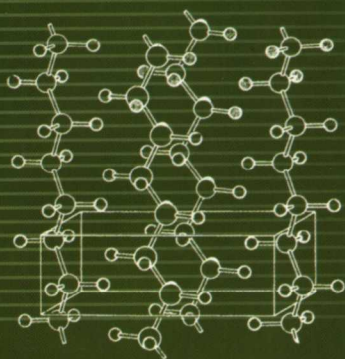


高等学校通用教材

高分子物理

过梅丽 赵得禄 主编



GAOFENZI WULI



北京航空航天大学出版社

0631
32

高等学校规划教材

高分子物理

过梅丽 赵得禄 主编

7



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍高分子物理的基本理论,即高聚物的结构、分子运动与性能和行为之间的关系,突出高聚物区别于金属、陶瓷和其他低分子物质的特点。内容涉及力、热、电及光学等性能,但从航空航天材料科学与工程的需要出发,以力学性能为主,兼顾其他性能。本书由基础和提高(带*号)两大部分构成,以适应不同层次专业对高分子物理的教学要求。基础部分重在基本概念、基本理论及基本研究方法;提高部分涉及一些理论推导。

本书可作材料科学和工程类专业的教材,也可供高分子材料科学与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高分子物理/过梅丽等主编. — 北京:北京航空航天大学出版社, 2005.9

ISBN 7-81077-672-X

I. 高… II. 过… III. 高聚物物理学 IV. 0631

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 081360 号

高 分 子 物 理

过梅丽 赵得禄 主编

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpresse@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:24.75 字数:554 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 7-81077-672-X 定价:33.00 元



序

处于知识爆炸时代,信息如原子裂变一样快速增长;处于改革年代,人们有更多的选择与机会。

与 20 世纪 50 年代我国高分子物理专业初创时期缺乏教材的情况不同,目前仅国内出版的《高分子物理》教材就已有多个版本。不论深浅,全都包括高聚物结构、分子运动及性能三大部分。但作为专业基础课教材,各编者又自然而然地按所在专业后续课程的需要选择了具体内容,各具特色。

自我国改革开放以来,北京航空航天大学的高分子物理课程经历了较大的变更。1987 年以前,与大多数工科院校一样,该课程定位为高分子材料专业的专业基础课,课堂教学约 80 学时。自 1987 年起,该校材料科学与工程系在拓宽专业面的思想指导下,率先开设了全系公共专业基础课程——材料科学与工程导论。它以金属物理和高分子物理的部分内容为主,综述了金属、陶瓷和高分子材料在结构和性能上的共性与特性。与此同时,相应削减了高分子材料专业中高分子物理的教学时数。此后,随着教改的深入,不断调整教学计划。在 2000 年制定的教学计划中,高分子物理(54 学时)与高分子化学、金属物理、电化学原理及近代测试技术等课程一起,被定位为材料科学与工程大类专业的基础课。

本教材就是在上述背景下,根据高分子物理在大类专业中的地位、作用和具体要求编写的。与国内大多数高分子物理教材相比,本教材的主要特点如下:

① 普及与提高相结合。全书由基础部分和提高部分(带 * 号)两大模块组成。在基础部分,主要通过与金属、陶瓷材料的对比,阐明高聚物在结构、分子运动和性能方面的基本特点、内在联系及基本研究方法;在提高部分,适度引进了理论推导、研究新方法 with 最新进展,为有兴趣深入高分子材料领域的学生提供必要的基础知识。

② 紧密结合高分子材料及成型加工的实践与应用,重点放在高聚物的凝聚态结构、力学状态、高弹性、粘弹性和熔体流变性方面;除结合热塑性高分子材料以外,较多地涉及热固性树脂体系与复合材料;除结合通用高分子材料以外,较多地涉及航空航天用高分子材料;此外,适当涉及功能材料的功能性。

③ 适当结合高分子科学发展史引入概念。

④ 简化已在其他课程中涉及的基础知识和基本研究方法,如晶体结构与研究方法、相图分析、波谱分析原理与方法及一般力学性能等。

本书所涉及量的名称和单位符合国标规定,但有下列例外:

① 聚合物的分子量:按照国标,应该用相对分子质量替换传统名称分子量。但由于聚合物的相对分子质量范围可以很宽,不像小分子物质那样有一个确定的值;对于一个具体的聚合物样品,其相对分子质量又具有多分散性,须用各种统计平均值表示,如数均相对分子质量、重均相对分子质量等;在聚合物-性能关系中,还涉及临界相对分子质量等。为简明起见,本书仍沿用分子量这一名称。

