

我国决策支持系统应用研究的进展

田 军, 葛新红, 程少川, 汪应洛
(西安交通大学管理学院, 西安 710049)

〔摘要〕 从政府宏观管理、产业(行业)规划与管理、资源开发利用、水资源调配与防洪、生态环境控制、金融投资决策以及企业生产运作管理等 6 个层面对决策支持系统在我国的应用成果进行了归纳;总结了我国学者在决策支持系统领域的主要成就;分析了目前国内决策支持系统研究的两个热点问题及其研究动态,并进一步探讨了决策支持系统应用研究的发展趋势和关键技术领域。

〔关键词〕 决策支持系统, 智能决策支持系统, 综合集成系统, 应用研究综述

〔中图分类号〕 C934, N94

〔文献标识码〕 A

〔文章编号〕 1000-7857(2005)07-0071-05

Progress in the Research of Decision Support Systems in China

TIAN Jun, GE Xin-hong, CHENG Shao-chuan, WANG Ying-luo

(School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: The application and research of Decision Support Systems (DSS) in China were summarised. The main application fruits in the area of government macro management, industry programming management, resources developing and utilities, water resource planning and flood control, environment management, finance and investment decision, enterprise production and operation management were concluded. The contributions of Chinese scholars were expatiated. Two interesting topics of DSS in China were discussed and its developing trends were analyzed. The key technique and research areas of DSS in the future were introduced, which will supply references for intention research and application of DSS in China.

Key Words: Decision Support System (DSS), Intelligent Decision Support System (IDSS), meta-synthetic system, summarized research

CLC Numbers: C934, N94

Document : A

Article ID: 1000-7857(2005)07-0071-05

1 引言

决策支持系统(DSS)的概念最早是在 20 世纪 70 年代初由 Scott Morton 和 Keen 提出来的^[1]。DSS 是信息系统(IS)经由电子数据处理(EDP)和管理信息系统(MS)综合形成的一种新的形式。DSS 被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。一般来说,DSS 由数据子系统、模型子系统和对话子系统等组成。模型单元的存在是 DSS 区别于以往其它信息系统的一个重要标志。

由于 DSS 在实践中对解决决策问题,特别是对于复杂系统和问题的求解,具有重要作用和意义,所以受到各国政府和各管理层的重视。经过 30 多年的发展,在理论探讨、系统开发和实际应用诸方面取得了令人瞩目的进步。在我国,该领域的研究也特别活跃,形成了我国决策支持系统应用开发和研究的许多重要成果。本文将对此进行综合分析和归纳,探讨该领域的动态和发展趋势,以及未来研究和应用的关键技术领域,以期推动 DSS 的应用和研究进一步深化。

2 DSS 在我国的主要应用

经过国内学者的不懈努力,DSS 在实际应用方面取得了丰硕的成果。这些方面的主要成就可以概括为以下几大方面:① 政府宏观经济管理和公共管理问题;② 水资源调配与防洪预警系统;③ 产业(或行业)规划与管理、各类资源开发与利用决策;④ 生态和环境控制系统的决策以及自然灾害的预防管理;⑤ 金融系统的投资决策与风险分析与管理;⑥ 企业生产运作管理的决策。

2.1 应用于国家宏观经济管理和政府公共管理

20 世纪 80 年代开始,我国政府投巨资对国家经济信息系统(SEIS)进行开发^[2],以支持宏观经济管理。该系统包括了分布于全国各省、市、乡村的 100 多个相对独立的子系统,用于评估和比较不同区域或整个国家的社会、经济和生态系统指标,模拟、预测发展趋势并分析政策所产生的影响。同时,许多不同层级的政府公共管理部门也开始开发 DSS 以支持他们的工作和决策,如税务管理、劳动就业、产业管理、城市环境管理、土地管理等,这些应用为 DSS 的发展提供了机遇并产生巨大的影响。该领域的主要应用如表

收稿日期:2004-12-02

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70271024)、陕西省软科学基金资助项目(2003KR67)

