

新疆东戈壁斑岩型钼矿床之斑岩体特征

杨志强, 吴邦友, 郑松森, 安金亮, 常勇强

(河南省地矿局第二地质勘查院, 河南 许昌 461000)

摘要: 新疆东戈壁斑岩型钼矿床位于哈密市南 110 km, 为荒漠戈壁区, 隶属于东天山觉罗塔格多金属成矿带。钼矿体赋存于斑状花岗岩体的外接触带浅变质碎屑岩中; 侵入岩主要有浅肉红色斑状花岗岩(隐伏岩体)、花岗斑岩脉、细粒花岗岩脉三种, 控矿岩体为隐伏斑状花岗岩, 属华力西晚期第二次侵入。本文对东戈壁矿区岩体的岩石学、岩石化学、岩石地球化学特征进行了较详细研究, 并与国内的斑岩型钼矿岩体的岩石化学、岩石地球化学特征进行了对比, 其主要结论是东戈壁矿区斑状花岗岩 SiO_2 含量偏高, 属钙碱性岩, 侵入岩成因分类属陆壳重熔 S 型花岗岩。该矿床为新疆发现的第一个特大型钼矿床, 此项研究对在区域上寻找同类型矿床具有重要的借鉴意义。

关键词: 斑状花岗岩; 岩石学特征; 地球化学特征; 东戈壁斑岩钼矿; 新疆

中图分类号: P 618.65

文献标识码: A

1 区域地质特征

新疆东戈壁钼矿区位于哈密市境内, 属哈密地区哈密市雅满苏镇管辖, 矿区中心点坐标东经 $93^\circ 20'15''$, 北纬 $41^\circ 55'00''$ 。矿区东西长 4.84 km, 南北宽 3.78 km, 面积 16.77 km^2 。矿床产于秋格明塔什—黄山复理石岩带(韧性剪切带)中。该岩带南北两侧分别为阿奇山—雅满苏岛弧带及小热泉子—大南湖岛弧带, 构成觉罗塔格多金属成矿带。在该成矿带上, 有与板块俯冲对接碰撞带的基性—超基性杂岩带有关的黄山铜、镍矿, 康古尔塔格铬铁矿, 与次火山岩有关的土屋铜矿, 与斑岩有关的白山斑岩型钼矿, 与火山和火山—沉积岩有关的雅满苏铁矿(图 1)。

矿区地层为石炭系下统干墩组, 岩性为褐黄色—灰黑色变质含砾砂岩、砂岩、泥质砂岩—砂质泥岩、泥岩、凝灰岩、安山岩(图 2)。侵入岩主要为华力

西晚期第二次侵入的浅肉红色斑状花岗岩(γ_4^{3b})、花岗斑岩脉、细粒花岗岩脉。东戈壁钼矿床矿体全部位于隐伏斑状花岗岩体的界面外侧, 隐伏斑状花岗岩体内没有钼矿体产出(图 3)。据钻探资料显示矿体底界面距隐伏斑状花岗岩体顶界面的距离差异较大, 最近处与斑状花岗岩体直接接触, 一般在 100 ~ 200 m。隐伏岩体顶界面埋深最浅处 135.15 m(图 3, ZK88 孔处), 矿体分布在埋深最浅处直径 1 500 m 以内, 斑状花岗岩体对东戈壁钼矿起控制作用; 岩体的同位素年龄(锆石 SHRIMP U—Pb 法, 测试单位: 国家地质实验测试中心)测试结果显示, 斑状花岗岩与细粒花岗岩脉侵入年令为 227.6 ± 1.3 Ma, 花岗斑岩脉为 292.2 ± 2.8 Ma。因此花岗斑岩脉则是成矿前形成的, 细粒花岗岩脉则是斑状花岗岩演化分异的产物。

2 侵入岩岩石学特征

2.1 华力西晚期第二次侵入的浅肉红色斑状花岗岩(γ_4^{3b})

地表未见出露, 为隐伏岩体, 10 余个钻孔中均

收稿日期: 2011-02-24

作者简介: 杨志强(1963—), 男, 高级工程师, 主要从事地质找矿及科研工作。E-mail: 13733722801@139.com.

①杨志强, 黄超勇, 靳拥护等, 新疆哈密市东戈壁钼矿勘探报告, 2010.

