

化工新技术知识普及丛书

功能高分子材料及应用

孙酣经 主编

化学工业出版社

化工新技术知识普及丛书

功能高分子材料及应用

孙酣经 主编

化学工业出版社

内 容 提 要

为使地方从事工业管理和技术工作的干部了解当前世界新技术的内容发展同化学工业的关系,化学工业及有关学科的基本知识和发展方向,以便经济有效地办好化学工业,在化工部秦仲达部长的倡导下,特组织编写了一套《化工新技术知识普及丛书》。

本书是丛书中的一本。书中通俗地介绍了高分子分离膜、导电高分子材料、磁性塑料、光导纤维、光盘、感光树脂、光学塑料、离子交换树脂、高分子催化剂和固定化酶、高吸水性树脂、医用高分子材料等主要功能高分子材料的基本知识、制作原理和工艺、性能和应用技术,并对其研究目的、意义及其在国民经济和新技术革命中的作用、研究开发进展、发展方向和前景等也作了扼要的阐述。

本书内容丰富,实用性强,可作为具有中等以上文化程度的读者了解功能高分子材料及应用技术的入门科普读物,可供各级科技管理干部和应用部门科技人员参考,也可作为高分子材料专业的科技人员和大、中专学校学生的知识性参考读物。

化工新技术知识普及丛书 功能高分子材料及应用

孙懿经 主编

责任编辑:刘敦贵

封面设计:季玉芳

*

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $6 \frac{1}{2}$ 字数 149 千字
1990年7月第1版 1990年7月北京第1次印刷

印 数 1—2,450

ISBN 7-5025-0689-6/TQ·406

定 价 3.85 元

序

当前世界新技术和高技术发展十分迅猛，越来越多的国家都把自己的主要注意力转到发展科学技术上。《中共中央关于社会主义精神文明建设指导方针的决议》明确指出：“我们进行现代化建设，应当更加自觉地依靠科学，发扬尊重科学、追求知识的精神，努力在全民族范围扎扎实实地组织教育科学文化的普及和提高”。我到一些地区和县调查化学工业的发展情况时，许多从事工业管理和技术工作的同志也迫切希望了解世界新技术的发展同化学工业发展的关系，以及某些化工新技术和有关学科的发展情况、有关知识，以便把化学工业的发展切实转到依靠科技进步的轨道上来，经济有效地办好化学工业。为此，请化工部科技局、出版社和情报所共同组织编写出版一套《化工新技术知识普及丛书》。

本丛书主要是供地方有关工业部门的干部阅读的。在内上既要讲清楚基础知识和必要的生产技术，也要从经济角度，做些探讨。在编写时尽量做到循序渐进，深入浅出。现在这套书的作者和组织编辑出版工作的同志对于这些要求都已给予足够注意。我谨以本丛书倡议人的身份向付出辛勤劳动的这些同志表示衷心的感谢。

我深信，这套丛书的编辑出版，必将获得有关同志的欢迎和关注，也必将使阅读丛书的同志有所收益。

我还希望广大读者和有机会翻阅本丛书的专家、学者对：

中存在的不当之处批评指正。

秦仲达

一九八六年十月

前 言

功能高分子材料是六十年代以来在科学技术进入迅速发展时期出现的一类新型材料。它以高分子材料为基础，发展了一系列的独特性能，受到各技术部门，特别是高技术部门的普遍重视。目前已发展了许多品种，成为高技术 and 开拓“未来产业”不可缺少的崭新材料。

在编写此书的过程中，我们遵照秦仲达部长的要求，选取本书读者所需要的内容，文字上尽量做到循序渐进，深入浅出。但由于我们水平所限，错误和欠妥之处，请读者批评指正。

本书由孙酣经主编，参加编写人员有张武最（第一、六章）、钱锦棠（第二章）、董晓红（第三章）、王维泮（第四章）、佟世维（第五章）、梁宝三（第七章）。孙酣经和张武对全书进行了统编整理。

本书选材参考了国内外书刊资料，恕不一一列出，请原著者见谅。

编 者

一九八七年

目 录

第一章 功能高分子材料概论	1
一、功能高分子材料的概念和涵义	1
二、功能高分子材料的应用分类	2
三、开发功能高分子材料的功能设计原理和方法	5
第二章 高分子分离膜	9
一、反渗透、超滤、微滤膜	10
二、离子交换膜	28
三、气体分离膜	38
四、透过汽化	45
五、其它膜分离过程	50
第三章 导电性高分子材料	54
一、什么是导电高分子材料	55
二、复合型导电高分子材料	57
三、结构型导电高分子材料	88
四、高分子驻电体与压电体	94
第四章 塑料磁体	95
一、发展概况	95
二、塑料磁体的特点和应用	97
三、塑料磁体的制备	101
四、塑料磁体的磁性能	108
第五章 光功能高分子材料	115
一、什么是光功能高分子材料	115
二、光导纤维	118
三、光盘	121
四、感光树脂	124

