

时空模型在宗地变更和历史回溯中的研究

龚磊, 张新长

(中山大学 遥感与地理信息工程系, 广东 广州 510275)

摘要: 地籍信息具有显著的时间特性, 将地籍数据的时间、空间及属性三者合理地组织在地籍信息系统中的研究具有重要意义。本文借鉴目前 TGIS 和各种时空应用模型的优势, 提出一种基于宗地变更的时空数据结构。针对地籍管理系统中宗地变更和历史回溯的需求, 将数据库分为历史库和变更库, 比较好的实现了宗地管理要求, 有效弥补了一些时空数据库过于臃肿、系统运行效率低下等缺陷。

关键词: 时空数据模型; 宗地变更; 地籍数据; 历史回溯

Study of Spatio-Temporal Data Model in Parcel Alteration and Tracing of History

GONG Lei, ZHANG Xin-chang

(Department of Remote Sensing and GIS Engineering, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Temporality is the distinct attribute of cadastral information. It is very important to scientifically and efficiently manage three kinds of data that exist in the Cadastral Information System, such as spatial data, temporal data and attributive data. Based on the research of TGIS and the advantages of existing spatio-temporal database model, this paper proposes a design of a spatiotemporal cadastral database which is divided into historical database and alterative database. This design fulfills the requirements for management of cadastral data and reduces data redundancy and enhances the efficiency of database.

Keywords: spatio-temporal data model; parcel alteration; cadastral data; tracing of history



龚磊(1982-), 男, 湖北谷城人, 硕士研究生, 研究方向为地理信息系统与城乡规划。

通讯作者: 张新长(1957-), 男, 湖南长沙人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事遥感与地理信息系统方面的教学及研究工作。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40471106); “985 工程”资助项目(10520320040006)

E-mail: gonlae@163.com
eeszxc@mail.sysu.edu.cn

收稿日期: 2007-12-12

0 引言

宗地是地籍管理的基本空间单元, 是具有固定位置和明确边界及确定的权利、利用类别、产权和时态等土地基本要素的最小地块。宗地数据除了具有空间、属性特征以外, 还具有明显的时间特征^[1]。随着时间的变化, 宗地产权发生转让, 空间属性出现变更, 利用方式也可以发生变化, 因此, 地籍信息是个动态变化的过程^[2]。宗地作为地籍数据中的核心实体, 也是土地产权的基本空间载体。地籍数据的

动态变化过程即是新宗地的产生、旧宗地的消亡过程。变化的形式包括宗地的空间信息变化、属性信息变化和空间属性信息同时变化。这就要求地籍信息系统及时更新变更信息, 以保持地籍数据的现势性, 同时要求将已经发生变更的数据作为历史数据保存起来^[3], 以便日后用于土地利用变化的统计、动态监测以及数据回溯。宗地历史数据的回溯一直是地籍数据库系统设计和开发的难点问题, 目前已有不少关于宗地变更这方面的时空数据结构及模型, 如: ESRI 公司的

SDE 版本管理方法^[4]; 采用加法原理将历史数据和变更数据集于一体的时空数据结构^[5]; 采用分布方法将历史数据、现状数据及变更数据分开的数据结构时空模型^[6]等。这些时空模型各具优势, 但不少模型结构都会产生数据冗余。为了解决广东省地籍管理数据库系统中宗地变更及历史回溯的问题, 在借鉴已有时空数据结构模型的同时, 结合广东省地籍管理的实际情况, 提出一种比较有效的时空数据结构模型, 从而弥补有些模型导致的数据臃肿的缺陷, 以期对时空模型

在地籍数据库中应用的研究有所帮助。

1 时空地籍数据库数据组织

1.1 数据库设计

GIS时空数据模型(TGIS)主要表达地理实体的空间、属性和时态三个基本特征,由此模型演变而来的时空数据库由于加入了时间维,宗地在时间上的无限变更积累的海量历史数据使得数据库显得过于臃肿,也使得数据的组织管理变得十分难于操作。因此,便于节省存储空间,简化数据库结构,基于宗地变更的时空地籍数据库的设计原则便是利用 ESRI 公司的 ArcSDE 服务器将历史数据和变更数据分开存储统一管理。反映历史宗地信息的历史数据存储在历史库中,而反映宗地变更信息的变更数据存储在变更库中。

