



机电工程用非金属材料

唐劲秋 编

湘潭机电专科学校

前 言

随着科学技术的不断发展,新材料的出现和应用日新月异。在机电工程和国民经济其它各个领域里,非金属材料已经打破了传统的金属材料一统天下的垄断局面,非金属材料的应用日益增多,在许多方面不仅取代了金属材料;而且在一些重要领域中已经成为必不可少的材料。因此,工程技术人员和管理人员需要掌握非金属材料的基本知识,从而合理地使用材料,科学地管理材料。然而,符合这种要求的教材目前还不多见。因此,本人根据多年积累的教学资料,并根据我校物资管理专业及销售管理专业的教学大纲编写了这本教材。

本教材从适应专业的需要出发,按照理论与实践相结合的原则,重点介绍了机电工程用主要非金属材料的用途、性能和特点、质量控制标准、储运保管技术以及节约代用、再生利用等方面的知识,并从结构入手扼要地阐述了材料的组成、结构、性能的关系。编写时力求做到通俗易懂、深入浅出,并尽可能利用图表,回避了有关专业的深奥理论,便于教学和自学。既适合作物资管理专业、销售管理专业的教材,也可做高等院校和中等专业学校机电类专业非金属材料课程的教材或参考书,并可供非材料专业工程技术人员和管理人员学习和参考。

本教材的编写得到了我校管理工程系领导和许多老师的关心和支持,在编写过程中参考了有关专著和教材,书稿多承湖南大学杜海清教授和夏艾生副编审仔细审阅,在此一并表示衷心的感谢。

鉴于编者水平有限和经验不足,书中一定还有缺点错误,恳请读者批评指出。

编者1989年11月

目 录

绪 论	1
-----	---

第一章 高分子材料概论

第一节 高分子材料的基本概念	3
一、高分子化合物的涵义	3
二、高分子化合物的合成	5
三、高分子化合物分子量的多分散性和平均分子量	8
四、高分子化合物的特点	9
五、高分子材料的分类与名称	10
第二节 高聚物的结构与性能	12
一、大分子链的结构	12
二、大分子间的作用力	15
三、大分子链的柔顺性	18
四、大分子的聚集态结构	20
第三节 高聚物的力学状态	23
一、线型无定形高聚物的三种力学状态	24
二、线型结晶高聚物的力学状态	26
三、体型高聚物的力学状态	27
第四节 高分子材料的老化与防老化	28
一、高分子材料老化的原因	28
二、防止高分子材料老化的措施	30
复习思考题	32

第二章 塑 料 工 程

第一节 塑料概述	33
一、塑料的组成	33
二、塑料的分类	34
第二节 塑料的性能	35
一、机械性能	35
二、热性能	38
三、电性能	42
四、化学稳定性	44

第三节 常用工程塑料	46
一、热塑性工程塑料	46
二、热固性工程塑料	64
第四节 塑料制品的成型与加工	68
一、成型方法	68
二、塑料零件的加工	70
第五节 塑料的应用	73
一、塑料的使用特性	73
二、塑料选用原则与方法	74
三、几种主要类型塑料零件的选材	75
四、常见塑料制品	76
五、塑料的储运技术	79
复习思考题	81

第三章 橡胶材料

第一节 橡胶的特性与橡胶制品的组成	82
一、橡胶的特性	82
二、橡胶制品的组成	84
第二节 常用橡胶材料	87
一、天然橡胶	87
二、通用合成橡胶	88
三、特种合成橡胶	92
四、再生橡胶	97
第三节 生产橡胶制品的基本工艺	98
一、生橡胶的塑炼	98
二、胶料的混炼	99
三、压挤成型	99
四、硫化	99
第四节 橡胶制品	100
一、轮胎	100
二、橡胶密封制品	103
三、减震橡胶制品	104
四、胶带	105
五、胶管	108
第五节 橡胶的使用和维护保养	109
一、橡胶及其制品的使用特点	109
二、橡胶制品的维护保养	114

