



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校研究生规划教材 | 供口腔医学类专业用

口腔生物 材料学

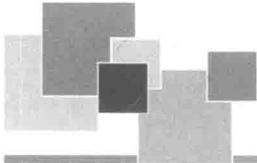
第2版

ORAL

● 主编 孙 皎 ● 副主编 赵信义



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校研究生规划教材 | 供口腔医学类专业用



口腔生物材料学

第2版

主 编 孙 皎

副 主 编 赵信义

编 者 (以姓氏笔画为序)

马 健 (同济大学口腔医学院)

朱 松 (吉林大学口腔医学院)

孙 皎 (上海交通大学口腔医学院)

李 伟 (四川大学华西口腔医学院)

张修银 (上海交通大学口腔医学院)

陈亚明 (南京医科大学口腔医学院)

林 红 (北京大学口腔医学院)

赵信义 (第四军医大学口腔医学院)

编写秘书 刘 昕 (上海交通大学口腔医学院)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

口腔生物材料学/孙皎主编. —2版. —北京:人民
卫生出版社, 2015

ISBN 978-7-117-21803-0

I. ①口… II. ①孙… III. ①口腔科材料-生物
材料-研究生-教材 IV. ①R783.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 282299 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

口腔生物材料学
第 2 版

主 编: 孙 皎

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: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30

字 数: 730 千字

版 次: 2011 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 2 版

2016 年 3 月第 2 版第 1 次印刷(总第 2 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-21803-0/R·21804

定 价: 136.00 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)

出版说明

根据国家社会事业发展对口腔医学人才的需求,以及口腔医学人才培养规律,人民卫生出版社 30 多年来,在全国高等医药教材建设研究会口腔教材评审委员会和教育部口腔医学专业指导委员会的指导和支持下,组织全国口腔医学专家陆续规划编辑出版了口腔医学专业的中职(第 3 版)、高职高专(第 3 版)、本科(第 7 版)、住院医师规范化培训教材(第 1 版)、研究生(第 2 版)共 5 个系列教材,广泛应用于口腔医学教育教学的各个层次和阶段。其中,研究生教材是目前口腔医学教育最高水平的临床培训教材,2010 年出版了第 1 版,深受广大研究生培养单位、研究生导师、研究生以及高级临床医师的欢迎。

国家卫生计生委全国高等院校研究生口腔医学专业“十二五”规划教材即第 2 版口腔医学研究生教材是住院医师规培教材的延续,也是口腔医学专科医师培训教材的雏形,更接近临床专著的水平。第 2 版研究生教材以“引导口腔研究生了解过去,熟悉现在,探索未来”为宗旨,力求对口腔研究生临床能力(临床思维、临床技能)和科研能力(科研思维、科研方法)的培养起到科学的指导作用,着重强调实用性(临床实践、临床科研中用得上)和思想性(启发学生批判性思维、创新性思维)。

本套教材有以下几大特点:

1. 更关注临床型研究生的需求 根据第 1 版教材的调研意见,目前国内临床型研究生所占比例较大,同时学习方向更为细化,因此做了以下调整:①调整品种,如针对临床型研究生的实际需求,将《口腔修复学》拆分为《口腔固定修复学》、《可摘局部义齿修复学》、《全口义齿修复学》;②大幅增加图片数量,使临床操作中的重点和难点更清晰、易懂。

2. 纸质版教材彩图随文,铜版纸印刷 更大程度展现图片中的细节信息。

3. 数字版教材增加视频、动画等 数字版教材同时出版,在纸质版全部内容基础上,充实了更多图片以及大量视频、动画、链接等多媒体形式内容。灵活的形式更符合口腔操作性强的特点。同时,读者购买后可随时在线更新。

4. 编者权威,内容严格把关 本套教材主编均由目前各学科较有影响和威望的资深专家承担。教材编写经历主编人会、编写会、审稿会、定稿会,由参加编写的各位主编、编者对教材的编写进行了多次深入的研讨,使教材充分体现了目前国内口腔研究生教育的成功经验,高水平、高质量地完成了编写任务,确保了教材具有科学性、思想性、先进性、创新性的特点。