由于宗地的现势数据包括历史数据和变更数据,通过相关的算法分析将变更数据和历史数据通

过 ArcEngine 相关组件组织起来即得到当前现势数据,故数据库中就不再单独存储现势数据,时空地籍数据库也就分为具有相似数据结构的宗地历史库(历史宗地图层)和宗地变更库(变更宗地图层)两部分。这样,数据库就避免产生冗余的数据,对变更数据也能进行有效的管理,而且历史回溯的操作比较简单,系统执行效率也较高(如图 1 所示)。

1.2 地籍时空数据组织

目前,地理信息系统均以层(Layer)的方式来管理空间数据,将具有相同属性的一类要素存放在同一层中,每一层对应一类实际要素。就地籍数据而言,为了便于管理和适应不同地籍数据的需要,将不同性质(如点、线、面)、不同类别(如界址点、界址线、面状地类等)的地籍数据在数据库中分层存储管理。通过采用 ESRI 公司 ArcSDE 中间件软件,将后台地籍数据和前台客户端连接起来。利用成熟的 GeoDatabase 空间数据结构模型,将

时空数据的时间维作为单独的字段添加到现有 GeoDatabase 空间数据结构中。宗地变更操作类型 OT(Operation Type)及由变更操作产生的宗地父子逻辑关系中的父宗地字段(FID)也添加到 GeoDatabase 空间数据结构中,和时间字段一起实现宗地历史数据回溯。

根据时态地理信息系统(TGIS)的观点,由于时间维的加入,使宗地数据有了标示其存在的生命期^[7]。每一次宗地变更都会伴随着新宗地的创建和旧宗地的删除,所以宗地都有其创建时间 CT(Create Time)和删除时间 DT>Delete Time),而宗地的生命期就被定义为宗地的创建时间和删除时间之间的这段时间。宗地在其生命期内有一个唯一的标志号——宗地号。由于用户最为关心的是宗地在业务中的变更,所以宗地生命期也被定义为宗地在现实世界中发证、注销等地籍业务管理上的时间。考虑到生命期的精度,一般宗地发生业务变更都是在某天完成的,所以生命期时间精确到“日”已满足精度要求。同一业务时间内可能有多块宗地发生变更,在这些宗地中只有同一变更操作的宗地才具有父子逻辑关系。宗地图层数据结构如表 1 所示。

ENUM* 字段类型在程序设计中表示为枚举类型。考虑到宗地变更操作即可能在历史库宗地数据的基础上变更,也可能在变更库宗地数据上变更,故便于数据回溯,如果父宗地来自历史库,则在父宗地编号字段的值前加字母“H_”;若父宗地来自变更库,则父宗地编号的值前字母改为“B_”以示区分。

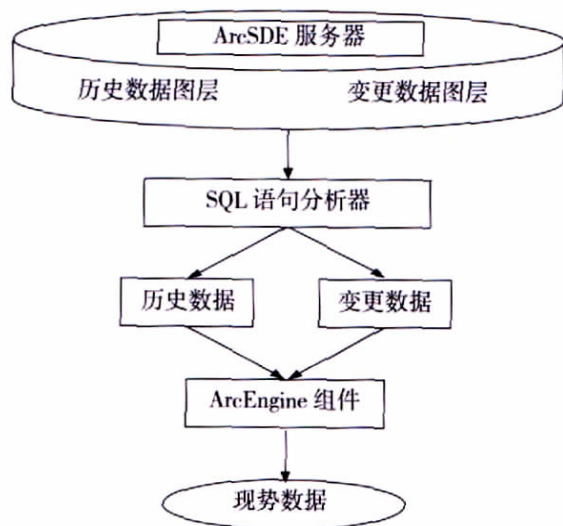


图 1 时态数据库设计图

Fig.1 Design of temporal database

表 1 数据组织结构

Tab.1 Structure of data organization

字段名	字段别名	字段类型
GeoDataBase 字段
CT	创建时间	DATE
DT	删除时间	DATE
OT	操作类型	ENUM*
FID	父宗地编号	STRING

