

面向 CIMS 的 ODSS 及其问题求解的研究^①

董志斌^② 严隽薇[✓] 吴启迪
(同济大学 CIMS 研究中心)

【摘要】介绍了 CIMS 中组织决策的概念,提出了面向 CIMS 的组织决策支持系统的概念模型和决策过程模型,然后,讨论了 CIMS 环境中 ODSS 的问题求解方法,提出了一种开放式系统的问题求解方法,并阐述了它的组成部分及其冲突问题。

关键词:组织决策支持系统,计算机集成制造系统,问题求解,组织决策,合作,协调一致性,冲突

分类号: C934

CIMS, ODSS

0 引言

计算机集成制造(CIM)是一种新的制造思想和技术形态,是未来工厂的一种模式;它是信息技术与生产管理及制造工程相结合的自动化技术与科学,它的核心是集成。计算机集成制造系统(CIMS)是在 CIM 这个新概念指导下建立的生产系统。

在复杂多变、竞争激烈的市场中,CIM 企业随时都要进行决策,以适应市场的变化;同时,由于 CIMS 的组织形式的变化,使得它对决策支持的需求大大加强。

近年来出现的组织决策支持系统(organizational decision support system, ODSS)能够提供全面的组织决策支持,并对组织产生大范围影响。

因此,面向 CIMS 的组织决策支持系统及其问题求解的研究是一个非常有益的课题。本文在这个领域作了一些探讨。

1 CIMS 环境中的决策

在 CIMS 中,所有活动分别在 6 个物理层上进行,相应的决策过程又可划分为战略决策(企业

层)、战术决策(工厂层、车间层)和操作决策(加工单元、工作站、设备层)3 个决策层。其中操作层决策主要由单个决策者完成,战术层决策主要由个人或同一单元的群体来制定,战略层决策则由企业最高决策单元和企业内其它组织单元合作完成。这种由多个组织单元共同参与、共同承担责任、由共同利益驱动的决策过程,称为组织决策(organizational decision making, ODM)。

CIM 哲理的核心是集成,它不仅强调企业内部集成,还强调宏观世界的集成。因此,企业中有关战略性的研究项目,如战略规划等,都要以 ODM 的方式来确定。

CIM 企业组织结构的变化,在很大程度上影响了 CIMS 中的决策。传统企业的经营管理是一种分层的三角形递阶结构,而 CIM 企业的组织结构已向动态网状结构转化。它的显著特点是实体间信息交换得到加强;组织内随时都有临时性 Team Work 的组构。这使得 CIMS 的 ODM 更为重要,同时,功能交叉的多功能小组是 ODM 的重要组织形式。

为了支持 CIMS 中的决策,应提供一种决策辅助工具,它应能提供:

a) 充足的信息资源;

① 国家 863 计划 CIMS 主题资助项目。

② 董志斌:博士,研究方向:智能自动化及 CIMS。通讯地址:上海同济大学 CIMS 研究中心,邮编:200092。本文 1998 年 7 月 27 日收到。

b) 科学的决策方法, ODSS 就是这样一种工具.

2 CIMS 中的组织决策过程

Simon^[3]在著名的决策过程模型中指出:以决策者为主体的系统决策过程包括情报(INTELLIGENCE),设计(DESIGN),选择(CHOICE)和审

查(INVESTIGATE). 情报活动的重点是在系统内外收集信息,并通过识别形成决策问题、目标等;设计活动是确定设计方案集合;选择活动是根据决策者目标,确定综合评价指标并寻找“满意方案”;跟踪方案实施效果,并及时调整.

根据这个理论,可以得出 CIMS 环境下组织决策的过程模型,如图 1.

