



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材
全 国 高 等 学 校 教 材

供生物医学工程专业（临床工程方向）用

数字医学概论

- 主 编 张绍祥 刘 军
- 副主编 王黎明 钱 庆 方驰华

 人民卫生出版社





国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材
全 国 高 等 学 校 教 材

供生物医学工程专业（临床工程方向）用

数字医学概论

主 编 张绍祥 刘 军

副主编 王黎明 钱 庆 方驰华

编 者（以姓氏笔画为序）

- 王 凡 四川大学
王洪凯 大连理工大学
王党校 北京航空航天大学机器人研究所
王黎明 南京医科大学附属南京医院
方驰华 南方医科大学珠江医院
孔德兴 浙江大学数学科学学院
刘 军 西安交通大学第一附属医院
李新伟 北京航天总医院
张绍祥 第三军医大学数字医学研究所
张海燕 首都医科大学
陈 华 内蒙古医科大学附属医院
罗雄彪 第三军医大学数字医学研究所
房 斌 重庆大学
钱 庆 中国医学科学院医学信息研究所
谢 叻 上海交通大学
雍俊海 清华大学
谭立文 第三军医大学数字医学研究所



人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字医学概论 / 张绍祥, 刘军主编. —北京: 人民卫生出版社, 2017

全国高等学校生物医学工程专业 (临床工程方向) 第一轮规划教材

ISBN 978-7-117-24607-1

I. ①数… II. ①张…②刘… III. ①数字技术-应用-医学-高等学校-教材 IV. ①R-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 126769 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

数字医学概论

主 编: 张绍祥 刘 军

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 37

字 数: 810 千字

版 次: 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-24607-1/R · 24608

定 价: 98.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校生物医学工程专业（临床工程方向）

第一轮规划教材编写说明

生物医学工程专业自 20 世纪七八十年代开始创办，经过四十多年的不断发展与努力，逐渐形成了自己的专业特色与人才培养目标。生物医学工程是工程技术向生命科学渗透形成的交叉学科，尤其是临床工程方向亚学科的逐渐形成，使其与医疗卫生事业现代化水平和全民健康与生活质量的提高密切相关。它的理论和技术可直接用于医学各个学科，为医学诊断、治疗和科研提供先进的技术和检测手段，是加速医学现代化的前沿科学。生物医学工程已成为现代医学发展的重要支柱。我国现阶段的临床工程教育是生物医学工程教育的重要组成部分，并在教学与工作实践中逐步形成了中国临床工程教育的特点。现代临床工程教育强调“紧密结合临床”的教育理念，临床工程教材的建设与发展始终坚持和围绕这一理念。

2016 年 5 月 30 日，在全国科技创新大会上习近平总书记指出，我国很多重要专利药物市场绝大多数为国外公司占据，高端医疗装备主要依赖进口，成为看病贵的主要原因之一。先进医疗设备研发体现了多学科交叉融合与系统集成。

2014 年 8 月 16 日，国家卫生计生委、工业和信息化部联合召开推进国产医疗设备发展应用会议。会上国家卫生计生委李斌主任指出，推动国产医疗设备发展应用，是深化医药卫生体制改革，降低医疗成本的迫切要求，是促进健康服务业发展，支持医药实体经济的有力举措，也是实施创新驱动战略，实现产业跨越式发展的内在需求。并强调，国家卫生计生委要始终把推广应用国产设备、降低医疗成本作为重点工作来抓紧抓实。要加强研发与使用需求的对接，搭建产学研医深度协作的高起点平台，探索建立高水平医疗机构参与国产医疗设备研发、创新和应用机制。工业和信息化部苗圩部长指出，进一步推进国产医疗设备产业转型升级；发展医疗服务新模式；引导激励医疗卫生机构使用国产创新产品，解决不好用和不愿用的问题，提升国产医疗设备的市场比重和配套水平。努力改变产学研医脱节的情况。

