

# 专题地图地理底图数据库的建立与管理

张新长 艾廷华

(武汉测绘科技大学地图制图系, 武汉珞珈路 39 号, 430070)

**摘 要** 本地理底图数据库系统是一个小型的数据库系统, 它具备了地图数据库的基本功能, 适应同一底图服务多种专题图编制的要求, 提供多种检索途径, 运用大量的位操作, 使得数据库结构具有动态性、灵活性。将频繁交换的数据纳入内存, 加快了系统运进速度, 通过多边形组织, 可自行建立专题要素与底图要素的图形关系, 建立区域间层次关系, 减小数据采集工作量。

**关键词** 专题地图; 地理底图; 地图数据库

**分类号** P285 TP392 P283.7

## 0 建立专题地图地理底图数据库的必要性

专题地图所反映的现象大大超过了普通地图的范畴。然而, 这些专题现象又不可能脱离它的地理基础——底图。一般来说, 普通地图上所表示的居民地、道路网、政区界线、水系等要素就是专题地图中的地理基础内容。

在专题地图上, 影响地理基础内容选取和表示详细程度的因素有: 专题地图的主题、用途、比例尺、区域地理特点以及专题地图的表示方法的不同等。例如, 不同的专题地图对某些地理要素的取舍和表示方法就各不相同; 比例尺愈小, 地理基础内容的表示就愈概略; 此外, 有些表示方法要求地理底图能够提供某种现象中所有点、线、面的准确分布位置, 有些表示方法仅概略地表示了现象的分布特征。由此可见, 不同专题内容、用途及比例尺等对地理基础的特殊要求决定了底图应该表示什么样的内容(即分类特征)以及每一种要素应表示多少(即等级特征), 这是建立专题地图地理底图数据库的理论依据。

## 1 基于专题地图特点的地理底图内容结构

前已述及, 专题地图的主题、用途的比例尺、区域的地理特点以及专题地图的表示方法的不同, 对地理底图内容选择是有区别的, 这就要求在数字化一幅区域地理底图时, 全方位地考虑上述各种影响因素, 分析和深入研究各种专题地图对地理底图内容选择的不同要求, 以便确定普通地图上哪些内容需要输入; 以及对选择的底图内容各要素如何进行分类分级, 建立分类特征和等级特征的数据结构体系, 为进一步构造复合目标、拓扑关系、多边形自动生成提供算法上的方便, 以满足各种专题现象对地理底图的基本要求。

总之, 由于专题地图特点, 就要求区域地理底图不仅要明确底图系统的种类, 按内容进行分类, 而且每一类中还需要分等级, 才能满足相应专题地图的要求(分类分级详见图 1)。

此外, 由于专题地图的内容详尽程度不同, 同一系统中的各级地理底图随着比例尺的缩小, 内容依次简化, 就要求有不同比例尺的地理底图作为基础。因此数字化地理底图时, 也要充分地考虑不同比例尺底图所能表达的载负量(含专题内容)。在实施数字化底图方案时从三种可能出现的比例尺(1/100 万, 1/150 万, 1/500 万)考虑, 对同一类型的不同等级内容要先处理

取舍表示问题(详见图 1)。

综上所述,对地理底图的分类分级处理就能够较好地满足各种专题现象图型对不同地理基础的需要。整个专题地图概括起来一般有以下基本图型:

类型	要素	1/100 万	1/150 万	1/500 万
行政界线	省界	全部表示	全部表示	全部表示
	地(市)界	全部表示	全部表示	全部表示
	县(市)界	全部表示	全部表示	全部表示
水系	双线河	全部选取	全部选取	全部选取
	单线河	长度>12mm	长度>10mm	
	湖泊	全部	全部	
	水库	全部	全部	
居民地含注记	省会	全部	全部	全部
	地级市	全部	全部	全部
	县级市	全部	全部	全部
	乡镇级	根据主题确定	同左	
道路网	铁路	全部选取	全部选取	全部选取
	国道公路	全部选取	全部选取	根据主题确定
	省道公路	全部选取	根据主题确定	
	县道公路	根据主题确定		
其它注记	邻区省份	全部	全部	根据主题确定
	主区地市	全部	全部	
	水系	全部	主要单线河湖库	仅选双线河注记

