



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION



新兴产业和高新技术现状与前景研究丛书

总主编 金 碚 李京文

新材料技术 现状与应用前景

黄 金 张海燕 毛凌波 编著

XINCAILIAO JISHU
XIANZHUANG YU YINGYONG QIANJING



SPM

南方出版传媒
广东经济出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION



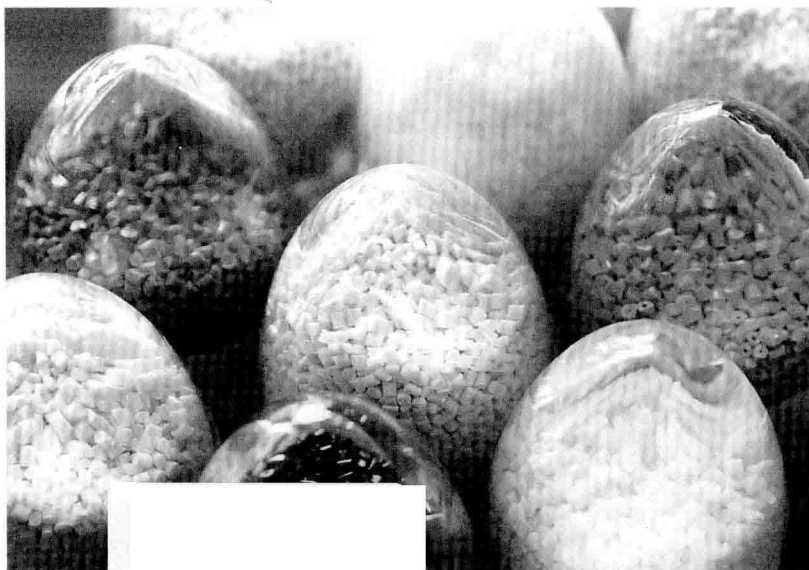
新兴产业和高新技术现状与应用前景研究丛书

总主编 金 碚 李京文

新材料技术 现状与应用前景

黄 金 张海燕 毛凌波 编著

XINCAILIAO JISHU
XIANZHUANG YU YINGYONG QIANJING



SPM

南方出版传媒

广东经济出版社

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

新材料技术现状与应用前景 / 黄金, 张海燕, 毛凌波编著. — 广州: 广东经济出版社, 2015. 5

(新兴产业和高新技术现状与前景研究丛书)

ISBN 978 - 7 - 5454 - 3641 - 9

I. ①新… II. ①黄… ②张… ③毛… III. ①材料科学 - 研究 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 246655 号



出版发行	广东经济出版社 (广州市环市东路水荫路 11 号 11~12 楼)
经销	全国新华书店
印刷	中山市国彩印刷有限公司 (中山市坦洲镇彩虹路 3 号第一层)
开本	730 毫米 × 1020 毫米 1/16
印张	10.25
字数	178 000 字
版次	2015 年 5 月第 1 版
印次	2015 年 5 月第 1 次
书号	ISBN 978 - 7 - 5454 - 3641 - 9
定价	26.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

