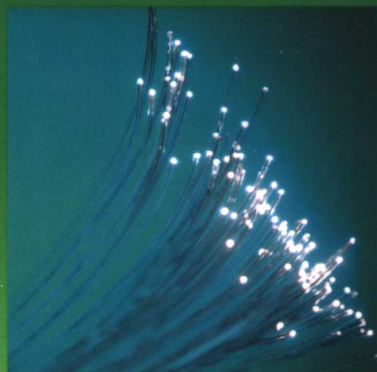




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



侯文顺 主编
杨宗伟 主审

高聚物生产技术



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高聚物生产技术

侯文顺 主编

杨宗伟 主审

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是国家级精品课程的配套教材,是根据最新高等职业教育化工技术类专业人才培养目标而编写的。全书共分十二章,包括绪论、自由基聚合反应、自由基共聚合反应、离子型聚合反应、缩聚反应与逐步加聚反应、高聚物的结构、高聚物的物理性能、高聚物的化学变化、聚合反应的工业实施方法、合成树脂及塑料、合成橡胶、合成纤维等。书后附表为竞聚率以及单体的 $Q-e$ 值;每章后均附有阅读材料、自测习题等。与该书配套的还有电子教案和习题解答。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校及本科院校下属的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校化工技术类及其相关专业的教材,也可供相关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高聚物生产技术 / 侯文顺主编. —北京: 高等教育出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-04-020098-0

I. 高... II. 侯... III. 高聚物-生产工艺-高等学校: 技术学校-教材 IV. TQ316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 146158 号

策划编辑 王 冰 责任编辑 张小强 封面设计 于 涛 责任绘图 尹 莉
版式设计 张 岚 责任校对 金 辉 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 30
字 数 720 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷
定 价 37.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20098-00

高等职业教育化学化工类专业系列教材 编审委员会

主 任：曹克广 丁志平

副主任：李居参 张方明 杨宗伟 李奠础

委 员：(以姓氏笔画为序)

马秉骞	于乃臣	邓素萍	牛桂玲	王宝仁	王炳强
王建梅	王桂芝	王焕梅	田立忠	关荐伊	刘爱民
刘振河	刘登辉	曲志涛	孙伟民	伍百奇	许 宁
陈长生	陈 宏	初玉霞	冷士良	冷宝林	吴英绵
张正兢	张荣成	张淑新	陆 英	林 峰	周 波
胡久平	胡伟光	侯文顺	侯 侠	赵连俊	高 琳
耿佃国	索陇宁	徐瑞云	曹国庆	程忠玲	魏培海

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是国家级精品课程的配套教材,是根据高等职业教育化工类指导性教学计划和最新高等职业教育化工技术类专业人才培养目标而编写的。

本书在内容处理上考虑了高职教学的特点,突出“实际、实用、实践”的“三实”原则,在保证基本内容外,注意引用相关数据,注意补充相关新知识、新技术、新理论。尤其考虑学生毕业后的实际应用而引用了较大量的数据、图表等。

本书在编写时考虑任课教师实际教学的需要,专门配备了与教材配套的电子教案和习题解答,可供教师上课时选用和学生学时参考。

全书共分十二章,包括绪论、自由基聚合反应、自由基共聚合反应、离子型聚合反应、缩聚反应与逐步加聚反应、高聚物的结构、高聚物的物理性能、高聚物的化学变化、聚合反应的工业实施方法、合成树脂及塑料、合成橡胶、合成纤维等。书后附表为竞聚率以及单体的 $Q-e$ 值;每章后均附有阅读材料、自测习题等。

本书在每一章前有明确的知识目标和能力目标,章后有系统总结与自测练习题;同时,提出了课堂活动安排意见,以便教师选择。并且,为了让学生了解相关的知识,增加学习的兴趣,还专门编写、收集了12个阅读资料。

本书由常州工程职业技术学院侯文顺主编。编写分工如下:第一、二、三、四、七章由侯文顺编写;第五、六章由常州工程职业技术学院薛叙明编写;第九章由辽宁石化职业技术学院付丽丽编写;第十、十二章由辽宁石化职业技术学院张立新编写;第八、十一章及阅读资料等由常州工程职业技术学院胡英杰编写;全书由侯文顺统稿。

