

云南宁蒗地区喜山期斑岩体岩石化学特征与成矿性及其岩浆来源探讨

胡受权 郭文平

(西南石油学院, 四川南充 637001)

主题词 宁蒗地区 喜山期 斑岩带 岩石化学 成矿性 岩浆源区

提要 宁蒗地区喜山期斑岩带受近南北向的包都-波罗弧形断裂带控制,由壳幔混源型岩浆被动侵位而成,总体上呈向北逐渐倾伏的趋势。该斑岩带斑岩属钙碱性系列、中酸性岩类。通过对该斑岩带各斑岩体(群)地质特征、岩石化学特征的综合分析,表明其为含铜斑岩或铜(钼)斑岩,具有良好的成矿前景。

包括宁蒗地区在内的扬子地台西缘,历经吕梁运动和晋宁运动,形成了其结晶基底,结束了地槽的演化阶段,并转入漫长的地台发展阶段。但在海西期,扬子地台西缘,尤其宁蒗地区,于晚二叠世早、中期发生张裂运动,并伴随广泛的基性岩浆喷发,在研究区内喷发-沉积了一套晚二叠世玄武岩地层。喜山期,由于印度板块与欧亚板块的强烈碰撞,扬子地台西缘的构造格局经历了一次再活动和再改造,并沿南北向或近南北向的深断裂系统,伴随强烈的酸性-中酸性岩浆的浅成侵入活动,形成了宁蒗地区喜山期斑岩带。

宁蒗地区各斑岩体、斑岩群集中分布于南北向永宁-程海深大断裂带以东、北东向金棉-木里深大断裂以南,形成了以包都-波罗南北向弧形断裂带为中心、总体呈南北向分布的浅成酸性-中酸性斑岩带。自北而南出露的主要岩体群有:罗卜地斑岩群、光马山斑岩群、湾河斑岩群、大火山斑岩群、他尔布子斑岩群、光茅山斑岩群、杨柳河斑岩群等。该斑岩带在宁蒗境内长达上百公里,其南北两端分别延至楚雄和四川木里一带(图1)。据人造资源卫星的遥感数字图像信息特征及其解译结果揭示,上述各斑岩群之间及其周围均有隐伏-半隐伏斑岩群存在,且以同期、多次序侵位的复式岩体为其主要特征,充分表明了宁蒗地区深部隐伏-半隐伏斑岩带的存在。

1 斑岩带基本地质特征

1.1 斑岩带形成的大地构造环境

宁蒗地区地处松潘-甘孜印支褶皱系与扬子准地台西缘的衔接部位,属扬子地台西缘的盐源-丽江台缘褶皱带的组成部分。区域上,其东为南北向的康滇地轴,其西为近南北向的三江构造带,这种特定的大地构造环境决定了区内菱形构造格局及相应的各类弧形联合构造的形成(图1)。

