

技术创新网络演化研究述评及展望

石乘齐^{1,2}, 党兴华¹

(1. 西安理工大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710054; 2. 陕西科技大学 管理学院, 陕西 西安 710021)

摘要:技术创新网络是技术创新活动的重要组织形式,但具有很高的失败率,一个重要原因在于对技术创新网络演化的规律及趋势缺乏掌握。从演化动因和演化形态两方面对技术创新网络演化研究的相关文献进行综述,展示了有关技术创新网络演化的最新研究进展;对文献进行评述,总结了当前研究的趋势及不足,并指出了新的研究议题。

关键词:技术创新网络;技术创新;网络演化

DOI:10.6049/kjbydc.2012040269

中图分类号:F124.3

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2013)07-0156-05

0 引言

随着科学技术的飞速发展和全球市场竞争的加剧,由不同创新主体合作形成的技术创新网络成为目前技术创新活动的重要组织形式。但实践表明,技术创新网络的失败率很高,一个重要原因在于,缺乏对技术创新网络演化规律及趋势的掌握,难以为进一步解决其协调及运行难题奠定基础。

刘兰剑^[1]分别以“创新网络”和“innovation network”为关键字,对1991—2008年间有关创新网络的中外研究进行检索、整理,发现相关文献数量虽然呈不断上升趋势,但至2007年,标题中包含“创新网络”或“innovation network”的直接相关的外文文献每年不超过50篇,其中研究技术创新网络演化的文献少之又少。由于直接文献有限,本文将研究范围扩大至组织间合作网络,并重点关注技术创新网络。

1 文献回顾

Borgatti^[2]指出,网络研究包括两个方面,即网络结构的成因和结果,而网络演化是网络结构的动态体现。从动态角度看,研究网络结构的成因即研究网络演化的动因,研究网络结构的结果即研究网络演化的形态。

1.1 演化动因

在技术创新网络演化动因方面,嵌入性是一个重

要的角度。组织嵌入性指网络成员间连接的经常性和稳定性,这类研究认为组织是网络的基本元素,组织之间的行为决定网络变迁过程,网络基于组织间的合作行为和配对过程而形成,组织间的微观活动决定了网络整体的宏观演化。Powell^[3]将其归纳为积累优势、同质性、顺应时势和多重连接等4种连接机制,并通过研究美国生命科学界组织间合作的数据,发现随着参与者的增多,多重连接机制的作用越来越显著,使得少数具有多样、广泛连接的组织在网络中占据重要地位并影响网络的进化。Brenner和Greif^[4]发现传统经济学在解释产业集群动态演化过程中存在不足,而复杂科学理论在这方面具有明显的优越性。从复杂网络的角度看,这些微观活动包括加点、加边和重连。李金华和孙东川^[5]在组织嵌入性的基础上,认为资源依赖和“富者更富”优先连接机制的共同作用导致了创新网络的演化。Gay和Dousset^[6]认为拥有核心技术的组织拥有优先连接机制,并通过研究法国生物科技产业发现“适者更富”的优先连接机制推动了创新网络的成长和演化。Rosenkopf和Padula^[7]将网络的形成和演化归结于新组织的进入,结合小世界网络的思想,提出网络演化的两个内生因素即作用于簇内的内聚性和作用于簇间的显著性,并通过分析美国细胞产业,发现新组织与网络中有显著地位的组织优先连接。

但以上研究仅停留在组织间关系的层次上,没有解释网络成员间连接互动的深层次原因。罗珉^[8]指出,组织要建立联盟,必然要有一定的基础,这种基础首先

收稿日期:2012-06-27

基金项目:国家自然科学基金项目(70972051);陕西省教育厅科学研究项目(12JK0694);陕西省教育厅科研计划项目(2010JK169)

作者简介:石乘齐(1978—),女,陕西西安人,西安理工大学经济与管理学院博士研究生,陕西科技大学管理学院讲师,研究方向为技术创新经济与管理;党兴华(1952—),男,陕西蒲城人,博士,西安理工大学经济与管理学院教授、博士生导师,研究方向为技术创新管理与风险投资。