075 复习思考题	115
-----------	-----

第四章 胶 粘 材 料

第一节 概述	116
一、胶粘的特点	116
二、胶粘剂的分类及性能	118
三、胶粘剂的组成	119
四、胶粘剂的配制	120
第二节 胶接机理	121
一、胶接的基本条件	121
二、胶粘理论	123
第三节 常用胶粘材料	124
一、环氧树脂胶粘剂	124
二、改性酚醛树脂胶粘剂	133
三、聚氨酯胶粘剂	135
四、丙烯酸酯类胶粘剂	137
五、热熔胶	139
六、无机胶粘剂	140
第四节 胶粘剂的应用	141
一、胶粘剂的选用原则	141
二、胶接接头的设计	143
三、胶接工艺	144
四、胶粘剂在机电工程中的应用	146
五、胶粘材料的储存和运输	147
复习思考题	149

第五章 涂 料

第一节 涂料的组成与分类	151
一、涂料的组成	151
二、涂料的分类与编号	160
第二节 主要涂料品种	161
一、酚醛树脂涂料	162
二、醇酸树脂涂料	163
三、氨基树脂涂料	165
四、环氧树脂涂料	166
五、丙烯酸树脂涂料	168
六、沥青涂料	169

七、防锈涂料	170
八、带锈涂料	172
九、水溶性涂料	173
第三节 涂料的应用	174
一、涂料的选用	174
二、涂料的贮运保管	178
复习思考题	179

第六章 陶瓷、玻璃与耐火材料

第一节 陶瓷材料概述	180
一、陶瓷的分类	180
二、陶瓷的制备	182
第二节 陶瓷的组织与结构	185
一、陶瓷的组织	185
二、晶相	186
三、玻璃相	189
四、气相	189
第三节 陶瓷的性能	190
一、机械性能	190
二、热性能	192
三、化学性能	193
四、电性能	193
第四节 工业用陶瓷	193
一、普通陶瓷	193
二、特种陶瓷	195
第五节 玻璃	198
一、制造玻璃的原料	198
二、玻璃的性质	199
三、玻璃的分类	200
四、主要玻璃品种	201
五、玻璃的保管与运输	209
第六节 耐火材料	210
一、耐火材料的主要性能	210
二、耐火材料的分类及常用耐火材料	211
三、耐火材料的牌号和规格表示方法	214
四、耐火材料的应用	214
复习思考题	215

第七章 水泥和混凝土

第一节 概述	216
一、水泥的特点	216
二、水泥的分类	216
第二节 硅酸盐水泥	217
一、硅酸盐水泥的制造	217
二、硅酸盐水泥的化学成分和矿物组成	219
三、硅酸盐水泥的凝结硬化	220
四、硅酸盐水泥的主要技术性质和质量指标	222
五、硅酸盐水泥的腐蚀与防护	225
六、硅酸盐水泥的使用特点	226
第三节 其它水泥品种	226
一、掺混合材料的硅酸盐水泥	226
二、特种硅酸盐水泥	230
三、铝酸盐类水泥	232
第四节 水泥的应用	234
一、水泥的选用	234
二、水泥受潮变质及其处理	237
三、水泥的贮运管理	238
第五节 混凝土	239
一、水泥混凝土的结构和组成材料	239
二、水泥混凝土的配合比	243
三、水泥混凝土的主要技术性质	245
四、提高普通混凝土技术性能的措施	245
五、其它混凝土品种	246
复习思考题	248

第八章 复合材料

第一节 复合材料概述	249
一、复合材料的基本概念	249
二、复合材料的分类	249
三、复合材料的特点	251
第二节 复合材料的增强机理	253
一、复合材料的增强机理	253
二、复合材料的界面和结合强度	255
三、增强材料与基体	256

四、常用增强材料	256
第三节 纤维增强复合材料	261
一、玻璃纤维增强复合材料	261
二、碳纤维增强复合材料	205
三、其它纤维增强复合材料	266
四、纤维—树脂复合材料的成型方法	266
第四节 其它复合材料	268
一、层合复合材料	268
二、粒子增强复合材料	270
三、复合材料的验收和保管	272
复习思考题	273

第九章 石油燃料与润滑材料

第一节 石油的组成及其性质	274
一、石油中的烃类	274
二、石油中的非烃类	279
第二节 石油加工和石油产品分类	280
一、石油的加工（炼制）	280
二、石油的分类和代号	282
第三节 石油燃料及溶剂油	284
一、汽油	285
二、柴油	290
三、重油（燃料油）	294
四、灯用煤油	296
五、溶剂油	297
第四节 润滑油、脂及电绝缘用油	298
一、润滑油	298
二、电绝缘用油	311
三、润滑脂	312
第五节 油料的管理和节约用油	320
一、石油燃料的合理利用	320
二、废旧润滑油的再生	322
三、油料的贮运和安全管理	323
复习思考题	325

