

内蒙满洲里—新巴尔虎成矿集中区成矿 演化、成矿模式与勘查模式

王之田¹ 潘龙驹² 李伟实² 秦克章¹

(1 中国有色矿产地质研究所, 北京 2 黑龙江有色地质勘查局, 齐齐哈尔)

提 要: 本区为具有超大型多金属资源潜力的成矿集中区。成矿受太平洋板块构造影响。矿床类型有斑岩型、次火山热液型、矽卡岩型, 它们为具有成因联系的不同深度、不同地质环境下的产物, 统称为斑岩成矿系列。总结了宏观、微观综合找矿评价标志, 建立了勘查模式。

主题词: 满洲里 成矿集中区 成矿模式 勘查模式 斑岩

内蒙古满洲里—新巴尔虎右旗(简称西旗)地区属额尔古纳—早加里东增生褶皱系, 其西南和东北分别延入蒙古和俄罗斯境内, 东南以额尔古纳—呼伦湖深大断裂为界与大兴安岭海西增生褶皱系交接, 面积超过 20000 km²。本区为具有超大型多金属资源潜力的成矿集中区^[1]。

1 区域成矿地质背景

上元古界—下寒武统为本区古老基底。本区早加里东运动(早寒武世末)褶皱回返, 镶嵌外延于西伯利亚地台边缘^[2], 古陆初创。至晚古生代, 本区成为蒙古—鄂霍次克海的一部分。海西晚期额尔古纳—呼伦湖深断裂以板块挤压拼合运动为主, 本区古海封闭, 陆壳形成, 出现中酸性火山—岩浆杂岩(K-Ar年龄 271.2×10^6 a)。深断裂东侧的大兴安岭海西褶皱系与本区拼接, 形成统一古亚洲大陆(图1)。燕山早期至晚期, 库拉—太平洋洋脊剧烈扩张波及本区, 由南东向北东方向推挤, 额—呼深断裂强烈活动, 以挤压冲断运动为主。西北侧断隆即本区形成北东向广泛分布多旋回钙碱性系列中酸性火山—岩浆杂岩带(早期K-Ar年龄 $135 \times 10^6 \sim 187 \times 10^6$ a, 晚期K-Ar年龄 $93 \times 10^6 \sim 138 \times 10^6$ a)及相应矿床, 东南侧断陷为陆相盆地(海拉尔盆地)沉积。中生代末期及新生代额—呼深断裂以拉伸引张运动为主, 产生额尔古纳河—呼伦湖地堑盆地沉积和沿深断裂的大量玄武岩喷溢(图2)。

额—呼深断裂控制着本区多金属成矿带的展布(不是原来认为的得尔布干—呼伦断裂, 得尔布干断裂是额—呼深断裂的分支), 其西南出境与中蒙古大断裂相连, 在我国境内长逾 800 km, 具长期继承性活动的特点。区域地层的发育及火山岩浆活动均受控于这一特定的构造环境。本区地层, 以中生代中侏罗统至下白垩统火山岩及火山沉积岩最发育, 古生代地层仅

