

ZHONGGUO
MOHANGYE

中国膜行业

技术应用状况 与趋势调研报告

JISHU YINGYONG ZHUANGKUANG
YU QUSHI DIAOYAN BAOGAO

天津港保税区水处理新技术产业化基地 编著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

中国膜行业技术应用状况 与趋势调研报告

天津港保税区水处理新技术产业化基地 编著

天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

目 录

1 我国膜产业发展概况	1
1.1 全球膜产业发展概况	1
1.1.1 全球膜市场概况	1
1.1.2 美国膜市场概况	14
1.1.3 日本膜市场概况	14
1.1.4 欧洲膜市场概况	17
1.1.5 中国膜市场概况	17
1.2 中国膜产业环境分析	27
1.2.1 科研环境分析	28
1.2.2 政策环境分析	43
1.2.3 投资环境分析	46
1.2.4 行业标准制定状况	48
1.2.5 行业奖项状况	49
1.2.6 膜行业展览会状况	53
1.2.7 膜行业会议情况	53
1.3 中国膜产业 2012—2015 年市场需求分析	56
1.3.1 水处理领域	58
1.3.2 工业分离领域	79
1.4 中国膜产业投资建议	81
1.4.1 我国膜工业行业竞争力分析	81
1.4.2 我国膜工业的发展重点	90
1.4.3 膜技术在水资源再利用领域的发展趋势	92
1.4.4 我国膜行业应对策略	93
1.4.5 我国膜行业投资策略	97
1.5 中国膜市场品牌及影响力评估	98
1.5.1 中国膜市场品牌及影响力评估	98
1.5.2 膜工业市场品牌满意度市场调查	106
2 膜行业竞争主体分析	109
2.1 境内膜行业供应商竞争主体分析	109

2.1.1	天津膜天膜科技有限公司	109
2.1.2	海南立昇公司	119
2.1.3	三达膜科技(厦门)有限公司	126
2.1.4	北京时代沃顿科技有限公司	130
2.1.5	江苏久吾高科技股份有限公司	133
2.1.6	山东招金膜天有限责任公司	135
2.1.7	斯纳普膜分离科技有限公司	137
2.1.8	浙大凯华膜技术有限公司	140
2.1.9	中国科学院上海应用物理研究所	142
2.2	境内膜行业工程商竞争主体分析	144
2.2.1	蓝星公司	144
2.2.2	北京碧水源公司	149
2.2.3	杭州水处理技术研究开发中心	157
2.3	境外膜业供应商竞争主体分析	159
2.3.1	陶氏化学公司(Dow)	159
2.3.2	日东电工集团美国海德能公司	171
2.3.3	旭化成公司(Asahi Kasei)	178
2.3.4	美国科氏滤膜系统公司(KOCH)	185
2.3.5	久保田公司(Kubota)	188
2.3.6	三菱丽阳公司(Mitsubishi Rayon)	191
2.3.7	通用公司(GE)	195
2.3.8	西门子水处理公司(Siemens)	206
2.3.9	东丽公司(Toray)	218
2.3.10	德国滢格公司	224
2.3.11	诺芮特公司(Norit)	227
2.4	境外膜业工程商竞争主体分析	230
2.4.1	新加坡联合环境技术有限公司	230
2.4.2	凯发集团	234
2.4.3	诺卫环境安全工程公司(NOVO)	241
3	中国膜法工程项目分析	245
3.1	中国膜法市政污水资源化项目分析	245
3.1.1	密云污水处理厂MBR工程	245
3.1.2	唐山南堡开发区中水回用项目	247
3.1.3	大连热电厂污水回用项目	250

3.1.4	浸没式超滤在火力发电厂中的应用	252
3.1.5	无锡市梅村污水处理厂 MBR 工程	255
3.1.6	北京北小河污水处理厂改扩建工程	258
3.1.7	青岛流亭机场污水处理	263
3.2	中国膜法工业废水处理项目分析	265
3.2.1	徐州卷烟厂烟草污水处理	265
3.2.2	哈尔滨西南部垃圾填埋场垃圾渗滤液处理	268
3.2.3	上海江桥垃圾焚烧厂垃圾渗滤液处理	273
3.2.4	天津市第一中心医院废水处理	275
3.2.5	天津武清印染有限公司印染废水处理	276
3.2.6	太钢生产废水回用	277
3.2.7	天津港南疆含油废水处理系统改造工程	279
3.2.8	中石化金陵分公司 MBR 处理炼油污水	281
3.2.9	湖州垃圾焚烧发电厂渗滤液处理工程	285
3.2.10	UASB-MBR 工艺处理南昌某啤酒废水案例	291
3.3	中国膜法海水淡化及苦咸水处理项目分析	293
3.3.1	荣成万吨级反渗透海水淡化示范工程	293
3.3.2	沧化反渗透高浓度苦咸水淡化工程	300
3.3.3	华能玉环电厂海水淡化工程	304
3.4	中国膜法市政给水项目分析	309
3.4.1	慈溪杭州湾水厂膜工艺技术	309
3.4.2	PVC 合金超滤膜在我国台湾某给水厂中的应用	313
3.4.3	佛山新城区优质水厂设计与运行	317
3.4.4	天津市杨柳青水厂膜法饮用水处理示范工程	324
3.4.5	超滤工艺处理地下水	328
3.4.6	洋山深水港饮用水超滤膜处理工程	331
3.4.7	引温入潮——奥运配套工程	335

