

测量结果, 做为电阻率模型实验似乎是可以接受的。这是因为在高频时, 视电阻率是纯电阻性的, 并且正确地遵循相似定律。

讨论和结论

根据上述实验结果, 利用浸在电解质中的实心导电靶进行电阻率模拟实验, 只能在所观察的视电阻率没有相位角的高频下进行。否则观察结果不会遵循几何的相似定律。

过去作的类似的模型实验, 没有选择正确的工作频率, 得到的定量电阻率模拟资料大部分是值得怀疑的。

某些工作者, 例如哈罗夫, 曾采用含盐的凝胶做模型材料。因为在这情况下靶和电解质都是离子导体, 用这种模型作实验得到的结果比较可靠。可是, 因为未能采取任何措施防止离子穿出或进入胶质的靶, 在一段长时间实验后, 总会产生靶的导电率不稳定的问题。

为了模拟不同的电阻率差异, 把导电的和导电的材料混合后用树脂或水泥胶结成靶。这种树脂胶结的混合物没有孔隙, 只是在表面产生极化。上面提供的证据表明, 除非测量频率选择得适当, 否则用这种模型得到的结果与用实心电子导体模型一样是有错误的。在使用多孔的水泥胶结的混合物作靶时, 它可以允许电解质进入与电子导电的颗粒接触, 使靶产生体积极化, 须用足够高的频率才能进行正确的电阻率模型实验, 因为在较高的频率下, 模型的特性才是纯电阻性的。

因此, 在用电子导体作靶的电阻率模型实验中, 建议使用频率可变化的复阻抗测量系统。首

先确定视电阻率的频率特性, 然后再用这样一种高工作频率进行实际测量, 要求测得的相位角小到可以忽略不计。在选择靶、电解质和工作频率时, 可以记住下面几条指导原则。

(1) 对于只显示单峰的相位谱模型, 采用比 f_c 高20倍的工作频率, 看来是比较保险的。在所显示的相位谱比较宽或不止一个相位峰的情况下, 工作频率应该很高, 以致相位角小得可以忽略。

(2) 因为谱还取决于靶和电极排列的几何位置, 研究所有电极排列的配置。主要的是测到最高的 f_c 值。这与构制模型实验假剖面或对同一靶比较不同电极排列测得的结果, 有很大关系。

(3) 用实心电子导体做靶时, f_c 值随离子浓度的增大和靶的尺寸减小而升高。

对制作靶的材料和电解质的选择, 提供一个简单的指导原则还有困难。应该避免使用象铝这样易氧化的材料制作靶。

本文的主要目的虽然是研究与电阻率模型实验有关的问题, 但根据上述实验结果我们对激发极化法也能作出相似结论。

IP模拟可借助电阻率模拟, 利用靶与电解质稍许不同的电阻率差异来确定“稀释因数”。对于实心导体的靶, 比例尺改变, 所测得的视电阻率变化似乎并不遵循任何均匀相似法则。这使得用小比例尺模拟埋藏的块状导体靶的视极化率有很大困难。

译自 GEOPHYSICS, 1983, vol. 48, No. 1,

作者 D. Guptasarma

何 玫译 (原文过长, 本刊作了删节)

招掖地区金矿床的原生地球化学异常特征及找矿方法

刘汉忠 李富国 张伯春

招掖金矿带位于沂沭断裂带东侧, 胶北隆起西北端栖霞复背斜北翼, 受东西向阜山背斜控制。金矿床受新华夏系北东向压扭性断裂与东西向构造复合部位控制, 金矿带内地层主要为上太古界

一下元古界胶东群, 其下部蓬乔组是金矿带的主要层位, 分布于混合花岗岩体的周边地段。中部民山组零星分布于矿带北部边缘; 上部富阳组分布于招掖以东。胶东群地层走向为东西—北西西

向。主要岩浆岩为玲珑混合花岗岩和郭家岭石英二长岩体。玲珑混合花岗岩为金矿床的主要围岩。矿床成因争论较多,大部分持变质热液观点。主要矿石类型有二种:石英脉型与蚀变岩型。东部以石英脉型为主(玲珑式),西部以蚀变岩型为主(焦家式亦称碎裂岩型)。该地区东高(海拔500~600米)西低(100米以下),东部金矿床矿石类型往深部过渡到复合型(含金石英细脉与含金蚀变岩的复合)和蚀变岩型。西部只有望儿山上部是石英脉型(110米标高),下部也过渡到蚀变岩型。因此有人认为该区不同矿石类型的出现是由于赋存的标高不同所致,它们是在相同的地质条件下,同源、同期、相同地质作用而赋存于不同深度的金矿。两者在垂向上、水平上均呈渐变过渡关系。石英脉型的围岩蚀变主要是硅化、钾化、绢云母化、黄铁矿化、其次是碳酸盐化,高岭土化及绿泥石化。蚀变岩型的主要蚀变为黄铁矿化、绢云母化、硅化、钾化以及高岭土化和碳酸盐化。

金属矿物除了自然金之外,还有黄铁矿等。

指示元素及其分布特征

1. 指示元素

据有关资料,共分析了Cu、Pb、Zn、Mn、Cr、Ni、Co、V、Ti、Be、Cd(直读光谱);Hg、Au(原子吸收);Sb、Se、Te、As(原子荧光);Ag、Bi、Sr、Ba、Mo(光谱半定量);F、Cl(离子电极)等24种元素。通过对矿石与已知剖面的分析对比,最后选择了Au、As、Ag、Se、Te、Sb、Hg、Ba、Bi、Mn、Cu、Pb、Zn为该区的主要指示元素。

2. 微量元素的分布特征

(1) 岩浆岩中微量元素的分布特征:该区岩石出露面积较大的是玲珑混合花岗岩体与郭家岭石英二长岩体,此外还发育些小岩脉。各种岩石中微量元素的平均值见表1,分布特征如下:

主要岩石微量元素含量(ppm)

表1

元素	玲珑混合花岗岩体** (40)	郭家岭混合花岗岩体** (40)	酸性岩浆岩*	钾长角闪岩(胶东群28)	中性岩浆岩*	煌斑岩(19)	基性岩浆岩*
Ag	0.133	0.065	0.05	0.218	0.07	0.553	0.1
Mo	1.000	0.800	1.00	1.464	0.9	1.684	1.4
Ba	696.0	605.0	830	916.8	650	657.9	300
Sr	52.50	77.00	300	265.0	800	281.8	485
As	2.003	2.020	1.5	1.314	2.40	4.780	2.00
Se	0.083	0.070	0.05	0.098	0.05	0.128	0.1
Te	0.045	0.090		0.089		0.067	
Hg	0.020	0.025	0.08	0.025		0.031	0.09
F	144.1	262.1	800	1017.0	500	849.4	370.0
Zn	48.70	24.90	60	77.75	72.00	487.5	130.0
Cu	9.500	6.900	20	38.14	35.00	101.9	100.0
Ti	546.7	723.9	2300	3339	8000	4210	
Mn	157.6	122.9	600	814.8	1200	1106	2000
Co	4.350	5.200	5.00	22.18	10.00	34.05	45.0
Ni	4.450	6.100	8.00	39.36	20.00	88.89	160.0
Cr	7.000	10.00	25.00	85.11	50.00	251.8	200.0
Pb	8.950	5.700	20.00	26.51	15.00	156.4	8.00
V	8.380	10.00	40.00	112.5	100.00	120.0	200.0
Sb			0.26	0.544	0.200	0.633	1.0
Au	0.00497	0.005	0.0045				

* 按维诺格拉多夫, 1962。

** 金分析灵敏度0.002。玲珑19个, 郭家岭6个。

a. 玲珑混合花岗岩与郭家岭岩体的主要微量元素含量相差不大, 若与正常的酸性花岗岩比较, 这些微量元素的含量显得偏低, 尤其是一些亲硫元素——Cu、Pb、Zn 的含量明显的偏低。

b. 煌斑岩中Cr、V、Ti、Ni、Co、Cu、Pb、Zn、Ag、Au、Hg 的平均含量, 明显地高于玲珑混合花岗岩体与老地层。但是, 若与正常的基性岩浆岩比较, 其中Cr、V、Ti、Ni、Co、Cu 的含量较相近, 略偏低, 只有Pb、Zn、Ag、Au 的含量明显地高于基性岩浆岩, 呈异常值。

煌斑岩空间上与金矿脉关系较密切, 在玲珑矿区的东山地段较发育, 它也是一种间接的找矿标志。工作中应该给予重视。

(2) 老地层中微量元素分布特征: 胶东群老地层, 地质界认为是中——基性火山岩经变质而成的, 通过与正常岩浆岩比较, 主要微量元素

平均含量比正常的基性岩浆岩偏低, 但与中性岩浆岩较相近, 尤其是Cu、Pb、Zn 的含量更接近。若与该区的玲珑混合花岗岩比较, 老地层微量元素的平均含量较高, 可高出1~2倍(以斜长角闪岩为例)。但是老地层各种岩层的微量元素含量也是不相同的, 尤其是Au 的含量分布更是如此。我们分析了山东冶金三队在栖霞做过的一个长剖面(该剖面分二段: 北段自金果山到门家庄, 南段自笏山村到北小平), 从Au 的分析结果对比老地层各段Au 的含量(表2), 发现Au 含量高的也只是在某些段中(在表2粗线以上的地层中,Au 含量明显高), 这些样品采自长剖面的北段, 主要位于招掖矿带东延部位上, 平均值达0.01~0.04 ppm 以上, 明显地高于玲珑混合花岗岩(平均值低于0.005ppm, 用MIBK 原子吸收法, 灵敏度0.002ppm) 和Au 的克拉克值。由于老地层Au

胶东群地层Au 含量统计表

表2

剖面位置	时代	岩性	件数	几何平均值 (ppm)	均方差
门家庄—金果山 (从南往北统计)	Ar-pt m ¹	斜长角闪岩及混合岩化黑云变粒岩	8	0.0277	0.0848
	Ar-pt p ⁴	云母片麻岩、云母片岩、蛇纹石阳起石岩	4	0.0329	0.0295
	Ar-pt m ¹	黑云斜长变粒岩为主, 次为黑云斜长片麻岩等	25	0.0422	0.1121
	Ar-pt m ²	混合岩化黑云斜长片麻岩、云母片麻岩和大理岩	7	0.0282	0.0442
	Ar-pt f	斜长片麻岩、斜长角闪岩、花岗片麻岩等	26	0.0370	0.0321
	pt z	钾化浅粒岩、大理岩	4	0.0139	0.0067
北小平—笏山村 (从北往南统计)	T ₁	混合花岗岩、似斑状花岗闪长岩	2	0.0144	0.002
	Arjj ₁	黑云角闪变粒岩、斜长角闪岩、浅粒岩等	12	0.0231	0.1012
	Arjh ₄	石榴石白云母片岩、斜长角闪岩	3	0.0103	0.0044
	Arjh ₃	斜长角闪岩、长石石英岩、变粒岩、片麻岩	6	0.0155	0.0277
	Arjh ₂	(混合岩化)斜长角闪岩、(混合岩化)黑云斜长片麻岩等	26	0.0125	0.0199
	Arjh ₁	(混合岩化)(角闪)黑云变粒岩、(混合岩化)黑云斜长片麻岩、(混合岩化)斜长角闪岩等	43	0.0084	0.0181
	Arjh ₂	(混合岩化)斜长角闪岩、(混合岩化)斜长片麻岩	11	0.0057	0.0178
	Arjh ₁	大理岩	1	0.004	0
	Arjh ₄	(混合岩化)斜长黑云片岩	6	0.0056	0.0004
	Arjj ₁	(混合岩化)黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩	10	0.0051	0.0079
	Arjj ₂	(混合岩化)黑云斜长片麻岩、(混合岩化)斜长角闪岩及变粒岩等	16	0.0048	0.0007
	Arjj ₃	石榴斜长片麻岩、(石榴)黑云片岩等	9	0.0053	0.0018
	T ₁	片麻状花岗岩	2	0.0049	0.0014
	Arjj ₂	黑云斜长片麻岩	2	0.005	0
	Arjj ₃	(石榴)黑云片岩、(石榴黑云)斜长片麻岩	18	0.0076	0.0068
	Arjj ₄	黑云片岩、透辉大理岩等	7	0.0074	0.0031

