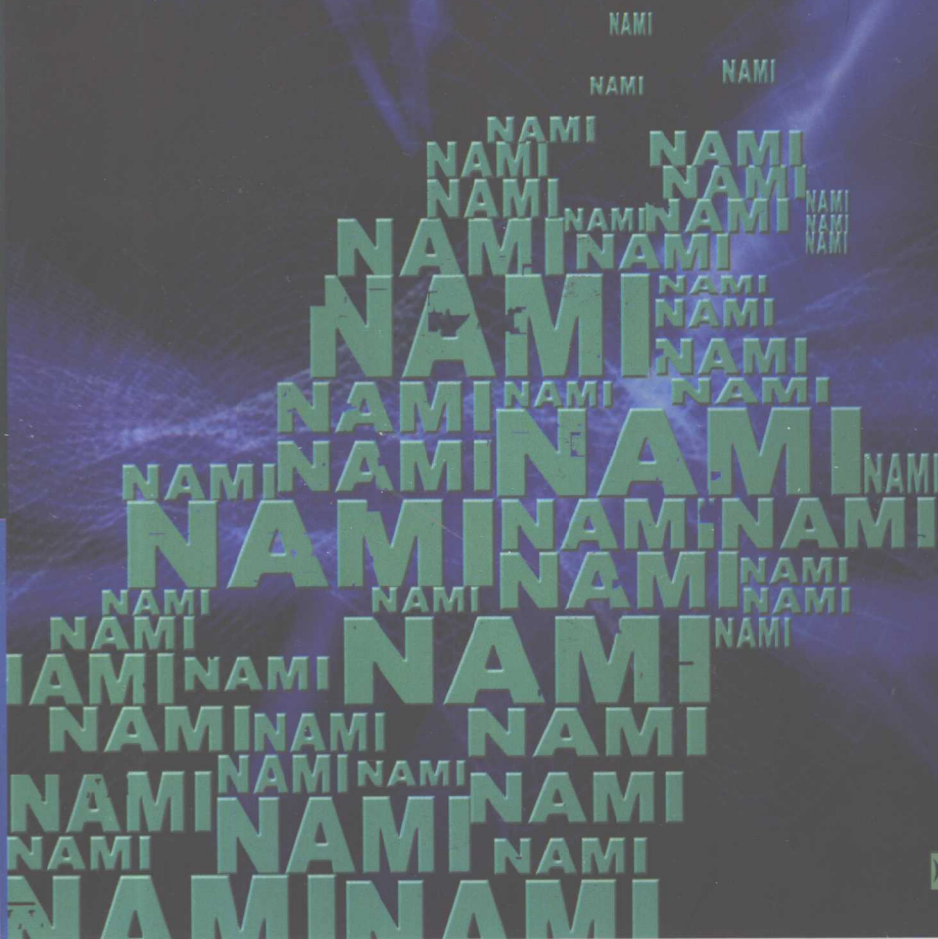


NAMI : KEJI XIN DALU

纳米： 科技新大陆

■ 卢天贶 程龙江 编著

■ 湖南科学技术出版社

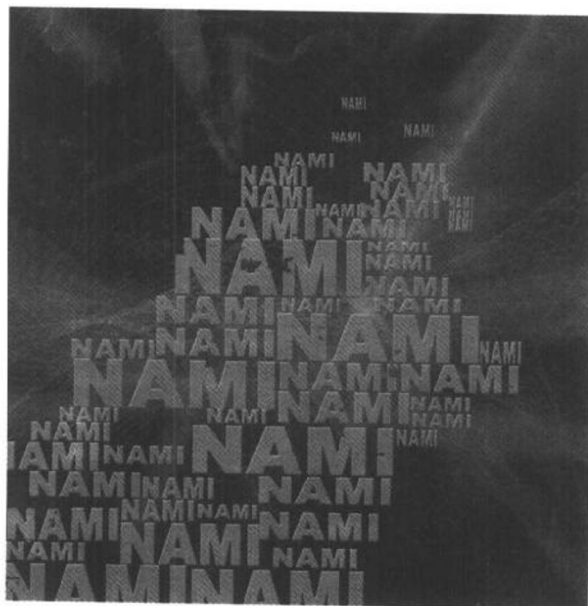


NAMI: KEJI XINDALU

纳米： 科技新大陆

■卢天贶 程龙江 编著

■湖南科学技术出版社



纳米:科技新大陆

编 著:卢天颢 程龙江

责任编辑:郑久平

出版发行:湖南科学技术出版社

社 址:长沙市湘雅路 280 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系:本社直销科 0731-4375808

印 刷:株洲市冶金印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址:株洲市荷塘区大坪路 18 号

邮 编:412000

经 销:湖南省新华书店

出版日期:2002 年 1 月第 1 版第 1 次

开 本:850mm×1168mm 1/32

印 张:7.125

字 数:180000

书 号:ISBN 7-5357-3228-3/N·103

定 价:12.00 元

(版权所有·翻印必究)

“未来的人类,有可能将单个原子作为建筑构件,在最底层空间制造任何东西!”

