

普通高等教育“十二五”规划教材

化工新材料 概论

汪怀远 主编

HUAGONG XINCAILIAO GAILUN



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

化工新材料 概论

汪怀远 主编

HUAGONG XINCAILIAO GAILUN



化学工业出版社

·北京·

本书简述了化工新材料的基本知识,全面介绍了各种化工新材料(诸如聚合物材料、功能高分子、医用高分子、有机硅、有机氟、新型涂料、绿色高分子、油田高分子新材料、纳米材料及其应用、新型无机陶瓷、生物基材料、膜材料及其应用,催化材料及其应用,环境能源新材料等)的性质特点和应用,同时将它们的新进展、新发展融入到本书中。让学生在掌握各种化工新材料的概念、性质特点及应用的同时,了解它们的新进展和发展前景。此外,还包含部分化工新材料的合成、配方及加工设备等,力争做到总揽全局、全面又不失重点。

本书可作为高等院校化工专业、材料化学、材料相关专业本科生的必修或选修课教材,以及上述专业研究生的参考教材,也可作为从事化工材料研究、工程技术和管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化工新材料概论/汪怀远主编. —北京:化学工业出版社, 2011. 12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-12832-4

I. 化… II. 汪… III. 化工材料 IV. TQ04

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第237325号

责任编辑:彭喜英 杜进祥
责任校对:边涛

装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数440千字 2012年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00元

版权所有 违者必究

前言

化工新材料具有质量轻、性能优异、功能性强、技术含量高、附加值高等特点,发展化工新材料产业对国民经济各个领域,尤其是高技术及尖端技术领域具有重要支撑作用,而且在应对全球性的能源危机、气候问题、环境污染及水资源匮乏等紧迫问题上发挥着越来越重要的作用。如今,化工新材料产业已成为国民经济带中最具活力的元素,是拉动国内经济增量的主导产业,将会成为未来我国经济的新增长点。

在成都举行的第三届国际化工新材料峰会上,与会领导人及业界人士达成共识,认为化工新材料的不断发展将为中国绿色经济提供持续的发展动力,是中国节能减排、抢占低碳经济制高点的关键之一。国内许多省份纷纷制定各种优先重点发展化工新材料的政策与措施。目前,我国化工新材料已初步形成了一个新兴的化工产业门类,具有很好的发展前景。化工新材料课程在许多高校、大专院校势必会得到重视,开展起来。

本书具有明显的特点,不仅介绍各种化工新材料(诸如绿色高分子材料、油田高分子新材料、纳米材料及其应用、新型无机陶瓷材料、生物基材料、膜材料及其应用、催化材料及其应用、环境能源新材料等),还将它们的新进展、新发展融入到书中。力争做到总揽全局、全面又不失重点,点面结合,深浅相得。让学生在掌握基础知识的同时,了解化工新材料最新进展和发展趋势。

本教材是以介绍化工新材料为目的的一本内容比较新颖的教材,是学生毕业后从事技术管理、项目开发、化工新材料设计及生产工作必须掌握或了解的专业课教材。通过本课程的学习,要求考生掌握化工新材料的种类、性质、用途,典型化工新材料的合成、配方及加工方法等,为学生毕业后从事材料、化工及相关专业技术、生产管理等工作奠定坚实的基础。

本书可作为高等院校化工专业、材料化学、材料其它相关专业本科生的必修或选修课教材,以及上述专业研究生的参考教材,也可作为化工材料研究、工程技术和管理人员的参考书。

本书由东北石油大学汪怀远编写第一~第八章,朱艳吉编写第九~第十一章、第十九章,舒静编写第十二~第十四章、第十七、第十八章,李丽丽编写第十五、第十六章、第二

十章。全书由汪怀远统稿。

本教材的编写得到了编者所在单位和领导的大力支持，同时得到多位国内材料、化工领域专家的大力指导和帮助，在此一并表示感谢。

因学术水平有限，不当之处在所难免，真诚期待广大读者批评指正。

编者
2011 年 8 月

目 录

第一章 绪 论

1.1 化工新材料	2
1.2 高分子材料	7

第二章 通用塑料与工程塑料

2.1 塑料概述	13
2.2 通用塑料	15
2.3 工程塑料	16
2.4 塑料成型加工	23
2.5 塑料的选用	26
2.6 通用塑料与工程塑料的发展方向	27

第三章 聚烯烃材料及其改性

3.1 聚烯烃材料的定义	30
3.2 聚烯烃材料的种类及性质特点	30
3.3 聚烯烃材料	31
3.4 聚烯烃材料发展方向	37

第四章 聚合物基复合材料

4.1 基本概念	40
4.2 聚合物基复合材料	41
4.3 典型聚合物基复合材料	47
4.4 聚合物基复合材料的成型方法	52
4.5 聚合物基复合材料的发展与趋势	54

