

玄武岩岩浆通道成矿机制：

以云南元谋地区朱布为例

朱丹^{1,2}, 徐义刚², 宋谢炎¹, 胡瑞忠¹

(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 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

已有的研究表明, 峨眉山大火成岩省元谋地区的一些小型基性-超基性岩体是峨眉山玄武岩的通道(朱丹等, 2007)。这些小型岩体不仅是峨眉山大火成岩省的重要组成部分, 如朱布岩体(图1)、热水塘和猛林沟岩体。并且朱布

岩体还是一个中型硫化物铜镍型铂钯矿床(云南省地质矿产局, 1990)。朱布岩体成岩学和地球化学已经有一定程度研究, 成矿机制的研究还很薄弱。

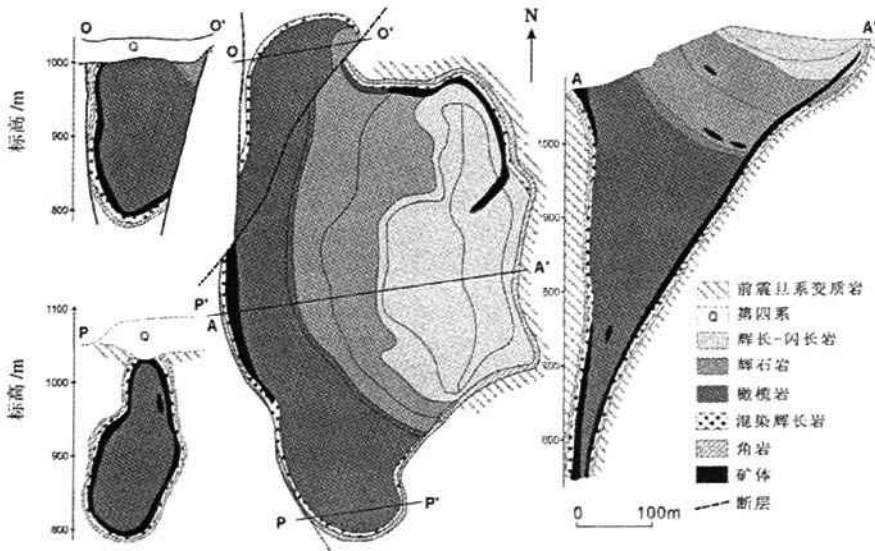


图1 朱布基性-超基性岩体地质图(根据文献(云南省地质矿产局, 1990), 矿体厚度经过放大)

本文在综合研究的基础上提出玄武岩岩浆通道成矿机制(图2)。解释如下: 朱布岩体边缘岩相带表现为成分反转现象是早期冷却在通道壁的玄武岩在温度梯度场中发生重熔, 这种现象在岩墙中比较普遍, 有关的热模拟研究说明

了这一点(Petrovic等, 2005)。越靠近通道的熔融程度越高, 相应与之平衡的熔融残留相的Mg#也越高, 现存的边缘岩相带是经过压缩后, 熔体被挤出后的残留相, 因此表现为成分反转现象。以前的研究认为边缘反转现象是Soret分异效应的结果(Latypov, 2003; Dan等, 2004), 但是由于缺乏物理学方面的支持(Bowen, 1921; , 1928), 现在认为Soret效应不会导致很可观的分异。

基金项目: 973计划(编号2007CB411401); 国家自然科学基金(编号40730420; 40234046; 40772059)

作者简介: 朱丹, 男, 1970年生, 博士, 副研究员, 主要从事矿物岩石学研究

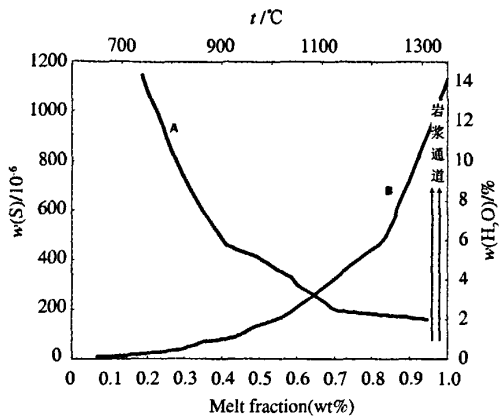


图2 岩浆通道壁的温度、熔体分布和S和H₂O在熔体中的溶解度
朱布岩体的母岩浆引自文献(朱丹等,2007)

