

基于 Web 框架的连云港市水资源管理决策支持系统

朱成涛¹, 梁忠民¹, 孙宗凤²

(1. 河海大学水资源环境学院, 江苏 南京 210098; 2. 连云港市水利局, 江苏 连云港 222001)

摘要: 介绍基于 Web 框架的水资源管理决策支持系统的逻辑结构、数据库设计, 并以各类水资源信息为基础, 以 Web GIS 为平台, 采用 MapXtreme for windows 等工具开发了水资源信息的管理和决策支持系统软件。该软件系统不仅提供对各类信息的整理、查询等基本信息管理功能, 同时提供对信息的分析评价、预测和决策支持等功能。系统在 Intranet 环境下运行, 在电子地图上可以快速、方便地实现日常水资源管理的主要业务。最后以连云港市水资源管理决策支持系统的开发为例, 论述了水资源管理决策支持系统的框架结构设计、数据库和应用系统组成等主要内容。

关键词: 水资源管理; 决策支持系统; Web; GIS

中图分类号: TV214

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2005)S1-0153-04

随着水资源可持续利用战略的提出, 水资源管理需考虑的内容愈来愈多, 问题愈加复杂。基于计算机的水资源管理决策支持系统(WRMDSS), 以其及时的信息供给能力、较好的问题环境适应能力、方便的人机交互能力, 并能有效支持各层次决策而愈来愈成为管理人员制定科学决策的有效辅助工具^[1]。水资源管理决策支持系统发展的总的趋势是以先进的信息技术为依托, GIS 技术和水资源实时监控技术为支撑, 水资源专业模型为内核, 辅以人工智能技术, 实现对流域或区域水资源的实时监控、预测分析、优化调度和智能决策的目标, 为水资源管理提供有效的支持^[2]。

连云港市位于江苏省东北部, 地处沂沭泗水系下游, 是典型的水源型缺水城市。近年来, 随着经济的发展和城市化进程的加快, 城市供水规模不断扩大, 城区水污染也愈加严重, 水资源缺乏、水环境恶化等问题已经在一定程度上制约了经济的快速增长。在这种形势下, 水资源的信息分析、保护、节约、配置已显得尤为重要。从现代化水利建设对水资源信息管理的要求看, 必须建立一套 WRMDSS 以给决策者提供有效、迅速和方便的决策支持。传统的 WRMDSS 一般为基于客户机/服务器(C/S)模式下的体系结构, Web 技术和 Web GIS 技术的不断发展使得基于浏览器/服务器(B/S)模式下的 WRMDSS 的开发应用成为现实, 它使得管理者在不安装相关

软件的情况下即可通过浏览器进行水资源管理。本文以连云港市水资源管理决策支持系统的开发为例, 对如何建立一套 B/S 模式下的 WRMDSS 进行了探讨, 由于该系统的建设还处于一期阶段, 文章侧重于论述系统的框架结构设计、数据库和应用系统组成等。

1 系统总体设计

1.1 开发目标及设计原则

系统设计开发应以解决水资源管理问题为核心, 充分挖掘水量水质等水资源信息, 运用先进的计算机网络技术、水量水质模型技术和水资源配置评价方法, 综合考虑社会、经济、环境和水资源可持续发展, 针对不同部门之间、用户之间和城市生态之间的利益冲突, 提出水资源合理配置方案, 为水资源管理提供决策支持^[3]。

系统开发目标是建立一套以 Web GIS 为平台, 集水资源信息监测查询、分析评价、优化配置和决策支持为一体的 B/S 模式下的 WRMDSS。系统在设计开发阶段应遵循“准确性、实时性、实用性、可靠性、安全性、先进性和开放性相统一”的原则。