——物理学诺贝尔奖得主理查德·费曼

“纳米技术为制造在细胞中运转的机器打开了大门。它将使我们把设计好的装置与生命系统融合起来。”

——《科学》杂志资深撰稿人卡洛·蒙马尼奥

“纳米技术是最可能在未来取得突破的科学和工程领域。这项技术并不只是向小型化迈进了一步,而是迈入了一个崭新的微观世界,在这个世界中物质的运动受量子原理的主宰。”

——美国总统科学顾问尼尔·莱恩

“正如 20 世纪 70 年代微电子技术引发了信息革命一样,纳米科学技术将成为 21 世纪信息时代的核心。”

——美国 IBM 公司首席科学家 Amotrong

1.4816/66

目 录

纳米里面乾坤大

第一章 用单个原子制造美好世界…………… (3)

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

□第一节 从科学幻想到现实

□第二节 原子世界奇观

第二章 纳米相材料革命已经来临…………… (9)

纳米相材料的历史始于宇宙大爆炸以后的冷却时期,当时的原始凝聚物质形成了早期星体中的纳米结构。目前这种神奇的材料正向我们走来。

□第一节 纳米材料学:探索材料奇异特性

□第二节 纳米物理学:开发物质潜在信息

□第三节 获得纳米材料的奥秘

□第四节 纳米世界的新客人——“纳米带”

□第五节 来自纳米研究领域的报告

第三章 揭示生物奥秘的纳米生物工程 …………… (55)

纳米技术的发展将使今天的科学幻想成为明天世人普遍接受的实用技术。人们将从分子水平上认识自己,创造并利用纳米生物材料或纳米生命装置来防病治病,改善人类的整个生命系统,最

终实现人类拥有持续的健康。

- ☐第一节 构筑生物的纳米生物材料
- ☐第二节 如梦幻般的纳米医学
- ☐第三节 神奇的纳米生物技术
- ☐第四节 纳米时代的生物物理学展望

纳米,你将为我奉献什么

第四章 奇妙的应用畅想 (71)

纳米材料具有独特的性质,因此可能存在奇妙的应用前景。科学家和工程师们提出了异想天开的可能应用领域。

- ☐第一节 架起太空的云梯
- ☐第二节 妙用纳米电子枪
- ☐第三节 太空“小精灵”——纳米卫星

第五章 硅时代才刚刚开始 (82)

电脑芯片的功能越来越强、速度越来越快、结构越来越复杂、体积越来越小。芯片集成度存在极限吗?

- ☐第一节 电脑速度每年增长一倍
- ☐第二节 芯片存在极限吗
- ☐第三节 纳米正为它加油
- ☐第四节 英特尔下赌注

第六章 高科技新王国——微型工程 (92)

纳米技术为制造能在细胞中运转的超微机器打开了大门,它将使我们把设计好的装置与生命系统融合起来。

- ☐第一节 起死回生的“神医”
- ☐第二节 在血管中游走的机器人

□第三节 真正的纳米机器

眺望纳米级战争

第七章 纳米微粒粉墨登场…………… (101)

纳米微粒这种“超分子”,具备常规材料所不具备的奇异性和反常性。因而它展现了引人注目的应用前景,在军事领域尤为突出,将为兵器隐身技术向全波段、主被动兼容方向发展,提供一个广阔的空间。

□第一节 超微粒传感器

□第二节 新型隐身材料

□第三节 军用纳米登台亮相

第八章 不可思议的纳米武器…………… (109)

纳米技术将是“未来驱动军事作战领域革命”的关键技术。与传统武器相比,纳米武器具有许多不同的特点——

□第一节 小纳米与大革命

□第二节 超微型化的纳米武器

□第三节 高度智能化的纳米武器

第九章 “小妖”战胜“巨魔”…………… (122)

