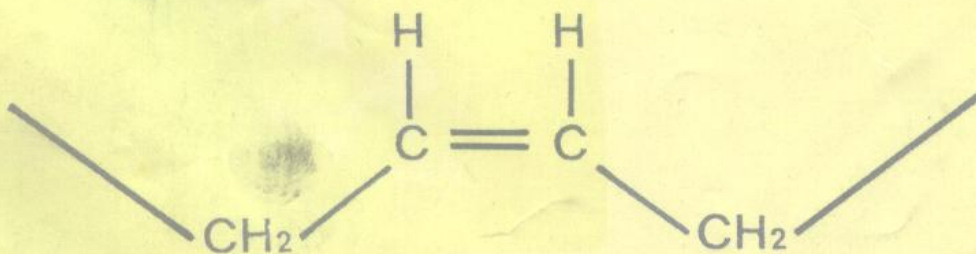


高分子科学



材料基础

韩冬冰 编 陈竹生 审



学苑出版社

高分子科学与材料基础

韩冬冰 编

陈竹生 审

学苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

高分子科学与材料基础/韩冬冰编;陈竹生审. —北京:学苑出版社,1996
ISBN 7-5077-1027-0

I. 高… II. ①韩… ②陈… III. 高分子化学—高分子材料 IV. 063
中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20659 号

学苑出版社出版 发行

社址:北京万寿路西街 11 号 邮政编码:100036

北京市和平图书有限公司照排部 照排

北京商学院印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 1/16 13.5 印张 320 千字

1996 年 3 月北京第 1 版 1996 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:2000 册

定价:16.00 元

序

看了这份书稿,觉得想写几句。

记得 40 多年前,聆听到中科院院士冯新德教授对高分子学科的介绍:“高分子学科是一门年轻美丽的学科……”。当时我国的合成橡胶才在瓶子里,化学纤维还没有开始中试,合成树脂和塑料只有电木(酚醛树脂)和赛璐珞(硝酸纤维素塑料)数以吨计的产量。经过几代学者、工程师和工人的辛勤劳动。我们这个年轻美丽的学科在中国已经出落成一个风姿绰约的学科了,在国际会议上,听到了汉语的声音,看到了汉字的论文。我们的高分子材料产量数以百万吨计、品种繁多、日新月异。

在国外,人们对高分子科学的兴趣长盛不衰,我在美国明尼苏达大学化工系时, Mocosko 教授讲授高分子基础课。几乎所有的化学、化工专业的大学生、研究生和许多公司的技术人员都来听课或由电视收看收听。可见人们对高分子的青睐。

我奉调到烟台大学后,为化工系非高分子专业的学生开设了“高分子科学与材料”课。但深感缺少一本合适的教材。虽然国内高分子的专著很多,从教学上看,诚如潘祖仁教授所说:希望能有一本对“聚合物科学和工艺基础”作简要、全面、又不肤浅的介绍,……作为非高分子专业学生选修的教材。

本书作者韩冬冰,调来本校任教之前,是多年从事高分子研究和生产的高级工程师。他出于这个需求,编写了这本教材。在教学中以讲义敷用。现在联系到正式出版,似乎值得庆祝。

这本书当然有它的特点,内容涉及高分子化学、高分子物理、成型加工、复合材料等,其中许多地方联系到生产工艺和实践,从实际应用出发,省去了许多繁琐和有争议的论述,确有一点儿“工程师的独特思路”。文字也有特色。但由于时间太匆促或作者水平、或由于学校资料条件的局限,书中亦有一些问题,比如资料不一定十分新;没有介绍目前世界各国和国内新动向。文字详略不一,有的地方过于简略。但这些正好足以给讲课的教师留下一块可以尽情发挥的天地。当然,希望这本书在今后能够更充实、更好。

陈竹生

一九九五年三月

于烟台大学化工系

前 言

40年来,高分子科学和材料科学得到迅猛发展。如何将高分子合成的理论与高分子合成工艺相结合,如何从合成化学到高分子的结构性能,材料应用和实施,从高分子的单体生产到高分子材料的成型加工,有一个较全面又不太肤浅的介绍,作为从事高分子专业研究以外的人们的读本,是老一代学者曾经企盼过的。本书是一个尝试。