依赖于组织自身的属性。网络演化的驱动因素被推进到组织的内部资源,李金华^[9]利用复杂网络理论分析了知识流动对网络结构的影响,发现知识流动显著影响网络规模和网络密度;Iammarino 和 McCann^[10]也认为知识在网络演化的各个阶段扮演了重要角色,知识的转移和创造推动了网络演化;Ozman^[11]通过研究产品生产网络,发现基于不同知识体制的组织具有不同的能力,通过分工合作形成网络,并认为知识体制显著影响网络演化和组织间互动。一些学者也研究了组织内部的其它因素,Demirkan 和 Deeds^[12]将网络演化的原因归于组织的内部网络特征,并通过对美国生物科技产业 17 年数据的分析验证了这一观点;Lavie^[13]通过研究犹利系统合作网络,发现以一个核心组织为主导的创新网络的演化结构受到核心组织战略的显著影响;Schilling 和 Phelps^[14]提出,网络位置影响创新网络中组织学习的吸收能力或者复制能力,进而影响网络创新绩效与速度,组织在创新网络中的学习与知识创新推动创新网络发展与演化。

Venkatraman 和 Lee^[15]将研究视角转向外部环境因素,以密度重叠及嵌入性度量网络结构,以统治性及新颖性度量技术特征,通过对美国计算机游戏产业的研究,发现网络结构和技术特征影响组织的优先连接机制,并影响网络演化。Moldoveanu 等^[16]也从网络特征出发,以组织间信息的分布和共同性度量网络特征,认为网络信息特性决定了网络成员的信息战略,进而影响组织间网络的拓扑结构和演化。Kim 等^[17]则从相反的视角,引入网络惯性的概念,考察组织内部、组织间的连接及外部环境等因素导致的组织间网络变革障碍对组织间网络演化的影响。

还有一些学者尝试将不同的因素结合起来进行研究,但此类研究较少。Koka 等^[18]认为网络演化是外部环境变化与组织战略行为共同作用的结果,外部环境的不确定性和资源丰富度影响组织间的合作行为和可获取的资源,并受到组织战略导向的调节,最终影响网络变化模式;Cowan 等^[19]将嵌入性分为认知嵌入性、关系嵌入性和结构嵌入性,并引入创新任务的性质,认为组织嵌入性和创新任务性质同时影响网络结构和组织知识,推动网络演化。尽管在技术创新网络演化的动因方面有以上研究成果,但 Bell 等^[20]指出,我们对网络动力机制仍知之甚少。

1.2 演化形态

技术创新网络演化是一个动态过程。迈克尔·波特将产业集群的生命周期分为诞生阶段、发展阶段和衰亡阶段,为组织网络演化提供了分析基础。Koka 等^[18]通过外部环境不确定性的变化和外部环境资源丰富度的变化两个维度,将网络演化分为网络扩张、网络动荡、网络加强和网络收缩 4 种变化模式,并从组织层和网络层对各网络变化模式加以描述。Gay 和 Dous-

set^[6]认为法国生物科技产业网络随着技术的演化分为几个阶段,每个阶段呈现不同的网络结构,但都具有小世界和无标度网络的特点,在每一个阶段拥有核心技术的结点成为网络的核心结点。Lavie^[13]通过研究以犹利系统公司为核心的合作网络,发现其网络演化分为 4 个阶段,并用网络地位、合作者讨价还价能力、双边适应度和双边及多边竞争几个维度刻画演化网络的结构。Gozubuyuk^[21]在单个网络演化的基础上,通过研究美国生物科技产业组织的非正式科学网络和正式合作网络,发现两个网络的相互作用形成 4 种共同演化模式:独立演化、不对称的共同演化、正向反馈循环和破坏性共同演化。

