基于专利视角的安徽省创新合作网络研究

汪 凯，吴秋媛，李 更
（安徽省科学技术情报研究所，合肥 230091）

摘 要：以合作创新引领区域协同发展是实现高质量发展的重要途径。本文通过对 2016—2020 年间安徽省 16 个地市的发明授权专利合作数据进行统计分析，构建了创新合作网络。结果表明：安徽省的专利合作呈现出以合肥为核心，芜湖、马鞍山等其他城市为多节点的网络空间结构，并具有显著等级层次性。城市内部机构的专利合作为主要合作形式，省外合作城市主要是佛山、北京、南京和上海。从合作机构类别看，企业占据绝对优势，而科研院所占比较少。

关键词：安徽省；合作网络；专利；创新
中图分类号：G353 **文献标识码：**A DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2022.02.008

以合作创新引领区域协同发展是实现高质量发展的重要途径。专利作为科技创新的重要载体，涵盖了企业、高校、科研院所等各类创新主体的科技成果。以专利合作为切入点，分析特定区域的创新合作情况，可以为区域协调发展和进一步实施创新驱动发展战略提供数据支撑。

1 研究现状

目前，国内针对创新网络的研究大多以科研论文为研究对象，依托较为成熟的 SCI 以及国内的 CNKI 等数据库，进行作者或区域之间的合作网络分析 [1,2]。专利合作网络研究中，现有文献一般围绕某一特定技术领域，分析主要申请人之间的专利合作情况 [3–6]。由于国内专利数据库仅有第一申请人地址字段，研究区域间专利合作时，不可避免地会遇到多个专利申请人地址无法快速定位的困难。

为了解决这一问题，国内学者主要采用两种方法：（1）以城市中高频专利申请人的数据代替城市专利数据，开展相关分析，如张若凡等 [7] 基于粤港澳大湾区 5 年的专利数据，以合作频次 > 10 为条件选取高频申请者，构建区域合作网络。该方法由于大量低频申请人的专利被剔除，区域专利合作分析结果会失真。（2）分别检索各个城市作为第一申请人的专利合作数据，再进行二次清洗与筛选，得到相互间的合作情况。如唐恒等 [8] 以申请人区域代码分别检索京津冀三地的合作发明专利数据，再进行比对、筛选，得到三地相互之间的合作数据，进而研究京津冀专利合作特征。该方法较第一种方法优势明显，可以得到特定城市之间的合作专利数据，但不能分析出区域内与区域外的专利合作情况。

本文借助数据抓取及人工标引等方法，获得安徽省内各城市的合作专利数据，并开展专利合作网络研究。

2 数据检索与处理

本文基于 Incopat 数据库，对 2016—2020 年间第一申请人地址为安徽省的发明授权专利进行检索，并根据需要对申请人、IPC 等著录项进行下载，

第一作者简介：汪凯（1984—），男，副研究员，主要研究方向为软科学研究、专利分析。
通讯作者简介：李更（1981—），男，副研究员，主要研究方向为软科学研究、专利分析。邮箱：25331721@qq.com
项目来源：安徽省科技创新战略研究专项“安徽科技创新促进区域协调发展对策研究”（202006f01050056）。
收稿日期：2021－12－26

用于后续分析处理。

为开展专利合作网络分析，需要获得合作专利的所有申请人地址。数据处理过程分为两个阶段：第一步，统一提取除第一申请人之外的所有专利申请人名称，通过网络数据采集工具“八爪鱼”，在Incopat数据库中以限定为第一申请人的形式进行检索（如：ap-first=“安徽八公山豆制品有限公司”），并批量提取出申请人省市信息，再结合字段匹配与人工标引，实现所有申请人省市字段的加工处理。第二步，把第一阶段的专利合作信息，转化为合作频数矩阵。对于同一件专利存在同城多名申请人时，本研究按城市内部合作一次处理；对于N个城市出现同城申请人时，本研究按各城市间合作一次，N个城市内部均合作一次处理（例如，同一专利申请单位有3个合肥市、2个芜湖市的，处理时认为合肥市、芜湖市内部分别合作1次，合肥与芜湖之间合作1次）。数据加工处理完毕后，根据需要开展相关分析。

