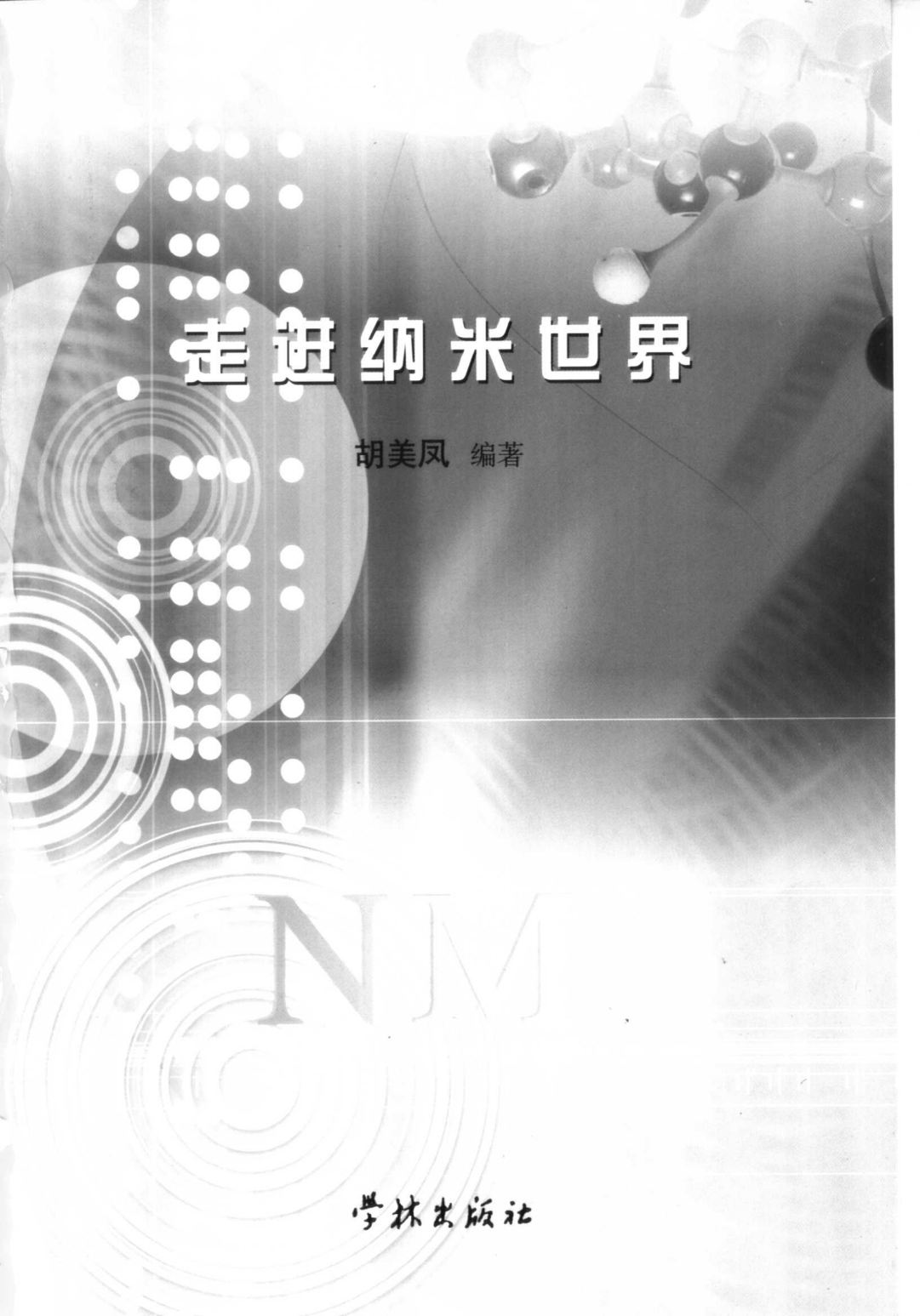


# 走进纳米世界

胡美凤  
编著

NM

学林出版社



# 走进纳米世界

胡美凤 编著

学林出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

走进纳米世界/胡美凤编著. —上海:学林出版社,  
2003.1

ISBN 7-80668-402-6

I. 走... II. 胡... III. 纳米材料—普及读物  
IV. TB383-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 082372 号

## 走进纳米世界



作 者—— 胡美凤  
特约编辑—— 江 云  
责任编辑—— 曹坚平  
封面设计—— 禾龙印务  
出 版—— 学林出版社(上海钦州南路81号3楼)  
电话: 64515005 传真: 64515005  
发 行—— 新华书店上海发行所  
学林图书发行部(钦州南路 81 号 1 楼)  
电话: 64515012 传真: 64844088  
印 刷—— 上海师范大学印刷厂  
开 本—— 850 × 1168 1/32  
印 张—— 4  
字 数—— 10 万  
版 次—— 2003 年 1 月第 1 版  
2003 年 1 月第 1 次印刷  
印 数—— 2000 册  
书 号—— ISBN 7-80668-402-6/G·152  
定 价—— 12.00 元

谨以此书献给我的家人以及给予我  
支持的老师和朋友！

## 序

纳米技术是一个覆盖面极广而又多学科交叉的领域,近年来在全世界范围得到飞速发展。美国 IWGN 研究报告指出:“纳米技术的研究目前已到达一个高度竞争和具有很大推动力的水平,有着不平常的高度和波及各方面的挑战;所有科技部门都必须明确地知道纳米技术的作用和贡献;向纳米技术的研究开发所作的投资对社会的回报将是巨大的,而且有战略上的重要性。”对于纳米技术,美国政府指出:“如所周知,集成电路的发现创造了‘硅时代’和‘信息时代’,而纳米技术在总体上对社会的冲击将远比硅集成电路大得多,因为它不仅在电子学方面,还可以用到其他很多方面。有效的产品性能改进和制造业方面的进展,将在 21 世纪带领诸多产业革命。”

