

文章编号: 1009-3850(2007)04-0099-07

# 青海纳日贡玛始新世—渐新世含矿斑岩体地球化学特征

周 伟<sup>1</sup>, 王玉德<sup>2</sup>, 曹德智<sup>2</sup>, 王毅智<sup>2</sup>, 王永文<sup>2</sup>

(1. 中国建材地质 勘查中心 陕西总队, 陕西 西安 710003; 2. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012)

摘要: 纳日贡玛一带的始新世—渐新世斑岩体多以不规则小岩株形式产出, 由二长花岗斑岩组成; 岩石化学类型为亚碱性的富钾钙碱性系列,  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、LREE, Sr、Rb、Ba、Th、Ce、Mo、Cu、Au、Ag 含量高,  $\text{CaO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、HREE、Y、Yb、Cr、Sc、Co、Ni 亏损。稀土分馏明显, Eu 异常不明显。斑岩源岩为壳源, 有洋壳物质的混染; 其形成模式为陆内俯冲导致软流圈上涌, 并向地壳注入诱发下地壳物质熔融产生岩浆。

关 键 词: 纳日贡玛; 始新世—渐新世; 斑岩; 地球化学; 青海

中图分类号: P594<sup>+</sup>. 1

文献标识码: A

## 1 前 言

青藏高原南部的 3 个构造-岩浆带中发育斑岩铜矿——玉龙成矿带、冈底斯成矿带和班公湖成矿带。玉龙成矿带北起青海纳日贡玛, 南至西藏芒康, 长 300 km, 其中有色礼、色错、马拉松多、玉龙和夏日多斑岩铜矿, 研究程度较高的是玉龙和马拉松多斑岩型铜矿。玉龙斑岩矿矿化类型依次为斑岩型-夕卡岩型-中低温热液型, 成矿元素依次为钼、铜、铁、铅、锌, 钼矿体主要产于斑岩体内。玉龙、马拉松多等斑岩体侵位和矿化都是多期次的, 其主要成矿斑岩体侵位年龄值为 40~35 Ma。冈底斯成矿带东西长约 240 km, 南北宽 35 km 左右, 代表性的矿床(点)有吉如、白容、冲江、厅宫、驱龙和甲马等, 矿化类型依次为斑岩型-矽卡岩型为主, 部分为矽卡岩型或中低温热液型, 成矿元素依次为铜、铅、锌及金。其中的斑岩侵位年龄值为 20~12 Ma。班公湖成矿带为一个神秘的处女带, 包括有位于改则西北的多不杂铜金斑岩矿<sup>[1]</sup>, 该带与伊朗-巴基斯坦成矿带相接, 后者有

著名的伊朗萨尔切什梅和巴基斯坦赛恩达克斑岩铜矿。

纳日贡玛斑岩型铜钼矿位于玉龙成矿带北端, 其所处的构造位置为羌塘-昌都陆块北缘活动带, 北部为松潘-甘孜褶皱带, 西金乌兰-金沙江构造带被认为是中生代俯冲碰撞带, 俯冲极性向南<sup>[2,3]</sup>, 纳日贡玛斑岩型铜钼矿位于西金乌兰-金沙江构造带南侧。前人在该带南部见有一定数量的斑岩体, 因此, 在这个构造带寻找类似的矿床是很有希望的。纳日贡玛斑岩铜钼矿床为青海省境内惟一个斑岩型铜钼矿床, 通过多年的地质勘查工作已确定为一个中型铜钼矿床。

## 2 纳日贡玛斑岩体的地质特征

纳日贡玛斑岩体一般面积很小, 多为小于 1 km<sup>2</sup> 的不规则状小岩株, 出露于纳日贡玛、陆日格及亨赛青一带, 其中以出露于纳日贡玛的斑岩体研究较为详细, 主要分布于格龙涌上游的纳日贡玛地区, 长约 2 km, 宽约 1 km, 长轴走向为 NNE, 向北有两个分支,

收稿日期: 2007-04-15

第一作者简介: 周伟, 1955 年生, 高级工程师, 长期从事地质调查及矿产勘查工作。

资助项目: 中国地质调查局 1:25 万治多县、杂多县幅区域地质调查。

最大长度1.85km(图1)。纳日贡玛斑岩体呈小岩株侵入下中二叠统尔笛考组内的海相中基性火山岩中<sup>[4]</sup>。

2.1 岩石特征及矿化

纳日贡玛斑岩体的主体为二长花岗斑岩(图2),呈灰色、淡肉红色,具斑状结构。基质为花岗结构、半自形—它形粒状结构。斑晶由巨斑晶和一般斑晶组成,巨斑晶粒径为1~4cm,含量为11%左右,以钾长石为主,有部分斜长石;一般斑晶粒径为1~3mm,含量为15%~20%,以石英、斜长石、黑云母为主。基质为细晶粒状,粒径为0.1mm左右,由钾长石、石英、斜长石和黑云母组成,具有较典型的花岗结构。岩石中副矿物有磷灰石、榍石、锆石、金红石、褐帘石及磁铁矿等。