第一作者: 王之田, 男, 61岁, 研究员, 长期从事有色金属矿床与找矿评价研究。邮政编码: 100012
1992—4 收稿, 1992—8 修改回

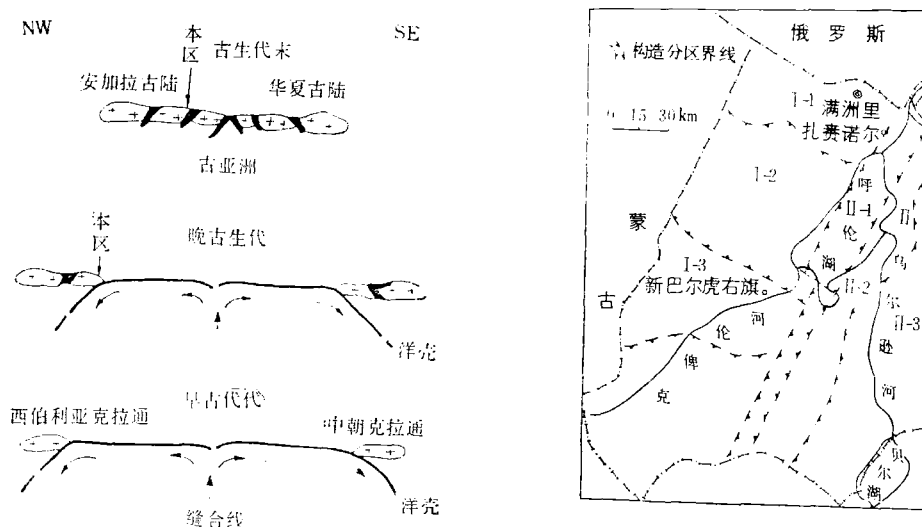


图 1 中朝地块与西伯利亚地块间古生代大洋板块构造演化示意图 (左图)

Fig. 1. Schematic diagram illustrating the plate tectonic evolution of the Paleozoic ocean between the Sino-Korean craton and the Siberian craton (left).

图 2 内蒙满洲里—新巴尔虎地区构造分区图 (右图)

I—满洲里—新巴尔虎火山隆起带; I-1—哈尼沟断隆; I-2—大坝—黄花里火山断陷; I-3—木哈尔断隆;
II—海拉尔盆地; II-1—呼伦湖地堑; II-2—嵯岗隆起; II-3—乌尔逊—贝尔湖断陷

Fig. 2. Tectonic units of Manzhouli-Xin Barag area in Inner Mongolia (right).

I—Manzhouli-Xin Barag volcanic upwarping zone; I-1—Hanigou fault dome; I-2—Daba-Huanghuali volcanic fault depression; I-3—Muhaer fault dome; II—Hailar basin; II-1—Hulun Lake graben; II-2—Cuogang uplift; II-3—Wuerxun-Buir Lake fault depression.

见泥盆系中统、二叠系上统零星出露。

在区域构造应力作用下,与区域主要构造相交接的北西向张扭性或张性断裂即横向构造,如北部哈尼沟断裂、南部木哈尔断裂(长度均超过 60 km,进入蒙古境内),分别控制了区域两个主要矿田的形成。北部哈尼沟矿田有乌山斑岩型铜(钼)矿床、哈拉胜次火山热液型铅锌矿点等,南部木哈尔矿田有甲乌拉次火山热液铅锌银铜金矿床、查干次火山热液银铅锌金矿床、额仁陶勒盖次火山热液银矿床等。应指出,据蒙古重力异常图分析,靠近我国一侧有一NW向地幔隆起带,与我国境内NW向构造相吻合,说明矿化作用与深部构造有联系。NW向与NE向断裂复合处,往往是火山-岩浆活动中心。

2 主要矿床类型的成矿特征

区内已发现的矿床和矿点可划分为斑岩型、次火山热液脉型和矽卡岩型。前两者占有储量绝大多数,成矿时代大都属燕山晚期;后者不具经济意义,成矿时代为燕山早期。空间上,主要沿哈尼沟和木哈尔断裂分布。

2.1 斑岩型矿床 (以乌山为代表)

乌山铜(钼)矿床位于哈尼沟NW向构造带北侧,由中泥盆统组成的背斜隆起带上。受

NE向与NW向交叉构造的古火山机构控制,该古火山由NW向SE中心迁移的次火山复合岩筒构造及其爆发破碎的环状和放射状破裂裂隙构造组成。中等剥蚀程度。据包裹体大气压计算矿床形成距地表约2 km。各蚀变带Cu、Mo矿化及Cu、Mo、Pb、Zn、Ag等综合地球化学异常及自电、激电、磁法异常都以火山管道为中心呈环带状分布。

乌山火山岩浆活动具有多期次活动特点。燕山早期首先是安山岩一流纹岩的大面积喷发,随后是黑云母花岗岩岩浆的侵入。燕山晚期中心迁移的火山岩筒,先后为成矿前期的流纹质晶屑凝灰熔岩,成矿期的二长花岗斑岩及成矿后期的英安质角砾凝灰熔岩所充填,并有更晚的闪长玢岩、英安岩、花岗斑岩脉侵入。大致有由中酸性→酸性→偏碱性的演化特征。

