

# 地质图形处理系统设计

萨贤春 门桂珍 (煤炭科学研究总院西安分院 710054)

**摘要** 介绍了地质图形计算机处理系统的系统功能、系统结构、图形数据库结构以及图形生成与编辑;讨论了在开发地质图形计算机辅助设计或绘图系统时,应如何体现专业特点,如何在数据中表达地质现象的地层和构造意义,如何在地质模型建立中融入专业人员的地质背景知识,以及如何设计出实际有效的地质图形处理软件系统等问题。

**关键词** 计算机制图 图象数据处理 地质模型 数据库管理系统 系统结构

**中国图书资料分类法分类号** P628.5

**作者简介** 萨贤春 男 35 岁 硕士 高级工程师 煤田地质

## 1 引言

地质勘探、矿井设计及开采过程中,地质图件为其提供了一种直观的工作区地层和构造图像,地质学家们以图件来表达他们对工作区地层及构造的认识。然而手工地质制图却是一件十分耗费人力的事情。在计算机辅助设计(CAD)技术飞速发展的今天,自动或半自动计算机制图、辅助设计就成了人们当然的需求。笔者就开发“煤矿地质计算机辅助设计”系统(MGCAD)的经验与体会对地质图件处理系统的几个主要方面作一些探讨。

## 2 系统功能

系统功能的设置是系统分析的结果化,除了应满足实际需求之外(系统的和用户的),还应符合有关地质图件的规范要求。与沉积及层状矿产的地质设计有关的功能项应包括:

- a · 基本图形元素的生成;
- b · 地质岩性符号,地质点、线、面、体及其组合图素(如柱状、剖面、等值线等类图形)的自动、半自动生成;
- c · 图形的编辑、修改、查询与保存功能;

## 参考文献

- 1 Sabri Ergun 著,北京地质学院译.煤和含碳物质的 X 射线研究.美国内政部矿业局报告.第 648 号,1968
- 2 邵震杰等.煤田地质学.北京:煤炭工业出版社,1993:70~90
- 3 秦勇.中国高级煤的显微岩石学特征及结构演化.中国矿业大学博士论文,1992:89
- 4 赵峰华.煤的组成和结构——煤结构的透射电镜和 X 射线衍射研究.中国矿业大学硕士论文,1994:69
- 5 Lin Q, Guet J M. Characterization of coals and macerals by X-ray diffraction. FUEL, 1990;69:821

(收稿日期 1996-04-18)

## METAMORPHIC COEFFICIENT, A NEW INDEX FOR METAMORPHIC DEGREE OF COAL

Wang Chao Yu Bing Song Aixia Zhang Jing Li Shuhua

(China University of Mining and Technology)

**Abstract** By the X-ray diffraction analysis of the coals with different metamorphic degree, the structural features of various coals are inquired, a new index is presented, by which the metamorphic degree of coal could be examined. With the metamorphic index the metamorphic degree of coal could be not only indicated rationally but also could be reflected more accurately.

**Keywords** metamorphic degree of coal; texture of coal; degree of coal metamorphism; x-ray diffraction analysis

d· 专用图素的编辑、有关地质信息的计算、分析功能(如储量块段的划分及计算功能);

e· 图形、数据的输入、输出及有效性检验功能;

f· 开放环境:图形文件格式转换、命令文件、用户文件、用户自定义菜单、地质符号、岩性符号自定义功能等。

可见,作为地质专用的 CAD 系统,除包含通用 CAD 系统的基本功能外,必须能够体现地质图件的专业特性,如地质曲线的生成与编辑。这是从系统功能上说的,实际上最为本质的应是体现在图形数据库的设计上:图形数据库中数据的属性应包括地层、构造等非图形、纯地质属性,使之能更好的构造和表达相应的地质实体和地质背景,与通用的 CAD 软件之本质区别也在于此。此外,在图形基本元素的选择上也必须体现专业特点。