第五章 橡胶及其新品种

5.1 橡胶概述	57
5.2 天然橡胶与合成橡胶	57
5.3 橡胶通用加工工艺	59
5.4 橡胶改性及橡胶新产品	60
5.5 橡胶的发展趋势	65

第六章 功能高分子材料

6.1 概述	67
6.2 典型功能高分子材料的性质、特点及应用	68
6.3 功能高分子材料的发展与趋势	78

第七章 医用高分子

7.1 医用高分子概述	80
7.2 医用高分子的分类	80
7.3 医用高分子的使用要求	82
7.4 典型医用高分子及其应用	82
7.5 医用高分子材料发展趋势	87

第八章 有机硅材料

8.1 有机硅材料概述	90
8.2 有机硅材料的种类	91
8.3 典型有机硅材料及其应用	91
8.4 有机硅材料发展方向	97

第九章 有机氟材料

9.1 有机氟材料概述	100
9.2 氟氯烷及代用品、氟烯烃、含氟芳烃	102
9.3 典型有机氟材料的性质特点及应用	103
9.4 有机氟材料发展方向	108

第十章 纤维及特种纤维

10.1 纤维的基本知识	110
10.2 纤维的主要品种	110
10.3 典型无机纤维及其应用	111
10.4 典型有机纤维及其应用	118
10.5 特种合成纤维及应用	120

10.6 纤维及特种纤维的发展方向	122
-------------------------	-----

第十一章 新型涂料

11.1 涂料的基本知识	124
11.2 涂料的基本理论	125
11.3 涂料新品种简介	131
11.4 建筑涂料	136
11.5 涂料的新发展与趋势	137

第十二章 聚氨酯材料

12.1 聚氨酯合成材料的发展进展	140
12.2 聚氨酯化学	141
12.3 聚氨酯泡沫塑料	146
12.4 聚氨酯弹性体	152
12.5 聚氨酯涂料	154

第十三章 绿色高分子材料

13.1 绿色高分子材料概念	156
13.2 绿色高分子材料生态设计原则	157
13.3 高分子材料再生利用技术	158
13.4 典型高分子材料的再生利用	161
13.5 可降解绿色高分子材料的用途	166

第十四章 油田高分子材料

14.1 油田高分子概述	169
14.2 钻井用高分子材料	170
14.3 采油用高分子	173
14.4 油气集输用高分子	177
14.5 油田水处理用高分子	179
14.6 油田高分子发展趋势及建议	182

第十五章 纳米材料及其应用

15.1 纳米材料的概念与性质	183
15.2 纳米材料的表征与测试	185
15.3 纳米材料的制备方法	187
15.4 纳米材料的表面改性及应用	189
15.5 纳米材料的应用及发展趋势	191

第十六章 新型无机陶瓷材料

16.1 陶瓷材料概述	195
16.2 特种功能陶瓷	197
16.3 陶瓷基复合材料	203
16.4 新型高性能陶瓷材料发展趋势	204

第十七章 生物基材料

17.1 概述	206
17.2 生物基材料制备思路和方法	207
17.3 生物基材料制备	209
17.4 典型生物基高分子材料	212

第十八章 膜材料及其应用

18.1 膜及膜材料	220
18.2 膜材料的制备	227
18.3 膜技术简介	230
18.4 膜及膜材料的发展趋势	233

第十九章 催化材料及其应用

19.1 催化剂基本知识	235
19.2 分子筛及其应用	238
19.3 光催化材料及其应用	241
19.4 催化新材料的发展趋势	243

第二十章 清洁能源新材料

20.1 清洁能源概述	245
20.2 氢能与燃料电池	250
20.3 太阳能与生物质能及其材料	259

第一章 绪 论

新材料是科技进步的基石，是国民经济各行业，特别是战略性新兴产业发展的重要基础。不管是航空航天、国防尖端技术领域的发展，节能减排国策的贯彻实施，还是人们日常生活中各种新型仪器设备的不断问世，都离不开新材料的开发和应用。

如今，新材料产业已经渗透到国民经济、国防建设和社会生活的各个领域，支撑着一大批高新技术产业的发展，对国民经济的发展具有举足轻重的作用，将成为各个国家抢占未来经济发展制高点的重要领域。新型陶瓷材料、微电子材料、生物医用材料、生态环境材料、超导材料、LED 液晶电视、液晶电脑、碳纤维高尔夫球杆、纳米改性涂料、纳米孔超级绝热材料、纳米自洁玻璃、纳米材料空气净化器、新型塑钢门窗等新材料不断问世。新材料正在以前所未有的速度改变我们的世界，改变我们的生活。