附录:

I 复习思考题答案	327
II 国内外标准代号 (附表1)	327
III 常用非金属材料密度参考表 (附表2)	327
IV 塑料及树脂缩写代号 (附表3)	328
V 塑料的简易鉴别方法 (附表4、5、6)	331
VI 计算粘度指数用L、D和H的运动粘度值 (附表7)	333
VII 高聚物中常见元素 (附表8)	336

绪 论

材料是构成整个工程的物质基础，是影响一切工业产品使用性能的重要因素之一。在工业产品的进步发展以及在新技术和新的工业部门的形成中，在考虑到可靠性、安全性、经济性以及环境保护诸方面的更高要求时，尤其需要不断发展和开发与其相适应的材料。例如火箭、导弹、原子能和航天工业的发展，如果没有耐高温材料和高强度材料是难以实现的，即使在一般机电工程中，由于新材料的应用，也会促使许多产品更新换代。材料的应用还直接影响到企业的经济效益，例如在一个普通机械工厂中，原材料所占有的流动资金比例一般都达到70%以上。因此，无论从材料的发展与开发，还是从材料管理和应用，一向都是被人们所重视的。

在浩瀚的材料世界里，人们从不同的角度把材料分成不同的类别，其中最常见的是按材料的化学组成，将材料分为金属材料和非金属材料两大类。非金属材料又有有机与无机之分。塑料、合成橡胶、合成纤维、胶粘剂、涂料等被称为有机高分子材料；陶瓷、玻璃、水泥和耐火材料等被称为无机非金属材料。此外，人们还发展了一系列将两种以上材料通过特殊方法结合起来而构成的复合材料。近年来，新型陶瓷结构材料、复合材料、高分子结构材料等的开发和应用尤其引人注目。例如世界上投入大规模生产的塑料品种已有300多种，从1929年至现在，仅六十年光景，全世界塑料的产量按体积已超过钢产量的两倍（钢铁的生产已有两千多年的历史），为有色金属的17倍。据专家估计，到90年代，塑料将占运输工具结构重量的70~80%，到21世纪可能占国民经济所需要的结构材料的70~85%。以工程塑料为代表的有机高分子材料具有质轻比强度高、化学稳定性好和良好的绝缘性、耐摩、耐磨、耐腐蚀性、吸振性以及良好的成型工艺性，这是其它材料不能相比的。因此工程塑料目前在机电工程材料中占据有重要的地位。现在有不少国家用热塑性塑料代替短缺的有色金属如黄铜、青铜、锌和镁的合金等，1吨热塑性塑料可以代替10吨有色金属。塑料不仅可以代替有色金属，还可以代替钢材、木材、皮革、玻璃、橡胶等应用于机电工程及其它部门，因此，今后塑料和钢铁将成为人类两大主干材料。

无机非金属材料是人类最早使用的材料之一，也是近年来发展最快，种类最多的一种材料。陶瓷作为无机非金属材料的主要门类，它的组成、工艺、性能和用途却远远地超出了传统硅酸盐材料的范围。现在已创造出了许多新型的陶瓷材料，例如作为高熔点氧化物陶瓷和氮化物、碳化物等非氧化物陶瓷是金属材料 and 有机高分子材料无法比拟的，其硬度很高、耐磨性不仅比金属材料高出一筹，尤其令有机高分子材料望尘莫及。它的抗腐蚀能力很强，不但能抗氧化，而且能抗酸、碱、盐的侵蚀，例如从地下发掘的古代陶瓷

尽管经历了数千年，也能保持本色。此外，陶瓷材料还有许多特殊性能包括热学、电学、声学、光学、磁学等方面的性能。因此，陶瓷材料不仅在日用、建筑、卫生、化工等方面得到了广泛的应用，而且在机电工程中的应用也日益广泛，如以陶瓷材料为基体的切削工具，耐高温的陶瓷发动机，陶瓷换热器，几十万伏的高压绝缘子，大规模的集成电路陶瓷基片等为陶瓷的应用开拓了广阔的前景。

