

# 企业规模与竞争关系网络互动关系实证研究

## ——以中国啤酒企业为例

宗 刚, 朱永中

(北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100124)

**摘 要:** 从复杂网络和计量经济的交叉视角研究企业相互间的竞争关系。通过企业度、平均路径长度与集聚系数3个拓扑属性,分析网络演化过程中企业规模与竞争关系网络的互动关系;以2000年、2006年和2012年中国啤酒企业竞争关系网络为对象进行实证研究,采用网络中的拓扑属性为自变量,建立了关于企业规模的计量经济模型。研究表明:(1)企业规模与节点平均路径长度及其集聚系数表现出正相关性,与节点的度呈负相关性;(2)啤酒企业竞争由无序局面,逐渐形成了“四极多核”的格局:企业竞争极化现象主要集中在第1梯队(雪花、青岛、燕京及百威英博),多核化竞争发展趋势呈现于第2梯队。

**关键词:** 企业规模; 竞争关系; 复杂网络; 拓扑属性

**中图分类号:** F 062. 9; F 270

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671 - 0398(2014)06 - 0024 - 07

### 引言

自小世界网络<sup>[1]</sup>和无标度网络<sup>[2]</sup>提出以来,越来越多的经济学家运用复杂网络的方法来研究经济学问题,有效地把复杂网络系统与经济系统结合起来,较好地刻画了经济系统中微观个体间的相互联系,为分析产业政策<sup>[3]</sup>、金融市场<sup>[4]</sup>提供了更加充实的理论依据。

传统的产业竞争网络研究涉及的内容主要包括:竞争关系变量和竞争行为变量。通过设计某些指标对竞争关系进行评估,难以较好地衡量网络下市场结构与企业竞争关系的影响,近年来运用复杂网络理论研究产业及个体企业间的关系是一种较新的思路,如以研究单个企业行为为主的杨建梅团队<sup>[5-7]</sup>进一步充实了企业竞争及产业结构演化分析的工具。与传统产业组织理论强调微观企业个体间的竞争关系不同,复杂网络研究方法从企业的微观结构着手刻画企业关系网络的总体拓扑特征,从宏观上描述整个企业竞争关系的有序程度,并在企业网络静态描述的基础上,结合系统动力学加以研究,分析企业的竞争行为机理。

从国内外研究看,运用复杂网络理论研究企业行为的微观层面主要从2个方面进行:第一,以网络动力学为基础,依据各企业及其关系构建网络,并着重分析网络本身的拓扑特征及行为动因,从定性角度论述网络的复杂性,得到关于符合企业网络拓扑属性的特征<sup>[8-10]</sup>;第二,网络上的个体空间博弈策略也成为了近期研究的热点问题,从复杂网络角度研究企业的博弈行为,探讨个体采取收益最大化的有效策略<sup>[11-13]</sup>。这些研究更多地关注网络结构特征的变化及其内在机理,较少关注网络拓扑属性与微观企业的互动关联影响。

本文借鉴复杂网络的研究思路,对企业规模与竞争关系网络的互动关系予以分析,通过经济学范式测度了网络变量对企业发展的影响,使微观企业与企业竞争关系网络的动态分析在经济学上得到了有机的融合。以企业竞争关系网络作为研究对象,通过复杂网络的视角挖掘企业竞争机理,构建啤酒企业竞争关系网络,并对网络拓扑属性的计量经济分析,把微观与宏观相结合,重点分析竞争关系网络对企业发展的影响,突出产业变化过程中企业的发展态势,主要从2个角度加以探讨:(1)从企业规模

收稿日期: 2014-04-16

基金项目: 国家科技支撑计划项目资助(2012BAJ11B03-02); 北京市科技计划项目资助(D0305005040521)

作者简介: 宗 刚(1957—),男,江苏常熟人,北京工业大学经济与管理学院教授,博士;

朱永中(1990—),男,安徽安庆人,北京工业大学经济与管理学院硕士生

的角度出发,分析网络的拓扑属性是如何随着企业间竞争关系的改变而发生变化的以及这种变化是如何影响企业的规模;(2)把竞争关系网络的拓扑属性嵌入到 Cobb-Douglas 生产函数中,以企业规模作为方程因变量,运用计量经济模型分析网络拓扑属性与企业销售额的相关性。在探究两者互动关系的基础上,分析整个竞争关系网络对企业和整个产业经济方面的影响。