新材料是指新近发展的或正在研发的、性能突出的某些材料，具有传统材料所不具备的优异性能、新功能或特殊功能的材料。新材料与传统材料之间并没有截然的分界线，新材料可在传统材料基础上发展而成。传统材料通过组成、结构、设计和工艺上的改进来提高性能或使材料具备新的性能，从而可发展成为新材料。新材料作为高新技术的基础和先导，应用范围极其广泛，它同信息技术、生物技术一起成为 21 世纪最重要和最具发展潜力的三大新兴领域。

新材料技术则是按照人们的意志，通过物理研究、材料设计、材料加工、试验评价等一系列研究过程，创造出能满足各种性能需求的新型材料技术。新材料可以从结构组成、功能和应用领域等多种不同角度对其进行分类，不同的分类之间往往相互交叉和嵌套。

随着社会科技的进步和新兴产业的快速发展，对新材料的种类和数量的需求都大大增加，新材料市场需求前景十分广阔。以新材料为支撑的新兴产业（如计算机、通讯、绿色能源、生物医药、纳米产业等）的快速发展，对新材料的需求必将进一步扩大。

节能减排、低碳经济已成为全球最为关注的焦点和发展的主题。将引领全球经济进行重大变革，将为众多产业带来新的机遇和挑战。新材料产业既是实体经济支撑性产业之一，同时又代表着高新技术的尖端领域，再加上与节能减排、低碳经济的高度协调，已经成为当今世界重点关注的领域之一。在这样的大好形势之下，各国新材料产业唯有抓住这次良机，开拓进取，才能占领新兴战略性产业的高地。美国、日本、欧洲等发达国家和地区都把新材料作为科技发展战略的重要组成部分，在制定国家科技与产业发展计划时，将新材料技术列为优先发展的关键技术之一，予以重点支持。近十年，我国也十分重视新材料与技术的发展，

已将其列为重点发展的战略性行业之一。

1.1 化工新材料

1.1.1 化工新材料简介

化工新材料是指通过化学合成的手段或化工过程生产的新材料，以及部分以化学合成的化工新材料为基础通过二次加工生产的复合材料。

化工新材料是新材料产业的主要组成部分，是化学工业中最具活力和发展潜力的新领域。一般来说，化工新材料主要包括功能高分子材料、工程塑料及其合金、有机硅、有机氟、新型纤维及特种纤维、复合材料、微电子化工材料、纳米化工材料、特种橡胶、聚氨酯、高性能聚烯烃、新型涂料及特种涂料、特种胶黏剂、特种助剂等十多个大类品种。本书将在后续章节比较系统地介绍其主要品种。

从物质结构看，化学合成的化工新材料主要指有机材料，也包括少量的无机材料（主要是无机非金属的纳米粉体和纤维材料）。

从产品的工业类别看，化工新材料包括三类产品：一是新领域的高端化工材料；二是传统化工材料的高端品种；三是通过二次加工生产的化工新材料（如高端涂料、高端胶黏剂、功能性膜材料等）。

1.1.1.1 新领域的高端化工材料

新领域的高端化工材料具有与传统化工材料（通用塑料、通用橡胶、普通化纤）完全不同的化学结构，主要包括有机硅材料、有机氟材料、工程塑料、特种橡胶、高性能纤维、生物基化工新材料六类产品。其中工程塑料主要包括聚碳酸酯、聚甲醛、尼龙、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯醚五大通用工程塑料和聚醚醚酮、聚酰亚胺、聚四氟乙烯、聚苯硫醚等特种工程塑料。特种橡胶包括除丁苯橡胶和顺丁橡胶以外的其它合成橡胶和各类热塑性弹性体。高性能纤维主要包括碳纤维、芳纶、碳纳米管、碳化硅纤维、氮化硅纤维、六钛酸钾纤维等。生物基化工新材料主要指可降解的生物基塑料、生物基橡胶。

1.1.1.2 传统化工材料的高端品种

传统化工材料的高端品种具有与传统化工材料相近的化学结构，但其聚合工艺、平均分子量、分子量分布与传统化工材料有较大差异，因而性能大大优于传统化工材料，例如，超高分子量聚乙烯（UHMWPE）、聚氯乙烯（PVC）糊树脂、高吸水性丙烯酸树脂、电子级环氧树脂等。

