

华北水利水电大学高层次人才项目资助

土地利用数据库更新研究

宋 玮 著



地质出版社

华北水利水电大学高层次人才项目资助

土地利用数据库更新研究

宋 玮 著

地 资 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书对土地利用数据库更新过程中涉及的土地利用实体时空拓扑关系、时空数据组织方式和土地利用实体更新操作等关键技术进行了探讨。全书共分五章。首先分析了土地利用实体及其时空拓扑关系；然后基于时态 GIS 理论和土地利用实体的具体特点，进行了土地利用数据库时空数据组织方式的研究；继而根据土地利用实体变化类型进行了土地利用实体时空操作符的设计；最后应用 C#语言集成 ArcGIS Engine 组件进行了土地利用数据库管理系统的开发实践，验证了相关方法的正确性与可行性。

本书可供测绘、地理信息系统、土地资源管理以及相关专业的研究和应用人员使用，也可供高等院校相关专业的教师、研究生和本（专）科学生参考。

图书在版编目（CIP）数据

土地利用数据库更新研究 / 宋玮著. —北京：
地质出版社，2015.6

ISBN 978 - 7 - 116 - 09228 - 0

I. ①土… II. ①宋… III. ①土地利用—数据库系统
—中国 IV. ①F321.1 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 073365 号

责任编辑：韩 博 白 铁

责任校对：李 玫

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号，100083

咨询电话：(010) 66554643（邮购部）；(010) 66554625（编辑室）

网 址：<http://www.gph.com.cn>

传 真：(010) 66554686

印 刷：北京地大天成印务有限公司

开 本：787 mm × 1092 mm $1/_{16}$

印 张：5.5

字 数：130 千字

版 次：2015 年 6 月北京第 1 版

印 次：2015 年 6 月北京第 1 次印刷

定 价：38.00 元

书 号：ISBN 978 - 7 - 116 - 09228 - 0

（如对本书有建议或意见，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社负责调换）

目 录

1 绪论	(1)
1.1 土地利用数据库概述	(1)
1.1.1 土地利用与土地调查	(1)
1.1.2 土地利用数据库基本概念	(2)
1.1.3 土地利用数据库建设	(3)
1.2 空间数据库更新	(4)
1.2.1 变化的发现与提取	(5)
1.2.2 更新策略和方法	(5)
1.2.3 历史数据组织管理	(6)
1.3 土地利用数据库更新	(7)
1.3.1 土地利用数据库更新模式	(7)
1.3.2 土地利用数据库更新的特点	(9)
1.4 研究内容与各章安排	(11)
2 土地利用实体及其时空拓扑关系	(12)
2.1 地理空间与土地	(12)
2.1.1 土地的空间特性	(12)
2.1.2 土地的自然属性	(13)
2.1.3 土地的经济属性	(13)
2.1.4 土地的权能属性	(13)
2.1.5 土地的时间属性	(13)
2.2 土地利用管理和土地分类	(13)
2.2.1 土地分类	(14)
2.2.2 土地利用现状分类	(14)
2.3 土地利用实体	(15)
2.3.1 零星地物 (Sporadic parcel)	(16)
2.3.2 线状地物 (Line feature)	(16)
2.3.3 图斑 (Parcel)	(17)
2.3.4 地类界线 (Terra-type boundary)	(17)
2.3.5 其他实体	(18)
2.4 土地利用实体空间拓扑关系	(18)
2.4.1 空间关系	(18)
2.4.2 土地利用实体空间拓扑关系	(19)

2.5 土地利用实体时空拓扑关系	(22)
2.5.1 时态拓扑关系	(22)
2.5.2 时空拓扑关系	(24)
2.5.3 土地利用实体时空拓扑关系	(25)
3 土地利用数据库时空数据模型	(29)
3.1 时空数据模型	(29)
3.1.1 空间数据模型	(29)
3.1.2 时间数据模型	(31)
3.1.3 时空数据模型	(32)
3.2 土地利用实体变更内容	(37)
3.2.1 语义属性的变化	(37)
3.2.2 空间形状的变化	(38)
3.3 土地利用实体变更分析	(38)
3.3.1 零星地物变更	(38)
3.3.2 线状地物变更	(39)
3.3.3 图斑变更	(39)
3.4 土地利用实体时空数据组织	(41)
3.4.1 扩展时空复合模型的土地利用数据组织	(41)
3.4.2 地类图斑数据组织	(43)
3.4.3 线状地物数据组织	(43)
3.4.4 零星地物数据组织	(44)
4 土地利用数据库时空操作	(45)
4.1 时空操作概述	(45)
4.1.1 时空静态操作	(45)
4.1.2 时空动态操作	(45)
4.2 时空动态操作设计	(46)
4.2.1 时空动态操作研究现状	(46)
4.2.2 地理实体时空变化	(47)
4.2.3 基于标识符的时空对象状态变化	(47)
4.2.4 时空动态操作符设计	(49)
4.3 土地利用实体时空动态操作	(51)
4.4 土地利用实体时空操作约束	(53)
4.4.1 拓扑约束	(53)
4.4.2 时间约束	(54)
4.4.3 属性约束	(54)
4.5 土地利用实体更新操作逻辑流程	(55)
4.5.1 图斑更新操作逻辑流程	(55)
4.5.2 线状地物更新操作逻辑流程	(55)

