

现代膜技术与应用丛书

现代膜技术 基本原理与设计

■ 于凤文 张淑谦 范立红 编著

XIANDAI
MOJISHU
JIBEN YUANLI
YU SHEJI



化学工业出版社

现代膜技术与应用丛书

现代膜技术 基本原理与设计

■ 于凤文 张淑谦 范立红 编著

XIANDAI
MOJISHU
JIBEN YUANLI
YU SHEJI



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书介绍有关现代膜技术基本原理与设计理论方面的内容以及诸多新开发的膜材料与先进的成膜工艺和实例。着重介绍现代膜的定义、膜的过程、膜的分类等。阐述了膜材料、膜形态、膜组件及膜元件应用概况；分离膜；新型功能膜；新型膜接触器与集成分离过程的关键技术；现代膜技术的创新设计（工艺流程、设计计算、操作管理设计）等。

本书内容丰富，取材新颖，实例广泛，图文并茂，在写作上注意理论与实践并重，综合阐述了现代膜技术的最新进展及其应用方向。可进一步使读者对膜的功能有更加全面的认识 and 了解，扩大视野，活跃思路，从中得到启迪和创新。

本书可供从事膜分离技术研究、生产以及使用膜技术的企事业单位工程技术人员、管理人员使用，大专院校学生及其他相关专业的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代膜技术基本原理与设计/于凤文，张淑谦，范立红编著. —北京：化学工业出版社，2015.3
(现代膜技术与应用丛书)
ISBN 978-7-122-22934-2

I. ①现… II. ①于…②张…③范… III. ①薄膜技术 IV. ①TB43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 023740 号

责任编辑：夏叶清

文字编辑：陈 雨

装帧设计：史利平

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：北京市振南印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 21¼ 字数 434 千字 2015 年 7 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：88.00 元

版权所有 违者必究

前言

Preface

膜过程是一门新兴的多种学科交叉的新技术,已经成为工业上气体分离、水溶液分离、化学产品和生化产品的分离与纯化的重要过程,广泛应用于食品、饮料加工、水处理、大规模空气分离、湿法冶金技术、气体和液体燃料的生产以及石油化工制品生产等。

膜技术具有一定的优越性,在能源紧张、资源短缺、生态环境恶化的今天,产业界和科技界把膜视为现代工业化技术改造中的一项极为重要的新技术。

膜技术毫无疑问是一个朝阳产业,除了反渗透膜历史相对长点,像 UF、MF、MBR 都算是刚起步。现在各个国家对水质要求越来越严,所以膜分离技术会得到更多的重视和应用。

膜技术在给水、深度处理、中水回用中用得很多,特别是现在标准提升以后,很多水厂用得更多,这项技术越来越受到人们的重视。

我国膜技术已经应用于工业、食品业、家庭、水处理行业等大部分行业,尤其是环境污染治理方面有着极大的潜力,随着社会的进步和工业发展、人类生活水平的提高,废水、废气、固废等废弃物必然将日益增多,相比于企业从设备更新或是生产管理各方面加强对环境的治理,应用膜技术对环境治理最重要的特点就是见效快、使用范围广。

《现代膜技术基本原理与设计》从基础理论到膜技术都做了系统全面的阐述,有理论又有对实践应用的指导,对中国现代膜技术与环境事业的引导发展以及新型生态材料学的发展均颇有裨益。

通过本书的介绍,有助于人们对化学工业膜技术发展利用与清洁生产的重要性有更高层次的认识。本分册仅介绍一些基本理论及普及性的知识,对具体而深入的问题在后面的分册做详细讨论。膜技术是非常复杂的,从制膜工艺到系统集成,方方面面都离不开化学化工,尤其是制膜工艺。

在本书编写过程中,清华大学膜技术研发与应用中心、大连理工大学膜科学与技术研究开发中心、南京工业大学膜科学技术研究所、中科院上海应用物理研究所膜分离技术研究发展中心、国家海洋局杭州水处理技术研究开发中心、天津工大中空纤维膜材料与膜过程实验室等单位的膜分离技术专家与前辈和同仁给予热情支持和帮助,并提供有关资料,对本书内容提出宝贵意见。欧玉春、童忠良等参加了本

