

纳米技术 小尺寸大效应

■文 / 张 丽

1959年,著名物理学家、诺贝尔奖获得者理查德·费曼在美国加州理工学院召开的美国物理学会年会上预言:如果人们可以在更小尺度上制备并控制材料的性质,将会打开一个崭新的世界。这一预言被科学界视为纳米材料萌芽的标志。如今纳米技术已经蓬勃的发展起来了。

纳米技术的特点和发展效应

纳米技术就是研究结构尺寸在0.1至100纳米(有些资料为1至100纳米)范围内材料的性质和应用。它的本质是一种可以在分子水平上,一个原子、一个原子地来创造具有全新分子形态的结构的手段,使人类能在原子和分子水平上操纵物质;它的目标是通过在原子、分子水平上控制结构来发现这些特性,学会有效的生产和运用相应的工具,合成这些纳米结构,最终直接以原子和分子来构造具有特定功能的产品。

传统的特性理论和设备操作的模型和材料是基于临界范围普遍大于100纳米的假设,当材料的颗粒缩小到只有几纳米到几十纳米时,材料的性质发生了意想不到的变化。由于组成纳米材料的超微粒尺度,其界面原子数量比例极大,一般占总原子数的40%~50%左右,使材料本身具有宏观量子隧道、表面和界面等效应,从而具有许多与传统材料不同的物理、化学性质,这些性质不能被传统的模式和理论所解释。

另外,纳米技术具有极大的经济效益和社会效益,可以促进信息产业的电子、光电子的继续发展和提高;可以为制造业、国防、航空和环境应用提供更物美价廉的材料;为医疗、医药和农业上加速生物进步都将起到一定的作用。IBM的前首席科学家约翰·阿姆斯特朗在1991年写道:“我相信纳米科学和技术将会是下一个信息时代的中心,就像上世纪70年代的微米引起的革命一样”。

纳米技术的学科领域

纳米技术的发展推动了许多新学科的发展,像纳米材料学、纳米机械学、纳米生物学和纳米药理学、纳米电子学、纳米化学等等,而且仍在不断的扩大。

纳米材料学主要是观测和研究纳米材料所具有的特殊结构,包括表面粗

糙度、表面结构、颗粒大小、缺陷和材料制备的科学。在纳米尺度下,物质中电子的量子力学性质和原子的相互作用将受到尺度大小的影响,从而使其具有许多与传统材料不同的物理、化学性质。科学实验证明:一克具有纳米尺寸的微粒,其表面积可达几万平方米,由于表面积增大,活性就增强,五颜六色的金属,由于吸光能力增加而一律变成黑体,熔点也随之降低。而且纳米铁材料的断裂应力比常规材料高12倍;气体通过纳米材料的扩散速度比一般材料快几千倍;纳米铜材料比常规铜材料的热扩散增强了近一倍。绝缘的二氧化硅、晶体等,在20纳米就开始导电成为导体。正由于纳米材料这些奇特的力、电、光、磁、吸收、催化、敏感等性能而使之具有广泛而诱人的应用前景。如能控制纳米尺度的结构,就可



政府的结论是：集成电路的发现创造了“硅时代”和“信息时代”，而纳米技术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。有效的产生性能改进和制造业方面的进展，将在21世纪推动产业革命。

日本也早在上世纪80年代初就以巨资投入纳米技术研究，制定了庞大的国家计划，从1991年起实施一项为期10年、耗资2.25亿美元的纳米技术研究开发计划。日本制订的关于先进技术开发研究规划中有12个项目与纳米技术有关。德国在1993年提出今后10年重点发展的9个关键技术领域，纳米技术就涉及其中4个领域，德国政府每年投入约5000万美元，用于基础及应用开发。英国也制订了纳米技术研究计划，在机械、光学、电子学等领域遴选了8个项目进行研究。

我国纳米技术领域研究也已起步。除国家有关部门投入数千万资金支持基础研究外，目前我国还建立了十多条纳米材料和技术生产线。深圳中星汽车制造公司最近研制成功的纳米超级电池开始小批量生产，其产品在导电性能、储电能力、连续放电时间、体积和重量、成本等方面都远远超过了镍镉、镍氢、锂锰电池。我国在纳米材料的性能研究上也有新突破，中科院沈阳金属研究所卢柯研究员领导的小组利用新的制备工艺，制造出大量高密度、高纯度的纳米铜，其晶粒尺寸仅有30纳米，在世界上首次直接观察到纳米金属材料在室温下的超塑延展性。中科院化学所将纳米技术的研究成果应用于纺织行业，经过处理的衣料，改变了以往对油、水“一亲一憎（或亲水或亲油）”的性质，实现“双亲”、“双憎”。西安交大用纳米材料制造显示器，比普通液晶显示器节能、清晰度高、重量轻，可用于生产挂壁式电视机。

纳米技术是节能、低耗与技术密集型的高科技技术，尽管全面实现其产业化尚有很长的路要走，但由于纳米材料从问世到现在时间并不太长，研究纳米材料的设备和手段国内都已具备，我国完全可以赶超国际先进水平。●

能控制材料的基本性质如熔点、磁性、电容甚至颜色，而不改变物质的化学成份，最终实现根据材料的性能要求，设计、合成纳米复合材料。

而纳米化学则是研究物质在原子级水平上的化学问题，是对此范围内的物质合成、纳米物质的表征方法、物质所表现的异常行为及其应用等方面的研究。它包括纳米材料合成方法的研究、纳米复合材料的制备、纳米材料特异性质的尺寸效应及其机理的研究、纳米材料的表征与检测、纳米仿生材料的研究、纳米催化的研究、纳米材料的工业化前途等等。除以上两个学科之外还有纳米动力学、纳米微电子学、纳米药物学等等学科。

各个不同学科的科学家长心研制和分析纳米结构，试图发现单个分子、原子在纳米级范围内不能被传统的模

式和理论所解释的现象以及众多分子下这些现象的发展，他们的工作奠定了纳米技术的基础，也推动了纳米技术的发展。

纳米技术的国际竞争

纳米技术的发展具有十分重要的意义，它有可能从根本上解决目前人类所面临的环境污染、生态平衡破坏、原材料与能源消耗等诸多严重问题；同时，纳米科技能够开发物质潜在的信息和结构潜力，使单位体积物质储存和处理信息的能力提高百万倍以上，因而它产生的经济效益和社会效益是不可估量的，必然会成为下一个信息时代的核心，也将成为各个国家技术竞争的焦点。

美国作为一个政治和经济大国，最早成立了纳米科技研究中心。美国