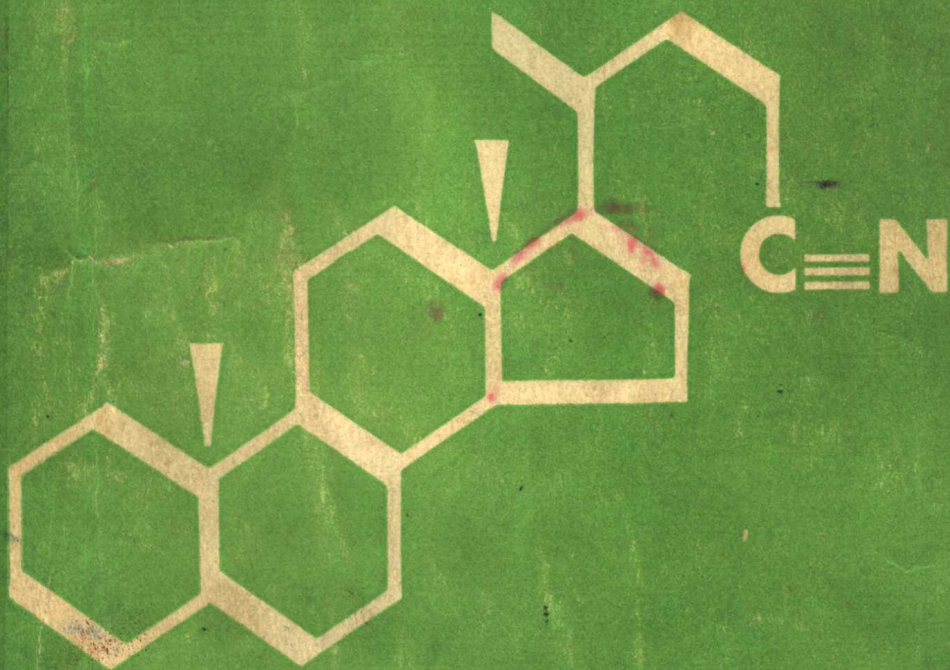


功能高分子

陈义镛

gfz

高分子科技丛书



上海科学技术出版社

高分子科技丛书

功能高分子

陈 义 镛

上海科学技术出版社

内 容 提 要

功能高分子是高分子化学的重要组成部分。本书系统地介绍了国内外在这一领域的较新科研成果。

全书共分五章。内容包括高分子效应及功能高分子的合成方法;高分子试剂及高分子载体上的固相合成;高分子螯合剂及离子交换膜;高分子催化剂与固定化酶;光活性高分子、导电性高分子、生物医用高分子。主要介绍各种功能高分子的合成方法、性能及其应用。各章均附有较多的反应式、图、表说明和众多的参考文献,可供进一步查阅。

本书可作为高等学校有关专业的高年级学生、研究生、教师的参考书,也可供从事科学研究和生产的科技人员参考。

高分子科技丛书

功 能 高 分 子

陈 义 镛

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 19.5 字数 521,000

1988 年 5 月第 1 版 1988 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—4,000

ISBN 7-5323-0623-2/O·61 定价: 6.95 元

《高分子科技丛书》编辑委员会

主任委员	<u>王葆仁</u>	
副主任委员	钱保功	钱宝钧
	钱人元	
委	冯新德	何炳林
员	夏炎	孙君立
	林尚安	黄葆同
	于同隐	徐 伟

序

高分子科学是近代科学中发展比较迅速的一门综合性学科。随着科学研究和生产的不断发展,高分子科学逐渐形成了四个主要的分支,即高分子化学、高分子物理化学、高分子物理及高分子工艺与应用。主要研究天然高分子(天然橡胶、纤维素)及合成高分子(合成橡胶、塑料、合成纤维)的化学性能结构,物理机械性能,加工成型的技术与理论等。作为高分子化学重要组成部分的功能高分子,是近期国内外研究得最为活跃的领域。

高分子科学在国民经济和科学技术领域中占有极其重要的地位。人们的衣、食、住、行都离不开高分子,就是人们的肌体也是由大量高分子组成的。更重要的是在化工、轻纺、电气、机械、建筑、医疗等各行各业都发挥了它独特的优势。它们在新技术,如航空航天、遥控、电子中作为特种材料,如绝缘隔热等是无可代替的。