在通道壁熔融发生时,由于温度梯度,不同位置的熔融程度不一样,熔体成分也不一样。因此对硫的溶解度也不一样(图2中的A线)。岩体最外缘的熔体对硫的溶解度应该最低。硫饱和和溶解度具体计算如下(Li等,2005):

$$\ln x_s = 1.299 - 0.74(10^4/T) - 0.021(p) - 0.311 \ln x_{FeO} - 6.616 x_{SiO_2} - 9.153 x_{Na_2O + K_2O} - 1.914 x_{MgO} - 6.594 x_{FeO}$$

参 考 文 献:

- 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志. 北京:地质出版社,1990.
- 朱丹,徐义刚,罗泰义,等. 峨眉山玄武岩的输送通道:云南元谋地区朱布岩体. 矿物学报,2007,27(3/4):
- Bowen N L. Diffusion in silicate melts. *Journal of Geology*, 1921, 29: 295 - 317.
- Bowen N L. *The Evolution of the Igneous Rocks* (Princeton University Press, Princeton). 1928.
- Dan Z, Luo, T-Y, Xu, Y-G, et al. Soret fractionation—a novel process for origin of the PGE mineralization in Zhubu mafic-ultramafic intrusion in SW China. *Recent Advances in Magmatic Ore Systems in Mafic-Ultramafic Rocks. ICCP Project 479 Field Conferences*. 2004, 64 - 66 (Hong-Kong, China).
- Ghiorso M S Sack R O. Chemical mass-transfer in magmatic processes IV. a revised and internally consistent thermodynamic model for the Interpolation and extrapolation of liquid-solid equilibria in magmatic systems at elevated-temperatures and pressures. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1995, 119: 197 - 212.
- Latypov R M. The origin of marginal compositional reversals in basic-ultrabasic sills and layered intrusions by Soret fractionation [J]. *Journal of Petrology*, 2003, 44: 1579 - 1618.
- Li C S and Ripley, E M. Empirical equations to predict the sulfur content of mafic magmas at sulfide saturation and applications to magmatic sulfide deposits. *Mineralium Deposita*, 2005, 40: 218 - 230.
- Petcovic H L, Dufek, J D. Modeling magma flow and cooling in dikes: Implications for emplacement of Columbia River flood basalts. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, 2005, 110.
- Smith P M, Asimov P D. *Adiabat_1ph: A new public front-end to the MELTS, pMELTS, and pHMELTS models*. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 2005, 6
- Song X Y, Zhou, M F, Keays, R R, et al. Geochemistry of the Emeishan flood basalts at Yangliuping, Sichuan, SW China: implications for sulfide segregation. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 2006, 152: 53 - 74.

T代表温度(K), x 代表摩尔分数, p 代表压力(kbar)。假设母岩浆中含水2%,熔体的温度、成分和H₂O使用MELTS计算(Ghiorso等,1995; Smith等,2005)。

由于峨眉山玄武岩是贫硫的玄武岩(Song等,2006),也就是母岩浆的硫未达到饱和。这里我们假定母岩浆中的硫为 500×10^{-6} 。下面讨论硫是如何富集的。在高温端,由于熔融程度大,熔体中的硫未达到饱和;而冷端硫过饱和,有硫化物析出。因此冷端的硫要向热端迁移,直到热端也到达饱和。不过这种迁移方式不会导致可观的迁移。因为观察结果是:几乎所有冷端的硫都迁移到了热端(朱丹等,2007)。因此需要其它的机制来解释。

玄武岩中含有水目前已被广泛接受。假设朱布母岩浆中含水2%,冷端熔体中的含水量可以超过15%,此时水已过饱和,因此有自由水析出。析出的自由水可以溶解大量的硫;而热端熔体此时水还未达到饱和,因此会吸收来自冷端溶解有大量硫的自由水。这样就导致了热端有过量的硫过饱和下来。这些硫化物熔体吸取通道中岩浆的铂族元素和Cu、Ni等元素,这样贫硫型的岩浆硫化物矿产就形成了。