

MULTISLICE CT PRINCIPLE AND
CLINICAL APPLICATION

名誉主编 郭俊渊 主 编 唐秉航

多层螺旋 CT

原理和临床应用

GONG
11592
4332

osp.
002
1.00

P



MSCT



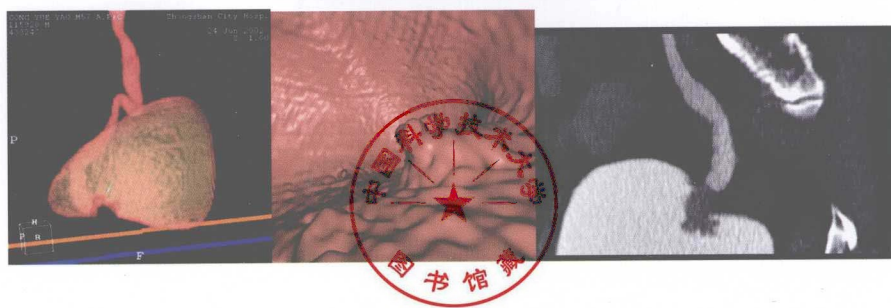
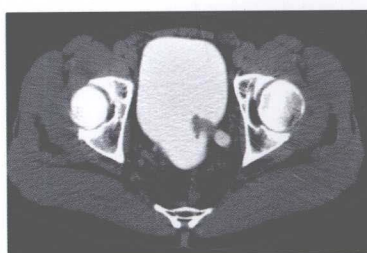
电子科技大学出版社

R814.42
T232:1

R814.42
T232:1

多层螺旋CT原理和临床应用

名誉主编 郭俊渊
主 编 唐秉航



电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书共 8 章, 分为多层螺旋 CT 基本知识, 头颈部、胸部、腹部和盆腔、脊柱、骨关节和肌肉, 以及 CT 血管成像和第二代 PACS 系统与临床应用。在介绍技术原理时, 为方便理解, 将多层螺旋 CT 与单螺旋 CT 作比较, 并附有线图 20 余幅, 重点介绍了与成像关系密切的技术参数和原理, 对以往书籍涉及较少的射线剂量问题, 也作了较详细的介绍。在各章节撰写中, 立足于临床实践, 致力于依照临床需求和诊断需要, 合理选择扫描参数、制定扫描方案, 各种后处理技术在人体各部位的应用以及临床应用评价, 在各章节均有详细介绍。书中附有近 800 幅精选 CT 图, 其中多数为清晰的重建彩色图片。多层螺旋 CT 带来的一些新的技术和进展, 例如, CT 脑灌注成像, 脏器多时相扫描, 病灶容积测量, CT 泌尿系造影等, 编纂者结合自己的临床实践, 作了初步介绍。21 世纪是数字化的新世纪, 医学也正进入数字医学新时代。本书最后一章, 编写者结合自己的初步临床应用体会, 对第二代 PACS 系统及其应用作了简要介绍。

图书在版编目 (CIP) 数据

多层螺旋 CT 原理和临床应用 / 唐秉航主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2003. 9
ISBN 7-81094-216-6

I. 多... II. 唐... III. 计算机 X 线扫描体层摄影—诊断学 IV. R814.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 063787 号

多层螺旋 CT 原理和临床应用

名誉主编 郭俊渊

主 编 唐秉航

出 版: 电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号 邮编: 610054)

责任编辑: 吴艳玲

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川省地矿局测绘队印刷厂

开 本: 889mm×1194mm 1/16 印张 17.625 字数 520 千字

版 次: 2003 年 10 月第一版

印 次: 2003 年 10 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-81094-216-6/R·1

印 数: 1—1000 册

定 价: 160.00 元

名誉主编 郭俊渊

主 编 唐秉航

副主编 王得坤 余元龙 黄湘漪

编写者 (以姓氏笔画为序)

