

协作商务中基于BA无标度网络的核心企业 自组织性解释

蔡 涵, 姜锦虎, 郭洪海

(西安交通大学 管理学院, 陕西 西安 710049)

摘 要: 分布计算、知识管理和电子商务相互作用产生的协作商务与传统网络组织相比, 存在合作关系更加紧密、对整个组织的协调和控制能力更强等特点。将协作商务看作是一个自组织系统, 并分析指出其中的核心企业是组织内个体自发对决策权让度的结果, 随后提出了一个BA无标度网络的拓展模型以描述协作商务网络的合作关系, 并进行了数值模拟。研究表明, 随着协作商务中个体间协作关系的纵向深化, 整个协作网络将以更快的速度演化并加剧了节点度的不对称分布。

关键词: 电子商务; 协作商务; 自组织; 无标度网络

中图分类号: F27

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2008)01-0078-05

0 引言

作为企业与市场之间的一种制度安排, 网络组织是当代经济、技术、文化众因素综合发展的结果和必然趋势^[1]。分布计算、知识管理和电子商务相互作用产生的协作商务(Collaborative Commerce)是当前复杂网络组织的典型代表, 被誉为“下一代电子商务”, 其意义首先由美国Gartner Group咨询公司于1998年提出。该公司认为, 协作商务是一种激励具有共同商业利益的价值链合作的商业战略, 它将极大地改变信息技术的应用范围和能力, 成为21世纪信息技术应用的主流^[2]。学者们普遍认为, 协作商务具有高技术、高信息密度等特点, 是内容和形式上都深化了的复杂网络组织^{[3][4]}。

众多文献均将核心企业作为网络组织存在的一个前提, 并以此来研究网络组织的运作机制^[5]。Chee Ching较早提出了一种网络组织的建立模型, 其主要思想是网络组织均有一个核心成员, 它具有评价、接受、调配、开除其它网络组织成员的特殊权利, 它决策的根据是网络组织成员的信誉情况^[6]。Dickerson、Galbraith和Goldman论证了核心成员是网络组织必须的、不可缺少的组成部分, 并包含了分配、协调等主要功能^{[7][8]}。陈剑等提出了基于IDEF的网络组织设计模型, 并对网络组织基于核心企业的管理机制做了详细分析^[9]。

不同于传统的网络组织, 协作商务中企业间的关系主要表现为在交易关系, 合作关系之上的立体、交互式合作, 发挥各自的核心能力, 促成整体竞争优势。协作的需求推动了互联网和基于Web的应用等信息技术的发展, 而信息技术的进步使协作过程有了质的进步^[10]。协作商务中的核心企业在强大的信息技术支持下, 对整个协作网络的控制, 无论是在范围上, 还是程度上, 均大大增强^[11]。

不少学者指出, 必须首先承认现实中各类网络组织的复杂性, 然后才能系统地、演化地、动态地阐释此类系统的机理^{[12][13]}。本文采用自组织理论及其方法作为研究的依据, 将协作商务看作是一个个体自主决策、整体自我演化的有序、稳定耗散系统, 而核心企业的产生无非是众多个体反复竞争、合作的自然结果, 并非是一个先决条件; 然后运用一个扩展了的BA自组织演化模型来描述协作商务中协作网络的自发形成过程和规律。

1 协作商务中核心企业的自组织解释

1.1 一般复杂网络组织中核心企业的含义及决策权集聚本质

在复杂网络组织的不同阶段, 核心企业的含义和作用也有所不同^[14]。典型情况下, 在一个复杂的网络组织的产生阶段, 不成熟的技术和不确定风险因素存在促使大量企业之间相互模仿、学习、竞争以占领新的市场, 此时的网

收稿日期: 2006-11-03

基金项目: 西安交通大学“985工程”二期资助项目(07200701)

作者简介: 蔡涵(1981-), 男, 四川古蔺人, 西安交通大学管理学院硕士, 研究方向为电子商务; 姜锦虎(1962-), 男, 山东人, 西安交通大学管理学院副教授, 研究方向为信息系统与电子商务; 郭洪海(1983-), 男, 山东菏泽人, 西安交通大学管理学院硕士, 研究方向为电子商务。

