

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

染整材料化学

(染整技术专业)

主	编	任冀澧		
副	主	编	陈英	冯西宁
责任主	审	袁仄		
审	稿	廖青	赵国樑	孟朝晖



高等教育出版社

责任编辑	禹天安	王永竑
封面设计	王凌波	
责任绘图	朱 静	
版式设计	马静如	
责任校对	刘 莉	
责任印制		

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是依据教育部 2001 年颁布的“中等职业学校染整技术专业课程设置”和“染整材料化学教学基本要求”编写的。

本书共分纤维化学、染料化学、染整助剂三个部分,十四章。内容包括 纤维基础知识、纤维素纤维、蛋白质纤维、合成纤维、新型纤维、纱线和织物的基本知识、染料概述、染料的结构和颜色、常用染料的结构和性能、颜料和荧光增白剂、禁用染料及其代用染料、表面性能与表面活性剂、表面活性剂的应用、合成聚合物等。本书注重理论联系实际,注重培养学生的创新能力和实践能力。

本书除供中等职业学校染整技术专业学生使用外,还可作为高职教材,同时可作为企业进行职业岗位培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

染整材料化学 / 任冀澧主编. —北京:高等教育出版社,2002.7

中等职业教育教材

ISBN 7-04-010379-6

I. 染... II. 任... III. 染整-化学-专业学校-教材 IV. TS190.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 044147 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
排 版	高等教育出版社照排中心		
印 刷	高等教育出版社印刷厂		
开 本	787×1092 1/16	版 次	2002 年 7 月第 1 版
印 张	17.25	印 次	2002 年 7 月第 1 次印刷
字 数	420 000	定 价	21.00 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

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

《染整材料化学》是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校染整材料化学教学大纲》的精神编写的,可作为中等职业学校染整技术专业的教材使用。

染整材料化学是中等职业学校染整技术专业的主干专业课程之一,是学习其他几门专业课程的基础,其教学目标是 使学生具有染整技术专业所必需的染料、助剂和纤维的基本知识和基本技能,形成初步分析、判断染料、助剂和纤维性能的能力,为学习染整工艺打下基础 培养学生理论联系实际、将所学的基础知识与染整加工工艺相结合的能力 ;贯彻现代教育思想,着重于培养学生的综合素质和创新能力,满足 21 世纪对劳动者的技术和能力的要求。

根据教学大纲,本教材由三大部分组成 纤维化学、染料化学和染整助剂。纤维是纺织工业的原料,所有的染整加工归根结底都是作用在纤维上的,纤维的结构和性能直接影响到染整加工工艺的制定、实施以及产品的性能和风格,因此从事染整工作的人员应该熟练掌握纤维的结构和性能。染整加工主要是对纺织品进行化学物理加工,染料和助剂是染整工业所使用的主要化学试剂,染料赋予织物色彩和图案,助剂既可辅助染整加工的顺利进行,也能改善和提高织物的性能,所以学生应该对染料和助剂有充分的了解。本教材把染整技术三方面的主要基础知识集中在一起进行教授,使学生一接触专业就建立起一个完整的体系,有利于学生在后续的工艺课程学习和将来的工作中融会贯通,更好的将基础知识和理论与实践相结合。

本课程的内容比较抽象,而且需要物理学、有机化学、物理化学等多门课程的基础。由于授课对象的起点较低,本教材将力求语言通俗,富于启发,便于教学。对教学大纲所规定的选修模块的内容,我们在其章节前加以 * 号表示,便于各个地区或学校根据需要选用。实践性教学内容请使用本系列教材中的《染整实验》。

为便于教学,将各章教学时数的分配建议如下,供参考。

学时分配表

序号	课 程 内 容	学 时 数				
		基础 模块	选用 模块	实践 教学	机 动	合 计
绪论						
纤维化学		34	6	(12)	5	45
	概论	1				1
1	纤维基础知识	6				6
2	纤维素纤维	10	2		2	14
3	蛋白质纤维	4			1	5
4	合成纤维	10	4		2	16
5	纱线和织物基本知识	3				3

