新疆东戈壁钼矿床斑岩体特征及成因分析

马雁飞,涂良权,师书冉,殷建锋
(河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院,河南 许昌 461000)

摘　要: 新疆东戈壁钼矿位于北觉罗塔格晚古生代岛弧增生带内,是新疆探明的第一个特大斑岩型钼矿床。东戈壁斑岩型钼矿床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辉钼矿化、黄铁矿化、黄铜矿化等金属矿物矿化,岩体侵位深度相对较深。觉罗塔格晚古生代岛弧增生带具良好成矿条件,区域上找矿潜力巨大。因此,研究东戈壁钼矿床斑岩体特征和成因,对该成矿带内寻找同类型钼矿床具一定指导意义。

关键词: 东戈壁钼矿;斑岩体特征;成因分析;新疆

中图分类号: P558.12+1　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1672-4135(2012)01-0029-05

新疆东戈壁钼矿床位于阿奇克库都克深大断裂带以北的觉罗塔格晚古生代岛弧增生带内[1],是新近探明的特大斑岩型钼矿床。通过勘探全矿区共估算钼矿(331)+(332)+(333)矿石量44 245.45万t,金属量503 474.66 t,平均品位0.114%。觉罗塔格晚古生代岛弧增生带具良好成矿条件,区域上找矿潜力巨大[2]。研究东戈壁钼矿床斑岩体特征和成因,对该成矿带内寻找同类型钼矿床具一定指导意义。

1 地质背景

东戈壁钼矿床位于阿奇克库都克深大断裂带以北的觉罗塔格晚古生代岛弧增生带内,早石炭世后觉罗塔格地区强烈褶皱隆起,形成以阿奇山-雅满苏为中心的复背斜,和以中酸性为主的同期同源多次侵入岩体。华力西晚期构造运动使二叠纪地层褶皱隆起,伴有中酸性岩体侵入和断裂构造产生[3,4]。多期次构造运动叠加,使觉罗塔格晚古生代岛弧增生带具良好的成矿条件。

矿区地层为下石炭统干墩组,中部隐伏华力西晚期斑状花岗岩(图1)。下石炭统干墩组为一套厚度巨大的陆源碎屑-碳酸盐沉积建造。侵入活动以华力西晚期中酸性侵入岩为主,呈长条带状或等轴状岩株产出。华力西晚期侵入的黑云母花岗岩,呈椭圆状小岩基侵入于石炭系干墩组中。

2 斑岩体特征

东戈壁钼矿区内的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,其中斑状花岗岩与钼矿关系最为密切,对东戈壁钼矿起控制作用。

2.1 岩石学特征

(1)华力西晚期第二次侵入的浅肉红色斑状花岗岩(γ_4^{3b})

该岩体地表未见出露,为隐伏岩体,埋深最浅135.15 m,长轴延伸方向为近南北向。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。斑状花岗体与围岩接触处多具中细粒结构或细粒冷凝边结构(图2),冷凝边宽度一般0.1~0.8 m。部分钻孔中见有斑状花岗岩岩枝,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。

(2)花岗斑岩

钻孔中较常见,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2~5 cm。斑晶成分主要为斜长石、钾长石、石英。基质主要由微粒状斜长石、钾长石、石英构成。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。

(3)细粒花岗岩

收稿日期: 2011-11-21
基金项目: 河南省地质矿产勘查开发局2010年度重点勘查项目
作者简介: 马雁飞(1977-),男,工程师,河南淮阳人,2011年7月毕业于中国地质大学(北京)资源勘查工程专业(函授),从事地质调查找矿工作,Email:475995760@qq.com。