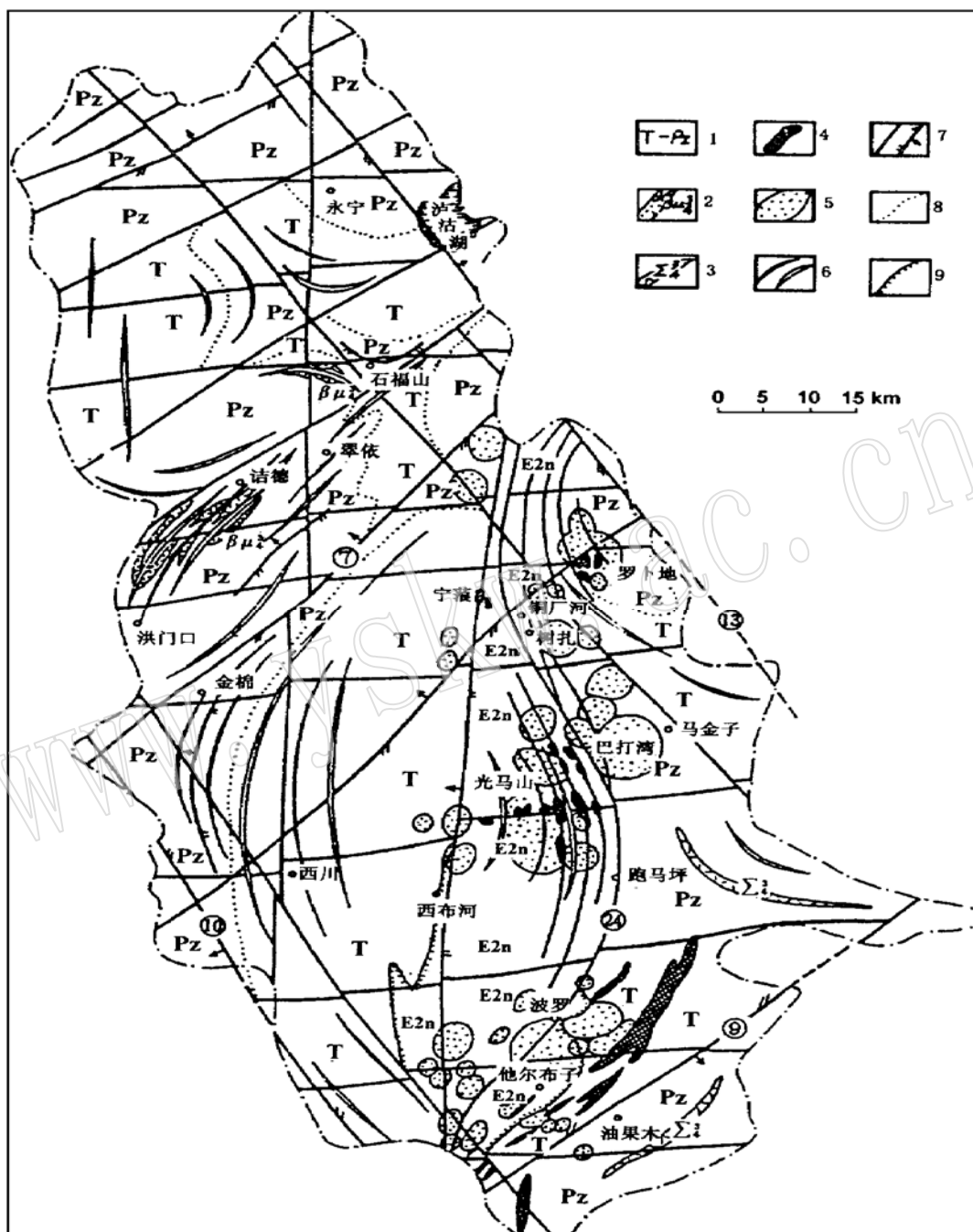


图1 宁蒗地区地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of Ninglang area

1—地层代号; 2—辉绿岩; 3—超基性岩; 4—地表出露喜山期斑岩体; 5—隐伏-半隐伏斑岩体; 6—褶皱轴; 7—断层;
8—地质界线; 9—不整合界线

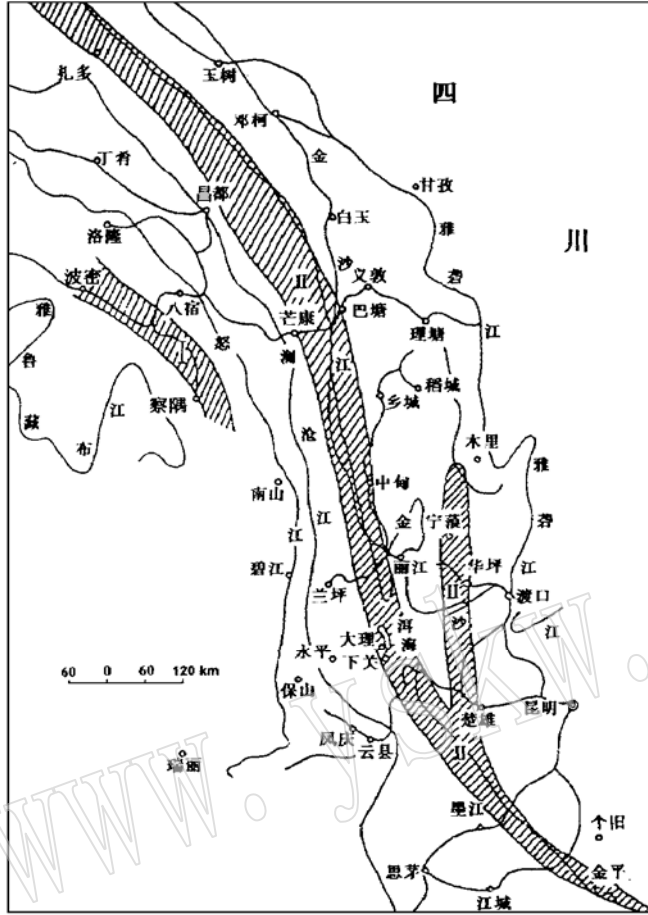


图2 川西-藏东地区喜山期斑岩成矿带分布图
 Fig. 2 Distribution of Himalayan porphyry metallogenetic belts in western Sichuan-eastern Tibet area

I—怒江西侧喜山期斑岩带; II—金沙江-红河喜山期斑岩带;
 III—木里-宁蒗-楚雄喜山期斑岩带

区内以北东向金棉-木里断裂(图1中⑦)为界的宁蒗东南区,由一个特征明显的菱形构造(以断裂⑦、⑨、⑩、⑬为界)及其反凸双弧联合构造所控制。该反凸双弧联合构造东弧带追踪基底南北向构造所发育的近南北向包都-波罗弧形断裂(图1中④),直接控制了喜山期斑岩带的南北向延伸与斑岩群(体)的空间分布,是将地幔和地壳深处的成矿物质带到地壳浅部的重要通道。

1.2 斑岩带形成时代与空间分布

