

文章编号 :1007 - 8924( 2002 )01 - 0065 - 08

# 国外膜工业发展概况

王从厚 吴 鸣

( 中科院大连化物所, 大连 116023 )

摘 要 : 主要介绍了近年来国外膜工业的发展概况 , 特别是美国、日本、西欧以及中东等国家和地区膜技术产业的发展现状 , 主要生产厂家的膜器件和产品性能以及主要膜过程 ( 微滤 ( MF )、超滤 ( UF )、纳滤 ( NF )、反渗透 ( RO )、电渗析 ( ED ) 和气体分离 ( GS ) ) 的市场状况和年增长速率。

关键词 : 国外现状 ; 膜工业 ; 膜组件 ; 市场

中图分类号 : TQ028.8 文献标识码 : A

国际上的膜技术产业已初具规模 , 1998 年国外上网的膜和膜设备的生产厂家及经营公司达 452 家 , 其产品类型及厂商概况参见表 1<sup>[1~6]</sup>。据统计 , 1999 年世界各种膜过程中 , 膜与组件的销售总额达 47 亿美元 , 1998 年为 44 亿美元 , 详细情况参见表 2 和表 3<sup>[4]</sup>。另据估计 , 到 2004 年 , 世界分离膜的市场销售额将达到 100 亿美元。

表 1 国外膜和膜设备产品类型及其生产商数量统计表( 1998 年 )<sup>\*</sup>

产品类型	生产和经营厂家	产品类型	生产和经营厂家
MF 设备	220	金属膜	50
MF 膜	208	陶瓷膜	94
NF 设备	84	人孔滤膜	52
NF 膜	107	芳香聚酰胺膜	53
RO 设备	133	芳香聚酰胺膜	1
RO 膜	120	聚脂膜	55
UF 设备	164	聚碳酸酯膜	28
UF 膜	180	PTFE 膜	101
气体分离	32	脱盐膜	55
渗透汽化	13	复合膜	53
渗析	32	单质膜	21
电渗析	24	均质膜	4

\* 表中数据是我们从其产品目录中统计得到。其中 , 《国外膜和膜设备厂商名录》参见《分离信息荟萃》第十九集。

表 2 世界各种膜过程中膜和组件的销售情况( 1998 年 )<sup>[5]</sup>

膜过程	销售额/百万美元	年增长率/%
渗析	1 900	10
微滤	900	8
超滤	500	10
反渗透	400	10
气体交换	250	2
气体分离	230	15
电渗析	110	5
电解	70	5
渗透汽化	>10	/
其他	30	10
合计	4 400	>8

表 3 世界各种应用中膜和组件的销售情况( 1998 年 )<sup>[5]</sup>

市场部分	销售额/百万美元	年增长率/%
血液透析/过滤	2 200	8
血液增氧器	350	2
水脱盐	350	10
( 废水 ) 水净化	400	10
氧/氮分离	100	8
食品加工	200	10
( 生物 ) 化学工业	150	15
电化学工业	150	8
分析/诊断	150	10
其他	350	10
合计	4 400	>8

收稿日期 : 2001 - 10 - 15

作者简介 : 王从厚( 1940 ~ ) , 男 , 青岛市人 , 研究员 , 从事膜科学与技术进展及信息服务。

在国外的分离膜销售市场中,仍以美国、日本、西欧为主,如 1990 年国外分离膜(不包括膜器件与装置)的年产值为 22 亿美元,其中美国占 55%,日本占 18%,西欧占 23%。又如,1997 年世界分离膜制品市场已达到 40 亿美元以上,其中美国为 11 亿美元,日本超过 10 亿美元,欧洲 9.7 亿美元,年平均增长速度为 8%~10%。据推测,2004 年前,世界膜市场的年平均增长速率将达到 15%<sup>[6,8]</sup>。

就膜市场的构成而言,各国之间有较大差异。以美国为例,1997 年 MF、UF、D、RO 分别占市场总额的 34%、17%、17%及 16.3%。欧洲相应膜制品的市

场占有率则为 31.8%、9.8%、40.6%及 7.3%;日本则分别为 32%、5.7%、39.6%和 6.6%<sup>[7]</sup>。

目前,国外的无机分离膜所占的市场份额还比较小,1993 年的销售额为 4 千万美元,但增长率高达 30%~35%,远高于有机膜。其中陶瓷膜占到 80%左右,1997 年美国无机膜市场已达 1 亿美元,占膜市场的 9%,预计到 2000 年,无机膜的市场占有率将超过 12%<sup>[8]</sup>。