与其他微量元素的平均值明显地高于混合花岗岩体,所以,当“壳岩化”过程中,它完全可以为矿液提供丰富的成矿物质。我们支持金矿床的成因为混合岩化变质热液之说,但是应该划分清楚老地层是哪一段最为有利,这样,有利于今后的找矿工作。

(3) 矿石中的微量元素: 根据各元素所确

定的异常下限,在矿石中 ($Au > 3g/T$ 的样品) 能显示异常值的元素有: Ag、As、Sb、Te、Se、Hg、Ba、Mn、Cu、Pb、Zn、Bi、Mo、Ni、Co、F、Cl 等。但是有些元素在矿石中异常值偶尔出现。为了说明它们在矿石中的分布状况,统计了这些元素的几何平均值与异常值分布频率(图1和表3),从表和图中可以看出:

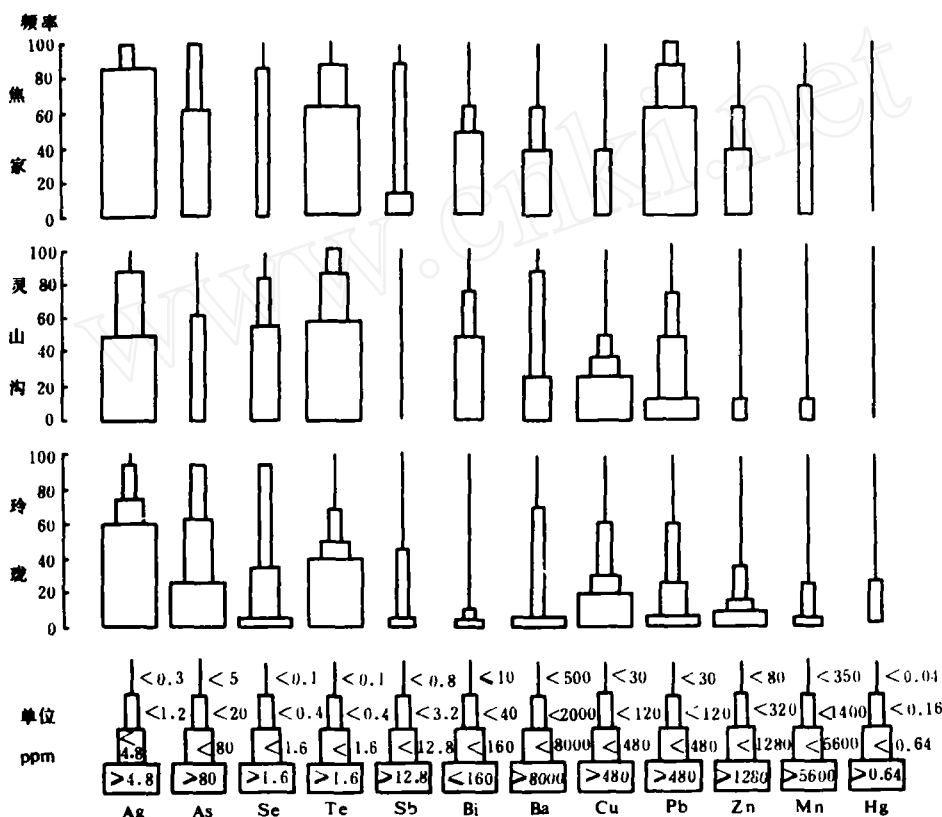


图1 焦家等三个金矿床矿石微量元素各级含量分布频率图

(a) 对比各个矿床,平均值均能显异常的元素有 Ag、As、Sb、Se、Te。它们的分布频数亦较大,说明这些元素在各个矿床中的分布较普遍,是该区具有普遍指示意义的元素。但是各个矿床中,它们的含量高低也不是一样的,如灵山沟含 As、Sb 较低,而焦家、新城金矿 Pb 的含量特别高。

(b) 除上述的元素之外,其它元素在各个矿床中分布也是不均匀的,有的含量相当高,如望儿山金矿,Cu 的含量特别高;但也有的不显异常含量,如灵山沟的 Zn 很低。因此不同矿床指示元素的组合特征不同,表3为各个矿床指示元素

的组合特征。

(c) 易挥发性元素 As、Hg、Sb 在矿石中的含量均较低。它们含量的高低与矿脉出露标高和矿体的剥蚀深度有关,例如 Hg 异常,只出现在玲珑金矿(200米以上)和望儿山金矿(110米)。Sb 在矿石中含量亦较低,但总的看来是西部矿体中 Sb 的含量要比东部高。

(d) Se、Te、Bi 的分布与矿石类型有关。Se 一般分布于黄铁矿较少的矿石中,Bi、Te 在绢英蚀变型矿石中含量高;在石英脉型矿石中较低。矿石中一般 Te 比 Se 高。