图 1 地理底图的分类分级

(1) 类型图——社会、自然条件图中的地质图、水文地质图、地貌图、土壤图、土壤资源图等图幅,一般具有较精确的界线范围和科学的分类系统,不同类型的图斑反映了某种专题现象的分布规律,因此要求地理底图对自然要素尽可能详细,对社会经济要素可适当表示,考虑到这些自然要素的相互联系,互为条件,应采用同种较大比例尺。

(2) 区划图——主要指各种区划图,如地貌区划,气候区划,土壤区划,水文区划、综合农业区划等。区划图图面虽然简单,但具有高度的概括性,区划界线的划定是多门学科在协调一致的基础上现阶段认识水平的标志,通过区划图提纲挈领地介绍其最基本的规律,区划图必须体现出区、亚区乃至小区的多级制,并以区划界线的粗细反映区划等级,这些区划的界线很大一部分与行政界线基本吻合或有相关关系,所以地理底图要尽可能详细地表示行政界线以及自然要素。对于道路网,居民地可适量表示。

(3) 等值线图——等值线图主要在自然条件图中使用,如地势图中的等高线;气候图中反映光热资源的等日照时数线及等日照百分率线,等温线,等降水量线等;水利图中反映陆地的年径流深度等值线等。这些地图等值线一般与地区自然环境有关,所以要求地理底图尽可

能全面的反映自然要素,对社会经济要素几乎不表示,且采用较小的一组比例尺。

(4) 分布图——是指以表示呈点状分布现象和那些呈间断成片分布现象的图型,如矿区分布,分洪区和灌区、石油、天然气分布,煤田分布,森林资源、动植物资源、工业企业点、草场等分布,这些分布图一般要求能较准确的反映其地点及数量、质量特征,而且有时需要用底色、晕线和点线符号相结合的多层平面的设计。因此,要求地理底图不宜有太多注记和线划,但起定位意义的河流、道路、大的居民地还是要详细的表示。

(5) 统计地图——这是专题地图中使用最多的一种图型。这些图的资料大多是统计资料,一般是用分级统计图法表示相对指标(如每一农业人口拥有耕地等),用分区统计图表示绝对指标及其构成(如耕地总数及其构成等),并常将分级统计图法与分区统计图法相配合,以前者为背景,从相对实力和绝对实力两个方面描述其经济状况。统计单位大多数是以县为单位,因此,要求对行政界线必须要表示到县,居民地也必须选取县以上的居民地,对于自然要素可以概略表示。

上述专题地图的基本图形对地理底图分类分级各要素详尽程度组合形式的要求是不同的,概略起来可用以图2表示。

### 3 地理底图管理系统的总体结构

系统设计的总体思想是:应用地图数据库技术,在实现数据库应具备的基本功能的前提下,根据地理底图自身特点,提高数据库结构的灵活性,加快数据库运行速度。地理底图数据库包括的功能模块有批量数据入库、图形编辑、多边形区域的组织、定性检索、定位检索等。

主 空 间	栅格内1目标的数目 $m_1$	目标1	目标2	...	目标 $n$
	栅格2内目标数 $m_2$	目标1	目标2	...	
	.....	...	...	...	...
	栅格 $n$ 目标数目 $m_n$	目标1	目标2	...	目标 $n$
	该记录存储目标数 $m_{1-n}$	目标 $n+1$	目标 $n+2$	...	
附 属 空 间	:			:	

图5 栅格文件

地理底图管理系统是以地图数据库为核心的。其总体结构见图3。

#### 3.1 目标数据批量入库

##### 3.1.1 目标存储的数据结构

地图数据库的最底层(物理级)存储、管理的对象是地理目标。地理目标具有地理实体与几何实体两重信息,具体可划分为定位信息、属性信息、名称信息与数质量描述信息等。在数据库内通过坐标信息串,标题信息串,名称信息串实现对目标的管理。由于目标的数质量特征描述形式多样,在地图数据库中无法设计固定的数据结构存储,这方面的信息通过关系数据库存储管理,应用接口将地图数据库与关系数据库联系起来。

