矿 床 地 质
2002 年 MINERAL DEPOSITS 第 21 卷 增刊

数字找矿模型的探讨

Study of the Digital Prospecting Model

朱裕生 肖克炎 陈郑辉

（中国地质科学院矿产资源研究所，北京 100037）

Zhu Yusheng, Xiao Keyan and Chen Zhenghui

(Institute of Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

摘 要 数字找矿模型是在矿床成矿模式和地质、物探、化探、遥感多元信息找矿模型的基础上，随着 GIS 技术在矿产预测应用过程中发展起来的高新技术方法。本文叙述了建立数字找矿模型必备的基本条件，列出了找矿模型的信息内容，详细说明了建立数字找矿模型的逻辑结构、推理过程。并以铜矿为例构置了数字找矿模型的逻辑推理结构简图。

关键词 找矿模型 成矿模式 数字找矿模型 逻辑结构推理

“ 模型 ”是用来表达事物的综合特征。在地质学中常用模型（或模型）描述地质特征；矿床学中用成矿模式（或模型）将单一特征组合成综合特征，表达矿床的内外部特征和成因，所以成矿模式是描述矿床的“ 高级 ”用词。矿床学研究的最终目标是找矿，由此演化为“ 找矿模型 ”。找矿模型是将反映矿床存在的地质、地球物理、地球化学和遥感异常等单一找矿信息综合成群体的找矿信息，提供发现类似矿床的标志，在找矿实践中应用。进入信息化时代，应用图解式，或表格表达找矿模型的方式与计算机应用技术不相匹配，特别在 GIS 平台上进行矿产预测时，将空间数据库的数字化内容与图解式表达找矿模型的内容隔绝分离，影响了矿产预测技术的发展。因此提出了建立数字找矿模型研究的科学内容。“ 数字找矿模型 ”实质上是把找矿信息数字化和模型化，应用逻辑推理的原理将数字与数字联接起来组成推理网络，用推理网络在 GIS 平台上进行矿产预测。经验找矿模型同样是应用推理网络来实施的，所以又称为“ 隐影模型 ”。

建立数字找矿模型必须具备以下基本条件：

（1）已知矿床已进行过普查或勘探，对矿床地质有充分研究，建立了矿床模型和找矿模型；

（2）已完成矿田或矿区内地、物、化大比例尺面积性工作，地、物、化、遥的找矿信息齐全，建立图解式直观的找矿模型已被找矿和科研人员共识；

（3）对控矿因素和找矿标志的认识趋于雷同；

（4）区域性的地、矿、物、化、遥资料已建立了空间数据库，在 GIS 平台上应用矿产资源评价系统（如 MRAS 系统）已融入空间数据库，运行无障碍。

建立数字找矿模型的基本途径是在矿床地质研究的基础上，划分出确切的矿床类型，按矿床类型分别建立找矿模型，构思建成逻辑推理网络，阐明找矿标志之间的推理逻辑关系，然后融入 GIS 平台，组成计算机化（或数字化）的推理过程。

数字找矿模型的基本内容有两大部分：①找矿模型的信息结构内容和按此内容构建的逻辑结构图；②

第一作者简介 朱裕生，男，1937 年生，研究员，长期从事于区域成矿学和成矿预测等研究工作。

按信息结构内容建立的空间数据库和计算机化的推理网络。

1　找矿模型的信息内容

数字找矿模型按地质成矿理论和找矿勘探经验确定它的信息类别和每类的信息内容，据此，数字找矿模型通常是按矿床类型建立的，如岩浆融离型矿床，斑岩型，接触交代型，海相火山岩型……等等。每类矿床原则上分四类信息，即区域地质及矿床类；地球物理类；地球化学类和遥感异常类。每类又有若干条信息组成，在网络推理中又称底层变量。

