

粤港澳大湾区产学研协同创新网络结构特征及优化对策

马静娴

(北京理工大学珠海学院, 广东 珠海 519085)

摘要: 通过研究粤港澳大湾区“9+2”城市群产学研专利数量和空间分布,对大湾区产学研协同创新网络结构特征进行分析。结果发现,粤港澳大湾区产学研协同创新规模小且呈现出松散的网络结构;粤港澳大湾区“9+2”城市群之间合作关系及合作程度存在着较大差异,表现空间分布不均衡的特点;大学占据着粤港澳大湾区协同创新网络中的主导地位。通过推动大学知识溢出、融入全球创新网络、促进制度文化协同等促使粤港澳大湾区区域创新系统迈向高速发展。

关键词: 协同创新; 创新网络; 粤港澳大湾区

中图分类号: G301 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)22-0230-11

粤港澳大湾区起源于粤港澳跨区域合作与发展,由广东省珠三角9个城市和2个特别行政区(香港、澳门)组成的“9+2”城市群。《粤港澳大湾区发展规划纲要》把“建设具有全球影响力的国际科技创新中心”作为推进大湾区建设的一项重要工作,强调要着力提升科技成果转化能力,建设全球科技创新高地和新兴产业重要策源地,赋予了大湾区在引领支撑创新驱动方面重要使命。但与国内长三角、环渤海等区域发展功能区,或其他国际湾区相比,粤港澳大湾区“9+2”城市群在政治、社会、司法、经济等制度有着较大的差异,其创新制度的发展环境更为复杂。其次,粤港澳大湾区“9+2”城市群的产业具有多样性,且城市之间的要素禀赋以及发展差距较大。要实现更好的发展,仅提高单个或多个城市的创新能力是不够的,其创新竞争力取决于多个城市间能否建立协同竞争的创新体系和创新网络。因此,提高城市群之间的协同程度,形成有效的创新网络,提高创新合作效率,对提高粤港澳大湾区的整体创新能力至关重要。

企业、高校及科研院所是创新网络中最重要的创新主体,产学研协同创新网络则是区域创新网络的重要组成部分。校企合作申请专利则是用来衡量产学研协同创新成效的重要指标^[1]。粤港澳大湾区创新主体间的专利合作具备着十分明显的社会网

络特征,创新主体间的专利合作关系数据反映出一定的关系网络结构,并具备打造创新生态系统的现实基础,但产学研之间尚未形成深入高效合作机制以及完整的创新链条,区域整体创新效率有待提升^[2]。采用2009—2019年粤港澳大湾区内企业、高校及科研院所专利合作数据,运用社会网络分析方法,揭示粤港澳大湾区协同创新网络特征,并提出相应的优化对策。

1 相关研究

创新模式从线性创新模式开端,在发展过程中逐渐转向网络创新模式。线性创新模式认为创新是由新科学技术引起的,形成的“科学发明-技术开发-生产应用-市场化”的线性过程。线性创新模型虽然在一定程度上解释了早期的创新活动,但也忽略了创新过程的开放性以及不同创新阶段之间的复杂关系和反馈等因素。随着创新活动对经济发展的影响越来越大,线性创新模型已经不能充分反映实际的创新活动。创新内部子系统与外部环境之间的物质能量的交换及协同对于创新具有重要作用。此后,创新研究从系统内部转向系统外部,使创新逐渐从“线性范式”转向“网络范式”。“网络范式”包括集成创新、协同创新和复杂创新等模式,强调创新主体以及主体之间的复杂非线性关系。“网络范式”将创新描绘成一个网络,通过网络中的

收稿日期: 2024-05-28

基金项目: 广东省哲学社会科学规划2023年度青年项目(GD23YJY01);北京理工大学珠海学院粤港澳大湾区高质量发展重大问题研究课题(XK-2023-034)

作者简介: 马静娴(1983—),女,甘肃天水人,博士,助理研究员,研究方向为知识网络。

创新主体之间的知识流动,研发出了新产品或开发新技术^[3]。

创新网络是应对系统性创新的一种基本制度安排,企业之间的合作创新关系将网络架构连接了起来。由于创新网络的目标、过程和功能是不一致的,因此,连接机制也是多样化的,根据连接机制的不同,可将创新网络分为联合研发、技术转让、联合申请科研项目等^[4]。企业的发展依赖于其在与区域内产业链上的企业之间的合作,还包括企业在创新与发展过程中,与区域内的大学、科研院所、行业协会、地方政府等组织之间合作结成的社会网络关系,包括研究开发网、社会关系网、企业家之间的个人关系网络等。区域内创新主体在网络联结的过程中,产生交互学习的行为,这种行为将有利于促进创新的产生^[5]。区域创新系统可以视作一个社会网络,这个网络是由若干子系统构成,网络中子系统之间经过互动,产生知识流,并推动了区域创新系统演化。区域创新系统演化阶段分为孕育生成期、成长期、高速发展期、成熟期和衰退期,由不同的演化动力因素推动形成^[6]。孕育生成期指的是区域创新系统从无到有的过程,主要以政府驱动和企业需求推动形成。成长期的动力要素主要来源于互补性资源和协调创新为特征的系统经济。高速发展期的动力要素则是创新网络,包括知识溢出、社会网络、政策环境、区域竞争等。成熟期的动力要素是网络系统,包括组织协同、创新氛围。最后是衰退期或僵化期,其特征表现是系统钝化,出现知识溢出负效应、瓶颈效应等现象。

对于区域创新网络的研究,有部分学者采用了以产学研合作专利数据为样本,构建产学研合作创新网络,从而归纳出区域创新网络结构特征的研究路径。如有学者以产学研联合申请专利数据为基础,研究京津冀区域产学研协同创新网络结构特征及变化趋势^[7-8]。综观国内外相关研究可以发现,现有研究中以粤港澳大湾区为地方情境的研究成果较少,再者过往的研究较多地关注大学与企业间的关联合作,缺乏从大学知识溢出的视角对区域创新系统的研究。基于目前文献存在的不足,本文确定以粤港澳大湾区为研究情境,从大学知识溢出的角度出发,加入跨区域合作视角,多层次分析粤港澳大湾区协同创新网络特征。

2 方法与数据

2.1 研究方法

社会网络分析采用图论工具、代数模型技术利

用关系数据来描述关系模式,在社会学、经济学、管理学等领域应用广泛。从文献探究来看,采用合作专利数据对区域协同创新情况进行研究是一种较为成熟的研究方法。以下采用社会网络分析方法,借助 Ucinet6 网络分析软件及 Gephi 网络绘图软件,来测度粤港澳大湾区协同创新网络的结构特征。