1.1.1.3 经二次加工的化工新材料

经二次加工的化工新材料主要指在化学合成的化工新材料基础上，与其它辅助材料和助剂相配合，通过混配、复合等工艺所生产的，仍作为材料使用的新品种，如氟涂料、硅涂料、有机硅胶黏剂、功能性膜材料等。功能性膜材料包括微滤膜、超滤膜、纳滤膜、反渗透膜、气体分离膜和离子交换膜等。

1.1.2 化工新材料的性质特点

与传统材料相比，化工新材料具有性能优异、技术含量高、技术壁垒高、产品附加值高、行业景气周期长等特点。

（1）性能优异 新材料的性能发展趋势为性能和功能快速增加，质量和性能得到惊人的

改进,而质量或体积的增长并不显著。例如,在建材里特别重要的是强度与密度性能,碳纤维就是一种既非常轻,又非常坚韧的新材料,它的该项性能(比强度)远远超过各种钢、铝材料以及合金。

(2) 技术壁垒高 化工新材料的技术壁垒普遍较高。许多化工新材料是国外知名公司的核心业务和利润的主要来源,其生产技术长期以来对我国严加保密,既不转让、也不合资。因此许多高端化工新材料,目前国内主要依赖于进口。今后国内需要加大自主创新力度和对进口技术进行消化吸收并创新。比如 MDI(二苯基甲烷二异氰酸酯)行业,具有明显的“寡头”性质。目前,世界上真正掌握 MDI 核心技术的只有 8 家公司,均为巴斯夫、拜耳等国际知名化工企业,国内只有烟台万华掌握了此项技术。

(3) 产品附加值高 化工新材料产品的附加值普遍挺高,相关企业的盈利能力强。比如有机硅行业,最近几年的行业毛利率都远高于普通化工产品。许多有机硅产品毛利率高达 50%,而普通化工产品的毛利率一般不足 20%。

(4) 行业景气周期长 目前,国内新材料的研究水平与国外发达国家相比,仍然存在差距,导致产能存在一定的缺口。一般来说,技术难度越大,产能缺口越大,对国外的依存度就越高,比如有机硅行业。技术的差距导致行业进入壁垒高、产能扩张进程较慢,因此行业景气周期比一般的行业要长得多。

1.1.3 化工新材料的应用

化工新材料一般首先应用于尖端技术、国防工业和新兴领域,然后在国民经济诸多领域逐步推广应用。我国化工新材料在其发展中形成了包括有机硅材料、有机氟材料、新型涂料、功能高分子材料、特种增强纤维及复合材料、工程塑料合金、新型合成胶黏剂、新型和特种合成橡胶、电子化学品材料、新型和特种化工助剂、某些专用料等十余类材料的一个新兴化工产业,对国民经济发展起着重要作用。

目前,我国化工新材料及其制品已应用于航天航空、石油化工、建筑材料、电子电气、轻工纺织、交通车辆、能源化工、航海、石油开采、冶金、机械、医疗医药、食品加工、办公机械、化妆品、果蔬保鲜和文物保护等国民经济的各个领域。下面简单介绍化工新材料应用的几个重点领域。

1.1.3.1 化工新材料在航空、航天工业中的应用

特种工程塑料已分别用作飞机的结构件和其它部件,如连接器、天线罩、发动机部件、离合器部件、尾舵部件、内装饰材料、舱内隔热板、绝缘隔热薄膜和耐高温胶黏剂等。硅橡胶用作复合玻璃夹层及包边材料和大功率高温软波导管护套。有机硅模塑料能耐高电压、强电流,可制作飞机发动机微动开关等。氟橡胶用作燃油系统和液压系统密封件、编织软管、胶布和型材、飞机发动机密封件和电缆保护套管等。高性能纤维及其复合材料可用作飞机机身部件机翼和尾翼等(如图 1-1)。芳纶及其纤维可用在降落伞和防护服上。

使用化工新材料是降低结构重量的主要途径,这对尖端技术和航天工业的发展具有巨大作用。特种工程塑料,如聚苯硫醚(PPS)、聚芳醚砜(PES)、聚酰亚胺(PI)和聚醚醚酮(PEEK)等可用作航天飞行器部件与隔热层、电器绝缘件、耐磨和高能量吸收部件等。PI 还用作人造卫星的天线介电材料、卫星与运载工具之间的接插件以及在火箭上用的耐高温、高强度胶黏剂等。硅橡胶可用作火箭喷管和返回式运载器耐烧蚀隔热层、耐寒密封条等。PTFE 等氟塑料可用作火箭涡轮泵发动机密封圈、同步卫星用彩色薄膜和复合密封护套、人造卫星温控涂料等。而高性能纤维及其复合材料可作火箭的耐烧蚀壳体等。

