

多级提水灌区水资源管理决策支持系统建设

吴佳鹏, 党志良, 周卫军

(西安理工大学水利水电学院, 陕西 西安 710048)

摘要 :多级提水灌区水资源调度决策信息具有信息量大、结构复杂、完备性差的特点。提出将决策支持系统(DSS)引入灌区水资源规划、管理、决策工作中,进行水资源信息的动态管理,建立多级提水灌区水资源管理决策支持系统的总体功能结构、数据库结构及模型库,给出系统的实现思路及其软硬件环境。

关键词 :水资源;多级提水灌区;决策支持系统(DSS)

中图分类号 :S274.3 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2006)01-0060-04

Water resources management DSS for multilevel lifting water irrigation districts

WU Jia-peng, DANG Zhi-liang, ZHOU Wei-jun

(The Faculty of Water Resources and Hydraulic Power, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract :In regard to the characteristics of water resources planning and management in multilevel lifting water irrigation districts, including mass information, complex structure, and scarce integrity, DSS was introduced for dynamic management of water resources information in irrigation districts. An integral function structure, database structure, and modelbase of water resources management DSS for multilevel lifting water irrigation districts were developed, and the thought and software and hardware conditions for realization of the system were also given.

Key words :water resources, multilevel lifting irrigation district; decision-making support system(DSS)

目前,国内大部分多级提水灌区的泵站技术要求、技术指标、相关原材料和设备的现行市场价格、灌区的规模和发展规划、作物品种结构、土壤状况、年降雨量和降雨分布情况,以及近 30~50 年来水文、气象的变化趋势等都是人工管理,其准确性和完整程度受到很大程度的限制^[1]。为实现多级提水灌区水资源的有效利用以及多级泵站的优化调度,建立灌区水资源管理决策支持系统,对水资源的供用信息进行有效管理是十分必要的。

灌区水资源管理决策支持系统是将 DSS 引入灌区水资源规划、管理、决策工作中的产物,是为水资源管理服务的动态管理系统。根据灌区水资源管理的特点,以水资源优化配置为目标,以现代数据库为核心,在计算机软硬件环境支持下,实现对相关信息的输入、存储、输出、更新(修改、增加、删除和插入)传输、保密、检索和计算等各种数据库技术的基本操作,并结合统计数学、管理分析、制图输出、预测评价模式和规划决策模型等各种应用软件,构成一个

复杂而有序的、具有完整功能的、研究水资源系统信息的技术系统工程。

1 系统的结构

多级提水灌区水资源管理决策支持系统(Water Resources Management DSS for Multilevel Lifting Water Irrigation District)是地理信息系统、决策支持系统、数据库技术、数学模拟和优化等多技术综合集成的动态管理系统,主要包括数据库、模型库和人机交互系统三部分,其结构见图 1,它们之间是通过 DSS 相互协调、协同工作的。在这个系统中,信息的运转要经过 5 个基本阶段,即数据采集—数据输入—数据处理—数据分析—数据输出。

在实际设计系统时,为便于组织和管理并使各子系统能组成联系紧密的整体,各子系统之间的分界面常常是模糊的,它们之间要有反复的反馈和协调。

1.1 人机界面系统

人机交互界面是用户与系统对话的工具,是决

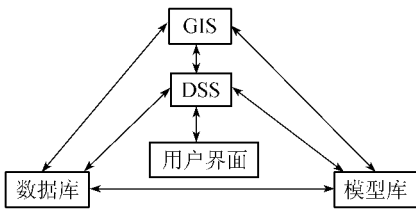


图1 系统结构

策者参与决策过程的媒介。用户界面主要包括三类：菜单式界面、命令式界面和表格式界面。多级提水灌区水资源管理决策支持系统采用模块式结构，界面设计采用 Windows 风格的多级中文下拉式菜单系统，供用户按需要逐级调用；提供屏幕窗口显示、菜单、按钮、对话框、文本框、表单、报表等给用户发布命令、输入数据和回答计算机的提问，能方便地选择和控制系统的工作流程；提供运行指南和联机帮助，人机交互功能强，无需专门计算机知识即可友好操作。在界面设计过程中，遵循用户尽量少输入、模式输出适应性和结果表达直观等原则。系统总体功能结构如图 2 所示。