国外主要国家和地区分离膜和无机膜销售额及其预测情况参见表 4 和表 5。

表 4 国外主要国家分离膜销售额<sup>[6]</sup>

亿美元

膜种类	国家和地区								
	日本			美国			西欧		
	1986 年	1991 年	1996 年	1986 年	1991 年	1996 年	1986 年	1991 年	1996 年
微滤(MF)	0.60	1.00	1.70	3.00	4.50	7.00	1.00	1.60	2.60
超滤(UF)	0.10	0.20	0.30	0.65	0.90	1.50	0.30	0.55	0.80
反渗透(RO)	0.20	0.25	0.35	0.75	1.00	1.50	0.25	0.40	0.60
气体分离(GS)	0.03	0.08	0.18	0.30	0.60	1.00	—	0.05	0.18
电渗析(ED)	0.35	0.40	0.55	0.70	0.73	0.81	—	0.03	0.08
渗透汽化(PV)		0.05	0.12		0.40	0.70	0.30	0.80	1.20
渗析(D)	1.70	1.80	2.10	0.50	0.70	0.80	2.50	3.20	3.80
合计	2.98	3.78	5.30	5.90	8.47	12.60	4.08	5.91	8.18

表 5 国外无机膜销售额及其预测<sup>[6]</sup>

膜种类	销售额/百万美元				增长率/%
	1986 年	1989 年	1994 年	1999 年	
陶瓷膜	6	18	75	345	34
碳膜	0	3	9	50	32
金属膜	5	8	13	25	12
玻璃膜	0	0	1	3	>100
其它	1	2	4	9	16
合计	12	31	102	432	30

## 1 美国的膜技术产业发展概况<sup>[7~9]</sup>

据 1998 年美国商业通讯公司报道,美国 1997 年膜市场销售总额为 11 亿美元,预计在 2001 年将达到 16 亿美元,年平均增长速度为 8.0%。该工业领域中增长速度最快的部分为渗透汽化(17.0%)、电驱动膜过程(13.0%)、反渗透(10.0%)和超滤(10.0%),其中占市场份额较大的是超滤,将占 18%。微滤的增长速度为 6.6%,但其市场占有率将达到 32%,到 2001 年预计将达到 5 亿美元<sup>[7]</sup>。

气体分离膜的应用也将以每年 8% 的速度增长,预计到 2001 年将达到 1.35 亿美元。

另外,据报道,1997 年生物工程、生物医疗、血液透析治疗学约占市场总额 11 亿美元的 40%,其中,增长最快的是生物工程和生物医疗,其年平均增长速度为 13%,然后是制药业及市政用水部分,年平均增长速度为 9.0%。其次是半导体及电子部分,年平均增长速度为 8.0%。血液透析及治疗学部分的增长速度只有 5.0%。有关情况参见表 6。总的来说,美国在反渗透、气体分离膜和液膜方面是世界的主流。

表 6 美国分离膜销售额及其预测<sup>[9]</sup>

百万美元

膜过程	1997 年	2001 年	年增长率/%
气体分离	99	135	8.0
渗透汽化	38	71	17.0
反渗透	185	270	10.0
超滤	194	284	10.0
微滤	386	500	6.6
电驱动膜过程	35	57	13.0
血液透析	193	233	4.9
总计	1 137	1 557	8.0

## 2 日本的膜技术产业发展概况<sup>[10~12]</sup>

日本政府各有关部门十分重视分离膜及其应用技术的研究,先后组织了一系列国家攻关项目并给予经常性的经费支持。如,1980~1990年间给予“高效率高分子分离膜材料的研究经费达1亿美元;1990~1996年,日本厚生省相继启动了面向新世纪的“MAC-21”计划(membrane Aqua Century)和“New MAC-21”计划,旨在采用NF、UF与活性炭吸附和臭氧处理相结合的技术以及NF技术,开发饮用水的深度处理工艺,以彻底改变现有自来水的供给体系,其中包括除浊、除菌、去除消毒副产物、臭气物和农药等;此外由通产省主持的“石油制品的膜分离技术”和“次世代超纯水的开发”等。1994年日本分离膜的市场约10亿美元,其中RO膜约为1亿美元。

