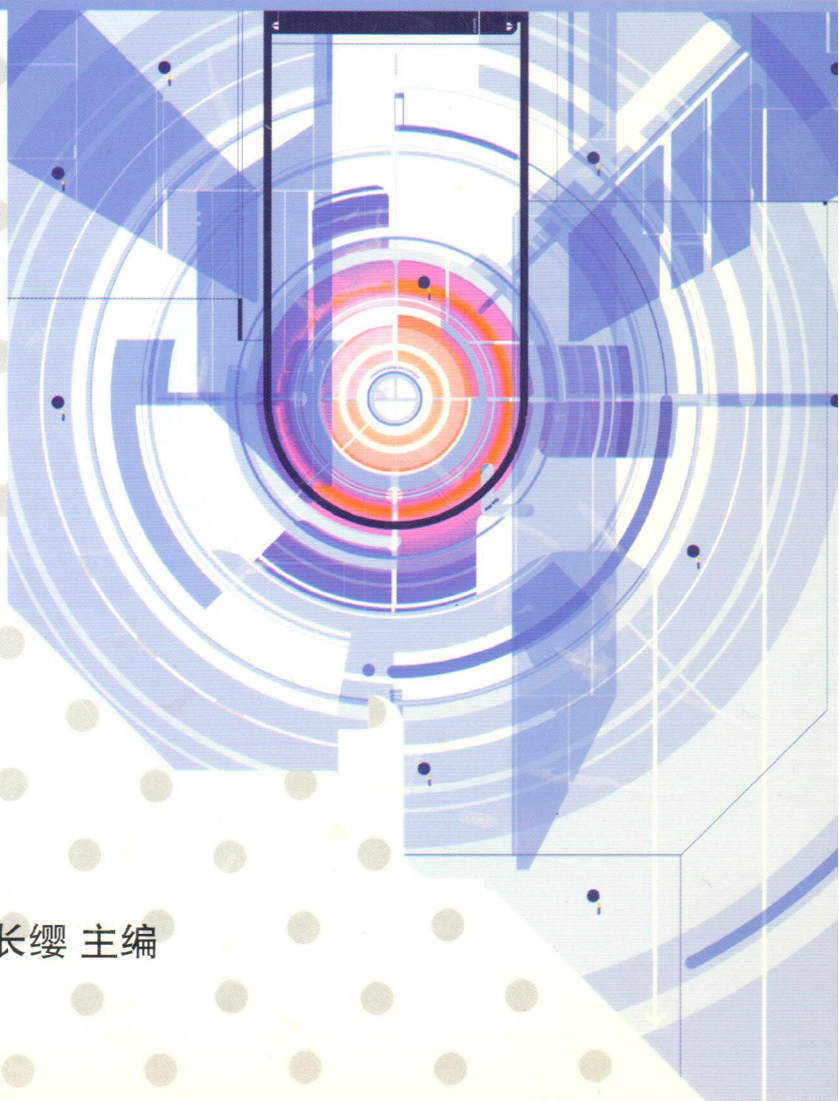


简明高新技术知识



刘长缨 主编

简明高新技术知识

刘长缨 主编

科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

简明高新技术知识/刘长缨主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2001.8

ISBN 7-5023-3836-5

I. 简... II. 刘... III. ①高技术-基本知识②新技术-基本知识 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 043147 号

简明高新技术知识

刘长缨 主编

科学技术文献出版社发行

(北京海淀区复兴路 15 号)

甘肃新华印刷厂

开本 850×1194 毫米 1/32 印张 9.5

2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—20,000 册

ISBN 7-5023-3836-5/G·881 定价: 9.80 元

《简明高新技术知识》目录

序

第一章 现代科技发展概况及其展望	1
第一节 20 世纪重大科技成就回顾	1
第二节 高新技术的概念及其特征	6
一、高新技术的涵义	6
二、高新技术的特征	7
第三节 20 世纪高新技术领域的重大突破	9
第四节 现代高科技的作用及发展趋势	15
一、现代高科技的作用	16
二、新世纪高技术发展趋势展望	17
第二章 现代信息技术	21
第一节 信息与信息技术	21
一、信息	21
二、信息技术	24
第二节 微电子技术及激光技术	27
第三节 计算机技术	39
第四节 现代通信及网络技术	51
第五节 信息产业及信息化	59

第三章 现代生物技术	67
第一节 现代生物技术及其重要意义	67
第二节 基因工程技术	72
一、基因工程技术及其应用	73
二、基因工程技术的热点——人类基因组 计划、基因保卫战、生物芯片	77
第三节 蛋白质工程技术	81
第四节 酶工程技术	83
第五节 发酵工程技术	85
第六节 细胞工程技术	86
一、细胞及细胞工程技术	86
二、细胞工程的热点——试管婴儿、干细 胞、克隆	89
第四章 纳米科技及纳米材料	94
第一节 纳米科技概念及意义	94
一、纳米科技的概念与意义	94
二、纳米科技的研究领域	97
三、纳米科技前景展望	100
第二节 纳米材料及特性	102
一、纳米材料定义	102
二、纳米材料的特性	103
三、纳米材料制备	105
第三节 纳米科技的发展与影响	106
一、新工业革命的主导技术之一	106