络组织系统还处于近似混沌的阶段。逐渐地, 有一个或几个企业由于初始的各类优势而起着技术开拓和市场发掘的主要作用, 其余企业则多半选择模仿和跟随, 此时这些技术或市场领先的企业即可认定为网络组织发展阶段的核心企业。此时网络组织成员之间的趋同和分工现象同时出现, 整个组织趋于稳定。在进入了成熟阶段过后, 整个网络组织不断地吸收新成员加入, 而此时的核心企业往往是那些既掌握着最新技术又控制着物流、信息的少数成员, 这是我们常见的核心企业的形式。这个时候, 成为它们维持整个网络组织系统有序和稳定的重要力量体现为它驾驭这个复杂系统的管理能力和技术规范能力。

可见, 核心企业的具体含义是动态的, 既可以是单个或某些企业在技术上的创新和领先, 也可以是对市场信息掌控的结果, 大多数情况下这些方面都往往统一在同一企业身上。然而, 大部分核心企业和一般成员企业均在决策权上有着差异, 也即核心企业在决策层次或范围上要高于一般的企业, 它们不仅能对整个网络组织的关键性资源予以控制、安排, 而且能调动其余企业的资源。在系统论意义下, 复杂网络组织中核心企业的产生导致系统决策权对称性的破缺, 这种破缺带来了系统的稳定和有序。

西蒙在其著作《管理行为》中指出, 管理者的独立源于组织中决策的分工, 这种分工不同于企业各部门之间的职能分工^[15]。我们可以类似地推想, 复杂网络组织中核心企业的产生也是由于这样的决策分工, 使得整个组织的决策更经济和有效。作为介于市场和层级组织之间的第三种组织形式——网络组织的出现是最小化交易成本的结果。而在高信息技术的支持下, 由少数核心企业来专门做协调、控制和整体决策的工作要比由市场的自由价格调节或层级组织的强制控制更有效, 核心企业就有必要产生。

依此, 本文主要是从决策权的集聚意义上对协作商务中的核心企业进行研究。现实中复杂网络决策权的集聚现象常常表现为成员之间高度集聚的合作关系, 也即成员之间的合作并不是随意组合, 而是大量成员均选择同少数核心企业合作并由它们来协调决策。这种合作不同于以往企业间的单纯交易关系和契约关系, 而是在低成本和高效率的信息技术条件下企业间核心战略能力互补的结果, 甚至有以往的竞争者均参与到这种合作中来。协作商务正是这样的典型商业模式。

1.2 协作商务中核心企业产生的信息和知识不对称条件

协作商务中核心企业的产生需要一定的条件, 即组织中信息和知识的不对称分布状况。近年来, 企业愈来愈面临异常复杂多变的不确定组织内外部环境。在有限的知识和信息条件下, 大部分企业个体无法承担全部由自己决策带来的风险成本, 而自愿让度部分决策权力以集中力量发挥自己的核心能力。这里, 自愿的含义为协作商务中的个体不放弃自己的所有权和最大化自己利润的根本目的, 并不违背自组织系统中非他外力的原则。相比之下, 部分企业天然或者后来具有接近某些重要整体资源(如掌握主要

客户关系和投资来源)的禀赋, 掌握着核心的信息和知识。他们不仅承担的风险小, 而且实力强大, 自然成为组织中的核心。

具体来说, 协作商务中信息和知识的不对称分布主要来自两个方面: 市场结构。在买方市场条件下, 网络组织受到需求牵制, 相应地, 接近客户的组织个体更容易掌握更多的信息和知识, 从而对其余企业施加压力; 卖方市场则刚好相反。产品特征。一般来说, 缺乏技术、存在资金投入壁垒的产品行业很难在制造环节产生核心企业, 而较容易出现流通性的核心企业。

1.3 协作商务中核心企业产生的自组织性

经典系统论里, 在与外界交换物质、信息并获取负熵的过程中, 开放系统可以有条件地形成某个开放、有序、稳定的耗散结构。协作商务在高度发达的信息技术支持和内部个体之间的非线性交互中, 借助技术创新和学习两大动力机制, 可以达到一定的平衡态^[16]。本文认为, 由于信息、知识的不对称分布造成的决策权聚集, 可以看作是协作商务的一个阶段性有序结构, 在这个结构中, 处于决策权聚集中心的核心企业及其派生的组织协调机制扮演着系统吸引子(attractor)的角色。核心企业凭借自己的知识、信息控制着整个系统的阶段性稳定和有序, 以降低混沌状况中组织的内部交易成本, 适应复杂多变的外部环境。

