

# 多元线性回归视角下创新网络对创新绩效影响研究

——以长三角地区ICT产业为例

王 祺

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2021年12月24日; 录用日期: 2022年1月20日; 发布日期: 2022年1月27日

## 摘 要

随着经济全球化、一体化,地区之间对于如ICT产业等高新科技的竞争日趋紧张,当前我国ICT产业面临着被西方国家“卡脖子”的困境,加强信息通讯技术产业创新能力的的需求迫在眉睫,同时长三角作为全国人才、资源高度集聚地之一,伴随着ICT产业内组织的合作,催生出大量的创新网络,如何利用创新网络提升组织的创新绩效从而推动组织创新能力的增长,是本文研究的主要问题。不同于以往文章,本文通过对2009~2019年长三角ICT产业联合申请专利数据进行数据处理,并使用社会网络分析法和多元线性回归的方法,从网络结构嵌入和关系嵌入的角度,深度揭示创新网络对创新绩效的影响。研究发现,长三角ICT产业创新网络结构洞、合作强度对创新绩效存在正向影响,中心性、知识流动与创新绩效呈现倒U形关系。由此建议有关部门增强长三角ICT产业研发投入的动力机制,从而促进长三角ICT产业组织间的合作,创新网络中的组织也需要积极地加强创新强度,并且网络中接触较少结构洞的组织需要积极向网络中占据核心位置的企业进行合作交流,从而获得更多异质性知识。

## 关键词

创新网络, 合作强度, 知识流动, 创新绩效

# Research on the Impact of Innovation Networks on Innovation Performance from the Perspective of Multiple Linear Regression

—A Case Study of the ICT Industry in the Yangtze River Delta

Qi Wang

## Abstract

With economic globalization and integration, competition among regions for high-tech technologies such as the ICT industry is becoming increasingly tense. At present, our country's ICT industry is facing the predicament of being "stuck" by Western countries, and there is a need to strengthen the innovation capabilities of the information and communication technology industry. It is imminent. At the same time, the Yangtze River Delta is one of the highly concentrated areas of talents and resources in the country. With the cooperation of organizations in the ICT industry, a large number of innovation networks have been spawned. How to use innovation networks to improve the innovation performance of organizations and promote the growth of organizational innovation capabilities is the main issues studied in this article. Different from previous articles, this article uses data processing of joint patent applications for the ICT industry in the Yangtze River Delta from 2009 to 2019, and uses social network analysis and multiple linear regression to reveal in-depth the impact of innovation networks from the perspective of network structure embedding and relationship embedding. The study found that the structural holes and cooperation intensity of the ICT industry's innovation network in the Yangtze River Delta have a positive impact on innovation performance, and centrality, knowledge flow and innovation performance present an inverted U-shaped relationship. Therefore, it is recommended that the government creates a regional industrial platform to promote cooperation among ICT industry organizations in the Yangtze River Delta, and organizations with fewer structural holes in the innovation network need to actively cooperate and communicate with enterprises occupying a core position in the network, so as to obtain more heterogenous knowledge.

## Keywords

Innovation Network, Cooperation Density, Knowledge Flow, Innovation Performance

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

创新网络是近年来创新领域研究的热点问题之一，并且和“知识经济”有着紧密的联系，现阶段我国正在稳步建成信息化强国，我国企业正在不断向知识化迈进，我国当前也越来越重视对于创新的投入，因为创新是知识经济发展所需最主要的动力源之一。与此同时，在科学技术高速发展的时代，以 ICT 产业为核心代表的相关产业已经成为世界上最具有竞争力的产业之一，其发展的进程反映出了国家的实力，本文主要研究长三角地区的 ICT 产业是因为长三角城市群依托改革开放后积累的大量知识和设备，结合 15 年我国政府提出的供给侧改革，使得我国要素配置得以优化，经济增长的质量和数量都有明显改善，在此过程中发展出了一批优秀的企业，当进入知识经济时代之后，长三角高科技企业，面对创新浪潮，纷纷选择以长三角城市群、世界范围内的优秀科研机构作为依托，逐步涉足创新网络，所以当前长三角地区拥有较为密集的 ICT 产业创新网络。本文希望通过研究长三角 ICT 产业创新网络对创新绩效的影响

从而提出相关的政策建议，最终实现提升长三角 ICT 产业创新能力的目标。本文的创新之处为：首先，将创新网络以及创新绩效的概念引入长三角 ICT 产业，高度结合时事，提出可行的政策建议。然后，从微观角度入手，注重对企业个体的研究，增加了合作强度、节点属性等特征，同时采用实证分析和理论分析相结合的方法，同时实证采用专利数据，非传统的问卷调查数据，从而更好地定量阐释创新网络对创新绩效的影响机理。再次，本次研究不同于过去只研究一座城市，而是研究整个长三角地区城市群，使得实验样本增加，结果的可信度大大提高。最后，结合我国企业实际，总结出适合我国国情的创新网络理论和经验，对于指导我国企业参与创新网络实践，具有积极影响。

## 2. 文献综述与研究假设

### 2.1. 结构洞与创新绩效之间关系

组织与其外部建立非冗余的关系是提高创新主体获得知识的重要方法之一，并且是提高组织创新水平的重要途径[1]，根据结构洞理论，当一个组织在一个网络中所接触的结构洞越多，即结构洞水平越高，组织能够支配更多的异质性信息和知识[2]，从而帮助组织获得在市场竞争上的优势。并且由于本文研究的是长三角 ICT 产业中的组织，所以网络中的研究主体类型具有一定的局限性，合作的组织往往共享的都是同类型的资源，所以在该类产业网络中，要想提升自身的创新能力，就必须提升自身的结构洞，因为在产业合作网络中，一个组织所拥有的结构洞越多，组织就能够和其外部拥有更多的异质性联系，从而降低了获得同质性资源的可能，从而提升创新绩效[3]。

