

doi:10.3799/dqkx.2010.045

基于 MapGIS 数据中心构建基础地理信息地图集模型

左泽均^{1,2}, 周顺平^{1,2}

1. 中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学研究生院, 湖北武汉 430074

摘要: 分析国家基础地理信息的数据内容及组成, 基于 MapGIS 面向实体的空间数据模型, 采用 MapGIS 数据中心的思路, 类比主流数据库的数据模型, 建立地图集模型, 并对该模型的特征进行研究. 描述了基于模型的空间数据建库、库一体化管理与表现和数据库的安全控制与维护等基本操作, 并将此模型应用在国家基础地理信息数据库系统建设中.

关键词: 地理信息系统; 基础地理信息数据库; MapGIS 数据中心; 地图集; 中间件.

中图分类号: TP311

文章编号: 1000-2383(2010)03-0391-06

收稿日期: 2010-01-15

Building Basic Geographic Information Mapset Model Based on MapGIS Data Center

ZUO Ze-jun^{1,2}, ZHOU Shun-ping^{1,2}

1. Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Graduate School, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: In order to manage huge data of basic national geographic information, analyze data contents and composites of national basic geographic information, we build a mapset model based on entity-oriented spatial data model of MapGIS, adopting the ideas of MapGIS data center, and making an analogy of the mainstream data model of database. A study is carried out on the model, including probing into its characters, introducing its basic operators, such as building spatial database, integrated management and performance of spatial database, security control and maintenance of spatial database based on mapset model, and applying the mapset model in building national basic geographic information database system. The result shows the model has potential impact on all geographic information system (GIS) applications.

Key words: geographic information system (GIS); basic geographic information database; MapGIS data center; mapset; middle-ware.

0 引言

近年来,在国家测绘局和其他政府部门的大力支持下,我国以国家基础地理信息中心作为实施单位,正在逐步建立国家级基础地理信息系统(national spatial data infrastructure, NSDI),数字中国地理空间框架数据体系也在逐步形成,建成了全国1:1 000 000、1:250 000、1:50 000等多个比例尺的基础地理数据库,包含地形数据库、正射影像数据库、数字高程模型数据库等;利用“3S”技术完成了第一次全国1:1 000 000和1:250 000地形数据库的全面更新;已有10多个省市基本建成1:10 000

数据库(商瑶玲等,2006).初步形成了国家级、省级和地市级结构的地理空间框架,为国家和地方经济建设提供了可靠的信息支撑,发挥了重要作用.

多级地理空间框架中的空间数据库之一——国家基础地理信息数据库本质上属于一种多源异构的集成数据库,该数据库无论是在范化存储还是在一体化表达方面都有相当的复杂度,目前该数据库是基于主流(geographic information system, GIS)平台所实现的空间数据模型来存储和管理地理信息数据.纵观现有空间数据模型,都难以在模型内比较彻底地整体表达基础地理信息数据库的通用操作.为了有效地解决基础地理信息集成数据库的范化存储

和一体化表达等方面的问题,本文拟采用模型化的方法解决该问题,即对国家基础地理信息数据库本体进行分析,以 MapGIS 为数据存储管理平台,以 MapGIS 数据中心为应用搭建平台,建立一种新型的空间数据模型——地图集模型,并根据此模型阐述国家基础地理信息数据库系统的通用功能表达。

1 地图集模型的建模基础

1.1 国家基础地理信息数据库

(1) 地形数据库. 核心矢量地形数据 (digital line graphic, DLG) 包括水系、境界、交通、居民地、地形地貌、植被等要素内容及其属性信息,其按照一定的规则分层、按照标准分类编码,对各要素的空间位置、属性信息及相互间空间关系等数据进行采集、编辑、处理建成数据库,覆盖整个国土范围. 比例尺包含 1:100 万(77 幅)、1:25 万(816 幅)和 1:5 万(1:5 万 19 584 幅,1:10 万 1 172 幅)3 种,且其中 1:25 万数据包括 1995 年和 2002 年两个年度的数据,分别为 1954 年北京坐标系和 1980 年西安坐标系下以度为单位的数据。

