新疆东天山卡拉塔格斑岩型铜(金)矿成矿地质背景与找矿评价

高珍权[1,2],方维萱[1,2],胡瑞忠[1],刘继顺[3]

1) 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室,贵阳,550002

2) 有色金属矿产地质调查中心,北京,100814; 3) 中南大学地质研究所,长沙,410083

内容提要: 卡拉塔格斑岩型铜金矿为哈萨克斯坦 Kounrad、Aktogai —中国土屋、卡拉塔格、包古头 —蒙古 Oyu Tolgoi 亚洲大陆内部最重要的斑岩金铜矿成矿带的重要组成部分之一。该区位处幔隆与幔凹过渡带和重磁变异梯度带,主要铜金矿和异常区分布于两组深大断裂交汇处,具备形成大型 —超大型斑岩铜金的大地构造环境。主要类型岩、矿石的化学成分特点、稀土元素组成特征及球粒陨石标准化分布模式、大离子半径元素特征等研究表明,火山、潜火山岩可能来源于上地幔,为岛弧环境下的产物。通过与土屋、Kounrad 和 Oyu Tolgoi 典型矿床进行对比,它们的成矿地质环境、含矿岩体的主微量元素含量特征、矿床的主要特征等具有较多的相似性。结合区域化探异常和最新找矿成果,认为该区具备形成大型斑岩型铜金矿的条件,具有良好的找矿前景。

关键词: 斑岩型铜矿;火山机构;找矿前景;卡拉塔格;东天山

土屋 —延东斑岩型铜矿床的发现(王福同等,2000),引起了国内外对东天山斑岩型铜多金属矿床的浓厚兴趣,中国地质调查局于 1999 年率先启动东天山重点成矿区带的矿产勘查项目,卡拉塔格铜金矿化集中区就是在此良好的大地质勘查大环境中,由新疆鑫汇地质矿业有限责任公司(鑫汇公司)与中南大学地质研究所于 1999 年共同发现的。该区自 2001 年被列为国土资源大调查项目以来,在北京矿产地质研究院与鑫汇公司的共同努力下,铜金矿勘查取得较大进展。与此同时,该区为"973"项目"中国西部中亚型造山与成矿"东天山古生代岛弧带斑岩型铜突破区之一进行重点追踪研究,本文重点展示其部分最新研究成果。

1 概况

东天山的土屋(卡拉塔格) —沁城铜钼金成矿带与大南湖 —头苏泉岛弧带相当(张洪涛等,1991;韩春明等,2002)。成矿带呈 EW 向展布,约长 600 km,宽 30～50 km,处于哈尔里克成矿带之南,北界为托克逊 —沁城断裂带(吐哈盆地南缘断裂),南界为康古尔 —黄山 —镜儿泉断裂带,东与博格达成矿带相连,向西交汇于哈尔里克成矿带,应与哈尔里克属同一岛弧带(图 1)。下分卡拉塔格、土屋 —赤湖和大南湖 —沁城三个斑岩型铜钼金成矿亚带,由卡拉塔格、土屋、赤湖、三岔口、三岔口 —阿尔格兰提山南、大南湖、沁城等 8 个成矿区或矿田组成。

蒙古斑岩型铜金矿带西延至我国新疆境内,准噶尔地块将其分为南北两个带:北带为淖毛湖(卡拉先格尔) —包古头斑岩型铜金成矿带;南带为卡拉塔格 —土屋 —沁城铜钼金成矿带,西天山的达巴特斑岩型铜钼矿为南带的西段,向西与哈萨克斯坦的斑岩型铜矿带相连,三者构成了一个完整的斑岩成矿带。从全球范围来看,哈萨克斯坦 Kounrad、Aktogai —中国土屋、卡拉塔格、包古头 —蒙古 Oyu Tolgoi 斑岩铜矿成矿带是亚洲大陆内部最重要的斑岩金铜矿成矿带(图 2)。

卡拉塔格斑岩型铜金成矿亚带位于大南湖 —头苏泉晚古生代岛弧带上的吐哈盆地内中央隆起区内,南距土屋斑岩铜矿带 50 km。区内发育的 AP3、AP6、AP7 和 AP9 四个 1∶20 万化探异常组成了 NWW 向异常带。其中 AP6 和 AP7 异常区现已发展成为红山、梅岭铜金矿区(图 3)。

注:本文为国家重大基础研究规划项目(编号 2001CB409805)资助成果。

收稿日期:2005-03-31;改回日期:2005-05-31;责任编辑:章雨旭。

作者简介:高珍权,男,1965 年生,教授级高工,博士。现在中国科学院地球化学研究所博士后流动站工作,主要从事区域成矿学研究及矿产勘查工作。通讯地址:830011,新疆乌鲁木齐市北京南路 22 号新发大厦 19 层鑫汇公司;电话:0991 —3853965;Email: gaozhenquan @tom.com。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

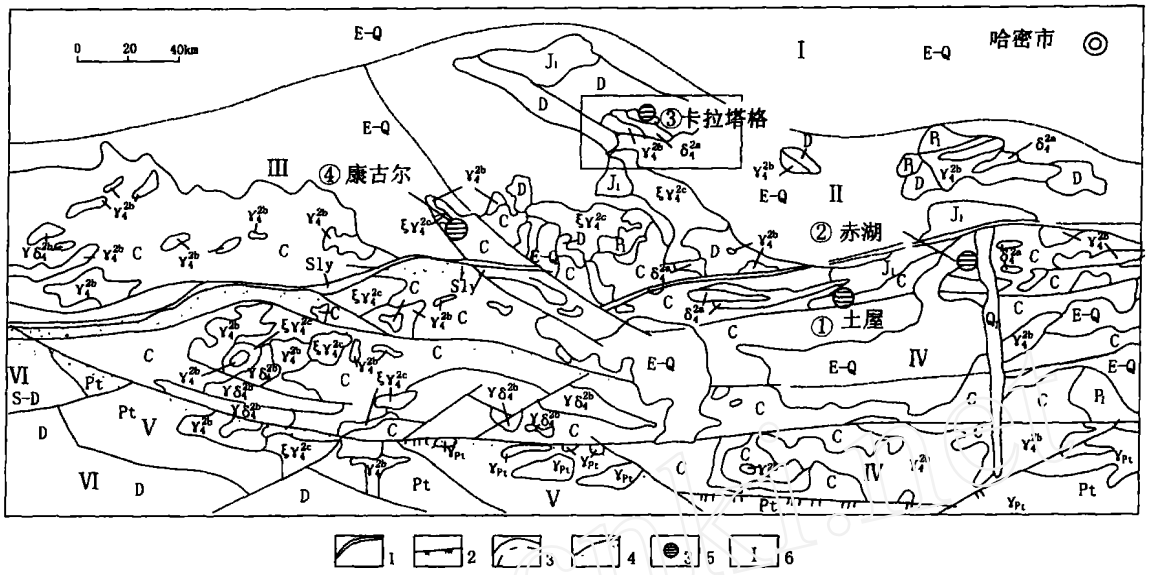

图 1　新疆卡拉塔格斑岩型铜矿成矿带地质图
(据新疆第一区域地质调查大队资料修改)

Fig. 1　Geological map of porphyry copper metallogenic belt of Kalatage, Xingjiang
(after No. 1 Regional Geological Surveying Party, BGMRED of Xinjiang)

