

物质表面的微观世界

——封一、封四的说明

在表面物理、表面化学和材料科学的某些领域中，表面的重要性自不待言。但在原子、分子尺度上，物质表面的微观世界究竟如何，在扫描隧道显微镜（STM）和原子力显微镜（AFM）发明之前，人们并没有任何一种实验手段可在实空间内直接观察物质表面一个或几个原子层的微观结构。因此，世界上第一台 STM 的发明者，IBM 公司苏黎世实验室的葛·宾尼（Gerd Binnig）博士和海·罗雷尔（Heinrich Rohrer）博士荣获了 1986 年度诺贝尔物理学奖。STM 的问世，使人类第一次能够实时观察到原子在物质表面的排列状态和与表面电子行为有关的物理化学性质，被科学界誉为是对表面科学和表面现象分析技术的革命。

封面图是用中国科学院化学所研制的 STM 拍摄到的石墨晶体的表面三维立体图象。经过计算机处理后的图象通过用颜色和光线的亮暗组合，形象地表现出石墨晶体表面原子的排列状态。经测定，这台仪器的横向分辨率达 0.1 纳米，垂直于表面方向的分辨率达 0.01 纳米。

封底下排左图是一种有机导体（BEDT-TTF）· $A_{gx}(SCN)_x$ ($x \approx 1.6$) 晶体的表面微观结构。颜色的深浅（灰度的变化）表示表面态密度的高低。从图中可以看出两种不同态密度的交替排列，它们与电子给体和受体的晶格排列有关。封底下中图是 $HgCl_2$ 分子吸附在石墨表面的 STM 象。STM 可观察到原子在表面的位置和聚集方式，而不是其他表面分析技术所得到

的表面的平均性质。

STM 不仅可以观察具有周期性结构的物质表面，亦可观察不具备周期性的表面。封底下右图是高温超导 $BiSrCaCuO$ 陶瓷材料的表面，从中可以看出表面的不平整性和在几埃数量级内的表面起伏。封底下左图是用 STM 观察到的蛋白质——猪胰岛素的分子结构。将含有猪胰岛素的稀溶液滴在导电基底上，溶剂自然蒸发以后，胰岛素分子大多由二聚体和单体的形态沉积在基底表面，而不是在晶体中存在的六聚体。封底下排中图是卵磷脂生物膜的表面结构，从中可以看出双层膜在基底上的收缩和卵磷脂头的分布及聚集情况。由于 STM 能在大气和水存在的条件下直接观察生物样品，并且对样品表面无损伤，这为直接观察接近活体状态下生物样品的结构提供了诱人的前景。

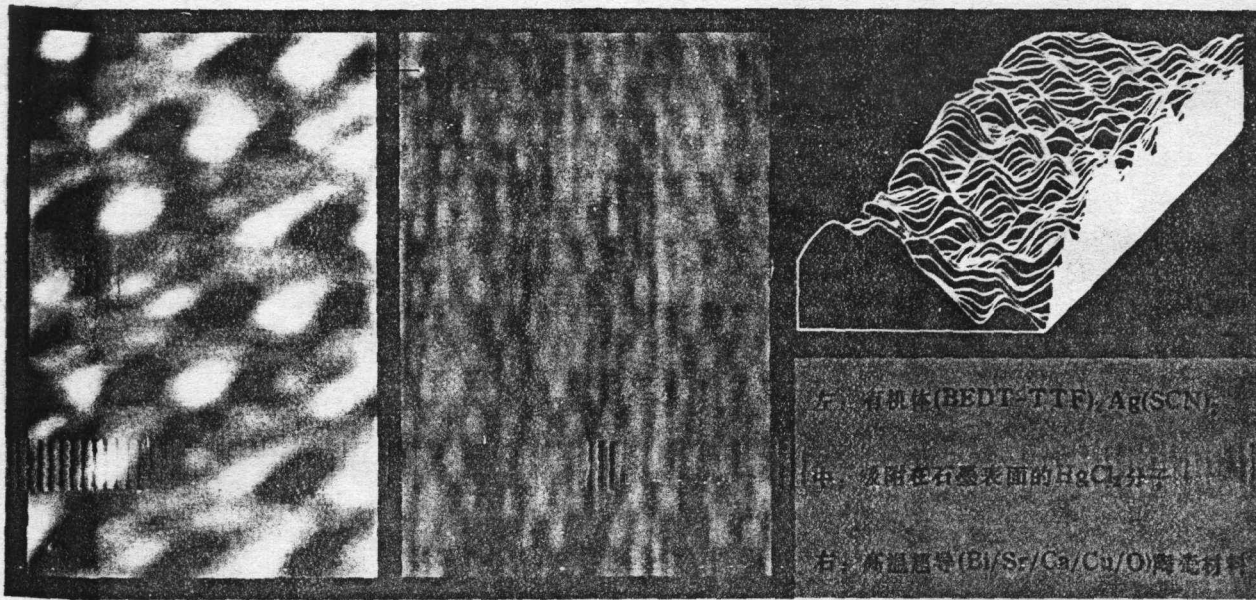
AFM 是在 1986 年首次报导的新技术，它是靠探测原子间微弱的原子间相互作用力来观察表面形貌的，它弥补了 STM 只能观察导体和半导体之不足。第一台 AFM 的横向分辨率只有 30 \AA ，1987 年达到原子级。由于技术上的难度，目前世界上只有少数实验室研制出 AFM（无商品出售）。1989 年初，中科院化学所研制出 AFM，分辨率达到原子级。封底下右图是用这台 AFM 观察到的石墨表面的 AFM 象。用这台仪器，还观察了非导体金刚石的表面结构，观察到表面上的原子级台阶。

