

赣南大吉山钨矿岩体、矿脉白云母地球化学及成岩成矿意义

蒋国豪, 胡瑞忠

(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 550005)

大吉山钨矿床是一个石英脉型钨矿床, 同时伴有铌、钽、铍、钼等矿化, 是南岭成矿带典型的钨多金属矿床。隐伏于大吉山钨矿深部的白云母花岗岩, 具有钠长石化和云英岩化, 是钨、铌、钽等稀有元素矿化花岗岩。白云母是一个含矿化剂(F、Cl等)的矿物, 矿物中矿化剂的多寡可以反映岩浆体系矿化剂的含量。因此通过对花岗岩和矿脉中白云母成分分析研究可以了解岩石成因、岩石形成的构造背景以及体系挥发分或矿化剂的地球化学特性。

1 白云母的化学成分特征

白云母电子探针分析在南京大学内生金属成矿机制研究国家重点实验室完成, 仪器为 JEOL JXA8800。从白云母探针成分分析来看, 大多数白云母 SiO_2 含量大于 47%, FeO (总铁) 含量在 3.59% ~ 7.58%, 具有富 SiO_2 和 FeO 、 MgO 的特征。与白云母理论成分 $\text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{Al}]\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$ 相比, 表现出富 Si、Fe、Mg、Ti, 贫 Al, 且有部分的 K 被 Na 所替代。II 阶段二云母花岗岩中白云母 $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ 比值为 0.66 ~ 0.75, 而 III 阶段白云母花岗岩和含钨石英脉中白云母 $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ 比值分别为 0.82 ~ 0.98 和 0.64 ~ 0.9, 大多数的含钨石英脉的比值大于 0.75。表明二云母花岗岩中的白云母多为原生白云母, 而白云母花岗岩中白云母为次生白云母, 而含钨石英脉中的白云母是水热反应的产物。在本区随着花岗质岩浆演化, Ti 含量降低而 $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ 值升高。因此富 Ti 和低 $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ 值是原生白云母的标志。而水热作用往往发生在低 Ti 和高 $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ 环境下。

利用白云母中钠云母的成分, 计算出白云母的结晶温度。温度计算公式(薛君治等, 1991):

$$t = 121.568 + 47.767(\text{par}) - 1.565(\text{par})^2 + 0.0214(\text{par})^3$$

其中 par 是钠云母组分, $\text{par} = 100\text{Na}/(\text{Na} + \text{K})$ (摩尔百分数)。其中白云母花岗岩中白云母结晶温度为 166 ~ 496°C; 含钨石英脉中白云母形成温度大约为 165 ~ 360°C; 二云母花岗岩中白云母的形成温度 210 ~ 497°C, 主要集中在 250 ~ 350°C 之间。从白云母的结晶温度来看, 它们与含钨石英脉的均一温度相当 (200 ~ 340°C), 也就是说白云母化的过程可能就是钨大量沉淀成矿的过程。

矿化剂元素 F 在二云母花岗岩、白云母花岗岩和含钨石英脉中白云母分布具有不均一性。其中 F 在二云母花岗岩的含量小于后两者中白云母的含量, 而白云母花岗岩大于含钨石英脉中白云母 F 的含量, 这与 F 趋于熔体相分配的特性一致。白云母中 F、Cl 的含量取决于 F-OH 和 Cl-OH 的置换作用, 同时黑云母中 Mg/Fe 值对 $\text{F} \rightleftharpoons \text{OH}$ 和 $\text{Cl} \rightleftharpoons \text{OH}$ 配分有着重要的影响, 因此白云母中 $\text{F} \rightleftharpoons \text{OH}$ 和 $\text{Cl} \rightleftharpoons \text{OH}$ 的置换作用可能也受白云母中 Mg/Fe 值的影响。在两阶段花岗岩和含钨石英脉中白云母的 F 含量, 说明其体系中富含 F 元素, 而对于 Mg-Cl 和 Fe-F 回避原则, 与白云母共存的流体相对富铁。同时钨矿化与云英岩化相关, 有钨矿化的地方总有白云母存在。这说明钨矿化与白云母化有着密不可分的关系, 可能是在 F-W 形成络合物迁移过程中, 云英岩化改变了流体的物理化学环境, 导致 F 进入了白云母矿物晶格, 而钨与它的沉淀剂 Fe、Mn 形成了黑钨矿有关。

