

基于边-节点和原子属性的多比例尺 GIS 数据模型

黄 慧¹

(1 武汉大学空间信息与数字工程研究中心, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘 要: 针对当前多比例尺 GIS 存在的数据冗余问题, 提出并实现了一种基于边-节点和原子属性的数据模型, 在模型中较好地解决了复合属性问题, 并讨论了该模型在实际应用中的适应性和可扩展性。

关键词: 多比例尺; GIS; 数据模型; 复合属性

中图法分类号: P208

1 数据模型

多比例尺 GIS 的数据模型应满足以下要求:

- ① 能够表达地理实体的各级比例尺数据;
 - ② 能够体现同一地理实体不同比例尺数据之间的联系;
 - ③ 数据更新时, 能够使各级比例尺数据同时更新, 保证数据的一致性。
 - ④ 能够在一定程度上降低地理实体的复杂性, 减少各级比例尺数据之间的冗余。
- 笔者在确定了数据元模型的基础上, 利用模型组成要素之间的关系, 设计了满足多比例尺 GIS 要求的数据模型。

1.1 元模型定义

元模型指数据的基本存储单位, 是构造数据模型的基础。GIS 矢量数据模型较多, 最具代表性的是实体模型和面向对象模型。

对于多比例尺 GIS 数据, 同一地理实体的各级比例尺数据的属性大致相同, 如采用上述方法存储, 数据冗余较大。笔者认为, 要增强数据模型的适用性和可扩展性, 属性元模型的设计也不容忽视。本文以“原子属性”为属性元模型, 原子属性是相对复合属性而言的, 指基本且不需要其他属性组合表达的属性。

1.2 概念模型

基于边-节点和原子属性元模型设计的数据模型如图 1 所示, 主要由几何图形、属性和要素三部分组成, 它们之间的关系用箭头表示。几何图形包括节点、边和面, 它们之间存在一定的拓扑关

系, 其中边是有序的坐标串, 由两个节点界定, 面的边界由边组成, 是边的左面或右面。属性指非几何属性, 由原子属性构成, 但复合属性不是必需的, 用虚框表示。要素是具有现实意义的地理实体, 包含几何图形和属性两部分。比例尺具有地理语义, 应定位在要素上, 几何图形不受比例尺影

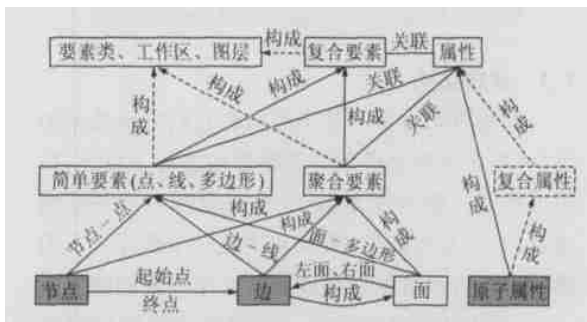


图 1 多比例尺 GIS 概念模型

Fig. 1 Conceptual Model of Multi-scale GIS

响。根据构成要素的几何图形类型, 将要素分为以下 3 种。

- 1) 简单要素包括点、线、区域三种, 其对应的几何图形分别由一个或多个节点、边、面组成。
- 2) 聚合要素至少包含两种不同类型的几何图形, 如一个区域和一条边。
- 3) 复合要素由多个要素构成, 要素可以为简单要素, 也可为聚合要素, 每个要素都有自己的属性。复合要素本身也有属性, 如居民区是由房屋、绿化带、道路和管线等多种要素构成的复合要素。

概念模型中的要素类、工作区和图层是根据

应用需求可选用的要素组织方式,各要素类、工作区和图层中都可包含不同类型的要素,而且要素类、工作区与图层之间也没有层次关系,这克服了传统的要素类、工作区和图层受要素类型限制的不足。如河流既包括区域要素,又包括线要素;1:1万的土地利用图既包括地块,又包括面状或线状的道路和河流。

多比例尺GIS数据与制图综合紧密相关,在

传统地图学中,制图综合的主要任务是从基础比例尺数据派生出更小比例尺的数据。要使数据模型能够表达各级比例尺的数据,必须分析制图综合前后要素之间的关系。对一个地理实体进行制图综合有4种可能的情况:保持原来的形态、发生形变、合并到其他地理实体中和完全消失。不难看出,综合前后要素个数的关系是1:1或1:0,要素类型的关系如表1所示。