综上所述，我国生物医学工程专业尤其是临床工程教育亟待规范与发展，为此 2016 年初，人民卫生出版社和中华医学会医学工程学会共同组织召开了教材编写论证会议，将首次以专业规划教材建设为抓手和契机，推动本学科专业的建设。会上，在充分调研论证的基础上，成立了第一届教材评审委员会，并决定启动首轮全国高等学校生物医学工程专业（临床工程方向）国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材，同时确定了第一轮规划教材及配套教材的编写品种。

本套教材在坚持教材编写“三基、五性、三特定”的原则下紧密结合专业培养目标、高等医学教育教学改革的需要，借鉴国内外医学教育的经验和成果，努力实现将每一部教材打造成精品追求，以达到为专业人才的培养贡献力量的目的。

本套教材的编写特点如下：

1. 明确培养目标 生物医学工程专业（临床工程方向）以临床工程为专业特色，培养具备生命科学、电子技术、计算机技术及信息科学有关的基础理论知识以及医学与工程技术相结合的科学研究能力，能在医疗器械、医疗卫生等相关企事业单位从事研究、开发、教学、管理工作，培养具备较强的知识更新能力和创新能力的复合型高级专业人才。本套教材的编撰紧紧围绕培养目标，力图在各部教材中得以体现。

2. 促进医工协同 医工协同是医学发展的动力，工程科学永恒的主题。本套教材创新性地引入临床视角，将医疗器械不单单看作一个产品，而是延伸到其临床有效性、安全性及合理使用，将临床视角作为临床工程的一个重要路径来审视医疗器械，从而希望进一步促进医工协同的发展。

3. 多学科的团队 生物医学工程是多学科融合渗透形成的交叉学科，临床工程继承了这一特点。本套教材的编者来自医疗机构、研究机构、教学单位和企业技术专家，集聚了多个领域的知识和人才。本套教材试图运用多学科的理论和方法，从多学科角度阐述临床工程的理论、方法和实践工作。

4. 多元配套形式 为了适应数字化和立体化教学的实际需求，本套规划教材全部配备大量的融合教材数字资源，还同步启动编写了与理论教材配套的《学习指导与习题集》，形成共 10 部 20 种教材及配套教材的完整体系，以更多样化的表现形式，帮助教师和学生更好地学习本专业知识。

