

# MRAS 的主要功能简介\*

娄德波, 肖克炎, 丁建华, 孙 艳

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

矿产资源评价系统 (MRAS) 是由中国地质科学院成矿远景区划室开发的一套矿产资源评价软件 (肖克炎等, 2000)。该软件是在基于以矢量数据结构为主体的 MapGIS 平台上二次开发的 (肖克炎等, 1999a), 其处理的主要对象是点文件、线文件、面文件及其所对应的数据库, 该三类文件基本涵盖了地质、矿产、物探、化探和遥感等所要表达的信息。MRAS 的功能主要是满足两个方面的需求: 第一, 解决地质深层次成矿信息的提取和分析; 第二, 解决多元信息的综合问题。成矿信息深层次分析功能主要包括地物化遥单一学科的信息处理以及各学科之间相互关系研究, 如对区域化探异常强化、分解、综合等分析模型以及异常或岩体对成矿的影响范围等; 信息综合实质上是要在中解决各专题信息的权重及其组合形式问题, 矿产资源评价的数学方法是其基础 (肖克炎等, 1999b)。

## 1 MRAS 功能简介

MRAS 软件是矿产预测顺利完成的重要辅助决策系统, 因此深入了解 MRAS 在矿产预测中的应用理念及应用过程, 对于成功进行资源潜力评价具有重要的意义。大致包括以下 6 个步骤: 矿产预测方法类型的选择、预测要素分析与建模、预测单元划分、预测要素变量的配置与选择、定位预测、定量预测。

### 1.1 矿产预测方法类型的选择

MRAS 软件中给出六种矿产预测方法类型, 即: 沉积型、侵入岩体型、火山岩型、变质型、复合内生型和层控内生型。在预测工作中, 不同的矿产预测类型应选择不同的矿产预测方法类型, 以满足实际工作的需要, 具体选择何种类型, 一般取决于矿产预测底图。

### 1.2 预测要素分析与建模

主要是在区域预测要素图的基础上, 通过分析已知矿床 (点) 与预测要素之间的关系, 通过定性和半定量分析, 确定对成矿有利的预测要素, 并初步确定预测要素的重要程度, 从而建立起区域矿产预测模型。主要内容包括: 地质构造或异常要素与已知矿床 (点) 之间的关系或不同预测要素之间的关系分析, 缓冲区分析, 属性查询 (模糊查询) 和空间查询等。在通过上述方法对预测要素分析的基础上, 建立本地区预测矿种矿产预测类型的区域预测模型。

### 1.3 预测单元的划分

预测单元划分的方法主要有两种: 即地质单元法和网格单元法。在划分预测单元的过程中, 我们可以选择地质体单元法, 也可以使用网格单元法取决于两个因素, 一个是预测工作区面积的大小, 一个是取决于预测任务的具体要求。

### 1.4 预测要素变量的配置和选择

#### (1) 变量的配置

预测要素变量是随时间、空间的变化而发生变化的地质现象或地质特征的量化标志, 是构成资源特征与地质找矿标志之间统计关系的基本元素。预测要素变量的提取应首先考虑那些与所研究的地质问题有密切关系的地质因素, 在矿产资源预测中, 所选择的地质变量应该在一定程度上反映矿产资源体的资源特征。在 MRAS 软件中, 除了可以将属性表中任何一个属性作为变量并可对其做数学运算外, 还给出了几个重要的深层次变量, 如熵值、密度等, 这些变量对于矿产预测有着重要的作用。

#### (2) 变量的选择

在 MRAS2.0 中, 变量的筛选一般经历以下 4 个步骤: ① 设置矿化等级。设置矿化等级主要目的是为了选择模型单元以及进行变量筛选; ② 选择模型单元。选择模型单元的目的主要是为了筛选定位和定量预测的变量。在 MRAS2.0 中, 提供了三种模型单元选择的方式, 他们分别是图上人工选择、数量化理论 III 和数量化理论 IV; ③ 预测变量二值化。在 MRAS2.0 中, 许多资源靶区定位、定量预测数学模型要求输入二态数据。定量变量离散化的准则是, 离散化后的二值化变量能够最大限度地反映资源特征的变化。变量二值化包括两大类, 一类定位预测变量的二值化, 包括人工输入二值化区间法、找矿信息

\*本文得到国土资源部中国地质调查局“全国重要矿产总量预测项目 (1212010733806)”, 中央公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目“东天山铜镍硫化物矿产资源潜力评价方法研究 (K0908)”和“全球矿产勘查态势跟踪 (K0803)”联合资助  
第一作者简介 娄德波, 男, 1979 年生, 博士, 主要从事矿产资源评价研究。Email:lldbb\_e@126.com

量法和相关频数比值法；一类是定量预测变量的二值化，包括人工输入变化区间法，秩相关系数法和找矿信息量法；④ 优选预测变量。优选变量的目的，是为了去除那些次要的变量，使评价模型变得更加稳定，使预测结果更为可靠。在 MARS2.0 中，提供了 3 种筛选定位预测变量的方法，分别是：匹配系数法、列联表法和相似系数法；两种可用定量预测变量的筛选，分别是：变异序列法和方向导数。