只有科学技术迅速发展,才能实现社会主义四个现代化。为了使高分子科学赶上和超过国外的先进水平,适应高等院校的基础理论教学与科研,以及高分子科学研究工作者的需要,我们组织编写了《高分子科技丛书》。

该《丛书》注意理论联系实际,结合教学和科研工作,反映高分子科学的最新成就,以供高等院校有关专业高年级学生、教师、研究生及科研人员参考。

王郁仁

一九八五年一月

前 言

功能高分子是高分子化学、精细高分子的重要组成部分,是近期来国内外研究得最为活跃的领域,发展神速,令人瞩目。它所涉及的学科甚广,内容非常丰富,包括生物医用高分子、离子交换剂、高分子吸附剂、高分子试剂、高分子催化剂、固定化酶、光敏高分子、导电高分子、液晶高分子等方面。

功能高分子的研究不仅丰富了高分子化学的内容,而且许多功能高分子已具有重要的应用价值而进入工业生产,有的则具有良好的应用开发前景。功能高分子具有高技术、独特的功能、省资源、高效益等特征。功能高分子的研究和开发将为我国的四化建设作出重大的贡献。

本书初稿写成后,承蒙浙江大学杨士林教授仔细审阅,并提出宝贵意见;长春应用化学研究所徐纪平研究员曾对部分章节提出有益建议,特此表示衷心的感谢。

囿于作者的水平,书中缺点与错误在所难免,恳切希望读者指正。

陈义鏞 1986年1月于杭州

目 录

第一章 高分子效应及功能高分子的合成方法	1
第一节 绪言	1
第二节 高分子效应	32
第三节 高分子骨架及功能高分子的合成	70
参考文献	114
第二章 高分子试剂及高分子载体上的固相合成	118
第一节 高分子试剂	124
第二节 高分子载体上的固相合成	238
参考文献	276
第三章 高分子螯合剂及离子交换膜	284
第一节 高分子螯合剂	284
第二节 离子交换膜	382
参考文献	391
第四章 高分子催化剂与固定化酶	400
第一节 高分子催化剂	401
第二节 固定化酶	461
参考文献	474
第五章 光活性高分子、导电性高分子、生物医用高分子	480
第一节 光活性高分子	480
第二节 导电性高分子	530
第三节 生物医用高分子	559
参考文献	610

第一章 高分子效应及功能

高分子的合成方法

第一节 绪 言

近二十年来高分子化学与高分子材料工业的发展主要有三个方面：一是通用高分子材料向大型工业化方向发展，例如，由于烯烃聚合的高效催化剂出现，导致成本降低20~30%，有利于建立年产十万吨级的大厂；二是工程塑料与复合材料的迅速发展，新的高分子材料逐渐或部分地取代原有材料，例如，代替钢、铝、有色金属及其他金属的轻质结构材料，制造车、船、飞机以节省能源；三是特种高分子材料的兴起，为了计算机时代、讯息时代、宇航时代的技术发展，特种高分子材料得到蓬勃发展。所谓“特种”是指其有特定的性能，例如，耐高温、高强度、特优绝缘性、光导性等，有时也称为精细高分子。所谓“精细”指的是产量小、价格高、制造工艺复杂，产量大致为通用高分子材料的千分之一或更少，而价格往往为一百倍以上，其中功能高分子(functional polymer)是这个范畴中的一个重要部分。所谓“功能”指的是这类高分子除了机械特性外，另有其他的功能性，例如，在温和条件下有高度选择能力的化学反应活性、对特定金属离子的选择螯合性、薄膜的选择透气性、透液性和透离子性、催化性、相转移性、光敏性、光致变色性、光导性、导电性、磁性、生物活性等，当然这些都与大分子中具有特殊的功能基团与结构密切相关^[1~3]。