(2) 数字高程模型 (digital elevation model, DEM) 数据库. 定义在平面 X、Y 域(或理想椭球体 j, l)按照一定的格网间隔采集地面高程建立的规则格网高程数据库. 它可以利用已采集的矢量地貌要素(等高线、高程点或地貌结构线)和部分水系要素作为原始数据,进行数学内插获得. 也可以利用数字摄影测量方法,直接从航空摄影影像采集. 其中,陆地和岛屿上格网的值代表地面高程,海洋区域内的格网的值代表水深. 栅格数据包括 1:5 万(19 230 幅)、1:25 万(816 幅)、1:100 万 DEM 数据以及 1:100 万土地利用、土地覆盖、植被栅格数据. 覆盖整个国土范围,采用 1954 年北京坐标系,高斯坐标。

(3) 影像数据库. 由各种航空航天遥感数据或扫描得到的影像数据经过辐射校正和几何校正,并利用数字高程模型进行投影差改正处理产生的正射影像,有时附之以主要居民地、地名、境界等矢量数据而构成的影像数据库. 影像可以是全色的、彩色的,也可以是多光谱的,为节约空间可以以压缩方式存储. 影像数据包括 1:5 万、1:25 万影像数据,1:5 万影像数据,包括 TM、SPOT、航片等. 影像的分辨率有 1 m、4 m、10 m、15 m 等,有 1 个波段也有 3 个

波段的数据,数据格式采用 GeoTIF 和 img 等。

(4) 元数据库. 基础地理信息有 3 个元数据库: 1:5 万 DLG 元数据库、1:5 万 DEM 元数据库、1:100 万 DLG 元数据库. 分别对相应的分幅数据进行描述,所包含项数依次为 122、113、75. 但内容可以分为如下 9 类基本信息:标识信息、覆盖范围信息、数据质量信息、维护与更新信息、空间数据表示信息、空间参照系信息、内容信息、分发信息和元数据参考信息。

国家地理信息数据库存储和管理全国范围 DLG 矢量数据、DEM 栅格数据、RS 影像数据、元数据等多种类型、多比例尺、多年度的数据,且同一类型数据的数据格式也可能存在差异. 所以从数据的内容和组成来看,该数据库包含的空间信息比较全面,是一种真正意义上的空间数据库。

1.2 MapGIS 实体模型

MapGIS 面向实体的空间数据模型如图 1 所示。

此模型为空间数据的存储提供了数据集(矢量数据集、栅格数据集)、栅格数据目录、对象类(表格)等. 要素数据集是地理数据库中具有相同空间参照系的要素类、对象类、关系类、注记类、修饰类、动态类和几何网络的集合;在一个要素数据集下存放类,有利于专题归类、创建几何网络等情况下的数据组织. 栅格数据集用于管理具有相同空间参照系的一幅或多幅镶嵌而成的栅格影像数据,物理上真正实现数据的无缝存储,适合管理 DEM 等空间连续分布、频繁用于分析的栅格数据. 但上述面向实体的空间数据模型只能视为空间数据库模型的初级层次,类比现在主流的关系型数据库为存储与管理关系型数据而存在,同样空间数据库可以视为管理空间数

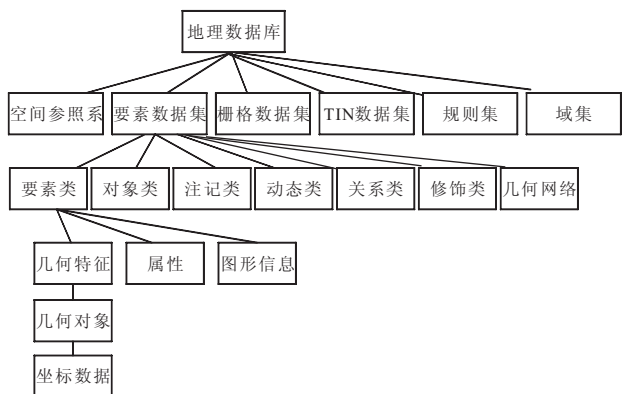


图 1 面向实体的空间数据模型的概念层(据叶亚琴等,2006)
Fig. 1 Concept model of orient-entity spatial data model

据而存在,空间数据主要包含矢量与栅格两大类型,从根本上决定了空间数据库是一种集成化的数据库,即难以以一种单一的数据组织模型来替代空间数据库模型,简单要素类或对象类等对模型关系只能视为关系模型中的行或列对表的关系.从主流的空间数据模型在 GIS 应用中能力表现的实际情况来看,如以面向实体的空间数据模型直接构建 GIS 应用,仍需要在模型范围之外做大量辅助性的工作,反观关系模型,依靠关系模型中的表来组织应用符合关系化特征的数据来构建应用系统相对容易得多.所有目前 GIS 平台所提及的空间数据模型与理想中的一体化模型存在相当的距离(徐世武等,2006),应积极寻求一种一体化模型来作为空间数据库的真正意义上的数据模型.

