



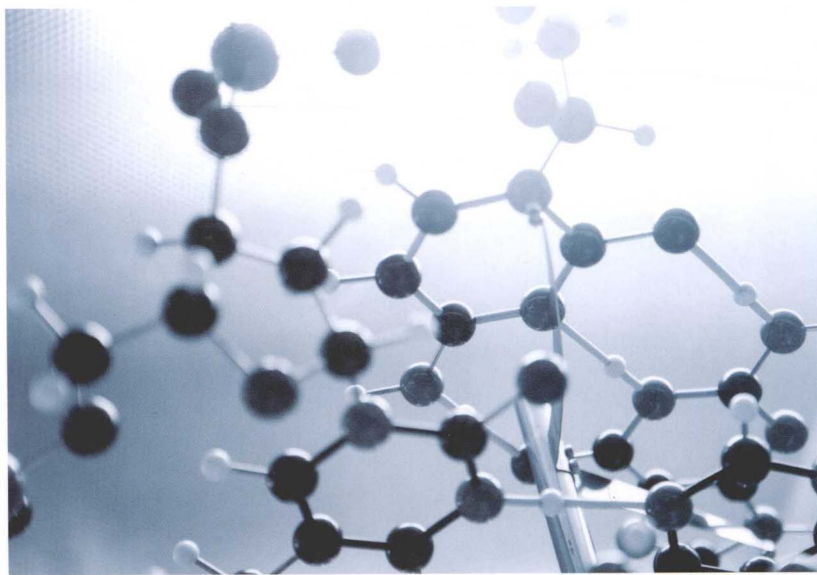
新兴产业和高新技术现状与前景研究丛书

总主编 金 碚 李京文

新材料产业 现状与发展前景

汪晓春 编著

XINCAILIAO CHANYE
XIANZHUANG YU FAZHAN QIANJING



SPM

南方出版传媒
广东经济出版社



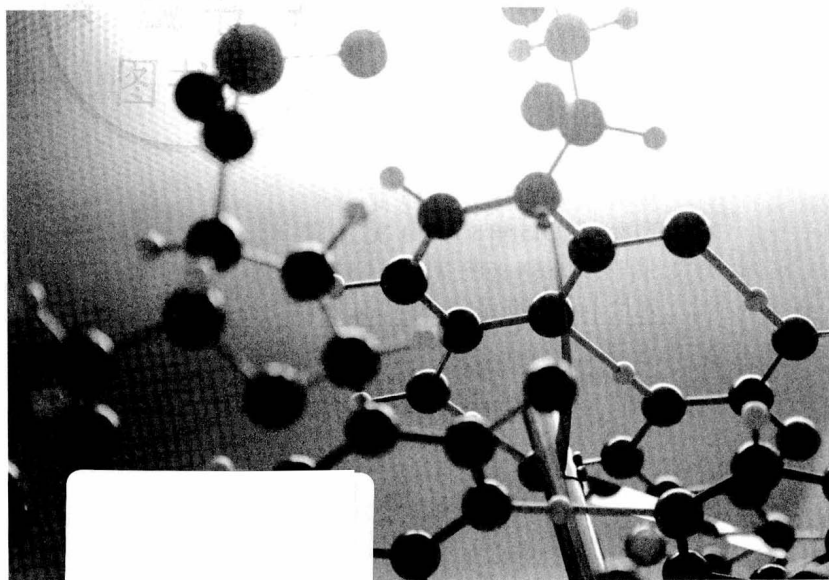
新兴产业和高新技术现状与前景研究

总主编 金 碚 李京文

新材料产业 现状与发展前景

汪晓春 编著

XINCAILIAO CHANYE
XIANZHUANG YU FAZHAN QIANJING



SPM

南方出版传媒
广东人民出版社
· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

新材料产业现状与发展前景 / 汪晓春编著. —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 - 3997 - 7

