

高聚物合成工艺

(第2版)

王久芬 主 编

杜拴丽 副主编



國防工業出版社

National Defense Industry Press

013041070

TQ316

19-2

内容摘要

高聚物合成工艺

(第2版)

王久芬 主 编

杜拴丽 副主编



国防工业出版社

· 北京 ·



北航

C1648739

TQ316

19-2

070140810

内 容 简 介

高聚物合成工艺是工科高等院校化学工程与工艺、高分子材料与工程和复合材料等专业本科学生的一门必修的专业教育课程。本书重点介绍采用典型的聚合方法制备三大合成材料中的主要高聚物品种的聚合原理及生产工艺,简要介绍正在发展中的新的聚合方法制备一些新型高聚物品种的聚合原理及生产工艺。本书共分11章:绪论、生产单体的原料路线、自由基本体聚合原理及生产工艺、自由基悬浮聚合原理及生产工艺、自由基溶液聚合原理及生产工艺、自由基乳液聚合原理及生产工艺、离子聚合原理及生产工艺、线型缩聚原理及生产工艺、体型缩聚原理及生产工艺、逐步加成聚合原理及生产工艺和高聚物改性工艺。

本书可作为化学工程与工艺、高分子材料与工程和复合材料等专业本科学生的教材,也可作为从事高聚物合成与改性研究工作的科技人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

高聚物合成工艺/王久芬主编. —2版. —北京:国防工业出版社,2013.1

ISBN 978-7-118-08272-2

I. ①高… II. ①王… III. ①高聚物—合成—工艺设计 IV. ①TQ316.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第290379号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京嘉恒彩色印刷责任有限公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 17 字数 303千字

2013年1月第2版第1次印刷 印数1—3000册 定价36.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

第2版前言

高聚物合成工艺是工科高等院校化学工程与工艺、高分子材料与工程和复合材料等专业本科学生的一门必修的专业教育课程。

本书根据作者多年的教学经验、生产实践和科学研究成果编写而成。本书重点介绍采用典型的聚合方法制备三大合成材料中的主要高聚物品种的聚合原理及生产工艺,并体现所选择的高聚物品种在生产工艺上具有的特点。简要介绍采用正在发展的新的聚合方法制备一些新型高聚物品种的聚合原理及生产工艺。

本书的特点如下:

(1) 本书以“高分子化学”的基本理论为基础,按连锁聚合实施方法、逐步聚合实施方法、逐步加成聚合实施方法和聚合物的化学反应实施方法顺序排列。在连锁聚合实施方法中又分为自由基本体聚合原理及生产工艺、自由基悬浮聚合原理及生产工艺、自由基溶液聚合原理及生产工艺、自由基乳液聚合原理及生产工艺、离子聚合原理及生产工艺;在逐步聚合实施方法中又分为线型缩聚原理及生产工艺、体型缩聚原理及生产工艺。

(2) 本书按聚合实施方法分章编写,避免了按高聚物品种分章编写所造成的聚合实施方法重复的缺陷。

(3) 本书从最基本的聚合原理拓宽至近代正在发展的聚合原理,从介绍高聚物工业生产中最主要的高聚物品种的生产工艺拓宽至其他的高聚物品种如液晶高聚物、医用高聚物、胶黏剂和涂料等高聚物品种的生产工艺。

(4) 本书注重根据聚合原理分析其工艺条件制定的原则,使学生“知其然,还要知其所以然”,将理论与实践有机地结合起来,以启发学生进行新产品的开发和聚合物改性的研究工作。

(5) 本书每章后附习题和参考文献。

(6) 本书中“量”和“单位”符号执行 GB 3100~3102—93 标准,如单体浓度用 $c(\text{M})$ 表示、引发剂浓度用 $c(\text{I})$ 表示等。

