



软科学  
Soft Science  
ISSN 1001-8409, CN 51-1268/G3

## 《软科学》网络首发论文

题目：数字经济时代企业的知识产权保护——基于内部网络防御视角  
作者：郭颖，魏佳奇，段炜钰  
收稿日期：2022-04-04  
网络首发日期：2022-12-26  
引用格式：郭颖，魏佳奇，段炜钰. 数字经济时代企业的知识产权保护——基于内部网络防御视角[J/OL]. 软科学.  
<https://kns.cnki.net/kcms/detail//51.1268.G3.20221223.0910.001.html>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

## 数字经济时代企业的知识产权保护——基于内部网络防御视角

郭颖，魏佳奇，段炜钰

(中国政法大学 商学院，北京 100088)

**摘要：**从网络视角出发分析内部网络在保护企业知识方面的作用，关注企业内部的合作网络和知识网络的小世界性，在回顾文献的基础上，提出了数字经济与上述两类内部网络小世界性之间关系的基本假设，并利用上市公司的专利数据和省级数字经济综合指数进行实证检验。结果表明：数字经济发展水平与企业内部合作网络的小世界性呈显著正向关系，而与企业内部知识网络的小世界性呈显著负向关系，即企业会通过加强合作网络小世界性增加社会关系复杂度，并减少知识网络的小世界性降低知识关联度来应对数字经济时代知识保护不充分的外部条件。总结来看，内部网络为企业的知识保护提供了额外的力量，企业可以通过调整内部网络的小世界性来应对数字经济带来的知识泄露的风险。

**关键词：**数字经济；内部网络；小世界性；知识保护

## Protecting the intellectual property of enterprises in the era of digital economy——Based on the perspective of internal network defense

GUO Yin, WEI Jia-qi, DUAN Wei-yu

(School of Business, China University of Political Science and Law, Beijing 100088)

**Abstract:** From the perspective of network, this paper analyzes the role of internal network in protecting enterprise knowledge and focuses on the small-world of cooperation network and knowledge network within enterprises. On the basis of reviewing the literature, this paper puts forward the basic hypothesis of the impact of the digital economy on the small-world of the above two types of internal networks, and uses the patent data of listed companies and the provincial comprehensive index of digital economy for empirical test. The results show that the development level of the digital economy has a significant positive relationship with the small-world of the enterprise's internal cooperation network, and a significant negative relationship with the small-world of the enterprise's internal knowledge network, that is, enterprises will increase the complexity of social relations by strengthening the small-world of the cooperation network, and reduce the small-world of the knowledge network and reduce the degree of knowledge relevance to deal with the external conditions of insufficient knowledge protection in the digital economy era. In conclusion, the internal network provides additional power for enterprise knowledge protection, and enterprises can deal

---

收稿日期：2022-04-04

基金项目：国家自然科学基金项目(71874013)；北京市习近平新时代中国特色社会主义思想研究中心项目(LLGLC026)；中国政法大学钱端升杰出学者支持计划资助项目(19020206)

作者简介：郭颖(1984—)，女，山西太原人，博士、教授、博士生导师，研究方向为技术创新管理与创新经济(通讯作者)；魏佳奇(1994—)，男，河北石家庄人，博士研究生，研究方向为数字创新与创新经济；段炜钰(1995—)，女，河北廊坊人，博士研究生，研究方向为创新经济学。

with the risk of knowledge leakage brought by the digital economy by adjusting the small-world of the internal network.

**Key words:** digital economy; internal network; small-world; knowledge protection

## 引言

“数字经济”已成为我国经济发展的重要主题，在推动我国转变经济增长方式、打造新发展格局方面发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。据中国信通院（2021）数据显示，2020年，我国数字经济规模达到39.2万亿元，占GDP比重为38.6%，同比名义增长9.7%。然而数字经济的蓬勃发展也给社会带来了前所未有的新问题和新的挑战。依托大数据、云计算、人工智能等技术为主要驱动力的数字经济改变了知识的传播模式，使知识的获取和模仿更加方便、快捷、低成本，但这些变化也对知识创新的价值和保护产生了深远影响，使知识所有者对知识的控制大大降低<sup>[2]</sup>。与此同时，去中心化、虚拟化和网络化的环境一方面促进了知识创造者之间的密切合作和交流，另一方面也增加了知识意外泄露的风险<sup>[3]</sup>。因此，在数字经济时代，如何保护知识产权将成为一个核心问题<sup>[4]</sup>。

