

基于知识特征的知识密集型产业创新网络 合作度对创新绩效的影响研究

孙冰, 姚洪涛

(哈尔滨工程大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 在知识经济全球化及产业网络化的背景下, 基于合作关系形成的知识密集型产业创新网络成为该产业创新活动的重要组织形式。如何提升该网络的创新能力成为理论界和实践界的重要议题。文章在梳理关于创新网络的文献基础上, 首先研究网络合作度对知识密集型产业创新网络创新绩效的影响; 其次, 剖析在此作用中知识存量的完全中介效应和知识异质性的倒U调节效应; 最后, 对吉林省新能源汽车产业创新网络进行实证研究以验证上述理论。

关键词: 网络合作度; 创新绩效; 知识存量; 知识异质性; 创新网络

中图分类号: F062.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2154(2015)04-0074-10

The Effects of the Innovation Network Cooperation Degree of the Knowledge-Intensive Industry on the Innovation Performance based on Knowledge Characteristics

SUN Bing, YAO Hong-tao

(School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: Under the background of the globalization of knowledge economy and the industrial networking, the knowledge-intensive industry innovation network formed from enterprise collaborations becomes an important organizational form of this industry's innovation activities. The promotion of the innovation capability of this network in theoretical and practical circles has become an important issue. In this paper, on the basis of reviewing literatures about the innovation network, we firstly study the effects of network cooperation on the innovation performance in knowledge-intensive industry innovation network; then we analyze the complete moderation of knowledge stock and the 'top-down U' mediation of knowledge heterogeneity in this process; finally we study empirically the new energy automotive industry innovation network for verifying the above theories.

Key words: network cooperation degree; innovation performance; knowledge stock; knowledge heterogeneity; innovation network

一、引言

在知识经济迅猛发展的背景下, 具有更强创新性的知识密集型产业 (Knowledge-Intensive Industry, 简称 KI 产业) 对宏观经济转型起到至关重要的作用, 其经济地位也在不断攀升^[1-2]。为强化知识密集型产业的创新性, 基于合作所结成的创新网络成为该产业创新活动的重要组织形式^[3]。近年来, 学者们越来越关注知识密集型产业创新网络中合作行为对创新的作用机理。其中, Salavisa 等通过对比生物技术产业和通

收稿日期: 2014-10-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(71173059; 71372020); 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-10-0051)

作者简介: 孙冰, 女, 教授, 博士, 主要从事科技管理与创新管理研究; 姚洪涛, 男, 博士研究生, 主要从事科技管理与创新管理方向研究。

信软件产业两个不同产业的网络拓扑结构,指出“企业间正式合作与非正式合作对创新具有不同程度的影响”^[4]。Ahrweiler等则基于资本获取视角,运用智能体仿真方法模拟了知识密集型产业创新网络中合作战略对提升企业创新绩效的正向促进作用^[5]。然而,多数学者仅将KI产业创新网络作为研究背景,分析“合作行为与创新之间的作用关系”的问题,却忽略了该网络自身特征对创新绩效的影响。弥补以上研究缺陷正是本文写作的初衷所在。

Ferreira等认为,在分析产业创新网络合作度对创新绩效的影响时,知识特征的作用不容忽视^[1]。Cooke也指出,由于KI产业在生产过程中对知识要素的依赖远远大于其它生产要素,知识要素对其发展具有重要影响^[6]。因此,分析KI产业的特征需从知识特征入手^[7]。在社会科学领域研究中,“知识特征对科学技术发展及创新具有重要影响”这一命题早已得到学术界的广泛关注。学者们也普遍认同“知识具备离散分布性、收益递增性、缄默性、路径依赖性及可创造性”^[8-9],并将其作为创新管理与知识管理的重点研究内容。随后,不少学者通过知识特征对知识共享、知识流动以及知识整合的作用研究,分析企业建立怎样的合作关系才能高效地创造新知识,进而实现技术创新。伴随着产业网络化进程的不断加快及知识经济的持续发展,知识特征对KI产业创新网络内合作关系及创新绩效的影响越来越显著。一方面,KI产业创新网络将知识视为重要资源,其创新绩效往往取决于新知识能否被创造,而创造知识的基础在于网络所具备的知识存量^[5]。因此,本文认为在KI产业创新网络中知识资源的持续增长性是推动其创新成果涌现的关键性质。另一方面,由于知识的缄默性、路径依赖性和离散分布性,使得其在空间分布上具有异质性^[9]。而知识的异质性水平会使KI产业创新网络中的成员企业在知识获取、创新合作方面采取不同的战略^[6]。因此,本文认为知识异质性对KI产业创新网络合作度及创新绩效具有重要影响。至此,本文将知识存量的持续增长性及异质性作为KI产业创新网络的重要知识特征,并将其引入网络合作度对创新绩效的影响研究。

对于KI产业创新网络整体而言,网络中企业合作行为在知识存量增长性与知识异质性的共同作用下对网络整体的创新绩效又具有怎样的影响?对此,本研究主要目的有两点:第一,探讨知识存量对网络合作度与创新绩效关系的中介作用;第二,检验在KI产业创新网络中,知识异质性对网络合作度与知识存量关系的调节作用。

