

面向成矿分析的黄金遥感数据库归一化模型

刘素红 蔺启忠 燕守勋

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

[摘 要]在完成全国黄金遥感数据库项目工作实践中提出使用归一化方法,将面向目标分析、关系密切的地质要素进行数据融合处理,建立面向地质成矿分析集属性、几何、拓扑关系于一体的数据模型,从而大大方便了不同要素间空间位置的查询和检索,利于多源数据复合分析,克服了以往的专题分层模型实体间相互割裂的缺陷。

[关键词]归一化 数据模型 地质实体 空间分析

[中图分类号]P628+.1,P638+.4 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2000)03-0040-04



1 前言

全国黄金遥感数据库开发的基本思想是基于先验地质认识,利用高分辨率遥感影象,对金矿勘探地质背景、目标等进行综合分析;在数据库的基础上对某一区域成矿潜力进行评价和预测;实现成矿区域各地质要素空间融合;同时利用遥感影象的目标特征提取技术圈定靶区,关键在于建立面向成矿分析的数据模型。

空间地质数据库涉及的地质要素很多,地质实体间的关系包括 3 个层次:专题属性、几何位置和拓扑^[1]。成矿预测分析要求实现对多层地质数据不同层次的综合。利用传统地理信息系统模型建立地质目标间空间关系具有一定难度,原因在于传统 GIS 实体间操作受数据分层模型影响,表面操作频繁,叠加分析、距离量测、缓冲区分析不能满足多要素影响的成矿条件分析;地质实体间关系空间含义和目前采用的拓扑关系也有差别,地质意义上的相邻关系,允许有一定距离,研究目的不同,实体间几何距离也不同。针对这些问题,前人已进行了许多探讨。但是,空间地质数据库的建立方面成功的例子尚不多见。

近年来,面向工程的数据库理论和实践取得了很大发展,例如林守勋等建立的超文本、面向对象和关系统一的数据模型。通过建立超实体间的关系实现面向目标的数据管理方法,为地质数据库建立三个层次上的数据管理提供了应用思路,按照这一思路将不同类型的地质实体归一化为超实体,同时建立超实体间相互融合的空间操作,实现地质目标的

空间关系分析,完成区域成矿潜力的评价和预测。

2 黄金遥感数据库归一化模型

归一化方法,是通过建立地质实体统一的逻辑模型,来减少表的数量,并将不同的实体归并成超实体的设计思路。空间地质数据,主要是岩体、地层和断层等要素,这些要素的不同组合形成不同的成矿几率。地质图件反映了目前人们对该地区的定性认识,其中包括已知矿点,不同时代、不同级别的断裂,地层和岩体等。将地质图鉴在形成数字形式时,表示不同地质目标的点、线、面等几何目标要归一化到一个实体集合中,建立起成矿有关系的属性集合。图 1 是和成矿有关的空间地质目标和目标间的空间关系属性,图 2 表示归一化方法的设计思想。

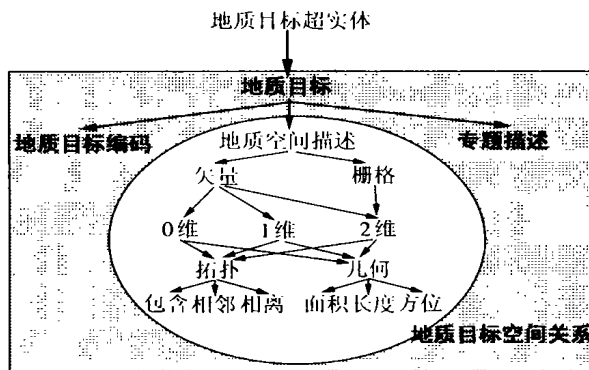


图 1 地质目标、空间信息和空间关系

在上述归一化模型的基础上,可以方便的完成下面的空间分析:

几何分析:数据模型中建立了超实体的方位线段。断层是线状目标,通过线的坐标可以很容易的计算出延伸方向,岩体或地层面状目标计算其中心

轴线的方向。线状目标和面状目标组合成区域地质构造的基本格局。

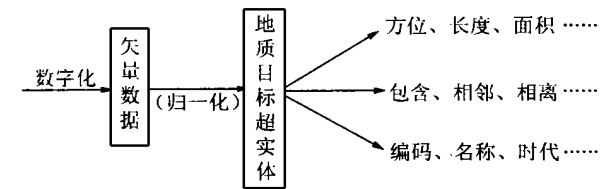


图 2 归一化数据模型的设计思想

包含分析：建立目标之间的包含关系。某个地质实体属于其它实体的空间范围之内属于包含关系,如断层生长于地层之内,小的岩体出露于大的地层背景之上,断层缓冲区中存在不同类型的矿点。建立起超实体间的包含关系可以进行不同实体的组合成矿能力的分析。