五、光学塑料及其它光功能高分子材料	128
第六章 化学功能高分子材料	132
一、离子交换树脂	132
1. 什么是离子交换树脂	132
2. 离子交换树脂的合成方法	135
3. 离子交换树脂的功能	136
4. 离子交换树脂的应用	139
二、高分子催化剂	143
1. 天然高分子催化剂	143
2. 酶的固定化技术	146
3. 合成高分子催化剂和模拟酶	147
4. 前景展望	151
三、高吸水性树脂	157
1. 高吸水性树脂的分子结构和吸水机制	158
2. 高吸水性树脂的基本特性	159
3. 高吸水性树脂的种类和合成方法	159
4. 高吸水性树脂的应用开发	161
四、高分子絮凝剂及其它	164
第七章 医用高分子材料	166
一、国内外发展概况	166
二、医用与工业用高分子材料的区别	169
三、医用高分子材料的生物学性能	171
四、医用高分子材料的应用	179

第一章 功能高分子材料概论

当前，世界正进入一个新的发展阶段，即所谓信息时代。在新时期中，人类为解决生命科学、生产高度发展以及人类生活高度现代化所带来的资源、能源、粮食和环境等问题，更需发展高技术。功能材料，特别是功能高分子材料得到了长足的发展，出现了各种各样的新品种。可以预料，在本世纪内或下一世纪初，这一领域的研究和应用开发将会取得突破性的进展。

一、功能高分子材料的概念和涵义

功能高分子材料的发展虽然可以追索到本世纪40年代，但较快的发展，并引起人们重视是从60年代末才开始的，这是社会进步和技术发展的客观需要和必然的发展趋势。

所谓功能高分子材料，目前尚无权威性的明确的定义。但可以认为，这是相对于通常用作结构材料的高分子材料而言，一般是指这类高分子材料除了具有机械特性以外，还具有其它的功能特性，例如化学性、催化性、光敏性、导电性以及生物活性等等。在美国，常将这类材料称之为“*Speciality Polymer*”。*Speciality Polymer* 可译为特种高分子，事实上特种高分子除了包括上述所说的功能高分子外，还包括在特殊场合下使用的高分子。有些特种高分子，例如耐高温、高强度或特优绝缘性或兼而有之的高分子，严格地说不包括在功能高分子的范畴之中。此外，通常人们常把“功能高分子材料”与“功能高分子”混为一谈，事实上这两者也是有区别的。因

为功能高分子材料从组成和结构上可分为结构型和复合型两大类。所谓结构型功能高分子材料，是指在分子链中具有可起特定作用的功能基团的高分子材料，这种材料所表现的特定功能是由于高分子结构因素本身所决定的，因此通常就简称为功能高分子。所谓复合型功能高分子材料，是指以普通高分子材料为基体或载体，与具有某些特定功能（如导电、导磁等）的原材料进行复合而制得的功能材料。以上两种，即结构型和复合型功能高分子材料，都称之为功能高分子材料。而功能高分子只不过是对其结构型功能材料的一种特指。

因此，概括地说，功能高分子材料是一类具有特异功能的高分子材料，主要指具有物质、能量和信息的传递、转换或贮存作用的高分子及其复合材料。

二、功能高分子材料的应用分类

随着技术的发展和人类认识的扩展，不断开发出一些新的功能高分子材料，因而也出现许多不同的分类方法，从功能及其应用特点考虑，大致可将功能高分子材料分为以下几类：

（1）电磁功能高分子材料 主要包括导电高分子材料、超导电高分子材料、有机半导体、压电、热电、驻极体、高分子磁性体和磁记录材料等。

（2）光功能高分子材料 主要包括光导材料、光记录材料、光加工用材料、光学用塑料（塑料透镜、接触眼镜等）、光转换系统材料、光显示用材料、光导电材料、光合作用系统材料等。

（3）分离材料和化学功能材料 主要包括高分子分离膜、离子交换（选择）材料、高分子催化剂、高分子试剂、分解性高分子、螯合树脂、絮凝剂、贮氢材料、高吸水性树脂等。

(4) 生物医用高分子材料 主要包括人工器官材料、骨科和齿科材料、药物高分子材料、固定化酶、仿生高分子材料和传感器、医用粘合剂和可吸收缝合材料等。

有些高分子功能材料同时兼具多种功能、多种特性和多种用途，不同功能之间也可以相互转换并交叉。如光电效应是一种可逆效应，具有光电效应的材料可以说具有光功能，也可以说具有电功能，因此以上划分也不是绝对的。目前对功能高分子材料的称呼也比较混乱，有的按功能特性，有的按应用范围，有的按习惯称呼。如光活性聚合物、光敏聚合物、感光聚合物、光敏树脂、光敏高分子、光反应高分子、光加工高分子、光学抗蚀剂、光刻胶等不同称呼都可能指同一种材料，因此应首先理解材料功能特性及其本质。随着科学技术的进步，具有各种新功能的高分子材料必将不断涌现出来。

