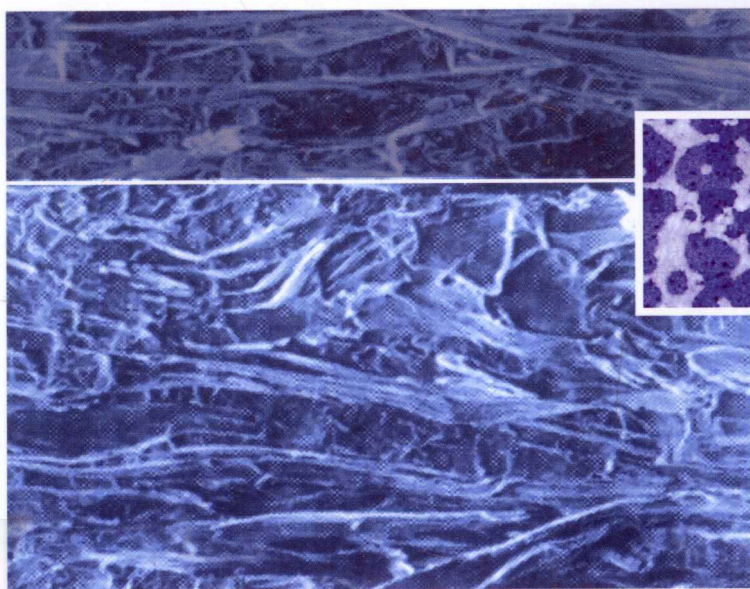


[美] 劳埃德 M. 罗伯逊 (Lloyd M. Robeson) 编著
杨卫民 丁玉梅 刘 泽 等译

聚合物共混物

Polymer Blends:
A Comprehensive Review



化学工业出版社

[美] 劳埃德 M. 罗伯逊 (Lloyd M. Robeson) 编著

杨卫民 丁玉梅 刘 泽 等译

聚合物共混物

Polymer Blends

A Comprehensive Review



化学工业出版社

· 北京 ·

该书从聚合物共混物的基础、聚合物共混物的类型、聚合物共混物的性能及研究、聚合物共混新技术等方面对聚合物共混物做了详细介绍,同时还介绍了聚合物共混物广泛的应用领域,是一本较全面的聚合物共混物领域的参考著作。适合从事聚合物研发的技术人员及相关专业大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

聚合物共混物/[美] 罗伯逊(Robeson, L. M.) 编
著; 杨卫民, 丁玉梅, 刘泽等译. —北京: 化学工业
出版社, 2012. 1

书名原文: Polymer Blends: A Comprehensive Review

ISBN 978-7-122-12566-8

I. 聚… II. ①罗…②杨…③丁…④刘… III. 聚合
物-共混 IV. 063

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 211237 号

Polymer Blends: A Comprehensive Review, by Lloyd M. Robeson

ISBN 978-3-446-22569-5

Copyright© 2007 by Carl Hanser Verlag. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Carl Hanser Verlag.

本书中文简体字版由 Carl Hanser Verlag 授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分, 违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2009-3091

责任编辑: 白艳云

装帧设计: 关 飞

责任校对: 陈 静

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

710mm×1000mm 1/16 印张 24½ 字数 508 千字 2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 75.00 元

版权所有 违者必究

译者名单

杨卫民	丁玉梅	刘 泽	袁聪姬
张金云	王小华	郭小龙	夏令涛
张盛贵	边旭东	王建强	王诗强
张 阁	赵 鹏	邓 亮	秦 柳
彭 威	郭峰霞	姜 鹏	

前 言

近几十年，聚合物共混领域已经发展成为聚合物科学研究的主要领域。1967年，笔者开启自己的职业生涯，当时聚合物共混技术才刚起步，关于聚合物相容性的研究甚少。随后非相容性聚合物的相容性研究逐渐开展起来，聚合物共混的热力学基本关系逐渐确立，但是关于热力学状态方程的研究仍然缺乏。聚合物共混领域类似于金属合金领域，经历近40年的发展，已经建立了较为完善的理论与经验基础，取得了显著的工业化进步。目前，新型材料的研究需要依赖于聚合物共混方法解决新材料应用所遇到的性能要求问题。笔者在聚合物共混领域研究多达40年之久，从该项技术的发展之初到逐渐成熟，笔者所阐述的观点将有助于推动该项技术的进一步发展。

