

压力导致的石膏结构相变和脱水反应研究

杨林飞^{1,2}, 代立东^{1*}, 李和平¹, 胡海英¹, 庄毓凯^{1,2},
柳凯祥^{1,2}, 蒲畅^{1,2}, 洪梅玲^{1,2}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 地球内部物质高温高压重点实验室, 贵州 贵阳 550081; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 作为地壳中广泛存在的含水硫酸盐矿物, 在地幔俯冲的过程中经历了脱水反应并释放含水流体进入地幔, 前人的研究表明, 由含水矿物脱水释放的含水流体可以解释在俯冲带中地震的发生和高导异常 (Hu et al., 2017), 因此, 有必要对石膏在高温高压条件下的物理化学性质进行详细的研究。金刚石压腔是原位测量矿物高压物性的有效手段之一, 近些年来, 中国科学院地球化学研究所代立东研究团队将电化学交流阻抗谱法应用到金刚石压砧高压设备上, 对多种金属硫族化合物的电学性质进行原位测量, 并取得了一些重要成果 (Dai et al., 2017, 2018; Zhuang et al., 2017, 2018; Liu et al., 2018)。在本工作中, 利用金刚石压腔结合交流阻抗谱和拉曼光谱系统的研究了高压下石膏的结构相变和脱水反应。在常温和~5.8 GPa 下, 石膏的特征拉曼峰发生了劈裂且电导率出现了明显的不连续, 表明石膏在~5.8 GPa 发生了结构相变。高温高压下通过石膏的拉曼峰和电导率随温度的变化标定了样品的脱水温度, 石膏在~0.3, 2.5, 5.1 和 8.3 GPa 下的脱水温度分别为~473, 523, 573 和 633 K。在较低压力下 (~0.3 GPa), 石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 直接脱去两个分子水形成可溶性硬石膏 ($\gamma\text{-CaSO}_4$), 然而在较高压力下 (~2.5, 5.1 和 8.3 GPa), 石膏先脱水形成半水石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), 再完全脱水形成可溶性硬石膏 ($\gamma\text{-CaSO}_4$)。进一步的在较宽的温压范围内建立了石膏的脱水相图, 并获得了石膏-半水石膏、半水石膏-可溶性硬石膏的相边界: $P(\text{GPa}) = -23.622 + 0.050T(\text{K})$ 和 $P(\text{GPa}) = -4.903 + 0.011T(\text{K})$ 。

参 考 文 献:

- Dai Lidong, Zhuang Yukai, Li Heping, et al. 2017. Pressure-induced irreversible amorphization and metallization with a structural phase transition in arsenic telluride. *Journal of Materials Chemistry C*, 5: 12157-12162.
- Dai Lidong, Liu Kaixiang, Li Heping, et al. 2018. Pressure-induced irreversible metallization with phase transitions of Sb_2S_3 . *Physical Review B*, 97: 024103.
- Hu Haiying, Dai Lidong, Li Heping, et al. 2017. Influence of dehydration on the electrical conductivity of epidote and implications for high conductivity anomalies in subduction zones. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122: 2751-2762.
- Liu Kaixiang, Dai Lidong, Li Heping, et al. 2018. Migration of impurity level reflected in the electrical conductivity variation for natural pyrite at high temperature and high pressure. *Physics and Chemistry of Minerals*, 45: 85-92.
- Zhuang Yukai, Dai Lidong, Wu Lei, et al. 2017. Pressure-induced permanent metallization with reversible structural transition in molybdenum disulfide. *Applied Physics Letters*, 110: 122103.
- Zhuang Yukai, Dai Lidong, Li Heping, et al. 2018. Deviatoric stresses promoted metallization in rhenium disulfide. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 51: 165101.

基金项目:中国科学院先导专项 (XDB 18010401); 中国科学院前沿科学重点项目 (QYZDB-SSW-DQC009); 中国科学院地球化学研究所“135”项目; 中国科学院 A 类百人计划项目; 国家自然科学基金项目 (批准号: 41474078; 41774099; 41772042)

作者简介: 杨林飞, 男, 1993 年生, 在读博士, 主要从事高温高压下矿物材料电导率研究。

* 通讯作者, E-mail: dailidong@vip.gyig.ac.cn