表 1-1 中列出目前已经实用化了的或正在大力进行研制的主要功能高分子材料的特性和应用示例。

表 1-1 主要功能高分子材料的特性和应用示例

种 类	功 能 特 性	应 用 示 例
电磁功能高分子材料		
导电高分子材料	导电性	电极电池、防静电材料、屏蔽材料 面状发热体和接头材料
超导高分子材料	导电性	约瑟夫逊元件、受控聚变反应堆 超导发电机、核磁共振成像技术
高分子半导体	导电性	电子技术和电子器件
光电导高分子	光电效应	电子照相、光电池、传感器
压电高分子	力电效应	开关材料、仪器仪表测量材料、 机器人 触感材料
热电高分子	热电效应	显示、测量
声电高分子	声电效应	音响设备、仪器
高分子磁性体	导磁作用	塑料磁石、磁性橡胶、仪器仪表的 磁性元器件、中子吸收、微型电机、 步进电机、传感器

续表

种 类	功 能 特 性	应 用 示 例
磁性记录材料	磁性转换	磁带、磁盘
电致变色材料	光电效应	显示、记录
光功能高分子材料		
塑料光纤	光的曲线传播	通讯、显示、医疗器械
光致变色、显示和发光材料	光色效应和光电效应	显示、记录、自动调节光线明暗的 太阳镜及窗玻璃等
液晶高分子	偏光效应	显示、连接器
光盘的基板材料	光学原理	高密度记录和信息贮存
感光树脂、光刻胶	光化学反应	大规模集成电路的精细加工、印刷
光学透明高分子材料	透光	接触眼镜片、菲涅尔透镜、阳光选择膜、安全玻璃以及其它透镜、棱镜和光学元器件
光弹材料	光力效应	无损探伤
荧光高分子材料	光化学作用	情报处理、荧光染料
光降解高分子材料	光化学	减少环境污染
光能转换材料	光电、光化学	太阳能电池
分离材料和化学功能高分子材料		
高分子分离膜和气液交换膜	传质作用	化工、制药、海水淡化、环保、冶金
离子交换树脂和交换膜	离子交换作用	化工、制药、纯水制备
高分子催化剂和高分子固定酶	催化作用	化工、食品加工、制药、生物工程
高分子试剂	反应性	化工、农药、医用、环保
分解性高分子	反应性	农业、包装、制药
螯合树脂、絮凝剂	吸附作用	稀有金属提取、水处理、海水提铀
贮氢材料	吸着作用	化工、能源
高吸水性材料	吸着作用	化工、农业、纸制品
生物医用高分子材料		
人工器官材料	仿人体功能与替代 修补作用	人体脏器
骨科、牙科材料	替代修补作用	人体骨骼、牙齿置换修补
药物高分子	药理作用	
降解性缝合材料	化学降解	非永久性外科材料
医用粘合剂	物理与化学作用	外科和修补材料

三、开发功能高分子材料的功能设计原理和方法

功能高分子材料显示功能的过程可以与一个电子元件的工作过程类比，就是说，材料的功能，指的是向材料输入某种能量，经过材料的传输或转换等过程，再作为输出而提供给外部的一种作用。按这种观点，可以把材料的功能分为以下两类。

一次功能：当向材料输入的能量和从材料输出的能量属同种形式时，材料起能量传送部件的作用，材料的这种功能称为一次功能。以显示一次功能而获得应用的材料也可叫做载体材料。一次功能主要有：力学功能，如惯性、粘性、流动性、超流动性、润滑性、制动性、成型性、超塑性、高弹性、恒弹性、超弹性、粘弹性、振动性、防振性等；声学功能，如吸音性、隔音性等；热学功能，如隔热性、传热性、吸热性、蓄热性等；电学功能，如导电性、超导性、绝缘性、电阻等；磁学功能，如软磁性、硬磁性、半硬磁性等；光学功能，如透光性、遮光性、反射光性、折射光性、吸收光性、偏振光性、聚光性、分光性等；化学功能，如催化作用、吸附作用、生物化学反应、酶反应、气体吸收性等；其它功能，如电磁波特性、放射性特性等（通常，上述的力学性能不归纳在高分子功能材料的范畴之内）。

