

科学技术出版社

当代社会经济的先导

——新材料

李成功 姚熹 等著



新华出版社

TB3

3

中国科学院图书馆

当代社会经济的先导

——新材料

李成功 姚熹 等著

新 华 出 版 社

京新登字 110 号

《新科学技术革命》丛书
当代社会经济的先导——新材料
李成功 姚 熹 等著

*

新华出版社出版发行
新华书店经销
文物出版社印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 7.625 印张 插页 2 张 155,000 字
1992 年 9 月第一版 1992 年 9 月北京第一次印刷
ISBN 7-5011-1673-3/G·604 定价：5.50 元

内 容 提 要

DJ53/15

本书概述了当代高技术新材料的发展趋势及其在社会经济和科学技术发展中的重大作用。重点介绍了推陈出新的高性能金属材料、迅猛发展的先进陶瓷材料、现代社会文明的重要支柱高分子材料、举世瞩目的先进复合材料，以及影响深远的电子、光电子与超导材料。作者以翔实丰富而新颖的资料、准确的科学概念、通俗的语言，介绍了发达国家对上述高技术新材料研究的历史、发展动态，开发应用情况，产业化前景及市场预测，并对我国的高技术材料研究作了分析对比，使读者增长知识，开阔视野。

本书作者是我国高技术新材料领域的七位专家：

李成功教授撰写第一章、第二章和全书的合成主编

姚熹教授撰写第三章

张盛庆副研究员、漆宗能研究员撰写第四章

曾汉民教授撰写第五章

肖定全教授、熊家炯教授撰写第六章

代前言

钱伟长

国家科委和新华出版社的同志们决定编写、出版这套《新科学技术革命》丛书，把它当作一项重要任务，很对，是做了一件很有意义的好事。要把经济搞上去，实现社会主义现代化，就必须深入宣传和贯彻执行邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的科学论断。邓小平同志反复强调要抓教育和科技，意义重大。的确，这两者有密切联系。要发展科学技术，需要新思想，培养新生力量，提高科技工作者和广大劳动者的素质。而要提高教育质量，又离不开科学技术的发展。教师只用现成的教材照本宣科，就不成其为教育，教不出真正的知识。真正的知识离不开科学技术研究的实践。更何况一门新技术刚出现时还形不成一门学科，教材跟不上。怎样解决科技与教育相结合的问题？我在全国各地到处讲，这是一个大问题。

从高层领导到基层领导，各级决策人都要把科学技术是第一生产力这个道理认识透。从党的十一届三中全会以来，经过十来年工夫，现在大家认识到要以经济建设为中心，要发展生产力。但是怎样发展生产力？许多人还是不真懂。有的人一说要发展生产，就想“捞一票”，向中央伸手要钱，或者

企图完全依赖外资和引进设备。引进是必要的，但有的人只想引进成套设备，图省事，引进后不消化。别人让我们引进的设备本来已不是最先进的了，我们引进来，过两年就落后了，又要再引进。有的还搞重复引进，造成浪费。引进，应该是引进关键设备，其余的自己配套，把引进的东西加以消化，在这一基础上，再自己加以发展、创新。就是要站在别人肩膀上求发展，高出一筹。不这样做，我们自己将永远落后。日本人是这样做的，现在他们已经在一些领域领先了。

怎样发展生产力？邓小平同志指出科学技术是第一生产力，这一论断非常精辟，又易于领会。就是要首先发展科学技术，科学技术上去了，生产力才能上去。现在我们各级领导班子中，对科学技术有发言权的人有一些了，但是还不多，必须让各级领导干部都掌握一定的科技知识，又有胆有识，能带领广大群众向新科学技术进军。这样才能把生产力发展上去，把经济建设搞上去。

这一套《新科学技术革命》丛书，读者面广，不仅包括各级领导干部，还包括各条战线上的广大职工和青年学生，科技工作者也要掌握新科技知识，了解科学技术的新发展，否则仅仅依靠他们原有的知识是不行的。

