

# 橄榄石成分对四川白马钒钛磁铁 矿床成因的指示意义

张晓琪<sup>1,2</sup>, 宋谢炎<sup>1</sup>

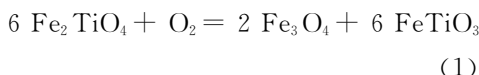
(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

四川白马镁铁-超镁铁层状侵入体位于峨眉山大火成岩省中部, 岩体长约 24 km, 宽约 2~6 km。岩体呈西倾单斜, 倾角 50°~70°(攀西地质大队, 1984)。锆石 SHRIMP U - Pb 定年结果表明, 白马层状侵入体的形成年龄为 262 Ma ± 2 Ma, 表明是峨眉山地幔柱高钛玄武岩浆活动的产物(Zhou 等, 2008)。根据岩石的矿物组合及含量变化, 特征矿物相(磷灰石)的出现和消失; 岩石的结构构造特征; 微韵律层的发育情况等岩相特征, 白马岩体自下而上可分为 2 个主要的岩相带。下部岩相带以富钒钛磁铁矿的层状橄长岩为特征, 上部岩相带以含磷灰石的厚层橄长岩为主要特征。与国外典型层状岩体(如南非 Bushveld 岩体和格陵兰的 Skaergaard 岩体)不同, 四川白马层状岩体巨厚的钒钛磁铁矿层主要分布在岩体的底部和下部, 被认为是在相对早期阶段结晶形成的。自上世纪八十年代以来, 前人对该地区的层状岩体及钒钛磁铁矿床的成因进行了大量探讨。然而, 对白马钒钛磁铁矿的成因认识仍然存在分歧。

## 1 分析方法

岩浆体系中, 钛铁尖晶石和磁铁矿共结时有下列反应平衡:



通过电子探针分析确定钛铁尖晶石和磁铁矿的成分后, 利用平衡反应(1)就可以确定它们的温度和氧逸度(Buddington 等, 1964)。然而,

基金项目: 国家自然科学基金重点基金(40730420); 科学院知识创新方向性项目(KZCX2-YW-Q04); 矿床地球化学国家重点实验室课题(KCZX20090105)

在温度缓慢降低时, 钛铁氧化物往往会发生固相线下固溶体分离, 使得获取它们结晶时的成分并非易事。白马岩体所有磁铁矿和钛铁矿都经历了固溶体分离, 所计算出的温度和氧逸度都只能反映固相线之下固溶体分离的物理化学条件。但是通过对白马层状橄长岩体岩相学观察发现, 在各韵律层内, 橄榄石与钛铁氧化物都是主要的堆积矿物, 相近的自形程度和相互包含的现象, 说明虽然它们结晶有先后次序, 但橄榄石与钛铁氧化物的成核-结晶温度差异并不大; 其次, 在橄榄石中没有发现固溶体分离现象, 说明它们自形成至今基本保持了其结晶时的成分特点。因此本文拟利用橄榄石的成分变化估计钛铁氧化物形成时的岩浆成分和氧逸度的相对变化, 从而为探讨层状岩体中钛铁氧化物矿床成因提供依据。

## 2 结果与讨论

电子探针分析结果表明, 在每一个单独的韵律内部, 由磁铁橄长岩向橄长岩橄榄石的 Fo 牌号总是表现出强烈降低的趋势, 说明每次新补充的岩浆分离结晶过程中氧逸度总是逐渐降低。橄榄石是 Fe-Mg 固溶体, 同一旋回中橄榄石 Fo 牌号变化较大, 说明橄榄石成分对岩浆的成分、尤其是 FeO 含量、 $\text{Fe}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  及  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  比值非常敏感。因此, 可以根据橄榄石成分分析磁铁橄长岩与橄长岩形成过程中氧逸度和和岩浆  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  比值的相对变化。另外, 通过对磁铁矿(Mt)和钛铁矿(Ilm)矿物含量统计发现, 白马岩体下部岩相带中, 每一个独立岩相旋回从底部的稠密浸染状橄长岩到顶部橄长岩, 都会有 Mt/(Mt+Ilm)比值降低的现象。全岩化学分析结果也显示每个旋回自下而上  $\text{Fe}^{3+}/\text{Ti}^{4+}$  比值有规律

地降低,表明在每一个独立旋回中,自下向上 Mt/(Mt+Ilm)比值降低的趋势。这说明白马岩体可能存在多次岩浆补充,每一次补充的岩浆的成分都因深部岩浆房的分离结晶而具有较高的  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T})$  含量和较高的  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  比值,使得

Ti-Fe 氧化物总是能够较早地结晶,岩体中 Mt/(Mt+Ilm)比值升高,而至旋回上部,随着 Mt 大量晶出,  $f(\text{O}_2)$  下降,Ilm 开始大量晶出, Mt/(Mt+Ilm)比值随之大量降低。