3　合作专利总体概况

3.1　专利发展态势

2016—2020年，安徽省内创新主体共以第一申请人身份申请了441 782项中国发明专利。其中，申请人数量≥2的合作专利共计13 156项。从图1所示的专利申请趋势来看，2016年申请了1 958项合作专利，此后申请量逐年呈现出非常明显的线性增长趋势，年均增长400件左右。但由于专利审查制度，2020年还有大量发明专利申请尚未公开，因此检索到的数据有所下降。合作专利数量快速增长，除了源于近年来的科研投入明显增加外，双创政策激励下形成的良好创新生态环境也是一个重要因素。

图2为2016—2020年安徽省内各城市合作发明专利情况，可以看出，第一申请人地址为合肥市的专利数量最多，达到了7 805件，占总量的59.3%，显示出合肥市在安徽省内的龙头效应。往后依次是芜湖市1 842件、马鞍山市838件，其他地市均低于500件，黄山市与池州市不足100件。

3.2　申请人构成

合作专利中，第一申请人为企业的有11 881件，占据90.3%，体现了企业在创新活动中的核心地位；大专院校有2 307件，科研单位有1 175件；此外个人作为第一申请人的合作专利有1 022件，占比7.8%，体现了省内科研人员个体的创新意愿与活力。

图3为2016—2020年安徽省合作发明专利的前20位申请人，企业占据了16席，其中合肥华凌股份有限公司排名第1，作为第一申请人共申请了1 003项合作发明专利，占总量的8.4%，除此之外，芜湖美的厨卫电器制造有限公司、芜湖美智空调设