② 高分子溶液浓度:按照国标,应该用溶液中溶质的摩尔分数表示。但在未知聚合物样品确切的平均分子量之前,无法从溶质质量计算其摩尔分数,因此,通常多以溶液中溶质的质量百分数表示浓度。本书也采用这一习惯表示法。

③ 温度:按照国标, T 代表热力学温度,单位为 K 。但在本书引用的插图中,有相当一部分都以摄氏度为坐标,如果改为热力学温度,可能会改变曲线形状,为读者参考原文带来不便;如果用 t 代表摄氏温度,则又有悖于高分子物理中以 T_g 表示各种特征温度的规则。为此,本书同时采用了 T/K 和 $T/^\circ C$ 这两种表示温度的方法。

本教材第 2、9 章由过梅丽和赵得禄(中国科学院化学研究所高分子物理和化学国家重点实验室研究员)合作编写。其他章由过梅丽编写。

在本教材编写过程中,还得到北京化工大学高分子材料系华幼卿教授的热情帮助,在此表示诚挚感谢。同时也非常感谢北京航空航天大学材料科学与工程学院高分子材料系杨继萍副教授在教材整理中的细致工作和良好建议。

编者希望本教材更适用于材料科学和工程大类专业。效果如何,尚待实践检验。诚请老前辈、同仁和学生们提出批评和建议。

编 者

2005 年 3 月 14 日

目 录

绪 论

第一篇 高聚物的结构

第 1 章 概 述

1.1 高聚物分子内和分子间的相互作用	7
1.1.1 化学键	7
1.1.2 范德华力和氢键	8
1.1.3 内聚能	9
1.2 凝聚态的概念	10
1.3 高聚物结构的研究内容	12
习 题	13

第 2 章 高分子链结构

2.1 化学组成	14
2.2 构 型	17
2.2.1 键接异构	17
2.2.2 旋光异构	18
2.2.3 几何异构	21
2.3 线形、支化和交联	21
2.4 共聚物的序列结构	24
2.5 高分子链近程结构研究方法概述	26
2.6 分子量及其分布	27
2.6.1 平均分子量	28
2.6.2 分子量分布	30
2.6.3 分子量和分子量分布测定方法概述	32
2.7 构 象	33
2.7.1 小分子的内旋转	33

2.7.2 高分子链的构象与柔性	36
2.7.3 影响高分子链柔性的因素	37
2.7.4 高分子链柔性的表征	40
* 2.8 高分子链构象统计简介	42
2.8.1 高斯链统计线团	42
2.8.2 高分子链均方末端距的几何计算	44
2.8.3 高分子链柔性/刚性的表征	47
2.8.4 高分子链形状与尺寸计算举例	49
习 题	50

第3章 高分子凝聚态结构

3.1 晶态结构	53
3.1.1 晶体中的链构象	53
3.1.2 晶胞结构	55
3.1.3 结晶能力	56
3.1.4 结晶形态	58
3.1.5 结晶度和晶片厚度	64
3.1.6 结晶动力学	67
3.1.7 熔融热力学	76
3.2 非晶态结构	84
3.3 取向态结构	88
3.3.1 取向单元	88
3.3.2 取向方式	89
3.3.3 取向度的概念和测定方法	91
3.4 液晶态结构	94
3.4.1 关于液晶的几个基本概念	94
3.4.2 液晶高分子链的结构及排列	98
3.4.3 高分子液晶特点概述	100
3.4.4 向列型高分子液晶的流动性	101
3.4.5 研究高分子液晶常用方法概述	103
3.5 共混高聚物的结构	103
3.5.1 混溶性与相容性	104
3.5.2 非均相共混高聚物的结构	106
3.5.3 橡胶增韧塑料举例	108

3.5.4 热塑性弹性体举例	109
3.6 高聚物制品中凝聚态结构的复杂性	110
* 3.7 单链凝聚态简介	114
3.7.1 单链单晶	114
3.7.2 单链玻璃	115
习 题	115

第二篇 高聚物的分子运动及力学状态

第 4 章 高分子热运动特点及高聚物力学状态

4.1 高分子热运动的特点	121
4.2 高聚物的力学状态	123
4.2.1 非晶态线形高聚物	123
4.2.2 部分结晶高聚物	125
4.2.3 交联高聚物	126
4.3 玻璃化转变	126
4.3.1 玻璃化转变现象与特点	126
4.3.2 玻璃化转变理论	128
4.3.3 影响玻璃化转变温度的因素	131
4.4 橡胶态—粘流态转变	144
4.4.1 流动机理	144
4.4.2 流动温度	145
4.5 高聚物玻璃态和晶态的分子运动	146
4.6 高聚物耐热性概述	149
* 4.7 玻璃化转变自由体积理论的推导	150
4.7.1 Fox-Flory 理论	150
4.7.2 Simha-Borer 理论	151
习 题	151

