

秦岭造山带柞水-山阳沉积盆地铜矿 勘查思路与方法

任涛¹⁾, 王瑞廷²⁾, 王向阳¹⁾, 夏长玲¹⁾, 郭延辉¹⁾

1) 西北有色地质勘查局 713 总队, 陕西商洛, 726000; 2) 西北有色地质勘查局, 西安, 710054

内容提要: 秦岭造山带中柞-山盆地铜矿点众多, 主要铜矿类型为斑岩型、热水喷流-改造型, 结合近期勘查成果和综合研究进展, 认为这些矿点可能同属于岩浆-热液-沉积成矿系列。本文在总结区内铜矿床地质特点的基础上, 以区内主要铜矿勘查实例为依据, 综合地、物、化找矿信息, 提出有效的找矿方法为高精度磁法扫面、大地测深定位, 地质钻探验证, 为区内寻找铜矿提供了新的勘查思路与方法。

关键词: 思路与方法; 铜矿勘查; 柞山沉积盆地; 秦岭造山带

沉积盆地是造山带中重要的构造单元, 秦岭造山带中的晚古生带弧前盆地从东向西有凤县-太白盆地、板房子-沙沟盆地、柞水-山阳盆地(简称柞-山盆地)等, 其中产有丰富的金、铅、锌、铜矿产。柞-山盆地分布众多铜矿点, 但多为“鸡肋”型矿床, 几十年来的找铜工作, 一直都是只见星星, 不见月亮, 未发现规模较大的工业矿床, 在寻找大型铜矿方面没有突破。近期山阳县池沟铜矿勘查以斑岩成矿理论为指导, 综合应用新技术、新方法, 进行地、物、化综合找矿, 获得突破性进展, 经钻孔验证发现了百米厚的铜矿体, 为区内找斑岩型铜矿提供了新的找矿思路与借鉴。

1 成矿地质背景

柞-山盆地夹持于商(州)-丹(凤)断裂与风(镇)-山(阳)断裂间, 属南秦岭海西褶皱带。盆地出露中上泥盆统牛耳川组(D_2n)、青石垭组(D_2q)、下东沟组(D_2x)、桐峪寺组(D_3ty) 地层, 为一套泥岩、碎屑岩及少量碳酸盐岩沉积的复理石建造, 沉积物来源于北部丹凤群岛弧火山岩以及南部的前古生界迷魂阵、小磨岭、武当隆起地块, 被认为是晚古生代北秦岭岛弧的弧前盆地(王宗起等, 2002)。风镇-山阳断裂为其南部边界, 直接控制盆地和形成演化和发展。岩浆活动集中于盆地边缘断裂带, 加里东期岩体沿风镇-山阳断裂分布, 主要有小岭花岗岩、李家砭辉

长岩、冷水沟闪长岩。印支期岩体呈岩基沿商丹断裂大规模侵入, 主要有柞水闪长岩体、曹坪二长岩体、沙河湾闪长岩体。燕山期中酸性岩岩体呈小岩株、岩脉侵入盆地地层中。

秦岭经历了复杂的演化过程, 形成现有格局。有证据表明, 扬子和华北克拉通在中、新元古代的晋宁期已发生拼合, 秦岭基底构造基本奠定(张宗清等, 2006)。古生代以来两大陆进入现代板块构造活动机制, 扬子板块向华北板块持续俯冲, 在加里东期-海西早期(400Ma 左右), 北秦岭表现强烈的变质作用, 强烈的火山、岩浆活动, 形成了商丹岛弧带(图1)。同时南秦岭沿凤镇-山阳一线形成迷魂阵、小磨岭、武当隆升带, 并伴随岩浆侵入活动。二者之间形成的柞山盆地, 直到中晚泥盆世接受沉积。中生代整个秦岭进入陆内造山, 风镇-山阳断裂的逆冲推覆和走滑, 使盆地南北进一步压缩, 顺层剪切、层间断裂、推覆滑脱等后期构造发育, 构造岩浆活动产生复杂多样的热流体活动, 有利于矿质的分异、活化、迁移、富集。

根据对不同地区成矿元素的地球化学背景统计, 凤县地区含 $Cu\ 20 \times 10^{-6}$ 、 $Pb\ 27 \times 10^{-6}$ 、 $Zn\ 63 \times 10^{-6}$; 太白-宁陕-板沙区 $Cu\ 17 \times 10^{-6}$ 、 $Pb\ 15 \times 10^{-6}$ 、 $Zn\ 36 \times 10^{-6}$; 山阳-镇安-柞山地区 $Cu\ 30 \times 10^{-6}$ 、 $Pb\ 22 \times 10^{-6}$ 、 $Zn\ 60 \times 10^{-6}$; 商南地区 $Cu\ 24 \times 10^{-6}$ 、 $Pb\ 15 \times 10^{-6}$ 、 $Zn\ 60 \times 10^{-6}$, 可见柞-山盆地铜

注: 本文为“十一五”国家科技支撑计划项目(编号 2006BAB01A11)、西北有色地质勘查局重点地质勘查项目和科研项目联合资助成果。

收稿日期: 2009-07-22; 改回日期: 2009-10-21; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 任涛, 男, 1967 生。高级工程师, 地质工程专业。主要从事金属矿产勘查及技术管理工作。通讯地址: 726000, 陕西省商洛市商州区东关 11 号, 西北有色地质勘查局 713 总队; 电话 0914-2313967; Email: 713dky@163.com。

