

内蒙古达茂旗北部岩浆活动与铜金成矿作用

汤超^{1,2}, 陈军强², 刘晓雪², 李志丹²

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 天津地质矿产研究所, 天津 300170)

[摘要] 内蒙古达茂旗北部岩浆岩分布广泛, 以加里东期和华力西晚期为主。加里东期侵入岩以闪长岩、石英闪长岩及斜长花岗岩为主; 华力西晚期侵入岩以闪长岩、石英闪长岩、黑云母花岗岩、二长花岗岩及钾长花岗岩为主。经研究发现, 铜矿化多与闪长岩、石英闪长岩及花岗闪长岩有关; 金矿化多与石英闪长岩、斜长花岗岩及黑云母花岗岩有关; 铜、金矿床(点)均产于岩体内或其外接触带的火山岩中, 暗示铜、金矿(点)的形成与岩浆活动密切相关。进一步研究发现本区铜、金矿化主要受华力西晚期岩浆活动控制。通过对研究区成矿地质背景的讨论及与斑岩型铜、金矿床地质特征的对比, 指出本区具备寻找斑岩型铜、金矿床的潜力。

[关键词] 岩浆活动 铜(金)矿床 成矿作用 达茂旗 内蒙古

[中图分类号] P618 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2013)02-0224-12

Tang Chao, Chen Jun-qiang, Liu Xiao-xue, Li Zhi-dan. Magmatic activities and copper and gold mineralization in northern Damoqi, Inner Mongolia[J]. *Geology and Exploration*, 2013, 49(2): 0224-0235.

达茂旗北部地区位于内蒙古自治区北部中段边境一带, 东西长约 160km, 南北宽约 80km, 面积约 1.2 万 km²。整个地区属达茂旗-白乃庙铜、金多金属成矿带西段(沈存利等, 2004), 成矿条件十分优越。尤其近年来国内学者陆续报道了蒙古国查干苏布尔加(Tsagaan Suvarga)和欧玉陶勒盖(Oyu Tolgoi)大型斑岩型铜金矿床(张义等, 2003; 刘义康等, 2003; 王守光等, 2004; 聂风军等, 2004; 张洪涛等, 2004; 胡朋等, 2006), 加之中蒙边境及邻区斑岩铜矿床(点)分布广泛(如土屋铜矿、公婆泉铜矿、白乃庙铜矿、小坝梁铜矿等), 使中蒙边境地区成为热点研究和工作区之一。国土资源大调查先后在该地区开展了综合找矿研究项目及矿产地质调查和普查项目, 发现了一批新的矿床(点), 其中包括查干诺尔铜矿、善丹铜矿等, 取得了良好的找矿效果。本文根据近些年来在本区开展大调查工作中积累的有关资料, 探讨了达茂旗北部铜、金矿与岩浆活动之间的关系及该地区成矿地质背景。

1 区域地质背景

达茂旗北部地区地处华北板块北缘与古亚洲洋

板块碰撞带附近, 属于华北陆块北缘古生代增生带(邵济安, 1991; 曹生儒, 1993; 潘启宇, 1999), 该增生带主要由一系列向南凸的弧形构造-岩浆岩带组成。研究区经历了错综复杂的构造变动及频繁的岩浆活动, 前寒武纪本区南侧白云鄂博裂谷已经形成, 部分古陆碎块从华北克拉通裂解出来, 中新元古代古亚洲洋开始演化, 形成一系列岛弧, 古生代, 古亚洲洋经过多次的扩张和收缩作用, 最终由西伯利亚-华北两大板块对接缝合形成统一的亚洲北大陆。本区中生代遭受了滨太平洋板块作用影响, 构造格架发生巨大变化, 由原来的近东西向构造格局演变成北东向构造格局。这一系列的构造岩浆活动为本区铜、金矿的形成产生了重大影响。

区域地层发育较齐全, 除中生代盆地内沉积的白垩系、第三系及第四系外, 出露的地层主要有中下奥陶统包尔汗图群, 为海相、浅海相碎屑岩、火山岩及火山碎屑岩沉积建造, 岩性主要为变质砂岩、粉砂岩、玄武岩、安山岩、安山玢岩、晶屑凝灰岩及沉凝灰岩等; 上志留统西别河组, 由一套滨浅海相陆源碎屑岩及生物碎屑灰岩组成, 岩性为砂岩、砂质板岩及结晶灰岩; 上石炭统本巴图组, 岩性为砂岩、凝灰质

[收稿日期] 2012-09-06; **[修改日期]** 2012-12-28; **[责任编辑]** 郝情情。

[基金项目] 中国地质调查局项目(1212011120721)资助。

[第一作者] 汤超(1982年-), 男, 工程师, 中国地质大学(北京)在读硕士研究生, 矿床学专业。E-mail: tjtangchao163.com.

岩、火山岩及灰岩;上石炭-下二叠统阿木山组,岩性为岩屑砂岩、粉砂岩、凝灰岩及生物碎屑灰岩;中下二叠统:可分两个组,即大石寨组,为中酸性火山岩、火山碎屑岩夹灰黑色灰岩,哲斯组为长石砂岩、粉砂岩及生物碎屑灰岩;侏罗系:上侏罗统为火山岩及火山碎屑岩。古生代地层总体呈东西向带状展布,中生代地层大面积集中分布在研究区东西两侧。其中志留系西别河组、石炭系本巴图组及二叠系大石寨组地层为本区的赋矿围岩(图1)。

区域主体构造线以NE向展布。区内主要发育NE、NW向两组断裂,NE向断裂分布全区,具有多期特征;NW向断裂主要分布在研究区北侧,以压性逆冲为特征。另外研究区中部发育一部分近EW向的断裂和韧性剪切带。其中NE、NW向断裂控制了本区地层、岩浆岩及铜、金矿(点)的分布。

区域岩浆岩分布广泛,主要为加里东期及华力西晚期岩基、岩株和岩脉,其中华力西晚期岩浆岩约占岩体出露面积的80%左右。侵入岩从超基性-基性-中性-中酸性至酸性均有,岩性以闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩及二长花岗岩为主,基性、超基性岩呈脉状分布在深大断裂两侧。频繁的岩浆活动不仅为铜、金成矿作用提供了物质组分,同时也为成矿作用提供了热源保障,其中,华力西晚期岩浆活动与本区成矿关系密切。

2 岩浆岩特征

2.1 加里东期岩体岩石学特征

加里东期侵入岩以中期最为强烈,岩性为中酸性岩。主要分布在巴特敖包一带,总体呈北东向带状展布,由一系列串珠状分布的侵入体构成巴特敖包复式杂岩体。岩性有闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩等。其中闪长岩和石英闪长岩分布在杂岩体东部,为灰绿色,具细粒半自形粒状结构,块状构造,由斜长石(60%~70%)、角闪石(25%~30%)、石英及少量黑云母组成。花岗岩闪长岩分布于杂岩体北侧,呈小岩株状,中细粒花岗结构,块状构造,由斜长石(45%~50%)、钾长石(15%~20%)、石英(>20%)及角闪石(<10%)组成。善丹铜矿和呼勒格爾金矿产于此岩体内。

2.2 华力西晚期岩体岩石学特征

华力西晚期岩浆侵入活动频繁而剧烈,所形成的各类侵入岩在研究区内广泛分布,岩性从超基性至酸性均发育,具体为辉长岩、辉绿岩、闪长岩、石英闪长岩、二长花岗岩、钾长花岗岩、花岗闪长岩及斜

长花岗岩等。岩体主要分布在胡吉尔特、沙尔陶勒盖-赛尔音呼都格、查干诺尔、查干哈达庙及巴特敖包等地区。各岩体具体特征见表1。

主要岩体岩石学特征如下:

(1) 沙尔陶勒盖-赛尔音呼都格岩体:该岩体分布在沙尔陶勒盖-赛尔音呼都格一带,呈近东西-北西向不规则状,由多个侵入体组成,岩性有黑云母花岗闪长岩、二长花岗岩及碎裂花岗岩等。黑云母花岗闪长岩出露在岩体西部和中部,灰白色,中粒花岗结构,块状构造,矿物组成为斜长石(60%~70%)、钾长石(5%~20%)、石英(20%~30%)、黑云母(4%~5%)及少量角闪石,斜长石呈板状,主要为更长石,发育聚片双晶,绢云母化;二长花岗岩分布在岩体东部,浅肉红色,中粒花岗结构,块状构造,矿物成分为石英(20%~25%)、斜长石(30%~45%)、钾长石(30%~40%)及少量角闪石(3%~5%),长石多绿泥石化。