2 宗地变更管理

宗地变更实际上就是新宗地的产生和旧宗地的消亡过程。在变更过程中宗地的变化分三种情况,即宗地空间形状变化,属性不变化;宗地空间形状不变,属性变化;宗地空间和属性同时变化。在实际变更操作中,经过研究这三种情况主要分为以下六种基本变更操作类型:

1) 宗地创建和删除。宗地创建指新创建一块宗地。宗地删除指删除注销已有宗地。宗地创建和删除由于父或子宗地不存在,故这种变更不存在父子逻辑关系。主要需要考虑的是新创建宗地的创建时间和删除已有宗地的删除时间。

2) 宗地合并。宗地合并指多块宗地 $P_1, P_2, \dots, P_n (n>1)$ 合并成一块新宗地 P 的过程。宗地合并前 n 块宗地为父宗地,合并后的新宗地 P 为子宗地,父子宗地逻辑对应关系为 $n:1$ 。合并后的新宗地 P 加入到变更库宗地层中,相应设置其创建时间 CT 和父宗地编号字段值为其父宗地的 ID 值。同时设置旧宗地 $P_1, P_2, \dots, P_n (n>2)$ 的删除时间 $DT (DT=CT)$ 。合并前后宗地空间关系

上是重叠的。

3) 宗地分割。宗地分割是指一个宗地 P 分割为多个宗地 $P_1, P_2, \dots, P_k (k>1)$ 的过程,是宗地合并的逆过程。原宗地为父宗地,分割后的多块宗地为子宗地,父子宗地逻辑对应关系为 $1:n$,合并前后宗地空间关系也是重叠的。相应修改子宗地各个字段后将子宗地加入到变更库宗地图层即可。

4) 宗地归并。宗地归并和宗地合并操作相似,普通宗地归并是指从多块宗地的相邻部分分割出一块宗地,分割出来的宗地是原宗地各部分合并而来。归并后父子宗地逻辑对应关系和宗地合并操作一样为 $n:1$,但是空间关系不是重叠,而是相交。当归并操作的各宗地部分扩展到宗地全部时归并就演变为合并了,空间关系由相交变为重叠。

5) 宗地界址调整。界址调整是指宗地属性没有发生变化,只是宗地界址线发生了调整。父子宗地逻辑对应关系为 $n:n$,空间关系为相交。

6) 宗地属性变更。属性变更是指宗地仅仅属性发生了改变,而其空间形状没有发生变化。只需要在变更库宗地层中添加修改属性后

的宗地要素。

现实城市生活中的地籍业务管理,宗地变更操作十分复杂,情况可能多种多样,但不管宗地如何变更,都是上述六种基本类型的一种或多种。结合程序设计中枚举变量类型,将变更操作类型字段定义为枚举如下:A——宗地创建;B——宗地删除;C——宗地合并;D——宗地分割;E——宗地归并;F——宗地界址调整;G——宗地属性变更。对变更操作类型的归纳便于找出变更后父子宗地在地理位置上的不同空间关系。

3 历史数据回溯

宗地数据历史回溯是地籍管理中历史数据显现的重要手段,可以图文一体的对宗地变更动态进行演示,本文主要考虑3种历史回溯:

1) 任意时期 T 宗地状况。通过改变 SQL 语句分析器的时间设置,就可以得到任意历史时期的宗地状况。为了显示 T 时期的宗地状况,就要根据时间在历史库和变更库里面的宗地数据用不同的 SQL 语句选择出符合条件的宗地数据。再将宗地数据通过 $ArcEngine$ 组件加载显示出来。如:要显示 $T=t_0$ 时期的宗地数据状态,则时间条件语句为: $((CT=null) \text{ or } (CT < t_0)) \text{ and } ((DT=null) \text{ or } (DT >= t_0))$,用这样的语句做 SQL 查询条件在历史库和变更库中查找,即可找出符合条件的 t_0 时刻的宗地状态。若将 T 赋予当前时间,则选择查询出来的宗地数据即为现势宗地数据。