本书由《聚合物相容性》（学术出版社：1979年）的作者 O. Olabisi 与笔者合著，5年前 O. Olabisi 已经记不清耗费了多少漫漫长夜和周末去准备《聚合物相容性》一书，该书涉及了聚合物共混广泛的应用领域，既是一部导论也是一部参考著作，但该书作为导论并未提及文献中所涉及的子领域应用材料；作为参考著作却未进行深入的探讨而显得繁琐复杂。关于聚合物共混的优秀著作不计其数，希望本书对该领域的总体概述可以为您提供有价值的参考。本书的撰写几乎参考该领域的所有书籍以及一些关于聚合物共混的优秀著作，而且对许多最新的研究贡献进行了更新。

笔者曾在两家公司工作：1967~1986年联合碳化物公司；1986~2007年空气化工产品有限公司。笔者感谢这两家公司对于技术产业化所作出的郑重承诺以及提供专业研究的氛围方面所作出的贡献，这两家公司对于技术的鼓励与支持以及聚合物共混文献的收集方面做了大量的工作。多年以来，笔者多次与该领域的主要领导人探讨交流，在此，笔者特别感谢得克萨斯大学的 Donald R. Paul 博士，他在该领域所作出的巨大贡献在此书以及他的著作中均有描述，他的评论手稿为本书的修订提供了许多重要的修正与补充。还要感谢该领域的其他主要研究者：M. T. Shaw, O. Olabisi, F. E. Karasz, W. J. MacKnight, J. W. Barlow, J. E. Harris, J. E. McGrath, R. A. Weiss, A. Eisenberg, J. V. Koleske, L. A. Utracki, L. H. Sperling, M. M. Coleman, C. B. Bucknall, G. Groeninckx, D. G. Baird, L. P. Mc-

Master, M. Matzner, Teyysie 教授, L. M. Maresca, E. M. Pearce 以及其他对于此书的撰写作出贡献的人员。R. J. Spontak 与 D. G. Baird 博士所提供的形态学插图对于聚合物共混一书的编写非常重要。本书的草稿曾作为里海大学 CHE/CHM/MAT 485 课程《聚合物共混物与复合物》的讲稿, 同学们对于本书最终修订的意见和建议非常宝贵。在此, 笔者还要感谢对于本书各章节作出评论与建议的 L. H. Sperling, M. T. Shaw, O. Olabisi, F. L. Marten, C. D. Smith 博士, 以及进行计算机数据处理的 Linda Schanz。

最后, 我想要感谢我家人的重要贡献, 我母亲在我年幼时(上学前)传授阅读与数学知识, 我父亲向我灌输了中西方的职业道德(尽管至今我仍不能确认我是否想学习它), 这些都为我完成本书的撰写所需要的技能奠定了基础。我的妻子 Sandra 也一直非常支持我的工作, 本书的顺利完成得益于上述支持。

Lloyd M. Robeson

2007 年春

目 录

第 1 章 总论	1
1.1 概述	1
1.2 历史回顾	2
1.3 本书预览	4
1.4 定义	5
参考文献	5
第 2 章 聚合物共混物的基础	8
2.1 热力学关系	8
2.1.1 混合熵	10
2.1.2 混合焓	11
2.1.3 Flory-Huggins 理论	12
2.1.4 状态理论方程	14
2.2 相行为	18
2.2.1 相容性混合与不相容性混合	18
2.2.2 旋节线分解、成核和生长	20
2.3 溶解度参数理论	22
2.4 特殊相互作用	27
2.4.1 氢键作用	28
2.4.2 偶极-偶极相互作用	31
2.4.3 离子-偶极和离子-离子间的相互作用	31
2.4.4 其他特殊相互作用	32
2.5 平均场理论和分子间排斥作用的概念	32
2.6 关联模型	37
2.7 界面效果	38
2.8 预测聚合物相行为的其他方法	42