基于上述分析，本文提出如下研究假设：

**H1:** 创新网络中组织的创新绩效会随着其结构洞的增加而增加，即结构洞对创新网络中组织的创新绩效存在正向影响。

### 2.2. 中心性与创新绩效之间关系

中心性是分析网络结构的重要测度之一，指的是网络中的某些节点充当网络枢纽的状况。网络中心性往往可以分为三种类型，分别是点度中心性、中介中心性还有就是接近中心性，本文主要研究的是中介中心性，因为该指标能够更好地衡量在网络中某个节点与其他节点交往的能力，也就是衡量创新主体与其他创新的间接影响能力[4]。拥有较高中心性的组织可以通过从创新网络中获得资源并且将其快速的转化为知识，从而增强其核心竞争力[5]。另一方面，由于中介中心性反映了节点网络位置的，反映了创新主体对于网络中各类资源的中介调节能力、控制能力，所以拥有较高中心性的组织作为网络中的核心节点能够接触到边缘节点所无法企及的大量资源，但是组织在处理从外部集聚的知识、信息的同时，需要花费大量的人力、精力、财力对资源进行甄别、收集，这样往往可能会对组织的创新能力有一定的抑制能力，因为组织无法集中精力进行创新活动。

基于上述分析，本文提出如下研究假设：

**H2:** 中心性与创新主体的创新绩效呈倒 U 型关系。即在一定范围内，随着中心性的增大，组织创新绩效逐步提升，到达顶点后，随着中心性的进一步增强，创新主体的创新绩效呈现递减趋势。

### 2.3. 聚集系数与创新绩效之间的关系

聚集系数指的是在网络中度量节点集聚程度的一种指标，反映了节点间的紧密程度，如果网络的聚集系数越高，并且伴随着较高的网络密度，则网络中的创新主体则越有可能彼此间交换、共享信息。当聚集系数水平较高时，组织间知识流通的机会也更多，较高的聚集系数能够利于企业提高其创新绩效[6]。但是在当前的研究中，聚集系数对于创新绩效的影响尚不明确，过高的聚集系数意味着创新网络中的创

新节点需要用大量的人力、物力、精力去维系周围节点的关系，长期以往会形成小世界网络，从而限制节点获得更多种类的异质性知识、资源，从而负向影响创新绩效。

基于上述分析，本文提出如下研究假设：

**H3:** 聚集系数与创新主体的创新绩效呈倒 U 型关系。即在一定范围内，随着聚集系数的增大，组织创新绩效逐步提升，到达顶点后，随着聚集系数的进一步增强，创新主体的创新绩效呈现递减趋势。

## 2.4. 合作强度与创新绩效之间关系

创新强度代表了创新主体与外部组织合作创新时，组织间知识联系的紧密程度，创新主体通过与外部的组织进行合作从而实现在资源层面上的共享以及能力层面上的互补，从而将组织内外的各类资源，尤其是创新资源进行深度整合、联系，对知识的传递，比如显性和隐性知识有着较为显著的影响。合作强度越高组织与外部组织的互动频率、程度也越高[7]，组织间的了解逐渐加深，其合作的过程也会更加的顺畅，组织对于知识吸收的能力会得到提升。

基于上述分析，本文提出如下研究假设：

**H4:** 创新网络中的创新主体的创新绩效会随着组织与外部主体合作的强度上升而加强。

## 2.5. 知识流动与创新绩效之间关系

创新网络中的组织能够比网络外部的组织更快的溢出的知识，相比于结构化知识，非结构化知识在创新网络中能够被组织更好的获得，帮助组织提升其创新能力，组织的成长速度也能够得到提升[8]，从而帮助组织提升其创新绩效。但是值得注意的是，当知识流动的水平处于较高的程度，组织过于追求知识的，这就会导致组织原有的资源、知识不再平衡，组织创新增加了不稳定性、不确定性，不利于创新绩效的优化，当面临高水平的知识流动时，组织会获取过多的知识、信息，导致组织信息冗余，增加资源配置的成本，降低知识使用的效率，从而阻碍组织知识组合来推动其自身的创新活动，扼制创新绩效。同时，有研究者利用知识流出、知识流入来代表流动，基于上述分析，本文提出如下研究假设：

**H5a:** 知识流入与创新主体的创新绩效呈倒 U 型关系。即在一定范围内，随着知识流入的增大，组织创新绩效逐步提升，到达顶点后，随着知识流入的进一步增强，创新主体的创新绩效呈现递减趋势，即知识流入与创新绩效呈现倒 U 形关系。

**H5b:** 知识流出与创新主体的创新绩效呈倒 U 型关系。即在一定范围内，随着知识流出的增大，组织创新绩效逐步提升，到达顶点后，随着知识流出的进一步增强，创新主体的创新绩效呈现递减趋势，即知识流出与创新绩效呈现倒 U 形关系。

# 3. 研究设计

## 3.1. 数据来源及样本选择

本文主要研究内容为长三角 ICT 产业创新网络对企业创新绩效的影响研究，选择地区为长三角地区，一方面长三角地区作为南方首屈一指的经济地区，聚集着全国大部分的高科技企业，另一方面长三角地区聚集着上百所科研机构，科研实力雄厚，故本位选择了长三角地区 2009~2019 年 ICT 产业创新网络作为研究对象。由于专利数据具有较强的滞后性，从专利申请的提交到最后的授权往往要经历长时间的等待，等待时间往往有一到两年，甚至更久，所以本文选择获取 2009 年到 2019 年的 ICT 产业专利数据，借助专利网站 incopat、度衍、国家专利数据库、企查查、天眼查等数据网站，经过数据预处理，共收集 3731 家组织在 2009 年到 2019 年间的合作发明专利数据。并且通过利用 Excel 以及 Gephi，得到上述组织在上述时间段中历年的网络指标数据，同时利用组织的名单在度衍专利数据平台爬取 2006~2020 年间