日本膜企业界的特点是:①产业领域宽,几乎每家企业都在搞MF、UF、RO甚至D、PV和GS。②产品系列化和专用化,可根据用户的需要,开发多种类型的膜和不同系列的膜组件。③注重利用本公司以往的技术积累,发挥自己的技术优势。

日本的RO膜主要用于海水淡化。最近在冲绳县上的一套装置规模为4万m<sup>3</sup>/d,在世界上属前五位。以后拟在福冈市上10万m<sup>3</sup>/d的装置。日本东洋纺的RO膜及其组件在世界上建成的大型海水淡化装置中占了46.3%,居世界第一位。

日本的超滤膜及组件主要用于净水器。目前,日本1/3的家庭拥有净水器,用于获得高质量的自来水,或将河水、湖水只通过膜法处理就可达到饮用水标准。

日本的离子交换膜除用于电渗析外,还用于浓缩海水制食用盐。

日本的渗透汽化以三井造船为代表,它购买德国GFT公司的膜,致力于渗透汽化过程和工程方面的开发工作,成为世界上主要膜装置生产厂家之一。

日本的医用分离膜用于生产血液透析器(人工肾)其企业约有12家,产量最多的是旭化成公司(占25%)和东洋纺(占6%)。日本的血液透析器产量和消耗量为世界第一。

日本目前有7~8家企业在从事无机膜方面的研究开发工作,特别在多孔陶瓷膜方面,有些已处于世界领先地位,目标是将陶瓷过滤器商品化。在膜法富氧方面曾有10多家研究所和企业参加,研制出富

氧浓度为30%左右的平板型超薄复合膜及组件,但由于石油价格一度低廉,故未得到广泛应用。此外,渗透汽化组件只有一家公司在制作,而且膜是购买德国GFT公司的。在NF膜方面,日本最新研制的ES系列已商品化,其在低压(0.75 MPa)下可得到与NF相同的通量,不仅可用于脱盐,也有希望用于低分子有机物的分离上。

总的说来,日本在膜技术的推广应用方面做得最好。

## 3 欧洲的膜技术产业发展概况<sup>[13~16]</sup>

据报道,欧洲液体膜分离系统市场在经历了5年衰退及销售削减后,在最近的5年中,又得到了很大的发展。1997年欧洲液体膜分离系统市场的总收入价值为9.689亿美元。随着反渗透、超滤、微滤的应用范围更广,价格更低并且得到更广泛的重视,特别是对污水的处理和循环使用,预计2004年将使收入达到16.5亿美元,其综合年增长速度为7.9%(1997~2004年),其中各种产品占比例变化情况参见表7。

表7 欧洲液膜分离系统市场概况  
(1994~2004年)<sup>[13]</sup>

年份	产品所占比例					
	RO/%	NF/%	UF/%	MF/%	ED/%	DDIA/%
1994	15.1	2.6	22.9	45.4	11.7	2.3
1995	15.0	2.6	23.0	45.5	11.6	2.3
1996	15.0	2.6	23.1	45.5	11.5	2.3
1997	15.2	2.6	23.1	45.5	11.4	2.2
1998	15.2	2.6	23.2	45.5	11.3	2.2
1999	15.2	2.7	23.2	45.5	11.2	2.2
2000	15.1	2.7	23.3	45.6	11.1	2.2
2001	15.1	2.7	23.4	45.7	11.0	2.1
2002	15.1	2.7	23.5	45.8	10.8	2.1
2003	14.9	2.8	23.7	45.9	10.7	2.0
2004	14.7	2.8	23.9	46.0	10.6	2.0

DDIA 扩散渗析

另据最新报道,1999年欧洲膜分离系统市场估计为9.4亿美元。其中,在水处理方面应用最大,约占市场总额的29%,其次是电化学占20%,医药和生物技术应用方面占19%。预计到2004年,膜技术市场将达到12.88亿美元(以1999年之价格比)。水处理占最大的市场,约占31%,而在医药和生物技术方面的应用将替代电化学上升到第二位,约占19%,电化学占14%,随后是食品和饮料占14%。

目前,德国是最大的国家和地区膜市场,约占 30%,同时,德国也是膜生产机械设备制造大国,其加工水平世界一流,如 Filatech 公司及其合伙企业制作各种中空纤维膜生产线已形成专业公司。不过到 2004 年,其市场占有率将下降到 24%,而西班牙和波兰将占 14%,英国和爱尔兰占 16%。

