

石头河水库灌区灌排信息管理决策支持系统^{*}

王吉成

(西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 应用决策支持系统的原理, 开发研制了陕西省石头河水库灌区灌排信息管理决策支持系统。该系统集成了数据采集与传输、数据库管理、水文预报、用水计划编制、兴利调度计划编制、系统维护 6 个子系统, 于 2002 年石头河水库调度得到应用, 编制了该水库年度供水计划、水库兴利调度计划和水库优化调度方案。

[关键词] 石头河水库; 灌排管理; 决策支持系统; 水库调度

[中图分类号] TV 697. 1⁺ 4; S274. 1

[文献标识码] A [文章编号] 1671-9387(2005)06-0127-04

灌排信息管理是灌区一项重要的日常工作, 我国大多数灌区结合实际情况研制和开发了一些用水计划管理软件, 推动了灌区现代化管理的进程^[1~5]。但由于各灌区地理条件、自然条件、工程条件和管理方法的差异, 实现真正意义上的通用计算机灌排管理仍然存在许多问题。陕西省石头河水库是一座以城市供水和灌溉为主, 结合发电、防洪、水产养殖等综合利用的大型水库。此前, 该灌区灌排信息的管理大多采用传统的管理办法, 在用水紧张期, 难以发挥工程的综合效益和实施水量的最佳调配。因此, 本文应用决策支持系统原理, 根据国内水库灌区信息管理的研制现状, 开发研制了陕西省石头河水库灌区灌排信息管理决策支持系统, 该系统集成了数据采集与传输、数据库管理、水文预报、用水计划编制、兴利调度计划编制、系统维护 6 个子系统, 编制了该灌区 2002 年水库年度供水计划、水库兴利调度计划和水库优化调度方案。

1 水库灌区灌排信息管理决策支持系统

1.1 总体结构设计

决策支持系统由人机交互系统(对话部件)、数据库系统(数据部件)和模型库系统(模型部件)构成^[6,7]。人机对话部件是用户输入必要的信息和数据, 控制决策支持系统的实际运行、输出系统运行情况和最后决策结果; 数据部件包括数据库和数据库管理系统, 其主要功能是存储决策支持系统数据, 利

用数据库管理系统对数据库数据进行录入、删除、修改、存储、检索、排序和统计等管理; 模型部件包括模型库和模型库管理系统, 主要用于存储决策支持系统的各种模型, 进行模型库的建立、维护和运行管理。实际决策支持系统的设计由模型部件、数据部件和综合部件三大部件组成。模型部件为决策支持系统提供组合模型, 完成决策问题的模型辅助决策; 数据部件为决策支持系统提供数据库文件, 完成决策数据的辅助决策; 综合部件按照决策问题的实际要求, 通过人机交互, 存取数据部件提供的数据, 进行数据处理和计算, 完成模型及模型组合的控制运行, 集成三部件并形成决策支持系统。

水库灌区运行是根据当年的供水计划、兴利调度计划和渡汛计划, 并根据实际水情对调度方案进行实时修正。首先, 根据历史水文、气象资料, 进行水文预报, 结合近年水库调度运行情况, 编制当年水库的供水计划、兴利调度计划和渡汛计划; 然后, 根据当年实际水文、气象状况, 进行调度方案修正、执行。

根据水库实际调度运行情况和决策支持系统的原理^[6,7], 本系统软件开发环境为 Windows 98, Visual Foxpro 6.0。硬件开发环境为 IBM PC 系列机及其兼容机。水库灌区灌排信息管理决策支持系统分为 DSS 运行结构、模型部件和数据部件三部分。总体结构分为运行结构设计和结构管理设计, 运行结构设计是指应用决策支持系统原理进行程序结构设计, 编制相应的计算机程序, 程序运行结果即为水库优化调度决策值; 管理结构设计则是完成模型库

* [收稿日期] 2004-12-30

[基金项目] 陕西省石头河水库优化调度决策支持系统研究项目

[作者简介] 王吉成(1968-), 男, 新疆昌吉人, 讲师, 在职硕士, 主要从事农业水土现代化研究。

管理和数据库管理, 实现决策支持系统模型共享和数据共享。

1.2 运行结构设计

运行结构设计主要包括总控程序设计和模型程序设计。总控程序设计是运行结构的关键, 其以程序形式实现模型部件的集成和数据部件的数据存取,

一般均通过总控程序来完成。

1.2.1 总控程序设计 总控程序设计包括人机交互设计和模型控制运行设计。人机交互设计主要采用窗口和菜单技术, 实现系统运行、中间计算及模型运算结果的输出。模型控制运行设计按照总控流程控制模型的运行。其系统总控结构如图 1 所示。