历年成功申请的专利数据，并且在企查查中获得上述组织的组织信息数据，如组织成立时间、组织类型等数据。

### 3.2. 变量选择与定义

#### 1) 因变量

本文的被解释变量创新绩效(Innovation Performance<sub>it</sub>, IP<sub>it</sub>), 即专利申请数, 指的是创新主体  $i$  在第  $t$  年成功申请的发明专利数。由于长三角 ICT 产业创新网络中的创新主体是本文的研究对象, 考虑到专利的审核周期较长, 其平均申请的时长一般为 12 个月, 所以本文采用当期创新绩效 IP<sub>it<sub>0</sub></sub>、滞后一期创新绩效 IP<sub>it<sub>1</sub></sub> 代表样本中组织已授权的专利数, 代表本文模型中的因变量。

#### 2) 自变量及控制变量

本文所涉及的主要自变量以及控制变量见表 1。

**Table 1.** Variable definitions

**表 1.** 变量定义

变量类型	变量名	符号	定义
自变量	结构洞	SH <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中的限制度结构洞指标
	中心性	SC <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中的中介中心度
	聚集系数	CCT <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中的聚集系数
	合作强度	CD <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中联合申请发明专利的次数
	知识流动	CN <sub>it</sub> CDN <sub>it</sub>	分别代表创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中联合申请专利引用数及被引用数总和
控制变量	组织年龄	OA <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中的年龄
	研发投入	IN <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络中所投入的研发人员数量
	知识积累	PA3 <sub>it</sub>	创新主体 $i$ 在第 $t$ 年创新网络前 3 年所获得授权的发明专利数量
	网络规模	NS <sub>t</sub>	第 $t$ 年创新网络中节点的总数
	网络密度	ND <sub>t</sub>	第 $t$ 年创新网络中所包含实际存在的节点间连接的总数与第 $t$ 年创新网络中所包含的所有可能存在的节点间连接的总数
节点属性	EO, RO, UO, G	企业、科研院所、高等院校、党政机关团体	

### 3.3. 模型设定

本文使用多元回归, 基于长三角 ICT 产业创新网络中各成员在相应时间窗内的专利数据以及组织信息, 共提出 6 个假设, 建立的多元回归模型如下:



$$\begin{aligned}
 IP_{i,t_0+n} = & \left\{ \begin{aligned}
 & H1: \alpha_0 + \alpha_1 OA_{it} + \alpha_2 IN_{it} + \alpha_3 PA3_{it} + \alpha_4 NS_t + \alpha_5 ND_t + \alpha_6 EO_i + \alpha_7 RO_i + \alpha_8 UO_i + \alpha_9 G_i \\
 & \quad + \alpha_{10} SH_{it} + \varepsilon_{it} \\
 & H2: \alpha_0 + \alpha_1 OA_{it} + \alpha_2 IN_{it} + \alpha_3 PA3_{it} + \alpha_4 NS_t + \alpha_5 ND_t + \alpha_6 EO_i + \alpha_7 RO_i + \alpha_8 UO_i + \alpha_9 G_i \\
 & \quad + \alpha_{10} BC_{it} + \alpha_{11} BC_{it}^2 + \varepsilon_{it} \\
 & H3: \alpha_0 + \alpha_1 OA_{it} + \alpha_2 IN_{it} + \alpha_3 PA3_{it} + \alpha_4 NS_t + \alpha_5 ND_t + \alpha_6 EO_i + \alpha_7 RO_i + \alpha_8 UO_i + \alpha_9 G_i \\
 & \quad + \alpha_{10} CCT_{it} + \alpha_{11} CCT_{it}^2 + \varepsilon_{it} \\
 & H4: \alpha_0 + \alpha_1 OA_{it} + \alpha_2 IN_{it} + \alpha_3 PA3_{it} + \alpha_4 NS_t + \alpha_5 ND_t + \alpha_6 EO_i + \alpha_7 RO_i + \alpha_8 UO_i + \alpha_9 G_i \\
 & \quad + \alpha_{10} CD_{it} + \varepsilon_{it} \\
 & H5a: \alpha_0 + \alpha_1 OA_{it} + \alpha_2 IN_{it} + \alpha_3 PA3_{it} + \alpha_4 NS_t + \alpha_5 ND_t + \alpha_6 EO_i + \alpha_7 RO_i + \alpha_8 UO_i + \alpha_9 G_i \\
 & \quad + \alpha_{10} CN_{it} + \alpha_{11} CN_{it}^2 + \varepsilon_{it} \\
 & H5b: \alpha_0 + \alpha_1 OA_{it} + \alpha_2 IN_{it} + \alpha_3 PA3_{it} + \alpha_4 NS_t + \alpha_5 ND_t + \alpha_6 EO_i + \alpha_7 RO_i + \alpha_8 UO_i + \alpha_9 G_i \\
 & \quad + \alpha_{10} CDN_{it} + \alpha_{11} CDN_{it}^2 + \varepsilon_{it}
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

