

文章编号: 1672-3031(2007)03-0191-05

基于 ArcGIS Engine 的全国水环境管理信息系统设计与实现

王世岩¹, 彭文启¹, 李振海¹, 韩 涛²

(1. 中国水利水电科学研究院 水环境研究所, 北京 100038; 2. 黄河水资源保护科学研究所, 河南 郑州 450004)

摘要: 基于嵌入式 GIS 组件系统 ArcGIS Engine 9.0, 研究开发了全国重点水质测站水环境管理信息系统, 实现对全国 160 多个重点水质测站长时间序列数据的整理入库、查询、统计分析以及成果输出可视化等功能, 系统同时集成了水环境专业模型, 实现了对水质测站数据水质评价、水质趋势分析以及水环境模型预测等功能, 从而更具专业性和实用性。该系统的构建和运行, 提高了水利部水环境监测评价研究中心为国家决策部门和公众服务的质量和效率, 有利于促进我国水环境管理方式的变革, 实现水利科技的信息化。

关键词: 水环境; 管理信息系统; ArcGIS Engine

中图分类号: X321.029

文献标识码: A

1 研究背景

建立水环境管理信息系统的目的是在水环境监测和调查的基础上, 利用计算机技术和通信技术, 实现环境信息的采集、传递、存储、维护及分析, 为水环境管理提供信息服务。水环境管理信息系统作为水信息学的重要研究方向之一, 近年来受到广泛关注, 发展比较迅速。

水环境的管理涉及对大量环境信息数据的存储、查询和分析, 同时现代水环境管理模式必须应用到相关自然地理、社会经济的信息, 水环境信息系统的建设和应用, 可以实现对这些信息的有效利用, 其意义不仅表现在纯粹的技术环节, 更重要的还在于通过采用现代化的技术手段, 促进水环境管理方式的变革, 从而提高工作效率, 增强工作的有效性。

本文基于 ArcGIS Engine 开发全国水环境管理信息系统, 目的在于基于现有的嵌入式 GIS 系统, 集成多个水环境专业模型, 实现全国重点水质测站的信息化管理。该项研究有助于促进水环境管理方式的变革, 提高水利部水质监测与评价研究中心为国家决策部门和公众服务的质量和效率。

2 水环境管理信息系统环境设计

2.1 硬件环境 全国水环境管理信息系统可运行于任何级别的 PC 单机平台, 其基本的硬件配置情况为: CPU PIV3. 2GHz, RAM 1. 0GB, HD80GB, 液晶 15 寸彩色显示器、扫描仪 ScanMaker 3600、打印机 hp color LaserJet 1500L 和 hp LaserJet 1150 等。

2.2 软件环境 全国水环境管理信息系统采用 Windows 架构软件平台, 数据库管理系统采用 Microsoft Access2003, 开发语言为 Visual Basic6. 0, GIS 平台使用嵌入式开放控件为 ESRI ArcGIS Engine 9. 0。

2.3 嵌入式 GIS 组件 ArcGIS Engine 技术 系统基于 ESRI 嵌入式 GIS 组件 ArcGIS Engine 进行开发, 对于信息系统而言, 主要有 3 种开发方式, 即独立开发、单纯二次开发和集成二次开发。

独立开发无须依赖任何商业 GIS 工具软件, 但开发难度太大, 对于大多数开发者来说, 能力、时间,

收稿日期: 2007-05-18

基金项目: 水利部“948”项目“水资源保护信息化管理技术研究”(200208); 国家自然科学基金项目(50709044)

作者简介: 王世岩(1974-), 男, 山东济南人, 博士, 高级工程师, 主要从事 GIS 技术在水环境中的应用、湿地生态、退化湿地修复及环境评价等方面的研究。E-mail: wangsy@iwhr.com

财力方面的限制使其开发出来的产品很难在功能上与商业化 GIS 工具软件相比;单纯二次开发则省时省力,但进行二次开发的宏语言,功能极弱;集成二次开发既可以充分利用 GIS 工具软件对空间数据库的管理、分析功能,又能够利用其它可视化开发语言具有的高效、方便等编程优点,集二者所长,不仅能大大提高应用系统的开发效率,而且使用可视化软件开发工具开发出来的应用程序具有更好的外观效果,更强大的数据库功能,可靠性好、易于移植、便于维护。因此集成二次开发正成为应用 GIS 开发的主流方向。