未来战争,由于纳米技术在军事上的广泛应用,很可能会爆发纳米级战争,随之将会出现“小鱼吃大鱼”的怪现象。

□第一节 警惕飞过头顶的“小鸟”

□第二节 与纳米卫星媲美的太空直升机

□第三节 隐蔽战线的昆虫兵

小东西撼动大世界

第十章 纳米技术争霸战愈演愈烈…………… (133)

由于美国制定了“国家纳米技术”战略,世界对这一领域的兴趣也随之提高,异常激烈的争霸战今后将会达到白热化程度。

- ☐第一节 一石激起千层浪
- ☐第二节 发达国家你追我赶
- ☐第三节 开发研究空前活跃
- ☐第四节 纳米技术硕果累累
- ☐第五节 世界关注纳米技术

第十一章 中国,已置身于“硝烟弥漫”的战场…………… (162)

在微米时代我们落后于美日,在纳米时代,我们应在国家层次上确定纳米发展战略,制定我国的纳米科技发展计划。

- ☐第一节 迎接纳米时代的挑战
- ☐第二节 我国纳米成果举世瞩目

第十二章 新世纪纳米技术展望…………… (176)

纳米技术有着不可限量的潜力,它甚至会超过计算机或基因技术,而成为21世纪的决定性技术。

- ☐第一节 应用前景无限
- ☐第二节 10到15年后可实现商业化
- ☐第三节 世界新首富将在纳米技术领域中诞生

第十三章 纳米技术反思…………… (193)

一股前所未有的“纳米热”就这样在全社会兴起。纳米热究竟是好事还是坏事?纳米热中是否有泡沫成分?“纳米时代”是否已经

真正来临了呢？人们不由感到迷惑不解。

□第一节 从“‘纳米’饭,香不?”说起——纳米科普刻不容缓

□第二节 乱贴“纳米标签”——“纳米”热中冷思考

□第三节 一把锋利的双刃剑——纳米技术的深层思考

中国科学院纳米科技项目首席科学家白春礼院士访谈录

纳米科技大事记

纳米里面乾坤大

第一章 用单个原子制造美好世界

如果有一天,可以按照人的意志安排一个个原子,那将会产生怎样的奇迹?随着纳米技术的出现,一个崭新的时代扑面而来。回首已过去的 20 世纪,量子论理论和相对论的创立和发展,DNA 双螺旋结构的建立,信息理论的发展和地球科学对地球内部运动规律认识的深化,以及新的宇宙演化观念的建立,构筑了 20 世纪科学技术发展的坚实基础,这如此深刻的科学技术已给人们带来了前所未有的和丰富多彩的物质财富。但所有这些技术革新,在很大程度上正是靠弄清更加微观的现象和据此发展的操作技术来支撑的。爱因斯坦也曾预言:“未来科学的发展无非是继续向宏观世界和微观世界进军。”

但是,基于宏观的角度,追求更加微观的世界这种传统的技术开发,在很多领域都将碰到极限。据认为在半导体世界,如果没有与传统技术根本不同的新技术的发现,基于传统原理的元件到了 50nm 将达到极限。此外,关于被认为是解决环境能源问题王牌之一的光触媒技术,为了摒弃原有的能源转换系统,必须使其大大提高效率。如果没有与传统技术根本不同的新发现,就无法登上新的台阶。而纳米技术正是发展量子效应(在微观世界中,物质作为波来运动的特性)的人工的独特的结构技术,也就是说,它在本质上一开始就是以量子论支配的世界为前提的,纳米技术有可能引起计算机革命、光革命甚至生物工程革命,是 21 世纪的一项关键技术。

随着人们对纳米技术的探索,它将渗透到几乎所有现代技术领域,如:信息和通信技术、汽车技术、医药技术、生物分析和诊断技术、化学技术、制造和生产技术、环境技术等,这种不可估量的影

响,甚至会改变所有现有技术的面貌,我们的生活方式也正因为用纳米技术创造的美好世界而发生巨大的变革。

第一节 从科学幻想到现实

1959年12月29日,一位被认为是继爱因斯坦之后最伟大又最具争议的理论物理学家理查德·费曼(当时在美国加州理工大学任教授)向同事们提出了一个新的想法。从石器时代开始,人类从磨尖箭头到光刻芯片的所有技术,都与一次性地削去或者融合数以亿计的原子以便把物质做成有用的形态有关。费曼质问道:“为什么我们不可以从另外一个角度出发,从单个的分子甚至原子开始进行组装,以达到我们的要求?”他说:“至少依我看来,物理学的规律不排除一个原子一个原子地制造物品的可能性。”经过他潜心研究,于是在当年的美国物理学会年会上,作了题为《物质底层有大量空间》的演讲,预言:未来的人类,有可能将单个原子作为建筑构件,在最底层空间制造任何东西!