区内近南北向斑岩带形成时代的证据有: a. 斑岩带中斑岩体侵入的最高层位为下第三系; b. 云南境内该期中酸性浅成侵入体的同位素年龄值在 34—67Ma(云南省区域地质志, 1990); c. 笔者取自侵位于二叠系玄武岩中罗卜地斑岩体的全岩 Rb-Sr 等时线年龄测定为 53±11Ma。由此推定, 宁蒗地区斑岩带的侵位时期应属第三纪始新世。

本区斑岩带属金沙江-红河喜山期斑岩成矿带东侧次级带的组成部分(图2)。

1.3 斑岩带产状与侵位方式

区内斑岩带各斑岩群(体)的分布, 明显以近南北向的包都-波罗弧形断裂为中心, 随着距该断裂带距离的加大, 斑岩体逐渐消失。

斑岩带侵位高度明显向北逐渐倾伏, 并过渡为隐伏-半隐伏斑岩体(群), 侵位活动强度自南而北亦有逐渐递减的趋势。

区内斑岩呈岩床、岩枝、岩墙和岩株产出, 其岩浆属被动侵位方式。我国 40 多个铜(钼)斑岩体中, 有 97.5% 属岩浆被动侵位方式形成, 这在一定程度上反映了区内斑岩带应属铜(钼)成矿带。

1.4 斑岩体矿物成分特征

①钾长石: 将区内几个斑岩体的钾长石 X 射线粉晶衍射结果投入 2θ₍₂₀₄₎—2θ₍₀₆₀₎ 图中, 投点落入正长石系列区(图3)。这表明斑岩体是在较缓慢冷却条件下晶出的, 属含矿斑岩

的钾长石特征。

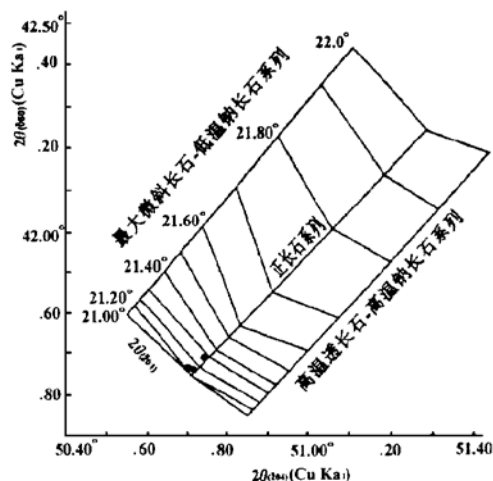


图 3 宁蒗斑岩钾长石 $2\theta_{(204)}$ 与 $2\theta_{(060)}$ 对比图
Fig. 3 Correlation diagram of $2\theta_{(060)}$ with $2\theta_{(204)}$ of K-feldspar from Ninglang porphyry