目标的数据结构如图4所示。

##### 3.1.2 目标栅格化

目标栅格处理是目标标识、定位检索的前提,栅格存储文件如图5所示。

记录长度定长,每个记录最多存  $n$  个目标,当栅格内目标数目  $m \leq n$  时,栅格内的目标用一

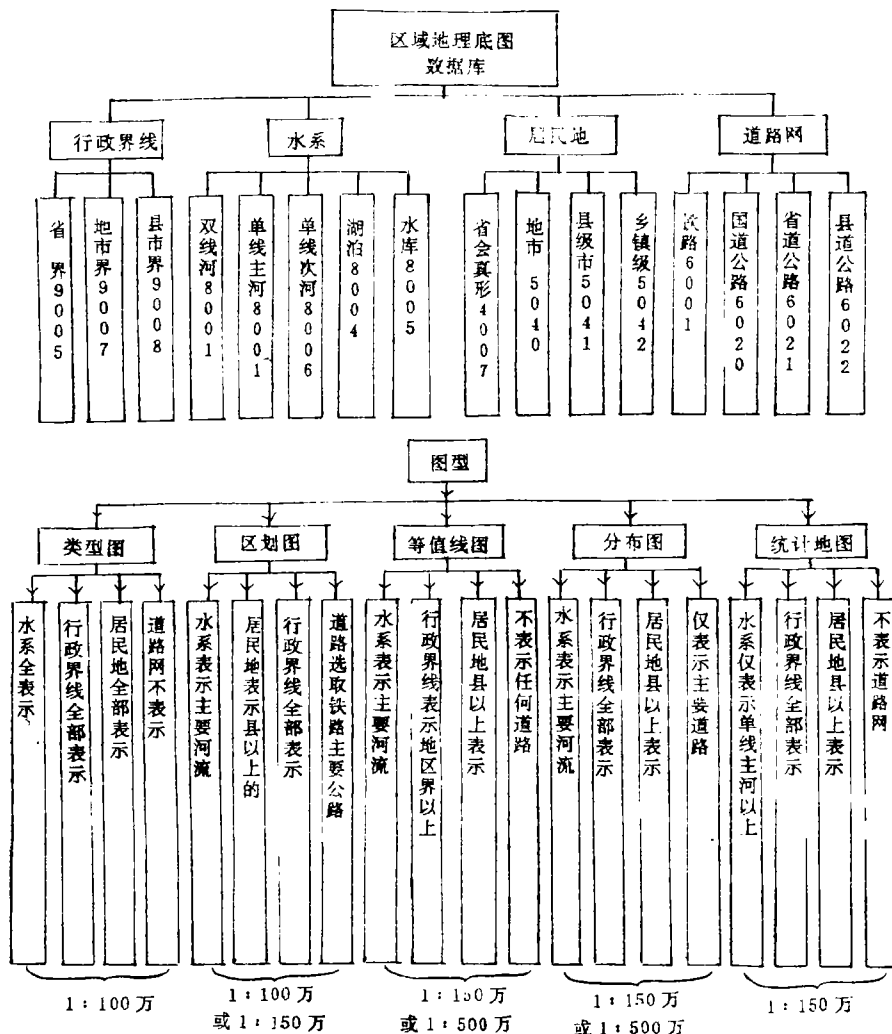


图2 区域地理底图要素不同类别级别的要求

个记录存储;当  $m > n$  时,记录的最后一项存储在附属空间余下的  $m - n$  个目标所在地址。这样,在保证每一栅格内目标存储不溢出的情况下节省了空间,同时提取目标方便。

### 3.1.3 目标外接矩形文件建立

目标关键词	外接矩形左下角 minz, miny	外接矩形右上角 maxz, maxy	起始点 beginz, beginy	终止点 endz, endy
-------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------

该文件结构如上。这是一辅助性文件,通过该文件有关信息可大大提高结点配点速度,快速实现目标间拓扑关系的判断,减小不必要的盲目的求交运算。

## 3.2 目标编辑

数据采集过程中,错误在所难免。目标的标题串、坐标串、名称串都有可能输错。另外,地理实体随时间发生变化,河流改道,地市合并,道路拓宽升级,都需要对目标作实时编辑,保证其在数据库中的正确性与现势性。图形编辑是地图数据库系统的一个不可缺少的功能。

