

国家工科化学基础课程教学基地(四川大学)教材  
21世纪高等院校教材

# 高分子化学教程

王槐三 寇晓康 编著

科学出版社

2002

## 内 容 简 介

本书是国家工科化学基础课程教学基地(四川大学)教材之一。

本书系统讲述了各种材料高分子化合物的合成原理和方法以及合成条件与材料性能的相关性。全书共7章,内容包括绪论、逐步聚合反应、自由基聚合反应、自由基共聚合反应、离子型聚合及配位聚合反应、聚合物化学反应以及高分子科学最新进展等。书中对各种重要聚合物的工业合成方法、特性及应用也作了简要的介绍,同时编录高分子人物传记和高分子小常识供读者参阅。本书还按照“高分子化学教学大纲”要求,在各章末编写习题供学习时使用,同时编写各章节学习提纲于书页切口侧,书末编录高分子化学名词解释、重要聚合物的命名及合成反应方程式和重要高分子化学题解,供学习时参考。

本书可作为高等院校高分子材料与工程专业、化学化工类专业的本科生教材,也可供从事高分子化学研究、应用和生产的有关人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

高分子化学教程/王槐三,寇晓康编著. —北京:科学出版社,2002.3  
(国家工科化学基础课程教学基地(四川大学)教材·21世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-009992-3

I. 高… II. ①王…②寇… III. 高分子化学-高等学校-教材  
IV. O63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 081548 号

责任编辑:杨 震/责任印制:张克忠

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年3月第一版 开本:720×1000 1/16

2007年1月第六次印刷 印张:22 3/4

印数:15 001—16 000 字数:427 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 序

作为高分子科学第一部权威性教科书, P. J. Flory 的专著“Principles of Polymers”出版至今已有近半个世纪。这期间 G. Odian 编写的“Principles of Polymerization”当属本学科的经典性著作之一。北京大学、中山大学、浙江大学、复旦大学、四川大学(原成都工学院参加联合组建)等也先后编写和出版了多种版本的《高分子化学》教科书, 为培养我国高分子科学与工程专业技术人员做出了历史性贡献。

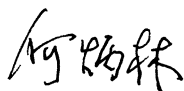
自从 H. Staudinger 提出高分子概念至今, 高分子科学已经历了近 80 年的发展。高分子化学作为一门兼具基础性和专业性特点的化学二级学科, 其基本知识构架已经相对完整——虽然还存在一些需要发展和完善之处。所以《高分子化学教程》一书编写的基本构架仍然遵循传统的、由 Flory 提出的按照聚合反应类型编排章节; 按照单体、热力学、动力学、聚合反应速率、相对分子质量及其分布、聚合反应影响因素、聚合反应方法和重要聚合物举例等层次编写各节内容。该书内容完整、结构严谨、层次清晰。作者遵照教学大纲编写各章节提纲附于书页外侧, 作为方便学生学习时掌握重点的一种尝试, 颇有新意。

近 50 年来, 随着我国高等教育事业的发展和教育体制的改革, 高等学校工科高分子材料与工程专业及其专业课程的设置已经经历了从宽到窄, 再到宽的过程。但是高分子化学却始终作为各相关专业的首门专业课程而受到一致的重视。近年来随着信息科学元器件制造、生命科学和生物医学材料和高分子材料科学与工程相互渗透、交汇和融合, 高分子化学也逐渐成为各相关专业本科生和研究生的重要必修课。

面对 21 世纪国民经济建设和社会发展对创新型、开拓型和复合型人才的需求; 为适应高等学校改革有关拓宽学生知识面、强化能力培养、提高教学质量和效率、减轻学生学习负担等教学改革目标, 有必要编写一本既能够充分包容高分子化学经典原理及方法, 同时又能够全面反映国内外材料高分子和功能高分子领域

的最新成就;既方便教师教学,更有利于学生学习的高分子化学教科书。

本书作者从事高分子化学本科及研究生教学 20 年,在分子化学特别是功能高分子材料合成及应用领域的研究成果颇丰,积累一定教学和科研经验,尤其了解学生在学习本学科时可能出现的困难和需求。本书的出版发行对高分子化学的教学、科研及成果转化等将产生积极的推动作用。



2001 年 12 月于南开园

# 前 言

四川大学高分子科学与工程学院是国内最早创办高分子学科专业的院系之一。近 50 年来,特别是改革开放以来,该学院同国内其他兄弟院校的相关院系一样在办学条件和办学规模等方面都得到了很大的发展,科学研究和教材建设等方面也取得了巨大成就。

这些年以来,国内高等学校工科专业的课程设置普遍繁多,学生学习负担相当繁重。如何提高教学效率,减轻学生学习负担,是每个高等教育参与者应当解决的现实问题。多少年来的教学实践已证明,在课堂上做详细笔记与聚精会神地理解授课始终存在着矛盾,多数学生都有顾此失彼的经历和体会。为了解决这一矛盾,集作者 20 年本科教学之经验,从教授者和学习者的双重角度出发,以提高教学效率为最终目的,本书在内容编排、取舍和原理解释等方面作了一些尝试。本书按照“高分子化学教学大纲”的基本要求尝试将本学科最重要的知识点进行量化,以提纲的形式编写于书页的切口侧,学生可以将其作为笔记提纲。这样教师在课堂上就有可能将学生的注意力引导到深入理解授课和创造性的思维上。若如此,读者将能够在较少的学时内掌握本学科的基本原理。基于此,本书既从教授者的角度出发,力求精汇本学科的基本知识构架、明晰各章节的内容结构和层次——这是本书编写的基本原则。同时从学习者的角度考虑,力求增加学习兴趣、提高学习效率、减轻学习负担——这是本书编写的主导思想。

本书按照聚合反应类别将材料高分子合成原理归类于逐步聚合反应、自由基聚合反应、自由基共聚合反应、离子型聚合与配位聚合反应等 4 章。同时,将高分子科学预备知识(绪论)和聚合物化学反应分别编为第一章和第六章。以单体、引发剂、热力学、动力学、聚合反应速率、聚合度、相对分子质量及其分布、聚合反应的影响因素和聚合反应方法等结构层次为主线编写各节内容。此外,本书还编录了高分子科学最新进展(第七章)和若干种重要聚合物的工业合成方法等内容供学生课外阅读和参考,这对于提高

读者的学习兴趣,强化理论与实践的联系当有裨益。

本书编写过程中特别注意汲取国内外诸多“高分子化学”教科书之精华,力求博取众家之长。作者尤其感谢恩师——中国科学院院士何炳林教授的悉心指导和帮助。他对本书的基本内容和结构提出了许多宝贵的意见,特别为本书作序。作者还要特别感谢国家自然科学基金委员会化学学部高分子学科主任胡汉杰教授能够在百忙之中审阅书稿,对本书第七章“高分子科学最新进展”的编写提出宝贵的建设性意见。四川大学高分子科学与工程学院付强教授应邀为本书第七章编写“纳米结构聚合物”一节,作者谨致谢忱。

