

1.5 GPa, 950℃条件下块状与粉末状斜长角闪岩部分熔融实验对比

万方^{1,2}, 周文戈¹, 蒋玺^{1,2}, 范大伟^{1,2}刘永刚¹, 谢鸿森¹

1. 中国科学院 地球化学研究所 地球深部物质与流体作用地球化学实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

0 引言

在现有的岩石部分熔融实验中, 初始样品的状态可分为两种: 粉末样品及块状样品。二者各自的特点, 前人已有阐述^[1-3], 大体上说: 粉末样成分均匀, 较块状样品更容易达到化学平衡; 而块状样品保留了天然岩石的结构, 更能真实地体现自然界岩石的熔融过程。有关斜长角闪岩块状与粉末状样品的实验, 国内外均有报道。其中大多数用粉末状样品实验^[4-7], 较少采用块状样品^[1-3,8]。同时进行块状与粉末样品实验研究的非常少见。Wolf 等曾在 1.0 GPa, 最高温度 1000℃ 条件下分别做了同一块斜长角闪岩标本的块状与粉末样品的高温高压熔融实验^[3-4], 得到的结果是在相同的压力条件下粉末样的熔融温度明显低于块状样^[3], 说明粉末状样品比块状样品更容易熔融。那么, 相同的温度、

压力条件下块状样品与粉末状样品熔融时究竟存在那些差别呢? 我们采用上下双层实验组装, 在同一次实验中 (1.5 GPa, 950℃, 恒温 101 h) 对同一块斜长角闪岩标本的块状与粉末状样品同时进行部分熔融实验, 依据实验结果, 初步讨论了这一问题。

1 实验样品及方法

实验样品 (JN0305) 采自河北张家口地区宣化西望山—麻沃坑一带, 为深灰色斜长角闪岩, 块状, 片麻理发育。主要组成: 斜长石 (57%)、角闪石 (40%), 少量辉石 (3%), 副矿物磁铁矿 (<1%)、榍石 (<1%) 等。将同一块斜长角闪岩标本分成两块, 一块进行粉碎, 经过棒磨机反复研磨, 直至小于 200 目, 制备成实验用的粉末状样品。将剩下的另一块岩石沿平行片麻理方向磨制成

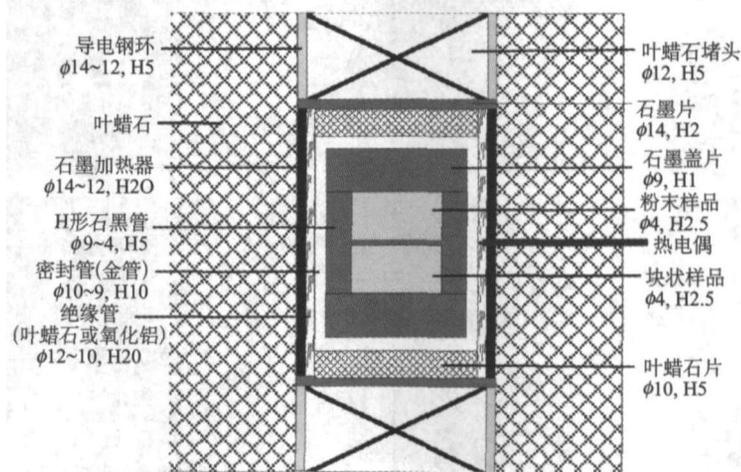


图1 实验组装示意图

(部件尺寸单位: mm)

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目 (2005CB724400); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KJ CX2-SW-N20); 国家自然科学基金项目 (40574036)

直径 4 mm、高 2.5 mm 的小圆柱体，制备成实验用的块状样品。实验前所有的样品都放入烘箱中烘烤至少 12 h，以去除吸附水。

实验在中国科学院地球化学研究所地球深部物质与流体作用地球化学实验室 YJ-3000t 压机上进行。实验采用“H”形石墨样品管，以同时进行块状与粉末状样品实验。实验组装见图 1。

本次实验在 1.5 GPa, 950℃, 恒温时间 101 h 条件下同时进行了斜长角闪岩块状和粉末状样品的熔融实验。实验细节及过程与周文戈等的实验类

似^[1]。

2 实验结果

将回收的实验产物磨制成光薄片，在偏光显微镜下观察实验产物，发现实验后，块状与粉末样品中的组成大致相同，两者的矿物组成主要有：斜长石、辉石、石榴子石及熔体，均没有观察到角闪石（图 2）。实验后块状与粉末状样品中各组分的含量见表 1（用记点法统计，每个薄片记点数不少于 1000）。

