

陕西省双元沟—池沟地区斑岩型铜(钼)矿成矿条件与远景分析

陈连红, 张卫敏

(西北有色地质勘查局 713 总队, 商洛 726000)

[摘要] 双元沟—池沟斑岩体发育在近东西向的商州—丹凤和山阳—凤镇两条深大断裂之间, 属燕山期中酸性岩体, 岩体规模较小, 形态复杂, 蚀变强烈且分带明显; 围岩主要是泥盆系砂岩、粉砂岩等硅铝质岩石, 受次级北西西向和北北东向断裂控制, 这些特征均可与国内、外含铜斑岩体相类比。因此, 本区斑岩型铜矿的成矿地质条件优越, 具有大型斑岩铜(钼)矿床的成矿远景。

[关键词] 双元沟—池沟 斑岩型铜(钼)矿 成矿条件 成矿远景

[中图分类号] P618.41 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)05-0006-05

双元沟—池沟地区位于陕西省山阳县境内, 地理坐标: 东经 $109^{\circ}35'00'' \sim 109^{\circ}40'30''$; 北纬 $33^{\circ}29'45'' \sim 33^{\circ}31'30''$, 面积约 14km^2 。20 世纪 70 年代, 陕西省地质矿产局和陕西省冶金勘探公司在本区开展过地质普查工作, 发现了少量铜矿(化)体; 20 世纪 90 年代, 作者单位与中南工业大学合作在本区开展综合研究和地质找矿, 初步认为本区斑岩铜矿成矿条件有利, 具有一定找矿前景; 近年来, 作者单位在本地区开展了系统的地、物、化综合找矿工作, 取得了一定的进展。

1 区域成矿背景

双元沟—池沟地区位于南秦岭礼县—柞水华力西褶皱带东段南缘(图 1), 北距华北板块与扬子板块的板块缝合线(商—丹断裂)仅 20km 左右, 南侧紧靠具有多期活动性的凤镇—山阳深大断裂^[5]。中生代以来, 在印度板块和太平洋板块俯冲作用的大构造背景下, 东西向大规模断裂构造(如凤镇—山阳断裂)再次活动, 沿这些断裂带再次发生由南向北的俯冲作用(陆内俯冲构造)^[6], 在陆内俯冲消减界面附近产生了大量的深熔岩浆, 并在断裂带的上升盘侵入和喷发, 形成各种中酸性小岩株, 岩脉和火山岩, 本区内的双元沟等岩体均属此成因。在岩体侵入的过程中, 以铜为主的多金属成矿物质伴随热流体上升, 从而有利于斑岩型铜(钼)矿的形成,

在与本区大地构造条件基本相近的洛南北部卢氏—案川斑岩带中, 已发现有金堆城等许多大、中型斑岩型钼(铜)矿。

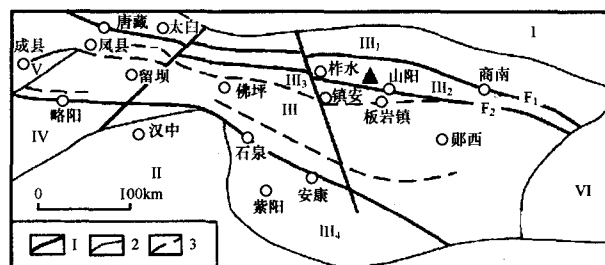


图 1 双元沟—池沟地区大地构造位置略图
(郑作平等, 1996)

I—华北板块; II—扬子板块; III—秦岭褶皱系; III₁—北秦岭加里东褶皱带; III₂—南秦岭礼县—柞水华力西褶皱带; III₃—南秦岭印支褶皱带; III₄—北大巴山加里东褶皱带; IV—松藩—甘孜褶皱系; V—徽成拗陷; VI—南阳拗陷; ▲—双元沟—池沟地区; F₁—商—丹断裂, F₂—凤镇—山阳断裂; 1—一级构造单元界线; 2—二级构造单元界线; 3—断裂带

2 构造条件

2.1 断裂构造

研究区南面为山阳—凤镇断裂带, 其北面为商丹断裂带——板块对接带, 两者均为深大断裂, 特别是商丹断裂带切割深度超过岩石圈^[6]。沿深大断裂带有多期钙碱性岩浆的喷发和侵位, 有时还有基

[收稿日期] 2007-03-09; [修订日期] 2007-04-23。

[第一作者简介] 陈连红(1966年—), 男, 1989年毕业于原西安地质学院, 获学士学位, 高级工程师, 现主要从事固体矿产地质勘查与管理工作。

性和超基性岩浆的侵位,伴随岩浆活动有热流体上升,并带来丰富的金属矿质。尽管矿田和矿床并不直接产于深断裂中,但它们是地幔或地壳深处的成矿物质带到地壳浅部或地表的通道。