本书力图从工业实践和实用工艺出发,介绍了成熟的理论和原理。免去一些深奥的推导和争论的问题,作为从事聚合物工程和聚合物材料工程的有关技术人员和技师的参考书,使之既了解高分子化工本行本专业的理论,又知道一些相关的知识。

本书系作化工类、轻工类、材料类系科和师范院校非高分子专业高年级学生选修教材。使他们不仅知道高分子科学和材料的基础理论,而且还初步体验作为工程师的独特思路。

当然,作为高分子工程专业和高分子材料专业的大学生参考、选修,本书亦不为逊色。

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 高分子科学与高分子材料	(1)
一、什么是高分子	(1)
二、什么是高分子材料	(1)
三、本课程学习的重点和方向	(2)
第二节 高分子科学的历史、现状和未来	(2)
一、高分子科学的历史	(2)
二、高分子科学的现状与未来	(3)
第三节 高分子科学的一些概念和术语	(4)
一、有关链和链节的概念	(4)
二、有关高分子合成中的概念	(5)
三、有关分子形态的概念	(6)
四、其它概念和术语	(6)
第四节 高分子的命名和分类	(7)
一、命名	(7)
二、高分子分类	(9)
第五节 高分子方法	(10)
一、聚合反应	(10)
二、高分子反应	(11)
第六节 高分子材料的概念	(11)
一、材料化过程	(11)
二、成型加工和助剂	(12)
第二章 高分子结构和性能	(13)
第一节 高分子的结构	(13)
一、高分子的一次结构 (链节结构)	(13)
二、高分子的二次结构 (链结构)	(15)
三、高分子的三次结构 (聚集态结构)	(19)
第二节 高分子的物理状态(力学状态)	(24)
一、高分子的物态和相	(24)
二、高分子的力学状态	(24)
三、玻璃态	(25)
四、粘流态	(31)
五、高弹态	(32)
第三节 高分子的力学性能	(35)
一、应力和应变	(35)

二、硬度	(35)
三、粘弹性和内耗	(36)
四、力学屈服和疲劳	(38)
第四节 高分子其它物理性能	(38)
一、热性能	(38)
二、电性能	(38)
三、光学性能	(40)
四、溶解性和粘接性	(40)
五、透气性和透水性(渗透性)	(40)
六、阻燃和耐蚀	(41)
第五节 高分子材料补强	(41)
一、共混和复合	(41)
二、增强剂	(41)
三、填料	(42)
第六节 功能高分子	(43)
一、物理功能	(43)
二、分离吸附功能	(43)
三、化学功能	(43)
四、医用功能	(44)
五、其它功能	(44)
第三章 高分子溶液和分子量测定	(45)
第一节 概述	(45)
一、研究溶液意义	(45)
二、高分子溶液的本质	(45)
三、浓溶液和稀溶液	(45)
第二节 高分子溶解	(45)
一、高分子溶解过程	(45)
二、溶剂选择	(46)
第三节 高分子稀溶液	(47)
一、溶液性质	(47)
二、稀溶液应用	(47)
第四节 高分子分子量测定	(48)
一、分子量意义	(48)
二、分子量测定方法简介	(48)
三、分子量分布和分布曲线	(53)
第五节 聚电解质溶液	(54)
第六节 高分子浓溶液	(55)
一、浓溶液特性	(55)
二、高分子凝胶	(55)
三、增塑剂填入	(55)