在欧洲整个膜分离市场中,微滤占据着主导地位,到 2004 年约占整个销售额的 46%。而且随着各种行业,特别是制药工业中的各项标准更为严格后,微滤将会有更大的发展。其次是超滤,到 2004 年约占销售收入的 23%,然后是反渗透和纳滤共占 17.5%,电渗析占 10.6%。虽然近年来纳滤得到了很快的发展,但与微滤、超滤和反渗透相比,纳滤在整个销售收入中所占比例还是比较小的。

在欧洲由于液体膜分离系统有着很大的发展潜力,许多新的公司也纷纷进入到该市场。新兴公司与原有公司之间的激烈竞争直接表现为价格竞争,因而导致成本降低,使膜工艺逐步成为一种更具有成本竞争能力的分离方法。

在各种最终应用中,工业和精细化工行业占据主导地位,其次是发电、水及废弃物的加工处理。

另外,欧洲膜分离企业之间的兼并和合并浪潮,将会持续下去,并对整个工艺技术、行业竞争及发展产生深远的影响。

总的说来,欧洲有关膜的研究覆盖了膜学领域的所有方面,在渗透汽化、超滤、膜催化和膜反应器以及一些膜过程传质机理方面,一直处于世界前列。德国在人工肾方面与日本一起处于世界垄断地位。法国在无机膜的研究方面处于世界领先地位。意大利、比利时和荷兰等国的膜技术水平也很高。

#### 4 中东国家和地区的膜技术发展概况

中东的过滤市场明显不同于任何其他地区,这儿气候干旱,风砂较大,严重缺水,因此,海水淡化和空气过滤是膜技术在该地区的主要推广应用领域。

在海水淡化方面,为了满足城市和工业用水的需要,引进了许多海水淡化装置,大都分布在波斯湾和红海的岸边地区,另外数百个中小型苦咸水淡化装置到处可见。沙特阿拉伯是错流膜装置和膜的最大购买者,2001 年该国的总投入将达到 2.31 亿美元,其中反渗透装置和膜为 1.95 亿美元,超滤和微滤装置及膜为 0.36 亿美元。其次是伊朗,再其次是阿拉伯联合酋长国,伊拉克将保持在第四的位置上

(参见表 8)。

表 8 2001 年中东地区错流膜系统销售情况

百万美元				
国 家	微滤	反渗透	超滤	总费用
沙特阿拉伯	9.63	195.48	26.15	231.26
伊朗	10.51	17.07	12.74	40.31
伊拉克	0.95	15.00	2.00	17.95
阿拉伯联合酋长国	2.75	19.76	4.69	27.20
利比亚	1.73	18.18	3.40	23.31
以色列	2.99	12.21	4.09	19.29
叙利亚阿拉伯共和国	3.60	2.35	4.00	9.96

另外,在液体过滤方面,2001 年世界液体滤器的销售额将达到 45 亿美元,而中东地区所占比例较小,其中最大的滤器购买者沙特阿拉伯的销售额只有 0.46 亿美元,其中用于油和天然气工业为 0.27 亿美元,其次是医药工业 0.06 亿美元,随后是食品、化学、电力和供水工业。

在空气过滤方面,主要用于干燥地区的尘埃分离,总起来看市场不大,例如,空气滤器的最大销售国伊朗 2001 年的销售额约 0.28 亿美元,其次是沙特阿拉伯约 0.25 亿美元,最少的是伊拉克和利比亚,各为 0.025 亿美元左右。2001 年发电用燃气轮机所需的空气过滤器,在阿拉伯联合酋长国的销量最大为 0.084 亿美元,其次是沙特阿拉伯,为 0.074 亿美元。

在中东地区,美国是膜的最大供应商,而空气过滤器则由欧洲和美国厂商提供。

值得一提的是以色列已开发出一种反冲洗过滤器,主要用于农田滴灌系统,防止小颗粒堵塞通道。

总起来讲,中东地区是液体和空气过滤工业的特有市场,而且对水脱盐系统的需求将会继续增长,这将为膜技术在该地区的推广提供良好的机会。

#### 5 国外主要膜及膜组件的发展概况<sup>[17~23]</sup>

##### 5.1 微滤、超滤和纳滤膜组件的发展概况

国外从事微滤膜及膜设备的生产和经营单位较多,1998 年就达 400 多家。其中以 Pall 和 Millipore 公司产品的市场份额最大,如他们已占到日本市场的 60%,约 120 亿日元。在已商品化的微滤膜产品中,使用的膜材质主要有醋酸纤维素、聚酰胺、聚乙烯、聚丙烯、聚砜、聚四氟乙烯、尼龙 66 和陶瓷膜等,国外主要微滤膜和组件的概况参见表 9。

