



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

医用材料概论

主 编 胡盛寿

副主编 奚廷斐 孔德领 王 琳 欧阳晨曦



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

医用材料概论

主 编 胡盛寿

副主编 奚廷斐 孔德领 王 琳 欧阳晨曦

编 委（以姓氏笔画为序）

王 琳 华中科技大学同济医学院附属协和医院
王云兵 国家生物医学材料工程技术研究中心
王友法 武汉理工大学
王春仁 中国食品药品检定研究院
孔德领 南开大学生命科学学院
冯晓明 中国食品药品检定研究院
宁成云 华南理工大学
刘连新 哈尔滨医科大学第一临床医学院
刘国金 武汉杨森生物技术有限公司
刘建民 中国人民解放军海军军医大学第一附属医院
刘祖国 厦门大学医学院
杨 柯 中国科学院金属研究所
肖 苒 中国医学科学院整形外科医院
吴成铁 中国科学院上海硅酸盐研究所
张 旭 天津医科大学口腔医院
张 杰 首都医科大学附属北京天坛医院

张 雷 天津大学化工学院
张德元 先健科技（深圳）有限公司
陈学思 中国科学院长春应用化学研究所
欧阳晨曦 中国医学科学院阜外医院
胡 勇 香港大学李嘉诚医学院
胡盛寿 中国医学科学院阜外医院
敖 强 中国医科大学
徐卫林 武汉纺织大学
奚廷斐 北京大学深圳研究院
黄 楠 西南交通大学
康裕建 四川大学再生医学研究中心
梁兴杰 国家纳米科学中心
蒋 青 南京大学医学院附属鼓楼医院
景在平 全军血管外科研究所
谢 挺 上海交通大学医学院附属第九人民医院
雷 霞 中国人民解放军陆军军医大学第三附属医院
薛 骏 复旦大学附属华山医院

学术秘书 蒲江波 中国医学科学院生物医学工程研究所

图书在版编目 (CIP) 数据

医用材料概论/胡盛寿主编. —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 978-7-117-24754-2

I. ①医… II. ①胡… III. ①生物材料-高等学校-教材
IV. ①R318.08

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 179928 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!

医用材料概论

主 编:胡盛寿

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:北京机工印刷厂

经 销:新华书店

开 本:850×1168 1/16 印张:31

字 数:679 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 978-7-117-24754-2/R·24755

定 价:68.00 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的追求,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）

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



胡盛寿

心血管外科学专家,中国工程院院士。现任国家心血管病中心主任,中国医学科学院阜外医院院长,心血管疾病国家重点实验室主任、国家心血管疾病临床医学研究中心主任,国家“973 项目”首席科学家,“国家杰出青年科学基金”获得者,教育部“创新团队”学科带头人,美国心脏病学会会员,美国胸外科协会会员,法国医学科学院外籍院士,两届中华医学会胸心血管外科分会主任委员、亚洲胸心血管外科医师学会轮值主席。

胡盛寿教授在生物医学工程方面成绩卓著,他发明的 FWII 型轴流泵左心辅助装置完成了中国第一例相关临床实验,目前是中国生物医学工程学会候任理事长。他长期从事心血管外科临床、教学、科研工作,同时也建立了我国冠心病外科微创系列治疗技术,开拓了“复合技术”治疗心血管疾病的新模式;创建我国首个心血管再生医学重点实验室,取得了从心肌细胞再生到心脏移植和人工心脏研制的系列研究成果;创立了主动脉-肺动脉“双根部调转手术(DRT)”,显著提高了我国复杂先天性心脏病治疗方面在国际上的影响力。先后承担了国家“973”项目、“863”项目、“支撑计划项目”等研究课题,以第一完成人获国家科技进步二等奖 2 项、省部级科技进步一等奖 3 项、二等奖 3 项;作为第一作者或通讯作者发表论文 200 余篇,其中 SCI 收录论著 90 余篇。

副主编简介



奚廷斐

研究员,博士生导师。国际生物材料科学与工程 Fellow,卫生部有突出贡献的中青年专家,享受国务院政府特殊津贴,中央组织部联系专家。科技部“十三·五”重点专项“生物医用材料和组织器官修复替代”实施方案编写专家。现兼任中国生物材料学会副理事长(并兼心血管材料分会主任委员),中国生物医学工程学会会员代表委员会主任,中国生物医学工程学报副主编,全国医疗器械生物学评价标准化技术委员会(ISO TC194)顾问(前主任委员),生物电子学国家重点实验室学术委员会委员,国家人体组织功能重建工程技术研究中心工程技术委员会委员,国家医疗保健器具工程技术研究中心第二届工程技术委员会委员,教育部心血管介入治疗技术与器械工程研究中心专家委员会主任委员,上海市骨科内植物重点实验室学术委员会副主任,深圳市人体组织再生与修复重点实验室学术委员会主任。