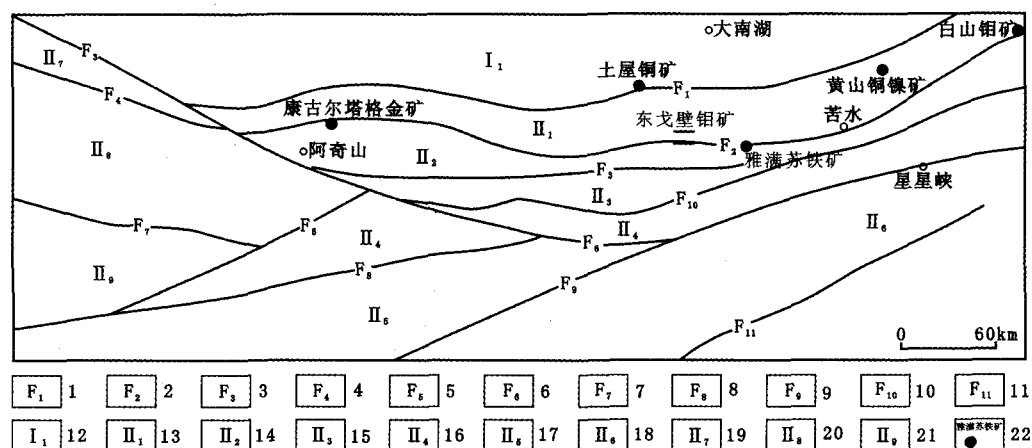


图 1 东天山大地构造略图^①

Fig. 1 Tectonic map of East Tianshan Mt.

1.康古尔塔格断裂;2.雅满苏断裂;3.沙泉子断裂;4.拱拜子断裂;5.帕尔岗断裂;6.卡瓦布拉克断裂;7.辛格尔断裂;8.兴地断裂;9.星星峡断裂;10.阿拉塔格断裂;11.车尔臣断裂;12.大南湖岛弧带;13.秋格明塔什-黄山复理石岩带;14.阿奇山-雅满苏岛弧带;15.卡瓦布拉克地块;16.帕尔岗地块;17.兴地地块;18.北山华力西期裂谷;19.巴伦台地块;20.南天山碰撞带;21.库鲁克塔格地块;22.矿床位置及名称

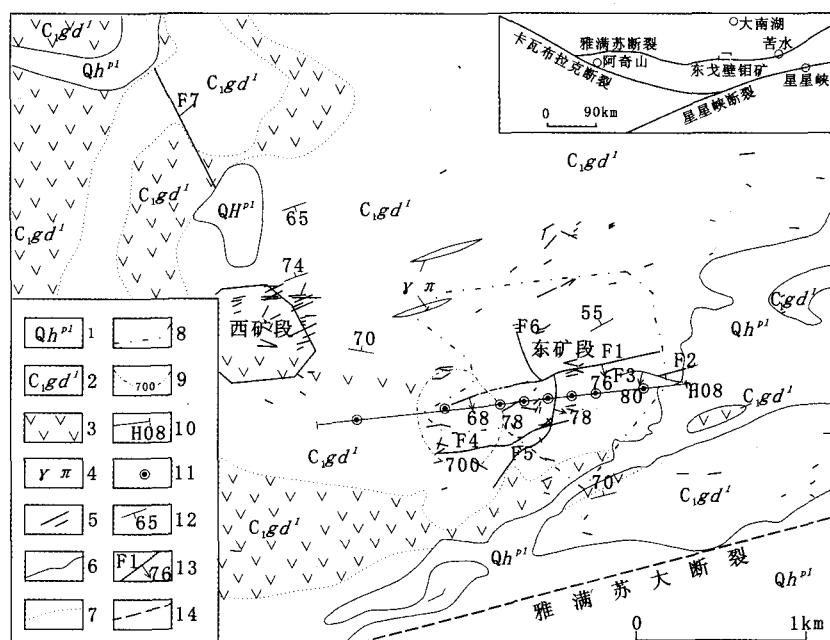


图 2 东戈壁钼矿区地质略图

Fig. 2 Simplified geological map of East Gobi molybdenum deposit

1.第四系全新统;2.石炭系下统干墩组下段;3.安山岩;4.花岗斑岩脉;5.石英脉;6.地质界线;7.岩性界线;8.矿体边界;9.海拔 700 m 高程斑状花岗岩体边界线;10.勘探线位置及编号;11.钻孔位置;12.地层产状;13.实测断层及编号;14.推测断层

见斑状花岗岩,埋深最浅 135.15 m。据钻孔揭露情况显示,该隐伏岩体长轴延伸方向为近 SN 向,垂直长轴方向向两侧岩体埋深快速增大。岩石呈浅肉红色,斑状结构或似斑状结构、巨斑状结构,边部具冷凝边结构,块状构造。巨斑状结构花岗岩见于少部分钻孔中,长石斑晶最大可达 2~3 cm (图 4), 万方数据

