



全国高等医药类院校计算机规划教材

医学影像实用技术教程

王世伟 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



全国高等医药类院校计算机规划教材

医学影像实用技术教程

王世伟 主编

王世伟主编《医学影像实用技术教程》一书，由北京人民卫生出版社出版。

2007年8月第1版

ISBN 978-7-113-07371-0

定价：32.00元

本书可作为医学影像专业及相关专业的教材，也可供从事医学影像工作的技术人员参考。

IV R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第081178号

书名：医学影像实用技术教程

作者：王世伟

出版发行：中国铁道出版社(100054北京西城区广安门内大街2号)

编辑：王世伟

设计：王世伟

封面设计：王世伟

印刷：王世伟

印：北京人民卫生出版社

开：787×1092 1/16 印张：32.75 插页：4 字数：302千字

版：2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

印：4-2000册

书：ISBN 978-7-113-07371-0 TP·3386

主：价：32.00元

版权所有 侵权必究

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是按照《中国高等院校计算机基础教育课程体系(CFC 2006)》中,医学类计算机基础课程体系参考方案的要求,把开设《医学图像处理》这门课程列入了医药类高等院校《大学计算机应用基础》课程体系的必修教学模块(建议54学时)。全书共10章,以通俗易懂的语言,介绍了医学数字图像处理技术的基本原理和实用技术,医学影像设备的主要性能和指标,纵览现代医学影像技术发展,引导学生了解过去、掌握现在、展望未来!

本教材面向医学计算机应用基础,跟踪医学影像新技术、新设备发展的方向,培养学生熟练掌握运用计算机技术处理数据、转化信息、获取知识的技巧和能力,努力构建医学生的IT知识结构。适合作为高等医药院校的本科生、专科生《医学影像实用技术教程》课程教材,也可作为一本面向在职临床医学影像科室医护人员开展职业技术继续教育培训的教材与自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

医学影像实用技术教程/王世伟主编. —北京:中国铁道出版社, 2007.6

全国高等医药类院校计算机规划教材

ISBN 978-7-113-07971-0

I. 医… II. 王… III. 影像诊断—医学院校—教材
IV. R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第081178号

书 名: 医学影像实用技术教程

作 者: 王世伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 秦绪好

责任编辑: 赵 轩

特邀编辑: 刘 标

封面制作: 白 雪

责任校对: 王 欣

印 刷: 北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 插页: 4 字数: 505 千

版 本: 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

印 数: 1~5 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-07971-0/TP·2366

定 价: 32.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

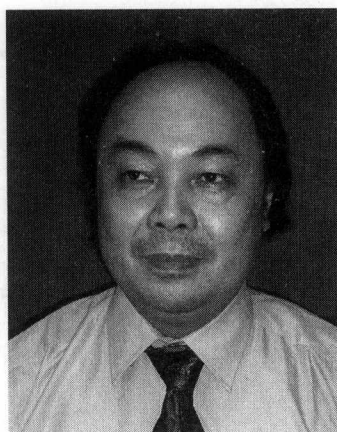
编审委员会主任、主审简介



王世伟, 1950 年 12 月生, 现任教育部高等学校医药类计算机基础课程教学指导分委员会委员、中国医科大学计算机中心主任, 教授, 硕士研究生导师, 理工学部副主任。现担任中华医院管理学会信息管理专业委员会委员, 全国高等院校计算机基础教育研究会医学专业委员会副主任委员, 辽宁省高等院校计算机基础教育研究会副理事长, 辽宁省卫生信息化建设专家组首席专家, 辽宁省医学影像技术学会常务理事等学术职务。20 年来一直从事计算机基础教育与科研工作。在国家级核心期刊发表论文 30 余篇, 主持国家、省级科研课题 3 项, 其中“构建医学特色的《大学计算机基础》课程体系”系辽宁省“十一五”规划课题, 在此基础上主编出版了《医学信息系统教程》、《现代医学影像技术》、《网站的规划与建设》等 20 余册全国高等医药院校计算机规划系列教材。