陶瓷材料与有机高分子材料的独特性能在许多场合下，是无法被别的材料替代的。这是非金属材料在机电工程中应用之所以迅速发展的重要原因。

诚然，在各种非金属材料中，目前尚存在一些问题，例如陶瓷材料中的微裂纹会引起脆性断裂，导致性脆而易损坏；有机高分子材料则受环境影响而易老化变质，因而也限制了它们的使用，必然使科学工作者致力研究改进，这些研究的每一项成绩，都将使非金属材料在工程材料中的地位大大提高。

常与材料打交道的工程技术人员和管理人员，虽然可在有关手册中查到一些实用的资料，但要运用自如地用好和管好材料是不容易做到的。人们经常会由于对材料的本质以及影响材料性能的各种因素缺乏足够的认识，而可能造成产品的早期破坏或其它意外事故。如用于密封的橡皮或塑料必须富有弹性和良好的柔顺性，而这些性能主要是由材料内部分子长链结构而得到的。但是，如果使用不当，或者在储运保管过程中由于管理不善，都会引起分子链结构变化，导致变硬发脆或变软发粘而失去密封作用。我们在了解到材料的这些内在规律之后，可以应用于材料的正确使用和科学管理工作中，获得有益的效果。由此可见，学习和研究非金属材料是机电工程技术人员和管理人员不可缺少的。

非金属材料课程是培养物资管理、销售管理等专业人材的一门专业技术课，它主要为专业课程的学习，为从事非金属材料管理和应用提供必要的技术知识。物资管理、销售管理人员和机电工程技术人员一般都是材料的使用者或管理者，在工作中要涉及的内容很广，例如材料的使用性能，工艺性能、质量标准，储运技术以及材料的节约代用、回收利用等等都必须通过本课程的学习，熟悉非金属材料的基本理论，切实掌握材料的性质，并具有综合经济分析的能力，才能具备管理应用的技能。

本课程的内容多为叙述、分析、综合论证各种材料的组成结构对材料性质的影响。由于材料的性质取决于材料的组成和结构，所以应从材料的结构入手，了解材料的结构、性能、应用三者间的关系，洞察各项性质之间的内在联系和在不同条件下的变化规律，根据其特性和共性来确定其应用技术。

学习时必须理论联系实际，一方面重视材料的共性，同时也应了解各种材料的特性及所形成其特性的条件。只有掌握了基本规律，才能了解繁多品种的基本情况，并能触类旁通，避免死记硬背。只有这样才能运用自如，合理地选用材料，正确地理解各种材料的技术规范而灵活应用。在材料的管理应用中挖掘潜力，做到物尽其用，充分发挥非金属材料在国民经济中的作用。

第一章 高分子材料概论

高分子材料的基本成分是有有机高分子化合物，它可以分为天然的和合成的两大类，例如纤维素、蛋白质、天然橡胶和天然树脂均属于天然高分子化合物。工程上的高分子材料主要是由人工合成的各种有机材料。

本世纪二十年代，斯陶丁格提出了大分子链结构的学说。正确的解释了高分子化合物结构与性能之间的关系，有力地推动了合成高分子材料工业的迅速发展。许多重要的合成高分子化合物，如聚氯乙烯、聚乙烯、聚酰胺、聚甲醛、环氧树脂等一个接一个地制备出来了。利用它们可以制成塑料、橡胶、纤维、涂料或胶粘剂等高分子材料。由于这些材料具有许多优异的物理、化学性能，如高弹性、高比强度、绝缘、耐摩、耐腐蚀等，在国民经济的各个领域里获得了广泛的应用，成为现代工业、农业、科学技术和人民生活中不可缺少的物质基础。本章主要为介绍工程上应用的塑料、橡胶、涂料、胶粘材料等高分子材料提供必要的理论基础。

第一节 高分子材料的基本概念

一、高分子化合物的涵义

不论是天然的还是人工合成的高分子化合物，与低分子化合物相比较，它们的分子都非常巨大，分子量都非常高。多数低分子化合物的分子量在 $10-10^3$ 范围以内；而高分子化合物的分子量通常在 10^4 以上（见表 1—1）。

