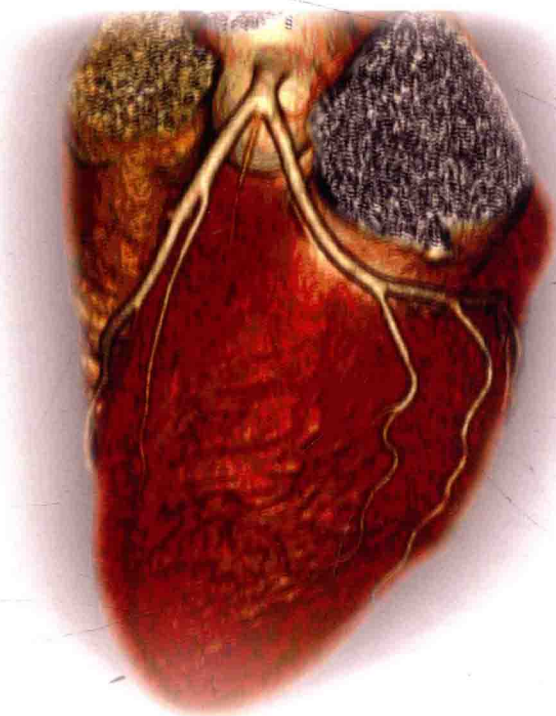


主编 谭理连 刘世明

心脏 三维影像学

——320 排 CT 成像技术



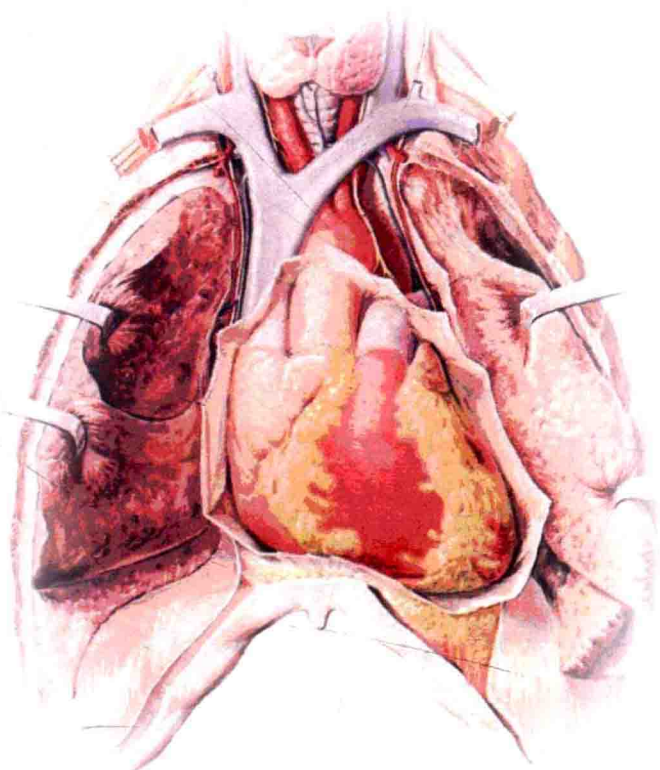
SPM 南方出版传媒

广东科技出版社 | 全国优秀出版社

心脏三维影像学

——320排CT成像技术

主编 谭理连 刘世明



SPM

南方出版传媒

广东科技出版社

· 广 州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

心脏三维影像学: 320排CT成像技术/谭理连 刘世明主编. —广州: 广东科技出版社, 2015. 3
ISBN 978-7-5359-5987-4

I. ①心… II. ①谭…②刘… III. ①心脏血管疾病—计算机X线扫描体层摄影—诊断学 IV. ①R540. 4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第244867号

心脏三维影像学 Xinzang Sanwei Yingxiangxue

策划编辑: 陈 兵 郭 飞

责任编辑: 赵雅雅

封面设计: 陈维德

责任校对: 黄慧怡

责任印制: 罗华之

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮政编码: 510075)

http: //www. gdstp. com. cn

E-mail: gdkjyxb@gdstp. com. cn (营销中心)

E-mail: gdkjzbb@gdstp. com. cn (总编办)

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广州市岭美彩印有限公司

(广州市荔湾区花地大道南海南工商贸易区A幢 邮政编码: 510385)

