地质 ·矿床

湖南水口山铅锌金银矿床地球化学特征

谭建湘,宛克勇
(湖南有色地质勘查局二一七队,衡阳 421001)

[摘 要]根据湘南区域地球化学特征,结合水口山矿田之成矿地质矿床特点,分别研究了不同层位、不同岩性的微量元素地球化学特征以及不同构造条件下的地球化学形为,对两大不同成岩、成矿系列中不同微量元素组合可引起的原、次生晕异常可形成的特征作了较为深入研究、讨论,并总结出化探异常元素组合特点与找矿意义。

[关键词]地球化学 化探 铅锌矿 找矿意义
[中图分类号]P618.42; P618.43; P618.51; P618.52 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2008)03-0022-06

1 区域地质、地球化学背景

水口山铅锌金银矿田位于湖南省衡阳市常宁县境内,其地理坐标为东经 112°30′59″~112°41′13″,北纬 26°25′36″~26°25′42″,其中累计探明储量(金属量)铅锌约 200万 t,金约 100t,仍有巨大的找矿前景,也开展过广泛的研究[1-4]。构造位置位于湘中早古生代活动陆缘(弧)异地地体(Ⅳ)与湘东早古生代活动陆缘(弧)异地地体(Ⅵ)间的株州—零陵地体缝合线边部,湘南地体(Ⅴ)与邵阳—郴州转换断层北端(图 1)。古代生耒(阳)—临(武)南北褶断带北缘,中生代衡阳裂谷南缘的裂肩部位。由于受滨太平洋板块作用,使该区域地壳长期处于高热流聚集环境。

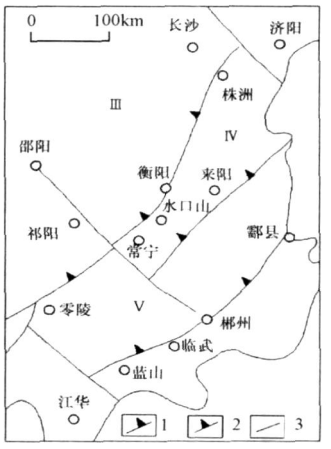


图 1 区域构造单元划分简图
1—早古生代地体健合线;2—板片仰冲带;3—转换断层

前人对湘南地区震旦纪—侏罗纪地层中不同层位、不同岩石中微量元素的统计研究发现,震旦纪以后的地层对该区域岩浆的形成及其成矿不起主导作用,而对深循环热液成矿过程有比较重要的影响[5]。与世界同类岩石相比,该区域各时代地层的岩石富集 Sb、As、Mo、Sn、Cu、Pb、Zn、Ag等成矿元素,一般富集 2~10倍,Ag、Bi富集 1~2倍。Sb含量一般为 40×10^{-6},以石炭系、二叠系、三叠系最高(分别为 157×10^{-6}、339×10^{-6}、183×10^{-6})。与地壳背景值相比,泥质岩富集 Sb约 3倍,碳酸盐岩富集 Sb约 35倍、Cu 5倍、Sn 5~3倍。Cu、Pb、Zn、Sb、Bi、Mo、Sn、Au也比南岭区域背景值偏高 2.6~10倍。

2 矿区地质概况

在水口山矿田近 200km² 范围内,自中泥盆统—新生界沉积总厚达 3000多米。晚三叠世地层为浅海相碳酸盐岩夹含铁、煤滨海相砂、页岩建造,晚三叠—白垩纪地层以陆源碎屑磨拉石建造为主,下二叠统栖霞组(P_1q)炭质条带状灰岩、含燧石灰岩是该区铅锌金银矿的主要容矿层位,当冲组(P_1d)含铁锰硅质岩及泥灰岩是该区金矿主要容矿层位。

[收稿日期]2007-10-8; [修订日期]2008-2-26。
[第一作者简介]谭建湘(1958年—),男,1983年毕业于湖南有色地质中等专科学校,工程师,现主要从事地质勘探与找矿工作。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由于受印支运动东西向区域应力挤压作用,使自泥盆纪—三叠纪地层形成一系列大小不一的褶皱和与褶皱相应配套的性质不一的断层。燕山运动则因沿袭和发展了印支期构造,使褶皱进一步倒转,部分断层互相沟通形成规模较大的叠瓦式推覆断层。

