

铅锌硫化物矿床物化探普查中几个问题的探讨

冯 沛 方

(湖南地矿局职大物探队分校)

众所周知,寻找大而浅的硫化物金属矿床,用常规物化探方法就可以获得比较清晰的异常,而且辨认矿与非矿异常比较容易,因此,物化探普查的地质效果和经济效益是比较显著的。然而,目前物化探面临的主要任务是寻找埋藏较深的盲矿体。在新的情况下,如何提高物化探的找矿效果和经济效益,是物化探找矿工作急待解决的问题。本文试图通过湘南热液铅锌硫化物矿床物化探找矿效果的总结研究,对寻找深部盲矿体和识别电法矿异常与非矿异常两个问题进行探讨。

电法矿异常与非矿异常的识别

长时间以来,物探方法经常遇到含炭地层的干扰,

致使矿异常与非矿异常难以识别。针对这个问题,我们进行了探索。虽然问题仍然没有彻底解决,但出现了一些好的趋势。

(一) 利用化探方法识别矿异常与炭质干扰异常 对于单纯的炭质干扰异常,化探可以借助于岩石测量进行有机炭分析来了解炭质的存在。然而,仅此还不够,还得研究含炭量高的地层出现的铅锌等异常,是炭质岩石在形成过程中吸附了铅锌等元素,还是铅锌矿化所引起的化探异常?

炭质沉积时,通过金属—有机化合物沉积和物理吸附,可使金属同生富集。表1为几个近海富含有机质沉积物中的某些微量元素含量。

几个近海富含有机质沉积物中某些微量元素含量(ppm)

表1

采 样 地 点	Ni	Cr	V	Pb	Zn	Cu	资 料 来 源
黑 海	67	84	98	24	147	30	Glogleva, 1970
加 亚 弗 尼 亚 海 湾	146	42	95	51	-	64	S. E. Calvert, 1976
西 南 非 洲	108	-	-	12	68	68	S. E. Calvert & N. B. price
世界深海石灰质沉积物	30	11	20	9	9	30	K. Turkian & K. Wedepohl, 1961

从表1可以看出,有机质对Ni, Cr, V, Pb, Zn等元素的吸附特点是: Ni, Cr, V单元素含量及其总量一般大于Pb, Zn, Cu, 这种趋势恰恰与热液矿床成矿溶液中Pb, Zn, Cu的含量远大于Ni, Cr, V的含量相反。因此,我们有可能利用Pb, Zn, Cu与Ni, Cr之比值来区分是含炭岩石引起的异常还是热液矿化引起的异常。表2是郴县大山门含炭灰岩和蛇形坪矿化灰岩元素对比值的统计结果。

表2 表明含炭灰岩的Pb/Cr, Pb/Ni, Zn/Cr, Zn/Ni, Sr/Ba, 含炭灰岩和矿化灰岩某些元素的含量比值 表2

产地及岩石类型	Pb/Cr	Pb/Ni	Zn/Cr	Zn/Ni	Sr/Ba
大山门含炭灰岩	3.1	3.8	3.9	4.6	4.1
蛇形坪矿化灰岩	40.6	21.3	26.5	13.9	0.68