相邻分析：和传统意义上的相邻不同,成矿分析中相离的距离根据研究目标而定。

不同的断层缓冲区范围,成矿能力不同,所以在缓冲区内离中心点越远,成矿几率逐步下降。

利用统一的数据表格管理超实体的属性、几何、拓扑关系,不仅方便了地质目标间成矿关系的分析,也为遥感 TM 影象与地质实体间的复合提供了可能。在归一化模型中,建立遥感影象和地质实体间相互复合的方法和中间目标,用来实现栅格数据和矢量数据间的复合操作。

3 实例分析

为说明归一化地质空间数据模型,选取川陕甘三角区黄金矿产(图 3)数据为例：

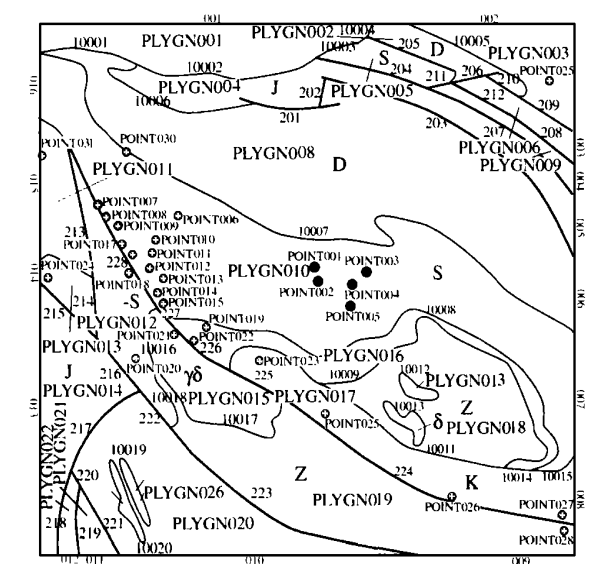


图 3 点状目标、线状目标和多边形目标几何位置及其全局关键字设置示意图

本区地处扬子地台、秦岭及松潘—甘孜褶皱带的边缘结合带,受南北、北东、北西三个方向挤压应力长期作用,经历了多期构造活动,地质构造十分复杂,为金矿成矿提供了良好的地质背景。现已开采金矿数十个,并且还不断有新矿点的发现,具有极大的金矿潜力。

3.1 地质专题图层数字化

目前的数字化方法将断层、地层和岩体按弧段和多边形分层输入,形成断层,地层和岩体等专题图层,不同层间的关系通过编辑或运算进行。然而,断层地质实体,具有多属性含义,首先是断层,其次是地层或岩体的边界,反应某种切割关系,其交汇部位往往具有成矿潜力。为了评价区域成矿潜力,反映这些关系,归一化模型需要将断层、岩体和地层在同一层内进行数字化。断层作为多边形的边界,被分为不同的线段,为了得到断层完整的地理位置,需要在弧段属性上增加断层的标识。地层、岩体和断层数字化后属性数据字段设计为：

断层目标

全局断层编码 (数字类型)	性质 (字符型)	弧段组合编码 (算法操作)	包含于哪个目标 (算法操作)
FAULT T001	String	224+225+226+227+228	FL YGN10+H12+H16+H17+H9
FAULT T002	String	215+216+222+223	FL YGN12+H13+H14+20
FAULT T003	String	203	FL YGN004+008+FAULT T202
FAULT T004	String	204+207	

地层目标

全局断层编码 (数字类型)	性质 (字符型)	弧段组合编码 (算法操作)	包含于哪个目标 (算法操作)
FL YGN001	String	001+H0001+H0002+H0003+H0004	BOUND
FL YGN002	String	10004+H0005+205+206+212	FL YGNM12
FL YGNM12	String	ARC (FL YGN001) ⊖ ARC (FL YGN002)	FL YGN001+FL YGN002

点目标

全局断层编码 (数字类型)	性质 (字符型)	弧段组合编码 (算法操作)	包含于哪个目标 (算法操作)
POINT001	String	空白	FL YGN010+FAULT T001
POINT002	String	空白	FL YGN010+FAULT T001
POINT12	String	空白	FL YGN010+FAULT T001