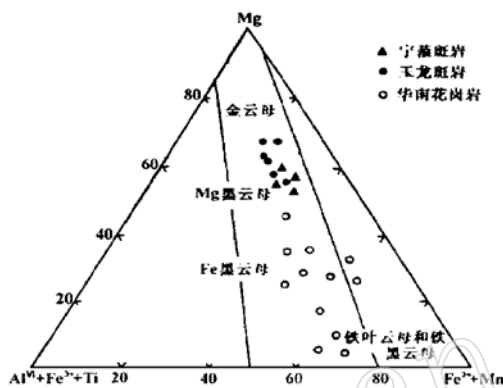


图 4 宁蒗斑岩黑云母 $Mg-(Al^{VI} + Fe^{3+} + Ti) - (Fe^{2+} + Mn)$ 图解
Fig. 4 $Mg-(Al^{VI} + Fe^{3+} + Ti) - (Fe^{2+} + Mn)$ diagram of biotite from Ninglang porphyry

②斜长石: $An = 25-40$, 少数 $An = 50$, 常具不同程度的绢云母化, 与我国大多数铜(钼)斑岩的斜长石特征近于一致。

③黑云母: 据宁蒗斑岩体的岩石化学成分和以 12 个氧单位计算的离子数作 $Mg-(Al^{VI} + Fe^{3+} + Ti) - (Fe^{2+} + Mn)$ 图解(图 4), 获悉本区斑岩体的黑云母属镁质黑云母, 其含镁系数和含铁系数分别为 $0.63-0.64$ 和 $0.35-0.36$, 呈褐-浅褐色。这些特征表明区内斑岩体属铜(钼)矿化类型的含矿斑岩体。

④副矿物: 主要为磁铁矿、磷灰石、榍石、锆石组合。磁铁矿中普遍含铜较高 [$129-270 (10^{-6})$], 磷灰石富含矿化剂微量元素: 氟($0.58\% -1.40\%$)、氯($0.44\% -2.04\%$)。

2 斑岩体岩石化学特征

通过对区内近 30 个斑岩体样品的硅酸盐全岩分析, 经计算处理, 可了解其岩石化学成分及有关参数的特征。

2.1 岩石组合

主要为闪长斑岩-二长斑岩-花岗斑岩-正长斑岩组合, 其中二长斑岩为主要岩石, 约占斑岩总量的 60% 以上。

2.2 主要氧化物

SiO_2 变化于 $62.60\% -73.28\%$ 之间, 平均 66.78% ; Al_2O_3 变化于 $12.70\% -16.87\%$ 之间, 平均 15.23% ; $Fe_2O_3 + FeO$ 平均为 3.68% , 氧化系数 $Fe_2O_3 / (FeO + Fe_2O_3)$ 平均值为

0.63; CaO 介于 0.25%—3.84% 之间, 平均值 1.95%; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 介于 6.38%—11.12% 之间, 平均 8.33%, K_2O 高于 Na_2O , $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 平均值为 1.14。

由此可见, 本区斑岩的碱质($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 含量高, 其中钾质偏高尤为明显, 与金沙江—红河斑岩成矿带特点一致。

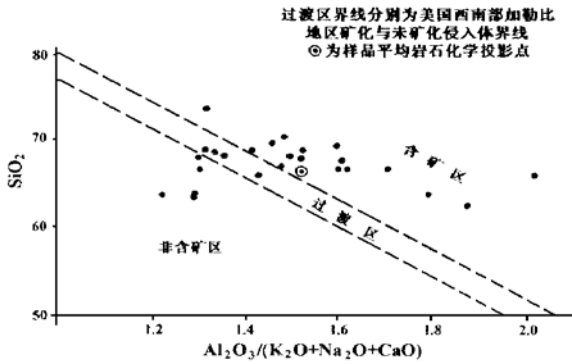


图 5 宁蒭喜马拉雅期斑岩带各斑岩体 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) - \text{SiO}_2$ 图解

Fig. 5 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) - \text{SiO}_2$ diagram of various porphyry bodies in the Ninglang Himalayan porphyry belt