孔德领

教授,博士生导师。国家杰出青年基金获得者,现任南开大学生命科学学院院长,生物活性材料教育部重点实验室主任,“心血管组织工程”教育部创新团队带头人,入选国家百千万人才工程、国际生物材料科学与工程联合会 Fellow。中国生物医学工程学会常务理事,中国生物材料学会常务理事。

研究方向是心血管生物材料与组织工程。主要开展小口径人工血管、干细胞治疗和相关活性多肽水凝胶研究。主持国家“973”项目课题和国家自然科学基金委重点项目多项。发表 SCI 收录论文 200 余篇,SCI 他引 4000 余次,拥有中国授权发明专利 15 项。获得国家科技进步二等奖、天津市自然科学一等奖和二等奖等多项奖项。



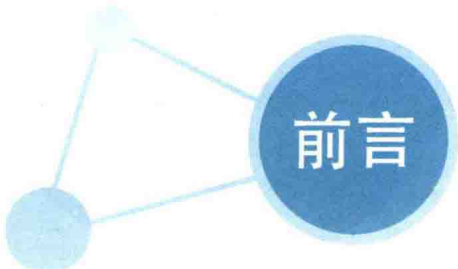
王琳

教授,研究员,博士生导师。现任华中科技大学同济医学院附属协和医院再生医学中心主任,长期致力于再生医学与转化医学研究,研究方向兼具科研和临床转化前景。作为主编、副主编撰写权威医学教材2部,参编美国权威教材;主持国家及省部级科研项目十余项;多次担任国际著名SCI期刊审稿人。现任科技部重点研发专项、中组部千人计划、自然科学基金面上项目评审专家。曾获布朗大学“药学学者”荣誉称号,2012年入选中组部“青年千人”。2014年任中华医学会再生医学分会常委,2015年获“王正国创伤医学创新奖”、“霍英东青年教师奖”。2016年获中国科协“中国青年女科学家”奖,2017年入选科技部“中青年科技创新领军人才”。



欧阳晨曦

硕士生导师。中国医学科学院阜外医院副主任医师,6病区副主任,武汉市第十三届政协委员,中国生物医学工程学会副秘书长,中国管理科学研究院企业管理创新研究所兼职副所长。美国斯坦福大学客座教授,德国“艾伯特”奖学金获得者,曾获德国行医执照。国家创新人才推进计划入选专家,湖北省特聘专家,入选湖北省“百人计划”,武汉市青年联合会委员。国际血管外科协会(ISVS)会员,国际血管联盟(IUA)中国分会青年委员,美国遗传协会会员,美国化学协会会员,中德医学会会员。曾获“国家技术发明二等奖”、“教育部科技进步二等奖”、“2014年度中国十二五重大课题研究成果奖”、“湖北省青年五四奖章”和“湖北省有突出贡献中青年专家”称号,教育部驻外后备干部。担任《亚洲心脑血管病例研究》与《亚洲外科手术病例研究》两本开源国际期刊的主编,以及 *World Journal of Cardiovascular Surgery* 杂志的副主编。



前言

生物医用材料是生物医学工程最核心的领域之一。所有的医疗器械和医疗产品都离不开对材料的研究,针对不同的医疗产品,选择合适的医用材料至关重要。比如对于骨科的医疗器械,很多是以金属材料为主,需要符合高强度,高韧性,耐腐蚀,不易被降解等特点;而心血管的支架,虽然大部分也使用金属材料,但是其产品的要求是要有很好的血液相容性,有一定柔韧度,抗疲劳等特点。

生物医用材料是生物医学工程中涉及学科最广泛的多学科交叉领域,包括无机材料、有机材料、化学、生物学、临床医学、药学、工程学等 10 余种学科。为了编好这本教材,我们聚集了国内在各个相关领域极有造诣的专家,经过多次的集中组稿、编稿和审稿,终于完成国内第一部针对生物医学工程专业本科生的教材。此教材深入浅出,高度浓缩当今生物医用材料领域及医疗器械方面最新知识,不仅适用于本科生的教学,也适用于从事相关领域工作的企业工程师、投资分析师以及科研院所的研究人员作为参考教材。更难得的是该教材还邀请了众多临床医生参与编写,真正做到了医工结合,使教材的内容更贴近临床需求,也使生物医学工程专业的人员对临床的知识有更准确的认识。这本教材也适合于医学本科生,甚至临床医生进行参考和学习,使他们在临床学习和实践中,有针对性地利用有关知识发明创造,以解决临床未解的问题,提高中国医疗创新的整体水平。

