

文章编号:1671-4814(2010)01-12-07

闽西南地区燕山晚期花岗岩黑云母特征及成因意义*

赵希林,毛建仁

(南京地质矿产研究所,南京 210016)

摘要:本文通过黑云母的电子探针方法测试,分析闽西南地区才溪岩体、四方岩体及罗卜岭岩体中黑云母的地球化学特征及其成因意义。测试结果表明,才溪二长花岗岩中的黑云母为高铁黑云母,而四方花岗闪长岩及罗卜岭花岗闪长斑岩中的黑云母为高镁黑云母,在由黑云母成分确定的物质来源图上,它们均落入壳-幔混合源区域,表明其成因类型都是壳-幔混源型花岗岩,但随着形成时代的逐渐变新,其物质组成成分中幔源组分逐渐增多。

关键词:闽西南;黑云母;地球化学特征

中图分类号:P578.959

文献标识码:A

研究区位于南岭成矿带东段与东南沿海岩浆岩带的衔接处,是东西向构造与北东向构造的转换部位,该区因存在著名的紫金山铜多金属矿床而受到了地质学家的广泛关注^[1-3]。研究区侵入岩分布广泛,尤以中生代酸性、中酸性花岗岩类为主,不同时代的岩体约占研究区总面积的70%。区内主要中生代花岗质侵入体有紫金山岩体、才溪岩体、四方岩体及罗卜岭岩体,其中紫金山岩体出露于研究区的西南部,呈侵入体产出,才溪岩体侵入于紫金山岩体的东北部,四方岩体侵入于紫金山岩体东北部及才溪岩体西南部(图1)。本区的构造、岩浆作用特

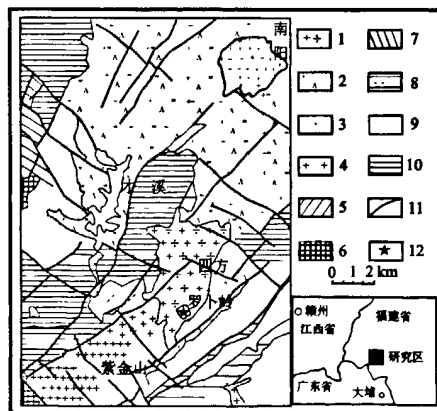


图1 研究区地质构造图

Fig. 1 Geological map of researched area

1-花岗闪长岩;2-二长花岗岩;3-细粒花岗岩;4-黑云母花岗岩;5-第四系冲积层;6-下白垩统石帽山群杂砂岩;7-下二叠统文宾山组杂砂岩;8-下石炭统林地组石英砂岩;9-泥盆系上统粉砂岩;10-震旦系变质岩系;11-断裂;12-采样点

* 收稿日期:2009-06-30

基金项目:中国地质调查局基础地质调查项目(1212010611805,1212010911012)资助。

第一作者简介:赵希林(1980~),男,硕士,助研,从事矿物学、岩石学、矿床学研究。

别是燕山晚期的火山-次火山作用及中酸性岩浆侵入作用与成矿作用关系密切:紫金山岩体是铜、钼、金矿化的主要围岩,稍后形成的侵入体有才溪二长花岗岩体、四方花岗闪长岩体、罗卜岭花岗闪长斑岩体,其中四方花岗闪长岩和罗卜岭花岗闪长斑岩与成矿关系密切。花岗岩中的裂隙带是重要的控矿构造,罗卜岭花岗闪长斑岩主要与斑岩型铜钼矿有关,英安斑岩主要与次火山中低温热液硫酸盐型的铜金矿有关^[4-9]。

本次研究工作主要研究对象为才溪黑云母二长花岗岩、四方花岗闪长岩及罗卜岭花岗闪长斑岩中的黑云母。前人研究表明,才溪二长花岗岩的形成时代为 $150 \pm 4 \text{ Ma}$ ^[8],毛建仁等利用单颗粒锆石 U-Pb 同位素测得四方花岗闪长岩的形成时代为 $107.8 \pm 1.2 \text{ Ma}$ ^[6],罗卜岭花岗闪长斑岩的形成时代为 $105 \pm 7.2 \text{ Ma}$ ^[5]。四方花岗闪长岩是紫金山地区罗卜岭斑岩型铜矿床的成矿母岩,而才溪二长花岗岩岩体与成矿关系不密切,本文利用电子探针手段探讨黑云母的地球化学特征及寄主岩的成因类型。