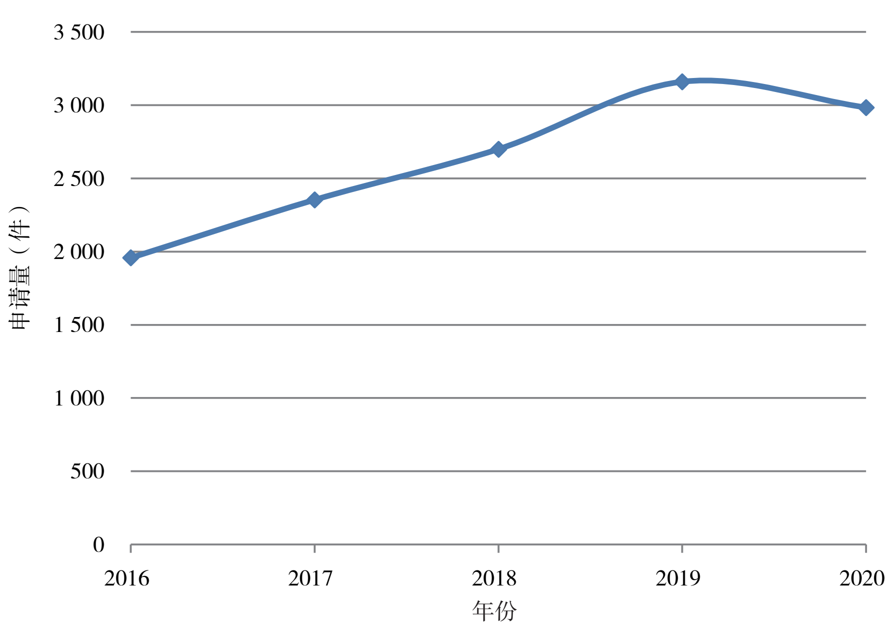

图1　安徽省合作发明专利申请趋势

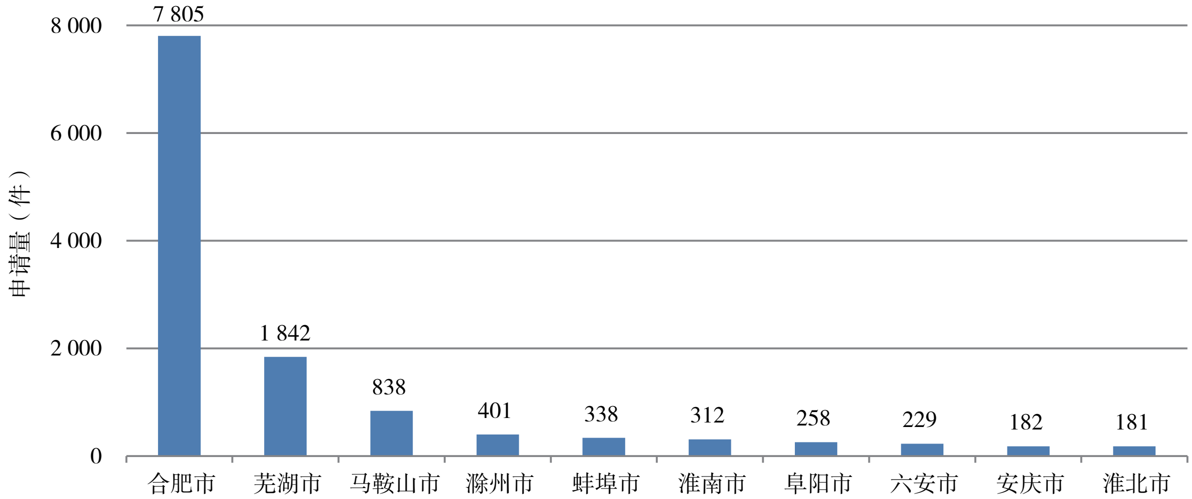

图 2　2016—2020 年安徽省内各城市合作发明专利申请情况

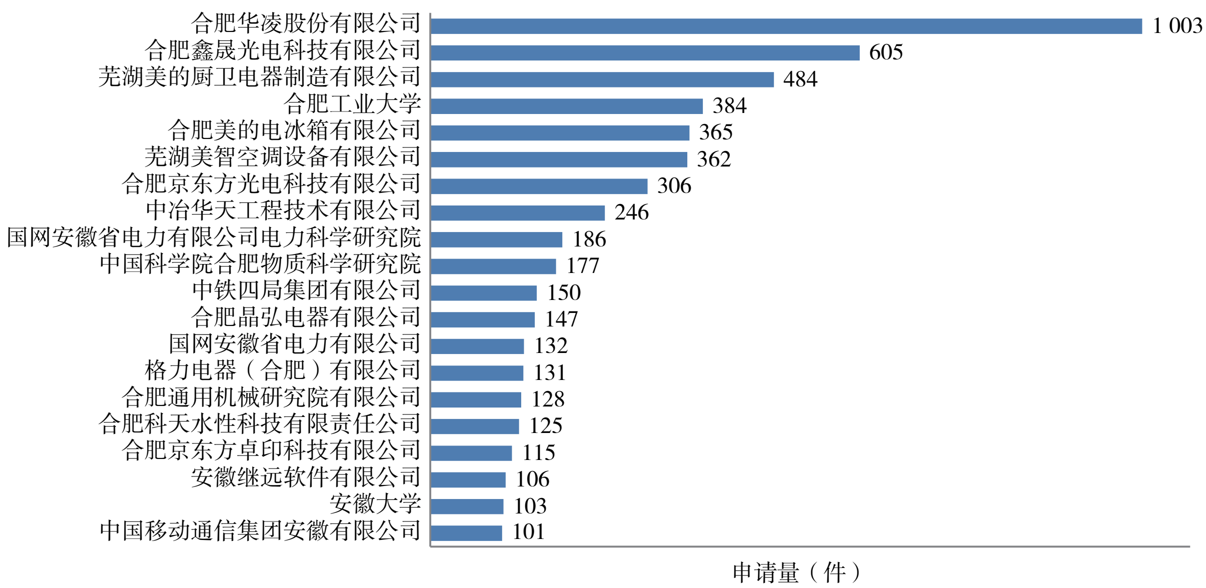

图 3　2016—2020 年安徽省合作发明专利的前 20 位申请人构成

备有限公司、合肥晶弘电器有限公司、格力电器(合肥)有限公司均入选前 20，分列 3、6、12、14 位，体现了安徽省特别是合肥市作为家电产业基地的龙头地位。

共有 2 家科研院所进入前 20，分别是中国科学院合肥物质科学研究院、合肥通用机械研究院。合肥工业大学申请合作专利 384 件，位列第 4，安徽大学有 103 件，往后依次是安徽理工大学、安徽工业大学、安徽农业大学、中国科学技术大学等，但均不足 100 件。高校与科研院所的合作专利很大程度上代表了省内的产学研合作水平，从数据来看，安徽省高校在这方面还有一定的进步空间。

