

国际跨国专利所有网络结构及演化规律研究

冯志刚^{1,2}, 张志强¹, 刘自强^{1,2}

(1.中国科学院成都文献情报中心, 四川 成都 100872;

2.中国科学院大学 经济与管理学院图书情报与档案管理系, 北京 100872)

摘要:【目的/意义】探究国际跨国专利所有活动的网络结构及演化规律。【方法/过程】文章选取1981-2015年间30个国家(地区)PCT申请中的跨国专利所有数据为分析对象,利用复杂网络分析方法从整体网络宏观角度和节点中心性微观角度分析网络结构及重点国家网络地位的演化特征。【结果/结论】国际跨国专利所有活动愈加广泛和深化,网络具有明显的“小世界”和“核心-边缘”结构特征;美国、英国、德国等发达国家占据网络核心位置,跨国专利所有能力强;中国、印度、巴西等发展中国家处于网络边缘位置,跨国专利被控制程度高。中国的网络地位近期得以快速提升,但跨国专利所有能力亟待进一步提高。美国优势地位明显,扮演绝大多数国家的最大专利所有国和最大专利被所有国双重角色。

关键词: 跨国专利所有; 国际技术合作; 网络结构; 网络演化

中图分类号: G306 **DOI:** 10.13833/j.issn.1007-7634.2020.07.022

Network Structure and Evolution Law of International Transnational Patent Ownership

FENG Zhi-gang^{1,2}, ZHANG Zhi-qiang¹, LIU Zi-qiang^{1,2}

(1.Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Sichuan Chengdu 100872, China;

2.Department of Library, Information and Archives Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100872, China)

Abstract: 【Purpose/significance】Exploring the network structure and evolution law of international transnational patent ownership activities. 【Method/process】This paper chooses the transnational patent ownership data of 30 countries (regions) in PCT applications from 1981 to 2015 as the analysis object, and uses Complex Network Analysis method to analyze the evolution characteristics of network structure and network status of key countries from the macro-perspective of the overall network and the micro-perspective of node centrality. 【Result/conclusion】International transnational patent ownership activities are becoming more and more widespread and deepened, and the network has obvious structural characteristics of "small world" and "core-edge". The United States, Britain, Germany and other developed countries have occupied the core position of the network for a long time, and have strong transnational patent ownership ability; China, India, Brazil and other developing countries have been on the edge of the network for a long time, and their transnational patents are highly controlled. In recent years, China's network status has been rapidly improved, but the capacity of transnational patent ownership needs to be further improved. The United States has obvious advantages, playing the dual roles as the largest patent owning and owned country of most countries.

Keywords: transnational patent ownership; international technical cooperation; network structure; network evolution

收稿日期: 2019-08-08

基金项目: 中科院战略研究与决策支持系统建设专项“主要领域规划状态监测与分析”(GHJ-ZLZX-2019-31); 中科院政策调研课题“国际科技发展态势研究”(ZYS-2019-03)

作者简介: 冯志刚(1993-), 男, 博士研究生; 通讯作者: 张志强。

1 引言

“大科学时代”背景下, 科研合作已成为科学领域知识生产的主要模式^[1-2]。同样, 技术领域也呈现出合作化趋势不断增强的现象^[1], 且随着全球市场、经济一体化的快速推进, 技术合作的国际化趋势愈加明显, 并逐渐成为不同国家间技术、经济交流的主要途径之一。专利越来越被认为是一个能够充分表征技术性能的丰富的信息来源^[3], 近年来跨国合作专利申请量的快速增长成为国际技术合作的具体表现形式和新趋势, 在国际技术合作交流中发挥着越来越重要的作用。

结合发明人与申请人两个维度来看, 跨国专利合作有三种不同表现形式: 发明人来自不同国家的跨国合作发明活动、申请人来自不同国家的跨国合作申请活动和发明人与申请人来自不同国家的跨国专利所有活动^[4]。目前跨国合作发明和跨国合作申请角度的研究已较为丰富, 但针对跨国专利所有活动还鲜有系统性研究。深入分析、理解跨国专利所有活动, 能揭示各国对其他国家专利权的控制与被控制能力、人力和物质资源的利用与被利用能力; 对全面理解各国在国际技术合作中的角色与地位、调整国际技术合作战略、推动技术合作进步与发展具有重要指导意义。

2 相关研究综述

现有针对跨国合作发明活动和跨国合作申请活动的研究成果较多, 研究者主要通过制定合作指标和构建合作网络以分析测度不同国家(地区)的跨国专利合作程度、趋势和国际地位。Ma Z 等从跨国合作发明等角度构建一系列指标, 分析发现八个经合组织国家和两个亚洲经济实体(韩国和台湾)的国际合作发明趋势日益增强^[5], 随后又分析了中国专利的国际合作趋势^[6]。刘云等利用欧洲专利局(EPO)集成电路制造领域专利数据, 从跨国合作发明角度分析了世界各国进行国际技术合作的发展潜力、发展现状和合作效果^[7]。Prato D 等利用 EPO 跨国合作发明数据构建了全球技术合作网络, 并运用引力模型发现各国在网络中的位置对该国与其他国家的合作强度有显著影响^[8]。张明倩等利用 EPO 专利数据, 从国际合作发明角度分析了“一带一路”沿线国家跨国合作网络的特征及动态轨迹^[9]。郑栋等、李文娟等利用 40 个创新型国家的 PCT 申请数据构建了国际跨国合作申请网络, 并分析中国在国际创新合作中的地位与角色演变^[10-11]。刘胜奇等从跨国合作申请角度构建了“锂电池”领域的专利合作全球图以揭示该领域的国际合作现状。

相对而言, 跨国专利所有角度的研究较为匮乏, 且仅停留在指标构建和对少量国家的水平测度层次。Guellec D 等构造了本国所有外国发明和外国所有本国发明指数以反映一个国家的跨国专利合作水平, 并以 OECD 国家进行了实证分析^[12]。Cincera M 等从跨国所有专利权角度分析发现外国

对比利时发明的控制程度在提高^[13]。刘凤朝等利用中国在美国专利商标局(USPTO)十个技术领域的授权专利, 从外国对中国专利跨国所有和中国对外国专利跨国所有角度探讨了中国专利活动的国际化渠道^[14]。王文平等利用跨国所有专利权指标研究了金砖五国的国际技术合作特征^[4]。