二、理论基础与研究假设

(一) 网络合作度与创新绩效之间的关系

创新网络是应付系统性创新的一种制度安排,网络构架的主要连结机制是企业间的创新合作关系^[10]。在企业层面,“企业合作行为对创新绩效具有显著的正向影响”已达成共识^{[11],[11-12]}。相关研究扩展到网络层面,企业合作行为则表现为网络中成员企业交互频次和关系强度,即网络合作度^[13];而网络层面的创新绩效则表现为网络中众多企业新产品和新技术的产出总量。

国内外学者主要从网络嵌入性和社会资本两个视角研究了网络合作度与创新绩效之间的关系。基于社会资本视角,Vasudeva等分析了来自9个不同国家的109家企业形成的燃料电池技术联盟网络在1981年至2001年之间的专利数据,发现占据结构洞的企业较其他企业具有更强的技术创新能力^[14]。相似地,Ebersberger和Herstad分析了从2006年至2008年间挪威中小企业的专利数据,对企业社会资本与创新绩效进行回归分析,得出“与更多企业建立合作关系的企业创新能力更强”的结论^[15]。随后,Petrou和Daskalopoulou发现在服务业网络联盟中具有较高社会资本水平的企业较其他企业更具有创新性^[16]。Crescenzi等在研究意大利创新现状时也发现社会资本对创新绩效的正向影响^[17]。同时,大量研究表明:网络嵌入性对企业创新绩效也具有正向影响^[18]。而Gebreyesus和Mohnen则基于内部网络视角研究了埃塞俄比亚制鞋产业的创新绩效与网络嵌入性之间的关系,发现企业间建立长期合作有助于提升创新绩效^[19]。此外,Clifton等在研究英国创新网络时,发现创新更容易在网络中出现的原因在于:网络中企业具有紧密的合作

关系^[20]。基于此,Lager和Frishammar构建了工艺创新和产品设备创新的全生命周期的概念模型,通过模型验证Clifton的观点^[21]。Awaritoma等通过对美国生物制药企业进行实证研究发现,企业与合作伙伴间合作关系越长、越牢固,越有利于企业的创新^[22]。Bell等则认为集群网络合作度越高,创新绩效越显著^[23]。

综上所述,学者们基于实证研究,运用网络嵌入性和社会资本描述企业间的合作关系,其中,网络嵌入性侧重网络整体的连接结构,而社会资本则侧重单一企业与其他企业连接数量。虽然,研究视角有所不同,但以上学者都验证了合作对创新绩效的正向影响。因此,本文提出如下假设:

假设1:网络合作度对创新绩效具有显著的正向影响。

(二) 知识存量的中介作用

知识存量(Knowledge Stock)这一概念最初出现在知识存储的问题研究中,是指某阶段内一个组织(个人、企业和联盟)或经济系统(集群、创新系统和网络等)所占有知识资源的总量,其来源包括流量和积累量两个方面^[24]。王众托院士曾指出,知识存量的储存形态主要有:(1)存在于文件等文字存储工具中的知识;(2)存在于人脑中的知识;(3)凝聚在工作过程、制度和方法中的知识;(4)嵌入在产品或服务中的知识^[25]。随后,一些学者们运用不同方法对知识存量的测度进行了研究。但是,关于知识存量的相关研究并非仅限于概念和测量方法范畴。知识存量具有的经济管理研究意义才是学者们研究的重点内容。

在企业层面,大量关于知识管理研究的文献^[26-28]表明,企业间的合作关系为知识共享、知识流动及知识转移的实现搭建了渠道,使得企业能够在此基础上进行知识整合,最终实现知识创造的目的。而这一过程的实质是,企业能够通过合作关系促使知识存量增长并从中获取经济利益^[23]。在网络层面,一些学者也阐述了网络合作度与网络知识存量的关系。如,López-Sáez等学者运用SECI模型并结合位于波士顿128号公路的KI产业数据,研究了合作强度对知识创造的促进作用,发现稳定的合作关系更易于隐性知识显性化,促进产业知识存量的增长^[29]。Isaksen和Onsager以挪威KI产业为例,通过研究三个大小不同区域的创新绩效发现,合作紧密的区域更有利于知识存量增长越快^[30]。Maurer等学者将网络中企业间合作的交互程度视为社会资本,通过分析德国制造业产业内的218个合作项目,研究了社会资本、知识共享以及知识存量三者之间的作用关系,发现社会资本对知识存量具有显著的正向影响^[31]。Tortoriello等承袭了以上学者的观点认为基于强合作关系形成的网络聚集效应有助于知识转移,指出网络聚集效应强的网络,其知识存量更大^[32]。

多数学者通过研究知识共享、知识转移和知识创造等不同机制对知识存量增长的作用机理,发现知识存量与创新绩效呈显著正相关关系。Konsti等认为知识存量是企业创新的重要因素^[33]。Laursen和Salter也强调知识存量对解释组织的创新能力非常关键^[34]。Huggins和Johnston将知识存量视为网络的特有资源,研究了其对创新绩效的正向促进作用^[35]。Hurmelinna等基于以上学者观点研究了213家资本密集型企业构成的网络,发现基于强合作关系形成的网络结构更加稳定,这更有利于企业转移知识和创造知识,实现知识存量增长,进而正向影响技术创新^[36]。Palacios等通过对KI产业进行实证研究,发现企业合作关系的加强有助于知识转移,进而提升产业创新能力^[37]。Nieves和Osorio通过回顾网络环境中创新和知识创造的相关文献,认为网络结构下的知识共享和知识整合是知识创造的驱动力,不同网络结构的知识创造效率具有明显差别,并强调知识创造有助于网络整体创新绩效的提升^[26]。