协作商务中核心企业的自组织产生具有一定的内在确定性。首先, 任何复杂系统对初始条件的敏感性已经被广泛证实, 对应于协作商务中各企业的初始特性和环境变量能敏感地扰动后来系统的变化。其次, 在复杂系统的时间演化过程中, 尽管人们无法精确和完全测量到所有个体的变量, 并且在极小范围内决策权的丧失, 但总能通过概率、密度、场等概念的引入, 在较小时空范围内近似地确定系统的演化规律。

然而, 协作商务核心企业的自组织产生也具有一定的随机性。这是因为, 一方面核心企业产生于整个系统从混沌过渡到有序的边界。在核心企业产生前, 整个系统处于混沌时期, 随着技术、知识的初步成型和成员企业的逐步稳定, 系统来到混沌的边缘(edge of chaos)或者称自组织临界(organized criticality)^[17], 核心企业随之产生某种有序结构并具有如下特征: 系统此时具有时空关联、连通性及及时空分形结构; 某种有序结构的产生遵循雪崩动力学方式演化, 并且雪崩的时空分布服从幂律; 这种临界性的破坏完全是系统自身的一种动力学。另一方面, 即使系统已经达到了某个有序结构, 然而在存在其它吸引子的情况下, 即有另一核心企业及其派生的协调机制存在, 复杂网络组织有可能在两种甚至多种吸引子共同领域之间穿插游弋^[18]。这表现为宏观核心企业之间的竞争和对其余企业的波及, 竞争各方之间由于认识、目标、信息的不同而导致最终博弈结果的不确定。

2 模型及结果

综上所述,协作商务的本质在于组织成员间自组织的协作关系,少数的核心企业通过大范围的协作对整个组织起着决定性的协调、控制作用,这自然引发我们从协作商务中的协作网络角度去审视这样的合作网络性质。关于协作关系网络比较成熟的研究中,BA网络(又称无标度网络)是近年来的一个热点。该网络由Barabasi和Albert提出,其含义为服从幂律形式,即 $p(k) \propto k^{-\gamma}$,其中 $\gamma=3$ 的自组织网络^[19]。特别地,当 $\gamma < k < \infty$ 时,它有一个显著的顶点且对于大部分 k_j 呈现指数规律衰减^[20]。BA无标度网络的生成算法主要包括:

(1) 增长性。假设网络最初有 N_0 个节点,每一次加入一个新节点并以 $N(N < N_0)$ 条连接边与网络中已有的 N 个节点相连。

(2) 优先连接性。当挑选某些节点与新加入节点相连接时,假设与节点 i 相连的概率正比于节点的度 k_i 。

BA网络尽管可以描述许多真实的网络,然而近年来的研究表明,大多数企业协作关系网络的标度指数并不甚相同,多数在2-3之间变化,且常常具有一定的非幂律特征。现有研究大多将复杂网络组织看作单层的协作关系,忽视协作中层内与层间协作关系的不同。实际数据表明,在高信息技术的支持下,协作商务通过对价值链上不同层次个体的商务流程数据共享,低成本、同步地实现了企业间的协调,深刻地改变了组织间关系的性质^[21]。据此,在BA无标度网络模型指数增长与节点优先连接的基础上,本文同时考虑了协作商务在无标度网络意义上的层内和层间演化规则。本文将协作商务中的协作关系从两个维度抽象成为拓扑结构,一是层内的协作关系,二是层间的协作关系,它们共同组成了一个复杂的立体协作关系网络,图1表示一个简单的两层立体协作关系网络。

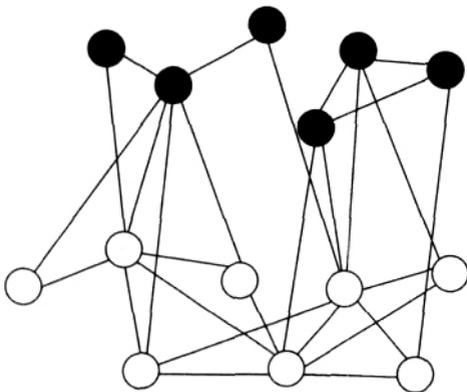


图1 简单的两层立体协作关系网络

图中白色和黑色表示处于协作商务中不同价值链层次的个体,下面约定此类立体网络表示符号。假设网络中共有 i 层,其中第 i 层共有 N_i 个节点, $N = \sum_i N_i$ 。网络中任意节点用 X_{ij} 来表示。网络的平均度数是 K_{ij} 相对于 N 的平均数,记为 $\langle K \rangle$ 。记 $p(k)$ 为网络中度数为 k 的节点数占总节点数的比例。

