

文章编号:1003-207(2012)06-0176-09

跨组织知识整合下的创新网络结构分析

单海燕¹, 王文平²

(1. 南京信息工程大学经济管理学院, 江苏南京 210044; 2. 东南大学经济管理学院, 江苏南京 210096)

摘要:针对跨组织合作形成的创新网络, 构建了跨组织知识整合下的创新网络模型, 仿真分析得出, 组织间互补程度及知识整合效率对跨组织知识整合下的创新网络结构有一定的影响, 具体表现为: 组织间互补程度及知识整合效率很高时, 创新网络具有较短的平均路径长度与较低的集聚系数, 此时网络具有随机网络特征; 组织间互补程度及知识整合效率很低时, 创新网络具有较长的平均路径长度与较高的集聚系数, 此时网络具有规则网络的特征; 组织间互补程度及知识整合效率大小适度时, 创新网络具有相对较短的平均路径长度与较高的集聚系数, 因此创新网络具有“小世界”网络的特征。

关键词:知识整合; 创新网络; 小世界网络; 集聚系数; 平均路径长度

中图分类号:F27 **文献标识码:**A

1 引言

新经济时代, 知识已成为生产要素中最重要的组成部分, 知识创新是各组织提升竞争力、实现持续发展的最重要的动力^[1]。组织是技术创新的主体, 根据“资源依赖性”理论, 各组织可能并不拥有创新过程中必须的所有技术和能力, 为减少风险, 缩短市场化时间, 众多组织倾向于从互补能力与其他组织结成联盟中获得协同效应^[2-3]。技术革新和限制的放宽也使得不同行业组织间的竞争合作关系得到显著增强^[4]。跨组织联系下, 创新网络成员知识的交流和整合, 不仅增加了组织间的内部关联, 同时也促进了成员间相互学习^[4-5]。

知识整合作为组织进行持续创新与克服环境不确定性的一种重要途径, 善于整合的组织将拥有更多创新的机会, 相对也将更具有优势^[6]。知识整合不仅仅发生在组织内部, 跨组织知识整合的现象也越来越明显。跨组织知识整合下形成的创新网络是创新主体为适应创新复杂性的一种涌现形式, 它由主体间的各种正式关系和非正式关系交织而成^[7]。

研究表明, 跨组织知识整合下的创新网络可促进组织间知识、信息和互补能力的获取, 有利于各主体降低思考时的不一致性, 更好地捕捉到战略机会^[8-9]。那么, 哪些因素会影响跨组织之间的知识整合过程? 跨组织知识整合下的创新网络在这些不同的影响因素下将具有怎样的结构特征?

在知识整合影响因素方面: Nooteboom^[10]通过对比美国和德国的企业发现, 获得互补知识的唯一途径就是构建合作网络, 当关系较为稳定且持续时间较长时, 企业能够快速整合知识; Cummings^[11]认为网络成员的多样性有助于企业获取不同价值的知识和经验, 有利于企业多方面的整合知识资源; Reagans^[12]通过实证研究验证了网络范围越大, 网络中蕴藏的知识资源就越丰富, 从而越有利于知识的整合; Boer^[13]从资源基础的观点出发, 认为知识整合运作的效率、范围和弹性的大小对于企业建立持续竞争力有相当重要的影响; 魏成龙^[14]认为组织学习导向影响知识整合能力和核心能力, 同时知识整合能力影响核心能力和整合绩效; 张可军^[15]从管理心理学的视角, 以员工信任为中介变量, 认为变革型领导对知识整合具有显著正向影响。

针对创新网络结构特征分析方面, Schilling^[16]纵向研究由 1106 个公司形成的合作网络, 发现其具有小世界特征; 张兵^[17]发现非正式创新网络具有小世界特征, 若当建模条件发生改变时, 非正式创新网络是否仍具有小世界特征, 还值得商酌; Ozman^[18]将知识整合效率引入到创新网络的研究中, 分析了

收稿日期: 2011-12-18; 修订日期: 2012-09-26

基金项目: 国家自然科学基金(71172044, 71273047); 江苏省高校哲学社会科学基金(2012SJB630046); 南京信息工程大学科研启动基金项目(SK20110119)

作者简介: 单海燕(1981-), 女(汉族), 江苏盐城人, 南京信息工程大学经济管理学院讲师, 博士, 研究方向: 创新网络、知识网络及系统仿真。

产品相关程度对组织创新网络结构的影响,但在知识整合效率的设定上不具有一般性;Cowan^[19]模拟了创新网络的形成,具体分析了组织间整合知识资源的效率以及组织的嵌入程度是如何影响创新网络结构,但在知识演化机制设置上存在一些不合理之处;张兵^[20]基于经典的小世界网络模型,发现非正式网络知识流动效率对网络关系强度分布具有高度敏感性,以及网络平均关系强度的差异会影响网络关系强度分布的演化速度。

上述现有研究大多运用实证方法分析成员异质性、关系强度、组织学习等因素对知识整合过程的影响作用、验证知识整合过程与创新网络之间的关系,大多局限于研究组织内部的创新网络,较少考虑跨组织的经济联系对创新网络的影响。一方面,跨越组织边界的知识融合已经成为组织发展的一个新趋势,跨组织下的技术/知识整合与创新则是组织融合的内在动因。另一方面,关系强度、组织学习、知识的隐性程度等因素会影响知识整合的效率,知识的异质性程度可影响知识整合的范围。因此,本文在对现有相关研究不足予以改进的基础上,从知识整合效率及组织互补程度这两因素出发,运用复杂网络研究中的数值仿真方法,分析跨组织知识整合下创新网络的知识演化过程,以及研究跨组织知识整合下的创新网络所涌现出的不同结构特征。

