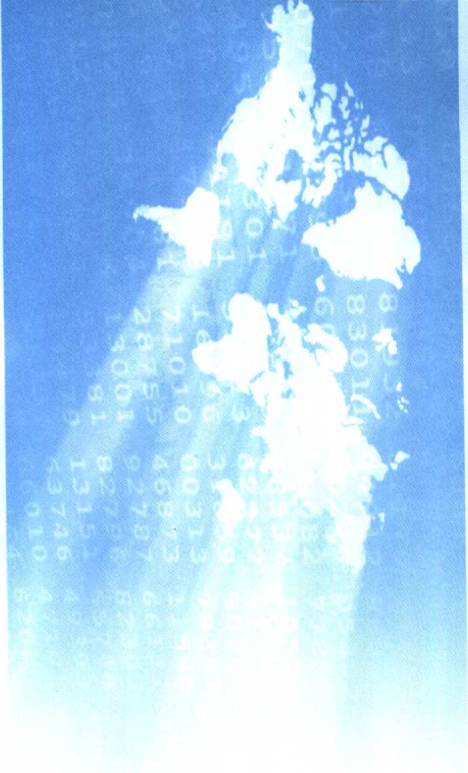




纳米经济

李奋生 史红虎 主 编

长 春 出 版 社



李畋生 史红虎 主 编

纳米经济

长 春 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

纳米经济/李奋生,史红虎主编. —长春:长春出版社,2002.1
ISBN 7-80664-310-9

I.纳... II.①李...②史... III.纳米材料-技术经济
-研究 IV.TB383

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第093020号

责任编辑:张云峰 封面设计:郝威

长春出版社出版

(长春市建设街43号)

(邮编130061 电话8569938)

吉林农业大学印刷厂印刷

新华书店经销

850×1168毫米 32开本 10.25印张 255千字

2002年1月第1版 2002年1月第1次印刷

印数:5 000册 定价:19.80元

前言

纳米科技是 20 世纪 80 年代末 90 年代初兴起的涉及多学科的高新科学和技术。

纳米科技是继信息技术、基因组工程之后又一颗新的科技明星。据调查，到 2010 年，纳米技术将成为仅次于芯片制造的世界第二大产业，拥有 14 400 亿美元的市场份额。纳米经济炙手可热，有专家认为：谁能在这场遍及全球的“纳米决战”中抢占一席之地，纳米技术就能为谁带来滚滚财源。

目前，美、日、欧各国纷纷制定对策，争夺纳米科技制高点。美国把纳米技术置于国家最优先发展的地位，并将纳米科技基础研究方面的投资从 1997 年的 1.16 亿美元增加到 2001 年的 5 亿美元；日本设立纳米材料研究中心，把纳米技术列入新 5 年科技基本计划的研发重点；西欧对纳米技术的投入也已达数亿美元，还将纳米技术列入欧盟 2002 至 2006 年科研框架计划。我国在 20 世纪 80 年代就开始搞基础与应用研究，已将纳米技术研究列入国家“攀登计划”、“863”计划和“火炬计划”等，全国对纳米科技领域资助的总经费大约为 700 万美元，我国涉及纳米技术的企业已有三百多家。正如一些

2 纳米经济◇

科学家所预言的那样，纳米科技不但将引发一场新的工业革命，而且将刮起一场新经济风暴。

本书从经济学的角度，探讨了纳米技术在纳米材料、工业、农业、医药、军事等方面的应用，着重阐述了纳米科技的产业化之路和纳米科技的风险投资，论述了纳米新经济对未来社会的深刻影响，并预示了纳米新经济时代即将到来。

在编著本书的过程中，我们参阅了大量的参考文献和互联网上的资料，还得到了许多专家、教授、学者及老师的支持和指导，在此，一并表示感谢！参加本书编写的有：李奋生、史红虎、黎斌、张娟娟、胡玉伟、张冬梅、刘兴诗、罗映光、王迎川、陈俊明、李荃辉、龚世达、乔尚云、何钦银、梁万俊、李共力、李向前、杨清明、夏达。