(2) 查干诺尔岩体:该岩体为一杂岩体,由花岗闪长岩、二长花岗岩及钾长花岗岩组成。花岗闪长岩出露在杂岩体南部,灰白色、浅肉红色,具中粒花岗结构,矿物组成为斜长石(60%~70%)、钾长石(20%±)、石英(20%±),少量角闪石或黑云母,斜长石呈板状半自形,多绢云母化;二长花岗岩分布在杂岩体西部和中部,肉红、灰白色,呈似斑状结构,块状构造,矿物组成为斜长石(30%~40%)、钾长石(30%~40%)、石英(20%~25%)、少量角闪石(5%±),斜长石和钾长石均称它形粒状,具绿泥石化;钾长花岗岩分布在杂岩体北侧,肉红色,具似斑状或不等粒花岗结构,块状构造,主要组成矿物为钾长石(60%)、斜长石(20%)、石英(20%±),少量角闪石。

2.3 与成矿有关的侵入岩岩石化学特征

研究发现,含矿或与成矿有关的侵入体主要为华力西晚期闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩及斜长花岗岩等,另有一部分为加里东期闪长岩及石英闪长岩。各岩体代表性样品岩石化学分析数据及其特征值计算结果见表2。 SiO_2 含量为57.59%~73.42%,平均65.83%,属中酸性岩范围且偏中性岩; Al_2O_3 含量较高,为13.44%~18.42%,平均15.75%;全碱($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)含量4.57%~9.93%,平均6.84%, Na_2O 平均含量4.46%, K_2O 平均含量2.38%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值为平均4.47,大于1,相对富纳贫钾; CaO 含量较低,为0.59%~6.53%;DI值为47.93~91.64,SI值为2.38~19.81,反映岩浆分异演化较彻底。岩体总体特征为中硅,富铝碱,相对贫钾、钙镁。

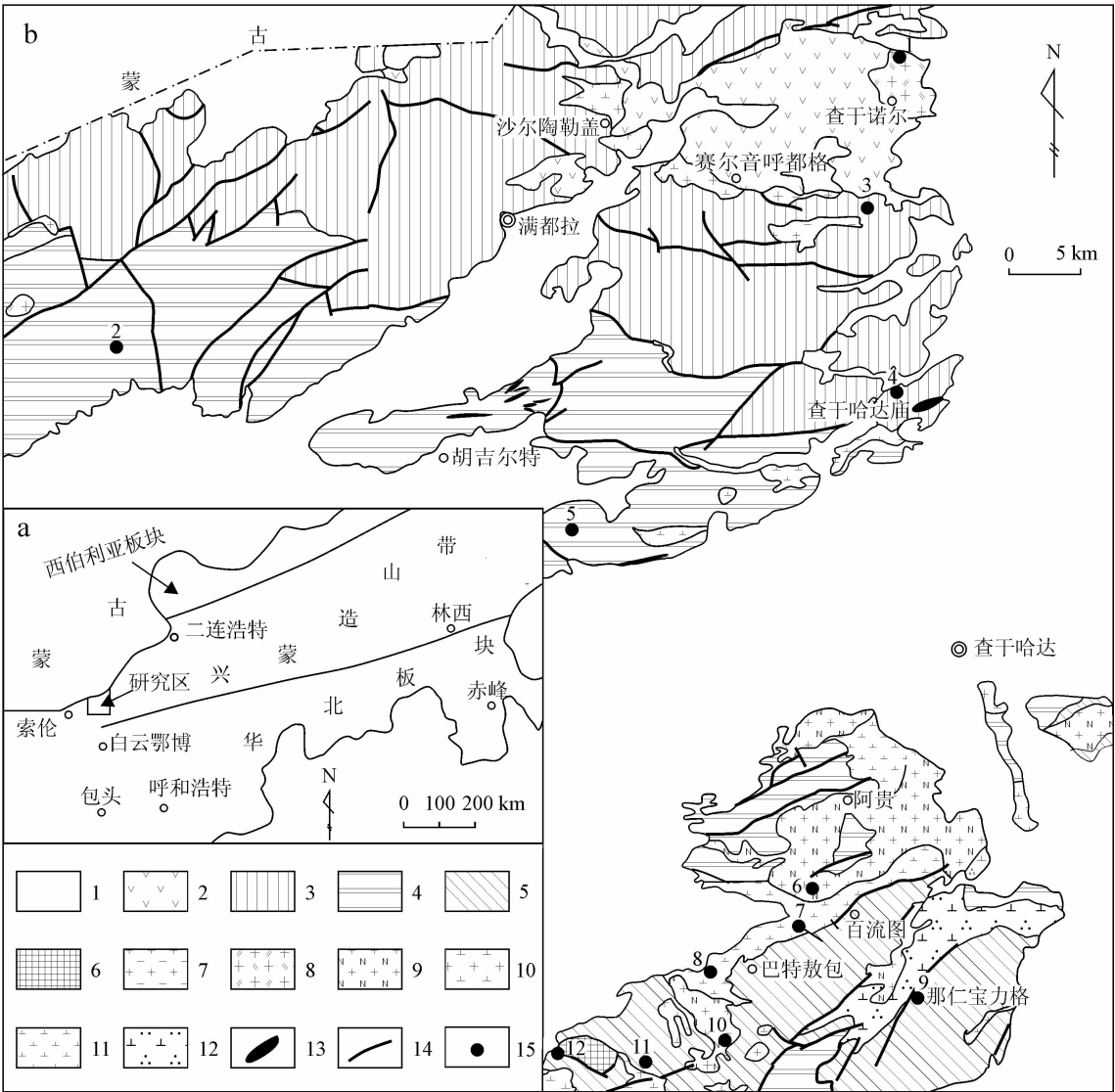


图 1 内蒙古达拉特旗北部大地构造位置 (a) (据赵磊等,2008 修改) 及地质简图 (b)^{①②}

Fig. 1 Maps showing tectonic setting (a) and geology (b) of northern Damaoqi, Inner Mongolia (a – modified from Zhao *et al.*, 2008; b^{①②})

1 – 中生代断陷盆地; 2 – 上侏罗统火山岩、碎屑岩; 3 – 中下二叠统火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩; 4 – 中上石炭统火山岩、碎屑岩及碳酸盐岩; 5 – 中上志留统火山岩、火山碎屑岩及碎屑岩; 6 – 奥陶统火山岩、火山碎屑岩; 7 – 黑云母花岗岩; 8 – 黑云母二长花岗岩; 9 – 斜长花岗岩; 10 – 花岗闪长岩; 11 – 闪长岩; 12 – 石英闪长岩; 13 – 基性、超基性岩; 14 – 主要断层; 15 – 铜、金矿床(点); (矿床(点)名称: 1 – 查干诺尔铜矿; 2 – 哈尔陶勒盖铜矿; 3 – 乌珠新乌苏铜矿; 4 – 查干哈达庙铜矿; 5 – 松多尔铜矿; 6 – 百流图金矿; 7 – 呼勒格尔金矿; 8 – 善丹铜矿; 9 – 那仁宝力格金矿; 10 – 乌兰铜矿; 11 – 乌花敖包金矿; 12 – 查干德勒铜矿

1 – Mesozoic and Cenozoic rift basin; 2 – Upper Jurassic volcano rocks, clastic rocks; 3 – Middle and Low Permian volcano rocks, clastic rock and carbonate rocks; 4 – Middle and Upper Carboniferous volcano rocks, clastic rock and carbonate rocks; 5 – Middle and Upper Silurian volcano rocks, clastic rock and carbonate rocks; 6 – Ordovician volcano rocks, clastic rock; 7 – biotite granite; 8 – biotite monzogranite; 9 – granite ap-lite; 10 – granite diorite; 11 – diorite; 12 – quartz diorite; 13 – basic, ultrabasic rocks; 14 – main fault; 15 – copper, gold deposit (ore spot); Deposit (ore occurrences): 1 – Chagannuoer copper deposit; 2 – Haertaolegai copper deposit; 3 – Wuzhuxinwusu copper deposit; 4 – Chaganhada copper deposit; 5 – Songduoer copper deposit; 6 – Bailiutu gold deposit; 7 – Hulegeer gold deposit; 8 – Shangdan copper deposit; 9 – Narenbaolige gold deposit; 10 – Wulan copper deposit; 11 – Wuhuaobao gold deposit; 12 – Chagandele copper deposit

表 1 达茂旗北部华力西晚期主要侵入体特征

Table 1 Characters of the main intrusions of the Late Variscan in northern Damaoqi