(e) Ba 与 Mn 在矿石中的含量较低,西部地

几个金矿床矿石的微量元素的平均值 (ppm) 及组合特征

表 3

地区 元素	玲 珑		灵 山 沟		望 儿 山		焦 家		新 城	
	平均值	异常频率 (%)	平均值	异常频率 (%)	平均值	异常频率 (%)	平均值	异常频率 (%)	平均值	异常频率 (%)
样 数	20		8		3		8		3	
Au	10.67		12.24		8.4		7.51		5.22	
Ag	3.46	95	4.66	87.5	16.1	100	12.10	100	45.83	100
Bi	11.2	10	21.78	75	23.5	33.3	29.04	62.5	13.57	33.3
Ba	532.45	70	1050.56	87.5	625.7	100	922.6	62.5	212.53	33.3
Sr	55.29	25	121.85	50	412.3	100	424.7	87.5	35.56	0
Zn	78.63	35	35.58	12.5	106.88	66.7	137.7	62.5	166.25	66.6
Cu	123.22	60	128.67	50	>1000	100	18.85	37.5	325.71	100
Mn	233.61	25	86.61	12.5	263.6	0	497.7	75	363.82	33.3
Pb	64.74	60	86.78	75	79.16	100	581.55	100	>1000	100
As	38.11	95	5.14	62.5	15.99	100	17.3	100	87.58	100
Se	0.23	95	0.67	85.7	0.56	66.6	0.19	87.5	0.60	66.6
Te	0.43	70	1.30	100	0.88	100	3.35	87.5	1.89	66.6
Sb	0.85	45	0.39	0	1.00	100	1.38	87.5	5.15	100
Hg	0.022	25	0.02	0	0.045	100	0.02	0	0.02	0
元素组合特征*	Ag, As, Se, Te, Ba, Cu, Pb		Te, Se, Ag, Ba, Pb, Bi, As		Ag, Ba, Sr, Cu, Pb, As, Te, Sb, Hg, Se, Zn		Ag, Pb, As, Te, Sb, Se, Bi, Ba, Zn, Mn, Sr		Ag, Cu, Pb, As, Sb, Te, Se, Zn	

* 凡异常的频率 < 60 的, 均列入元素组合特征。

望儿山金矿主要元素的相关矩阵

表 4

变量	Au	Ag	Mo	Ba	Sr	Bi	Hg	As	Se	Te	Sb	Zn	Cu	Mn	Co	Ni	Pb	Cr
Au		0.93	0.34	-0.17	-0.24	0.66	-0.08	0.37	0.60	0.92	0.26	0.05	0.83	-0.39	0.34	-0.35	0.17	-0.21
Ag			0.46	-0.16	-0.22	0.76	-0.08	0.35	0.41	0.88	0.18	0.24	0.81	-0.36	0.32	-0.3	0.4	-0.2
Mo				0.12	-0.1	0.24	-0.04	0.3	0.3	0.5	0.2	0.6	0.5	-0.2	0.2	0.08	0.5	-0.008
Ba					0.62	-0.18	-0.25	0.5	0.03	-0.1	0.5	0.07	-0.3	0.44	0.5	0.3	-0.001	-0.02
Sr						-0.09	-0.3	0.4	-0.09	-0.3	0.3	-0.02	-0.4	0.7	0.4	-0.04	-0.1	0.06
Bi							-0.009	0.5	0.1	0.5	0.1	-0.1	0.4	-0.2	0.5	-0.2	0.34	0.03
Hg								-0.26	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.02	-0.2	0.06
As									0.2	0.3	0.8	0.04	0.2	0.12	0.9	-0.08	0.09	0.1
Se										0.66	0.35	-0.13	0.43	-0.19	0.27	-0.16	-0.06	0.09
Te											0.3	0.2	0.8	-0.4	0.3	-0.2	0.4	-0.2
Sb												0.1	0.2	-0.05	0.78	-0.01	-0.1	0.03
Zn													0.31	-0.005	-0.06	0.04	0.5	-0.2
Cu														-0.5	0.09	-0.3	0.4	-0.2
Mn															0.13	0.02	0.09	0.2
Co																-0.007	0.04	0.2
Ni																	0.24	-0.3
Pb																		0.15
Cr																		

区的矿石中常见异常。灵山沟的Ba高,焦家的Mn高,东部偶见异常。

为了说明这些元素的相互关系,试算了望儿山金矿的样品(Au含量凡是大于0.04ppm的样品都参加计算,见表4)。其结果: Au与Ag、Mo、Bi、As、Se、Te、Sb、Cu、Pb、Co都

是正相关。其中Au与Ag、Te的系数值接近1,说明这种类型的矿石(黄铁绢英岩型)Au与Ag、Te的相关性很密切。其他相关性较密切的元素有: Ag—Bi、Te、Cu; Mo—Zn; Ba—Sr; Sr—Mn; As—Sb、Co; Se—Te; Te—Cu; Sb—Co等。