近矿围岩主要为黑云母花岗岩($187 \times 10^6 \text{a}$),来自上地壳较下部物质的重熔^[3]。成矿母岩为二长花岗斑岩($138 \times 10^6 \text{a}$),出露面积约 0.5km^2 ,与中国主要铜(钼)斑岩相比,具较高酸度、分异程度和成岩温度,系下地壳物质部分熔融而来^[3]。

斑岩蚀变后,斜长石牌号降低,钾长石有序度增高,磁铁矿、磷灰石减少,金红石大量出现,是斑岩铜、钼矿化重要指示矿物。黄铜矿、黄铁矿中Ag、Au、Pt、Pd含量增高,辉钼矿中Re含量高。除Cu、Mo金属外,伴生的Ag、Re、Au、Pb、Zn、Pt、Pd具很高综合利用价值。

具以二长花岗斑岩体为中心的对称面型蚀变。蚀变面积达10多平方公里。从中心向外分为石英-钾长石化(Q-Kf)、石英-绢云母化(Q-S)、伊利石-水白云母化(I-H)三个蚀变带。三个蚀变带流体包裹体温度、压力、盐度、密度依次降低。钼成矿温度为 $410 \sim 340^\circ\text{C}$,铜成矿温度为 $340 \sim 240^\circ\text{C}$ 。矿石结构、金属矿物组合、成矿元素、挥发组分均具明显的分带性。岩矿、氢氧同位素,REE、包裹体研究表明蚀变为两期叠加,早期:Q-Kf(岩浆水为主)—I-H(天水加入);晚期:Q-S(天水加入增加)—I-H(天水为主)。Q-Kf带内缘有一定程度的Q-S叠加,为钼矿体主要赋存部位。Q-S叠加在早期I-H带上,叠加部位是铜矿体主要赋存部位。而晚期I-H向外继续扩展,出现铅、锌矿化。铜、钼矿体赋存在斑岩体的内外接触带中。蚀变的叠加,REE的淋滤、沉淀伴有围岩成矿物质的萃取和胚胎矿的改造,对成矿意义重大。钨亏损对斑岩矿化具指示意义,钨亏损越显著,矿化越好^[4]。蚀变过程中主岩和围岩REE变化具互补性^[5],证明了热液对流。

成矿物质来源:不全由母岩提供。矿区存在钼成矿元素降低场,钼系热液对流、蚀变叠加过程中由围岩——黑云母花岗岩转移而来。母岩——二长花岗斑岩主要提供Cu、Ag、Pb、Zn等成矿物质并提供热源。

2.2 次火山热液脉型矿床

由深到浅有甲乌拉、查干、哈拉胜和额仁陶勒盖等矿床或矿点。以甲乌拉和额仁陶勒盖为代表。

2.2.1 甲乌拉铅锌银铜金矿床:位于NW向木哈尔断裂带南侧,在二叠系上统碎屑岩、中—中酸性火山岩和海西晚期黑云母斜长花岗岩分布背景上。燕山运动晚期早阶段木哈尔断裂带由于额-呼深断裂继承性活动的诱发产生右旋转动及平移错动,使古生代褶皱轴由NW向SEE向转折,发育层间裂隙和次一级NNW及NW向张扭性断裂、裂隙,导致一系列多期次超浅成次火山岩沿此侵入定位。沿一定通道的潜火山作用又使岩层进一步沿北西向破裂或在重要通道周围产生收敛于东南端石英斑岩体附近的放射状破裂系统,深部形成锥状裂隙

体系。上述构造因素相互叠加常构成热液主要通道,并形成主要矿体。中浅剥蚀深度。据包裹体大气压计算,矿体形成距地表约350m。

次火山杂岩侵入顺序为:次闪长玢岩(182.8×10^6 a,成矿前期)—长石斑岩(122×10^6 a,主成矿期)—石英斑岩(117×10^6 a,成矿期)—石英二长斑岩(109×10^6 a,成矿后期),具由中性—中酸性—酸性—偏碱性的演化系列。这些与乌山矿区具相似之处。