全区共有大小火成岩体 70余个,可分为花岗闪长质浅成侵入系列及英安质潜火山岩超浅成喷发系列。这些大大小小火成岩体及各内生矿床定位空间均与区内褶皱及相关断裂有着密切关系。

矿田中铅锌金银矿床可分内生、外生矿床两大类。而内生矿床依据产出部位、矿物共生组合、矿石结构构造以及矿床成矿物、化条件,可进一步分为 4个亚类:

A 接触交代夕卡岩型铁、铜、菱铁矿床 (中区)

B 热液交代充填型铅锌、菱铁矿床 (老鸦巢、鸭公塘)

C层间硅化破碎带热液充填型铅锌金银矿床 (康家湾)

D 断层破碎带热液充填型铅锌矿床 (温塘)

外生矿床可分风化淋滤铁帽型金矿床 (龙王山)和风化淋滤黑土夹角砾金矿床 (仙人岩)两类 (图 2)。

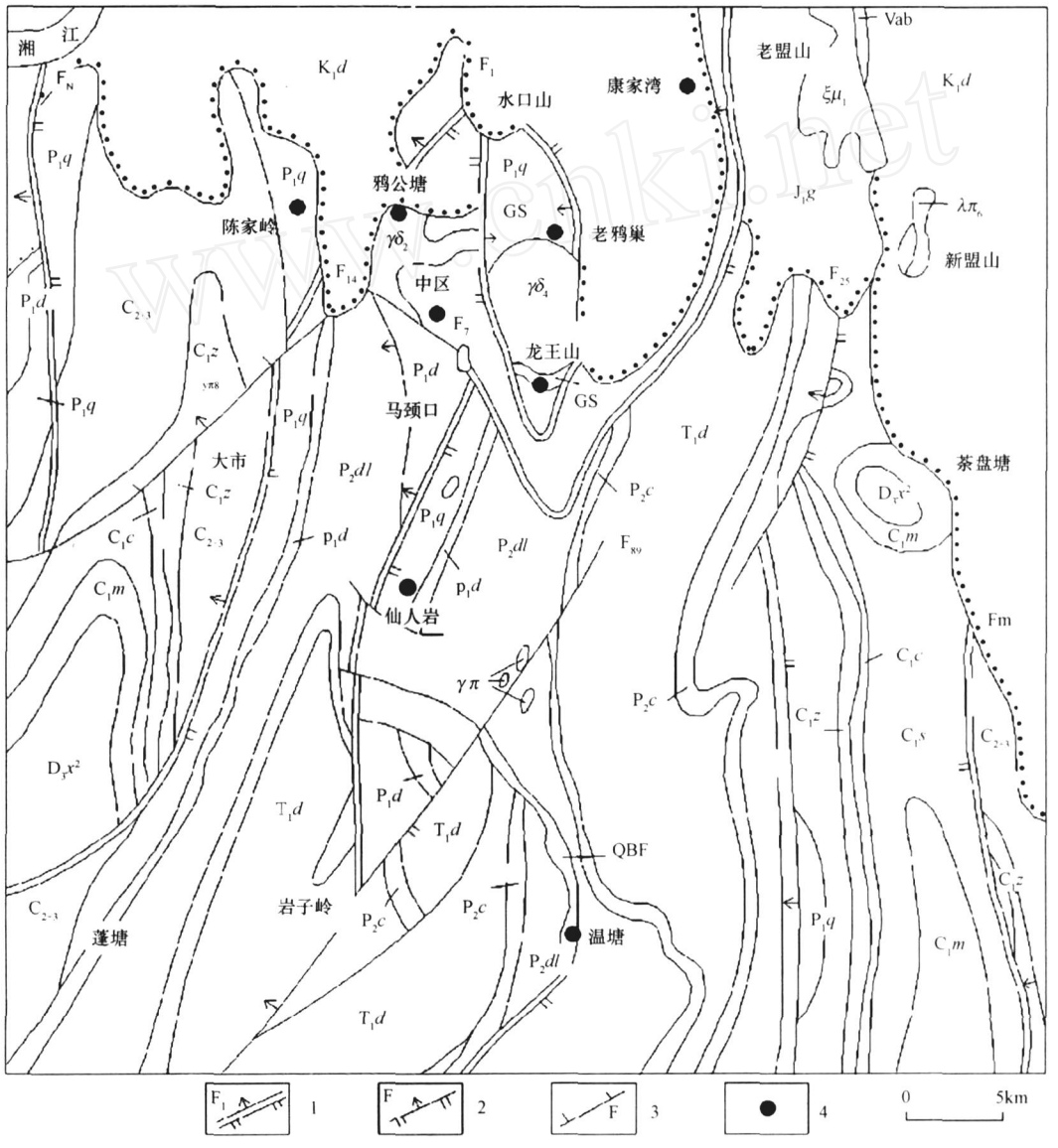


图 2　水口山矿田地质图

K_1d—自垄系东井组; J_1g—侏罗系高家田组; T_1d—三叠系大冶群; P_2c—二叠系长兴组; P_2dl—二叠系斗岭组; P_1d—二叠系妥冲组; P_1q—二叠系栖霞组; C_{2+3}—石炭系壶天群; C_1z—石炭系梓门桥组; C_1c—石炭系测水组; C_1s—石炭系石磴子组; C_1m—石炭系阵孟公坳组; D_3x^2—泥盆系矿山组; γδ—花岗闪长岩; ζμ—英安玢岩; λπ—流纹斑岩; γπ—花岗斑岩; Vab—贡安质熔火山角砾岩; QBf—硅化角砾岩; GS—铁帽。1—推覆断层及编号; 2—逆断层及编号; 3—正断层及编号; 4—铅锌金银矿床

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 矿区地层、岩石微量元素地球化学特征

3.1 地层微量元素特征

区内地层微量元素变化特点总体上由老到新(泥盆纪—侏罗纪)Cu、Pb、Zn等元素的含量由低到高,而W、Sn、As、Sb、Hg元素则由高到低。其中泥盆系上统锡矿山组中As元素高出地壳含量37.7倍,Sn元素以石炭系测水组较高,为34.8 $\times10^{-6}$,Pb元素在二叠系下统栖霞组、当冲组浓度系数分别为3.3和1.6,Zn元素在当冲组浓度系数为1.23,Ag元素主要集中于二叠系当冲组、斗岭组地层,为24.86 $\times10^{-6}$～74.29 $\times10^{-6}$(表1)。