序号	课 程 内 容	学 时 数				
		基础 模块	选用 模块	实践 教学	机 动	合 计
染料化学		24	12	(12)	4	40
1	染料概述	1				1
2	染料结构与颜色	2	1			3
3	直接染料	3				3
4	酸性、酸性媒染和含媒染料	4			2	6
5	不溶性偶氮染料		2			2
6	活性染料	3	1			4
7	还原染料	2	1			3
8	硫化染料		1			1
9	分散染料	2	1		2	5
10	阳离子染料	2				2
11	其他	5	5			10
染整助剂		32	8	(14)	5	45
1	表面性能	6	1			7
2	表面活性剂结构与性能	7			2	9
3	润湿与渗透	3	1			4
4	乳化与分散	3	1			4
5	泡沫	2	1			3
6	增溶		1			1
7	洗涤	3	1		2	6
8	柔软	2	1			3
9	常用助剂	6	1		1	8
总 计		90	26	(38)	14	130

本教材由北京服装学院的任冀澧编写绪论和第十四章 ;河南纺织高等专科学校宋慧君编写第一、第四、第五、第六章 ;吕英智编写第二、第三章 ;成都纺织高等专科学校冯西宁、郑光洪编写第七至第十一章 ;山东纺织工业学校孙爱荣编写第十二、第十三章。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2001 年 8 月

目 录

绪论	1
----------	---

第一部分 纤维化学

概论	3
----------	---

第一章 纤维基础知识——高分子化学及物理基础	5
------------------------------	---

第一节 高分子的基本概念	5
--------------------	---

第二节 高分子的基本合成反应	7
----------------------	---

第三节 高分子的结构	9
------------------	---

第四节 高分子的力学性质	16
--------------------	----

第五节 高分子的溶解和溶胀	19
---------------------	----

练习与思考题	20
--------------	----

第二章 纤维素纤维	21
-----------------	----

第一节 纤维素纤维的形态结构	21
----------------------	----

第二节 纤维素纤维的大分子结构	27
-----------------------	----

第三节 纤维素纤维的聚集态结构	28
-----------------------	----

第四节 纤维素纤维的物理—机械性质	30
-------------------------	----

第五节 纤维素纤维的化学性质	36
----------------------	----

练习与思考题	41
--------------	----

第三章 蛋白质纤维	42
-----------------	----

第一节 蛋白质的基础知识	42
--------------------	----

第二节 羊毛和蚕丝的形态结构	48
----------------------	----

第三节 羊毛、蚕丝的化学组成与分子结构	50
---------------------------	----

第四节 羊毛纤维的物理—化学性能	51
------------------------	----

第五节 蚕丝的物理—化学性能	54
----------------------	----

练习与思考题	56
--------------	----

第四章 合成纤维	57
----------------	----

第一节 合成纤维概述	57
------------------	----

第二节 涤纶纤维的结构和性能	58
----------------------	----

第三节 锦纶纤维的结构和性能	65
----------------------	----

第四节 腈纶纤维的结构和性能	69
----------------------	----

*第五节 其他合成纤维	73
-------------------	----

练习与思考题	78
--------------	----

第五章 新型纤维	79
*第一节 差别化纤维	79
*第二节 高性能纤维	83
*第三节 功能纤维	85
*第四节 Lyocell 纤维	87
练习与思考题	90
第六章 纱线和织物的基本知识	91
第一节 纱线	91
第二节 织物	92
练习与思考题	97

