

# 地籍空间实体及其时空拓扑关系

徐志红<sup>1</sup> 边馥苓<sup>2</sup>

(1 武汉大学遥感信息工程学院, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

(2 武汉大学空间信息与数字工程中心, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

**摘要:** 从地籍实体及其静态空间关系的推导出发, 讨论了地籍变更的几种类型, 创造性地应用地籍实体变更事件驱动地籍空间实体及其拓扑关系的变更, 并把地籍变更情况下时空发生的变化归结为碎分和复合进行处理。

**关键词:** 地籍管理; 地籍空间实体; 时空拓扑; 剖分

**中图法分类号:** P271

地籍的内涵之一就是以土地的空间位置为依托, 对每一块土地及其上的建筑物、构筑物所具有的自然属性、社会属性(包括法律属性和经济属性)进行准确的描述和记载, 因此, 它具有极强的空间性; 同时, 由于土地变更的频繁性, 还涉及到历史数据的管理、历史与现状关系的管理以及历史的分析等时态问题, 具有极强的时间性。另外, 由于地籍管理中涉及到土地和权利人之间的所有权关系、使用权关系、抵押关系、租赁关系等多种关系, 因此, 它同时具有复杂的图数关系。在众多的地籍管理信息系统中, 有的只考虑宗地对象权属登记流程的实现, 而忽略土地本身存在的复杂的时空关系; 有的考虑了土地变更的历史, 却忽略了拓扑关系的动态改变; 有的记录了时空变更及部分拓扑关系, 却不能满足地籍系统中“剖分”的拓扑需求。目前, 主要有面向对象的版本机制、关系数据库方法的数据库标记、实体标记、数据项标记、同步数据项组碎分拓扑弧段时间标记等多种方法来记录变化信息关系。在版本机制中, 怎样选取低层时间标记对象(版本对象)进行高层时间标记对象的构造问题至今是面向对象数据库的一个实现难点。数据库标记及实体标记方式存在大量的数据冗余, 数据项标记方法存在大量的时间标记冗余, 而时间标记方法则视分裂容忍值(fuzzy tolerance)的大小而产生碎片问题(杜道生, 1997)。本文结合地籍管理时空关系的特点, 从地籍空间实体的时空关系出发, 对其存在的各种拓

扑关系进行了描述。

## 1 地籍实体及其拓扑描述

地籍实体通常用地籍单元来描述, 它兼有单位性和结构层次性。各级地籍单元由同级地籍单元实体和地籍单元属性共同描述。地籍单元实体是用来对地籍单元进行整体标识、空间定位和制图表达的图形数据集合; 地籍单元属性也是数据集合, 用来描述地籍单元除空间定位和制图表达外的标识、质量和数量特征。地籍单元实体标识码和地籍单元属性标识码必须一致(柯正谊, 1999)。地籍单元实体包含点实体、线实体和面实体。点实体主要指界址点, 线实体主要指界址线、行政区界线及各类地类界线, 面实体主要指宗地、地类块、街道、街坊及各行政区。下面主要从界址点、界址线及宗地的角度进行描述。

**公理 1** 面状地籍实体必须满足剖分要求。即多个面状实体实例拼合而成完整地面, 其中任何两相邻面状实体实例之间既无缝隙, 也不交叠。

一方面, 从面状地籍实体的连续性知道, 面状地籍实体实例间既不存在缝隙也不存在交叠。另一方面, 从土地面积来说, 土地面积既不能被重复计算, 也不能少计算, 因此, 不会存在交叠和缝隙, 即建成区面积必须等于下属街道面积之和, 街道面积必须等于下属街坊面积之和, 街坊面积必须等于所含宗地(含虚拟宗地)之和。这里, 虚拟宗

地分为公用宗和未定宗两大类,对跨街坊的路面、水面等国有土地要进行虚拟分割处理,并将虚拟分割后的地块划归相应街坊,称为公用宗;街坊内其余未登记的土地称为未定宗,未定宗的用地类型取值约定为“其他用地”。

公理 2 宗地由 3 条以上界址线组成,直线界址线由两个界址点连线而成,弧状界址线由 3 个界址点生成,界址点只能是宗地界址线上的结点。这项公理为地籍管理中约定俗成的观点。