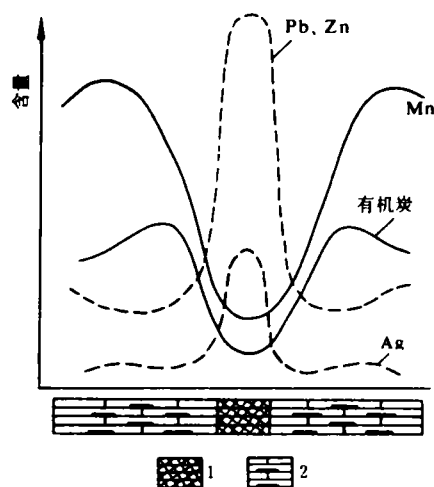


图1 大山门坑道原生晕示意图

1 - 铅锌矿体; 2 - 含炭灰岩

Zn/Ni 远小于蚀变矿化灰岩的相应元素对之比值,而 Sr/Ba 则相反。用以上比值特征可以将“炭质吸附”形成的同生异常与热液矿化形成的异常区别开来。此外,我们又研究了含炭岩石形成后,铅锌等矿化与有机炭的关系,发现有机炭与铅、锌、银、等元素含量呈负相关关系(图1)。这种现象可以解释为矿化强烈地段,在热水溶液作用下,岩石中的有机炭生成 CO_2 和 CH_4 逸散而致。

(二) 利用 G_s , η_s , ρ_s 三种参数异常识别矿与非矿异常 我们综合了湘南地区许多矿区大量的电参数资料,统计结果有以下特点:

1. 大多数金属硫化物矿石,如铅锌矿、磁黄铁矿、黄铁矿等具有较高的极化率和较低的电阻率,一般极化率在 40~50%, 最高达 80%; 电阻率在 1~10 Ωm 之间,最低只有 0.03 Ωm 。

2. 极化率、电阻率的变化除与金属矿物含量多少有关外,还与矿石的构造有关,致密块状铅锌黄铁矿

矿石的极化率较之浸染状矿石的极化率偏高,而电阻率则偏低。

3. 矿体的围岩,无论是灰岩、白云岩、石英砂岩、砂页岩或者火成岩,它们的极化率通常在 1~4%, 电阻率变化范围为 $n \times 10^3 \sim n \times 10^4 \Omega\text{m}$, 具有低极化率、高电阻率特征,与铅锌硫化物矿石有明显的差别。

4. 含炭灰岩或经矿化蚀变的含炭灰岩,它们的极化率为 10~20%, 电阻率大于 1000 Ωm , 为中极化、高电阻体。在导电性上与矿体围岩接近,与矿体则有显著的差别。

对于致密块状铅锌硫化物矿体可以视为体极化体。我们根据参数资料,假定铅锌矿的极化率为 40%, 电阻率为 1~10 Ωm ; 灰岩的极化率为 2%, 电阻率为 2000 Ωm ; 含炭灰岩的极化率介于上述两者之间,为 20%, 电阻率多数大于 1000 Ωm 。又假定矿体为体极化球体,球体半径为 20 米,球心埋深为 10 米,那么,理论计算的 G_s , η_s , ρ_s 曲线有以下特点(图2)。