1.3 MapGIS 数据中心

在主流关系型数据库系统的发展进程中除了基于关系模型实现关系表及其基本操作外,还提供了视图、触发器、存储过程、函数、包、类型等相关支持,正是这些因素的推动使得构建数据库应用逐渐变得容易,类比这种思路,可以考虑建立一种合理的一体化的空间数据模型(万波等,2006),然后基于该模型实现一些通用的 GIS 操作.在构建模型过程中,既需要考虑数据组织的因素,也需要考虑功能操作等的支持和扩展,需要实时跟进,以完善与丰富模型的表达能力.MapGIS 数据中心既是数据仓库,又是功能仓库,更是应用开发平台(Hu *et al.*, 2008).MapGIS 数据中心以面向数据管理的应用为主,遵循数据的独立性与开放性原则.基于数据中心开发的系统具有实用化、集成化、网络化、标准化和可视化等几方面的特点.依托于 MapGIS 平台提供的空间数据管理和处理能力构建功能仓库系统.数据中心功能仓库是对功能的集成管理和发布,具有高度可扩展性和复用性(宋永欣,2008).简言之,数据中心是一种可扩展的程序设计思想,遵循 MapGIS 数据中心的思想建立地图集模型无疑是绝佳选择.

2 地图集模型的建立

2.1 地图集的维

针对国家基础地理信息数据库中各类数据的特点,需要选择不同的数据组织方式.矢量数据要求保持对象的完整性,需要将其按照对象特征在全国范围内拼接成一个完整连续的数据集;小比例尺的

DEM 数据,需要将全国范围内拼接成一个完整连续的数据集;对影像数据以及 1:5 万 DEM 数据,为了避免重采样引起数据信息丢失,需要将其按投影带组织成数据集,带内的数据是连续无缝的;总的看来,国家基础地理信息数据库作为信息的存储仓库,首先考虑把不同数据类型的数据单独组织成独立的数据集,即 MapGIS 地理数据库中存储的各个简单要素类,栅格数据集等实体对象与国家基础地理数据集中的各数据层,各投影带数据集直接对应,然后以这些实体对象为基本的组织单元,按分层和分幅的模式组织形成地图集,即将地图集抽象成空间数据类的索引管理器,是一种索引模型.该模型采取图幅与图层组成的立方体模型(图 2),实现对各交汇点关联数据进行一体化管理,可以根据图幅与图层联合定位到唯一的数据.在这种立体式的组织结构中,图幅和图层就可称为地图集的两个维,由图幅与图层联合定位到的数据描述形成第三个维.

2.2 地图集的格

定义型如 `scheme://host[:port][/path][?query][#fragment]` 的统一数据资源定位器(uniform resource locator, URL)通过规范集成所需的基本元数据模式来实现数据资源的定位与描述,即视数据资源为某种按空间数据类型组织目录中的系列子节点所构成.若使用 URL 描述 MapGIS 地理数据库中的空间数据存储对象,可在形式上屏蔽因数据的分布式和异构性而造成的数据库逻辑数据源与数据库物理存储源之间差异,它可以通过服务器、地理数据库、类型目录、数据等几个层次的引导来实现与数据资源操作对象之间的映射与转换(Hu *et al.*, 2008).

定义三元组(图幅 i , 图层 j , 关联数据 URL)为地图集的格,地图集模型正是通过地图集格中 URL

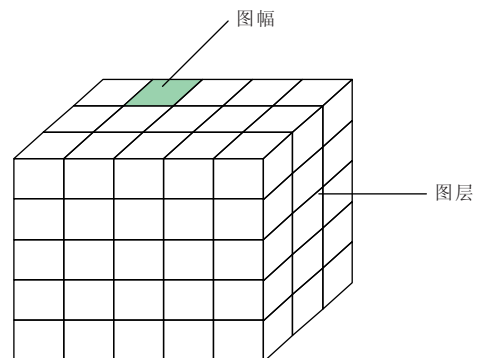


图 2 地图集立方体管理模型

Fig. 2 Cubic management model of mapset

定位方式索引并取得模型中层/幅交汇点处关联的数据对象. 当然地图集格不限于三元组, 可以扩展为四元或更多元组. 例如可以按属性(GB 码值)等项对地图集格进行扩充来精细化地图集格的描述. 依赖 URL 对 MapGIS 中间件框架下数据的描述能力, 地图集格不仅可以对多源异构数据进行统一管理, 而且具有无限扩展的可能, 从而摆脱传统的平面组织结构设计的局限.