企业是数字经济中最为活跃的主体，企业的知识对于企业生存和保持竞争优势至关重要<sup>[5]</sup>。越来越多的企业依靠知识来创造价值并获取利润，但大多数企业发现它们很难防止知识进一步扩散，尤其是在数字经济背景下，数字化赋能通过资源赋能增加了不同创新主体的知识量和信息流，降低了其他企业获取知识资源的门槛和所需付出的交易成本，企业的知识面临着更大被占用的可能性<sup>[6-8]</sup>。鲁若愚<sup>[9]</sup>等人指出，企业基于内部知识和其他资源，通过识别网络机会，利用不同类型的网络关系来获取稀缺的知识资源，提升创新能力，而数字经济带来资源赋能对企业的网络结构产生了较大冲击，随着知识资源的爆炸增长，企业必须嵌入更多的网络关系中来获得更多样化的知识资源，这使得企业可能会无意识的将知识暴露给更多的竞争对手或合作伙伴。学者们长期以来一直在研究企业为保护其知识的创新成果不被盗用可以采取的防御措施。吴超鹏和唐葭等<sup>[10-12]</sup>指出，要想降低企业知识被侵占的风险，必然需要强有力的知识产权保护，而政府完善知识产权保护制度可以形成良好的激励效应，实现企业创新的可持续发展。但是法律保护只能在非常有限的程度使企业知识免遭侵占<sup>[13]</sup>。Ilvonen<sup>[14]</sup>等认为，造成企业知识泄露的原因主要有两个：一是由于外部原因造成不必要的知识溢出和竞争对手对知识的占用；二是企业内部缺乏对知识的安全管理和保密机制。目前，大多数学者仅关注了知识泄露的外部因素，他们认为网络关系是企业获取外部知识资源的主要途径<sup>[15]</sup>，而企业的外部合作关系增加了知识泄露的风险，因此网络防御可能会为减少竞争造成的知识损失提供额外的力量，所以这些学者从网络视角出发，发现企业可能会为了保护知识而改变外部网络的组成和结构<sup>[16-17]</sup>。而Inkpen<sup>[18]</sup>等人则表示，由于员工处在社会网络之中，知识泄漏是不可避免的，企业内部员工管理和技术知识管理更为重要，因此内部网络在解释知识保护方面的作用更值得被充分关注。考虑到企业向外部进行知识搜索，并从不同渠道获取知识资源已成为时代的主流，改变企业外部网络结构进行知识保护很可能会阻碍企业创新能力的提升，因此本文重点关注企业的内部网络，探讨企业主动改变内部网络结构是否能够增加其他企业对本企业知识资源的搜索和盗用的壁垒，以此应对数字经济带来的知识泄露风险。

内部网络有多种形式，其中员工互动和知识相关性是进行知识转移和搜索的主要途径，因此本文关注企业内部的合作网络（ICN）和知识网络（IKN）。合

作网络是企业内部专利发明人的网络，知识网络是企业知识库中的要素以及这些要素之间的联系构成的网络<sup>[17]</sup>。本文主要探讨在数字经济发展水平较高的地区，企业是否可以通过适当调整这两类内部网络的结构来提高知识的模仿壁垒，因此本文关注这两个内部网络的一个结构属性：小世界。在具有小世界结构的网络中，节点的联系更加紧密，并且一个节点到达其余节点的路径长度相对较短，鉴于小世界结构可以影响知识搜索和转移的效率，因此它可能对企业的知识保护具有重要意义<sup>[19-20]</sup>。

基于以上分析，本文使用量化的实证分析方法，从网络视角出发，探究企业内部网络的小世界结构是否能够以不同的机制替代知识保护不充分的外部环境。为此，本研究以医药制造业、仪器仪表制造业、和计算机、通信和其他电子设备制造业上市公司为研究对象，通过构建企业内部网络，结合社会网络分析和文献计量学的方法对数字经济与企业内部网络小世界结构的关系进行探讨。

## 1 研究设计

### 1.1 理论分析与研究假设

数字经济的发展改变了企业信息资源流动的成本，使企业知识更容易转移，也容易复制<sup>[21]</sup>，企业知识面临更大被占用的可能性。一些学者已经将网络视角引入了企业知识防盗的研究中，本文主要研究企业内部的合作网络和知识网络，并关注这两类内部网络整体的小世界结构，因为这种结构不仅能够很好的描述现实中人类社会网络的特征，而且与知识扩散惊人地相关<sup>[17]</sup>。本文强调小世界的两个重要属性：聚集系数和平均路径。聚集系数影响着网络中信息的丰富程度，平均路径则会影响行动者识别新机会的倾向<sup>[17]</sup>。现有研究仅讨论了小世界结构在信息交换和知识流动中的作用，但其在知识保护中的作用尚未引起足够重视。因此，本节从内部网络视角对数字经济对内部网络小世界性的影响做出推论。