本套规划教材将于 2017 年 7 月陆续出版发行。希望全国广大院校在使用过程中，能够多提供宝贵意见，反馈使用信息，为下一轮教材的修订工作建言献策。

全国高等学校生物医学工程专业（临床工程方向）

第一轮教材评审委员会

名誉主任委员 彭明辰（国家卫生计生委医院管理研究所）

主任委员 高关心（内蒙古自治区人民医院）

副主任委员 张 强（华中科技大学同济医学院附属协和医院）

李 斌（上海交通大学附属第六人民医院）

刘志成（首都医科大学）

金 东（《中国医疗设备》杂志社）

委 员 王 新（新疆医科大学附属肿瘤医院）

(以姓氏笔画为序) 王 溪（四川大学华西第二医院）

付海鸿（北京协和医学院）

冯靖祎（浙江大学附属第一医院）

刘胜林（华中科技大学同济医学院附属协和医院）

何文胜（安徽医科大学第一附属医院）

张 旭（首都医科大学）

张 锦（山西大医院）

郑 焜（浙江大学医学院附属儿童医院）

蒋红兵（南京医科大学附属南京医院）

曾明平（武汉大学中南医院）

蔡 葵（北京医院）

魏建新（石河子大学医学院第一附属医院）

秘 书 长 夏慧琳（内蒙古自治区人民医院）

邬 洁（人民卫生出版社）

秘 书 沈 翀（《中国医疗设备》杂志社）

崔曼曼（人民卫生出版社）

全国高等学校生物医学工程专业（临床工程方向）

第一轮教材目录

理论教材目录

序号	书名	主编	副主编
1	临床工程管理概论	高关心	许 锋 蒋红兵 陈宏文
2	医疗设备原理与临床应用	王 成 钱 英	刘景鑫 冯靖祎 胡兆燕
3	医用材料概论	胡盛寿	奚廷斐 孔德领 王 琳 欧阳晨曦
4	医疗器械技术评价	曹德森	陈真诚 徐金升 孙 欣
5	数字医学概论	张绍祥 刘 军	王黎明 钱 庆 方驰华
6	医疗设备维护概论	王 新	郑 焜 王 溪 钱国华 袁丹江
7	医疗设备质量检测与校准	杨昭鹏	何文胜 刘文丽 刘 刚 郭永新
8	临床工程技术评估与评价	夏慧琳 赵国光	刘胜林 黄 进 李春霞 杨 海
9	医疗器械技术前沿	李 斌 张 锦	金 东 蔡 葵 付海鸿 肖 灵
10	临床工程科研导论	张 强	李迎新 张 旭 魏建新

学习指导与习题集目录

序号	书名	主编
1	临床工程管理概论学习指导与习题集	乔灵爱
2	医疗设备原理与临床应用学习指导与习题集	刘景鑫
3	医用材料概论学习指导与习题集	欧阳晨曦
4	医疗器械技术评价学习指导与习题集	陈真诚
5	数字医学概论学习指导与习题集	钱 庆
6	医疗设备维护概论学习指导与习题集	王 新
7	医疗设备质量检测与校准学习指导与习题集	何文胜
8	临床工程技术评估与评价学习指导与习题集	刘胜林
9	医疗器械技术前沿学习指导与习题集	张 锦 李 斌
10	临床工程科研导论学习指导与习题集	郑 敏

主编简介



张绍祥

张绍祥，教授、博士生导师、少将军衔，第三军医大学前副校长，现任第三军医大学数字医学研究所所长、国际数字医学学会（ISDM）主席、中国解剖学会理事长、中华医学会数字医学分会主任委员、国务院学科评议组成员、全国人体解剖学与数字解剖学学科首席科学传播专家、重庆市数字医学学会理事长、重庆市人工智能学会理事长。系“国家杰出青年基金”获得者、首批“新世纪百千万人才工程国家级人选”“重庆市学科学术带头人”“第三军医大学学术领军人才”、2项国家科技进步二等奖第一完成人。现任国际学术期刊 *Digital Medicine* 主编、《局解手术学杂志》主编、《解剖学报》副主编、美国 *Clinical Anatomy*、《解剖学杂志》《中国临床解剖学杂志》等15本学术期刊常务编委。

从事教学和科研工作32年。近年来，以课题负责人申请获得国家自然科学基金重大课题、科技部“国家重点研发计划”项目、国家支撑计划、863课题等19项国家级课题资助。以第一作者或通讯作者在国内发表学术论文400余篇，获得国家和省部级科技进步一、二等奖12项，主编学术专著和全国统编教材21部，招收培养研究生46名。带领团队建立了中国数字化人体数据集，并进行了系列研究；牵头创立了我国“数字医学”这一新兴的前沿交叉学科；创建了“数字化人体数字解剖学教学系统”。在数字医学研究领域做出了系统的、开拓性的重大贡献，在同行学术界具有较大影响。



刘军

刘军，一级主任医师、二级教授、硕士生导师，任中华医学会数字医学分会第二届委员会副主任委员，全国数字化医院建设指导委员会副主任委员，国际数字医学学会委员，中国解剖学会人体解剖学与数字解剖学分会常务委员，中国解剖学会断层影像解剖学分会常务委员，中国解剖学会体质调查工作委员会委员，中国电子工业标准化技术协会数字医疗设备与系统标准工作委员会委员和专家组成员。任《中华解剖与临床杂志》副总编辑，《中国数字医学》副主编，任 *Digital Medicine*、《解剖学报》《解剖学杂志》等十几个期刊的编委。任中华医学会第六、七届陕西省放射学分会委员、陕西省风湿病学分会委员。为西安医学会医疗事故技术鉴定专家库成员。主编专著2部，即全国第一部《影像断面解剖学》和全国第一部《软组织病影像诊断学》，副主编及参编专著和教材21部。发表论文200余篇。曾荣获美国华盛顿 Adventist 医院医学成就奖一项，陕西省政府科技进步三等奖两项，陕西省卫生厅科技进步二等奖一项，西安市政府科技进步二等奖一项，所获奖项均为第一完成人。承担五、七、八年制影像学教学35年，具有丰富的教学经验，多次获西安交通大学第一附属医院优秀教师称号。研究领域：数字医学的临床研究、重大疾病的影像学研究、影像断面解剖学研究。擅长骨关节肌肉系统和中枢神经系统影像学诊断与研究。