2 模型构建

设创新网络由 N 个组织组成,组织 i 的知识可用向量 $v_i = (v_{i,1}, \dots, v_{i,l}, \dots, v_{i,L_k})$ 表示,且对任意的 $i \in S, l \in K$, 有 $v_{i,l} \geq 0$, 其中 $S = \{1, \dots, N\}$ 表示组织集合, $K = \{1, \dots, L_k\}$ 表示知识种类集合, L_k 表示网络中所有不同知识种类数。如果组织 i 和组织 j 之间存在合作关系,则 $\chi(i, j) = 1$, 反之 $\chi(i, j) = 0$ 。

2.1 知识整合

如果组织 i 与组织 j 合作,那么两组织将整合双方的知识作为共有知识。一般情况下,知识整合过程是按照分量方式进行整合^[19], 向量 $v_{ij} = (v_{ij,1}, \dots, v_{ij,l}, \dots, v_{ij,L_k})$ 表示组织 i 与组织 j 合作后表现出的整体知识水平,其中:

$$v_{ij,l} = (1 - \theta) \min\{v_{i,l}, v_{j,l}\} + \theta \max\{v_{i,l}, v_{j,l}\}, \quad \forall l \in K, i, j \in S \quad (1)$$

其中 $\theta (\theta \in [0, 1])$ 表示知识整合效率。

从(1)式可以看出,知识整合效率 θ 刻画了共有知识介于合作组织间最低与最高知识分量之间的

程度, θ 越高说明共有知识越接近合作组织之间的最高知识水平,反之越接近最低知识水平。该参数与知识特性、知识整合投入产出比以及具体的研发过程有关:若知识的显性程度越高,则知识整合效率越高;如果知识整合产出与投入比越高,也可说明知识整合效率越高,反之则越低;如果该过程可分解为一系列可单独完成的离散任务,组织可选择各自相对胜任的子任务,那么整合后的共有知识可近似看作合作组织间的最高知识,即 $\theta \approx 1$;相反,如果研发过程具有很强的系统性,需要合作伙伴的共同参与,那么较弱的组织在研发过程中就会处在瓶颈位置,因此整合后的共有知识近似可看作合作伙伴的最低知识分量,即 $\theta \approx 0$ 。

2.2 产品研发

假设各组织可独立研发各自的主导产品,如 Intel、中国电信可分别独立生产芯片、光缆等等。各组织的主导产品在研发过程中需使用知识种类集合 K 中的某些知识,但使用强度是不同的。假设每种产品的研发绩效符合 Cobb—Douglas 生产函数,那么组织 i 独立研发其主导产品 p_i 的绩效 y_{i,p_i} 可表示为:

$$y_{i,p_i} = \prod_{l=1}^{L_k} v_{i,l}^{\gamma_{p_i,l}} \quad (2)$$

其中 $\gamma_{p_i,l}$ 表示研发产品 p_i 时使用第 l 类知识的弹性系数, $\sum_{l=1}^{L_k} \gamma_{p_i,l} = 1, p_i \in P, i \in S, l \in K, P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ 表示各组织主导产品组成的集合。

若组织 i 与组织 j 合作,两组织间要进行知识整合,从而影响到各自产品的研发绩效。组织 i 与组织 j 合作研发产品 p_i, p_j 的绩效可分别表示为:

$$y_{ij,p} = \prod_{l=1}^{L_k} v_{ij,l}^{\gamma_{p,l}}, p = p_i, p_j \quad (3)$$

因此,两组织合作时总研发绩效为:

$$Y_{ij} = \prod_{l=1}^{L_k} v_{ij,l}^{\gamma_{p_i,l}} + \prod_{l=1}^{L_k} v_{ij,l}^{\gamma_{p_j,l}} \quad (4)$$

本文假定当总研发绩效不小于各自独立研发绩效之和时,即 $Y_{ij} \geq y_{i,p_i} + y_{j,p_j}$, 两组织才有可能进行合作研发。

说明:(1)如果组织 i 在独立研发其主导产品 p_i 时,并未使用到第 l 类知识,甚至组织 i 并不拥有第 l 类知识,这里规定 $\gamma_{p_i,l} = 0$ 以及 $v_{i,l}^{\gamma_{p_i,l}} = 1$ 。

(2)当组织间进行合作研发时,若相对其他领域在某一领域已取得了一定成就,必然仍将立足自身优势继续进行发展,如诺基亚与 Intel 间的联盟:In-

tel 向诺基亚提供芯片组,诺基亚可推出性能更强劲的智能手机,Intel 可在自己的芯片组中内建 3G 支持。因此,本文假设组织间如果进行合作,则选择基于各自主导产品的基础上共同研发。

(3)通常认为两组织研发各自相应的主导产品所需的知识越相似以及两组织间的知识距离越小,则两组织互补程度就越小;反之,两组织互补程度就越大。这里我们不采用组织间的知识距离定义组织间的互补程度,因为组织可通过学习、交流等方式缩小之间的知识差距,而采用组织间研发各自相应的主导产品所需知识的相似程度,即利用研发产品的弹性系数来反映组织间的互补情况,那么组织 i 、 j 互补程度可定义为:

$$\cos_{ij} = 1 - \frac{\sum_{l \in K} \gamma_{p_i, l} \gamma_{p_j, l}}{\sqrt{\sum_{l \in K} \gamma_{p_i, l}^2} \sqrt{\sum_{l \in K} \gamma_{p_j, l}^2}} \quad (5)$$