本校高分子材料与工程专业 1998 和 1999 级的同学在试用本书过程中曾提出宝贵的意见。谢默、查忠勇和蔡毅等同学分别承担本书附图的绘制和文献检索工作。本学院冉蓉、王亚宁、陈馨、冯小萍等同志承担本书的校勘工作,作者在此一并致谢。

然而作者毕竟水平有限,疏误在所难免,恳望读者批评指正,不吝赐教。

作者

2001 年 12 月于成都

# 目 录

第一章 绪论 .....	(1)
1.1 高分子基本概念 .....	(1)
1.1.1 高分子化合物的定义 .....	(1)
1.1.2 高分子化合物的基本特点 .....	(2)
1.2 大分子结构式与聚合反应方程式 .....	(3)
1.2.1 聚合物分子结构式的书面表达 .....	(3)
1.2.2 聚合反应方程式的书写规范 .....	(8)
1.3 高分子化合物的分类及命名 .....	(9)
1.3.1 高分子化合物的分类 .....	(9)
1.3.2 高分子化合物的命名 .....	(11)
1.4 相对分子质量、聚合度及相对分子质量分布 .....	(16)
1.4.1 相对分子质量 .....	(16)
1.4.2 聚合度 .....	(19)
1.4.3 相对分子质量分布 .....	(21)
1.5 聚合反应的分类 .....	(23)
1.5.1 按照聚合反应过程中有无小分子生成进行 分类 .....	(23)
1.5.2 按照聚合反应机理进行分类 .....	(24)
1.6 高分子科学的范畴 .....	(28)
1.6.1 高分子化学 .....	(28)
1.6.2 高分子物理或高分子物化 .....	(28)
1.6.3 高分子工艺与工程学 .....	(28)
1.6.4 功能高分子 .....	(28)
1.7 高分子科学简史 .....	(29)
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、 高分子科学的奠基人 H. Staudinger .....	(31)
习题 .....	(32)

第二章 逐步聚合反应 .....	(34)
2.1 缩合反应与缩聚反应 .....	(34)
2.2 逐步聚合反应单体 .....	(35)
2.2.1 线型缩聚反应单体的类型 .....	(36)
2.2.2 单体的聚合反应活性 .....	(37)
2.3 线型缩聚反应平衡 .....	(39)
2.3.1 线型缩聚反应的平衡常数 .....	(39)
2.3.2 反应程度和聚合度 .....	(41)
2.3.3 聚合度与平衡常数的关系 .....	(43)
2.3.4 缩聚反应中的副反应 .....	(46)
2.4 线型平衡缩聚反应动力学 .....	(48)
2.4.1 聚酯反应机理 .....	(48)
2.4.2 聚酯反应动力学方程 .....	(48)
2.4.3 线型平衡缩聚反应的动力学研究方法 .....	(52)
2.4.4 平衡缩聚反应动力学简介 .....	(53)
2.5 线型平衡缩聚反应的相对分子质量控制、分布 及影响因素 .....	(54)
2.5.1 相对分子质量控制的方法 .....	(54)
2.5.2 相对分子质量分布 .....	(58)
2.5.3 线型平衡缩聚反应的影响因素 .....	(62)
2.5.4 获得高相对分子质量缩聚物的基本条件 .....	(65)
2.6 体型缩聚反应 .....	(65)
2.6.1 体型缩聚反应的特点 .....	(66)
2.6.2 无规预聚物和结构预聚物 .....	(67)
2.6.3 凝胶点的计算 .....	(70)
2.6.4 凝胶点的测定及三种凝胶点的数值比较 .....	(81)
2.7 重要缩聚物举例 .....	(82)
2.7.1 聚对苯二甲酸乙二醇酯——涤纶 .....	(83)
2.7.2 聚酰胺——尼龙 .....	(84)
2.7.3 聚碳酸酯 .....	(85)
2.7.4 聚酰亚胺及耐高温聚合物 .....	(86)
2.7.5 全芳聚酰胺——液晶高分子 .....	(87)



2.8 不平衡缩聚及其他逐步聚合反应 .....	(87)
2.8.1 氧化偶联缩聚 .....	(88)
2.8.2 自由基缩聚 .....	(89)
2.8.3 分解缩聚——聚甲撑 .....	(90)
2.8.4 环化缩聚 .....	(90)
2.8.5 逐步加聚——聚氨酯 .....	(90)
2.8.6 逐步开环聚合——环氧树脂 .....	(92)
2.8.7 聚芳砜和聚苯硫醚 .....	(93)
2.9 缩聚反应方法 .....	(94)
2.9.1 熔融缩聚 .....	(94)
2.9.2 溶液缩聚 .....	(95)
2.9.3 界面缩聚 .....	(95)
2.9.4 固相缩聚 .....	(96)
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、 高分子科学的开拓者 P. J. Flory .....	(97)
习题 .....	(98)
<b>第三章 自由基聚合反应 .....</b>	<b>(100)</b>
3.1 连锁聚合单体 .....	(100)
3.1.1 取代基数目、位置、大小决定烯烃能否进行 聚合 .....	(101)
3.1.2 取代基的电负性和共轭性决定烯烃的聚合 反应类型 .....	(102)
3.2 连锁聚合反应热力学 .....	(104)
3.2.1 聚合热 .....	(105)
3.2.2 聚合熵对单体聚合能力的影响 .....	(109)
3.2.3 单体的极性与聚合能力 .....	(110)
3.2.4 聚合极限温度 .....	(110)
3.3 自由基聚合反应机理及特点 .....	(111)
3.3.1 自由基的产生及其活性 .....	(111)
3.3.2 自由基聚合的基元反应 .....	(113)
3.3.3 自由基聚合反应特点 .....	(116)
3.4 引发剂和引发反应 .....	(117)
3.4.1 引发剂种类 .....	(117)
3.4.2 引发剂分解反应动力学 .....	(119)

3.4.3	引发效率 .....	(121)
3.4.4	引发剂选择的一般原则 .....	(122)
3.4.5	其他引发方式 .....	(123)
3.5	自由基聚合反应速率 .....	(125)
3.5.1	聚合反应过程 .....	(126)
3.5.2	聚合反应初期动力学 .....	(127)
3.5.3	动力学方程的实验证据 .....	(130)
3.5.4	速率常数 .....	(131)
3.6	聚合度 .....	(132)
3.6.1	动力学链长 .....	(132)
3.6.2	无链转移时的聚合度 .....	(133)
3.6.3	链转移反应对聚合反应速率和聚合度的影响 .....	(133)
3.6.4	存在链转移反应时的聚合度 .....	(134)
3.7	链转移反应 .....	(137)
3.7.1	向单体转移 .....	(137)
3.7.2	向引发剂转移 .....	(138)
3.7.3	向溶剂转移 .....	(139)
3.7.4	向链转移剂转移与相对分子质量调节 .....	(141)
3.7.5	向大分子转移 .....	(141)
3.8	自动加速过程 .....	(142)
3.8.1	自动加速过程的实验现象 .....	(143)
3.8.2	自动加速过程产生的原因和结果 .....	(143)
3.8.3	不同聚合反应类型的自动加速过程 .....	(146)
3.8.4	聚合反应速率的类型及控制 .....	(146)
3.9	阻聚和缓聚 .....	(148)
3.9.1	阻聚和缓聚作用 .....	(148)
3.9.2	阻聚剂和阻聚机理 .....	(148)
3.9.3	阻聚剂选择原则 .....	(150)
3.9.4	烯丙基类单体的自动阻聚作用 .....	(150)
3.9.5	氧的阻聚和引发作用 .....	(151)
3.9.6	阻聚剂在引发反应速率测定中的应用 .....	(151)
3.10	相对分子质量控制、分布及影响因素 .....	(151)
3.10.1	相对分子质量控制及影响因素 .....	(152)

