



全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

康雁 主编

# 医学成像技术与系统

<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社

# 全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

清华大学出版社数字出版网站

WQBook    
www.wqbook.com

ISBN 978-7-302-37530-2



9 787302 375302 >

定价：49.80元

## 内 容 简 介

在概述医学成像历史、现状、作用和一般性规律的基础上,本书重点阐述五种模态的成像技术与系统,即X射线摄影成像、计算机断层成像、磁共振成像、核医学成像和医学超声成像。对于每种成像模态,均从物理化学基础、成像原理与过程、系统架构、核心部件和临床应用等维度展开。最后,阐述了几种重要的医学图像后处理技术。

本书可作为生物医学工程专业本科生和研究生的入门教材,对医学影像相关领域的研究人员也有一定参考价值。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

医学成像技术与系统/康雁主编.--北京:清华大学出版社,2014

全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

ISBN 978-7-302-37530-2

I. ①医… II. ①康… III. ①影象诊断—研究生—教材 IV. ①R445

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第174612号

责任编辑:罗健 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21 字 数:507千字

版 次:2014年12月第1版 印 次:2014年12月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:49.80元

---

产品编号:037288-01

# 目 录

<b>第 1 章 概述</b>	/1
1.1 医学成像的发展史和现状	1
1.1.1 X 射线摄影成像	1
1.1.2 X 射线计算机断层成像	2
1.1.3 磁共振成像	3
1.1.4 核医学成像	4
1.1.5 医学超声成像	5
1.2 医学影像在临床应用中的重要作用	6
1.3 医学成像系统的一般性规律	9
1.3.1 医学成像的一般过程	9
1.3.2 多学科交叉促进医学影像的进步和原始创新	10
1.4 医学成像系统的发展趋势	10
1.4.1 医学成像系统向微创或无创发展	11
1.4.2 多模态融合是影像设备发展的重要趋势	11
1.4.3 分子影像技术在疾病的早期检测、机理研究和新药研发方面将发挥重要作用	12
1.5 医学成像技术的学科和产业背景	13
1.5.1 生物医学影像是生物医学工程学科的重要组成部分	13
1.5.2 生物医学影像设备产业和市场状况	14
习题	14
<b>第 2 章 X 射线摄影成像</b>	/15
2.1 X 射线的发现和物理本质	15
2.1.1 X 射线的发现	15
2.1.2 X 射线的物理本质	15
2.2 X 射线的产生	17
2.2.1 X 射线产生的微观物理机制	17
2.2.2 X 射线产生的宏观设备器件	19

2.3	X射线与物质的相互作用	27
2.3.1	X射线的质和量	27
2.3.2	X射线与物质相互作用的宏观效应	30
2.3.3	X射线与物质相互作用的微观机制	31
2.3.4	X射线束与物质的相互作用	36
2.3.5	X射线与人体的相互作用	37
2.4	X射线摄影成像	39
2.4.1	屏片 X 射线摄影成像	40
2.4.2	CR	41
2.4.3	DR	43
2.4.4	探测器性能评价	50
2.4.5	DR 的典型临床应用	52
2.5	X射线透视和 DSA	58
2.5.1	X射线透视	58
2.5.2	数字减影血管成像	59
	习题	63

### 第 3 章 计算机断层成像 /64

3.1	CT 的发展和概述	64
3.2	CT 投影和重建算法	66
3.2.1	CT 投影	67
3.2.2	Radon 空间与变换	69
3.2.3	图像重建理论	70
3.2.4	图像重建算法	73
3.3	扇形束反投影重建算法	82
3.3.1	等角度扇形束扫描的图像重建算法	83
3.3.2	等距离扇形束扫描的图像重建算法	86
3.4	迭代重建	90
3.4.1	代数重建方法	90
3.4.2	统计迭代重建	94
3.5	螺旋 CT	98
3.5.1	螺旋 CT 的特点	98
3.5.2	螺旋截距	99
3.5.3	图像重建算法	99
3.5.4	多层螺旋 CT	100
3.6	CT 图像显示、质量和伪影	102
3.6.1	CT 图像显示	102
3.6.2	CT 图像质量	103

3.6.3	伪影	104
3.7	CT扫描设备的基本结构	108
3.7.1	扫描机架系统	108
3.7.2	X射线球管	109
3.7.3	高压发生器	111
3.7.4	探测器	111
3.7.5	数据采集系统(DAS)	112
3.7.6	准直器	112
3.7.7	过滤器	113
3.7.8	重建引擎	113
3.8	特定用途 CT	114
3.8.1	心脏 CT(cardiac CT)	114
3.8.2	平板探测器 CT	115
3.8.3	多 X 射线球管 CT(multiple X-ray tube CT)	117
3.8.4	多焦点 X 射线球管 CT	118
3.8.5	双能 CT	119
3.9	CT 辐射剂量和降低措施	122
3.9.1	CT 辐射剂量	122
3.9.2	CT 剂量降低技术和措施	123
	习题	126