Q_1 —库姆塔格沙垄现代风集沙;E—Q —第三系、第四系未分;J_1 —下侏罗统;P_1 —下二叠统;C —石炭系;D —泥盆系;S —D —志留—泥盆纪未分;Pt —元古宙深变质岩系;γ_{Pt} —元古宙片麻花岗岩类;δ_4^{2a} —闪长岩;γ_4^{2b} —花岗岩;$\gamma\delta_4^{2b}$ —花岗闪长岩;$\eta\gamma_4^{2c}$ —二长花岗岩;$\xi\gamma_4^{2c}$ —固结期钾长花岗岩;$\beta\mu_4^2$ —辉绿岩;σ_4^{2e} —含铜镍镁—超铁镁岩;Sly —蛇绿岩建造;$\eta\gamma_4^3$ —早二叠世石英二长岩类;1 —深大断裂;2 —推覆断裂;3 —实测及推测大断裂;4 —韧性剪切带;5 —斑岩铜矿床(点)及编号:①—土屋;②—赤湖;③—卡拉塔格;④—康古尔;6 —成矿带编号及名称:Ⅰ—吐鲁番—哈密带;Ⅱ—哈尔里克带;Ⅲ—依连哈比尔尕带;Ⅳ—觉罗塔格带;Ⅴ—星星峡带;Ⅵ—南天山东带

Q_1 —Kumutage wind carried sand; E—Q —Quaternary and Tertiary; J_1 —Lower Jurassic; P_1 —Lower Permian; C —Carboniferous; D —Devonian; S—D —Devonian and Silunian; Pt —Proterozoic-metamorphite series; γ_{Pt} —gneissic related to carboniferous; δ_4^{2a} —diorite; γ_4^{2b} —granite; $\gamma\delta_4^{2b}$ —granodiorites; $\eta\gamma_4^{2c}$ —monzonitic granides; $\xi\gamma_4^{2c}$ —moyite related to solidification period; $\beta\mu_4^2$ —diabase; σ_4^{2e} —copper and nikcle-bearing magnesio-ultramafite; Sly —ophiolte formation; $\eta\gamma_4^3$ —Lower Permain adamellites; 1 —deep fault; 2 —nappe fault; 3 —fault; 4 —ductile shear-zone; 5 —porphyry copper deposit and number: ①—Tuwu; ②—Chihu; ③—Kalatage; ④—Kangguer; 6 —metallogenic ore belt and number: Ⅰ—Tulufan—Hami belt; Ⅱ—Haerlike belt; Ⅲ—Yilianhabierge belt; Ⅳ—Jueluotage belt; Ⅴ—Xingxingxia belt; Ⅵ—East belt of south Tianshan mountains

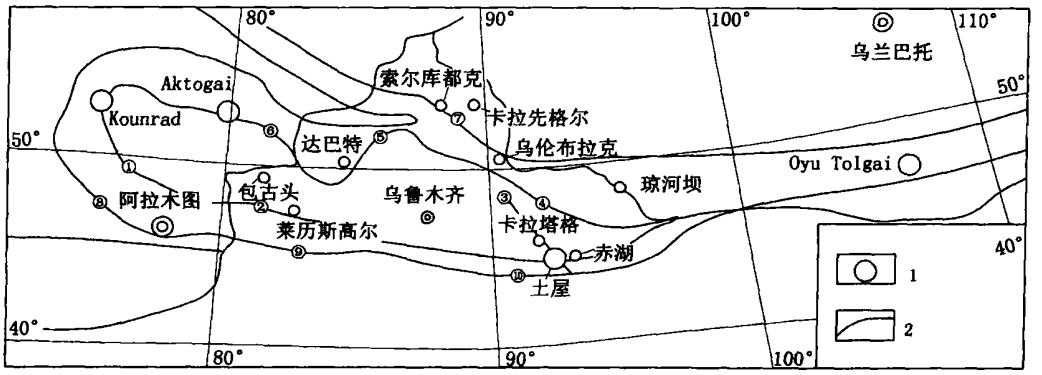

图 2　Kounrad、Aktogai —土屋、卡拉塔格、包古头 —Oyu Tolgoi 斑岩成矿带示意图

Fig. 2　Sketch map of Kounrad、Aktogai —Tuwu、Kalatage、Baogutou —Oyu Tolgoi porphyry ore-belt
1 —斑岩铜矿;2 —深大断裂
1 —Porphyrire copper deposit; 2 —fault

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

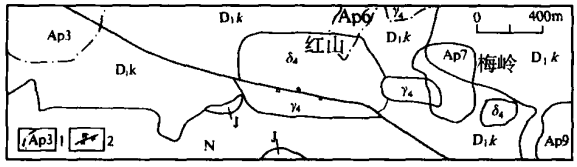

图 3 东天山卡拉塔格铜(金)矿地质图

Fig. 3 Geological map of Kalatage copper (gold) deposit in East Tianshan Mountains

N —第三系;J —侏罗系含煤碎屑岩系;D_1k —下泥盆统卡拉塔格组安山质火山沉积岩系;γ_4 —晚华力西期花岗质侵入岩;δ_4 —晚华力西期闪长质侵入岩;1 —水系沉积物测量 Cu 异常及编号(1∶20 万);2 —断层

N —Triassic; J —coal-bearing clastic rocks; D_1k —Andesitic volcanic —sedimentary series related to Lower Devonian; γ_4 —granitic irruptive rocks related to late-Variscan period; δ_4 —dioritic irruptive rocks related to late-Variscan period; 1 —copper anomalies of 1∶200000 sedimentary survey and number; 2 —fault

出露的地层主要为晚古生代火山 —沉积建造和中生代含煤碎屑岩建造。下泥盆统卡拉塔格组(D_1k)为一套中性 —酸性粗火山碎屑岩建造,下段为英安质含角砾熔结凝灰岩、凝灰熔岩、安山质火山角砾岩;上段为安山岩、英安斑岩、石英霏细斑岩和少量辉石安山玢岩、杏仁状玄武玢岩,夹晶屑熔结凝灰岩、岩屑凝灰熔岩、凝灰角砾岩等。该组被大南湖组超覆不整合。下泥盆统大南湖组(D_1d)下亚组为浅海相细碎屑岩和火山碎屑岩夹碳酸盐建造,岩性为细砂岩、泥晶灰岩、大理岩夹凝灰岩、霏细岩、钙质砾岩等,上亚组主要为中基性火山岩和火山碎屑岩,岩性是玄武岩、杏仁状安山玄武岩、辉石安山玢岩等。本区铜金矿化与泥盆纪火山活动密切相关,矿化主要产于潜火山性质的流纹斑岩、安山玢岩体内及外接触带。

区内火山机构发育,岩浆活动具有多期次、多旋回的特点,说明本区长期处于热活动中心,具备形成斑岩铜金矿 —脉状铜金(银)多金属矿 —浅成低温热液型金矿的有利地质条件。卡拉塔格地区火山 —岩浆活动大致分为三期:早期裂隙式火山喷发形成玄武岩 —安山岩,其化学成分相当于细碧岩 —石英角斑岩组合;中期火山喷发形成安山质英安岩、英安斑岩;晚期为潜火山岩(霏细岩等)及基性脉岩侵入,末期伴随有石英闪长岩、花岗闪长岩等中酸性岩(脉)产出(图 3)(孙桂华等,2005;姜常义等,2005)。

2 成矿环境分析

2.1 成矿的大地构造环境

东天山土屋 —卡拉塔格斑岩铜矿带的大地构造位置位于近 EW 向康古尔断裂带与底坎尔 —沁城断裂带之间的大南湖 —头苏泉晚古生代岛弧带上,南北向沙垄断裂带的西侧。七角井 —十三间房 —延东西部近 SN 向隐伏基底断裂从本区西部通过(图 1)。深部构造位置正好处于北侧吐哈幔隆与南侧觉罗塔格幔凹之间的隆凹过渡带,区域地球物理场正处于重磁变异梯度带上,现代地壳厚度为 45 km 左右(刘德全等,1996;刘继顺等,2001)。这些特征与蒙古欧玉斑岩型铜金矿带和西延哈萨克斯坦斑岩铜矿带的大地构造背景完全可以对比(胡霭琴等,1996;马瑞士等,1997;芮宗瑶等,2002;吴华等,2005),说明该区具备形成大型 —超大型斑岩铜矿田的大地构造环境。