## 4. 实证分析

### 4.1. 描述性统计

本小节运用统计分析软件 Stata16.0，对上述变量进行描述性统计。表 2 列出了被解释变量、解释变量和控制变量，总计 17 个观测变量。可以发现如下几个特征：样本数据中长三角 ICT 产业中的组织创新绩效各不相同，且彼此创新能力分化严重，部分具有较强创新能力的组织能够申请大量的发明专利，但是同时也存在大量组织创新能力孱弱，无法在时间窗内进行有效研发并且申请专利；长三角信息通讯技术产业创新网络中的主体拥有运用结构洞的能力，且有较多创新主体拥有一定数量的结构洞，对资源具有一定的控制能力，容易接触到协同创新网络中比较新以及比较全的异质性知识和信息；长三角 ICT 产业创新网络中存在聚集现象，且由于存在聚集系数为 1 的情况，所以存在完全图，即一种强连接图，表明创新网络中部分组织间存在较强的集聚创新活动；当前网络中组织的合作强度仍然不是处于一个较高的水平，虽然在本文的创新网络中存在高度重视合作创新的组织，但是仍然存在大量处于较低合作水平的组织。

**Table 2.** Descriptive statistics of the main variables  
**表 2.** 变量描述性统计

变量	Obs	Mean	SD	Min	Median	Max
IP <sub>t<sub>0</sub></sub>	12,070	211.142	1025.369	0.000	18.000	34,232.000
IP <sub>t<sub>1</sub></sub>	12,070	231.128	1077.818	0.000	19.000	34,232.000
SH	12,070	1.029	0.256	0.019	1.000	1.960
BC	12,070	387.707	3648.536	0.000	0.000	183,000.00
CCT	12,070	0.255	0.415	0.000	0.000	1.000
CD	12,070	5.002	20.760	1.000	1.000	690.000
CN	12,070	26.917	114.660	2.000	7.000	3903.000
CDN	12,070	35.891	188.899	2.000	8.000	7987.000
OA	12,062	17.645	20.820	0.500	12.000	187.000
IN	12,070	25.635	106.707	1.000	8.000	4800.000

Continued

PA3	12,070	111.430	734.419	0.000	3.000	34,232.000
NS	12,070	1428.736	292.607	650.000	1559.000	1761.000
ND	12,070	0.005	0.001	0.004	0.005	0.007
EO	12,070	0.766	0.424	0.000	1.000	1.000
RO	12,070	0.140	0.347	0.000	0.000	1.000
UO	12,070	0.063	0.242	0.000	0.000	1.000
G	12,070	0.032	0.176	0.000	0.000	1.000

## 4.2. 相关性分析

本节运用 Stata16.0 统计分析软件,在本文收集的数据的基础之上,对长三角 ICT 产业创新网络中各类观测变量之间进行相关性分析,本文使用的是 Spearman 秩相关系数,是当前常用来分析非连续变量的系数,符合本文研究专利数据的特点。从表 3 可以发现本文的观测变量之间的相对系数的绝对值基本上小于 0.8,所以不存在严重多重共线性,同时所有自变量与因变量均在 1% 的显著水平上显著,表明本文所选择的自变量对因变量均存在一定的作用。

**Table 3.** Correlation analysis of variables

**表 3.** 变量相关性分析

变量	$IP_{t_0}$	$IP_{t_1}$	CD	SH	BC	CCT	CN	CDN
$IP_{t_0}$	1							
$IP_{t_1}$	0.943***	1						
CD	0.473***	0.439***	1					
SH	0.286***	0.279***	0.424***	1				
BC	0.418***	0.400***	0.564***	0.645***	1			
CCT	0.112***	0.101***	0.136***	-0.282***	0.150***	1		
CN	0.425***	0.390***	0.840***	0.368***	0.482***	0.134***	1	
CDN	0.318***	0.303***	0.758***	0.355***	0.434***	0.084***	0.610***	1
OA	0.394***	0.368***	0.109***	0.155***	0.218***	-0.001	0.081***	0.047***
IN	0.416***	0.388***	0.753***	0.356***	0.519***	0.221***	0.626***	0.597***
PA3	0.712***	0.617***	0.335***	0.245***	0.329***	0.043***	0.300***	0.206***
NS	0.093***	0.049***	-0.0140	-0.018**	0.031***	0.049***	0.051***	-0.109***
ND	-0.122***	-0.054***	0.042***	0.031***	-0.023**	-0.065***	-0.071***	0.218***
EO	-0.236***	-0.250***	-0.053***	-0.181***	-0.204***	0.042***	-0.019**	-0.057***
RO	0.124***	0.124***	0.025***	0.092***	0.087***	-0.033***	0.003	0.025***
UO	0.318***	0.330***	0.113***	0.200***	0.260***	-0.007	0.084***	0.102***
G	-0.113***	-0.095***	-0.078***	-0.019**	-0.039***	-0.026***	-0.076***	-0.054***

Continued

变量	OA	IN	PA3	NS	ND	EO	RO	UO	G
OA	1								
IN	0.187***	1							
PA3	0.472***	0.310***	1						
NS	0.060***	0.048***	0.150***	1					
ND	-0.075***	-0.034***	-0.184***	-0.653***	1				
EO	-0.324***	-0.147***	-0.209***	-0.023**	0.047***	1			
RO	0.100***	0.095***	0.084***	0.023**	-0.036***	-0.729***	1		
UO	0.330***	0.134***	0.305***	0.000	-0.018**	-0.467***	-0.104***	1	
G	0.131***	-0.018**	-0.082***	0.010	-0.018*	-0.328***	-0.073***	-0.047***	1

