

# 扫描探针显微术与纳米科技

尹世忠 赵喜梅

(邢台师范高等专科学校 河北 054001)

扫描探针显微术(Scanning Probe Microscopy, SPM)是80年代初发展起来的一类新型的表面研究新技术,其核心思想是利用探针尖端与表面原子间的不同种类的局域相互作用来测量表面原子结构和电子结构。它的出现使得纳米科技在近十年来得到了突飞猛进的发展。

## 1. 扫描探针显微术

扫描探针显微术中最早研制成功的是扫描隧道显微镜(Scanning Tunneling Microscopy, STM),它是宾尼和罗雷尔于1981年发明的,二人1986年因此被授予诺贝尔物理奖。STM的物理基础是量子力学中的隧道效应,在两层金属导体之间夹一薄绝缘层,就成了一个电子隧道结,电子可以穿过绝缘层,形成隧道电流,这就是电子的隧道效应。隧道电流随绝缘层厚度的变化非常敏感,当绝缘层厚度改变一个原子的线度时,隧道电流将改变1000倍。用一金属探针在被观测的金属表面上方相距约 $10\text{\AA}$ 处平行移动进行扫描,于是探针/空气隙/金属表面就构成了一个电子隧道体系。加一微小电压,从隧道电流的变化,就可以分辨出金属表面原子结构的细微特征。横向分辨率达 $1\text{\AA}$ ,纵向分辨率达 $0.01\text{\AA}$ 。

STM工作时要测量针尖和样品之间的隧道电流的变化,因此它只能用于导体或半导体的研究。为了达到在原子水平研究各种表面的形貌,1986年宾尼等发明了原子力显微镜(Atomic Force Microscopy, AFM)。AFM是通过测量针尖与样品表面原子间的相互作用力,来获得样品表面信息的。用

寿命,丧失功能之后,将变成废弃物。运载火箭在星箭分离之后,火箭的残余部分也成了垃圾。太空中目前存留着直径10cm以上的航天器碎片7000个以上,直径小于10cm的约有350万个。它们多集中在各类航天器所必须经过的飞行轨迹区域。太空中一块以 $10\text{km/s}$ 运行的直径约1cm的碎片,和在空气中以每小时600km速度穿行的180kg的飞行物具有同样的破坏效果。俄罗斯的“宇宙1275”卫星就是与太空垃圾碰撞后发生爆炸的。目前科学家还

AFM可以研究包括绝缘体和导体在内的许多不同材料的表面原子结构和组织形态,还可以用于有机分子和生物样品的研究。但对于较软的样品AFM可能使样品受到损伤,为此人们又发明了激光力显微镜(Laser Force Microscopy, LFM),在LFM中针尖与样品表面不接触,反馈系统根据测得的振幅或谐振频率的变化使针尖上下移动来保持针尖与样品表面的间距为一常数,进而了解软的或弹性样品的表面结构。

类似的还有磁力显微镜、扫描电导显微镜、扫描热显微镜、扫描隧道电位仪等,都是利用探针来研究表面的,不同的只是利用的相互作用或物理化学过程不同。

SPM能以原子级的分辨本领确定表面原子的排列结构和表面原子的种类,不仅成为一种先进的表面观测技术,广泛应用于半导体、表面物理、材料、化学、催化、生物等各种领域,而且利用各种针尖与表面原子间的相互作用还可以对表面进行纳米级的刻蚀、定点化学反应等加工,从而在近10年引起了一场新的技术革命——纳米科技。

## 2. 纳米科技

纳米是一个长度单位,1纳米 $=10^{-9}$ 米,即10亿分之一米。自从STM发明后,世界上便诞生了一门以0.01至100纳米的尺度为研究对象的前沿学科,这就是纳米科技。纳米科技作为一门极有前途的新兴科学,以空前的分辨率为人类揭示了一个可见的原子、分子世界,它的最终目标是直接以原子和

没有解决太空垃圾的回收这一难题。美国的科研人员认为:大的火箭和卫星残骸等可以用航天飞机的机械手把它们抓住后放进航天飞机储存库;小的垃圾则可以用特制的强吸力“太空吸尘器”,将它们吸进航天飞机特制的肚子里,然后带回地球进行处理。