招徕地区几个金矿床蚀变带Ba的相态分析结果

表 5

位 置		编号	岩 性	总量 (%)	吸 收 率	易 溶 率	重晶石中率	硅酸盐中率
矿区	出露标高							
玲 珑 (东 部)	地 表 (325米)	810161	绢 英 岩	2112.0	0.5/0.02	44.0/2.08	161.7/7.6	1906/90.2
		810162	绢 英 岩	1158.0	0.1/0.008	47/4.05	136.5/11.8	974.5/84.5
		810165	绢 英 岩	1448.0	0.5/0.03	48.5/3.3	154.1/10.6	1245.4/86
		810168	绢 英 岩	1561.0	0.6/0.38	32.6/2.1	124.2/7.9	1405/90
	206米	810102	破碎硅化绢英岩	1703.8	3.3/0.19	227.6/13.4	144.7/8.5	1328.2/77.9
		810105	硅化黄铁绢英岩	1643.3	1.7/0.1	156/9.5	135/8.2	1350.6/82.2
		810110	黄 铁 绢 英 岩	1085.3	0.1/0.009	33/3.0	130.1/11.9	922/85
	地 表 (70米)	810476	钾化硅化破碎带	1367.0	4.3/0.3	85.6/6.3	146.0/10.7	1131.4/82.8
		810400	绢英碎裂岩	1695.5	6.5/0.4	340.0/20	219.0/12.9	1130.0/66.6
		810401	黄铁绢英岩	1415.3	5.3/0.4	204.7/14.5	172.3/12.2	1033.0/73
灵 山 沟 (西 部)	190 米	810409	绢 英 岩	3136.7	15.0/0.5	1001.0/31.9	495.2/15.8	1625.5/51.8
		810572	钾化绢英岩	1170.0	2.9/0.2	259.4/22.2	243.0/20.8	655.0/56
		810573	黄铁绢英岩	1524.0	14.5/0.9	522.3/34.3	397.0/26	608/39.9
	200 米	810579	黄铁绢英岩	2831.0	11.5/0.4	504.6/17.8	328.0/11.6	1987.5/70
		810592	绢化混合花岗岩	1197.0	4.9/0.4	428.8/35.8	343.2/28.7	420.0/35
		810593	绢 英 岩	3383.4	25.0/0.7	1533.7/45.3	795.6/23.5	1029.1/30.4
		810596	绢 英 岩	4616.5	16.7/0.3	1737/37.6	1747.0/37.8	1115.8/24.2
	280 米							
焦 家 (西 部)	负 200 米							

说明: 率的百分含量(%) / 占总量中的百分数(%)

原生地球化学异常特征

1. 矿床(田)异常

通过矿区的长剖面(10多公里)工作后,发现玲珑金矿床(田)(100多条矿脉)有明显的Ba异常(图2)。这种异常不是由于岩性的改变引起的,而是在同一种围岩中表现出来的,而且这种异常在所划分的各矿段上,都有明显的显示。如图2,金储量较可观的大开头矿段和西山矿段都有明显异常。但是在具体的单个矿脉上经常出现负异常(特别是在石英脉上),只偶见正异常(以

蚀变型为主)。同一矿带的西部地区也做过长剖面,经过灵山沟矿床(3~5条矿脉)的剖面,没有发现这种异常。只在矿脉中出现过Ba的正异常(规模较小)。根据同一矿带出现的这两种现象,我们进行了Ba的相态分析,发现东部矿床(田)蚀变带中的Ba异常,主要是以硅酸钡的形式存在,而西部矿脉的Ba异常除了有硅酸钡之外,还大量出现了硫酸钡和易溶盐类的Ba。而且硫酸钡与易溶盐类的钡还与矿体的埋藏深度有关。愈往深部,含量愈高。如表5灵山沟与焦家金矿硅酸盐中的钡在钡总量中的比例数比玲珑矿

区低（一般小于80%），而且愈往深部，比例数愈小，而其他相态钨的含量逐渐增高。这种现象我们认为与变质深度和热液温度有关，出露高的矿床，温度低、变质浅；相反，埋藏深的变质深、温度高。

2. 矿体异常:

(1) 浓度分带特征:

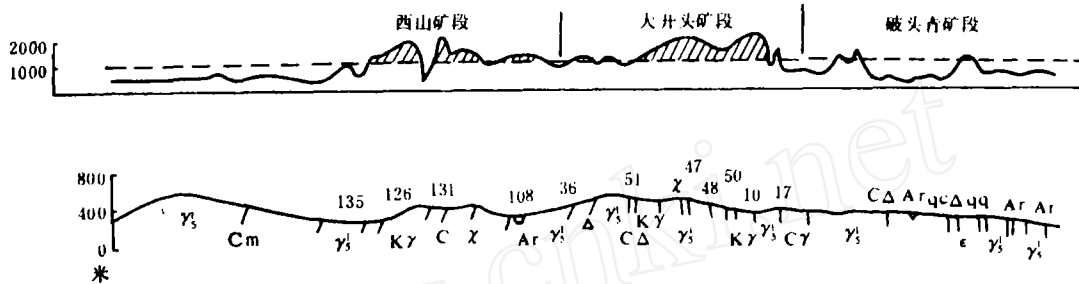


图2 玲珑金矿区Ba的岩石地球化学剖面

γ₃ - 玲珑混合花岗岩; Kγ - 钾化花岗岩; Δ - 破碎带; Ar - 老地层
cm - 绢英岩蚀变带; C - 绢英岩脉; q - 石英脉; X - 煌斑岩
(阿拉伯数码为矿脉编号)