注：置信水平\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ 。

### 4.3. 回归结果

本文首先利用多元线性回归对结构洞与创新绩效进行研究，回归结果如表 4 所示，基于当前、滞后一期的因变量，模型 1 与模型 3 对控制变量进行了有效性检验，模型 2、4 在 1、3 的基础上引入了结构洞 SH 进行分析，从回归结果中可以看到，结构洞与当期、滞后一期创新绩效均呈现显著的正相关，表明结构洞对创新绩效有正向作用，假设 1 得证，本文对结构的测量方式是采用节点限制度，限制度描述的是节点所有拥有的结构洞的贫乏程度，所以本文利用 2 与节点限制度的差值来代表结构洞，即结构洞系数越高，节点所拥有的结构洞越多，如表 4 中结构洞的估计参数就保持在了较高水平，说明了创新网络中组织拥有较多的非冗余关系，有利于创新网络中的组织将有限的资源、人力、物力投入到协同创新中，从而提升创新绩。

表 5 为中心性与因变量的回归结果，其中模型 6、9 在控制变量的基础上分别增加了中心性 BC，模型 7、10 在模型 6、9 的基础上分别增加了 BC 的二次项，从而考察中心性和创新绩效的非线性关系，从回归结果中可以发现中心性二次项的系数显著为负，说明在长三角 ICT 产业创新网络中组织的网络中心性与创新绩效呈现倒 U 形的关系，假设 2 得到验证，表明基于本文样本数据，当长三角信息通信技术产业创新网络中的创新主体的中心性保持较低水平时，随着中心性的提高，一个组织能够从外部组织获得的知识、信息越多，组织的创新能力越能够得到提升；但当达到一个值时，创新主体获得的同质性知识、信息过多，反而会抑制企业的创新活动，导致创新绩效的下降。

表 6 研究了聚集系数与创新绩效之间的关系，模型 12、15 在控制变量的基础上加入了聚集系数 CCT，模型 13、16 在 12、15 的基础上加入了 CCT 的二次项，回归结果显示 CCT 的一次项、二次项均为通过回归的显著性检验，所以与创新绩效不存在非线性关系，假设 3 不成立。本文认为造成聚集系数不显著的原因可能是因为在本文样本数据中，拥有较高聚集系数的组织往往是具有较强研发实力的大型企业、高等院校，其本身具备一定的知识积累，并具有较强的研发能力，所以在合作创新的过程中，协同创新对该类组织创新能力的推动作用并不显著。



**Table 4.** Regression results of structure hole on organization innovation performance  
**表 4.** 结构洞对创新主体创新绩效的回归结果

变量	IP <sub>t0</sub>		IP <sub>t1</sub>	
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
OA	1.819***	1.732***	2.865***	2.713***
	(5.814)	(5.520)	(7.075)	(6.684)
IN	2.640***	2.601***	3.120***	3.052***
	(50.18)	(48.35)	(45.83)	(43.86)
PA3	0.919***	0.918***	0.765***	0.764***
	(118.5)	(118.4)	(76.23)	(76.12)
NS	0.0884***	0.0883***	0.108***	0.108***
	(3.290)	(3.290)	(3.113)	(3.114)
ND	43,743***	42,535***	71,624***	69,520***
	(3.243)	(3.154)	(4.103)	(3.984)
EO	-366.6***	-350.5***	-528.8***	-500.8***
	(-13.86)	(-13.06)	(-15.45)	(-14.42)
RO	-406.8***	-396.1***	-585.7***	-567.1***
	(-14.93)	(-14.45)	(-16.61)	(-15.99)
G	-416.8***	-400.7***	-597.8***	-569.8***
	(-11.75)	(-11.20)	(-13.02)	(-12.31)
SH		71.83***		125.2***
		(3.444)		(4.638)
Constant	12.12	-67.32	3.969	-134.4
	(0.116)	(-0.627)	(0.0292)	(-0.968)
Observations	12,062	12,062	12,062	12,062
R-squared	0.723	0.723	0.580	0.581
Ajusted R2	0.581	0.581	0.581	0.581

**Table 5.** Regression results of betweenness centrality on organization innovation performance  
**表 5.** 中心性对创新主体创新绩效的回归结果

变量	IP <sub>t<sub>0</sub></sub>			IP <sub>t<sub>1</sub></sub>		
	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8	模型 9	模型 10
OA	1.819*** (5.814)	1.451*** (4.678)	1.378*** (4.416)	2.865*** (7.075)	2.462*** (6.111)	2.017*** (4.997)
IN	2.640*** (50.18)	2.048*** (32.33)	2.075*** (32.13)	3.120*** (45.83)	2.471*** (30.05)	2.634*** (31.54)
PA3	0.919*** (118.5)	0.887*** (112.0)	0.889*** (111.0)	0.765*** (76.23)	0.730*** (70.98)	0.746*** (71.97)
NS	0.0884*** (3.290)	0.0757*** (2.849)	0.0751*** (2.824)	0.108*** (3.113)	0.0943*** (2.734)	0.0903*** (2.628)
ND	43,743*** (3.243)	40,206*** (3.013)	40,534*** (3.038)	71,624*** (4.103)	67,744*** (3.910)	69,746*** (4.042)
EO	-366.6*** (-13.86)	-324.3*** (-12.34)	-319.7*** (-12.12)	-528.8*** (-15.45)	-482.5*** (-14.14)	-454.1*** (-13.32)
RO	-406.8*** (-14.93)	-363.1*** (-13.41)	-358.4*** (-13.19)	-585.7*** (-16.61)	-537.8*** (-15.30)	-509.4*** (-14.50)
G	-416.8*** (-11.75)	-374.0*** (-10.63)	-367.2*** (-10.39)	-597.8*** (-13.02)	-550.9*** (-12.06)	-509.2*** (-11.14)
BC		0.0311*** (16.38)	0.0350*** (13.28)		0.0341*** (13.84)	0.0578*** (16.96)
BC2			-5.17e-08** (-2.130)			-3.15e-07*** (-10.02)
Constant	12.12 (0.116)	21.50 (0.207)	15.84 (0.153)	3.969 (0.0292)	14.26 (0.106)	-20.17 (-0.150)
Observations	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062
R-squared	0.723	0.729	0.729	0.580	0.587	0.590
Ajusted R2	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590

