

西藏冈底斯带东段岗讲铜钼矿床 含矿斑岩地球化学特征

杨晓坤¹, 姜 华¹, 王光旺², 张裴培², 张庆松³

(1. 云南铜业(集团)有限公司, 昆明 650051; 2. 拉萨天利矿业有限公司, 拉萨 850001;

3. 四川省冶金地质勘查院, 成都 610051)

摘要: 西藏冈底斯带东段的岗讲铜钼矿床产于复式岩体中, 岩体主要由二长斑岩、英安斑岩和流纹斑岩类岩石组成, 其岩性属于钙碱性系列岩石。岩石地球化学特征表明该复式岩体可能形成于碰撞后抬升期, 矿化与低温低压的岩浆结晶分异环境有关。

关键词: 冈底斯; 斑岩; 铜钼矿床; 地球化学; 西藏

中图分类号: P613; P618.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2013)02-0197-06

1 地质背景

岗讲铜钼矿床位于西藏冈底斯火山-岩浆弧带的东段, 在近EW向的帕古-热堆脆韧性剪切带与羊八井-当雄走滑断裂的交会部位。构造以近EW向、NE向及部分SN向为主。属冈底斯-喜马拉雅地区的谢通门-墨竹工卡铜、铁、铅、锌、金成矿带(图1)。区域内出露地层有白垩系、古近系和第四系, 主要为一套陆相火山岩、火山碎屑岩建造。矿床主要产于火山岩中。

2 矿床地质特征

岗讲矿区出露地层主要为古近系古新统典中组(E_1d), 次为上白垩统设兴组一段(K_2s^1)和第四系(Q)。

矿区断裂主要有近SN向和近EW向两组, 次为派生的NW向和部分NE向断裂。近EW向断裂主要有矿区北部的多列曲断裂和中部的古清沟断裂, 该组断裂为逆冲断裂, 断面向N倾。区内节理

发育, 主要为构造节理, 原生节理次之。构造节理分布较广, 在古清沟、多列曲、白容央洼及主矿体上较为发育; 节理力学性质以剪性为主, 常发育成共轭节理, 节理面较平直, 延伸较远, 产状较陡, 节理裂隙率一般为8~12条/m, 局部密集可达30条/m, 填充物主要为石英-硫化物脉、石英-方解石脉、孔雀石薄膜。构造节理是本区铜钼矿改造富集阶段的主要控矿构造。

矿区岩浆岩体为复式岩体, 主要出露含矿二长花岗斑岩、含巨斑角闪黑云二长花岗岩、花岗闪长斑岩, 次为流纹斑岩、英云闪长玢岩、英安斑岩, 及少量安山玢岩、煌斑岩。

3 火成岩特征

含矿岩石主要为斑状黑云二长花岗岩, 多为似斑状结构, 局部呈斑状结构, 斑晶主要为肉红色钾长石, 其含量10%左右, 一般大小5 mm×10 mm, 有时多个斑晶聚集在一起呈聚斑结构; 白色斜长石斑晶较少, 约为5%, 大小5 mm×7 mm; 基质主要为钾长石(约30%)、酸性斜长石(25%~30%)、石英(20%~25%)、黑云母和少量角闪石(5%~10%),

收稿日期: 2012-05-08; 改回日期: 2013-09-05; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 杨晓坤(1981-), 男, 工程师, 博士, 矿产地质专业。通信地址: 云南省昆明市人民东路111号, 云南铜业(集团)有限公司矿产资源部(911室); 邮政编码: 650051; E-mail: pierceyang@foxmail.com

