

化探趋势面分析中的若干问题

——以云南澜沧铅锌矿区为例

徐楚明

(桂林冶金地质学院地质系)

本文以云南澜沧矿区为例,就化探趋势面分析中原始数据的组合、不同分析方法所获数据的同时利用、异常下限值公式的选择及原始数据是否取对数等4个问题进行了探讨。

关键词: 地球化学探矿; 趋势面分析

利用电子计算机对化探数据进行趋势面方程计算,作出的趋势面图及异常图,有利于消除噪音,比传统方法编制的地球化学图能更好地反映元素的客观变化规律。笔者在承担云南澜沧老厂矿区找矿科研工作中,用趋势面分析方法处理了大量数据,提供了重要找矿信息。本文根据对比试验结果,着重讨论原始数据处理及异常下限值的确定等问题。

矿区地质简介

澜沧矿区位于云南澜沧县城西北约40km处。出露地层有下泥盆统砂页岩,下石炭统火山岩,中、上石炭统灰岩、白云质灰岩,下二叠统灰岩。第四系零星分布。矿区构造以断裂为主,主要有南北、北西和北东向3组,其中南北向的 F_1 、 F_3 ,北西向的 F_2 、 F_4 控制着已知矿体的分布。 F_4 是控岩断层。矿区除火山岩外,探槽和钻孔中见云煌岩脉及花岗斑岩脉,推测深部有隐伏岩体存在。矿床为银、铅、锌、硫多元素矿床,铜可综合利用。矿体主要赋存在火山岩及火山岩与灰岩的接触带上,多呈透镜状及似层状,与围岩界线清楚,规模中等;少数矿体充填于灰岩裂隙中。矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和黄铜矿,Ag主要赋存于方铅矿中,品位Pb+Zn约7~8%,Ag

110~120g/t。

前人对矿床成因作过不少研究,但众说纷纭,主要有火成说和矿源层改造说,笔者及其同事们认为该矿床属于与隐伏花岗岩体有关、成矿溶液以初始岩浆水为主、有雨水参与的中偏高温热液充填矿床。因自古以来只采Ag,弃Pb、Zn,使矿区次生晕遭到污染,但植被不太发育,作原生晕有一定条件。近年来,西南有色309队、西南有色地质研究所及桂林冶金地质学院等单位在该区开展了科研工作,采集了一定数量的原生晕样品,但采样点分布不规则,采样时间和分析方法各不相同,给数据同时利用带来一定困难。

趋势面分析成果简介

对澜沧矿区做了发射光谱Pb、Zn、Cu、Ag、As、Sn,直读光谱Pb、Zn、Cr、Co、Ni等11个元素,发射+直读+垂直深孔电极法的Pb、Zn、Cu及全汞定量、高温热释汞、低温热释汞等数据的70多个趋势面方程计算,作趋势面及异常图50多张。现仅对发射光谱分析的Pb、Zn、Cu、Ag 4个成矿元素有关的问题作一简介。