**Table 6.** Regression results of clustering coefficient on organization innovation performance  
**表 6.** 聚集系数对创新主体创新绩效的回归结果

变量	IP <sub>t0</sub>			IP <sub>t1</sub>		
	模型 11	模型 12	模型 13	模型 14	模型 15	模型 16
OA	1.819*** (5.814)	1.820*** (5.811)	1.843*** (5.879)	2.865*** (7.075)	1.820*** (5.811)	2.880*** (7.095)
IN	2.640*** (50.18)	2.640*** (50.18)	2.654*** (49.73)	3.120*** (45.83)	2.640*** (50.18)	3.128*** (45.28)
PA3	0.919*** (118.5)	0.919*** (118.4)	0.919*** (118.3)	0.765*** (76.23)	0.919*** (118.4)	0.765*** (76.14)
NS	0.0884*** (3.290)	0.0884*** (3.290)	0.0885*** (3.294)	0.108*** (3.113)	0.0884*** (3.290)	0.108*** (3.114)
ND	43,743*** (3.243)	43,789*** (3.244)	43,471*** (3.220)	71,624*** (4.103)	43,789*** (3.244)	71,487*** (4.091)
EO	-366.6*** (-13.86)	-366.6*** (-13.85)	-368.2*** (-13.91)	-528.8*** (-15.45)	-366.6*** (-13.85)	-529.8*** (-15.46)
RO	-406.8*** (-14.93)	-406.8*** (-14.93)	-407.2*** (-14.94)	-585.7*** (-16.61)	-406.8*** (-14.93)	-586.0*** (-16.61)
G	-416.8*** (-11.75)	-416.8*** (-11.75)	-419.8*** (-11.81)	-597.8*** (-13.02)	-416.8*** (-11.75)	-599.5*** (-13.04)
CCT		1.011 (0.0847)	-136.4 (-1.558)		1.011 (0.0847)	-78.51 (-0.693)
CCT2			140.4 (1.585)			81.24 (0.708)
Constant	12.12 (0.116)	11.67 (0.111)	15.52 (0.148)	3.969 (0.0292)	11.67 (0.111)	5.747 (0.0423)
Observations	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062
R-squared	0.723	0.723	0.723	0.580	0.723	0.580
Ajusted R2	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580

表 7 反映了合作强度与因变量之间的关系，模型 18、19 在控制变量的基础上引入了合作强度 CD，从回归结果中可以发现合作强度 CD 与创新绩效有显著的正向关系，假设 4 得证，表明了合作强度能够帮助具有合作关系的主体进行知识的获取和学习，推动组织创新能力的提升，并且由于在创新网路中，不同组织所拥有的知识存在差别，与更多的组织建立稳定的合作关系能够让组织拓宽知识的来源、渠道，从而帮助组织提升转移知识的效率和水平，从而提升创新绩效。

**Table 7.** Regression results of cooperation density on organization innovation performance  
**表 7.** 合作强度对创新主体创新绩效的回归结果

变量	IP <sub>t0</sub>		IP <sub>t1</sub>	
	模型 17	模型 18	模型 19	模型 20
OA	1.819***	1.485***	2.865***	2.402***
	(5.814)	(4.799)	(7.075)	(6.007)
IN	2.640***	1.544***	3.120***	1.600***
	(50.18)	(19.00)	(45.83)	(15.24)
PA3	0.919***	0.892***	0.765***	0.728***
	(118.5)	(114.1)	(76.23)	(72.09)
NS	0.0884***	0.0918***	0.108***	0.113***
	(3.290)	(3.460)	(3.113)	(3.295)
ND	43,743***	50,252***	71,624***	80,655***
	(3.243)	(3.771)	(4.103)	(4.685)
EO	-366.6***	-318.7***	-528.8***	-462.4***
	(-13.86)	(-12.14)	(-15.45)	(-13.63)
RO	-406.8***	-361.1***	-585.7***	-522.4***
	(-14.93)	(-13.36)	(-16.61)	(-14.96)
G	-416.8***	-360.1***	-597.8***	-519.1***
	(-11.75)	(-10.23)	(-13.02)	(-11.42)
DC		28.67***		39.78***
		(17.53)		(18.82)
Constant	12.12	-98.90	3.969	-150.0
	(0.116)	(-0.953)	(0.0292)	(-1.119)
Observations	12,062	12,062	12,062	12,062
R-squared	0.723	0.730	0.580	0.592
Ajusted R2	0.592	0.592	0.592	0.592

本文使用知识流入以及知识流出代表创新网络中创新主体之间的知识流动，并且利用创新网络中组织的联合申请专利的引用专利数用以代表知识流入，利用被引用专利数代表知识流出，表 8 为长三角信息通讯技术产业知识流入对创新绩效的回归结果，表 9 为长三角信息通讯技术产业知识流出对创新绩效的回归结果。

