

过水围堰施工导流联合泄流管理决策支持系统

方德斌¹, 王先甲¹, 胡志根²

(1. 武汉大学水利水电学院系统工程研究所, 武汉 430072;
2. 武汉大学水利水电学院施工研究所, 武汉 430072)

[摘要] 过水围堰施工导流联合泄流管理是典型的半结构化决策问题, 为此设计开发了过水围堰施工导流联合泄流管理决策支持系统(CDDSS)。系统地介绍了CDDSS的结构框架、设计原则、开发思路、决策模式和基本功能, 该系统由数据库子系统、模型库子系统、图形库子系统和人机界面四部分组成, 此系统是建立在数学模型的基础上, 综合利用系统科学、管理科学、施工导流的理论及方法的人机交互系统。工程实例分析表明, 系统友好的用户界面帮助决策者/用户充分利用系统的功能做出有效的实时决策。

[关键词] 过水围堰; 施工导流管理; 决策支持系统(DSS)

[中图分类号] TV6, TP393 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)01-0062-07

1 引言

管理领域中的管理决策者常遇到一些结构不良问题, 由于这些问题无法准确描述处理原则且极其复杂, 因而不能应用标准程序化过程求解^[1]。决策支持系统(DSS)是用来支持半结构化和非结构化决策, 允许决策者直接干预并能接受决策者的直观判断和经验的动态交互式计算机系统。DSS是作为一种新型信息系统, 最早是20世纪70年代初期由Scott Morton首先提出^[2], 70年代中期Keen和Scott Morton提出有关DSS的概念^[3]: DSS帮助决策者在半结构化或非结构化的任务中做出决策, 而不是代替他的工作; 改进决策的效能而不是提高效率。DSS以模型驱动为基本特征, 以提高决策的有效性为主要目的, 它的产生与发展是为高层管理决策者遇到的结构不良问题的求解提供有效的计算机支持环境。DSS一经发现就得到迅猛的发展^[4], 广泛应用于系统工程、管理科学、人工智能等领域。文献[5]首先为学术目的将DSS引入施工导流管理, 将地理信息系统(GIS)技术应用于水利

水电工程施工导流方案设计和实际运行的信息管理和决策支持, 研制了基于GIS的施工导流管理决策支持系统(CDMDSS)。该文介绍了CDMDSS的总体设计、功能以及系统的开发, 但未对DSS系统结构框架、数据流动方向及DSS的人机界面做详细的描述。

过水围堰施工导流联合泄流管理是一项十分复杂的系统工程, 它受很多因素的影响, 例如水文气象、地形地质、枢纽布置、河道综合利用要求等。目前, 水电工程施工导流管理按传统的导流管理计算方法, 利用管理者的经验、设计手册、规范, 取较大的安全系数, 这将扩大导流的规模, 而这种规模的扩大不一定是必需的^[6]。而且, 国外的管理者觉得我国的工程管理不当, 造成工期延误、预算超支^[7]。过水围堰施工导流方案优化决策关键是确定风险在可以接受范围内寻找投资较少、工期较短、施工难度较小的方案, 这不仅需进行数值计算, 而且需要定性分析。因此, 开发过水围堰施工导流联合泄流管理决策支持系统(CDDSS), 建立以计算机为工具的人机交互系统, 应用决策理论和

[收稿日期] 2002-08-01; **修回日期** 2002-09-25

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(69874029, 50079017), 湖北省自然科学基金资助项目(2001ABB047)

[作者简介] 方德斌(1976-), 男, 安徽舒城县人, 武汉大学博士研究生

方法, 根据决策者的决策思维方式, 从系统分析角度为决策者和决策分析人员创造一种决策环境。在此环境下, 决策者可根据自己的经验和知识, 或者在系统的引导下分析决策过程中的各主要因素及其影响, 从而在 CDDSS 的帮助下有效地做出决策。

2 CDDSS 的基本结构及系统设计

2.1 CDDSS 的基本结构

CDDSS 是以支持决策过程为目标的集成系统, 该系统服务于过水围堰施工导流联合泄流管理的优化决策问题。该系统包括: 收集水文气象、地形地质等方面基础信息的软件系统; 根据一定的原理或规律制作的概化模型对基本信息进行加工和整理, 进而提出各种不同条件下的推荐方案; 根据这些概化模型, 综合国内外已有的算法, 设计完整的方法库; 提供各类工程图及三维实体图, 以满足图形显示要求; 灵活方便的人机交互系统将这些方案提供给决策者, 帮助决策者对方案的优劣进行比较, 做出正确判断。因此, CDDSS 是由数据库子系统、模型库子系统、图形库子系统、方法库子系统和对话子系统组成的体系结构^[8], 见图 1。

