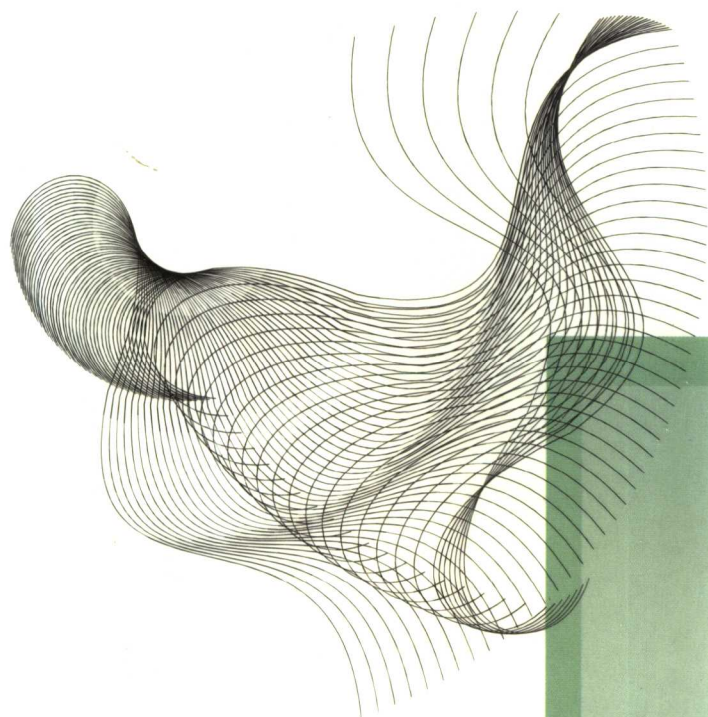


国家九五重点图书

计算机应用技术前沿丛书



智能决策支持系统实现技术

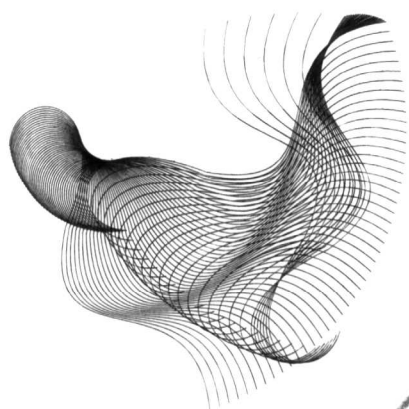
俞瑞钊 陈奇 编著

浙江大学出版社

华北水利水电学院图书馆
206663010

TP399
Y800

国家九五重点图书



智能决策支持系统实现技术

俞瑞钊 陈 奇 编著

计算机应用技术前沿丛书

QJ5/10/06

图书在版编目 (CIP) 数据

智能决策支持系统实现技术 / 俞瑞钊, 陈奇编著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2000.12

(计算机应用技术前沿丛书/潘云鹤主编)

ISBN 7-308-02161-0

I. 智... II. ①俞...②陈... III. 智能决策-决策支持系统 IV. TP399

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 46562 号

总 责 编 陈晓嘉 梁 兵

封面设计 俞亚彤

版式设计 孙海荣

责任出版 李慧华

出版发行: 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

责任编辑: 傅百荣

排 版 者: 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷: 浙江印刷集团公司

经 销: 浙江省新华书店

开 本: 889mm×1194mm 1/16

印 张: 21.5

字 数: 509 千字

版 印 次: 2000 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-308-02161-0/TP·181

定 价: 43.00 元



序

20 世纪是一个科技、经济空前发展的时代,从世纪初相对论、量子理论的创立到今天以信息产业为龙头的高科技产业成为经济发展的第一支柱,人类社会发生了根本性的变革。而在这场以科学技术为社会发展直接动因的变革中,意义最深远、影响最广泛的就是计算机及其相关技术的发展和运用。

在过去的 50 年里,计算机已从最初的协助人类进行精密和复杂运算的单一功能的运算器发展成为能够模拟人类智慧、感觉,可以适应环境、具有多种功能的设备;计算机及其技术的应用已从尖端科学、国防工业延伸到了人类活动的各个领域。它不仅充实和革新了传统的科学与技术研究手段,带来了新的方法和理念,成为科学技术谋求新发展的沃壤,而且作为信息处理的核心工具和技术支撑起庞大的信息产业,进而改变了全球的产业格局。

