维普资讯 http://www.cqvip.com

卷(Volume)27,期(Number)4,总(Total)110
页(Pages)66－69,2007,12,(Dec,2007)

矿 物 岩 石
J MINERAL PETROL

藏西马攸木地区花岗斑岩体黑云母的$^{40}Ar/^{39}Ar$定年

温春齐[1]， 多 吉[2]， 范小平[2]， 刘文周[1]， 郭建慈[2]， 李小文[2]

1.成都理工大学,四川 成都 610059;
2.西藏自治区地质矿产勘查开发局,西藏 拉萨 850000

【摘 要】 对雅鲁藏布江成矿带西段松托嘎花岗斑岩中黑云母样品进行$^{40}Ar/^{39}Ar$快中子活化法测年,其坪年龄为19.67 Ma±0.52 Ma和15.66 Ma±0.31 Ma,等时年龄为19.84 Ma±0.40 Ma和14.29 Ma±0.29 Ma。测试结果及区域研究表明,冈底斯—雅鲁藏布江成矿带存在晚喜马拉雅期的岩浆活动,并可能为这一地区的铜金矿化提供热源和物源。

【关键词】 $^{40}Ar/^{39}Ar$定年;黑云母;花岗斑岩;马攸木;西藏
中图分类号:P597^{+}.3 文献标识码:A
文章编号:1001－6872(2007)04－0066－04

马攸木地区花岗斑岩出露于西藏西部雅鲁藏布江缝合带西段拉昂错-柴曲背斜核部南翼。该背斜核部为震旦—寒武系齐吾贡巴群绿泥石英片岩、绢云石英片岩、绢云母绿泥石方解石片岩等,两翼为古生代和中生代地层[1]。对该花岗斑岩体中黑云母的$^{40}Ar/^{39}Ar$快中子活化法测年为确定冈底斯—雅鲁藏布江成矿带和岩浆活动提供一些证据。

1 样品采集与分选

花岗斑岩呈灰白-浅灰色,中细粒粒状结构,块状构造;岩石主要由长石、黑云母及少量长柱状角闪石组成。镜下岩石具斑状结构,斑晶含量在30%～35%左右:斑晶中主要有斜长石(20%±),中粒半自形板状,一般较新鲜、透明,环带状构造及裂隙发育,普遍有发育不完善的多层环带结构,钠长石双晶发育,测定成份主要由更长石和中长石组成,以中长石为主,少量石英(2%～3%),石英斑晶粒度与斜长石相似,以等轴粒状为主,部分包裹较多细粒斜长石;暗色矿物斑晶都较自形,黑云母(5%±)斑晶以自形板状为主,较新鲜,具褐至浅黄色明显多色性,边缘具轻微退色和细粒铁质富集;角闪石(3%～5%±),具绿至黄绿色多色性为特征,消光角一般在20°左右(普通角闪石)。基质细粒,主要由石英及长石组成。根据室内镜下观测,定名为(含角闪石黑云母)二长花岗斑岩。

花岗斑岩的化学成分(表1)与中国及世界花岗岩类平均值(黎彤等,1998)[2]相比,(SiO_2)的质量分数明显偏低,$w(K_2O)$的质量分数略低,而Al_2O_3,TiO_2,FeO,CaO,MgO,P_2O_5质量分数相对较高,Fe_2O_3,MnO含量相近。岩石地球化学研究表明,该花岗斑岩属高钾钙碱性系列,为后碰撞构造环境

收稿日期:2006－12－18; 改回日期:2007－02－10
基金项目:国家自然科学基金(40472058);西藏自治区科委重点项目(2004-66)
作者简介:温春齐,男,62岁,教授(博士),矿床地质专业,研究方向:矿床学及地球化学.

