第十五卷第三期 物 探 与 化 探 Vol. 15, No. 3
1991年6月 GEOPHYSICAL & GEOCHEMICAL EXPLORATION Jun., 1991

湖北大冶鸡冠嘴铜金矿床地球化学找矿模式[1]

郭学全 熊继传 李辉文

（鄂东南地质队）

摘 要

湖北大冶鸡冠嘴矿床是鄂东南地区较典型的矽卡岩型铜金矿床，其构造位置隶属灵乡火山岩盆地东北缘，大冶复式向斜南翼，阳新中酸性岩体西北端；矿体主要赋存在岩体与大冶群(T_1dy)大理岩接触带内外及岩体内大理岩捕虏体中，明显受北北东向断裂一接触带复合构造所控制。本文主要是对该矿床的地球化学特征，主要成矿元素及其伴生元素在成矿作用中的地球化学行为进行了探讨，归纳出该矿床的地球化学找矿指标，建立地球化学找矿模式，进行深部及外围找矿预测。

一、矿床地质地球化学特征

1．矿区地层及微量元素分布分配

矿区地表基本上被第四系浮土覆盖，据钻孔揭露可见三叠系至第三系地层，与成矿作用有关的地层为三叠系下统大冶群大理岩。大冶群大理岩微量元素含量与同类岩石地壳克拉克值相比较（见表1），Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Mo、As和Ba等主要成矿元素及伴生元素明显富集，Ni贫化；与鄂东南地区区域同层位岩石元素丰度相比较，主要成矿元素Cu、Au、Ag、Pb和Mo明显受成矿作用影响，形成地球化学异常，其他一些与成矿有关的伴生元素也明显富集。

2．矿区岩浆岩及元素含量

矿区出露的岩浆岩由石英闪长玢岩、石英闪长岩和闪长岩组成，与成矿作用有关的岩浆岩为石英闪长玢岩和石英闪长岩。

（1）常量元素含量特征

本特征见表2，矿区岩浆岩以Si含量偏高（闪长岩略偏低），Fe和Mg含量偏低，富K和Na为特征，Na_2O均大于K_2O，Na_2O/K_2O值一般在1.30—1.90之间，属钙碱性—钙钠性中酸性岩浆岩。

（2）微量元素含量特征

本特征见表3，与地壳同类岩石元素克拉克值相比较，Cu、Ag、Zn、Sr、V、Ti、Cr、

[1] 本文所引用的原始资料基本上引自于鄂东南队周亚特等，1985年，《湖北大冶鸡冠嘴铜金矿床地球化学特征与深部盲矿预测研究》报告，其文中的图1、2、3、5是据报告附图修改、整理而成的。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　矿区及区域含矿层主要微量元素平均含量

	地层		主要微量元素平均含量(ppm)									
			Au③	Ag	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	As	Ba	Sr
矿区	T_1dy^6	大理岩	5	0.25	53.46	28.2	5.0	5.0	10.2	16.8	100.0	1214.7
	T_1dy^5	白云质大理岩	9	0.36	52.50	13.7	10.6	17.3	10.1	14.0	143.8	700.8
	T_1dy^4	白云质大理岩	9.4	0.64	82.75	5.88	8.0	8.6	6.7	11.3	100.0	790.6
区域	T_1dy^6	灰岩	1.1	0.2	10.0	12.5	5.0	5.0	5.0	7.5	100.0	200.0
	T_1dy^5	灰质白云岩、白云岩	1.3	0.2	10.71	6.43	5.0	5.0	5.0	7.5	100.0	271.4
	T_1dy^4	白云岩、白云质灰岩	0.3	0.2	6.67	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	100.0	333.3
碳酸盐岩克拉克值①			x	0.0x	4.0	9.0	20.0	0.1	0.4	1.0	10.0	6.10
衬度②			6.42	>1	6.32	1.71	≥1	>1	>1	>1	>1	3.31
备注			①据余千里和费德波(1961)　②衬度 = 矿区平均含量 / 区域平均含量　③为ppb级									

