确定矿床原生晕指示元素分带序列的新方法

邱德同

（南京大学地球科学系）

以各水平中段指示元素含量等参数的概率值及其梯度变化值为依据，确定原生晕指示元素的分带序列。方法合理，计算过程简单。

关键词：矿床原生晕；指示元素分带序列

矿床原生晕指示元素轴向或垂向分带规律的研究，有助于正确地判断矿体被剥蚀程度，寻找隐伏矿体。研究指示元素的分带规律，首先应依据矿石及蚀变岩石样品中各种元素的实际分析资料，确定各指示元素沿垂向（或轴向）的分带序列。对于矿床原生晕指示元素分带序列的确定，目前国内化探界多采用格里戈良的分带指数法[1]。这里介绍一种不同于分带指数法确定指示元素分带序列的新方法。

计算方法的设计思路

矿床原生晕之所以在垂直方向上显示组份分带特征，正是由于原生晕中每个元素在垂直方向上具有明显的浓度分带特征。如果说某元素在不同标高中段的平均含量值或面金属量值、线金属量值等参数具有明显差异，那么该元素的上述参数值在不同中段的“比例”或概率值也应该是差异明显的。由此设想，将每一种微量元素在各个水平中段的参数值（平均含量或线金属量、面金属量等）计算成概率值，据此确定原生晕指示元素的分带序列，从逻辑上说是合理的。基于这种构思，设计了以下计算原生晕元素分带序列的新方法。

计算实例

通过以下两个实例，说明计算过程。

实例 1　苏联塔吉克阿克塔什夕卡岩多金属矿床原生晕指示元素分带序列的确定

该矿床不同中段指示元素线金属量值如表 1 所示。以表 1 数值为原始数据，计算由上而下指示元素的垂直分带序列。格里戈良采用他所提出的确定分带序列的方法[1]，确定该矿床原生晕分带序列（由上而下）为：As—Sb—Pb—Cu—Bi—Mo。本文提出的计算分带序列的方法如下：

矿床原生晕指示元素线金属量值(m·%)[1]

表 1

中　段	Pb	As	Sb	Cu	Bi	Mo
地　表	1.5	0.17	0.066	0.96	0.07	0.00077
1 中　段	8.1	0.006	0.006	0.75	0.03	0.0074
2 中　段	1.3	0.077	0.014	1.2	0.16	0.018
3 中　段	0.13	0.017	0.006	0.67	0.076	0.02

1．分别计算各元素在不同中段的概率值（表2）。例如对Pb元素来说，其线金属量的累加值为 11.03（m·%），将表 1 Pb元素的各线金属量值分别除以该累加值，取其百分值，即得不同中段Pb元素线金属量的概率值。其他元素亦依此法计算其概率值。

2．标出各元素参数的最大概率值（表2用黑体字标注者）。As和Sb元素最大概率值处在地表；Pb的最大概率值在1中段：Cu和Bi的最大概率值在2中段；Mo的最大概率

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

指示元素线金属量的概率值(%)　表 2

中　段	Pb	As	Sb	Cu	Bi	Mo
地　表	13.60	**62.96**	**71.74**	26.82	20.83	2.57
1 中 段	**73.44**	2.22	6.52	20.95	8.93	24.69
2 中 段	11.79	28.52	15.22	**33.52**	**47.62**	6.01
3 中 段	1.18	6.30	6.52	18.72	22.62	**66.73**

值在3中段。故由上而下指示元素垂直分带序列为（Sb，As）—Pb—(Cu，Bi)—Mo，由此确定各元素在分带序列中排列位置的基本格局。

3．对于分带序列括号中的元素（As，Sb)和（Cu，Bi)，可根据它们的最大概率值由上而下的梯度变化值，确定其在分带序列中的位置。对于As和Sb元素来说，其最大概率值处在最上部中段，因此其梯度变化值为：

As：62.96/2.22＋62.96/28.52＋62.96/6.30＝40.5616

Sb：71.74/6.52＋71.74/15.22＋71.74/6.52＝26.7197

由上而下，As比Sb概率梯度变化明显，表明As的浓度重心更趋于上部，As在序列中应排在Sb之前。如果这两个元素的最大概率值处在最下部中段，根据这样的计算结果，As应排在Sb之后。

对Cu和Bi来说，由上而下最大概率梯度变化值为：

Cu：(33.52/26.82＋33.52/20.95)－33.52/18.72＝1.0592

Bi：(47.62/20.83＋47.62/8.93)－47.62/22.62＝5.5134

由于Cu和Bi的最大概率值处在中间中段，且Bi的梯度变化值大于Cu，故Bi在序列中排在Cu元素之后。

实例 2　浙江三门县敖岗铅锌矿原生晕微量元素垂向分带序列的确定

这是个小型脉状铅锌矿床。从已开采的3个中段（－40m、－80m和－120m）采集矿石和蚀变岩石样品，用光谱法测定Mn、Pb、Zn、Mo、Cu、Ag、Bi及Cd的含量[2]。根据各中段微量元素平均含量值（表3），确定矿床原生晕微量元素的垂直分带序列。计算过程如下：