目前,一个由遍布全世界的计算机连接起来的跨越国界、巨大而高速的多媒体信息网络正在形成,因此,不仅信息产业本身,而且各行各业都将面临计算机应用技术研究和发展的重大课题。我们针对国内外有关计算机应用技术的最新进展,根据浙江大学及国内其他学者在计算机辅助设计系统和方法、计算机动画、设计思维模拟、自主式智能系统、智能决策系统、软件智能化技术、工程数据库管理系统、图象与声音

压缩技术等方面取得的成果,组织编撰了《计算机应用技术前沿》丛书。我们希望,通过这套书,为从事相关领域研究工作的专家和学者提供一些有参考价值的方法和技术,为普及、推广,进而开拓计算机及其网络的新的应用技术作出一点贡献。

潘云翔

一九九九年十月

前 言

智能决策支持系统已不是一个新的概念。70年代初诞生的决策支持系统(DSS),发展至今已有二十几年。决策支持系统缘起于计算机在商业和管理领域的大规模应用。随着计算机应用的广泛与深入,无论在商业领域还是生产领域或者行政管理领域甚至军事领域,人们对决策支持都提出了越来越高的要求。80年代,决策支持系统中引入了人工智能的概念、方法和技术,提出了所谓智能决策支持系统(IDSS)的概念。从那以后,立足决策支持的根本目标,智能决策支持系统中的技术和方法,乃至其基本的概念和组织都有了发展。从80年代末以来,我们一直在该领域进行深入的研究,最近两年直接开展了和决策支持有关的系统开发,在理论和实践两方面都有了一些成果。在此基础上,我们撰写了这本书。

本书分三部分共九章。第一部分包含第1、第2、第3和第4章,主要讨论IDSS系统的一般问题,重点讨论了近几年兴起的决策支持新技术:数据仓库和数据挖掘。其中,第1章详细介绍了IDSS的概念、历史和结构形式。这一章的内容是我们以后讨论的基础。我们在这一章中,除了讨论IDSS的一般概念以外,还提出了一些我们的见解,如重新认识DSS的概念,站在决策支持的基本立场将问题发现也纳入了决策支持的范畴。我们认为IDSS中多样性和多变性是基本的特性,在此基

基础上我们特别强调了 IDSS 的柔性要求。第 2 章讨论了 IDSS 的一些相关技术:数据库、模型和决策树、专家系统、人机交互技术和集成技术等。这些讨论我们均围绕决策支持这一中心展开,特别关注各领域中新的相关进展。第 3 章和第 4 章涉及的是近几年比较新的研究热点:数据仓库、数据挖掘和决策支持。在我们看来,这不仅代表着 IDSS 的一个新方向,而且这方面的研究和应用将最终导致 IDSS 产生一个质的飞跃。我们也将在这儿介绍我们自己在这方面的一些研究。

第二部分包括第 5、第 6、第 7 和第 8 章,围绕我们的具体研究和开发工作,详细讨论了与智能决策支持系统相关的技术和方法。其中,第 5 章是我们研究成果的一个重要总结,决策支持系统的一个技术上的重要特征是综合性和集成性,一个应用的重要特征是面向用户的开放性和灵活性。Z 系统在面向对象的思想下,提出一个基于一致性语言的智能决策支持系统开发环境框架,为解决 IDSS 面临的多种问题,开辟了新的途径。第 6 章讨论 IDSS 中的知识和模型,我们仍将围绕 Z 系统展开这些讨论。在知识处理中我们提出了基于 Z 系统一致性机制的混合推理,而且最终指出了这种混合推理可推广于模型的调度和运行中。在模型库管理中,我们重点强调了智能化模型管理的新思路。第 7 章我们阐述了面向对象数据库。随着 IDSS 的发展,传统的关系型数据库已在多方面不能满足需要,面向对象数据库代表了一个极有意义的方向。这里讨论了 Z 系统中的面向对象数据库的设计。第 8 章是围绕一个面向生产管理的决策支持系统展开的,我们一方面关注新技术以及技术的难点和关键点,一方面关注针对切实的实际问题展开我们的讨论。