2.2 数据采集与处理

通过国家知识产权局专利信息服务平台,以粤港澳大湾区 147 所高校为检索点,对 2009—2019 年粤港澳大湾区高校、企业和科研院所联合申请信息进行检索。第一,搜索 2009 年 1 月 1 日—2019 年 1 月 1 日大湾区 147 所高校的专利。在专利信息平台地址栏中依次输入每个高校的名称,如输入“中山大学”,得到以中山大学为申请人的全部专利信息。经统计,147 所高校中有 127 所高校在这 10 年中申请了 97 335 件专利。申请人一栏中查找高校与高校、高校与企业、高校与科研院所共同署名的合作专利,且选定法律状态为“有权-审定授权”,获得 77 所高校共 3 942 件专利。其中,3 563 条为校企或校所合作,379 件为校校合作。第二,对申请人在粤港澳大湾区“9+2”城市群中的专利进行筛选,剔除“9+2”城市群外的专利,共获得 66 所高校在粤港澳大湾区内的 3 465 件合作专利。第三,在上述的 3 465 件专利中,再剔除虽在“9+2”城市群中但在同城市的专利,共获得 45 所高校在粤港澳大湾区跨区域的 1 336 件合作专利。

3 结果分析

3.1 数量指标

2009—2019 年期间,拥有产学研合作专利的高校共有 77 所,其中广州 39 所、深圳 5 所、珠海 4 所、佛山 5 所、东莞 4 所、惠州 3 所、肇庆 3 所、中山 2 所、江门 2 所、香港 7 所、澳门 3 所。产学研合作专利共 3 942 件。

大湾区“9+2”城市群产学研合作专利数量存在着较大的差异,空间分布不均衡(表 1)。广州高校产学研合作专利数共计 3 140 件,排在首位;其次是东莞高校,产学研合作专利数共计 290 件;排在第三的是深圳市高校,产学研合作专利数共计 178 件;佛山高校产学研合作专利数共计 117 件;香港高校产学研合作专利数共计 52 件;珠海高校产学研合作专利数共计 51 件;江门高校产学研合作专利数共计 37 件;惠州高校产学研合作专利数共计 30 件;肇庆市高校产学研合作专利数 22 件;中山高校产学研合作专利数 16 件;澳门高校产学研合作专利数有 9 件。

大部分地区的高校数量与产学研合作专利数量呈现正相关关系。例如,广州拥有高校数量与专利数量,均排在粤港澳大湾区城市群中的第 1 位。值得关注的是,香港高校数量占比在粤港澳大湾区中排名第 2 位,但产学研合作专利数量占比却排在第 5 位。这或许反映香港国际一流高校多,基础研究能力较强,但由于香港以第三产业为主,缺乏科技转化的土壤。

从产学研合作专利数量排名前 20 的高校来看(表 2),有 10 所位于广州,产学研合作专利数量为 2 985 件,占比为 82.3%。位列第一的是华南理工大学,2009—2019 年共与企业、科研院校合作 1 331

表 1 粤港澳大湾区产学研合作专利情况

地区	高校数量/所	高校数量占比/%	产学研合作专利数/件	产学研合作专利占比/%
广州	39	50.60	3 140	79.60
香港	7	9.09	52	1.31
深圳	5	6.49	178	4.51
佛山	5	6.49	117	2.96
东莞	4	5.19	290	7.35
珠海	4	5.19	51	1.29
惠州	3	3.89	30	0.76
肇庆	3	3.89	22	0.55
澳门	3	3.89	9	0.22
中山	2	2.59	16	0.40
江门	2	2.59	37	0.93

注:根据教育部网站、香港教育局网站、澳门高等教育局网站、国家知识产权局专利信息服务平台数据统计整理。

表 2 2009—2019 年产学研合作专利数量排名前 20 的高校

排名	学校名称	地区	产学研合作专利数/件	产学研合作专利占比/%
1	华南理工大学	广州	1 331	33.76
2	中山大学	广州	567	14.38
3	广东工业大学	广州	341	8.65
4	华南师范大学	广州	294	7.46
5	东莞理工学院	东莞	251	6.37
6	华南农业大学	广州	193	4.90
7	深圳大学	深圳	123	3.12
8	仲恺农业工程学院	广州	96	2.44
9	佛山科学技术学院	佛山	93	2.36
10	暨南大学	广州	82	2.08
11	五邑大学	江门	36	0.91
12	广州大学	广州	34	0.86
13	深圳职业技术学院	深圳	31	0.79
14	广东轻工职业技术学院	广州	28	0.71
15	惠州学院	惠州	26	0.66
16	北京理工大学珠海学院	珠海	23	0.58
17	东莞职业技术学院	东莞	23	0.58
18	广东技术师范学院	广州	19	0.48
19	吉林大学珠海学院	珠海	19	0.48
20	电子科技大学中山学院	中山	15	0.38

件专利。除了广州中医药大学,其他“双一流”高校纷纷上榜。从高校学科类型来看,以理工科类、综合类的高校为主表现出强大的知识溢出能力。

3.2 网络整体图谱

网络整体分析是将创新主体视为一个整体,主要关注于网络整体上所呈现的属性、特征和规律,而不考虑个体属性。对专利申请人在粤港澳大湾区“9+2”城市群中的 66 所高校共 3 465 件合作专利经过模块化聚类后,有联系且联系较为紧密的点会聚集在一起形成一个模块,共形成了 43 个模块(图 1)。大多模块都以高校为中心展开。比如,最大的模块为蓝色模块,其核心学校为华南理工大学,周围的企业和研究院是与华南理工大学合作次数较多、关系较为紧密的合作对象。

在粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络中,未明显地见到香港、澳门产学研专利合作情况。这是因为广东 9 市与香港、澳门两地的样本高校及产学研合作数量悬殊较大。香港、澳门高校产学研专利合作的情况,仅占整体网络的一小部分。相较于澳门而言,香港地区多所高校,如香港大学、香港城市大学、香港科技大学、香港浸会大学、香港理工大学等与整体网络其他城市之间的联系更为紧密。

抽取加权重度超过 20 的点进行显示(图 2),华南理工大学、中山大学、广东工业大学、华南师范大学、东莞理工学院等高校加权重度较高,说明这些高校是粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络的核心高校,是重要的知识溢出来源,拥有联系紧密的合作对象。如华南理工大学与南方电网科学研究院有限责任公司、广州华新科实业有限公司,华南师范大学与深圳市国华光电科技有限公司、深圳市国华光电研究院,中山大学与广东顺德中山大学卡内基梅隆大学国际联合研究院,东莞理工学院与东莞市横沥模具科技产业发展有限公司,广东工业大学与东莞华南设计创新院等有着紧密的合作关系。

3.2.1 广东 9 市网络整体图谱

广东 9 市在 66 所样本高校中占了 58 所,数量最多,但 58 所高校的产学研专利合作数量悬殊较大,在图谱中的位置较为分散(图 3)。图 3 显示,华南理工大学、中山大学、华南师范大学、广东工业大学、东莞理工学院等与企业之间的合作关系较为突出。其中,华南理工大学合作企业数量最多,为 378 个,其次为中山大学、广东工业

