

纺织高等教育教材

纤维化学与物理

蔡再生 编

中国纺织出版社

内 容 提 要

本教材简明地介绍高分子化学、高分子物理的基础知识;概要地总结纺织纤维的一些基本理化性能;系统地阐述纤维素纤维、蛋白质纤维、合成纤维的化学组成、形态结构、聚集态结构和性能。本书的内容既突出纺织纤维的基本知识和性能,又兼顾纺织纤维的最新发展状况。

本教材基于《染整工艺原理》第一册,是东华大学(原中国纺织大学)编写的轻化工程(染整工程)专业系列教材之一,对于在相关领域从事学习和研究的硕士、博士研究生、科研工作者、工程技术人员也有很好的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

纤维化学与物理/蔡再生编. —北京:中国纺织出版社,2004.8
纺织高等教育教材

ISBN 7 - 5064 - 3002 - 9/ TS·1803

纤维... .蔡... . 纤维 - 化学 - 高等学校 - 教材

纤维 - 物理 - 高等学校 - 教材 .TS102.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065579 号

策划编辑:李东宁 冯 静 责任编辑:常 青
责任校对:楼旭红 责任设计:李 然 责任印制:黄 放

中国纺织出版社出版发行
地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027
电话:010—64160816 传真:010—64168226
[http:// www c-textilep com](http://www.c-textilep.com)
E-mail:faxing @ c-textilep com
中国纺织出版社印刷厂印刷 三河永成装订厂装订
各地新华书店经销
2004 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:20.5
字数:426 千字 印数:1—4000 定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

序

纺织品与人类文明共生,素有“衣被天下,锦绣山河”的美誉。日新月异的高新科技已经或正在嫁接到纺织学科领域,纺织品已不仅限于满足人们日常生活中对凉爽、保暖、舒适、美观等的需要,更希望被赋予诸如抗菌、防火、抗辐射、导电、抗紫外线、防水、防油、防污等特殊功能,以适应航空、航天、国防军工、医疗卫生、电子电工、建筑、渔牧等领域的需要,并促进其发展。过去的神话,将逐渐成为现实。传统的纺织行业已在迅速地转化为高科技行业,终将成为永不衰落的行业。

纺织工业一直是国民经济的重要组成部分,为国家建设积累了大量资金,有着不可磨灭的贡献,今后仍将发挥重要作用。

纺织品染整是纺织工业和学科中的重要组成部分,它主要是以纤维材料为对象进行化学加工,对使纺织品变得丰富多彩和具有特种功能起着关键作用。实践证明,染整科技人员学习纤维化学与物理是必不可少的。纺织纤维是高分子材料之一,本书包含了高分子化学基础和高分子物理基础以及各类纺织纤维的结构及性能,对染整科技人员打好学科基础,并拥有较大的发展空间是适宜的。

我国是世界纺织大国,正在向纺织强国迈进,培养优秀人才刻不容缓。国力的竞争归根到底是人才竞争,一个国家只有培养出大量具有创新能力的人才,才会屹立于世界先进国家行列,并立于不败之地。

本书作者在东华大学取得染整专业博士学位后,曾在复旦大学高分子科学系从事博士后研究,又先后在美国北卡州立大学(North Carolina State University)纺织学院、加州大学(University of California, Davis)纺织服装系学习、进修和合作科研,有着坚实的学科基础及丰富的教学和科研经验。他悉心编写的《纤维化学与物理》既是染整工程专业的基础教材,也是染整科技人员的参考书。作者对本书内容的编排和材料的取舍都做了精心的考虑,尽可能反映最新科技成果,并与应用紧密联系;写作力求深入浅出,便于自学。相信本书的出版对于纺织染整科技人员的培养将起到积极、有益的作用。