另外,废弃的旧电脑、坏旧磁盘和光盘等因处理不当也会污染环境,我们称之为电脑垃圾。

# 热泵的高效节能特性

胡亚范 李贤丽

(大庆石油学院电子工程系 黑龙江省安达市 151400)

目前世界正面临着能源危机,各国都在积极开发新能源,如核能、太阳能、氢能、生物质能等。同时也在研究新的能量转换技术,如磁流体发电,燃料电池等。除此之外,节能也是一种解决能源危机的有效途径,目前出现了一系列节能技术,如水煤浆的出现,非晶态铁芯变压器即将全面推广,陶瓷发电机的问世,高效节能传热介质的研制成功等等。这些技术都能节约大量的能源。本文仅通过实例来简述另一种高效节能技术——热泵的高效节能特性。

## 一、热泵的工作原理及发展简史

热泵是一种把热量从低温热源传送到高温热源的装置。其工作原理与制冷机的工作原理相同,只是目的不同而已。制冷机的目的是将局部空间

分子来构造具有特定功能的产品。科学家预言,纳米时代的到来不会很久。

纳米科技就是利用 SPM 对表面进行纳米级加工。现在已经有纳米生物学、纳米电子学、纳米材料学、纳米机械学、纳米化学等学科。它在未来的应用将远远超过计算机工业,并成为未来信息时代的核心。SPM 在纳米技术中最引人注目的成就之一是实施单个原子的操作和控制。1991 年 IBM 公司的研究人员用原子拼写出世界上最小的字母“IBM”,我国科学家也用原子拼写出了“中国”两个字。纳米电子学将使量子器件代替微电子器件,现有的硅质芯片将被体积缩小数百倍的纳米管元件代替,巨型计算机将能随手放进口袋,美国国会图书馆的全部信息将被压缩到一个糖块大小的设备中。纳米机器人可以随意进入我们身体的任何地方,帮助清除垃圾和病灶。易碎的陶瓷可以通过纳米化变成韧性的,纳米技术将使星际旅行变为现实。纳米技术可对 DNA 直接进行研究,从而使生命科学进入一个全新时代。

纳米科技已经悄然进入我们的生活,一些敏感

的温度降低并一直保持下去,这就意味着要把这一区间的热量不断地提出。人们都知道热量传递是有方向性的,热量从高温热源传向低温热源是自然界自发的过程,相反的过程就需要外界对系统做功。参见图 1,要把热量  $Q_2$  从低温热源传到高温热源去,外界就必须做功  $A$ ,由热力学第一定律可知,在实现制冷的同时,还要将热量 ( $Q_1 = Q_2 + A$ ) 在高温热源处白白地放掉。而热泵的目的是为了获得热量,它使用的方法与制冷相同,即利用外界做功的手段在低温热源处吸取热量  $Q_2$ ,并将这一热量同功一起送到需要热量的地方,即高温热源处。高温热源处得到的热量  $Q_1 = Q_2 + A$ 。热泵实质上就是一台用于供热的制冷机。在热泵技术中以供热系数  $COP = Q_1 / A$  评价热泵,一般压缩式热泵的

的企业已将纳米技术产品推向市场。在化纤制品和纺织品中添加纳米微粒可以消除静电、除味杀菌,冰箱、洗衣机用了纳米材料可以抗菌,无菌餐具、无菌纱布、无菌扑克牌已经面市。食品采用纳米技术可以提高胃肠的吸收能力,安徽有一家公司已经生产出了纳米硒食品。玻璃和瓷砖表面涂上纳米薄层,可以使粘污在其表面上的油污、细菌在光的照射下,由纳米的催化作用,变成气体而成为自洁玻璃和自洁瓷砖。目前许多防晒油化妆品因为加入了纳米微粒而具有了防紫外线的功能。灯泡、彩电、轮胎、陶瓷等产品都可利用纳米技术改变其性能,利用纳米粉末可以使废水变成清水,实现环境保护。预测表明,到 2010 年,全球纳米技术创造的年产值将达到 14400 亿美元,相当于法国目前一年的 GDP。

SPM 的发展仅有数十年的历史,它使人们对微观世界的探索和研究大大前进了一步,并且作为桥梁使宏观世界和微观世界的距离大大缩短。中国著名科学家钱学森曾指出,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。