第四章 逐步聚合反应	(57)
第一节 单体	(58)
一、适用于逐步聚合的单体	(58)
二、单体合成	(60)
三、单体的反应能力	(62)
第二节 逐步聚合的特点和分类	(63)
一、逐步聚合的特点	(63)
二、分类	(63)
第三节 线性缩聚反应	(64)
一、反应类型和机理	(64)
二、反应平衡常数	(68)
三、影响缩聚反应平衡的因素	(70)
四、缩聚反应分子量的控制	(72)
五、不平衡缩聚反应	(74)
第四节 体型缩聚反应	(78)
一、无规预聚物	(78)
二、已知结构预聚物	(79)
三、缩聚反应中的支化	(80)
四、凝胶点的预测和控制	(80)
五、有机硅树脂	(81)
第五节 逐步加聚反应	(83)
一、逐步加聚的特点	(83)
二、聚氨脂	(84)
三、环氧衍生物(环氧树脂)	(86)
第六节 逐步聚合实施方法	(88)
一、熔融缩聚	(88)
二、溶液缩聚	(90)
三、界面缩聚	(90)
四、固相缩聚	(91)
第七节 共缩聚	(91)
第五章 自由基均聚合	(94)
第一节 概述	(94)
一、自由基的概念	(94)
二、自由基连锁聚合概念	(95)
三、连锁聚合分类	(95)
第二节 单体	(95)
一、特点	(95)
二、单体的聚合能力	(95)
三、单体合成	(97)

第三节 引发作用和引发剂	(100)
一、引发作用	(100)
二、引发剂	(100)
第四节 聚合反应(基元反应)	(105)
一、链引发	(105)
二、链增长	(105)
三、链终止	(107)
四、链转移	(108)
第五节 阻聚和缓聚	(109)
一、阻聚和缓聚的概念	(109)
二、阻聚剂种类和选用	(110)
第六节 聚合速率和聚合度	(111)
一、聚合速率研究的假设(基本假设)	(111)
二、速率方程	(111)
三、速率方程讨论	(112)
四、聚合过程中的速率变化	(113)
五、聚合度方程	(115)
第七节 聚合反应的影响因素	(117)
一、温度	(117)
二、压力	(118)
三、单体浓度	(118)
四、引发剂	(118)
五、单体纯度	(118)
六、其它因素	(118)
第六章 自由基共聚合	(119)
第一节 概述	(119)
一、研究共聚合的意义	(119)
二、共聚物分类	(119)
三、基元反应	(119)
第二节 二元共聚物组成方程	(120)
一、基本假设	(120)
二、组成方程	(120)
三、竞聚率	(121)
第三节 共聚物组成曲线	(121)
一、理想共聚曲线	(121)
二、非理想共聚曲线	(122)
第四节 共聚合的影响因素	(123)
一、单体结构	(123)
二、反应条件的影响	(126)
三、转化率的影响	(126)

四、控制共聚物组成的方法	(127)
第五节 接枝和嵌段共聚	(128)
一、接枝共聚	(128)
二、嵌段共聚	(130)
第七章 离子型聚合反应.....	(131)
第一节 概述	(131)
一、离子型聚合的特征	(131)
二、离子聚合的分类和发展	(132)
第二节 阳离子和阴离子聚合反应	(132)
一、单体	(133)
二、引发剂	(136)
三、聚合反应机理	(136)
四、影响因素	(138)
第三节 活性高分子	(139)
一、无链终止的反应	(139)
二、活性遥爪聚合物	(140)
第四节 离子配位聚合和定向聚合	(141)
一、高分子的立构和定向聚合	(141)
二、齐格勒-拉塔引发剂	(142)
第五节 开环聚合	(143)
一、概念	(143)
二、开环聚合反应	(143)
三、工业上常见的开环聚合	(143)
第八章 聚合方法.....	(148)
第一节 概述	(148)
第二节 本体聚合	(148)
一、实施	(148)
二、优缺点	(148)
三、工艺问题	(149)
第三节 溶液聚合	(151)
一、实施	(152)
二、优缺点	(152)
三、工艺问题	(152)
第四节 悬浮聚合	(154)
一、实施	(154)
二、优缺点	(154)
三、工艺问题	(154)
第五节 乳液聚合	(156)
一、实施	(156)