2) 追溯单个宗地变更状况。通过宗地地块的父宗地字段 FID 可

以回溯单个宗地在任意历史时期 T 的状况。具体为:先找出要回溯的宗地的父宗地,再将父宗地的删除时间和 T 比较,如果删除时间早于 T,则继续递归查找,直到找出删除时间晚于 T 的历史宗地,即为指定宗地在 T 时期的状况。

3) 选择 $[T_0, T_1]$ 时间段内宗地变更情况。设置 SQL 语句分析器的查询语句条件为: $((DT \geq T_0 \text{ and } DT \leq T_1) \text{ or } (CT \geq T_0 \text{ and } CT \leq T_1))$, 在历史库和变更库中找出符合条件的宗地数据集合,在集合中所有 $CT=t$ 的记录所对应的宗地和 $DT=t$ 的记录所对应的宗地表示是在同一天变更,可能具有父子逻辑关系,通过操作类型及父宗地字段 (FID) 即可找出哪些宗地是这段时间内变化前后的一组具有父子关系的宗地。通过遍历记录集合即可找出这些宗地,得到 $[T_0, T_1]$ 时间段内宗地变

更情况。

4 案例应用

通过利用上述提出的时空数据结构,将宗地变更管理和历史数据回溯作为两个独立的模块嵌入应用到广东省地籍管理数据库系统中。具体的宗地变更过程如图 2 所示。

在 T_0 时刻有 1, 2, 3, 4 这 4 块宗地地块,其中地块 1, 2 为历史库中的宗地数据,地块 3, 4 为变更库中新创建的宗地地块,其没有父宗地,如图 2(a)所示。

在 T_1 时刻,宗地 1 和 2 进行宗地合并操作,生成新的宗地 5,则在这次变更操作中,宗地 1 和 2 为父宗地,宗地 5 为子宗地,如图 2(b)所示。

在 T_2 时刻地块 4 进行宗地分割操作,生成新的宗地 6 和 7,则地块 4 即为父宗地,地块 6, 7 为子宗

地,如图 2(c)所示。

在 T_3 时刻进行宗地归并操作,从地块 3 和 5 的相邻部分归并了新的宗地 9,归并前的地块 3 变成了地块 10,地块 5 变成了地块 8,则父宗地为地块 3, 5,子宗地为地块 8, 9, 10,如图 2(d)所示。

在 T_4 时刻,由于地块 7 和 10 的相邻的一条界址线发生了调整,即进行了宗地界址调整操作,地块 7 和 10 即变成了地块 11 和 12,则父宗地为地块 7 和 10,子宗地为地块 11 和 12,如图 2(e)所示。

在 T_5 时刻,宗地地块 6 的属性发生了变更,但是图形保持不便,即对宗地属性进行变更操作,地块 6 变成地块 13,地块 6 为父宗地,地块 13 为子宗地,如图 2(f)所示。

宗地变更管理在历史库宗地层中的变化如表 2 所示。

变更操作后所产生的新的宗

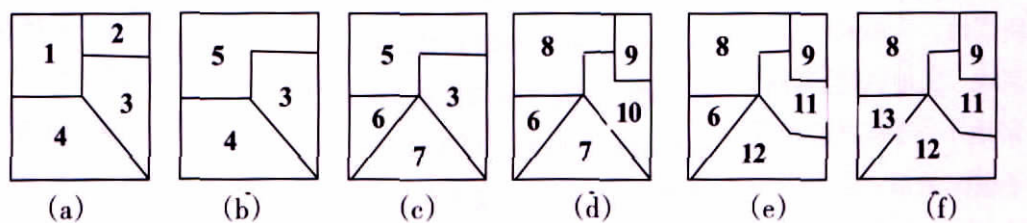


图 2 宗地变更过程详解模拟图
Fig.2 The process of parcel alteration

表 2 历史宗地数据表 (部分)
Tab.2 Data table of historical parcel

OID	Geodatabase 字段	CT	DT	OT
1	...	null	T_1	C
2	...	null	T_1	C
...