主岩体西侧有规模较小、生成时代稍晚的浅色细粒花岗斑岩,呈白色、灰白色,具斑状结构,基质为

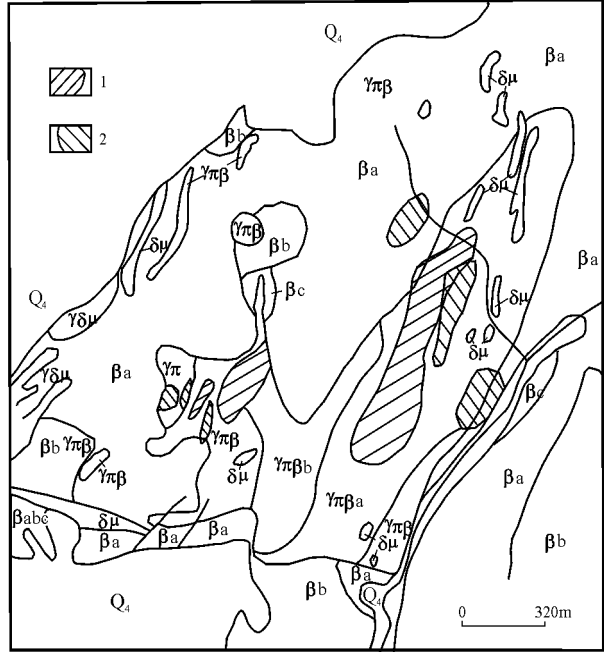


图1 纳日贡玛斑岩体地质略图

Q<sub>4</sub>. 现代冰川、冰碛、冲积;β<sub>a</sub>. 青盘岩化玄武岩;β<sub>b</sub>. 黄铁矿化玄武岩;β<sub>c</sub>. 矽卡岩化玄武岩;γπβ<sub>a</sub>. 硅化绢云母化花岗斑岩;γπβ<sub>b</sub>. 硅化高岭土化花岗斑岩;γπβ. 花岗斑岩;γπ. 细粒花岗斑岩;δμ. 闪长玢岩;γδμ. 花岗闪长玢岩。1. 钼矿体;2. 铜矿体

Fig. 1 Geological map of the Naingongma porphyry  
Q<sub>4</sub>= modern glacial, till and alluvial deposits; β<sub>a</sub>= propylitized basalt; β<sub>b</sub>= pyritized basalt; β<sub>c</sub>= skarnized basalt; γπβ<sub>a</sub>= silicified-sericitized granite porphyry; γπβ<sub>b</sub>= silicified-kaolinized granite porphyry; γπβ= granite porphyry; γπ= fine-grained granite porphyry; δμ= diorite porphyrite; γδμ= granodiorite porphyrite. 1= molybdenum orebody; 2= copper orebody

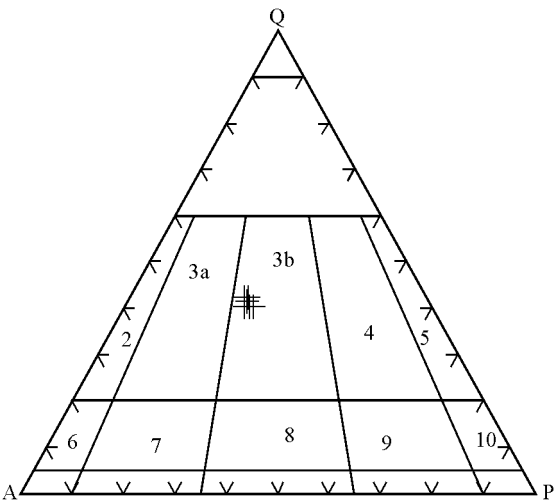


图2 纳日贡玛斑岩 QAP 图解

2. 碱长花岗岩; 3a. 花岗岩(钾长花岗岩); 3b. 花岗岩(二长花岗岩); 4. 花岗闪长岩; 5. 英云闪长岩; 6. 碱长花岗岩; 7. 石英正长岩; 8. 二长岩; 9. 二长闪长岩; 10. 闪长岩