发射光谱分析1033个样品,采样点分布不均匀。经小方格法后变成了351个数据点,以此作了Pb、Zn、Cu、Ag的四次趋势面分

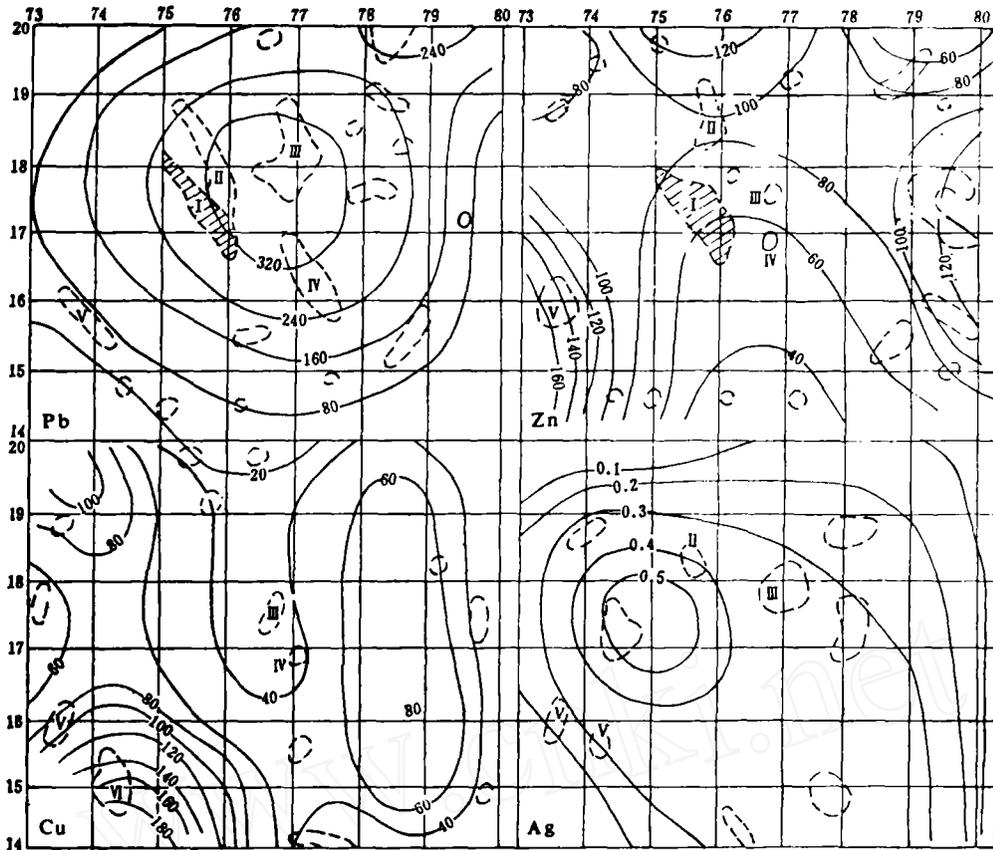


图1 澜沧矿区Pb、Zn、Cu、Ag非对数四次趋势面及异常图

析及剩余异常图(图1),其异常下限值=趋势值+趋势值均方差。

1. Pb的趋势面及异常图

由图1可以看出:Pb的非对数四次趋势面图是以老厂矿东侧为中心的穹形曲面,以异常下限值=趋势值+趋势值均方差,共圈出18个异常。其中,Ⅲ号为已知矿体异常;在未知异常中Ⅰ号最有远景意义,因为该异常与已知矿体异常相连,且沿控矿断裂E₁分布。该处灰岩中老窿较多,其下的火山岩未受剥蚀,异常部位有Ag、As异常出现,稍偏东有Zn异常分布。据已知地质条件分析,ⅢⅣⅤ号异常也值得重视。

2. Zn的趋势面及异常图

由图1可以看出,Zn的四次趋势面形态呈东、北、西三面为高值,中南部低值

的不规则洼状曲面。这反映了地层Zn的背景状况:东、北部为火山岩,均值为310ppm;西部为砂页岩,均值为181ppm;中南部为灰岩,其均值只有106ppm。在圈出的20个异常中(下限值公式与Pb同),Ⅰ号为已知矿体异常,Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ号异常与相应编号的Pb异常大致吻合。

3. Cu的趋势面及异常图

图1中Cu的四次趋势面为西南角高、西北角次高、东部略高、中间近南北向偏低的凹形曲面。高值部位主要为下泥盆统砂页岩,与其背景值吻合。在圈出的14个异常中,Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ号异常与相应编号的Pb、Zn异常大致对应,Ⅵ号异常前景也较大,但在已知矿体部位未出现异常,说明Cu不是该区铅锌矿的理想指示元素。

4. Ag的趋势面及异常图

图1中Ag的四次趋势面形态为以已知矿体西南侧为头部、长轴近北西—南东的慧星式曲面。已知矿体处无异常，未知异常中Ⅰ、Ⅱ和Ⅴ号与相应编号的Pb异常部分重合。

综合分析Pb、Zn、Cu、Ag、As、Sn等异常图，建议生产单位对Ⅱ号Pb异常钻探验证（已获一定成果），并对Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ及Ⅵ号Cu异常进行重点地质调查。

问题讨论

1. 关于样品数据组合问题

当样品点相对较多（对成图比例尺而

言），分布不均匀，或分布均匀但密度较大时，是用单个样品数据，还是划分成小方格取其中样品均值进行趋势面分析？笔者通过对比试验，认为后者较好。澜沧矿区进行趋势面分析44km²，实际成图比例尺为1:20000。该区有不规则采样1033件，用发射光谱分析了Pb、Zn、Cu、Ag等11个元素。为比较效果，笔者先用1033个样品的Pb数据作对数三次趋势面分析，以“异常下限值=趋势值+正剩余平均值”作异常图（图2A）。然后将每km²划分成9个等面积的小方格，以小方格内样品（每小方格内2~4个，最多6个）的均值置于小方格内样品重心处，图幅中有351个小方格内有数据点，