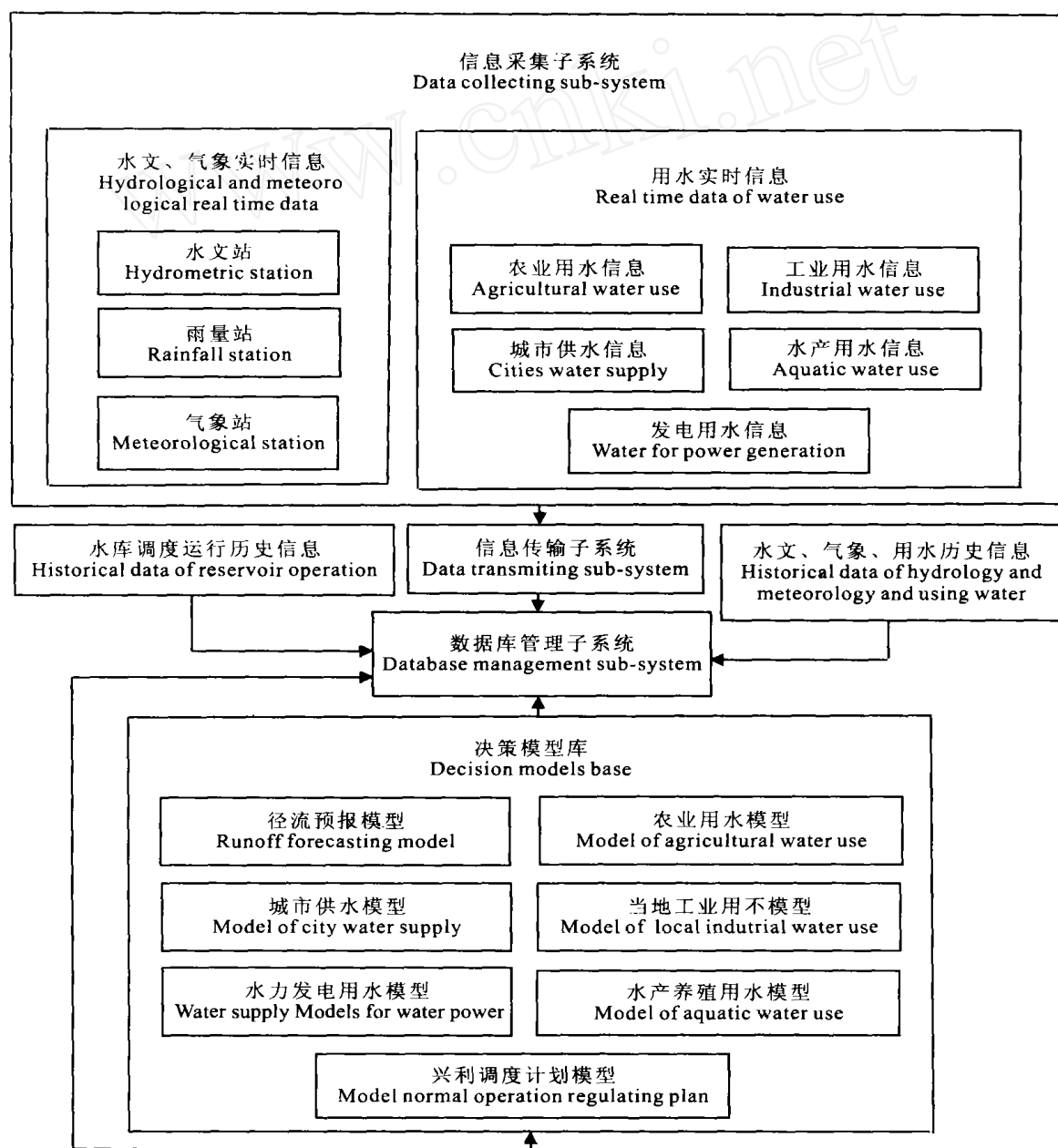


图 1 石头河水库灌区灌排信息决策支持系统的总体结构

Fig 1 General flow chart of the irrigation and drainage information management system of Shitouhe reservoir