ESRI 新发布的 ArcGIS Engine 是基于 OCX 控件技术的嵌入式组件系统,包括 3 个关键部分:控件、工具条和工具、对象库。控件是 ArcGIS 用户桌面的组成部分,用户可以嵌入并在应用程序中使用;工具条是 GIS 工具的集合,在应用程序中用它来和地图及地理信息交互;工具在应用程序界面上用工具条的方式展现,通过调用一套丰富的常规工具和工具条,建立定制应用的过程被大大简化;对象库是可编程 ArcObjects 组件的集合,包括集合图形到制图、GIS 数据源和 Geodatabase 等一系列库,在 Windows、Unix 和 Linux 平台的开发环境下使用这些库,程序员可以开发出从低级到高级的各种定制的应用。相同的 GIS 库也是构成 ArcGIS 桌面软件的 ArcGIS Server 软件的基础^[1]。

3 水环境管理信息系统功能设计

3.1 系统功能结构设计 模块划分要反映出模块的层次结构与系统功能树之间的映射关系,以便应用功能树分析的研究成果和系统功能的实现。依据以上模块设计原则和系统功能需求,本系统的模块结构划分方案如图 1。

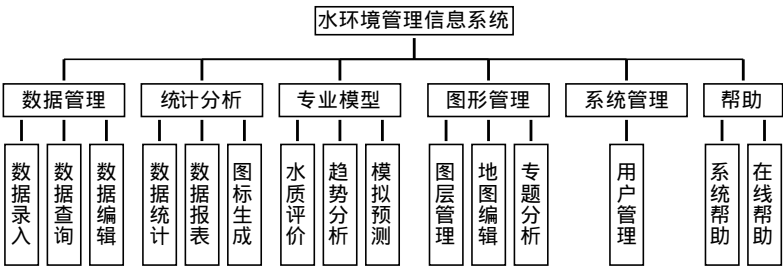


图1 水环境管理信息系统模块结构

3.2 系统数据库设计 水环境信息数据库是水环境管理信息系统实现的基础,也是系统各部分间信息传递的中转站。由于全国水环境数据结构比较复杂,具有数据量大、结构复杂、时空数据密切相关等特性,因此,建立水环境信息数据库是系统开发的重点内容和基本工作^[2]。数据库包括水环境站点图形数据库和水质属性数据库两大组成部分,其中图形数据库在 ArcGIS 软件系统中通过构建相应的图层,生成 MXD 工程文件,以便在嵌入式 GIS 系统 ArcGIS Engine 中直接调用;属性数据库采用 Microsoft Access2003数据库管理系统进行设计,包括数据字典、流域、文档管理、水质评价成果以及特征值统计等数据表。

3.3 系统专业模型选择

3.3.1 水质评价方法 水质评价的目的是为了了解水体的污染状况,进而评价水资源的优劣及其可利用程度,是计算水环境容量和水资源系统规划的基础,水质评价一般步骤包括:确定评价范围、资料调查评估、确定评价参数、建立评价模式、进行模拟计算、给出评价结论等^[3,4]。其中的评价模式,就是通常所说的评价方法,它对水资源的质量准确性起关键作用。

自开展水质评价以来,国内外已开发出几十种水质评价方法,目前常用的评价方法有层次分析法、模糊评价法、灰色评价法、物元分析法、污染指数法、单指标评价法等。除了单指标评价法外,其它方法均属于综合评价法。综合评价法能更全面的反映水体污染的综合情况,但需要一定的适用条件,需要根据所评价水体的污染类型、评价目的、区域尺度、评价参数、检测水平等情况选用,对于全国尺度而言,水

体类型多样、污染因素复杂,综合评价法并不适合。因此,为使全国范围内的水质评价结果具有可比性,本系统选用单指标评价法进行水质评价,评价标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)。评价项目有 pH 值、溶解氧、化学耗氧量、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮等。