最后一部分即第 9 章是我们对智能决策支持系统的一些展望。

同时,考虑到面向实际应用,我们在上述章节中也会对有关的一些最新的商业软件进行简要评述。

本书的许多讨论都是围绕面向对象的智能决策支持系统开发环境 Z 系统展开的,前几章指出的 IDSS 研究中的问题,在 Z 系统的设计和

实现中,给出了我们的解答,同时,进一步在 Z 系统的研究中深化了这些问题。后三章的内容是对这些讨论的补充和发展。在 Z 系统中,我们提出并实现了一致性的知识、模型、数据、图形和超媒体结构的广谱示语言 Knonit,该语言具有面向对象的特点和持久性,创造性地在语言一级引入了客户/服务器消息机制和基于软插件思想的可扩充编译器设计,成功地保证了系统的开放性和可扩充性等重要的 IDSS 的柔性要求。在 Knonit 的一致性基础上,实现了产生式和框架的正逆向推理,单个模型和复合模型的运算,基本的面向对象的数据表示和操作,对外部数据库的访问,产生式和框架、知识和模型的互访,以及对知识、模型和数据的统一的面向对象的管理,从而提出解决 IDSS 开发环境实现中的关键问题的一条有效的新途径。

经过多年的研究,我们感到有关智能决策支持系统的研究是综合的。事实上,一般而言,今天的软件系统不再可能是一个独立的封闭系统,开放性、综合性、集成性等等都成了必不可少的基本要求,对 IDSS 这样的系统尤其如此。一个 IDSS 系统往往融合了多方面的传统上不放在 IDSS 中讨论的技术。同样在其他的软件系统中往往也大量采用 IDSS 中的技术和方法。在本书中我们提倡回到决策支持的出发点本身,不划地为牢,面向实际应用,从新的角度重新审视 IDSS 的各方面,从内容到形式有所创新。这应该是本书的一个基本特色。

本书是由俞瑞钊和陈奇共同拟定大纲,具体由陈奇负责编写。实际上是我们 80 年代末以来在 IDSS 方面集体研究成果的一个总结。在这一过程中,众多的学生参加了项目的研究,也参加了本书的编写,没有他们的努力,本书的完成是不可想象的。在这里我们要衷心感谢郭晔、陈宇晨、温长城、王硕革、李场、吴文标、林应、林宏伟、陈稷、卜佳俊、吴徐华、蒋锐、黄启春、铁治欣等等。我们还要特别感谢吴宏旻小姐,吴宏旻不仅很早就参加了我们 IDSS 的研究,并且直接参与了本书的编写和大量文稿的整理。正是她认真细致的工作保证了本书的最终完成。

计算机是一个充满生气的领域,能从事这方面的工作真让人感到

十分幸运。但是相信每一个计算机领域的研究和技术人员一定会感到一种特别的压力,一方面计算机要求完美,另一方面计算机技术迅速发展使我们几乎无暇使自己满意。尽管历时不短,但本书的成文仍然是仓促的,错误和不妥之处请各位专家和读者不吝指教。

作者 1999 年夏于求是园

目 录

1 导 论

1.1 智能决策支持系统的历史	1
1.2 智能决策支持系统的概念	4
1.3 传统智能决策支持系统的结构	7
1.4 智能决策支持系统的柔性	9
1.5 智能决策支持系统开发环境	10

2 决策支持相关技术

2.1 数据库系统	13
2.2 IDSS 模型技术	15
2.3 决策树	17
2.4 专家系统	22
2.5 人机交互技术	26
2.6 集成技术	29
2.7 其他相关技术	32

3 数据仓库

3.1 数据仓库	34
3.2 数据仓库的产品及应用	62

4 数据挖掘和决策支持

4.1 数据挖掘的一般技术	67
---------------------	----

4.2 基于决策树技术的数据挖掘	85
4.3 发现关联规则的技术	93
4.4 KDD 的应用问题	101
4.5 数据仓库与数据挖掘相结合的决策支持新技术	110
4.6 从数据挖掘到知识发现:当前的挑战和未来的方向	112

5 基于统一语言的 IDSS 开发环境 Z 系统

5.1 环境的基本设计	118
5.2 环境语言设计	120
5.3 基于 Knonit 的 IDSS 开发环境的组织结构	127
5.4 插接式集成编辑编译器	132
5.5 分布式对等服务网	141
5.6 分布式持久性虚拟空间	149
5.7 超媒体设计	156

6 Z 系统中的知识库和模型库

6.1 决策中的知识处理和知识库	171
6.2 决策支持模型与模型库	181
6.3 智能化模型管理系统(IMBMS)	190
6.4 IDSS 中的广义推理	208

