

微斜长石(010)解理面的原子力显微镜研究*

廖立兵

白春礼

(中国地质大学 北京 100083)

(中国科学院化学研究所 北京 100080)

提 要 用原子力显微镜(AFM)研究了微斜长石的(010)解理面,获得了高分辨率的表面结构图象。从几何结晶学的角度对结构图象进行了讨论,认为图象显示了微斜长石(010)解理面的钾原子和硅氧四面体原子基团。

键 词 微斜长石 解理面 原子力显微镜(AFM)

长石是最重要的造岩矿物之一,很多学者对长石族矿物进行过各方面的研究。但由于受研究手段等因素的限制,关于长石表面结构、表面性质方面的研究很少报导。1990年,Hochella等^[1]首次用原子力显微镜(Atomic Force Microscope 简称AMF)结合低能电子衍射观察了钠长石的表面,但图象未达原子级的分辨率,因此只观察到钠长石的表面微形貌。Drake^[2]等,于1991年再次用AMF观察了钠长石的(010)解理面并获得较高分辨率的结构图象。从几何结晶学的角度,Drake等推测他们观察到的是钠长石(010)解理面方向的氧原子环。由于长石结构的复杂性,长石的表面结构至今仍知之甚少,为此作者再次对长石的表面进行了AFM研究。

1 样品及实验

本实验样品经粉晶X射线衍射鉴定为最大微斜长石,计算的晶胞参数如下: $a=0.8583$, $b=1.2981$, $c=0.7229$ nm, $\alpha=90^{\circ}37'$, $\beta=115^{\circ}56'$, $\gamma=87^{\circ}41'$ 。样品发育两组解理,实验在其(010)解理面上进行。实验用仪器为中国科学院化学研究所研制的CSTM-9000隧道电流型原子力显微镜。采用PtIr针尖,W微悬臂(交流电化学腐蚀得到^[3]),大气环境。实验首先在石墨标样上进行,获得原子级结构图象后换上微斜长石样品。

2 实验结果讨论

图版I-1是微斜长石(010)解理面的结构图象,图版I-2是图版I-1的三维显示。在图版I-1上三个最密集的原子行列方向测得的原子间距分别为:AB方向0.42nm,AC方向0.33nm,AD方向0.38nm,原子在这三个方向都基本呈等间距分布。根据已知的微斜长石晶体结构数据,微斜长石b轴方向Si-O-Si键密度应在0,0.5坐标处最低,与钠长石相似^[2]。因此微斜长石(010)解理应产生于此。结构资料表明,微斜长石b轴方向0(或0.5)坐标处分布着钾和氧原子^[4]。钾原子和氧原子在c轴方向相间分布,间距约为0.39nm,在⊥c轴方向成对相间分布,即按KKOOKK...排列, $O-O \approx 0.55$ nm, $O-K \approx 0.27$ nm, $K-K \approx$

ISSN 1000-4734 1995年6月收稿 1995年9月改回

第一作者简介 廖立兵 男 1963年生 教授 矿物学专业

*国家“八五”攻关项目资助

0.44nm。因此在 $\perp c$ 轴方向钾原子和氧原子为不等间距排列,与图版 I-1,2 结果不吻合。Drake 等在解释他们获得的图象时取 b 方向 0.51nm 厚的晶片进行投影,即认为 b 方向 0.51nm 内的原子都对 AFM 图象有贡献。我们认为表面下 0.5nm 处的原子对图象的贡献不大,但直接位于表面下约 0.2nm 内的 Si-O 四面体基团应对图象有贡献。Si-O 四面体中, Si-O \approx 0.16nm, O-O \approx 0.27nm, Si-O 四面体斜交(010)面,因此 Si-O 键和 O-O 键在(010)面上的投影更短,AFM 很难分辨出 Si-O 基团中的单个原子, Si-O 基团将作为整体显示,正如 Hartman 等用 AFM 在伊利石、蒙脱石等矿物解理表面所观察到的那样^[5]。由于 Si-O 四面体斜交(010)面, Si 原子在(010)面的投影与(010)面内的 O 不重合。整个 Si-O 四面体的电荷中心向钾原子偏移,其结果是使在 $\perp c$ 轴方向上, K-[SiO₄] 和 [SiO₄]-[SiO₄] 趋于相等,平均的原子峰间距约为 0.37nm, c 轴方向原子峰间距边为 0.37nm 左右,此时微斜长石(010)面的晶体结构如图版 I-3 所示,图版 I-3 与图版 I-1,2 结果比较符合,即图版 I-1 中 AD 和 AB 分别为图版 I-3 中平行 c 轴方向和 c 轴方向的行列。因此作者认为,图版 I-1,2 可能显示了微斜长石(010)解理方向的钾原子和 Si-O 四面体。