由于我们水平有限，加之时间仓促，书中难免有不当或错误之处，恳切希望读者批评指正。

编者

2001 年 12 月

目 录

第一章 纳米科技革命 1

- 第一节 纳米来了…………… (2)
- 第二节 纳米的相关概念…………… (5)
- 第三节 纳米技术发展可能经历五个阶段…………… (8)
- 第四节 纳米科技的研究范围 …………… (9)
- 第五节 纳米科技的研究方向 …………… (14)
- 第六节 小小纳米真神奇 …………… (17)
- 第七节 纳米技术离我们并不遥远 …………… (20)
- 第八节 走进纳米时代 …………… (27)

第二章 抢占纳米时代的制高点 33

——世界各国纳米科技研究、开发、投资和竞争

- 第一节 世界纳米科技 …………… (34)
- 第二节 世界纳米技术研究计划 …………… (37)
- 第三节 纳米技术的国际竞争态势 …………… (39)
- 第四节 世界纳米技术与开发的突破点 …………… (60)
- 第五节 世界纳米技术的市场前景 …………… (64)
- 第六节 纳米技术与国家竞争 …………… (68)
- 第七节 纳米技术的世界竞争对我国的启示 …………… (73)
- 第八节 中国纳米技术完全可能赶上发达国家的步伐 … (75)
- 第九节 我国发展纳米技术的对策 …………… (76)

第三章 纳米技术的应用(上)	81
-----------------------	-----------

- | | | |
|-----|-------------------|-------|
| 第一节 | 纳米技术的应用及其前景 | (82) |
| 第二节 | 神奇的纳米材料 | (92) |
| 第三节 | 纳米产品 | (103) |
| 第四节 | 纳米与生物技术 | (107) |

第四章 纳米技术的应用(中)	115
-----------------------	------------

- | | | |
|-----|------------------------|-------|
| 第一节 | 纳米与医药 | (116) |
| 第二节 | 纳米医学怎样诊治疾病 | (122) |
| 第三节 | 纳米药学的特点及发展前景 | (127) |
| 第四节 | 纳米构筑中医药的明天 | (133) |
| 第五节 | 中国利用纳米技术治肝癌获重大突破 | (140) |
| 第六节 | 纳米与生活 | (141) |
| 第七节 | 纳米耳将使你闻所未闻 | (146) |
| 第八节 | 纳米技术制造出类人骨 | (148) |

第五章 纳米技术的应用(下)	151
-----------------------	------------

- | | | |
|-----|---------------|-------|
| 第一节 | 纳米技术与工业 | (152) |
| 第二节 | 纳米技术与农业 | (163) |
| 第三节 | 纳米技术与军事 | (169) |

第六章 纳米科技与新经济	177
---------------------	------------

- | | | |
|-----|---------------------|-------|
| 第一节 | 纳米技术—经济增长的新动力 | (178) |
| 第二节 | 纳米时代的新经济观 | (181) |
| 第三节 | 纳米技术——新经济的王储 | (183) |

第四节	纳米热与新经济·····	(187)
第五节	纳米经济—智能经济的伙伴·····	(189)
第六节	纳米新经济时代即将到来·····	(191)
第七节	管理跟进纳米时代·····	(196)
第八节	纳米技术将使世界经济突破“增长的极限”·····	(199)

第七章 纳米产业化之路	205
--------------------	------------

第一节	纳米科技引发 21 世纪又一次产业革命·····	(206)
第二节	纳米技术在产业革命中的战略地位·····	(208)
第三节	国内外纳米产业发展趋势·····	(211)
第四节	我国发展纳米产业的指导思想和工作重点·····	(214)
第五节	我国发展纳米技术和产业的对策·····	(215)
第六节	我国纳米科技产业化之路·····	(216)
第七节	纳米创业缔造新一代财富英雄·····	(222)
第八节	纳米产业化可以点石成金·····	(224)
第九节	发展纳米产业要走出符合国情的新路子·····	(226)
第十节	中国纳米产业化存在的问题及对策·····	(228)