1.2 总体功能设计

系统应具备水行政管理、水政档案管理、用户 IC 卡智能水表管理、水资源信息监测存储、水资源信息分析评价、水资源信息预警、水量水质调度预测

和水资源合理配置等功能,其功能应涵盖水资源管理的各个方面。

1.3 逻辑结构框架

整个系统采用浏览器/服务器(Browser/Server)结构设计,逻辑结构如图1所示。系统包括遥测系统、服务器和客户端。遥测系统负责采集、传输取水口流量、地表(下)水位水质等数据,并将这些数据存储在SQL Server数据库服务器上。服务器包括Web服务器、数据库服务器和地图服务器。Web服务器采用微软的IIS(Internet Information Server),是系统的逻辑处理部分,用来实现与用户之间信息交互。数据库服务器采用微软的SQL Server,不仅包括遥测的数据,还包括管理信息、模型库、方法库和知识库等。Mapinfo公司的MapXtreme作为Map服务器,用来执行GIS功能^[4]。客户端由遍布在不同位置的支持HTML的浏览器组成,提供网页主控界面。客户端提交命令传于Web服务器后,Web服务器、数据库服务器和地图服务器之间进行通信交互,生成最终要显示给用户的页面或统计图表。Web服务器、数据库服务器和地图服务器可以在不同的计算机上,也可以在同一台计算机上。采用上述结构,系统实现了结合电子地图和页面进行实时监测信息查询、实时预警、决策支持和信息管理等功能^[5]。

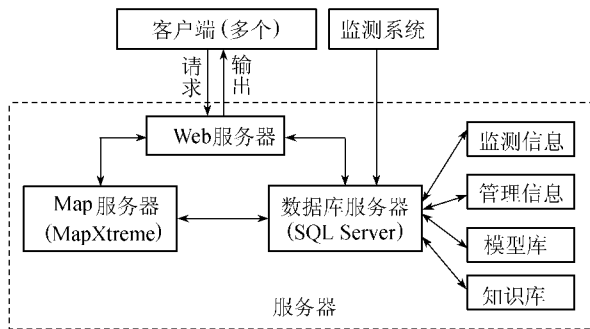


图1 决策支持系统逻辑结构

2 系统数据库设计

系统按照信息的空间特性把信息分为空间数据和综合数据两类(见图2)。空间数据是具有地理属性的实体,其图形对象由GIS Server管理,其对应的属性数据由RDBMS(关系型数据库管理系统)进行管理,图形对象和属性数据之间的链表、索引由GIS Server管理。综合数据库采用SQL Server 2000进行数据存储和管理,包括监测信息、管理信息、模型库和知识库等。

2.1 空间数据库

在地理信息系统中,数据主要有两类:一类主要是描述对象空间位置、形状和拓扑关系,称为图形数据;另一类是和地图对象对应的非空间属性信息,称

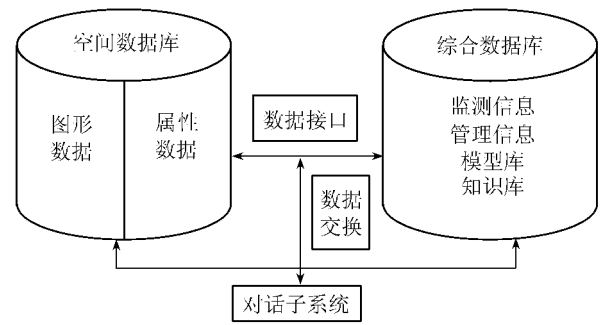


图2 决策支持系统数据库结构

为属性数据。

a. 图形数据。根据水资源管理的实际需要,一般可分为3类建立系统所需要的基本图层结构。其中,自然地理与社会经济类共7个图层,包括行政区划、河流、人口、耕地、工农业产值等;水利工程类包括了全市的截潜流工程、提水工程、河道取水口、地下水抽水井等10个图层;监测站点类包括河道水位监测点、深层地下水监测点、河道取水口监测点、地表(下)水质监测断面等8个图层^[6]。

b. 属性数据。属性数据存储在关系数据库的若干属性表中,它与空间图形数据通过一定的索引机制联系起来,一个属性表对应一个地图图层。属性表的主要作用是用于描述图形数据显示的地图对象,系统中与3类图形数据对应的属性数据表共有25个,主要是对自然地理、社会经济、水利工程和监测站点的相关描述信息。

2.2 综合数据库

由于水源管理涉及面广,综合数据库内容丰富且比较复杂,主要分为监测信息、管理信息、模型库和知识库4类。监测信息类包括河道水位、深层地下水位、取水口水量、地表(下)水质等监测数据;管理信息类包括水利法规、取水许可、水政档案和功能区划等各种信息;模型库包括模型输入数据、模型参数和模型计算结果等数据;知识库包括水资源管理中的决策经验和专家意见等信息。

3 水资源管理决策应用子系统

决策应用子系统是水资源管理决策支持系统的核心^[7],是根据水资源管理工作的需要进行设计,共分为9个子系统:水政管理子系统、档案管理子系统、水量水质调度预测子系统、IC卡水表智能管理子系统、水资源信息监测存储子系统、水资源信息分析评价子系统、水资源信息预警子系统、水资源合理配置子系统和新闻信息及后台管理子系统。

