



卫生部“十一五”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

● 主 编 孙 皎

● 副主编 赵信义



人民卫生出版社

卫生部“十一五”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

 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. —北京: 人民卫生出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-117-13771-3

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 (2010) 第 234138 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

口腔生物材料学

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: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24 插页: 1

字 数: 614 千字

版 次: 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-13771-3/R·13772

定 价: 41.00 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销售中心联系退换)

口腔医学研究生规划教材

出版说明

为培养高素质、高水平、高创新能力的口腔医学人才，推动我国口腔医学研究生教育的规范、全面、创新性发展，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教育教学指导委员会的主动建议、积极支持和大力推动下，卫生部教材办公室自2006年起，就口腔医学研究生教材的学科定位、学制标准、培养目标、课程设置、学时安排、教材品种等事宜，广泛征求各高校研究生院（处）、口腔研究生导师、研究生的意见和建议，并向全国25个省市40多所具有招收口腔研究生硕士、博士资格的院系和具有招收七年制、八年制口腔医学长学制资格的院校发函调研，在认真、全面调研和充分论证的基础上，规划并组织编写了这套全国高等学校口腔医学研究生规划教材。

本套教材在内容上，突破了传统应试教育教材系统、全面的特点，紧紧围绕研究生的培养目标，根据学生的研究方向来撰写，以“引导口腔研究生了解过去，熟悉现在，探索未来”为宗旨，编写中要求对口腔研究生科研能力（科研思维、科研方法）和临床能力（临床思维、临床技能）的培养起到导航的作用，着眼学生进一步获取知识、挖掘知识、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。

全套教材包括了2个系列：口腔基础课系列4种，口腔临床课系列11种。口腔基础课系列主要围绕研究生科研过程中需要的知识，及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，不仅是本领域研究现状和最新进展的全面总结，内容与国际接轨，体现国内外前沿学术思想，而且提示了相关研究领域的科研方向和选题，使得广大研究生可以直接接触到本领域最新的研究方向和研究思路，了解前沿专家的科研思路，从而在巨人的肩膀上更进一步。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。通过学科历史演变中对具有转折意义的诊疗理论、技术或方法探索过程的



回顾，目前诊疗中的困惑、局限与不足以及诊疗中应注意的问题等现状的分析，以及临床研究热点、发展趋势的展望来探索新的解决问题的切入点，拓展创新思维，启迪科研灵感，激发研究兴趣，培养临床思辨能力。

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。教材编写经过主编人会、编写会、审稿会、定稿会等过程。参加编写的各位主编、编者对教材的编写进行了深入的研讨，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。

口腔医学研究生规划教材目录

口腔基础课系列

口腔分子生物学与口腔实验动物模型	主编	王松灵	副主编	边 专
口腔生物化学与技术	主编	李 伟	副主编	孙宏晨
口腔颌面发育生物学与再生医学	主编	金 岩	副主编	王松灵
口腔生物材料学	主编	孙 皎	副主编	赵信义

口腔临床课系列

龋病学	主编	周学东	副主编	梁景平	
牙髓病学	主编	彭 彬	副主编	凌均策	
口腔黏膜病学	主编	周曾同			
牙周病学	主编	王勤涛	副主编	吴亚菲	章锦才
口腔修复学	主编	巢永烈	副主编	陈吉华	朱智敏
口腔正畸学	主编	林久祥	副主编	许天民	赵志河 丁 寅
口腔颌面 - 头颈肿瘤学	主编	邱蔚六	副主编	张志愿	俞光岩
口腔颌面创伤外科学	主编	李祖兵	副主编	张 益	刘彦普
正颌外科学	主编	胡 静	副主编	沈国芳	
唇腭裂与面裂畸形	主编	马 莲	副主编	石 冰	王国民
口腔种植学	主编	刘宝林	副主编	林 野	李德华

全国高等学校口腔医学专业
第三届教材评审委员会

名誉主任委员 张震康

主任委员 樊明文

委员 (以姓氏笔画为序)

