

Geodatabase 与城市排水系统规划集成的研究

龙 瀛, 贾海峰, 程声通

(清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要: Geodatabase 是美国环境系统研究所 (ESRI) 提出的第三代地理数据模型, 在分析和总结城市排水系统规划涉及的内容以及前人进行的有关 GIS 应用于城市排水系统规划的基础上, 对 Geodatabase 数据模型与城市排水系统规划集成的优势进行分析, 并提出了基于 Geodatabase 的辅助城市排水系统规划的新型解决方案。在北京市污水处理厂合理布局规划项目中, 该解决方案得以成功应用, 并被证明在城市排水系统建模、规划数据管理以及规划方案生成效率等方面, 较传统的第二代地理数据模型更具优势。

关键词: Geodatabase; 城市排水系统; 规划; 污水处理厂; 北京市

中图分类号: S276.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6791(2004)04-0436-05

国内城市排水系统规划一般在 CAD 平台上进行, 但这种平台不能进行空间分析^[1], 使得许多相关的分析和计算工作都依靠手工或半手工进行, 如: 排水流域的划分、污水量的估算、主干管的布置及相关水力学计算、污水厂选址、污水提升泵站布置及参数设置等。这种平台的规划辅助效率相对较低, 同时不便生成多个规划方案进行比较, 容易遗漏较优方案。

目前已有学者^[2~7]对基于地理信息系统 (GIS) 技术的城市排水系统规划与管理进行了探索与实践, 取得了一定的成果。在 2001 年美国环境系统研究所 (ESRI) 提出的地理数据模型 (Geodatabase), 不仅一改前两代地理数据模型中空间数据和属性数据分开存储的模式, 而且功能上也进行了较大的扩展。Geodatabase 的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排水系统规划。在北京市污水处理厂布局规划项目中, 这种集成得以成功应用。

1 Geodatabase 的技术特征

Geodatabase 是一种新型的面向对象的数据库, 是继 CAD 数据模型和 Coverage、Shapefile 数据模型之后的第三代地理数据模型。它采用面向对象的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。用户可在已有空间数据模型的基础上, 建立符合自己需求的扩展模型^[8]。

Geodatabase 相对于第二代地理数据模型 Coverage 和 Shapefile, 在支持复杂网络、支持要素类之间的关系、支持面向对象的要素等方面进行了功能扩展。Geodatabase 将空间数据和属性数据集中存储于商业关系数据库 (如 ORACLE, MS ACCESS) 中, 增强了 GIS 的数据管理、数据服务和数据服务等功能, 使 GIS 能够更快速有效地存储、索引和显示地理数据, 必将提高地理数据的可共享性和地理信息的可交互性。

ESRI Arc GIS 通过空间数据引擎 (SDE) 访问 Geodatabase, 根据用户数据集的规模, 其访问形式主要有两种:

收稿日期: 2003-05-09; 修订日期: 2003-08-07

基金项目: 北京市计划委员会资助项目

作者简介: 龙 瀛 (1980-), 男, 吉林四平人, 清华大学硕士研究生, 主要从事排水系统规划、环境规划研究。

E-mail: longying02@mails.tsinghua.edu.cn

Personal SDE 和 Multi-user SDE。同时, ESRI ArcGIS 还提供第一代数据模型——CAD 文件、第二代数据模型——Coverage 和 Shapefile 文件到 Geodatabase 的转换。

2 集成的研究分析

2.1 GIS 与城市排水系统集成的优势

前人已就 GIS 技术应用于城市排水系统管理与规划和城市环境规划等方面进行了较多研究^[2~7], GIS 与城市排水系统规划集成的优势主要体现在以下几个方面:

(1) GIS 在地理空间定位、描述等方面具有独到的优势, 可以更好地组织空间数据, 在城市排水系统规划中涉及地理空间数据之处较多, 如污水处理厂的具體位置、管道起始点标高、污水处理厂及管道服务区的区域范围等, 充分发挥了 GIS 的优势。

(2) GIS 具有强大的空间查询和分析功能, 可在城市排水系统规划中更好地起到辅助规划的作用, 比如污水处理厂选址、污水处理厂服务区确定、管道敷设等。

(3) 城市排水系统规划涉及到多个规划方案、经济目标的比选问题, 利用 GIS 系统的空间与属性数据的紧密结合, 把经济费用加到 GIS 的属性数据库, 同时利用 GIS 技术的空间查询与分析功能可方便地给出不同规划方案不同层次的经济费用。