第八章 纳米科技产业的风险投资	239
------------------------	------------

第一节	风险投资概述·····	(240)
第二节	风险投资的六大要素·····	(243)
第三节	中国风险投资概况·····	(246)
第四节	风险投资——政府扮演什么角色·····	(256)
第五节	纳米技术研究和开发风险·····	(259)
第六节	纳米科技资本运营·····	(260)
第七节	纳米科技的投资风险分析·····	(267)
第八节	纳米产业拥抱风险投资·····	(270)

第九章 执着的追求——中国纳米研究的拓荒者	273
------------------------------	------------

- | | | |
|-----|-------------------------|-------|
| 第一节 | 纳米专家——白春礼院士····· | (274) |
| 第二节 | “纳米热”访旅美纳米科学家王中林教授····· | (283) |
| 第三节 | 撞开纳米世界的大门····· | (288) |
| 第四节 | 卢柯:纳米时代的领跑者····· | (301) |
| 第五节 | 纳米专家简单资料库····· | (309) |

第一章 纳米科技革命

从石器到青铜器，从蒸汽机到电子芯片，每一次时代的飞跃，必然伴随着材料的革命；材料的发展，从来就是人类文明和时代进步的标志！

“如果有一天，可以按人的意志安排一个个原子，那将会产生怎样的奇迹？”随着纳米技术、纳米材料的出现，一个崭新的时代扑面而来……

第一节 纳米来了

1. 纳米是什么“米”？

有农民问：听说现在纳米很有用，报纸上说，科学家在研究，电视广告里也天天念叨着“纳米”技术，连股市里也有了纳米板块，而且火得不行。可就是不知它的种子哪里有卖的，如果一年种上两季，能卖个大价钱吧？

“专家”神秘兮兮地说：想知道吗？付点咨询费，我就告诉你。我今天刚买了两斤纳米，正准备淘米做饭呢，味道真不错，而且还强身健体。

许多人看到媒体关于纳米的报道，相信脑海中冒出的念头与这位农民兄弟相差无几，那就是——纳米是什么“米”？

其实，纳米并不是一种物质，它与米、厘米、毫米一样，只是尺寸大小的度量单位。那么，纳米有多长？

我们把度量单位按大小排列如下：

米→厘米→毫米→微米→纳米

1米等于1000个毫米，1毫米等于1000个微米，1微米等于1000个纳米。

一个纳米就等于 10^{-9}m 。

纳米约4倍原子大小，万分之一头发粗细。

纳米技术是指在1~100纳米这一尺度范围内对原子、分子进行操纵和加工的技术，包括纳米结构和纳米材料。

2. 纳米在哪里？

一般来讲，宏观世界讲的就是微米以上的世界；那么微观世界讲的是原子这个尺度，原子这个尺度是 0.1 个纳米。那么就出现了介观物理研究的尺度——从 1 个纳米到 100 个纳米之间的这样一个结构和物理性质。

这个世界既不同于宏观世界，也不同于微观世界，因为它的性质是完全不一样的。比如说，水可能是我们最熟悉的东西，我们每天都离不开水，我们知道油水是不相溶的，无论宏观尺度上的水和微观尺度上的水都是和油不相溶的，你没有办法把它们混在一起。但是如果到了纳米尺度上，也就是说，在这个介观世界里，它就能够溶，并且溶得非常好，成为热力学的稳定相。不管它温度变化也好，振动也好，里头加一点化学原料也好，它都能够是稳定的。

3. 纳米技术起源

按照半导体行业著名的摩尔定律，每 18 个月左右，芯片的速度增加一倍，尺寸减小一半，到 2010 年，它就会达到其物理的极限，因为按照微电子技术越来越小的发展思路，它会碰到无法逾越的量子效应。现在人们越来越倾向于纳米技术的思路，即从单个原子、分子做起，认为它是突破这个极限的惟一希望。

诺贝尔奖得主物理学家理查德·费曼早在 1959 年的时候，就曾经预言，说人类可以用很小的机器制造出更小的机器，最后人们可以按照自己的意愿从单个分子甚至单个原子开始组装，制造出最小的人工机器来。可以说，这些都是纳米技术最早的萌芽。