参考文献	43
第 3 章 增容方法	52
3.1 相互作用基团的具体叙述	53
3.2 原位聚合增容	54
3.3 三元聚合物添加剂 (非反应)	57
3.4 反应增容	59
3.4.1 反应挤出增容 (单程挤压)	65
3.5 互穿网络聚合物	67
3.6 相间的交联	70
3.7 嵌段共聚物添加剂	71
3.8 聚合物-聚合物之间反应	74
3.9 其他兼容方法	77
参考文献	79
第 4 章 聚合物共混物的类型	89
4.1 共混物的制备/加工方法	89
4.2 弹性体共混物	92
4.3 弹性体 (低 T_g)-高模量 (高 T_g) 冲击改性聚合物共混物	97
4.4 结晶型聚合物共混物	102
4.4.1 结晶聚合物-无定形聚合物共混物	102
4.4.2 结晶-结晶聚合物共混体	108
4.4.3 同构聚合物共混物	111
4.5 聚烯烃共混物	113
4.6 工程聚合物共混物	117
4.6.1 聚苯醚共混物	117
4.6.2 芳香聚碳酸酯的共混物	119
4.6.3 聚芳酯的共混物	122
4.6.4 聚芳醚酮的共混物	122
4.6.5 芳香聚砜的共混物	124
4.6.6 聚酰胺的共混物	124
4.6.7 基于聚酰亚胺聚合物共混物	125
4.6.8 聚苯硫醚基共混物	126
4.6.9 相容工程聚合物共混物	127
4.7 乳液共混物	127
4.8 液晶聚合共混物和分子复合材料	132

4.8.1	液晶聚合共混物	132
4.8.2	分子复合材料	136
4.9	含嵌段共聚物的共混物	138
4.10	基于聚苯乙烯和苯乙烯共聚物的共混物	142
4.11	基于 PMMA 和甲基丙烯酸酯共聚物的共混物	148
4.12	聚氯乙烯基共聚物	151
4.13	热固性聚合物共混物	154
4.14	水溶性共混聚合物/聚电解质配合物	158
4.15	生物降解和天然聚合物基共混物	163
4.15.1	生物降解聚合物共混物	163
4.15.2	天然高分子混合物	165
4.16	杂项共混物	168
4.16.1	再利用的聚合物共混物	168
4.16.2	导电聚合共混物	170
4.16.3	三元共混聚合物	172
4.16.4	混杂共混聚合物	174
4.17	聚合物共混物复合材料	175
	参考文献	177

第 5 章 聚合物共混物的性能 214

5.1	玻璃化转变	214
5.2	动态力学性能	218
5.3	量热法	222
5.4	电介质特性	225
5.5	形态/显微方法	229
5.5.1	光学显微镜法	229
5.5.2	透射电子显微镜法	231
5.5.3	扫描电镜法 (SEM)	233
5.5.4	原子力显微镜法 (AFM)	236
5.5.5	扫描隧道显微镜法	236
5.5.6	X 射线显微镜法	237
5.6	散射方法: 光散射、X 射线散射、中子散射	238
5.6.1	光散射法	239
5.6.2	X 射线散射	241
5.6.3	中子散射	243
5.6.4	中子反射	245
5.6.5	中子自旋回波光谱法	245

5.6.6 其他散射方法	245
5.7 核磁共振	246
5.8 光谱方法	250
5.8.1 红外光谱法	251
5.8.2 紫外-可见光谱法	254
5.8.3 拉曼光谱学	255
5.8.4 荧光光谱: 非辐射能量转变和激基缔合物荧光	255
5.8.5 X 射线光电子能谱法和二次离子质谱法	258
5.9 蒸气吸附和溶剂探针技术	259
5.10 正电子湮没寿命谱	262
5.11 界面性能表征	263
5.12 混杂表征技术	265
参考文献	267

第 6 章 聚合物共混物的性能研究 282

6.1 力学性能	282
6.2 热性能	297
6.2.1 结晶性聚合物	297
6.2.2 热稳定性	303
6.3 传输性能	304
6.3.1 气体扩散和渗透	304
6.3.2 相容混合物中的输送	304
6.3.3 相分离共混中的输送	305
6.3.4 热导率	308
6.4 电性能	309
6.5 聚合物共混物的流变与加工	311
6.5.1 相分离共混物的流变	314
参考文献	317