#### 1.1.1 数字经济与内部合作网络小世界

数字经济增加了社会环境的开放性、强互动性和不确定性<sup>[22]</sup>。许多企业通过数字技术来降低沟通成本，提升创新网络的连通性，这也使得企业对知识集成和异质性的需求提出了更高的要求，企业需要进一步重塑创新网络中的知识创造与共享过程<sup>[23]</sup>。在数字经济的推动下，企业间的网络效应不断强化，为企业内部与企业之间的双向知识连接提供了可能，同时沟通渠道数量的增加不仅促进了预期的知识转移，而且降低了企业对它们的控制，企业间知识共享的边界也变得越来越模糊<sup>[14,24]</sup>。知识保护的重要性在数字经济背景下被不断放大，互联网和数字化技术的应用提高了企业通过社会网络获取知识的效率，企业能够轻易的访问到重要信息，其他利益相关者不需要付出相应的成本就可以从窃取的创新中获利，这种“搭便车”行为越来越普遍，极大提高了企业保护其知识的难度<sup>[25]</sup>。专利发明人处于不同的社会关系中，企业通过这种复杂的社会关系进行知识转移，并影响着组织或个人的资源获取、信息传播和思想互动，借助数字经济带来的信息传播的便利，企业不可避免的会将知识泄露给竞争对手<sup>[5]</sup>。而企业内部合作网络的小世界结构可以使这种社会关系更加复杂，因此其他公司需要付出更大的努力才能解释和模仿其复杂的活动<sup>[26-27]</sup>。一些学者指出，在具有较高小世界性的合作网络中，过高的集中度抑制了知识的转移，网络主体只与少数几个关系密切的伙伴分享信息，并在这一集群中形成共同的规范和信任，外界无法通过对一个或几个员工进行信息传递或招聘来获得有价值的创新，企业知识也就很难被理解和模仿<sup>[17]</sup>。因此，在数字经济发达的地区，企业内部需要依赖复杂的协作来维持自己的

核心卖点和优势。基于上述分析，提出如下假设：

**H1:** 在数字经济发展水平较高的地区，企业会建立具有较高小世界性的内部合作网络。

### 1.1.2 数字经济与内部知识网络小世界

与合作网络不同，知识网络是基于知识相关性构成的，它强调了科学和技术知识要素之间的决定性联系，为发明者之间寻找新的知识元素提供了便利，因此在一个具有小世界属性的知识网络中，随机选择的两个知识元素可能是高度相关的，并通过少量的联系连接在一起<sup>[28-29]</sup>。知识网络的小世界结构使企业知识更容易在高效连通的信息网络和数字应用环境中被深入搜索，竞争对手只需要在现有的知识网络中利用知识相关性访问少量的知识单元，就可以获得企业的核心技术知识，增加其合并或模仿的机会<sup>[30]</sup>。而当知识网络中的知识元素不紧密连接时，分散的信息会增加模仿者的搜索成本，使不同来源的信息难以理解和合并，因而其他公司获取的少量知识元素通常不会对企业造成较大损害<sup>[31]</sup>。因此，当数字经济发展水平较高时，企业可能更倾向于降低知识网络的小世界性来隐藏其核心知识要素之间的联系，增加模仿者解读其核心知识的难度。基于上述分析，提出如下假设：

**H2:** 在数字经济发展水平较高的地区，企业会建立具有较低小世界性的内部知识网络。

## 1.2 变量定义及变量测度

### 1.2.1 被解释变量

本文有两个因变量：企业内部合作网络小世界性和知识网络的小世界性。根据企业拥有的专利数据，本文每单位时间为每个企业构建一个合作网络和知识网络。合作网络是指企业专利发明人的网络，每个节点表示专利的一个发明人，节点连线表示两个发明人之间存在合作关系；知识网络中的节点表示专利前四位 IPC 分类号，节点连线表示两个 IPC 代码同时在一篇专利中出现。

本文计算了每个网络小世界结构的聚集系数 ( $CC$ ) 和平均路径长度 ( $PL$ )，并借鉴 Uzzi 和 Spiro 提出的小世界商 ( $Q$ ) 来量化上述两个内部网络的小世界性<sup>[32]</sup>。节点  $i$  的聚集系数计算式如公式 (1) 所示：

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

其中， $k_i$  是与  $i$  直接相连的邻居节点数量， $e_i$  是节点  $i$  的邻接点之间实际存在的边数。 $CC$  的计算式如式 (2) 所示：

$$CC = \frac{1}{N} \sum_i C_i \quad (2)$$

其中， $N$  为网络中节点的总数。整个网络的平均路径长度计算方法如式 (3) 所示：

$$PL = \sum_{i \neq j \in V} d_{ij} / \frac{1}{2} N(N-1) \quad (3)$$

其中， $d_{ij}$  为节点  $i$  和节点  $j$  之间的最短路径长度。在计算小世界商 ( $Q$ ) 时，本文将  $CC$  和  $PL$  的实际值与一个同等规模的随机网络中二者的值相对比，计算式如式 (4) 所示：

$$Q = \alpha(CC/C_R) / \beta(PL/L_R) \quad (4)$$

其中， $\alpha = 1/N$ ， $\beta = \ln(N)$ ， $C_R$ 和 $L_R$ 表示具有相同节点数和平均度的随机网络的聚集系数和平均路径长度， $C_R = k/N$ ， $L_R = \ln(N)/\ln(k)$ ，而 $k$ 表示在一个内部网络中，每个节点拥有的平均边数。考虑到企业内部网络是基于专利数据构建的，而很多企业的年度专利申请数量为0，且专利数量分布存在明显的厚尾现象<sup>[33]</sup>，因此，本文对两个内部网络的小世界加1后取自然对数，分别记为 $ICN\_Q$ 和 $IKN\_Q$ 。