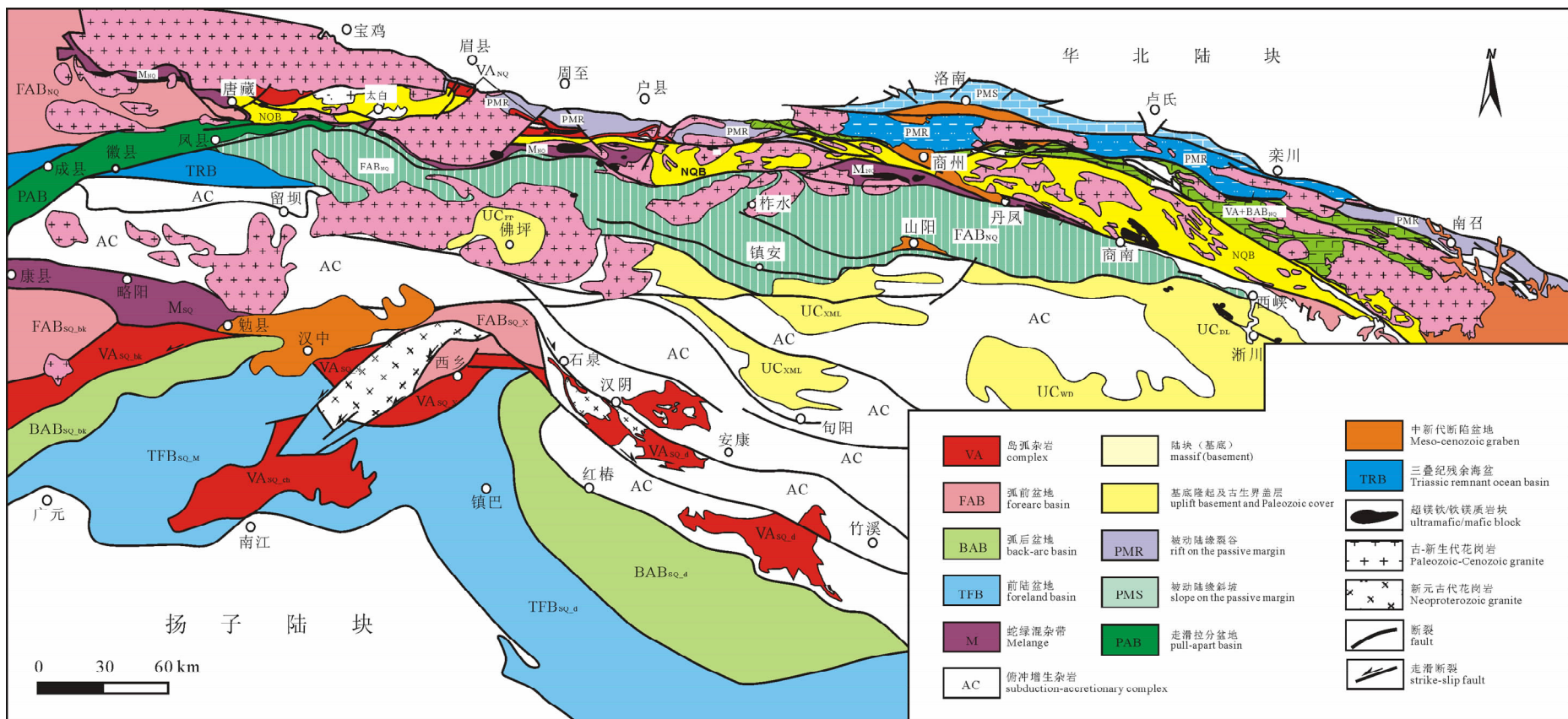


图 1 西秦岭地质构造单元划分图(据王宗起等, 2002)

Fig.1 Geological structure unit map of western Qinling (after Wang Zongqi, et al., 2002)