规 格: 787mm×1 092mm 1/16 印张11. 75 字数240千

版 次: 2015年3月第1版

2015年3月第1次印刷

定 价: 128. 00元

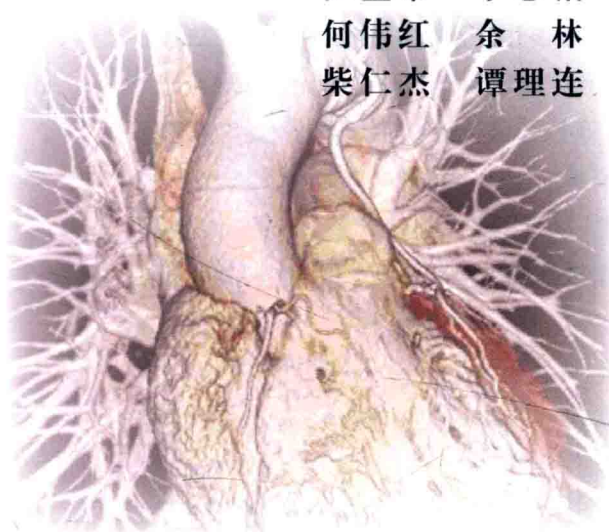


编写人员

主 编 谭理连 刘世明

编 者 (以姓氏笔画为序)

付 熙	刘 克	刘世明
江金带	李志铭	李树欣
何伟红	余 林	罗承锋
柴仁杰	谭理连	潘 伟



内容简介

本书共分十一章，包括CT基本原理和概念、心脏及冠状动脉的应用解剖、心脏CT（320排）检查及后处理技术方法、正常心脏CT（320排）影像解剖、冠心病、心脏瓣膜病变、心肌病、心脏肿瘤、先天性心脏病、心包病变及心脏多排螺旋CT的临床应用指南。在CT基本原理和概念中简单介绍了一些基本知识与320排CT技术特点。在心脏及冠状动脉的应用解剖中，简单介绍了心脏大体解剖及心脏的血管。在心脏CT检查及后处理技术方法中重点介绍了320排CT心脏检查和三维成像技术方法。在正常心脏320排CT影像解剖中介绍了心脏心腔、瓣膜、冠状动脉影像等CT表现。在冠心病中，较详细阐述320排CT诊断与评价冠心病中的应用。在心脏瓣膜病变中，主要介绍了320排CT诊断与评价二尖瓣、主动脉瓣病变应用。在心肌病中，主要介绍了320排CT诊断与评价扩张型和肥厚型心肌病、左心室心肌重量及心肌重量指数应用。在心脏肿瘤中，简单介绍了一些心脏肿瘤320排CT表现特点。在先天性心脏病中，简单介绍了一些较常见心脏病320排CT表现特点。在心包病变中简单介绍了一些较常见心包病变320排CT表现特点。在心脏多排螺旋CT的临床应用指南中简要介绍了多排螺旋CT在心脏检查中适应证及注意事项。书中附有200多幅CT图像。本书可作为医学影像和临床各专业医师、进修医师及医学影像专业本科生、研究生学习与了解320排CT新技术在心脏病变诊断中临床应用的参考书。

前言

英国科学家Hounsfield因1969年发明CT扫描仪获得了1979年诺贝尔医学奖，他在领取诺贝尔奖奖金时提出了一个梦想，就是将来的CT能够做心脏立体检查。心脏是一个运动的器官，常规CT由于扫描速度较慢及计算机技术相对落后，使CT心脏成像的临床应用受到限制。螺旋CT技术的出现，其快速的容积扫描、先进的计算机软件技术，结合采用高压注射器的造影剂团注等使CT心脏成像在临床中逐步推广与应用。20世纪末发展起来的多层螺旋CT以其优异的性能使螺旋CT心血管成像技术进入了一个崭新的阶段，特别是目前320排螺旋CT可以在1s内获得患者心脏三维动态图像，并可提供器官的功能成像，有可能成为观察心脏病变的首选检查方法。心脏疾病，特别是冠心病是严重威胁人类生命的重大疾病之一。以往认为冠状动脉血管造影检查是诊断冠心病的“金标准”，但其图像空间立体感不强，且是一种操作复杂、费用昂贵、有较大创伤性、有一定危险性的检查方法。近年来，随着冠心病介入诊断与治疗的广泛开展，要求冠状动脉造影与介入治疗同时进行的病人越来越多，临床上特别需要一种简便、快速、安全、可靠和无创伤性的影像学方法用于冠心病的早期诊断与鉴别诊断、粥样斑块的定性评价、普查、治疗方法的制定及疗效评价，特别是介入治疗病人筛选及疗效评价等。320排CT其优越的技术，是诊断与评价心脏疾病的一种简便、快速、安全、可靠和无创伤性的影像学方法。广州医科大学附属第二医院于1981年引进了华南地区首台CT，2009年在国内较早引进了320排CT并应用于心脏疾病的诊断与评价。本书旨在全面介绍320排螺旋CT新的技术在