周怡, 1954 年 4 月生, 广东药学院医药信息工程学院院长, 医药信息学教授, 东南大学本科及硕士研究生毕业。主要研究方向有: 计算机科学与网络技术在医药中的应用、医药信息整合与数据挖掘、智能化医药信息系统工程等。教育部高等学校(本科)计算机基础教学指导委员会医药类计算机基础课程教学指导分委员会委员(2006~2010)。全国高等院校计算机基础教育研究会医学专业委员会副主任委员(2005~2008)。中国卫生信息学会卫生信息技术应用专业委员会委员(2004~2007)。广东省“南粤教书育人优秀教师”。



邹赛德, 中国医药信息学会常务理事、中华医院管理协会信息专业委员会委员、广东医院管理学会信息管理专业委员会主任委员、广东医药信息学会理事长、中国电子学会医药信息学分会常务委员、广州市卫生局的咨询小组成员; 是《医药信息技术基础》、《计算机应用基础》、《医学计算机应用基础》、《医学计算机应用基础实验教程》四本本科规划教材的主编,《医学计算机实用教程》研究生规划教材的副主编和《医院管理学信息管理分册》专著的编委。在全国医药院校计算机教学中具有表率 and 影响的作用, 同时在广东医学信息学领域内居学术领导地位。在国内同行中具有较高的威信和影响力。

全国高等医药类院校计算机规划教材

编审委员会

- | | |
|----------------|---------|
| 主 审: 邹赛德 | 中山大学 |
| 主 任: 王世伟 | 中国医科大学 |
| 周 怡 | 广东药学院 |
| 副主任: 刘建平 | 辽宁中医药大学 |
| 董鸿晔 | 沈阳药科大学 |
| 王延红 | 沈阳医学院 |
| 李祥生 | 山西医科大学 |
| 委 员: (按姓氏拼音排序) | |
| 高 昱 | 锦州医学院 |
| 韩 滨 | 大连医学院 |
| 刘 燕 | 中山大学 |
| 刘尚辉 | 中国医科大学 |
| 肖 锋 | 大连医学院 |
| 晏峻峰 | 湖南中医学院 |
| 张筠莉 | 锦州医学院 |

本

书

编

委

会

主 编: 王世伟

副主编: 伍建林 晏峻峰 王怀志

洪 洋 张志常

编 委: (按姓氏笔画为序)

马 瑾

王世伟

王怀志

王盈盈

伍建林

宋清伟

张志常

李 平

杨 宇

洪 洋

晏峻峰

郭美娜

曹 阳

范锡枝

崔莉萍

石太宾

序

随着 21 世纪科教兴国战略的实施及信息化社会进程的加速,形成了以信息化带动医药卫生事业现代化的整体发展趋势,并深刻地影响与改变着传统的医药科学,使今天的医学工作者和医药院校的师生们同样面临着 IT 知识更新的机遇和挑战。

我国卫生信息化建设同时面临着对高素质医学人才不断快速增长的需求,现行医药院校的计算机与信息技术基础教学体系中的 IT 知识结构不够全面以及专业领域的 IT 操作技能不适用是两个十分紧迫又必须解决的重要问题。

“社会的进步靠科学,科学的进步靠人才,人才的培养靠教育,教育的发展靠理念”。努力构建具有医学特色的“大学计算机基础与应用”课程体系,紧密结合本学科信息化建设与应用的方向,用科学发展观来培养“能进行自主学习,且适应未来社会发展及医药信息化建设需求”的合格医学人才。推进全国高等医学院校计算机基础课程体系的教学改革,并做好教材建设先行的工作,是我们奋力编写“全国高等医药类院校计算机系列规划教材”丛书的初衷。

“全国高等医药类院校计算机系列规划教材”丛书,包括计算机与信息技术基础类、程序设计基础类与医学 IT 实用技术基础类,共三大类十二本教材,是涵盖了全国高等医药院校本、专科各专业的计算机与信息技术应用基础课程的教学用书。教材内容的选择和知识点的取舍本着全面系统,科学合理,结合专业,注重实用,知识全面,关注发展的六项原则,完整地构建了具有医学特色的计算机与信息技术基础课程教材体系。

- 计算机与信息技术基础类:包括《医学计算机与信息技术基础教程》、《医学计算机与信息技术基础实验指导教程》、《医学多媒体实用技术教程》、《医学网络实用技术教程》;
- 程序设计基础类:包括《Visual FoxPro 程序设计教程》、《Visual FoxPro 程序设计实验指导教程》、《Visual Basic 程序设计教程》、《Visual Basic 程序设计实验指导教程》;
- 医学 IT 实用技术基础类:包括《医学统计实用技术教程》、《医学信息系统教程》、《医学影像实用技术教程》、《医学数据挖掘与网格计算教程》。