4.5.3 零星地物更新操作流程	(56)
4.6 土地利用实体时空静态操作	(57)
4.6.1 查询某个地类图斑在过去某一时刻 T 的状态	(58)
4.6.2 查询指定地类图斑的父图斑	(58)
4.6.3 某时刻 T 区域内地类图斑的状态	(58)
4.6.4 某一时间段 $[T_1, T_2]$ 区域内地类图斑的状态	(58)
5 土地利用数据库管理系统实践	(59)
5.1 系统简介	(59)
5.1.1 系统平台与开发环境	(59)
5.1.2 系统总体结构设计	(60)
5.1.3 系统功能设计	(60)
5.2 系统的数据组织	(61)
5.2.1 Geodatabase 空间数据模型	(61)
5.2.2 基于 Geodatabase 的土地利用时空对象数据组织	(62)
5.2.3 基于 Geodatabase 的土地利用数据库建立	(66)
5.3 功能实现	(68)
参考文献	(72)

1 绪 论

土地是各种自然资源的载体，也是人类一切生产活动、社会活动的载体。人类在不断地适应自然和改造自然的过程中，根据自身需要和土地特性，对土地资源进行了多种形式的开发和利用。对于我国而言，人均土地资源不及世界人均的三分之一，耕地资源不到世界人均的一半，水资源仅达世界人均的四分之一，而森林资源甚至还不足世界人均的八分之一。国民经济持续高速发展与国土资源紧缺之间的矛盾已经成为我们面临的诸多挑战中的最为紧迫的问题之一。保护和合理利用自然资源，特别是土地资源是我们长期的重要任务。

土地管理是国家通过行政、经济、法律和技术措施维护土地制度、调整土地关系，合理利用土地。土地管理影响着国家经济安全、粮食安全、生态安全，关系到经济社会发展全局。要发挥土地在国家宏观调控中的重要作用，必须掌握真实准确的、能够反映现状的土地基础数据，全面掌握建设用地、农用地特别是耕地、未利用地的数量和分布，掌握城镇、村庄以及独立工矿区内部工业用地、基础设施用地、商业用地、住宅用地以及农村宅基地等各行业用地的结构、数量和分布。因此，各国政府都定期或不定期地进行土地调查，通过土地调查获取真实准确的土地基础数据，从而为制定国民经济计划和有关政策，发挥土地宏观调控作用，加强土地管理，合理利用土地资源，切实保护耕地提供了重要依据。

1.1 土地利用数据库概述

1.1.1 土地利用与土地调查

土地利用 (land utilization; land use) 是人类通过一定的活动，利用土地的属性来满足自己需要的过程 (GB/T 19231 - 2003 《土地基本术语》，2003)。土地利用是人类为获取所需的产品或服务而进行的土地资源利用活动，是人类通过一定的活动利用土地的属性来满足自己需要的过程，这个过程既是经济过程也是社会过程。

土地利用管理分为广义和狭义两种。土地利用管理 (land use administration) 主要指政府运用法律、行政和经济等手段，指导、调整和控制土地利用结构、布局和利用方式，以保证土地资源合理利用的工作。广义的土地利用管理是指对土地用途的管理，所涉及的土地业务包括土地利用现状管理、建设用地管理、土地利用计划管理、土地利用规划管理、土地适宜性评价和土地分等定级等。狭义的土地利用管理又称农村地籍管理，包含权属和用途管理。其中权属管理主要服务于土地权属的国家统一管理。而用途管理主要服务于对土地利用或使用的指导和监督，为未来土地用途管理，如土地规划编制、土地用途管制、基本农田保护提供基础数据。

随着自然环境的变化和人类土地利用活动的开展,土地的自然属性、社会属性会随着时间的变化而发生一定的变化。人们只有正确认识了这种变化,才能更好地利用土地资源。作为国土资源管理部门必须掌握这种变化,只有这样才能合理正确地编制土地利用计划,调节各类用地的供给,控制各类用地规模,调整其比例结构和空间布局,协调各类用地矛盾,以提高土地利用的宏观经济效益、社会效益和生态效益。

为掌握土地利用情况,各国政府都会定期或不定期地进行土地调查工作。所谓土地调查就是对人们感知的土地自然属性和社会经济特性进行查考记录的活动(谭峻和林增杰,2008)。土地资源调查(land resource survey)是为认识土地资源的各种属性和形成规律,掌握其数量、质量、空间分布格局和利用状况而进行的土地调查。通过土地调查,我们可以掌握:①土地利用现状及变化情况,包括地类、位置、面积、分布等状况;②土地权属及变化情况,包括土地的所有权和使用权状况;③土地条件,包括土地的自然条件、社会经济条件等状况,从而为编制国民经济和社会发展规划、制定有关政策、科学决策等提供重要依据。

世界各国都很重视土地调查,欧美等发达国家很早就开始了土地调查工作。英国在1931年就开展了第一次土地调查,美国在1934年进行了以土壤侵蚀度为中心内容的土地调查,日本于1951年专门发布了《国土调查法及其实施令》。我国政府也很重视土地调查工作,我国于1984年至1996年开展了第一次全国土地利用现状调查(即详查)。通过土地利用现状调查,我国开始建立农村土地初始登记制度。自1996年第一次全国土地调查完成以来,社会经济快速发展,城乡面貌发生了很大变化,我国原有的土地信息已难以满足新形势下节约集约用地的需要。为掌握真实准确的土地基础数据,实行最严格的土地管理制度,我国于2007年7月至2009年年底进行了全国范围内的第二次土地调查。通过这次调查,各级土地管理部门查清了基本农田状况、城乡各类用地状况以及各类用地的所有权和使用权状况。土地利用数据库就是第二次全国土地调查的重要成果之一。