2000 年 1 月美国前总统克林顿在加州理工大学宣布了美国的“国家纳米技术倡议”(NNI)之后,纳米技术成为了全球关注的热点,许多国家和政府均将纳米技术纳入国家发展规划,如美国的 NNI 计划,日本的“2001-2005 年的科技发展基本计划”,韩国的“2002-2006 科技发展基本计划”,澳大利亚的“国家竞争力计划”等。我国对于纳米技术的研究与发展也十分重视,国家自然科学基金委员会于 2002 年启动了纳米科技基础研究重大计划,863 计划中设置了纳米材料与微电机系统重大专项,

973计划中设立了4个纳米科技项目，中科院知识创新工程中设立了2个纳米科技重大项目，而国家科技攻关计划中也设置了纳米材料应用研究及产业化开发项目。随着纳米技术的不断成熟和发展，纳米技术正以极其迅猛的速度，在生物与医药、环境与能源、电子与计算机、国防与航天等领域得到广泛的应用。据估计，2006年以后纳米技术将带来巨大的经济效益，2015年纳米技术和产品每年的市场总额将达到1.5万亿美元。纳米技术将彻底改变目前的产业结构，有着不可限量的潜力，正孕育着新的科学技术时代和产业革命的到来。

基于作者对纳米技术的认识和理解，本书通过深入浅出的文字，较为全面地介绍了纳米技术的发展、应用和最新成果，描述了纳米技术对未来社会发展及人类进步的影响。本书素材翔实、内容丰富、语言浅显易懂，为普通读者认识纳米技术提供了一条有效途径，也将为人们正确认识纳米技术起到积极作用。



## 前 言

20世纪进入90年代以来,世界上有两大经济现象引起了人们的普遍关注:一是美国经济超常规地发展,二是亚洲一些国家自1997年开始相继遭受严重的金融和经济危机。形成这类经济现象的原因固然是多方面的,但人们已经越来越清醒地看到,世界经济的确发生了重大变化,表现出一些新的趋势和特点,最突出的是科学技术的迅猛发展及其对人类生产和生活所带来的深刻影响。一场全球性的科技革命自然而然地带动了一场全球性的产业革命,使得世界经济格局进入加速重组之中。全球性的科技革命使世界变成地球村。

我们的生活正在被新兴的科学技术所改变着,而纳米技术将更为深刻地为未来生活展现崭新的前景。

你能想像一台机器,小如一粒尘埃,里面却装有上千个部件吗?在这个微小的世界中,纳米所展现的自然过程和新技术特点,它将使传统意义上的机器看起来像石器时代遗留下来的产物。

