

“一带一路”跨国专利合作网络的局部特征与角色定位

张明倩 芦宇航

(上海外国语大学国际金融贸易学院, 上海 200083)

摘要: 基于模体识别技术挖掘“一带一路”跨国专利网络的局部特征, 将结构对等性理论应用于网络局部结构, 对“一带一路”沿线国家在跨国专利合作中所承担的角色及其动态演化特征进行研究。研究发现, 随着“一带一路”跨国专利合作网络规模的不断扩张, “一带一路”沿线国家的专利合作呈现出由少数国家主导型合作向分布式合作转变的特征; 在跨国专利合作网络局部结构中的定位表明, 我国不仅更多地与“一带一路”沿线国家建立了专利合作关系, 而且在专利合作活动中发挥了主导作用。

关键词: 专利合作网络; 局部特征; 演进特征; 角色定位; 网络模体; 结构对等性; 一带一路

中图分类号: F204

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.04.014

Micro-features of Multinational Patent Cooperation Network and Role-play of Countries on “One Belt and One Road”

ZHANG Mingqian, LU Yuhang

(School of Economics and Finance, Shanghai International Studies University, Shanghai 200083)

Abstract: Based on Motif's theory, this paper explores the micro-features of multinational patent network between countries on “One Belt and One Road”, and applies the structural equivalence theory of social network analysis to the network microstructure, and discusses the Roles and their dynamic evolution characteristics of each country in transnational patent cooperation. The result shows that: along with the continuous expansion of the scale of patent cooperation networks between countries on from a small number of countries-led cooperation to a distributed cooperation. In addition, the research also focuses on China's role in the microstructures of the transnational patent cooperation network, found that China not only established patent cooperation with more and more countries, but also played a leading role in these cooperation.

Keywords: patent cooperation network, local feature, evolution characteristic, role orientation, network motif, structural equivalence, One Belt and One Road

0 引言

经济全球化背景下, 在全球范围内开展科技创新合作已成为谋求科技发展的重要途径。“走

出去”实践经验表明, 我国与“一带一路”沿线国家的合作越来越多地呈现出资本投入、产能合作与科技创新合作相结合的态势^[1]。作为最大的技术信息源, 专利信息是科技创新成果最主要

作者简介: 张明倩 (1974—), 女, 博士, 上海外国语大学教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 宏观经济统计分析、科技创新统计(通信作者); 芦宇航 (1992—), 男, 上海外国语大学硕士研究生, 主要研究方向: 科技创新统计。

基金项目: 中央高校基本科研业务费项目“基于专利的‘一带一路’跨国技术合作模式及驱动机制研究”(2017114009); 上海外国语大学导师引领学术项目“‘一带一路’跨国专利合作网络微观合作模式及特征研究”(2017042)。

收稿时间: 2020 年 4 月 9 日。

的呈现方式^[2]，而专利合作是科技创新合作的主要形式^[3]，已从传统的点线连接转变为网络化连接^[4]。因此，对“一带一路”跨国专利合作网络进行深入研究，可以充分挖掘“一带一路”沿线国家在科技领域的合作信息，推动我国从全球视野谋划科技创新、融入全球科技创新网络的进程。

专利合作网络是由国家（地区、企业等）构成的节点集以及节点间合作关系构成的边集组合而成的复杂系统。专利数据的激增和采集的便利性极大地促进了专利合作网络相关问题的研究。有关专利合作网络的研究主要集中在以下两个方面：一是关注专利合作网络的构建及其拓扑结构特征的描述。刘凤朝等^[5]根据节点间有无专利合作关系构建专利合作无向网络；谭晓等^[6]根据连边的方向性构建专利合作有向网络；高曼等^[7]通过耦合专利合作网络拓扑结构和专利合作数量，构建专利合作加权有向网络。此类研究多采用度和度分布、网络结构熵、网络中心性和网络路径等社会网络分析指标对专利合作网络的节点、边、子图以及整个网络的拓扑结构特征进行描述。二是应用网络模型刻画专利合作网络的生成和演进特征。张古鹏^[8]和王黎莹^[9]等基于小世界网络或无标度网络的生成机制对专利合作网络的演进进行仿真模拟。随着法国多维邻近动力学派的兴起，向希尧^[10]和张明倩^[11]基于多维邻近性视角探讨专利合作网络的演进动力，研究表明网络成员间的合作关系是网络的主要连接机制，推动专利合作网络呈现出不同的网络分布特征，并向不同路径演化。

综上所述，专利合作网络的研究大多是从网络全局层面展开的，少数从微观层面的研究也多是针对节点属性的研究，而针对网络子结构，即微观合作结构，并借助其探讨网络全局拓扑结构演进则鲜有研究涉及。而网络子结构是造成复杂网络整体动态演化和功能差异的重要因素^[12-13]。模体（motif）是复杂网络的重要子结构，基于模体方法将研究聚焦于网络节点之间连接关系的路径选择，从而实现从局部层面刻画复杂网络的连