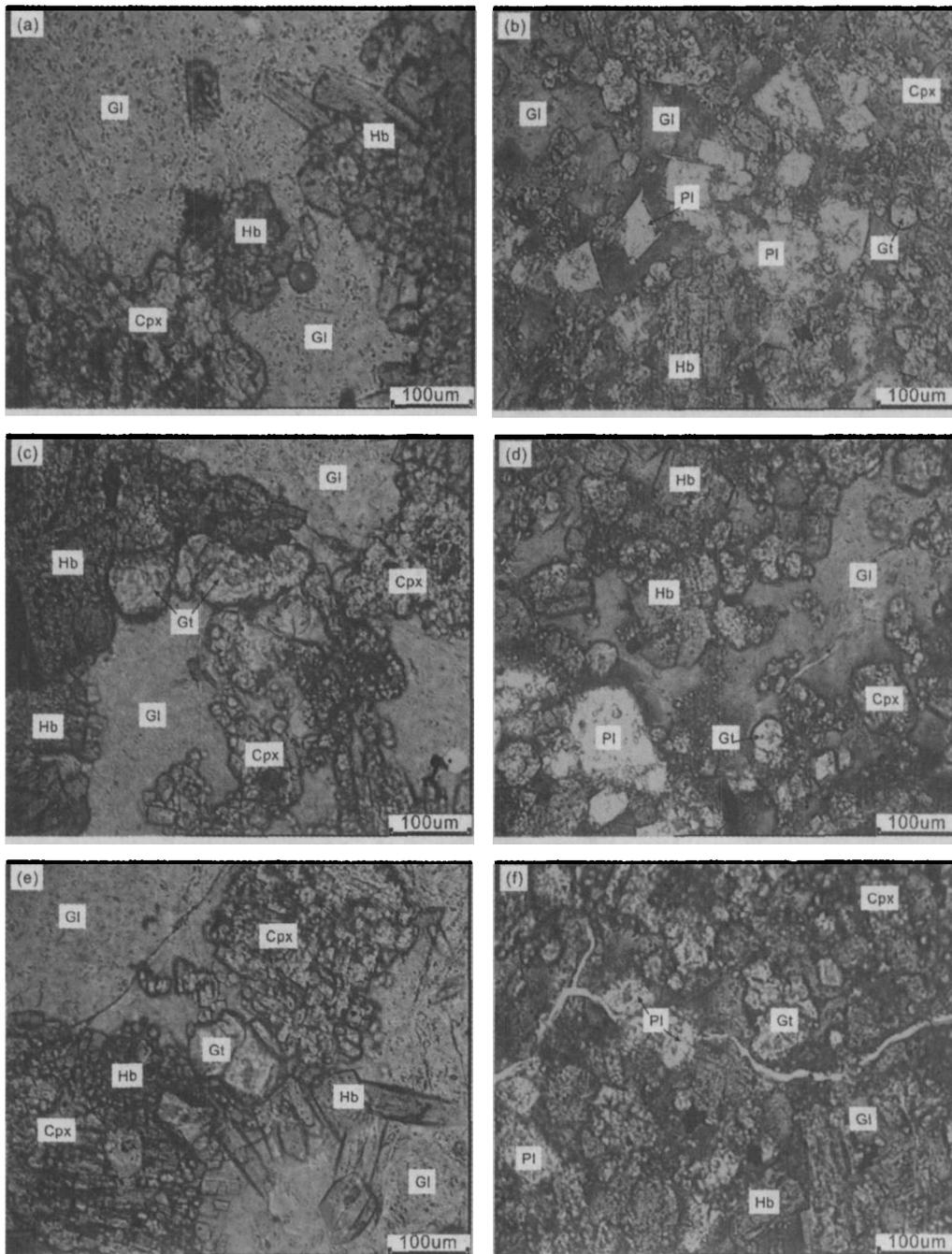


图 2 实验产物的显微照片（单偏光）

(a) (c) (e) 为块状, (b) (d) (f) 为粉末。Pl. 斜长石, Cpx. 单斜辉石, Gt. 石榴子石, Gl. 熔体

表1 实验后块状及粉末样品各组分统计含量 (%)

| 样品 \ 组分 | 单斜辉石 (Cpx) | 斜长石 (Pl) | 石榴子石 (Gt) | 熔体 (Gl) | 不透明矿物 |
|---------|------------|----------|-----------|---------|-------|
| 块状 | 32.4 | 12 | 1.5 | 45.9 | 8.2 |
| 粉末 | 34.7 | 19 | 4.5 | 35.8 | 6 |