1.2 数据库及其管理系统

1.2.1 系统数据分析

在构造对象之前，必须进行系统分析，明确设计目的和范围、用户的要求以及系统的效率和水平，然

后进行总体结构方案的制定，从而设计出系统的逻辑模型，包括处理过程、信息流程、功能组成和性能要求。

多级提水灌区水资源管理数据具有如下特点：

①数据量大、范围广，包含有社会、经济、环境、气象气候及水文水资源等信息；②数据结构复杂，数据不仅有时空结构，而且存在着各种复杂关系，信息流是双向的，即一项数据不仅是时间和空间的函数，而且还与其他数据项有关；③数据完备性差，因资料来源和调查口径的不同，数据结构存在着不协调和不统一，或者是数据项的定义不统一，使得调查人员有不同的理解，造成数据的可比性较差。

多级提水灌区水资源信息数据库的设计除数据库设计的一般原则外，还应遵守以下原则：①数据库要为用户的应用目标服务，为系统功能的实施提供数据支持，即必须满足水资源管理的需要；②数据应分类存储，即静态数据与动态数据分开，原始数据与结果数据分开，基础数据与应用数据分开等^[2,3]。依此原则根据多级提水灌区水资源数据的特点，得到水资源管理决策支持系统数据结构（图 3）。

数据库系统所有信息可以归为两类：空间数据库信息与属性数据库信息。空间数据库是特殊类型的数据库，它存储的信息是地理要素的空间位置、空

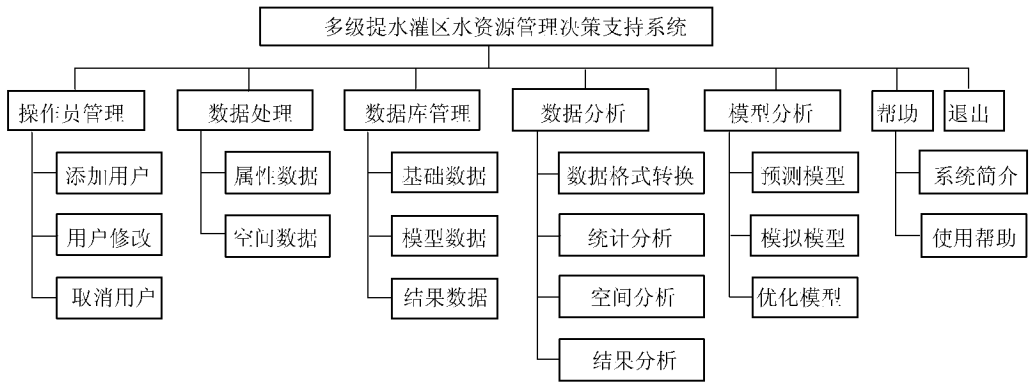


图2 系统主菜单结构

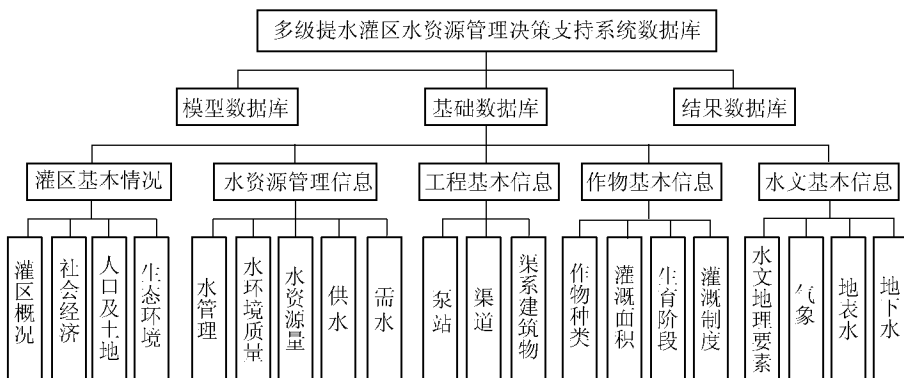


图3 多级提水灌区水资源管理决策支持系统数据库结构

间分布和空间拓扑关系。空间数据利用 MapInfo 强大的图形管理功能管理。图形图像处理的目的可视化显示地图信息和计算结果,图形由点(如水文站)、线(如河流)、面(如水库)构成,点、线、面是最基本的图元。将相同性质的图元放到一起管理,形成图层,多个图层构成工作空间(workspace)。每一个图层具有的性质用修饰来描述,图层对象可以直接调用几何对象。与图元有关的属性数据采用关系数据库结构存储与管理^[4]。

