

第三代地理数据模型与城市水资源管理集成的研究与实践

龙 瀛, 杜鹏飞

(清华大学 环境科学与工程系, 北京 100084)

随着我国城市化进程的不断加快, 城市对水资源的需求急剧增加, 水资源供需矛盾日益尖锐, 全国 663 个城市多达 400 个缺水。而不同程度的水环境污染和管理决策失误, 又加剧了严峻的水资源危机。有效的水资源管理已成为保证人类社会、经济和环境可持续发展的重要手段。2001 年 ESRI 提出的第三代地理数据模型——Geodatabase, 一改前两代地理数据模型中空间数据和属性数据独立存储的模式, 功能上进行了较大的扩展, 其技术特征使得它可以在第二代数据模型的基础上更好地支持城市水资源管理。在洛阳市 2010 年节水技术进步发展规划项目中这种集成得以成功应用。

1 城市水资源管理需求分析

城市水资源是指能被城市利用的所有类型的水资源, 包括雨水、地表水、地下水、海水和再生水等五类。城市水资源管理的对象并不限于水资源本身, 还包括人类从事水资源的开发利用和保护过程的各个环节(如供水、用水和排水等)。各环节既自成体系, 彼此间又密切相关。因此, 城市水资源管理的对象实际上是一个动态的多目标系统。它可分为四个子系统: 水资源状态系统(水源系统), 水资源开发系统(供水系统)、水资源利用系统(用水系统)和废水再生系统(排水系统)。城市水资源管理要求从更高的层次来协调这四个子系统的关系。

城市水资源管理的目标, 就是要充分利用城市水资源的可恢复性和可再生性特征, 通过科学管理, 最大程度地降低或消除因水资源固有的脆弱性带来的不利影响, 使有限的城市水资源得到持续合理的开发利用, 以满足因城市社会经济持续发展和城市居民生活水平不断提高而持续增长的用水需求, 并产生最大的资源效益、环境效益、经济效益和社会效益。

2 Geodatabase 及集成的可行性分析

Geodatabase 是一种新型的面向对象的数据模型, 是继 CAD 数据模型和 Coverage 数据模型之后的第三代地理数据模型。它采用面向对象技术将现实世界抽象为由若干对象类组成的数据模型, 每个对象类有各自的属性、行为、规则, 对象类之间又有一定的联系。用户可以在已有地理数据模型的基础上, 建立符合自己需求的扩展模型。

GIS 以其强大的空间数据和属性数据的维护能力及强大的空间检索查询功能, 为城市水资源管理过程中实时获取信息和决策分析提供了一个有效的工作平台和可靠的技术支持。随着第三代地理数据模型 Geodatabase 的提出, 其技术特征使得这种集成的优势可以提高到更高的层次, 主要体现在:

- (1) 便于管理相关的数据, 所有的空间数据和属性数据都保存在同一个关系数据库中, 大型的地理要素可以进行无缝存储;
- (2) 弥补了 GIS 应用平台的空间数据库查询方面的不足, 可以充分利用关系数据库强大的结构化查询功能;
- (3) Geodatabase 特有的关系数据集和网络分析数据集, 可以提供城市水资源管理各地物间的空间查询功能, 并能辅助城市引水工程管道、市政给排水管道的规划与设计;
- (4) Geodatabase 支持用户定制数据模型, 能够更接近现实地对城市水资源的四个子系统进行建模, 模拟其对象的行为和相互作用;
- (5) 可以提高管理的工作效率, 改善工作成果的准确性和合理性, 同时能兼顾城市水资

源系统的发展状况，及时调整、制定城市水资源的发展战略：

(6) ESRI 开发了一套基于 Geodatabase 的 Water Utilities 模型，经过少量修改即可用于我国城市水资源的设施管理，避免底层开发。

4 案例研究

随着洛阳市工农业生产的迅速发展、城市人口的剧增和人民生活水平的不断提高，城市需水量与日俱增，同时大量的未经有效处理的污水排入水体，使市区地表水资源遭到严重污染，地下水水质也呈现出不断恶化的趋势。另外，由于水源地选址不尽合理、水源井分布不当，一些水源地的长期集中过量开采，已致水位下降并出现一定范围的地下水漏斗，水资源供需矛盾已露端倪。