1 地质背景及样品特征

才溪岩体主体岩性为似斑状二长花岗岩,呈 NE 向延伸的岩株侵入于震旦系变沉积岩中;四方岩体主体岩性为中细花岗闪长岩,受北东和北北东向张性断裂控制,呈长轴状北东向的岩株状产出,面积约为 10 km^2 。才溪岩体南部侵入于紫金山黑云母花岗岩中(黑云母花岗岩的年龄测试为 168 Ma 左右^[9]),岩体西南部被四方花岗闪长岩岩体侵入。

罗卜岭岩体是研究区唯一出露于地表的含铜(钼)斑岩体,其不但形成了中寮斑岩铜(钼)矿床,而且也为紫金山地区的浅成热液铜金矿床和过渡类型的铜金矿床提供了热源。斑岩矿化带紧紧围绕花岗闪长岩内出露的罗卜岭斑岩体内外接触带^[4-10]。罗卜岭花岗闪长斑岩体,地表呈长 600 m ,宽 100 m 左右的 NW 向小岩株,钻孔资料显示,其深部面积迅速增大。罗卜岭岩性为主要中细粒花岗闪长斑岩,粒度由浅到深逐渐变粗。

3 个岩体地质和岩石学特征见表 1:

表 1 才溪、四方、罗卜岭岩体的地质和岩石学特征对比表

Table 1 Comparison of geological and petrological characters of Caixi,Sifang and Luoboling plutons			
	才溪岩体	四方岩体	罗卜岭岩体
岩性	中粗粒二长花岗岩-似斑状中细粒二长花岗岩-细粒二长花岗岩	中细粒花岗闪长岩	中细粒-中粗粒花岗闪长斑岩
矿物组成	似斑晶为钾长石;基质为斜长石(28%±)、钾长石(25%±)、石英(25%±)、黑云母(5%±)及少量角闪石(镜下特征见图 2a、b)	斜长石(50%±)、石英(25%±)、钾长石(15%±)、黑云母(8%±)及少量角闪石(镜下特征见图 2c、d)	斑晶为角闪石、斜长石、黑云母及少量钾长石;基质为钾长石(25%±),石英(20%±),斜长石(10%±),及少量暗色矿物如黑云母、角闪石等(镜下特征见图 2e、f)
副矿物组合	磁铁矿-金红石-锆石-榍石型	磁铁矿-榍石-锆石型	锆石-磁铁矿-金红石型
与围岩及其它岩体相互关系	侵入与紫金山花岗岩中,被后期四方花岗闪长岩侵入	侵入于才溪二长花岗岩中,被后期罗卜岭花岗闪长斑岩侵入	侵入于四方花岗闪长岩中

表中资料来自于参考文献[4-9]

本次样品采自于罗卜岭岩体(ZK402孔),四个样品的孔深分别为74.1 m、92.25 m、92.10 m、98.40 m。才溪岩体及四方岩体数据引用作者已发表数据^[10]。

罗卜岭花岗闪长斑岩为中细粒斑状花岗结构,块状构造。斑晶含量约50%±,粒径约1~5 mm,主要成分为斜长石(40%±),普通角闪石(10%±)中,黑云母(5%±)及少量钾长石。基质呈细粒花岗结构,粒径约0.02~0.5 mm,主要成分为钾长石(25%±),石英(20%±),斜长石(10%±)及少量暗色矿物如黑云母、角闪石等。其中斜长石双晶发育,呈自形板状,可见韵律环带(图2);钾长石呈它形晶充填于其它晶质之间;石英呈他形粒状,波状消光。副矿物组合为:锆石-磁铁矿-金红石。

2 黑云母的地球化学特征

电子探针的测试工作是在南京大学成矿作用国家重点实验室完成的,测定使用仪器为JEOLJX8800M型电子探针分析仪,电子束斑直径为1 μm,加速电压为15 kv,束电流值为10⁻⁸A。