这位美国著名物理学家理查德·费曼首次提出了纳米技术的基本概念,他当时预言,控制物体极细微规模上的排列方式将得到异乎寻常的特性。遗憾的是,当时并没有引起其他科学家的注意,甚至认为他是一派胡言。这正如20世纪最伟大的科学家爱因斯坦的最为知名的狭义相对论,好多年来一直被看做是“象牙塔”假说而无实际意义,直到第一颗原子弹爆炸,它才被人慢慢接受。因此,对于纳米技术的研究未有萌芽,就胎死腹中。直到20世纪70年代中期,一位名不见经传的美国梦想家——埃里克·德雷克斯勒成了纳米技术的真正倡导者。当时德雷克斯勒还是麻省理工学院的大学生,他在读到有关遗传工程中生物学家研究如何控制构成DNA链的分子的内容时受到启发。他想,为什么不能用原子建造无机机器呢?为什么不建造有自行复制能力的机器呢?就像细胞自我分裂、复制一样,一台机器会变成两台,两台变成四台,然后再变成八台……如果给某些无机机器加上这个功能,它们就会成为

超小型机器人,从而带来难以想象的财富。例如,它能给饥饿的人生产无穷数量的食物,为无家可归的人建造无数的房屋;它们还可以在人的血管里游弋并修复细胞,从而可以防止疾病和衰老。有朝一日人类可以彻底轻松一下,而纳米机器人则可以像科幻作家描写的那样承担世界上所有的工作。

当时多数主流科学家还是认为这是天方夜谭。他们几乎没有时间仔细考虑德雷克斯勒的梦想或者为他的噩梦而苦恼。但是控制单个原子的朴素想法使一些研究人员开始了他们的工作。

在加利福尼亚州芒廷维尤艾姆斯研究中心的几间办公室里,一个 47 人研究小组正在默默地创造着未来。如果你问项目负责人阿尔·格洛比领导的小组在干什么,他会滔滔不绝地讲一些“模拟并描述材料和计算机硬件”的设想,并“证实可用程序控制且可以复制的机器模式”。但如果对他的话不完全相信,进一步询问他的长远目标和明白易懂的东西的话,他还会说,其中一个想法是“在非常小的航天器上建造性能优越的计算机”。他的意思是指非常小,或许只有几千个纳米宽。格洛比的想法是,最终设计出一种能够飞到其他星球上从事生产性工作的微型飞船。如果你对他的想法产生怀疑的话,他很快就插话说:“但你不会只发射一个,可以发射几百万个。”似乎这样说可以使他的提议更加合理。

如果不是由于艾姆斯研究中心是送人类登月的美国国家航空航天局的一个分支机构的话,格洛比可能会被人们当做疯子不予理会。这一次美国国家航空航天局正在探索一项与以往不同的新领域:纳米技术。简单地讲,纳米技术是一门用单个原子和分子建造事物的科学,这项技术希望实现的最终目标是微型化。几十年来,科学技术一直进行着“自上而下”的微型化。就是在制造机器设备时,总是把大型材料先小型化成单个可制作的机器零件,然后用它来装配独立的功能的零件或功能单元。最后,再一个一个地装配成整个设备。人们设计的由越来越小的微型芯片驱动的越来越小的机器,里面装满了越来越小的晶体积管。与此相反,纳米技术科学家们相信一种“自下而上”的方法。他们说,以原子和分子

为例,一般可以把它们制成大一些的物体,比如像超强度材料、设计师使用的原料甚至还有微型机器人。纳米技术学家们的想象哪怕仅仅实现一部分,人类的未来就会变得非常富有戏剧性,他们可以使互联网络看起来就像你的有线电视机上多装的一个频道。

曾经被人们认为只是一个幻想的纳米技术已经成为一项严肃的研究活动,不仅在美国国家航空航天局,而且在美国的斯坦福大学和哈佛大学以及德国的汉堡和美因茨大学都设有研究前沿地。日本发起投资两亿美元、长达 10 年的纳米技术研究行动或许最有力证明这门深奥的科学具有实用价值。