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 1 西藏松托嘎花岗斑岩化学成分. $w(B)\%$

Table 1 Chenmical compostion of the granite-porphyry in the Songtuoga, Mayoumu area (in percentage)

序号	样号	名称	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5	Loss	小计	备注
1	Ht-51	角闪二长花岗斑岩	65.69	15.14	0.60	1.45	3.51	3.12	1.68	3.38	3.66	0.074	0.25	0.97	99.52	岩石样 Bp53
2	Ht-57	角闪二长花岗斑岩	65.67	15.18	0.62	1.44	3.30	3.18	1.73	3.58	3.58	0.064	0.24	0.92	99.50	岩石样 Bp57
3	中国	花岗岩类平均值	71.36	14.00	0.29	1.28	1.75	1.73	0.88	4.09	3.62	0.06	0.09	0.58	99.73	[2]
4	世界	花岗岩类平均值	70.49	14.37	0.39	1.38	1.91	2.06	0.92	4.01	3.61	0.08	0.16	0.62	100.00	[2]

测试单位：西南冶金地质测试中心

形成的花岗岩类。

二长花岗斑岩样品 2 块经破碎、过筛、拣选，直至粒级为 40 目～60 目。然后通过砂盘淘洗、自然晾干，磁选，最后在双目镜下检查提纯黑云母，测试黑云母样号分别为 Ht51-2Bi 和 Ht57-2Bi，其纯度达 99.5%以上。

2 分析方法和结果

黑云母样品 Ht51-2Bi 和 Ht57-2Bi 由桂林矿产地质研究院测试中心戴橦谟测试。样品经快中子照射，样品 Ht51-2Bi 质量为 0.113 g，照射参数 J＝0.010 887 1，Ht57-2Bi 质量为 0.149 g，照射参数 J＝0.013 756 3。快中子照射总通量为 1.3×10^{18} n/cm^2，用于监测的标准样品采用全国共用的 JBH 黑云母，其年龄值为 132.5 Ma。测试仪器为英制 MM-1200 型稀有气体同位素质谱计。该仪器灵敏度为 3×10^{-4} 安培/毛，真空度为 10^{-9} mmHg。^{40}Ar 本底 10^{-14} moles，^{36}Ar，^{37}Ar，^{38}Ar，^{39}Ar本底 10^{-16} moles。照射后的样品冷却 138 d 后装入全不锈钢超高真空提取、纯化系统，系统真空度为 10^{-8} mmHg；样品由电子轰击炉进行各阶段加热和控制温度。各阶段析出气体经海棉钛、蒸发钛纯化后，转入质谱，进行各 Ar(^{36}Ar，^{37}Ar，^{38}Ar，^{39}Ar，^{40}Ar)同位素峰值静态测定，峰值由计算机直接采读，并分别进行 Ca，K 由于快中子照射所产生的^{36}Ar和^{40}Ar同位素干扰校正，Ca，K 照射产生干扰 Ar 同位素的校正因子 $(^{36}Ar/^{37}Ar)_{Ca}=0.000\ 32$、$(^{39}Ar/^{37}Ar)_{Ca}=0.001\ 08$、$(^{40}Ar/^{39}Ar)_K=0.008\ 7$；$\lambda=5.543\times10^{-10}$/a。数据经过各项校正后计算 Ar 同位素比值与各阶段年龄，测试结果如表 2 所示。

3 讨论与结论

Ht51-2Bi 样品的$^{40}Ar/^{39}Ar$年龄谱为较平坦型(图 1a)，变化范围在 15.01 Ma±0.23 Ma～20.14 Ma±1.14 Ma 之间，第 1，2 加热阶段(300 ℃，500 ℃)和第 10 加热阶段(1 300 ℃)^{39}Ar的析出量占整总量的8.73%，没有参加坪年龄的统计。3～9加热

表 2 藏西松托嘎花岗斑岩中黑云母^{40}Ar-^{39}Ar快中子活化年龄测定数据

Table 2 ^{40}Ar-^{39}Ar fast-neutron actlvation analysis data of biotite from the Songtuoga granite-porphyry, western Tibet