表1 制图综合前后要素类型变化分析

Tab. 1 Feature Type Changing in Cartographic Generalization

综合前要素类型	综合后要素类型	变化分析
简单要素	简单要素、聚合要素	保持原样,化简为低维的简单要素,部分保持不变,部分化简,结果为聚合要素
聚合要素	聚合要素、简单要素	保持原样,部分图形化简、合并或消失,但结果仍为聚合要素,蜕化成简单要素
复合要素	复合要素、简单要素	保持原样,部分要素化简、合并或消失,但结果仍为聚合要素,蜕化成简单要素

表1分析的简单要素综合成聚合要素的情况在河流或湖泊宽度变化很大时常出现,如图2所示。

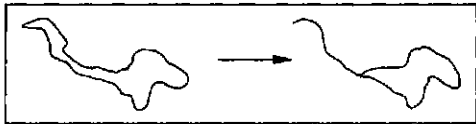


图2 制图综合示例

Fig. 2 Sample of Cartographic Generalization

1.3 逻辑结构

根据概念模型对基本数据和它们之间关系的定义,笔者对概念模型的逻辑结构进行了设计,如图3所示。整个模型由15个对象和7个关系构成,可分为几何图形、要素和属性3个部分。下面详细说明各种数据的构成和相互间关系的建立。

1) 几何图形的构成。按照概念模型中对几何元模型的定义,基本表有坐标值表(Coordinates)、节点表(Node)和边表(Edge),坐标值表可记录边对应的坐标序列。面表(Area)本身不记录图形,通过面-边关系表(AreaEdge)由边构造, Orient 表示面的边界与边的方向相同或相反。

2) 要素的构成。要素按类型分为点要素(PointFeature)、线要素(LineFeature)、多变形要素(Polygon)、聚合要素(AggFeature)和复合要素(ComFeature)。各要素都记录了所属的要素类FeatCode、组成要素的几何图形(或要素)的个数NodeNum、EdgeNum等、要素属性值ID号AttValID以及比例尺、所属工作区、图层信息。为了清楚地表达对象之间的关系,在此用了3个表分别存储点、线、多边形三种类型的简单要素,具体实现中可以存在一个表中,通过ID号区分要素类型。各类型要素的ID号是全局惟一的,由代表字母和序

号组合,如P000105表示第105个点要素。要素通过各类型对应的要素-几何关系表与几何图形关联。从要素的定义看出,一个要素可能由几个几何图形构成,虽然可用一个变长的字段在要素表中记录,但对变长数据的处理效率远不及一般的定长数据,在此采用一个关系表来记录,表中NodeOrder、LineOrder等字段描述了各几何图形的顺序。

3) 属性的构成。属性指要素的非几何属性,只与要素的语义有关。本文提出了基于原子属性来构造属性的方法,因此,对属性的定义不同于通常的方法。要素类的属性通过要素类属性定义表FeatureAtt定义,若其中包括复合属性,则只记录复合属性的AttCode,对于构成复合属性的子属性信息,在属性定义表中描述。属性定义表(AttDefine)记录了构成属性的所有原子属性和复合属性,以及复合属性与构成其子属性间的关系。构成复合属性的子属性可以是原子属性,也可以是复合属性,其SupAttCode记录了所属的复合属性。每一个原子属性(复合属性)AttCode的属性值用一个表AttValue-AttCode记录,图3中属性值表前面的“*”表示该表有多个,由AttCode来区分。AttID是属性值的序号,AttValue是属性值,AttValID是属性值的惟一标识号,SupAttCode是该属性所属的复合属性,SupAttID是所属复合属性的属性值标识号,SupAttOrder是该属性值在所属复合属性值中的顺序。要素的属性值通过其属性值惟一标识号AttValID到所属的要素类属性定义表中记录的各属性对应的属性值表中查找。不构成复合属性的原子属性值,其SupAttCode、SupAttID和SupAttOrder都为空,复合属性值的AttValue为空,因为它的值由构成它的子属性值