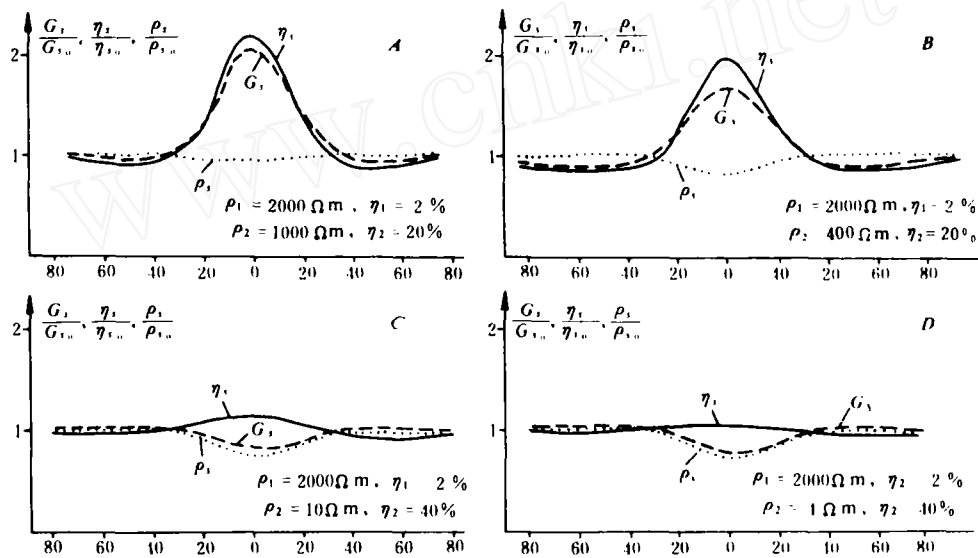


图2 极化球体 G_s , η_s , ρ_s 理论曲线

A、B 极化体为含炭灰岩; C、D 极化体为铅锌矿体

1. 单纯含炭灰岩的电阻率与不含炭灰岩接近; 极化率差异稍大。理论极化率 (η_s) 呈明显上升异常; 激电率 (G_s) 曲线也与之同步上升; 而电阻率 (ρ_s) 曲线则呈极不明显的微弱下降异常(图2A、B)。

2. 铅锌硫化物矿体引起的异常, 极化率和电阻率与灰岩相差悬殊, 前者相差10倍, 后者相差2个数量级以上, 理论极化率 η_s 曲线为上升异常, 激电率 G_s 与

电阻率 ρ_s 曲线均呈明显的同步下降异常。

因此, 在特定的条件下, 即铅锌硫化物矿体为良导体的条件下, 利用 G_s , η_s 和 ρ_s 三种参数的异常特征识别矿异常与炭质干扰异常是有可能的。

在金属矿物化探普查中, 我们曾经利用硫化物矿体良导性这一特点, 在区分矿异常与非矿干扰异常上, 通常用不对称装置的联合剖面的正交点, 这与利用上

述三个参数曲线的综合解释的物理基础虽然类似,但基于用不同的物理参数来研究,就显得前者具有较多的优越性。

综上所述,只要化探出现热液矿床上所具有的元素组合特征及其分带规律,并且Pb, Zn与Cr, Ni元素对比值以及Sr/Ba的比值趋向于热液矿化所具有的特征值;电法 G_s, η_s, ρ_s 三种参数异常特征趋向于矿致异常。该处所显示的激电异常便有较大可能是导电性良好的铅锌硫化物矿体引起。

关于识别盲矿体所致异常的探讨

识别异常源是异常定性解释的关键。但就异常研究的整体上来说,仅仅回答异常是什么原因引起是不

够的,还必须进一步回答异常是否有找矿意义,深部是否有盲矿体存在,要正确回答这个复杂的问题也是困难的。我们仅从某几个侧面对它进行了些研究。

以湘南桂阳大坊金、银、铅锌毒砂矿为例,该矿埋深100余米,其上为花岗闪长斑岩覆盖。岩体近地表处,矿化极其微弱,风化后极难用肉眼观察到。该矿床的发现,物化探起了很大作用。

(一) 通过蚀变带的研究间接寻找盲矿体 在普查时,激发极化法用了长达2分钟的供电时间,在岩体的中偏西北部发现极化率最大为8%的异常,有三个异常中心,其中,二个在岩体内,一个在岩体北面的灰岩上(图3)。地表岩石标本参数测定结果表明,铁锰碳酸盐灰岩和黄铁矿化灰岩极化率较高,平均

