

基于 ArcEngine 的淮河流域水资源论证信息查询系统开发

陈 才¹ 陈 喜¹ 欣金彪²

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 水利部淮河水利委员会, 安徽 蚌埠 233001)

摘要 阐述基于 ArcEngine 的淮河流域水资源论证信息查询系统的需求分析、功能、结构及数据库设计。采用 ArcEngine 组件与 VB 可视化程序语言进行系统开发, 实现淮河流域空间与属性信息的图表化显示、信息查询、统计分析和报表输出等功能, 实现水资源公报、水资源论证数据与专题化地图的一体化管理, 为淮河流域水资源开发利用规划以及水资源行政管理提供决策支持。

关键词 水资源论证 淮河流域 数据库 GIS ArcEngine 组件

中图分类号: TV213.4; TP311.52

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2010)S1-0050-04

地理信息系统(Geographic information system, 简称 GIS)是用于采集、处理、检索、分析和表达地理空间数据的计算机信息系统^[1]。传统的 GIS 技术有着开发负担过重、系统集成困难、二次开发语言复杂等问题。组件式地理信息系统(COMGIS)将 GIS 控件嵌入通用的开发环境中实现一般的 GIS 功能, 利用可视化开发语言实现专业应用功能^[2]。COMGIS 可缩短程序开发周期, 程序易于移植、便于维护、开发成本低, 是目前中小型应用系统开发的主流技术^[3]。GIS 在空间数据和属性数据的一体化管理方面仍有很多缺陷^[4], 需要借助于功能强大的 SQL SERVER 外部数据库来存储和处理海量数据。

淮河流域及山东半岛统称淮河流域片, 地处我国东部, 介于黄河和长江两大流域之间, 西起桐柏山、伏牛山, 东临黄河, 南以大别山与长江流域为界, 北以黄河南堤和沂蒙山为界。淮河流域由淮河及沂沭泗两大水系组成, 湖泊众多, 水资源量年际变化大, 年内和空间分配不均。实现淮河流域片水资源信息化管理是水资源科学、高效管理的重要措施之一, 既符合“数字地球”的浪潮, 又可以为水资源开发利用规划以及水资源行政管理提供辅助决策支持。开发淮河流域片水资源论证信息查询系统是水资源行政管理部门办公自动化的目标, 能为淮河流域水资源利用、水资源保护、水资源评价、水资源规划以及水资源管理和公众信息等业务提供全过程和全方位的决策信息支持。

笔者将淮河流域水资源论证数据与地理空间数

据相结合, 高效地管理水文、水情、水资源论证及流域空间地图信息。基于 ArcEngine 组件并结合 VB 可视化程序语言开发了淮河流域水资源论证信息查询系统(以下简称系统), 提供专题地图化的水资源公报统计分析和高效率的水资源论证信息管理以及直观的地理数据表现。

1 系统设计

系统的主要功能是实现水资源公报和水资源论证数据的输入、查询、更新和统计, 以及淮河流域空间与属性数据查询, 并以柱状图、饼状图、过程线和等值线等直观形式表现出来。水资源论证数据库包含了水文、工程、社会经济等各个方面的信息, 因此在开发设计系统结构时, 既要使其总体结构具有较高的灵活性、可扩充性、可维护性, 又要保证数据的可靠、有效、完整, 为子系统提供多种形式的接口功能, 以适应水资源日常管理的需要^[5]。

1.1 开发方案的选择

GIS 软件在水文行业的应用已十分广泛, 但 GIS 软件功能庞大、体系复杂, 熟悉和掌握这些系统对于一般用户来讲比较困难, 且大多数用户只需 GIS 中的一部分功能。因此系统应用层根据用户需求, 将专业的 GIS 工具软件(ArcEngine 组件)与通用的软件开发工具(VB 可视化程序语言)进行集成开发, 实现地理信息系统的各种功能和专业功能。这种集成方式不仅减少了编程工作量, 缩短了程序的开发周期, 而且系统可靠性好、易于移植、便于维护^[6], 用户