该带厚约 26 m, 与其下部似斑状花岗岩呈渐变过渡,未见清晰界面。斑晶成分石英 8%~15%,大小 0.8~7 mm,它形粒状;钾长石 2%~9%,大小 4~12 mm,半自形板状,可见卡式双晶,普遍有高岭土化;斜长石 2%~4%,大小 4~16 mm,半自形板状,聚片双晶、卡钠复合双晶发育,双晶纹密且直,

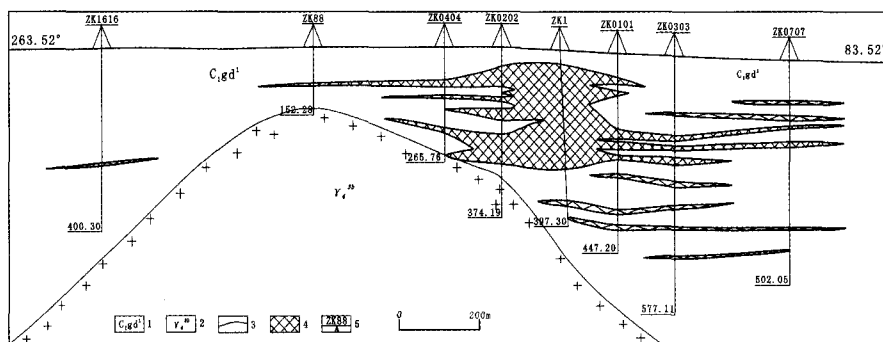


图3 东戈壁钼矿区 H08 线地质剖面图

Fig. 3 Profile of No. H08 prospecting line in East Gobi Molybdenum deposit

1. 石炭系下统干墩组; 2. 华力西晚期斑状花岗岩; 3. 地质界线; 4. 钼矿体; 5. 钻孔位置及编号

An=25, 为更长石, 表面普遍有泥化、轻度绢云母化, 部分有碳酸盐化。基质具细粒结构, 基质成分石英 10%~20%, 大小 0.1~0.5mm, 多呈等轴粒状; 钾长石 5%~40%, 大小 0.1~0.9mm, 多呈它形粒状; 斜长石 4%~37%, 大小 0.1~0.3mm, 半自形板状; 锆石个别呈 0.03~0.1mm 大小的柱粒状; 黑云母 1%~3%、白云母 2%~10%, 大小 0.1~1.6mm, 片状。斜长石常具高岭土-绢云母(或水白云母)化, 局部方解石化, 且常包有板状白钛石; 钾长石少许高岭土化。

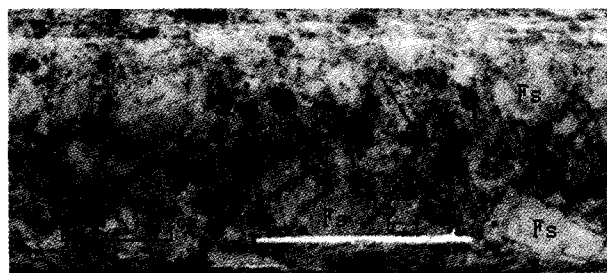


图4 斑状花岗岩的似斑状结构

Fig. 4 Porphyritic texture in porphyritic granite

Qz-石英斑晶, 大小 6mm Fs-长石斑晶, 板状, 大小 1×3cm

斑状花岗岩体与围岩接触处多具中细粒结构或细粒冷凝边结构(图5), 冷凝边宽度一般 0.1~0.8m。部分钻孔中见有斑状花岗岩岩枝, 厚一般 10~40cm, 个别达 1m 以上; 厚度较小的岩枝斑状结构不明显, 演变为中细粒-细粒结构。呈岩枝贯入的斑状花岗岩同样具冷凝边结构, 其产状无明显规律, 界面倾向、倾角可与围岩岩层倾向、倾角相同, 也可截切围岩岩层, 岩枝边部往往有石英脉或长石-石英脉充填, 反映出岩枝的贯入是受构造裂隙控制的。同位素测年(锆石 SHRIMP U-Pb 法, 测试单位: 国家地质实验测试中心) 结果, 花岗斑岩侵入时代为 292.2 ± 2.8 Ma, 即石炭纪末期。

试单位: 国家地质实验测试中心) 结果显示, 斑状花岗岩侵入时代为 227.6 ± 1.3 Ma, 即二叠纪末期。

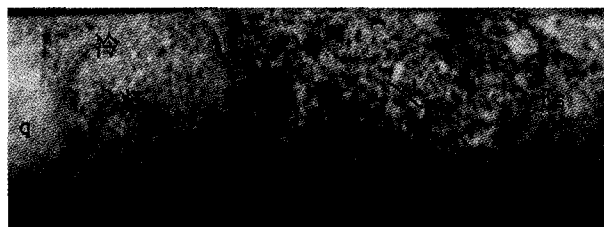


图5 斑状花岗岩的冷凝边结构

Fig. 5 Chilled border texture in porphyritic granite

q-石英脉, Kl-高岭土化长石, Fs-长石斑晶

2.2 华力西中期第三次侵入的花岗斑岩(γ_4^2)