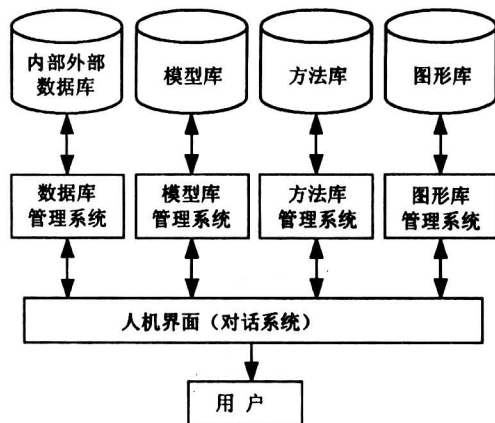


图 1 CDDSS 的系统结构示意图

Fig.1 Architecture of CDDSS

2.2 CDDSS 的系统设计

根据需求分析的要求, CDDSS 的总体设计框图如图 2 所示。决策分析、信息输出、科学计算、动态仿真和系统管理为主界面的主菜单选项, 且都具有下拉菜单。a. 决策分析的下拉菜单包括导流泄水建筑物泄流可靠性分析和排序问题的多准则决策分析。b. 信息输出的下拉菜单有导流规划信息、导流建筑物规模信息、联合泄流曲线图和三维实体仿真图选项。c. 科学计算有联合泄流水力计算模

型和调洪演算选项。d. 动态仿真有三维实体仿真和导流联合泄流动态演示选项, 三维实体仿真有下拉菜单: 围堰三维实体仿真、隧洞三维实体和地形实体。e. 系统管理有下拉菜单包括模型管理、数据管理和方法管理。

3 CDDSS 数据库子系统的设计

CDDSS 的数据库子系统包括数据库和数据库管理系统, 其功能是针对具体工程施工导流联合泄流管理的各种数据, 用 ACCESS 数据库对其存储、检索、处理和维, 并能从来自多种渠道的各种信息资源中析取数据, 并转化为 CDDSS 所需要的各种内部数据。CDDSS 的数据库子系统的实质就是一系列复杂相关数据的组织和转化过程, 以满足系统的要求。数据库具体分为输入数据库和输出数据库。

1) 输入数据库 将联合泄流管理方面的原始资料和数据输入数据库, 主要有水文数据、地形地质数据、泄流建筑物基本数据和导流规划数据。数据输入采用手扶跟踪数据化、键盘和文本文件。

2) 输出数据库 输出数据库主要是对整编、预处理、计算结果、分析结果等处理的资料和数据进行存储和管理, 主要包括导流动态规划数据、三维实体数据、联合泄流水力计算数据和地形地质数据。联合泄流水力计算模型中用到的数据以文本文件的格式保存和交换, 文件以工程的形式管理。在新建一个工程以后, 系统即建立以下几个文件: xyw.prj, xyw.alt, xyw.fl, xyw.out, xyw.pct。其中, xyw.prj 记录工程 xyz 各文件的路径和名称, 由系统自动生成; xyw.alt 记录天然河道的水位流量关系, 可由文本编辑器编辑; xyw.out 为计算得到的分流曲线数据文件; xyw.pct 为分流曲线图形文件; xyw.fl 为分流条件数据文件。

CDDSS 的数据库管理系统主要对系统内已有的各种数据库进行存储、检索、分析、更新及输入输出等处理。目前, 标准的商业数据库已具有完备的数据库管理功能, 系统采用 ACCESS 数据库对系统数据库进行管理。