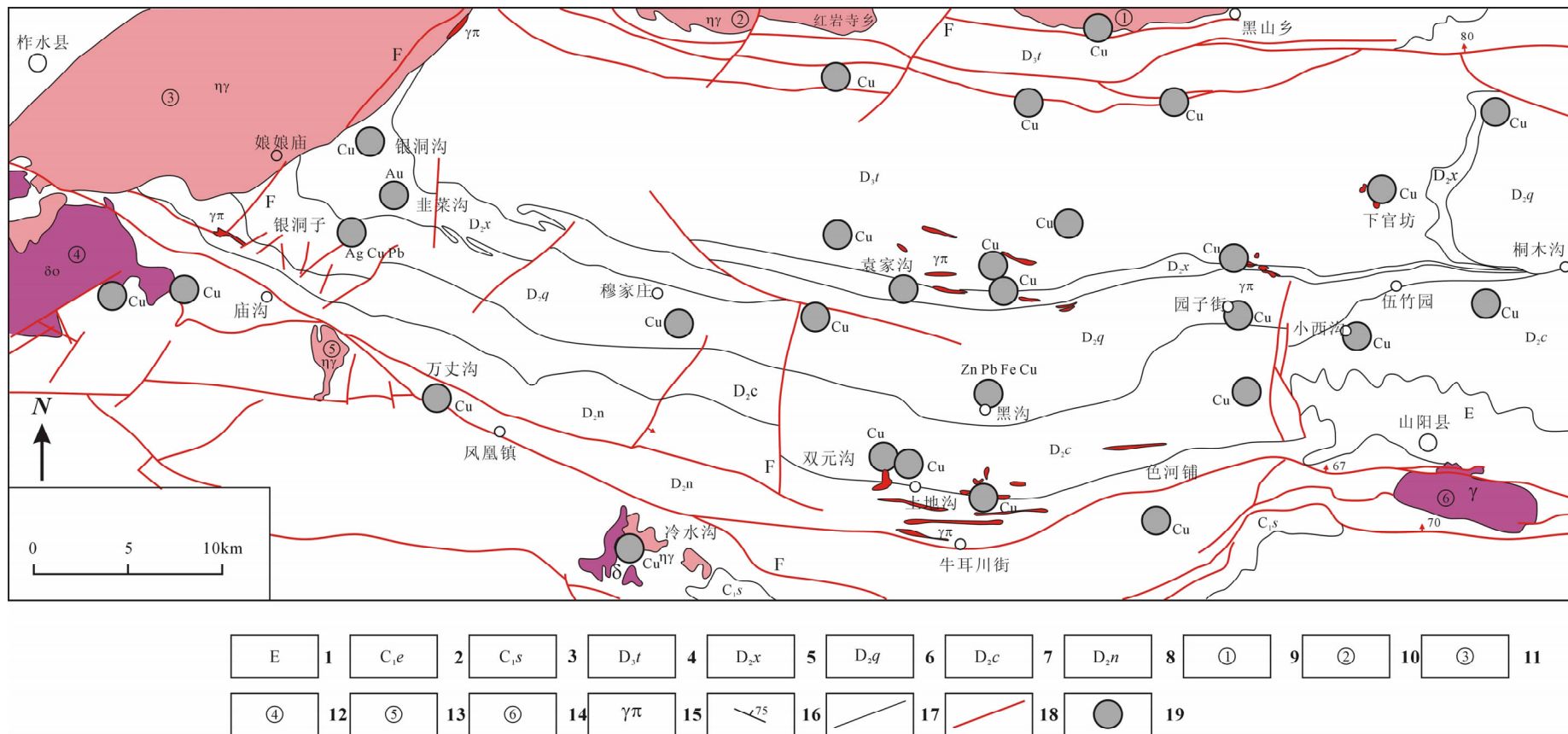


图 2 柞山盆地地质矿产简图

Fig. 2 Geological and minerals sketch map of the Zhashui-Shanyang basin

1—下第三系; 2—石炭系下统二峪河组; 3—下石炭统三峡口组; 4—泥盆系上统桐峪寺组; 5—泥盆系上统下东沟组; 6—泥盆系中统青石崖组; 7—泥盆系中统池沟组; 8—泥盆系中统牛耳川组;

9—沙河湾岩体; 10—曹坪岩体; 11—柞水岩体; 12—小岭岩体; 13—李家砭岩体; 14—板板山岩体; 15—花岗斑岩; 16—地层产状; 17—断层; 18—深部断裂; 19—矿点

1—Tertiary; 2—Lower Carboniferous Eryuhe Formation; 3—Lower Carboniferous Sixiakou Formation; 4—Upper Devonian Tongyusi Formation; 5—Upper Devonian Xiadonggou Formation; 6—Middle Devonian Qingshiya Formation; 7—Middle Devonian Chigou Formation; 8—Middle Devonian Niuerchuan Formation; 9—Shahewan intrusion; 10—Caoping intrusion; 11—Zhashui intrusion; 12—Xiaoling intrusion; 13—Lijiabian intrusion; 14—Banbanshan intrusion; 15—granite porphyry; 16—stratigraphic occurrence; 17—fault; 18—deep fault; 19—ore spot

元素丰度最高,具有找铜的物质条件。

2 矿床类型及成矿特征

根据目前区内地质研究和勘查工作程度,柞-山盆地铜矿类型主要可划分为:①与燕山期中酸性岩体有关的斑岩型-矽卡岩型;②与热水喷流有关的热

2.1 斑岩型铜矿

燕山期中酸性小斑岩体呈带状分布于柞山盆地中部、南部及外缘,根据成矿地质特征及空间展布特征分为南、北两个带。北带集中分布于袁家沟、小河口、原子街、下官坊,主要侵入上泥盆统下东沟、桐峪寺组地层中。南带分布于二元沟、土地沟、池沟一线,侵入中泥盆统池沟组地层中。冷水沟岩体分布于山风断裂紧南侧,为多旋回复式杂岩体,侵入中泥盆统龙洞沟组地层中(图 2)。岩体主要为中酸性小岩体,个别伴有少量爆发角砾岩及砾岩凝灰岩。呈枝状、脉状产出,少数为不规则状、等轴状岩株,面积多小于 1km²。岩体均呈侵入接触关系,接触变质及交代作用强烈,伴随铜、铁、钼矿化。

2.1.1 岩石类型

主要岩石类型有花岗岩闪长斑岩、石英闪长玢(斑)岩、二长花岗岩、黑云母花岗斑岩、斜长花岗斑岩。以前二者为主,SiO₂含量在 64%~71%之间,石英含量在 25%左右,具斑状结构,斑晶由斜长石、

钾长石组成,基质具显微花岗结构或显微细粒结构。石英闪长玢(斑)岩含较多的暗色矿物。

各岩体的岩石化学成分表明(表 1),燕山期各小岩体的花岗闪长斑岩和石英闪长岩与中国同类岩石平均化学成分对比,SiO₂、K₂O 含量偏高,Na₂O 接近,具富碱富硅特征。Al₂O₃、Fe₂O₃、FeO、MgO、CaO 等不同程度偏低。计算表明,绝大多数属于钙碱性岩石系列,个别为偏碱性岩石系列。分异指数(DI)在 73~93 之间,接近中国主要斑岩铜矿床的 DI 值(63~83)。应用 Peares et al. (1984)的 Rb-(Rb+Y)图解判别,属于火山岛弧构造环境产物(张本仁等,1989)。

2.1.2 岩体的含矿性

本区花岗岩类岩石微量元素含量特征表明(表 2),以富集 Cu、Mo、Ag、W 为特征,而 Zn(Pb)较贫,并且 Cu、Mo 在岩体中分布不均匀,它们的变异系数大于或接近 100%。岩体含 Cu 44×10⁻⁶~213×10⁻⁶,明显高出世界同类岩石中 Cu 的平均含量,反映岩浆在提供成矿物质方面是有利的。而 Cu、Mo 在地层中初始本底含量很低(表 3),成矿元素很难由赋矿地层提供,由此认为成矿物质来源于斑岩体本身。

2.1.3 围岩蚀变

岩体与围岩发生接触变质及交代作用,蚀变为角岩化,矽卡岩化,钾化、绢英岩化、青磐岩化等。其中角岩化、绢云母化普遍,围绕岩体形成蚀变晕圈,

表 1 柞-山盆地燕山期中酸性岩体岩石化学成分
Table 1 Rock chemical composition of middle and acid intrusion of Yanshan epoch in Zha-Shan basin