由于功能高分子具有各种奇特的功能，在各方面得到应用，并有巨大的发展潜力，引起了人们广泛的注意。在我国、欧美、日本

及世界各国每年都有大量文献报道。

中国化学会高分子专业委员会于1981年召开了第一次“功能高分子学术论文报告会”^[4]。

1976年日本出版了一套功能高分子丛书,“機能性高分子 ヴォリューム”共有九册^[5,6]。欧美也出版了这方面专著,例如,N. K. Mathur, C. K. Narang, and R. E. Williams, “Polymer as Aids in Organic Chemistry”, Academic Press, New York (1980); P. Hodge and D. C. Sterrington, “Polymer Supported Reactions”, Wiley, London (1980)等。

功能高分子涉及的范围广泛、品种繁多、迄今未见有统一的分类方法,但一般皆按其功能性、用途来进行分类。现将主要的功能高分子分类如下,并作简要的概述。

一、高分子试剂及固相合成

高分子试剂的出现丰富了有机合成的内容,并为精细有机合成开辟了新的途径,使过去一些难以合成的有机化合物,例如某些立体结构复杂的天然产物,如今借助于高分子试剂能顺利地制得。另一方面,有机化学的新进展充实了高分子化学反应的类型,从而创制出性能更为优异的新型高分子试剂。人们总是不断地向自然界学习、探索着生物体内一系列低分子、高分子反应的奥秘,并把性能优良的无机试剂、有机试剂以共价键、离子键甚至物理吸附的形式,引入高分子母体成为新颖的高分子试剂。在有机合成中常用到的一些重要试剂,现在几乎都可做成高分子试剂。

高分子试剂相对于低分子试剂有许多优点。前者具有高分子骨架,有一定的机械强度,加之通常的高分子试剂是有一定交联度的交联共聚物,不溶于任何溶剂,但能在某些溶剂中溶胀。传统的有机合成,极大多数是在液相中进行的,尤其是在均匀的、单一的液相中进行,使反应后产物的分离提纯带来困难,使后处理复杂。使用高分子试剂的有机合成是在固相与液相之间进行的异相反应,反应后过量的高分子试剂以及反应产生的高分子副产物只要用简单的过滤法就可以除去,使产物的分离、纯化大为方便。高分子

试剂中存在着疏水性高分子骨架、亲水性或疏水性的活性反应功能基；而且在同一高分子链上，在有限的空间内可固定多种功能基，它们彼此之间能起协同效应。同一种功能基可以稀疏地分布在高分子链上，使功能基之间互不影响，而出现“高度稀释效应”；反之功能基密集地分布在高分子链上，使功能基之间的相互影响大为加强，而出现“高度浓缩效应”。此外，高分子试剂还存在着静电场、立体阻碍等效应。综上所述，具有功能基的高分子化合物，在结构上、性能上具有许多低分子化合物缺乏的特点，因而在起高分子化学反应时会呈现许多奇特的效应，这些效应统称为高分子效应。使许多高分子试剂的性能优于同类的低分子试剂。

使用高分子试剂的有机合成反应，选择性比较好，有时具有良好的立体选择性，反应条件比较温和，有些反应甚至可以在反应柱中进行，有利于连续化生产，产品的收得率高。

高分子试剂使用时比较安全，许多低分子过氧化物虽是良好的氧化剂，但是容易爆炸。而许多高分子过氧化物甚至在干燥时碰击也不爆炸，十分安全。氯气、溴是常用的卤化试剂，但是有挥发性、刺激性、毒性，而高分子卤化剂是无恶臭，无毒或低毒性，是非挥发性的。高分子试剂还可以用简单的化学反应使之再生，重复使用多次，活性降低甚少。

高分子试剂的缺点是制备过程比较复杂，试剂的容量比较低，这是因为高分子试剂是由高分子母体与具有试剂活性的功能基两部份组成的缘故。它的价格比较贵一些，故适用于精细有机合成。使用后的高分子试剂便于用简单化学方法再生，并可重复使用，可以补偿价格昂贵的弱点。现在利用离子交换树脂通过与低分子试剂进行离子交换以制取高分子试剂，甚至用吸附或络合的方式制取高分子试剂，制备方法简便，原料来源容易，价格便宜，因而在一般有机合成中用得广泛。随着工业的发展，国外已有许多高分子试剂商品出售，价格也在不断下降，应用日益广泛。

多数高分子试剂的制备，以及应用高分子试剂的化学反应都是经过高分子化学反应完成的，而高分子链所处的静电场、链的构

型、构象、空间位阻、高分子的结晶度、聚合物的溶胀性、功能基的成对性、配位性等都是高分子化学反应的重要因素,因此研究、制备和使用高分子试剂时要密切注意到这些影响因素。