孙范

2004年5月

前 言

我国是世界纺织大国,传统纺织品产量居世界前列,大量出口欧美发达地区。相比之下,高等院校纺织染整专业教材建设明显滞后。当前,各高等院校染整专业沿用的教材是由东华大学(原中国纺织大学)在20世纪70年代初编写的《染整工艺原理》,该教材于80年代初期开始正式陆续出版,由于种种原因一直未能修订再版,已跟不上纺织染整专业教学的需要。

《纤维化学与物理》基于《染整工艺原理》第一册,参照国内外许多专著和研究资料,结合作者10年教学、科研的体会编写而成,是东华大学(原中国纺织大学)主持编写的轻化工程(染整工程)专业系列教材之一。

纺织纤维的发展很快,内容很丰富,一本教科书不可能涵盖所有的内容;加上专业教学的改革,学时数趋于紧缩,一门课也不可能涉及所有内容;旨在以培养能力为主的高校本科教学理念也不提倡面面俱到。为此,在编写《纤维化学与物理》一书时,贯彻了突出重点、兼顾最新发展的原则。

本教材结构和内容安排如下:

第一章高分子化学基础,第二章高分子物理基础。高分子化学与物理是纺织纤维科学的基础,为了使学生能很好地掌握纤维科学的知识和理论,更好地为纺织染整生产和科研服务,必须有高分子化学和物理方面的基础知识作为铺垫。受课时数所限,大多数高校染整工程专业的教学大纲中不专门开设高分子化学、高分子物理课程。为此,在参考国内外出版的各种高分子科学教科书或专著的基础上,结合授课教案,作者编写了第一章高分子化学基础、第二章高分子物理基础。针对轻化工程(染整工程)专业特点,高分子化学只做一般介绍,突出基本概念、基本聚合反应和分子量及其分布等内容。考虑到高分子物理与纤维科学结合比较紧密的实际情况,较详细地介绍了高分子的结构层次、链的结构(近程结构和远程结构)、聚集态结构(结晶、取向、力学状态及其转变)和有关的力学性质、熔体性质、溶液性质。

第三章纺织纤维的基本理化性能。“纤维化学与物理”是轻化工程(染整工程)的专业基础课,在多年的教学中,发现同学们开始接触该课程时普遍感到内容多而散,难以掌握。为此,将纺织纤维学中的一些共性问题列为专门一章先行介绍。在这一章里着重介绍了纺

织纤维的物理结构、吸湿性、力学性质,对纺织纤维的热学性质、燃烧性能、电学性质和光学性质等也有所涉及。

第四章纤维素纤维。棉纤维制品是传统纺织品的主要大类之一,有关棉纤维的结构和性能研究时间较长,但尚有很多问题未搞清楚。作者根据学科的发展,采纳高分子科学研究的成果,并结合自己多年的教学、研究体会,在进行纤维素纤维的结构讨论时,明确提出了近程结构(纤维素大分子构型)、远程结构(纤维素大分子的构象)和纤维素聚集态结构的概念。作者认为,这种提法比较清楚,有利于读者,特别是初接触者理解和掌握。本章比较分析了苧麻、亚麻、黄麻和大麻的表现性状。比起以前的教材,有关粘胶纤维的内容增加较多,同时通过纤维间性能的比较,介绍了富强、Modal 和 Lyocell 等再生纤维素纤维品种,对其他再生纤维素纤维如铜氨、醋酸等也有所涉及。甲壳素纤维在本章中作为动物纤维素纤维也进行了简要介绍。

第五章蛋白质纤维。这一章主要介绍了三部分内容,即蛋白质基础知识、羊毛结构与性能、蚕丝结构与性能。了解蛋白质基础知识是理解羊毛和蚕丝结构与性能的前提条件,为此,本章比较详细地讨论了氨基酸及其组成和结构、蛋白质的结构层次以及蛋白质分子间作用力和主要性能等,对羊毛和蚕丝的形态结构、聚集态结构的讨论尽可能反映最新的研究成果,一些概念和提法比以前的教材更清楚、更确切。对羊毛和蚕丝的性质分别进行了有重点的讨论。此外,对绢丝、蚕蛹纤维、蜘蛛丝和大豆纤维也稍有涉及,并增加了兔毛、马海毛、山羊绒、骆驼绒、牦牛绒等特种蛋白质纤维方面的内容。

