

智能数学模型在物流供应链中的应用

白煜超

(北京交通大学, 北京 100044)

[摘要] 概述了新经济时代对供应链管理模式的影 响, 提出了以智能数学为基础, 应用智能模型方法解决现代物流中复杂问题的思路, 并结合 SWOT 分析给出了应用实例。

[关键词] 智能模型; 供应链管理; SCM 软件; SWOT

[中图分类号] F253.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)01-0058-05

我国在自 20 世纪 80 年代初从国外引入现代物流概念以来, 物流业发展相当迅速。现已相继建立许多相关机构, 并开发了一系列现代技术与科研成果。但信息技术水平低, 严重影响和制约了我国物流智能化水平的提高, 主要有以下方面: 物流信息的采购、处理与通信的智能化; 商品实物流动操作环节的智能化; 物流管理及决策智能化^[1]。

现代供应链的概念更加注重围绕核心企业的网链关系, 如核心企业与供应商、供应商的供应商及一切前向的关系, 与用户、用户的用户及一切后向的关系。供应链的结构模型如图 1 所示^[2]:

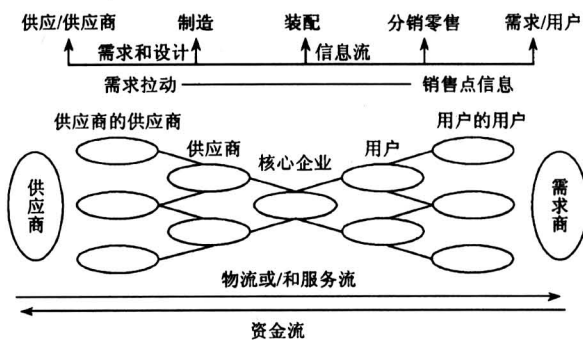


图 1 供应链的结构模型

Fig.1 The construction model of supply chain management

供应链是一个巨大的复杂系统, 需要通过智能化、信息化的手段将链上的各部门、各公司有机地联结起来, 实现整体化。

1 SCM 供应链软件

SCM (supply chain management) 软件, 是能够决定供应链运营方法、支持供应链改善作用的计算机软件。最近, 美国新一代的 SCM 软件采用最新的信息技术, 能从更广阔的视野制定供应链的整体计划, 具有制定生产、物流、配送的计划, 日程计划 (APS), 需求预测, 确认交货期限 (ATP/CTP) 等 4 个功能^[3]。

随着供应链上企业间相互关系的日趋复杂, 实现供应链整体最优化的难度也在不断加大, SCM 软件暴露出其不足之处。而智能数学在诸多领域显示了重要作用, 受到了人们的广泛关注。智能数学在供应链管理中的应用将有广阔的前景。

2 相关的智能数学基础

2.1 Fuzzy, Vague, SPA 和四元联系数

自从 1965 年 L. A. Zadeh 提出模糊集概念后, 模糊集就成为建立复杂系统数学模型的量化手段。通过模糊集、模糊关系和模糊变换, 成功地

[收稿日期] 2005-01-12; 修回日期 2005-03-06

[基金项目] “八六三” 高技术发展计划资助项目 (863-306-0306)

[作者简介] 白煜超 (1973-), 男, 河北衡水市人, 北京交通大学教师

奠定了对模糊性进行数学分析、逻辑分析和语言分析的基础。随着科技的进步, Fuzzy set 已发展为研究双模糊的 Vague set^[4,5], 研究同、异、反的集对分析 (SPA) 及 SPA 的延伸四元联系数 Vague set 的核心是描述一个集合中某一元素的正与反的特性^[6,7]。采取这种描述方法, 使智能数学更好地反映了人类的思维, 对解决各种宏观复杂大系统中的问题极有帮助。

设元素 x 的真隶属度为 μ_t ; 假隶属度为 μ_f , 且 $(\mu_t + \mu_f) \leq 1, 1 - (\mu_t + \mu_f)$ 为未知, 在 Vague set 中还定义了 $[\mu_t, 1 - \mu_f]$ 这个数组。离散时, 可表示为: $\sum_{i=1}^n \mu_{ti}, 1 - \mu_{fi} / x_i$; 连续时, 可表示为:

$$\int_{x \in X} [\mu_{ti}, 1 - \mu_{fi}] / x, \text{ 其中 } \mu \text{ 为论域, } x \in X.$$