地保存在变更库的宗地层中,变更库宗地层变化如表 3 所示。

通过将模块应用到广东省地籍管理数据库系统中,系统不仅能有效地管理宗地数据,而且能对宗地数据进行历史回溯,很好地避免了数据冗余,模块程序界面如图 3,图 4 所示。

图 3 所示为系统在变更管理中进行宗地合并操作。

图 4 所示为系统在进行单个宗地历史回溯操作。

表 3 变更宗地数据表 (部分)
Tab.3 Data table of parcel alteration

OID	Geodatabase 字段	CT	DT	OT	FID
3	...	T ₀	T ₃	E	null
4	...	T ₀	T ₂	D	null
5	...	T ₁	T ₃	E	H_1,2
6	...	T ₂	T ₅	G	B_4
7	...	T ₂	T ₄	F	B_4
8	...	T ₃			B_5
9	...	T ₃			B_3,5
10	...	T ₃	T ₄	F	B_3
11	...	T ₃			B_7,10
12	...	T ₄			B_7,10
13	...	T ₅			B_6

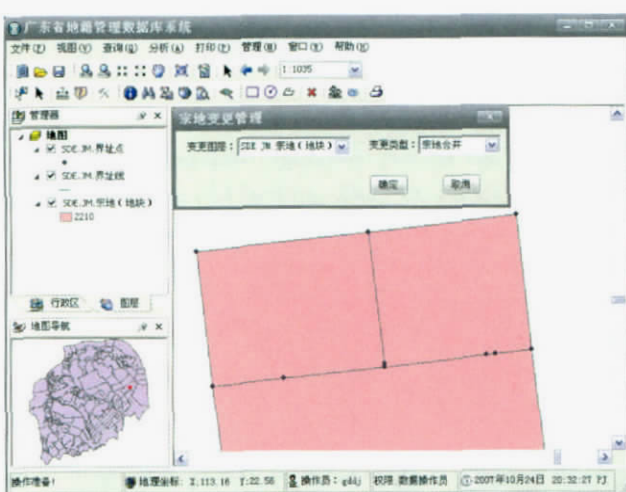


图 3 宗地变更操作功能界面

Fig.3 The interface of parcel alteration operation function

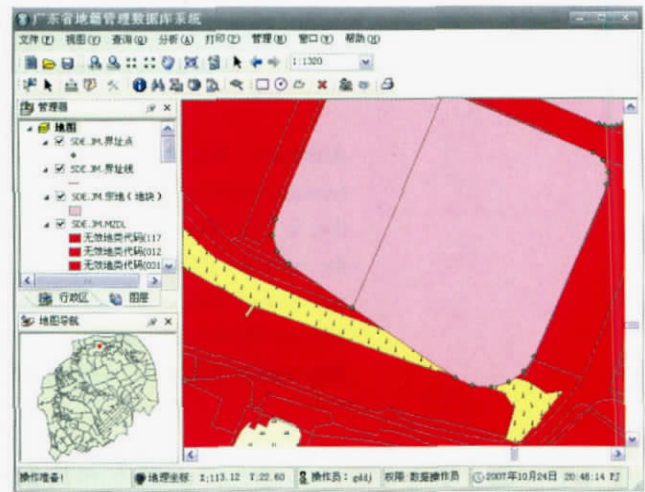


图 4 宗地历史回溯功能界面

Fig.4 The interface of tracing of history operation function

5 结束语

宗地变更和历史回溯一直是地籍管理系统设计关注的问题,目前已有许多这方面的时空数据结构模型,但大多会产生数据冗余。本文在进行宗地的时空数据组织时,将宗地的历史数据和变更数据分开存储,形成历史库和变更库两个相对独立的数据库,现势数据不再单独物理存储,而是通过历史数