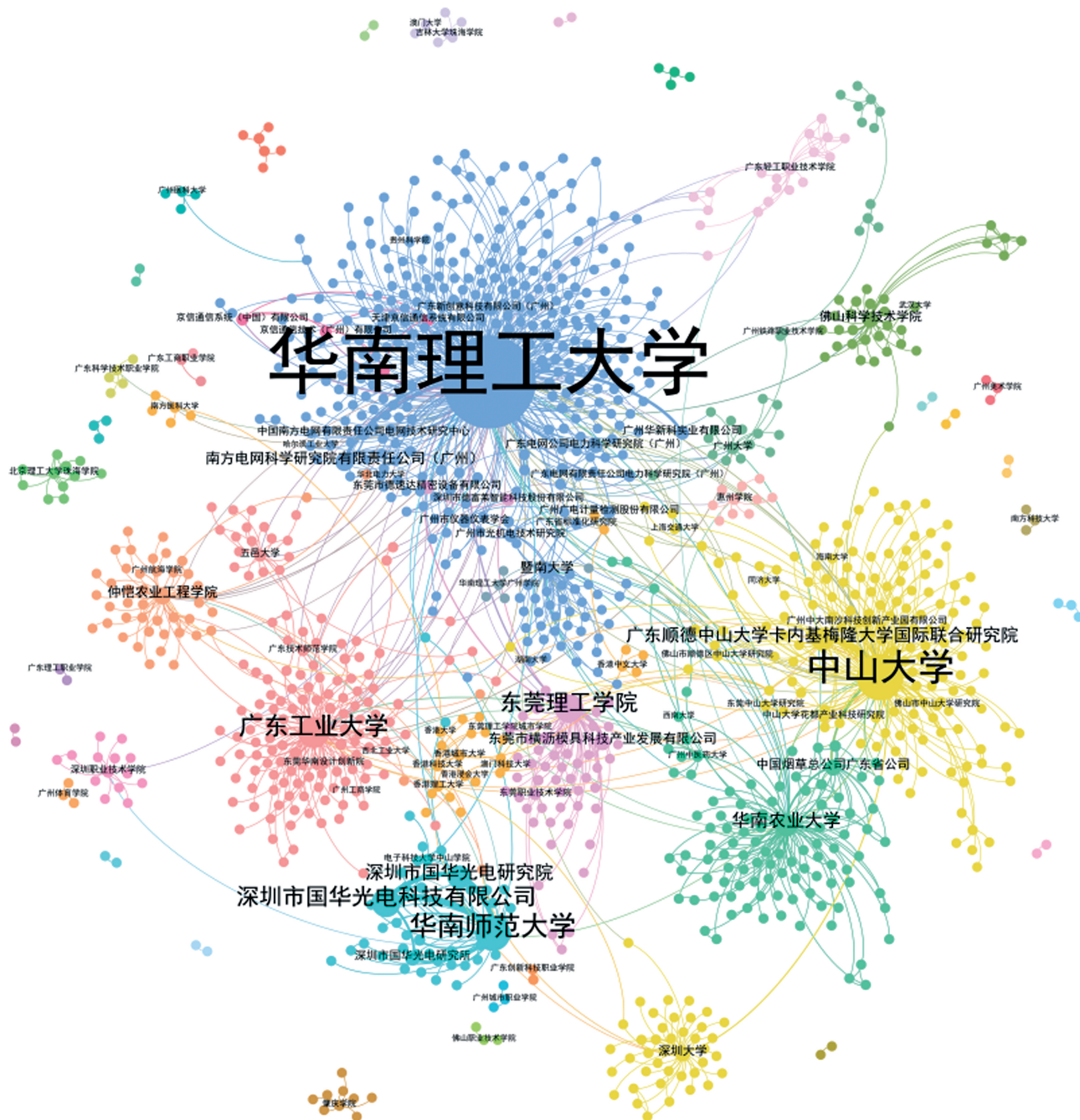


图1 粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络图谱

大学、华南农业大学、东莞理工学院,合作数分别为178、122、105、53家。总体而言,广东9市产学合作高校的产学合作总数多,但高校与高校之间数量悬殊较大。广东9市产学合作高校的产学合作以“双一流”建设高校为主,且以广东省内合作为主。

3.2.2 香港网络整体图谱

相较于广东9市,香港高校进行产学研专利合作整体数量不多,很多节点位于网络边缘(图4)。进行产学研专利合作较多的高校是香港城市

大学、香港理工大学、香港科技大学、香港中文大学。其中,香港科技大学的合作伙伴数量最多,达到了8家,是香港唯一一所与澳门高校产生专利合作关系的高校。4所高校之间也存在着不同程度的合作关系。如香港城市大学与香港中文大学、香港理工大学之间的连线线条较粗,说明三者合作关系紧密。此外,港大科桥有限公司、中国科学院深圳先进技术研究院等内地公司也与香港地区高校存在专利申请合作关系,是香港与内地合作关系的枢纽。

