

水资源优化配置决策支持系统的设计研究

刘兴欢,王宜军,范兴业,陈 静

(连云港市水利局,江苏 连云港 222004)

摘要 :以水资源优化配置理论为基础,以水资源决策问题为中心,以辅助决策为宗旨,提出了水资源优化配置决策支持系统(WRDSS)的设计思路与原则,WRDSS 设计开发以数据库系统、模型库系统 and 人机交互系统为核心,根据配置时间分为面向规划年的水资源供需分析、水资源年度合理配置和实时优化配置三个方面,采用 C/S 与 B/S 相结合的体系结构构建基于网络的分布式的 WRDSS,C/S 部分主要为水资源优化配置工作的决策者或管理人员提供服务,B/S 部分主要是为用水单位等相关人员提供信息服务。

关键词 :水资源;优化配置;多目标;决策支持系统

中图分类号 :TP392 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-693X(2007)S2-0038-03

水资源优化配置决策支持系统(WRDSS)是以水资源优化配置理论为指导,综合利用各种数据、信息、知识,特别是模型技术,服务于水资源规划与管理,帮助决策者解决水资源优化配置问题的人机交互式的计算机软件系统^[1]。新一代的 WRDSS 应该以自动采集水资源信息为数据平台,具备综合信息分析、紧急情况报警、优化配置计算和辅助决策等功能,紧密结合日益成熟的 Web 技术,构建分布式 WRDSS 以适应各级部门各个用户的不同需求,充分利用的人工智能技术和专家的知识、经验,为水资源管理者提供决策支持。

1 系统设计思路

本文所研究的水资源优化配置决策支持系统的总体设计思路如下:

a. 由于水资源优化配置问题具有多目标群决策的特点,所以决策支持系统在协调各个配置目标时以公平与高效为基本分配原则,采用分布式体系结构,利用成熟的网络技术和 Web 技术,考虑不同部门的用水需求和多级部门决策者、专家和用户的决策意见,根据不同使用需求提供不同的信息服务。

b. 水资源配置决策所需要的数据量大、类型多,采集与通讯系统的准确性和可靠性问题尤为重要。新一代 WRDSS 充分利用先进的数据自动采集和传输技术,集信息自动处理、信息分析评价、水量

水质实时监控和紧急情况预警于一体。

c. 利用 Arc/GIS 技术实现大区域空间数据的分割与拼接,快速实现空间计算单元的划分和相应地理信息的提取,确定水源间的源汇关系、系统供求关系,快速生成相应的拓扑矩阵,运用 Web GIS 技术构建分布式的决策支持系统,让用户在不需要安装 GIS 软件时同样能享受 GIS 服务。

d. 由于水资源配置系统是一个半结构化的复杂系统工程,因此 WRDSS 以数据库系统、模型库系统和人机交互系统为核心。

2 系统功能组成和逻辑结构

2.1 系统总体功能设计

对水资源优化配置决策支持系统的功能设计可以从长期、中期和短期 3 方面来考虑:

a. 面向规划年的水资源供需分析。供需分析内容包括:不同频率可供水量计算、水资源需求预测、水资源优化配置和供需分析评价,让决策者对未来水资源状况有充分的了解,为水资源具体规划方案提供科学依据。

b. 水资源年度合理配置。年度合理配置内容包括:中长期来水预报、水资源需求预测和水资源优化配置,为决策者做水资源年度分配时提供合理方案。

c. 水资源实时优化配置。实时优化配置针对整个区域,考虑水源类型多,问题复杂。实时优化配

置内容包括 水源水量水质信息监测、用户水量水质信息监测、短(中)期水文预报、水资源需求预测、水资源优化配置和紧急情况预警等。对于水资源短缺的地区,用水紧急情况常常出现,所以该功能对于决策者来说尤为重要。

2.2 系统的逻辑结构框架

鉴于客户端/服务器(Client/Server)和浏览器/服务器(Browser/Server)两种体系各自的优缺点,整个系统的体系结构采用 C/S 与 B/S 相结合的方式(图 1)。其中 C/S 部分为水资源优化配置的决策者或管理人员提供服务,他们可以通过客户端程序进行参数率定、模型计算和配置决策等重要功能;B/S 部分为用水单位等相关人员提供信息服务,他们可以通过浏览器网页进行信息查询和交互等操作^[2]。