显然 $\cos_{ij} \in [0, 1]$ 。如果研发两组织对应的主导产品所需知识间不存在共同知识,即对 $\forall l \in K$, $\gamma_{p_i, l} \gamma_{p_j, l} = 0$, 在这种情况下,两组织间互补程度最高,即 $\cos_{ij} = 1$ 。特别地,各组织与自身互补程度最低,即对于 $\forall i \in N$, $\cos_{ii} = 0$ 。

因此,创新网络的互补程度 $\cos(Q \times Q)$ 可定义为矩阵形式:

$$\cos(Q \times Q) = \begin{pmatrix} \cos_{11} & \cos_{12} & \cdots & \cos_{1N} \\ \cos_{21} & \cos_{22} & \cdots & \cos_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos_{N1} & \cos_{N2} & \cdots & \cos_{NN} \end{pmatrix} \quad (6)$$

创新网络平均互补程度(average complementarity extent)定义为:

$$ACE = \frac{\sum_{i, j \in N, i \neq j} \cos_{ij}}{N(N-1)} \quad (7)$$

该定义中并不包括创新网络中组织跟自身的互补性情况。

2.3 基于度与知识增长率的偏好连接机制

由于各组织最初对整个环境可能不太了解,因此假设初始时刻,组织选择与自己空间距离最近的一定数目的组织进行合作创新^[17]。

2.3.1 基于度与知识增长率的增加连接机制

假设组织是短视的以及有限理性的,当两组织合作时的总绩效不低于各自独立研发时的绩效之和时,两组织才有合作的可能;另一方面,现实中的各组织更愿意与“越富有”、“越有发展潜力”的对象合作^[21]。例如,2006 年,360 安全卫士并未选择与已

垄断国内杀毒市场的瑞星、金山、江民合作,而是与卡巴斯基进行合作联合推出一个上网安全软件。虽然当时卡巴斯基在中国个人消费市场知名度一般的,但因其杀毒技术好,在一些小众高端用户群里比较受欢迎,已显示出一定的发展潜力。设 $t + 1$ 时刻,组织 i 选择与组织 j 合作的概率 $P_{ij, t+1}^a$ 定义为:

$$P_{ij, t+1}^a = P_{ij1, t} \cdot P_{ij2, t}$$

其中:

$$P_{ij1, t} = P(\{ \prod_{l=1}^L v_{ip_l, t}^{\gamma_{ip_l, t}} + \prod_{l=1}^L v_{jp_l, t}^{\gamma_{jp_l, t}} \geq \prod_{l=1}^L v_{ip_l, t}^{\gamma_{ip_l, t}} + \prod_{l=1}^L v_{jp_l, t}^{\gamma_{jp_l, t}} \}) \quad (8)$$

$$P_{ij2, t} = \frac{(k_{j, t} + a) \max_l (\Delta v_{j, l, t} / v_{j, l, t})}{\sum_i (k_{i, t} + a) \max_l (\Delta v_{i, l, t} / v_{i, l, t})} \quad (9)$$

$P(\ast)$ 表示事件 \ast 发生的概率, $k_{j, t}$ 表示 t 时刻组织 j 的合作伙伴数,即节点 j 的度, $\Delta v_{j, l, t} = v_{j, l, t} - v_{j, l, t-1}$ 表示 t 时刻组织 j 的第 l 类知识增量, a 为一大于 0 的常数。

2.3.2 基于度与知识增长率的删除连接机制

由于组织的能力是有限的,建立了合作关系各组织间需支付一定的经济成本、时间成本、精力成本和心理意义上的成本,组织的合作伙伴数目不会无限增加;另一方面,组织并不会随机选择“抛弃”原有的合作伙伴,而会根据市场占有率、产品反应等因素做出判断。例如在 2007 年之前,苹果一直使用 IBM 的芯片,由于 IBM 芯片散热性存在问题以及业绩的不景气,导致苹果最终“抛弃”了合作长达十年之久的 IBM,而转向与 Intel 建立合作。因此本文假设某组织选择与某一“新”组织合作时,将有选择性地“抛弃”原有的一合作伙伴。设 $t + 1$ 时刻,组织 i 以概率 $P_{ij, t+1}^d$ “抛弃”其在 t 时刻的一合作伙伴组织 j , $P_{ij, t+1}^d$ 定义为:

$$P_{ij, t+1}^d = \frac{(k_{j, t} + a) \max_l (\Delta v_{j, l} / v_{j, l, t})}{(1 - \frac{(k_{j, t} + a) \max_l (\Delta v_{j, l} / v_{j, l, t})}{\sum_{j \in \Gamma_{i, t}} (k_{j, t} + a) \max_l (\Delta v_{j, l} / v_{j, l, t})}) / (k_{i, t} - 1)} \quad (10)$$

其中 $\Gamma_{i, t} = \{j \in S \mid \chi_t(i, j) = 1\}$ 。

2.4 知识演化机制

由于各组织吸收知识的能力与知识距离^[22],知识使用情况^[18](体现在产品研发过程中)等方面有关,并且具有一定的随机性^[19],因此可建立如下的知识演化机制。

(1)自主研发 ($k_{i, t+1} = 0$)