本书由四川化工职业学院杨宗伟主审并提出了不少宝贵建议;教材的编写、审定也得到了兄弟院校诸多同仁的支持和帮助;北京东方仿真软件技术有限公司提供了部分插图,在此一并表示感谢。

本书可以作为高等职业技术学校化学工艺专业的专业课教材,也可作为高聚物材料加工专业的专业基础课教材。

由于编者的水平有限,难免存在各种问题,敬请各位同仁和读者批评指正。

编者

2006年10月

目 录

第一章 绪论	1	第六节 自由基聚合反应的影响因素	49
知识目标、能力目标	1	一、原料纯度与杂质的影响	50
一、高聚物的基本概念	1	二、温度的影响	56
二、高聚物的命名与分类	3	三、压力的影响	60
三、高聚物的形成反应	8	本章小结	63
四、聚合反应的工业实施方法	9	课堂活动	64
本章小结	10	自测练习	65
课堂活动	11	阅读资料之二	66
自测练习	11	第三章 自由基共聚合反应	68
阅读资料之一	12	知识目标、能力目标	68
第二章 自由基聚合反应	15	第一节 自由基共聚合反应的意义	
知识目标、能力目标	15	与类型	68
第一节 自由基聚合反应的特征与		一、自由基共聚合反应的意义	68
类型	15	二、共聚反应的类型	68
一、自由基的产生与活性	15	三、共聚物的类型	69
二、自由基的特性	16	四、共聚物的命名	69
三、自由基聚合反应的分类	17	五、共聚反应的特点	70
第二节 自由基聚合反应的单体	17	第二节 自由基共聚合反应机理与共	
一、聚合能力	17	聚物组成方程	70
二、单体的活性	19	一、自由基共聚合反应机理	70
第三节 自由基聚合反应的机理	20	二、共聚物组成方程	71
一、链引发	21	第三节 竞聚率与共聚物组成曲线	73
二、链增长	32	一、竞聚率	73
三、链终止	34	二、共聚物组成曲线	73
四、链转移	35	第四节 影响共聚物组成的因素	77
第四节 自由基聚合反应动力学	37	一、影响竞聚率的因素	77
一、微观动力学方程	37	二、转化率对共聚物组成的影响	81
二、宏观动力学	40	第五节 接枝共聚与嵌段共聚	82
第五节 动力学链长与平均聚合度		一、接枝共聚	82
方程	42	二、嵌段共聚	84
一、动力学链长与平均聚合度	42	本章小结	85
二、有链转移时的平均聚合度方程	44	课堂活动	86

自测练习	86	第三节 线型缩聚反应	148
阅读资料之三	87	一、线型缩聚反应的机理	148
第四章 离子型聚合反应	88	二、缩聚反应的平衡问题	149
知识目标、能力目标	88	三、影响平衡的因素	154
第一节 离子型聚合反应的特征与 类型	88	四、线型缩聚产物相对分子质量的控制	156
第二节 阴离子聚合反应	91	五、不平衡缩聚反应	158
一、单体与引发剂	91	第四节 体型缩聚反应	162
二、阴离子聚合反应机理	92	一、体型缩聚反应的特点	162
三、活性高聚物	95	二、凝胶点的预测	163
四、影响阴离子聚合的因素	98	第五节 逐步加聚反应	166
第三节 阳离子聚合反应	99	一、氢转移逐步加聚反应	166
一、单体与引发剂	99	二、生成环氧树脂的逐步加聚反应	168
二、阳离子聚合反应机理	102	三、形成梯形高聚物的逐步聚合反应—— Diels-Alder 反应	170
三、阳离子聚合的影响因素	104	本章小结	171
第四节 配位离子型聚合反应	106	课堂活动	173
一、高聚物的立体异构现象	106	自测练习	173
二、单体与引发剂	109	阅读资料之五	174
三、单烯烃的配位聚合	112	第六章 高聚物的结构	175
四、双烯烃的配位聚合	118	知识目标、能力目标	175
第五节 开环聚合反应	125	第一节 高分子的链结构与形态	176
一、开环聚合的单体	126	一、高分子链的化学结构及构型	176
二、开环聚合的类型	128	二、高分子链的构象与柔性	177
三、开环聚合的机理	129	三、高分子的热运动	180
本章小结	133	第二节 高聚物的聚集态结构	181
课堂活动	133	一、分子间的相互作用	182
自测练习	133	二、高聚物的结晶形态与结构	184
阅读资料之四	134	三、非晶高聚物的形态与结构	188
第五章 缩聚反应与逐步加聚反应	138	四、高聚物的取向态结构	188
知识目标、能力目标	138	五、高聚物复合材料的结构	191
第一节 缩聚反应的基本特征与类型	138	本章小结	193
一、缩聚反应的基本特征	138	课堂活动	194
二、缩聚反应的类型	140	自测练习	194
第二节 缩聚反应的单体	141	阅读资料之六	195
一、单体的类型与特点	144	第七章 高聚物的物理性能	197
二、单体的官能度与平均官能度	145	知识目标、能力目标	197
三、单体的反应能力	146	第一节 高聚物的物理状态	197
四、单体成环与成链反应	147	一、线型非晶态高聚物的物理状态	197