岩体名称	所在图幅 (1:20 万)	产状	展布形态 与方向	规模 km ²	主要岩石类型	蚀变	含矿性
胡吉尔特	K-49-15	岩脉	透镜状 北东、近东西向	0.8	由硅质、碳酸盐、钙质角砾岩 屑组成“风化壳”、橄榄岩	蛇纹石化	与铬矿化有关
沙尔陶勒盖- 赛尔音呼都格	K-49-15	岩株	不规则状 北西向	11.5	细粒黑云母花岗闪长岩、二 长花岗岩、钾长花岗岩	硅化、绿帘石化、青盘 岩化	乌珠新乌苏铜矿产 于外接触带
查干诺尔	K-49-15	岩株	较规则 近南北向	15	中粒黑云母花岗闪长岩、似 斑状中细粒黑云母二长花岗 岩、不等粒钾长花岗岩	绿泥石化、绿帘石化、 绢云母化	查干诺尔铜矿点产 于岩体内
查干哈达庙	K-49-15	岩株	带状 北东向	13	细粒闪长岩、中细粒石英闪 长岩	绿泥石化、绿帘石化	查干哈达庙铜矿产 于外接触带
百流图-阿贵	K-49-15	岩株	不规则状 总体东西向	82	中粒石英闪长岩、细粒闪长 玢岩、黑云母花岗闪长岩	绿泥石化、绿帘石化、 绢云母化	百流图金矿产于岩 体内
巴特敖包 南部岩体	K-49-15	岩株	不规则状 总体近南北向	12.5	中细粒石英闪长岩、似斑状 细粒黑云母二长花岗岩	绿泥石化、绿帘石化、 绢云母化、硅化	与铜、钨矿化有关
那仁宝力格	K-49-(15)	岩株	带状 北东向	48	中细粒石英闪长岩、斜长花 岗岩	绿泥石化、硅化	与金矿化有关

表 2 达茂旗北部主要侵入体岩石化学成分(%)及参数

Table 2 Major element content (%) and related petrochemical parameters for main intrusions in northern Damaoqi

样号	1	2	3	4	5	6	7	8
岩体名称	巴特敖包		查干哈达庙		查干诺尔		赛尔音呼都格	沙尔陶勒盖
岩性	石英闪长岩	花岗闪长岩	石英闪长岩	闪长岩	二长花岗岩	钾长花岗岩	二长花岗岩	花岗闪长岩
SiO ₂	57.59	67.98	63.42	56.07	70.9	73.42	69.56	67.71
TiO ₂	0.81	0.21	0.68	1.21	0.32	0.26	0.34	0.204
Al ₂ O ₃	17.16	16.01	15.21	15.88	14.78	13.44	15.06	18.42
Fe ₂ O ₃	4.26	2.31	2.41	4.16	0.75	0.52	1.26	0.26
FeO	2.42	0.32	4.76	6.48	0.85	0.9	1.2	0.87
MnO	0.12	0.06	0.13	0.16	0.02	0.02	0.043	0.006
MgO	2.87	0.78	1.22	2.13	0.77	0.58	1.24	0.27
CaO	6.53	3.47	4.64	6.08	1.10	0.98	1.67	0.59
K ₂ O	1.38	2.94	0.97	0.58	4.61	4.76	3.27	0.54
Na ₂ O	3.56	3.32	4.16	3.99	3.66	3.52	4.09	9.41
P ₂ O ₅	0.33	0.17	0.75	0.18	0.13	0.09	0.13	0.066
Los	2.03	0.68	1.43	2.06	2.82	2.10	1.51	0.76
化学参数								
σ ₄₃	1.67	1.57	1.29	1.6	2.45	2.25	2.04	3.99
A. R	1.53	1.95	1.7	1.53	3.17	3.7	2.57	3.19
NK	4.94	6.26	5.13	4.57	8.27	8.28	7.36	9.93
SI	19.81	8.07	9.02	12.28	7.24	5.64	11.21	2.38
DI	50.76	75.72	63.38	47.93	89.24	91.64	82.9	88.19
τ	16.79	60.42	16.25	9.83	34.75	38.15	32.26	44.17

注:样品 1~6 号数据来源于^①;7~8 号数据来源于^④;参数为笔者计算。组合指数(σ₄₃)=(K₂O+Na₂O)²/(SiO₂-43),碱度率(A. R)=[Al₂O₃+CaO+(K₂O+Na₂O)]/[Al₂O₃+CaO-(K₂O+Na₂O)],全碱含量(NK)=K₂O+Na₂O,固结指数(SI)=MgO×100/(MgO+FeO+Fe₂O₃+K₂O+Na₂O)(Wt%),分异指数(DI)=Qz+Or+Ab+Ne+Lc+Kp(CIPW 计算数据),戈蒂里指数(τ)=(Al₂O₃-Na₂O)/TiO₂。

岩石里特曼指数(σ_{43})为 1.29 ~ 3.99,都小于 4,属于钙碱性类型;在 $\text{Si}_2\text{O}-\text{A.R}$ (碱度率)图解(图 2)中,绝大多数落在钙碱性区内,只有沙尔陶勒盖岩体 1 个样品落在碱性区内,岩石总体呈钙碱性系列;在 $\lg\sigma-\lg\tau$ (里特曼-戈蒂里)图解(图 3)上,全部落入 B 区,说明本区加里东期和华力西期花岗岩类来源较深,系产于活动大陆边缘(火山弧)环境。

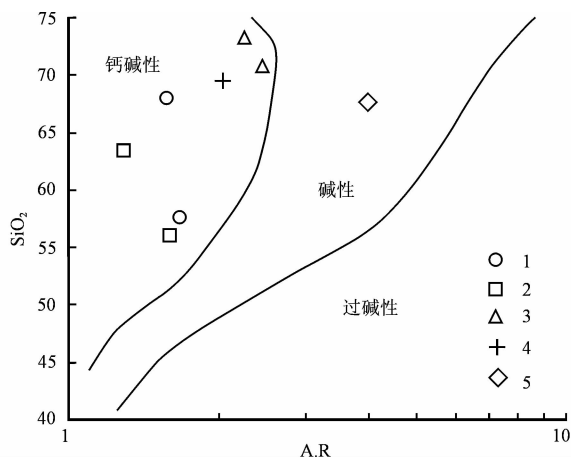


图 2 达茂旗北部主要侵入体 $\text{SiO}_2-\text{A.R}$ 图解

Fig. 2 $\text{SiO}_2-\text{A.R}$ diagram of the main intrusions

in north Damaoqi

- 1 - 巴特敖包岩体; 2 - 查干哈达庙岩体; 3 - 查干诺尔岩体;
4 - 赛尔音呼都格岩体; 5 - 沙尔陶勒盖岩体
1 - Bateaoobao pluton; 2 - Chagan Hada Temple rock mass;
3 - Chagannuoer rock mass; 4 - Sareryinhuduge
rock mass; 5 - Shaertaolegai rock mass

稀土元素含量及特征值(表 3)表明,岩石 $\sum \text{REE} = 31.66 \times 10^{-6} \sim 89.26 \times 10^{-6}$, $\text{LREE}/\text{HREE} = 1.88 \sim 19.52$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 4.98 \sim 42.76$,轻重稀土分馏明显,明显富集轻稀土; δEu 为 0.62 ~ 1.16,具有负铕异常或弱正异常。岩体稀土元素球粒陨石标准化分布型式图显示:巴特敖包岩体稀土含量曲线为铕异常不明显或略具正铕异常,其平均值曲线与大陆弧曲线基本一致(图 4a);查干诺尔岩体、赛尔音呼都格岩体及沙尔陶勒盖岩体稀土配分式为一系列右倾平滑曲线,且具有较高的相似性,反映了它们的亲缘性,并且模式曲线与 adakite 模式曲线基本一致,都是轻重稀土分馏明显(图 4b、4c),这也与斑岩型铜矿的配分曲线极为相似(冷成彪等, 2007);查干哈达庙岩体稀土配分式为一系列平坦曲线,具弱正铕异常(图 4d)。从 REE 地球化学方面看,本区岩体对成矿还是比较有利的。