1.1.2 土地利用数据库基本概念

数据库是20世纪60年代发展起来的一门数据管理自动技术,是指以一定方式储存在一起、能为多个用户共享、具有尽可能小的冗余度、与应用程序彼此独立的数据集合。目前数据库技术已经广泛应用于各个行业的数据管理中。

土地利用数据库是综合应用地理信息系统、数据库等技术,采用合适的数据组织方式对土地利用过程中涉及到的相关数据进行统一存储而得到的数据集合。随着计算机技术、数据库技术和测绘技术的发展,土地资源调查综合运用遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)以及测绘制图方法等现代信息收集和处理技术,调查各类土地资源的数量、质量、空间分布,分析它们之间相互关系和动态变化状况,为区域土地资源的可持续利用和管理提供基础数据和现实依据(刘黎明,2010)。土地利用数据库是对土地利用现状的描述,是土地调查的重要成果之一。

从内容上看,土地利用数据库是在土地利用现状调查基础上建立的包含土地权属信息、土地利用信息、土地现状信息及多年变更信息的数据库。土地利用数据库不仅包含大量的属性信息,更包含了土地利用实体的空间位置等海量的空间数据,属于空间数据库或时空数据库的范畴。从制图学角度看,土地利用数据库是用于土地资源管理的专题地图数

数据库，它是土地利用现状调查成果的数字形式，反映了土地的位置、数量、质量、分布、类型、权属和利用状况。土地利用数据由空间数据和属性数据组成，其具有抽样性、概括性、多态性和空间性等特征（郭仁忠，2001；陈先伟，2005）。

土地利用数据库包括基础地理要素、土地利用要素、土地权属要素、基本农田要素、栅格要素及其他要素内容，在数据库中采用“横向分幅、纵向分层”的思想进行组织，在逻辑上实现无缝拼接，通过空间坐标定位进行不同图幅和图层之间的相互叠加与套合，在物理存储上把连续的地理实体分离到不同的存储空间和存储单元进行存储（金万超，2009）。

土地利用数据库作为国土资源数据库的基础数据库之一，它是根据土地利用现状调查成果建立的。土地利用数据库将土地利用实体的位置、数量、质量、土地利用类型等信息存储在空间数据库中，并采用地理信息系统技术实现土地利用实体的空间属性和属性数据的查询、分析、显示和输出，从而为政府土地管理部门服务。

土地利用数据库输出的主要成果是土地利用现状图和地类面积统计表，这些数据不仅反映了土地的位置、数量、质量、分布、类型、权属和利用状况，而且是建立其他管理类数据库的基础，如土地利用规划数据库、土地整理数据库、土地储备数据库、土地招征数据库等（图 1.1）。土地利用数据库的成果可以用于土地利用总体规划，同时也可以为土地利用动态监测、编制农业区划和国民经济计划及合理利用和科学管理土地提供依据。



图 1.1 土地利用数据库的基础性

1.1.3 土地利用数据库建设

目前，我国在土地利用数据库建设中采用国家、省级、市（地）级和县级四级体系结构，如图 1.2 所示。不同级别的土地利用数据采用不同的比例尺和投影方式，其中：国家级土地利用数据库比例尺在 1：100 万~1：400 万之间，采用 Albers 投影或 Lambert 投影；省级土地利用数据库比例尺在 1：50 万~1：100 万之间，采用 Albers 投影；地（市）级土地利用数据库比例尺在 1：10 万~1：25 万之间，采用高斯投影；县（市）级土地利用数据库比例尺为 1：1 万左右，采用高斯投影。

其中县级土地利用数据库是最基础的数据是通过土地利用现状调查外业数据采集、内业数据处理以及数据入库等步骤生成，其余三级数据库则是通过自下而上的数据汇交操作形成，如图 1.2 所示。因此，县级土地利用数据库是其他三级数据库的基础，其数据质量直接决定了其他三级数据库的数据质量。

目前，我国通过第二次全国土地资源调查，各地县级政府部门已经建立了土地利用数据库。土地利用数据库建设是一项复杂的系统工程，包括从外业数据采集到内业数据处理等一系列工作，涉及到土地管理、遥感、地理信息系统、数据库等多项技术，需要多种专业人才参与并协同工作。整个工作程序可以分为四个阶段：准备阶段、外业调查阶段、数据库及管理系统的建设阶段、成果整理阶段。