高分子试剂的类型很多,其种类更多,现择其主要类型列于后:

高分子氧化还原试剂是具有可逆氧化还原性能的树脂,可分为高分子醌类、硫醇类、吡啶类、二茂铁类、多核杂环类。高分子氧化剂有高分子过氧化物、硒氧化物、氯化硫代苯甲醚、N-氯代聚酰胺、络合、离子交换、吸附等类型。具有 SnH 、 SiH 结构的高分子还原剂、磺酰肼、络合、离子交换、吸附等类型。这些试剂具有工业上的现实意义或具有潜在的、可开发成工业产品的重大意义,这里仅举两个例子:其一,是国内双氧水生产中有二种完全不同的方法互相剧烈地竞争着。一种方法是利用2-乙基蒽醌有可逆还原、氧化性,借助于电解水得到的氢气和氧气,从水制取过氧化氢;另一种方法是硫酸铵-硫酸溶液电解氧化得到的中间体过硫酸铵经热分解制取过氧化氢。后一种方法由于微量铁离子的存在,与过硫酸铵或过氧化氢起自动氧化还原反应时给生产带来麻烦,故在国际上日益为2-乙基蒽醌法所代替。六十年代已出现了一些专利,以不溶性的含有蒽醌功能基的氧化还原树脂为媒介,从氧、氢、水制取过氧化氢,收率97%。这种高分子氧化还原试剂,若能实现工业上生产,其经济效益肯定大于2-乙基蒽醌法。另一个例子是在合成氨、碳酸氢铵以及从煤制取一氧化碳、二氧化碳时,产生大量剧毒的硫化氢气体,污染环境、浪费资源。目前许多工厂用石灰乳吸收后制成硫化钙来加以利用,但是设备大、运输麻烦。有文献报道,若用一些含有氢醌功能基的树脂,再利用氧气或空气,可以使硫化氢定量地氧化成硫磺,收率很高,树脂可反复使用,若用于工业是有较好的经济效益,且可用于多种工业生产。这样既防止了环境的污染,又回收了重要工业原料硫磺,节约资源。按照同样的原理,国内已研究用茶叶末中提取的茶丹宁,实际上是利用多酚类的可逆氧化还原反应,使硫化氢转变成硫磺,已取得了一定的

成果,但是茶丹宁是水溶性的,若制成不溶性树脂则更有特色。这些实例及其有关文献请详见第二章。

高分子转递试剂有卤化试剂。高分子磷及二卤化磷型、N-卤代酰亚胺、络合、离子交换、吸附型试剂。酰基化试剂有活性酯、酸酐。高分子烷基化试剂。高分子 Wittig、Ylid 试剂。高分子亲核试剂。高分子偶氮转递试剂。

高分子缩合剂有高分子碳化双亚胺型、具有空间位阻的氯磺酸型、三苯基磷型、羧酸银型、EEDQ 及炔胺试剂等。

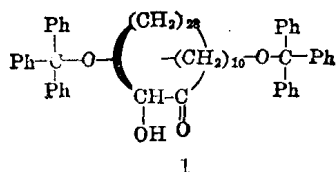
传统的有机合成是在液相中进行的,产物的分离与纯化比较烦琐,尤其是在多步反应合成时总收率低,因此较复杂的化合物难于用此传统的液相法合成。1963 以来 Merrifield^[7] 利用低交联的不溶性的高分子载体(或称为担体)(polymeric supports)进行固相合成(solid phase synthesis),使有机合成在固相中进行,为有机合成史展开崭新的一页。在完成一个化学反应之后,所要的反应中间体留在高分子载体上,便于与在液相中的过量低分子试剂、低分子副产物、溶剂等分离,这种高分子中间体又可与低分子试剂进行下一步反应。最后的有机产品可从高分子载体上切割下来,十分方便。这种固相合成法已广泛地用于多肽、低聚核苷酸、寡糖等这些天然产物的合成。例如舒缓激肽是一种九肽,1963 年用 1 年的时间用液相法制取。但是 Merrifield 在 1964 年仅仅用 8 天时间合成了这种具有降低血压功能的舒缓激肽(bradykinin),总收率 32%。固相合成法的快速、简便、好收率引起人们的广泛注意,大量学者转向这一领域的开发,使多肽、蛋白质、低聚核苷酸、酶、寡糖等的合成有了快速的发展。现在已发展成用电子计算机控制,利用固相合成的自动顺序控制反应来合成天然产物,十分方便。例如核糖核酸酶 A (ribonuclease A) 的固相合成要经历 369 次化学反应,11931 次操作步骤才能合成此种 124 肽,就是在这种电脑控制的自动合成仪中完成的^[8]。