以上学者观点及实证研究结果表明,网络合作度、知识存量与创新绩效三者之间存在相应的逻辑关系,网络中企业间紧密的合作关系及较高的企业交互频次会促进网络整体知识存量的增长,并最终提升网络整体的创新绩效。由此,提出本文的第2和第3个假设:

假设2:网络合作度对知识存量具有显著的正向影响。

假设3:知识存量在网络合作度与创新绩效之间起中介作用。

(三) 知识异质性的调节作用

学者们在较早研究中就已经发现知识本身固有的缄默性和路径依赖性等特点决定了其也具有空间上的异质性,且该性质对技术创新具有重要影响^[9]。随后,Bouncken和Kraus认为,技术创新的成功往往通过

异质性知识的互动得以实现^[11]。Sampson 基于通信装备制造业中463个联盟组织的面板数据研究了技术知识异质性和基于合作的联盟结构对企业创新绩效的影响,发现具有紧密结构的联营企业联盟在面对高度知识异质性时更具有创新性^[38]。相似地,Carbonara 和 Tavassoli 实证研究了意大利的32个 KI 产业园区,发现当知识异质性水平较高时,园区整体创新能力较异质性水平低时要强^[39]。与此同时,Tavassoli 和 Carbonara 还通过分析瑞典产业园区的相关数据,研究知识异质性对园区创新能力的影响,得到“园区内的知识异质性水平越高,企业合作行为对园区整体创新能力正向作用越强”的结论^[40]。然而,一些学者对此持不同观点。Blažek 等认为,知识异质性水平取决于知识载体背景的差异水平,并以新兴的信息通信技术和生物技术产业为例进行研究,得到“加强不同地域间企业合作能够更高效地促进 KI 产业内知识存量的增长,但若合作伙伴间的异质性过大,则知识存量并不会出现明显增长现象”^[41]。宋志红等指出:知识的缄默性和分散性对知识共享具有负向影响^[42]。由此可以看出,当知识异质性水平较高时,知识共享受阻将不利于新知识的创造。于玲玲等从知识转移视角,认为知识距离(不同企业间技术相似程度)与企业合作效果之间的关系,指出:当知识距离越接近某一常数,企业合作创新绩效越显著^[43]。

基于以上学者观点及实证研究,知识异质性对网络合作度与创新绩效之间的关系、网络合作度与知识存量之间的关系都起到调节作用。但这种调节作用较为复杂,知识异质性的调节效应可能存在极大值点,即呈现倒 U 型趋势。由此,提出本文的第4、第5和第6个假设,

假设4:知识异质性对网络合作度与创新绩效之间的关系具有倒 U 调节效应。

假设5:知识异质性对网络合作度与知识存量之间的关系具有倒 U 调节效应。

假设6:知识存量对知识异质性的倒 U 调节效应起到完全中介作用。

三、研究对象

自20世纪70年代至今,全球在面对“能源危机威胁整个社会发展”的问题上不断寻求可替代的新能源以实现可持续发展。为此,应运而生的新能源汽车产业成为社会技术变革中的支撑产业。按照我国的四大 KI 产业分类,具备高精尖技术的新能源汽车产业同属于研究开发密集产业和高度组装产业两个不同类别,足见其在 KI 产业中的代表性。

21世纪初,我国多个地区开始发展新能源汽车产业,其中,吉林省新能源汽车产业凭借雄厚的制造业基础和顶尖的科研机构在发展过程中脱颖而出。伴随着经济全球化进程不断加快,吉林省新能源汽车产业不仅成功实现了供应链上的纵向合作,而且还与国外诸多企业进行了横向的合作创新,时至今日已形成稳定的产业创新网络。该网络中的合作关系呈现出复杂性特征,且内部合作企业具备知识存量高、知识创造能力强和技术创新水平高的特点,符合本研究中涉及的所有变量特征。因此,本文选择吉林省新能源汽车产业创新网络作为研究对象,考察该网络在从2008到2012年所涉及的网络合作度、知识存量、知识异质性以及创新绩效4个变量的变化情况,分析网络合作度对创新绩效的内在作用机制。

(一) 数据收集与变量测量

首先,确定吉林省新能源汽车产业创新网络的网络合作度指标。为此,本文采用以下5个步骤收集相关数据:第一步,通过统计数据、互联网等途径搜集吉林省新能源汽车产业的基本数据,初步确立吉林省新能源汽车产业创新网络中的成员企业;第二步,根据国家知识产权局公布的专利数据挖掘吉林省新能源汽车产业创新网络中以专利形式联系的非正式合作的成员企业;第三步,根据 CNKI、Science Direct 等多个数据库搜寻吉林省新能源汽车产业相关的企业;第四步,对以上收集到的企业(共46家网络成员企业)进行“滚雪球”式的专家访谈,并发放调查问卷,从企业间交互频次和关系强度两个方面考察网络合作度;第五步,计算网络合作度。由于网络合作度测度不同于本文研究的其它变量测量方式,本文采用社会网络分析软件(UCINET6.0),把获得的网络合作度变量的问卷信息进行编码并转换为 SPSS 软件可以处理的数据,进而计算吉林省新能源汽车产业创新网络合作度指标。