接模式，对理解复杂网络的拓扑结构及演化具有重要作用^[14]。

就“一带一路”跨国专利合作网络而言，模体反映了“一带一路”沿线国家间专利合作的连接方式，为认识跨国专利合作网络的局部特征和演化特征提供了一条可行的路径。本研究首先识别“一带一路”跨国专利合作网络的模体结构，拓展对跨国专利合作网络局部特征的认识；然后将社会网络分析的结构对等性理论应用于复杂网络的局部结构，尝试基于节点国家在局部结构中的“位置”，辨识其在跨国专利合作网络局部结构中的“角色”定位。

1 网络模体及结构“对等性”理论

作为复杂网络的基元，模体被定义为网络中频繁出现的同构子图，是复杂网络的基本拓扑结构之一^[15]，对于认识网络的局部结构具有重要意义^[13]。网络模体识别需要首先生成与真实网络具有相同度序列的随机网络；然后分别在真实网络和随机网络中挖掘特定规模的子图；最后根据模体的统计特征（ Z 值和 P 值）对其进行评定， Z 值越大， P 值越小，对应模体的统计意义越显著。为了评价模体的相对重要性，实现不同规模网络间的比较，还可以对模体的 Z 值进行归一化处理。

$$Z_i^* = \frac{Z_i}{\sqrt{Z_i^2}} \quad (1)$$

在式（1）中， Z_i^* 表示第 i 个子图的归一化 Z 值， Z_i 为子图 i 的标准化得分（即真实网络中子图 i 出现的次数与随机网络中子图 i 出现的平均次数之差除以子图 i 在随机网络中出现的标准差）。

鉴于对网络局部结构认识的需要，大量的在有向和无向网络中检测和分析网络模体的算法工具应运而生。MAVisto（Motif Analysis and Visualisation Tool）是用于探索网络中模体的工具。它为模体的分析和可视化提供了灵活的主题搜索算法和不同的视图。MAVisto是基于Gravisto（图形编辑器和用于实现图形算法的工具包），用Java编写。由于MAVisto软件检测网络模体时，随着子图规模增大，枚举和算法效率会大幅降

低,并且Barabási等^[12]指出3节点和4节点模体对复杂网络的拓扑结构和功能的解释尤为重要,因此本研究将利用MAVisto软件识别“一带一路”跨国专利合作网络的3节点和4节点模体。图1给出了无向网络中所有可能的3节点、4节点模体,并根据连通性将其定义为星型结构模体、全联通型结构模体和介于两者之间的中间型结构模体(如链型、环型和远端簇形等拓扑结构),不同类型的模体结构直接导致其所处网络在信息、物质和能量交换上的差异^[16]。星型模体(如图1中的3-1模体和4-1模体)无需构建所有节点间的连接关系,节点间的信息交换成本较低,信息交流效率仅取决于中心节点的信息输入和输出能力。与星型结构模体完全相反的是全联通型结构模体(如图1中的3-2模体和4-6模体),模体中任何两个节点间都存在连接关系,它比同等规模其他结构的模体具有更好的连通性和关联性,充分体现了专利合作研发中分布式合作的特点,所有节点间都存在联系,提高了专利合作研发参与者的聚集程度,信息处理效率上升,但其交流成本也相对较高。中间型结构模体(如图1中的4-2模体、4-3模体、4-4模体和4-5模体)的功能和特征介于二者之间。

社会网络理论指出“角色”依赖于“位置”,不同位置的节点与其他节点相互作用的方式和程度存在差异,从而形成网络中不同的行为角色。因此,根据节点在模体中的位置对其角色进行辨识是解释网络局部连接结构和节点行为的重要方

法^[17-18]。由于网络节点的中心性与其网络影响力存在正相关关系^[19],刘亮^[14]根据节点在模体中的位置和度中心性,定义节点在模体中分别承担核心(A)、中介(B)和边缘(C)角色(图1),不同的节点“角色”在创立合作关系、掌控资源分配和推动合作进程的效率方面存在差异^[16]。以4节点模体为例,模体中度为3的节点国家(即与模体中其他节点国家均存在合作关系的国家)在专利合作中往往处于主导地位(即核心角色A),模体中度为2的节点国家(即与模体中其他2个节点国家存在合作关系的国家)在专利合作中通常发挥界桥作用(即中介角色B),而模体中度为1的节点国家(即仅与模体中1个节点国家存在合作关系的国家)在专利合作中通常处于从属地位(即边缘角色C)。