第 7 章 聚合物共混物的商业应用 326

7.1 商业用弹性体共混物	326
7.2 商用聚烯烃共混物	328
7.3 商用工程塑料的共混物	330
7.4 冲击改性共混物	337
7.5 商业聚氯乙烯共混物	338
7.6 含有聚苯乙烯树脂的商业共混聚合物	339

7.7 基于丙烯酸酯聚合物的商业共混聚合物	340
7.8 乳胶共混物的商业应用	340
7.9 其他商业共混物	342
7.10 其他专利例子及对商业发展的建议	344
参考文献	346
第8章 聚合物共混新技术	352
8.1 纳米技术	352
8.1.1 聚合物/纳米复合材料	353
8.2 电子/光电子	354
8.2.1 光电压的应用	355
8.2.2 发光二极管应用	356
8.2.3 电致变色的应用	357
8.2.4 其他电子应用	357
8.3 导电聚合物和共混物	358
8.4 聚合物共混物中超临界流体的应用	360
8.5 锂电池应用	361
8.6 燃料电池材料的应用前景	362
8.7 生物材料/生物技术	364
8.8 新兴高分子混合物科技在各领域中的应用	366
参考文献	366
附录	372
附录1	372
附录2	377
附录3	379

第 1 章 总 论

1.1 概 述

近 30 年，聚合物共混技术一直是高分子科学研究的主要领域。它在一些出版物、专利和博士学位论文中占有重要地位。聚合物共混物（也可称为聚合物合金）的发展与金属合金早期的发展具有相似性。由于受到工业上的重视，聚合物共混技术及聚合物共混物已得到广泛应用。因此，聚合物共混物为人们解决应用需求提供了一个重要的选择。

聚合物共混相对于开发新的聚合物结构具有很大的优势。将现有的聚合物混合而得到具有工业价值的新物质，这与开发新的单体及聚合物相比，节约了研发经费。此外，还减少了规模化生产和商品化所需的成本。另一个独特的优势在于共混物可以提供不容易从新的聚合结构得到的特性组合。在迅速崛起的科技领域，高分子共混技术能够迅速应对发展中国家的需求，而研发新单体/聚合物的耗时往往太长。针对现有技术的发展需求，聚合物共混已成为满足发展新聚合物结构需求的重要发展方向。

聚合物共混技术已经应用于我们日常生活的各个领域。轮胎用橡胶共混物，是需求量最大的改性聚合物（高抗冲聚苯乙烯、ABS、改性聚丙烯、冲击改性聚氯乙烯），工程用聚合物共混物应用于电器、电子和汽车领域，聚烯烃共混物应用于电影行业。采用聚合物共混来开发具有独特性能的新材料，是高分子材料新兴技术未来的发展趋势。

聚合物共混物的类型是多种多样的，包括许多学术和工业上都关注的组合不同的高分子材料。聚合物共混物最根本的不同点主要是由它们的物相来决定的，具体地说就是相容性与相分离。相容性与分子尺度等方面的相混合有关，就如同观察到预期的单相材料的性能一样。但相容性并不意味着理想的混合就是在分子尺度上。相容性最初被认为是极其罕见的现象，而事实上，大多数随机组合的二元共混物是相分离的。然而，许多组合聚合物的相容性已经得到承认。与分离相的聚合物共混物相比，相容性的主要优点体现在共混物的性能方面，性能一般处于未共混聚合物之间（特别是力学性能）。通常情况下，相分离系统显示机械不相容性，这是因为物质界面之间较弱的黏附性。这种情况并非总是如此，可以利用特殊的方法来减轻界面粘接缺陷，以下将详细介绍。

聚合物共混物包括多种聚合物合金成分的共混物、弹性体共混物、工程聚合物

表 1-1 聚合物共混物的类型

弹性体共混物	工程聚合物共混物	网络的互穿聚合物	同构聚合物共混物
乳液共混物	晶体聚合物共混物	聚电解质复合物	水溶性聚合物共混物
冲击改性聚合物	结晶-无定形聚合物共混物	可循环的聚合物共混物	核壳聚合物系统
热固性聚合物共混物	生物降解高分子共混物	聚合物共混物复合材料	导电聚合物共混物
分子复合材料	反应增容共混物	嵌段-均相聚共混物	天然聚合物共混物
液晶高分子共混物	聚烯烃共混物		