Vague 集对分析理论是一种对不确定性进行研究的新型理论, 自 20 世纪 80 年代提出以来, 已在诸多领域有了广泛的应用。集对, 指具有一定联系的两个集合组成的对子。集对分析, 即指在具体问题下, 对一个集对从同、异、反三个方面表征其联系。设两个集合 A, B , 他们可以用一个简单的联系数表示为

$$\mu = a + bi + cj$$

式中 a 表示两集对问题的同一度; b 表示两集对问题的差异度; c 表示两集对问题的对立度; $a, b, c \in [0, 1]$, 且满足归一化条件 $a + b + c = 1$, 其中 $i \in [-1, 1], j = -1$

由于联系数综合了事物的相同、相反、相异三方面特征, 所以能更全面地把握信息性, 更好地处理复杂信息。

四元联系数是在集对分析, 即同、异、反思想上的延伸, 将其中“异”的部分又细分为异偏同和异偏反。这样细化看似微小, 但增加了其完整性和有效性。表达式为

$$a + bi + cj + dk$$

其中 $a \in [0, 1]; b \in [0, 1]; c \in [0, 1]; d \in [0, 1]; i \in [0, 1]; j \in [-1, 0]; k = -1$

2.2 Rough 与 KDD

波兰学者 Pawlak 提出的粗集理论近年来得到了迅速发展^[8], 应用遍及多个领域, 尤其是为数据挖掘和知识发现领域提供了一种有效而新颖的理论。基于粗集理论的 KDD^[9], 一般由数据预处理、基于粗集或其扩展理论的数据约简、规则生成和决策算法等部分组成。

2.3 可拓与 FEEC

可拓学是一门描述智者思维的学科, 从中发展的可拓方法可以与多学科联合使用。它将物元、人元、事元融合到关系元中, 使得一些人、事、物的复杂问题能够迎刃而解^[10]。FEEC——模糊可拓经济控制方法, 结合了可拓学、模糊控制技术、集对分析和其他一些最新系统科学理论, 是一种从定性到定量的市场经济控制法^[11]。

2.4 可拓力与界壳

可拓力主要包括实力和虚力^[12]: 实力指人力、物力、财力等; 虚力指预测力、决策力、控制力等。能否对可拓力进行正确的控制, 使资源得到合理有效的配置, 关系到经济活动的兴衰。运用界壳论下的界壳控制可以通过对系统边界的划定^[13], 对可拓力实施有效控制。

3 几个相关的智能模型

智能模型是将智能数学的思想、逻辑同智能化技术手段有机结合起来, 用以解决复杂大系统中诸多问题的建模。使模型建立更接近客观事物的真实反映, 使优化求解过程更具操作智能。

3.1 权重分析系统 WAS

WAS 系统是根据集值统计和模糊区间分析, 聘请专家组并考虑到专家中的“权威质量”, “熟悉度”, “谨慎度”等指标提出的权重分析系统。其中指标的权应该是指标在决策中相对重要程度的一种主观评价和客观反映的综合度量。它可以确定权重, 也可以做快速决策。

WAS 系统既弥补了主观概率法往往不符合实际的不足, 又解决了层次分析法易产生循环不满足传递性公理的问题。

3.2 信息噪声分析

信息中的噪声部分主要有两大类^[14]: 一类是在信息采集阶段, 信息熵 (信息的评判标准) 的取值过大, 即信息中含有大量的无法确定信息; 另一类主要针对具有模糊和灰色性质而言, 这类噪声的产生原因一般有两种: 一种是信息在传播过程中由于中转过多而导致的信息失真; 另一类是故意捏造和肆意传播的虚假信息。这两类噪声必须事先除去。现在应用较广的是 Vague 信息分析法^[15]。

3.3 WAS-FGR 市场预测系统

FGR——模糊、灰色关联方法^[16], 是综合了传统微分方程预测方法和模糊推理方法的综合信息

处理系统,可用于对复杂大系统的定量分析。FGR是将解析模型、数据模型和逻辑模型三类模型进行综合的方法。

3.3.1 解析预测方法 解析预测法的基本思想,是以数学解析分析方式对数据进行分析、预测,并建立相应模型。假定研究对象的发展趋势符合某种函数关系,然后就现有数据验证其有效性,通过调整和优化即可建立最终数学模型。这个模型在数据充分时起主要作用。

