摘要

近些年来，随着各地国土资源管理部门地籍数据库的逐步建成，人们逐渐认识到数据更新已经取代数据获取成为地籍信息系统建设的瓶颈，地籍数据更新成为现代地籍的生命所在，是地籍、地籍管理可持续发展的客观要求。本文将当前国内外 GIS 领域较先进和成熟的理论研究，应用到地籍数据更新的实践工作之中，从时空数据模型、时空拓扑分析、更新操作算子、数据质量控制、长事务并发处理、更新工作流程等几个方面，较系统的设计和描述了基于 WALK 平台的地籍数据更新机制。

本文首先总结和分析了杭州地籍数据更新工作的现状，指出存在的不足和缺陷；其次，在比较了多种时空数据模型的基础上，提出适合数据更新的基于基态修正的面向对象时空数据模型，并进行时空数据库概念设计；然后，在时空拓扑分析的基础上，引入基于时空对象实体变化的更新操作，探讨地籍数据更新自动或半自动实现的方法；同时，为确保地籍更新的质量，提出基于元数据和质量规则的地籍数据检查方案，引入版本管理的思路，提出解决地籍更新长事务并发处理问题的办法；最后，结合杭州地籍管理工作实际，优化设计了地籍数据更新的工作流程，在原有系统的基础上开发实验系统，并通过实际案例或数据运行对本文的研究成果进行验证。

关键词：地籍，数据更新，TGIS，WALK，机制

ABSTRACT

In recent years, along with local cadastral databases were Gradually built up around land and resources management departments, it has been realized that data updating had been the difficulties key of GIS instead of data acquisition. Cadastral data updating is the life of modern cadastral, and the Objective requirements of sustainable development for cadastral or cadastral management. In this paper, the advanced and mature theoretical study on the fields of GIS around the world world, is applied into cadastral data updating practice. This thesis designs the updating mechanism of cadastral data more systematic based on WALK platform, from spatio-temporal data model, spatio-temporal topology analysis, updating operator, data quality control, long-concurrent processing, updating workflow etc.

Firstly, the thesis analyzes the current situation of cadastral data updating in Hangchou, and points out the existence the insufficiency and the flaw. Secondly, after analying and comparing the character of several kinds of spatio-temporal data models, it is concluded that the spatio-temporal data model based on base state with amendments is the suitable spatio-temporal data model for data updating, and carries on the spatio-temporal database conceptual design. Then, in the foundation of spatio-temporal topology analysis, the thesis introduces updating operator based on spatio-temporal object entity change, and discusses the methods that the cadastral data updating automatic or semiautomatic realizes. In addition, in order to guarantee the cadastral data updating quality, the thesis proposes the cadastral data checking mehtods based on metadata and data rules, and introduces the solution about long-concurrent processing by version management. Finally, combining the work actual problem, we have optimization designed the workflow of cadastral data updating, and based the old system developed an experiment soft system which has been confirmed to be an effective solution.

Key Words: cadastral, data updating, TGIS, WALK, mechanism

同济大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本学位论文的研究成果不包含任何他人创作的、已公开发表或者没有公开发表的作品的内容。对本论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本学位论文原创性声明的法律责任由本人承担。

学位论文作者签名：

2008年 3 月 10 日

学位论文版权使用授权书

本人完全了解同济大学关于收集、保存、使用学位论文的规定，同意如下各项内容：按照学校要求提交学位论文的印刷本和电子版本；学校有权保存学位论文的印刷本和电子版，并采用影印、缩印、扫描、数字化或其它手段保存论文；学校有权提供目录检索以及提供本学位论文全文或者部分的阅览服务；学校有权按有关规定向国家有关部门或者机构送交论文的复印件和电子版；在不以赢利为目的的前提下，学校可以适当复制论文的部分或全部内容用于学术活动。

学位论文作者签名：

2008年3月10日

第1章 绪论

本章首先介绍了有关地籍数据更新的基本概念，分析了地籍数据更新的基本任务和主要特点，明确提出了建立地籍数据更新机制的问题，在此基础上分析了地籍数据更新机制中的几个主要问题，提出本文的研究思路，最后说明了本文研究内容与结构安排。

1.1 概述

1.1.1 地籍的基本概念

“地籍”一词在国外最早来自拉丁文“Caput”和“Capitastrum”。意为课税的对象和课税对象的清册。[1]在我国《辞海》（1979年版本）中称地籍为：“中国历代政府登记土地作为征收田赋根据的册籍”。可见，地籍最初就是为了征税而建立的一种田赋清册或簿册。随着社会的发展，地籍的概念和内容已经有很大的发展。当代地籍不仅是课税对象的登记清册，而且还含土地产权登记、土地分类面积统计和土地等级、地价等内容的登记簿册。[2]

具体的说，地籍是指由国家监管的，以土地权属为核心，以地块为基础的土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用现状等土地基本信息的集合，用数据、表册和图件等形式表示。[3]地籍的图簿册是传统地籍管理的工作载体。图主要是指宗地图和地籍图，宗地图的空间集合构成地籍图；簿是指土地登记簿，是由土地登记卡的集合构成的；册是指土地归户册，是由土地归户卡的集合构成。

1.1.2 地籍信息系统

随着时代的发展，传统的地籍管理手段和人工作业方式因其效率低、透明性差、利用困难等原因，已经不能满足当代多用途地籍对资料的准确性、现势性及服务高效性等方面的需求。地籍管理面临前所未有的挑战，因此各国政府、

国际组织、国内外专家学者等都在积极探索发展满足信息化、自动化、高效透明等要求的地籍管理制度和工具。推动地籍管理的信息化正是其中很重要的一个研究内容。

信息技术在地籍管理与服务中起着越来越重要的作用。为了提高地籍管理水平，各国政府以及国内外专家学者都积极推动以计算机为手段的地籍信息系统（Cadastral Information System，简称CIS）建设，以实现土地统计、土地登记等地籍日常业务办公及地籍数据的采集、处理、地籍图编绘和更新等的自动化水平，提高地籍管理的效率。“地籍信息系统是一个在计算机和现代信息技术支持下，以宗地（或地块）为核心实体，实现地籍信息的输入、存储、检索、处理、综合分析、辅助决策以及结果输出的信息系统”[国土资源部地籍管理司，2002]。因此，地籍信息系统即是各国政府用来保证地籍管理工作高效、持久、和谐、透明运转，并为政府机关、经济建设和社会管理部门以及个人提供规划、管理、查询、统计等多种信息服务的技术工具，同时它又是一个将多个技术部门（如地籍测绘、土地登记、土地统计、地籍档案等）单一、分散的数据资料继承起来进行统一管理的信息资源管理系统。其研究领域主要包括业务办文系统建设、地籍信息服务、地籍数据库的建设与更新等。

1.1.3 地籍数据

地籍资料的数字化形成了地籍数据，地籍数据是地籍信息系统运行的根本。地籍数据在土地管理中有着非常重要的作用，它既是发放权证的重要依据，具有法律意义，又是规划决策的重要依据，具有基石作用。土地具有地理空间的特性，因此地籍数据是一种 GIS 数据，按类型通常分为：空间数据，又称为图形数据，如宗地的空间坐标、拓扑关系、几何面积等；非空间数据，又称为属性数据，如宗地的权利人、权属性质、土地座落等。按要素内容分，地籍数据包括地籍要素、地形要素及其他要素，其中地籍要素主要指宗地、界址线、界址点、地类图斑，地形要素主要指建筑和构筑物、水系、交通、植被、地貌、高程、管线及其他设施等，其他要素主要指行政区划、街道街坊、测量控制点等。

随着数据库技术的兴起，地籍数据文件管理的方式逐渐退出。数据库是 20 世纪 60 年代发展起来的一门数据管理的自动化技术，是以一定的组织方式存储

在一起的相互关联的数据集合，其目的是使数据的存取系统化，以最佳方式、最小重复(冗余)的为多种目的的服务。地籍数据库是为存储、管理土地基本信息的数据库，即以宗地为基本单元用数字形式记录土地及其附着物的位置、权属、数量、质量和土地利用现状等图形和属性信息（即地籍信息）的数据库，能以最小重复(冗余)为多用途地籍服务，扩大地籍信息的应用范围，是数据库技术与地籍系统相结合的产物，是地籍信息系统的核心。

在应用需求驱动下，各国政府和产业界都积极开展地籍数据库建设，近几年来地籍数据库已成为国际 GIS 学术界的前沿研究领域。其中，地籍的三维问题、地籍数据的结构模型和组织形式、地籍数据质量控制、地籍数据更新等是目前国际地籍数据库领域研究的热点。[4]

1.2 地籍数据更新

地籍数据属于空间数据范畴，研究地籍数据更新，应该借鉴空间数据更新领域的研究成果，因此本节首先探讨空间数据更新的问题与国内外研究现状。

1.2.1 空间数据更新

在 GIS 发展初期，由于其主要依靠“应用驱动”和“技术导引”，人们的努力方向主要集中在空间数据的获取和存储上，对空间数据更新问题的关注较少。近几年来，随着空间数据获取技术和数据存储软硬件技术的快速发展，许多国家和地方的空间数据库建设已相继完成，人们逐渐认识到“空间信息更新将取代空间数据获取而成为 GIS 建设的瓶颈”[Unitemark,1998]，“当前 GIS 的核心已从数据生产转化为数据更新，数据更新关系着 GIS 的可持续性发展”[Fritsch,1999]。

空间数据更新是用反映目标区域空间实体（包括地形、地貌、地物等）现势状况的地理空间信息，修正、补充和更新原数据库中相应数据，以真实地反映其现状，保存历史数据、记录变化原因，是数据现状与实际客观现状保持一致的过程。空间数据更新一般包括三个基本环节和三种基本模式。[4] 三个基本环节是：a)变化信息的发现与提取，这是空间数据更新的首要环节，其目的是通过调查、比较发现并确定变化信息，界面友好、只接收和生产变化信息的高

效地理空间数据生产工具软件是目前变化信息提取的瓶颈。b)主数据库更新，这是一个将新采集的变化信息与数据中心原主数据库中未变化信息进行融合的过程，包括在原数据库中插入新增地形地物、地籍信息，删除已消失的相应对象信息，更新替换部分变化的空间对象信息并保存历史数据。主数据库更新方法总的可分两大类，一类是直接用新收集的同一尺度的变化信息进行更新，另一类是用更新过的大比例尺数据更新小比例尺数据。c)用户数据库更新，这里有两种情况，一种是不修改空间数据的用户，此类用户只将主数据库变化部分直接替换即可；第二种在使用空间数据的过程中，对其进行了修改，并根据用户需求重新构建数据集，对于这类用户的数据库更新包括变化数据的传递、数据库模式匹配、数据更新与融合、历史数据保存与一致性维护等问题。三种基本模式是：a)定期更新，确定更新周期对空间数据进行全部区域的更新；b)固定变化程度的更新，即达到一定变化程度后，对数据库内容进行一次全面的更新；c)增量式更新，即变化一经发现便立即更新主数据库内容，并连续提供给用户使用的更新模式[Cooper&Peled, 2000, 2001]。a)、b)也可称统称为批量式更新模式，增量式更新由于其方式灵活而且能够更好地保证空间数据的现势性，是未来空间数据更新的主要趋势。

1.2.2 地籍数据更新的基本任务

地籍数据更新是在数字环境下，针对土地数量、质量、权属及其分布、利用、使用等的变化情况，用反映土地现势状况的地籍信息修正、补充和更新原数据库种的相应数据，以真实地反映地籍信息的现状，保存历史数据、记录变化原因等，使数据现状与实际现状保持一致的过程。地籍数据更新是现代地籍的生命所在，是地籍、地籍管理可持续发展的基本要求。本文主要讨论地籍主数据库（或称核心数据库、中心数据库）更新，地籍数据更新的基本任务包括：变化信息的及时发现与测定、变化数据的及时更新处理、保存历史数据和维护数据质量等。

（1）变化信息的发现与测定。变化发现与测定是更新的前提，地籍数据变化信息发现要求理论上要达到“随时变化、随时发现”。地籍数据库一般为大比例尺数据库，其变化信息发现主要包括三条途径：a)日常地籍变更制度，即要求当事人在地籍权属、用途、分布等发生变更后，及时到土地管理机关办理

土地变更登记手续，需要提交土地的变更信息；b)建设项目用地审批和验收制度，即要求当事人要在土地审批之前提供用地范围内最新的地籍信息，在竣工后要对土地使用情况进行复核验收；c)违法用地的认定和查处制度，同样需要实地测定土地使用现状。目前测定地籍变化的途径主要是利用全站仪、GPS 等进行野外数字测量，也有通过摄影测量，遥感图像处理等获取地籍变化信息。

（2）变化数据的更新处理。在传统地籍管理模式下，是指当变化发现、测定后及时标注到地籍图、簿、册的过程；在数字环境下，是指通过地籍信息系统平台将变化数据录入到地籍数据库，对数据库记录进行增、删、改的过程。

（3）保存历史数据。在传统地籍管理模式下，过时的地籍图、簿、册都作为地籍档案保存，如不人为销毁便会一直保存下去。但在数字环境下，如不特别保存历史数据，数据更新时，新的数据便会覆盖掉变化前的旧数据，历史数据便会丢失，历史信息便无法查找，不能反映地籍演变的来龙去脉，无法为地籍纠纷提供法律依据等，因此在地籍数据库更新时，应该特别强调保存历史数据。

（4）维护数据库质量。数据质量问题是一个关系到数据库能否有效应用的关键问题。由于数据更新过程种要对数据库记录进行增、删、改等处理，如果处理不当便可能导致地籍数据库质量下降，影响其应用价值。因此在地籍数据库更新之前，必须对更新过程中的质量控制方法进行详细研究。

1.2.3 地籍数据更新的特点

地籍具有法律性、精确性、现势性和连续性等特点，其中法律性是地籍的基本特性，地籍的法律性要求地籍数据具有精确性、现势性和连续性等。精确性要求地籍数据中空间位置坐标、面积、属性内容等必须准确无误，现势性要求地籍数据反映的内容要与目前实地的情况一致，连续性要求完整保留各时期的地籍历史数据，并保证互相关联，构成承上启下、连续不断的完整体系。从而为每一地块的权属、位置及来龙去脉等提供准确无误的法律依据，并能对地籍信息的历史状态及演变过程恢复、跟踪等[林增杰等，2001]。由此可见，地籍数据更新具有如下几个方面的技术特点：

（1）宜采用增量式为主，批量式为辅的更新模式。初始土地登记完成后，日常土地登记依申请“随时变更、随时调查、随时登记”的制度要求，以及每

次变更的地籍实体指包括变化宗地及其受影响的周边宗地，因此地籍数据更新主要是增量式更新。但也存在因技术革新、区划调整、旧城改造、新城建设等引起的全域或成片地籍信息变更，需要采用批量式更新。

（2）数据组织宜采用基态修正式的 TGIS 模型。地籍变更几乎每天发生，但一般每次变更只涉及到很有限的空间范围。由于地籍数据库记录信息庞大，覆盖范围较广，每次变化后都保存前一刻历史数据的快照是不可能的，而时空数据基态修正模型，即每次变化后只将变化目标的历史数据存档，为变化后的数据创建新的版本或添加新的对象，没有发生变化的目标在数据库中保持不变，是地籍时态数据组织的理想模式。

（3）拓扑关系是地籍数据组织、更新与维护的基础。宗地是地籍管理的基本单元，宗地由界址线围成，界址线由界址点来定位。宗地在理论上具有剖分的特性，同时性宗地、界址线、界址点之间彼此牵制，存在多种拓扑一致性约束条件。空间数据更新处理过程中的拓扑关系维护一直是国际前沿的难点和热点问题，为控制空间数据质量，在更新中需要引入拓扑关系主动维护功能。

（4）地籍数据变更类型的多样性。地籍变更总体上可分为三大类型：一是宗地图形数据不变，属性数据变化，如宗地更名、使用权类型变更；二是宗地图形变化，同时属性数据也变化，如宗地分割、合并等；三是宗地图形变化、属性数据不变，如宗地重新测绘，但此类情况比较特殊。宗地的图形变更还可分为六种基本类型：宗地新增，宗地灭失，宗地合并，宗地分割，公共边界调整以及复合合并。

1.2.4 地籍数据更新机制

为规范地籍数据更新工作，提高更新效率和质量，确保更新结果的准确，必须建立一套完整、周密、科学的地籍数据更新机制，这是确保地籍数据更新工作正常有序开展的前提和关键。所谓机制，泛指一个工作系统的组织或部分之间相互作用的过程和方式。地籍数据更新机制，就是指以地籍数据库为基础，发现并测定地籍信息变化内容，用反映现势状况的地籍增量信息修正、补充和更新地籍数据库，使数据库现状与实际现状保持一致的系统性过程和方式。地籍数据更新机制需要解决的几个主要问题是：数据组织问题，技术环节问题，质量控制问题，更新系统问题以及业务规则问题。

1.3 论文研究目标和内容安排

1.3.1 研究目的和意义

随着城市建设的迅速发展、土地市场的持续活跃以及《物权法》的实施，土地产权的更新活动越来越频繁，同时人们维护土地产权的意识也更加强烈。土地征收、征用，土地使用权的划拨、出让和转让，土地使用权的继承，土地产权人的更名、更址，土地用途的改变，土地租赁、抵押等业务活动都将引发地籍数据的更新。地籍更新的管理已经成为地籍管理中的一个重要日常性工作，应用计算机系统快速、准确地处理数据更新是确保地籍变更管理到位的必然趋势。

地籍信息系统（CIS）是土地信息系统（LIS）的重要组成部分，属于专题地理信息系统（GIS）范畴，是地理信息系统在地籍管理中的应用。近几年来，地籍信息系统已成为国内外地理信息系统研究和实践的热门领域，但是人们的注意力主要集中在地籍管理业务办文流程的实现，以及地籍数据建库等方面，对地籍变更和数据库更新方面的研究较为初浅。即使部分地籍信息系统称实现了时空数据的管理和更新，但是在实际应用中，由于所采用的时空数据模型、时空数据管理方式以及更新机制的不合理，导致出现系统运行效率比较低、数据冗余度大、数据质量难以控制等问题。由于对地籍更新的机理缺少系统、深入的研究，至今鲜见一套完整的、公认的地籍数据更新与维护体系。这些导致目前的地籍信息系统难以扩展时态功能、地籍空间数据更新维护困难等一系列问题，严重制约了地籍数据库、地籍信息系统的进一步发展。

1.3.2 研究的目标和思路

通过近几年来在地籍信息系统和数据建设方面的探索和实践，笔者所在单位杭州市国土资源局已经完成了以土地登记业务办文系统、空间数据管理系统为主要内容的地籍信息系统建设，初步建立了一套基于日常地籍变更调查及土地登记的地籍数据动态更新流程，并在实际工作中取得了一定的成效。但是由于地籍更新业务规则、时空数据模型以及更新系统设计等诸方面的缺陷和不足，该更新流程在运行过程中还是暴露出了很多效率、质量、功能等方面的问题。

本文的研究目标是以解决地籍变更业务实际问题为出发点，从数据组织、信息系统和工作规则等几个方面入手，充分利用时空数据模型、时空拓扑关系、更新操作算子等方面先进成熟的理论和技术，应用于实际业务工作，探讨并建立一套高效、规范、自动水平较高的地籍数据更新机制。

本文的研究思路是：

（1）首先较全面的分析地籍更新的业务种类和特点，并对目前运行的地籍数据动态更新流程进行评价分析，指出存在的问题；

（2）其次针对地籍更新的特点，选择合适的时空数据模型，并对已有数据库结构进行扩展升级；

（3）按照地籍空间实体变化的时空拓扑关系类型，设计地籍数据更新操作算子，为系统自动实现更新提供关键方法；

（4）对更新过程中的质量控制、版本控制与长事务管理进行研究和探讨，形成较为全面、完善的地籍数据更新机制；

（5）开发实验系统进行验证。

1.3.3 研究内容与各章安排

鉴于以上分析，本文将围绕建立和完善地籍数据更新机制这一目标，从探讨分析地籍变更业务和现有更新系统运行情况出发，建立更为适宜的时空数据模型和数据库结构，提出简捷高效的地籍数据更新操作理论和方法，设计一套完整规范，符合实际的地籍数据更新机制，并通过实验系统进行验证。

本章介绍了地籍数据更新等的基本概念、应用需求和研究内容，介绍了地籍数据更新机制研究的主要问题，提出了本文研究内容与研究思路；

第二章介绍了杭州市地籍数据库设计，地籍数据动态更新流程，并对目前的地籍数据库和动态更新工作现状进行分析，指出了当前地籍更新存在的问题和不足；

第三章介绍了 TGIS 的时空数据模型概念、面向对象时空数据模型的设计，针对杭州市地籍更新的特点和需求，选择一种适宜的时空数据模型，并以此重新优化设计原地籍数据库结构，实现时空属性变更关系的查询。

第四章是本文的重点，从时空拓扑关系、更新操作因子、质量控制、版本控制与长事务管理几个角度分析了地籍数据更新的实现原理。

第五章设计了地籍数据更新的流程和环节，简要介绍了更新实验系统的基础软件平台和主要功能、界面。

第六章对本文研究工作做了一个总结。

第2章 地籍数据更新的现状分析

本章介绍杭州地籍数据更新的工作现状，着重描述当前空间数据库和动态更新系统的设计及实现，较系统地分析目前地籍数据更新中存在的问题，指出数据模型、结构和系统功能等方面的不足和缺陷。

2.1 空间数据库

2003 年，杭州市提出了国土资源空间数据从各类业务数据中分离出来单独设计并实行专业化管理维护，与各类业务系统保持松耦合关系的“一库两平台”总体思路。按此思路，日常的土地登记业务办文信息与地籍管理的空间实体信息实现了分离。前者主要包括日常土地登记的申请、审批、注册登记、发证等各环节产生的信息，无任何图形数据，存储在 Oracle 数据库中，由业务办文系统进行管理；后者主要包括地籍测量、权属调查、地类调查等工作产生的信息，包括图形数据、属性数据等，以 WALK 平台的数据格式存储在 SQL-Server 数据库中，由空间数据管理系统进行管理。两个数据库分别存储在不同的服务器上，独立运行与维护，并通过接口相互调用和传递数据，如图 2.1。本文研究的数据主要指空间数据。

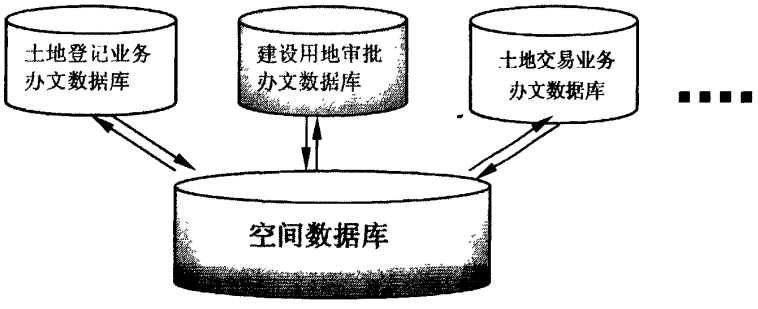

图 2.1 业务办文数据库与空间数据库的关系

2.1.1 基本内容

国土资源空间数据管理系统需要建立、维护和管理涉及国土资源管理各项业务的空间数据，基本内容包括控制点、地形、地籍、建设用地等数据，同时还包括数据之间的相互关联。

（1）控制点数据

控制点数据包括描述城市各等级平面和高程测量控制点的信息。每个城市由于建设和管理的需要，必须具有统一精准的、覆盖整个城市辖区的控制网，形成统一的测量坐标系，信息系统中任何实体对象的定位数据都用统一坐标系中的坐标来描述，同时通过该坐标系与其他参考坐标系之间的固定转换参数，实现该空间数据与相应数据的拼接和叠加。

控制点数据量相对较小，几何类型一般以表达二维坐标的点表示，高程值、等级、测量时间、点之记等信息作为属性字段保存。控制点是日常土地测绘的起算数据，对确定空间实体的几何位置具有至关重要的作用，因此将其作为单独的一类基础数据。

（2）地形要素数据

地形要素作为地籍信息系统的背景要素，即除了地籍要素之外但与空间定位有关的其他地物信息和地貌信息。以往一般宜采用数字线划图（DLG）的方式进行采集与管理地形要素数据，但随着空间数据采集和管理技术的发展，亦可根据实际情况采用数字正射影像图（DOM）、数字栅格图（DRG），以及数字高程模型（DEM）等形式，但就现阶段而言，DLG 仍是较为合理的地形要素数据的表达方式。

以往在地籍信息系统中，地形要素的主要作用是图层背景，以便了解宗地的位置及其环境，因此较注重与地块位置及其环境有关的地形要素，关系不大的内容如管线、工矿设施等从简处理或是忽略不计。此外，由于受系统需求和应用所限，往往强调地形要素的图面浏览、弱化查询分析，因此较注重地形要素的制图与符号表达，忽视了地形要素的属性结构和拓扑要求。

在杭州国土资源空间数据库建设中，出于数据共享和全要素管理的考虑，对地形要素数据一直较为注重，基本按照国家或行业有关地形要素的分类体系进行全面采集与管理，按数据的几何类型和要素特征进行细分，并根据地形要素的信息对其属性结构分别设计。本课题中研究的地形要素数据，主要是通过 1：500 地籍测量获得的矢量线划数据。

