中国科技资源导刊 ISSN 1674-1544
2022 年 11 月 第 54 卷第 6 期 59-68

CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY RESOURCES REVIEW
ISSN 1674-1544 Vol.54 No.6 59-68, Nov. 2022

基于文献计量和社会网络分析的区域创新人才/团队挖掘

——以广东省5G技术创新为例

张祥宇
（广东省技术经济研究发展中心，广东广州 510070）

摘要：为分析广东省区域范围内5G创新技术领域发展过程中科研力量的分布，挖掘区域创新人才和团队，以2016—2020年广东省内相关科研主体发表的2 010篇SCI论文和18 007件专利为数据源，采用科学计量分析和合作网络可视化方法，直观呈现并分析2016—2020年广东省5G创新技术发展过程中的核心研发人员、活跃团队等情况。分析发现，2016—2020年广东省5G领域已形成了较好的创新技术攻关人力资源储备，形成了以高校和科研院所人才、团队为主的基础研究队伍和以企业人才、团队为主的应用研究队伍，并在不同的技术分支呈现出多人才、多团队、多机构“齐头并进”的研发态势。针对分析中发现的短板问题，提出有针对性的相关建议。

关键词：人才；团队；文献计量；社会网络；5G；技术创新

DOI：10.3772/j.issn.1674-1544.2022.06.007 **CSTR：**15994.14.issn.1674-1544.2022.06.007

中图分类号：G322.7 **文献标识码：**A

Mining Regional Innovation Talents and Teams Using Bibliometrics and Social Networks

—Guangdong 5G Technology Innovation as an Example

ZHANG Xiangyu
(Guangdong R&D Center for Technological Economy, Guangzhou 510070)

Abstract: In order to analyze the distribution of scientific research force in the development of 5G innovation technology in Guangdong Province and to explore the regional innovative talents and teams, this paper takes 2 010 SCI papers and 18 007 patents published by relevant scientific research entities in Guangdong Province from 2016 to 2020 as data sources, and adopts scientometric analysis and cooperative network to visually present and analyze the core R&D personnel and active teams in the development of 5G innovation technology in Guangdong province from 2016 to 2020. The analysis finds that Guangdong Province has formed a good human resource reserve for innovative technology research in the field of 5G from 2016 to 2020, forming a basic research team with talents and teams from universities and research institutes, and an application research team with talents and teams from enterprises; at the same time, in different technical branches, there are multiple talents, multiple teams, and multiple institutions. At the same time, in different branches of technology, there are multiple talents, multiple teams, multiple institutions “going hand in hand” in the research and development situation. In addition, for the analysis of the shortcomings found in the problem, the author gave targeted recommendations.

Keywords: talent, team, bibliometric, social network, 5G, technology innovation

作者简介：张祥宇（1991—），男，硕士，广东省技术经济研究发展中心助理研究员，研究方向为科技管理、科技评估、绩效评价等。

基金项目：广东省自然科学基金项目“广东省自然科学基金交叉学科项目评审机制探索”（2018A030313213）。

收稿时间：2021 年 10 月 28 日。

0　引言

人才/团队作为促进区域科技创新发展的重要资源型要素[1]，保证了技术创新的有效性、持续性[2]。广东省已形成了全球最大的5G产业集聚区[3]，广东省区域范围内的人才/团队发挥了举足轻重的作用。分析挖掘5G技术创新人才团队，能够为进一步优化广东省区域科技创新资源配置，整合互补性资源，促进5G领域科技协同创新提供支撑依据，有利于加速技术创新及科技成果转化[1]，助力增强区域科技创新能力，提升区域核心竞争力。

在过往的研究中，文献计量[4-5]和社会网络分析[6-7]方法被证明在人才挖掘中可行并已得到广泛应用，科技论文[8]和专利[9-10]作为科研成果和学术研究的载体，亦已成为人才挖掘的重要数据源。如夏琬钧等[11]采用文献计量学方法构建了人才挖掘多指标综合遴选体系；江艳萍等[12]基于文献计量方法筛选出学科潜力科研人才；毕玲玲[13]分析了通过论文定向挖掘海外科研人才的方法；段宇锋等[14]证明社会网络分析法运用于发现学术人才是有效而可行的。王立杰[15]运用Ucinet社会网络分析，找出团队中的核心发明人。

