高等学校遥感科学与技术系列教材

时空数据库原理与技术

张鹏林　余长慧　李维庆　编著

WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

高等学校遥感科学与技术系列教材

武汉大学规划核心教材

时空数据库原理与技术

张鹏林　余长慧　李维庆　编著

常州大学图书馆
藏书章

WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

时空数据库原理与技术/张鹏林,余长慧,李维庆编著.—武汉:武汉大学出版社,2019.8

高等学校遥感科学与技术系列教材

ISBN 978-7-307-21069-1

Ⅰ.时… Ⅱ.①张… ②余… ③李… Ⅲ.数据库系统—高等学校—教材 Ⅳ.TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 155762 号

责任编辑:王 荣 责任校对:汪欣怡 版式设计:马 佳

出版发行:**武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮箱:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉图物印刷有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:489 千字 插页:2

版次:2019 年 8 月第 1 版 2019 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-21069-1 定价:46.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

高等学校遥感科学与技术系列教材
编审委员会

顾　问：李德仁　张祖勋

主　任：龚健雅

副主任：秦　昆　王树根

委　员（按姓氏笔画排序）：

马吉平　王　玥　王树根　方圣辉　田扬戈　付仲良　毕卫民　朱国宾
李　欣　李建松　巫兆聪　余长慧　张永军　张　熠　周军其　郑肇葆
孟令奎　胡庆武　胡翔云　秦　昆　袁修孝　贾永红　贾　涛　高卫松
郭重奎　龚健雅　龚　龑　崔卫红　潘　励

秘　书：王　琪

前　言

数据库技术作为信息技术应用的最重要的基础领域，一直深受关注。数据库存储管理的数据对象也从经典的业务型、结构化数据，扩展到具有时间维度的时态数据、空间维度的空间数据或兼具时间维度和空间维度的非结构化复杂时空数据。随着技术的发展，虽然数据库的高效存储和查询这一基本功能保持不变，但是现在的数据库需要更广泛的技术将经典和专门的方法集成，来解决各种复杂类型、非结构化数据的操作。

在当今信息时代，时空数据库作为最重要的国家信息基础设施，已成为时空信息系统、智慧城市、物联网、云计算、航空航天、人工智能和无人自动驾驶等许多应用的核心和基础。很多信息应用都对时空数据有高效存储、高效查询和高效处理的要求。新型应用对面向时空对象进行操作的技术需求，在很大程度上推动了时空数据库领域的发展，促进时空数据库技术在相对较短的时间内发展形成了包括时空对象和时空关系的表示方法、存储模型、快速检索方法、特定查询语言、完整性管理和事务管理在内的一项综合性技术。本书通过相对易于理解的方式对时空数据库相关技术进行了系统、全面和深入的介绍，重点阐述了时空数据存储、快速检索和查询的基础原理和方法。同时，对时空数据库、时空数据库管理系统和时空数据库系统的相关技术基础也进行了介绍。

全书内容共分为 10 章。为了便于对时空数据库的理解，第 1 章介绍了时空数据库相关的概念和技术发展状况，并厘清了空间/时空数据库与信息系统及空间/时空信息系统的关系。第 2 章主要回顾了传统关系数据库的基本原理，为由浅入深地理解时空数据库技术奠定基础。第 3 章主要阐述了空间数据、时态数据和时空数据，以及空间关系、时间关系和时空关系的计算机表示方法。第 4 章阐述了时空数据库模型，重点讨论了空间数据和时空数据的数据库逻辑模型。第 5 章从空间和时空两个角度讨论了加速时空数据库访问的索引技术。在前面章节介绍时空数据库原理和方法的基础上，第 6 章从时空数据库管理的角度介绍了时空数据库查询原理和技术，并详细介绍时空数据库完整性管理和事务管理的原理和技术。第 7 章是关于时空数据库系统的介绍，重点讨论了时空数据库系统结构的发展及新型时空数据库系统结构。为保障时空数据库的质量，防止不符合质量要求的数据进出时空数据库，第 8 章从保障时空数据库数据质量的角度，介绍了空间数据质量管理的理论和方法。第 9 章综述了基于时空数据库进行知识发现的理论基础和方法。最后，第 10 章通过一个实际案例介绍时空数据管理有关知识点和技术在实践中的应用。