我国在世界上首次全合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素(insulin)^[9],并首次全合成了化学结构与天然分子完全相同、具

有生物活性的由 76 个核苷酸组成的酵母丙氨酸转移核糖核酸 tRNA^{ala}, 这是一个重大的创举, 值得着重提出的是, 合成的 tRNA^{ala} 中包含有天然分子中所含有的全部稀有核苷酸, 总计 9 个七种不同的稀有核苷酸^[10]。

固相合成法在其他有机化合物的合成中应用也是广泛的: 酯的烷基化、酰基化及分子内的酯缩合; Dieckmann 环化反应及大环化合物的合成; 对称双功能基的单保护, 可以进行单保护的双功能基化合物有二元醇、二元酚、二元硫醇、二元羧酸、二元磷酸、二元醛、二元酮; 不饱和羟基酮的合成; hooplane 的合成; 不对称合成和外消旋体的析分 (resolution) 等。

借助于固相合成法制备 hooplane 1 (数字编号是代表相应结



构式编号的化合物, 以下同) 是很有成效的。先将 α -羟基三十碳环烷酮通过酯键固定在高分子载体上, 用 Ph_3CCl 、 $\text{HO}(\text{CH}_2)_{10}\text{OH}$ 、DMF (溶剂) 处理, 重复反应 70 次, 过量的

的试剂及副产物 $\text{TrO}(\text{CH}_2)_{10}\text{OTr}$ 、 $\text{TrO}(\text{CH}_2)_{10}\text{OH}$ 极易与树脂分离, 最后经水解把 1 (hooplane) 从树脂上切割下来, 总收率 6%^[11]。而用液相合成法很难达此目的。

昆虫性引诱剂也称昆虫性信息素, 它是昆虫分泌的一种化学物质, 它传递昆虫性的信息, 因此研究人工合成各种昆虫性信息素对于控制有害昆虫的繁殖, 对于农作物的保护, 提高农业生产收益十分重要。利用固相合成法对二元醇进行单保护之后, 再通过多种途径合成各种昆虫性信息素已取得了成功, Leznoff 在这方面做过许多工作。

固相合成法对共轭的脂肪族二元醛实行单保护之后, 再与 Wittig 试剂反应, 顺利地制得了胡萝卜素。

利用固相合成法可以制取一些大环化合物, 其效果优于液相法。

采用空间阻碍大的高分子载体, 经过复杂的多步反应, 进行不

对称合成制取 R(-) 苯基乳酸, 而这个结构复杂、空间位阻特殊的高分子载体可以回收, 并重复使用。

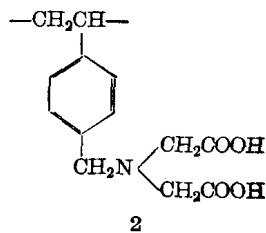
利用高分子的不对称来析分外消旋体, 在工业生产上带来很多好处, 利用有手征性空穴的高聚物于外消旋体的析分是一个新的发展。

二、离子交换树脂、螯合树脂、高分子膜、吸附树脂

离子交换树脂是最早工业化生产的一类功能高分子, 广泛地应用于水处理、环境保护等方面, 已有许多专著论述, 这里不再赘述。

螯合树脂是以交联聚合物为骨架连接有特殊的功能基, 能从含有金属离子的溶液中有选择地螯合特定的金属离子, 通过离子键和配价键形成多元环状络合物, 而在条件合适时又将络合的离子释放出来。螯合树脂由于存在疏水性的骨架, 亲水性的功能基, 有静电场、立体阻碍、协同作用、功能基的稀释和浓缩等高分子效应, 因而在螯合时对特定金属离子的选择性比低分子有机螯合试剂更为优越。树脂不溶于酸、碱、溶剂, 分离十分方便。在富集、分离、分析、回收金属离子等方面有优异的功能, 用途很广泛。例如, EDTA 型树脂