二、优缺点	(156)
三、聚合机理	(156)
四、工艺问题	(156)
第九章 高分子的化学反应	(160)
第一节 概述	(160)
一、反应的意义	(160)
二、反应的种类	(160)
三、反应特征	(160)
第二节 高分子的侧基端基反应	(162)
一、高分子的侧链反应	(162)
二、高分子的端基反应	(164)
第三节 高分子侧基端基反应举例	(164)
一、纤维素的化学反应	(164)
二、苯乙烯—二乙烯苯共聚物的磺化和氯甲基化	(166)
三、聚醋酸乙烯酯的反应	(166)
四、烯炔氯化	(167)
第四节 高分子的交联、降解	(167)
一、交联	(167)
二、接枝和嵌段	(167)
三、降解	(167)
第十章 高分子拼混和材料复合	(169)
第一节 高分子共混概述	(169)
一、高分子共混的实施	(169)
二、高分子共混物的性能	(171)
三、共混改性材料举例	(171)
第二节 高分子复合材料概述	(173)
一、聚合物基复合材料类型	(173)
二、基体和增强材料	(174)
三、复合材料的制造成型	(176)
四、复合材料性能	(177)
五、复合材料应用	(177)
第十一章 聚合物成型加工概述	(178)
第一节 物料的成型准备	(178)
一、干燥	(178)
二、粉碎、造粒和计量	(179)
三、混料(混和)和混料处理	(179)
第二节 热固性塑料成型	(180)
一、模塑	(180)
二、传递模塑	(181)

三、层压	(181)
第三节 热塑性材料成型	(182)
一、挤出成型	(182)
二、注射成型	(184)
三、其它成型	(187)
第四节 压延、涂层、复合成型工艺	(187)
一、压延成型	(187)
二、薄膜复合	(189)
三、涂覆、层合工艺	(190)
第五节 塑料的机械加工	(192)
第六节 纺丝	(194)
一、分类	(194)
二、成纤聚合物	(194)
三、某些概念	(195)
四、熔融纺丝(聚酰胺为例)	(195)
五、溶液纺丝(以聚丙烯腈为例)	(196)
六、无纺布	(197)
第七节 橡胶的硫化和成型	(197)
一、橡胶的硫化与补强	(197)
二、橡胶配合剂	(197)
三、橡胶成型加工过程	(198)
附录 1 某些溶剂的溶度参数和某些高聚物溶度参数	(199)
附录 2 特性粘数—分子量关系式参数	(200)
附录 3 竞聚率	(201)

第一章 概 论

第一节 高分子科学与高分子材料

一、什么是高分子

分子量很大的分子,通常指分子量大于 10^4 ,链的长度在 $10^3\sim 10^5$ Å甚至更大的分子。英文中“highpolymer”和“macromolecule”,我们通常都译作“高分子”实际上二者微有区别。high polymer直译为高聚物,根据国际纯粹化学和应用化学协会(IUPAC)的规定,它是指那些组成单元多个重复连接而成的分子;“macromolecule”就泛指那些分子量很大的(10^4)的分子,不论其组成单元的复杂和有序与否。

一般分类法将高分子按自然界存在的和人工合成的,分为天然高分子和合成高分子两类。按高分子主骨架又可以粗分为有机高分子和无机高分子。

天然无机高分子是地球从形成时,在高温高压下生成的,如天然石墨、金刚石、云母、硅酸盐、(长石、沸石等)石棉、水晶等。

天然有机高分子往往是生物体内制造的,一种是构成生物体形态结构的,如肌肉、肌腱、爪、皮、毛、骨骼、植物的纤维素、细胞壁物质等,另一种是与生命的功能,生物体内化学反应、遗传基因、信息、记忆传递等有关的,酶类、蛋白质等,现在往往把这后一种天然有机高分子称天然生物高分子。另有一些如植物的树脂、树胶和动植物的一些分泌物,如蚕丝、虫胶等划入生物高分子尚不够严密,但它们属于天然有机高分子。

另一种说法是将高分子划分为生命高分子和非生命高分子。生命高分子其组成不随个体、时间、地点而转移,其组成往往是固定不变的。而非生命高分子,则可能分子大小长短结构形态各不相同。本课程研究的主要是非生命的人工合成高分子及其材料。

人工合成的高分子中有趣的是人们合成了一些无机高分子,如玻璃、硅酸盐等,却不这样称呼它为“高分子”。而人工合成高分子通常指那些在二次大战后大量投入工业化生产的一些有机聚合物,常见的人工合成的塑料、橡胶、化学纤维和各种各样的用于涂料的合成树脂等。有些物质的主骨架并不是碳,被戏称为“半无机高分子”,但还是列入合成高分子范畴,还是把它视为有机高分子。

二、什么是高分子材料?