表 1—1 高分子化合物和低分子化合物的分子量

一般有机化合物		高 分 子 化 合 物			
		天 然		合 成	
物质名称	分 子 量	物质名称	分 子 量	物质名称	分 子 量
乙 醇	46.05	淀 粉	$1 \sim 8 \times 10^4$	涤纶树脂	$1.5 \sim 2.5 \times 10^4$
氯乙烯	62.5	果 胶	2.7×10^4	聚氯乙烯	$2 \sim 16 \times 10^4$
甘 油	92.04	乳 酪	$1.5 - 37.5 \times 10^4$	聚 乙 烯	$2 \sim 20 \times 10^4$
葡萄糖	198.11	丝 蛋 白	$\sim 15 \times 10^4$	聚丙烯腈	$6 \sim 50 \times 10^4$
蔗 糖	342.12	天然纤维	$\sim 200 \times 10^4$	有机玻璃	$5 \sim 14 \times 10^4$

构成普通高分子化合物的原子是碳、氢、氧、氮等，这些数量在 10^3 个以上的原子以共价键连接而成的大分子，就是高分子化合物，有时也简称为“高分子”或“大分子”。

分子量大是高分子化合物最突出的特征，也是高分子同低分子的根本区别，高分子材料具有密度小、强度大、高弹性和可塑性的基本原因也在于它的分子量大。然而，高分子化合物与低分子化合物之间并没有严格的界限。通常把分子量小于500的称为低分子，大于5000的称为高分子。分子量介于500—5000之间的物质是属于低分子还是高分子，则主要由它们的物理机械性能来决定。工程上承认，高分子化合物具有较好的强度、塑性和弹性等物理机械性能；而低分子化合物没有这些性能。所以，只有当分子量大到使它在物理机械性能方面与低分子化合物具有明显差别时，才能称为高分子化合物。实践表明，当化合物的分子量达到一定值之后，其物理、化学性能基本上不会因分子量不同而变化。就聚乙烯而言，当其分子量超过1000，便可成为具有使用价值的高分子材料。

高分子的分子量虽然很大，但是它们的化学组成却比较简单，每个大分子往往是由一种或几种较简单的低分子化合物连接而成。由低分子化合物到高分子化合物的转变称为聚合。聚合以前的低分子化合物称为单体，它们就是高分子化合物的合成原料。由低分子化合物聚合而成的高分子化合物大都是长链状，因此，常称为大分子链或高分子链。它们长达几千埃（ $\text{\AA}$ ）以上，而截面一般只有几个埃。

大分子链是由许许多多结构相同的基本单元重复构成的，组成大分子链的这种特定结构单元叫做链节；链节的重复个数称为聚合度。例如，聚氯乙烯树脂的聚合可以表示如下：

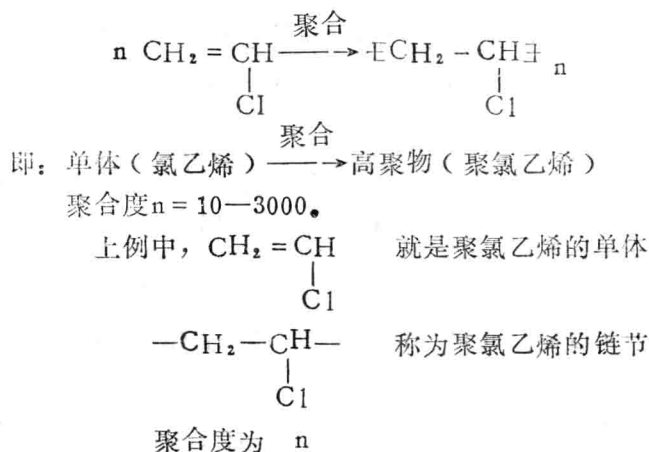


表 1—2 列举了几种高分子化合物的单体和链节。

表 1—2 几种高分子化合物的单体和链节

材料名称	原 料 (单体)	重复结构单元(链节)
聚 乙 烯	乙 烯 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	$-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$
聚四氟乙烯	四氟乙烯 $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	$-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 -$
顺丁橡胶	丁二烯 $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	$-\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 -$
氯丁橡胶	氯丁二烯 $\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}} - \text{CH} = \text{CH}_2$	$-\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}} = \text{CH} - \text{CH}_2 -$
腈 纶 (聚丙烯腈)	丙烯腈 $\text{CH}_2 = \underset{\text{CN}}{\underset{ }{\text{CH}}}$	$-\text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\underset{ }{\text{CH}}} -$
涤 纶 (聚对苯二甲酸乙二酯)	乙二醇 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ + 对苯二甲酸 $\text{HOOC} - \langle \bigcirc \rangle - \text{COOH}$	$-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\langle \bigcirc \rangle-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-$

