

创新网络的生成、演化 及效应研究

The Formation, Evolution and Effects of
Innovation Network

张雅蕊 著



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

创新网络的生成、演化及效应研究

The Formation, Evolution and Effects of Innovation Network

张雅蕊 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书主要介绍了如何采用我国重点产业专利信息服务平台中的钢铁产业联合申请专利数据,从技术邻近、制度邻近及地理邻近三个视角,研究钢铁产业创新网络的生成机制、演化规律以及网络效应,以期钢铁产业创新组织实施空间调整、技术整合及制度安排提供操作借鉴。本书受众群体为高校、企业及政府相关创新管理人员。本书为湖北省教育厅人文社会科学研究项目“长江经济带物流产业创新网络动态演化及效应研究”(18Q149)资助成果。

图书在版编目(CIP)数据

创新网络的生成、演化及效应研究/张雅蕊著.—武汉:华中科技大学出版社,2019.8
ISBN 978-7-5680-5455-3

I. ① 创… II. ① 张… III. ① 钢铁工业-无污染技术-研究 ② 钢铁工业-节能-研究
IV. ① TF4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 150805 号

创新网络的生成、演化及效应研究

张雅蕊 著

Chuangxin Wangluo de Shengcheng Yanhua ji Xiaoying Yanjiu

策划编辑:胡弘扬 李欢

责任编辑:李家乐

封面设计:刘婷

责任校对:阮敏

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录排:华中科技大学出版社美编室

印刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开本:710mm×1000mm 1/16

印张:13

字数:211千字

版次:2019年8月第1版第1次印刷

定价:59.80元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

历经近二十年的快速发展时期,我国钢铁产业现已步入发展的“新常态”阶段。解决我国钢铁产能过剩、技术水平低下、环境污染严重等问题,促进钢铁产业减量化、低碳化及信息化发展,是实现钢铁产业绿色转型的必由之路。钢铁产业绿色转型不仅需要单个组织具备节能环保技术创新发展能力,同时也要求钢铁产业领域内的企业与供应商、竞争者、大学、科研机构及其他组织机构形成联合开发、资源互补、知识分享和风险分担的创新网络。然而现有对创新网络的研究大多集中在网络整体结构层面(如网络密度、中心度及关系强度等),却忽视了网络个体间合作情景包括地理邻近、技术邻近及制度邻近对合作对象选择、知识溢出及创新绩效等的重要作用。鉴于此,本书采用我国重点产业专利信息服务平台中的钢铁产业联合申请专利数据,从技术邻近、制度邻近及地理邻近三个视角,研究钢铁产业创新网络的生成机制、演化规律、网络效应以及政策定位。主要成果如下。

1. 构建了钢铁产业创新网络系统动力学模型以揭示网络生成机制

考虑钢铁产业创新网络的系统性和复杂性,基于系统动力学理论及方法,从以政府为主导的创新投入和多维邻近主体的创新活动及合作创新产出三个角度建立了钢铁产业创新网络形成的系统动力学模型,并采用 Vensim PLE 软件进行系统仿真,以揭示钢铁产业创新网络的生成机制。仿真结果表明:第一,技术邻近和地理邻近对钢铁产业合作创新产出呈倒 U 形影响,制度邻近对合作创新产出呈正向影响;第二,在钢铁产业创新网络形成过程中,以政府为主导的创新投入有利于促进成员合理进出网络,增强成员邻近性,但是过多的政府投入会导致“挤出效应”,不利于合作创新产出。总的来说,创新网络的生成是外部政府政策和内部多维邻近性、知识溢出等共