二、纳米技术将促进高技术产业发展	107
三、纳米技术为传统产业提升提供技术保障	108
四、纳米技术为国民经济发展提供了新机遇	109
五、纳米技术在国内的研究状况	109
第五章 新材料技术	111
第一节 新材料概况	111
第二节 新型功能材料	114
第三节 高性能结构材料	118
第四节 电子信息材料	121
第五节 超导材料	123
第六节 新型生物医用材料	126
第七节 环境材料	129
第六章 先进制造技术	134
第一节 先进制造技术概况	134
一、先进制造技术的主要特点	134
二、先进制造技术的体系结构	135
三、先进制造技术的发展趋势	135
第二节 现代设计技术	136
第三节 先进制造工艺技术	139
第四节 先进制造技术自动化系统	144
第五节 先进制造生产模式与管理	149
一、先进制造生产模式	149
二、管理综合自动化技术	152

第七章 现代农业技术	156
第一节 现代农业技术概述	156
一、20 世纪的农业科技及其应用	156
二、21 世纪农业科技前景和趋势预测	158
第二节 农业高技术	160
一、农业生物工程——生物世界真奇妙	161
二、农业信息技术——依靠“千里眼”，“顺风耳”发展“精确农业”	164
三、农业节水节肥高技术——请别离开我	165
四、设施(工厂化)农业高技术——全天候生产	167
五、太空农业技术——我们不只有地球	169
第三节 农产品深精加工技术	169
一、粮油产品加工	169
二、木材工业	172
三、林产化学加工	173
四、木浆造纸	174
五、畜产品加工	174
第八章 现代新医药技术	178
第一节 新医药技术概况	178
一、基因组医学	178
二、细胞信息通讯	181
三、酶学	183

第二节 现代生物技术在医学中的应用	185
一、干细胞	185
二、组织生物工程	187
三、血管内皮生长因子(VEGF)治疗心血管疾病	188
四、多肽生长因子	189
五、细胞因子	190
第三节 高新诊治技术	190
一、诊断技术	190
二、治疗技术	193
第四节 新药与天然药物研制新技术	195
一、基因工程在新药研制中的应用	195
二、药物新剂型和制剂新技术	199
三、中药研制新技术	201
第九章 新能源与节能新技术	206
第一节 新能源技术	206
一、太阳能技术	207
二、风能技术	209
三、地热能技术	210
四、生物质能利用技术	211
五、核能技术	213
六、氢能利用技术	214
七、燃料电池	214
八、海洋能	216

九、天然气利用技术	217
第二节 节能新技术与能源效率的提高	219
一、节能与能源效率	220
二、提高能源利用率	221
第三节 洁净煤技术	224
第十章 环境保护技术与可持续发展	229
第一节 环境保护与环境科学概述	229
第二节 全球性的环境问题	231
第三节 环境污染	235
第四节 环境保护的主要途径	240
一、治理“三废”污染	240
二、通过环境规划与管理来保护环境	242
三、依法保护环境	242
四、用经济手段保护环境	243
五、加强环境教育	244
第五节 可持续发展战略的理论与实施	245
一、可持续发展的基本理论	245
二、可持续发展战略的实施途径	246
第六节 清洁生产与 ISO14000 环境管理体系	248
一、清洁生产的基本思想和内容	248
二、ISO14000 基本概念	249
第十一章 技术创新与制度创新	252
第一节 技术创新—经济发展的动力之源	252

第二节	制度创新—经济发展的活力之源	255
第三节	从技术创新的产业孵化区——硅谷说开去	259
第四节	风险投资与创业板为技术创新构建 金融支柱	262
第五节	现代企业制度为技术创新建造法制 环境	267
第六节	职工持有股权为技术创新建立激励 机制	270
附录：	百年科技发展大事记	275
后记	284

加快甘肃高新技术产业化步伐

——《简明高新技术知识》序

吴世南

为了帮助广大干部群众学习掌握高新技术的基本知识,了解高新技术的最新发展,省科技厅组织编写了这本《简明高新技术知识》。这是一件很有意义的事情,对于提高广大干部群众特别是各级领导干部的科技素质,加快我省高新技术产业的发展,必将产生积极的推动作用。为此,对这本书的出版,我感到由衷的高兴。

当今世界,是一个以科技创新为主导的世界,科学技术的重要性从来没有像现在这样突出,科学技术的巨大作用从来没有像现在这样显著。信息技术、生物技术、新材料技术、纳米技术等高新技术取得的重大突破和飞速发展,正在极大地改变着世界的面貌,有力地推动着经济社会的快速发展和进步。面对世界经济和科技发展的新形势,全国各省市都都以科技进步为动力,加快发展步伐。我省周边省区也都不甘落后,抓住西部大开发的机遇,大力推进科技进步和创新,抢占高新技术产业的制高点。在这种情况下,如果不加快我省科技进步和高新技术产业的发展,不用高新技术对传统产业进行改造,我们就难以在激烈的市场竞争中缩小与发达省份的差距,

掌握主动权，难以在西部大开发中有所作为。因此，我们必须加大实施科教兴省战略的力度，在全省掀起科技进步和创新的高潮，大力提高各行各业的科学技术现代化水平，加快高新技术的发展和产业化，增强我们省的科技实力和市场竞争力。