本书在内容编排上，立足教师教学和学生学习，兼顾时空数据管理技术的发展，以时空数据库存取、管理和应用为主线，按照数据、时态数据、空间数据和时空数据的知识结构来组织全书内容，涵盖时空数据表示、数据库模型、数据管理、质量控制和决策支持应用等方面。每个内容都通过基本原理、技术方法和典型实例进行阐述，方便教师教学，也

便于学生理解必须掌握的关键知识点。

本书由张鹏林、余长慧、李维庆编著。张鹏林为主要执笔人，并进行了全书的统稿、润色等工作，余长慧老师和李维庆高工是空间数据库模型和空间数据管理应用案例的执笔人。此外，余长慧老师还对书中的内容作了修改和补充。在编著本书的过程中，研究生王豪、谢敏、徐慧、张慧芳和谭辛等在文献收集、整理和插图编绘等方面作出了重要贡献。

本书在编著过程中吸收了国内外专家、学者在数据库、空间数据库、时态数据库以及时空数据库方面的研究成果和先进理念，参考了大量相关文献(专著、论文、教材和网络资料)，在此谨向所有专家、学者和本书参考文献的编著者表示衷心的感谢。国家测绘产品质量检验测试中心张鹤高工对本书第 8 章“空间数据质量管理”内容作了修订和补充，武汉大学遥感信息工程学院杜娟老师对第 2 章的内容进行了核对，在此对两位老师的辛勤付出一并表示感谢。感谢武汉大学遥感信息工程学院李建松教授对全书内容和学术水平的审定。同时，感谢武汉大学出版社编辑们的辛勤付出，本书的顺利出版得益于他们丰富的出版经验和专业的出版精神。

本书可作为测绘科学与技术和地理信息科学等学科，以及遥感科学与技术、地理信息工程、地理国情监测、自动驾驶和物联网等专业的高年级本科生和硕士研究生教材，也可作为上述学科、专业和相近领域的研究人员和工程技术人员的参考资料。

本书的编著出版得到国家重点研发计划课题“典型城市民生设施质量检测监测地理信息综合服务平台研发(2018YFF0215006)”和武汉大学 2018 年规划教材建设项目(201850)的支持。

本书是编著团队集体智慧的结晶，由于编者水平有限，虽已尽最大努力，但书中难免有错漏、疏忽和不尽完善之处，恳请广大读者批评指正并提供宝贵意见，以期在今后再版过程中修订完善。

作　者

2019 年 4 月于武汉

目　录

第 1 章　时空数据库概述 …… 1
1.1　背景介绍 …… 1
1.2　时空数据库基本概念与主要特征 …… 2
1.2.1　数据与信息 …… 2
1.2.2　空间数据与伪空间数据 …… 2
1.2.3　时态数据与时空数据 …… 4
1.2.4　数据库与数据库系统 …… 4
1.3　时空信息的概念和技术进展 …… 7
1.3.1　空间信息系统的定义 …… 7
1.3.2　时间与时空信息系统 …… 7
1.3.3　时空数据库与时空信息系统 …… 8
1.4　时空数据库与 GIS …… 9
1.4.1　空间信息与传统信息技术的融合 …… 9
1.4.2　时空数据库系统与 GIS …… 10
1.5　时空数据库技术内容 …… 12
1.6　时空数据管理发展历程及趋势 …… 13
1.6.1　时空数据管理技术发展历程 …… 13
1.6.2　时空数据管理技术发展趋势 …… 14
1.7　本章小结 …… 15
思考题 …… 15
参考文献 …… 16

第 2 章　数据库基础 …… 17
2.1　数据库基本概念 …… 17
2.1.1　数据库 …… 17
2.1.2　数据库管理系统 …… 17
2.1.3　数据库系统 …… 18
2.2　数据模型 …… 18
2.2.1　概念层数据模型简介 …… 19
2.2.2　E-R 数据模型 …… 19
2.2.3　组织层数据模型简介 …… 22