### 1.5 定位预测

定位预测，是指在定位预测变量选定的基础上，根据合适的数学地质方法，确定每个预测变量的权重，从而最终计算出每个预测单元的成矿有利程度，再根据地质单元的成矿有利程度或成矿概率，确定预测单元所属的矿产资源靶区级别，从而达到预测区优选的目的。在 MRAS2.0 中主要提供了特征分析法、证据权重法、BP 神经网络、动态聚类分析、知识驱动法等。

### 1.6 定量预测

资源量估算是矿产预测的重要目标之一，在 MRAS 软件中给出了 5 种用于定量预测的估算方法，即成矿概率体积法、矿床地质经济模型法、成矿概率面金属量法、矿床模型综合地质信息定量预测法和德尔菲法，可基本满足定量预测的要求，具体方法的选择，则依据具体成矿地质条件而定。

## 2 讨论和结论

### 2.1 取得的成果

在矿产预测中，MRAS 作为矿产预测的辅助决策系统，发挥了巨大的作用，并取得了令人满意的结果，如在攀枝花地区使用证据权方法定位预测所圈定的预测区中，经过钻孔验证，已经在深部发现厚大钒钛磁铁矿体，同样在鞍本地区使用体积法计算的资源量，专家也一致任务符合客观实际。为了适应全国矿产资源潜力评价的需求，MRAS 软件自身也在不断完善，结合实际情况取得了一些进步。如建模器的引入，使得地质人员在使用地质体单元法圈定预测单元时，更加方便有效；各类体积法的丰富，使得在定量预测过程中，MRAS 的适用范围更加广泛。

### 2.2 存在的问题

由于矿产预测的复杂性，MRAS 软件还很难完全满足实际需要，仍然需要在一些方面做出改进，笔者根据工作中的经验，认为有必要从以下几个方面进行：

(1) 弱信息的识别。随着地质找矿工作的不断深入，地表矿越来越少，寻找隐伏矿床已经成为当前地质找矿工作的重中之重。由于隐伏矿的矿致异常地表显示较弱，如何识别矿致弱异常是矿产资源潜力评价的重要任务之一，因此需要在 MRAS 软件中引入更多的识别弱异常的方法，如当前地质领域比较认可的分形方法、小波分析等 (Cheng et al., 1994; 曹殿华等, 2008)。

(2) 变量的二值化。其优点是可使复杂的问题简单化，但同时会忽略掉很多用于区别预测区级别重要的细节，尤其是对一些诸如物化探信息等的连续变量。为了使预测结果更加精细，有必要对一些二值化的预测方法进行改进，如特征分析法、证据权重法等。在这方面，国际上已经取得了一些成果，如模糊证据权重法等 (Bonham et al., 1994; Cheng et al., 1999)。

(3) 共生元素估算。在 MRAS 软件中，除了矿床经济模型法可用于计算共生元素的资源量外，其它方法只能计算单一元素。因此有必要进一步完善各种定量预测方法，使之可以同时预测多个矿种，且要区分不同的共生形式，如有的是多个矿种相互聚集在一起，而有的却呈分带分布。

(4) 大比例预测，由于一些矿山几十年的开采，已近枯竭，迫切需要进行深部及外围找矿 (叶天竺等, 2007)，因此所谓大比例尺预测也便成为高级别预测资源量 334-1 的重要内容。该类预测一般需要已知矿床的详细勘探资料，如大比例尺的地形资料、地质填图资料、地面物化探测量资料、各种槽探、坑探和钻探资料等三维勘查资料。该种大比例尺预测目前在 MRAS 软件中还未实现。但是区划室开发的探矿者三维勘查软件 (3D-Exploration) 可以实现此目标，因此建议将这两个软件结合起来，用于全国矿产资源潜力评价。

## 参考文献

- 曹殿华, 王安建, 王高尚, 等. 2008. 勘查地球化学异常多尺度分析方法—以赣东北德兴矿集区为例[J]. 现代地质, 22(6):1028-1033.
- 肖克炎, 张晓华, 宋国耀, 等. 1999a. 应用 GIS 技术研制矿产资源评价系统[J]. 地球科学, 24 (5): 525-528.
- 肖克炎, 张晓华, 王四龙, 等. 2000. 矿产资源 GIS 评价系统[M]. 北京: 地质出版社. 87-107.
- 肖克炎, 朱裕生, 张晓华, 等. 1999b. 矿产资源评价中的成矿信息提取与综合技术[J]. 矿床地质, 18 (4): 379-384.
- 叶天竺, 薛建玲. 2007. 金属矿床深部找矿中的地质研究[J]. 中国地质, 34 (5): 855-869.
- Bonham-Cater G P. 1994. Geographic information systems for geoscientists: Modelling with GIS[M]. Oxford: Pergamon Press. 398.
- Cheng Q M and Agterberg F P. 1999. Fuzzy weights of evidence method and its application in mineral potential mapping[J]. Natural Resources Research, 8(1): 27-35.
- Cheng Q M, Agterberg F P and Ballantyne S B. 1994. The separation of geochemical anomalies from background by fractal methods[J]. Journal of Geochemical Exploration, (51): 109-130.