1989 年,国际商用机器公司(IBM)的科学家们利用扫描隧道显微镜和类似小镊子的工具移动氩原子,最后把它们拼成了这个公司著名的由三个字母构成的商标。同样是这个实验室又进一步进行了类似的微型建造活动,其中包括把一排铁原子拼成日本汉字中的“原子”二字。从此时起,科学界兴起了一股纳米技术热浪,几乎在当代科技的全部分支里都融合了纳米技术。因为纳米技术使人们认识事物深入到原子世界,从一开始就以原子这一微观平台为起点,从量子理论来研究,在纳米世界里的材料的确有奇异特性。将这些功能特异的新材料添加到产品中,从而使产品表现出意想不到的新性能,而且纳米技术广泛应用于机械、计算机、医学、化工等众多领域,可以使大型机器设备微型化,而且与各学科的融合,出现人类科技的第五次革命。例如,前不久,美国就研制出了一个纳米机器人,机器人有两个用 DNA 制作的手臂,能在固定的位置间旋转。研究人员认为,这一成果预示着,科学家有朝一日能够研制出在纳米级工厂里制造分子的纳米机器人。

第二节 原子世界奇观

纳米(nm)实际上是一种计量单位,1nm 是 1m 的十亿分之一,相当于 10 个氢原子一个挨一个排起来的长度,而人的一根头发丝的直径相当于 6 万个纳米。而纳米技术则是指在纳米尺寸范围

内,通过直接操纵单个原子、分子来组装和制造具有特定功能的新物质。当物质颗粒小于纳米量级后,这种物质就可被称为纳米材料。神奇的是,同一种物质因为构造上以纳米为单位的变化,其物理性能与化学性质便会产生意想不到的巨变。包括从前我们认为永远是正确的自然规律和定理。随着科学家的探索和纳米技术的发展,将使人对事物的认识提升到原子层面上。

科学技术有认识上的盲区或人类知识大厦上的裂缝。裂缝的一边是以原子、分子为主体的微观世界,另一边是人类活动的宏观世界。两个世界之间不是直接而简单的联结,存在一个过渡区——纳米世界。

多少年来,科学家们一直关注着苹果下落、皇冠沉浮等宏观物体,深究着分子、原子、电子、夸克等微观领域,恰恰忽略了介于宏观与微观之间的介观——纳米世界。

那是个让人着迷的神奇世界——

铜是良导体,而纳米铜是绝缘体;

硅是半导体,而纳米硅是良导体;

陶瓷是易碎品,而纳米陶瓷材料可在室温下任意弯曲;

纳米磁材料的磁记录密度是普通磁材料的 10 倍;纳米磁碳管的强度是钢的 100 倍……

在纳米世界,人们可以控制材料的基本性质,如熔点、硬度、磁性、电容,甚至颜色,而不改变其化学成分,人们将有更多自由度按自己的意愿,合成具有特殊性能的新材料。

从材料的结构单元层次来说,它介于宏观物质和微观原子、分子的中间领域。在纳米材料中,界面原子占极大比例,而且原子排列互不相同,界面周围的晶格结构互不相关,从而构成与晶态、非晶态均不同的一种新的结构状态。

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度有序,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。纳米相材料跟普通的金属、陶瓷和其他固体材料都是由各自的同样的原子组成,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 100nm,包含的原子不到几万个。一个直径为 3nm 的原子团包含大约 900 个原子,几乎是英文里一个句点的百万分之一,这个比例相当于一条 30 多米长的帆船跟整个地球的赤道周长的比例。

在纳米世界里,人们可以造就出纳米机器人,这些肉眼根本看不到的“新人类”,拥有超微“电脑”控制的灵巧的超微“手指”,可注入人体血管,疏通经脉,清除脂肪,吞噬病毒。

在纳米世界,材料将 10 倍于钢的强度而质量只有其数分之一;美国国会图书馆内有的信息可以压缩在一块方糖那样尺寸的器件中;癌病变只有几个细胞那样大小时就可以探测到。

诺贝尔物理学奖获得者 Horst Störmer 宣称:“纳米技术赋予了我们一种工具,可用它来玩弄自然界的极端——原子和分子。创造新事物的可能性变得无穷无尽。”另一位诺贝尔物理学奖获得者 Richard Smalley 干脆宣告:“纳米技术是建设者最后的边疆。”

如今,人类一边轰轰烈烈地飞入太空,探索火星,一边静悄悄地深入物质内部,在物质微粒间营造出一个崭新的微观王国,总有一天人们将按自己的意愿去制造物质,逐步地揭开原子世界里的一道道奥秘,在此过程,世界并未因此而变小,相反而是变得更加广阔。