发行部地址: 广州市环市东路水荫路 11 号 11 楼

电话: (020) 38306055 37601950 邮政编码: 510075

邮购地址: 广州市环市东路水荫路 11 号 11 楼

电话: (020) 37601980 邮政编码: 510075

营销网址: <http://www.gebook.com>

广东经济出版社常年法律顾问: 何剑桥律师

· 版权所有 翻印必究 ·

“新兴产业和高新技术现状与前景研究”丛书编委会

- 总主编:** 金 碚 中国社会科学院工业经济研究所原所长、
学部委员
- 李京文 北京工业大学经济与管理学院名誉院长、
中国社会科学院学部委员、中国工程院院士
- 副主编:** 向晓梅 广东省社会科学院产业经济研究所所长、
研究员
- 阎秋生 广东工业大学研究生处处长、教授
- 编 委:**
- 张其仔 中国社会科学院工业经济研究所研究员
- 赵 英 中国社会科学院工业经济研究所工业发展
研究室主任、研究员
- 刘戒骄 中国社会科学院工业经济研究所产业组织
研究室主任、研究员
- 李 钢 中国社会科学院工业经济研究所副研究员
- 朱 彤 中国社会科学院工业经济研究所能源经济
研究室主任、副研究员
- 白 玫 中国社会科学院工业经济研究所副研究员
- 王燕梅 中国社会科学院工业经济研究所副研究员
- 陈晓东 中国社会科学院工业经济研究所副研究员
- 李鹏飞 中国社会科学院工业经济研究所资源与环境
研究室副主任、副研究员

- 原 磊 中国社会科学院工业经济研究所工业运行
研究室主任、副研究员
- 陈 志 中国科学技术发展战略研究院副研究员
- 史岸冰 华中科技大学基础医学院教授
- 吴伟萍 广东省社会科学院产业经济研究所副所长、
研究员
- 燕雨林 广东省社会科学院产业经济研究所研究员
- 张栓虎 广东省社会科学院产业经济研究所副研究员
- 邓江年 广东省社会科学院产业经济研究所副研究员
- 杨 娟 广东省社会科学院产业经济研究所副研究员
- 柴国荣 兰州大学管理学院教授
- 梅 霆 西北工业大学理学院教授
- 刘贵杰 中国海洋大学工程学院机电工程系主任、教授
- 杨 光 北京航空航天大学机械工程及自动化学院
工业设计系副教授
- 迟远英 北京工业大学经济与管理学院教授
- 王 江 北京工业大学经济与管理学院副教授
- 张大坤 天津工业大学计算机科学系教授
- 朱郑州 北京大学软件与微电子学院副教授
- 杨 军 西北民族大学现代教育技术学院副教授
- 赵肃清 广东工业大学轻工化工学院教授
- 袁清珂 广东工业大学机电工程学院副院长、教授
- 黄 金 广东工业大学材料与能源学院副院长、教授
- 莫松平 广东工业大学材料与能源学院副教授
- 王长宏 广东工业大学材料与能源学院副教授

总序

人类数百万年的进化过程，主要依赖于自然条件和自然物质，直到五六千年之前，由人类所创造的物质产品和物质财富都非常有限。即使进入近数千年的“文明史”阶段，由于除了采掘和狩猎之外人类尚缺少创造物质产品和物质财富的手段，后来即使产生了以种植和驯养为主要方式的农业生产活动，但由于缺乏有效的技术手段，人类基本上没有将“无用”物质转变为“有用”物质的能力，而只能向自然界获取天然的对人类“有用”之物来维持低水平的生存。而在缺乏科学技术的条件下，自然界中对于人类“有用”的物质是非常稀少的。因此，据史学家们估算，直到人类进入工业化时代之前，几千年来全球年人均经济增长率最多只有0.05%。只有到了18世纪从英国开始发生的工业革命，人类发展才如同插上了翅膀。此后，全球的人均产出（收入）增长率比工业化之前高10多倍，其中进入工业化进程的国家和地区，经济增长和人均收入增长速度数十倍于工业化之前的数千年。人类今天所拥有的除自然物质之外的物质财富几乎都是在200多年的时期中创造的。这一时期的最大特点就是：以持续不断的技术创新和技术革命，尤其是数十年至近百年发生一次的“产业革命”的方式推动经济社会的发展。^①新产业和新技术层出不穷，人类发展获得了强大的创造能力。