同作用的结果。研究解析了钢铁产业创新网络形成的逻辑过程,并揭示了钢铁产业创新网络生成的作用机理,这是对创新网络与产业集群研究的丰富和发展。

2.刻画了钢铁产业技术创新网络并揭示其节点邻近性演化规律

选取 2007—2014 年钢铁产业中节能环保、回收利用领域的 4272 项联合申请发明专利数据,借助 Ucinet 6.0 及 Netdraw 等软件从我国钢铁产业创新网络整体结构和节点多维邻近性的双重视角,分析中国钢铁产业创新网络演化规律。结果表明,第一,我国钢铁产业创新网络的整体结构演化特征为:①钢铁产业创新网络具有组织流动性大,网络紧密度欠缺,初步显现小世界性等特征;②大型国企和重点高校占据创新网络核心位置,是钢铁产业合作创新的优先连接主体。第二,节点多维邻近性对网络演化的影响表现为:①地理邻近仍为驱动创新网络演化的重要因子之一,但区域边界对于组织合作创新的影响在逐步下降;②技术邻近是创新网络演化的关键驱动因素,同时,可适当考虑发展多样化技术融合;③制度邻近对创新网络演化的影响较小,表现为不同组织性质的创新成员合作较为频繁。研究综合分析了创新网络整体结构特征和合作伙伴邻近性特征,拓展了现有仅关注创新网络结构层面的演化研究。

3.采用面板回归模型验证了创新网络的多维邻近效应

为探究组织间地理距离、技术距离及制度距离对钢铁产业合作创新绩效的影响,本书提出了多维邻近性的独立效应、交互效应及网络密度对多维邻近调节效应的研究假设,并运用 2007—2014 年钢铁产业中节能环保、回收利用领域的 4272 项联合发明专利进行实证检验。结果表明,第一,地理邻近性、技术

目录

CONTENTS

第一章 绪论

邻近性均与合作创新绩效呈倒 U 形关系,且大部分钢铁组织处于过度地理邻近和技术邻近带来的负面效应阶段;第二,多维邻近的交互作用对钢铁合作创新的效果大于单一维度,且技术邻近与制度邻近的二者交互作用对钢铁合作创新的正面影响最大;第三,网络密度正向调节多维邻近与创新绩效的关系。本书从多维邻近独立和交互视角分析其对创新网络绩效的影响,打破了过往单一邻近效应研究的局限性,同时深入挖掘了钢铁产业创新网络效应的特殊性。

4.提出了优化钢铁产业创新网络的政策与对策建议

综合以上研究结论,从网络整体结构、节点邻近性组合及政府政策支持三个方面提出相应的建议。第一,通过最大化校企网络中心度,充分利用高校结构洞度,提高创新网络密度等措施,优化钢铁产业创新网络结构。第二,通过破解过度地理邻近障碍、降低过度技术邻近负效应、增强制度邻近正效应、突出技术和制度邻近组合优势等对策,合理配置多维邻近组合,提升组织合作创新能力。第三,通过调控创新网络创新投入、完善网络进入退出机制、搭建钢铁产学研创新平台等政策,发挥政府网络主导作用,引导其他组织发展适配的网络化关系。研究为我国官产学研组织合理选择合作伙伴和高效运行创新网络提供了可操作性建议。

第四章 多维邻近性视角下创新网络的演化分析

一、创新网络的概念

二、创新网络的形成和演化

三、多维邻近性视角下创新网络的演化分析

目 录

CONTENTS

| | |
|------------------------------|----|
| 第一章 导论 | 1 |
| 一、研究背景 | 3 |
| 二、研究目的与意义 | 4 |
| 三、国内外研究综述 | 6 |
| 四、研究内容和方法 | 20 |
| 第二章 概念界定和理论基础 | 23 |
| 一、多维邻近性的界定 | 25 |
| 二、创新网络的内涵、特征及结构 | 28 |
| 三、多维邻近视角下创新网络研究的理论基础 | 34 |
| 第三章 多维邻近性视角下创新网络的生成机制 | 39 |
| 一、多维邻近性视角下创新网络生成的建模方法 | 41 |
| 二、多维邻近性视角下创新网络生成的模型构建 | 45 |
| 三、系统动力学模型检验 | 56 |
| 四、系统动力学模型仿真分析 | 63 |
| 第四章 多维邻近性视角下创新网络的演化分析 | 73 |
| 一、创新网络的构建 | 75 |
| 二、创新网络整体结构演化 | 79 |
| 三、多维邻近性视角下创新网络演化特征 | 87 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第五章 多维邻近视角下创新网络的效应分析 | 109 |
| 一、多维邻近性对合作创新绩效的影响机制 | 111 |
| 二、变量设定及模型构建 | 119 |
| 三、实证检验 | 128 |
| 第六章 政策与建议 | 163 |
| 一、优化钢铁创新网络整体结构 | 165 |
| 二、合理配置主体多维邻近组合 | 167 |
| 三、充分发挥政府创新主导作用 | 170 |
| 附录 | 175 |
| 参考文献 | 179 |

Chapter

1

.....