决策过程由决策问题的陈述开始,决策问题

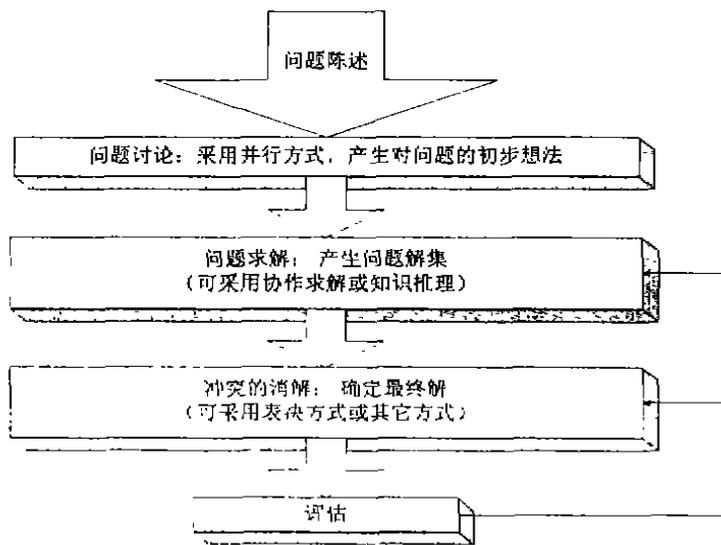


图 1 CIMS 环境下组织决策的过程模型

既可以是群体(或小组成员)共同关注的问题,也可以是某个决策者提出的某个问题.决策成员通过问题讨论阶段的自由讨论,对问题进行深化和细化,以便更好地理解问题.当问题讨论达到一个成熟阶段后,就进入到问题求解阶段.在这个阶段,决策成员的求解过程是相对独立的,但他们可以通过电子交谈或其它方式,对其它成员的求解结果进行评论,并提出候选的方案,最后形成决策问题的解集.然后,在冲突消解阶段,决策成员采用表决的方式(或其它)对解集进行精简.问题求解和冲突消解两个阶段可以反复多次,直到得到最后的问题解.最后,由评估算法对求解结果进行评估,如果不满足要求,则返回到问题求解阶段,重复上述过程.

3 面向 CIMS 的组织决策支持系统

所谓组织决策支持系统(ODSS)是以计算机

和通信技术为支撑,能提供跨越组织单元界限的决策支持,且此决策支持能影响整个组织的系统^[3].

对于 ODSS 的结构,现在是众说纷纭.从信息的角度看,ODSS 应包括以下组件:任务和会议知识库,会议支持系统,决策数据库,公共数据库,协作数据库(Corporate Database)以及通信网络. Miller^[4]提出,在 ODSS 组织信息环境框架中,应包括模型子系统、数据库子系统和模型子系统,并且这些系统通过不同的通信界面互相连接.

在这些研究的基础上,并结合 CIMS 环境中决策的特点以及 CIMS 下组织决策的过程模型,得到面向 CIMS 的组织决策支持系统的概念模型(见图 2).

1° 信息综合、交流及人机界面子系统

此系统主要有 4 个功能.

(1)实现人机交互,应能支持多种类型的会话功能,以求对 CIMS 的所有决策者开放.

- (2) 监控系统状态, 决策者可自主确定系统工作方式, 了解当前运行情况和干预系统进程.
- (3) 提供舒适的人机共栖环境.

- (4) 对求解过程中所需要的信息通过此系统进行查询, 并可通过“电子会议及通信系统”与其它决策者或企业中的其它信息进行交互.