^① 产业革命也称工业革命，一般认为18世纪中叶（70年代）在英国产生了第一次工业革命，逐步扩散到西欧其他国家，其技术代表是蒸汽机的运用。此后对世界所发生的工业革命的分期有多种观点。一般认为，19世纪中叶在欧美等国发生第二次工业革命，其技术代表是内燃机和电力的广泛运用。第二次世界大战结束后的20世纪50年代，发生了第三次工业革命，其技术代表是核技术、计算机、电子信息技术的广泛运用。21世纪以来，世界正在发生又一次新工业革命（也有人称之为“第三次工业革命”，而将上述第二、第三次工业革命归之为第二次工业革命），其技术代表是新能源和互联网的广泛运用。也有人提出，世界正在发生的新工业革命将以制造业的智能化尤其是机器人和生命科学为代表。

当前，世界又一次处于新兴产业崛起和新技术将发生突破性变革的历史时期，国外称之为“新工业革命”或“第三次工业革命”“第四次工业革命”，而中国称之为“新型工业化”“产业转型升级”或者“发展方式转变”。其基本含义都是：在新的科学发现和技术发明的基础上，一批新兴产业的出现和新技术的广泛运用，根本性地改变着整个社会的面貌，改变着人类的生活方式。正如美国作者彼得·戴曼迪斯和史蒂芬·科特勒所说：“人类正在进入一个急剧的转折期，从现在开始，科学技术将会极大地提高生活在这个星球上的每个男人、女人与儿童的基本生活水平。在一代人的时间里，我们将有能力为普通民众提供各种各样的商品和服务，在过去只能提供给极少数富人享用的那些商品和服务，任何一个需要得到它们、渴望得到它们的人，都将能够享用它们。让每个人都生活在富足当中，这个目标实际上几乎已经触手可及了。”“划时代的技术进步，如计算机系统、网络与传感器、人工智能、机器人技术、生物技术、生物信息学、3D 打印技术、纳米技术、人机对接技术、生物医学工程，使生活于今天的绝大多数人能够体验和享受过去只有富人才有机会拥有的生活。”^①

在世界新产业革命的大背景下，中国也正处于产业发展演化过程中的转折和突变时期。反过来说，必须进行产业转型或“新产业革命”才能适应新的形势和环境，实现绿色化、精致化、高端化、信息化和服务化的产业转型升级任务。这不仅需要大力培育和发展新兴产业，更要实现高新技术在包括传统产业在内的各类产业中的普遍运用。

我们也要清醒地认识到，20 世纪 80 年代以来，中国经济取得了令世界震惊的巨大成就，但是并没有改变仍然属于发展中国家的现实。发展新兴产业和实现产业技术的更大提升并非轻而易举的事情，不可能一蹴而就，而必须拥有长期艰苦努力的决心和意志。中国社会科学院工业经济研究所的一项研究表明：中国工业的主体部分仍处于国际竞争力较弱的水平。这项研究把中国工业制成品按技术含量低、中、高的次序排列，发现国际竞争力大致呈 U 形分布，即两头相对较高，而在统计上分类为“中技术”的行业，例如化工、材料、机械、电子、精密仪器、交通设备等，国际竞争力显著较低，而这类产业恰恰是工业的主体和决定工业技术整体素质的关键基础部门。如果这类产业竞争力不

^① 【美】彼得·戴曼迪斯，史蒂芬·科特勒. 富足：改变人类未来的 4 大力量. 杭州：浙江大学出版社，2014.

强，技术水平较低，那么“低技术”和“高技术”产业就缺乏坚实的基础。即使从发达国家引入高技术产业的某些环节，也是浅层性和“漂浮性”的，难以长久扎根，而且会在技术上长期受制于人。

中国社会科学院工业经济研究所专家的另一项研究还表明：中国工业的大多数行业均没有站上世界产业技术制高点。而且，要达到这样的制高点，中国工业还有很长的路要走。即使是一些国际竞争力较强、性价比较高、市场占有率很大的中国产品，其核心元器件、控制技术、关键材料等均须依赖国外。从总体上看，中国工业品的精致化、尖端化、可靠性、稳定性等技术性能同国际先进水平仍有较大差距。有些工业品在发达国家已属“传统产业”，而对于中国来说还是需要大力发展的“新兴产业”，许多重要产品同先进工业国家还有几十年的技术差距，例如数控机床、高端设备、化工材料、飞机制造、造船等，中国尽管已形成相当大的生产规模，而且时有重大技术进步，但是，离世界的产业技术制高点还有非常大的距离。