3.3.2 数值预测方法 数值预测包括神经网络方法^[17]、支持向量基方法的预测法。它能够根据当前的数据集自动形成预测模型,而且还可以运用粗糙集模型从大量的数据中进行数据挖掘(DM)规则。

3.3.3 推理预测方法 模糊预测法主要是在数据不足,但经验丰富时起主要作用。采用模糊可拓规则^[18],将专家对事态发展趋势的推理和判断抽象成模糊判断句和模糊推理句。再以模糊集的推理句作为依据,构造出逻辑模型。

FGR可用于对大量历史数据的定量分析,力求形成一个能够全面反映事物内部规律的模型。系统调用每种方法并行的分析,并在最后利用WAS加权分配的方法确定如何综合这三类模型给出最终的预测值。可采用WAS-FGR思想将三种模型相结合用于对市场的预测,即构成WAS-FGR市场预测系统。

3.4 决策系统 FHW, VGES 及其在 5R 中的应用

模糊灰色物元空间(FHW)是一套可以理解 and 判断多方专家群决策的智能决策支持系统^[19]。它建立了对专家从组织到咨询的系统步骤,并能对各级领导和专家的意见进行加权处理,从而充分采纳有效意见,大大增强了决策的正确性。FHW对专家的咨询是一个模糊、灰色物元,它既考虑到事物的本身,又考虑了与它相联系的众多因素,对于认识不清的对象的研究提供了数量化概念和计算步骤。FHW曾获得国家奖励并已在全国推广。

VGES是基于Vague Set的决策支持理论^[20],是FHW的最新进展。与FHW相比,VGES具有能够从正、反两方面考虑问题并适用于网络运行、异地决策的优点,特别适用于处理宏观复杂大系统的预测、决策、评估等问题,对解决意见不集中、信息不充分的问题尤其适用。

5R管理系统理论认为,对任何一个组织、任

何一个过程的管理都基于5个基本要素,即管制(regulate)、绩效(result)、资源(resource)、规则(rule)、运行(running)。值得一提的是,FHW和VGES能够很好地运用于现在广为应用的5R管理理论。

3.5 匹配系统 MISS, VM, SPEM

MISS(国际会议决策支持系统)是一种软匹配方法^[21]。它利用模糊数学中的贴适度概念,在两组指标之间建立起匹配关系。核心企业与供应商之间、供应商与供应商之间、供应商与客户之间都存有匹配问题。随着智能数学的不断发展,智能匹配法得以不断完善。在Vague Set和集对分析基础上产生的VM(Vague匹配法)和SPEM(集对智能匹配法)在现代物流中已有广泛应用^[22]。实现了供应链上每位成员共享信息、节省时间、加快生产、从中换取更多回报而共同获利的目的。

3.6 协商系统 IBDn 与 SPB

N个局中人的信息协商决策系统(IBDn)是将计算机技术和软科学应用于协商学^[23]。这套系统将模糊数学、灰色系统、物元分析理论与协商学相结合,具有广泛的应用前景。集对协商(SP)是IBDn的最新发展^[24]。

4 案例分析——某企业打造强大供应链的 SWOT 分析

某大型企业集团最近5年转向投资零售业。现已发展了91家连锁店,出售商品2万多种,采购、财务部门与1000多家供应商有着业务和资金往来,但累计亏损达500多万元人民币。很明显,是传统的经营方式制约了企业的发展,无法适应零售业对外开放,市场竞争空前激烈的现状。该企业已经认识到:企业要想重整旗鼓,改变旧有的、落后的经营管理方式势在必行。

怎样从现在的困顿走向以后的繁荣?供应链战略决策至关重要。应用SWOT分析和智能模型提供的科学方法帮助企业在现有的内外环境下,优化利用自己的资源并做出正确的决策。

SWOT分析是西方企业战略管理工作中广泛应用的一种战略分析和选择的方法。该方法是运用系统分析的思想,综合分析企业各种主要内外部因素,包括优势(strengths)、劣势(weaknesses)、外部机会(opportunities)和威胁(threats)因素,明确企业的资源优势和劣势,了解企业目前面临的

