

新材料与应用技术丛书

NEW MATERIALS AND APPLIED TECHNOLOGY

新型 高分子材料

马光辉 苏志国 主编



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

新材料与应用技术丛书

新型高分子材料

马光辉 苏志国 主编

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

新型高分子材料/马光辉,苏志国主编. —北京:化学工业出版社,2003.3
(新材料与应用技术丛书)
ISBN 7-5025-3531-4

I. 新… II. ①马… ②苏… III. 高分子材料
IV. TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 010318 号

新材料与应用技术丛书

新型高分子材料

马光辉 苏志国 主编

责任编辑:丁尚林

责任校对:蒋 宇

封面设计:蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010)64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市管庄永胜印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 16½ 字数 439 千字

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3531-4/TQ·1457

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

本书编写人员及译者

章节	作者	作者单位	译者
第1章	由井伸彦	北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科	马光辉
	池田太一	北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科	
第2章	川口春馬	庆应大学理工学部応用化学科	马光辉
第3章	筏義人	铃鹿医疗科学大学医用工学部	朴东旭
	朴东旭	中国康复研究中心组织工程研究所	
第4章	岡田純一	三共株式会社医薬開発本部	马光辉
	齐藤宏暢	三共株式会社医薬開発本部	
	西村宪治	三共株式会社医薬開発本部	
第5章	马光辉	中国科学院过程工程所生化工程国家重点研究室	
	苏志国	中国科学院过程工程所生化工程国家重点研究室	
第6章	今村健吾	住友3M株式会社	马光辉
第7章	荻野賢司	東京农工大学大学院生物系統応用科学研究科	邹德春
第8章	宮坂誠	早稻田大学応用化学科	马光辉
	西出広之	早稻田大学応用化学科	
第9章	横田力男	文部省宇宙科学研究所	谢继明
第10章	顾利霞	东华大学材料和工程学院	
第11章	汤山元	日本NSC株式会社基础研究部	吴松

出版者的话

材料是社会技术进步的物质基础与先导。现代高技术的发展，更是紧密依赖于材料的发展。一种新材料的突破，无不孕育着一项新技术的诞生，甚至导致一个领域的技术革命。

新材料是指那些新出现或已在发展中的、具有传统材料所不具备的优异性能和特殊性能的材料。其范围主要是：电子信息、光电、超导材料；生物功能材料；能源材料和生态环境材料；高性能陶瓷材料及新型工程塑料；粉体、纳米、微孔材料和高纯金属及高纯材料；表面技术与涂层和薄膜材料；复合材料；智能材料；新结构功能助剂材料、优异性能的新型结构材料等。

新材料的应用范围非常广泛，发展前景十分广阔。当前，新材料产业已渗透到国民经济、国防建设和人民生活的各个领域，对电子信息、生物技术、航空航天等一大批高新技术产业的发展起着支撑和先导的作用，同时也推动着诸如机械、能源、化工、轻纺等传统产业的制造和产品结构的调整。因此，世界各国对新材料的研究、开发和产业化都给予了高度重视。我国也将新材料列为各重大科技开发和产业化计划重点支持的技术领域，这些计划的实施，已有力地推动了中国新材料产业的发展。

由于新材料是近几十年才快速发展起来的领域，国内这方面的图书较少，为了配合新材料的发展，满足我国广大读者的需要，我社组织国内有关专家编写了《新材料与应用技术丛书》。这套丛书包括以下几个分册：《新型电子薄膜材料》、《环境材料》、《现代功能材料及其应用》、《功能陶瓷材料》、《新型碳材料》、《新型高分子材料》、《绿色建筑材料》、《功能复合材料》、《功能橡胶及橡胶制品》、《储氢材料》、《光电子材料》和《稀土功能材料》等。

丛书力求充分体现“新材料”的特点，选择了一些科技含量

高、未来发展空间大、实现产业化基础较好的且对我国国民经济有重要支撑作用的新材料。内容上以材料性能和应用技术作为重点，具有一定的先进性、技术性和实用性，适当体现前瞻性。我们希望这套丛书的出版对于我国新材料领域的科研生产、应用推广和技术进步起到一些推动作用，从而提高新材料行业的整体发展水平。