第三篇 高聚物的性能

第5章 弹性和粘性的概念

5.1 弹性	155
5.1.1 弹性模量与泊松比	155
5.1.2 柔量	159
5.2 粘性	159
5.2.1 液体的流动方式	159
5.2.2 粘度的概念	160
5.2.3 流动应变对应力响应的时问依赖性	161
习 题	162

第6章 高聚物的高弹性

6.1 高弹性的特点	163
6.2 平衡高弹形变的热力学分析	165
* 6.3 平衡高弹形变的统计理论	167
* 6.4 高弹形变的唯象理论	171
习 题	172

第7章 高聚物的粘弹性

7.1 粘弹性的概念	174
7.2 静态粘弹性	175
7.2.1 蠕变	175
7.2.2 应力松弛	178
7.2.3 影响蠕变和应力松弛的因素	181
7.3 动态粘弹性	188
7.3.1 表征材料动态粘弹性的基本参数	188
7.3.2 DMA 温度谱	192
7.3.3 DMA 频率谱	200
7.3.4 DMA 时间谱	202
7.4 玻耳兹曼叠加原理与时-温叠加原理	204
7.4.1 玻耳兹曼叠加原理	204
7.4.2 时-温叠加原理	206

* 7.5 松弛时间谱和推迟时间谱	209
* 7.6 动态力学试验方法	211
* 7.7 ΔW 和 W 计算公式的推导	216
习 题	217

第 8 章 高聚物的屈服与断裂

8.1 应力-应变曲线	220
8.2 屈 服	222
8.2.1 高聚物屈服的特征	222
8.2.2 冷 拉	224
8.2.3 剪切带和银纹	227
8.3 断裂与强度	231
8.3.1 断裂模式	231
8.3.2 断裂过程和断面形貌	231
8.3.3 理论强度与实际强度	235
8.3.4 格里菲思脆性断裂理论	236
8.3.5 断裂的分子理论	238
8.3.6 冲击强度	239
8.4 影响高聚物强度和韧性的因素	240
8.4.1 结构因素的影响	240
8.4.2 外界条件的影响	247
* 8.5 高聚物其他断裂模式概述	248
习 题	252

第 9 章 聚合物熔体的流变性

9.1 高聚物熔体的非牛顿性	254
9.1.1 牛顿流体与非牛顿流体	254
9.1.2 高聚物熔体粘性切流动的特点	257
9.2 聚合物熔体切粘度	260
9.2.1 熔体切粘度的测定方法	260
9.2.2 影响聚合物熔体切粘度的因素	263
9.3 高聚物熔体的弹性表现	270
9.3.1 法向应力效应	271
9.3.2 应力过冲和可回复切变	272

9.3.3 挤出胀大	274
9.3.4 不稳定流动	276
9.3.5 动态切粘度	277
*9.4 拉伸粘度	278
*9.5 WLF 方程的推导	280
习 题	282

第 10 章 高分子溶液

10.1 高聚物的溶解	284
10.1.1 溶解过程	284
10.1.2 溶度参数	285
10.1.3 溶剂选择原则	289
10.1.4 高分子链在溶液中的形状	290
10.2 柔性链高分子溶液热力学	292
10.2.1 理想与非理想溶液	292
10.2.2 Flory-Huggins 似晶格模型理论	293
10.2.3 Flory-Krigbaum 稀溶液理论	295
10.2.4 高分子溶液理论的应用与实验检验	296
10.2.5 聚合物共混热力学	298
10.3 高分子溶液的相分离	298
10.3.1 高分子溶液相分离概述	298
10.3.2 高聚物的分级	300
10.3.3 共混高聚物的相分离	301
10.4 交联高聚物的溶胀	302
10.4.1 溶胀平衡热力学	302
10.4.2 溶胀理论的应用	304
10.5 聚电解质溶液	304
10.6 聚合物分子量及其分布的测定	306
10.6.1 端基分析法	306
10.6.2 沸点升高和冰点降低法	306
10.6.3 渗透压法	307
10.6.4 粘度法	307
10.6.5 光散射法	312
10.6.6 凝胶渗透色谱法	314