利用白云母中的 F、Cl 含量来推测与其共存流体中 HF、HCl、 H_2O 的相对逸度比值。据计算公式(熊小林等, 1995): $\lg(f_{\text{H}_2\text{O}}/f_{\text{HF}})^{\text{fluid}} = 2100/T + 1.523X_{\text{Mg}} + 0.416X_{\text{Fe}} - 0.11X_{\text{Al}} - \lg(X_{\text{F}}/$

$X_{OH})^{Mm}$, 其中 $X_{Al} = Al_{\Sigma} - [(4-Si)/\Sigma \text{八面体阳离子数}]$, $X_{Mg} = Mg/\Sigma \text{八面体阳离子数}$, $X_{Fe} = 1 - (X_{Mg} + X_{Al})$ 。计算的结果表明, 与白云母花岗岩共存的流体 $\lg(f_{H_2O}/f_{HF})^{fluid}$ 值为 $-0.03 - 0.25$ 和形成脉状矿体的流体值 0.77 (平均值) 都小于 1 , 而与二云母花岗岩共存的流体值 1.15 (平均值) 大于 1 。也就是说与它们有关的热液流体在化学成分上是有差别的, 有矿化的白云母花岗岩和含钨石英脉的热液流体存在相似性。在与白云母花岗岩共存的流体中, HF 的逸度相对较高, 这与 F 趋向于熔体相中配分的实验成果相吻合, 也与 Nb、Ta 等微量元素在白云母花岗岩中富集成矿的地质事实相符, 因为它们与 F 可以形成稳定的络合物迁移 (王玉荣等, 1992), 随着云英岩化的进行, 改变了流体的物化性质, 同时 F 进入白云母的晶格, 导致络合物的离解使 Nb、Ta 富集成矿。当然 F 对钨的迁移成矿也具有重要的作用, 在富氟的热液中, 它可能是迁移钨主要的络阴离子。

2 讨论

原生和次生的白云母都是花岗岩浆强过铝

性质的重要指示矿物, 这与两个阶段的花岗岩的 $ACNK > 1.1$ 值一致。研究表明 (Sylvester, 1998), 富水地壳岩石和地壳增厚是形成强过铝质花岗岩的必要条件, 因而形成白云母花岗岩所需的大量水可以由富水的沉积地层提供。大吉山岩体位于南岭东段, 处于特提斯构造域和西太平洋构造域的聚合区域, 白云母花岗岩的存在说明本区地壳受碰撞或俯冲作用的影响, 发生了地壳增厚作用。而本区在燕山期时地壳处于拉张作用下, 也就是说印支期板块的碰撞或俯冲作用可能一直影响到燕山早期。白云母花岗岩、二云母花岗岩的形成与陆内俯冲作用有关, 是陆内俯冲作用的岩石学记录 (邓晋福等, 1994, 1995)。也就是说陆内俯冲作用和地壳拉张作用以及花岗岩的形成, 导致了本矿床的形成, 可能也是华南 W-Sn-Nb-Ta-REE-U 等金属矿床形成的深部动力学背景。

参 考 文 献:

- 邓晋福, 赵海玲, 赖绍聪等. 白云母/二云母花岗岩形成与陆内俯冲作用地球科学 - 中国地质大学学报, 1994, 19(2): 139 - 147.
- 邓晋福, 赵海玲, 莫宜学等. 扬子大陆的陆内俯冲与大陆的缩小 - 由白云母(二云母)花岗岩推导高校地质学报, 1995, 1(1): 50 - 57.
- 王玉荣, 顾复, 袁自强. Nb、Ta 分配系数和水解实验研究及其在成矿作用中的应用地球化学, 1992, 1, 55 - 62.
- 熊小林, 朱金处, 饶冰. 云母, 黄玉中 F-OH 交换平衡及云母 + 黄玉组合形成的温度和共存流体组成 $\lg(f_{H_2O}/f_{HF})$ 的估算矿物学报, 1995, 15(4): 451 - 456.
- 薛君治, 白学让, 陈武. 成因矿物学武汉: 中国地质大学出版社, 1991, 1 - 123.
- Sylvester P J. Post-collisional strongly peraluminous granites Lithos, 1998, 45: 29 - 44.