1 我国膜产业发展概况

1.1 全球膜产业发展概况

近十年来,随着膜科学技术日新月异的发展,微滤、超滤、反渗透等膜材料被越来越广泛地应用于水处理、食品、医药等行业。据资料显示,最近5年全球膜市场正以大于9%的年平均增长速率迅速扩大。在未来的五至十年内,海水淡化、工业废水处理、城市污水处理、饮用水处理等一大批超大型项目将会渐次展开,这给我国膜企业提供了前所未有的发展机遇。

经过近三十年的发展,膜生物反应器(Membrane bioreactor, MBR)已成为城市污水和工业废水处理和回用方面一种很有吸引力和竞争力的选择,并被视为“最佳可行技术(Best Available Technology)”。目前,全世界投入运行或在建的MBR系统已超过6000套。

近年来,全球MBR市场发展极为迅速。截至2008年底,全球最大的MBR工程(22万 m^3/d)已经签约开建。中国也已有多个正在运行和建设中的十万吨级MBR工程,预计未来在全球市场中将占据越来越重要的位置。

中国MBR技术市场是世界增长最快的领域和地区之一。据中国膜技术网统计,2004年中国MBR技术项目的市场份额约为4000万元;2005年MBR技术项目的市场份额约为2.7亿元;2006年约为4.5亿元;2007年约为9亿元;2008年超过了16亿元。MBR在中国已经成功应用于食品、石化、印染、啤酒、烟草等工业废水的处理,建设了数个万吨级的MBR工业废水处理工程。特别是自2005年以来,新建大中型MBR的处理量年增长率均高于100%。根据预测,中国今后5年内从MBR技术产业将以50%~100%的年增长率高速发展,大大高于国际平均增长率。

1.1.1 全球膜市场概况

1999年,全球膜及膜组件的市场销售额为44亿美元。其中渗析、微滤、超滤和反渗透4个膜过程的市场销售额分别为19亿美元、9亿美元、5亿美元和4亿美元,共占整个膜市场的84%。1998年,在血液透析一项应用中膜及膜组件销售额达22亿美元,占据了全球膜市场的半壁江山。而当年在海水脱盐应用中,膜

及膜组件的销售额为 3.5 亿美元，市场份额还不到 10%。21 世纪伊始，全球膜市场出现强劲的增长势头。2004 年全球膜市场的销售额达到 63 亿美元，随后三年年增长率分别为 9.5%、10.1%和 9.2%。最新数据显示，2007 年全球膜及膜组件的销售额达到 83 亿美元，2009 年销售额达到 95 亿美元，2011 年全球膜市场销售额预计达 110 亿美元。

1.1.1.1 RO/NF 市场状况

反渗透（RO）是当今世界上最有效和最节能的分离技术之一。利用反渗透的分离特性可以有效去除水中的溶解盐、胶体、有机物和细菌等杂质，具有能耗低、无污染、工艺先进、操作简单等优点。反渗透膜分为高压、中压、低压及超低压几类，近年又商品化了 0.2~0.3MPa 下出水的极低压膜。当今流行的芳香聚酰胺复合膜，其功能性也在不断扩展，是一种商品化了的抗氧化、抗污染、高通量的膜。国际上 RO 膜组件卷式约占 91%以上，中空纤维式约占 5%，板框式接近 4%。2005 年世界 RO 膜年产量 4 000 万平方米，膜的销售额近 5 亿美元。2004、2005 年的年增长率为 6%。

反渗透膜以其高效节能的优势被大规模地用于脱盐及水净化中，根据美国商务通讯公司（BCC）公司发布的数据，反渗透系统的销售额（含组件）近年来呈明显的增长趋势，以每年 9.7%的增长率从 2000 年的 14 亿美元增长到 2005 年的 22 亿美元。用于液体分离的反渗透系统销售额在 1990 年不足 6 亿美元，而 2000 年的销售额为 13.7 亿美元。BCC 公司的数据显示，该类反渗透膜及组件在 2005 年的销售额为 18.4 亿美元。据市场调研分析预测，到 2010 年，该反渗透系统的市场销售额将会超过 30 亿美元，约占全球膜市场的 1/3。