假设 $t+1$ 时刻,组织 i 选择自主研发,那么该组织的第 l 类知识水平可表示为:

$$v_{i,l,t+1} = v_{i,l,t}(1 + \mu_{i,t+1}) \quad (11)$$

其中 $\mu_{i,t+1}$ 表示 $t+1$ 时刻组织 i 的吸收能力,

$$\mu_{i,t+1} = \begin{cases} p_{rand} \mathcal{N}_{i,p_i,t} \frac{v_{i,l,t}}{\sum_{k \in L_i} v_{i,k,t}}, if & \gamma_{p_i,l} \neq 0 \\ 0, if & \gamma_{p_i,l} = 0 \end{cases}, p_{rand} \in$$

$[0,1]$ 为一随机数, $L_i = \{l \in K \mid \gamma_{p_i,l} \neq 0\}$ 。

(2) 合作研发 ($k_{i,t+1} > 0$)

假设 $t+1$ 时刻,组织 i 选择与其他某些组织合作研发,那么组织 i 的第 l 类知识水平可表示为:

$$v_{i,l,t+1} = \max_{j \in \Gamma_{i,t+1}} v_{ij,l,t+1} \quad (12)$$

其中 $v_{ij,l,t+1} = v_{i,l,t}(1 + \mu_{ij,t+1})$ 表示组织 i 与组织 j 合作研发后组织 i 的第 l 类知识水平, $\mu_{ij,t+1}$ 表示 $t+1$ 时刻组织 i 在与组织 j 在合作研发过程中吸收知识的能力,且:

$$\mu_{ij,t+1} = \begin{cases} p_{rand} \frac{Y_{ij,t}}{2} (\theta \frac{v_{i,l,t}}{\sum_{k \in L_{ij}} v_{i,k,t}} + (1-\theta) \frac{v_{j,l,t}}{\sum_{k \in L_{ij}} v_{j,k,t}}), \\ if v_{i,l,t} \geq v_{j,l,t}, l \in L_{ij} \& j \in \Gamma_{i,t+1} \\ p_{rand} \frac{Y_{ij,t}}{2} \frac{v_{i,l,t}}{v_{j,l,t}} ((1-\theta) \frac{v_{i,l,t}}{\sum_{k \in L_{ij}} v_{i,k,t}} + \theta \frac{v_{j,l,t}}{\sum_{k \in L_{ij}} v_{j,k,t}}), \\ if v_{i,l,t} < v_{j,l,t}, l \in L_{ij} \& j \in \Gamma_{i,t+1} \\ 0, otherwise \end{cases}$$

$$L_{ij} = \{l \in K \mid \gamma_{p_i,l} \neq 0 \text{ or } \gamma_{p_j,l} \neq 0\}$$

公式(11)–(12)表明,各组织在研发过程中积累了经验,相应地习得了一些知识,且习得的知识数量依赖于研发所带来的绩效。当然在知识生产的整个过程中,只有在研发过程中投入的知识才有可能得到增加。

3 模型分析

在下面的仿真模拟中,假设创新网络规模为 100,初始时每个主体选择距离自身最近的 4 个主体进行合作,生产中所需的知识类型总数为 5,产品研发过程中对应知识的弹性系数如下表所示,其中 $\sum_{l=1}^5 \gamma_l = 1$ 。事实上, γ 无需一定按照表 1 的形式进行设置,但是考虑到仿真计算的工作量问题以及若通过改变 γ 也能够反映出组织互补程度的变化区间,而且也选取了若 γ 不固定时对应的集聚系数与平均最短路径随组织互补程度的变化情况,发现对

γ 进行这样的处理不会影响仿真结果的代表性。

表 1 各组织主导产品的知识弹性系数分布

P	K				
	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
p_1	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5
p_2	γ_5	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
p_{99}	γ_3	γ_4	γ_5	γ_1	γ_2
p_{100}	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_1

对弹性系数的模拟介于两种极端情形之间,一是不同组织之间互补程度最大,即存在某一 $l \in K$, $\gamma_l = 1$,以及对任意的 $m \in K$ 且 $m \neq l$ 时, $\gamma_m = 0$;另一种是不同组织之间的互补程度最小,即对任意的 $l \in K$, $\gamma_l = 0.2$ 。

3.1 集聚系数

集聚系数可用以描述网络的集团化程度^[23]。其计算方式为:在与某节点直接相连的所有节点间,实际存在的边数占可能存在的边数的比值。节点 i 的集聚系数定义为:

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

其中 E_i 表示与节点 i 相连的 k_i 个节点之间实际存在的边数。

整个网络的集聚系数为所有节点的集聚系数的平均值,即:

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$$

对不同的 (ACE, θ) 组合进行仿真模拟,绘制跨组织创新网络的集聚系数及标准化后的集聚系数的等高线分布图,分别如图 1、图 2 所示。在仿真过程中,这里的组织互补程度不是外在设定的,而是通过改变 γ 的取值再根据公式(7)转化而来。由图 1 可见,集聚系数随着组织互补程度 (ACE) 与知识整合效率 (θ) 的增加而降低。图 2 是以规则网络的集聚系数为标准,将创新网络的集聚系数标准化后得到的等高线图。

