



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高分子化学教程

(第四版)

王槐三 江 波 主编
王亚宁 殷勤俭 寇晓康



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高分子化学教程

(第四版)

王槐三 江 波 主编
王亚宁 殷勤俭 寇晓康

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”《高分子化学教程》(第三版)的基础上,由四川大学化学学院、高分子学院和国家工科基础课程化学教学基地组织相关骨干教师参与编修而成。

本书新版对各章节构架进行了梳理和重建,力求结构更为严谨简洁,层次更加清晰流畅,以方便读者学习。本书系统讲述各类高分子材料的合成原理,以及合成条件与材料性能的相关性。全书包括绪论、逐步聚合、自由基聚合、自由基共聚合与聚合方法、离子型聚合与配位聚合、聚合物化学反应以及聚合物功能化与功能高分子共7章。同时在书末编录高分子化学重要术语解释、主要聚合物合成反应式、高分子化学重要题解,以及常见高分子材料的简便定性鉴别方法等,供读者查阅参考。书中对近40种重要聚合物的工业合成方法、重要特性及其应用作了简要介绍,同时编录高分子常识和著名高分子人物传记。与此同时,编著者还历练精汇约120个重要知识点标注于书页外侧栏,提示读者可从该页查阅详细解答,在各章末汇编针对性习题供读者选择练习。

本书可作为高等学校化学、化工、高分子材料与工程、材料科学与工程以及轻工纺织等类高分子相关专业的本科生及研究生教材,也可供从事高分子化学研究、生产和应用的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高分子化学教程/王槐三等主编. —4版. —北京:科学出版社,2015.11

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-046131-5

I. ①高… II. ①王… III. ①高分子化学-高等学校-教材 IV. O63

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第255877号

责任编辑:陈雅娴 郑祥志/责任校对:张小霞

责任印制:赵 博/封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年4月第 二 版 印张:21

2011年6月第 三 版 字数:533 000

2015年11月第 四 版 2015年11月第十八次印刷

定价:59.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

作为高分子科学第一部权威性教科书, P. J. Flory 的专著 *Principles of Polymers* 出版至今已有半个多世纪。这期间 G. Odian 编写的 *Principles of Polymerization* 当属本学科的经典著作之一。北京大学、中山大学、浙江大学、复旦大学、四川大学(原成都科技大学参加联合组建)等也先后编写和出版了多种版本的《高分子化学》教科书, 为培养我国高分子科学与工程专业技术人才做出了历史性贡献。

自从 H. Staudinger 提出高分子概念至今, 高分子科学已经历了近 80 年的发展。高分子化学作为一门兼具基础性和专业性特点的化学二级学科, 其基本知识构架已经相对完整——虽然还存在一些需要发展和完善之处。所以《高分子化学教程》一书编写的基本构架仍然遵循传统的、由 Flory 提出的按照聚合反应类型编排章节; 按照单体、热力学、动力学、聚合反应速率、相对分子质量及其分布、聚合反应影响因素、聚合反应方法和重要聚合物举例等层次编写各节内容。该书内容完整、结构严谨、层次清晰。作者遵照教学大纲编写各章节提纲附于书页外侧, 作为方便学生学习时掌握重点的一种尝试, 颇有新意。

近 50 年来, 随着我国高等教育事业的发展和教育体制的改革, 高等学校工科高分子材料与工程专业及其专业课程的设置已经经历了从宽到窄、再到宽的过程。但是高分子化学却始终作为各相关专业的首门专业课程而受到一致的重视。近年来随着信息科学元器件制造、生命科学和生物医学材料和高分子材料科学与工程相互渗透、交汇和融合, 高分子化学也逐渐成为各相关专业本科生和研究生的重要必修课。

