

胶东金矿集区 GIS 定量评价系统研制方案探讨

黎清华, 张 均
(中国地质大学 资源学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 文章以胶东金矿集区为研究对象, 以 GIS 核心技术为基础平台, 对胶东金矿集区的 GIS 定量评价系统的研制方案进行探讨, 对系统评价的经验模型法进行分析并得出了工作流程, 对系统的总体结构进行了设计和分析, 指出了评价系统研制过程中有待解决的关键技术问题。
关键词: 矿集区; GIS; 系统评价; 系统结构; 胶东地区
中图分类号: P 618. 51; P208 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2002) 03-0212-04

运用计算机技术, 特别是地理信息系统(GIS) 以区域成矿理论为指导进行矿产资源定量预测, 对矿床可能出现的位置、预测资源量及经济价值进行科学评价是其一重要任务。GIS 技术在资源评价过程中, 最核心的方面就是提取地质信息。对各种成矿信息进行综合分析, 以确定成矿有利地区或找矿靶区并估算其资源量。

1 GIS 在矿产资源评价中的运用概况

地理信息系统(GIS) 作为对地球空间数据进行采集、存储、检索、建模、分析和表示的计算机系统, 不仅可以管理以数字、文字为主的属性信息, 而且可以管理以图形图像为主的空间信息。它通过各种空间分析方法对各种不同的空间信息进行综合分析解释, 确认空间实体之间的相互关系, 分析在一定区域内发生的各种现象和过程。在矿产资源评价领域, 不管是进行区域成矿系统的研究, 还是确定矿床的有利靶区, GIS 不仅提供了在计算机辅助下对上述多源地学信息进行集成管理的能力、灵活的查询检索能力, 而且可在经验与模型的指导下, 通过各种空间分析方法对与成矿有关的各种空间信息进行综合分析解释, 确定成矿的有利地区。

20 世纪 70 年代末—80 年代初, 地质学家们开始尝试在矿产资源评价中应用 GIS 技术。经过 20 年

的努力, 在用于矿产资源评价的空间数据库的建立、工作程度不同地区的基于 GIS 的矿产资源评价方法的研究与应用、对多种成矿信息的综合分析方法的研究与应用、基于 GIS 的矿产资源评价专用软件的开发, 以及如何合理地组织人力资源适应新技术的应用要求等方面取得了长足的进步。实践证明, GIS 技术的应用已经形成了新一代的矿产资源评价方法。GIS 不仅已经成为发达国家矿产资源评价的有力工具, 而且在中国、巴西、南非、泰国、越南、印度尼西亚等许多发展中国家的应用也越来越深入^[1, 2]。

胶东金矿集区是我国金矿最为富集的地区之一。胶东金矿集区预测评价系统的研制是国家重点基础研究项目《大规模成矿作用与大型矿集区预测》的重要内容之一。课题组成员在前期工作中已建立了较为完备的各种空间数据库, 为该系统的研制提供了重要数据基础。

2 胶东金矿集区 GIS 定量评价方法和流程

根据研究区的工作程度的差别, 用于矿产资源预测的 GIS 空间分析方法大致可分为两类: 经验模型法和成因概念法。前者利用已知矿床, 后者利用矿床和成因模型。在工作程度较高、数据比较丰富的地

收稿日期: 2002-03-11; 修订日期: 2002-04-19
基金项目: 国家重点基础研究《大规模成矿作用与大型矿集区预测》专题项目 胶东金矿集区预测》(专题编号: G1999043207-3) 和“中国地质大学课余科研基金”联合资助。
作者简介: 黎清华(1978-), 男, 湖北荆州人, 中国地质大学(武汉)在读硕士研究生, 主要从事 GIS 在地学中的应用及开发研究。

区,可采用数据驱动的经验模型法;反之,只能采用成因概念法。胶东金矿集区的数据资源丰富、研究程度较高,所以我们采用以经验模型法为主、成因概念法为辅的 GIS 空间分析方法。

2.1 GIS 平台的选取

目前 GIS 平台较多,国内市场比较流行的软件平台有 PC Arc/Info, Map info, MAPGIS 等软件。通过大量的软件价格性能比来看^[3],国外 GIS 软件产品的技术先进性是不容置疑的,但价格太高;国产 GIS 优秀软件 MAPGIS 已基本满足了矿产资源评价二次开发的要求。MAPGIS 系统的主要特点有:

- (1) 以 WINDOWS 为平台,采用 C++ 语言开发,用户界面友好,使用方便;
- (2) 具有极强的地图编辑功能,并能够输出符合公开出版质量要求的图件;
- (3) 具有功能齐全、性能优异的空间分析功能;
- (4) 提供开发函数库,可方便地进行二次开发。

2.2 经验模型法的方法步骤和评价流程

经验模型法主要是研究区域矿床与多元地质找矿信息的关系,通过定量分析方法,建立起区域成矿有利度和资源潜力值与多参数地质信息的统计规律,根据经验模型进行区域评价。它强调对各种找矿信息的充分挖掘与综合。因此,科学找矿的各种勘探手段所获取的成矿信息得到了最大程度的利用。经验模型法的缺陷是需要一定数量的统计样本单元^[3]。

在运用经验模型方法时,可以按照如下步骤进行:

- (1) 搜集资料: 搜集矿集区内与金成矿有关的地质、矿点分布、地下岩性和构造、地球化学、航磁、重力等地球物理和遥感等资料;
- (2) 确定矿床类型: 运用类比和对比,研究确定在上述地质环境中可能形成的矿床类型。将矿集区内的地质环境与全球范围内已知的某种矿床类型有关的或矿集区内已知的矿床(点)的地质环境对比,之后可建立找矿模型;
- (3) 量化找矿模型: 将找矿模型中的重要标志和一般性标志定量化。包括单个空间关系的确定和量化及多个空间关系集成的量化,最终转换成 GIS 可以表示和处理的形式;
- (4) 建立空间数据库: 利用第一步所搜集的信息建立数据库(空间数据库和属性数据库),并用 GIS 实现集成管理与灵活检索。建库时要解决现存数据的集成问题,如比例尺、定位与投影方式、数据精度

与格式等;

(5) 成矿信息的提取: 该步骤是综合分析的前提。根据量化模型,首先通过对专题数据的处理,如应用 GIS 的空间与属性双向检索的功能处理地质数据、对其他专题数据进行处理,如坡度、坡向的运算,物探、化探数据异常的确定,遥感数据的解译等,得出综合分析的单个条件的空间信息^[4];

(6) 运用空间分析方法: 该步是矿产资源 GIS 评价的核心部分,也是决定 GIS 评价系统性能的重要特征之一。应用 GIS 进行综合分析,得出最终结果,确定找矿有利地区或靶区;

(7) 预测资源量或储量: 根据确定的特征信息与成矿模型、预测模型计算资源量;

(8) 编制成果图件: 实际上,在确定找矿靶区之后,预测的成果图件已经基本完成。此时可根据输出的要求进行制图整饰。

从上述步骤可以看出,前三步与传统的综合评价方法是相同的。基于 GIS 的矿产资源评价系统中数据库的建立是基础,成矿信息的提取是关键。图 1 表示了上述评价工作的流程。

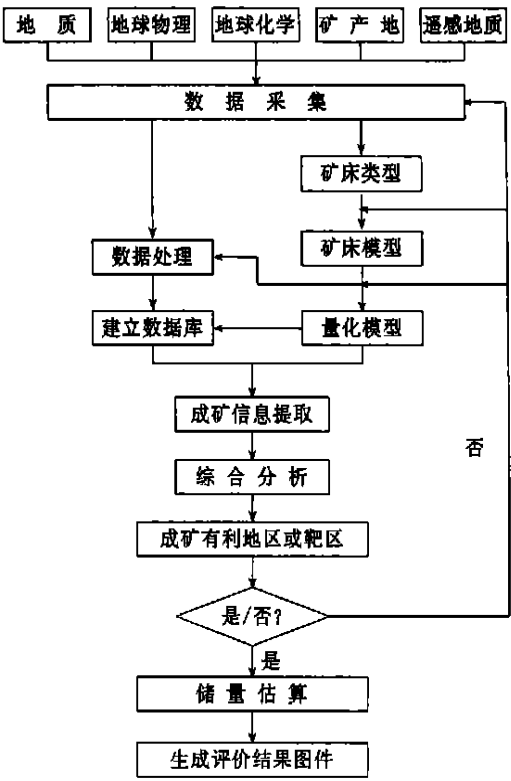


图 1 经验模型法基于 GIS 的矿产资源评价流程
Fig. 1 GIS-based empirical model for mineral resource evaluation