3.1 水政管理子系统

对水政管理中重点监察项目、水事矛盾、水事纠纷、边界矛盾、工程占用情况、执法队伍情况、水事案

件统计等信息,水资源管理中取水口、排污口、取水许可情况、水资源公报、水质公报、地下水监测、水资源规划等多种信息进行查询、统计和管理。

3.2 档案管理子系统

该子系统是以电子文档代替以往纸质文档对水政档案信息进行管理,管理内容为各类档案信息、开采井情况、河湖清障成果和计划用水等。该系统包括“信息录入”、“档案管理”和“信息查询”等功能模块,系统的应用将大大减轻档案管理的工作量和繁琐程度。

3.3 IC卡水表智能管理子系统

该子系统是根据节水科学管理的要求,将计算机、IC卡自动控制技术应用于用水单位取水管理的综合系统。智能IC卡安装后,用水单位只有在IC智能卡控制下,先充值才可以提水,否则就自动断水^[8]。该子系统是一个集售水、用水、遥测、查询、预警和统计分析于一体的综合管理系统,包括IC卡充值、IC卡智能水表、水量信息遥测和IC卡用户水量管理4个子系统。

3.4 水资源信息监测存储子系统

信息化建设是实现水资源管理现代化的重要基础之一,在大多数城市水资源监测系统已基本覆盖市区重要河道、湖泊、水库和深层地下水,监测内容包括水位、水量和水质等。市区重要监测点一般已实现信息自动采集,采集信息可通过遥测设备传送并存入中心数据库服务器,为水资源信息分析评价和决策支持提供信息平台。

3.5 水资源信息分析评价子系统

该子系统是对存入中心数据库服务器的水资源监测信息进行整理、分析和评价,评价内容主要包括城市饮用水源河道水量水质评价、重点地表水体水质评价、深层地下水水位分析和水质评价等,分析评价成果可直接以图形显示和报表打印方式进行发布。

3.6 水资源信息预警子系统

对实时监测信息进行分析,出现异常情况或超过限额快速预警,并提出处理方案,为管理人员提供决策支持。预警内容包括城市饮用水源河道水量水质预警、用户IC卡剩余水量及计划用水量预警、地下水超采预警、边界河流水质预警等。

3.7 水量水质调度预测子系统

根据研究区内的水质监测资料以及水文情势,通过建立市区河道水量水质预测模型,分析在现状河道水质情况下,利用电厂闸从蔷薇河调引一定水量进入市区河道,更换或稀释龙尾河、西盐河水体。该子系统主要解决的问题是如何最大限度地利用有限的水资源改善市区水环境。

3.8 水资源合理配置子系统

水资源管理的最终目标是实现水资源的优化配置,促进水资源的可持续利用。该子系统设有需水预测分析、可供水量分析、供需平衡分析、配置方案优化四大功能模块,为全市的水资源开发利用、配置决策提供技术支持^[9]。

3.9 新闻信息及后台管理子系统

在主页上提供多种方式的新闻显示和查看功能。新闻内容包括:水政水资源工作动态、连云港水利时讯、图片新闻、滚动公告、最新下载、媒体关注和时政与水利。为了系统后期维护的需要,建立后台管理系统,后台管理包括用户管理、新闻管理和数据库管理。

4 系统开发

4.1 运行环境及开发工具

系统运行硬件环境:要求服务器主频 2.0 GHz 以上,内存 1.0 GB 以上,硬盘 20 GB 以上。系统运行软件环境:操作系统采用 Windows 2000 server,配置 IIS 6.0,并安装 Service Pack 4 和 Microsoft .NET Framework 1.1。数据库管理系统采用 Microsoft SQL Server 2000; Web GIS 平台选用 MapXtreme for windows 3.0。

系统开发工具:Web 程序和数据库开发语言采用 ASP.NET,开发工具选用 Microsoft Visual Studio .NET 2003;Web GIS 开发采用 MapXtreme for windows 3.0,图形显示采用 TeeChart For NET^[10]。

4.2 开发研制成果实例

根据前述的系统总体框架设计,开发完成了连云港市水资源管理决策支持系统。系统充分挖掘了水政、防汛、环保等多个相关部门的内部网络资源,采用了最新的 Asp.net Web Form 和 Web GIS 网络信息技术,并运用了先进的水资源分析评价、水量水质调度预测和水资源优化配置模型技术。系统功能齐全实用,页面美观大方、操作简便。图 3 为连云港市水资源管理决策支持系统主页面,图 4 为各自备水