本书概括了主要高聚物品种的聚合原理及生产工艺。全书共分 11 章。第

一章“绪论”中的主要内容是高分子工业和高分子科学的发展简史;高分子材料的特性及其在国民经济各部门中的应用;高分子化合物的生产过程。第二章“生产单体的原料路线”中的主要内容是石油化工路线中生产单体的方法——石油裂解。第三章“自由基本体聚合原理及生产工艺”中的主要内容是本体聚合原理;乙烯气相自由基本体聚合(高压法)——低密度聚乙烯(LDPE)的生产工艺;甲基丙烯酸甲酯浇铸本体聚合生产工艺;苯乙烯熔融本体聚合生产工艺;苯乙烯溶液-本体聚合生产工艺和氯乙烯非均相本体聚合生产工艺。第四章“自由基悬浮聚合原理及生产工艺”中主要内容是悬浮聚合原理;氯乙烯悬浮聚合生产工艺;苯乙烯-丙烯腈高温悬浮共聚合生产工艺;简要介绍分散聚合法制备单分散聚醋酸乙烯微球。第五章“自由基溶液聚合原理及生产工艺”中主要内容是溶液聚合原理;醋酸乙烯溶液聚合及聚乙烯醇的生产工艺;丙烯腈的溶液聚合生产工艺;简要介绍聚丙烯酸酯侧链液晶高聚物的制备。第六章“自由基乳液聚合原理及生产工艺”中主要内容是乳液聚合原理;丁二烯和苯乙烯乳液共聚合——丁-苯橡胶的生产工艺和氯乙烯种子乳液聚合——糊用聚氯乙烯的生产工艺;简要介绍反相乳液聚合合成超高相对分子质量聚丙烯酰胺。第七章“离子聚合原理及生产工艺”中主要内容是离子聚合原理;乙烯气相本体聚合(低压法)——高密度聚乙烯(HDPE)的生产工艺;丙烯非均相溶液聚合(淤浆法)生产工艺;丁二烯均相溶液聚合(溶液法)——顺丁橡胶的生产工艺和异丁烯、异戊二烯非均相溶液共聚合(淤浆法)——丁基橡胶的生产工艺;简要介绍四氢呋喃阳离子开环聚合。第八章“线型缩聚原理及生产工艺”中主要内容是线型缩聚原理;熔融缩聚法制备涤纶树脂(PET)的生产工艺;溶液-熔融缩聚法制备尼龙-66树脂(PA-66)的生产工艺和界面缩聚法合成聚碳酸酯(PC)的生产工艺;简要介绍主链型热致液晶高聚物的制备。第九章“体型缩聚原理及生产工艺”中主要内容是体型缩聚原理;甲醛树脂低聚物的合成与固化;环氧树脂低聚物的合成、固化及生产工艺;不饱和聚酯树脂低聚物的合成与固化;压塑粉和层压塑料的生产工艺。第十章“逐步加成聚合原理及生产工艺”中主要内容是逐步加成聚合原理;聚氨酯泡沫塑料的生产工艺;聚氨酯涂料的生产工艺;聚氨酯胶黏剂的生产工艺和聚氨酯热塑性弹性体的生产工艺。第十一章“高聚物改性工艺”中主要内容是聚合物的接枝共聚工艺、嵌段共聚工艺、交叉渗透交联改性工艺和机械共混工艺;简要介绍利用聚合物的化学反应制备聚乙烯醇侧链液晶高聚物。