3.2 平均路径长度

平均路径长度可用来度量整体网络节点之间知识/信息传递的有效性,即一个节点平均经过多少个节点才能到达另一个节点,其计算公式为:

$$L = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in S} d_{ij}$$

其中 d_{ij} 为节点 i 和节点 j 之间的最短距离。

对不同的 (ACE, θ) 组合进行仿真模拟,绘制跨组织创新网络的平均路径长度及标准化后的平均路

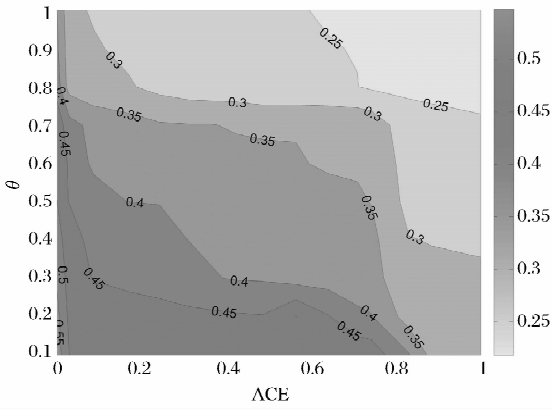


图1 集聚系数变化图

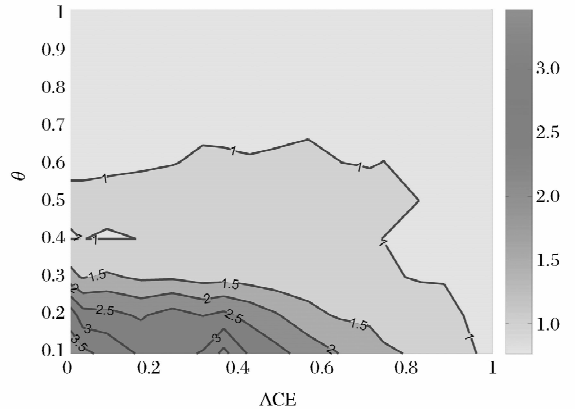


图4 标准化后的平均路径长度变化图

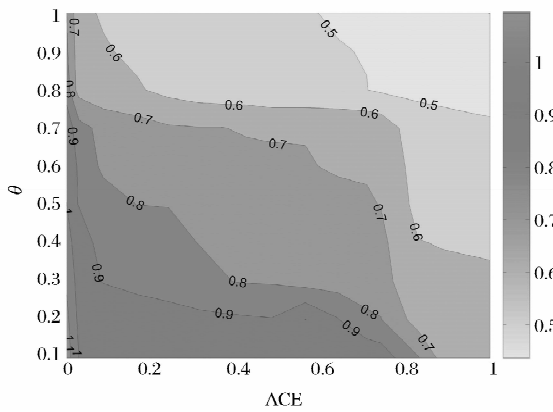


图2 标准化后的集聚系数变化图

径长度的等高线分布图,分别如图3、图4所示。与3.1节集聚系数分析类似,这里的组织互补程度也不是外在设定的。由图3可见,平均路径长度随着组织互补程度(ACE)与知识整合效率(θ)的增加而降低。图4是以随机网络的平均路径长度为标准,将创新网络的平均路径长度标准化后得到的等高线图。

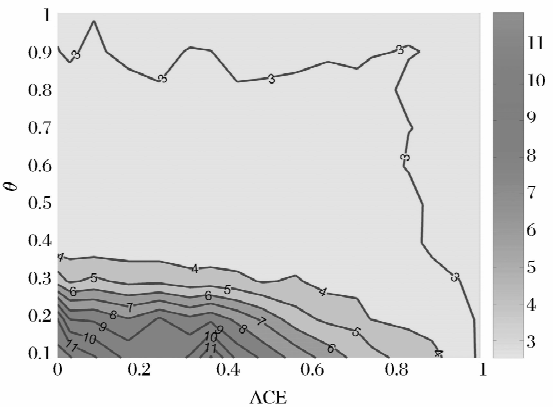


图3 平均路径长度变化图

从图2及图4中不难发现,当组织互补程度较高且知识整合效率较高时,创新网络具有较低的集聚系数及平均路径长度,该网络具有随机网络的特征;当组织互补程度较低且知识整合效率也较低时,创新网络具有较高的集聚系数及平均路径长度,该网络具有规则网络的特征;存在适度的组织互补程度与知识整合效率,使得创新网络具有相对较短的平均路径长度与较高的集聚系数,此时该网络具有小世界网络的特征。

3.3 “小世界”特性

我们知道规则网络具有较大的集聚系数和平均路径长度,随机网络具有较小的集聚系数和平均路径长度。一般认为,如果网络的集聚系数远远大于相应随机网络,而平均路径长度与随机网络相当,则该网络具有小世界现象^[23]。集聚系数与平均路径长度是考察网络是否具有小世界特性的两个重要指标。

本节将验证,当组织互补程度及知识整合效率大小适度时,随着网络规模的变化,创新网络仍具有“小世界”特性。

假设初始时每个主体选择距离自身最近的8个主体进行合作,知识整合效率 $\theta = 0.6$,组织平均互补程度ACE为0.56(这里的ACE仍由表1中的一组 γ 确定),在不同网络规模下运行50轮后,将由偏好机制形成的创新网络与随机网络下的平均路径长度的单对数图、集聚系数的双对数图进行比较,如图5和图6所示。

从图5和图6可以看出,本模型产生的平均路径长度 L 只是略大于随机网络下的平均路径长度($L_R = \log(N)/\log(\langle k \rangle)$),且随着网络规模的增加, L 增加的幅度要低于 L_R 。另一方面,本模型产生的网络集聚系数 C 远远大于相应的随机网络下