2 “一带一路”跨国专利合作网络的局部特征

本研究使用的专利合作发明数据来自欧洲专利局开发的全球专利统计数据库(PATSTAT)。该数据库收录了包括欧洲专利局、美国专利商标局、日本专利局、中国知识产权局和世界知识产权组织等100多个专利机构的专利信息。本研究所建的“一带一路”跨国专利合作网络为无向无权网络,既不考虑国家间专利合作的方向性,也不考虑国家间专利合作的规模。采用MAVisto软件分别对2000年、2005年、2010年、2015年和2017年“一带一路”跨国专利合作网络的3节点

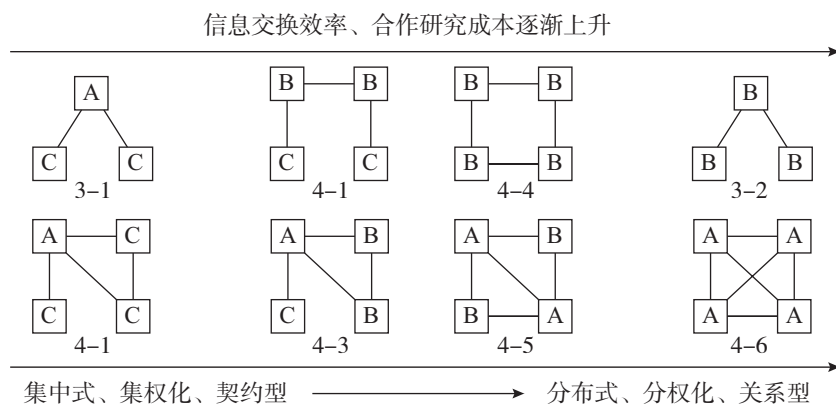


图1 3节点和4节点模体结构与功能分布

和 4 节点模体进行识别,挖掘“一带一路”跨国专利合作网络的局部特征(表 1)。

表 1 显示,2000—2017 年,随着“一带一路”跨国专利合作网络规模不断扩大,各种类型

表 1 2000—2017 年“一带一路”跨国专利合作网络的模体构成

类型	图示	年份/年	实际频次/次	Z 值	归一化 Z 值	P 值	子图浓度/%
星型结构		2000	496	0.000	0.000	1.000	90.68
		2005	1982	0.000	0.000	1.000	89.97
		2010	3079	0.000	0.000	1.000	88.83
		2015	4231	0.000	0.000	1.000	87.71
		2017	4216	0.000	0.000	1.000	87.88
		2000	1500	0.000	0.000	1.000	26.48
		2005	13165	0.000	0.000	1.000	29.35
		2010	21972	0.000	0.000	1.000	25.78
		2015	33562	0.000	0.000	1.000	24.06
		2017	32537	0.000	0.000	1.000	24.10
中间结构		2000	2648	0.120	0.031	0.472	46.74
		2005	18134	2.335	0.278	0.002	40.42
		2010	35440	2.489	0.310	0.004	41.59
		2015	56743	2.044	0.305	0.017	40.68
		2017	56030	0.967	0.164	0.169	41.50
		2000	1145	1.825	0.471	0.039	20.21
		2005	9763	3.245	0.386	0.000	21.76
		2010	19669	3.386	0.421	0.000	23.08
		2015	33836	2.717	0.405	0.005	24.26
		2017	32263	2.513	0.426	0.002	23.17
		2000	164	1.044	0.269	0.156	2.89
		2005	1556	3.542	0.422	0.000	3.47
		2010	3318	2.900	0.361	0.000	3.89
		2015	6098	2.416	0.360	0.014	4.37
		2017	5726	1.434	0.243	0.091	4.24
		2000	194	1.650	0.425	0.064	3.42
		2005	2057	3.724	0.443	0.000	4.59
		2010	4413	3.229	0.402	0.000	5.18
		2015	8406	2.857	0.426	0.005	6.03
		2017	7706	2.556	0.433	0.003	5.71
全联通型		2000	51	2.576	0.426	0.005	9.32
		2005	221	3.693	0.440	0.000	10.03
		2010	387	3.886	0.484	0.000	11.17
		2015	593	3.206	0.478	0.001	12.29
		2017	581	3.449	0.584	0.000	12.12
		2000	14	1.116	0.288	0.146	0.25
		2005	186	3.808	0.453	0.000	0.41
		2010	410	3.597	0.448	0.000	0.48
		2015	844	3.019	0.450	0.004	0.61
		2017	744	2.662	0.467	0.003	0.55