本书第一章、第二章、第三章和第四章由中北大学杜拴丽编写,其余均由中北大学王久芬编写并对全书负责修改统稿。王久芬任主编,杜拴丽为副主编。

在编写本书的过程中参考了诸多文献,均列于各章之后,在此谨向相关作者深致谢意。

由于编者的水平所限,本书在内容选择和文字表达上的错误和不足,敬请读者指正。

王久芬

中北大学化工与环境学院

化学工程系

杜拴丽

中北大学

化学工程系

王久芬

中北大学

化学工程系

杜拴丽

中北大学

化学工程系

王久芬

中北大学

化学工程系

杜拴丽

中北大学

化学工程系

王久芬

中北大学

化学工程系

杜拴丽

中北大学

化学工程系

王久芬

中北大学

化学工程系

杜拴丽

中北大学

化学工程系

王久芬

中北大学

化学工程系

第1版前言

高聚物合成工艺是工科高等院校化学工程与工艺、高分子材料与工程等专业本科学生的一门必修的专业课程。

本书根据作者多年的教学经验、生产实践和科学研究成果编写而成。本书的特点是：

1. 以《高分子化学》为理论基础，按聚合反应机理：自由基聚合、离子聚合、线型缩聚、体型缩聚和逐步加成聚合顺序排列。

2. 在按自由基聚合机理合成的高聚物中，又按聚合实施方法不同分为四章，按其他聚合机理合成的高聚物各为一章，最后一章是高聚物改性工艺。

3. 按高聚物的生产方法分章编写，避免按高聚物品种分章造成的生产方法重复的缺陷。

4. 本书以聚合反应原理为理论根据，介绍主要高聚物品种的工业生产方法，并指明其在生产工艺上具有的特点。

5. 注重根据聚合反应原理分析其工艺条件制定的原则，使读者知其然，还要知其所以然，将理论与实践有机地结合起来，指导新产品的开发。

6. 每章后附参考文献和习题。

本书第三章“自由基本体聚合原理及生产工艺”、第四章“自由基悬浮聚合原理及生产工艺”、第五章“自由基溶液聚合原理及生产工艺”和第十一章“高聚物改性工艺”由中北大学高建峰编写，其余均由中北大学王久芬编写，王久芬任主编，对全书负责修改统稿。

在编写本书的过程中参考了诸多文献，均列于各章之后，在此特向相关作者深致谢意。

由于编者的水平所限，本书在内容选择和文字表达上的不足在所难免，敬请读者指正。

主编 王久芬
中北大学化学工程系

目 录

第一章 绪论	1
第一节 高分子工业和高分子科学发展简史	1
第二节 高分子材料的特性及其在国民经济各部门中的应用	5
第三节 高分子化合物的生产过程	9
第四节 高分子合成工业的三废处理与安全生产	18
习题	19
参考文献	20
第二章 生产单体的原料路线	21
第一节 引言	21
第二节 石油化工原料路线	22
第三节 煤炭原料路线与其他原料路线	28
习题	29
参考文献	29
第三章 自基本体聚合原理及生产工艺	31
第一节 自基本体聚合原理	31
第二节 甲基丙烯酸甲酯自基本体聚合生产工艺	32
第三节 乙烯高压气相自基本体聚合——低密度聚乙烯 (LDPE) 的 生产工艺	37
第四节 苯乙烯熔融本体聚合和溶液-本体聚合生产工艺	42
第五节 氯乙烯非均相本体聚合生产工艺	47
习题	49
参考文献	50
第四章 自由基悬浮聚合原理及生产工艺	51
第一节 自由基悬浮聚合原理	51
第二节 氯乙烯悬浮聚合生产工艺	57
第三节 苯乙烯-丙烯腈悬浮共聚合生产工艺	67
第四节 分散聚合法制备单分散聚醋酸乙烯微球	70

习题	79
参考文献	79
第五章 自由基溶液聚合原理及生产工艺	81
第一节 自由基溶液聚合原理	81
第二节 醋酸乙烯溶液聚合生产工艺和聚乙烯醇(PVA)的生产 工艺	85
第三节 丙烯腈溶液聚合生产工艺	96
第四节 聚丙烯酸酯侧链液晶高聚物的制备	105
习题	119
参考文献	120
第六章 自由基乳液聚合原理及生产工艺	121
第一节 自由基乳液聚合原理	121
第二节 丁二烯-苯乙烯乳液共聚合——丁-苯橡胶的生产工艺	125
第三节 种子乳液聚合——糊用聚氯乙烯的生产工艺	134
第四节 反相乳液聚合合成超高相对分子质量聚丙烯酰胺	136
习题	138
参考文献	139
第七章 离子聚合原理及生产工艺	140
第一节 离子聚合原理	140
第二节 乙烯气相本体聚合(低压法)——高密度聚乙烯(HDPE)的 生产工艺	145
第三节 丙烯非均相溶液聚合(淤浆法)生产工艺	147
第四节 聚丁二烯橡胶(PBR)的生产工艺	151
第五节 丁基橡胶(IIR)的生产工艺	156
第六节 四氢呋喃阳离子开环聚合——端羟基聚四 氢呋喃的合成	160
习题	161
参考文献	162
第八章 线型缩聚原理及生产工艺	163
第一节 线型缩聚原理	163
第二节 熔融缩聚生产工艺	170
第三节 界面缩聚生产工艺	180
第四节 低相对分子质量端羟基聚己二酸乙二醇酯的合成	183
第五节 主链型热致液晶共聚酯的合成	184