I. ①新… II. ①汪… 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 (2015) 第 097896 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	12
字数	202 000 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 - 3997 - 7
定价	30.00 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这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”，大多进入房地产业或将“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 材料的文明	001
一、材料与人类的文明	002
二、新材料与当代工业文明	005
三、新材料的分类	008
四、新材料产业的投资导向	011
第二章 全球新材料产业的最新进展	013
一、美国新材料产业	014
二、日韩新材料产业	016
三、欧洲及其他国家新材料产业	018
四、中国新材料产业	023
第三章 特种金属功能材料现状与发展前景	028
一、稀土功能材料	028
二、铜功能材料	038
三、硅材料	046
第四章 高端金属结构材料现状与发展前景	056
一、高品质特殊钢	056
二、铝合金新材料	062
三、镁合金新材料	065
四、钛合金新材料	074

第五章 先进高分子材料现状与发展前景	082
一、特种橡胶	083
二、工程塑料	089
第六章 新型无机非金属材料现状与发展前景	098
一、先进陶瓷	098
二、建筑节能玻璃	104
三、显示器玻璃和太阳能光伏玻璃	108
第七章 高性能纤维及其复合材料现状与发展前景	117
一、树脂基复合材料	117
二、碳纤维材料	125
三、芳纶纤维材料	139
四、超高分子量聚乙烯纤维	150
第八章 前沿新材料现状与发展前景	159
一、石墨烯	159
二、纳米材料	166
三、超导材料	171
四、生物材料	175
参考文献	182

第一章 材料的文明

大自然之所以创造出会思维的生物，也许是有深意的。在我看来，宇宙之所以创造智慧生物是为了进行自我认识，为了欣赏她自己壮丽无比的美。

——严春友《大自然的智慧》

人类文明的发展已经有七千多年的历史，材料作为每个阶段文明发展的标志，对人类的进步起着决定性的作用。在人类历史上，每一种“适用”新材料的发现与获得，无不伴随着进步与喜悦。你很难说，人类对材料的热爱是出自对助力劳动的功利需要还是出自本能。对人而言，材料以及由材料构成的生产生活工具，既是物质世界本身，又是主观世界通往物质世界的桥梁，人类通过材料和工具来“改造”世界，也通过材料和工具来“欣赏她壮丽无比的美”。

无论是研究历史还是考察当代，材料都是人类赖以生存和发展的物质基础，人类对材料的发掘及加工制造能力，一直是人类社会最为基础的生产力。如今，材料的研发与制备更是所有科技进步的核心，是高新技术发展和社会现代化的先导，是一个国家科学技术和工业水平的反映和标志。先进材料及先进材料技术对人们的生活水平、国家安全及经济实力起着关键性的作用。新材料的出现和使用往往会给技术进步、新产业的形成，乃至整个经济和社会的发展带来重大影响，不断开发和有效使用材料的能力是衡量社会技术水平和未来技术发展的重要尺度。

因此，在20世纪70年代，人们把“材料”和“信息”及“能源”一起并称为当代文明的三大支柱。在进入21世纪之际，又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志，世界各先进工业国家都把材料作为优先发展的领域。

一、材料与人类的文明

纵观人类发现材料和利用材料的历史，每一种重要材料的发现和广泛利用，都会把人类的生产能力提高到一个新水平，给社会生产力和人类生活水平带来巨大的变化，把人类的物质文明和精神文明向前推进一步。人口增长、材料技术进步和人类文明发展之间存在着密切的关系，从古至今，人类从利用自然界的石块，经过炼铜、制铁，发展到制作合金材料、半导体材料和高分子材料等；在技术上，从用手、骨工具、陶器，到利用蒸汽机、计算机等；在知识上，从各种直观认识发展到自然科学和社会科学的各门学科等。

（一）石器

科学家们相信，石器的出现标志着人类脱离动物世界。考古发现，石头是人类使用时间最长的材料，长达两三百万年之久，几乎占据了人类自诞生以来99%的时间。在坦桑尼亚奥杜韦峡谷发现的最早的石制工具，距今200万年左右，其典型的石器是用砾石打制的砍砸器，这便是所谓的旧石器。后来，在新石器时代初期，人类掌握了磨制石器的技术，磨制石器的出现有着重要的意义，因为作为农具它们促进了农业的发展，从而形成了早期的农业。据认为，此间产生了人类历史上第一次产业革命——农业革命，使人类活动的重心由最初的狩猎采集转向了农牧业。