产业技术进步不仅仅是科技能力和投入资源的问题，攀登产业技术制高点需要专注、耐心、执着、踏实的工业精神，这样的工业精神不是一朝一夕可以形成的。目前，中国企业普遍缺乏攀登产业技术制高点的耐心和意志，往往是急于“做大”和追求短期利益。许多制造业企业过早走向投资化方向，稍有成就的企业家都转而成为赚快钱的“投资家”，大多进入地产业或将“圈地”作为经营策略，一些企业股票上市后企业家急于兑现股份，无意在实业上长期坚持做到极致。在这样的心态下，中国产业综合素质的提高和形成自主技术创新的能力必然面临很大的障碍。这也正是中国产业综合素质不高的突出表现之一。我们不得不承认，中国大多数地区都还没有形成深厚的现代工业文明的社会文化基础，产业技术的进步缺乏持续的支撑力量和社会环境，中国离发达工业国的标准还有相当大的差距。因此，培育新兴产业、发展先进技术是摆在中国产业界以至整个国家面前的艰巨任务，可以说这是一个世纪性的挑战。如果不能真正夯实实体经济的坚实基础，不能实现新技术的产业化和产业的高技术化，不能让追求技术制高点的实业精神融入产业文化和企业愿景，中国就难以成为真正强大的国家。

实体产业是科技进步的物质实现形式，产业技术和产业组织形态随着科技进步而不断演化。从手工生产，到机械化、自动化，现在正向信息化和智能化方向发展。产业组织形态则在从集中控制、科层分权，向分布式、网络化和去中心化方向发展。产业发展的历史体现为以蒸汽机为标志的第一次工业革命、

以电力和自动化为标志的第二次工业革命，到以计算机和互联网为标志的第三次工业革命，再到以人工智能和生命科学为标志的新工业革命（也有人称之为“第四次工业革命”）的不断演进。产业发展是人类知识进步并成功运用于生产性创造的过程。因此，新兴产业的发展实质上是新的科学发现和技术发明以及新科技知识的学习、传播和广泛普及的过程。了解和学习新兴产业和高新技术的知识，不仅是产业界的事情，而且是整个国家全体人民的事情，因为，新兴产业和新技术正在并将进一步深刻地影响每个人的工作、生活和社会交往。因此，编写和出版一套关于新兴产业和新产业技术的知识性丛书是一件非常有意义的工作。正因为这样，我们的这套丛书被列入了2014年的国家出版工程。

我们希望，这套丛书能够有助于读者了解和关注新兴产业发展和高新产业技术进步的现状和前景。当然，新兴产业是正在成长中的产业，其未来发展的技术路线具有很大的不确定性，关于新兴产业的新技术知识也必然具有不完备性，所以，本套丛书所提供的不可能是成熟的知识体系，而只能是形成中的知识体系，更确切地说是有待进一步检验的知识体系，反映了在新产业和新技术的探索上现阶段所能达到的认识水平。特别是，丛书的作者大多数不是技术专家，而是产业经济的观察者和研究者，他们对于专业技术知识的把握和表述未必严谨和准确。我们希望给读者以一定的启发和激励，无论是“砖”还是“玉”，都可以裨益于广大读者。如果我们所编写的这套丛书能够引起更多年轻人对发展新兴产业和新技术的兴趣，进而立志投身于中国的实业发展和推动产业革命，那更是超出我们期望的幸事了！