测试对象为半自形、片状、中粗粒且新鲜的黑云母,镜下呈褐色-褐黄色的多色性,无变质变形现象(图2)。才溪岩体及四方岩体中黑云母的电子探针数据引用作者已发表数据^[10],本文仅列出罗卜岭花岗闪长斑岩中黑云母的电子探针数据,数据见表2。

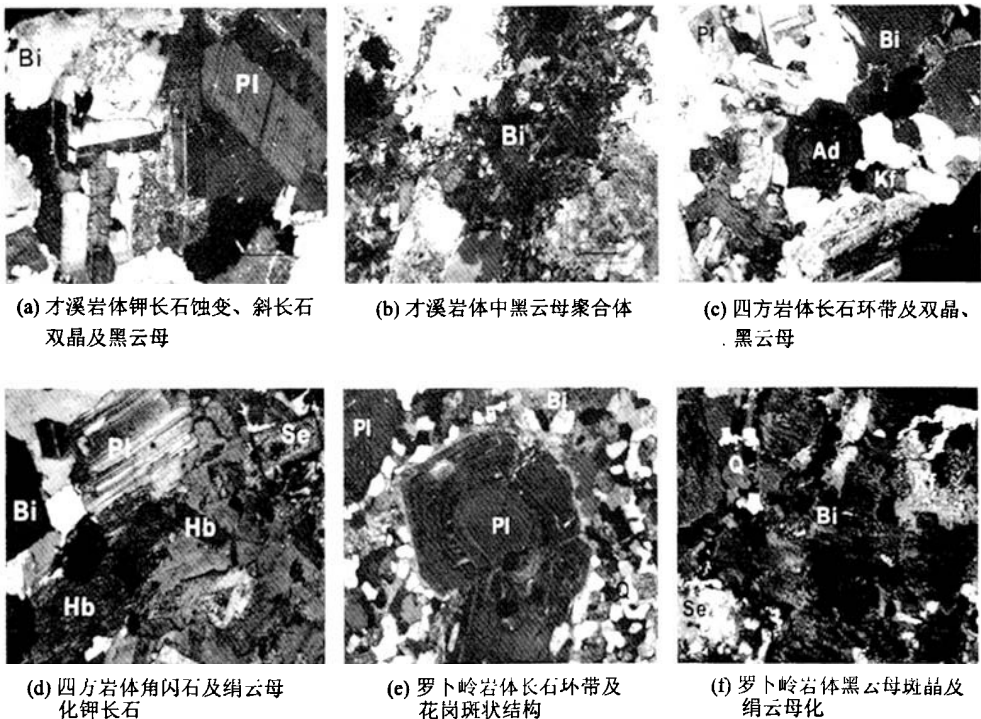


图2 花岗岩样品镜下特征

Bi-黑云母; Pl-斜长石; Kf-钾长石; Hb-角闪石; Se-绢云母; Q-石英

Fig. 2 Characteristics of granites observed under microscope

Bi-Biotite; Pl-Plagioclase; Kf-K-feldspar; Hb-Hornblende; Se-Sericite; Q-Quartz

表 2 罗卜岭岩体黑云母电子探针成分分析结果(wt%)