7 Z 系统中的面向对象数据库

7.1 引言	213
7.2 内部数据库	215
7.3 内部数据库查询以及消息机制	234
7.4 外部数据库	247
7.5 小结	254

8 生产决策支持系统

8.1 销售管理	256
8.2 生产计划和能力平衡	262
8.3 库存管理	291
8.4 会计决策支持系统(财务分析和决策支持)	303

9 智能决策支持系统的发展和趋势

9.1 和网络技术的结合	311
9.2 更为友好的人机界面	315
9.3 和其他信息系统的结合	319
9.4 综合性、柔性和高智能	323

1 导 论

现代计算机诞生至今只不过短短的半个世纪,和其他人造工具相比,其发展之迅速令人惊叹。而推动这一发展的一个基本的力量是应用的需要,在对计算机广泛的需要中,面向管理和决策的需要又是其中最重要的。早在 60 年代,在现代计算机的诞生地美国,已有 80% 以上的计算机用在经济和商业领域。最近这些年来,计算机更是在管理决策领域扮演着不可缺少的角色。如何将计算机更有效地应用于管理决策之中,是多年来计算机领域的研究重点。随着计算机应用水平的提高,这方面的要求也在不同程度的提高。一个有趣的现象是,一方面计算机在管理决策领域应用得越来越深入,另一方面人们又总是抱怨计算机没有在决策中发挥应有的作用。这实际上说明了两点:首先,说明了计算机在管理方面的应用水平正在不断地取得进步,正如今天我们抱怨网上信息多得令人无法消化,恰恰说明 Internet 在交换信息方面取得的巨大成功;其次,说明了如何使计算机更有效地支持管理决策还有很长的路要走,无论是在技术方面,还是在技术手段和管理决策方式的结合上都要出新。

尽管决策支持系统概念的提出已有二十几年的时间,但纵观世界管理决策软件的应用水平与需求的差距,我们认为,现在只能算是奠定了真正决策支持的基础,将智能技术和决策支持相结合更只能算是刚刚开始。

1.1 智能决策支持系统的历史

决策支持系统最早形成于本世纪 70 年代。决策支持系统的概念是由学者 Peter G. Keen 和 Michael S. Scott Morton 等人提出,并做了许多的开创性工作。

一切技术的发展都有它历史的必然性,同样,决策支持系统的概念诞生在 70 年代初的美国决不是偶然的。

1.1.1 电子数据处理系统(EDPS)

50年代起,经济管理领域开始利用计算机代替人工成批处理大量数据。这时,程序简单,程序和数据互不独立,无数据管理;或程序虽已构成一个系统,并以文件来实现一定的数据管理,但利用计算机主要完成的还是某一单项事物的管理。在这一阶段中,利用计算机的主要目的是为了节省人力,降低人工费用,减轻工作负担,提高工作效率。

时至今日,一些孤立的单项应用软件,如:工资发放、简单库存管理仍可认为属于电子数据处理系统。今天,这些应用系统有的是基于电子表格系统的,如: Lotus 1-2-3 和 Excel,也有的基于诸如 Access, Foxbase 等简单的数据库系统。

然而,由于电子数据处理系统没有充分研究实际管理系统的信息流程,没有考虑各类数据和各项事物工作间的内在联系,未能将它们紧密地结合起来,致使数据资源共享性差,远未能将管理过程作为一个整体予以支持。

1.1.2 数据库和管理信息系统(MIS)

前已有述,60年代,美国计算机在经济管理方面的应用达到了高潮,随之而来的是以数据库为标志的数据组织处理技术的大发展。层次数据库、网状数据库和关系数据库都是在这一阶段提出并成熟起来的。利用计算机处理整个管理系统的信息的软件系统,即管理信息系统成为这一阶段的软件应用最重要的领域。

管理信息系统的基本特征是以文件和数据库作为数据管理的软件支撑,数据的共享性强,联系密切,程序和数据相对独立。事实上,在整个70年代和80年代,管理信息系统最终几乎都和数据库,特别是关系数据库联系在一起,以至于我们一提到管理信息系统总是联想到关系数据库,相应地,关系数据库也绝大多数应用于管理信息系统方面。在这一阶段中,利用计算机大大提高了信息存储和访问效率,提高了管理的规范性和科学性。