化学工业出版社

2002 年 4 月

前 言

日本筑波大学的白川英树博士所研究的导电性高分子成果获得了 2000 年诺贝尔化学奖，这个激动人心的消息使高分子界人士受到很大的鼓舞，高分子科学领域像被注入了新鲜的血液，再次焕发青春。其他领域的学者和非专业人员也开始注目这个虽然经常使用但并不十分了解的神奇材料——新型高分子材料。因此，我们很想把新型高分子材料用易懂的方法介绍给大家，使大家了解新型高分子材料的神奇功能。我想，通过这本书，无论是专家、学生，或者是与高分子研究相关的人士都会更加喜爱高分子材料。

这本书分为 11 章，选择了大家最关心的题目，而且每章都与我们的生活密切相关。作者由中国学者和日本学者组成，每章的作者都是非常熟知该领域，并且在该领域有突出成就的科学家。每位作者都尽量用易懂的方法把新型高分子材料展现在大家的面前，同时还将该种高分子材料的最新进展介绍给大家，以便大家能够发现新的研究方向。

第 1 章智能性高分子材料由日本北陆先端科学技术大学院大学材料科学研究科的由井伸彦教授和池田太一博士担任。由井教授长期从事智能高分子材料的研究，在日本国内外多次获奖。在第 1 章内，作者给我们展示了智能高分子材料魅力无穷的性能，这些性能已经或将会在医疗、医药领域做出其他材料无法比拟的贡献。

第 2 章生物分离用高分子材料由日本庆应大学理工学部应用化学科的川口春馬教授担任，川口教授在设计、合成亲合分离用纳米高分子微球及其应用方面做出了独特的贡献，曾在国际学会上被称为“魔术师”。在第 2 章内，川口教授除了介绍了一般现有的生物分离用材料的制备方法、分离原理和特征以外，还阐述了新型的分离用纳米微球的独特性能。

第3章医疗用高分子材料由铃鹿医疗科学大学医用工学部临床工学科的筏義人教授和中国康复研究中心组织工程研究所的朴东旭教授担任。筏教授原为京都大学生体医疗工学研究中心（现再生医学科学研究所）主任，曾任日本生物材料学会会长。朴东旭教授从1979年至1982年作为我国政府派遣进修学者留学于京都大学，一直和筏教授保持合作关系，两位学者在第3章内详细描述了作为医疗用高分子材料必需具备的条件、种类，并给我们介绍了最新的医用高分子材料及其今后的发展方向。

第4章医药高分子材料由日本著名的医药公司——三共株式会社从事药物载体研究和生产第一线的岡田純一博士、齊藤宏暢先生和西村宪治博士担任，他们从制药公司的立场出发向我们描述了高分子材料作为药物载体的魅力，很多副作用大或半衰期短的药物因为高分子载体的优越性能而为人们造福。

第5章高分子微球材料由中国科学院过程工程所生化工程国家重点实验室的马光辉教授和苏志国教授担任，马光辉教授长期从事各种高分子微球的设计、制备和应用研究，建立了独特的微球制备技术。苏志国教授一直从事高分子大微球在生物活性物质纯化、复性、固相反应方面的应用研究，获得了突出而独特的成果。他们在第5章内具体介绍了各种尺寸的高分子微球材料的制备方法及其特征，以及高分子微球材料在日常生活、电子信息产业以及医疗和生化领域的应用。

第6章高功能性胶黏剂·粘附剂由生产各种胶黏材料的住友3M株式会社的今村健吾先生担任。今村先生在公司内多年从事各种胶黏剂的研究，开发了多种独特的产品。他为我们详细介绍了胶黏剂的粘合原理、功能及其在通讯仪器、生物材料等方面的应用。

第7章光导电高分子材料由東京农工大学大学院生物系统応用科学研究科荻野賢司教授担任。荻野教授在功能高分子领域的研究成果在日本备受注目，他不仅详细描述了光导电高分子材料的导电原理，而且还向我们展示了各种光导电性高分子的特征及其先进的应用实例。