表 2　矿区岩浆岩化学成分表

岩石名称	样品数	化学成分(%)						
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO
石英闪长玢岩	8	63.075	0.584	16.23	1.825	1.47	0.037	0.776
石英闪长岩	6	63.20	0.558	16.34	2.773	0.937	0.014	0.486
闪长岩	2	55.490	0.625	17.375	4.97	1.53	0.076	2.08
戴里(1933)石英闪长岩		61.59	0.66	16.21	2.54	3.77	0.100	2.80
戴里(1933)闪长岩		56.77	0.88	16.67	3.16	4.40	0.130	4.17

岩石名称	样品数	化学成分(%)					
		CaO	Na_2O	K_2O	K_2O_5	灼失	总量
石英闪长玢岩	1	5.083	4.51	3.529	0.239	1.624	97.996
石英闪长岩	2	3.191	5.508	3.042	0.248	2.25	98.547
闪长岩	3	6.785	4.94	2.635	0.275	2.18	99.016
戴里(1933)石英闪长岩		5.38	3.37	2.10	0.260		
戴里(1933)闪长岩		6.74	3.39	2.12	0.500		

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3 矿区岩浆岩微量元素含量

岩石名称	微量元素含量 (ppm)								
	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Sb	Sn	Be	Ba
石英闪长玢岩	52.4	16.5	29.9	0.11	0.38	0.24	1.8	1.6	790
石英闪长岩	14.6	21.2	37.0	0.05	0.18	0.26	1.6	1.8	817
闪长岩	27.7	23.7	45.4	0.05	0.02	0.12	1.7	2.1	671
维诺格拉多夫(1962)中性岩	35	15	72	0.07	0.2	0.2		1.8	850

岩石名称	微量元素含量 (ppm)								
	Sr	Ti	V	Cr	Mn	W	Co	Ni	Mo
石英闪长玢岩	734.4	3068	58.9	3.2	380	6.6	8.0	4.5	5.2
石英闪长岩	229.3	3013	72.1	19.6	156	1.8	5.6	4.9	0.6
闪长岩	740.3	4538	14.1	17.7	760	1.4	16.6	11.4	1.5
维诺格拉多夫(1962)中性岩	800	8000	100	50	1200	1	10	55	0.9

Mn、Co和Ni等元素含量偏低，Pb、W、Sb、Mo等元素偏高，Bi与之相当或略偏低。

另据组合样分析结果，矿石中富含Se、Te、In、Ga等分散元素。

综上所述，该矿床的物质来源较复杂，但以岩浆作用为主。

二、矿床地球化学异常特征

1. 矿床平面地球化学异常分布特征

（1）基岩地球化学异常

据钻孔见基岩（约15m左右）第一个岩石样品分析结果来圈定的地球化学异常(图1)，表明在基岩中明显出现Cu、Mo、Ag异常，并出现Pb、Zn、As、Ba、Sr、Sb和Au等元素异常。其中Cu异常规模大，形态规整，浓度分级和梯度变化明显；Ag异常形态与Cu异常相近，但不如Cu异常发育；Mo异常也非常发育，但与Ag和Cu异常不尽吻合，主要分布在矿区的东北部。实际勘探资料表明，矿体均分布在异常范围之内，主要产在Cu和Ag异常呈中带发育的地段，其外侧Mo异常发育。此外，同时出现As、Pb、Sr等元素异常，也见有隐伏矿体产出。

（2）负200m标高地球化学异常

本异常见图2，该截面位于主矿体赋存上方的近矿地段，主要成矿元素Cu、Ag异常非常发育，与成矿有关的Mo、Ba、Pb、Zn异常也较发育，并出现零星的Co、Ni异常。