作者简介:田军,男;西安市咸宁西路 28 号西安交通大学管理学院,副教授,研究方向为决策与决策支持系统、供应链管理、信息化工程管理等;E-mail: tianjun@mail.xjtu.edu.cn

汪应洛,男;中国工程院院士,西安交通大学管理学院名誉院长,教授,研究方向为管理工程、工业工程和系统工程;E-mail: ylwang@mail.zjtu.edu.cn

表 1 政府宏观经济和公共管理 DSS

类型	内容	特点	典型应用	应用状况
宏观经济	评估和比较区域社会、经济和生态系统指标;模拟并预测发展趋势并分析政策产生的影响	智能化、综合化、可视化的信息管理;与组织;模拟分析、预测和评价模型	山西省发展 DSS ^[3] ;安徽省 GODSS ^[4] ;辽宁省 PADDSS ^[4] ;湖南经济发展 DSS ^[4] ;陕西 SES-DSS ^[5]	逐步开发,部分已投入使用
区域发展	就业信息、消费品交易价格和灾难等信息的查询;辅助农业决策和预测经济危机	采用人工神经网络(ANN)预测模型	北京区域经济 BSS ^[6] ;区域经济社会发展 DSS; 郊区经济发展 DSS ^[7]	已投入使用
税务管理	税收管理、数据分析、税收预测、税赋核查等	利用 AI 和 ANN 分析和预测税收	智能税务 DSS ^[8]	21 个省 73 个城市投入使用,占国家总税收的 30%
劳动就业	存储所有大城市的劳动就业信息,支持政府宏观调控	信息存储、统计、预测、模拟、指标控制	城市劳动与就业 DSS ^[9]	全国建立 5 个大的信息数据库
产业管理	帮助政府管理主要的产业群	使用投入产出模型	产业结构调整 DSS ^[10]	北京水资源消耗综合指数
环境管理	城市环境信息、监督和控制环境发展趋势、分析环境政策	地理信息系统(GIS)和动态仿真、多媒体	城市环境管理信息和决策支持系统(上海) ^[11]	环境质量、效应、参数与政策
土地管理	城市土地信息、土地利用规划、商业用地价值评估	GIS、规划与决策模型、数据仓库技术	全国土地动态监测 DSS 城市地价评估与规划 DSS	土地规划和开发利用决策

1 所示。

2.2 水资源规划和防洪防汛决策支持系统

我国的南方洪涝灾害频繁,国家各级政府和机构一贯对防治洪涝灾害十分重视。与此同时,我国北方的大部分地区又干旱缺水,水资源的合理规划利用与调配,也一直是国民经济发展中极需得到关注的问题。在 20 世纪 80 年代中期,国内学者开始将决策支持系统的方法应用于水资源规划和管理。到目前为止,在该领域已有许多成功的应用,主要包括以下 4 个方面。

2.2.1 水资源数据库系统

用于收集水资源数据以进行综合管理和识别,用于防止或控制洪水、供应城市需求和农业灌溉等。如许新宜^[12]的水资源管理数据库。

2.2.2 防洪预报与预警系统

能根据洪水预报迅速计算不同防洪调度方案的后果,供防汛决策者进行方案选择。如:长江防洪决策支持系统^[13]、黄河防洪 DSS^[14]、基于卫星遥感的河道防洪信息系统^[15]、浙江省防洪决策支持系统、安阳市防洪 DSS^[15]、江西省决策指挥决策支持系统^[16]等。

2.2.3 水资源规划与调度

根据水资源优化配置理论,社会经济、生态环境与水资源组成一个宏观经济水资源大系统,它们之间具有广泛的联系性,互为制约因素,因此水资源配置问题具有多层次性,评判系统发展的优劣程度具有多目标性。比较有代表性的是水资源优化配置 DSS,该系统包括一个装有上百万数据的数据库、一个由概念化模型组成的模型库系统和灵活方便的人机交互系统,可帮助决策者对水资源规划中的决策问题进行辅助决策。如:翁文斌开发的京津唐水资源规划 DSS^[17],可对方案进行多目标分析并给出优劣排序;联合国开发计划署(UNDP)资助的华北平原地区水资源规划,采用微观经济模型和系统仿真模型,已扩大应用到全海河流域;黄河管理委员会建立的决策支持系统,可对黄河水资源利用规划方案及水分配政策做出科学的选择。