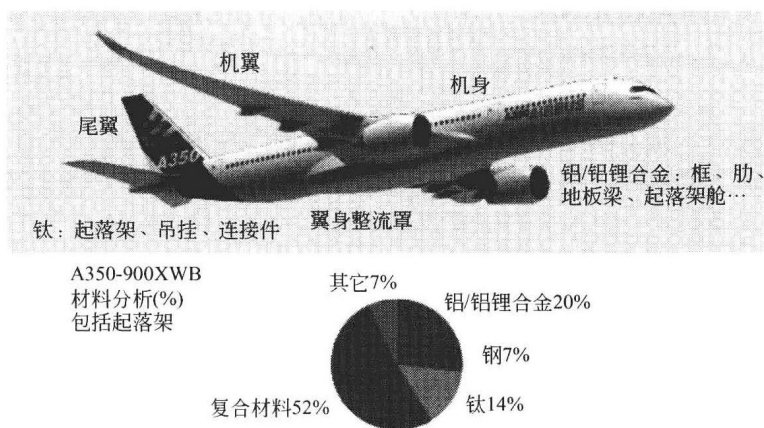


图 1-1 A350 飞机上各种材料的比例

1.1.3.2 化工新材料在电子/电器工业中的应用

化工新材料在电子/电器工业中已获得广泛应用，特别是在一些军事工业和尖端技术所用的电子电器中发挥着关键作用。如液晶聚合物（LCP）可用作线圈骨架、印刷线路板、集成电路元件、耐高低温电容器、计算机零部件、移动电话部件等。有机硅材料用于电子元器件包封和灌封、绝缘子、耐高温电线电缆包覆、绝缘涂料等。硅橡胶绝缘的电缆、电线，不仅耐热、耐燃、耐臭氧和耐辐照等，而且即使燃烧生成的氧化硅仍是绝缘体，其可靠性很高。高性能纤维及其复合材料可用作印刷线路板、绝缘纸、电子仪器零部件和抗电磁干扰屏蔽材料等。分离膜材料及其膜技术用于制备超纯水，在电子电器制备业中具有突出的作用。

1.1.3.3 化工新材料在机械、汽车和石油化工、建筑业中的应用

在机械工业中新型化工材料正以其优异的特性而不断取代金属，如硅橡胶可用作精密铸造的柔性模具，氟塑料可作自润滑轴承，纤维复合材料可作高性能机械零部件，它们均已在机械工业中使用。

新型化工材料在汽车中的应用也日益增多。如 PPS 用作阀件、气化和分配器部件；加成交联型 PI 可用作刹车片、减震器、轴承、垫圈和密封件；液晶高分子（LCP）用作燃油输送泵和桨叶、调速传感器和闭合器控制传感器护套、耐热和隔热部件；PEEK 用作发动机零部件和液力制动器的真空泵部件等；硅橡胶则可用作汽缸垫、安全气囊、火花塞电缆。随着汽车燃料的变化，发动机温度提高，燃油输送管需用氟橡胶作内壁。使用燃料电池作为动力的环境友好汽车是今后的发展方向，全氟磺酸树脂则是质子燃料电池的关键材料之一。高性能纤维及其复合材料可用作汽车板簧和刹车片部件，用其作汽车壳体的前景也十分看好。

化工新材料在石油化工中已获得广泛应用。化工新材料解决了化工生产中许多关键性难题，提高了效率、减少了污染，推动了一些传统化工的技术革命。化工新材料正以高性能、高附加值的高科技产品形象一改以往高污染、低附加值的传统化工产业的形象。随着世界各油田开采相继进入二次和三次采油，化工新材料在石油勘探开发中的作用也越来越大。如钻井高分子提高了钻进速度；油气开采高分子促进了压裂、酸化和堵水技术的发展，成为油田增产的有力保证；油田水处理高分子可提高采收率，降低成本，减少污染，节约大量水资源。

新型化工材料为建筑业向高层次发展创造了条件。以 PTFE 浸渍玻璃布作屋顶具有更好的透光性、机械强度和抗黏性，更高的使用温度和寿命，且施工简便，易于保养。聚偏氟

乙烯(PVDF)涂料可使外墙涂料色彩保持20年不变。有机硅建筑密封胶用作幕墙玻璃与铝合金间的黏结密封,机场跑道和高速公路的嵌缝粘接,提高和保证了建筑质量。高性能纤维可用于高层建筑混凝土结构,住房供暖设施,防静电地板等,现正在不断推广使用。聚氨酯硬质泡沫塑料可以满足当前建筑物节能降耗、减轻重量、降低造价等诸多方面的需要。此外,新型聚氨酯绝热层、聚氨酯胶黏剂和密封剂、聚氨酯涂料等在建筑上的应用也越来越广。