面对 21 世纪国民经济建设和社会发展对创新型、开拓型和复合型人才的需求, 为适应高等学校改革有关拓宽学生知识面、强化能力培养、提高教学质量和效率、减轻学生学习负担等教学改革目标, 有必要编写一本既能够充分包容高分子化学经典原理及方法, 同时又能够全面反映国内外材料高分子和功能高分子领域的最新成就; 既方便教师教学, 更有利于学生学习的高分子化学教科书。

该书作者从事高分子化学本科及研究生教学 20 年, 在高分子化学特别是功能高分子材料合成及应用领域的研究成果颇丰, 积累了一定教学和科研经验, 尤其了解学生在学习本学科时可能出现的困难和需求。该书的出版发行对高分子化学的教学、科研及成果转化将产生积极的推动作用。

何炳林

2001 年 12 月于南开园

第四版前言

《高分子化学教程》第一、二、三版先后于 2002、2007 和 2011 年正式出版,其间计 17 次印刷共发行 4 万余册。幸获国内数十所高校同仁认可并选作相关专业的本科生及研究生教材,作者因此有幸获悉并采纳他们在教学实践中对本书的真切感受和中肯意见。本书还有幸作为两岸科技文化交流之载体,在台湾“大陆图书连锁专卖”交流展售。

客观而论,高分子科学与所有自然学科一样,无不随着现代科技进步和社会发展的进程而蓬勃发展。这就要求编著者紧跟学科发展潮流,在传承学科基础原理的同时,务求向读者呈现学科蓬勃发展的时代新章。

本书编修重点包括:①对第 1~5 章的章节构架进行梳理和重建,力求结构更为简洁严谨,层次更加清晰流畅,以方便读者学习,在历练缩编部分繁冗内容的同时,适量增加目前已工业化量产的若干聚合物的合成与应用;②重新整合编排第 7 章聚合物功能化与功能高分子的相关内容,力求让读者从中洞察学科基础与前沿热点之间的联系与边界,启迪他们的专业兴趣和创新精神。

与此同时,本书保留并完善颇受读者认可和肯定的特色:①归纳重要基础知识于当页外侧栏,并汇总于章节末,以方便读者查阅总结;②将重要高分子常识、获得诺贝尔化学奖的高分子学者生平简介以及常见聚合物简便定性鉴别方法等附于章节末或书末,以求拓展读者知识面,掌握实用专业技能;③精选汇总重要高分子术语、聚合反应式以及相关题解于书末,对于读者总结本学科核心要点当有裨益。

编者无限缅怀并由衷感谢已故中国科学院院士何炳林教授和徐僖教授,正是得益于二位恩师生前的悉心培养与反复指点,才有本书连续不断再版重印的今天。本书依然保留了特邀南开大学张政朴教授和国防科技大学李效东教授分别撰写的 7.6 节“固相合成与组合化学”以及 7.5 节“树枝状与超支化聚合物”等内容,编著团队谨致由衷谢忱。

由于编者水平有限,疏漏错误在所难免,恳请读者批评指正,不吝赐教。

王槐三

2015 年 6 月于成都

第三版前言

出版于 2002 年的《高分子化学教程》于 2007 年再版,次年即被评为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。感蒙逐年增多国内高校相关院系之相关专业选用本书作为专业基础课程或选修课程教材,或推荐为攻读硕士或博士学位研究生入学考试以及研究生教学参考书,并有幸作为两岸科技文化交流之载体在台湾地区“大陆图书连锁专卖”交流展售,9 年来累计发行近 3 万册。

此次再版依然坚持学科知识系统性与本科教学规律性兼顾的基本原则,以提高教授和学习效率为宗旨,将高分子化学基本概念、基本原理和基本方法作为各章节之基础构架和结构层次,并以聚合物结构性能与聚合反应条件之间的相关性原理为主线,力求展现学科知识之精髓与全貌。

进入 21 世纪以来,功能高分子正逐渐发展成为高分子科学与诸多学科彼此交叉渗透、最具活力和发展前景的领域。本次修订特将其从 6.3 节独立出来并加以完善和充实,单列为第 7 章,以彰显功能高分子在分子科学领域不断上升的学术地位。