同时,创新网络具有演化成不同类型网络的可能性。现有文献基于不同的分类视角或标准,对技术创新网络的形态进行了不同划分,Moldoveanu 等^[16]通过组织间信息分布和信息共同性两个维度,将组织间网络划分为 4 种类型,认为每种类型可以演化为 4 种拓扑结构——大世界网络、小世界网络、一般世界网络和特殊世界网络,并描述了每种网络的特点;Cowan 等^[19]通过创新任务的可分解性和关系嵌入与结构嵌入的相对强度,将网络划分为 3 种类型,并通过建模描述了不同网络结构的特性,发现某些区域具有小世界网络的特性;Demirkan 和 Deeds^[12]通过网络大小、网络成长、网络成员等网络变量表示网络演化形态,实证研究了网络变量变化对创新绩效(专利数目)的影响。尽管在技术创新网络结构演化形态上有以上研究成果,但 Provan 等^[22]通过对组织间网络的研究综述发现,在网络演化方面大部分研究仍然是概念性的。

在网络演化趋势方面,Knight 和 Pye^[23]以及 Powell 等^[3]发现,随着时间的推移,网络将由少数核心组织统治。拥有该行业的关键智力资本(专利)是核心组织刚开始形成时的一个重要特征^[6],但对核心组织的识别大多基于其在网络上的结构特征,如信息流中心、邻接组织的个数和接近程度、对其它组织的控制力、通过组织的信息流以及结构洞等。Borgatti^[24]总结了核心节点的识别方法,提出了网络传播的路径和方式,认为不同的网络有不同的传播路径和方式,因此识别核心节点的方法也不一样。在核心组织的作用方面,核心组织可以通过协调知识的移动性、创新的可挪用性以及网络的稳定性而协调创新网络^[25],因此核心组织对网络的形成和管理以及网络整体的演化有重要作用。核心组织是产业动态和演化经济学研究的重点,但目前对于网络中的组织如何改变网络以达到战略目标的研究仍较少^[26]。

2 文献评价

2.1 文献不足

通过以上综述发现现有研究在研究维度的划分上

既不统一也不全面,不同学者从不同层次或视角出发进行研究,导致已有研究缺乏整合平台,难以为网络演化的进一步系统研究提供基础。

(1)在技术创新网络演化的形态上存在研究层次的单一性。技术创新网络是一种复杂的网络结构,具有明显的层次性。Viedma—Marti^[27]明确指出,对组织间合作的研究应该从组织间关系、组织自身与网络间关系的角度进行,即技术创新网络可以划分为3个层次:组织层、组织间层和网络层,网络的动态演化在各个层次上都有所体现。现有研究主要从网络层探讨技术创新网络的演化形态,用网络层的参数标识技术创新网络演化的不同类型和阶段,较少从微观层次探讨演化过程中组织层和组织层间的变化。Powell等^[3]指出有关网络演化的研究大多数本质上是静态的,不能有效刻画技术创新网络作为一种自发网络在演化时的内部动态过程。

(2)在技术创新网络演化的动因上存在研究视角的单一性。网络的层次划分带来不同层次的研究视角。Provan等^[28]认为对网络的研究可以分别从个体组织和网络出发。相关研究主要基于传统的社会网络理论,只考虑关系和结构特性,强调组织在关系模式中的位置以及网络关系的性质,很少注意节点或行动者本身的特性^[29],缺少对组织在网络演化中主动性的探索。此外,由于缺乏对不同视角的整合,现有研究不能有效揭示技术创新网络演化的综合动因及这些动因对网络演化的复杂作用,导致我们对网络及合作的动力机制仍知之甚少。

因此,由于技术创新网络演化研究的复杂性,要整合相关研究成果,需要统一研究维度的划分,使得从多层次、多视角揭示技术创新网络演化的宏微观全局成为可能,并且要针对技术创新网络这种特殊网络形态的本质寻找一个有力的切入点。否则,研究维度的综合性和集成性,加上技术创新网络演化的复杂动态过程,会使研究过于复杂而无法入手。