数据来源: PATSTAT 2018 秋季版。

的子图结构在真实网络中出现的频次均呈现出增长趋势。但从Z值来看,“一带一路”跨国专利合作网络中全联通型结构子图(如图1中的3-2模体和4-6模体)的数量显著高于同等规模的随机网络中全联通型结构子图的数量,形成了“一带一路”跨国专利合作网络中重要的局部特征,另外中间型子图(如图1中的4-3模体、4-4模体和4-5模体)也是显著的模体结构。归一化Z值对比的结果显示,即便控制了网络自身规模扩张的影响。在“一带一路”跨国专利合作网络中,全联通型子图均为显著的模体结构,且2000—2017年全联通型结构模体在网络中的统计显著性越来越强。其中,3节点全联通型子图(如图1中的3-2模体)的归一化Z值由2000年的0.426增长为2017年的0.584,4节点全联通型子图(如图1中的4-6模体)的归一化Z值由2000年的0.288增长为2017年的0.467。为了更直观地反映实际网络与随机网络各类型子图数量差异的变动特征,本研究还将对比结果在时间轴上进行了可视化(图2)。

图2中实线代表“一带一路”跨国专利合作真实网络中的子图数量,虚线代表随机网络中子图数量。图2显示,全联通型子图结构(3-2模体和4-6模体)和中间型子图(4-3模体、4-4

模体和4-5模体)在“一带一路”跨国专利合作网络中出现的数量显著高于在随机网络中出现的数量,而且数量差异随时间呈现日益加大的趋势。这种差异趋势在全联通型的子图结构中更为突出,而全联通型子图结构具有更好的关联性,更短的特征路径长度,专利合作国的聚集程度更高,表明“一带一路”沿线国家在专利合作中越来越多地呈现出分布式合作的特点。尽管模体结构本身并不具备专利产出功能,但专利合作国间可能存在的信息不对称,导致新的专利合作往往对过往专利合作活动具有依赖性,这种信息不对称约束下的网络选择机制会不断强化“一带一路”跨国专利合作网络呈现出的局部特征,并最终影响“一带一路”跨国专利合作网络的整体演进轨迹。

基于模体方法,在对“一带一路”跨国专利合作网络的局部特征进行讨论的基础上,本研究还对比了各种子图结构在“一带一路”跨国专利合作真实网络中的相对浓度及其变动特征。子图结构相对浓度度量的是所有真实网络中出现的子图,这些子图并非全是模体,但同样可以从另一个侧面反映在“一带一路”沿线国家创新资源、能力和地域特征存在较大差异的前提下,跨国专利合作网络呈现出的局部结构状态(图3)。结果