Fig. 2 QAP diagram of the Naingongma porphyry  
2= alkali feldspar granite; 3a= granite (moyite); 3b= granite (adamellite); 4= granodiorite; 5= tonalite; 6= diorite?; alkali feldspar granite?; 7= quartz syenite; 8= monzonite; 9= monzodiorite; 10= diorite

显微文象结构、半自形粒状结构。

斑岩型多金属矿化在空间形态上,出现岩体、蚀变带、矿化带的同心环状分带展布的特点,蚀变带分带十分显著(图3)。鲁海峰等(2006)认为纳日贡玛矿区具面型蚀变特征,从斑岩体至围岩有环带状分布的趋势,具有较强的硅化-绢云母化-黄铁矿化带,高岭土化-黄铁矿化带,黄铁矿-青盘岩化带,表现为典型斑岩型铜钼矿床蚀变特征<sup>[5]</sup>。

2.2 斑岩体岩石化学特征

纳日贡玛斑岩的常量元素(表1): SiO<sub>2</sub> 为67.69%~69.50%, TiO<sub>2</sub> 为0.4%~0.5%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为14.68%~15.46%, 含量较高; CaO 为2.21%~2.76%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为0.56%~1.37%, FeO 为1.63%~2.27%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为0.15%~0.21%, MnO 为0.04%~0.063%, 含量较低; Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O 含量高, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O 为7.47%~7.74%。岩石里特曼指数 σ 为2.17~2.36, 碱指数 AR 为2.40~2.63, DI 分异指数为80.23~87.58, 分异指数很高。按巴尔巴林(Barbarin)分类方法,纳日贡玛斑岩岩石属于亚碱性的高钾钙碱性系列(图4,图5)。

纳日贡玛斑岩与玉龙铜矿斑岩及冲江铜矿斑岩

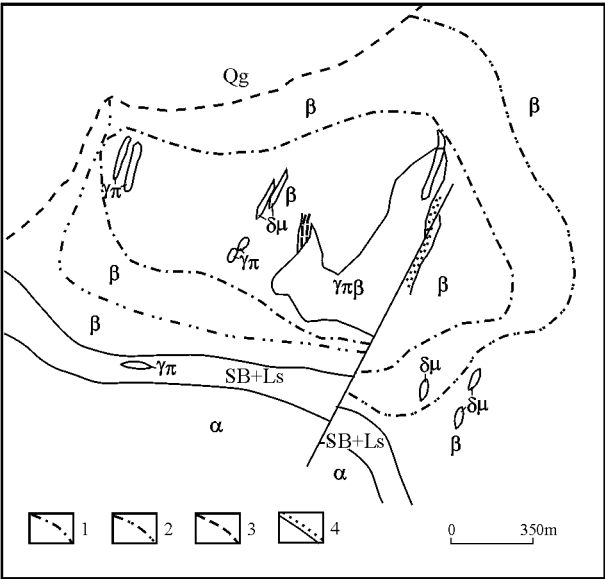


图3 纳日贡互斑岩体的蚀变分带示意图

Qg. 现代冰川; sb+ls. 板岩夹灰岩; α. 安山岩; β. 玄武岩; γπβ. 粘土化、硅化、绢云母化花岗岩斑岩; γπ. 花岗岩斑岩; δμ. 闪长玢岩。1. 黄铁矿化青盘岩化范围; 2. 青盘岩化范围; 3. 矽卡岩化范围; 4. 角岩化范围

Fig. 3 Zonation of the alteration in the Narigongma porphyry

Qg= modern glacier; sb+ls= slate intercalated with limestone; α= andesite; β= basalt; γπβ= argillic, silicified and sericitized granite porphyry; γπ= granite porphyry; δμ= diorite porphyrite. 1= extent of pyritization and propylitization; 2= extent of propylitization; 3= extent of skarnization; 4= extent of hornfelsization

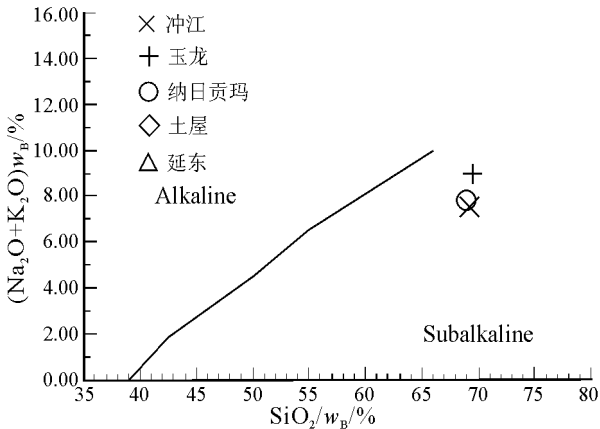


图4 岩石硅碱图

× 冲江; ○ 玉龙; + 纳日贡玛; ◇ 土屋; △ 延东

Fig. 4  $\text{SiO}_2$ -alkali diagram of the Narigongma porphyry

× Chongjiang porphyry; ○ Yulong porphyry; + Narigongma porphyry; ◇ Tiwu porphyry; △ Yandong porphyry