综上可知, 相对于跨国合作发明和跨国合作申请角度对国际合作网络的清晰呈现和深入分析, 跨国专利所有角度的研究还仅停留在指标构建和对少量国家跨国专利所有水平测度层次, 数据层面难以全面反映国际跨国专利所有关系的错综复杂性, 方法层面也未能揭示国际跨国专利所有网络的结构特征和动态演化趋势。为拓展跨国专利合作的研究视角、呈现国际跨国专利所有活动的整体格局, 本研究将基于跨国专利活动最活跃的 30 个主要国家(地区)近 35 年来 PCT 申请中的跨国专利所有数据, 综合利用复杂网络、数理统计和可视化方法, 探索国际跨国专利所有活动的网络结构及演化特征, 分析主要国家的网络地位、最大跨国专利所有伙伴国变动情况, 并提出提升我国跨国专利所有能力的有关建议。

3 数据与方法

3.1 数据来源

本文所需数据均来源于经济合作与发展组织(OECD)“专利国际合作(International co-operation in patents)”数据库中统计公布的全球各国间 PCT 专利申请中的跨国专利所有数据。现有研究跨国专利合作的数据源多来自 USPTO 和 EPO, 但由于审核标准、文化差异等因素, 特定国家或地区性的专利数据存在固有的地域偏见和本土优势^[15], 难以进行客观、公正的国际比较。而世界知识产权组织(WIPO)是联合国的自筹资金机构, 拥有 191 个会员国^[16], 世界各国均可通过《专利合作条约》(PCT)这一国际多边协定提交专利申请且在同一审查体系下进行, 能最大程度地避免本土优势, 增加了国际可比性。且随着 PCT 程序成为世界创新者谋求国际专利的首要途径, 各国 PCT 专利申请量及其动态已成为全球技术竞争格局及其变化的重要反映^[17]。因此, 本文利用 PCT 专利申请中的跨国专利所有数据能较真实反映世界各国间的跨国专利所有情况。现统计 1981-2015(由于专利公布及统计时滞, 数据下载时仅公布至 2015 年)年间的国际跨国专利所有数量如图 1 所示。

由图 1 可知, 近 35 年来跨国专利所有数量整体呈快速上升趋势, 2003 年以来跨国专利所有数量占比虽有小幅下降, 但长期保持在 14% 以上, 且 2013 年后已突破 30000 件/年。表明在全球化的竞争、创新环境下, 跨国专利所有活动已愈发普遍, 应引起各级创新者、管理者和决策者的足够关注。

为探究国际跨国专利所有网络结构及演化规律, 在充分考虑全局性和代表性的前提下, 最终从 OECD “专利国际合作”数据库中选取下载 1981-2015 年间累计跨国专利所有数

量排名前30国家(地区)的跨国专利所有数据(由于我国香港、台湾地区的特殊性,下文将其作为单独地区予以讨论,并分别记为“中国香港”和“中国台湾”,为简化表述,下文“国家”均指代“国家或地区”)。30个对象国家既包含大部分的经合组织成员国等发达国家,也包含金砖五国等发展中国家,样本数据量为432288项,占同期国际跨国专利所有总量的97.88%,能充分反映全球整体概貌和发展格局。本文旨在探究网络结构及动态演化特征,因此将时间划分为7个区间,并将原始数据按时间区间分别处理为30×30的赋权矩阵,权值为相应国家间在该时间区间的跨国专利所有数量。

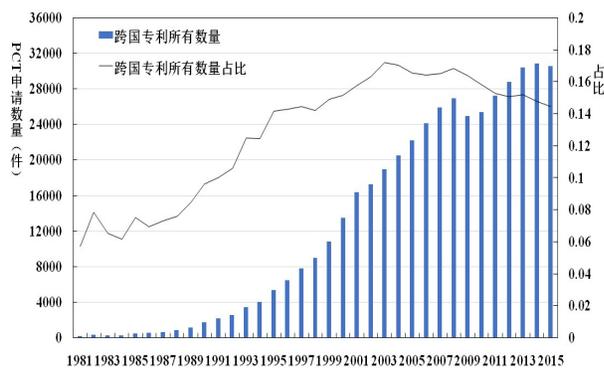


图1 PCT专利中国际跨国专利所有数量

由图1可知,近35年来跨国专利所有数量整体呈快速上升趋势,2003年以来跨国专利所有数量占比虽有小幅下降,但长期保持在14%以上,且2013年后已突破30000件/年。表明在全球化的竞争、创新环境下,跨国专利所有活动已愈发普遍,应引起各级创新者、管理者和决策者的足够关注。

为探究国际跨国专利所有网络结构及演化规律,在充分考虑全局性和代表性的前提下,最终从OECD“专利国际合作”数据库中选择下载1981–2015年间累计跨国专利所有数量排名前30国家(地区)的跨国专利所有数据(由于我国香港、台湾地区的特殊性,下文将其作为单独地区予以讨论,并分别记为“中国香港”和“中国台湾”,为简化表述,下文“国家”均指代“国家或地区”)。30个对象国家既包含大部分的经合组织成员国等发达国家,也包含金砖五国等发展中国家,样本数据量为432288项,占同期国际跨国专利所有总量的97.88%,能充分反映全球整体概貌和发展格局。本文旨在探究网络结构及动态演化特征,因此将时间划分为7个区间,并将原始数据按时间区间分别处理为30×30的赋权矩阵,权值为相应国家间在该时间区间的跨国专利所有数量。

3.2 网络构建

由Guellec D等^[12]构造的跨国专利合作指标可知,跨国专利所有关系可界定如下:假如一项专利的发明人至少有一人来自国家*i*,而申请人来自国家*j*($i \neq j$),则认为国家*j*与国家*i*间存在跨国专利所有关系,*j*为*i*的跨国专利所有国,*i*为*j*的跨国专利被所有国。