实验后块状与粉末状样品中各组分的比较如下(图2):

(1) 斜长石: 实验后块状样品的斜长石呈残余晶体产出, 表现为明显的熔蚀结构, 其表面麻点增多(变脏)(图2(a))。而粉末样品的斜长石相对光洁、明亮, 自形或半自形, 无明显熔蚀现象(图2(b))。

(2) 辉石: 块状样品中辉石呈他形团块体, 褐色, 边缘不规则, 并有次生细小晶粒分布(图2(a)(e))。粉末样中辉石多为短柱(片)状的自形小晶体, 褐带浅黄色调(图2(f))。

(3) 石榴子石: 块状中石榴子石多产于辉石与熔体之间, 自形, 粒度0.03~0.06 mm(图2(c)(e))。粉末样中石榴子石产出于熔体内, 自形, 粒度0.03 mm左右(图2(d))。

(4) 熔体: 二者中熔体均已连通, 占较大视域面积。不同的是块状中熔体乳白色带淡红色调, 颜色均匀(图2(a)(e))。而粉末样中熔体为深褐、褐红色, 有深淡起伏, 不太均匀, 其中夹杂辉石和少量石榴子石(图2(d)(f))。

3 讨论

从表1中我们可以发现统计得到的块状样品中的熔体含量比粉末状样品中的熔体含量要多, 大约多出10%。也就是说, 同一条件下, 相同化学成分的块状样品比粉末状样品可以熔出更多的熔体。如果Wolf的实验结果: 粉末状样品的熔融温度低于块状样^[3], 粉末状样品比块状样品更容易熔融是正确的话, 那么, 熔融的先后与最终熔体含量的高低之间也许并没有绝对的一一对应关系。从先后上看, 也许粉末状样品比块状样品熔的早, 或者说“容易熔”。然而, 从最终(接近平衡时)熔体的含量(熔融效率)来看, 先熔未必熔的多。本

次实验表明, 至少在1.5 GPa, 950℃, 恒温101 h条件下, 块状样品熔融产生的熔体比粉末状样品产生的熔体多。

也许我们对熔融难易本身的理解需要更新。在熔融的先后上说, 粉末比块状容易熔(同条件下粉末所需的熔融温度较块状的低); 而在熔融的效率上说, 块状比粉末容易熔(同一接近平衡的条件下块状的熔体量比粉末的多)。

如果此次结论成立, 那么从自然界岩石部分熔融产生岩浆的角度看, 块状样品熔出多熔体将是对以往多从粉末样熔融角度分析岩浆的产生作一重要的补充及更新。

诚然, 以上的讨论只是依据本次实验结果进行的, 这是否具有普遍性还不得而知。更深入的成分分析以及多个实验的系统对比分析, 正在进行中。

参考文献:

- [1] 周文戈, 谢鸿森, 刘水刚, 等. 2.0 GPa 块状斜角闪岩部分熔融——时间和温度的影响[J]. 中国科学 D 辑, 2005, 35(4): 320-3322.
- [2] 姜杨, 周汉文, 杨启军, 等. 0.1 GPa 块状榴辉岩脱水部分熔融: 局部体系和温度的影响[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2006, 31(1): 121-128.
- [3] Wolf M B, Wyllie P J. Dehydration melting of solid amphibolite at 10 kbar: textural development, liquid interconnectivity and applications to the segregation of magmas[J]. Mineral Petrology, 1991, 44: 151-179.
- [4] Wolf M B, Wyllie P J. Dehydration-melting of amphibolite at 10 kbar: the effects of temperature and time[J]. Contrib Mineral Petrol, 1994, 115: 369-383.
- [5] Rapp R P, Watson E B, Miller C F. Partial melting of amphibolite/eclogite and the origin of Archean trondhjemites and tonalites[J]. Precambrian Res, 1991, 51: 1-25.
- [6] Rapp R P, Watson E B. Dehydration melting of metabasalt at 8-32 kbar: implications for continental growth and crust-mantle recycling[J]. J Petrol, 1995, 36(4): 891-931.
- [7] Dunn T. Dehydration Melting of a basaltic composition amphibolite at 1.5 and 2.0 GPa: Implications for the origin of adakites[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1994, 117: 394-409.
- [8] 杨晓松, 金振民, Huenges E, 等. 高喜马拉雅黑云斜长片麻岩脱水熔融实验: 对青藏高原地壳深熔的启示[J]. 科学通报, 2001, 46(3): 246-250.