2.2 研究展望

通过对技术创新网络演化研究的分析可以看出,一些学者开始关注组织权力问题,一些近期的研究更是发现技术创新网络具有层级结构^[7,23]。特别是随着竞争的加剧和频繁的技术更新换代,技术创新网络的形成与运行越来越成为组织间基于共同创新目的而进行的有意识、有组织的行为。在这个过程中,组织权力扮演了重要角色,权力是组织间成员合作和协调的机制^[30]。但是,目前关于网络中组织间关系的研究大多基于关系平等假设,对于组织间不平等关系的关注很少。这种现象在技术创新网络的相关研究中更为突出,因为技术创新网络被认为是自治组织的松散耦合系统,个体组织没有权利发布命令,且即使发布,网络中其它成员也不会服从^[25]。很多研究基于技术创新网

络中知识是最重要资源这一特点^[19],将对技术创新网络的研究转化为对知识网络的研究。知识虽然可以体现技术创新网络的本质,但如果单纯地把技术创新网络看作知识网络,基本的研究对象从个体组织变成组织内的知识要素,就忽视了技术创新网络中组织的主体地位,无助于解决当前对组织在技术创新网络演化中主动性研究的缺失问题。

因此,本文认为结合技术创新网络的成熟特性(知识基础)以及新兴特性(组织间的不对等关系即权力),将社会学中的知识权力观引入技术创新网络中,可以提供一个新的研究课题。其既符合技术创新网络的特征,又能体现网络中组织个体的主动性和能动性。权力概念本身也具有复杂性,Burt^[31]指出,权力研究必须关注3个方面:对资源的控制是权力的基础,权力的基础转化为外在表现形式的过程,权力如何影响关系网络。权力具有层次性,源于主体拥有或控制某种稀缺资源,表现为组织间的权力依赖关系,最终以少数具有明显优势地位的核心组织来影响整个网络。同时,组织间的权力是一种依赖关系,控制着更加稀缺资源的一方拥有更大的权力。权力的内涵包含了两个视角:一方面,权力是一种关系,反映了一种既定结构,这是结构视角;另一方面,权力是组织拥有的一种属性,反映了组织主动性的来源,这是个体视角。因此,知识权力具有多层次性和多视角性,与技术创新网络的复杂性相对应。对知识权力的研究,可以为技术创新网络演化研究提供一个新的综合性视角。

3 结语

本文从技术创新网络演化动因和形态两个方面对相关文献进行了回顾和评述,并结合技术创新网络的相关特征以及最新研究进展,认为技术创新网络的复杂性和知识基础性、组织间关系不平等趋势、网络成员主动性研究的不足,都要求以知识权力为研究课题,探讨在网络成员相互间的权力互动下,特别是在具有稀缺和重要知识资源成员的权力影响下,技术创新网络演化的规律和趋势,以及知识权力在这一过程中的变化,为更好地揭示技术创新网络演化中宏微观转化的复杂过程提供了一个新的研究视角。围绕这一课题,未来的研究可以从以下3个方向展开:

(1)在知识权力方面,目前已有研究将技术创新网络中的知识和权力结合在一起,并承认知识与权力的转化关系,但这类研究较少而且不系统,大多将知识和权力作为两个独立的概念。特别是在权力的研究方面,主要集中在技术创新网络中核心组织核心地位的度量上,在核心组织对技术创新网络影响的主体作用方面研究不足。一些研究甚至用显著性取代权力的概念,通过复杂网络理论中增长和优先连接机制形成的中心性或连接度来指示组织的权力地位,缺乏对这种

权力地位的来源、形成、变化和对网络影响作用的研究,更缺乏从实证角度进行验证。本文认为未来的研究可以围绕知识权力这一概念,从知识到权力的转化过程、知识权力的运用、知识权力对创新绩效、组织间关系变化和网络演化的影响,以及知识权力在网络治理中的作用等方面展开。

(2)在技术创新网络演化动因方面,目前有关技术创新网络演化动因的相关研究主要集中在3个层次,即组织层、组织间层和网络层,但缺乏结合不同层次的因素综合研究技术创新网络演化动力及这些动力因素对网络演化的作用机制。本文认为,技术创新网络演化主要由网络中组织知识权力的变化和作用导致,是3个网络层次因素共同作用、相互影响的结果。因此,需要以知识权力为切入点,从3个层次展开研究,深入分析知识权力对网络演化的影响或作用机制。