的集聚系数 ($C_R = \langle k \rangle / N$), 且随着网络规模的增加, 集聚系数 C 的减少的幅度要低于随机网络下的 C_R , 因此该网络为小世界网络。

这里需要说明的是, 本节得到的关于当组织互补程度及知识整合效率大小适度时, 随着网络规模的变化, 创新网络仍具有“小世界”特性的结论, 是建立在对多组数据进行仿真的基础上, 选取了具有代表性的数据进行了分析(以 $ACE=0.56$ 为例)。

分析, 以验证本文模型的有效性和解释力。

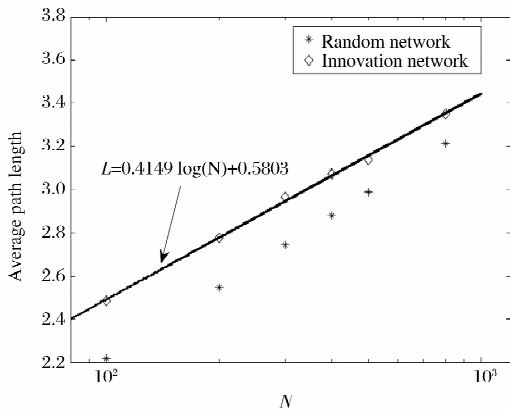


图 5 不同网络规模下, 随机网络与创新网络平均路径长度的比较

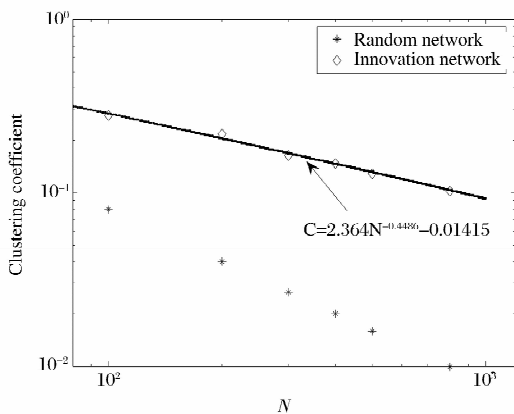


图 6 不同网络规模下, 随机网络与创新网络集聚系数的比较

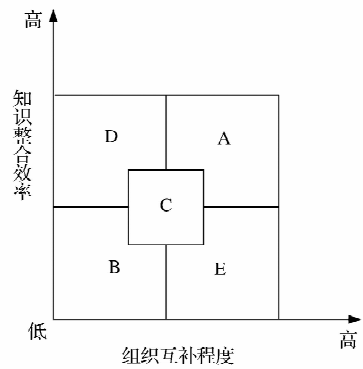


图 7 不同互补程度与知识整合效率下的创新网络类型划分

A 类创新网络下的组织互补程度与知识整合效率较高。根据上面的相关定义知, 若研发两两组织对应的主导产品所需多种知识间共同部分较少则组织互补程度较高; 知识整合效率与知识特性、知识整合投入产出比以及具体的研发过程有关, 如果知识的显性程度越高, 或者知识整合产出与投入比越高, 或者研发过程可分解为一系列可单独完成的离散任务, 各组织可选择相对胜任的子任务, 那么知识整合效率也较高。

以我国的制鞋行业为例: 面对市场同质化和消费者需求的个性化等压力, 各制鞋企业(组织)为了提高自身的竞争力, 构建创新网络, 逐步实现制革、纺织、化工、医学、机械等多个组织下技术的融合。例如, 制革行业中鞣制、整饰工艺, 纺织行业中喷涂、染色工艺, 化工行业中生物化学、环境检测技术, 医学行业中药学、养生学, 机械行业中人体力学、自动排样工艺等, 不断进行整合, 且这些技术或知识间共同部分较少, 表现为组织间互补程度较高。制鞋过程可分解为一系列单独完成的离散任务, 如设计、研发、采购、裁断加工等等。因此, 制鞋创新网络的知识整合效率亦较高。

4 仿真结论及其分析应用

本文对跨组织知识整合下的创新网络进行了建模, 通过仿真模拟对组织间创新网络的结构进行了考察, 分析结果具有重要的实践意义, 可以为组织决策者提供相应的参考。

在众多组织组成的创新网络中, 按组织互补程度以及知识整合效率的高低具体可分为 A、B、C、D、E 五种类型(如图 7), 这里我们分别选择现实当中跨组织合作的案例, 对形成的创新网络结构进行

目前, 我国鞋业已经呈现出企业集聚的发展状态, 东莞、晋江、温州等地是我国主要的制鞋基地。该行业中众多企业间建立了合作创新关系, 技术及信息传播的速度较快, 如温州康奈集团率先引进电脑辅助设计的鞋业设计系统, 在很短的时间内, 该技术在行业内得到迅速推广, 可以说网络的平均路径长度相对较短。我国的制鞋企业大多起步于手工作坊, 家族式经营模式导致企业间近距离的合作较多, 集团化程度低, 新技术或新知识少。如温州现有的 4000 多家制鞋企业中, 家族式管理占 90% 以上, 企

业中家族成员的“围墙”妨碍了非家族成员的升迁,内部“近亲繁殖”现象严重,造成行业内部新知识来源较少,即网络的集聚系数较低。因此该创新网络,具有随机网络的特征。

B类创新网络下的组织互补程度与知识整合效率较低。根据上面的相关定义知,若研发两两组织对应的主导产品所需多种知识间共同部分较多则组织互补程度较低;如果知识的隐性程度越高,或者知识整合产出与投入比越低,或者研发过程具有很强的系统性,需要合作伙伴的共同参与,那么较弱的组织在研发过程中就会处在瓶颈位置,那么知识整合效率也较低。