3.10.2	相对分子质量分布 .....	(155)
3.10.3	自由基聚合物分散度大于缩聚物的原因 .....	(157)
3.11	速率常数的测定和计算 .....	(158)
3.11.1	速率常数的测定和计算 .....	(158)
3.11.2	自由基寿命测定原理简介 .....	(159)
3.12	聚合反应方法 .....	(159)
3.12.1	本体聚合 .....	(160)
3.12.2	溶液聚合 .....	(161)
3.12.3	悬浮聚合 .....	(162)
3.12.4	乳液聚合 .....	(164)
3.13	重要加聚物举例 .....	(174)
3.13.1	聚乙烯 .....	(174)
3.13.2	聚氯乙烯 .....	(175)
3.13.3	聚苯乙烯 .....	(176)
3.13.4	有机玻璃板材的生产 .....	(179)
3.13.5	聚丙烯腈 .....	(180)
	高分子小常识 1——通用塑料和工程塑料 .....	(181)
	高分子小常识 2——普通高分子材料的简易鉴别方法 .....	(182)
	习题 .....	(184)
<b>第四章</b>	<b>自由基共聚合反应 .....</b>	<b>(186)</b>
4.1	共聚物的类型及命名 .....	(187)
4.2	二元共聚物组成微分方程 .....	(188)
4.3	典型二元共聚物的组成曲线 .....	(191)
4.3.1	恒比共聚( $r_1 = r_2 = 1$ ) .....	(192)
4.3.2	交替共聚( $r_1 = r_2 = 0$ ) .....	(193)
4.3.3	有恒比点共聚( $r_1 < 1, r_2 < 1$ ) .....	(196)
4.3.4	无恒比点共聚( $r_1 > 1, r_2 < 1$ ) .....	(197)
4.3.5	嵌段或混均共聚( $r_1 > 1, r_2 > 1$ ) .....	(199)
4.4	共聚物组成控制 .....	(199)
4.4.1	共聚物的组成控制 .....	(199)
4.4.2	共聚物组成与转化率的关系 .....	(200)
4.4.3	共聚物组成控制方法 .....	(201)

4.5	多元共聚 .....	(201)
4.6	竞聚率的测定及影响因素 .....	(202)
4.6.1	竞聚率的测定 .....	(202)
4.6.2	竞聚率的影响因素 .....	(203)
4.7	单体活性与自由基活性 .....	(204)
4.7.1	单体的相对活性 .....	(204)
4.7.2	自由基的活性 .....	(205)
4.7.3	单体均聚反应速率常数 .....	(206)
4.7.4	单体极性效应对活性的影响 .....	(206)
4.7.5	单体位阻效应对活性的影响 .....	(207)
4.8	$Q-e$ 概念及方程 .....	(207)
4.8.1	$Q-e$ 概念和方程 .....	(208)
4.8.2	单体的 $Q$ 、 $e$ 值与共聚类型 .....	(209)
4.9	二元共聚物的序列结构 .....	(210)
4.10	共聚交联和互穿网络 .....	(212)
4.10.1	共聚交联与交联共聚物 .....	(212)
4.10.2	共聚物互穿网络 .....	(213)
	高分子小常识——高分子合金与聚合物的共混 .....	(214)
	习题 .....	(215)
<b>第五章</b>	<b>离子型聚合与配位聚合反应 .....</b>	<b>(216)</b>
5.1	阴离子聚合 .....	(216)
5.1.1	阴离子聚合单体 .....	(217)
5.1.2	阴离子聚合引发剂 .....	(217)
5.1.3	阴离子聚合反应机理 .....	(217)
5.1.4	阴离子聚合动力学 .....	(224)
5.1.5	阴离子聚合反应的影响因素 .....	(226)
5.1.6	阴离子聚合物的结构规整性 .....	(230)
5.1.7	阴离子聚合反应的特点 .....	(231)
5.1.8	阴离子聚合特例——活性聚合物、嵌段 共聚物 SBS、接近单分散聚合物 .....	(232)
5.2	阳离子聚合 .....	(234)
5.2.1	阳离子聚合单体和引发剂 .....	(234)
5.2.2	阳离子聚合反应机理 .....	(235)
5.2.3	阳离子聚合动力学 .....	(241)

5.2.4	阳离子聚合的影响因素 .....	(242)
5.2.5	阳离子聚合特例——聚异丁烯和丁基橡胶 .....	(244)
5.3	离子型共聚合 .....	(245)
5.3.1	取代基对单体活性的影响 .....	(246)
5.3.2	溶剂和反离子的影响 .....	(246)
5.3.3	温度的影响 .....	(247)
5.4	离子型开环聚合 .....	(247)
5.4.1	环氧化合物的离子型聚合 .....	(247)
5.5	配位聚合 .....	(250)
5.5.1	配位聚合和定向聚合 .....	(250)
5.5.2	聚合物的立构规整性 .....	(251)
5.5.3	立构规整聚合物的特殊性能 .....	(253)
5.5.4	配位聚合引发剂 .....	(254)
5.5.5	丙烯的配位阴离子聚合机理 .....	(257)
5.5.6	共轭二烯烃的配位阴离子聚合 .....	(260)
5.6	各种连锁聚合反应的特点比较 .....	(262)
	高分子小常识——乙丙橡胶 .....	(263)
	高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、 配位聚合的开创者 Ziegler 和 Natta .....	(263)
	习题 .....	(265)
<b>第六章</b>	<b>聚合物化学反应 .....</b>	<b>(267)</b>
6.1	聚合物化学反应的特点及影响因素 .....	(267)
6.1.1	聚合物化学反应的特点 .....	(267)
6.1.2	聚合物化学反应的影响因素 .....	(268)
6.2	聚合物侧基反应 .....	(271)
6.2.1	纤维素的化学转化 .....	(272)
6.2.2	聚乙烯醇和维尼纶 .....	(274)
6.2.3	聚丙烯酰胺——高分子聚电解质 .....	(275)
6.2.4	聚烯烃的氯化 and 氯磺酰化 .....	(276)
6.3	功能高分子 .....	(276)
6.3.1	化学功能高分子 .....	(278)
6.3.2	物理功能高分子 .....	(284)
6.3.3	生物功能高分子 .....	(287)