心脏疾病诊断与评价中的临床应用，使读者能快而全地获得最新的知识与临床经验，以达到知识更新的目的；促进影像新技术与心血管内科临床实践相结合，提高心脏疾病的诊断水平；另外对心脏多排螺旋CT的临床应用指南进行了简单的介绍。本书可作为医学影像和临床各专业医师、进修医师及医学影像专业本科生、研究生学习与了解320排CT新技术在心脏疾病诊断中临床应用的参考书。书中少部分图片由东芝公司陈星提供，在此表示感谢。

由于本书编写者均为中青年医师，书中不足或错误之处在所难免，特别是由于应用时间较短，部分病例图像较少或缺，敬请同道们谅解并给予指正。

谭理连 刘世明

2014年11月于广州医科大学附属第二医院

目 录

第一章 基本原理和概念	1
第一节 基本原理与设备	1
一、基本原理	1
二、设备	2
第二节 基本术语与概念	5
一、层厚	5
二、层距	5
三、螺距	6
四、CT值	6
五、扫描剂量	6
六、空间分辨率	7
七、密度分辨率	8
八、时间分辨率	8
九、像素与体素	8
十、矩阵	8
十一、视野	8
十二、窗技术	8
十三、增强扫描	9
第三节 320排CT技术特点	9
第二章 心脏及冠状动脉的应用解剖	13
第一节 心脏的形态与结构	13
一、心脏的形态与位置	13
二、心脏的腔室	13
三、心脏的瓣膜	18
第二节 心脏的血管	23

一、冠状动脉	23
二、心脏静脉	31
三、毛细血管	32
第三节 心包及心壁的构造	32
一、心包	32
二、心壁的构造	32
第三章 心脏320排CT检查及后处理技术方法	35
第一节 冠状动脉检查技术方法	35
一、扫描前准备	35
二、心电门控技术	35
三、扫描范围及参数	36
四、扫描触发时间	36
五、造影剂应用	36
六、重建时相	37
第二节 心脏瓣膜及心功能检查技术方法	37
一、扫描前准备	37
二、受检者体位及心电电极放置	37
三、扫描范围及参数	38
四、图像后处理与分析	38
第三节 心肌灌注检查技术方法	38
第四节 心脏CT后处理技术方法	39
一、多平面重建	39
二、最大密度投影	39
三、表面成像	39
四、容积重建	40
五、CT仿真内镜技术	40
六、钙化积分分析软件	40
七、心肌灌注成像及计算	40
第五节 左心室心肌体积、心肌重量及心肌指数评价技术与方法	41
一、扫描技术	41
二、测量方法	41

第四章 正常心脏320排CT影像解剖	45
第一节 心脏CT影像解剖常用体位	45
一、四腔位	45
二、两腔位	45
三、双口位	46
四、心脏短轴位	47
第二节 冠状动脉CT影像解剖	48
一、冠状动脉CT正常表现	48
二、冠状动脉先天性变异及畸形	54
第三节 心脏瓣膜CT正常表现	60
一、二尖瓣CT正常表现	60
二、主动脉瓣320排CT正常表现	65
三、肺动脉瓣320排CT正常表现	69
四、三尖瓣320排CT正常表现	70
第四节 心包CT正常表现	70
一、心包常用CT观察体位	70
二、心包形态结构的显示	70
第五章 冠心病	73
第一节 冠心病诊断与评价	73
一、冠心病概述	73
二、冠心病的320排CT表现	73
三、320排CT诊断冠心病优点	88
第二节 冠心病冠状动脉搭桥术后诊断与评价	89
一、冠状动脉搭桥的概述	89
二、320排CT冠状动脉搭桥的诊断与评价	90
三、320排CT诊断与评价冠状动脉搭桥的优点	91
第三节 冠心病冠状动脉支架诊断与评价	91
一、320排CT对冠状动脉支架的诊断与评价	91
二、320排容积CT评价冠状动脉支架的影响因素	97
三、320排CT评价冠状动脉支架的优点	97
第四节 心肌桥血管诊断与评价	97