（白春礼）

（3）天体物理学和宇宙物理学 前者是应用物理学的技术、方法和理论，研究各类天体（太阳系、恒星、星系等）的形态、结构、化学组成、物理状态和演化规律的学科。宇宙物理学常称宇宙学，它是从宇宙整体角度研究宇宙的结构和演化，根据目前对星系红移、微波背景辐射和元素丰度（主要是氦-氢丰度比）的研究以及高能（粒子）物理和广义相对论的研究（如引力波的探测和引力透镜效应的验证），以热大爆炸宇宙模型能说明的观测事实最多，而将微观粒子物理学与宇宙物理学结合起来（如中微子和磁单极子的探测）也是具有深刻意义的。天体和宇宙物理研究不但丰富和加深了人类的认识，而且这个“天然实验室”也赋予人类重要的启迪（如太阳和恒星的热核聚变反应，白矮星、中子星的超密物态、超高压力和超强磁场）。

（4）其他边缘物理学 由于物理学是研究物质的结构、形态、性质和运动的最一般的现象和规律，因而它既是现代新、高技术的基础，又与其他学科存在多方面的联系，如与化学结合形成化学物理学；在农业、医学、环境保护应用中形成农业物理学、医学物理学、环境物理学；由研究物理问题的数学理论、探讨物理现象的数学模型及其求解而产生数学物理学；利用电子计算机对物理问题作数值求解而产生计算物理学；等等。

从以上的简略介绍可以看出，现代物理学的领域是非常广阔的，它既是新技术和高技术赖以产生和发展的基础，又与许多学科有着广泛而密切的联系，因此，学习和研究现代物理学是十分重要和富有广阔发展前景的。