2.3 地图集模型特性

地图集模型所蕴含的特性如下(图 3):

(1)索引相似性. 即采用与源数据一致的数据结构来组织索引信息. 如采用简单要素类来描述图层关联的简单要素类数据的图幅索引. 遵循相似性策略能简化模型的实现, 减少实现编码的工作量.

(2)管理迭代性. 试想地图集格中的 URL 描述另一个地图集, 这样就形成了地图集管理的迭代链. 当然在地图集管理迭代模式中, 特别值得注意的是需要克服循环迭代的冲突问题.

(3)鲁棒性. 也可称为模型元素的易扩展性, 可方便地增加与图幅、图层平行的新的维(元素)来增强地图集模型描述能力而不影响现有的维的表达. 如可以在地图集管理数据中增加一个对象类来描述某层要素的组合情况. 依靠该对象类来实现组合要素的表现功能. 增加一个对象类记录地图集属

性分级显示信息.

(4)分布式网格特性. 地图集格从其描述的能力来看, 就决定了地图集也是一种支持分布式的模型. 分幅作为地图集模型的一个维, 与业界广泛讨论的网格有异曲同工之妙, 特别是空间信息网格完全可以视为分幅的一种特例.

2.4 地图集的基本操作

作为一类空间数据库的数据模型, 需要基于该模型提供基础地理信息数据库通用功能表达, 即需要以地图集为中心, 实现智能化空间数据建库(艾刚等, 2006)、电子地图的显示(方驰宇等, 2006)(含动态注记和专题属性分级等内容)、地图裁剪输出及地图自动排版成图(刘瑞春等, 2005)等一体化表现功能、数据安全控制与维护功能等.

3 地图集在国家基础地理信息数据库中的应用

地图集模型在国家基础地理信息数据库系统的建设实践过程中起到了关键作用. 国家基础地理信息集成数据库的数据组织充分考虑不同比例尺数据库的特点, 顾及数据管理和数据服务的业务需求, 通过地图集模型、空间关系和属性关联等技术进行逻辑集成. 在国家基础地理信息数据库中, 根据数据内容和数据结构的差异, 在 MapGIS 数据中心中分别独立组织各数据集, 然后按比例尺组织成地图集, 每个比例尺地图集的层分别索引 DLG 数据层, 各带栅格数据集, 各分幅、各景元数据. 建立 1:100 万地图集、1:25 万地图集、1:5 万地图集在 MapGIS 数据中心中配置最终成为国家基础地理信息数据库, 该数据库的数据组织逻辑视图如图 4 所示, 通过该数据库实现了集成化跨库管理.

然后以地图集模型建立的国家基础地理信息数据库为基础, 采用 MapGIS 数据开发平台, 建立功能框架如图 5 所示的集成数据库管理系统, 对外提供业务功能.

4 结论

从地图集模型的建模条件的成熟, 到地图集模型真正建立以及该模型在国家基础地理信息集成化数据库系统建立过程中投入使用, 此研究进程实际上是在模型创建初期选择了一种比较稳妥的发展模