王得坤	副主任医师、硕士导师	广东省中山市人民医院
曲建明	副教授、理学学士	电子科技大学
何亚奇	主治医师、医学硕士	广东省中山市人民医院
余元龙	副主任医师、硕士导师	广东省中山市人民医院
李晓群	主任医师、医学硕士	广东省中山市人民医院
李良才	主治医师	广东省中山市人民医院
吴任国	主治医师、医学硕士	广东省中山市人民医院
林长奎	副主任医师	广东省中山市人民医院
杨 勇	工程师、理学学士	广东省中山市人民医院
唐秉航	主任医师、硕士导师	广东省中山市人民医院
黄湘漪	副主任医师、医学学士	广东省中山市人民医院
黄德成	医师、医学学士	广东省中山市人民医院
梁健雄	工程师、理学学士	广东省中山市人民医院
董传乐	主管技师	广东省中山市人民医院
谢 钢	副主任医师、医学学士	广东省中山市人民医院
曾伟英	副主任医师、医学学士	广东省中山市人民医院

序

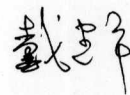
广东省中山市，是伟大的民主革命先行者孙中山先生的故乡。山清水秀，人杰地灵。

中山市人民医院，是一座充满朝气的现代化三级甲等综合医院。医院放射影像中心拥有 1.5TMRI、MSCT、DR、CR、DSA 等先进设备，全部实现数字化和网络化（全院联网 PACS），给人留下深刻印象。

多层螺旋 CT 临床应用时间不长，许多检查技术和方法尚处临床探讨阶段。可贵的是该院放射影像中心 CT 室的中青年医师们，能够结合自己的临床实践，积极置身于探索中。

本书详细介绍了多层螺旋 CT 主要技术原理，并与单螺旋 CT 作比较，易于理解。各论撰写中，致力于依据诊断需要和临床需求合理选择扫描参数、制定扫描方案，推崇各种后处理技术的开发应用。对多层螺旋 CT 一些新的技术进展以及 PACS 在影像学科的应用，作了一定的介绍。由于国内多层螺旋 CT 引进日趋增多，目前还缺乏该方面的专业书籍，相信本书的出版能给同道们提供一定的借鉴和参考。

中华放射学会 主任委员
中国医学科学院天坛医院 院长



2003 年 4 月

前言

多层螺旋 CT 带来 CT 技术新突破的同时,也引发了 CT 部门工作流程和诊疗模式的转变。扫描方案灵活多样,相对单螺旋 CT,有更多的参数和参数组合供操作者选择,以实现不同的诊断和临床意图。图像后处理功能在多层螺旋 CT 更趋成熟,大部分由手工设置参数发展为半自动、自动显示,用于图像后处理的时间大为缩短,能够做到常规使用。高质量的重建图像一个直接效果是引起了临床医师的广泛关注,一些以往需要大量文字篇幅描述的复杂空间解剖关系,现在通过几帧重建图像就可得到一目了然的显示。临床医师提出愈来愈多的临床需求,因此,对于不少就诊病人,影像学科医师所要回答的问题已不再是:是什么疾病?而是:是怎样情形?

2000 年 10 月,古城西安。我国著名放射学家戴建平教授在第六届全国神经放射学会闭幕式上的发言提出:下一届神经放射学会将以技术交流为主要内容。短短几年时间,技术的重要性已渗透到影像学科每一个领域和部门。机器设备的快速发展,网络信息技术的普及,今天,在一个现代化影像科室里,一个只会看片的医师是很难独立进行工作的。这里,对技术的强调绝不是让医师都变成操作员,相反要求医师具有更扎实的基础理论知识(包括对 CT 原理的理解)、专业知识和临床知识,尤其是对本专业和临床学科新进展的持续关注和了解,这些才是支撑合理使用技术,实现诊断和临床意图的源泉。

本书分多层螺旋 CT 基本知识,头颈部、胸部、腹部和盆腔、脊柱、骨关节和肌肉,以及 CT 血管成像、第二代 PACS 系统与临床应用共 8 章。在介绍技术原理时,为方便理解,将多层螺旋 CT 与单螺旋 CT 作比较,重点介绍了与成像关系密切的技术参数和原理,对以往书籍涉及较少的射线剂量问题,也作了较详细的介绍。在各章节撰写中,立足于临

床实践，不以追求系统性为目的，致力于依照临床需求和诊断需要，合理选择扫描参数、制定扫描方案，各种后处理技术在人体各部位的应用以及临床应用评价，在各章节均有详细介绍。多层螺旋 CT 带来的一些新的技术和进展，例如，脑功能灌注成像，脏器多时相扫描，病灶容积测量，CT 泌尿系造影等，编纂者结合自己的临床实践，作了初步介绍。医学正进入数字医学新时代，本书最后一章，编写者结合自己的初步临床应用体会，对第二代 PACS 系统及其应用作了简要介绍。