(1) 国际跨国专利所有网络

定义国际跨国专利所有网络(Global International Patent Ownership Network, *GIPON*)为有向加权复杂网络:

$$GIPON = (V, E, W)$$

其中,*V*为节点集合,即国家集合;*E*为边集合,即跨国专利所有关系集合,连边方向为由专利被所有国指向专利所有国;*W*为权重集合,即跨国专利所有数量集合。*A*为*GIPON*的邻接矩阵, $A = (a_{ij})_{n \times n}$,其中*n*为网络中国家数量, a_{ij} 表示国家*i*、*j*间的跨国专利所有关系,如果国家*i*、*j*间有边相连,则 a_{ij} 为1,否则为0。*W*为*GIPON*的权重矩阵, $W = (w_{ij})_{n \times n}$,其中 w_{ij} 为连边 a_{ij} 上的权重,即国家*i*被国家*j*所有的专利数量。由于*GIPON*为有向加权网络,则对于网络中的任意节点国家*i*均存在以下四项指标:

$$\text{入度: } D_{in} = \sum_{(v_r, v_i) \in E} a_{ji}, \text{ 表征被国家 } i \text{ 跨国所有专利的国家}$$

总数量;

$$\text{加权入度: } WD_{in} = \sum_{(v_r, v_i) \in E} w_{ji}, \text{ 表征被国家 } i \text{ 跨国所有的专}$$

利总数量;

$$\text{出度: } D_{out} = \sum_{(v_i, v_j) \in E} a_{ij}, \text{ 表征国家 } i \text{ 被跨国所有专利的国}$$

家总数量;

$$\text{加权出度: } WD_{out} = \sum_{(v_i, v_j) \in E} w_{ij}, \text{ 表征国家 } i \text{ 被跨国所有的专}$$

利总数量。

从网络的方向性加以区分,*GIPON*又分为国际跨国专利所有入度网络(记为*GIPON_i*)和国际跨国专利所有出度网络(记为*GIPON_o*)。*GIPON_i*中国家节点大小与加权入度成正比,反映各国的跨国专利所有能力,即控制他国专利的能力;*GIPON_o*中国家节点大小与加权出度成正比,反映各国的专利被跨国所有情况,即专利被他国控制的程度。

(2) 国际跨国专利所有顶层网络

*GIPON*中包含了30个国家间全部的跨国专利所有关系。对国家*i*而言,可能既是多个国家的专利所有国,同时也是多个国家的专利被所有国,这些国家在跨国专利所有方向和数量上存在较大差异。而被*i*跨国所有专利最多的国家和跨国所有*i*专利最多的国家对*i*尤为重要,因为这分别是*i*的最大专利被所有国和最大专利所有国,体现了最大的控制与被控制关系。

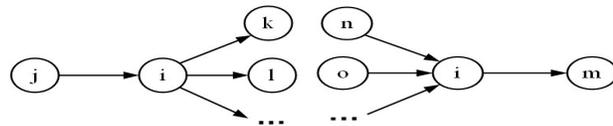


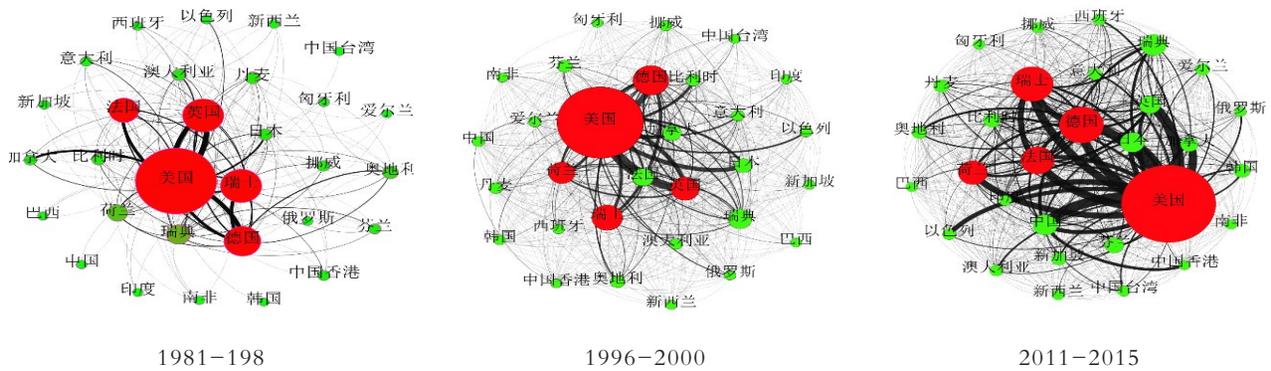
图2 国际跨国专利所有顶层网络简图

为清晰呈现出这种最大关系,本文将网络中与每个节点国家存在跨国专利所有关系的其他国家按专利所有或被所有数量进行分别排名,并抽取排名第一的国家组成新的网络,即国际跨国专利所有顶层网络(记为*TOP1*)。同样,考虑到所有关系的方向性,*TOP1*又分为国际跨国专利所有顶

表1 国际跨国专利所有网络基本指标

时间区间	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
节点数	30	30	30	30	30	30	30
连边数	211	333	507	642	729	781	778
网络密度	0.243	0.383	0.583	0.738	0.838	0.898	0.894
平均度	7.033	11.1	16.9	21.4	24.3	26.033	25.933
最大入度	28	28	29	29	29	29	29
最大出度	18	27	29	29	29	29	29
最小入度	0	1	4	8	12	18	17
最小出度	1	2	7	13	17	19	20
网络直径	3	3	2	2	2	2	2
平均加权重	53.3	162.933	635.733	1736.5	3482.033	4662.633	5344.9
最大加权入度	481	1662	6762	17941	31185	38961	47098
最大加权出度	405	929	4009	11335	24724	31412	34906
最小加权入度	0	1	5	30	52	117	87
最小加权出度	1	10	49	167	283	299	296
聚类系数	0.716	0.738	0.75	0.808	0.869	0.914	0.909
平均路径长度	1.832	1.622	1.417	1.262	1.162	1.102	1.106

国际跨国专利所有入度网络(GIPON_i)



国际跨国专利所有出度网络(GIPON_o)