时代	岩体名称	侵入期次及侵入体	岩石名称	样品数	岩石化学成分(%)														分异
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	总量	指数 D. I	
燕山期	小河口	I号岩体	花岗闪长斑岩	4	69.42	14.71	0.30	1.71	1.37	0.98	2.21	0.04	4.01	3.82	0.19	0.95	99.71	81.86	
		II号岩体	花岗闪长斑岩	6	68.35	15.01	0.38	1.66	1.46	1.03	2.65	0.05	3.84	3.90	0.21	0.76	99.30	79.69	
		III号岩体	石英闪长玢岩	7	65.63	14.97	0.48	2.25	1.91	1.38	3.94	0.07	3.27	4.00	0.26	0.76	98.92	73.91	
		岩枝	石英闪长玢岩	2	65.73	15.18	0.40	0.73	1.16	1.44	3.83	0.04	5.16	3.79	0.23	0.84	98.53	78.16	
	袁家沟	杜家梁	黑云母花岗斑岩	6	67.91	15.13	0.32	1.13	1.15	0.99	2.36	0.03	5.09	3.75	0.42	1.02	99.30	82.59	
		花石崖	二长花岗斑岩	4	71.14	14.03	0.22	0.73	0.81	0.45	1.25	0.02	6.75	2.72	0.29	0.81	99.22	89.81	
	园子街	I号岩体	石英闪长玢岩	4	64.80	15.48	0.51	1.70	2.15	2.13	2.69	0.05	3.56	4.04	0.31	1.27	98.69	74.04	
		II号岩体	石英闪长玢岩	4	65.73	15.21	0.45	2.40	1.37	1.47	2.66	0.09	3.62	4.07	0.37	1.18	98.62	76.81	
		III号岩体	石英闪长玢岩	1	64.53	14.71	0.50	2.00	2.37	1.83	2.37	0.03	4.40	3.90	0.31	1.13	98.08	76.20	
	下官坊		花岗闪长斑岩	2	67.10	14.77	0.46	1.75	1.54	1.49	2.63	0.04	4.44	4.25	0.24	0.50	99.21	81.79	
	二元沟		石英闪长岩	7	66.07	15.81	0.46	2.18	1.58	1.64	3.03	0.06	3.40	4.46	0.31	0.68	99.68	76.64	
	冷水沟		花岗闪长斑岩	4	64.15	15.10	0.52	1.61	1.26	1.08	4.18	0.07	5.96	3.25	0.29	1.39	98.86	89.38	
	平均含量值				66.71	15.01	0.42	1.65	1.51	1.33	2.82	0.05	4.46	3.83	0.29	0.94	99.02		
中国花岗岩平均成分(黎彤等,1963)				71.27	14.25	0.25	1.24	1.62	0.80	1.62	0.08	4.03	3.79	0.16	0.56	99.67			
中国花岗闪长岩平均成分(同上)				64.98	16.33	0.52	1.89	2.49	1.94	3.70	0.09	2.95	3.67	0.32	0.83	99.71			
中国石英闪长岩平均成分(同上)				60.51	16.70	0.73	2.84	3.49	2.54	4.63	0.14	2.65	3.68	0.46	0.88	99.35			

注:据张本仁,等,1989。

表 2 柞-山盆地燕山期中酸性岩体微量元素平均含量(×10⁻⁶)

Table 2 Average contents(×10⁻⁶) of microelement for middle and acid intrusion of Yanshan epoch in Zha-Shan basin

元素	小河口Ⅰ号 岩体(21)	小河口Ⅱ号 岩体(15)	冷水沟(20)	园子街(21)	下官坊(15)	双元沟(20)	世界花岗岩	世界闪长岩
Cu	101	44	213	396	70	139	20	35
Mo	2.79	1.1	2.78	2.24	1.36		1	0.9
Pb	21	19	29	19	35	22	20	15
Zn	39	29	19	42	53	48	60	72
Ag	0.23	0.12	0.35	0.34	0.16		0.05	0.07
W	3.5	2.1	4.7	3.3	1.8		1.5	1
Ni	4	4	5	19	14	7	8	55
Co	5	4	4	7	6	7	5	10
V	38	31	38	55	46	53	40	100
Ti	1992	1762	2442	2784	2598	2401	2300	8000
Mn	400	307	142	265	361	421	600	1200
Cr	55	56	5	175	182	19	25	50
Sr	616	594	175	719	729	811	300	800
Ba	1216	1127	946	2431	1906	1550	830	650
Zr	45	50	24	44	35	32	200	260
Nb	11	9	13	11	10		20	20
Li	8	14	7	7	18	9	40	20
Rb	109	101	85	96	116	91	200	100

注:括号内数字为样品数;世界花岗岩、闪长岩微量元素平均含量转引自赵伦山等,1988;单位×10⁻⁶。

岩体出露密集时,构成近东西向的带状,反映岩体带来的热力与流体的影响范围。小河口岩体矽卡岩化强烈,双元沟花岗岩由内向外钾化-绢英岩化-青磐岩化分带较明显,池沟二长花岗岩钾化-绢英岩化发育,而石英闪长蚀变发育不完全。本区围岩蚀变具有较好的空间分带性,且与典型斑岩铜矿床蚀变特征相似。

2.1.4 矿化特征

此类斑岩体地表矿化均不具面状矿化特征,仅表现为短小矿脉。主要以双元沟-池沟铜矿、小河口铜矿、冷水沟铜矿为代表。

双元沟铜矿体分布于隐爆角砾岩与花岗闪长斑岩的接触带,和隐爆角砾岩的断裂裂隙中,与钾化、绢英岩化带相吻合,矿化体呈雁行排列,单个矿体长50~200m,厚1~15.99m,铜品位0.2%;矿石类型为浸染状和细脉浸染状。矿石结构以充填交代为主,次为固溶体分离结构,矿石构造主要为浸染状和细脉浸染状,其次为角砾状和胶状构造。池沟在IV号石英闪长岩中见到斜厚近百米的铜矿化体,黄铜矿呈浸染状或钾化细脉状,显示出斑岩铜矿前景。