界面更友好 程序更加灵活、简便。

系统采用 C/S 模式实现局域网内数据共享。C/S 模式采用配对的点对点结构模式,适用于局域网、安全性比较好的网络协议。为了加强对用户的管理,系统设置不同的访问权限,管理员拥有信息管理和用户管理的权限,普通用户仅拥有信息查询的权限。系统具有数据备份与恢复功能,当数据库中的数据遭到破坏时可以恢复备份的数据库。

1.2 结构设计

在设计系统功能时,要求各模块相互独立,且模块稳定性好,操作可靠,数据处理方法力求科学、合理、实用^[7]。根据这一要求确定系统的总体结构如图 1 所示。从图 1 可以看出,系统的总体架构是以专题地图数据库、基础地图数据库和水资源论证数据库为基础数据,分别通过测站及区域的 ID 唯一关联。系统运用 ADO 数据库管理以及 ArcEngine 组件操作数据库,实现信息查询、统计分析、报表生成、专题地图生成等各种功能。各功能模块详细设计如下:

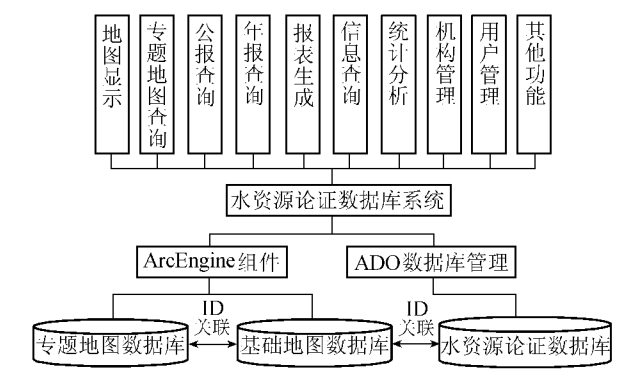


图 1 系统总体结构

a. GIS 功能模块:实现与 GIS 有关的功能,包括地图的显示、放大、缩小、移动、属性信息的框选和单击查询;实现水资源量柱状图、用水信息、供水信息等专题地图显示功能;实现降雨等值线的实时绘制功能;实现专题地图的自动更新功能。针对此需求,系统采用面向对象的数据库来管理空间和属性数据,设计高效的数据结构,优化组织数据,以方便对数据的管理。

b. 水资源公报查询模块:实现与水资源公报有关的功能,包括水资源公报数据的查询、修改、删除、Excel 批量导入、报表生成等功能,数据格式以水资源公报、年报印本的格式要求为准;实现统计分析 C_s (偏态系数)、 C_v (离势系数)、多年平均值、最大值、最小值等特征值的功能;并能采用多种图形(如折线图、柱状图等)来表示,以期发现其中的变化规律,主要包括多站多年的流量、降雨量图形显示,同一站点多年和多年平均的图形显示。

c. 水资源论证查询模块:实现与水资源论证有

关的功能,包括水资源论证数据的查询、修改、删除、Excel 导入、报表生成等功能;实现根据行政区、水源地、取水有效期、取水用途、用水行业等组合式查询取水审批、批复时间、取水量、取水流量等功能;实现取水批复、水资源管理大事的查询、浏览、打印等功能。