习题	190
参考文献	191
第九章 体型缩聚原理及生产工艺	192
第一节 体型缩聚概述	192
第二节 脲醛树脂低聚物的生产和固化反应	193
第三节 醇酸树脂低聚物的合成和固化反应	195
第四节 不饱和聚酯树脂低聚物的合成和固化反应	196
第五节 环氧树脂的生产工艺	198
第六节 压塑粉的生产工艺	208
第七节 玻璃钢及层压塑料的生产工艺	211
习题	214
参考文献	215
第十章 逐步加成聚合原理及生产工艺	216
第一节 概述	216
第二节 聚氨酯的合成原理	217
第三节 聚氨酯泡沫塑料的生产工艺	222
第四节 聚氨酯涂料的生产工艺	226
第五节 聚氨酯橡胶的生产工艺	230
第六节 聚氨酯胶黏剂的生产工艺	232
习题	234
参考文献	235
第十一章 高聚物改性工艺	236
第一节 概述	236
第二节 接枝共聚工艺	238
第三节 嵌段共聚工艺	251
第四节 交叉渗透交联工艺	258
第五节 机械共混工艺	260
习题	261
参考文献	262

第一章 绪 论

第一节 高分子工业和高分子科学发展简史

为了使读者对高分子工业和高分子科学发展简史有个概括的了解,现简述高分子工业和高分子科学发展史上各个历史时期的发展特征。

1. 19 世纪以前

(1) 高分子工业

人类仅仅局限于对天然高分子材料的加工利用。例如:对食品淀粉和蛋白质的加工利用;对棉、麻、丝、毛、皮革、木材、竹材和天然橡胶的加工利用;对造纸、油漆和生胶的加工利用。

(2) 高分子科学

1838 年 Berzelius 提出 Polymer 一词。

2. 19 世纪中叶

(1) 高分子工业

人类对天然高分子化合物进行化学改性。例如:天然橡胶的硫化、纤维素硝化、人造丝工厂和黏胶纤维工厂的建立;与此同时,有多种缩聚高聚物和加聚高聚物的合成工作初步形成,如聚醚、聚己内酰胺、聚异戊二烯、聚苯乙烯和聚甲基丙烯酸甲酯等的合成。

(2) 高分子科学

人们开始意识到纤维素、淀粉和蛋白质是大分子;确定了天然橡胶的干馏产物是异戊二烯,即天然橡胶的结构式与聚异戊二烯的结构式相同。正因为如此,聚异戊二烯俗称合成天然橡胶。

3. 20 世纪初期

20 世纪初期是高分子工业和高分子科学创立的准备时期。

(1) 高分子工业

多种塑料、合成纤维和合成橡胶得到开发,开始形成较完整的高分子工业体系。其标志是酚醛树脂工业化(酚醛树脂是第一个工业化的合成树脂),随后又出现了丁钠橡胶、醋酸纤维和塑料、醇酸树脂、脲醛树脂、聚醋酸乙烯、聚乙烯醇和聚甲基丙烯酸甲酯等合成树脂。