其次,确定吉林省新能源汽车产业创新网络的创新绩效指标。本文从国家知识产权局公布的专利数

据、新能源汽车市场需求报告和企业调研三方面考察包含网络创新能力、新技术数量和新产品数量3个变量的网络创新绩效。其中,依据 Senart 等提出的“创新网络的产出主要体现在整体专利数量的增加”观点^[44],采用专利数量考察网络创新能力;基于 Gotsch 和 Hipp 提出的“运用商标跟踪考察 KI 产业创新绩效更有效”的结论^[45],采用市场中关于新能源汽车的生产过程中涉及的品牌数量考察新产品和技术数量。

再次,确定吉林省新能源汽车产业创新网络的知识存量指标。为此,本文采用以下3个步骤确定知识存量指标:第一步,根据企业知识存量主要包括以人为载体的知识存量、以物为载体的知识存量、以组织结构为载体的知识存量和以市场为载体的知识存量^[46],并结合王众托的观点^[25],设置知识存量指标的问卷题项为:企业员工的学历水平和专业技能水平、企业发展过程中形成的历史文档资料数量、企业部门设置和产品生产工艺流程的完备程度及产品和服务的数量等4项问卷题项;第二步,采用 Likert 5级量表设计问卷,1表示非常小,5表示非常大;第三步,整理企业知识存量数据后,将其聚合成吉林省新能源汽车产业创新网络的知识存量指标。

最后,确定吉林省新能源汽车产业创新网络的知识异质性指标。知识异质性源于知识载体背景的异质性^[47],表现为产品和技术的多样性^[41]。因此,本文基于以上两个方面设计问卷,即设置产品多样性水平和技术多样性水平两个题项,并将问卷从“多样性水平非常小”到“异质性水平非常大”采用 Likert 5级量表。

由于本文实证研究的样本来自于同一个网络,所研究的网络合作度、知识存量、知识异质性和创新绩效指标具有一定的相似性,因此本文选择网络规模和成员企业成立时长均值作为控制变量。此外,本文的预测变量与结果变量的数据来源不同,有效避免了同源方差问题,增强了结构方程模型的内部效度。

本文主要针对吉林省新能源汽车产业创新网络中的成员企业发放问卷。调研人员与上述企业的中高层管理者进行电话交谈和电子问卷调查。从2013年8月至11月,共发放540份问卷,回收436份问卷,问卷回收率为80.7%,剔除明显错误和缺失的无效问卷,最终获得有效问卷357份,问卷有效率为81.9%。

四、数据分析与讨论

(一) 知识存量及知识异质性的聚合检验

本文提出的假设是基于 KI 产业创新网络层面的概念,需要通过网络层面的数据对研究假设进行验证。而网络知识存量和知识异质性变量的测量是通过对成员企业个体数据加总聚合到网络层,因此,需要检验网络层数据聚合的合理性。本文采用反映网络成员企业一致性程度的 r_{wg} 作为网络层数据聚合检验指标,当 r_{wg} 的平均值在0.7以上便被认为可接受^[48]。网络层数据聚合检验结果如表1所示。可见,各研究变量的检验值均在0.7以上,满足进行网络层数据聚合的判定标准。

表1 网络层数据聚合检验

	网络知识存量	知识异质性
r_{wg}	0.91	0.84

(二) 信度、效度检验

在信度、效度检验方面,利用 SPSS 17.0 进行数据分析,采用 Cronbach's α 值检验各变量的信度,采用累积解释量检验各变量的效度,检验结果如表2所示。在表2中,各研究变量的 Cronbach's α 值均大于0.7,具有较好的信度水平;各研究变量的累积解释量均达到了效度分析的判定值50%,具有较好的效度水平。可见,量表具有较好的信度和效度,适合进行下一步的数据分析。

表2 信度、效度检验

	网络合作度	知识存量	知识异质性	创新绩效
Cronbach's α	0.752	0.824	0.765	0.892
累积解释量(%)	63.217	65.874	63.189	65.582

(三) 变量的描述性统计和相关性分析

本研究相关变量的平均值、标准差和相关系数的分析结果如表3所示。由表3可知,网络合作度与创新绩效($r=0.27, p<0.01$)、网络合作度与知识存量($r=0.14, p<0.05$)均显著相关,假设1和假设2得到了验证。

表3 变量平均值、标准差和相关系数矩阵

	平均值	标准差	网络合作度	知识存量	创新绩效	知识异质性
网络合作度	5.14	0.67				
知识存量	4.52	0.65	0.14*			
创新绩效	4.83	0.43	0.27**	0.71**		
知识异质性	4.63	0.71	0.12	0.18	0.02	