二次功能：当向材料输入的能量和输出的能量属不同形式时，材料起能量转换部件的作用，这种功能材料称为二次功能或高次功能。有人只把具有二次功能的材料称为功能材料。二次功能按能量转换系统又可分为：（1）机械能与其它形式能量的转换，如压电效应、反压电效应、磁致伸缩效应、反磁致伸缩效应、摩擦发热效应、冲击发热效应、热弹性效应、形状记忆效应、摩擦发光效应、感压发光效应、冲击发光效应、光机

机械化学效应、光压效应、声光效应、光弹性效应、机械化学效应、反机械化学效应等；(2) 电能和其它形式能量的转换，如电磁效应、电阻发热效应、热电效应、光电效应、场致发光效应、电光学效应、电化学效应等；(3) 磁能和其它形式能量的转换，如热磁效应、磁冷冻效应、光磁效应、磁性转变等；(4) 热能和和其它形式能量的转换，如激光加热、热刺激发光、热发光、热化学反应、反应发热等；(5) 光能与其它形式能量的转换，如光化学反应，光致抗蚀、光合成反应、光分解反应、化学发光、感光反应、光致伸缩、光生伏特效应、光导电效应等。

所谓功能设计，就是赋予高分子材料以一次功能或二次功能特性的科学方法，其主要途径是：

(1) 通过分子设计合成新功能。包括高分子结构设计和官能团设计，是使高分子材料获得具有化学结构本征性功能特征的主要方法，因而又称为化学方法。例如，通过高分子结构设计和官能团设计，在分子结构中引入感光功能基团，从而合成出感光高分子材料。可供选择的措施有：共聚合、接枝聚合、嵌段聚合、界面缩聚、交联反应、官能团引入、模板聚合、管道聚合、交替共聚，以及用高聚物作支持体的聚合等。

(2) 通过特殊加工赋予材料以功能特性，又称为物理方法。例如，高分子材料通过薄膜化制作偏振光膜、滤光片、电磁传感器、薄膜半导体、薄膜电池、接点保护材料、防蚀材料等。尤其是在超细过滤、反渗透、精密过滤、透析、离子交换等方面取得了广泛的应用。高分子材料纤维化可用于二次电子倍增管或作离子交换纤维。但是最引人注目的是塑料光纤的开发应用（参见第五章）。

(3) 通过二种或二种以上的具有不同功能或性能的材料

近代化学、量子化学、有机合成、聚合物科学等基础科学的发展，各种极限技术的建立，人们对高分子材料的组成、结构、效应与功能之间关系的研究不断深入，已有可能利用原子、分子结构理论来预测材料功能，并根据功能要求设计新分子和新材料。这种研制方法又统称为“材料分子工程学”，它正在成为近代材料科学的一个极重要的战略目标。目前这种功能设计方法对较为简单的功能高分子材料已经实现，而对影响因素较多的复杂高分子如生体功能高分子材料等，尚处于探索研究阶段。

功能高分子材料功能设计及其应用如图 1 - 1 所示。

第二章 高分子分离膜

人们很早就已发现膜透过现象并在实践中运用。物质通过细胞膜迁移的三种形式见图 2-1。但形成现代膜分离科学和技术以及大规模工业应用的历史还不长，还在继续发展，不久将可在经济建设和科技进步方面发挥更大地作用。

现代膜分离技术主要用合成高分子膜，其主要形态见图 2-2。主要的膜分离过程见表 2-1。

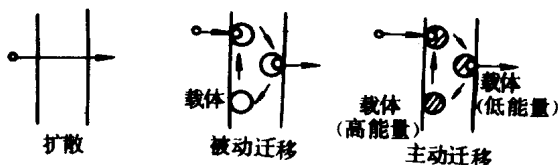


图 2-1 通过细胞膜的物质迁移

表 2-1 主要膜分离过程

分离过程名称	外供能量	分离对象	分离原理	推动力	迁移方式
反渗透	力能	水和其它物质	水迁移	压力差	主动迁移
超滤、微滤	力能	小分子和大分子	水和小分子迁移，大分子截留	压力差	主动迁移
压渗析	力能	小分子和大分子	水和小分子迁移，大分子截留	压力差	主动迁移
气体分离	力能	快速和慢速透过气体	快速透过气体迁移	压力差	主动迁移
电渗析	电能	不同电荷离子	膜对不同电荷离子的吸引或排斥	电位差	主动迁移
电解	电能	特定物质	膜对特定物质的吸引或排斥	电位差	主动迁移
透过汽化	力能、热能	特定物质	膜对特定物质的吸引或排斥	相变、压力差、温度差	不明
渗析	—	特定物质	膜对特定物质的吸引或排斥	化学位差	扩散
液膜分离	—	特定物质	膜对特定物质的吸引或排斥	化学位差等	扩散