华铜矿金钼矿床地质特征及找矿方向

张志乾,王建宁
山东恒邦冶炼股份有限公司,辽宁 瓦房店 116306

摘 要:简要介绍了华铜矿区地层、构造、岩浆岩3大控矿条件的基本特征,华铜矿金钼矿床位于由辽河群地层组成的近EW向背斜与NW向断裂交汇处,花岗岩类"杂岩体"在此侵入,形成了斑状花岗岩与大石桥组白云质大理岩接触带上的矽卡岩型以铜为主、伴生金钼铁的多金属矿床。叙述了矿体规模和形态、围岩蚀变、矿石结构和构造、矽卡岩种类和矿体的分带性,并对成矿作用进行了论述,并指出下一步找矿方向。

关键词:地层特征;金钼矿床;矽卡岩;找矿方向;辽宁
中图分类号:P618.01 **文献标识码**:A **文章编号**:1005-2518(2009)02-0034-04

华铜矿区位于辽宁省瓦房店市。矿区中心地理坐标内东经121°54′46″,北纬40°02′33″。原华铜矿区先后共建有5个竖井,单一开采铜矿石,对金、钼矿基本没有开采。由于铜矿地质资源枯竭,于1996年闭坑。山东恒邦冶炼股份有限公司于2003年投资组建瓦房店市华铜矿业有限公司,对四大井及二大井进行恢复生产,达到300t/日采选生产能力。

1 区域地质

矿区位于新华夏构造体系的辽东半岛隆起带和松辽渤海沉降带的衔接部位,东西构造体系的复州向斜的北翼。

区域内出露的地层从下往上有太古界鞍山群片麻岩和片岩类;元古界辽河群大理岩、片岩夹石英岩地层;震旦系永宁砂岩,局部断陷盆地有寒武系及侏罗系地层沉积。

区域内构造主要有SN向金州—熊岳压性大断裂,及一系列NNE、NNW向压扭性断裂;纬向构造体系主要由辽河群地层组成一系列背斜、向斜。

区域内岩浆活动频繁,按侵入先后可分为混合花岗岩、似斑状花岗岩、石英闪长岩、花岗岩、中酸性岩脉及喷出岩类。

2 矿区地质特征

华铜矿床位于由辽河群地层组成的EW向背斜与NW向断裂交会处。花岗岩类"杂岩体"在此侵入,与大石桥组白云质大理岩接触,形成了以铜为主,共(伴)生金、钼、铁的多金属矽卡岩矿(图1)。

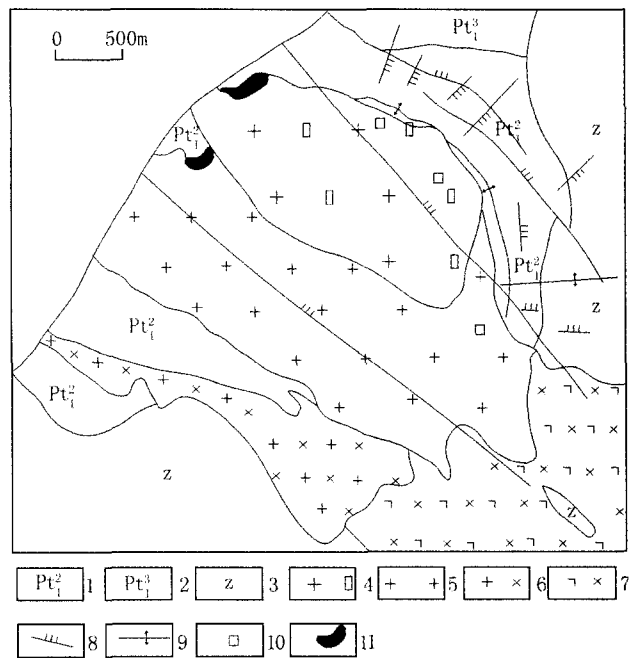

图1 华铜矿区构造地质图

1. 辽河群大石桥组;2. 辽河群盖县组;3. 震旦系永宁组;4. 斑状花岗岩;5. 花岗岩;6. 石英闪长岩;7. 霏细岩;8. 断裂;9. 背斜;10. 生产竖井及编号;11. 铜矿体