5. 教材分系列,内容划分更清晰 本版共包括2个系列17个品种,即口腔基础课系列3种、口腔临床课系列14种。

(1) 口腔基础课系列:主要围绕研究生科研过程中需要的知识,从最初的科研设计到论文发表的各个环节可能遇到的问题展开,为学生的创新提供探索、挖掘的工具与技能。特别注重学生进一步获取知识、挖掘知识、追索文献、提出问题、分析问题、解决问题能力的培养。正确地引导研究生形成严谨的科研思维方式,培养严肃认真的科学态度。

(2) 口腔临床课系列:以临床诊疗的回顾、现状、展望为线索,介绍学科重点、难点、疑点、热点内容,在临床型研究生临床专业技能、临床科研创新思维的培养过程中起到科学的指导作用:①注重学生专科知识和技能的深入掌握,临床操作中的细节与难点均以图片说明;②注重思路培养,提升临床分析问题和解决问题的能力;③注重临床科研能力的启迪,相比上版增加了更多与科研有关的知识点和有研究价值的立题参考。

全国高等院校研究生口腔医学专业 规划教材（第2版）目录

	教材名称	主 编	副主编
基础课系列	口腔分子生物学与口腔实验动物模型(第2版)	王松灵	叶 玲
	口腔颌面部发育生物学与再生医学(第2版)	金 岩	范志朋
	口腔生物材料学(第2版)	孙 皎	赵信义
临床课系列	龋病与牙体修复学(第2版)	樊明文	李继遥
	牙髓病学(第2版)	彭 彬	梁景平
	牙周病学(第2版)	吴亚菲	王勤涛
	口腔黏膜病学(第2版)	周曾同	程 斌
	口腔正畸学(第2版)	林久祥	王 林
	口腔颌面-头颈肿瘤学(第2版)	俞光岩	郭传瑛、张陈平
	正颌外科学(第2版)	王 兴	沈国芳
	口腔颌面创伤外科学(第2版)	李祖兵	张 益
	唇腭裂与面裂畸形(第2版)	石 冰	马 莲
	牙及牙槽外科学(第2版)	胡开进	潘 剑
	口腔种植学(第2版)	刘宝林	李德华、林 野
	口腔固定修复学★	于海洋	蒋欣泉
	可摘局部义齿修复学★	陈吉华	王贻宁
	全口义齿修复学★	冯海兰	刘洪臣