王松灵 孙宏晨 张志愿 周学东

俞光岩 赵铤民 傅民魁

秘书 边 专

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

第一部分 口腔生物材料的研究进展

绪论	3
第一节 概述	3
一、生物医用材料的发展对口腔生物材料的影响力	3
二、口腔生物材料学与口腔医学的关系	4
三、口腔生物材料学的特性	4
四、口腔生物材料面临的挑战	5
第二节 国外口腔生物材料近 10 年的发展	6
一、复合树脂	6
二、全瓷材料	7
三、钛与钛合金	7
四、牙本质粘接剂	8
五、骨修复材料	8
第三节 我国口腔生物材料近 10 年的发展	9
一、材料研制与改性研究	9
二、材料的性能研究	10
三、材料的标准化	12
四、材料的市场准入	12
第一章 口腔生物材料生物相容性相关的研究进展	15
第一节 口腔生物材料与机体组织界面的关系	15
一、界面的基本理论与结合方式	15
二、材料与细胞界面的关系	17
三、界面与生物力学的关系	20
第二节 口腔生物材料与机体组织相互作用的关系	22
一、材料设计与组织生长的关系	22
二、材料与局部细胞组织反应的关系	25
三、材料与全身反应的关系	26
第三节 口腔组织对不同修复材料的生物学反应	28

一、牙髓组织对修复材料的反应.....	28
二、口腔软组织对修复材料的反应.....	30
三、骨和软组织对植入材料的反应.....	31
第二章 牙体牙髓病治疗用材料的研究进展.....	34
第一节 复合树脂的研究进展.....	34
一、种类与现状.....	34
二、研究热点.....	36
三、存在问题与展望.....	44
四、科研立题参考.....	46
第二节 根管充填材料的研究进展.....	46
一、种类和现状.....	46
二、研究热点.....	52
三、存在问题与展望.....	54
四、科研立题参考.....	55
第三节 盖髓材料的研究进展.....	55
一、种类与应用现状.....	56
二、研究热点.....	57
三、存在问题与展望.....	61
四、科研立题参考.....	62
第三章 口腔粘接材料的研究进展.....	64
第一节 牙体充填修复用粘接剂的研究进展.....	64
一、牙齿粘接剂的研究发展状况.....	64
二、存在的问题.....	76
三、研究趋势.....	77
四、科研立题参考.....	79
第二节 固定修复体粘接剂的研究发展状况.....	80
一、金属修复体粘接剂发展状况.....	80
二、陶瓷粘接剂发展状况.....	85
三、存在的问题及研究趋势.....	89
四、科研立题参考.....	90
第三节 正畸用粘接剂的研究进展.....	90
一、种类、组成及性能特点.....	90
二、存在的问题及研究趋势.....	94
三、科研立题参考.....	96

第四章 义齿修复材料的研究进展	98
第一节 全瓷修复材料的应用与研究进展	98
一、全瓷材料的增韧机制及其研究进展	98
二、全瓷材料的成型工艺及应用特点	103
三、全瓷修复技术存在的问题和研究进展	106
四、科研立题参考	106
第二节 增强树脂的应用与研究进展	107
一、树脂增强的方式及其机制	107
二、围绕填料的研究进展	111
三、问题与展望	116
四、科研立题参考	117
第三节 金属材料表面改性技术的研究进展	118
一、金属表面改性的技术及其特性	118
二、金属材料修复的缺陷及解决思路	124
三、研究趋势	125
四、科研立题参考	125
第五章 牙齿防龋材料的研究进展	127
第一节 局部用氟化物防龋材料的研究进展	127
一、局部用氟化物防龋材料作用机制	127
二、常用局部用氟化物防龋材料	127
三、科研立题参考	132
第二节 窝沟封闭剂的研究进展	132
一、树脂基窝沟封闭剂	132
二、玻璃离子基窝沟封闭剂	134
三、目前存在的问题及发展趋势	135
四、科研立题参考	136
第三节 釉质早期龋渗透封闭材料	137
一、发展概况	137
二、存在的问题及研究趋势	138
三、科研立题参考	139
第六章 口腔颌面部植入材料的研究进展	141
第一节 骨组织植入材料的研究进展	142
一、无机非金属骨植入材料	142
二、金属或合金骨植入材料	151
三、其他骨植入材料	156