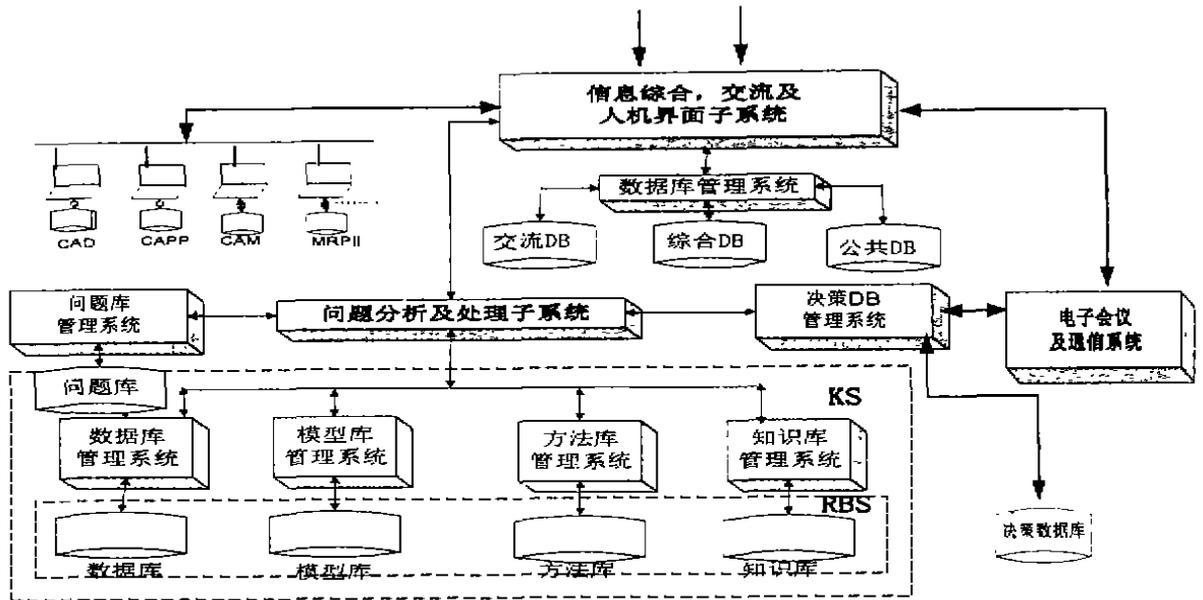


图 2 面向 CIMS 的 ODSS 的概念模型

2° 分布式知识系统

这里所说的知识系统是指广义的知识系统, 它包括数据库(DB), 数据库管理系统(DBMS), 模型库(mB), 模型库管理系统(mBMS), 方法库(MB), 方法库管理系统(MBMS)以及知识库(KB)和知识库管理系统(KBMS)。系统中的知识(广义)可以分为面向用户的和面向系统的两类。前者回答本地结点用户的知识性问题, 后者处理各子系统或各结点之间的动态连接和智能调用。

3° 分布式信息系统

它包括交流 DB、公共 DB 和综合 DB 以及其它辅助信息系统。

该子系统的主要功能是对整个企业中的信息进行自上而下的抽象和集成, 形成全局共享的公共信息库和战略决策信息库。系统的信息主要有三个来源: a. 企业外部环境 b. 企业内部统计记录(如公共/交流数据库, 它包含决策者希望分析的数据, 如针对某一问题讨论过程的记录以及相应的依据等等。)c. 其它辅助系统(如 CAD、CAPP、CAM、MRPII 等)。

4° 电子会议及通信系统

该子系统的基本功能是连接上述子系统, 并

进行网络通信, 它的主要作用: a. 在系统内部建立方便灵活的交流环境; b. 建立与其它辅助系统交换信息的通道; c. 对待发送和已接收的信息进行预处理(如格式转换等)。

“信息综合、交流及人机界面子系统”和“电子会议及通信系统”的共同作用能有效支持系统在空间和时间上的开放性。

5° 问题分析及处理子系统

问题分析与处理子系统是“信息综合、交流及人机界面子系统”与知识系统(KS)之间的桥梁, 为支持经营管理决策提供关键的功能, 如: 在问题库(PB)和问题库管理系统(PBMS)的支持下实现问题识别、问题规划以及问题的形式化描述; 然后在问题求解管理和知识处理模块的支持下完成数据提取、模型与算法生成、知识搜索与匹配、问题求解、报表生成、咨询解释等。