表1 矿田主要地层岩石有关元素平均含量表

时代	侏罗系	三叠系		二叠系				石炭系			泥盆系	地壳含量
岩性	碎屑岩	泥质岩	碳酸盐岩	碎屑岩	泥质岩	硅质岩	碳酸盐岩	碎屑岩	泥质岩	碳酸盐岩	碎屑岩	
Cu	23.44	71.5	25.5	29.99	63.30	65.15	9.67	35.6	33.4	30.5	30.40	47
Pb	33.6	47.95	14.2	35.23	56.7	97.35	78.6	7.9	10.0	11.55	12.4	16
Zn	78.30	154	58.9	91.9	249	201.4	34.8	53.4	51.5	10.9	59.70	83
Au	1.86	3.36	1.68	2.22	3.23	2.77	1.83					4.3
Ag	81.61	112.3	116	66.9	145	615	154					70
As	12.54	10.7	5.5	13.08	5.8	32.4	12.2	45.7	34.2	15.60	68	1.7
Sb	7.13	1.87	1.67	1.77	2.99	7.47	5.17	38.8			35	0.5
Hg	0.26	0.10	0.06	0.09	0.48	0.24	0.81					0.083
W	1.10	0.84	0.20	2.08	0.10	1.30	0.32					1.3
Sn	2.05	2.13	0.65	2.78	2.60	3.35	1.10	34.8	4.1	15.30	8.7	25
Mo	1.33	1.63	0.50	1.94	1.43	50	2.33	0.33	0.39	0.70	0.68	1.1
样数	61	20	7	41	9	20	9	46	20	123	66	