主要矿体空间上与斑岩体分布有一定关系。主要含矿断裂都具有带状分布的化探次生晕组合异常和电阻率联剖正交点。据包裹体测温及包裹体成分分析,有两个热源中心分别向上向两侧扩散,可能分别与深部长石斑岩和石英斑岩侵入有关。成矿温度 $200 \sim 300^\circ\text{C}$ 。成矿温度、压力和盐度比乌山均低,温度相差 $150 \sim 200^\circ\text{C}$,压力相差 $1 \times 10^7 \sim 2.5 \times 10^7$ Pa。说明甲乌拉较乌山成矿就位浅。成矿热液来源为岩浆水和天水。但成矿主期大气降水已起主要作用。据硫同位素与铅同位素研究表明成矿金属与硫及斑岩体为同源,均来自地壳深部。蚀变长石斑岩和石英斑岩均出现显著铀亏损, ΣREE 为全区最高值,推测其深部相应蚀变带有较大铜矿体存在。

主要矿石矿物为方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿。金银矿物有自然银、银黝铜矿、硫铋铜矿、含银辉铋铅矿等。见有自然金。银主要以方铅矿、黄铜矿、黄铁矿为载体矿物。

近矿围岩蚀变沿破碎带以石英化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化为主,局部见到萤石化,高岭土化,叶蜡石化等。破碎带中石英脉为重要找矿标志。

2.2.2 额仁陶勒盖银矿床:位于木哈尔断裂南侧较远地方。其特点是与构造关系密切,但距浅成火山岩体较远,产于火山杂岩区,附近有燕山晚期中酸性脉岩产出,矿体以锰质石英脉含银为特点。产出围岩条件无选择性,只要受构造控制的锰质石英脉存在就有达到工业品位的矿脉。含矿石英脉深部逐渐变为以硫化物含矿为主。围岩蚀变受断裂控制,主要为硅化、黄铁矿化。矿石类型有石英硅化带型、锰银型和蚀变岩型。矿石矿物为黄铁矿、角银矿、碘银矿、银金矿、辉银矿、自然金、方铅矿、闪锌矿、硬锰矿、软锰矿、菱锰矿、褐铁矿、黄钾铁矾等。锰银型矿石成矿温度为 $150 \sim 250^\circ\text{C}$ 。其成因属于与燕山期火山—岩浆活动有联系的浅剥蚀区次火山热液石英脉型矿床。

2.3 矽卡岩型矿床

有头道沟铁铜矿点、龙岭铜锌锡矿点。均位于哈尼沟NW向断裂带北侧,产在燕山期早期中深成花岗岩与古生代碳酸盐地层接触带。含矿矽卡岩为透辉石、阳起石、透闪石、蛇纹石等。矿化体含Cu、Fe、Zn、Sn等元素,透镜状,品位变化大,规模小,不具经济意义。成矿深度较深。

3 区域成矿演化与成矿模式

(1) 本区位于沿西伯利亚地台外缘的额尔古纳早加里东增生褶皱系东南缘,区域基底(上元古界—下寒武统)为西伯利亚地台边缘的外延部分,而成矿作用则受来自东南的太平洋板块构造影响。

(2) NE向额尔古纳—呼伦深大断裂控制着区内巨大斑岩系列成矿带的展布。该断裂

带经历了晚古生代海西晚期挤压拼合,中生代燕山期挤压冲断及中生代末至新生代拉张三个不同运动形式发展阶段。该断裂在燕山运动时期强烈活动,向NW倾斜俯冲,控制了本区NE及NW向构造的发育,并使深部岩浆上侵或喷发形成规模壮阔的NE向与本区多金属成矿活动息息相关的火山-岩浆杂岩带。

(3) NW向横向断裂控制着矿田的形成。与NE向主构造线交切的NW向张扭性或张性横向构造带为主要的导矿或储矿构造。哈尼沟和木哈尔NW向断裂带分别构成本区北部Mo、Cu、Pb、Zn和南部Pb、Zn、Ag、Cu、Au矿田。

(4) NE与NW交叉构造形成的火山机构或潜火山构造及NW向横向构造的次一级构造控制着本区大型矿床。前者如乌山铜(钼)矿床受控于背斜隆起区的NE与NW交叉构造形成的火山岩颈构造及伴生的环状裂隙系统,后者如甲乌拉次火山热液铅锌银铜金矿受控于NW向横向构造带右旋平移产生的NNW向和NWW向断裂系统及次火山活动产生的放射状裂隙系统。