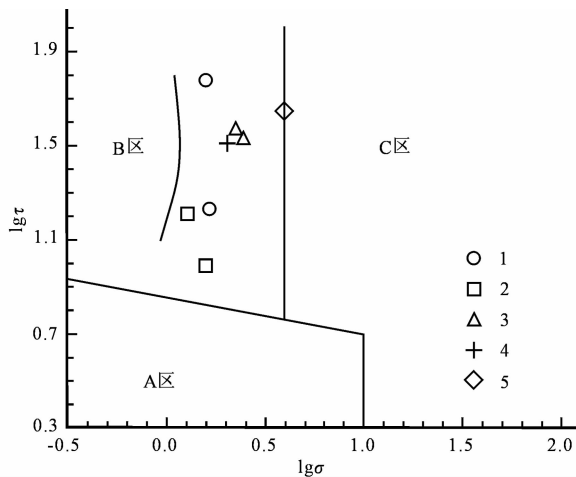


图 3 达茂旗北部主要侵入体 $\lg\sigma-\lg\tau$ 图解

Fig. 3 $\lg\sigma-\lg\tau$ diagram of main intrusions

in northern Damaoqi

- 1 - 巴特敖包岩体; 2 - 查干哈达庙岩体; 3 - 查干诺尔岩体; 4 - 赛尔音呼都格岩体; 5 - 沙尔陶勒盖岩体; A 区 - 非造山带地区火山岩; B 区 - 造山带地区火山岩; C 区 - A 区、B 区派生的碱性、富碱岩

- 1 - Bateaoobao pluton; 2 - Chagan Hada Temple rock mass; 3 - Chagannuoer rock mass; 4 - Sareryinhuduge rock mass; 5 - Shaertaolegai rock mass; A area - non-orogenic volcanic rock; B area - orogenic volcanic rock; C area - alkaline and alkali-rich rock derived from A and B areas

3 铜金矿床地质特征及成矿特点

3.1 铜、金矿床地质特征

研究区内的铜、金矿床(点)大体可划分为两个带: I、哈尔陶勒盖-满都拉-查干哈达庙铜矿带,主要分布在研究区北侧,由哈尔陶勒盖、查干诺尔、乌珠新乌苏、查干哈达庙等铜矿(点)组成; II、善丹-百流图铜金矿带,主要分布在研究区南侧,由善丹、查干德勒、乌兰等铜矿(点)及乌花敖包、呼勒格尔、那仁宝力格、白流图等金矿(点)组成。各铜、金矿床(点)地质特征见表 4。下面重点阐述查干诺尔铜矿和乌花敖包金矿地质特征。

3.1.1 查干诺尔铜矿

查干诺尔铜矿位于华力西晚期构造岩浆带内(刘晓雪等, 2007),铜矿体呈蚀变破碎带产于查干诺尔杂岩体内部(图 5)。岩体主要岩性为花岗闪长岩、二长花岗岩及钾长花岗岩,其中钾长花岗岩为含矿围岩。矿体呈透镜状或脉状,走向 NW,长 100 ~ 550m,宽 0.5 ~ 4m,剖面上矿体向南东倾斜。矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、孔雀石、辉铜矿、方铅矿、闪

表 3 达茂旗北部主要侵入体稀土元素含量(10⁻⁶)及特征参数
Table 3 REE analyses of main intrusions in northern Damaoqi(10⁻⁶)

样号	1	2	3	4	5	6	7	8		
岩体名称	巴特敖包		查干哈达庙		查干诺尔		赛尔音呼都格	沙尔陶勒盖	大陆弧	埃达克岩
岩性	石英闪长岩	花岗闪长岩	石英闪长岩	闪长岩	二长花岗岩	钾长花岗岩	二长花岗岩	花岗闪长岩		
La	14.68	12.24	4.71	3.87	17.96	21.34	15.4	6.97	29.94	22.62
Ce	32.59	24.86	10.54	8.8	35.7	39.55	30.06	13.24	60.15	41.03
Pr	4.52	2.8	1.62	1.52	4.38	4.41	3.12	1.41		
Nd	18.68	9.56	7.85	7.27	15.94	15.4	11.88	5.19	28.27	18.53
Sm	4.21	2.05	2.56	2.39	2.55	2.43	2.07	0.94	5.28	2.88
Eu	1.39	0.57	1	1.1	0.59	0.44	0.64	0.25	1.81	0.91
Gd	3.89	1.93	3.73	3.52	1.61	1.8	2.00	0.94	4.26	2.05
Tb	0.54	0.3	0.59	0.57	0.21	0.25	0.30	0.14	0.72	0.3
Dy	2.74	1.72	3.39	3.44	0.94	1.4	1.33	0.78	3.57	1.22
Ho	0.53	0.41	0.8	0.82	0.17	0.29	0.33	0.22		
Er	1.47	1.15	2.26	2.35	0.46	0.86	1.05	0.67	2.2	0.64
Tm	0.24	0.19	0.35	0.35	0.07	0.14	0.15	0.09		
Yb	1.31	1.12	2	1.95	0.42	0.81	1.05	0.70	2.44	0.65
Lu	0.2	0.18	0.31	0.3	0.07	0.14	0.16	0.13	0.39	0.11
ΣREE	86.99	59.08	41.71	38.25	81.07	89.26	69.53	31.66		
LREE	76.07	52.08	28.28	24.95	77.12	83.57	63.18	27.99		
HREE	10.92	7	13.43	13.3	3.95	5.69	6.36	3.67		
LREE/HREE	6.97	7.44	2.11	1.88	19.52	14.69	9.94	7.63		
La/Yb	11.21	10.93	2.36	1.98	42.76	26.35	14.68	9.98	12.27	34.80
δEu	1.03	0.86	0.99	1.16	0.83	0.62	0.95	0.81	1.13	1.09

注:样品 1~6 号数据来源于^①;7~8 号数据来源于^④;大陆弧及埃达克岩稀土元素含量引自肖庆辉等(2002)。

锌矿等,脉石矿物主要有石英、钾长石、斜长石、绢云母、绿泥石、绿帘石等。围岩蚀变强烈并具明显的分带现象,中心以硅化、钾化为主,向外为绢云母化—高岭土化—青磐岩化,与斑岩型铜矿类似。矿石有用组分 Cu、Ag、Pb、Zn、Mo 的含量变化大,一般 Cu 0.28%~3.58%,Au 0.06×10⁻⁶~0.3×10⁻⁶,Pb 0.03%~0.38%,Zn 0.2%~3.56%,Mo 2.1×10⁻⁶~5.6×10⁻⁶。该矿床应为斑岩型铜矿床。

3.1.2 乌花敖包金矿

乌花敖包金矿位于内蒙古达茂旗阿拉格敖包东北部、乌花敖包东南部。矿区主要出露上志留统西别河组的浅变质碎屑岩、碳酸盐岩,华力西期黑云母花岗闪长岩、二长花岗岩。矿体主要产于碎屑岩与

黑云母花岗闪长岩的内外接触带内。矿区岩脉发育,石英斑岩、花岗斑岩、闪长玢岩、硅质岩等,有的岩脉早于矿脉而成为矿脉的围岩或被其切割,也有部分岩脉晚于矿脉而切穿矿脉。金矿化与岩脉时空关系密切,矿体往往产于岩脉的上下盘。受矿区南部北东向阿拉格敖包逆断裂影响,矿化明显受断裂控制,所有矿体均产于断裂破碎带中,部分碎裂岩脉构成的构造角砾岩本身就是金矿体,矿体长 500~1000m,宽 0.5~5m,金品位为 0.5×10⁻⁶~42.94×10⁻⁶。矿石主要矿物有自然金、银金矿、黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、褐铁矿、石英、绿泥石、绿帘石等。围岩蚀变强烈,以硅化、黄铁矿化为主,次为绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭土化等。