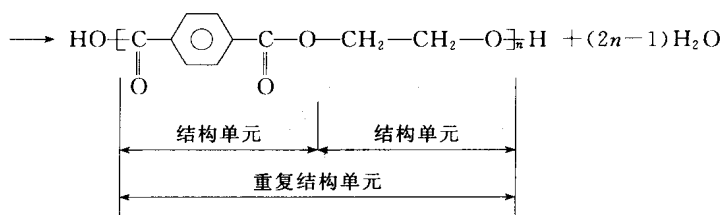
二、晶态高聚物的物理状态	199	二、高聚物化学反应的特点	271
第二节 各种特征温度与测定	200	三、高聚物化学反应的类型	272
一、玻璃化温度	200	第二节 高聚物的基团反应	273
二、熔点	206	一、酯化反应	273
三、黏流温度	209	二、磺化与氯甲基化反应	273
四、软化温度	209	三、氯化反应	275
五、热分解温度	210	四、醇解反应	275
六、脆化温度	210	五、环化反应	276
第三节 高聚物的力学性能	210	六、功能高分子的基团反应	277
一、材料的力学概念	210	第三节 高聚物的交联反应	279
二、等速拉伸及应力-应变曲线	213	一、橡胶的硫化反应	280
三、影响强度的因素	216	二、体型高聚物的固化反应	280
四、高聚物的松弛性质(松弛现象)	218	三、饱和高聚物的过氧化物交联反应	281
五、复合材料的力学性质	221	四、光交联反应	281
第四节 高聚物的黏流特性	225	五、辐射交联反应	282
一、高聚物的流变性	225	六、“特殊交联”反应	282
二、影响流变性的因素	227	第四节 高聚物的降解反应	283
三、高聚物熔体流动中的弹性效应	230	一、高聚物的热降解反应	283
四、熔融黏度测定	231	二、高聚物的氧化降解反应	284
第五节 高聚物材料的电性能、光学性能、透气性能、热物理性能	231	三、高聚物的光降解反应	285
一、高聚物材料的电性能	231	四、高聚物的化学降解与生化降解	286
二、高聚物材料的光学性能	239	五、高聚物的机械降解与超声波降解	286
三、高聚物材料的透气性能	240	第五节 高聚物的老化与防老化	287
四、高聚物材料的热物理性能	242	一、高聚物的老化	287
第六节 高聚物溶液与相对分子质量	244	二、高聚物的防老化	287
一、高聚物的溶解	244	本章小结	291
二、溶剂的选择	249	课堂活动	292
三、高聚物稀溶液的黏度	255	自测练习	292
四、高聚物的相对分子质量及测定	257	阅读资料之八	292
本章小结	267	第九章 聚合反应的工业实施方法	295
课堂活动	269	知识目标、能力目标	295
自测练习	269	第一节 缩聚反应的工业实施方法	295
阅读资料之七	270	一、熔融缩聚	296
第八章 高聚物的化学反应	271	二、固相缩聚	297
知识目标、能力目标	271	三、溶液缩聚	298
第一节 概述	271	四、界面缩聚	299
一、研究高聚物化学反应的目的	271	五、乳液缩聚	302
		第二节 连锁聚合反应的工业实施	