2.2.4　层次数据模型 …… 22
2.2.5　网状数据模型 …… 24
2.2.6　关系数据模型 …… 24
2.3　关系数据库 …… 26
2.3.1　关系数据结构的形式化定义 …… 26
2.3.2　关系代数 …… 28
2.3.3　关系模型的完整性约束 …… 34
2.4　SQL 语言基础与数据定义 …… 37
2.4.1　SQL 基本概念 …… 37
2.4.2　数据定义 …… 38
2.4.3　数据查询 …… 41
2.4.4　数据视图 …… 46
2.5　数据库保护 …… 47
2.5.1　安全性控制 …… 48
2.5.2　完整性控制 …… 50
2.5.3　并发控制 …… 53
2.5.4　数据库的恢复 …… 60
2.6　本章小结 …… 63
思考题 …… 64
参考文献 …… 64

第 3 章　时空信息建模与表示 …… 65
3.1　空间信息模型 …… 65
3.1.1　地理现象建模 …… 65
3.1.2　地理现象表示模型 …… 69
3.2　时空信息基准与模型 …… 77
3.2.1　时间认识 …… 77
3.2.2　时间系统 …… 79
3.2.3　时间尺度 …… 81
3.2.4　时空信息建模 …… 82
3.2.5　时空信息表示 …… 84
3.3　时空关系表示 …… 86
3.3.1　时态拓扑关系 …… 86
3.3.2　时空拓扑关系 …… 88
3.4　时空数据类型 …… 90
3.4.1　空间数据类型 …… 90
3.4.2　时空数据类型 …… 91
3.5　本章小结 …… 92

思考题 …… 92
参考文献 …… 93

第 4 章　时空数据库模型 …… 94
4.1　数据建模 …… 94
4.2　空间数据概念建模 …… 95
4.2.1　空间数据的概念模型 …… 95
4.2.2　空间数据的 E-R 模型 …… 95
4.2.3　扩展 E-R 模型以支持空间概念 …… 97
4.2.4　空间数据的 UML 概念模型 …… 102
4.2.5　E-R 模型与 UML 类图的比较 …… 103
4.3　空间数据库逻辑模型 …… 104
4.3.1　层次型空间数据库模型 …… 104
4.3.2　网状型空间数据库模型 …… 104
4.3.3　关系型空间数据库模型 …… 105
4.3.4　面向对象的空间数据库模型 …… 106
4.3.5　地理关系空间数据库模型 …… 110
4.3.6　对象关系空间数据库模型 …… 112
4.4　时态数据库模型 …… 117
4.4.1　时间概念模型 …… 118
4.4.2　时态数据库逻辑模型 …… 119
4.5　时空数据库模型 …… 123
4.5.1　时空立方体模型 …… 124
4.5.2　快照模型 …… 125
4.5.3　基态修正模型 …… 125
4.5.4　时空复合模型 …… 125
4.5.5　基于事件的时空数据模型及其扩展 …… 127
4.5.6　三域时空数据模型 …… 127
4.5.7　基于版本的时空数据模型 …… 130
4.5.8　面向对象的时空数据模型 …… 132
4.6　数据建模的原则与技术 …… 134
4.6.1　数据建模的四项原则 …… 134
4.6.2　系统和数据库的开发生命周期 …… 135
4.6.3　数据建模文档 …… 138
4.7　空间数据组织 …… 140
4.7.1　空间数据分层组织 …… 140
4.7.2　空间数据分块组织 …… 142
4.8　本章小结 …… 143

思考题 …… 144
参考文献 …… 144

第 5 章　时空数据库索引 …… 147
5.1　索引的基本原理 …… 147
5.1.1　索引简介 …… 147
5.1.2　索引层次结构 …… 149
5.1.3　树形索引 …… 150
5.2　空间数据库索引 …… 153
5.2.1　格网空间索引 …… 154
5.2.2　基于对象的空间索引 …… 159
5.3　时空数据库索引 …… 162
5.3.1　三维格网时空索引 …… 163
5.3.2　3D R 树时空索引 …… 164
5.3.3　HR 树时空索引 …… 169
5.4　本章小结 …… 172
思考题 …… 172
参考文献 …… 172