### 1.2.2 解释变量

本文采用数字经济综合指数作为解释变量。目前，对数字经济的测度还没有形成统一的标准，许多学者已经从不同维度为相关指标体系的建立提供了思路<sup>[1, 34]</sup>。考虑到数据的可得性，本文借鉴赵涛<sup>[35]</sup>等对数字经济变量的处理方法，采用中国数字普惠金融指数、互联网普及率、相关从业人员情况、相关产出情况和移动电话普及率五个指标进行度量。其中，中国数字普惠金融指数由北京大学数字金融研究中心和蚂蚁金服集团共同编制完成<sup>[36]</sup>；其余4个指标的数据来自《中国统计年鉴》，互联网普及率通过每百人互联网接入用户计算；相关从业人员情况指计算机服务和软件业从业人员占城镇单位从业人员比重；相关产出情况通过计算人均电信业务总量得到；移动电话普及率则使用每百人移动电话用户数表示。之后，利用主成分分析法，将上述标准化后的数据进行降维处理，得到综合的数字经济发展指数，并记为 $Digit$ 。

### 1.2.3 控制变量

借鉴以往的研究<sup>[17, 34, 37]</sup>，本文对以下可能影响企业内部网络小世界结构的企业因素以及外部因素进行控制：（1）研发生产率；（2）企业成长性；（3）股权集中度；（4）企业规模；（5）企业年龄；（6）所有权性质；（7）财务杠杆；（8）地区经济发展水平。除研发生产率来自专利数据外，其余控制变量数据来自CSMAR数据库和《中国统计年鉴》。各变量的具体定义如表1所示。

表1 变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	合作网络小世界	$ICN\_Q$	实际网络聚集系数和平均路径长度与同规模随机网络的比值加1取对数
	知识网络小世界	$IKN\_Q$	企业所在地区数字经济的综合发展指数
解释变量	数字经济综合指数	$Digit$	企业申请的专利数量的对数（营业收入增长额/上期营业收入）对数
控制变量	研发生产率	$RD\_pro$	企业前10位股东持股比例之和
	成长性	$Gro$	企业年末总资产的对数（当前年份-成立年份）对数
	股权集中度	$Share$	国企记为1，其他记为0
	企业规模	$Siz$	企业的资产负债率
	企业年龄	$Age$	
	所有权性质	$Sta$	
	财务杠杆	$Lev$	

### 1.3 模型设定

本文的企业内部合作网络和知识网络均采用文本挖掘与可视化软件 ITGInsight<sup>[38]</sup>构建。所涉及的网络指标均采用复杂网络分析软件 Pajek 计算。各解释变量与被解释变量的关系使用 Stata 软件进行回归分析。由于在本文中存在着多个被解释变量和相同的解释变量，若构造独立的模型进行分析可能对统计显著性产生误导，因此本文使用看似无关回归（SUR）模型来解决这一问题。SUR 模型被广泛应用于被解释变量是网络特征的研究中，而本研究的误差项包含未观测到的企业特征，如吸收能力可能也会影响企业内部网络，所以本文猜测企业内部合作网络和知识网络小世界的两个模型的误差项存在相关性。结合以上分析，建立了如式（5）所示的计量模型：

$$\begin{cases} ICN\_Q_{ijt+1} = \alpha_0 + \alpha_1 Digit_{ijt} + \delta Control_{ijt} + \mu_{ijt} \\ IKN\_Q_{ijt+1} = \beta_0 + \beta_1 Digit_{ijt} + \eta Control_{ijt} + v_{ijt} \end{cases} \quad (5)$$

其中  $i$  表示企业， $j$  表示企业所在的地区， $t$  表示年， $Control_{ijt}$  表示一系列控制变量， $\mu_{ijt}$  和  $v_{ijt}$  表示随机扰动项。

本研究主要对系数  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$  的显著性感兴趣，这两个系数测量的是数字经济综合指数变化引起的 ICN 和 IKN 小世界值的变化。