“全国高等医药类院校计算机系列规划教材”丛书的编写与出版得到了国内许多著名医药院校的鼎力支持与合作,教材的编者包括国内医学院校知名教育专家,教育部医药类计算机基础课程教学指导分委员会委员,大量从事一线教学工作、具备丰富教学经验的教师。他们视角独特,洞见非凡,匠心独运地将目前开展的如火如荼的 IT 技术与医疗卫生信息化建设

与应用的活动中用这套“全国高等医药院校系列规划教材”丛书的形式表现了出来，并且中国铁道出版社对该系列教材远见卓识地精心策划、科学论证、倾力帮助、编辑发行等做了大量认真而卓有成效的工作。在此期间，还有全国许多从事计算机基础教学方面的领导、专家、老师和同学给予我们极大的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

在此，我们愿把这套规划教材丛书奉献给全国医药院校的师生们，为构建我国具有医学特色的计算机与信息技术应用基础课程体系，共同走出一条新路，在深化教学改革及先行教材建设中做出贡献。

王世伟 周 怡

2006年6月

前言

数字医学影像技术和设备的发展已经证明了在今天建设数字化医院,提高现代医学影像诊疗水平中发挥着越来越重要的作用。而今数字医学影像诊疗设备中大量采用了计算机为代表的先进科学技术,陆续推出CR、DR、多层螺旋CT、DSA、US、MRI、SPECT、PET、介入治疗、 γ 线刀和X线刀等多种影像设备和技术手段,并在医学影像的诊治中被广泛应用。可以说,现代医学影像处理技术、医学信息技术、网络技术的发展和进步是当今计算机技术在现代医学领域中成功应用的杰出代表,也成为推动现代医学技术前进的动力。

本书编创的前提是按照《中国高等院校计算机基础教育课程体系(CFC 2006)》中医学类计算机基础课程体系参考方案的要求,把开设《医学图像处理》这门课程列入了医药类高等院校《大学计算机应用基础》课程体系的必修教学模块(建议54学时)。我们适时地组织编写了这本适用于我国高等医药院校开设《医学图像处理》课程的教材。

本书的宗旨:面向医学计算机应用基础,适应未来的数字医学影像诊疗工作的需求,跟踪医学影像新技术、新设备发展的方向,培养学生熟练掌握运用计算机技术处理数据、转化信息、获取知识的技巧和能力,努力构建医学学生的IT知识结构。

全书共分10章:第1章由王世伟编写,第2章由王世伟、晏峻峰、李平、杨宇编写,第3章由洪洋、张志常编写,第4章由郭美娜、王世伟编写,第5章、第6章由伍建林、宋清伟、黄文海编写,第7章由王世伟、马瑾编写,第8章由曹阳、张志常编写,第9章由王盈盈、张志常编写,第10章由王怀志、晏峻峰、王盈盈编写。

本教材编写的原则:应用方向准确,知识系统全面,理论简单实用,教材助教助学。我们力求用通俗自然的语言,避免复杂的图像处理公式和函数表达式,讲述医学数字图像处理技术的基本原理和实用技术以及医学影像设备的主要性能和指标,纵览现代医学影像技术发展的昨天、今天与明天,引导学生了解过去、掌握现在、展望未来!本书不仅是全国高等医药院校《医学影像实用技术》课程体系的专用教材,同时也是一本很好的面向在职临床医学影像科室医护人员开展职业技术继续教育的培训教材与自学参考用书。

在编写《医学影像实用技术教程》期间,我们得到了国内著名医学院校的多名专家学者的帮助和支持,众多医院临床医学影像科室医生的参与和指导,同时也得到了国际著名数字医疗设备生产研发厂商高级技术专家们的通力合作,中国铁道出版社对该教材精心策划、科学论证、倾力帮助、编辑发行做了大量认真而卓有成效的工作;同时霍妍老师、何叶松老师也参与了本书的编辑与排版工作。在此我代表全体编者向为此书的编写做出贡献和提供帮助的同事们一并表示衷心的感谢!