第 6 章　时空数据库查询与管理 …… 174
6.1　数据库查询 …… 174
6.1.1　数据库查询处理 …… 174
6.1.2　标准 SQL 基础 …… 176
6.2　时空数据库查询 …… 178
6.2.1　扩展标准 SQL …… 178
6.2.2　空间运算符 …… 183
6.2.3　时空运算符 …… 184
6.2.4　时空拓扑谓词 …… 187
6.2.5　空间连接运算 …… 188
6.3　查询优化 …… 189
6.3.1　空间过滤 …… 189
6.3.2　查询路径动态规划 …… 190
6.4　时空数据库完整性管理 …… 190
6.4.1　完整性管理原理 …… 190
6.4.2　空间数据完整性管理 …… 193
6.4.3　时态数据完整性管理 …… 202
6.5　长事务管理 …… 204
6.5.1　长事务基础 …… 204

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

6.5.2　长事务管理机制 …… 206
6.5.3　版本机制与长事务管理 …… 207
6.6　本章小结 …… 215
思考题 …… 215
参考文献 …… 215

第7章　时空数据库系统结构 …… 218
7.1　早期数据库系统结构 …… 218
7.1.1　单用户结构 …… 218
7.1.2　主从式结构 …… 219
7.2　分布式结构数据库系统 …… 220
7.2.1　分布式数据库定义与特点 …… 220
7.2.2　分布式数据库结构 …… 221
7.3　客户机/服务器模式 …… 223
7.4　联邦数据库 …… 225
7.4.1　联邦数据库系统的特征 …… 225
7.4.2　联邦数据库集成框架 …… 226
7.5　基于 Web 的数据库系统结构 …… 229
7.6　云存储系统结构 …… 232
7.6.1　云存储 …… 232
7.6.2　云存储系统结构 …… 233
7.6.3　云存储类型 …… 235
7.7　本章小结 …… 236
思考题 …… 236
参考文献 …… 236

第8章　空间数据质量管理 …… 237
8.1　概述 …… 237
8.1.1　质量概念和重要性 …… 237
8.1.2　空间数据质量问题及成因 …… 238
8.1.3　质量控制目的和过程 …… 239
8.2　理论基础 …… 240
8.2.1　误差理论 …… 240
8.2.2　不确定性理论 …… 245
8.2.3　抽样检验理论 …… 249
8.3　空间数据质量标准 …… 253
8.4　空间数据质量检查 …… 255
8.4.1　质检基本流程 …… 255

8.4.2　检查内容与方法 …… 256
8.5　空间数据质量控制与评价 …… 261
8.5.1　质量控制流程 …… 261
8.5.2　质量控制措施 …… 263
8.5.3　质量评价 …… 263
8.6　本章小结 …… 266
思考题 …… 266
参考文献 …… 266

第 9 章　时空数据挖掘 …… 269
9.1　数据仓库 …… 269
9.1.1　从数据库到数据仓库 …… 269
9.1.2　数据仓库的基本特征 …… 270
9.1.3　数据仓库体系结构 …… 270
9.2　数据挖掘 …… 272
9.2.1　数据挖掘概念 …… 272
9.2.2　知识发现 …… 273
9.2.3　数据挖掘方法 …… 275
9.3　空间数据挖掘方法 …… 277
9.4　时空数据聚类及应用 …… 278
9.4.1　聚类 …… 279
9.4.2　空间数据聚类 …… 282
9.4.3　时空数据聚类 …… 287
9.4.4　时空数据挖掘应用案例 …… 290
9.5　本章小结 …… 301
思考题 …… 301
参考文献 …… 301