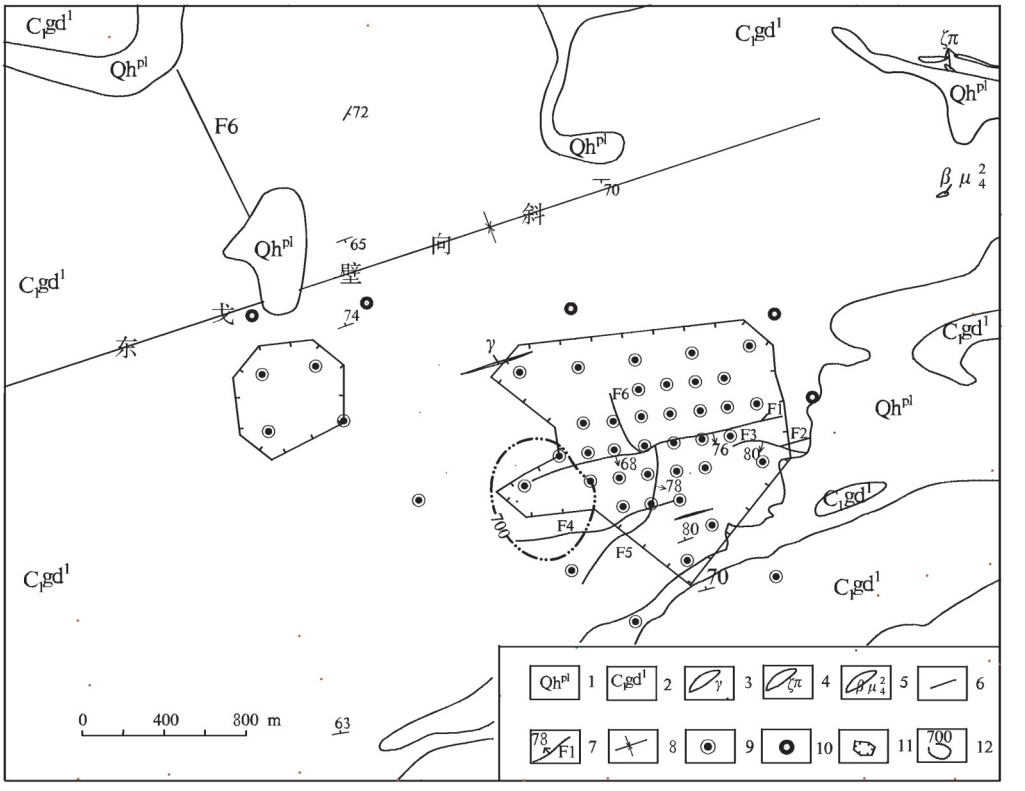

图1 东戈壁钼矿区地质构造图

Fig.1 Geological tectonics of the Donggebi deposit

1.第四系；2.下石炭统干墩组下段；3.花岗岩脉；4.英安斑岩；5.辉绿岩脉；6.地层界线；7.实测断层及编号；8.褶皱轴；9.见矿钻孔；10.无矿钻孔；11.矿体边界；12. 700 m标高花岗岩体分布范围

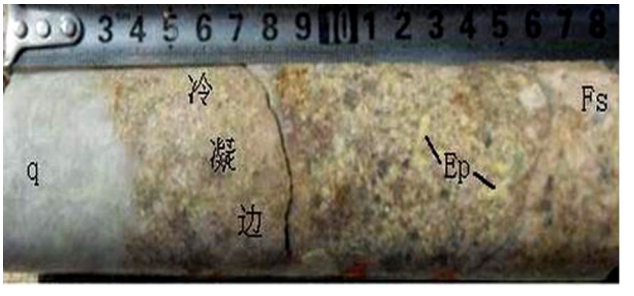

图2 斑状花岗岩的冷凝边结构

Fig.2 Condensed structure in the phenocryst granite

Fs.长石斑晶；K1.高岭土化长石

浅肉红色,地表呈透镜状、细脉状产出,宽3～20 cm,长50～200 m,走向北东,个别脉体走向北西向,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。

2.2 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。

从表1可以看出,细粒花岗岩SiO_2平均含量77.87%,比斑状花岗岩(74.42%)高,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δ=2.4(δ=$(K_2O+Na_2O)^2/SiO_2-43$),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,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δ=1.6(δ=$(K_2O+Na_2O)^2/SiO_2-43$),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%)相比较高。

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,可以得出一些认识:

(1)东戈壁钼矿区的斑状花岗岩SiO_2含量>

表1 东戈壁矿区花岗岩化学成分表

Table 1 Chemical composition of the phenocryst granite in Donggebi deposit

岩石类型	序号	氧化物百分含量(%)											
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失
斑状花岗岩	1	72.61	0.23	12.82	2.68	0.58	0.137	0.56	1.11	2.36	4.78	0.126	1.8
	2	74.26	0.17	12.69	2.67	0.62	0.112	0.41	1.11	2.93	4.59	0.114	0.33
	3	76.4	0.2	11.38	1.73	1.05	0.078	0.07	0.83	3.06	4.9	0.048	0.58
	平均值	74.42	0.2	12.3	2.36	0.75	0.11	0.35	1.01	2.78	4.76	0.1	0.09
细粒花岗岩	1	77.46	0.14	10.71	1.46	1.32	0.055	0.16	0.36	1.04	8	0.031	0.21
	2	77.9	0.1	11.04	1.34	1.24	0.059	0.12	0.27	1	8.22	0.03	0.25
	3	78.24	0.08	10.5	1.48	1.48	0.059	0.08	0.34	0.98	7.98	0.038	0.1
	平均值	77.87	0.11	10.75	1.43	1.35	0.058	0.12	0.32	1.01	8.07	0.033	0.19
花岗斑岩	1	69.39	0.36	15.12	2.99	2.41	0.168	1.58	3.06	4.57	1.86	0.106	0.28
	2	68.7	0.4	15.34	2.76	2.45	0.144	1.42	3.18	4.65	1.74	0.103	0.46
	3	69.42	0.42	15.34	3.05	2.41	0.159	1.4	3.18	4.71	1.75	0.126	0.18
	平均值	69.17	0.39	15.27	2.93	2.42	0.157	1.47	3.14	4.64	1.78	0.112	0.31

注：样品分析测试单位：河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院岩矿测试中心；外部检查单位：河南省地质矿产勘查开发局岩矿测试中心

70%，平均74.42%，为酸度相对较高的花岗质岩体，其酸度高于中国平均花岗岩的含量(SiO_2 70.4%)。与国内大多数钼矿成矿岩体的SiO_2(62.9%～70.2%)作比较，东戈壁矿区斑状花岗岩SiO_2含量偏高。

(2)关于碱含量，我国含钼为主的岩体以具有富碱(大多ALK＞8%)、$K_2O/Na_2O＞1$为特点，其中K_2O多为4%～6%，Na_2O多为2%～3%。与此相比，东戈壁钼矿区ALK为7.54%，比之较低；K_2O/Na_2O=1.71＞1，K_2O含量4.76%，与我国含钼为主的花岗岩基本相当，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=$(K_2O+Na_2O)^2/SiO_2-43$)，属钙碱性岩。

(3)我国以钼为主的花岗岩，其CaO多为1.33%左右，Fe_2O_3+FeO为2.51%左右。对比之下，东戈壁矿区的斑状花岗岩CaO为1.01%，比之略低；而Fe_2O_3+FeO 3.11%，比之略高。

3 成因分析

3.1 侵入岩岩石化学特征对比

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，依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3)，结果表明，斑状花岗岩、细粒花岗岩这两种岩石均为S型(陆壳改造型)花岗岩；斑状花岗岩投影点位于I型与S型花岗岩的交界部位，花岗斑岩则距分界线较远。经地表及钻孔岩心观察细粒

