



中国人民大学研究报告系列

# 中国水处理行业 可持续发展战略研究报告

## 膜工业卷Ⅲ

REPORT FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT STRATEGY OF  
CHINA WATER TREATMENT INDUSTRY  
MEMBRANE INDUSTRY Ⅲ

主编 郑祥 魏源送 王志伟

膜技术在我国水资源、能源和环境等领域已发挥关键性作用，反映出国家过程工业、能源利用和环境保护的水平。本报告在2013年《中国水处理行业可持续发展战略研究报告（膜工业卷）》、2016年《中国水处理行业可持续发展战略研究报告（膜工业卷Ⅱ）》等系列研究工作的基础上，系统呈现中国膜产业在技术创新、民族品牌建立与国际化方面的进展状况，对于中国膜研究机构特别是膜企业审视自身、有针对性地选择未来成长方向和道路具有参考价值。相信本报告的出版能够在膜产业科技开发、成果转化、咨询服务等方面为政府和企业经营管理提供扎实的决策依据，推动我国膜产业科学健康发展。

中国水处理行业可持续发展战略研究报告 膜工业卷Ⅲ

REPORT FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT STRATEGY OF  
CHINA WATER TREATMENT INDUSTRY  
MEMBRANE INDUSTRY Ⅲ

ISBN 978-7-300-27359-4



9 787300 273594 >

定价：68.00 元



中国人民大学研究报告系列

# 中国水处理行业 可持续发展战略研究报告

## 膜工业卷Ⅲ

REPORT FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT STRATEGY OF  
CHINA WATER TREATMENT INDUSTRY  
MEMBRANE INDUSTRY Ⅲ

主 编 郑 祥 魏源送 王志伟  
副主编 张振兴 梁 恒 程 荣 贾志谦  
赵长伟 徐慧芳  
主 审 侯立安 郭立玮

编 委 (以姓氏笔画为序)

丁 菲 于 森 王学军 石 磊 代晋国  
成宇涛 刘仕远 刘 丽 闫 政 肖庆聪  
陈亚楠 陈凌云 郝达伟 尚 闽 郑利兵  
郑煜铭 柏文静 柳杨薇 黄小军 薛立新

中国人民大学出版社  
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国水处理行业可持续发展战略研究报告. 膜工业卷. Ⅲ / 郑祥, 魏源送, 王志伟主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2019. 9  
(中国人民大学研究报告系列)  
ISBN 978-7-300-27359-4

I. ①中… II. ①郑…②魏… III. ①水处理-化学工业-可持续发展战略-研究报告-中国②水处理-膜材料-可持续发展战略-研究报告-中国 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 185836 号

中国人民大学研究报告系列

中国水处理行业可持续发展战略研究报告 (膜工业卷Ⅲ)

主编 郑祥 魏源送 王志伟

Zhongguo Shuichuli Hangye Kechixu Fazhan Zhanlüe Yanjiu Baogao (Mogongyejuan Ⅲ)

---

出版发行	中国人民大学出版社	邮政编码	100080
社 址	北京中关村大街 31 号		
电 话	010-62511242 (总编室)	010-62511770 (质管部)	
	010-82501766 (邮购部)	010-62514148 (门市部)	
	010-62515195 (发行公司)	010-62515275 (盗版举报)	
网 址	<a href="http://www.crup.com.cn">http://www.crup.com.cn</a>		
经 销	新华书店		
印 刷	北京玺诚印务有限公司	版 次	2019 年 9 月第 1 版
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	印 次	2019 年 9 月第 1 次印刷
印 张	14.5 插页 1	定 价	68.00 元
字 数	258 000		

---

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

## “中国人民大学研究报告系列”编委会

主任 陈雨露

副主任 冯惠玲

委员 (以姓氏笔画为序)

马 中	王孝群	毛基业	冯惠玲	刘大椿
杜 鹏	李路路	杨伟国	杨瑞龙	吴晓求
陈雨露	陈 岳	郝立新	贺耀敏	袁 卫
倪 宁	郭庆旺	董克用	韩大元	温铁军

# 总序

陈雨露

当前中国的各类研究报告层出不穷，种类繁多，写法各异，成百舸争流、各领风骚之势。中国人民大学经过精心组织、整合设计，隆重推出由人大学者协同编撰的“研究报告系列”。这一系列主要是应用对策型研究报告，集中推出的本意在于，直面重大社会现实问题，开展动态分析和评估预测，建言献策于咨政与学术。