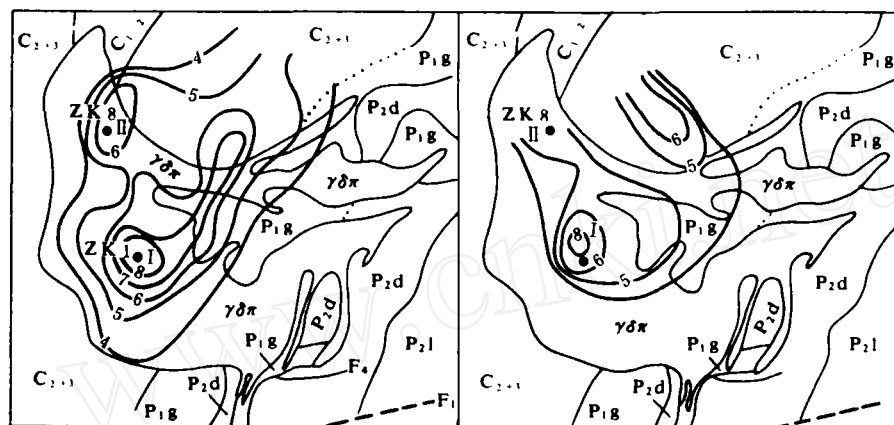


图3 桂阳大坊金银铅锌矿区激电中梯 η_s 平面图

P₂l—二叠系上统斗岭组; P₂d—二叠系上统当冲组; P₁g—二叠系下统栖霞组; C₂₊₃—石炭系中上统壶天群; $\gamma\delta\pi$ —花岗闪长斑岩; 平行测线方向供电: 左图测线方向120°, 右图测线方向64°

为10%左右,未蚀变的各类岩石极化率均小于4%。由于第四系广泛覆盖,推测异常为以下诸因素引起:铅锌硫化矿体、黄铁矿或铁锰碳酸盐蚀变带、含炭灰岩等。对称装置测深的激发极化和电阻率测定结果推算,极化体埋藏深度30米左右。钻探查证首先在I号异常中心位置(ZK 1)进行,于20余米处见到强烈的含金黄铁矿化蚀变花岗闪长斑岩(普查时未分析金),证实了激发极化法推断的引起原因和极化体的埋藏深度。钻探继续查证II号异常(ZK 8),于50米深的地方见到了断层控制的铅锌矿脉。继之在I、II号异常的100米以下见到了含金、银的铅锌毒砂工业矿体。

在第四系低阻覆盖100米以下的铅锌硫化矿体,激发极化场是比较微弱的,只有当矿体的上覆围岩矿

化蚀变范围比矿体大很多,而且又靠近地表,才能产生比单纯等深度的矿体引起更明显的异常。因此,激发极化法可借助于蚀变带引起的异常来间接寻找隐伏矿体,即使强度不大的异常也要引起注意。

(二) 利用化探成果评价异常和寻找隐伏矿体

1. 岩石化学成分特征: 热液矿床与岩浆岩有密切关系,因此,评价岩体的含矿性是综合解释评价异常不可缺少的资料。

对湘南许多岩石化学研究资料表明,含矿酸性岩体的化学成分特征是:酸度(SiO_2)和碱度($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)均高于世界同类岩浆岩的平均值。其酸度>73%,碱度>7.6%,而 TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO 皆低于世界同类岩浆岩,含矿中酸性岩体的化学成分与世界同类岩石相近,仅MgO较低。

2. 成矿元素含量特征: 成矿元素在岩体中的平均值 ($\bar{x}$; ppm) 高, 方差 (σ^2) 大, 是含矿岩体的标志 (表 3)。

某些含矿岩体成矿元素的特征值 表 3

不同期次岩石	Pb		Zn	
	$\bar{x}$	σ^2	$\bar{x}$	σ^2
千里山岩体主期花岗岩	115	332	45	20
千里山岩体补期花岗岩	203	249	43	21
千里山岩体晚期花岗斑岩	114	215	44	53

表 3 是千里山岩体各期成矿元素的 $\bar{x}$ 和 σ^2 值。数值反映各期岩体中铅的平均含量和方差都大, 锌的平均含量在各期岩石中相近, 而方差却在晚期花岗岩中最大, 这种现象与各期岩体中都有铅矿化, 锌则主要与晚期花岗斑岩关系最密切是吻合的。

3. 挥发份含量特征: (JL. B. 塔乌松认为岩体含矿性很大程度上取决于挥发份的含量及其分异水平。表 4 说明各期含矿岩体中 F, Cl, S 等挥发份较富, 而且愈晚期的岩体愈富。