(2) 高分子科学

高分子的长链概念获得公认;认识到蛋白质是由氨基酸残基组成的多肽结构;确认纤维素和淀粉是由葡萄糖残基组成;共价键连接的大分子概念的提出;各种聚合反应理论的出现。

4. 20 世纪 30 年代 ~ 40 年代

20 世纪 30 年代 ~ 40 年代是高分子工业和高分子科学创立时期。

(1) 高分子工业

塑料中已出现了聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚偏二氯乙烯、聚苯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、高压聚乙烯、ABS 树脂、聚氨酯、聚四氟乙烯和中压高密度聚乙烯;合成纤维中已出现了尼龙-66、尼龙-6、聚氯乙烯纤维、聚丙烯腈纤维、聚氨酯纤维、涤纶纤维和维尼纶纤维;合成橡胶中已出现了氯丁橡胶、丁基橡胶和丁苯橡胶。

(2) 高分子科学

纤维素相对分子质量的测定(黏度法、渗透压法和端基法);现代高分子概念获得公认并正式确定;出版了 H. Staudinger 编著的《高分子有机化合物》, W. H. Carothers、P. J. Flory 编著的《缩聚反应理论》, Flory、Alfrey 和 Price 编著的《橡胶弹性理论》、《链式聚合反应和共聚理论》等;高分子溶液理论和乳液聚合理论的出现;各种溶液法测定聚合物相对分子质量方法的建立。

5. 20 世纪 50 年代

20 世纪 50 年代是现代高分子合成工业确立和高分子合成化学大发展时期。

(1) 高分子工业

20 世纪 50 年代以后全世界高分子材料的生产蓬勃发展,几乎以 12% ~ 15% 的年增长率高速发展。其原因一方面是由于高分子材料本身品种繁多、性能优良、容易进行成型加工、成本低廉和用途广泛,另一方面是石油化工工业的发展为高分子工业提供了廉价的原料。因此,20 世纪 50 年代是现代高分子合成工业确立和高分子合成化学大发展时期。出现了低压高密度聚乙烯(HDPE)、聚丙烯(PP)、顺丁橡胶(PBR)、聚甲醛(PMO)和聚碳酸酯(PC)等众多新产品。

(2) 高分子科学

新的聚合方法的出现:Ziegler-Natta 引发剂和定向聚合、阴离子活性聚合和阳离子聚合;结晶聚合物研究的发展;聚乙烯单晶的获得;肌血球朊结构的测定;蛋白质 α -螺旋结构的提出和反螺旋结构的发现等。

6. 20 世纪 60 年代

20 世纪 60 年代是工程塑料的发展以及高分子物理大发展时期。

(1) 高分子工业

工程塑料芳香族聚酰胺、聚酰亚胺 (PI)、聚苯醚 (PPO)、聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 的开发;耐高温的高分子的开发;异戊橡胶和乙-丙橡胶等的开发。

(2) 高分子科学

结晶高分子、高分子的黏弹性和流变性研究进一步开展;各种近代研究方法在分子结构研究中的应用和发展;凝胶渗透色谱 (GPC) 的发明和相对分子质量分布的测定;各种热谱、力谱和电镜等的应用。

7. 20 世纪 70 年代

20 世纪 70 年代是高分子工业和高分子科学大发展时期。

(1) 高分子工业

高分子工业发展的标志是高聚物生产的高效化、自动化和大型化。大型高聚物合成设备,如 230m^3 PVC 悬浮聚合釜的出现,300kt 级 PE 和 PP 工厂的建立。高分子共混物、高分子合金如 ABS、MBS、高抗冲聚苯乙烯 (HIPS)、高分子复合材料如碳纤维复合材料等的开发;聚乙烯薄膜的制备;导电高分子材料和高模量聚芳香酰胺纤维的开发。

20 世纪 70 年代合成纤维产量约 10,000 kt,化学纤维产量约 5,000 kt,天然纤维产量约 15,000 kt,合成橡胶产量约 7,000kt,天然橡胶产量约 3,500kt,塑料产量约 60,000kt。