3.3　技术构成

表 1 为安徽省合作发明专利的技术领域分布，其中家电领域的 F25D 分类的专利数量最多，达到 1 252 件，占总量的 9.5%，这与安徽省作为家电制造大省、家电品牌集中度居全国第一的现状相符。G06F、G01N、G06Q 三个分类的专利数量虽然与第一位差距较大，但仍超过了 500 件。进一步分析各分类号的主要专利申请人，25D、F24F、F24H 三个分类号的专利，主要是由美的集团内部机构进

表 1　安徽省合作发明授权专利的技术领域分布

IPC 分类号（小类）	专利数量	含义	代表企业
F25D	1 252	冷柜；冷藏室；冰箱；其他小类不包含的冷却或冷冻装置	合肥华凌股份有限公司 合肥美的电冰箱有限公司
G06F	699	电数字数据处理	—
G01N	587	借助于测定材料的化学或物理性质来测试或分析材料	—
G06Q	569	专门适用于行政、商业、金融、管理、监督或预测目的的数据处理系统或方法；其他类目不包含的专门适用于行政、商业、金融、管理、监督或预测目的的处理系统或方法	—
H01L	495	半导体器件；其他类目中不包括的电固体器件	合肥鑫晟光电科技有限公司
F24F	411	空气调节；空气增湿；通风；空气流作为屏蔽的应用	芜湖美智空调设备有限公司
F24H	379	一般有热发生装置的流体加热器，例如水或空气的加热器	芜湖美的厨卫电器制造有限公司
G09G	343	对用静态方法显示可变信息的指示装置进行控制的装置或电路	合肥鑫晟光电科技有限公司 合肥京东方光电科技有限公司
C02F	334	水、废水、污水或污泥的处理	—
G06K	334	数据识别；数据表示；记录载体；记录载体的处理	—

行合作研发；H01L、G09G 两个分类号中，主要由京东方内部合作申请专利；而其它分类号，没有体现出明显的集聚效应，申请人较为分散。

4　安徽省专利合作网络分析

本节以第一申请人地址为安徽，申请人≥ 2 为条件，检索 2016—2020 年的安徽省已授权的合作发明专利，剔除个人申请专利后，最终筛选出 2 735 件专利，借助地址字段匹配与人工标引，得到专利申请城市数据，进行城市间的专利合作网络分析。

4.1　省内专利合作

安徽省各城市机构之间的专利合作总频数为 1 326 次，从表 2 的合作频数矩阵来看，各城市更倾向于同城合作，同城合作频数达到 1 126 次，占比高达 84.9%。其中合肥市内部发明授权专利合作频数为 813 次，大幅高于省内其他城市，是排名第二的马鞍山的 5 倍；其他城市内部发明授权专利合作频数均小于 50 次。

在省内不同城市间专利合作中，没有城市表现得非常突出,合肥与芜湖之间的专利合作频数最高，但也仅有 23 次，其他省内城市之间的专利合作频数均不超过 20。不同城市间的合作创新能有效促进知识流动,某城市与城市外合作创新的比例越高，越能吸引外地知识来源活动的创新推动本地产业结构调整，该城市的产业多样化发展趋势越能凸显。目前，省内城市专利合作行政边界效应明显，错位产业布局、横向联系不足、资源整合共享机制不完善等原因直接影响了省内城市间的专利合作。

4.2　省外专利合作

进一步分析安徽省 16 个地市与省外城市机构发明授权专利合作情况（见表 3），结果表明，与省外的专利合作频数为 2 056 次，占总频数的 60.8%。广东佛山和北京市位居前 2，合作次数均大于 500，远超其他外省城市。主要是位于广东佛山的美的集团股份有限公司和合肥美的电冰箱有限公司及合肥华凌股份有限公司、位于北京的京东方

表 2　安徽省内各城市间授权发明专利合作频数矩阵（单位：次）

城市	合肥	芜湖	马鞍山	淮南	蚌埠	六安	滁州	阜阳	淮北	宿州	安庆	铜陵	亳州	宣城	黄山	池州
合肥	813	23	9	14	10	13	16	11	8	5	15	16	2	4	1	11
芜湖		42	2	1	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1
马鞍山			155	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	2
淮南				30	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1
蚌埠					11	0	0	0	0	1	2	0	1	0	3	0
六安						13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
滁州							3	0	0	3	0	0	1	0	1	0
阜阳								17	0	1	0	0	1	0	0	0
淮北									2	1	0	0	0	0	0	0
宿州										7	0	0	0	0	0	0
安庆											8	1	0	0	0	2
铜陵												6	0	0	0	2
亳州													11	0	0	0
宣城														6	0	0
黄山															2	0
池州																0