由于多层螺旋 CT 临床应用时间不长，编写者又是一群知识和经验有限的中青年医师，不足或错误之处，敬请同道们见谅并给予指正。

唐秉航

2003 年 4 月

于广东中山市人民医院

致 谢

1993 年我来到中山市人民医院工作，那时放射科最先进的设备是一台西门子 CR CT 机。物换星移，10 年后的今天，在改革开放的春风沐浴下，医院和科室都发生了翻天覆地的变化。医院已成为一座全面实现数字化、网络化的大型三级甲等综合医院；放射科也发展成为重点专科，除了拥有各种先进设备外，更拥有一支由十几名正、副主任医师，博士、硕士为主体的高素质医技人才群体。这是几代院领导和科室人辛勤努力的结果，这里致以我们深深的敬意。

本书编纂历时一年半，是集体汗水和智慧的结晶。编写过程中得到医院领导的大力支持和鼓励，是他们的不断鞭策，给予我们信心和克服困难的勇气。还有我们的家人，正是他们的默默奉献，才有我们今天的成绩。

感谢我们的恩师和学长。感谢戴建平教授为本书赐爱作序和编写过程中所给予的指导，感谢王承缘教授、周燕发教授、胡国栋教授、张育根教授多年来的谆谆教诲。在南国大地上，我们有幸得到许达生教授、陈金城教授等老教授的关怀，得到李扬彬教授、梁长虹教授、陈晓明教授学长般的支持和指导。对此，我们怀着深深的谢意。

感谢在本书出版过程中，电子科技大学出版社编辑为本书出版所付出的心血。

最后，我们怀着崇敬的心情，衷心感谢我国放射学界的老前辈、德高望重的郭俊渊教授。在本书编写过程中，得到郭老的热情帮助和悉心指导。我们特将郭老的部分信函手迹录入本书，以此铭记老一辈放射学家对我们年轻一代的关爱和激励！

唐秉航

2003 年 4 月

于中山市人民医院

秉航医师：

感谢你们发来光盘。我初步阅读，有如下感想：

1. 内容先进、新颖、全面，图文并茂，这是一本很好的书。作为国内第一本讲述产层螺旋CT的书，一定会受到广大读者的欢迎。可以说你们为我国的医学放射事业作出了重要贡献。

2. 你们一群中青年医师敢于解放思想、脚踏实地，不断总结、提高，攀登高峰，这种精神值得弘扬，值得钦佩。

3. 如果你们希望我担任本书的名誉主编，如果你们认为这样有利于本书的出版，我将欣然同意。

在阅读过程中，我也发现了一些问题，如本书的精益求精，有了我们共同的目标，将提出一些意见和建议，供你们参考。（由于时间有限，我不一定看得很仔细，有些意见不一定正确，仅供参考。）

郭俊渊教授手迹

目 录

第一章 多层螺旋 CT 基本知识	1
1 多排探测器阵列	1
1.1 多排探测器	1
1.2 两种不同的多排探测器设计	2
1.3 容易混淆的概念	6
2 螺 距	7
2.1 螺距概念的延伸	7
2.2 螺距和图像质量	7
2.3 空间分辨率及其检测方法	10
3 X 线球管及球管容量、X 线剂量	11
3.1 X 线及球管容量	11
3.2 飞焦点	12
3.3 X 线剂量	12
3.4 CT 剂量指数 (CTDI)	14
3.5 降低 X 线剂量的措施	15
4 重建算法	15
5 CT 值	17
6 扫描方案的选择	17
7 后处理的应用	18
8 进一步的发展	20
第二章 多层螺旋 CT 在头颈部检查中的应用	22
1 颅脑	23
1.1 检查方法	23
1.2 临床应用	23
2 鼻和鼻旁窦	27
2.1 检查方法	28
2.2 临床应用	29
3 口腔、颌面部	34
3.1 检查方法	34
3.2 临床应用	35
4 颞骨	41
4.1 检查方法	41
4.2 临床应用	42
5 眼眶及视神经管	46
5.1 检查方法	46
5.2 临床应用及价值	47