第8章磁性高分子材料由早稻田大学应用化学科的宫坂誠教授和西出広之教授撰写，西出教授的研究小组领先在国际上成功地用有机高分子制备出了磁石。作者对有机磁性高分子的磁性产生机理、设计方法作了易懂的说明，并向我们介绍了各种新型的有机高分子材料的特征及其实际应用等。

第9章尖端高性能高分子材料由日本文部省宇宙科学研究所的横田力男教授担任，横田教授从1964年就开始宇宙航空用高分子材料的研究。作者阐述了宇宙航空用耐热性高分子材料的耐热性机理、耐热性高分子的种类及其制备方法，并向我们介绍了新型耐热性高分子材料的应用实例，提出了宇宙航空材料领域的今后研究任务。

第10章高功能性高分子纤维由我国纤维高分子技术领先的东华大学（原中国纺织大学）材料科学和工程学院的顾利霞教授担任。顾利霞教授从事高分子纤维研究四十多年，在纤维领域有着丰富的积累并多次获奖。她给我们介绍了各种最新的特殊功能纤维的原理和制备方法及其特殊用途。

第11章日常生活用高分子材料由日本NSC株式会社の汤山元博士担任。汤山元博士在日常高分子材料的第一线进行开发研究工作，对日常高分子材料的需求状况和发展趋势有着独特的见解，在第11章内他从企业的角度出发向我们介绍了大家在日常生活中经常见到或使用的高分子材料。

为了扩大本书的读者范围，我们在章节内容的选择上和具体撰写方式上下了功夫，其特征是不仅通俗易懂地介绍了新型高分子材料在上述重要领域的研究新动向，并对具体应用例子作了介绍。因此，专业人员通过阅读本书，能够了解高分子材料在上述重要领域的研究动向、所存在的问题，启发您开拓新的研究领域。非高分子专业人员通过阅读本书，一定会对新型高分子材料如此多才多艺产生惊奇，会对新型高分子材料产生浓厚的兴趣，从而可能会从此步入高分子材料的研究领域，或将高分子材料应用于您所从事的研究。因此，本书适合高分子专业人员、相关专业人员、大专院校的

教师以及即将步入高分子领域的研究生阅读。

衷心希望大家喜爱这本由中日两国专家共同编写的专业书。

马光辉、苏志国

2003年3月于北京

内 容 提 要

本书系统介绍了目前研究较多、发展较快的新型高分子材料基本原理、制备工艺、应用技术及最新进展等，包括智能型高分子材料、生物分离用高分子材料、医疗用高分子材料、医药高分子材料、高分子微球材料、高功能性胶黏剂与粘附剂、光导电性高分子材料、尖端高性能高分子材料、高功能性高分子纤维及日常生活用高分子材料等。

本书作者大多来自中国及日本相关行业的权威专家，内容新颖、技术先进，具有较强的可读性及参考价值，适合于高分子领域的科研技术人员及大专院校师生阅读。

目 录

第1章 智能型高分子材料	1
1.1 概述	1
1.2 高分子凝胶的状态方程式	1
1.3 对于非特异刺激敏感的高分子智能凝胶	5
1.3.1 pH 值敏感型材料	5
1.3.2 温度敏感型材料	7
1.3.3 光敏感型材料	8
1.3.4 电场敏感型材料	9
1.4 对于特异刺激敏感的高分子智能凝胶	11
1.4.1 葡萄糖敏感型材料	12
1.4.2 抗原敏感型材料	16
1.5 对多重刺激敏感的智能高分子凝胶	17
1.6 自律振动型智能凝胶	20
1.7 智能型高分子集合体	22
1.8 利用超分子结构的智能材料的设计	23
1.8.1 超分子化学与高分子	23
1.8.2 利用生物降解性聚轮烷的药物输送系统	26
1.8.3 水解性聚轮烷作为生物降解性材料的利用	28
1.8.4 温度敏感型聚轮烷	29
1.9 总结和展望	30
参考文献	30
第2章 生物分离用高分子材料	34
2.1 概述	34
2.2 电泳分离	34
2.3 双水相分离	36
2.4 膜分离	37
2.5 利用微球的生物分离技术	39
2.5.1 用于血液灌流的吸附性微球	39
2.5.2 柱色谱分离法	40