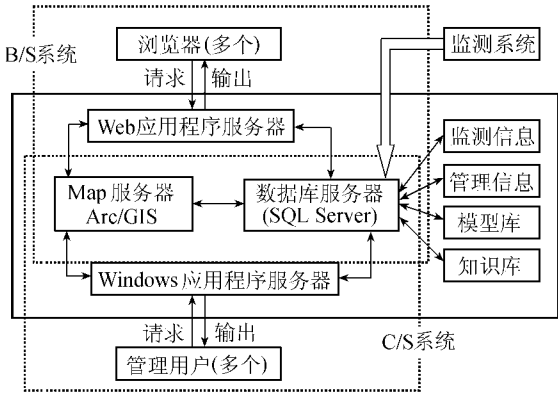


图 1 水资源优化配置决策支持系统逻辑结构

整个系统组成包括:监测系统、服务器、C/S 客户端和 B/S 客户端(浏览器)。监测系统负责采集、传输水源和用户的水量水质信息等,并将这些数据存储在 SQL Server 数据库服务器上。服务器包括数据库服务器、Map 服务器、Windows 应用程序服务器和 Web 应用程序服务器。数据库服务器采用 SQL Server,包括管理信息、监测信息、模型信息和知识库等。Map 服务器包含 C/S 与 B/S 两个部分,C/S 采用 ESRI 公司的 Arc/GIS 的一些功能模块,为 C/S 客户端提供 GIS 功能服务功能;B/S 系统采用 Mapinfo 公司的 MapXtreme,为 B/S 客户端提供 Web GIS 服务。Windows 应用程序服务器是安装在服务器端的 C/S 结构服务器程序,主要为 C/S 客户端提供交互服务。Web 应用程序服务器采用 IIS 6.0,是 B/S 系统的逻辑处理部分,用来实现服务器与浏览器之间信息交互。C/S 客户端是安装在个人计算机上的决策支持系统 Windows 客户端应用程序,Windows 客户端的使用者一般为决策者或管理人员。B/S 客户端由遍布在不同位置的支持 HTML 和 XML 的浏览器组成,浏览器端使用者一般为用水单位等相关人员。

3 数据库系统、模型库系统和人机交互系统

3.1 数据库系统设计

系统按照信息空间特性把信息分为空间数据和综合数据两类。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 进行数据存储和管理,包括管理信息、监测信息、模型信息和知识库等,见图 2。

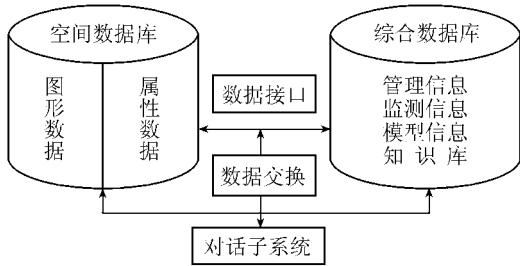


图 2 决策支持系统数据库系统结构

3.1.1 空间数据库

在地理信息系统中,数据主要有图形数据和属性数据两类。

a. 图形数据。根据水资源管理的实际需要,分 3 类建立系统所需要的基本图层结构。分别为:自然地理与社会经济类,包括行政区划、河流、人口、耕地、工农业产值等 7 个图层;水利工程类,包括区域截潜流工程、水库、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。

b. 属性数据。属性数据与空间图形数据通过一定的索引机制联系起来,属性表与地图图层相互对应,其作用是描述图形数据显示的地图对象。系统中三类图形数据对应的属性数据表共 25 个,对三类图形数据相关信息进行描述。

3.1.2 综合数据库

水源管理涉及面广,综合数据库内容主要分为管理信息、监测信息、模型信息和知识库 4 类。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;监测信息类包括水库河道水位、深层地下水位、取水口水量、地表(下)水质等监测数据;模型信息包括模型输入数据、模型计算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。

3.2 模型库系统设计

模型库系统由模型库和模型库管理系统两部分

组成^[3-4]。模型库在计算机中按一定组织结构形式存储多个模型集合体,是水资源优化配置进行各种计算的模型程序集合;模型库管理系统对模型库中的模型实施管理。决策支持系统通过数据流和操作流实现模型库管理系统调用,组织模型,完成模型间、人机交互系统与模型间信息交流,见图3。