4 CDDSS 模型库子系统及方法库子系统设计

CDDSS 的模型库是提供模型存储和表示模式的计算机系统。在这个系统中, 还包括一个存储模

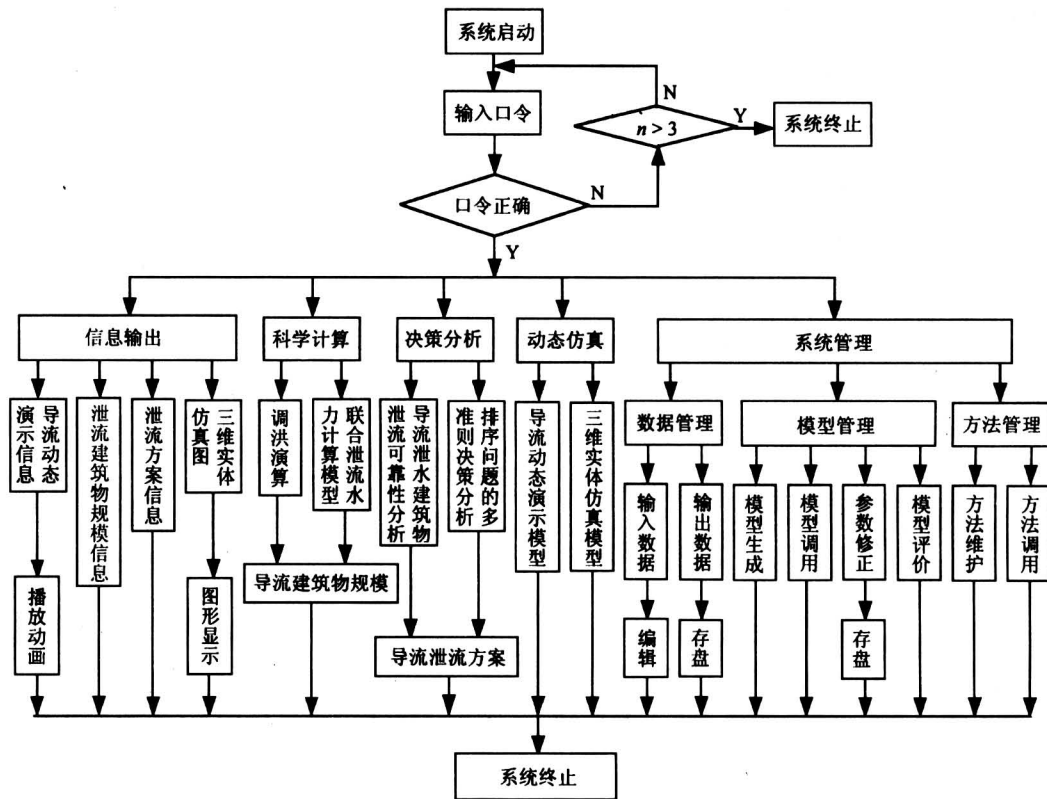


图 2 CDDSS 系统总体设计框图

Fig.2 Systematical framework of CDDSS

式进行模型提取、访问、更新和合成等操作的软件系统，这个软件系统称为模型库管理系统。因此，CDDSS 的模型库子系统包括模型库和模型库管理系统。CDDSS 包含方法库系统是为了实现模型和方法的分立，方法库系统由方法库和方法库管理系统组成，在 CDDSS 中通常把求解问题的常用方法（如优化方法、预测方法、蒙特卡洛法、插值法等）作为子程序存入方法库中，方法库管理系统是对标准方法进行维护和调用。模型库中的模型正是由方法库中这些常用方法通过组合和叠加而得到的。CDDSS 的模型库主要有 6 个模型，下面分别描述这些模型。

4.1 联合泄流水力计算模型

施工导流中，经常遇到几种泄水建筑物联合泄流的情况，这时任给一总泄流量，则得出对应的下游水位，其联合泄流水力计算模型^[9]为：

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n,$$

$$Z = Z_1 = Z_2 = \dots = Z_n. \quad (1)$$

式 (1) 中 Q 为总泄流量， Q_i 为第 i 个泄水建筑物的泄流量， Z 为总上游水位， Z_i 为第 i 个泄水建筑物的上游水位。此模型的计算框图见图 3（图中

Q_s 为计算流量）。

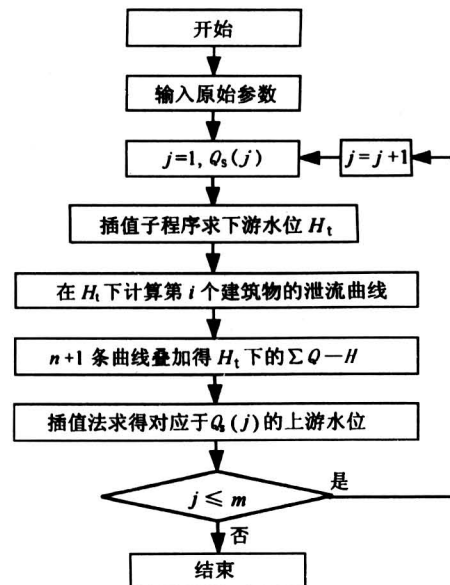


图 3 联合泄流能力计算框图

Fig.3 Framework of jointly discharging capacity

4.2 调洪演算模型

根据对话框的引导，输入一洪水过程线，可对其进行调洪演算，得到水位、泄流、库容变化图，

并可得到该过程的最高水位、最大泄流量、最大库容。

4.3 导流泄水建筑物泄流可靠性分析模型

针对导流建筑物泄水能力的风险性问题，分析影响导流隧洞泄流能力可靠性的水力因素，用蒙特卡洛方法计算导流隧洞泄流的可靠度^[10]，并分别对各水力因素及其均方差进行灵敏度分析，为改善导流隧洞泄流可靠性提供决策依据。