高分子化合物中每一个链节就好比一条长链条里的每一个环节，聚合度即为链上环节的数目。同一种高聚物中各个分子所含的链节数是不相同的，因此各个分子的分子量也就不相同。

高分子的分子量 = 链节的分子量 × 聚合度。可见，聚合度的大小反映了高分子链的长短及分子量的大小。

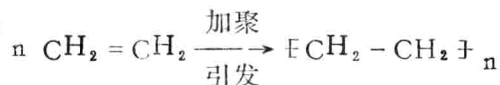
二、高分子化合物的合成

高分子化合物的合成就是把低分子化合物(单体)聚合起来形成高分子化合物的过程，其所进行的反应称为聚合反应。所以高分子化合物也叫做聚合物或高聚物。最常用的聚合反应有加成聚合反应(简称加聚反应)和缩合聚合反应(简称缩聚反应)两种。

1、加聚反应

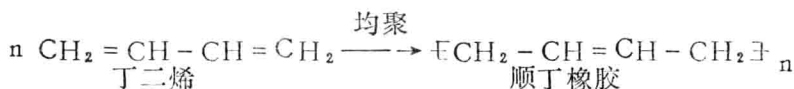
加聚反应是指一种或多种单体相互加成而连接成聚合物的反应。这种反应没有其它副产物，因此生成的聚合物具有同单体相同的成份。加聚反应的单体必须具有不饱和键，并能形成两个或两个以上的新键，以便在加热、光照或化学引发剂的作用下，打开不饱和键，形成两个或两个以上新键，使单体通过单键一个一个地连接起来，成为很长的分子链。如果形成的新键只有一个，则单体不能加聚成高聚物，而只能成二聚物或其它低聚物。

例如乙烯单体 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ，为不饱和烯烃类单体，在一定的条件（压力、温度或引发剂）下，它们的双键打开，形成单键，将 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 逐一串连起来成为长长的大分子、便聚合成聚乙烯：

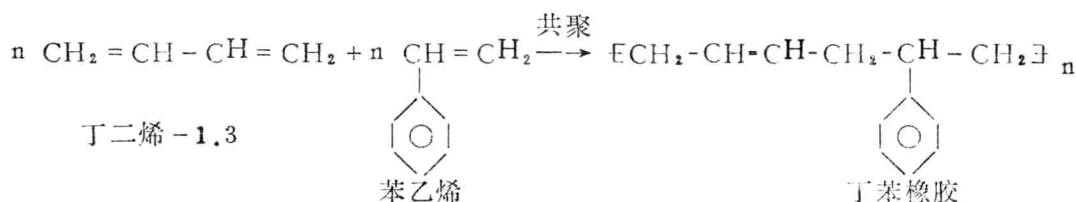


其它烯烃类高聚物也能发生上述类型的加聚反应。目前，世界上产量较大的高聚物品种，如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和许多合成橡胶品种都是加聚反应的产物。所以加聚反应是当前高分子合成工业的基础，大约80%的高分子材料是通过加聚反应制备出来的。

加聚反应的单体只有一种时，其反应称为均加聚反应，简称均聚，所得产物称为均聚物。如参加加聚反应的单体是两种或多种时，其反应称为共加聚反应，简称共聚，所得产物为共聚物。例如：丁二烯单体在催化剂的作用下可以加聚合成均聚物——顺丁橡胶。其反应如下：



当丁二烯单体与其它单体如苯乙烯通过共加聚可以合成共聚物——丁苯橡胶。



均聚物应用很广，产量也很大，但受结构的影响，聚合物的性能受到限制。共聚物则通过加入其它单体，使聚合物能保持各单体的优良性能，从而改进聚合物的性能，创造新品种。通过共聚反应还可以扩大使用单体的范围，有些低分子物本身不能进行均聚反应，但可以共聚，因而扩大了制造聚合物的原料来源。

2、缩聚反应

缩聚反应是由一种或多种单体相互化合而形成聚合物，同时析出（缩去）低分子物质（如水、氨、卤化氢等）的反应。这种反应生成的聚合物叫缩聚物。在缩聚产物中链节的化学结构与单体的化学结构不完全相同，因为在反应过程中已缩去了一些低分子物。缩聚反应比加聚反应要复杂得多。