在编写本书过程中,特别注意汲取近年来国内外最新出版的高分子化学教科书之精华,力求博取众家之长。编者尤其感谢恩师、中国科学院院士徐僊教授和已故院士何炳林教授的悉心指导,他们对本书提出的有关编写原则、核心内容和结构编排的诸多宝贵意见,均在本书编写过程中得以全面贯彻。

承蒙兄弟院校广大同仁在使用本书过程中提出诸多宝贵意见和建议,尤其感谢台湾科技大学胡孝光教授对本书的充分肯定以及使之日臻完善的宝贵建议。在进行第三版编修过程中,编者除全面保留特邀国防科技大学李效东教授负责编写的 7.5 节树枝状聚合物与超支化聚合物、南开大学张政朴教授负责编写的 7.6 节固相合成与组合化学,以及四川大学付强教授负责编写的 8.7 节纳米高分子材料等内容外,还增加了 7.3.3 节光/电转换高分子材料、8.2 节超分子化学与自组装超分子聚合物、8.3 节人工器官用高分子材料、8.4 节碳纳米管及其聚合物复合材料、8.6 节含多巴胺贻贝仿生聚氨酯超强黏接剂和 8.10 节静电纺丝:聚合物纳米材料研究和应用之关键等学科前沿进展,力求展现 21 世纪高分子科学最新成就之冰山一角。

为了本学科更好地传承发展以及中青年教师学术水平不断提升,本书第 4~8 章的编修工作由四川大学王亚宁同志全面负责,同时负责重新绘制部分图表以及全书的勘校工作,最后经由王槐三审定。

由于编者水平有限,疏漏在所难免,恳请读者批评指正,不吝赐教。

王槐三

2011 年 5 月于成都

第二版前言

《高分子化学教程》第一版自 2002 年 3 月出版以来,感蒙国内多所高校相关院系、专业列为专业基础课或选修课教材,或推荐为攻读硕士或博士研究生入学考试及研究生教学参考书,还有幸作为两岸科技文化交流之载体在台湾“大陆图书连锁专卖”交流展售。

《高分子化学教程》第二版遵循学科基础系统性与本科教学规律性兼顾的基本原则,以提高教授和学习效率为目标,将高分子化学基本概念、基本原理和基本方法作为各章节之基础构架和结构层次,力求展现学科知识全貌。与此同时,第 2 章增加了 2.4.3 节线型平衡缩聚反应动力学研究方法;第 7 章增加了树枝状聚合物、固相合成与组合化学、酶催化聚合等内容;增加了附录 5 高分子实用技能:常见高分子材料的简易鉴别方法等内容,力求展现本学科之最新进展和实用技能,以求增强读者学习兴趣,或启发培养读者的创新精神。

《高分子化学教程》第一版出版 5 年来,本学科诸多前沿领域陆续取得瞩目的进展和成就。国家自然科学基金委员会化学科学部于 2004 年组织召开的“高分子合成化学发展战略研讨会”上,与会学者一致认为,20 世纪 90 年代以来,高分子合成化学最活跃的前沿研究集中于可控聚合、树枝状聚合物和迭代合成化学等领域。有鉴于此,本书将第一版 7.2 节修改充实以后正式编为第 3 章 3.14 节可控/活性自由基聚合反应,供教师教学时选择参考。

本书编写过程中,特别注意汲取近年来国内外出版的高分子化学教科书之精华,力求博取众家之长。作者尤其感谢恩师、中国科学院院士何炳林教授和徐僖教授的悉心指导,对本书的编写原则、主要内容和结构提出了诸多宝贵意见。