由清华大学、云南省地理研究所合作开发的澜沧江(湄公河)区域综合开发和协调的信息管理与决策支持系统^[18],于 2001 年 7 月通过验收。该系统以澜沧江流域的资源、环境和社会经济作为整体,综合应用 3S、Web GIS、Web DB、数学模拟、虚拟分析、数学物理方程和多目标决策模型等技

术,把开发出的各个系统综合集成,具有信息管理与发布、专业分析与决策支持等多功能系统,成为我国大江大河的第一套综合开发和协调的信息管理和决策支持系统。

合理调配与利用水资源是我国西北地区的一个重要任务。黑河水资源的开发和利用关系到西北区域的经济、社会、环境协调发展,建立在模拟仿真环境的黑河流域水资源调配管理决策支持系统^[19],为落实国务院的分水方案,实现青、甘、蒙省级断面的水量控制,结合城市水资源高效运用模式实现国民经济用水的合理分配和高效利用等,提供了科技支撑。

2.2.4 水资源管理调度系统

由于各地区水资源分配的不平衡状况,该领域的研究应用越来越受到重视,特别是一些跨区域的大型项目,如天津滦河引水项目中水库群调度^[20]、丹江口水库优化调度^[21]、三峡工程 DSS^[22]、南水北调中东线工程中的水资源规划 DSS,以及城市供水仿真 DSS 等。

2.3 产业与行业管理中的 DSS

我国属于农业大国,所以对农业生产中的节水、农田管理和耕地规划等问题的研究历来受到重视。吴扬俊等^[23]开发的农业节水 DSS 由水资源分析计算、农业灌溉水优化利用、节水灌溉工程选择与评价、农业节水信息咨询等 4 个子系统组成,可优化水资源消费结构并改善灌溉的效率。山西省使用的农田管理 DSS 通过使用遥感和全球卫星定位系统监测农田,以支持农业可持续发展。张光宇等^[24]开发的土地资源微观调控计算机辅助决策系统,有效地解决了土地利用规划中耕地控制的问题。

在森林产物管理方面,李际平^[25]对森林植物的设计模式进行了研究;王礼先等^[26]开发的植物管理 DSS 可通过模糊模型鉴定种子,执行决策仿真。

针对我国近海渔业资源的可持续利用,外海渔场的开发及我国海洋专属经济区、中日和中韩水域管理的需求,“863”计划设立专题开发海洋渔业和地理信息决策系统。该系统将遥感、地理信息系统、全球卫星定位系统和专家系统等技术综合应用于海洋渔业,开发了基于规则的模型自动拟合选择资源的评估系统,成功地应用于东海区主要经济鱼种的资源量评估及可能渔获量预报,对全面规划渔业生产、合理开发海洋渔业资源、促进海洋渔业的可持续发展、辅助国际渔业谈判发挥了决策支持的作用。

国家“十五”科技攻关计划针对金属矿产资源保障程度与开发利用问题开发了辅助决策系统,该系统可预测未来10年我国黑色和有色金属的资源特性和保障程度,分析影响我国主要金属资源保障程度的技术和财务因素,系目前国内外预测分析功能较强、包含分析数据较齐备的金属资源战略决策支持系统,较好地解决了我国在制定重大经济发展决策时一直缺乏强有力辅助决策工具支持的问题。

2.4 DSS 在生态环境控制管理中的应用

生态环境建设与可持续发展问题,已经成为国家在制定经济发展政策方面需考虑的重要问题,在这方面应用决策支持系统是非常有发展潜力的。

陆守一^[27]开发的森林和生态系统智能 DSS,可帮助用户在一定区域中制定森林结构保护决策。Jianhua Gong 研究了我国农村地区的可持续发展问题,通过案例研究的方式,对浙江省小桥头村、江苏省铜山县的农作物产量、人口与土地关系、环境质量变化进行分析,建立了开放环境下的可持续发展决策支持系统,支持农村的发展计划和政策的制定^[28]。