大多数斑岩铜(钼)矿田、矿床均受到构造复合部位的控制,尤其是受多组断裂交叉复合和主断裂

旁侧次一级配套断裂的控制^[8]。本区断裂构造发育,以北西西向和北北东向为主(图2),北西西向的 F_1 、 F_2 为主要控岩控矿断裂,控制着矿化蚀变带及斑岩体的带状展布,其与北北东向断裂交汇部位则控制着斑岩体的产出。

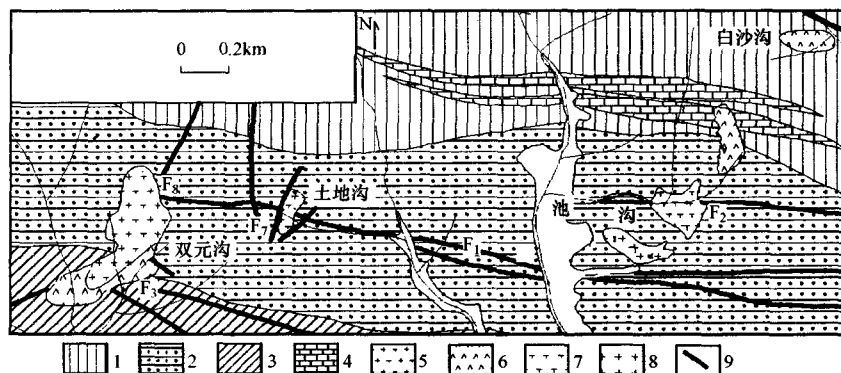


图2 山阳县双元沟—池沟地区地质简图

1—池沟组第三岩性段(D_2ch_3):钙质粉砂质板岩、黑云母粉砂质板岩;2—池沟组第二岩性段(D_2ch_2):薄—中厚层状角闪石英砂岩、黑云母石英角岩;3—池沟组第一岩性段(D_2ch_1):石英砂岩、粉砂质板岩;4—池沟组第三岩性段大理岩;5—花岗闪长斑岩;6—石英闪长玢岩;7—二长花岗斑岩;8—二长花岗岩;9—断层及编号

2.2 岩体接触带构造

研究区岩体与围岩的接触带构造比较复杂,通过对比分析,将本区接触带构造划分为四种基本类型。(A)超覆整合接触带构造,主要发育在研究区北部,当岩体超覆在碳酸盐岩之上,由于岩性致密,渗透率低,起到了遮挡层的作用,使含矿流体不易渗透散失而被保存在接触带下面的碳酸盐岩中,易于形成稳定和比较富、厚的似层状夕卡型铜矿体。(B)直立斜交接触带构造:岩体接触面陡立(倾角在 80° 以上),且与围岩岩层不整合斜切。这种接触带多系岩浆沿围岩中的切层断裂裂隙侵入而成。接触带中裂隙密集,渗透性强,矿液不易大量聚集在有限的空间,因而形成矿体较薄、较分散,多为陡倾斜的脉状矿体。(C)接触—断裂带构造:岩体侵位到围岩中并固结以后,明显受区域构造的影响,又在接触范围内发生断裂活动,产生出新的裂隙、片理化带、角砾岩带以及岩块之间的错动。这种接触—断裂带构造是斑岩铜(钼)矿体富集有利部位。(D)多期次侵入接触带构造:双元沟岩体是一个复式岩体,早期侵入岩体为石英闪长玢岩,晚期侵入岩体为花岗闪长斑岩,晚期矿化多富集于多期次的侵入接触带中或强烈裂隙化地段。

3 岩浆岩条件

3.1 斑岩体的形态特征

山阳—柞水多金属成矿带内岩浆岩广泛发育。从古生代至中生代均有不同类型和规模的岩浆活动,其中以印支期和燕山期酸性、中酸性岩浆活动最强烈,分布也最广^[7]。本区出露的岩体从西向东依次为石英闪长玢岩、斜(二)长花岗斑岩、二长花岗岩、石英闪长岩、石英闪长玢岩、花岗闪长玢岩、石英闪长玢岩、闪长岩,即由中酸性—酸性—中酸性—中性。均属被动侵位方式,岩体与围岩属侵入接触或断层接触关系(图2),各岩体形态特征见表1。