* 10.7 Flory-Huggins 理论中 ΔS_M 和 ΔH_M 的推导	320
习 题	323
第 11 章 高聚物的电学和光学性质	
11.1 介电性	326
11.1.1 介电极化	326
11.1.2 介电系数	328
11.1.3 介电松弛	329
11.1.4 影响介电系数和介电损耗的结构因素	334
11.1.5 驻极体和热释电性	336
11.1.6 压电性、焦电性和铁电性	337
11.1.7 介电击穿	339
11.1.8 静电现象	341
11.1.9 介电性的应用	344
11.2 导电性	345
11.2.1 电导率和电阻率的测定方法	345
11.2.2 导体、半导体和绝缘体的主要区别	347
11.2.3 高聚物绝缘体	347
11.2.4 高聚物半导体和导体	349
11.3 光学性质	356
11.3.1 透明性	356
11.3.2 折射率	357
11.3.3 球晶黑十字消光图的形成	359
11.4 非线性光学的概念	359
习 题	361
综合性思考题	362
附录 A 部分 SI 单位	363
附录 B 符号意义	368
参考文献	381

绪 论

虽然在很早以前,天然高分子材料,如棉、麻、丝、毛、橡胶、树脂及木材等,已在人们的生活和生产中得到了广泛应用,但人们并不知道它们的化学组成和结构。

到 19 世纪中期,人们开始使用半合成聚合物——以某种方法改性的天然聚合物产品。其中,代表性实例是硝酸纤维素,俗称赛璐珞。这种材料,曾以清漆形式用来涂布木质楼梯、家具等,但易引起火灾。到 1885 年,普遍用赛璐珞制造硬领,后来著名的托马斯·爱迪生用它制作了活动电影胶片。

1865 年,基于改性纤维素的第二个聚合物——乙酸纤维素问世。在第一次世界大战中主要用它作飞机机翼的防火涂料,战后人们又用它制造人造丝。1927 年,它被制成优质塑料片材,也是二次大战期间最重要的塑料之一。直到今天,它仍是制造香烟过滤嘴和包装材料的重要原材料。

另一个重要的改性天然聚合物是人造丝,俗称嫫索,由再生纤维素制成。1877—1878 年 Cross 获得人造丝的第一项专利。1892 年 Bevan 和 Beadle 发明了生产人造丝的粘胶法。

19 世纪后期,一些化学家有意无意地合成了一些高分子物质,并把粘稠的、用普通化学无法理解的树脂状物质称为“烧瓶底上的油腻”,“分子量测不准、不可表征的反应产物”,或者认为是胶体,因为产物的颗粒尺寸达 $10^{-6} \sim 10^{-4}$ mm,在高倍显微镜下能看到其跳跃的闪光(布朗运动)。

1877 年, F. A. Kekulé 指出,绝大多数与生命直接联系在一起的天然有机物可以由长链组成。1906 年, E. Fisher 成功地将氨基酸一个个连接起来合成了接近于天然蛋白质的多肽。

第一个真正堪称合成聚合物的是 Leo Baekeland 用苯酚与甲醛缩聚得到的热固性酚醛塑料,用于制造电气零件和唱片。发明者于 1907 年获得了酚醛塑料的第一项专利。其实,早在 30 年前就已知苯酚与甲醛在各种条件下能形成树脂。Baekeland 的功绩在于,通过仔细控制反应,获得了均匀的可模塑材料。几乎同时,电气工程师 Sir James Swinburne 也获得了制造电缆用酚醛树脂的专利。为此, Baekeland 获得了美国化学会的奖励, Swinburne 获得了英国材料研究所的奖励。

1910 年, Pickles 提出了“橡胶由长链分子组成”的观点,但与当时公认的理论(橡胶由环状小分子的聚集体组成)相悖。1920 年,德国科学家 H. Staudinger 在划时代的文献《论聚合》中,明确提出“链状分子理论”,并首创了“大分子”一词。他用实验证明聚合过程是大量小分子结合起来的,并预言具有某些官能团的物质能通过官能团之间的反应而聚合。但即使如此,“大分子”学说仍遭到强烈反对:“把大分子搁到一边去吧,世界上根本不可能有大分子这回

事。”直到 1930 年成功地测定了聚合物的分子量之后,高分子这个概念才终于得到公认。在链状大分子概念的指导下,合成聚合物以更科学的方法得到发展。1953 年,Staudinger 荣获诺贝尔奖。

20 世纪 70 年代,英国皇家学会主席 Lord Todd 被问及“当代化学对社会最大的贡献是什么?”“是聚合物的发展!”他肯定地回答,“如果没有塑料、橡胶和纤维,这世界将完全不同。即使在电子工业领域内,没有绝缘体,你又能做什么?”