表 3　安徽省授权发明专利省外合作情况

排序	城市	总频数	省外主要合作城市（频数）		
1	合肥	1 607	佛山（579）	北京（553）	南京、兰州、上海
2	芜湖	361	佛山（229）	石家庄（39）	北京、武汉、上海
3	马鞍山	103	南京（43）	北京（8）	上海、珠海、深圳
4	淮南	56	北京（13）	—	徐州、鄂尔多斯
5	滁州	51	上海（9）	南京（6）	北京、广州
6	蚌埠	45	上海（10）	—	北京、深圳
7	六安	38	北京（12）	—	成都、上海
8	淮北	35	上海（9）	北京（6）	西安、泰州
9	安庆	31	北京（3）		上海、武汉
10	宿州	25	北京（6）	徐州（3）	上海、杭州
11	铜陵	22	—	—	杭州、泰安
12	池州	21	—	—	北京、上海
13	阜阳	20	北京（4）	—	西安、株洲
14	宣城	16	北京（9）	—	杭州

续表

排序	城市	总频数	省外主要合作城市（频数）		
15	黄山	13	北京（6）	—	南京、西安
16	亳州	12	北京（5）	—	沈阳

注：“—”表示没有较突出的专利合作城市。

科技集团股份有限公司和合肥京东方光电科技有限公司共同申请的专利数较多。

从地域位置来看，除佛山市和北京市，省外城市合作频数超过50的还有南京（87）和上海（78），长三角地区其他城市如常州、苏州、杭州、温州、徐州等均与安徽有专利合作关系，说明在长三角一体化进程中，各城市间的合作创新得到加强。从长三角地区合作专利覆盖城市来看，上海市和江苏省占据优势，而与浙江省的机构间合作相对较少。

4.3　合作网络分析

为了更好地实现安徽省内城市与其他城市合作专利的网络可视化，将影响中心性分析的城市内部专利合作频数清零，并运用Ucinet软件对专利合作关系进行可视化处理，得到图4。在安徽省16个城市的专利合作网络中，形成以合肥为核心，芜湖、马鞍山等其他城市为多节点的网络结构。

为了掌握各城市在专利合作中的地位，对上述合作数据开展网络中心性分析，计算每个城市节点的度中心性与特征向量中心性。度中心性反映某节点具有直接联系或相邻联接的数量和连接强度。而特征向量中心性与其临近节点的中心性得分的总和成正比，即与重要的节点连接的节点其特征向量中心性越高。

由表4可以看出，合肥的度中心性非常强，是第二名芜湖市的4.5倍，几乎是第2~16名城市之和的2倍，特征向量中心性也体现了这一点。合肥市处于第一层级，居于专利合作网络的核心位置。合肥市作为国家首批创新型试点城市，综合性国家科学中心建设加快，在创新方面优势明显，在专利合作中的地位举足轻重。同时，芜湖市在专利合作中虽与合肥市有一定差距，但遥遥领先于省内其他城市，处于第二层级。芜湖市的工业机器人、新能