“学术领先、内容原创、关注时事、咨政助企”是中国人民大学“研究报告系列”的基本定位与功能。研究报告是一种科研成果载体，它承载了人大学者立足创新，致力于建设学术高地和咨询智库的学术责任和社会关怀；研究报告是一种研究模式，它以相关领域指标和统计数据为基础，评估现状，预测未来，推动人文社会科学研究成果的转化应用；研究报告还是一种学术品牌，它持续聚焦经济社会发展中的热点、焦点和重大战略问题，以扎实有力的研究成果服务于党和政府以及企业的计划、决策，服务于专门领域的研究，并以其专题性、周期性和翔实性赢得读者的识别与关注。

中国人民大学推出“研究报告系列”，有自己的学术积淀和学术思考。我校素以人文社会科学见长，注重学术研究咨政育人、服务社会的作用，曾陆续推出若干有影响力的研究报告。譬如自2002年始，我们组织跨学科课题组研究编写的《中国经济发展研究报告》《中国社会发展研究报告》《中国人文社会科学发展研究报告》，紧密联系和真实反映我国经济、社会和人文社会科学领域领域的重大现实问题，十年不辍，近年又推出《中国法律发展报告》等，与前三种合称为“四大报告”。此外还有一些散在的不同学科的专题研究报告也连续多年，在学界和社会上形成了一定的影响。这些研究报告都是观察分析、评估预测政治经济、社会文化等领域重大问题的专题研究，其中既有客观数据和事例，又有深度分析和战略预测，兼具实证性、前瞻性和学术性。我们把这些研究报告整合起来，与人民大学出版社资源相结合，再做新的策划、征集、遴选，形成了这个“研究报告系列”，以期放大

规模效应，扩展社会服务功能。这个系列是开放的，未来会依情势有所增减，使其动态成长。

中国人民大学推出“研究报告系列”，还具有关注学科建设、强化育人功能、推进协同创新等多重意义。作为连续性出版物，研究报告可以成为本学科学者展示、交流学术成果的平台。编写一部好的研究报告，通常需要集结力量，精诚携手，合作者随报告之连续而成为稳定团队，亦可增益学科实力。研究报告立足于丰厚素材，常常动员学生参与，可使他们在系统研究中得到学术训练，增长才干。此外，面向社会实践的研究报告必然要与政府、企业保持密切联系，关注社会的状况与需要，从而带动高校与行业企业、政府、学界以及国外科研机构之间的深度合作，收“协同创新”之效。

为适应信息化、数字化、网络化的发展趋势，中国人民大学的“研究报告系列”在出版纸质版本的同时将开发相应的文献数据库，形成丰富的数字资源，借助知识管理工具实现信息关联和知识挖掘，方便网络查询和跨专题检索，为广大读者提供方便适用的增值服务。

中国人民大学的“研究报告系列”是我们在整合科研力量，促进成果转化方面的新探索，我们将紧扣时代脉搏，敏锐捕捉经济社会发展的重点、热点、焦点问题，力争使每一种研究报告和整个系列都成为精品，都适应读者需要，从而铸造高质量的学术品牌、形成核心学术价值，更好地担当学术服务社会的职责。

中国人民大学“研究报告系列”出版以来，得到了广大读者和同行的广泛关注和好评。在出版过程中，我们始终坚持“内容为王”的原则，力求做到选题新颖、观点独到、数据翔实、论证充分。同时，我们还注重与社会各界的沟通与合作，广泛听取各方意见和建议，不断提高报告的质量和水平。未来，我们将继续秉承“服务社会、引领学术”的宗旨，不断优化和完善“研究报告系列”，为构建中国特色哲学社会科学话语体系、提升我国学术研究的国际影响力做出更大的贡献。

## 编者简介

**郑祥**，博士，中国人民大学环境学院教授，博士生导师。九三学社北京市人口资源环境委员会委员，全国膜分离标准化技术委员会委员，CSTM 化工领域膜材料技术委员会委员，教育部膜与水处理技术工程研究中心技术委员会委员，国际水协会（IWA）膜技术专家委员会中国分委会委员。中文核心期刊《膜科学与技术》《工业水处理》《水处理技术》编委。2012 年入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”，2016 年入选环境保护部“青年拔尖人才”。