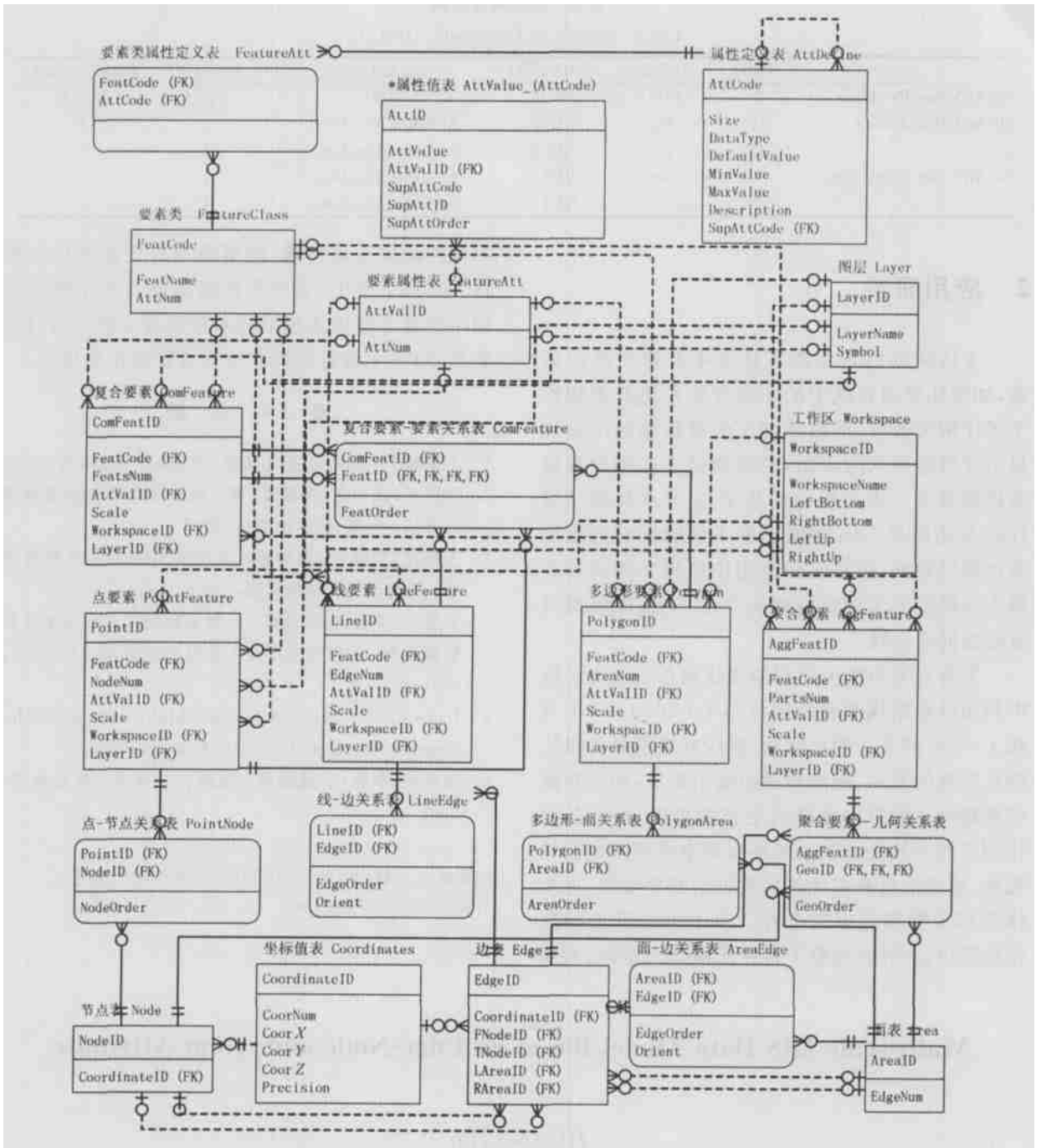


图 3 多比例尺 GIS 数据模型的逻辑结构

Fig. 3 Logical Structure of Multi-scale GIS Data Model

组成。构成复合属性的原子属性值 AttValID 为空, SupAttCode、SupAttID 和 SupAttOrder 为所属复合属性值的信息, 子属性值只能通过其所属复合属性值的 AttValID 与要素关联。假设某道路的车辆通行限制属性值为 Bus 30、Car 4, 道路的属性值 ID 为 20 536, 则车辆通行限制的子属性 Vehicle 和 PeopleNum 的值在相应属性值表中的记录如表 2 中的(a)、(b)、(c)所示。