3.3.2 趋势分析模型 水质趋势分析是水质评价的主要组成部分,其目的是为了掌握水环境随时间的变化规律。目前常用的趋势分析方法有:图解法、时间序列分析法、基于参数检验的回归分析法以及非参数检验法等^[5,6]。水质数据具有非正态分布的特点,鉴于全国重点水质测站具有长时间序列的监测数据,因此适合运用季节性 Kendall 检验法来判断水质趋势的升降;同时运用季节性 Kendall 检验的斜率估计方法对水质变化趋势的强弱进行估算;此外,为了判断水质趋势是否是由于流量变化引起,本系统中定义了剔除流量对水质浓度影响的检验方法,即流量调节浓度检验。

3.3.3 水质预测模型 河流水质模型中相对简单的是一维水质模型,当河流实际的断面浓度分布与断面浓度的平均值偏差不大时常采用一维水污染预测模型,它主要研究污染物浓度沿程的变化以及各断面上的污染物浓度随时间的变化,其中河流一维稳态水质模型最为常见。河流一维稳态水质模型主要适用于河水流速较小的小型河道,岸边排放的污染物能在较短的时间内与河水混合均匀。如当非保守物质处于一级反应状态,忽略纵向紊动扩散,无源汇项的均匀河槽中的准动态水质模型^[7,8]。

依据不同的水动力条件、污染源特征等情况,水质预测模型可分为单组分稳定排污模型、河流水温模型、BOD-DO 耦合模型及瞬时排污水质模型,按照不同情况下水质模型的表达式,进行实现专业模块的系统编程,并将其集成在基于 ESRI ArcGIS Engine 开发的水环境管理信息系统中,从而使得本系统具备强大的专业模型分析功能,更具专业性和实用性。

4 水环境管理信息系统研发实践

4.1 水环境管理信息系统的功能组成 全国水环境管理信息系统由各个功能模块组成,包括数据输入模块、数据处理模块、查询检索模块、成果输出模块、系统帮助模块、系统管理模块等。其功能模块的结构见图 1 所示。

4.2 系统主要功能的实现 登录系统后,进入系统运行主界面(图 2),系统主界面包括菜单栏、工具条、空间图层展示区、状态栏、测站树形查询目录等内容。地图视图中显示了全国重点水质测站的空间分布位置,并包括流域、水系、行政区界、行政中心位置等地图信息;通过测站树形目录可以选择要查询的测站,在图层上对应显示流域、测站信息。



图2 全国水环境信息管理系统运行主界面

系统的工具栏、内容栏、以及地图视图等功能的实现分别调用了嵌入式 GIS 组件系统 ArcGIS Engine 中的 ToolBarControl、TOCControl、MapControl 及 PageLayoutControl 等开发控件,实现了基本的 GIS 功能(如图

形缩放、漫游、图层管理、专题地图生成以及页面布局的生成等)。系统还集成了多个水环境专业模型(图3),实现对全国重点水质测站监测数据的水质评价、水质趋势分析以及水环境预测等功能。各专业模型可通过操作菜单栏和工具条调出,具有单独的运行界面。系统还具有水环境数据的统计分析、报表、查询功能(图形查询、属性查询及条件查询等)。应用状态栏控件实现了显示当前地图状态、操作提示以及版权信息等功能。