样号	加热阶段	温度/℃	$(^{40}Ar/^{39}Ar)m$	$(^{36}Ar/^{39}Ar)m$	$(^{37}Ar/^{39}Ar)m$	$(^{38}Ar/^{39}Ar)m$	$^{39}Ar(\times10^{-12}$ mol)	$^{40}Ar^*/^{39}Ar_k$	$^{39}Ar_k$/%	视年龄/Ma
Ht51-2Bi	1	300	2.282 2	0.004 22	0.029 58	0.004 6	0.760	1.030 9±0.06	1.72	20.14±1.14
	2	500	1.885 7	0.003 20	0.013 57	0.001 6	2.153	0.931 7±0.02	4.87	18.21±0.35
	3	620	1.162 3	0.001 17	0.050 52	0.001 9	2.644	0.811 5±0.016	5.98	15.87±0.32
	4	720	1.119 2	0.001 06	0.025 60	0.002 6	6.309	0.801 2±0.009	14.27	15.67±0.17
	5	850	1.106 5	0.001 01	0.024 94	0.003 3	8.630	0.803 3±0.006	19.52	15.71±0.12
	6	920	1.127 3	0.000 99	0.033 12	0.004 9	7.348	0.830 5±0.009	16.62	16.24±0.17
	7	1 000	1.076 6	0.000 98	0.026 53	0.003 8	8.918	0.781 2±0.007	20.17	15.28±0.14
	8	1 100	1.043 6	0.000 93	0.061 04	0.005 3	4.620	0.767 4±0.012	10.45	15.01±0.23
	9	1 200	1.159 7	0.001 14	0.157 27	0.010 8	1.883	0.830 6±0.03	4.26	16.24±0.65
	10	1 300	1.159 4	0.001 19	0.090 62	0.010 9	0.946	0.808 3±0.05	2.14	15.81±0.98
Ht57-2Bi	1	300	1.206 7	0.001 17	0.024 19	0.012 0	0.202	0.853 1±0.229	0.86	21.05±5.64
	2	500	1.152 9	0.001 07	0.005 31	0.007 9	0.812 2	0.827 4±0.057	3.46	20.42±1.41
	3	620	1.001 8	0.000 66	0.002 44	0.008 4	2.930 2	0.796 8±0.017	12.48	19.67±0.40
	4	720	0.942 1	0.000 53	0.006 38	0.011 4	3.041	0.778 1±0.019	12.95	19.21±0.47
	5	850	0.948 0	0.000 40	0.005 54	0.010 4	4.116	0.822 9±0.013	17.53	20.31±0.33
	6	920	0.948 6	0.000 43	0.049 26	0.009 0	3.468	0.817 3±0.017	14.77	20.17±0.43
	7	1 000	0.894 6	0.000 40	0.034 12	0.007 2	4.414	0.771 2±0.015	18.80	19.04±0.38
	8	1 080	0.914 4	0.000 41	0.042 40	0.014 7	2.820	0.788 3±0.021	12.01	19.46±0.52
	9	1 150	0.930 0	0.000 44	0.046 01	0.032 8	1.259	0.795 3±0.050	5.36	19.63±1.23
	10	1 220	0.991 3	0.000 70	0.242 73	0.089 7	0.242	0.798 7±0.212	1.03	19.71±5.22
	11	1 300	1.091 1	0.000 75	0.016 92	0.057 4	0.176	0.862 1±0.087	0.75	25.26±2.56

测试单位：有色金属桂林矿产地质测试中心戴橦谟测试，2004；对$^{40}Ar^*/^{39}Ar$同位素比值和年龄误差以 1σ 计

维普资讯 http://www.cqvip.com

阶段^{39}Ar的析出量占总量的91.27%，由620 ℃～1 220 ℃的7个加热阶段数据点构成的坪年龄为15.66 Ma±0.31 Ma，最小视年龄为15.01 Ma±0.23 Ma，且最小视年龄与坪年龄(15.66 Ma±0.31 Ma)相近。