注:含量单位:Au为10^{-9},其它的为10^{-6};分析单位:湖南有色地质研究所。

3.2 不同岩石类型微量元素地球化学特征

不同岩石岩性不同,微量元素富集规律不同(表3),从碳酸盐岩—硅质岩—泥质岩—碎屑岩,Pb浓集系数分别为8.87→6.08→3.54→2.22,逐渐降低;Ag元素浓集系数分别为1.93→8.87→1.59→1.16,在硅质岩中最高;As元素浓集系数为5.8→19.0→9.9→20.5,Sb元素为6.84→14.9→4.87→41.22,均在碎屑岩中含量较高,碳酸盐岩和泥质岩中最低;Mo元素在二叠纪硅质岩类含量较高,浓集系数为45.5,Au在各地层岩石中均低于地壳丰度,相对而言,在二叠纪、三叠纪地层的泥质岩石中含量较高,分别为3.23 $\times10^{-9}$、3.36 $\times10^{-9}$,白垩纪碎屑岩最高达6 $\times10^{-9}$。

综合上述不同地层、不同岩石中的主要微量元素含量来看,与该矿床有关的Au、Ag元素相对于二叠系当冲组硅质岩、栖霞组碳酸盐岩中丰度值含量较高,这与矿田Pb、Zn、Au、Ag赋矿或容矿层位吻合。尤其Ag元素与二叠系当冲组硅质岩关系密切,而矿田中该地层硅质岩类广泛分布,为该矿田找银指示了方向。

表2 矿田主要地层岩石有关金属元素浓集克拉克值表

时代	岩性	浓集克拉克值										
		Cu	Pb	Zn	Ag	As	Sb	Hg	W	Sn	Bi	Mo
侏罗系	碎屑岩		2.1		1.16	7.4	14.26	3.13				
三叠系	泥质岩	1.52	3.0	1.86	1.60	6.29	3.74					
	碳酸盐岩		8.87		1.66	3.24	3.34					
二叠系	碎屑岩		2.22			7.7	3.0		2			
	泥质岩	1.35	3.54	3.0	2.0	3.4	6.0	5.8				
	硅质岩	1.39	6.08	2.41	8.87	19	14.9	2.89			93.3	45.5
	碳酸盐岩		4.9		2.2	7.18	10.34	9.25			26.6	2.2
石炭系	碎屑岩					26.9	77.6			1.4		
	泥质岩					20						
	碳酸盐岩					9.2						
泥盆系	碎屑岩					40						

注:分析单位:湖南有色地质研究所。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4　构造地球化学特征

4.1　断裂构造地球化学特征

断裂构造地球化学可分两种类型。第一类主要表现为元素的断裂构造动力分异作用及由此产生的物质成分变化属半开放体系。该类断裂主要由矿田早期东西向、北东东向、北西向及南北向断裂带组成,多属张性、张扭性,密度一般 0.3～1m,由断层角砾岩、断层泥、碎裂岩组成。

在这些断裂带中 Cu、Pb、Zn、Au、Ag、As、Sb、Mn、Ti、Cr、V元素含量与断裂通过的围岩有关,与围岩含量成正比。且断裂带剖面中元素含量出现高值处,一般附近会出现一个低含量带 (图 3)。这表明元素与断裂构造动力分异作用是就地取材为主,断裂岩带属于半开放系统。

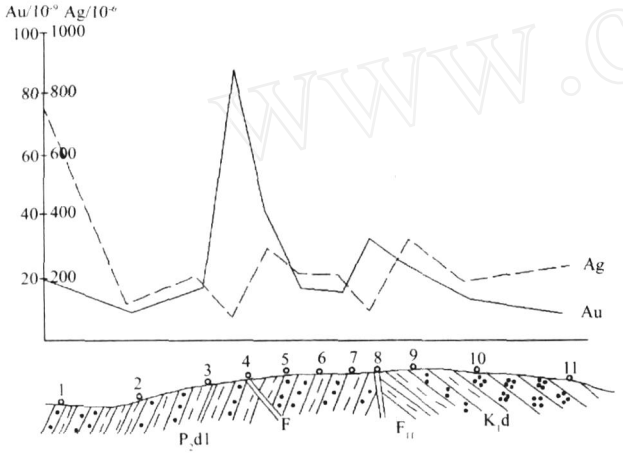


图 3　碎裂岩带地球化学剖面图
(地点:龙王山)