1．根据表3数据，计算各元素在不同中段的概率值（表4），方法同实例1。

各中段微量元素平均含量值(ppm)[2]　表 3

中　段	Mn	Pb	Mo	Cu	Zn	Co	Ag	Bi	Cd
－40m	2580	2742	1.3	941	5656	20.5	2.23	0.2	42.28
－80m	3884.62	3730.77	2.15	3021.54	11234.62	52.31	23.89	435.05	63.12
－120m	3742.86	3650	5.29	1944.29	10885.71	35.57	12.93	242.17	59.46

各中段微量元素含量的概率值（%）　表 4

中　段	Mn	Pb	Mo	Cu	Zn	Co	Ag	Bi	Cd
－40m	25.82	27.09	14.87	15.93	20.36	18.92	5.71	0.03	25.65
－80m	**38.06**	**36.86**	24.60	**51.15**	**40.45**	**48.27**	**61.18**	**64.22**	**38.29**
－120m	36.67	36.06	**60.53**	32.92	39.19	32.82	33.11	35.75	36.07

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2．根据表4各元素最大概率值的分布，初步排出微量元素由上而下的分带序列为(Mn、Pb、Cu、Zn、Co、Ag、Bi、Cd)—Mo。

3．计算括号中各元素最大概率值由上而下的梯度变化值：Mn0.4676，Pb0.3385，Cu 1.6572，Zn 0.9527，Co 1.0805，Ag 8.8668，Bi2138.8703，Cd0.4312。上述元素按梯度变化值由小至大排列如下：Pb—Cd—Mn—Zn—Co—Cu—Ag—Bi。

讨　论

1．上述两个实例表明，本文所提出的计算方法，其计算结果与格里戈良方法的计算结果一致[1,2]。由于该法计算过程中无需对参与计算的原始数据进行标准化处理，参与计算的各个元素的参数值其量纲也不需相同（但同一个元素的参数值量纲必须相同），从而简化了计算过程。

其次，该法的设计构思是以一个元素在不同中段的浓度分带为出发点，将各个元素在不同中段的参数换算成概率值，根据其最大概率值，确定各元素在序列中排列位置的基本格局。对于最大概率值处在同一个中段的多个元素，又依据它们的最大概率梯度变化值的差别，确定其确切位置。因此方法的设计思路始终围绕各个元素在不同中段的概率值变化，因而较之格里戈良方法的思路清晰直观，易于理解。

2．E.M.Квятковский[3]提出依据元素的金属量（或其他参数）由上而下的梯度之和或梯度平均值，确定指示元素的分带序列。在实例1中，根据各元素由上而下梯度之和（Pb80.24，As 45.50，Sb 29.17，Cu 7.08，Bi6.38，Mo1.79），确定分带序列为Pb—As—Sb—Cu—Bi—Mo。Pb的位置排在最前面，显然与实际情况不符。因为Pb金属量最大值（8.1）处在As和Sb元素金属量最大者所在中段的下方，应在序列中排在As、Sb之后。可见采用梯度之和或梯度平均值并不能较好地显示元素之间的浓度差异。其次，当原生晕中各元素分带规律不显著时，所计算的梯度之和值差异也不明显。例如在实例2中，采用本文所介绍的方法所计算的各元素最大概率梯度变化值，差异十分明显，而其梯度之和值（Mn 2.3915，Pb 2.5084，Cu2.3491，Zn2.0551，Co 2.4392，Ag2.1136，Bi1.7977，Cd2.4426）差别不明显，不易确定前缘和尾部组份。

3．本文计算法除了正确地确定指示元素的分带序列之外，可以较好地确定原生晕的前缘和尾部组份。例如在实例2中，Mn、Pb和Cd的概率梯度变化值较小(0.33～0.47)，成为前缘组份；而Ag和Bi的概率梯度变化值较大，与Mo一起成为尾部组份。

主要参考文献

[1] A.A. Всус и др., Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых, М., Недра, 1975, стр. 95—97.

[2] 方正康，《第二届勘查地球化学学术讨论会论文选编》，中国地质学会勘查地球化学专业委员会，出版品第5号，1984, pp. 220—240.

[3] E.M. Квятковский, Литохимичетские методы поисков эндогенных рудных месторождений М., Недра, 1977.

A New Method for Zoning Sequence Determination of Indicator Elements within the Primary Halo of a Deoosit

Qiu Detong

In this paper a simple and easy method for the determination of the zoning sequence of indicator elements within the primary halo of a mineral deposit is put forward by the author. The method is based upon the calculation of probability values and gradient variation values for the contents and other parameters of the indicator elements measured in horizontal galleries of different levels.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net