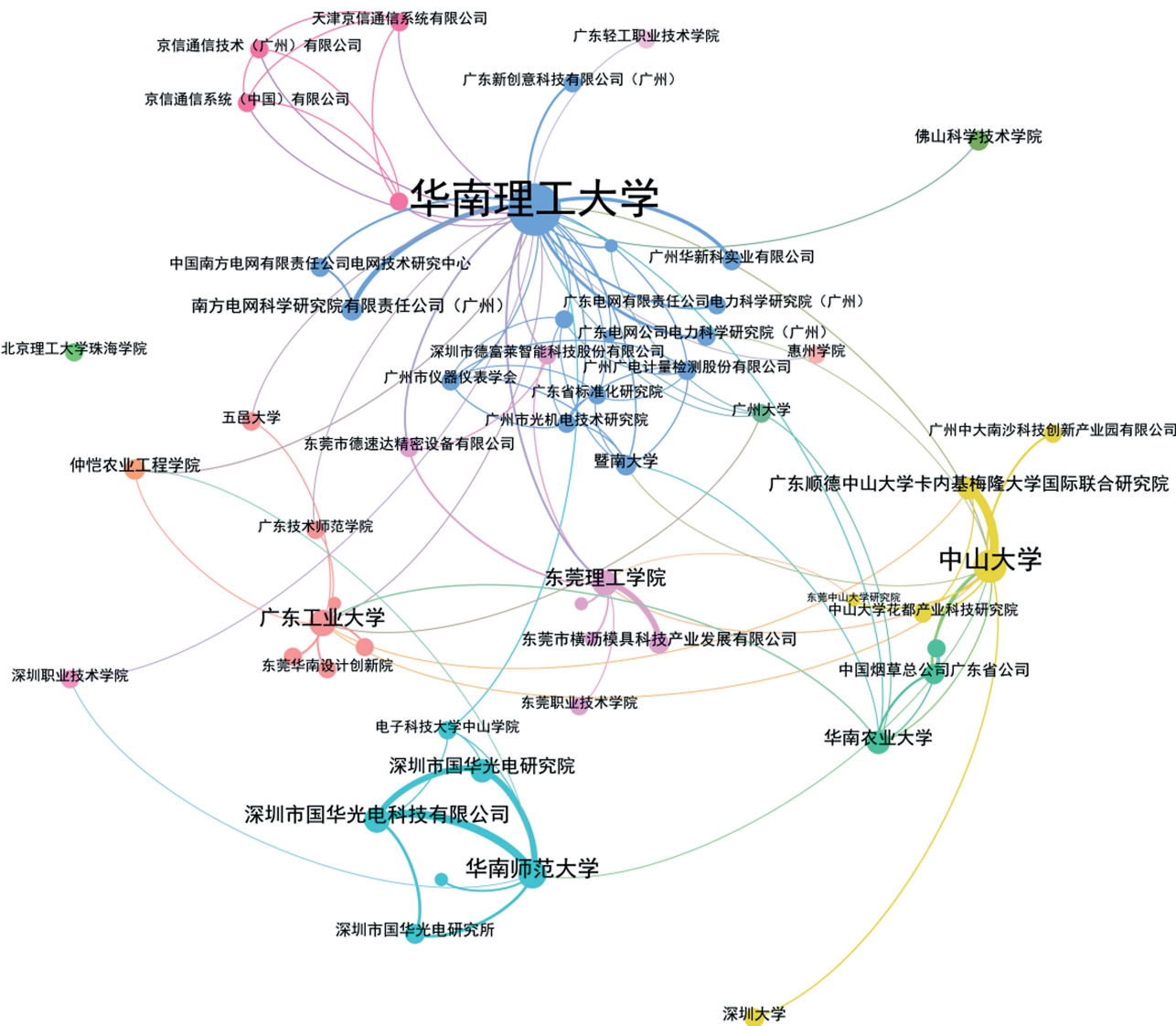


图 2 粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络的核心高校图谱

3.2.3 澳门网络整体图谱

澳门高校产学研合作专利合作数量较少,澳门大学、澳门科技大学等 2 所高校拥有产学研合作专利(图 5)。其中,澳门科技大学占主导地位,其与广州呼吸疾病研究所关系最为紧密,且通过观察可以发现,与其合作申请专利的个体均为广州医学类研究所或公司,说明其擅长的专利均处于医学领域。此外,澳门科技大学还与香港浸会大学、香港科技大学两所高校存在专利合作申请关系,是澳门地区唯一与香港地区有合作关系的学校。

3.3 网络整体结构

以上通过图谱的方式考察了粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络,下面将从网络整体结构、中心性 2 类指标对应分析粤港澳大湾区产学研协同创新网络整体结构、个体结构(表 3)。

表 3 粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络

变量	香港	澳门	广东	总体
节点数	25	10	1 172	1 195
边数	24	13	1 537	1 570
平均度	1.920	2.600	2.623	2.628
平均加权重度	3.760	3.600	8.645	8.587
网络直径	4	2	9	9
网络密度	0.080	0.289	0.002	0.002
平均路径长度	2.664	1.458	3.218	3.244

3.3.1 网络密度

网络密度指一个图中各个点之间联络的紧密程度,是用来衡量网络成员之间联系强度的指标,密度越大表示网络中各成员的关系越紧密。如图 6 所示,澳门地区网络密度最高,达到了 0.289,其次为香港地区,为 0.080,广东地区和总体网络密度均

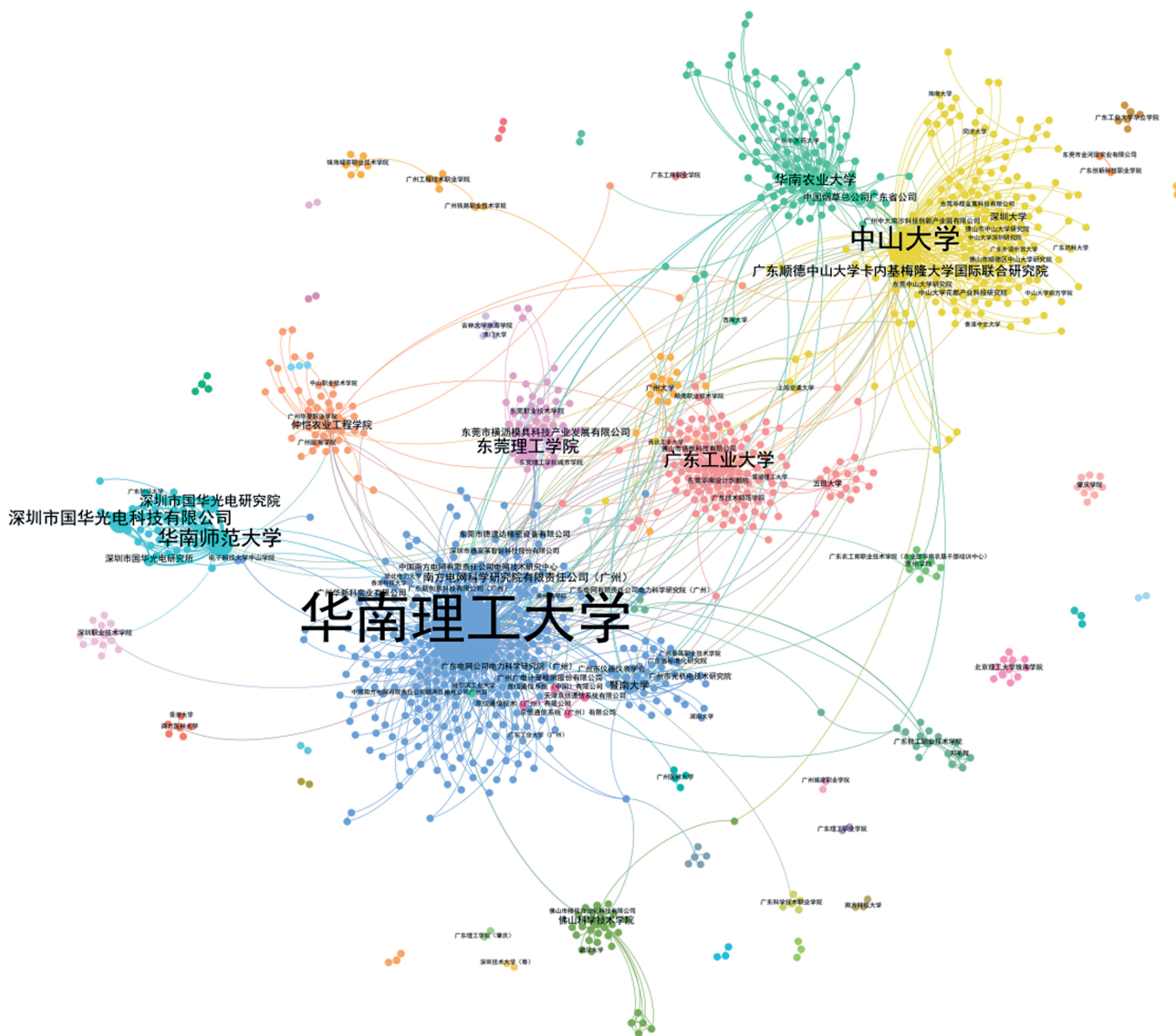


图3 粤港澳大湾区广东9市产学研协同创新整体网络图谱

非常小,仅为 0.002。说明广东 9 市与总体网络则呈现较为松散的网络结构,呈现以一所学校为核心的发散结构,而不是多主体多核心的复杂网络结构。虽然各个模块间存在着联系,但网络密度仍呈现较为单一的合作关系网络,说明合作网络中各成员之间的交流不多,大部分的行动者无法从网络中获取资源,仍然处于孤立的状态。