该类岩体于钻孔中较常见, 视厚度 2~10m 不等, 个别达 20m, 倾角较陡, 一般在 $50^\circ \sim 70^\circ$, 浅灰色-浅灰白色, 冷凝边结构、斑状结构, 块状构造。花岗斑岩的冷凝边较窄, 一般 2~5cm。斑晶成分主要为: 斜长石 3%, 大小 0.5~1.5mm, 半自形板状, 绢云母化; 钾长石 1%, 大小 0.51~1mm, 半自形板状, 泥化; 石英 1%, 大小 0.3~0.6mm, 半自形柱状。基质主要由 0.03~0.1mm 微粒状斜长石(25%)、钾长石(30%)、石英(20%)构成。次生矿物: 显微鳞片状绢云母 10%, 均匀分布, 显微鳞片状绿泥石 3%, 分布不均匀, 显微鳞片状黑云母 2%, 分布不均匀; 裂隙充填细粒石英 4% 和黄铁矿等金属矿物 1%, 白云母少量, 磷灰石少量, 白钨矿微量。花岗斑岩普遍具较强的以硅化为主的蚀变, 强烈的蚀变使岩石的颜色由浅灰色变为浅灰白色。同位素测年(锆石 SHRIMP U-Pb 法, 测试单位: 国家地质实验测试中心) 结果, 花岗斑岩侵入时代为 292.2 ± 2.8 Ma, 即石炭纪末期。

2.3 细粒花岗岩

岩石为浅肉红色,地表呈透镜状、细脉状产出,宽 3~20 cm,长 50~200 m,走向 NE,个别脉体走向 NW,舒缓“S”形延伸。岩石结构与脉体宽度有关,窄的细粒花岗岩脉(宽 5 cm 以下)具细粒结构,少斑结构,块状构造,宽的岩脉(10~20 cm)则具斑状结构。主要矿物成分:石英 26%,大小 0.1~1.0 mm,它形粒状;钾长石 60%,大小 0.2~1.2 mm,它形粒

状—半自形板状,少量高岭土化;斜长石 10%,大小 0.4~2.0 mm,半自形板状,边部有绢云母化;白云母 1%,大小 0.1~0.3 mm,局部片状,交代长石存在。

3 岩石化学特征

东戈壁钼矿区斑状花岗岩、花岗斑岩、细粒花岗岩的岩石化学成分见表 1。

表 1 东戈壁矿区花岗岩化学成分表
Table 1 Major elements content of granites in East Gobi deposit

岩石名称	样品编号	氧化物百分含量(%)											
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	FeO	MnO	LOSS
斑状花岗岩	H1	72.61	12.82	2.68	0.23	1.11	0.56	4.78	2.36	0.13	0.58	0.14	1.80
	H2	74.24	12.69	2.67	0.17	1.11	0.41	4.59	2.93	0.11	0.62	0.11	0.33
	H3	76.40	11.38	2.48	0.20	0.83	0.07	4.90	3.06	0.048	1.35	0.078	0.58
	平均	74.42	12.30	2.61	0.20	1.02	0.35	4.76	2.78	0.10	0.85	0.11	0.90
	H4	69.39	15.12	4.28	0.36	3.06	1.58	1.86	4.57	0.106	3.10	0.168	0.28
花岗斑岩	H5	68.70	15.34	3.94	0.40	3.18	1.42	1.74	4.65	0.103	3.15	0.144	0.46
	H6	69.42	15.34	4.36	0.42	3.18	1.40	1.75	4.71	0.126	3.10	0.159	0.18
	平均	69.17	15.27	4.19	0.39	3.14	1.47	1.78	4.64	0.11	3.12	0.16	0.31
细粒花岗岩	H10	77.46	10.71	2.09	0.14	0.36	0.16	8.00	1.04	0.031	1.70	0.055	0.21
	H11	77.90	11.04	1.92	0.10	0.27	0.12	8.22	1.00	0.030	1.60	0.059	0.25
	H12	78.24	10.50	2.12	0.08	0.34	0.08	7.98	0.98	0.038	1.90	0.059	0.10
	平均	77.87	10.75	2.04	0.11	0.32	0.12	8.07	1.01	0.03	1.73	0.06	0.19

注:样品由河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院实验室测试。

分析东戈壁矿区斑状花岗岩岩石化学成分特征,并与我国含钼花岗岩岩石化学进行对比,参考前人资料^[1-4]可以得出一些认识:

(1) 东戈壁钼矿区的斑状花岗岩 SiO₂ 含量 > 70%, 平均 74.42%, 为酸度相对较高的花岗质岩体,其酸度高于中国花岗岩的平均含量(70.4%)。与

国内大多数钼矿成矿岩体的 SiO₂ 在 62.9%~70.2% 比较,东戈壁矿区斑状花岗岩 SiO₂ 含量偏高。

(2) 关于碱含量我国与钼矿有成因联系的斑岩体以具有富碱(大多 ALK>8%)、K₂O/Na₂O>1 为特点,其中 K₂O 多为 4%~6%,Na₂O 多为 2%~3%。与此相比,东戈壁钼矿区 ALK 为 7.54%,比之

表 2 各种成因花岗岩的化学成分特征^[5]
Table 2 Chemical character of various types granites

化学成分	I 型	S 型	A 型	M 型
SiO ₂	53~76%	65~79%	66~80%	54~73%
Na ₂ O	>3.2%	变化大	>2.8%	>3.2%
K ₂ O/Na ₂ O	低(<1)	高(<1)	一般较高	很低
Al ₂ O ₃ /(Na ₂ O+K ₂ O+CaO)	<1.1	>1.1	变化大	<1.2
SiO ₂ =66%时的 CaO	>3.7%	<3.7%	低,如 1.1%	?

较低;K₂O/Na₂O=1.71>1,K₂O 含量 4.76%,与我国钼矿控矿斑岩体基本相当,显示了富碱、高钾特点。东戈壁钼矿区斑状花岗岩的里特曼指数 δ=1.8 (δ=(K₂O+Na₂O)²/SiO₂-43),属钙碱性岩。

(3) 我国钼矿控矿斑岩体,其 CaO 多为 1.33%~1.5%,与东戈壁钼矿区斑状花岗岩 CaO 1.01% 相比,前者略高;而 Fe₂O₃+FeO 为 2.51%±,对比之下,东戈壁矿区的斑状花岗岩 CaO 为 1.01%,比之略低;而 Fe₂O₃+FeO 为 3.11%,比之略高。

从表 1 可以看出,细粒花岗岩 SiO₂ 含量 77.87%,比斑状花岗岩(74.42%)高,比之更偏酸性;

从表 1 可以看出,细粒花岗岩 SiO₂ 含量 77.87%,比斑状花岗岩(74.42%)高,比之更偏酸性;

ALK 为 9.08%, 比斑状花岗岩 (7.54%) 高; $K_2O/Na_2O=7.99$, 比斑状花岗岩 (1.71) 高很多, K_2O 含量 8.07%, 也比斑状花岗岩 (4.76%) 高很多。细粒花岗岩的里特曼指数 $\delta=2.4$, 属钙碱性岩。细粒花岗岩 CaO 为 0.32%, 比斑状花岗岩 (1.01%) 有较大幅度降低; 而 Fe_2O_3+FeO 为 2.78%, 与斑状花岗岩 (3.11%) 相比略低。

花岗斑岩 SiO_2 含量 69.17%, 比斑状花岗岩 (74.42%) 低, 比之略偏基性; ALK 为 6.42%, 比斑状花岗岩 (7.54%) 低; $K_2O/Na_2O=0.38$, 比斑状花岗岩 (1.71) 低很多, K_2O 含量 1.78%, 也比斑状花岗岩 (4.76%) 低很多。花岗斑岩的里特曼指数 $\delta=1.6$, 属钙碱性岩。

花岗斑岩 CaO 为 3.14%, 比斑状花岗岩 (1.01%) 有较大幅度增加; 而 Fe_2O_3+FeO 为 5.35%, 与斑状花岗岩 (3.11%) 相比略高。

从表 1 还可以看出, 斑状花岗岩、细粒花岗岩具相同的岩石化学特征, 即 $K_2O > Na_2O$, 二者应属同源岩浆演化序列; 而花岗斑岩则具与此相反的岩石化学特征, 即 $Na_2O > K_2O$, 说明花岗斑岩与斑状花岗岩不属于同源岩浆演化序列, 或二者不是同一时期侵入的产物, 这与同位素测年结果相一致。

4 岩石成因

4.1 岩石化学特征对比

岩浆岩岩石学从物源角度将花岗岩的成因类型划分为如下四种: S 型 (由原岩为未经风化的火成岩熔融形成的岩浆产物)、I 型 (由原岩经风化的沉积岩熔融形成的岩浆产物)、A 型 (由地幔玄武岩岩浆演化而来) 和 M 型 (玄武岩岩浆上升后受地壳不同程度混染或亏损地壳熔融的产物)。不同成因类型的花岗岩具有不同的岩石化学 (见表 2) 及稀土元素特征。