（3）地籍要素数据

地籍要素数据由图形数据和属性数据两部分组成。地籍要素图形数据是用来对地籍要素进行整体标识、空间定位和制图表达的数据集合；地籍要素属性数据是上述数据以外的文字、数字描述数据的集合。

地籍要素数据的组成如图 2.2 所示：

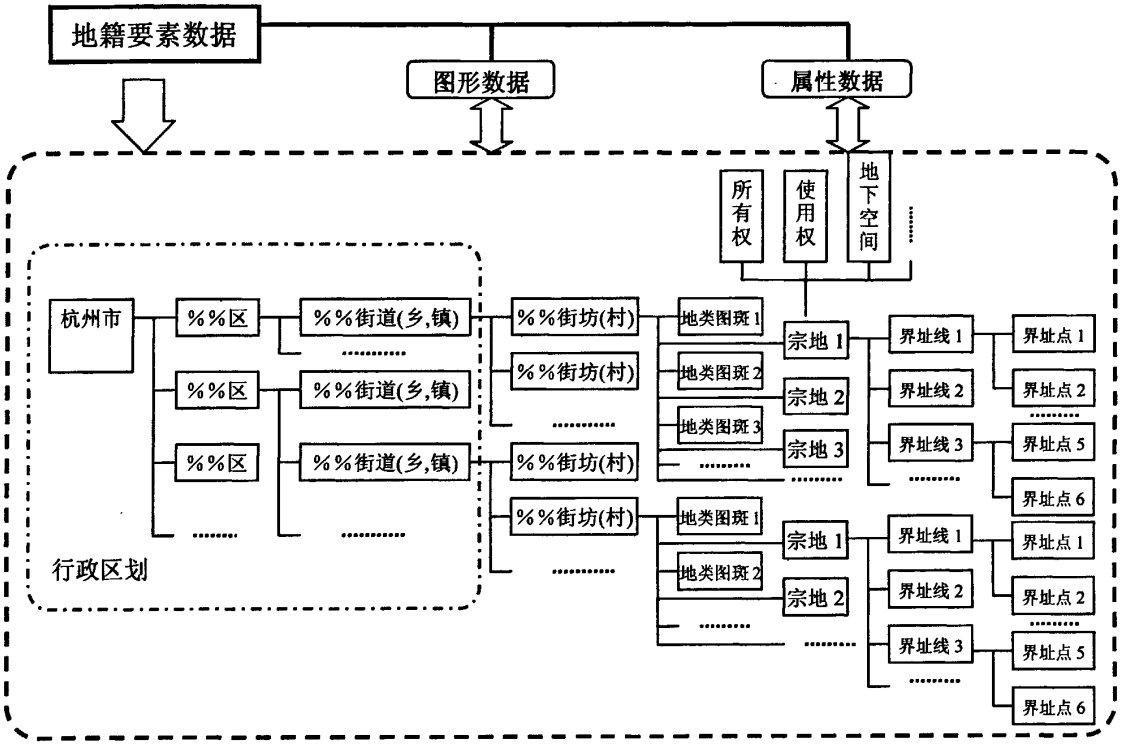

图 2.2 地籍要素数据组成示意图

杭州城市区域内，按照各级行政区划的管理范围进行划分，可划为区和街道（乡、镇）两级。根据地籍管理工作的需要，在街道（乡、镇）范围内，再划分若干街坊（村），在街坊（村）内划分宗地和地类图斑。其中，宗地根据权属类型（包括所有权、使用权、地下空间权以及他项权利等）的不同，进行适当分类。同一类型的宗地在空间上应满足互不重叠的要求。地类图斑描述土地利用现状或土地用途，在街坊范围内满足剖分要求。

街坊作为地籍管理中的特定区域，一般是由道路、沟渠、河流、山脊等现状地物围成的自然地理单元，有时也按照村界、社区范围、规划道路等进行人为划分。街坊在街道范围内满足剖分要求。

宗地是由同一权属界线封闭的独立权属地块，是地籍管理的基本单元。界址线是宗地外围的弧段，由界址点组成。在本课题中，规定界址线以直线线段形式表示，首尾两个端点为界址点，曲线型或带结点的弧段为非法界址线。为保证数据的完整性，原则上要求对街坊内所有土地进行划界编宗，也就是全编宗。经过全编宗的土地，满足 GIS 理论中面对象全覆盖且不重叠的剖分要求，有利于地籍数据的管理。但在实际工作中，全编宗带来的管理难度和成本都较大，且意义不明显。特别在表示所有权、地下空间权以及他项权利等的宗地的划分上，全编宗的实现可能更小。

地类图斑是描述同一权属性质和主体、同一地类（用途）、同一土地等级的封闭地块，是地类划分的最小单元。通常，一个宗地对应一个地类图斑，但也存在一个宗地被划分为多个地类图斑，如表示集体土地所有权的宗地及其内部的地类图斑，也存在一个地类图斑被划分为多个宗地，如一个表示农村宅基地的地类图斑内，存在大批的宅基地宗地。

同时，对于未进行全编宗的街坊，地类图斑记载了未编宗区域的土地信息。与宗地不同，地类图斑在街坊范围内满足 GIS 理论中面对象全覆盖且不重叠的剖分要求。

地籍要素图形数据的存储采用面向对象的矢量格式，包括点、线、面及注记等基本几何类型，并按照地籍图图式符号的规格表示。地籍要素的属性数据主要用于描述地籍要素的基本信息，如地号、权属性质、土地座落、土地用途等，一般与图形数据统一存储在数据库表中。部分属性作为独立的实体对象以独立数据库表的形式存在，如土地权利，并通过“地号”等关键字段与宗地等数据建立关联。

（4）建设用地要素数据

建设用地要素数据主要指建设项目用地审批前的勘测定界数据，主要包括征地范围、规划图斑、征地界址线、征地界址点等要素。

征地范围主要依照建设项目的用地红线范围，通常与街坊、宗地等地籍要素无空间关联；规划图斑是征地范围内表示不同规划用途的封闭地块，一般分实际使用、规划道路、规划河道、规划绿化及其他规划用途图斑。

2.1.2 空间数据的组织与存储

空间数据的组织与存储主要涉及对空间数据、必要属性数据的存储，以及空间数据与必要属性数据之间的匹配关系的控制。

（1）面向对象。GIS 的空间数据分为面向对象与非面向对象。杭州国土资源空间数据库采用面向对象方式实现对空间实体要素的存储管理，每一要素都可以被抽象为某一类具有公共属性的对象，如点、线、面等，具体要素则是该对象的一个实例，同时具有相应的属性。

（2）分层存储。分层是对地籍信息进行分类的基础上，将不同种类的地籍要素采用不同图层分开标识，便于针对不同的应用对不同的相关信息进行分析处理。杭州市国土资源空间数据库系统根据空间数据的专题内容、几何表达形式和拓扑特征的差别进行数据分层，将真实地籍模型概念化为由若干个专题层叠置而成的图层模型。

（3）纯关系型数据库管理方式。空间数据管理的方式主要有三种：文件与关系数据库混合式，这种方式用一组文件存储地理空间数据及其拓扑关系，利用关系数据库来存放属性数据，通过唯一标识符来建立它们之间的连接；纯关系型数据库式，图形与属性数据都采用现有的关系型数据库来存储，使用关系型数据库的标准连接机制来连接图形数据与属性数据；对象关系型数据库式，为了处理非结构化的空间数据，在传统关系数据库管理系统上，进行扩展使之能够同时管理图形数据和属性数据。目前杭州国土资源空间数据库采用了纯关系型数据库式来管理空间数据。

（4）拓扑关系。空间对象之间的关系最基本的可以分为点与点、点与线、点与面、线与线、线与面、面与面六种关系，通过检查它们之间的拓扑关系是否符合实际情况的要求，来确保空间对象之间关系的正确性。空间数据的组织与存储要求通过这些关系的控制，准确把握它们之间的拓扑关系。杭州市国土资源空间数据库主要通过空间关系即时计算产生临时拓扑关系表来存储实体之间的的拓扑关系。

（5）属性数据表。除了空间数据以外，空间数据库还存储了必要的属性数据，属性数据的存储结构就是数据基本表，通过记录相应空间数据的标识符，建立与空间数据之间的关联。

2.1.3 WALK 时空数据模型

数据模型是信息系统的核心，它定义了数据对象类型、关系、操作以及数据的完整性规则。WALK 采用了“对象—关系”的空间数据模型，它将空间数据类型抽象为点（Piont），折线（Polyline）及面域（Region）组成。空间数据模型实例如图 2.3。

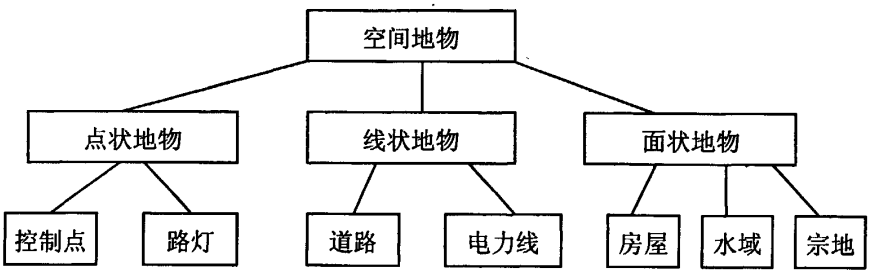

图 2.3 空间数据模型实例

每一个空间地物实体对应图层数据表中的一条记录，其中图形数据的变长部分处理成 Binary 二进制 Block 块字段，其他属性记录在同一记录中的其他字段，如图 2.4。

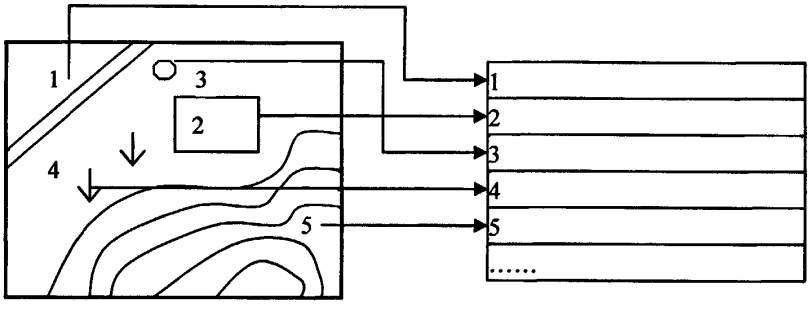

图 2.4 空间实体与数据记录关系

平台的时空数据模型采用了基态修正模型，如图 2.5。其基本思想是基于起始时刻地图的不断修正，任何后续时刻对象的变化都以增量的形式存储。基态修正模型中的每个对象只存储一次，每变化一次只需要较少的数据进行记录；同时，只有在事件发生或对象发生变化时才存入系统中，时态分辨率刻度值与事件发生的时刻完全对应。该模型的优点是保证了空间实体对象的完整性，节约了空间，查询变化比较方便，而且可以检索对象的变化历史。缺点是对历史过程的查询十分烦琐，并且变化信息是基于图层的，时间是以图层的属性形式存在，不能存储随时间变化的空间拓扑关系。

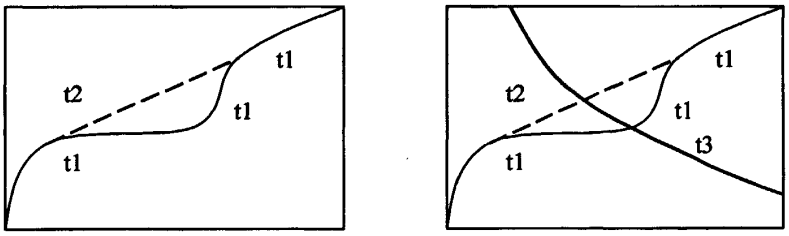

图 2.5 基态修正模型

WALK 从工程和地物的属性出发，将空间地物进一步向上抽象。按属性特征将地物划分为各种类型，若干个地物类型又组成一个专题层（Layer），层由 Features 表、Annotations 表、Symbols 表、FeatureIndex 表、AnnotationIndex 表、JFFeatureIndex 表、JFAnnotationIndex 表组成。对于应用系统而言，其中层的 Features 表是用户数据表，该表中 Geometry 等字段和其他几张表是 Walk 构成空间信息和管理自建的，服务于用户数据表的图形表达和空间信息管理。

同一个地理空间的多个专题层组成一个工作区（Workspace），并以工作区的方式统率各地物层及属性表，时间信息也作为同一记录中的字段来表示，总体来说，用图 2.6 可反映 WALK 的时空数据模型。

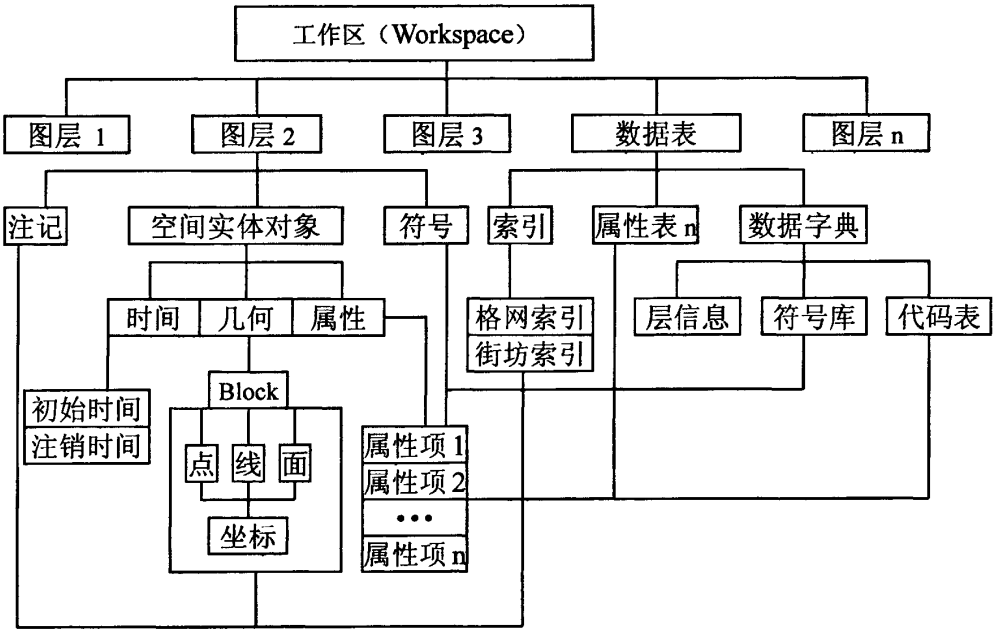

图 2.6 WALK 的时空数据模型

2.1.4 宗地数据库设计

地籍管理的核心是土地登记，土地登记的基本单元是宗地，土地登记的实质是土地权属管理，是确立权利人对土地所有、使用及其他权利关系的过程，包括设定、变更、注销和他项权利登记。这种关系具有法律效力，通过土地登记部门注册登记，颁发土地证来保证。宗地是登记的空间实体，是被权属界限所封闭的地块。一宗地可能有多个权利人，称为共用宗；一宗地可能有多种土地用途，称为混合宗。宗地一般是多边形（或含岛的多边形），由界址线和界址点组成。宗地与界址线是一对多的关系，至少 3 条；一般而言，界址线为直线段，与界址点的关系是 1 对 2 的关系。宗地数据之间的 ER 图如下：

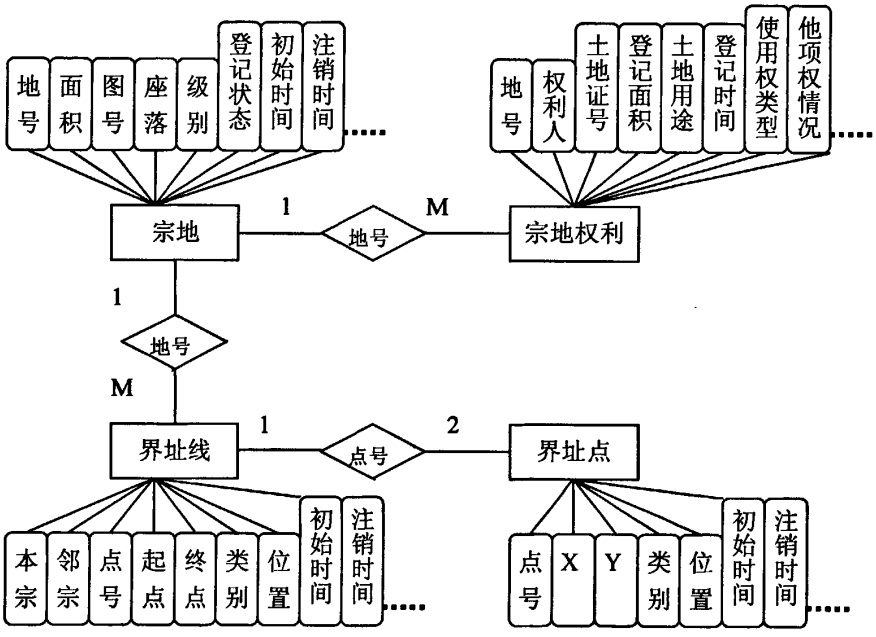

图 2.7 宗地数据 ER 图

2.2 地籍数据更新

地籍数据更新，是依据规定区域内地表或权属变化的现状，动态修正数据库中相应地籍和地形要素内容，提高其精度和保持现势性的一项重要工作。2004 年以来，杭州逐渐建立了以日常土地变更测绘为手段的地籍数据动态更新机制，

后又实现了与土地登记业务办文系统之间的同步更新，在该领域取得了一些突破，为保持地籍空间数据库的现势性提供了技术手段。

2.2.1 动态更新

（1）局部实时更新

局部实时更新是对局部空间少量数据进行不定期随时更新的过程，当前杭州每日近 20 宗日常土地测绘项目采用该方式进行更新入库。局部实时更新具有以下几个特点：一是数据量相对较小；二是更新入库时间短；三是专题要素相对单一。局部实时更新的机制是：每一宗日常土地测绘项目，都必须在管理系统中备案，首先根据测绘单位定义的下载边界，通过控件接口从城市空间数据库中下载图形及属性数据，形成数据包作为基础数据；再利用专门的变更测量软件对该基础数据进行变更测量，输入调查信息；将变更成果提交相关部门审核，进行接边检查；然后将通过合法检查的数据更新入城市空间数据库，同时将单个日常土地测绘成果上传至服务器存储；数据入库后，该日常土地测绘项目结案，成果提交有关部门使用。

数据下载：由测绘单位根据日常土地测绘项目的需要，提供数据下载范围顶点的坐标串文件，直接导入系统生成下载面（简单 Polygon 或者复杂 Polygon），也可以直接以手工编辑方式生成下载面，查询并导出与下载面成相交、包含、相接等拓扑关系的空间实体对象及相关联的属性表，形成局部范围内的空间数据库（mdb）。

变更测绘：测绘单位利用下载的空间数据作为工作底图，对照实地变化进行外业修补测，对未变化地物保持不变，对变化地物进行修改，对新出现地物进行新增，对消失地物进行删除；根据权属调查结果新增、调整、删除宗地等信息，同时录入相关权属、地类调查信息，进行内业处理，形成变更成果。

成果审查：测绘单位完成变更成果后，向调查部门提交，调查部门对成果进行内容上的审核，同时将变更成果中的新生成宗地与空间数据库进行接边检查，主要通过空间拓扑关系计算和人工查看，判断该宗地与周边宗地是否存在重叠、缝隙。

更新入库：通过成果审查的数据，提交给数据入库部门。首先由入库人员对数据是否满足入库要求进行合法性检查，如层表结构、符号注记、属性完整

性、剖分关系等；检查合格后，通过入库系统计算空间实体对象的变更状态（新增、不变、注销等），根据变更状态进行更新入库、注销形成历史数据，保持空间数据的现势性。

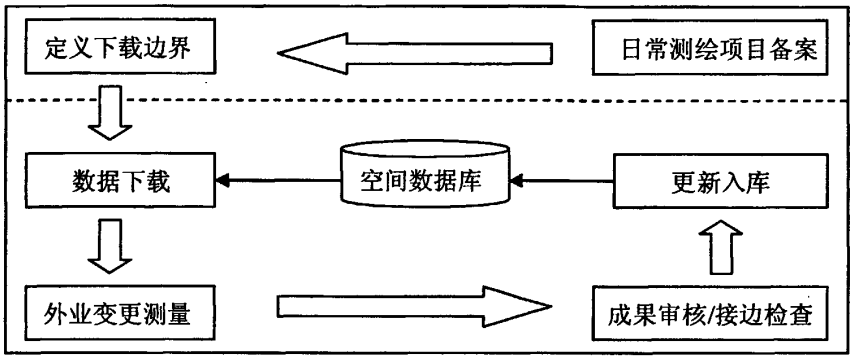

图 2.8 局部实时更新流程

（2）批量适时更新

批量适时更新主要是针对大范围地籍修补测后，以街坊或村为单元，对地籍空间数据库进行集中更新过程，批量更新不是经常发生的事件，主要在较大规模的地籍更新调查项目完成后，因此称为“适时更新”。相对于局部实时更新，批量适时更新主要特点是：一是数量量大，平均一个街坊或村的面积至少在 1 平方公里以上；二是更新入库时占用系统资源多，特别是占用入库计算机的 CPU 和服务器的内存。

批量适时更新的主要流程是：首先，将检查合格的以街坊为单位的地籍数据导入临时空间数据库，临时库具有与正式空间数据库完全相同的数据结构；其次，按照最新测绘的基础数据，对街坊边界进行修正，重建街坊索引；然后，将该批临时库地籍数据一次性导入正式库，按入库日期建立初始变更号，同时更新街坊边界；最后，以街坊为单位，根据初始变更号中反映的时间先后对旧数据注销或删除。

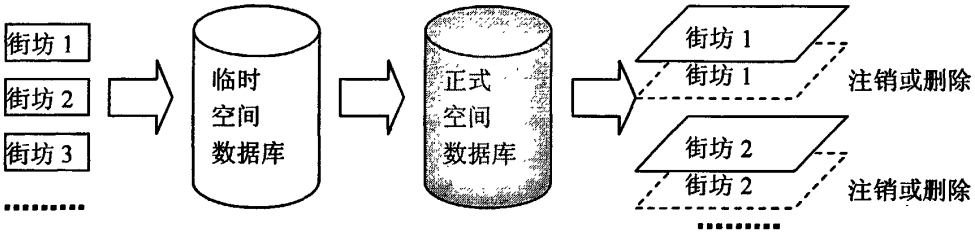

图 2.9 批量适时更新流程

2.2.2 同步更新

由于空间数据库与业务属性数据库的分离（见“2.1 空间数据库”内容），因此空间数据管理系统无法单独实现业务属性数据在空间数据库中的回写，如宗地的土地登记信息等，必须通过业务办文系统中的触发，生成空间数据库需要的数据包，通过 XML 技术传给空间数据库，赋在相应实体对象的属性表中，这一过程我们称之为同步更新。同步更新一般由服务器之间自动完成，不需要人工干涉。

同步更新确保了地籍实体在空间数据库中的属性与登记数据库中的一致，使空间数据库中地籍实体信息的现势性和权威性得到了维护，从而将地籍实体从调查数据上升为登记数据。

2.3 存在的问题和缺陷

杭州地籍数据更新实施以来，对保持空间数据库的现势性、全面性，拓展空间数据应用、挖掘数据价值，促进日常土地测绘的效率和质量等各个方面，都取到了显著的成效。同时，地籍数据更新过程中，也暴露出来很多问题和缺陷，有业务问题，也有技术问题，有设计引起的缺陷，也有操作导致的缺陷，归纳起来，表现在以下几个方面。

2.3.1 地籍变更业务规则

地籍管理的基本单位是宗地，因此地籍的变更主要是指宗地的变更。在系统中，宗地是通过空间数据与属性数据来表达的。针对宗地的数据组成，宗地的变更主要分为三种类型：一是空间数据发生变化，属性数据不变，如保持界址、面积等都不变的宗地重新测绘；二是空间数据不变，属性数据发生变化，如宗地更名、更址；三是空间数据与属性数据都发生变化，如宗地的分割、合并。此外，还有宗地新增、灭失等，也可以归入第三种类型。

如上所述，从数据角度分析，地籍变更的规则比较清晰。但是从实际业务分析，由于客观情况的复杂性，往往没有这么简单。比如宗地更名，从数据角度分析应该属于第二种类型，但可能在实际工作中，该宗地经过重新测量，其

空间数据也发生了变化；又如，因道路拓宽占用小区土地，宗地的四至和面积发生变化，从数据角度分析应属于第三种类型，空间数据与属性数据都发生变化，但实际工作种往往按第一种类型处理，即各业主的土地使用面积仍然不变。地籍变更业务规则上的不定性，给地籍数据更新处理带来了很多违反技术规则的操作，影响了机制的通畅运行。

2.3.2 时空数据模型和数据库

尽管空间数据管理系统实现了时空数据的管理，但是在实际应用中，由于所采用的时空数据模型以及时空数据管理方式仍存在不合理，导致系统的运行效率比较低，数据冗余程度大，变更管理、历史回溯、空间索引等功能的实现比较困难。时空数据模型以及时空数据管理方式不合理的地方主要是：

