

普通高等教育包装专业教材

• 骆光林 编著

包装材料

*BAOZHUANG
CAILIAO*

印刷工业出版社

内 容 提 要

包装材料是包装工程专业的主干课程,是深入学习其他专业课程的基础。学习和掌握包装材料对正确设计、制造和使用包装容器具有重要的意义。本书体系新颖,实用性强,内容共分九章,主要介绍塑料包装材料、纸和纸板包装材料、黏合剂、印刷油墨、涂料、木材包装材料、金属包装材料、陶瓷玻璃包装材料和其他包装材料等。

本书可供高等院校包装类专业作为教材使用,还可供从事包装工作的工程技术人员作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

包装材料 / 骆光林著. — 北京: 印刷工业出版社, 2005.8

普通高等教育包装专业教材

ISBN 7-80000-550-X

I. 包... II. 骆... III. ①包装材料—高等学校—教材 IV. TB484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 095138 号

包装材料

编 著: 骆光林

责任编辑: 范 敏

出版发行: 印刷工业出版社 (北京市西城区车公庄大街 3 号 邮 编: 100044)

网 址: www.pprint.cn www.keyin.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 358 千字

印 张: 19.75

印 数: 1~3000

印 次: 2005 年 8 月第 1 版 第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88367163

前 言

在人类近代文明史中,包装技术有了长足的进步。现在,包装不仅具有容纳商品、便于运输和防止破损的功能,而且还是提高商品的使用价值和销售价值,促进销售的重要技术手段。

现代包装技术是一个跨部门、跨行业的综合性技术领域,由材料、机电、化工、印刷以及计算机技术等构成完整的工业体系。新颖、多变的包装造型与结构设计;先进的包装工艺与包装方法;高速、高精度的包装设备;优良的包装材料;现代化的包装试验与测试技术;精美的包装印刷以及包装标准与法规的实施等组成现代包装系统,这是现代包装技术的主要特征。可以认为,在现代社会中,几乎没有不包装的商品,包装产品渗透到社会生活的各个方面。一个国家的包装技术水平,在很大程度上,可以体现该国的政治、经济和科学技术水平,它是人类进步和文明的重要标志之一。

我国的包装工业,随着商品经济的发展,近十年来有了很大发展。一个完整的包装工业体系正在逐步形成,但是,与工业发达国家相比,我国的包装技术水平还存在很大差距。为了进一步促进包装工业的发展,我们向读者推出了普通高等教育包装专业教材。

全套书内容丰富,以取材的先进性、知识性和适用性作为编写原则,希望能得到广大读者的支持,并欢迎提出宝贵意见。

本书由骆光林教授主编,付云岗老师也参加编写工作,由于编者水平有限,难免有疏漏错误之处,请读者不吝指正。

作 者

目 录

第一章 塑料包装材料	1
第一节 塑料聚合物的基础知识	2
一、高分子包装材料的基本概念	2
二、聚合物结构与性能	6
三、聚合物的力学状态与性能	15
四、聚合物的基本性能	19
五、高分子材料的老化与防老化	22
第二节 塑料的组成与成型加工	25
一、塑料的组成	25
二、高聚物的分类与命名	27
三、塑料成型加工方法	31
第三节 聚合树脂类塑料	37
一、聚乙烯 (PE)	37
二、聚丙烯	46
三、聚苯乙烯 (PS GP)	52
四、聚氯乙烯 (PVC)	59
五、聚偏二氯乙烯 (PVDC)	62
六、聚乙烯醇	65
七、乙烯共聚物	67
第四节 缩聚类树脂	71
一、聚酰胺 (PA)	71
二、聚酯树脂 (PET)	75
三、聚氨酯 (PU)	79
四、酚醛与氨基树脂	80

第五节 纤维素类塑料	82
一、玻璃纸	83
二、醋酸纤维素 (CA)	85
三、乙基纤维素 (EC)	87
第六节 可食性薄膜和水溶性薄膜	88
一、淀粉薄膜	88
二、纤维素薄膜	89
三、骨胶原类薄膜	89
四、藻朊酸盐和果胶	89
五、水溶性非食用薄膜	89
第二章 纸和纸板包装材料	91
第一节 纸张的制造	92
一、造纸的基本原料	92
二、造纸植物纤维的组成	92
三、造纸	94
四、包装纸的分类	96
第二节 包装用纸的结构及其性能	97
一、纸的结构	97
二、纸的机械强度	99
三、纸的光学性质	104
四、纸的印刷性能	105
第三节 主要包装用纸张	106
一、白卡纸	107
二、胶版印刷纸	108
三、胶版印刷涂料纸	109
四、铸涂纸	111
五、羊皮纸	113
六、普通食品包装纸	115
七、中性包装纸	115
八、鸡皮纸	116
九、玻璃纸和防油纸	117

