

# 常温高压条件天然水锰矿同步辐射 X 射线衍射实验

赵东宇<sup>1,2</sup>, 许金贵<sup>1,2</sup>, 张波<sup>1,2</sup>, 范大伟<sup>1,3</sup>, 谢鸿森<sup>1</sup>

1. 中国科学院地球化学研究所地球内部物质高温高压院重点实验室, 贵阳 550002

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 北京高压科学研究中心长春分中心, 长春 130012

**摘要:** 地球内部含水矿物的相关实验研究与名义上无水矿物的研究一样, 对于正确理解地球内部水的分布与循环以及地球内部的物理化学性质和地球动力学性质具有同样重要的意义。同时, 地球内部的水在地球演化中也起着非常重要的作用, 它不仅会影响地球内部矿物岩石的物理化学性质, 而且还对地球深部矿物岩石的电学性质, 弹性性质等地球物理学性质以及板块运动, 地幔对流及出现地震波不连续面等地球物理过程有着重要的影响。

水锰矿, 化学式为  $MnO(OH)$ , 单斜晶系, 为锰的氢氧化物矿物。到目前为止, 对于水铝石( $\delta-AlOOH$ ), 纤铁矿( $\epsilon-FeOOH$ )等氢氧化物矿物在高压条件下的稳定性以及弹性性质的研究已较为广泛, 但是对于与之具有相似拓扑结构的水锰矿( $\gamma-MnOOH$ )的高压弹性性质的相关研究却很少。同时, 截至到目前, 水锰矿的空间群结构也没有获得统一的认识。基于水锰矿高压下弹性性质以及晶体结构研究的重要性, 本文利用金刚石压腔高压装置(DAC)和同步辐射角度色散 X 射线衍射技术, 在室温、最高压力达 12.74 GPa 条件下, 对天然的粉末水锰矿样品进行了原位高压 X 射线衍射研究。在 0~12.74 GPa 压力范围内未发现天然水锰矿发生相变。通过三阶 Brich-Murnaghan 状态方程对获得的不同实验压力条件下的晶胞参数和晶胞体积数据进行状态方程拟合, 得到了空间群为  $P2_1/c$  的水锰矿的零压体积  $V_0=135.46(4)\text{\AA}^3$ , 零压下的等温体积模量  $K_0=86(2)\text{GPa}$ , 体积模量的压力导数  $K'_0=6.8(6)$ 。同时获得了天然水锰矿各个轴向的体积模量分别为:  $K_{a0}=93(4)\text{GPa}$ ,  $K_{b0}=62(5)\text{GPa}$ ,  $K_{c0}=82(4)\text{GPa}$ , 说明天然水锰矿为轴向压缩各向异性矿物, 其中  $a$  轴最难压缩,  $c$  轴其次,  $b$  轴最易压缩。同时, 通过与前人  $B2_1/d$  空间群水锰矿实验结果的对比, 本文认为二者在各轴向上压缩性质的差异可能为氢键位置的不同所导致的。另外, 将水锰矿的体积模量值分别与水锰矿脱水产物相-软锰矿( $\beta-MnO_2$ )和与水锰矿具有相似拓扑结构的  $M^{3+}OOH$  型氢氧化物进行了对比。我们认为氢键的存在以及水含量上的差异可能是造成水锰矿与软锰矿在体积模量上差异巨大的原因, 而水锰矿与不同的  $M^{3+}OOH$  型结构氢氧化物在压缩性质上的差别则可能由中心原子电负性的差异所导致。中心原子电负性的差异形成不同强度的化学键, 进而造成它们压缩性质的差异。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41374107, 41274105)

作者简介: 赵东宇 (1990—), 男, 硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业, E-mail: zhaodongyu@mail.gyig.ac.cn

通信作者: 范大伟 (1982—), 男, 副研究员, 主要从事高温高压矿物学研究, E-mail: fandawei@vip.gyig.ac.cn。

1501-20