3 总 结

从几何结晶学的角度,我们认为图版 I-1,2 可能显示了微斜长石(010)解理方向的钾原子和 Si-O 四面体。但是这种解释仍存在着如下问题:①在 $\perp c$ 轴方向,理论计算的 K-K、K-[SiO₄]、[SiO₄]-[SiO₄] 间距并不完全相等,它们之间的最大差值可达 0.05~0.08nm,即使认为 K-[Si₄]=[Si₄]-[Si₄],其与 K-K 的差值仍可达 0.06nm,这在图版 I-1 上反映不明显;②微斜长石(010)面晶体结构如图版 I-1~3 所示,原子峰行列交角应近于 90°,而图版 I-1 上的原子行列交角达 120°;③如果图版 I-1 显示的是钾原子和 Si-O 四面体,钾原子和 Si-O 四面体的电荷总量应有较大的差异,图上峰高应有规律地变化,但图版 I-1 未观察到这种现象。以上第②点可能与实验过程中 x、y 方向扫描的非正交性有关。但第①、③点还无法圆满解释。Hochella^[1]和 Drake^[2]等都曾指出钠长石(010)表面可能存在轻微的重构。微斜长石表面是否也存在重构,重构的程度如何以及重构是否会导致(010)面原子趋于等间距分布等均需更进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 Hochella M F, Jr Eggleston C M and Elings V B. Atomic structure and morphology of the albite {010} surface: An atomic force microscope and electron diffraction study. *Amer. Miner.*, 1990, 75: 723~730
- 2 Drake B and Hellmann R. Atomic force microscopy imaging of the albite (010) surface, *Amer. Miner.*, 1991, 76: 1773~1776
- 3 Liao Libing, Ma Zhesheng and Shi Nicheng. Preparation of microcantilever of tunneling type atomic force microscope by AC electrochemical erosion method. *Analytical Instrumentation*, 1994, 4: 31~34
- 4 Bailey S W. Refinement of an intermediat microcline structure. *Amer. Miner.*, 1969, 54: 1540~1545
- 5 Hartman H, Sposito G and Yang A, et al. Molecular-scale imaging of clay mineral surfaces with the atomic force microscope. *Clays and Clay Minerals*. 1990, 38 (4): 337~342

ATOMIC FORCE MICROSCOPY OF MICROCLINE {010} CLEAVAGE FACE

Liao Libing

(China University of Geosciences, Beijing, 100083)

Bai Chunli

(Institute of Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100083)

Abstract: The {010} cleavage face of microcline was examined by atomic force microscopy. Images down to atomic-resolution were obtained and explained geometrically. The author believes that the peaks on the AFM images obtained are due to K atoms and [SiO₄] groups.

Key words: AFM (atomic force microscopy); cleavage face; microcline

消息通报:

《矿物学报》是中国科学引文数据库首批收录的 315 种期刊之一。

《中国科学引文索引》印刷版和光盘版已于近日出版。若想了解以上两种产品的详细情况及引文数据库的服务情况, 可与中国科学引文数据库联系。

联系地址: 北京中关村科学院南路 8 号

中科院文献情报中心中国科学引文数据库课题组

邮 编: 100080 电 话: 62564354 传 真: 62566846