2.2 成矿环境的地球化学指示

2.2.1 岩石化学成分特征及成矿环境指示

卡拉塔格铜金矿主要岩、矿石化学成分及特征参数列于表 1。从中可以看出本区的火山、潜火山岩成分变化范围较大,SiO_2 含量变化范围在 48.65 %～92.25 %,与铜矿化有关的斑岩(脉)多数为 70 % ±。未蚀变火山岩中基性 —中酸性岩石化学成分图解命名主要为角斑质 —细碧质凝灰岩。岩矿石的里特曼指数(σ)说明斑岩脉多属钙碱性岩类(表 1)。土屋的含矿岩体 ——斜长花岗岩的 SiO_2 含量范围在64.37 %～72.28 %(张连昌等,2004),里特曼指数(σ)均小于 4。此外,本区的斜长花岗岩与土屋斜长花岗岩表征岩体的主元素含量及特征参数比较接近。薄片和光片鉴定中发现,蚀变超浅成中酸性岩脉群(霏细斑岩、石英斑岩、花岗斑岩)及其围岩角斑质火山岩的硅化特别强烈,部分已成为次生石英岩(如 YL-5),这是部分硅化斑岩 SiO_2 含量高达 90 %以上的主要原因。这些蚀变特征与科翁腊德斑岩型铜矿相似(陈哲夫等,1999)。蚀变过程中带入组分硅的含量明显增加,而带出元素铁镁钙等组分显著减少(表 1)。

采用 Ritmann 的 lgτ 与 lgσ 投影法,划分板内与消减带,如图 4 所示,图中点号与表 1 中序号对应。本区所有火山、潜火山岩和土屋斜长花岗岩都落入 B 区,说明这些岩类形成环境为消减带(岛弧 + 活动大陆边缘)。

2.2.2 岩、矿石微量元素特征及其对成矿环境指示

2.2.2.1 稀土元素特征

(1) 稀土总量、参数特征及其成矿环境指示意义:蚀变岩石的稀土元素总量(不包括 Y)在 29.53 $\times10^{-6}$～116.75 $\times10^{-6}$之间(表2),处于亲陆岛弧

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　卡拉塔格、土屋岩、矿石主量元素(%)分析成果及特征参数

Table 1　Major elements analysis (%) and characters of rocks and ores from Kalatage and Tuwu deposit

序号	样品号	岩性	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O
1	YL-1	孔雀石化花岗斑岩	73.74	0.29	12.88	1.94	1.75	0.14	1.91	0.32	2.32
2	YL-2	铜金矿石(辉长岩)	48.65	1.20	17.23	5.41	4.53	0.29	5.46	7.90	3.69
3	YL-5	硅化斑岩	92.25	0.28	3.38	0.39	0.83	0.12	0.23	0.24	0.28
4	YL-9	硅化霏细斑岩	78.82	0.26	11.09	0.12	1.07	0.12	0.33	0.88	5.89
5	YL-7	硅化角斑细碧质凝灰岩	70.66	0.36	11.95	5.66	0.37	0.05	0.44	0.16	0.44
6	YL-3	辉石闪长岩	55.21	0.59	16.04	3.50	4.93	0.22	4.50	6.41	3.42
7	YL-4	强蚀变石英角斑岩	76.02	0.34	10.17	0.94	2.53	0.15	2.40	0.57	4.74
8	YL-10	正长斑岩	69.98	0.11	14.78	2.15	2.54	0.04	0.81	5.01	4.57
9	YL-11	斜长花岗岩	68.74	0.08	14.36	0.94	1.61	0.02	0.90	2.54	5.32
10	YL-12	角斑岩	71.26	0.14	13.65	1.26	0.55	0.03	1.04	0.24	4.12
11	YL-13	正长斑岩	65.12	0.12	15.64	0.78	3.52	0.08	1.35	2.54	1.12
12	YL-14	闪长玢岩	67.94	0.50	15.19	1.04	2.36	0.05	1.19	5.78	5.61
13	YD203	土屋斜长花岗岩	70.12	0.27	15.59	1.31	0.87	0.03	0.93	2.05	5.60
14	TW205-1	土屋斜长花岗岩	80.73	0.19	12.03	0.28	0.26	0.01	0.07	0.11	2.73

序号	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总量	FeO^*	比值 1	比值 2	σ	*AR*	*SI*	*LI*	τ
1	1.81	0.04	0.04	2.58	99.76	3.49	1.83	0.78	0.56	2.08	19.63	20.52	36.41
2	0.56	0.15	0.04	4.27	99.38	9.39	1.72	0.15	3.20	1.41	27.79	- 6.27	11.28
3	0.83	0.03	0.06	0.94	99.86	1.18	5.13	2.96	0.03	1.37	8.98	29.81	11.07
4	0.31	0.02	0.27	0.68	99.86	1.18	3.57	0.05	1.07	125	4.28	24.08	20.00
5	3.42	0.02	0.06	2.30	95.89	5.46	12.41	7.77	0.54	1.16	4.26	20.86	31.97
6	1.44	0.12	0.23	3.20	99.81	8.08	1.80	0.42	1.93	1.88	25.30	0.63	21.39
7	0.10	0.10	0.11	1.65	99.82	3.38	1.41	0.02	0.71	16.05	22.41	18.94	15.97
8	5.71	0.13		0.24	100.38	4.47	5.52	1.25	3.92	2.72	5.13	18.70	92.82
9	3.64	0.11		1.10	99.78	2.46	2.73	0.68	3.12	3.26	7.25	20.64	113.00
10	4.88	0.11		0.90	99.54	1.68	1.62	1.18	2.87	3.92	8.78	25.64	68.07
11	7.84	0.15		1.11	100.04	4.22	3.13	7.00	3.63	2.94	9.24	21.36	121.00
12	1.50	0.09		0.38	99.36	3.30	2.77	0.27	2.03	2.03	10.17	13.83	19.16
13	1.22	0.08		1.78	99.85				1.72				37.00
14	2.14	0.06		1.43	100.00				0.63				48.95

注:序号 1～12,本文,分析单位:地质矿产部武汉综合岩矿测试中心。湿化学法分析,分析精度优于 0.5 %～1 %。序号 13,14 据张连昌等,2004。$FeO^* = FeO + 0.899Fe_2O_3$;比值 1 = FeO^*/MgO;比值 2 = K_2O/Na_2O;σ —里特曼指数;*AR* —碱度率;*SI* —固结指数;*LI* —拉森指数;τ—戈蒂里指数。

型岩浆岩的稀土元素含量变化范围内(王中刚,1989)。LREE/ HREE 比值为 1.29～7.32,为轻度至中等富集轻稀土。δEu 为 0.45～0.86(辉长岩例外),为中等至弱铕亏损。δCe 为 0.48～0.90,表明受到过循环海水的影响,可能是循环海水参与了成矿作用。同土屋斑岩铜矿斜长花岗岩及蚀变闪长岩的稀土元素地球化学特征有较大的差异:土屋稀土总量偏低,轻、重稀土分异较大,且具有正铕异常,说明二者形成的环境有较大的差异。