80年代后期以来,我国的管理信息系统建设达到了一个高潮。今天的管理信息系统往往表现出很大的综合性,一个企业或部门在建设管理信息系统时,一般都综合考虑财务、业务和人事等多方面的需要,以及信息的共享和交换。管理信息系统一般也都建立在局域网络的基础上,对一些企业集团甚至需要建立广域网。基于的数据库也从 Foxbase, Access 等小型数据库向诸如 Oracle, Sybase, Informix 等大型的更为完备的关系数据库平台过渡。

随着应用的深入和技术的进步,人们很快感到了管理信息系统的不足。一个基本的原因是管理信息系统是一个用于完成例行管理活动中的信息处理,忽视了现代管理的重点在于决策这一基本思想,没有把管理、决策和控制联系在一起,往往无法提供决策人员所需要的信息。所以在一段时间内,管理信息系统发展缓

慢,甚至受到了一定的冷遇。近几年,我国管理信息系统也开始迅速发展,但忽视决策仍是不少管理信息系统的通病,这一点值得我国研究开发人员重视。要想使计算机更为有效地应用于现代管理,必须使系统面向决策,研制侧重于支持管理过程中决策活动的软件系统,根据管理的要求,提供更有价值的信息,以辅助各级管理人员的决策。

1.1.3 决策支持系统(DSS)

管理信息系统可以有效地提高决策的效率,而难以提高决策的质量。

管理信息系统可以回答像“事情现在怎样了?”这样比较表面化的典型问题,而难以回答诸如:“为什么会这样?”“问题在哪儿?”“更好的办法有哪几种?”等这一类更为面向决策,更为深层次,更为“主动”地有助于管理的问题。70年代后,随着管理信息系统的日渐成熟,人们自然地有了进一步的要求。与此同时,运筹学、数理统计、计算机模拟、图形图像技术等新方法新技术的发展迅速,计算机软硬件性能大幅度提高,廉价微机出现,计算机应用日益普及,管理信息系统向决策支持的方向发展就不仅是一种需要,而且成为可能。

当计算机技术推向新的应用领域时常常引来不切实际的期望,计算机引入管理决策领域也不例外。很多人发现管理信息系统没有达到预期的社会经济效果固然有管理信息系统本身的不足,但也包含着人们对管理信息系统过高的期望。

H. A. Simon 把决策问题分成程序化决策和非程序化决策^[1]。程序化决策也就是现在常说的结构化决策。结构化问题是常规的和完全可重复的,每一个问题仅有一个求解方法。可以认为结构化决策问题可以用程序来实现,而非结构化问题不能用明确的数学或逻辑的方式给出解,因此,它难于编制程序来完成。而决策问题一般是半结构化甚至是非结构化的。这部分说明了管理信息系统不成功的原因。

70年代末,人们对管理决策方面的软件进行了认真的反思,认识到人是决策的主体,软件应该是为人的决策服务而不是替代人的决策。决策支持系统运行应是一个人机交互地解决决策问题的过程,这是一个很重要的定位。在这样一个基本定位下,近20年来,尤其是80年代中期以来,决策支持系统成为了计算界的一个研究热点。

人们开始考虑的决策支持系统主要是引入了数值计算为主体的数学模型和仿真模型,但随着研究的深入,人们发现决策中的大量因素并不能用定量化的模型来刻画。几乎同时兴起的专家系统本身为决策支持提供了一个新方式,同时为建立更为综合有效的决策支持系统开辟了新途径。

1.1.4 专家系统(ES)

专家系统的目的在于使计算机具有人类专家那样的解决问题的能力,它依靠大量的专门知识以解决特定领域的复杂问题。

70年代中期以后,以 MYCIN(一个能诊断一些细菌感染疾病并提供抗生素治疗方案的专家系统)为标志,出现了一大批成功的专家系统。如:PROSPECTOR(一个能帮助地质人员勘探某些矿藏的咨询专家系统),R1(一个能根据用户要求设计 VAX 计算机最合理配置的专家系统),TYT(一个能作台风路径预报的专家系统)等等。