3.3.2 网络规模

网络规模包括网络节点数和边数,节点数表明网络中存在多少合作主体,边数表明网络中存在多少次数的合作关系。如图 7 所示,节点数和边数排名从大到小依次为广东 9 市、香港、澳门,广东 9 市的网络节点数和边数排名都是最高,这说明广东 9 市整体网络规模最大,香港和澳门地区合作规模远小于广东 9 市。

3.3.3 网络距离

网络距离即网络直径,是网络中最远的两个节点之间的距离,平均路径长度是所有节点对之间的平均距离,互相连接的节点对距离为 1。网络直径越大,说明网络越松散,网络中各个合作对象难以到达彼此,合作关系较远。平均路径长度越大,说明网络中任意两点之间的距离越大,也意味着网络节点之间联系较远。如图 8 所示,澳门地区的网络直径和平均路径长度均最小,说明澳门地区专利申请合作网络连通性最好,最容易彼此到达进行交流。而广东地区直径达到澳门地区的 4.5 倍,网络通透性大大下降,网络间任意两节点距离较远,不易产生合作,这现象是与广东地区网络规模大、成员多,成员之间距离易分散有关。

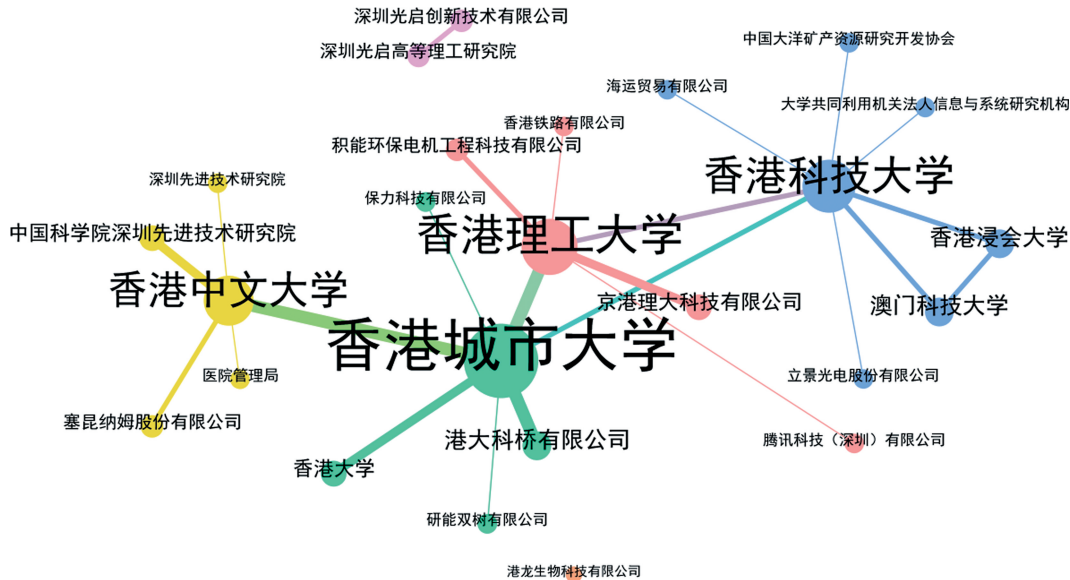


图 4 香港产学研协同创新整体网络图谱

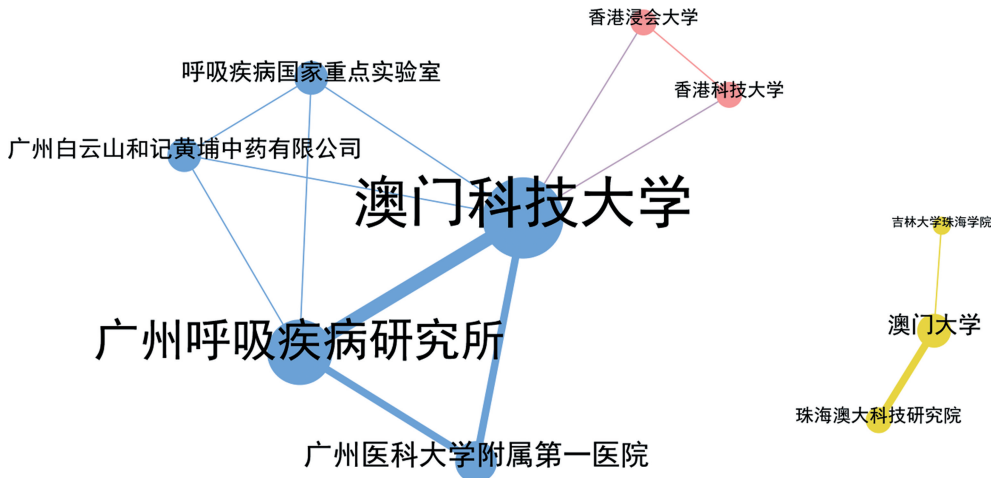


图 5 澳门产学研协同创新整体网络图谱

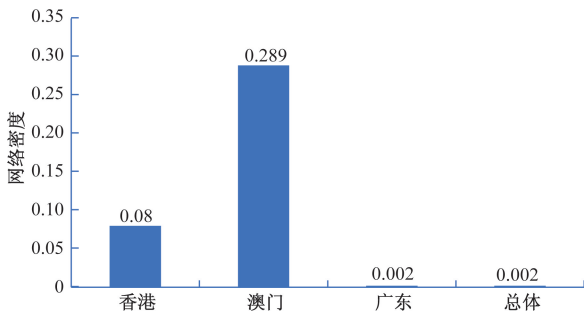


图 6 香港、澳门、广东 9 市网络密度比较

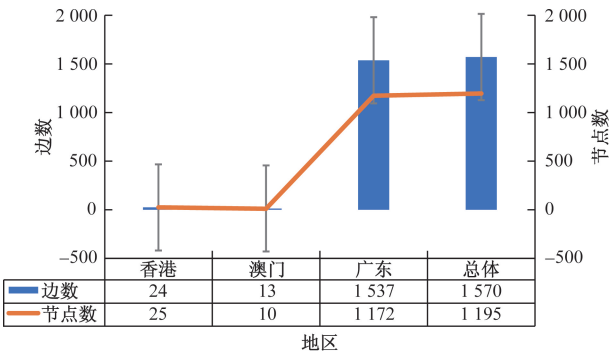


图 7 香港、澳门、广东 9 市网络规模比较

3.3.4 网络平均中心度

网络平均中心度表明网络中任何一个节点,平均与多少节点产生联系,即任意一所高校或企业有多少专利申请合作对象。如图 9 所示,香港网络平均中心度为 1.92,澳门和广东 9 市相差无几,均为