第一章 导论



研究背景

作为我国经济建设的重要支柱,钢铁工业以其较高的产能满足了不断增长的国内外相关产品的需求。据中国钢铁工业协会发布的《中国钢铁工业发展报告(2016版)》指出,2011—2015年,中国累计产钢38亿吨,满足了同期固定资产投资增长128%和国内生产总值增长65%对钢铁产品的强大需求。但是值得注意的是,钢铁业也因其排放的二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘等污染物约占全国工业的7%至14%的问题,成为重点雾霾污染源之一。因此,钢铁业已被列入我国环境治理的关键领域,应大力倡导钢铁绿色转型理念,深入推进节能环保工作。自“十二五”以来,在政府、各企业及社会团体的共同努力下,我国钢铁业节能环保水平也有一定的提升,但仍存在企业间投入水平参差不齐、环保治理能力差距大、全行业排放总量大等问题。环保部监察数据显示,截至2015年年底,仍有20%左右的钢铁企业无法实现环保达标,其中约40%的钢铁企业,涉及约1亿吨产能,因为资金短缺、技术设备落后、产品改造难度大等问题导致环保不达标,将面临依法处分。由此可见,促进钢铁产业可持续发展,实现传统钢铁产业绿色转型还需要较高的绿色技术支持。但技术的高度复杂性、不确定性及学科交叉性使得单个组织难以具备全面的钢铁技术创新能力,需要寻求合适的合作伙伴构建合作创新网络以攻克技术难题。

现今,钢铁产业技术创新网络发展已初步具备“天时”、“地利”及“人和”。“天时”是在“十九大”提出的新时代、新要求的指引下,钢铁产业绿色发展的理念已被广泛接受,而技术创新合作对推动我国钢铁行业实现由大到强,跨上新台阶,具有重要意义。“地利”表现为我国钢铁产业布局逐渐由“资源依托型”发展为“临海港口型”。2005年《钢铁产业发展政策》提出“需强化沿海布局战略”,以优化网络布局,促进产业可持续发展。“人和”是因为出于自身利益驱使或环境保护等考量,各官产学研组织纷纷主动加入技术创新网络中。近几年,武汉钢铁(集团)公司、宝山钢铁股份有限公司、莱芜钢铁集团有限公司、南京梅山冶金发展有限公司等企业均通过与其他企业、高校、科研机构等的合作技术创新成功提升企业竞争力。特别是,2016年9月,宝钢股份和武钢股份正

式合并,二者在区位、研发、技术创新、企业文化等方面都将发挥更好的协同效应。但同时也有部分企业受以上各种合作条件,包括区域位置、社会环境及技术领域差异等的限制,对开展合作创新活动犹豫不决,或者未取得预期的合作创新成效。由此,如何进一步发挥钢铁产业的“天时”、“地利”及“人和”优势,选择合作伙伴以发展良性创新网络是提升钢铁产业绿色技术创新水平的核心问题。

目前,对创新网络生成、演化及效应的研究大多集中于网络结构层面,却忽视了网络创新成员间的地理距离、技术距离及制度距离对创新网络形成和发展的重要作用。同时,创新网络的实证研究大多数以电子、通信、生物医药等经济产业为研究对象,对传统能源产业的研究仍较为匮乏。因此,钢铁产业创新网络的客观存在性、发展的紧迫性及研究的滞后性表明钢铁产业创新网络是一个值得深入探索的课题。基于此,本研究试图将多维邻近、创新网络和钢铁产业纳入同一研究框架,采用钢铁产业联合申请专利数据,探究地理距离、技术距离及制度距离是如何作用于组织间知识溢出并影响创新网络的形成和发展的,以期为官产学研组织构建钢铁产业创新网络,开展绿色技术创新活动提供参考。