(2) 标准化分布模式及其成岩成矿指示作用:图 5 展示了矿区岩石和矿石的稀土元素球粒陨石标准化分布模式,从中可知,硅化霏细斑岩、强蚀变(青磐岩化)石英角斑岩、硅化角斑细碧质凝灰岩及强蚀变石英角斑岩的曲线相似,为 Eu 负异常轻稀土富集型;辉石闪长岩和硅化斑岩的分布模式也十分相似,同属弱负 Eu 异常轻稀土富集型,表明其物质来源和成岩方式也相似,负 Eu 异常的强度与岩石中矿物成分及含量有关。但硅化斑岩、辉石闪长岩及辉长岩(铜金矿石)的分布模式则完全不同,属 Eu 正常或弱负异常平坦型,特别是辉长岩、矿石和辉石闪长岩的曲线几乎为一条平线,辉长岩、矿石还具 Eu 正异常;孔雀石化花岗斑岩的模式为负 Eu 异常平坦型,这些岩石可能起源于上地幔。土屋斜长花岗岩和蚀变闪长岩的稀土分布模式为右倾型,轻重稀土的分异较强。说明本区的主要岩矿石与土屋斜长花岗岩和蚀变闪长岩的来源可能不一致。

2.2.2.2　稀土及大离子半径元素的成岩成矿环境指示

利用稀土元素研究成岩成矿环境的方法很多,本次采用 Pearce 等(1984)提出的"NAP"图解和不

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 东天山卡拉塔格、土屋岩、矿石稀土元素($\times 10^{-6}$)分析成果及特征参数

Table 2 REE analysis($\times 10^{-6}$) and charaters of rocks and ores from Kalatage and Tuwu deposit

序号	样品号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
1	YL-1	孔雀石化花岗斑岩	6.03	12.23	2.20	9.96	3.06	0.82	4.30	0.944	7.11	1.501	5.08	0.828	5.89
2	YL-2	铜金矿石(辉长岩)	4.65	11.17	1.92	9.93	3.68	1.43	4.74	0.877	5.88	1.123	3.50	0.554	3.68
3	YL-3	辉石闪长岩	15.49	20.25	2.63	10.60	2.27	0.70	2.69	0.480	3.09	0.650	2.01	0.320	2.05
4	YL-4	强蚀变石英角斑岩	42.74	34.31	4.74	17.67	2.60	0.67	3.10	0.550	3.61	0.780	2.48	0.400	2.69
5	YL-5	硅化斑岩	8.62	8.56	1.48	5.75	1.02	0.26	0.93	0.150	0.79	0.180	0.61	0.120	0.91
6	YL-7	硅化角斑细碧质凝灰岩	11.34	19.73	2.82	13.04	3.58	0.89	4.51	0.820	5.44	0.130	3.53	0.550	3.67
7	YL-8	黄铁矿化、硅化霏细岩	3.54	7.04	1.12	4.97	1.45	0.23	2.05	0.409	2.90	0.632	2.07	0.343	2.45
8	YL-9	硅化霏细斑岩	26.96	31.39	4.05	16.10	3.37	0.52	3.73	0.590	3.48	0.700	2.07	0.320	2.14
9	YD203	土屋斜长花岗岩	6.28	14.4	1.93	8.58	2.04	0.784	2.07	0.293	1.70	0.344	0.96	0.13	0.85
10	TW205-1	土屋斜长花岗岩	7.71	15.5	1.83	7.19	1.27	0.60	1.19	0.143	0.924	0.179	0.51	0.07	0.58
11		土屋蚀变闪长岩	10.3	18.6	-	10.10	2.3	0.75	1.96	0.28	-	-	-	-	0.843

序号	Lu	Y	总量	LREE	HREE	LR/HR	$(La/Yb)_N$	$(La/Lu)_N$	$(Ce/Yb)_N$	$(La/Sm)_N$	$(Gd/Lu)_N$	δEu	δCe
1	0.89	44.48	105.32	34.30	26.54	1.29	0.69	0.72	0.54	1.24	0.62	0.69	0.81
2	0.52	28.60	82.27	32.78	20.87	1.57	0.85	0.95	0.79	0.80	1.16	1.04	0.90
3	0.32	18.03	81.58	51.94	11.61	4.47	5.09	5.15	2.56	4.29	1.07	0.86	0.70
4	0.43	19.89	136.64	102.73	14.04	7.32	10.71	10.58	3.30	10.34	0.92	0.72	0.48
5	0.15	3.96	33.47	25.69	3.84	6.69	6.39	6.12	2.43	5.32	0.79	0.80	0.53
6	0.56	30.02	101.64	51.40	20.21	2.54	2.08	2.16	1.39	1.99	1.03	0.67	0.82
7	0.41	18.26	47.87	18.35	11.26	1.63	0.97	0.92	0.74	1.54	0.64	0.41	0.85
8	0.35	19.74	115.49	82.39	13.38	6.16	8.49	8.20	3.79	5.03	1.36	0.44	0.65
9	0.11		40.47	34.014	6.457	5.27	4.98	6.12	4.38	1.94	2.41	1.16	0.99
10	0.07		37.77	34.100	3.666	9.30	8.96	11.79	6.91	3.82	2.18	1.47	0.96
11	0.136		45.27	42.05	3.22	13.06	8.25	8.10	5.71	2.82	1.85	1.05	

注:序号 1～8 本文,分析单位:地质矿产部武汉综合岩矿测试中心,分析方法:等离子直读发射光谱仪(ICP/AES),检测下限为 0.01～0.1 μg/g,分析精度优于 5 %。序号 9,10 据张连昌等,2004;序号 11 据任秉琛,2002。

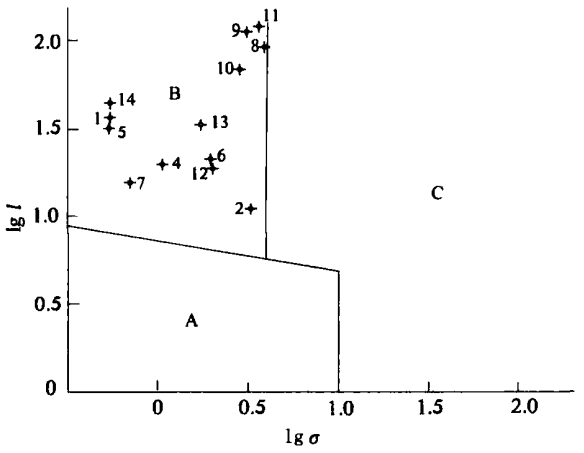

图 4 卡拉塔格、土屋岩矿石 lgτ-lgσ 图解

(据 Rittmann, 1970)

Fig. 4 lgτ-lgσ map of rocks and ore in Kalatage and Tuwu (after Rittmann, 1970)

A —板块稳定区火山岩;B —消减带火山岩;C —A、B 区演化的碱性火山岩

A —Volcanic rock in plate stability area; B —volcanic rock in subduction zone; C —alkaline volcanic rock

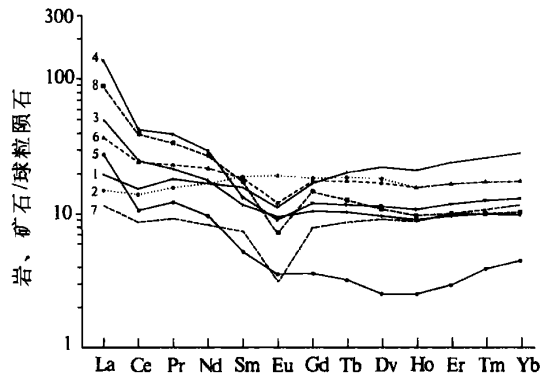

图 5 卡拉塔格、土屋岩、矿石稀土元素配分模式

Fig. 5 Chondrite-normanlized REE patterns for ores and rocks from Kalatage and Tuwu

1 —孔雀石化花岗岩;2 —铜矿石(辉长岩);3 —辉石闪长岩;4 —强蚀变辉石闪长岩;5 —硅化斑岩;6 —硅化角斑细碧质凝灰岩;7 —黄铁矿化、硅化霏细岩;8 —硅化霏细斑岩