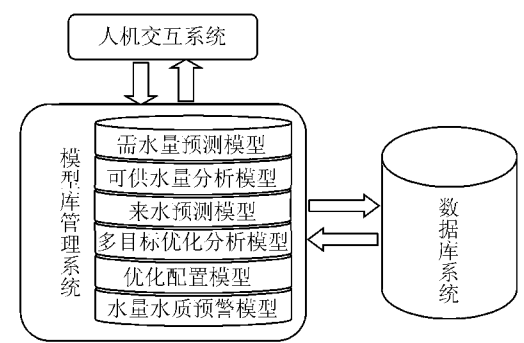


图3 模型库及模型库管理系统组织结构

水资源系统复杂,难以用单一模型来描述元素与元素的依存关系。本文应用系统分析理论将大系统分解为子系统、子系统分解为子子系统,把复杂的水资源优化配置问题分解成若干子问题,根据子问题内部约束机制或运转机制建立模型或子模型,最后将各模型有机统一。根据区域多目标水资源优化配置的需要,模型库具体由需水量预测模型、可供水量分析模型、来水预测模型、多目标优化分析模型、优化配置模型和水量水质预警模型等6个基本模型构成。

3.3 人机交互系统设计

人机交互系统是水资源优化配置决策支持系统的核心部分。本文人机交互系统包括C/S和B/S两种方式,C/S方式是需要安装的Windows用户操

作界面,B/S方式就是常见的Web页面方式,无论那种方式都是由输入、显示、对话、输出和帮助等部分组成。在决策的过程中,人机交互系统扮演着非常重要的角色,该过程由决策者、人机交互系统和模型库管理系统进行交互对话而实现。决策人员依据决策原则、自己的知识和经验、通过系统的人机交互界面(页面),修改模型参数,输入偏好信息,不断进行迭代计算,找到合理的水资源分配方案与配置结果。

4 结 语

本文以水资源优化配置理论为基础,以水资源决策问题为中心,以辅助决策为宗旨,提出了水资源优化配置决策支持系统(WRDSS)的设计思路与原则。WRDSS的设计以自动采集水资源信息为数据平台,紧密结合日益成熟的Web技术和WebGIS技术构建分布式的WRDSS,从而更大范围的考虑多级部门决策者、专家和用户的决策意见。

参考文献:

[1] 杨志清. 21世纪水资源展望[J]. 水资源保护, 2004(4): 66-68.
 [2] 朱成涛, 梁忠民. 基于Web框架的连云港市水资源管理决策支持系统[J]. 水利水电科技进展, 2005, 25(S1): 153-156.
 [3] 孙翠清. 区域水资源优化配置的控制论模型[D]. 南京: 河海大学, 2005.
 [4] 袁洪州. 区域水资源优化配置的大系统分解协调模型研究[D]. 南京: 河海大学, 2005.

(收稿日期: 2007-07-13 编辑: 高渭文)

(上接第37页)

参考文献:

[1] 尹静, 王景峰, 龚泰石. 饮用水深度净化技术应用研究进展[R]//中华预防医学会首届学术年会论文集, 济南: 中华预防医学会, 2002: 1-2.
 [2] 周娟娟, 胡中华. 生物活性炭技术(BAC)进展与应用[J]. 西南给排水, 2003, 25(2): 13-17.
 [3] 王雪峰, 朱天宇. 臭氧生物活性炭饮用水深度处理工艺及其优化[J]. 河海大学常州分校学报, 2002, 16(4): 32-36.
 [4] 孔令宇, 张晓健, 王占生. 臭氧生物活性炭组合工艺中最佳臭氧投加剂量的确定[J]. 环境科学, 2006, 26(7): 1344-1347.

[5] 李灵芝, 王占生. 臭氧-活性炭组合工艺对饮用水中环境AOC的去除[J]. 科学与技术, 2003, 26(5): 45-47.
 [6] RITTMANN B E, DHAM S A. Are membrane bioreactors ready for widespread application?[J]. Environ Sci Technol, 2005, 10(1): 398-405.
 [7] 于鑫, 张晓健, 王占生. 饮用水生物处理的膜生态学研究进展[J]. 中国给水排水, 2003, 19(6): 29-31.
 [8] STEPHEN S T. 张树国, 李咏梅, 译. 膜生物反应器污水处理技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 149-153.
 [9] 付婉霞, 聂正武, 高杰, 等. 饮用水氨氮的去除方法综述[J]. 能源环境保护, 2006, 20(3): 15-17.
 [10] 夏四清, 高廷耀. 受污染饮用水源的生物预处理技术[J]. 上海环境科学, 2000, 19(6): 285-287.

(收稿日期: 2007-09-24 编辑: 高渭文)