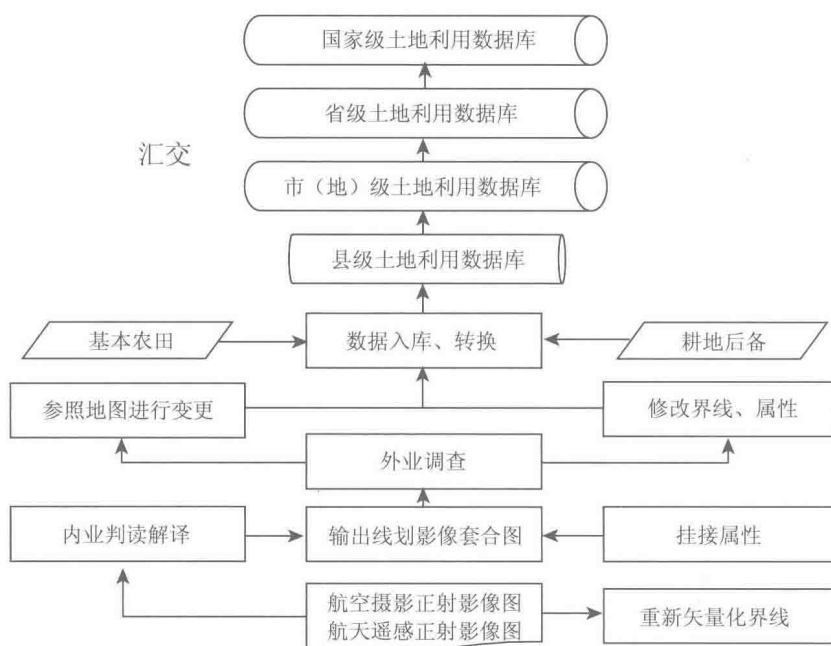


图 1.2 土地利用数据库体系结构

本研究主要针对县级土地利用数据库的建设和更新过程中设计的关键技术问题进行探讨。

1.2 空间数据库更新

现势性是地理信息系统的“生命”，直接影响着其使用价值与可持续发展。随着地理信息系统建设的不断推进与广泛应用，地理信息系统建设的工作重心已经由初始的数据生产向数据更新与服务进行转变。生产与应用的迫切需求提出了很多新的问题，同时也极大地推动了相关理论、技术及方法的发展。其中，空间数据库更新即是这一背景下提出的新问题，相关的理论和关键技术已经成为当前空间信息科学领域的国际研究与应用前沿。

空间数据库更新是用反映所研究区域空间目标（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的相应数据，以真实地反映其现状，保存历史数据、记录变化原因，使数据库现状与实际现状保持一致的过程（周晓光，2005）。其目的是用现势性强的现状数据或变化数据更新数据库中非现势性的数据，保持现状数据库中空间信息的现势性和准确性或提高数据精度，同时将被更新的数据存入历史数据库供查询检索、时间序列分析、历史状态恢复，为决策管理和研究服务（潘瑜春等，2004）。

空间数据库更新理论和技术研究涉及到变化信息的发现和提取、时空数据模型设计、数据自动更新技术以及空间数据库更新策略等方面。近年来，欧美等发达国家相关的地理信息部门已将工作重点从空间数据库建库转移到更新与应用，且建立更新机制、利用遥感影像获取变化信息、历史数据存取等方面做了大量工作，取得了一些初步成果。我国在空间数据库更新的研究与实践方面也开展了大量工作，在理论研究与工程实践方面呈现出良好的发展前景。

1.2.1 变化的发现与提取

空间数据库更新主要经历变化信息的发现与提取以及数据库更新等环节。变化信息的发现与提取是时空数据库更新的首要环节，其目的是通过调查、比较从而发现并确定变化信息。目前变化信息发现的主要途径包括：实地调查、使用卫星遥感数据和航空摄影数据、与现有数据比较、根据其他渠道获取（社会力量、新闻媒体）等方式；变化信息的提取是对确定的变化信息进行数字化采集，主要方式包括：人工数据采集、交互式数据采集以及自动或半自动数据采集。自动或半自动数据采集是空间数据库更新数据来源的发展方向，其中遥感影像的变化信息识别与提取是目前的研究热点。

遥感影像数据是空间数据库更新的主要信息源之一。采用遥感数据提取变化信息主要有两种方法：分类后比较法和基于像元分析法。遥感影像分类方法和影像变更区域提取是空间数据库变化信息提取的主要研究内容。目前，遥感影像分类的研究主要有三个层次（杨存建，2001）：①只利用光谱特征分类，并通过主成分分析法以提高分类精度和效率；②结合光谱特征和结构特征进行分类，空间结构信息派生于原始影像；③多源数据融合分类，通过不同来源数据公共参与分类，提高分类效率和精度。基于像元分析法提取变化信息是利用不同年份同一时相遥感影像的光谱特征差异进行分析，确定变化域值，提取变化区域，最后根据土地分类系统进行分类确定变化类型。目前大量专家学者针对分析方法进行了研究，主要分析方法有主成分分析法、特征变异法、小波变换、神经网络等。

1.2.2 更新策略和方法

在应用需求的驱动下，许多国家针对空间数据库更新策略和方法进行了研究和尝试。

澳大利亚维多利亚州和新南威尔士州采用增量更新方式将土地划拨数据纳入地籍数据库，从而达到更新数据库和提到数据库精度的目的，及时得到现势性强的地籍数据（Effenberg W W，1996）。西澳大利亚州利用新的地籍测量数据替代原有数据，并保留历史数据，并采用最小二乘法提高地籍数据库空间数据精度。

美国联邦地质调查局根据变化量将更新分为少量更新、基本更新、完全更新、单要素更新四个等级，从而在具体更新时采用不同的更新方式。基本更新的数据源为 DOQ（Digital Orthophoto Quadrangles）和航片，主要对地图要素子集记性更新，其中道路和建筑物信息直接从 DOQ 中提取。地形图单要素更新主要由专业领域部门实现，如由农林局完成林地和非林地的更新。