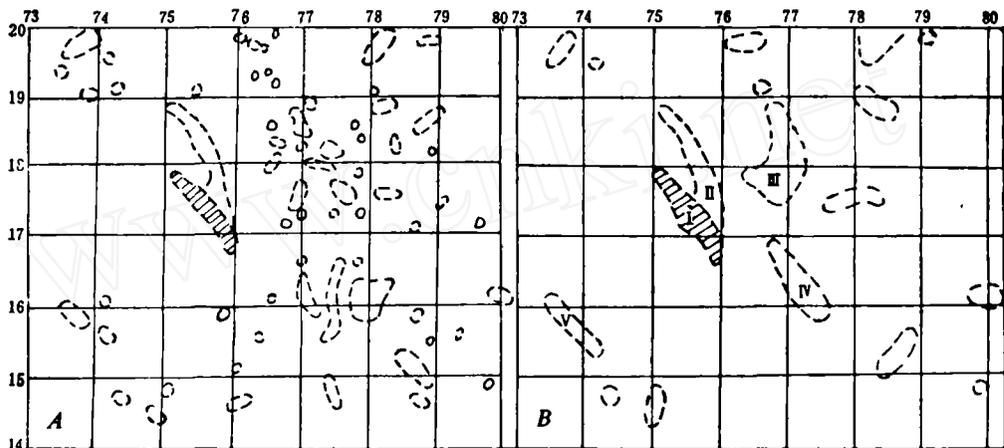


图2 单样(A)及小方格组合样(B)lnPb三次趋势面异常对比图

以此同样作lnPb三次趋势面分析，并作出异常图（图2B，异常下限同1033个数据）。比较图2A和B可以看出，前者有60个异常，且较为零乱，而后者只有18个异常，大量零散异常经样品组合后被滤去，使剩下的异常既能反映客观实际，又大大节省了工作量。对该矿区10多个元素采用小方格组合样品均获得好效果。这是因为样品组合是相对于一定比例尺图纸和样品密度而言的，当比例尺不是很小、样品又不是很稀时，一个有意义的异常不会只从一个样品点反映出来，只要小方格面积小于1个有意义异常的面积，就

不会丢掉有意义的异常。那么，既然每个小方格内的样品数据可合并为一个，是否每个小方格可只采1个样品？很显然，两者意义不同，因为元素在岩石和土壤中的分布是不均匀的，采样会有随机性，加之加工、化验过程中有偶然误差，单个样品数据就会有一定的随机性，采用多个样品数据平均就可大大减少这种随机性，得到更能反映客观实际的信息。

2. 不同分析方法数据能否同时利用

澜沧矿区先后有3个单位采样作不同方法分析（西南有色309队：发射光谱915个；

直读光谱72个。西南地质研究所:直读光谱258个。桂林地院:发射光谱118个,直读光谱95个;垂直深孔电极378个),如只利用一种分析方法的数据,不仅不能充分利用信息,且样品分布不均匀。为了充分挖掘不同分析方法数据的有用信息,笔者从发射光谱及垂直深孔电极法的样品中同时抽出一些样品作直读光谱分析,利用回归分析分别求直读光谱与发射光谱、直读光谱与垂直深孔电极法数据之间的回归方程及相关系数,发现两两分析方法之间的相关系数在0.753~0.966之间,大大超过相应的相关系数临界值 R_0 。(表1)。因此,笔者认为可用表1中的回归方程将发射光谱与垂直深孔电极法数据换算成直读光谱数据,再统一用直读光谱数据(总计1562个,分布于361个小方格中)以小方格均值作趋势面及异常图,其结果与单用发射光谱数据所得趋势面形态及异常分布位置大致相同,从而提高了趋势面分析的可信度。

3. 关于异常下限值问题

化探趋势面分析中的异常下限值,目前均根据不同情况摸索而定,常用的经验公式有以下几种:(1)异常下限值=趋势值+正剩余均值 $\times K$ ($K=1\sim 1/3$);(2)异常下限值=趋势值+正负剩余均方差 $\times K$ ($K=1\sim 2$);(3)异常下限值=趋势值+数据均方差 $\times K$ ($K=1\sim 2$);(4)异常下限值=趋势值+趋势值均方差 $\times K$ ($K=1\sim 2$)。其中(1)和(2)式应用较多,式中 K 值视不同情况而定,原始数据跳跃性大, K 取值小;反之 K 取值大。但一般事先难以取准。笔者以澜沧矿区发射光谱的Pb、Zn、Cu数据作异常图对比试验,认为(3)式不宜采用,就方便和适应性而言,(4)式优于(1)、(2)式,即不管那个元素和几次趋势面方程,在原始数据不取对数、 K 值取1条件下,用(4)式能更普遍适宜的确定异常下限值。对比试验项目及结果如表2