3 GIS 评价系统的总体结构分析

我们知道, 一个完整的 GIS 软件至少应包括 5 个方面的内容, 即数据输入、数据编辑、数据存贮与管理、空间查询与空间分析、可视化表达与输出。图 2 是一个典型的 GIS 功能框图。

由于大多数 GIS 软件已提供了丰富的空间数据库的输入及管理系统程序, 所以矿集区的 GIS 评价系统与其他矿产资源 GIS 评价系统一样, 研制的重点在于成矿分析中的成矿信息提取分析及矿产资源成矿信息综合评价上面。

3.1 成矿信息提取分析子系统

在胶东金矿集区, 多元地质数据十分丰富。这就使得所建数据库的资源量大而广, 从而要求评价系统中成矿信息提取分析子系统的功能要强。

基于以上分析, 成矿信息提取分析子系统应该至少包括以下系统和内容:

- (1) 基于 GIS 的重磁分析子系统;
- (2) 基于 GIS 的地球化学异常分析子系统;
- (3) 基于 GIS 的空间地质统计学子系统;

- (4) 地质三维可视化子系统;
- (5) 遥感图像处理子系统。

考虑到 MAPGIS 已提供了可为成矿分析使用的专门地学遥感图像处理系统, 本系统可以不在其上做进一步图像处理开发, 而采取嵌入式将 MAPGIS 图像处理系统加入到本系统即可。

成矿信息的提取是整个评价系统的重要环节和关键, 应包括传统经典的数理统计、多元统计、地质统计等方法, 也应该考虑使用一些人工智能、分形等非线性方法。在胶东矿集区 GIS 评价系统中我们将以传统方法为主, 非线性方法为辅。因为传统方法经过了长时间的发展, 现在已经相当成熟, 使用起来方便; 而非线性方法, 如分形、人工智能等方法发展还不成熟, 毫无目的地使用可能会造成整个系统的不稳定。

3.2 矿产资源成矿信息综合评价

综合评价实质上就是数据综合^[5]。通常大致的做法是将处于同一空间区域的各类数据图层(地、物、化、遥、矿等)在已知成矿规律或成矿模型(式)指导下, 通过 GIS 系统中的查询、检索功能, 将有利于成矿的控矿因素、成矿条件、成矿信息标志检索出来, 进行空间叠加和综合, 确定有利信息组合部位, 进而进行评价。

在应用 GIS 进行矿产资源评价工作中, 这一环节是最不易操作和应用的。其原因有: 一是数据本身的缺陷造成执行结果仅是纯空间相关因素的简单叠加; 二是成矿作用的复杂性及三维的立体空间性, 在 GIS 系统中很难予以确切表达和解决; 三是目前在此区域可被利用或开发的成型功能模块很少或不完善。

由加拿大 Agterberg, Bonham Carter 等学者提出的证据权重法^[6], 目前已成为运用 GIS 进行矿产资源评价的一种普通的使用方法; 其次是基于 GIS 的矿床经验模型标志的交互式查询搜索法^[7]。

胶东金矿集区的综合评价系统拟从以上两个方面进行思路构筑和模型建立。其中人机交互式的数据综合评价方式应当成为 GIS 应用的主体, 地质学家可根据所掌握的各种信息资料, 以及对成矿规律的认识和找矿经验, 采用交互式的人机运作方式进行资源评价。也就是说, 要使评价系统是个“活的系统”, 而不是“死的系统”。