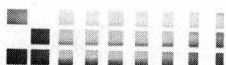
由于书中所含的专业知识和技术领域众多,难免有“管中窥豹”的偏颇,真诚地期待教师与同学给予帮助和斧正!

王世伟

2007年1月沈阳冬日

目 录

第 1 章 医学影像技术概论	1
1.1 医学影像技术发展历程	1
1.2 医学影像系统成像的物理共性	7
1.2.1 源与目标的作用	7
1.2.2 源的控制与信号检测	8
1.3 计算机医学影像	9
1.3.1 点阵与矢量医学影像	9
1.3.2 数字医学影像的颜色或灰度	11
1.3.3 计算机医学图像的分辨率	11
1.3.4 医学图像处理常用技术	12
1.3.5 三维医学影像	13
1.3.6 虚拟内窥镜	16
1.3.7 基于影像的计算机辅助外科 (Computer Aided Surgery, CAS)	16
1.3.8 基于医学影像的计算机辅助诊断	19
1.4 影响对医学图像评价的因素	20
1.4.1 影响对医学图像评价的客观因素	21
1.4.2 影响对医学图像评价的主观因素	21
1.5 医学影像设备的分类与组成	21
1.5.1 X 线摄影系统	22
1.5.2 磁共振摄影系统	25
1.5.3 医学超声诊断系统	26
1.5.4 核医学图像系统	26
1.5.5 红外影像、医用内窥镜	27
本章小结	28
习 题	28
第 2 章 数字图像技术基础	30
2.1 数字图像	30
2.1.1 图像的相关概念	30
2.1.2 数字图像的分类及表示	33
2.1.3 数字图像质量评价	39
2.2 数字图像处理	40
2.2.1 数字图像处理的定义	41
2.2.2 数字图像处理的优点	41



2.2.3	医学数字图像处理的应用	43
2.3	数字图像处理系统	45
2.3.1	数字图像处理系统的基本组成结构	45
2.3.2	常用的图像采集设备	46
2.3.3	图像数字化设备常见参数	48
2.3.4	常用的数字图像处理软件	50
2.4	数字图像处理基本技术	51
2.4.1	数字图像运算	52
2.4.2	灰度直方图	55
2.4.3	图像增强	56
2.4.4	图像的几何变换	62
2.4.5	图像分割	63
2.5	数字图像的制式转换与压缩	64
2.5.1	数字图像的制式与制式转换	64
2.5.2	医学数字成像和通信 (DICOM) 标准	65
2.5.3	图像压缩与解压缩	67
	本章小结	70
	习题	71
第3章	医学影像成像原理	72
3.1	X线成像原理	72
3.1.1	X线的特性	72
3.1.2	X射线成像原理	74
3.1.3	计算机X线摄影 (CR)	77
3.1.4	直接数字化X线摄影系统 (Digital Radiography, DR)	78
3.2	X-CT成像原理	80
3.2.1	X-CT成像技术	81
3.2.2	X-CT的扫描方式	83
3.2.3	螺旋CT工作原理	85
3.3	MRI成像原理	87
3.3.1	磁共振现象	87
3.3.2	磁共振成像的原理	89
3.3.3	磁共振成像系统	92
3.4	超声波成像原理	93
3.4.1	超声波的特性	94
3.4.2	超声波的产生	96
3.4.3	超声波成像技术	97

3.5	核医学设备成像基本原理	100
3.5.1	核医学技术基础	100
3.5.2	SPECT 成像系统	102
3.5.3	PET 成像系统	104
	本章小结	106
	习 题	107
第 4 章	医学 X 射线影像设备与应用	108
4.1	医学 X 射线影像设备简述	108
4.1.1	医学 X 射线影像设备的基本构成和发展概况	108
4.1.2	对医学 X 射线影像设备及其成像质量的描述指标	109
4.1.3	医学 X 射线影像设备的分类	113
4.2	传统医学 X 射线影像设备与应用	114
4.2.1	传统医学 X 射线影像设备的特点	114
4.2.2	传统医学 X 射线影像设备的应用	115
4.3	数字医学 X 射线影像设备与应用	117
4.3.1	获得数字化图像的方法	117
4.3.2	数字医学 X 射线影像设备的特点	118
4.3.3	数字医学 X 射线影像设备的类型	119
4.3.4	数字医学 X 射线影像设备的应用	125
4.4	对 X 射线影像设备的防护	134
	本章小结	135
	习 题	135
第 5 章	医学 CT 影像设备与应用	137
5.1	CT 影像设备简述	137
5.1.1	CT 影像设备发展概况	137
5.1.2	CT 影像设备功能	139
5.1.3	CT 影像设备主要性能指标	142
5.2	医学 CT 影像设备成像系统	146
5.2.1	数据采集系统	146
5.2.2	计算机和图像重建系统	148
5.2.3	图像显示和存储系统	149
5.3	螺旋 CT	150
5.3.1	螺旋 CT 主要特点	152
5.3.2	螺旋 CT 临床应用	154
5.4	多排螺旋 CT	157
5.4.1	多排螺旋 CT 的成像特点	158
5.4.2	多排螺旋 CT 的技术特点	158
5.4.3	多排螺旋 CT 硬件和设计的改进	159