表 9 国外主要微滤膜和组件概况<sup>[17,18]</sup>

公 司	类 型	膜 材 料
A/G Technology	中空	PS
Akzo( Enka Division)	中空、平板	PP 尼龙 6
Alcan	平板	陶瓷
Alcan	管式	陶瓷
Amicon( W. R. Grace )	中空	PS
Asahi	中空	PP ,PTFE
Hoechst	中空	PP
Celanese	平板	
Ceramem	整块	陶瓷
Cund( Commercial Intertech )	平板	尼龙 66 ,PTFE
DDS	平板	PS ,PVDF
Dominick Hunter	平板	CA - CN 尼龙 66 ,PTFE
Filterit( Memtec )	平板	PS ,PTFE
Fuji	平板	PS
Gelman sciences	平板	CIA ,CA ,CA - CN ,PVC , PS ,PVDF ,PTFE , 尼龙 66d ,PP ,PAA
W. L. Gore	平板、管式	PTFE
Kinetek Systems	中空	PS
Kuraray	中空	PVA
Microgon	中空	CA - CN
Mitsubishi Rayou	中空	PP ,PE
Millipore	平板、管式	陶瓷 ,CA - CN ,PVDF , PC ,PTFE
MFS	平板	CN , CA , CA - CN , PTFE
MSI	平板	CA /CN 尼龙 66
Nitto Denko	平板	PTFE
Nuclepor( Costar )	平板	PC ,PE
Pall	平板	尼龙 66 ,PTFE ,PVDF
Poretics	平板	PC ,PE
Sartorius	平板	CA ,CN ,PTFE
Schleicher - Schuell	平板	CA , CN , CA - CN , PTFE
Whatman	平板	CN ,CA - CN ,PTFE
X - Flow B. V.	中空	PS ,PE

国外从事超滤膜及膜设备的生产和经营单位较多,1998 年就达 300 多家,主要的生产厂商在 30 家左右,其中日本就占了一半。日本的旭化成工业和日东电工的市场份额最大,其中旭化成工业位居世界第一位。超滤膜大都沿用微滤膜的制备方法,使用的材质也大体相同,国外超滤膜和组件概况见表 10。

表 10 国外主要超滤膜和组件概况<sup>[17,18]</sup>

公 司	类 型	膜 材 料	切割分子 量/10 <sup>3</sup>
Alcoa/Membralox	管式	γ - 氧化铝 - α - 氧化铝	
Amicon	盘式、中 空、卷式	PS ,PVDF ,PVA	1 ~ 100
Asahi	中空	PAN	6 ~ 7
Daicel	平板、管式	PAN ,PES	5 ~ 40
DDS	平板	CA ,PS ,TFC	6 ~ 30
Desalination Systems INC/DSI	卷式	PS ,TFC	35 ~ 500
Fluid Systems	卷式	PES	6 ~ 10
Koch Membrane Systems	卷式、管式	PES ,PVDF	1 ~ 600
Nitto/Hydranautics	卷式、管 式、中空	PS ,PC ,PI	8 ~ 100
Osmonics/Sepa	卷式	CA ,PS ,PF	1 ~ 100
Rhone - Poulenc/Iris	平板	PAN ,PVDF ,SPS	10 ~ 25
Romicon	中空	PS	1 ~ 100

国外从事纳滤膜和膜设备的生产和经营单位约 200 家,相继开发出多种牌号的纳滤膜和组件投放市场,其主要的产品参见表 11。

表 11 国外主要商用纳滤膜概况

公 司	膜 材 料	商 品 名
Film Tec.( USA )	芳香族聚酰胺 聚吡嗪酰胺	NF50 ,NF70 NF40 ,NF - 40HF
日本东丽		UTC - 20HF ,UTC - 60
AMT( USA )		ATF - 30 ,ATF - 50
日东电工	磺化聚(醚) 砜混合型	NTR - 7410 ,NTR - 7450 , NTR - 7450HG ,NTR - 729HG ,NTR - 7250
Desalination( USA )		Desal - 5
美国海德能公司	芳香族聚酰胺	UHT - ESPA , ESPA - FREE650 , ESPA - FREE1700