### 3.2.1 目标的快速标识

从数据库的众多目标中搜索出待编辑的目标是目标编辑的首要步骤。标识速度已成为衡

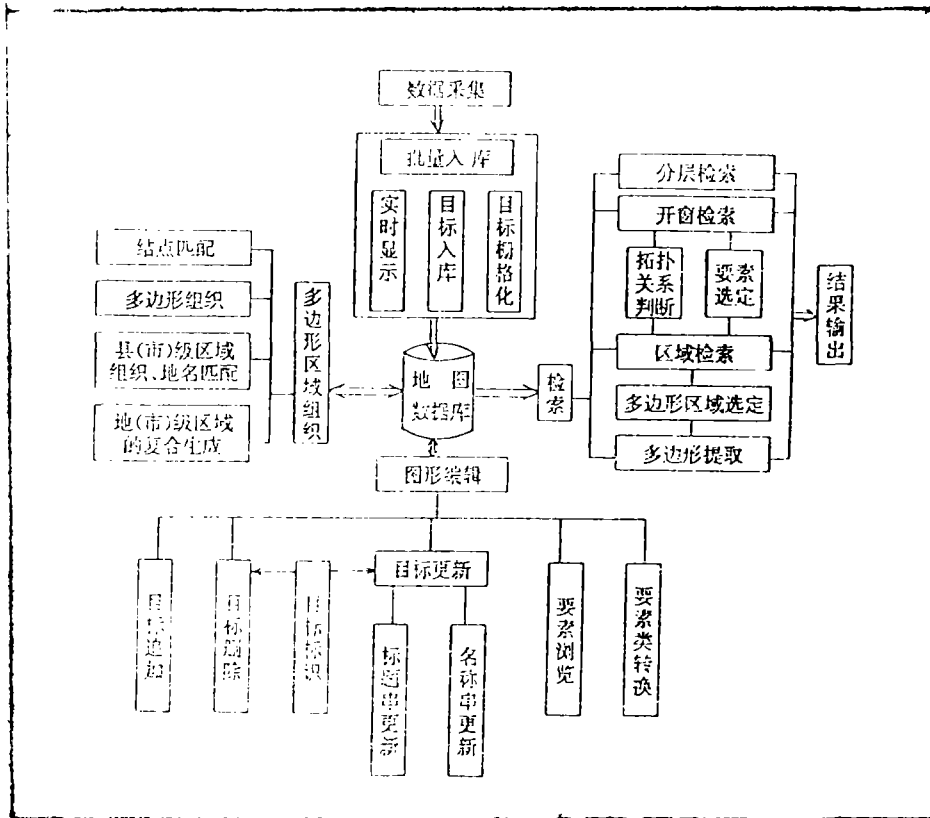


图 3 地理底图管理系统

量图形编辑的一个主要指标。在屏幕上进行目标标识,获取标识点坐标,然后转化为数据库坐标。计算出对应的栅格号,从栅格文件中读取该栅格内的目标,选取距标识点最近的目标,显示于屏幕。

3.2.2 对标题串的编辑

标题的增删修改通过位操作来实现,构造 4 字节的 TAB 表,作为位逻辑运算的“尺子”。

- TAB[1] 1 0 0 . . . 0 0 删除一个标题,将相应的
- TAB[3] 0 0 1 . . . 0 0 TAB 项取反与标题位
- TAB[31] 0 0 0 . . . 1 0 作“与(AND)”运算,
- TAB[32] 0 0 0 . . . 0 1 增加一个标题,用相应 TAB 项与标
- TAB[2] 0 1 0 . . . 0 0 题位作“或(OR)”运算。

3.2.3 名称注记串的编辑

目标的名称注记存储由注记索引文件与注记文件两部分组成。注记索引包括判断有无注记的标志位,和指向注记文件相应注记的地址指针。删除一个注记,只需将标识位赋 0;增加一个注记,则在注记文件中要寻找一可得用空间,插入新名称注记,并使索引文件指针指向该新的注记。