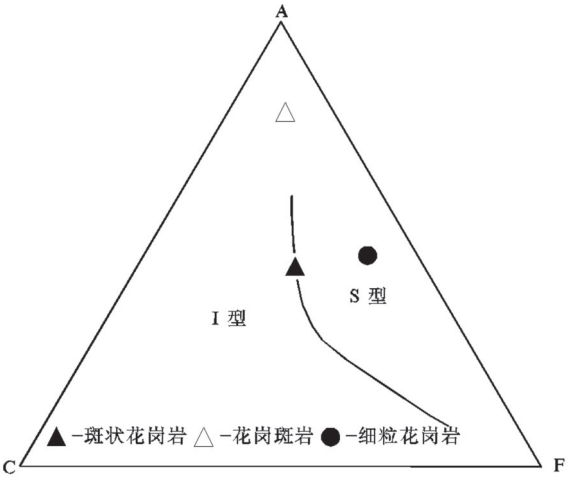

图3 花岗岩成因ACF图解

Fig.3 ACF chart of the granite origin

花岗岩、花岗斑岩、斑状花岗岩中均未发现有围岩岩块的包裹体或捕掳体，说明岩浆侵入过程中与围岩混染(混合岩化)很弱，在侵入后期又有分异演化。

从岩石化学全分析结果看，区内三种花岗岩相比较以花岗斑岩SiO_2含量最低(69.17%)、最偏基性，其次为斑状花岗岩(74.42%)，细粒花岗岩最高(77.87%)，即从花岗斑岩－斑状花岗岩－细粒花岗岩，岩石向更为酸性的趋势演化。对于MgO而言，随着岩浆向酸性演化，任何母岩浆都向MgO贫化的方向演化，其变化趋势和幅度比SiO_2更特征，Na_2O+K_2O则随岩浆向酸性演化而增加。从花岗斑岩－斑状花岗岩－细粒花岗岩，MgO含量从1.47%至0.35%再至0.12%，呈快速下降趋势；而Na_2O+K_2O含量则从

6.42%～7.54%升至9.08%,固结指数(SI=MgO/(MgO+FeO+Fe_2O_3+Na_2O+K_2O)×100%)从9.67%快速下降至3.08%再至0.93%,反映出岩浆分离结晶程度高。但地表及深部钻探工程揭露情况显示:花岗斑岩不是作为斑状花岗岩体的镶边存在,也不是呈环状(或不连续环状)分布于斑状花岗岩体的外侧,而是呈脉状侵入于围岩中,现有观察结果未见花岗斑岩与斑状花岗岩接触关系。花岗斑岩体内石英脉较发育,辉钼矿化强,与围岩一样构成辉钼矿体,因此花岗斑岩应是成矿期前侵入的,与斑状花岗岩不是同期形成的。以上岩石化学特征说明区内花岗斑岩与斑状花岗岩、细粒花岗岩不是同期侵入的母岩浆分异演化的结果,斑状花岗岩与细粒花岗岩则是同期侵入的岩浆演化分异的产物。

3.2 侵入岩稀土元素特征

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2,花岗岩稀土配分型式见图4。

表2和图4表明,斑状花岗岩稀土元素总量∑REE为(117～151)×10^{-6},平均132×10^{-6};LR为(77～112)×10^{-6},平均91×10^{-6};HR为(44～39)×10^{-6},平均41×10^{-6};LR/HR比值为1.9～2.9,平均2.2,轻稀土略显富集;δEu为0.289,为强负铕异常(铕强亏损);稀土配分曲线为右倾、具"V"形谷型,显示壳源型(经风化的沉积岩熔融形成的)花岗岩的特点,属S型花岗岩。

花岗斑岩稀土元素总量∑REE为(72～81)×10^{-6},平均76×10^{-6};LREE为(56～67)×10^{-6},平均61×10^{-6};HREE为(14～17)×10^{-6},平均16×10^{-6};LREE/HREE比值为3.5～4.8,平均3.9,轻稀土富集;δEu为0.882,铕弱负异常(弱亏损);稀土配分曲线为右倾平滑型,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。

细粒花岗岩稀土元素总量∑REE为(49～83)×10^{-6},平均71×10^{-6};LR为(26～52)×10^{-6},平均43×10^{-6};HR为(23～31)×10^{-6},平均28×10^{-6};LR/HR比值为1.1～1.7,平均1.5,轻稀土略显富集;δEu为0.579,为负铕异常(铕中等亏损);稀土配分曲线为右倾、具"V"形谷型,属S型花岗岩。

斑状花岗岩、细粒花岗岩轻重稀土分馏程度不高,但铕明显亏损,稀土分配曲线呈缓右倾"V"谷型,与S型花岗岩稀土分配型式相同;与之相比较花岗斑岩轻稀土富集程度略高,但铕亏损不明显,稀土分配曲线呈右倾平缓型,与I型花岗岩稀土分配型式相同。两者稀土配分型式有明显不同,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。