美国是全球最大的反渗透膜市场，2000 年美国市场占全球市场的 44.5%，由于全球其他国家和地区反渗透系统市场的兴起，特别是亚洲、中东和拉美市场的崛起，导致美国反渗透系统市场份额在 2010 年下降到 43.9%。北美地区和欧洲是全球膜市场上的最大买家，占整个市场的 55%；中国、日本次之，共同占据市场份额的 32%；拉丁美洲和印度仅占 4%的市场。全球 RO/NF 膜市场（不含组件）中，高达 96%的市场份额被 Dow/FilmTec、Nitto Denko/Hydranautics、GE、Koch/Fluid System、Toyobo 等 7 家公司占有。其中仅 Dow/FilmTec 和 Nitto Denko/Hydranautics 就分别占据了 34%、30%的市场。

1.1.1.2 UF/MF 市场状况

超滤/微滤（UF/MF）膜制品 2003 年世界销售额为 4 亿美元，2005 年达到 4.8

亿美元,相关设备的销售额达到 13.67 亿美元,若加上相关工程则接近 50 亿美元,年增长率为 9%,而在废水处理领域中的增长率达到 11%。在应用领域的分配上,2003 年,UF/MF 用于工业用途的为 32.7%,市政 27.4%,废水处理 23.7%,其他为 16.2%,2003 年全球 UF/MF 装置的水处理能力达到 1 000 万 m^3/d 。

与 RO/NF 的市场划分类似,2003 年,UF/MF 膜市场超过 90%的份额被少数几家公司占有。1995 年之前,UF/MF 膜的发展还比较缓慢,而自 1995 年开始,该产业快速发展,尽管未达到早期预测的指数形式的增速,但也取得了惊人的增长,这与 1993—1994 年间隐孢子虫事件的大肆爆发以及美国对水质的严格管制有关。低压膜已经成为水与废水处理业务中非常重要的单元操作。安装应用的 UF/MF 膜主要集中于 GE/Zenon、Memcor/Siemens、Pall、Norit 等几家膜生产商。就像发展中产业的预期一样,拥有经济、可行产品的首家公司对市场领导具有重要的影响。

膜市场有个明显的趋势就是通过收购已有的公司和业务来获得市场份额。经过三次收购,Memcor 业务现在已经归为以电子产品为主,同时兼有水与废水处理业务的全球工业巨头——西门子公司旗下。另外,通用公司收购了 Glegg、Ionics、Osmonics 和 Zenon 公司之后已经跃居膜市场的首位。

根据 2006 年的统计数据,低压膜安装应用量在美洲所占份额最大,达到了全球的 44%,而欧洲(包括东欧以及少数几个邻国)为 19%。环太平洋地区增长非常迅速,已达到 23%。由于长期干旱,澳大利亚已经转向了废水再利用和海水淡化等其他水资源,推动了环太平洋地区低压膜的快速增长。中东与非洲增长快速,占全球的 14%,且以几家大型工厂为代表。

全球 MF 和 UF 膜应用领域的分布情况:UF/MF 主要应用于饮用水处理(60%),其次为废水处理(22%),另外少部分应用于工业(8%)、MBR(7%)以及 RO 预处理(3%)。需要说明的是,尽管 MBR 应用只占了相对较小的一部分(7%),但是在废水处理业务中,许多大公司的废水处理也可以划分为 MBR 应用。RO 预处理目前只占了较小的比例(3%),但是发展迅速。事实上也存在 MBR 统计数据中类似的问题,一些工业应用和废水处理也可归为 RO 预处理。

通过研究低压膜五大制造商的膜安装应用情况,揭示了这些市场的不同发展途径。Memcor/Siemens 公司首家研发中空纤维技术,并将其广泛推向市场,而其目前最大的市场在美洲的饮用水处理领域,并继续占据了该领域较大的市场份额。Pall 公司在美洲市场上也非常活跃,其后是 GE/Zenon、Norit 和 Kubota 公司。

GE/Zenon 和 Kubota 公司在环太平洋地区的市场中非常活跃，其中后者最早进军澳大利亚和新西兰膜市场。

2006 年 MF/UF 膜工厂在各大洲的地域分布。世界范围内，膜工厂数目从 1997 年的 74 家增加到 2006 年的 657 家，增长非常迅速，十年内增长了近 10 倍，且 50% 集中在北美地区，欧洲次之，非洲最少。MF/UF 膜工厂在北美和全球范围内的时序累计数目分布情况，表明了该技术的快速增长趋势。对于 2006 年之前在运行的膜工厂，北美 321 家膜工厂中有 212 家（66%）的水力负荷达到了 $4\,000\text{m}^3/\text{d}$ 以上，而世界范围内有 55% 的膜工厂超过了上述规模。