d. 数据库管理模块:该模块功能主要包括数据库的备份、恢复,公报数据的一键导入、导出和设置数据源等功能。

1.3 数据库设计

系统数据库在逻辑上可分为空间数据库、专题图数据库和水资源论证数据库三部分。其中,空间数据库用于描述空间地理对象的属性,是对点、线、面特征的操作,其内容包括流域示意图、地区图、分区水系图及其对应的属性数据。专题图数据库用来描述空间地理对象属性的统计特征,包括水资源量柱状图、用水信息、供水信息、水质信息饼状图和降雨等值线图。水资源论证数据库包含海量信息,采用 SQL Server 数据库存储。其中,水资源公报的基本内容主要包括经济社会指标数据集、水文信息集、水质信息集。经济社会指标主要包括各流域分区和省市的国内生产总值、工业增加值、农业灌溉面积等,水文信息主要包括淮河流域代表站降雨量、分区降雨量、径流量、地表及地下水资源量、水库蓄水动态、地下水降落漏斗等;水质信息主要包括河流、湖泊、省界水体、地表水达标水质、饮用水水质等。水资源论证数据的基本内容主要包括各行业取水许可、各省取水许可、取水许可换证发证审批情况和水资源费征收使用、水资源管理大事、水资源管理机构及人员情况等。

空间数据、专题图数据和水资源论证数据虽然采用分开存储的方式,但是它们之间又有严格的对应关系。本系统在开发中充分考虑到这一点,分别建立主键唯一标识,根据测站及区域的 ID 相互关联。

2 系统功能实现

系统为 GIS 图提供了专用工具栏,用户可以直接点击相应按钮操作 GIS 图。系统提供了菜单栏和树形菜单为水资源论证数据提供便利、明确的操作导航,菜单标准统一,系统主界面如图 2 所示。在查询基础数据地图的同时可以在 GIS 图上查询属性数据,还能根据属性数据生成专题地图,如降雨等值线、水资源量分区柱状图、水质信息饼状图等。系统实现了水资源公报数据查询、年报查询、报表输出、水文要素数据的统计分析以及图表显示等各项功能。具体实现方法如下:

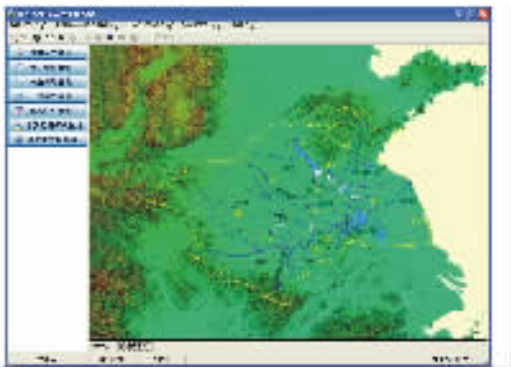


图2 系统主界面

2.1 专题地图的自动更新

通常采用 Arcinfo、Mapinfo 等 GIS 软件人工绘制空间属性数据的专题地图,需要逐条输入属性数据和渲染专题地图,操作繁琐,且要求操作人员对 Arcinfo、Mapinfo 等软件十分熟悉,给专题地图的生成及更新带来不便。因此属性数据的一键式导入、专题地图的自动更新显得十分重要。该功能操作简单,查询方便灵活。系统借助于 ArcGIS 的 Geodatabase 数据库,利用 ADO 方法操作外部 Excel 表,一键式导入 SQL 数据库,实现 GIS 数据库的更新,生成淮河流域水资源量柱状图和用水信息、供水信息、水质信息等专题地图。系统采用克里金插值方法实现降雨等值线自动生成功能,以各雨量站点的坐标和降雨量作为输入矢量图层,通过 ArcEngine 组件生成降雨等值面和降雨等值线。

2.2 报表导入与生成

根据水文资料整编的要求设计了报表对象,主要包括表头、表内容、表尾等,实现了日、月、年统计表的显示与打印。系统包含有淮河流域 19 年(1998—2007 年)的公报数据,本系统通过 ADO 方法操作外部 SQL 数据库,实现 Excel 水资源公报表和单张数据表的一键式导入、导出。