(5) 燕山晚期中酸性、酸性钙碱性系列多期次侵入的次火山斑岩体与成矿作用有关。关系密切的有二长花岗斑岩,长石斑岩和石英斑岩。同位素年龄值为 $138 \times 10^6 \sim 117 \times 10^6$ a,个别为 98×10^6 a。成矿主岩是下地壳物源成因。

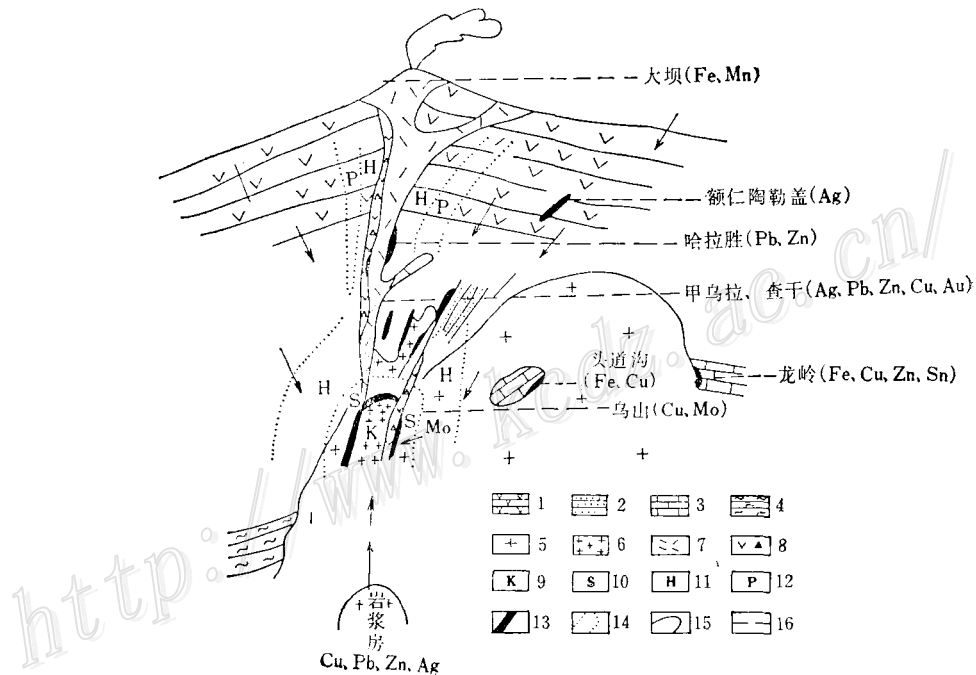


图3 内蒙满洲里—新巴尔虎成矿集中区成矿模式图

1—侏罗系火山岩; 2—二叠系砂砾岩; 3—泥盆系砂岩、碳酸盐岩; 4—上元古界—下寒武统结晶片岩; 5—燕山早期花岗岩; 6—燕山晚期中酸性斑岩; 7—酸性斑岩; 8—角砾安山岩; 9—石英-钾长石化; 10—石英-绢云母化; 11—伊利石-水白云母化; 12—青磐岩化; 13—矿体; 14—蚀变界线; 15—地质界线; 16—剥蚀界线

Fig. 3. Metallogenic model of the Manzhouli-Xin Barag metallogenic area.

1—Jurassic volcanic rocks; 2—Permian sandy conglomerate; 3—Devonian sandstone and carbonate rocks; 4—Upper Proterozoic-Lower Cambrian crystalline schist; 5—Early Yanshanian granite; 6—Late Yanshanian intermediate-acid porphyry; 7—Acid porphyry; 8—Breccia andesite; 9—Quartz-K-feldspar; 10—Phyllic alteration; 11—Illitization-hydromuscovitization; 12—Propylitization; 13—Orebody; 14—Alteration boundary; 15—Geological boundary; 16—Denudation boundary.