以我国的制药行业为例:据环保部公开数据显示,2009年我国制药工业总产值占全国GDP不到3%,而污染排放总量则占到了6%。因此,在面对环境污染处理任务时,我国的制药行业亟需构建创新网络。当前我国的医药组织、化工组织、环保组织间正逐步形成了面向污染处理的创新网络,逐步实现多种技术或知识的融合。例如,医药组织中高浓度制药废水处理技术、天然植物除臭技术、厌氧—好氧组合等技术,化工组织中发酵、化学氧化生化法、废水脱氮等技术,环保组织中水处理、环境监测、空气净化等技术,不断进行整合。这些污染处理技术或知识间共同部分相对较多,表现为组织间互补程度较低。环保部门表示,制药行业废水、恶臭污染日趋严重,而且这些问题历来都很难治理。另一方面,制药行业环保投入力度不断加大,但收效不是很明显,如联邦制药的环保投入已经占到公司总投资额的11%,但水处理难题一直困扰着该公司。这些现象均表明制药创新网络的知识整合效率较低。

该类创新网络集团化程度较高,集团中的成员往往联系紧密,存在合作关系,如在由天津帅军生物医药组织孵化器、卫生装备研究所、武警医学院、帅普环保孵化器、红旗环保科技公司等众多组织构建的创新网络中,帅军生物医药产业孵化器同帅普环保孵化器与红旗环保科技公司等10家公司分别就水源病毒检测系统、在线监测技术在除尘领域的应用等方面建立合作关系,红旗环保公司与天大精密仪器与电子工程学院就环境在线监测技术加强合作,帅军生物医药产业孵化器、武警指挥学院、卫生装备研究所等就“水中病毒”问题进行合作研发。可以说,在该创新网络中连接在一起的集团各自的近邻之中很多是共同的近邻,也即网络的集聚系数相对较高。全行业污染治理技术应用不平衡,部分制

药公司已经达到二级处理水平,如哈药集团三精制药股份有限公司拥有水污染处理尖端技术,但仍有相当数量的制药公司仍处于一级处理,甚至还有一些制药公司的废水没有做到清污分流,如山东富康制药有限公司、阿拉宾度(大同)生物制药有限公司(已被勒令关停)污染处理技术相当落后。一定程度上表明该创新网络中技术及知识传播的速度较慢,即网络平均路径长度相对较长。这种类型下的创新网络,具有规则网络的特征。

C类创新网络下的组织互补程度与知识整合效率大小适中。根据上面的相关定义知,若研发两两组织对应的主导产品所需多种知识间共同部分不是太少也不是很多,则组织互补程度适度;如果研发过程仅一部分可分解为一系列可单独完成的离散任务,或者知识整合产出与投入比适中,或者知识的显、隐性程度不是很明显,那么知识整合效率大小也适度。

以ICT服务行业为例:ICT服务行业(information and communications technology, ICT)是由通讯、传媒、互联网、手机制造、IT等行业中的众多组织组成的一新兴技术领域,是多个组织服务业务或业务知识的融合。例如,通讯行业中无线通信、光纤通信、数字程控交换等技术,传媒行业中数字媒体设计、开发与制作等技术,互联网中CDMA、GPRS、TD-SCDMA、IPv6等技术,手机制造业中高密度组装技术、表面贴装技术、核心芯片和关键元器件开发技术,IT行业中芯片核心技术、数据处理等技术。这些业务知识间,有的知识距离比较接近,如手机制造业中核心芯片和关键元器件开发技术与IT行业中芯片核心技术,有的知识距离比较远,如通讯行业中的无线通信技术与手机制造业中的表面贴装技术。这些业务知识间共同部分不是太少也不是很多,表现为组织间互补程度比较适度。由于ICT行业部分研发过程可分解程度较高,如可分解为手机制造、系列无线增值业务。另一方面,该行业不断出现新技术、新产品,知识整合产出与投入比不低,因此知识整合效率表现为比较适度。

ICT行业中各组织相互融合,相互渗透,各种技术与知识在该行业得到快速的传播。如中国移动与中国作家出版集团、湖北长江出版集团、中信出版社等传统出版社,以及盛大文学、中文在线等文学网站合作发展的手机阅读业务。2008年下半年中国移动启动手机阅读平台项目的建设,2009年3月,在浙江建立全国统一的手机阅读平台基地。随后中国

电信、与中国联通也快速参与电子阅读业务。中国联通与新华社合作,于2010年6月面向全国用户提供手机阅读服务,2010年12月建设手机阅读基地,2011年4月试推手机阅读业务。中国电信与国家新闻出版总署签署战略合作协议,2010年9月,中国电信千万级用户规模的天翼阅读基地在浙江建成。即各种技术与知识在该行业得到快速的传播,可以说明该创新网络具有相对较短的平均路径长度。ICT行业集团化程度较高,如非定制机可支持两个以上网络服务商,并可安装百阅、熊猫看书、安卓等多款阅读软件。可以说,在该创新网络中节点合作较密,也即网络的集聚系数相对较高。因此,该创新网络具有小世界网络的特征。目前该行业在较短的时间内已得到了迅速发展。