### 5.2 反渗透膜组件的发展概况

国外从事反渗透膜及膜设备的生产和经营单位达 250 多家,主要的有 DOW( Film Tec. ) Fluid System、日东电工、海德能公司、Du Pont、东丽、东洋纺,此外还有美国的 DDS Filtration/DOW、Desalination Systems Inc.、US Filter、NWW Aounmen、Osmonic Inc.、Trisep Comp. 公司,日本的住友公司,澳大利亚的 Memtec Ltd. ,以及意大利的 Rochem. Separem 公司等。主要公司及产品情况参见表 12。

表 12 国外主要反渗透膜和组件概况

公 司	膜 材 料	类 型	商 品 名
DOW( Film Tec )	芳香族聚酰胺	卷式	BW-30 ,SW-30HR/NF-70 ,BW-30HR/SW-30
	薄层复合膜	卷式	TW30-4040 ,TW30HP-4040 ,BW30-400 ,BW30-365
日东电工	芳香族聚酰胺	卷式	ES20-D ,NTR-1698 ,NTR-769SR ,NTR-7450 ,ES20-U ,NTR-7250 ,NTR-759 ,NTR-729HF
Hydranautics	芳香族聚酰胺	卷式	UHY-ESPA ,LHY-CPA3 ,LHY-CPA4 ,HSY-SWC2 ,HHY-SWC3 ,ESPA-FREE3500
Fluid System/Anglian Water	芳香族聚酰胺	卷式	TFCL ,TFCL-HP ,TFC3 ,TFCS
	醋酸纤维素	卷式	ROGA
日本东丽	芳香族聚酰胺	卷式	SU-700 ,SU-800 ,SU-900
	交联聚醚	卷式	SC-100 ,SC-3000
Du Pont	芳香族聚酰胺	中空式	Permasep B-9 ,B-10
日本东洋纺	醋酸纤维素	中空式	HR8355 ,HA8130 ,HA5110

### 5.3 气体膜分离组件发展概况

国外从事气体膜分离的工厂和公司约 30 家,大都在美国、日本和欧洲地区.70 年代末由美国孟山都公司开发成功的 Prism 中空纤维膜,被认为是现代气体分离技术的支柱之一.目前 Prism 膜组件除用于合成氨弛放气中回收氢气外,在石油化工、天然气提氢、天然气净化、三次采油中甲烷和二氧化碳的分离等过程中也有着广泛的用途.孟山都公司在原

有的技术基础上,对制膜工艺进行了改进,开发出梯度密度膜,将富氮装置的渗透性能提高了 2~3 倍.另外,德国梅塞尔公司(MG Generon)开发的撬装式富氮车,可将空气中的氮气提浓到 98% 以上,并在油田三次采油用注氮气上获得推广应用.目前,气体分离膜的应用市场尚处于发育阶段,只占到所有膜过程的 9.23%,表 13 为国外气体分离膜的主要生产厂家及产品性能.

表 13 国外气体分离膜的主要生产厂家

公 司	主 要 产 品	性 能 指 标	商业目标
美 国	孟山都 合成氨弛放气回收氢	5 000 m <sup>3</sup> /h	全球市场
	乙烯气体分离	6 000 m <sup>3</sup> /h	
	裂解排放气、二甲苯异构化废气、加氢脱硫排放气回收	3 000 m <sup>3</sup> /h	
柏美亚	流体系统 富氧气	1 000 m <sup>3</sup> /h, 30%(氧)	市场开拓
	空气产品 富氮气	500 m <sup>3</sup> /h, 99%(氮)	全球市场
	富氮气	10~1 000 m <sup>3</sup> /h, 95%(氮)	全球市场
日 本	旭硝子 富氧空气	1 000 m <sup>3</sup> /h	储备技术
	宇部兴产 氢、氮、二氧化碳分离器,聚酰亚胺膜脱水器	高稳定性、氢氮分离系数大于 40	长远发展
	帝人 医用富氧器	35%~40%(氧)	全球市场
东 洋 纺	炼厂气和化工厂回收氢;天然气和三次采油分离回收 CO <sub>2</sub> ;天然气提 He;从空气制富氧或富氮	气体透过速率比:He:77, H <sub>2</sub> :66, CO <sub>2</sub> :31, O <sub>2</sub> :5.5, Ar:2.5, CO:1.5, CH <sub>4</sub> :1, N <sub>2</sub> :1(为基准)	
欧 洲	GKSS 医用富氧器	35%~40%(氧)	全球市场
	BOC/DOW 富氧、富氮分离器	30~50 m <sup>3</sup> /h, 30%~35%(氧)	市场开发
	法国液空 富氧、富氮	≥99%(氮)	全球市场
梅塞尔 富氮	≥99%(氮)	全球市场	