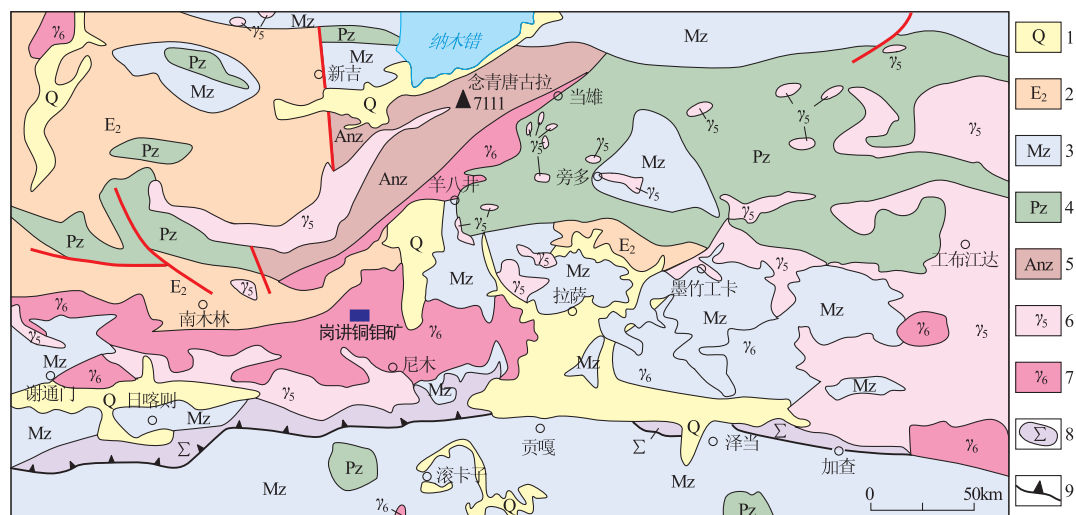


图 1 西藏冈底斯火山-岩浆弧带东段区域地质图

(据中国地质调查局 1 : 50 万数字化地质图修编)

Fig. 1 Regional geological map of east Gangdese volcanomagma arc belt, Tibet

1. 第四系; 2. 始新统; 3. 中生界; 4. 古生界; 5. 前震旦系; 6. 燕山期花岗岩;

7. 喜马拉雅期花岗岩; 8. 超基性岩; 9. 结合带

其颗粒直径大小 1~5 mm 不等。根据野外不同岩性岩体产状、相互穿插关系、岩体相变等特征,划分岩浆侵入先后顺序为:流纹-英安斑岩→含巨斑黑云角闪二长花岗岩→含矿二长花岗斑岩→英云闪长玢岩→花岗闪长斑岩、英安斑岩→安山玢岩。

矿化岩系:主要为二长花岗斑岩,其次是英云闪长玢岩,再次为含巨斑黑云角闪二长花岗斑岩。

(1)二长花岗斑岩。矿区的蚀变及成矿作用主要与该期侵入岩相有关。该期侵入岩具似斑状、斑状结构,斑晶为斜长石、钾长石、石英及少量黑云母等;岩体呈岩株状产于含巨斑黑云角闪二长花岗斑岩岩基中,接触带附近的含巨斑黑云角闪二长花岗斑岩发育钾化,见钾长石次生加大及钾长石细脉。岩体的锆石 U-Pb 同位素测年年龄为 (14.73 ± 0.13) Ma (据冷成彪等,原称黑云石英二长岩)。

(2)英云闪长玢岩。地表定名流纹斑岩,斑晶、基质各占 50%,斑晶由斜长石(35%)、石英(10%)、钾长石(3%)、黑云母(2%)组成,基质以长英质的玻璃质为主。该期岩石在地表呈岩盖覆盖于早期二长花岗斑岩之上,并使之产生泥化蚀变;在深部表现为呈岩脉穿插于早期岩体中,对矿化二长花岗斑岩(矿体)完整性造成破坏的同时,也对矿化有叠加改造使之变富的作用。岩体的锆石 U-Pb 同位素年龄为 (12.01 ± 0.24) Ma (据冷成彪等,原称流纹-英安斑岩,与流纹斑岩对应;本项目定名的第一期“流纹英

安斑岩”与老天利公司定名的“石英正长斑岩”对应)。

(3)含巨斑黑云角闪二长花岗斑岩。由斜长石、钾长石、石英、角闪石、蚀变黑云母组成。与后期二长花岗斑岩接触部位具有中等钾化现象,表现为钾长石斑晶次生加大,偶见钾长石细脉、网脉分布。该期岩体呈岩基产出,构成主含矿岩体外部围岩,其间可见零星铜钼矿化。

3.1 岩石地球化学特征

(1)岩石化学

岩石全分析显示: $w(\text{SiO}_2) = 65.48\% \sim 71.47\%$, $w(\text{CaO}) = 0.38\% \sim 1.9\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) = 2.14\% \sim 4.34\%$, $w(\text{Na}_2\text{O}) = 3.69\% \sim 6.84\%$, 里特曼指数 $\sigma = 2.3 \sim 3.6$, 为钙碱性至碱钙性系列岩石^[1]。

从岩石氧化物全分析结果(表 1, 图 2)可以看出:

含矿岩体及矿化岩体的 $w(\text{SiO}_2) = 65.48\% \sim 69.31\%$, 平均 66.44%, 低于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值;低钾, $w(\text{K}_2\text{O}) = 2.14\% \sim 4.32\%$, 平均 3.27%, 低于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值;高钠, $w(\text{Na}_2\text{O}) = 4.29\% \sim 6.84\%$, 平均 5.29%, 高于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值, 且 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O}) \leq 1$;高钛, $w(\text{TiO}_2) = 0.415\% \sim 0.667\%$, 平均 0.564%, 高于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值;低钙, $w(\text{CaO}) = 0.97\% \sim 1.9\%$,

表 1 岩石氧化物全分析结果表
Table 1 Bulk analysis of oxides in rocks

岩性	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	灼失	Cu
流纹斑岩	71.47	15.25	1.48	0.854	0.45	0.26	3.49	4.57	0.314	0.082	0.008	1.64	<0.01
英安斑岩	70.82	15.53	0.769	0.928	0.375	0.835	4.34	3.69	0.452	0.102	0.012	1.9	<0.01
矿化二长花岗岩	65.48	17.37	1.1	1.82	0.97	1.41	2.14	6.84	0.667	0.249	0.04	1.44	0.133
矿化二长花岗岩	69.31	15.34	0.265	2.11	1.04	0.89	4.32	4.29	0.415	0.169	0.021	1.29	0.196
英安斑岩	64.53	16.37	2.17	1.54	1.9	1.44	3.34	4.74	0.61	0.223	0.022	2.78	<0.01

资料来源:岗讲铜钼矿床地质报告。

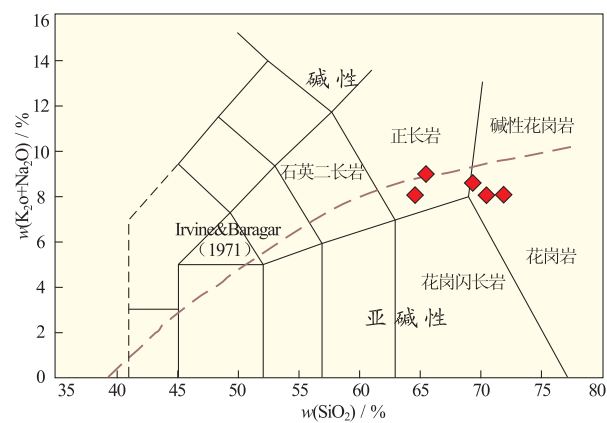


图 2 西藏冈底斯带岗讲铜钼矿床赋矿火山岩 TAS 图解
Fig. 2 TAS plot of the host rock-volcanics in Jianggang Cu-Mo deposit in Gangdese belt.

平均 1.30%, 低于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值; 高铝, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.34\% \sim 17.37\%$, 平均 16.36%, 高于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值^[1,5]。

非矿化岩体的 $w(\text{SiO}_2) = 70.82\% \sim 71.47\%$, 平均 71.15%, 略高于世界花岗岩的平均值, 但低于中国花岗岩的平均值; $w(\text{K}_2\text{O}) = 3.49\% \sim 4.34\%$, 平均 3.915%, 略低于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值; $w(\text{Na}_2\text{O}) = 3.69\% \sim 4.57\%$, 平均 4.13%, 高于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值; $w(\text{TiO}_2) = 0.314\% \sim 0.452\%$, 平均 0.383%, 略高于中国花岗岩的平均值, 但低于世界花岗岩的平均值; $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.25\% \sim 15.53\%$, 平均 15.39%, 高于中国花岗岩和世界花岗岩的平均值^[1,3]。

(2) 岩石的固结指数。

SI 为 2.44~10.88, 说明该区岩浆的分异程度高 (久野等); 碱度率变化范围为 0.54~0.79, 平均 0.70, 利用 $\text{SiO}_2\text{—AR}$ 直角坐标图来确定岩石碱性程度, 大多落在钙碱性区间 (图 3); 里特曼指数普遍为正值, $\sigma = 2.3 \sim 3.6$, 大部分小于 3.3, 属于钙碱性至碱钙性系列; 赋矿围岩 K—Na—Ca