一、心肌桥的概述	97
二、320排CT心肌桥的诊断与评价	97
三、320排CT诊断心肌桥的优点	105
第五节 冠心病钙化积分临床应用	105
一、冠状动脉斑块	105
二、冠心病钙化积分应用价值	105
第六节 冠心病320排CT仿真内镜诊断与评价	106
第七节 320排CT心肌灌注诊断与评价冠心病	106
第八节 320排CT冠心病左心室功能评价	108

第六章 心脏瓣膜病变 115

第一节 心脏瓣膜钙化	115
一、心脏瓣膜钙化概述	115
二、心脏瓣膜钙化的320排CT表现	115
三、320排CT诊断心脏瓣膜钙化临床应用	117
第二节 二尖瓣病变	117
一、二尖瓣狭窄	117
二、二尖瓣关闭不全	121
第三节 主动脉瓣病变	126
一、主动脉瓣狭窄	126
二、主动脉瓣关闭不全	127
三、心脏瓣膜病变术后评价	130

第七章 心肌病 133

第一节 扩张型心肌病	133
一、临床及病理	133
二、320排CT表现	133
第二节 肥厚型心肌病	136
一、临床及病理	136
二、320排CT表现	136
第三节 左心室心肌重量及心肌重量指数320排CT评价	138

第八章 心脏肿瘤 141

第一节	心脏肿瘤概述	141
第二节	心脏原发性良性肿瘤	142
	一、黏液瘤	142
	二、脂肪瘤	142
	三、横纹肌瘤	143
第三节	心脏原发恶性肿瘤	143
	一、临床及病理	143
	二、320排CT表现	143
第四节	心脏转移性肿瘤	145
	一、临床及病理	145
	二、320排CT表现	145
第九章	先天性心脏病	147
第一节	室间隔缺损	147
	一、临床与病理	147
	二、320排CT表现	147
第二节	房间隔缺损	150
	一、临床与病理	150
	二、320排CT表现	150
第三节	动脉导管未闭	152
	一、临床与病理	152
	二、320排CT表现	152
第四节	法洛四联症	153
	一、临床与病理	153
	二、320排CT表现	153
第五节	右心室双出口	155
	一、临床与病理	155
	二、320排CT表现	155
第六节	大动脉错位	156
	一、临床与病理	156
	二、320排CT表现	157
第七节	左心室发育不良综合征	158

一、临床与病理·····	158
二、320排CT表现·····	158
第八节 冠状动脉瘘·····	159
一、临床与病理·····	159
二、320排CT表现·····	159
第十章 心包病变 ·····	163
第一节 缩窄性心包炎·····	163
一、临床与病理·····	163
二、320排CT表现·····	163
第二节 先天性心包膜缺损·····	165
一、临床与病理·····	165
二、320排CT表现·····	165
第三节 心包积液·····	165
一、临床与病理·····	165
二、320排CT表现·····	166
第四节 心包膜肿瘤·····	166
一、临床与病理·····	166
二、320排CT表现·····	167
第十一章 心脏多排螺旋CT的临床应用指南 ·····	169
一、心脏多排螺旋CT的临床应用·····	169
二、心脏多排螺旋CT的局限性·····	175

第一章 基本原理和概念

第一节 基本原理与设备

一、基本原理

计算机体层摄影术（CT）是用X线束环绕人体对检查部位一定厚度的层面进行扫描，X线束通过人体时，经人体组织的吸收，其能量被衰减，衰减后带有人体组织信息的X线透过人体并由探测器接收，探测器接收的X线信号通过光电转换器转变为电信号后，再经模拟/数字转换器转为数字信号，输入计算机进行图像重建，形成人体的数字化图像；最后，经数字/模拟转换器把数字化图像转变为由黑到白不等灰度的二维人体断面解剖图，呈现在显示器上，供临床诊断使用。