2. 元素异常组合及轴向分带

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

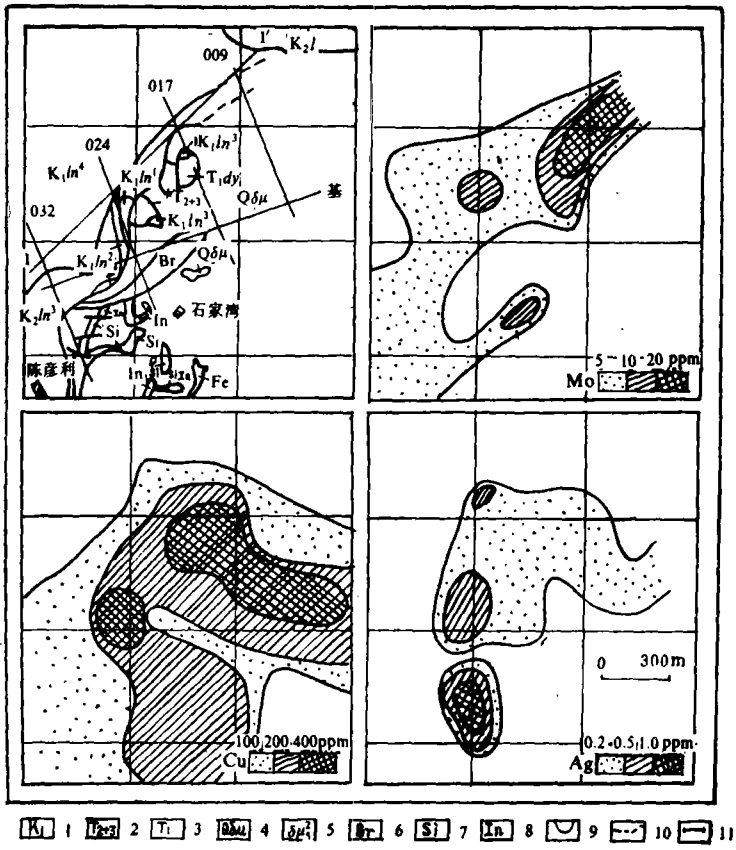


图 1　鸡冠嘴金铜矿床基岩地球化学异常图

1—凝灰岩杂角砾岩砂岩；2—砂页岩；3—大理岩；4—石英闪长玢岩；5—闪长玢岩；6—角砾岩带；7—硅质岩；8—铁帽；9—地质界线；10—推断地质界线；11—勘探线

