有重要的意义。西方发达国家一直采取禁运措施，对其他国家进行技术封锁。2000 年，清华大学将高能工业 CT 列入重大科研项目，进行国产化论证，经过 4 年努力，高能工业 CT 研制取得巨大成功^[3,11]。

大型工业 CT 系统的研制：高能射线工业 CT 系统的研制涉及多个学科领域。高能工业 CT 主要在以下关键技术上取得重大突破：小体积、大功率驻波式直线加速器的研制；低噪声、高效率的阵列固体探测器；大尺寸、重载精密扫描机械装置；可靠的多级智能控制系统；孤岛隔离式数据获取及抗干扰能力强角度触发同步采集系统；旋转极坐标反投影快速图像重建算法。

高能射线工业 CT 技术完全立足国内：拥有全部核心技术，已建立完整的研发、设计、制造、调试等产业化基地，可批量生产标准、定制等各种规格的产品。目前，高能工业 CT 产品已经系列化，包括 2MeV、4MeV、6MeV、9MeV、15MeV 工业 CT 系统。其中独特的双源、双探测器技术可满足不同工件的测检测。根据查新检索和国内外公布的产品技术指标资料，中国高能工业 CT 技术达到国际先进水平^[10]。清华大学高能工业 CT 技术的研制及产业化成功，结束了中国无自主研制大型工业 CT 检测系统历史，突破了西方发达国家对中国的技术封锁。解决了中国大型工件无损检测难题，对提高中国高能无损检测技术水平，在经济上具有重大意义。

2.6 清华同方威视技术股份有限公司的集装箱扫描仪技术在国际市场上的优势：2001 年 5 月清华大学同方威视公司与中国海关总署签署《H986 工程二期移动式集装箱检查系统合同》，供

货合同已达到 40 套, 实现市场的占有率为世界第一^[10], 已陆续出口到俄罗斯、澳大利亚、韩国、伊朗、阿联酋、土耳其等国家。2001 年 11 月和 2002 年 3 月阿联酋迪拜海关利用“同方威视”产品分别查获两起总值超过 2000 万人民币的走私大案, 在海湾地区以及世界范围引起巨大反响^[10]; 2005 年的状况是, 中国海关检测技术产品的覆盖率为世界市场的 35%。

3 讨论与结论

依据 CT 技术在中国经济发展中的出口创汇量的比例; CT 技术在中国经济发展中的自主经营的优势, 依据近年中国海关检查的报道: 由于安装集装箱扫描仪避免走私的经济损失, 每年给一个重要的海关增加收入达 50~60 亿人民币, 并已逐步向 CT 检测技术和高能大构件的方向发展。在神舟六号载人飞船发射成功的成果中, CT 检测技术也有一定的贡献。

21 世纪信息技术与生命科学是重要研究领域, 中国已是继美国和日本之后的世界医疗诊断影像器械第三大市场。预计 2005 年市场销售额将达到 860 亿人民币, 年均增长率约为 15%, 超过世界市场年均 7% 的增长速度, 中国必须大力发展战略自己的医疗 CT 和核磁共振 MRI 的制造企业, 以节省数十亿元的外汇。

由此展望: CT 科技术在中国经济发展中的前途广阔, 逐步完善中国高能工业 CT 技术产品的生产系列化、完善中国安全检查 CT 技术产品的系列化、已具有参与国际 CT 技术竞争的潜力, 是一支生力军。中国已经拥有自主知识产权的高能科技产品, 可以与发达国家同类产品竞争的能力。2004 年在首届东盟博览会上, 东盟国家纷纷向清华同方威视公司定货, 用于海关监测的系统。CT 技术能够给中国的经济增产增值, 在中国的“十一五”计划中发挥作用, 对提升中国经济发展继续起飞具有重要的意义和作用。

结论是: CT 技术在中国经济发展中具有重要意义和作用, 在工业 CT 方面已拥有先进性的产业系列化, 从而在世界上具有了竞争力; 中国必须大力发展战略自己的高科技的医疗 CT 和核磁共振 MRI 制造企业, 以减少大量的外汇支出。

参考文献:

- [1] 吴万龙, 李元景, 桑斌, 等。CT 技术在安检领域的应用 [J]. CT 理论与应用研究, 2005, 14(1): 24~32.
- [2] 向子云, 朱平先. 多层螺旋 CT 仿真血管镜在动脉硬化症诊断应用[J]. CT 球理论与应用研究, 2004, 13(2): 37~42.
- [3] 吴宇钦, 张丽, 陈志强, 等。一种辐射成像三维可视化系统的实现[C]. 2004, 10 月, CT 扫描和三维成像学术年会论文集, 32~36
- [4] 杨民, 路宏年, 张全红, 等。锥束扫描工业 CT 算法研究及其工程应用进展[C]. 2004, 10 月, CT 扫描和三维成像学术年会论文集, 88~90
- [5] 丁克勤, 丁厚本。基于 CBS 的带保温层压力管道在线检测装置[J]. CT 球理论与应用研究, 2004, 13 (4): 26~30.
- [6] 沈建华, 邵立康, 丁厚本, 等。γ 射线安检机控制系统的设计与实现[J]. CT 球理论与应用研究, 2004, 13 (1): 21~23.
- [7] 邵立康, 刘俊旭, 韩裕生, 等。基于 CBS 的违禁品目标凸现[J]. CT 球理论与应用研究, 2005, 14 (2): 1~5.
- [8] 盛强, 施晓乐, 等。岩心 CT 三维成像与多相驱替分析系统[J]. CT 球理论与应用研究, 2005, 14(3): 8~16.
- [9] 李清林, 谢汝一, 王兰普, 等。应用电阻率层析成像能准确地探测煤矿采空区和斜风井巷道的稳定性计算[J]. CT 球理论与应用研究, 2005, 14(3): 1~7
- [10] 清华同方威视技术股份有限公司。高能 CT 技术产品介绍[OL]. <http://www.Nuctech.com>
- [11] 陈志强, 李亮, 冯建春. 高能射线工业 CT 最新进展[J]. CT 球理论与应用研究, 2005, 14 (4): 1~4
- [12] 童双立. 多层螺旋 CT 的新进展[J]. CT 球理论与应用研究, 2005, 14 (4): 50~53

作者简介: 郭新曲 (1970-), 男, 北京化工大学本科毕业, 获经济学学士学位, 现为北京中央财经大学经济学专业的在读硕士研究生。