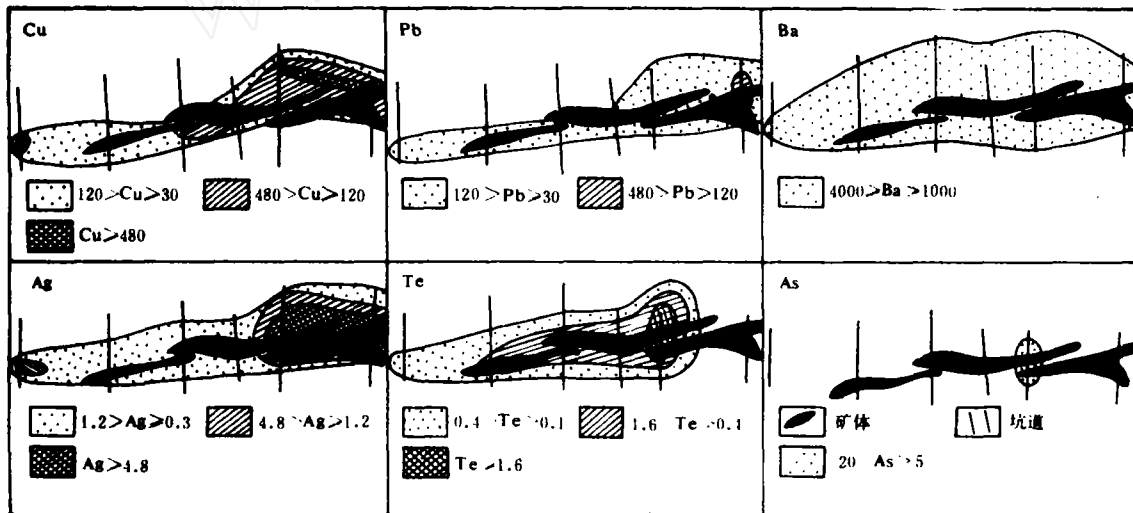


图3 灵山沟金矿-190米中段等浓度线图

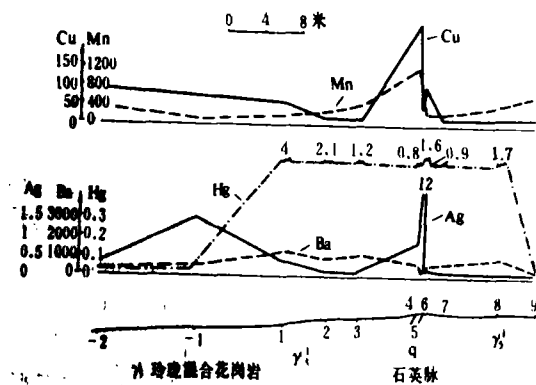


图4 玲珑山金矿地表26线原生异常图

以异常下限的等比级数（1、4、16）划分浓度的外、中、内三个带，能出现三个浓度级的元素有Au、Ag、As、Sb、Hg、Se、Te、Cu、Pb；其中Ag、As内带浓度线与矿脉的展布中心较一致，其他元素有的地方稍有偏离，除Hg、Sb

之外，偏离较大的是Cu与Pb。这种偏离现象可能是矿液活动的多次性及元素沉淀能力的差异所引起的。

Mn、Ba、Zn大部分异常只出现中、外带浓度，并有时有偏离矿体现象。

(2) 组分变化特征:

(a) 水平变化特征:

水平变化特征应包括不同标高的水平变化，因各方面条件限制，只做了一些坑道的水平变化。从已知矿体的特征看来，异常沿着矿体走向的连续性和异常形态与矿化强度和矿脉的大小有关，

一般矿化强、脉体大，异常的连续性好，异常形态与矿脉的形态基本一致（图3）。反之，则连续性不好。由于工作程度有限尚不能排出这些元素的分带序列。

异常沿着矿体倾向的变化也应该是指一定的水平上。在盲矿的上方，有些元素的宽度较大，如望儿山金矿地表（图4）的Hg、Ba异常要比Ag、Cu宽；若在矿体的中心，Hg就比Ag、Cu小多了（见图5）。在各矿体中心部位，元素之间的异常宽度一般变化不大，但梯度变化都很大。一般说Au异常宽度要比其他元素异常宽度都大些。

（b）轴向变化特征：

异常的轴向形态与构造特征和元素的本身性质有关。大部分元素的异常形态与矿脉的形态基

本一致，如果构造是开放系统，有可能形成扇形（如图6）。图下的Hg异常是另一种形式。异常的连续性一般与矿化强度和该元素在矿体中的强度有关。元素含量高的，连续性好（如图5），Cu在矿体中的含量要比Pb、Zn高，因此盲矿上方的地表，仍然有Cu异常出现，别的元素则逊之。此外，由于元素的迁移和沉淀能力不同，使异常组分发生了分离，形成了元素的轴向分带序列。通过几个剖面的计算（按戈里柯良的方法），该区的金矿床的确存在明显的轴向分带，下面列举几个剖面。