这套丛书，除了第一册阐述“科学技术是第一生产力”这一总的思想以外，分三册介绍三个最重要的高科技领域，是可以的。

首先介绍信息技术，这很重要，但是信息技术在我国的推广应用还差得很远，对其作用也发挥得很不够。西方国家的电子计算机七分之六用于信息，仅七分之一用于计算，而我们还是一半对一半，网络化不够。国外在搞第五代计算机，

光电计算机。我们的硬件和软件都还落后，管理部门利用信息技术更不够，办公室也应该充分利用信息技术。

其次，介绍生物技术。对生物技术，现在人们谈医学上的运用比较多，但是结合我国的实际，还要多强调农业上的运用，尤其是怎样利用生物技术发展干旱地区的农业，包括作物栽培和畜牧业等各个方面。我国人口多，人均耕地又少，寸土如寸金，而且水资源有限，不解决干旱地区的农业发展问题，将来会日子不好过。还有生物加工，是一个重要问题，不要漏掉。在谈生物技术时，一定要结合国情，特别要重视生物技术与发展农业的关系。

第三，新材料技术的介绍，也要结合国情。现在国外许多新材料，我们还没有，要介绍。但是我们有许多材料，国外却没有，或者很少，稀土材料就是一个例子。世界上90%的稀土资源在中国，是我们的了不起的财富，据说可以把它比作中东的石油。再一个例子是硼，我国硼资源很丰富。

以后还可以继续介绍其他的领域。介绍新科技发展，要密切结合我们的国情。内容要准确，保证丛书的高层次，高质量，要有权威性，政策性，又有普及性，但不是科普读物。

总之，我们建设有中国特色的社会主义，就要发展有中国特色的高科技。希望这一套《新科学技术革命》丛书为宣传和落实“科学技术是第一生产力”的思想，为发展有中国特色的高科技作出应有贡献。

在《新科学技术革命》丛书编委会上的讲话

1992年2月20日

序

宋健

当代蓬勃发展的科学技术正在使人类社会进入一个崭新时代。在未来的几十年中科技进步对中华民族的发展关系极为重大。在这重要的历史关头，邓小平同志高瞻远瞩，明确提出“科学技术是生产力，而且是第一生产力”的科学论断，提示全党和全国人民把握关键，加快步伐，集中精力，依靠科学技术发展社会生产力，把国民经济搞上去。这是摆在我们面前的中心任务，这就是大局，我们一定要殚精竭虑，多想办法，更快地发展科学技术，更好地为经济建设服务。

发展科学技术的目的是造福于人民。人民的利益和事业的发展总是紧密联系在一起。为了科学技术事业迅速发展，就必须加强现代科学技术的普及教育，广泛动员和激励干部和人民群众自觉参与这场新科学技术革命，只有通过广泛普及和传播科技知识，提高人们的科技意识和科学文化水平，科学技术才能被广泛采用，才能最大限度地转变成改造世界、创造未来、推动社会进步的物质力量。高新技术产业的建立，将成为我国经济腾飞的一支强有力的翅膀，它的发展更需要提高劳动者的科学文化素质和技能。科学技术的进步是没有止境的，高峰层出不穷。人人终身都要接受教育，活到老，学

到老，不断进行知识更新，才能跟上高科技时代前进的步伐。

科技教育是科技工作的重要组成部分，我们的科学家、技术专家和科技工作者在进行研究开发，努力攀登科学技术高峰的同时，也肩负着传授科技知识的光荣任务。我国老一辈科学家为此进行过不懈的努力，为我们树立了榜样。深受人民爱戴的高士其、华罗庚、竺可桢、茅以升等先生都是热心科普事业的著名科学家，我们应该向他们学习。希望大批著名科学家、技术专家和科技人员能成为高级科普作家，把先进的科技成就和科学知识，用生动形象、深入浅出的语言写出来，贡献给人民群众。科技界要把向人间传播科技知识作为一项社会主义精神文明建设的光荣任务。