1 —Malachite granophyre; 2 —copper ore (gabbro); 3 —pyroxene diorite; 4 —strong alteration pyroxene diorite; 5 —silicified porphyry; 6 —silicified keratophyry spilite tuff; 7 —pyrite and silicified felsite; 8 —silicified felsite porphyry

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3　卡拉塔格、土屋岩、矿石大离子半径元素分析结果

Table 3　Analyzed results of big-ion radius elements for rocks and ores in Kalatage and Tuwu doposit

序号	样品号	岩性	K_2O	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Ce	Hf	Zr	Sm	Y	Yb
1	YL-1	孔雀石化花岗斑岩	1.81	34.0	662	1.0	0.6	2.5	12.23	2.8	95.0	3.06	44.48	5.89
2	YL-2	铜金矿石(辉长岩)	0.56	15.0	205	1.0	0.5	1.7	11.17	3.3	71.0	3.68	28.60	3.68
3	YL-3	硅化斑岩	0.83	7.80	259	1.0	0.50	4.1	8.56	3.1	82.7	1.02	4.0	0.9
4	YL-4	硅化霏细斑岩	0.31	3.10	75	1.0	0.50	6.5	31.39	7.1	179.0	3.37	19.7	2.1
5	YD203	土屋斜长花岗岩	1.22	17	786	1.195	0.458	1.44	14.4	1.06	37.4	2.04	8.94	0.85
6	TW205-1	土屋斜长花岗岩	2.14	21.8	586	1.226	0.117	2.21	15.5	1.09	37.0	1.27	5.23	0.58
	标准 *	洋脊花岗岩(ORG)	0.4	4	50	0.8	0.7	10	35	9	340	9	70	80

注:序号 1～4,本文,分析单位:地质矿产部武汉综合岩矿测试中心;单位:氧化物为 %,其他元素为 $\times 10^{-6}$。分析方法:主量和稀土元素同表 1、2,其他大离子半径元素:荧光光谱仪,分析精度优于 %。序号 5,6 据张连昌等,2004; * 据 Pearce 等,1984。

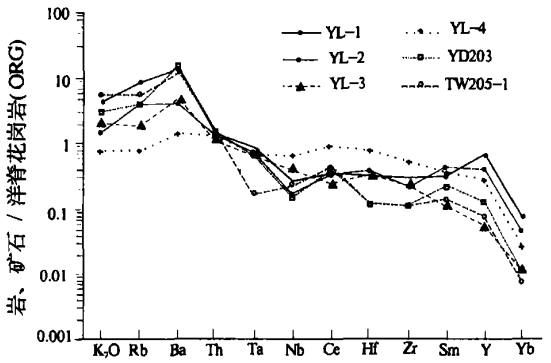

图 6　卡拉塔格、土屋岩、矿石的洋脊花岗岩(ORG)标准化蛛网图(图中的样品号同表 3)

Fig. 6　ORG-normalized spidergrams of rocks and ores from Kalatage and Tuwu(sample number in Fig. 6 is the same as table 3)

同类型花岗岩的 Rb-(Y + Nb)和 Rb-(Yb + Ta)图。

卡拉塔格部分岩、矿石的大离子半径元素分析结果列于表 3。根据 Pearce 的方法,对其进行了洋脊花岗岩标准化计算,并据此作出了地球化学模式图(图 6),图 6 中投影号为表 3 中的样品号。

图中可以看出,卡拉塔格金铜矿以洋脊花岗岩(ORG)为标准的微量元素分布形式十分相似,都以富集 K_2O、Rb、Ba、Th,而相对贫 Nb、Zr、Y、Yb 等元素为特征。这些特征与典型的火山弧花岗岩的模式十分相似,而与其他构造环境下形成的花岗岩有较大的差别(赵振华等,1989)。

Pearce 等(1984)还应用了 Rb-(Y + Nb)和 Rb-(Yb + Ta)图解来判别花岗岩形成的构造环境。在这种图解中,Rb、Y 和 Nb 或 Yb 和 Ta 可有效地将火山岛弧型花岗岩与其他类型的花岗岩区别开来。

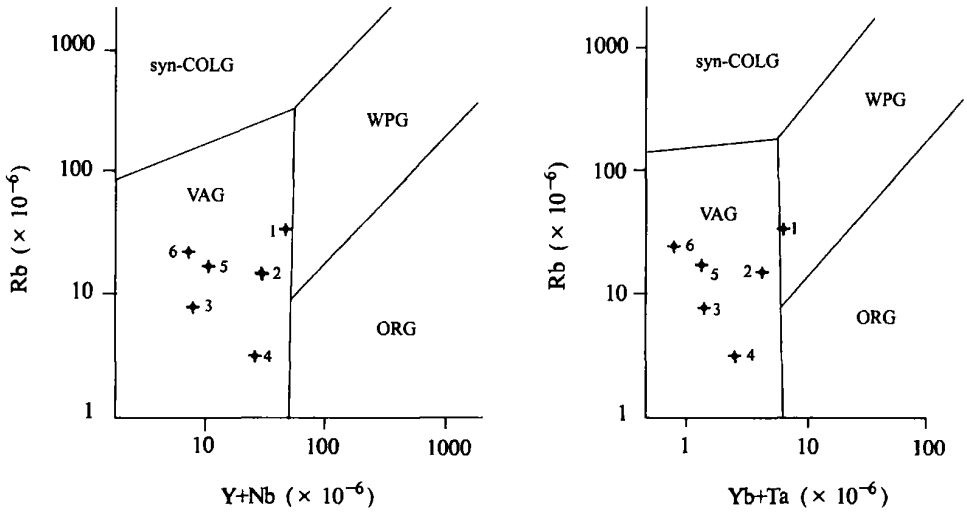

图 7　卡拉塔格不同类型花岗岩的 Rb-(Y + Nb)和 Rb-(Yb + Ta)图解(据 Pearce 等,1984)

Fig. 7　Rb vs. (Y + Nb) and Rb vs. (Yb + Ta) diagrams of granites from Kalatage(after Pearce et al., 1984)

VAG—火山弧花岗岩;ORG—洋脊花岗岩;WPG—板内花岗岩;syn—COLG—同碰撞花岗岩

VAG—Volcanic arc granite; ORG—oceanic ridge granite; WPG—within plate granite; syn—COLG—syn-collision granite

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

图 7 表示了本区卡拉塔格部分岩、矿石和土屋斜长花岗岩的投点(图 7 中点号与表 3 中序号对应),它们均落入火山弧花岗岩区。

因此,本区的火山、潜火山岩属于火山岛弧型构造环境的产物。

总之,本区主要出露泥盆纪海相岛弧型安山质火山—沉积岩系和华力西中晚期中酸性斑(玢)岩体(脉)。早古生代,西伯利亚板块沿阿奇山—尾亚一线向塔里木板块俯冲。到晚古生代,由于吐哈地块漂移至塔里板块附近,致使俯冲带跃迁至吐哈地块的北缘,形成了由哈尔里克—大南湖—头苏泉晚古生代岛弧带,这种构造格局及其演化与蒙古 Oyu Tolgoi 斑岩型铜金矿床的十分相似,从而为该区中大型斑岩型铜多金属矿床的成矿奠定了良好基础。

本区位处幔隆与幔凹过渡带和重磁变异梯度带,主要铜金矿和异常区分布于两组深大断裂交汇处,具备形成大型—超大型斑岩铜金的大地构造环境。岩石化学成分研究显示与成矿有关的岩、矿石属于消减带中的钙碱岩石系列;稀土元素组成特征及球粒陨石标准化分布模式指示火山、潜火山岩可能来源于上地幔;岩、矿石的 NAP 图解得出了类似的结论。因此,本区处于岛弧环境中,火山、潜火山岩可能来源于上地幔,为岛弧构造环境下的产物。