共混物、冲击改性聚合物、液晶聚合物共混物、透明与结晶聚合物共混物的组合、反应增容共混物、液晶高分子共混增强、分子复合材料。这些以及其他类型的聚合物共混物列于表 1-1 中。冲击改性聚合物通常是由一个连续基体的刚性高分子与较低阶段弹性高分子组成。液晶聚合物与玻璃状聚合物的组合能产生非常有用的性能，如通过耐化学性、韧性和耐热性等属性的结合，来满足汽车覆盖件的应用需求。工业上利用聚烯烃共混物已超过 40 年，它提供了一个任何单个的聚烯烃无法提供的优越性能。弹性体共混物是常用的轮胎成分，它所具有的组合性能是未共混的聚合物不可能具有的。乳液共混物普遍用于黏合剂和涂料。

发掘聚合物共混技术的潜力，设计具体的组分以满足应用需求，这是非常重要的。单个聚合物所具有的独特优越性能只能够满足有限的应用需求。按照聚合物共混技术的原则，任何聚合物的应用潜力都可以通过共混而可以大大加强。本书对这项技术进行了概述，聚合物方面的科学家/工程师可以利用这些原则设计聚合物共混物，以满足现有的和未来的应用需求。

在过去 30 年里，聚合物共混作为高分子科学领域的重要部分，已经出版了一些关于这个问题以及部分细节^[1~32]的书籍。此外，本书涉及了互穿聚合物网络（互穿网络）的具体领域^[33~35]和影响参数的修改^[36~38]。

1.2 历史回顾

最早的聚合物共混技术出现很久之后，才有出现可应用的合成聚合物。与具有高分子特性的天然产品（如树脂、天然橡胶、纤维素）相互结合，从而达到理想的涂料和胶黏剂材料的性能要求。随着最初的工业化改性天然产品的出现，如在 19 世纪中出现的硝化棉，聚合物共混物已受到人们的重视。天然树脂产品，如虫胶，加入到硝化棉涂层以改善其韧性。当 20 世纪初出现酚醛热固性聚合物的同时，还研制了用以提高性能的共混物。一个酚醛共混硫化天然橡胶的典型例子，代表了互穿网络聚合物的首次应用^[39]。这些成分用于改善留声机记录的易碎的语音系统。

一个早期工业合成的高分子共混物为 PVC（聚氯乙烯）和丁腈（丁腈橡胶：NBR）共聚物弹性体。这种共混物早在 20 世纪 40 年代初已经应用于工业上^[40,41]，目前仍在使用。这种共混用于^[42]一个较宽的玻璃化转变温度来描述的混溶，而不是理想混溶。在 PVC 中增加丁腈橡胶（未交联）制备永久增塑 PVC，限制增塑剂迁移，主要用于电线和电缆护套、低电压的保温、石油容器衬垫、污染控制池塘衬垫、

燃料管的套盖、印刷辊衬垫、垫片、输送带衬垫和各种需要持久增塑的聚氯乙烯。另一种具有大型工业效用的聚合物共混物是橡胶改性聚苯乙烯（高抗冲聚苯乙烯）和丙烯腈-苯乙烯共聚物（通常称为 ABS 树脂：丙烯腈-丁二烯-苯乙烯）。早期的工业共混物是将聚苯乙烯和聚丁二烯或丁苯热塑性弹性体（均未交联）简单地混合在一起。虽然取得了改性的效果，但橡胶结合的效率却被限制了。研究结果表明，相对于简单的共混物来说，在橡胶中加入聚苯乙烯改性性能会显著提高。聚合过程中聚苯乙烯橡胶三元混合物相分离。随着聚合过程中不断地搅拌，相分离产生的相倒置造成含有苯乙烯-聚苯乙烯闭塞的橡胶颗粒的离散。由此产生的颗粒大小和分布情况，聚苯乙烯在橡胶中的粒度，橡胶相的交联和接枝到橡胶的聚苯乙烯都是影响共混物改性效率的重要因素^[43]。其他工业上运用近 40 年的改性系统包括聚烯烃弹性体（乙丙橡胶）、改性聚丙烯和改性聚氯乙烯。乳液聚合丙烯酸酯 [如聚（甲基丙烯酸甲酯）和其共聚物]，在橡胶中（聚丁二烯或丁苯共聚物）产生的离散颗粒（干燥后）可与 PVC 熔体混合产生预期的改性效果。聚甲基丙烯酸甲酯和丙烯酸酯共聚物给聚氯乙烯提供了良好的附着力（如能实现部分相容性），从而保证共混阶段有良好的附着力。