5.5	CT 影像设备新技术进展与应用	160
	本章小结	162
	习题	162
第 6 章	医学磁共振成像 (MRI) 设备与应用	
6.1	MRI 成像系统简介	164
6.1.1	MRI 影像设备发展概况	164
6.1.2	MRI 影像设备功能	166
6.1.3	MRI 影像设备主要性能指标	174
6.2	MRI 检查的临床应用	177
6.2.1	中枢神经系统检查	177
6.2.2	颈部检查	181
6.2.3	胸部检查	181
6.2.4	腹部检查	182
6.2.5	盆腔检查	185
6.2.6	骨骼肌肉与关节检查	186
6.2.7	心脏和大血管检查	187
6.3	MRI 成像检查的优缺点	188
6.3.1	MRI 图像的特点及 MRI 检查的优点	188
6.3.2	MRI 检查的准备与缺点	188
6.4	MRI 影像设备新技术进展	189
6.4.1	GE 公司 MRI 影像设备新技术进展	190
6.4.2	Philips 公司 MRI 影像设备新技术进展	191
6.4.3	Siemens 公司 MRI 影像设备新技术进展	191
	本章小结	192
	习题	192
第 7 章	医学超声影像设备与应用	
7.1	超声影像设备简述	194
7.1.1	超声影像设备发展概况	194
7.1.2	超声影像设备功能	195
7.1.3	超声影像设备主要指标及性能要求	197
7.1.4	超声影像设备临床应用	199
7.2	超声诊断设备	200
7.2.1	超声诊断设备基本结构	200
7.2.2	A 型超声诊断设备	201
7.2.3	M 型超声诊断设备	203
7.2.4	B 型超声诊断设备	205
7.2.5	C 型超声诊断设备	208



7.2.6 F型超声诊断设备	209
7.2.7 多普勒超声诊断设备	209
7.2.8 四维超声诊断设备	211
7.3 超声治疗设备	212
7.3.1 超声治疗设备基本结构	213
7.3.2 超声治疗设备临床应用	213
7.4 超声诊断设备新技术进展	217
7.4.1 超声影像设备新技术	217
7.4.2 超声影像设备展望	221
本章小结	224
习题	225
第8章 核医学影像设备与应用	227
8.1 核医学影像设备简介	227
8.1.1 核医学影像设备发展概况	228
8.1.2 核医学影像设备功能	229
8.1.3 核医学影像设备主要指标及性能要求	231
8.2 单光子发射断层成像 (SPECT) 设备与应用	235
8.2.1 SPECT 的结构	235
8.2.2 SPECT 设备特点与成像新技术	235
8.2.3 SPECT 的临床应用	237
8.3 正电子发射断层成像 (PET) 设备与应用	239
8.3.1 PET 的结构	239
8.3.2 PET 的性能特点	240
8.3.3 PET 的临床应用	242
8.4 核医学影像设备新技术进展	247
8.4.1 核医学技术新进展	247
8.4.2 PET 和 SPECT 设备新技术	249
8.4.3 核医学分子影像技术发展前景	249
本章小结	250
习题	251
第9章 PACS 的建设与应用	253
9.1 医学影像系统基础	253
9.1.1 医学影像系统 (PACS) 概述	253
9.1.2 医学影像系统的发展概况	254
9.1.3 PACS 系统的分类及特征	255
9.1.4 PACS 管理结构模式	256
9.2 PACS 的组成	257
9.2.1 影像采集系统 (Modalities)	257