相比(表1),  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量相近,  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  含量略微高;  $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{FeO}$  含量略微低; 与土屋-延东铜矿斑岩相比,  $\text{SiO}_2$  含量相近,  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  含量高,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量稍低,  $\text{Na}_2\text{O}$  偏低。岩石化学组成与玉龙和冲江斑岩很相近, 与土屋-延东铜矿斑岩有明显的差别。纳日贡玛斑岩的标准矿物与冲江和玉龙斑岩较为一致, 而与土屋-延东铜矿斑岩有差别。利用标准矿物来进行岩石分类见图6。利用岩石化学元素成分可以对

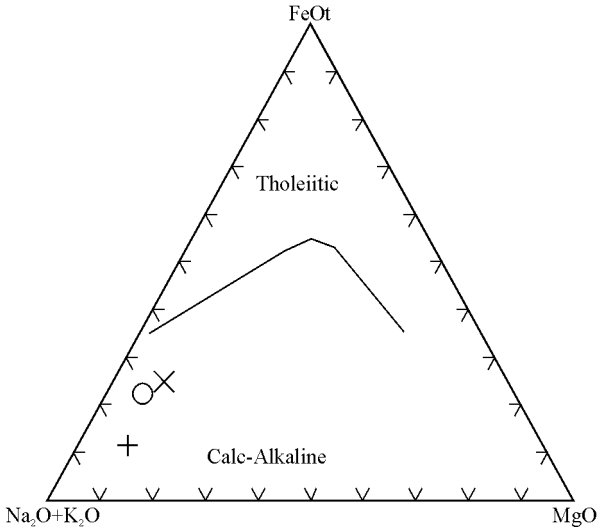


图5 岩石 AFM 图解(图例见图4)

Fig. 5 AFM diagram of the Narigongma porphyry (symbols as in Fig. 4)

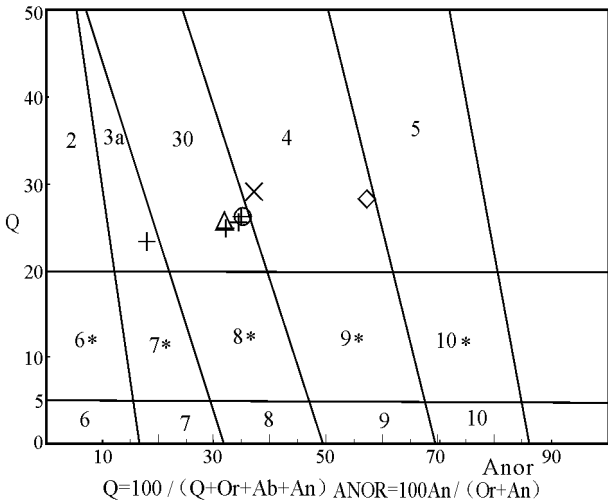


图6 岩石 Q-ANOR 图解(图例见图2和图4)

Fig. 6 Q-ANOR diagram of the Narigongma porphyry (symbols as in Figs. 2 and 4)

表 1 斑岩常量元素( $w_B/\%$ )及部分指数

Table 1 Major element contents ( $w_B/\%$ ) and some index for the porphyry from some copper deposits