今后5到10年，是我们省经济社会发展的重要时期。这一时期我们的工作做得如何，关系到我省社会主义现代化建设的进程，决定着甘肃的发展前途和未来地位。应当看到，西部大开发战略的实施，日新月异的科技革命，为我们省的改革开放和经济发展提供了良好机遇。我们一定要紧紧抓住这一难得的历史机遇，通过大力推进科技进步和创新，实施工业强省战略，改造提升传统产业，加快发展高新技术产业，以信息化带动工业化，实现资源型产业向科技型产业的转变，推动经济结构的优化升级，这是我省经济实现跨越式发展的必由之路，是顺应当今世界经济、科技发展趋势的战略抉择。其中当务之急是要有重点、有选择地大力开发具有市场前景和竞争力的高新技术产品，力争在新材料、光机电一体化、电子与信息、生物技术与新医药、核技术应用等重点领域，培育和形成一批骨干企业，努力提高高新技术产业在国民经济中的比重。目前，尽管我省高新技术产业的发展总体上还处于起步阶段，但我们在一定程度上具备快速发展高新技术产业的经济基础和科技实力。只要我们认清形势、明确任务，齐心协力、扎实工作，以时不我待、只争朝夕的精神向新科技革命进军，向科技高峰攀登，加快科技进步和创新的步伐，就一定能够使我省的高新技术

及其产业尽快发展壮大,进而带动甘肃经济的全面振兴。

加快高新技术产业化的步伐,必须大力提高广大干部群众的科技素质。我们所处的时代,是一个科技飞速发展的时代,是一个知识急剧膨胀的时代。每一年、每一月、甚至每一天都有新的重大科学发现或技术创新不断涌现,新知识、新技术、新概念、新名词层出不穷,知识更新异常迅速。我们只有锲而不舍地努力学习,不断汲取新的知识,不断拓宽自己的知识面,才能适应知识经济来临的新形势,才能担当起加快高新技术产业发展的历史重任。特别是各级领导干部,要做一个现代化建设的合格领导者,就必须更加努力地学习科学技术知识,把握科技发展的趋势和最新动态,使自己始终站在时代的前列。只有这样,才能掌握领导工作的主动权,推动全省各项事业的发展。省科技厅组织编写的这本《简明高新技术知识》,浓缩了主要高新技术领域的常识,内容简明而又不失系统性,注重实用而又不失科学性,兼顾了各种知识层次读者的阅读口味,尤其为事务繁忙的各级领导干部用较短的时间学习掌握高新技术知识提供了可能。相信这本书会受到普遍的欢迎,广大读者也会从中获得丰富的知识和深刻的启迪。如果我们在认真学习这本书的基础上,能够用更多的科技知识武装自己,不断提高认识自然、利用自然、改造自然和保护自然的能力,那么我省的改革开放和现代化建设事业,就一定能够发展得更快一些、更好一些。

第四章 纳米科技及纳米材料

纳米是一种尺度的度量,简写为 nm,是一米的 10 亿分之一,大致相当于一根头发丝直径的百万分之一。1 纳米(nm) = 10^{-3} 微米(μm) = 10^{-6} 毫米(mm) = 10^{-9} 米(m)。最早提出纳米尺度上科学和技术问题的是著名物理学家、诺贝尔奖获得者理查德·费曼。到 20 世纪 80 年代末、90 年代初纳米科技与纳米材料的研究,开始发展成为一门前沿新兴学科。

第一节 纳米科技概念及意义

一、纳米科技的概念与意义

对纳米科技的定义有不同的表述,我们选择了下面一种:纳米科技是根据物质在纳米尺度(1nm 到 100nm 之间)下的特殊物理、化学和生物性质或现象,有效地将原子或分子组合成新的纳米结构,并以此为基础,设计制作、组装成新的材料、器件或系统,使它们产生全新的功能,并加以利用的知识和技术。纳米科技是人们在非微观和非宏观的领域——纳米尺度范围内来认识自然、改变生产方式、工作方式和生活方式的一种全新的科学技术。纳米科技具有丰富的内涵,包括纳米材料学、纳米电

子学、纳米生物学、纳米加工学、纳米机械学和摩擦学、纳米化学、纳米物理学和纳米测量学等。有人认为,纳米科技应具备 3 个特征:①对象必须至少有一个维具有 1—100nm 的尺度。②对象的设计过程必须体现微观操控的能力,即能够从根本上左右分子尺度的结构的物理与化学性质。③它们能够组合起来形成更大的结构,且具有优异的电气、化学、机械与光学性质。

理查德·费曼于 1959 年在一次演讲中指出:如果人类能够在原子/分子的尺度上来加工材料、制备装置,我们将有许多激动人心的新发现。我们需要微型化仪器来操纵纳米结构并测定其性质,那时化学将变成按照人们的意志逐个准确放置原子的问题。1974 年 Taniguchi 最早使用纳米技术(Nanotechnology)一词描述精密机械加工。