2.3 主要参数特征

区内各斑岩体岩石里特曼指数和皮科克钙碱指数的平均值分别介于 1.8—3.3 和 56—61 之间, 表明属钙碱系列的中酸性侵入岩类, 揭示了本区斑岩带应属铜(钼)斑岩带, 形成于不同构造单元的过渡构造环境。

本区 26 个斑岩体的 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) - \text{SiO}_2$ 图解结果(图 5)表明, 绝大多数斑岩体均落入含矿区间, 其平均值亦落入含矿区。

区内斑岩体的固结指数(SI)平均 7.9, 分异指数(DI)平均 81%, 表明其属岩浆演化晚期的产物, 岩浆熔体为富水、富挥发组分、富钾质的热流体, 有利于斑岩型铜矿及其外接触

带有关热液型矿床的形成。

斑岩标准矿物 Ab—Or—Q— H_2O 图解表明(图 6), 本区斑岩岩浆平均温度约 750℃, 压力约 $5 \times 10^8 - 6 \times 10^8 \text{Pa}$, 推测其形成深度为 15—25km, 与我国玉龙、梅岭、德兴铜(钼)斑岩形成条件相当。

2.4 斑岩体微量元素特征

区内各斑岩体中 Cl、F、B 等矿化剂微量元素含量均高于同类岩石(表 1), 这对提高金属元素的迁移能力, 促使热流体从矿物和岩石中萃取有用金属及增强络合物的稳定性等有着重要的意义。

本区斑岩带北段罗卜地斑岩体的成矿微量元素(Cu、Pb、Zn、Bi、Co、Ag 等)明显高于同类岩石的丰度值(表 1), 指示了区内斑岩体的含矿性和斑

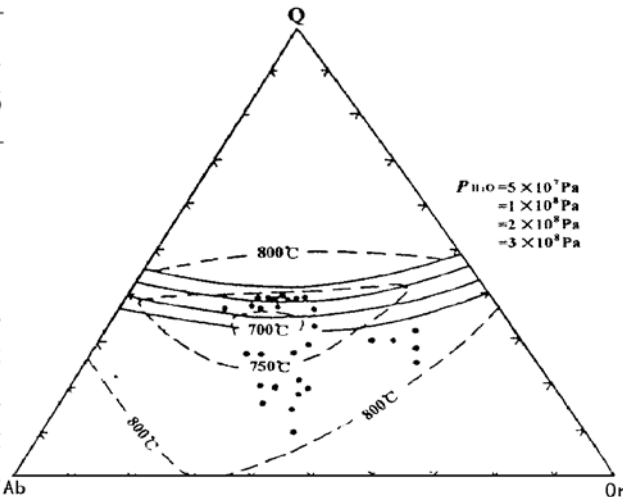


图 6 宁蒭斑岩标准矿物 Ab—Or—Q— H_2O 图解
Fig. 6 Ab—Or—Q— H_2O diagram of normative minerals from Ninglang porphyry

岩型铜矿存在的可能性。

表 1 宁蒞斑岩微量元素丰度(10^{-6})

Table 1 Trace element abundances of Ninglang porphyry(10^{-6})

| 斑岩体 | | 罗卜地 | | | 巴打湾 | | 大火山 | 他尔布子 | 平均值 | 备注 |
|---------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 岩性 | | 二长斑岩 | | 正长斑岩 | 花岗斑岩 | | 花岗斑岩 | 二长斑岩 | | |
| 样品号 | | L1- 46 | L2- 11 | XC- 37 | B1- 1 | B6- 1 | D14 | T3- 6 | | |
| 矿 化 剂 微 量 元 素 | Cl | 1400 | 2040 | 480 | 460 | 440 | 400 | 350 | 795 | 成都地院核 技术所分析 |
| | F | 850 | 840 | 1080 | 1340 | 1400 | 640 | 580 | 961.5 | |
| | B | 47 | 120 | 44 | 120 | 69 | 60 | 38 | 71 | |
| | S | 1000 | 1610 | 130 | 300 | 150 | 40 | 280 | 153 | |
| | As | 0.60 | 7.20 | 0.58 | 0.36 | 0.54 | 0.78 | 0.72 | 1.54 | |
| | Sb | 0.40 | 0.93 | 0.47 | 0.10 | 0.10 | 0.16 | 0.10 | 0.33 | |
| 成 矿 微 量 元 素 | Cu | 270 | 100 | 50 | 21 | 40 | 56 | 50 | 83.9 | 成都地院测 试中心分析 |
| | Pb | 53 | 36 | 47 | 33 | 34 | 56 | 50 | 44.9 | |
| | Zn | 86.8 | 147 | 15 | 10.6 | 21.0 | 32.6 | 47.8 | 51.6 | |
| | Ni | 20 | 24 | 54 | < 4 | < 4 | 37 | 89 | 44.8 | |
| | Co | 71.4 | 10.6 | 7.4 | 2.3 | 2.4 | 7.9 | 13.3 | 6.6 | |
| | Ag | 0.75 | < 0.4 | < 0.4 | < 0.3 | < 0.3 | < 0.3 | < 0.5 | | |
| | Au (10^{-9}) | < 1.1 | 7.7 | < 1.1 | < 1.2 | < 1.5 | < 0.9 | < 0.5 | | |