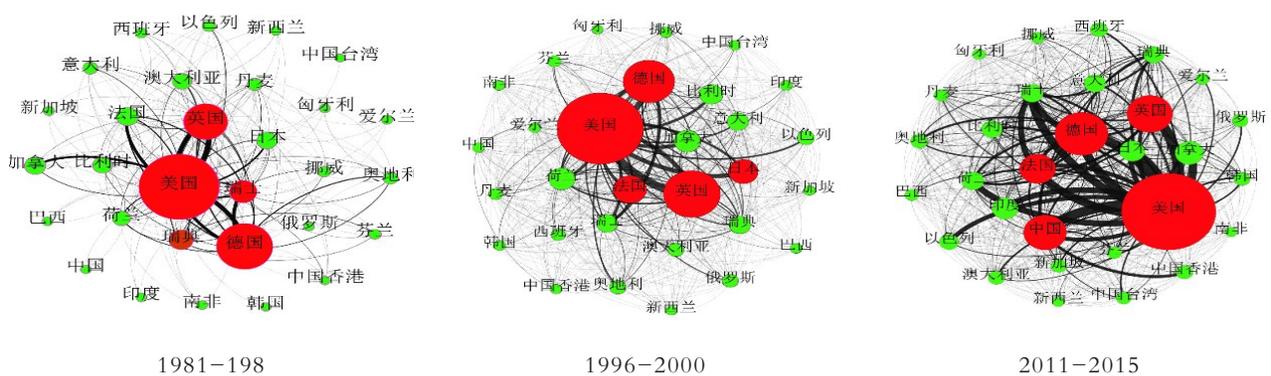


图3 国际跨国专利所有网络演化图

层入度网络(记为 $TOP1_i$)和国际跨国专利所有顶层出度网络(记为 $TOP1_o$), $TOP1_i$ 呈现各国的最大专利被所有国, $TOP1_o$ 呈现各国的最大专利所有国。现绘制 $TOP1$ 简图如图2所示。

由图2可知,在 $TOP1_i$ 中,只要国家 i 的跨国所有专利数量不为0,则节点入度均为1,出度则介于0-29,因为 i 的最大

专利被所有国只能有一个(j),但 i 可能同时成为多个国家的最大专利被所有国(k, l, \dots);在 $TOP1_o$ 中,只要节点国家 i 的被跨国所有专利数量不为0,则节点出度均为1,入度则介于0-29,因为 i 的最大专利所有国只能有一个(m),但可能同时成为多个国家的最大专利所有国(n, o, \dots)。

(3)网络分析指标

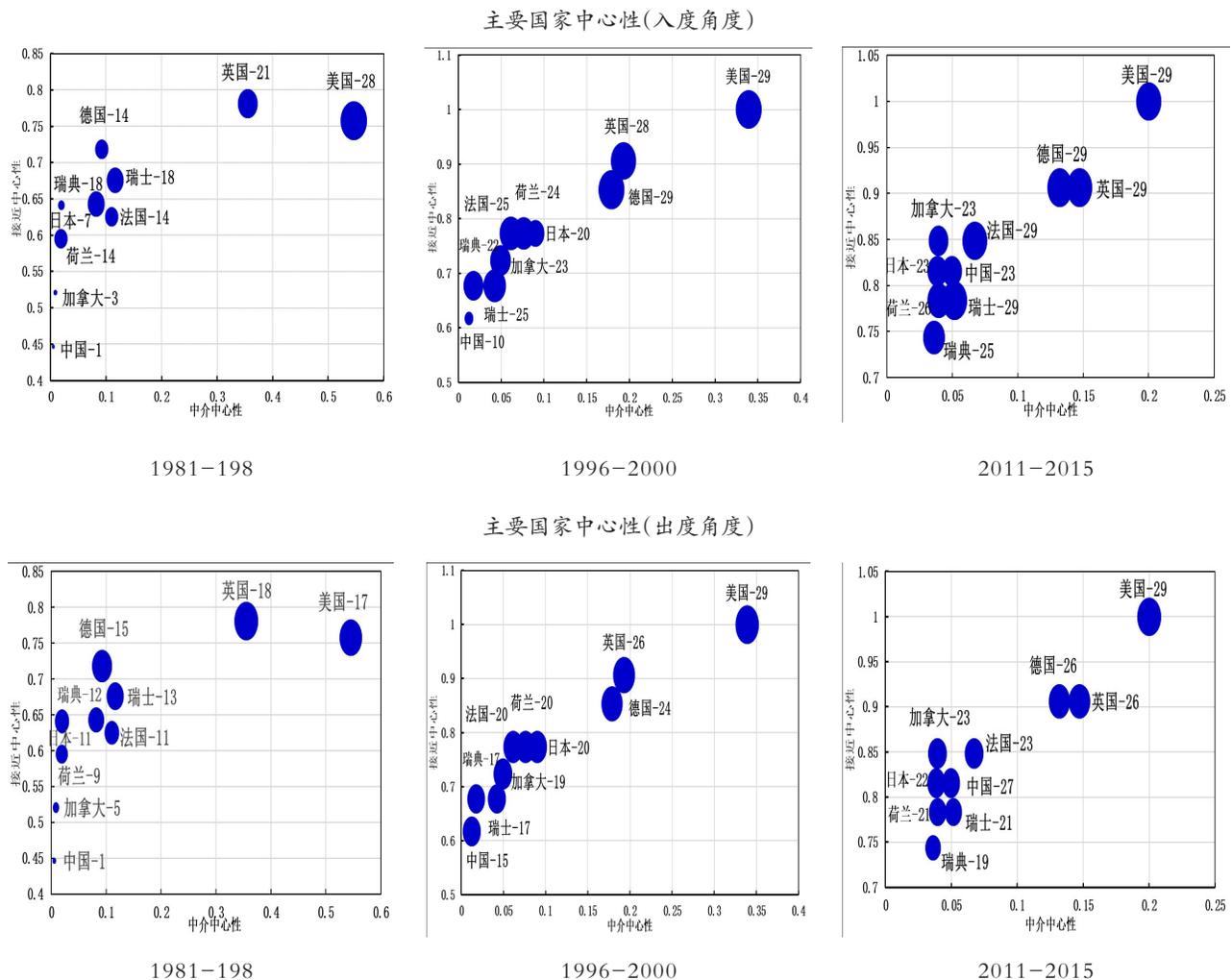


图4 主要国家中心性坐标

注:节点标注格式为“国家-入度/出度”