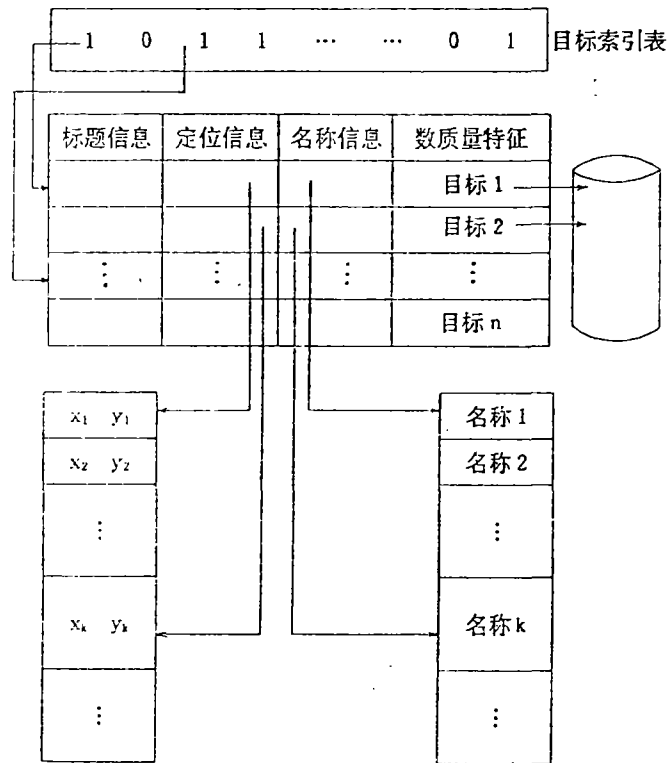
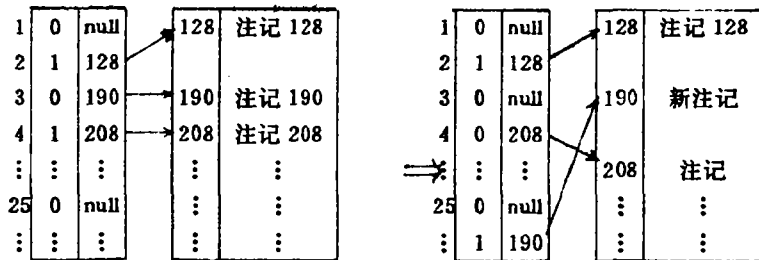


图4 目标数据库结构



删除目标4的注记  
增加目标25的注记

### 3.2.4 整个目标增删

删除一个目标,在索引表中将对应位置0,并对该目标关键码对应的三个信息串作相应删除处理。并对坐标串空间进行维护。

往数据库中追加新目标,首先扫描索引表,“申请”新目标的关键码key,然后将目标的坐标串标题串名称串加入到相应文件中。并提供多种外设输入信息的方式,方便用户操作。

### 3.2.5 建立目标与要素类关系

某些标题间存在着内在的包含关系,如省界同时是地区界,地区界一定同时也是县界。采集数据时只输高级别的标题,可减少工作量,在编辑过程中来处理这种包含关系。

另外,根据不同的要求,用户需将某几种标题归入某一类,建立要素与标题间的超类/子类关系。如将双线河、单线河、湖泊、水库等归入水系类,将铁路、高等级公路、双线河、地市级居民地、地区级境界归入“高级别要素类”,还有自然要素类、人文要素类、印刷工艺中的黑版要素

类,绿版要素类等。

考虑到这种类别形式的多样性,其实现过程通过编辑形式提供给用户,根据用户需要选择完成。

### 3.3 多边形区域的处理

多边形是底图要素与专题资料的接口数据,是图表配制等其他专题图表示法得以实现的基础,多边形处理在底图数据库管理系统中占有重要的地位。

#### 3.3.1 结点匹配

多边形要闭合,数据要保持一致性,在边与边相交的结点处必须进行匹配。搜索结点所关联的边时,选判目标接矩形间的关系,排除大批的不必要的端点间距的运算,提高匹配速度。

#### 3.3.2 多边形的自动组织生成

首先对结点所关联的边排序,构造由结点出发的可代表各边拓扑位置的向量,基于向量的积与 $\times$ 积运算对关联边按顺时针或逆时针方向排序。然后以任一边 $e_1$ 出发找到端点 $n$ ,在 $n$ 所关联的有序边中,找 $e_1$ 的下条边 $e_2$ ;反复搜寻直到闭合。