长期致力于膜分离技术与公共卫生安全领域的研究。在 *Water Research*、*Journal of Membrane Science* 等期刊上发表 SCI 收录论文 60 余篇。2014 年《中国水处理行业可持续发展战略研究报告（膜工业卷）》荣获“中国膜工业协会科学技术奖”二等奖；2017 年“中国环保/膜产业可持续发展战略研究”获“国际水协会中国青年委员会首创水星奖”管理创新奖一等奖；2018 年“中国膜产业可持续发展战略研究”获中国膜工业协会科学技术奖（著作）一等奖。

**魏源送**，博士，研究员，博士生导师。现任中国科学院生态环境研究中心水污染控制实验室主任，中国科学院-发展中国家科学院水与环境卓越中心副主任。国际水协会（IWA）非传统水源中国工作组成员，北京生态修复学会副理事长。农工民主党中央生态环境工作委员会委员，农工民主党北京市委生态环境工作委员会主任。主要研究领域为污水处理与再生利用、有机固体废弃物处理与资源化、河流生态治理与修复、城市污泥/畜禽粪污的抗性污染及其控制。现为国家“水专项”项目“北运河上游水环境治理与水生态修复综合示范（2017ZX07102）”首席科学家。已在国内外核心刊物发表学术论文 200 余篇（其中 SCI 论文 80 余篇），获授权发明专利 15 项和计算机软件著作权 1 项。SCI 论文的 H 指数为 19，被引总频次（去除

自引）为 1407，3 篇中文论文入选《领跑者 5000——中国精品科技期刊顶尖学术论文》。

**王志伟**，博士，同济大学教授，博士生导师。国家自然科学基金委杰出青年科学基金获得者，教育部首批青年长江学者。现任环境科学与工程学院副院长，污染控制与资源化研究国家重点实验室副主任。国际水协会（IWA）膜技术专家委员会委员，*Scientific Reports* 期刊编委。主要从事膜法污水处理与资源化的研究工作，在 *Environmental Science & Technology*、*Water Research* 和 *Journal of Membrane Science* 等期刊上发表 SCI 收录论文 100 余篇，2016 年入选环境科学领域中国高被引学者榜单。所研发膜材料和膜技术在 100 多座（套）污水处理工程（装备）中获得成功应用。

# 序

作为材料与过程工程等相关学科交叉结合、相互渗透而产生的膜技术，已经成为环境保护、节能减排、不同尺度粒子分离与回收等方面具有支撑性和引领性的方法，也被看作 21 世纪最有价值的标志性成果之一。

过去 30 年间，我国在膜领域取得长足进步，面向水资源、新能源、传统工业技术改造等方面的重大需求，建立了具有中国特色的膜材料设计与制备的理论框架，形成了一系列具有自主知识产权、性能先进的膜材料与膜应用技术体系，为我国环境保护、节能减排与传统产业升级改造做出了重要贡献。然而，快速成长的中国膜产业也面临许多亟待回答与解决的理论与现实问题：中国膜产业的发展瓶颈在哪里？如何科学评估中国膜技术的竞争力？如何加强膜产业技术与市场的深度融合？如何提升龙头企业产业链整合能力、健全膜产业市场机制，为我国膜产业发展提供良好的内部环境？如何推动中国膜企业走向国际市场？这些问题成为产业界、学术界和金融界共同关心与思考的命题。

针对上述问题，郑祥教授团队在膜产业宏观战略方面进行了连续十年的研究与探索，发表了一系列具有影响力的研究报告与专著，得到产业界、学术界和金融界的认可。系列研究工作展现了过去 30 年间中国膜产业在技术创新、民族品牌建立与国际化等方面的追求与进步，对于中国膜产业界审视自身、有针对性地选择未来成长方向和道路具有重要参考价值，也是我国本领域一个颇有意义的研究成果。相信本报告出版后会受到膜科学技术及相关工作读者的欢迎。