1.2.2 数据库系统设计

数据库设计的核心是数据模型,即数据库概念模型。数据库的逻辑结构应该按照三范式理论设计和建立,并注重数据库设计的规范性和不同模块间风格的统一,通过主键、外键及触发器保证参照完整性,通过有效性规则保证数据有效性,基本消除不一致和冗余,提高响应速度。

系统属性数据库使用 CASE(计算机辅助软件工程)工具 E-R(实体-联系)方法建模,模型中定义数据库模式(包括表定义、表关系定义、视图定义、索引定义、触发器定义、存储过程定义等)。空间数据库尚无成熟的空间数据概念设计方法可以直接引用。

空间数据与属性数据之间通过统一的地理编码和 ODBC 实现相互连接,如图 4。GIS 系统用 ODBC 访问 DBMS 上的信息,再结合本地的空间信息,生成常见地图,为管理和决策提供直观的信息支持。这种数据管理的优点是图形显示操作和数据处理可分离,且能通过图 4 关系实现动态双向查询,进行联动处理,提高数据的安全性和通用性,达到设计的要求,并能为以后建立数据库提供兼容操作^[5]。

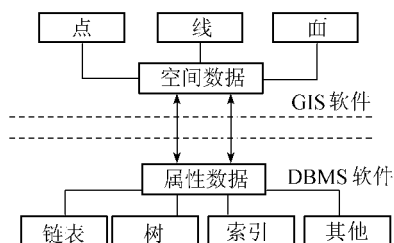


图 4 数据连接模型

1.2.3 数据库管理系统(DBMS)

DBMS 的主要功能是定义、管理、维护数据库。为了便于集成各管理模块的用户权限,开发了用户管理模块,在进入每个模块之前都要进行用户登录,检查用户的账号和口令,对不同权限的用户分配不同的功能。系统管理员可以利用该模块增加用户、删除用户、设置用户权限,一般用户可以通过用户管理模块修改自己的口令,查看自己的权限。

1.3 模型库

多级提水灌区水资源的管理决策主要包括两个

方面:①实现运行费用和缺水造成的减产损失之和最小的决策目标;②实现多级泵站的优化调度。二者涉及许多变量,各变量之间存在复杂的关系。要支持复杂的变量关系,必须建立模型,通过模型的建立将结构不良的决策问题转化为结构化的问题,给予决策者分析问题、比较各种方案的能力。模型库主要包括河流来水预测模型、作物需水预测模型、农业用水量预测模型、灌区用水优化调度模型和多级泵站优化调度模型。运用先进的需配水模型,在数据库管理系统的基础上,确定计算程序要求的常变量参数值,可以对来水及用水情况做出科学准确的预测,最终将有限的水资源在整个灌区内优化配置,使其发挥出最大的效益。

目前用得较多的模型在计算机中的表示方法有子程序表示法、数据表示法和逻辑表示法,本系统中使用子程序表示法和数据表示法。

2 系统的实现

2.1 系统实现思路

多级提水灌区水资源管理决策支持系统采用组件对象模型(COM)技术。COM 是微软公司提出的使编程对象或组件在二进制人工码上的重用标准,并基于 COM 技术产生了 OLE(Object Linking and Embedding,对象的连接与嵌入)、ActiveX 等技术。基于这种方法建立的代码模块能集成在其他软件或系统中,使程序设计和开发的工作量大大减轻。

系统利用 VB 6.0 开发的 GIS 应用程序,以 MapInfo 作为后台服务器来提供地理空间数据和管理图形化的地理数据,并生成各种统计、分析文件直观显示结果;系统的属性数据放在 SQLServer 7.0 中。VB 6.0 作为前台开发工具,负责组织实现用户所需的功能界面、控制系统进程等。由于数据在后台运行,可大大提高数据访问速度。通过 VB 6.0 的 ODBC 调用 SQLServer 7.0 中的数据,同时采用 OLE Automation 技术嵌入并生成 MapInfo 对象,利用回调函数进行前后台的信息交换,补充构成前台的应用环境,见图 5。

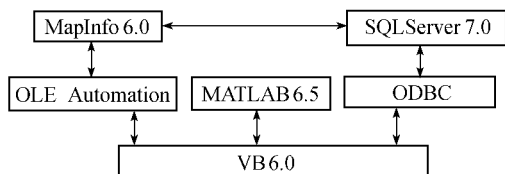


图 5 各开发工具间的关系

2.2 硬件环境

主机:PC 机,CPU:Pentium(II)366 以上;内存 64M 以上,显存 4M 以上;硬盘 20GB 以上;彩色显示

器,分辨率 800×600 以上;带光驱、软驱、扫描仪、打印机等。

2.3 软件环境

考虑软件功能的适应性与完备性及模型化能力和二次开发能力,根据水资源管理的特点、业务要求和现有条件,确定系统软件如下:

- a. 操作系统:Windows2000。
- b. 文字处理:Microsoft Office 2000。
- c. 系统开发工具:Visual Basic 6.0(最好安装 MSDN 联机帮助)。
- d. 模型开发工具:MATLAB 6.5。
- e. DBMS 软件:SQLServer 7.0。
- f. GIS 软件的选择:MapInfo 6.0。

3 结 语

作为多级提水灌区决策支持系统建设的核心之一的数据库的开发还有待进一步完善。由于管理不善、制度不健全、统计误差以及数据采集的滞后性,使一些数据不准确、不及时或不存。为保证灌区

决策支持系统的决策质量,一方面需要相关部门交流合作,加强资源共享;另一方面必须重视数据的分析、整理,在设计数据库时可以采用数据仓库、数据挖掘等新技术,如利用数据仓库技术识别有用的知识,进行全面、合理的数据管理;利用数据挖掘从中提取、精化新的模式。

参考文献:

- [1] 鲍峻科,陈建,刘峰.决策支持系统在泵站改造中的应用前景初探[J].计算机与农业,2003(2):9-10.
- [2] JIRACHEEWEE N, DRON G, MURTY V V N. Computerized database for optimal management of community irrigation systems in Thailand[J]. Agricultural Water Management, 1996, 31(3):237-251.
- [3] CHRIS C. Achieving good data management[J]. Water Engineering & Management, 1998(7):14-16.
- [4] 魏文秋,于建营.地理信息系统在水文学和水资源管理中的应用[J].水科学进展,1997(3):296-300.
- [5] 杨建强.松嫩盆地资源环境信息系统空间数据库的设计与开发[J].城市环境与城市生态,2000,13(4):17-19.

(收稿日期:2004-03-24 编辑:傅伟群)

(上接第 56 页)

基础研究和应用技术研究,跟踪发达国家的监测技术动态,以信息技术为基础,装备先进的水质监测仪器,运用各种高新技术手段,提高水质监控能力,为水环境标准化管理提供翔实可靠的监控信息。

充分利用流域现有的通信网和计算机网络系统,建立覆盖流域水资源监测实验室的计算机网络系统,实行全流域水资源实时监控管理,加速全国水环境监测系统向统一化、标准化发展,实现流域水环境综合评价,促进水环境的良性发展。

参考文献:

- [1] 李贵宝,郝红,张燕.我国水环境质量标准的发展[J].水利技术监督,2003(3):15-17.
- [2] 李贵宝,周怀东.我国水环境标准化的发展[J].水利技术监督,2003(4):1-3.
- [3] 刘晓茹,冯惠华,张燕.我国水环境有机污染现状与控制对策[J].水利技术监督,2003(5):58-60.
- [4] 张忠祥,钱易.城市可持续发展与水污染防治对策[M].北京:中国建筑工业出版社,1998:325-328.
- [5] 方伟.浅谈计量管理及标准化工作与可持续发展的关系[J].工业计量,2001(增刊):12-13.
- [6] 崔广柏,蒋洪庚,刘金涛.加入 WTO 后对我国水文水资源标准化的影响及对策[J].水利技术监督,2002(2):14-17.
- [7] 程光明.对标准化与资源水利的特点和关系的思考[J].

水利技术监督,1999(3):25-26.

- [8] 夏铮铮.经济全球化与标准化——加入 WTO 后中国标准化面临的新课题[J].中国标准化,2002(2):6-7.
- [9] 严子春,王晓丽.环境保护与可持续发展[J].重庆建筑大学学报:社会科学版,2000(2):35-38.
- [10] 张晓萍,陈梦玉.水价格与可持续发展[J].中国人口·资源与环境,2001,11(51):6-7.
- [11] 金子,李怡庭,李青山.浅谈中国水资源与可持续发展[J].东北水利水电,2001,19(11):9-10.
- [12] 席俊清,吴怀民,何金娣,等.我国环境监测采用国际标准的现状与对策建议[J].中国环境监测,2002,18(6):53-56.

(收稿日期:2005-01-06 编辑:傅伟群)