国家“863”计划中针对西部地区生态系统保护开发的 DSS,可以综合评价影响生态系统的因素,分析政策的影响力,对促进西部地区生态系统及可持续发展发挥了积极的作用。程红光开发的用于地方水污染控制的决策支持专家系统,可辅助环保部门改善城市水质量^[29]。张朝圣等开发的环境地质与化学管理信息系统,采用环境模型,将地理信息系统与统计方法相结合,并通过专家系统进行分类分析,以便对环境的改变进行研究,并提供决策支持^[30]。

安徽省使用的疾病防治 DSS,用于流行性传染病形势预测和“SARS”通告,对“SARS”疾病的控制和预防起到了一定的作用。

2.5 DSS 在金融与投资领域的应用

DSS 在金融与投资领域的典型应用如表 2 所示。

表 2 金融与投资领域的 DSS

应用类型	应用领域	主要功能	特点
项目 投资 决策	房地产投资 ^[31]	投资收益、组合投资策略、筹资方案及成本、期房定价等	采用技术经济模型
	工业企业投资 ^[32]	扩建、新产品开发、设备更新	采用智能化部件
	港口投资 ^[33]	投资方式与投资规模	事例库和知识库
	石油工业投资 ^[34]	预测、决策与评价	与专家系统结合
	农业投资 ^[35]	农业空间投资分配决策	GPS、GIS
	风险投资 ^[36]	投资风险、投资额、预期收益	与专家系统结合
证券 投资 分析	项目投资 DSS ^[37]	投资经费划分与收益分析	数据库技术
	公共投资 DSS ^[38]	进款分析和股票筛选	Web 技术
金融 预警	股市分析系统	优化投资组合	数据挖掘
	金融预警系统 ^[39]	宏观经济金融预警	建立评价指标体系
银行 管理	金融决策 ^[40]	金融风险、宏观调控策略	数据库、数据挖掘
	银行安全评价 ^[41]	负债管理、危机预警、风险	数学模型
	银行决策支持系统 ^[42]	运营监控、客户信用评估等	三库系统
	筹资决策支持系统	筹资决策分析	推理机

2.6 DSS 在企业生产运作中的应用

面向企业的 DSS 分为以下两种类型。

一种是针对特定行业的业务模式而制作的 DSS,如针对证券业务的 DSS 和应用于水电企业的 DSS 等;另一种是针对企业运作中的某一方面,如财务管理、营销管理或人力

资源管理等开发的 DSS。企业可以根据其实际情况选用不同的 DSS 或将多个 DSS 集成。

表 3 列举了一些 DSS 在企业中的应用实例。

表 3 企业生产运作管理的 DSS

类型	开发与应用	内容和特点
跨国公司 DSS	跨国公司 GDSS ^[43]	支持跨国企业运作管理,促进国内企业的国际化进程
财务会计 ADSS	天极发展信息公司	模型与用户共同驱动
生产计划	大庆炼油企业管理; 长沙烟厂管理	使用线性规划模型制定生产计划
人力资源管理	安利芳服装公司	统计过程控制
营销管理	中都企业大厦	产品定价、促销、客户分类及物流模式选择
客户关系管理	朋华证券公司; 北京汽车销售公司	分析顾客特点、检查客服质量
金融管理	上海电力公司	管理公司金融信息,控制现金流
组织管理	为小型制造企业开发的 组织管理 DSS	许多香港制造公司将他们的生产移到国内,在香港保留支持部门,该 DSS 试图解决生产计划和控制的集成问题
农村水电企业	农村水公司运作管理	价格管理、电流规划管理和负荷平衡

3 DSS 研究的两个热门领域

3.1 智能决策支持系统 (IDSS)