2.6 左右。这说明香港地区的高校平均只有 1.92 个合作对象,而其他两个地区的平均合作对象达到了 2.6 个。平均加权度是在网络平均中心度的基础上加上合作的次数作为权重,加权度一般要大于中

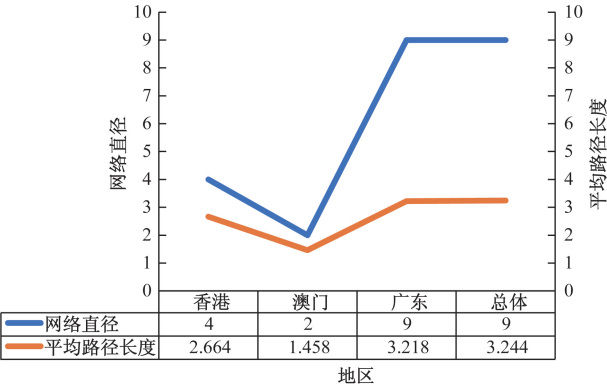


图 8 香港、澳门、广东 9 市网络距离比较

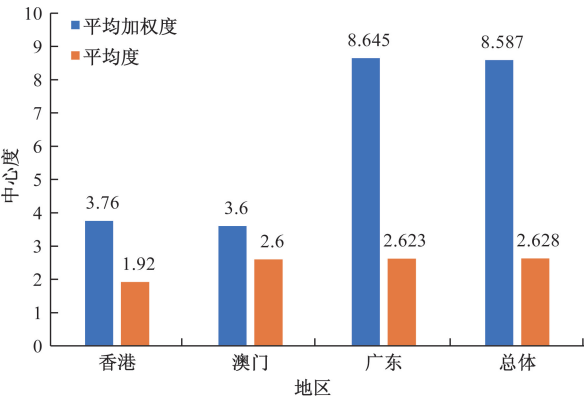


图 9 香港、澳门、广东 9 市网络平均中心度比较

心度,因为合作对象之间可能存在不止一次的专利申请合作,如广东地区中心度为 2.623,但加权重度达到了 8.645,表明加上合作次数的话,广东地区的合作要远多于香港或澳门地区。

4 城市群合作关系

4.1 跨区域网络整体图谱

在上述的 3 465 件专利中,再剔除虽在“9+2”城市群中但在同城市的专利,共获得 45 所高校在粤港澳大湾区跨区域的 1 336 件合作专利。如图 10 所示,颜色和大小代表了节点的加权重度大小,连线代表了合作关系数量。从图 10 中可以看出,广州是加权重度最大的城市,表明与其产生合作关系数量最多。通过联线的粗细可以看出,广州与佛山合作关系最多,频率最高,其次是广州与深圳、广州与东莞。最外圈的节点城市颜色相对较浅,且加权重度从江门起逆时针方向减小,香港和澳门处于倒数的位置,说明其与广东 9 市之间的联系仍较少。在整个跨区域产学研合作网络中不难看出,广州处于领先地位,与其他 8 个城市和 2 个特别行政区都存在着合作关系,发挥着中心作用。另外,整个跨区域产学研

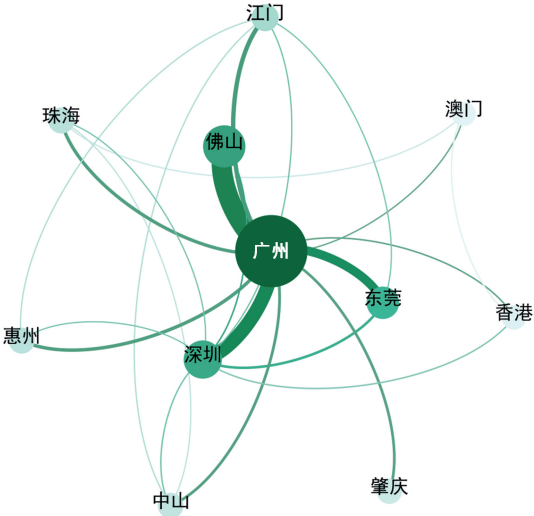


图 10 粤港澳大湾区跨区域网络整体

合作网络一方面表现出受地理位置的限制,比如深圳与珠海、深圳与澳门以及肇庆的合作相对较弱;同时,香港又表现出与深圳毗邻,但其与广州的合作强度又高于与深圳的合作,并没有表现出受“地理距离衰减效应”的影响。另一方面,整个跨区域产学研合作网络也受经济发展程度的影响,比如江门、佛山两地与肇庆的合作强度明显小于广州与肇庆的合作强度。

4.2 网络中心性

中心性分析是度量整个网络中心化程度的重要指标,在城市群网络中,处于中心位置的城市更易获得资源和信息,拥有更大的权利和对其他地市更强的影响力(表 4)。

为测量粤港澳大湾区“9+2”城市群的中心度,使用 Ucinet 软件,分别计算点度中心度、接近中心度和中间中心度,并按从大到小的顺序排列,以 1~10 的数值进行衡量(10 表示中心度最强,1 表示中心度最弱),得到表 5 所示的数值,并形成图 11。

表 4 网络中心性指标说明

指标名称	指标含义
点度中心度	点度中心度是在社会网络分析中刻画节点中心性的最直接度量指标。一个节点的节点度越大就意味着这个节点的度中心性越高,即有越多的合作伙伴,该节点在网络中就越重要
接近中心度	接近中心度反映在网络中某一节点与其他节点之间的接近程度
中间中心度	中间中心度以经过某个节点的最短路径数目来刻画节点重要性的指标,中间中心度越大,说明此节点更大程度上充当中介的位置,是其他节点之间产生间接联系的桥梁

表5 粤港澳大湾区“9+2”城市群中心度

地区	加权重	点度中心度	接近中心度	中间中心度
澳门	10	3	0.588 235	0.333 333
珠海	59	4	0.625 000	0.833 333
广州	1 264	10	1.000 000	21.500 000
香港	17	3	0.588 235	0.333 333
中山	50	4	0.625 000	0.333 333
深圳	378	8	0.833 333	7.666 667
江门	87	5	0.666 667	1.000 000
东莞	228	3	0.588 235	0.000 000
佛山	484	2	0.555 556	0.000 000
惠州	58	3	0.588 235	0.000 000
肇庆	37	1	0.526 316	0.000 000