据图 3 并参照矿区其他钻孔原生晕统计结果和不同中段元素分布分配特征，归纳出综合勘探剖面不同标高元素组合：

地表（0m标高，矿前缘）：As、Au、Ag、Cu、Sb、Mo、Sr、Ba和Pb。

负200m标高（矿上）：Sr、Au、Cu、Ag、Mo、Pb、Zn。

负400m标高（矿中）：Cu、Au、Ag、Mo、Mn、Zn、Bi、Co、Ni。

负500m—负600m标高（矿尾）：Cu、Mo、Co、Ni和W。

据此，结合矿体赋存地质环境，可得出该矿床的找矿指示元素：

矿前缘指示元素：As、Ba、Sb、Sr、Au、Cu、Ag、Pb（Mo）。

近矿指示元素：Cu、Ag、Au、Zn、Mn、Mo和Bi（Co、Ni）。

矿尾指示元素：Cu、Co、Ni、W和Mo。

据综合勘探剖面钻孔原生晕资料，计算矿床（矿体）的轴向分带指数，并结合鄂东南地区矿床原生晕分带特征，确定该矿床的元素轴向分带为（自上至下）：

As——Sb——Ba——Ag——Au——Cu——Mo——Co——Ni——W。

3．元素比值分带特征

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

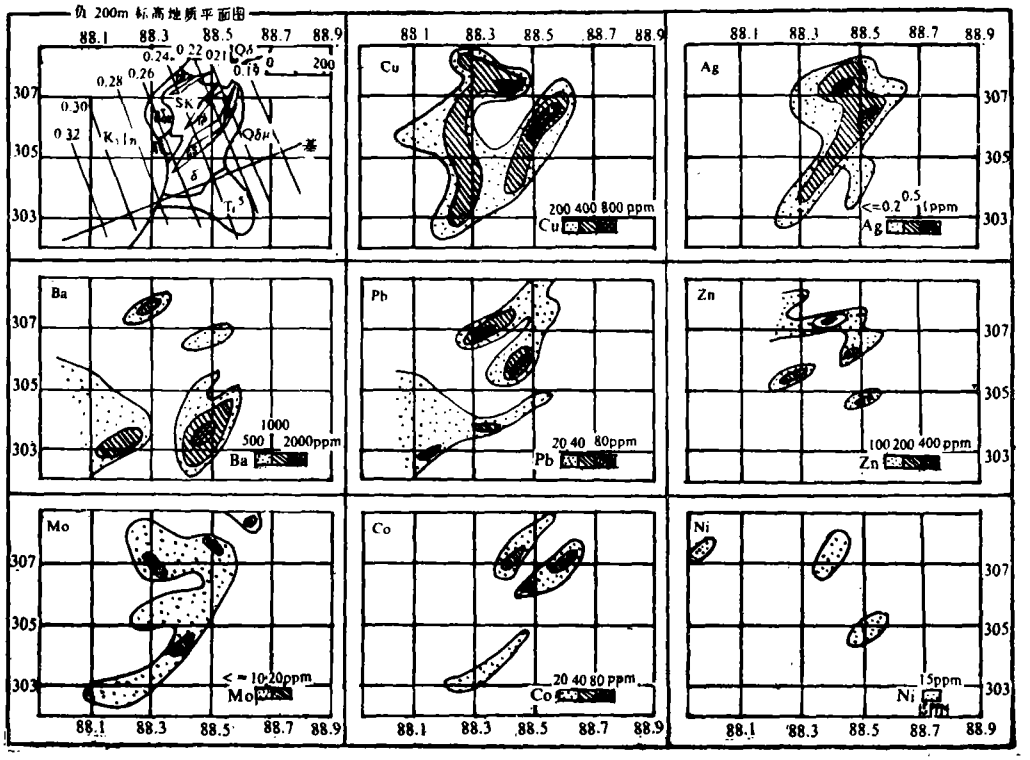


图 2 鸡冠嘴铜金矿床负200m标高地球化学异常图

1—凝灰岩；2—大理岩；3—闪长岩；4—矽卡岩；5—矿体；6—地质界线

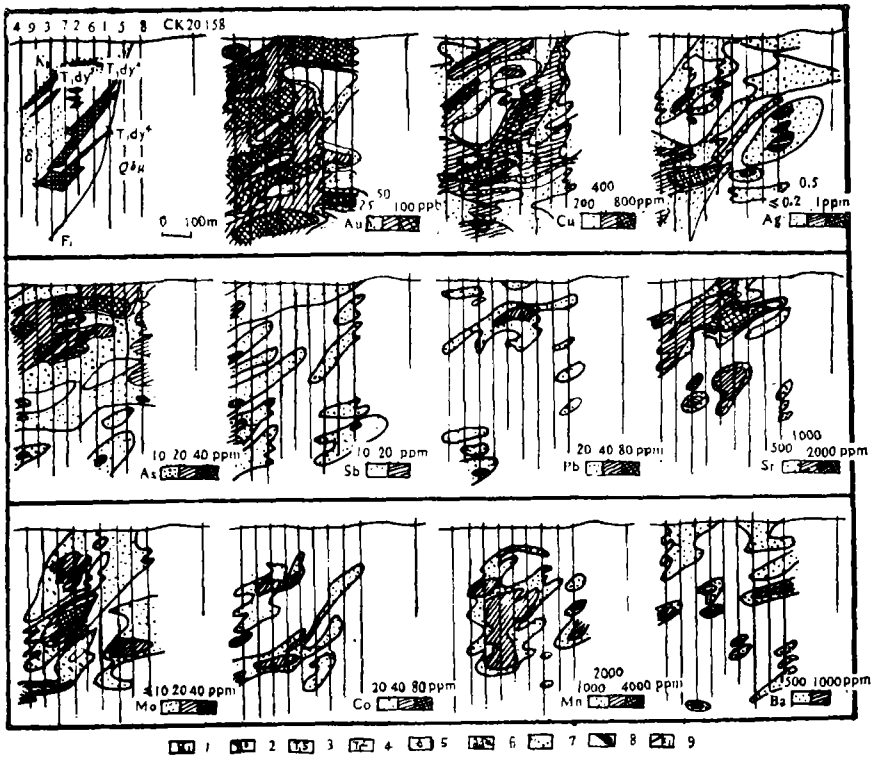


图 3 鸡冠嘴矿床024线原生地球化学异常图

1—下白垩统；2—大冶群第六段；3—大冶群第五段；4—大冶群第四段；5—闪长岩；6—石英闪长玢岩；7—地质界线；8—铜金矿体；9—断层

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（1）矿石中元素比值特征

本特征见表4，据主要成矿元素在矿石中的分配特征及在矿床中的地球化学行为，选用了$Au\times10^4/Cu$，$S/Cu\times10$和$Au\times S\times10^3/Cu^2$等元素比值，结果表明：①主要成矿元素轴向分带为Au——Ag——Cu；②上述比值自矿上至矿下存在着明显的下降趋势，其中$S/Cu\times10$和$Au\times S\times10^3/Cu^2$两个比值可作为判断矿体是否延伸或尖灭的指标，一般前者大于2，后者大于4，矿体向下仍有延伸；二者分别小于1或接近于1，矿体基本上尖灭。

表4　矿区Ⅱ号矿体各部位元素含量及比值

线号	矿体部位	钻　孔	取样位置(m)	Cu(%)	Au(g/t)	S(%)	$Au\times10^4/Cu$	$S/Cu\times10$	$S\times Au\times10/Cu^2$