Table 2 Electron-microprobe analyses data of biotites from Luoboling pluton (wt%)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
样品号	ZK402-1			ZK402-2			ZK402-3		ZK402-4		
SiO ₂	31.19	35.62	37.01	35.97	37.33	37.51	37.66	37.25	37.90	37.01	29.30
TiO ₂	1.9	4.232	4.762	3.796	5.524	5.134	5.643	4.72	4.921	4.672	0.224
Al ₂ O ₃	17.66	4.95	14.51	16.32	15.24	14.55	14.11	14.87	14.64	14.33	17.13
FeO	15.5	15.1	14.7	16.2	15	12.5	12.1	12.5	13.2	14.3	25.2
Fe ₂ O ₃	2.73	2.66	2.59	2.86	2.65	2.2	2.13	2.21	2.33	2.52	4.44
MnO	0.027	0.297	0.273	0.213	0.162	0.357	0.299	0.356	0.297	0.263	0.433
MgO	17.05	14.17	13.93	26.27	13.17	13.68	13.4	14.24	13.92	13.23	17.71
CaO	1.958	0.205	0.006	0.12	1.44	0.055	0.459	0.029	0	0.084	0.219
Na ₂ O	0.006	0.162	0.189	0.149	0.115	0.196	0.265	0.186	0.239	0.183	0.056
K ₂ O	0.176	7.553	9.367	4.895	6.621	9.385	9.211	8.535	8.764	8.966	0.018
Total	88.20	84.94	97.34	106.79	97.25	95.57	95.28	94.89	96.22	95.55	94.73
Si	4.673	5.819	5.208	4.55	5.189	5.31	5.339	5.284	5.321	5.283	4.322
Al ^{IV}	3.116	0.952	2.405	2.431	2.494	2.426	2.355	2.485	2.42	2.408	2.975
Ti	0.214	0.52	0.504	0.361	0.577	0.547	0.602	0.504	0.52	0.502	0.025
Fe ³⁺	0.307	0.327	0.274	0.272	0.277	0.234	0.227	0.236	0.246	0.27	0.492
Fe ²⁺	1.942	2.063	1.73	1.714	1.743	1.48	1.434	1.483	1.55	1.707	3.108
Mn	0.003	0.041	0.033	0.023	0.019	0.043	0.036	0.043	0.035	0.032	0.054
Mg	3.808	3.45	2.923	4.953	2.728	2.887	2.832	3.011	2.914	2.815	3.894
Ca	0.314	0.036	0.001	0.016	0.214	0.008	0.07	0.004	0	0.013	0.035
Na	0.002	0.051	0.052	0.037	0.031	0.054	0.073	0.051	0.065	0.051	0.016
K	0.034	1.574	1.682	0.79	1.174	1.695	1.666	1.545	1.57	1.633	0.003
Mg/Fe+Mg	0.66	0.63	0.63	0.74	0.61	0.66	0.66	0.67	0.65	0.62	0.56

才溪二长花岗岩中黑云母富硅、铁、钾,相对贫镁、钙,其SiO₂、FeOT、K₂O 平均含量分别为 37.30%、21.74%和 9.20%,MgO 及 CaO 平均含量分别为 9.06%和 0.017%。

相对于才溪二长花岗岩中的黑云母,四方花岗闪长岩、罗卜岭花岗闪长斑岩中黑云母相对贫硅、铁、钾而富镁、钙,其 SiO₂、FeOT、K₂O 平均含量均低于才溪二长花岗岩中黑云母中含量,而 MgO 及 CaO 平均含量高于才溪二长花岗岩中黑云母中含量。

因此,随着时代的逐渐变新,岩体中黑云母 SiO₂、FeOT、K₂O 含量逐渐变低而 MgO 及 CaO 逐渐增高。

3 讨论

黑云母的镁、铁组分与其寄主岩石岩浆的物质来源成分有密切关系^[11]。本区黑云母的 MgO 含量及 MgO/(FeOT+MgO)(摩尔比),在才溪二长花岗岩中分别为 8.366%~9.877%(平均为 9.06%)和 0.22~0.26(平均为 0.24);在四方花岗闪长岩中分别为 11.66%~17.045%(平均为 13.15%)和 0.29~0.32(平均为 0.31);在罗卜岭花岗闪长斑岩中分别为 13.17%~26.27%(平均为 15.52%)和 0.29~0.40(平均为 0.34)。因此,随着时代的逐渐变

卜岭花岗闪长斑岩,显示出明显的从壳幔混源向幔源过渡的趋势。因此,随着形成时代的逐渐变新,幔源组份在其形成过程中所占比例也逐渐增大。

4 结论

(1)随着时代的逐渐变新,岩体中黑云母 SiO_2 、 FeOT 、 K_2O 含量逐渐变低而 MgO 及 CaO 逐渐增高。

(2)才溪二长花岗岩中的黑云母富铝、铁, MF 值介于 0.44~0.50,属高铁黑云母;而四方花岗岩闪长岩和罗卜岭花岗闪长斑岩中的黑云母富铝、镁 MF 值分别介于 0.56~0.61 和 0.56~0.74,属高镁黑云母。