4 面向 CIMS 的 ODSS 的问题求解

问题求解是 CIMS 环境下组织决策支持系统的灵魂, 它决定着 ODSS 辅助决策的智能程度以及决策的有效性。CIMS 环境中的决策问题在很

多情况下都是战略性问题,这类问题难以定义,往往带有高度的随机性、动态性、不确定性和非重现性,并且求解过程的各阶段相互交错,循环往复,一般无法直接使用模型和算法,这就给 CIMS 环境下的 ODSS 的问题求解提出了更高的要求。下面对 CIMS 环境下 ODSS 的问题求解作一些探讨。

4.1 CIMS 中 ODSS 问题求解方法的回顾

现有的问题求解方法主要包括合同网(contract net framework, CNF)方法^[4]、黑板框架法^[5]和面向对象法^[6]等,分别介绍如下:

4.1.1 合同网方法

合同网法是由 Smith R G 首先提出的,它力求各求解结点相互合作,分享各子任务的计算负荷,合同网法解决了如何把各任务分派给合适的求解结点,即连接问题(connection problem)。

合同是经营者与承包者之间的一种协定,经营者提供求解任务,并负责监视求解任务的执行以及对求解结果进行处理;而承包者执行任务,并把求解结果向上一层经营者传输,合同的建立通过经营者的任务招标(task announcement)、承包者的任务投标(bid)和裁经营者的决(award)来完成的,它是经营方和承包方双方协商的结果。

CNF 法是目标驱动的,它采用了典型的层次控制结构,这种方法在问题较易分解成独立的若干子问题时,能收到较好的效果。

4.1.2 黑板框架法

Lesser 提出的“黑板框架法”,其核心部分是一系列独立范围的特殊模块,称为“知识源”,它们通过一个共享的数据结构——黑板来进行交互。在这种方法中,各知识源在共同的目标下,通过交换部分暂时结果而相互协作,最终产生正确的求解结果。

这种方法涉及到通过“程序调用部件”决定下一步将激活哪个知识源,实现的方法是按照预定的激活顺序赋予“知识源”不同的优先级。

4.1.3 面向对象的方法

在面向对象的方法中,每个求解机构都是一个对象,一个对象可以把信息传递给其它的对象,即面向对象的方法可以提供直接的通信。在问题求解过程中需要确定下一步将激活哪个(些)对象;此外,每个对象在系统中处于局部地位,因此

不能了解整个问题的求解过程,作出的决策只能是局部最佳。

4.2 开放式系统的问题求解方法

在对现有问题求解方法研究的基础上,结合开放式信息系统模型和 CIMS 中决策的特点,笔者提出了开放式系统的问题求解方法。

4.2.1 开放式系统问题求解方法的提出

CIM 企业本身是社会经济系统的组成部分,其生产经营活动与外界环境密切联系,并存在着频繁的物质和信息交换,因此 CIMS 环境下的 ODSS 需要及时同外部市场和内部各环节交换数据信息,以便合理地组织好企业内部的信息流,有效地规划和控制好内部资源,因此, CIMS 中的 ODSS 应是一个开放型的系统,它的问题求解方法也应该采用开放式系统的问题求解方法。

现代计算机技术,尤其是网络技术的发展,使身处异地的决策者可以对同一问题进行合作求解,为开放式系统问题求解方法提供了硬件基础。

在提出开放式系统的问题求解方法的过程中,借鉴了开放式信息系统模型^[7],它设想一个信息系统包括很多相对独立的较小的系统,它们可以在信息处理过程中通过相互传递信息进行通信和合作。

开放式系统问题求解方法的基本思想是,某结点要对某个问题进行求解,而没有能力单独来完成或者需要与其它结点共同来完成,它就可以动态地与其它结点相联系,形成一个暂时的协作求解环境,从而可以对此问题合作进行求解;一旦此问题得以解决,就可以撤消此联系,系统又恢复到以前各结点独立工作的方式,由此产生的求解环境是一种在求解期间由不同求解结点分期合作而产生的一种联合体,各结点的结构是相对独立的,它们有着自己的知识来源、假设、观点、约束及决策的规程等。

在开放式系统的问题求解方法中,各结点的相互作用是通过“假设—测试”的不断循环来进行的,各结点首先根据所接收的数据作出一种可能的解释(假设),然后测试其真实性,各结点的假设是暂时的,当进一步的信息(接收更多的数据或来自其它结点的解释)到来时,各结点再重新评价和修正,系统根据各部分解释的不断综合和相互约束作出总的解释,当系统得到一个一致的、满足整

个问题要求的解释时,求解便告结束.