CT的本质就是利用人体组织对X线衰减特性的差异（衰减系数）作为成像依据，以数据重建为成像方式的X线成像技术。

X线穿过人体后的衰减，遵循指数规律： $I=I_0e^{-\mu d}$ 。

式中： I_0 是入射X线强度， I 是衰减后的X线强度， d 是物体厚度， μ 是组织的衰减系数。

不同的组织，有不同的衰减系数。如果已知 I_0 和 d ，测出 I 后，就能求出所对应的衰减系数。

然而，一幅CT图像是由很多具有不同衰减特性的组织结构组成的，对于 n 个未知的衰减系数，不可能由一次X线透射而获得，必须环绕人体从不同方向进行多次透射，收集足够多的数据，建立足够数量的方程式联立成方程组（图1-1），通过计算机运算，才能获取。

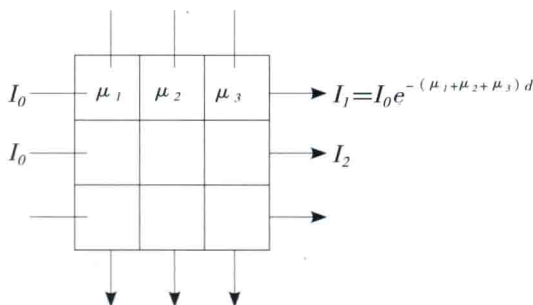


图1-1 CT成像重建原理

二、设备

(一) CT设备的基本结构

CT设备的基本结构主要包括数据采集系统、计算机系统、图像显示和存储系统等三大部分(图1-2)。

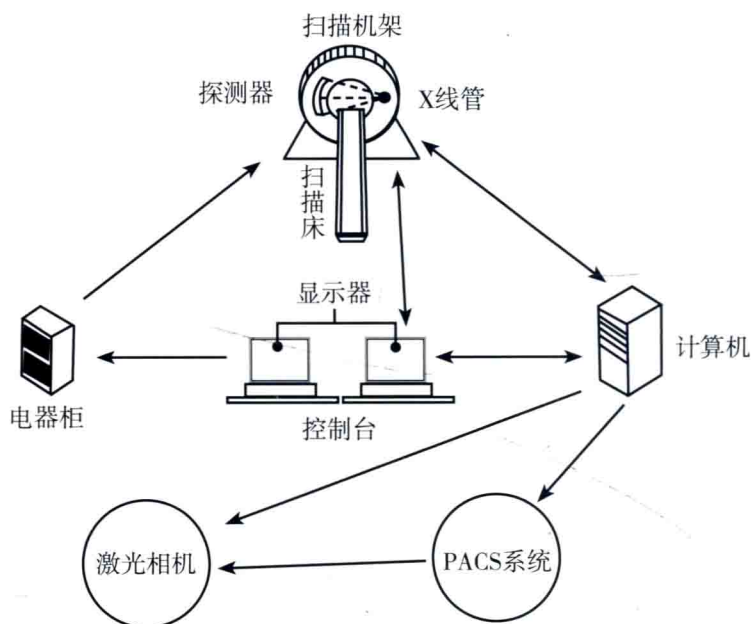


图1-2 CT设备的基本结构简图

1. 数据采集系统：由X线发生装置、滤过器、准直器、探测器、数据处理装置、扫描机架和扫描床等组成。CT扫描时，由X线发生装置产生X线，通过滤过器、准直器后，锥形分布的X线变成具有一定厚度、能量分布均匀的扇形X线束，对人体进行扫描。带有人体组织信息的X线透过人体并由探测器接收后，经数据处理装置放大、积分、模拟/数字转换等处理成为数字信号，送至计算机进行图像重建。

2. 计算机系统：由主控计算机和阵列处理机组成。主控计算机控制整个CT扫描系统的运行。其主要功能有：①指挥、协调设备运行并监控扫描期间的各类事件；②CT值的校正和进行插值处理；③控制图像的重建及进行图像后处理；④设备故障诊断。阵列处理机专门用于图像重建的运算。CT图像重建的运算量非常庞大，普通计算机难以完成，必须由专用的数据处理设备——阵列处理机来完成，它本身不能独立工作，在主控计算机的控制下专门进行图像重建的运算。