6.4 聚合物主链反应 .....	(288)
6.4.1 接枝 .....	(288)
6.4.2 扩链 .....	(290)
6.4.3 交联 .....	(292)
6.5 聚合物的降解、分解、老化及防老 .....	(295)
6.5.1 聚合物的降解 .....	(295)
6.5.2 聚合物的分解 .....	(302)
6.5.3 聚合物的老化和防老 .....	(303)
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、多肽 固相合成法的先驱 Robert Bruce Merrifield .....	(304)
习题 .....	(305)
<b>第七章 高分子科学最新进展 .....</b>	<b>(306)</b>
7.1 高分子科学各学科的研究前沿 .....	(306)
7.2 可控自由基聚合——原子转移自由基聚合(ATRP) .....	(307)
7.2.1 控制自由基聚合反应的基本思路和对策 .....	(308)
7.2.2 ATRP 引发体系 .....	(310)
7.3 吸附分离功能高分子 .....	(310)
7.3.1 合成大孔吸附树脂的成孔技术 .....	(311)
7.3.2 大孔树脂吸附法处理有机污染废水及资源 化 .....	(312)
7.3.3 大孔吸附树脂在中药成分分离领域的应用 前景 .....	(313)
7.4 共轭聚合物及导电高分子 .....	(313)
7.4.1 高分子材料的电导率 .....	(313)
7.4.2 共轭聚合物的合成和加工 .....	(314)
7.5 智能型高分子凝胶 .....	(315)
7.5.1 凝胶的特殊性能 .....	(315)
7.5.2 规则构造的高分子凝胶的合成 .....	(316)
7.5.3 应用前景 .....	(316)
7.6 纳米结构高分子材料 .....	(316)
7.6.1 纳米技术和纳米材料 .....	(317)
7.6.2 纳米结构聚合物材料 .....	(317)

7.7 分子识别聚合物 .....	(319)
7.7.1 模板聚合及模板聚合物 .....	(319)
7.7.2 模板与聚合物之间的结合功能 .....	(320)
7.7.3 共价键结合模板聚合物及其应用 .....	(320)
7.7.4 非共价键结合模板聚合物及其应用 .....	(321)
7.7.5 模板聚合物的合成方法 .....	(321)
7.7.6 模板聚合物的应用 .....	(321)
高分子科学人物传记——诺贝尔化学奖获得者、 导电高分子领域的开拓者白川英树 .....	(322)
参考文献 .....	(324)
附录 .....	(325)
附录 1 本书使用的化学量新旧名称一览 .....	(325)
附录 2 高分子化学名词解释 .....	(325)
附录 3 重要聚合物的命名及合成反应方程式 .....	(331)
附录 4 重要高分子化学题解 .....	(337)

# 第一章 绪 论

本章作为高分子科学的基础性和预备性知识,主要讲述高分子基本概念、大分子结构式和聚合反应方程式的书写规范、高分子化合物的分类和命名、相对分子质量及其多分散性、高分子科学的范畴和发展趋势。本章重点是高分子化合物的定义、分类和命名方法,重要聚合物的结构式和聚合反应方程式的书写,高分子化合物的平均相对分子质量及其多分散性。

## 1.1 高分子基本概念

### 1.1.1 高分子化合物的定义

高分子化合物、高分子(大分子)、聚合物、高聚物等对应的英文词汇分别为 macromolecule compound、macromolecule、polymer、highpolymer 等。这些词汇的含义并无本质区别,多数情况下是可以相互混用的。不过下述两点需要注意:第一,对于化学组成和结构非常复杂的生物高分子化合物通常使用“大分子”一词较为恰当,而最好避免使用“聚合物”一词;第二,具体的个人或学术社团在同一学术著作中通常宜选用一、二种既通俗、又规范的聚合物类名,而不宜频繁换用太多的类名。

所谓高分子化合物,系指那些由众多原子或原子团主要以共价键结合而成的相对分子质量在一万以上的化合物。同具有相同化学组成和结构的低分子同系物相比较,高分子化合物具有高熔点(或高软化点)、高强度、高弹性以及溶液和熔体的高黏度等特殊物理性能,这些都归因于其具有特殊的大分子结构,这将是高分子物理学课程所讲述的主要内容。

首先,这里对“众多原子”、“主要以共价键”和“相对分子质量在一万以上”三个关键词加以解释。目前已经知道无论天然高分子还是合成高分子,组成其大分子的原子数目虽然成千上万,但是所涉及元素种类却相当有限,通常以 C、H、O、N 四种非金属元素最为普遍,S、Cl、P、Si、F 等元素也存在于一些高分子化合物中。

**提纲编写目的及使用:**

1. 按照大纲要求,归纳重要知识点并列出序号,便于学习时量化掌握;

2. 提纲可对照当页相应内容进行理解;

3. 序号中拼音字母含义:

g——概念;

y——原理;

f——反应;

j——计算

公式。

**本章要点:**

1. 高分子化合物的定义及其特点;

2. 七种分类和五种命名方法;

3. 大分子结构式和聚合反应方程式的书写规范;

4. 相对分子质量及其多分散性。



由此可见,一般合成高分子主要由非金属元素组成。不过构成生物大分子的微量元素还包括 Fe、Ca、Mg、Na、K、I 等。

其次,所谓“主要以共价键”系指绝大多数高分子化合物中构成大分子主链的元素几乎都是通过共价键实现相互联结的,只有极少数高分子化合物(如某些新型合成聚合物)的分子主链可能含有配位键。一些特殊高分子化合物(如功能高分子等)的分子侧基或侧链上则可能含有离子键或配位键。

第三,所谓“相对分子质量在一万以上”其实只是一个大概的数值。事实上对于不同种类的高分子化合物而言,具备高分子特性所必需的相对分子质量下限各不相同,甚至相去甚远。例如一般缩合聚合物(简称缩聚物)的相对分子质量通常在一万左右或稍低;而一般加成聚合物(简称加聚物)的相对分子质量通常超过一万,有些甚至高达百万以上。

### 1.1.2 高分子化合物的基本特点

高分子化合物的基本特点如下:

(1)相对分子质量很大,一般在一万以上甚至更高。

这一点已在前一节作了详细说明。

(2)合成高分子化合物的化学组成比较简单,分子结构有规律性。

前面已经对高分子化合物化学组成的相对简单性作了解释,而合成高分子化合物大分子结构的规律性首先体现在它们都是由某些符合特定条件的低分子有机化合物通过聚合反应并按照一定规律连接而成。通常将这些能够进行聚合反应并生成大分子的低分子有机化合物叫做“单体”(monomer)。不同种类的单体通过聚合反应生成聚合物的时候可能存在两种不同的情况:一种情况是单体的化学组成并不改变而只是化学结构发生变化——这是加成聚合物的一般情况;另一种情况是单体的化学组成和结构都发生一定变化——这是合成缩合聚合物的一般情况。