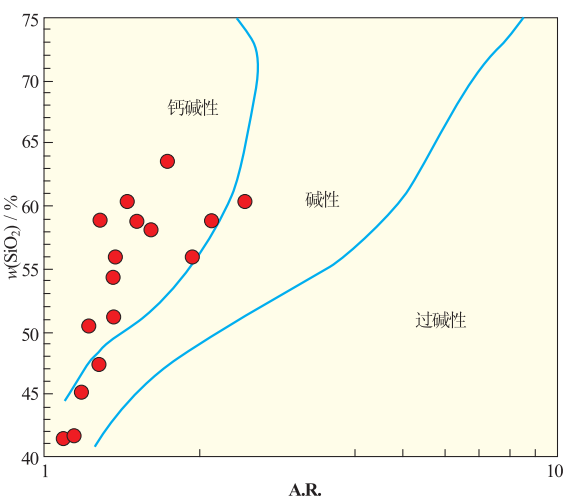


图 3 岗讲铜钼矿床复式岩体 $\text{SiO}_2\text{—AR}$ 图解
(Wright J B, 1969)

Fig. 3 $\text{SiO}_2\text{—AR}$ plot of the complex rock body in Gongjiang Cu-Mo deposit

图解显示出花岗岩系列演化趋势 (图 4); 赋矿围岩 An—Ab—Or 图解显示低压长石区花岗岩系列 (图 5), 说明该区赋矿围岩形成于低温低压的岩浆结晶分异环境, 具有碰撞后抬升期花岗岩的岩石化学特征^[2,4,7]。

3.2 微量元素地球化学特征

从复式岩体含矿与非含矿斑岩微量元素成分特征可以看出 (表 2, 图 6): 含矿二长花岗岩斑岩铷高铯低, $w(\text{Rb}_2\text{O}) = 0.034\% \sim 0.043\%$, $w(\text{SrO}) = 0.053\% \sim 0.075\%$; 一般含挥发分氟 ($w(\text{F}) = 0.18\% \sim 0.29\%$)、氯 ($w(\text{Cl}) = 0.025\% \sim 0.038\%$)。非含矿二长花岗岩斑岩铷低铯略高, $w(\text{Rb}_2\text{O}) = 0.019\%$, $w(\text{SrO}) = 0.077\%$, 含挥发分氯 ($w(\text{Cl}) = 0.032\%$) 而不含氟。Rb 和 Sr 的这种含量特点, 一方面可能是与岩石矿物中 K, Ca 地球化学亲缘关系所决定的; 另一方面, 复式岩体中氟的存在与否, 可能是矿质赋存、迁移沉淀除与硫 (络合物) 密切相关外, 还有氟 (络合物) 的参与^[6]。

表 2 岩石微量元素分析结果表
Table 2 Micro-element analysis of rocks

项目	XT1	XT2	XT3	XT4	XT5	XI	XJ1	XJ2	XM
V ₂ O ₅	0.011	0.013	0.009	0.01	0.009	0.013	0.001	0.012	0.013
Cr ₂ O ₃	0.005	0.007	0.006	0.005	0.003	0.008	0.006	0.005	0.007
Co ₃ O ₄	0.003	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.001	0.003	0.003
NiO	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003
ZnO	0.008	0.015	0.004	0.003	0.003	0	0.004	0.011	0
Ga ₂ O ₃	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.003	0.003
As ₂ O ₃	—	0.001	—	—	—	—	0.001	—	—
Rb ₂ O	0.017	0.014	0.018	0.019	0.019	0.039	0.005	0.034	0.043
SrO	0.085	0.005	0.075	0.077	0.073	0.053	0.002	0.075	0.054
ZrO ₂	0.011	0.014	0.009	—	—	—	—	0.016	0.019
Nb ₂ O ₅	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002
BaO	0.072	0.075	0.066	0.065	0.065	0.069	—	0.084	0.077
WO ₃	0.002	0.004	0.003	0.002	0.002	0.007	0.002	0.02	0.006
PbO	0.007	0.013	0.007	0.007	0.007	0.006	0.013	0.009	0.007
F	—	—	—	—	—	0.29	—	—	0.18
Cl	0.025	—	0.036	0.032	0.02	0.038	0.017	0.03	0.025

资料来源:岗讲铜钼矿床地质报告。量的单位:ω_B/%

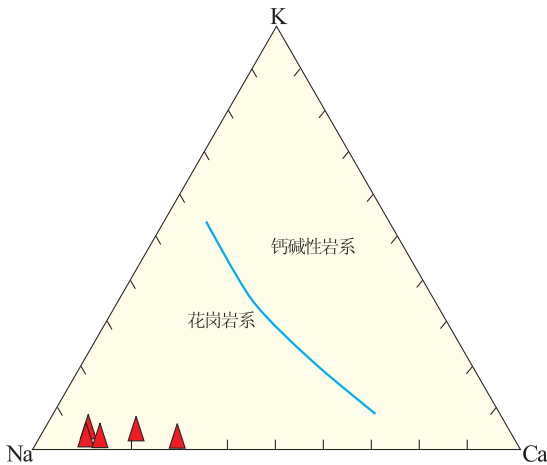


图 4 岗讲铜钼矿床复式岩体 K—Na—Ca 图解
Fig. 4 K - Na - Ca plot of the complex rock body
in Gangjiang Cu-Mo deposit

