

红格层状岩体角闪石和黑云母对温压及氧逸度条件的估算

栾燕^{1,2}, 宋谢炎^{1*}, 郑文勤¹, 陈列锰¹, 田小林³, 冉启渝³

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 四川省地质矿产勘查开发局 106 地质队, 四川 617000)

前人对攀西地区钒钛磁铁矿形成时的温压和氧逸度条件等进行了一定的分析探讨。Pang 等 (2008a、b, 2009) 根据磁铁矿和钛铁矿电子探针成分估计了攀枝花岩体氧化物结晶的温度和氧逸度, 但是, 由于磁铁矿和钛铁矿都发生了固溶体分离, 根据电子探针分析估计的温度和氧逸度具有较大的误差。张晓琪等 (2011) 则利用攀枝花岩体没有发生固溶体分离的斜长石和橄榄石估算了攀枝花钒钛磁铁矿形成时的温度和氧逸度的相对变化。

不同于攀枝花岩体, 红格岩体斜长石主要分布在岩体上部岩相带的磷灰石 (磁铁) 辉长岩中, 橄榄石主要分布在下部岩相带的角闪 (磁铁) 橄辉岩中, 而在作为主要含矿层位的中部岩相带斜长石和橄榄石含量相对较少, 所以用斜长石和橄榄石估算红格岩体钒钛磁铁矿层的结晶条件受到限制。红格岩体不同于攀枝花岩体的另一个显著特征是, 红格岩体角闪石和黑云母在各岩相带普遍分布, 尤其是下部岩相带角闪石含量高达 5~15 modal%。而角闪石和黑云母的成分受温度、压力、氧逸度和熔体总成分的影响, 可以反映岩浆分离结晶过程中物化条件的改变 (Kesler 等, 1975; Hammarstrom and Zen, 1986; 周作侠, 1991; Feeley and Sharp, 1996; Selby and Nesbitt, 2000)。因此, 没有固相线下固溶体分离的角闪石和黑云母为直接分析探讨红格岩体的温压以及氧逸度条件提供了可能。

红格岩体角闪石 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 含量 (10.5%~12.0%), Si/(Si+Ti+Al) 比值 (0.69~0.74), Al/Si 比值 (0.30~0.37) 以及 $\text{Mg}/(\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+}+\text{V}^{\text{IV}}\text{Al})$ 比值 (1.69~2.63) 均证明角闪石是从幔源基性岩浆中结晶出来的 (姜长义等, 1984; 薛君治等, 1987)。而黑云母在 $\text{MgO}-\text{FeO}_T/(\text{MgO}+\text{FeO}_T)$ 图解上, 也显示其与幔源岩浆作用有关 (周作侠, 1986, 1988)。综上所述, 红格岩体角闪石和黑云母都是与幔源岩浆作用有关的原生矿物, 与其产出的地质背景相吻合。

根据角闪石电子探针成分及其化学式计算得出, 角闪石结晶温度为 1000~1100 °C (邓晋福, 1983), 结晶压力小于 220 MPa (图 1) (Ernst 等, 1998), 结晶时氧逸度

变化范围在 $\text{NNO}-0.55$ 到 $\text{NNO}+0.73$ 之间 (Ridolfi 等, 2010)。同时,

红格岩体黑云母在 $\text{Fe}^{3+}-\text{Fe}^{2+}-\text{Mg}$ 图解上投点, 均位于 NNO 缓冲剂附近并与其平行 (Wones and Eugster, 1965), 说明红格岩体黑云母结晶时的氧逸度为 NNO (~ $\text{FMQ}+0.7$), 与角闪石结晶时的氧逸度相吻合。

红格岩体角闪石的形成温度为 1000~1100 °C (见上文), 其对应的 $\lg(f\text{O}_2)$ 在 -11~ -8 之间 (图 2)。而红格岩体角闪石和黑云母都属于晶间矿物, 暗示其结晶温度低于磁铁矿的结晶温度 (~1150 °C, Luan 等, in press), 其结晶时的氧逸度也是低于磁铁矿的。所以, 推测红格岩体磁铁矿结晶时的氧逸度高于 $\text{NNO}+0.73$, 在 1150 °C 时的绝对氧逸度也大于 -7.5 (图 2)。

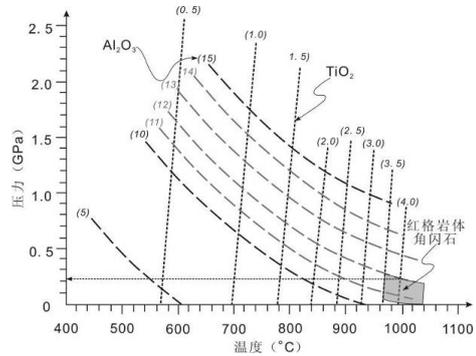


图 1 角闪石 Al-Ti 温压曲线格子 (据 Ernst 等, 1998)

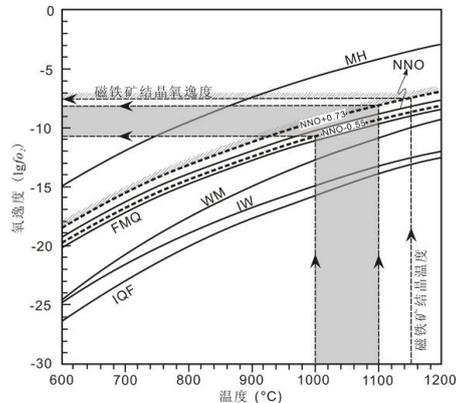


图 2 红格岩体角闪石 $\lg(f\text{O}_2)$ -T 曲线图
实线代表氧缓冲剂 (Eugster 等, 1962), 虚线代表红格岩体角闪石结晶时的氧逸度

基金项目: 国家“973”计划 (2012CB416804); 国家自然科学基金重点项目 (批准号: 40730420); 矿床地球化学国家重点实验室课题 (SKLOG-ZY125-06)

作者简介: 栾燕, 女, 1986 年生, 博士, 矿物学岩石学矿床学专业. E-mail: luanyan1234@163.com

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

图 2 红格岩体角闪石 $\lg(f\text{O}_2)$ -T 曲线图