| 纳日 1                           | 纳日 2  | 纳日 3       | 纳日 4  | 冲江    | 玉龙                | 土屋    | 延东                |       |
|--------------------------------|-------|------------|-------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 69.26 | 69.83      | 67.99 | 69.01 | 69.5              | 68.9  | 68.21             | 70.12 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.5   | 0.40       | 0.43  | 0.45  | 0.36              | 0.35  | 0.37              | 0.27  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.68 | 15.03      | 14.87 | 15.46 | 14.27             | 14.95 | 17.08             | 15.59 |
| Fe <sub>2</sub> O              | 1.37  | 0.73       | 1.28  | 0.56  | 0.51              | 1.16  | 0.6               | 1.31  |
| FeO                            | 1.63  | 2.19       | 2.25  | 2.27  | 0.86              | 1.44  | 1.13              | 0.87  |
| MnO                            | 0.063 | 0.04       | 0.04  | 0.04  | 0.02              | 0.07  | 0.03              | 0.03  |
| MgO                            | 1.13  | 0.9        | 1.04  | 1.00  | 1.09              | 0.79  | 1.35              | 0.93  |
| CaO                            | 2.76  | 2.75       | 2.21  | 2.65  | 1.73              | 2.83  | 1.56              | 2.05  |
| Na <sub>2</sub> O              | 3.78  | 3.75       | 4.20  | 3.75  | 3.91              | 3.32  | 4.89              | 5.6   |
| K <sub>2</sub> O               | 3.77  | 3.99       | 3.48  | 3.72  | 5.02              | 4.52  | 2                 | 1.22  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.15  | 0.2        | 0.21  | 0.21  | 0.14              | 0.11  | 0.12              | 0.08  |
| H <sub>2</sub> O               | 0.42  | 0.43       | 0.99  | 0.58  | 0.96              | 0.54  |                   |       |
| LOSS                           | 1.08  | 0.04       | 0.24  | 0.08  |                   |       | 1.08              | 2.52  |
| Total                          | 100.7 | 100.28     | 99.22 | 99.78 | 99.82             | 99.98 | 99.87             | 99.86 |
| $\sigma$                       | 2.17  | 2.23       | 2.36  | 2.15  | 2.37              | 3.01  | 1.88              | 1.72  |
| AR                             | 2.53  | 2.54       | 2.63  | 2.40  | 2.58              | 3.53  | 2.17              | 2.26  |
| ALK                            | 7.55  | 7.74       | 7.68  | 7.47  | 7.84              | 8.93  | 6.89              | 6.82  |
| DI                             | 87.58 | 80.29      | 80.23 | 81.10 | 79.36             | 81.97 | 83.45             | 81.03 |
| 资料来源                           | 本文    | 1:20 万区调报告 |       |       | 文献 <sup>[1]</sup> |       | 文献 <sup>[9]</sup> |       |

岩石形成环境判别提供一定的参考标志,  $R_1$ - $R_2$  图解可以在这方面提供借鉴, 利用  $R_1$ - $R_2$  图解分析文中斑岩的大地构造位置见图 7, 落点均在造山晚期。纳日贡玛斑岩体的形成与区域构造背景一致, 青藏高原在50~30Ma处于造山晚期的伸展阶段。

2.3 斑岩体地球化学特征

中国古生代、中生代和新生代斑岩矿床的代表性矿床如土屋、德兴、驱龙和冲江的含矿斑岩的稀土元素研究资料反映出共同的特征为右倾式, 轻稀土相对富集, 重稀土相对亏损, Eu 异常不明显。

纳日贡玛斑岩体稀土元素分析结果表明, 稀土元素特征为轻稀土相对富集, 重稀土相对亏损, 稀土总量稍高, REE 为  $(173.28 \sim 271.91) \times 10^{-6}$ , HREE 为  $(4.72 \sim 11.61) \times 10^{-6}$ , LREE 为  $(155.01 \sim 263.40) \times 10^{-6}$ , Eu 异常不明显, 轻稀土富集而重稀土亏损。稀土以球粒陨石为标准的配分模式为右倾式(图 8)。与以冲江为代表的新生代含矿斑岩稀土配分模式较为接近, 但总量稍高。与土屋-延东为代表的中生代斑岩体略有不同之处是, 土屋-延东斑岩有小的 Eu 负异常。

王中刚将花岗岩(1986)以岩石中 Eu 异常值的差别分为三类: 一类是  $\delta Eu > 0.7$  由基性岩浆分异形成的花岗岩类, 最古老花岗岩成因与板块有关的花岗岩属于其类, 是下地壳或太古宙沉积熔融形成的;

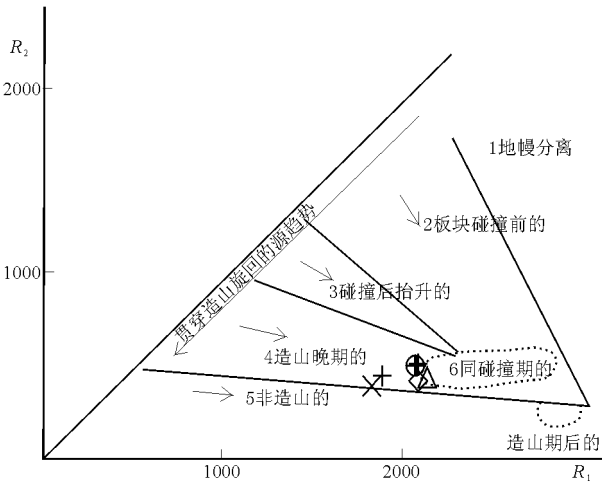


图 7 岩  $R_1$ - $R_2$  构差别图解

1. 拉斑玄武岩; 2. 钙碱性岩石和奥长花岗岩; 3. 高钾钙碱性岩石; 4. 次碱性二长岩; 5. 碱性和过碱性岩石; 6. 深熔二云母浅色花岗岩(其它图例见图 4)