十、牛皮纸·····	118
十一、纸袋纸·····	120
十二、防锈纸·····	124
第四节 主要包装用纸板·····	124
一、标准纸板·····	125
二、厚纸板·····	126
三、白板纸·····	127
四、瓦楞原纸·····	128
五、牛皮箱纸板·····	129
六、箱纸板·····	129
七、瓦楞纸板·····	130
八、平黏合纸板·····	135
第三章 黏合剂·····	137
第一节 黏合剂的组成及分类·····	137
一、黏合剂的组成·····	137
二、黏合剂的分类·····	139
第二节 黏结机理·····	140
一、黏结的产生·····	140
二、黏结机理·····	141
第三节 天然黏合剂及无机黏合剂·····	144
一、葡萄糖衍生物黏合剂·····	144
二、氨基酸衍生物黏合剂·····	146
三、其他天然树脂黏合剂·····	148
四、无机黏合剂·····	148
第四节 合成树脂黏合剂·····	150
一、热塑性树脂黏合剂·····	150
二、热固性树脂黏合剂·····	153
三、复合型黏合剂·····	154
第五节 橡胶黏合剂·····	155
一、丁腈橡胶黏合剂·····	155
二、丁苯橡胶黏合剂·····	157

第六节 主要包装材料的黏结	158
一、纸材的黏结	158
二、包装用复合薄膜的黏结	159
第四章 印刷油墨	164
第一节 颜料和染料	165
一、炭黑	167
二、无机颜料	168
三、有机颜料和染料	171
第二节 连结料与助剂	173
一、油脂	173
二、树脂	175
三、溶剂	183
四、增塑剂	185
五、干燥剂	185
六、其他辅助剂	186
第三节 包装材料常用的印刷油墨	187
一、凸版印刷油墨	187
二、平版印刷油墨	190
三、凹版印刷油墨	190
四、丝网版印刷油墨	192
五、其他油墨	193
第五章 涂料	196
第一节 涂料的组成及分类	196
一、涂料的组成	196
二、涂料的分类和命名	202
第二节 常用包装涂料	204
一、酚醛树脂涂料	204
二、醇酸树脂涂料	205
三、氨基树脂涂料	206
四、环氧树脂涂料	207
五、丙烯酸树脂涂料	208

第六章 木材包装材料	210
第一节 木材的构造及性能	210
一、木材的构造.....	210
二、木材的物理性质.....	212
三、木材的力学性质.....	217
四、木材的工艺性能.....	218
五、我国主要包装用木材的特点.....	219
六、木质包装箱的用材选择.....	221
第二节 包装用人造板材	222
一、胶合板.....	222
二、纤维板.....	224
三、刨花板.....	224
第三节 包装用竹制品	225
一、竹材的构造.....	226
二、竹材的物理、力学性质.....	226
三、竹材质量检验和用途.....	227
第四节 菱镁码包装材料	228
第七章 金属包装材料	231
第一节 金属包装材料	231
一、金属包装材料应用概述.....	231
二、金属包装材料的性能特点.....	231
三、金属包装材料的分类.....	232
第二节 金属包装材料的晶体结构	233
一、金属晶体的概念.....	233
二、纯铁的晶体结构.....	235
三、铁碳合金的基本组织及其晶体结构.....	236
四、钢的含碳量对机械性能的影响.....	238
第三节 包装用钢铁材料	239
一、低碳薄钢板.....	239
二、镀锌薄钢板.....	242
三、镀锡薄钢板及镀铬薄钢板.....	244