小河口岩体矿化主要为矽卡岩铜矿化,呈扁豆状及透镜状分布,单个矿体长50~265m,厚0.7~2.85m,铜平均品位1.63%;矿石类型有含铜磁铁矿石,含铜黄铁矿石,含铜磁黄铁矿石及黝铜矿石。矿石构造为浸染状、团块状和条带状。

冷水沟岩体外围与灰岩接触处形成矽卡岩铜矿体,花岗岩中赋存脉状铜矿体,单体长20~250m,厚0.4~3.77m,铜品位0.2%~2.40%。与石英钠长岩以及斜长角闪岩接触带见铜钼矿体,钻孔ZK601控制5段铜矿化体,累计斜厚197.19m,平均品位0.11%~0.16%;以边界品位圈定4段铜钼矿体。矿石类型以细脉浸染状为主,次为团块状,稠密浸染状及脉状。金属矿物主要为黄铁矿及黄铜矿,含少量辉钼矿、孔雀石。

该类与中酸性岩体有关的斑岩型和矽卡岩型铜矿,地表都为小矿体,规模不大,最近勘查发现这些岩体埋藏较深,出露地表部分仅为岩枝,高精度磁测表明深部存在岩基,深孔证实蚀变和矿化由地表到深部逐步变强,加之构造裂隙发育,本类铜矿可能是柞-山盆地中最具成矿远景的类型。

2.2 热水喷流沉积-热液改造型铜矿

中泥盆统大西沟组(青石垭组)地层中赋存的层状矿床是盆地内占优势的矿产资源,它们形成一个成矿系列,其元素组合为Fe-Pb-Ag-Cu、Cu及Fe-Pb-Ag,空间上由东向西为大西沟-银洞子多金属矿田、穆家庄铜矿、黑沟菱铁矿-铅银多金属矿,成为三个近等距分布的矿区。

2.2.1 青石垭组含矿性

青石垭组为一套浅海陆棚环境的细碎屑岩、粘

表 3 柞水-山阳盆地中上泥盆统微量元素的初始沉积本底含量(A)和总体平均含量(M)

Table 3 Initial sediment background contents (A)and total average contents (M) of microelement for middle and upper Devonian series in Zha-Shan basin

地层		Cu			Pb			Zn			Ag			As			Co		
统	组	A	M	M/A	A	M	M/A	A	M	M/A	A	M	M/A	A	M	M/A	A	M	M/A
上统	桐峪寺组	12	12	1	56	56	1	66	66	1							9	10	1.11
		(45)	(45)		(45)	(45)		(45)	(45)								(44)	(45)	
	下东沟组	31	31	1	59	91	1.54	77	79	1.02							13	13	1
		(42)	(42)		(40)	(42)		(41)	(42)								(42)	(42)	
	上统沉积岩	21	21	1	58	73	1.27	71	72	1.01							11	11	1
		(87)	(87)		(85)	(87)		(86)	(87)								(86)	(87)	
中统	青石埂组	26	74	2.85	33	61	1.85	68	89	1.30	0.05	0.22	4.4	5.50	25.46	4.63	15	15	1
		(331)	(360)		(329)	(360)		(327)	(360)		(120)	(149)		(116)	(150)		(356)	(356)	
	池沟组	17	19	1.07	39	46	1.18	73	117	1.61	0.056	0.100	1.89	1.01	9.60	9.50	14	15	1.09
		(156)	(159)		(146)	(159)		(142)	(159)		(101)	(112)		(90)	(112)		(146)	(159)	
	牛耳川组	17	32	1.94	39	72	1.83	41	50	1.23	0.058	0.058	1	2.30	3.04	1.32	11	12	1.02
		(123)	(141)		(126)	(141)		(135)	(141)		(38)	(38)		(35)	(39)		(139)	(141)	
	中统沉积岩	22	52	2.36	36	60	1.67	63	67	1.38	0.054	0.157	2.90	3.39	16.65	4.91	14	14	1.04
		(610)	(660)		(601)	(660)		(604)	(660)		(259)	(299)		(239)	(301)		(639)	(660)	
中上统所有沉积岩		22	48	2.21	38	61	1.59	64	86	1.33							14	14	1
大陆地壳丰度		(697)	(647)		(686)	(747)		(690)	(747)		(725)	(747)							
		25			14.8			65			0.07			1.7			24		

注:陆地地壳丰度据 Wedepohl,1995;括号中数字为样品数。

土岩夹碳酸盐岩沉积。微量元素含量表明(表 3),Cu 的初始本底含量在中上泥盆各组中仅次于下东沟组,而总体平均含量最高,为 74×10^{-6} 。空间分布上平均含量在含矿区段显著增高,远离矿区较低,与本底值接近。有矿地段 Cu 总体含量的标准离差明显大于无矿地段,反映空间分布不均匀,显示铜元素的浓集成矿作用。

2.2.2 矿化特征

该类矿床以大西沟多金属矿床和穆家庄铜矿为代表。

大西沟矿床中铜矿仅为矿床的一部分,但其控制储量在柞山盆地中首屈一指。铜矿体分布于 7 号菱铁矿上盘,13 号银铅铜锌矿体 61~85 线以及 7~13 线的西铜矿段。呈层状似层状,单个矿长 10~655m,厚 0.65~16.61m,含铜 0.29%~2.11%,并伴生银,以浸染状、浸染条带状构造为主,金属矿物为黄铜矿、磁铁矿、菱铁矿、黝铜矿,脉石矿物为重晶石、钠长石、方解石、石英。