## 2 实证分析

### 2.1 样本与数据

本文以医药制造业、仪器仪表制造业和计算机、通信及其他电子设备制造业三个高技术行业的上市公司作为研究对象，将重点放在 2011-2020 年一直进行研发的上市公司，并统计这些公司在此期间申请的专利情况，数据来源于国家知识产权局专利检索平台，数据收集时间为 2021 年 11 月 20 日，最终确定了 195 家公司，分布在 26 个地区，其中医药制造业上市公司 66 家，仪器仪表制造业上市公司 10 家，计算机、通信及其他电子设备制造业上市公司 119 家。由于一些公司能够在一年内构建一个网络的专利数量较少，因此本研究使用 3 年移动窗口规则进行分类，最后的面板数据涉及 2663 个观测数据。

### 2.2 描述性统计及相关性检验

本文采用 Stata16.0 对变量进行描述性统计和相关性检验，描述性统计结果如表 2 所示。由两类内部网络小世界性的标准差可知，不同企业之间的内部合作网络的小世界性差异较小，而知识网络小世界性差异偏大；数字经济综合指数的最小值为 0.4996，最大值为 8.1385，表明中国地区之间的数字经济发展不平衡。其次，研发生产率的标准差仅次于数字经济综合指数，表明样本中企业之间的研发产出存在较大差异。

由各变量之间的相关性检验结果可知，企业内部合作网络的小世界性与数字经济综合指数之间呈现出显著的正相关关系，而知识网络的小世界性则与数字经济呈现出显著的负相关关系。此外，两个内部网络的小世界性与其它变量之间也存在一定的相关性，说明本文选取的自变量和控制变量可以对因变量进行解释。

最后，本文所选变量的 VIF 值都小于 10，且 VIF 最大值仅为 1.98，因此模型不存在严重的多重共线性问题。

表 2 变量描述性统计及相关性分析

变量	均值	标准差	<i>ICN_Q</i>	<i>IKN_Q</i>	<i>Digit</i>	<i>RD_pro</i>
<i>ICN_Q</i>	0.047	0.084	1.00			
<i>IKN_Q</i>	0.153	0.185	0.122***	1.00		
<i>Digit</i>	3.308	1.811	0.046*	-0.082***	1.00	
<i>RD_pro</i>	4.169	1.307	-0.209***	-0.401***	0.028	1.00
<i>Gro</i>	0.154	0.262	0.007	0.000	0.031	-0.086***
<i>Share</i>	0.555	0.145	-0.121***	-0.044	-0.040	-0.028
<i>Siz</i>	21.962	1.089	-0.130***	-0.062**	0.025	0.358***
<i>Age</i>	2.041	0.726	-0.200***	0.032	-0.076***	0.077***
<i>Sta</i>	0.297	0.457	-0.149***	-0.051*	-0.042	0.196***
<i>Lev</i>	0.339	0.200	-0.051*	-0.032	-0.047*	0.227***
<i>Ln_GDP</i>	10.500	0.630	-0.052*	-0.138***	0.261***	0.256***

续表 2

变量	<i>Gro</i>	<i>Share</i>	<i>Siz</i>	<i>Age</i>	<i>Sta</i>	<i>Lev</i>	<i>Ln_GDP</i>
<i>Gro</i>	1.00						
<i>Share</i>	0.093***	1.00					
<i>Siz</i>	0.059**	-0.040	1.00				
<i>Age</i>	-0.128***	-0.308***	0.516***	1.00			
<i>Sta</i>	-0.109***	-0.032	0.233***	0.432***	1.00		
<i>Lev</i>	0.026	-0.158***	0.478***	0.371***	0.210***	1.00	
<i>Ln_GDP</i>	0.026	-0.050*	0.165***	0.018	-0.055***	0.107***	1.00

注：显著性水平 \* $p<0.1$ ，\*\* $p<0.05$ ，\*\*\* $p<0.01$ 。下同

### 2.3 回归分析

使用 SUR 模型的假设前提是各方程扰动项之间存在同期相关性。为此，在进行回归分析前，本文对各方程扰动项之间“无同期相关”进行了检验，检验结果显示  $p=0.023$ ，因此可以在 5% 的显著性水平上拒绝各方程的扰动项相互独立的原假设。因此，相比与单一的方程，使用 SUR 模型可以提高估计的效率。表 3 给出了数字经济对企业内部网络小世界性影响的回归分析结果。模型 1 考察了数字经济综合指数 (*Digit*) 与企业内部合作网络小世界性 (*ICN\_Q*) 间的关系，研究结果发现 *Digit* 的系数为正，且达到显著性水平，说明在数字经济发展水平较高的地区，企业更倾向于建立高度小世界性的内部合作网络来提高模仿的壁垒，以此达到保护企业知识的目的，因此假设 1 得到验证。从模型 2 的结果来看，*Digit* 与企业内部知识网络的小世界性 (*IKN\_Q*) 呈现出显著的负相关关系，说明在数字经济发展水平较高的地区，企业会建立具有低小世界性的内部知识网络，通过降低知识元素之间的联系防止企业知识被搜索和模仿，因此假设 2 成立。