6	咽部.....	49
6.1	检查方法.....	49
6.2	临床应用.....	50
7	喉部.....	52
7.1	检查方法.....	52
7.2	临床应用.....	53
8	颈部软组织.....	60
8.1	检查方法.....	60
8.2	临床应用.....	60
9	颅底.....	68
9.1	检查方法.....	68
9.2	临床应用.....	69
10	多层螺旋 CT 脑血管成像 (MSCTA)	72
11	脑灌注成像.....	76
11.1	理论背景.....	76
11.2	技术和方法.....	77
11.3	多层螺旋 CT 脑灌注成像技术.....	77
第三章 多层螺旋 CT 在胸部检查中的应用		84
1	MSCT 在胸部的检查方法及检查技术.....	84
1.1	常规胸部螺旋扫描.....	84
1.2	高分辨率 CT 扫描.....	84
1.3	靶扫描.....	86
1.4	增强扫描.....	87
1.5	肺部低剂量扫描.....	88
1.6	MSCT 实时透视引导下胸部穿刺活检术.....	89
1.7	MSCT 图像后处理技术.....	91
2	MSCT 在气管、支气管病变中的临床应用.....	98
2.1	扫描方案.....	98
2.2	影像表现.....	98
3	MSCT 在肺部病变中的应用.....	102
3.1	在支气管肺癌的应用.....	102
3.2	肺部感染性病变.....	109
4	MSCT 在纵隔占位及血管病变中的应用.....	123
4.1	胸部血管成像 (MSCTA) 的应用.....	123
4.2	纵隔肿瘤性病变的应用.....	126
5	MSCT 在乳腺疾病中的应用.....	128
5.1	检查方法.....	129
5.2	后处理技术选择.....	129
5.3	正常乳腺的分型及 CT 表现.....	129
5.4	乳腺疾病的 CT 表现.....	129

5.5 CT 扫描在乳腺疾病中的评价	133
第四章 多层螺旋 CT 在腹部和盆腔检查中的应用	136
1 肝脏 MSCT 检查	136
2 胰腺 MSCT 检查	145
3 胆系和肝门部 MSCT 检查	146
4 胃肠道 MSCT 检查	148
4.1 MSCT 在食管病变中的应用	148
4.2 MSCT 在胃病变中的应用	149
4.3 MSCT 在十二指肠、小肠病变中的应用	155
4.4 MSCT 在结直肠病变中的应用	157
4.5 MSCT 在肠梗阻病变中的应用	165
4.6 胃肠道 MSCT 后处理重建技术的临床应用评价	168
4.7 胃肠道 MSCT 后处理技术与 SCT、常规胃肠道造影及纤维内镜比较	168
5 肾及输尿管病变 MSCT 检查	169
5.1 肾及输尿管成像技术	169
5.2 肾及输尿管疾病诊断技术	171
5.3 肾及输尿管诊断技术比较	186
6 盆腔 MSCT 检查	187
6.1 膀胱成像技术	187
6.2 膀胱疾病诊断技术	187
6.3 MSCT 在子宫、卵巢病变中的应用	191
第五章 多层螺旋 CT 在脊柱检查中的应用	197
1 MSCT 在脊柱的检查方法及成像技术	197
1.1 检查方法	197
1.2 MSCT 后处理重建技术	197
1.3 MSCT 脊柱三维重建图像基本成像方位问题	198
1.4 MSCT 在脊柱病变中的应用优势及与 X 线、SCT 比较	201
2 MSCT 在脊椎外伤检查中的临床应用	201
2.1 在颈椎外伤检查中的应用	201
2.2 在胸腰椎外伤检查中的应用	203
2.3 在骶尾椎外伤检查中的应用	206
3 MSCT 在脊柱退行性病变检查中的临床应用	207
3.1 在颈椎退行性病变检查中的应用	207
3.2 在腰椎退行性病变检查中的应用	211
4 MSCT 在脊柱肿瘤、感染性病变及术后评价中的应用	218
4.1 检查方法	218
4.2 图像后处理技术	218
5 MSCT 在脊柱侧弯畸形中的临床应用	221
5.1 检查方法	221
5.2 图像后处理技术	221
5.3 影像学表现及侧弯角度测量方法	222