（1）时空语义表达不完整，缺少对属性变化的描述。空间、时间、属性是地籍实体的三个基本特征，而本系统中采用的时空数据模型忽视了地籍实体属性信息的研究，仅将时间信息视为空间实体 Feature 的简单时间属性。模型在空间、时间和属性上仍然是分离的，没有集成的载体和机制。

（2）缺少对变更原因，或者说变更事件的描述。实体对象之间的因果关系是最重要也是最复杂的时态关系，建立因果关系通常是绝大多数时空分析的终极目标。

（3）数据查询效率低。该时空数据模型采用是隐式方法表达地籍实体之间的时空关系，势必导致查询效率的下降。

（4）在符合工作人员对地籍业务的认知规律上存在差距。时空数据模型的建立必须符合人的认知规律，应能够表达发生了什么（what）、在哪儿发生（where）、什么时候发生（when）等语义。

2.3.3 数据质量控制方面

数据是系统运转的基础，保证地籍数据的规范性和正确性，是地籍信息系统建设成功的必然要求。空间数据质量的好坏，将极大地影响 GIS 基础空间数据库的建设和今后 GIS 分析应用的水平。目前，杭州地籍数据更新机制中对数据的质量控制未形成一个全面、高效的体系，是空间数据建设和应用中的一个极大隐患，主要有：元数据的问题；拓扑关系的建立和维护问题；版本控制问

题；数据的完整性问题；逻辑一致性问题；接边问题；时间精度问题等等。

2.3.4 更新效率和效果方面

地籍数据更新机制的优劣，主要体现在更新效率和效果方面。目前，杭州地籍数据更新的关键环节——“更新入库”采用了计算机自动分析与人工判识相结合的半自动化手段，更新的效率和效果在很大程度上还依赖于变更人员的经验、知识和熟练水平，另外更新入库在多用户并发操作等方面系统的稳定性也有待提高。

第3章 时空数据模型与数据库设计

本章首先介绍了时空数据模型的概念以及几种常见的类型，在分析时空数据模型建立中应考虑的问题之后，提出一种适合地籍数据更新的时空数据模型——基于基态修正的面向对象时空数据模型。以该模型为基础，对地籍时空数据库进行设计，支持时空属性变更关系的快速查询。

3.1 时空数据模型研究现状

时态地理信息系统（Temporal GIS，简称 TGIS）是对不断变化的地理空间实体更加真实的模拟和表达，其组织基础为时空数据库，其概念基础为时空数据模型。[5] 自从 Gail Langran 于 1992 年提出 TGIS 概念以来，时空数据模型一直是 TGIS 领域的研究热点。

3.1.1 时空数据模型的概念及处理方法

时空数据模型是一种有效组织和管理时态地理数据，在时间、空间和属性语义方面更加完整地模拟客观地理世界的数据模型。时空数据模型的优劣，不仅决定了 TGIS 系统操作的灵活性及功效，而且影响和制约着 TGIS 其它方面的研究和发展。为此，各国学者纷纷进行大量的努力，提出了各种时空数据处理的方法：

（1）时间作为附加的属性数据。这种方法以关系数据模型为实现基础。由于传统关系模型丰富的语义，较完善的理论和许多高效灵活的实现机制，使人们开始尝试在传统空间关系模型中加入时间维，扩充关系模型、关系代数及查询语言，模拟处理时态数据，增强存储管理功能，实现时空数据存取的高效索引技术，从而直接或间接地基于关系模型支持时空数据的存储、表示和处理。

在关系方法中，根据其扩充时态性所基于的不同级别，可分为关系级、元组级和属性级方法，它们分别是在关系级、元组级和属性级上处理时间。[6] 关系级方法是通过一系列沿时间维的关系快照，模拟整个关系中各目标的历史，特点是概念简单、易于理解，但数据高度冗余，单个目标对象的历史状况表达

模糊。元组级方法是时间标记在元组水平，一旦对象的性质发生任何变化，一个新的元组就被加进关系表中，而所有没发生变化的性质被重复，这将使存储空间迅速增长，影响查询的反应时间。此外，由于对象的时间和空间关系彼此分离。给空间数据和属性数据的联系带来困难，致使要求知道空间、时间及属性的应用时，需建立更多的附加关系，又引起对内存需求的增加，并且人机对话环境中潜伏着许多操作上的问题。属性级方法认为时间应当是属性的而不是元组的一部分，意味着模型中的关系不再是以前的正规形式，而是属性随时间变化的，相应提出的非第一范式（NINF）形式，虽能较好的体现时间的结构和特性，减少数据冗余，但不再能利用现成 RDBMS，技术上还有一定难度。

（2）时间作为新的一维。由于高维的拓扑矢量 GIS 允许时空联结操作和拓扑查询，使得这种模型克服了地理关系模型的限制，减少了数据冗余。但这种方法也存在着缺点：第一，要获得高维对象构建的有效算法还又根本的困难；第二，空间数据与非空间数据的变化还必须分别处理；第三，时间和空间在性质上和潜在查询的参考基础上有重大不同。这有可能造成在 GIS 应用中高维表达的语义不正确；最后，不可能利用现有的 GIS 和 DBMS 支持高维对象。

（3）面向对象方法。Michael F.Worboys（1994）、Donna J.Peuquet（1995）、舒红、龚健雅等首先关注面向对象（Object-Oriented）技术在时空数据建模中的运用。尽管面向对象技术在建模概念、理论基础和实现技术上还没有达成公识、不够成熟，但它以更自然的方式对复杂的时空信息模型化，是支持时空复杂对象建模的最有效手段，它的最基本优点是打破关系模型范式的限制，直接支持对象的嵌套和变长记录。近年来，面向对象技术已越来越引起时空数据研究者的兴趣。从 OO 技术逐渐引入地理信息模型的历程来看，面向对象的地理信息模型的开发可分为三个阶段：模拟纯空间信息；模拟时空信息；模拟时空及属性信息。

3.1.2 几种时空数据模型的比较分析

时空数据模型通常由数据结构、数据操作和完整性约束三部分组成，是时空数据库的概念基础。空间数据库包含点、线和面之间的拓扑关系，其数据组织和处理方法与非空间数据库的属性数据库有很大的不同。空间数据库中加入时态成分，使得所研究的时空对象具有 3D（x, y, t）或 4D（x, y, z, t）属性，时

空数据库包含了空间数据库的所有特征。TGIS 不仅要处理属性数据和空间数据，还要处理时间维上的空属状态和发生在时间维上的空属变化，以及变化的过程和趋势。目前，主要的时空数据模型主要有以下几种：

（1）连续快照模型

又称序列快照模型。此模型仅记录当前数据状态，数据更新后，旧数据的变化值不再保留，即“忘记”了过去的状态。连续快照模型是将一系列时间片断快照保存起来，反映地理现象的时空演化过程，根据需要对指定时间片断进行播放。由于快照将未发生变化的所有特征重复进行存储，会产生大量数据冗余，当应用模型变化频繁且数据量较大时，系统效率急剧下降。此外，该模型不表达单一的时空对象，较难处理时空对象间的时态关系。同时，只能存储和表达状态，不能存储变化和表达引起变化的事件。

（2）基态修正模型

又称底图叠加模型。该模型的基本思想是为避免快照模型将每张未发生变化部分的特征重复进行记录，按事先设定的时间间隔进行采样，它只存储某个时间数据状态（基态）和相对于基态的变化量。与连续快照模型相比，基态修正模型存储的数据量减少了，因为它只记录变化的数据而不是完全新的快照，存储变化的数据比存储一系列快照数据更有意义。但基态修正模型较难处理给定时刻的时空对象间的空间关系。当整个地理区域作为处理对象时，该模型处理方法难度较大，效率较低，管理索引变化很困难。

（3）时空复合模型

时空复合模型是在基态修正模型基础上，有 Chrisman 针对矢量数据率先提出的。该模型将空间分隔成具有相同时空过程的最大的公共时空单元，每个时空对象的变化都将在整个空间内产生一个新的对象。对象把在整个空间内的变化部分作为它的空间属性，变化部分的历史作为它的时态属性，时空单位的时空过程可用关系表来表达。若时空单元分裂时，用新增的元组来反映新增的空间单元，时空过程每变化一次，采用关系表中新增一列的时间段来表达，从而达到用静态的属性表表达动态的时空变化过程的目的。该模型较适宜于确定了起止的时间段研究，但对于不断更新的数据，频繁的返回修改，每一次叠加都耗时巨大，而且在叠加过程中还将带来多边形碎化，弱化了地理实体的空间结构完整性。

（4）时空立方体模型

Hagerstrand 最早于 1970 年提出了空间一时间立方体模型。这个三维立方体是由空间 2 个维度和 1 个时间维组成的，它描述了二维空间沿着第 3 个时间维演变的过程。任何一个空间实体的演变历史都是空间—时间立方体中的一个实体。该模型形象直观地运用了时间维地几何特性，表现了空间实体是一个时空体地概念，对地理变化地描述简单明了，易于接受，该模型具体实现的困难在于三维立方体的表达。

3.1.3 适合地籍变更的时空数据模型的选择

上述 4 种时空数据模型都试图存储和描述时空数据，但都有自己的优缺点。

序列快照模型的优点主要有两个：一是可以直接在当前的 GIS 软件中实现；二是对当前的数据库总是处于有效状态。缺点也有三个，一是对于变化来说是隐式结构，要得到 2 个时刻状态的变化，必须对 2 个快照进行彻底的比较；二是不表达单一的时空对象，较难处理时空对象间的时空关系；三是当应用模型变化频繁，且数据量较大时，数据效率急剧下降。

基态修正模型的优点主要有两个，一是每个对象只需要存储一次，每变化一次，只有很小的数据量需要记录，只有在对象发生变化时才存入系统中，而且只存储其变化的部分，数据冗余度较小；二是在现有的 GIS 软件中能够很好的实现，尤其是在以空间数据库作为其基本数据存储方式的 GIS 软件中，以地理特征作为基本对象，更新式的操作可以基于单个地理特征而实现。缺点主要有一个，当要获取“非起始”状态数据，每一次叠加则表示状态的 1 次变化，这对于矢量数据来讲效率较低，而对栅格数据比较合适。

时空复合模型优点是包括了时间分析需要的拓扑，它将空间变化和属性变化都映射维空间的变化，导致新实体的产生，是序列快造模型和基态修正模型的折中模型，是一种比较理想的数据结构。缺点是多变形碎化和对关系数据库的过分依赖，在当前的 GIS 软件中很难实现。

时空立方体模型现在还仍然在理论上，技术还很不成熟，还没有进入应用，因此对于该时空数据模型的应用暂不予考虑。对前三种时空数据模型的比较结果如表 3.1 所示。

表 3.1 三种时空数据模型的特点比较

功能	模 型		
	序列快照模型	基态修正模型	时空复合模型
当前 GIS 的实现性	好	好	差
数据量	差	中	好
时间查询与分析	差	差	中
时间模型	差	中	中
数据可视化	差	差	中
易用性	好	中	中

城镇地籍变更主要是宗地的变更，宗地变化不会是整个区域同时发生，而只是发生在局部区域，而且一个对象版本一般只需要存储一次。地籍变更过程中宗地变更频繁，且数据量较大。从上面的比较分析，我们可以看到，这些正好是序列快照模型的弱点，而对于基态修正模型而言，正好是它的优点。虽然基态修正模型存在一定的缺点，但部分缺点可以通过扩展来改变，如采用成熟的大型商业数据库，实现技术相对容易，可以管理海量数据；基于时间、以事件驱动的面向对象模型，与关系型数据库较好结合，建立时间表与对象表之间的关联，可即查询出符合条件的基态变化量。对于时态复合模型而言，虽然它是比较好的一种时空数据模型，但它不易于在当前的 GIS 软件中实现，应用比较困难，而地籍变更中的图形变化更是非常重要的变更，非常需要通过 GIS 软件实现。因此，基态修正模型是地籍变更中比较适合的时空数据模型，但它还需要结合一些新的技术思想，进一步改进、扩展。

3.2 基于基态修正的面向对象时空数据模型

3.2.1 时空数据模型设计的基本思想[7]

一个合理的时空数据模型必须考虑以下几方面的因素：节省存储空间、加快存取速度、表现时空语义。时空语义包括地理实体的空间结构、有效时间结构、空间关系、时态关系、地理事件、时空关系。时空数据模型设计的基本指导思想如下：

（1）根据应用领域的特点（如宏观变化观测与微观变化观测）和客观现实变化规律（同步变化与异步变化、频繁变化与缓慢变化），折中考虑时空数据的空间/属性内聚型和时态内聚性的强度，选择时间标记的对象。对于属性，有属性数据项时间标记、实体时间标记、数据库时间标记；对于空间，有坐标点时间标记、弧段时间标记、实体时间标记、数据库时间标记。在应用强调空间/属性内聚性，关心空间/属性的宏观变化及现实环境空间/属性状态存在大量同步变化现象时，宜针对较大粒度对象进行有效时间标记（或全局状态时间标记）。反之，应尽量将有效时间标记在小粒度对象上（或局部状态时间标记）。若在需要全局状态时间标记的场合使用了局部状态时间标记，则大量相同时间标记的存储是一种空间的冗余存储，且弱化了空间/属性的结构完整性，带来某时刻全局状态提取的困难。相反，若在需要局部状态时间标记的场合使用了全局状态时间标记，则存在大量不变空间/属性的冗余存储，体现不出时间语义，模糊了参加变化的真正对象。

（2）同时提供静态（变化不活跃）、动态（变化活跃）数据建模手段（静态、动态数据类型和操作）。当前、历史等不同使用频率的数据分别组织存放，以方便存取。一般地，将当前数据存放在本地机磁盘上，而将历史数据存放在远程服务器大容量光盘上。

（3）数据结构里显式表达两种地理事件：地理实体进化事件和地理实体存亡事件。地理事件以事件发生的相关源状态和终止状态表达。构成地理实体存亡事件的源状态由参加事件的实体标识集合表示。时间的本质为事件发生的序列，地理事件序列直接表明地理时间语义。常见的状态变化查询即地理事件查询。

（4）时空拓扑关系一般指改变地理实体空间拓扑关系的拓扑事件间的时态关系。时空拓扑关系揭示了地理实体在时间和空间上的相关性。为了有效表达时空拓扑关系，需要存储空间拓扑关系的时变序列。

3.2.2 面向对象（Object Oriented）的思想和技术[8]

“对象”一词在现实生活中经常会遇到，它表示现实世界中某个具体事物，是人类认识世界、分析解决问题的一种通用方法和思维方式。面向对象的思想和方法首先产生于软件程序设计领域，很快被引入到所有与结算机科学有关的

领域。面向对象的思维活动是一种建立模型的活动。模型是用来反映现实世界中事物的特征。任何一个模型都不可能反映客观事物的一切具体特征，它只能是对事物特征和变化规律的一种抽象，并在它所涉及的范围内更普遍、更集中、更深刻地描述客观的特征。通过抽象而建立模型是人们对客体认识的深化。

3.2.2.1 面向对象的概念

（1）对象（Object）

对象是现实世界中的一个实体，它具有如下特性：有一个名字或标识，以区别于其它对象；有一个状态，用来描述它的某些特征；有一组操作，每一个操作决定对象的一种功能或行为；对象的操作可分为两类，一类是自身所承受的操作，一类是施加于其它对象的操作。

对象是其自身所具有的状态特征及可以对这些状态施加的操作结合在一起所构成的独立实体。如果用公式表示，则一个对象是一个 3 元组：

Object＝（OID,S,M）　其中：OID 是对象标识，用以区别其它的对象；S 是对象的内部状态，用来描述它的某些特折；M 是对象的方法集，每一种方法决定对象的一种功能或行为。

（2）方法（Method）和消息（Message）

对一个对象所定义的所有操作称为方法。消息是对象之间相互请求和相互协作的途径，是要求某个对象执行其中某个功能操作的说明。消息具有 3 个性质：同一对象可接收不同形式的多个消息，产生不同的响应；相同形式的消息可以传送给不同对象，所做出的响应可以是完全不同的；消息的发送可以不考虑具体的接收者，对象可以响应消息，也可以对消息不予理会，对消息的响应并不是必须的。

在面向对象系统中，消息分两类：公有消息和私有消息。若有一批消息同属于同一个对象，其中有一部分是由外界对象直接向它发送的，称之为公有消息；还有一部分则是它自己向本身发送的，不对外开放，称之为私有消息。

（3）类（Class）与实例（Instance）

类是面向对象系统中最重要的概念。它是对一组客观对象的抽象，它将该组对象所具有的共同特征（包括结构特征和行为特征）集中起来，以说明该组对象的能力和性质。组成类的对象均为此类的实例。类与实例之间可以看成是抽象和具体的关系。如所有河流均具有共性：名称、长度、面积，可抽象成河流类，而黄河、长江就是其实例。

（4）抽象类（Abstract Class）

抽象类是不能创建具体对象的类，即不能产生实例，只能建立它的派生类的对象。抽象类的作用在于将许多有关的数据组织一起，提供一个公共的基类。它刻画了公有行为的特征，并通过继承机制传送给它的派生类。

3.2.2.2 面向对象的特性

面向对象最突出的特性是封装性、继承性、多态性。面向对象方法为系统建模提供了分类、概括、联合、聚集、传播等语义抽象工具和技术。

（1）封装（Encapsulation）

封装是指将一组数据和与这组数据有关的操作集合在一起，形成一个能动的实体——对象，用户不必知道对象行为的实现细节，只需根据对象提供的外部特性接口访问对象即可。封装具有下面几个条件：具有一个清楚的边界，对象的所有私有数据、内部细节都被固定在边界内；具有一个接口，这个接口描述了对象之间的相互作用、请求和响应，即消息；对象内部的实现代码受到保护，其它对象不能直接修改对象所拥有的数据和代码。

（2）协议（Protocol）

协议是一个对象对外服务的说明，它声明这个对象可以为外界做扫描。它是由一个对象能够接受并且愿意接受的所有消息构成的对外接口。外界对象能够并且只能根据该对象发送协议中所提供的消息，请求该对象服务。即使一个对象可以完成某一个功能，但它没有将该功能放入协议中去，外界对象依然不能请求它完成这一功能。协议实际上是一个对象所能接受的所有公有消息的集合。

（3）继承（Inheritance）

继承表达的是类之间的相互关系。它使某类对象可以继承另外一类对象的特征和能力。在面向对象系统中，若没有引入继承的概念，所有的类就会变成各自为政、彼此独立的散沙。继承性不仅表现在对操作的继承，还表现在对数据内容的继承。继承分为单继承和多继承两种。单继承是指子类仅有一个直接的父类，而多继承允许有多个直接父类。

（4）分类（Classification）

分类是把一组具有相同结构的实体进行归类的过程，实例与类之间表现为 is-instance-of 的关系。属于同一类的实例具有相同的属性结构和操作方法。分类提供从广泛意义上的类型到一个特定实例的机制。

（5）概括（Generalization）

概括是将一组具有相同特征的属性和操作抽象出来，形成更高层次、更具一般性的类的过程。前者为子类，后者为超类。子类与超类表现为 is-a 关系。

（6）联合（Association）

联合是把属于同一类型对象组合起来，形成更高一级的对象。集合对象中的每个对象称为成员对象。成员对象和集合对象之间表现为 is-member-of 关系。

（7）聚集（Aggregation）

聚集是指由若干个不同类型的对象组合形成更高一级的对象，形成的高级对象具有这些对象的属性，是整体和部分的关系，即 is-part-of 关系。

（8）传播（Propagation）

传播是作用于联合、聚集的工具，它通过一种强制性的手段将子对象的属性信息传播给复杂对象，这样成员对象的属性值被改变以后，复杂对象的属性值无需修改，因此减少了数据冗余并保证了消息的一致性。

3.2.3 面向对象的时空数据模型

面向对象的时空数据模型就是以面向对象的思想和技术对地理空间进行建模，形成对地理空间正确的、完整的模拟和表达，最终指导 TGIS 系统实现。[9]

按照面向对象的观点，地理空间由地理实体组成，地理实体是一个具有空间特征、属性特征和时间特征的对象。地理实体的 3 个基本特征（时间、空间和属性）可被抽象表达为 3 个基本的类：空间类（SpatialClass）、时态类（TemporalClass）和属性类（AttributeClass）。其中时态类不能单独存在，这 3 个类聚合成时空属性类。时空属性对象（STAO）是地理实体在 TGIS 中的表达，它更加完整、正确地表达了地理实体的各种语义。可以表示为：

$$STAO = Object\ (OID,\ (S,\ T,\ A),\ Operation) \qquad (3.1)$$

其中，OID 为 STAO 的唯一对象标识，该对象标识在对象的整个生存周期中不发生变化；S、T、A 分别对应着对象的空间、时间和属性 3 个部分内容；Operation 表示该对象的各种时空操作，时空操作按内容主要包括时间操作、空间操作、属性操作以及时空属性联合操作。面向对象时空数据模型（GOO-STDM）的概念模型如图 3.1 所示。[10]

（1）对象标识

每个时空属性对象由标识、特征集和操作集 3 部分组成。对象标识是一个唯一编码，用于识别对象，它在对象的生命周期内保持不变。唯一标识由系统自动产生。如果该对象发生合并或分裂成新的对象，则认为该对象已经消失，而新产生的对象具有新的对象标识。

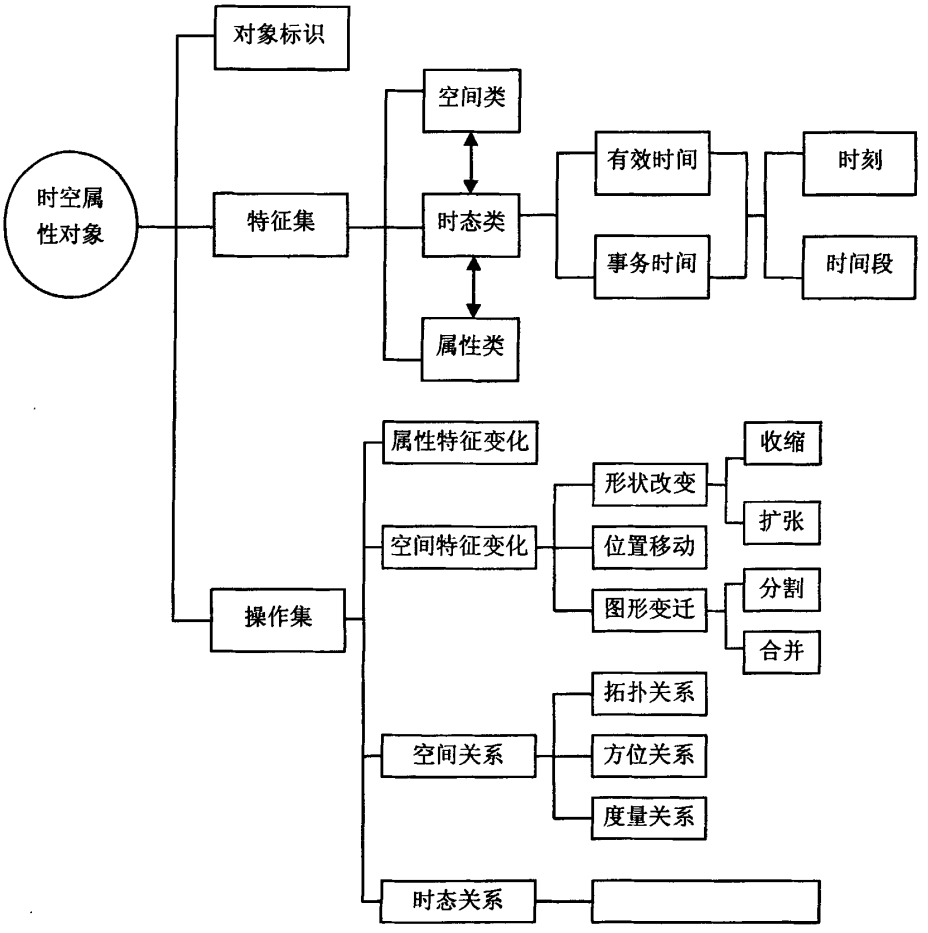

图 3.1 GOO-STDM 的概念模型

（2）特征集

特征集封装了对象的空间类、属性类和时间类。

对象的空间类描述对象的位置、形状，即时空语义中的“在哪里（where）”。它可以是矢量数据中的点、线、面、体组成的几何图形，也可以是栅格数据中的某个行、列表示的位置。对象的空间类表现为抽象模型中的几何特征，需要以不同于传统数据类型的特殊方式进行表示和存储。

对象的属性类描述对象的性质、特征，即时空语义中的“是什么（what）”，它可以是文字、数值，也可以是图片、图像等。属性类一般可以按照某种分类规则继承。例如，交通系统可以分为高速公路、一般公路、铁路、人行路等，水资源系统可以分为河流、湖泊、水塘、沼泽等。

对象的时间类描述对象的时态变化，即时空语义的“什么时间（when）”。它包括有效时间和事务时间，分别表达时空对象的实际存在时间和在数据库中的更新时间，因此是双时态的数据模型，并支持时刻和时段两种时间结构。