4.4 施工导流联合泄流方案的多准则决策模型

设 $X = \{x_i | i = 1, \dots, m\}$ 为决策集， $K = \{k_j | j = 1, \dots, n\}$ 为可选方案的评价指标集，第 i 个方案第 j 评价指标的值为 x_{ij} ，假定方案 x_i 的好坏用其加权平均和

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^n w_j x_{ij}, \quad (2)$$

式中 w_j 为评价指标 k_j 的权重（权重的确定参见文献 [11]），若评价指标 k_j 越大越好，则 $w_j > 0$ ，否则 $w_j < 0$ 。由最大化 \bar{x}_i 求得最优方案

$$x^* = \max_{1 \leq i \leq m} \bar{x}_i. \quad (3)$$

在水电工程施工导流联合泄流子系统中，施工导流联合泄流方案优选决策的目的是在所冒风险可以接受的范围内，尽可能地减少投资，缩短工期^[10,12]。导流工程所冒的风险越小，则必须增大导流工程的规模，增加投资，延长工期。导流工程所冒的风险一定的情况下，要缩短工期，势必要增加人力、物力、财务，增大投资。由此看来，风险率、费用和工期不可能同时达到最小值，是矛盾的三个目标。下面介绍过水围堰各导流泄流方案目标值的计算。其投资费用和工期均分为两部分，计算式如下：

$$\begin{aligned} C(i) &= C_1(i) + C_2(i); \\ D(i) &= D_1(i) + D_2(i). \end{aligned} \quad (4)$$

式中： $C(i)$ 表示第 i 个导流泄流方案导流投资总费用； $C_1(i)$ 表示第 i 个导流泄流方案确定性导流投资费用，包括围堰费用及泄流建筑物的费用； $C_2(i)$ 表示第 i 个导流泄流方案基坑过水损失费用，包括基坑开挖阶段的过水损失和基坑混凝土施工时的过水损失，前者基坑过水后抽水费、清淤费、道路恢复费、设备损失费、开挖窝工费，后者包括基坑抽水费、清淤费、模板损失费、道路恢复费、设备损失费及浇筑窝工费等； $D(i)$ 表示第 i 个导流泄流方案的导流工程总工期； $D_1(i)$ 表示第 i 个导流泄流方案的导流建筑物修建及基坑主体工程必须的工

期； $D_2(i)$ 表示第 i 个导流泄流方案的基坑过水淹没损失工期，包括过水前撤退时间、过水历时、基坑抽水时间、基坑清淤与恢复时间。过水围堰导流方案风险率 $R(i)$ 的计算可参见文献 [9, 13] 进行。施工导流联合泄流方案的多准则决策模型为

$$\min \{C(i), D(i), R(i)\}, \quad (5)$$

式中 i 为第 i 个方案， $C(i), D(i), R(i)$ 为决策目标。

通过式 (2) 至式 (5) 可以求得最优方案。利用文献 [11] 关于多准则决策模型的人机交互界面，建立施工导流联合泄流方案多目标决策模型求解的人机界面。

4.5 三维实体仿真模型

图形显示和三维动态模拟可大大提高决策者对整个系统的宏观认识和控制能力，从而做出最佳的判断^[14]。

三维实体模型就是实体的三维几何描述，具体模型的建立参见文献 [9]。为确保三维实体模型的准确和实用，采用的基本资料有地形图、施工详图、导流总体布置规划图以及相关建筑物的形象图、结构图等。利用实测地形图在计算机内形成三维地形图，然后形成与导流泄流相关部位的三维实体模型，最后进行动画制作，漫游施工现场。

4.6 导流动态演示模型

根据已确定的施工导流方案，在系统中建立施工导流规划数据库，通过逐条读取该数据库记录中的上、下游水位字段的数值，来激活导流演示图层中的相应水位的图素，从而实现连续显示规划全过程的导流场景动态变化情况，演示的速度可由对话框来选择，同时，可通过对话框中的“暂停”按钮，控制演示进程，并可随时查询当前进程时刻的导流信息，如导流日期、上游堰前水位、下游河床水位、泄流量及堰前库容等。

5 CDDSS 对话子系统设计

CDDSS 的对话子系统是 CDDSS 的人-机接口界面，它负责接收和检验用户的请求，协调数据库系统和模型库系统之间的通信，为决策者提供信息收集、问题识别以及模型构造、使用、改进、分析和计算等功能。对话子系统主要功能有：a. 使用户了解系统中现有的模型、数据、加工方法等情况；b. 通过运行模型使用户取得某种分析结果或预测结果；c. 在决策过程结束之后，能把反馈结