3 找矿前景分析

3.1 新发现铜金矿——红山、梅岭铜金矿特征及找矿前景

3.1.1 红山铜金矿

红山铜金矿系 1∶20 万异常——AP6 异常查证成果。AP6 异常以 Cu、Au、Zn、Ag 为主,面积约 5 km^2,北面未封闭。引起 AP6 异常的地质体为蚀变强度大、组合复杂的环状蚀变体,主要蚀变有高岭土化、重晶石化、赤铁矿化、黄钾铁矾化、氯铜矿化、胆矾化、水云母化、叶蜡石化,蚀变中心原岩结构消失,蚀变矿物在 80 %以上。蚀变岩石色杂,红、黄、白、褐诸色均有。外围安山质火山沉积岩有青磐岩化。尚见热液爆破角砾岩和隐爆角砾岩、黄铁次生石英岩。由于地表氧化淋滤作用强烈,原生硫化物不复存在,仅见大量褐铁矿和黄钾铁矾,发育铜铅锌钼等元素异常。强蚀变范围面积大于 200 m×300 m,相对高差 80 m。若将青磐岩化带一并考虑的话,则蚀变环的直经在 1500 m 左右(图 8)。

近几年该区的国土资源大调查项目成果显示:红山矿化—蚀变带南北宽400m、东西长800m,地

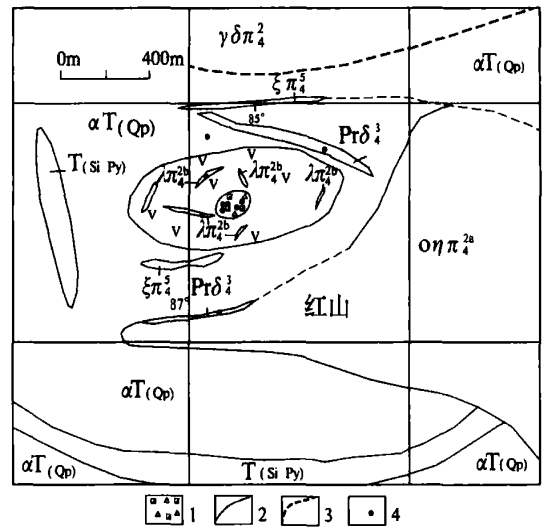

图 8 卡拉塔格红山斑岩铜(金)矿地质图

Fig. 8 Geological map of Kalatage porphyry copper (gold) deposit

T(Si Py)—黄铁矿化硅质凝灰岩;αT(Qp)—青磐岩化安山岩、凝灰岩;V—强蚀变矿化中酸性—酸性火山碎屑岩、潜火山岩;$\xi\tau_4^5$—正长斑岩(未蚀变);$Pr\delta_4^3$—辉石闪长岩(未蚀变);$\lambda\tau_4^{2b}$—次石英岩、次流纹斑岩、霏细岩;$o\eta\tau_4^{2a}$—石英二长岩(弱蚀变、具铁染);$\gamma\delta\tau_4^2$—花岗闪长岩;1—火山集块岩、角砾岩、爆破角砾岩、块状赤铁矿;2—地质界线;3—断层;4—采样位置

T(Si Py)—Pyritic - silicated tuff; αT(Qp)—Propyliticd andesite and tuff; V—intermediated acidity - acidity pyroclasticdd rocks and subvolcanic rocks with strong alterations; $\xi\tau_4^5$—uraltered porphyry syenite; $Pr\delta_4^3$—uraltered pyroxene diorite (without alteration); $\lambda\tau_4^{2b}$—sub-quartz porphyry, sub-rhyolite porphyry, felsophyre; $o\eta\tau_4^{2a}$—beschtauite (slightly alterations and iron-stain); $\gamma\delta\tau_4^2$—granodiorite-porpyhry (slightly alterations); 1—volcanic agglomerate, breccia and blast breccia, massive hematite; 2—line of strata boundary; 3—fault; 4—sampling position

表发现三条矿化体:Ⅰ、Ⅲ号为铜金矿体,Ⅱ号金矿化体。矿体长 160～350 m、平均水平厚 3～11 m;平均品位 Cu 0.28 %～0.81 %,Au 1.0～2.83 g/t。钻孔控制了三层金矿(化)体和一层铜金矿(化)体,控制矿体延深 > 100 m,矿体深部有变大、变富的趋势。大比例尺物化探成果显示:面上岩屑异常范围大、强度高、元素组合齐全;深部矿化异常体具有低阻、中高极化的特征——推测为隐伏的斑岩体,岩体顶部及周围存在低阻体,可能为铜矿的赋矿部位。因此,综合已经发现的铜金矿体和取得的物化探成果,具备中大型斑岩型铜金矿找矿前景。

3.1.2 梅岭铜金矿

梅岭铜金矿位于 AP7 异常区中心部位。AP7 为面积达 14 km^2 的 1∶20 万以 Cu、Zn、Ag、Mn 为主

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的综合化探异常区。根据 1∶25000 岩屑异常及地表矿化蚀变的分布范围,AP7 区进一步分为 AP7W、AP7N、AP7E、AP7S 等四个矿化中心,单个矿化中心地表分布面积为 1～3 km^2。梅岭铜金矿为 AP7W 异常查证成果。

AP7 区由四个 1 km×3 km 环形红色—褐黄色蚀变带组成,主要由大片英安质碎斑熔岩、硅质凝灰岩、石英斑岩、斜长花岗斑岩、霏细岩所组成的中酸性火山—侵入杂岩体。蚀变特征与 AP6 相同,以酸性火山岩的酸淋滤带蚀变体(黄钾铁矾—明矾石—高岭土—石膏)和中性斑岩体的绢云母化—硅化为显著特征,远矿蚀变以青磐岩化和重晶石矿物为标志,只是强度相对较弱。在硅化凝灰岩和硅质岩中见浸染状黄铁矿与多期石英细网脉。第一期肉红色石英细网脉,第二期灰色含硫化物石英细网脉,第三期白色石英细脉,最后为乳白色石英中大脉。

梅岭铜金矿由南北两条蚀变带组成。南带控制长度 700 m,宽 100 m,主要岩性为黄钾铁矾化—硅化石英斑岩及流纹斑岩,次为硅化—绢云母化—褐铁矿化—绿泥石化闪长玢岩。北带控制长度 750 m,宽 200～250 m,主要岩性为硅化—绢云母化—褐铁矿化—绿泥石化闪长玢岩,次为黄钾铁矾化—硅化石英斑岩。研究显示蚀变闪长玢岩体与铜金矿化关系密切,不仅岩体本身全岩矿化,围岩中也发生较强的铜金矿化,石英斑岩和流纹斑岩与金矿化关系密切,是主要的含金地质体。在北矿化蚀变带中新发现 10 余米宽的金矿化体,含矿围岩为石英细网脉发育的石英斑岩和流纹斑岩。南矿化蚀变带经钻孔揭露,在绢英岩化的斑岩体的边部岩枝及下部(90 m 以下)的青磐岩化的安山质围岩中发现多层铜矿体,累计穿矿厚度大于孔深的 50%,部分地段铜矿体品位超过 1%。矿石类型以细脉状为主,少量浸染状,大多为黄铁矿—黄铜矿—石英细脉,偶见黄铜矿杏仁体。含矿围岩较为复杂,主要为火山角砾岩、石英闪长玢岩、角砾英安岩、安山岩等,围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、绿泥石化、青磐岩化。