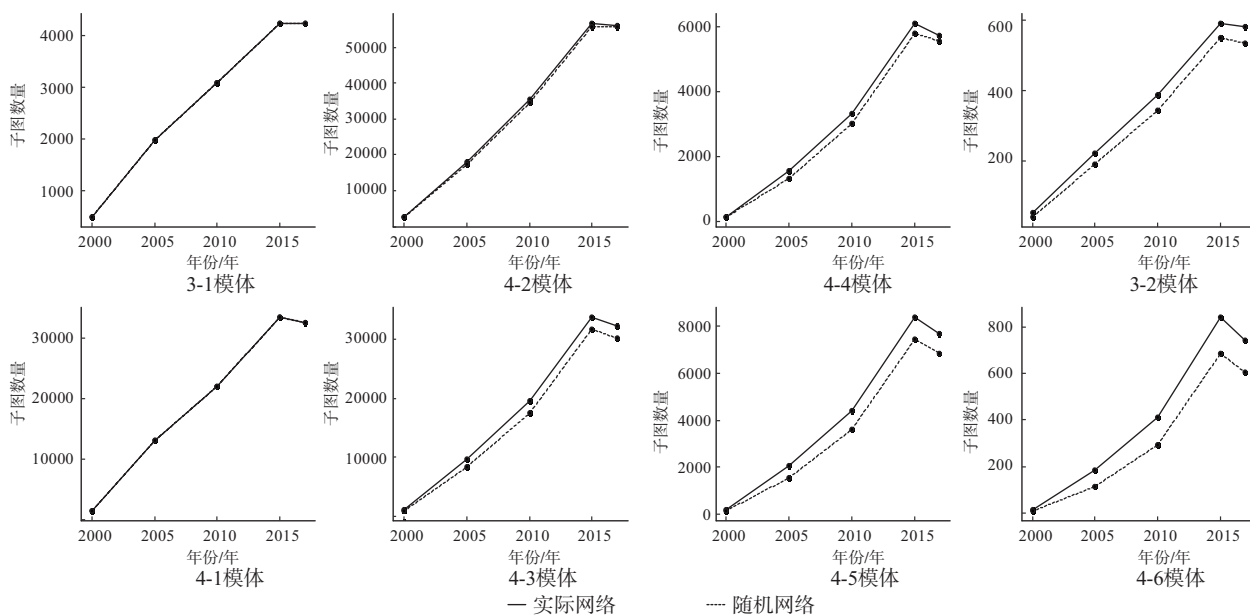


图2 “一带一路”跨国专利合作网络与随机网络对比的子图变动特征

显示“一带一路”跨国专利合作网络呈现出两个典型的局部特征：一是子图 3-1 模体、4-1 模体、4-2 模体和 4-3 模体在各年份的网络中出现的浓度均相对较高，这些子图结构在跨国专利合作中代表以某个核心国家为主导组成的专利合作结构。这是“一带一路”跨国专利合作网络在现实约束条件下呈现出的主要合作形式，即有若干活跃的国家在整体网络中发挥着主导作用，从而使“一带一路”跨国专利合作网络整体呈现出“小世界”性。二是虽然子图 3-2 模体、4-4 模体、4-5 模体和 4-6 模体目前在网络中出现的比例相对较低，但在 2000—2017 年这些子图在网络中所占比重出现了显著的上升趋势，其中全联通型子图 3-2 模体和 4-6 模体的上升趋势更为明显。这就意味着随着“一带一路”跨国专利合作网络规模的不断扩张，国家间的合作正在由少数国家主导型合作向分布式合作转变的特征，这与基于模体方法得到的“一带一路”跨国专利合作网络局部特征的演进特征一致。一方面表明随着“一带一路”国家间科技创新合作活动日益频繁，国家间已初步形成了互信互利的合作网络，实现了合作成本和效率的优化；另一方面表明“一带一路”沿线国家的科技创新实力均有不同程度的提升，可以在合作中发挥各自的优势，各司其职。

3 “一带一路”沿线国家角色多样性和演化特征

下面将社会网络分析的结构对等性理论应用于网络的局部结构，通过节点国家在网络局部结构中的位置，讨论“一带一路”沿线国家在跨国专利合作中所承担角色及其动态演化的特征。

考虑到 3 节点子图结构中角色种类较少、意义不明显，研究主要依据 4 节点子图结构中节点的位置进行讨论^[4]。MATLAB 是一种编程平台，专为工程师和科学家等科研人员设计。它可以用来进行分析数据、开发算法、创建模型及应用程序。MATLAB 的核心是 MATLAB 语言，这是一种基于矩阵的语言，是目前对数学公式进行运行计算的主流语言语言之一。本研究使用 MATLAB 软件，将 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年和 2017 年“一带一路”跨国专利合作网络对应的邻接矩阵作为输入矩阵，利用穷尽递归算法搜索 4 节点子图对应的 6 种 4×4 阶的矩阵，并对节点国家的角色种类及数量进行汇总和整理，进而分析“一带一路”沿线国家在跨国专利合作中的角色定位和演化特征。