材料是另一门科学的术语,材料指那些在一定工作条件下满足其使用要求的形态和物理性能的物质。

由于长期习惯,人们总把“高分子”同有机物联系在一起,所以高分子材料也往往指那些天然的和人工合成的具有一定用场的有机(包括半无机)高分子物质。

材料不仅仅指合成的物质,还包括这些物质在成型加工中的处理而变成另一种具有独特性能的材料,如复合材料等,基质为合成高分子的或天然高分子的,也称高分子材料。

三、本课程学习的重点和方向

本课程作为高分子科学的入门和导论性的基础知识。而对于专攻高分子合成和高分子材料的人来说,显得有些不够深透。由于高分子科学的建立和发展,学科交叉、门类众多,每个领域都有许多值得研究的工作,作为一本基础的教科书,并不是某个门类的专著。大体能向读者指点高分子科学和材料的整体构件框架,作为入门。至于登堂入室,则有待于读完本书而又有志于此的登攀者。

本书一般是化工类非高分子专业的人的读物,作为高分子专业的导论导读材料也是可以的。

第二节 高分子科学的历史、现状和未来

一、高分子科学的历史

1. 高分子科学的建立

人类利用天然高分子,可以追溯到远古时期,而人工合成高分子材料则是十八、十九世纪才出现。

1847~1856年这十年间,众多的研究者研究了二元酸和多元醇的酯化反应。1901年英国人史密斯以甘油和苯二甲酸酯化反应制得丙苯树脂,并实现工业化。1914年美国改性丙苯树脂,采用油酸、硬脂酸等,以后一直称“醇酸树脂”。

1872年至1907年,大量的研究者对酚和甲醛的反应感兴趣。1907年比利时人贝克兰德(Beakeland)在美国工作时,在前人的研究基础上,对酚和甲醛反应,先后发表119篇专利。对酚醛树脂的制造技术进行深入研究,命名为“Bakelite”至1909年实现了工业化。

1912年德国杜依斯贝(Duisberg)在拜尔公司将二甲基丁二烯合成甲基橡胶投入工业化生产,由于没有研究出好的合成条件,当时要在30—35℃下聚合3—6个月,尽管如此,德国人在一次大战中1916—1918年生产了约2400吨这种橡胶。

1935年美国卡罗泽斯(Carothers)研制的尼龙-66在杜邦公司投产,号称是“比蜘蛛丝更细,比钢铁更强的纤维”。

1920年,德国人斯托丁杰(Staudinger)在柏林得到纤维素的衍射图之后,提出“高分子”、“长链大分子”平行排布的概念和假说。但到1926年在德国召开的“自然科学研究者”会议上,大家都主张纤维素是低分子,只有斯托丁杰孤军奋斗。会后他与许多科学家作了大量研究,发表了许多论文。四年之后,在法兰克福召开的“有机化学与胶体化学”年会上“高分子”学说取得了胜利,坚持纤维素是低分子的,只有Hess一人了。而且对高分子的聚合度,分子量有更深入的研究,高分子的科学奠基了,为了表彰斯托丁杰等人的贡献。1953年,72岁的他登上了诺贝尔化学奖领奖台,并发表了一篇十分感人的这段历史回顾的演讲。

40年代,在有机化学物理化学等学科基础上,建立了“高分子化学”学科。是以研究高聚物合成和化学反应为主的一门学科。

2. 高分子科学的完善

科学研究促进了工业技术的发展,工业技术的实施和超前需要又给科学带来了新的研究课题。

在工业上不断对材料提出新的课题,在合成橡胶、化学纤维和合成树脂上,还有大量的工艺

课题、分析测试课题、生产路线和控制课题要研究。二次大战后,高分子工业化取得长足发展,高分子合成化学与物理化学、生物学、物理学以及工程科学相结合,至五、六十年代逐步扩展为一个独立的体系完整的科学,称为高分子科学,成为研究高分子的合成反应、结构、性能、生产控制、加工、应用、设计和工业化工程的一门交叉学科。