方法	304	一、环氧塑料的结构、性能与用途	381
一、本体聚合	305	二、主要原料	382
二、溶液聚合	306	三、生产原理与工艺	382
三、悬浮聚合	308	第八节 聚氨酯及塑料	384
四、乳液聚合	313	一、聚氨酯的结构、性能与用途	384
本章小结	322	二、主要原料	385
课堂活动	323	三、生产原理与工艺	387
自测练习	323	本章小结	390
阅读资料之九	323	课堂活动	394
第十章 合成树脂及塑料	327	自测练习	394
知识目标、能力目标	327	阅读资料之十	395
第一节 概述	327	第十一章 合成橡胶	396
一、塑料的分类	327	知识目标、能力目标	396
二、塑料的应用	333	第一节 概述	396
第二节 聚乙烯树脂及塑料	334	一、橡胶的类型	396
一、聚乙烯的结构、性能、用途	334	二、橡胶的特性	397
二、主要原料	337	三、橡胶的硫化与增强	400
三、生产工艺	337	第二节 丁苯橡胶	400
第三节 聚甲基丙烯酸甲酯	345	一、丁苯橡胶的结构、性能及用途	400
一、聚甲基丙烯酸甲酯的结构、性能与用途	345	二、主要原料	402
二、主要原料	346	三、生产原理与工艺	402
三、生产工艺	347	第三节 顺丁橡胶	405
第四节 聚氯乙烯树脂及塑料	350	一、顺丁橡胶的结构、性能及用途	405
一、聚氯乙烯的结构、性能及用途	351	二、主要原料	407
二、主要原料	353	三、生产原理与工艺	408
三、生产工艺	353	第四节 异戊橡胶	411
第五节 聚苯乙烯、ABS 树脂及塑料	363	一、异戊橡胶的结构、性能及用途	411
一、聚苯乙烯的结构、性能与用途	363	二、主要原料	411
二、主要原料	365	三、生产原理与工艺	412
三、聚苯乙烯生产工艺	365	第五节 乙丙橡胶	414
四、ABS 树脂的生产工艺	369	一、乙丙橡胶的结构、性能及用途	415
五、聚苯乙烯型离子交换树脂	371	二、主要原料	418
第六节 酚醛树脂及塑料	373	三、生产原理与工艺	423
一、酚醛树脂的性能及用途	374	第六节 氯丁橡胶	425
二、主要原料	375	一、氯丁橡胶的结构、性能及用途	425
三、生产原理与工艺	376	二、主要原料	427
第七节 环氧树脂及塑料	380	三、生产原理与工艺	427
		本章小结	428

课堂活动	429	第四节 腈纶纤维	446
自测练习	429	一、聚丙烯腈及纤维的结构、性能及用途	446
阅读资料之十一	430	二、主要原料	447
第十二章 合成纤维	433	三、生产原理与工艺	448
知识目标、能力目标	433	第五节 聚丙烯纤维	451
第一节 概述	433	一、聚丙烯树脂及纤维的结构、性能及用途	451
一、纤维的分类	433	二、主要原料	451
二、成纤高聚物的特征	433	三、生产原理与工艺	452
第二节 聚酯纤维	434	本章小结	453
一、聚酯纤维的结构、性能及用途	434	课堂活动	454
二、主要原料	435	自测练习	454
三、生产原理与工艺	436	阅读资料之十二	455
第三节 锦纶纤维	440	附表 1 竞聚率	456
一、聚酰胺的结构、性能及用途	441	附表 2 单体的 $Q-e$ 值	459
二、聚酰胺-6(锦纶-6)的生产	441	参考资料	463
三、聚酰胺-66(锦纶-66)的生产	443		

知识目标

- ### 能力目标



上例中的氯乙烯、对苯二甲酸、乙二醇等聚合时能够形成结构单元的化合物(聚合时的小分子原料)称为单体。单体直接与高分子链中的结构单元相对应,有几种单体参加聚合就有几种结构单元。中括号中为高分子链的重复结构单元,简称为链节。重复结构单元由结构单元组成。对于一种单体参加的聚合反应,其重复结构单元与结构单元的化学组成相同;对于多种单体参加的聚合反应,其重复结构单元比较复杂,尤其是通过单体官能团之间的多次缩合反应形成的高分子(上例的“的确良”),其结构单元与单体的化学组成不完全一样。中括号外边的下标 n 为重复结构数(即链节数),称为聚合度,单独书写时用 X_n 或 DP 表示。绝大多数情况下,高聚物都是用重复结构单元进行简写。