## 一、企业竞争关系网络的拓扑属性

### (一)度及度分布

度( $k$ )是描述网络局部特征的一个重要参数,企业竞争关系网络中节点的度,指网络中该节点与其他节点存在竞争关系的链接数,也就是指与企业 $i$ 形成竞争关系的其他企业数量。在企业竞争关系网络中,“进入壁垒”意味着一个潜在进入者同那些已出售新产品或服务企业竞争的难易程度。因此,在竞争性的环境中,对于拥有较少竞争者的企业(“低度数”表明市场垄断程度高)有着较高的进入壁垒;拥有许多竞争对手的企业(“高度数”指市场更具竞争力)意味着市场进入具有较低的要求。度分布( $p(k_i)$ )指网络中具有等量竞争对手的企业数占该网络中所有企业竞争关系数总和的比例,即

$$p(k_i) = \frac{k_i}{\sum k_i} \quad (1)$$

### (二)平均路径长度

平均路径长度是网络整体规模与可达性的重要度量指标,反应了网络的传输性能与效率。假设一个拥有 $n$ 个节点的无向网络,网络中节点间的平均路径长度:

$$l = \frac{1}{n(n+1)/2} \sum_{i>j} d_{ij} \quad (2)$$

其中, $d_{ij}$ 是从节点 $i$ 到节点 $j$ 最短路径的边数。在复杂网络中,平均路径长度较短说明从企业 $i$ 到企业 $j$ 的“路程”较短,也就是相关市场信息、技术知识等可以在企业间进行快速的传播;反之,在一个平均路径长度较大的产业网络中,企业管理冗余促使各类信息的传播需要经过较多的节点和较长的路径,于是整个网络对外界信息的反映变得较为迟钝。

### (三)集聚系数

集聚系数度量了企业规模的集聚,逐渐成为网络集团化度量的一个重要指标。一个度数为 $k_i$ 的节点 $i$ ,集聚系数

$$C_i = \frac{E_i}{k_i(k_i-1)/2} \quad (3)$$

$E_i$ 代表 $i$ 邻近节点边的个数,取决于三角形或圆的数量。在企业竞争关系网络中,集聚系数指2个相互竞争的企业都与第3个企业建立竞争关系的概率,它的取值范围: $0 < C_i < 1$ 。单个企业的集聚系数越高,表明该企业在所属的企业群内具有较强的竞争力,资源利用的效率转化为企业自身增长的动力也越高;集聚系数越低,则意味着企业的竞争性弱。

## 二、企业竞争关系网络的构建原理与数据描述

### (一)网络构建的基本原理

在网络初期的形成过程中,存在着众多规模不等、增长态势不同的企业,这些企业在市场中通过竞争来不断攫取市场资源,获取最大利润,从而实现自身利益的最大化。在这个竞争条件下的市场中,企业构成了产业网络中的节点,而企业间的竞争关系则成为连接企业组带的边,最终构成了错综复杂、纵横交错的竞争关系的复杂网络。根据网络的优先连接机制:一个企业的竞争对手越多,那么进入市场壁垒也就越小,则该企业有可能建立更多的新链接<sup>[14]</sup>。由于啤酒企业自身的特点,区域企业往往存在较强的竞争性,随着企业进入或退出区域市场,网络节点数也随之发生变化。

随着我国啤酒业进入快速发展的时期,逐渐形成了寡头垄断的市场格局,企业发展两极分化趋势愈发明显,企业间的“适者生存”也逐渐凸显出来。本文在 H. D. Shi 等(2006)提出的优胜劣汰演化模型<sup>[15]</sup>基础上解释了企业网络的变化规律,从而能有效地说明企业间的竞争活动如何改变企业规模及整个产业网络。

在产业发展初期,模型中有 $m_0$ 个全连通的节点,每个时间步都进行以下步骤:

1) 新增节点:增加一个新节点 $i$ 与网络中 $m$ ( $m \leq m_0$ )个节点建立链接,与度为 $k_i$ 的原有节点择优连接的概率为

$$\Pi(k_i) = \frac{(k_i + 1)}{\sum_j (k_j + 1)} \quad (4)$$

2) 删除节点:在每个时间步反择优删除 $c$ 条旧链接,与节点度成反比的反择优概率为

$$\Pi^*(k_i) = ak_i^{-1} \quad (5)$$

节点度是由网络拓扑与其他节点的可达性决定

的,在时间步  $t_i$  时,新节点  $i$  进入网络,新节点会与网络中的其他点创造新链接。这样通过平均场理论可以得到模型中度变化的动力学方程:

$$\frac{dk_i}{dt} = m \Pi(k_i) - c \left[ \Pi^*(k_i) + \sum_{j \in \theta_i} \Pi^*(k_j) K_j^{-1} \Pi^*(k_i) \right] \approx m \frac{k_i + 1}{[2(m-c) + 1]t} - c \frac{2}{t} \quad (6)$$

其中,  $\sum_{j \in \theta_i} \Pi^*(k_j) K_j^{-1} \approx 1$  且  $ak_i^{-1} \approx \frac{1}{t}$ 。由于  $\sum_j k_j$  代表网络中所有节点的总度数,应用平均场理论可得:

$$p(k) \propto \frac{1}{\beta} \left( m + 1 - \frac{2c}{\beta} \right)^{1/\beta} k^{-\gamma} = Ak^{-\gamma} \quad (7)$$

其中,  $\beta = \frac{m}{2(m-c) + 1}$  为常数,  $1 < \gamma = 3 + \frac{1-2c}{m} \leq 4$  为无标度指数。

由于网络中企业竞争的优先连接机制,网络拓扑特征取决于先前的竞争关系网络,即依赖于网络本身的特性和企业内在进出市场的动力。在市场容量一定的条件下,公司规模与其在产业网络中的度数具有一致性。在企业竞争关系网络变化过程中,单个企业节点的竞争关系“此消彼长”,当企业建立的竞争链接变为冗余链接时,竞争关系的改变破坏了其对企业平均规模的影响效果,致使企业的规模也发生了变化。

为了进一步量化两者的关系,依据竞争的 Logistic 增长模型,可知:

$$\frac{ds_i}{dt} = r_i s_i \left( 1 - \frac{s_i}{k_i} - \frac{a_{ij} s_i}{k_i} \right) \quad (8)$$

其中,企业间竞争系数  $0 < a_{ij} < 1$ 。当企业的规模不再发生变化时,即  $\frac{ds_i}{dt} = 0$ ,则均衡状态稳态解为

$\left( \frac{k_i - a_{ij} k_j}{1 - a_{ij} a_{ji}}, \frac{k_j - a_{ji} k_i}{1 - a_{ij} a_{ji}} \right)$ ,意味着企业规模取决于竞争网络均衡下的度  $k$ 。若啤酒业网络的平均规模  $\bar{s}$  以  $k$  逐渐增长,拟合符合幂律分布  $\bar{s}(k) \propto Bk^{-\delta}$  ( $B$  为常数,  $\delta$  为无标度指数),且企业规模  $s(k)$  围绕平均规模的波动较小,则

$$p(s) = p(k) \frac{dk}{ds} = \frac{p(k)}{ds/dk} = \frac{p(k)}{s'(k)} \propto - \frac{A}{B} \frac{k^{-\gamma}}{\delta k^{-(\delta+1)}} \quad (9)$$

因为  $k = Cs^{-1/\delta}$  ( $C = B^{1/\delta}$  为常数),可以推导出

$$p(s) \propto - \frac{A}{B} \frac{(Cs^{-1/\delta})^{-\gamma}}{\delta (Cs^{-1/\delta})^{-(\delta+1)}} = Ms^{-\eta} \quad (10)$$

其中,  $M$  为常数,  $\eta = \frac{\delta+1-\gamma}{\delta}$ 。通过分析可知,企业规模与度分布的无标度指数  $\delta$  和  $\gamma$  存在关系,当  $\frac{(k_i - a_{ij} k_j)(k_j - a_{ji} k_i)}{1 - a_{ij} a_{ji}} < 0$ , 此时企业网络平衡状态是不稳定的,最终会出现“强弱之分”的不同梯队;当  $\frac{(k_i - a_{ij} k_j)(k_j - a_{ji} k_i)}{1 - a_{ij} a_{ji}} > 0$  且  $\frac{a_{ij}(k_j - a_{ji} k) + a_{ji}(k_j - a_{ji} k_i)}{1 - a_{ij} a_{ji}} > 0$  时,网络状态趋于稳定,说明在此状态下啤酒企业可以处于共存状态,即企业间竞争陷入“胶着”状态,谁都无法完全战胜对方。