1.1.3.4 化工新材料在提高人们生活质量和保障身体健康方面的应用

新型化工材料的发展促进了人们生活质量的提高。现代家庭必备的电冰箱、家用电脑和办公设施、洗衣机、液晶电视机、微波炉等零部件和绝缘层,很多都与化工新材料紧密联系。氟树脂涂覆的不粘锅和厨房炊具已被千家万户所接受。PTFE膨胀膜复合织物制成的服装,可用作滑雪运动服、野外考察探险服及帐篷等;含氟织物处理剂具有透气防水、憎油和防污功能,织物经其处理制成风衣很受人们欢迎。用有机硅织物处理剂处理的织物,具有透气、防水或亲水、柔软、滑爽和丝绸感的特点。

化工新材料的应用大大改善人类赖以生存的环境,提高生活质量。用于水深度分离的膜材料可以保障人们饮水的洁净度,通过膜分离技术可制得廉价纯氧与 CO_2 ,以其混合替代空气进行燃烧,既可提高燃烧效率,也可杜绝废气中的氮化物,膜分离与清洁煤技术相结合,可以减轻大气污染问题。活性碳纤维是用作三废处理的优良吸附剂和除菌剂。

新型化工材料在体育用品方面也得到了广泛的应用。碳纤维复合材料、液晶聚合物和PEEK复合材料等已用于各种高级球拍、高尔夫球杆、钓鱼竿、雪橇、赛艇、游艇索具和自行车部件等制品。

新型化工材料在保障人体健康和延长人类寿命方面正显示出愈来愈大的作用。PTFE膨体管质地坚韧、抗渗,是血管系统理想的替代品。碳纤维及其复合材料与人体相容性极好,已成功地用作人体骨骼和韧带。有机硅材料可用作药物缓释胶囊、人体内的一些置换材料。特种工程塑料和碳纤维增强材料在医疗器械中也有着其重要的应用,大大改善了医疗条件。

1.1.4 化工新材料的发展与展望

在传统化工行业面临能源紧张、成本居高不下、市场竞争激烈等尴尬局面的情况下,化工新材料行业却以其国家政策大力支持、市场需求巨大、产品附加值高、技术进步迅速等优势立足,近些年来表现越发活跃。

随着催化剂技术、生物技术、纳米技术、组合化学技术的发展,技术人员对于微观化学合成领域控制能力的增强,使得化工新材料、新产品的合成更为灵活,速度不断加快,效率也大为提高。专用性、功能性产品日益成为化工新材料领域中发展最快、研究最活跃的领域。

总体上,化工新材料正在向高性能化、多功能化、低成本化、产品精细化、生产全球化、工艺无害化、装置大型化、应用普及化、创新持续化、竞争激烈化的方向发展。为满足新的生产制造需求和改进提高下游产品的性能、质量,全球各种各样的化工新材料、技术及产品的研发正如火如荼地开展。

(1) 国际化工新材料的发展 纵观当今世界化工新材料产业发展现状,主要呈现以下特点:一是美国、欧洲、日本等少数工业发达国家仍然是化工新材料的主要产销国,并垄断了先进的生产技术;二是主要跨国公司正在实施新一轮扩张计划,化工新材料全球化经销趋势日趋明显;三是亚太地区发展迅速,正成为化工新材料的投资热点;四是化工新材料的产业

规模在继续扩大,新品种层出不穷。

全球化工新材料的高性能、低成本及绿色化发展趋势明显。通用塑料的工程化、工程塑料的超韧成为世界各国聚合物改性的重点和热点。同时,装置大型化、工程化、单线生产能力提高是许多化工新材料发展的共同趋势。新材料技术的突破将使新材料产品实现高性能化、多功能化、智能化,从而降低生产成本,延长使用寿命,提高化工新材料产品的附加值和市场竞争力。

(2) 国内化工新材料的发展 我国化工新材料产业发展一直得到国家产业政策的扶持。特别是 20 世纪 90 年代以来,我国国民经济持续快速增长和高新技术的蓬勃发展,为化工新材料产业的发展开拓了前所未有的广阔市场,我国化工新材料产业已进入快速发展时期。据统计,2009 年我国化工新材料产业的总产值约为 1059 亿元,其中新领域的高端化工材料约占 64%,二次加工的化工新材料约占 30%,而传统化工材料的高端品种仅占 6%。当前,我国化工新材料产业发展的基本特征如下。