其中，“+”为弧段连接符号,ARC(Object)查找目标的弧段系列,即建立目标的几何属性;ARC 算子可以嵌套使用,例如 ARC(ARC()),运算次序从里到外;(为异或符号,表示保留不同的弧段编码,去除相同的弧段编码,该运算符建立起多边形目标的几何边界。

首先利用 ARCINFO 将地质图数字化为点、弧段文件,然后建立起上述目标体系,在目标体系中所有的目标关键字为唯一标识。其中所有地质实体属性归一化成相同字段。

3.2 多边形属性文件和点属性文件融合及目标扩展

矿点位置和断层交汇点位置数据数字化为不同的图层。对其属性文件的字段和断层、岩体和地层扩充相同的字段后。表格间快速的 JOIN 和 SPLIT 操作实现所有的地质实体间关系查询。从而所有的目标可以在一个大的表格下进行统一管理。不同多边形的组合形成派生目标,派生目标仍然采用相同的属性,其空间数据通过对子多边形的检索得到。

3.3 遥感图象目标和地质目标融合

遥感数据对区域成矿评价,主要是对以前地质认识的深化和纠正。图象特征的提取和目标的增强需要图象处理方面的算法和技术。数据模型需要考虑的是地质数据和图象数据的融合。归一化数据模型中通过建立矢量和栅格数据间的桥梁目标实现不同数据格式的复合。这种桥梁目标是位图格式数据,对每个多边形建立游程编码的位图文件,相应于整个研究区的地理定位坐标系系统参数,包括左上角、右下角、中心点的地理坐标,每个象元的地理线度(分辨率),大地投影坐标系和地球椭球体模型等。位图数据是一种二值栅格数据,在某个地层或岩体内部值为 1,反之为 0;需要进行遥感图象分析的目标,通过位图与 TM 数据的逻辑运算实现提取和切割。然后利用相应的处理方法对目标岩体进行处理。

3.4 相邻分析

上述数据模型建立起了地质实体专题属性和地质实体间的包含和相邻关系,利用这些关系可以实现对地质目标的评价。目标间相邻关系如图 4。

有直接连线的地层间相邻,地层间交线要么是地层边界,要么为断层。通过交线的性质来实现地层对成矿要素的分析。地层成矿受地层的性质,地层内部的岩浆活动和内部的断裂活动频度决定。地层的评价过程首先查询地层内部是否包含岩浆岩和侵入岩体,然后统计地层内包含的断层数目,利用包含关系和简单的统计计算快速评价地层的成矿能力。

断层的成矿主要由断层的性质决定,即张性、压性或剪切断层的成矿潜力不同,周围围岩的时代。将断层和地层在同一层内数字化便于将断层和地层

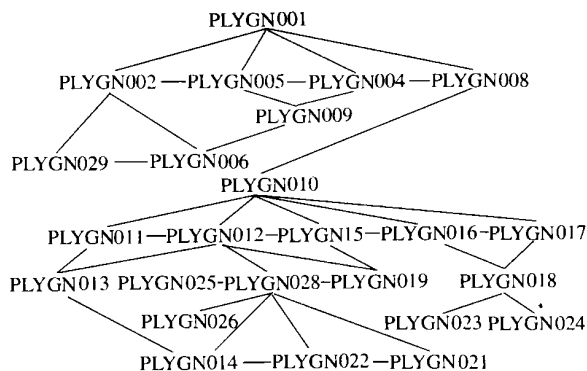


图 4 地层之间的相邻关系

统一起来分析,作为地层边界的断层和左右多边形代表的地层相邻。

4 结语

建立区域黄金遥感数据库,不仅实现查询显示功能,而且能够进行地质成矿的空间分析,同时为进一步遥感影象的分析提供地质信息基础,指导遥感影象的信息提取。归一化数据模型,将地质目标归一化为专题属性和空间属性,便于表间相互操作。对于小比例尺的矢量和栅格数据,可以建立全国范围内的地质遥感归一化数据模型。针对不同区域,建立相关资料的数据库,并利用现有的知识利用地质数据和遥感数据辅助地质学家进行成矿预测分析,为遥感地质找矿提供信息服务。

[参考文献]

- [1] Martin Breunig, Integration of spatial Information for Geo - information System[J]. Lecture Notes in Earth Sciences, 1996.
- [2] Roderick, RyBurn J. Using the Generalized Method to simplify the Geology database.
- [3] Michael F Worboys, Hilary M. Hearnshaw, and David, J. Maguire, Object - oriented data modelling for spatial databases[J]. Int. Geographical information system, 1990, 4(4):369 ~ 383.
- [4] 林守勋,林宗楷,郭玉钗. 一个超文本、面向对象和关系统一的数据模型[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 1997, 9(3):263 ~ 271.
- [5] 涂光炽. 我国原生金矿类型的划分和不同类型金矿的远景剖析[A]. 见:中国金矿大全(6). 贵州:贵州民族出版社, 1992. 1 ~ 11.

