

逻辑信息法在评价重砂异常中的应用

黄宗荣

(安徽省地矿局321地质队)

重砂异常的评价,是区域调查的重要组成部分,以往多根据异常强度、地质条件、矿物对找矿的指示意义、伴生矿物以及与其他异常的相互关系,将异常定性地分成几个级别。这种定性评价异常的方法,往往带有主观因素。本次在进行戴家汇幅1:5万重砂测量中,为找寻铜矿,试用逻辑信息法对重砂异常进行评价,取得了较好的效果。

逻辑信息法是苏联学者康斯坦丁诺夫等近年提出的,在苏联已成功地运用于预测矿床产出的可能规模。该方法的具体步骤为:①建立标志总体;②建立研究对象的原始数据表;③建立地质对象的变异序列;④进行各种数学运算;⑤检验所得结果;⑥未知对象的预测评价;⑦解释标志分权的地质意义。

(一)标志总体的建立及原始变量的取值 用逻辑信息法评价异常,首先要考虑异常或与矿床有关的地层、岩性、岩浆岩、蚀变、重砂矿物、构造条件及与其他异常的吻合情况。原始变量的名称及编号如下。岩浆岩条件:闪长岩、石英闪长岩—1,二长岩、花岗闪长岩、石英二长岩—2,辉石闪长岩—3;围岩岩性:砂岩—4,粘土岩—5,灰岩—6,白云岩—7,火山碎屑岩—8;围岩时代:S—9,D—10,C—11,P—12,T—13,J+K—14;蚀变类型:夕卡岩化—15,钾长石化—16,碳酸盐化—17,硅化—18,绢云母化—19,高岭土化—20,重晶石化—21;重砂矿物:铜族—22,铅族—23,金—24,银族—25,辰砂—26,雌黄、雄黄—27,白钨矿—28,辉钼矿—29,铋族—30,锡石—31,锆石—32,钛铁矿—33,黄铁矿—34,绿帘石—35,石榴石—36,重晶石—37(其中,构造条件和与其他异常的吻合情况等标志,因试算过程中落选,故未列入)。然后将其转化为二态变量:地层、岩性、岩浆岩、蚀变等项,根据标志的有无分别以“1”和“0”赋值。重砂矿物以大于和小于、等于异常值,分别以“1”和“0”赋值,辉钼

矿按有无赋以“1”及“0”。为了达到找矿目的,要对样品进行综合分析,尽量选取具有同一蚀源区的高含量样品取值。对于区内有可能形成异常,但受地貌等因素限制而未形成异常的重砂矿物,亦以“1”赋值。据此建立35×37原始数据表。

(二)建立重砂异常变异序列,计算标志信息权并筛选信息 选择八个已知重砂异常(矿床)作为标准对象,其中已查明有铜矿床赋存,重砂矿物来源单一,且无人工污染。将异常(矿床)按铜矿床规模由大到小排列,构成异常(矿床)规模的变异序列。其中I组标准对象具中型规模,II组标准对象具小型规模,III组标准对象有矿(化)点,IV组标准对象为无矿异常。

从变异序列中去掉无区分意义的变量(直接从表中划去)。再计算变异序列(I、II)调整前与调整后每个变量的标志权及相对标志权,并将无区分意义的标志去掉。共筛选出16个信息标志,这16个信息标志号是:6、13、14、15、16、17、19、22、24、27、28、29、30、34、35、36。

其中,19和27为起反作用的信息标志,即缺失这两个信息,有利于出现规模大的矿床;其余为起正作用的信息标志。

(三)计算各重要标志的标志信息权 将筛选出的16个标志按矿床规模顺序排列(表1)。表中6、13相同;14、17互逆;15、29、30相同;16、19、24、28相同;22、27互逆。将相同、互逆合并后,即得简化标准对象数据表(表2)。然后建立区分标志表(表3)。

在此基础上,作区分标志枝状图(图1),查明最小区分标志组合(表4)。

(四)标志分权、分权绝对差及对象权的计算 在求得标志信息权后,即可按下列公式计算标志分权 $\hat{P}_{k(i)}$ 及 $\hat{P}_{k(0)}$,分权绝对差 R_k 及对象权 I_i 。

$$\hat{P}_{k(i)} = \bar{P}_{k(i)} \cdot P_k \quad (1)$$

简化前标准对象数据表

表1

组号	对象名称	对象序号	信息标志号															
			6	13	14	15	16	17	19	22	24	27	28	29	30	34	35	36
I	南陵铜矿床 狮子山铜族异常	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
		2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
II	姚家湾铜族异常 宝山陶铜矿床	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
		4	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
III	东冲铜族异常 铁弓山铜铅矿化点	5	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		6	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	毛联山辰砂异常 工山坊铅铁异常	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