曲久辉

2019 年 9 月 6 日

## 前言

我们团队于2013年出版的《中国水处理行业可持续发展战略研究报告(膜工业卷)》、2016年出版的《中国水处理行业可持续发展战略研究报告(膜工业卷II)》等一系列研究工作得到高校/科研机构、金融机构/咨询机构的研究人员和环保/膜行业从业人员的高度评价,成为学术界、环保界、金融界、咨询界人士了解中国膜工业的窗口,并因此两次荣获“中国膜工业协会科学技术奖”与“国际水协会中国青年委员会首创水星奖”管理创新奖,对我国膜行业的发展起到积极的推动作用。《中国水处理行业可持续发展战略研究报告(膜工业卷III)》在延续膜报告体系结构的基础上,内容上继续秉承精华,总结膜行业面临的新问题与新挑战,从技术竞争力、市场格局、企业运行模式等角度对我国膜产业进行全方位和多维度的研究与分析,从而为宏观经济管理和企业经营管理提供扎实的决策依据。

本报告分8章对中国膜产业发展现状及发展趋势进行了阐述。报告第一部分(第一章至第四章)全面分析膜技术在中国水处理市场及新型膜技术(空气过滤膜、气体分离膜、陶瓷平板膜、渗透气化、膜蒸馏等)在环保、医药、食品、能源等领域的应用状况;采用文献计量学方法对各国在膜技术研发的新动向与发展前沿进行详细评述。报告第二部分(第五章、第六章)对膜技术在我国市政与工业领域中的应用进行系统调查,特别是膜在市政污水资源化、市政饮用水深度处理与印染废水处理三大领域的应用现状及未来的应用前景。报告第三部分(第七章、第八章)系统分析了国内具有代表性的9家膜企业的核心竞争力,并对全球膜企业的兼并与重组进行系统分析。

《中国水处理行业可持续发展战略研究报告(膜工业卷III)》由郑祥教授、魏源送研究员、王志伟教授、张振兴研究员与梁恒教授带领中国人民大学和中国科学院、同济大学、伊利诺伊大学香槟分校、哈尔滨工业大学多方团队共同完成。王晋琳、张涛、沈志鹏、吴娇娇、刘亚萍、谭送琴、张青青、康敦、申亮杰、佃柳、孔

亚东、代丹阳、陈惠鑫、闻俊颖、于金慧和陈怡晖等数十位研究生参加了资料收集与整理工作。郁达伟博士与郑利兵博士对全部书稿进行了文字校对与形式统稿。

非常感谢侯立安院士与郭立玮教授在报告撰写过程中给予的指导与帮助！在调研过程中，我们得到业内同行以及金融界人士的大力支持与帮助，确保了报告中数据的可靠性。在报告的撰写过程中，我们多次向学界与产业界同行取经学习，获益良多，限于篇幅不能一一列举致谢，还请谅解。在报告的策划及出版过程中，中国人民大学出版社的编辑付出了极大的心血，以其一贯的敬业精神对报告进行严格的把关，在此一并表示衷心的感谢！

敬畏同行的期望，我们在报告撰写过程中尽心竭力，不敢懈怠。但由于水平所限，难以尽如人意，敬请读者和同仁多多批评指正，以便我们更好地提高，共同促进中国膜产业的健康发展。

郑祥

2019年7月8日

# 目 录

第一章 中国膜市场 .....	1
第一节 全球膜市场概况 .....	1
第二节 中国水处理膜市场 .....	5
第三节 中国膜市场竞争主体 .....	13
第四节 中国膜企业的创新能力 .....	16
第二章 中国膜领域竞争力分析 .....	27
第一节 中国膜产业竞争力分析 .....	27
第二节 中美膜领域基础研究竞争力比较 .....	39
第三节 膜领域高被引论文分析 .....	43
第四节 中美膜领域研究水平比较 .....	48
第五节 总 结 .....	50
第三章 新型膜市场发展概况 .....	52
第一节 中药制药膜技术应用现状 .....	52
第二节 全热交换膜在热回收新风系统的应用 .....	56
第三节 静电纺纳米纤维空气过滤膜 .....	60
第四节 气体膜分离过程 .....	62
第五节 平板陶瓷膜 .....	71
第六节 渗透汽化膜过程 .....	79
第七节 膜气液接触器 .....	84
第八节 膜蒸馏 .....	87