**Table 8.** Regression results of cite numbers on organization innovation performance  
**表 8.** 专利引用数对创新主体创新绩效的回归结果

变量	IP <sub>t0</sub>			IP <sub>t1</sub>		
	模型 21	模型 22	模型 23	模型 24	模型 25	模型 26
OA	1.819*** (5.814)	1.865*** (5.965)	1.870*** (5.975)	2.865*** (7.075)	2.911*** (7.192)	2.838*** (7.004)
IN	2.640*** (50.18)	3.053*** (32.69)	3.057*** (32.44)	3.120*** (45.83)	3.539*** (29.27)	3.479*** (28.53)
PA3	0.919*** (118.5)	0.914*** (116.9)	0.913*** (116.9)	0.765*** (76.23)	0.760*** (75.10)	0.761*** (75.22)
NS	0.0884*** (3.290)	0.0908*** (3.383)	0.0908*** (3.382)	0.108*** (3.113)	0.111*** (3.184)	0.111*** (3.189)
ND	43,743*** (3.243)	44,315*** (3.289)	44,277*** (3.286)	71,624*** (4.103)	72,205*** (4.139)	72,707*** (4.169)
EO	-366.6*** (-13.86)	-361.7*** (-13.69)	-361.8*** (-13.69)	-528.8*** (-15.45)	-523.9*** (-15.31)	-523.2*** (-15.29)
RO	-406.8*** (-14.93)	-406.6*** (-14.94)	-406.8*** (-14.94)	-585.7*** (-16.61)	-585.6*** (-16.62)	-583.8*** (-16.57)
G	-416.8*** (-11.75)	-416.4*** (-11.75)	-416.9*** (-11.76)	-597.8*** (-13.02)	-597.5*** (-13.02)	-591.2*** (-12.88)
CN		-0.435*** (-5.347)	-0.463*** (-4.063)		-0.441*** (-4.190)	-0.0652 (-0.442)
CN2			1.34e-05 (0.356)			-1.77e-04*** (-3.634)
Constant	12.12 (0.116)	2.982 (0.0285)	3.633 (0.0347)	3.969 (0.0292)	-5.299 (-0.0391)	-13.91 (-0.103)
Observations	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062
R-squared	0.723	0.724	0.724	0.580	0.581	0.581
Ajusted R2	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581

**Table 9.** Regression results of cited numbers on organization innovation performance  
**表 9.** 专利被引用数对创新主体创新绩效的回归结果

变量	IP <sub>t0</sub>			IP <sub>t1</sub>		
	模型 27	模型 28	模型 29	模型 30	模型 31	模型 32
OA	1.819*** (5.814)	1.847*** (5.901)	1.774*** (5.671)	2.865*** (7.075)	2.841*** (7.011)	2.689*** (6.656)
IN	2.640*** (50.18)	2.767*** (36.19)	2.586*** (31.53)	3.120*** (45.83)	3.014*** (30.44)	2.637*** (24.90)
PA3	0.919*** (118.5)	0.915*** (114.9)	0.916*** (115.2)	0.765*** (76.23)	0.769*** (74.60)	0.771*** (75.10)
NS	0.0884*** (3.290)	0.0899*** (3.346)	0.0867*** (3.230)	0.108*** (3.113)	0.107*** (3.075)	0.100*** (2.894)
ND	43,743*** (3.243)	45,490*** (3.368)	39,863*** (2.949)	71,624*** (4.103)	70,168*** (4.013)	58,468*** (3.349)
EO	-366.6*** (-13.86)	-365.7*** (-13.83)	-364.3*** (-13.80)	-528.8*** (-15.45)	-529.5*** (-15.47)	-526.6*** (-15.44)
RO	-406.8*** (-14.93)	-407.4*** (-14.96)	-404.3*** (-14.86)	-585.7*** (-16.61)	-585.2*** (-16.59)	-578.6*** (-16.47)
G	-416.8*** (-11.75)	-417.4*** (-11.77)	-410.8*** (-11.59)	-597.8*** (-13.02)	-597.2*** (-13.01)	-583.3*** (-12.75)
CDN		-0.0892** (-2.297)	0.261*** (3.744)		0.0743 (1.479)	0.802*** (8.913)
CDN2			-7.13e-05*** (-6.043)			-1.48e-04*** (-9.731)
Constant	12.12 (0.116)	0.437 (0.00416)	27.67 (0.264)	3.969 (0.0292)	13.70 (0.101)	70.33 (0.519)
Observations	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062	12,062
R-squared	0.723	0.723	0.724	0.580	0.580	0.583
Ajusted R2	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583	0.583



模型 22、25 在模型 21、24 对控制变量进行有效性检验的基础上引入了专利引用数 CN，考察知识流动中的知识流入对创新绩效的影响，模型 23、26 在模型 22、25 的基础上加入了专利引用数 CN 的二次项，从而观察长三角 ICT 产业创新网络中知识流入与创新绩效的非线性关系；模型 28、31 均引入了专利被引用数 CDN，用以检验知识流出对创新绩效的独立效应，模型 29、32 在模型 28、31 的基础上加入了被引用专利数的二次项，以此检验知识流出与创新绩效之间的非线性关系，从模型 26 和模型 28、31 的回归结果中可以看出，知识流入以及知识流出与创新绩效均呈现倒 U 形关系，假设 5a 及 5b 得证，模型 23 中 CN 的二次项未通过显著性检验，考虑到模型 26 中知识流入与创新绩效存在显著关系，我们认为知识流入对创新绩效的影响存在一定的滞后性，这也间接证明了引入滞后一期数据的正确性。这就意味知识流动对创新绩效的作用曲线存在着一个顶点，使得知识流入对组织创新绩效的作用最佳。