★:新增品种

全国高等学校口腔医学专业 第五届教材评审委员会名单

名誉主任委员

樊明文 武汉大学

王 兴 北京大学

主任委员

周学东 四川大学

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王松灵 首都医科大学

赵铤民 第四军医大学

张志愿 上海交通大学

郭传琨 北京大学

张连云 天津医科大学

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁仲鹏 昆明医科大学

孙宏晨 吉林大学

马 敏 宁夏医科大学

吴补领 南方医科大学

王 林 南京医科大学

何家才 安徽医科大学

王 洁 河北医科大学

余占海 兰州大学

王佐林 同济大学

余优成 复旦大学

王建国 南开大学

谷志远 浙江中医药大学

王慧明 浙江大学

宋宇峰 贵阳医学院

牛卫东 大连医科大学

周 洪 西安交通大学

牛玉梅 哈尔滨医科大学

周 诺 广西医科大学

毛 靖 华中科技大学

郑立舸 四川医科大学

邓 锋 重庆医科大学

赵 今 新疆医科大学

卢 利 中国医科大学

胡勤刚 南京大学

边 专 武汉大学

徐 欣 山东大学

朱洪水 南昌大学

唐 亮 暨南大学

刘建国 遵义医学院

麻健丰 温州医科大学

刘洪臣 解放军总医院

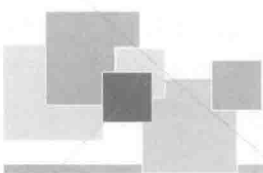
程 斌 中山大学

闫福华 福建医科大学

阙国鹰 中南大学

秘 书

于海洋 四川大学



2 版前言



随着现代医学、生物学和材料学的迅猛发展,生命科学与材料科学相互渗透所形成的生物医用材料学已被列为《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》重点领域“人口与健康”中优先发展的主题之一。毫无疑问,口腔作为人体重要的组织器官在临床诊断和治疗中始终离不开材料,而这些无生命的材料用于修复或替代口腔病(缺)损组织或器官以增进某种功能时即称为口腔生物材料。口腔生物材料学是生物医用材料学科的重要组成部分。生物医用材料领域中的任何新突破、新技术、新发现、新进展都会直接影响、引领或推动口腔生物材料的发展。

口腔生物材料几乎渗透到口腔临床医学的各个领域,学习口腔生物材料学的相关理论,了解其研究与应用的国内外发展动态,熟悉材料的基本分析与检测技术将有助于理解、解释和解决临床上遇到的一些问题。作为口腔专业的研究生,本科阶段所学的口腔材料学知识尚不能完全满足蓬勃发展的口腔临床和科研工作的需要。为了更好地给口腔专业的研究生提供当今比较前沿的口腔生物材料的相关信息,进一步拓展研究生的知识面,帮助研究生掌握和运用生物材料领域的新理论和新技术,引导研究生在自己所从事的专业领域中的创新性思维,启发研究生去发现材料与临床结合的切入点,并运用材料学的知识去解决临床应用中的难题,使研究生尽快适应现代口腔医学发展的需要,我们编写了这本教材。

本书内容包括口腔生物材料的研究进展以及口腔生物材料的分析与检测方法两大部分。第一部分共分九章,其中第一章简要阐述了与口腔生物材料生物相容性相关的一些基本知识、研究方法及研究动态;第二章至第五章对目前与临床应用和研究紧密相关的复合树脂充填材料、根管充填材料、盖髓材料、口腔粘接材料、全瓷修复材料、树脂修复材料、金属修复材料和牙齿防龋材料进行了介绍,重点探讨其应用现状、存在问题、研究热点和发展趋势;第六章至第八章分别围绕口腔颌面部植入材料、口腔生物可降解材料和组织工程支架材料、口腔纳米材料与技术这三大类覆盖应用面广、知识较新、发展较快速的领域,着重叙述其基础知识以及相关的研究进展;第九章简要介绍口腔生物材料市场准入所属领域——口腔医疗器械的相关标准及法规。第二部分共分七章,系统介绍口腔生物材料的各种分析与检测方法以及相应的参考标准,内容主要包括:材料组成成分分析、表面分析、物理与化学性能测试、机械性能测试、应用性能测试、粘接性能测试、生物学评价与试验等。

作为口腔医学的研究生教材,本书结合研究生科学研究的特点,选择近年来口腔临床和

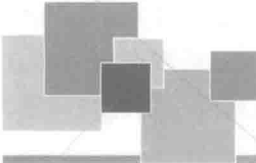
科研中重点发展的口腔生物材料,有目的地补充本科阶段缺乏的、研究生科研需要掌握的知识点,提供适用于口腔生物材料研究及其表征、性能检测方面的分析测试技术和方法,特别是针对不同口腔专业的学生,通过凝练相关领域材料应用或研究中的瓶颈问题,为学生提供科研立题的参考思路。

本教材不仅适用于口腔医学(包括科研型和临床型)专业的硕士生和博士生在读期间的教材,而且可作为口腔医学博士后研究者、临床科研工作者在科研立题和研究中的参考。同时,还为从事生物医学材料研究的学者们拓宽应用领域、寻求与口腔医学的结合点,提供学科交叉的新思路。