2.1 地层

矿区内出露地层自下而上主要为辽河群大石桥组白云质大理岩夹黑云母长石角岩、石英长石角岩和少许角闪石长石角岩;盖县组角闪片岩类夹白云质大理岩;震旦系下统永宁组砂岩,呈不整合状盖在辽河

收稿日期:2008-11-06;**修订日期**:2008-12-09.
作者简介:张志乾(1965-),男,工程师,现从事矿山地质及管理工作. E-mail:zhangzhiqian777@163.com.

群地层上面。

2.2 构造

区内 NW 向大断裂与 EW 向背斜相交,构成基底构造骨架,是控制岩体产状的主构造。后期在挤压应力作用下,形成 NNW 向压扭性、NEE 向张扭性、NWW 向张性、NNE 向压性断裂。

2.3 岩浆岩

矿区内出露的花岗岩体统称为"华铜花岗杂岩体",主要有 4 种岩石组成,即细粒石英闪长岩、霏细岩、中粒角闪石黑云母花岗岩(以下简称花岗岩)、中粒斑状角闪石黑云母花岗岩(以下简称斑状花岗岩),是同期多次活动产物。杂岩体是由北东向南西侵入,产出形态呈"D"字形,长轴走向为 320 ~ 340°。杂岩体内脉岩主要有石英斑岩、石英二长斑岩、巨斑状花岗岩、煌斑岩类等。据同位素年龄测定,斑状花岗岩年龄 160Ma,为燕山早中期产物。岩浆期后,脉岩活动频繁,从早到晚呈酸性到基性的演变过程。从成矿空间看,花岗岩、斑状花岗岩都与矿体关系密切,四大井多与花岗岩有关,二大井多与斑状花岗岩有关。

3 矿床地质特征

花岗杂岩体正接触带主要形成含铜磁铁矿体,钼矿体次之;外带形成含黄铜矿、辉钼矿为主的铜金矿体、铜钼矿体,单一金矿体次之。

3.1 矿体特征

矿体的规模和形态受接触带和岩枝形态的控制,垂直延深大于水平延长,水平延长一般在 25 ~ 60m 之间,垂直延深 40 ~ 200m,厚度 1 ~ 30m 不等,平均 5 ~ 8m,最薄 1.0m,最厚 30m。矿体总体产状:走向 320 ~ 330°,倾向 60 ~ 70°,倾角 50 ~ 70°。矿体形态主要为柱状、筒状、透镜状、层状。

3.2 围岩蚀变

矿体的围岩主要是大理岩和角岩,部分为花岗岩。大理岩和角岩多见硅化、黄铁矿化、透辉石化,花岗岩多见黄铁绢英岩化。

3.3 矿石特征

矿石类型主要为含金、铜磁铁镁矽卡岩型,含金(铜)、钼钙矽卡岩型和斑岩型钼矿。矿石矿物主要有磁铁矿、磁黄铁矿、硼镁铁矿、黄铜矿、辉钼矿;脉石矿物主要有镁橄榄石、蛇纹石、透辉石、辉石、金云母、石榴子石、绿帘石、绿泥石、方解石、石英、透闪石、符山石、斜长石。

矿石结构为自形—半自形—它形晶粒状结构、包含结构、填隙结构等;矿石构造有团块状、浸染状、网脉状、脉状、条带状构造等。

3.4 矿化分带规律

从内带、正接触带到外带的矿化规律是:斑状花岗岩(中粒花岗岩)—含金、铜磁铁镁矽卡岩带—含磁黄铁矿、黄铜矿金云母带—以石榴石、透辉石为主,含辉钼矿、黄铜矿矽卡岩带—大理岩带。

