

推杆式热膨胀仪测量三种岩石高温热膨胀系数

苗社强¹, 李和平², 周永胜¹

1. 中国地震局地质研究所, 地震动力学国家重点实验室, 北京 100029
2. 中国科学院地球化学研究所, 地球内部物质高温高压实验室, 贵阳 550002

1 研究背景

热膨胀系数定义为: $\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$, 表示当温度改变时, 材料体积的相对变化量。岩石的热膨胀系数

是表征其非简谐性质的重要物理量之一, 基于热膨胀系数的格林乃森定律可以使物质的弹性和热学参数发生联系, 因此获得高温下岩石的热膨胀系数具有重要的地学意义。实验获得材料的热膨胀系数包括 X 射线衍射法、膨胀测定法和干涉法三种方法。有关造岩矿物的热膨胀系数前人已经进行了详细的研究。有关岩石的热膨胀系数研究不多。岩石的热膨胀系数较为复杂, 不仅与其组成矿物有关, 也与裂隙孔隙度、加热速率、晶体定向排列有关。目前只见少数关于花岗岩、辉长岩、辉绿岩和油页岩的报道。

2 样品准备及测量步骤

本实验中三种样品玄武岩、辉长岩和二辉橄榄岩均为各向同性, 其中玄武岩采自张家口大麻坪, 细粒, 含 60% 拉长石, 20% 橄榄石, 15% 普通辉石, 5% 磁铁矿, 密度 2.88 g/cm^3 , 孔隙度 2.3%; 辉长岩采自内蒙古凉城县, 粗粒, 含 60% 培长石, 40% 普通辉石, 密度 2.97 g/cm^3 , 孔隙度 0.9%; 二辉橄榄岩采自张家口大麻坪, 粗粒, 含 60% 镁橄榄石, 25% 顽辉石, 12% 普通辉石, 3% 尖晶石, 密度 3.26 g/cm^3 , 孔隙度 3.0%。

样品高温下的热膨胀系数 (线膨胀系数: $\alpha_L = \frac{1}{L} \frac{\partial L}{\partial T}$, 对于均质体, 有 $\alpha = 3\alpha_L$) 由德国耐驰公司生

产的 DIL 402 PC 推杆式热膨胀仪测定。样品加工成长柱状, 长度 26.70 mm, 升温速率 $5 \text{ }^\circ\text{C/min}$, 测试范围 $30 \sim 1250 \text{ }^\circ\text{C}$ 。样品支架为三氧化二铝, 标样为三氧化二铝, 保护气为氮气。

3 实验结果

测量结果显示, 室温下三种岩石的热膨胀系数位于 $0.5 \sim 0.8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 范围内。二辉橄榄岩, 辉长岩和玄武岩的长度随温度升高保持线性增加。二辉橄榄岩, 辉长岩和玄武岩的热膨胀系数随温度增加热膨胀系数近似线性增加, 在室温 $\sim 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ 范围内仍然保持在 $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 数量级, 以直线拟合热膨胀系数有: 辉长岩, $\alpha_L = 8.85 \times 10^{-6} + 6.42 \times 10^{-9} T$; 玄武岩, $\alpha_L = 5.82 \times 10^{-6} + 4.19 \times 10^{-9} T$; 二辉橄榄岩, $\alpha_L = 8.82 \times 10^{-6} + 6.37 \times 10^{-9} T$, 其中, T 的单位为 $^\circ\text{C}$ 。

参考文献:

- [1] Heuze F. High-temperature mechanical, physical and thermal properties of granitic rocks-a review[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 1983, 20: 3-10.
- [2] Fei Y. Thermal expansion [J]. Mineral physics and crystallography: a handbook of physical constants, 1995, 2: 29-44.
- [3] 于永军, 梁卫国, 毕井龙, 等. 油页岩热物理特性试验与高温热破裂数值模拟研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2015, 34: 1-10.