机会和挑战,从而确定企业未来发展的战略。SWOT分析法使得企业将目光主要着眼于企业自身的实力及其与竞争对手的比较,外部环境的变化及对企业可能产生的影响上。

4.1 企业优势分析

4.1.1 雄厚的资金实力 现代物流是一个先期投资很大的产业,需要大量的物流设备和设施。这家集团资产实力雄厚,对于先进设备的引进不成问题。同时在原有基础上不断新增的营业网点构成了从事供应链管理所需的强大的物流实体网络,并随着技术和理念的不断更新而实现快速飞跃。

4.1.2 良好的客户关系 该集团从事其他行业多年,业务广泛,已与国内外许多企业,尤其是一些物流公司建立了较为巩固和长期的协作关系,一直保持着较好的企业形象和品牌知名度。

4.1.3 规划中的全国信息网络 供应链管理模式不同于传统经营方式,更强调将有形的运输、仓储等设备与无形的信息网络技术相结合,缺少信息和通讯就不能形成合理高效的供应链。现在这家企业正利用供应链智能匹配方法和 WAS-FGR 市场预测系统着手建立自己的智能配送系统。

4.2 企业劣势分析

4.2.1 观念落后 体制僵化 集团原管理体制落后,没有一致的利益格局,严重制约了业务拓展和企业自身的发展。企业发展目标不明确,涉足领域过多,使企业在零售业市场难于全力以赴。对新兴市场缺乏了解,调研不够系统和深入。

4.2.2 经营网点众多 但缺乏整合 虽然现在营业网点的规模和资源已经比较丰富,但由于受管理体制和销售成本的限制,整体运行不够畅通。核心企业、物流部门、配送中心等环节缺乏协调,甚至存在管理和经营机构重叠造成内耗。这些都与供应链管理的多样化、一体化的要求不相适应。

4.2.3 信息共享不足 因为仓储、采购、销售等部门管理手段陈旧,信息、装备现代化程度不高,许多工序仍停留在帐、卡、物相匹配的手工操作水平上,与当前一些电子商务下的供应链管理系统相比,差距较大。与电子数据交换(EDI)、条码技术、GPS、射频识别装置等国际先进技术和设备也有很大差距。

4.3 企业机会分析

4.3.1 外来:实现外来优势“本土化” 随着国外知名品牌企业大量来华发展,我国企业在参与激

烈竞争的同时也有了更多学习国外先进管理思想、现代运营理念的机会。有专家指出,国内零售业目前尚缺少真正的行业巨头。换言之,虽然谁都在不断地向国际顶尖企业学习,但只有在真正吸收先进理念的基础上将其灵活运用,实现外来“本土化”,才能在国内市场捷足先登。所以这家企业必须实施跨越式的发展战略。

4.3.2 内在:超市经营“个性化” 现在许多连锁商店为了体现整齐化、统一化,大大小小的连锁店几乎都是同一个面孔。在对本地市场需求进行详细分析后,发现消费者更喜欢具有个性的“生鲜”品。如果能够调动全国的采购网,建立生鲜食品供应基地,引进其他同类超市没有的个性化商品,并建立覆盖全国网络的采购点,将为企业占领市场赢得先机。

4.4 企业威胁分析

4.4.1 外来跨国企业优势明显 中国经济现在已经全面参与国际竞争,零售业的逐步开放,像家乐福、麦德龙、欧尚等外国商业巨头携强大的资金、技术优势和先进的管理经验以及遍布全球的网络优势,大举进军中国市场,给本土企业的生存和发展带来极大的威胁和挑战。

4.4.2 内在对供应商的选择要慎重 对于从事零售行业的企业来说,采购战略至关重要。正确考查、评估、认证和选择适当的供应商,是物流采购工作成功的关键。所以不管费用如何便宜,如果供应商选择不当,日后会后患无穷。