（3）操作集

操作集封装了对象的专题特征变化、空间特征变化以及时空拓扑关系。空间特征变化主要指对象几何形状的变化（如边界的收缩、扩张等）、位置的移动、以及对象分割与合并等图形的变迁。空间关系进一步分为拓扑关系、度量关系和方位关系。时态关系主要是指事物或现象在时间域上发生的先后关系。

GOO-STDM 模型除了能够支持传统的静态 GIS 系统的功能外，主要提供针对空间对象动态变化的查询、更新。既可以以空间为主线，进行空间的查询、更新、删除操作，也可以以时间为主线，按时间顺序对地理对象进行检索、维护。[11]

3.2.4 时空属性对象的组成及其关系

时空属性对象（STAO）是由时态空间对象（STO）和时态属性对象（ATO）聚合构成，而时态空间对象和时态属性对象分别是由空间对象（SpatialObject）和属性对象（AttributeObject）上附加时态对象（TemporalObject）构成。

（1）空间对象（SpatialObject）

空间对象是由几何对象类（Geometry）以及几何对象之间的空间关系类（SpatialRelationship）构成。Geometry 类的定义一般遵循 Open GIS 简单要素规范，它是有单一实体类 Point、Curve、Surface 以及复合实体类（GeometryCollect）组成。多个点对象可以构成线串对象（LineString），多个线串对象又可以构成面对象（Polgyon），依次类推。几何对象类具有空间参考坐标系（SpatialReferenceSystem）。

（2）属性对象（AttributeObject）

属性对象用来解释空间实体在领域空间的具体语义，它直接与空间实体的

应用有关。

（3）时态对象（TemporalObject）

时态对象由时间对象以及时态关系构成。时间对象包括事务时间和有效时间，可以采用时间点和时间段两种时间模型表示，最小时间粒度可以是天或秒。因此事务时间和有效时间既可以是时间点，也可以是时间段。

（4）空间关系（SpatialRelationship）

空间关系由拓扑关系、度量关系、方位关系构成。拓扑关系是指对象在发生拓扑变化的情况下保持不变的关系，如对象之间的相交、邻接、包含等。Egenhofer 等基于点集拓扑理论提出了 DE－9IM 模型，定义了几何对象之间的拓扑关系。方位关系是指对象之间的方位角度。度量关系主要指对象的长度、面积、距离等。

（5）时态关系（TemporalRelationship）

时态关系是指两个对象在时间轴上发生的先后关系。本文在 Allen 时态区间关系基础上，引入时刻概念，扩展了时态关系。

（6）时空属性对象（STAO）

时空属性对象是对地理实体在 TGIS 中的完整描述，它是空间对象、属性对象和时态对象的聚合，它不仅描述地理实体空间几何部分随时间的变化，而且表达了地理实体中属性部分随时间的变化。时空属性对象随时间的变化按变化内容可分为：空间变化、属性变化和空间属性同时变化。时空属性对象可以通过添加有效时间和事务时间记录其在地理世界和数据库中状态发生变化的时间。时空属性对象的变化导致老的时空属性对象灭亡，新的时空属性对象产生，新旧对象之间具有父子关系，时空属性对象的标识 ID 发生变化。

3.2.5 基于基态修正的面向对象时空数据模型

利用面向对象数据模型，把空间数据和非空间数据抽象成各种对象来标识，每个对象都有其生命周期，为了完整标识其生命周期，对每个时间增加时间标识[Vi，Ve]、[Ti，Te]，Vi 表示开始有效时间，Ve 表示结束有效时间，Ti 表示开始事务时间，Te 表示结束事务时间。即在面向对象的空间数据模型基础上，增加对象的时间标识信息，从而形成面向对象的时空数据模型。在面向对象时空数据模型中，每个对象的定义为 Object＝（OID，S，A，[Vi，Ve]，[Ti，Te]）。

其中，OID 是每个对象的唯一标识码，S 是空间对象的空间信息，对于非空间对象不存在空间信息，A 是每个对象的属性，[Vi，Ve]是每个对象在地理世界的存在时间，[Ti，Te]是每个对象在数据库中的存在时间。按照基态修正模型的思想，每次仅存储发生变化的实体对象，未发生变化的保持不变，将所有的变化都看成新对象的产生、旧对象的消亡。旧对象以变化时间标识结束时间，成为历史信息；新对象以变化时间标识开始时间，成为现状信息。[12]

将该模型应用到地籍数据更新过程中，地籍变更对象被抽象为空间对象和非空间对象。当地籍对象发生变更时，都把它看作新地籍对象的产生，旧地籍对象的消亡，新地籍对象以子对象的形式成为现状数据，旧地籍对象以父对象的形式成为历史数据，现状数据和历史数据可以分库存储，也可以同库存储。每个地籍变更对象都有其存在时间，通过产生时间和消亡时间来标识。

3.3 地籍时空数据库设计

3.3.1 地籍时空数据库设计策略

地籍是国家监管的、以土地权属为核心，以地块为基础的土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用现状等土地基本信息的集合。宗地是地籍管理的基本单元，宗地自身的空间和属性信息，以及宗地所承载的土地权利信息不是一成不变的，它经常随着时间的变化而变化，这旧构成了地籍变更。在地籍管理中，如果回溯宗地的权利，或者回溯宗地的历史空间位置，都需要利用对象变更的亲缘关系。因此，要实现对象实体的历史数据回溯，旧必须忠实的记录对象变更过程中的亲缘继承关系，并且还要建立其变更索引树。

地籍管理系统是典型的 TGIS 应用系统，其特点有：①时空内聚性强。地籍变更过程中宗地或权利变更频繁、对历史数据操作经常；②变更局部化。宗地变化大多是发生在局部一个或相邻几个宗地上，不会是整个区域同时发生，而且一个对象版本只需要存储一次。③空间/属性内聚性较弱。地籍变更过程中存在大量空间变化属性不变，或属性变化空间不变的情况，如宗地权利人更名、地名更址、土地用途变更、土地抵押等业务只有属性信息的改变。[13]

在地籍时空数据库设计中应采用以下策略：①采用基态修正模型以支持面向对象设计，减少数据冗余，节约存储空间；②现状数据与历史数据存储于同

一数据库中，以便于进行快速的历史信息查询、回溯，提高存取效率；③将于空间信息关联紧密的属性信息与其他属性信息进行合理划分，关联紧密部分与空间信息存在在一个数据元组上；④建立记录对象间的亲缘继承关系和对象与属性对应关系的数据集，以便于查询回溯历史。

3.3.2 空间数据库中空间数据的存储方法

地理信息系统的核心是空间数据库。过去多数 GIS 主要采用文件数据库混合结构管理空间数据和属性数据，其空间数据采用文件方式管理，属性数据采用关系数据库管理，二者之间用标识符进行联接，因此，从严格意义上将，并不是真正的基于空间数据库的 GIS。目前，用关系数据库或对象关系数据库管理空间数据技术日趋成熟，相应 GIS 软件已经很多，如 ESRI 的 SDE， Oracle 的 Oracle Spatial，Intergraph 的 GeoMedia 等等，均充分利用了关系数据库或对象关系数据库管理系统的功能，使空间数据与非空间数据实现一体化的无缝集成，可以采用扩展的 SQL 进行数据查询与检索。[14]

空间数据库中空间数据的存储方法主要有两种：一是采用规范化方法的空间实体存储模式，如 Oracle Spatial 的关系数据模型；二是采用二进制对象的空间实体存储模式，这种方法被称为 WKBGeometry，ESRI 的 SDE，Intergraph 的 GeoMedia 采用这种方法。存储空间对象的表（Table）称为特征表（Feature Table），它与存储非空间对象的普通表可以采用 SQL 进行操作，只是增加了空间对象操作的功能。杭州地籍空间数据库中仍然采用二进制对象的空间实体存储模式。

3.3.3 地籍时空数据组织

（1）时空对象类（Features）数据结构

地籍时空对象类主要包括界址点（JZDFeatures）、界址线（JZXFeatures）、宗地（ZDFeatures）、地类界（DLJFeatures）、地类图斑（DLTBFeatures）、房屋（FWFeatures）、各级行政区划（XZQHFeatures）及其他基础地理信息。时空对象类数据中，包括实体对象的标识 ID，空间数据（采用 WKBGeometry 存储在于字段中），时态数据（基础地理信息用单时态表示，其它地籍时空对象用双时态表示），以及与空间信息紧密相关的属性数据，如宗地地籍号、面积、界址点

坐标、界址间距、土地座落等自然属性。

时空对象类的一般数据结构表示如表 3.2。

表 3.2 时空对象类的一般数据结构表

FeatureID	Class_ID	Symbol_ID	Geometry	VTB	VTE	DTB	DTE	Attribute
对象标识码	对象要素代码	对象符号标识	二进制图形数据块	对象起始有效时间	对象终止有效时间	对象起始事务时间	对象终止事务时间	与空间信息紧密相关的属性数据

根据时空对象类的一般数据结构设计，结合国家《城镇地籍数据库标准》规定的内容，宗地数据表结构定义如表 3.3。

表 3.3 宗地数据表结构

序号	字段代码	字段名称	字段类型
1	FeatureID	宗地标识码	Int
2	Class_ID	宗地要素代码	Char
3	Symbol_ID	宗地符号标识	Int
4	Geometry	二进制图形数据块	Image
5	DJH	地籍号	Char
6	TDZL	土地座落	Char
7	TDJB	土地级别	Char
8	ZDSZ	宗地四至	Char
9	SCMJ	实测面积	Float
10	FZMJ	发证面积	Float
11	JZRJL	建筑容积率	Float
12	JZMD	建筑密度	Float
13	SBDJ	申报地价	Float
14	QDJG	取得价格	Float
15	TFH	图幅号	Char
16	TDYT	土地用途	Char
17	VTB	起始有效时间	Date

18	VTE	终止有效时间	Date
19	DTB	起始事务时间	Date
20	DTE	终止事务时间	Date

（2）文字注记类（Annotations）数据结构

与地籍时空对象类相对应，存在各要素的文字注记，如宗地权利人、宗地号注记，房屋性质、层次注记，高程注记，水系、道路名称注记等等。文字注记类的一般数据结构表示如表 3.4。

表 3.4 文字注记类的一般数据结构

AnnotationID	Class_ID	Symbol_ID	Annotation_Geometry	Layer	Annotation_height	DTB	DTE	Text
注记标识码	要素代码	注记式样标识	注记参考点坐标	注记所在层	注记字高	注记起始事务时间	注记终止事务时间	注记内容

（3）扩展属性类（Extend_ Attribute）数据结构

地籍时空数据库中，扩展属性类主要包括各类土地权利及权利人信息。各类权利及权利人信息作为一种非空间实体对象，也具有时态的特征。土地权利信息可进一步细分所有权、使用权、他项权、地下空间权等等，土地权利人可分为自然人和社会法人两种。扩展属性类的一般数据结构表示如表 3.5。

表 3.5 扩展属性类的一般数据结构

FeatureID	F_ID	VTB	VTE	DTB	DTE	Attribute
对象标识码	对应的时空对象类 ID	对象起始有效时间	对象终止有效时间	对象起始事务时间	对象终止事务时间	对象属性数据

根据扩展属性类的一般数据结构设计，结合国家《城镇地籍数据库》规定的内容，土地权利人和使用权数据表结构定义分别如表 3.6 和 3.7。

表 3.6 土地权利人数据结构

序号	字段代码	字段名称	字段类型
1	FeatureID	权利人标识码	Int
2	ZDF_ID	对应的宗地标识码	Int
3	QLF_ID	对应的权利标识码	Int
4	DJH	地籍号	Char
5	TDZH	土地证号	Char

6	QLRMC	权利人名称	Char
7	QLRLX	权利人类型	Char
8	QLRZJH	权利人证件号	Char
9	QLRZJLX	权利人证件类型	Char
10	QLRDH	权利人联系电话	Char
11	VTB	起始有效时间	Date
12	VTE	终止有效时间	Date
13	DTB	起始事务时间	Date
14	DTE	终止事务时间	Date

表 3.7 土地权利数据结构

序号	字段代码	字段名称	字段类型
1	FeatureID	权利对象标识码	Int
2	ZDF_ID	对应的宗地标识码	Int
3	QLRF_ID	对应的权利人标识码	Int
4	DJH	地籍号	Char
5	TDZH	土地证号	Char
6	QSXZ	权属性质	Char
7	SYQLX	使用权类型	Char
8	TXQL	他项权利情况	Char
9	DZ	地址	Char
10	SJYT	实际用途	Char
11	DJYT	登记用途	Char
12	QSLYZM	权属来源证明	Image
13	SCMJ	实测面积	Float
14	FZMJ	发证面积	Float
15	DJRQ	登记日期	Date
16	SYQX	使用期限	Char
17	DJJG	登记机关	Char
18	VTB	起始有效时间	Date
19	VTE	终止有效时间	Date

20	DTB	起始事务时间	Date
21	DTE	终止事务时间	Date

（4）关系类（Relationship）数据结构

地籍时空数据库中，关系类（Relationship）可分为表示空间关系、时态关系（变更关系）、属性关系等的数据。空间关系表主要记录时空对象类实体的空间索引关系和空间拓扑关系；变更关系表记录宗地实体的父子亲缘继承关系，便于历史回溯；属性关系表记录不同实体对象间的属性逻辑关联关系。

界址点、界址线和宗地之间的空间拓扑关系表结构如表 3.8、3.9、3.10、3.11 所示。

表 3.8 界址线与界址点之间的空间拓扑关系

TOP_DX_ID	JZX_ID	JZD_ID_START	JZD_ID_END	TPLX
标识码	界址线对象标识	起始界址点对象标识	终止界址点对象标识	拓扑关系类型

表 3.9 宗地与界址线之间的空间拓扑关系

TOP_ZX_ID	JZX_ID	Left_ZD_ID	Right_ZD_ID	TPLX
标识码	界址线对象标识	左宗地对象标识	右宗地对象标识	拓扑关系类型

表 3.10 宗地与界址点之间的空间拓扑关系

TOP_ZD_ID	ZD_ID	JZD_ID	JZDCount	TPLX
标识码	宗地对象标识	界址点对象标识	界址点数量	拓扑关系类型

表 3.11 宗地与宗地之间的空间拓扑关系

TOP_ZZ_ID	ZD1_ID	ZD2_ID	TPLX
标识码	宗地对象标识	宗地对象标识	拓扑关系类型（相接或重叠）

为了能较好的解决历史数据的回溯、查询、管理等问题，实现某宗地及权利在某段时间的变化过程、某时刻宗地及权利的全局状态等多种历史查询及回溯功能，设计了宗地及权利变更关系表，来记录宗地之间的父子关系，权利之间的继承关系，发生变更的时间，发生变更的类型。其表结构设计如表 3.12 所示：

表 3.12 宗地及权利变更关系表

ZDBG_ID	ParentZD_ID	ParentQL_ID	ChildZD_ID	ChildQL_ID	BGSJ	BGRQ

标识码	父宗对象标识	父权利对象标识	子宗对象标识	子权利对象标识	变更事件（或类型）	变更日期

3.4 地籍的时空查询实现

根据以上地籍数据组织方式，可以方便地实现地籍的时空查询功能，具体查询算法如下所述。

3.4.1 查询某个宗地在过去某一时刻 T 的状况

（1）根据父子宗地在空间上具有相交性的特点，从宗地与宗地之间的空间拓扑关系表中，查询与制定宗地满足“重叠”条件的宗地查询集。具体算法是：

Select * from ZDFeatures

Where FeatureID in (Select ZD2_ID from TOP_ZZ

Where ZD1_ID = 指定宗地 ID and TPLX='重叠')

（2）从以上得出的查询集中查询生命期包含时刻 T 的历史宗地。具体算法是：

Select * from '满足(1)条件的查询集'

Where VTB < T and VTE .> T

3.4.2 对指定宗地的历史回溯

由于记录了宗地变更关系，因此可以按照相反的过程回溯宗地的变更情况，并查询到历史宗地的全部信息，但同时还应兼顾父子宗地在空间上具有相交性的特点。

（1）在宗地变更关系表中查出指定宗地的父宗地 ID。

Select ParentZD_ID from ZDBG where ChildZD_ID =指定宗地 ID

（2）由该父宗地 ID，查询到父宗地的图形和属性信息。

Select * from ZDFeatures where FeatureID = 父宗地 ID;

Select * from QLR where ZDF_ID = 父宗地 ID;

Select * from QL where ZDF_ID = 父宗地 ID;

（3）查找该父宗地的父宗地，同时应与指定宗地具有“重叠”关系。

Select ParentZD_ID from ZDBG where ChildZD_ID =父宗地 ID

```
Where  ParentZD_ID  in  (Select  ZD2_ID  from TOP_ZZ
Where  ZD1_ID = 指定宗地 ID  and  TPLX='重叠')
```

3.4.3 某时刻 T 区域内某街坊内宗地的状态

（1）在现势宗地中查询“起始有效时间<T”的宗地，同时该宗地应具有某街坊空间索引。具体算法是：

```
Select  *  from  ZDFeatures
        Where  VTB  <  T  and  VTE  is  null
        and  FeatureID  in  (select  FeatureID  from ZDFeaturesJFIndex
        where  JFID = 指定街坊 ID)
```

（2）在历史宗地中查询“起始有效时间<T<终止有效时间”的宗地，同时该宗地应具有某街坊空间索引。具体算法是：

```
Select  *  from  ZDFeatures
        Where  VTB  <T  and  VTE .>  T
        and  FeatureID  in  (select  FeatureID  from ZDFeaturesJFIndex
        where  JFID = 指定街坊 ID)
```

3.4.4 某一时间段（T1,T2）内存在的某街坊内宗地的状态

（1）在现势宗地中查询起始“有效时间<T2”的宗地，同时该宗地应具有某街坊空间索引。

```
Select  *  from  ZDFeatures
        Where  VTB  <  T2  and  VTE  is  null
        and  FeatureID  in  (select  FeatureID  from ZDFeaturesJFIndex
        where  JFID = 指定街坊 ID)
```

（2）在历史宗地中查询“起始有效时间<T2<终止有效时间”并且“起始有效时间>T1”的宗地，同时该宗地应具有某街坊空间索引。

```
Select  *  from  ZDFeatures
        Where  VTB  <  T2  and  VTE  >  T2  and  VTB  >  T1
        and  FeatureID  in  (select  FeatureID  from ZDFeaturesJFIndex
        where  JFID = 指定街坊 ID)
```

第4章 地籍变更与地籍数据更新

本章首先介绍了地籍变更概念和类型，分析了地籍变更的时空拓扑关系；探讨根据时空对象实体的变化类型自动更新数据库对象的方法，并设计了 10 个更新操作算子和更新逻辑流程；为确保地籍更新的质量，提出基于元数据和质量规则的地籍数据检查方案；最后按照版本管理的思路提出解决地籍更新长事务并发处理问题的设计。

4.1 地籍变更及时空拓扑分析[4]

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映，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、变更的过程、权源的依据，因此，对历史信息的存储，历史与现实的关系以及历史数据的查询、统计、分析都提出了较高的要求。

按照最新的《土地登记办法》，在地籍管理中，主要涉及如下类型的登记：土地总登记、初始登记、变更登记、注销登记。其中，土地总登记是指在一定时间内对辖区内全部土地或者特定区域内土地进行的全面登记，目前全国不部分地区已经完成；初始登记，是指土地总登记之外对设立的土地权利进行的登记；变更登记，是指因土地权利人发生改变，或者因土地权利人姓名或者名称、地址和土地用途等内容发生变更而进行的登记；注销登记，是指因土地权利的消灭等而进行的登记。从其定义分析，土地总登记和初始登记时，可以认为是宗地空间位置及其上土地权利的第一次形成确认；变更登记时，可以认为是已经存在的宗地空间位置或其上土地权利、权利人属性发生变化的后续再确认；注销登记，可以认为是原有宗地空间位置或其上土地权利、权利人属性不再存在的确认。无论上述哪种登记，在地籍数据库中都反映为宗地实体的变更。

4.1.1 地籍实体变更的类型

宗地是地籍管理的基本单元。因此地籍实体的变更，主要表现为宗地实体的变更。针对宗地的数据组成，宗地的变更主要分为三种类型，一是图形数据发生变化，属性数据不变，这种情况非常之少；二是图形数据不变，属性数据发生变化，这种情况比较常见，如权利人更名、更址、土地用途变更等；三是图形数据和属性数据都发生变化，主要是由于土地交易或用地调整行为引起的。其中，属性数据的变化主要包括权利人的变更、权利人名称的变化、土地用途的变更、地址的变更等，无论哪种属性数据的变化，体现在数据库中，总是归为三类情况：属性记录新增、属性记录注销、属性记录的修改。

宗地图形数据的变化主要包括宗地的新增、灭失、分割、合并、界线调整以及复合分并等 6 种，如图 4.1 所示。

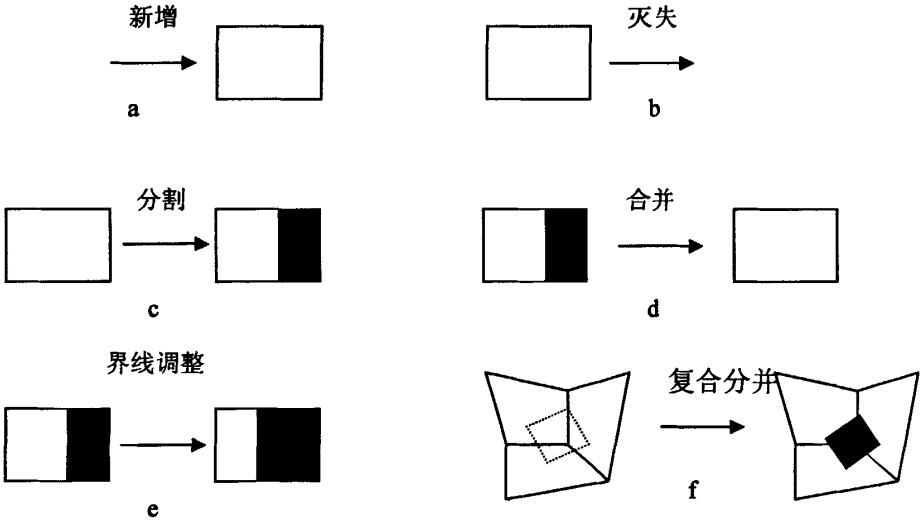

图 4.1 宗地图形变更的几种基本类型

从上图可以看出，宗地图形变更的基本类型从一定程度上暗示了地块拓扑关系的变化情况，如地块合并必然对应着具有邻接关系的两个地块合并为一个地块；地块分割必然寓示着一个地块分割为具有邻接关系的两个地块。

4.1.2 地籍实体间的空间拓扑关系

拓扑关系（topological relation）是指拓扑变化下的拓扑不变量[Egenhofer,1991]。地籍实体空间拓扑关系是指界址点、界址线和宗地间的相离（disjoint）、相遇（meet）、包含（in）、覆盖（cover）、部分重叠（overlap）等二元关系。不考虑时间的情况下，界址点、界址线和宗地间的二元拓扑关系具有如下特征：

（1）宗地/宗地间只存在相离与相遇两种空间拓扑关系

由于地块具有“铺盖”特征，满足剖分关系，相邻宗地间一般不存在缝隙，又为了避免法律纠纷，相邻宗地间不允许交叉。因此宗地与宗地间不存在内部有交叉的包含（in）、覆盖（cover）、部分重叠（overlap）和相等（equal）等关系，只存在相离（disjoint）、相遇（meet）两种可能关系。

（2）界址线/宗地间只包括相离、相遇、覆盖三种空间拓扑关系

界址线（界址线弧段）相当于平面图中的一条链，因此界址线/宗地关系类似于平面图中的链与面域关系，不存在界址线完全位于地块内部(in)，称为孤立界址线、悬挂界址线、穿越界址线、延长界址线等情况。

因此，界址线/宗地间一般只包括界址线与宗地相离、界址线端点为地块的边界点、地块覆盖政条界址线，即整条界址线为宗地的边界三种可能情况。

（3）界址线/界址线间只存在相离与相遇两种空间拓扑关系。

界址线（界址线弧段）相当于平面图中的一条链，因此界址线/界址线间一般只存在端点相接与相离两种拓扑关系类型，界址线群之间不能互相交。

（4）界址点/宗地间只存在相离与相遇两种空间拓扑关系。

界址点/宗地间不存在界址点位于宗地内部的悬挂界址点和孤立界址点等情况。只存在相离和界址点位于宗地边界上两种可能的情况。

另外，界址点/界址点之间只存在相等和相离两种可能的情况，界址点与界址线间只存在相离和界址点为界址线拐点（或结点）两种可能的情况。

界址点、界址线、宗地间的这些空间拓扑关系特征是地籍空间数据质量检查与维护最可靠的基础[Laurini & Thopson，1992]，也是地籍数据更新处理必须遵循的准则。

4.1.3 时态关系

时间的表示可以分成基于时间点和基于时间区间两种方式，由此可以导出 3

类时态关系，分别是时态区间之间、时态区间与时间点之间、时间点之间的时态关系。基于时间点的时间处理方法是将时间看成是离散的，基于时间区间的处理方法是将时间看作是连续的。