(4) GIS 可以方便地进行地物的表达, 城市排水系统的规划方案可以更好地得以表达, 在方案表达的效率和自动化程度方面具有一定的优势。

2.2 Geodatabase 对集成的提高

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) 便于管理与规划相关的数据、所有的空间数据和属性数据都保存于同一个关系数据库, 大型的地理要素可以进行无缝存储, 提高规划数据的集成度。

(2) 弥补了 GIS 应用平台的空间数据库查询的不足, 可充分利用关系数据库强大的结构化查询功能, 进行规划的空间分析、统计。

(3) Geodatabase 特有的关系数据集和网络分析数据集, 可以提供城市排水系统各要素间的空间查询功能, 并能辅助排水管道定线, 有利于规划方案的生成。

(4) Geodatabase 支持用户定制数据模型, 能够更接近现实的城市排水系统进行建模, 模拟其对象的行为和相互作用。

(5) 可以提高规划工作效率, 改善规划成果的准确性和合理性, 同时能兼顾排水系统的发展状况, 及时调整、制定排水系统发展战略。

(6) 基于 Geodatabase 开发的 Water Utilities 模型适用于城市排水系统的设施管理^[9~11], 可为城市排水系统规划的后续设施管理工作提供技术支持。

3 集成的应用实践

在城市污水系统规划中, 笔者开发了一套基于 Geodatabase 的北京市污水处理厂规划辅助系统, 实现了城市污水系统的辅助规划, Geodatabase 数据模型与城市污水系统规划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 8 作为 Geodatabase 数据模型的接入和应用平台, 利用 Microsoft Access XP 作为存储 Geodatabase 数据的关系数据库 (Personal SDE 模式)。利用 Geodatabase 集中存储规划相关的空间和属性数据, Geodatabase 数据的结构框图如图 1 所示。

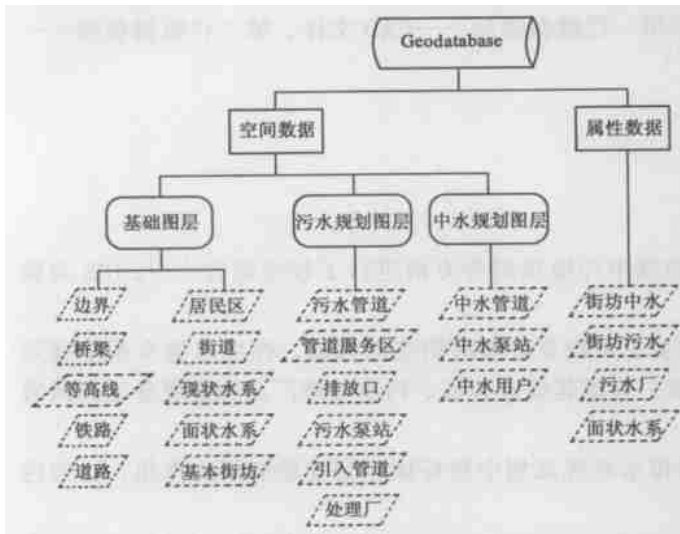


图1 系统结构框图

Fig. 1 Structure framework of the system

图2为本系统的功能详图。利用本系统可对污水量和回用量进行计算、辅助污水处理厂选址、辅助确定污水处理厂服务区并计算其规模、辅助污水管道和中水管道敷设、对系统经济目标因素进行计算，同时也可以对各规划方案进行表达。

在本项目研究中，Geodatabase与城市排水系统集成的主要步骤如下：

(1) 初步划分污水处理厂服务区 在前台(ArcGIS Desktop)划分污水处理厂服务区，确定街坊图层的服务区从属字段。

(2) 污水处理厂引水干管定线 可行街坊网络节点图层与城市数字高程图层进行叠加分析，可以获得街坊网络节点高程，依据最短路径分析及人工交互的方法，可以实现污水处理厂引水干管的定线。技术路线如图3所示。