(3)各种合成聚合物的分子形态是多种多样的。

绝大多数合成聚合物的大分子均为长链线型。所以常常将聚合物的分子称为“分子链”或“大分子链”。将具有最大尺寸、贯穿整个大分子的分子链称为主链;将连接在大分子主链上除氢原子以外的原子或原子团称做侧基;有时将连接在主链上足够长的侧

1-01-g

定义“高分子化合物”的三个关键词:众多原子、主要以共价键、相对分子质量一万以上。

1-02-y

高分子化合物的五个特点:

1. 相对分子质量大;

2. 组成简单、结构有规;

3. 分子形态多样;

4. 具有平均相对分子质量及多分散性;

5. 物性不同于低分子同系物。

基(往往也是由某种单体聚合而成)称做侧链;将大分子主链上带有数量和长度不等的侧链的聚合物称为支链聚合物。高分子物理学课程中常常将这种长链线型大分子的形态描述为“无规线团状”,可见这种长链线型大分子在通常情况下均呈现卷曲缠绕状,而并非刚硬的棒状。假设能够将聚烯烃大分子的主链拉伸到“刚硬直线状”,可以发现其分子长度与直径之比大约在  $10^3 \sim 10^5$  范围内。由此可见,绝大多数高分子化合物的分子链是非常细长的。

一些聚合物的“分子”具有空间三维网状结构,这类聚合物通常称为“体型聚合物”。它们的一个具体物件事实上就是一个几乎无限巨大的“分子”,相对分子质量对于这种体型聚合物而言已经失去意义。目前完全平面网状结构的聚合物尚未合成出来。近年来,已有大分子主链呈星形、梯形、环形等特殊类型的新型聚合物的研究报道。

(4)一般高分子化合物实际上是由相对分子质量大小不等的同系物组成的混合物,其相对分子质量只具有统计平均的意义。

不仅如此,即使具有相同平均相对分子质量的同一种聚合物的性能也不一定完全相同。原来高分子化合物还具有相对分子质量的多分散性的特点。本章 1.4 节将详细讲述这方面的内容。

(5)由于高分子化合物相对分子质量很大,因而具有与低分子同系物完全不同的物理性能。例如高分子化合物具有高软化点、高强度、高弹性、其溶液和熔体的高黏度等性质。这将是高分子物理学课程讲述的内容。

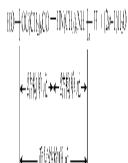
## 1.2 大分子结构式与聚合反应方程式

### 1.2.1 聚合物分子结构式的书面表达

大分子形态、结构与性能之间的关系是高分子物理学的主要研究内容,本书不作详细讲述。作为高分子科学最重要的预备知识的铺垫,也是作为高分子工作者最基础的能力培养,本节将首先讲述各种聚合物的大分子结构式的书面表达形式以及聚合反应方程式的一般书写规范,这一点对于初学者而言应该给予足够的重视。

首先必须强调,由于高分子科学是在有机化学的基础上建立和发展起来的,同时合成有机高分子化合物的单体绝大多数是低



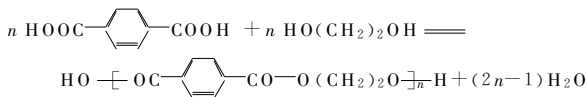


生成的聚合物命名为聚癸二酰己二胺或尼龙-610, 它的重复结构单元由两个不同的结构单元组成, 它们分别来源于两种单体癸二酸和己二胺。与上面讲述的两种加成聚合物不同, 像尼龙-610 这样通过缩合聚合反应得到的缩合聚合物的结构单元其化学组成和结构均与单体不相同, 在辨认和书写这类缩聚物的结构单元、重复单元和大分子结构式的时候必须特别注意。

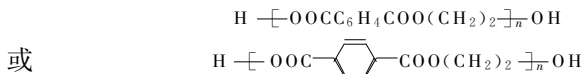
综上所述, 归纳正确书写聚合物大分子结构式的规范及其注意事项如下:

(1) 将线型大分子主链上化学组成和结构都完全相同、可重复的最小部分作为“重复结构单元”写在方括号内, 方括号右下角写出英文字母“ $n$ ”或“ $m$ ”等表示一个大分子所含重复单元的数目, 也叫“聚合度  $DP$ ”。最后写出聚合物的“端基”或者加“—”或“—”线表示端基不确定。

(2) 重复结构单元和结构单元的分取必须遵守相应的有机化学反应规则。例如用对苯二甲酸和乙二醇进行缩合聚合反应合成涤纶(聚对苯二甲酸乙二醇酯)的反应方程式:

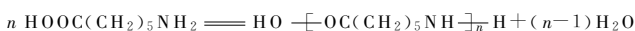


如果将涤纶的结构式写成:



则都是错误的, 原因是将醇羟基参加酯化反应以后而进入酯键的氧原子写在对苯二甲酰结构单元的左侧显然违反了有机化学反应原则。

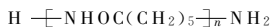
再例如 6-氨基己酸的缩合聚合反应:



如果将生成的聚合物(尼龙-6)写成



或



1-06-y

聚合物重复单元和大分子结构式书写规范:

1. 分子主链上可重复的最小部分;

2. 重复单元的分取必须遵守有机反应规则;

3. 在重复单元外加方括号;

4. 写出脚标“ $n$ ”和端基。

1-07-f

涤纶的合成反应。

1-08-f

尼龙-6的合成反应。

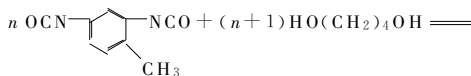
均是错误的。前者的错误在于忽略了重复结构单元是大分子链上“可重复最小单位”这一定义,而错误地写出两个重复结构单元来。后者的错误是违反了有机化学反应原则,将单体氨基酸分子一端的氨基经缩合反应以后残留的亚胺基写到结构单元的另一侧。

(3)在书写缩聚物大分子结构式的时候,通常都必须在重复单元的两端、方括号的外侧写出“端基”原子或原子团。需要说明的是,一般缩聚物的端基和大分子末端官能团是两个不同的概念。下面列出两种重要缩聚物及其单体的官能团和聚合物的端基进行比较:

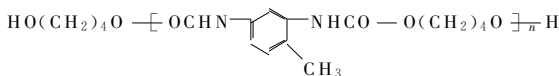
聚合物	单体	单体官能团	聚合物端基
聚酰胺	二元酸+二元胺	HOOC —, —NH <sub>2</sub>	HO —, —H
聚酯	二元酸+二元醇	HOOC —, —OH	HO —, —H

由于一般加聚物的端基并不确定,所以可以不必写出,或者写出大写英文字母 A 或 B 予以代替。另外有些聚合物如聚氨酯、环氧树脂等的端基较为复杂,同时还与聚合反应条件有关,所以对于初学者来说准确书写其端基有一定难度,暂时可以不写,宜将学习重点放在辨认和书写聚合物结构式上。不过必须强调说明,书写严格而准确的缩聚物结构式应该包括端基。一个典型的例子是,如果大分子两端都没有写出环氧基团的聚合物怎么能够叫做环氧树脂呢?下面分别写出聚氨酯和环氧树脂完整的分子结构式和聚合反应方程式:

1-09-f  
聚氨酯的合成反应。

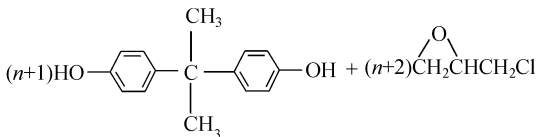


甲苯 2,4-二异氰酸酯(TDI)  
单体



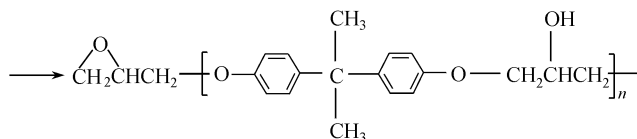
聚甲苯 2,4-二氨基甲酸丁二酯  
聚合物

1-10-f  
环氧树脂的合成反应。

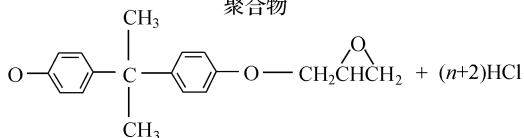


单体: 双酚-A

环氧氯丙烷




双酚-A型环氧树脂(简称环氧树脂聚合物)  
聚合物



这两种聚合物的重复结构单元都分别包括两个结构单元,它们都分别来源于各自的单体。从化学组成与单体的不同判断这四种结构单元都不是单体单元。

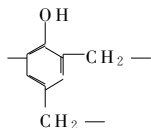
(4)在书写大分子结构式的时候,一般有机基团的书写必须全面遵守有机化合物结构式书写的有关规定和元素的价态原则。例如碳四价、氧二价、氢一价等在任何情况下都是不能违反的。不过在具体书写的时候,既可以采用基团的基本形式,也可以采用其简写形式;既可以采用基团的分子式,也可以采用基团的结构式,例如:

基团名称	基本形式	简写形式	结构式
甲基	$-\text{CH}_3$	$-\text{Me}$	
乙基	$-\text{C}_2\text{H}_5$ , $-\text{CH}_2\text{CH}_3$	$-\text{Et}$	
乙撑	$-\text{CH}_2\text{CH}_2-$	$\leftarrow(\text{CH}_2)_2\rightarrow$	
羰基	$-\text{CO}-$		$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}- \end{array}$
酯基	$-\text{COO}-$ 或 $-\text{OCO}-$		$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$
苯基	$-\text{C}_6\text{H}_5$ 或 	$\text{Ph}-$ 或 $\Phi$	

需要提请读者注意的是酯基的两种书写形式 $-\text{COO}-$ 和 $-\text{OCO}-$ 分别表示不同的酯键结构,前者表示组成酯键的羰基在左边,后者表示组成酯键的羰基在右边。

(5)具有三维交联网状结构的体型聚合物由于失去相对分子质量和聚合度的意义,所以通常只需写出能够代表聚合物结构的最小部分,而不必写出代表重复结构单元的方括号、脚标和端基,

只需写出“—”表示聚合物“分子”结构的连接部位。例如具有体型结构的酚醛树脂：



### 1-11-y

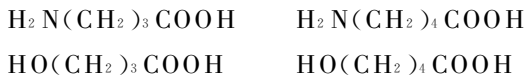
## 1.2.2 聚合反应方程式的书写规范

聚合反应方程式书写规范：

1. 正确书写单体；
2. 正确书写重复单元；
3. 正确书写端基和小分子；
4. 配平方程式。

对于高分子专业工作者而言，正确书写聚合反应方程式应该属于最基础的能力训练，初学者必须引起足够的重视。一般而言，要求书写聚合反应方程式可能给出的条件为下列三种之一：聚合物名称、聚合物的重复结构单元或者合成聚合物的单体。很显然，具有扎实的有机化学基础并熟悉重要聚合物的化学组成和结构对于正确书写聚合反应方程式是至关重要的。下面归纳正确书写聚合反应方程式的具体步骤和规范。

(1)首先要写出单体的正确结构式，不得想当然地“自造”出事实上并不存在、或者制备非常困难的所谓“单体”。例如要求合成聚乙烯醇的时候，也许有人会形而上学地想到以“乙烯醇即  $\text{CH}_2 = \text{CHOH}$ ”作为单体；要求合成聚氨酯的时候也许有人会联想到用“ $\text{HOOCNHRNHCOOH}$ ”这样并不存在、或者难于合成的化合物作为单体。另一方面，有些聚合物的结构与原料单体的结构存在明显不同，如聚氨酯、环氧树脂等。而一些聚合物的习惯名称与合成它的单体名称在字面上毫无联系，例如合成有机玻璃的单体是甲基丙烯酸甲酯，合成维尼纶的单体是乙酸乙烯酯等等。在书写这类聚合反应方程式的时候需要特别注意。因此为了正确书写重要聚合物的聚合反应方程式需要初学者逐步熟悉重要聚合物的习惯命名，与此同时还必须学会从聚合物的结构式辨认其与单体的联系。除此以外，有时还必须特别注意从给出的各种化合物之中判断出那些“看起来像单体，而事实上又不可能进行聚合反应”的所谓单体的“禁忌形式”。例如含有四、五个碳原子的氨基酸和羧基酸：



由于它们特别容易发生分子内环化反应而生成十分稳定的五、六元环状化合物而无法进行聚合反应。

(2)正确书写聚合物的重复结构单元和大分子结构式。对于缩聚反应,还应该写出聚合物的端基,再写出生成的小分子。

(3)最后将反应方程式配平。一般加成聚合反应只需要将单体的物质的量  $n$  与大分子重复单元的下标  $n$  对应即可;一般缩聚反应除单体物质的量要与重复单元的下标对应外,一种单体进行的均缩聚反应生成的小分子物质的量通常应为  $(n-1)$ ;由两种单体进行的混缩聚反应生成的小分子物质的量通常应为  $(2n-1)$ 。一些具有特殊端基的聚合物如环氧树脂等的聚合反应所生成的小分子物质的量需要根据具体情况而定。通常情况下如果比较简单、要求配平的聚合反应方程式,在反应物和生成物之间宜使用等号;如果聚合反应较为复杂,也不要求或难于将方程式配平,则可以使用箭头。

## 1.3 高分子化合物的分类及命名

高分子化合物的用途广泛,种类繁多,应该建立一套科学、严谨的分类和命名规则。然而,由于历史的原因以及社会文化背景的不同,长期以来不同职业的人们在不同场合使用着不同的分类和命名方法。因此,作为高分子科学工作者首先应该在全面了解高分子化合物的各种分类和命名方法的基础上掌握并推广使用其中更科学、更规范的分类和命名规则。