书的编写与审核，荣谦、沈永淦、崔春玲、王书乐、郭爽、丰云、蒋洁、王素丽、王瑜、王月春、韩文彬、俞俊、周国栋、朱美玲、方芳、高巍、高新、周雯、耿鑫、陈羽、安凤英、来金梅、王秀凤、吴玉莲、黄雪艳、杨经纬、冯亚生、周木生、赵国求、高洋等同志为本书的资料收集和编写付出了大量精力，在此一并致谢！由于时间仓促，书中纰漏之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编著者

2014 年 11 月

目录

Contents

◎ 第一章 现代膜技术与基础

1

第一节 膜的定义与特点	1
一、膜的定义	1
二、膜的特点	1
第二节 膜的过程	2
一、膜分离过程的特点	2
二、膜分离技术的定义	2
三、典型的膜分离过程特性	3
四、其他膜过程	3
第三节 膜的分类	6
一、膜的分类	6
二、膜材料与膜组件	9
三、膜的分类及其分离对象的比较	11
四、膜技术的应用领域	12

◎ 第二章 膜材料、膜形态、膜组件及膜元件应用概况

16

第一节 膜材料	15
一、醋酸纤维素	15
二、聚酰胺	20
三、复合膜	24
四、离子交换膜	25
第二节 膜形态结构与分类	27
一、反渗透膜和纳滤膜的种类及其结构形态分类	27
二、超滤膜的形态结构与分类	28
三、微滤膜的形态结构和性能表征与分类	30
第三节 膜组件的主要形式	31
一、工业常用的膜组件	31

二、板框式	31
三、圆管式	38
四、中空纤维式	45
五、螺旋卷式	50
第四节 各种形式膜组件的特性对比	54
第五节 膜组件的开发与改进	55
第六节 膜元件的应用	55
一、反渗透膜和纳滤膜元件的应用	55
二、超滤膜元件的应用	61
三、微滤膜元件的应用	64
四、膜元件技术分析	67

◎ 第三章 分离膜

70

第一节 膜分离概念	70
一、膜分离过程形式	70
二、膜系统	72
三、膜污染	72
四、膜性能	72
五、分离用膜	74
第二节 反渗透	75
一、反渗透膜分离技术基本理论	75
二、典型反渗透膜及其性质	79
三、反渗透膜及膜装置类型	81
四、反渗透膜的主要性能参数与运行工况条件	83
五、反渗透膜计算方法与技术指标的分析	85
六、反渗透系统及流程设计	86
七、反渗透设备作用与应用领域	91
第三节 纳滤	92
一、纳滤膜技术基本理论	92
二、典型纳滤膜过滤和结构及其性质	94
三、纳滤膜浓缩提纯的关键技术和工艺方案与应用	94
四、纳滤系统与错流过滤的方式	95
五、纳滤膜的工艺特性和应用领域与 GE 直饮水纳滤膜性能	95
六、水处理工程使用纳滤膜的要求与特点及设计	97
七、纳滤膜回收与废水处理等应用领域	98
第四节 超滤	98