Fig. 7  $R_1$ - $R_2$  diagram for the tectonic interpretation of the Nari Gongma porphyry

1= tholeiite; 2= cal-calkaline rocks and trondhjemite; 3= high K calc-alkaline rocks; 4= adamellite; 5= alkaline and peralkaline rocks; 6= anatectic two-mica leucogranite (other symbols as in Fig. 4)

二是  $\delta Eu$  为 0.7~0.3, 此类花岗岩最为广泛, 主要由上地壳经不同程度的部分熔融而形成的; 三类是

$\delta_{\text{U}} < 0.3$ , 为晚期演化阶段形成的偏碱性型花岗岩。据其认为纳日贡玛斑岩的源岩为该分类的第一类, 有洋壳混染的迹象。

表 2 纳日贡玛硫稳定同位素  
Table 2 Sulfur stable isotope in the Narigongma porphyry

| 序号 | 样号       | 样品名称 | $\delta^3\text{S}(\text{‰})$ | 备注  |
|----|----------|------|------------------------------|-----|
| 1  | ZK301-24 | 黄铁矿  | 7.50                         |     |
| 2  | ZK301-24 | 黄铁矿  | 7.38                         | 重复样 |
| 3  | P8TC3-5  | 黄铁矿  | 7.48                         |     |
| 4  | P8TC1-3  | 黄铁矿  | 7.16                         |     |
| 5  | P8TC3-8  | 黄铁矿  | 7.24                         |     |

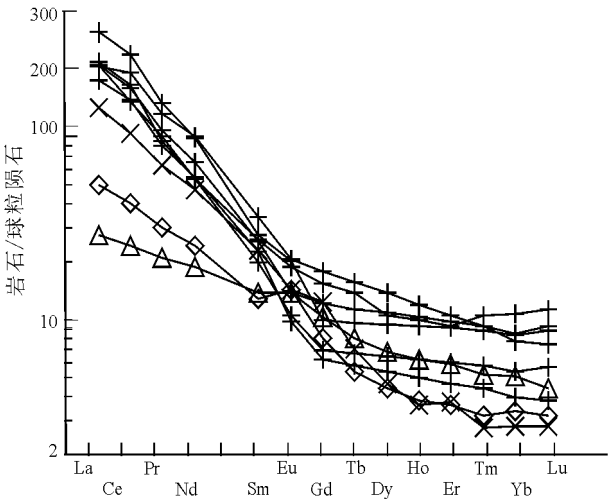


图 8 岩石稀土配分模式图(图例见图 4)  
Fig. 8 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the Narigongma porphyry (symbols as in Fig. 4)

纳日贡玛斑岩微量元素分析结果与土屋-延东斑岩铜矿对比表明, 纳日贡玛斑岩中的 Rb、Ba、Th、Ce、Mo、Cu、Au、Ag 富集, 而 Th、Zr、Hf 含量正常, Y、Yb、Cr、Sc、Co、Ni 含量亏损。纳日贡玛斑岩中的 K、Rb、Th、Ta、Ce、Hf、Zr、Y 明显高于土屋-延东斑岩铜矿, 而 Sr、Ba 稍低, 其余元素 P、Ti、Cr 含量相似。而与 N-MORB 型相比, 除 P、Hf 相似, Y、Cr 偏低外, 其余元素均较高。微量元素蛛网图与具有比较典型的“三隆起”形式的大洋火山弧高钾钙碱性玄武岩相似, Rb/Sr 比值低说明斑岩均与大洋玄武岩之类的岩石有联系。

成都理工大学在纳日贡玛斑岩体中采集的包体样品和硫同位素样品, 其分析结果见表 2 和表 3。纳日贡玛铜钼矿床中的黄铁矿的硫稳定同位素值变化不大, 在 7.16‰~7.50‰ 之间变化, 反映出矿化物质来源于深部, 说明斑岩体的流体系统以岩浆热液