(3)在由黑云母成分确定的物质来源图上,它们均落入壳幔混源区域,但是随着时代的逐渐变新,幔源组份在其形成过程中所占比例逐渐增大。

参考文献

- [1] 万天丰,朱鸿. 中国大陆及邻区中生代-新生代大地构造与环境变迁[J]. 现代地质, 2002, 6(2): 107-120.
- [2] Li Xianhua. Cretaceous magmatism and Lithospheric extension in southeast China[J]. Journal of Asian Earth Science, 2000(18): 293-305.
- [3] Wang Y J, Fan W M, Guo F. Geochemistry of Early Mesozoic potassium-rich dioritic-graniodioritic intrusions in Southeastern Hunan Province, South China: Petrogenesis and tectonic implication[J]. Geochemical Journal, 2003(37): 427-448.
- [4] 张德全,余宏全,阎升好,等. 福建紫金山地区中生代构造环境转换的岩浆岩地球化学证据[J]. 地质论评, 2001, 47(6): 608-616.
- [5] 张德全,李大新,丰成友,等. 紫金山地区中生代岩浆系统的时空结构及其地质意义[J]. 地球学报, 2001, 22(5): 403-408.
- [6] 毛建仁,陶奎元,李寄崛,等. 闽西南晚中生代四方岩体同位素年代学、地球化学及其构造意义[J]. 岩石学报, 2002, 18(4): 449-458.
- [7] 张德全,余宏全,李大新,等. 紫金山地区的斑岩-浅成热液成矿系统[J]. 地质学报, 2003, 77(2): 253-260.
- [8] 赵希林,毛建仁,陈荣,等. 闽西南地区才溪岩体锆石 SHRIMP 定年及其地球化学特征[J]. 岩石矿物学杂志, 2007, 26(3): 223-231.
- [9] 赵希林,毛建仁,陈荣,等. 闽西南地区紫金山岩体锆石 SHRIMP 定年及其地质意义[J]. 中国地质, 2008, 35(4): 590-597.
- [10] 赵希林,毛建仁. 福建省上杭地区晚中生代花岗岩体黑云母的地球化学特征及成因意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2009, 28(2): 162-168.
- [11] Abdel-Rahman A M. Nature of biotites from Alkaline, Calc-alkaline, and Peraluminous Magmas[J]. Journal of Petrology, 1994, 35: 525-541.
- [12] Foster M D. Interpretation of the composition of trioctahedral micas. U. S[J]. Geol. Survey Prof. Paper, 1960, 354-B.

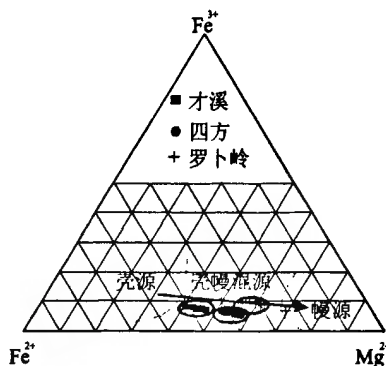


图5 $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}-\text{Mg}^{2+}$ 物质来源分类图(底图据周作侠^[14])

Fig. 5 $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}-\text{Mg}^{2+}$ material source discrimination diagram (from Zhou Zuoxia^[14])

- [13] 谢应雯,张玉泉. 哀牢山金沙江裂谷系岩石中镁铁云母成分特征及其岩石学意义[J]. 矿物学报,1995, 15(1):82-87.
- [14] 周作侠. 侵入岩的镁铁云母化学成分特征及其地质意义[J]. 岩石学报, 1988,3:63-73.

Characteristics of biotites and their petrogenesis implication of late Yanshanian granites in southwestern Fujian province

ZHAO Xi-lin, MAO Jian-ren

(*Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing, 210016, China*)

Abstract

Through the electron probe microanalysis of biotites from Caixi, Sifang and Luoboling plutons in southwestern Fujian Province, the paper discusses their geochemical characteristics and petrogenesis implication. The results indicate that the biotite in Caixi monzogranite can be classified into high-Fe type, and the biotite in Sifang and Luoboling granodiorites into high-Mg type. On the material source discrimination diagram, the compositions of biotites are plotted in the crust-mantle zone, implying that all of the plutons belong to the crust-mantle granitoids and that with the ages of the granitoids becoming younger more mantle constituents were mingled in their materials compositions during the formation of granitoids.

Key words: southwestern Fujian; biotite; geochemical characteristics