四、科研立题参考	161
第二节 软组织植入材料的研究进展	161
一、引导组织再生修复材料	161
二、颌面部皮下软组织缺损或凹陷修复材料	165
三、颌面部皮肤或黏膜缺损修复材料	167
四、科研立题参考	170
第三节 牙种植体材料的研究进展	171
一、牙种植体材料的基本要求与种类	171
二、钛与钛合金种植体表面性状及其与骨结合的关系	172
三、牙种植体的研究热点	177
四、科研立题参考	179
第七章 口腔生物可降解和组织工程支架材料的研究进展	181
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	181
一、降解机制及影响降解的因素	181
二、生物降解反应与评价	186
三、口腔生物可降解材料的应用与研究现状	190
第二节 口腔组织工程支架材料的种类、要求与特性	192
一、高分子类组织工程支架材料	192
二、无机类组织工程支架材料	199
三、支架材料的要求及表面性状对细胞黏附的影响	202
第三节 口腔组织工程支架材料的研究热点、问题与展望	205
一、研究热点	205
二、问题与展望	208
三、科研立题参考	209
第八章 口腔纳米材料与技术的研究进展	211
第一节 纳米材料与技术的基础知识及技术体系	211
一、纳米材料与技术的概念及效应	211
二、口腔纳米材料与技术体系	214
三、口腔纳米材料的设计与性能	214
第二节 口腔纳米材料的生物学效应	218
一、纳米材料与口腔组织和细胞	218
二、纳米材料与口腔细菌	221
三、纳米材料的生物安全性	222
四、科研立题参考	223
第三节 纳米材料与技术在口腔医学中的研究进展	223

一、口腔实用纳米材料的研究进展	223
二、口腔实用纳米技术的研究进展	229
三、口腔纳米材料与技术的展望	231
四、科研立题参考	231
第九章 口腔医疗器械的标准及法规	234
第一节 国内外口腔医疗器械的标准及管理	234
一、医疗器械的管理和法规	234
二、标准化及标准	236
三、国际及国外口腔医疗器械标准化组织和标准	237
四、我国口腔医疗器械标准化组织和标准	240
第二节 口腔医疗器械的临床研究	243
一、医疗器械临床研究的法规	243
二、临床研究注意事项	244
第三节 口腔材料产品注册检验及申报	245
一、口腔材料注册检验	245
二、口腔材料产品注册申报	245
第四节 口腔医疗器械不良事件监测	247
一、医疗器械再评价和不良事件的监督管理	247
二、口腔医疗器械不良事件报告注意事项	248

第二部分 口腔生物材料的分析与检测方法

第十章 材料组成成分分析方法	253
第一节 红外光谱分析	253
一、红外吸收光谱的基本原理	253
二、分析与检测方法介绍	253
三、口腔生物材料的应用及注意事项	254
第二节 激光拉曼光谱法	255
一、激光拉曼光谱的基本原理	255
二、分析与检测方法介绍	255
三、口腔生物材料的应用及注意事项	256
第三节 磁共振波谱法	257
一、磁共振的基本原理	257
二、分析与检测方法介绍	257
三、口腔生物材料的应用及注意事项	258
第四节 色谱分析	258

