

基于 GeoDatabase 的地震构造背景场 数据库设计与实现^{*}

刘 娜¹, 谢英情¹, 马颖鹏², 李 珊¹, 李 西¹

(1. 云南省地震局, 昆明 650224 2 昆明昆船物流信息产业有限公司, 昆明 650051)

摘要: 在介绍 GeoDatabase 基本结构的基础上, 阐述了以个人版 GeoDatabase 数据模型为基础的云南省地震构造背景场数据库的设计方法实现过程。该数据库建立后能够有效管理多源地震专业数据, 可满足地震构造背景数据的一体化管理的需要, 并为今后地震构造领域的信息化建设提供了一定的科学依据。

关键词: 地震构造背景数据; GeoDatabase; 空间数据库; 数据组织

中图分类号: P311.52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0666(2009)01-0094-05

0 引言

地震构造背景数据研究是地震科学的基础性工作。多年前, 云南就开展了多项背景数据的测量与研究工作, 如地应力测量与地应力场、航磁测量与航磁场、重力测量与重力场等, 积累了大量基础性资料和研究成果, 在云南的地震科学研究、防震减灾和经济建设中发挥了重要作用。

由于历史原因, 地震构造背景的研究数据多数被分散保存, 其表达形式多样, 并且多为扫描图件形式, 不利于数据的查询使用, 难以实现数据共享, 容易产生重复性工作, 造成科研成果的浪费。此外, 采用多种方法获得的背景场数据资料缺乏统一的坐标系统和统一的对比基础, 从而导致资料的使用价值被限制和降低。随着我省地震科研工作的深入发展, 各种背景场测量数据逐渐增多, 研究方法与成果不断增加, 建立一个具有统一数据模型的基础数据库具有重要意义。我们参照国内外已有的标准和规范, 依据资料的特点制定可靠的入库格式、技术标准和规范, 将各类数据转换成空间数据, 建立以 GeoDatabase 数据模型为基础的多层次、多功能的云南省地震构造背景场空间数据库 (简称背景场数据库)。

1 GeoDatabase 简介

GeoDatabase 数据库是美国 ESR 公司在其 GIS 商业软件 ArcInfo 中推出的一种新型的面向对象的空间数据库。GeoDatabase 数据模型是继 CAD 和 Coverage 数据模型后产生的第三代地理数据模型。GeoDatabase 数据库中融入了面向对象的核心技术, 采用一种开放的结构将空间数据 (包括: 矢量、栅格、影像、三维地形等) 及相关的属性数据统一存放在工业标准的数据库管理系统 DBMS 中 (程昌秀等, 2002; 陈静和张树文, 2003)。GeoDatabase 数据模型以实体对象模型来描述现实世界, 通过给要素添加更加贴切的“自然”行为, 能让用户更容易、更自然地表示 GIS 数据特征和建立特征之间的各种关系 (宋杨和万幼川, 2004)。GeoDatabase 除了提供空间数据的存储支持外, 还更多地体现在将所处理的空间对象作为现实世界中的地理事物来考虑, 加强了对空间对象 (如注记、栅格数据、拓扑等) 的管理和应用, 同时还提供基于版本管理的工作流和长事物处理机制, 支持大型地理数据的无缝存储, 并非仅仅是点、线、面等简单空间要素的存储和检索功能。

^{*} 收稿日期: 2007-09-03

基金项目: 云南省地震局青年基金 (200707) 资助。

2 数据库设计与实现

背景场数据库采用 GeDatabase 数据模型建立面向对象的空间数据库。个人 GeDatabase 基于美国微软公司的 Access 数据库，无需借助空间数据库引擎 ArcSDE 就可实现在关系数据库中存储所需的 空间数据，具有方便、高效等特点。个人 GeDatabase 环境下的地理数据库设计流程如图 1 所示，主要包括 5 个步骤：① 建立用户视图数据，主要包括标识组织功能，定位数据源，进行逻辑结构设计；② 定义实体与关系，主要包括实体的标识和描述，描述实体间的关系，建立模型图表文档；③ 选择地理表现方式；④ 确定离散特征的几何模型，细化特征关系，并且补充对象的属性特征；⑤ 组织地理数据库物理结构设计。