果送入系统,对现有模型提出评价及修改意见;d.方便地输出图形及表格。对话子系统还应为系统维护人员提供以下帮助:a.报告模型的使用情况;b.利用统计分析工具,分析偏差的规律及趋势,为找出症结提供参考;c.临时性、局部性的修改模型,运行模型,并将结果与实际情况对比,以助于发现问题;d.在模型与方法之间,安排不同的使用方式与组合方式,进行比较分析。因此,人和机器的配合好坏在很大成度上影响决策的优劣,是很重要的一部分。

DSS是通过它的人机交互接口为决策者提供辅助功能的,交互性和反复运行是决策支持系统的两大基本特征^[8]。CDDSS是基于Windows 98环境开发的,采用Visual Basic 6.0编写。采用各种窗体来显示和修改数据、进行决策分析、显示系统不同格式的求解结果。系统采用多文档界面(MDI),有一个主窗体,承担系统主要的控制(主菜单、工具框、快捷键),所有其他的窗体称为子窗体,它们通过主窗体的主菜单容易进入。子窗体的人机对话采用多种方式,如命令按钮、菜单方式、表格、图形等。下面以联合泄流水力计算模型的主界面、输入窗体为例^[9],对人机界面进行描述。联合泄流水力计算模型的主界面图中包含5个命令按钮,其中参数输入命令按钮达到的界面主要用来计算导流过程中导流泄水建筑物的泄流能力,其中泄水建筑物可以是多条隧洞、围堰过水或二者皆有。稍作修改也可以计算水工隧洞和坝面过水的泄流能力。

退出程序命令按钮返回联合泄流水力计算模型主界面,这样,可以重新输入参数,进行计算。

6 CDDSS系统功能及应用

CDDSS系统主要用来对过水围堰施工导流联合泄流进行管理。为方案决策提供定量的数据;可提供实施某几个方案的结果对比;为决策者提供直观的结果。为实现以上任务,系统提供信息服务、动态仿真、优化分析、管理等功能。

系统建立后,需在实践中验证。以中南某工程初期导流联合泄流的管理为例,对CDDSS进行检验。该水电站的枢纽组成、施工场地、气候特征等详细内容参见该水电站施工组织设计。该水利工程位于典型的山区河流上,河谷狭窄,两岸地形陡峻,山岩坚实。经方案比较,初步决定采用一次拦断隧洞导流的方式,而且,采用枯水期围堰挡水、洪水期围堰过水的方式,以11月至次年3月间五年一遇的导流设计流量 $Q_p = 1470 \text{ m}^3/\text{s}$ 的方案为例进行方案设计。该枢纽工程设计方案为采用一条隧洞导流,隧洞设计断面尺寸 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 。隧洞长度 $L = 883 \text{ m}$;进口高程 198 m ;出口高程 195 m ;糙率 0.024 。进口型式为圆弧形翼墙无底槛。隧洞断面图和围堰断面图见文献^[9]。

坝址水位流量关系曲线如表1,用CDDSS系统的模型和方法进行计算得出的联合泄流曲线关系见表2,得出的泄水曲线图见图4,得出的地面三维实体见图5。

表1 坝址水位流量关系曲线

Table 1 The stage-discharge relation curve in dam site

水位/m	202.5	203	203.5	204	204.5	205	205.5	206	206.5	207	207.5	208	208.5	209.5
流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	33.9	134	270	423	598	806	1040	1300	1580	1890	2220	2570	2950	3790
水位/m	208.5	209.5	208.5	209.5	214	215	216	217	218	219	220	221	222	
流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	2950	3790	2950	3790	7990	8980	10020	11100	12230	13410	14640	15910	17250	

表2 联合泄流计算结果表

Table 2 The discharge-elevation relation curve

泄流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2700
上游水位/m	203.3	204.7	206.2	207.8	209.8	212.2	215.2	219.1	224.4	229.1	234.3	239.9	246.1	252.7	257.6	257.6	257.9	259.6