第六章合成纤维。合成纤维是整个纺织纤维中发展最快的。这一章首先阐述了合成纤维的基础知识,包括合成纤维的共同特征;基本概念,如差别化纤维、新合纤、超细纤维、复合纤维、高性能纤维和纳米纤维等;合成纤维与纺织品;合成纤维的一般生产过程。又对聚酯纤维、聚酰胺纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维、聚氨酯弹性纤维、聚乙烯醇纤维、聚氯乙烯纤维等分别进行了重点介绍。对一些高性能纤维如芳纶、PBI、PBO、PTFE 等也有涉及。另外,针对目前碳纤维的发展和应用研究比较热的状况,对碳纤维的结构和性能也做了一些介绍。

本书的特点如下:

(1)它是教科书,强调重点,关注基本原理、基本理论,有别于一般只介绍知识点或发布产品信息的参考书,也十分关心染整加工中的问题,尽可能做到对实际生产有指导性,对科学研究有参考价值。

(2)对重要的术语或名词在开始出现的地方加注英文,为高校学生双语教学提供一点帮助,也便于其他读者提高专业英语水平。

(3)每章均附有习题与思考题,便于读者理解和掌握所学内容,适合自学。

书稿已在东华大学轻化工程(染整工程)专业试用多年,并几经修改。但由于编者水平有限,纰漏之处在所难免,诚恳希望同行和读者给予指正,以便再版时臻于完善。

本教材的编写参阅了国内外大量的文献资料和专著,若将其一一列出,将占很大篇幅,因此,只是在每章后列出了主要参考资料。

在本教材的编写过程中,得到东华大学纺化系多位老师的帮助和支持,另外,多位研究生也为文字和图表的录入做了很多工作,在此一并表示感谢。

蔡再生

2004年3月

目 录

第一章 高分子化学基础	(1)
第一节 高分子化合物的基本概念	(1)
第二节 高分子化合物的命名和分类	(3)
一、高分子化合物的命名	(3)
二、高分子化合物的分类	(4)
第三节 高分子化合物的基本合成反应	(4)
一、概述	(4)
二、逐步聚合反应	(5)
三、链式聚合反应	(13)
四、逐步聚合与链式聚合的比较	(22)
五、共聚合反应	(22)
第四节 聚合方法概述	(27)
一、逐步聚合反应的实施方法	(27)
二、链式聚合反应的实施方法	(29)
第五节 高分子化合物的分子量及其分布	(31)
一、高分子化合物分子量与其物理性能	(31)
二、高分子化合物平均分子量的涵义	(32)
三、高分子化合物分子量的测定方法	(33)
习题与思考题	(42)
参考文献	(44)
第二章 高分子物理基础	(45)
第一节 高分子化合物的结构层次	(45)
第二节 高分子链的结构	(47)
一、高分子链的近程结构	(47)
二、高分子链的远程结构	(48)
第三节 高分子化合物的聚集态结构	(52)
一、有关概念	(53)
二、高分子化合物聚集态结构模型	(56)