副主编简介



王黎明

王黎明，教授，博士生导师，现任职务：国际数字医学学会（ISDM）副主席、中华医学会数字医学分会常务委员、江苏省数字医学学会主任委员，江苏省卫生法学会副会长、南京骨科学会主任委员、原卫生部内镜培训基地（南京）主任、南京医科大学数字医学研究所所长、南京医科大学附属南京医院骨科研究中心主任、南京医科大学附属南京医院软骨再生中心主任。

目前已培养数十名硕士、博士研究生及2名博士后，具备成熟的教学和指导经验。长期从事骨与软骨组织工程和骨关节炎方面的基础研究和临床工作，主持和参与了两项国家自然科学基金面上项目。作为第一作者或通讯作者在 *AFM*、*Tissue Eng Part A*、*J Biomed Mater Res*、*J BiomaterAppl*、*Cell Tissue Res*、*Arthroscopy*、*J MagnReson Imaging* 等期刊上发表和接收 SCI 论著 19 篇，累计影响因子 52 分。曾获江苏省、南京市科技进步奖和新技术引进奖 10 项，是江苏省“333 工程”、南京市“213”培养人才，被评为 2013 年度第十届南京市“十大科技之星”。



钱庆

钱庆，研究员，博士生导师，现任中国医学科学院医学信息研究所副所馆长，兼任中华医学会医学信息学分会候任主任委员、国家人口与健康科学数据共享平台工程技术中心主任、中华中医药学会中医药信息学分会副主任委员、中国科技情报学会信息技术专业委员会委员、全国信息与标准化技术委员会委员、国家卫生计生委信息化领导小组办公室成员，《医学信息学杂志》主编，《中华医学图书情报杂志》副主任委员，*Journal of Information and Data Science*、《情报工程》《数据分析与知识发现》等期刊编委。

长期从事医学大数据、医学知识组织和智能信息、网络信息系统研究与实践，取得一批重要研究成果。先后主持完成国家卫生计生委、科技部、工程院、世界卫生组织等资助课题 40 余项，发表论文 70 余篇。



方驰华

方驰华，二级教授，主任医师，博士生导师，博士后合作导师。南方医科大学珠江医院肝胆一科主任，广东省数字医学临床工程技术研究中心主任。中华医学会数字医学分会候任主任委员，中国研究型医院学会数字医学临床外科专业委员会主任委员，中国图学学会第七届常务理事，中华医学会外科学分会胆道外科学组委员，国际肝胆胰协会中国分会委员，广东省医师协会外科医师分会、肝胆外科分会副主任委员。《中国微创外科杂志》副主编，《Digital Medicine》副主编，《中华外科杂志》等 15 种期刊编委。主编出版了《数字化肝脏外科学》和《数字化胰腺外科学》。

主持国家自然科学基金重大仪器项目、“十一五”“十二五”国家 863 计划项目、“十三五”国家科技部数字化诊疗设备重点专项等。以第一作者获省部级科技进步一、二等奖 4 项。获中国医师奖、全国卫生系统先进个人、广东省劳动模范、广东省丁颖科技奖、广东省高等学校教学名师、广东省“特支计划”教学名师等。

前言

随着计算机科学技术和信息科学技术在各行各业的广泛应用，人类社会已经跨入了信息社会，进入到了数字化时代。人类科学和技术的最新成果，往往最先被应用于军事和医学。数字化高新技术在医学领域的应用已日趋广泛、不断深入，一个数字医学的新时代已经到来！