第二部分 染料化学

第七章 染料概述	98
第一节 染料的分类	98
第二节 染料的命名	101
第三节 染色牢度	103
第四节 染料的生产和发展	104
练习与思考题	105
第八章 染料的结构与颜色	106
第一节 染料的颜色和吸收光谱	106
第二节 颜色的三属性	110
第三节 影响染料颜色的因素	111
练习与思考题	117
第九章 常用染料的结构和性能	119
第一节 直接染料	119
第二节 活性染料	127
第三节 还原染料	139
第四节 硫化染料	149
*第五节 不溶性偶氮染料	152
第六节 酸性染料、酸性媒染染料及酸性含媒染料	158
第七节 分散染料	167
第八节 阳离子染料	181
练习与思考题	189
第十章 颜料和荧光增白剂	192
第一节 颜料概述	192
第二节 荧光增白剂	203
练习与思考题	205
第十一章 禁用染料及其代用染料	206

第一节	禁用染料及其相关法令	206
第二节	禁用染料	207
第三节	代用染料	213
第四节	纺织品上禁用染料的检测方法	218
	练习与思考题	221
第三部分 染 整 助 剂		
概论		222
第十二章	表面性能与表面活性剂	224
第一节	表面性能	224
第二节	表面活性剂的结构与性能	228
	练习与思考题	237
第十三章	表面活性剂的应用	238
第一节	润湿与渗透	238
第二节	乳化和分散	241
第三节	泡沫	244
第四节	洗涤	247
第五节	柔软作用	250
	练习与思考题	253
第十四章	合成聚合物	254
第一节	有机硅类染整助剂	254
第二节	聚丙烯酸类整理剂	260
	练习与思考题	263
参考文献		264

绪 论

一、染整加工在纺织工业中的地位和作用

各种不同的纤维经过纺纱织布后得到的织物称为坯布(或原布),这种坯布常常含有大量的杂质,一般手感粗糙,色泽不够洁白,吸水性差,与我们所使用的各种纺织品在性能和外观上相差甚远,只有通过染整加工,赋予织物丰富的色彩、美观的图案、舒适的手感和满意的性能,才能成为广大消费者接受的纺织品。这些纺织品有两大应用领域:民用和产业用。如图0-1所示:

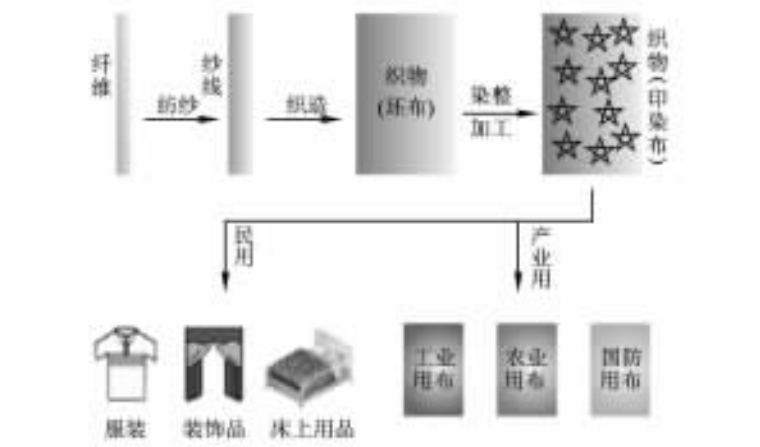


图0-1 纺织品的一般生产流程及应用

从图0-1我们可以清楚地看到染整行业是纺织品深加工、精加工和提高附加价值的关键,在纺织原料和纺织成品之间起着重要的纽带作用。

二、染整加工的对象

染整加工的对象主要是纤维织成的织物(也可以对纱线或纤维直接进行),纤维有许多品种,如棉、麻、蚕丝和羊毛等天然纤维,涤纶、锦纶和腈纶等合成纤维,它们的性能各不相同,织成的织物也各有特色,要做好染整加工,就必须知道纤维的性能,必须依据纤维的特点制定加工工艺。

三、染整加工的目的和印染产品

染整加工的目的是生产各种满足人们需要的纺织品,这些需要概括起来有如下几类:

- (1) 美观 如色彩、图案、光泽、平挺……
- (2) 舒适 如柔软、吸湿、轻便、保暖……
- (3) 特殊功能 如防水、防油、阻燃、抗菌……

要生产出满足上述要求的纺织品,必须经过许多染整加工过程,一般将染整加工分为前处理、染色、印花、后整理四大部分。如棉织物的染整加工一般需经过练漂、染色、印花和整理,生产出来的棉织物按色彩可分为漂白布、染色布和印花布,此外还可赋予织物一些特殊的功能,如防水、防油、阻燃、防静电等。

表 0-1 棉型织物染整加工基本工序及产品

工 序	产 品
坯布→练漂→整理	漂白布
坯布→练漂→染色→整理	染色布
坯布→练漂→印花→整理	印花布

四、染整加工的方法

染整加工的方法是对织物进行化学物理加工。

物理方法主要是利用湿、热、拉力、压力、摩擦力等来改变织物、纱线和纤维的某些结构、性能和表面形态 ;化学方法则是用各种化学试剂处理织物(纤维/纱线),常常伴随着某种化学反应。用于染整加工的化学品主要有两大类,一是各种有颜色的物质——染料和颜料,它们为纺织品提供了丰富多彩的色泽和图案 ;二是酸、碱、氧化剂、还原剂、表面活性剂和聚合物等,它们或者能够改善和提高织物的性能,或者有利于染整加工的顺利进行,这些化学试剂统称为染整助剂(印染助剂)。

本书第一部分介绍各种纤维的结构和性能 ;第二部分讲述染料的结构、生产方法和应用性能 ;第三部分是染整助剂,重点介绍表面现象、表面活性剂、聚合物等纺织助剂。这些知识,是学习、制定和实施染整加工工艺的基础。

第一部分 纤维化学

概 论

“纤维”一词迄今尚无确切定义,一般认为直径从数微米到数十微米或略粗些,长度远大于其直径并具有一定柔韧性的细长物质称为纤维。

一、纺织纤维的性能

纤维的种类很多,但并非所有的纤维都能进行纺织加工。作为纺织纤维还必须具备如下性能。

(一) 物理机械性能

1. 长度

一般在数十毫米以上才有纺织价值,过短可纺性差,只能用作造纸或再生纤维的原料。在天然纤维中,蚕丝最长,约 $6 \times 10^5 \text{ mm}$,故称之为长丝,可不经纺纱,直接用于织造。而棉、麻、毛等纤维都是天然短纤维,其中以羊毛最长,约为 $50 \sim 150 \text{ mm}$ 。

化学纤维可以根据需要在生产过程中加以调节,纺制成不同长度和细度,以模仿天然纤维,所以有长丝和短纤维之分。短纤维按照模仿棉花和羊毛的不同,又有棉型(长度 38 mm 左右,细度 $0.133 \sim 0.167 \text{ tex}$)和毛型(长度 75 mm 以上,细度为 $0.33 \sim 0.77 \text{ tex}$)之分。为了在棉纺设备上仿制类似的毛型织物,又发展了所谓中长纤维(长度和细度介于棉型和毛型之间,长度在 $51 \sim 75 \text{ mm}$ 左右,细度为 $0.22 \sim 0.38 \text{ tex}$)。