本教材为第2版,在第1版的基础上根据学科的最新发展动态,补充和更新了相关的知识点,希望能使读者受益,更期待能得到各位前辈、老师、同行和学生批评指正。

孙 皎

2016年1月



1 版前言



随着现代医学、生物学和材料学的迅猛发展,生命科学与材料科学相互渗透所形成的生物医用材料学已列为《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》重点领域“人口与健康”中优先发展的主题之一,毫无疑问,口腔作为人体重要的组织器官在临床诊断和治疗中始终离不开材料,而这些无生命的材料用于修复或替代口腔病(缺)损组织和器官或增进某种功能时即称为口腔生物材料,口腔生物材料学是生物医用材料学科的重要组成部分。在生物医用材料领域中的任何新突破、新技术、新发现、新进展都会直接影响、引领或推动口腔生物材料的发展。

口腔生物材料几乎渗透到口腔临床医学的各个领域,学习口腔生物材料学的相关理论、了解其研究与应用的国内外发展动态、熟悉材料的基本分析与检测技术将有助于解释和解决临床上遇到的一些问题。作为口腔专业的研究生,由于本科阶段所学的口腔材料学知识尚不能完全满足蓬勃发展的口腔临床和科研工作的需要,为了更好地给学生提供当今比较前沿的口腔生物材料领域的相关信息,进一步拓展研究生的知识面,帮助学生掌握和运用生物材料领域的新理论和新技术,引导研究生在自己所从事的专业领域中的创新性思维,启发学生去发现材料与临床结合的切入点,并运用材料学的知识去解决临床应用中的难题,使学生尽快适应现代口腔医学发展的需要。为此,编写了这本教材。

本书内容包括口腔生物材料的研究进展以及口腔生物材料的分析与检测方法两大部分。第一部分共分九章,其中第一章简要阐述与口腔生物材料生物相容性相关的一些基本知识和研究动态;第二至第五章选择目前与临床应用和研究紧密相关的复合树脂充填材料、根管充填材料、盖髓材料、口腔粘接材料、全瓷修复材料、增强树脂材料、金属材料 and 牙齿预防材料,重点探讨其应用现状、存在问题、研究热点和发展趋势;第六至第八章分别围绕口腔颌面部植入材料、口腔生物可降解和组织工程支架材料、口腔纳米材料与技术这三大类覆盖应用领域相对较广、知识较新、发展较快速的领域,着重叙述其基础知识以及相关的研究进展;第九章简要介绍口腔生物材料市场准入所归属的领域——口腔医疗器械的标准及法规。第二部分共分七章,主要是较系统地介绍口腔生物材料的各种分析与检测方法以及相应的参考标准,内容包括:材料组成成分分析、表面分析、物理与化学性能测试、机械性能测试、应用性能测试、粘接性能测试、生物学评价与试验等。

作为口腔医学的研究生教材,本书立足于结合研究生科学研究的特点,选择近年来口腔

临床和科研中重点发展的口腔生物材料,有目的地补充本科阶段缺乏的、研究生科研需要掌握的知识点,提供适用于口腔生物材料研究及其表征、性能检测方面的分析测试技术和方法,特别是针对不同口腔专业的学生,通过凝练目前该领域材料应用或研究中的瓶颈问题,为学生提供科研立题的参考思路。

本书不仅适用于口腔医学(包括科研型和临床型)专业的硕士生和博士生在读期间的教材,而且也适用于口腔医学博士后研究者、临床科研工作者在科研立题和研究过程中的参考。同时,更希望此书能为从事生物医学材料的学者们拓宽其应用领域、寻求与口腔医学的结合点提供学科交叉的思路。