5.4 MSCT 后处理技术在脊柱侧弯评价中的应用价值	223
第六章 多层螺旋 CT 在骨关节与肌肉检查中的应用	225
1 骨关节创伤	225
1.1 肩关节创伤	225
1.2 肘关节创伤	227
1.3 髋关节创伤	227
1.4 膝关节创伤	230
2 骨关节感染性病变	234
2.1 检查方法	234
2.2 CT 诊断注意要点	234
3 肌骨肿瘤性病变	235
3.1 检查方法	235
3.2 图像后处理技术	235
第七章 多层螺旋 CT 血管成像术	240
1 MSCTA 的操作技术	240
1.1 扫描技术	240
1.2 血管显示技术	241
2 MSCTA 的技术优势	243
3 MSCTA 的临床应用	244
3.1 颅颈血管	244
3.2 胸腹部血管	247
3.3 下肢血管	258
第八章 第二代 PACS 系统与临床应用	262
1 第二代 PACS 的概念及特征	262
2 临床 PACS 的设计原则	262
2.1 总体规划、分步实施	262
2.2 临床 PACS 系统体系结构	263
2.3 服务器群集池系统设计	263
2.4 DICOM 异构和虚拟存储管理构架	264
2.5 先进的数据保护	264
2.6 标准化问题	264
3 C-PACS 的工作流程及主要功能	264
4 C-PACS 的应用体会	265

第一章 多层螺旋 CT 基本知识

多层螺旋 CT 英文名称有 Multislice CT, Multidetector CT, Multirow CT, Multidetector-row CT, 简称 MSCT 或 MDCT。中文译名有宽探测器多层采集螺旋 CT, 多排探测器 CT, 探测器阵列 CT, 多层螺旋 CT。1998 年 RSNA 推出以来, 被认为是继螺旋 CT 后 CT 技术的又一次重大突破。MSCT 发展迅速, 从最初的扫描机架 (Gantry) 旋转一周获得 4 层图像, 到目前旋转一周获得 8 层甚至 16 层图像, 扫描速度比单螺旋 CT 提高了 6~8 倍。现在已实现了亚毫米、亚秒扫描和实时显像。

多层螺旋 CT 由螺旋 CT 技术发展而来, 二者在构造和原理上既存在相同之处, 又存在不同之处, 了解这些相同和不同之处, 对正确使用检查技术, 充分发挥设备功能和拓展临床应用范围十分必要。

1 多排探测器阵列

1.1 多排探测器

多层螺旋 CT 和单螺旋 CT 之间最显著的区别是 X 线探测器的结构不同。单螺旋 CT 探测器沿长轴 (z-axis) 方向呈单一长条状排列 (图 1-1-1), 扫描层厚由位于被检者前方的准直器来控制, 层厚等于 X 线束宽度, 不同层厚都使用同一探测器装置。多层螺旋 CT 在长轴方向有几排甚至几十排探测器呈二维排列, 形成一个探测器镶嵌体 (图 1-1-2), 扫描层厚由锥形 X 线束宽度 (由位于受检者前方的准直器控制) 和探测器组合数 (部分机器设计成由受检者后方, 即探测器前方的准直器来控制) 共同决定。每排探测器都有各自的开关控制, 并同步控制 X 线准直器的宽度来控制扫描