显然,如果用 M_n 表示某一高分子的相对分子质量,则 M_n 与 X_n 的关系为:

$$M_n = X_n \cdot M_0$$

式中 M_0 ——重复结构单元的相对分子质量。

但该式只能说明它们之间的关系,并没有实际意义,原因是组成高聚物的所有高分子的相对分子质量并不相等,而且相差较大,即高聚物是相对分子质量不等的同系聚合物的混合物,该特性称为高聚物相对分子质量的多分散性。为此,实际中用来描述高聚物相对分子质量的都是统计意义上的平均值(或某一范围),如表 1-1 所示。

表 1-1 某些常见高聚物的相对分子质量

塑料	相对分子质量 ($M_n/10^4$)	橡胶	相对分子质量 ($M_n/10^4$)	纤维	相对分子质量 ($M_n/10^4$)
高密度聚乙烯	6~30	天然橡胶	20~40	锦纶-66	1.2~1.8
聚氯乙烯	5~15	丁苯橡胶	16~20	涤纶	1.8~2.3
聚苯乙烯	10~30	顺丁橡胶	25~30	维尼纶	6~7.5
聚碳酸酯	2~6	氯丁橡胶	10~12	腈纶	5~8

高聚物的平均相对分子质量是决定高聚物使用性能的重要指标。不同用途的高聚物其平均相对分子质量明显不同,并且对最低相对分子质量有明确界限,低于最低界限数值的,因没有该种高聚物的显著性能,所以不能称为某某高聚物,只能称为聚合物。从广义上看,高聚物只是聚合物中的一种,但实际中有时也相互混用。

一般采用相对分子质量分散系数 HI (重均相对分子质量与数均相对分子质量的比值)和相对分子质量分布曲线来描述高聚物平均相对分子质量的大小,如图 1-1 所示。

二、高聚物的命名与分类

1. 高聚物的命名

高聚物的命名方法很多,也比较复杂,但主要有系统命名法(IUPAC法)和通俗命名法。其中系统命名法比较复杂,这里不作详细介绍,只给出部分对比(如表1-2)。重点介绍常用的通俗命名法。

(1) 在单体名称前冠以“聚”字命名高聚物

如单体氯乙烯聚合形成的高聚物称为聚氯乙烯;单体乙烯聚合形成高聚物称为聚乙烯;单体丙烯聚合形成的高聚物称为聚丙烯;单体己内酰胺聚合形成的高聚物称为聚己内酰胺。

但个别单体的名称是根据链节结构假想的,如聚乙烯醇,其实乙烯醇单体是不存在的。有些单体的取代基位置是用文字表示的,如聚异丁烯、聚偏二氯乙烯等。

(2) 在单体名称(或简名)后缀“树脂”二字命名高聚物

如用单体苯酚与甲醛聚合形成的高聚物简称为酚醛树脂;用单体尿素与甲醛形成高聚物简称为脲醛树脂;用单体环氧乙烷与双酚A形成的高聚物简称为环氧树脂。

因为“树脂”已扩大到成型加工前的原料,所以人们对某高聚物名称的后面也加上“树脂”二字来命名,如聚乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚酯树脂等。

(3) 在单体名称中取代表字加附“橡胶”二字命名高聚物

如单体丁二烯与苯乙烯聚合形成的高聚物简称为丁苯橡胶;单体丁二烯与丙烯腈聚合形成的高聚物简称为丁腈橡胶;在特定条件下由单体丁二烯聚合形成以顺式结构为主的高聚物称为顺丁橡胶。

(4) 以高聚物的结构特征命名高聚物

如用单体对苯二甲酸与乙二醇聚合形成的高聚物称为聚对苯二甲酸乙二醇酯;用单体己二酸与己二胺聚合形成的高聚物称为聚己二酰己二胺;用单体2,6-二甲基酚聚合形成的高聚物称为聚2,6-二甲基苯醚。

在长期使用高聚物材料过程中,人们对常见的高聚物还确定了习惯名称和商品名称,现将它们的对比列于表1-2之中。

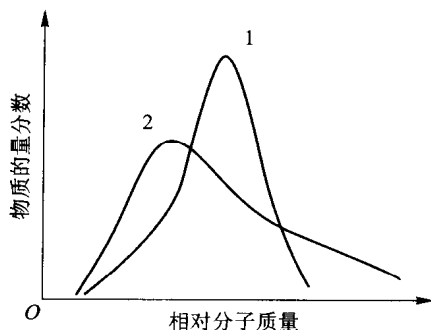


图 1-1 相对分子质量分布曲线

1—相对分子质量分布较窄;