图 1~图 6 描述了地籍实体间的拓扑关系。

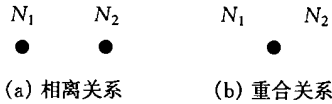


图 1 界址点间的拓扑关系

Fig. 1 Topology Relationship Between Cadastral Points

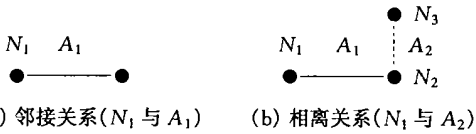


图 2 界址点和界址线间的拓扑关系

Fig. 2 Topology Relationship Between Cadastral Point and Cadastral Boundary

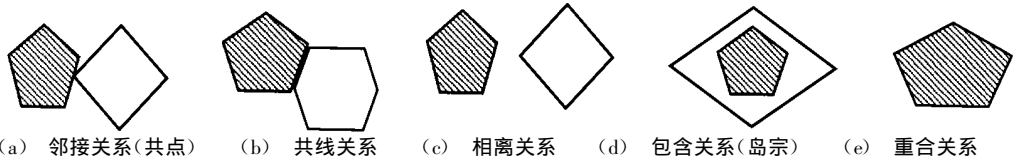


图 6 宗地间的拓扑关系

Fig. 6 Topology Relationship Between Cadastral Parcels

综上所述,可得到如下性质。

①所有宗地(含虚拟宗地)都不相交、无缝隙。

②任意一个界址点必定是至少两条同一个宗地的界址线的邻接点,当界址线是 3 条或 3 条界址线的邻接点时,则该界址点实际上是至少两个宗地的公共界址点。

③任何界址线的左右多边形不同。

④任何两邻接的界址线,若左右多边形同时相同且是一直线段,则该界址点为伪界址点。

这里采用地籍实体间 3 种最基本的拓扑关系(界址点和界址线关系、界址线和宗地关系、宗地和界址线关系)定义地籍关系。

定义 1 地籍实体的拓扑定义为:

$N_c$  为界址点的集合,  $A_c$  为界址线集合,  $P_c$  为宗地集合,  $N_a$  为界址点-界址线关系表,  $A_p$  为界址线-宗地关系表,  $P_a$  为宗地-界址线关系表。

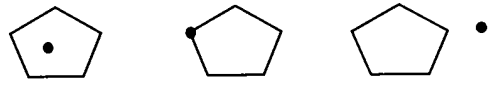


图 3 界址点和宗地的拓扑关系

Fig. 3 Topology Relationship Between Cadastral Point and Cadastral Parcel

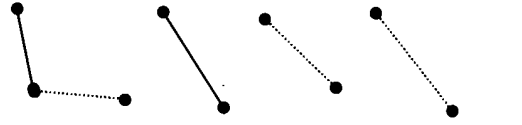


图 4 界址线间的拓扑关系

Fig. 4 Topology Relationship Between Cadastral Boundaries



图 5 界址线和宗地间的拓扑关系

Fig. 5 Topology Relationship Between Cadastral Boundary and Cadastral Parcel

图 7 的拓扑关系如下:

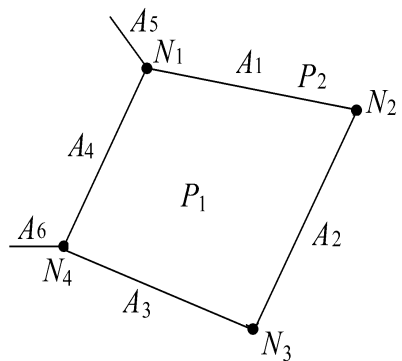


图 7 地籍实体拓扑关系示意图

Fig. 7 Topology Relationship of Cadastral Entity

$$N_c = \{ N_1, N_2, N_3, N_4 \};$$

$$A_c = \{ A_1, A_2, A_3, A_4 \};$$

$$P_c = \{ P_1, P_2 \};$$

$$N_a = \{ \langle N_1, 3, A_1, A_4, A_5 \rangle \langle N_2, 2, A_1, \dots \rangle \}$$

$$A_2 \rangle \langle N_3, 2, A_2, A_3 \rangle \langle N_4, 3, A_3, A_6, A_4 \rangle \};$$

$$A_p = \{ \langle A_1, P_1, P_2, N_2, N_1 \rangle \langle A_2, P_1, P_2, N_3, N_2 \rangle \langle A_3, P_1, P_2, N_4, N_3 \rangle \langle A_4, P_1, P_2, N_1, N_4 \rangle \};$$

$$P_a = \{ \langle P_1, A_4, A_3, A_2, A_1 \rangle \langle P_2, -A_1, -A_2, -A_3, -A_4 \rangle \}$$