对聚合物共混技术的广泛关注出现于 20 世纪 60 年代末。一个有趣的催化剂是工业化的聚(2-二甲基-1,4-苯氧化)(聚苯醚)/聚苯乙烯共混物，商标为 Noryl[®]，由通用电气公司研发。人们认识到，聚苯醚/聚苯乙烯的共混是相容的，从而通过整个组成范围和各要素（平均重量）间提供一个优越的性能^[44]。添加 PPO 以提高聚苯乙烯的 T_g （玻璃化转变温度），提高耐冲击性，增加拉伸强度。通过添加 PPO 取得的另一个重要性能是改善阻燃聚苯乙烯。这种技术能够满足美国重要的 UL-94（保险商实验室易燃性测试）所需的设备与更低成本，因而磷酸盐阻燃剂迅速得到市场的接受。从工业上讲，通过添加 PPO 来增加高抗冲聚苯乙烯韧性的能力是有限的。然而对于同一功能，性价比存在较大差异，显然地，聚合物共混物（特别是实现混溶）可提供大量不同商业产品的需求。这种共识导致了工业研发实验室努力去研究开发聚合物共混技术。对于 PPO/聚苯乙烯共混物的共混性质，人们认识到共混聚合物系统比原先更为深入。在一些学术机构，聚合物共混物的相行为是学术研究的热点，从而展开了一系列的调查研究。

虽然寻找新的共混聚合物组合的热度凸显，相容性比原先认为的更为普遍，了解更多相分离聚合物共混物的性质成为人们研究的热点。学术界和工业实验室都认识到相分离的新型聚合物共混物成分提供独特的/实用的性能的重要性。由于相分离聚合物的相容性限制了其力学性能，因而在表 1-2 中提出了增容的概念。研究聚合物共混物的许多重要概念和方法已经在数十年前开展了，以下将着重介绍。

在 20 世纪 70 年代初，已经提出了相互作用的重要性。Coleman 和 Painter 在论文中详细阐述了氢键在聚合物共混物混溶中起到提供互动能力的重要作用^[4]。在 20 世纪 70 年代初，反应增容的概念也出现了^[45,46]，但主要研发的方向是采用超强硬尼龙 66 催化挤出增容。在聚合物共混中应用状态方程，可以显示质量的变化趋势，并且预测物相的变化，如临界溶解温度。McMaster^[47]的许多开创性论文促使了这一领域的研究进一步深入。有人指出在调幅分解的相分离过程中，有可

能高分子聚合物以高度交联的形态组成共混物^[48]。三个实验室^[49~51]一致认为在混溶时分子内可能会产生斥力，并且展示了一个设计混聚合物共混物的有用方法。

表 1-2 实现共混或兼容共混物相分离的途径

相容性	共混物相分离	相容性	共混物相分离
氢键结合	三元共聚物	平均场方法	互穿网络
偶极相互作用	嵌段和接枝共聚物	关联模型	原位聚合
溶解度参数匹配	反应增容		纳米粒子
离子偶极子相互作用	交联		

用于聚合物共混的一些有价值的分析和表征方法已经开发出来，因而能更好地了解相容性及相行为的性质。最初是由德克萨斯大学^[52]提出使用低分子量化合物来模拟超高分子量聚合物的方法特别有用。低分子量液体混合物的温度很容易确定，并且与超高分子量化合物混合的温度（不能直接测量）密切相关。小角度中子的散射（SANS）为聚合物共混进行分段提供了证据，证明聚合物的确可以分段混合。30 年前，就提出了这个问题的可能性。核磁共振（NMR）和荧光光谱分析也提供了获得这种特殊聚合物共混和相容的信息。如今，已经有一些在纳米尺度的层面上来确定混合程度的方法，这些方法将详列于第 5 章。