膜安装容量急剧增长。截至数据收集期 2006 年 2 月，北美的在线总容量达到了 $1\,748\text{MGD}$ （即 $6\,616\,944\text{m}^3/\text{d}$ ），而全球达到了 $2\,955\text{MGD}$ （即 $11\,185\,968\text{m}^3/\text{d}$ ）。其中，2005 年北美 $1\,711\text{MGD}$ （总容量的 98%）和全球 $2\,822\text{MGD}$ （总容量的 95%）的容量均来自于水力负荷不低于 1MGD 的膜工厂。膜工厂的平均水力负荷从 0.2MGD （即 $757\text{m}^3/\text{d}$ ）增长到 2006 年的 3.8MGD （即 $14\,385\text{m}^3/\text{d}$ ），增幅超过了 10 倍，同时最大水力负荷的增幅高达 14 倍，从 7MGD 增长到 100MGD 。这些趋势表明了该技术趋于成熟，在水处理领域越来越获得认可，甚至能应用到更广泛的领域。

1.1.1.3 膜生物反应器市场状况

1. MBR 概述与类型

1) MBR 特点

污水生物处理技术的研究与应用已有一百多年的历史，目前已经成为含有机污染物污水处理的主导技术，主要可分为活性污泥法和生物膜法。污水生物处理技术具有诸多的优点，但也存在以下问题。

在传统的生物水处理技术中，出水的固液分离是在二沉池中靠重力作用完成的，其分离效率依赖于活性污泥的沉降特性、沉淀池中水力条件等因素。

生物处理系统在运行过程中产生大量的剩余污泥，其处置费用占污水处理厂运行费用的 25%~40%。

活性污泥法的致命弱点之一是污泥膨胀，导致出水中悬浮固体增加，出水水质变差，严重时系统无法运行。

膜生物反应器（Membrane Bioreactor, MBR）是一种由膜过滤取代传统生化处理技术中二次沉淀池和砂滤池的水处理技术。MBR 是一种新型高效污水生物处理技术，它集膜的高效分离和生物降解于一体，是膜技术和污水生物处理技术有

机结合产生的污水处理新工艺。与传统的污水生物处理技术相比，MBR 具有以下主要特点。①出水水质优良稳定。由于膜的高效截留，出水中悬浮固体的浓度基本为零，膜出水不会受生物反应器中污泥膨胀等因素的影响。②剩余污泥量少。剩余污泥量的减少，可以降低污泥处理费用，简化污水处理工艺操作，特别是对于小型污水处理厂和分散的污水处理设施，其优越性更为突出。③设备紧凑，占地少。由于生物反应器内污泥浓度高，容积负荷可大大提高，而且用膜组件代替了二沉池和过滤设备。因此，与常规生物处理工艺相比，MBR 的占地面积可大为减少。

因而，MBR 在国际上发展迅速并受到广泛关注，工程数量和处理规模不断增加。

2) MBR 分类

目前开发出来的膜生物反应器可以分为三类，它们是膜分离生物反应器（Membrane separation bioreactor, MBR）；膜曝气生物反应器（Membrane aeration bioreactor, MBAR）和萃取膜生物反应器（Extractive membrane bioreactor, EMBR）。

膜分离生物反应器：通常所说的膜生物反应器即指此种类型的反应器。膜分离生物反应器中的膜组件相当于传统生物处理系统中的二沉池，利用膜组件进行固液分离，截留的污泥回流至生物反应器中，透过水外排。

膜曝气生物反应器：采用透气性致密膜（如硅橡胶膜）或微孔膜（如疏水性聚合膜），在保持气体分压低于泡点的情况下，可实现向生物反应器的无泡曝气。由于传递的气体含在膜系统中，因此提高了接触时间，极大地提高了传氧效果。

萃取膜生物反应器：该工艺是结合膜萃取和生物降解，利用膜将有毒工业废水中有毒的、溶解性差的优先污染物从废水中萃取出来。然后用专性菌对其进行单独的生化降解，从而使专性菌不受废水中离子强度和 pH 值的影响，生物反应器的功能得到优化。*

MBR 的分类方法有多种。按照膜组件的放置方式可分为分置式（分体式）MBR 和浸没式（一体式）MBR（如图 1.1 所示）。分置式 MBR 将膜组件和生物反应器分开放置。浸没式 MBR 将膜组件直接浸没于生物反应器内的活性污泥混合液中。按照生物反应器是否需氧可分为好氧 MBR 和厌氧 MBR。根据选用膜材料的不同，又可分为有机 MBR 与无机 MBR。