## 2 地籍变更及时变拓扑

在完成初始化地籍建设后,随着社会的发展,土地被更细致地划分,建筑物越来越多,用途不断地变化,房地产的继承、转让、抵押等以房地产为主题的经济活动更加频繁,地籍管理信息系统必须及时作出反应,对地籍信息进行变更。这就对地籍管理信息系统提出了时态信息的要求。同时,由于变更的地籍信息在确定权属、发生争议的过程中会追溯地籍信息的来源、变更过程,因此,对历史信息的存储,历史与现实的联系以及历史数据的查询、统计、分析等都提出了较高的要求。

在地籍管理中,主要涉及如下类型的变更:变

更登记、合并登记、分割登记、更名登记、房改登记、划归登记、他项权利登记、注销登记、抵押登记、租赁登记等。从空间变化上,可以把上述变更简单分为两种:①发生空间变化的,如合并、分割、划归、注销等;②未发生空间变化的,如更名更址、抵押、租赁等。为了有效地管理各种变更,采取建立动作库来记录地籍事件的发生,根据宗地发生的变化,可归结为分割、合并、调整边界、新增、消亡、划归、属性变化等。其中宗地属性变化为非空间变化。宗地空间实体的变更主要有以下几种。

### 1) 宗地分割

宗地分割是指一块宗地裂变为多块宗地的情形。宗地分割有的在原有界址点的基础上连线进行宗地分割,这种情况下不产生新的界址点;另外就是部分是原有界址点,部分是新增界址点,分割生成新的宗地;第三种情况就是全部都是新增界址点分割生成新的宗地。如图8所示。

宗地进行分割后,原宗地变为新生成宗地的父宗地,而新生成宗地为原宗地的子宗地。当宗地分割事件发生时,触发变更机制,导致宗地实体及其拓扑关系都发生变化。

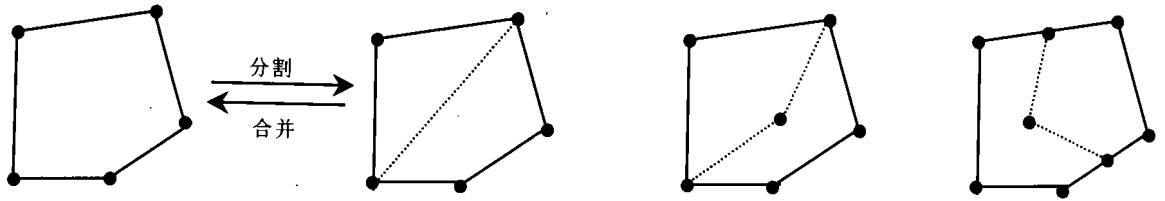


图8 宗地分割与合并

Fig. 8 Division and Combination of Cadastral Parcels

### 2) 宗地合并

宗地合并是宗地分割的逆过程,即宗地合并是多块宗地合并为一块宗地的过程,如图8的逆过程。宗地进行合并后,原有的两块宗地成为父宗地,而合并成的新宗地为子宗地。该过程触发宗地合并事件,相应地,其实体及拓扑属性也发生变化。

### 3) 调整边界

调整边界指构成界址线的界址点发生变化。一方面,有界址点的增加,如图9(a)和图9(b)所示;另一方面,有界址点位置的移动,如图9(c)所示。其中,◆表示变化的界址点。调整边界前的宗地为父宗地,调整边界后的宗地为子宗地。该过程触发边界调整事件。

### 4) 增加新宗地

增加新宗地指新生成的宗地,该宗地无父宗地。

### 5) 宗地消亡

宗地消亡指宗地生命周期的结束,该宗地无子宗地。

### 6) 宗地划归

宗地划归指由于行政界线改变而改变宗地的行政隶属,即由属于一个街坊改变为属于另一个街坊。

分析上述变更可以发现,宗地分割、界址线调整、增加新宗地以及宗地划归的操作都是首先界址点变更,然后界址线变更,最后实现宗地变更的过程。而宗地合并以及宗地的消亡操作都是先宗地变更,然后界址线变更,最后界址点变更的过程。这样,可以根据实现各种变更过程的不同,把宗地变更归结为两大类:宗地碎分和宗地复合。