2.6 利用亲和乳胶的生物分离	43
2.6.1 亲和乳胶	43
2.6.2 亲和乳胶技术的应用	43
2.7 乳胶诊断剂	46
2.7.1 乳胶微球在诊断剂方面的应用	46
2.7.2 诊断方法	47
2.7.3 新的诊断检查法	49
2.8 结束语	50
参考文献	50
第3章 医疗用高分子材料	52
3.1 概述	52
3.2 医疗用高分子材料入门	57
3.2.1 一次性医用器具	57
3.2.2 人工器官	59
3.3 材料的生物相容性	65
3.3.1 医用材料的必要条件	65
3.3.2 生物相容性	66
3.4 医用水凝胶材料	71
3.4.1 水凝胶定义	71
3.4.2 高强度水凝胶	73
3.4.3 复合型水凝胶材料	74
3.4.4 智能性水凝胶	75
3.5 可吸收性高分子材料	77
3.5.1 医疗用可吸收材料的条件	77
3.5.2 高分子的体内降解吸收特性	78
3.5.3 可吸收性高分子材料的分类	81
3.5.4 重要的可吸收性高分子	82
3.5.5 可吸收性高分子的用途	84
3.6 组织工程用高分子材料	86
3.6.1 组织工程定义	86
3.6.2 高分子材料在组织工程中的作用	88
3.6.3 组织工程用材料的种类和特性	90
3.6.4 细胞支架的制造方法	94
3.7 结束语	98
参考文献	98

第4章 医药高分子材料	101
4.1 概述	101
4.2 用于靶向治疗的高分子材料	101
4.2.1 SMANCS	104
4.2.2 碘化油	104
4.2.3 单抗	106
4.2.4 聚乙二醇(PEG)接枝型脂质体	107
4.2.5 感温性PEG-脂质体	107
4.2.6 高分子胶束	108
4.2.7 PEG分子修饰型	110
4.3 用于缓释性注射制剂的生物可降解性高分子材料	112
4.3.1 皮下注射制剂	112
4.3.2 植入式制剂	117
4.4 用于口服给药的高分子材料	120
4.4.1 颗粒型缓释制剂	120
4.4.2 片型缓释制剂	120
4.4.3 基体型缓释制剂	121
4.4.4 定时型释放制剂	121
4.5 用于经皮或黏膜吸收型制剂的高分子材料	123
4.5.1 经皮吸收型制剂	123
4.5.2 鼻腔吸收型制剂	126
4.5.3 口腔内吸收型制剂	129
4.6 药物的缓释特性	130
4.7 结束语	131
参考文献	131
第5章 高分子微球材料	135
5.1 概述	135
5.2 高分子微球的名称与分类	136
5.3 高分子微球的一般制备法	137
5.3.1 乳液聚合法	138
5.3.2 无皂聚合法	141
5.3.3 微乳液聚合法	144
5.3.4 微小乳液聚合	148
5.3.5 悬浮聚合	151
5.3.6 分散聚合	154