自上而下矿体分带:以石榴石、透辉石为主,含辉钼矿、黄铜矿矽卡岩带—含磁黄铁矿、黄铜矿金云母带—含金、铜磁铁镁矽卡岩带。

3.5 矿化阶段

该矿床的矿化具有多期多阶段性。根据矿石矿物共生组合,结合井下观察情况,将成矿分为早期的矽卡岩成矿期和晚期的构造热液成矿期。各期、各阶段蚀变矿化特征和矿物组合见表 1。

表 1　各期各阶段蚀变矿化特征和矿物组合

蚀变矿化期	蚀变矿化阶段	矿物组合及特征
矽卡岩成矿期	早矽卡岩阶段	镁矽卡岩矿物以镁橄榄石、辉石、方解石为主,其次为尖晶石、磷灰石等;钙矽卡岩矿物主要有斜长石、石榴子石、透辉石、方柱石等
	晚矽卡岩阶段	蚀变交代早期形成的矽卡岩。蚀变镁矽卡岩矿物有矽镁石、金云母、蛇纹石等;蚀变钙矽卡岩矿物有透闪石、阳起石、符山石、绿帘石、绿泥石等
	氧化物阶段	矿区磁铁矿形成的重要阶段,也是硫化物形成的早期阶段
	硫化物阶段	方铅矿、黄铁矿等硫化物蚀变交代矽卡岩矿物,并穿插矽卡岩
构造热液成矿期	辉钼矿阶段	辉钼矿的主成矿阶段,呈团块状、浸染状、细脉状穿插于钙矽卡岩及蚀变钙矽卡岩中,辉钼矿主要分布在脉石矿物中
	铜多金属硫化物阶段	铜矿物的主成矿阶段。黄铜矿呈团块状、浸染状、细脉状穿插于磁铁矿中,形成含铜磁铁镁矽卡岩矿石,伴生有少量闪锌矿和磁黄铁矿等
	金成矿阶段	金的主成矿阶段,金主要呈细小粒状产于云母、透辉石等脉石矿物中,少量嵌存在黄铜矿、黄铁矿和方铅矿等矿物晶粒间
	方解石阶段	以自形粒状、脉状和不规则状产出,主要分布在矿物的裂隙中,以脉状充填为主

4 控矿规律

地层、构造、岩浆岩3种因素共同作用形成典型的铜、金、钼、铁等多金属矽卡岩矿床，矿体的形态、产状都明显受这3种因素的控制。

4.1 地层控矿

大量探矿开采资料证实，矿体主要赋存在大石桥组地层及其接触带中，显示层控特征。该组岩性自上而下分为3个岩性段、6个带，其中中段岩性由角岩带、角岩与大理岩频繁换层带（统称互层带）组成。各带含矿性不一，详见表2。矿体主要分布中段上部角岩与大理岩互层带中，其次分布在上段大理岩中。可见地层控矿的明显性和重要性。

由于大石桥组地层常形成小型背斜，在背斜轴部地段成矿更为有利。此外，大石桥组地层中段主要由角岩和互层带组成，由于角岩的力学性质，花岗岩枝易凸向角岩内部形成“舌状体”，伸入大理岩与角岩层间（互层带）形成“岩枝体”，岩体本身也凹凸不平，产状变化较大。后期张扭性断裂构造的多期活动，岩枝体（舌状体）头部、岩体凹部、小型背斜的轴部的鞍状空间，成为含矿热液多次交代充填的有利部位。

表2 大石桥组地层分带及其含矿性

段	分带	厚度/m			地质特征	含矿率/%
		带厚	大理岩	角岩		
上段	大理岩带	204.90	201.30	3.60	块状构造，中粗粒变晶结构，呈灰白、浅灰色	30
中段	一层角岩带	32.60	4.80	27.80	块状构造，致密细粒结构	5
	上部互层带	150.70	126.40	24.30	块状构造，致密细粒结构	40
	二层角岩带	111.30	4.90	106.40	出现大理岩、白色角岩薄层	5
	下部互层带	199.70	150.10	49.60	大理岩为细粒变晶条带状构造，下部多为白色角岩	20
下段	三层角岩带	720		720	细粒变晶结构，大理岩集中在上部	0