是具有代表性的一种螯合树脂, 如 2 所示。国产的商品牌号有 D401(南开大学)、D751、G751(上海树脂厂), 国外有 Diaion CR-10、Dowex A-1、Chelex 100、



Amberlite IRC-958、Lewatit TP-207、XKA-1 等。它对二价金属离子有优良的选择螯合性, 在 pH 6 时, 对金属离子的选择性按下列顺序递降: $\text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} \approx \text{Fe}^{3+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} \gg \text{Na}^+$ 。可用于电镀银溶液中除 Cu^{2+} , 在食盐水溶液中除去 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 离子, 使二价金属离子浓度低于 0.1 ppm, 有利于用离子交换膜为隔膜的电解高纯食盐水制取超纯的氢氧化钠, 还可用于其他许多场合。

螯合树脂主要是指合成的, 但是自然界里也存在许多具有螯

合功能的天然高分子螯合剂。例如,纤维素、海藻酸、甲壳素、肝素、核酸、多肽、蛋白质、腐植酸等。含有金属离子的天然高分子螯合物也是屡见不鲜的,例如,血红素、辅酶A、叶绿素、金属酶等。它们在生理上、医学上、农业科学领域里都十分重要。

螯合树脂在湿法冶金、分析化学、海洋化学、抗菌素等药物学、环境保护学、地球化学、放射化学、催化化学等领域有广泛的用途。螯合了金属离子后的树脂,其力学、热、光、电磁等性能都有所改变。有的高分子螯合物可用作耐高温高分子材料,有的可用作氧化、还原、水解、加成聚合、氧化偶联聚合等反应的催化剂,或用于各种氨基酸、肽的外消旋体的析分,有的可用作输送氧的载体、光敏高分子、耐紫外线剂、抗静电剂、导电高分子材料、粘合剂及表面活性剂等^[12,13]。

高分子分离膜是一类能从混合物中分离出某种特定物质的膜。广泛地应用于气体、有机液体、溶液和水等的分离。研制和生产透过速度快、分离系数大的高效率且具有选择性的分离膜,并应用于化学工业、资源、能源和医疗等方面,在国民经济中具有重要的意义。

氮透过醋酸纤维素膜的速度约比氧快100倍,氮的透过速度为 7.5×10^{-8} 毫升(STP)/厘米²·帕。利用此特性,加拿大将天然气相继三次通过这种膜,使天然气中0.1%的氮浓缩到大约60%。聚二甲基硅氧烷(硅橡胶膜)对各种气体有极好的透过性,氢、氮透过系数的比值 P_{H_2}/P_N 为2.2,将硅橡胶以极薄的状态涂敷在支撑膜上,将合成氨厂排气中的氢和氮的混合气(浓度约70%)透过此膜,使氢浓缩到93%再利用。美国的蒙桑特公司研制的称为“棱镜”分离器,是一种已在工业生产中应用的气体的膜分离设备。对于呼吸疾病的患者,需要能以每分钟4~8升速度提供40%富氧空气的面罩。在浓缩空气中的氧时,氧、氮的透过速率比是重要的,作为富氧面罩的膜 P_{O_2}/P_N 值要大于2.7。采用聚苯醚薄膜的膜法富氧装置已在国际市场上出现,这是医用高分子重要的一个方面。用于气体分离的高分子膜,在现阶段只不过改性已有的