20 世纪是高分子时代的说法毫不夸张。

从高分子科学的发展历史可以看到,它最初始于有机化学。从有机化学知识出发,探讨高分子化合物的合成,便形成了高分子化学。随着合成高分子品种的增多,结构和性能(包括功能)的理论与实验研究被迅速提到日程上来。物理学知识与高分子化学知识的结合,形成了高分子物理;而高分子材料应用中必须经历的工业规模合成和成型加工又推动了高分子工程的兴起和发展。可以说,高分子化学、高分子物理和高分子工程是高分子科学的三大支柱。这三者相辅相成,缺一不可。实际上,从高分子科学一开始,这三者就紧密联系在一起了。

在 20 世纪高分子科学的发展中,最杰出的科学家,除前面已提到的 H. Staudinger 以外,还有 W. H. Carothers, K. Ziegler, G. Natta, P. J. Flory, P. G. de Gennes, A. J. Heeger, A. G. MacDiarmid 和 H. Shirakawa 等。

1928 年,杜邦公司的 W. H. Carothers 开始研究缩聚反应。他根据大分子假设,设想将一种带 2 个羟端基的分子与另一种带 2 个羧端基的分子按 1:1 化学当量混合起来进行反应,应该得到线形长链分子。他成功了!他发明的第一个合成聚合物是脂肪族聚酯,但熔点较低,不能用来制造衣用纤维,因为衣服要用热水洗涤和熨烫。后来,他用酰胺基取代酯基,便诞生了尼龙系列产品。1932 年,他又成功地合成了高分子量聚酯,并纺成了纤维。1939 年,杜邦公司推出第一批尼龙丝袜,风靡世界;与此同时,还生产了尼龙模塑粉,成为生产工程部件的重要原料,因为它兼具高强度、低密度、耐化学、耐磨和低摩擦因数等优良的综合性能,长盛不衰,至今仍是合成纤维和工程塑料中的佼佼者。Carothers 发明的另一个合成聚合物产品是氯丁橡胶。1934 年,美国生产了第一批由氯丁橡胶制成的轮胎。

20 世纪 30 年代,合成聚合物在各国都得到了迅速发展。1930 年,德国率先生产了聚苯乙烯产品。1932 年,原苏联首先合成了聚丁二烯橡胶。1935 年,Regnault 发明了聚氯乙烯。1936 年,ICI 领先制成了聚甲基丙烯酸酯片材(Perspex)。1937 年,基于聚异丁烯的丁基橡胶在美国问世。二次大战开始后不久,第一个聚乙烯工厂投产。

1934 年,Whinfield 和 Dickson 开发了聚对苯二甲酸乙二醇酯。它成为重要的纺织和包装材料(薄膜与瓶子),于 1955 年大规模生产,至今仍广泛应用。1941 年,德国开始工业化生产聚氨酯产品,致使聚氨酯泡沫制件产量迅速增长。

上述合成聚合物,也是目前使用最多的聚合物,都是基于主链上主要含碳原子的高分子。20 世纪 40 年代,发展了一类高分子主链上主要含硅原子的聚合物——聚硅氧烷。1945 年,硅

橡胶问世,其耐热性和耐寒性都超过其他橡胶,但因价格相对昂贵仅限于特殊用途。

20 世纪 50 年代是开发聚烯烃的重要年代。1953 年, K. Ziegler(德国)用催化剂发明了生产聚乙烯的低压法。与高压聚乙烯相比, 低压聚乙烯具有更好的刚度和耐热性。1954 年, G. Natta(意大利)用 Ziegler 催化剂成功地合成了高分子量聚丙烯。不久, Ziegler 和 Natta 发明了定向聚合法, 使许多原以为“注定”是无定形的高分子物质结晶, 由此涌现出一大批结晶性塑料。1963 年 Ziegler - Natta 荣获诺贝尔奖。

其间, 还开发了使用温度范围很宽的韧性工程塑料——聚碳酸酯。第一个聚碳酸酯是交联聚合物, 早在 1894 年就已合成。1953 年出现了第一个热塑性聚碳酸酯, 1960 年正式投入工业化生产。

