

# 图形编辑软件的优化设计

张保钢

(北京测绘设计研究院, 北京市复外羊坊店路 15 号, 100038)

**摘要** 阐述了地图数据库下图形编辑的原理、方法, MDBGES 的构成和功能, 提出了库函数的建立及其分类方案, 以及一整套与地图数据库接口函数的原型。在用户与 DBMS 的接口规范化方面作了有益探索。此外, 还探讨了符号图形编辑的两种设想。

**关键词** 地图数据库; 图形编辑; 符号图形编辑

**分类号** TP316, TP311.11

地图数据库的图形编辑, 在 GIS 数据录入和更新中起着重要作用。目前, 图形编辑软件程度不同地存在如下缺点: 与不同数据库管理系统(DBMS)的接口较困难; 通用性不强, 对进行系统二次开发的用户要求较高; 不支持对符号图形的编辑。

基于以上原因, 笔者在关系型地理数据库系统(RGDBS)的前期成果基础上, 在 Borland C++ 3.1 环境下, 研究和开发了较为优化的基于地图数据库的图形编辑软件 MDBGES (Map Database Graph Editing Software), 并取得初步成果。按数据处理需要以及应用程序与 DBMS 的关系, 提出了库函数的建立及其分类方案, 以及一整套与地图数据库接口函数的原型(Prototype)。还探讨了符号图形编辑的两种设想。

## 1 MDBGES 的设计思想及其库函数分类

要提高软件系统的通用性, 建成一个便于与各类地图数据库系统通讯的软件, 必须对地图数据库软件系统的共性和个性加以分析归纳, 利用其共性设计接口。要便于用户二次开发, 就应向用户提供一系列便于用户掌握的命令语言或能由用户程序直接调用的库函数(本文选择了后者)。据此, 作者在地图数据库管理系统基础上, 编制了一系列用于图形编辑的库函数。根据它们的作用及调用关系可分为两类: 与地图数据库管理系统的接口函数; 用户函数。

上述所分两类库函数其中, 用户函数是通过接口函数与数据库相联系的, 它独立于数据库管理系统中。对不同的数据库系统, 用户函数不需修改, 而接口函数应有不同的定义, 应根据 DBMS 提供的数据库操作函数改写接口函数。本设计提出了一整套接口函数的原型便于编写适应各类接口函数, 并可供接口规范化参考。由于各类图形编辑功能是以函数形式组织在一起的, 因此本系统是一开放系统。

## 2 图形编辑的一般过程与 MDBGES 的功能

地图数据的编辑过程, 实质上是地图数据的更新过程。它是通过将地图数据由地图数据库读至缓冲区, 给需要更新目标赋新值后, 重新写到地图数据库实现的。地图数据的图形数据和

属性数据可彼此独立地进行编辑,它们通过关键字连接在一起。对用户来说,地图数据的编辑是通过向计算机发布编辑命令来完成的。编辑命令基本上只有两种指令类型:删除数据和增加数据。地图数据编辑的一般过程可用图1表示。图中每一环节都包含有对被操作目标的图形显示,由于多个目标的属性信息不便于在显示器上同时显示,故采用目标信息查询的方法实时显示编辑目标的属性信息。

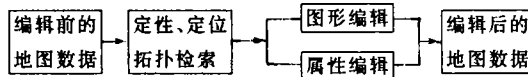


图1 地图数据编辑的一般过程

MDBGES 在分层调入图形、多级窗口缩放、工作区图像保存与恢复、编辑目标的标识及其图形显示、编辑目标的属性查询等5项图形编辑支撑功能基础上,有以下7类数据编辑功能:①坐标(串)的插入及删除;②坐标(串)的置换;③目标的坐标变换;④目标的端点匹配;⑤目标间操作;⑥属性编辑;⑦符号图形编辑。

### 3 图形编辑的支撑功能及其实现

图形编辑的支撑功能是指在地图数据库系统的基础上,实现对目标图形编辑所需的辅助或支撑功能。要对一个地理实体实施编辑,首先要指定被编辑目标,让系统获得其标识码,也就是目标标识。要准确地标识目标则是以对目标的准确检索和窗口显示为前提的。它包括定性检索、定位检索和拓扑检索<sup>[3]</sup>。对编辑目标实施编辑后,通过图形和属性信息的显示来检查编辑结果。