表 3 回归结果

	模型 1 ( <i>ICN_Q</i> )	模型 2 ( <i>IKN_Q</i> )
<i>Digit</i>	0.003**	-0.006**
<i>RD_pro</i>	-0.012***	-0.062***
<i>Gro</i>	-0.005	0.012

<i>Share</i>	0.036**	-0.081**
<i>Siz</i>	0.001	0.017***
<i>Age</i>	-0.025***	-0.006
<i>Sta</i>	-0.007	0.007
<i>Lev</i>	0.032**	0.001
<i>Ln_GDP</i>	-0.003	-0.002
<i>cons</i>	0.124*	0.126
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.093	0.180

## 2.4 稳健性检验

### 2.4.1 工具变量检验

从实际意义来看, 本文的模型不存在反向因果的问题, 因为一个地区的数字经济综合指数是宏观变量, 不太可能受到企业内部网络小世界性的影响。但是, 一些未观测到的因素可能会影响地区数字经济的水平和企业调整内部网络小世界结构的行为。这些遗漏的变量可能会产生内生性问题, 从而影响模型估计准确性。因此, 为了确保研究结果的稳健性, 本文采用工具变量法进行稳健性检验, 弱化可能存在的内生性的影响。考虑到当地历史电信基础设施可能会通过技术水平等因素影响地区的数字经济发展, 且不会对该地区企业的内部网络小世界结构产生直接影响, 满足排他性要求, 因此本文借鉴党琳<sup>[37]</sup>等的做法, 将地区在 1984 年的邮电数据作为数字经济综合指数的工具变量。由于该工具变量为横截面数据, 因此引入一个随年度变化的变量构造面板工具变量, 最终地区数字经济综合指数的工具变量为上一年全国互联网用户数与 1984 年各地区每万人电话机数量的交互项<sup>[35]</sup>, 记为 *Avg\_Digit*。工具变量法的检验结果如表 4 所示。

表 4 工具变量检验

第一阶段回归结果		
<i>Avg_Digit</i>	<i>Digit</i> 0.005***	<i>Digit</i> 0.005***
第二阶段回归结果		
	IV: <i>Avg_Digit</i> 模型 3 ( <i>ICN_Q</i> )	IV: <i>Avg_Digit</i> 模型 4 ( <i>IKN_Q</i> )
<i>Digit</i>	0.006***	-0.019***
<i>RD_pro</i>	-0.012***	-0.063***
<i>Gro</i>	-0.006	0.030
<i>Share</i>	0.039***	-0.081**
<i>Siz</i>	0.001	0.019***
<i>Age</i>	-0.023***	-0.009
<i>Sta</i>	-0.009*	0.006
<i>Lev</i>	0.036***	0.0002
<i>Ln_GDP</i>	-0.006*	0.0001
第一阶段 F 统计量	319.58	323.984
K-P rk LM 统计量	155.665 (0.0000)	157.745 (0.0000)
K-P rk Wald F 统计量	319.580	323.984

	[16.38]	[16.38]
$R^2$	0.304	0.506

注：()内数值为P值；[]内值为 Stock- Yogo 弱识别检验 10%水平上的临界值。

由表 4 的结果可知,模型 3 和模型 4 的第一阶段 F 统计量均大于临界值 10,表明工具变量对内生变量的解释能力较强。此外, K-P rk LM 统计量均在 1%的水平下显著,可以拒绝“工具变量识别不足”的原假设。同时两个模型的 K-P rk Wald F 统计量也均在 Stock-Yogo 10%水平上的临界值,满足弱工具变量的检验条件。因此,本文选择上述工具变量具有合理性,在考虑了内生性问题后,原假设依然成立,即在数字经济发展水平较高的地区,企业更倾向于构建具有高小世界性的内部合作网络和低小世界性的内部知识网络。

#### 2.4.2 改变样本容量

为了进一步验证模型的准确性,本文替换样本后再次进行稳健性检验。参照党琳<sup>[37]</sup>等的做法,本文将样本中占比较高的非国有企业(超过 70%)单独进行回归,得到的回归结果仍然与前文保持一致,具体结果不再过多展示。因此,本文的研究结论具有较强的稳健性。