(6) 本区深部4~5 km内应有浅部岩浆房。岩浆房内岩浆先后由上地壳较下部物质熔融和下地壳物质部分熔融而来, 房内岩浆分异演化, 并在构造作用下沿贯通构造脉动上侵、喷出, 形成多期次不同岩性次火山复合斑岩体。岩浆房内还分异出含矿的高盐度热水溶液, 沿火山管道及构造裂隙上升运移, 同时地表天水渗滤加入循环体系。

(7) 本区矿床类型主要有斑岩型、次火山热液脉型、矽卡岩型。矿种有Cu、Mo、Pb、Zn、Ag、Au、Fe、Sn等。它们为有成因联系的不同深度、不同环境下的产物(图3)。距地表1.5~2 km处形成斑岩型或矽卡岩型矿床, 成矿温度约370~450℃。距地表不深地方形成次火山热液脉型矿床, 温度在180~320℃。一般为多元素组合矿床, 除主要成矿元素外, 往往伴生其它元素, 并因温度及其它物理化学条件不同而产生分带性。Mo多处于中心较深部位, Cu为其外壳, 向上向外依次为Pb、Zn、Ag、Au、Fe、Mn等。从成矿系列看, 沿构造破碎带的次火山热液多金属矿脉属于系列上部, 其中环状裂隙带Pb、Zn矿化属系列最上部, 如哈拉胜矿点。其远侧为破碎裂隙带中Mn质含Ag石英脉, 如额仁陶勒盖大型矿床。往下为放射状破裂系统的Pb、Zn、Ag、Cu、Au矿脉属系列中浅部, 如甲乌拉大型矿床。其邻侧为构造破碎带的Ag、Pb、Zn、Au矿脉, 如查干大型矿床。花岗质次火山斑岩细脉浸染铜(钼)矿, 一般属系列中部, 如乌山大型矿床。似斑状花岗质岩石中的浸染状Mo矿属成矿系列下部。本区燕山早期中深成花岗岩与碳酸盐岩接触部的矽卡岩Cu、Fe矿和Cu、Zn、Sn矿属成矿系列中部外侧, 大坝处于木哈尔与哈尼沟横向断裂间的断陷位置, 火山锥保留完好, 相当本区成矿系列的顶部。

4 勘查模式

4.1 勘查程序

(1) 选区成矿地质条件分析: 1/50万比例尺的地质构造、多旋回火山岩浆活动和火山机构等控制条件分析。

(2) 面积普查测量: 1/20万~1/5万比例尺的地质填图、航磁、重力地球物理测量和水系沉积物地球化学测量。

(3) 岩体、矿化点判别评价、排队: 1/2.5万~1/2000比例尺的地质填图, 磁法、激电有关装置、自电地球物理测量和土壤、岩石地球化学测量, 以及遥感影像, 破裂裂隙, 热液蚀变, 斑岩铜多金属成矿系列及水平、垂直分带, 岩石、岩石化学及其微量元素, 矿物及其微量元素, 流体包裹体, REE地球化学, 氢氧同位素等综合研究。

(4) 最佳远景区的评价, 重点解剖: 合理提高上述填图和测量质量, 地表系统揭露, 深部钻探, 系统取样分析。

4.2 控矿条件和岩体判别评价标志

(1) 构造控矿: NE向额尔古纳—呼伦深大断裂控制着巨大斑岩成矿带的展布。而NW向横向断裂带控制着矿田的形成。

(2) 火山机构控矿: NE与NW交叉构造形成的火山机构或潜火山构造和NW向横向构造的次一级构造控制着大型矿床。

(3) 多旋回火山-岩浆活动控矿: 燕山晚期钙碱质中酸性火山岩体与成矿关系密切。多

期次火山-岩浆作用形成的复式杂岩体,表明与岩浆房长期保持联系,有利于成矿。

(4) 遥感影象标志:围绕次火山斑岩体发育的一系列密集的线性构造和多类环形体组成的复杂图案,是该区重要的成矿信息标志。

(5) 化探异常标志:本区属干燥丘陵—草原地球化学景观。在普查找矿阶段,水系沉积物地球化学扫面,发现了一批异常,起到先行指导作用。在矿化点判别评价阶段,土壤和岩石地球化学测量取得明显效果。化探异常组合分带特征与矿区围岩蚀变带密切相关。浅剥蚀区表现为 Mn、Ag、Pb、Zn、Cu 的垂直分带。深剥蚀区呈环状水平分带,由内向外为 Mo、Cu、Ag、Pb、Zn。