本文将从复杂网络视角分析国际跨国专利所有网络和顶层网络的拓扑结构和演化规律。首先进行宏观层面的整体网络分析以揭示网络结构,其次从微观层面对重点节点国家的网络地位及最大跨国专利伙伴国的变化情况进行解读。文中还需利用以下分析指标:

网络密度:指网络中实际存在的关系数与理论最大关系数的比值,用以衡量网络节点间关系的紧密程度。 $GIPON$ 为有向网络,网络密度 $D = \frac{l}{n(n-1)}$,其中 l 为国家间实际存在的跨国专利所有关系总数目, n 为国家数量。

聚类系数:网络的聚类系数指网络中每个节点的邻接节点之间实际存在的边数与理论最大边数比值的平均值,用以衡量网络的聚集情况。聚类系数 $C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2l_i}{m_i(m_i-1)}$,其中 m_i 为节点国家 i 的相邻节点国家数, l_i 为 m_i 个相邻节点国家间的跨国专利所有关系总数目。

平均路径长度:指网络中任意两节点间最短距离的平均值。平均路径长度 $L = \frac{1}{\frac{1}{2}n(n-1)} \sum_{i>j} d_{ij}$,其中 d_{ij} 为节点国家 i 、

j 间的最短路径长度。

点度中心性:衡量节点在网络中与其直接相连的邻接节点中的中心程度,本文中 $GIPON$ 、 $TOP1$ 均为有向网络,又可分为入度点度中心性和出度点度中心性。

中介中心性:衡量节点对网络中其它节点及资源的控制能力。

接近中心性:衡量节点不受网络中其它节点控制的能力。

4 分析结果与讨论

4.1 国际跨国专利所有网络分析

将数据整理为Gephi可处理格式,从入度与出度两角度分别绘制7个时间区间的国际跨国专利所有网络。限于篇幅原因,图3仅呈现 $GIPON_i$ 和 $GIPON_o$ 在1981-1985年、1996-2000年和2011-2015年三个时间区间的网络形态。图中节点大小与国家的加权入度/加权出度成正比,红色节点为该时间区间内加权入度/加权出度排名前五国家;连边宽度与国家间的跨国专利所有数量成正比。为了解网络全局

特征和具体演化情况,统计各时间区间网络基本指标如表1所示。

4.1.1 整体网络结构分析

分析图3及表1可知,国际跨国专利所有网络整体呈以下演化特征:

(1)跨国专利所有关系的显著增加表明国际跨国专利所有活动愈加广泛。1981-2015年间,跨国专利所有关系数量迅速增加,连边数由211条增至778条,平均每年约新增16条跨国专利所有关系,愈加接近有向完全网络。连边数的增加直接导致网络密度由0.243上升至0.894;平均度由7.033上升至25.933,表明2011-2015年间每个国家平均约和26个国家存在跨国专利所有关系;最大入度、最大出度、最小入度和最小出度均逐渐增大,网络直径则进一步减小。跨国专利所有关系的显著增加在图3中的直观反映是网络愈加稠密化,表明绝大部分国家间均已建立跨国专利所有关系,跨国专利所有活动愈加广泛。

经济全球化带动了技术创新国际化,各国为实现技术创新要素在全球范围内的优化配置,开始注重对更广泛国家优势人力和物质资源的利用,表现之一便是寻求更多的跨国专利所有伙伴国,雇佣国外创新人员开展技术研发活动,并通过跨国所有专利权的方式最终实现对技术和市场的控制与垄断。

(2)跨国专利所有强度的显著提高表明国际跨国专利所有活动愈加深化。1981-2015年期间,国际跨国专利所有数量显著提高,平均加权度由53.3增至5344.9,平均每国每年约新增151项跨国所有专利。最大加权入度、最大加权出度、最小加权入度和最小加权出度均大幅提升。跨国专利所有强度的显著提高在图3中的直观反映是网络连边宽度进一步加粗,表明各国间的跨国专利所有活动愈加频繁,由最初的少量性和偶然性,逐渐演变为规模化和常态化,跨国专利所有活动愈加深化。

跨国公司是技术创新国际化的主体^[18],随着经济全球化的持续深入发展,为更好适应东道国市场,降低研发成本^[4],跨国公司在海外设立的研发分支机构数量和研发投入规模快速增大,以东道国雇员为发明人的专利产出也随之增多,而这些专利的专利权人国家一般为跨国公司母国,这在一定程度上导致了跨国专利所有强度的显著提高。

(3)网络的“小世界”特性愈加明显。Valverde S等认为小世界网络的判定标准是平均路径长度小于10且聚类系数大于0.1^[19]。网络较小且在不断减小的平均路径长度(由1.832减小至1.106)和较大且在不断增长的聚类系数(由0.716增长至0.909)表明国际跨国专利所有网络具有明显的小世界特征,且该特征愈加明显。

愈加明显的小世界特征表明各国间的信任与合作程度更加密切,以跨国控制专利权方式的跨国技术交流和扩散更加准确和高效,节点国家从其他国家快速获取必要、非冗余^[20]的技术创新信息能力进一步增强,对提升全球整体技术创新能力、加快全球整体技术创新进程有积极作用。

4.1.2 主要国家中心性分析

中心性是评估个体地位和影响力的重要结构位置指针^[21],衡量指标主要有入度中心性、中介中心性和接近中心性。为了解主要国家网络地位差异及演化情况,现选美国、德国、法国、瑞士、英国、荷兰、日本、瑞典及中国10个开展跨国专利所有活动最多的国家,以节点的中介中心性为横坐标,接近中心性为纵坐标,入度与出度两角度的入度中心性为节点大小,分别绘制主要国家在1981-1985年、1996-2000年和2011-2015年三个时间区间的中心性坐标如图4所示。

分析图3及图4可知,国际跨国专利所有网络中节点国家呈以下演化特征:

(1)网络存在明显的“核心-边缘结构”。美国、英国、德国等欧美发达国家拥有较高的中介中心性和接近中心性,且入度大于出度,整体表现出较强的跨国专利控制能力,长期处于网络核心位置。中国等发展中国家中介中心性和接近中心性均较小,且入度小于出度,跨国专利被控制程度较高,长期处于网络边缘位置。

网络“核心-边缘结构”表明,在过去三十五年间跨国专利所有活动成为少数核心国家的“专属游戏”,欧美发达国家充分利用本国健全的专利保护制度、深厚的专利保护意识和丰富的企业海外运营经验,以跨国公司为主体在全球范围内实施大规模的跨国专利控制战略,以获得全球技术竞争优势和市场利益。

(2)美国处于网络绝对核心位置,英国和德国处于次核心位置。除1981-1985年间的接近中心性略低于英国外,美国的三种中心性均长期排名第一,且远高于其他主要国家,在网络中具有最强的影响力和控制力,在部分未建立跨国专利所有关系的国家间起到较强的中介作用。作为网络的“中心枢纽”,美国不仅是最大的跨国专利所有活动发起国,也成为众多国家跨国专利所有活动的目标国。英国和德国长期处于网络次核心位置,三种中心性排名稳定在二三位,相较于其他国家优势地位明显,对国家间资源和技术的交流与共享起到较大促进作用。

(3)中国的网络地位在近期得以快速提升,开始进入核心国家行列。1981-2000年间,我国的三种中心性均较低,仅与个别国家存在少量的跨国专利所有关系,处于网络边缘位置;2001年之后,随着正式加入WTO以及一系列知识产权保护法的出台^[22],我国融入经济全球化进程加快、市场经济竞争环境逐步优化、知识产权保护力度和意识大幅增强,促使我国开始深度参与到国际跨国专利所有活动之中。至2011-2015年间,我国已与网络中的绝大多数国家建立了大量的跨国专利所有关系,网络地位快速提升,与日本、瑞士保持相当水平,开始进入核心国家行列。但必须指出的是,与欧美等发达国家不同,我国的跨国专利被控制程度较高,长期表现为跨国专利所有的“逆差国”,表明我国主要以“发明人”而非“专利权人”角色参与国际专利合作,集聚和利用全球创新资源的水平较为有限,在网络中的影响力和控制力仍需进一步提高和优化。

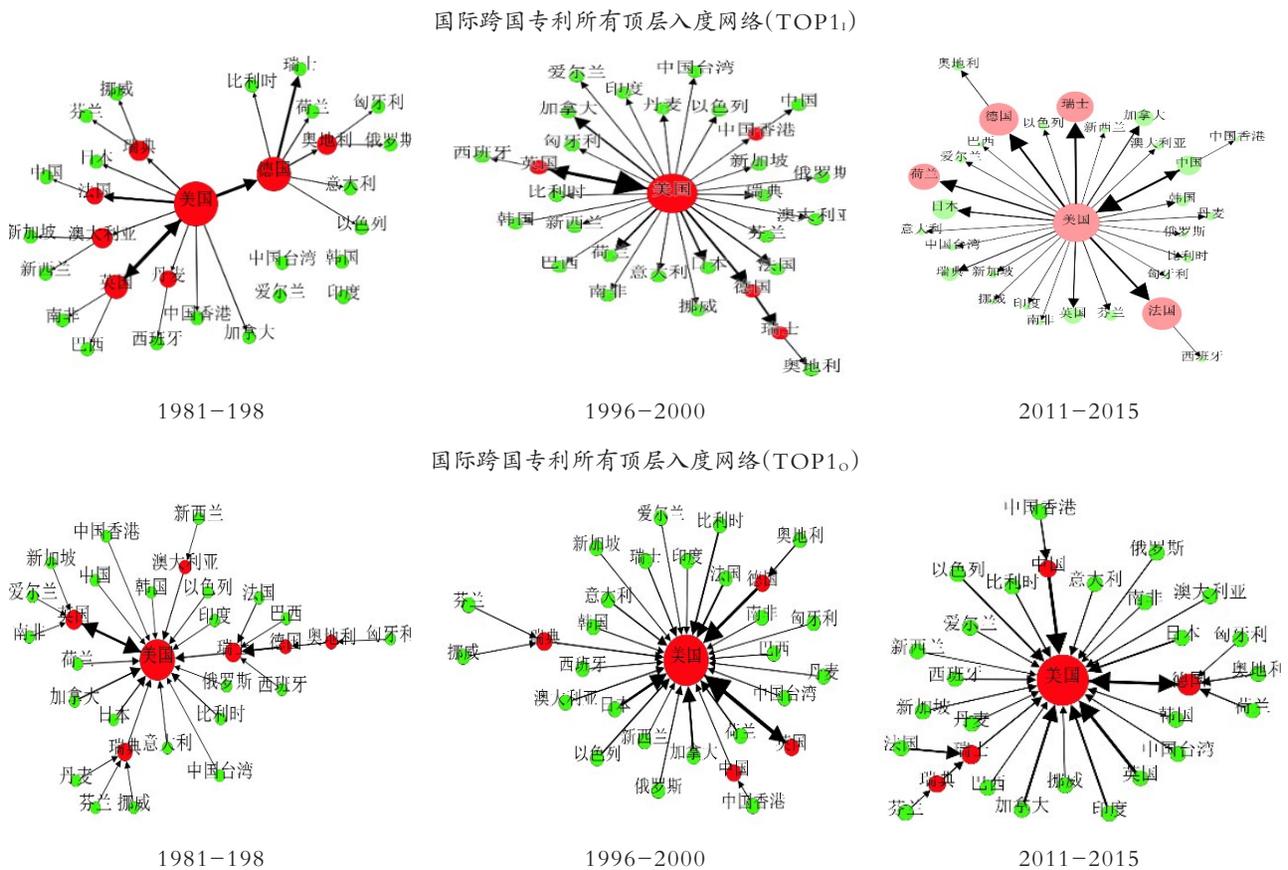


图5 国际跨国专利所有顶层网络演化图

表2 国际跨国专利所有顶层网络特殊节点国家中心度

排名	1981-1985		1996-2000		2011-2015	
	$TOP1_i$ 国家- D_o	$TOP1_o$ 国家- D_i	$TOP1_i$ 国家- D_o	$TOP1_o$ 国家- D_i	$TOP1_i$ 国家- D_o	$TOP1_o$ 国家- D_i
1	美国-9	美国-16	美国-25	美国-25	美国-26	美国-22
2	德国-6	英国-4	英国-2	瑞典-2	中国-2	德国-4
3	英国-3	瑞士-4	德国-1	英国-1	德国-1	瑞士-2
4	瑞典-2	瑞典-3	瑞士-1	德国-1	法国-1	中国-1
5	奥地利-2	德国-1	中国香港-1	中国-1	-	瑞典-1
6	澳大利亚-2	澳大利亚-1	-	-	-	-
7	法国-1	奥地利-1	-	-	-	-
8	丹麦-1	-	-	-	-	-