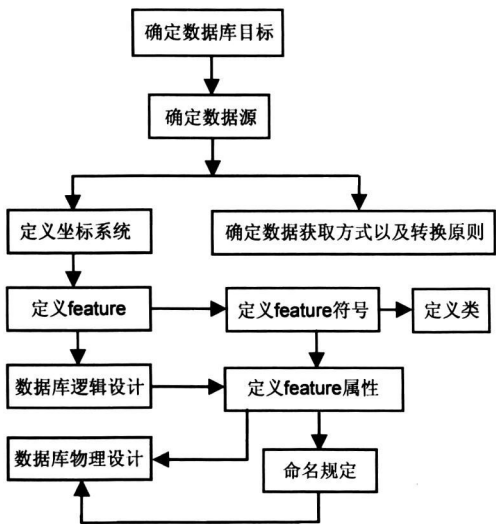


图 1 GeDatabase 环境下的数据库设计流程

2.1 地理数据库逻辑结构设计

根据数据库概念模型、收集的相关资料以及属性数据库的设计原则，充分考虑数据库后续应用的要求，把所收集到的原始数据进行分解、合并后重新组织，确定数据表、记录结构及所建立的各表之间的相互关系，从而实现背景场数据库的逻辑结构设计（萨师煊和王珊，2000；ShaShi Shekha 和 Sanjay Chawla，2004）。该空间数据库所包括的数据相当广泛，由多级比例尺、多种类型的数据集构成。在纵向上包括 1：50 万、1：100 万、1：200 万和 1：400 万系列数据集；在横向上包括基础地理信息数

据集、地球物理场数据、地质数据集以及地震数据集等。将这些收集到的多源地理数据进行处理、分层、属性编码和空间索引设计，建立概念数据库模式。同时，建立管理维护数据库的权限管理信息、数据库元数据设计、数据字典和操作日志。

背景场数据库个人 GeDatabase 中各数据集、要素类、对象类之间的关系如图 2 所示。

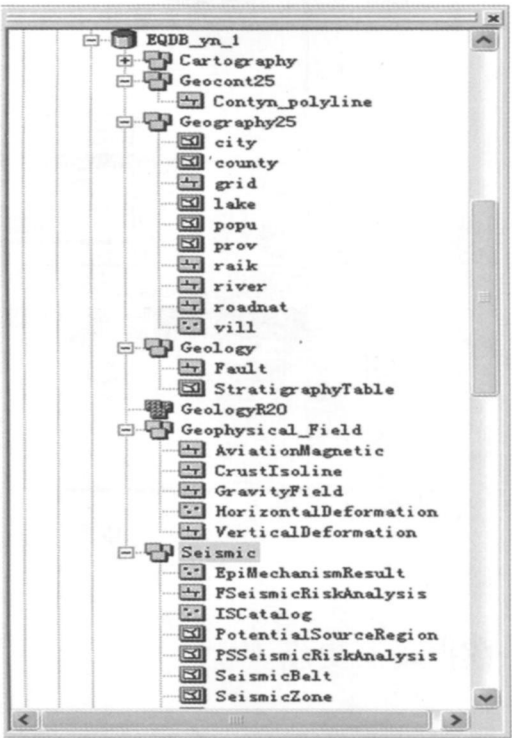


图 2 个人 GeDatabase 关系示意图

2.2 地理数据库物理设计

数据库物理设计主要包括定义系统特征、定义拓扑联系、定义坐标系统以及定义对象的关系和规则（梁丽芳等，2005），具体内容如下：

（1）针对矢量数据，为了后续应用操作和维护的简便，定义了基础地理信息数据集、地球物理场数据、地质数据集和地震数据集等。个人 GeDatabase 自动建立 GDB_FeatureDataset 表和 GDB_ObjectClasses 表来建立数据集之间的关联，并通过其特征 ID 建立与外部业务表之间的联系。