第 10 章　空间数据管理案例 …… 304
10.1　业务需求 …… 304
10.2　案例设计 …… 306
10.2.1　总体结构设计 …… 306
10.2.2　数据库构成设计 …… 307
10.2.3　数据组织与存储 …… 307
10.2.4　数据库逻辑模型设计 …… 308
10.2.5　数据库系统结构与安全设计 …… 312
10.3　案例实施 …… 312
10.3.1　空间数据初始化 …… 312

10.3.2　数据整理 …… 313
10.3.3　数据库配置 …… 314
10.3.4　用户管理 …… 314
10.3.5　数据库连接与下载 …… 315
10.3.6　数据定位与浏览 …… 316
10.3.7　数据编辑 …… 317
10.3.8　数据更新 …… 317
10.3.9　冲突检测 …… 318
10.3.10　数据上传 …… 318
10.4　本章小结 …… 318
思考题 …… 319

第1章　时空数据库概述

本章首先介绍时空数据库相关的概念，然后介绍时空信息技术的概念、发展及其与时空数据库的关系，最后对时空数据库的管理技术发展历程和发展趋势进行阐述。

1.1　背景介绍

20世纪60年代，地理信息系统(GIS)概念的提出，标志着空间信息技术的诞生。随后，空间信息技术经历了开拓、巩固和突破阶段的发展。这一时代的典型特点在于地理信息系统作为一个高度专业化的技术，而对之感兴趣的主要是那些专业用户和特定应用的研究人员。而与这一时期形成鲜明对比的是，自20世纪90年代初开始空间信息呈现出无处不在的情形。推动空间信息普及的主要驱动力一是来自政府和商业渠道的空间数据可用性的提高，这些数据通过空间数据库、数字化地理信息图书馆和空间信息交流中心等机制在互联网上发布；另一驱动力则是社会各界日益认识到空间信息的重要性。这表现在，政府部门的决策者已经认同了空间信息在决策中的重要性和不可缺性，空间信息也因此开始成为政府各项决策的基础依据。同时，对于这些空间信息的访问和使用则成为普通大众参与公共事务的一项公民权利和日常生活的一部分。此外，包括硬件和软件开发商、数据收集和提供者、信息服务提供商等商业机构都将空间信息视为他们各自的商业领域里的一个商业机会。空间信息的使用者不再局限于专业人士和研究人员，而是有更多的人可以使用它。例如，人们可以使用网上在线地图信息服务规划他们的旅程，通过特定的电视频道来查询天气情况，在一个在线多重服务(Multiple Listing Service，MLS)中找寻一个新家，在万维网上去访问有关他们社区、环境、国家甚至是国际时事的地理参考信息。21世纪以来，随着Web服务技术、格网计算技术和云计算技术的逐步出现和应用，极大地推动空间信息技术进入面向服务和按需服务的阶段。

然而，如果没有空间数据库的支持，对于前面提到的空间信息的采集、管理和使用的变化可能不会实现，至少，在某种程度上，是不会明显发生改变的。而地理国情监测技术的提出，进一步要求空间数据的管理技术不仅要解决静态空间数据的管理，还要能服务于空间动态变化数据的管理。这是因为地理国情反映的是一个国家地表各种自然现象在相对时间内的空间分布特征、发展过程、变化规律、变化率和变化趋势，及其与人类活动、社会经济之间的内在联系(陈俊勇，2011)。因此，从地理国情监测技术领域过去几年的发展来看，我们可以肯定地说变化和发展对地理国情是永恒的，这绝对不是言过其实。

从计算机技术在空间信息的处理、存储和管理中的应用开始，新出现的硬件和软件工具在使用户更加方便地操作空间信息的同时，还不断地扩展了空间信息领域。地理国情监

测也正是空间信息技术和应用发展到一定阶段新出现的领域。空间信息和地理国情监测的新概念和新技术的使用也同时推进了计算机硬件、软件的发展，而这些积累则可加速相关信息技术的应用。