二十世纪八十年代,以扫描隧道显微镜(STM)和原子力显微镜(AFM)的发明为先导,加速了纳米科技的发展。1981 年美国 IBM 公司在瑞士苏黎世实验室的宾尼格(G. Binnig)和罗雷尔(H. Rohrer)发明了扫描隧道显微镜(STM),从而可以直接观察原子,这两位博士也因为发明该纳米测量仪器而获得了 1986 年诺贝尔物理奖。用 STM 不仅可以观察原子、分子,而且还能够直接操纵和排列原子与分子,从而实现了人们由来已久的梦想:直接看到原子和按照人们的意志去安排原子。1990 年 7 月,第一届国际纳米科学技术会议在美国城市巴尔的摩举行,《纳米技术》与《纳米生物学》这两种国际性纳米专

业刊物也相继问世,从此一门新的科学技术 - 纳米科学技术得到了人们的广泛关注。

2000年3月,美国政府推出了国家纳米科技促进计划(National Nanotechnology Initiative),指出启动纳米科技促进计划将关系到美国在21世纪的竞争实力,并把纳米技术称之为21世纪科技发展的制高点,是新工业革命中除了信息和生物技术之外的又一主导技术。纳米科技将为社会进步、经济发展和人民生活质量提高做出重大贡献。美国这个报告的发表,在全世界引起了极大的反响,日本、欧洲的发达国家等先后出台了发展纳米技术的国家级计划,为抢占未来的市场和科技“制高点”做准备。加拿大、澳大利亚、印度和以色列等国家的政府,也都酝酿出台发展纳米科技,振兴国民经济的计划。最近,我国也制定了国家纳米科技发展纲要,以指导未来5-10年纳米科技的研究与开发工作。纳米科技将为人类带来难以估量的财富,1996年德国科学技术部即对纳米技术市场做了预测,估计到2010年可能达到14400亿美元。

纳米科技将促进人类认知的革命。纳米科技在纳米尺度上揭示物质的新现象和新规律,为人们探索未知世界开辟了广阔的空间。人类将面临对新理论和新发现重新学习和理解的任务,而一旦形成的新理论与新概念在我们的生产和生活中得到广泛应用,人类将建立与目前所能观察到的物质世界不同的新概念,它将极大地丰富我们的认知世界并给人类社会带来观念上的变革。纳米科技将推动产品的微型化、高性能化和绿色化,将为

社会的可持续发展提供物质和技术保障。例如,自旋电子学(spintronics)就是在纳米尺度上出现的新概念,是利用电子的自旋(磁性而不是电性)来控制的材料输运性质。

纳米科技将引发一场新的工业革命。根据美国半导体工业协会的预测,2010年半导体器件的尺寸将达到100nm。在这一尺度上计算出的计算机的运算和存储能力与目前微米尺度下的计算机性能相比将呈指数倍的提高,这对信息产业、生物技术、精密制造和其它相关领域将带来革命性的变革。同时,纳米科技也将对传统产业进行渗透,促进传统产业的技术提升,如通过在纤维、复合材料中应用纳米微粒提高其抗菌功能或提高材料的抗磨损性能;通过使用纳米涂料使建筑物的耐洗刷性能大幅度提高。由于纳米科技对未来工业的革命性影响和对传统产业改造的广泛性,加强相关领域的技术研究具有潜在的巨大市场。

二、纳米科技的研究领域

由于纳米科技的多学科交叉性质,因此,纳米科技的研究对象会同时涉及诸多领域,它的基础研究问题又往往与应用密不可分。通常我们可以根据纳米科技与传统学科领域的结合而细分为纳米材料学、纳米电子学、纳米生物学、纳米化学、纳米机械学、纳米加工学和纳米测量学等等。

(一) 纳米材料

纳米材料是纳米科技发展的重要基础。其主要类型为：纳米颗粒与粉体、准一维纳米管和纳米线、纳米薄膜和多层膜、纳米块材。纳米材料结构的特殊性(如大的比表面)，决定了纳米材料出现许多不同于传统材料的独特性能(小尺寸效应、界面效应、量子尺寸效应和量子隧道效应)，进一步优化了材料的电学、热学、力学及光学性能。对于纳米材料的研究包括两个方面：一是发展新型纳米材料。二是系统地研究纳米材料的性能、微结构和谱学特征，通过和常规材料对比，找出纳米材料特殊的规律，建立描述和表征纳米材料的新概念和新理论。目前纳米颗粒材料应用的关键技术问题是在大规模制备的质量控制中，如何做到均匀化、分散化、稳定化。

(二) 纳米器件

纳米科技的最终目的是以原子、分子为起点，去制造具有特殊功能的产品。因此，纳米器件的研制和应用水平是进入纳米时代的重要标志。如前所述，纳米技术发展的一个主要推动力来自于信息产业。例如，自旋阀在磁头中的应用，已经为 IBM 公司每年获取 10 亿美元以上的利润。

同时，纳米电子学的目标是将集成电路的几何结构进一步减小，超越目前发展中遇到的极限，因而使得功能密度和数据通过量达到新的水平。在纳米尺度下，现有的电子器件把电子视为粒子的前提不复存在，因而会出现种种新的现象，产生新的效应，如量子效应。利用量子