（2）对影像和栅格数据而言，个人 GeDatabase 建立一个元数据表 GDB_RasterCatalog 和一个辅助表 GDB_RasterColumns，通过它们的索引来建立与导入的业务表之间的关系。

（3）元数据管理。个人 GeDatabase 将信息存

入 GDB_GeomColumns表中来管理所用的空间表,并以此来帮助管理业务表和空间数据之间的连接。

图 3是地层面要素类各表之间的关系,包括空

间对象要素、自定义关系类以及空间对象所对应的属性表,各表的具体设计过程和详细的存储结构在此不作详细描述。

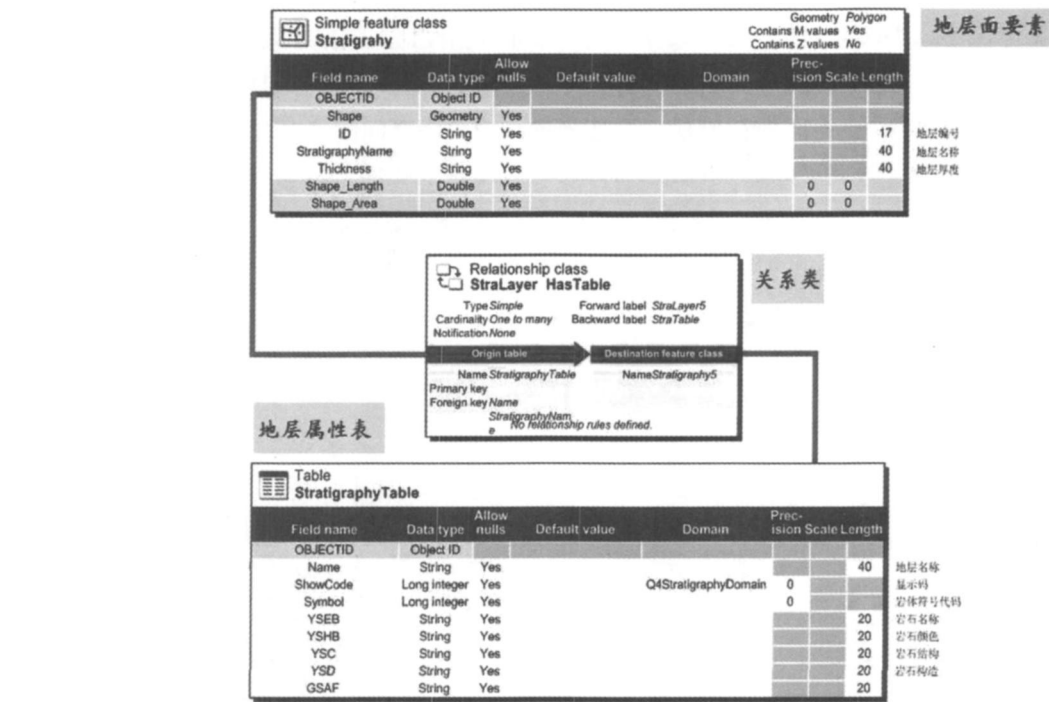


图 3 地层面要素类数据存储结构及关系示意图

3 数据动态更新

背景场数据库建成后,必须对各专题数据进行动态维护和更新,以保证数据的现势性,提高数据的质量,这是数据库建设工作中的一项重要任务。随着我国防震减灾事业的迅速发展,地震数据集和基础地理信息数据的变化处于一个相对活跃的时期,因此更要加强对数据的更新工作。基于这种要求,我们在空间数据库建设研究中,建立了一套数据的更新和维护机制,主要包括:

- (1) 结合地理数据库建设的要求,制定实时动态更新维护策略;
- (2) 通过各个专业合作单位收集云南的地震活动数据、震源物理数据以及地震区划成果数据等,并进行定时更新;
- (3) 对数据库中的基础地理数据进行定时修测,通过图形编辑处理,将更新的数据打包存入空间数据库中。

4 数据库实例分析

我们通过一个简单实例来说明地震构造背景场数据库的组织、管理以及遥感影像栅格图像的优化,查询等功能。

- (1) 数据质量检查功能。在数据入库之前,需要按照一定的标准进行数据质量检查,保证数据导入的完整性和规范性。在数据库建设中,我们开发了数据质量检查模块(图 4 a),包括数据完整性检查、属性结构检查以及拓扑检查等基本功能,该模块主要针对基础地理信息数据的质量检查,保证这些数据的入库质量。
- (2) 为地震专业数据自定义特征类(以定义震源机制解数据特征为例介绍 GeoDatabase 面向空间对象的管理功能)。在地震构造背景数据库建设中,需要为地震专业数据定制对象,并定义连接规则。利用 CASE 工具和 Visio Professional 软件能够比较方便地实现用户对象特征的定制(图 4 b),具体实现过程不在此作详细介绍,读者可参考

CASE_Tools_Tutorial 用户手册, 最后将已有的数据导入定制的数据集中, 用定制的特征符号进行可视化表达。

(3) 遥感影像及栅格图像管理。由于栅格图像的数据量十分庞大, 所涉及的内容也非常广泛, 直接以整幅图像为单位进行存储, 不利于数据的整理、提取、浏览与检索。为减小图像数据的传输量, 优化显示性能, 需要建立影像“金字塔”, 通过影像采样的方法, 建立一系列不同分辨率的图层, 将每个图层分割存储, 建立相应的空间索引机制。另外, 影像数据量比较庞大, 为了减小

影像的存储空间, 还需要在数据入库时对数据进行压缩处理。用户调用数据时, 系统首先对数据进行解压缩处理, 再返回给用户。

(4) GeoDatabase 数据库压缩、整理功能。随着地震构造背景数据的不断导入以及对数据对象的操作, 会出现空间数据库的文件增大或者磁盘空间的使用效率降低等问题。因此, 在数据库试运行过程中, 利用 ArcGIS 特有的工作流模式, 创建数据库整理工具 (图 4 c), 简化数据压缩整理工作, 提高磁盘空间的使用效率。