## (二) 数据的来源与描述

为了研究企业规模与竞争关系网络的互动关系,本文选择了啤酒企业作为实证研究对象,主要有3个方面的原因:(1)数据的可获得性和真实性。(2)啤酒业在产业集中化发展过程中具有明显的地域特征。(3)原料无差异性及技术工艺要求的一致性产生的啤酒同质性,竞争效应更为突出。

从《中国酿酒工业年鉴》、《中国食品工业年鉴》、《中国轻工业年鉴》以及北京燕京啤酒集团的数据库收集了相关的啤酒企业信息。本文选取了2000年、2006年和2012年数据作为研究企业网络演化的时间序列,考虑到统计年鉴对全国啤酒企业的样本观测值并不是随机选择的,我们的计量估计还存在选择偏差。按照中国行政区划划分(除港澳台之外的31个省、直辖市及自治区),在每个区域内统计相关的啤酒企业信息(主要以啤酒企业为单个企业,其所属于企业不单独作为新企业而统计),假如区域内存在若干个企业,那么这些企业构成了竞争关系,可以建立关系链接(边)。按照国家统计规模以上的工业企业的数据,这里以企业历年销售额来替代企业规模,消除通货膨胀因素来保持数据的一致性和准确性。我们采用周末、王璐(2012)的统计方法<sup>[16]</sup>,资本投入 = (固定资产 × 5年以上贷款基准利率的乘积 + 当年折旧) / 固定资产投资价格指数;劳动投入 = 年平均从业人员数,通过工业企业数据库获取资本投入及劳动投入的数据。

## 三、啤酒企业竞争关系网络构建

利用2000、2006及2012年收集的啤酒企业数据,建立网络关系邻接矩阵:

$$A = \begin{cases} 1 & \text{企业间存在竞争关系} \\ 0 & \text{企业间不存在竞争关系} \end{cases} \quad (11)$$