#### 3.3.3 区域与多边形关系建立

##### ① 区域的存储结构

区域是实体世界的概念,多边形是几何空间的概念,两者之间存在着一定的映射关系,区域的边界由多边形组合。

在数据库中区域文件的数据结构为

区域号	区域名	组成区域的多边形	多边形组合方式
-----	-----	----------	---------

县级区域文件

区域号	区域名	多边形	多边形组合方式	饮食的县级区域
-----	-----	-----	---------	---------

地区级区域文件

复杂区域存在有岛屿与飞地,构造加减两种基本多边形组合算子,分别对应飞地与岛屿,组合算式采用后序算式表示。复杂区域便可通过这种结构由多边形组合表示。

如图6所示,区域 $a$ 为阴影表示。则

$$a = (p_1 - p_2 - p_3) + (p_4 - p_5) + p_6$$

后序式为  $a = p_1 p_2 p_3 p_4 p_5 p_6 - - - + - +$ 。

##### ② 区域名的匹配

实体世界中,具有行政区划意义的区域与居民地存在着联系,搜索区域内相应级别的居民地,用居民地的名称代表区域名称,从而减少数据输入工作量。

##### ③ 地区级区域与县级区域层次关系建立

地区级区域的边界以及地区与县的所属关系可由县级区域自动复合生成

根据组成县级区域的边的属性,从某一县级区

域向四周扩展,边的属性为县级境界时,便剪断该边,加入边另一侧的新的多边形,若边的属性

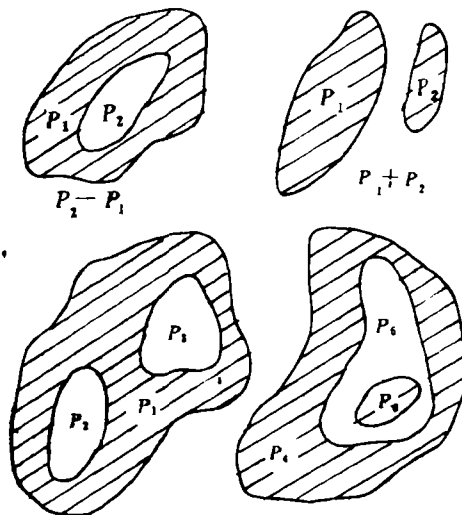


图6

为地区境界,该边不剪断,记录参与复合的县级多边形,不断扩展,直到所复合的多边形边界全为地区界。地区级区域的多边形便生成。地区所包含的县也有记录,建立地区级区域文件。

### 3.4 检索

根据用户需要提供多种数据输出是建立数据库的最终目的。

#### 3.4.1 分层检索

提取某一类标题的全部目标,提取某一类要素的全部目标,并对检索结果作简单的逻辑组合。

#### 3.4.2 定位检索

分开窗检索与区域检索两种形式,检索内容按标题选取。

开窗检索,扫描数据库内的全部目标,提取位于窗口中的目标,穿过窗口边界的目标被裁剪。

区域检索,将区域栅格化,逐个读取栅格中的目标。区域选定可按区域号、区域名、区域层次关系、鼠标标识多种方式实现。

#### 3.4.3 多边形闭合链提取

按图7所示的树形结构提取,结果数据为闭合坐标链。

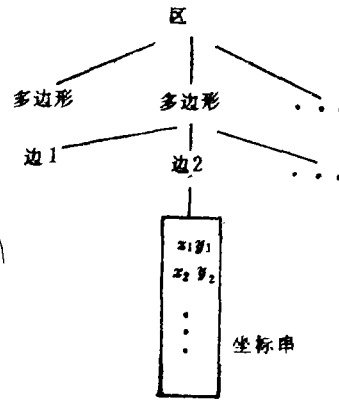


图7 树形结构

### 参考文献

- 1 张克权,黄仁涛.专题地图编制.北京:测绘出版社,1991.
- 2 毋河海.地图数据库系统.北京:测绘出版社,1991.

## Creating and Managing of the Base-map Database in the Thematic Mapping

Zhang Xinchang Ai Tinghua

(Dept. of Cartography, WTUSM, Luoyu Road 39, 430070, Wuhan, China)

**Abstract** Base-map database system is a small one which possesses some basic functions of cartographic database. In order to meet requirements of selecting base-map produced by various of the thematic mapping, it supplies a series of selection ways. By using a large number of bit-operations, the database structure is active and flexible. The data which frequently exchange are stored in the main memory, so that the database can run quickly. The system is able to organize polygons and hierarchical relations between regions automatically, reducing works in data capture.

**Key words** thematic mapping; base-map; cartographic database