承蒙兄弟院校同仁在使用本书过程中提出诸多宝贵意见和建议,尤其感谢台湾科技大学胡孝光教授对本书的充分肯定以及使之更臻完美的宝贵建议。再版编修过程中,特邀他们参加有关章节的编修工作,其中:南开大学张政朴教授负责编写 7.4 节固相合成与组合化学,张保龙教授和张敏副教授对 1.1 节和 6.2 节部分内容提出了宝贵补充和修改意见;国防科技大学李效东教授负责编写 7.3 节树枝状聚合物与超支化聚合物;天津工业大学孙元副教授参加了本书的编修,并对 1.5 节和 2.6 节的部分内容及编排提出了建设性意见;天津大学袁晓燕教授参加编写 7.9 节酶催化聚合;西北工业大学宁荣昌教授参加编修 7.2 节共轭聚合物与导电高分子;四川大学付强教授负责编修 7.7 节高分子纳米材料;王亚宁同志负责编修 7.5 节吸附分离功能高分子、7.6 节分子识别聚合物和 7.8 节智能型高分子凝胶,并负责重新绘制部分附

图以及再版书稿的勘校工作。编者一并谨致由衷谢忱。

由于作者水平有限,疏漏在所难免,恳请读者批评指正,不吝赐教。

王槐三 寇晓康

2006年10月于成都

第一版前言

四川大学高分子科学与工程学院是国内最早创办高分子学科专业的院系之一。近 50 年来,特别是改革开放以来,该学院同国内其他兄弟院校的相关院系一样在办学条件和办学规模等方面都得到了很大的发展,科学研究和教材建设等方面也取得了巨大成就。

这些年以来,国内高等学校工科专业的课程设置普遍繁多,学生学习负担相当繁重。如何提高教学效率,减轻学生学习负担,是每个高等教育参与者应当解决的现实问题。多少年来的教学实践业已证明,在课堂上做详细笔记与聚精会神地理解授课始终存在着矛盾,多数学生都有顾此失彼的经历和体会。为了解决这一矛盾,集作者 20 年本科教学之经验,从教授者和学习者的双重角度出发,以提高教学效率为最终目的,本书在内容编排、取舍和原理解释等方面作了一些尝试。本书按照“高分子化学教学大纲”的基本要求尝试将本学科最重要的知识点进行量化,以提纲的形式编写于书页的切口侧,学生可以将其作为笔记提纲。这样教师在课堂上就有可能将学生的注意力引导到深入理解授课和创造性的思维上。若如此,读者将能够在较少的学时内掌握本学科的基本原理。基于此,本书既从教授者的角度出发,力求精汇本学科的基本知识构架、明晰各章节的内容结构和层次——这是本书编写的基本原则。同时从学习者的角度考虑,力求增加学习兴趣、提高学习效率、减轻学习负担——这是本书编写的主导思想。

本书按照聚合反应类别将材料高分子合成原理归类于逐步聚合反应、自由基聚合反应、自由基共聚合反应、离子型聚合与配位聚合反应等 4 章。同时,将高分子科学预备知识(绪论)和聚合物化学反应分别编为第一章和第六章。以单体、引发剂、热力学、动力学、聚合反应速率、聚合度、相对分子质量及其分布、聚合反应的影响因素和聚合反应方法等结构层次为主线编写各节内容。此外,本书还编录了高分子科学最新进展(第七章)和若干种重要聚合物的工业合成方法等内容供学生课外阅读和参考,这对于提高读者的学习兴趣,强化理论与实践的联系当有裨益。

本书编写过程中特别注意汲取国内外诸多“高分子化学”教科书之精华,力求博取众家之长。作者尤其感谢恩师——中国科学院院士何炳林教授的悉心指导和帮助。他对本书的基本内容和结构提出了许多宝贵的意见,特别为本书作序。作者还要特别感谢国家自然科学基金委员会化学学部高分子学科主任胡汉杰教授能够在百忙之中审阅书稿,对本书第七章“高分子科学最新进展”的编写提出宝贵的建设性意见。四川大学高分子科学与工程学院付强教授应邀为本书第七章编写“纳米结构聚合物”一节,作者谨致谢忱。