(3)在技术创新网络演化形态方面:①尽管目前有研究从知识或信息的角度对创新网络的演化形态或网络结构进行分类,但这类研究较少且多基于知识或信息的性质。本文认为技术创新网络的目标是实现知识的共享和创造,因此应该从知识资源的分布特点考察技术创新网络演化形态;②很多研究发现技术创新网络演化到一定阶段会出现核心组织,但对于核心组织的界定和度量缺乏一致性。本文认为核心组织是知识权力在技术创新网络中非均衡配置的结果,对技术创新网络的演化和绩效产生重要影响。因此,需要从知识权力角度研究技术创新网络中核心结点的分布状态,建立基于知识权力的技术创新网络结构描述模型。

对这一课题进行研究的意义在于:①以组织自身的知识和能力为起点,通过对组织权力形成机制的了解,使组织通过改善自身的知识和能力,改变自身在网络中的影响力和重要性,从而主动改进自身在组织间关系及整体网络中的地位或稳固已有的知识权力地位,促进自身在技术创新网络演化过程中的良性发展;②通过对组织权力作用机制的了解,使组织合理运用自身的知识权力,对组织间关系和网络整体进行有效的协调和管理,提升网络整体创新绩效,推动技术创新网络整体演化的良性发展;③通过对知识权力从微观到宏观的形成过程和形成机理的认识,将从组织个体资源分布到网络整体结构形成的演化过程通过知识权力的视角加以描绘,有利于深入剖析技术创新网络的演化过程和机理;④通过对知识权力作为技术创新网络协调和治理手段的认识和研究,有助于深入分析知识权力与网络演化的互动关系,并将知识权力作为技术创新网络演化的动力因素之一,研究技术创新网络作为一种自发组织和拥有不同知识权力的组织,该如何进行不同的角色定位,以促进网络整体的协调、持续发展。

参考文献:

- [1] 刘兰剑,司春林. 创新网络17年研究文献述评[J]. 研究与发展管理, 2009, 21(4): 68-77.
- [2] BORGATTI SP, FOSTER PC. The network paradigm in organizational research: a review and typology[J]. Journal of Management, 2003, 29(6): 991-1 013.
- [3] POWELL W W, WHITE D R, KOPUT K W, OWEN-SMITH J. Network dynamics and field evolution: the growth of interorganizational collaboration in the life sciences[J]. American Journal of Sociology, 2005, 110(4): 1 132-1 205.
- [4] BRENNER T, GREIF S. The dependence of innovativeness on the local firm population—an empirical study of German [J]. Industry and Innovation, 2006, 13(1): 21-39(19).
- [5] 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.
- [6] GAY B, DOUSSET B. Innovation and network structural dynamics: study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry[J]. Research Policy, 2005, 34(10): 1 457-1 475.
- [7] ROSENKOPF L, PADULA G. Investigating the micro-structure of network evolution: alliance formation in the mobile communications industry[J]. Organization Science, 2008, 19(5): 669-687.
- [8] 罗珉. 组织间关系理论研究的深度与解释力辨析[J]. 外国经济与管理, 2008, 30(1): 23-30.
- [9] 李金华. 知识流动对创新网络结构的影响——基于复杂网络理论的探讨[J]. 科技进步与对策, 2007, 24(11): 91-94.
- [10] IAMMARINO S, MCCANN P. The structure and evolution of industrial clusters: transactions, technology and knowledge[J]. Research Policy, 2006, 35(7): 1 018-1 036.
- [11] OZMAN MG. Knowledge integration and network formation[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2006, 73(9): 1 121-1 143.
- [12] DEMIRKAN I, DEEDS DL. Research collaboration networks and innovation output [J]. Academy of Management Proceedings, 2007(1): 1-6.
- [13] LAVIE D. The evolution and strategy of interconnected firms: a study of the unisys alliance network[C]. Academy of Management Best Paper Proceedings of the 2004 Annual Conference, 2004.
- [14] SCHILLING M, PHELPS C. Inter-firm collaboration networks: the impact of large-scale network structure on firm innovation[J]. Management Science, 2007, 53(7): 1 113-1 126.
- [15] VENKATRAMAN N, LEE CH. Preferential linkage and network evolution: a conceptual model and empirical test in the U. S. video game sector[J]. Academy of Management Journal, 2004, 47(6): 876-892.
- [16] MOLDOVEANU MC, BAUM JAC, ROWLEY T. Information regimes, information strategies and the evolution of