德国的齐格勒(Ziegler)和意大利的拉塔(Natta)发明新的引发体系,用低压制得了高密度聚乙烯和结晶聚丙烯,1963年双双获诺贝尔化学奖。

到了70年代,人们利用分子设计理论,根据自己的需要合成给定的结构和性能的物质,功能高分子的分子设计和高分子物理化学的理论得到进一步完善,为此美国弗洛里(Flory)1974年获诺贝尔化学奖。1981年,中国科学家用人工方法合成了与天然高分子结构相同的,具有活性的“酵母丙氨酸转移核糖核酸”在生物医学高分子上作出了重大贡献。

高分子科学是一门年轻的科学,它还要在实践中不断充实完善。

二、高分子科学的现状与未来

1. 高分子科学和技术的发展特点

二次大战之后,高分子用于和平建设,出现了从军用到民用的大转移和大开拓,几乎渗透到国民经济的各个部门,贯穿于从工业到生活的各个领域。产量增长之迅速,品种之层出不穷,合成方法之进步,性能之改进,用途之开拓,发展速度超过其它部门,工业化的产品也以空前的速度持续增长。

2. 高分子科学面临的一些问题

①原料的来源和合成问题

尽管石油工业的发展为高分子提供了重要的原料来源,但石油不是再生资源,必有穷竭必须开发石油以外的资源。

②环境污染的问题

不仅在合成高分子时,出现“三废”,而目前几乎成灾的是废弃的高分子材料如何处理的问题,它不象天然高分子那样,可以自动分解。处理这些废弃物,不仅消耗能源,而且有二次污染产生。

③材料性能问题

高分子材料尽管有很多优点,诸如轻巧、坚固、可以大量生产等等。但也有不少缺点如耐热差、强度低、蠕变大、某些材料或添加剂有毒。或在燃烧(火灾、高温)分解时放出有毒物质。

④价格问题

通常高分子材料都较贵,这就限制了某些民用领域。

3. 今后的发展方向

①高分子工业的方向是提高产量、增加品种、改进性能、处理三废和拓宽应用领域。

②高分子合成化学面临的方向是研制新型引发剂,降低能源和材料的消耗,使一些材料合成方便易行。

③用新型聚合方法或复合材料或高分子共混方法获得新性能、新品种、新用途的高聚物。

④功能高分子材料和生物工程高分子物质和材料,将是人类在分子科学上攀登的一个新高峰。

第三节 高分子科学的一些概念和术语

一、有关链和链节的概念

1. 主链: 构成高分子骨架结构的, 以化学键结合的原子集合。

最常见的是—C—C—C 碳链, 碳主链。如聚乙烯, 聚氯乙烯, 聚苯乙烯, 聚丁二烯, 聚异戊二烯等。

偶而有非碳原子夹入的, 如杂入 O、S、N 等原子例如聚醚、聚氨酯、尼龙等, 偶有原子全然非碳的, 如 Si—O—Si—O—链, 硅油硅橡胶等。

2. 侧链或侧基: 连接在主链原子上的原子或原子集合又称支链。支链可以较小, 常称侧基; 可以较大则常称侧链。

3. 结构单元: 组成高分子链的那些最简单的、重复出现的基本结构式。

如 $\left\{ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right\}_n$ 聚氯乙烯中 $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right)$ 是结构单元。高分子尽管很大, 原子成千上万, 但其基本结构确是简单的。

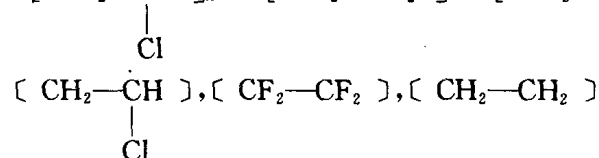
在认识上, 我们常把“结构单元”同化合而形成高分子那些原料相连系。

如 $[\text{CF}_2 - \text{CF}_2]_n$ 结构单元是 $(\text{CF}_2 - \text{CF}_2)$, 而不是 $-\text{CF}_2$, 因为生成 $[\text{CF}_2 - \text{CF}]_n$ 的原料是 $\text{CF}_2 = \text{CF}_2$ 。

4. 重复单元: 又叫链节, 是高分子中重复出现的那部分, 高分子分子式常用 $\left[\text{链节} \right]_n$ 表示, n 表示链节的数目。