本校高分子材料与工程专业 1998 和 1999 级的同学在试用本书过程中曾提出宝贵的意见。谢默、查忠勇和蔡毅等同学分别承担本书附图的绘制和文

献检索工作。本学院冉蓉、王亚宁、陈馨、冯小萍等同志承担本书的校勘工作，作者在此一并致谢。

然而作者毕竟水平有限，疏误在所难免，恳望读者批评指正，不吝赐教。

作 者

2001年12月于成都

目 录

序	
第四版前言	
第三版前言	
第二版前言	
第一版前言	
第1章 绪论	1
1.1 高分子概论	1
1.1.1 高分子内涵	1
1.1.2 高分子特点	1
1.1.3 大分子结构式与聚合反应式	3
1.2 高分子分类与命名	6
1.2.1 高分子分类	6
1.2.2 高分子命名	8
1.3 聚合度、相对分子质量及其分布	11
1.3.1 聚合度	11
1.3.2 相对分子质量	11
1.3.3 相对分子质量分布	15
1.4 高分子科学的范畴与发展简史	16
1.4.1 高分子科学的范畴	16
1.4.2 高分子科学发展简史	17
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、高分子科学的奠基人 H. Staudinger(1881—1965)	19
本章要点	19
习题	19
第2章 逐步聚合	22
2.1 逐步聚合反应单体	22
2.1.1 缩合与缩聚反应	22
2.1.2 线型缩聚单体类型	23
2.1.3 线型缩聚单体活性	24
2.2 线型缩聚反应历程与动力学	25
2.2.1 反应历程与平衡常数	25
2.2.2 反应程度与聚合度	26
2.2.3 缩聚副反应	30
2.2.4 聚酯反应动力学	31
2.3 线型缩聚相对分子质量控制	36

2.3.1	相对分子质量控制方法	37
2.3.2	相对分子质量分布	39
2.3.3	相对分子质量的影响因素	42
2.3.4	提高相对分子质量的技术要点	44
2.4	体型缩聚反应	44
2.4.1	体型缩聚反应特点	44
2.4.2	凝胶点的计算	45
2.4.3	凝胶点的测定与比较	53
2.5	非平衡逐步聚合	53
2.5.1	逐步加成聚合	54
2.5.2	逐步开环聚合——环氧树脂	55
2.5.3	逐步环化缩聚——聚酰亚胺	57
2.5.4	其他特殊逐步聚合	58
2.6	缩聚反应方法与特点	61
2.6.1	熔融缩聚	61
2.6.2	溶液缩聚	61
2.6.3	界面缩聚	62
2.6.4	固相缩聚	63
2.6.5	缩聚反应的特点	63
2.7	重要缩聚物	64
2.7.1	聚对苯二甲酸乙二酯	64
2.7.2	不饱和聚酯	65
2.7.3	聚碳酸酯	66
2.7.4	聚酰胺	66
2.7.5	聚乳酸	69
2.7.6	有机硅	71
2.7.7	聚苯硫醚	74
2.7.8	聚芳砜与聚芳醚砜	74
2.7.9	酚醛树脂	75
2.7.10	氨基树脂	76
2.7.11	醇酸树脂	77
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、高分子科学的开拓者 P. J. Flory(1910—1985)		78
本章要点		79
习题		79
第3章	自由基聚合	81
3.1	连锁聚合概要	81
3.1.1	连锁聚合单体	81
3.1.2	连锁聚合热力学	84
3.2	自由基聚合反应历程与初期动力学	89