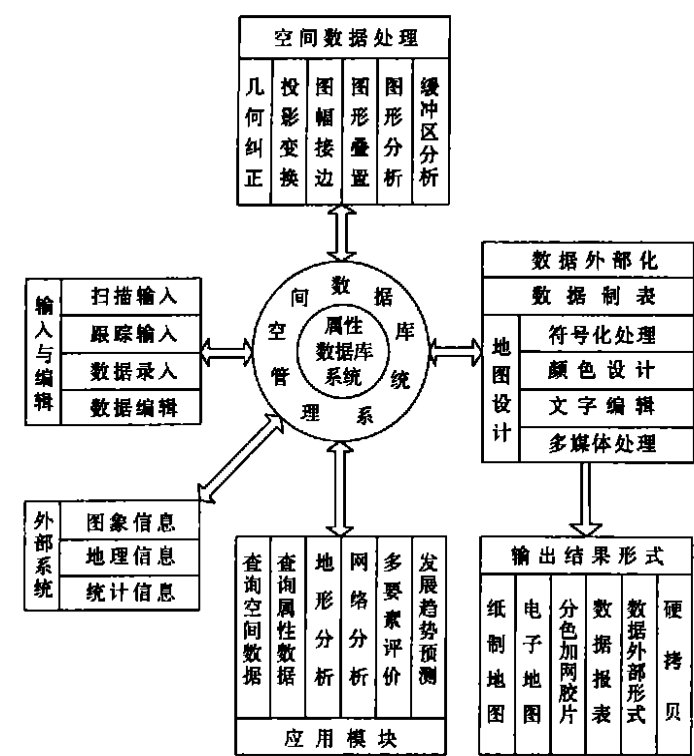


图 2 典型的 GIS 功能构成

Fig. 2 Function structure of GIS

4 讨论

研制矿集区的 GIS 定量评价系统是对 GIS 在资源评价中的一个新的尝试。从整个技术流程和工作步骤来看,还有以下几个关键技术问题需要解决。

(1) 基于多源地学信息的空间数据库的设计问题。

应用 GIS 进行资源评价的效率在很大程度上与所建的数据库质量成正比。预测中出现的问题一是缺乏地质知识;二是不合理的数据库设计。数据库设计的原则是开发一种结构,使其达到最大的查询能力。

(2) 用于评价的 GIS 空间分析方法的合理性和先进性。

空间分析是 GIS 系统的生命和核心功能之一。空间分析方法的优劣直接影响着 GIS 系统评价的结果。本文从胶东金矿集区的实际出发,着重阐述了经验模型法的空间分析方法。其合理性和先进性体现在定量化地表示相关的专题属性,最终对若干个专题关系进行综合分析并生成预测图^[8]。

(3) 多学科专家的合作是 GIS 评价成功的保证。

基于 GIS 的矿产资源评价的基本思路是对地、物、化、遥等多源地学信息进行综合分析解释。而同

时熟悉上述不同专业领域的信息和处理解释方法、熟悉应用 GIS 技术进行评价的复合型人才十分缺乏,因此组织多领域的专家共同参与以取长补短是显而易见的。

参考文献:

[1] 姜作勤, 俞全宏. 美国地质调查所数字制图、GIS 应用与地学信息管理的现状与趋势[J]. 地质信息技术, 1992, 8(3): 10-43 .

[2] Roach M J. D g tal geosc ent f c data n Tasman a-current status and future d rect ons[A]. Proceed ngs Of the Second Nat onal Forum on GIS n the Geosciences[C]. Australan Geolog cal Survey Organ sat on, Record, 1995. 46, 53-62.

[3] 肖克炎, 张晓华, 王四龙, 等. 矿产资源 GIS 评价系统[M]. 北京: 地质出版社, 2000. 7-46.

[4] 黄旭钊, 徐昆, 梁月明. 利用 MapInfo 综合分析多源地学信息进行矿产预测[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(2): 189-191.

[5] 王全明, 方一平. 矿产资源调查评价中的 GIS[J]. 中国地质, 2001, 28(4): 38-44.

[6] Agterberg F T, Bonham-Carter G F, W r ght. Stat st cal pattern ntegrat on for m neral explorat on[M]. Geolog cal Survey of Canada Contr but on, 1986.

[7] Lesley WyBorn. Us ng GIS for m neral evalut on n areas w th few known m neral occurrences[A]. Second Nat onal forum on GIS n the Geosc ences[C]. 1995. 199-211.

[8] 朱思才, 吴家齐, 刘和发. GIS 技术在区域矿产资源勘查评价中的应用[J]. 中国地质, 2000, 27(3): 26-28.

DISCUSSION ON THE DEVELOPMENT SCHEME OF GIS QUANTITATIVE EVALUATION SYSTEM FOR GOLD-DEPOSITS-CONCENTRATED AREAS IN JIAODONG REGION

Li Qing-hua, Zhang Jun

((Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: The paper aims at the gold-depos ts-concentrated areas n J aodong reg on and chooses key technology of GIS as the bas cal platform to d scuss the development scheme of quant tat ve evaluat on systm. Emp r cal model ng method for the evaluat on s analysed and the evaluat on flow chart g ven. The key problems for the development of the system are po nted out by analys ng the overall structure des gn.

Key words: gold-depos ts-concentrated area; GIS; evaluat on system; system structure; J aodong area