今天的科学家认为，操控这些单个的原子就像马铃薯里的蛋

4 纳米经济◇

白质操控土壤、空气和水里的原子来复制自己一样，因为蛋白质就是操控我们日常生活里单个原子的分子机器。当人类学会了这种微观上的操作时，世界将焕然一新。但要等多久呢？也许 15 年？如果当更多的人知道纳米所能做的一切时，他们也许会毫不犹豫地把自己的未来同纳米联系在一起，这也许会促使纳米时代加速到来。

早在中国古代，安徽出的墨，其颗粒就可以是纳米级的，非常非常细，从烟道里扫出来后一遍遍地筛，研制出来的墨非常均匀、饱满，写字非常好，这实际就是纳米颗粒。

4. 纳米技术的发展历程

1959 年 理论物理学家理查德·费曼在加州理工学院发表演讲时提出，组装原子或分子是可能的。

1981 年 科学家发明研究纳米的重要工具——扫描隧道显微镜，原子、分子世界从此可见。

1990 年 首届国际纳米科技会议在美国巴尔的摩举办，纳米技术形式诞生。

1991 年 碳纳米管被人类发现，它的质量是相同体积钢的六分之一，强度却是铁的 10 倍，成为纳米技术研究的热点。

1993 年 继 1989 年美国斯坦福大学搬走原子团“写”下斯坦福大学英文名字、美国国际商用机器公司在镍表面用 36 个氩原子排出“IBM”之后，中国科学院北京真空物理实验室操纵原子成功写出“中国”二字。

1997 年 美国科学家首次成功地用单电子移动单电子，这种技术可用于研制速度和存储容量比现在提高成千上万倍的量子计算机。同年，美国纽约大学科学家发现，DNA 可用于建造纳米层次上的机械装置。

1999年 巴西和美国科学家在进行碳纳米管实验时发明了世界上最小的“秤”，它能够称量十亿分之一克的物体，即相当于一个病毒的重量；此后不久，德国科学家研制出能称量单个原子重量的“秤”，打破了美国和巴西科学家联合创造的纪录。同年，美国科学家在单个分子上实现有机开关，证实在分子水平上可以发展电子和计算装置。

第二节 纳米的相关概念

1. 什么是纳米技术？（纳米科技 nanotechnology）

纳米技术是在纳米尺度内，通过对物质的转变实现创造新材料，并获得新的特殊性能。简单地说，纳米技术其实就是一种用单个原子、分子制造物质的技术。

从迄今为止的研究状况看，关于纳米技术分为三种概念。第一种，是1986年美国科学家德雷克斯勒博士在《创造的机器》一书中提出的分子纳米技术。根据这一概念，可以使组合分子的机器实用化，从而可以任意组合所有种类的分子，可以制造出任何种类的分子结构。这种概念的纳米技术未取得重大进展。

第二种概念把纳米技术定位为微加工技术的极限。也就是通过纳米精度的“加工”来人工形成纳米大小的结构的技术。这种纳米级的加工技术，也使半导体微型化即将达到极限。现有技术即便发展下去，从理论上讲终将会达到限度。这是因为，如果把电路的线幅变小，将使构成电路的绝缘膜变得极薄，这样将破坏绝缘效果。此外，还有发热和晃动等问题。为了解决这些问题，研究人员正在研究新型的纳米技术。

第三种概念是从生物的角度出发而提出的。本来，生物在细

胞和生物膜内就存在纳米级的结构。所谓纳米技术，是指在0.1~100纳米的尺度里，研究电子、原子和分子内的运动规律和特性的一项崭新技术。科学家们在研究物质构成的过程中，发现在纳米尺度下隔离出来的几个、几十个可数原子或分子，显著地表现出许多新的特性，而利用这些特性制造具有特定功能设备的技术，就称为纳米技术。