(1) 数据采集与传输子系统 数据采集与传输子系统是利用石头河流域水文站、气象站及灌区内气象站、管理站、测水站现有数据采集设施(人工测报和自动测报)的实时采集数据, 通过通讯设施(电话、

计算机通讯)传输到数据库管理系统。

采集与传输的数据有: 流域水文站的流量、降水量、洪水、泥沙资料; 流域雨量站的降水量资料; 灌区设置监测站的流量、降水量资料; 灌区气象

资料(气温、日照、风速、大气湿度、水面蒸发、降水量、地温等); 灌区用水资料(各级渠道水位、流量、含沙量资料, 灌区地下水埋深资料, 农作物生长信息, 土壤墒情资料等); 水库水情资料(坝前水位、入库流量、泄水流量等)。

(2) 数据库管理子系统。数据库管理子系统存储采集与传输子系统的实时观测数据、系统历史数据、系统模型库以及系统运行结果, 实现系统内部各子系统的数据库共享及模型库数据与系统数据的管理(录入、存取、增加、删除、查询、打印等)。

(3) 水文预报子系统。水文预报子系统进行入库径流年预报、月预报、旬预报和入库洪水预报, 为用水计划子系统、兴利调度计划子系统、水库渡汛计划子系统等提供来水预报值。

(4) 用水计划子系统。用水计划包括农业、工业用水及城市供水计划。农业用水计划是根据灌区农业生产情况和水文预报子系统的中长期来水量预报值, 编制灌区年度用水计划、灌季用水计划、灌区渠系用水计划和灌区用水计划总结; 工业供水计划则根据企业与灌区双方供水协议来确定; 城市供水计划根据供水任务要求和水库年来来水量进行编制。

(5) 兴利调度计划子系统。水库兴利调度计划子系统是根据水文预报子系统的中长期来水量预报值、用水计划、当地工业用水计划、水产养殖用水计划、水力发电用水计划等, 进行水库当年年度兴利调节计算, 编制水库年度兴利调度计划。实际调度中, 一般按两种方式进行调节计算, 一是按照常规水库兴利调节计算; 二是调用优化调度子系统进行水库优化调度。

水库实时兴利调度子系统是根据水库当前的库存水量和实时预报入库水量, 以及各用户用水情况, 调用兴利调度计划子系统, 依据水库兴利调度计划进行水库实时兴利调度。优化调度子系统是根据水库入库径流过程和用水过程, 将水库的整个调度期按旬划分为若干个时段, 以水库的蓄水量或蓄水位和入库水量作为状态变量, 以水库放水量或电站出力或发电量作为决策变量, 构成一个多阶段决策过程, 分别以缺水量最小和发电量最大作为目标函数, 建立多阶段确定性动态规划数学模型。采用动态规划对水库首先按缺水量最小进行一次兴利优化调度, 在此优化基础上, 再按发电量最大进行二次兴利优化, 最后得到水库优化调度决策值。在实际调度中, 可按年调度、多年调度两种方案进行。该子系统可单独作为子系统运行, 也可作为水库兴利调度计

划子系统或水库实时兴利调度子系统等优化调度计算的子模块。

(6) 系统维护子系统。系统维护子系统是进行水库优化调度决策支持系统维护的子系统。包括系统初始化、数据库索引文件维护、操作员注册、系统参数设置和水文气象站定义等。

1.2.2 模型程序设计 根据图1所示的总体结构图, 水库灌区灌排信息管理决策支持系统模型程序分为三部分: (1) 水文预报模型程序。包括入库年径流概率预测模型程序、入库月径流预报的人工神经网络模型程序、入库旬径流预报的人工神经网络模型程序和入库洪水预报的人工神经网络模型程序; (2) 灌区用水计划编制程序。包括灌区年度用水计划、灌区渠系用水计划、灌区用水计划总结; (3) 水库调度运行模型程序。包括水库兴利调节计算程序、水库优化调度计算程序。

1.3 管理结构设计

管理结构设计主要包括模型库管理系统设计和数据库管理系统设计。模型库管理系统设计是管理结构设计的最大难点, 由于水库灌区灌排信息管理决策支持系统的模型为数学模型, 所以模型库管理系统借助数据库文件与模型程序, 将模型中的各级系数存入数据库文件中。