用SWOT分析,将该企业的优劣势和面临的机遇及威胁进行系统整理后,运用四元联系数处理SWOT: $S \rightarrow a, W \rightarrow d, O \rightarrow b, T \rightarrow c$,用 a 和 d 分别表示企业的优势和劣势, b 和 c 表示可能面对的机会与威胁。不可否认,盈利是企业生存和发展的关键,而提高商品销售量和销售利润的根本是企业所具有的优势和机会,也就是 a 和 b 。所以标准形式为: $\mu^* = a^* + b^*i + c^*j + d^*k$ (其中 $c^* = 0, d^* = 0$)。考虑企业的劣势和风险,转化形式为: $\mu_t = a_t + b_t i + c_t j + d_t k$ 。在竞争中,企业应该明白自己区别于他人的最大竞争优势是什么,要用自己的长处去和别人的短处竞争。所以将 $t \rightarrow t+1$,即 $\mu_t^o = a_{t+1} + b_{t+1}i + c_{t-1}j + d_{t-1}k$ ($a_{t+1} \geq a_t \geq a_{t-1}, b_{t+1} \geq b_t \geq b_{t-1}$)。然后建立四元联系数矩阵 R_s, R_p, R_e, R_f ,用智能搜索方法确定 i, j 的权值后加权 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 并作归一化处理,即通过 $\alpha a + \beta b - \gamma c -$

δd 得到最终的评判结果。这里只给出评判方法, 参阅文献[25]即可得到定量的分析。

不难看出, 用四元联系数综合评判法进行战略分析, 优点是可以较好地克服只强调某些方面而忽略另一些方面所带来的片面性, 能够更系统、更全面地进行定性和定量分析。

5 展望

对于现代企业而言, 能否通过高效供应链与合理物流, 实现对整个生产和流通结构的改善, 已成为企业能否获得竞争优势的重大问题。智能数学方法的应用将对这一问题的解决提供有力的支持。比如用 Vague 信息分析法和 FGR 市场预测系统对市场进行分析预测。对于决策项目的确定, 可以调用 FHW 或其最新进展 VGES, 应用模糊可拓经济控制方法对计划实施监督与控制, 通过博弈与协商方法选择采纳参与者提出的意见和建议, 用智能匹配方法协调企业、市场、客户之间的关系等。

最近提出的统一集理论^[26], 将模糊集、Vague set, SPA 等新兴数学理论有机地结合起来。利用这一思想, 可将许多实际问题通过造集方法造出新的集合, 还可使复杂的决策、控制等问题得到形式化处理, 为分析复杂系统提出新的理论支持。

相信如果能进一步研发出智能化的软件, 一定会对物流供应链管理的不断优化带来一片生机。

参考文献

- [1] 安德鲁·伯杰, 约翰·加托纳. 国际时代的供应链管理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [2] 马士华. 供应链管理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001
- [3] SCM 研究会. 图解供应链管理 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [4] 贺仲雄. 模糊数学及其应用 (第二版) [M]. 天津: 天津科技出版社, 1985
- [5] Gau Wen-Lung, Buchrer D J. Vague sets [J]. IEEE Transaction on System, Man and Cybernetic, 1993, 23 (2): 610~615
- [6] 赵克勤. 集对分析及其初步应用 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000
- [7] 赵克勤, 等. 四元联系数的事态排序及应用 [A]. 集对分析与界壳论的研究与应用 [C]. 北京: 气象出版社, 2002
- [8] Pawlak Z. Rough set—theoretical aspects of reasoning about data [C]. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1991. 1~110
- [9] 王国胤. Rough 集与知识获取 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2000
- [10] 邵 柏, 贺仲雄. 智慧、融合、和谐——浅谈可拓学在人工智能中的作用 [A]. 中国人工智能学会第 10 届学术年会论文集 [C], 2003. 1208~1212
- [11] 贺仲雄, 魏小涛. 模糊可拓经济控制 [J]. 北方交通大学学报 1996, (3): 657~661
- [12] 王 笛. 模糊可拓力初探 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2001, 5 (10): 583~585
- [13] 曹鸿兴. 系统周界的一般理论—界壳论 [M]. 北京: 气象出版社, 1997
- [14] Su Anyang. Intelligence vague information analysis and decision support [J]. World Congress on Intelligent Control and Automation, 2002, (3): 1626~1692
- [15] 刘 扬, 白煜超. SARS 中的噪声分析系统 [A]. 第六届中国青年运筹与管理学者大会论文集 [C]. 2004: 256~259
- [16] 贺仲雄. 测定技术进步对经济增长的模糊、灰色关联方法软件模型 [J]. 科学通报, 1991, (6): 489~490
- [17] 胡守仁. 神经网络导论 [M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1993
- [18] 蔡 文, 杨春燕, 等. 可拓工程方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1997
- [19] 贺仲雄, 隋志强. 模糊灰色物元空间决策系统 [J]. 系统工程与电子技术, 1986, (7): 1~11
- [20] 张 然, 谢砚青, 贺仲雄. 基于 Vague Set 的决策支持理论: VGES [A]. 中国控制与决策 2004 年会论文集 [C]. 安徽黄山, 2004. 6
- [21] 贺仲雄, 等. 国际会议支持系统 MISS [J]. 系统工程与电子技术, 1997, (3): 21~22
- [22] 白煜超, 林 华. 供应链中的 SPEM 智能匹配法 [A]. 国际运输与物流学术论文集 [C]. 2004. 608~612
- [23] 贺仲雄, 等. n 个局中人信息协商支持系统 [J]. 系统工程与电子技术, 1994, (3): 11~14
- [24] 王 蕾. 集对分析与集对协商 [A]. 全国首届 SAIF 2002 年会议论文集 [C]. 北京: 北京航空学院出版社, 2002. 76~80
- [25] 白煜超. 不确定系统的评判问题——模糊、Vague、集对与四元联系数评判 [A]. 第六届中国青年运筹与管理学者大会论文集 [C]. 2004. 260~265
- [26] 张 江, 林 华, 贺仲雄. 统一集论与人工智能 [J]. 中国工程科学, 2002, 4 (3): 40~47