一、超滤膜技术基本理论	99
二、超滤膜的结构和材料	101
三、超滤膜的构型及膜装置类型	101
四、超滤膜的形式与组件	105
五、新型超滤膜的主要技术、结构与设计	107
六、超滤膜在行业应用中的工艺及领域	108
七、超滤膜技术应用举例以及发展前景	111
八、超滤膜的使用与管理	114
第五节 微滤	115
一、微滤膜技术基本理论	115
二、典型微滤膜材料及其过滤的机理结构	117
三、微滤膜过滤技术与工业应用及领域	118
四、工业超纯水微滤法过滤举例	119
五、微滤膜水处理过滤的原理及技术应用举例	120
六、聚丙烯中空纤维微滤膜滤芯结构与特点	123
七、聚乙二醇对聚醚砜超滤膜微结构和性能的影响与制备举例	125
第六节 气体分离膜	126
一、气体膜分离技术基本理论	126
二、气体膜分离的新材料	127
三、氧氮分离器	127
四、工业中的气体膜分离技术	127
五、气体膜分离的应用方向	128
第七节 亲和膜	128
一、亲和膜技术基本理论	129
二、典型亲和载体与目标蛋白结合形式与工作机理	130
三、亲和膜的洗脱方式与置换及再生	131
四、亲和膜的制备	132
五、亲和膜的结构及形状	137
六、亲和膜分离的操作方式	138
七、亲和膜的应用	140
第八节 动态膜	142
一、动态膜过程的基本理论	142
二、典型动态膜的基本特点	143
三、动态膜载体的组件与膜材料	144
四、动态膜的制备方法	144
五、动态膜的应用	145

第九节 渗析	145
一、电渗析过程的基本理论	145
二、常见渗析材料	146
三、电渗析的结构	147
四、电渗析器的组装方式	148
五、电渗析器进水水质要求	148
六、电渗析器操作规程	149
七、电渗析实际应用举例	151
第十节 渗透气化	154
一、渗透气化过程的基本理论	154
二、渗透气化过程与步骤	155
三、渗透气化应用范围	156
四、渗透气化研究和应用方向	158
第十一节 液膜	158
一、液膜分离过程的基本理论	158
二、液膜的结构与液膜的形成	160
三、液膜材料的选择与液膜分离操作	160
四、液膜过程与操作步骤	161
五、液膜分离技术在处理废水方面的应用	162
第十二节 保鲜膜	163
一、涂膜保鲜的原理	163
二、涂膜剂及其使用方法	163
三、保鲜膜的应用	167

◎ 第四章 新型功能膜

173

第一节 生物膜	173
一、生物膜技术基本理论	173
二、生物膜的功能	177
第二节 传感膜	178
一、传感膜基本定义与原理	178
二、膜传感器开发	178
三、膜传感器的分类	179
四、敏感膜	181
五、膜传感器的原理与结构	184
六、各种膜传感器	186
第三节 智能膜	193

一、智能膜应用价值	193
二、智能膜分类与特点	194
三、智能膜材料与膜过程原理	194
四、智能膜应用及其前景	195
第四节 高分子膜	196
一、高分子分离膜定义与现状	196
二、高分子材料性质与分类	197
三、高分子功能膜基本原理	197
四、发展迅速的主要原因	197
五、高分子膜材料改性	198
六、高分子聚合物膜材料	198
七、高分子分离膜材料的应用	204
第五节 能量转化膜	204
一、燃料电池	204
二、离子交换膜燃料电池	210
三、质子交换膜燃料电池	211
四、锂离子二次电池隔膜	217
五、锂离子电池隔膜	221
第六节 自组装膜	227
一、分子自组装的原理及特点	227
二、自组装膜的分类	228
三、自组装膜的制备方法	228
四、自组装膜技术的应用	229
第七节 回归式反光膜	233
一、回归光反射效应	233
二、基本原理	234
三、颜色分类	234
四、级别	234
五、反光工程标识	236
六、回归式反光膜的制备方法	236
七、回归反光性能的测试	237
第八节 控制释放膜	237
一、药物控制释放体系	237
二、控制释放的主要机制	238
三、控制释放材料	242
四、膜式控释制剂的制法	244