《新科学技术革命》丛书问世，是科学家、技术专家和新华出版社密切合作的结果，丛书突出阐明了科学技术是第一生产力的思想，对构成新科技革命三大支柱的信息技术、生物技术和新材料技术作了丰富多采、通俗易懂的介绍。它的出版，对于广泛普及现代科学技术知识，将起到积极的作用。我们感谢作者们和出版社所作出的努力，并祝贺他们的成功。

目 录

代前言	钱伟长	1
序	宋 健	1
第一章 绪论		1
第二章 推陈出新的高性能金属材料		14
1. 金属材料是“夕阳工业”吗?		14
2. 轻合金发展中的一枝新秀 ——高强高模铝锂合金		19
3. 快速冷凝金属非晶及微晶材料		27
4. 奇异的超细（纳米）颗粒金属材料		37
5. 新一代高温结构材料 ——有序金属间化合物		39
6. 日新月异的金属磁性材料		46
7. 神秘的形状记忆合金		50
8. 新型贮能材料—贮氢合金		56
第三章 迅猛发展的先进陶瓷材料		61
1. 陶瓷的昨天、今天和明天		61

2. 先进结构陶瓷	
——面向未来的超级材料	71
3. 先进功能陶瓷的黄金时代	80
4. 先进陶瓷的制备科学	107
第四章 高分子材料新时代	112
1. 合成材料的新纪元	113
2. 第二次世界大战建立“功勋”的合成	
橡胶	115
3. 工程塑料和高分子合金	120
4. 为衣食住行服务的高分子材料	124
5. 为能源服务的高分子材料	130
6. 救死扶伤的高分子材料	134
7. 高技术和高分子材料	138
8. 高分子材料的未来	142
第五章 举世瞩目的先进复合材料	148
1. 复合材料发展简史	148
2. 先进复合材料是发展高技术的关键新材料	155
3. 聚合物基复合材料	158
4. 金属基复合材料	170
5. 陶瓷基复合材料	171
6. 复合材料界面	173
7. 先进复合材料的应用和发展前景	175

第六章 影响深远的电子、光电子与超导材料

.....	188
1. 信息技术的先导	
——电子、光电子材料.....	188
2. 电子材料	191
3. 光电子与光子材料	205
4. 超导材料	222
编后记	228

第一章

绪 论

人类社会发展的历史证明,材料是社会进步的物质基础与先导。它是人类赖以生存和发展、征服自然和改造自然的物质基础,同时它又是人类社会发展的先导,它是人类进步的里程碑。纵观人类利用材料的历史,可以清楚地看到,每一种重要的新材料的发现和应用,都把人类支配自然的能力提高到一个新的水平。材料科学技术的每一次重大突破都会引起生产技术的革命,大大加速社会发展的进程,给社会生产和人们生活带来巨大的变化,把人类物质文明推向前进。在遥远的原始人时代,称为石器时代,即以石器为主要工具;公元前 5000 年,人类进入了青铜器时代,人类在寻找石器过程中认识了矿石,并在烧陶生产中发展了冶铜术,开创了冶金技术;公元前 1200 年左右,人类进入了铁器时代,开始使用的是铸铁,嗣后制钢工业迅速发展,成为 18 世纪产业革命的重要内容和物质基础。人类社会发展到 20 世纪中叶以来,科学技术突飞猛进、日新月异,作为“发明之母”和“产业的粮食”的新材料研制更是异常活跃,出现了称之为“高分子时代”、“半导体时代”、“先进陶瓷时代”和“复合材料时代”等种种提法。在当今新技术革命波及整个国际社会的浪潮冲击下,人类进入了一个“材料革命”的新时代。例如自 50 年代以来高分子材料