- interfirm network topologies[A]. 2003.
- [17] KIM TY, OH H, SWAMINATHAN A. Framing interorganizational network change: a network inertia perspective [J]. *Academy of Management Review*, 2006, 31(3): 704-720.
- [18] KOKA BR, MADHAVAN R, PRESCOTT JE. The evolution of interfirm networks: environmental effects on patterns of network change[J]. *Academy of Management Review*, 2006, 31(3): 721-737.
- [19] COWAN R, JONARD N, ZIMMERMANN JB. Bilateral collaboration and the emergence of innovation networks [J]. *Management Science*, 2007, 53(7): 1 051-1 067.
- [20] BELL J, DEN OUDEN B, ZIGGERS GW. Dynamics of cooperation: at the brink of irrelevance[J]. *Journal of Management Studies*, 2006, 43(7): 1 607-1 619.
- [21] GOZUBUYUK R. The position of the firm in scientific and alliance networks: social structural determinants of innovation in the united states biotechnology industry, 1990-2002[D]. Minnesota: University of Minnesota, 2007.
- [22] PROVAN KG, FISH A, SYDOW J. Interorganizational networks at the network level: a review of the empirical literature on whole networks[J]. *Journal of Management*, 2007, 33(3): 479-516.
- [23] KNIGHT L, PYE A. Network learning: an empirically derived model of learning by groups of organizations[J]. *Human Relations*, 2005, 58(3): 369-392.
- [24] BORGATTI SP. Centrality and network flow[J]. *Social Network*, 2005, 27(1): 55-71.
- [25] DHANARAJ C, PARKHE A. Orchestrating innovation networks[J]. *Academy of Management Review*, 2006, 31(3): 659-669.
- [26] GILSINGVA, LEMMENS CEAV, DUYSTERS, G. Strategic alliance networks and innovation: a deterministic and voluntaristic view combined[J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2007, 19(2): 227-249.
- [27] VIEDMA-MARTI JM. Social capital benchmarking system: profiting from social capital when building network organizations[J]. *Journal of Intellectual Capital*, 2004, 5(3): 426-442.
- [28] PROVAN KG, FISH A, SYDOW J. Literature on whole networks interorganizational networks at the network level [J]. *Journal of Management*, 2007, 33(3): 479-516.
- [29] LAVIE D. Network resources: toward a new social network perspective[J]. *Academy of Management Review*, 2008, 33(2): 546-550.
- [30] BERTHON P, PITT LF, EWING MT, BAKKELAND, G. Norms and power in marketing relationships: alternative theories and empirical evidence[J]. *Journal of Business Research*, 2003, 56(9): 699-709.
- [31] BURT RS. *Structural holes: the social structure of competition* [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

(责任编辑:万贤贤)

Evolution of the Innovation Network: A Literature Review and an Agenda for Future Research

Shi Chengqi^{1,2}, Dang Xinghua¹

(1. School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China;

2. School of Management, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: The innovation network is a major organization form for organizations' innovation activities, yet with a high rate of failure. An important reason is lacking a deep knowledge of its evolution rule and trend. This paper reviews the related literatures on the evolution of the innovation network, and summarizes from the two dimensions of evolution drives and evolution status; then makes an analysis on these literatures and proposes a new agenda for future research; and, in the end, concludes the above works and analyzes the significance and possible research directions of the new agenda.

Key Words: Innovation Network; Technological Innovation; Network Evolution