四、镀铬薄钢板·····	248
第四节 包装用铝材·····	248
一、铝包装的特点·····	248
二、包装用铝和铝合金薄板及其制品·····	249
三、铝箔及铝箔复合材料·····	250
四、镀铝薄膜·····	252
第八章 陶瓷玻璃印刷包装材料·····	256
第一节 陶瓷材料概述·····	256
一、概述·····	256
二、陶瓷材料的一般性能·····	257
第二节 黏土和黏土制品·····	259
一、黏土的成分·····	259
二、黏土制品的制造·····	260
三、传统陶瓷·····	260
第三节 玻璃制品·····	262
一、玻璃的化学组成·····	262
二、玻璃的性能·····	267
三、玻璃的熔制过程及瓶罐的制造·····	268
第九章 其他包装材料·····	274
第一节 防潮包装材料·····	274
一、防潮包装材料的作用和被包装物的种类·····	274
二、防潮包装材料·····	276
三、被包装物的储存期和储存的湿度条件·····	281
四、干燥剂·····	283
第二节 缓冲包装材料·····	287
一、缓冲材料的分类·····	287
二、缓冲材料的特性·····	288
三、常用缓冲材料·····	289
四、缓冲材料厚度的计算·····	295
第三节 捆扎材料·····	297
一、包扎细绳·····	297

二、缝制线.....	297
三、金属丝.....	298
四、捆扎钢带.....	298
五、压敏胶带.....	298
第四节 密封材料.....	302
一、预制螺旋盖.....	302
二、滚压和滚压防盗盖.....	303
三、用于玻璃、塑料的其他金属盖.....	303
四、其他封口材料.....	303
参考文献.....	304

第一章 塑料包装材料

塑料是可塑成型材料，其主要成分是树脂和添加剂。树脂决定各类塑料的物理和化学特性。树脂是塑料的基本成分，就像水泥把沙子、石块那样的填料黏结成永久性的固体一样，塑料树脂能把填料或有机和无机物黏结成一定形状的物品。塑料树脂是由许多重复单元或链节组成的大分子、高分子，也称聚合物、高聚物。目前世界上生产的高分子化合物大多应用于生产塑料。

从1868年美国的J.W.Hyatt制造出赛璐玢开始，到1909年美国的L.H.Bakeland制造出酚醛树脂后，世界各大化学工业公司竞相对塑料进行研究。特别是第二次世界大战后，在大分子链学说理论的指导下，塑料工业得到了更加迅速的发展，制造出了种类繁多的各种塑料。塑料作为包装材料被广泛地应用是近期的事。与纸、木材、金属等包装材料相比，塑料具有以下优点：

1. 透明度高，内装物可以看清；
2. 具有一定的物理强度；
3. 防潮、防水性能好；
4. 耐药品、耐油脂性能好；
5. 耐热、耐寒性能良好；
6. 耐污染，包装物卫生；
7. 适宜于各种气候。

目前我国生产塑料包装制品的工厂约有上万家之多，聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯、聚苯乙烯已成为我国的重要包装材料。塑料包装材料制品业逐渐增多。我国塑料薄膜产量每年以10%左右的速度增长，聚乙烯、聚丙烯薄膜开始取代玻璃纸，高密度聚乙烯和聚丙烯编织袋在工厂、矿产及土产品的包装上已大量取代传统的麻袋和牛皮纸袋。超薄膜、双向拉伸聚丙烯薄膜、热收缩薄膜、复合薄膜、吹塑瓶等大型容器、编织袋、捆扎绳带、周转箱、钙塑瓦楞箱、泡沫塑料等都有大量供应，并向系统化、标准化发展。我国的塑料包装材料工业开始形成了自己的体系，进入了蓬勃发展的新时期。

第一节 塑料聚合物的基础知识

一、高分子包装材料的基本概念

(一) 高分子化合物

高分子包装材料是以高分子化合物为主要成分（适当加入添加剂）的材料。

高分子化合物可以是天然的，如纸张、淀粉、天然橡胶等，也可以是人工合成的，如塑料、合成橡胶纤维等。

高分子化合物是由一种或多种简单低分子化合物聚合而成的分子量很大的化合物，所以又称为高聚物和聚合物。

低分子化合物的分子量是在 $10 \sim 10^3$ 范围内，分子中只含几个到几十个原子，高分子化合物分子量一般在 10^4 以上，甚至达到几十万、几百万，它是由成千上万个原子以共价键相连接的大分子化合物。

评定一种物质是不是高分子化合物，实际上并没有严格的界限。分子量在 $10^3 \sim 10^4$ 的化合物，是不是高分子化合物，这要由它能否显示出高分子化合物的特性来决定。一般来说，低分子化合物没有什么强度和弹性，而高分子化合物则具有一定的强度和弹性。

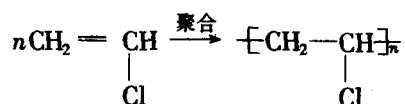
因此，只有当化合物的分子量到一定数值，产生了量变到质变的飞跃，即在物理、机械等性能具有与低分子化合物有较大差异时，才能成为高分子化合物，作为高分子材料在工程上应用。