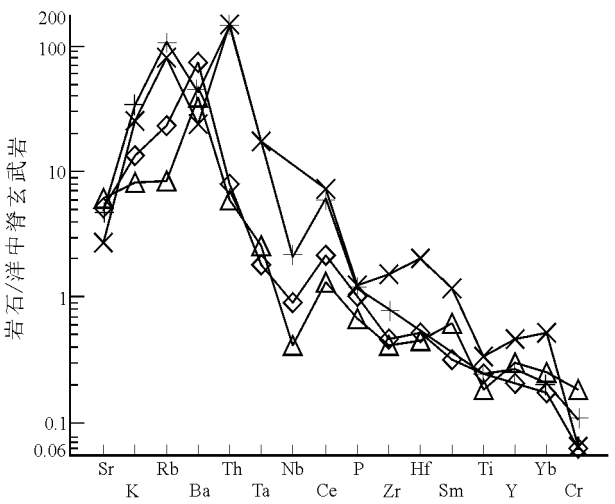


图 9 岩石微量元素蛛网图(图例见图 4)  
Fig. 9 MORB-normalized REE distribution patterns for the Narigongma porphyry (symbols as in Fig. 4)

为主, 主体成矿是由岩浆热液蚀变交代的背景下形成。

南征兵等(2005)通过矿体脉石英中原生流体包裹体研究<sup>[7]</sup>, 表明纳日贡玛铜矿具有典型的斑岩型铜矿流体包裹体地球化学特征, 纳日贡玛斑岩铜矿成矿温度为 246~300℃, 具高盐度特点,  $w(\text{NaCl})$  为 31.3%~42.2%, 且其矿体均产于高盐度包裹体分布范围内, 成矿流体属岩浆水和大气水的混合流体, 具沸腾特征。

从表 3 中可以看出, 石英矿物的爆裂温度高于黄铁矿的爆裂温度(热爆-超波提取法), 二者的包体均为气液包裹体, 气/液比值  $> 50\%$ , 包体中物质显示为富水和偏酸性, 包体成分说明成矿岩浆与正常的长英质岩浆的不同。反映出其源岩可能来自富水的俯冲洋壳板片的部分熔融。

### 2.4 斑岩体的源岩和形成模式的探讨

锶初始值、 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 、 $\epsilon_{\text{Sr}}(t)$  和 REE 的资料说明斑岩与大洋玄武岩(上地幔)比较接近, 由其推测斑岩主要是上地幔部分熔融的产物, 但也有部分下地壳混合的证据。土屋斜长花岗斑岩主要是由大洋玄武岩在俯冲过程中部分熔融的产物, 且很少受到下地壳其他岩石的混染, 而其他斑岩如德兴、玉龙、馬拉松多和智利的一系列斑岩, 虽然主要来自大洋或上地幔, 但均不同程度地受到地壳物质混染。

从纳日贡玛斑岩岩石的稀土特征来推断岩石源区或来源, 源岩以下陆壳为主, 有洋壳或上地幔混染的迹象。纳日贡玛斑岩的微量元素特征也反应出与大洋玄武质岩石有关系。

表 3 纳日贡玛铜钼矿床包体成分分析表  
Table 3 Inclusion compositions in the Narigongma Cu-Mo deposit

| 样号 | 矿物                    | 爆裂温度/℃          |                  |                  | 气相成分( $w_B/10^{-6}$ ) |                 |                 |                               |                               |      |
|----|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------|
|    |                       |                 |                  |                  | H <sub>2</sub> O      | CO <sub>2</sub> | CO              | CH <sub>4</sub>               | H <sub>2</sub>                |      |
| 1  | 石英                    | 100 ~ 600       |                  |                  | 520.25                | 78.65           | 0.90            | 0.020                         | 0.11                          |      |
| 2  | 石英                    | 100 ~ 600       |                  |                  | 550.00                | 81.24           | 0.75            | 0.015                         | 0.13                          |      |
| 3  | 黄铁矿                   | 100 ~ 400       |                  |                  | 341.37                | 11.20           | 0.55            | 0.010                         | 0.07                          |      |
| 样号 | 液相成分( $w_B/10^{-6}$ ) |                 |                  |                  |                       |                 |                 |                               |                               |      |
|    | K <sup>+</sup>        | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | Li <sup>+</sup>       | F <sup>-</sup>  | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | pH   |
| 1  | 1.74                  | 8.07            | 3.12             | 0.295            | 0.020                 | 0.44            | 11.75           | 0.00                          | 0.00                          | 6.70 |
| 2  | 1.82                  | 9.43            | 3.15             | 0.190            | 0.010                 | 0.40            | 12.78           | 0.00                          | 0.00                          | 6.70 |
| 3  | 1.95                  | 1.85            | 5.45             | 0.640            | 0.010                 | 0.21            | 3.65            | 105.60                        | 0.00                          | 5.60 |

陆内造山型斑岩来源于碰撞加厚的下地壳,俯冲板块撕裂导致软流圈上涌,引起残余大洋板块熔融,产生含矿岩浆向下地壳注入新生构造,并诱发下地壳物质熔融混染。斑岩型铜(钼)矿床受板内走滑断裂带影响明显(芮宗瑶,2002)。