数字医学是数字化技术与医学相结合，形成以数字化诊疗为主要内涵的新兴前沿交叉学科，它是信息社会发展进程中应运而生的一个“新生事物”。它不仅使临床诊疗向着精准化、微创化、个性化和远程化的方向快速发展，而且研发出越来越多基于数字化、智能化的医疗装备应用于临床医疗实践，加之数字化医院和数字化医疗卫生网络建设的快速推进，使现代医学实现了一个划时代的跨越。

数字医学事业虽然尚处于初创时期，但它代表着现代医学的发展方向，充满着勃勃生机和无限活力，发展前景无可限量。我国数字医学的起步虽稍晚于西方发达国家，但发展迅速，在某些方面发挥后发优势，甚至后来居上，赶超了世界先进水平，经历了一个从跟跑到并跑的过程，现正处于由并跑向领跑发展的阶段。

在我国一批有志于数字医学事业的科学家的积极倡导、热情支持、躬身实践、大力推动下，第174次、208次“香山科学会议”和中国工程院第11次“工程前沿——数字医学研讨会”在数年内相继召开，为我国数字医学事业的奠基做出了历史性的重大贡献。2011年5月21日，中华医学会数字医学分会正式成立，使我国数字医学事业跨入了一个快速发展的新的历史阶段。2016年5月18日，国际数字医学学会（International Society of Digital Medicine, ISDM）在我国科学家牵头倡导下正式成立，使我国在国际数字医学界享有重要的学术地位。

在数字医学快速发展的形势下，不少医学院校已经或正在准备开设《数字医学》课程。人民卫生出版社及时将本书列入国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材，于2016年年初开始遴选全国高校和科研院所从事数字医学研究的知名专家组成编委会，开始本书的编写工作。经过多次论证，专家们一致认为：由于本书是我国数字医学领域的第一本教科书，因此，除了强调教材的“三基”“五性”外，还必须要具有引领性、前沿性、预见性、权威性，以推动我国数字医学事业的发展。引领性：由于数字医学是信息科学与生命科学交叉融合形成的新的学科领域，虽然国内外在该领域的研究正方兴未艾，但总体尚处于该领域研究的初创时期，因此，本书要阐明数字医学的基本概念、学科领域、研究范围与发展方向、已有的基本理论和基本方法，对数字医学的科学研究和人才培养具有引领作用。前沿性：本书要能反映数字医学领域国内外最新的研究进展，编者要立足于本领域的前沿，结合自己的研究工作，在所著章节中反映国内外最新的研究成果和重要进展。预见性：本书要面向未来、预见发展，指出数字医学研究领域的发展方向，前瞻性地预测可能的突破口，对读者从事数字医学的研究和临床应用具有实际的指导意义。权威性：经过全国范围遴选的编者都是在此交叉学科领域具有相当研究积累和较高学术造诣的知名专家，他们大多是中华医学会数字医学分会的现任领导人和国际数字医学学会（ISDM）的现任执委，能体现当前我国在

此研究领域的最高学术水平。

书名确定为《数字医学概论》，没有确定为《数字医学》，一是因为数字医学是一门崭新的多学科融合的新兴前沿交叉学科，所涉及的学科领域非常广泛，所涉及的理论知识和技术应用极其纷繁，只能择其概要进行介绍；二是其发展和进步可谓日新月异，新的成果、新的方法、新的知识、新的理论、新的名词、新的概念层出不穷，令人目不暇接，难以定格；三是作为课程教材，受学时制约，篇幅有限。

编写过程中，各位编委反复修改文稿和插图，统一编写内容和风格，多数编委都数易其稿，全体编审人员都付出了极大的热情和心血，谭立文编委同时还承担了本书的统稿工作，在此一并表示谢意！