一、色谱分析的基本原理.....	258
二、分析与检测方法介绍.....	259
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	260
第五节 质谱法.....	260
一、质谱分析的基本原理.....	261
二、分析与检测方法介绍.....	261
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	262
第十一章 材料表面分析方法	263
第一节 光学显微分析.....	263
一、光学显微分析基本原理.....	263
二、分析与检测方法介绍.....	264
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	265
第二节 扫描电子显微镜.....	265
一、电子束与固体样品相互作用时产生的物理信号.....	266
二、扫描电子显微镜的工作原理.....	267
三、扫描电子显微镜的样品制备.....	267
四、口腔生物材料的应用及注意事项.....	267
五、扫描电镜类型介绍.....	268
第三节 原子力显微镜.....	269
一、原子力显微镜基本原理.....	269
二、测试方法介绍.....	269
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	270
第四节 电子探针 X 射线显微分析.....	270
一、电子探针的工作原理.....	270
二、电子探针仪的测试方法介绍.....	271
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	272
第五节 俄歇电子能谱分析.....	272
一、俄歇电子能谱分析的工作原理.....	272
二、俄歇电子能谱分析的测试方法介绍.....	273
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	273
第六节 X 射线衍射分析.....	274
一、X 射线衍射分析的工作原理.....	274
二、X 射线衍射分析的测试方法介绍.....	274
三、口腔生物材料的应用及注意事项.....	275
第七节 透射电子显微镜分析方法.....	276
一、透射电子显微镜的工作原理.....	276

二、透射电子显微镜的样品制备	276
三、口腔生物材料的应用及注意事项	277
第十二章 材料物理与化学性能测试方法	278
第一节 物理性能测试方法	278
一、X射线阻射性	278
二、光学性能	279
三、粗糙度	280
四、镜面光泽	280
五、颜色测试方法和颜色稳定性评价方法	280
六、线膨胀系数与尺寸稳定性	281
七、表面张力和接触角	282
八、吸水值和溶解值	283
第二节 化学性能测试方法	283
一、耐老化性能测定	283
二、金属材料耐腐蚀性能测定	284
第十三章 材料机械性能测试方法	286
第一节 力学性能测试方法	286
一、概述	286
二、力学性能测试原理及方法	286
第二节 硬度测试	293
一、概述	293
二、常用的硬度测试方法	293
第三节 耐磨耗性能测试	296
一、概述	296
二、影响磨耗的因素	296
三、常用口腔材料及牙齿磨耗测量方法	296
第十四章 材料应用性能测试方法	299
第一节 树脂及水门汀类材料操作性能测试方法	299
一、工作时间	299
二、固化时间	300
三、固化深度	302
四、对环境光线的敏感性	303
五、薄膜厚度	304
六、充填性能	304

七、抛光性能·····	305
第二节 印模和模型材料的复制性能测试方法·····	306
一、印模材料的细节再现性·····	307
二、与其他材料的配伍性和复制再现性·····	309
第三节 合金的铸造性能测试方法·····	309
一、合金的充型能力·····	310
二、合金的收缩·····	310
三、铸造缺陷·····	311
第十五章 材料粘接性能测试方法·····	315
第一节 粘接强度测定方法·····	315
一、粘接强度的概念及测试要求·····	315
二、拉伸粘接强度·····	316
三、剪切粘接强度·····	321
四、剥离粘接强度·····	325
第二节 粘接界面人工老化方法·····	327
一、冷热循环·····	327
二、长期浸泡·····	327
三、外加载荷·····	328
第三节 边缘密合性测试方法·····	330
一、渗漏法·····	330
二、电阻测定法·····	334
三、光学显微镜观察法·····	335
四、扫描电镜观察法·····	337
第十六章 生物学评价与试验方法·····	340
第一节 生物学评价与试验·····	340
一、生物学评价的流程·····	340
二、生物学评价试验的基本原则·····	341
三、生物学评价试验的样品制备要求·····	342
第二节 体外细胞毒性试验·····	343
一、概述·····	343
二、琼脂扩散试验·····	344
三、滤膜扩散试验·····	344
四、其他试验·····	345
第三节 迟发型超敏反应试验·····	345
一、概述·····	345