研究目的与意义

在搭建钢铁产业创新网络生成、演化和效应总体研究框架的基础上,主要围绕以下几个重点问题展开深入探讨:如何构建钢铁产业创新网络?钢铁产业创新网络是如何发展演化的?除了网络结构,组织间的地理距离、技术距离及制度距离等对创新网络绩效有影响吗?是如何影响的?为此,本研究采用系统动力学理论和方法,构建钢铁产业创新网络系统动力学模型,以揭示其网络生成机制;选取钢铁产业中环保节能领域的联合申请专利数据,运用社会网络分析法构建钢铁产业创新网络,并从创新网络整体结构和节点多维邻近性的双重视角,分析中国钢铁产业创新网络演化规律;理清多维邻近性对钢铁产业创新网络效应的独立与交互的影响机理,提出研究假设,并构建负二项回归模型实证多维邻近的独立效应和交互效应;最后,在结合以上研究结论的基础上,从网络整体结构、节点多维邻近组合及政府政策三个方面提出相应的建

议,以期为钢铁产业乃至其他传统能源产业提高技术创新能力,为实现可持续发展提供思路参考和方法借鉴。

对多维邻近视角下创新网络生成、演化及效应的研究,在丰富创新网络理论和指导钢铁产业合作技术创新上,均具有极其重要的意义。

(一)理论意义

第一,采用系统论,探究了多维邻近对创新网络生成的作用机理。

鉴于钢铁产业创新网络多主体间交互作用的复杂性、演化历程的长期性及相关数据获取的困难性,本研究采用系统动力学理论和方法,在理清网络要素间因果关系的基础上,模拟钢铁产业创新网络形成过程,并采用仿真工具利用有限数据探究政府政策和多维邻近度对钢铁产业创新网络生成的影响。研究解决了以往数据不明和要素关系繁杂情况下进行创新系统分析的难题,为定量地、全面地探索创新网络系统打开了一条新的思路。

第二,构建多维邻近性交互模型,加深了影响创新绩效的内在机理研究。

现有研究往往集中于分析单一维度的邻近性对创新的作用,但是多维邻近不仅可在合作创新中独立地发挥影响,还可形成不同的组合,对合作创新产生交互效应。因此,本研究尝试将地理邻近、制度邻近及技术邻近三者的交互作用变量引入合作创新产出模型,也实证检验了多维邻近交互效应比单一邻近效应更能全面地反映创新网络效应。研究加深了影响合作创新产出的内在机理研究,同时为钢铁产业创新成员的行为决策提供理论指导。

(二)现实意义

第一,为钢铁产业创新组织实施空间调整、技术整合及制度安排提供操作借鉴。

合作技术创新是钢铁产业创新网络的重要合作创新形式,其合作对象的选择、合作过程中人员沟通、知识创造与流动等均受到邻近性不同程度的影响。本研究从技术邻近、制度邻近及地理邻近角度分析其对钢铁产业创新网络演化及效应的影响,并针对性地提出了创新网络主体应该如何配置多维邻近组合以提高合作技术创新水平的对策。研究加深了网络利益相关者对邻近性合作关系现状及多维邻近作用于合作创新绩效的认识,并为创新组织实施

空间调整、技术整合及制度安排提供操作借鉴。

第二,为政府制定科学的钢铁产业政策引导产学研合作提供理论依据与实践指导。

政府在钢铁产业创新网络生成及演化中扮演着不可或缺的角色。在政府行政干预和相关产业政策的主导下,钢铁产业的技术创新效率会更高。本研究认为政府应通过维持合理的创新网络投入,完善协同创新的进入退出机制,及搭建钢铁产业产学研创新平台等相关措施,积极引导其他组织参与钢铁产业创新过程,不断优化主体间的网络化合作关系,以提升钢铁产业技术创新绩效,推动钢铁产业可持续发展。研究为制定科学钢铁产业创新及其相关政策提供了理论依据与实践指导。

三 国内外研究综述

(一) 创新网络的相关研究

20世纪80年代,Freeman首次提出了创新网络概念。现今,关于创新网络的研究层面已从个体扩展到组织、区域乃至国家层面,同时其研究范畴也得以丰富,涉及网络的动因、形成机制及网络绩效等,以上研究为本研究的思路规划和实践推进奠定了基础。本部分主要对创新网络的生成、演化及效应进行研究综述。