为了描述宗地变更过程中界址点、界址线、宗地实体及其拓扑变化,结合上述的定义1及其性质,把地籍对象在时空变更中的复合可能情况归

结为如下几种情况(由→表示)。

1) 宗地复合

对于  $\forall p \in P_c$ ,  $p$  必属于某一时间上的空间实体。根据公理 1, 在时间  $t$  时的地籍空间实体是互斥的和满覆盖的(mutually exclusive and com-

plete coverage),  $p$  必属于某一空间实体。因此:

- (1)若  $p$  左右多边形属性相同, 则由 §1 中的性质 ③可知,  $p$  必是某一空间实体的组成部分, 如图 10(a), 记为 PP;
- (2) $p$  就是某一空间实体本身, 如图 10(b), 记为 PE。

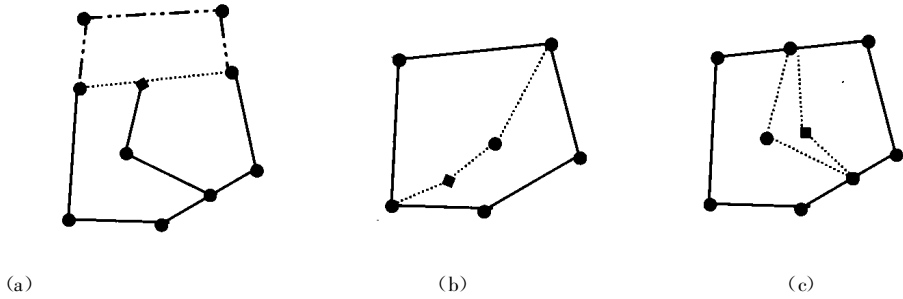


图 9 调整边界

Fig. 9 Adjustment of Cadastral Boundary

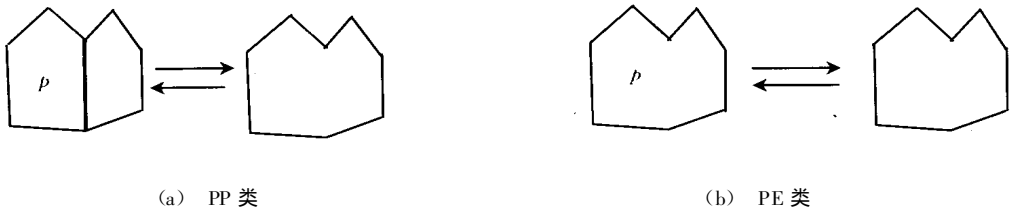


图 10 宗地复合与碎分

Fig. 10 Combination and Division of Cadastral Parcels

如上述的宗地合并过程中的第一种情形, 两块宗地合并为一块宗地, 在保持所有图形要素的情况下, 两宗地共有的界址线的左右宗地为相同的宗地。因此, 该界址线属于伪界址线, 应放入历史库中, 在当前的时间点不予显示。该种情况为 PP 类。若宗地仅仅发生了属性变化, 则所有的图形要素保持在现状库, 显示为宗地, 该种情况为 PE 类。

2) 界址线复合

对于  $\forall arc \in A_c$ , 则  $arc$  必有左、右多边形拓扑。(1)如果左、右多边形拓扑同属于一个空间实体, 则由性质 ③可知,  $arc$  在某一空间实体的内部, 如图 11(a), 记为 AI。(2)否则  $arc$  不为 AI,  $arc$  必在某一空间实体的边界上。如果  $arc$  是时空复合  $arc$  碎分的结果, 则由性质 ④可知, 在复合过程中这些  $arc$  要合并, 如图 11(b), 记为 AP。(3)否