第二类为燕山期北北东向或近南北走向,规模较大的滑脱断层或推覆断层,是矿田中主要导岩、导矿断裂,局部为储矿构造。以强硅化为特点,组成硅化角砾岩带。该类断裂以剪应力为主,元素变迁虽以构造动力分异作用为主,但金属元素叠加富集成矿强度大,既有断裂动力分异作用,也有热流体交代作用,属典型的聚集系列开放体系。Cu、Pb、Zn、Au、Ag、As、Sb、Mn、Ti、Cr、V等元素高于上、下盘围岩 (图 4),具聚集特征,而 Sr、Bi元素明显减少具分散特征。

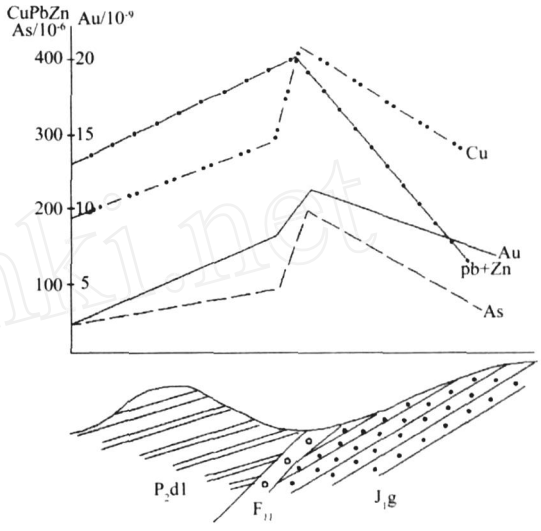


图 4　硅化角砾岩地球化学剖面图
(地点:狮子脑头)

4.2　褶皱带中主要微量元素分配特征

根据钻孔岩心采样分析的结果说明,在同一褶皱的不同部位,倒转背、向斜轴部的层间滑动构造破碎带中,一些离子半径大,压缩性、压熔性小的、不稳定微量元素,易于具浓集趋势,是相应岩石含量的数倍,局部不见矿化现象 (表 3)。

表 4　不同褶皱部位主要微量元素含量表

褶皱名称	采样部位	钻孔编号	地层	分析结果 /10⁻⁶,Au、Ag/10⁻⁹						
				Cu	Pb	Zn	Au	Ag	As	Hg
康家湾	鞍部	ZK1133	侏罗系	29	107	138	11	248	80	0.54
倒转背斜	翼部	ZK1136	侏罗系	25	63	79	5.7	140	29	0.20

5　侵入岩地球化学特征

与铅锌铜成矿有密切关系的花岗闪长岩类浅成侵入系列岩石中,各种与成矿有关的微量元素具有明显的矿化叠加现象,不能正确代表各岩体的原始微量元素丰度值。鉴此,刘顺生[6]等根据 Vistelius的地球化学过程的基本定律,即单一地球化学过程形成的单一地质体中,化学元素的含量服从正态分布。也就是说岩体或沉积岩形成时元素的初始含量服从正态分布,而后期地球化学作用叠加后的元素含量的混合分布,则为偏离正态分布 (多峰偏态分布),且多为正偏表象。采用 Vistelius元素含量概率分布密度函数计算得表 5。

水口山矿田两类浅成侵入岩中取样分析见表 6。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 5 花岗闪长岩类微量元素丰度值结果表

元素名称	Pb	Zn	Cu	Ba	Mn	Sr
丰度值 /10^{-6}	57.2	72.7	124.5	837	198.8	150.9
平均值 /10^{-6}	186.9	82.9	156.2	744.9	228.9	176.2
变异系数 /%	263	52	78	44.6	138.8	75.9
叠加系数 K	3.3	1.14	1.25	0.89	1.45	1.17

从以上两表可以看出,与铜铅锌成矿系列有关的花岗闪长岩类,Cu、Pb、Zn、Au、Ag等微量元素,原始丰度值高出华南同类岩石 3～9倍。这对近接触带类矿体形成,无疑有促进作用,而与金银铅锌成矿系列有关的远离矿体的英安质潜火山岩 - 火山岩类,主要微量元素均低于浅成岩类岩石,对金银矿体的形成无直接作用,但为该类矿床提供浅成低温热源却有着密切关系。