通过关系矩阵建立“市场-企业”的二模网络, 将二

模网络转化为企业间竞争关系的一模网络, 运用 pa-jek1.26 软件仿真得到的网络见图 1。

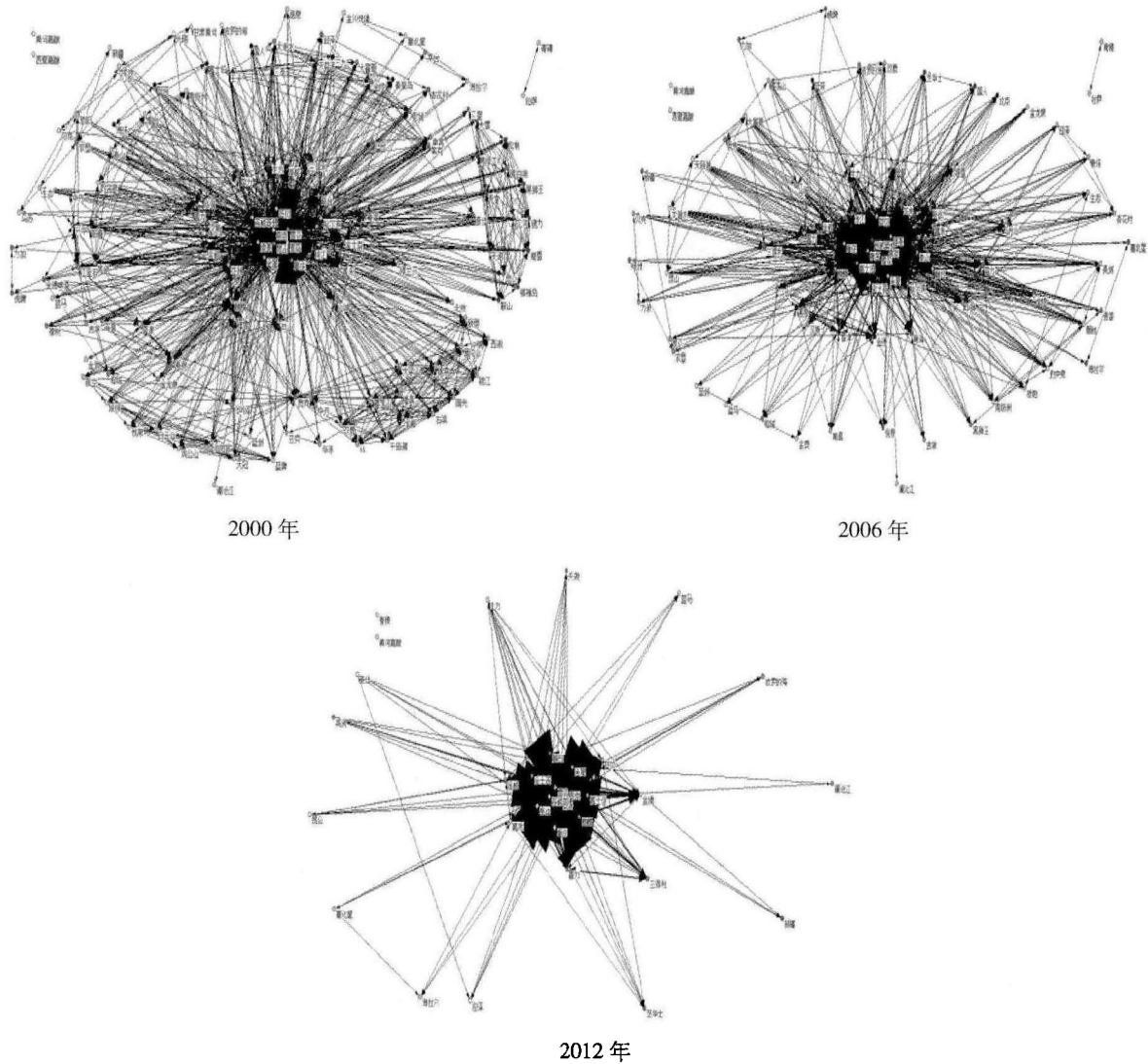


图 1 啤酒企业竞争关系网络

从图 1 中网络的演化过程看, 度分布逐渐呈现出类似 BA 模型的特征: 度数较高的节点不断减少 (如青岛、雪花、燕京及百威英博啤酒), 大多数节点度数较低。通过网络仿真得到的拓扑属性参数见表 1。

从表 1 中的数据可知, 从 2000—2012 年, 啤酒市场经过十多年的竞争角逐, 啤酒企业的数量逐年递减。伴随啤酒业市场的不断完善及法律法规的建立健全, 啤酒企业竞争网络的平均节点度从 2000 年的 32.827 到 2006 年的 33.605, 再到 2012 年 26.500, 激烈的竞争使得中小企业逐渐退出市场, 这加剧了产业网络结构的变化, 也使得产业资源不断整合, 逐渐形成寡头垄断市场的局面。通过进一步的分析可知, 尽管网络规模逐渐减小, 企业间竞

表 1 相关统计变量

计变量	年份		
	2000	2006	2012
节点数	133	81	32
平均节点度 ( $\bar{k}$ )	32.827	33.605	26.500
平均路径长度 ( $l$ )	1.991	1.829	1.575
平均集聚系数 ( $C_i$ )	0.800	0.732	0.727
无标度指数 $\gamma$	1.452	1.337	1.301
	(0.9465 <sup>*</sup> )	(0.8694 <sup>*</sup> )	(0.8526 <sup>*</sup> )

注: \* 表示幂律分布的拟合度

争的“小世界”特性越来越明显。从 2006—2012 年, 强大的市场竞争后, 出现了啤酒厂商的优胜劣

汰,由于要素成本的不断增加及外在竞争力的不断提高,大量厂商无法生存,不断被兼并和收购,大企业“攻城略地”进入其他区域市场,导致平均路径长度减小,网络中的企业竞争“白热化”,最终企业集群度越来越大,平均集聚系数也不断降低。直到2012年,网络中的企业数量大幅度下降,寡头垄断的格局涌现出来,马太效应使得大企业的规模越来越大,而小企业只能苟延残喘,在未能获得要素投入的规模战中最终退出市场。