(1)窗口的多级缩放实质上是多次进行开窗选取的过程。它是根据给定的区域范围提取其内(或外)的全部物体(单纯开窗)或某类(含有定性检索)指定内容。

在缩放过程中,用户坐标系-屏幕坐标系正反两个方向的变换(图3)算法如下。该算法能使变换前后的图形保持相似,且使图形显示在窗口内适中位置。

(i)屏幕窗口与用户窗口的横纵向比例因子为:

$$SC_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad SC_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

(ii)取2个方向中最小比例因子作为用户窗口到屏幕窗口的比例因子:

$$SC = \min\{SC_x, SC_y\} \quad (1)$$

(iii)屏幕原点在用户坐标系中的坐标为:

$$X_m = \frac{X_{\max} + X_{\min} - (x_{\max} + x_{\min})/SC}{2}, \quad Y_m = \frac{Y_{\max} + Y_{\min} + (y_{\max} + y_{\min})/SC}{2} \quad (2)$$

(iv)由式(1)和式(2)得:

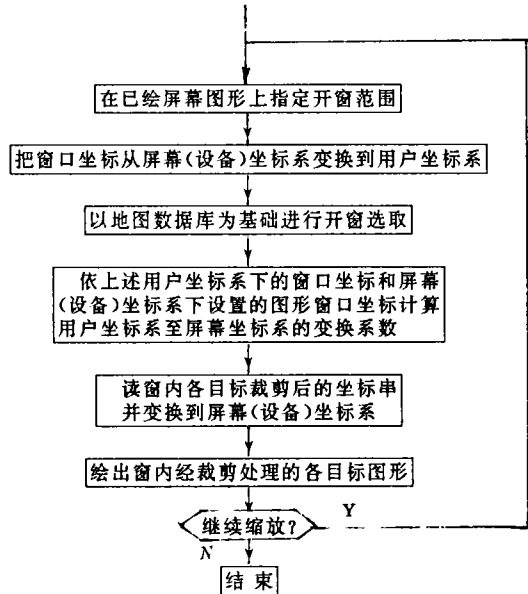


图2 窗口的多级缩放流程图

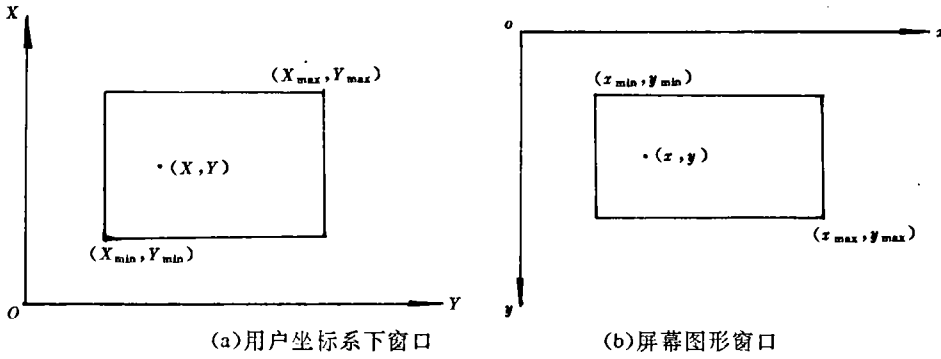


图 3 窗口多级缩放过程中用户坐标系、屏幕坐标系正反两个方向的变换示意图

用户坐标系中任意一点  $(X, Y)$  在屏幕坐标系中的对应点坐标  $(x, y)$  为:

$$x = (X - X_m) \cdot SC, \quad y = (Y_m - Y) \cdot SC$$

屏幕坐标系中任意一点在用户坐标系中的对应点坐标为:

$$X = X_m + x/SC, \quad Y = Y_m - y/SC$$

(2) 目标标识是通过给出目标图形上(或邻近)一点确定编辑目标关键字的过程。其实现过程:以标识点为中心,设置搜索窗口的最小、最大范围,从最小窗口开始用类似“折半查找”方法进行动态开窗选取,直至检索到唯一目标,或目标数虽多于一个,但已是最小窗口,或目标数为零,但已是最大窗口为止。

(3) 目标的图形绘制是把目标的几何数据转化成图形信息(地图要素的中心位置)并在某种介质上显现出来的过程。其一般过程为:①指定用户坐标系下的绘图区范围;②确定在输出设备坐标系下的绘图区范围;③计算