专家系统模拟的是某一领域的专家解决问题的能力,支持决策者决策的实际上也是专家的职能,专家系统在解决非结构化问题取得了巨大的成功,而在决策领域,面临的大量问题正是这样的非结构化问题,所以相当多的专家系统实际上也可以看作决策支持系统,如:Management, Expertax, Capital Expert Systems 等等。但是决策并不是仅仅基于专家的知识,有相当多的半结构化甚至是结构化的问题要解决,传统决策支持系统的技术也是很有意义的,如何将两者结合起来自然就成为一个人们关注的问题。

1.1.5 智能决策支持系统(IDSS)

智能决策支持系统实质是人工智能与决策支持系统的结合。开始时,人们设想将决策支持系统与人工智能中的专家系统技术相结合。

决策支持系统的传统方法属于定量分析,而专家系统属于定性分析,结合两者形成的系统就是智能决策支持系统。显而易见,智能决策支持系统是一种更为综合的软件系统。决策支持系统一般是基于数据库的,在此基础上有一系列的模型和方法,而专家系统一般是基于知识库的,与此密切联系的有推理机和动态数据库。如何将这一切集成为一个有机的整体成为智能决策支持系统研究中的一个十分有意义的问题。

近年来,数据仓库技术、数据挖掘技术、网络技术、分布处理技术、多媒体技术、软件开发技术和人机交互技术的发展都极大地影响了智能决策支持系统的发展。这些技术不仅拓宽了将人工智能技术与决策支持系统相结合的途径,而且必将在实际应用中深入到更广阔的领域。

1.2 智能决策支持系统的概念

计算机领域的许多概念总是令人争论不休的,这一方面是由于计算机学科的

很多地方不是像数学那样有很强的规定性,另一方面也是由于计算机学科本身的迅速发展造成的。围绕决策支持系统的很多争论就是这样。关于决策支持系统的概念从70年代初提出后就没有停止过争论。Keen 和 Scott Morton^{[2][4]}在70年代提出决策支持系统时,认为它有5个特征:

- (1) 所解决的问题是半结构;
- (2) 所提供的功能是支持性的;
- (3) 用户使用系统是描述式的;
- (4) 决策支持系统着重的是决策效益而不是效率;
- (5) 它是易于发生变化的。

决策支持系统的另一开创者 R. H. Sprague 和 E. D. Carlson^[3]对决策支持系统下的定义为:决策支持系统是一种基于计算机的系统,帮助决策者通过与系统直接交互使用数据及分析模型解决非结构化的决策问题。

Bernarl C. Reimanm 则把决策支持系统和建模仿真建立密切联系,他认为:“决策支持系统的一个最重要特征是它有一种交互的特别分析能力,它使管理者能够尽量完全和精确地对他们的问题进行仿真和模型化,允许管理者试验不同的假设与方案的影响。”以上的表述由于着眼点和角度的不同,而存在着一定的差异,这样不同的理解和表述还有很多,但他们的基本观点还是相通的。总结现有的各种认识,可以认为决策支持系统应该有如下基本要点:

- (1) 处理非结构化和半结构化的问题;
- (2) 系统应该将数据库查询功能与模型分析技术相结合,以解决决策中的实际问题;
- (3) 系统应具有灵活性与适应性,以适应环境和用户决策方法的变化;
- (4) 系统应该有一个友好和灵活的人机接口以交互方式支持用户有效决策。

这些基本要点对于我们总结决策支持系统的理论和实践、研究和交流都是有意义的。然而,我们认为面对一个如此迅速发展而又成熟的领域,也许最重要的不是给出一个面面俱到的定义,而是明确该领域的基本努力方向。

我们认为,基本的方向应该就是建立有助于提高决策水平的软件系统。有人可能会担心,像这样宽泛的目标会不会将统计分析软件、电子报表软件、专家系统都纳入这一领域。实际上这也没有什么不对,需要指出的是,决策支持系统发展到今天大家肯定会同意,为了有效的支持决策,一个决策支持系统其实必定是综合的。这个目标的意义在于,我们可以重新审视一下建立软件系统以支持决策的各种可能和途径,及时采纳新技术新手段发展决策支持系统。基于这一认识,我们认为有必要重新界定决策支持技术涉及的范围,并在一些相关领域从决策支持的角度展开研究。事实上,学术界已经如此在开展决策支持系统的研究,如智能决策支持系统的提出,正是这一思想的体现。

Sprague 和 Keen 在80年代以后都指出,决策支持系统的最终目标是:改变决策者的思维方式和工作方式,提高他们的工作能力和行为水平,支持决策时的信