（1）时态区间关系

1983 年，Allen 利用数学中的区间代数方法，给出了 13 种时态区间之间的关系：Before、After、During、Contains、Overlaps、Overlapped-by、Meets、Met-by、Starts、Started-by、Finishes、Finished-by 以及 Equals。在 13 种关系中，有 6 对关系可以互换。下图 4.2 是 7 种时态区间关系的表示。

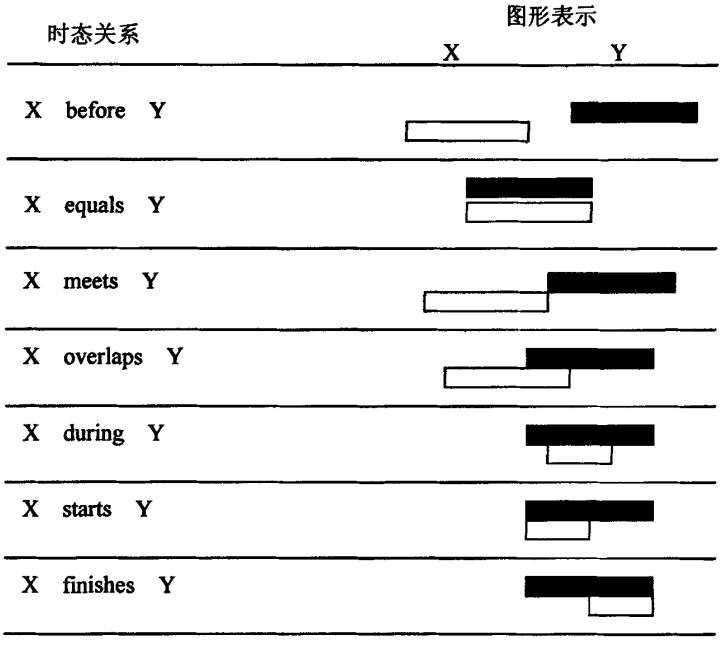

图 4.2　7 种时态拓扑关系

（2）时态区间与时间点之间的时态关系

时间点可以看作是延续长度为 0 的时间区间。基于 13 种时间区间关系，我们可以得出关系时态区间与时间点的 5 种关系：Before、After、During、Meets（Starts）、Met-by(Finishes)，如表　所示，表中 p 为时间点，t 为时间区间。

表 4.1 5 种时态区间与时间点之间的关系

时态关系	解释
Before(p, t)	p 比 t 早发生，即 p 在 t 的起始时间前发生

After(p, t)	p 比 t 晚发生，即 t 在 p 的起始时间前发生
During(p, t)	p 发生在 t 的时间区间范围内
Meets(p, t)、Starts(p, t)	p 与 t 同时发生
Met-by(p, t)、Finishes(p, t)	p 与 t 同时结束

（3）时间点之间的时态关系

时间点之间的时态关系相对而言比较简单，一共有 3 种关系：Before、After、Equals。各种关系含义如表　　所示，表中 p、q 分别为两个时间点。

表 4.2 3 种时间点之间的关系

时态关系	解释
Before(p, q)	p 比 q 早发生
After(p, q)	p 比 q 晚发生
Equals(p, q)	p 与 q 同时发生

4.1.4 地籍变更中的时空拓扑关系

在同时以空间和时间为参照标准的 TGIS 中，将空间拓扑关系与时态关系组合到一起，又形成了一类新的关系——时空拓扑关系[CLARAMUNT & JIANG, 2001]。时空拓扑关系将是时空分析的基础。目前在时空拓扑关系方面的研究成果主要包括 CLARAMUNT & JIANG 在组合 Egenhofer 等提出的二元空间目标间的 8 种基本拓扑关系和 Allen 的 13 种时态关系的基础上提出的 104 种时空拓扑关系（不考虑时态方向为 71 种）及其形式化描述方法。

地籍变更前后两状态的宗地/宗地之间、界址线/界址线之间存在多种时空拓扑关系。

（1）变更前后的宗地/宗地关系

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相离，即 SR＝‘disjoint’；

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相遇，即 SR＝‘touch’；

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相等，即 SR＝‘equal’；

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；内部相交，即 SR in {‘in’，‘contain’，‘cover’，‘covered’，‘overlap’ }；

上述四类关系中，第四类关系习惯称为继承关系（或父子关系）。一般将变化前的宗地称为父宗，变化后的宗地称为子宗。

父子地块间存在空间相交性和时间相邻性等特点。如用 X 代表一个宗地目标，用 X° 代表 X 的内部，对于给定的两个宗地 X_1 和 X_2，其生命周期分别为：$T_1=\{ts_1,\ldots,te_1\}$，$T_2=\{ts_2,\ldots,te_2\}$，如果 X_1、X_2 具有父子关系，且 X_1 为父宗，X_2 为子宗，则 X_1、X_2 满足如下空间条件（S 条件）和时间条件（T 条件）：

S 条件：$X_1° \cap X_2° = \phi$

T 条件：$te_1 = ts_2$

（2）变更前后的界址线/界址线关系

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相离，即 SR＝‘disjoint’；

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相接，即 SR＝‘meets’；

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相等，即 SR＝‘equal’；

——时间相邻，即 TR＝‘meets’；空间相交，如相交于一中间点、中间点与端点相交、相交于一维线等。

上述空间拓扑关系在地籍数据更新的数据处理、时空数据组织、空间数据一致性控制等方面都有着重要意义。

4.2 基于时空对象实体变化的更新操作

地籍实体在时空数据库中表达为时空对象，地籍实体变化在数据库中反映为相应时空对象的状态变化，更新操作则是将地籍实体变化传递到数据库对象状态变化的过程。地籍数据库更新操作可以通过更新操作算子来实现，更新操作算子是关系到地籍数据库更新操作自动化或半自动化的关键因素之一。如果能够设计出一套将地籍实体变化直接映射到其相应数据库对象变化的更新操作算子，则有可能实现地籍数据库更新操作自动化或半自动化。[4]

4.2.1 地籍实体变化与其对象状态变化的关系

地籍实体在时空数据库中表达为时空对象，时空对象一般通过对象标识来区分识别，对象标识（object identity）是独立于对象的属性和属性值而唯一标识对象的对象识别与对象间区别的综合体，对象标识状态是对现实世界中实体存在状态的反映，因此对象标识状态的变化反映了其所表达的实体在现实世界中的变化情况。

（1）基于标识符的时空对象状态变化

就一般数据库而言，数据库中的对象只包括存在和不存在两种状态，因而其更新操作算子一般只包括新建（create）、删除（delete）和修改（modify），这时当删除一个对象时，该对象在数据库中便彻底消失了；修改一个对象时，该对象变化前的状态便不可查找了。当数据库扩展了时态功能后，删除或修改对象变化前的状态都作为历史数据在数据库中保存着，因此不存在对象在时态数据库中为历史的不存在和无历史的不存在两种类型，对单一空间对象在时空数据库中包括存在、有历史的不存在和无历史的不存在三种状态，因此其存在共 9 种变化类型：继续没有历史的不存在、新建、回忆、永久删除、继续存在、删除、忘记、唤醒、继续不存在，如表 4.3 所示。

表 4.3　单一空间对象的变化类型

序号	变化前状态	变化后状态	变化类型
1	无历史的不存在	无历史的不存在	继续没有历史的不存在
2	无历史的不存在	存在	新建
3	无历史的不存在	有历史的不存在	回忆
4	存在	无历史的不存在	永久删除
5	存在	存在	继续存在
6	存在	有历史的不存在	删除
7	有历史的不存在	无历史的不存在	忘记
8	有历史的不存在	存在	唤醒
9	有历史的不存在	有历史的不存在	继续不存在

从上表中可以看出，单一对象标识状态的变化是对数据库对象（包括空间和非空间对象）存在状态的直接描述，其从信息空间中对象标识状态变化的角度构建了单一对象状态变化操作类型的集合（记为 Y），鉴于 9 种对象标识状态变化类型中的第 1 种“继续没有历史的不存在”在数据库更新操作中是没有意义的，因此有：

Y={新建、回忆、永久删除、继续存在、删除、忘记、唤醒、继续不存在}

通常认为，单个实体变化包括出现、消失、稳定（用来表示属性变化）、扩大、缩小、变形、移动和旋转等 8 大类[Claramunt, et al, 1996]，这种分类方法在国际 GIS 界被认为是比较全面、比较成功的分类方法，已被广泛引用。

鉴于，我们研究的地理、地籍对象等均是在同一参考系下不动实体，因此一般不包括移动和旋转，因此单一对象实体变化包括：出现、消失、属性变化、扩大、缩小、变形等 6 种基本类型（记为 X）

X={出现、消失、属性变化、扩大、缩小、变形}

如果存在 X→Y 的映射，使得单一实体变化类型集合中的任意 X，都对应单一对象状态变化操作类型集合中的一个 Y，则地籍数据库更新操作的自动化（半自动化）便可能迎刃而解。

（2）地籍实体变化到对象标识变化的映射

首先以6种实体变化为基础来分析地籍实体变化与其对象标识状态变化之间的关系，如下图 4.3 所示[4]：

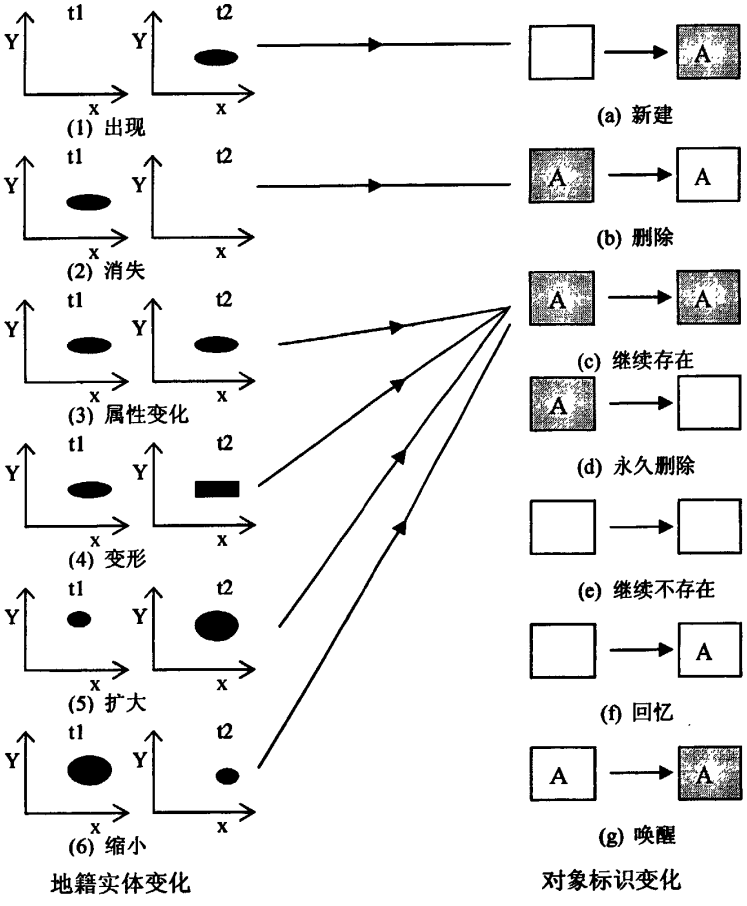

图 4.3 地籍实体变化到对象标识变化的映射关系

从上图可看出，地籍实体变化类型的集合与单一对象标识状态变化类型集合之间存在单值对应关系，即存在映射 f：X→Y，使得单一实体变化类型集合中的任意 X，对应于标识符的单一对象状态变化类型集合中的一个 Y，存在 X→Y 的映射，f：X→Y 可表达为：

f：X→Y={<出现，新建>，<消失，删除>，<属性变化，继续存在>，<扩大，继续存在>，<缩小，继续存在>，<变形，继续存在>}

图中，X 集合中的{属性变化，扩大，缩小，变形}都对应着 Y 集合中的一种变化类型{继续存在}，而{扩大，缩小，变形}都有一个共同特征，都是导致地理实体的空间位置或大小、形状的变化，这些变化的数据采集、处理与更新操作等流程基本相同，因此将其统称为集合变化（geometrical-change）。这样，f：X→Y 可简化为：

f：X→Y={<出现，新建>，<消失，删除>，<属性变化，继续存在>，<几何变化，继续存在>}

但 f：X→Y 不是满射，如 Y 中的{永久删除，忘记，回忆，继续不存在}在 X 中找不到相应的变化类型与之相对应。鉴于 Y 中的这些对象标识状态变化操作类型在数据库的更新与维护中有其物理意义，如“回忆”和“继续不存在”往往是对现实生活中一些遗漏过程的补充，如“回忆”是对曾经存在过的空间实体，由于种种原因没有录入数据库，后经回忆确认后作为历史数据录入数据库，这时数据库中应该添加一条新的记录，以存储实体的历史信息。因此，从数据库更新与维护操作的完整性起见，对 Y 中的{回忆，继续不存在}等补充相应的物理意义。，即对已过时实体的{出现，消失，属性变化，几何变化}等过程的“补充”，即为{补充出现，补充消失，补充属性变化，补充几何变化}。

在一般的集合到集合的单指对应中，算子是与映射等价的术语，集合 X 到集合 Y 的映射往往通过映射算子来实现，本文将从地籍实体变化到其数据库对象标识状态变化的映射算子定义为数据更新操作算子。

4.2.2 基于变化映射的更新操作算子[4]

更新操作是改变操作对象特折状态的操作，更新操作算子是时空数据库实现空间信息的局部动态处理、数据更新必不可少的工具，同时通过标准、规范的时空数据更新操作算子来规范数据操作行为，也是时空数据质量控制的一条

重要途径。

（1）更新操作算子的定义

如上文所述，地籍实体变化的更新与维护过程的集合 X：

X={出现，消失，属性变化，几何变化，补充出现，补充消失，补充属性变化，补充几何变化}

对象标识状态变化的集合 Y，则其映射 f：X→Y 可表达为：

f：X→Y＝{<出现，新建>，<消失，删除>，<属性变化，继续存在>，<几何变化，继续存在>，<补充出现，回忆>，<补充消失，继续不存在>，<补充属性变化，继续不存在>，<补充几何变化，继续不存在>}

基于 f：X→Y 的更新操作算子如图 4.4 所示。

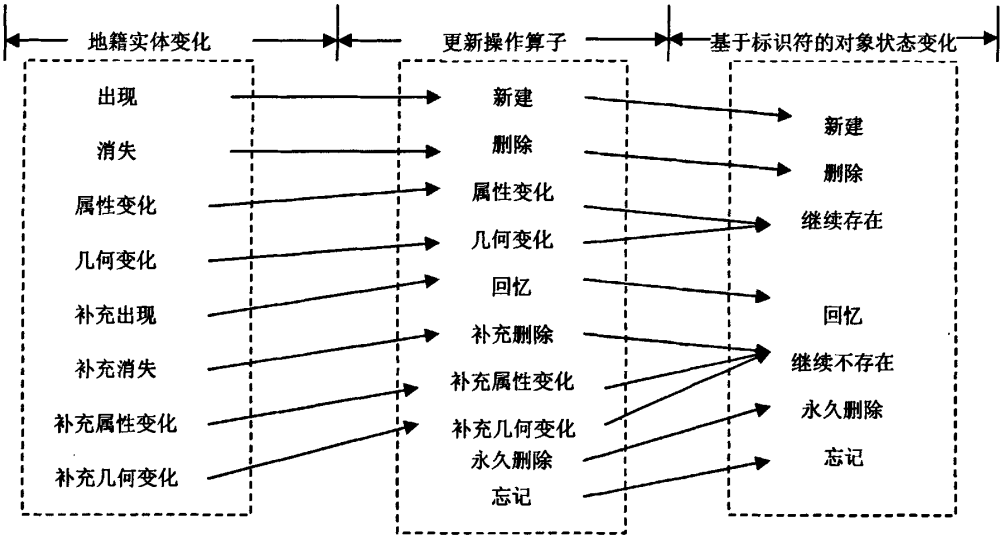

图 4.4 基于变化映射的更新操作算子

如上图所示，变化映射更新操作算子包括新建、删除、属性变化、几何变化、回忆、补充删除、补充属性变化、补充几何变化等 8 个算子，加上“永久删除”和“忘记”2 个对清除数据库对象（可分别对应于对当前错误信息的处理和部分历史数据的清理）的操作算子，共 10 个更新操作算子。

本文研究采用面向对象（或对象—关系）的时空数据模型，时间采用一维线性时间，时间区间[start-time，end-time]表示时空对象的生命周期，并且{([start-time， end-time] | start-time ≤ end-time)，生命周期[start-time，’null’]的空间对象为当前对象，生命周期为[start-time，

end-time]的对象为历史对象。采用基于对象的版本管理方式，则各更新操作算子的含义分别定义如下：

新建：新建或产生一条新的时空数据库记录，该操作将新建立对象的时戳定义为[start-time，' null']。

删除（存档）：将一个当前存在的对象变为有历史的不存在对象，即将该对象的时戳定义为[start-time，end-time]。

属性信息修改：对当前对象属性信息的修改，将原对象的时戳定义为[start-time，end-time]，然后为该对象添加一个新的版本，即在数据库中添加一条新记录，该记录除更改的属性信息及时间信息变化外，其余内容都与原记录相同。

空间信息修改：改变当前对象的空间信息，该操作将原对象的时戳定义为[start-time，end-time]，然后为该对象添加一个新的版本，即在数据库中添加一条新记录，新记录除更改的空间信息及时间信息变化外，其余内容都与原记录相同。

清除（永久删除）：是对当前数据错误的处理，如对错误的或已表达而不应该（或不必表达）对象的彻底清除。该操作在数据库中彻底删除一条记录，不可恢复，因此应该谨慎处理。

回忆：在历史数据中补充一条新的记录，该操作将新建立的历史对象的时戳定义为[start-time，end-time]，即非当前对象。

补充对象删除（存档）：对数据库中已存在的历史对象（即有历史的不存在对象）在消失时间方面的修改，即对“end-time”的修改。

补充对象属性信息修改：对有历史的不存在对象属性变化过程的补充，该操作将原对象的时戳定义为新的[start-time，end-time]，然后为该对象添加一个新的版本，即在数据库中添加一条记录，该记录除更改的属性信息及时间信息变化外，其余内容都与原记录相同。

补充对象空间信息修改：对历史数据中的空间信息变化遗漏过程的补充。该操作将原对象的“end-time”提前，然后为该对象添加一个新的版本，即在数据库中添加一条新记录，新记录除更改的空间信息及时间信息变化外，其余内容都与原记录相同。

忘记：在某个数据库中对某历史对象的忘却，即从该历史数据库中彻底清楚相应记录。

4.2.3 更新操作的逻辑流程

地籍数据更新，是一个将新采集的变化信息与数据中心原有主数据库中未变化信息进行融合的处理过程。这一过程包括在原有数据库中插入新增的地形地物、地籍信息，删除已消失的相应对象信息，更新替换部分变化的空间对象信息并保存历史数据。

不同地籍数据更新的信息内容与输入方式往往不同，地籍实体变化类型推断的逻辑流程与难易程度也不一样，下面对地形地物等实体、宗地与地类块以及界址线、界址点、地类界等的更新操作逻辑流程进行分别设计和探讨。

（1）地形地物等实体的更新操作逻辑流程

地形地物等实体，主要包括房屋、道路、水系、植被、地貌等点、线、面及注记要素实体，其逻辑流程为：①从主数据库中按局部范围提取地形地物等实体数据形成待更新数据库，保持对象标识不变，并将提取事件、时间信息及提取的对象层信息、对象标识等记录在主数据库的下载集中；②通过专业性调查测绘，发现并测定实际地形地物等的变化信息；③人工交互式确定待更新数据库中每个实体对象的变化类型，新增新的地形地物数据；④调用更新操作算子更新数据库；⑤检查通过后将更新数据上传至主数据库，按照被更新后数据库中对象标识状态，修改主数据库中相应地形地物对象的状态，对下载集中没有的对象标识新增入主数据库，同时建立该数据的空间索引和拓扑关系。

（2）宗地、地类块等地籍实体的更新操作逻辑流程

宗地、地类块属于地籍管理的核心对象实体，其图形和属性数据不仅要与现实世界客观一致，还与土地业务紧密相联，如宗地变化信息的发现和测定过程中，其界址位置等空间信息通过测绘进行采集取得，其土地使用权类型、土地证号、批准用途等属性信息必须通过土地登记业务确定；地类块的空间信息可以通过野外调绘获取，但是否批准为建设用地，也需要通过批地业务结果的反馈才知晓。同时，宗地、地类块等的更新操作必须严格记录其变化后的拓扑关系、变更关系，因此其更新逻辑流程也相对比较复杂。

6 种变更类型的宗地实体更新操作逻辑流程如下：

【宗地新增】：①根据权属、地类等调查结果，测定新宗地的界线并构面，输入相关属性信息；②调用“新增”更新操作算子更新数据库；③检查通过后将新增数据上传至主数据库，同时建立空间索引和拓扑关系；④将宗地“新增”

信息写入宗地变更表；⑤将土地登记业务信息反馈至该宗地，并修改相应宗地及权利的有效时间。

【宗地灭失】：①从主数据库中提取将灭失宗地四至范围形成待更新数据库，保持对象标识不变，并将提取信息等记录在主数据库的下载集中；②人工交互方式选定待注销的宗地；③调用“删除”更新操作算子更新数据库；④用更新数据库中该宗地的状态，修改主数据库中相应宗地的图形和属性数据；⑤将宗地“删除”信息写入变更表。

【宗地分割】：①从主数据库中提取将待分割宗地四至范围形成待更新数据库，保持对象标识不变，并将提取信息等记录在主数据库的下载集中；②人工交互方式选定待分割宗地，输入分割后的宗地实体；③确定涉及到的每个宗地实体的变化类型；④调用更新操作算子更新数据库；⑤检查通过后上传至主数据库，用更新数据库中各宗地的状态，修改主数据库中相应宗地的图属数据，新增新宗地的图属数据，同时建立索引关系和拓扑关系；⑥将相关宗地的“变更”信息写入变更表；⑦将土地登记业务信息反馈至该宗地，并修改相应宗地及权利的有效时间。

【宗地合并】：①从主数据库中提取将待合并宗地四至范围形成待更新数据库，保持对象标识不变，并将提取信息等记录在主数据库的下载集中；②人工交互方式选定待合并宗地，输入合并后的宗地实体；③确定涉及到的每个宗地实体的变化类型；④调用更新操作算子更新数据库；⑤检查通过后上传至主数据库，用更新数据库中各宗地的状态，修改主数据库中相应宗地的图属数据，新增新宗地的图属数据，同时建立索引关系和拓扑关系；⑥将相关宗地的“变更”信息写入变更表；⑦将土地登记业务信息反馈至该宗地，并修改相应宗地及权利的有效时间。

【界线调整】：①从主数据库中提取将待界线调整宗地的四至范围形成待更新数据库，保持对象标识不变，并将提取信息等记录在主数据库的下载集中；②人工交互方式选定待界线调整宗地，输入界线调整后的宗地实体；③确定涉及到的每个宗地实体的变化类型；④调用更新操作算子更新数据库；⑤检查通过后上传至主数据库，用更新数据库中各宗地的状态，修改主数据库中相应宗地的图属数据，新增新宗地的图属数据，同时建立索引关系和拓扑关系；⑥将相关宗地的“变更”信息写入变更表；⑦将土地登记业务信息反馈至该宗地，并修改相应宗地及权利的有效时间。

【复合分并】：①从主数据库中提取将待复合分并宗地的四至范围形成待更新数据库，保持对象标识不变，并将提取信息等记录在主数据库的下载集中；②输入复合分并后产生的新宗地实体；③按照新宗地实体边界，遵循宗地剖分特征构建变化后的宗地实体数据，并保持其拓扑一致性；④确定涉及到的每个宗地实体的变化类型；⑤调用更新操作算子更新数据库；⑥检查通过后上传至主数据库，用更新数据库中各宗地的状态，修改主数据库中相应宗地的图属数据，新增新宗地的图属数据，同时建立索引关系和拓扑关系；⑦将相关宗地的“变更”信息写入变更表；⑧将土地登记业务信息反馈至该宗地，并修改相应宗地及权利的有效时间。

地类块的更新操作逻辑流程与宗地类似，且其属性数据必宗地更简单。但其满足剖分的要求，比宗地更严格。

（3）界址点、界址线及地类界等的更新操作逻辑流程

宗地或地类块变更后，必然造成相应界址点、界址线或地类界的变更，如何保证它们之间正确的空间拓扑关系，就必须探讨它们之间的变更的相互关系。在实际变更过程中，涉及的界址线、界址点太多，若按照确定每一实体变化类型，再通过更新算子更新数据库的方式进行更新操作，工作量非但大，且复杂容易出错。宗地变更是所有变更中的核心，所以在实际中可以以宗地为中心。鉴于此可利用变更后的宗地自动利用空间拓扑重新生成界址点界址线，实现自动变更。