受洛阳市计委委托，清华大学环境科学与工程系与洛阳市计划节约用水办公室合作，在 2001 年作了洛阳市 2010 年节水技术进步发展规划的研究。在该次城市污水系统规划中，笔者开发了一套基于 Geodatabase 的洛阳城市水资源管理系统，用于辅助该项目研究，Geodatabase 数据模型与城市水资源管理的集成得以充分体现。

该系统的开发，采用 ESRI 开发的 GIS 软件 ArcGIS 作为 Geodatabase 数据模型的接入和应用平台，利用 Microsoft Access 作为存储 Geodatabase 数据的关系数据库（Personal SDE 接入模式）。利用 Geodatabase 集中存储城市水资源管理相关的空间和属性数据，Geodatabase 数据的结构框图如图 1 所示。图 2 为本系统的功能详图。

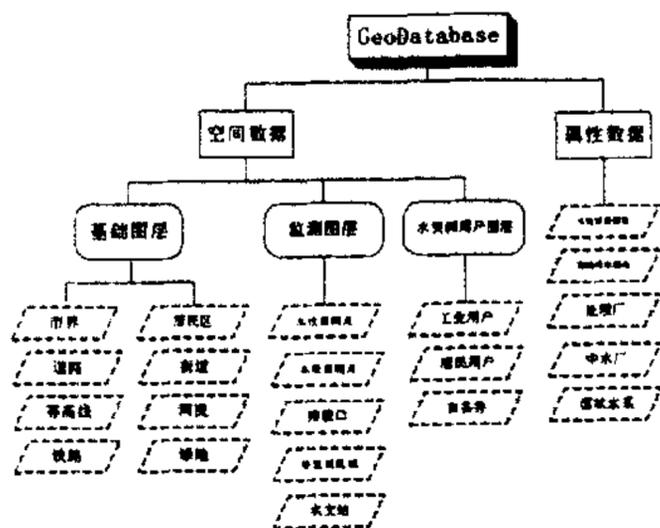


图 1 系统结构框图

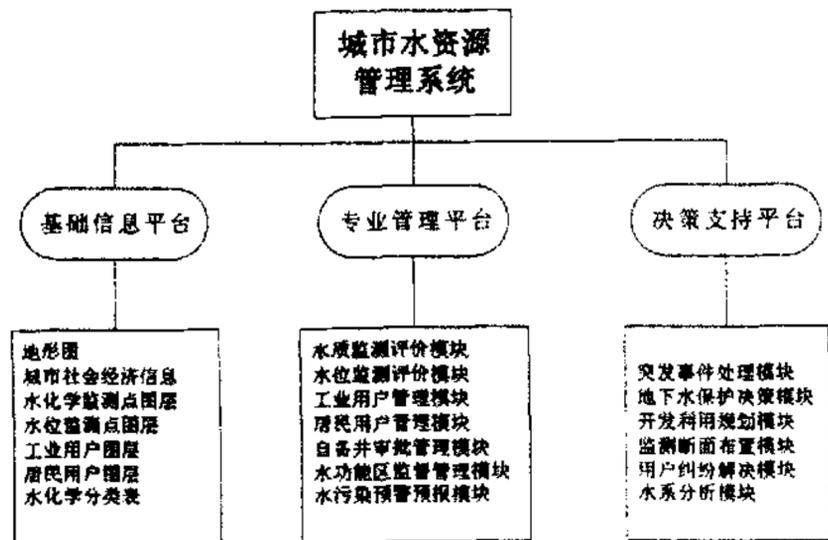


图 2 系统功能框图

5 结论

在城市水资源管理中采用 Geodatabase 这种第三代地理数据模型，可以更方便地对与城市水资源相关的空间数据和属性数据进行统一管理，充分利用关系数据库强大的结构化查询功能，可以大幅度提高日常办公的效率，改善上交报表的准确性和合理性，同时由于系统的管理类似于传统的关系数据库如 Access，降低了系统应用的技术要求。另外 Geodatabase 的特点使得其更接近现实世界对城市水资源系统进行建模成为可能。

在洛阳市 2010 年节水技术进步发展规划项目中，这种集成得以充分体现，并达到了较好的效果，较原有的管理和办公手段有了很大的突破，已经被证明优于第二代地理数据模型 Coverage 及第一代地理数据模型 CAD。在我国现阶段，城市水资源管理的办公及管理自动化工作正在逐步开展，随着 Geodatabase 数据模型的不断完善，这种城市水资源管理的解决方案将具有更为广阔的应用前景，也给城市其它资源以及设施的管理提供以技术路线上的参考。