IDSS 是决策支持系统发展中最重要分支,从产生起便引起了广泛的关注。在开始阶段,数据建模和数学方法被用于辅助决策,该方法对描述或分析复杂问题具有一定局限性。随着人工智能(AI)和专家系统(ES)的发展,智能部件被嵌入 DSS,使定性分析和定量分析有机地结合,知识被有效管理和利用,使解决问题的能力范围和范围得到了一个大的发展。将智能部件在 DSS 中改变不同的位置可以产生不同结构的 IDSS。如:陈晓红提出一个 IDSS 的层次结构模型,将问题求解过程分解为应用层、任务层、功能层和物理层^[44]4 个层次;谢康林提出一个以知识库为核心的 DSS 结构,其中知识库协调和管理系统的运行,其它子系统从知识库获取知识以实现各自的功能和相互之间的联系^[45]。虽然各种 IDSS 结构和形式不同,但是系统智能的实现是 IDSS 的核心问题,根据 IDSS 智能的实现可将其分为以下 4 种类型。

1) 利用 AI 实现系统的智能,又分为基于 ES 的 IDSS、基于机器学习的 IDSS 和基于 AI 新技术 Agent 的 IDSS。其中 Agent 的研究成为目前人工智能研究的热点,主要有智能型 Agent 研究、多 Agent 研究和面向 Agent 的程序设计研究 3 个方面,基于 Agent 的计算被认为是软件开发的下一个重要的突破^[46-51]。

2) 利用数据库领域的新工具——数据库、联机分析处理及数据挖掘技术来帮助实现智能。这些工具使用户在分析大量复杂数据时变得轻松而高效,可以迅速做出正确判断^[52-53]。其中数据挖掘是从大型数据库或数据仓库中发现并提取隐藏在其中的信息的一种新技术,它可以从 DSS 执行者没有想到去问的数据库中找出与决策问题相关的信息,帮助决策者寻找数据间潜在的关联,发现被忽略的要素,并通过分析现有的方式来预期将来的行为^[54]。随着网络及数据库的普遍应用,这种方法具有广泛的应用前景。

3) 利用逻辑观点^[55]、面向对象方法或关系来表示系统各部件^[56-57],使 IDSS 在总体上统一表示、相互协调以实现系

统的整体智能行为。

4) 具有知识学习能力的 IDSS。根据 IDSS 的学习能力的不同,知识系统可分为静态知识系统和动态知识系统。静态知识系统的知识维护需要人工干预^[58],系统的行为在求解过程开始前就已经确定了,而动态系统则可以自动从决策过程中获得经验,自动对知识库进行维护与更新,从而支持复杂环境下的决策过程,反映了较高级的智能活动^[59]。

3.2 综合集成系统

中国科学家钱学森、戴汝为、于景元从系统工程学的角度出发,提出用于描述非常复杂的自然界和人类社会系统的开放式复杂巨系统的概念^[60]。随后,他们提出处理开放式复杂巨系统的方法论,即从定性到定量的综合集成法^[61]。1999 年,由国家自然科学基金发起该领域的一个主要研究项目,即支持宏观经济决策的人机交互综合集成系统。经过几年的研究,在综合集成系统的理论和实践应用方面取得了突破性进展。戴汝为认为,Internet 是一个开放式复杂巨系统,处理 Internet 系统及其相关问题的方法论可采用从定性到定量的综合集成研讨厅体系^[62];顾基发研究了不同观点的集成方法和达成共识的过程,并对计算机工具如何帮助达成共识进行了系统的分析^[63];田军也提出一个将不同观点和意见达成共识的模型,通过优化搜索方法寻求群体意见的集成,并能够获得集成结论的可靠性指标^[64]。

舒光复将重构分析方法应用于综合集成系统的设计,将数据、信息、模型和专家知识进行集成,他用该系统预测国内 GDP 的增长率,结果显示精确度比其它系统有很大改进^[65];张朋柱和程少川研究了支持群体决策研讨的信息组织模式,建立了群体研讨的框架^[66],并设计和开发了“电子公共大脑”^[67],可将群体研讨的信息分类并按易于检索的方式进行组织,“人-人”的交互变为“人-电子公共大脑-人”的交互方式,有效地避免了由于获取的信息不一致而产生的冲突,解决了信息共享和相互沟通的主要问题,使来自于个人的信息被收集到群体中以推进群体研讨的过程。他们的工作已实现了一个综合集成研讨厅的雏形。