此外,该区其他三个异常地段成矿的地质条件与梅岭十分相似,且均发现了良好的找矿线索,具有良好的找矿潜力。因此,梅岭的找矿工作有望在近期内获得突破。

3.2　其他异常区找矿前景

1986～1988 年,康古尔塔格幅 1∶20 万水系沉积物地球化学测量涵盖了卡拉塔格地区,结果显示本区为 Cu、Ni、Co、V、Mn、Ti、Fe、Au、Zn、Y 等元素高背景场。在卡拉塔格及附近的 320 km^2 范围发现综合异常多处,除了 AP6、AP7 号异常,类似的综合异常还有:AP3-Au、Cr、P、Cu、Hg、Ni、Ag、Co、Ti;和 AP9-Cu、Zn、Au 等(图 3)。AP3 综合异常元素组合齐全,面积大,强度高,可与 AP7 号异常媲美,极具找矿潜力(表 4),而 AP6 号异常元素组合与土屋的十分相似(庄道泽,2003)。说明卡拉塔格地区不仅红山和梅岭具有良好找矿前景,AP3 和 AP9 异常区同样具有较大的找矿潜力。

表 4　卡拉塔格地区主要及土屋化探异常特征

Table 4　Characters of main geochemical anomalies in Kalatage and Tuwu area

地区	异常名称	异常面积(km^2)	元素组合	主要元素最高含量	备注
卡拉塔格	AP3	16	Au、Cr、P、Cu、Hg、Ni、Ag、Co、Ti	Cu:86.9×10⁻⁶,Ag:119×10⁻⁹,Au:12×10⁻⁹	
	AP6	5	Cu、Au、Zn、Ag	Cu:68.6×10⁻⁶	北端未封闭
	AP7	14	Cu、Zn、Ag、Mn	Cu:90.9×10⁻⁶,Zn:357×10⁻⁶	
	AP9	10	Cu、Zn、Au		东端未封闭
土屋*		7	Cu、Ni、Ag、Au、Zn、Cd		
延东*		6	Cu、Ag、W、Mo、Zn、Pb、Cd		

注:据卡拉塔格 1∶20 万区调资料,转引自刘继顺等,2001;*据庄道泽,2003。

4　讨论

本区为哈萨克斯坦 Kounrad、Aktogai—中国土屋、卡拉塔格、包古头—蒙古 Oyu Tolgoi 亚洲大陆内部最重要的斑岩金铜矿成矿带的重要组成部分。本区位处幔隆与幔凹过渡带和重磁变异梯度带,主要铜金矿和异常区分布于两组深大断裂交汇处,具备形成大型—超大型斑岩铜金的大地构造环境。岩石化学成分研究显示与成矿有关的岩、矿石为产于消减带中的钙碱系列岩石;稀土元素组成特征及球粒陨石标准化分布模式指示火山、潜火山岩可能来源于上地幔;岩、矿石的 NAP 图解得出了类似的结

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

论。因此,本区处于岛弧环境中,火山、潜火山岩可能来源于上地幔,为岛弧构造环境下的产物。

卡拉塔格、土屋、Kounrad 和 Oyu Tolgoi 矿床的典型特征列于表 5。本区成矿环境与典型的斑岩型铜矿相比,有一定的差异(Titley et al. ,1993;孟义良等,1997;Virginia , 1999),但与 Kounrad 斑岩型铜矿相比,在成矿的大地构造环境、地质背景、矿化岩体特征、矿床的主要地质特征,如蚀变分带、矿石结构、主要矿物等十分相似(刘权德等,1996)。与 Oyu Tolgoi 铜金矿床相比,在大地构造环境、控矿构造、岩体侵位的地层时代、含矿母岩类型、矿体特征、围岩蚀变类型、矿床种类(铜金矿)等地质因素十分相似(表 5)。与土屋铜矿床比较,成矿环境及主要地质特征相似之处主要表现(庄道泽等,2003;肖克炎等,2005;陈富文等,2005):①同处一个岛弧斑岩成矿带,均与晚古生代中酸性火山—侵入杂岩有关;②两者的岩性、岩相、蚀变组合和强度差异不大;③地表氧化带的特征也相似。独特之处有:①卡拉塔格地区位处土屋北 50 km,更靠近吐哈地块,基底陆壳成熟度高些,更刚性些,这对于斑岩铜矿的成矿来说更为有利,东太平洋沿岸大型斑岩铜矿都产于陆壳基底较厚的地区(Silitoe ,1993);②本区的后期变形较土屋地区要弱,火山机构保存完好,这有利于矿床的勘探和开发;③蚀变组合和强度均可与土屋地区相媲美,蚀变带的分布及其分带性比土屋要好,呈环状,受火山—侵入中心的控制更为明显,而土屋的蚀变矿化呈线性宽带状(涂光炽,1999;任秉琛等,2002;傅水兴等,2003;庄道泽等,2003)。

因此,本区斑岩型铜金矿成矿条件更加有利,是寻找中大型乃至超大型斑岩铜金矿床十分有利地段。

从区域上来看,AP3、AP6、AP7 和 AP9 异常构成了一个北西西向的异常带,恰反映了一个北西西向的链状火山—侵入杂岩带。在每个火山—侵入杂岩体中心,岩浆活动期次多,热液活动强,水—岩反应剧烈,岩性较杂,蚀变组合好,预示了这些火山—

表 5 卡拉塔格、土屋及邻域典型斑岩型矿床特征对比表

Table 5 Features of Kalatage, Tuwu and typical porphyry deposit in its adjacent area

矿床名称		Kounrad	卡拉塔格	土屋	Oyu Tolgoi
成矿环境	大地构造环境	晚古生代岛弧	晚古生代岛弧	晚古生代岛弧	古生代岛弧
	侵位前地层(围岩)	上泥盆统砂岩、下石炭统流纹岩	泥盆系火山碎屑岩	泥盆系火山碎屑岩	志留系、泥盆系火山碎屑岩
	深大断裂	有深大断裂	近 WE 和 NE 两组深大断裂	近 WE 深大断裂	近 WE 和 NE 两组深大断裂
	控岩控矿构造	NW 向断裂	近 WE 和 NE 两组断裂交汇处	近 WE 断裂	近 WE 和 NE 两组断裂
矿化岩体特征	岩性及时代	早二叠世花岗闪长斑岩	闪长玢岩、石英闪长玢岩	闪长玢岩(443～391 Ma)和斜长花岗岩(385～367 Ma)	闪长玢岩、斜长花岗岩、石英二长闪长岩、正长花岗岩和碱性花岗岩脉群(307 ±4 Ma)
	主、微量元素特征		富钠质钙碱系列,里特曼指数(σ)为 2.032～2.870,$Na_2O/K_2O>1$,稀土模式为平坦型,具 δEu 负异常	富钠质钙碱系列,里特曼指数(σ)为 1.42～2.0,$Na_2O/K_2O>1$,稀土模式为右倾型,具正 δEu 异常	
矿床特征	矿体特征	浸染状和细脉浸染状矿石构成环状矿体	浸染状、细脉浸染状、角砾状和团块状矿石构成面状、脉状及筒状矿体	细脉状、浸染状和团块状矿石构成层状、似层状、透镜状矿体	细脉状、角砾状、浸染状和团块状矿石构成似透镜状、似层状、条带状和筒状矿体
	围岩蚀变	硅化、绢云母化、高岭石化和青磐岩化	硅化、绢云母化、高岭土化、青磐岩化和碳酸盐化	硅化、绢云母化、绿泥石化、黑云母化、绿帘石化、高岭石化和明矾石化	硅化、绢英岩化、绿泥石化、叶腊石化、迪开石化、青磐岩化和萤石化
	矿床规模、品位	铜(钼)矿,规模、品位不详	铜/待查,0.11%～2.69%,(0.81%),金:0.58×10^{-6}～2.63×10^{-6}	铜/大,0.5%～2%(0.72%);钼/中,0.015%～0.23%(0.031%)	欧玉南矿床,铜:1500×10^4t,0.41%～0.70%;金:329t,0.70×10^{-6}
	金属矿物	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿为主,次为砷铜矿和黝铜矿	黄铁矿、黄铜矿为主,辉铜矿、辉钼矿次之	黄铜矿、黄铁矿斑铜矿、辉铜矿、辉钼矿和磁铁矿	斑铜矿、黄铜矿、辉铜矿、黄铁矿、辉钼矿、磁黄铁矿、磁铁矿和自然金
资料来源		刘权德等,1996	本文	任秉琛等 2002;张连昌等,2004;聂凤军等,2004	刘益康等,2003;张义等,2003;聂凤军等,2004

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

侵入杂岩体为火山岩浆活动中心和热液活动中心,往下可能存在强烈的火山—斑岩型铜金矿化。目前,红山、梅岭地质找矿所取得的新进展已经证实深部存在斑岩型铜金矿体。因此,该区具备形成大型斑岩型铜金矿的条件,具有良好的铜多金属找矿前景。

致谢:在项目的实施过程中,得到了北京有色矿产地质研究所方同辉博士和新疆鑫汇公司有关人员的支持和帮助,李文铅博士阅读了全文并提出了宝贵意见,在此一并表示感谢!