注: ** $p<0.01$, * $p<0.05$ 。

但由表3数据表明,知识异质性与网络合作度、知识存量、创新绩效等均不显著,说明可能存在非线性关系。由于本文将知识异质性作为调节变量,其倒U调节效应在下文中进行验证。

(四) 中介效应的结构方程模型分析

根据 Baron 和 Kenny 构建的中介效应验证方法,要证明假设3,即知识存量在网络合作度与创新绩效之间起到中介作用,必须首先证明网络合作度与创新绩效、知识存量显著相关,知识存量与创新绩效显著相关。可见,前文的研究结果为进一步验证知识存量中介作用奠定了基础。为了验证假设3,本文进行了一系列的嵌套模型测试。其中,模型1是基准模型,表示完全中介模型,路径为网络合作度——知识存量——创新绩效,不包括从网络合作度到创新绩效的直接路径;模型2是部分中介模型,增加了网络合作度到创新绩效的路径;模型3则是直接作用模型,即网络合作度和知识存量直接作用于创新绩效。模型间的分析结果比较如表4所示。

表4 结构方程模型间的分析结果比较

结构方程模型	χ^2	df	$\frac{\chi^2}{df}$	CFI	RMSEA	AGFI
模型1(完全中介模型): DO→KS→IP	127.79	42	3.04	0.97	0.052	0.94
模型2(部分中介模型): DO→IP 和 DO→KS→IP	342.22	41	8.35	0.80	0.16	0.78
模型3(直接作用模型): DO→IP 和 KS→IP	336.87	42	8.02	0.80	0.15	0.76

注: DO 表示网络合作度; KS 表示知识存量; IP 表示创新绩效; →表示作用方向。

表4数据表明,模型1所有的匹配指数均良好($\chi^2=127.79, df=42, CFI=0.97, RMSEA=0.052, AGFI=0.94$),模型2和模型3匹配指数较差。基于以上结果和模型简约原则,本文认为模型1是最佳匹配模型。

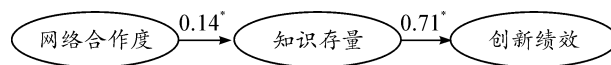


图1 知识存量中介效应的路径模型

图1显示了知识存量在网络合作度与创新绩效之间中介作用的显著性,即网络合作度对知识存量是显著的($\beta=0.14, p<0.05$);同时,知识存量对创新绩效的影响也是显著的($\beta=0.71, p<0.01$)。

综上所述,假设3得到了验证,即知识存量在网络合作度与创新绩效之间起到中介作用。

(五) 调节效应的层次回归分析

按照温忠麟等的建议,检验知识异质性的调节效应^[49],本文采用层次回归法,建立多个模型进行数据分析,具体分析结果如表5所示。需要说明的是,若知识存量系数显著则表明中介的调节效应显著,且网络合作度知识异质性的系数不显著,则说明知识存量对知识异质性的调节效应具有完全中介作用。

表5 知识异质性调节作用的回归分析

	模型1	模型2	模型3	模型4
网络规模	0.065	0.041	-0.032	0.074
企业时长	-0.013	-0.017	0.125*	-0.069
网络合作度	0.137	0.135	0.182*	0.095
知识异质性	0.382	0.427**	0.521**	0.248*
网络合作度×知识异质性	0.241	0.207*	0.171**	0.162
网络合作度×知识异质性平方		-0.204**	-0.168*	-0.157
知识存量				0.327**
R^2	0.262	0.245	0.428	0.322
ΔR^2	0.192	0.184	0.210	0.165
ΔF	10.254	10.689**	17.255**	12.024**

注: ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ 。

首先,以创新绩效为因变量,检验知识异质性对网络合作度与创新绩效关系的调节效应,见表5中的模型1。分析结果表明知识异质性对网络合作度与创新绩效的调节效应未达到了显著水平($\beta = 0.241, p > 0.05$)。基于表3分析,知识异质性对网络合作度与创新绩效的调节作用可能为非线性,因此引入知识异质性平方,见表5中的模型2。分析结果表明知识异质性和知识异质性平方对网络合作度与创新绩效的调节效应达到了显著水平($\beta = 0.207, p < 0.05$),说明知识异质性对网络合作度与创新绩效的调节作用之间存在二次函数关系,同时,知识异质性平方系数的值为负($\beta = -0.204, p < 0.01$),说明二次曲线开口向下,表明知识异质性对网络合作度与创新绩效的关系起到倒U的调节效应,假设4成立。

其次,以知识存量为因变量,检验知识异质性对网络合作度与知识存量关系的倒U调节效应,见表5中的模型3。分析结果与模型2相似,知识异质性和知识异质性平方对网络合作度与知识存量的调节效应达到了显著水平($\beta = 0.171, p < 0.01$),且知识异质性平方系数的值为负($\beta = -0.168, p < 0.05$),说明知识异质性的倒U调节效应达到了显著水平,假设5成立。

最后,检验有中介的调节效应,以创新绩效为因变量,将网络合作度、知识异质性、网络合作度、知识异质性和知识异质性平方标准化后的交互项、知识存量进行回归,见表5中的模型4。分析结果表明,知识存量的回归系数达到显著水平($\beta = 0.327, p < 0.01$),而且网络合作度与知识异质性、知识异质性平方的交互项不显著($\beta = 0.162, p > 0.1; \beta = -0.157, p > 0.1$),说明知识存量对知识异质性的倒U调节效应起到完全中介作用,假设6成立。