美国有 1/2 的化学工作者从事高分子的生产和研究工作。

(2) 高分子科学

PE 和 PVC 本体聚合方法、乙烯低压气相本体聚合方法的出现;PE 和 PP 高效引发剂的研制;高分子共混理论的发展。

8. 20 世纪 80 年代

20 世纪 80 年代是精细高分子、功能高分子和生物高分子的发展时期。

(1) 高分子工业

20 世纪 80 年代初,三大合成材料超过 100,000kt,其中塑料 85,000kt,以体积计已超过钢铁的产量。

(2) 高分子科学

高分子分子设计;基团转移聚合的提出,如 3-甲基-1-丁烯的阳离子聚合,其结果由 1,2-聚合变为 1,3-聚合,这种聚合是通过负氢原子转移或正电荷移位而形成的,特称为负氢转移的异构化聚合;又如丙烯酰胺的阴离子聚合,其聚合物为尼龙-3。

由于对高分子的结构与性能之间的关系已经积累了相当充分的认识,对合成原理、聚合实施方法、化学改性和加工工艺都已经有了很好的理论基础和丰富

的实践知识,从而为高分子设计提供了依据和条件,高分子分子设计已经提到议事日程,将要成为现实。

9. 20 世纪 90 年代

(1) 高分子工业

新的催化工艺和聚合方法不断涌现,如 Exxon 公司于 1991 年首先实现了茂金属催化聚乙烯的工业规模生产。高分子材料的发展,尤其是耐高温、耐辐射、耐烧蚀、高绝缘性能和高强度的特种高分子以及具有各种特殊物理化学和生物功能的功能高分子的发展迅猛异常。材料的功能化,已经成为各种材料发展的重要方向。特种高分子和功能高分子是 20 世纪 90 年代和今后高分子的重要发展方向。

1995 年,在三大合成材料中占第一位的塑料的世界年产量为 119,600kt,1997 年世界塑料的年产量为 134,600kt,1998 年 PE 世界年产量已达 900kt。

(2) 高分子科学

20 世纪 90 年代以来在高分子合成领域中,前沿领域是可控聚合反应,包括立构控制、相对分子质量分布控制、构筑控制和序列分布控制等。其中,活性自由基聚合和迭代合成化学研究最为活跃。不少科学家预言,高分子科学发展的重大突破将发生在生物医学高分子方面,它是高分子和生命科学的结合部。在生物体内种种生物大分子的极为有效的生物合成方法,种种神奇的功能也将是高分子科学家努力进行探索并加以模仿的目标。

10. 21 世纪初期

寻找更新的催化工艺和聚合方法将是 21 世纪高分子领域的发展方向。用于烯烃聚合的新型催化剂如茂金属催化体系和近年来用于聚丙烯生产的颗粒聚合技术的发现正是催化工艺和聚合方法进展的一个实例。

(1) 高分子工业

制备耐 450℃ ~ 600℃ 高温特种高分子、强度达 200MPa 的通用树脂的加工技术、特种有机纤维、可作为人造肌肉的聚合物智能材料、完全降解的高分子材料、生物医用高分子、高性能低成本高分子材料、聚合和加工一体化技术、高分子分子设计和仿生技术等是目前新材料技术领域高分子材料的研究方向;具有特殊功能的高分子材料如光电磁功能高分子的研究也将继续被广泛关注。采用引发转移终止剂将常用的烯类单体进行活性自由基聚合,制备嵌段共聚物或接枝共聚物是高分子合成目前的热门研究方向。