从平均度及拟合幂律分布可知,从整个啤酒业竞争对手的区域分布情况看,啤酒业中许多跨区域的啤酒企业竞争对手较多,而大部分企业囿于自身的发展竞争对手较少,这样形成的网络同时具有稳健性与脆弱性。一方面,产业网络的优先连接最终导致厚尾的无标度网络度分布;另一方面,啤酒业具有的地理特性及区域贸易壁垒会削弱企业的进入,区域企业占据地理优势,争当“地头蛇”来获取市场份额。随着啤酒业市场不断整合,啤酒业集中度得到显著提升,具有全国性和区域性垄断的寡头企业利用品牌、渠道与资本优势加强自身品牌建设。

#### 四、啤酒企业竞争关系网络的经济影响

##### (一) 网络变量对企业的影响

鉴于企业间相互竞争活动对企业自身发展的影响,运用竞争关系网络的拓扑属性量化分析这种影响。考虑到影响企业销售额的主要影响因素为资本 $x$ 与劳动 $y$ ,基于Cobb-Douglas生产函数加入网络拓扑属性,建立的估计方程如下:

$$\log Z_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log x_{it} + \beta_2 \log y_{it} + \beta_3 k_{it} + \beta_4 l_{it} + \beta_5 C_{it} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

其中, $Z_{it}$ 为企业对应的销售额, $x_{it}$ 和 $y_{it}$ 为相关要素(资本、劳动)投入量, $k_{it}$ 、 $l_{it}$ 、 $C_{it}$ 分别为竞争关系网络中啤酒企业的度、平均路径长度及集聚系数,企业 $i=1,2,\dots,N$ ,且 $t=2000,2006,2012$ , $\varepsilon_{it}$ 是未观测到的随机误差项。由于每个企业都存在个体异质性,而线性模型的面板数据能获取一致的估计值,增加自由度的同时减少了变量间的多重共线性,运用豪斯曼(Hausman)检验固定效应(Fixed Effect)和随机效应(Random Effect),经检验发现:包含平均路径长度的方程适用于随机效应,固定效应支持含有企业度与集聚系数的方程,估计得到的结果见表2。

表2 企业销售额影响因素的回归结果

	log $Z_{it}$ (FE)			log $Z_{it}$ (RE)		
	1	2	3	4	5	6
常数	1.574*** (2.41)	-0.315*** (3.05)	0.647*** (2.79)	-1.417*** (3.18)	1.248*** (3.39)	2.031*** (2.541)
log $x_{it}$	0.403*** (0.03)	0.395*** (0.51)	0.479*** (0.27)	0.641*** (4.48)	0.546** (5.19)	0.759*** (5.72)
log $y_{it}$	0.311*** (1.15)	0.408*** (1.51)	0.368*** (2.25)	0.349** (0.71)	0.416** (0.24)	0.201** (0.38)
$k_{it}$	-1.317* (-0.79)			-1.014** (-1.37)		
$l_{it}$		1.254** (0.18)			1.113* (0.29)	
$C_{it}$			0.163** (3.34)			0.059** (2.63)
豪斯曼(Hausman)检验				0.000 0	0.094 1	0.000 0
调整 $R^2$	0.858	0.636	0.939	0.319	0.817	0.506

注:\*, \*\*, \*\*\*分别代表参数估计值在10%,5%和1%水平上显著;括号中的值为 $t$ 值

由于网络中参量有着内在的相关性与一致性,因此,分别将度、平均路径长度、集聚系数引入模型。从表2分析结果看,模型1、3与模型4、6相比较,Hausman检验结果拒绝原假设,说明运用固定效应分析更具针对性。拟合变量对应的系数说明:企业

销售额与度之间存在严格的负相关性,与集聚系数表现为正相关性。由于青岛( $d_{2000}=145, d_{2006}=145, d_{2012}=119$ )、雪花( $d_{2000}=134, d_{2006}=147, d_{2012}=115$ )、燕京( $d_{2000}=108, d_{2006}=124, d_{2012}=103$ )及百威英博( $d_{2000}=52, d_{2006}=98, d_{2012}=102$ )啤酒企业进

入多个区域市场,抢占了许多企业原有的市场份额,增加了销售额(规模增加);然而随着网络中企业数量的不断降低,使得网络的平均度不断减小,企业占领的市场份额逐渐增加,这就说明两者具有负向一致性。例如,百威英博整合了多个中小型啤酒企业,其竞争关系也随之消失,节点度数也得到降低,但被兼并的中小型企业销售额转移到百威英博,反而增加了百威英博的企业销售额。