1.3.1 模型库设计 模型库由入库径流预报模型库、用水模型库和水库优化调度模型库组成。

1.3.2 数据库设计 数据库资料包括: 流域特征资料, 如河流特征资料、水文站分布、雨量站分布; 水库资料, 如水库特征资料、水位-库容曲线、入库流量、坝前水位、出库流量; 水文资料, 如逐日流量、水位资料; 气象资料, 如降水量、气温、风速、大气湿度、水面蒸发、日照、水汽压资料; 用水资料, 如农业用水资料、城市供水资料、当地工业用水资料、水力发电资料; 水库调度资料, 如兴利调度资料、渡汛调度资料、优化调度资料。

2 系统应用

石头河水库位于陕西省眉县斜峪关以上 1.5 km 处的温家山干流上, 控制流域面积 673 km², 是一座以灌溉为主, 结合发电、防洪、水产养殖等综合利用的水库。水库总库容 1.47 亿 m³, 有效库容 1.2 亿 m³, 设计年调节水量 2.70 亿 m³。

本系统于 2002 年开始应用于石头河水库调度。系统首先进行了 2002 年度来水过程和用水过程的预报和计算, 根据其来水过程和用水过程, 编制了石

头河水库年度供水计划、夏灌用水计划、冬灌用水计划、水库兴利调度计划, 分别对石头河水库 $P = 0.01\%$, $P = 0.1\%$, $P = 1\%$, $P = 2\%$ 和 $P = 5\%$ 的洪水过程进行了洪水调节计算, 编制了水库年度渡汛计划。在年度兴利调度计划和实时兴利调度中, 对水库进行了二次兴利优化调度: 一次优化结果为: 平均库水位 771.98 m, 平均蓄水量 4 924.18 万 m^3 , 平均出力 0.33 万 kW, 发电量 2 977.26 万 kW; 二次优化结果为: 平均库水位 775.33 m, 平均蓄水量 5 692.58 万 m^3 , 平均出力 0.47 万 kW, 发电量 4 224.67 万 kW。

3 结 论

本文在全面调查分析水库灌区运行管理现状的

基础上, 从水库实际运行管理角度出发, 应用决策支持系统的原理和方法, 以石头河水库为例, 开发研制了水库灌区灌排信息管理决策支持系统。本文的研究工作, 对于石头河灌区合理地进行水库调度和实施节约用水具有非常重要的现实意义。实际应用表明, 该系统具有一定的科学性, 而且可以降低水库运行成本, 提高管理效率, 增加决策的合理性。另外, 本系统对同类水库管理决策系统的研发, 具有一定的借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 何新林, 盛 东, 郭生练, 等. 内陆干旱灌区灌溉调度决策系统研究[J]. 中国农村水利水电, 2004, (7): 12- 14
- [2] 焦险峰, 徐 刚, 王 飞, 等. 中国旱作节水农业管理信息系统[J]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 48- 51
- [3] 夏继红, 周明耀. 农田灌溉决策支持系统与地理信息系统的集成化研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 41- 50
- [4] 杨 旻. 节约用水管理信息系统概述[J]. 科技情报开发与经济, 2003, 13(7): 189- 190
- [5] 夏国恩, 陈 建, 杨国才. 论决策支持系统在我国节水灌溉中的应用[J]. 计算机与农业, 2002, (12): 6- 8
- [6] 陈文伟. 智能决策技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998
- [7] 马芸生, 杜俊利. 决策支持系统与智能决策支持系统[M]. 北京: 中国纺织出版社, 1995

Irrigation and drainage information system of management and decision making in Shitouhe reservoir

WANG Ji-cheng

(College of Water Conservancy and Architectural Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this paper, the decision support system of irrigation and drainage management information in Shitouhe Reservoir is developed using the principle and method of decision support system. The system consists of 6 subsystems such as data collecting and transmitting, data management, hydrology forecast, drawing up water using plan, working out normal operation regulating plan, and system maintaining. The system was applied to Shitouhe Reservoir management practice in 2000, and also made water supply plan and normal operation regulating plan and optimum operation regulating plan.

Key words: Shitouhe Reservoir; irrigation and drainage management; decision support system; operation regulating of reservoir