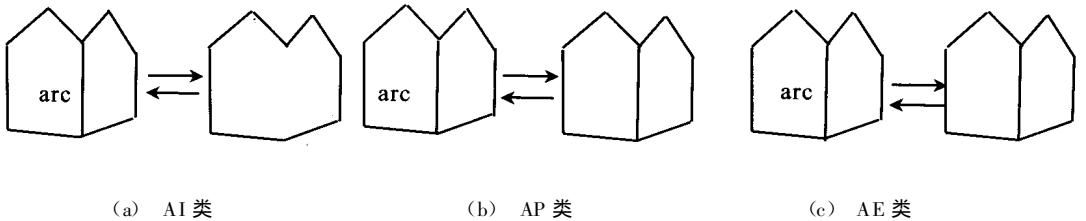


图 11 界址线复合与碎分

Fig. 11 Combination and Division of Cadastral Boundaries

则  $arc$  必是某一空间实体的真实边界, 如图 11(c), 记为 AE。

3) 界址点复合

对于  $\forall n \in N_c$ ,  $n$  可能是若干 AI、AP、AE 类  $arc$  的结点。(1)如果在  $N_a$  中的  $arc$  序列都是属于 AI, 则由性质 ③可知,  $n$  必在某一空间实体的内部, 如图 12(a), 记为 NI。(2)否则  $n$  必在某一

空间实体的边界, 如果  $N_a$  中的  $arc$  序列除了 AI 类就是 AP 类  $arc$ ,  $n$  就是空间实体伪结点。由性质 ④可知, 在复合过程中,  $arc$  序列要合并, 而  $n$  要删除, 如图 12(b), 记为 NS。(3)否则,  $n$  为某一空间实体的真实结点, 如图 12(c), 记为 NE。

如图 12(a)中 4 块宗地合并, 则其相邻宗地的共界址线和 4 宗地的共界址点记入历史库, 不

予显示。在这种情况下,4块宗地的共界址点为NI类。在AP类中宗地分割又合并的情况,该界址点为伪界址点,记入历史,不予显示,记为NS类。宗地的真实界址点为NE类。

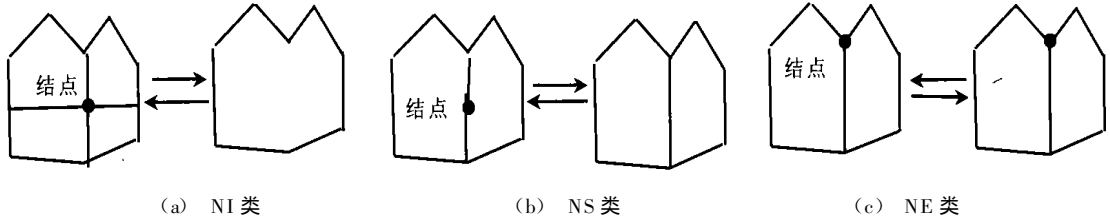


图 12 界址点复合与碎分

Fig. 12 Combination and Division of Cadastral Points

宗地碎分过程如下。

- 1) 初始化;
- 2) 增加 NE 类界址点(包括线上插点和移动界址点): 修改点表  $N_c$  和  $N_a$ , 修改线表  $A_c$  和  $A_p$ , 原界址点入历史库;
- 3) 连接成 AE 类界址线: 修改线表  $A_c$  和  $A_p$ , 原界址线入历史库;
- 4) 生成 PE 类宗地: 修改宗地区表  $P_c$  和  $P_a$ , 修改  $A_p$ , 原宗地入历史库。

合并过程如下。

- 1) 初始化;
- 2) 改宗地, 即宗地变为 PP 类, 修改宗地区表  $P_c$  和  $P_a$ , 修改  $A_p$ , 原宗地入历史库;
- 3) 修改界址线: 即界址线为 AI 或 AP 类, 修改线表  $A_c$  和  $A_p$ , 原界址线入历史库;
- 4) 修改界址点, 即界址点为 NI 或 NS 类, 修改点表  $N_c$  和  $N_a$ , 原界址点入历史库。

在变化信息进入数据库的同时,记录对象所发生的动作过程及涉及的变化界址点、界址线和宗地,建立基于四叉数和时间段的时空索引机制。这样,在进行数据库信息提取的时候,就可按常规方式根据动作提取变更信息或通过区间约束方式提取变更信息<sup>[4-6]</sup>,从而实现时空查询、历史追溯和现状恢复的时空检索要求。

### 3 结 语

本文探讨了地籍管理信息系统地籍空间实体及其拓扑关系,并论证静态下地籍空间实体的关系,得出一系列性质。根据这些性质,研究并探讨了地籍变更的几种类型,创造性地应用地籍实体变更事件驱动地籍空间实体及其拓扑关系的变更,尝试把地籍变更情况下时空发生的变化归结