4.2 国际跨国专利所有顶层网络分析

将抽取出的各国最大跨国专利所有与被所有关系数据整理为 Gephi 可处理格式,从入度与出度两角度分别绘制 $TOP1_i$ 和 $TOP1_o$ 在 1981-1985 年、1996-2000 年和 2011-2015 年三个时间区间的国际跨国专利所有顶层网络如图 5 所示。图中节点大小分别与节点国家的出度/入度成正比,连边宽度与国家间的跨国专利所有数量成正比。由前文分析可知, $TOP1_i$ 中出度和 $TOP1_o$ 中入度大于 0 的节点国家分别扮演了其他国家的最大专利被所有国和最大专利所有国,在网络中具有特殊地位,现将其节点颜色标为红色,并统计其中心度如表 2 所示。

分析图 5 及表 2 可知,国际跨国专利所有顶层网络呈以下演化特征:

(1) 顶层网络的拓扑结构逐渐由多核心星型-总线型演化为单核心星型结构。

1981-1985 年间,从 $TOP1_i$ 来看,美国和德国两极并存,分别成为 9 个和 6 个国家的最大跨国专利被所有国;从 $TOP1_o$ 来看,网络呈明显的星型-总线型结构,美国、英国、瑞士多极并存,分别成为多个国家的最大专利所有国。在此期间,地理接近性对跨国专利所有活动的开展产生较大影响,许多国家偏好于将就近国作为自己跨国专利所有活动首要布局地区,如新西兰的最大专利被所有国与所有国均为邻国澳大利亚。至 2011-2015 年间, $TOP1_i$ 与 $TOP1_o$ 网络结构均

演化为仅以美国为核心的星型结构,美国成为26个国家的最大专利被所有国和22个国家的最大专利所有国。

20世纪90年代后,高端创新活动国际化趋势开始显现^[23],各国开展跨国专利所有活动的范围进一步扩大,地理接近性作用逐步减弱,如新西兰的最大专利被所有国与所有国均由邻国澳大利亚变为美国。作为世界上最发达的市场经济中心和技术中心,美国同时具备了最强的跨国专利所有活动吸引能力和发起能力,进一步确立了网络绝对优势地位。

(2)不同国家的最大跨国专利被所有国与所有国表现出长期稳定性与阶段变动性并存。

部分国家的最大专利被所有国与所有国表现出长期稳定性。从 TOP_1 来看,近35年来,英国、德国、日本、瑞典等国家的最大专利被所有国一直是美国,即美国始终是这些国家开展跨国专利所有活动的首要目标国;从 TOP_1 来看,近35年来,中国、日本、英国、印度等国家的最大专利所有国一直是美国,即美国始终是跨国控制这些国家专利最多的国家。表明该部分国家的跨国专利所有活动已形成长期稳定格局,对特定国家已产生一定的路径依赖。

部分国家的最大跨国专利被所有国与所有国则表现出阶段变动性。从 TOP_1 来看,美国的最大专利被所有国由1981-2010年间的英国变为2011-2015年间的中国;从 TOP_1 来看,美国的最大专利所有国由1981-2000年间的英国、2001-2005年间的德国、2006-2010年间的荷兰,最终变为2011-2015年间的德国。该部分国家的阶段、变动、非稳定格局反映出其跨国专利所有活动战略布局随时间的动态调整,能间接反映出各国间国际关系、投资环境、专利保护力度等因素的变化情况。

(3)近期中美两国间跨国专利所有关系愈加密切,美国优势明显。

从 TOP_1 来看,2011-2015年间,中美互为彼此的最大跨国专利被所有国。在中国跨国所有的7363件专利中,发明人国家为美国的专利占比最多,达2532件;在美国跨国所有的47098件专利中,发明人国家为中国的专利占比最多,达5876件。但从 TOP_1 来看,美国一直是中国的最大跨国专利所有国,中国却从未成为美国的最大跨国专利所有国。2011-2015年间,在中国被跨国所有的13333件专利中,专利权人国家为美国的专利占比最多,达5876件;在美国被跨国所有的34906件专利中,专利权人国家为中国的专利仅为2531件,远小于跨国控制美国专利最多国家德国的4785件。

由以上分析可知,中美两国间的跨国专利所有关系愈加密切,均将对方作为本国开展跨国专利所有活动的首要目标国;但我国对美国专利的控制能力远小于美国对我国专利的控制能力,在与美国的跨国专利所有活动中,我国仍处于明显劣势地位。

5 结论与建议

跨国专利所有活动是国际技术合作的重要组成部分,是

一种地位不平等、存在上下位关系的合作形式。跨国专利所有国以跨国公司为实施主体,以跨国所有专利权为具体方式在全球范围内集聚、整合和利用创新资源,最终获得更大的市场利益和竞争优势。本文利用1981-2015年间累计跨国专利所有数量最多的30个国家(地区)的PCT申请中的跨国专利所有数据,从复杂网络角度呈现了国际跨国专利所有活动的网络结构及演化特征,并分析了近35年来主要国家的网络地位、最大跨国专利所有国与被所有国的变化情况。主要研究结论如下:

(1)从网络整体结构角度看,跨国专利所有关系显著增加、跨国专利所有强度显著提高,跨国专利所有活动变得愈加广泛和深化;网络愈加明显的“小世界”特性表明各国间的跨国专利所有活动更加密切。

