

方铅矿和辉钼矿表面的 STM 研究

廖立兵 施倪承 马喆生

(中国地质大学, 北京 100083)

白春礼

(中国科学院化学研究所, 北京 100080)

关键词 STM、方铅矿、辉钼矿

自从 Binnig 和 Rohrer^[1] 开创了用 STM 研究物质表面结构的新途径以来, 这一方法已迅速应用到各个研究领域, 时至今日所获得的成果充分表明, STM 是研究物质表面结构强有力的工具。

1988 年, Zheng 等首次将 STM 用于矿物表面结构的研究, 并获得了令人鼓舞的成果^[2]。但由于 STM 要求样品有比较好的导电性和极光滑的表面, 而大多数矿物导电性差且表面情况复杂, 所以能用 STM 进行研究的矿物样品非常有限, 获取原子级分辨的图象极为困难。我们根据矿物的物理性质及 STM 的特点, 将方铅矿和辉钼矿作为首选研究对象, 并用中国科学院化学研究所研制的 STM 进行实验, 获得了可喜的成果。

一、方铅矿表面结构的研究

1988 年, Zheng 等首次用 STM 对方铅矿表面进行研究, 他们在真空条件下得到了方铅矿表面的原子分布图象 (包括 Pb 和 S 两种原子)。1989 年, Michael 等又在硅油保护条件下, 用 STM 研究了方铅矿的表面, 但他们只在负偏压下获得了一种原子的分布图^[3]。我们的研究目的是观察大气条件下方铅矿的表面结构。

实验用的方铅矿样品采自湖南桃林铅锌矿, 晶体呈深灰色, 发育极完全的{100}三组解理, 这为样品制备提供了非常便利的条件。因为是在大气下进行实验, 为了避免样品表面氧化和吸附杂质, 每次都在新剥开的解理面上进行实验 (我们认为实验应在解理面剥开后 5h 内进行)。针尖材料采用直径 0.5mm 的钨丝 (在 1.5mol 氢氧化钠水溶液中电化学腐蚀得到)。

首先我们在负偏压条件下得到了原子级分辨率的图象 (图 1、2)。图象清楚显示出原子按立方底心分布, 从原子间距分析, 图象只显示了 Pb 和 S 两种原子中的一种, 这一结果与 Michael 等的结果一致。Zheng 等在真空下得到的两种原子 (Pb 和 S) 的分布图中, 其中一种原子比另一种原子明显突出。Zheng 等认为, 因为 S 原子在费米能级附近的态密度比 Pb 大, 所以突出的原子应为 S 原子。根据这种解释, Michael 等认为负偏压下显示的极可能是 S 原子。经计算, 图 1、2 中原子间距约 5.8 Å, 与方铅矿{100}面 S—S 距离相符。Michael 等还试图在正偏压下摄取方铅矿的表面结构象, 但未获成功。

本文 1991 年 1 月 8 日收到。



图1 方铅矿{100}面 STM 象
 $V_{bias} = -66\text{mV}$; $I_{ref} = 0.41\text{nA}$

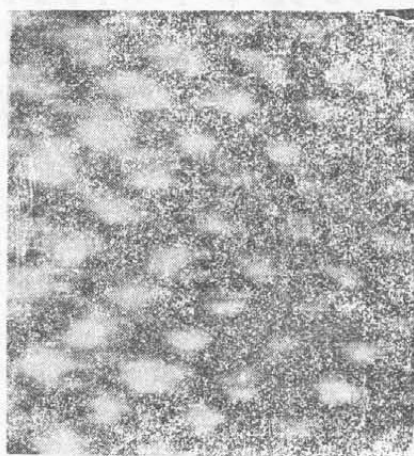


图2 方铅矿{100}面 STM 象
 $V_{bias} = -28\text{mV}$; $I_{ref} = 0.36\text{nA}$

我们在大气环境和正偏压条件下成功地得到了方铅矿的表面图象(图3)。由图上可分出亮度(或高度)不同交替分布的两类原子,计算的原子间距约为 3\AA , 所以我们认为,图3是 Pb 和 S 两种原子的态密度分布。根据 Zheng 等的观点,突出的原子应为 S 原子。图3中原子的分布及原子间距基本符合 X 射线结构分析的结果。