此教材的正式出版发行，是我国数字医学新学科建立的重要标志之一，但由于是新学科、新教材，没有太多的现存资料可供借鉴，各位编者只能以自己的研究方向和研究成果作为写作源泉，在为数不多的可用资料基础上进行大多为原创性的编撰，编写难度可想而知。虽然本书把引领性、前沿性、预见性、权威性作为编写的目标要求，虽然所有作者在各自的研究领域都堪称有较深造诣的专家，但仍摆脱不了历史和知识结构的局限性，唯恐难以让读者满意，不妥和谬误之处在所难免，恳请广大读者不吝赐教，以期在第2版教材的编撰中充实和提高。

张绍祥 刘 军

2017年4月

目录

第一章 绪论

第一节 数字医学的概念与基本内涵 2

第二节 数字医学的基本特征 5

- 一、学科交叉与融合性 5
- 二、数字技术应用的广泛性 6
- 三、数字技术渗透的全面性 6
- 四、数据传输的快捷性 6
- 五、信息选择的多样性 7
- 六、资源共享的便捷性 7
- 七、研究与实践的同步性 8

第三节 数字医学产生的理论与实践基础 8

- 一、产生数字医学的社会因素 9
- 二、产生数字医学的学术因素 11

第四节 数字医学研究与发展现状 17

- 一、数字化人体的研究 18
- 二、数字医疗设备设计与制造 19
- 三、数字医疗技术与应用 19
- 四、数字化医院建设与发展 21

第五节 数字医学的发展趋势 21

- 一、数字医学的基础理论研究和应用基础研究将会在国家层面受到进一步的重视 22
- 二、数字医学的临床应用研究将会掀起前所未有的热潮 22

- 三、数字医疗仪器设备将向着精准化、智能化、人性化、小型化、微无创化、无线网络化方向快速发展 23
- 四、数字医学的发展会催生新的学科群和新的医疗机构、新的管理体制的建立 23
- 五、数字化医院、数字化医疗卫生网络建设及远程诊疗将得到很快发展 23
- 六、数字医学的学术队伍和学术组织会快速发展 24

第二章 数字医学的数学基础

第一节 概述 27

- 一、图像处理概述 27
- 二、图像处理中的数学方法概述 28

第二节 医学图像处理中的数学基础 28

- 一、基本概念 28
- 二、基本数学符号 31
- 三、基本数学知识 31
- 四、统计学基本方法 35

第三节 图像处理的数学方法与建模 37

- 一、图像处理的数学方法简介 37
- 二、数学建模的基本原理 40
- 三、图像分割的数学建模 41
- 四、图像配准的数学建模 45

第四节 深度学习理论在医学图像处理中的应用 49

- 一、概述 49
- 二、基于深度学习的超声甲状腺结节智能诊断 51

第三章

数字医学图像处理与三维重建

第一节 概述 56

第二节 数字医学图像的基础知识与预处理 57

- 一、数字医学图像 57
- 二、数字医学图像预处理 59

第三节 数字医学图像的分割 63

- 一、医学图像分割的基本概念及表达方式 64
- 二、常用医学图像分割方法 65
- 三、医学图像分割在临床和医学研究中的应用 77

第四节 数字医学图像配准 84

- 一、医学图像配准基本概念 85
- 二、医学图像配准基本原理 87
- 三、医学图像配准基本方法 91
- 四、医学图像配准应用实例 94

第五节 数字医学图像的三维重建与可视化 95

- 一、数字医学图像的三维重建 96
- 二、数字医学图像的三维可视化 100

第六节 临床诊断的立体定量评估 109

- 一、定量评估对临床诊断的指导意义 109
- 二、定量评估的基础知识 110
- 三、立体定量评估 117

第四章

数字化虚拟仿真技术及其在医学中的应用

第一节 概述 127

- 一、数字化虚拟仿真的概念 127

- 二、数字化虚拟仿真的必要性 128
- 三、数字化虚拟仿真的历史沿革 130

第二节 虚拟仿真基本技术 134

- 一、数字化虚拟仿真模型构建 135
- 二、数字化虚拟仿真硬件装置 144
- 三、数字化虚拟仿真算法和软件 151
- 四、数字化虚拟仿真系统集成技术 162
- 五、数字化虚拟仿真系统评价技术和规范 163