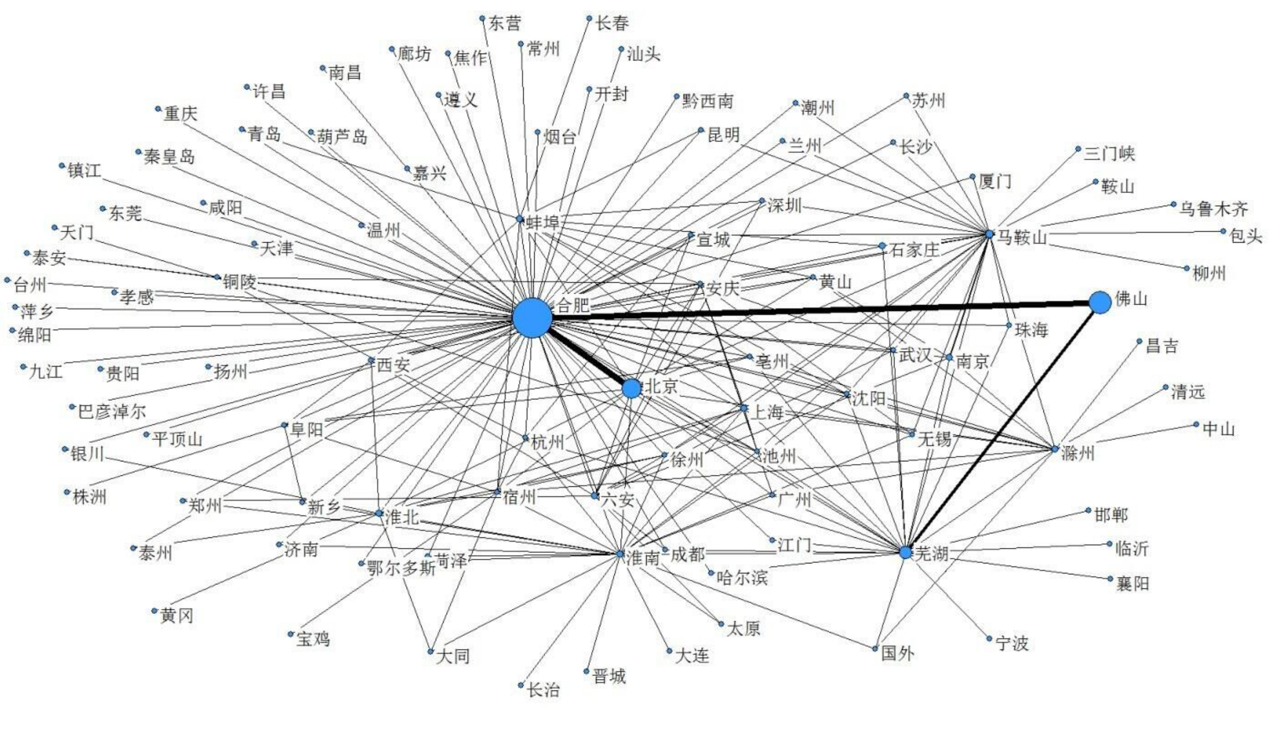

图4　安徽省发明授权专利合作城市网络

表 4　安徽省城市间合作网络中心度

排序	城市	度中心性	特征向量中心性
1	合肥	1 607	0.854
2	芜湖	361	0.067
3	马鞍山	103	0.006
4	淮南	56	0.008
5	滁州	51	0.007
6	蚌埠	45	0.005
7	六安	38	0.007
8	淮北	35	0.004
9	安庆	31	0.007
10	宿州	25	0.003
11	铜陵	22	0.007
12	池州	21	0.005
13	阜阳	20	0.005
14	宣城	16	0.003
15	黄山	13	0.001
16	亳州	12	0.002

源汽车、农业装备、航空航天等产业已经成为省级战略性新兴产业聚集基地，作为首批国家知识产权示范城市，芜湖在专利合作中发挥了重要的作用。

5　结论和建议

本文借助 Incopat 数据库，基于 2016—2020 年间安徽省 16 个地市的发明授权专利数据，构建了专利合作网络，探讨了省内城市的创新合作情况，主要可得到如下研究结论：

（1）从合作模式来看，安徽省专利创新合作中企业与企业间合作占绝对优势，科研院所表现欠佳。在合作专利前 20 的机构中仅有中国科学院合肥物质科学研究院和合肥通用机械研究院两家科研院所。中国科学技术大学、合肥工业大学、安徽大学作为安徽省内双一流高校，专利合作还有一定的进步空间，政府还需鼓励院校立足优势学科领域，依靠已有产学研组织，在基础研发和技术转化等领域不断加强创新合作，共同推动科研成果落地。

（2）从合作情况来看，城市内部合作频数远远大于城市之间的合作。合肥作为创新合作网络中的核心城市，研发企业资源丰富。为进一步增强合作网络的紧密性，一方面要发挥合肥龙头效应，带动周边城市机构进行知识交流，实现知识溢出；另一方面，应充分发挥各级政府的主导地位，积极打破行政制度壁垒，通过共享平台资源、加强科技人才交流实现成果合作转移转化。

（3）从合作趋向来看，省外城市中合作频数大于 50 的为佛山、北京、南京和上海，体现了安徽省与优势资源聚集地区的合作意愿。目前，安徽省积极参与长三角一体化，整合创新资源，协同打造“长三角科技创新共同体”。2020 年 1 月，安徽省提出高质量推进“一圈五区”建设，推动区域协调发展。作为创新合作网络中的核心城市，合肥要立足自身定位，高质量建设长三角世界级城市群副中心，辐射带动全省发展，同时积极加强与长三角城市的创新合作，不断凸显安徽省在长三角地区创新协作中的地位。■

参考文献：

[1] 刘佳，蔡盼心，王方方 . 粤港澳大湾区城市群知识创新合作网络结构演化及影响因素研究 [J]. 技术经济，2020，39（5）：68-78.