### 5.4 渗透汽化膜组件发展概况

国外从事渗透汽化的厂商只有 13 家,其中最著名的是德国 GFT 公司,其生产的工业用板框式渗透汽化装置,膜面积可达 50 m<sup>2</sup>,主要用于溶剂脱水,

特别是乙醇脱水,可将 94% 乙醇浓缩至 99.8%.日本在这方面也有一定的势力,正在开发用于异丙醇(IPA)回收的渗透汽化组件.

螺旋卷式组件也有产品问世,但在工业上的应

用数量有限. 表 14 列出国外主要渗透汽化厂商及其 产品情况.

表 14 渗透汽化用膜及组件概况

公 司	应 用	膜/组件	备 注
GFT	溶剂脱水	交联 PVA 复合膜/板框式组件	由 G. F. Tüsel 创建, 现为 CFT. Cerarer 分部, 是大的渗透汽化公司, 主要从事乙醇脱水浓缩方面的工作, 现在已建成 100 多个工厂, 占欧洲市场的 90% 以上. Mistsui 是他们的日本销售商
Lurgi	溶剂脱水	GFT 的 PVA 膜/板框式组件	使用 GFT 膜, 不过他们的板框式组件是以现有的热交换技术为基础. 已建立了数个乙醇脱水工厂
Membrane Technology & Research	溶剂回收	复合膜/螺旋卷式组件	销售到 0.5~1 万加仑/d 的水污染控制厂
British Petroleum (Kalsep)	溶剂脱水	离子交换聚合物基复合膜/圆管式或板框式组件	大都是一些水/异丙醇分离操作的小工厂
Air Products (Separex)	有机-有机物分离, 甲醇/MTBE	醋酸纤维/板框式组件	在现场操作的小型中试系统(2 加仑/h), 以甲基叔丁基醚 (MTBE) 为排出流体
Texaco	溶剂, 特别是乙二醇、异丙醇的脱水、有机-有机物的分离	他们自制的复合膜, 用 CFT 的板框式组件	

5.5 无机膜及组件发展概况

近 10 年来, 无机膜材料和制膜工艺均有了长足的发展. 目前, 研究开发的无机膜主要有平板式、单管和多通道式、多沟槽式以及中空纤维式. 可为单层结构, 也可为多层结构. 按其结构和功能可分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜、气体分离膜以及催化反应膜等. 进入工业化生产的无机膜还仅仅限于陶瓷微滤膜和

超滤膜两种. 从事这两种膜生产的厂家主要集中在法国、美国和日本. 表 15 为国外主要无机膜生产厂家及其产品概况. 日本近年来大力开发多孔陶瓷膜, 碍子公司为日本最大陶瓷膜生产厂, 1988 年成功地开发出 19 通道的多通道陶瓷膜. 1989 年又开发了 37 通道的产品, 每根过滤面积相当于单管膜的 3.5~5.3 倍.

表 15 多孔无机膜产品概况

生产厂家	商品名	膜材料	支撑体	膜孔径	构 型
Alcoa/SCT	Membralox®	ZrO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20~100 nm	多通道
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2~5 μm	管状
Norton	Ceraflo®	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2~1.0 μm	多通道 管状(对称)
				6 μm	
NGK		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2~5 μm	管状
Du Pont	PRD-86	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.06~1 μm	管状
Alcan/Anotec	Anopore®	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20 nm	干板
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1 μm 0.2 μm	
Gaston County	Ucarsep®	ZrO <sub>2</sub>	C	4 nm	管状
Rhone-Poulenc/SFEC	Carbosep	ZrO <sub>2</sub>	C	~ 4 nm	管状
		ZrO <sub>2</sub>	C	0.08~0.14 μm	管状
TDK	Dynaceram®	ZrO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~10 nm	管状
Schott Glass		Glass	-	10 nm 0.1 μm	管状
Fuji Filters		Glass	-	4~90 nm	管状