024	矿上	0246	230.07—300.59	1.01	3.73	18.23	3.69	1.8	6.67
	矿中	0242	302.95—330.97	1.38	5.48	11.14	3.97	0.8	3.21
	矿下	0243	411.13—421.95	1.24	0.87	21.52	0.70	1.73	1.22
026	矿上	0267	294.24—327.12	1.07	1.64	29.66	1.53	2.77	4.25
	矿中	0269	325.93—418.20	1.07	1.53	12.47	1.43	1.17	1.67
	矿下	02610	447.93—451.98	4.29	5.08	17.34	1.18	0.40	0.48

注：该矿床主要矿石矿物为：辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿、磁铁矿、黄铁矿。

（2）钻孔原生晕比值特征

本特征见表5，据矿床024线钻孔原生晕资料计算了矿体各部位某些元素线金属量，结合其元素在矿床中的地球化学行为计算了$Ag\times10^3/Cu$，$Au\times Sb\times10^6Cu\times60$和$Au\times Sb\times As\times10^6/Cu\times Co^2$等元素比值，结果表明上述元素比值均可作为良好地球化学找矿指标：①$Ag\times10^3/Cu$比值，矿前缘大于2，矿中2—0.2，矿下小于0.2；②$Au\times Sb\times10^6/Cu\times Co$比值：矿前缘大于2.5，矿中2.5—1.5，矿下小于0.5；$Au\times As\times Sb\times10^6/Cu\times Co^2$比值：矿前缘大于1，矿中1～0.1，矿下小于0.1。

表5　矿区024线异常线金属量及元素比值

矿体部位	钻孔号	线金属量(m·%)							元素比值		
		Cu	$Au\times10^4$	As	Sb	Ag	Ni	Lo	$Ag\times10^3/Cu$	$\frac{Au\times Sb\times10^6}{Cu\times Co}$	$\frac{Au\times Sb\times As\times10^6}{Cu\times Co^2}$
矿前缘	0248	4.46	0.424	0.83	0.057	0.011	0.021	0.07	2.5	2.74	91.7
矿　上	0241	5.04	1.095	0.16	0.041	0.003	0.108	0.325	0.6	2.74	1.3
矿　中	0242	15.56	3.17	0.19	0.010	0.032	0.044	0.403	2.1	0.51	0.2
矿　下	0243	14.16	0.917	0.131	0.022	0.003	0.117	0.513	0.2	0.28	0.06