但对于D、E两种类型,在本文的假设条件下,由组织融合形成的创新网络则不具有典型的统计特征。

5 结语

本文从跨组织合作的角度出发,建立了跨组织知识整合下的创新网络模型,运用计算机仿真方法,分析创新网络的结构特征。结果证明,组织间的互补程度与知识整合效率对创新网络结构具有一定的影响,存在适度的组织互补程度与知识整合效率,使得创新网络结构表现为小世界特征,此时知识传播的速度与效率是最高的。因此,组织在制定跨组织、跨行业发展战略时应充分考虑组织间的互补程度和知识整合的管理能力,并据此选择合适的合作对象,以促进组织的持续创新。

然而,本文建立的跨组织知识整合下的创新网络模型还存在一些不足,如在一些机制的设置上过于笼统;在知识演化机制的设置上没有区别知识不同特征,以及未区别组织内外组织的不同合作模式等等,这些都是值得关注的研究问题,将在更进一步的研究中加以分析探讨。

参考文献:

[1] Drucker P F. Post-capitalist society [M]. Boston: Harvard Business School Press, 1994.

[2] Hendriks P. Why share knowledge? the influence of ICT on the motivation for knowledge sharing [J]. Knowledge and Process Management, 1999, 6(2): 91-100.

[3] Uzzi B, Lancaster R. Relational embeddedness and learning: the case of bank loan managers and their cli-

ents [J]. Management Science, 2003, 49(4): 383-399.

[4] 植草益. 信息通讯业的产业融合[J]. 中国工业经济, 2001, (2): 24-27.

[5] Kastelli I, Caloghirou Y, Ioannides S. Cooperative R&D as a means for knowledge creation. Experience from European publicly funded partnerships [J]. International Journal of Technology Management, 2004, 27(8): 712-730.

[6] Teece D J. Capturing value from knowledge assets: the new economy, markets for know-how, and intangible assets [J]. California Management Review, 1998, 40(3): 55-79.

[7] 李金华, 孙东川. 创新网络的演化模型[J]. 科学学研究, 2006, 24(1): 135-140.

[8] Freeman C. Networks of innovators: a synthesis of research issues [J]. Research Policy, 1991, 20(5): 499-514.

[9] Hardy C, Phillips N, Lawrence T B. Resources, knowledge and influence: the organizational effects of interorganizational collaboration [J]. Journal of Management Studies, 2003, 40(2): 321-347.

[10] Nooteboom B. Institutions and forms of co-ordination in innovation systems [J]. Organization Studies, 2000, 21(5): 915-939.

[11] Cummings J N. Work groups, structural diversity, and knowledge sharing in a global organization [J]. Management Science, 2004, 50(3): 352-364.

[12] Reagans R, McEvily B. Network structure and knowledge transfer: the effects of cohesion and range [J]. Administrative Science Quarterly, 2003, 48(2): 240-267.

[13] Boer M D, Bosch F A J V D, Volberda H W. Managing organizational knowledge integration in the emerging multimedia complex [J]. Journal of Management Studies, 1999, 36(3): 379-398.

[14] 魏成龙, 张洁梅. 企业并购后知识整合传导机理的实证研究 [J]. 中国工业经济, 2009, (5): 119-128.

[15] 张可军, 廖建桥, 张鹏程. 变革型领导对知识整合影响:信任为中介变量[J]. 科研管理, 2011, 32(3): 150-158.

[16] Schilling M A, Phelps C C. Interfirm collaboration networks: the Impact of small world connectivity on firm innovation [J]. Management Science, 2007, 53(7): 1113-1126.

[17] 张兵, 王文平, 孟庆松. 非正式创新网络结构仿真研究 [J]. 管理工程学报, 2008, 22(4): 62-66.

[18] Ozman M. Knowledge integration and network forma-

- tion [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2006, 73(9): 1121—1143.
- [19] Cowan R, Jonard N, Zimmermann J B. Bilateral collaboration and the emergence of innovation networks [J]. *Management Science*, 2007, 53(7): 1051—1067.
- [20] 张兵, 王文平. 非正式知识网络关系强度分布与知识流动小世界 [J]. *中国管理科学*, 2011, 19(4): 159—166.
- [21] 单海燕, 王文平, 王娇俪. 知识网络演化模型的仿真研究 [J]. *系统仿真学报*, 2011, 23(1): 80—84.
- [22] Cohen W M, Levinthal D A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation [J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990, 35(1): 128—152.
- [23] Watts D J, Strogatz S H. Collective dynamics of 'small-world' networks [J]. *Nature*, 1998, 393: 440—442.

Analysis of the Structure of Inter-organization Innovation Network during the Process of Knowledge Integration

SHAN Hai-yan¹, WANG Wen-ping²

(1. School of Economics and Management, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;

2. School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: In this paper, the formation of inter-organization innovation network during the process of knowledge integration is modeled. By simulation analysis, it is found that the complementary extent of inter-organization and the efficiency of knowledge integration have a certain impact on the structure of innovation network. More specifically, the innovation network has the property of random network, i. e., short average path length and low clustering coefficient, when the complementary extent of inter-organization and the efficiency of knowledge integration are high; the innovation network has the property of regular network, i. e., long average path length and high clustering coefficient, when the complementary extent of inter-organization and the efficiency of knowledge integration are low; the innovation network has the property of small-world network, i. e., relatively short average path length and high clustering coefficient, when the complementary extent of inter-organization and the efficiency of knowledge integration are neither too high nor too low.

Key words: knowledge integration; innovation network; small-world network; clustering coefficient; average path length