(二) 高分子化合物的组成与合成

高分子化合物的分子量虽然很大，但其化学组成并不是十分复杂，由于它们都是由一种或几种简单的低分子化合物聚合而成，所以很多高聚物是简单的结构单元以重复的方式相连接着（但不是所有的高聚物都是由单结构单元重复而成，如共聚物）。

聚合以前的低分子化合物称为单体。单体一般具有双键或是一些复杂的环状化合物，以及一些含有特殊官能团的化合物。

例如：聚氯乙烯是由氯乙烯单体聚合而成。



可以看出，聚氯乙烯是由许多结构单元（ $\text{—CH}_2\text{—CH—}$ ）多次重复而组成的，这种



重复结构单元称为链节。 n 为重复的次数，称为聚合度。

高分子化合物的分子量 M 、聚合度 n 及链节分子量 m 有如下关系：

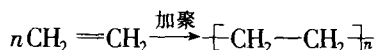
$$M = n \times m$$

在同一种高聚物中，各个分子所含链节数是不等的，即 n 不同。这就是导致高聚物分子量分散性大的最根本原因。

合成高分子化合物的方法很多，但从最基本的化学反应分类，可分为加聚反应和缩聚反应两大类。

1. 加聚反应。加聚反应的单体一般都是含有双键的有机化合物，例如烯烃、二烯烃等。它们在光、热或引发剂的作用下，打开双键以共价键相互结合起来，成为大分子，这类反应称为加聚反应。

例如：乙烯在引发剂作用下生成聚乙烯的反应。



参加加聚反应的单体可以是一种，也可以是两种或多种。凡同种单体聚合，称为均聚反应，所得产物称为均聚物。两种或两种以上单体聚合，称为共聚反应，所得产物称为共聚物。

若以 A、B 表示两种不同的单体，均聚反应（简称均聚）与共聚反应（简称共聚）示意如下：

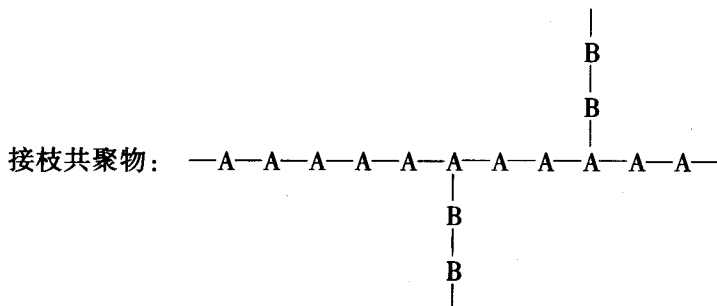


由此可见，均聚物实际是单体本身的自聚物，共聚所得到的共聚物则不是各种单体自聚物的混合，而是主链中包含两种或两种以上的单体链节的新型聚合物。共聚可有效地改善均聚物某些性能的不足，创制出新的品种。单体在大分子中排列方式不同，性能也不同。根据单体链节在大分子链中的排列方式不同，共聚物主要分为以下四种。

无规共聚物： $\text{—A—B—B—B—A—A—B—A—A—B—B—}$

交替共聚物： —A—B—A—B—A—B—A—B—

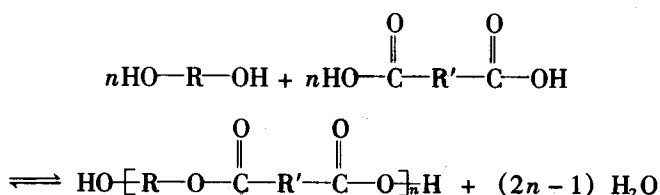
镶嵌共聚物： $\text{—A—A—A—A—B—B—B—B—A—A—A—A—}$



2. 缩聚反应。缩聚反应是由具有活泼官能团（如： $-\text{OH}$ ， $-\text{COOH}$ ， $-\text{NH}_2$ 等）的相同或不同的低分子物质相聚合，在生成聚合物的同时有小分子物质（如 H_2O ， HCl ， NH_3 等）放出的反应，简称缩聚，所得的聚合物称为缩聚物。