由于本教材为首版,受学识、才能、知识面、经验、阅历和时间等方面的局限,书中难免存在不妥之处,敬请各位前辈、老师和同仁批评指正。

孙 皎

2010年6月

目 录

绪论	1
第一节 生物医用材料的发展对口腔生物材料的影响	1
第二节 口腔生物材料学与口腔医学的关系	2
第三节 口腔生物材料学的特性	3
第四节 口腔生物材料面临的挑战	3
第一章 口腔生物材料生物相容性的研究进展	6
第一节 口腔生物材料与机体组织细胞界面的关系	6
一、材料与细胞界面的关系	6
二、种植体与组织界面的关系	11
三、影响材料与组织细胞界面结合的相关因素	13
四、科研立题思考	19
第二节 口腔生物材料与机体组织的相互作用	20
一、材料对口腔组织的影响	20
二、材料对全身组织的影响	27
三、机体环境对材料的影响	29
四、科研立题思考	34
第三节 口腔生物材料的生物相容性研究方法	34
一、细胞水平	34
二、分子水平	37
三、整体动物水平	42
四、科研立题思考	44
第二章 牙体牙髓病治疗用材料的研究进展	46
第一节 复合树脂的研究进展	46
一、种类与现状	46
二、研究热点	51
三、存在问题与展望	60
四、科研立题参考	62

第二节 根管充填材料的研究进展	63
一、种类与现状	63
二、研究热点	69
三、存在问题与展望	72
四、科研立题参考	73
第三节 盖髓材料的研究进展	73
一、种类与应用现状	74
二、研究热点	76
三、存在问题与展望	82
四、科研立题参考	83
第三章 口腔粘接材料的研究进展	85
第一节 牙体充填修复用粘接剂的研究进展	85
一、应用现状	85
二、研究热点	98
三、存在问题与展望	102
四、科研立题参考	103
第二节 固定修复体粘接剂的研究进展	103
一、应用现状	103
二、研究热点	115
三、存在问题与展望	116
四、科研立题参考	117
第三节 正畸托槽粘接剂的研究进展	117
一、应用现状	117
二、研究热点	122
三、存在的问题及展望	122
四、科研立题参考	124
第四章 义齿修复材料的研究进展	127
第一节 全瓷修复材料的研究进展	127
一、应用现状	127
二、研究热点	131
三、存在问题与展望	138
四、科研立题参考	139
第二节 树脂修复材料的研究进展	140
一、应用现状	140
二、研究热点	146
三、存在问题与展望	154
四、科研立题参考	155

第三节 金属修复材料的研究进展	155
一、应用现状	155
二、研究热点	156
三、存在问题与展望	164
四、科研立题参考	165
第五章 牙齿防龋材料的研究进展	169
第一节 局部用氟化物防龋材料的研究进展	169
一、应用现状	169
二、研究热点	172
三、存在问题与展望	173
四、科研立题参考	175
第二节 窝沟封闭剂的研究进展	175
一、应用现状	175
二、研究热点	178
三、存在问题与展望	180
四、科研立题参考	181
第三节 釉质早期龋渗透封闭材料	182
一、应用现状	182
二、研究热点	183
三、存在问题与展望	184
四、科研立题参考	185
第六章 口腔颌面部植入材料的研究进展	187
第一节 骨植入材料的研究进展	188
一、应用现状	188
二、研究热点	199
三、存在问题与展望	214
四、科研立题参考	217
第二节 软组织植入材料	217
一、应用现状	217
二、研究热点	222
三、存在问题与展望	226
四、科研立题参考	228
第三节 牙种植体材料的研究进展	228
一、应用现状	228
二、研究热点	232
三、存在问题与展望	236
四、科研立题参考	238

第七章 口腔生物可降解和组织工程支架材料的研究进展	241
第一节 口腔生物可降解材料的降解机制、生物学反应及应用现状	241
一、降解机制及影响降解的因素	241
二、生物降解反应与评价	246
三、口腔生物可降解材料的应用与研究现状	251
第二节 组织工程支架材料的种类、要求与特性	252
一、高分子类组织工程支架材料	253
二、无机类组织工程支架材料	261
三、支架材料的要求、表面性状对细胞行为的影响	264
第三节 口腔组织工程支架材料的研究热点、问题与展望	269
一、研究热点	269
二、存在问题与展望	278
三、科研立题参考	280
第八章 纳米材料与技术的研究进展	284
第一节 概述	284
一、纳米材料与纳米技术的概念	284
二、纳米材料的特殊效应	285
三、常用纳米材料的制备方法	286
四、纳米材料在生物医药中的应用	288
第二节 纳米材料的生物学效应	291
一、纳米材料对细胞和组织再生的作用及抗肿瘤作用	291
二、纳米材料的抗菌作用	295
三、纳米材料的生物安全性	297
四、科研立题参考	300
第三节 口腔纳米材料和技术的研究进展	300
一、应用现状	300
二、研究热点	305
三、存在问题与展望	310
四、科研立题参考	313
第九章 口腔医疗器械的管理、标准及法规	315
第一节 国内外口腔医疗器械的标准及管理	315
一、医疗器械的管理和法规	315
二、标准化及标准	317
三、国际及国外口腔医疗器械标准化组织和标准	319
四、我国口腔医疗器械标准化组织和标准	322
第二节 口腔医疗器械的临床研究与评价	325
一、医疗器械临床研究的法规	325