的蓬勃发展,继尼龙之后的聚酯纤维、聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯塑料王、维尼纶和其他新型塑料和合成纤维的发明和工业化,各种新型工程塑料、高分子合金和功能高分子材料的发展和应用等。在半导体材料方面,从 50 年代的锗发展到硅,直到今天的砷化镓等化合物半导体和超晶格、量子阱等人工设计制造的新材料。在陶瓷方面,出现了从传统陶瓷到先进陶瓷的转变,许多新型功能陶瓷形成了产业,先进结构陶瓷也正在向复相陶瓷、纳米陶瓷等方向发展。在玻璃钢复合材料发展的基础上,包括树脂基、金属基和陶瓷基等先进复合材料正在迅猛发展。以上这些都是“新材料时代”的象征。

所谓材料,是人类能用以制作有用物件的物质。所谓新材料,主要是指最近发展或正在发展之中的具有特殊功能和效用的材料。所谓高技术新材料,则是指当今高技术时代发展起来的,具有传统材料无法比拟的完全新的各种功能、或具有明显优异性能的新材料。目前世界上传统材料已有几十万种,而新材料正以每年 5% 的速度在增长,化学元素周期表中已有 90 多个元素在工业上全部被采用。世界上现有 800 多万个化合物,还在以每年 25 万个的速度递增,其中相当一部分有发展成为新材料的潜力。

世界各国对材料的分类不尽相同,但就大的类别来说,可以分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料及复合材料四大类。金属、陶瓷、聚合物和复合材料四类工程材料历史发展随时间推移的相对重要性如图 1-1 所示。图中横座标为年代,时间是非线性的。纵座标为相对重要性,可看出金属材料、高分子材料、陶瓷和复合材料在纵座标上所占比例的大小,以此来衡量其相对重要性。从图可见,从本世纪

50 年代金属材料占绝对优势的分布情况到 21 世纪初预测，将形成金属、聚合物、陶瓷和复合材料四大类工程材料平分秋色的格局。从应用来看，材料又可以分为信息材料、能源材料、生物材料、建筑材料、航空航天材料等多种类别。

当今国际社会公认，材料、能源和信息技术是新科技革命的三大支柱。从现代科学技术发展史中可以看到，每一项重大的新技术发现，往往都有赖于新材料的发展。例如对国民经济和现代科学技术具有重要作用的半导体材料就是一个明显的例证。自 1946 年世界上第一台真空管电子计算机问世以来，由于锗、硅半导体材料和晶体管及半导体器件相继研制成功和广泛应用，计算机技术获得了极其迅速的发展，在短短 40 多年里经历了五代产品更新。1967 年大规模集成电路问世导致微型计算机出现。现在一台微机的功效和当时第一台大型电子管计算机相当，但运算速度快几十倍，体积仅为 30 万分之一，重量仅为 6 万分之一。又如光导纤维材料，在 70 年代初，当石英光纤材料的光学损耗降低到 20 分贝/公里并在室温下能连续工作的激光材料出现之后，光导纤维通讯技术才得以迅速发展，并逐步形成了产业。而当前超高纯玻璃光导纤维，几个原子层厚的半导体材料以及其它新型光电子材料的研究进展，将导致整个信息技术革命，在这类材料的基础上发展起来的光电子技术，将代表 21 世纪新兴工业的特色。其他又如先进复合材料在现代科学技术发展中的地位也是举世瞩目的，它对于航空航天、汽车、能源、化工、机电等行业起到了巨大的支持和推动作用。美国工程科学院 1989 年将先进复合材料、光导纤维和阿波罗登月技术等并列