(2) 高分子科学

高分子学科和其他学科的交叉是高分子科学今后发展的一个趋势。高分子科学与超分子科学交汇;大分子与小分子的组装体系研究;分子与分子的聚集体

(超分子的聚集体),以及组装体系的性质、功能的研究;高分子科学与生物科学交汇,生物医用高分子材料等的研究。

高分子科学自高分子长链概念的确立起,经过近百年的发展,尤其是近 40 年的发展,已发展成为一门相当完整、相对独立的基础科学。

第二节 高分子材料的特性及其在国民经济各部门中的应用

高分子材料是指三大合成材料、涂料、胶黏剂、离子交换树脂及特种高分子化合物。

一、三大合成材料

高分子化合物有天然的高分子化合物和合成的高分子化合物。天然的高分子化合物是自然界中动物和植物生长的高分子化合物,如蛋白质、淀粉、棉、麻、丝、毛、木材、竹材和天然橡胶等。这些天然的高分子远不能满足人们的需要。目前,人们已经合成了品种繁多、性能优良的高分子化合物,它们的形态是黏稠的液态低聚体、坚韧的固体或高弹性的弹性体。前者称为合成树脂,后者称为合成橡胶。纯粹的合成树脂或合成橡胶通常不能直接用来成型加工,而必须加入适当种类和适当数量的添加剂(或称助剂),经过适当的混合方法才能将合成树脂制成合成纤维及其制品、塑料及其制品;将合成橡胶通过硫化制成橡胶制品,如轮胎和绝缘板等。除此之外,还可以制成涂料、胶黏剂和离子交换树脂等高分子材料。因此,合成树脂和合成橡胶仅是塑料、合成纤维和合成橡胶的最主要的原料(基材)。这些以高聚物为基础的有机材料统称为合成材料。其中以合成纤维、塑料和合成橡胶产量最大,与国民经济和人民生活密切相关。因此,称为三大合成材料。

1. 塑料

(1) 定义

塑料是指以合成树脂为基材,添加润滑剂、稳定剂和填料等助剂,经混炼、造粒制成的可以进行塑性加工的高分子材料。作为塑料基材的合成树脂是线型、固体状态的高聚物或具有反应活性的液态低聚物。塑料经成型加工后可制成具有一定形状和一定强度的塑料制品。塑料具有质轻、绝缘、耐腐蚀和容易进行成型加工等特点。

(2) 塑料的分类

① 热塑性塑料和热固性塑料 根据塑料受热时行为的不同,可将塑料分为

热塑性塑料和热固性塑料。热塑性塑料是指可以反复受热软化或熔融,因而可以反复进行成型加工的塑料。作热塑性塑料基材的合成树脂是线型的固体状态的高聚物,如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、尼龙和ABS树脂等。热固性塑料是指固化成型后如再加热时不能熔融,加热时则分解,因而只能进行一次成型加工的塑料。作为热固性塑料基材的合成树脂是具有反应活性的液态低聚物,如酚醛树脂、脲醛树脂、不饱和聚酯树脂、环氧树脂和聚氨酯等。

② 通用塑料和工程塑料 根据塑料的产量和使用情况可将塑料分为通用塑料和工程塑料。通用塑料是指产量大、成本低、应用面广的塑料,如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、酚醛树脂、脲醛树脂、不饱和聚酯树脂、环氧树脂和聚氨酯等。它们的产量大、成本低,性能多样化,主要用于生产日用品或一般的工农业用品,如聚氯乙烯人造革、聚乙烯薄膜、聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯板材、聚氯乙烯管材和电线电缆绝缘材料等。工程塑料是指可以代替金属材料作为工程材料的塑料,如聚碳酸酯、尼龙、聚甲醛、氯化聚醚、聚四氟乙烯、聚砒、聚酰亚胺、高密度聚乙烯、ABS塑料和玻璃纤维增强塑料等。

2. 合成纤维

合成纤维是以线型热塑性合成树脂为基材,添加溶剂、消光剂、防静电剂等助剂制成的可以进行抽丝加工的高分子材料。

理论上线型热塑性合成树脂都可以经过纺丝制成合成纤维,但是有些高聚物品种由于纤维强度太低或软化温度太低而不适合作纤维。工业上合成纤维品种主要有聚酯纤维(涤纶)、聚丙烯腈纤维(腈纶)、聚酰胺纤维(尼龙、锦纶)、聚乙烯醇缩甲醛纤维(维尼纶),其次有聚丙烯纤维(丙纶)、聚氯乙烯纤维(氯纶)和聚氨酯纤维(氨纶)等。全世界范围内以前三种合成纤维产量最大。此外,还有耐高温、耐腐蚀或耐辐射等特殊用途的合成纤维如聚芳香酰胺纤维和聚酰亚胺纤维等。