东戈壁钼矿区斑状花岗岩、花岗斑岩、细粒花岗岩的岩石化学成分是不同的, 据三种岩石的岩石化学全分析结果, 将其投影到 ACF ($A=Al_2O_3 - Na_2O - K_2O$, $C=CaO$, $F=FeO+MgO$) 图解上 (图 6), 斑状花岗岩、细粒花岗岩这二种岩石均为 S 型花岗岩, 但斑状花岗岩投影点位于 I 型与 S 型花岗岩的交界部位的 S 型花岗岩一侧, 细粒花岗岩的投影点则明显位于分界线的右侧, 反映出随岩浆演化其 S 型花

岗岩的特征更加明显。花岗斑岩则位于分界线的左侧, 属 I 型花岗岩, 与斑状花岗岩不是同源的。经地表及钻孔岩心观察, 细粒花岗岩、花岗斑岩、斑状花岗岩中均未发现有围岩包裹体或捕掳体, 说明岩浆侵入过程中与围岩混染 (混合岩化) 很弱。

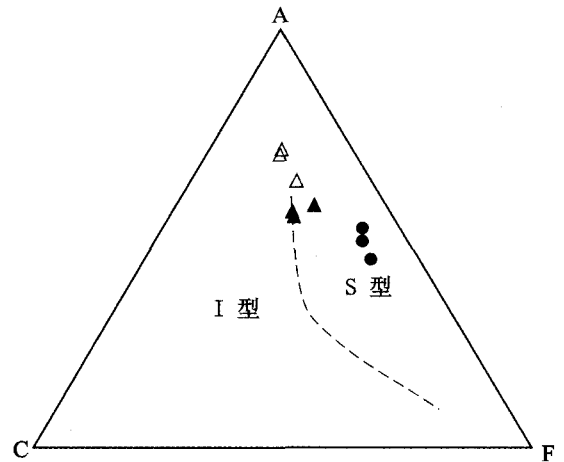


图 6 东戈壁矿区花岗岩 ACF 图解

Fig. 6 ACF diagrams for ore-forming granites in East

Gobi deposit

▲ - 花岗斑岩 ● - 细粒花岗岩 △ - 斑状花岗岩

从岩石化学全分析结果看 (表 1), 斑状花岗岩 SiO_2 含量 72.61% ~ 76.40%, 平均 74.42%, 细粒花岗岩较高 77.46 ~ 78.24%, 平均 77.87%, 即从斑状花岗岩 → 细粒花岗岩, 岩石向更为酸性的趋势演化, 但都位于 S 型花岗岩 SiO_2 含量 65% ~ 79% 范围内; 花岗斑岩 SiO_2 含量 68.70% ~ 69.42%, 平均 69.17%, 位于 I 型花岗岩 SiO_2 含量 53% ~ 76% 范围内。斑状花岗岩 Na_2O 含量 2.36% ~ 3.06%, 平均 2.78%, 细粒花岗岩 Na_2O 含量 0.98% ~ 1.04%, 平均 1.01%, 二者相比变化较大, 与表 2 中的 S 型花岗岩特征相吻合; 花岗斑岩 Na_2O 含量 4.57% ~ 4.71%, 平均 4.64%, $> 3.2\%$, 与表 2 中的 I 型花岗岩特征一致。斑状花岗岩 K_2O/Na_2O 为 1.57 ~ 2.03 平均 1.71, 细粒花岗岩 K_2O/Na_2O 为 7.69 ~ 8.22, 平均 7.99, 二者均 > 1 , 符合 S 型花岗岩特征; 花岗斑岩 K_2O/Na_2O 为 0.37 ~ 0.41 平均 0.38, < 1 , 符合 I 型花岗岩特征。对于同源岩浆演化序列的 MgO 而言, 随着岩浆向酸性演化, 母岩浆向 MgO 贫化的方向演化, MgO 含量从斑状花岗岩的 0.35% 减至细粒花岗岩的 0.12%, 呈快速下降趋势, 其变化趋势和幅

表 3 东戈壁矿区花岗岩稀土元素含量表
Table 3 Rare earth elements content of granite in East Gobi deposit