穆家庄铜矿受断裂控制,矿体线状延伸,矿床主要赋存于白云质粉砂岩或粉砂质白云岩层中,受 NWW 挤压片理构造带控制,由 7 个铜矿化带组成,矿带长 1200~2600m,宽 1~25m,最宽 50m。共圈定 11 个矿体。

矿体呈脉状、透镜状,总体向北倾,倾角 60°~80°。矿体长 40~680m,平均宽 1~12.71m,主矿体最宽 31.25m。Cu 平均品位 0.4%~2.01%。其中Ⅲ-1 矿体 Cu 平均品位 1.68%。

矿石矿物为黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、孔雀石、斑铜矿、蓝铜矿、辉铜矿等,脉石矿物包括铁白云石、绢云母、石英、方解石等;矿石结构:它形、交代溶蚀结构;构造:浸染状、团块状、块状、细脉—网脉状,角砾状等构造,少量条纹条带状。围岩蚀变为黑云母化、铁白云石化、硅化、黄铁矿化、绿泥石化等。

2.2.3 成因类型

柞-山盆地在海西构造期由于海底同生断裂活动使深部含矿热卤水上升,形成了一套含 Cu 等成矿物质的堆积及相应的硅质岩、钠质岩、铁白云岩、重晶石岩。矿层及时被大陆沉积物覆盖掩埋得以完整保存。后期构造作用轻微时,形成大西沟-银洞子同沉积热水喷流矿床。后期构造作用强烈时,成矿物质(矿体)活化、迁移,于有利的构造部位富集成穆家庄热水沉积-改造型矿床。

2.3 与基性杂岩有关的破碎蚀变岩型

该类型仅见于凤镇断裂附近的万丈沟矿点中,区内出露中泥盆统牛耳川组变细砂岩、板岩,并发育石英钠长岩。矿化带赋存于次级断裂带中,铁碳酸盐化、黄铁矿化、蛇纹石化强裂。矿化类型为 Cu、Au、Ni、Co,主要矿物组合为黄铜矿、黄铁矿、砷镍矿、镍华,矿石构造为细脉状、浸染状、块状。矿化带长 2000 米以上,宽数十米,铜品位 0.17%~3.95%,含金 $0.1 \times 10^{-6} \sim 0.4 \times 10^{-6}$,含镍最高 16.14%。该矿点处于深大断裂附近,距加里东期李家砭辉长岩 5 km,分析认为与基性杂岩体有成因关系。尽管在本类型矿点还没有发现工业矿体,但也

是找铜矿的一个方向。

3 勘查思路与方法组合

大西沟菱铁矿是在“M-87-1”航磁异常基础上发现的,穆家庄铜矿是检查“风-10-1”化探异常发现的,池沟是检查“小-1”化探异常发现的,因此物化探异常是选定勘查区域的有效手段之一。

柞-山地区已完成了选区工作,现阶段面临着找深部矿或隐伏矿的问题,矿区及异常靶区有效的方法组合为高精度磁测扫面-CSAMT 测深定位-钻探验证。

池沟地区 20 世纪 70 年代就发现小斑岩体与化探异常十分吻合,从此开始了斑岩型铜矿找矿工作,地表圈定了脉状铜矿体,经稀疏钻孔验证后认为斑岩体规模小,仅能形成细脉状的矿化体,不利于形成大吨位、低品位的斑岩铜矿。后多位学者研究认为,池沟地区成矿条件有利,但对矿体赋存部位、矿体规模没有定论。最近在池沟采用了高磁扫面+CSAMT+钻探方法组合,地面高精度磁法测量发现 ΔT 正异常,异常规模较大,与池沟出露岩体吻合,上延 1km,异常清晰,形态变化不大。反映岩体了总体呈北东走向,分布范围大于出露范围,埋藏较深。可控源音频大地电磁测深,确定含矿岩体电性层小于 $5000\Omega \cdot m$,矿(化)体电阻率在 $500 \sim 2000\Omega \cdot m$ 。经钻孔验证,发现了厚 123m 的铜矿体(图 3),初步验证认为是斑岩铜矿。

银洞子银铅铜多金属矿床危机矿山接替资源项目中采用了高磁扫面+CSAMT+钻探及坑探方法组合,对银洞子北部地区进行地面高精度磁法测量工作,测区表现为一个 ΔT 正、负异常,异常规模较大。正异常位置与已知矿体出露位置吻合,反映磁性较强的地表铜银矿体范围,负异常反映矿体的倾伏范围,显示磁异常源向北深度变大。可控源音频大地电磁法对银洞子北部地区进行探测后,代表矿体电性层($800 \sim 2000\Omega \cdot m$),继续向北延伸,低部存在灰岩或岩体的高阻($>2000\Omega \cdot m$)隆起进一步证明矿体向北具有广阔的找矿前景。坑探证实 13 号主矿体向北延伸 600m,矿化层厚 23.3m。估算新增资源量银 513 吨,铅 1.17 万吨,铜 4.25 万吨。

柞-山地区两个主要铜矿类型均可用高磁扫面+CSAMT+钻探方法组合。实践证明通过中、大比例尺物化探扫面工作来确定靶区,物探测深方法结合地质理论构建矿体三维模型,指导工程验证并不断反馈,对探寻深部矿体或隐伏矿体是行之有效

的。

4 讨论

柞-山地区找铜思路一直偏重于热水喷流-改造型,矿床层控明显,品位高并且多金属共生,几十年来,沿青石垭组层位先后发现了穆家庄铜矿床、黑沟菱铁-多金属矿床、小西沟铜矿、桐木沟锌矿等。随着地质勘查的进一步深入和理论研究的不断完善,在偏离青石垭组的层位中发现了相类似的铜矿化,深部找矿中发现矿体并不沿层延伸,而且也发现了岩浆岩和岩浆热液的证据,以及可能的岩浆通道特征,因此热水喷流可能为岩浆热液喷流,从而产生同沉积矿床。