表 6 两类侵入岩主要金属微量元素含量表

岩石类型	样品数	Pb	Zn	Cu	Au	Ag	W	Sn	Mo	Ni
	57.2	72.7	124.5	20	0.63	11	24.3	19.4	12.9	17.7
英安质潜火山岩类	17	54.4	33.2	29.7	8.7			13.3	3.3	12.1
火山角砾岩类	10	125	150	78	2.34	0.05		10	10	54.6
华南花岗岩体		50	21.6	33			3.5	3.2	1.32	11.2

注:资料据[6],元素含量单位:Au为 10^{-9},其它为 10^{-6}。

6 矿床地球化学特征及原、次生晕异常找矿意义

矿田内原生晕的形成,以渗滤作用为主,扩散作用次之,只有在矿体侧向裂隙不发育处,才以扩散作用起主导作用。

原生晕的形成与构造、岩性、矿体、矿床种类关系密切。与构造关系往往是原生晕异常发育在倒转背(向)斜轴部或层间破碎带中。与岩性关系是在具脆性的硅质岩、碎屑岩中原生晕较发育。同时在侵入岩与碳酸盐岩类岩石接触处,由于热液蚀变,交代作用的影响,一般原生晕均较发育。在岩石活泼性较差的泥质岩类中,原生晕一般不发育。在热液充填或交代矿床中,矿体及围岩的原生晕异常,晕的组分和矿体中元素的组分是一致的。这一异常组分特点,为寻热液充填、交代型矿体提供了依据。

次生晕异常是原生晕异常的补充。从矿田次生晕样品资料来看,异常元素组合复杂,既有 Pb、Zn、Cu、Mo、Bi组合异常,又有 Au、Ag、Hg、Sb、As组合异常。通过验证分析,在众多的元素组合异常中,真正具有找矿意义的主要为 Au、Ag两个元素,且 Au异常丰度 >200 $\times10^{-9}$具有浓集分带地段,可作为直接找金标志。

由于各类矿床的化学成分是复杂的,除主要成矿元素外,其它元素 As、Sb、Bi、Sn、Mo、Ag、Hg、Mn、Ba、Ge、In、Fe、Cr……都有含量。由于原生晕与矿床类型关系密切,因此不同类型矿床的原生晕,表现出不同特征。

1) 与浅成侵入花岗闪长岩类有关的接触交代和充填型铁铜铅锌硫伴生银金矿床,其成矿元素主要为 Pb、Zn、Au、Cu、Ag、Mo、As、Sb、Hg等。其中 Pb、Zn、Cu、Au异常范围和异常强度大。异常分带明显外,中带可基本反映出矿床大体范围,内带则反映出矿体或矿化体位置,如老鸦巢金矿床,平面上表现为 Au、Pb、Zn、Sn、As综合异常,紧靠岩体呈椭球状展布,且分带明显,外带为 Au、Pb,中带为 Zn、Ag,内带为 As、Sn异常(图 5a)。

2) 与英安质潜火山 - 火山岩有关的层间硅化破碎角砾岩充填型铅锌金银矿床或断层破碎角砾岩型金矿床,不论近或远程指示元素和元素异常组合,均显示出中低温成矿类型特点,如仙人岩硅化角砾型金矿床,平面上次生晕元素组合为 Au、As、Zn、Bi等元素,外中带为 Au,内带为 As、Zn、Bi(图 5b)。其中 Au为主成矿元素,具三级浓度带,高峰值 >200 $\times10^{-9}$,呈北北东向长条状分布。

3) 对两类不同成矿系列,通过 R聚类分析,与浅成侵入花岗闪长岩类有关的接触交代型或充填型铜铅锌硫,伴生银金矿床的元素分成两组:一组为 Au、S、Cu,另一组为 Ag、Pb、Zn;而与英安质潜火山岩 - 火山岩类有关的充填型铅锌金银矿床,两组分别为 Au、S、Pb与 Ag、Zn、Cu。可见两种不同类型成矿系列尽管在元素组合上基本相同,但元素之间的相关性却有差异。