3.2.1 自由基聚合反应历程	89
3.2.2 链引发反应与引发剂	91
3.2.3 聚合反应初期动力学	97
3.3 动力学链长与聚合度	104
3.3.1 动力学链长	104
3.3.2 无链转移时的聚合度	104
3.4 链转移反应及其影响	105
3.4.1 链转移反应动力学	105
3.4.2 链转移反应与聚合度	106
3.4.3 不同条件下的链转移与聚合度	107
3.4.4 链转移反应各论	108
3.5 自加速过程	112
3.5.1 实验现象	113
3.5.2 产生原因和结果	113
3.5.3 不同聚合条件下的自加速过程	115
3.5.4 聚合反应速率类型及其控制	116
3.6 阻聚与缓聚	116
3.6.1 阻聚与缓聚作用	116
3.6.2 阻聚剂类型	117
3.6.3 阻聚机理	117
3.6.4 阻聚剂选择原则	118
3.6.5 烯丙基类单体的自阻聚作用	118
3.6.6 氧的阻聚和引发作用	118
3.6.7 阻聚剂在引发反应速率测定中的应用	119
3.7 相对分子质量及其分布控制	119
3.7.1 相对分子质量控制	119
3.7.2 相对分子质量分布	121
3.7.3 导致自由基聚合物分散度升高的原因	123
3.8 自由基聚合与逐步聚合的特点比较	124
3.9 可控/活性自由基聚合	125
3.9.1 可控/活性自由基聚合反应原理	126
3.9.2 可逆终止自由基聚合	127
3.9.3 可逆加成-断链转移自由基聚合	130
3.9.4 原子转移自由基聚合	131
高分子小常识——通用塑料和工程塑料	133
本章要点	133
习题	134
第4章 自由基共聚合与聚合方法	136
4.1 二元共聚物组成微分方程	138
4.1.1 二元共聚物组成方程的推导	138

4.1.2 二元共聚物组成方程的摩尔分数式	140
4.2 典型二元共聚物组成曲线	140
4.2.1 恒比共聚	141
4.2.2 交替共聚	141
4.2.3 有恒比点共聚	144
4.2.4 无恒比点共聚	145
4.2.5 嵌段或混均共聚	146
4.3 共聚物组成控制	146
4.3.1 转化率与组成控制	146
4.3.2 组成控制方法	147
4.3.3 竞聚率的影响因素与测定	148
4.4 单体活性与自由基活性	149
4.4.1 单体的相对活性	149
4.4.2 自由基的相对活性	150
4.4.3 单体的均聚速率常数	151
4.4.4 极性和位阻效应对共聚的影响	151
4.5 $Q-e$ 概念和方程	152
4.5.1 $Q-e$ 概念	152
4.5.2 $Q-e$ 方程	152
4.5.3 单体的 Q 值和 e 值与共聚类型	153
4.6 序列结构、多元共聚与共聚交联	153
4.6.1 二元共聚物序列结构	154
4.6.2 多元共聚	155
4.6.3 共聚交联与互穿网络	157
4.7 自由基聚合方法	158
4.7.1 本体聚合	158
4.7.2 溶液聚合	159
4.7.3 悬浮聚合	160
4.7.4 乳液聚合	161
4.7.5 自由基聚合新方法	168
4.8 重要自由基聚合物	170
4.8.1 高压聚乙烯	170
4.8.2 聚氯乙烯	170
4.8.3 聚苯乙烯	171
4.8.4 有机玻璃板材	173
4.8.5 聚丙烯腈	174
4.8.6 聚丙烯酰胺	175
4.8.7 聚四氟乙烯	176
高分子小常识——高分子合金与聚合物共混	177
本章要点	178