具体的算法如下:

(1) 先给定一个双层的初始网络,其中第 i 层有 N_i 个节

点和 L_i 条边;

(2) 按照BA模型,在第 i 层中增加 n 个节点,每个节点增加 l 条边,与该层已存在的网络节点按照优先连接原则连接;

(3) 在第 i 层中随机选取 m 个节点,每个节点增加 g 条边与另一层相连,同样遵循着优先连接其它层中度数较大的节点原则;

(4) 重复这一过程 t 次,那么第 i 层内共有 $N_i + nt$ 和 $L_i + nlt$ 条边,层间共有 $\sum mg$ 条边。

在整个网络生成过程中,节点之间不允许自连和重连。

3 分析与数值仿真

运用平均场思想分析可知,对于第 i 层中节点 X_{ij} 而言,其节点度 k_{ij} 随 t 的变化率为

$$\frac{\partial k_{ij}}{\partial t} = \frac{nlk_{ij}}{2(L_i + nlt)} + \frac{m}{N_i + nt} + \frac{gnk_{ij}}{2(L_i + nlt + gmt)} \quad (1)$$

其中 $\frac{nlk_{ij}}{2(L_i + nlt)}$ 为层内增加 n 个节点带来的变化率, $\frac{m}{N_i + nt}$ 为每 m 个节点向另一层发出 gm 条边给自己带来的节点度变化率, $\frac{gnk_{ij}}{2(L_i + nlt + gmt)}$ 为另一层向该层发出的 gm 条边带来的节点度变化率。

在 t 很大时,设 $g=1, m=n$,式(1)可以近似地改写为微分方程

$$\frac{\partial k_{ij}}{\partial t} = \frac{3k_{ij}}{4t} \quad (2)$$

可见 k_{ij} 的变化率随 k_{ij} 增大而增大,随 t 的增大而减小。由初始条件 $k_{ij}(t_j)=1$ 可推知:

$$k_{ij}(t) = (t/t_j)^{3/4} \quad (3)$$

由式(3)可知此网络同样符合幂律演化规律,由此将 $k_{ij}(t)$ 小于 k 的节点概率 $p(k_{ij}(t) < k)$ 写为:

$$p(k_{ij}(t) < k) = p\left(t_j > \frac{l^{4/3} t}{k}\right) \quad (4)$$

在等时间间隔条件下,将 $p(t_j) \frac{1}{l+t}$ 代入式(4),得

$$p(k_{ij}(t) < k) = p\left(t_j > \frac{l^{4/3} t}{k}\right) = 1 - \frac{l^{4/3} t}{k^{4/3} (l+t)} \quad (5)$$

于是得到度分布为

$$p(k) = \frac{\partial p[k_{ij}(t) < k]}{\partial k} = \frac{2l^{4/3} t}{l+t} \frac{1}{k^{4/3+1}} \quad (6)$$

当 $t \rightarrow \infty$ 时,有

$$p(k) \propto k^{-7/3}, \quad \gamma = 4/3 + 1 = 7/3 \quad (7)$$

4 数值模拟及讨论

4.1 BA模型改进的结果和含义

结果表明, 上述模型的网络度分布同BA模型一样, 与时间无关, 进而也与系统尺度无关, 能自组织地达到一个无标度的稳定状态。

当只考虑层内协作的时候, 式(2)就正好为 $\frac{\partial k_{ji}}{\partial t} = \frac{k_{ji}}{2t}$, 此时 $\gamma=3$, 网络就是一般的BA网络, 因此可以将BA网络看作是上述协作网络中的特殊情况。同理, 考虑多层协作关系时候, 假设网络中的企业不仅可以和自己同层的企业协作, 而且还可以和自己的上层以及下层企业协作, 那么得出的式(2)近似为 $\frac{\partial k_{ji}}{\partial t} = \frac{k_{ji}}{2t} + \frac{k_{ji}}{4t} + \frac{k_{ji}}{4t} = \frac{k_{ji}}{t}$, 此时相应的 $\gamma=2$ 。可见随着企业协作对象范围的广泛, γ 值越来越小, 符合实际的情况。图2模拟了当 $l=5, 2 < \gamma < 3$ 时, $5 < k < 10$ 和 $5 < k < 50$ 两种情况下 $p(k)$ 的变化情况。