### 3 研究结论与启示

#### 3.1 研究结论

数字经济在释放经济增长潜力的同时,也给企业的知识保护带来了新的挑战,本文立足于这一事实,基于省级数字经济综合指数和专注研发的上市公司专利数据,从网络视角出发探究了企业是否倾向于调整内部网络小世界结构来应对数字经济环境下的知识泄露风险,并对数字经济与企业内部合作网络和知识网络小世界性的关系进行了实证分析。研究表明:数字经济对企业内部合作网络小世界性具有显著的正向影响,而对企业内部知识网络小世界性呈显著负向影响。究其原因,数字经济极大的降低了知识搜索、转移、复制和模仿的成本,在加剧企业间知识竞争的同时,也对企业的知识保护提出了更高要求<sup>[4]</sup>。在此情境下,企业通过网络效应获取知识资源时就增加了知识泄露的风险,而企业内部的内部合作网络小世界性和知识网络小世界性通过增加知识转移和模仿的难度,为企业在知识产权保护以外提供了额外的知识保护手段<sup>[20]</sup>。即在数字经济发展水平较高的地区,企业可以考虑建立具有更高小世界性的内部合作网络,以此增加发明人社会关系的复杂性,降低个人或组织获取知识和传播信息的便利。并建立具有更低小世界性的内部知识网络,在降低知识元素之间相关性的同时,提高竞争对手获取知识的搜索成本。从而阻止竞争对手在现有网络关系中搜索并寻找模仿的机。这一研究结论也拓展了 Yan<sup>[17]</sup>等关于企业内部网络结构可以为知识保护提供额外力量的观点,避免了企业核心知识泄露给竞争对手。

#### 3.2 贡献与启示

本文的理论贡献如下:(1)本研究从复杂网络视角出发,对企业如何通过改变内部合作网络和知识网络的小世界性,以应对数字经济带来的知识泄露风险提供了理论支撑,增强了学者对企业内部合作网络和知识网络小世界性在保护知识方面作用的理解。(2)本文关注企业两种不同的内部网络(合作网络和知识网络),并区分了它们在保护企业知识方面的基本机制。Wang<sup>[39]</sup>等人提出,合作网络中以自我为中心的结构特征限制了企业搜索创新机会和人际互动。知识网络中以自我为中心的结构特征通过知识相关性为搜索知识元素提供了认知上的便利。本文的研究结果补充了这一结论,强调了在知识传播和复制更加便捷和低

成本的数字经济背景下,企业内部合作网络和知识网络在保护企业创新方面的作用更具有普遍适用性。

就实践意义而言,本文的结果为企业管理者如何在数字经济发展水平不同的地区保护其知识产权提供了决策参考。(1)从内部合作网络的视角来看,紧密的内部组织可以保护企业知识不被竞争对手模仿。因此,在数字经济发展水平较高的地区,企业可以考虑重新安排其合作网络,增加合作网络的小世界性,为内部研发人员搭建更多的沟通渠道,进一步加强研发人员之间良好合作。例如,企业管理者通过开展部门间会议或研讨会,建立部门间协调机制并改善研发人员之间的信息共享机制。(2)从内部知识网络的视角来看,企业可以考虑重塑其知识的关联性,依靠与知识相关的措施使竞争对手难以解释和模仿其技术。例如,企业应该进一步增加其知识的广度和多样性,将知识库划分为离散的子群来分散其知识网络。同时,企业还可以考虑将知识分散在不同的研究部门,以增加竞争对手的搜索成本和时间。

本研究也存在不足之处:一是,相比于其它行业,本文选择的行业对研发具有较强的依赖性,更注重企业的知识产权保护,因此将本研究的发现推广到其它行业时需要谨慎。二是,本研究仅关注了企业内部的合作网络和知识网络,未对其他重要的内部网络展开探索,除此之外,其他类型的网络,如引文网络在知识产权保护方面的作用也值得进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 柏培文,张云.数字经济、人口红利下降与中低技能劳动者权益[J].经济研究,2021,56(05):91-108.
- [2] 孙国强,李腾.数字经济背景下企业网络数字化转型路径研究[J].科学学与科学技术管理,2021,42(01):128-145.
- [3] Pawlowski J, Bick M, Peinl R, et al. Social Knowledge Environments[J]. Business & Information Systems Engineering, 2014, 6(2): 81-88.
- [4] Chen Y. Improving market performance in the digital economy[J]. China Economic Review, 2020, 62: 1-8.
- [5] Flammer C, Kacperczyk A. Corporate social responsibility as a defense against knowledge spillovers: Evidence from the inevitable disclosure doctrine[J]. Strategic Management Journal, 2019, 40(8): 1243-1267.
- [6] Bo Y, Liao Y. From the perspective of information leakage risk life cycle: Research on high-tech enterprise counter intelligence mechanism model[J]. International Journal of Electrical Engineering Education, 2020, 1-16.
- [7] 王莉静,潘美兰.制造业企业合作创新知识共享策略研究[J].科技进步与对策,2020,37(10):128-135.
- [8] 孙国强,胡小雨,邱玉霞.大数据背景下企业网络与数字经济融合路径研究[J].中国科技论坛,2022(02):95-104.
- [9] 鲁若愚,周阳,丁奕文,等.企业创新网络:溯源、演化与研究展望[J].管理世界,2021,37(01):217-233+14.
- [10] 吴超鹏,唐葑.知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据[J].经济研究,2016,51(11):125-139.
- [11] 鲍宗客,施玉洁,钟章奇.国家知识产权战略与创新激励——“保护创新”还是“伤害创新”?[J].科学学研究,2020,38(5):843-851.
- [12] 王钰,胡海青,张琅.知识产权保护、社会网络及新创企业创新绩效[J].管理评论,2021,33(3):129-137.
- [13] Thoma J, Bizer K. To protect or not to protect? Modes of appropriability in the small enterprise sector[J]. Research Policy, 2013, 42(1): 35-49.
- [14] Ilvonen I, Thalmann S, Manhart M, et al. Reconciling digital transformation and knowledge protection: a