岩性	斑状花岗岩			花岗斑岩			细粒花岗岩		
La	26.8	18	16.3	12.7	12.5	15.3	12.6	6.06	13.3
Ce	53.2	39.9	36.6	26.8	25.7	30.4	23.8	11.3	24.7
Pr	6.08	4.8	4.34	3.15	2.98	3.76	2.67	1.37	2.64
Nd	21.2	18	15.7	12.8	12	14.3	9.21	5.2	9.05
Sm	4.27	4.23	3.89	2.54	2.28	2.71	2.07	1.37	1.94
Eu	0.565	0.296	0.254	0.751	0.674	0.667	0.37	0.304	0.333
Gd	3.77	3.65	3.36	2.28	2.17	2.27	1.85	1.29	1.97
Tb	0.694	0.708	0.651	0.395	0.356	0.344	0.446	0.333	0.442
Dy	3.82	4.21	3.74	1.94	1.81	1.55	3.25	2.28	3.14
Ho	0.738	0.816	0.734	0.336	0.319	0.282	0.652	0.48	0.628
Er	2.36	2.7	2.45	0.922	0.907	0.714	2.33	1.63	2.32
Tm	0.385	0.467	0.43	0.152	0.135	0.092	0.395	0.284	0.418
Yb	2.77	3.37	3.38	0.926	0.845	0.636	3.04	2.09	2.88
Lu	0.441	0.544	0.533	0.136	0.132	0.085	0.463	0.3	0.438
Y	24	27.3	24.7	9.83	9.16	7.85	18.4	14.7	18.3
ΣLR	112	85	77	59	56	67	51	26	52
ΣHR	39	44	40	17	16	14	31	23	31
ΣREE	151	129	117	76	72	81	82	49	83
LR/HR	2.9	1.9	1.9	3.5	3.5	4.8	1.6	1.1	1.7
δ Eu	0.427	0.225	0.210	0.936	0.914	0.801	0.567	0.689	0.516

注:元素含量单位为 $\times 10^{-6}$;样品由河南省地矿局第二地质勘察院实验室测试。

度比 SiO_2 更特征; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 则随岩浆向酸性演化而增加,含量从斑状花岗岩 7.54%升至细粒花岗岩 9.08%;其固结指数($\text{SI}=\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})\times 100\%$)从 3.08%快速下降至 0.93%,反映出岩浆分离结晶程度高。

4.2 稀土元素特征

我国华南 I 型花岗岩稀土配分曲线为右倾平滑型, δEu 弱负异常或正常,轻稀土富集,但分馏弱;华南 S 型花岗岩稀土配分曲线为右倾“V”形谷型, δEu 强负异常,轻稀土富集。

东戈壁矿区斑状花岗岩、花岗斑岩、细粒花岗岩中的稀土元素分配具有不同的特征,各岩石稀土元素含量、球粒陨石标准化值见表 3。

斑状花岗岩: ΣREE 为 $(117 \sim 151) \times 10^{-6}$, 平均 132×10^{-6} ; LREE 为 $(77 \sim 112) \times 10^{-6}$, 平均 91×10^{-6} ; HREE 为 $(44 \sim 39) \times 10^{-6}$, 平均 41×10^{-6} ; LREE/HREE 为 $1.9 \sim 2.9$, 平均 2.2, 轻稀土略显富集; δEu 为 $0.21 \sim 0.427$, 平均 0.289, 为强负异常(钕强亏损); 稀土配分曲线为右倾、具“V”形谷型(图 7), 显示壳

源型花岗岩的特点,属 S 型花岗岩,与华南 S 型花岗岩具相同的稀土元素配分型式。

花岗斑岩: 稀土元素总量 ΣREE 为 $72 \times 10^{-6} \sim 81 \times 10^{-6}$, 平均 76×10^{-6} ; LREE 为 $56 \times 10^{-6} \sim 67 \times 10^{-6}$, 平均 61×10^{-6} ; HREE 为 $14 \times 10^{-6} \sim 17 \times 10^{-6}$, 平均 16×10^{-6} ; LREE/HREE 为 $3.5 \sim 4.8$, 平均 3.9, 轻稀土富集; δEu 为 $0.801 \sim 0.936$, 平均 0.882, 钕弱负异常(弱亏损); 稀土配分曲线为右倾平滑型(图 7), 显示壳源改造型(未经风化的火成岩熔融形成的)花岗岩的特点,属 I 型花岗岩,并与华南 I 型花岗岩稀土配分型式相同。

细粒花岗岩: 稀土元素总量 ΣREE 为 $49 \times 10^{-6} \sim 83 \times 10^{-6}$, 平均 71×10^{-6} ; LREE 为 $26 \times 10^{-6} \sim 52 \times 10^{-6}$, 平均 43×10^{-6} ; HREE 为 $23 \times 10^{-6} \sim 31 \times 10^{-6}$, 平均 28×10^{-6} ; LREE/HREE 为 $1.1 \sim 1.7$, 平均 1.5, 轻稀土略显富集; δEu 为 $0.516 \sim 0.689$, 平均 0.579, 为负异常(钕中等亏损); 稀土配分曲线为右倾、具“V”形谷型(图 7), 属 S 型花岗岩。

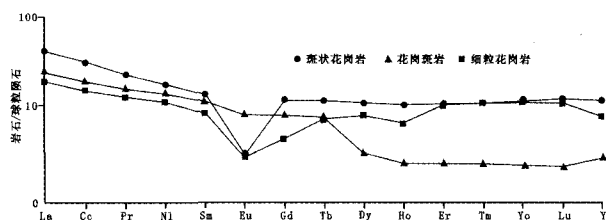


图7 东戈壁矿区花岗岩稀土分配型式

Fig. 7 Chondrite-normalized REE pattern of granite in East Gobi deposit
球粒陨石标准化值据文献^[6].