斑岩型铜矿和热水喷流-改造型铜矿都与热液有关,它们之间是否有内在联系?前者无疑与岩浆期后热液有关,这些岩浆岩的年龄为燕山期($141 \sim 148 Ma$),成矿温度为 $220 \sim 430^{\circ}C$,主期成矿平均温度 $370^{\circ}C$,氢氧同位素证明成矿溶液中水是由形成斑岩的岩浆提供;后者的成矿年龄为海西期($374 \sim 378 Ma$),成矿温度为 $157 \sim 399^{\circ}C$,主期成矿平均温度 $190^{\circ}C$,氢氧同位素证明成矿溶液中的水是由变质水或岩浆提供。看来两类型差别甚大,但仔细分析其本质区别在于成矿热液性质,是否来源于岩浆热液?热水喷流没有完全排除源于岩浆热液的可能性,其最基本的证据是:①成矿热液为高盐度偏酸性的卤水,类似红海阿特兰蒂斯 II 号海渊的卤水;②矿体呈层状,与围岩层理一致,没有明显热液蚀变;③出现快速化学沉积的层状重晶石及钠长岩,成矿物质来源于上地壳和造山带,而非正常海水或陆源物质。朱华平等(2005)研究认为穆家庄铜矿成矿液来自于岩浆,而以前主流观点为热水喷流改造型;最新柞山航磁异常在青石垭组中连续出现几个异常,解译为隐伏花岗岩,甚至在大西沟-银洞子矿田中也解译有隐伏花岗岩和基性杂岩,种种迹象表明热水喷流中热水可能来自岩浆,两者统为岩浆-热液-沉积成矿系列。

斑岩型铜矿成为次要地位在于未发现工业意义的矿体,池沟斑岩铜矿初步勘查结果显示该类型找矿前景广阔。

5 结论

(1)柞-山地区存在两种主要铜矿类型:斑岩型铜矿、热水喷流-改造型铜矿。不论哪种类型,都可能与深部岩体成矿作用有关。区内发育诸多燕山期

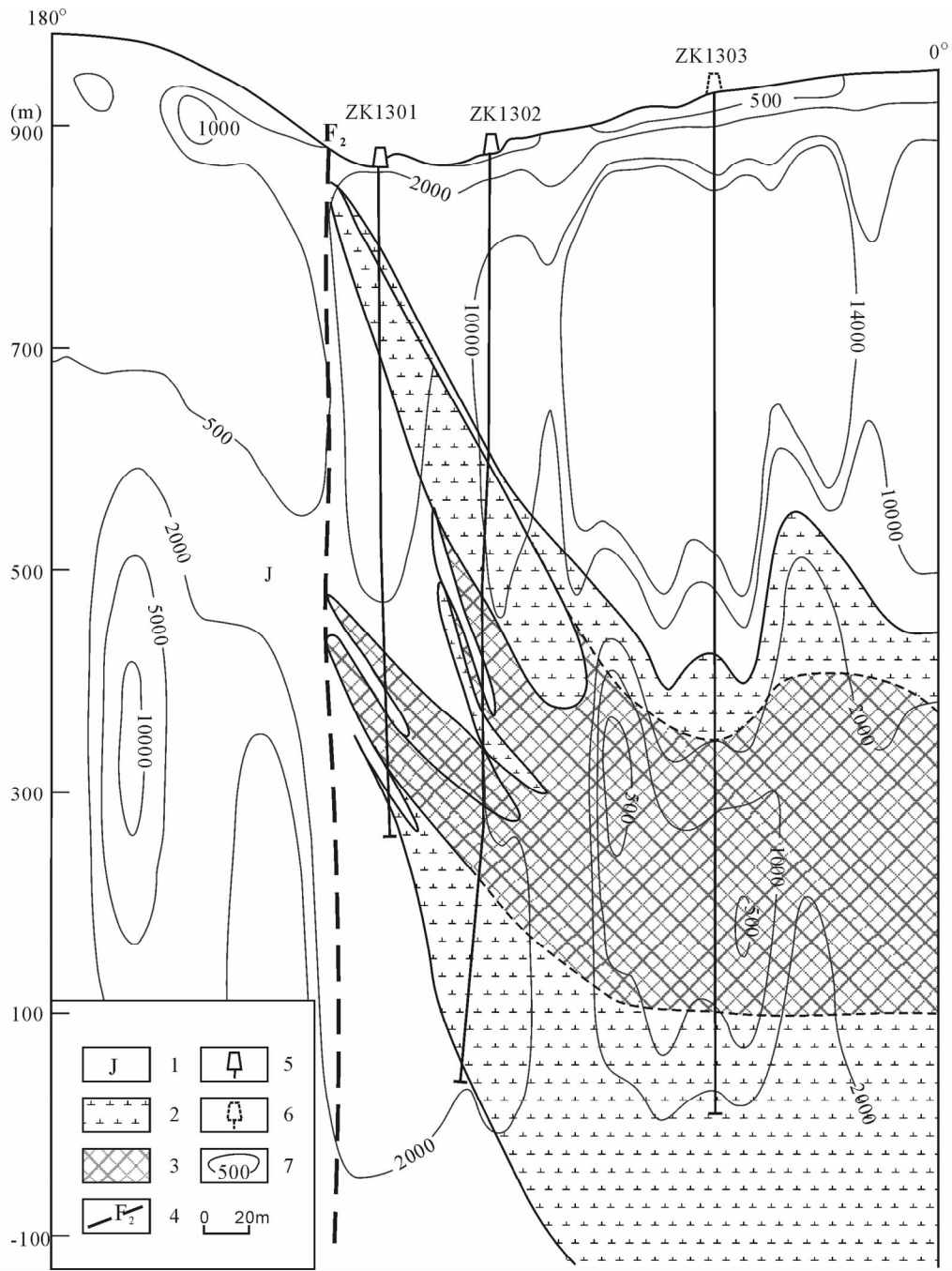


图 3 池沟 13 线 CSAMT 法综合改正电阻率的拟断面及地质解释剖面图

Fig. 3 CSAMT method comprehensive revised resistivity fitting profile section and geological explanation section map of No. 13 exploration line in Chigou copper ore region