五、结论与启示

近年来,学者们从微观和宏观层面对KI产业创新绩效的影响因素进行了研究。如,在微观层面,管理水平和R&D投入等对KI创新绩效具有重要影响;而在宏观层面,企业间合作关系对该创新绩效的影响也不容忽视。然而,本文认为以上因素对KI产业创新绩效的影响均与知识特征相关。因此,本文首先基于网络视角,从知识所具备的知识存量持续增长性和知识异质性两个特征,研究KI产业创新网络合作度对创

新绩效的作用机制;其次,以吉林省新能源汽车产业创新网络为例进行了实证研究,得出以下结论:

第一,知识存量在网络合作度与创新绩效之间起到中介作用。时至今日,国内外学者基于企业和网络视角,运用理论建模、仿真及实证研究等方法对知识密集型产业中企业间合作关系对创新绩效的作用机理进行了研究,对“合作强度和合作频次对创新绩效具有显著的正向影响”这一命题也达成共识。其中,部分学者在研究过程中发现在合作关系与创新绩效之间存在诸如知识共享能力、知识转移能力以及知识创造能力等中介变量。而以上中介变量对企业或网络作用的根本性目的在于增加网络整体的知识存量。随后,基于KI产业的实证研究,有学者分别从企业层面和网络层面验证了知识存量的增长能够有助于创新能力的提升,随之,又验证了合作强度和合作频次(即网络合作度)与网络的知识存量存在显著的正向作用。综上所述,知识存量在网络合作度与创新绩效的关系中发挥着中介效应。本文通过对吉林省新能源汽车产业创新网络进行实证研究验证了知识存量的完全中介效应。在此研究过程中发现,即使该网络内企业的合作关系紧密,吉林省新能源汽车产业创新网络在网络的知识存量没有显著增长的情况下,其创新绩效并未得到提升。因此,从网络治理视角出发,在创新网络内应尽可能减少不能促进知识存量增长的合作关系,进而实现网络优化,提高网络的创新能力。

第二,知识异质性在网络合作度与网络知识存量之间起倒U调节作用,而在网络合作度与创新绩效之间未起到调节作用。知识在网络中呈现出的异质性源于知识自身所具备的离散分布性、缄默性及路径依赖性。在知识管理和技术创新管理领域,学者们研究了知识异质性对创新的作用机理,其中,Bouncken和Kraus特别指出:技术创新的成功往往通过异质性知识的互动得以实现^[11]。继而,Carbonara和Tavassoli基于实证研究分析了知识异质性对网络合作度与知识存量、创新绩效之间关系的调节作用^[39]。基于此,本文通过对吉林省新能源汽车产业创新网络进行实证研究,选取与本研究涉及变量相关性较弱的企业时长和企业规模为控制变量,并运用结构方程模型和回归方法对该网络的网络合作度、知识存量、创新绩效及知识异质性之间的关系进行分析,验证了本研究的第6个假设,即知识存量对知识异质性的调节效应起到完全中介作用。然而,部分学者对“知识异质性调节效应”的作用方向持有不同看法。如,Blažek等在其研究中指出:在知识异质性水平较高时,紧密的合作关系并不会促进知识存量的增长^[41];而Tavassoli和Carbonara却通过实证研究得到“在知识异质性水平较高时,网络合作度对知识存量的作用更加显著”^[40]。对此,本文认为,企业间合作虽然能够促进异质性知识通过知识转移和知识流动作用实现知识共享,进而创造新知识,但是若知识异质性过高则难以实现知识创造。其原因在于以下两个方面:一方面,在知识异质性水平较高时,其知识的路径依赖性和缄默性水平也较高,使合作伙伴难以理解该知识,阻碍两种不同技术或产品的融合;另一方面,在知识异质性水平较高时,其载体(企业或组织)的差异也较大,包括组织文化、管理模式等方面,导致合作沟通的效率低下,阻碍知识创造。因此,在网络内成员企业基于知识或技术互补性原则建立合作关系时,应重视知识异质性对合作关系的影响。当知识异质性水平较高时,合作双方可能由于文化、组织形态及管理模式之间的差别对合作内容的理解存在偏差,阻碍了知识共享和知识转移作用,这进一步阻碍了知识创造的实现。对此,合作双方须通过正式洽谈和非正式交流等方式加强沟通。此举不仅能够减少合作双方对合作内容认识方面的偏差,还能够促进隐性知识显性化,进而创造新知识。

第三,由于本文研究问题的局限性和数据收集的困难性,本文未引入诸如企业管理水平和企业创新绩效等影响因素作为重点研究对象。因此,结合企业层面和网络层面的创新绩效影响因素,深入调研KI产业,引入管理水平等变量,研究其与网络合作度、知识特征以及创新绩效之间的关系是KI产业创新网络研究的下一个研究重点。

参考文献:

- [1] FERREIRA J M, RAPOSO M L, FERNANDES C I. Does Innovativeness of Knowledge-Intensive Business Services Differ from other Industries? [J]. The Service Industries Journal, 2013, 33(7/8): 734-748.
- [2] WESSEL T. Economic Change and Rising Income Inequality in the Oslo Region: The Importance of Knowledge-Intensive Business Services [J]. Regional Studies, 2013, 47(7): 1082-1094.