综合集成系统的最终目标是帮助决策者抓住问题的本质并选择正确的决策。该过程将帮助决策者实现从“信息层”到“知识层”的推进,然后再到解决问题的“智能层”,以获得满意的结论。

4 决策支持系统应用发展展望

决策支持系统应用技术的发展,经历了数据驱动、模型驱动、知识驱动等过程。目前,开发基于 Web 的 DSS、基于仿真的 DSS、基于 GIS 的 DSS 以及通讯驱动的在线分析 DSS 成为决策支持系统发展和应用的主流。一些新的比较有发展潜力的研究领域,正在成为当前决策支持系统应用研究的热点,相关问题的研究正在蓬勃展开。

4.1 DSS 与知识管理的有机结合

IDSS 的智能主要体现在系统能利用专家知识辅助决策,并能够随决策环境的变化改变自己的行为,要求其知识处理系统能随环境变化学习新知识、更新知识库。知识管理则涉及到推理知识、描述知识和过程知识,从而支持问题求解过程。另外,将知识管理理论应用于 DSS 中,可实现最佳经验分享,为新的决策问题提供快捷的解决方案。

4.2 DSS 与电子商务的集成

电子商务是一种全新的商业运作模式,它是指各行业各种业务的电子化。电子商务的发展强烈冲击着传统的管理模式,同时也产生了许多新的管理决策问题。所以 DSS 的开发应充分考虑电子商务的应用背景,向决策者提供多种分析模型和多种分析角度,在市场-客户-产品等多种条件下进行多维度分析。

4.3 DSS 中的不确定信息的组织和处理

由于现实世界普遍具有的不确定性,所以软计算方法得到推广和应用。软计算主要包括模糊逻辑、神经计算、概率推理、遗传算法、混沌系统、信任网络及其它学习理论。现有的人工智能技术主要致力于以语言和符号来表达和模拟人类的智能行为,软计算方法则通过与传统的符号逻辑完全不同的方式,解决那些无法精确定义的问题决策、建模和控制^[68]。软计算方法已在很多领域的决策问题中得到应用。如王光远的不确定信息及其建模方法^[69];任守桀等^[70]提出利用遗传算法实现处于混沌与湍流环境下具有重构自身的先进制造系统的决策模式及其决策支持系统。

DSS 是一个融多种学科与技术于一体的集成系统,随着管理理论、行为科学、心理学等相关学科的不断发 展,尤其是计算机技术和信息技术的巨大进步,DSS 的应用研究将不断深入,逐步向着智能化、多元化、集成化方向发展。

参考文献 (References)

- [1] Keen P G W, Scott Morton M S. Decision support systems: An organizational perspective [M]. Reading, MA: Addison-Wesley, 1978. 50~100
- [2] Zhang Xiangsun, Cui Jinchuan. A project evaluation system in the state economic information system of China: an operations research practice in public sectors [J]. *International Transactions in Operational Research*, 1999, 6(5): 441~452
- [3] 王众托. 智能界面和综合 DSS [A]. 见: 决策科学和系统工程[C]. 北京: 中国科技出版社, 1990
- [4] Gu Chifa, Tang Xijin, Dong Yikui. The development of decision support systems in China [J]. *Computers industrial engineering*, 1994, 27(1~4): 177~180
- [5] 汪应洛, 张朋柱. 陕西省科技、经济、社会协调发展宏观决策支持系统 [R]. 陕西省科学技术委员会编印, 1994
- [6] <http://www.bjpopss.gov.cn/bjpopss/cgj/cgj20000122B.htm>
- [7] 黄小原, 田杨, 樊治平. 城郊区域经济社会决策支持系统的设计与实现[J]. *决策与决策支持系统*, 1990, 3(3): 287~293
- [8] <http://www.intsci.ac.cn/app/tax/index.html>
- [9] <http://www.etongport.com/ldjy1.html>
- [10] <http://www.etongport.com/cyjg1.html>
- [11] <http://www.epic.com.cn/private/hbxx.files/jctx.htm>
- [12] Xu Xinyi, Chen Beiyu. Architecture for a water resources data base systems [A]. In: U. Shamir & J. Q. Chen (eds). *The hydrological basis for water resources management* [C]. IAHS Publication 1990, (197): 281~287
- [13] 朱元生, 等. 长江防洪决策支持系统[J]. *水科学进展*, 1996, 7(4): 195~304
- [14] 张丰敏, 冯耕中. 黄河下游防洪决策预案生成专家系统的设计与实现[A]. 见: 全国青年管理科学与系统科学论文集[C]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1993. 592~599
- [15] 魏文秋, 陈秀万. 抗洪救灾遥感系统中河道防洪信息系统的试验研究[J]. *水科学进展*, 1994, 5(1): 71~77