五、控制释放膜的性能评价	246
六、包膜型缓释/控释肥料	247
七、控制释放膜的应用	250

◎ 第五章 新型膜接触器与集成分离过程的关键技术

252

第一节 膜吸收法分离烟气中 CO_2 的关键技术	252
一、膜吸收法脱烟气中 CO_2 的技术基本理论	253
二、膜吸收法 CO_2 的原理	254
三、膜吸收技术特点	254
四、膜吸收法分离 CO_2 工艺流程	254
五、中空纤维膜接触器与集成分离过程工业化应用	255
第二节 膜吸收法脱除 SO_2 的关键技术	259
一、膜吸收法脱除 SO_2 的技术基本理论	259
二、膜吸收 SO_2 的关键技术	260
三、膜吸收法的应用	260
第三节 新型分离工艺和方法的膜级萃取分离方法的关键技术	267
一、膜级萃取分离方法的技术基本理论	267
二、膜萃取过程的特点	268
三、数学模型	268
四、膜萃取过程的影响因素	270
五、各分传质系数关联式的建立	271
六、膜萃取器和过程设计	272
七、膜萃取的应用	274
第四节 膜蒸馏集成分离过程的关键技术	278
一、膜蒸馏法的原理	279
二、直接接触式膜蒸馏主要部件与传递过程	280
三、膜蒸馏过程的特征	281
四、膜蒸馏用膜材料	282
五、膜蒸馏过程中的膜污染问题	284
六、膜蒸馏用膜的特性参数	285
七、膜蒸馏组件的性能测试与影响因素	286
八、在膜蒸馏过程中的热回收问题	290
九、膜蒸馏存在问题及发展方向	291
十、膜蒸馏法的应用	291

第一节 膜技术的创新问题	299
一、膜软件	299
二、新型膜组件设计及其水处理应用实例	300
第二节 反渗透系统的设计问题举例	303
一、系统设计问题的提出	303
二、系统设计的相关依据	304
三、系统设计范畴界定	306
四、分系统的设计模式	307
五、系统的最优化设计	309
六、反渗透预处理系统的设计举例	311
第三节 膜分离生物反应器与创新设计实例	315
一、膜生物反应器的工艺和原理与特点	315
二、膜生物反应器的创新设计	318
三、膜分离生物反应器创新设计实例	320
四、膜生物反应器的滤膜选择	321
五、新型膜生物反应器的优点	323
第四节 “连续微滤膜过滤技术(CMF/CUF)设计”与实例	323
一、连续微滤膜过滤技术(CMF/CUF)设计	323
二、CMF 连续微滤膜元件使用结构示意图	325
第五节 电渗析淡化工程技术与创新工艺设计实例	325
一、电渗析定义、结构与原理	325
二、电渗析淡化工程技术	326
三、电渗析法海水淡化预处理的创新工艺设计	328
四、电渗析苦咸水淡化黄骅市示范工程设计典型实例	331

第一章

现代膜技术与基础

膜过程是一门新兴的多种学科交叉的新技术，已经成为工业上气体分离、水溶液分离、化学产品和生化产品分离与纯化的重要过程，广泛应用于食品、饮料加工、水处理、大规模空气分离、湿法冶金技术、气体和液体燃料的生产以及石油化工制品生产等。

膜分离技术受到世界各技术先进国家的高度重视，三十多年来，美国、加拿大、日本和欧洲技术先进国家，一直把膜技术定位为高新技术，投入大量资金和人力，促进膜技术迅速发展，使用范围日益扩大。

膜分离技术的发展和应用，为许多行业如纯水生产、海水淡化、苦咸水淡化、电子工业、制药和生物工程、环境保护、食品、化工、纺织等工业，高质量地解决了分离、浓缩和纯化的问题，为循环经济、清洁生产提供依托技术。