4.2.2 开放式系统问题求解方法的结构框架

开放式系统问题求解方法的结构框架如图3所示,包括多个决策单元、用户界面、决策数据库、通信规则库以及共享黑板.决策单元通过全局的决策数据库、黑板结构以及与其它决策单元之间的通信,对环境问题的求解活动有一定的认识,并能随环境的变化修改自己的计划、通信策略和合作策略.具体来说,一个决策单元根据领域知识、问题求解的知识及对环境的感知信息,生成问题求解的局部计划,该计划应与其它决策单元的求解计划相容,否则必须解决冲突,最后执行无冲突的问题求解计划,把所得结果写到共享黑板上,从而促进问题的求解.

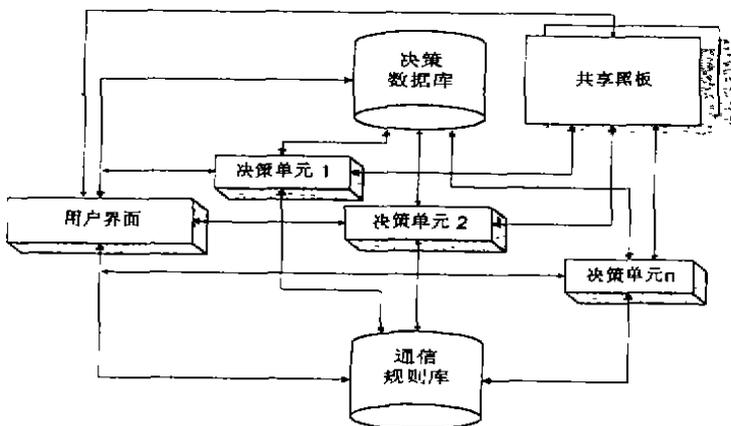


图3 开放式系统问题求解的结构框架

1) 决策单元

每个决策单元可以是DSS或GDSS,它们是独立的,有着自己的知识来源、假设、观点、决策的规则和程序.每个决策单元应包括自己的(i)模型库,(ii)知识库,(iii)与决策相关的数据库,(iv)方法库,(v)问题库.在求解过程中,各决策单元之间可以进行通信和相互合作,并可对求解结果进行分类综合.决策单元可以简化成一个决策者或一个决策群体,即在开放式系统的问题求解方法中,决策者或决策群体可以作为一个决策单元来参与决策.

2) 决策数据库

它可为每个决策单元的知识、模型或方法提

供一个索引,供系统中所有的决策单元查询.决策数据库对协作求解环境的建立起着关键作用.在决策数据库的支持下,可以选择合适的决策单元参与问题的求解,建立有利于问题求解的协作求解环境,促进决策单元之间的合作和通信.

决策数据库的内容应及时更新,因为每个决策单元的知识、模型或方法可能会发生变化.

3) 通信规则库

它包括决策单元之间进行通信的一系列规则,例如采用问答机制(question-answer)的“发言规则”.决策单元在每次“发言”结束后,发言规则都需要进行修改,这种修改过的发言规则也应被保存在通信规则库中.

可以通过对通信规则的设定,来限定各决策单元的求解活动,例如,规定决策单元在求解的某一阶段可以同哪些结点进行通信,通信的内容如何,通信的优先级如何,对通信的及时性有何要求等.

4) 共享黑板

黑板^①是一种平行信息共享的数据结构,它可以存储任务、规则和部分结果等.这里的黑板与传统意义的黑板有所不同,传统的黑板结构既用于信息共享,又是控制中心,而这里的共享黑板功能较为单一,只用于动态信息共享.

