厦门高性能膜材料产业发展现状与建议

李帮建
（厦门产业技术研究院，福建 厦门 361001）

摘要：高性能膜材料是解决水资源、能源、环境问题和传统产业技术升级的战略性新材料，具有节约能源和环境友好等优点。本文主要介绍厦门高性能膜材料产业发展现状，并提出厦门进一步发展高性能膜材料的建议。

关键词：高性能膜材料；产业；厦门

高性能膜材料产业发展概况

国际理论与应用化学联合会定义：膜是一种单位结构，其三维中的一个维度尺寸比另外两个维度尺寸要小很多，并可在推动力下进行质量传递。高性能膜材料是新型高效分离技术中的核心材料[1]，具有节约能源和环境友好等优点，已广泛应用于能源、水资源、环境、传统产业改造、民生保障及国防等领域[2]。高性能膜材料具有分离性能高、稳定性高、成本低和寿命长等特点，产业链包括制膜原材料、膜元件、膜组件、膜装置及工业化应用系统等，属于材料、化工、能源、生物、环境等交叉领域，其研发水平对工业、环保等起到至关重要的作用。高性能膜材料根据应用对象不同的分类见表 1。

表 1 高性能膜材料根据应用对象的分类

大类	子类
水处理膜	微滤膜、超滤膜、纳滤膜、反渗透膜
特种分类膜	陶瓷膜、离子交换膜、渗透汽化膜
气体分离膜	气气分离膜、气固分离膜、挥发性有机物回收膜[3]
生物医用膜	血液透析膜
电池用膜	铝塑膜、锂电池隔膜
光学膜	增亮膜、量子点膜、增透膜、偏振膜[4]

据中国膜工业协会统计，2022 年我国膜产业总值超过 3600 亿元，预计 2025 年将达到 5000 亿元[5]。我国膜产业较为集中的地区为东部沿海，其中广东、江苏膜产业企业数量最多。我国膜生产代表企业有北京碧水源科技股份有限公司、沃顿科技股份有限公司、天津膜天膜科技股份有限公司、江苏久吾高科技股份有限公司、三达膜环境技术股份有限公司、金科环境股份有限公司、江西金达莱环保股份有限公司、上海唯赛勃环保科技股份有限公司、厦门嘉戎技术股份有限公司(以下简称嘉戎技术)等[6]。在国家大力支持、市场需求激增的大好形势下，我国膜产业进入快速成长期。水处理膜材料已实现产业化及规模化应用，进入成熟期，占据绝大部分市场份额，市场增长速度有所放缓；特种分离膜材料正处于快速发展阶段，膜品种与应用规模不断增加，销售额进入高速增长期；气体分离膜材料得到初步产业化，随着环保要求的提高，气固分离膜、挥发性有机物回收膜等将发展迅速；电池用膜材料随着新能源产业的快速发展，其需求量将不断增加；光学膜随着电子信息产业尤其新型显示产业的壮大，其需求增长迅速[7]。

目前，我国高性能膜材料总体上处于产业价值链中低端，技术含量和附加值偏低，不少高端产品依旧供给不足[8]。比如 PET 膜是全球高性能膜材料中消费量占比最大的产品，其下游应用包括包装材

料、影像胶片材料、新能源材料等。目前全球应用于太阳能背板 PET 基膜的代表企业有日本东丽(TORAY)株式会社、美国杜邦公司、韩国 SK 集团等,这些企业拥有核心技术,掌握市场话语权[9]。而我国 PET 膜主要应用于 LED 灯、建筑材料等。再比如含氟膜(包括 PTFE 膜、PFA 膜、ETFE 膜、FEP 膜、PVF 膜、PCTFE 膜、PVDF 膜等)因其市场整体专业化程度高,生产企业往往需要具备较高的技术积累和产业链集成,目前主要生产企业集中在美国和日本等国家。还有被称为“黄金薄膜”和“21 世纪最有希望的工程塑料之一”的 PI 膜,其价格高昂,技术壁垒高,产业集中度高,主要被美日韩企业垄断,如美国杜邦公司、日本东丽株式会社、韩国 SK 集团等[10],目前仍是我国被“卡脖子”的高性能膜材料之一。

