

82-85

蒙特卡罗法在资源评价中的应用

张振飞 隗合明 魏刚锋

(西安地质学院地勘系 710054)

P618.510.9

提 要 结合陕西灞源地区金矿预测实例,探讨了在蒙特卡罗法应用中潜在矿床总数估计及资源总量概率分布向资源潜力分布转换两个环节的合理实现方法。在一定条件下,矿点空间分布模型和发现过程模型可有效地用于估计潜在矿床总数。通过坐标平移或求截尾分布而将资源总量的概率分布转变为资源潜力的概率分布,可得到较为符合地质实际的评价结果。

关键词 资源评价; 资源潜力; 蒙特卡罗法; 金矿床

蒙特卡罗法常用于矿产资源评价。通常通过对评价地区的矿床规模、矿石品位的经验分布或所拟合的理论分布进行随机抽样,得到资源总量、矿床规模的概率分布或“质量分布”。笔者认为该方法的应用中有两个重要环节在以往有被过于简化处理的倾向,影响了其应用效果:一是潜在矿床总数的估计,二是由资源总量求资源潜力的过程。本文结合笔者进行的陕西灞源地区金矿预测实例,初步探讨了这两个环节的一些合理实现方法。

1 潜在矿床总数估计

潜在矿床(泛指,可以是工业意义上的矿点、矿床、矿田或含矿地段等)总数是计算资源量的必要参数,有时是资源评价最终成果的组成部分;在建立资源总量的“质量分布”时该参数决定蒙特卡罗抽样次数,须预先予以估计^[1]。过去常用的估计方法包括直观地质类比或用成矿有利单元数代替,虽简便但可靠性较差。多方法组合可明显提高估计结果的可靠程度^[2]。在灞源地区我们运用矿点空间分布模型法和发现过程模型法(或称时率法)两种方法估计该区潜在矿床总数。

矿点空间分布模型法一般由评价区内单元矿点数的概率分布模型直接计算出潜在矿床总数^[3]。在灞源地区我们将单元矿点数的概率分布用单元成矿有利度加以修正,然后对各单元求和,得到全区潜在矿床总数的概率分布。该区19个已知矿点(床)在215个成矿有利单元中的频数分布如表1。拟合得到单元矿点数 n 的如下负二项分布模型:

1992-04-01 收稿

作者简介:张振飞,男,30岁,讲师,曾发表《用成矿要素模型法预测秦岭泥盆系铅锌资源潜力》等多篇论文(陕西·西安)

$$f(n) = 0.5808(1 - 0.9328/n) \cdot f(n-1)$$

$$[f(0) = 0.9432]$$

用以对该模型进行修正的单元成矿有利度是逻辑信息法计算的对象权(经某种规格化处理,使含矿单元的最小对象权为1)。修正及对各单元的分布求和的过程均由蒙特卡罗法完成,用试算法抽样,其公式为:

表1 灞源地区单元矿点数的频数分布
Table 1 Number of cells with various numbers of ore occurrences, Bayuan area, Shaanxi

矿点数	0	1	2	3	4	5	6
单元数	204	7	2	1	0	1	0

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n f(i) = 1 - F & \text{当 } F < 0.9432 \\ n = 0 & \text{当 } F \geq 0.9432 \end{cases}$$

其中 F 为区间 $(0, 1)$ 上均匀分布的随机数。该方法对灞源地区潜在金矿床总数的平均估值(概率0.5)为30个,超过35个的概率为0.39。

该方法的关键是对单元成矿有利度的合理定量。这是统计模型与地质实际的过渡环节,对方法的应用效果起主要决定作用。

发现过程模型法以前用于石油及铀资源评价^[3]。它的一种简单形式是,根据一定地区资源量随时间而增长的规律,模拟一个资源增长函数,通过求其极限而估计该区资源总量^[4]。在灞源地区,通过建立矿床数增长函数来估计区内潜在矿床总数。该区1991年以前发现的19个矿点(床)在各年中的分配如表2。选择适当函数,经最小二乘法拟合得到矿床数增长函数为

$$y = 35.0549 - 36.8614e^{-t^2/32}$$

故全区潜在矿床总数估值为

$$N = \lim_{t \rightarrow \infty} y \approx 35$$

与前一种方法的估值比较一致。

该方法的关键是选择能反映评价区找矿工作历史实际的函数形式。这就要求评价区勘查工作在某种“层次”上有较长的历史,使经验曲线的长度达到或超过其拐点(或转折点)。所谓“层次”指勘查对象的类型,如预测段、靶区、矿点、矿床、储量等不同类型。

上述两种方法从完全不同的角度进行估计而得到比较一致的结论,起到互相佐证的作用,同时也反过来说明了方法的可行性。

表2 灞源地区1991年前金矿点(床)发现情况

Table 2 Numbers of gold ore occurrences (deposits) discovered before 1991 in Bayuan area, Shaanxi