- [3] GAO Q, SU T, LIE X. A Simulating Knowledge Dynamics in Innovation Networks for Knowledge-Intensive Industry in China [J]. *International Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 2013, 43(13):406-419.
- [4] SALAVISA I, SOUSA C, FONTES M. Topologies of Innovation Networks in Knowledge-intensive Sectors; Sectoral Differences in the Access to Knowledge and Complementary Assets through Formal and Informal Ties [J]. *Technovation*, 2012, 32(6):380-399.
- [5] AHRWEILER P, GILBERT N, PYKA A. Agency and Structure; A Social Simulation of knowledge-intensive Industries [J]. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 2011, 17(1):59-76.
- [6] COOKE P. Exploring Knowledge Intensive Business Services; Knowledge Management Strategies [J]. *European Planning Studies*, 2013, 21(1):112-114.
- [7] 陆文聪, 胡雷芳, 祁慧博. 知识密集型产业集群发展动力机制模型构建——基于人力资本集聚的视角 [J]. *科技进步与对策*, 2013, 30(5):65-68.
- [8] HEIMERIKS G, BOSCHMA R. The Path-and Place-dependent Nature of Scientific Knowledge Production in Biotech 1986-2008 [J]. *Journal of Economic Geography*, 2013, 14(2):339-364.
- [9] MONTORBIO F, STERZI V. Inventing together; Exploring the Nature of International Knowledge Spillovers in Latin America [J]. *Springer Berlin Heidelberg*, 2011, 21(1):81-117.
- [10] FREEMAN C. Network of Innovation; A Synthesis of Research Issues [J]. *Research Policy*, 1990, 20(5):499-514
- [11] BOUNCKEN R B, KRAUS S. Innovation in Knowledge Intensive Industries; The Double-edged Sword of Competition [J]. *Journal of Business Research*, 2013, 66(10):2060-2070.
- [12] BEERS C, ZAND F. R&D Cooperation, Partner Diversity, and Innovation Performance; An Empirical Analysis [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2014, 31(2):292-312.
- [13] 王松, 盛亚. 不确定环境下集群创新网络合作度、开放度与集群增长绩效研究 [J]. *科研管理*, 2013(2):52-61.
- [14] VASUDEVA G, ZAHEER A, HERNANDEZ E. The Embeddedness of Networks; Institutions Structural Holes, and Innovativeness in the Fuel Cell Industry [J]. *Organization Science*, 2013, 24(3):645-663.
- [15] EBERSBERGER B, HERSTAD S J. The Relationship between International Innovation Collaboration, Intramural R&D and SMEs' Innovation Performance; A Quantile Regression Approach [J]. *Applied Economics Letters*, 2013, 20(7):626-630.
- [16] PETROU A, DASKALOPOULOU I. Social Capital and Innovation in the Services Sector [J]. *European Journal of Innovation Management*, 2013, 16(1):50-69.
- [17] CRESCENZI R, GAGLIARDI L, PERCOCO M. Social Capital and the Innovative Performance of Italian Provinces [J]. *Environment and Planning A*, 2013, 45(4):908-929.
- [18] HALLIN C, HOLM U, SHARMA D D. Embeddedness of Innovation Receivers in the Multinational Corporation; Effects on Business Performance [J]. *International Business Review*, 2011, 20(3):362-373.
- [19] GEBREYESUS M, MOHNEN P. Innovation Performance and Embeddedness in Networks; Evidence from the Ethiopian Footwear Cluster [J]. *World Development*, 2013, 41(1):302-316.
- [20] CLIFTON N, KEAST R, PICKERNELL D, et al. Network Structure, Knowledge Governance, and Firm Performance; Evidence from Innovation Networks and SMEs in the UK [J]. *Growth and Change*, 2010, 41(3):337-373.
- [21] LAGER T, FRISHAMMAR J. Collaborative Development of New Process Technology/Equipment in the Process Industries; In Search of Enhanced Innovation Performance [J]. *Journal of Business Chemistry*, 2012, 9(2):141-152.
- [22] AWARITOMA O, OYEKANMI N, ERAH P O, et al. Small and Medium Enterprises and Biopharmaceutical Innovations in Africa; Challenges and Prospects [J]. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2011, 10(4):523-529.
- [23] BELL S J, TRACEY P, HEIDE J B. The Organization of Regional Clusters [J]. *Academy of Management Review*, 2009, 34(4):623-642.
- [24] AKHAVAN P, RAMEZAN M, MOGHADDAM J Y, et al. Exploring the Relationship between Ethics, Knowledge Creation and Organizational Performance; Case Study of a Knowledge-based Organization [J]. *The Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 2014, 44(1):42-58.
- [25] 王众托. 知识系统工程 [M]. 北京: 科学出版社, 2004:21.
- [26] NIEVES J, OSORIO J. The Role of Social Networks in Knowledge Creation [J]. *Knowledge Management Research & Practice*, 2013, 11(1):62-77.