利用上述逻辑结构来组织多比例尺 GIS 数据, 每一要素都有 Scale 属性标识, 可通过该标识

查询指定比例尺的所有要素; 不同比例尺数据中以同一形态出现的要素通过“要素-几何关系表”关联到同一几何图形, 由于物理上只存储了一次, 数据更新时只需一次操作, 同时也保证了数据的一致性; 同一地理实体在不同比例尺中的要素通过 AttID 关联, 因此, 通过地理实体的任一比例尺要素可查询它在其他比例尺中的对应要素, 而且不同比例尺要素通过 AttID 指向同一属性, 既减小了数据存储量, 又保证了数据的一致性。

表 2 复合属性举例

Tab. 2 Sample of Composite Attribute

	AttID	AttValue	AttValID	SupAttCode	SupAttID	SupAttOrder
(a)AttValue-PassLimit	1	NULL	20536	NULL	NULL	NULL
(b)AttValue-Vehicle	10	Bus	NULL	AttValue-PassLimit	1	1
	11	Car	NULL	AttValue-PassLimit	1	2
(c)AttValue-PeopleNum	1	30	NULL	AttValue-PassLimit	1	1
	2	4	NULL	AttValue-PassLimit	1	2

2 应用研究

多比例尺 GIS 在现实社会中有着广泛的用途,如智能交通系统中的车载导航系统严重依赖于多比例尺数据,网络环境下矢量数据的传输和显示受当前技术的限制,也要通过多比例尺数据来提高效率。本文提出的基于边-节点和原子属性的多比例尺 GIS 数据模型不仅能较好地组织多比例尺数据,还对实际应用中地理实体的复合属性问题提出了较好的解决方案,使数据模型具有较强的适应性。

笔者在某市的土地利用现状调查与变更系统中利用该数据模型来组织该市 1:1000、1:1 万和 1:5 万的多比例尺数据,能较好地满足各级比例尺数据的显示、查询和制图输出要求,同时在数据更新时还能有效地降低更新的难度,保持各级比例尺的一致性。该系统不仅要求管理多比例尺数据,还要能反映多比例尺数据的变更情况,即要体现 GIS 数据的多时态性。由于本文提出的数据模型以边-节点和原子属性元模型为基础,利用对象

间的关系来构建,使得模型有较强的可扩展性。在该系统中,笔者将数据模型与时空数据管理中的基态修正法相结合来管理多比例尺的时态数据,对于土地资源调查与变更管理作用很大。

参 考 文 献

- 1 王家耀. 空间信息系统原理. 北京: 科学出版社, 2001
- 2 阎国年, 张书亮, 龚敏霞, 等. 地理信息系统集成原理与方法. 北京: 科学出版社, 2003
- 3 王晏民, 李德仁, 龚健雅. 多尺度 GIS 集中式数据模型. 黑龙江工程学院学报, 2001, 15(1): 19~22
- 4 王晏民, 李德仁, 龚健雅. 一种多比例尺 GIS 方案及其数据模型. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 28(4): 458~462
- 5 Jones C. Database Design for a Multi-scale Spatial Information System. Int. J. GIS 1996, 10(8)
- 6 张桥平, 李德仁, 龚健雅. 地图合并技术. 测绘通报, 2001(7)

作者简介: 黄慧, 博士生. 现从事地理信息系统方向研究.
E-mail: h-hui97@163.com

Multi-scale GIS Data Model Based on Edge-Node and Atom Attribute

HUANG Hui¹

(1 Research Center of Spatial Information and Digital Engineering, Wuhan University,
129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: In multi-scale GIS, the redundancy of data is ineluctable. A relation data model based on meta-model is presented to reduce the redundancy effectively. The problem of composite attribute is solved in this model. The validity and feasibility of the data model is discussed.

Key words: multi-scale; GIS; data model; composite attribute

About the author: HUANG Hui, Ph. D candidate, majors in GIS.
E-mail: h-hui97@163.com

(责任编辑: 晓晨)