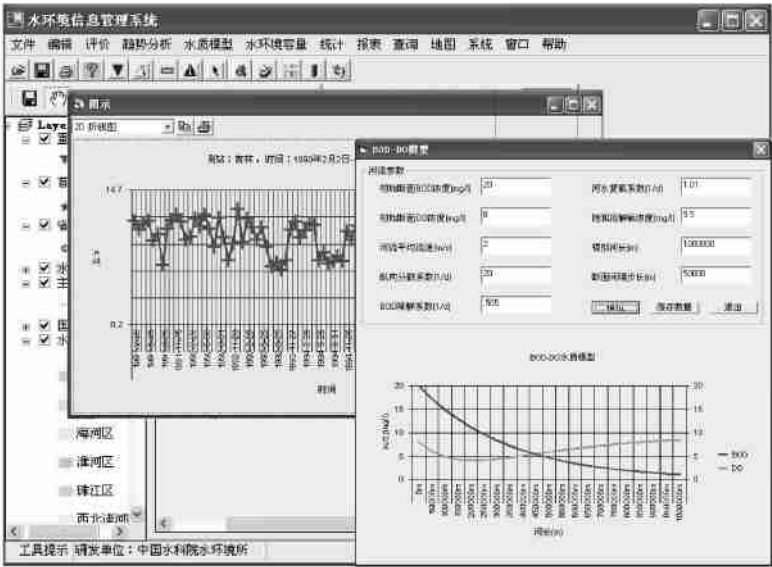


图3 水环境模型模块及结果可视化

5 结语

基于 ArcGIS Engine 嵌入式 GIS 组件技术,开发了全国重点水质测站的水环境管理信息系统。该系统不仅实现了常用的 GIS 功能(如图形缩放、漫游、图层管理、图形与属性的互操作等),还将水环境专业模型集成在本系统中,实现了水质测站长时间序列数据的评价、趋势分析以及水质预测等专业分析功能。该系统的构建和运行,不仅实现了全国 160 多个重点水质测站数据的存储、查询、评价和可视化分析管理,而且也提高了水利部水环境评价研究中心为国家决策部门和公众服务的质量和效率,对于促进我国水环境管理方式的变革、实现水利信息化具有重要的意义。

参 考 文 献:

[1] 张斌. 基于 ArcGIS Engine 的 GIS 开发技术[J]. 武汉大学研究生学报(自然科学版), 2004, 21(3): 173- 176.
[2] 王世岩, 彭文启, 庞治国. 基于 ArcIMS 的全国水环境 WebGIS 信息系统设计与实现[J]. 水利水电技术, 2006, 37(4): 9- 12, 18.
[3] 郭金松, 王红, 龙腾锐. 水资源水质评价方法分析与进展[J]. 重庆环境科学, 1999, 21(6): 1- 3.
[4] 彭文启, 张详伟, 等. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
[5] 范金城, 梅长林. 数据分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
[6] 胡上序, 陈德钊. 观测数据的分析与处理[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1996.
[7] 傅国伟. 河流水质数学模型及其模拟计算[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1987.
[8] 徐孝平. 环境水力学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1991. 10.

Design and realization of national water environment management information system based on ArcGIS Engine

WANG Shi-yan¹, PENG Wen-qi¹, LI Zhen-hai¹, HAN Tao²

(1. Department of Water Environment, IWHR, Beijing 100038, China;

2. Yellow River Resources Protection Research Institute, Zhengzhou 450004, China)

Abstract: Based on ArcGIS Engine 9.0, one of the embedded GIS (Geographic Information System) module systems, a water environment management information system for national key water quality stations has been designed and developed, which includes functions of data storage in database, information inquiry, statistical analysis and graphics visualization of long-term water quality data for more than 160 key water quality stations in the whole country. Some specialized models of water environment have been integrated in the information system, such as water quality assessment, water quality trend analysis and water quality forecasting modeling, thus enhancing the system's professional functions and practicability. The study is very important for the Water Environmental Evaluation Research Center of the Ministry of Water Resources to improve the service quality and efficiency. It would also promote the innovation of water environment management and informationization realization in the sector of water resources.

Key words: water environment; management information system; ArcGIS Engine

(责任编辑: 韩 昆)

(上接第 190 页)

Reliability analysis of identification test of dispersive clay

WEI Ying-qi, WEN Yan-feng, CAI Hong, BIAN Jing-hong

(Dept. of Geotechnical Engineering, IWHR, Beijing 100044, China)

Abstract: In order to analyze the reliability of different identification methods of testing dispersive clay, test results for 34 cohesive soil samples taken from 10 projects are reviewed, which were obtained in past two decades and more in the laboratory of China Institute of Water Resources and Hydropower Research. Five kinds of identifying methods are used to each sample. The results show that their dispersivities are not related to their physical properties, but are closely related to their pH values. Limitation of the current testing methods is discussed. A method of increasing the reliability of the pinhole testing method is proposed.

Key words: dispersive clay; identification method; reliability; pinhole testing method

(责任编辑: 韩 昆)