### 1.3.1 高分子化合物的分类

可以从不同的角度对高分子化合物进行分类,下面七种分类方法都需要了解。

(1)按照高分子的来源 可以分为天然高分子和合成高分子两大类。前者包括天然无机高分子和天然有机高分子。云母、石棉、石墨等是常见的天然无机高分子。天然有机高分子是自然界生命存在、活动与繁衍的物质基础,如蛋白质、淀粉、纤维素、核糖核酸(RNA)、脱氧核糖核酸(DNA)便是最重要的天然有机高分子化合物。合成高分子其实也包括无机和有机两大类,不过通常在未作特别说明时往往指合成有机高分子。这是本书的主要研究对象,也是下述分类和命名规则的适用范围。

(2)按照合成高分子材料的用途 可以分为塑料、橡胶、纤维、

1-12-y  
七种分类方法分别按照:  
1.来源;  
2.用途或物性;  
3.主链元素;  
4.聚合反应类型;  
5.化学结构类型;  
6.热行为;  
7.相对分子质量。



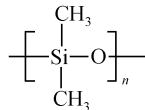
涂料、胶黏剂和功能高分子等六大类。其中前三类即所谓“三大合成材料”，而功能高分子则是高分子科学新兴的和最具发展潜力的领域。

(3)按照高分子主链的元素组成 可以分为碳链、杂链和元素有机三大类高分子。

①碳链高分子 其分子主链完全由碳原子组成。烯烃、共轭二烯烃单体通过加成聚合反应即得到碳链高分子。

②杂链高分子 其分子主链除碳原子外还含有 O、N、S 等杂原子。绝大部分缩聚物如聚酯、聚酰胺、聚氨酯、聚醚等均属于杂链高分子。

③元素有机高分子 其分子主链不含碳原子而由 Si、B、Al、O、N、S、P 等原子组成，不过其侧基却是含 C、H、O 的有机基团，如甲基、乙基、苯基等。例如硅橡胶即是元素有机高分子中最重要的品种，其大分子主链由 Si、O 原子交替排列组成：



(4)按照制备高分子化合物的聚合反应类型 包括缩聚反应和加聚反应两大类可将相应的聚合物分为缩聚物和加聚物。当然还可以将缩聚物中的一些特殊类型再细分为加成缩聚物(如酚醛树脂)、开环聚合物(如聚环氧乙烷)、聚加成聚合物(如聚氨酯)等等。具体的例子将在后面陆续讲述。

(5)按照高分子化合物的化学结构类别 可分为聚酯、聚酰胺、聚氨酯、聚烯烃等等。

(6)按照聚合物受热时的不同行为 可以分为热塑性聚合物和热固性聚合物。前者受热变软可流动，多为线型高分子；后者受热转化成不溶、不熔、强度更高的交联体型聚合物。

(7)按照聚合物的相对分子质量大小 可以分为高聚物、低聚物、齐聚物、预聚物等等。通常情况下相对分子质量小于合格高聚物产品的副产物或者使用于某些特殊用途如涂料、胶黏剂等的聚合物可叫做低聚物。那些相对分子质量极低，根本不具有高分子特性的“缩合物”过去曾被称为齐聚物(oligomer)，现在多叫低聚物。那些可以在特定条件下发生交联固化反应的低聚物有时叫做预聚物。

其实,以上七种分类方法除第三种按主链元素组成分类和第五种按照化学结构类别分类外,其余分类方法均不够严谨和准确。除此之外,某些天然高分子经过化学转化以后往往被称作半合成高分子,并不为上述分类法所包容。不少高分子材料在不同条件下或经过不同的加工处理,能够表现出完全不同的材料性能而具有不同的用途,所以按照用途将高分子分作塑料、橡胶等并不能完全绝对化。除此以外,按照聚合反应类型将大多数聚合物分成缩聚物和加聚物两大类并无问题,但是对少数像聚氨酯之类的聚合物进行分类就让人颇感困惑。聚氨酯分子主链含有杂原子而像缩聚物,但是合成聚氨酯的两种单体之一(二异氰酸酯)却含有不饱和键,聚合反应也无小分子生成,似乎又像加聚物。事实上该聚合反应确实服从逐步聚合反应机理,这一点将在第二章中详细讲述。作为高分子专业工作者,对以上七种分类方法应该有一个全面的了解。不过,只有通过一段时间的学习,特别是通过一段时间的专业工作和社会实践以后,才能够真正全面、准确地掌握和应用这些不同的分类方法。

### 1.3.2 高分子化合物的命名

长期以来,社会上乃至学术界一直缺乏一套统一、严谨而科学的对高分子化合物进行命名的法则,这对于高分子科学的发展和高分子材料的应用都是不利的。1972年,纯化学及应用化学国际联合会(IUPAC)对线型有机高分子化合物提出了系统命名法,简称为IUPAC命名法,同时提出在聚合物命名时应该严格遵循的两个原则:即聚合物的命名既要表明其结构特征,也要反映其与原料单体的联系。不过由于历史的原因以及社会文化背景的差异,这种虽然科学规范却有时又显得过于繁琐的命名方法至今仍未在国内获得广泛的认同。因此,本书有必要将目前常用的五种命名方法的规范和适用范围介绍给读者,并在书末附录中列出若干种重要聚合物的各种命名比较以供读者参考。

#### 1. “聚”+“单体名称”命名法

这是一种最简单,也最常用的合成高分子化合物的习惯命名法,无论国内还是国外都是如此。但是需要特别注意,这种命名法的适用范围仅限于由烯类单体合成的加成聚合物,以及个别特

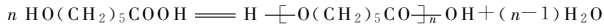
1-13-y

五种命名法:

1. “聚”+“单体名称”:限于加聚物。

殊的缩聚物。这里有两点需要特别注意。

(1)该命名法不得用于缩聚物,例如 6-羟基己酸的聚合反应为



将反应产物命名为聚 6-羟基己酸显然欠妥当,原因在于命名未能反映该聚合物是一种聚酯的结构特征。正确的命名应该是聚 6-羟基己(酸)酯。

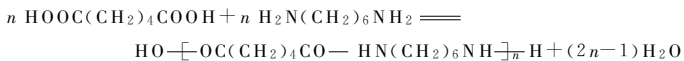
(2)“聚乙烯醇”这种聚合物的单体并非是根本不存在的“乙烯醇”,它是单体乙酸乙烯酯通过加成聚合以后再水解的产物,“乙烯醇”仅仅是它的假想“单体”而已。

对于许多种烯烃加聚物采用这种命名非常简单,使用也十分普遍,例如:

单 体	分子式	聚合物名	英文名	缩写
乙 烯	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	聚乙烯	polyethylene	PE
氯 乙 烯	$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	聚氯乙烯	polyvinylchloride	PVC
苯 乙 烯	$\text{CH}_2 = \text{CHC}_6\text{H}_5$	聚苯乙烯	polystyrene	PS