7 结语

该区铅锌金银内生矿床均第厚层掩盖下的隐伏矿体,研究地表各类不同地质体原、次生晕微量元素异常组合特征和异常规模、强度及分布形态,大致可圈定出隐伏矿床范围和大致圈出矿体赋存空间。这对在该区的找矿预测中,确定靶区、靶位具有十分重要的指导意义。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

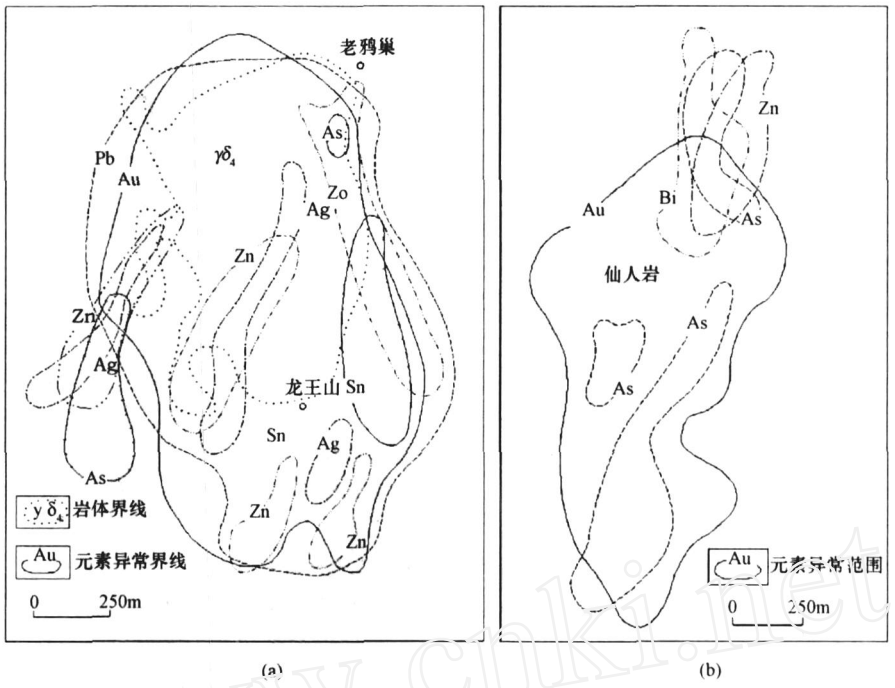


图 5　水口山矿田金元素化探异常平面图

a—老鸭巢龙王山矿区, b—仙人岩矿区

www.cnki.net

[参考文献]

[1] 张庆华. 湖南水口山铅锌矿田地质特征及找矿思路[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8(3): 141 - 146.

[2] 刘　伟. 水口山 Pb - Zn - Au矿田仿喊话 流体的性质、来源及其环流历程[J]. 大地构造与成矿学, 1994, 18(3): 209 - 218.

[3] 刘省三. 湖南水口山铅 - 锌多金属矿田硅化角砾岩体(带)地质特征与成矿[J]. 矿产与地质, 2007, 21(2): 186 - 191.

[4] 全铁军, 曾维平. 水口山矿田找矿历史回顾及新一轮老矿山找矿方向[J]. 国土资源导刊, 2006, (3) 70 - 74.

[5] 曹一中. 南岭地区铅锌矿床成矿规律[M]. 长沙:湖南科学技术出版社, 1985.

[6] 刘顺生, 谭凯旋. 湖南水口山矿田开放体系构造成矿动力学[J]. 大地构造与成矿学, 1996, 20(1): 1 - 9.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SHUIKOUSHAN LEAD - ZINC - GOLD - SILVER DEPOSIT, HUNAN PROVINCE

TAN Jian - xiang, WAN Ke - yong

(No. 217 Team, Hunan Bureau of Nonferrous Metals Geoexploration, Henyang 421001)

Abstract: Based on regional geochemistry characteristics of south Hunan province and combined with ore geology of Shuikoushan mine, trace element geochemistry in the different strata and rocks and their behavior in different structures are studied. Geochemical halo characteristics of different type deposits and their exploration significance are discussed.

Key words: geochemistry, geochemical exploration, lead - zinc deposit, exploration significance

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net