你可以想像21世纪10年后某个清晨的生活情景,你从梦中醒来,穿上安全舒适的纳米抗菌衣,走进采用纳米抗菌卫生陶瓷的卫生间,将昨夜换下的衣服扔进纳米洗衣机;而后,把带有纳米颗粒的防菌防蛀牙膏挤在牙刷上。梳洗完毕,你可以选一条有斜纹的蓝色领带,这根领

带看上去很普通，却是用纳米材料做的，领带表面经过物理、化学处理后，有很强的自洁能力，并且不沾水、不沾油。

你想像一家人坐上用纳米材料做成的汽车，汽车中装有可探测有毒的二氧化氮( $\text{NO}_2$ )和氨气( $\text{NH}_3$ )的纳米鼻先进环保检测仪，纳米鼻它不仅能充当电子鼻、人工眼，而且还能为安全的行径指明方向，因为车上还装有纳米机器人，它能最先知道前进路上的障碍，从而让你避免事故的发生。

你还能想像，当你走进纳米材料建筑的高楼大厦，因为这种纳米建筑材料比普通材料，不仅具有抗菌、阻燃、防尘、防静电的作用，而且更坚固、更具有韧性、抗击性。假如发生地震，它具有很好的防震作用，虽然左右剧烈摇摆，但却不会倒塌。

晚上，你来到厨房间。那儿有纳米冰箱、纳米脱排油烟机、纳米炉灶、纳米微波炉，当你从纳米冰箱中取出用纳米生物工程和化学工程合成的“食品”时，你会发现晚餐的丰富性超出了你的想像。

这些食品，能令女士皮肤更细腻、更光滑，更美丽而动人。

能令男士，精力充沛，健康强壮。

纳米医学能够延长生命。旧细胞死亡时，可以通过纳米技术一个分子一个分子地制造新细胞。那时，因为长寿，我们开始关心向太空移民的话题。因为，地球已经太拥挤了。

假如你是学生，你不必背着沉甸甸的书包上学，只有

尘埃或沙粒那么大的分子芯片，制成计算机后可以编织到衣服里，你只要穿上这种校服，就能轻松愉快地上学了。

夜色中，你打开量子计算机，上网的速度在几秒中就能呈现出来。量子磁盘储藏功能相当大。那时，单电子晶体也已问世，微型电脑在孩子的手掌中被用来完成回家作业。

假如你是一个商人，你该计算一下5年后、10年后、15年后、20年后，纳米技术进步的商业化时间表，它将给你带来巨大的财富效应。

纳米技术——商业机会。

从蒸汽机时代到电气时代，从电气时代到微电子时代。而今我们将迎来一个新的时代。在那里，我们可以拥有比微电子更广泛的应用成果，而它也将形成比微电子更巨大的经济冲击。这就是即将到来的纳米时代。