本书将采用基于数据的以用户为中心的整体方法取代以应用为驱动的方法来描述时空间信息的组织、管理和使用。

1.2　时空数据库基本概念与主要特征

时空数据的存取和管理是空间信息系统的核心。而随着传统的文本、纸质地图、说明或杂志形式的管理方式的逐步消失和信息化的出现与发展，时空数据的处理和分析越来越依赖于数据库管理系统(Database Management System，DBMS)。这在很大程度上源于数据库管理系统在安全性、完整性、备份和恢复以及数据复制等方面的能力有利于提高时空数据处理和管理的效益。因此，在信息技术和时空应用飞速发展的时代，数据库和数据库系统是时空数据存储和管理的主流技术和广泛应用的方式。本章将从数据库管理系统的概念、构成、软/硬件配置、数据结构及数据操作处理等方面对数据库管理系统的基本工作原理作一个简洁而全面的介绍。

由于缺乏普遍接受的定义，数据库文献中使用到的术语经常被混淆。即使是常用的“数据文件”“数据模型”和“数据库系统”等术语也经常在不同的相关数据库图书中有不同的定义。因此，提供一套普遍接受的数据库术语的定义和流程对本书来讲是很重要的。

1.2.1　数据与信息

提到数据，人们首先想到的就是数字。但数字仅是数据中最简单的一种。除数字外，还有很多种类型的数据，如大家熟知的文字、图形、图像、声音、档案等都是数据。随着时空信息应用和技术的发展，新型的数据也应运而生，如描述时态的、复杂地理对象的、对象时变性的数据类型的出现。

数据，是对客观事物的属性、数量、位置及其相互关系等的符号描述，是反映客观事物状态和属性的符号记录，是感觉器官或观测仪器对客观事物状态的感知结果，其表现形式往往是数字、文本、视频、音频、图像、图形、档案等。

信息，在信息的奠基人香农(C. E. Shannon)看来，信息是用来消除随机、不确定性的东西。而不同领域的研究者从各自的领域出发，也为信息给出了不同的定义。但是在空间信息领域中，一般认为信息是经过加工的数据，数据是客观事物未经过加工的最原始状态，其经过加工处理之后用于反映客观事物的状态和变化，则被定义为信息。因此，可以认为数据是信息的具体表现形式，而信息是经过加工的数据。在数据库系统中，数据是数据库中存储的基本对象。

1.2.2　空间数据与伪空间数据

1. 空间数据

自 20 世纪 60 年代初提出地理信息系统这一技术，近几十年中得到了迅猛的发展。为

了支持纷繁多样的地理空间信息应用，相关行业的机构生产了大量的数据——被称为海量数据，空间数据的术语因此而提出，是表示地理空间实体的位置、形状、大小及其分布特征诸多方面信息的数据。即，空间数据用来描述来自现实世界的目标，这些目标具有定位、定性、时间和空间关系等特性。其实质是指以地球表面空间位置为参照，用来描述地理空间实体的位置、形状、大小及其分布特征等诸多方面信息的数据。

简单地讲，空间数据通常可以定义为具有地理参考的数据，通常也称为地理空间数据（如无特别说明，本书中的空间数据即为地理空间数据）。

空间数据作为描述现实世界客观对象的位置、形状、大小及其分布特征诸多方面信息的数据，有两个重要性质。

（1）空间数据具有地理空间参考。也就是说，空间数据被记录在一个公认的跨越地球表面某个区域的地理坐标系统中。这样，地理对象则可在跨越地球表面某个区域的地理坐标系统下确定其位置、大小和形状等信息，且不同来源的数据可以相互参照和进行空间集成。

（2）空间数据具有多尺度性，用多种比例尺表示。当用相对小的比例尺记录空间数据时，可以代表地球表面或地球邻近表面的较大区域。反之，较大比例尺可以记录的地球及其邻近表面的区域则较小。

一方面，具有地理空间参考和尺度性是地理空间数据区别于其他数据的最重要特性。这样，地理对象则可在跨越地球表面某个区域的地理坐标系统下确定其位置、大小和形状等信息，且不同来源的数据可以相互参照和进行空间集成。另一方面，与非空间数据相比，空间数据还具备以下三个基本特征。