3.2 斑岩体岩石化学特征

对本区斑岩体进行岩石化学全分析,并用电子计算机进行扎瓦里茨基特征数值计算,求得双元沟—池沟地区斑岩体(群)的岩石化学指数为:ANKC值在1.4~1.6之间,里特曼指数(σ)在2.19~3.81之间,分异指数(DI)在70.19~81.74间。与中国主要斑岩铜矿床相比,除里特曼指数(1.84~2.933^[4])略为偏大外,其它特征均接近于我国主要斑岩铜矿床。

表 1 双元沟—池沟地区岩体形态特征一览表

岩体名称	规模			形态	与围岩接触关系	岩性
	长/m	宽/m	面积/km ²			
双元沟	1000~1140	250~500	0.68	筒状	侵入或断层接触	石英闪长(玢)岩、花岗闪长玢岩
土地沟	300	80~120	0.03	岩枝	侵入或断层接触	斜(二)长花岗斑岩
池沟	由 5 个小斑岩体组成,面积分别为 0.04km ² 、0.013km ² 、0.01km ² 、0.02km ² 、0.48km ² 。			不规则状岩枝、岩脉	侵入或断层接触	二长花岗岩、石英闪长(玢)岩
白沙沟	400	150	0.06	岩枝	侵入接触	石英闪长玢岩

3.3 斑岩体的成岩时代及岩体成因类型

3.3.1 成岩时代

用 Rb-Sr 法和 K-Ar 法测得本区石英闪长玢岩年龄为 172Ma,而花岗闪长玢岩的年龄为 96.6Ma 和 94.6Ma,说明双元沟岩体有两次侵入活动,第一次发生于 172Ma 的燕山早期,形成石英闪长岩和石英闪长玢岩;第二次发生于 96.6Ma、94.6Ma 的燕山晚期,形成了花岗闪长玢岩。

3.3.2 成因类型

本区的 20 件样品投影于 P. Bowden (1952) 图中,大部分均落在 I 型花岗岩区(图 3);再用 W J Collins 等(1982)的 Na₂O + K₂O 图投影,有 17 个点落在 I 型花岗岩区,2 个点在 A 型花岗岩区,1 个点在 S 型花岗岩区(图 4)。说明本区斑岩体是以钙碱性系列的 I 型花岗岩为主,即南京大学地质系分类中的深源同熔型花岗岩,按板块构造观点,该类型花岗岩是在活动板块(大陆)边缘或板块闭合边缘之消减带上形成的^[3]。

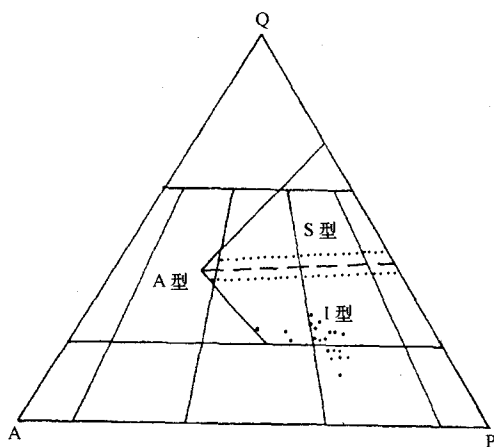


图 3 QAP 图(P Bowden 等,1982)

3.4 围岩蚀变

3.4.1 蚀变类型

据野外地质观察和室内鉴定及综合研究,双元沟、土地沟岩体及其围岩蚀变较强,主要蚀变类型有角岩化、钾硅酸盐化、绢英岩化、青磐岩化,其次有高

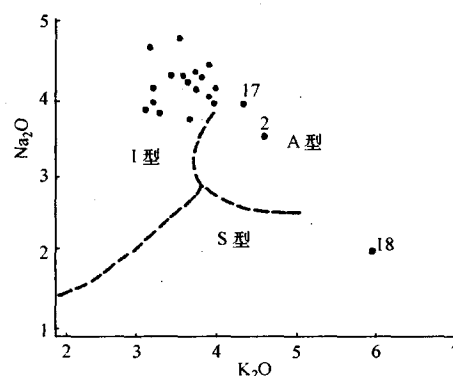


图 4 Na₂O - K₂O 图(W J Collins 等,1982)

岭土化、夕卡岩化。其中角岩化与夕卡岩化沿岩体侵位地层(池沟组中、上段)及控岩断裂(F₁)呈面型带状分布,控制了矿区内铜矿化的范围;钾化、绢英岩化、高岭土化及青磐岩化主要分布于岩体中或外接触带附近,与斑岩型铜(钼)矿化关系密切。

3.4.2 蚀变分带与矿化

双元沟岩体可划分 4 个蚀变带,各蚀变带相互叠加产出,由内向外依次为绢英岩化钾化带—绢英岩化带—青磐岩化钾化带—角岩化青磐岩化带,伴有不同程度的黄铁矿化、黄铜矿化、辉钼矿化、磁铁矿化。