1—黑云母角岩;2—实推测石英闪长岩;3—实推测铜矿体;4—推测断层;5—已施工钻孔;6—设计钻孔位置及编号;
7—CSAMT 综合改正电阻率等值线(Ω·m)

1—Biotite hornfels; 2—inferred quartz diorite; 3—inferred copper orebody; 4—inferred fault; 5—finished drills; 6—designed drills location and its number; 7—CSAMT method comprehensive revised resistivity contour(Ω·m)

中酸性小斑岩体,其地质构造环境、成矿地特征与比池沟地区相同,同样具有斑岩型铜矿找矿潜力,本区寻找大型铜矿前景广阔。

(2) 区内铜矿勘查难度和深度进一步加大,对

寻找深部或隐伏铜矿体,运用高磁扫面+CSAMT+钻探的综合找矿方法,是行之有效的。

(3) 对老矿区,特别是“鸡肋”型矿区,探索新方法组合,提高地质认识,明确找矿思路,有利于快速

有效地预测评价目标区找矿潜力。池沟斑岩铜矿勘查解剖,为区内寻找斑岩型铜矿提供了例证。

参 考 文 献

黎彤,饶纪龙. 1963. 中国岩浆岩的平均化学成分. 地质学报, 43 (3):271~280.

李文渊,董福辰,姜寒冰,谭文娟,王永和. 2006. 西北地区重要金属矿产成矿特征及其找矿潜力. 西北地质,39(2):1~16.

祁思敬,李英. 1999. 南秦岭晚古生代海底喷气沉积系统. 地学前缘,16(1):171~179.

任涛,樊忠平,原莲肖. 2007. 南秦岭东段早寒武世黑色岩系金钒成矿特征与找矿方向——以夏家店矿床为例. 西北地质,40(2): 85~94.

王瑞廷,李剑斌,任涛,杨智慧,毛景文,王涛. 2008. 柞水—山阳多金属矿集区成矿条件及找矿潜力分析. 中国地质, 35(6):1291~1298.

王相,唐荣扬,李实,李永祥,杨铭君,王东生,等. 1996. 秦岭造山与金属成矿. 北京:冶金工业出版社,170~187.

王宗起,王涛,闫臻,闫全人. 2002. 秦岭晚古生代弧前增生的背驮型盆地体系. 地质通报,21(8-9):456~464.

夏林圻,夏祖春,徐学义. 1996. 南秦岭中新元古代火山岩性质与前寒武纪大陆裂解. 中国科学(D辑), 26(3):237~243.

闫臻,王宗起,李继亮,闫全人,王涛,陈隽骅,徐学义. 2008. 造山带沉积盆地构造原型恢复. 地质通报,27(12):2001~2013.

杨志华,等. 1991. 边缘转换盆地的构造岩相与成矿. 北京:科学出版社,1~228.

姚书振,丁振举,周宗桂,陈守余. 2002. 秦岭造山带金属成矿系统. 地球科学,27(5):599~604.

翟裕生. 1996. 论成矿系统. 地学前缘,6(1):13~27.

张本仁,陈德兴,李泽九,谷晓明,蒋敬业,胡以铿,李芳林,郭五寅,李耀成. 1989. 陕西柞水-山阳成矿带区域地球化学. 武汉:中国地质大学出版社,58~138.

张国伟,董云鹏,姚安平. 2001. 造山带与造山作用及其研究的新起点. 西北地质,34(1):1~9.

张国伟,孟庆任,于在平,孙勇,周鼎武,郭安林. 1996. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征. 中国科学(D),26(3):193~200.

张宗清,张国伟,刘敦一,王宗起,唐索寒,王进辉. 2006. 秦岭造山带蛇绿岩、花岗岩和碎碎沉积岩同位素年代学和地球化学. 北京:地质出版社,145~151.

赵伦山,张本仁. 1988. 地球化学. 北京:地质出版社,40~41.

朱华平,张德权,张汉诚,余宏全,丰成友,李虹. 2005. 陕西柞山地区穆家庄铜矿床成矿流体来源的氢氦氧同位素示踪. 地质与勘探,41 (5):22~26.

Peares J A, Hanris N B W and Tindle A G. 1984. Trace Element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journal of Petrology, 25(4): 956~983.

Wedepohl K H. 1995. The composition of the continental crust. Geochim. et Cosmochim. Acta, 59: 1217~1232.

A Way and Method for Prospecting Copper Deposit in the Zhashui-Shanyang Sedimentary Basin in the Qinling Orogenic Belt

REN Tao¹⁾, WANG Ruiting²⁾, WANG Xiangyang¹⁾, XIA Changling¹⁾, GUO Yanghui¹⁾

1) No. 713 Geological Team, Northwest China Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals, Shangluo, Shaanxi Province, 726000; 2) Northwest China Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals, Xi'an, 710054

Abstract

There have a great number of copper ore occurrences in Zha-Shan basin of Qinling orogenic belt, most of which belong to porphyry type, hydrothermal exhalative type, and reformed type. It is concluded that these ore occurrence may attribute to magma-hydrothermal-sedimentary metallogenic series combined with late prospecting result and comprehensive research advance. On the basis of analyzing geological features of copper deposits and judging by principal copper deposits exploration examples, integrating geological, geophysical, and geochemic prospecting information, it is proposed that effective exploration methods are high precision magnetic measurement, magnetotelluric sounding locating, and drill confirmation, which provided new prospecting thoughts and methods for exploring copper ore deposit in the Zha-Shan region.

Key words: way and method;prospecting copper deposit;Zhashui-Shanyang sedimentary basin;Qinling orogenic belt