① 市场需求旺盛,并呈高速增长态势 目前,我国有机硅市场约占全球市场的 81.5%,而且正以每年 15% 的速度递增。聚氨酯市场年需求量达到 100 万吨,已超过日本,并在轻工、汽车、家电、建筑等领域得到了越来越广泛的应用。“十二五”期间,工程塑料需求年均增长率预计保持在 10%。

② 部分化工新材料初具产业规模 目前,国外生产的大类品种,我国基本上都已研制成功,部分化工新材料,如聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)工程塑料、聚酰胺、有机硅、含氟材料等品种已具有一定的生产规模。

③ 高性能化工新材料仍大量依赖进口 近些年来,我国化工新材料行业得到快速发展,国内自给率明显提高,目前自给率约为 56%,其中新领域的化工新材料国内自给率约为 52%。总体而言,中低档产品已基本实现国产化,而且已开始少量出口,但是高端产品仍大量依赖进口。如工程塑料大约 70% 需要进口,国内特种橡胶对外依存度也高达 70%,高质量碳纤维对外依存度超过 80%。

④ 国外大公司纷纷来华投资,抢占我国市场 跨入新世纪,经济全球化、市场国际化的趋势明显加剧。世界化工行业中心进一步向亚洲,特别是向中国转移。例如,德国拜耳公司在上海化工区建设 20 万吨/年聚碳酸酯。日本大金工业株式会社投资 1313 亿元在江苏常熟建设全球第四大氟化工生产基地,主要生产氟树脂、聚四氟乙烯、氟化乙烯-丙烯共聚物和氟橡胶产品等。

⑤ 与国外比较差距显著,缺乏国际竞争能力 我国化工新材料产业与国外比较,总体上存在很大差距。主要表现在:产业化进程缓慢,装置规模小,生产工艺落后、能耗高,效益差,产品档次偏低,品种牌号偏少,自主创新能力不足。

⑥ 我国化工新材料发展缓慢的制约因素分析 通过对国内外化工新材料的发展进程的初步分析,得到了造成我国化工新材料产业发展缓慢的主要因素如下:

第一,国外长期的技术封锁,自主创新能力不足,技术水平低;

第二,在化工新材料领域,长期以来以仿制国外技术和产品为主,许多关键技术一直未取得较大突破;

第三,没有建立以企业为主体,产、学、研联合的新材料产业化的有效机制;

第四,原材料质量差,例如,碳纤维原丝质量一直没有过关,成为制约我国碳纤维发展的瓶颈。生产有机硅的单体原料——氯硅烷有害杂质含量高,质量不好,难于保证高级有机硅生产的需要;

第五,资金投入严重不足。这也是我国化工新材料进展缓慢的主要原因之一。

我国化工新材料产业的重点发展方向有三个：一是高性能产品，特别是国家重点工程急需的产品；二是对外依存度高的针对下游细分市场的专用型产品；三是环保型产品，特别是化工行业自身节能降耗、治污减排所需的产品。

不断加强自主创新研究能力。只有拥有了更多的自主知识产权，国内才能在与国际巨头的市场竞争中获得优势地位。特别是通过自主研发掌握世界级核心技术的企业，才能利用高尖端技术生产出高附加值的化工新材料产品。

1.2 高分子材料

1.2.1 高分子的基本概念

1.2.1.1 高分子

高分子是由大量一种或几种较简单结构单元组成的大型分子，其中每一结构单元都包含几个连接在一起的原子，整个分子由一千个以上原子通过共价键结合形成，分子量可达几万至几百万，这类分子称为高分子，或称高分子化合物。高分子分为天然高分子和合成高分子。

1.2.1.2 天然高分子

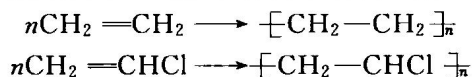
本身就存在于自然界中的高分子化合物称为天然高分子，如纤维素、淀粉、麻、棉、丝、毛皮、人体中的蛋白质、核酸、糖类等均属于天然高分子。

1.2.1.3 合成高分子

相对于天然高分子来说，用化学方法合成的高分子称为合成高分子，如聚乙烯、聚丙烯腈、聚氯乙烯、聚酰胺（尼龙）、聚苯硫醚、聚四氟乙烯、聚醚醚酮等都是常用的合成高分子材料。

1.2.1.4 单体与聚合度的概念

虽然高分子的分子量很大，构成的原子数成千上万，但是每一个高分子大多数是由许多相同的结构单元（称为链节）通过化学键连接起来的，所以说高分子的基本结构又是比较简单的。通常将形成高分子的低分子原料称为单体。例如，聚乙烯的单体是乙烯，聚氯乙烯的单体是氯乙烯。高分子中重复结构单元的数目称为聚合度，用 n 表示。