- research agenda[J]. *Knowledge Management Research & Practice*, 2018, 16(2): 235-244.
- [15] 王涛, 潘施茹, 石琳娜, 等. 企业创新网络非正式治理对知识流动的影响研究——基于网络能力的中介作用[J]. *软科学*, 2022, 36(05): 55-60.
- [16] Hernandez E, Sanders W, Tuschke A. Network defense: pruning, grafting, and closing to prevent leakage of strategic knowledge to rivals[J]. *Academy of Management Journal*, 2015, 58(4): 1233-1260.
- [17] Yan Y, Li J, Zhang J. Protecting intellectual property in foreign subsidiaries: An internal network defense perspective[J]. *Journal of International Business Studies*, 2021, 1-21.
- [18] Inkpen, A, Minbaeva, D, Tsang, E, W. Unintentional, unavoidable, and beneficial knowledge leakage from the multinational enterprise [J]. *Journal of International Business Studies*, 2019, 50(2): 250-260.
- [19] Iurkov V, Benito G. Domestic alliance networks and regional strategies of MNEs: A structural embeddedness perspective[J]. *Journal of International Business Studies*, 2018, 49(8): 1033-1059.
- [20] 魏奇锋, 石琳娜. 基于小世界网络的知识网络结构演化模型研究[J]. *软科学*, 2017, 31(07): 135-140.
- [21] Banalieva E R, Dhanaraj C. Internalization theory for the digital economy[J]. *Journal of International Business Studies*, 2019, 50(8): 1372-1387.
- [22] 陈晓红, 李杨扬, 宋丽洁, 等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. *管理世界*, 2022, 38(02): 208-224+13-16.
- [23] Lyytinen K, Yoo Y, Boland R. Digital product innovation within four classes of innovation networks[J]. *Information Systems Journal*, 2016, 26(1): 47-75.
- [24] Gawer A, Cusumano M. Industry platforms and ecosystem innovation[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2014, 31(3): 417-433.
- [25] Teece D. Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world[J]. *Research Policy*, 2018, 47(8): 1367-1387.
- [26] Newman M, Watts D, Strogatz S. Random graph models of social networks[J]. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*, 2002, 99: 2566-2572.
- [27] Qiao T, Shan W, Zhang M, et al. How to facilitate knowledge diffusion in complex networks: The roles of network structure, knowledge role distribution and selection rule[J]. *International Journal of Information Management*, 2019, 47: 152-167.
- [28] Schilling M. A "small-world" network model of cognitive insight[J]. *Creativity Research Journal*, 2005, 17(2-3): 131-154.
- [29] Brennecke J, Olaf R. The firm's knowledge network and the transfer of advice among corporate inventors—A multilevel network study. *Research Policy*, 2017, 46(4): 768-783.
- [30] Yayavaram S, Ahuja G. Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2008, 53(2): 333-362.
- [31] Kim M. Geographic scope, isolating mechanisms, and value appropriation[J]. *Strategic Management Journal*, 2016, 37(4): 695-713.
- [32] 郭颖, 廉翔鹏, 席笑文. 中科院产研合作对其科技成果转化影响研究[J]. *科研管理*, 2021, 42(10): 97-103.
- [33] 李春涛, 闫续文, 宋敏, 等. 金融科技与企业创新——新三板上市公司的证据[J]. *中国工业经济*, 2020(01): 81-98.
- [34] 王锋正, 刘向龙, 张蕾, 等. 数字化促进了资源型企业绿色技术创新吗? [J]. *科学学研究*, 2022, 40(02): 332-344.
- [35] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. *管理世界*, 2020, 36(10): 65-76.
- [36] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. *经济学(季刊)*, 2020, 19(04): 1401-1418.

- [37] 党琳, 李雪松, 申烁. 数字经济、创新环境与合作创新绩效[J]. 山西财经大学学报, 2021, 43(11): 1-15.
- [38] 刘玉琴, 汪雪锋, 雷孝平. 科研关系构建与可视化系统设计与实现[J]. 图书情报工作, 2015, 59(08): 103-110,125.
- [39] Wang C, Rodan S, Fruin M, et al. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation[J]. Academy of Management Journal, 2014, 57(2): 484-514.