第三节 虚拟仿真技术在医学实践中的应用 165

- 一、基于医学数字化仿真的手术模拟器系统 166
- 二、基于数字化仿真的医学诊断和治疗系统 172

第五章

数字化人体与数字解剖学

第一节 概述 177

- 一、数字解剖学的特点与优势 177
- 二、数字解剖学的发展 178
- 三、数字解剖学研究的几项关键技术 179
- 四、数字解剖学在医学教育中的应用 183

第二节 数字人 185

- 一、概述 185
- 二、数字人的发展阶段 186
- 三、人体形态结构的数字化 189
- 四、解剖学知识的数字化与建模 199
- 五、数字解剖模型 202

第三节 数字解剖技术 207

- 一、数字解剖断层 207
- 二、虚拟解剖操作 208

第四节 数字解剖的典型应用 209

- 一、数字化脑 210
- 二、数字化肝 213

第五节 数字解剖学教学 215

- 一、数字解剖学教学系统的基本组成 216
- 二、数字解剖学教学理念及其特点 217
- 三、主要的数字解剖学教学系统 218
- 四、数字解剖实验室 219

第六章 数字化影像诊断

第一节 数字化X线影像技术 223

- 一、数字化X线摄影(DR)的诊断应用 223
- 二、数字化X线摄影(DR)的应用展望 226

第二节 CT影像技术 226

- 一、CT后处理技术的诊断应用 227
- 二、CT影像诊断的应用 229
- 三、CT影像的应用展望 238

第三节 数字减影血管造影技术和介入放射学影像技术 238

- 一、数字减影血管造影的诊疗应用 239
- 二、数字技术在介入放射学的诊疗应用 240
- 三、数字减影血管造影和介入放射学技术的应用展望 246

第四节 超声影像技术 246

- 一、数字化超声影像的诊断应用 247
- 二、数字化超声影像新技术及展望 252

第五节 磁共振影像技术 258

- 一、MRI后处理技术的诊断应用 259
- 二、MRI影像诊断的应用 267
- 三、MRI影像的应用展望 271

第六节 核医学影像技术 273

- 一、数字化核医学的诊断应用 273
- 二、数字化核医学的应用展望 282

第七节 分子影像学技术 283

- 一、数字化分子影像学的成像原理 283
- 二、数字化分子影像学的诊断应用 289
- 三、数字化分子影像学的应用展望 293

第七章

数字医学在外科手术中的应用

第一节 概述 297

- 一、计算机辅助外科手术 297
- 二、数字医学在外科手术中的应用 299

第二节 外科疾病三维重建 305

- 一、三维重建技术对外科疾病诊治的意义 305
- 二、医学图像三维重建基本方法 306
- 三、三维重建常见数据来源及方法 307
- 四、三维重建技术在外科疾病的应用 309

第三节 外科疾病3D打印 313

第四节 手术模拟与仿真 313

- 一、手术模拟与仿真系统的研究概况 314
- 二、手术仿真系统的特点和构成 314
- 三、手术仿真系统及其器械的研发 315
- 四、手术模拟与仿真技术的用途 318
- 五、手术模拟与仿真技术的临床应用 319

第五节 手术规划 328

- 一、腹部外科 328
- 二、骨科 336
- 三、颅面外科 337

第六节 手术导航 339

- 一、外科手术导航的概念 339
- 二、手术导航系统的工作原理和基本操作步骤 339
- 三、手术导航系统的分类 341

- 四、手术导航发展历史 342
- 五、手术导航系统在各个领域的应用 344
- 六、外科手术导航的优势与不足 347
- 七、展望与思考 348

第七节 三维可视化技术在乳腺肿瘤诊治中的应用 349

- 一、数字医学在乳腺肿瘤诊断中的应用 350
- 二、数字医学在乳腺肿瘤治疗中的应用 351

第八节 数字医学在整形外科的应用 357

- 一、数字化医学人体测量与美学评估 357
- 二、计算机辅助手术设计与虚拟手术 363
- 三、计算机辅助制造 365
- 四、有限元技术 366
- 五、术中导航与医用机器人 367