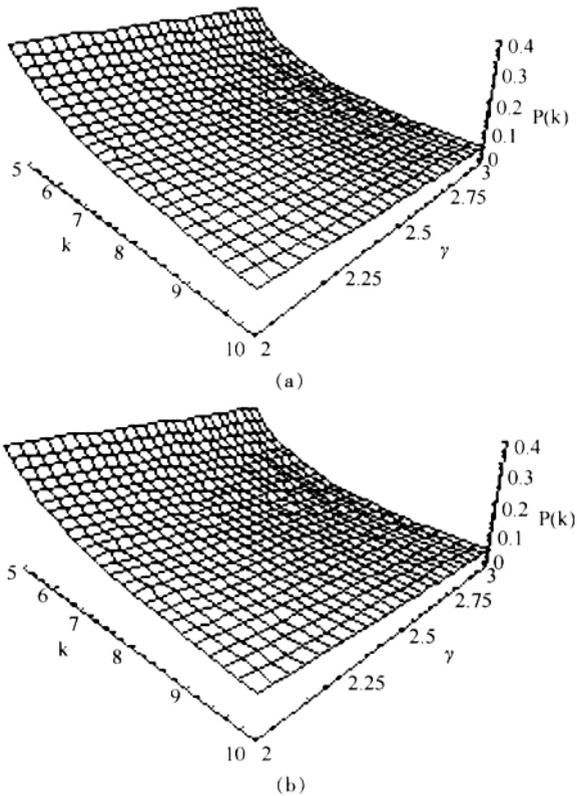


图2 模型中 $p(k)$ 的变化情况

$l=5, 2 < \gamma < 3$, 其中(a)中 $5 < k < 10$, (b)中 $5 < k < 50$

图2表明, r 值越来越小时, 具有同样节点度的节点概率随 r 的变化率越来越快, 这意味着具有同样节点度的节点概率分布越来越不均衡, 此时的协作网络是一种更加集中的网络, 其实际含义为: 当企业的能力由于跨越了其在价值链层次而和其它层次的企业进行协作时, 协作商务这一网络组织更容易聚集演化出数量少且节点度巨大的企业, 而这正是核心企业的重要特征。

4.2 信息技术的作用

信息技术深刻地改变了企业的商业模式以及企业间的关系。作为“第三次电子商务浪潮”的协作商务, 促进了企业间商务流程信息的共享, 但企业间专有知识和客户等

围绕核心竞争力的关键信息反而更加异质。信息技术使得少数企业能在更大范围和更深程度上高度协调整个价值网络, 这正好表现出协作商务中协作关系的深化和复杂, 这种个体自发且自愿地快速聚集和大范围的协作现象, 正是信息技术对整个协作商务指数级加速作用的体现。利用式(3), 可以近似地刻画当 r 从大到小时, 整个协作网络中节点度变化率随之显著增加的过程, 结果如图3所示。

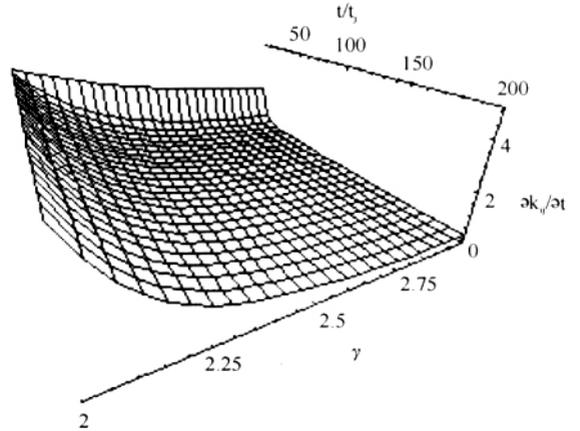


图3 从2到3, t/t_0 从1到200时 $\partial k_{ji}/\partial t$ 的近似变化情况, 其中 $l=5$

5 结论

(1) 协作商务具备了自组织复杂系统的特征, 其核心企业的产生源于组织内部决策权的自愿让度聚集, 核心企业的演化过程可以用自组织临界性模型来描述;

(2) 拓展了的BA模型可以用于对协作商务层内和层间协作关系自组织网络的刻画和分析, 结果表明: 随着组织内部个体之间协作的深化, 整个网络不仅呈现更加快速的幂律演化规律, 而且其节点度分布也更加不均衡。结果符合实际的协作网络拓扑数据, 也为协作商务中更容易产生少数节点巨大的核心企业提供了佐证。

(3) 信息技术显著地改变了企业间的关系, 复杂的微观个体的竞争和合作关系可以通过协作关系网络宏观的演化涌现特征来描述。

参考文献:

- [1] 程德俊. 网络组织的适用条件及其绩效分析[J]. 科研管理, 2005,26(6):80- 86.
- [2] Faerman SR, McCaffrey DP, Van Slyke DM. Understanding Interorganizational Cooperation: Public-private Collaboration in Regulating Financial Market Innovation [J]. Organization Science,2001,12(3):372- 388.
- [3] Joshi.Mandar.Shridhar, Shailendra.Ravi. Virtual Manufacturing: An Important Aspect of Collaborative Product Commerce[J]. Journal of Advanced Manufacturing Systems,1(1):113- 119.
- [4] Holsapple CW, Joshi KD. An Investigation of Factors that Influence the Management of Knowledge in Organizations[J]. Journal of Strategic Information Systems,2000,9(2):237- 263.
- [5] Wenpin Jiao, John Debenham and Brian Henderson Sellers.

- Organizational Models and Interaction Patterns For use in the Analysis and Design of Multi-agent Systems [J]. *Web Intelligence and Agent System*, 2005, 3(5):67- 83.
- [6] Chee Ching, Clyde W. Holsapple and Andrew B. Whinston. Research toward IT Support for Coordination in Network Organizations[J]. *Information & Management*,1996(30):179- 199.
- [7] C.M.Dickerson. Virtual Organizations: From Dominance to Opportunism [J]. *New Zealand Journal of Industrial Relations*, 1998,1:35- 46.
- [8] J.R.Galbraith. Book Review- Designing Organizations[J]. *Human Resource Management*,1996,35(3):426- 426.
- [9] 陈剑, 冯蔚东. 虚拟企业构建与管理[M]. 北京: 清华大学出版社,2002.
- [10] Edward Hartono,Clyde Holsapple. Theoretical Foundations for Collaborative Commerce Research and Practice[J]. *Information Systems and e-Business Management*,2004, (2): 1- 30.
- [11] Saunders VM. 2000. Collaborative Enterprise Environments Enterprise-wide Decision Support and Knowledge Management[C]. *Aerospace Conference Proceedings. IEEE*,March, 321- 330.
- [12] 胡笑寒, 万迪昉. 网络环境下组织复杂性的方法体系初探 [J]. *西安交通大学学报(社会科学版)*,2003,23(4):23- 28.
- [13] George Wu, Richard Gonzales. Nonlinear Decision Weights in Choice under Uncertainty [J]. *Management Science*, 1999,45(1):74- 85.
- [14] 王程. 基于核心企业的产业集群演化机理分析[J]. *当代经济科学*,2005,27(6):102- 103.
- [15] Herbert A Simon. 管理行为[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.132- 139.
- [16] Nelson.R.R. Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change[J]. *Journal of Economic Literature*,1995,3(18):45- 67.
- [17] 梅可玉. 论自组织临界性与复杂系统的演化行为[J]. *系统辩证学学报*,2004,12(4):38- 41.
- [18] 范文涛, 丁义明, 龚小庆. 建立系统科学基础理论框架的一种可能途径与若干具体思路 (之四)[J]. *系统工程理论与实践*,2002,(8):17- 28.
- [19] Barabási A L, Albert R. Emergence of Scaling in Random Networks[J]. *Science*, 1999, 286:509- 512.
- [20] Newman M E J. The Structure and Function of Complex Networks[J]. *SIAM Review*, 2003, 45(2):167- 256.
- [21] Judith Lamont. Collaborative Commerce Revitalizes Supply Chain[J]. *KM World*, 2005, 14(7):160- 194.

(责任编辑: 胡俊健)

A Self-organization Explanation towards Core Firms in Collaborative Commerce Based on BA Scale-free Network

Abstract: Emerging with distributed computing, knowledge management and electronic commerce, Collaborative Commerce(CC) is viewed as a new network organization with more integrated collaboration relationships and a more powerful core firm. This research takes CC as a self-organization system, where core firms are the result of self-allocation of decision-making power in this network organization. Then we establish an extended BA Scale-Free network model to explain this collaboration relationship and conduct numerical simulation. This paper indicates that, as the collaboration relationship between unites in CC turns out more integrated, the whole collaborative network will evolve with faster speed and the asymmetric degree distribution will be more significant. The result shows this extended model accords with empirical data more accurately than a general BA model and provides an explanation about the production and evolution of the core firms in CC based on self-organization.

Key Words: electronic commerce; collaborative commerce; self-organization; scale-free network