- [27] QUATTROCIOCCI B, PILOTTI L, DE NONI I. Sharing Sources and Protection Mechanisms of Knowledge Creation Processes in the New Digital Era: An Empirical Analysis of Textile Fashion Industry of an Italian Region [C]. Paris: International Marketing Trends Congress, Marketing Trends Association, 2013: 154-162.
- [28] CAPPELLIN R. Knowledge Creation and Innovation in Medium Technology Clusters [J]. Contributions to Conflict Management, Peace Economics and Development, 2013, 20(3): 185-216.
- [29] LÓPEZ-SÁEZ P, NAVAS-LÓPEZ J E, MARTÍN-DE-CASTRO G, et al. External Knowledge Acquisition Processes in Knowledge-Intensive Clusters [J]. Journal of Knowledge Management, 2010, 14(5): 690-707.
- [30] ISAKSEN A, ONSAGER K. Regions, Networks and Innovative Performance: The Case of Knowledge-Intensive Industries in Norway [J]. European Urban and Regional Studies, 2010, 17(3): 227-243.
- [31] MAURER I, BARTSCH V, EBERS M. The Value of Intraorganizational Social Capital: How It Fosters Knowledge Transfer, Innovation Performance and Growth [J]. Organization Studies, 2011, 32(2): 157-185.
- [32] TORTORIELLO M, REAGANS R, MCEVILY B. Bridging the Knowledge Gap: The Influence of Strong Ties, Network Cohesion, and Network Range on the Transfer of Knowledge between Organizational Units [J]. Organization Science, 2012, 23(4): 1024-1039.
- [33] KONSTI L S, PIHKALA T, KRAUS S. Facilitating SME Innovation Capability through Business Networking [J]. Creativity and Innovation Management, 2012, 21(1): 93-105.
- [34] LAURSEN K, SALTER A J. The Paradox of Openness: Appropriability, External Search and Collaboration [J]. Research Policy, 2013(1): 1411-1419.
- [35] HUGGINS R, JOHNSTON A. Knowledge Alliances and Innovation Performance: An Empirical Perspective on the Role of Network Resources [J]. International Journal of Technology Management, 2012, 57(4): 245-265.
- [36] HURMELINNA-LAUKKANEN P, OLANDER H, BLOMQUIST K, et al. Orchestrating R&D Networks: Absorptive Capacity, Network Stability and Innovation Appropriability [J]. European Management Journal, 2012, 30(6): 552-563.
- [37] PALACIOS D, PERIS-ORTIZ M, MERIGÓ J M. The Effect of Knowledge Transfer on Firm Performance: An Empirical Study in Knowledge-Intensive Industries [J]. Management Decision, 2013, 51(5): 4-14.
- [38] SAMPSON R C. R&D Alliances and Firm Performance: The Impact of Technological Diversity and Alliance Organization on Innovation [J]. Academy of Management Journal, 2007, 50(2): 364-386.
- [39] CARBONARA N, TAVASSOLI M H. The Role of Knowledge Heterogeneity on the Innovative Capability of Industrial Districts [J]. Technology and the Transformation of Regions, 2013, 21(5): 144-166.
- [40] TAVASSOLI S, CARBONARA N. The Role of Knowledge Variety and Intensity for Regional Innovation [J]. Small Business Economics, 2014, 43(2): 493-509.
- [41] BLAŽEK J, ŽÍŽALOVÁ P, RUMPEL P, et al. Where Does the Knowledge for Knowledge-Intensive Industries Come from? The Case of Biotech in Prague and ICT in Ostrava [J]. European Planning Studies, 2011, 19(7): 1277-1303.
- [42] 宋志红, 陈澍, 范黎波. 知识特性、知识共享与企业创新能力关系的实证研究 [J]. 科学学研究, 2010, 28(4): 597-604.
- [43] 于玲玲, 赵西萍, 周密, 等. 知识转移中知识特性与联系强度的联合调节效应研究——基于成本视角的分析 [J]. 科学学与科学技术管理, 2012, 33(10): 49-57.
- [44] SENART A, BOUROCHE M, CAHILI V. Modelling an Emergency Vehicle Early Warning System Using Real-time Feedback [J]. International Journal of Intelligent Information and Database Systems, 2008, 2(2): 222-239.
- [45] GOTSCH M, HIPPEL C. Measurement of Innovation Activities in the Knowledge-Intensive Services Industry: A Trademark Approach [J]. The Service Industries Journal, 2012, 32(13): 2167-2184.
- [46] 谢永平, 毛雁征, 张浩森. 组织间信任、网络结构和知识存量对网络创新绩效的影响分析——以知识共享为中介 [J]. 科技进步与对策, 2012, 28(24): 172-176.
- [47] DELL'ERA C, VERGANTI R. Collaborative Strategies in Design-intensive Industries: Knowledge Diversity and Innovation [J]. Long Range Planning, 2010, 43(1): 123-141.
- [48] 韩翼, 杨百寅. 真实型领导、心理资本与员工创新行为: 领导成员交换的调节作用 [J]. 管理世界, 2012(12): 78-86.
- [49] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰. 有中介的调节变量和有调节的中介变量 [J]. 心理学报, 2006, 38(3): 448-452.