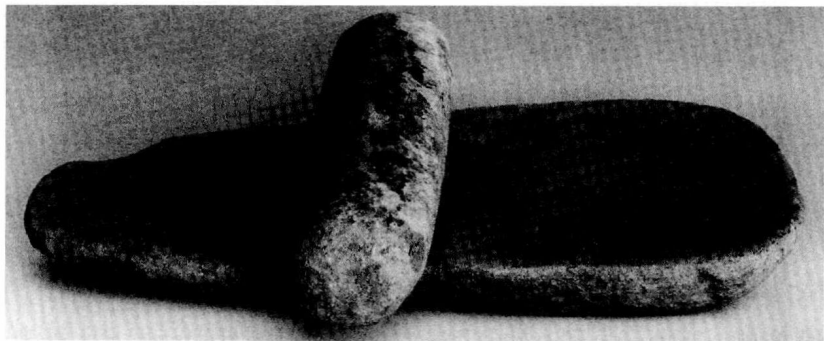


图1-1 石器

（二）陶器

在8000~9000年前，人类还处于新石器时代就发明了用黏土成型、再火烧固化而成为陶器（有考古学家证明陶器技术还略早于新石器时代）。历史上

虽无陶器时代的名称，但其对人类文明的贡献却不可估量。史学家认为陶器是人类文明史前最重大的发明创造之一，陶器被誉为“土水火的文明结晶”，是人类在进化历程的早期，用自然界中已有的物质“水”调和自然界中已有的物质“土”，再以火烧相结合创造出来的自然界中没有的人工制品。

人类学会用火制陶，是第一次改变物质的自然属性的伟大尝试。制陶改变了人与自然的关系，催发了人类改造自然和利用自然的聪明才智，加快了人类走向文明的进程，并催发了此后的一系列发明创造。陶器可以盛装食物，由此促进了从采集到原始农业的发展；储存食物又使人们得以定居，建筑也开始出现，并有条件驯化动物，形成原始畜牧业；用火制陶开拓了冶炼领域，为此后青铜时代、铁器时代开辟了道路。

（三）铜器

在烧制陶器的过程中，人类偶然发现金属铜和锡，当然那时还不明白这是铜、锡的氧化物在高温下被炭还原的产物，进而又生产出色泽鲜艳、能浇铸成型的青铜，从而使人类进入青铜器时代。这是人类较大量利用金属的开始，也是人类文明发展的重要里程碑。青铜冶炼技术的发明和应用，使金属冶炼业得到大力发展，促进了社会大分工，使手工业最终从农业中分离出来。

青铜的出现无疑使当时人类的生产和生活方式发生了巨大的变化，但其自身也有局限性。由于生产青铜使用的锡十分稀有，所以青铜在当时是十分昂贵的，这一点从当时的货币由青铜制作而成可以看出。那时青铜基本上为奴隶主贵族所垄断，成为代表他们身份和权力的象征，而农民们得不到金属工具，就不得不依靠石斧等石器和木器从事农业生产。因此，青铜器还不是当时人们的主要工具。青铜自身的这种局限性促进了从青铜生产工具向铁制生产工具的过渡。

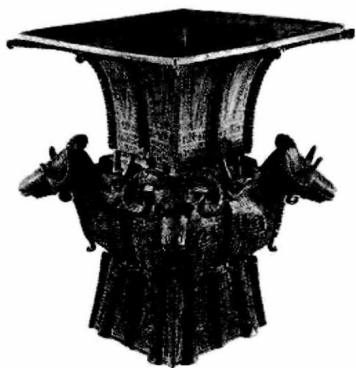


图 1-2 青铜器

（四）钢铁

公元前 13 世纪至公元前 14 世纪前，人类已开始用铁，3000 年前铁工具比青铜工具更为普遍，人类开始进入了铁器时代。钢铁材料的生产和使用是人类

文明和社会进步的一个重要标志，铁器的推广与使用，是古代历史上的一件大事。由于铁具有矿藏分布普遍、价格低廉等优点，且铁器具有坚硬、韧性高、锋利等优势，因此，铁器能够被更广泛地普及到社会各个方面，如日常生活、农业、军事等。而铁器的广泛使用，使人类的工具制造进入一个全新的领域，生产力得到极大提高。