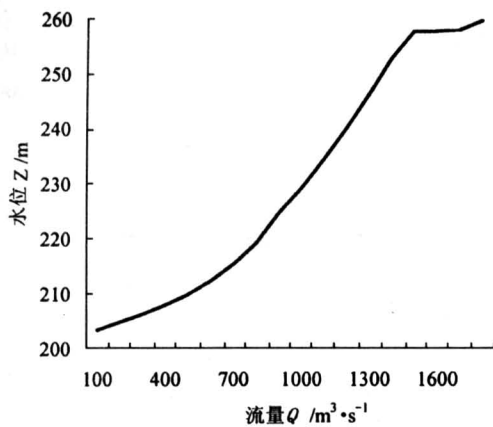


图4 联合泄流曲线图

Fig.4 The discharge-elevation relation curve

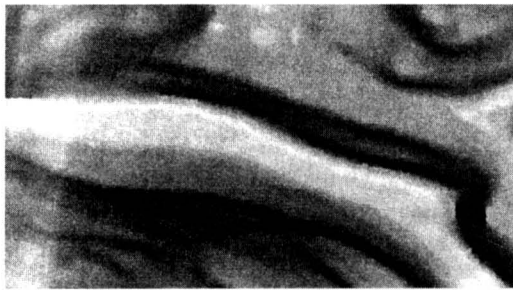


图5 系统生成的三维实体仿真图

Fig.5 The simulation map of the three dimensional entity of the earth's surface

7 结语

过水围堰施工导流联合泄流管理决策支持系统具有如下特点：

1) 系统设计体现了面向问题的原则。系统以解决过水围堰施工导流联合泄流管理问题为核心，服务于决策为宗旨，依照多准则的决策思路，考虑了费用、工期、风险率不可公度矛盾的协调，从而确保了系统的适用性和可靠性。

2) 具有一定的适用范围，可以用来进行有关过水围堰施工导流联合泄流方案的优化决策，为方案的实施提供定量的决策和预警信息。

3) 决策支持系统功能较完备，即具备信息服务、动态仿真、优化分析、系统管理等功能。

4) 系统的组织结构比较合理。系统由模型库、方法库、数据库、图形库和交互界面构成。采用了模型驱动的运行方式。模型之间的数据传递通过数据库完成。人机交互界面以电子表格、图形和文件

向决策者提供信息；决策者可以通过下拉式菜单/窗体对数据、模型及模型参数等进行调用、设置和修改。

过水围堰施工导流联合泄流管理只是整个施工组织与管理的一个子系统，开发整个施工导流组织与管理决策支持系统具有十分重要的意义；CDDSS的发展主要是结合专家系统的技术，把DSS与AI（人工智能）相结合，把AI的知识表示和知识处理的思想引入DSS，继承人工智能领域专家系统的研究成果，形成过水围堰施工导流联合泄流管理智能决策支持系统。

参考文献

- [1] 高洪深. 决策支持系统(DSS): 理论·方法·案例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000
- [2] Gorry G A, Morton M S. A framework for management information systems [J]. Sloan Management Review, 1971, 13 (1): 50~70
- [3] Keen P, Morton M S. Decision support systems: an organizational perspective [M]. Addison-Wesley Publishing, Reading, MA, 1978 (1995). 141~158
- [4] Shim J P, Warkentin M, Courtney J F, et al. Past, present, and future of decision support technology [J]. Decision Support Systems, 2002, 33: 111~126
- [5] 钟登华, 刘东海. 基于GIS的施工导流管理决策支持系统[J]. 水力发电, 2001, (1): 56~59
- [6] Ye Zhipin, Li Xiaoli, Dang Chuangyin. Optimization of the main parts of hydroelectric sets using hybrid genetic algorithm [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2000, 105: 152~160
- [7] Chan W K L, Wong F K W, Scott D. Managing construction projects in China—the transitional period in the millennium [J]. International Journal of Project Management, 1999, 17 (4): 257~263
- [8] Zopounidis C, Doumpos M. PREFDIS: a multi-criteria decision support system for sorting decision problems [J]. Computers & Operations Research, 2000, 27 (6): 779~797
- [9] 方德斌. 过水围堰施工导流方案计算机辅助决策研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2001
- [10] 米子明, 钟登华, 刘东海. 导流泄水建筑物泄流可靠性分析[J]. 2001, 34 (2): 154~157
- [11] Podinovski V V. A DSS for multiple criteria decision analysis with imprecisely specified trade-offs [J]. European Journal of Operational Research, 1999, 113: 261~270

- [12] 胡志根, 刘全, 贺昌海, 等. 水利水电工程施工初期导流标准多目标风险决策研究 [J]. 中国工程科学, 2001, 3 (8): 58~63
- [13] 肖焕雄, 孙志禹. 过水围堰初期导流费用风险率计算模型研究 [J]. 武汉水利电力大学学报, 1994, 27 (6): 622~627
- [14] 陈先明, 肖焕雄. 截流决策支持系统及其在三峡工程中的应用 [J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, 33 (6): 44~46

A DSS for Management on the Jointly Discharging of Overtopped Cofferdam

Fang Debin¹, Wang Xianjia¹, Hu Zhigen²

(1. *Institute of Systems Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China*;
2. *Institute of Construction Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China*)

[Abstract] Management on the jointly discharging of overtopped cofferdam is a typical semi-structured problem. So a decision support system is designed to address the management on the jointly discharging of overtopped cofferdam. This paper introduces systematically the structural framework, design principle, decision-making mode, and fundamental function of CDDSS. The system consists of four components: database subsystem, model base subsystem, graphics base subsystem, method base subsystem, and user-interface. A CDDSS is a man-machine interactive system, which integrates computer science and technology with the theory and method of systems science, management science and the theory and method of hydraulic and electric engineering. The case study illustrates that the friendly window-based user interface of the system enables the decision maker/user to take full advantage of the capabilities of the system in order to make effective real-time decisions.