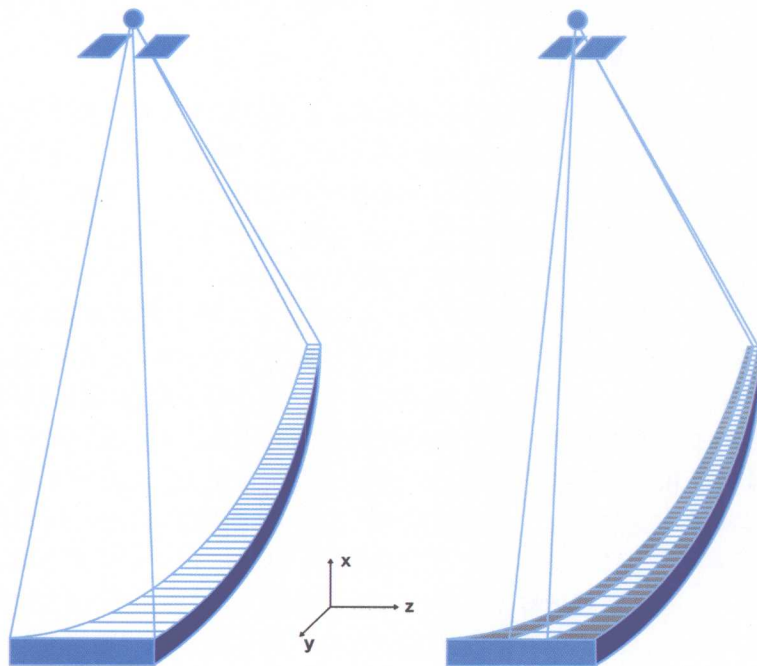


图 1-1-1 此图说明了单螺旋 CT 的探测器结构
层厚由病人前方准直组件决定, 左图为最大层厚, 右图为一个较薄的层厚

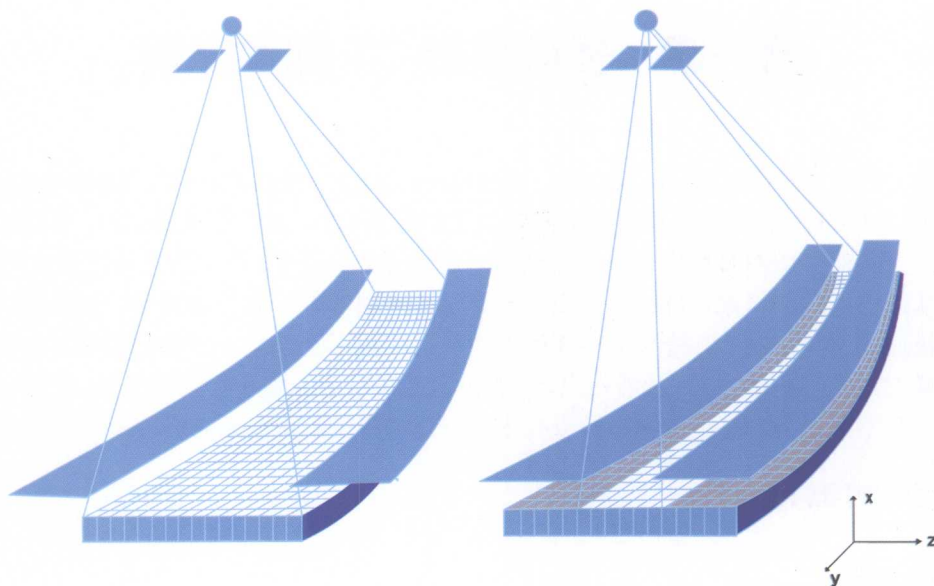


图 1-1-2 此图说明了多层 CT 探测器几何学结构
多层 CT 中，层厚是由 X 线束宽度（由病人前方准直组件控制）和探测器结构（在有些设计中是由病人后方的准直组件控制）共同决定的。左图为探测器上所有单元被设置来测量 X 线光子量，右图准直器重新调整后以适应较少的探测器单元

层厚。采用可调节宽度的锥形 X 线束扫描，根据拟采集的层厚选择锥形 X 线束的宽度，后者激发不同数目的探测器（未被激发的探测器呈关闭状态），从而实现一次采集获得多层图像。例如同样 10mm 宽的锥形 X 线束，可采用每两排 1.25mm 探测器宽组合成一个 2.5mm 宽探测器通道，获得 4 层 2.5mm 层厚图像；也可由四排 1.25mm 探测器宽组合成一个 5mm 宽探测器通道，获得 2 层 5mm 层厚图像。