土地沟岩体可划分出 3 个蚀变分带,由内向外依次为绢英岩化钾化带—碳酸盐化绢英岩化带—角岩化青磐岩化带,其中,碳酸盐化绢英岩化带伴有强黄铁矿化、黄铜矿化、辉钼矿化及孔雀石化、褐铁矿等矿化。

池沟岩体(群)钾化和绢英岩化蚀变主要发育于 I 号岩体,其余岩体不发育。岩体外接触带普遍夕卡岩化和角岩化,与黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿等矿化关系密切。

4 围岩条件

4.1 双元沟—池沟地区出露地层岩性

双元沟—池沟地区斑岩体赋存于泥盆系池沟组(D₂ch)之中(图 2),总体为一套韵律明显的碎屑岩

-黏土岩-钙质岩石组合并伴有火山岩。据芮宗瑶等(1984)的统计研究^[1],斑岩铜(钼)矿床中围岩为各种硅铝质岩石(包括火山岩、碎屑岩和变质碎屑岩)的占82.5%,可见,本区围岩岩性有利于形成斑岩铜矿。

4.2 围岩地球化学特征及其与成矿的关系

根据双元沟—池沟地区池沟组地层中不同岩性中主要成矿元素含量统计结果(表2),池沟组中Au平均值为 0.0128×10^{-6} ,为区域地层平均值^[2](Au

0.00083×10^{-6})的14倍;Ag平均含量为 0.5023×10^{-6} ,是区域地层平均值(Ag 0.080×10^{-6})的6倍;Cu的含量平均值为 68.808×10^{-6} ,超出区域地层平均值(Cu 16×10^{-6})的4倍,并且分布极不均匀,均方差 $\sigma = 85.576$,Cu的最高含量 482.008×10^{-6} 。表明池沟组富含Au、Ag、Cu。尽管没有与区域数据Mo对比,但研究区Mo的平均值为 4.4857×10^{-6} ,仍然高出地壳丰度值,从而构成了Au-Ag-Cu-Mo组合型含Cu类复理石建造。

表2 池沟组地层及其不同岩性中Au、Ag、Cu、Mo的含量统计表

$\omega_B/10^{-6}$

地层、岩性	样品数	Au		Ag		Cu		Mo	
		Xa	F	Xa	F	Xa	F	Xa	F
池沟组地层	44	0.0128	14.22	0.5023	6.28	68.808	4.3	4.4807	4.08
砂岩、粉砂岩	13	0.0108	13.01	0.4641	5.80	98.384	6.15	3.918	3.56
板岩	11	0.0112	13.49	0.457	5.71	34.052	2.13	4.219	3.84
钙质岩石	8	0.0102	12.29	0.556	6.95	27.627	1.73	3.374	3.07
角岩	12	0.013	15.78	0.437	5.46	57.649	3.60	4.890	4.26
区域地层	229	0.00083		0.080		16		1.1*	

测试单位:中南工业大学测试中心(1992年);Xa-算术平均值;F-相对富集系数;* -地壳丰度(维诺格拉多夫,1962)。

另外,根据双元沟、土地沟实测剖面的化探原生晕采样分析结果(表3):(1)双元沟、土地沟岩体,不论岩体及近矿围岩中的元素含量除Pb与克拉克值近似外(Pb富集系数为0.85~1.29),其它元素含量都高出克拉克值,其富集系数Cu为1.87~8.1,Mo为1.7~12.2,Au为0.63~2.71,Ag为1.27~

9.54,As为4.3~8.94,表明主要成矿元素Cu、Mo、Au、Ag在岩体及近矿围岩中都有富集。(2)两个地区的Cu、Mo、Ag矿化都是岩体强于围岩,说明围岩起隔挡层作用,成矿主要在斑岩体顶部,在近矿围岩只有当节理裂隙特别发育的地方才有利于成矿。

表3 双元沟、土地沟岩体及近矿围岩原生晕分析结果对比表

$\omega_B/10^{-6}$

岩体名称		Cu	Mo	Au $\times 10^{-9}$	Ag	Pb	Zn
双元沟	岩体	175.83	2.55	4.94	0.148	16.15	13.63
	围岩	102.83	3.32	2.50	0.089	11.36	10.99
土地沟	岩体	445.76	18.30	8.62	0.688	10.61	16.09
	围岩	145.97	5.07	10.84	0.206	14.38	7.80
克拉克值(泰勒) ^[9]		55	1.5	4	0.07	12.5	1.8