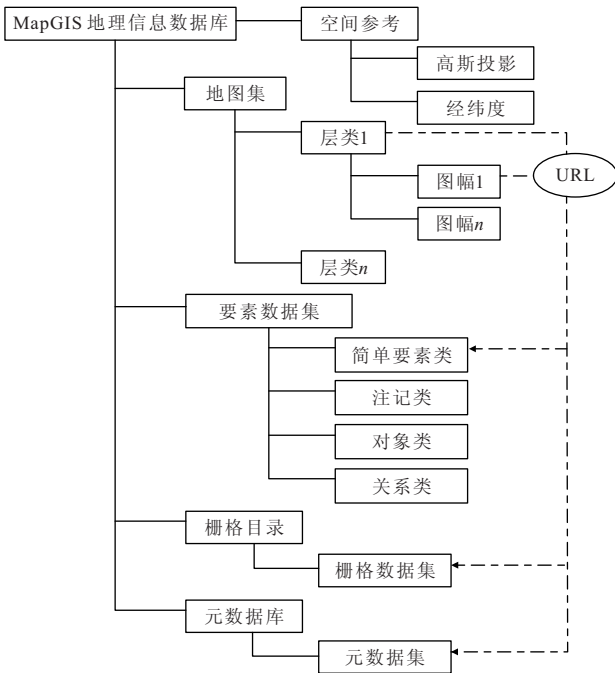


图 3 基于 MapGIS 空间数据模型的地图集模型

Fig. 3 Mapset model based on MapGIS spatial data model

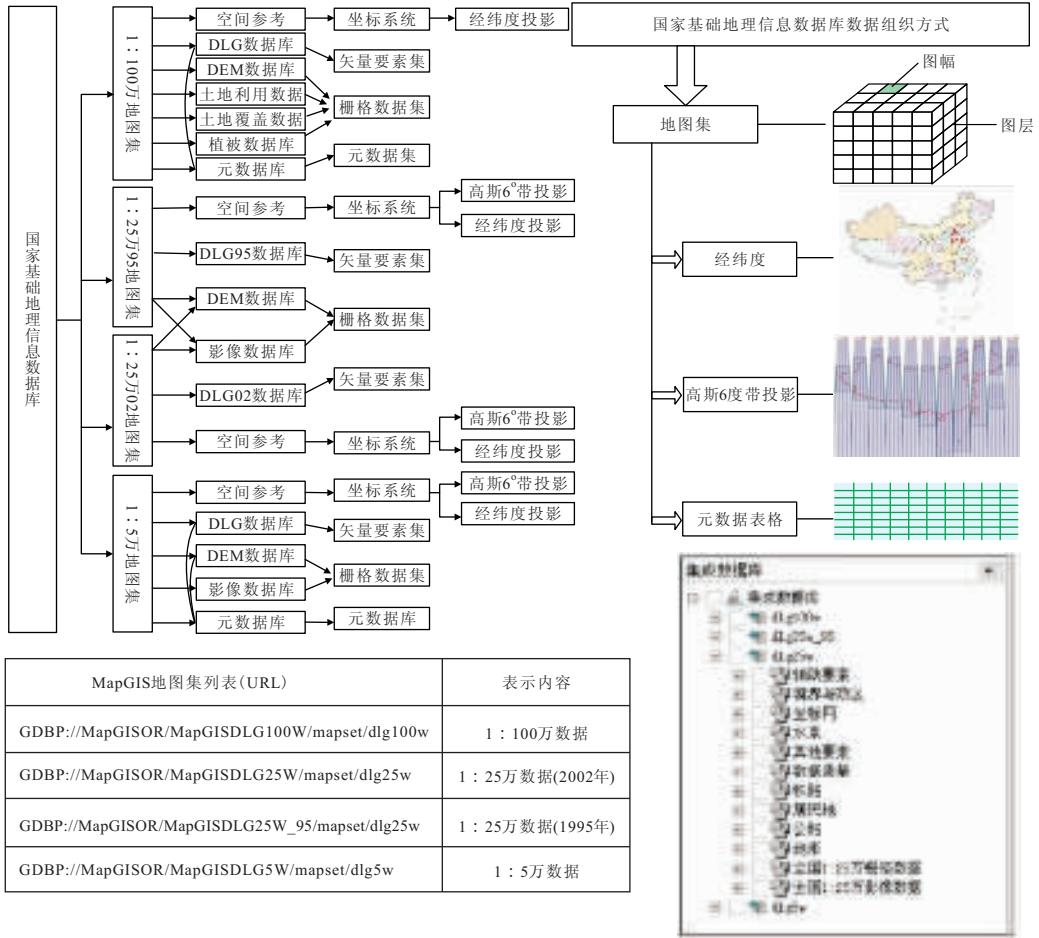


图 4 国家基础地理信息数据库数据组织逻辑

Fig. 4 Data framework logical view of basic geographic information database

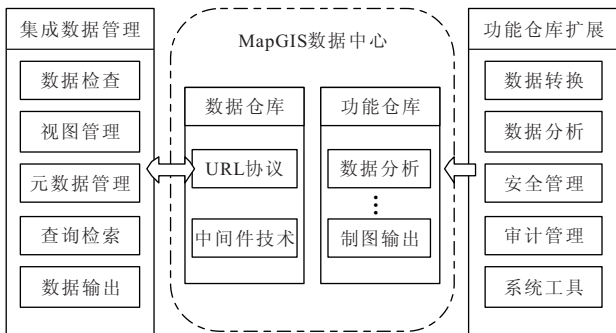


图 5 基于 MapGIS 的基础地理信息数据库系统的功能框架
Fig. 5 Function framework of basic geographic information database system based on MapGIS

式. 但从多级地理空间框架中的空间数据库的建库与应用需求的迫切程度来看, 地图集模型的迅速推广与潜能的挖掘必然会给国家、省级和地市级结构的地理空间框架带来不可估量的好处. 虽然从地图集模型所定义的基本操作来看, 对实际应用需求的

弥合程度和满足度明显不足, 但可以基于 MapGIS 数据中心这一多模式的平台, 紧密结合地图集模型的特征, 从操作定义层面更深层次地发展地图集模型.

References

Ai, G., Du, Z. F., Liu, H. H., 2006. Building basic geographic information database. *Resources & Industries*, 8(2): 99-103 (in Chinese with English abstract).

Fang, C. Y., Li, C. M., Lin, Z. J., et al., 2006. Study of virtual map in seamless spatial database. *Science of Surveying and Mapping*, 31(1): 117-118 (in Chinese with English abstract).

Hu, M. S., Zhou, S. P., Wu, X. C., et al., 2008. The architecture and implementation of grid spatial data center. In: Proc. SPIE, ed., International conference on earth observation data processing and analysis (ICEODPA), Wuhan. doi:10.1117/12.807439

Liu, R. C., Xing, Y. Y., Wang, T. J., 2005. The integrated

method to build basic geo-information databases and make maps. *Geomatics & Spatial Information Technology*, 28(4):82—84 (in Chinese with English abstract).