5.3.7	沉淀聚合	158
5.3.8	种子聚合	159
5.4	高分子微球的特殊制备法	167
5.4.1	液相溶剂蒸发法	167
5.4.2	均相聚合物溶液的沉淀	169
5.4.3	聚苯乙烯稀释溶液在水面上的展开	169
5.4.4	反应性离子聚合物在水相中的交联	170
5.4.5	嵌段/接枝式聚合物微球的交联	170
5.5	有机-无机复合微球的特殊制备法	172
5.5.1	带相反电荷微球之间的凝聚法	172
5.5.2	聚合物微球内的磁铁的生成	173
5.6	高分子微球在日常生活中的应用	173
5.6.1	涂料	173
5.6.2	胶黏剂	174
5.6.3	纸张表面加工	176
5.6.4	塑料添加剂	178
5.6.5	化妆品	179
5.7	高分子微球在电子信息产业、记录材料方面的应用	180
5.7.1	液晶显示器间隔材料	180
5.7.2	显示材料	182
5.7.3	感压复写纸	183
5.7.4	锂离子电池膜	184
5.8	高分子微球在医疗、生化领域的应用	184
5.8.1	药物载体(微胶囊)	184
5.8.2	人工血液	187
5.8.3	临床诊断试剂	187
5.8.4	生物分离材料	188
5.8.5	生化反应器介质	188
5.9	总结与展望	192
	参考文献	192
第6章	高功能性胶黏剂·粘附剂	198
6.1	概述	198
6.2	胶黏剂基础	198
6.2.1	粘接原理	200
6.2.2	粘附原理	206

6.3 胶黏剂·粘附剂的新功能和用途	219
6.3.1 胶黏剂·粘附剂的新功能	219
6.3.2 胶黏剂·粘附剂的新用途	224
参考文献	233
第7章 光导电性高分子材料	235
7.1 光导电性的理论基础	235
7.1.1 光导电性定义	235
7.1.2 光电荷产生机理	236
7.1.3 电荷传输机理	241
7.2 有机光导电性材料	250
7.2.1 共轭高分子	250
7.2.2 侧链中含有缩环类芳香环的高分子	251
7.2.3 含有芳香族胺的高分子	251
7.2.4 电子传输型材料	259
7.2.5 其他材料	260
7.3 光导电性材料的应用	264
7.3.1 电子成像	264
7.3.2 有机电致发光元件	265
7.3.3 光电转换元件	266
7.3.4 有机光折变材料	267
参考文献	280
第8章 磁性高分子材料	283
8.1 概述	283
8.2 磁性定义	284
8.3 有机磁性分子的设计	288
8.4 结构尚未确认的高分子强磁性体和双自由基的证明	293
8.5 自由基主链型聚自由基	300
8.6 极化子型聚自由基	304
8.7 自由基侧链型聚自由基	307
8.8 二维扩张聚自由基	313
8.9 纳米尺寸的磁性分子: 单分子磁石	317
8.10 展望	319
参考文献	320
第9章 尖端高性能高分子材料	323
9.1 概述	323

9.2	高分子的耐热性	323
9.3	高性能芳香族聚酰亚胺	332
9.4	耐热型热固性树脂	340
9.5	用于航空航天飞行器的尖端高分子材料的使用和耐久性	358
9.6	有机材料在宇宙空间环境中的老化	365
	参考文献	372
第 10 章	高性能高分子纤维	374
10.1	舒适功能的纤维材料	375
10.1.1	异形纤维	376
10.1.2	超天然纤维	376
10.1.3	超细纤维	377
10.1.4	导水透湿纤维和防水透湿纤维	379
10.1.5	温控纤维	380
10.1.6	抗静电纤维	382
10.2	生物可降解纤维	386
10.2.1	聚乳酸纤维	386
10.2.2	甲壳素纤维	389
10.2.3	大豆蛋白纤维	391
10.3	抗电磁波辐射纤维	397
10.3.1	耐中子辐射聚酰亚胺纤维	397
10.3.2	复合型防辐射纤维	399
10.4	超滤中空纤维膜	403
10.4.1	超滤中空纤维膜材料及其应用	403
10.4.2	中空纤维膜的制备及其装置	404
10.5	高强度高模量纤维	406
10.5.1	碳纤维	406
10.5.2	芳香族聚酰胺纤维	417
10.5.3	高强高模聚乙烯纤维	426
10.6	耐高温纤维	430
10.6.1	液晶芳香族聚苯唑纤维	430
10.6.2	其他液晶芳香族聚苯唑纤维	438
10.6.3	聚间苯二甲酰间苯二胺 (PMIA) 纤维	439
	参考文献	443
第 11 章	日常生活用高分子材料	446
11.1	概述	446