3 斑岩成矿带斑岩岩浆来源探讨

区内斑岩带北段罗卜地斑岩体中黄铁矿的电子探针分析结果显示, 黄铁矿中含有较高的钴(Co), 变化范围为 180—250(10^{-6})。这在一定程度上表明, 宁蒞地区斑岩岩浆可能来源于上地幔玄武质岩浆区。

Rb/Sr 比值是表征斑岩源岩的一个重要特征。高 Rb 低 Sr 是地壳岩石的特征, 低 Rb 高 Sr 是地幔岩石的特点。宁蒞地区斑岩的 Rb/Sr 平均值为 0.22, 明显低于华南同熔型花岗岩, 显示源于地幔岩浆的基本特征。

将区内斑岩的全岩第一过渡族元素进行球粒陨石标准化图解(图 7), 其配分型式呈“W”型, 即 Cr、Co、Ni 的含量呈逐渐降低趋势, 表明本区斑岩岩浆是由基性岩浆演化而来的。

区内喜山期斑岩带斑岩的稀土元素中子活化分析结果表明, 其斑岩的稀土总量 $\Sigma\text{HREE}=114.18-445.03(10^{-6})$, 平均 $\Sigma\text{HREE}=242.7(10^{-6})$, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 平均为 30.8, $(\text{Ce}/\text{Yb})_N$ 平均为 18.4, δEu 平均值为 0.82。从本区喜山期斑岩和区内晚二叠世玄武岩的稀土元素配分图来看(图 8、图 9), 其配分型式基本相近, 反映了二者物质来源相似; 其配分型式的差异, 又表示区内斑岩岩浆中有陆壳物质加入。

本区斑岩带北段罗卜地斑岩群中五个斑岩体的全岩铷-锶同位素测定结果(表 2)表明斑岩的同位素年龄为 53Ma, 其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 0.70696。在锶同位素图解(图 10)中, 其投影点落在壳幔混源型(MC 型)花岗岩类源区内, 反映本区斑岩岩浆属幔源, 并有陆壳组份参与。