4．含矿矽卡岩常量元素变化规律

该矿床含矿矽卡岩分带明显，从外接触带——内接触带常量元素存在着明显的变化规律，外带大理岩，CaO42.97%，MgO5.51%；中带矽卡岩：$SiO_2$16.32%，$Al_2O_3$1.74%，CaO30.43%，MgO2.57%，Na_2O0.05%，K_2O0.000%；内带石英闪长岩：$SiO_2$66.15%、

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$Al_2O_3$10.88%，CaO1.85%，MgO1.00%，Na_2O0.42%，K_2O3.7%，表明由于交代作用的发生，导致外带大理岩中的CaO和MgO向内带迁移，内带石英闪长岩中的SiO_2，K_2O、Na_2O和Al_2O_3向外带迁移，从而形成矽卡岩带，同时影响一些成矿元素的迁移富集，Cu、Au和Ag等元素在矽卡岩带形成矿体，Mo元素在矽卡岩内带富集，甚至形成Mo矿（化）体，与岩体有关V和Ti二元素在含矿捕虏体外侧形成负异常，说明交代作用过程中常量元素的地球化学行为对成岩成矿有一定的控制作用。

三、矿床地球化学找矿模式

综上所述，该矿床为一典型接触交代矽卡岩型Cu——Au矿床，矿质来源较复杂，含矿热液成分为Cu、Au、S、Ag、Mo、Fe、Pb、Zn、As、Bi、W、Sn、Co、Ni、Mn、Se、Te、Ga和In等，成矿作用中常量元素SiO_2、K_2O、Na_2O、CaO、MgO等对成矿作用有一定的控制作用。根据上述元素在矿床中的地球化学行为和地球化学找矿指标的总结，结合该矿床地球化学特征和成矿地质环境，可建立该矿床的地球化学找矿模式（见图4）。

四、找矿预测

据实际地质资料，利用上述建立的地球化学找矿模式结合地质找矿标志，在该矿床深部进行了找矿预测和矿区外围异常评价工作。

1．深部找矿预测

据矿床各勘探线的原生晕资料统计整理，发现在026线深部（600m左右）Cu、Ag异常套合好，并伴随有Pb、Sr、Ba、Mo异常，为一矿前缘特征指示元素组合（见图5），$Ag\times10^3/Cu$元素比值大于2，据此预测在0267孔和0264孔之间深部为一成矿有利地段，并设计了02616孔，经该孔验证，在该孔孔深600米以下见赋存于隐伏大理岩捕虏体中铜金矿12.30m。

2．外围原生异常评价工作

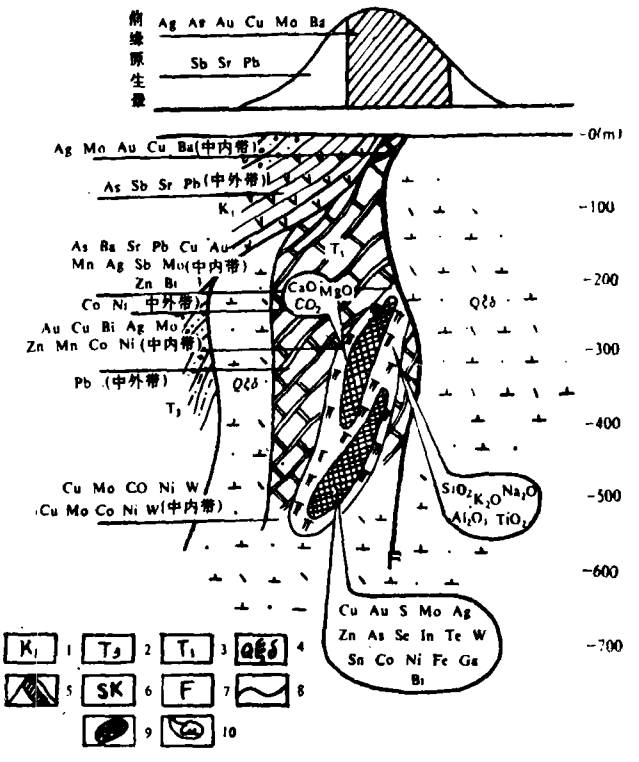
本评价见图1，该矿区的Cu、Ag二元素基岩地球化学异常向东仍有延伸，经进一步工作，钻孔原生异常向东也未封闭，在地表和钻孔中Cu、Ag异常都伴随有Pb、Sr、Sb、As、Ba、Mo等元素地球化学异常，另据物探资料，该矿床东侧有很好的磁异常显示，重力方法推断东侧也有一条北北东向断裂——接触带复合构造，符合该区北北东向断裂等距性控矿的成矿规律，推断该矿床东侧为一成矿有利地段，经详细工作，在该矿床东侧约200m左右发现了同类型桃花嘴铜金矿床。