金 碚

2014年10月1日

目 录

第一章 新材料概述	001
一、发展新材料	001
二、新材料的定义、分类及其特点	002
三、新材料技术发展的重点	004
四、新材料产业发展的特点、存在的问题及发展前景	006
第二章 纳米材料	009
一、纳米材料概述	009
二、纳米结构与纳米材料及其分类	011
三、纳米材料的结构特征与基本性能	013
四、纳米材料的制备与合成	015
五、纳米材料的应用范围	016
第三章 新能源材料	019
一、太阳能电池材料	019
二、镍氢二次电池材料	027
三、锂离子电池材料	029
四、燃料电池材料	034
五、储氢材料	040
六、核能材料	044
七、相变储能材料	046
第四章 新型智能材料	050
一、智能材料概述	050
二、形状记忆合金智能材料	054
三、智能化无机非金属材料	058

四、智能化高分子材料	059
五、电、磁流变液	064
第五章 新型光学功能材料	067
一、光学材料概述	067
二、激光材料	067
三、红外光学材料	070
四、发光材料	074
五、光信息显示材料	078
六、光信息存储材料	082
七、光信息传输材料	085
八、光电子信息处理材料	093
九、光敏材料与光探测器	095
第六章 新型电子材料	097
一、电子材料概述	097
二、导电材料	099
三、电阻材料	100
四、电热材料	103
五、半导体和集成电路材料	104
六、超导材料	110
七、热电、压电和铁电材料	113
第七章 新型磁性材料	117
一、磁性材料概述	117
二、永磁材料	118
三、软磁材料	122
四、其他新型磁性材料	125
第八章 新型生物医药材料	128
一、生物医药材料概述	128
二、生物医用材料	130
三、生物高分子药用材料	135
第九章 材料的生态环境问题	139
一、生态环境材料概述	139
二、资源材料及其环境影响	145
参考文献	154

第一章 新材料概述

一、发展新材料

材料是国民经济、社会进步和国家安全的物质基础与先导，材料技术已成为现代工业、国防和高技术的共性基础技术，是当前最重要、发展最快的科学技术领域之一。发展材料技术将促进包括新材料产业在内的我国高新技术产业的形成和发展，同时又将带动传统产业和支柱产业的改造和产品的升级换代。

1. 新材料是社会现代化的先导

从现代科学技术史中可以看到，每一项重大的技术突破与创新在很大程度上都依赖于相应的新材料的发展。新材料的研制、开发与应用，不仅构成对高技术发展的推动力，而且也成为衡量一个国家科学技术水平高低的标志。从这个意义上讲，新材料是技术革命与创新的基石，是社会现代化的先导。现代高技术对新材料的依赖性使世界上主要的发达国家和发展中国家都将新材料列为高技术优先发展的领域和关键技术的组成部分进行规划和安排，采取各种措施，力争抢占新材料技术的制高点。信息技术、生物工程技术、新能源技术、激光技术、海洋开发和空间技术等作为促进生产、振兴经济、增强综合国力的高技术群和知识密集型产业，如果没有相应的新材料做基础，其提高、进步与发展是不可能的。反过来，这些高技术领域的发展也给相应新材料的发展注入了强劲动力。

2. 新材料是实现人类社会可持续发展的重要保证

可持续发展的思想现在已经成为一种新的发展思想和战略。布伦特兰夫人在《我们共同的未来》中对可持续发展做出的经典表述为：“可持续发展是在

满足当代人需要的同时，不损害后代人满足其自身需要的能力。”具体来说就是要建立节省资源的工业体系及实现清洁生产，提高能源利用效率及开发新能源与再生能源，改善生态环境和持续农业与林业生产，减少环境污染及降低温室效应与提高社会的可持续发展，包括控制生育与提高人口素质等。社会经济可持续发展的需求要求人们及时对科学研究的价值和技术发展的方向进行调整和评价，而新材料的发展正是适应了可持续发展这一需求，它在现代社会各个领域的应用将极大地改变传统的经济增长方式和发展模式，成为可持续发展的重要保证。