2—相对分子质量分布较宽

表 1-2 各种高聚物命名的比较

高聚物的重复结构单元	通俗名称	系统名称	习惯或商品名称	英文缩写
$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	聚乙烯	聚亚乙基	高密度聚乙烯	HDPE
$-\text{CH}_2-\text{CH}-$	聚丙烯	聚亚丙基	低密度聚乙烯	LDPE
$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ CH_3	聚氯乙烯	聚(1-氯亚乙基)	(丝用)丙纶	PP
$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ Cl			(丝用)氯纶	PVC

续表

高聚物的重复结构单元	通俗名称	系统名称	习惯或商品名称	英文缩写
$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{CN} \end{array}$	聚丙烯腈	聚(1-氰基亚乙基)	(丝用)腈纶	PAN
$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	聚苯乙烯	聚(1-苯基亚乙基)		PS
$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{OCOCH}_3 \end{array}$	聚醋酸乙烯酯	聚(1-乙酰氧基亚乙基)		PVAC
$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---C(CH}_3\text{)---} \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	聚甲基丙烯酸甲酯	聚[(1-甲氧基酰基)-1-甲基亚乙基]	有机玻璃	PMMA
$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	聚乙烯醇	聚(1-羟基亚乙基)		PVA
$\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---}$	聚四氟乙烯			PTFE
$\text{---CH}_2\text{---C(CH}_3\text{)}_2\text{---}$	聚异丁烯	聚(1,1-二甲基亚乙基)		PIB
$\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---O---}$	聚环氧乙烷	聚(氧化乙基)		PEOX
$\text{---CH}_2\text{---O---}$	聚甲醛	聚(氧化亚甲基)		POM
$\text{---CO---C}_6\text{H}_4\text{---OCO(CH}_2\text{)}_2\text{O---}$	聚对苯二甲酸乙二醇酯	聚(氧亚乙基对苯二酰)	涤纶	PETP
$\text{---CO(CH}_2\text{)}_4\text{---COHN---(CH}_2\text{)}_6\text{---NH---}$	聚己二酰己二胺	聚(亚氨基亚己基亚氨基己二酰)	锦纶-66 或 尼龙-66	PA-66
$\text{---HN---(CH}_2\text{)}_5\text{---CO---}$	聚己内酰胺	聚[亚氨基(1-氧代亚己基)]	锦纶-6 或 尼龙-6	PA-6

2. 高聚物的分类

(1) 按高分子主链结构分类

碳链高聚物 组成此类高聚物的高分子主链完全由碳原子组成。如 PE、PP、PS、PMMA、PVC、PVAC、PVDC、PIB、PVA、PAN 等。常见的碳链高聚物如表 1-3 所示。

杂链高聚物 组成此类高聚物的高分子主链除碳原子外,还含有氧、氮、硫、磷等杂原子。如聚甲醛、聚环氧乙烷、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯、环氧树脂、聚己二酰己二胺、聚己内酰胺、聚芳砜、聚苯并咪唑等。

元素有机高聚物 组成此类高聚物的高分子主链没有碳原子,而是由硅、钛、铝、等元素与氧、氮、硫、磷等原子组成,但侧基却由有机基团组成。如聚硅氧烷、聚钛氧烷等。

常见的杂链高聚物与元素有机高聚物如表 1-4 所示。

无机高聚物 组成此类高聚物的高分子主链和侧基均无碳原子。如聚二硫化硅、聚二氟磷氮等。

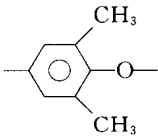
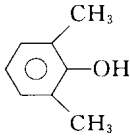
表 1-3 碳链高聚物