1.3 本书预览

本书是聚合物共混物的参考书。本书涵盖很多领域并且覆盖在各个章节，因此不会很深入。详细的理论讨论，如状态方程理论，超出了本书的理论范围，只会作简要讨论。在选择参考书目时，主要考虑那些涉及聚合物共混技术基础的参考书目以及最近提到的具体问题。本书的编写目的不是要对技术问题进行详细的阐述，而是给具体领域及更深入介绍这些专业内容的参考书目作一个引导。

本书根据聚合物共混技术具体领域的重要性来划分各章节，第 2 章开始为聚合物共混技术的基本介绍。在本章中，将详细讨论聚合物共混中与热力学相关的相行为与相分离。此外，也将对关于聚合物共混相容及力学性能改善的相互作用进行具体的讨论。由此也将会产生这一领域主要的理论和模型。在第 2 章里，论述了相分离聚合物共混界面特征的重要性。在第 3 章中，将用表 1-2 中列出的增容方法对相容性共混物相分离进行讨论。

第 4 章将讨论在表 1-1 中所列出的不同类型的聚合物共混物。这里讨论的聚合物共混物的种类，很大部分是参考其他资料，但这些资料没有关于特殊聚合物共混物的详细讨论。第 5 章将讨论如何采用简单的定性方法，来确定聚合物共混物的形态，相行为和分子间相互作用。在第 6 章里，涵盖了聚合物共混物的性能（包括力学性能，热性能，电性能，流变性能）。图 1-1 中列出了部分聚合物共混物的结构与力学性能的关系。了解聚合物共混物结构与性能的关系是学术研究讨论的一个关键目标，并将在第 6 章探讨这些关系。第 7 章中通过聚合物共混物在工业中的应用来说明聚合物共混技术的重要性。第 8 章介绍了聚合物共混的新兴领域，以及聚合物科学和技术的未来前景。

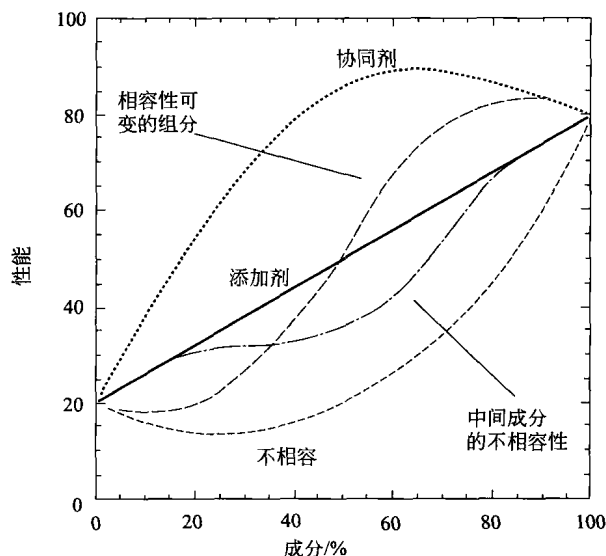


图 1-1 聚合物共混物的一般性能/组成行为

1.4 定义

相容性：相容性是评价聚合物成分混合产生单相材料预期性能的水平（规模）。
 注：这并不意味着是理想的混合，但可接近混合层面。聚合物共混物的结构仍然可以在1~2nm的范围内估计和观察。相容性是建立在热力学关系基础上的，这在以后再讨论。

不相容性：如果混合后各个物相是分离的，就认为是不相容。相分离也是建立在热力学关系基础上的。

部分相容：如果混合后存在分离的物相，但聚合物间还包含许多其他的聚合物，并且能够改变这种聚合物的性能（例如，玻璃化转变温度）。

机械兼容性：兼容性是一个通用术语，用来描述聚合物共混物的使用性能。一般来说，力学性能可作为兼容性程度的参考。增容不相容聚合物共混物是一个重大的研发领域。兼容性的程度与物相间传递应力的能力有关。

均相：均相共混物是由广范围的物相成分组成的。虽然混合可能会产生单一的玻璃化温度，它是由各成分的玻璃化转变温度组合而成的。

在参考文献 [53] 中提供了关于聚合物共混物、复合材料和多相高分子材料（国际化联建议，2004 年）的详细列表。

参 考 文 献

- [1] Paul, D. R. and Newman, S. (Eds.), *Polymer Blends, Vol. 1 and 2*, (1978) Academic Press, New York
- [2] Olabisi, O., Robeson, L. M. and Shaw, M. T., *Polymer-Polymer Miscibility* (1979) Academic Press, New York