如果高分子是由同一种分子聚合而成的, 其重复单元就是结构单元。例如聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚乙烯等。

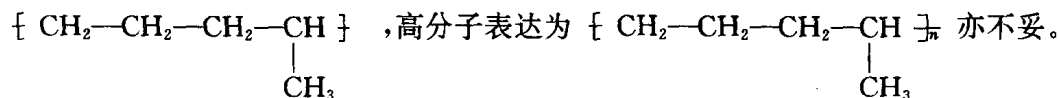
$\left\{ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right\}_n$, $\left\{ \text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right\}_n$, $\left\{ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right\}_n$ 的结构单元分别表达为



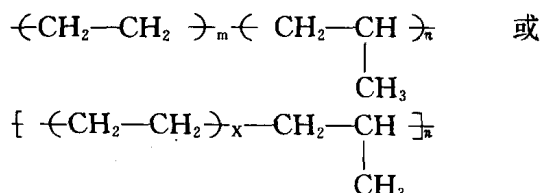
注意结构单元的表达方式与高分子分子式表达方式的微小不同和原则意义的区别。

如果由两种或两种以上的分子化合成的高分子, 其结构重复单元有时很难确定, 如乙烯和丙烯共同聚合而成的高聚物, 其结构单元分别是 $\left\{ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right\}$ 和 $\left\{ \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right\}$, 重复单元就不

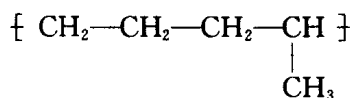
能说是:



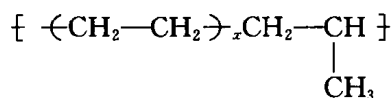
有时为了表达方便, 写成



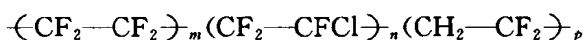
这大概只能代表一种示意的结构,很难确定其重复单元是



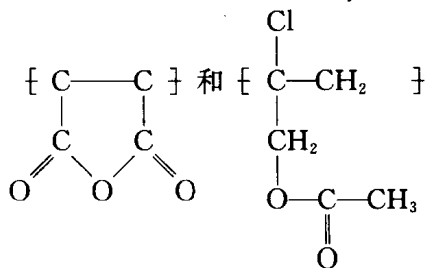
或



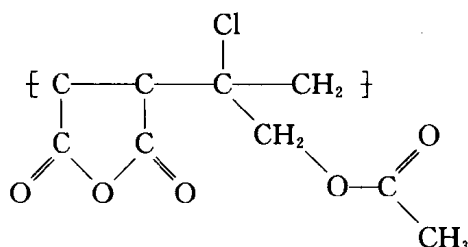
类似的还有如:



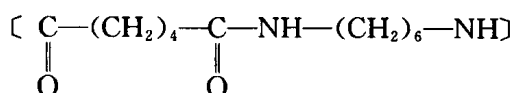
这类高分子重复单元亦有例外情形。如在 120°C 时顺丁烯二酸酐与醋酸-2-氯烯丙基酯聚合的产物,结构单元分别是



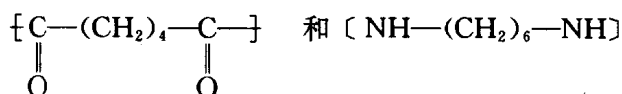
重复单元就是



另一种以化学官能团反应生成的高分子,如二酸和二胺生成的聚酰胺,例如尼龙 66,其重复单元为



注意:括号中是高分子中出现的“重复单元”,但它不是“结构单元”。结构单元往往同组成高分子的那些低分子连系着,所以此中结构单元有两个:



二、有关高分子合成中的概念

1. 单体:通常将生成高分子的那些低分子原料称为单体,或者反过来说:在分子中形成结构单元的分子叫单体。

如生成 $\left[\text{CF}_2-\text{CF}_2 \right]_n$ 聚四氟乙烯的单体是 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$

尼龙 66 的单体为己二酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ 和己二胺 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$

2. 聚合度:高分子结构中,结构单元的数目叫聚合度

聚合度常用符号 DP 表示

在 $\left[\text{CF}_2-\text{CF}_2 \right]_n$ 中。DP=n