简化标准对象数据

表2

组号	对象名称	对象序号	信息标志号							
			6 (13)	14 (17)	15 (29, 30)	16 (19, 24, 28)	22 (27)	34	35	36
I	南陵铜矿床 狮子山铜族异常	1	1	0	1	1	1	1	0	1
		2	1	0	1	1	1	1	1	1
II	姚家湾铜族异常 宝山陶铜矿床	3	0	0	0	1	1	1	1	1
		4	1	0	1	0	1	1	1	1
III	东冲铜族异常 铁弓山铜铅矿化点	5	1	1	0	0	1	0	0	0
		6	1	0	0	0	1	0	0	0
IV	毛联山辰砂异常 工山坊铅铁异常	7	0	1	0	0	0	0	0	0
		8	0	1	0	0	0	0	0	1

最小区分标志组合计算标志信息权

表4

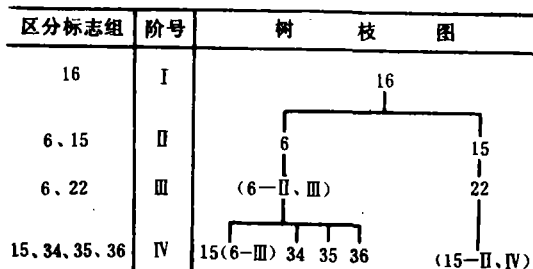


图1 区分标志枝状图

$$\hat{P}_{k(0)} = \bar{P}_{k(0)}^* \cdot P_k \quad (2)$$

$$R_k = |\hat{P}_{k(1)} - \hat{P}_{k(0)}| \quad (3)$$

$$I_i = \sum_{k=1}^p R_{k(1,0)} \quad (4)$$

(1)、(2)式中, $\bar{P}_{k(1)}$ 及 $\bar{P}_{k(0)}$ 为据位移

最小区分标志组合	该组合个数	标志号	包含该标志号的最小区分组合数	信息权
22 ⁽²⁾ -15 ⁽³⁾ -16 ⁽⁴⁾	24	6 (13)	24	0.33
36-6 ⁽²⁾ -16 ⁽⁴⁾	8	14 (17)	0	0
35-6 ⁽²⁾ -16 ⁽⁴⁾	8	15 (29, 30)	16	0.22
34-6 ⁽²⁾ -16 ⁽⁴⁾	8	16 (19, 24, 28)	18	0.25
15 ⁽³⁾ -6 ⁽²⁾ -16 ⁽⁴⁾	24	22 (27)	12	0.17
		34	8	0.11
		35	8	0.11
		36	8	0.11
	Σ72			

的帕斯基三角形得出的权系数。

(3)式中, 若 $\hat{P}_{k(1)} > \hat{P}_{k(0)}$, 则将分权差

区分标志表

表 3

对比行号	标志号和区分标志								阶号
	6 (13)	14 (17)	15 (29、30)	16 (19、24、28)	22 (27)	34	35	36	
1—3	6		15				35		II I
1—4				16			35		
1—5		14	15	16		34		36	
1—6				16		34		36	
1—7	6	14	15	16	22	34		36	
1—8	6	14	15	16	22	34			
2—3	6		15						
2—4				16					
2—5		14	15	16		34	35	36	
2—6			15	16		34	35	36	
2—7	6	14	15	16	22	34	35	36	IV
2—8	6	14	15	16	22	34	35		
3—5	6	14		16		34	35	36	
3—6	6			16		34	35	36	
3—7		14		16	22	34	35	36	
3—8		14		16	22	34	35		
4—5		14	15			34	35	36	
4—6			15			34	35	36	
4—7	6	14	15		22	34	35	36	
4—8	6	14	15		22	34	35		III
5—7	6				22				
5—8	6				22			36	
6—7	6	14			22				
6—8	6	14			22			36	

R_k 赋予 1, 而将 0 值赋予变量 0。若 $\hat{P}_{k(i)} < \hat{P}_{k(0)}$, 则将分权差 R_k 赋予 0, 而将 0 值赋予 1。

(4) 式中, I_i 为对象权 ($i=1, 2, \dots, m$), $R_{k(i,0)}$ 为根据第 i 对象 k 标志的取值 (0 或 1)

与赋予 $P_{k(0)}$ 或 $P_{k(1)}$ ($k=1, 2, 3, \dots, p$)。

计算出的标志分权、分权绝对差及对象权, 见表 5。

若将具同一规模组异常 (矿床) 的对象权进行平均, 则其平均值构成一条随区内矿床规模增大有规律变化的曲线 (图 2), 表明评价重砂异常可用这一套地质变量组合及已查明的标志分权值。同时还可大致确定不同矿化规模的界线。