Shang, Y. L., Wang, D. H., Ji, J. P., et al., 2006. Data design and database building for 1 : 50 000 topographic database. *Science of Surveying and Mapping*, 31(Suppl.): 74—76 (in Chinese with English abstract).

Song, Y. X., 2008. Establishing the integrated management model of the basic geographic information. *Geomatics & Spatial Information Technology*, 31(6): 93—95 (in Chinese with English abstract).

Wan, B., Zhou, S. P., Chen, B., et al., 2006. Design and realization of MapGIS 7.0 management based on DBMS. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5):600—604 (in Chinese with English abstract).

Xu, S. W., Xie, Z., Huang, Z. C., 2006. Research and design of isomerism distributed multilevel spatial data center. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5):624—630 (in Chinese with English abstract).

Ye, Y. Q., Zuo, Z. J., Chen, B., 2006. Orient-entity spatial data model. *Earth Science—Journal of China Univer-*

sity of Geosciences, 31(5):595—599 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

艾刚, 杜正峰, 刘海浩, 2006. 基础地理信息数据建库. 资源与产业, 8(2):99—103.

方驰宇, 李成名, 林宗坚, 等, 2006. 无缝空间数据库中虚拟图幅的设计. 测绘科学, 31(1):117—118.

刘瑞春, 邢玉岩, 王铁军, 2005. 基础地理信息建库与出图的一体化方法. 测绘与空间地理信息, 28(4):82—84.

商瑶玲, 王东华, 吉建培, 等, 2006. 国家 1 : 50 000 地形数据库的数据设计与建库. 测绘科学, 31(增刊):74—76.

宋永欣, 2008. 基础地理信息一体化管理模型的构建. 测绘与空间地理信息, 31(6):93—95.

万波, 周顺平, 陈波, 等, 2006. 基于 DBMS 的 MapGIS7.0 版本管理的设计与实现. 地球科学——中国地质大学学报, 31(5):600—604.

徐世武, 谢忠, 黄志超, 2006. 分布式异构多级空间数据中心的研发与设计. 地球科学——中国地质大学学报, 31(5):624—630.

叶亚琴, 左泽均, 陈波, 2006. 面向实体的空间数据模型. 地球科学——中国地质大学学报, 31(5):595—599.