Ht57-2Bi样品的$^{40}Ar/^{39}Ar$年龄谱亦为较平坦型(图1b)，变化范围在19.04 Ma±0.38 Ma～25.26 Ma±2.56 Ma之间，第1,2加热阶段(300 ℃,500 ℃)和第11加热阶段(1 300 ℃)^{39}Ar的析出量占整总量的5.04%，没有参加坪年龄的统计。3～10加热阶段^{39}Ar的析出量占总量的94.96%，由620 ℃～1 220 ℃的8个加热阶段数据点构成的坪年龄为19.67 Ma±0.52 Ma，最小视年龄为19.04 Ma±0.38 Ma，且最小视年龄与坪年龄(19.67 Ma±0.50 Ma)相近，在误差范围之内。由于低温和高温部分气体给出的视年龄不具地质年代学意义，因而年龄谱中坪年龄或最小视年龄一般代表了黑云母的结晶时代[3~5]。

由图1可见，花岗斑岩中黑云母的$^{40}Ar/^{39}Ar$坪年龄由7～8个加热阶段的数据点构成，^{39}Ar析出量占总量的91.27%～94.96%。由于^{40}Ar-^{39}Ar定年实验是在一个样品(而不是一组样品)上完成的，故参加坪年龄计算的数据点满足等时线对样品同时、同源和化学封闭的条件[3,4,6]，可以进行等时线年龄计算。其结果如图2所示。计算的花岗斑岩Ht51-2Bi黑云母等时线年龄为14.29 Ma±0.29 Ma，初始值$(^{40}Ar/^{36}Ar)_0$=365.9，相关系数为0.996 8，表明构成的等时线的7个数据点线性相关性相当好(图2a)；样品Ht57-2Bi黑云母等时线年龄为19.84 Ma±0.40 Ma，初始值$(^{40}Ar/^{36}Ar)_0$=279.47，相关系数为0.992 7，表明构成的等时线的8个数据点线性相关性相当好(图2b)。同时，初始值$(^{40}Ar$-$^{39}Ar)_0$与尼尔值(295.5±5)基本一致，亦表明所测试样品中无显著的过剩氩或氩的丢失，即测试结果受过剩^{40}Ar或丢失放射成因Ar的影响很小，坪年龄准确可信。且等时线年龄(14.29 Ma±0.29 Ma和19.84 Ma±0.40 Ma)与其坪年龄值十分接近。19.67 Ma±0.52 Ma～15.66 Ma±0.31 Ma这一年龄域相当于国际地层时代对比表[7]中的新近纪中新世布尔迪加尔(Burdigalian)期(21.5 Ma～16.3 Ma)，即晚喜马拉雅期的岩浆活动。

同时，随着这一时期酸性岩浆侵入与喷发，形成众多与铜金有关的矿床。如拉萨以西的南木矿区花岗斑岩长石的$^{40}Ar/^{39}Ar$坪年龄为16.4 Ma～16.6 Ma(Chung *et al*,2003)[9]；驱龙斑岩铜矿中石英二长花岗斑岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄为17.58 Ma±0.74 Ma(芮宗瑶等,2003)[10]，6个辉钼矿Re-Os模式年龄范围为15.99 Ma～16.74 Ma，拟和的$^{187}Re/^{187}Os$等时线年龄为16.41 Ma±0.48 Ma(孟祥金,2003)[11]，铜矿附近露头上含矿石英二长花岗斑岩中锆石离子探针(SHRIMP)测定样品的表面年龄介于(12.0±0.4) Ma～(16.5±0.8) Ma之间，QZK001•钻孔钾长石K-Ar稀释法表面年龄15.77 Ma±0.45 Ma(李光明等,2004)[8]；冲江二长花岗斑