异常内有中型铜矿床时, 对象权 < 0.6 。

异常内有小型铜矿床时, 对象权 $0.6 \sim 1.5$ 。

异常内有铜矿 (化) 点时, 对象权 $1.5 \sim 2.3$ 。

无矿异常其对象权大于 2.3。

再将重要地质标志的标志分权代入用于检验的异常 (矿床), 所得异常 (矿床) 对象权同已知规模相符, 进一步证实评价重砂异常可用这一套地质变量组合及

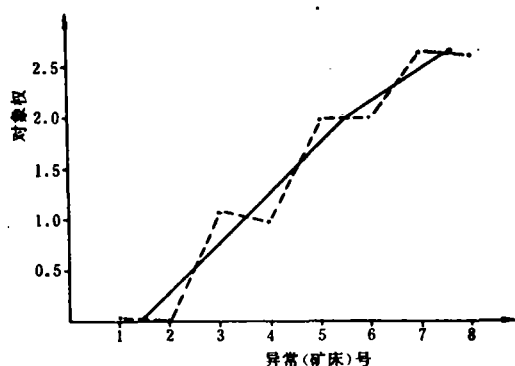


图 2 对象权随矿床规模变化曲线

计算出的标志分权、分权绝对差及对象权

表 5

信息标志号	6	13	14	15	16	17	19	22	24	27	28	29	30	34	35	36	对象权 f_i
标志权	$P_{k(1)}$	1	1	8	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	1	
	$P_{k(0)}$	7	7	0	8	8	8	6	8	0	8	8	8	10	7	7	
相对标志权	$\bar{P}_{k(1)}$	0.125	0.125	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.125	0.125	
	$\bar{P}_{k(0)}$	0.875	0.875	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0.875	0.875	
标志信息权	P_k	0.33	0.33	0	0.22	0.25	0	0.25	0.17	0.25	0.17	0.25	0.22	0.22	0.11	0.11	0.11
标志分权	$\hat{P}_{k(1)}$	0.041	0.041	0	0	0	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0.014	0.014	
	$\hat{P}_{k(0)}$	0.289	0.289	0	0.22	0.25	0	0.25	0.17	0.25	0	0.25	0.22	0.22	0.11	0.096	0.096
分权绝对差	$R_{k(1)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0	
	$R_{k(0)}$	0.25	0.25	0	0.22	0.25	0	0.25	0.17	0.25	0	0.25	0.22	0.22	0.11	0.08	0.08
南陵铜矿床															0.08		0.08
狮子山铜族异常																	0
姚家湾铜族异常	0.25	0.25		0.22								0.22	0.22				1.16
宝山陶铜矿床					0.25		0.25		0.25		0.25						1.00
东冲铜族异常				0.22	0.25		0.25		0.25		0.25	0.22	0.22	0.11	0.08	0.08	1.93
铁弓山铜铅矿化点				0.22	0.25		0.25		0.25		0.25	0.22	0.22	0.11	0.08	0.08	1.93
毛联山辰砂异常	0.25	0.25		0.22	0.25		0.25	0.17	0.25	0.17	0.22	0.22	0.22	0.11	0.08	0.08	2.77
工山坊铬铁矿异常	0.25	0.25		0.22	0.25		0.25	0.17	0.25	0.17	0.25	0.22	0.22	0.11	0.08		2.69

已查明的标志分权值。

根据标志分权绝对差值大小及其赋值情况,各重要地质标志对矿化规模所起作用大小及方向归纳如下:

- 1.对矿化规模起正作用的地质标志有:三叠系、灰岩、夕卡岩化、钾长石化、绢云母化、铜族、金、白钨矿、辉钼矿、铋族、黄铁矿、绿帘石、石榴石。
- 2.对矿化规模起反作用的地质标志有雌黄和雄黄。
- 3.对矿化规模起较重要作用的地质标志有:钾长石化、绢云母化、三叠系、灰岩、金、白钨矿。
- 4.对矿化规模起重要作用的地质标志:夕卡岩化、辉钼矿、铋族。
- 5.对矿化规模起次要作用的地质标志:铜族、黄铁矿、石榴石、绿帘石、雌黄、雄黄。

(五) 重砂异常成矿预测 将16个重要信息标志分权绝对差值代入预测的27个重砂异常进行预测,得出各异常对象权(表6)。由表可知:凤凰山铜族铅族白钨矿铋族异常,沙滩脚铜族白钨矿铋族异常对象权分别为0.25及0,预测有中型铜矿床;戴汇铜族异常、26号重砂异常等七个重砂异常,对象权在0.89~1.5之间,有小型铜矿床;冯家冲铜族异常、八都何铜族异常、杨冲钼族异常对象权均大于2.3,为无矿异常;其