4 结论

(1)新疆东戈壁钼矿位于阿奇克库都克深大断裂带以北觉罗塔格晚古生代岛弧增生带内,是新疆

表2 花岗岩稀土元素含量表

Table 2 REE composition of the phenocryst granite

岩性元素	斑状花岗岩		花岗斑岩		细粒花岗岩	
	平均(10^{-6})	标准化值(10^{-6})	平均(10^{-6})	标准化值(10^{-6})	平均(10^{-6})	标准化值(10^{-6})
La	20.37	65.70	13.50	43.55	10.65	34.37
Ce	43.23	53.51	27.63	34.20	19.93	24.67
Pr	5.07	41.58	3.30	27.02	2.23	18.25
Nd	18.30	30.50	13.03	21.72	7.82	13.03
Sm	4.13	21.18	2.51	12.87	1.79	9.20
Eu	0.37	5.06	0.70	9.49	0.34	4.57
Gd	3.59	13.87	2.24	8.65	1.70	6.58
Tb	0.68	14.44	0.37	7.70	0.41	8.59
Dy	3.92	12.18	1.77	5.49	2.89	8.98
Ho	0.76	10.62	0.31	4.35	0.59	8.17
Er	2.50	11.92	0.85	4.04	2.09	9.97
Tm	0.43	13.19	0.13	3.90	0.37	11.29
Yb	3.17	15.18	0.80	3.84	2.67	12.78
Lu	0.51	15.71	0.12	3.65	0.40	12.43
Y	25.33	13.26	8.95	4.68	17.13	8.83
∑LR	91.33		60.67		43	
∑HR	41		15.67		28	
∑REE	132.33		76.33		71	
LR/HR	2.2		3.9		1.5	
δEu	0.289		0.882		0.579	

注:每类岩石类型采集3个样品,由核工业北京地质研究院分析测试研究中心分析测试;表中球粒陨石标准化值采用W.V.Boynton1984年资料数据

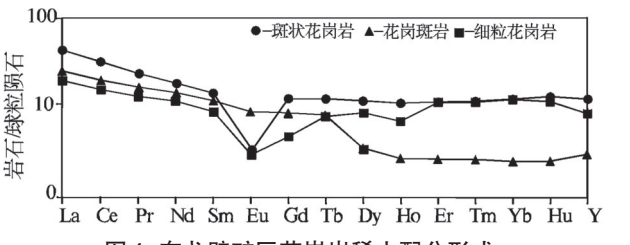

图4 东戈壁矿区花岗岩稀土配分形式

Fig.4 Distribution type of the granite in the Donggebi deposit

探明的第一个特大型斑岩型钼矿床。

(2)东戈壁斑岩型钼矿床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化、黄铁矿化、黄铜矿化等金属矿物矿化。斑状花岗岩具似斑状结构、中粗粒结构，反映岩体侵位深度相对较深。

(3)研究东戈壁钼矿床斑岩体特征和成因，对该成矿带内寻找同类型钼矿床具一定指导意义。

参考文献：

[1] 高阳，何建国，李建中，等.东天山阿其克库都克断裂新构造运动特征[J].新疆地质，2010，28(3):247-249.

[2] 祁世军，王德林，刘　通，等.新疆主要优势矿产成矿区带划分及成矿特征[J].新疆地质，2008，26(4):348-355.

[3] 田忠锋，黄启峰，王广耀.新疆天山华力西运动特征[J].新疆地质，2010，28(1):28-31.

[4] 王新昆，彭慰兰，胡克亮.新疆东天山中部隆起区早石炭世钙碱性花岗岩的确定[J].新疆地质，2009，27(3):212-216.

Characteristics and Origin of the Donggebi Molybdenum Deposit Porphyry in Xinjiang

MA Yan-fei, TU Liang-quan, SHI Shu-ran,YIN Jian-feng

(The Second Geo-exploration Institute of Henan Provincial Bureau of Geo-exploration & Mineral Development, Xuchang Henan,461000, China)

Abstract: The Xinjiang Donggebi molybdenum deposit is located in the late paleozoic island-arc accretion zone in the northern part of the Jueluotag area. It's demonstrated as a super-class-porphyry-type molybdenum deposit. The Donggebi porphyry related with the molybdenum deposit is a concealed porphyritic granite rock mass, which belongs to S-type. There is mineralization in the porphyritic granite rock mass, such as molybdenite, pyrite, chalcopyrite and so on. The invation of the rock mass is relatively deep. There is good minerogenetic condition in the late paleozoic island-arc accretion zone of the north Jueluotag for regional ore-searching. Therefore, research on the characteristic and origin of the Donggebi molybdenum deposit porphyry is very important for further prospecting in this metallogenic belt.

Keywords: Donggebi Molybdenum deposit; porphyry character; origin; Xinjiang