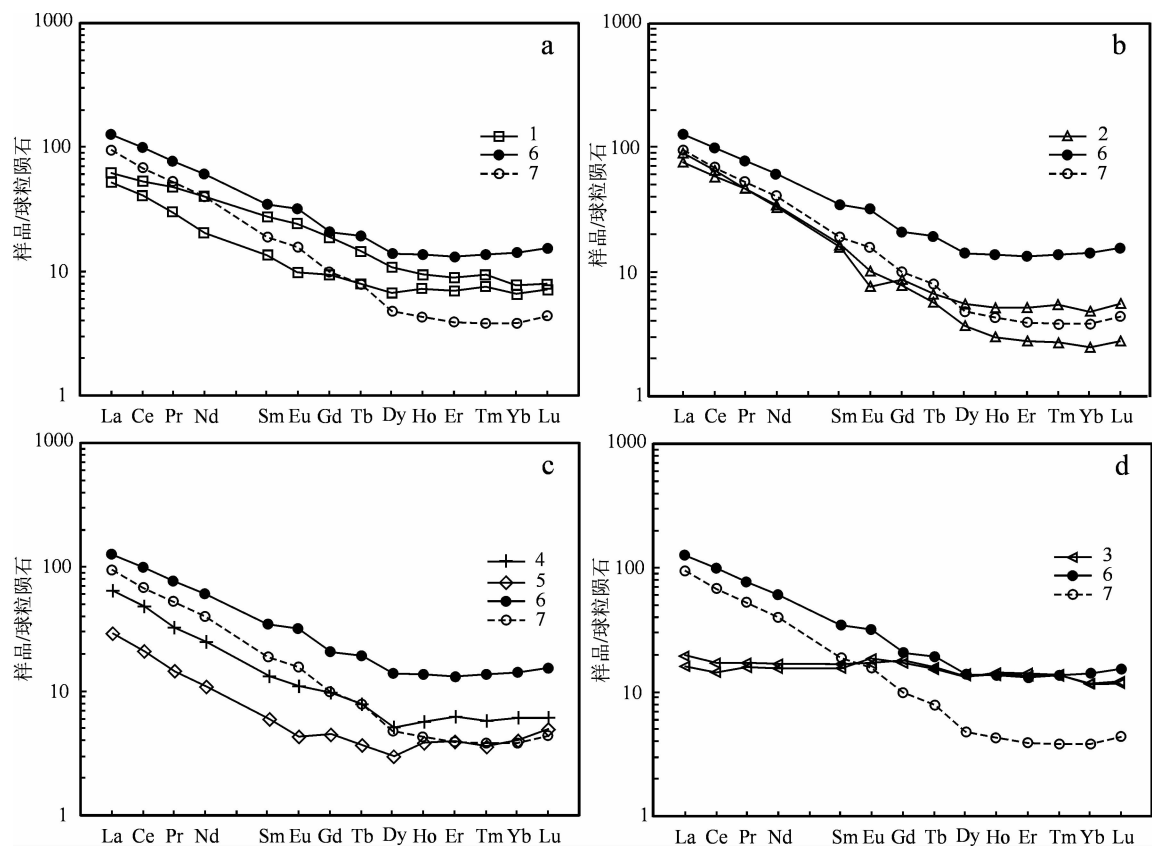


图 4 达茂旗北部主要侵入体稀土元素球粒陨石标准化分布型式图 (球粒陨石标准化值据 Sun *et al.*, 1989)

Fig. 4 Diagrams showing chondrite – normalized distribution patterns of rare earth elements in main intrusions in northern Damaoqi (base diagram from Sun *et al.*, 1989)

1 – 巴特敖包岩体; 2 – 查干诺尔岩体; 3 – 查干哈达庙岩体; 4 – 赛尔音呼都格岩体; 5 – 沙尔陶勒盖岩体; 6 – 大陆弧; 7 – 埃达克岩
1 – Bateaobao pluton; 2 – Chagan Hada Temple rock mass; 3 – Chagannuoer rock mass; 4 – Sareryinhuduge rock mass; 5 – Shaertaolegai rock mass; 6 – continental arc; 7 – adakites

根据矿物流体包裹体测温资料 (徐良耀, 1995), 石英包裹体均一温度为 239℃ ~ 355℃, 平均 250 ~ 300℃, 压力 42 ~ 100 mPa, 相当于中温热液成矿。另外矿区内华力西期花岗闪长岩和西别河组碎屑岩金含量较高, 可视为矿源层。华力西晚期, 本区中酸性岩浆活动和构造频繁, 从深部带来丰富的含金热液, 同时阿拉格敖包逆断裂为区内大的导矿构造, 伴随岩浆、热液与断裂构造活动, 在上述断裂的旁侧次级破碎带中形成了金矿 (化) 体。该矿床应为中温热液蚀变岩型金矿床。

3.2 矿床类型划分

根据铜、金矿 (点) 地质特征可将本区铜金矿床划分如下几种类型:

- (1) 斑岩型铜矿床, 典型矿床 (点) 有: 查干若尔、乌珠新乌苏、善丹等;
- (2) 矽卡岩型铜矿床, 典型矿床 (点) 有: 乌兰铜钨矿;
- (3) 火山岩型铜矿床, 典型矿床 (点) 有: 查干

哈达庙、查干德勒、哈尔陶勒盖;

(4) 石英脉型金矿床, 典型矿床 (点) 有: 百流图、呼勒格尔;

(5) 蚀变岩型金矿床, 典型矿床 (点) 有: 乌花敖包、那仁宝力格。

3.3 铜、金矿床成矿特点

本区铜、金矿床特点如下:

- (1) 铜、金矿床主要产于石炭系本巴图组、二叠系大石寨组及志留系西别河组地层中, 矿床 (点) 空间分布受构造和地层控制, 其中查干哈达庙铜矿和百流图金矿受近东西向韧性剪切带控制, 因此构造控矿特征较明显;
- (2) 区内所有矿床 (点) 均产于岩体内或外接触带, 尽管各矿床 (点) 产出位置不同, 但均与加里东期、华力西晚期岩浆岩有关;
- (3) 铜、金矿均为小型或矿点, 矿体呈脉状, 规模不一, 品位贫富不均;

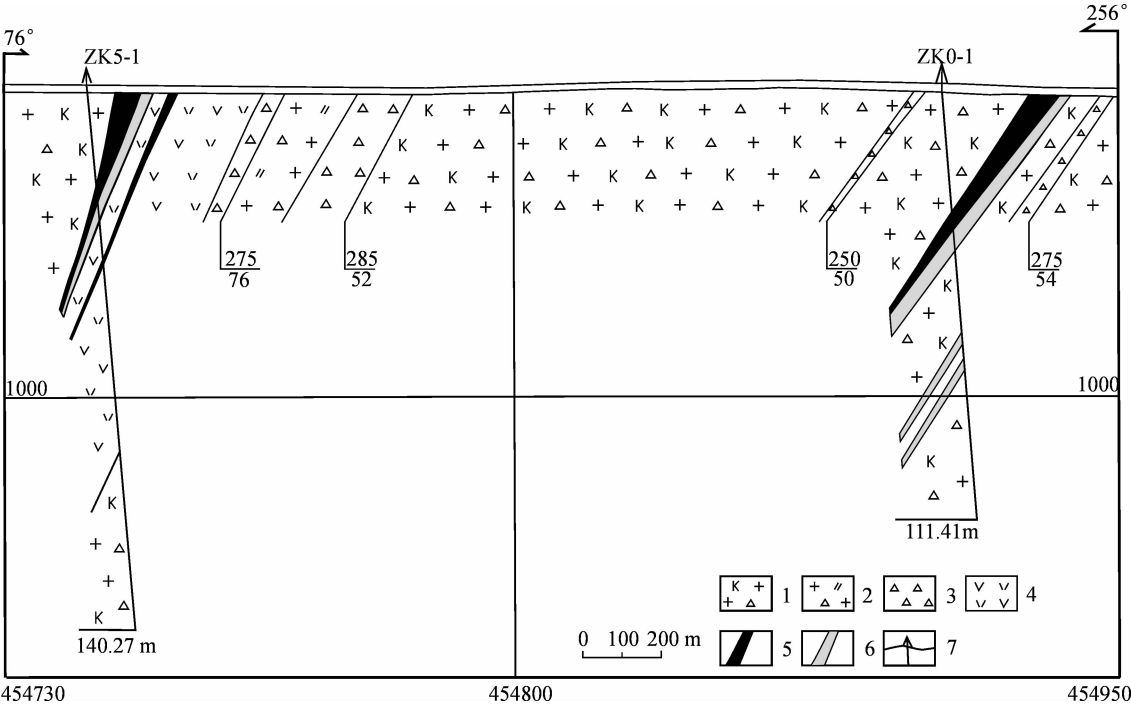


图 5 查干诺尔铜矿 0 号勘探线剖面图 (据刘晓雪等,2007)

Fig. 5 Geological profile along the No. 0 prospecting line of the Chagannuoer copper deposit (modified from Liu *et al.* ,2007)

1 - 碎裂花岗岩;2 - 碎裂二长花岗岩;3 - 断层角砾岩;4 - 英安斑岩;5 - 铜矿体;6 - 铜矿化体;7 - 钻孔位置
1 - fractured granite;2 - fractured monzogranite;3 - fault breccia;4 - dacite porphyry;5 - copper ore body;
6 - copper mineralized body;7 - borehole location

(4) 铜、金矿床金属矿物组合为孔雀石、黄铜矿、黄铁矿等,脉石矿物有石英、绢云母、绿泥石及重晶石等,围岩蚀变有硅化、绢云母化、绿泥石化等;