上述表明，通过矿床地球化学研究，总结地球化学找矿指标，建立地球化学找矿模式的尝试，对矿区的找矿勘探及老矿区外围“就矿找矿”具有一定的实际意义和推广性。当然由于笔者水平有限，文中不免有许多不当之处，敬请批评指教。

本文写作过程中，承蒙邵跃，羌荣生二位高级工程师的指导，邱永焦同志清绘图件，特此致谢。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

部位	元素比值 $\frac{Au\times Sb\times 10^6}{Cu\times Co}$	元素比值 $\frac{Ag\times 10^3}{Cu}$	特征指示元素	元素轴向分带	成矿元素分带
矿前缘	>2.5	>2	As Sb Pb Sr Ba(Cu、Mo、Ag Au)	As | Sb | Ba | Ag | Au | Cu | Mo | Ni | W	Au | Ag | Cu
矿体 上	2.5—1.5	2—0.2	Cu、Ag、Mo、Au、Zn、Bi、Mn		
矿体 中	1.5—0.5	2—0.2			
矿体 下	<0.5	<0.2	W、Co、Ni、(Cu、Mo)		
矿尾					



元素		Au	Cu	Pb	Zn	Sr	Ba	Mo
浓度分级	外带	25—50	200—400	20—40	100—200	500—1000	500—1000	≤10—20
	中带	50—100	400—800	40—80	200—400	1000—2000	1000—2000	20—40
	内带	>100	>800	>80	>400	>2000	>2000	>40

元素		Co	Ag	Sb	As	Mn	Ni	注：Au 为 ppb 其它为 ppm
浓度分级	外带	20—40	≤0.2—0.5	≤10—20	10—20	1000—2000	15—30	
	中带	40—80	0.5—1.0	20—40	20—40	2000—4000	30—60	
	内带	>80	>1.0	>40	>40	>4000	>60	

图 4　湖北大冶鸡冠嘴金铜矿床地球化学找矿模式

1—白垩系火山碎屑岩；2—三叠系上统砂砾岩；3—三叠系下统大理岩；4—石英正长闪长岩；5—元素异常曲线；6—矽卡岩；7—断层；8—地质界线；9—矿体；10—元素迁移方向

参 考 文 献

〔1〕 胡惠民：内生金属矿床隐伏矿预测理论与方法，湖北地质科技情报，1987年，第4期。
〔2〕 余之昌：鄂东南地区隐伏矿床预测方法，中国地质，1988，第一期。
〔3〕 孙文珂：有关地质—地球物理—地球化学模型的几个技术问题，物探与化探，1988，第五期。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