9.2.2	影像存储管理系统 (Archiving & Management)	259
9.2.3	影像工作站系统 (Image Workstations)	261
9.2.4	影像硬拷贝输出系统 (Image Hardcopy Outputting)	267
9.2.5	网络及通信系统	268
9.2.6	PACS 与其他系统的信息交换技术	268
9.3	HIS 中 RIS 的作用与组建	269
9.3.1	RIS 系统目标	269
9.3.2	RIS 的工作流程	270
9.3.3	RIS 的功能组成和作用	271
9.3.4	RIS 与 HIS 互联	278
9.4	PACS 的相关标准应用	279
9.4.1	医学数字图像通信 (DICOM) 标准的应用	280
9.4.2	HL7 标准的应用	280
9.4.3	DICOM 与 HL7 标准接口与应用	282
9.5	PACS 的建设	283
9.5.1	PACS 建设规划	283
9.5.3	PACS 设计方案及模式	283
9.5.3	PACS 设计	285
	本章小结	287
	习题	287
第 10 章	医学图像后处理技术	289
10.1	医学图像后处理方法	289
10.1.1	图像的调用与观察	289
10.1.2	图像的几何变换	294
10.1.3	调整图像显示效果	297
10.1.4	窗宽与窗位	303
10.1.5	图像测量	305
10.1.6	医学影像二维重建技术	309
10.2	医学影像三维可视化	310
10.2.1	三维重建的过程	310
10.2.2	三维表面重建	312
10.2.3	三维容积重建	312
10.2.4	三维图像智能化处理技术	317
10.3	虚拟内窥镜	319
10.3.1	虚拟内窥镜的应用	319
10.3.2	虚拟内窥镜的重建操作	320



10.4 实时四维彩色超声成像 (4D 超声)	322
10.4.1 四维彩色超声技术特点	322
10.4.2 四维彩色超声临床应用	322
10.5 医学影像的融合	323
10.5.1 医学影像融合技术与分类	323
10.5.2 医学影像融合临床应用	324
10.6 医学图像后处理技术展望	327
本章小结	328
习题	328
参考文献	330

第1章 医学影像技术概论

现代医学影像技术的应用与发展,印证了100多年来医学、生物、物理、电子工程、计算机和网络通信技术的诞生与沿革。尤其是数字医学影像新技术、新设备的不断推出,对医学影像诊断和数字影像治疗带来许多根本的改变。医院里配备哪些医学影像设备 and 是否开展数字影像介入治疗,在很大程度上代表了这家医院的现代化检查治疗的条件与诊治水平。目前,现代医学技术的提升和现代影像技术的发展相互融合、相互依存、相互推动的趋势已经成为共识。新的现代医学影像技术和设备的研制也已经成为21世纪现代医学技术和生命科学发展的经济技术增长点。

1.1 医学影像技术发展历程

从1895年德国物理学家伦琴(Wilhelm Conrad Roentgen, 1845—1923)发现X光并由此拍出世界上第一张伦琴夫人手部的X线透视照片(见图1-1)以来,医学影像技术从无到有、从不完善到功能齐全、分类精细,经历了100多年的发展历程。X线技术与设备有了很大的进步与提高。以医学影像设备的发展为例,大致分为七个阶段:

(1) 1895年11月8日,德国物理学家伦琴(见图1-2)在做真空管、高压、放电实验时,发现了一种肉眼看不见,但具有很强的穿透力,能使某些物质发荧光和使胶片感光的新射线,即X射线(或称X线),可用于临床的骨折和体内异物的诊断。1896年,德国西门子公司研制出世界上第一支X线球管。20世纪一二十年代,出现了常规X线机,接着就是体层装置、影像增强器、连续摄影、快速换片机、电视、电影和录像记录系统的应用。到20世纪60年代中后期医学影像技术已形成了较完整的学科体系,称为放射诊断或放射学(Radiology)。当时由于常规的X线技术是将人体三维立体结构显示在二维平面感光屏或胶片上,形成影像的是叠加的二维平面图像,因此对人体软组织的分辨率能力较差,这在一定程度上影响了诊断的准确性。



图1-1 第一张X线照片



图1-2 伦琴

(2) 1971年,世界上第一台CT扫描机(见图1-3)是由柯马克(A.M.Cormack)和英