三、晶体的基本概念及其测定	(60)
四、取向的基本概念及其测定	(70)
五、高分子化合物的分子运动和热转变	(76)
六、高分子混合物的聚集态结构	(82)
第四节 高分子化合物的力学性能	(83)
一、高分子化合物力学性能的分类	(83)
二、高分子化合物的高弹性	(84)
三、高分子化合物的力学松弛特性——粘弹性	(86)
四、高分子化合物的强迫高弹性与脆化	(91)
五、结晶高分子化合物拉伸过程的形变特性	(92)
六、高分子化合物的力学强度	(93)
第五节 高分子化合物熔体的流变特性	(93)
一、高分子化合物熔体的流变特性	(94)
二、牛顿型流体和粘度	(95)
三、非牛顿型流体	(96)
第六节 高分子溶液	(97)
一、高分子溶液的特点	(97)
二、高分子溶液的性质与其浓度的关系	(98)
三、高分子化合物溶解热力学	(99)
四、高分子化合物的溶解过程及其特点	(100)
五、高分子化合物的溶剂选择	(101)
第七节 高分子化合物结构和性能测定方法概述	(103)
一、高分子化合物结构的测定方法	(103)
二、高分子化合物分子运动(转变与松弛)的测定	(104)
三、高分子化合物性能的测定	(104)
习题与思考题	(105)
参考文献	(107)
 第三章 纺织纤维的基本理化性能	(109)
第一节 纺织纤维与纺织品	(109)
第二节 纺织纤维的物理结构	(110)
一、纤维的长度	(110)
二、纤维的细度及其表征方法	(111)
三、纤维的横截面及纵向形态结构	(113)

四、纤维的卷曲性能	(114)
第三节 纺织纤维的吸湿性	(115)
一、空气湿度的表示方法	(116)
二、标准大气	(116)
三、纤维的吸湿现象及其表征	(117)
四、吸湿量的表示方法	(117)
五、纤维的溶胀	(122)
第四节 纺织纤维的力学性质	(122)
一、有关力学术语	(123)
二、纤维的拉伸性质	(124)
三、纤维的弯曲性质	(139)
四、纤维的扭转性质	(140)
五、纤维的压缩性质	(140)
第五节 纤维的热学性质	(141)
一、比热容	(141)
二、导热性	(142)
三、耐热性	(143)
第六节 纤维的燃烧性	(144)
一、点燃温度和火焰最高温度	(144)
二、极限氧指数	(145)
三、燃烧特性	(146)
第七节 纤维的电学性质	(146)
一、纤维的导电性能	(146)
二、静电及消除	(149)
第八节 纤维的光学性质	(151)
一、纤维的折光指数与双折射	(151)
二、纤维的光泽	(152)
三、纤维的耐光性	(153)
四、二向色性	(153)
习题与思考题	(153)
参考文献	(154)
第四章 纤维素纤维	(156)
第一节 纤维素纤维的形态结构	(156)

一、棉纤维的形态结构	(156)
二、彩色棉纤维的形态结构及性能	(159)
三、麻纤维的形态结构及性能	(159)
四、竹纤维的形态结构及性能	(161)
第二节 纤维素的分子链结构和链间结构	(162)
一、纤维素大分子的近程结构	(162)
二、纤维素大分子的远程结构	(164)
三、纤维素的聚集态结构	(164)
第三节 纤维素纤维的物理性质	(169)
一、纤维素纤维的吸湿性	(169)
二、纤维素纤维的溶胀与溶解	(169)
第四节 纤维素纤维的化学性质	(171)
一、碱对纤维素的作用	(172)
二、液氨对纤维素的作用	(173)
三、铜氨氢氧化物对纤维素的作用	(174)
四、酸对纤维素的作用	(176)
五、氧化剂对纤维素的作用	(178)
六、热对纤维素的作用	(180)
七、光对纤维素的作用	(181)
八、纤维素的酯化、醚化反应	(181)
第五节 再生纤维素纤维	(182)
一、粘胶纤维	(183)
二、其他再生纤维素纤维	(190)
习题与思考题	(192)
参考文献	(193)
第五章 蛋白质纤维	(195)
第一节 蛋白质的基础知识	(195)
一、蛋白质的化学组成	(195)
二、氨基酸	(195)
三、蛋白质分子的结构层次	(198)
四、维系蛋白质分子构象的作用力	(202)
五、蛋白质的主要性质	(204)
第二节 羊毛纤维	(208)