(6) 物探异常标志:区内斑岩型和次火山热液脉型大中型矿床都伴有规模较大的磁法、激电有关装置(中梯、联剖、偶极和测深)和自电异常。磁异常分布主要反映构造和岩性的变化,但在矿体附近磁场特征为较平缓的负磁异常,可作为近矿标志。激电异常大部只能作定性分析和粗略定量解释,可作为近矿指示标志。而自电异常可直接圈定矿体,作为直接指示标志,但也有非矿形成干扰自电异常。

(7) 破裂裂隙标志:广泛发育的多期破裂裂隙控制着斑岩铜矿的蚀变和金属矿化。一般裂隙密度由矿化中心向外有规律地递减。因此研究破裂裂隙的期次、密度、规模,常可借以判断蚀变、矿化强度、规模及其中心。

(8) 热液蚀变标志:与斑岩矿化直接有关的蚀变是钾化(Mo)、绢英岩化(Cu)和伊利石-水白云母化(Pb、Zn、Ag)。次火山热液矿化(Pb、Zn、Ag)蚀变为铁锰碳酸盐化、青磐岩化或伊利石-水白云母化。矽卡岩矿化(Cu、Fe、Zn、Sn)蚀变主要是矽卡岩化。判别评价强调蚀变的规模、分带性和叠加性。

(9) 斑岩多金属成矿系列水平与垂直分带标志:本区矿床类型有斑岩型、次火山热液脉型、矽卡岩型。矿种有 Cu、Mo、Pb、Zn、Ag、Au 等,为有成因联系不同深度、不同环境下的产物,统视为斑岩多金属成矿系列。斑岩铜(钼)矿床由中心向两侧、向上的蚀变分带、矿化分带以及矿物组合、矿石结构、微量元素、流体包裹体特征的分带性,都是判断剥蚀程度、矿体埋深、深部变化的重要依据。

(10) 岩石、岩石化学及微量元素标志:区域和矿区地层 Cu 含量均很低,Mo 丰度小于(或等于)维氏值,Pb、Zn 高出维氏值 1~5 倍,Ag 丰度平均为维氏值的 7 倍。区域地球化学场中 Pb、Zn、Ag 背景高。主要成矿岩石均属钙碱系列岩石,分异较完全,酸度较高。各杂岩体微量元素变化范围较宽。元素带入带出量与蚀变强度呈正比。

(11) 矿物及微量元素标志:斑岩经交代蚀变后,斜长石牌号降低,钾长石有序度增高。未蚀变斑岩副矿物组合为磁铁矿+磷灰石+锆石+榍石。热液蚀变后,磁铁矿、磷灰石、榍石大大减少,黄铁矿、金红石大量出现。金红石是斑岩铜(钼)矿化的重要指示矿物。围岩蚀变后副矿物的变化各矿区不同。与斑岩铜矿化有关的矿物如黑云母、磁铁矿普遍载铜,大大超过背景值。

(12) 流体包裹体标志:与非斑岩比较,含矿斑岩流体包裹体数量多(多 1~2 个数量级),类型多种多样,出现大量气体包裹体和含子矿物多相包裹体。子矿物种类多,成矿流体沸腾现象明显。均一温度变化范围大。由内带到外带,流体包裹体温度、盐度、密度、压力依次低。流体包裹体特征可作为斑岩体含矿性好坏的重要标志。

(13) 氢氧同位素标志：氢氧同位素研究表明，含矿斑岩蚀变早期，钾化热液流体以岩浆水为主，伊利石-水云母化天水加入；晚期绢英岩化天水比例增大，伊利石-水白云母化天水占主导地位。金属硫化物矿石堆积的地带正好是岩浆水与地下水相混合的地带。

(14) 挥发组分标志：矿化剂元素 F、Cl、S、CO₂、As、Sb、Se 等在含矿斑岩顶部及其围岩中含量较高。三个蚀变带中流体包裹体中气体总量均较高。

(15) REE 地球化学标志：热液蚀变过程中 REE 行为的理论是近年来世界上的热门课题。本区首次应用 REE 地球化学特征判别斑岩体含矿性取得明显效果。具体判别标志为：①斑岩蚀变后出现明显铕亏损，对于本区钾化带、绢英岩化带， $\delta Eu \leq 0.6$ ，而围岩蚀变矿化后， δEu 有所降低。蚀变较强但矿化不佳的斑岩则无明显铕亏损。对于同一蚀变带， δEu 越小，则意味着成矿流体作用愈强，矿化愈好。②若斑岩体 ΣREE 高， δEu 小，则反映其 Cu(Mo) 矿化埋深大，剥蚀程度低，此时若斑岩体顶部相应蚀变带铕亏损较显著，地表或浅部则应有 Pb、Zn、Ag 或 Ag 矿体（矿化）。③斑岩蚀变后， $\Sigma Ce / \Sigma Y$ 降低，三组分含量（%）中 MREE、HREE 升高，LREE 下降， $(La/Yb)_N$ 降低约一半。