(3) 计算污水处理厂规模 在获得每个街坊单元

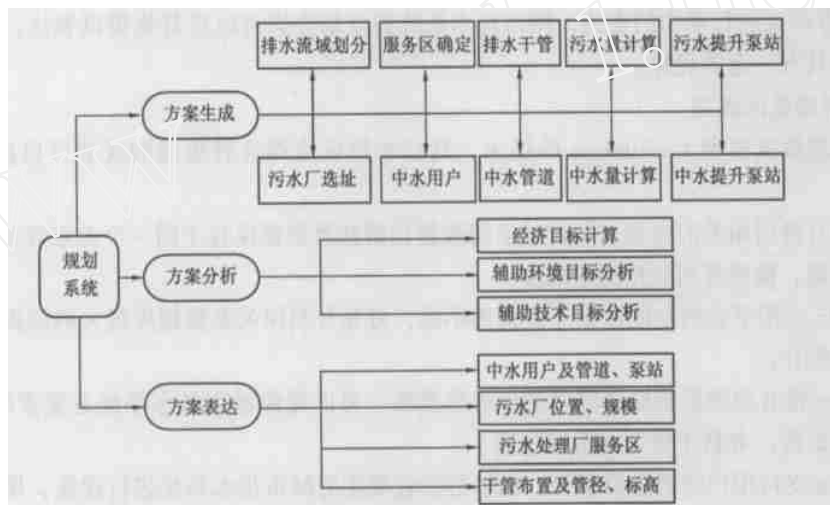


图2 系统功能框图

Fig. 2 Function framework of the system

污水产生量的基础上，利用存储 Geodatabase 的 Access 数据库中的结构化查询模块获得每个污水处理厂服务区的污水负荷即处理规模。

(4) 规划管道及泵站 在获得合乎要求的污水处理厂服务区规划的基础上，结合干管敷设图层和各街坊污水量，进一步确定干管的管径等工程设计参数，并进行泵站的选址和规模计算。具体的技术路线如图4所示。