(5) 哈尔陶勒盖-满都拉-查干哈达庙一带主要产出铜矿,矿床类型为斑岩型、火山块状硫化物型;善丹-百流图一带主要产出铜、金矿及铜多金属矿,矿床类型主要有矽卡岩型、石英脉型及蚀变岩型。

4 讨论

4.1 岩浆岩时代限定

据野外观察,本区花岗岩类岩体多数沿断裂侵入于上志留统-下二叠统中,并且被上侏罗统不整合覆盖;前人获得巴特敖包岩体花岗闪长岩及闪长岩锆石 U - Pb 年龄在 427 ~ 536.2 Ma(尚恒胜等, 2003;许立权等, 2003;陶继雄等, 2005;张维等, 2008;李建锋等, 2010);1998 年内蒙古区地质调查院进行的 1:5 万区调(满都拉幅)曾获得沙尔陶勒盖序列岩体锆石 U - Pb 年龄为 263 ± 2.6Ma,刘晓

雪等(2007)获得查干诺尔杂岩体中二长花岗岩单颗粒锆石 TIMS 法年龄为 262.8 ± 1.2Ma。因此,本文认为该区岩浆岩形成的时代主要为中晚奥陶世和中二叠世,并依据岩浆岩分布特征,将本区岩浆活动峰期限定于中二叠世。

4.2 岩浆活动与成矿关系

(1) 从成矿时代来看,加里东期岩浆侵入活动主要形成斑岩型铜矿、蚀变岩型金矿的成矿母岩,如善丹铜矿(点)、呼格勒尔金矿(点);而华力西晚期岩浆侵入活动则较复杂,一方面在志留纪、石炭纪及二叠纪地层中形成宽度不等的接触蚀变带并发育不同程度的铜、金矿化,如乌珠新乌苏铜矿(点)、乌花敖包金矿(点)等;一方面为外接触带的热液铜矿床的形成提供成矿热源,如查干哈达铜矿、哈尔陶勒盖铜矿。

(2) 从成矿岩性来看,铜矿化多与闪长岩、石英闪长岩及花岗闪长岩有关,金矿化多与石英闪长岩、斜长花岗岩及黑云母花岗岩有关。

(3) 全区铜、金矿床(点)赋矿围岩各不相同,但都产于岩体或接触带内,均显示与岩浆活动有关,

表 4 达茂旗北部主要铜金矿(点)地质特征

Table 4 Geological characters of main copper and gold deposits in northern Damaoqi

矿床名称	赋矿围岩	近矿岩浆岩特征	矿体 形态	矿体特征	矿物组合		热液蚀变	矿床 规模	资料来源
					金属矿物	脉石矿物			
查干哈达庙铜矿	上石炭统本巴图组粉砂质板岩 夹安山岩、灰岩	华力西期闪长岩	脉状	矿化带长 400 ~ 750m, 宽 15 ~ 70m; 矿体长 160 ~ 750m, 厚 0.6 ~ 2.7m	孔雀石、黄铜矿、辉铜矿、黄铁矿	石英、绢云母、重晶石	硅化、高岭土化、碳酸盐化	小型	王守光等, 2009
哈尔陶勒盖铜矿	上石炭统本巴图组安山岩、石英斑岩、凝灰岩	华力西期花岗岩斑岩脉	脉状	矿化带长 260m, 宽 8 ~ 30m; 矿体长 140m, 宽 7m	孔雀石、铜蓝、黄铁矿	石英、绿泥石	硅化、绿泥石化、青盘岩化	矿点 ⑤	
查干诺尔铜矿	华力西期钾长花岗岩、二长花岗岩	华力西期钾长花岗岩、二长花岗岩	脉状	矿化带长 300 ~ 800m, 宽 10 ~ 40m; 矿体长 100 ~ 550m, 宽 0.5 ~ 4m	孔雀石、铜蓝、黄铁矿、黄铜矿	石英、绿泥石、钾长石、硬石膏	硅化、钾化、绢英岩化、高岭土化、青盘岩化	矿点	刘晓雪, 2007; 任军平, 2010
乌珠新乌苏铜矿	下二叠统大石寨组砂岩、粉砂岩夹灰岩透镜体	华力西期花岗岩闪长岩	脉状	矿化带长 200m, 宽 6 ~ 50m	孔雀石、铜兰、黄铁矿	石英、斜长石、绿泥石	硅化、绿泥石化	矿点 ⑥	
松多尔铜矿	上石炭统本巴图组安山岩、玄武岩	华力西期石英闪长岩	脉状	矿化带长 30 ~ 150m, 宽 0.5 ~ 2m	孔雀石、黄铁矿、黄铜矿	石英、绿泥石	硅化、绿泥石化	矿点 ⑥	
善丹铜矿	加里东期石英闪长岩、斜长花岗岩	加里东期石英闪长岩、斜长花岗岩	脉状	矿化带长 4 ~ 190m, 最宽 12m, 一般 1 ~ 5m	孔雀石、蓝铜矿、黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿	石英、斜长石、钾长石、绢云母	绢云母化、钠黝帘石化、绿泥石化	矿点 ⑥	
查干德勒铜矿	奥陶系安山岩、玄武岩	华力西期闪长岩	脉状	矿化带长 20 ~ 120m, 宽 1 ~ 3m	孔雀石、黄铜矿	绢云母、长石、绿泥石	绢云母化、钠长石化、闪石化	矿点 ⑥	
百流图金矿	华力西期石英闪长岩、斜长花岗岩、花岗细晶岩	华力西期石英闪长岩、斜长花岗岩	脉状	矿化带长 30 ~ 100m, 宽 0.4 ~ 2m	黄铁矿、黄铜矿、孔雀石	石英、斜长石、黑云母、绢云母	硅化、绢云母化、绿泥石化	矿点 ⑥	
呼勒格尔金矿	上志留统西别河组灰岩、加里东期石英闪长岩、斜长花岗岩	加里东期石英闪长岩、斜长花岗岩	脉状	矿化带长 20 ~ 100m, 宽 0.4 ~ 1m	黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、孔雀石	石英、重晶石、斜长石、角闪石	硅化、绢云母化、重晶石化、绿泥石化	矿点 ⑥	
乌花敖包金矿	上志留统西别河组变质砂岩及灰岩透镜体	华力西期碎裂花岗岩、黑云母花岗岩闪长岩	脉状	矿化带长 500 ~ 1000m, 宽 0.5 ~ 5m, 矿体长 100 ~ 450m, 厚 0.5 ~ 4m	褐铁矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿	石英、黑云母、斜长石、方解石	硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化	小型	徐良耀, 1995
那仁宝力格金矿	中下志留统西查干台布组变质砂岩、华力西期石英闪长岩	华力西期石英闪长岩	脉状	矿化带长 50 ~ 100m, 宽 1 ~ 5m	黄铁矿、褐铁矿	石英、绢云母	硅化、绢云母化、绿泥石化	矿点 ⑥	

结合成矿和岩浆岩时代,可以进一步认为华力西晚期岩浆活动对铜、金矿的形成起了主要控制作用。

4.3 成矿地质背景认识

(1) 从大地构造位置看,研究区位于华北板块增生带,索伦山-林西深大断裂经过本区,区内发育一系列岛弧环境的火山岩及岩浆岩(苏新旭等,2000;白立兵等,2004)。一般来说,斑岩型矿床主要产于活动大陆边缘、岛弧及裂谷环境,并主要与花岗质岩浆热液有关(徐国权等,2002;芮宗瑶等,2003)。因此,大地构造环境对本区形成斑岩型矿床是十分有利的。

(2) 区内含矿围岩主要为古生界上志留统西别河组变质砂岩及灰岩透镜;上石炭统本巴图组变质凝灰岩、变沉凝灰岩;下二叠统变安山岩、英安岩、粗安岩。通常来说,低孔隙度、封闭性好的围岩对斑岩型矿床成矿有利,能够把进入斑岩体内的成矿流体封闭在斑岩体或接触带内。无疑本区地层具备上述特征,具备较好的成矿围岩条件。

(3) 本区岩浆侵入活动频繁,岩石类型多样,铜金矿化主要与华力西晚期侵入岩有关,成矿岩体主要为闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、斜长花岗岩、二长花岗岩等,以中酸性为主(SiO_2 平均含量 65.83%),可与斑岩型铜矿含矿斑岩体(SiO_2 含量 62%~68%)对比;另对中蒙边境及邻区已知斑岩型铜、金矿床(点)特点研究发现,尽管各矿床(点)产于不同的容矿围岩,但多数矿床(点)与华力西期岩浆侵入岩有密切的时空关系,暗示了华力西期岩浆活动与铜、金成矿作用的成因联系。从这点看,本区岩浆岩条件对形成斑岩型铜、金矿床是十分有利的。