2. 热性能

对热应有一定的稳定性,能耐一定的高温而不分解,耐一定的低温而不僵硬,同时还应是热的不良导体。

3. 机械性能

要具有一定的强度、延伸性、弹性和可塑性,以适应纺织加工和穿着时受到的拉伸、揉搓、折叠、摩擦等机械性作用。

纺织纤维还应具备一定的吸湿性、柔韧性、光泽和手感。

(二) 化学性能

纺织纤维在染整加工过程中要经受许多化学加工过程,经常接触水、化学药品(如酸、碱、氧化剂、还原剂等)和染料,所以要具有一定的耐水性、耐化学药品性和可染性。

除此以外,纺织纤维还应具备耐日光、耐紫外线、耐大气等性能。

二、纤维的细度

纤维的细度是表示纤维的粗细程度,常用公制支数(Nm)、旦尼尔(d)和特克斯(tex)表示。

(一) 公制支数

公制支数是定重制指标。指单位质量纤维所具有的长度,用 m/g 表示。如 1 g 纤维有 8 000 m 长,就称为 8 000 支。

(二) 旦尼尔

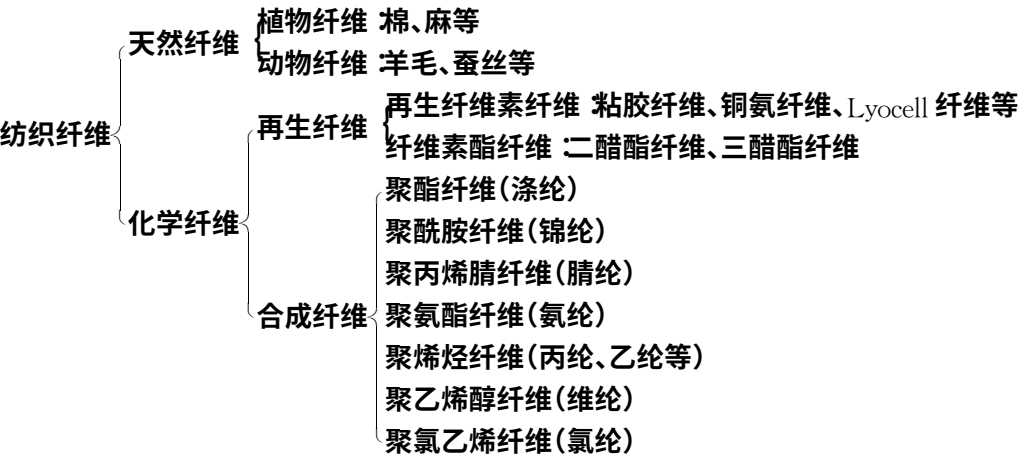
旦尼尔是定长制指标。表示纤维的细度,指 9 000 m 长度的纤维所具有的质量(单位 :g)。

(三) 特克斯

特克斯也称号数。是 1 000 m 长度的纤维所具有的质量(单位 :g)。

三、纺织纤维的分类

目前,纺织工业中所使用的纺织纤维种类很多。纺织纤维可按不同要求进行分类。按其来源可分为天然纤维和化学纤维两大类。化学纤维又可分为两类,一类是利用自然界含有的天然高分子物质为原料,经过一定的化学加工制成,称为再生纤维 ;另一类是以简单的化合物为原料,用有机合成的方法制得高分子,然后经纺丝加工而成纤维,称为合成纤维。见下表 :



注 括号内为我国的相应简称。

第一章 纤维基础知识——高分子化学及物理基础

第一节 高分子的基本概念

一、高分子的含义

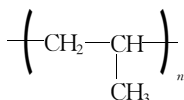
高分子是由两个或多个官能度的低分子化合物通过共价键形式联结而成的产物。其相对分子质量远大于低分子化合物,而且物理—机械性能与低分子原料之间又有着显著的差异。

官能度是化合物分子中所包含的,可以认为是能起化学反应而导致生成新键(共价键)的‘活性点’的数目。

二、高分子的相对分子质量与聚合度

一般高分子是由许多结构相同或相似的结构单元通过共价键相互结合而成,可用 $A'-A-A\cdots A-A''$ 或 $A'-(A)_n-A''$ 表示。端基 A' 和 A'' 的组成可以和 A 相同,也可以不同。其中 (A) 为重复结构单元称为基本链节,由于 n 的数值很大, A' 、 A'' 可以忽略不计。所以通式可以简写成 $(A)_n$, n 为重复次数,称为聚合度(d_p)。

例如 聚丙烯的分子式可以写成如下形式:



其中, $\text{—CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH—}}$ 为重复结构单元,即链节; n 为重复次数,即聚合度(d_p)。