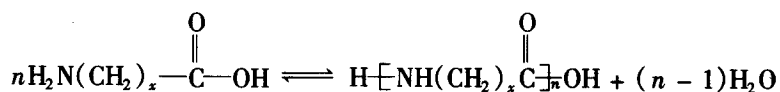
缩聚物与参加反应的单体组成不同。

例如：二元酸与二元醇的酯化得到聚酯的缩聚反应。



这些反应都是由两种或两种以上不同官能团的不同单体进行的缩聚反应，这种缩聚反应称为共缩聚反应。若含有两种或两种以上的官能团的一种单体进行缩聚反应，则成为均缩聚反应。

例如：氨基酸缩聚成聚酰胺的反应：



综上所述，一般来说凡是带有双键的有机化合物，原则上都可以发生加聚反应。目前约有 80% 的高分子材料是由加聚反应得到的。如聚烯烃塑料、合成橡胶等。缩聚反应同样有很大的实用价值。如酚醛塑料、环氧塑料以及聚酯、聚酰胺、有机硅等重要的高分子材料都是由缩聚反应合成的。

加聚与缩聚两大类反应，各自具有不同的特点，现归纳比较于表 1-1。

表 1-1 加聚与缩聚反应特点

项 目	加聚反应	缩聚反应
单体与反应特点	含双键或环状化合物单体打开双键或环状相互直接反应； 链锁聚合，反应在瞬间完成不宜得到中间产物； 绝大多数是不可逆的，无小分子放出。	含活泼官能团化合物，官能团相互作用形成新的共价键； 反应分段进行，逐步聚合得到中间产物； 一般都是可逆的，有小分子放出。
链节特点	链节和单体的化学组成相同	链节和单体的化学组成不同
聚合物	产物的分子量分布较宽，如合成橡胶、聚烯烃类塑料； 某些用于黏合剂的树脂； 某些用于涂料的成膜物质。	分子量分布窄，如酚醛、环氧、尼龙、聚酯、有机硅等工程塑料； 某些用于黏合剂的树脂； 某些用于涂料的成膜物质。

(三) 高分子化合物分子量的多分散性

低分子化合物的纯物质，总有一定的而且是均一的分子量。而高分子化合物则是各种长度不同、分子量不同、化学组成相同的同系高分子混合物，即高分子化合物总是由不同大小的分子组成。这一现象称为高分子化合物分子量的多分散性。因此严格来说，高聚物的分子量只能确定它的范围。例如：聚氯乙烯的分子量为 $2 \times 10^4 \sim 16 \times 10^4$ 。

通常，高聚物的分子量，用平均分子量表示。由于统计方法的不同，在实际应用上，又有多种不同的平均分子量，如数均分子量、重均分子量等，但它们都仅有统计平均的意义。

高分子化合物的这种分子量多分散性，还可以用分子量分布曲线表示。如图 1-1 和图 1-2 所示。

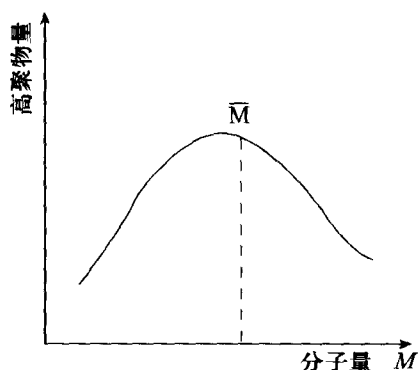


图 1-1 聚合物的分子量分布

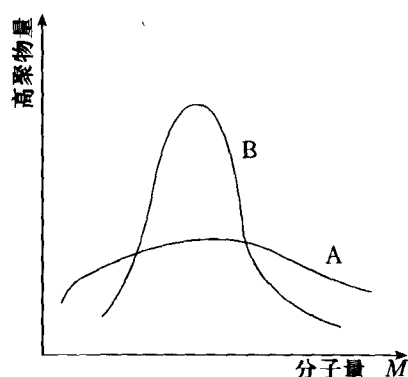


图 1-2 两种聚合物的
分子量分布

图 1-2 所示为两种高聚物的分子量分布曲线：高聚物 A，分子量分布较宽，表示分子的大小很不均一，即分散性大；高聚物 B，分子量分布较窄，表示分子大小比较均一，即分散性小。

高分子化合物的平均分子量及分子量分布宽窄，对高聚物的物理、机械性能有很大的影响。一般来说，平均分子量增大，高分子材料的机械强度提高，但分子量太大又会使其熔融黏度增大，流动性差，给加工成型带来困难。特别是用于涂料的高分子化合物，其分子量过大将给施工带来不便，更要进行严格的控制。