(4) 本区矿化在地表主要表现为两类:一类沿碎裂带成脉状分布,此类矿化多发育在石英脉中;一类沿岩体内外接触带呈面状、带状分布。在查干诺尔矿区,经钻探发现,往深部铜矿化在黑云二长花岗岩、斑状钾长花岗岩、花岗闪长斑岩以及闪长玢岩中呈星散状、细脉状、团块状产出,与典型斑岩型铜矿床特点相似。区内地层与岩体普遍具有不同程度的硅化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、钾化及碳酸盐化等,蚀变呈线状、面状、带状分布。由于本区产出斑岩型铜矿床(点),这些脉状、线状矿化与蚀变可能系斑岩型铜、金矿床的上部产物,也暗示深部具备寻找斑岩型铜、金矿床的条件。

(5) 尽管在奥陶纪,早期从华北克拉通解体出来的锡林浩特微陆块发生南北俯冲,在南侧达茂旗

巴特敖包一带形成火山岛弧并伴有一系列岩浆侵入活动,形成了善丹、呼勒格尔等斑岩型铜、金矿。但本区铜、金矿的主要形成时间为华力西期,并直接受华力西晚期岩浆活动控制。晚古生代末期,古亚洲洋闭合伴随强烈的构造活动,二叠纪早期在满都拉一带形成岛弧环境的火山岩;中二叠世产生了大量的深成岩浆,这些岩浆在上侵的过程中带来了大量的热源和成矿物质;岩浆上升过程中活化了志留纪、石炭纪和早二叠纪地层中的铜、金,使成矿物质逐渐富集;当岩浆到达浅地表时形成各种斑岩体,同时形成斑岩型铜矿床,如查干诺尔铜矿,含矿岩浆热液继续上升至近地表,在岩体及接触带附近形成火山热液型铜矿和蚀变岩型、石英脉型金矿,如查干哈达庙铜矿、百流图金矿、乌花敖包金矿。当然,不排除部分矿床(点)遭受后期中新生代成矿作用的叠加。

5 结论

(1) 本区岩浆岩分布广泛,以加里东期和华力西晚期最为发育。其中加里东期侵入岩以闪长岩、石英闪长岩及斜长花岗岩为主;华力西晚期侵入岩以闪长岩、石英闪长岩、黑云母花岗岩、二长花岗岩及钾长花岗岩为主。

(2) 区内铜、金矿床(点)均产于岩体内或其外接触带的火山岩中,显示与岩浆活动有关的特征;铜、金成矿作用与华力西晚期岩浆侵入活动密切相关。

(3) 本区大地构造、地层、岩浆岩及矿化都可与斑岩型铜金矿床地质特征相对比,加之区内存在斑岩型铜矿(点),其成矿条件十分优越,具备较大的铜、金找矿潜力。尽管目前在该地区尚未发现大中型斑岩型铜、金矿床,只要加大勘查投入,深化成矿规律认识,在本区寻找大中型斑岩型铜、金矿床的可能性还是存在的。

[注释]

- ① 内蒙古自治区地质局. 1980. 1:20 万查干哈达幅地图(k-49-15)
- ② 内蒙古自治区地质局. 1980. 1:20 万桑根达来幅地图(k-49-14)
- ③ 天津地质矿产研究所. 2007. 内蒙古索伦山-东乌旗成矿带成矿环境、找矿方向及勘查技术方法研究成果报告[R]
- ④ 内蒙古地质矿产局. 1998. 中华人民共和国区域地质调查图幅说明书:1:5 万满都拉苏木幅[R]
- ⑤ 内蒙古自治区地质局. 1980. 中华人民共和国区域地质测量报告:1:20 万桑根达来幅(矿产部分)[R]
- ⑥ 内蒙古自治区地质局. 1980. 中华人民共和国区域地质测量报告:1:20 万查干哈达幅(矿产部分)[R]

[References]

- Bai Li - bing, Li Yu - xi, Liu Jun - jie. 2004. Characteristics and tectonic settings of the Devonian basic volcanic rocks in Mandula, Inner Mongolia[J]. Geology and Mineral Resources of south China, 3: 50 - 54 (in Chinese with English abstract)
- Cao Sheng - ru. 1993. The framework of plate tectonics of Inner Mongolia[J]. Geological Bulletin of China, 3: 211 - 215 (in Chinese with English abstract)
- Fan Chi - yu, La Fu, Kong Qing. 1999. Geology and Mineral Resources of Inner Mongolia Autonomous Region [M]. Hohhot: Inner Mongolia Publishing House: 160 - 197 (in Chinese)
- Hu Peng, Nie Feng - jun, Jiang Si - hong, Zhang Wan - yi. 2006. Geological features of typical ore deposits in southern Mongolia and their implications for mineral exploration of adjacent areas[J]. Mineral Deposit, 25 (Supple): 123 - 126 (in Chinese with English abstract)
- Leng Cheng - biao, Zhang Xing - chun, Chen Yan - jing, Wang Shou - xu, Gou Ti - zhong, Cheng Wei. 2007. Discussion on the relationship between Chinese porphyry copper deposits and adakitic rocks [J]. Earth Science Frontiers, 14 (5): 199 - 210 (in Chinese with English abstract)
- Li Jiang - feng, Zhang Zhi - cheng, Han Bao - fu. 2010. Ar - Ar and zircon SHRIMP geochronology of hornblende and diorite in northern Darhan Muminggan Joint Banner, Inner Mongolia, and its geological significance[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 29 (6): 732 - 740 (in Chinese with English abstract)
- Liu Xiao - xue, Mao De - bao, Cao Xiu - lan, Zhang Lian - ying, Li Wan - he. 2007. Characters and genesis of the Chaganuoer Copper deposit in Inner Mongolia[J]. Geological Survey and Research, 30 (4): 271 - 276 (in Chinese with English abstract)
- Liu Yi - kang, Xu Ye - bing. 2003. The prospecting and main features of Oyu Tolgoi porphyry Cu - Au deposit in Mongolia[J]. Geology and Prospecting, 39 (1): 1 - 4 (in Chinese with English abstract)
- Nie Feng - jun, Jiang Si - hong, Zhang Yi, Liu Yan, Hu Peng. 2004. Geological features and origin of porphyry copper deposits in China - Mongolia border region and its neighboring areas[J]. Mineral Deposit, 23 (2): 176 - 189 (in Chinese with English abstract)
- Ren Jun - ping, Zhang Lian - ying, Tang Wen - long, Wang Guo - ming. 2010. Study on the structural features of the Chaganuoer copper deposit in Damaoqi, Inner Mongolia[J]. Geological Survey and Research, 33 (2): 130 - 133 (in Chinese with English abstract)
- Rui Zong - yao, Zhang Li - sheng, Wang Long - sheng, Wang Yi - tian. 2003. Porphyry copper deposits and continental volcanism [J]. Seismology and Geology, 25 (Supple): 78 - 87 (in Chinese with English abstract)
- Shang Heng - sheng, Tao Ji - xiong, Bao J, Hao Xian - yi. 2003. The are - basin system and tectonic significance of Early Paleozoic in Baiyunebo area Inner Mongolia[J]. Geological Survey and Research, 16 (3): 160 - 168 (in Chinese with English abstract)
- Shao Ji - an. 1991. The Earth's Crust Evolution for the Middle Part of the Northern Margin of North China Plate [M]. Beijing: Beijing University Publishing House: 1 - 136 (in Chinese)
- Sheng Cun - li, Su Hong - wei, Wang Shou - guang. 2004. Regional metallogenic characteristics of Cu deposit in Inner Mongolia[J]. Northwestern Geology, 37 (3): 43 - 45 (in Chinese with English abstract)
- Sun Ss, McDonough W F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes [C] // Saunders A D, Norry M J (eds.). Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society, London, Special Publications, 42: 313 - 345
- Su Xin - xu, Meng Er - geng, Zhang Yong - qing. 2000. Discussion on plate action of Late Palaeozoic on Mandula, Damaoqi, Inner Mongolia [J]. Geology Of Inner Mongolia, 1: 17 - 34 (in Chinese with English abstract)
- Tao Ji - xiong, Xu Li - quan, He Feng, Su Mao - rong. 2005. Petrological evidence for subduction of the Early Paleozoic crust in Bate - Obo, Inner Mongolia[J]. Geological Survey and Research, 28 (1): 1 - 8 (in Chinese)
- Wang Shou - guang, Huang Zhan - qi, Su Xin - xu, Shen Cu - li, Hu Feng - xiang. 2004. A notable metallogenic belt striding across the border between China and Mongolia - South Gobi - Dongwuqi copper - polymetallic metallogenic Belt[J]. Earth Science Frontiers, 11 (1): 249 - 255 (in Chinese with English abstract)
- Wang Shou - guang, Wang Xin - liang, Chang Zhong - yao, Hao Jun - feng, Zhang Mei, Ren Yi - ping, Zhai Yu - sheng, Wang Jian - ping, Liu Jia - jun, Peng Run - ming. 2009. Identification and geological significance of the volcanic massive sulfide (VMS) copper deposit in Damao County, Inner Mongolia[J]. Contributions to geology and Resources Research, 24 (4): 272 - 275 (in Chinese with English abstract)
- Xu Guo - Quan, Li Jian - fu, Zhang Lu - qiao. 2002. Discussion about direction for prospecting ore on copper deposit in Inner Mongolia [J]. Geology of Inner Mongolia, 2: 11 - 14 (in Chinese with English abstract)
- Xu Li - quang, Tao Ji - xiong. 2003. Characteristics and tectonic significance of Ordovician granites in northern Damaoqi, Inner Mongolia [J]. Geology and Mineral Resources of south China, 1: 17 - 22 (in Chinese with English abstract)
- Xu liang - yao. 1995. Mineralization characteristics of Wuhuaobao Gold Deposit, Damao, Inner Mongolia[J]. Gold Geology, 1 (2): 30 - 35 (in Chinese)
- Xiao Qing - hui, Deng Jing - fu, Ma Da - shuan. 2002. Granite Research of Thinking and Methods [M]. Beijing: Geological Publishing House: 172 - 191 (in Chinese)
- Zhang Hong - tao, Chen Ren - yi, Han Fang - lin. 2004. Reunderstanding of metallogenic geological conditions of porphyry copper deposits in China[J]. Mineral Deposit, 23 (2): 150 - 163 (in Chinese with English abstract)
- Zhao Lei, Wu Tai - ran, Luo Hong - ling, He Yuan - kai, Jing - xu. 2008. Geochemistry of Huheengeer complex, Bayan Obo region, Inner Mongolia and its tectonic implications[J]. Geological Journal of China Universities, 14 (1): 29 - 38 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Wei, Jian Ping. 2008. SHRIMP dating of Early Paleozoic granites