新材料对于经济发展的促进作用不仅表现在自 20 世纪 80 年代以来，新材料在整个世界贸易中所占比例逐年递增，而且表现在新材料的广泛使用带动了与此相关的产业部门的快速增长。例如在美国，50% 聚合物基复合材料用于航空航天产业，尤其是在大型商用运输机的制造上。新材料在相关产业部门的使用，大大降低了这些部门的生产成本，提高了劳动生产率和产品的质量与竞争力，对经济发展起着不可估量的作用。另外，新材料在社会生产各领域中的广泛应用大大节省了地球上十分有限的不可再生资源，延缓了其衰减速度，降低了生产中的能量消耗，在最大限度范围内减少了环境污染，维护了生态平衡，使人类和环境达到和谐，实现共同发展。例如，为了解决金属资源的枯竭问题，人们发展了各种高分子材料、复合材料和先进陶瓷材料，它们中的许多材料像有机玻璃钢、纤维增强塑料、氮化硅陶瓷，其强度、耐高温和耐腐蚀性能已远超金属材料，有些已用作飞机、火车、桥梁、发动机的关键部件。又如，为了减少矿物燃料燃烧时所造成的环境污染和温室效应，人们将目光转向具有清洁、高热值的新能源载体——氢。为此，人们开发了镁系、稀土系、钛系、锆系等新型储氢合金，用于氢的存储、运输、提纯与精制。

经济的发展是可持续发展的条件，社会的发展是可持续发展的目的，而科学技术的进步是可持续发展的强劲推动力量。新材料作为科技革命的基石，它的开发与应用顺理成章地成为可持续发展的前提保证。没有新材料的发展和社会各个领域中的广泛应用而实现经济社会的可持续发展是不可想象的。

二、新材料的定义、分类及其特点

1. 新材料与传统材料

传统材料是指那些已经成熟且在工业中批量生产大量应用的材料，如钢

铁、水泥、塑料等。这类材料由于产量大、产值高、涉及面广，又是很多支柱产业的基础，所以又称为基础材料。

新材料（或称先进材料）是指那些新近发展或正在发展之中的具有比传统材料的性能更为优异，且具有良好应用前景的一类材料。新材料技术是按照人的意志，通过理论研究、材料设计、材料加工、试验评价等一系列研究过程，创造出能满足各种需要的新型材料的技术。新材料与传统材料之间并没有明显的界限，传统材料通过采用新技术，提高技术含量，提高性能，大幅度增加附加值后可以成为新材料；新材料在经过长期生产与应用之后也就成为传统材料。传统材料是发展新材料和高新技术的基础，而新材料又往往能推动传统材料的进一步发展。

2. 新材料的分类

新材料作为高新技术的基础和先导，应用范围极其广泛，它同信息技术、生物技术一起成为 21 世纪最重要和最具发展潜力的领域。同传统材料一样，新材料可以从结构组成、功能和应用领域等多种不同角度对其进行分类，不同的分类之间相互交叉和嵌套。

新材料按材料的属性划分有金属材料、无机非金属材料（如陶瓷、砷化镓半导体等）、有机高分子材料、先进复合材料等四大类。

新材料按材料的使用性能划分有结构材料和功能材料。结构材料主要是利用材料的力学和理化性能，以满足高强度、高刚度、高硬度、耐高温、耐磨、耐蚀、抗辐照等性能要求；功能材料主要是利用材料具有的电、磁、声、光热等效应，以实现某种功能，如半导体材料、磁性材料、光敏材料、热敏材料、隐身材料和制造原子弹、氢弹的核材料等。

一般按应用领域和当今的研究热点把新材料分为以下的主要领域：电子信息材料、新能源材料、纳米材料、先进复合材料、先进陶瓷材料、生态环境材料、新型功能材料（含高温超导材料、磁性材料、金刚石薄膜、功能高分子材料等）、生物医用材料、高性能结构材料、智能材料、新型建筑及化工新材料等。