共享黑板采用分层结构,对应问题不同的抽象层,它应能满足:黑板的内容可以表达系统当前的求解状态;黑板对于每一个决策单元来说都是全局可见的.

上面已经介绍了开放式系统的求解方法.在CIM企业中,组织结构是根据决策任务的不同而有所变化的,因而它呈现出一种动态变化的网状结构;与此相应,ODSS求解系统的结构也是随着决策问题而变化着的,这种变化主要体现在决策单元的种类和数量的变化上.

开放式系统的问题求解方法有以下较为突出的优点:

- 有良好的并行性.每个决策单元在获得足够的信息后,都可以独立地工作;

^① “黑板”这个术语是Simon1966年首先采用的,他用黑板来描述问题求解心理学理论中的某个机构,1971年Simon扩充这个概念,把它用于问题求解的抽象模型中.

• 支持多种知识表达方法和推理方法. 分布式求解的研究表明如果系统采用单一的知识表达方法和推理方法, 其效率和效果往往很差. 在开放式系统的问题求解框架中, 各决策单元可以采用合适的而不必是一致的知识表达方法、推理方法和搜索策略;

• 这种结构具有良好的可扩充性、可修改性, 提高了问题求解系统的可重构性, 提高问题求解系统适应不同问题的柔性. 这是由各决策单元的高内聚、低耦合性质决定的.

• 这种方法的动态网状结构提高了系统的应变能力和灵活性, 并使得各求解结点之间的信息交换得到加强, 有利于多个求解结点相互合作共同求解一个各自不能完全胜任的问题.

4.3 开放式系统问题求解的关键问题

下面对开放式系统问题求解的几个关键性问题(合作和冲突消解)作进一步的探讨.

4.3.1 合作

开放式系统问题求解的关键是如何获得足够的全局一致性, 以有效地进行各决策单元之间的合作. 合作(cooperation)是开放式系统问题求解的核心问题.

所谓合作, 就是两个或多个决策单元相互间交换信息的一种相互作用, 完成一个合作有可能需要几个相互作用.

在开放式系统问题求解的结构中, 由于决策单元的数目可能很大, 环境可能处在不断变化中, 此外, 每个决策单元对环境及问题求解任务及对其它决策单元的意图等都只有部分有限的知识, 它们往往不具有充足的知识、能力、资源或信息去解决一个问题. 这些都使得各决策单元之间的合作变得非常重要.

协调一致性是衡量各决策单元合作程度的标准, 它是指参与问题求解的各决策单元作为一个合作整体如何以有效而高效的方式工作得更好. 协调一致的理想情况是: 给定一个全局求解目标, 单个决策单元所进行的求解活动都应该是有意义的, 如果某个求解活动不能改善问题求解的空间, 则该活动应不被执行, 没有一个决策单元会取消、破坏或毫无意义地重复其他决策单元的求解活动, 各决策单元的求解载荷应该平衡, 且全局通信量应最小.

协调一致性在很大程度上依赖于决策单元合作和自主(autonomy)间的关系, 而合作和自主是一对矛盾, 往往可以用内部决策和外部决策^①的多少来度量.

可以采用以下方法提高合作的协调一致性.

a) 组织结构

组织结构是指决策单元之间的信息与控制关系以及问题求解能力在决策单元中的分布模式. 它通过为决策单元定义角色、行为期望等, 提供一个预测和约束的框架, 从而增强合作强度, 提高系统的协调一致性.

b) 元级通信^②

它能提供给决策单元更多的关于其它决策单元的知识和网络状态, 使各决策单元对问题求解活动有更全面的了解, 从而提高合作的协调性.

组织结构是进行合作较为长期的框架, 而元级通信只是基于当前问题求解进行微小的、短期的细化.

4.3.2 冲突问题

开放式系统的问题求解方法是一种协作求解的模式, 然而, 由于各决策单元有着自己的知识背景、假设、观点以及求解过程中的侧重点的不同, 就不可避免地会产生冲突.