from north Damaoqi, Inner Mongolia[J]. Acta Geologica Sinica, 82(6): 778 – 787 (in Chinese with English abstract)

Zhang Yi, Nie Feng – jun, Jiang Si – hong, Hu Peng. 2003. Discovery of Ouyu Tolgoi copper – gold deposit in the Sino – Mongolia order region and its significance for mineral exploration[J]. Geological bulletin of China, 22(9): 708 – 712 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

白立兵, 李玉玺, 刘俊杰. 2004. 内蒙古满都拉泥盆纪基性火山岩特征及其形成环境[J]. 华南地质与矿产, 3: 50 – 54

曹生儒. 1993. 对内蒙古板块构造轮廓的新认识[J]. 地质通报, 3: 211 – 215

潘启宇, 拉夫, 孔庆和. 1999. 内蒙古自治区地质矿产志[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社: 160 – 197

胡朋, 聂凤军, 江思宏, 张万益. 2006. 南蒙古典型金属矿床地质特征及对中国相邻地区的找矿启示[J]. 矿床地质, 25(增刊): 123 – 126

冷成彪, 张兴春, 陈衍景, 王守旭, 苟体忠, 陈伟. 2007. 中国斑岩铜矿与埃达克(质)岩探讨[J]. 地学前沿, 14(5): 199 – 210

李建锋, 张志诚, 韩宝福. 2010. 内蒙古达茂旗北部闪长岩锆石 SHRIMP U – Pb、角闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar 年代学及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 29(6): 732 – 740

刘晓雪, 毛德宝, 曹秀兰, 张连营, 李万贺. 2007. 内蒙古查干若尔铜矿区矿石特征及成因探讨[J]. 地质调查与研究, 30(4): 271 – 276

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

聂凤军, 江思宏, 张义, 刘妍, 胡朋. 2004. 中蒙边境及邻区斑岩型铜矿床地质特征及成因[J]. 矿床地质, 23(2): 176 – 189

任军平, 张连营, 唐文龙, 王国明. 2010. 内蒙古达茂旗查干若尔铜矿区构造特征浅析[J]. 地质调查与研究, 33(2): 130 – 133

芮宗瑶, 张立生, 王龙生, 王义天. 2003. 斑岩型铜矿与陆相火山活动[J]. 地震地质, 25(增刊): 78 – 87

尚恒胜, 陶继雄, 宝音乌力吉, 郝先义. 2003. 内蒙古白云鄂博地区早古生代弧 – 盆体系及构造意义[J]. 地质调查与研究, 16

(3): 160 – 168

邵济安. 1991. 中朝板块北缘中段地壳演化[M]. 北京: 北京大学出版社: 1 – 136

沈存利, 苏宏伟, 王守光. 2004. 内蒙古铜矿床区域成矿特征初步研究[J]. 西北地质, 37(3): 43 – 50

苏新旭, 孟二根, 张永清. 2000. 内蒙古达茂旗满都拉地区晚古生代板块活动探讨[J]. 内蒙古地质, 1: 17 – 34

陶继雄, 许立权, 贺锋, 苏茂荣. 2005. 内蒙古巴特敖包地区早古生代洋壳消减的岩石证据[J]. 地质调查与究, 28(1): 1 – 8

王守光, 黄占起, 苏新旭, 沈存利, 胡凤翔. 2004. 一条值得重视的跨国境成矿带 – 南戈壁 – 东乌旗成矿带[J]. 地学前缘, 11(1): 249 – 255

王守光, 王新亮, 常中耀, 郝俊峰, 张梅, 任亦萍, 霍裕生, 王建评, 刘家军, 彭润民. 2009. 内蒙古查干哈达庙块状硫化物型铜矿床类型的确认及意义[J]. 地质找矿论丛, 24(4): 272 – 275

徐国权, 李健伏, 张履桥. 2002. 内蒙古铜矿找矿方向探讨[J]. 内蒙古地质, 2: 11 – 14

许立权, 陶继雄. 2003. 内蒙古达茂旗北部奥陶纪花岗岩类特征及其构造意义[J]. 华南地质与矿产, 1: 17 – 22

徐良耀. 1995. 内蒙古达茂旗乌花敖包金矿床的矿化特征[J]. 黄金地质, 1(2): 30 – 35

肖庆辉, 邓晋福, 马大铨. 2002. 花岗岩研究思维与方法[M]. 北京: 地质出版社: 172 – 191

张洪涛, 陈仁义, 韩芳林. 2004. 重新认识中国斑岩铜矿的成矿地质条件[J]. 矿床地质, 23(2): 150 – 163

赵磊, 吴泰然, 罗红玲, 贺元凯, 荆旭. 2008. 内蒙古白云鄂博地区呼和恩格尔杂岩体的地球化学特征及构造意义[J]. 高校地质学报, 14(1): 29 – 38

张维, 简平. 2008. 内蒙古达茂旗北部早古生代花岗岩类 SHRIMP U – Pb 年代学[J]. 地质学报, 82(6): 778 – 787

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[J]. 地质通报, 22(9): 708 – 712

Magmatic Activities and Copper and Gold Mineralization in Northern Damaoqi, Inner Mongolia

TANG Chao^{1,2}, CHEN Jun – qiang¹, LIU Xiao – xue¹, LI Zhi – dan¹

- (1. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083
2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170)

Abstract: Magmatic rocks are widely distributed in northern Damaoqi, which were mainly formed in the Caledonian and late Variscan periods. The Caledonian intrusive rocks are dominated by diorite, quartz diorite and plagiogranite, and the late Variscan intrusives include diorite, quartz diorite, biotite granite, monzogranite and K – feldspar granite. The copper mineralization is related to the diorite, quartz diorite and granodiorite. And the gold mineralization is related to the quartz diorite, plagioclase granite and biotite granite. The copper and gold deposits (occurrences) both occur in rock bodies or volcanic rocks in outer contact zones, suggesting that the formation of the copper and gold (occurrences) is closely associated with the magmatic activities. Further study reveals that the copper and gold mineralization is controlled by magmatic activities in the late Variscan. From geological setting and comparison of geological features of porphyry copper and gold deposits, this work suggests that this area has a potential of finding porphyry copper and gold deposits.

Key words: magmatic activity, copper (gold) deposit, mineralization, Damaoqi, Inner Mongolia