3. 图像显示和存储系统：由图像显示器、激光打印设备、硬盘、刻录光驱等组成。它负责图像数据的呈现、保存等工作。

(二) CT设备的分类

1. 步进式单层CT：为早期机型。扫描时X线管与探测器做平移-旋转运动或旋转-

旋转运动,扫描床做静止-进(出)床移动,X线扫描轨迹呈现为一个闭合环。由于这类设备扫描速度慢、射线利用率低,已逐渐被淘汰。

2. 螺旋式CT: 此类CT设备利用“滑环技术”使X线球管与探测器环绕人体匀速同向旋转,同时人体匀速移动进行不间断扫描,X线扫描轨迹呈现为螺旋线,故称为螺旋CT。螺旋CT分为单层螺旋CT和多层螺旋CT。单层螺旋CT的Z轴方向只有一排探测器,逐层扫描时,一次扫描只能得到一层图像。由于单层螺旋CT的扫描抛弃了X线管和探测器做往返运动,从而提高了扫描速度,一次屏气就能完成单一器官扫描,大大提高了检查质量,有利于危重病人及需要快速扫描的疾病的检查。多层螺旋CT的Z轴方向有多排探测器,目前最多可达320排,逐层扫描时,一次数据采集就能得到多层图像,并且可通过对探测器阵列的组合得到不同层厚的图像。由于多层螺旋CT的Z轴方向探测器宽度增宽,使得设备在一个旋转周期内信息采集的范围增加,从而使其扫描速度与单层螺旋CT相比,又有了明显提高,一次屏气就能完成胸、腹部多器官联合扫描,真正实现了器官多时相动态增强检查及功能研究,并引领CT检查进入心血管时代。

3. 电子束CT: 于1983年应用于临床,发明者的初衷是使心脏结构清晰成像并能获得足够的空间分辨率。它与单层螺旋CT相比,扫描速度更快,达到毫秒级水平,时间分辨率显著提高,故又称作超高速CT。虽然电子束CT在心血管检查及儿科检查方面显现出明显优势,但也存在一定的缺点,如由于机械限制,其X射线与探测器实际上不在同一平面而导致图像重建复杂化,与传统CT相比,其图像有较高的噪声水平和较低的空间分辨率,因而至今未能在临床上广泛应用。

(三) CT设备的新进展

1. 双源CT: 通过在X-Y平面上间隔 90° 的2套X线球管和2套探测器来采集成像数据,改变了目前常规CT所使用的一个X线球管和一套探测器的设计方法(图1-3)。通过机架旋转 90° 即可获得 180° 数据,使单扇区采集的时间分辨率达到83ms,心脏成像的图像质量不再受患者的心率快慢的影响,使心血管的CT检查更加可靠。双源CT的2个



图1-3 西门子双源CT

球管能够分别以管电压80kV、140kV同时、同层进行扫描，所获得的低能数据和高能数据不存在位置和时间上的偏差，完美实现了CT的双能量检查。目前双能量检查的应用主要包括以下几个方面：

- (1) 去除骨骼及钙化。
- (2) 鉴别组织成分，显示韧带和软骨，为病变诊断提供信息。
- (3) 评价组织血流灌注。

2. iCT (Brilliance iCT)：由飞利浦公司于2007年在北美放射学会 (RSNA) 上推出。它的特点体现在3个i上 (图1-4)：①Innovation，创新设计；②Intelligent，智能应用；③Infinite，无限拓展。其核心技术包括气垫轴承、三维球面纳米探测器系统、3D锥形束算法、高速数据转换集成芯片低剂量扫描技术 (TACH2) 等。该技术体系为解决现有CT在扫描速度、图像质量、辐射剂量、临床应用等方面的瓶颈提供了可能。

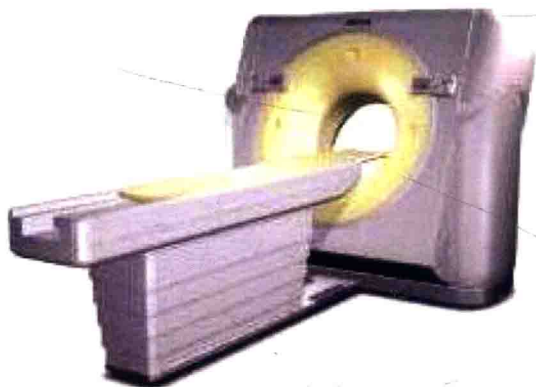


图1-4 飞利浦公司iCT

3. 宝石CT：由GE公司于2008年在RSNA上推出 (图1-5)。其核心技术包括宝石探测器、动态变焦球管、瞬时变能高压发生器、自适应统计迭代重建引擎 (HD) 等。它在临床上首次实现了能谱成像，同时能在2m范围内进行0.23mm各向同性的高清成像，并且使全身剂量降低50%以上。



图1-5 GE公司宝石CT