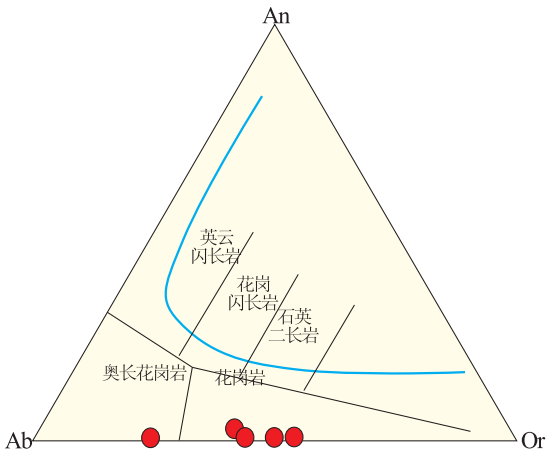


图 5 岗讲铜钼矿床复式岩体 An—Ab—Or 图解
Fig. 3 An - Ab - Or plot of Gangjiang Cu-Mo deposit

表 3 岩石稀土元素分析结果表
Table 3 REE analysis of rocks

岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
闪长岩	23.9	38.5	5.12	20.1	3.315	0.95	2.55	0.32	1.48	0.26	0.68	0.09	0.61	0.08	6.95
含斑黑云花岗闪长岩	24.4	39	5.02	19.3	3.1	0.9	2.36	0.3	1.37	0.24	0.66	0.089	0.56	0.081	6.59
二长花岗岩	40.2	68.25	7.875	29.9	4.635	1.21	3.525	0.41	1.88	0.325	0.905	0.125	0.8	0.12	8.98

资料来源:岗讲铜钼矿床地质报告。量的单位:ω_B/10⁻⁶。

3.3 稀土元素地球化学特征

从复式岩体含矿与非含矿斑岩稀土成分特征可以看出(表 3,图 7),岗讲铜钼矿区含矿二长花岗斑岩稀土总量 $w(\text{REE}) = 150.92 \times 10^{-6} \sim 175.07 \times$

10^{-6} ,轻、重稀土比值 $w(\text{LREE})/w(\text{HREE}) = 8.15 \sim 8.94$, $[w(\text{Ce})/w(\text{Yb})]_n = 15.31 \sim 18.21$;非含矿二长花岗斑岩稀土总量 $w(\text{REE}) = 97.55 \times 10^{-6}$,轻、重稀土比值 $w(\text{LREE})/w(\text{HREE}) = 7.88$,

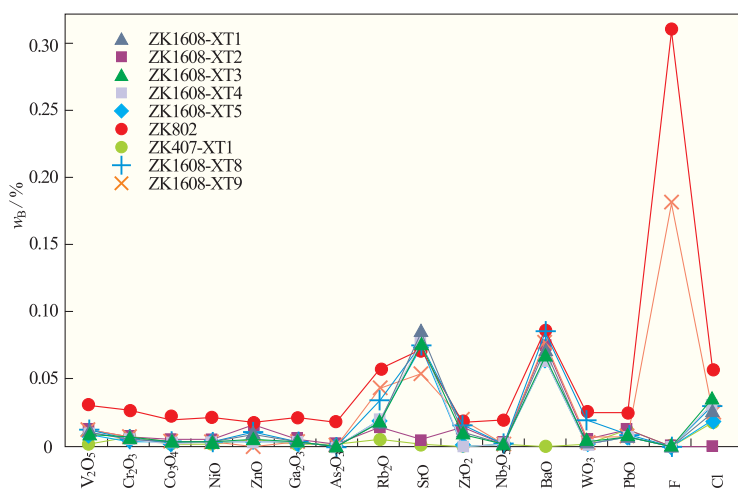


图 6 岗讲铜钼矿床复式岩体微量元素特征

Fig. 6 Micro-element characteristics of the complex rock body in Gangjiang Cu-Mo deposit REE analysis of rocks