(5) 依照第1~4步完成本排水流域的其他规划方案 在本项目中，北京市整个排水系统被分为5个排水流域进行规划：通汇河、凉水河、清河、永定

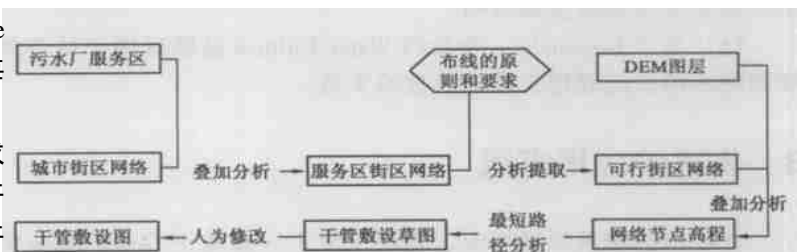


图3 排水干管辅助定线技术路线

Fig. 3 Drainage main pipe aided positioning

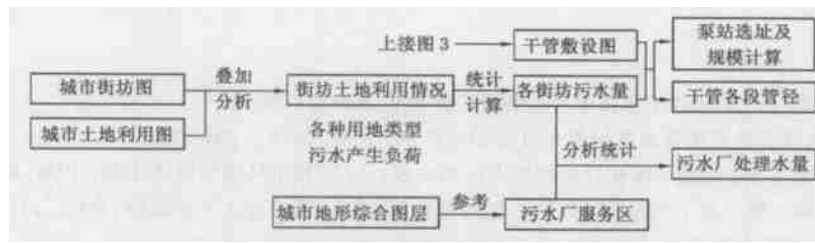


图 4 污水处理厂、管道、泵站规划技术路线

Fig. 4 Wastewater plant , pipe and pumping station planning

河和坝河，不同排水流域间一般相互独立。每个排水流域一般初步给出 2~4 个规划方案。图 5 给出了清河流域的两个规划方案对比图。

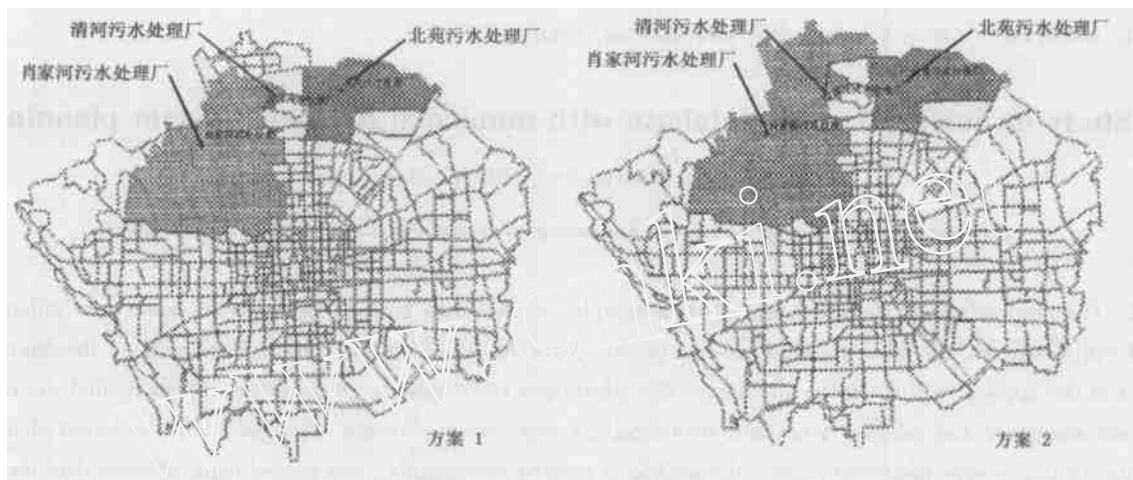


图 5 清河流域污水处理厂规划方案图

Fig. 5 Qing drainage basin wastewater plants planning scenarios

(6) 方案经济计算 把费用函数集成到 Geodatabase，直接对管道、泵站、污水处理厂的固定投资和运行费用进行计算。

(7) 方案综合评估 在进行其他目标的属性分析基础上，利用 SMART 方法进行多目标决策并对各个方案进行综合评估，给出各个排水流域最优规划方案。

4 结 论

在城市排水系统规划中采用 Geodatabase 这种地理数据模型，可以更方便地对与规划相关的空间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，可以提高规划工作效率并改善规划成果的准确性和合理性。同时 Geodatabase 的特点使得其更接近现实世界、对城市排水系统进行建模成为可能。

在北京市污水处理厂合理布局规划项目中，这种集成得以充分体现，已经被证明在相关方面优于传统的排水系统规划平台 CAD 和地理数据第二代数据模型 Coverage 和 Shapefile。随着 Geodatabase 数据模型的不断完善，这种城市排水系统解决方案将具有更为广阔的应用前景，也给城市给水、电力、煤气和供暖等其他城市工程规划等的技术路线提供参考。

参考文献:

- [1] 王宗帧,王苏建,向小民. GIS 空间数据库技术[J]. 中国三峡建设,1998(2):29.
- [2] 闫丽华. 哈尔滨排水地理信息智能管理系统简介[J]. 给水排水,2002,28(1):108-110.
- [3] 曾思育,傅国伟,刘志明,等. 推进 GIS 在环境规划中应用的探讨[J]. 城市环境与城市生态,1996,9(1):1-5.
- [4] 彭文详,贾 嵘,薛惠峰,等. 基于 GIS 的城市排水管网信息系统[J]. 西安理工大学学报,2001,17(4):396-399.
- [5] 张望军. 清远市给排水管网信息系统的开发建设[J]. 给水排水,2001,27(4):94-97.
- [6] 王宏伟,程声通. 基于 GIS 的城市环境规划决策支持系统[J]. 环境科学进展,1997,5(6):17-22.
- [7] 陈勇民,陈治安. 基于 GIS 的城市排水管网规划及管理系统的开发研究[J]. 湖南大学学报,2002,29(3):127-131.
- [8] Andy MacDonald. Building a Geodatabase[M]. USA, ESRI Press,2001.
- [9] Steve Grise. Water Utilities - ArcGIS Data Models[J/OL]. www.esri.com, 2001.
- [10] ESRI. ArcFM Water: AM/ FM/ GIS for Water Utility Systems[J]. USA, ESRI White Paper, 2000.
- [11] ESRI. ArcFM(TM) 8 GIS for Utilities[J/OL]. www.esri.com, 2000.

Study on integrating geodatabase with municipal drainage system planning

LONG Ying, JIA Hai-feng, CHENG Sheng-tong

(Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The geodatabase is the third generation geographic spatial data model. Its functions have been enlarged greatly compared with Coverage, the second generation data model. After the reviews of the content of municipal, the drainage system planning and the applications of GIS to this areas, the advantages of integrating geodatabase with municipal drainage system planning are analyzed, and one new solution to municipal drainage system planning is proposed. In the layout planning of the project, the Beijing sewage treatment plants, the method is applied successfully, and proved more efficient than the traditional planning platform CAD, the second generation data model in municipal drainage system modeling, planning data management, planning efficiency, etc.

Key words: geodatabase; municipal drainage system; planning; sewage treatment plant; Beijing

欢迎对本刊论文进行讨论,讨论稿请寄本刊编辑部。