冲突大致可分为 3 种类型: 资源冲突、目标冲突和结果冲突^[8].

当多个决策单元在问题求解的过程中, 在同一时刻争夺同一资源(如数据, 外设等), 而系统不能同时满足它们的要求, 这种冲突就称为资源冲突. 如果一决策单元实现了它的目标而导致另一决策单元因此而不能实现自己的目标, 这种冲突叫目标冲突. 在开放式系统的问题求解方法中, 对同一决策问题, 各决策单元通过问题求解可能会得出不尽相同的结论, 这种冲突叫结果冲突.

在开放式系统的问题求解方法中, 如何对冲突进行协调, 在某种程度上决定着求解的成败. 可以采用自治方法、协商方法及“最后决策者”方法^[9]对冲突进行消解.

a) 自治方法

① 如果一个决策单元的决策完全由它自己作出, 这种决策称为内部决策; 如果是其它决策单元作出的决策, 则称为外部决策, 一个决策单元的内部决策越多, 则越具有自主性.

② 元级信息即有关当前和计划的问题求解活动的信息.

决策单元在求解过程中不断进行冲突检测,若有冲突,则修改自己的求解方案.

b) 协商方法

协商是一种双向评价和选择过程,各冲突决策单元相互交换信息,共同决定如何修改求解方案.

c) “最后决策者”方法

这种方法类似于集中控制方法,所有冲突方把自己的求解结果和依据传送给“最后决策者”,由他评价有关冲突的信息,生成最后的决策结果,然后把结果发送给各冲突者.

其它消解冲突的方法还有多阶段协商法、惯例法等,本文不再详述.

5 结束语

本文对 CIMS 环境下实施 ODSS 的必要性作了简单的讨论,并详细论述了面向 CIMS 的组织决策支持系统的概念模型及其问题求解.作者已将本文中提出的开放式系统的问题求解方法应用于 ODSS 系统的研制与开发,并拟将系统应用于上海鼓风机厂的 CIMS 工程中.随着决策建模、决策技术和人工智能技术等新技术的不断引入,ODSS 的问题求解必将越来越完善,进一步提高 CIM 企业的决策能力.

参考文献

- 1 Simon H A. Reason in human affairs. Stanford University Press, 1993. 65~72
- 2 李大伟,戴建设,王书宁. 并行工程环境中的组织决策支持系统的研究. 决策与决策支持系统, 1995;(5):1~6
- 3 Miller Leshe, Nilakanta Sree. Design of organizational decision support systems; the use of a data extraction scheme to facilitate model-database communications. Proceedings of the Twenty-fourth Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Los Alamito, IEEE Computer Society Press, 1993. 65~72
- 4 Davis R. Smith R G. Negotiation as metaphor for distributed problem solving. Artificial Intelligence, 1983;(20): 63~109
- 5 Erman L D, Hages-Roth F, Lesser V R, etc. The hearsay- I speech understanding systems: integrating knowledge to resolve uncertainty. Computing Surveys, 1980;12:213~253
- 6 Burns A, Rathweil M A, Thomas R C. A distributed decision making system. Decision Support Systems, 1987;3:121~131
- 7 Kaula R. An open intelligent information systems architecture. PhD Dissertation, State University of New York, Binghamton, 1990
- 8 梁泉,许晓鸣,张仲俊. 分布式智能控制及系统. 中国控制与决策学术年会论文集. 沈阳:东北大学出版社, 1995. 499~502

Study of CIMS Oriented ODSS and Its Problem Solving

Dong Zhibin, Yan Junwei, Wu Qidi

CIMS Research Center, Tongji University

Abstract This paper introduces the concept of organizational decision making (ODM) in CIMS firstly. Then a concept model and decision making process model of ODSS in CIMS are proposed. At last the aspects of decision making methods are discussed and a kind of decision making method based open-systems approach is proposed. The components of the problem solving system and conflict problem are described.

Keywords: organizational decision support system, computer integrate manufacturing system, decision making method, organizational decision making, conflict