## 5. 研究结论与展望

### 5.1. 研究结果

首先，在长三角 ICT 产业创新网络中，结构洞对创新绩效有着显著的正向作用，表明了创新网络中组织所拥有的结构洞的数量越多，该组织就越容易成为网络中的“核心企业”，从而成为连接其他节点时桥梁的作用，处于该位置的组织往往能够获得更多的信息，从而利于其自身的创新活动，促进其创新绩效。

然后，在长三角 ICT 产业创新网络中组织的网络中心性与创新绩效呈现倒 U 形的关系，表明中心性在最初对组织有一定的正向的作用，但是一旦组织的中心性到达一定的程度，可能导致组织接触到的资源多为同质性资源、知识，导致资源的冗余，进而影响到企业的创新能力。

其次，聚集系数对长三角 ICT 产业创新网络中组织的创新绩效没有显著的相关关系，本文认为是可能由于用于较高聚集系数的组织往往为网络中创新能力、实力较为雄厚的组织机构，所以聚集系数对其的创新能力没有显著的作用，需要后续对组织的规模进一步进行分析、研究。

再次，在长三角 ICT 产业创新网络中合作强度对创新绩效有显著的正向作用，表明组织在和外部组织进行高频率的合作、交流的同时能让组织获得异质性资源、知识，扩展组织的知识来源，并且在组织间合作次数不断提升的同时，组织之间的信任也得到了强化、加深，使得知识在组织间转移到的效率得以进一步优化，从而对组织的创新绩效产生积极影响。

最后，在长三角 ICT 产业创新网络中知识流动与创新绩效呈现倒 U 形的关系，表明知识流动对创新绩效的影响是先上升再下降，知识流动在最初的上升阶段能够让创新网络中的组织获得更多的非结构化知识，诸如隐性知识，所以组织对其知识体系的更新速度也能够得到提升，进而促进其创新效率，并且在知识流动的过程中，其二元创新的能力也能够得到优化，从而使得组织的创新绩效得以提升，但是当知识流动到达一定程度后，组织容易掉入信息冗余、“异质性陷阱”等效应中，当组织拥有较高水平的知识流动时，组织会吸纳大量不同种类的异质性知识，导致知识过度冗余，增加组织对于资源配置的成本，因为组织在配置资源的时候需要花费大量的成本去搜寻相应的知识、资源，与此同时，高水平的知识流动会导致核心组织一味追求知识、资源的多样化从而落入“异质性陷阱”，导致组织无法专一进行创新、研发，从而影响其创新能力，进而抑制其创新绩效。

### 5.2. 建议与启示

首先，从宏观角度出发提出如下建议，政府应当以市场为导向，企业为主体，高校、科研院所为推手，增强长三角 ICT 产业研发投入的动力机制，推动长三角 ICT 产业中的组织发起联合研发的项目，增进彼此之间的合作关系，共同提高合作的水平，优化组织间知识传播的渠道，从而提升区域组织的创新

动力；拓宽金融渠道，成立合作研发专项资金，保证组织有动力与外部主体进行合作研发，并且有资金保证来发起跨组织间的合作，进而提升组织进行合作的积极性。

然后从微观角度出发，组织应当加强与其他组织的创新合作活动，提高合作研发的频率以及合作的深度，即提升组织间的合作强度，从而促进组织间的交流，使得结构化以及非结构化知识能够在合作的过程中保持较高水平的传递；同时创新网络中的组织应当积极地与拥有较多结构洞以及占据较高水平中心性的组织进行合作，从而获得高质量的知识、信息、资源，推动自身创新能力的提高；最后组织间进行合作的同时也应当注意知识的选取工作，避免无止境地吸纳大量无关知识，导致信息冗余，组织无法专一地进行纵向研发工作，从而阻碍组织创新能力的提升。

## 参考文献

- [1] Dicken, P. (2004) Geographers and “Globalization”: (Yet) Another Missed Boat? *Transactions of the Institute of British Geographers*, **29**, 5-26. <https://doi.org/10.1111/j.0020-2754.2004.00111.x>
- [2] Guan, J. and Liu, N. (2016) Exploitative and Exploratory Innovations in Knowledge Network and Collaboration Network: A Patent Analysis in the Technological Field of Nano-Energy. *Research Policy*, **45**, 97-112. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.08.002>
- [3] Markóczy, L., Li, S.S., Peng, M.W., et al. (2013) Social Network Contingency, Symbolic Management, and Boundary Stretching. *Strategic Management Journal*, **34**, 1367-1387. <https://doi.org/10.1002/smj.2072>
- [4] 徐露允, 曾德明, 张运生. 知识网络密度与双元创新绩效关系研究——基于知识基础多元度的调节效应[J]. 研究与发展管理, 2018, 30(1): 72-80.
- [5] 陶菊颖. 企业网络中心性与技术创新绩效的实证研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京航空航天大学, 2013.
- [6] Fornahl, D., Broekel, T. and Boschma, R. (2011) What Drives Patent Performance of German Biotech Firms? The Impact of R & D Subsidies, Knowledge Networks and Their Location. *Papers in Regional Science*, **90**, 395-418. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00361.x>
- [7] Hausman, A. (2001) Variations in Relationship Strength and Its Impact on Performance and Satisfaction in Business Relationships. *Journal of Business & Industrial Marketing*, **16**, 600-616. <https://doi.org/10.1108/EUM000000006194>
- [8] Wersching, K. (2007) Agglomeration in an Innovative and Differentiated Industry with Heterogeneous Knowledge Spillovers. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, **2**, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s11403-006-0010-y>