1. 创新网络的生成研究

目前,学者们对创新网络生成的研究大多集中于网络生成动因及其影响因素。有关创新网络生成动因的研究,主要是基于资源依赖、知识基础观和分工整合等理论。国外学者 Ahuja(2000)认为网络主体间的信息流动有利于新技术产生,且进一步促进了网络技术的多元化发展,这是技术创新网络形成的根本原因。Hallen(2008)采用资源依赖理论研究企业联盟网络的形成机制,研究发现企业倾向于与拥有良好资源禀赋和平衡的相互依赖关系的组织缔结合作伙伴关系,并搭建联盟网络。国内学者蒋军锋等(2010)研究发现寻找新知识和跨组织学习是技术创新网络生成的重要因素。张宝建等(2011)从社会资本与结构洞理论出发解释企业创新网络的生成机制,前者促进了网络内节

点成员基于网络租金诱导下对于关系型资源的投入,后者则通过结构性竞争机制加速了网络结构的拓展。吴贵生(2013)将技术创新网络的形成视为一种创新分工的过程,即创新成员通过互惠关系建立、资源整合、创新分工等实现合作技术创新的过程。

国内外学者大多从网络结构特征、网络个体创新能力及创新环境等方面研究其对创新网络生成的影响。国外学者 Thorgren 等(2009)探讨了网络规模对中小企业创新网络形成的影响,研究发现网络规模和自下而上的组织结构正向促进创新绩效。Phelps(2010)通过对 77 个电信设备制造商的纵向调研发现其创新网络的形成受技术因素的影响,且技术多样性与探索性创新呈正相关性。国内学者董微微(2013)研究复杂网络视角下的创新集群形成机理,认为创新主体的学习与模仿能力、创新能力、与其他主体的互动和协同都会对创新集群的形成产生影响。范群林等(2014)以中国东方汽轮机有限公司为例,研究国家创新系统作用下的协同创新网络的形成机制。研究表明,交易成本的下降和政府政策的支持可有效促进创新网络的形成和网络绩效的提升。叶琴等(2017)采用企业合作申请专利研究东营市石油装备制造业创新网络的形成和演化,验证了各邻近性特征对不同发展阶段创新网络的影响。

2. 创新网络的演化研究

现有关于创新网络演化的研究主要是从演化动因和演化形态两方面展开的。对于创新网络演化动因的研究主要是基于社会资本、经济地理学及复杂网络等理论展开。国外学者 Milojevic(2010)以纳米科学合作创新网络为例,研究得出优先连接是网络演化的动力之一,具体表现为新进入节点首要考虑与度数中心度高的节点建立联结关系。Cunningham 等(2012)研究发现,地理、技术和组织邻近性特征不同程度地影响了合作伙伴选择,并推动了纳米技术合作网络发展。国内学者洪伟(2010)采用社会网络分析法研究校企合作的地理演变情况,研究发现地理邻近对于身处市场经济中的校企合作具有重要影响。王灏(2013)基于复杂网络理论研究原生性科研力量和中介组织在光电子产业创新网络构建中的作用。结果表明,网络演化的动力逐步由最初来自“织网人”的撮合转化为创新主体的主动合作。高霞和陈凯华(2015)以信息 ICT 产业为例,研究其复杂网络结构特征及演化动力

机制。结果显示,创新网络的无标度特征显著,且增长机制和优先连接性是网络演化的重要动力。

对于创新网络的演化形态,国内外学者们大多是基于相关领域的科研成果数据,采用网络分析方法及工具,研究网络结构演化特征。国外学者 Liu 等(2015)构建了纳米科学技术国际合作创新网络,并利用核心-边缘分布、中心性和聚类分析创新网络结构和演化特征。Choe(2016)采用网络分析和矩阵分析法,分析有机太阳能电池领域创新网络的结构特征和主要组织角色。结果显示,网络呈现小世界特性,且中介中心度高的组织控制着网络技术知识的流动方向。国内学者刘秋岭(2012)采用网络分析软件,分析 2001—2010 年台湾镁合金领域科研合作网络结构特征。结果表明,网络合作密度波动上升,聚类效应波动放大,网络结构向核心-边缘结构发展。叶春霞等(2013)选取 1985—2010 年企业合作专利数据,分析多学科知识网络的演化特征,结果表明网络整体结构较完善,由较多节点数量、联系紧密的强关系群体,通过一些弱关系的连接,把多学科知识扩散到更广的范围,基本实现网络的信息可达性。刘彤等(2014)采用动态网络分析方法,探究北京地区纳米技术专利合作网络的动态演化特征。结果表明,网络呈整体松散、局部紧密以及以技术单一性和相近性合作为主的特征。