第一步，确定宗地变更受影响的其它所有宗地；

第二步，确定所有相关宗地的变化类型，通过更新算子更新相关宗地的界址点、界址线；

第三步，根据变更后的宗地通过空间拓扑关系提取相应的新的界址线、界址点，输入属性信息；

第四步，根据更新数据库中所有界址线、界址点的对象标识状态，修改主数据库中相应界址线、界址点的状态，新增新的界址线、界址点，并建立索引关系和拓扑关系。

该流程的优点是避开了繁琐的地籍变更过程，仅仅以变更后的主体——宗地来生成新的相应信息，保证了地籍空间数据的完整性和一致性。同样，地类界也可以通过变更后的地类块提取生成。

4.3 地籍数据更新的质量控制

在地籍数据更新过程中，需要进行大量的重复性数据检查工作，实现对地籍数据库质量的控制。目前，在数据检查实施过程中存在如下问题：①无法自定义检查数据集内或数据集间较复杂的逻辑关系，检查功能有限；②检查过程通常针对单个数据源或单个数据集，检查步骤单项执行，效率较低；③数据检查过程针对具体工程，不具有通用性，无法重复检查。为了解决传统地籍数据更新过程中面临的重复而繁琐的手工检查工作，引入元数据和质量规则的概念，通过建立地籍信息的元数据库和质量规则库，确立一套通用的地籍数据自动批量检查机制和流程，可以有效实现对地籍更新数据的质量控制。

4.3.1 基于元数据和质量规则的地籍数据检查[33]

元数据是关于数据的描述和说明，一般用于给用户提供一个了解的接口。在数据检查中，可以利用元数据可以定义和规范数据的特点，通过建立详细的地籍信息多级元数据表，为地籍信息系统提供以数据规范为标准的数据检查方法。

质量规则是关于数据在质量方面内部逻辑关系的描述，它一般体现了行业数据中隐藏的数据逻辑规则，更具有一般性。可以通过建立数据质量规则库，提供一套可以表达地籍数据内部逻辑规则的数据检查方法。

4.3.2 地籍数据检查类型的分析

国际上提出 5 种 GIS 数据质量的度量指标是渊源、位置精度、属性精度、逻辑一致性和完整性，结合通常的地籍信息系统建设中的数据检查工作以及 TGIS 的时态特征，可以归纳出以下地籍数据检查的类型，如下表所示。

表 4.4 地籍数据检查类型

检查类型	类型分析
完整性检查	1. 检查数据源中图层的正确性，包括图层名是否正确，有无多余图层或缺省图层，图层数据结构是否正确，字段名称是否正确； 2. 检查数据源中普通表的正确性，包括表名是否正确，有无多余表或缺省表，表结构是否正确，字段名称是否正确等等。

属性精度检查	1. 检查字段值是否为空； 2. 检查字段类型是否正确； 3. 检查字段取值是否唯一； 4. 检查枚举型字段取值是否在规定的域中； 5. 检查映射型字段对应关系是否正确等等。
空间精度检查	1. 打点精度检查、量边精度检查； 2. 控制点精度检查； 3. DOM 影像图与矢量图匹配精度检查等等。
时间精度检查	1. 时间的有效性检查； 2. 时间刻度是否满足要求； 3. 时间表示是否规范，有效时间等是否为空等；
空间拓扑关系检查	1. 检查面状地物是否封闭； 2. 检查面面是否非法重叠、缝隙； 3. 检查线线非法交叉； 4. 检查有无悬挂线、单点线； 5. 检查有无交叉面、面单刺、单线面等等。
逻辑一致性检查	1. 检查关联表之间的逻辑一致性； 2. 检查面状对象的图形数据与其属性面积值之间的误差； 3. 检查注记层的标注与被注记对象的属性的一致性； 4. 检查同一对象不同图形特征表达的一致性； 5. 检查图幅接边的一致性等等。
时态关系检查	1. 检查父子关系实体的时间是否满足相接关系； 2. 检查表示同一实体的不同数据对象的时态是否一致等。

通过以上分析，得出地籍数据常见的错误类型。对于其中的数据完整性错误、属性精度、空间位置精度和时间精度这四大类错误类型，可以利用基于元数据的检查方法，即通过建立元数据来描述地籍数据应符合的标准和规范，由系统自动从地籍数据中搜索出与元数据定义不符的完整性错误和精度错误；对于逻辑一致性错误、空间拓扑关系错误和时态关系这三大类错误类型，可以利用建立数据质量规则的数据检查方法，通过质量规则描述数据内部或数据之间的深层逻辑和时空关系错误，由系统自动检查这些数据的错误。[34] [35]

4.3.3 地籍数据检查的方法和流程

通过对以上地籍数据检查类型的分析认为，一类是比较简单的，与数据本身定义矛盾的检查类型，如字段长度、图层正确性等；另一类是较复杂的，与空间、属性或时间的逻辑一致性关系有关的检查类型，如道路穿过房屋、宗地与宗地重叠等错误。对于第一种类型，采用建立元数据库的方法，通过元数据来描述被检查的数据源类型、信息及规范，系统将比较元数据与实际数据的差异，查出错误。对第二种类型，将提供一些空间、属性或时间的逻辑关系，由用户根据具体的实际要求来建立数据的质量检查规则。这两种性质的检查将组成一个进行数据检查的任务列表，根据此列表进行自动批处理数据检查工作。

（1）元数据库的建立

元数据对于数据的应用有重要作用，能帮助用户有效地管理和维护数据，提供数据内容、分类、存储、质量、交换等方面的信息，便于用户查询检索。同时由于它包含数据的类型、内容、结构、质量和其他特性信息，为数据检查提供了检查标准和规范。

地籍数据元数据库一般包含 6 种元数据表：数据源信息表、数据集信息表、字段信息表、常量信息表、映射信息表、枚举信息表。这些表描述了地籍数据的基本信息。数据源信息表，描述相关数据源的名称、类型、格式、路径、参考系、采集时间等信息，系统在检查数据时，必须通过这些信息来操作相应数据源；数据集信息表，描述各个数据集的标识号、名称、类型（点、线、面或注记）、格式、坐标原点、数据单位、属性等信息；字段信息表，描述数据库结构中所有字段的字段名、数据类型、字段长度、小数位数、取值范围、字段描述等详细信息；枚举信息表，描述具有特点域和范围的枚举行型数据，如 101 代表国有土地使用权、102 代表集体土地使用权等；常量信息表、映射信息表与枚举信息表类似，前者描述数据中常量字段信息，后者描述两字段间的取值对应关系。

元数据库中除了以上描述数据信息的表，还包括检查结果表，记录出现错误的数据信息，以便对错误数据进行跟踪、修改。

（2）质量规则的建立

为了对地籍数据进行更深层次的检查，还需要考虑内部的逻辑关系、空间关系和时态关系。如空间对象交叉重叠、面状图形异常、图形与属性对应关系

的一致型、注记与属性的一致性、关联表间的一致性等，这些关系代表了隐藏在时空属性数据中的内在规则，对每一类关系进行抽象形成一类质量规则，结合具体的数据源要求，如定义道路和房屋不应出现交叉、宗地之间不应重叠等具体规则。系统自动读取这些规则，对地籍数据进行检查。

（3）数据检查的流程

以上元数据库描述了标准数据的完整性、精度要求等信息，质量规则则描述了数据间较复杂的时空属性逻辑一致性关系。数据检查实施时，首先建立地籍数据库的数据标准和质量规则，形成完整的元数据库，然后对每一类检查类型，结合地籍数据库进行数据检查任务的配置，如定义完整性、精度检查任务，只需指明具体数据源、字段名即可；而定义逻辑一致性等检查任务，则根据该类质量规则，指明数据源之间的关联信息，建立具体的规则实例。检查任务配置完成后，保存在数据检查的任务列表中，根据此任务列表可进行自动批处理检查。任务列表中记录每项检查任务涉及的数据源信息及检查类型，通过检查类型调用相应的检查模块进行检查，检查过程中将记录发现的错误数据，检查完毕后生成错误报告，根据此报告对数据进行跟踪修改、编辑处理，以此确保地籍数据更新入库的质量。

4.4 长事务处理与版本管理

通常 DBMS 中采用“锁定——修定——释放”的策略以实现其对多用户并发操作数据库的控制。但是这种策略不适合处理地理数据的 DBMS。事务的概念被引入到 GIS 中，根据事务从开始到结束时间间隔时间的长短，可以分为长事务和短事务之分。对地理数据的变更工作，有时几分钟内就可以完成，有时可能要拖上几个月。这种情形即是所谓的“长事务处理”。长期以来，“与 GIS 空间数据变更过程相关的长事务处理”以及“空间数据的时序变化如何记录”在 GIS 的应用中一直是困扰我们的问题。如何进行长事务的并发控制，保持时空数据变更与现实世界变化的一致性，是地籍数据更新机制中需要解决的非常关键的实际问题。[23]

4.4.1 长事务并发处理中的“悲观锁定”和“乐观锁定”[23]

房地产开发项目复核验收过程中时常发生这样的现象：两个测绘单位同时对 2 个位置靠近的 A、B 房地产开发项目进行竣工验收测量，他们在相近的时间内下载了基础数据，其中有重叠的部分。A 项目先完成，B 项目完成后欲变更时，发现他们数据中区域重叠部分，已经被 A 项目修改过，A 项目的变更成果使得 B 项目的变更成果成为错误的数据。通常的做法可以采取“锁定——更新——解锁”的办法：将先行项目 A 涉及的宗地等数据进行“锁定”，数据有重复的项目，必须等待 A 项目提交变更完成并“解锁”后，才可以下载进行，同时再进行数据锁定。但是，建设用地审批、土地登记，甚至测绘等过程都是一个长事务过程，动辄几天，多则几个月。如果在这个较长的时间内对项目 A 所涉及的宗地等数据全部锁定，禁止其他项目的进行，显然不利于工作的正常进行，是不切实际的做法；而且锁定范围的大小也是一个问题，范围过小不足以满足项目需要，范围过大则使更多的项目无法进行。由如 A 项目在进行过程中如果因为审批等过程环节不合规定而搁置，没有其变更成功的动作来“解锁”，那么被锁定的宗地等数据更是长时间被“冻结”了。这种方式，我们称为“悲观锁定”，显然不是好的解决办法。

另一种做法是等项目 B 提交变更时发现冲突后，令其重新下载项目 A 变更后的数据并重新修改后提交。但这种方法也是消极的，事实上就是不允许项目同时进行，以限制事务并发的办法来回避现实问题。因此这种做法与上一种做法并没有本质的区别。而且对于项目 B 来说，等待和重复作业都是一种时间和资源上的浪费。

其实，我们可以将“版本管理”技术借鉴到地籍数据更新工作管理中来，采用“乐观锁定”的办法解决实际问题。

按照版本管理的思路，我们可以将上述实例抽象概括为：某块宗地 L 是 A、B 两个项目共同涉及的一个宗地，A、B 两个项目开始时都下载了 L 的同一版本（如图 4.5a）；在 A、B 互不知情的情况下分别根据本宗地 A、B 的变更情况对宗地 L 进行了变更。其中 A 项目将宗地 L 变更为 La，B 项目将宗地 L 变更为 Lb；假设 A 项目先结束变更入库，B 项目后结束变更入库，此时会发生版本冲突，Lb 不能反映现实世界中宗地的实际情况。这时，对于宗地 L 的版本管理策略不能采取否认其中一个结果的办法，实际上宗地 L 最终应为经历了 2 次变更后的 Lab 版本（如图 4.5b）。

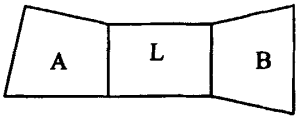

图 4.5a 变更前宗地状况

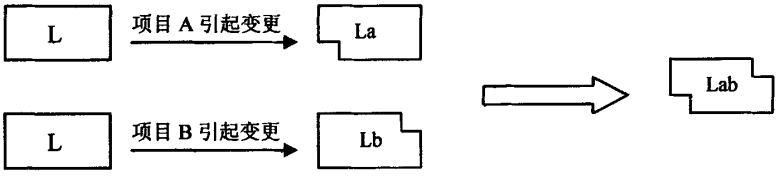

图 4.5b 宗地变更流程

4.4.2 ArcSDE 的版本管理机制[11] [53]

在 GIS 中，数据版本的概念可以理解为数据的不同状态。一方面，不同历史时期的数据状态可认为是不同版本；另一方面，同一时期多用户进行数据编辑时，每个用户编辑的数据状态也可认为是不同版本。

ArcGIS 系列软件是 GIS 中发展较为成熟的软件之一，其中 ArcSDE 是 ESRI 公司提供的一种高效的空间数据库引擎，作为中间件，允许与不同的数据库（包括 SQLSever、Oracal 等）连接，管理地理信息，实现版本管理。ArcSDE 跟踪在图层表中发生的所有变动情况，原始图层及其所有的改变都被存储，而且不需要拷贝。对海量空间数据的存储和多用户并发访问提供了很好的支持。多用户可同时编辑一个图形数据库，甚至同一空间要素。

只有当用户完成了编辑工作，系统才将其当时的数据版本“合并”到原来的数据版本中，“冲突”也是此时才可能发生。ArcSDE 为用户提供了解决冲突的 3 种选择：维持原状、否决自己或否决他人的编辑。ArcSDE 中，将经过特殊配置的、能够支持多用户同时编辑的 DBMS 称为版本化数据库（Verisoned Datebase）。它是由一系列表组成。在版本化数据库中，将不受其它变化影响的特定的配置称为版本。版本具有名称和用户属性。当用户创建一个版本时，ArcSDE 会为该用户操作的数据库进行逻辑拷贝。缺省情况下，ArcSDE 提供一个“default”版本。

随着时间的推移，数据库中可能会产生许多版本。例如一个数据库可能包含 3 个版本，分别为 working、edit1 和 edit2。其中 edit1、edit2 是由 working

继承而来，如图 4.6（a）。当在某时刻对 edit1 进行归档时，则数据库中的数据就被 edit1 版本的内容取代。

版本是通过一系列的数据库状态实现的。每个版本都有一个指定的状态。当然很多个版本也可以指向同一个状态，而且版本会随着数据的变化从一个状态指向另外的状态。状态是数据库变化的携带者。当对某个版本的数据做修改时，数据的变化信息就会附加上相应的状态标签。状态以“树”的形式存在，通过树的父子关系可以确定状态的“血缘关系”， 如图 4.6（b）。

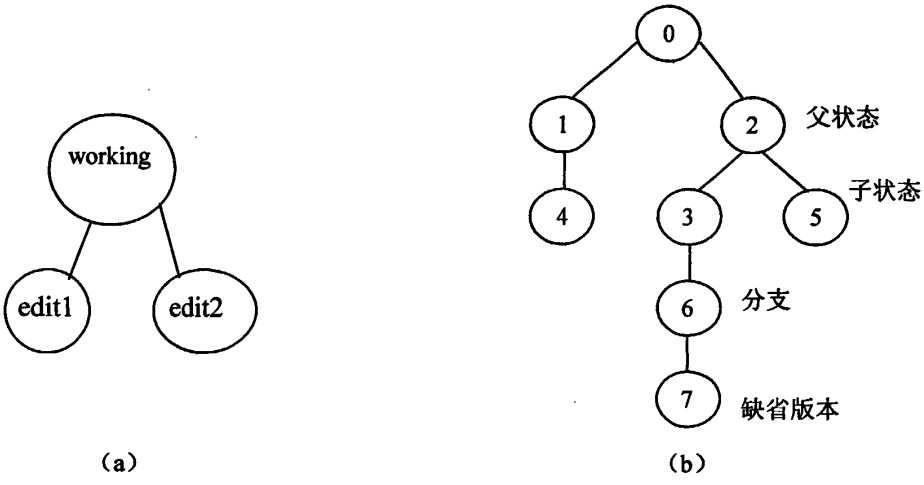

图 4.6 版本及其状态

ArcSDE 的版本管理数据库方案如图 4.7 所示。ArcSDE 将新建的地理要素图层称为 B 表。当用户对图层中的数据进行修改后，其新增加的信息就存储在 A 表中。当用户删除数据时，被删除的数据的标识就存储在 D 表中。ArcSDE 通过 B 表、A 表、D 表的互相配合，从而达到了版本管理的目的。

版本表主要用来管理数据库的各种有效版本信息。包括版本的名称、用户等。状态表主要用来管理各个版本下数据的状态，状态具有编码、创建时间、血缘关系等，通过状态的血缘关系可以建立数据的编辑历史。

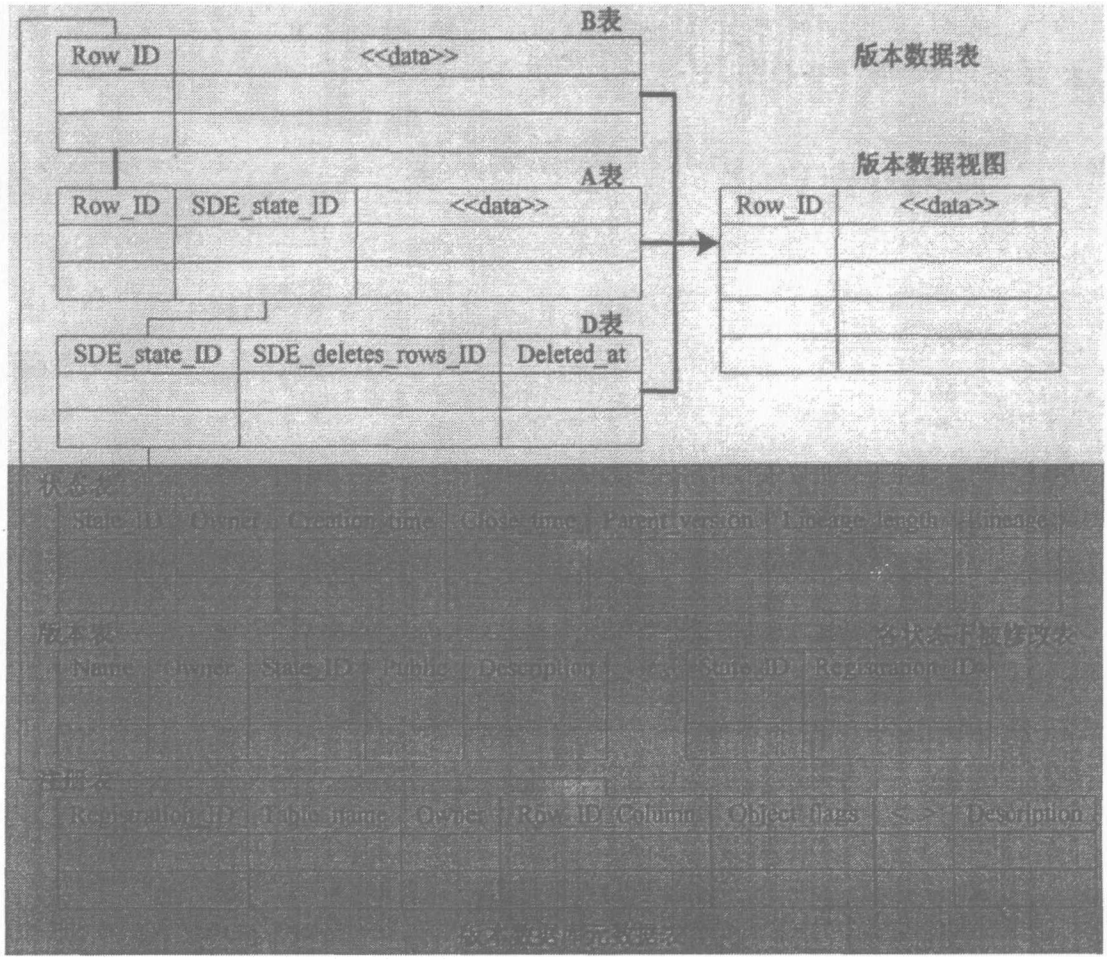

图 4.7 ArcSDE 的版本管理数据库方案

4.4.3 地籍数据更新中的版本管理设计

按照基于实体对象变化的更新操作方法，若不考虑采用版本管理的思路解决长事务并发操作问题，必然将导致地籍数据现势性的破坏和对象时序的混乱。

以 4.4.1 中的案件为例，A、B 项目下载时，主数据库中 L 宗地数据表如表 4.5-1 所示：

表 4.5-1 下载时主数据库

宗地	地号	产生时间	灭失时间
L	100	19990101	null

A 项目中，宗地 L[19990101,null]变更为 La 的时间为 2007 年 1 月 1 日，

则原宗地 L 被注销、新宗地 La 产生，更新后数据如表 4.5-2 所示；

表 4.5-2 A 项目更新后主数据库

宗地	地号	产生时间	灭失时间
L	100	19990101	20070101
La	101	20070101	null

B 项目中，宗地 L[19990101, null]变更为 Lb 的时间为 2006 年 12 月 30 日，则该实体在 B 项目数据中的生命周期为[20061230, null]，更新后数据如表 4.5-3 所示；

表 4.5-3 B 项目更新后主数据库

宗地	地号	产生时间	灭失时间
L	100	19990101	20061230
La	101	20070101	null
Lb	102	20061230	null

最终，主数据库中在同一位置出现两个重叠的宗地：La 和 Lb，该更新操作显然不符合宗地变更的实际情况和拓扑关系，引起地籍数据在空间和时间上的秩序混乱。因此，必须采用版本管理的思路进行更新操作，具体流程设计如下：

（1）查找可能存在版本冲突的变更项目

当一个变更项目 A 数据上传时，首先筛选与 A 时间上有重叠的其它变更项目，A 项目起始时间为从主数据库中下载的时间，结束时间为上传提交的时间，按照一维时态关系分析，与变更项目 A 具有时间重叠的变更项目可分为 B、C、D、E 等四类情况，如图 4.8 所示。其中，在项目 A 上传更新时，项目 D、E 仍没有

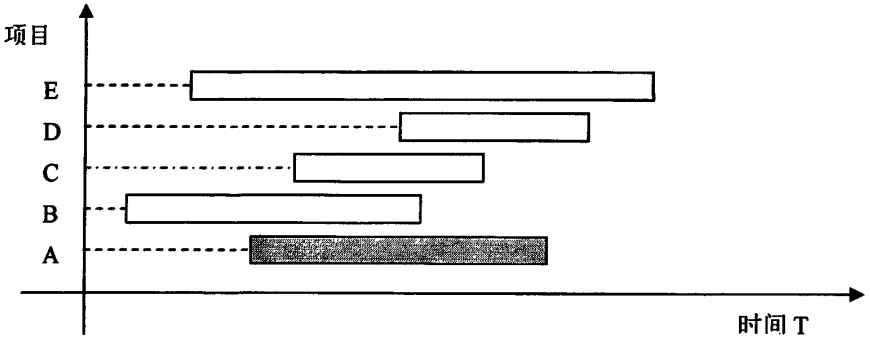

图 4.8 项目时间重叠关系图

完成，可不考虑。因此，与 A 时间上有重叠的变更项目仅有 B、C 两类，该两类

项目满足：TA 起始≤T 入库≤TA 提交。

其次，在时间筛选结果集中，按空间筛选与 A 有重叠的变更项目。通常，我们判别两个项目在空间上是否存在冲突，可以通过计算它们的项目边界之间是否具有重叠的拓扑关系来发现，如图 4.9（a）；但是由于本文研究的数据更新采用基于面向对象实体的更新操作，因此即使两个项目边界空间相离，但还是存在变更实体的重复，如图 4.9（b）所示，该情形也属于版本管理时要考虑的范畴。

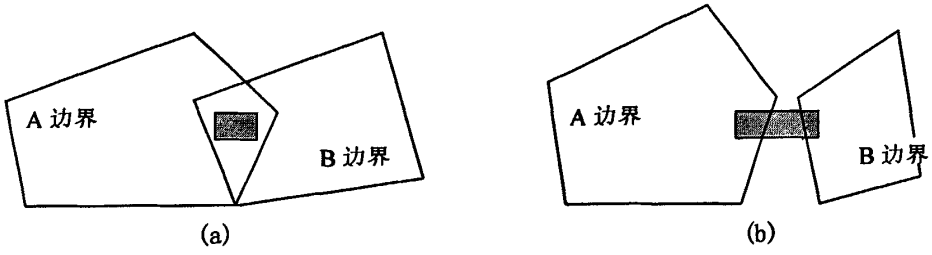

图 4.9 项目空间重叠关系图

对于情形a，只要通过计算与A拓扑重叠的项目边界就可以筛选得出结果集，由于情形 b 的存在，显然这种筛选方式是不全面的。因此，最终还是需要通过比较 A 项目下载的时空对象集与 B 项目下载的时空对象集，判断是否具有相同标识的实体对象来实现，实际上，由于与 A 边界满足空间相离关系的项目比满足重叠关系的项目多得多，因此必须增加限制条件来提高筛选的效率。由于地籍数据以街坊为单元进行管理，也就是说，地籍实体不能跨街坊存在于空间数据库中，因此，我们可以先通过街坊条件过滤 B 项目，即 A 项目所在的街坊（或之一）与 B 项目所在街坊（或之一）应相同。

（2）确定存在版本冲突的时空对象实体以及版本冲突类型

将筛选到的可能存在版本冲突的变更项目，按照更新入库的时间序列排序，依次选择版本最新的数据与待入库项目数据进行比较分析，确定存在冲突的时空对象实体。通过分析，可以确定版本冲突的主要几种类型：