1.2.1.5 高分子材料

高分子材料指由相对分子质量较高的化合物构成的材料，即以高分子化合物为基础的材料，包括橡胶、塑料、纤维、涂料、胶黏剂和高分子基复合材料等。

1.2.2 高分子材料的分类

高分子材料的分类方法较多，可以按照来源、分子链空间几何形状、结晶性能、受热时状态、特性、用途等进行分类。

1.2.2.1 按分子链的形状分类

根据分子链的形状不同，可将其分为线型、支链型和体型三种。

① 线型高分子材料的主链原子排列成长链状，如聚乙烯、聚氯乙烯等属于这种结构。

② 支链型高分子材料的主链也是长链状，但带有大量的支链，如 ABS 树脂、高抗冲的

聚苯乙烯树脂等属于支链型结构。

③ 体型高分子材料的长链被许多横跨链交联成网状, 或者在单体聚合过程中在二维空间或三维空间交联形成空间网络, 分子被彼此固定。如环氧、聚酯等树脂的最终产物属于体型结构。

1.2.2.2 按高分子材料的结晶性能分类

高分子材料按它们的结晶性能, 分为晶态高分子材料和非晶态高分子材料。由于线型高分子难免有弯曲, 故高分子材料的结晶为部分结晶。结晶所占的百分比称为结晶度。一般来说, 结晶度越高, 高分子材料的密度、强度、硬度、弹性模量、耐热性、折光系数等越大, 而冲击韧性、断裂伸长率、黏附力、溶解度等越小。晶态高分子材料一般为不透明或半透明的, 非晶态高分子材料则一般为透明的。

1.2.2.3 按受热时状态不同, 可分为热塑性树脂和热固性树脂两类

① 热塑性树脂在加热时呈现出可塑性, 甚至熔化, 冷却后又凝固硬化。这种变化是可逆的, 可以重复多次。这类高分子材料其分子间的作用力较弱, 一般为线型及带支链的树脂。

② 热固性树脂是一些支链型高分子材料加热时转变成黏稠状态, 发生化学变化, 相邻的分子相互连接, 转变成体型结构而逐渐固化, 其相对分子质量也随之增大, 最终成为不能熔化、不能溶解的物质。这种变化是不可逆的, 大部分缩合树脂属于此类。

1.2.2.4 按高分子材料的特性分类

高分子材料按特性分为橡胶、纤维、塑料、高分子胶黏剂、高分子涂料和高分子基复合材料等。

① 橡胶是一类线型柔性高分子聚合物, 其分子链间次价力小, 分子链柔性好, 在外力作用下可产生较大形变, 除去外力后能迅速恢复原状。有天然橡胶和合成橡胶两种。天然橡胶从橡胶树、橡胶草等植物中提取胶质后加工制成, 而合成橡胶则由各种单体经聚合反应而获得。橡胶制品已广泛应用于工业及生活各方面。

② 高分子纤维分为天然纤维和化学纤维。前者指蚕丝、棉、麻、毛等。后者是以天然高分子或合成高分子为原料, 经过纺丝和后处理制得的。纤维一般为结晶聚合物。

③ 塑料是以合成树脂或化学改性的天然高分子为主要成分, 再加入填料、增塑剂和其它添加剂制得。通常按合成树脂的特性分为热固性塑料和热塑性塑料; 按用途又分为通用塑料和工程塑料。

④ 高分子胶黏剂是以合成天然高分子化合物为主体制成的胶黏材料。分为天然和合成胶黏剂两种, 而应用较多的是合成胶黏剂。

⑤ 高分子涂料是以聚合物为主要成膜物质, 添加溶剂和各种添加剂制得。根据成膜物质不同, 分为油脂涂料、天然树脂涂料和合成树脂涂料。

⑥ 高分子基复合材料是以高分子化合物为基体, 添加各种增强材料制得的一种复合材料。它综合了原有材料的性能特点, 并可根据需要进行材料设计。

1.2.2.5 高分子材料按用途分类

高分子材料按用途又分为普通高分子材料和功能高分子材料。功能高分子材料除具有聚合物的一般力学性能、绝缘性能和热性能外, 还具有物质、能量和信息的转换、传递和储存等特殊功能。已广泛应用的功能高分子有高分子信息转换材料、高分子透明材料、高分子模拟酶、生物降解高分子材料、高分子形状记忆材料和医用、药用高分子材料等。