荷兰地籍与公共注册署针对地籍变更时地块间拓扑关系的编辑时，涉及到许多新、老目标，编辑时间长，易引起错误等问题，因此发展了一种时态工作拷贝的方法对变更编辑所涉及的矩形工作区域进行锁定，不允许其他操作员在同一时间对该工作区的同一专题层进行编辑，以保证数据一致性（Oosterom，1997）。

我国在此方面也开展了大量工作，2002 年完成了对 1998 年建成的全国 1：25 万地形数据库的首次更新，2006 年初完成全国 1：5 万地形数据库的初始数字化建库，并于 2007 年根据国民经济建设与社会发展的迫切需求，启动了对全国 1：5 万地形数据库的全面更新。周晓光（2005）依据地块/地块目标间的拓扑关系对地籍图形变更类型进行细分，按照变更前后目标间的拓扑关系推断每种细分类型中的实体变化，据此设计相应更新操作算子，

进行了地籍数据库增量更新方法的探索（周晓光，2005）。在对我国第二次全国土地调查数据库的更新中，我国有关部门也提出了采用增量更新的方法进行土地调查数据库的更新。

1.2.3 历史数据组织管理

空间数据库更新不仅是用现势的数据替代旧的数据，而且需要记录历史数据，从而提高空间数据库的深层次应用，但是现有的空间数据库或地理信息系统软件无法直接满足这项要求。因此，如何进行历史数据的组织就成为了空间数据库更新迫切需要解决的问题。自 Langran 于 1992 年提出时态地理信息系统（Temporal Geographic Information System, TGIS）的概念后，国内外许多专家学者针对时空数据模型、时空推理、时空数据库查询语言进行了大量研究，为时态地理信息系统和时空数据库系统的建立进行了有益的探索。

历史数据组织管理的问题归根结蒂在于要有一个合适的时空数据模型。Gail Langran 从时空数据存储管理的角度，提出了文件系统支撑下的四种时空数据模型：时空立方体模型、快照序列模型、基态修正模型和时空复合模型（Gail Langran, 1992）。而 Michael F. Worboys（1992, 1994）建议使用面向对象数据库技术支持时空数据建模。从时空语义理解的角度，Donna J. Peuquet（1995, 1997）将时间的语义理解为时间序列，提出了事件驱动的时空数据模型 TRIAD。另外，Agnar Renolen（1997）、Ale Raza（2000）等对面向对象的时空数据模型进行了研究。

我国对于时空数据模型方面的研究相对滞后，但对时空数据模型的完善和在应用型地理信息系统中考虑时空组织方面做了大量的工作。主要表现在关系数据库环境下，陈军（1995）和黄明智（1997）研究了非一范式关系数据库方法支撑下的非一范式关系时空数据模型。龚健雅（1997）提出了面向对象时空数据模型，杜道生等（1997）提出了基于同步数据项和碎分拓扑弧段时间标记的时态空间数据模型。另外，舒红（1997）、马劲松（1995）、黄杏元（1995）、李小娟（1999）、王晓栋（1999）、郑扣根（2001）、曹志月（2002）、林广发（2002）、尹章才（2003）、张山山（2003）、金培权（2004）等也提出了一些数据模型或对模型进行了修正。

总之，空间数据库更新问题已经引起国内外学术组织的重视。国际制图协会（ICA）和国际摄影测量与遥感学会（ISPRS）于 1999 年成立了“增量更新和空间数据库版本化”（Incremental updating and versioning of spatial databases）联合工作组，先后五次组织了专题研讨会。2003 年 8 月 ICA 又将该工作组升格为“增量更新和空间数据库版本化”委员会。2004 年 7 月召开的第 20 届 ISPRS 大会专门设立了“地理空间数据库的变化检测与更新（Change detection and updating for geo-databases）”、“核心数据库的修订与维护（Revision and maintenance of core geo-databases）”两个主题单元（theme sessions）。另外，我国也加大了对空间数据库更新方面的研究资助。中国国家自然科学基金委员会（NSFC）1997 年资助了“时空拓扑关系若干基本问题的研究”面上项目、1999 年资助了“多维动态地理信息系统空间数据处理关键技术研究”重点项目、2004 年资助了“地理信息系统空间数据库更新模型与方法研究”重点项目。

尽管许多专家学者针对空间数据库更新涉及到的关键问题进行了研究，但由于地理信息系统是一个新兴的多学科交叉的边缘学科，并且发展时间较短，人们近几年来才开始关注时空数据更新的研究。因此，人们对空间数据模型演化与动态建模、空间要素变化的发

现与提取、主数据库更新、客户数据库更新等基本问题缺乏系统、深入的认识。尤其是对于增量变化要素的发现、获取方法、数据库的增量式数据组织与更新模式、方法等方面都缺少系统研究,至今还没有形成国际上公认的增量式空间数据库更新理论模型,难以指导增量式空间数据更新工程设计和实施、数据更新系统研发等(周晓光,2005)。

总体来说,我们在空间数据库更新的研究与实践方面已经取得了初步进展,在理论研究与工程实践方面呈现出良好的发展前景。但也应该看到,空间数据库的持续更新是一个国际性难题,其理论与技术研究方面还相对滞后于实践(蒋捷和赵仁亮,2008)。

1.3 土地利用数据库更新

土地资源是一种不可再生的宝贵资源,伴随着我国城市化进程的不断加快,土地供求矛盾也日益突显,十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地是土地基本国策,而保持土地利用数据库现势性是依法定期发布土地统计资料、检查各地区耕地占补平衡、是对土地利用做出科学分析合理决策的重要前提。