4.3 实际应用效果

本区大体依照上述勘查程序，综合应用上述控矿条件和评价标志，尤其是 REE 地球化学标志，对本区 16 个岩体、矿化点逐一判别。按远景划分四类。对最佳远景区 4 个中的 2 个甲乌拉和查干及无远景区 6 个中的一个大坝进行了钻探工程验证，均得到了证实。甲乌拉浅部见 Pb、Zn、Ag 矿体，深部见 Cu 矿体，现已探明 Cu、Pb、Zn 和 Ag 均为大型矿床。查干已探明为大型 Ag、Pb、Zn 矿床。大坝 5 个钻孔均未见到矿体。至于其它斑岩体、矿点的判别评价结论，还有待于今后验证，但我们相信多数预测将得到证实。

参 考 文 献

- 1 王之田，秦克章，中国大型矿床类型、成矿环境与成矿集中区的潜力，矿床地质，1991，10(2)：119~130
- 2 王之田，秦克章，中国铜矿床类型、成矿环境及其时空分布特点，地质学报，1988，(3)：257~267
- 3 王之田，秦克章，乌奴格吐山下壳源斑岩铜钼矿床地质地球化学特征与成矿物质来源，矿床地质，1988，7(4)：3~15
- 4 王之田，秦克章，满洲里—西旗斑岩铜多金属成矿系列 REE 地球化学特征及应用，地球化学，1989，(4)：304~314
- 5 秦克章，王之田，潘龙驹，满洲里—新巴尔虎右旗铜、钼、铅、锌、银带成矿条件与斑岩体含矿性评价标志，地质论评，1990，36(6)：479~488

METALLOGENIC EVOLUTION, METALLOGENIC MODEL AND EXPLORATION MODEL OF THE MANZHOULI-XIN BARAG METALLOGENIC PROVINCE, INNER MONGOLIA

Wang Zhitian and Qin Kezhang

(Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, China Nonferrous Metals Corporation, Beijing)

Pang Longju and Li Weishi

(No. 706 Party of Heilongjiang Metallurgical-Geological Exploration Bureau, Qiqihar, Heilongjiang Province)

Abstract

The study area, belonging to the Ergun Early Caledonian accretionary fold system, is a metallogenic province with potential supergiant polymetallic resources. The Upper Proterozoic-Lower Cambrian regional basement is the extension of the margin of the Siberian craton, and the metallization was intensely affected by the Pacific plate tectonics. The NE-trending Ergun-Hulun deep fault controlled strong Yanshanian volcanic-magmatic activity and the ore-forming process, whereas the NW-trending lateral tension-shear or tensional faults controlled the formation of orefields. Ore deposits in this area are of porphyry type, subvolcanic hydrothermal type and skarn type. Being genetically-related products formed at different depths and in different environments, they may be regarded integrally as a porphyry metallogenic series. 15 macroscopical and microscopical composite criteria for ore prospecting and assessment were summed up, an exploration model was advanced and, as a result, remarkable economic benefits have been achieved.

新书预告

大型铜矿地质与找矿专著即将出版

王之田等著的《大型铜矿地质与找矿》一书, 将于1993年12月由冶金工业出版社出版, 全书25万字。

该专著首先对国内外大型铜矿划分为六大类型; 然后分别对六大类型的分类、时空分布、成矿环境、矿床特征、成因模式、主要成矿区带和典型矿床、找矿评价标志与该类型铜矿在中国的潜力等展开了论述, 着重讨论了中国与其它国家的异同; 最后把中国大型铜矿划分为16个成矿集中区, 并分别讨论了它们的成矿条件和潜力。本书对困扰矿床学家的一些理论及实际问题进行了较深程度的探索。