与宗地复合相对应,宗地碎分的过程是上述过程的逆过程(由←表示),即加点(直接加点、线上插点和移动界址点)成为 NE 类,连线成 AE 类,成面成 PE 类。

为碎分和复合,通过触发地籍变更事件来实现对地籍实体及其拓扑关系的改变。一方面这种方法的提出有利于记载时空变更而引起的时空拓扑的变化;另一方面,这种方法把地籍变更事件和地籍实体空间变化结合起来,从而实现了基于事件的时态空间建模的设想;另外,该方法可实现变更的 UNDO 过程;同时,该方法在共享时可实现记录级(点、线、面)锁定。该方法已在浦江市地籍管理信息系统中得以验证。

### 参 考 文 献

- 1 柴晓路,曹晶,施伯乐.时空信息的层次存储和管理.计算机学报,2000,27:47~49
- 2 谭石禹,郑扣根,潘云鹤.时变拓扑.计算机研究与发展,2000,37(7):769~775
- 3 杜海平,詹长根,李兴林.现代地籍理论与实践.深圳:海天出版社,1999
- 4 陈良刚,徐贵红,王宇君,等.区间约束数据库查询语言:ISQL.计算机研究与发展,2000,37(6):677~683
- 5 Kanellakis P C, Kuper G M, Revesz P Z. Constraint Query Language. Journal of Computer and System Sciences 1995, 51(1): 26~52
- 6 Brodsky A, Segal V E. The  $C^3$  Constraint Object-oriented Database System: An Overview. LNCS 1191. Berlin: Springer, 1997
- 7 Yuan M. Representing Geographical Information to Support Spatiotemporal Queries. GIS AM/ FM ASIA' 97 & Geoinformatics' 97, Taipei, 1997
- 8 Dong H K, Keun H R, Hong S K. A Spatiotemporal Database Model and Query Language. Journal of Systems and Software 2001, 55: 129~149
- 9 Brown I M. A Generic System for Integrated Modelling of Multi-dimensional Spatial Data. Phus. Chem. Earth, 1998, 23(3): 285~287

---

作者简介: 徐志红, 博士生。研究方向为 GIS 功能集成、时态 GIS 及

知识挖掘。主要参加项目: 温州市地籍管理信息系统; 诸暨市资源管理信息系统查询子系统; 三峡库区管理信息系统总体设计等。

E-mail: xzh.xzh@163.net

## Cadastral Spatial Entity and Its Spatio-temporal Topology Relationship

XU Zhihong<sup>1</sup> BIAN Fuling<sup>2</sup>

(1 School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan, China 430079)

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

**Abstract:** There is strong spatial and temporal characteristic in cadastral information system. It has spatial characteristic by recording each parcel and buildings on it, and temporal characteristic by realizing the change of parcel and tracing the process of the change. Furthermore, because land is continuous and area is conservational, it must satisfy “mutually exclusive and complete coverage” topology relationship. So, how to model the cadastral entity and its spatio-temporal topology is most important in building a successful cadastral information system.

Let us make a comprehensive view of those cadastral information systems that are being used. Some of these systems are static systems, which only record the present phenomenon of the parcel, but fail to record the process of parcel changing; some are temporal systems, which record the change of the parcel, but neglect to keep topology relationship of the parcel; others are spatio-temporal systems, which record the history of the parcel and part of its spatio-temporal topology, but neglect the necessity of “mutually exclusive and complete coverage” topology in cadastral information systems.

This paper starts from static description of cadastral entity and its spatial topology, discusses the types of parcel change, develops the method of changing the cadastral topology by using cadastral changing event, and tries the way of separating all cadastral changes into two categories, namely, division and combination. The use of this method has four advantages. Firstly, it is suitable for recording spatio-temporal topology change when there is any alteration. Secondly, it combines the change of cadastral entity with the event of cadastral change and realizes the concept of spatio-temporal modeling based on event. Thirdly, it can realize the UNDO process by recording the changing event. Lastly, it can achieve record-locked when there is any sharing operation.

**Key words:** cadastral management; cadastral spatial entity; spatio-temporal topology; mutually exclusive and complete coverage

---

**About the author:** XU Zhihong, Ph. D candidate. Her study directions are GIS function integration, temporal GIS and data mining. She is engaged in the construction of Zhejiang Land Information System. She has taken part in the projects: Wenzhou Cadastral Management Information System query subsystem of Zhuji Land Resource Management Information System, general design of the Three Gorge Management Information System, Zhongshan Fundamental Geographic Information System etc.

E-mail: xzh.xzh@163.net