[Key words] overtopped cofferdam; construction diversion management; decision support system (DSS)

(上接第 61 页)

- [6] Yang Bingru. KD(D&K) and double-bases cooperating mechanism [J]. *Journal of System Engineering and Electronics*, 1999, 10 (1): 12~18
- [7] 张德政. 基于相似模式知识发现方法的研究与应用 [D]. 北京: 北京科技大学, 2002
- [8] 唐菁, 杨炳儒. 基于 Web 的文本挖掘 [J]. *计算机工程与应用*, 2002, 36(20): 32~38

The Research of Discovery Feature Sub-space Model (DFSSM) Based on Complex Type Data

Yang Bingru, Tang Jing

(*The University of Science and Technology Beijing, Information Engineering School, Beijing 100083, China*)

[Abstract] This paper discusses the macroscopic and important problem in the field of KDD. First, it is very difficult to describe the complex type data by general knowledge representation method. So the authors use pattern, which is defined as the vector in Hilbert Space, to represent the characteristic of complex type data. It also can be used to describe the rule of knowledge discovery. Second, the general structure model is constructed based on complex type data—DFSSM (discovery feature sub-space model) following by the research on inner mechanism of knowledge discovery system. At last, the authors prove the practicability and validity of this general structure model i. e. DFSSM which can guide the knowledge discovery of textual data and image data (meteorological echogram data). It will be applied in other complex type data in future.

[Key words] complex type data; data mining; text mining

5) 双库协同机制 当用模式表征了挖掘对象后, 通过启发型协调器来搜索知识库中知识节点的不关联态, 以发现知识短缺, 产生创见意象, 从而启发与激活真实数据库中相应的数据类, 以产生定向发掘进程, 提高其认知自主性及智能化程度。对于分类算法生成的假设规则 (知识), 利用中断型协调器使 KDD 进程产生中断, 从而搜索知识库中对应位置有无此生成规则的重复、冗余与矛盾 (定向搜索进程)。若有, 则取消该生成规则或相应处理后返回 KDD 的始端; 若无, 则继续 KDD 进程, 即评价与结果入库。

经过该 Web 文本挖掘系统处理后, 其分类挖掘结果导航界面如图 3 所示。

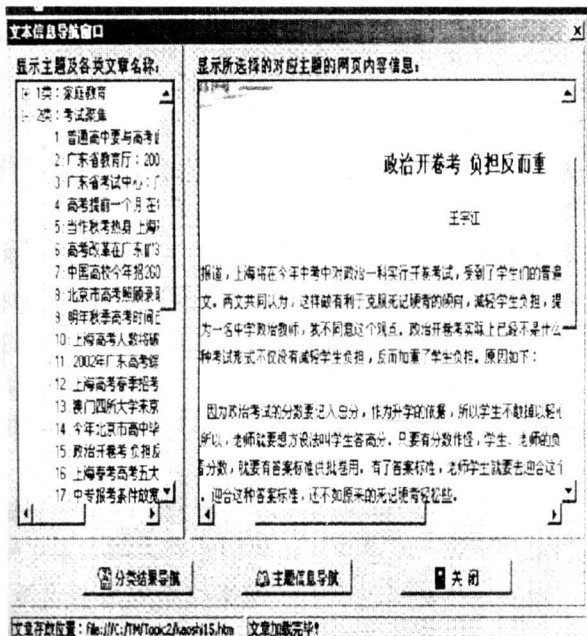


图 3 Web 文本挖掘系统分类挖掘结果导航界面

Fig.3 The navigation interface of results from web text mining system

除此之外, 我们还承担了国家气象局“大城市环境气象信息系统研究: 气象数据的知识发现系统”课题的研究和实现。课题的主要任务是针对复杂多变的天气系统和海量的气象数据, 利用知识发现的理论与方法, 从大量云图资料中寻找隐含的, 先前未知的, 可用于地面的温度、压力、湿度等气象要素预测和辅助气象预报决策的知识与规律。因此, 在复杂类型数据的知识发现系统总体结构模型的基础上, 我们构建了一个基于相似模式的气象云

图数据的知识发现与短期气象预测系统原型, 即图像数据类型的知识发现系统原型。实验结果表明, 该系统原型提高知识发现效率、减少数据噪音的干扰; 具有广泛的适应性, 能够很好地求解复杂数据类型的知识发现问题。