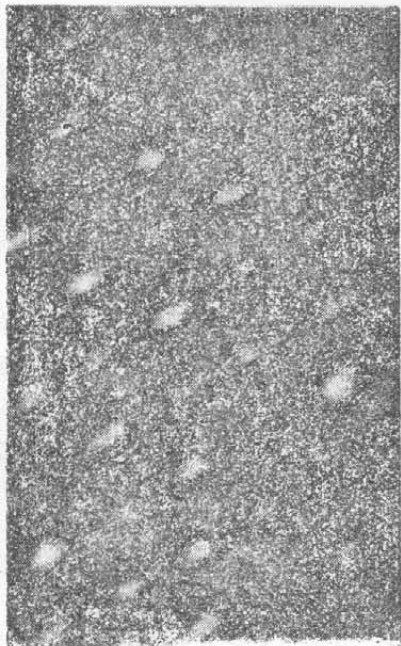


图3 方铅矿{100}面 STM 象
 $V_{bias} = 72\text{mV}$; $I_{ref} = 0.68\text{nA}$

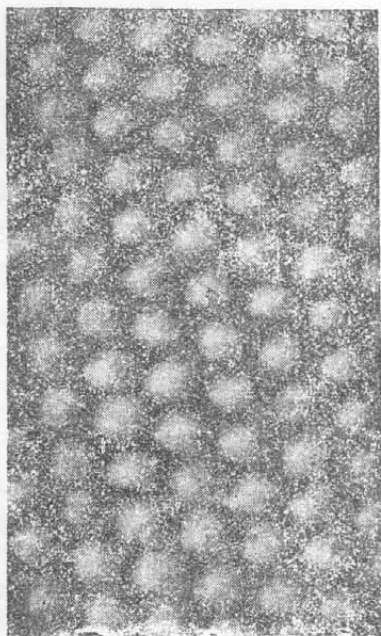


图4 辉钼矿{0001}面 STM 象
 $V_{bias} = -35\text{mV}$; $I_{ref} = 0.80\text{nA}$

二、辉钼矿表面结构的研究

白睿礼等曾成功地获得过人工合成的 MoS_2 的 STM 象^[1],但对于产于自然界的辉钼矿,尚未有人进行过研究。我们实验用的辉钼矿样品产于江西省大余县漂塘钼矿床。样品为灰白色,发育{0001}极完全解理。选取{0001}解理面为研究表面,仍选用钨丝为针尖材料。图4为辉钼矿{0001}面原子分布象。根据辉钼矿的结构特征,其解理面应为结构单元层两侧的S原子平面,所以图上分布的应为S原子。S原子按六方底心点阵分布,计算的点阵轴长约3.2 Å,吻合于辉钼矿的 a_0 轴长。

图4不仅显示了表面层S原子的分布,而且还显示出次表面层Mo原子的分布,说明所获得的STM象无论在水平方向还是在垂直方向都具有极高的分辨率。

三、小 结

将STM应用于矿物表面的研究尚处于开始阶段,但我们的研究结果不仅比前人深入了一步,而且再次证明STM在矿物及无机材料表面研究方面大有作为。

致谢: 实验中我们得到了中国科学院化学研究所STM室黄桂珍、顾建国、戴长春等同志的热情帮助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Binnig, G. and Rohrer, H., *Surface Sci.*, 126(1983), 236
- [2] Zheng, N.J. et al., *Phys. Rev. B.*, 38 (1988), 1207.
- [3] Michael, F. et al., *American Mineralogist*, 74(1989).
- [4] Weimer, M. et al., *Phys. Rev. B, Rapid Commun.*, 37(1988), 4292.