效应而工作的电子器件称为量子器件,像共振隧道二极管、量子阱激光器和量子干涉部件等。与电子器件相比,量子器件具有高速(速度可提高 1000 倍)、低耗(能耗降低 1000 倍)、高效、高集成度、经济可靠等优点。科学家希望通过纳米生物学的研究,进一步掌握在纳米尺度上应用生物学原理制造生物分子器件。目前,在纳米化工厂、生物传感器、生物分子计算机、纳米分子马达等方面,科学家都做了重要的尝试。

(三) 纳米结构的检测与表征技术

为在纳米尺度上研究材料和器件的结构及性能,发现新现象,找出新方法,创造新技术,必须建立纳米尺度的检测与表征手段。这包括在纳米尺度上原位研究各种材料和器件的结构和电、力、磁、光学特性,纳米空间的化学反应过程,物理传输过程,以及研究原子、分子的排列、组装与奇异物性的关系。

扫描探针显微镜(SPM)的出现,标志着人类在对微观尺度的探索方面进入到一个全新的领域。作为纳米科技重要研究手段的 SPM 也被形象地称为纳米科技的眼睛和手。所谓眼睛即可利用 SPM 直接观察原子、分子以及纳米粒子的相互作用与特性。所谓手是指 SPM 可用于移动原子、构造纳米结构,同时为科学家提供在纳米尺度下研究新现象、提出新理论的微小实验室。同时,与纳米材料和结构制备过程相结合,以及与纳米器件性能检测相结合的多种新型纳米检测技术的研究和开发也受到广泛重视。如激光镊子技术可用于操纵单个生物大分

子。

三、纳米科技前景展望

1、材料和制备

在纳米尺度上,通过精确地控制尺寸和成分来合成材料单元,制备更轻、更强和可设计的材料,同时具有长寿命和低维修费用的特点,以新原理和新结构在纳米层次上构筑特定性质的材料或自然界不存在的材料、生物材料和仿生材料。实现材料破坏过程中纳米级损伤的诊断和修复。

2、微电子和计算机技术

纳米结构的微处理器的效率提高 1 兆倍,并实现太比特的存储器(提高 1000 倍),研制集成纳米传感器系统。

3、环境和能源

发展绿色能源和环境处理技术,减少污染和恢复被破坏的环境,制备孔径 1nm 的纳孔材料作为催化剂的载体,有序纳米孔材料和纳米膜材料(孔径 10100nm)用来消除水和空气中的污染,成倍的提高太阳能电池的能量转换效率。

4、医学与健康

纳米技术将给医学带来变革:纳米级粒子将使药物在人体内的传输更为方便,用数层纳米粒子包裹的智能药物进入人体后,可主动搜索并攻击癌细胞或修补损伤组织;在人工器官外面涂上纳米粒子可预防移植后的排

斥反应;研究耐用的与人体友好的人工组织、器官复明和复聪器件;疾病早期诊断的纳米传感器系统。

5、生物技术

在纳米尺度上按照预定的对称性和排列制备具有生物活性的蛋白质、核糖核酸等,在纳米材料和器件中植入生物材料使其兼具生物功能和其他功能,生物仿生化学药品和生物可降解材料,动植物的基因改善和治疗,测定DNA的基因芯片等。

6、航天和航空

纳米器件在航空航天领域的应用,不仅能够增加有效载荷,更重要的是使耗能指标成指数倍的降低。这方面的研究内容还包括:研制低能耗、抗辐照、高性能计算机;微型航天器用纳米集成的测试、控制电子设备;抗热障、耐磨损的纳米结构涂层材料。

7、国家安全

由于纳米技术对经济社会的广泛渗透性,拥有纳米技术知识产权和广泛应用这些技术的国家,将在国家经济安全和国防安全方面处于有利地位。通过先进的纳米电子器件在信息控制方面的应用,将使军队在预警、导弹拦截等领域快速反应;通过纳米机械学,微小机器人的应用,将提高部队的灵活性和增加战斗的有效性;用纳米和微米机械设备控制,国家核防卫系统的性能将大幅度提高;通过纳米材料技术的应用,可使武器装备的耐腐蚀、吸波性和隐蔽性大大提高,可用于舰船、潜艇和战斗机等。

第二节 纳米材料及特性

一、纳米材料定义

纳米材料是指由无数超微粒子组成的聚合物,可分为三类:一是纳米微粒,指晶粒尺度为 1—100 纳米的超微粒子;二是纳米固体,是由大量超微粒子在保持新鲜表面的情况下,经过加压成型而获得的固体材料;三是纳米薄膜,是直接依靠成膜机制,由在固体表面形成的纳米晶粒组成的膜层。纳米材料具有许多不同于晶态和非晶态材料的崭新物理、力学和化学性质,如高热膨胀率、高强度、高硬度和高韧性等。可用作高密度信息处理材料、化学反应中的催化剂,也可用于控制生物反应、制备高效电子元件等。

最早使用纳米颗粒制备三维块状材料的是德国萨尔兰大学的格来特(Gleiter)教授,他于 1984 年用惰性气体蒸发、原位加压法制备了具有清洁表面界面的纳米晶钽、铜、铁等。1987 年美国阿贡试验室的塞基尔(Siegel)博士用类似方法制得了纳米陶瓷二氧化钛多晶体。1990 年 7 月在美国召开的第一届国际纳米科学技术会议,正式宣布纳米材料科学为材料科学的一个新分支。