玲珑金矿108号脉（石英脉型）的599线剖面（见图6），矿脉出露标高550米，地表为矿化蚀变脉体，深部矿体断续出现，到230米该剖面的矿

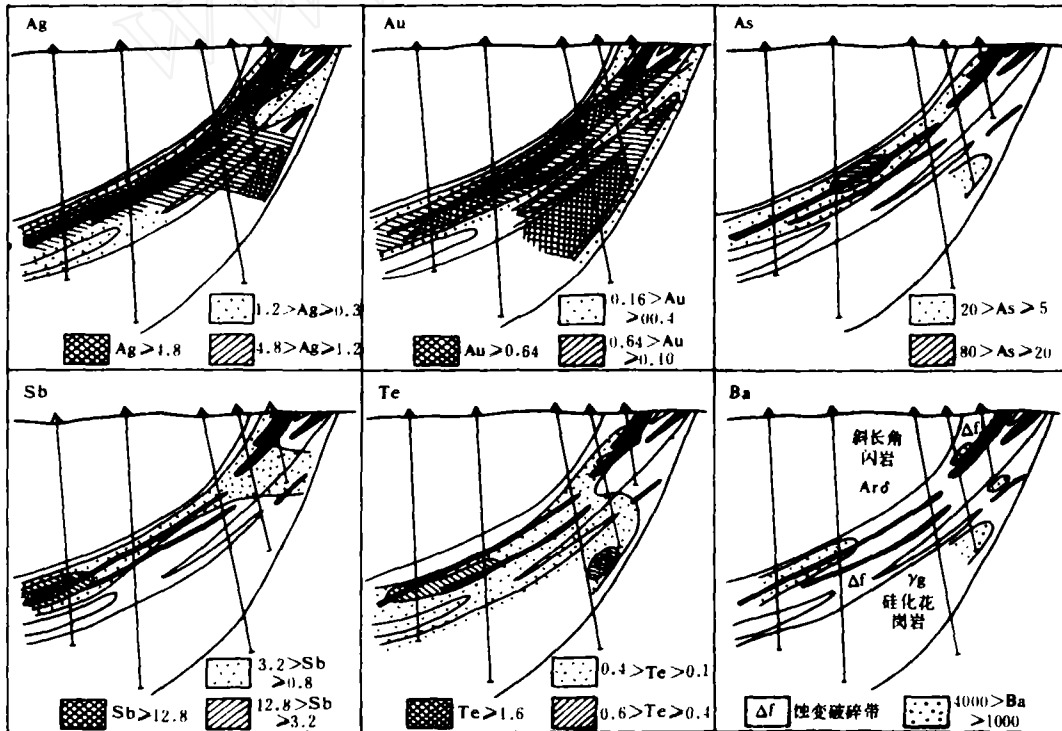


图5 望儿山金矿26线元素等浓度线图

体尖灭了。计算后，其轴向分带序列为（自上而下）：Sb、Hg、As、Ag、Te、（Mo）——Pb、Cu、Se、Au——Zn、Mn。这个分带序列与国外典型矿床的分带序列基本相似。其中Mo、Te排列顺序有点靠前。Mo在东部矿床含量稍高，但由于分析灵敏度低，有可能出现偏差。Te与矿石

的类型有关，因该矿脉为含金石英脉，而地表硅化差些，Te含量相对高，深部矿体部分为石英脉，因而含Te低些，同样是玲珑矿区其他蚀变型矿脉，含Te都较高，那怕是矿体中部仍有高含量，因此Te应该排在接近Au的部位。