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Spencer P. International membrane directory[ J ]. Filtration & Separation ,1998 ,35( 1 ) 45~58.
- [ 2 ] Spencer P. International directory of membran[ J ]. Filtration & Separation ,1999 ,36( 1 ) 30~46.
- [ 3 ] Spencer P. 1999~2000 world buyers 'guide and driority of filtration and separation manufactures and suppliers - membrane filters[ J ]. Filtration & Separation ,1999 ,36( 7 ) :112~120.
- [ 4 ] Mellvaine Company. Cross - flow filtration sales this year will top US \$ 4. 7 billion ,forecasts market study [ J ]. Membrane Technology 2000 ,121 :1.
- [ 5 ] Heiner Strathman. Membrane processes for sustainable industrial browth[ J ]. Membrane Technology ,1999 ,113 : 9~11.
- [ 6 ] 《化工材料咨询报告》编委会. 化工材料咨询报告[ M ]. 北京 :中国石化出版社 ,1999. 202~242.
- [ 7 ] 陈观文. 我国分离膜的现状与展望[ J ]. 膜科学与技术 , 1999 ,19( 6 ) 52~55.
- [ 8 ] 汪洪生 , 陆雍森. 国外膜技术进展及其在水处理中的应用[ J ]. 膜科学与技术 ,1999 ,19( 4 ) :15~22.
- [ 9 ] Mowbray J F. US membrane market to reach US\$ 1. 66n by 2001[ J ]. Membrane Technology ,1998 ,98 2.
- [ 10 ] 松本丰 ,高以烜 ,岑运华. 日本 NF 膜、低压超低压 RO 膜及应用技术的发展[ J ]. 膜科学与技术 ,1998 ,18( 5 ) : 12~18.
- [ 11 ] 陈观文. 日本分离膜产业的现状( I ) [ J ]. 膜科学与技术 ,1996 ,16( 3 ) :71~80.
- [ 12 ] 陈观文. 日本分离膜产业的现状( II ) [ J ]. 膜科学与技术 ,1996. 16( 4 ) 62~67.
- [ 13 ] Spencer P. 1998~1999 world buyers ' guide and directory of filtration and separation manufactures and suppliers - membrane filters[ J ]. Filtration & Separation ,1998 ,35( 7 ) 672~673.
- [ 14 ] Robert Mellvaine. Middle eastern filtration market focus [ J ]. Filtration & Separation 2001 38( 2 ) 20~21.
- [ 15 ] 沈 颖. 膜分离——21 世纪最有发展前途的高技术 [ J ]. 科学新闻周刊 ,1999 31 :18.
- [ 16 ] IAL Consultants of London ,UK. solid growth seen for European membrane markets[ J ]. Membrane Technology 2000 ,125 :1.
- [ 17 ] Ho Wiston ,Sirkar K K. Membrane Handbook[ M ]. New York :Van Nostrand Reinhold ,1992.
- [ 18 ] 刘茉娥 ,吴礼光 ,朱常乐. 膜分离技术[ M ]. 北京 :化学工业出版社 ,1998.
- [ 19 ] Baker R W ,Cussler E L ,Eykamp W ,et al. Membrane separation system :Recent development and future directions[ M ]. New Jersey ,USA :Noyes Date Corporation Park Ridge ,1991.
- [ 20 ] Scott K. Handbook of industrial membranes[ M ]. Kidlington Oxford ,UK :Elsevier Advanced Technology ,1995.
- [ 21 ] 徐南平. 发展我国膜科学技术的战略对策[ J ]. 分离信息荟萃 2000 25 :1~21.
- [ 22 ] 王从厚 ,邓麦村. 膜技术手册 :第六章[ M ]. 北京 :化学工业出版社 2001. 180~246.
- [ 23 ] Rautenbach R. 膜工艺——组件和装置设计基础[ M ]. 王乐夫译. 北京 :化学工业出版社 ,1998.

## Recent development of forgien membrane industries

WANG Conghou , WU Ming

( Dalian Institute of Chemical Physics ,Chinese Academy of Sciences ,Dalian 116023 , China )

**Abstract** : Report the recent development of forgien membrane industries ,especially the membrane industrial status of America ,Japan ,Europe and Middle Eastern ;market increasing rates of various membrane processes ,such as MF ,UF ,NF ,RO ,ED and GS ;main manufactures membrane modules and their properties.

**Key words** : status at abroad ; membrane industry ; membrane module ; market