纳米材料与普通的金属、陶瓷以及其它固体材料都是由同样的原子组成,只不过这些原子排列成了纳米级的原子团,成为组成这些新材料的结构粒子或结构单元。其常规纳米材料中的基本颗粒直径不到 100 nm,包含的

原子不到几万个。一个直径为 3 nm 的原子团包含大约 900 个原子。在纳米材料中,纳米晶粒和由此而产生的高浓度晶界是它的两个重要特征。纳米晶粒中的原子排列已不能处理成无限长程有序,通常大晶体的连续能带分裂成接近分子轨道的能级,高浓度晶界及晶界原子的特殊结构导致材料的力学性能、磁性、介电性、超导性、光学乃至热力学性能的改变。

纳米材料研究是目前材料科学研究的一个热点,其相应发展起来的纳米技术被公认为是 21 世纪最具有前途的科研领域。

二、纳米材料的特性

1、纳米材料的表面效应

一个粒径为 100nm 的颗粒其表面原子数约占总原子数的 2%,粒径为 10nm 时,约占 20%,而当粒径降到 1nm 时,表面原子数比例达到 90% 以上,原子几乎全部集中到纳米粒子的表面。

纳米材料的表面效应是指纳米粒子的表面原子数与总原子数之比随粒径的变小而急剧增大后所引起的性质上的变化。纳米粒子的表面原子所处的晶体场环境及结合能与内部原子有所不同,存在许多悬空键,具有不饱和性能,极易与其它原子结合而趋于稳定,因而表现出高的化学活性。

2、纳米材料的体积效应

由于纳米粒子体积小,所包含的原子数很少,相应

的质量极小。因此,许多现象就不能用通常有无限个原子的块状物质的性质加以说明,这种特殊的现象通常称之为体积效应。由于体积效应,材料的费米能级随着纳米粒子的直径减小,能级间隔增大,电子移动困难,电阻率增大,从而使能隙变宽,金属导体将变为绝缘体。由于纳米粒子细化,晶界数量大幅度的增加,可使材料的强度、韧性和超塑性大为提高。其结构颗粒对光,机械应力和电的反应完全不同于微米或毫米级的结构颗粒,使得纳米材料在宏观上显示出许多奇妙的特性。例如:纳米相铜强度比普通铜高5倍,纳米相陶瓷是摔不碎的,这与大颗粒组成的普通陶瓷完全不一样。纳米材料从根本上改变了材料的结构,可望得到诸如高强度金属和合金、塑性陶瓷、金属间化合物以及性能特异的原子规模复合材料等新一代材料,为克服材料科学研究领域中长期未能解决的问题开拓了新的途径。

3、纳米材料的量子尺寸效应

当纳米粒子的尺寸下降到某一值时,金属粒子费米面附近电子能级由准连续变为离散能级,并且纳米半导体微粒存在不连续的最高被占据的分子轨道能级和最低未被占据的分子轨道能级,使得能隙变宽的现象,被称为纳米材料的量子尺寸效应。在纳米粒子中处于分立的量子化能级中的电子的波动性带来了纳米粒子的一系列特殊性质,如高的光学非线性,特异的催化和光催化性质等。当纳米粒子的尺寸与光波波长、德布罗意波长、超导态的相干长度或与磁场穿透深度相当或更小时,晶体周

期性边界条件将被破坏,非晶态纳米微粒的颗粒表面层附近的原子密度减小,导致声、光、电、磁、热力学等特性出现异常。如光吸收显著增加,超导相向正常相转变,金属熔点降低,增强微波吸收等。利用等离子共振频移随颗粒尺寸变化的性质,可以改变颗粒尺寸,控制吸收边的位移,制造具有一定频宽的微波吸收纳米材料,用于电磁波屏蔽、隐型飞机等。

三、纳米材料制备

1、纳米粉体材料

纳米粉体材料包括金属粉体(Al、Fe、Co、Ni、Cu、W、Ta、Pd、Au、Ag等)、氧化物粉体(TiO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 Y_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SnO_2 等)、纳米硅基粉体材料(Si 、 SiC 、 Si_3N_4 、 SiO_2 、 $\text{Si}/\text{N}/\text{C}$ 等),金属纳米粉体、超硬纳米复合粉体($\text{WC}-\text{Co}$ 、 $\text{TiC}-\text{Co}$ 、 $\text{TiN}-\text{TiC}$ 、 BC 、 BN 及金刚石粉等)。其制备方法主要有溅射、低压气体蒸发、活性氢-熔融金属反应、电弧蒸发、球磨、爆炸、化学合成、溶胶-凝胶、表面化学修饰等。

2、纳米陶瓷、纳米金属间化合物

纳米电子陶瓷(压敏电阻、非线性电阻、纳米陶瓷电容和热敏陶瓷)、纳米复合陶瓷(氧化锆和氧化铝纳米复合陶瓷、碳化硅和氮化硅纳米复合陶瓷等)、纳米金属间化合物($\text{Fe}-\text{B}$ 、 $\text{W}-\text{C}$ 、 $\text{Nb}-\text{Al}$ 等)主要通过静态烧结、烧结-锻压和高能球磨等方法制备。