3. 新材料的特点

(1) 具有一些优异性能或特定功能。如超高强度、超高硬度、超塑性等力学性能，超导性、磁致伸缩、能量转换、形状记忆等特殊物理或化学性能。

(2) 新材料的发展与材料科学理论的关系比传统材料更为密切。相对传统材料而言，它的制备更多的是在理论指导下进行的。

(3) 新材料的制备和生产往往与新技术、新工艺紧密相关。如机械合金化技术制备纳米晶材料、非晶态合金材料,用溅射技术、激光技术或离子注入技术制备具有特殊性质的薄膜材料等。

(4) 更新换代快,式样多变。如手机电池所采用的新能源材料,在比较短的时间内便经历了 Ni - Cd、Ni - H、锂离子电池材料的变化。

(5) 新材料大多是知识密集、技术密集、附加值高的高新技术材料,而传统材料通常为资源性或劳动集约型材料。

三、新材料技术发展的重点

材料科学技术为开发新材料、改进现有材料和合理使用材料服务,根据国家动向并结合国内具体情况,材料科学技术发展的重点有以下几个方面:

1. 开发新材料,发展高技术产业

当今是高技术主宰着社会,一方面高技术促进社会发展,又是国防安全的保证,新材料在国防建设上作用重大。例如,超纯硅、砷化镓研制成功,导致大规模和超大规模集成电路的诞生,使计算机运算速度从每秒几十万次提高到现在的每秒百亿次以上;航空发动机材料的工作温度每提高 100℃,推力可增大 24%;隐身材料能吸收电磁波或降低武器装备的红外辐射,使敌方探测系统难以发现等。另一方面高技术是传统产业改造升级和发展支柱产业不可或缺的组成部分,而新材料又是高技术的先导和基础,所以开发新材料必然受到高度重视。根据高技术产业的发展趋势,新材料重点开发的领域有:信息功能材料、高性能结构材料、新能源材料、有机高分子材料、生物材料、生态环境材料、智能材料和纳米材料等。

2. 新材料的设计

通过设计而得到所需要的材料性能是材料科学技术工作者的奋斗目标。随着有关学科的发展,设计材料愈来愈受到重视。材料设计的最终目标是根据需求,设计出合理成分,制定最佳生产流程,而后生产出符合要求的材料。材料设计根据研究对象的不同,可以在不同的层次下进行,即微观层次(原子—分子尺度)、显微结构层次(微米尺寸量级)和宏观层次。在不同层次下的材料设计应用了不同的原理并满足新材料研究开发、生产不同层次的要求。不同层次的材料设计可使工程材料的研制迈向一个新的阶段,可以大大减少“炒菜”式研究方法中的种种浪费,缩短发展新材料的进程,合理利用资源并实现材料

开发和应用的可持续发展。应该指出,材料设计十分复杂,如模型的建立往往是基于平衡态,而实际材料多处于非平衡态,如凝固过程的偏析和相变等。材料的力学性质往往对结构十分敏感,因此,结构的任何微小变化、性能都会发生明显变化,何况有些性质,如脆性、裂纹的萌生与扩展等与结构的关系还很不清楚,因此要想得到确切真实的结构绝非易事。

3. 材料制备新工艺与新技术的开发

任何一种新材料从发现到应用于实际,必须经过适当的制备工艺才能成为工程材料。高温超导自1986年被发现到现在,已有20年的历史,但仍不能普遍应用于电力工业,主要是因为没有找到价廉而稳定的生产线材的工艺。碳 C_{60} 也是如此,尽管在发现之初认为它的用途十分广泛,但至今仍处于科研阶段而未获大规模应用。面对资源、能源和环境污染等问题,传统材料也需要不断改进生产工艺或流程,以提高产品质量、降低成本和减少污染,从而提高竞争能力。