二、临床试验注意事项	326
第三节 口腔材料产品注册检验及申报	328
一、口腔材料注册检验	328
二、口腔材料产品注册申报	329
第四节 口腔医疗器械不良事件监测和召回	331
一、医疗器械再评价和不良事件的监督管理	331
二、口腔医疗器械不良事件报告注意事项	332
三、我国医疗器械召回制度	334
第十章 材料组成成分分析方法	336
第一节 红外光谱分析	336
一、红外吸收光谱的基本原理	336
二、分析与检测方法介绍	336
三、口腔生物材料的应用及注意事项	338
第二节 激光拉曼光谱法	338
一、激光拉曼光谱的基本原理	338
二、分析与检测方法介绍	339
三、口腔生物材料的应用及注意事项	340
第三节 磁共振波谱法	340
一、磁共振的基本原理	340
二、分析与检测方法介绍	340
三、口腔生物材料的应用及注意事项	341
第四节 色谱分析	342
一、色谱分析的基本原理	342
二、分析与检测方法介绍	342
三、口腔生物材料的应用及注意事项	344
第五节 质谱法	344
一、质谱分析的基本原理	344
二、分析与检测方法介绍	345
三、口腔生物材料的应用及注意事项	346
第十一章 材料表面分析方法	347
第一节 光学显微分析	347
一、光学显微分析基本原理	347
二、分析与检测方法介绍	348
三、口腔生物材料的应用及注意事项	349
第二节 扫描电子显微镜	350
一、电子束与固体样品相互作用时产生的物理信号	350
二、扫描电子显微镜的工作原理	351

三、扫描电子显微镜的样品制备	351
四、口腔生物材料的应用及注意事项	352
五、扫描电镜类型介绍	352
第三节 原子力显微镜	353
一、原子力显微镜基本原理	353
二、测试方法介绍	353
三、口腔生物材料的应用及注意事项	354
第四节 电子探针 X 射线显微分析	355
一、电子探针的工作原理	355
二、电子探针仪的测试方法介绍	356
三、口腔生物材料的应用及注意事项	356
第五节 俄歇电子能谱分析	357
一、俄歇电子能谱分析的工作原理	357
二、俄歇电子能谱分析的测试方法介绍	357
三、口腔生物材料的应用及注意事项	358
第六节 X 射线衍射分析	358
一、X 射线衍射分析的工作原理	359
二、X 射线衍射分析的测试方法介绍	359
三、口腔生物材料的应用及注意事项	360
第七节 透射电子显微镜分析方法	361
一、透射电子显微镜的工作原理	361
二、透射电子显微镜的样品制备	361
三、口腔生物材料的应用及注意事项	362
第十二章 材料物理与化学性能测试方法	364
第一节 物理性能测试方法	364
一、X 射线阻射性	364
二、光学性能	365
三、粗糙度	366
四、镜面光泽	366
五、颜色测试方法和颜色稳定性评价方法	367
六、线膨胀系数与尺寸稳定性	368
七、表面张力和接触角	369
八、吸水值和溶解值	370
第二节 化学性能测试方法	370
一、耐老化性能测定	370
二、金属材料耐腐蚀性能测定	371
第十三章 材料机械性能测试方法	373