## 第 4 章 磁共振成像 /128

4.1	磁共振物理基础	128
4.1.1	自旋和角动量	128
4.1.2	磁矩	129
4.1.3	进动	130
4.1.4	塞曼能级分裂	131
4.1.5	宏观磁化矢量	132
4.1.6	核磁共振现象	134
4.1.7	信号测量和加权	141
4.1.8	NMR 测量	145
4.2	MR 图像	145
4.2.1	层面选择	145
4.2.2	位置编码: $k$ 理论	147
4.2.3	失相位现象	150
4.2.4	基本成像脉冲序列	152
4.3	图像品质	171
4.3.1	对比度	171

4.3.2	分辨率	172
4.3.3	噪声	173
4.3.4	伪影	174
4.4	MRI 成像系统构造	176
4.4.1	磁体系统	176
4.4.2	梯度系统	181
4.4.3	射频系统	184
4.5	生物效应和安全	187
4.5.1	生物效应	187
4.5.2	安全	188
4.6	未来展望	189
	习题	189

## 第 5 章 核医学成像 /193

5.1	核医学物理化学基础	194
5.1.1	放射性核素	194
5.1.2	放射性核素的产生	195
5.1.3	放射性药物及其选择性聚集机制	195
5.2	核医学探测器	197
5.2.1	核医学探测器种类	197
5.2.2	探测器材料的物理特性	198
5.2.3	核医学探测器的基本性能	199
5.3	核医学平面成像设备	200
5.3.1	$\gamma$ 相机系统构成	201
5.3.2	成像准直器	201
5.3.3	$\gamma$ 相机闪烁晶体	203
5.3.4	$\gamma$ 相机电子学系统	203
5.4	单光子发射计算机断层成像	206
5.4.1	SPECT 探测器	207
5.4.2	SPECT 衰减校正	208
5.4.3	SPECT 图像重建	210
5.5	正电子发射计算机断层成像	210
5.5.1	PET 成像物理原理	210
5.5.2	PET 探测器	212
5.5.3	符合探测	214
5.5.4	PET 数据采集模式	216
5.5.5	PET 图像重建	217
5.5.6	飞行时间 PET 技术	219

5.6	PET/CT/MRI 多模成像系统 .....	219
5.7	小动物 PET .....	222
	习题 .....	224

## 第 6 章 医学超声成像 /226

6.1	医学超声的物理基础 .....	226
6.1.1	超声波的一般概念 .....	226
6.1.2	超声波的产生 .....	227
6.1.3	均匀介质中波的传播 .....	227
6.1.4	非均匀介质中波的转播 .....	230
6.1.5	多普勒效应 .....	232
6.2	A 型、M 型、B 型超声成像原理 .....	233
6.2.1	A 型超声诊断仪 .....	233
6.2.2	M 型超声诊断仪 .....	233
6.2.3	B 型超声的扫描方式 .....	234
6.3	多普勒成像原理 .....	237
6.3.1	连续多普勒超声诊断仪 .....	238
6.3.2	脉冲多普勒诊断仪 .....	238
6.3.3	彩色多普勒超声诊断仪 .....	240
6.3.4	能量多普勒成像 .....	242
6.4	超声成像系统的组成部分 .....	243
6.4.1	医学超声系统结构 .....	244
6.4.2	换能器 .....	245
6.4.3	前端部分 .....	246
6.4.4	中端部分 .....	249
6.4.5	后端部分 .....	251
6.5	超声成像的信号、信道、指标与相关算法 .....	252
6.5.1	超声发射信号的形式及其特性 .....	252
6.5.2	超声信号与系统的主要指标 .....	253
6.5.3	超声发射通道 .....	257
6.5.4	波束形成的基本理论 .....	259
6.5.5	数字超声接收处理通道 .....	263
6.6	超声弹性成像 .....	266
6.6.1	弹性成像基本原理 .....	267
6.6.2	超声弹性成像的分类 .....	267
6.6.3	一维位移/应变估计的基本算法 .....	268
6.6.4	二维位移/应变估计的基本算法 .....	270
6.7	超声成像新技术 .....	273



6.7.1	血管内超声成像·····	273
6.7.2	超声造影成像·····	275
6.7.3	光声成像·····	276
	习题·····	278
<b>第7章</b>	<b>医学影像后处理</b>	<b>/279</b>
7.1	基本的医学影像处理技术·····	280
7.1.1	图像再现·····	280
7.1.2	图像增强·····	286
7.1.3	图像分割·····	291
7.1.4	特征检测·····	293
7.1.5	图像配准及融合·····	295
7.2	主要的医学影像处理应用·····	298
7.2.1	X-ray 影像处理应用·····	298
7.2.2	CT 影像处理应用·····	300
7.2.3	MR 影像后处理应用·····	312
7.2.4	核医学影像后处理·····	312
7.2.5	超声影像后处理应用·····	312
7.3	医学影像处理的发展趋势·····	315
7.3.1	从结构分析到功能分析·····	316
7.3.2	多影像融合·····	316
7.3.3	多信息综合辅助诊断·····	317
	习题·····	317
<b>参考文献</b>	<b>/318</b>	