（1）空间位置特征，描述地理实体所在的空间绝对位置以及实体间存在的空间关系的相对位置。空间绝对位置是由定义的坐标参照系统描述，空间关系则可由拓扑关系来描述。

（2）属性特征，是描述空间现象的非空间特征，如地形的坡度、坡向、某地的年降雨量、土地酸碱度、土地覆盖类型、人口密度、交通流量、空气污染程度等。

（3）时间特征，是指地理数据采集或地理现象发生的时刻或时段。

在地理空间信息系统中，地理现象的空间位置、属性特征和时间特征是支持地理空间分析和地理空间应用的三大基本要素。

2. 伪空间数据

区别于空间数据，有一些形式的数据并不具备地理参考，且不能直接用于空间应用，但都是对客观世界的特征的描述或是与客观世界的特征相关联的数据。这些数据，称为伪空间数据，例如，街道地址、字符-数字地理数据（如与一个空间区域对应的人口统计特征和社会经济数据等）以及现有地图与航摄相片的扫描图像。在一个特定的地理空间中，伪空间数据只有在被地理编码、数字化、变化和配准到一个特定的地理坐标系统中，才能进行空间分析或空间显示。

伪空间数据是空间数据库的一个重要和有价值的数据来源。但通常情况下，伪空间数据转化为空间数据又是一个非常耗时和资源密集的过程。这一点阻碍了很多组织充分利用

与他们的业务或授权职能相关的伪空间数据。但是，现在的数据转换技术明显比早期的空间数据库构建更加成熟。现在，几乎所有的地理信息系统软件包都配备了内置的地理编码、地图数字化和转换、影像纠正和配准功能，可以将伪空间数据转换为空间数据库的全功能图层数据。

1.2.3　时态数据与时空数据

1. 时态数据与时空数据的概念

事实上，客观世界中的地理现象是随时间发生变化的，因此，描述客观事物的数据也是随时间而变化的，通常，随时间而变化的或具有时间语义的数据称为时态数据。很多数据库应用都涉及时态数据。这些应用不仅需要存取数据库的当前状态，也需要存取数据库随时间变化的情况。

简而言之，时态数据是被记录在一个公认的跨越时间轴某个区间的时间坐标系统。即，时态数据是以一定的时间坐标系统为参考的，因此不同来源的时态数据可以相互参照和进行时间集成。而时态数据的时间语义包括时间点、时间间隔、与时间有关的关系。

时空数据，是指具有时间参考的空间数据。即，时空数据不仅被记录在一定的地理坐标系统中，且被记录在一定的时间坐标系统中。它用来描述或反映地理空间实体(现象)的位置、形状、大小及其分布等特征随时间变化而发生状态改变的数据。

2. 时空数据特征

时空数据的本质描述的是空间现象随时间变化所产生的动态数据。这些数据需要以一定的空间参考系统和时间参考系统作为基准才能准确刻画时空现象的运动过程。因此，时空数据除了具备空间数据的特征(如空间参考、多尺度性等)之外，还具备以下区别于空间数据和传统数据的几个重要特性。

(1)时间参考。也就是说，时空数据是被记录在一个公认的跨越时间轴某个区间的时间坐标系统中。即，时空数据是以一定的时间坐标系统为参考的，因此不同来源的时态数据可以相互参照和进行时间集成。

(2)时间多尺度性，即时间粒度的多样性。当用相对精确的时间粒度记录空间数据时，可以代表以比较高的时间精度反映客观地理现象在时间轴上的变化，即时空数据的时间分辨率高。反之，较粗的时间粒度是以较低的精度记录地理现象在时间轴上随时间的变化，即时间分辨率低。

(3)动态性。时空数据记录的是地理实体(现象)随时间变化的状态，即反映空间实体的形状、大小、位置、分布和专题特征随时间而变化的状态。

1.2.4　数据库与数据库系统

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末，是数据管理的最新技术，是计算机科学的重要分支，是信息系统的核心和基础。它的出现极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透，数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com