厦门高性能膜材料产业发展现状

1.发展情况

厦门是我国最早开创膜产业技术的城市之一。目前厦门膜产业在水处理方面已经较为成熟,在生物制药、食品饮料和环保水处理等行业已具备完整的产业链[11]。三达膜科技(厦门)有限公司(以下简称三达膜)是我国膜应用的领头羊。1999 年,三达膜年产值只有几千万元,而如今三达膜的年产值已破 6 亿元,目前正在筹备建立以三达膜为首的厦门膜技术协会。该协会已有 70 多家企业注册登记,可见厦门膜产业发展之迅速[12]。2022 年,厦门市委、市政府印发《厦门市统筹推进现代化产业体系实施方案》,提及新材料为战略性新兴产业之一,重点发展高性能膜材料等领域,打造具有国内影响力的新型功能材料国家战略性新兴产业集群[13],可见厦门对高性能膜材料的重视。下面通过厦门高校研究成果和企业布局情况介绍产业发展情况。

(1)高校研究成果

厦门大学和厦门理工学院拥有多个研究团队专注膜材料研究。比如厦门大学赵金保教授团队在高安全性功能隔膜方面,确立了陶瓷涂覆功能隔膜关键生产技术,率先完成了我国第一条采用国产技术的水基单面涂布陶瓷隔膜生产线;在锂离子电池包装用铝塑膜方面,实现了铝塑膜生产所用材料及关联的制造技术国产化,开发了厚度在 80 微米以下的钢塑膜包装材料[14]。厦门大学张秋根教授团队研究成果包括高分子荷负电超滤膜及其制备方法、纤维素超滤膜制备方法、高分子超滤膜及其制备方法、自具微孔高分子共聚物膜材料及其制备方法等[15]。厦门大学侯旭教授团队研究成果包括开发了孔道膜材料,推动海水淡化技术取得新进展,研发了曲率可动态调控的碳纳米管阵列膜系统,在国际顶级学术期刊《自然》上发表液体门控技术,推动该技术中膜材料在环境工程、化工多相分离、物质检测、智慧农业、生物医学工程等方面的应用[16]。厦门理工学院严滨教授团队研究成果包括基于膜技术的染料废水处理方法、电膜法海水淡化技术及成套设备、生活污水零排放处理方法及系统等。

(2)企业布局情况

厦门膜企业在水处理膜、特种分离膜、功能性膜材料等方面表现突出。如三达膜早在 20 世纪 90 年代就开始从事过程工业先进膜分离应用工艺开发,每年处理回用的工业再生水约 3 亿吨。近年来陆续实现陶瓷膜、石墨烯膜材料技术全球领先,医药、食品、盐湖提锂、石化等行业膜应用全国领先。2022 年 7 月三达膜联合厦门市知识产权投资有限公司、厦门市集美区产业投资有限公司等成立了中新(厦门)膜与石墨烯产业研究院,聚焦膜材料与膜应用工艺开发等新技术产业化研究与推广[17]。2022 年 10 月三达膜被认定为福建省制造业单项冠军企业、国家知识产权示范企业,2023 年 3 月被认定为福建省级企业技术中心。嘉戎技术专注于高难度污废水处理,主要产品有 DT 高压膜、AMS 耐酸碱膜等;拥有多条自主知识产权的特种膜生产线,实现了多种高端膜组件产品的国产化;主要服务领域有垃圾渗滤液、焦化废水、工业园区浓水、制药废水、油田废水、稀土废水、放射性废水等[18],2023 年 2 月被认定为国家企业技术中心。厦门长塑实业有限公司(以下简称长塑实业)聚焦新能源膜材料、生物基可降解膜材料、功能性膜材料等,功能性膜材料 BOPA 与膜级高性能聚酰胺材料产销量世界领先[19],2021 年被授牌厦门市高分子功能性薄膜材料重点实验室,推动功能性膜材料关键技术的突破,2022

年2月被认定为国家企业技术中心。

此外,厦门膜企业在电池用膜、光学膜等方面也有布局,如厦门奇楷锂材料科技有限公司拥有年产能达2000万平方米的铝塑膜生产线和高等级净化车间,已实现铝塑膜制造技术和关键材料的全部国产化。厦门恩捷新材料有限公司投资近52亿元计划建设16条锂离子电池隔膜基膜和涂布分切生产线[20]。厦门布局光学膜方面的企业有厦门玉通光电有限公司、厦门三德信科技股份有限公司、厦门市为纳光电科技有限公司等。