集聚系数反应了企业的竞争力,雪花啤酒( $C_{2000} = 0.195, C_{2006} = 0.384, C_{2012} = 1.268$ )、青岛啤酒( $C_{2000} = 0.188, C_{2006} = 0.410, C_{2012} = 1.565$ )、燕京啤酒( $C_{2000} = 0.278, C_{2006} = 0.424, C_{2012} = 1.387$ )及百威英博( $C_{2000} = 0.617, C_{2006} = 0.674, C_{2012} = 1.771$ )的集聚系数不断增加,说明企业竞争力增强,反应了企业实际与其他企业建立竞争的边 $E_i$ 远远小于企业能够达到的最大可能边 $k_i(k_i - 1)$ ,集聚系数得到增加,企业的网络化竞争力得到提高,扩大了市场份额,增加了销售额,企业规模与集聚系数表现出正相关性。

比较模型2与模型5的回归结果,Hausman检验通过随机效应的原假设,且拟合度更高。就企业销售额而言,我们采用随机效应模型发现:企业销售额与平均路径长度存在正相关,说明企业在与其他企业的竞争过程中,快速信息传播促使企业自身不断改进技术、降低成本而壮大企业规模,也是企业提升竞争的源动力,表现在2个方面:一是领军啤酒企业由原来直接竞争转化为多元化竞争,不局限于所在区域;二是第1梯队企业(雪花、青岛、燕京及百威英博)走集团化、膨胀式发展道路,企业规模更加庞大,第2梯队企业外向型学习扩张明显,在同第1梯队及第2梯队其他啤酒企业竞争时,竞争集中化促使部分其他企业消亡,从而获取市场份额,企业规模得到增长。

## (二)网络演变对产业的影响

目前,中国啤酒业得到迅猛发展得益于国家产业政策的支持,近十多年,啤酒业新企业进入市场面临着更强大的障碍,高平均度值意味着较小的啤酒企业存活率低,平均路径长度和集聚系数反映企业集团化程度更高,强化了企业竞争传播效率。从企业竞争关系网络不断演化的过程中可以发现,度数较大的第1梯队企业成为了市场份额较大、发展态

势良好的啤酒行业领军企业,这些企业构成了网络中的关键节点,企业的变化对整个网络结构,乃至市场结构的变化存在着巨大影响,很大程度上决定啤酒业的发展趋势。相比之下,其他节点度较小的企业作为配角对啤酒业的整体结构影响甚小。

通过图1可知:从2000—2012年,在啤酒业不断整合的过程中,伴随着企业规模不断增大,处在关键节点处的“四极”啤酒企业(雪花、青岛、燕京及百威英博)加强网络化竞争趋势,地方龙头企业(如哈尔滨啤酒、重庆啤酒与金星啤酒)多核化竞争加大区域控制力,并且有进一步极化的态势,对产业网络结构的变化影响较大。从集聚系数与平均路径长度看( $C_{2000} > C_{2006} > C_{2012}, l_{2000} > l_{2006} > l_{2012}$ ),啤酒企业竞争关系网络逐渐表现出小世界性,意味着企业的竞争不断加剧;某个企业群间竞争的对抗行为会快速地波动到整个产业,从而导致产业结构形态发生演变,多企业纵横捭阖出现产业组织竞争关系的“涌现”景象,啤酒业通过不断整合进入寡头垄断时代,产业集中度越来越高,产业竞争也愈加激烈。

## 五、结论及展望

本文主要从复杂网络与计量经济的交叉视角探讨企业规模与竞争关系网络的互动关系,运用网络统计参量进行计量分析,并实证剖析啤酒企业及其产业的经济影响,从而得到以下结论。

(1)通过建立回归方程来量化测度企业竞争关系的引致影响,发现啤酒企业销售额与企业节点度之间存在严格的负相关性,与平均路径长度及集聚系数表现为正相关性。企业在参与市场竞争过程中,应有所选择地开拓区域市场,完善自身管理,提高创新水平,避免出现企业管理冗余导致效率下降。

(2)啤酒竞争关系网络的拓扑数据及演化过程显示,中国啤酒市场企业数逐渐减少,竞争强度不断加大,啤酒业进入了寡头垄断时代,逐渐形成了“四极多核”的格局,符合行业的发展态势。