某些含矿岩体挥发份的含量 (ppm) 表 4

岩体名称	F	B	S	Cl	资料来源
千里山主体	2300	16	500		陈毅, 1982
补体	1800	17	200		同上
花岗斑岩	4000	6	100		同上
黄沙坪石英斑岩	4034	31			
花岗斑岩	5317	16		300	
水口山花岗闪长岩	932	6		340	省地研所
花岗岩维氏值	800	12	4	240	

4. 造岩矿物中成矿元素的含量标志: 许多学者认为, 长石中的铅, 黑云母中的锌含量高是含矿岩体的标志。黄沙坪、水口山等矿区岩体中长石中的铅, 黑云母中的锌都高。此外, 黄沙坪花岗斑岩中黑云母的锡含量高达 600 ppm, 锂 2000 ppm, 也是找锡的一种标志。

5. 副矿物内微量元素的含量标志: 含矿岩体的副矿物中成矿元素的含量也较高。如黄沙坪矿区的黄铁矿、萤石中成矿元素和伴生元素的含量都高于不含矿花岗岩相应元素数倍以上 (表 5)。

6. 矿床原生晕和次生晕地球化学异常特征:

岩体中副矿物成矿元素含量 (ppm) 特征 表 5

岩石名称	矿物名称	Pb	Zn	Cu	W	Sn
石英斑岩*	黄铁矿	838	34430	245	88	28
	萤石	800	180	150	750	200
花岗斑岩	萤石	30	120	15	10	100
标准花岗岩	黄铁矿	228	270	242	—	8
	萤石	1	12	14	—	2

* 为铅锌矿成矿岩体

(1) 元素组合和分带特征: 与矿有关的化探异常均具有热液矿床上特有的 Pb, Zn, Ag, Mn, Sn, Ba, Hg, F 等组合元素异常, 并具有分带特征。通过分带指数的计算, 几个矿区的垂直分带序列和热液矿床的分带序列及其相似, 它的原生晕分带序列 (由下往上) 为 Mo, Sn, Cu, Zn, Pb, Ag, As, Sb, Mn, Ba。次生晕亦能出现热液铅锌矿上的 Pb, Zn, Ag, Mn, Sn, Cu, Ba, As 等清晰异常, 并且也具有类似水平分带特征, 即 Mo, Sn, Cu 主要在 Pb, Zn, Ag, As 异常的内侧中心部位, 形成强度不很大的异常, Mn, Ba, Sb 等异常分散范围大, 在 Pb, Zn, Ag 异常的外侧。

(2) 利用综合参数进行评价: 利用综合参数 C_{max} , $\bar{C}$, K , m 进行评价。 C_{max} 为异常峰值; $\bar{C}$ 为平均异常强度 = Σ 异常样元素含量 / 样品总数; K 为异常清晰度 = 平均异常强度 / 背景值; m 为异常物质质量 = $10^{-4} \cdot \Sigma$ (异常值 - 背景值)。

利用 K 值减小的顺序排列可称之为地球化学谱, 地球化学谱与矿物组合的主次相吻合。如桂阳大坊矿区地球化学谱为 As, Pb, Ag, Zn, Mn, Sn, Cu, Ba, Sb, 而该矿区有用矿物组合为砷、铅、银、锌的矿物 (金未分析)。

用 ($K \cdot m$ 边界品位) 指标表征矿化特征, 并用其计算了大坊矿区和郴县大山门矿点, 结果见表 6。

大坊矿区和大山门矿点某些元素的矿化特征 表 6

矿区 (点)	As	Pb	Ag	Zn	Sn	Mn	Cu	Sb
大坊矿区	178500	75643	12168	1016	134	157	160	4.5
大山门矿点	26	7647	1995	159	339	784	13	0.7

大山门矿点钻探查证物化探异常, 只见铅锌矿化, 未见工业矿体。因此, 利用上述特征值能反映矿化特征, 对评价异常是极其有用的。

参加本专题研究的有张建新、许康友、彭继来, 谢平和谢文汉等同志。