- [16] <http://www.iwhr.org/news2000/newsview>
- [17] 翁文斌,蔡喜明.京津唐水资源规划决策支持系统研究[J].水科学进展,1992,3(3):190~198
- [18] http://news.xinhuanet.com/fortune/2002-01/20/content_145765.htm
- [19] <http://ewater.net.cn/heihe/system/index1.asp>
- [20] 胡振鹏.供水水库群多年调节的多目标递阶分析[J].系统工程学报,1986,(2):78~89
- [21] 董子敖.水库群长期调节中的径流处理问题和专家系统的运用[J].北京水利电力经济管理学院学报,1990,3(2):37~44
- [22] 席西民,等.三峡工程体系 DSS [A]. 决策科学和系统工程 [C]. 北京:中国科技出版社,1990
- [23] 吴扬俊,刘维峰,范子文.农业节水决策支持系统[J].决策与决策支持系统,1996,6(2):31~36
- [24] 张光宇,刘永清.土地资源微观控制计算机辅助决策系统的总体设计[J].系统工程,1998,16(3):46~61
- [25] 李际平.林业决策支持系统设计模式探讨[J].中南林学院学报,1991,11(2):187~192
- [26] 王礼先,张忠.流域管理信息系统[M].北京:中国林业出版社,1994
- [27] 陆守一.区域生态经济型防护林体系建设模式智能决策支持系统的研制开发[J].生态学报,1996,16(6):602~606
- [28] Jianhua Gong, Hui Lin. Sustainable development for agricultural region in China: case study [J]. *Forest Ecology and Management*, 2000, 128: 27~38
- [29] Hongguang Cheng, Zhifeng Yang, Christine W Chan. An expert systems for decision support of municipal water pollution control [J]. *Artificial Intelligence*, 2003, 16:159~166
- [30] Chaosheng Zhang, et al. Statistics and GIS in environment geochemistry - some problems and application [J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 1998, (64):339~354
- [31] 陈庆秋,等.房地产投资决策支持系统的研制[J].华北水利水电学院学报,1996,17(4):25~29
- [32] 施泉生,等.工业企业投资决策支持系统试析[J].上海电力学院学报,1999,15(1):57~64
- [33] 张申.给予事例库和知识库的港口投资规划决策支持系统[J].大连海事大学学报,1996,22(4):81~84
- [34] 陈显明,等.石油投资决策专家支持系统[J].石油科技论坛,1997,(3):1~5
- [35] 沈莎,等.全国农业投资空间决策支持系统实现方法的实验研究[J].遥感信息,2000,(3):15~18
- [36] 王举成,等.风险投资专家决策支持系统的体系结构设计[J].重庆邮电学院学报,2001,(4):22~25
- [37] 刘东苏,等.项目投资决策支持系统的设计[J].西安电子科技大学学报,1999,26(2):250~253
- [38] 程少飞,等.基于 WEB 的证券分析决策支持系统[J].系统工程,2002,20(3):29~32
- [39] 邱丕群.金融预警系统初探 [J]. 统计与信息论坛, 1997, (2): 20~24
- [40] 林锦贤,沈钧毅.支持金融决策的数据仓库系统[J].计算机工程与应用,2001,(8):92~93
- [41] 张旭莉,等.商业银行经营安全评价、预警及风险管理决策支持系统构想[J].工业技术经济,2001,(4):46~47