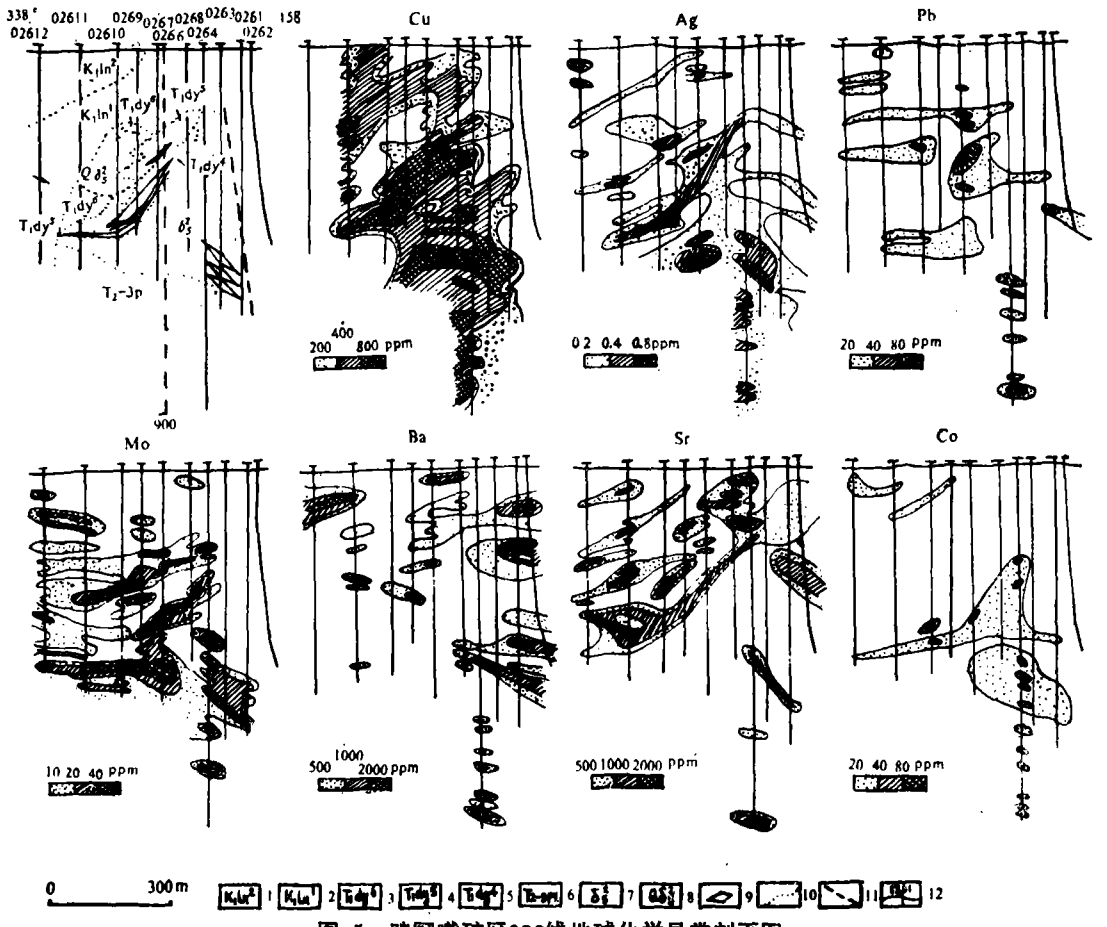


图 5 鸡冠嘴矿区026线地球化学异常剖面图

1—白垩系下统灵乡群第二段；2—白垩系下统灵乡群第一段；3—三叠系下统大冶群第六岩性段；4—三叠系下统大冶群第五岩性段；5—三叠系下统大冶群第五岩性段；6—三叠系下统蒲圻群；7—闪长岩体；8—石英闪长岩体；9—矿体；10—地质界限；11—断层；12—钻孔及编号

GEOCHEMICAL ORE-PROSPECTING MODEL FOR THE JIGUANZUI COPPER-GOLD DEPOSIT IN DAYE, HUBEI PROVINCE

Guo Xuequan, Xiong Jichuan, Li Huiwen

(*Southeast Hubei Geological Party*)

Abstract

This paper deals tentatively with geochemical characteristics of the Jiguanzui copper-gold deposit as well as geochemical behaviors of major ore-forming elements and associated elements in the process of metallization. The criteria for geochemical exploration in this ore deposit have been drawn and the model for geochemical prospecting has been established to make ore prognosis in depth or outskirts.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net