高聚物名称	重复结构单元	单体结构	英文缩写
聚乙烯	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	PE
聚丙烯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	PP
聚苯乙烯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	PS
聚氯乙烯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	PVC
聚偏二氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_2=\text{C} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	PVDC
聚四氟乙烯	$-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	PTEF
聚三氟氯乙烯	$\begin{array}{c} -\text{CF}_2-\text{CF}- \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CF}_2=\text{CF} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	PCTEF
聚异丁烯	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	PIB
聚丙烯酸	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	PAA
聚丙烯酰胺	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CONH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CONH}_2 \end{array}$	PAM
聚丙烯酸甲酯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	PMA
聚甲基丙烯酸甲酯	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C} \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	PMMA
聚丙烯腈	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CN} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CN} \end{array}$	PAN
聚醋酸乙烯酯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{OCOCH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{OCOCH}_3 \end{array}$	PVAC

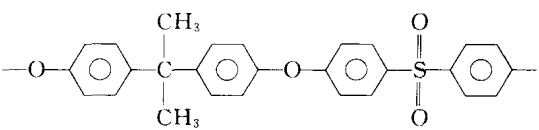
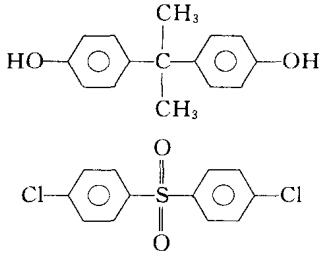
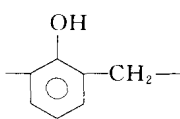
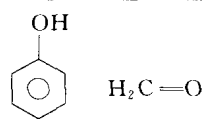
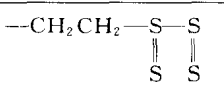
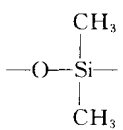
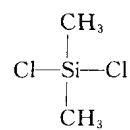
续表

高聚物名称	重复结构单元	单体结构	英文缩写
聚乙烯醇	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH}(\text{假想}) \\ \\ \text{OH} \end{array}$	PVA
聚丁二烯	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	PB
聚异戊二烯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	PIP
聚氯丁二烯	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	PCP

表 1-4 杂链和元素有机高聚物

高聚物名称	重复结构单元	单体结构	英文缩写
聚甲醛	$-\text{CH}_2-\text{O}-$	$\text{CH}_2=\text{O}$	POM
聚环氧乙烷	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{O} \end{array}$	PEOX
聚环氧丙烷	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{O}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	PPOX
聚 2,6-二甲 基苯醚			PPO
聚对苯二甲酸 乙二醇酯	$-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{OCH}_2\text{CH}_2-\text{O}-$	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH} \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	PET
环氧树脂	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{O} \end{array}$	EP
聚碳酸酯	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O})- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{COCl}_2 \end{array}$	PC

续表

高聚物名称	重复结构单元	单体结构	英文缩写
聚苯砜			PASU
尼龙-6	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-$	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	PA-6
尼龙-66	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	PA-66
聚氨酯	$-\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{O}-\text{CONH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}-$	$\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ $\text{ONC}(\text{CH}_2)_6\text{CNO}$	PU
聚脲	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{CONH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}-$	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ $\text{ONC}(\text{CH}_2)_6\text{CNO}$	PUA
酚醛树脂			PF
聚硫橡胶		$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ Na_2S_4	PSR
硅橡胶			

(2) 按高聚物的用途分类

按高聚物的用途可以分为塑料、橡胶、纤维、涂料、黏合剂、离子交换树脂等,其中前三种称为三大合成材料。

纤维具有以下特点:弹性模数较大(约 $10^9 \sim 10^{10}$ Pa);受力时形变较小(百分之几到百分之二十);纤维大分子沿轴向按一定规则排列,长径比大;在较广泛的温度范围内($-50 \sim 150^\circ\text{C}$),机械性能变化不大。常用的合成纤维有尼龙、涤纶、腈纶、丙纶、维纶等。

橡胶具有以下特点:弹性模数小(约 $10^5 \sim 10^6$ Pa);室温下,在很小外力作用下,能产生很大形变(可达 1000%),即弹性高;除去外力后,能迅速恢复原状。常见的橡胶有天然橡胶和合成橡胶,如丁苯橡胶、顺丁橡胶、乙丙橡胶、硅橡胶等。

塑料具有以下特点:弹性模数介于纤维和橡胶之间(约 $10^7 \sim 10^8$ Pa);当温度稍高时,受力形变可达百分之几十至百分之几百;部分形变可逆,部分形变不可逆;弹性模数、黏度等物理性能与温度的变化有直接关系,反映出塑性行为。根据塑料受热时的行为不同,可以将塑料分为热塑性