4.2 岩体控矿

花岗杂岩体正接触带上的矿体，主要赋存在花岗杂岩体的凹部，矿体的产状和形态明显受岩体凹部产状和形态控制，尤其是花岗杂岩体的水平凹部和垂直凹部相交处，更是控制富矿体的产出。从花岗岩和斑状花岗岩接触面的产出形态来看，后并入的斑状花岗岩接触面更复杂，加之后期NNW压扭性构造多次活动，导致后侵入的斑状花岗岩的接触面成为含矿热液上升通道和交代沉淀空间。花岗岩、斑状花岗岩与成矿有关，是成矿母岩。

4.3 构造控矿

花岗杂岩体和矿体均受地质构造复合部位的控制。EW向基底背斜与NW向大断裂相交汇，控制花岗杂岩体的产出；后期多次活动的NNW向压扭性断裂构造以及小背斜轴部剥离部位控矿。在花岗杂岩体内的NNW向压扭性断裂构造内发现钼矿细脉及浸染状矿化，这一发现打破了岩体内部没有矿（化）体赋存的认识，是岩体内可能赋存斑岩型钼矿体的重要信息。同样，也说明构造控矿的重要性。

4.4 控矿类型

矿区存在以接触面凹部控矿、岩枝控矿、层间控矿和构造控矿为主的4种矿体类型。接触面凹部控矿受岩体与围岩接触形态控制；岩枝控矿受断裂及岩枝2种因素控制；层间控矿受岩枝及岩层控制；构造控矿受NNW向压扭性断裂构造控制（图2）。

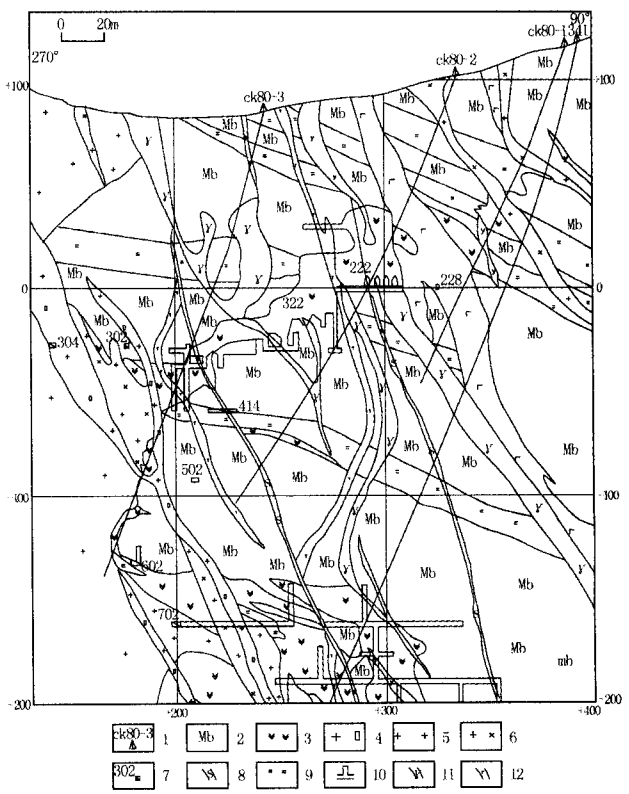

图2 80线剖面图

1. 钻孔及编号；2. 大理岩；3. 矽卡岩；4. 斑状花岗岩；5. 花岗岩；6. 石英闪长岩；7. 运输巷及编号；8. 断裂；9. 角岩；10. 平巷及天井；11. 细晶岩脉；12. 二长斑岩脉