一、羊毛的形态结构	(208)
二、羊毛的表观性状	(214)
三、羊毛的近程结构	(215)
四、羊毛的远程结构	(216)
五、羊毛的聚集态结构	(216)
六、羊毛纤维的性能	(216)
第三节 蚕丝纤维	(225)
一、蚕丝的形态结构	(225)
二、丝素蛋白的近程结构	(227)
三、丝素蛋白的远程结构	(227)
四、丝素蛋白的聚集态结构	(228)
五、蚕丝的主要性能	(228)
六、绢丝	(234)
七、丝素蛋白的其他用途	(234)
八、蚕蛹纤维	(234)
九、蜘蛛丝	(235)
第四节 其他动物纤维	(235)
一、兔毛	(235)
二、马海毛	(237)
三、山羊绒	(239)
四、骆驼绒	(240)
五、牦牛绒	(241)
第五节 大豆纤维	(243)
习题与思考题	(243)
参考文献	(244)
第六章 合成纤维	(246)
第一节 合成纤维的基础知识	(246)
一、合成纤维的共性	(246)
二、常见术语	(248)
三、合成纤维与纺织品	(254)
四、合成纤维生产方法简述	(255)
第二节 聚酯纤维	(256)
一、概述	(256)

二、涤纶	(257)
三、其他聚酯纤维	(264)
第三节 聚酰胺纤维	(267)
一、概述	(267)
二、聚酰胺 66 纤维(锦纶 66)和聚酰胺 6 纤维(锦纶 6)	(269)
三、芳香族聚酰胺纤维	(273)
第四节 聚丙烯腈纤维	(276)
一、概述	(276)
二、聚丙烯腈纤维的生产原理	(277)
三、聚丙烯腈纤维的结构特征	(277)
四、聚丙烯腈纤维的性能	(278)
五、超吸水性变性腈纶“ LANSEAI ”	(281)
六、阻燃腈纶	(282)
第五节 聚丙烯纤维	(282)
一、概述	(282)
二、聚丙烯纤维的生产原理	(283)
三、聚丙烯纤维的形态结构和聚集态结构	(283)
四、聚丙烯纤维的性能	(284)
五、细旦聚丙烯纤维	(286)
六、易染聚丙烯纤维	(286)
第六节 聚氨酯弹性纤维	(287)
一、概述	(287)
二、聚氨酯弹性纤维的生产原理	(288)
三、聚氨酯弹性纤维(氨纶)的结构及弹性	(288)
四、聚氨酯弹性纤维的性能	(290)
五、高吸放湿聚氨酯纤维	(291)
第七节 聚乙烯醇缩醛化纤维	(291)
一、概述	(291)
二、聚乙烯醇缩醛化纤维的生产原理	(292)
三、聚乙烯醇缩醛化纤维的结构	(293)
四、聚乙烯醇缩醛化纤维的性能	(293)
第八节 聚氯乙烯纤维	(295)
一、概述	(295)
二、聚氯乙烯的结构	(296)

三、聚氯乙烯纤维的性能 (296)

第九节 其他有机纤维 (298)

一、超高分子量聚乙烯纤维 (298)

二、聚苯并双恶唑(PBO)纤维 (298)

三、聚苯并咪唑(PBI)纤维 (299)

四、聚四氟乙烯(PTFE)纤维 (300)

五、聚乳酸(PLA)纤维 (300)

第十节 碳纤维 (301)

一、碳纤维的分类 (301)

二、碳纤维的制备 (302)

三、碳纤维的性能 (303)

四、碳纤维的应用 (304)

习题与思考题 (305)

参考文献 (307)

第一章 高分子化学基础

高分子化学是研究高分子物质合成和反应的一门科学。高分子合成涉及高分子的合成机理、动力学、合成反应与高分子的分子结构、分子量及分子量分布之间的关系等内容。高分子反应涉及高分子的化学反应、改性和防老化等内容。作为轻化工程(染整工程)专业的学生掌握高分子化学的基本理论知识是非常重要的。本章主要介绍高分子化学的基本概念、主要合成反应及其实施方法、高分子的分子量以及分子量分布等内容,突出高分子科学与纺织、染整等学科的关系。