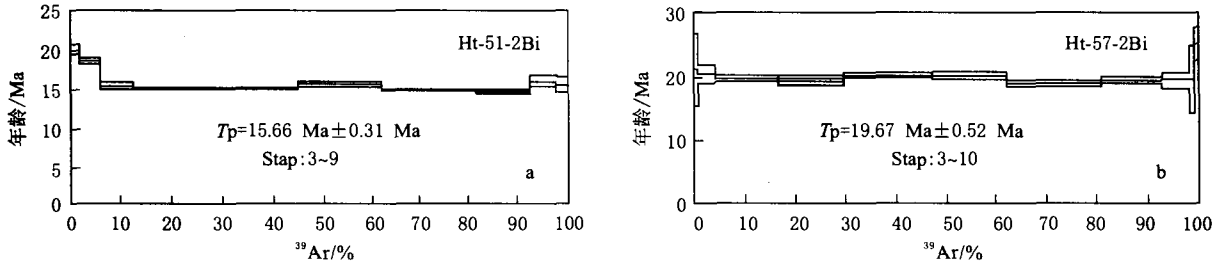


图1 马攸木地区花岗斑岩中黑云母的^{40}Ar-^{39}Ar测年年龄谱

Fig. 1 ^{40}Ar-^{39}Ar age spectrum of biotite from the granite-porphyry of Mayoumu district

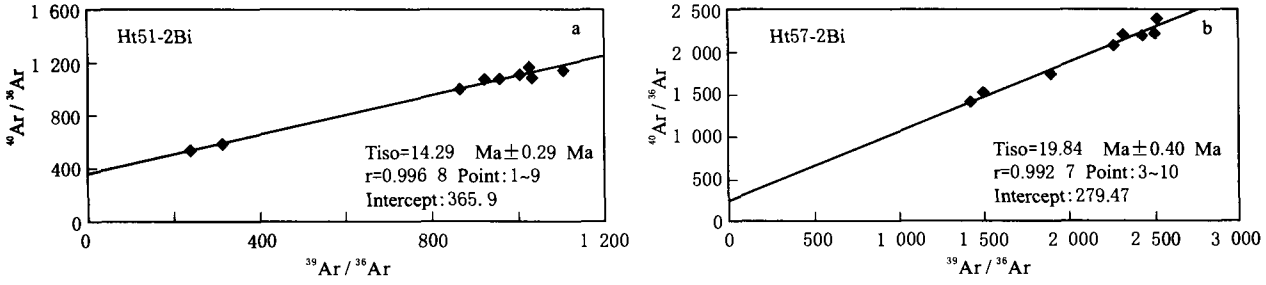


图2 马攸木地区花岗斑岩中黑云母的$^{40}Ar/^{39}$ Ar-$^{39}Ar/^{36}Ar$测年等时线

Fig. 2 $^{40}Ar/^{39}Ar$ -$^{39}Ar/^{36}Ar$ isochron age of the biotite from the granite-porphyry of the Mayoumu district

维普资讯 http://www.cqvip.com

岩的 SHRIMP 年龄为 15.6 Ma±0.52 Ma,冲江闪长玢岩的 SHRIMP 年龄为 14.54 Ma±0.65 Ma(芮宗瑶等,2003)和 16.8 Ma±0.8 Ma(郑有业等,2004)[12],含矿斑岩 K-Ar 法成岩年龄为 16.02 Ma±0.23 Ma(郑有业等,2004)[12];厅宫铜矿二长花岗斑岩 K-Ar 体积法年龄为(16.5±0.8)Ma 和(12.9±0.8) Ma,达布铜矿(DBC-B2)二长花岗斑岩 K-Ar 体积法年龄为 15.4 Ma±0.9 Ma(李光明等,2004)[8]。以甲马、驱龙、南木、冲江、厅宫、拉抗俄等成矿期斑岩单颗粒锆石 SHRIMP 年龄介于 14.5 Ma~17.6 Ma 之间,推测成矿前斑岩结晶年龄应≥17 Ma(侯增谦等,2005)[13]。测试结果及区域研究表明,冈底斯-雅鲁藏布江成矿带存在晚喜马拉雅期的岩浆活动,它可能为这一地区的铜金矿化提供热源和物源。因此,应注意在马攸木地区寻找这一类型的斑岩铜矿。

参考文献

[1] 多 吉,温春齐,陈惠强,等. **西藏雅鲁藏布江缝合带西段热泉型金矿找矿靶区研究**[R]. 拉萨:西藏自治区地质矿产勘查开发局,2003.