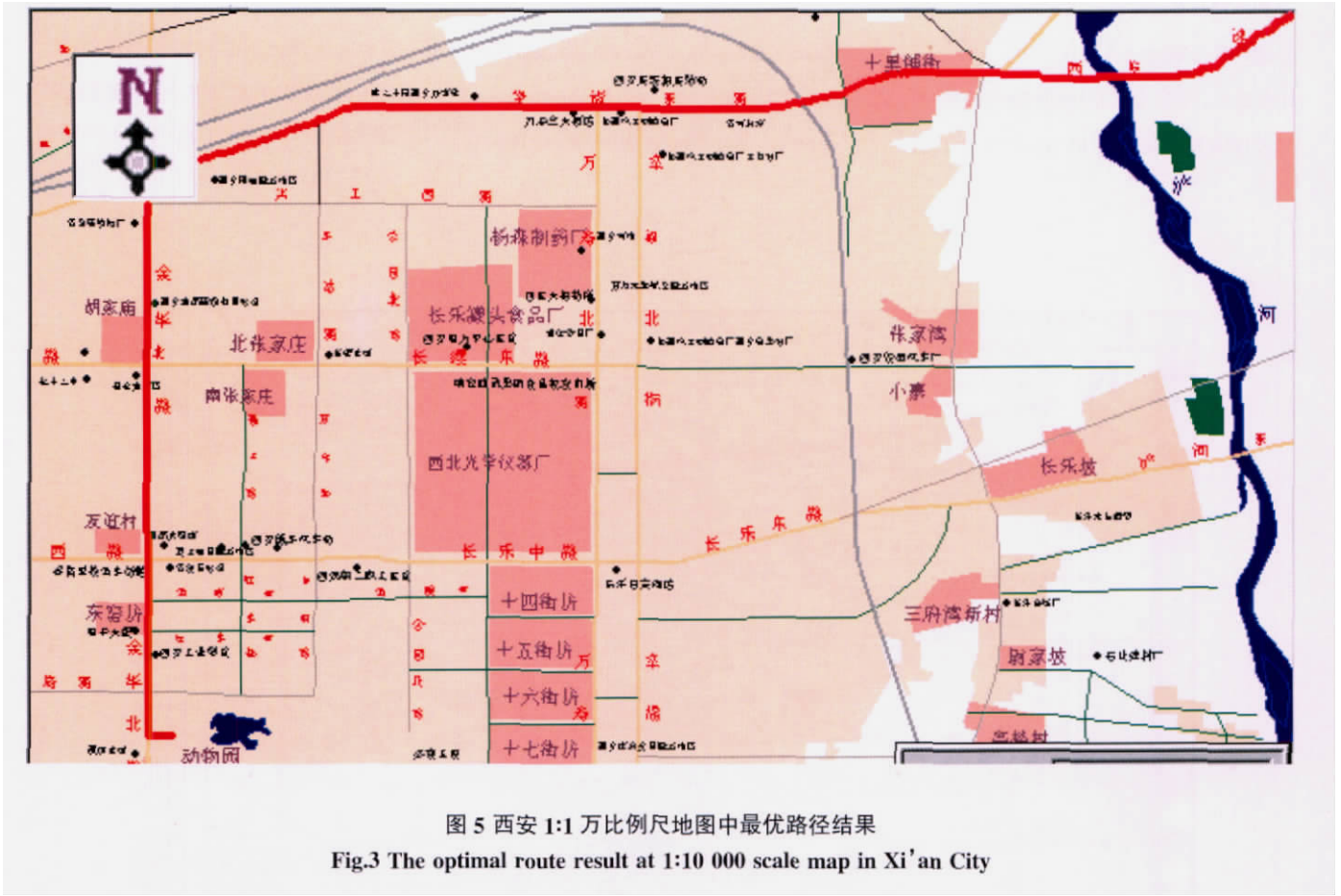
据和变更数据将其有效组织而来,较好地解决了地籍数据库中数据冗余问题。虽然这样组织数据不可避免地对查询操作的效率有影响,但却保证了各种变更操作都不会产生数据冗余,而且方便宗地数据的动态更新和维护。另外,在进行宗地历史回溯时,主要采用 SQL 语句,几乎没有使用父子宗地之间的空间关系进行拓扑运算,这样在一定程度上节省了时间、弥补了因