首先考察“一带一路”跨国专利合作网络所有节点国家的网络角色定位及多样性变迁。网

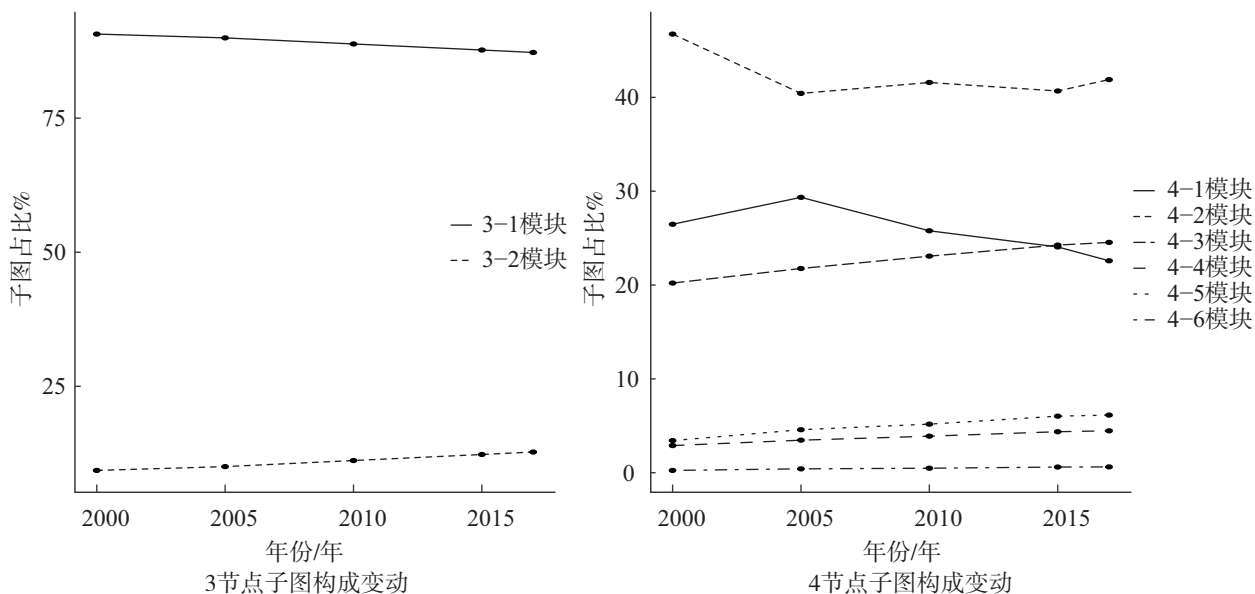


图3 “一带一路”跨国专利合作网络子图构成变动特征

络节点根据其在局部结构中所处的位置,分别被定义为核心、中介和边缘角色,图4分别展示了2000年、2010年和2017年“一带一路”沿线国家在跨国专利合作网络局部结构中的角色多样性(图4的左图)和角色定位特点(图4的右图)。图4的左图显示,“一带一路”沿线国家在跨国专利合作中具有角色多样性的特征,且这种多样性特征在2000—2017年呈现逐渐增强的趋势。2000年在参与跨国专利合作的36个国家中,只有18个国家在跨国专利合作的局部结构中同时承担核心、中介或边缘角色,而2017年在参与跨国专利合作的54个国家中,有42个国家在跨国专利合作网络的局部结构中同时承担了核心、中介和边缘角色,占比高达78%。这说明“一带一路”跨国专利合作网络在2000—2017年不仅网络规模日益扩张,而且跨国专利合作网络内部的复杂性也在不断增强,也契合了信息不对称、创新资源和能力约束下科技创新合作活动多样性的选择机制。图4的右图显示,“一带一路”沿线国家在跨国专利合作中不仅承担角色的多样性不断增强,而且2000—2017年越来越多的国家在跨国专利合作网络的局部结构中处于核心地位,在建立专利合作关系的过程中承担过主导合作活动的行为角色,拥有配置创新资源和推动专

利合作进程的能力。

研究进一步聚焦“一带一路”跨国合作专利合作网络中重要的节点国家在网络局部结构中的行为角色。鉴于网络节点的度中心性与其网络影响力存在正相关关系,节点的度中心性越高,意味着该节点在网络结构中的位置越优越,在网络中的作用越重要^[20]。本研究采用网络节点的度中心性指标^①筛选出2000年、2010年和2017年在“一带一路”跨国专利合作网络中处于前10位的重要节点国家,并对这些重要节点国家在跨国专利合作网络局部结构中承担的角色类型进行了统计(表2)。表2显示,度中心性高的国家在跨国专利合作网络局部结构中更多地承担核心角色,发挥主导作用,但同样也可以看到,2000年只有俄罗斯在跨国专利合作网络局部结构中承担核心角色的比重超过了50%,这说明2000年“一带一路”沿线国家之间的专利合作活动整体并不充分,同时也反映了2000年“一带一路”沿线国家在科技创新合作活动中的行为特征存在显著的非均衡性。而2017年已有更多的重点国家(中国、印度、以色列和俄罗斯)在跨国专利合作网络局部结构中承担核心角色,其比重均超过了50%,这意味着随着“一带一路”沿线国家之间的专利合作活动日益频繁,越来越多的国家在专

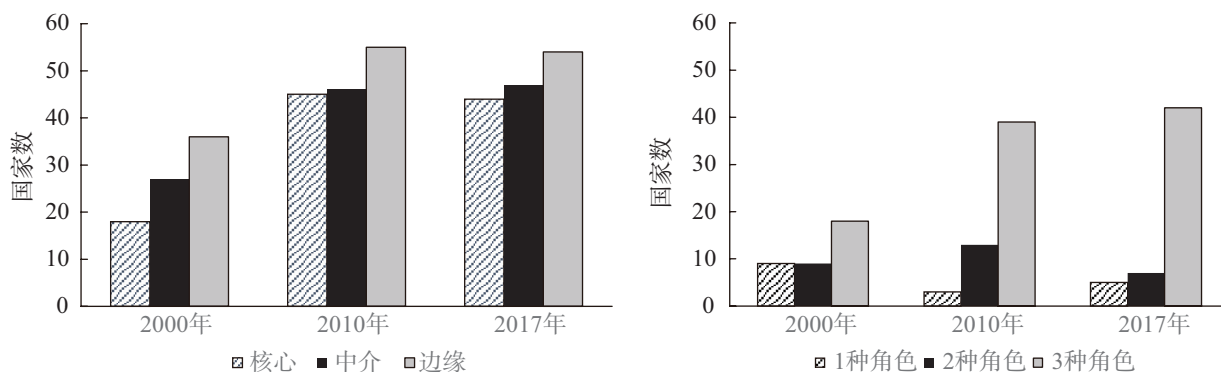


图4 “一带一路”沿线国家网络角色多样性及角色定位

① 对于拥有 g 个节点的无向网络,节点 i 的度中心性 $=\frac{\sum_{j=1}^g x_{ij}(i \neq j)}{g-1}$ 。该指标取值介于0~1。取值为0,表明节点 i 与网络中任何其他节点都不存在联系;取值为1,表明节点 i 与网络中其他节点均存在联系。