(2)从网络主要国家中心性角度看,网络存在明显的“核心-边缘结构”,美国、英国、德国等少数欧美发达国家表现出较强的跨国专利所有能力,长期处于网络核心位置;中国、印度、巴西等发展中国家跨国专利被控制程度较高,长期处于网络边缘位置。中国的网络地位近期得以快速提升,开始进入核心国家行列,但跨国专利被控制程度较高,网络影响力和控制力仍需进一步提高和优化。

(3)从顶层网络角度看,网络拓扑结构逐渐由多核心的星型-总线型演化为仅以美国为核心的星型结构,再次凸显出美国的绝对优势地位;不同国家的最大跨国专利所有国与被所有国表现出长期稳定性与阶段变动性并存;近期中美两国跨国专利所有关系愈加密切,但我国对美国专利的控制能力远小于美国对我国专利的控制能力。

伴随经济全球化而来的“创新全球化”已成为21世纪不可逆转的历史潮流。一方面,我国应以更加开放的态度积极参与全球技术合作、深度融入全球创新网络,特别是技术领先国家的创新网络;另一方面,也必须对创新全球化对我国国家创新体系所带来的威胁与挑战保持足够警惕。从跨国专利所有活动角度看,我国长期处于被欧美发达国家高度控制的劣势地位,这对我国非常不利,甚至可能成为威胁国家安全的因素。为提高我国跨国专利所有能力、降低跨国专利被控制程度,需要采取以下措施:

(1)积极鼓励本国企业实施“走出去”战略。鼓励有实力的企业以在海外设立研发分支机构、雇佣海外技术创新人才、并购海外技术公司以吸收其研发机构和营销网络等方式,快速拓展自身创新网络和提升创新实力,提升研发国际化水平和对海外创新资源的集聚和利用能力。

(2)引进全球高层次人才特别是高层次华裔优秀人才回国创业创新。持续实施高层次人才引进计划,建立、健全海外高层次人才回国服务保障机制,创造有利于海外人才回国为我国技术创新贡献力量的政策环境。

(3)防止高层次人才流失。在华跨国公司以高报酬、高福利等优厚条件吸引了我国大批高层次人才,严重削弱了我国的技术研发及自控能力。对此必须加强人才观念、健全人才管理制度,努力留住人才,充分发挥

人才作用。

(4)建立高层次创新型人才保护机制。对重要前沿战略技术领域的研发人才和研发机构加强保护和合理防护,防止西方各种不择手段的打击(如陷害重要前沿技术领域领军人才)和预谋破坏我国高技术领域发展的阴谋活动。

参考文献

- 1 Wuchty S, Jones B F, Uzzi B. The increasing dominance of teams in production of knowledge[J]. SCIENCE, 2007,316(5827):1036-1039.
- 2 邱均平. 组织者的话[J]. 图书情报工作, 2011,55(20):5.
- 3 GRILICHES Z. PATENT STATISTICS AS ECONOMIC INDICATORS - A SURVEY[J]. JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE, 1990,28(4):1661-1707.
- 4 王文平, 刘云, 蒋海军. 基于专利计量的金砖五国国际技术合作特征研究[J]. 技术经济, 2014,33(1):48-54.
- 5 Ma Z, Lee Y. Patent application and technological collaboration in inventive activities: 1980-2005[J]. TECHNOVATION, 2008,28(6):379-390.
- 6 Ma Z. Booming or emerging? China's technological capability and international collaboration in patent activities[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2009,76(6):787-796.
- 7 刘云, 闫哲, 程漪婕, 等. 基于专利计量的集成电路制造领域国际技术合作特征研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2018,39(8):13-25.
- 8 De Prato G, Nepelski D. Global technological collaboration network: network analysis of international co-inventions[J]. JOURNAL OF TECHNOLOGY TRANSFER, 2014,39(3):358-375.
- 9 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):21-25.
- 10 郑栋, 朱春奎, 陈玉龙. 中国在国际创新合作网络中的地位和角色——基于2011—2015年国际专利合作的实证研究[J]. 科技管理研究, 2019,39(2):194-202.
- 11 李文娟, 朱春奎. 中国在国际科技合作网络中的角色和地位演变——基于2000—2015年国际专利合作数据的实证研究[J]. 科技管理研究, 2019,39(3):44-50.
- 12 Guellec D, van Pottelsberghe B. The internationalisation of technology analysed with patent data[J]. RESEARCH POLICY, 2001,30(8):1253-1266.
- 13 Cincera M, De la Potterie B V, Veugelers R. Assessing the foreign control of production of technology: The case of a small open economy[J]. SCIENTOMETRICS, 2006,66(3):493-512.
- 14 刘凤朝, 马荣康, 孙玉涛. 中国专利活动国际化的渠道与模式分析[J]. 研究与发展管理, 2012,24(1):86-92.
- 15 Huang M, Chang H, Chen D. The trend of concentration in scientific research and technological innovation: A reduction of the predominant role of the U.S. in world research & technology[J]. JOURNAL OF INFORMETRICS, 2012,6(4):457-468.
- 16 WIPO. What is WIPO?[EB/OL].<https://www.wipo.int/about-wipo/en/>,2019-03-24.
- 17 俞文华. 面向全球市场的技术竞争:增长贡献、优势动态和结构趋同——基于WIPO的PCT申请统计分析[J]. 中国软科学, 2012,(8):1-22.
- 18 许晖. 跨国公司技术创新全球化探析[J]. 科学管理研究, 2002,(6):17-20.
- 19 Valverde S, Cancho R F, Sole R V. Scale-free networks from optimal design[J]. EUROPHYSICS LETTERS, 2002,60(4):512-517.
- 20 Chen Z, Guan J. The impact of small world on innovation: An empirical study of 16 countries[J]. JOURNAL OF INFORMETRICS, 2010,4(1):97-106.
- 21 罗家德. 社会网络分析讲义[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2010.
- 22 蒲岳, 吴钢, 姚星. 中国在国际创新成果保护网络中的地位及其演化分析[J]. 科研管理, 2017,38(3):61-68.
- 23 王元地, 刘凤朝. 国家创新体系国际化实现模式与中国路径——基于中、德、日、韩的案例[J]. 科学学研究, 2013,31(1):67-78.

(责任编辑:张连峰)