第一节 高分子化合物的基本概念

高分子(macromolecule)是一种由许多结构相同的、简单的单元通过共价键重复连接而成的分子质量很大(一般自几万至几十万,几百万,甚至上千万,而普通低分子物质的分子质量只有几十或几百)、分子链较长(一般为 $10^3 \sim 10^4$ nm)的化合物,亦称大分子、聚合物(polymer)或高聚物(high polymer)。与低分子物质相比,高分子物质显示出许多特殊的性能:

- (1) 固态聚合物的力学性质是固体弹性和液体粘性的综合,而且,在一定条件下又表现出相当大的可逆力学变形(高弹性);
- (2) 固态聚合物具有一定力学强度,可抽丝,能拉膜;
- (3) 固态聚合物较难溶,甚至不溶。高分子溶液粘度比相等浓度的低分子溶液要高得多;
- (4) 高分子通常只能呈粘稠的液态或固态,不能气化。

这些特性取决于组成高分子的原子或基团的本性、它们的数量(聚合度或分子量)、空间的排列(几何结构)、大分子形态(运动中的大分子的统计特性)以及聚集态结构。

对于聚氯乙烯 $\text{CH}_2 - \text{CH} -$ 这样的聚合物,括号内的化学结构称为结构单元(structural unit)

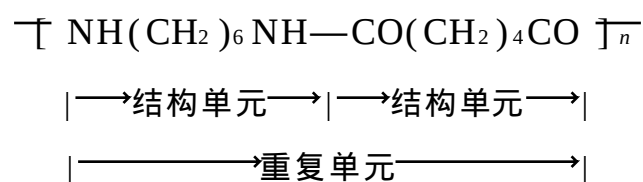
Cl

分子量(molecular weight 或 molecular mass)是高分子学科的一个重要物理量。在化学学科中分子量的定义是:物质的分子或特定单元的平均质量与核素 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 之比。其量纲为 1。国际标准化组织考虑到分子量并不是重量(weight)而是量纲为 1 的量,故将其改名为 relative molecular mass,国标 GB 3102.8 等均采用国际标准 ISO 31-8,将其译为“相对分子质量”,要求“有计划地逐步采用”这个名称。但国内外高分子界普遍认为,在分子学科中分子量是一个统计概念,更多采用的是各种平均分子量的概念,在这种情况下,强调其相对性(relative)已属多余。全国自然科学名词审定委员会考虑到分子量这一术语经长期使用,未发生任何困难、误解和混乱,按照约定俗成和简明的原则,在公布的《化学名词》中将平均分子量作为规范词列出,而不是平均相对分子质量。本书按照《化学名词》的规定仍采用分子量这一术语。——出版者注

unit), 由于聚氯乙烯分子链可以看成为结构单元的多次重复构成, 因此括号内的化学结构也可称为重复单元 (repeating unit) 或链节 (chain element)。 n 代表重复单元的数目, 称为聚合度 (degree of polymerization, DP)。

合成高分子的起始原料叫单体(monomer)。聚氯乙烯是由氯乙烯合成的,因此氯乙烯是聚氯乙烯的单体。对比聚氯乙烯结构与单体氯乙烯,两者的原子种类、个数相同,仅电子结构改变。因此,其结构单元也称为单体单元(monomeric unit)。对于有些非人工合成或不能直接由单体单元合成的高分子,与单体单元相对应的单体只能称为假想单体。如纤维素的假想单体是葡萄糖,聚乙烯醇的假想单体是乙烯醇。

但聚酰胺 66, 其化学结构式有着另一种特征:



式中的结构单元分别是 $\text{—NH(CH}_2\text{)}_6\text{NH—}$ 和 $\text{—CO(CH}_2\text{)}_4\text{CO—}$, 比其单体己二酸和己二胺要少一些原子, 因此这种结构单元不宜再称为单体单元, 另外结构单元和重复单元(链节)的含意也不再相同。

由聚合物的分子式可以看到,聚合物的分子量 M 等于重复单元分子量 M_0 与聚合度 DP (链节数 n) 的乘积。即:

$$M = n \cdot M_0 \quad (1 - 1)$$

例如,聚氯乙烯分子量为 $5 \times 10^4 \sim 15 \times 10^4$, 其重复单元分子量为 62.5, 由此可算出平均聚合度为 800 ~ 2400, 就是说一个聚氯乙烯分子由 800 ~ 2400 个氯乙烯单元构成。

但当结构单元是由两种单体组成时,如锦纶 66 等,根据分子式来计算分子量 M 时,情况较复杂,一般有两种不同的计算方法:一是把 $\text{—NH(CH}_2)_6\text{NH—CO(CH}_2)_4\text{CO—}$ 视为锦纶 66 的重复单元,计算该重复单元的 M_0 值,再按式 (1 - 1) 求出大分子的分子量 M ; 另一是既不用 $\text{—NH(CH}_2)_6\text{NH—}$ 的 M_0 ,也不用 $\text{—CO(CH}_2)_4\text{CO—}$ 的 M_0 ,而是用这两种结构单元 M_0 的平均值来计算分子量。

例如, 锦纶 66 的结构单元总数 n' 为 120, 可以按下列方法求它的分子量 M 。因为 $-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-$ 的 M_0 为 114, $-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$ 的 M_0 为 112, 则两种结构单元分子量的平均值: $M_0 = \frac{114 + 112}{2} = 113$, 因此, $M = n' \cdot M_0 = 120 \times 113 = 13560$ 。

这里,两种结构单元总数 n' 为重复单元数 n 的 2 倍,即 $n' = 2n$ 。在计算时应注意。

总之,聚合度、链节数和分子量,都可作为表征聚合物分子大小的参数。聚合物包括高聚物 and 低聚物。若聚合物的一系列物理性能不再随分子链中重复单元数的增减而变化时就称为高聚物;反之就是低聚物。

第二节 高分子化合物的命名和分类

一、高分子化合物的命名

高分子种类繁多,为便于研究和应用,就必须进行命名,但迄今高分子的命名尚无统一的方法。下面介绍几种常用高分子化合物的命名方法。

1. 习惯命名

天然高分子都有其专门的名称,如纤维素、淀粉、木质素、蛋白质等等。

由一种单体合成的高分子,其习惯命名是在对应的单体名称之前加一个聚字。如聚乙烯、聚丁二烯、聚甲醛、聚环氧丙烷、聚 ε -己内酰胺、聚 ε -氨基己酸等等。此法虽然简便,但易混淆。如聚 ε -己内酰胺和聚 ε -氨基己酸虽其单体不同,却是同一种聚合物。又如聚乙烯醇这个名称是名不副实的,因为乙烯醇单体事实上并不存在,聚乙烯醇实为聚乙酸乙烯酯的水解产物。

由两种单体合成的聚合物,有的只要在两种单体名称上加词尾树脂,有的加词尾共聚物即可,如苯酚—甲醛树脂(简称酚醛树脂),尿素—甲醛树脂(简称脲醛树脂)、三聚氰胺—甲醛树脂等。

另外可按聚合物的结构特征来命名。如聚酰胺以酰胺键为特征,类似的有聚酯、聚氨基甲酸酯(简称聚氨酯)、聚碳酸酯、聚醚、聚硫醚、聚砜、聚酰亚胺等等。这些名称都分别代表一类聚合物,如聚酰胺中有聚乙二酰乙二胺、聚癸二酰癸二胺、聚己内酰胺等。