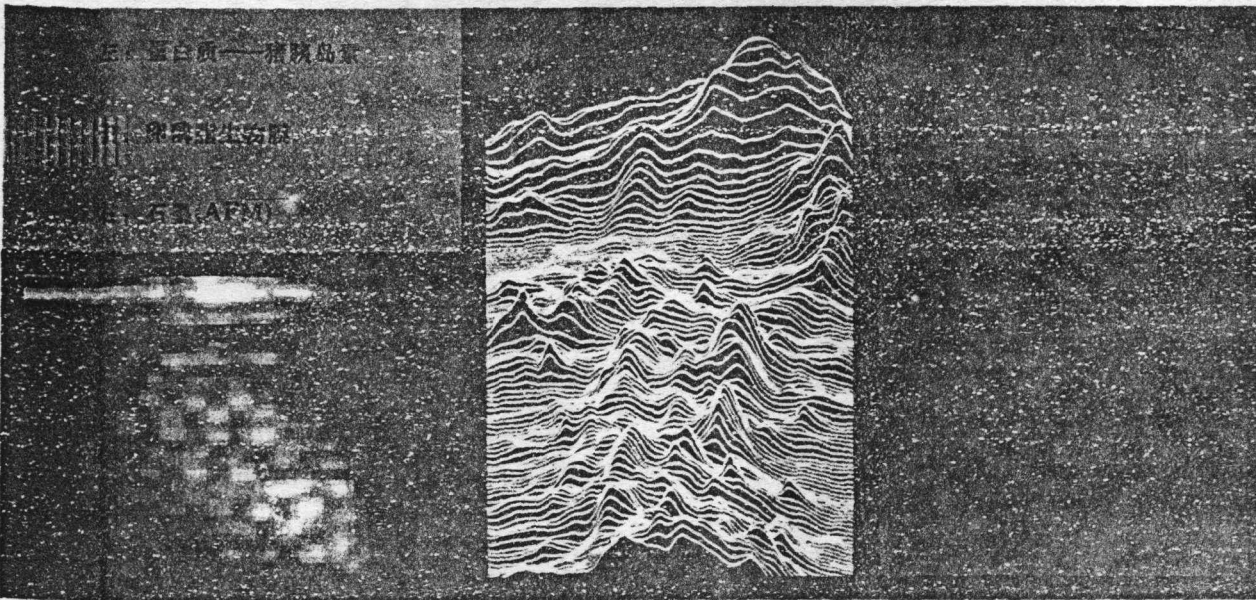


左：有机体(BEDT-TTF)/Ag(SCN)₂

中：吸附在石墨表面的HgCl₂分子

右：高温超导(Bi/Sr/Ca/Cu/O)陶瓷材料

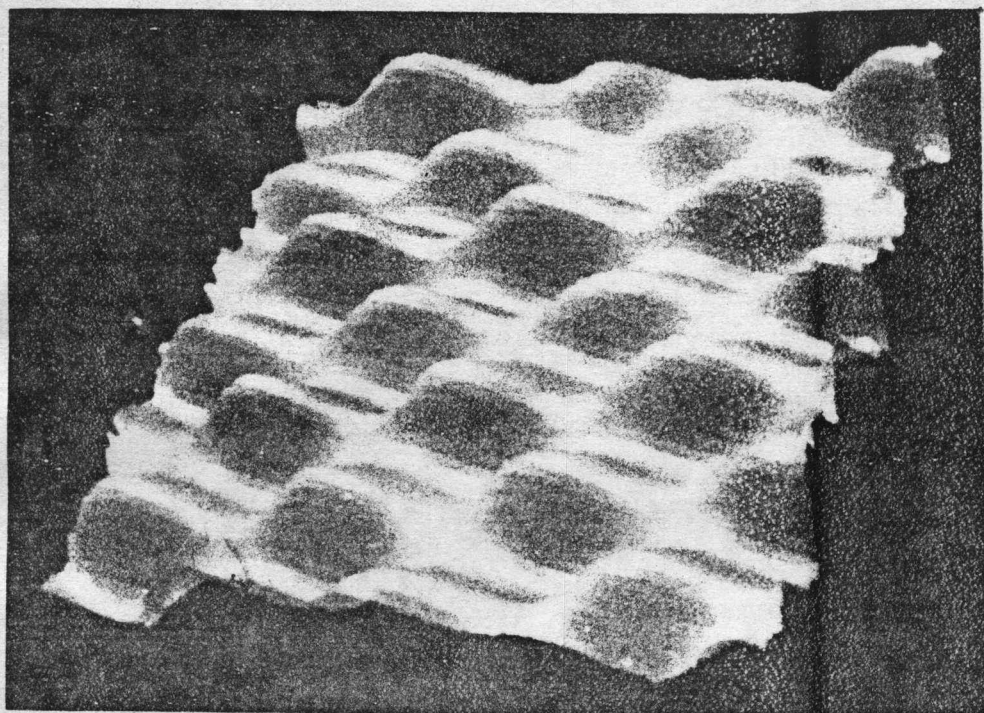
物质表面的微观世界



左：蛋白质——猪肝样品

中：化学工业药品

右：AFM



- 高山仰止(景行行止)——记黄昆教授
高能 e^- 物理: 成就与展望(续)
- 奇异核漫谈
德默尔特和他的离子陷阱
- 现代物理学及其应用

现代物理知识

1980