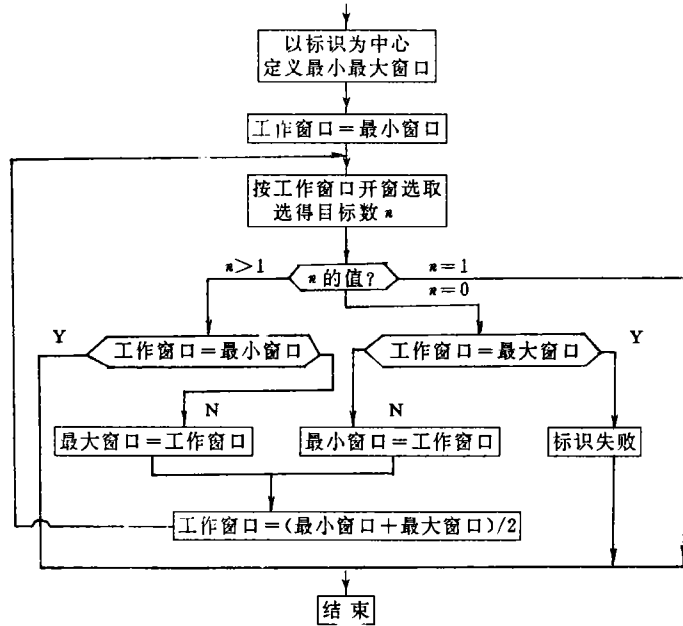


图 4 目标标识的流程图

④用户坐标系至设备坐标系的变换系数;⑤逐个目标从库中读出坐标串,若为开窗选取,尚需进行窗口裁剪;⑥将读出的坐标逐点变换至设备坐标系,并绘图输出。

(4) 目标属性信息显示的过程就是根据目标标识得到的目标键号,将该目标的标题、数量指标、性质说明、名称及注记参数、面邻接信息、几何特征码等属性信息由数据库读至计算机缓冲区并加以显示的过程,读得的标题码等是一系列的数字代码,还要通过相应索引表转译为用文字说明的分类、分级信息。整个过程是将目标属性信息进行读操作的过程。

### 4 符号图形编辑的探讨

各种地理要素以数字形式存入地图数据库,是以属性、坐标来描述存储对象的。这种存贮

形式是对地理要素的一种抽象,它已脱离了地图符号。要想重新获得地图,必须依靠地图数据库提供的属性、坐标、关系向图形符号转换。由于地图有限的可视空间,符号化后的各地图要素间产生压盖或其它形式的冲突完全是有可能的,随着地图比例尺的缩小,进行制图自动综合时,出现这种情况的可能性大大增加。因此,在地图要素自动综合及自动相关处理还不能完全实现的今天,探讨地图符号图形编辑的意义就不言而喻了。在地形图上,地理要素采用的地图符号有依比例尺表示的如居民地的平面图形;不依比例尺的如三角点;半依比例尺的如道路;为了说明一些地物及现象还有一些说明符号,以及配合说明地物和现象的名称、数量、质量特征等。根据地图矢量的几何特征,它们可分为点状符号、线状符号和面状符号。

对地图符号图形的编辑是在对地图骨架图形的编辑完成之后进行的。地图骨架图形应具有正确的空间位置与关系,并按数字景观模型建立关系,在符号化后各地图要素间可能产生冲突。文献[5]把地图中的图形冲突分成点线冲突、点点冲突和线线冲突,文献[6]增加了点面冲突和线面冲突,并提出了冲突的搜索方法、处理方法及分层输出各地图要素的方法。图形输出中的符号关系处理一定程度上减轻了符号图形编辑的工作量,但它在矢量方式下处理双线道路的交叉等地图符号的冲突时,仍显得无能为力或不尽人意。在目前人工智能技术还未足够发达的情况下,靠程序显然不能完全自动解决这一问题,因此采用人机交互的方法进行符号图形编辑仍不失为一种可尝试的方法。

笔者认为,对地图符号图形的编辑有以下特点:不涉及目标的属性信息;一般不改变库内地图数据,即不改变数字景观模型(DLM);保持符号图形的清晰易读与正确关系。对此笔者提出以下两种设想解决符号图形的编辑。

#### 4.1 扩充或增加对图形数据存储管理的功能

这是一种以本软件为基础的方法,根据对地图数据库的操作情况分为扩充原地图数据库结构,增加符号图形位置及其有关信息;和保持原数据库结构,增加图形工作库的方法。分述如下。