例如，中国铜矿床，可划分多个类型，即岩浆融离型、斑岩型、接触交代型等（黄崇轲等，2001）。信息结构共列出区域地质、矿床地质、地球物理、地球化学、遥感异常五类信息，每类信息又有多个底层变量组成，总计可达 400 余个底层变量。

2　找矿模型的逻辑结构

逻辑结构是指证据与结论之间的关系，例如斑岩铜矿床，岩浆弧，斑岩，蚀变类型等都是证据，“斑岩铜矿床”是结论，证据和信息之间的联系有不少过程组成，包括证据、空间、通道、假设组成的多维空间称网络，网络的每个联接点或点与点之间的关系称逻辑关系，其整体一般称逻辑结构（陈毓川等，1993；裴荣富，1995）。

由此可知数字找矿模型内容由找矿模型的信息记录和逻辑结构组成，实施的技术方法是在 GIS 平台上应用网络推理法进行多级推理完成。现以铜矿为例，说明数字找矿模型的信息内容和逻辑结构框架。

我国铜矿经过勘查获得储量的矿床共 912 处（黄崇轲等，2001），共划分 10 个类型：岩浆熔融型、斑岩型、接触交代型、海相火山气液型、陆相火山气液型、热液型、海相沉积型、陆相沉积型、受变质型和表生型。为建立数字找矿模型，必须构置信息结构表，表内包括的底层变量有：

（1）区域地质

① 区域构造 96 个（如天山褶皱系（I 级）、北乡优地槽褶皱带（II 级）等等）；

② 区域地层 97 个（如古生界、寒武系、中寒武统、张夏阶等，为地层清理后的统一命名单位）；

③ 岩浆岩 21 个（如加里东期侵入岩类（或者喷出岩类、或者次火山岩类）、中酸性岩类等）；

④ 变质作用变质相 16 个（如斜长角闪岩、斜长片麻岩、大理岩、白云质大理岩等等）。

合计 230 个

（2）矿床地质

① 区域构造背景 21 个（如陆内裂谷、岛弧、弧后盆地、海沟等）；

② 赋矿构造类型 21 个（如背斜、向斜、韧性剪切带、不整合面、层间界面等）；

③ 矿床元素组合 18 个（如 Fe-Cu-Au 组合、Cu-Mo-Au-Ag-Se 组合、Pb-Zn-Ag 组合等）；

④ 矿床类型 10 个（如岩浆岩型、斑岩型、接触交代型等）；

⑤ 蚀变种类 18 个（如绢云母化、绿泥石化、青盘石化、硅化等）。

合计 88 个

（3）地球化学场

① 化探扫面元素 39 个（如 Cu、Fe、Au、Ag、Mn、P、K_2o、Na_2O 等）；

② 地球化学异常 4 个（如元素异常的峰值、平均值、面积、规模等）；

③ 异常元素组合 7 种（如 Cu-Ni-Co-Cr-Pt、Cu-Mo-Au-Ag-W-Sb、Cu-Zn-Ag-Au-Pb-Sb-Cd 等）；

④ 元素比值 7 个（如 Au/Ag、Mo/Cu、Pb/Zn 等）；

合计 57 个。

（4）区域地球物理场

① 区域航磁 7 个（如线性延伸梯度带、某一方向上异常的截然改变、两类不同磁异常的界线等）；

② 布格重力场 10 个（如布格重力异常正值区、布格重力异常梯度带、线状或带状异常的扭曲部位等）；

合计 17 个。

（5）遥感异常共 23 个（如环状、放射状、格状、线环交割等）；

（6）矿床概况变量 5 个（如地理位置、坐标位置等）；

以上六类信息合计 422 个变量组成数字找矿模型的底层变量，其逻辑结构略图，见图 1。

参 考 文 献

陈毓川，朱裕生，等. 1993. 中国矿床成矿模式. 北京：地质出版社.

黄崇轲等. 2001 年. 中国铜矿床. 北京：地质出版社.

裴荣富. 1995. 中国矿床模式. 北京：地质出版社.