此教材整体上分为总论和各论两大部分,总论主要是综合介绍各种能够用于医疗器械的医用材料的特点,包括金属材料、无机非金属材料、高分子材料、磁性材料、纳米材料,以及目前热门的 3D 材料等;接着详细介绍医用材料的评价方法、医用材料的常用改性方法和医用材料的灭菌方法。在各论部分,主要是按照临床学科的分类进行相关医疗材料的介绍,主要涉及心血管科、骨科、眼科、整形科、口腔科、血液净化等主要学科,同时也介绍了一些常规医疗耗材的医用材料。

感谢本书的各位编委都在百忙之中利用业余时间来参编这本著作,限于编写时间和笔者的水平,本书难免有缺陷或偏颇,恳请同行专家、使用本书的师生和其他读者批评指正。

生命现象极其复杂,是在几百万年的进化过程中适应生存需要的结果,生命具有一定的生长、再生、修复和精确调控能力,这是目前所有生物医用材料所无法比拟的。因此,目前的生物医用材料还待我们继续努力发掘和延伸它们的功能,希望学习生物医学工程专业的莘莘学子们,能学好此教材,为人类医学事业的发展作出更大的贡献。

胡盛寿

2017 年 6 月 8 日

目录

第一章 导论

第一节 生物医用材料发展历程 2

第二节 生物医用材料的概念及未来发展方向 3

第二章 医用材料分类

第一节 医用金属材料 8

- 一、医用不锈钢 8
- 二、医用钴基合金 11
- 三、医用钛和钛合金 13
- 四、医用形状记忆合金 14
- 五、医用贵金属 15
- 六、医用钽、铌、锆 16
- 七、生物可降解金属 16
- 八、外科手术器械用金属材料 17
- 九、医用金属材料的发展趋势 18

第二节 无机非金属材料 18

- 一、生物惰性材料 18
- 二、磷酸盐类生物活性材料 20
- 三、硅酸盐类生物活性材料 23
- 四、生物活性玻璃 25

第三节 医用磁性材料 27

- 一、概述 27
- 二、外用磁场治疗 28
- 三、磁性材料在体内组织修复中的应用 29
- 四、磁性纳米粒子在组织工程方面的应用 31
- 五、磁性材料与移植细胞示踪 33
- 六、磁性材料与基因治疗 33
- 七、磁感应热疗介质 34

第四节 医用高分子材料 35

- 一、医用合成高分子材料 36
- 二、医用天然高分子材料 43
- 三、总结和展望 45

第五节 生物医用纺织材料 45

- 一、概述 45
- 二、医用纺织材料分类 47
- 三、医用纺织材料加工方法 47
- 四、医用纺织材料现状及未来发展趋势 51

第六节 生物衍生材料 52

- 一、概述 52
- 二、动物源性生物材料 54
- 三、植物、微生物衍生生物材料 60

第七节 医用纳米材料 62

- 一、纳米材料介绍 62
- 二、纳米材料与组织修复 63
- 三、纳米药物 67

- 四、纳米检测和诊断成像 71
- 五、纳米材料生物安全性 73

第八节 组织工程材料 73

- 一、组织工程基本概念 73
- 二、组织工程应用 81
- 三、组织工程新技术及发展趋势 83

第九节 医用 3D 打印材料 85

- 一、非细胞 3D 打印医用材料 86
- 二、细胞打印医用材料 91
- 三、3D 打印医用新材料和产品 95
- 四、医用 3D 打印材料展望 98

第三章 医用材料的评价方法

第一节 物理性能表征 101

- 一、力学表征方法 101
- 二、疲劳表征方法 102
- 三、表面活性表征方法 103
- 四、颗粒性表征方法 104
- 五、透光性表征方法 105
- 六、MRI 相容性表征方法 105

第二节 化学性能评估 106

- 一、材料的化学组成成分表征 106
- 二、材料溶出物的化学表征 110
- 三、材料的降解特性表征 111
- 四、医疗器械化学物质的允许限量的建立 112