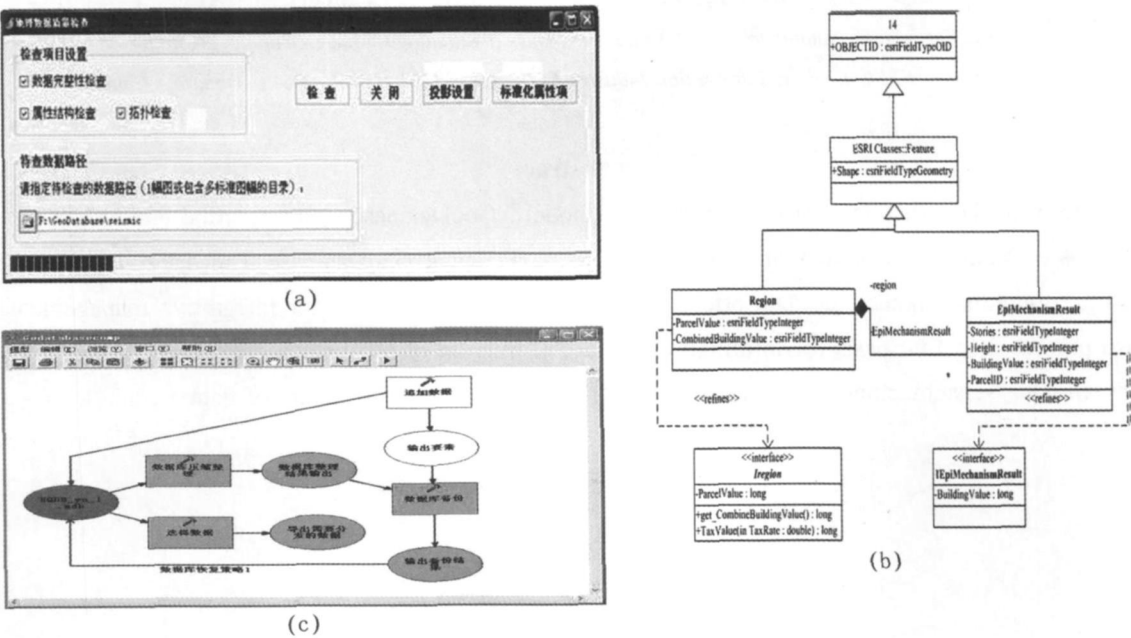


图 4 地震构造背景空间数据库实例
(a) 数据质量检查模块; (b) 创建用户对象特征模块; (c) 数据库压缩整理模块

5 结论

- (1) GeoDatabase 能够将空间数据和属性数据进行有效融合, 打破关系模型范式的限制, 对处理复杂的地理对象具有较大的优势。
- (2) GeoDatabase 支持 XML 格式的数据及模式交换, 遵循定义良好的语法标准, 用户可以使用 XML 来实现 GeoDatabase 数据及模式的交换和共享, 能够方便快速地建立一个与原数据库具有相同结构的新数据库, 从而简化数据库的设计流程, 为今后地震构造领域的信息化建设提供一定的科

- 学依据。
- (3) 建立以个人 GeoDatabase 数据模型为基础的背景场数据库设计流程, 提出了各个专题数据集在 GeoDatabase 数据库中集成的方法, 实现了数据的一体化管理, 并在数据库建设中得到较成功的应用, 提高了系统的安全性和运行效率。同时各个数据集仍然独立存在, 可独立运行, 从而方便数据库的维护和扩展。

参考文献:
陈静, 张树文. 2003. 面向对象空间数据模型——GeoDatabase 及其实现 [J]. 国土与自然资源研究, (2): 26—28
程昌秀, 周成虎, 陆锋. 2002. Arc/Info 8 中面向对象空间数据模型

的应用 [J]. 地球信息科学, (3): 5—9

梁丽芳, 白海丽, 石金峰. 2005. 利用 CASE工具 建立地理数据库的方法 [J]. 辽宁工程技术大学学报, (1): 43—45

刘润达. 2005. 基于面向对象技术的空间数据库设计与实现 [D]. 开封: 河南大学.

刘政凯, 王伟, 张荣, 等. 2001. 地震图纸数字化及数据库管理系统 [J]. 地震学报, (3): 31—34

萨师焯, 王珊. 2000. 数据库系统概论 [M]. 北京: 高等教育出版社.

宋杨, 万幼川. 2004. 一种新型空间数据模型 Geodatabase [J]. 测绘通报, (11): 31—33

Michael Zeiler 1999. Modeling our world [M]. Releand: Esri Press

ShaShi Shekhar, Sanjay Chawla 2004 空间数据库 [M]. 谢昆青, 马修军, 杨冬青, 译. 北京: 机械工业出版社.

Design and Implem ent of Yunnan Seism otectonic
Database Based on GeoDatabase

LIU Na, XIE Ying-qing, MA Ying-peng, LI Shan, LIXi

(1. Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

(2. Kunming KSEC Logistic Information Industry Co., Ltd., Kunming 650051, Yunnan, China)

Abstract

We introduce the structure of a new spatial data model GeoDatabase and describe the design and imple-
ment process of Yunnan Seismotectonic Database based on Personal GeoDatabase. The database can be used to
manage multi-source seismotectonic data effectively and satisfy the demand for integrative management of da-
ta. It also provide scientific basis for information-based construction of seismotectonic data.

Key words: seismotectonic data, GeoDatabase, spatial database, structure of data