高分子的分子量(M)与基本链节的分子量(m)和聚合度之间有下列关系:

$$M = m \cdot d_p$$

高聚物的分子结构虽可描述如上,但又不理解应为高聚物的每个大分子都具有相同的聚合度和分子量。其实,同一种高聚物的大分子,它们的化学组成基本相同,但其分子量和分子结构可以在一定范围内变化而不影响其物理化学性质,这一特性称为高分子化合物的多分散性。

由于高分子具有多分散性,所以其分子量一般指的是平均分子量($\bar{M}$),聚合度指的是平均聚合度($\bar{d}_p$)。测定和统计高分子平均聚合度或分子量的方法有多种,常用的有数均分子量、重均分子量和粘均分子量,其中粘均分子量在纺织印染工业中应用较多,如将纤维素纤维溶解在铜氨溶液中,测定该溶液的粘度并通过一定的计算就可得到平均分子量或平均聚合度。

三、高分子的几何形状

由于形成高分子的单体官能度不同,因此高分子具有不同的几何形状。若单体是双官能度,一般可形成线型(直链型)高分子,若单体中除了含有双官能度的化合物外,还含有三官能度的化合物,则形成支链型或体型的大分子。如图 1-1 所示。

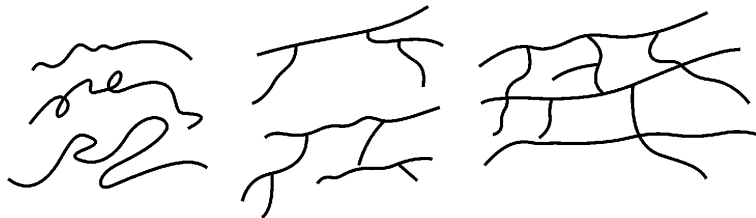
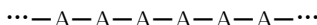


图 1-1 高分子物的几何形状

(一) 线型高分子

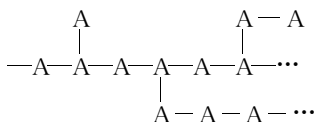
它像一条线形长链,比较卷曲,所以称为线型高分子,也可称为直链型高分子。

线形高分子因分子间力较弱,绝大多数都可以溶解于适当的溶剂中,受热后也会熔融,大多数纺织纤维都属此类。可表示如下:



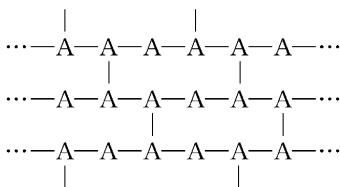
(二) 支链型高分子

它的主分子链上带有一定数量的支链,可以溶解在一定的溶剂中,由于支链的存在,大分子之间不能紧密堆砌,所以强度往往不及线型聚合物。其大分子结构示意图如下:



(三) 体型高分子

它在线形长链之间以共价键联结起来,形成三度空间的网状结构大分子。不能溶解,受热也不熔融,硬度大,不易变形,不宜做纺织纤维。其大分子结构可表示如下:



四、高分子的命名和分类

高分子至今尚无统一的命名方法。

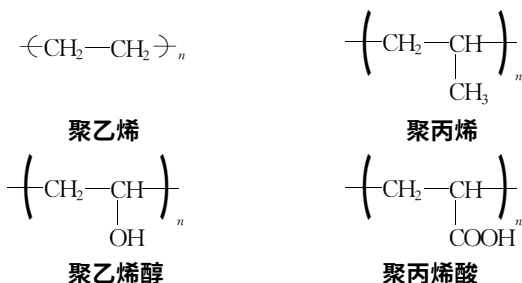
天然高分子的名称多沿用俗名或专有名称,例如纤维素、淀粉、蛋白质等。

对合成高分子,其结构清楚的,在单体的名称前加‘聚’字,如聚对苯二甲酸乙二酯、聚氯乙烯等,而对其结构不很清楚的,在原料名称后加‘树脂’一词,如尿醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂等。此外,还有采用商品名称的,如涤纶、氨纶、丙纶等。虽然这些命名方法不能反映高分子的化学结构,但因有简单易记的优点而得到普遍应用。