第八章 医学 3D 打印

第一节 概述 371

- 一、医学 3D 打印的概念与基本内涵 371
- 二、医学 3D 打印的理论与实践基础 371
- 三、医学 3D 打印的沿革 373

第二节 医学 3D 打印的原理与技术 374

- 一、医学 3D 打印的基本流程 374
- 二、医学 3D 打印的技术分类 375
- 三、医学 3D 打印材料 378

第三节 医学 3D 打印的临床应用 382

- 一、3D 打印解剖模型 382
- 二、3D 打印手术辅助工具 390
- 三、3D 打印个性化辅具 394
- 四、3D 打印内植入物 397
- 五、3D 打印技术在临床应用中的不足 399

第四节 发展趋势与展望 400

- 一、医学 3D 打印技术在工程化组织、器官构建中的发展与应用 400
- 二、医学 3D 打印的技术革新 408
- 三、医学 3D 打印新材料的研发 411

第九章 医用机器人

第一节 概述 418

第二节 医用机器人的分类和技术特点 419

- 一、手术机器人 419
- 二、康复机器人 429
- 三、医院服务机器人 432

第三节 机器人手术的一般工作流程 434

- 一、术前准备 434
- 二、术中操作 435
- 三、术后评估 437

第四节 手术机器人技术研发 438

- 一、图像手术导航技术 438
- 二、手术机器人 441
- 三、机器人控制 445
- 四、手术机器人力觉 446

第五节 未来发展趋势与展望 448

- 一、手术机器人 448
- 二、康复机器人 449
- 三、护理机器人 449
- 四、软体机器人 450
- 五、研究趋势 450

第十章 数字化医疗设备

第一节 数字化医疗设备概述 454

- 一、数字化医疗设备的发展、定义和优势 454
- 二、数字化医疗设备的典型结构与主要特点 455

第二节 X线诊断设备 457

- 一、普通X线机 457
- 二、计算机X线成像设备 461
- 三、数字X线摄影系统 463
- 四、数字减影血管造影设备 465
- 五、X线计算机断层成像设备 467

第三节 磁共振成像设备 474

- 一、磁共振成像基本原理 474
- 二、磁共振成像设备 476
- 三、磁共振成像技术的优缺点及临床应用 477

第四节 核医学影像设备 478

- 一、SPECT成像设备 479
- 二、PET成像设备 481

第五节 超声成像设备 483

- 一、超声成像基本原理 484
- 二、超声成像设备 485
- 三、数字化技术在超声成像设备中的应用 487
- 四、数字超声成像设备的典型结构 489

第六节 医疗可穿戴设备 490

- 一、医疗可穿戴设备概述 490
- 二、医疗可穿戴设备的关键技术及发展 492

第七节 数字化医疗设备展望与发展趋势 494

- 一、数字化医疗设备的未来发展趋势 494
- 二、数字化医疗设备展望 495

第十一章 数字化医院建设

第一节 数字化医院概述 498

- 一、数字化医院内涵 498
- 二、数字化医院构成 498
- 三、数字化医院的发展阶段 499
- 四、数字化医院建设意义和作用 500

第二节 数字化医院组成 500

- 一、电子病历 500
- 二、基于电子病历的医院信息平台建设 502

第三节 数字化医院主要信息系统及其应用 507

- 一、医院管理信息系统 507
- 二、医师工作站 510
- 三、护理信息系统 512
- 四、检验信息系统 513
- 五、医学影像归档与通信系统 516
- 六、药事管理信息系统 519
- 七、手术麻醉信息系统 521
- 八、重症监护信息系统 523

第四节 数字化医院建设面临的挑战和未来发展趋势 524

- 一、数字化医院建设面临的挑战 524
- 二、未来发展趋势 526

第十二章 区域数字化医疗网络建设

第一节 区域数字化医疗网络概述 532

- 一、区域数字化医疗网络概念 532
- 二、区域数字化医疗网络建设目的与意义 532