土地管理部门的许多业务都以土地利用数据为依据。比如在编制土地利用总体规划时,我们必须以能够反映土地利用现势情况的土地利用数据为基础进行规划。只有在现势的土地利用现状数据上做出的规划才是合理的,因此获取最新的能够反映现势的土地利用数据是非常必要的。因此,我们必须定期或不定期地进行土地利用现状变更调查,用最新的土地利用现状数据更新土地利用数据库。

按照我国土地利用数据库更新要求,更新的目的在于以初始建立的土地利用数据库为基础,全面查清每年12月31日统一时点的土地利用现状和年度土地利用变化状况,满足年度土地统计、依法定期发布年度各种土地数据的需要;为各级政府和有关部门提供土地基础数据;为国土资源管理部门提供准确可靠的现势性图件、数据等基础资料。

土地利用数据库更新是指在原有土地资源调查阶段建立的数据库基础上,利用反映土地利用类型变化、土地权属性质变化、各级行政境界线和权属界线变化以及基本农田等现势状况的土地利用数据信息,修正、补充和更新原数据库中的相应数据,原数据从现状数据转为历史数据进行保存以便将来查询分析处理,从而使得数据库中现状内容与现实世界中土地利用实际状况保持一致的过程。

土地利用数据库更新不是简单地用现势数据替代历史数据,在更新的同时还要记录历史数据,为追踪历史和空间信息变化分析服务。更新包含三个环节:在现状库检索出被更新实体、用更新实体替换被更新实体、记录被更新实体的历史。因此,土地利用数据库是空间数据库的一个专题应用,现有空间数据库更新的研究成果对土地利用数据库更新具有借鉴意义。

1.3.1 土地利用数据库更新模式

在土地管理应用需求驱动之下,各国政府都在积极开展土地信息化建设,主要表现在应用遥感(RS)、地理信息系统(GIS)以及全球定位系统(GPS)等信息收集和处理技术,建立了一大批国土资源数据库和信息系统。如何进行国土资源数据库的建设、管理和维护已成为地理信息系统学术界的热点研究问题。其中土地历史数据的组织管理、土地数

据质量控制、数据库更新策略等是目前的研究前沿问题。

土地利用数据是反映土地利用系统及土地利用要素的状态、特征、动态变化、分布特点，以及人类对土地的开发利用、治理改造、管理保护和土地利用规划等内容的数据资料，是各级土地管理部门的基础数据之一。土地利用数据库更新是保持土地利用数据库现势性的重要手段。土地利用数据库更新是一项复杂而繁琐的工作，每年变更调查的时候都要耗费大量的人力、物力、财力，因此有效的管理土地利用数据，提高土地利用数据库变更的现势性和准确性，对土地管理信息化建设有着重要意义。