3. 创新网络的效应研究

迄今为止,学者们对创新网络效应的研究大多聚焦于网络结构,并从组织层面(微观)、集群层面(中观)及区域层面(宏观)三个层面进行研究。

从微观组织层面来看,大多是从网络整体结构特征和节点属性角度研究其与组织创新绩效的关系。国外学者 Weterings 等(2009)使用企业经营数据实证荷兰软件公司“用户-生产者”的交互作用。结果表明,空间距离无法加强二者交互作用对创新绩效的影响。Guan 等(2016)采用纳米能源技术领域专利,研究创新网络和知识网络中的探索式创新和利用式创新绩效。研究发现,组织间的直接联系、间接联系和结构洞位置对两个网络的二元创新具有不同作用。国内学者郑向杰等(2014)基于中国汽车行业企业间联盟网络,运用负二项回归模型分析网络集聚系数与平均路径长度对企业创新能力的影响。实证结果显示,网络集聚系数对企业创新绩效呈倒 U 形影响,也就是说企业过度扎堆反而不利于创新产出,而较短的平均路径长度会提升企业创新能力。徐

建中和徐莹莹(2015)利用结构方程和层级回归分析方法,研究企业协同能力和网络位置对汽车企业技术创新绩效的影响。结果表明,提高企业与其他类别组织的协同创新能力和巩固企业网络核心位置可促进技术创新绩效的提升。刘学元等(2016)构建了网络关系强度、企业吸收能力和创新绩效三者之间的关系理论模型,并以中国 278 家制造业企业为样本进行了实证研究。最终得出结论,即创新网络成员间的强关系有利于提升知识吸收能力,进而促进企业创新绩效,研究验证了吸收能力对企业网络位置和创新绩效关系的中介作用。

从中观集群层面来看,研究集中于网络位置、关系强度及外部环境对集群创新绩效的影响机制。国外学者 Eisingerich 等(2010)以加拿大和奥地利两国的 8 个产业集群为例,研究网络关系强度和网络开放度对集群创新绩效的影响。研究表明,环境的不确定性可增进网络开放度和集群绩效的正向关系,但却会限制网络关系强度和集群绩效的正向关系。Yu 等(2017)采用复杂网络分析和 MRQAP 分析方法,以 1985—2015 年的 IC 产业链合作专利数据为样本,分析地理距离、知识累积距离、知识结构接近和创新环境接近对产业集群创新的影响。国内学者吴俊杰和盛亚(2011)从集群社会网络视角,实证网络强度和开放度对浙江产业集群绩效的影响。结果表明,网络强度和开放度均对产业集群绩效起正向促进作用,此外,环境不确定性对网络强度与集群绩效关系、开放度与集群绩效关系分别起不同调节作用。郭元源(2014)验证了科技中介网络位置对搜寻认知、交流吸收与集群绩效关系的正向调节作用。因此,可通过增加科技中介中心度及结构洞度,巩固其网络核心位置以强化成员搜寻认知和交流吸收能力,进而提升产业集群绩效。侯光文和薛惠锋(2017)基于制造业产业集群 206 个有效企业样本的调查数据,引入网络关系的不同维度,包括网络强度、网络质量、网络权利及网络稳定性,研究其对协同创新绩效的影响。结果表明,以上四个网络关系指标均与协同创新绩效呈显著的正向影响,且网络质量,即网络成员间信息和知识学习的深度,对集群创新的影响最大。

从宏观区域层面来看,学者们聚焦于区域网络的特性、区域创新绩效指标的认识等方面开展不同层次的区域创新网络效应研究。国外学者 Fleming 等(2007)探索了区域创新网络的小世界性特征,研究否定了小世界性结构对区