- [42] 赵保华,等.银行智能决策支持系统 [J]. 小型微型计算机系统,1998,19(7):34~39
- [43] 吴键中,等.面向跨国企业集团的群决策支持系统的分布式与智能化研究[J].决策和决策支持系统,1993,3(3):273~280
- [44] 陈晓红,高原康彦.一种新的 DSS 概念模型[J].决策和决策支持系统,1997,7(1):1~8
- [45] 谢康林,赵京.智能化决策支持系统结构框架的研究[J].上海交通大学学报,1996,30(6):76~80
- [46] 蔡自兴,徐光.人工智能及其应用[M].北京:清华大学出版社,1996
- [47] 王刚,雷英杰,何晶.空战决策指挥引导专家系统[J].空军工程大学学报,2002,3(1):11~13
- [48] 左保河,冯珊,刘洪建.分布式环境下的智能 OA 专家系统模型[J].华北水利水电学院学报,2001,22(1):44~48
- [49] 韩世欣,黄梯云,李一军.基于机器学习理论的智能决策支持系统模型操纵方法的研究 [J]. 决策与决策支持系统,1996,6(1):10~18
- [50] 刘金琨,王树青.基于 Agent 技术的人机智能决策支持系统研究[J].系统工程理论与实践,2002,(2):15~20
- [51] 邓贵仕,王众托.新一代决策支持系统构成与软集成方法[J].大连理工大学学报,2002,(9):613~617
- [52] 谢榕.基于数据仓库的决策支持系统框架[J].系统工程理论与实践,2000,(4):27~30
- [53] 李敏强,潘振江,寇纪淞.基于数据仓库技术的决策支持系统的研究与应用[J].系统工程理论与实践,1998,(3):14~19
- [54] 俞文彬,谢康林,张忠能.基于数据仓库的决策支持系统框架研究[J].上海交通大学学报,2000,6(6):810~812
- [55] 周久宽,黄梯云.模型管理系统的面向对象设计[J].决策与决策支持系统,1996,6(2):14~23
- [56] 袁捷,陆菊康,邵伟民,陈毛狗.一个基于面向对象方法的智能决策支持系统生成器[J].计算机工程,2001,27(2):50~52
- [57] 邵培基,杨军,唐小我.IDSS 中模型和知识的关系化表示与管理[J].系统工程理论与实践,2000,(1):19~24
- [58] 邹慧君,田志斌,郭为忠.概念设计中的智能学习机制[J].中国机械工程,2002,13(12):1031~1034
- [59] 董军,杨善林,傅为忠.决策支持系统中的知识库系统的增量式开发[J].山西大学学报(自然科学版),2004,27(1):23~26
- [60] 钱学森,戴汝为,于景元.一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J].自然杂志,1990,13(1):3~10
- [61] 于景元,钱学森.关于开放的复杂巨系统的研究[J].系统工程理论与实践,1992,12(5):8~12
- [62] 戴汝为,操龙兵.一个开放的复杂巨系统 [J].系统工程学报,2001,16(5):376~381
- [63] 顾基发.意见综合——怎样达成共识 [J]. 系统工程学报,2001,16(5):340~348
- [64] 田军,张朋柱,王刊良,汪应洛.基于德尔菲法的专家意见集成模型研究 [J].系统工程理论与实践,2004,24(1):57~62
- [65] 舒光复.综合集成系统重构及宏观经济研究中的应用 [J].系统工程学报,2001,16(5):349~353
- [66] 程少川,张朋柱,卢明德.群体过程信息的树状结构及其定性收敛的研究[J].系统工程学报,2001,16(5):371~375
- [67] 程少川,程前向,李霆.电子公共大脑本体系统设计 [J].管理工程学报,2004,18(1):88~91
- [68] 杨善林.智能决策方法与智能决策支持系统[M].北京:科学出版社,2005
- [69] 张跃,王光远.模糊随机动力系统理论[M].北京:科学出版社,1993
- [70] 任守渠,张蕾,刘祖照.基于自组织的决策模式及决策支持系统[J].计算机集成制造系统,2000,6(1):60~66

(责任编辑 李慧政)