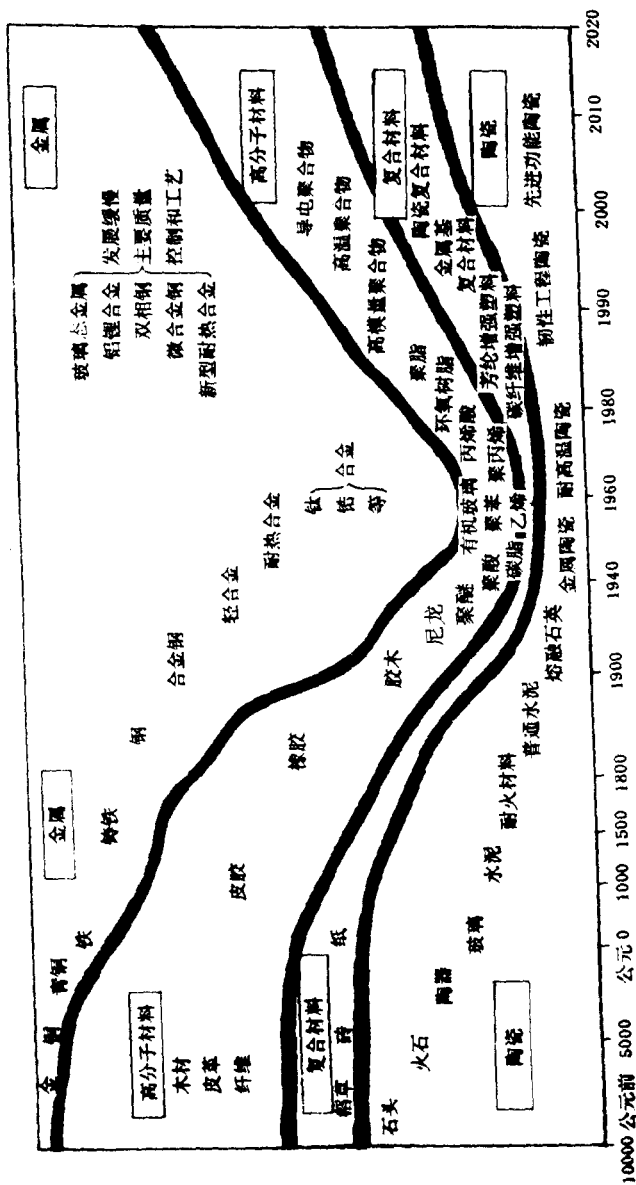


图 1-1 工程材料历史发展随时间推移的相对重要性示意图(时间是非线性的)

为近 25 年来世界上出现的十大关键技术。如人造地球卫星、载人宇宙飞船和航天飞机既能安全进入太空轨道运行，又能安全返回地球，都和一种叫做“烧蚀材料”的复合材料有关，把这种材料包覆在弹头的外壳上作为保护层，当弹头在高速飞行和大气摩擦产生高温时，“烧蚀材料”能以“自我牺牲的精神”一层一层地汽化，把因摩擦产生的热量带走。只要“烧蚀材料”的厚度足够，就可以保证卫星、飞船和航天飞机在再入大气层的短暂时间内不被熔化而安全着陆。在现代科技发展中这类实例是不胜枚举的。

材料是人类社会进步的物质基础与先导，现代高技术的发展更是密切依赖于新材料的发展。为了加速高技术新材料的发展，在广泛调研分析的基础上，世界上主要的发达国家和发展中国家都制定了各自的发展高技术新材料的战略规划。在 1991 年初的海湾战争后仅三个星期，即 1991 年 3 月 20 日，美国政府就率先公布了一份长达 127 页的重要文件——《国家关键技术》报告，在这份报告中列举了六大关键技术领域共 22 项关键技术项目，而新材料位居六大关键技术之首，其次相应为制造、信息与通讯、生物技术与生命科学、航空与地面运输、能源与环境。在材料领域中列出的五项关键技术项目为：材料合成与加工、电子与光子材料、陶瓷、复合材料、高性能金属与合金。其他各国在发展高技术新材料方面虽然各有特色，但都具有下述的共同特征：

(1) 制定及调整发展规划，将新材料列为高技术发展的重要领域，突出重点，强化投资；

(2) 建立联合研究中心，促进国家实验室、大学和工商界之间的密切合作；加强政府机构在其中的组织协调作用，促