## 目 录

### 前 言

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>第一章 纳米技术介绍</b> .....      | 1  |
| <b>第一节 纳米和纳米技术</b> .....     | 1  |
| 一、纳米.....                    | 1  |
| 二、纳米技术.....                  | 1  |
| <b>第二节 纳米技术的影响与发展</b> .....  | 3  |
| 一、纳米技术的影响.....               | 3  |
| 二、纳米技术的发展.....               | 4  |
| <b>第三节 纳米材料</b> .....        | 8  |
| 一、世界上第一块纳米材料.....            | 8  |
| 二、“由上至下”与“由下至上”的概念解释.....    | 9  |
| <b>第四节 纳米材料的基本物理效性</b> ..... | 12 |
| 一、量子尺寸效应.....                | 12 |
| 二、小尺寸效应.....                 | 13 |
| 三、表面和界面效应.....               | 13 |
| 四、宏观量子隧道效应.....              | 14 |
| <b>第二章 纳米技术应用介绍</b> .....    | 15 |
| <b>第一节 纳米技术的内在价值</b> .....   | 15 |
| 一、纳米科学和纳米技术.....             | 15 |
| 二、纳米技术的特殊性.....              | 17 |
| 三、“Lego 砖块”游戏和拳击手套.....      | 18 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 四、科学和技术的融合·····          | 20 |
| 五、创新·····                | 21 |
| 第二节 纳米材料的主要应用领域·····     | 23 |
| 一、陶瓷增韧·····              | 23 |
| 二、磁性材料·····              | 23 |
| 三、纳米微粒的活性及其在催化方面的应用····· | 23 |
| 四、光学应用·····              | 24 |
| 五、在生物和医药上的应用·····        | 24 |
| 六、在其他方面的应用·····          | 24 |
| 第三节 纳米技术研究的机构·····       | 25 |
| 一、纳米技术研究的三个阶段·····       | 25 |
| 二、中国纳米技术基础研究情况·····      | 26 |
| 第四节 纳米技术的未来发展·····       | 29 |
| 一、特点·····                | 29 |
| 二、纳米技术的发展趋势·····         | 30 |
| 第三章 中国纳米技术运用开发情况·····    | 31 |
| 第一节 中国纳米技术运用开发情况·····    | 31 |
| 一、纳米金属材料·····            | 32 |
| 二、碳纳米管·····              | 33 |
| 三、纳米氧化锌·····             | 34 |
| 四、家用电器·····              | 35 |
| 五、目前与纳米相关的上市公司的基本情况····· | 36 |
| 第二节 产品形成系列应用前景广泛·····    | 37 |
| 一、橡胶行业·····              | 37 |
| 二、纳米颜料·····              | 37 |
| 三、塑料·····                | 37 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 四、涂料·····                       | 38 |
| 五、陶瓷·····                       | 38 |
| 六、密封、粘结剂等行业中的应用·····            | 38 |
| 七、纳米硅基氧化物·····                  | 39 |
| <b>第三节 中国纳米技术研究和发展的现状</b> ····· | 39 |
| 一、中国纳米技术研究和发展的过程中存在的困难·····     | 39 |
| 二、阻碍中国传统产业运用纳米技术的原因·····        | 43 |
| <b>第四章 国内外纳米科技成果</b> ·····      | 48 |
| <b>第一节 纳米电子学</b> ·····          | 48 |
| 一、量子计算机·····                    | 48 |
| 二、分子开关·····                     | 49 |
| 三、纳米电路·····                     | 50 |
| 四、室温下移动单个原子·····                | 50 |
| 五、量子磁盘·····                     | 51 |
| 六、单电子晶体管·····                   | 51 |
| 七、纳米电容器·····                    | 52 |
| <b>第二节 纳米机械学</b> ·····          | 52 |
| 一、分子齿轮·····                     | 52 |
| 二、分子马达·····                     | 53 |
| 三、纳米光刻机·····                    | 54 |
| 四、纳米秤·····                      | 54 |
| 五、纳米镊子·····                     | 55 |
| 六、纳米激光器·····                    | 55 |
| 七、纳米机器·····                     | 56 |
| <b>第三节 纳米生物学和医学</b> ·····       | 58 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 一、纳米医学·····                       | 58        |
| 二、纳米抗菌卫生陶瓷·····                   | 59        |
| 三、微型传感器·····                      | 60        |
| 四、纳米鼻·····                        | 60        |
| 五、纳米硒·····                        | 61        |
| <b>第四节 纳米材料学·····</b>             | <b>61</b> |
| 一、纳米电缆·····                       | 61        |
| 二、纳米晶铜·····                       | 62        |
| 三、纳米二氧化硅·····                     | 62        |
| 四、纳米碳酸钙·····                      | 63        |
| 五、纳米磁性材料·····                     | 64        |
| 六、纳米复合钢·····                      | 64        |
| <b>第五章 发达国家纳米技术研究新动向·····</b>     | <b>65</b> |
| <b>第一节 纳米技术在信息通讯领域里的应用·····</b>   | <b>65</b> |
| 一、信息通讯概述·····                     | 65        |
| 二、数据处理——半导体工业·····                | 66        |
| 三、数据存储——硬盘驱动技术·····               | 68        |
| 四、数据传递——光子装置·····                 | 72        |
| 五、纳米技术在信息通讯领域的商业化时间表·····         | 74        |
| <b>第二节 纳米技术在健康生命科学领域的应用·····</b>  | <b>75</b> |
| 一、健康生命科学的概述·····                  | 75        |
| 二、组织结构物质、生物共存物质和移植，心血管应用·····     | 76        |
| 三、组织工程学·····                      | 78        |
| 四、生物医药研究和治疗学，人类基因工程，量子点及生物关系····· | 80        |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 五、药物体内传输·····                      | 80  |
| 六、诊断·····                          | 83  |
| 七、纳米技术在健康生命科学领域的商业化时<br>间表·····    | 84  |
| <b>第三节 纳米技术在能源和环境技术领域的应用</b> ····· | 85  |
| 一、能源环境技术概述·····                    | 85  |
| 二、太阳能和光电技术·····                    | 86  |
| 三、燃料和燃料添加剂·····                    | 87  |
| 四、电池技术·····                        | 90  |
| 五、电容器·····                         | 93  |
| 六、“活泼”物质·····                      | 94  |
| 七、电子铬化物·····                       | 95  |
| 八、纳米技术在能源和环境技术领域的商业化<br>时间表·····   | 96  |
| <b>第六章 纳米技术应用展望</b> ·····          | 98  |
| <b>第一节 纳米科技应用领域</b> ·····          | 98  |
| 一、纳米技术对材料与制造的影响·····               | 98  |
| 二、纳米技术对电子学和计算机的影响·····             | 99  |
| 三、纳米技术对医学与健康的影响·····               | 99  |
| 四、纳米技术对环境与能源的影响·····               | 99  |
| 五、纳米技术对生物学和农业的影响·····              | 100 |
| 六、纳米技术对国家安全的影响·····                | 100 |
| <b>第二节 各国研制纳米的战略</b> ·····         | 101 |
| 一、时代背景·····                        | 101 |
| 二、特点·····                          | 101 |
| 三、美、日、德、英政府关注纳米技术的情况·····          | 102 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 四、NNI计划概况·····       | 103 |
| 五、NNI计划的优先领域·····    | 106 |
| 六、纳米技术与开发的关键·····    | 106 |
| 七、NNI计划的财政支持与实施····· | 107 |
| 参考文献·····            | 109 |
| 后 记·····             | 111 |