(3)企业间的活动及影响仅局限于竞争关系,可以尝试分析其他关系并建立网络,延展其他网络拓属性带人计量经济模型,把企业竞争关系网络研究贯穿到计量经济分析中,更全面科学地分析企业间内在影响机理,为企业的发展战略提供策略。

## 参考文献:

- [1] WATTS D J, STRONGATZ S H. Collective dynamics of small-world networks[J]. Nature, 1998, 6684(393): 440-442.
- [2] BARABASI A L, ALBERT R. Emergence of scaling in random networks[J]. Science, 1999, 5439(286): 509-512.

- [3] BRUNELLA C. Complex industrial networks[M]. Germany: VDM Publishing, 2010.
- [4] VLADIMIR B, SERGIY B, PANOS M P. Statistical analysis of financial networks[J]. *Computational Statistics & Data Analysis*, 2005, 48(2): 431-443.
- [5] YANG J M, LU L P, XIE W D, et al. On competitive relationship networks: a new method for industrial competition analysis[J]. *Physica A*, 2007, 38(2): 704-714.
- [6] 胡鲜, 杨建梅, 李得荣. 企业竞争关系演变的复杂网络分析——以广东省软件产业为例[J]. *软科学*, 2008, 22(6): 52-56, 73.
- [7] 后锐, 杨建梅, 姚灿中. 物流产业竞争关系复杂网络模型研究[J]. *管理学报*, 2010, 7(3): 406-411.
- [8] 黄玮强, 庄新田, 姚爽. 企业创新网络的自组织演化模型[J]. *科学学研究*, 2009, 27(5): 793-800.
- [9] 肖冰, 李从东, 汤勇力. 中小企业集群复杂网络的局域双向适应度模型[J]. *暨南大学学报: 自然科学版*, 2010, 31(3): 280-285.
- [10] LEE J H, CHOI C, KIM J M, et al. Outside directors' social capital and firm performance: a complex network approach[J]. *An International Journal of Social Behavior & Personality*, 2012, 40(8): 1319-1331.
- [11] JACKSON M O, WATTS A. On the formation of interaction networks in social coordination games[J]. *Games and Economic Behavior*, 2002, 41(2): 265-291.
- [12] MILAGROS R, ERNESTO M. Agent learning in autonomic manufacturing execution systems for enterprise networking[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2012, 63(4): 901-925.
- [13] CARAYOL N, ROUX P. Self-organizing innovation networks: when do small worlds emerge? [J]. *European Journal of Economic and Social Systems*, 2005, 18(2): 307-332.
- [14] DAN B, BLAKE S, YANEER Bar-Yam. Corporate competition: a self-organized network[J]. *Social Networks*, 2011, 33(3): 219-230.
- [15] SHI D H, LIU L M, ZHU X S, et al. Degree distribution of evolving networks[J]. *Europhysics Letters*, 2006, 76(4): 731-737.
- [16] 周末, 王璐. 产品异质条件下市场势力估计与垄断损失测度——运用新实证产业组织方法对白酒制造业的研究[J]. *中国工业经济*, 2012, 291(6): 120-132.

## An Empirical Study on the Interaction of Enterprise Scale and Competition Network: Evidence From Chinese Beer Enterprise

ZONG Gang, ZHU Yong-zhong

(School of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:** From the perspective of the combination of complex network and econometric, this paper studies the activities of the enterprise competition, by building the network model of Chinese beer enterprise competition relationship and analyzing the influence of network model parameter on the scale of beer enterprise in the evolution of network. Taking the network of 2000, 2006, 2012 years as examples, we choose alternative network topological properties instead of the network parameters, and establish the econometric model of enterprise scale. The results imply that the scale of enterprise has a positive correlation to the node's path length and cluster coefficient, a negative pertinence to the nodes' degree. In terms of trends, competition between beer companies transfers from disorder into order gradually, which brings a new time namely so-called "four-centers with multi-cores situation". In the new time, the first tier (Snow, Tsingtao, Yanjing and Anheuser-Busch InBev) is on the leading position while the rest ones show the trend of multi-cores competition.

**Key words:** enterprise scale; competitive relationships; complex network; topological properties

(责任编辑 刘健)