从图7可以看出,斑状花岗岩、细粒花岗岩轻重稀土分馏程度不高,但铈明显亏损,稀土分配曲线呈缓右倾“V”谷型,与华南S型花岗岩稀土分配型式相同;与之相比较花岗岩斑岩轻稀土富集程度略高,但铈亏损不明显,稀土分配曲线呈右倾平缓型,与华南I型花岗岩稀土分配型式相同。二者稀土分配型式有明显不同,不属于同期侵入的岩浆演化系列,与岩石化学成分特征对比得出的结论相同。

5 结论

东戈壁斑岩型钼矿床之控矿斑岩体为隐伏斑状花岗岩体,属S型花岗岩,在斑状花岗岩体中可见有辉钼矿、黄铁矿、黄铜矿等金属矿化。矿体分布在斑状花岗岩的外接触带的褐黄色-灰黑色变质

含砾砂岩、砂岩、泥质砂岩-砂质泥岩中。斑状花岗岩具似斑状结构、中粗粒结构,总体上看粒度较粗,反映岩体侵位深度相对较深,应为中深成侵入岩体,这一特点与典型的超浅成(侵位深度<1.5 km)、浅成(1.5~3.0 km)斑岩(细粒)型钼矿床明显不同;同时通过对东戈壁斑状岩体岩石化学的研究反映出东戈壁斑状花岗岩体的SiO₂含量比国内大多数成钼斑岩体要高,稀土元素的研究则明确显示出东戈壁斑状花岗岩体属地壳重熔型S型花岗岩,原岩为经风化的碎屑岩。

参考文献:

- [1] 叶会寿,毛景文,李永峰,等. 东秦岭东沟超大型斑岩钼矿 SHRIMP 锆石 U-Pb 和辉钼矿 Re-Os 年龄及其地质意义[J]. 地质学报, 2006, 80(7): 1078-1088
- [2] 卢欣祥,于在平,冯有利,等. 东秦岭深源浅成型花岗岩的成矿作用及地质构造背景[J]. 矿床地质, 2002, 21(2): 168-178.
- [3] 李永峰,毛景文,胡华斌,等. 东秦岭钼矿类型、特征、成矿时代及其地球动力学背景[J]. 矿床地质, 2005, 24(3): 295-300.
- [4] 罗铭玖,张辅民,董群英,等. 中国钼矿床[M]. 郑州:河南科学技术出版社, 1991, 330-331, 350-351,
- [5] 路凤香,桑隆康,等. 岩石学 [M]. 北京:地质出版社, 2002, 93-94.
- [6] Boynton W V, Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (ed.) Rare Earth Element Geochemistry. Amsterdam: Elsevier, 1984, 63-114.

Geological and Geochemical Characteristics of Ore-forming Granite Porphyry in East Gobi Porphyry Molybdenum Deposit in Xinjiang

YANG Zhi-qiang, WU Bang-you, ZHENG Song-sen, AN Jin-liang, CHANG Yong-qiang

(No.2 Geo-exploration Courtyard of Henan Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xuchang 461000, Hunan, China)

Abstract: East Gobi porphyry molybdenum deposit which locates at south of Hami (about 110 km away), Xinjiang province, is in the Jueluotage polymetallic metallogenic belt of Eastern Tianshan Mt.. Three type magmatic rocks, pale red porphyritic granite, granite porphyry vein and fine-grained granite vein are distributed in East Gobi Mo deposit, while ore-bodies are mainly occurred in the outer contact zone of Late Hercynian intruded porphyritic granite and low-metamorphic clastic rock. The petrological and geochemical feature of ore-bearing porphyry in East Gobi Mo deposit is comparison with the porphyry in other porphyry-type Mo deposits, which indicated that the porphyritic granite is with higher SiO₂ content and belongs to calc alkali S-type granite. East Gobi porphyry Mo deposit is the first discovered super-large Mo deposit in Xinjiang province, this research may be very valuable for prospecting the similar deposit in this area.

Key words: porphyritic granite; petrology; geochemical; East Gobi porphyry molybdenum deposit; Xinjiang province