值得一提的是，我国是世界上最早发明并使用生铁的国家，始于公元前 8 世纪，到春秋末期（公元前 770 年至公元前 476 年），生铁技术有较大突破，遥遥领先于世界其他地区。而欧洲工业国家在文艺复兴时期才掌握了生铁冶炼技术，比我国晚了 2000 多年。我国钢铁技术发展的特点与其他各国不同，世界上长期采用固态还原的块炼铁和固体渗碳钢，而我国铸铁和生铁炼钢一直是主要方法。从块炼铁到生铁是冶铁技术史上的巨大飞跃。

随着世界文明的进步，18 世纪发明了蒸汽机，19 世纪发明了电动机，对金属材料提出了更高的要求，同时对钢铁冶金技术产生了更大的推动作用。1854 年和 1864 年先后发明了转炉和平炉炼钢，使世界钢产量有了一个飞速发展。如 1850 年世界钢产量为 6 万吨，1890 年达 2800 万吨，促进了机械制造、铁道交通及纺织工业的发展。

由于钢产量迅速增长与广泛应用，逐渐代替铁作为机械制造、铁路建设、房屋桥梁、建筑和军事武器制造等方面的新材料。随着钢这种新材料的重要性的提升，钢铁工业的发展也导致了重工业在工业中的比重直线上升。从此，人类由“纺织时代”迈步进入了“钢铁时代”，开始了以电与钢铁为物质技术基础的第二次工业革命。

19 世纪 70 年代兴起的第二次工业革命促进了生产力的巨大飞跃，推动了社会经济的快速发展，加快了生产关系内部的变革，使人类社会的文明掀起了又一次现代化的浪潮。

随着电炉冶炼的开始，不同类型的特殊钢相继问世，如 1887 年高锰钢、1900 年高速钢、1903 年硅钢及 1910 年奥氏体镍铬不锈钢，把人类带进了现代物质文明。在此前后，铜、铝也得到大量应用，而后镁、钛和很多稀有金属都相继出现，从而使金属材料在整个 20 世纪占据了结构材料的主导地位。

（五）合成材料与复合材料

随着有机化学的发展，19 世纪末，西方科学家仿制中国丝绸发明了人造丝，这是人类改造自然材料的又一里程碑。20 世纪初，人工合成有机高分子材

料相继问世,如1909年的酚醛树脂(电木)、1920年的聚苯乙烯、1931年的聚氯乙烯及1941年的尼龙等,以其性能优异、资源丰富、建设投资少、收效快而得到迅速发展。世界三大有机合成材料(树脂、纤维和橡胶)年产量早已逾亿吨。随着有机材料性能的不断提高,附加值大幅度增加,特别是特种聚合物正向功能材料各个领域进军,显示出巨大潜力。

复合材料是20世纪后期发展的另一类材料。近几十年来,利用树脂的易成型和金属韧性好,无机非金属的高模量、高强度、耐高温,做成了树脂基复合材料或金属基复合材料,前者已得到广泛应用,后者因其制作困难、价格高而受到一定的限制;为了改善陶瓷的性能,也制成陶瓷基复合材料。碳是使用温度最高的材料(可达 2500°C),为了克服热震性能差,并提高其力学性能而制出的碳—碳复合材料已广泛用于军工,并扩展到民用。

二、新材料与当代工业文明

20世纪以来,科学技术迅猛发展,材料的更新速度进一步加快。以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志的第三次科技革命,是人类文明史上又一次重大飞跃。20世纪二三十年代,人工合成高分子材料的相继问世和广泛应用,使有机合成材料工业进入了一个崭新的阶段。高分子材料以其优越的性能正逐步取代传统的金属材料,在国民经济、国防尖端科学和高科技领域发挥了不可或缺的作用。20世纪50年代,合成化工原料和特殊制备工艺的发展,使陶瓷材料产生了一个飞跃,出现了从传统陶瓷向先进陶瓷的转变,满足了电力、电子技术和航天技术的发展和需要。单晶硅的研制成功,使电子技术领域由电子管发展到晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路,从而促进了计算机的微型化及普及。半导体材料的应用和发展,使人类社会进入信息时代。

近二三十年,材料朝着智能化、绿色化、超纯化(从天然材料到合成材料)、量子化(从宏观控制到微观和介质控制)、复合化(从单一到复合)及可设计化(从经验到理论)的方向飞速发展。复合材料的出现,将金属、非金属无机材料和高分子材料紧密联系在一起,人们可根据实际需要设计出性能独特的复合材料。复合材料在宏观上实现了不同材料之间性能的“乘法效应”,满足了航空航天、医学等尖端领域的需求。生物材料使传统的无生命材料能够通过构建生物结构和功能,参与生命组织的活动,成为有生命组织的一部分。生物医用材料科学将成为人类进入“生物技术世纪”的重要基础。

下面，仅以若干典型工业领域内的新材料为例做进一步说明。

（一）电子技术的发展

从电子技术的发展可以看出材料所起的作用。1906 年发明了电子管，从而出现了无线电技术、电视机、电子计算机。1948 年发明了半导体晶体管，电子设备的小型化、轻量化、节能化成为可能，同时降低了电子设备的生产成本，提高了其可靠性，并延长了使用寿命。1958 年出现了集成电路，使计算机及各种电工设备再一次产生飞跃，如以 1946 年电子管计算机与 1976 年微机的一些指标来对比，由于集成电路的采用，使计算机体积缩小到原来的 $1/300000$ ，功耗降低到不足原来的 $1/50000$ ，重量降低到原来的 $1/60000$ ，平均故障率也大为减少，而且价格大幅度下降。这为计算机的普及创造了条件。

随着芯片集成度的不断提高，单元体积和价格也不断下降。研究芯片发展历程及与硅晶片尺寸的关系可以发现，50 年间芯片集成度提高了 100 万倍，单元价格下降到原来的 100 万分之一，这是因为单元价格与特征尺寸的平方成正比，与晶片直径的平方成反比。特征尺寸的减小，一方面与制作技术有关，另一方面与相关材料的不断改进有直接关系。为了适应集成度的不断提高，特征尺寸要不断减小，晶片尺寸要不断增加，对硅单晶的质量要求也要不断提高。由于芯片密度的大幅度提高，用以制造计算机的性能大为提高，如 20 世纪末计算机的计算速度已逾每秒万亿次。信息存储是现代化的另一重要标志，其要求是容量大、密度高、易于快速随机存取、可擦除和反复使用，这就要求材料不断改进才能满足。迄今已出现磁存储、半导体存储和光存储等，如一张光盘可以存储 10 万幅图像或 50 万页文字信息量。计算机是工业自动化的关键，计算机控制的精度取决于传感器的敏感程度。因此，高精度、高灵敏度、性能稳定的各种类型的敏感材料便成为关键。

（二）光纤通信的诞生

1966 年，高琨提出当光纤传输的损耗小于 20dB/km 时可实现光纤通信。1970 年采用石英掺杂氧化锗等，达到了这一指标后，光纤通信比集成电路发展更快，代替了同轴电缆。这是因为光纤的信息容量比同轴电缆大几个量级（高出千百倍），而且重量轻、原材料消耗少（每千米只用石英光纤 10g，而金属电缆需用铜和铅若干吨）、保密性强、抗电磁干扰、中继距离大（光纤中继距离大于 10km，而同轴电缆只有 1.5km）。所以几十年内，从连接各大陆的海底电