1.2 两种不同的多排探测器设计

不同厂家设计出不同的多排探测器结构，例如 GE 公司的多排探测器称之为马赛克（Mosaic），西门子、飞利浦（马可尼）称谓适应型（adaptive），东芝公司则称杂合型（hybrid）。各厂家生产的设备在床移速度和层厚选择方面存在很大不同。以 4 层 MSCT 为例，综合各厂家设备多排探测器设计主要分为不同的两大类，即探测器在 Z 轴方向有对称性和非对称性两种排列方式。GE 公司探测器设计为 Z 轴方向 16 排对称等宽，理论上最大准直宽度为 20mm，探测器宽度相当于层厚为 1.25mm（即探测器准直宽）。东芝公司探测器共有 34 排，中央部分有 4 排宽度为 0.5mm，外周 30 排为 1mm 等宽探测器。飞利浦和西门子采用非对称性设计，每排探测器宽度不等，分别为 1mm, 1.5mm, 2.5mm, 5mm，共 8 排探测器（图 1-1-3，图 1-1-4）。对称性和非对称性设计各有其特点和优点，非对称性设计认为不等距设计有利于节省探测器材料，提高探测器的利用率，更好地消除余辉效应。对称性设计认为等距设计在单位面积内接受的信息均匀，能实现真正意义上的薄层再重建，可提供的层厚选择多，有利于探测器升级。现在看来，多层螺旋 CT 实现采集层面的升级，例如由 4 层升级为 8 层或 16 层，需要修改硬件和软件及重建理论，都极为困难。因此，由 4 层采集直接改为 8 层采集的设备是不可能的，生产厂家承诺的升级将需要更换包括扫描架在内的一批硬件和软件。故购买 MSCT 选型时，应着眼于实际需要，而不应抱有不现实的期望。多排结构的探测器通过不同组合来确定扫描部位的层厚，以 4 层 MSCT 为例，几家厂家生产的设备各种扫描层厚组合见表 1-1、表 1-2。

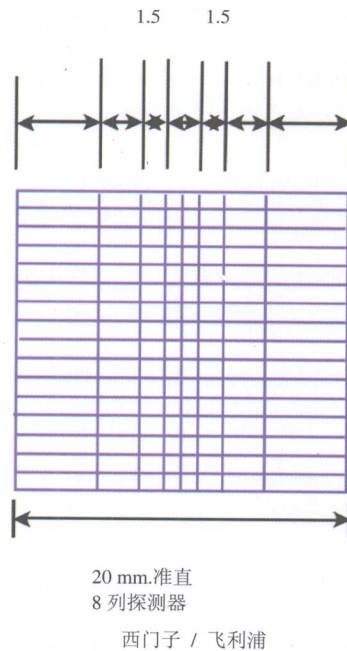
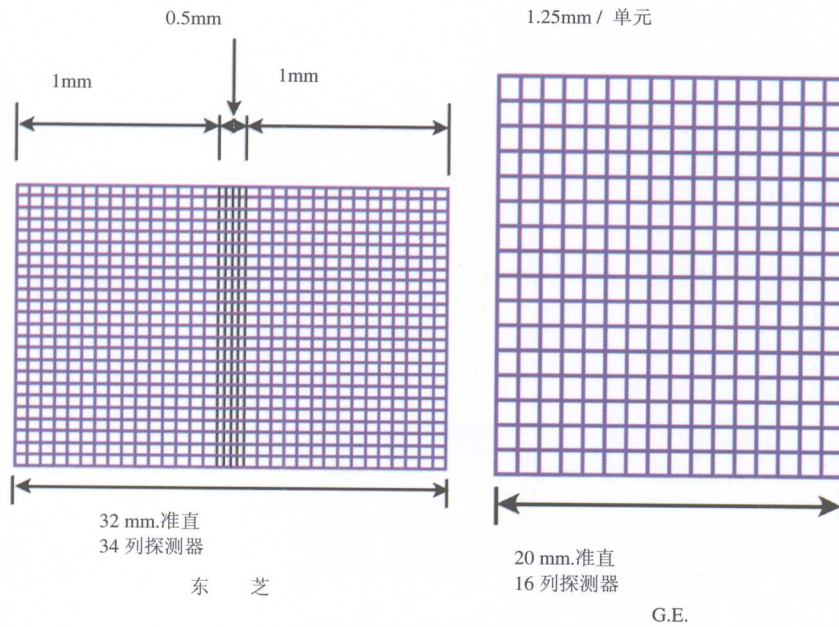


图 1-1-3 不同的 CT 机厂家对 4 层 CT 有不同的探测器设计
 东芝设计的为中央 4 排 0.5mm 探测器，两边围绕 15 排 1mm 探测器；GE 公司选择了马塞克模式，即所有探测器单元均为 1.25mm；西门子及飞利浦公司使用的是通用的探测器组合模式，即中央为两排 1mm 探测器，两边为两排 1.5mm 探测器，再外侧为两排 2.5mm 探测器，最外边的是两排 5mm 探测器。在这三种设计中，最终的图像层厚都是由探测器模式（用来收集投射的 X 线数据）及图像重建模式（由操作者选择）共同决定的。这些图为 4 层 CT 模式，不过也可由此推测出 8 层、16 层及以上 CT 的模式