利合作活动中可以发挥配置创新资源、推动合作进程的作用。其中,我国在 2000—2017 年的表现最为突出,不但与越来越多的“一带一路”沿线国家建立了专利合作关系(点度中心性指标由 2000 年的 0.324,上升为 2017 年的 0.774),而且在专利合作活动中越来越多地发挥主导作用,这表明在“一带一路”倡议下,我国在科技创新领域与“一带一路”沿线国家的互通、互联卓有成效。

本研究在揭示“一带一路”跨国专利合作网络中重点国家在局部结构中行为的共性特征之后,还重点考察我国在“一带一路”跨国专利合作网络局部结构中的角色定位(表 3)。表 3 显示,我国在“一带一路”跨国专利合作网络中主要发挥合作主导者的作用,且主导作用在 2000—2017 年逐渐增强,核心角色的比重从 2000 年的 31.33% 上升为 2017 年的 87.88%。主

要表现:一是我国在参与跨国专利合作活动时更多地出现在 4-1 模体和 4-3 模体两种合作模式中;二是在 4-2 模体、4-3 模体、4-4 模体和 4-5 模体 4 种合作模式中,我国也承担了部分沟通其他两个专利合作国的中介角色,然而随着我国越来越多地在“一带一路”跨国专利合作活动中居于主导地位,这种中介角色的作用呈现出逐渐弱化的趋势;三是我国仅少量出现在合作模式 4-1 模体、4-2 模体和 4-3 模体的从属位置,承担被动参与合作的边缘角色,且这种边缘角色的比重在 2000—2017 年也呈现出不断下降的趋势。

4 结语

区别于从全局层面对专利合作网络的研究,本文从局部层面刻画“一带一路”跨国专利合作网络的连接模式,自下而上地对“一带一路”沿

表 2 “一带一路”跨国专利合作网络节点国家相对度数中心度比较

2000 年					2010 年					2017 年				
国家	度中心性	核心/%	中介/%	边缘/%	国家	度中心性	核心/%	中介/%	边缘/%	国家	度中心性	核心/%	中介/%	边缘/%
俄罗斯	0.405	51.5	37.9	10.6	印度	0.648	84.5	14.8	0.7	中国	0.774	87.9	7.6	0.3
印度	0.351	49.1	36.2	14.8	中国	0.630	81.0	17.7	1.3	印度	0.698	86.5	12.8	0.7
以色列	0.351	38.9	49.0	12.1	俄罗斯	0.537	60.5	33.9	5.6	以色列	0.528	58.8	35.8	5.4
中国	0.324	31.3	54.6	14.1	以色列	0.407	44.6	44.6	10.9	俄罗斯	0.528	51.4	40.5	8.1
乌克兰	0.243	18.9	51.2	29.9	马来西亚	0.315	23.1	50.7	26.3	马来西亚	0.453	42.8	44.6	12.6
新加坡	0.216	15.6	47.9	36.5	新加坡	0.296	18.1	50.4	31.5	新加坡	0.377	30.6	50.2	19.2
波兰	0.216	12.5	55.3	32.2	乌克兰	0.296	17.8	51.6	30.6	土耳其	0.340	22.0	51.8	26.2
马来西亚	0.162	5.4	42.4	52.3	土耳其	0.278	15.1	51.7	33.1	波兰	0.340	24.0	51.9	24.1
孟加拉	0.135	1.4	29.7	68.9	匈牙利	0.241	13.0	46.3	40.7	捷克	0.302	16.8	49.6	33.6
伊朗	0.135	4.1	34.9	61.0	波兰	0.241	12.7	48.6	38.7	新加坡	0.283	13.5	46.1	40.4

数据来源: PATSTAT 2018 秋季版。

表 3 我国在“一带一路”跨国专利合作中的微观结构和角色定位

年份	核心/%				中介/%				边缘/%		
	4-1 模体	4-3 模体	4-5 模体	4-6 模体	4-2 模体	4-3 模体	4-4 模体	4-5 模体	4-1 模体	4-2 模体	4-3 模体
2000	10.68	14.10	5.27	1.28	34.19	16.95	0.57	2.85	13.11	0.71	0.28
2005	52.58	21.46	7.65	1.63	11.04	4.38	0.26	0.34	0.52	0.08	0.06
2010	41.54	25.56	11.06	2.88	9.90	7.10	0.15	0.51	0.83	0.39	0.08
2015	47.28	29.34	11.42	3.33	4.52	3.66	0.04	0.15	0.25	0.00	0.00
2017	44.89	28.25	11.63	3.11	6.96	4.19	0.24	0.43	0.25	0.02	0.03