- [2] Dawood N, Sriprasert E, etc. Development of an integrated information resource base for 4D/VR construction processes simulation [J]. Automation in Construction. 2002, (12): 123~131
- [3] Heesom D, Mahdjoubi L. Trends of 4D CAD applications for construction planning [J]. Construction Management and Economics, 2004, 22 (2): 171~182
- [4] Koo B, Fisher M. Feasibility study of 4D CAD in commercial construction [J]. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 2000, 126 (4): 251~260
- [5] Vaughn F. 3D and 4D CAD Modeling on commercial design-build projects [A]. Vanegas, J, Chinowsky, P. Computing in Civil Engineering Congress 3 [C], Anaheim, California. 1996. 390~396
- [6] Liu D H, Zhong, D H, Zhu H R. Visual computer-aided design and analysis with dynamic Simulation for hydroelectric project construction [A]. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering [C], Tianjin, Cjoma, 2003, 5444, 494~501
- [7] 钟登华, 宋 洋. 基于 GIS 的水利水电工程三维可视化图形仿真方法与应用 [J]. 工程图学学报, 2004, 25 (1): 52~58
- [8] 钟登华, 李景茹, 刘奎建. 全过程动态仿真技术及其在大型工程施工管理中的应用 [J]. 天津大学学报, 2003, 36 (3): 347~352

System Simulation for Large-scale Bridge Construction Schedule Based on 4D CAD

Zhang Zhengfeng, Fu Jinqiang, Wu Kangxin, Zhang Fayu

(School of Civil Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

[Abstract] With the development of bridge construction, none of the traditional approaches, i. e. bar chart and network diagrams, etc., has the capabilities to match the development of construction management. Combined the object-oriented system simulation technology for complex engineering system with the CAD digital modeling technology, the system simulation of bridge construction based upon 4D CAD was presented, which linked a 3D model of a construction project with a project activity schedule element. The dynamic visualization of construction process and intuitive analysis on the optimization of construction schemes were achieved. And the corresponding software of visualization simulating system, based on 4D CAD, for construction of bridges was programmed with visual C++. The successful application of the software to the practical cable-stayed bridge showed the practicality and preponderance of this method.

[Key words] construction schedule; system simulation; 4D CAD; cable-stayed bridge

(cont. from p. 62)

The Application of Intellectual Mathematics Models in Supply Chain Management

Bai Yuchao

(Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

[Abstract] The purpose of this paper is to discuss the infection of supply chain management in the IT age, especially the functional disadvantage of supply chain management software named SCM. On the basis of intellectual mathematics, the paper puts forward some concrete development countermeasures for modern logistics business, depending on the methods of intellectual mathematics model. And an example is offered with the SWOT method.

[Key words] intellectual mathematics model; supply chain management; SCM; SWOT