### 3 图形数据库设计

图形数据库是图形处理系统的核心,其结构的好坏直接影响了图形系统的性能。其表现如下:

a· 有效的数据结构是节约存贮,提高系统响应速度的关键。

b· 在交互式图形处理过程中对图形对象的增删、修改以及几何变换,要求数据结构中这种图形的几何和拓扑信息的变化必须足够的方便和灵活,以保证数据的一致性和正确性。

c· 利于系统的编程和维护管理,利于系统扩充,利于用户的理解与学习掌握。

在计算机迅速发展的今天,图形数据库的设计除了保证用户的功能要求,保证数据的一致性和正确性之外,有利于系统编程和维护管理的数据结构是首要的。也就是说在一定前提条件下,数据结构应越简单越好。一般图形数据结构宜采用自上而下的层次结构,即复合图形由简单图形按一定的相互关系构造,而简单图形又由更简单或基本图元组成。层次结构不但描述方便,而且便于管理。一个地区的地质现象可由按某种拓扑关系组合的一系列空间曲面来描述。即每一地质体是由一些空间曲面所围成,每一地质曲面又由一些分片光滑的曲面(或网格化表面模型)所构造,每一个分片光滑曲面又由边界边所控制,边界曲线则由控制结点来描述。

实际上,地质体几何设计与一般的工程、工业形体设计相比,其难度主要在于自身形态的不确定性——几何描述及其拓扑关系上的不确定性。产生的原因则是其形态控制数据的不完备以及其自身的复杂性,因为人们只能通过有限的勘探数据和开采资料来描述地质现象。这里我们不考虑每个地质对象的具体描述和层次,即认为地质体(点、线、面、体)的描述是确定的,是一个独立的图形对象,则图形数据库可以表示如图 1。

作为一个专门地质图形数据库,它还必须能表达以下 3 个方面的内容:

a· 成分特征——能方便地表示岩性符号;

b· 时代特征——地层的时代顺序;

c· 构造特征——能够表示断层等不连续构造。

图层的概念在图形数据处理中是十分重要的。它是具备某种共性的图形元素的集合。以图层来表示地层是十分合适的,也宜于系统实现和用户理解。实际实现时,图层的属性参数必须作适当的扩充,即除了包括颜色、线型和可见性等属性外,岩性、地层和构造必须被适当地描述,如图 2。

通过检索地层登记表或构造登记表(主要记录断层描述)的具体内容可以确定地层和构造的进一步内容,如岩性描述、地层厚度、地层接触关系、断层性质等,而地层的时代顺序则由地层的登记顺序来确定,这种地层的登记顺序由用户决定。

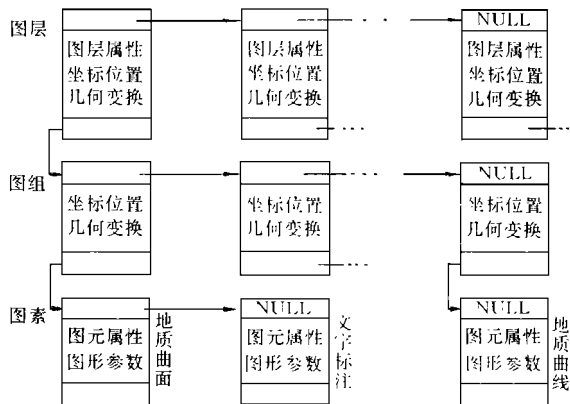


图 1 图形数据的层次结构

图层属性描述了图层的整体属性,详细说明见图 2;