纳米技术是一门交叉性很强的综合学科，研究的内容涉及现代科技的广阔领域。纳米科技现在已经包括纳米生物学、纳米电子学、纳米材料学、纳米机械学、纳米化学等学科。从包括微电子等在内的微米科技到纳米科技，人类正越来越向微观世界深入，人们认识、改造微观世界的水平提高到前所未有的高度。我国著名科学家钱学森也曾指出，纳米左右和纳米以下的结构是下一阶段科技发展的一个重点，会是一次技术革命，从而将引起21世纪又一次产业革命。

虽然距离应用阶段还有较长的距离要走，但是由于纳米科技所孕育的极为广阔的应用前景，美国、日本、英国等发达国家都对纳米科技给予高度重视，纷纷制定研究计划，进行相关研究。

2. 什么是纳米材料？

纳米材料又称为超微颗粒材料，由纳米粒子组成。纳米粒子也叫超微颗粒，一般是指尺寸在1~100nm间的粒子，是处在原子簇和宏观物体交界的过渡区域，从通常的关于微观和宏观的观点看，这样的系统既非典型的微观系统亦非典型的宏观系统，是一种典型的介观系统，它具有表面效应、小尺寸效应和宏观量子隧道效应。当人们将宏观物体细分成超微颗粒（纳米级）后，它将显示出许多奇异的特性，即它的光学、热学、电学、磁学、力学以及化学方面的性质和大块固体相比将会有显著的不同。

3. 纳米技术的神奇功效

纳米材料的应用将在以下 7 个方面推动产业革命。

△陶瓷 纳米陶瓷克服了陶瓷材料的脆性，使瓷具有金属一样的柔韧性和可加工性。具有高硬度、高韧性、低温可塑、易加工的优点。

△微电子 纳米电子学将按照全新的理念来构造电子系统，并开发物质潜在的储存和处理信息的能力，实现信息采集和处理能力的革命性突破，纳米电子学将成为 21 世纪信息时代的核心。

△生物工程 利用纳米技术的特性制造分子计算机的部位，加大储存信息，从而代替当今计算机信息处理和信息存储的作用，它将使单位体积物质的储存和信息处理能力提高上百万倍。

△光电 纳米技术将被用于现有雷达信息处理上，可使其能力提高十倍至几百倍，甚至可以将超高分辨率纳米孔径雷达放在卫星上进行高精度的对地侦察。

△化工 纳米粉按一定比例加入化妆品中，可以有效地遮蔽紫外线。纳米微粒不仅可以用作导电涂料，还可以用作印刷油墨和制作固体润滑剂等。

△医学 目前，已经成功利用纳米微粒进行细胞分离。人们设想利用纳米技术制造出分子机器人在血液中循环，对身体的部位进行检测、诊断并实施治疗的梦想也将成为现实。

△分子组装 目前，纳米技术深入到了对单原子的操纵，通过利用超分子化学相结合的技术，正在成为组装和剪裁，实现对分子进行手术的主要手段。

第三节 纳米技术发展可能经历五个阶段

据日本阿普莱德研究所提供的材料介绍，以研究分子机械而著称的美国风险企业宰贝克斯公司的一项预测认为，纳米技术的发展可能会经历以下五个阶段：

第一阶段的发展重点，是要准确地控制原子数量在 100 个以下的纳米结构物质。这需要使用计算机设计/制造技术和现有工厂的设备和超精密电子装置。

第二个阶段是生产纳米结构物质。在这个阶段，纳米结构物质和纳米复合材料的制造将达到实用化水平。其中包括从有机碳酸钙中制取的有机纳米材料，其强度将达到无机单晶材料的 3000 倍。

在第三个阶段，大量制造复杂的纳米结构物质将成为可能。这要求有高级的计算机设计/制造系统、目标设计技术、计算机模拟技术和组装技术等。

纳米计算机将在第四个阶段中得以实现。这个阶段的市场规模将达到 2000 亿至 1 万亿美元。

在第五个阶段里，科学家们将研制出能够制造动力源与程序自动化的元件和装置，市场规模将高达 6 万亿美元。

宰贝克斯公司认为，虽然纳米技术每个阶段到来的时间有很大的不确定性，难以准确预测，但在 2010 年之前，纳米技术有可能发展到第三个阶段，超越“量子效应障碍”的技术将达到实用化水平。