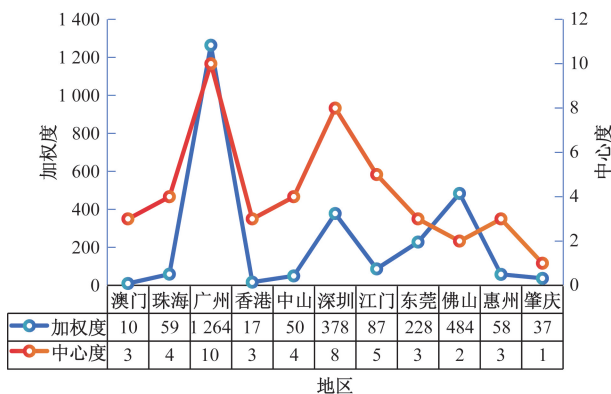


图11 粤港澳大湾区“9+2”城市群中心度折线

结果显示,广州的点度中心度最大,表明广州市高校拥有的跨区域合作伙伴最多,接下来是深圳、江门、珠海、中山;香港、澳门的点度中心度处于偏弱的位置;最弱的地市是肇庆,说明其跨区域合作伙伴较少。

广州是粤港澳大湾区“9+2”城市群的中心城市,深圳是接近广州中心度最大的城市,即排第二,接下来是江门、珠海、中山,最弱的是肇庆。这与点度中心度的计算结果一致。

广州市遥遥领先,是粤港澳大湾区“9+2”城市群的超级中介;其次是深圳、江门和珠海,而东莞、佛山、惠州、肇庆没有发挥中介能力。

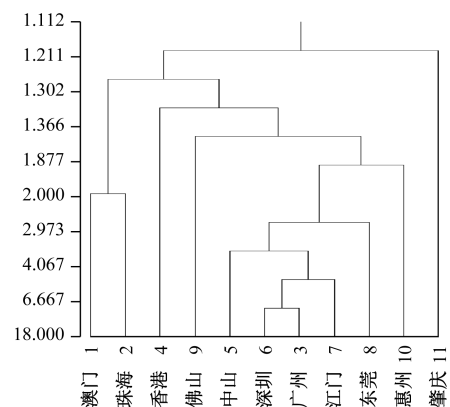
运用不同指标来分析粤港澳大湾区“9+2”城市的中心度,其结果总体一致。总的来说,广州和深圳两个城市的点度中心度、接近中心度和中介中心度都处于靠前的位置,说明这两个城市在粤港澳大湾区跨区域产学研协同创新网络中处于重要的核心位置,有较大的控制力,起到了连接其他地区的中介作用。

4.3 聚类分析

聚类分析可反映“9+2”城市群在网络局部紧密的情况。网络为了衡量粤港澳大湾区“9+2”城

市群的距离关系以及聚类分组的情况,将点度中心度、接近中心度和中间中心度计算出来的数据,运用 Ucinet 软件中的 k 丛图对这些城市进行聚类,设定 $k=2$,在不同阈值下,11 个地市及特别行政区分成不同类别,如图 12 所示。

最先产生聚类效应的城市是深圳和广州,说明在粤港澳大湾区“9+2”城市群中,这两个城市的合作最为相似,表现为合作数量多,合作对象广的特征。此外,可以发现,在阈值逐渐减小的过程中,阈值为 2 时,大体分成两类,第一类为中山、深圳、广州、江门、东莞,可视为广东省内核心城市;第二类为澳门和珠海,说明澳门和内地的合作中,珠海是其首要合作城市。



横坐标表示城市的聚类编号;纵坐标表示城市在网络中紧密程度的度量;K 值设定为 2

图12 粤港澳大湾区“9+2”城市群聚类分析

5 结论与对策

5.1 结论

(1)从网络特征来看,粤港澳大湾区产学研协同创新规模小,呈现松散的网络结构。大多数网络结构是以一所高校为核心的发散结构,是较为单一的合作关系网络,而不是多主体多核心的复杂网络结构,说明目前粤港澳大湾区产学研协同创新网络中各成员之间缺乏互动与交流,网络中知识传递性与资源获取度较低,仍处于相对封闭、孤立的状态。香港、澳门更是偏离粤港澳大湾区产学研协同创新网络。相较于澳门而言,香港与粤港澳大湾区其他城市之间的产学研合作更为紧密。澳门与内地的产学研合作中,珠海是其首要合作城市,说明珠海的发展对澳门有着重要的影响。

(2)从城市群合作关系来看,粤港澳大湾区“9+2”城市群之间合作关系及合作程度存在着较大差异,表现出空间分布不均衡的特点。在粤港澳大湾区“9+2”城市群中,广州市产学研合作专利总

数、进入粤港澳大湾区产学研协同创新整体网络的高校数量以及高校与企业的合作频次等方面都居于首位,是粤港澳大湾区产学研协同创新网络的核心城市,也是粤港澳大湾区超级中介城市,主导与其他城市间协同。除了广州,深圳和珠海也发挥出了中介作用,并充当着城市间协同的桥梁。

(3)从创新主体来看,高校占据着粤港澳大湾区协同创新网络中的主导地位。华南理工大学、中山大学、广东工业大学、华南师范大学、东莞理工学院占据粤港澳大湾区协同创新网络的核心位置,具有较强的知识溢出效应。

5.2 对策

深入推进粤港澳大湾区建设,要深入贯彻落实把粤港澳大湾区打造成为新发展格局的战略支点、高质量发展的示范地、中国式现代化的引领地。围绕这个重大战略,结合上述研究结论,通过促进知识生产、构建创新网络、加强制度文化协同等3个方面,进一步深化大湾区跨区域互利合作,推动区域经济协同发展,建设“具有全球影响力的国际科技创新中心”和充满活力具有国际竞争力的一流湾区。

5.2.1 下好“先手棋”:推动大学知识生产

高等教育是服务国家战略和推动区域经济社会发展的先手棋。截至2018年,粤港澳大湾区已集聚了181所高校^[9],在2024年QS世界大学排名中,共有7所高校进入世界高校前100强,其中广东高校2所、香港高校4所。大学的集聚伴随而来的是一流科研机构集群,鹏城实验室、广州实验室、大湾区量子科学中心等重大科技实验室落成,建成的全国(国家)重点实验室已超过50个,并且新建10家粤港澳联合实验室。同时,大湾区拥有超过7.5万家国家级高新技术企业,涌现出华为、腾讯、比亚迪、美的、格力等一批科技领军企业。大学、科研机构、高端产业和龙头企业等优质创新资源汇聚,已形成了一定的集聚效应,科技引领产业高质量发展,有效提升了大湾区区域经济和区域创新体系。因此,广东区域创新能力连续7年居全国第一。高等教育由于其明确的知识生产和扩散功能而被视为本地知识溢出的重要来源,但大湾区高等教育与纽约湾区、旧金山湾区、东京湾区等世界一流湾区相比还存在差距,特别是在大学的知识生产和扩散能力方面。高等教育作为教育、科技、人才三位一体的结合点,是科技创新、人才培养的主力军,也是科教融合、产教融合的枢纽,必须下大力气提升高等教育知识生产、创新能力。

