

# 丰度法在钒钛磁铁矿资源 总量预测中的应用

彭富钰 杨本锦 郭履和

(四川省地矿局攀西地质大队)

将丰度法作为矿产资源评价的标准方法,首先是O. 塞伦克和A. L. 克拉克在1978年提出来的<sup>[2]</sup>。一般有两种作法:①大区域者利用各元素的丰度和储量相关关系进行预测。美国地质调查局局长V. E. 麦凯尔维<sup>[3]</sup>利用这种关系预测各种矿产可回收资源量和全美各种矿产资源总量;②小区域者利用富集系数。该系数为研究程度较高地区的矿床金属总量与背景金属总量之比,然后将该系数推广到地质条件与之相似的地区进行预测。我国朱裕生同志<sup>[1]</sup>曾在安徽罗月地区应用富集系数进行铜矿资源总量预测,它为我国今后利用丰度法提供了经验。

丰度法前人多用于有色金属、稀有金属等丰度较低的元素。可否用于贱金属铁的预测呢?若可用,其作法上又有何不同?通过用丰度法预测攀西地区钒钛磁铁矿资源总量的研究,结果证明可用此预测贱金属矿床的资源量。但作法上与前人不同,主要有:修改了富集系数公式;研究了富集系数与化学成分的关系,从而建立富集系数的函数模型;对岩体进行含矿性判别分析。

## 一、富集系数公式的改进

富集系数计算方法是丰度法最关键的问题。A. L. 克拉克提出的公式为<sup>[2]</sup>:

$$\gamma = \frac{Q}{S \times H \times D \times Fe + Q}$$

式中:  $\gamma$ ——岩体铁元素富集系数;

$Q$ ——岩体控制深度内探明矿体的金属总资源量;

$S$ ——岩体面积;

$H$ ——控制深度;

$D$ ——岩石体重;

$Fe$ ——岩体平均铁含量。

我们认为此公式为一近似公式,适用于有色金属和贵金属,但用于钒钛磁铁矿这样的贱金属矿床就有不适宜的地方。因为岩体面积包括矿体和岩石两部分,而矿体面积已包含在总资源量中,理应扣除。而A. L. 克拉克未予扣除。设一岩体全部矿化,岩体即矿体,其富集系数理应为1,但若采用A. L. 克拉克公式计算则为0.5,相差一倍。

为了消除这一缺点,我们对A. L. 克拉克公式进行了修正,修正后的富集系数公式为:

$$\gamma_0 = \frac{Q}{(S \times H \times D - \text{矿石量}) \times Fe + Q}$$

式中各代号的意义同前。将修正后的富集系数公式中  $Q$  值还原为矿石量，再移项即得预测资源量公式：

$$Q_{Fe} = \frac{S \times H \times D \times Fe \times \gamma_0}{C + Fe \times \gamma_0 - \gamma_0 \times C}$$

式中： $Q_{Fe}$ 为铁矿石量； $C$ 为本区已知矿床的平均品位；其它符号的意义同前。  
我们采用修正后公式进行预测。

## 二、富集系数与化学成分的关系

照A. L. 克拉克的作法<sup>[2]</sup>，在求得模型区富集系数后，即可将此系数外推到地质情况相似地区预测潜在资源量。但相似不等于相等，始终存在一定差异。为了认识和掌握这种差异，从而避免主观和减少外推误差，我们计算了模型岩体成矿元素的富集系数与岩体化学成分之间的关系(表1)。从表中可以看出铁、钛、钒的富集主要与 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $TFe$ 、 $V_2O_5$ 关系密切，这与地质情况基本一致。在此基础上首先用逐步回归进行计算，当置信度为0.1时，铁、钛、钒均只能引入一个变量 $SiO_2$ ，证明矿化富集主要与岩浆酸度有关，与地质情况吻合。但回代结果不令人满意。因此，将逐步回归选出的变量用广义幂转换函数模型探求富集系数与 $SiO_2$ 之关系，幂转换公式为：

表1 铁、钛、钒富集系数与岩石化学成分相关系数表

变 量	$\gamma_{TFe}$	$\gamma_{TiO_2}$	$\gamma_{V_2O_5}$
$SiO_2$	-0.784	-0.738	-0.692
$TiO_2$	0.550	0.482	0.490
$TFe$	0.510	0.506	0.469
$V_2O_5$	0.568	0.530	0.607

$\eta = 15$      $\alpha = 0.05$     相关临界值为0.497

$$Z = \begin{cases} (x^\lambda - 1) / \lambda & \lambda \neq 0 \\ \ln x & \lambda = 0 \end{cases}$$

用不同 $\lambda$ 值进行试算，然后选用相关系数最大时的 $\lambda$ 值和方程，计算结果如表2。它们的相关系数绝对值均大于逐步回归方程的相关系数，证明该方程较佳，回代结果亦令人满意。