3、纳米工程塑料

纳米粉体、纳米纤维和纳米管强化的纳米工程塑料、蒙脱土强化的纳米工程塑料以及既透明又导电的塑料、既透明又有磁性的塑料等主要通过纳米填料填充聚合物、纳米无机颗粒与聚合物材料的熔融插层或单体插层聚合等方法制备。

4、纳米薄膜材料

金属、氧化物、无机化合物、有机化合物都可以制备成为不同形式的纳米薄膜。其主要的制备方法包括化学气相沉积、物理气相沉积、溶胶-凝胶、电沉积、化学组装、气相涂覆等。

5、纳米线与纳米管

刻蚀法和模板合成法是制备纳米线的主要方法，而催化合成法、电弧法、化学气相法和模板合成法可用来制备纳米管。

第三节 纳米科技的发展及影响

一、新工业革命的主导技术之一

美国和欧洲普遍认为纳米技术将引发 21 世纪新的工业革命，是 21 世纪的主导技术之一。著名的诺贝尔奖获得者罗雷尔教授说：“如果说 70 年代重视微米技术的国家现在已成为发达国家，那么从现在开始重视纳米技术的国家，有可能成为 21 世纪的先进国家”。IBM 公司前首席科学家埃马窗认为：70 年代微米技术引发了新的

信息革命,纳米技术很可能成为新信息革命的核心。美国政府和国会的重要文件中,多次把信息技术、生物技术和纳米技术并列称之为 21 世纪工业革命的主导技术。1998 年 3 月,美国总统科技助理尼尔·林(NEAL LANE)在回答国会提问时曾经说,纳米技术对各个领域的影响很可能超过计算机,成为 21 世纪的主导技术之一。事实证明,纳米技术向信息、生物医药、能源和环境、航空航天、海洋和先进制造技术等高科技领域渗透已崭露头角,纳米技术向国防领域的全方位渗透已初见成效,纳米技术向传统产业的交叉融合已显示出巨大的潜力。

二、纳米技术将促进高技术产业发展

21 世纪,高科技产业如信息、生物技术、资源环境、新型能源、宇航、海洋和新材料等领域都面临着新的挑战。纳米技术的切入,使这些高科技领域的发展出现新的机遇,纳米技术在信息传输、存储和提取等方面的应用蕴藏着巨大的潜力,以纳米阵列体系为基础的量子磁盘,存储量可相当于现在磁盘的百万倍。利用现代的纳米技术制备的超高密度存储元器件,可以将美国国会所有的信息存储在只有方糖大小的体积内。利用纳米技术可以将动态随机存储器和电脑 CPU 缩小到 70nm,晶体管的尺寸为 100 - 200nm,未来计算机总体尺寸缩小到几个厘米见方,这无疑把信息技术推向了一个新的高度。纳米技术在高效缓释靶向药物制备方面蕴藏着巨大的潜力,纳米生物导弹和纳米机器人通过血管传输已在实验室获得成

功,带有针尖的光纤与纳米二氧化钛联接,利用纳米光催化效应,可以捕杀肿瘤细胞。纳米阵列体系(二氧化钛、钛酸铅镧以及铜、硒等)可以使太阳能转化为电能的效率高达 25% 以上。利用纳米技术制备的燃料电池和锂电池,大大提高了可充电电池的使用寿命,纳米技术在氢能源的利用上带来了新的曙光。纳米技术对氮氧化物的降解和污水中有机物的降解都显示出巨大的威力。航天飞行器采用轻质高强纳米材料和相应的纳米技术,大大减轻了航天器的重量,节省了资源,增加燃料的携带量,使人造卫星和其它航天器的寿命提高几倍。美国正制定 20 年的研究计划,采用轻质高强纳米材料和纳米技术,代替现在汽车的金属材料,使其重量降低 40%,汽油消耗降低一半,减少二氧化碳的排放 50%。

三、纳米技术为传统产业提升提供技术保障

纳米技术在传统产业的改造提升,增加高科技含量,提高产品的竞争力方面,正在发挥巨大的作用。纳米改性的金属陶瓷、塑料和橡胶,强度和韧性可以同步提高,冲动性能和抗热震性均提高一倍到几倍。纳米材料和技术在精细化工如导电和绝缘浆料、陶瓷釉料和搪瓷涂层等方面的应用,不但节省原材料,综合性能均有所提高。纳米材料和技术为设计新型功能涂层(防静电、防辐射、紫外屏蔽、热障等)和功能塑料、功能纤维(杀菌、自清洁、阻燃和红外吸收)等新型产业链的形成奠定了基础,不但扩大了产品的品种,提高了产品的质量,而且有益于人们

的健康,提高生活质量。纳米催化剂和纳米催化技术在石油化工等方面有广泛的应用前景。纳米材料和技术已开始在家用电器产业上获得了成功应用。纳米技术注入到传统产业,增强了传统产业的活力,前途方兴未艾。