## 2. “单体名称”+“共聚物”命名法

这是一种仅适用于两种或两种以上烯类单体制备的加聚共聚物的命名方法,通常情况下不得用于缩聚物的命名。例如可以将苯乙烯与甲基丙烯酸甲酯的共聚物命名为“苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物”。但是如果将己二酸与己二胺进行缩合聚合反应(即混缩聚反应)得到的聚合物命名为“己二酸己二胺共聚物”无疑是错误的。本节第 4 种命名方法按照结构类别将该聚合物命名为聚己二酰己二胺或尼龙-66 才是正确的。



## 3. 单体简称+聚合物用途或物性类别命名法

对于三大合成材料,分别以“树脂”、“橡胶”或“纶”作为后缀,在前面加上单体或聚合物的全名称或简称即可。需要说明的是“树脂”一词原本特指某些种类树木的树干上分泌出的胶状物,现在它已被用来泛指各种未加助剂的聚合物粉、粒料(也叫母料)。例如称“苯乙烯树脂”或“聚苯乙烯树脂”、“氯乙烯树脂”或“聚氯乙烯树脂”即属此类。现将这三种类别分别叙述如下。

2. “单体名称”+“共聚物”:  
限于加聚共聚物。

3. 单体简称  
+用途类别:加聚物和缩聚物都适用。

(1)一些由两种或两种以上单体合成的混缩聚物,取单体简称再加“树脂”,例如:

(苯)酚+(甲)醛 $\longrightarrow$ 酚醛树脂

尿(素)+(甲)醛 $\longrightarrow$ 脲醛树脂

(丙三)醇+(邻苯二甲)酸(酐) $\longrightarrow$ 醇酸树脂

三聚氰胺+(甲)醛 $\longrightarrow$ 密醛树脂(melamine resin)

(2)与(1)相类似,多数合成橡胶是由一种或两种烯类单体合成的加聚物,通常在“橡胶”二字的前面加上单体的简称二字即成为其名称。如果是两种单体的共聚物,则两种单体名称各取一字再加“橡胶”;如果是一种单体的均聚物,两个字既可能都取于该单体名称,也可能一个字取自单体名称,另一个字则取自聚合反应的引发剂或催化剂名称,例如:

丁(二烯)+苯(乙烯) $\longrightarrow$ 丁苯橡胶

丁(二烯)+(丙烯)腈 $\longrightarrow$ 丁腈橡胶

(2-)氯(代)丁(二烯) $\longrightarrow$ 氯丁橡胶

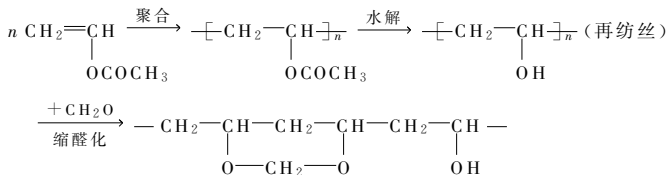
丁(二烯)+金属钠(催化剂) $\longrightarrow$ 丁钠橡胶

(3)采用来自英文后缀的音译字“纶(lon)”命名具有纤维性状的合成聚合物或说明其制成品的原料材质,真切地反映了西方科学文化在该领域中的地位。不过对于非专业人士或初学者,这个“纶”字仍然可以用于命名制备这些纤维的原料聚合物,例如:

聚对苯二甲酸乙(醇)酯(原料树脂) $\xrightarrow{\text{熔融纺丝法制}} \text{涤纶(纤维)}$

聚丙烯腈(原料树脂) $\xrightarrow{\text{溶液纺丝法制}} \text{腈纶(纤维)}$

由此可见,在大多数情况下将原料树脂纺制加工成纤维的过程并不改变其化学组成和结构。不过下面的例子则有所不同:乙酸乙烯酯 $\longrightarrow$ 聚乙酸乙烯酯 $\longrightarrow$ 聚乙烯醇 $\longrightarrow$ 聚乙烯醇缩甲醛(维尼纶)的合成反应:



(1)树脂类:  
单体简称+“树脂”;

(2)橡胶类:  
单体简称+“橡胶”;

(3)纤维类:  
音译英语商业名+“纶”。

维尼纶合成  
反应。

由于维尼纶纤维的化学组成和结构与原料树脂完全不同,所以其原料树脂——聚乙酸乙烯酯和聚乙烯醇均不能叫做维尼纶。

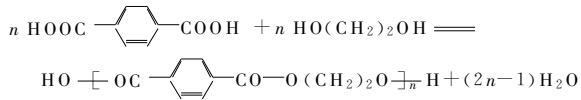
## 4. 化学结构类别命名法

4. 化学结构类别命名适用于:

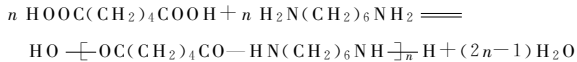
- (1) 聚酯;
- (2) 聚酰胺(尼龙);
- (3) 聚氨酯。

该命名法对许多缩聚物的命名十分重要,使用也最为广泛,所以要求重点掌握。该命名法的要点是按照与聚合物相对应的有机化合物的类别将其冠以“聚”字即成为这一类聚合物的命名,例如“聚酯”、“聚酰胺”、“聚氨酯”等。不过,对于一种具体的聚合物而言,必须在命名中既要反映其结构特征,又要反映其与单体的联系——这是对聚合物命名的两条基本原则。先看下面三个例子:

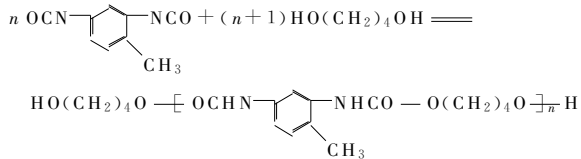
(1) 对苯二甲酸 + 乙二醇  $\longrightarrow$  聚对苯二甲酸乙二(醇)酯(涤纶,一种聚酯):



(2) 己二酸 + 己二胺  $\longrightarrow$  聚己二酰己二胺(尼龙-66,一种聚酰胺):



(3) 甲苯-2,4-二异氰酸酯 + 丁二醇  $\longrightarrow$  聚甲苯-2,4-二氨基甲酸丁二(醇)酯(一种聚氨酯):



如上所述,多数聚酰胺的全名称显得过于冗长,商业上通常使用其英语商品名称“nylon”的音译词“尼龙”作为聚酰胺的通称。早期曾有“耐纶”和“尼纶”的译法,现已不多见。为了体现聚合物与单体之间的关系,在“尼龙”之后依次加上原料单体“二元胺”和“二元酸”的碳原子数。千万要记住:碳原子数的排列顺序是按照“胺前酸后”的次序!即二元胺的碳原子数在前,二元酸的碳原子数在后。例如,尼龙-610是己二胺和癸二酸的聚合物;尼龙-1010是癸二胺和癸二酸的聚合物。尼龙-6有时也可叫做锦纶,其原料可以是己内酰胺,也可以是6-氨基己酸。这个“锦”字寓意于辽宁锦州,它包含着我国高分子工作者首创以苯酚为原料,经环己酮 $\longrightarrow$ 环己醇 $\longrightarrow$ 环己醇肟 $\longrightarrow$ 己内酰胺,最后合成聚己内酰