* 本报告中的膜生物反应器若无特别说明均指膜分离生物反应器，简称为膜生物反应器。

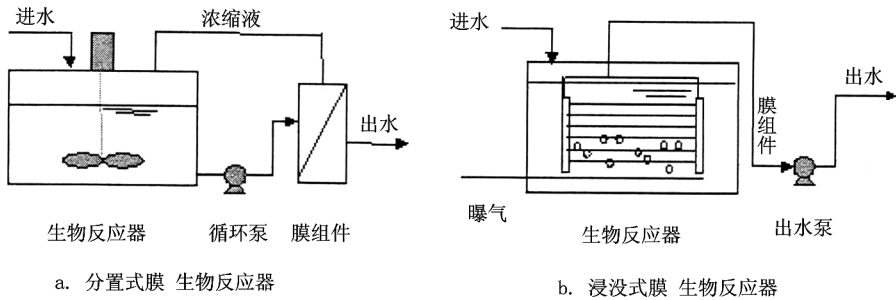


图 1.1 分置式 MBR 和浸没式 MBR

经过几十年的发展，MBR 已成为城市污水和工业废水的处理和回用方面一种很有吸引力和竞争力的选择，并被视为“最佳可行技术（Best Available Technology）”。目前，全球 MBR 的市场正在加速成长，工程数量和处理规模不断增加。随着 MBR 技术的日渐成熟，投资/运行费用的不断下降，其未来发展空间将会更加广阔。

2.MBR 商业化过程

MBR 技术起源于 20 世纪 60 年代的美国，其研究及应用可分为 3 个阶段

第一阶段（1966—1980 年）：1966 年，美国的 Dorroliver 公司开发了 MST 工艺（Membrane Swage Treatment），首先将 MBR 用于废水处理的研究；1968 年，Smith 等将好氧活性污泥法与 UF 膜相结合的 MBR 用于处理城市污水；1969 年 Budd 等的分离式 MBR 技术获得了美国专利。20 世纪 70 年代初期，好氧分离式 MBR 处理城市污水的试验规模进一步扩大。同时，厌氧 MBR 研究也相继进行，实验室规模的研究与中试规模的研究均取得了较满意的结果。这一时期 MBR 的应用由于受当时膜生产技术的限制。直到 20 世纪 70 年代后期，大规模好氧 MBR 才开始在北美应用。

第二阶段（1980—1995 年）：20 世纪 70 年代末期，日本由于国土面积小，地面水体因径流距离较短而导致其自净能力差、生态系统脆弱、易受污染。MBR 因具有占地面积小和出水水质优良的优势，使其应用有了很快的进展。自 1983 年到 1987 年，日本有 13 家公司使用好氧 MBR 处理大楼污水，经处理后的水做中水回用，处理规模达 $50\text{ m}^3/\text{d} \sim 250\text{ m}^3/\text{d}$ 。日本 1985 年开始的“水综合再生利用系统 90 年代计划”把 MBR 的研究在污水处理对象与规模方面都大大推进了一步。作为参与公司之一，Kubota 研制出平板式膜组件，目前在日本运行（包括在建）的

MBR 占全球的 66%。

第三阶段（1995 年至今）：进入 20 世纪 90 年代中后期，越来越多的欧洲国家将 MBR 用于生活污水和工业废水的处理。目前主要有四家大公司经营，分别是加拿大泽能（Zenon）公司（今已被美国通用电气公司收购），日本三菱丽阳（Mitsubishi Rayon）公司，法国苏伊士（Suez • LDE/IDI）公司和日本久保田（Kubota）公司。Zenon、Mitsubishi Rayon 和 Kubota 公司生产浸没式聚合物中空纤维膜组件，Suez • LDE/IDI 公司生产分置式管式陶瓷膜组件。而 Zenon 公司首先推出了超滤管式 MBR 并将其应用于城市污水处理。自 2000 年以来，各膜供应商通过新型膜材料开发、膜组件优化和膜污染控制，进一步提高了 MBR 工艺的竞争力。Mitsubishi Rayon 公司推出了最新的材质膜产品——SADF™。诺芮（NORITX-Flow）公司开发出分置式气提（Airlift）MBR，通过在膜表面形成的气液两相错流，大大降低了分置式 MBR 的能耗。Zenon 公司于 2001 和 2003 年分别推出了 ZW500c、ZW500d 膜组件，单支膜组件的膜面积分别达到 23.2m²和