(1) 接触面凹部控矿。此类矿体位于正接触带,由花岗杂岩体的凹部和大理岩共同控制,尤其是花岗杂岩体的水平凹部和垂直凹部相交处,更是控制富矿体的产出。矿石主要类型为含铜磁铁镁矽卡岩,局部为含铜、钼钙矽卡岩型。

(2) 岩枝控矿。此类矿体赋存在花岗岩枝与大理岩接触部位。矿区内岩枝的分布受围岩中一系列的次级构造的制约。岩枝的产出形态,明显的绕岩体呈放射状有规律的分布。岩枝沿大理岩断裂破碎地带贯入大石桥组地层中,头部几乎全部钙矽卡岩化,形成含金、钼钙矽卡岩型矿体。岩枝局部可见花岗岩类的交代残余相,花岗岩类岩枝体的钙矽卡岩化程度与岩枝大小成正比,即较大岩枝钙矽卡岩化程度比小岩枝强烈,对于同一个钙矽卡岩化岩枝来说,其头部较中部钙矽卡岩化强烈,中部又比根部钙矽卡岩化强烈。矿石主要类型为含金、钼钙矽卡岩型。

(3) 层间控矿。此类型矿体赋存在大理岩与黑云母长石角岩层之间。由于2种岩石力学性质不同,受力时其接触面易产生层间剥离空间,花岗岩枝侵入体沿剥离面贯入,形成层间矿体。矿体产状与地层产状基本相同,矿石主要类型为含金、钼钙矽卡岩型。

(4) 构造控矿。此类型矿体赋存在花岗杂岩体内,受多次活动的NNW向压扭性断裂构造控制,是矿区新发现的控矿类型,打破了岩体内不成矿的认识,是矿区探矿的重大突破。

5 找矿方向

华铜矿经几十年的探矿开采,正接触带附近的铜矿体绝大部分已被探明和开采。对外接触带以金、钼为主的矿体,前人未投入任何探矿工程加以控制。根据华铜矿床成矿地质条件,结合控矿规律与华铜矿的开采情况,认为有4个部位具有较大找矿潜力。

5.1 正接触带附近

前人主要开采铜矿体,限于当时的经济技术条件,铜矿体矿块工业品位为0.6%,低于0.6%的不予开采。因此,在正接触带已采矿体周边及矿体延长地段寻找低品位金、铜矿体,具有很大潜力。目前华铜矿业有限公司主要在此范围内找矿,效果很好。

5.2 花岗杂岩体外接触带

外接触带存在地层、构造、岩浆岩3种控矿因素,是寻找层间矿体的有利部位。原102地质队提供的部分钻孔数据也证明外接触带存在层间金(铜)、钼矿体。我们在二大井距正接触带500m处已发现含金、铜工业矿体(305矿体)。因此,在花岗杂岩体外接触带寻找第二矿带,是华铜矿区寻找新矿体、扩大远景储量的重要靶区。

5.3 花岗岩枝与大理岩接触部位

花岗岩枝绕岩体呈放射状分布,岩枝沿大理岩断裂破碎地带贯入大石桥组地层中,矿化形成金、铜、钼矿体。截至目前,华铜矿区共发现16条岩枝体,其中发现矿化的有6条,其余的岩枝体具备成矿地质条件,是下一步探矿的重点。

5.4 花岗杂岩体

在二大井(527矿体)、四大井(425、605矿体)的花岗杂岩体内发现钼矿细脉及浸染状矿化,是岩体内可能形成斑岩型钼矿床的重要信息,可作为进一步探矿的依据。

6 结语

华铜金、铜、钼多金属矿床严格受地层、构造、岩浆岩3大因素控制。大石桥组地层是围岩容矿空间;EW向基底背斜与NW向大断裂相交汇,为花岗杂岩体提供了贯入通道和空间;花岗岩、斑状花岗岩期后含矿热液提供了主要成矿物质。成矿过程中,NNW向压扭性断裂构造多次活动,为矿床叠加、富集提供了条件。根据成矿地质特征和控矿规律提出的找矿部位,是矿区开展接替资源勘查的重要靶区。

参考文献

[1] 袁见齐,朱上庆,翟裕生. 矿床学[M]. 北京:地质出版社,1985.