[2] 谢伟伟，邓宏兵，苏攀达 . 长江中游城市群知识创新合作网络研究——高水平科研合著论文实证分析 [J]. 科技进步与对策，2019，36（16）：44-50.

[3] 罗梅兰，陈树超，朱林，等 . 全球医疗健康信息学技术合作网络演化分析 [J]. 中国发明与专利，2021，18（11）：28-34.

[4] 刘雅琴，余谦 . 新能源汽车专利合作网络的结构特征及演化分析 [J]. 北京理工大学学报（社会科学版），2019，21（6）：31-40.

[5] 陈瑾宇，马丽仪，陶秋燕，等 . 我国芯片产业专利合作网络的结构特征 [J]. 科技管理研究，2020，40（8）：102-111.

[6] 王崇锋，崔运周，王世杰，等 . 冠状病毒防疫领域的专利技术合作网络特征研究 [J]. 科学与管理，2021，41（1）：1-9.

[7] 张若凡，赵子琪，安明扬 . 粤港澳大湾 （下转第66页）

Communitys. Agenda Quantensysteme 2030[EB/OL]. [2021-10-23]. https://www.quantentechnologien.de/fileadmin/public/Redaktion/Dokumente/PDF/Publikationen/Agenda_Quantensysteme_2030_web_C1.pdf.

[6] 李卓亚 . 德国发布微电子研究和创新框架计划 [EB/OL]. [2021-10-23]. http://de.china-embassy.org/chn/kjcx/dgkjcxjb/202011/t20201123_3160244.htm.2020-11-23.

[7] ZIM. Pressetext zum Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand[EB/OL]. [2021-10-23]. https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Kontakt-Service/Presse/presse.html.

The Impact of the COVID-19 Pandemic on German Research and Innovation Policies

GUI Xiao-lu

(Shanghai Science and Technology Museum, Shanghai 200127)

Abstract: This paper focuses on the impact of the Covid-19 pandemic on German research and innovation policies. Since the outbreak of the Covid-19 pandemic in early 2020, the ongoing impact of the pandemic has caused significant damage to German R&D. To ensure a successful technological transition and maintain Germany's global competitiveness in innovation, the German federal government has adopted a stimulus package to provide an important policy impetus to the economy.

Keywords: Germany; scientific research and innovation; incentive policy; system and mechanism; Covid-19 pandemic

（上接第66页）

区专利合作申请网络结构及链路预测 [J]. 中国发明与专利，2021，18（3）：26-33.

[8] 唐恒，高粱洲，刘桂锋 . 京津冀专利合作网络动态演化模式分析 [J]. 北京邮电大学学报（社会科学版），2017，19（4）：80-90.

Research on Anhui Province Innovation Cooperation Network Based on Patent Perspective

WANG Kai, WU Qiu-yuan, LI Geng

(Anhui Provincial Institute of Scientific and Technical Information, Hefei 230091)

Abstract: Leading regional collaborative development with cooperative innovation is an important way to achieve high-quality development. An innovation cooperation network was constructed based on the data of invention authorized patent cooperation in 16 cities of Anhui Province from 2016 to 2020. The results show that the innovation patent cooperation network of Anhui Province is a multi-node network spatial structure with Hefei as the core, Wuhu, Maanshan and other cities as the multi-nodes. The nodes of the network have significant hierarchical levels. What's more, specific data analysis shows that Anhui Province is more inclined to patent cooperation with internal agencies in the city. Foshan, Beijing, Nanjing and Shanghai are the main cooperative cities outside the province. In the cooperative patent application institutions, enterprises occupy an absolute advantage, while scientific research institutes occupy a relatively small proportion.

Keywords: Anhui Province; cooperation network; patent; innovation