表 1.1 MBR 发展和商业化概要

时间	事件
20 世纪 60 年代末	Dorr-Oliver 公司开发出分置式平板 MST 工艺
20 世纪 70 年代	1.TheftordSystems 公司推出的分置式 Cycle-let 工艺在美国投入商业化运行 2.通过与 SankiEnginnerting 公司的许可协议，MST 工艺进入日本
20 世纪 90 年代	1.WeirEnving 公司在南非推出厌氧硝化超滤工艺 ADUF 2.日本组织了“水再生 90 年计划”，作为参与公司之一，Kubita 研制出平板膜组件 3.Yamamoto 等将膜组件浸没到生物反应器内，开创了浸没式 MBR 4.Nitto-Denko 在日本申请了浸没式平板 MBR 的专利 5.Kubota 公司的浸没式平板 MBR 在日本投入商业化运行 6.Zenon 公司收购 TheftordSystems，其 ZeeWeed 技术在北美和欧洲投入商业化运行 7.Wehrle 的分置式管式 Biomenbrat 系统投入商业化运行 8.MitsubishiRayon 基于“Sterapore”的 MBR 系统投入商业化运行
2000 年至今	1.Zenon（2006 年被 GE 收购）公司推出了浸没式中空纤维 ZW500 膜组件 2.美净集团（USFilter）（2004 年被 Siemens 收购）推出浸没式中空纤维“MemJet”系统 3.Huber 公司的中空旋转平板 MBR 投入商业化运行 4.NoritX-Flow 公司推出外置式（Airlift）MBR 5.Puron（2004 年被 Koch 收购）浸没式中空纤维 MBR 投入商业化运行 6.东丽（Toray）公司推出平板式 MBR 系统 7.MitsubishiRayon 推出浸没式中空纤维“SADF”膜组件 8.旭化成（AsahiKasei）公司推出浸没式中空纤维 MBR

31.6m²。2002年,西门子(SIEMENS)Memcor公司推出MenJet®MBR系统。目前,大部分应用于城市污水处理的MBR处理能力范围为不大于378.5m³/d,但处理能力高(378.5 m³/d ~ 1 892.5 m³/d)的MBR数量在逐步增加。

3.全球市场分布

当前MBR市场正在加速成长,预期在未来十年都会保持这种成长趋势。MBR市场的发展速度快于污水深度处理设备,也快于其他形式的膜法水处理系统。据统计,全球MBR的市场规模在过去5年里增长了一倍,2005年市场销售额达到2.17亿美元。截止到2006年,全世界投入运行或在建的MBR系统已超过2 500套,到2008年底,已经超过了4 000套。已投入运行的规模最大的MBR污水处理工程是位于北京市顺义温榆河的污水处理系统(2007年10月投入运行),设计平均流量100 000 m³/d。三菱阳阳中空纤维膜组件“SETRAPORE SADF”,被中国湖北省十堰市污水处理设施的深度处理改造设备所采用,该改造设备拥有11万m³/d的处理能力。在建的规模最大的是位于美国华盛顿的污水处理厂,设计平均流量(峰值流量144 000 m³/d)已签约最大的项目是位于阿拉伯迪拜朱美拉的MBR项目(22万m³/d),建成后将成为世界最大的从MBR项目。从历史的角度看,从20世纪80年代的日本,到20世纪90年代的韩国,再到最近的中国,MBR市场受亚洲的驱动力较大。

1) 欧洲

欧洲的MBR市场1999年2.53亿欧元,2002年达到了3.28亿欧元,从2004年起以每年6.7%的速率增长。2006年欧洲的市场税收达到5 000万欧元。目前,基本上均分在英国爱尔兰、德国、法国、意大利、比荷卢经济联盟和伊比利亚几大地区。欧洲MBR市场,MBR主要膜供应商市场基本被Kubota(日本)和Zenon(加拿大)垄断。英国是拥有污水处理用MBR的公司数量较多的国家,仅在2005年,用于市政污水处理的21套MBR装置中有3套是Kubota公司的。但是,在欧洲市场居支配地位的不是Kubota公司,而是Zenon公司。对于处理量较小特别是高浓度工业废水的处理,Kubota公司和Zenon公司的产品都没有竞争优势。

20世纪90年代初期,MBR开始应用于欧洲的工业废水处理,而应用于城市污水的处理于1996年才开始启动。在2002—2005年的三年间,欧洲MBR污水处理工程的数量以每年70个以上的数量增加,其中工业废水MBR处理系统50个以上,城市污水MBR处理系统20个以上。

MBR在欧洲已经得到了广泛应用。1998年,欧洲第一个大型MBR城市污水

处理厂——英国 Porlock 污水处理厂投入运行。1999 年, MBR 工艺被引入德国的生活污水处理, 随后采用 MBR 工艺的 Büchel、Rödingen 和 Perthes-en-Gâtinais 污水处理厂相继投入运行。2004 年, 德国 Nordkannal 污水处理厂投入运行, 这是目前世界上运行规模最大的 MBR 污水处理厂, 处理能力达 45 000m³/d (峰值流量 50 000 m³/d)。荷兰在处理规模为 240 m³/d 的 MBR 中试取得成功后, 建造了处理能力为 18 000 m³/d 的 Varsseveld 污水处理厂, 并从 2003 年开始投资建设处理能力为 60 000 ~ 240 000m³/d 污水处理厂。截止到 2006 年, 欧洲已有 100 多座服务人口大于 500 人的 MBR 城市污水处理厂投入运行。