一是加强高校引才育才的力度。高校应完善人才引进体系,以优势学科平台积极延揽学科顶尖人才;拓宽引才通道,特别是利用好香港作为“超级联络人”的区位优势拓展海外引才渠道;优化引才政策和引进流程,不断完善“柔性引才”机制,深化博士后制度改革,吸引海内外一流专家学者,进一步加大全球人才集聚度,为促进知识生产提供人才支撑。

二是致力于高校学科建设。粤港澳大湾区中,香港高校在基础学科领域优势突出,但缺乏科技成果转化的产业土壤。其他高校相较于理论研究,则对应用开发和申请专利的积极性更高。湾区内高校应凝聚共识,动态调整优化高等教育学科设置,瞄准世界科技前沿和国家重大战略需求推进科研创新。利用好内地其他省份和香港的教育资源,加强教育交流合作,加强基础研究的同时促进技术创新能力高,加快推动高水平创新和能级提升,协同科研院所、企业人才和资源,扩大高水平科技供给,对粤港澳大湾区城市群产生积极的溢出效应。

三是激发高校改革的内在活力。高校自身要增强主动性和能动性,积极树立创新创业导向,打造创新创业文化氛围,并通过制定相关政策,鼓励教师和学生从事创业活动。此外,大学设立技术转移机构,并提升其专业化程度及运行效率,有效利用一流教育资源和创新要素,促使研发技术迅速响应市场需求并创造市场价值。

5.2.2 走好“关键棋”:融入全球创新网络

大湾区已初步构建起深港河套、粤澳横琴“两点”和广深港、广珠澳“两廊”的空间布局,“深圳-香港-广州”科技集群的创新能力连续4年排名全球第二,区域协同创新成效突出。在此基础上,面向未来,加快区域创新一体化和国际合作,齐开放创新制度短板,更加主动融入全球创新网络。

一是广州、深圳、珠海等城市作为粤港澳大湾区产学研合作网络的中介城市应进一步发挥中介的作用,紧密联结并吸引其他邻近城市加入产学研协同创新网络。香港、澳门特别行政区应充分利用好国家推动粤港澳大湾区合作的政策契机,主动与大湾区内其他城市建立并保持长期稳定的合作关系,加入到粤港澳大湾区的协同创新合作网络中。

二是深圳、香港、广州等高层次人才集中的中心城市既要承接与有效利用现有大学、科研院所、企业所集聚的人才、资源和科研成果,同时也要着力建设吸引和集聚人才的国家实验室和新型研发

机构等创新平台,并通过共建重点实验室、技术研究中心等平台,以及探索建立大湾区产业战略联盟来推动跨区域协同创新关系的形成。大湾区其他城市应围绕广州、深圳、香港的优势研发资源,着力提升对创新成果的吸纳转化能力,完善产业承接、配套与转化体系,促进创新成果在区域内转化落地,从而形成创新高地与腹地间的良性互动,促进跨区域协同创新关系的形成。加强科技人才培养和引进力度,并提供更加积极、开放、包容的创新环境,促进国际人才交流与合作,吸引和对接全球创新资源,进一步融入全球创新网络、扩大国际创新协同,从而将大湾区打造成为全球创新网络的核心支点。

5.2.3 聚焦“长远棋”:促进制度文化协同

港珠澳大桥、深中通道等粤港澳大湾区基础设施的互联互通打通了大湾区“硬联通”,而可持续发展的大湾区,更需要规则衔接及稳定的文化认同来实现“软联通”。一是从政策层面上,推进湾区内规则衔接、机制对接,形成金融、科技、产业融合互动机制,促进人财物信息等创新要素跨境高效自由流动,为大湾区协同创新创造有利条件。随着大湾区建设的深入,政策制度上协同脚步加快,广东省以“湾区通”工程为抓手,积极推进与港澳规则衔接、机制对接,形成了高水平建设“1+12+N”港澳青年创新创业基地、“湾区认证”推动三地质量认证规则衔接、科研用物资跨境自由流动新机制、南沙创新与港澳教育衔接机制、河套率先试点数据跨境交易等典型案例。当前,大胆探索、勇于创新,积极寻找粤港澳三地规则制度的最大公约数,着力破解存在的难点堵点问题,把制度差

异转化为发展动力。

二是从文化交流层面上,增强湾区内文化、教育及科技领域的交流与合作,通过粤港澳高校合作办学、产学研协同创新等,使文化在交流中融洽,在交流中增进互信与共识,并培育出开放包容、鼓励创新的湾区文化环境,进一步增强大湾区的凝聚力、向心力。

参考文献

- [1] 许敏,王慧敏. 基于社会网络分析的校企专利合作网络结构研究——长三角城市群高校的省际比较[J]. 科技管理研究, 2018, 38(24): 87-95.
- [2] 辜胜阻,曹冬梅,杨媚. 构建粤港澳大湾区创新生态系统的战略思考[J]. 中国软科学, 2018(4): 1-9.
- [3] LUNDVALL B A, ANDERSEN E S. Small national systems of innovation facing technological revolutions[J]. Microscopy Research & Technique, 1988, 51(1): 55-67.
- [4] FREEMAN C. Technology policy and economic policy: lessons from Japan[M]. London: Frances Pinter, 1987.
- [5] CAPELLO R. Spatial transfer of knowledge in high technology milieux: learning versus collective learning processes[J]. Regional Studies, 1999, 33(4): 353-365.
- [6] 苏屹,李柏洲. 区域创新系统生命周期演化的动力要素研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2009, 30(6): 104-109.
- [7] 薛景梅,王杰. 京津冀区域产学研协同创新网络结构特征及演化趋势[J]. 河北科技大学学报(社会科学版), 2018, 18(2): 17-23.
- [8] 陈暮紫,秦玉莹,李楠. 跨区域知识流动和创新合作网络动态演化分析[J]. 科学学研究, 2019, 37(12): 2252-2264.
- [9] 粤港澳大湾区高等教育大数据研究中心. 粤港澳、京津冀、长三角地区高等教育与经济发展报告[R]. 深圳:南方科技大学, 2020.

Structural Characteristics and Optimization Strategies of the Industry Academia Collaborative Innovation Network in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

MA Jingxian

(Beijing Institute of Technology, Zhuhai, Zhuhai 519085, Guangdong, China)

Abstract: By studying the number and spatial distribution of industry-university-research patents in the “9+2” urban agglomeration of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, the structural characteristics of industry-university-collaborative innovation network were analyzed. The findings are as follows. The industry-university collaborative innovation network in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area presents a loose network structure. There are great differences in industry-university cooperation relationship and cooperation degree among urban agglomerations, showing the characteristics of unbalanced spatial distribution. Universities occupy a leading position in the collaborative innovation network of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. It aims to promote the rapid development of the regional innovation system in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area by promoting knowledge spillover from universities, integrating into the global innovation network, and promoting institutional and cultural synergy.

Keywords: collaboration innovation; innovation network; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area