数据来源: PATSTAT 2018 秋季版。

线国家间专利跨国合作模式和行为机制进行了讨论, 研究结果对理解“一带一路”跨国专利合作网络的拓扑结构及演化具有重要作用。

研究表明, 随着“一带一路”跨国专利合作网络规模的不断扩张, “一带一路”沿线国家的专利合作正呈现出由少数国家主导型合作向分布式合作转变的特征。另外, “一带一路”沿线国家的专利合作对已有网络存在依赖, 反映了在信息不对称约束下“一带一路”专利合作网络全局演进的社会选择机制。本研究还将社会网络分析的结构对等性理论应用于网络局部结构, 基于节点国家在“一带一路”跨国专利合作网络局部结构中的位置, 讨论了“一带一路”沿线国家在跨国专利合作中的角色多样性及其动态演化特征, 关注了跨国专利合作网络重点国家(即高点度中心性国家)在专利合作中具有的特性行为模式, 即在专利跨国合作中承担着主导合作的核心角色作用。其中, 我国在2000—2017年的表现最为突出, 不仅与越来越多的“一带一路”沿线国家建立了专利合作关系, 而且在这些专利合作活动中越来越多地发挥主导作用, 这表明我国在“一带一路”倡议下, 与“一带一路”沿线国家在科技创新领域的互通、互联卓有成效。

参考文献

- [1] 封颖. 在“一带一路”国际科技合作中: 知识产权共享将占据关键地位[N]. 光明日报, 2018-12-26(14).
- [2] LIU C, YANG J. Decoding patent information using patent maps [J]. Data Science Journal, 2008(7): 7-14.
- [3] 王贤文. 基于专利共被引的企业技术发展与技术竞争分析: 以世界500强中的工业企业为例[J]. 科研管理, 2010, 31(4): 127-138.
- [4] 向希尧, 裴云龙. 跨国专利合作网络中技术接近性的调节作用研究[J]. 管理科学, 2015, 28: 111-121.
- [5] 刘凤朝, 马荣康, 姜楠. 基于“985高校”的产学研专利合作网络演化路径研究[J]. 中国软科学, 2011(7): 178-192.
- [6] 谭晓, 张志强. 基于专利分析的技术合作和流动研究[J]. 科学学研究, 2013, 31 (9): 1313-1320.
- [7] 高曼, 马英红, 张明莉. 基于专利合作申请数据分析的加权网络研究[J]. 计算机应用研究, 2018(1): 74-78.
- [8] 张古鹏. 小世界创新网络动态演化及其效应研究[J]. 管理科学学报, 2015(6): 15-29.
- [9] 王黎莹, 虞微佳, 王佳敏. 科技型中小企业专利合作网络演化分析[J]. 科技管理研究, 2018 (5): 180-187.
- [10] 向希尧, 裴云龙. 地理接近性对跨国专利合作的影响: 社会接近性的中介作用研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2016, 37 (4): 17-24.
- [11] 张明倩, 柯莉. “一带一路”跨国专利合作网络及影响因素研究[J]. 软科学, 2018, 32 (6): 21-29.
- [12] BARABÁSI A-L, OLTVAI ZN. Network biology: Understanding the cell's functional organization [J]. Nature Reviews Genetics, 2004(5): 101-113.
- [13] COSTA L da F, RODRIGUES FA, TRAVIESO G, et al. Characterization of complex networks: A survey of measurements [J]. Advances in Physics, 2007(56): 167-242.
- [14] 刘亮, 韩传峰, 缪莉莉, 等. 基于子图结构对等的科学家合作网络角色辨识[J]. 科学学研究, 2013(31): 1128-1135.
- [15] MILO R, SHEN-ORR S, ITZKOVITZ S, et al. Network motifs: Simple building blocks of complex networks[J]. Science, 2002(298): 824-827.
- [16] BAVELAS A. A mathematical model for group structures [J]. Human Organization, 1948(7): 16-30.
- [17] MIZRUCHI MS. Cohesion, equivalence, and similarity of behavior: A theoretical and empirical assessment [J]. Social Networks, 1993(15): 275-307.
- [18] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004.
- [19] KRETSCHMER H. Author productivity and geodesic distance in bibliographic coauthorship networks and visibility on the Web [J]. Scientometrics, 2004(60): 409-420.
- [20] 缪莉莉, 韩传峰, 刘亮, 等. 基于模体的科学家合作网络基元特征分析[J]. 科学学研究, 2012(30): 1468-1475.