高分子的分类也有多种方法。按来源可分为天然与合成两大类 按用途可分为纤维、塑料、橡胶三大类 按分子主链结构可分为碳链、杂链和元素有机高分子三大类；

1. 碳链高分子

大分子主链上只含有碳原子,如 聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯醇、聚丙烯酸等



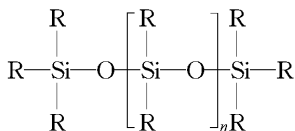
2. 杂链高分子

大分子主链上除含有碳原子外,还含有氧、氮、硫等有机化合物中常见元素的原子,如聚酯、聚酰胺等。



3. 元素有机高分子

大分子主链中不一定含有碳原子,而是含有铝、钛、硼、硅等天然有机化合物中不常见元素的原子,并与有机基团相连接。如 聚硅氧烷。



按其受热性能可分为热塑性和热固性两大类。

1. 热塑性高分子

此类高分子受热可以软化或变形,能受多次反复加热模压,如聚酯、聚丙烯腈等。

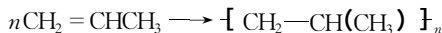
2. 热固性高分子

这类高分子模压成型后,再受热不能软化,不能进行多次加热模压,如三聚氰胺甲醛树脂、脲醛树脂等。

第二节 高分子的基本合成反应

一、加聚反应

由不饱和的低分子化合物或环状化合物,通过加成反应而生产高分子化合物,这类合成反应称为加聚反应。在反应过程中没有低分子物析出。例如：

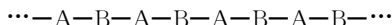


丙烯

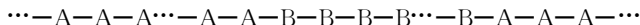
聚丙烯

同一种不饱和化合物自身聚合,称为均聚反应。由两种或两种以上不饱和化合物一起聚合,称为共聚反应,所得产物称为共聚物。共聚物一般有以下四种形式:

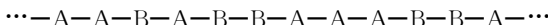
1. 交替共聚物 共聚物中两种单体间隔排列。



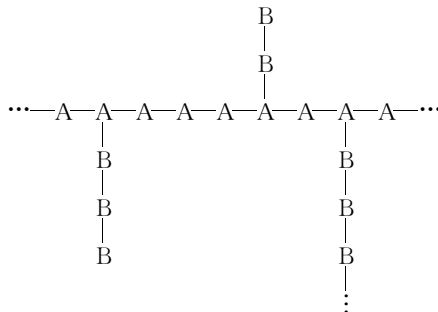
2. 嵌段共聚物 共聚物由一大段 A 和一大段 B 相间排列。



3. 无规共聚物 共聚物分子链的排列是无规则的。



4. 接枝共聚物 以一种单体作为大分子的主链,而以另一种单体作为支链。



加聚反应具有连锁反应的特点,反应速率很高,活性中心一旦形成,可在很短时间内使很多单体聚合在一起,形成相对分子质量很高的大分子。

加聚反应按反应机理分类,可分为自由基(游离基)聚合反应和离子型聚合反应。自由基聚合反应的活性中心是自由基,而离子型聚合反应的活性中心是离子。其中,工业生产中最常见的是自由基聚合反应。

自由基聚合反应均经历链引发、链增长、链终止三个阶段。

1. 链引发

链引发是使单体在外界因素作用下形成自由基,即 $\text{A}_1 \longrightarrow \text{A}_1 \cdot$, 产生自由基需要一定的能量,可用光、热或辐射等方法引发,也可用引发剂引发。用引发剂引发所需能量最低,是生产上最常用的方法。常用的引发剂有过硫酸盐、过氧化氢、过硼酸盐、偶氮二异丁腈等。

2. 链增长

链的增长是活化单体与未活化单体迅速加成,形成大分子自由基,可用如下通式表示:



链增长的速率极快,可比链引发速率高 10^6 倍,所以链增长过程很难控制。

3. 链终止

链增长至一定程度时,反应单体浓度远远低于自由基浓度,两自由基相遇,可以相互终止。可表示如下:

