

“十三五”国家重点出版物出版规划项目·重大出版工程规划

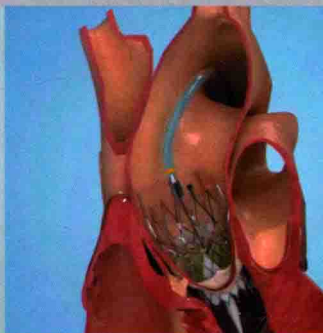
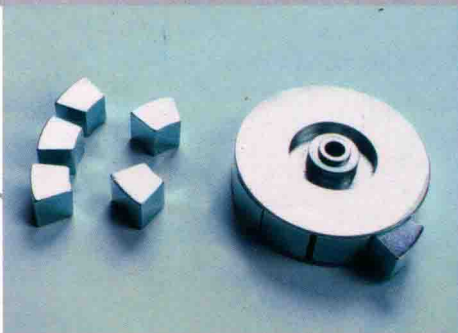
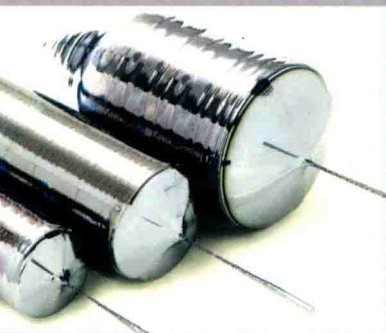
中国工程院重大咨询项目成果文库

战略性新兴产业发展重大行动计划研究丛书

丛书主编 钟志华 邬贺铨

新材料产业 发展重大行动计划研究

屠海令 吴以成 等 编著



科学出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目·重大出版工程规划

中国工程院重大咨询项目成果文库

战略性新兴产业发展重大行动计划研究丛书

丛书主编 钟志华 邬贺铨

新材料产业 发展重大行动计划研究

屠海令 吴以成 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在中国工程院“战略性新兴产业发展重大行动计划研究”重大战略研究咨询项目的统一部署下,由新材料课题组负责开展的“新材料产业发展重大行动计划研究”课题的工作成果。本书主要围绕落实《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中关于新材料产业发展的具体内容,在实地走访相关单位、开展专家座谈、调研典型企业与分析研究资料的基础上,提出落实“十三五”新材料产业发展的战略部署和重点,明确“十三五”期间新材料产业发展的重大行动计划及实施路径。本书建议在政策层面加强顶层设计,完善产业政策;加强研发支撑体系建设,夯实创新发展基础;发挥市场的资源配置作用,完善新材料产业发展生态环境;设立新材料专家系统,发挥思想库作用。本书旨在为新材料产业顶层设计、科学部署和落地实施提供咨询依据,促进我国战略性新兴产业在新时期国内外环境下持续健康发展。

本书有助于公众了解我国新材料产业发展的总体情况及各领域的发展态势,以及“十三五”新材料产业发展方向及重大部署,可供各级领导干部、决策部门和产业界人士及公众参考。

图书在版编目(CIP)数据

新材料产业发展重大行动计划研究 / 屠海令等编著. —北京: 科学出版社, 2019.3

(战略性新兴产业发展重大行动计划研究丛书 / 钟志华, 邬贺铨主编)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目·重大出版工程规划

中国工程院重大咨询项目成果文库

ISBN 978-7-03-060567-2

I. ①新… II. ①屠… III. ①材料工业—产业发展—研究—中国
IV. ①F426

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 030285 号

责任编辑: 李 莉 / 责任校对: 樊雅琼

责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 正典设计

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http: //www.sciencep.com

北京画中画印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 3 月第 一 版 开本: 720 × 1000 B5

2019 年 3 月第一次印刷 印张: 12 3/4

字数: 250 000

定价: 118.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

“战略性新兴产业发展重大行动计划研究”

丛书编委会名单

顾问：

徐匡迪 路甬祥 周 济 陈清泰

编委会主任：

钟志华 邬贺铨

编委会副主任：

王礼恒 薛 澜

编委会成员（以姓氏笔画为序）：

丁 汉	丁文华	丁荣军	王一德	王天然	王文兴
王华明	王红阳	王恩东	尤 政	尹泽勇	卢秉恒
刘大响	刘友梅	孙优贤	孙守迁	杜祥琬	李龙土
李伯虎	李国杰	杨胜利	杨裕生	吴 澄	吴孔明
吴以成	吴曼青	何继善	张 懿	张兴栋	张国成
张彦仲	陈左宁	陈立泉	陈志南	陈念念	陈祥宝
陈清泉	陈懋章	林忠钦	欧阳平凯	罗 宏	岳光溪
岳国君	周 玉	周 源	周守为	周明全	郝吉明
柳百成	段 宁	侯立安	侯惠民	闻邦椿	袁 亮
袁士义	顾大钊	柴天佑	钱清泉	徐志磊	徐惠彬
梁恩杰	高 文	郭孔辉	黄其励	屠海令	彭苏萍
韩 强	程 京	谢克昌	强伯勤	谭天伟	潘云鹤

工作组组长：周 源 刘晓龙

工作组（以姓氏笔画为序）：

马 飞	王海南	邓小芝	刘晓龙	江 媛	安 达
安剑波	孙艺洋	孙旭东	李腾飞	杨春伟	张 岚
张 俊	张 博	张路蓬	陈必强	陈璐怡	季桓永
赵丽萌	胡钦高	徐国仙	高金燕	陶 利	曹雪华
崔 剑	梁智昊	葛 琴	裴莹莹		

“新材料产业发展重大行动计划研究”课题组成员名单

顾 问

千 勇 中国工程院院士

左铁镛 中国工程院院士

专 家

屠海令 中国工程院院士

张国成 中国工程院院士

李龙土 中国工程院院士

才鸿年 中国工程院院士

陈立泉 中国工程院院士

何季麟 中国工程院院士

王一德 中国工程院院士

吴以成 中国工程院院士

张兴栋 中国工程院院士

王海舟 中国工程院院士

陈祥宝 中国工程院院士

李仲平 中国工程院院士

李 卫 中国工程院院士

周 济 中国工程院院士

王崑声 中国航天系统科学与工程研究院 研究员

王继扬 山东大学 教授

卢世刚 国联汽车动力电池研究院 教授级高级工程师

邢丽英	中国航空制造技术研究院 教授
孙蓟泉	北京科技大学 教授
朱明刚	中国钢研科技集团有限公司 教授
程兴旺	北京理工大学 教授
贾德昌	哈尔滨工业大学 教授
王云兵	四川大学 教授
杨素媛	北京理工大学 教授
方以坤	中国钢研科技集团有限公司 教授
王海南	中国航天系统科学与工程研究院 教授
韩高荣	浙江大学 教授
葛宏志	中国航天系统科学与工程研究院 高级工程师
王爱红	中国工程院一局 处长
刘元昕	中国工程院一局 干部
杨 立	四川大学 副教授
赵晚露	四川大学 副教授
崔 义	国联汽车动力电池研究院 高级工程师
杨治华	哈尔滨工业大学 副教授
肖丽俊	钢铁研究总院 高级工程师
赵 雷	钢铁研究总院 高级工程师
段国瑞	太原钢铁（集团）有限公司 高级工程师
李腾飞	有研科技集团有限公司 高级工程师
马 飞	有研科技集团有限公司 高级工程师
赵鸿滨	有研工程技术研究院有限公司 高级工程师

《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》，提出加快培育和发展节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等战略性新兴产业；为了进一步凝聚重点，及时调整战略性新兴产业发展方向，又于 2016 年出台了《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，明确指出要把战略性新兴产业摆在经济社会发展更加突出的位置，重点发展新一代信息技术、高端制造、生物、绿色低碳、数字创意五大领域及 21 项重点工程，大力构建现代产业新体系，推动经济社会持续健康发展。在我国经济增速放缓的大背景下，战略性新兴产业实现了持续快速增长，取得了巨大成就，对稳增长、调结构、促转型发挥了重要作用。

中国工程院是中国工程科技界最高荣誉性、咨询性学术机构，同时也是首批国家高端智库。自 2011 年起，配合国家发展和改革委员会开展了“战略性新兴产业培育与发展”“‘十三五’战略性新兴产业培育与发展规划研究”等重大咨询项目的研究工作，参与了“十二五”“十三五”国家战略性新兴产业发展规划实施的中期评估，为战略性新兴产业相关政策的制定及完善提供了依据。

在前期研究基础上，中国工程院于 2016 年启动了“战略性新兴产业发展重大行动计划研究”重大咨询项目。项目旨在以创新驱动发展战略、“一带一路”倡议等为指引，紧密结合国家经济社会发展新的战略需要和科技突破方向，充分关注国际新兴产业的新势头、新苗头，针对《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》提出的重大工程，提出“十三五”战略性新兴产业发展重大行动计划及实施路径，推动重点任务及重大工程真正落地。同时，立足“十三五”整体政策环境进一步优化和创新产业培育与发展政策，开展战略性新兴产业评价指标体系、产业成熟度深化研究及推广应用，支撑国家战略决策，引领产业发展。

经过两年的广泛调研和深入研究，项目组编纂形成“战略性新兴产业发展重大行动计划研究”成果丛书，共 11 种。其中 1 种为综合卷，即《战略性新兴产业发展重大行动计划综合研究》；1 种为政策卷，即《战略性新兴产业：政策与治理创新研究》；9 种为领域卷，包括《节能环保产业发展重大行动计划研究》《新一代信息产业发展重大行动计划研究》《生

物产业发展重大行动计划研究》《能源新技术战略性新兴产业重大行动计划研究》《新能源汽车产业发展重大行动计划研究》《高端装备制造业发展重大行动计划研究》《新材料产业发展重大行动计划研究》《“互联网+智能制造”新兴产业发展行动计划研究》《数字创意产业发展重大行动计划研究》。本丛书深入分析了战略性新兴产业重点领域以及产业政策创新方面的发展态势和方向，梳理了具有全局性、带动性、需要优先发展的重大关键技术和领域，分析了目前制约我国战略性新兴产业关键技术识别、研发及产业化发展的主要矛盾和瓶颈，为促进“十三五”我国战略性新兴产业发展提供了政策参考和决策咨询。

2019年是全面贯彻落实十九大精神的深化之年，是实施《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》的攻坚之年。衷心希望本丛书能够继续为广大关心、支持和参与战略性新兴产业发展的读者提供高质量、有价值的参考。

前 言

材料是人类赖以生存和发展的物质基础，也是人类社会发展的先导。新材料是指新出现的具有优异性能和特殊功能的材料以及传统材料成分、工艺改进后性能明显提高或具有新功能的材料。习近平总书记在 2016 年出席全国科技创新大会、两院院士大会（即中国科学院第十八次院士大会和中国工程院第十三次院士大会）、中国科学技术协会第九次全国代表大会时指出，“信息技术、生物技术、制造技术、新材料技术、新能源技术广泛渗透到几乎所有领域，带动了以绿色、智能、泛在为特征的群体性重大技术变革”上^①。融入了当代众多学科先进成果的新材料产业在新一轮科技革命和产业变革中扮演着重要角色，它是支撑国民经济发展的基础产业，对于发展其他各类高技术产业具有举足轻重的作用。

“十二五”以来，新材料产业在《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》和《新材料产业“十二五”发展规划》的指导下发展迅速，产业规模年均增速高达 25%，新材料研发和应用也取得了长足进展。但总体上看，我国还不是材料强国，部分核心关键材料受制于人，高端材料对外依赖程度仍然较高，以企业为主体的自主创新体系亟待完善，新材料产业的核心竞争力仍需加强。为此我国政府加大了对新材料产业的支持力度，并先后制定《“十三五”国家科技创新规划》和《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，进一步明确了新材料发展方向和发展重点。

2016 年，根据中国工程院“‘十三五’战略性新兴产业发展重大行动计划”的统一部署，本书课题组正式启动了“新材料产业发展重大行动计划研究”咨询工作，咨询工作主要围绕落实《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中关于新材料产业发展的具体内容开展。课题组实地走访了相关单位、开展了专家座谈、调研了典型企业，并在分析研究资料的基础上，针对国家需求和目前状况，提出落实“十三五”新材料产业发展的战略部署和重点，明确“十三五”期间新材料产业重大行动计划及实施途径。此外，建议在政策层面加强顶层设计，完善产业政策；加强研发支撑体系建设，夯实创新发展基础；发挥市场的资源配置作用，完善新材料产业发展生态环境；设立新材料专家系统，发挥思想库作用。本书旨在为新材料产业顶层设计、科学部署和落地实施提供咨询依据，促进我国战略性新兴产业在新时期国内外环境下持续健康发展。

^① 习近平. 为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话[J]. 中国应急管理, 2016, (6): 4-8

目 录

第一章 全球新材料产业发展格局变化与未来发展重点分析	1
一、新材料产业发展格局变化	1
二、国际典型新材料领域发展现状	7
三、引发产业变革颠覆性技术	65
第二章 “十二五”以来我国新材料产业发展经验及存在的问题	70
一、“十二五”以来我国新材料产业发展经验	70
二、我国关键新材料领域“十二五”以来发展情况	75
三、我国新材料产业发展存在的问题	116
第三章 新材料产业培育与发展的重大需求和趋势分析	119
一、信息技术是当前世界经济复苏和推动未来产业革命的重要引擎，对于信息基础材料的需求不断攀升	119
二、新能源革命推动产业发展，绿色消费逐步被公众接受，绿色生产和制造得到广泛重视	121
三、健康产业进入加速发展的新时期，生物医用材料发展和其他技术的交叉融合成为创新热点	123
四、先进制造技术正在向智能化的方向发展，高端装备制造支撑材料已经成为新材料产业发展的核心关键	124
五、关键保障材料提质升级迫在眉睫，军民两用材料成为关注的重点	125
第四章 “十三五”新材料产业重大行动计划及实施途径	128
一、“十三五”新材料产业发展重大行动计划	128
二、“十三五”新材料产业发展 12 项行动计划	132
第五章 新材料产业成熟度评价研究	172
一、半导体材料产业成熟度评价	173
二、功能晶体材料产业成熟度评价	175
三、锂离子动力电池产业成熟度评价	177
四、汽车用钢材料产业成熟度评价	179
五、心脑血管材料及血管支架产业成熟度评价	181
第六章 新材料产业发展政策措施	183
一、加强顶层设计，完善产业政策	183

二、加强研发支撑体系建设，夯实创新发展基础·····	183
三、发挥市场的资源配置作用，完善新材料产业发展生态环境·····	183
四、设立新材料专家系统，发挥思想库作用·····	184
参考文献·····	185

第一章 全球新材料产业发展格局变化与未来发展 重点分析

一、新材料产业发展格局变化

近几年来，新一轮科技革命与产业变革蓄势待发，为材料产业结构调整提供了重要的机会窗口，全球新材料产业竞争格局正在发生重大调整。材料技术领域研发面临新突破，新材料和新物质结构不断涌现，全球新材料技术与产业发展迅猛，新材料技术成为各国竞争的热点之一，2010 年全球新材料产业市场规模超过 1 万亿美元，到 2016 年已经达到 2.15 万亿美元，平均每年以 10% 以上的速度增长，如图 1.1 所示。此外，技术领域研发面临新突破，新材料和新物质结构不断涌现，全球新材料技术与产业一直保持着增长的态势^[1]。

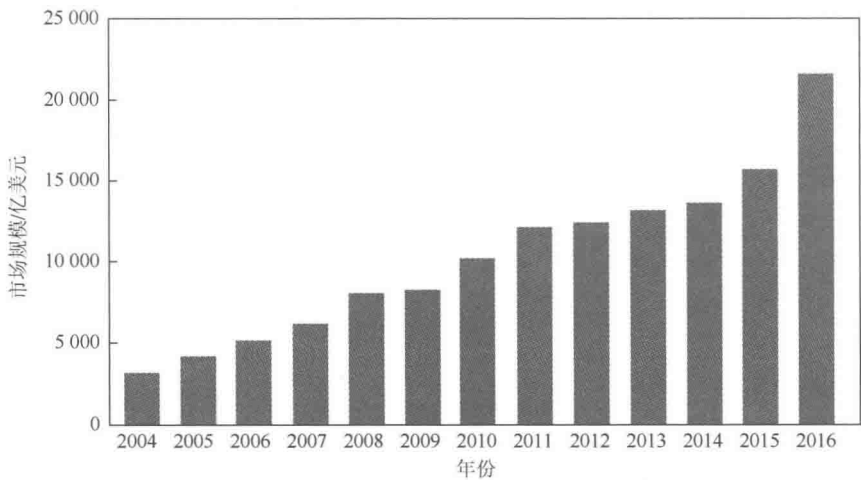


图 1.1 2004~2016 年全球新材料产业市场规模

总体上新材料产业的发展呈现如下特征。

（一）新材料的创新研发得到高度重视

世界各国及地区高度重视新材料创新研发，纷纷制订新材料发展规划，在全面

加强研究开发的基础上,在市场、产业环境等不同层面出台相应政策,全力提升新材料研发及产业化水平,具体战略规划如表 1.1 所示。美国于 2009 年、2011 年和 2015 年三度发布《国家创新战略》,其中清洁能源、生物技术、纳米技术、空间技术、健康医疗等优先发展领域均涉及新材料;2012 年制定《先进制造业国家战略规划》,进一步加大对新材料科技创新的扶持力度。欧洲联盟(简称欧盟)为实现经济复苏、消除发展痼疾、应对全球挑战,于 2010 年制定了《欧盟 2020 战略》,提出三大战略重点。德国政府发布了《2020 高科技战略》,其中“工业 4.0”是十大未来项目中最引人注目的课题之一。2013 年英国推出《英国工业 2050 战略》,重点支持建设新能源、智能系统和材料化学等创新中心。日本于 2010 年发布了《新增长战略》、《信息技术发展计划(2016~2020)》和《日本产业结构展望 2010》,2016 年出台了《第五期科学技术基本计划》。韩国于 2009 年公布了《绿色增长国家战略及五年行动计划》和《新增长动力规划及发展战略》,2013 年出台了《第三次科学技术基本计划》。巴西、印度、俄罗斯等新兴经济体采取重点赶超战略,在新能源材料、节能环保材料、纳米材料、生物医用材料、医疗和健康材料、信息材料等领域制订专门规划,力图在激烈的国际竞争中抢占一席之地。2016 年美国发布《2016-2045 年新兴科技趋势报告》,提出了 20 项最值得关注的科技发展趋势,其中 1 项重点就是针对纳米材料以及泡沫金属材料等新型材料进行了布局。

表 1.1 若干国家及地区的材料领域战略规划

国家及地区	发展计划	涉及新材料相关领域
美国	先进制造业国家战略规划、重整美国制造业框架、先进制造伙伴计划、国家纳米技术倡议、国家生物经济蓝图、电动汽车国家创新计划、“智慧地球”计划、大数据研究与开发计划、下一代照明计划、低成本宽禁带半导体晶体发展战略计划	新能源材料,生物与医药材料,环保材料,纳米材料,先进制造、新一代信息技术和电动汽车相关材料,材料基因组,宽禁带半导体材料
欧盟	欧盟能源技术战略计划、能源 2020 战略、物联网战略研究路线图、欧盟 2020 战略、欧洲生物经济的可持续创新发展、“地平线 2020”计划、彩虹计划、OLED100.EU 计划、旗舰计划、关键使能技术、第七研发框架计划	低碳产业相关材料、信息技术(重点是物联网)相关材料、生物医用材料、纳米材料、石墨烯等
英国	低碳转型计划、英国可再生能源发展路线图、技术与创新中心计划、海洋产业增长战略、合成生物学路线图、英国工业 2050 战略	低碳产业相关材料、高附加值制造业相关材料、生物医用材料、海洋材料等
德国	能源战略 2050:清洁、可靠和经济的能源系统、高科技战略行动计划、2020 高科技战略、生物经济 2030 国家研究战略、国家电动汽车发展规划	可再生能源材料、生物医用材料、电动汽车相关材料等
法国	环保改革路线图、未来十年投资计划、互联网:展望 2030 年	可再生能源材料、环保材料、信息材料、环保汽车相关材料等

续表

国家及地区	发展计划	涉及新材料相关领域
日本	新增长战略、新国家能源战略、能源基本计划、创建最尖端信息技术国家宣言、下一代汽车计划、海洋基本计划、日本产业结构展望 2010、第五期科学技术基本计划	新能源材料、节能环保材料、信息材料、新型汽车相关材料等
韩国	新增长动力规划及发展战略、核能振兴综合计划、信息技术韩国未来战略、国家融合技术发展基本计划、第三次科学技术基本计划、21 世纪光计划	可再生能源材料、信息材料、纳米材料等
俄罗斯	2030 年前能源战略、2020 年前科技发展、国家能源发展规划、到 2020 年生物技术发展综合计划、2018 年前信息技术产业发展规划、2025 年前国家电子及无线电电子工业发展专项计划、2030 年前科学技术发展优先方向、国家纳米计划 2020	新能源材料、节能环保材料、纳米材料、生物医用材料、医疗和健康材料、信息材料等
巴西	低碳战略计划、2012~2015 年国家科技与创新战略、科技创新行动计划	新能源材料, 环保汽车、民用航空、现代生物农业等相关材料
印度	气候变化国家行动计划, 国家太阳能计划, “十二五”规划 (2012~2017 年), 科学、技术与创新政策	新能源材料、生物医用材料等
南非	国家战略规划绿皮书、新工业政策行动计划、2030 发展规划、综合资源规划	新能源材料、生物制药材料、航空航天相关材料等

(二) 高新技术发展促使新材料不断更新换代

高新技术的突破加快了技术向生产力的转化速度, 同时对关键基础材料提出新的挑战和需求^[2]。例如, 微电子芯片集成度及信息处理速度大幅提高, 成本不断降低, 关键是硅材料在其中发挥了重要作用。目前, 300mm 硅片可满足 14nm 技术节点的集成电路要求, 450mm 硅片已产出样片, 全球硅片市场情况如图 1.2 所示。此外, A₂B₇ 型稀土储氢合金已经实现工程化, 并将 AA 电池 (即 5 号电池) 的容量提高到 2700mAh。低温共烧陶瓷 (low temperature co-fired ceramic, LTCC) 技术的研究开发取得重要突破, 大量无源电子元件整合于同一基板内已成为可能。先进材料研究技术的不断拓展也产生了诸多新兴产业。例如, 氮化镓 (GaN) 等化合物半导体材料的发展, 催生了半导体照明技术; 白光发光二极管 (light-emitting diode, LED) 的发光效率 (简称光效) 已远超过白炽灯和荧光灯, 给照明工业带来革命性的变化。太阳能电池转换效率不断提高, 极大地推动了新能源产业的发展。镁合金与钛合金等高性能结构材料加工技术的突破使成本不断降低, 研究与应用重点由航空、航天以及军工领域扩展到高附加值民用领域。基于分子和基因等临床诊断材料与器械的发展, 肝癌等重大疾病得以早日发现和治疗; 介入器械的研发则催生了微创, 介入治疗技术则使心脏病死亡率大幅下降。

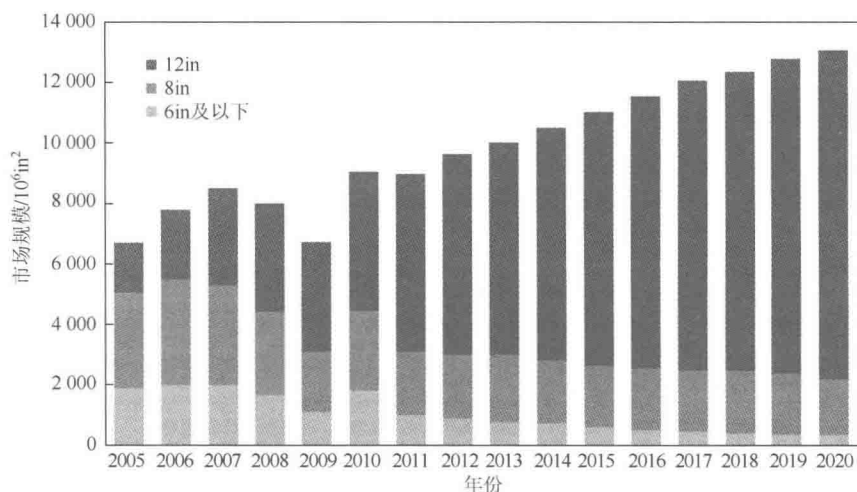


图 1.2 全球不同尺寸硅片市场现状及发展预测 ($1\text{in}\approx 0.0254\text{m}$, $1\text{in}^2\approx 0.000\ 645\ 2\text{m}^2$)

(三) 跨国集团依然占据主导地位

目前,世界著名企业集团凭借其技术研发、资金和人才等优势不断向新材料领域拓展,在高附加值新材料产品中占据主导地位。日本信越(Shin-Etsu)、日本胜高(SUMCO)以及德国世创(Siltronic AG)等企业占据国际半导体硅材料市场份额的70%以上。半绝缘砷化镓(GaAs)市场90%以上被日本住友电工(Sumitomo Electric)、日立电线(Hitachi Cable)和德国弗莱贝格化合物材料(Freiburger Compound Materials, FCM)以及美国晶体技术公司(American Xtal Technology, Inc)所占有。美国陶氏化学(Dow Chemical)、通用电气(General Electric, GE)、瓦克化学(Wacker Chemie)和法国罗纳·普朗克(Rhone-Poulenc)及日本一些公司基本控制了全球有机硅材料市场。美国杜邦(DuPont)、日本大金(Daikin)、德国赫希斯特(Hoechst)、美国明尼苏达矿业及制造业(Minnesota Mining and Manufacturing, 3M)、意大利奥斯蒙特(Ausimont)、法国埃尔夫阿托化学(Elf Atochem)和英国帝国化学工业(Imperial Chemical Industries)等7家公司拥有全球90%的有机氟材料生产能力。美国科锐(Cree)公司的碳化硅(SiC)衬底有很强市场竞争力(SiC材料国际市场规模见图1.3),飞利浦(Philips)控股的美国流明(Lumileds)的功率型白光LED国际领先,美国、日本、德国等国家的企业拥有70%LED外延生长和芯片制备核心专利。日本东丽(Toray)基本垄断了高性能碳纤维及其复合材料的市场。美国铝业(Alcoa)掌握了飞机用金属新材料80%的专利,美国杜邦、日本帝人(Tejin)控制了对位芳纶90%的产能。

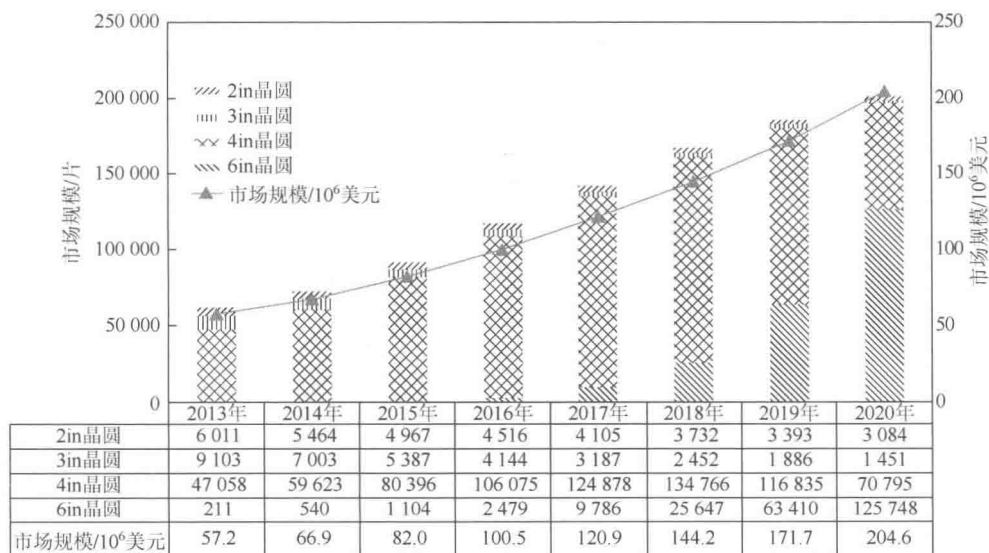


图 1.3 SiC 材料国际市场规模

（四）绿色、低碳成为新材料发展的重要趋势

面对日益严重的资源枯竭、不断恶化的生态环境和大幅提升的人均需求等发展困境，绿色发展和可持续发展理念已经成为人类共识。世界各国都积极将新材料的绿色发展放在首位，高度重视与资源、环境和能源的协调发展，大力推进新材料的绿色开发与应用^[3]。绿色新材料产业的崛起，引起电力、建筑、汽车、通信等多个产业发生重大变革，拉动风机制造、光伏组件、多晶硅等一系列制造业和资源加工业的发展，促进智能电网、电动汽车等输送与终端产品的开发和生产。欧洲、美国等发达国家及地区已经通过立法，促进节能建筑和光伏发电建筑的发展，目前欧洲 80%的中空玻璃使用低辐射（low emissivity, Low-E）玻璃；太阳能电池转换效率不断提高，极大地推动了新能源产业发展。通过提高新型结构材料强韧性、提高材料温度适应性、延长材料寿命以及材料的复合化设计可降低成本、提升质量、拓展应用，如碳纤维复合材料在大型飞机和导弹的主结构件中得到大量使用^[4]。

功能材料向多功能化、集成化、智能化等方向发展；纳米技术与先进制造技术的融合将产生体积更小、集成度更高、更加智能化、功能更优异的产品。欧洲首倡的全生命周期技术（图 1.4）对新材料产业绿色低碳发展起到了促进作用，也使钢铁、有色、水泥等大宗基础材料的单产能耗、环境载荷降低 20%以上。绿色、低碳的新材料技术及产业化将成为今后发展的主要方向，未来在追求经济目标的同时更加注重资源节约、环境保护、公共健康等社会目标^[5]。