时 间	矿点(床)数	累积矿点(床)数
1987年以前	1	1
1987	1	2
1988	3	5
1989	8	13
1990	6	19

2 由资源总量求资源潜力

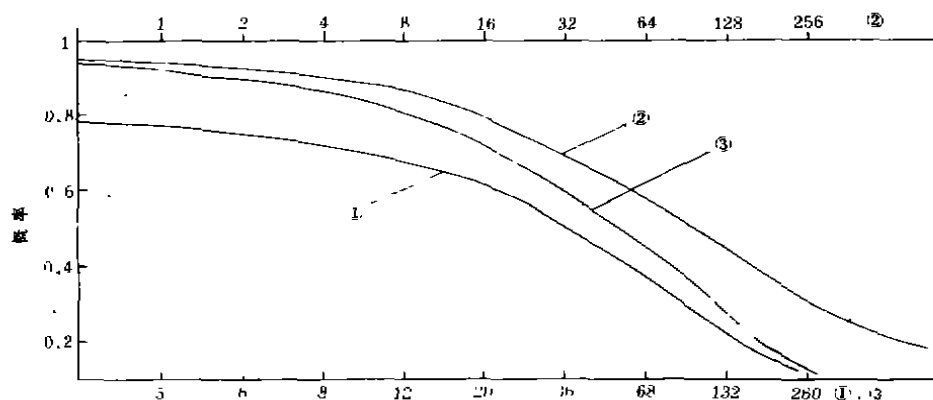
由资源总量求资源潜力的一般作法是:资源潜力=资源总量-已发现资源量^[1]。当估计结果是一个数值或区间,这种算法是无可非议的。但蒙特卡罗法估计结果是一个概率分布,这时用减法(算术减法或分布函数的减法)计算资源潜力不合适,原因至少有两个:一是会造成资源潜力的高概率估值为负的不合理现象;二是与地质常识相悖。一般认为已发现的矿床显示着其所在地区的

找矿潜力,特别在勘查初期,初步找矿成果越大、进一步扩大远景的希望就越大(因而“就矿找矿”常十分有效)⁽⁵⁾,即出现某一资源潜力值的概率应提高。用上述减法求资源潜力的作法忽视了这一点。

在灞源地区金矿预测中,我们试用了两种方法来解决由资源总量求资源潜力的问题。这两种方法都是以“已发现资源量出现的概率为1”为出发点的。

第一种方法是坐标平移。作法是将资源总量概率分布函数的原点由点(0,0)平移至点(x_1 , $p_1 - 1$),其中 x_1 为区内已发现金资源量, p_1 为资源总量的分布函数上 x_1 出现的概率。从而得到资源潜力的概率分布。这种作法的思想是,以已发现资源量 x_1 的大小为依据,将资源潜力各值出现概率的估值普遍地提高 $1 - p_1$ 。

第二种方法的原理是将资源潜力的概率分布看作是总量分布的一种底端截尾形式,已发现资源量即为截去部分。作法是将总量分布中各资源量的累积概率值均除以 p_1 从而得到资源潜力的概率分布。这种方法也以已发现资源量 x_1 的大小为依据,将资源潜力各值出现概率的估值都提高 $(1 - p_1)/p_1$ 倍。



参 考 文 献

- 1 朱裕生. 矿产资源评价方法学导论. 北京: 地质出版社, 1984, 183
- 2 桂宝林. 矿产资源预测评价精确性与可靠性的估计原则. 地质论评, 1984, 30 (6)
- 3 Harris D P. *Mineral resources appraisal*. Clarendon Press, Oxford, 1984, 175, 52
- 4 赵旭东等. 中国数学地质 (1). 北京: 地质出版社, 1984, 91
- 5 卢作祥, 范永香, 刘辅臣. 成矿规律和成矿预测学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990, 223

APPLICATION OF THE MONTE-CARLO METHOD TO MINERAL RESOURCE APPRAISAL

Zhang Zhenfei Wei Heming Wei Gangfeng

(Department of Geological Prospecting of Xi'an College of Geology)

Abstract

By using the calculating examples of gold endowment and resource potentiality of the Bayuan area, Shaanxi Province, this paper inquires two important problems concerning the application of the Monte-Carlo method: one is the estimation of the number of potential deposits, and the other is the calculation of resource potentiality from metal endowment. Under certain circumstances an ore occurrence spatial model and a discovery process model can be employed to tackle the first problem effectively. By translating the coordinates of the probability distribution for metal endowment, or by calculating its truncated form, a geologically feasible probability distribution for resource potentiality can be obtained.

Key Words Mineral resource appraisal, Resource potentiality, Monte-Carlo method, Gold ore deposit