表 1.2 MBR 在欧洲市政污水处理中的应用

位置	膜供应商	处理水量 (m ³ /d)	投运时间
英国 Prolock	Kubota	1 900	1998
英国 Swanage	Kubota	12 720	2000
英国 Lowestoft	Zenon	14 160	2002
英国 Buxton	Zenon	10 627	2004
荷兰 Varsseveld	Zenon	7 200 (18 120)	2004
荷兰 Ootmarsun	NORITX-Flow	1 800	2006
荷兰 Heenvliet	Toray	4 800	建设中
德国 Kaarst	Zenon	45 000 (50 000)	2004
德国 Markranstadt	Zenon	3 600	2000
德国 Monheim	Zenon	2 400	2003
德国 Rodingen	Zenon	2 400	1999
德国 Erftverband		1 500	
德国 Buchel	Kubota	960	
德国 Markranstadt	Kubota	6 000	
法国 Ilede Yeu	Zenon	2 260	2000
法国 Guilvinec	Kubota	2 600	2004
意大利 Brescia	Zenon	42 000	2002
比利时 Schilde	Zenon	6 520 (14 000)	2003
瑞士	Zenon	5 000	
比利时 Heist		30 000	

注: 括号内为峰值流量。

与城市污水处理相比, MBR 在工业废水处理中更有竞争力, 已经成功应用于食品、啤酒、石化、屠宰、医药、垃圾渗滤液等工业废水的处理。MBR 既适用于难处理的工业废水, 也适用于以再利用为目标的废水处理。在垃圾渗滤液和海运上的应用是 MBR 应用的相对较好的两个部分。

在欧洲, 早期的 MBR 主要用于垃圾渗滤液的处理。20 世纪 90 年代, 欧洲有

30 多个 MBR 垃圾渗滤液处理工程投入运行。随着浸没式 MBR 的出现, MBR 的应用范围逐渐扩展到食品、化工、啤酒等其他工业废水的处理。截止到 2006 年, 欧洲已有 300 多座处理能力大于 20m³/d 的工业废水处理工程投入运行, 平均处理能力 180m³/d。欧洲的工业废水处理市场已趋于成熟, MBR 被视为“最佳实用技术”, 其推动力主要来自于欧洲各国和欧盟的法规以及企业内部污水回用的经济效益。按照目前的发展趋势, 欧洲每年将新建 50~60 个 MBR 工业废水处理系统。

表 1.3 MBR 在欧洲工业废水处理中的应用

位置	膜供应商	处理水量 (m ³ /d)	废水类型	投运时间
奥地利 Halbenrain		100	垃圾渗滤液	
爱尔兰 Avonmore	Kubota	7 100	工业废水	1999
爱尔兰 Minchmalt	Kubota	1 720	工业废水	
比利时 Hooe Maay	X-Flow	600	渗滤液	2002
比利时 Sobelgra	Puron	2 000	食品废水	2004
荷兰 ATM	X-Flow	3 600	废物处理站	1999
荷兰 Pieter Bon	X-Flow	240	容器清洗废水	2003
荷兰 Tilburg	Toray	1 100	工业废水	2004
荷兰 Hooe	X-Flow	1 560	麦芽废水回收	2006
英国 Geest	X-Flow	1 200	沙拉工厂废水	2004

2) 北美

美国和加拿大的 MBR 市场在未来十年内也会持续增长, 2003 年基于膜法的净水、除盐和污水处理总收入超过 7.5 亿美元, 2004—2006 年美国的 MBR 市场增长速率超过 15%。显著快于其他工业水处理技术的增长, 如单纯膜过滤技术、紫外线照射技术等市场的发展。GE、Zenon 是北美工业废水处理中主要的 MBR 供应商。但据 2005 年对北美市场的分析, 世界四大供应商在美国、加拿大和墨西哥销售的 258 套装置中, 有 192 套属于 Zenon 公司。Mitsubishi Rayon 和 Zenon 两家公司从全球范围看, 销售量差不多。但在美国市场, Mitsubishi Rayon 公司仅销售了两套, 而且其销售的装置一般都是小型的。2005 年前, Zenon 公司几乎垄断了北美地区的 MBR 市场。

在北美地区, 20 世纪 90 年代中期之前, 由于能耗较高, MBR 仅限于小型城市污水厂的应用。随着浸没式 MBR 的出现, MBR 在城市污水处理中的应用得以迅速发展。截止到 2005 年, 北美地区已有 219 个 MBR 城市污水处理工程, 其中 17 个的处理规模超过 10 000m³/d。表 1.5 列出北美 MBR 城市污水处理主要工程案例。美国西雅图市将在两年内建造迄今最大的 MBR 污水厂, 处理能力高达 17 万 m³/d。