第三节 生物学评价 114

- 一、生物医用材料和机体的相互作用 114
- 二、生物医用材料的生物相容性 115
- 三、生物医用材料生物学评价标准 116

- 四、生物学评价试验选择和评价原则 117
- 五、生物学评价试验中注意的问题 122
- 六、生物相容性评价试验方法 123

第四章 医用材料的改性方法

第一节 金属材料的表面改性 132

- 一、概述 132
- 二、物理方法改性 132
- 三、化学方法改性 138

第二节 高分子材料的改性 145

- 一、概述 145
- 二、物理方法改性 147
- 三、化学方法改性 152
- 四、生物功能化修饰 157
- 五、高分子材料改性在生物医用材料领域的应用 159

第五章 医用材料的灭菌方法

第一节 高压蒸汽灭菌法 163

第二节 环氧乙烷灭菌法 164

第三节 辐照灭菌法 165

第四节 其他灭菌方法 167

- 一、干热灭菌法 167
- 二、臭氧灭菌法 167
- 三、低温等离子体灭菌法 167
- 四、紫外线灭菌法 168
- 五、甲醛蒸气灭菌法 168

六、过滤灭菌法 169

第五节 灭菌用化学和生物指示剂 170

一、化学指示剂 170

二、生物指示剂 170

第六节 生物负载检测和无菌检查 171

一、生物负载检测 171

二、无菌检查 172

第六章 医用材料的临床应用

第一节 心脑血管领域的应用 175

一、人工心脏 175

二、人工心脏瓣膜 184

三、心脏起搏器、心律转复除颤器 192

四、体外循环装置 196

五、冠状动脉支架 200

六、药物洗脱球囊 205

七、人造血管 210

八、血管吻合器 224

九、腔静脉滤器 228

十、周围血管支架 232

十一、心脏封堵器 237

十二、栓塞剂 252

十三、脑血管介入材料 256

第二节 骨科领域的应用 264

一、内固定材料 264

二、人工关节 270

三、人工脊柱材料 279

四、人工骨 282

五、人工韧带 288

六、高分子绷带 290

七、夹板 293

八、负压封闭引流系统 296

第三节 眼科领域的应用 301

一、角膜接触镜 303

二、人工角膜和生物工程角膜 307

三、人工虹膜 311

四、青光眼引流装置 313

五、人工晶状体 315

六、玻璃体植入体 318

七、眶内植入物 321

八、泪道植入物 327

九、眼用缓释材料 331

第四节 整形外科领域的应用 332

一、注射材料 332

二、颅面部植入材料 335

三、乳房假体 338

四、皮肤软组织扩张器 339

五、组织工程技术 342

第五节 口腔科领域的应用 344

一、口腔修复材料 344

二、黏结材料和根管充填材料 354

三、口腔植入材料 358

第六节 非血管内管腔医用材料 362

一、气道支架 362

二、消化道支架 373

三、泌尿系统医用材料 378

第七节 术中常用医用材料的应用 386

一、手术缝线、吻合器、补片 386

二、止血材料 400

三、防粘连材料和组织黏合剂 407

第八节 血液过滤材料 416

- 一、人工肾、肾透析 416
- 二、人工肝 427

第九节 其他常用医用材料 437

- 一、一次性输注器具 437
- 二、皮肤替代物 443
- 三、敷料 451

第十节 新型生物医学传感材料及应用前景 460

- 一、生物传感材料及相关技术的工作原理 460
- 二、生物医学传感技术与材料的发展趋势 461
- 三、新型医用生物传感材料的应用实例 462



第七章 生物医用材料的展望

推荐阅读 469

中英文名词对照索引 471

第一章 导 论



在临床上，各种医疗产品所使用的材料多样而复杂。在二战以前很长一段时间，人类主要使用一些原始的天然材料进行疾病和外伤的处理。在二战以后，一些有想法的外科医生用工业上使用的聚合物或金属来做植入体或医疗器械。这种几乎没有任何政府约束和有据可循的行为，虽然取得了一些显著的效果，但是也不可避免的导致很多失败；但是我们还是要肯定这些有创新意识的医生为人类探索出了很多切实有效的医用材料，给未来医用材料的研究和发展带来了突破性的变革。现在的医用材料检测越来越全面，审评越来越严格，轻易不能在人体试错，这就需要医生们努力寻求和物理学、生物学、材料学等方面的专家共同合作发展，从而诞生一个新的交叉学科——“生物医学工程”。