高分子膜，或者合成透过速度大的高分子膜和类似结构的高分子膜，但不久将会出现更多的、实用性更强的高效气体分离膜。

由沸点接近的液体形成的混合物，例如苯-环己烷溶液，或共沸混合物，例如水-乙醇或水-1,4-二氧六环的共沸混合物，要借助于分馏技术使这些混合物的诸组分分离是困难的。但是利用高分子膜来分离这些组分都是大有希望的。一种称为“全蒸发过程”或称为“渗透蒸发过程”(pervaporation)的膜分离技术正在开发中，现阶段尚局限于研究阶段。此新技术用词是由渗透(permeation)和蒸发(evaporation)两词组合的，顾名思义这种膜分离技术包含着渗透、蒸发两过程。将欲分离的液体混合物置于高分子膜的一侧，而在膜的另一侧减压，此时混合液中的某一组分优先渗透过高分子膜，并在膜减压的一侧蒸发，经冷凝可达到分离的目的。例如以多孔性聚四氟乙烯膜为支撑体，薄薄地用亲水性好的N-乙烯吡咯酮溶液涂布在支撑体上形成的高分子复合膜，此膜对水-1,4-二氧六环的共沸混合物有较好的分离效果，其分离系数为20，透过速度为100千克/米²·24小时。今后若能用膜技术将挥发油分离，则“精馏塔从联合企业中消失之日”将会到来。

利用高分子膜把溶液中的溶质分离出来的透析膜是人们较熟悉的，例如由再生纤维素制成的称为“KAPUROHAN”的膜，能将溶于血液中的尿素、尿酸、肌酸酐与血液中的蛋白质等分离开来，以达到血液排毒的目的而用于人工肾，透析这些有机溶质速度更快的一些共聚膜、接枝膜也已提供实用。生物膜具有使膜两侧的溶质，从其浓度低的一侧向高的一侧输送的能力。生理学上称为“主动输送”。在人造仿生膜中则称为“上升输送”，例如含有羧基、羟基抗菌素 Monensin 的膜，具有将Na⁺从低浓度的一侧向高浓度的一侧“上升输送”的能力。各种生物膜、仿生膜的研究正在蓬勃开展。

利用反渗透技术能将水从含有无机盐或有机溶质的水溶液中分离出来。海水或苦咸水置于反渗透膜的一侧，并在此水溶液上施加大于渗透压的压力作为驱动力，此时纯水会透过高分子膜。用

此法从海水、苦咸水中制取淡水。目前在淡化技术中反渗透、电渗析、闪蒸法互相竞争着,竞争的核心问题是如何使用最少的能源以获得更多的淡水。现在反渗透膜已向中空纤维方向发展,后者具有更佳的效果。作为反渗透膜的材料有醋酸纤维素、芳香族的聚酰胺、聚苯并咪唑等,已供实际应用。淡化技术不仅用于从海水、苦咸水制得淡水,也可从淡水进一步纯化制得超纯水。随着电子工业的发展,半导体元件、超大规模集成电路的制作,对超纯水的质量要求甚高;合成纤维工业也要求使用大量高纯水。淡化技术可以满足上述工业要求。

离子交换膜、电渗析技术主要用于海水浓缩制盐,海水、苦咸水的淡化,城市排水和工业废水的处理,在食品和医药工业中利用电渗析分离技术以提高产品的质量,作为电解反应的隔膜从食盐直接制取超纯级的氢氧化钠,从丙烯腈制取尼龙-66的原料己二腈,还原铀,用于人工肾,离子选择性电极,燃料电池等。

吸附树脂是以吸附功能为特征的树脂,一般是按照制备大孔型离子交换树脂骨架的方法制得,未经功能基化反应,不带离子交换基团,而具有非极性或不同程度极性的树脂。

在制备时选择单体的不同极性以及人为地调节树脂的孔径、孔径分布、孔容、孔道、比表面等孔结构,以提高对不同极性、不同分子大小的被吸附物的特殊选择性。

非极性吸附树脂是不含有任何极性功能基的,其典型产品是大孔型苯乙烯-二乙烯苯的共聚珠体,最适用于从极性溶剂,例如水中吸附非极性有机化合物。含有酯基的交联的聚甲基丙烯酸甲酯、交联的聚丙烯酰胺、聚乙烯吡啶,分别是中极性、极性、强极性的吸附树脂,适宜于从非极性有机溶剂中吸附不同极性的物质。吸附树脂与被吸附物质之间的作用力是微弱的,因此解吸作用和吸附树脂的再生是方便的,改变溶剂的极性、升高温度有利于解吸。再生后的吸附树脂可以反复使用。

吸附树脂国内产品牌号有天津试剂二厂的GDX系列,上海试剂厂的101、201、301、401等,南开大学试制了D、DA、DM、