THE DIGITAL GENERALIZATION MODEL OF MINERALIZATION ANALYSIS ORIENTED GOLD ORE REMOTE SENSING DATABASE

LIU Su - hong, LIN Qi - zhong, YAN Shou - xun

Abstract :The digital generalization model, which is developed during finishing the project of national ore remote sensing database is presented in this paper. The functions of this model include as following: the object - oriented analysis, the geological element integrating and the mineralization analysis. This model uses the unique entity - relation to handle the geometry and theme data. Because of the these functions, the analysis of complex spatial operation becomes easy and the defects of slow and complex analysis of geological theme layer model are overcome.

Key words :Digital generalization, Data model, Geo - object, Spatial Analysis

(下转第 47 页)

2)当 $A \leq (S_2, S_4) \leq B, B < (S_1, S_3) \leq C$ 时,非独立增量为:

$$\Delta G_1 = \left[\left((S_2 - R_2 / K_1) - B \right) K_1 + \left(B - (S_1 - R_1 / K_2) \right) K_2 \right] - \left[\left((S_3 - R_3 / K_2) - (S_1 - R_1 / K_2) \right) K_2 \cdot (T_2 - T_1) / (T_3 - T_1) \right]$$
$$\Delta G_2 = \left[\left((S_3 - R_3 / K_2) - B \right) K_2 + \left(B - (S_2 - R_2 / K_1) \right) K_1 \right] - \left[\left((S_4 - R_4 / K_1) - (S_2 - R_2 / K_1) \right) K_1 \cdot (T_2 - T_1) / (T_4 - T_2) \right]$$

独立增量计算:

$$\Delta G_2 = \left(\left| \Delta G_1 \right| + \left| \Delta G_2 \right| \right) / 2$$

以上公式中的各参量物理意义为:

A、B、C—重力仪格值分段的初值、界线值、终值。

$K_1、K_2$ —重力仪在 AB、BC 段的格值。

$S_1、T_1、R_1$ —在 1 号点上的重力仪第一次观测值、观测时间、固体潮值。

$S_2、T_2、R_2$ —在 2 号点上的重力仪第一次观测值、观测时间、固体潮值。

$S_3、T_3、R_3$ —在 1 号点上的重力仪第二次观测值、观测时间、固体潮值。

$S_4、T_4、R_4$ —在 2 号点上的重力仪第二次观测值、观测时间、固体潮值。

A METHOD FOR CALCULATION OF GRAVITY SINGLE RANGE OBSERVATION
AND THREE RANGE CIRCULATION OBSERVATION BY SECTIONAL SCALE VALUE

FAN Xiang - fa

Abstract :The eight formulas have been obtained for calculation of gravity single range observation and three range circulation observation when the sectional scale value of the large range gravimeter changes more than 1/ 1400.

Key words :single range observation , three range circulation observation , formula



第一作者简介:

范祥发 (1955 年 -),男。1978 年毕业于成都地质学院物探系,高级工程师。现任贵州地勘局地球物理地球化学勘查院重力分队长,主持 1 20 万区域重力工作。

通讯地址 :贵州省贵阳市金竹镇 贵州省地质矿产局地球物理地球化学勘查院 邮政编码 :55000

(上接第 42 页)



第一作者简介:

刘素红 女,1967 年 3 月生。1988 年毕业于西南交通大学计算机软件及应用专业,1991 年在江汉石油学院物探系获硕士学位。现为中国科学院遥感应用研究所在读遥感地质博士。进行中国金矿遥感数据库信息系统的建立研究。

通讯地址 :北京 9718 信箱 中国科学院遥感应用研究所固体室 邮政编码 :100101

(上接第 45 页)

Key Words :gold tenor , fractal dimension , hydrothermal breccia , Zhuojiazhuang gold deposit



第一作者简介:

第一作者简介:

曾庆栋 (1964 年 -),男,1986 年毕业于长春地质学院地质系,1989 年、1997 年先后获得构造地质学专业硕士学位、矿床学专业博士学位。1997 年—1999 年为中国科学院地质研究所博士后,现为该所助理研究员,主要从事金矿成矿预测科研工作。

通讯地址 :北京市朝阳区祁家豁子 中国科学院地质与地球物理研究所六室 邮政编码 :100029