习惯命名中还有一种简单而被普遍采用的商业名称,其命名更是五花八门。即使同种聚合物,不同国家就有不同的商业名称;甚至同一国家生产的,也往往因生产厂家不同而有不同名称。我国习惯以纶作为合成纤维的词尾,如涤纶(聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维)、锦纶(即聚酰胺纤维,锦纶 66 就是聚酰胺 66,锦纶 6 就是聚酰胺 6)、氯纶(聚氯乙烯纤维)、氨纶(聚氨酯纤维)等;以橡胶作为合成橡胶的词尾,如丁苯橡胶、顺丁橡胶、丁腈橡胶等。

2. 系统命名法

为了避免聚合物命名中一物多名或命名不确切而带来的混乱,1972 年国际纯化学和应用化学联合会(IUPAC)制定了以聚合物的结构重复单元(CRU, constitutional repeating unit, 即聚合物最小的重复单元)为基础的系统命名法。IUPAC 命名的基本规则是:

确定结构重复单元。

排好重复单元中次级单元的顺序。有取代基的部分或所连接的侧基元素最少的写在前面。

按小分子有机化合物的 IUPAC 命名规则给结构重复单元命名并加括号。

在名称前冠以聚字。

如聚氯乙烯,按 IUPAC 命名法,其次级单元为: CHCH_2 , 应称为聚(1-氯代乙烯)。聚

丁二烯的次级单元为: $\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2$, 则应称为聚(1 - 次丁烯基)。

必须注意, 聚乙烯和聚四氟乙烯的结构重复单元分别是 CH_2 和 CF_2 。IUPAC 命名虽较严谨, 但因繁琐而至今未被广泛采用。IUPAC 希望在学术交流中尽量采用这种命名法。

二、高分子化合物的分类

与聚合物的命名一样, 高分子的分类目前也尚无统一的方法。下面列举几种常用的分类。

1. 按其来源分类

高分子按其来源可分为天然和合成两大类, 如棉、麻、毛、丝等纤维及淀粉、龙胶等糊料都属于天然高分子, 而涤纶、锦纶、腈纶等纤维及聚乙烯, 聚氯乙烯等塑料都属于合成高分子。

2. 按高分子的性能分类

高分子材料按性能大致可分为结构材料和功能材料两大类。塑料、橡胶、纤维三大类材料多用作结构材料。作为功能材料用的高分子一般称为功能高分子, 按其功能可分为反应型高分子(如高分子试剂、高分子催化剂), 光敏型高分子(如光致变色材料、感光材料), 电活性高分子(如导电高分子), 吸附型高分子(如离子交换树脂、吸水树脂), 膜型高分子(如分离膜、缓释膜)等。

3. 按其受热性能分类

高分子按其受热性能可分为热塑性和热固性两大类。前者是指受热可以软化或变形, 能受多次反复加热模压的高分子, 如聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚酯等, 它们都是线型高分子; 后者是指模压成型后, 再受热不能软化, 不能进行多次加热模压的高分子, 如酚醛树脂、脲醛树脂等, 它们都是体型高分子。

4. 按大分子主链结构分类

按大分子主链结构可分为碳链高分子、杂链高分子、元素有机高分子和无机高分子等。

5. 按反应分类

经加聚反应得到的产物称为加聚物, 经缩聚反应得到的产物称为缩聚物。如果只用一种单体进行聚合, 所得到的聚合物称为均聚物。如果用两种或两种以上单体进行聚合, 所得到的聚合物称为共聚物, 共聚物还可分为无规共聚物、嵌段共聚物、交替共聚物和接枝共聚物等。

6. 按分子链形状分类

根据分子链的形状, 可分为线型高分子、支链型高分子、星型高分子、梳型高分子、梯型高分子、半梯型高分子和交联型高分子等。

第三节 高分子化合物的基本合成反应

一、概述

由低分子单体合成聚合物的反应称为聚合反应(polymerization)。对于各种各样的聚合反应, 可以从不同的角度进行分类, 目前较多采用两种分类方法。