不同分析数据间相关系数及回归方程

表 1

分析方法	Pb	Zn	Cu	临界相关系数 (R_0)
直读与发射	$\frac{0.753}{C_{直} = 58 + 0.54C_{发}}$	$\frac{0.801}{C_{直} = 76 + 1.12C_{发}}$	$\frac{0.956}{C_{直} = 13 + 0.71C_{发}}$	0.155 ($N = 161$)
直读与垂直	$\frac{0.966}{C_{直} = 56 + 0.57C_{垂}}$	$\frac{0.932}{C_{直} = 31 + 1.26C_{垂}}$	$\frac{0.850}{C_{直} = 6 + 1.05C_{垂}}$	0.304 ($N = 41$)

不同异常下限公式异常数据个数一览表

表 2

元素	数据点 目(N)	数据点 均值	趋势面 方程 次数	正剩余 数目	公式(1)		公式(2)		公式(3)		公式(4)	
					正剩余 均值	异常数据 个数	正负剩余 均方差	异常数据 个数	数据 均方差	异常数据 个数	趋势值 均方差	异常数据 个数
Pb	351	165	3	65	452	20	354	29	410	23	101	43
			4	71	405	23	340	26	410	22	116	44
			5	117	294	28	335	27	410	22	134	38
Zn	351	89	3	120	65	28	108	17	130	14	42	50
			4	136	53	38	107	15	130	13	44	42
			5	141	58	32	101	15	130	13	49	41
Cu	351	67	3	152	46	24	104	9	158	5	38	36
			4	160	44	22	102	7	158	5	42	22
			5	156	36	39	101	7	158	5	48	27

注:公式中 K 值均取1;元素含量单位ppm。

所示,并作出各元素各趋势面方程异常图进行对比分析。由表2可以看出,用公式(2)、(3)得出的Cu异常数据个数仅有5~9个,为正剩余数目的1/16~1/32,据此圈出3处异常(图略),与(1)和(4)式确定异常下限圈出的异常图(图1Cu)相比,漏掉了多处异常。用公式(2)、(3)确定Zn的异常下限值略偏高,故用(2)、(3)式确定异常下限值,即使K值取1,对Cu、Zn也不适宜。用公式(1)、(4)对Cu、Zn圈出的异常形态基本一致;但Pb差别较大,公式(1)圈出异常10处,公式(4)圈出18处(图1Pb),且前者的Ⅲ、Ⅳ号异常范围比后者小,说明公式(1)使Pb异常下限偏高。因此,只有公式(4)对Cu、Pb、Zn都合适,这是因为不管各元素数据如何变化,其趋势值及其均方差都是较为平稳的,同时又可减少采用公式(1)选择K值产生的困惑或麻烦。

4. 原始数据是否要取对数问题

对于有色及稀有元素,化探数据一般跳跃性较大,2~5次趋势面方程拟合度一般为5~15%,原始数据经取对数后趋势面方程的拟合度可提高1~2倍。笔者曾对澜沧矿区某些元素数据作取对数和不取对数对比试

验。结果其趋势面形态大同小异;但在用同种异常下限值公式前提下,异常范围和数目却有较大不相同,一般是取对数者异常数目多,其范围相对较大,这是因为取对数后大大减弱了原始数据的跳跃性,使所确定的异常下限偏低所致。作者认为,通过取对数提高趋势方程的拟合度对化探趋势分析无多大实际意义,原始数据的趋势面和异常等值线能更直观的反应问题,异常数目的多少可通过选择异常下限公式来解决。因此,作化探趋势面分析原始数据不必取对数。

据以上对比试验,笔者认为:不管样品分布均匀与否,当其数目相对成图比例尺较多(密)时,均可采用小方格均值法进行趋势面分析,其效果较用单样好,且节约工作量;同一地区不同分析方法数据间存在明显的相关关系(系统误差),可用回归方程变换为某一方法的统一数据,以全部数据作化探趋势面分析,可充分利用数据信息;在原始数据不取对数情况下,异常下限=趋势值+趋势值均方差,是普遍适宜的公式;作化探趋势面分析时,原始数据不必取对数。

本文趋势面方程计算由本院88届毕业生沈柳生完成,在此表示谢意。

Some Problems of Trend Surface Analysis Should be Considered in Geochemical Exploration—as Exemplified by the

Lancang Pb-Zn Ore Area, Yunnan

Xu Chuming

Taking the Lancang Pb-Zn Ore area as an example, in this paper following problems on trend surface analysis in geochemical exploration are discussed: 1. the combination of primary data, 2. How to make use the data collected simultaneously by different analytical methods?, 3. the selection of threshold of an anomaly, and 4. whether or not the primary data should be plotted on a logarithmic coordinate system?.