参 考 文 献

陈富文,李华芹,陈毓川,王登红,王金良,刘德权,唐延龄,周汝洪. 2005. 东天山土屋—延东斑岩铜矿田成岩时代精确测定及其地质意义. 地质学报,79(2):256～261.

陈哲夫,周守云,乌统旦. 1999. 中亚大型金属矿床特征与成矿环境. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,121～125.

傅水兴,张守林,李春霞,冯建忠,方同辉,孙宝生. 2004. 新疆东天山地区金矿蚀变信息的遥感识别技术. 地质学报(英文版),78(2):417～422.

胡霭琴,王中刚,涂光炽. 1996. 新疆北部地质演化及成岩成矿规律. 北京:科学出版社,222.

韩春明,毛景文,杨建民,王志良,崔彬. 2002. 东天山晚古生代内生金属矿床类型和成矿作用的动力学演化规律. 地质学报,76(2):222～234.

姜常义,姜寒冰,叶书锋,夏明哲,遂东霞. 2005. 新疆库鲁克塔格地区二叠纪脉岩群岩石地球化学特征,Nd、Sr、Pb 同位素组成与岩石成因. 地质学报,79(6):823～832.

刘继顺,高珍权,奚小双. 2001. 天山区带有色(贵)金属找矿条件及靶区优选(99-D-14). 长沙:中南大学,71～87.

刘权德,唐延龄,周汝洪. 1996. 中国新疆矿床成矿系列. 北京:地质出版社,135.

刘益康,徐叶兵. 2003. 蒙古 Oyu Tolgoi 斑岩铜金矿的勘查. 地质与勘探,39(1):1～4.

马瑞士,舒良树,孙家齐. 1997. 东天山构造演化与成矿. 北京:地质出版社,156～158.

孟良义. 1997. 斑岩型铜矿床的成矿模式和石英脉金矿床的成矿信息. 北京:海洋出版社,37～40.

聂凤军,江思宏,张义,刘妍,胡朋. 2004. 中蒙边境及邻域斑岩型铜矿床地质特征及成因. 矿床地质,23(2):176～189.

芮宗瑶,刘玉琳,王龙生,王义天. 2002. 新疆东天山斑岩型铜矿带及其大地构造格局. 地质学报,76(1):83～94.

任秉琛,杨兴科,李文明,等. 2002. 东天山土屋特大型斑岩铜矿成矿地质特征与矿床对比. 西北地质,35(3):67～75.

孙桂华,李锦铁,高立明,杨天南. 2005. 新疆东部哈尔里克山闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义. 地质论评,51(4):463～469.

涂光炽. 1999. 初议中亚成矿域. 地质科学,34(4):397～404.

王福同,冯京,胡建卫,等. 2000. 新疆土屋铜矿床地质特征及发现意义. 见:王福同编. 第四届天山地质矿产资源学术讨论会论文集. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,224～229.

王中刚,于学元,赵振华. 1989. 稀土元素地球化学. 北京:科学出版社,88～93

吴华,李华芹,莫新华,陈富文,路远发,梅玉萍,邓岗. 2005. 新疆哈密白石泉铜镍矿区基性-超基性岩的形成时代及其地质意义. 地质学报,79(4):498～502.

肖克炎,李景朝,陈郑辉,何凯涛,严光生. 2005. 中国铜矿床品位吨位模型. 地质伦评,50(1):50～56.

张洪涛,芮宗瑶. 1991. 论中国斑岩铜矿系列的地质背景. 地质学报,65(3):250～262.

张连昌,秦克章,英基丰,夏斌,舒建生. 2004. 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. 岩石学报,20(2):259～268.

张义,聂凤军,江思宏,胡朋. 2003. 中蒙边境欧玉陶勒盖大型铜—金矿床的发现及对找矿勘查工作的启示. 地质通报,22(9):708～712.

庄道泽. 2003. 新疆东天山地区土屋、延东铜矿地球化学特征与异常查证方法. 地质与勘探,39(5):67～71.

庄道泽,王世称,焦学军. 2003. 土屋、延东铜矿田综合信息预测模型. 新疆地质,21(3):293～297.

McLemore V T, Munroe E A, Heizler M T, et al. 1999. Geochemitry of the copper flat porphyry and associated deposits in the Hillsboro Mining district, Sierra County, New Mexico, USA. Journal of Geochemical Exploration,67:167～189.

Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. 1984. Trace element discrimination diagrams for tectonic interpretation of granic rocks. Petrol., 25(4):956～983.

Rittmann A. 1970. Note to contribution by V. Gottini on the "Serial character of the volcanic rocks of Pantelleria", Bull. Volcanol., 33:979～981.

Silitoe R H. 1993. Gold-rich porphyry copper doposits: Geological model and exploration implications. In: Kirkham R V, Sinclar W D, Thorpe R I, et al., eds. Mineral deposit modeling. Geological Association of Canada Special Paper,40:465～479.

Titley S R. 1993. Characteristics of porphyry copper occurrence in the American southwest. In: Kirkham R V, Sinclar W D, Thorpe R I, et al., eds. Mineral deposit modeling. Geological Association of Canada Special Paper,40:433～464.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

The Metallogenic Environment of Kalatage Prophyry Copper (Gold) Deposit and Its Prospecting Perspective, Xinjiang, China

GAO Zhenquan[1,2], FANG Weixuan[1,2], HU Ruizhong[1], LIU Jishun[3]

1) *Open Lab of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang*, 550002

2) *Mineral and Geology Survey Center of Non-ferrous Metal, Beijing*, 100814

3) *Geology Institute of Central South University, Changsha*, 410083

Abstract

Kalatage Copper - gold porphyry deposit is one of the important part of Kounrad and Aktogar, Kazakhstan ～tuwu, Kalatage, Dabate, China - Oyu Tolgoi, Mongolia copper - gold porphyry belt, which is the most important copper porphyry deposit belt in Asia. Geotectonic setting is in transition belt of mantle bulge and concave, and in gravity and magneticfield grade belts. Main copper - gold deposits and anomaly areas locate in two deep faults intersection. All above suggest that Kalatage has met the geotectonic setting of large or supperlarge porphyry deposit. The features of compositions of main and trace elements (include REE), and chondrite - normalized REE pattern of main type of rocks and ores in Kalatage suggest that volcanic and subvolcanic rocks of this area probably originated from upper mantle, and formed in the setting of island arc backgroung. In comparative studies among Tuwu, Kounrad, Oyu Tolgoi, Cu(Au) deposit and the study area, they have some similarities in metallogenic geological setting, main geological characteristics. All results above suggest that study area has met the geological conditions of Cu-Au porphyry deposits with large - scale, and has a good prospecting potential.

Key words: porphyry copper; volcanic apparatus; prospecting perspective; Kalatage; East Tianshan

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net