- [3] Utracki, L. A., *Polymer Alloys and Blends: Thermodynamics and Rheology* (1989) Hanser Publishers, New York
- [4] Coleman, M. M., Graf, J. F. and Painter, P. C., *Specific Interactions and the Miscibility of Polymer Blends* (1991) Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster
- [5] Paul, D. R. and Bucknall, C. B. (Eds.), *Polymer Blends, Vol. 1 (Formulation) and Vol. 2 (Performance)*, (2000) John Wiley & Sons, New York
- [6] Manson, J. A. and Sperling, L. H., *Polymer Blends and Composites* (1976) Plenum Press, New York
- [7] Sperling, L. H., *Polymeric Multicomponent Materials* (1997) John Wiley & Sons, Inc., New York
- [8] Miles, I. S. and Rostami, S. (Eds.), *Multicomponent Polymer Systems*, (1992) Longman Scientific and Technical, UK
- [9] Folkes, M. J. and Hope, P. S. (Eds.), *Polymer Blends and Alloys*, (1993) Blackie Academic & Professional, London
- [10] Shonaike, G. O. and Simon, G. P. (Eds.), *Polymer Blends and Alloys*, (1999) Marcel Dekker, New York
- [11] Araki, T., Tran-Cong, Q. and Shibayama, M. (Eds.), *Structure and Properties of Multiphase Polymeric Materials*, (1998) Marcel Dekker, New York
- [12] Datta, S. and Lohse, D. J., *Polymeric Compatibilizers* (1996) Hanser Publishers, New York
- [13] Sperling, L. H. (Ed.), *Recent Advances in Polymer Blends, Grafts and Blocks*, (1974) Plenum Press, New York
- [14] Solc, K. (Ed.), *Polymer Compatibility and Incompatibility: Principles and Practice*, (1982) MMI Press Symposium Series, Vol. 2, Harwood Academic Publishers, New York
- [15] Utracki, L. A. (Ed.), *Polymer Blends Handbook: Vols. 1 and 2*, (2002) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- [16] Paul, D. R. and Sperling, L. H. (Eds.), *Multicomponent Polymer Materials*, (1986) Advances in Chemistry Series 211, American Chemical Society, Washington, DC
- [17] Walsh, D. J., Higgins, J. S. and Maconnachie, A. (Eds.), *Polymer Blends and Mixtures*, (1985) NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences- No. 89, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht
- [18] Simon, G. P. (Ed.), *Polymer Characterization Techniques and Their Application in Blends*, (2003) Oxford University Press, Oxford
- [19] Klempner, D. and Frisch, K. C. (Eds.), *Polymer Alloys, Blends, Blocks, Grafts and Interpenetrating Networks*, (1977) Plenum Press, New York
- [20] Klempner, D. and Frisch, K. C. (Eds.), *Polymer Alloys II, Blends, Blocks, Grafts and Interpenetrating Networks*, (1980) Plenum Press, New York
- [21] Klempner, D. and Frisch, K. C. (Eds.), *Polymer Alloys III: Blends, Blocks, Grafts and Interpenetrating Networks*, (1983) Plenum Press, New York
- [22] Xanthos, M. (Ed.), *Reactive Extrusion: Principles and Practice*, (1992) Hanser Publishers, Munich
- [23] *Encyclopaedic Dictionary of Commercial Polymer Blends*, Utracki, L. A. (Ed.) (1994) ChemTec Publishing, Toronto
- [24] Han, C. D. (Ed.), *Polymer Blends and Composites in Multiphase Systems*, (1984) Adv. Chem. Ser. 206, American Chemical Society, Washington, DC
- [25] Utracki, L. A. and Weiss, R. A. (Eds.), *Multiphase Polymers: Blends and Ionomers*, (1989), ACS Symp. Ser. 395, American Chemical Society, Washington, DC
- [26] Kryszewski, M., Galeski, A. and Martuscelli, E. (Eds.), *Polymer Blends: Processing, Morphological and Properties, Vol. 2*, (1984) Plenum Press, New York