$[w(\text{Ce})/w(\text{Yb})]_n = 15.12$ 。可见,岗讲铜钼矿区含矿二长花岗斑岩稀土总量及轻、重稀土比值高于非含矿的二长花岗斑岩,表明含矿斑岩(二长花岗斑岩)的岩浆分异更为充分,有利成矿。

4 结论

(1)根据含矿复式岩体的岩性以及岩石化学特征,得出火山岩主要属钙碱性系列。

(2)复式岩体中含矿岩体铷高锶低,含挥发分氟、氯;非含矿岩体铷低锶略高,含挥发分氯而不含氟。初步认为复式岩体中氟的存在与否,除了与硫(络合物)密切相关外,可能还与氟(络合物)的参与有关。

(3)冈底斯带岗讲铜钼矿床复式岩体均为轻稀土富集、分馏程度较高、Ce 轻度亏损,呈向右倾斜的稀土配分模式,代表了复式岩体的同源性。

(4)结合复式岩体岩性和地球化学特征,认为本区成矿与岩浆分异关系密切,与复式岩体形成于低温低压的岩浆结晶分异环境有关。

致谢:在西藏工作期间,拉萨天利矿业技术部的全体人员和四川省冶金地勘院的项目技术人员给予大力支持,在此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 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较研究[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 3: 29-34.
- [2] 胡培远,李才,李林庆,等. 藏北羌塘中部早古生代蛇绿岩堆晶岩中斜长花岗岩的地球化学特征[J]. 地质通报, 2009, 28: 1297-1307.
- [3] GB/T 17412.1—1998 岩石分类和命名方案 火成岩岩石分类和命名方案[S].
- [4] 胡树起,马生明,刘崇民. 斑岩型铜矿勘查地球化学研究现状及进展[J]. 物探与化探, 2011, 8: 431-437.
- [5] 芮宗瑶,李光明,王龙生,等. 西藏斑岩铜矿[J]. 西藏地质, 2002, 2: 3-12.
- [6] 王小春,晏子贵,周维德,等. 初论西藏冈底斯带中段尼木西北部斑岩铜矿地质特征[J]. 地质与勘探, 2002, 38(1): 5-8.

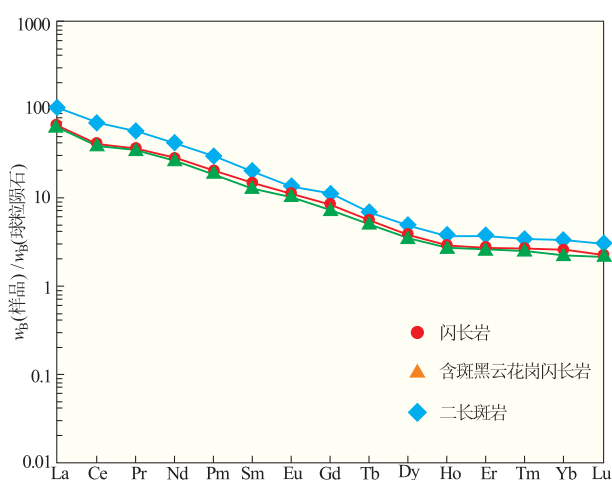


图 7 岗讲铜钼矿床复式岩体球粒陨石标准化稀土配分模式

Fig. 7 Chondrite-normalized REE pattern of the complex rock body in Gangjiang Cu-Mo deposit

[7] 梁华英, 喻亨祥, 莫济海, 等. 西藏冈底斯矿带成矿作用及远

景分析[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2008, 27(3): 289-293.

Geochemical characteristics of the host porphyry of Gangjiang Cu-Mo deposit in east Gangdese belt of Tibet

YANG Xiaokun¹, JIANG Hua¹, WANG Guangwang², ZHANG Peipei², ZHANG Qingsong³

(1. Yunnan Copper Industry (Group) Co Ltd, Kunming 650051, China;

2. Lasa Tianli Mineral Ltd, Lasa 850001, China;

3. Sichuan Institute of Metallurgical Geology & Exploitation, Chengdu 610051, China)

Abstract: Gangjiang Cu-Mo deposit occurs in a complex rock body consisting mainly of monzonitic porphyry, dacitic porphyry and rhyolitic porphyry. The porphyries belong to the calc-alkaline rock series. Their geochemical characteristics indicate that the complex rock body may be formed in the post-collision uplift period and the mineralization is related to crystal differentiation under low-temperature low-pressure condition of magma.

Key Words: Gangdese; porphyry; Cu-Mo deposit; geochemistry; Tibet