<b>第四章 MBR 在我国大规模应用的驱动力分析</b> .....	<b>92</b>
第一节 MBR 在中国的应用 .....	92
第二节 驱动力分析 .....	97
<b>第五章 膜法在市政供水系统中的应用</b> .....	<b>105</b>
第一节 应用背景 .....	105
第二节 发展与应用 .....	106
第三节 直接过滤 .....	110
第四节 短流程过滤工艺 .....	114
第五节 中流程过滤工艺 .....	118
第六节 长流程过滤工艺 .....	123
<b>第六章 膜技术应用于印染废水处理</b> .....	<b>129</b>
第一节 我国印染行业面临的挑战 .....	129
第二节 膜技术处理印染废水现状 .....	131
第三节 膜技术应用于印染废水的驱动力 .....	136
第四节 典型案例技术经济分析 .....	139
<b>第七章 市场竞争下的中国膜产业主体</b> .....	<b>141</b>
第一节 北京碧水源科技股份有限公司 .....	141
第二节 天津膜天膜科技股份有限公司 .....	148
第三节 海南立昇净水科技实业有限公司 .....	153
第四节 北京格兰特膜分离设备有限公司 .....	156
第五节 江苏维尔利环保科技股份有限公司 .....	159
第六节 北京赛诺膜技术有限公司 .....	162
第七节 江苏久吾高科技股份有限公司 .....	166
第八节 杭州求是膜技术有限公司 .....	172
第九节 贵阳时代沃顿科技有限公司 .....	178
第十节 山东九章膜技术有限公司 .....	183
<b>第八章 兼并与重组视角下的全球膜产业</b> .....	<b>187</b>
第一节 全球膜市场主要并购事件 .....	187

第二节	GE 水处理业务收购 .....	193
第三节	华自科技并购格兰特 .....	197
第四节	陶氏化学和杜邦合并 .....	200
第五节	天壕环境并购赛诺水务 .....	207
参考文献	.....	209

## 第一章 全球水处理市场概况

水处理行业，全球范围内正经历快速增长。水处理行业是指以供水、污水处理、污泥处理及相关设备制造为主的行业。2017 年，全球水处理行业市场规模达到 1300 亿美元，2012 年已增至 800 亿美元。截至 2017 年底，全球水处理行业



图 1-1 全球水处理市场规模 (亿美元)

# 第一章 中国膜市场

## 第一节 全球膜市场概况

最近 20 年，全球膜产业总产值快速增长（膜总产值是指膜元件、膜组件、膜装备及相关工程的总值），1999—2017 年全球膜产值变化见图 1-1。1999 年全球膜产值为 200 亿美元，2012 年已增至 500 亿美元，截至 2017 年底，全球膜产值已

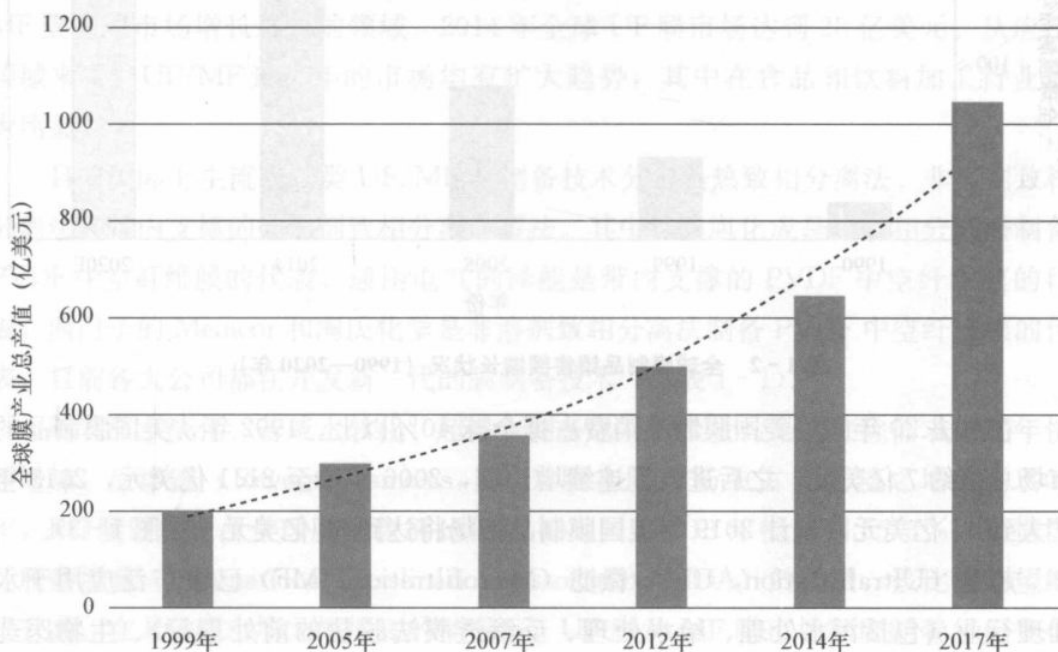


图 1-1 全球膜产业发展情况

达 1 050 亿美元。

20 世纪以来，全球膜制品年销售额逐年增加，2004 年全球膜制品的年销售额为 63 亿美元，2012 年已增至 120 亿美元；2014 年，全球膜制品销售额已达到 187 亿美元；预计 2020 年将达到 321 亿美元。1990—2020 年全球膜制品年销售额见图 1-2。全球膜制品的消费地区主要为东亚地区和北美地区，其次是西欧和中东地区。我国膜市场的增长是全球膜市场增长的主力，2005 年我国膜产业总产值仅为 100 亿元人民币，经过十年的高速增长，2016 年我国的膜产业总产值已超过 1 200 亿元人民币。北美地区是膜制品的重要消费地区，是全球膜市场的第二大增长点。

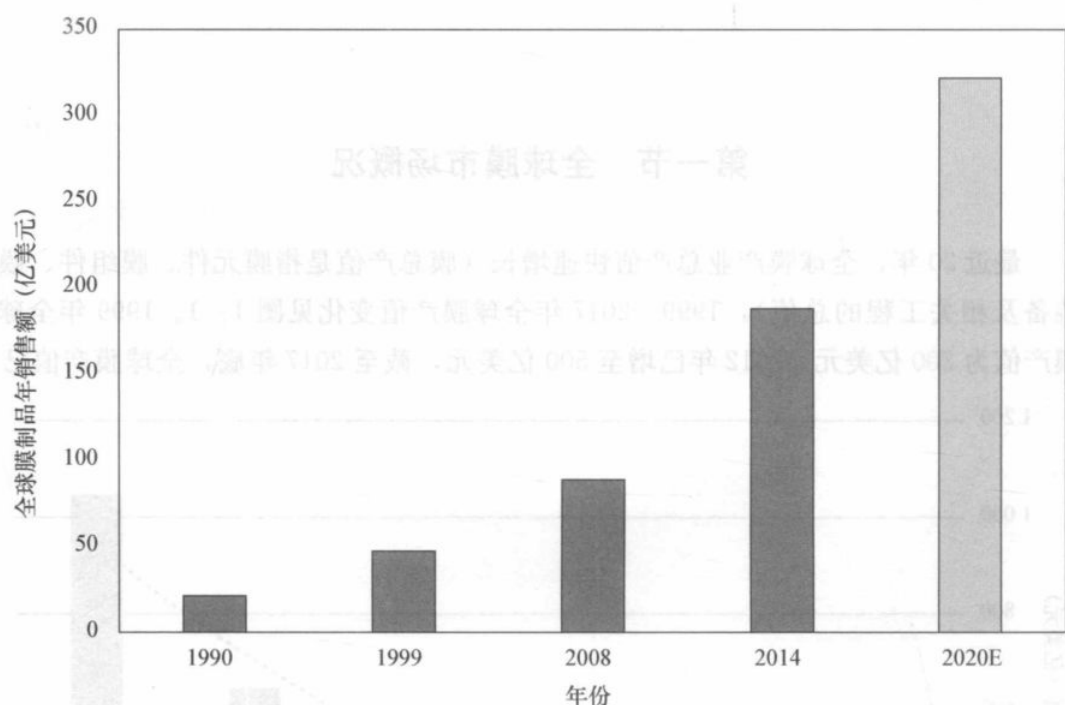


图 1-2 全球膜制品销售额增长状况（1990—2020 年）

在过去 20 年间，美国膜制品消费占据全球 40% 以上。1992 年，美国膜制品的市场总值约 7 亿美元，之后进入了连续增长期，2006 年增至 21.1 亿美元，2013 年扩大到 44 亿美元，预计 2019 年美国膜制品市场将达到 62 亿美元（见图 1-3）。

超滤（Ultrafiltration, UF）/微滤（Microfiltration, MF）已被广泛应用于水处理行业（包括污水处理、给水处理、反渗透膜法脱盐的前处理等）、生物医药制备过程、食品和饮料行业等。污水处理是 MF 最大的潜在市场，同时，在生物和医药领域也实现了快速的发展。2010 年，MF 膜在生物技术和医药制备等应用