[2] 邱家骧. 岩浆岩岩石学[M]. 北京:地质出版社,1985.

[3] 翟裕生,彭润民,向运川,等. 区域成矿研究法[M]. 北京:中国大地出版社,2004.

[4] 赵智全,高永勤. 华铜矽卡岩型铜矿床成矿规律及其预测[R]. 瓦房店:华铜铜矿,1979:20-60.

[5] 唐俊智,王学乾,王志平,等. 山东牟平金牛山金矿床的构造叠加晕研究及深部预测[J]. 黄金科学技术,2007,15(4):3-6.

(下转第53页)

3　结语

王水分解样品,主要依赖盐酸提供的大量配合体[Cl^-]与硝酸强的氧化性,20 分钟即可将样品分解完全。[NO_2^-]是影响试液直接用混合还原掩蔽剂定容的主要因素。用 $N_2H_4 \cdot H_2O$ 消除溶液中残留的[NO_2^-],直接用硫脲、抗坏血酸定容,控制气液分离最小的死体积,提高蠕动泵转速,只需 52 小时便可完成化探样品中 As、Sb、Bi、Hg 任意配对原子荧光光谱法的直接连续测定。方法检出限低,具有较强的抗干扰能力和较高的精密度、准确度,降低了分析成本。待测溶液常温下可稳定 72 小时以上,是一种值得广泛推广的好方法。

参考文献

[1] 邱宏喜. 原子荧光光谱法同一介质中联合测定化探样品中的 As、Sb、Bi、Hg[J]. 黄金地质,1999,5(1):68-70.
[2] 薛光. 银的分析化学[M]. 北京:科学出版社,1998.
[3] 曹锡章,张畹惠,杜尧国,等. 无机化学[M]. 北京:高等教育出版社,1993:109-115.
[4] 翟裕生,彭润民,邓军,等. 区域成矿学与找矿新思路[J]. 现代地质,2002,15(2):151-156.

Rapid Determination of As, Sb, Bi and Hg in Gold Ore Samples by AFS

CHEN Zhansheng, LI Xuanhui, CHAO Yinyin
Gold Geological Institute of CAPF, Langfang 065000, *Hebei, China*

Abstract: A new method which can directly and simultaneously determine the content of As, Sb, Bi and Hg in gold ore samples by atomic fluorescence spectrometry in reproducing medium is introduced. It is an ideal path to improve the analysis environment, reduce the expenditure and increase the analysis accuracy. Under given conditions, the detection limits of each element are respectively: As 2.8ng/mL, Sb 0.19ng/mL, Bi 0.21ng/mL, Hg 0.05ng/mL。

Key words: Atomic fluorescence spectrometry; Direct and continuous determination; Gold ore samples; Detection limit

(上接第 37 页)

Geological Characteristics and Prospecting Direction of Huatong Au-Mo Deposit

ZHANG Zhiqian, WANG Jianning
Shandong Humon Smelting Co., Ltd., Wafangdian 116306, *Liaoning, China*

Abastract: This paper briefly introduces the basic characteristics of three ore-controlling conditions of stratum, magmatic rock and structure in Huatong mining area. The Huatong deposit is a skarnized copper deposit associated with Au, Cu, Mo and Fe. It lies in the crossing of the north-west fault structure and the east-west antidline which is composed by the the stratum of Liaohe Group, and Huatong granitoid intrusive complex invade by this crossing. The ore body occurs in the contact zone between Porphyritic granite and Dashiqiao dolomitic marble. We describe the shape and scale of ore body, the alteration of surrounding rock, the ore structure, the type of skarns and the elaboration to the mineralization, and point out the prospecting direction.

Key words: Geological characteristics; Au-Mo deposit; Skarn; Prospecting direction; Liaoning province