【空间冲突】不同版本数据在描述同一实体对象时表现在几何空间专题方面的不一致。确定存在空间冲突的时空对象实体，首先是通过计算机自动计算同一位置两个实体之间的空间拓扑关系，将处于空间相交的实体标识出来，再通过人工判别空间不一致情形。一般来讲，空间冲突表现为：一是空间精度不一致，不同版本数据所要表达的实地对象同一，但由于不同的数据采集误差造

成在数据上的表现不一致；二是不同版本共同区域内的空间形状不一致，实体对象处于变化之中，由于不同版本数据采集时间的不同，导致描述对象的空间形状不一致；三是不同版本各自区域内的空间形状不一致，由于实体对象跨度较大，比如道路、河流，不同版本项目变更的区位不同，导致空间形状不同。

【属性冲突】不同版本数据在描述同一实体对象时表现在专题属性方面的不一致。首先通过几何拓扑关系的计算，确定实体对象的同一性，然后一一对照其专题属性，发现其中的不一致。

【时间冲突】不同版本数据在描述同一实体对象时表现在时间状态方面的不一致。主要分对象产生时间不一致，灭失时间不一致两种类型。对于下载提取的实体对象，可以通过自动比较相同标识对象其灭失时间确定，对于后产生的实体对象，先判断不同版本之间的实体对象是否具有同性，进而判断其产生时间是否一致。

实际更新过程中的版本冲突，不只是简单属于以上 3 种类型之一，更多情况是几种不同类型组合而成。因此，实际情况更加复杂，版本冲突的确定过程是针对业务实际设计的工作管理，不仅需要计算机来实现自动识别，而且还要依靠经验、知识来判定。

（3）针对不同冲突类型的解决方法

ArcSDE 为用户提供了解决冲突的三种选择，维持原状、否决自我或否决他人的编辑。但按照上述的版本冲突分析，仅仅依靠三种选择，解决不了所有的版本冲突问题。为有效解决版本冲突问题，本文又提出了修改、融合两种解决方法。下面，针对版本冲突中存在的空间冲突、属性冲突和时间冲突三种类型，分别描述解决方法。

空间冲突的解决方法。前文讲到，空间冲突主要表现为三种类型，一是由空间精度的不一致造成，在人工分析两个版本数据的可靠性和精确性后，我们可以采取维持或否决其中某个版本的数据；二是由于采集时间先后，造成不同版本实体同一区位形状的变化，可以根据实体变化的时间顺序，注销旧实体、新增新实体，即修改数据状态来实现；三是由于变更区位不同导致空间形状不同的情况，可以将前版本的变化情况先融合到后版本的对象实体中，形成完整的变化信息来解决空间冲突。

同样，解决属性冲突，也可以采用维持、否决、修改或融合等方法，其中属性融合主要是解决实体对象具有多个专题属性出现矛盾时提出的，这时某些

属性应采用前一版本，某些属性应采用后一版本。

最后，解决时间冲突，可以采用维持、否决或修改等方法。

（4）冲突解决后的地籍数据更新及版本状态记录

对冲突解决后的地籍数据，再按基于实体对象变化的更新操作方法，进行数据更新，同时记录每次更新后实体的版本状态。

再以 4.4.1 中的案件为例，A、B 项目下载时，主数据库中 L 宗地数据表如表 4.6-1 所示，我们将主数据库的初始版本设为 workong，状态为 0：

表 4.6-1 初始主数据库

项目	状态
working	0

宗地	地号	产生时间	灭失时间	状态
L	100	19990101	null	0

第一次更新后，主数据库的状态为 1：

表 4.6-2 第一次更新后的主数据库

项目	状态
working	1
A	1

宗地	地号	产生时间	灭失时间	状态
L	100	19990101	20070101	1
La	101	20070101	null	1

当要对 B 项目更新，发现与主数据库中已经更新的 A 项目出现冲突，这时将 B 项目进行冲突解决，B 项目新的数据为：

表 4.6-3 B 项目数据库

宗地	地号	产生时间	灭失时间
L	100	19990101	20061230
La	101	20070101	20070101
Lb	102	20061230	20070101
Lab	102	20070101	null

第二次更新入库后，主数据库的状态为 2：

表 4.6-4 B 第二次更新后的主数据库

项目	状态
working	2
A	1
B	2

宗地	地号	产生时间	灭失时间	状态
L	100	19990101	20061230	2
La	101	20070101	20070101	2
Lb	102	20061230	20070101	2
Lab	102	20070101	null	2

第5章 地籍数据更新流程和实验系统

为了验证前述的方法和模型，本章结合杭州地籍管理工作实际，优化设计了地籍数据更新的工作流程，同时，在原有系统的基础上，开发实现的地籍更新实验系统，并使用实际数据和案例对本文的研究成果进行验证。

5.1 更新流程和平台

近几年来，通过“数字国土”工程的连续实施，杭州基本形成了全覆盖、全要素、同一尺度和参考系的地籍数据，借助由浙大数维信息工程有限公司研制的国产 WALK 平台，初步开展了以日常地籍变更测量为基本手段的地籍空间数据更新工作。通过对更新工作的深入研究，本文认为单一尺度空间数据库更新的主要内容包括更新模式、原始数据的提取、变化区域的数据更新、历史数据的存储、数据更新质量控制、更新过程描述和记录等问题。

整个地籍数据更新应制定更新的规则，建立和形成一种有效的、适时的更新机制，保持数据的现势性和准确性。通过研究设计和实际工作的检验，在原更新流程的基础上进一步梳理和规范，形成更加适合杭州地籍管理工作的更新流程（如图 5.1）：1、数据下载。每一宗地籍变更测绘项目通过日常土地测绘项目管理系统提供的接口从主数据库中下载该区域的地籍空间数据库，作为更新的“基图”；2、变更测绘。测绘单位利用专门定制的变更测量软件，通过外业测绘和内业处理等手段，进行地籍图形和属性数据的变更工作，在“基图”上进行单机更新操作；3、质量检查。在测绘单位完成自检之后，成果接收部门利用计算机自动或人机交互等方式，对变更测绘项目成果及数据库进行质量检查，出具检查意见；4、上传入库。成果接收部门将合格的变更后地籍数据库上传至主数据库进行更新，同时对变更区域内存在冲突的项目进行版本控制；5、同步更新。将土地登记系统中已办结的土地登记数据，根据地籍号等关联信息，通过基于 XML 的协议，反馈至地籍空间数据库（主数据库），并触发地籍要素数据的自动变更，实现土地登记信息的同步更新。

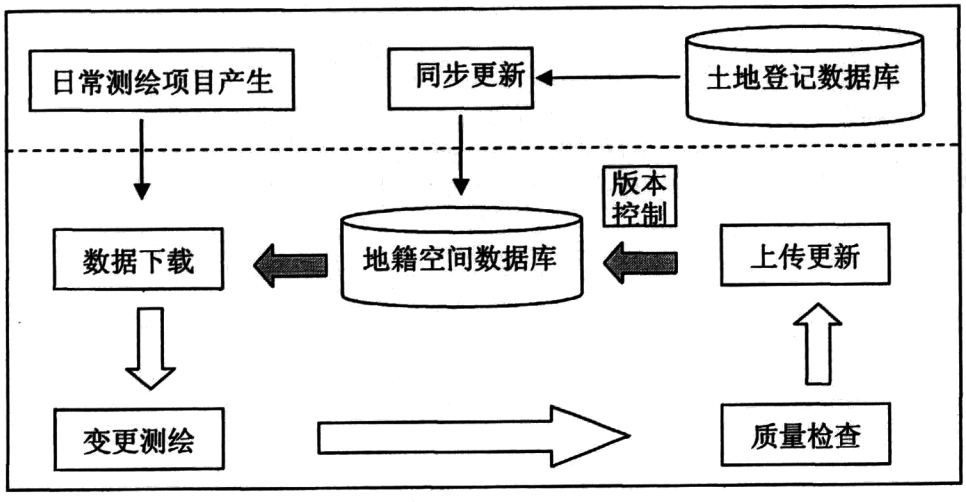

图 5.1 地籍数据更新流程

杭州地籍数据更新机制采用由浙大数维信息工程有限公司研制的国产 WALK 平台，该平台是基于 OpenGIS 协议和网络数据库的思想，较好地解决了数据采集、加工、数据建库等问题，并形成了系统产品。WALK 平台架构如图 5.2 所示。

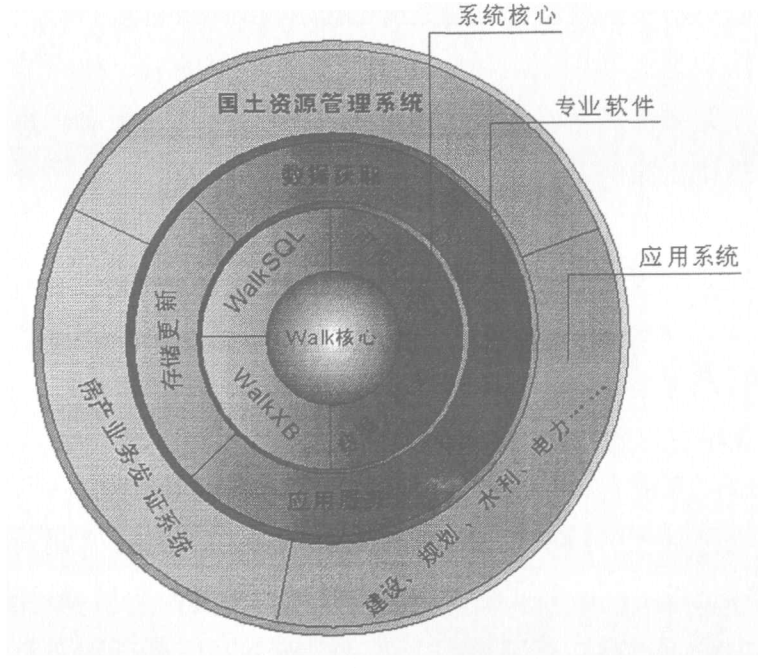

图 5.2 WALK 平台架构

5.2 数据下载

数据下载是地籍数据更新的第一个环节，该环节主要目的是从地籍空间数据库（主数据库）获取一张需要更新的局部地籍空间数据库，即“基图”，同时对日常土地变更测绘项目进行备案登记。数据下载的具体步骤如下：

（1）日常土地测绘项目衔接。登陆“杭州市日常土地测绘项目管理系统”（界面如图 5.3 所示）。

图 5.3 杭州市日常土地测绘项目管理系统

选择“工作衔接”，输入“日常土地测绘项目”的项目编号、项目名称、用地单位、土地座落、测绘单位、项目类型、委托时间、联系人等必备信息以及其他有关项目的资料名称，如图 5.4 所示。

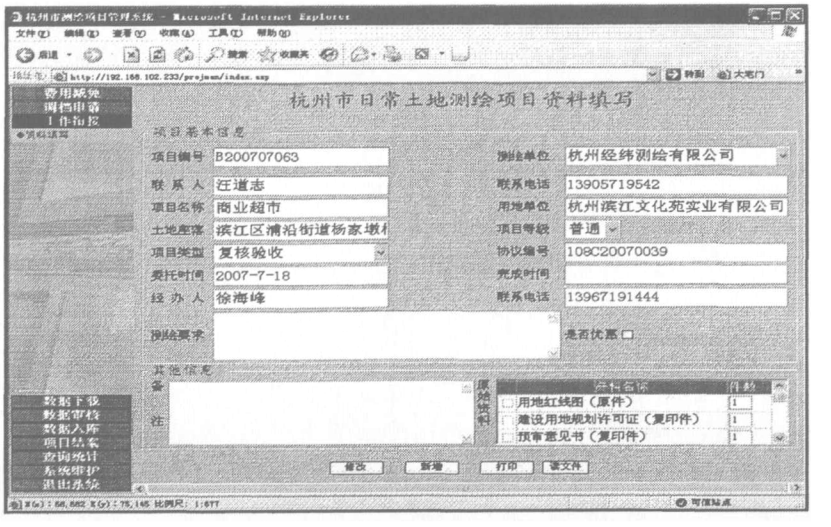

图 5.4 工作衔接

（2）数据下载。日常土地测绘项目信息输入后，选择“数据下载”，进入空间数据浏览界面，如图 5.5 所示。

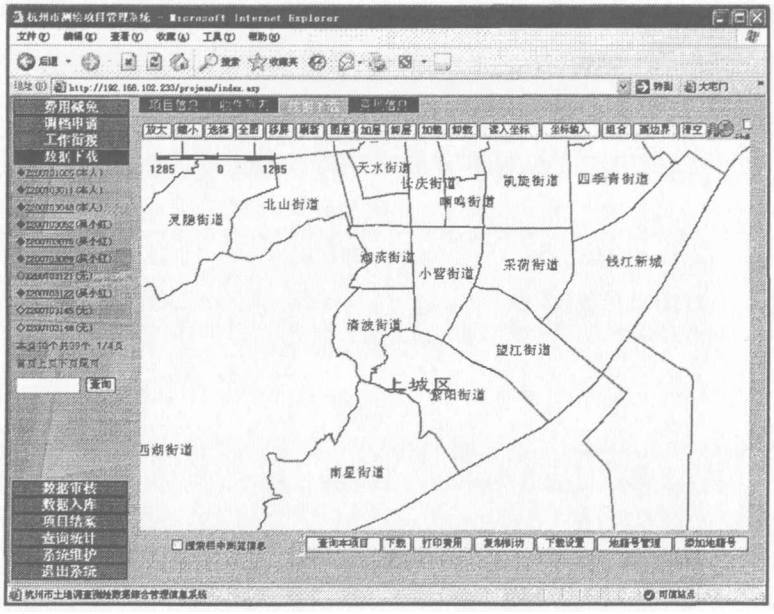

图 5.5 数据下载界面

确定项目的数据下载范围，可以通过三种途径：1、读取电子报表（XML）内的坐标，系统自动生成下载图框；2、坐标输入，手工输入坐标生成下载框；3、直接绘制，在图上划出下载框。

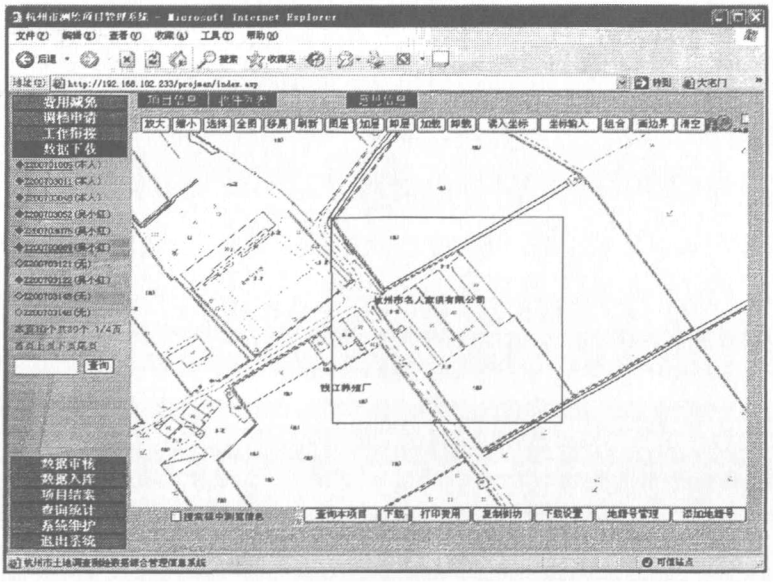

图 5.6 数据下载范围

（3）地籍号分配。为统一管理地籍号的编排，各日常土地测绘项目需要在数据下载的同时，按照宗地新增或变更情况领取相应的宗地号。

5.3 变更测绘

测绘单位取得从主数据库下载的“基图”（如图 5.7 所示）后，按照地籍变更调查的要求，开展权属调查和地籍测量工作，根据外业测绘和调查的结果，对“基图”中地形和地籍等要素，进行图形编辑和属性输入，同时实现更新操作，如图 5.8 所示。

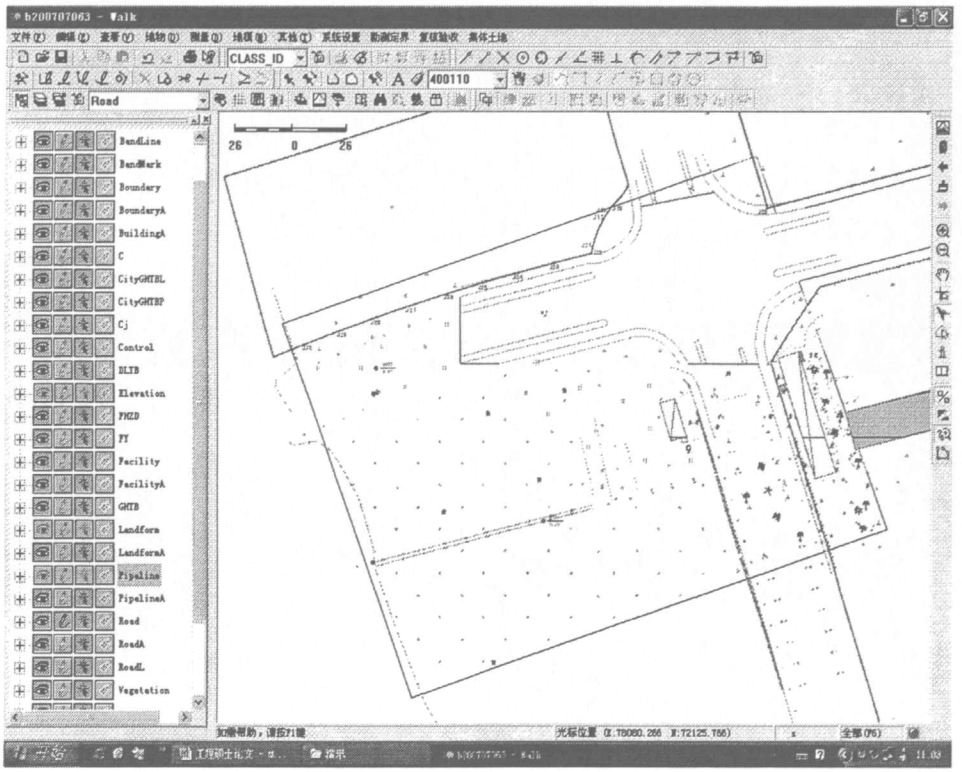

图 5.7 某日常土地测绘项目“基图”

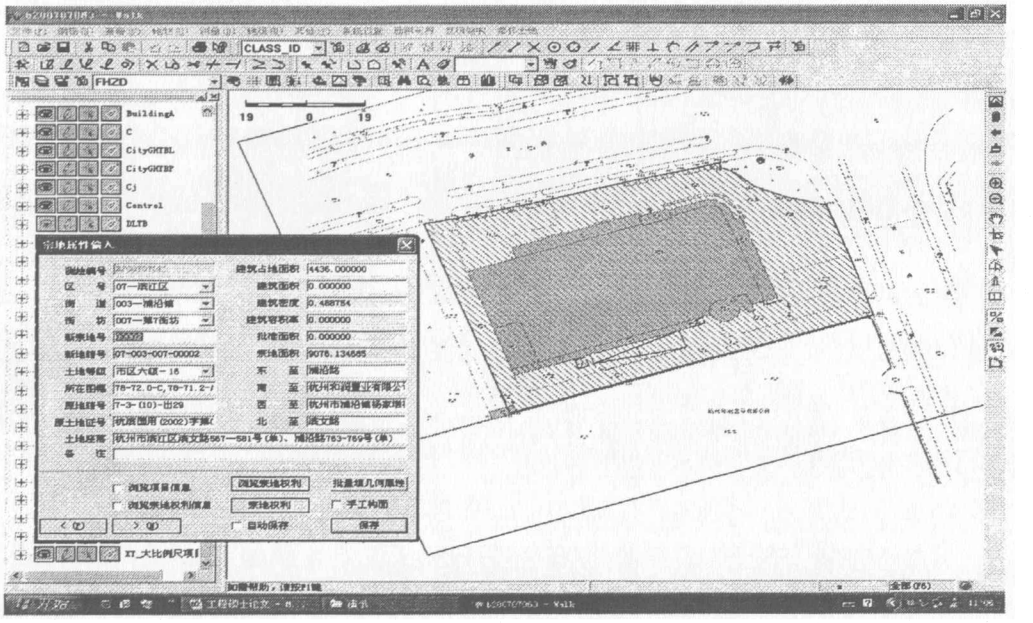

图 5.8 变更测绘后成果

更新操作后，数据库表中相应地形和地籍要素的元组内容同时变化。图 5.9、5.10，是更新操作前房屋和宗地的数据表，表中的 FeatureID 为该对象在主数据库相应表中的 FeatureID。

Microsoft Access - [BuildingAFeatures : 表]

FeatureID	StyleID	CLASS_ID	STRUCT	LAYERS	VTB	VTE	DTB	DTE
231021	6	211080	9	5	20010101		20010101	
231022	6	211080	9	2	20010101		20010101	
231023	7	212080	9	1	20010101		20010101	
231024	7	212080	9	1	20010101		20010101	
231025	6	211080	2	4	20010101		20010101	
231026	7	212080	9	1	20010101		20010101	
231027	6	211080	1	1	20010101		20010101	
231028	6	211080	2	4	20010101		20010101	
231029	7	212080	9	1	20010101		20010101	

记录: 9 共有记录数: 9

"数据表" 视图 NUM

图 5.9 更新前房屋数据表

Microsoft Access - [FHZDFeatures : 表]

FeatureID	CLASS_ID	DJH	LandLocation	Land	ZDArea	MAPINDEX	VTB	VTE	DTB	DTE
14011	DJ1212	07-003-003-00002	滨江区浦沿路与滨文路交叉口西北角	16	14232.703	T8-72.0-C	2004090613		2004090613	
25030	DJ1213	07-003-002-00020	滨江区滨文路548号	16	165175.1	T8-72.0-A、B、C	2006103124		2006103124	
							0	0	0	0

记录: 2 共有记录数: 2

"数据表" 视图 CAPS NUM

图 5.10 更新前宗地数据表

图 5.11、5.12，是更新操作后的房屋和宗地数据表，其中房屋对象 FeatureID 为 1~9 的为新增房屋，FeatureID 为 231021、231022 的房屋对象被注销，其他房屋保持不变；

Microsoft Access - [BuildingAFeatures : 表]

FeatureID	StyleID	CLASS_ID	STRUCT	LAYERS	VTB	VTE	DTB	DTE
231021	6	211080	9	5	20010101	20070903	20010101	20070903
231022	6	211080	9	2	20010101	20070903	20010101	20070903
231023	7	212080	9	1	20010101		20010101	
231024	7	212080	9	1	20010101		20010101	
231025	6	211080	2	4	20010101		20010101	
231026	7	212080	9	1	20010101		20010101	
231027	6	211080	1	1	20010101		20010101	
231028	6	211080	2	4	20010101		20010101	
231029	7	212080	9	1	20010101		20010101	
1	6	211080	1	1	20070903		20070903	
2	6	211080	2	6	20070903		20070903	
3	6	211080	2	5	20070903		20070903	
4	6	211080	2	3	20070903		20070903	
5	6	211080	2	3	20070903		20070903	
6	6	211080	2	6	20070903		20070903	
7	6	211080	2	3	20070903		20070903	
8	6	211080	2	6	20070903		20070903	
9	10	215080	9	0	20070903		20070903	

记录: 10 共有记录数: 18

"数据表" 视图 NUM

图 5.11 更新后房屋数据表

FeatureID 为 1 的宗地，为本项目中新增宗地，其他宗地保持不变。

Microsoft Access - [FHZDFeatures : 表]

FeatureID	CLASS_ID	DJH	LandLocation	Lan	ZDArea	MAPINDEX	VTB	VTE	DTB	DTE
14011	DJ1212	07-003-003-00002	滨江区浦沿路与滨文路交叉口西北角	16	14232.703	78-72.0-C	20040915		2004090613	
25038	DJ1213	07-003-002-00020	滨江区滨文路548号	16	165175.1	78-72.0-A, B-	20061108		2006103124	
1	DJ1213	07-003-007-00002	杭州市滨江区滨文路567—581号(单)、	16	9076.134	78-72.0-C, 78-	0	0	0	0
							0	0	0	0