另一个剖面是西部的焦家金矿（蚀变碎裂岩

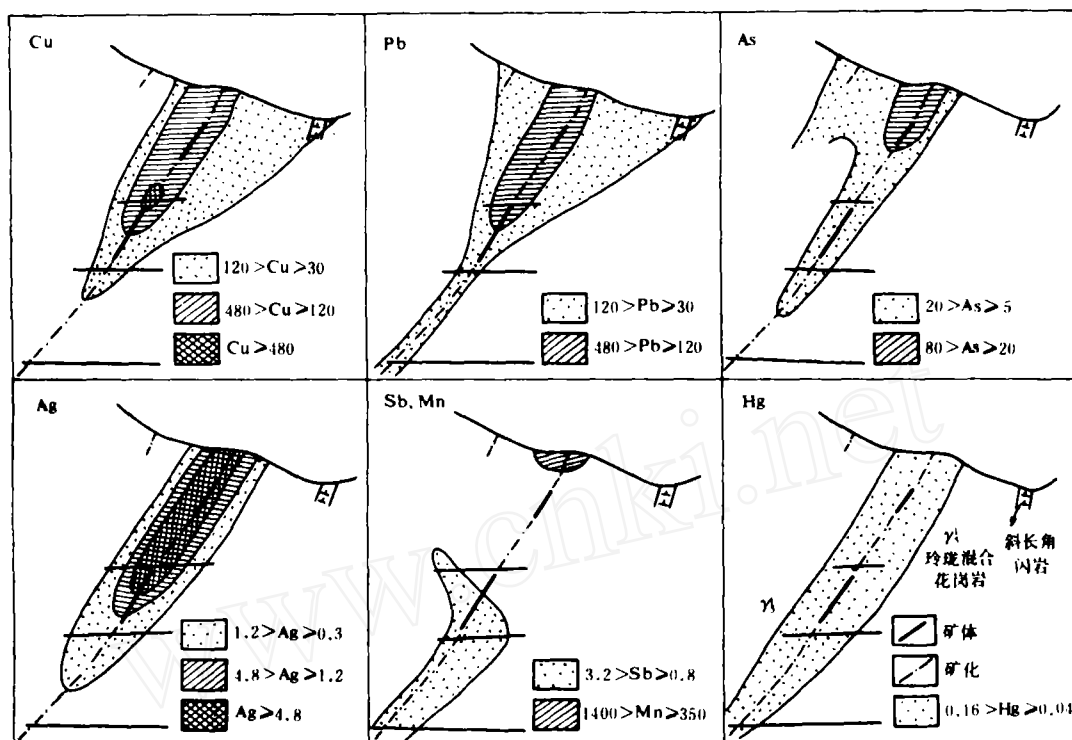


图6 玲珑108号脉599线元素浓度线图

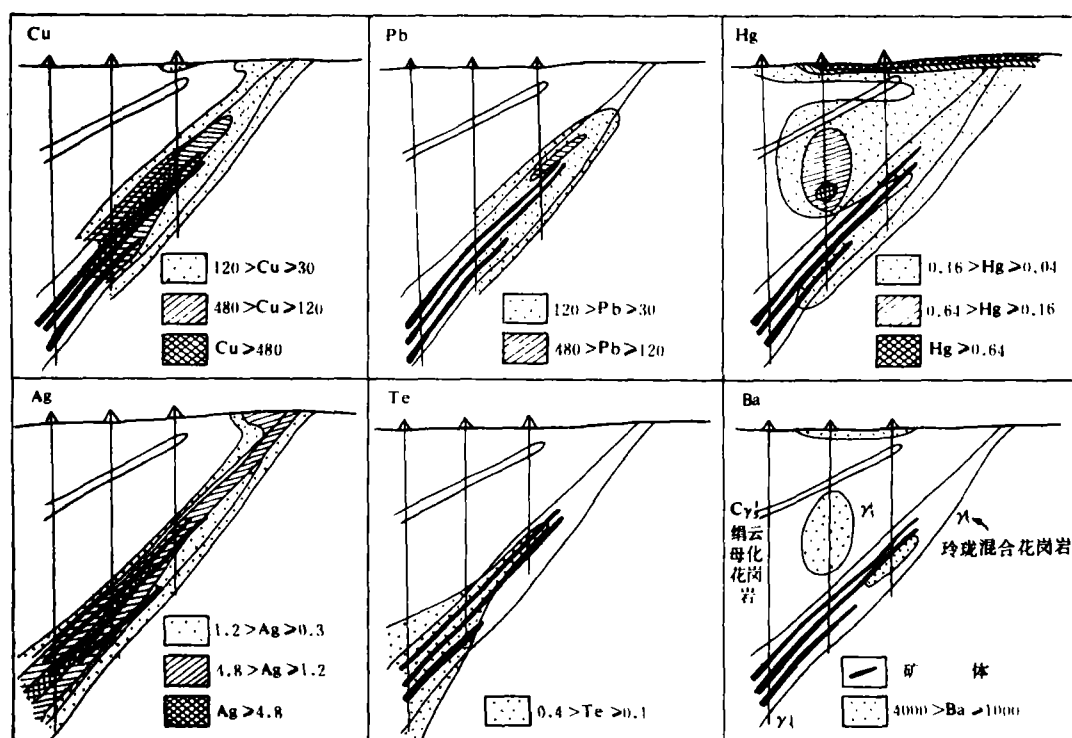


图7 焦家金矿96线元素浓度线图

型) 96线 (见图7), 该矿脉是剥蚀后浮土掩埋矿体 (标高30米), 计算后的分带序列为: Cu、Zn、Ag、Se—Au—Pb—Te—As、Sb、Ba。这个剖面出现了反分带现象, 正常的前缘元素排在后面, 矿体下部出现了As、Ba、Sb的高含量, 尤其是Sb还出现内带浓度。对这种现象有两种解释: 一种是成矿过程中, 矿液倒灌的结果; 另一种解释为下部矿体的前缘异常。这些解释将在实践中得到验证。

还有一个剖面是望儿山金矿 (上部为石英脉型, 下部为蚀变岩型) 的26线 (见图5) 由于该剖面正在进行深部施工, 没有进行最后计算, 但从图7与图4中可以看出, 盲矿上仍有明显的Hg、Ba、Ag、Cu、Mn异常。其他剖面除了有这些元素异常, 还出现了As、Sb异常。说明盲矿上的前缘元素异常很明显。

总之, 异常在轴向的变化规律比水平方向上明显得多, 异常的连续性和组分分带都比较明显。归纳起来, (Ba)、Sb、Hg、As、(Ag) 可以做为该金矿脉的前缘指示元素, Se、Te、Cu、Pb、Zn离矿体较近, 应为中程指示元素, Bi在西部可做为近矿指示元素。Mn的位置还不太明朗, 东部是在矿体后部, 而西部应该排在Au的前面。

异常评价方法

招掖矿带由于岩石出露情况不同, 原生晕、次生晕及壤中汞气测量都可以使用。东部地区岩石出露较好可使用原生晕法, 中部低山区可使用次生晕法, 西部浮土厚的地区可投入壤中汞气测量法。下面谈一下异常评价中的两个问题:

1. 异常的含矿性问题:

即如何区分矿致异常和非矿异常。从现有的资料看来, 我们认为矿致异常仍然脱离不了“大”、“全”、“强”的特点。

“大”意味着异常的规模可观, 连续性好, 特别是与已知金矿的构造方向一致, 构造性较好的异常都应该引起注意。

“全”是指元素组合全, 由于该区金矿床存

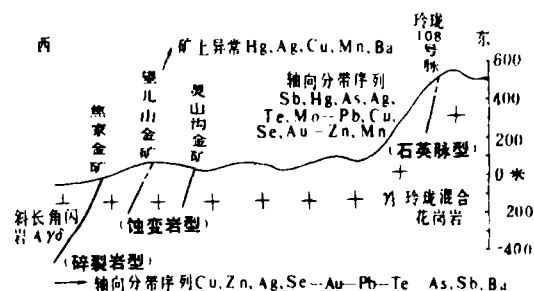


图8 招掖地区几个金矿床的分布示意图

在着轴向分带现象, 异常的元素组合又具有另一种含义, 是找盲矿和评价异常源剥蚀深度的重要标志。

“强”是指异常的元素含量高。矿化强的矿脉, 除Au之外, 其他元素的丰度也高, 形成的异常连续性与规模都较可观。

选择矿致异常时, 三者应该结合起来考虑, 当然异常所处的地质条件是考虑的基础, 然后联系其他方面的找矿标志。这样就能提高找矿效果。

2. 异常源的剥蚀深度问题:

是指引起异常的地质体出露状况, 从找矿角度出发, 说明异常是矿体的上部、中部或尾部。这项工作对原生晕和次生晕都具有现实意义。

由于该区金矿床存在着轴向分带现象, 就为这项工作提供了很好的信息。从上述资料中可以看出, 前缘元素的存在是找盲矿的很好指示元素。图8是我们工作过的几个矿床的元素分带状况示意图。以Hg为例, 它的异常只出现于矿体赋存较高的地段 (如玲珑200米以上的矿脉大部分有汞的弱异常) 和盲矿上 (望儿山盲矿, 标高110米)。而出露标高较低的剥蚀矿体, Hg基本不显异常。初步看来, 前缘元素Hg、Sb、As (Ag) 等对东西部都具有明显的指示作用。

在指示元素和原生异常分带等方面只取得了初步成果, 有些工作还有待于进一步验证和深入研究。如各个元素的预测深度, 异常含矿性的评价指标等具体问题, 今后还需进行工作。

这项工作是冶金部物探公司与山东冶金地质勘探公司有关单位共同完成的。