第一节 膜的定义与特点

膜从广义上讲为两相之间的一个不连续区间，它可以是固相、液相，甚至气相的。从分离的意义上来讲，大多数的分离膜都是固体膜。

目前，无论是从产量、产值、品种、功能或是应用对象上来讲，固体膜都占99%以上，其中尤以有机高分子聚合物材料制备成的膜为主。

一、膜的定义

尽管在生产和生活中的诸多领域应用的商品膜种类繁多，以及具体的分离机理和使用方法千差万别，但它们具有共同的特性，即选择透过性。

因此膜的一般定义是：膜是分离两相和作为选择性传递物质的屏障。它可与一种或两种相邻的流体相之间构成不连续区间并影响流体中各组分的透过速度。见图 1-1。

二、膜的特点

膜分离技术是一种常温下无相变的高效、节能的分离、提纯、浓缩新技术。

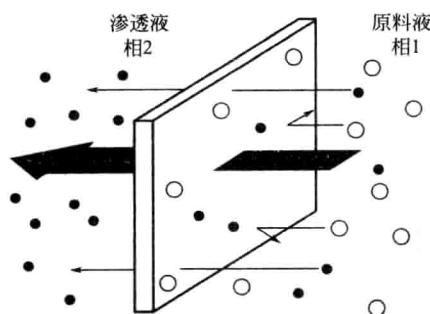


图 1-1 膜的定义

其基本原理是利用自然或人工合成的、具有选择透过性的薄膜，以外界能量或化学位差为推动力，对双组分或多组分体系进行分离、分级、提纯或富集，可用于液相和气相。

对于液相分离，可用于水溶液体系、非水溶液体系、水溶胶体系以及含有其他微粒的水溶液体系。分离膜多数是固体（目前大部分膜材料是有机高分子），也可以是液体。它们的共同之处是对被其分离的体系具有选

择性透过的能力。

第二节 膜的过程

物质选择透过膜的推动力可分为两类：一是外界能量，物质发生由低位到高位转移；二是化学位差，物质由高位向低位转移。

一、膜分离过程的特点

膜分离过程的特点：高效；能耗（功耗）低；膜分离设备操作维护方便，运行稳定；规模和处理能力很大。

二、膜分离技术的定义

把膜制成适合工业使用的构型，与驱动设备（压力泵、电场、加热器、真空泵）、阀门、仪表和管道相连。在一定的工艺条件下操作，就可以来分离水溶液或混合气体。透过膜的组分被称为透过流分。这种分离技术被称为膜分离技术。

一般膜分离技术是利用膜对混合物中各组分的选择渗透性能的差异来实现分离、提纯和浓缩的新型分离技术。膜分离过程的共同优点是成本低、能耗少、效率高、无污染并可回收有用物质，特别适合于性质相似组分、同分异构体组分、热敏性组分、生物物质组分等混合物的分离，因而在某些应用中能代替蒸馏、萃取、蒸发、吸附等化工单元操作。

实践证明，当不能经济地用常规的分离方法得到较好的分离时，膜分离作为一种分离技术往往是非常有用的。并且膜技术还可以和常规的分离方法结合起来使用，使技术投资更为经济。膜分离过程没有相的变化（渗透蒸发膜除外），常温下即可操作。

由于避免了高温操作，所浓缩和富集物质的性质不容易发生变化，因此膜分离过程在食品、医药等行业使用具有独特的优点。膜分离装置简单、操作容易，对无

机物、有机物及生物制品均适用，并且不产生二次污染。

由于上述优点，三十多年来，膜科学和膜技术发展极为迅速，目前已成为工农业生产、国防、科技和人民日常生活中不可缺少的分离方法，越来越广泛地应用于化工、环保、食品、医药、电子、电力、冶金、轻纺、海水淡化等领域。

三、典型的膜分离过程特性

典型的膜分离过程特性如表 1-1 所示。

表 1-1 典型的膜分离过程特性

过程	主要功能	膜
微滤(MF)microfiltration	滤除 $\geq 50\text{nm}$ 的颗粒	对称细孔高分子膜,孔径 $0.03\sim 10\text{nm}$
超滤(UF)ultrafiltration	滤除 $5\sim 100\text{nm}$ 的颗粒	非对称结构的多孔膜,孔径 $1\sim 20\text{nm}$ (MW 1000~1000000)
反渗透(RO)reverse osmosis	水溶液中溶解盐类的脱除	osmosis
渗析(透析)(D)dialysis	水溶液中无机酸、盐的脱除	强碱性离子交换膜、聚乙烯醇中性膜
电渗析(ED)electrodialysis	水溶液中酸、碱、盐的脱除	阴阳离子交换膜
气体分离(GP)gas permeation	混合气体的分离	硅橡胶、聚砜、聚酰亚胺等非对称膜
渗透气化(PV)pervaporation	水-有机物的分离	聚乙烯醇等由皮层和多孔支撑结构层构成的复合膜
液膜(L)liquid membrane	盐、生理活性物质的分离	液体保存在对称或者非对称多孔膜的孔中