(1)扩充原有地图数据库结构,增加符号图形位置及有关信息的记录。a. 增加符号图形位置描述信息和符号图形的坐标链辅助文件。符号图形位置描述信息可包括目标键号、符号图形坐标开始和结束地址及目标的几何特征码。b. 建立各符号图形是否进行过编辑的所谓“符号图形编辑标志比特表”。c. 编制一套符号图形编辑程序。这里最基本的编辑指令仍是对符号图形的插入和删除操作。这些符号图形编辑的结果不改变原库内坐标数据,而仅将该目标符号图形信息写入坐标链辅助文件,并在该目标的“符号图形编辑标志比特表”相应位上写1。d. 图形输出时区分两种情况。若“符号图形编辑标志比特表”中该目标所在位的值为1,则读取坐标链辅助文件中该目标的符号图形信息直接输出;否则仍按通常方法,从符号库中读出符号信息块后按要素中心或轴线配置绘出。

(2)原地图数据库结构不变,另外增加图形工作库。a. 另建一个仅含几何信息的图形工作库,用于存储目标的骨架图形(轴线)数据和编辑的符号图形数据。b. 屏绘出各目标的骨架和符号图形,找出有符号图形关系冲突的目标。c. 针对不同情况,对目标的骨架图形或符号图形进行编辑。编辑结果均写到图形工作库。d. 按图形工作库中新的骨架数据或图形数据绘出编辑后的图形。

#### 4.2 建立本软件与商用图形编辑软件的接口

根据编辑符号图形数据的形式分为矢量形式和栅格形式,两种形式的实现途径均是建立地图数据库到商用图形编辑软件的单向接口,符号图形编辑完成之后保存图形文件。

(1)矢量形式。a. 将符号化后的图形数据转换成 AutoCAD 的 DWG 或 DXF 文件,或 Microstation 的 DGN 文件。b. 在 AutoCAD 或 Microstation 下对符号图形进行编辑。c. 在 AutoCAD 或 Microstation 下输出图形。

(2)栅格形式。a. 以图像形式保存符号化后的图形(BMP 文件)。b. 在 Windows 的 PaintBrush 下对符号图形进行编辑,并保存编辑结果。c. 在 PaintBrush 下输出图形(栅格形式)或将其矢量化后在本软件或其它绘图软件上输出。

## 5 实验结果

一个软件是否达到设计要求,必需在应用中接受检验。实验原图是一幅 1:2500 的武汉测绘科技大学校园平面图,共有水系、道路、居民地、体育场、境界等多种地图要素。通过对该图地图要素所进行的插入、删除、置换、变换等多种编辑实验,可得到如下结果:

(1)对目标坐标串进行各种插入、删除、置换操作后,各目标的位置和拓扑关系正确,并对地图数据库中相应目标的栅格索引作了准确的更新。

(2)目标间的操作能达到用户要求,目标分解后再作合并操作能完全还原为原来的目标。

(3)图形变换正确,逆变换后目标能恢复到其原来的位置。

(4)各类检索严格按检索条件选取目标。

(5)全汉化立体下,菜单支持的图形编辑界面形象、生动、用户易于操作。

(6)编辑目标标识正确,并能进行闪烁醒目显示。

本文是在徐庆荣教授、郭仁忠教授和郭庆胜副研究员的指导下完成的,在此表示谢意。

## 参 考 文 献

- 1 黄杏元,汤勤.地理信息系统概论.北京:高等教育出版社,1989.
- 2 毋河海.地图数据库系统.北京:测绘出版社,1991.
- 3 徐庆荣,杜道生,黄伟等.计算机地图制图原理.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1993.
- 4 杜清运.微机地理信息系统上图形编辑系统的设计与实现.见:全国青年测绘工作者优秀学术论文集.北京:中国测绘学会,1992.82~89
- 5 William A M, Peter F F. Automatic Recognition and Resolution of Spatial Conflicts in Cartographic Symbolisation. AUTO-CARTO, 1987.
- 6 刘纪平.地图数据库图形输出及要素关系处理,[学位论文].武汉:武汉测绘科技大学,1992

## Optimisation of Design on Graphic Editing Software

Zhang Baogang

(Beijing Academy of Design and Research in Surveying and Mapping,  
15 Yangfangdian Road, Fuxingmenwai, Beijing, China, 100038)

**Abstract** In GIS, graphic editing is an important link in data capturing, updating and outputting. In this thesis, the principle and method of graphic editing, and the structure and function of MDBGES based on map database are stated, and the result of the tests is analysed. The project on the establishment and classification of program library and the prototype of a

---

set of functions interfacing with map database are put forward according to the relation of user application programs with DBMS. A useful exploration has been made in making a standard for the interface of user with DBMS. Two propositions on symbol graphic editing are discussed.

**Key words** map database; graphic editing; symbol graphic editing