我国的土地利用数据库按照管辖区域可以分为国家级、省级、地（市）级和县（市）级四个级别。其更新流程如图 1.3 所示。其中县（市）级数据库是四级数据库的基础，

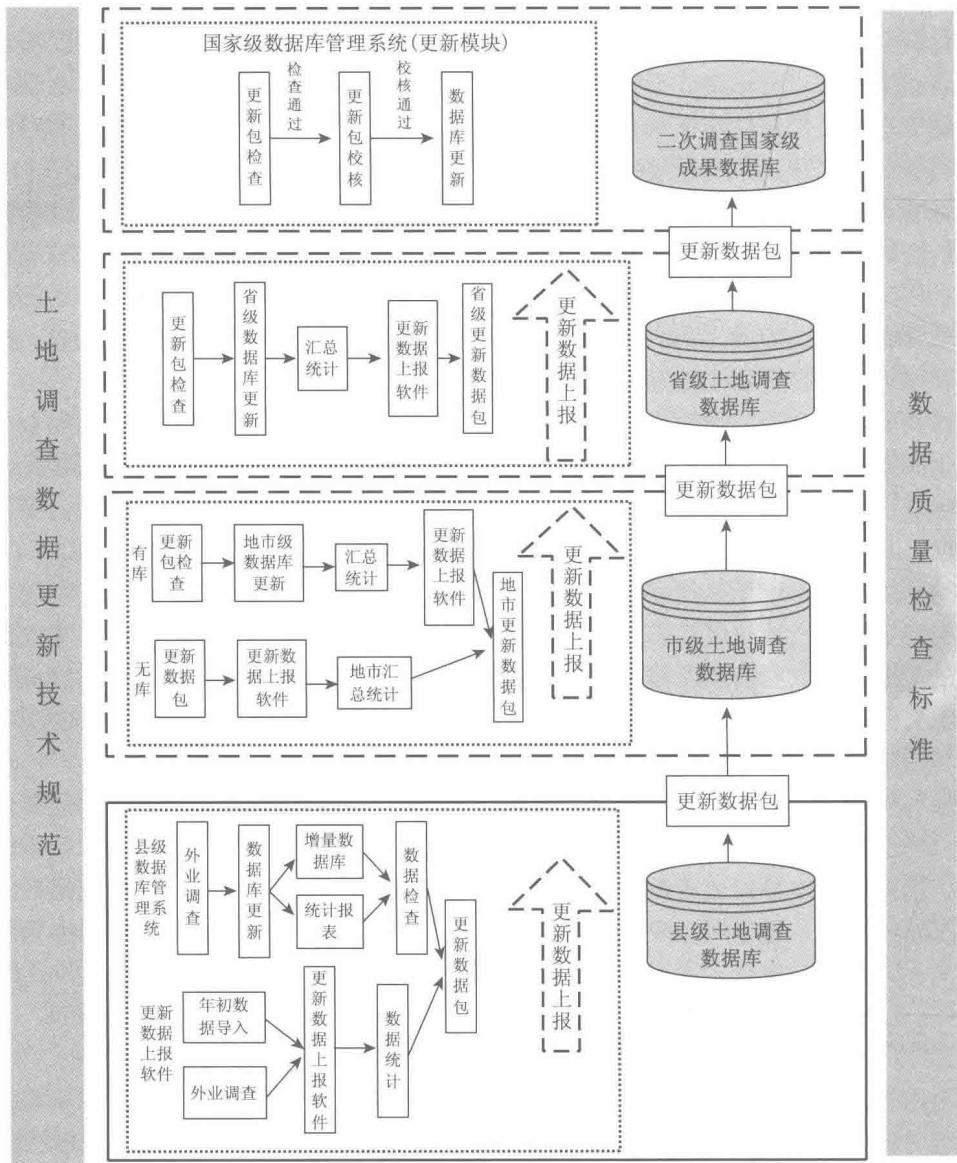


图 1.3 我国土地调查数据库更新流程

其他三级数据库由下级数据库汇总形成。因此，县（市）级数据库的建立和更新决定了其他三级数据库的质量。

空间数据库更新方式按照更新范围分为整体更新和局部更新。整体更新是指某个时间段内，利用区域范围内的整体土地利用现状数据更新数据库中的土地利用数据，包括区域内所有发生变化的和未变化的土地利用数据，整体更新成本较高；局部更新是只采用发生变化区域的空间要素信息来更新数据库，根据空间要素对象之间的相互关系，一般只需要更新变化的点、线和面要素，注记可以根据地物属性实现自动更新。

按照更新周期可以分为固定更新和增量更新。固定更新是指按照一定间隔周期定期更新时空数据库，所有变更集中在一段时间内进行，例如国家级土地利用数据库在每年的12月31日实现更新，一年内发生的土地利用变化作为长事务处理；空间数据库的增量更新是指采集（或测定）地理要素的变化部分，以增量的形式记录、传输，对原数据库进行修正、补充等更新处理（陈军，2008）。空间数据库增量更新在地理实体变化（图形或语义变化）一经发生、发现、测定，空间数据库便更新其数据库内容，保存变化信息，而且更新后的数据能够不断传递给用户使用的一种理想的更新方式（Langran G，1993）。增量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，成为未来数据库更新的主要趋势（周晓光等，2006）。这种方式更新次数比较频繁，在时间上趋于分散，适合于具有日常变更业务的空间数据库，如城镇地籍数据库、土地利用数据库等。

由于县（市）级土地利用变化发生的频繁性和不固定性，县（市）级土地利用数据库宜采用局部更新和增量更新的方法进行更新，也就是在土地利用变化发生后，采集变化发生区域的土地利用要素，以此作为更新数据源进行数据库的更新。

1.3.2 土地利用数据库更新的特点

土地利用数据库更新是指两个时点对比参与变化的要素所产生的数据变化更新，包括土地利用类型的流向和流量、土地权属和界线的变更、土地属性和图形的变化等内容。流向表示更新前后数据的土地利用类型变化，流量表示更新前后数据土地利用类型转变的数量变化。属性变化不包含图形变化，图形变化中包含属性变化，两个时点之间的数据变更过程作为长事务进行处理。同其他空间数据库更新相比，土地利用数据库更新具有以下特点：

1) 县（市）级数据库更新模式为局部更新和增量更新。如图 1.4 为县（市）级土地利用数据库更新流程。一般我们往往采用方式一进行更新。县（市）级国土资源管理部门通过外业调查获取土地利用、土地权属及行政区划变更等变更数据，将变更数据录入县级县（市）级土地利用数据库对该年变更情况进行汇总统计，形成各类规范的统计报表，同时输出增量数据库汇交上级国土资源管理部门。

2) 地（市）级、省级和国家级数据库的更新模式为固定更新和整体更新，地（市）级、省级和国家级数据库以更新数据包实现跨级数据库更新。土地利用数据库根据行政级别分为四级，县级土地利用数据库更新经历外业调查阶段与数据库更新阶段，地（市）级是通过县级土地利用数据库的更新数据包实现数据库自动更新，省级与国家级土地利用数据也采用低一级的更新数据包完成更新工作。整个更新流程如图 1.3 所示。更新数据包由增量数据库、统计报表、数据检查结果信息等内容组成，用于土地变更调查成果上报的数据包。