四、其他膜过程

1. 气体膜分离

气体膜分离是指利用主体混合物中各组份在非多孔性膜中渗透速率的不同使各组分分离的过程。气体膜分离过程的推动力亦是膜两侧的压力差，在压力差作用下，气体首先在膜的高压侧溶解，并从高压侧通过分子扩散而传递到膜的低压侧，然后从低压侧解吸而进入气相，由于各种物质溶解、扩散速率的差异而达到分离目的。

对气体分离膜的要求是渗透通量高、分离系数大，具有较高的机械强度，一般均是非对称膜和复合膜。

气体膜分离设备主要有中空式和卷式两类。

图 1-2 所示为气体膜分离设备示意图，采用聚砜中空纤维，表面涂上一层厚度为 $500\sim 1000\text{\AA}$ 的聚甲基硅氧烷。

中空纤维外径 $450\sim 540\mu\text{m}$ ，内径 $225\sim 250\mu\text{m}$ 。

原料气在中空纤维外流过，渗透气通过纤维管壁进入管内，汇合到一端而流出。图 1-3 是卷式气体膜分离器的示意图，卷式组件由膜和支撑体组成，渗透气通过膜汇集到中心的渗透管而流出。

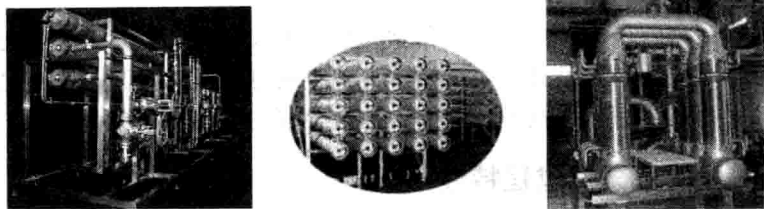


图 1-2 气体膜分离设备示意图

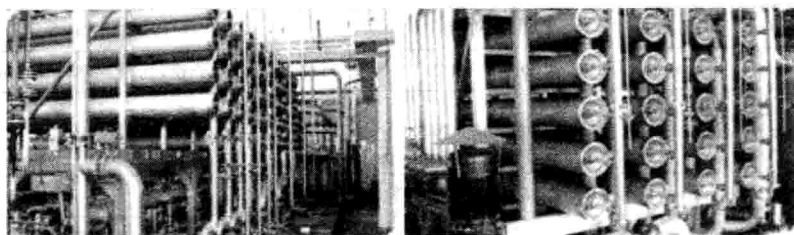


图 1-3 卷式气体膜分离器的示意图

气体膜分离技术虽然起步较晚，但发展十分迅速，目前在工业上已取得了许多成功的应用。

(1) 工业气体中氢的回收

工业上应用最广的气体膜分离过程是从合成氨厂排放气和石油化工厂中各种含氢气体中回收氢。使用气体膜分离组件可以从合成氨排放气中回收 96% 的氢，经济效益很大，已获广泛应用。

(2) 氧氮分离器

用膜分离方法分离空气制取氧含量 30%~40% 的富氧空气受到普遍重视。富氧空气用于工业炉中助燃可以大大提高燃料的利用率。小型制取富氧空气的膜分离器在医药上也有广泛应用前景。用于氧氮分离的膜材料有硅橡胶、PPO 等。气体膜分离在天然气提氮、CO₂ 等酸性气体脱除等方面亦有广泛的应用前景。