随着合成聚合物品种的日益增多, 科学家们越来越重视聚合物结构与性能间关系的理论研究。代表性科学家是 P. J. Flory(美国)。他以毕生的努力创立了高分子化学与物理理论, 指导聚合物的合成、表征和性能测试, 取得了卓越的成果。仅举一例, 20 世纪 50 年代, Flory 预言, 棒状高分子可呈现液晶性能; 60 年代这个预言得到证明; 70 年代用液晶纺丝法成功地研制出了耐热性优良的刚性芳族聚酰胺纤维。1974 年 Flory 荣获诺贝尔奖。

新型高性能聚合物的开发和投产都面临成本高的问题。20 世纪 70 年代以来, 人们一直致力于降低成本。为此发展了一大批聚合物-聚合物共混物, 它们或者价格较低廉, 或者具有良好的综合性能, 或者具有组元聚合物所不具备的新性能。共混迅速成为开发新材料的重要途径。到目前为止, 60%~70% 的聚烯烃和 23% 的其他聚合物都以共混物的形式存在。

在分子科学领域内, 早期的高分子物理学家大多是学化学“出身”。但近 30 年来, 许多物理学家被吸引进高分子领域。其中以 P. G. de Gennes 为代表, 把物理学中的许多新概念、新理论嫁接进了高分子物理学, 大大促进了该学科的发展。1991 年 de Gennes 荣获诺贝尔奖。

长期以来, 高聚物一直作为绝缘体或电容器介质材料使用。但近 30 年来, 陆续合成出不少优良的高分子导体和半导体。特别是 A. J. Heeger, A. G. MacDiarmid 和 H. Shirakawa 的合作, 在通过掺杂获得具有金属般导电性的高聚物中做出了突出贡献。为此, 他们在 2000 年荣获了诺贝尔奖。

现在, 高分子材料不仅渗透到衣、食、住、行各个方面, 而且新材料和新工艺正在被不断地开发出来, 在新兴的信息工业中前景一片光明。

在分子科学的三大支柱中, 高分子物理属于物理学的一个分支, 专门研究高分子物质的基本结构及其运动的普遍规律。具体地说, 高分子物理包括三大部分: ① 结构, 包括单个分子的结构和许多分子聚集在一起的凝聚态结构; ② 分子运动; ③ 性能和功能, 包括高分子固体、熔体或溶液的热学、力学、电学和光学性能。其主要任务是研究高聚物在这三方面区别于低分子物质的特点及三者之间的内在联系。因此, 本教材由结构篇、分子运动篇和性能篇构成。

在材料科学与工程领域,要认识高聚物,就必须认识它们不同于金属和陶瓷的特点。也只有有在对比中把握高聚物的特点,才能更深刻地认识和合理地利用高分子材料。高聚物的结构-分子运动-性能的关系,是高分子材料的分子设计、材料设计、性能表征、成型加工和应用的基础。如果说,在高分子材料的开发初期,主要的研究路线是合成各种高聚物,然后一一表征它们的性能,最后从众多的高聚物中遴选出具有应用价值的材料。那么,在对高聚物结构-分子运动-性能关系有了一定了解后,研究路线便转变为从应用所需的性能出发,设计可能具有这类性能的高分子结构和材料结构,然后采用可行的合成与工艺路线来获得所需的高分子材料,从而大大提高了材料开发的效率;同时,在加工和应用中遇到了问题,也容易从本质上分析,发现产生问题的原因,并采取有效措施加以克服。有关实例遍及本教材各章节。

虽然高分子材料明显不同于金属和陶瓷材料,但在结构、性能和研究方法上仍具有许多共性。例如,晶态与非晶态的有序性、相转变及相分离;X射线衍射、光学显微镜及电子显微镜等物质结构研究方法;力学、电学和热学性能的特征方法等。因此,在与金属、陶瓷材料的对比中学习高分子物理,将有利于更好地掌握材料科学与工程中的普遍规律和高分子材料的特点。

第一篇

高聚物的结构

高聚物是分子量(即相对分子质量)很大($10^4 \sim 10^6$ 甚至更高)的一类化合物的总称。天然高聚物有纤维素、淀粉、羊毛、丝及天然橡胶等;合成高聚物有合成塑料、合成橡胶及合成纤维等。

物质的结构是指组成物质的原子或分子之间的相互吸引与排斥作用达到平衡时的空间排布。平衡态时分子内原子之间的空间排布称为分子结构;平衡态时分子之间的空间排布称为聚集态(气态、液态、晶态及液晶态等)结构。

- 概 述
- 高分子链结构
- 高分子凝聚态结构