# 第一章 纳米技术介绍

## 第一节 纳米和纳米技术

### 一、纳米

纳米是一种长度单位,1纳米(nm)等于 $10^{-9}$ 米(1毫米等于 $10^{-3}$ 米,1微米等于 $10^{-6}$ 米),即百万分之一毫米、十亿分之一米。1纳米相当于头发丝直径的八万分之一。

### 二、纳米技术

纳米技术就是在纳米尺度上制造材料和器件的能力,其实质就是在分子水平上一个原子一个原子地制造具有崭新的分子组织的纳米结构的能力。纳米材料研究是目前材料科学研究的一个热点,纳米材料是纳米技术的一个重要方面。

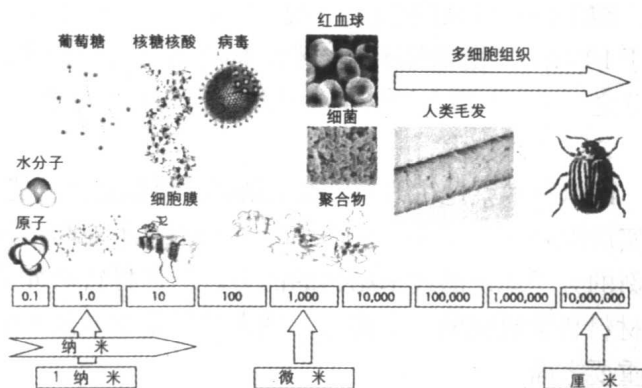
纳米技术内涵宽泛,包括纳米材料、纳米机械、纳米电子学及纳米生物和医药等方面。从材料的角度看,纳米技术包括纳米材料的制备技术,纳米颗粒表面的控制、改性和修饰技术,以及把纳米材料应用到各个领域和各种

产品上的关键技术。

尼米兹号，美国海军服役最长的航空母舰长有 380 米。如果你在该 380 米长度上画段 38 毫米的线条，其比例就如同在剃须刀片的刀锋上画 1 纳米长的线条。

纳米技术包括两部分：纳米科学和纳米工程。前者主要是在纳米级别上研究、了解世界，而后者是在纳米级别上改变世界。

纳米科学发现一个物体结构的物理和化学特性是取决于它的大小。因此就可以操纵一个纳米结构的属性了。纳米技术可以使我们构造任何一个我们想要的物体结构，因为他们的任何属性在构造时已经被确定了。纳米技术只是提供了技术方向，不断地向微型世界发展。



纳米级度量 (引自《纳米技术：商业机会》2001/12)