余14个重砂异常为矿(化)点异常。上述异常内矿床(点)多已进行了地表或深部检查,将预测矿化规模同已知矿化规模相比(表6),显示出区内工作程度愈高,二者吻合愈好,进一步证实预测的可靠性。

戴汇铜族异常、26号重砂异常等八个异常由对象权确定矿化规模明显大于已知矿化规模(表6打星号者),可根据异常具体情况进行工作,其中应指出的是戴汇铜族异常,预测有小型矿床,但由于受红层覆盖,获得重砂矿物种类少,含量低,因此对象权偏高,其矿化规模可能大于推测的。还应指出,沙滩脚铜族白钨矿铋族异常对象权为0(表6),据此预测矿化规模同已知规模很不相称。对上述二个异常应进一步开展深部普查找矿工作。

通过本次工作,初步认为:

1.运用逻辑信息法评价重砂异常是可行的,不但能使异常评价定量化,并能预测异常内矿化规模。

2.运用逻辑信息法对异常进行评价,变量的选择及取值是基础,为了克服重砂矿物来源广,在变量取值时,根据重砂矿物含量大于背景值及小于等于背景值分别赋予“1”及“0”,以保证重矿物来源的单一性。

预测矿化规模与已知矿化规模对比

表 6

异 异 名 称	对 象 权	预测矿化规模	工作程度及已知铜矿化规模
张家冲辰砂异常	1.99	矿(化)点	地表检查,有铅矿点二处,具铜矿化
耙子岭铅族异常	1.93	矿(化)点	钻探验证,有铜,铅矿点多处
冯家冲铜族异常	2.43	无矿异常	踏勘检查,无矿化
王家村铜族异常*	1.74	矿(化)点	未查
八都何铜族异常	2.60	无矿异常	踏勘检查,无矿化
蛤蟆塘铜族异常	2.02	矿(化)点	地表检查,有铅矿点一处,具铜矿化
观音洞金辰砂异常	1.88	矿(化)点	详查,有小型铁矿床一处,Ⅲ号矿体具铜矿化
姚家湾金异常	1.27	小型矿床	详查,有小型矿床一处
沙滩脚金异常	0.08	中型矿床	初步勘探,有中型矿床一处
沙滩脚铜铋族白钨矿异常	0	中型矿床	初步勘探,有中型矿床一处
阮家冲铜铁矿异常	1.77	矿(化)点	地表检查,有矿点一处
大路方铜族异常	1.77	矿(化)点	地表检查,有矿点一处
新桥头白钨矿铋族异常	1.55	矿(化)点	钻探检查,有矿点一处
雷家湖铜族银族异常	2.10	矿(化)点	钻探检查,有含铜铁帽、含铜重晶石脉、闪长岩具铜矿化
章树湖铜族异常	1.85	矿(化)点	钻探检查,有含铜铁帽、含铜重晶石脉、闪长岩具铜矿化
杨冲铅族异常	2.35	无矿异常	未查
25号重砂异常*	2.10	矿(化)点	未查
26号重砂异常*	1.44	小型矿床	钻探检查,有多金属矿点一处
27号重砂异常*	2.10	矿(化)点	未查
28号重砂异常*	1.35	小型矿床	钻探检查,有矿点多处
29号重砂异常*	1.94	矿(化)点	未查,石英闪长玢岩广泛分布
戴汇铜族异常*	1.38	小型矿床	钻探检查,有矿点一处
小郎冲铜族异常	1.35	小型矿床	钻探检查,有小型矿床一处
凤凰山铜铅铋族白钨矿异常	0.25	中型矿床	详细勘探,有中型矿床四处
新屋里辉钼矿异常*	1.22	小型矿床	未查
仙人冲雌雄黄异常	0.89	小型矿床	初步勘探,有中型矿床一处
顺冲白钨矿异常	1.22	小型矿床	深部检查,有小型矿床一处

* 预测矿化规模小于已知矿化规模

变异序列的建立是关键。当测区能用于作标准对象的异常不足以建立二个以上变异序列时,亦可选用邻区异常建立变异序列。

3. 运用逻辑信息法评价异常,不能脱离具体地质条件,应以地质条件的分析研究为前提,准确地掌握地质资料,使统计预测具备可靠的地质基础。

本文在写作过程中,得到主任工程师刘宗权及诸

骥同志鼓励与支持,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] P. M. 康斯坦丁诺夫等(纪元忠译):《评价金属矿床的逻辑信息法》,北京,地质出版社,1982年
- [2] 赵鹏大等:《矿床统计预测》,北京,地质出版社,1983年,第161~176页