数据分开存储带来的查询效率问题。当然上述时空数据组织结构还有待改进和完善的地方,特别是在管理海量地籍数据的时候,有待进一步提高速度。

参考文献

- [1] 尹任祥,张桥平.地籍信息系统的时空数据组织[J].测绘通报,1998(6):28-29.
- [2] 钟耳顺.土地信息系统建设中的若干问题[J].国土资源信息化,2001(3):29-32.

(下转第 72 页)



(上接第 52 页)

算法误差分析与评价[D]. 武汉: 武汉大学, 2002.

[11] 胡 鹏, 杨传勇, 吴艳兰, 等. 新数字高程模型理论、方法、标准和应用[M]. 北京: 测绘出版社, 2007.

[12] 汤国安, 陶 旻, 王 春. 等高线套合差及在 DEM 质量评价中的应用研究 [J]. 测绘通报, 2007, 8 : 65- 67.

[13] Ebner. Experience with height interpolation by finite elements [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1984, 50 (2): 177- 182.

[14] 景晓军, 李剑峰, 刘郁林. 一种基于三维最大类间方差的图像分割算法[J]. 电子学报, 2003, 31 (9) : 1281- 1285.

[15] 张尤赛, 陈福民. 基于纹理映射与 Phong 光照模型的体绘制加速算法 [J]. 中国图像图形学报, 2003, 8 (9) : 1048- 1054.

[16] 梁 亮, 张定华, 毛海鹏, 等. 一种基于可编程图形硬件的快速三维图像重建算法[J]. 计算机应用研究, 2006, 23 (1) : 241- 243.

[17] 王 敏, 殷 焯, 陈养彬, 等. 基于二维半雕刻系统的三维人脸重建 [J]. 计算机应用研究, 2005, 22 (12) : 165- 167, 193.

[18] 朱 庆, 李逢春, 张叶廷. 一种改进的三维点集表面重建的区域生长算法 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31 (8) : 667- 670

[19] Kraus K. and Otepka J., Vienna DTM Modelling and Visualization The SCOP Approach [J]. Photogrammetric Week 05, 2005, 241- 252.

(上接第 57 页)

[3] 乔彦友. 用时间 GIS 建立地籍信息系统的研究[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 463- 470.

[4] 张 冲, 吴健平, 钱大君. 基于 ArcSDE 的 GIS 版本管理应用研究[J]. 甘肃联合大学学报: 自然科学版, 2007, 3 : 66- 70.

[5] 郭明武, 刘耀林, 彭清山, 等. 基于 ArcGIS Engine 的宗地变更管理与历史回溯的实现 [J]. 测绘信息与工程, 2007, 32(3): 15- 17.

[6] 刘剑锋, 秦 奋, 张喜旺. 基于宗地变更的地籍时空数据库研究 [J]. 测绘科学, 2006, 31 (4): 149- 151.

[7] 罗年学, 潘正风. 动态地籍信息系统中时态地籍数据库的研究[J]. 测绘通报, 2002, 2 : 57- 47.

[8] 袁绍晚, 张新长. 基于实体- 关系数据模型的城市地籍信息系统的构建与应用 [J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(1): 37- 39.

[9] 孟浩东, 贾有良. 利用 ArcSDE 和 ArcObjects 管理宗地历史数据 [J]. 测绘通报, 2002, (12) : 57- 61.

[10] Abraham T, John FR. Survey of spatio-temporal databases [J]. Geoinformation, 1999, 3(1): 61- 99.