4件纳日贡玛斑岩全岩同位素年龄值(钾氩法)分别为49.4Ma、37.2Ma、33.9Ma、22.0Ma<sup>[9]</sup>,其地质时代为始新世—渐新世,表明为喜马拉雅期印度与欧亚大陆碰撞及青藏高原隆升<sup>[8~12]</sup>相伴的重要产物。

3 意 义

自纳日贡玛向南杂多县、下拉秀—囊谦一带,斑岩体均沿曲柔尔卡—囊谦超壳断裂带产出。断裂构造为侵入体的侵入和定位提供了通道和空间。据源岩并结合其所处的大地构造位置分析其形成模式,认为斑岩及其斑岩型矿床来源于陆内俯冲而加厚的下地壳,俯冲板块导致软流圈上涌,并向下地壳注入诱发下地壳物质熔融产生岩浆,岩浆沿曲柔尔卡—囊谦断裂带上升侵位而成。

由此可以推测具有相似的地质构造大背景的西金乌兰构造混杂岩带之南缘一带为此类斑岩产出之最佳的位置,表明这一带为斑岩型矿床寻找的重要地段。最近在纳日贡玛东南沿曲柔尔卡—囊谦断裂带已发现一系列的斑岩体出露,今后应在沿此断

裂向北西方向加强成矿地质背景研究。

参考文献:

[ 1 ] 芮宗瑶,张立生,陈振宁,等.斑岩铜矿的源岩或源区探讨[ J ]. 岩石学报,2004,20(2):229—238.

[ 2 ] 中英青藏高原综合地质考察队.青藏高原地质演化[ M ].北京:科学出版社,1990.

[ 3 ] 王永文,王玉德,李善平,等.西金乌兰构造混杂岩带特征[ J ]. 西北地质,2004,150(3):15—20.

[ 4 ] 青海省地矿局.青海省岩石地层[ M ].武汉:中国地质大学出版社,1997.

[ 5 ] 鲁海峰,薛万文,王贵仁.纳日贡玛铜钼矿床地质特征及成因类型探讨[ J ].青海国土经略,2006,(3):37—40.

[ 6 ] 张连昌,秦克章,英基丰,等.东天山土屋—延东斑岩铜矿带埃达克岩及其与成矿作用的关系[ J ].岩石学报,2004,20(2):259—248.

[ 7 ] 南征兵,唐菊兴,李葆华,等.青海纳日贡玛斑岩铜矿流体包裹体地球化学特征[ J ].新疆地质,2005,23(4):273—377.

[ 8 ] 李廷栋.青藏高原隆升的过程和机制[ J ].地球学报,2002,34(1):1—9.

[ 9 ] 潘桂棠,陈智梁,李兴振,等.东特提斯地质构造形成演化[ M ].北京:地质出版社,1996.

[ 10 ] HarrisonI. M., Copeland P., Kidd W. S. F., Raising Tibet, Science, 1992, 255: 1663—1670.

[ 11 ] Tapponnier P. et al., Oblique stepwise rise and growth of the Tibet Plateau, Science, 2001, 294, 1671—1677.

[ 12 ] Splcier R. A., Harris N. B. W., Widdowson M., et al., Constant elevation of southern Tibet over the past 15 million years, Nature, 2003, 421(6): 622—624.

## Geochemistry of the Eocene-oligocene porphyry in the Narigongma region, Qinghai

ZHOU Wei<sup>1</sup>, WANG Yu-de<sup>2</sup>, CAO De-zhi<sup>2</sup>, WANG Yi-zhi<sup>2</sup>, WANG Yong-wen<sup>2</sup>

(1. *Shaanxi General Team, China Construction Materials and Geological Prospecting Center, Xi'an 710003, Shaanxi, China*; 2. *Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, Qinghai, China*)

**Abstract:** The Eocene–Oligocene ore-bearing porphyry occurs as irregular stocks in the Narigongma region, Qinghai. The porphyry is composed of monzonitic granite porphyry in the subalkaline K-rich calc-alkaline series, and characterized by higher contents of SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, LREE and Sr, Rb, Ba, Th, Ce, Mo, Cu, Au and Ag, depletion in CaO, TiO<sub>2</sub>, HREE, Y, Yb, Cr, Sc, Co and Ni, and well-balanced the element Eu. The geochemical signatures shows that the porphyry may be derived from the continental crust contaminated by the oceanic crust, and initiated from the magmas created by the melting of the lower crust due to the upwelling of the rheosphere triggered by intracontinental subduction.

**Key words:** Narigongma; Eocene-Oligocene; porphyry; geochemistry; Qinghai