[2] 黎 彤,袁怀雨,吴胜昔. 中国花岗岩类和世界花岗岩类平均化学成分的对比研究[J]. **大地构造与成矿学**,1998,22(1):29-34.

[3] 桑海清,王松山,胡世铃,等. 石英$^{40}Ar/^{39}Ar$定年方法及 Ar 同位素质谱分析[J]. **质谱学报**,1994,(2):138-148.

[4] Zeitler P K,Fitz G J D. Saddle-shaped $^{40}Ar/^{39}Ar$ r age spectra from young,microstructurally complex potassium feldspars[J]. **Geochimica et Cosmochimica Acta**,1986,50(6):1 185-1 199.

[5] Lanphere M A,Dalrymple G B . Identification of excess $^{40}Ar/^{39}Ar$ age spectrum technique[J]. **Earth and Planetary Science Letters**,1976,32,(2):141-148.

[6] Foland K A. $^{40}Ar/^{39}Ar$ incremental heating plateaus for biotites with excess argon[J] . **Chemical Geology**,1983,41(1):3-21.

[7] 王鸿祯,李光岑编译. **国际地层时代对比表**[M]. 北京:地质出版社,1990.

[8] 李光明,芮宗瑶. 西藏冈底斯成矿带斑岩铜矿的成岩成矿年龄[J]. **大地构造与成矿学**,2004,28(2):165-170

[9] Chung S L,Liu D Y,Ji J Q, *et al*. Adakites from continental collision zone :Melting of thickened lower-crust beneath southern Tibet [J]. **Geology**,2003,31 (11):1 021-1 024.

[10] 芮宗瑶,侯增谦,曲晓明,等. 冈底斯斑岩铜矿成矿时代及青藏高原隆升[J]. **矿床地质**,2003,22 (3):217-225.

[11] 孟祥金,侯增谦,高永丰,等. 西藏冈底斯成矿带驱龙铜矿 Re-Os 年龄及成矿学意义[J]. **地质论评**,2003,49(6):660-666 .

[12] 郑有业,高顺宝,程力军,等. 西藏冲江大型斑岩铜(钼金)矿床的发现及意义[J]. **地球科学**,2004 ,29(3):333-339.

[13] 侯增谦,孟祥金,曲晓明,等. 西藏冈底斯斑岩铜矿带埃达克质斑岩含矿性:源岩相变及深部过程约束[J]. **矿床地质**,2005,24 (2):108-123.

^{40}Ar-^{39}Ar DATING OF BIOTITE OF GRANITE-PORPHYRY FROM THE MAYOUMU AREA IN WESTERN TIBET, AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

WEN Chun-qi[1], DUO Ji[2], FAN Xiao-ping[2],
LIU Wen-zhou[1], GUO Jian-ci[2], LI Xiao-wen[2]

(1. *Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059, *China*;
2. *Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lasa* 834000, *China*)

Abstract: Biotite from the granite-porphyry of the Mayoumu area in the Ali region of weatern Tibet, were analysed by the $^{40}Ar/^{39}Ar$ fast-neutron activation dating technique, which revealed a well-defined plateau age of 19.67 Ma±0.52 Ma and 15.66 Ma±0.31 Ma and an isochron age of 19.84 Ma±0.40 Ma and 14.29 Ma±0.29 Ma. Combined with the geological features, it is concluded that there existed a magmatic eruption process in the Gangdese -Yalu Tsangpo (Yaluzangbu) mineralization belt at the late Himalayan stage. During this stage, magmatic activity provided hot sources and some metallic element for mineralization of gold and copper in this area.

Key words: $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating; biotite; granite-porphyry; Mayoumu area; western Tibet

ISSN 1001-6872(2007)04-0066-04; CODEN:KUYAE2

Synopsis of the first author: Wen Chunqi, male, 62 years old, a professor of geology of ore deposits. Now he is engaged in research of geochemistry and ore deposit.