注:测试单位:西北有色地勘局713队试验室,1993。双元沟岩体样品127件,围岩样品70件;土地沟岩体样品33件,围岩样品176件。

5 成矿远景分析

双元沟—池沟斑岩体(群)发育于南秦岭造山带北缘,南部距山阳—凤镇深大断裂仅3.5公里。世界上主要的大型、超大型斑岩铜矿的产出无不与深大断裂有关,如太平洋东部的北美南美成矿带、西南太平洋的菲律宾、印尼、澳大利亚、我国的西太平洋斑岩铜矿带等,均受深大断裂带的控制,因此,双元沟—池沟斑岩体(群)、产出的大地构造部位对形成斑岩铜(钼)矿床是十分有利的。

双元沟—池沟斑岩体的围岩主要是泥盆系砂岩、粉砂岩等碎屑岩和少量的黏土岩、碳酸盐岩及少

量的火山岩。据芮宗瑶等(1984)的统计资料,这种硅铝质围岩有利于斑岩型铜矿的形成。据统计,本区围岩中成矿元素Cu、Mo、Au、Ag含量平均值为整个区域地层的几到十几倍,它们是斑岩铜矿的最佳元素组合,也是寻找斑岩铜矿的最重要指示元素。

研究区发育北西西向和北北东向次级断裂构造,它们既控制了斑岩体的产出,也是重要的导矿构造;双元沟—池沟岩体(群)为石英闪长岩—石英闪长玢岩—花岗闪长岩—花岗闪长斑岩—二长花岗斑岩组合,形成于秦岭造山带燕山期陆内俯冲增生带构造环境;斑岩体 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 含量为7.81~8.15,里特曼指数(σ)介于2.19~3.81之间,分异指数

(DI)介于 70.19 ~ 81.74 之间,属碱质含量中等和分异程度较高的钙碱性系列花岗岩类,属深源 I 型系列花岗岩类。与我国西藏玉龙、长江中下游及江西德兴等重要矿带的成矿母岩的岩石特征可以类比。

岩体与围岩接触带构造复杂,围岩蚀变强烈分带明显,在其蚀变带范围内发现了黄铜矿化,这些特征与我国已知的其它斑岩铜矿的蚀变特点是基本一致的,说明双元沟、土地沟斑岩体具有较好的铜矿化潜力。

综前所述,无论是从区域成矿条件,还是从双元沟—土地沟斑岩体自身的特征和围岩及构造条件来看,本区的斑岩体具备了形成斑岩铜矿的优越条件,本区具有大型斑岩铜(钼)矿床的成矿远景。

[参考文献]

- [1] 芮宗瑶. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京:地质出版社,1984.
- [2] 张本仁. 陕西柞水—山阳成矿带区域地球化学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1989.
- [3] 邱家骥. 岩浆岩岩石学[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [4] 张索兰,姚敬金,钟清. 土屋铜矿与典型斑岩铜矿床区域地球物理、地球化学特征对比分析[J]. 地质与勘探,2004,增刊. 64 ~ 69.
- [5] 许志琴. 东秦岭复合山链的形成[M]. 北京:中国环境科学出版社,1988.
- [6] 张国伟,张本仁,袁学诚,等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [7] 严陈. 陕西省花岗岩[M]. 西安:西安交通大学出版社,1985.
- [8] 黄志英,李光明. 西藏雅鲁藏布江成矿区斑岩型铜矿基本特征与找矿潜力[J]. 地质与勘探,2004,1. 1 ~ 6.
- [9] 韩吟文,马振东. 地球化学[M]. 北京:地质出版社.

METALLOGENIC FACTORS AND POTENTIAL OF PORPHYRY COPPER (MOLYBDENUM) DEPOSITS IN THE SHUANGYUANGOU - CHIGOU AREA, SHANNXI PROVINCE

CHEN Lian - hong, ZHANG Wei - min

(No. 713 Team, Northwestern Bureau of Nonferrous Geological Exploration, Shangluo 726000)

Abstract: Shuangyuangou - Chigou porphyry body is located between EW - direction deep and huge faults of Shangzhou - Danfeng and Shanyang - Fengzhen. This small body belongs to Yanshanian intermediate - acidic intrusive rock with complicated shapes, intensive alteration and alteration zonation. Wallrocks include mainly Devonian sandstones and siltstones. The body is controlled by secondary NWW and NNE faults, and similar to domestic and oversea Cu - bearing porphyry. Metallogenic factors are predominant for porphyry Cu deposits, and the area has a large metallogenic potential for porphyry Cu (Mo) deposits.

Key words: Shuangyuangou - Chigou, porphyry copper (molybdenum) deposit, metallogenic factor, metallogenic potential