图 3 连云港市水资源管理决策支持系统主页面

单位 IC 卡系统管理页面,图 5 为全市地表水质监测断面管理页面,图 6 为全市重点地表水质监测断面水质分析评价。



图 4 各自备水单位 IC 卡系统管理页面



图 5 全市地表水质监测断面管理页面

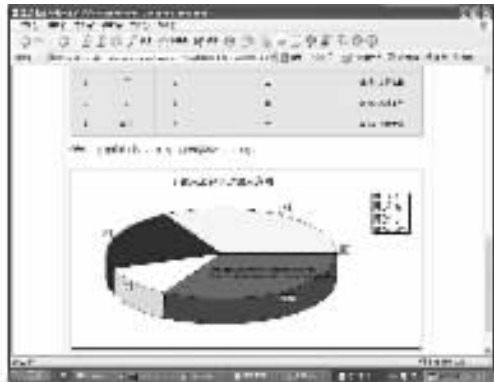


图 6 全市重点地表水质监测断面水质分析评价

5 结 语

随着水利现代化的发展,水资源管理决策支持系统在水资源管理中扮演了越来越重要的角色。连云港市水资源管理决策支持系统在系统逻辑功能设计中充分反映了水资源管理和决策实际工作的特点和流程;在技术上采用高起点,先进的 IC 卡智能水表系统、信息采集系统、通信网络系统和数据库系统的运用,保障信息采集安全可靠,传输快速、顺畅,存储查询方便、快捷;软件系统开发使用了最新的 Asp.net Web Form 技术和 Web GIS 技术,使系统运

行稳定可靠、信息交互安全高效、系统维护更加便捷、GIS 查询无处不在。系统以自动监测的各类水资源信息为基础,同时耦合和挖掘了其他行业和部门的多元相关信息,不仅对获取信息进行整理、查询,同时还提供对分析、评价、预测、配置和决策支持等功能,其功能基本涵盖了水资源管理的各个方面。该系统的成功开发将使连云港市水资源的业务和管理水平达到一个新的高度,也将对该地区的水利工作产生积极的促进作用,对于各地类似系统的开发具有较好的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 尚彩霞,李会安.水资源管理决策支持系统开发与应用[J].河南师范大学学报·自然科学版,1998,26(2):78-81.
- [2] 曾宪波.水资源管理决策支持系统总体构想[J].人民珠江,2002(4):58-60.
- [3] 梁季阳,蒋业放,成立,等.柴达木盆地水资源决策支持系统的设计与开发研究[J].自然资源学报,2000,15(1):80-85.
- [4] 罗云启,曾琨,罗毅.数字化地理信息系统建设与 MapInfo 高级应用[M].北京:希望电子出版社,2001:419-443.
- [5] 张文明,朱成涛,梁忠民,等.Web GIS 在水资源管理信息系统开发中的应用研究[C]//段尔焕,郑源,王鸿武.水利水电技术新进展.北京:原子能出版社,2005:9-13.
- [6] 陈刚,陈植华,李门楼,等.基于 GIS 的水资源管理信息系统[J].水文地质工程地质,1998(6):4-6.
- [7] 杨永德,林雁宏,李英,等.长江水利委员会水资源管理决策支持系统规划[J].人民长江,2003,34(2):47-48.
- [8] 朱荣辉,朱新银,朱慧玲.一体化 IC 卡水表[J].计算技术与自动化,2001,20(3):74-78.
- [9] 黄永基,马滇珍.区域水资源供需分析方法[M].南京:河海大学出版社,1990:1-257.
- [10] 张文增,赵冬斌,孙振国,等.ASP.NET—动态网页开发趋势[J].计算机工程,2002,28(3):7-9.

(收稿日期 2005-09-05 编辑 骆超)

(上接第 152 页)

4 结 语

淮安三站启动困难、机组运行超额定功率、装置效率低等问题与上游水位的雍高、下游水位低于设计水位以及机组方面等因素有关。因缺乏完整的实际运行过程的记录数据、检测资料,目前只能进行初步分析。按照本文方案,实施改造后可减小机组启动扬程 1.66 m,由此可以改善机组启动条件,能否彻底解决启动困难问题尚需运行实践验证。

(收稿日期 2005-03-08 编辑 马敏峰)