2.存在的不足

(1)光学膜方面未能发挥产业优势

眼镜产业是厦门市传统优势产业,但是其中高档光学镜片上的光学膜基本依靠进口。比如艾普光学科技(厦门)有限公司是高档镜片制造商,其年产值超过2亿元,但其所使用的光学膜均为进口。平板显示产业是厦门市重点打造的千亿级产业,但其上游关键材料TAC/PVA膜缺少本地配套。

(2)市场竞争力有待提高

厦门市在高性能膜材料产业市场上有竞争力的产品和企业较少,比如产品主要集中在水处理膜和包装用膜两方面,代表性企业仅有三达膜、嘉戎技术、长塑实业等3家。此外,目前厦门还没有国家级高性能膜材料创新中心、研发中心,影响力有待进一步提升。

(3)部分企业发展场地受限

由于厦门土地资源有限,部分企业为了扩大产能,综合考虑后,在外地选择新的生产场地。如长塑实业为了扩大产能,新的生产基地选址于泉州,该基地占地面积约26万平方米,建设完成后总产值将超百亿元。三达膜为了扩充产能,选择在延安投资近15亿元建设生产基地。

厦门高性能膜材料产业发展建议

1.支持企业发挥产业优势

对于“卡脖子”的膜材料,建议设立针对性基金或项目支持和引导高校院所与膜企业研发相关技术和产品。建议膜企业联合高校院所攻关附加值高且需求量大的PI膜相关技术并进行产业化。对于此类具有前沿性、颠覆性、原创性的研发项目,建议采用“拨投结合”模式给予前期支持,即对项目开展尽调评估后,用财政资金以科技项目立项给予支持,项目完成研发目标、启动融资的,则财政资金的投入按照市场投资价格转化为股权。

此外,对眼镜产业、平板显示产业所需的光学膜,建议设立相关政策引导本地膜企业研发相关产品,对于此类面向企业需求的研发项目,建议以“揭榜挂帅”方式,即由企业提出真需求,研发机构申报,经评审,选出最终承担任务的研发机构,政府给予研发项目一定资金支持。

2.引导产业布局与优化产业结构

鼓励传统优势膜材料企业转型发展,布局附加值更高的膜产品,推动膜产业向高端化发展,引导膜产业结构更加合理化,提升高性能膜材料产业市场竞争力。建议传统膜企业与高校院所研究团队合作探索锂离子电池包装用铝塑膜的生产。对于此类以民营资本或市场化资本为投资主体的,依托企业设立的,对接市场需求、解决产业技术创新难题的产业化项目,在其规模、研发投入、创新能力等达到一定标准后,建议按照申报认定的流程给予政策支持,补助范围包括:新购科研仪器设备补助、引进人才补助、成果转化补助等。

2023年厦门市委、市政府印发《厦门市科技创新引领工程实施方案》,重点任务中提及在新材料等领域争创国家技术创新中心[21]。为了贯彻落实文件精神,建议以高校院所和龙头企业为牵头单位,以研发型公司为依托,采用“公司+联盟”的方式组建高性能膜材料技术创新中心,打造成为国家级技术创新中心,提升厦门在高性能膜材料产业链上的影响力和竞争力。

3.提供企业发展空间与服务

对于企业对生产场地扩大的需求,建议综合全市情况统筹性地给予支持。比如海沧、集美土地资源有限,可以统筹同安、翔安待发展区域的丰富资源。对于有政策优惠服务需求的企业,建议给予全方位的指导与支持,比如利用经济特区、自贸区等优势,争取国家政策上的倾斜,给予企业指导与支持服务。

参考文献

[1] 李俏，关永彬.基于专利视角的辽宁省高性能膜材料领域现状分析[J].科技与创新.2020(15):24-28.

[2] 史冬梅，张雷，李丹.高性能膜材料国内外发展现状与趋势[J].科技中国.2019(4):4-7.

[3] 郑萌，马晓璇，李丹.高性能分离膜材料现状研究[J].新材料产业.2018(8):39-42.