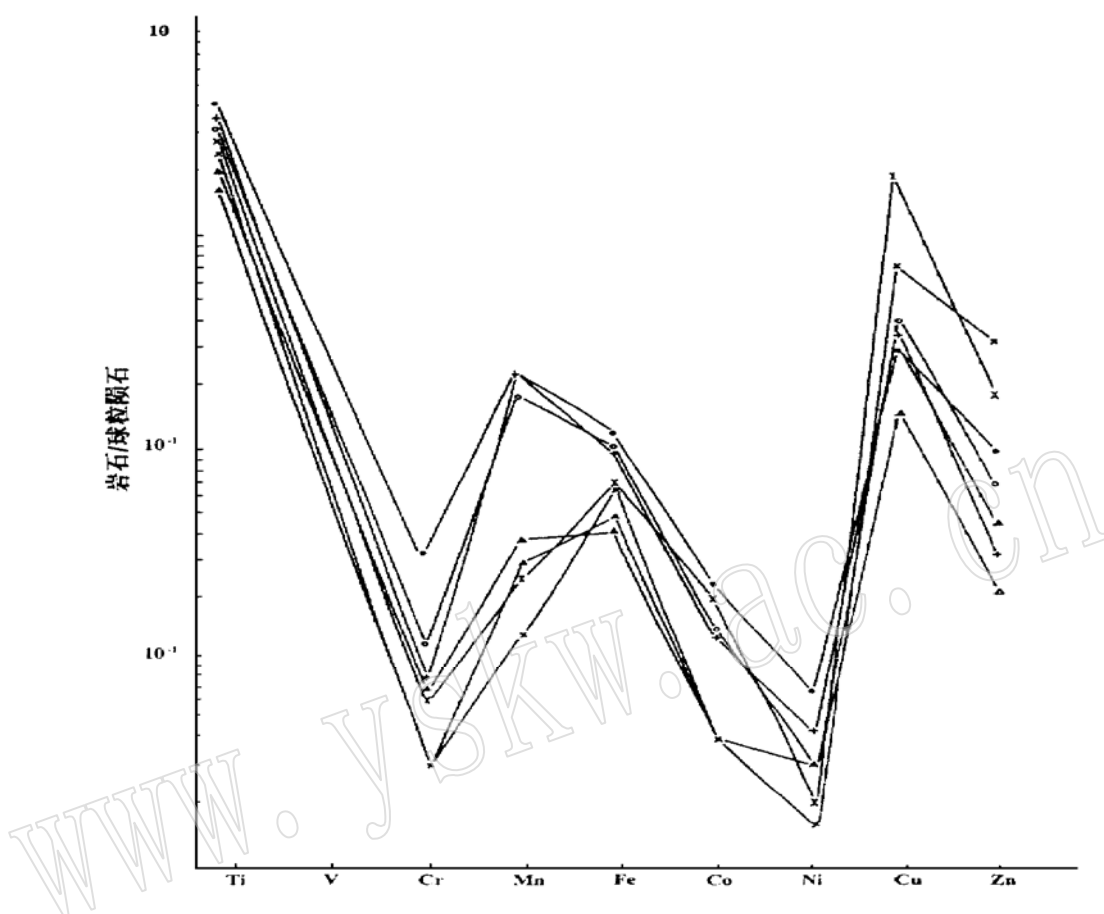


图7 宁蒗地区喜山期斑岩第一过渡族元素球粒陨石标准化图解

Fig. 7 Chondrite-normalized REE patterns of elements of 1st transition group in Himalayan porphyry of Ninglang area

表2 宁蒗地区罗卜地斑岩群斑岩铷-锶同位素测定结果

Table 2 Rubidium-strontium isotope dating of Luobodi porphyry bodies in Ninglang area

| 样品编号 | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | ^{86}Sr (微克原子/克) | ^{87}Rb (微克原子/克) | $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ |
|-------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| LBD1 | 0.70764 | 1.062524 | 0.443335 | 0.417247 |
| LBD2 | 0.707555 | 0.870114 | 0.984014 | 1.130902 |
| LBD6 | 0.709072 | 0.56103 | 1.485666 | 2.648104 |
| LBD10 | 0.707317 | 0.92832 | 0.539513 | 0.581171 |
| LBD1N | 0.707451 | 0.847498 | 0.746945 | 0.881353 |

地质年龄 = $53 \pm 11 \text{ Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0.70696 \pm 2.2282 \times 10^{-4}$;