2. 渗透气化

渗透气化是利用膜对液体混合物中组分的溶解与扩散性能的不同来实现其分离的膜分离过程。在膜的上部充满要分离的流体混合物，膜的下部空腔为气相，接真空系统。流体混合物与膜接触，各组分溶解到膜的表面上，并依靠膜两侧表面间的浓度差向膜的下侧扩散，被真空泵抽出，可冷凝成透过液。由于组分通过膜的渗透速率不同，易渗透组分在透过物中浓集，难渗透组分则在原液侧浓集。膜的下部空腔也可以不接真空而用惰性气体吹扫，将透过物带出。

渗透气化过程的主要操作指标是渗透通量与分离系数，这主要取决于物质在膜中的渗透性质。一般认为物质透过渗透气化膜是溶解扩散机理，过程分三步进行：

- ① 原料液组分在膜表面溶解；

② 组分以分子扩散方式从膜的液相侧而传递到气相侧；

③ 在膜的气相侧，透过的组分解吸到气相中。

渗透气化过程的突出优点是分离系数高，可达几十甚至上千，因而分离效率高，但其透过物有相变，需要提供气化热，因此，此过程对于一些难以分离的近沸点混合物、恒沸物以及混合物中少量杂质的分离十分有效，可以产生良好的经济效益。

恒沸液分离是渗透气化研究和应用的重要领域。乙醇-水分离研究最多。无水乙醇是重要的原料和溶剂，可由植物纤维发酵制得，属有前途的汽油代用品和再生能源。其生产过程中最大问题在于从发酵液中将百分之几的乙醇提浓至无水乙醇。目前可用渗透气化过程将稀乙醇溶液中的乙醇透过膜而富集，这种膜称为透醇膜，尚在研究开发中。另一类是透水膜，可将高浓度的乙醇溶液中的少量水透过膜而除去，这样即可打破乙醇-水混合物的恒沸点。这一过程已经实现了工业化，并已有几套工业规模装置在运转。

对于近沸点组分，如苯和环己烷，共沸点分别是 80.1°C 和 80.7°C ，难以用一般的精馏方法分离，采用渗透气化过程，其分离系数可达 200 左右，显示出很好的发展前景。此外，混合物中少量水的分离和废水中少量有毒有机物质的分离也是渗透气化有可能应用的领域。

3. 液膜分离技术

液膜分离技术是 20 世纪 60 年代发展起来的，其特点是高效、快速和节能。液膜分离技术和溶剂萃取过程十分相似，也是由萃取和反萃取两步过程组成的，但在液膜分离过程中，萃取和反萃取是在同一步骤中完成，这种促进传输作用，使得过程中的传递速率大为提高，因而所需平衡级数明显减少，大大节省萃取溶剂的消耗量。液膜分离技术按其构型和操作方式的不同，可以分为乳状液膜和支持液膜。

乳状液膜可以看成作为一种“水-油-水”型 (W/O/W) 或“油-水-油”型 (O/W/O) 的双重乳状液高分散体系。将两种互不相溶的液相通过高速搅拌或超声波处理制成乳状液，然后将其分散到第三种液相（连续相）中，就形成了乳状液膜体系。

这种体系包括三个部分：膜相、内包相和连续相，通常内包相和连续相是互溶的，膜相则以膜溶剂为基本成分。为了维持乳状液一定的稳定性及选择性，往往在膜相中加入表面活性剂和添加剂。乳状液膜是一个高分散体系，提供了很大的传质比表面积，待分离物质由连续相（外侧）经膜相向内包相传递，在传质结束后，乳状液通常采用静电凝聚等方法破乳，膜相可以反复使用，内包相经进一步处理后回收浓缩的溶质。

支撑液膜是将膜相溶液牢固地吸附在多孔支撑体的微孔中，在膜的两侧则是与膜相互不相溶的料液相和反萃相，待分离的溶质自液相经多孔支撑体中的膜相向反萃相传递。这类操作方式比乳状液膜简单，其传质比表面积也可能由于采用中空纤