[4] 黄静.兰溪市光学膜新材料产业发展研究[J].产业与科技论坛.2021(2):13-15.

[5] 华经产业研究.2023 年中国膜行业总产值、产品结构、产业链及应用场景分布情况 [EB/OL].(2023-04-07)[2023-12-29].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1762481324041353466&wfr=spider&for=pc.

[6] 前瞻经济学人.「最全」2022 年中国膜产业上市公司全方位对比（附业务布局汇总、业绩对比、业务规划等）[EB/OL]. (2022-06-15) [2023-12-29].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1735678536713773716&wfr=spider&for=pc.

[7] 德兰梅尔膜.双碳背景下，膜行业发展带给企业快速发展良机 [EB/OL]. (2022-04-20) [2023-12-29].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1730594137935919391&wfr=spider&for=pc.

[8] 陈会敏，何锦涛.[行业洞察]全球功能性膜材料行业现状解读，看关键材料发展趋势[EB/OL].(2022-10-13)[2023-12-29].https://chemconsulting.com.cn/c/2022-10-13/703848.shtml.

[9] 艾邦光伏网.性能优异，种类繁多，9 家 PET 膜材料生产企业介绍[EB/OL].(2022-09-16)[2023-12-29].https://mp.weixin.qq.com/s/o1cpjXKfoWHG3hXSo7RPLQ.

[10] 硬科技投资.PI 膜[EB/OL].(2023-11-10)[2023-12-29].https://zhuanlan.zhihu.com/p/518020805.

[11] 汕头都市报. 厦门成中国膜产业基地[EB/OL].(2004-12-20) [2023-12-29].https://news.sina.com.cn/o/2004-12-20/11484575456s.shtml.

[12] 人民政协网. 厦门三达膜："深耕细作"分离膜领域[EB/OL]. (2022-09-16) [2023-12-29].http://www.rmzxb.com.cn/c/2022-09-16/3203840.shtml.

[13] 厦门日报.构建"4+4+6"现代化产业体系 打造产业发展 "新蓝海"[EB/OL]. (2023-01-19) [2023-12-29].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1755434439817-270998&wfr=spider&for=pc.

[14] 锂电前沿. 厦门大学赵金保教授：只冒烟不起火电池——基于耐热阻双功能隔膜的设计策略[EB/OL].(2021-03-01) [2023-12-29].https://www.auto-testing.net/news/show-109635.html.

[15] 高分子材料前沿. 厦门大学张秋根副教授在高性能分离膜与膜材料研究取得新进展[EB/OL].(2018-12-09)[2023-12-29].https://www.163.com/dy/article/E2JNQNF605119KL5.html.

[16] 人民日报. 厦门大学教授侯旭专注研究液基材料系统在微观世界里建造"液体之门"[EB/OL].(2023-04-19)[2023-12-29].https://news.xmu.edu.cn/info/1024/436221.htm.

[17] 厦门市新材料产业协会.中新（厦门）膜与石墨烯产业园奠基！将形成"一园多区"架构[EB/OL].(2023-01-11) [2023-12-29].https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzU0MzMwNTkxNw==&mid=2247-486149&idx=1&sn=06d115cef1644d0947197772843de0a0&chksm=fb0c3317cc7bba016be6cdf3de3bdd504f207b1629206d5a8c9268ada733c848be28a-1c487be&scene=27.

[18] 金色光.嘉戎技术：膜产业助力双碳前行，市占率持续上升 [EB/OL]. (2022-04-06) [2023-12-29].http://news.sohu.com/a/535723532_477020.

[19] 厦门长塑实业有限公司. 厦门市委书记崔永辉调研厦门长塑等企业 [EB/OL].(2022-05-06)[2023-12-29].https://www.chang-su.com.cn/NewsInfo.aspx?Id=10287.

[20] 模切之家.总投资 52 亿元！厦门恩捷锂电池隔膜生产基地项目签约 [EB/OL].(2022-09-13)[2023-12-29].https://caifuhao.eastmoney.com/news/20220913-163624826095600.

[21] 厦门市科学技术局.中共厦门市委、厦门市人民政府印发《厦门市科技创新引领工程实施方案》[EB/OL].(2023-04-10)[2023-12-29].http://sti.xm.gov.cn/xxgk/zcfg/202304/t20230410_2752407.htm.