2.3 降雨和流量的统计查询

系统采用 Teechart 7.0 控件绘制降雨量柱状图(图 3)和流量过程线(图 4),可以选择查询任意站点

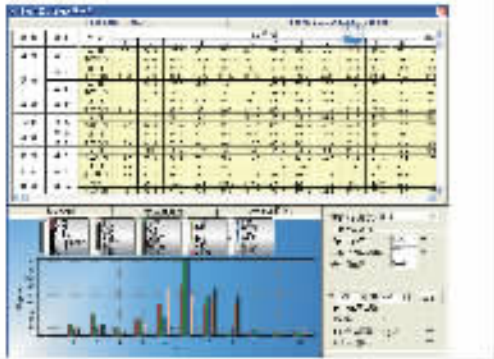


图3 降雨量柱状图

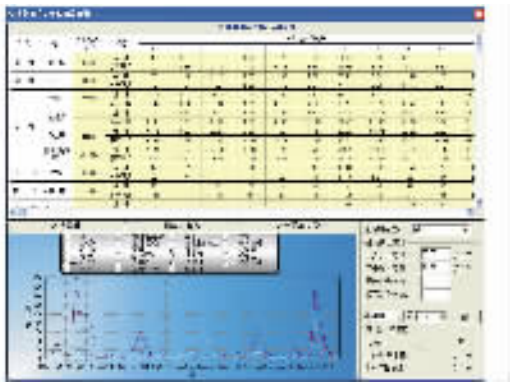


图4 流量过程线

及年份的降雨和流量,对比分析不同站点、不同年份的降雨量柱状图、径流过程线,可以发现水文现象的变化趋势以及相关性,可依据水文现象的相关性进行水文参数的推断以及解算;开发了同一站点不同年份与多年平均的降雨、流量对比图,并对降雨、径流特征做统计分析,计算水文特征参数,为水资源管理提供分析手段。

2.4 水资源论证数据库

系统开发面向用户的信息查询功能,应当根据用户关心的水资源论证主题来组织信息^[8]。系统为用户提供了丰富的查询组合方式,支持模糊查询、分级查询、联合查询流域取水情况。通过 SQL 语句查询淮河流域取水审批情况、各省取水许可情况、各行业取水情况及取水许可发证换证情况,也可以根据行政区、时间、取水水源、取水工程等分别查询取水审批量及设计流量,使淮河水资源论证信息化管理有效可行,具体功能界面如图 5 所示。系统采用二进制存储淮河水资源大事、批复文件和专家库等 SQL 大文本数据,利用 AcroPDF 控件管理图片数据,实现快速查询、浏览、编辑、打印等功能,在局域网内共享淮河重要大事、水资源论证批复文件等。

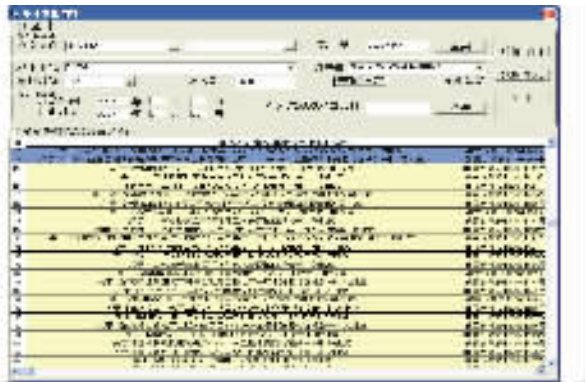


图5 取水许可审批界面

3 结 语

开发淮河流域片水资源论证数据库系统有利于全面、及时、准确地掌握全流域供水、用水、排水信息

以及重点监测断面的水文、水资源状况,可为淮河流域水资源论证报告书审查工作、取水许可审批管理提供重要依据,对淮河流域水资源综合利用、优化配置和管理决策有重要意义。

参考文献:

[1] 陈述彭,鲁学军,同成虎.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,2000.

[2] 丛方杰,王国利,肖传成,等.基于GIS组件技术的地下水资源管理信息系统的研究与开发[J].水文,2006,26(4):60-63.

[3] 诸云强,宫辉力,赵文吉,等.基于组件技术的地理信息系统二次开发:以地下水资源空间分析系统为例[J].地

理与地理信息科学,2003,19(1):16-19.