4. 新材料的应用研究

新材料的广泛应用是材料科学技术发展的主要动力,实验室研究出来的具有优异性能的新材料不等于具有使用价值,必须通过大量应用研究,才能发挥其应有的作用和价值。

新材料的应用要考虑以下几个因素:①材料的使用性能;②使用寿命及可靠性;③环境的适应性,包括生产过程与使用期间;④价格。首先,对于不同的材料及不同的使用对象,考虑的侧重点会不一样,有些量大面广的材料,价格低廉是主要的,因而生产要低成本,检验不是十分复杂,如建材与包装材料。相反,有些关键技术所用的关键材料,如航空航天及医用生物材料,一旦发生意外则损失严重,因而必须高质量、安全可靠,加强检验,否则后果不堪设想。以航空发动机所用的高温合金为例,作为涡轮叶片及涡轮盘材料,一旦在飞行过程中出现断裂,就会造成机毁人亡,因而在要求长寿命的同时,对可靠性的要求特别严格。其次,材料是否有竞争能力,除质量和稳定性以外,还有材料的生产成本和价格。价格的影响因素很多,其中产量是决定因素之一。因为高产量不但可以实现自动化,而且质量稳定,成品率大幅提高,成本明显下降。因此,扩大应用范围是促进生产量的必由之路。还有,新材料的应用研究也是机械部件与电子元件失效分析的基础,失效分析的准确性与时效性代表一个国家的科学技术水平。通过材料应用研究也可以发现材料中的规律性东

西，进而指导材料的改进和发展。

目前，新材料的应用正朝着研制生产更小、更智能、多功能、环保型以及可定制的产品、元件等方向发展。20世纪90年代，全球逐步掀起了纳米材料研究热潮。由于纳米技术从根本上改变了材料和器件的制造方法，使得纳米材料在磁、光、电敏感性方面呈现出常规材料不具备的许多特性，在许多领域有着广阔的应用前景。专家预测，纳米材料的研究开发将是一次技术革命，进而将引起21世纪又一次产业革命。日本三井物产公司曾宣布该公司将批量生产碳纳米管，从2002年4月开始建立年产量120t的生产设备，9月份投入试生产，这是世界上首次批量生产低价纳米产品。美国IBM公司的科研人员，在2001年4月，用碳纳米管制造出了第一批晶体管，这一利用电子的波性，而不是用常规导线来实现传递的技术突破，有可能导致更快、更小的产品出现，并可能使现有的硅芯片技术逐渐被淘汰。在碳纳米管研究方兴未艾的同时，纳米事业的新秀——“纳米带”又问世了。在美国佐治亚理工学院工作的3位中国科学家利用高温气体固相法，在世界上首次合成了半导体化合物纳米带状结构。这是继发现多壁碳纳米管和合成单壁纳米管以来，一维纳米材料合成领域的又一大突破。这种纳米带的横截面是一个窄矩形结构，带宽为30~300nm，厚度为5~10nm，而长度可达几毫米，是迄今为止合成的唯一具有结构可控且无缺陷的宽带半导体准一维带状结构。目前已经成功合成了氧化锡、氧化铜、氧化隔等材料纳米带。由于半导体氧化物纳米带克服了碳纳米管的不稳定性和内部缺陷问题，具有比碳纳米管更独特和优越的结构及物理性能，因而能够更早地投入工业生产和商业开发。

四、新材料产业发展的特点、存在的问题及发展前景

1. 新材料产业发展的特点

(1) 应用领域宽广、相互之间关联度小。新材料种类繁多，涉及多个不同行业，不仅包括市场一度热衷的纳米材料，磁性材料等产品，还包括与能源结合紧密的新型能源材料，与信息产业紧密结合的光通信材料，更有聚氨酯，氯化聚乙烯，有机氟材料等传统高分子材料。同时，生产这些产品的企业又分处不同行业，无论是设备、生产技术，还是销售市场均存在较大差异。可以说并不存在共同的市场基础，关联性较差，各公司的个性要强于整个“行业”的共性。

(2) 知识与技术密集度高。技术密集是指新材料在研制和制造过程中技术