合成纤维与天然纤维相比较,具有强度高、不被虫蛀、耐摩擦和耐化学腐蚀等优点;其缺点是不易着色、未经处理时产生静电、吸湿性和透气性差。因此,合成纤维制成的衣物易污染、不吸汗、夏天穿着时感到闷热。

3. 合成橡胶

合成橡胶是室温下具有高弹性的高聚物加入硫化剂、硫化促进剂、防老剂、软化剂、增强剂和填充剂等助剂(配合剂),经塑炼、硫化后可以制成橡胶制品的高分子材料。

合成橡胶经硫化后可以消除永久变形,使变形后能够迅速、完全恢复原状。合成橡胶分为通用合成橡胶和特种合成橡胶两大类。通用合成橡胶主要代替部分天然橡胶生产轮胎、胶鞋、胶管和胶带等制品,如丁-苯橡胶、顺丁橡胶、丁基橡

胶、乙-丙橡胶和异戊橡胶等。特种合成橡胶主要制造耐热、耐老化、耐油和耐腐蚀等特殊用途的橡胶制品,如氟橡胶、有机硅橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶和聚氨酯橡胶等。

合成橡胶主要用来制造橡胶制品,其次用来制造胶黏剂、塑料的改性剂。所以,合成橡胶的产量低于塑料。

合成树脂与合成橡胶还可以用来生产涂料、胶黏剂和离子交换树脂等合成材料。天然高聚物的主要用途如图 1-1 所示,合成高聚物的主要用途如图 1-2 所示。

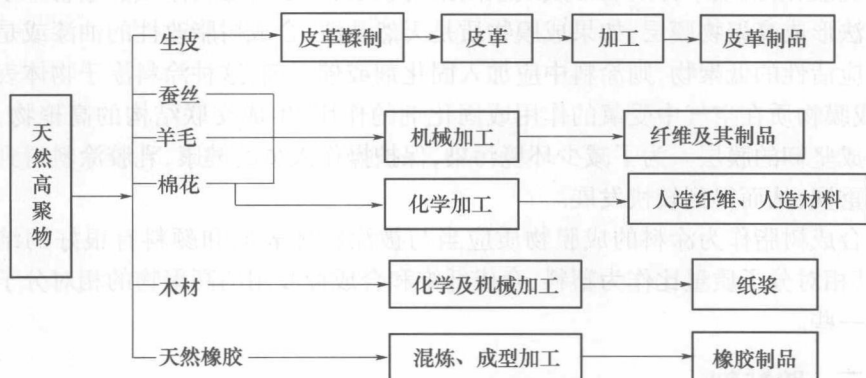


图 1-1 天然高聚物的主要用途

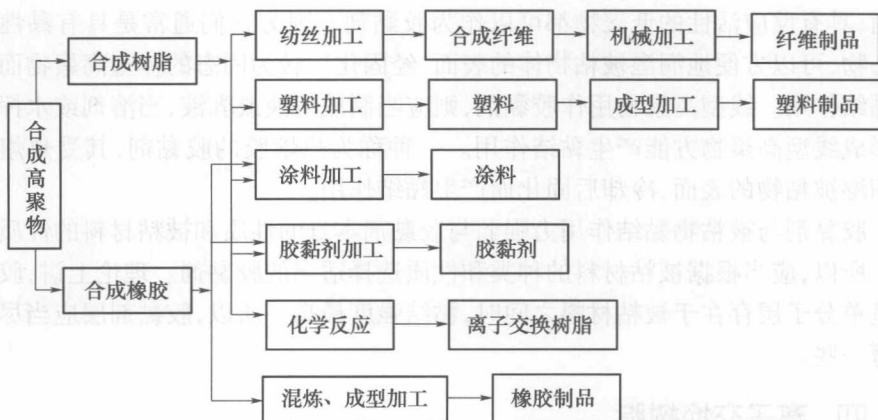


图 1-2 合成高聚物的主要用途