四、纳米技术为国民经济发展提供了新机遇

我国制定的改革开放战略,已实现了经济的显著发展。在 21 世纪这个充满挑战和机遇的时代,如果我们能够审时度势,抓住机遇,在若干领域实现跨跃式发展,对我国的强国富民十分关键。当前以纳米技术、信息技术和生物技术为核心的新的工业革命悄然兴起,各国几乎站在同一起跑线上,在这技术更新转折的关键时期,为我国若干领域实现跨跃式发展提供了极好的机遇。通过纳米技术和其它高技术、传统技术相结合,将对我国国民经济的发展做出巨大的贡献。

五、纳米技术在国内的研究状况

纳米技术在发达国家已获得了广泛重视,并建立了专门的机构进行系统研究,如美国最早成立了纳米研究中心,日本文教科部把纳米技术列为材料科学的四大重点研究开发项目之一。在国内,许多科研院所、高等院校也组织科研力量,开展纳米技术的研究工作,并取得了具有国际水平的研究成果。中国科学院从事化学、物理、材料研究的相关研究所先后在纳米碳管的合成与特性研究、纳米金属的制备与超塑性、纳米陶瓷材料、纳米自组

装体系、纳米粉体与纳米线制备、纳米润滑防护材料、纳米双亲双疏纤维织物、纳米无机-聚合物复合体系、催化热解法和爆炸法制纳米金刚石等领域取得了良好进展。国内多所高校在氮化镓纳米棒的制备、纳米粉体的规模合成、纳米组装体系、纳米复合材料等领域也获得了令人瞩目的成果。中国科学院已经成立了纳米科技研究发展中心,清华大学、北京大学等许多高校也已成立了纳米研究机构,国家也正在酝酿成立若干纳米科技中心。这些研究机构的建立将为我国纳米科技及纳米产业的发展奠定坚实的基础。

主要参考文献

1. 张立德,牟季美著. 纳米材料和纳米结构. 科学出版社
2. 中国科学院 2001《科学发展报告》. 科学出版社. 2001

后 记

面对当今世界高新技术的迅猛发展,新领域、新知识、新技术、新名词令人目不暇接,为了普及、推介高新技术的相关基础知识,配合“西部大开发”战略的实施。甘肃省科技厅决定,组织省内有关专家、学者编写一本简明、通俗、实用、适用的高新技术知识读物。经科技厅厅长刘长缨同志的创意和策划,并听取有关方面专家的意见,确定这本读物在普及现代高新技术的新进展、新知识的同时,侧重介绍高新技术对于传统产业的改造升级和对经济的促进引导作用,以便读者不但能增长现代高新技术的最新知识,也能在更新观念、拓宽思路、指导工作等方面有所裨益。本书基本框架确定后,即行组织有关人员进行撰稿、审稿、改稿、统稿、定稿等工作。经过各方面和各位专家的努力,《简明高新技术知识》终于与广大读者见面了。

在书稿的编写过程中,遇到了几个颇费思索的问题。第一,高新技术领域的创新性、前瞻性、动态性很强,诠释各异、论点多样的情况较多,有些方面尚无定论,因此,既要比较准确地介绍给读者,又能为学术界所认可,确有一定的难度。第二,高新技术覆盖面大、涉及面广,如何从整体上把握高新技术发展链条和脉络,勾玄扼要、彰明因

果、剔粗求精、弃繁删虚,也有相当的难度。第三,撰稿工作由多位专家分头进行,阐述的深度与广度、概念的内涵与外延、文字风格与论述方式不尽相同,要做到兼容并蓄和相对一致,是后期加工处理中遇到的主要困难。

经过反复比较和权衡,在统稿的过程中,采取了比较务实的处理办法,在重点介绍系统的、公认的知识的同时,对有争议和有待商榷的问题,尽可能多的进行文献调研,选择有代表性的,或者经过推敲核实,认定其中一种介绍给读者。在章节安排与取舍上,基本遵循现代高新技术体系结构,对于与西部工作实际距离较远的海洋技术和空间技术,仅在概述中予以介绍。增加了利用高新技术改造传统产业和技术创新的内容。在尊重科学性、系统性的前提下,注意文字的通俗性和可读性。同时,为尊重撰稿人的劳动成果,尽可能保留不同作者的文字风格。

本书的编写得到了各有关单位与专家学者的通力合作与支持,中共甘肃省委书记宋照肃同志欣然为本书撰写了序言。本书由甘肃省科技厅厅长刘长缨同志任主编,各章节的初稿由孙还坚(第一章)、花天崇(第二章)、王锐和李红玉(第三章)、刘维民(第四章)、王爱晴(第五章)、李有堂(第六章)、黄高宝(第七章)、赵健雄和刘国栋(第八章)、喜文华(第九章)、张明泉(第十章)、张仁德(第十一章)编写。魏庆同、张问骅、金祖荫、李发伸、薛群基、陈剑虹、周文麟、葛宝丰、张伯崇、魏一康、邱榕初、刘长缨等专家对初稿相应各章进行审稿工作。孙还坚、花天崇

同志对书稿进行了初步的修改和文字润色。最后由刘长缨主编对全书进行统稿和定稿。王晓光、杜英、师刚等同志参与了编辑工作。在此一并表示感谢。

作为一本普及性的读本，由于时间和编辑水平所限，在章节衔接、内容安排、文字表述等方面错讹和缺漏难免，我们真诚地欢迎专家学者和广大读者提出您的建议和宝贵意见。

编者

2002年11月