相关系数 = 0.93724271 (成都地院测试中心分析)。

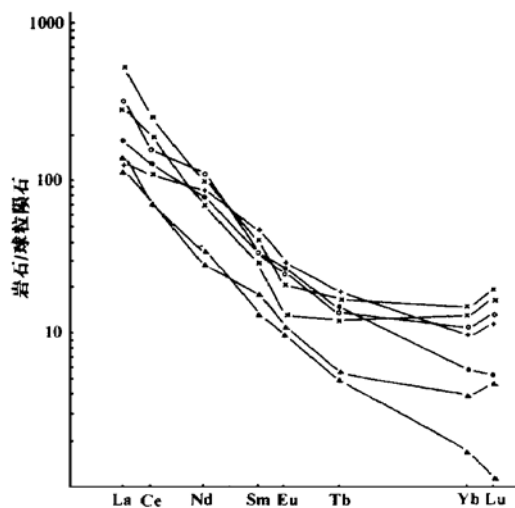


图 8 宁蒞地区喜山期斑岩球粒陨石标准化稀土元素配分型式

Fig. 8 Chondrite- normalized REE patterns of Himalayan porphyry in Ninglang area

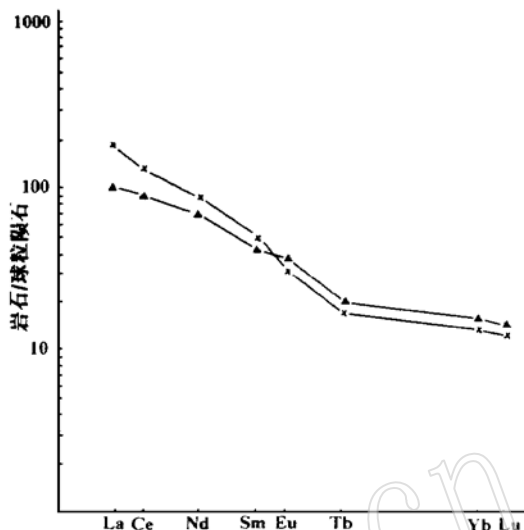


图 9 宁蒞地区晚二叠世玄武岩球粒陨石标准化稀土元素配分型式

Fig. 9 Chondrite- normalized REE patterns of late Permian basalt in Ninglang area

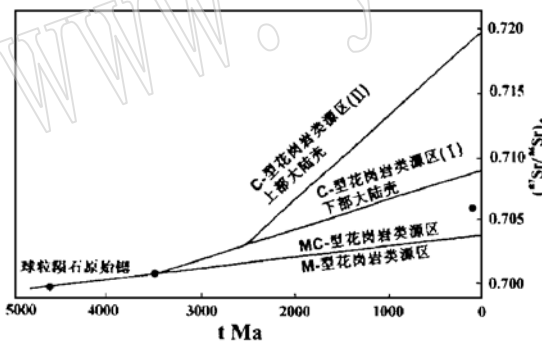


图 10 宁蒞地区斑岩带罗卜地斑岩群斑岩岩浆源区的锶同位素图解

Fig. 10 Sr isotope diagram of the porphyry magma source area of Luobodi porphyry group in the Ninglang porphyry belt

4 结论

宁蒞地区近南北向斑岩带形成于新生代喜山期, 主要为中酸性岩类, 与钙碱性岩浆活动有关, 产于两大构造单元的交接部位; 从岩浆来源讨论, 属源于上地幔并有陆壳组份参与的壳幔混源型; 从岩体地质特征、岩石化学特征分析, 应属含铜斑岩或铜(钼)斑岩。

本文自始至终是在成都理工学院地质系徐旃章教授、张寿庭副教授的指导下完成的, 特此致射!

参 考 文 献

- 1 云南省地质矿产局. 云南区域地质志. 地质出版社, 1990.
- 2 胡受权. 云南宁蒗地区喜山期斑岩成矿带构造控岩控矿特征. 成都地质学院硕士学位论文, 1991.
- 3 翟裕生. 矿田构造学概论. 冶金工业出版社, 1984.
- 4 郑明华. 现代成矿学导论. 重庆大学出版社, 1988.
- 5 芮宗瑶等. 中国斑岩铜(钼)矿床. 地质出版社, 1984.
- 6 徐旂章, 张寿庭. 矿产资源调查评价与开发利用引论. 成都科技大学出版社, 1993.

Petrochemical Characteristics, Ore Potentiality and Magma Source of the Himalayan Porphyry Belt in Ninglang Area, Yunnan Province

Hu Shouquan, Guo Wenping

(Petroleum Institute of Southwest China, Nanchong 637001)

Key words: Ninglang area; Himalayan period; porphyry belt; petrochemistry; ore potentiality; magma source

Abstract

Formed by passive emplacement of crust-mantle mixed type of magma and controlled by nearly NS-trending Baodu-Boluo arcuate fault zone, the Himalayan porphyry belt in Ninglang area tends generally to plunge northward. Porphyry rocks in this belt are intermediate-acid rocks of calc-alkaline series. An integrated analysis of geological and petrochemical characteristics of various porphyry bodies (groups) in this porphyry belt show that porphyry bodies in this belt are cupreous or copper (molybdenum) ones which have good metallogenic prospects.