[4] 崔阳,王华,乔淑娟.基于GIS的空间数据库构建与应用研究[J].微计算机信息,2006,22(3):199-201.

[5] 吴小芳,胡月明,徐智勇,等.基于GIS的水文信息系统的设计与实现[J].水文,2007,27(4):71-74.

[6] 占才亮,张为,岳遥,等.基于GIS的洞庭湖区水沙信息数据库系统的设计与实现[J].科学技术与工程,2009,9(11):2983-2987.

[7] 刘书生,赵立鸿,杨磊.基于GIS技术电信基站管理系统的设计与实现[J].江苏地质,2004,28(4):224-227.

[8] 侯召成,翟宜峰,周惠成,等.基于Web GIS的防汛信息服务系统设计与实现[J].水利水电技术,2003,34(5):33-35.

(收稿日期 2010-03-23 编辑 骆超)

(上接第23页)

[2] 肖建红,施国庆,毛春梅,等.河流生态系统服务功能经济价值评价[J].水利经济,2008,26(1):9-25.

[3] 田运林.生态系统服务功能研究综述[J].中国环境管理干部学院学报,2008,18(2):46-64.

[4] COSTANZA R, ARGE R, GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 353: 253-260.

[5] SERAFY S E. Special section: forum on valuation of ecosystem services pricing the invaluable: the value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25: 25-27.

[6] GROOT R, WILSON M A, BOUMANS R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. Ecological Economics, 2002, 41: 393-408.

[7] GROOT R. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 75: 175-186.

[8] MA(Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and human well-being: synthesis[M]. Washington DC: Island Press, 2005.

[9] WALLACE K J. Classification of ecosystem services: problems and solutions[J]. Biological Conservation, 2007, 139: 235-246.

[10] HEIN L, KOPPEN K, GROOT R S, et al. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services[J]. Ecological Economics, 2007, 57: 209-228.

[11] EGOH B, ROUGET M, REYERS B, et al. Integrating ecosystem service into conservation assessments: a review[J]. Ecological Economics, 2007, 63: 714-721.

[12] 蔡庆华,唐涛,邓红兵.淡水生态系统服务及其评价指

标体系的探讨[J].应用生态学报,2003,14(1):135-138.

[13] 赵同谦,欧阳志云,王效科,等.中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].自然资源学报,2003,18(4):443-452.

[14] 王欢,韩霜,邓红兵,等.香溪河河流生态系统服务功能评价[J].生态学报,2006,26(9):2971-2978.

[15] 彭静,董哲仁,李翀.河流生态功能综合评价的层次决策分析方法[J].水资源保护,2008,24(1):45-48.

[16] COSTANZA R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed[J]. Biological Conservation, 2008, 141: 350-352.

[17] 董哲仁.河流生态系统研究的理论框架[J].水利学报,2009,40(2):129-137.

[18] 李恩宽.黄河河流系统功能分类研究[J].人民黄河,2009,31(6):20-22.

[19] FISHER B, TURNER R K, MORLING P. Defining and classifying ecosystem services for decision making[J]. Ecological Economics, 2009, 68: 643-653.

[20] FISHER B, TURNER R K. Ecosystem services: classification for valuation[J]. Biological Conservation, 2008, 141: 1167-1169.

[21] The global water system project(GWSP). Science framework and implementation activities: earth system science partnership[R]. GWSP: ESSP Report, 2005, 3: 10211.

[22] 康尔泗,陈仁升,张智慧,等.内陆河流域水文过程研究的一些科学问题[J].地球科学发展,2007,22(9):940-953.

[23] 欧阳志云,赵同谦,王效科,等.水生态服务功能分析及其间接价值评价[J].生态学报,2004,24(10):2091-2099.

[24] 陈尚,张朝晖,马艳,等.我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划[J].地球科学进展,2006,21(11):1127-1133.

(收稿日期 2009-12-22 编辑 高渭文)