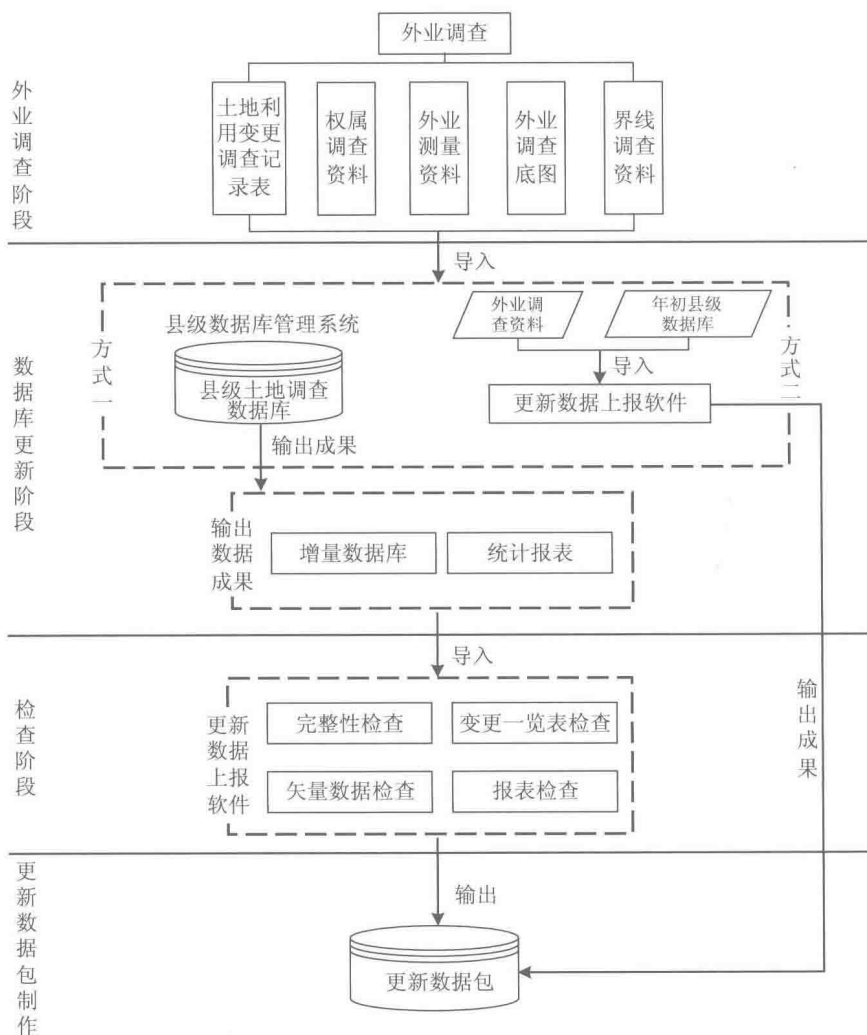


图 1.4 县（市）级土地利用数据库更新流程

3) 土地利用要素之间存在复杂的时空拓扑关系。地类图斑、线状地物、零星地物等是土地利用数据库中重要的土地利用要素。地类图斑是被行政区界线、权属界线以及单一线状地物分割的单一地类地块，具有土地利用类型和土地权属等重要属性信息，是土地利用数据的主要组成部分。零星地物和线状地物可被认为是降维的地类图斑，即二维的面积表达降维成一维的线状与零维的点状表达。

这些要素之间不仅存在复杂的时空拓扑关系，还存在时间依赖和属性依赖关系（何榕健，2013），在土地利用数据库更新过程中必须要考虑它们之间数据一致性的要求。

4) 数据组织方式宜采用增量（时态）方式。土地利用数据库不但要求记录地类图斑的用途、权属、位置等空间和语义信息，而且还要记录其存在及变化的时间等信息，并且尽量做到随时变更、随时更新，最大限度地保持土地利用数据库的现势性。如果每次变化后都保存前一时间历史数据的快照会导致极大的数据冗余，而且也不方便进行历史数据的分析和管理的。而时空数据库增量式（时态）数据组织方式，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。因此,采用时空数据库增量(时态)方式是土地利用数据库理想的组织方式。

1.4 研究内容与各章安排

土地利用数据库属于空间数据库的一种。目前,按照《国务院关于开展第二次全国土地调查的通知(国发〔2006〕38号)》要求,第二次全国土地调查已于2009年10月31日结束,全国各县(市)级国土部门已经完成了土地利用数据库建设,如何保持土地利用数据库的现势性成了各级国土资源管理部门亟待解决的问题。保持土地利用数据库现势性的根本方法就是要能够快速用最新的数据去更新数据库,这就涉及到土地利用变化数据的获取、更新方法的选择、时空数据的组织等问题。本书主要针对四级土地利用数据库中县(市)级土地利用数据库的更新所涉及到的关键理论和技术进行探讨。

本书共分为5章。

第1章主要介绍了土地利用数据库的基本概念,指出土地利用数据库是空间数据库在土地利用领域的一个具体应用,并分析了空间数据库更新所涉及到的关键技术及其研究现状;在此基础上结合空间数据库更新研究,讨论了土地利用数据库的更新模式和更新特点。

第2章为土地利用实体及其时空拓扑关系。重点分析了土地利用实体的类型及其含义,然后结合地理信息系统理论针对土地利用实体之间的空间拓扑关系、时空拓扑关系进行了分析,为土地利用数据库的数据组织以及数据库的更新和维护提供理论基础。

第3章在分析了当前时态地理信息系统和时空数据库的时空数据模型发展的基础上,结合土地利用实体变更具体语义,对土地利用数据库的时空数据组织方式进行了探索。

第4章在基于前文提出的土地利用数据库时空数据组织方式的基础上进行了土地利用时空对象更新操作的研究,设计了土地利用时空对象的动态操作符,为土地利用时空对象更新提供了依据。

第5章结合当今地理信息系统技术,设计了土地利用数据库管理系统的功能框架,探讨了土地利用数据库的建立、系统功能的实现。