缩聚反应的单体应该是具有两个或两个以上反应基团的低分子化合物。反应基团一般为官能团（即能决定有机物分子化学特性的原子或原子团，如 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{Cl}$ 等），也可以是离子或游离基（即带有未成对电子的原子或原子团）、络合基团等。在加热或催化剂的作用下，这些反应基团相互作用，在分子间形成新的化学键，使低分子化合物逐步结合成聚合物，并生成低分子物的付产物而析出。根据参加反应的单体情况，缩聚反应分均缩聚和共缩聚两种。

凡含有两个或两个以上反应基团的同种单体进行的缩聚反应称为均缩聚反应，所生成的产物为均缩聚物。例如氨基酸均缩聚得到聚酰胺。

料研究的重要方面。

三、高分子化合物分子量的多分散性和平均分子量

聚合物的聚合过程是随机的，所得聚合物总是含有各种大小不同的分子。也就是说，聚合物是同一化学组成，但聚合度不等的同系混合物。这在低分子物中是不存在的，在低分子物中，每一种低分子物都按它的分子式有确切的分子量，而且每个分子都一样。

在高聚物中，把有机物的同系聚合物都看作一种聚合物，这有两个原因：（1）在 高分子化合物中当分子量达到显示强度和弹性后，同系的物理性质变化极小，故不影响使用，作为材料使用时并不需要分子量为某值，只要求有足够的强度就行了。（2）直 到目前为止，我们还没有办法把聚合物的同系混合物分离成分子量单一的物质。所以高 聚物分子量的涵义与低分子物不同，与纯物质的概念也不一样。

高聚物中存在分子量不均一性的现象，通常叫做聚合物的多分散性，这是高聚物的 又一重要特点。

严格来说，高聚物的分子量只能确定它的范围，例如下列高聚物的分子量分布为：

聚苯乙烯 10,000—300,000

聚氯乙烯 20,000—160,000

聚异丁烯 10,000—100,000

聚丙烯腈 60,000—500,000

高聚物的分子量大小越不均一，表示 它的分散性越大。由于高聚物的分子量具 有多分散性，故一般所说高聚物的分子量 或聚合度，指的是某高聚物的平均分子量 或平均聚合度。高聚物的多分散性可以 用“分子量分布曲线”来表示（示意如图 1—1 及图 1—2）。

高聚物分子量的大小及分布对其物理 机械性能有很大影响。实践表明，在一定 范围内，随着高聚物分子量的增加，强度相 应增加，并且将引起熔融状态下的粘度增 加，可能给成型加工带来困难。所以在满足 强度条件的前提下，应尽量使分子量低一 些。就具有相同平均分子量的两种高分子 化合物来讲，分子量分布宽的比窄的流动 性要好，易于加工成型；而分子量分布窄的 比宽的有较好的耐冲击强度和耐动态疲劳 强度。在生产上需控制分子量的大小及其 分布情况，以期得到预期性能的高聚物。

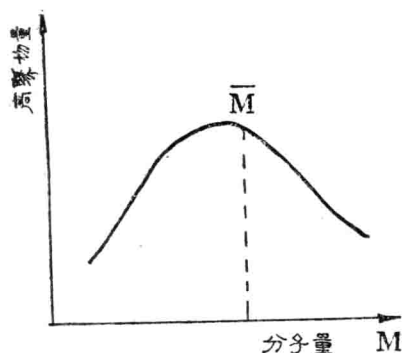


图 1—1 高聚物的分子量分布

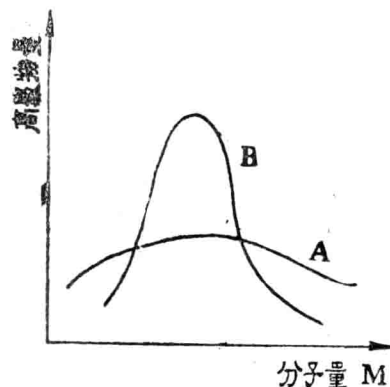


图 1—2 两种高聚物的分子量分布
高聚物 A，分子量分布较宽，即分散性大；
高聚物 B，分子量分布较窄，即分散性小。