表 1.4 全球四大供应商在全球的装置台（套）数

MBR 公司	全球	美国	加拿大	墨西哥
Zenon	331 (204+127)	155 (132+23)	31 (23+8)	6 (1+5)
US Fliter	16 (15+1)	13 (13+0)	0	0
Kubota	1 538 (1 138+400)	51 (48+3)	0	0
MitsubishiRayon	374 (170+204)	2 (2+0)	0	0
总台（套）数	2 259 (1 527+732)	221 (195+26)	31 (23+8)	6 (1+5)

备注：括号内为（市政+工业）。

表 1.5 MBR 在北美市政污水处理中的应用

位置	膜供应商	处理水量（m ³ /d）	投运时间
美国 Delphos	Kubota	44 800	
美国 Washington	Zenon	1 170 000 (144 000)	2010
美国 Michigan、Tarverse City	Zenon	64 000	2004
美国 Georgia、Johns Creek	Zenon	56 800	2005
美国 California、American Canyon	Zenon	14 000	2002
美国 Georgia、Woodstock	Zenon	7 600	2003
美国 Georgia、Fulton County	Zenon	9 400 (19 000)	2002
美国 California、Corona	Zenon	9 400	2001
加拿大 Ontario、Tay Township	Zenon	4 100	2001

注：括号内为峰值流量。

截止到 2005 年，北美已建成 39 个 MBR 工业废水处理系统，处理对象包括食品/啤酒废水、化工废水和汽车生产废水、垃圾渗滤液、医药废水等。未来在北美地区，MBR 有望在食品加工废水、屠宰废水和垃圾渗滤处理中进一步扩大其应用。而与欧洲 MBR 在垃圾渗滤液中的广泛应用相比，北美地区仅有一家 MBR 垃圾渗滤液处理系统。北美第一个分置式 MBR 工业废水处理系统于 1991 年在通用公司 Mansfield 工厂投入运行。随后，处理各种工业废水的 MBR 系统陆续在美国和加拿大投入运行。

3) 东亚

东亚地区也是 MBR 极为重要的市场，中国、日本和韩国均有大量的 MBR 工程应用（见表 1.6 和表 1.7）。特别是中国，已经有多个正在运行和建设中的万吨级 MBR 工程项目，并会在将来 MBR 全球市场发展占据越来越重要的位置。截止到 2005 年，韩国已有 1 400 多个 MBR 装置。在东南亚特别是日本，MBR 市场基本上被日本膜企业特别是 Kubota 公司所垄断。Mitsubishi Rayon 公司在这个地

区也具有很重要的地位，特别是工业污水处理方面。

日本早在 20 世纪 80 年代，就开始了 MBR 的推广应用。日本三井公司采用 MBR 处理大楼生活污水，出水用作绿化、洗车用水，达到了污水再生利用的目的。目前已建有几百套 MBR 污水处理设施。中国对 MBR 的应用研究起步相对较晚，但发展非常迅速，密云污水处理厂再生水厂（45 000 m³/d）、内蒙古金桥污水处理厂（31 000 m³/d）、北小河污水处理厂（60 000 m³/d）、北京温榆河（100 000 m³/d）等大型 MBR 污水处理工程相继投入运行。

表 1.6 MBR 在亚洲市政污水处理中的应用

位置	膜供应商	处理水量（m ³ /d）	投运时间
中东	Norit X-Flow	17 000	2008
阿曼 Muscat, AlAnsab	Kubota	76 000	
阿联酋 Dubai, Palm Island	Kubota	14 000	
阿联酋 Dubai, DNCC	Kubota	40 000	
澳大利亚 Victor Haibor	Kubota	5 200（9 200）	
日本 300 余座污水厂			
韩国	Mitsubishi Rayon	30 000	2008
中国北京密云	Mitsubishi Rayon	45 000	2006
中国北京北小河	Memcor	60 000	2007
中国内蒙古	Zenon	31 000	2006
中国北京温榆河	AsahiKsei	100 000	2007

注：括号内为峰值流量。

MBR 在东亚地区工业废水的处理中增长非常迅速。自 20 世纪 70 年代以来，日本已建成了 150 余座 MBR 工业废水处理项目。在中国和韩国，MBR 也开始得到广泛应用。特别是在中国，MBR 已经成功应用于食品、石化、印染、啤酒、烟草等工业废水的处理，建成了数个万吨级的 MBR 工业废水处理工程。这一区域的市场主要为 Kubota 和 Mitsubishi Rayon 所占据。

与传统污水生物处理工艺相比，MBR 具有出水水质好、占地面积小、剩余污泥少等优点，因而在国际上发展迅速并受到广泛关注，工程数量和处理规模也不断增加。

膜生物反应器（MBR）的研究始于 20 世纪 60 年代末美国 Dorr-Oliver 公司开发的膜污水处理工艺（Membrane Sewage Treatment, MST）。20 世纪 70 年代，膜生物反应器工艺进入日本，由于污水再生利用的需要，日本膜生物反应器的研究工作有了较快的进展。1985 年，日本牵头组织了“水再生 90 年代计划”，将产、