习题	178
第 5 章 离子型聚合与配位聚合	180
5.1 阴离子聚合	180
5.1.1 单体和引发剂	180
5.1.2 聚合反应机理	181
5.1.3 聚合反应动力学	187
5.1.4 阴离子聚合影响因素	188
5.1.5 聚合物的结构规整性	191
5.1.6 活性聚合物和接近单分散聚合物	191
5.2 阳离子聚合	192
5.2.1 单体和引发剂	192
5.2.2 聚合反应机理	193
5.2.3 聚合反应动力学	197
5.2.4 阳离子聚合影响因素	198
5.3 离子型共聚	199
5.3.1 离子型共聚的特点	199
5.3.2 离子型共聚影响因素	200
5.4 配位聚合	201
5.4.1 聚合物的立构规整性	202
5.4.2 立构规整聚合物的特殊性能	204
5.4.3 配位聚合引发剂	204
5.4.4 丙烯配位聚合机理	207
5.4.5 茂金属催化配位聚合	210
5.4.6 共轭二烯烃配位聚合	212
5.5 各种连锁聚合反应的特点比较	213
5.6 重要离子型与配位聚合物	214
5.6.1 聚丙烯生产工艺概述	214
5.6.2 丙烯共聚物	216
5.6.3 嵌段共聚物 SBS	217
5.6.4 聚异丁烯和丁基橡胶	217
5.6.5 离子型开环聚合	218
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、配位聚合的开创者 K. Ziegler 和 G. Natta	221
本章要点	222
习题	222
第 6 章 聚合物化学反应	224
6.1 反应特点与影响因素	224
6.1.1 反应特点	224
6.1.2 影响因素	225
6.2 分子链侧基反应	227

6.2.1 纤维素的化学转化	227
6.2.2 聚乙烯醇与维尼纶	229
6.2.3 聚烯烃的氯化与氯磺酰化	229
6.2.4 PE、PP 和 PS 的侧基反应	230
6.3 分子主链反应	232
6.3.1 接枝	232
6.3.2 扩链	233
6.3.3 交联	235
6.4 降解、分解和老化	237
6.4.1 降解	237
6.4.2 分解	242
6.4.3 老化与防老	243
6.5 聚合物的可燃性与阻燃	244
6.5.1 聚合物的可燃性	244
6.5.2 聚合物阻燃机理	246
6.5.3 阻燃剂分类	247
6.5.4 常用阻燃剂	248
6.5.5 阻燃剂选择原则	250
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、多肽固相合成法的先驱 R. B. Merrifield	250
本章要点	251
习题	251
第 7 章 聚合物功能化与功能高分子	252
7.1 聚合物的功能化	253
7.1.1 功能化目标设计	254
7.1.2 功能化主要途径	255
7.1.3 功能化聚合物选择原则	255
7.2 特殊化学功能高分子	256
7.2.1 离子交换树脂	256
7.2.2 大孔吸附树脂	260
7.2.3 高吸水性树脂	262
7.2.4 高吸油性树脂	262
7.2.5 高分子分离膜	263
7.2.6 反应性高分子	264
7.3 特殊物理功能高分子	265
7.3.1 共轭聚合物与导电高分子	265
7.3.2 光活性高分子	269
7.3.3 光/电转换高分子材料	270
7.4 特殊生物功能高分子	271
7.4.1 高分子药物	271

7.4.2 医用高分子材料	272
7.5 树枝状与超支化聚合物	275
7.5.1 树枝状聚合物的结构特点	276
7.5.2 树枝状聚合物合成	276
7.5.3 超支化聚合物合成与结构特点	277
7.5.4 应用前景	278
7.6 固相合成与组合化学	279
7.6.1 固相合成简介	279
7.6.2 组合化学简介	280
7.6.3 组合化学应用实例	281
7.7 纳米高分子材料	283
7.7.1 聚合物纳米材料	284
7.7.2 新型碳纳米材料	285
7.7.3 静电纺丝:聚合物纳米纤维	288
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、导电高分子领域的 开拓者白川英树	289
本章要点	290
习题	290
参考文献	291
附录	292
附录1 高分子化学名词解释	292
附录2 重要聚合物的命名及合成反应式	296
附录3 重要高分子化学题解	302
附录4 常见聚合物简易鉴别方法	311
方法1——外观比较	311
方法2——相对密度比较	313
方法3——加热鉴别法	314
方法4——燃烧鉴别法	314
方法5——溶剂处理鉴别法	315