在平均分子量基本相同的情况下，分子量分布得窄，高聚物的熔融温度范围宽，有利于加工成型。分子量分布窄的高聚物，其制品往往具有某些方面较好的性能，如抗开裂性较好等。

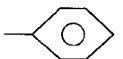
总之，高分子材料在工业生产中，常常要控制产品的分子量大小及分布情况，以适应不同的需要。而平均分子量大小及分布情况则主要由制备高分子化合物的反应条件和反应机理来决定。

二、聚合物结构与性能

实践证明，高分子材料的基本特性，都是由它的主要组成（即聚合物）内部结构所决定的。所以，讨论高分子材料的性能需先从它的结构开始。

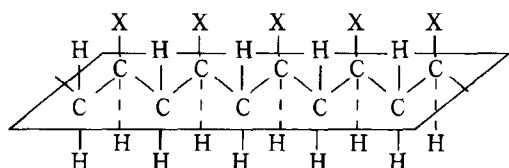
聚合物的结构比常见的低分子物更为复杂。由前所述，它是由成千上万的原子组成的长链大分子，从而带来大分子结构、形态以及它们的聚集状态的很大差异。这些结构上的差异，呈现出不同形式、不同层次的结构单元，同时，这些结构单元又都具有各自不同的运动特征，即构成了高聚物结构的多层次性和微观运动的多重性。

（一）聚合物结构的多层次性

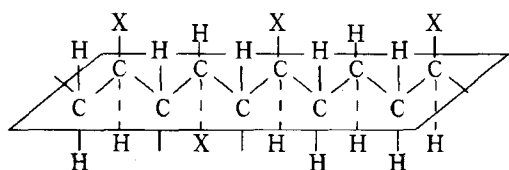
总的来说，聚合物长链大分子是由主链和侧基构成的。主链可以全部由碳原子组成，也可以不完全是或完全没有碳原子（如前面分类中所述），与主链相连的侧基，一般是有机取代基。如： $-\text{H}$ ， $-\text{Cl}$ ， $-\text{OH}$ ， $-\text{F}$ ， $-\text{CH}_3$ ， $-\text{NH}_2$ ，， $-\text{O}-\text{CH}_3$ ， $-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$ ， $-\text{C}-\text{NH}_2$ 。

主链与侧基都极大地影响着聚合物的性能。同时，大分子链组成相同，但由于取代基所处的位置不同，又有不同的立体异构。如乙烯类大分子链有以下三种立体异构：

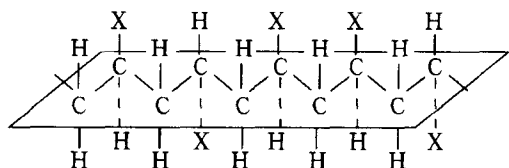
1. 全同立体异构取代基 X 全部处于主链的同侧



2. 间同立体异构取代基 X 相间地分布在主链的两侧



3. 无规立体异构取代基 X 在主链两侧作不规则的分布



大分子链的空间立体异构在性能上均有较大差异。

(二) 大分子链的形态

由于聚合反应的复杂性，在合成高聚物的过程中可以发生各种各样的反应形式，所以大分子链也会呈现各种不同的形态。一般来说，大分子链可以有如图 1-3 所示的几种形态。

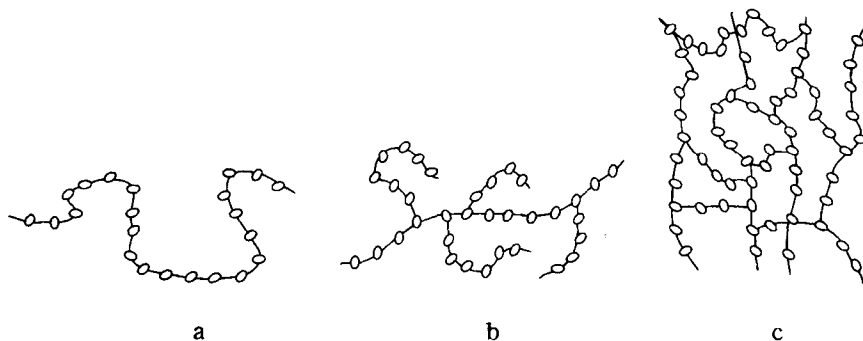


图 1-3 高聚物大分子的三种形态

a 线型 b 支链型 c 体型(网状)