图元属性描述了单个图素的个体属性;图形参数描述了图素的几何特征,可根据需要进一步划分层次

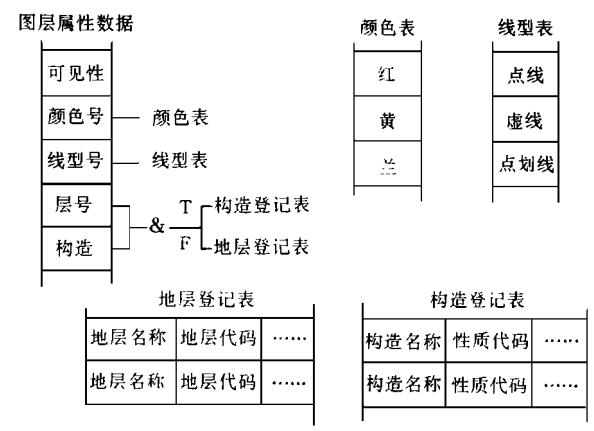


图 2 图例属性数据与属性登记表的关系

4 系统结构

系统结构是系统中各组件(如功能模块、图形数据库)之间关系及位置的安排。图 3 为 MGCAD 所采用的系统结构,它为层次化积木式结构设计。这种设计为系统提供了良好的性能,也为系统的实现、维护和扩充提供了极大的方便。

各模块的功能如下:

- a. 输入模块负责解释不同输入设备的输入信息,解决不同输入设备输入之间的冲突,并按固定格式置入输入缓冲区。
- b. 输出模块负责根据不同的选中设备号向不同的输出设备(显示器、绘图仪、打印机和文件等)输出图形。
- c. 命令解释器负责解释输入缓冲区中输入信息,进行词法和语法分析,转而执行相应的功能调用,如图形生成、编辑、查询和分析计算等。
- d. 图形数据库管理模块具体实施对图形数据库的数据提取、修改、查询、删除、插入和追加等操作。

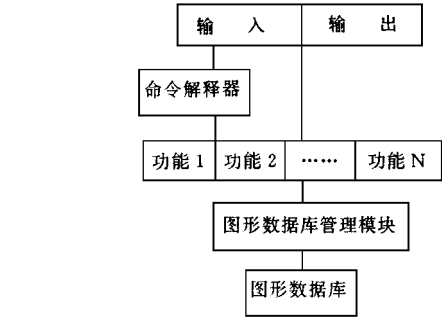


图 3 系统结构示意图

作。

这种层次化的积木式结构通过一些功能模块和中间缓冲数据区隔离了系统各部分的联系,使系统的可维护性大大增加,功能的扩充也十分方便。此外这种命令式的交互操作也为用户的使用提供方便,通过交互操作用户可以按自己的意愿修改有关数据和地质模型。

5 地质图形生成、编辑系统

地质图形处理系统的成功与否,地质图形的生成、编辑功能的好坏起了决定性作用,因为对用户而言,这是区别于通用 CAD 的唯一之处。

图形生成系统与图形编辑系统同处功能层,为功能模块集合。它的作用是通过数据(原始数据库或数据文件)直接生成某种固定格式的地质图形。事实和经验表明这种生成功能设置对提高系统性能和商品价值有极大好处,作为沉积或层状矿产地质制图系统至少应有以下生成功能项:

- a. 图框、格网生成;
- b. 剖面图自动生成;
- c. 等值线自动生成;
- d. 柱状图(包括煤岩层对比图,综合柱状图)生成;
- e. 岩性符号定义,填充功能。

另外,还有地质符号、地质曲线、特殊线条生成功能,对三维成图系统来说,还必须具有曲面分片表示能力。这些生成功能与基本的绘图功能(画圆、绘直线、文字标注)相比,主要区别在于所需的输入数据量、生成图素数量和种类。比如一张剖面图的生成需要用到钻孔、地层、断层、巷道等多方面的大量数据,生成的图形包括各个地层、断层的形态、钻孔平面、剖面的位置和形态、剖面图的图框、图签等多种图形元素。

从图形对象而言,地质图件由图形对象(点、线、面)构成。作为独立的图形对象,它有其自身的几何描述及与其它对象间的拓扑关系。但作为区域地质现象的一个组成部分,这些对象的相互关系在地质图形生成时必须被考虑,这种相互关系包括:

- a. 断层间的相互切割关系;
- b. 断层对地层的切错关系;
- c. 地层时代的上下顺序关系(限制关系,如空

间上不能相交或脱离)；

d. 岩层形态间的相似性、地层界线或界面(如不整合面)对地层的限制关系(如地层剥蚀)。

图形编辑系统除常规的编辑修改功能——平移、旋转、删除属性修改等外,作为地质专用系统,编辑系统体现专门性也是十分必要的。地质图形编辑系统是对图形生成器生成地质图形不完备性的补充和调整。通过它,用户可以很方便地修改和调整地层形态与位置,可以很方便地对用户感兴趣的目标区进行分析和计算(最常见的如储量计算)。

更为重要的是,这种交互式的编辑修改为地质模型建立提供了一种“软”数据输入机制。这里我们若把勘探数据、开采数据等可以量化的、可在图形生成时直接采用的数据称之为“硬”数据,则不可量化与难于表达的地质背景知识就可以称为“软”数据,它是人们对地质现象的产生与演化过程的全部理解。其包括:

a. 以往的认识(邻区、邻层的几何、构造特征);

b. 区域地层等方面的基础知识;

c. 区域构造规律性知识;

d. 基础地质学知识(沉积、地层、构造、地动力学等)。

半自动—交互式的图形生成满足了地质现象之间的相互关系对图形生成处理方面的需求,也使得地质模型的建立过程中包含了地质学家对工作区的认识和理解。它使系统获取地质背景知识于无形。

## 6 结语

目前国内的地质计算机制图学应用及开发水平均较低,且多为二维图形系统及二次开发。除开发力量分散、单薄且封闭外,系统分析能力以及系统分析

工作的缺乏也是一个很重要的原因。地质图形处理是一个重要的计算机应用领域,涉及的范围很广,其最终目标是真三维多层立体模型的建立。鉴于地质现象的复杂性、控制数据的局限性和地质背景知识的不可表示性,半自动化的地质模型建立、交互式的地质图形处理系统应是目前解决这一问题的唯一途径,而逻辑与数学模型、系统结构的好坏则对系统的性能、实现与维护有决定性的作用,必须予以高度重视。

## 参考文献

- 1 孙家广,许隆文编著.计算机图形学,第一版.北京:清华大学出版社,1986
- 2 罗振东,廖光裕编著.计算机图示学原理和方法,第一版.上海:复旦大学出版社,1993
- 3 门桂珍,萨贤春等.地质图件的数据存贮与处理.物探化探计算技术,1994;16(3):234~238
- 4 门桂珍,萨贤春等.煤矿地质信息系统.煤田地质与勘探,1994;22(2):32~36
- 5 萨贤春,门桂珍.地质剖面图的计算机自动生成技术.见:中国数学地质专业委员会,中国数学地质(6).北京:地质出版社,待出版
- 6 Auerbach S, Schaeben H. Computer aided geometric design of geologic surfaces and bodies. Mathematical Geology, 1990;22(8):957~988
- 7 Jonathan F Raper, David J Maguire. Design models and functionality in GIS. Computers and Geosciences, 1992;18(4):387~394
- 8 Micheal F Geodchild. Geographical data modeling. Computers and Geosciences, 1992;18(4):401~408
- 9 Andrew U frank. Spatical concepts, geometric data models and geometric data structures. Computers and Geosciences, 1992;18(4):409~418
- 10 Scoff Morehouse. The ARC/INFO geographic information system. Computers and Geosciences, 1992;18(4):435~442
- 11 Pefer Batty. Exploiting relational database technology in a GIS. Computers and Geosciences, 1992;18(4):453~462

(收稿日期 1996-03-29)

## THE DESIGN OF PROCESSING SYSTEM FOR GEOLOGIC GRAPHIC

Sa Xianchun Men Guizhen (Xi'an Branch of CCRI)

**Abstract** The system function and system structure of the computer processing system for geologic graphics, the structure of graphic database, and graphic generation and edition are introduced. The following problems are discussed, such as how to reflect the professional features when the computer-aided design or plotting system for geologic graphics are developed; how to express the stratigraphic and structural significances of geologic phenomena in the data; how to mix the geologic background knowledges of professionals into the constructed geologic models; and how to design a practical and effective software system for processing the geologic graphic, etc.

**keywords** computer cartography; image data processing; geological models; databases management systems; system architecture