建立富集系数与岩石化学成分的函数模型，用待测岩体的化学成分确定富集系数，可避免主观和平均化倾向，更接近实际情况。

表2 富集系数广义幂转换函数模型计算结果表

因变量	自变量	方 程 系 数			相关系数	相关临界值
		$\lambda$	$a$	$b$		
$\gamma_{TFe}$	$SiO_2$	6	46.9069	$-3.193 \times 10^{-8}$	-0.8095	0.497
$\gamma_{V_2O_5}$	$SiO_2$	6	67.3181	$-4.6208 \times 10^{-8}$	-0.7159	0.497
$\gamma_{TiO_2}$	$SiO_2$	7	42.9437	$-7.4299 \times 10^{-10}$	-0.7762	0.497

### 三、判别岩体的含矿性

在应用丰度法进行预测时,含矿岩体的判别十分重要。若机械套用G. A. 金斯顿预测英国锡矿的作法(英国锡矿资源等于康沃尔区平均锡含量乘以英国花岗岩体体积)<sup>[4]</sup>,势必造成极大错误。如攀西地区基性、超基性岩体面积共602.92平方公里,若深度以1000米计,富集系数以模型岩体平均值0.157计,则预测钽铌磁铁矿达1321亿吨,真是不可想象。因此,我们先对攀西地区基性、超基性岩进行含矿性判别,对可能含矿的岩体才预测其可能的资源量。

此项研究在周信国等同志所作的判别分析和成矿信息分析<sup>①</sup>的基础上进行。

判别分析收集了国内外206个基性、超基性岩体,763件岩石化学全分析样品。计算时将岩石化学成分按查瓦里茨基方法和吴利仁方法等计算29个特征值作为变量,然后进行判别分析计算确定含矿岩体和非矿岩体。

成矿信息分析除考虑到岩体的化学成分外还使用地质信息。参加计算的信息有:成矿构造条件、矿化显示程度、成矿时代、围岩性质、岩体规模产状、化学特征值、磁异常特征、含矿性判别分析、化探异常特征共9个信息。计算时对每一信息根据成矿条件的好坏按经验赋值,然后累加得岩体成矿指数,指数大者对成矿有利。

我们补充部分资料和工作后根据判别分析和成矿信息分析两种方法评价了攀西地区已发现的155个基性、超基性岩体,结果筛出与钽铌磁铁矿有关的岩体34个。这样做不仅缩小了靶区,而且为进一步定量预测奠定了良好基础。

此次丰度法预测结果曾在我队长远规划汇报会上汇报,得到多数地质人员的承认,并为报告所采用。

用丰度法来预测钽铌磁铁矿这样贱金属矿床,在国内还是首次。根据我们研究工作结果说明丰度法亦可用于预测铁这样的贱金属矿床的资源量。但必须视具体情况对方法进行改进后方可使用。

本专题研究由我们具体承担,矿床地质研究所朱裕生老师任技术指导,在工作中始终得到他的指导和帮助,计算部分由队电算组承担,借此一并致谢。

### 参 考 文 献

- (1) 朱裕生 1985 矿产资源评价方法导论 地质出版社
- (2) Celenk, O, Clark, A. L, de Vletter, D. R, Garrett, R. G, and van Staaldvinen, C., 1978, Workshop on abundance estimation, Journal of the International Association for Mathematical Geology. Vol. 10, No. 5.
- (3) Mckelvey, V. E, 1977, Potential world mineral reserves, Long range mineral resources and growth.7-14.
- (4) Kingston, G. A., David, M., Meyer, R. F., Ovenshine, A. T., S. Slamet, and Schanz, J. J., 1978, Workshop on volumetric estimation, J. Int, Assoc. Math. Geol., Vol. 10, No. 5.

① 周信国、唐兴信等, 1981, 攀枝花—西昌地区成矿规律与预测研究报告。

APPLICATION AND IMPROVEMENT OF WORKSHOP ON  
ABUNDANCE ESTIMATION FOR THE RESOURCE  
TOTALITY OF THE VANADIUM-BEARING  
TITANOMAGNETITE IN PANXI AREA

Peng Fuyu, Yang Benjin and Guo Luhe

*(Panxi Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province)*

Abstract

Workshop on abundance estimation seems to have been mostly used in rare and nonferrous metal deposits, and its applicability to the calculation of the resource totality of base metal deposits such as vanadium-bearing titanomagnetite remains to be proved. The authors have studied the correlation between the concentration factor and chemical composition, and made a series of improvements in discriminatory analysis for ore-potential of rock bodies through revising the formula of concentration factor. The result of the utilization of improved workshop on abundance shows that this method can be used to calculate the resource totality of such deposits as vanadium-bearing titanomagnetite, thus extending its application scope.

<http://www.kcdz.ac.cn/>