记录: 3 共有记录数: 3

"数据表" 视图 NUM

图 5.12 更新后宗地数据表

5.4 质量检查

变更测绘完成后的数据，在提交成果前，必须经过严格的质量检查。WALK 软件自动对空间数据的几何、拓扑、属性等进行检查，并自动生成检查报告。图 5.13。

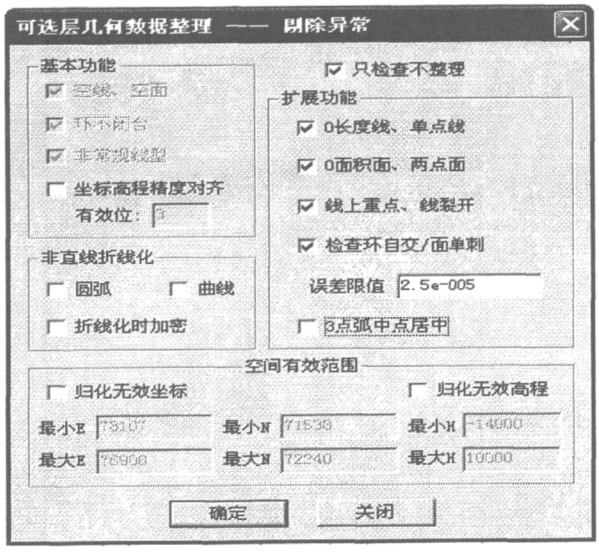

图 5.13-1 几何数据精度检查

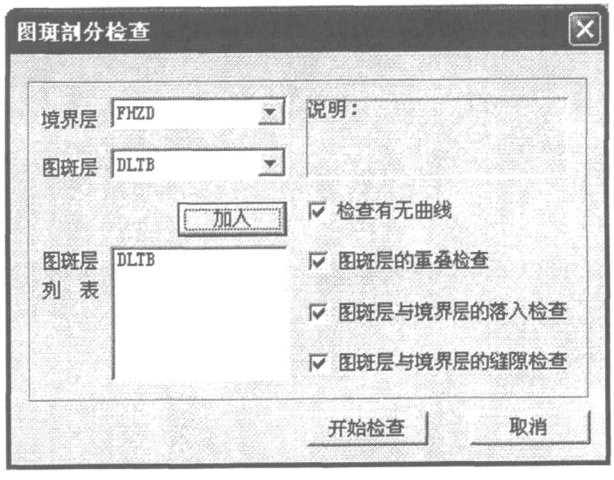

图 5.13-2 拓扑关系中的剖分检查

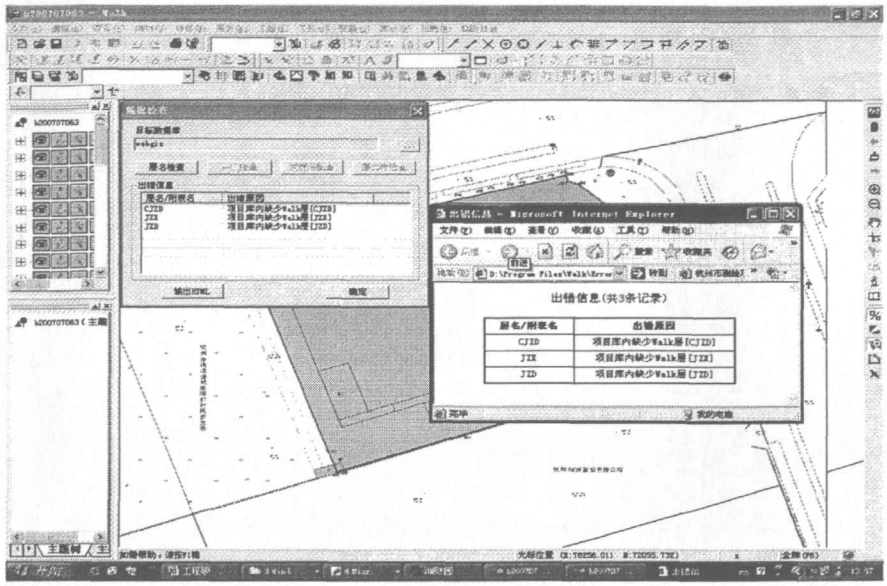

图 5.13-3 属性检查及检查报告

5.5 上传入库

检查合格的数据，可以通过 WALKud 软件上传至主数据库。在数据入库之前，首先搜索与入库项目版本冲突的项目情况（如图 5.14），对搜索到的项目，采取人工检查和融合的方法，解决数据的版本问题，再提交上传入库。其中地形等要素直接实现对地籍空间数据库的更新（如图 5.15），宗地等地籍要素按新增模式入库（如图 5.16）。

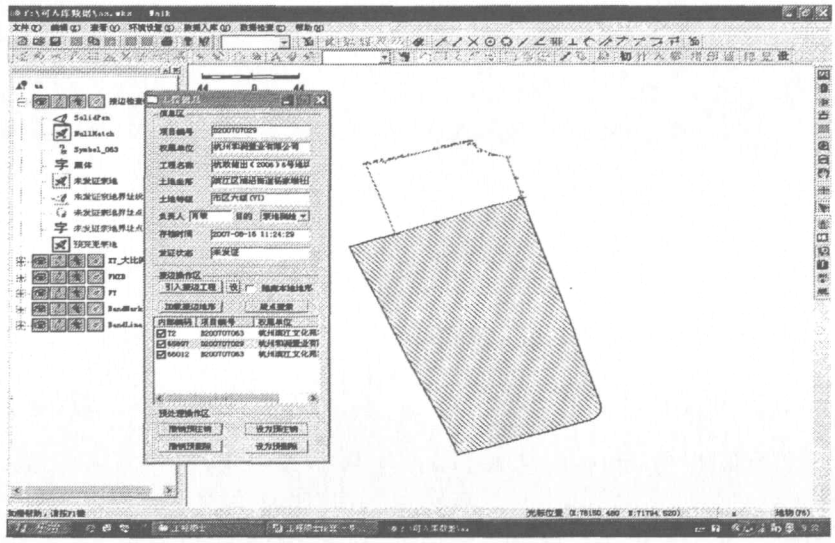

图 5.14 版本冲突检查

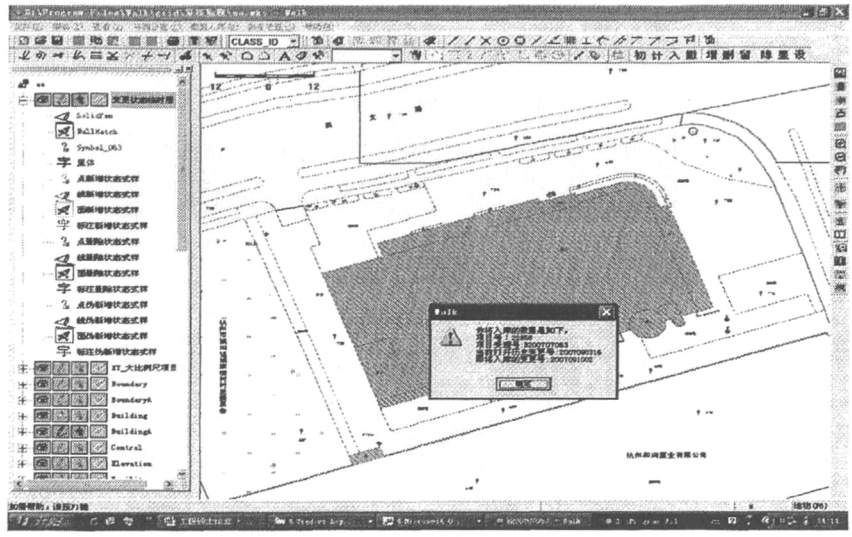

图 5.15 地形数据入库

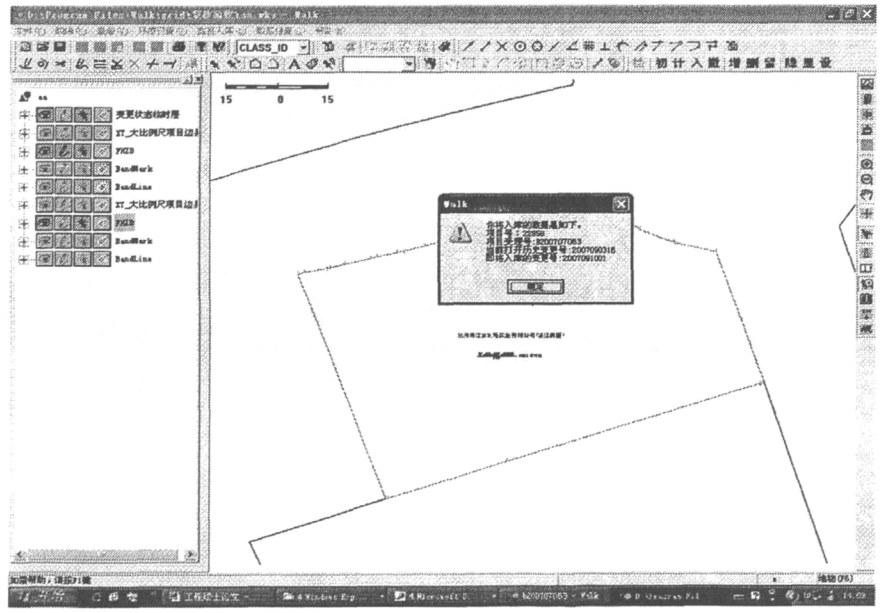

图 5.16 宗地数据入库

5.6 同步更新

宗地新增入地籍空间数据库，并由土地登记系统触发，实现土地登记信息的反馈，进行同步更新（见图 5.17）。

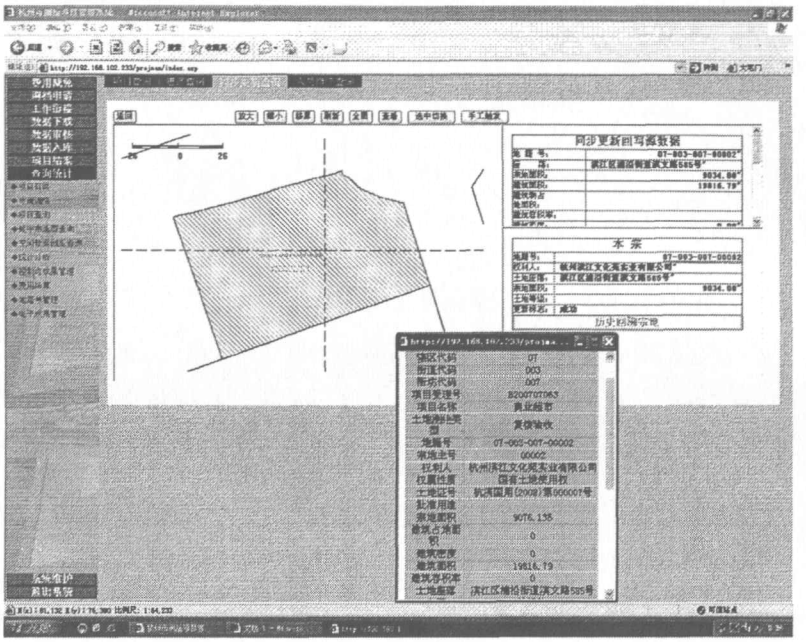

图 5.17 宗地同步更新

同步更新后，地籍空间数据库中该宗地记录，见图 5.18 所示。

对象属性

FHZD

属性	数据
DJH	07-003-007-00002
LandLocation	杭州市滨江区滨文路567—581号(单)、浦沿路763-769号(单)
LandRate	16
ZDArea	9076.134685
AuthorizeArea	0.000000
BLArea	4436.000000
BuildingDensity	0.488754
BuildingArea	0.000000
BuildingBulk	0.000000
East	浦沿路
South	杭州和润置业有限公司
West	杭州市浦沿镇杨家墩村村民委员会
North	滨文路
MAPINDEX	78-72.0-C,78-71.2-A
发证状态	TURE
OldDJH	7-3-(10)-出29
OldTDZH	杭滨国用(2002)字第000274号
Memo	
VTB	20070915
VTE	0
DTB	2007091001
DTE	0

图 5.18 主数据库中宗地数据

第6章 总结与展望

6.1 总结

近十几年来，特别是国土资源部提出“数字国土工程”以来，我国许多城市都开展了数字地籍调查，建立了相应的地籍管理信息系统和数据库，对于增强地籍管理的科学性、提高地籍管理的自动化水平起了重要作用。但是，与这些大规模的投入不相适应的是，地籍数据的更新机制在很多地方尚未建立，或者不健全，导致地籍数据库的现势性无法及时维护，重复测绘和建库现象不可避免，地籍数据库的生命和应用价值无法延续。

本文针对地籍数据更新的实际需求，以及关键理论和技术问题，在分析、比较及总结前人提出的时空数据模型、基于地块实体变化的更新操作算子、GIS 数据质量控制、版本管理知识等基础上，紧密结合工作现状，侧重解决实际问题，对地籍数据更新机制进行了比较深入的研究，并设计开发了实验系统进行验证，证明了该更新机制能较好满足地籍数据更新高效、规范、自动化水平较高的基本要求。本文取得的主要成果有：

（1）分析比较了当前主要的几种时空数据模型，根据各自的优缺点，选择了一种适合杭州地籍数据更新工作实际的时空数据模型——基于基态修正的面向对象时空数据模型，并根据该模型优化设计了地籍空间数据库的结构；

（2）成功借鉴了基于拓扑关系的地籍数据库增量更新思路，根据实体对象的变化类型设计相应的更新操作算子，以实现地籍数据更新的自动化和半自动化，对地形、地籍等各类要素实体的更新逻辑流程进行了设计；

（3）结合 TGIS 的时态特征，提出了时空数据检查的七大内容，进一步完善了基于元数据和质量规则的地籍数据质量检查理论体系。借鉴 ARCGIS 等版本控制的思路，探讨了长事务并发操作的冲突解决方法。较好地解决了地籍数据更新过程中的质量控制这一关键难题；

（4）通过研究设计和实际工作的检验，在原更新流程的基础上进一步梳理和规范，形成一套更加适合杭州地籍管理实际的更新工作流程，为地籍数据更新机制的实现奠定工作基础。

6.2 展望

地籍数据更新是一项包括地籍时空数据组织、变化信息获取、数据库增量更新、地籍数据质量控制等多个方面的系统工程，然后基于这方面的研究和实践起步不久，本文只是在前人理论成果的基础上，结合实际工作的需求和出现的问题，较针对性的提出一些技术方法和工作思路，由于开发能力、平台等所限，仅在原有系统中进行适当的功能改造或新增。要全面建立地籍数据更新机制，将目前的更新系统发展成为一个高效的应用系统，还需研究如下内容：

（1）时空数据模型还需进一步拓展。在目前结构化的关系方法遇到困难的情况，如何采用 NINF 方法，实现关系方法和层次方法的高度融合，解决复杂结构对象的数据不定长或嵌套问题值得探讨。同时，面向对象方法的提出也为 TGIS 的发展开辟了新的途径。因此，是采用在扩展的关系模型中增加面向对象的方法，还是开发纯 OODBMS 全面支持面向对象时空数据模型，有待进一步研究。

（2）增量信息的时空数据组织。本文研究的地籍空间数据库采取了历史与现势数据一体化存储的策略，当历史数据积累到一定的程度，需要对数据库中所存储的时空对象实体进行高效组织有管理，如分版本、分时段管理等，同时还需要研究高效检索方法以保证实现快速的时空查询。

（3）更新入库过程中拓扑关系的维护。本文在研究地籍变更时，考虑了变更的历史关系，以及静态的地籍实体拓扑关系，并基于实体对象间的拓扑关系提出更新操作的方法，但对于地籍变更过程中拓扑关系的动态变化和一致性维护，未作深入的研究，提出了静态拓扑关系的检查，忽视了时变拓扑关系的检查，这也是面向对象数据库的一个实现难点。

（4）质量控制的高效、全面和自动化水平。基于元数据和质量规则的检查方法还存在一些不足，地籍数据间的逻辑关系非常复杂，所归纳的检查类型不可能列举数据中所有的错误类型，而且运用质量规则难以描述非常复杂的逻辑一致性错误，还需要在实际应用中不断改进与完善。按照版本管理思路，解决长事务并发处理问题，还仅是在工作管理中的实现，尚未在底层 GIS 技术中实现，该过程需要不断的人工干预和监测，必须充分考虑测绘工作的实际情况，解决测绘项目时间重叠和空间重叠的现实矛盾。

（5）多源信息的集中存储和更新问题。本文研究的地籍数据更新机制仅面向同一尺度的矢量数据，尚未考虑不同尺度、不同格式的图形数据和属性数据的更新问题。一直以来，不同空间数据格式的融合问题、多源数据如与遥感数

据的集成问题，以及图形数据和属性数据的无缝结合是 GIS 关注的问题，也是 GIS 发展的必然趋势。

致谢

在论文定稿之际，我愿对所有指导、关心、帮助过我的人们表示感谢。四年来，难忘深夜里在办公室静思的情景，难忘节日里图书馆博阅的快乐，难忘为了求学而奔波于上海、杭州的日子。每一步成长都离不开亲人的支持，每一分收获都离不开师长的教诲，每一丝快乐都离不开同事、朋友们的理解。

首先感谢两位导师，王卫安教授、沈曙文高工，是他们的悉心指导、谆谆教诲和严格督促，使我在紧张的工作之余终于即将完成多年的攻读生涯！本论文从选题、构思、修改到定稿，都倾注了导师大量的心血和智慧。感谢他们在学业上的指导，感谢他们在工作上的支持，感谢他们在生活上的关怀。他们认真、严谨的治学原则，积极、忘我的工作精神，谦虚、随和的为人态度将是我一生学习的榜样。

感谢我的同事，叶建中科长、张迪校科长，以及张卫东、王志刚、张园玉、程飞、孙晶、吴小红等工程师，在工作和学习中给予了我很大的帮助和支持。

在本论文的撰写和系统实施过程中，浙大数维公司楼宇教授、封宁总经理，以及技术人员姚光辉、王晓东、徐周良、郑孟强、孔丁科等给予了莫大的帮助和指导，在此表示忠心的感谢。

最后，要感谢我的家人，特别是我的妻子，多年来默默的付出、静静的陪伴，每一分收获都离不开你的汗水和浓浓的爱意！还有我的父母、岳父母，感谢您们在生活上无微不至的照顾和精神上的鼓励！

参考文献

[1] DIGITAL CADASTRAL MAPS IN LAND INFORMATION SYSTEMS Piotr Cichocinski, University of Mining and Metallurgy, Krakow, Poland,
http://www.kb.nl/infolev/liber/articles/cicho30-11.html
[2] CIS Overview and Previous Projects, http://csg.cf.co.za
[3] 杜海平、詹长根、李兴林. 现代地籍理论与实践[M]. 海天出版社，1999
[4] 周晓光. 基于拓扑关系的地籍数据库增量更新方法研究：[博士论文]. 长沙：中南大学，2005
[5] Langran G. Time in Geographic Information Systems Technical Issues in GIS[M] London：Traylor&Francis Ltd，1992
[6] Zhong D Q. Developing Temporal Land Information System in Arc/Info[R] . GIS/LIS'
96. Colorado. 1233-1249
[7] 舒红，陈军. 面向对象的时空数据模型[J]. 武汉测绘科技大学学报，1997(3)：229-230
[8] 王燕. 面向对象的理论与C＋＋实践[M]. 北京：清华大学出版社，1997
[9] 龚健雅. GIS 中面向对象时空数据模型[J]. 测绘学报，1997（4）
[10]姜晓轶，周云轩，蒋雪中. 基于 Geodatabase 的面向对象时空数据模型[J]. 计算机工程
[11]姜晓轶. 基于 Open GIS 简单要素规范的面向对象时空数据模型研究：[博士论文]. 上海：华东师范大学河口海岸学国家重点实验室，2006
[12]闫保根. 城镇地籍信息系统中地籍变更研究：[硕士论文]. 南京：南京师范大学地理科学学院，2005
[13]何建华. 地籍信息系统中的时态问题研究[硕士论文]. 武汉：武汉大学，2002
[14] 宋玮、王家耀. 基于空间数据库的地籍时空数据组织. 测绘学院学报，2005，22（2）
[15]沈陈华. 地籍变更的时态数据结构模型研究[J]. 南京师大学报（自然科学版），2000（2）
[16] 常征，陈军，杜道生. 顾及地块时空特点的地籍数据组织及查询[J]. 武汉测绘科技大学学报，1997（3）
[17] 刘仁义，刘南. 时空数据库基态修正模型的扩展[J]. 浙江大学学报（理学版），2000（27）
[18] 龚健雅. 地理信息系统基础[M]. 北京：科学出版社，2001，153-260
[19] 陈述彭、鲁学军. 地理信息系统导论[M]. 北京：科学出版社，1999，92-210
[20] 李志刚、艾廷华. 时态 GIS 在地籍变更管理信息系统中的应用研究[J]. 测绘通报，2003（6）
[21] 徐志红、边馥苓、陈江平. 基于事件定义的时态 GIS 模型[J]. 武汉大学学报，2002，

27（3）
[22] 陆绍波．城市房地产信息化基础框架研究：[硕士论文]．上海：同济大学，2006
[23] 陆绍波、王卫安．GIS 空间数据的变更管理机制研究[J]．地理信息世界，2005，52（5）
[24] 姚志军、李满春、陈刚等．地籍管理信息系统中宗地数据的时空组织与查询研究[J]．南京大学学报，2002，38（6）
[25] 徐志红、边馥苓．地籍空间实体及其时空拓扑关系[J]．武汉大学学报，2002，27（5）
[26] 肖乐斌，钟耳顺，刘纪远等．面向对象整体 GIS 数据模型的设计与实现[J]．地理研究，2002（4）
[27] 周晓光，陈军，蒋捷，朱建军．地籍地块间的拓扑关系．测绘学报，2003，32（4）
[28] 谷晓玉．房地产权籍信息系统数据变更模式研究：[硕士论文]．上海：同济大学，2003
[29] 高文秀、刘浪、龚健雅．改造现有 LIS 支持时空数据管理和土地变更的实现．武汉大学学报，2002，27（6）
[30] 詹长根、张雁．基于地块的时态地籍数据库数据结构的研究．测绘科学，2006，31（2）
[31] 梁军，钟耳顺．地籍信息系统中宗地数据库的设计[J]．地理学与国土研究，2003（3）
[32] 柯丽娜、刘登忠、刘海军．基于特征的时空数据模型用于地籍变更的探讨．测绘科学，2003，28（4）
[33] 方利、刘生权、钟耳顺．基于元数据和质量规则的土地数据检查．地球信息科学，2004，6（3）
[34] 魏晓燕、刘春．土地房产 GIS 基础数据质量控制与检查方法．现代测绘，2004，27（6）
[35] 童小华、彭明华、刘大杰．土地房产基础地理信息系统建库中的质量控制探讨．测绘工程，2002，11（1）
[36] 沙宗尧、边馥苓．一种基于 GIS 的时空数据分析与应用研究，测绘通报，2001（12）：4-6
[37] 魏金占．基于 Oracle Spatial 的地籍数据库增量更新系统设计与实现：[硕士论文]．长沙：中南大学，2005
[38] 徐志红．基于事件语义的时空数据模型的研究：[博士论文]．武汉：武汉大学，2005
[39] 李志刚．面向地籍变更目标的小型实验系统的研究：[硕士论文]．武汉：武汉大学，2004
[40] WorBoys MF. A Model for Spatio-Temproal Information[A]. Proceedings of the 5th international Symposia on Spatial Data Handling. Charleston, South Carolina, USA, 1992: 602—611
[41] Zhong Dingqiang, Developing Temporal Land Information System in Arc/Info, 1994, pp. 1233-1249
[42] Euquet D J, Duan N. An Event-based Spatio temproal Data Model (ESTDM) for Temproal Analysis of Geographical Data[J], International Journal of Geographical Information Systems, 1995 (1): 7—24
[43] Shi W Z, Zhang M W. Object-oriented approach for spatial, temporal and attribute data modeling[J]. Proceeding of GIS/LIS' 95, 1995, (2): 903—912

[44] Egenhofer M. J. and David M. Mark, 1995, Modeling conceptual neighborhoods of topological line-region relations. INT. J. Geographic Information Systems, 9(5):555-565

[45] Aranunt C, Theriault M. Toward semantics for modeling spatio-temporal processes within GIS[M]. Proceedings of International Symposium on Spatial Data Handling, Netherlands. 1996

[46] Egenhofer M. J., Goliedge Reginald G. Spatial and temporal reasoning in Geographic Information Systems, Edited by Egenhofer M. J., Goliedge Reginald G, New York Oxford University Press, 1998

[47] Tamsa Abraham and John F. Roddick, Survey of Spatio-TemporalDatabase, GeoIngomatical, 1999, Vol3. No. 1, pp. 61-99

[48] K. Morris and D. Hill and A. Moore, Mapping the Environment Through Three-Dimensional Space and Time, Computers. Environment and Urban Systems, 2000, Vol. 24, pp. 435-450

[49] Suzana Dragicevic and Danielle J, Marceau, A Fuzzy Set Approach for Modeling Time in GIS, GeoGraphical Information Science, 2000, Vol. 14, No. 3, pp. 225-245

[50] Chen Jun and Jiang Jie, An Event-Based Approach to Spatio-Temporal Data Modeling in Land Subdivision System, GeoInformatical ,2000, Vol. 4, No. 4, pp. 387-400

[51] ArcSDE Developer Help[M]. Relands:ESRIPress, 2004

个人简历　在读期间发表的学术论文与研究成果

个人简历：

孔源，男，1978年3月生。

1999年7月毕业于同济大学测量工程专业 获学士学位。

2004年3月入同济大学读工程硕士研究生。

已发表论文：

[1]潘建军，孔源. 浅谈大比例尺土地资源资产测量技术的实践. 浙江国土资源，2004（2）:48-49

[2]孔源，王志刚. 数字地籍调查工程监理实践. 测绘信息与工程，2007，vol.32(1):46-47