5 结论

笔者提出并具体构造了基于复杂类型数据的知识发现总体结构模型 DFSSM, 该结构模型不仅给出了复杂类型数据知识发现的进程、发现线路, 而且给出了一般化的发现方法——DFSSM 方法; 只要将 DFSSM 方法与具体类型的挖掘算法相结合, 即可得到知识发现的结果。由于复杂类型数据具有非线性动力学性质和特征, 很难用普通的知识表示方式进行描述。因此, 采用了模式 (定义为 Hilbert 空间中的矢量) 来定量地表征复杂类型数据的复杂多变及具有的不确定行为和状态。同时用模式的变化来刻画其整体知识发现过程的发展和演变规律。

在深入探讨基于复杂类型数据的知识发现总体结构模型之后, 用基于 Web 的文本挖掘系统和基于图像数据类型的知识发现系统作为实例进行了验证, 结果表明该总体结构模型对于非结构化的复杂类型数据的知识发现过程具有一定的指导作用, 具有较好的实用性与有效性。今后, 将更加深入地研究其内在机理, 并且不断地扩充和完善该结构模型及其方法。

参考文献

[1] 杨炳儒, 王立新, KDD 中双库协同机制的研究 (I) [J]. 中国工程科学, 2002, 4(4): 26~32

[2] 杨炳儒, 王立新, KDD 中双库协同机制的研究 (II) [J]. 中国工程科学, 2002, 4(5): 34~43

[3] Piatetsky-Shapiro G, Frawley W J. Knowledge discovery in databases [M]. AAAI/MIT Press, 1991, 166~175

[4] Fayyad U M, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P, et al. Advances in knowledge discovery and data mining [M]. AAAI/MIT Press, 1996. 20~32

[5] Piatetsky-Shapiro G, Fayyad U, Smith P. From data mining to knowledge discovery: an overview [A]. In Fayyad U M, et al. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining [C]. AAAI/MIT Press, 1996. 1~35

(下转第 68 页)

- [12] 胡志根, 刘全, 贺昌海, 等. 水利水电工程施工初期导流标准多目标风险决策研究 [J]. 中国工程科学, 2001, 3 (8): 58~63
- [13] 肖焕雄, 孙志禹. 过水围堰初期导流费用风险率计算模型研究 [J]. 武汉水利电力大学学报, 1994, 27 (6): 622~627
- [14] 陈先明, 肖焕雄. 截流决策支持系统及其在三峡工程中的应用 [J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, 33 (6): 44~46

A DSS for Management on the Jointly Discharging of Overtopped Cofferdam

Fang Debin¹, Wang Xianjia¹, Hu Zhigen²

(1. *Institute of Systems Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China*;
2. *Institute of Construction Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China*)

[Abstract] Management on the jointly discharging of overtopped cofferdam is a typical semi-structured problem. So a decision support system is designed to address the management on the jointly discharging of overtopped cofferdam. This paper introduces systematically the structural framework, design principle, decision-making mode, and fundamental function of CDDSS. The system consists of four components: database subsystem, model base subsystem, graphics base subsystem, method base subsystem, and user-interface. A CDDSS is a man-machine interactive system, which integrates computer science and technology with the theory and method of systems science, management science and the theory and method of hydraulic and electric engineering. The case study illustrates that the friendly window-based user interface of the system enables the decision maker/user to take full advantage of the capabilities of the system in order to make effective real-time decisions.

[Key words] overtopped cofferdam; construction diversion management; decision support system (DSS)

(上接第 61 页)

- [6] Yang Bingru. KD(D&K) and double-bases cooperating mechanism [J]. *Journal of System Engineering and Electronics*, 1999, 10 (1): 12~18
- [7] 张德政. 基于相似模式知识发现方法的研究与应用 [D]. 北京: 北京科技大学, 2002
- [8] 唐菁, 杨炳儒. 基于 Web 的文本挖掘 [J]. *计算机工程与应用*, 2002, 36(20): 32~38

The Research of Discovery Feature Sub-space Model (DFSSM) Based on Complex Type Data

Yang Bingru, Tang Jing

(*The University of Science and Technology Beijing, Information Engineering School, Beijing 100083, China*)

[Abstract] This paper discusses the macroscopic and important problem in the field of KDD. First, it is very difficult to describe the complex type data by general knowledge representation method. So the authors use pattern, which is defined as the vector in Hilbert Space, to represent the characteristic of complex type data. It also can be used to describe the rule of knowledge discovery. Second, the general structure model is constructed based on complex type data—DFSSM (discovery feature sub-space model) following by the research on inner mechanism of knowledge discovery system. At last, the authors prove the practicability and validity of this general structure model i. e. DFSSM which can guide the knowledge discovery of textual data and image data (meteorological echogram data). It will be applied in other complex type data in future.

[Key words] complex type data; data mining; text mining