基于此，本文将以2016—2020年广东省5G创新技术领域的SCI论文产出及专利布局为数据源，挖掘分析该领域广东省基础研究与应用研究领域的核心人才及团队[16]，以期为后续研发活动的资源整合提供数据支撑，助力领域健康稳定发展。

1　数据和方法

5G产业链长，涉及技术领域广，包括天线、前端组件、基带、核心网、广域网、软件、仪器仪表及应用场景等诸多方面。为揭示5G关键核心技术发展情况，运用Delphi（专家调查）法提炼5G领域核心技术关键要素，主要覆盖毫米波通信、MIMO、基带芯片、通信前端、FBAR、SAW、Polar编码、空分网络、网络切片及低延迟应用场景等方面，关键要素作为制定检索策略和分析边界基础，如表1所示。

关于SCI论文检索，在SCI-E数据库中制定检索式，以关键要素为主题词与检索要素进行组配，检索地域范围限定在广东省，检索的时间范围为2016—2020年，检索时间为2021年4月28日，数据清洗与分析工具主要有DDA和Gephi。

关于专利检索，将5G领域核心技术关键要素和检索要素进行逻辑组配，采用中/英文共同检索的方式，通过关键技术相关的上下位关键词、同义词、技术分类号制定检索式，最后汇总得到5G关键技术专利总量。检索数据库包括Incopat数据库和Patentsight数据库，检索范围涵盖全球120个国家/组织/地区，专利数据的统计时间截至2021年5月15日。

针对检索获得的2016—2020年广东省5G领域的论文、专利，进一步采用文献计量分析和社会网络分析的方法，对论文和专利的主要完成人及权属机构进行分析，探索挖掘广东省5G技术创新领域的主要人才和团队。

表1　5G领域核心技术关键要素

总体类		系统类			
频谱类	产业应用类	天线类	前端组件类	基带类	核心网
通信 移动通信 新一代通信 Sub-6G 毫米波	5G+ 5G应用 车载互联网 低延迟	MIMO 毫米波通信天线 滤波天线 高密度天线 相控阵通信天线	毫米波芯片 CMOS多通道芯片 第三代化合物半导体 基带芯片 FBAR SAW 通信模块 通信前端	F-OFDM FB-OFDM Polar编码 flexible LDPC编码 NOMA 空分复用	切片网络 5G RAN

2 人才/团队挖掘分析

2.1 论文/专利概况

如图1所示，在论文方面，广东省在2016—2020年期间共发表5G领域SCI论文2 010篇，是2011—2015年间发文量（351篇）的5.7倍，自2016年起，年均增长率达40.50%。在专利方面，2011—2020年，广东5G关键技术专利申请达20 410件，合并同族后共有12 928个专利族。其中，2016—2020年专利申请量达18 007件，占比为近10年的88.23%，合并同族后共有11 414个专利族，占比达到88.29%。在2015年以前，其应用研究一直处于萌芽期，专利布局较少，2015年申请量仅为873件。2016—2020年进入成长期，专利布局逐渐活跃，2017年后显著攀升，这主要是归因于相关研究机构竞相投入大量资金和研发力量开展5G技术的研发，加快了商用步伐。截至目前，2019年和2020年专利申请量已分别达到4 788件和3 634件（由于2019年、2020年的部分专利申请还未公开，实际数据应该更高）；2020年公开专利量达7 567件，表明广东省内5G领域创新主体日渐增多，当前5G专利布局非常活跃，技术商品化程度不断提高。

2.2 核心人才分析

2.2.1 高发文量作者分析

在2016—2020年发表与领域SCI论文2 010篇中，共有10 524位作者（含所有合著作者），论文平均合作度为5.24，说明平均每篇文章有至少5名作者合作完成。从广东省近5年5G领域SCI论文的作者发文量来看（图2），华南理工大学薛泉位列第一，共主笔或参与发表56篇SCI论文。随后依次是温淼文、李全忠、秦家银和车文荃等。排名前10位作者大多来自华南理工大学和中山大学。

2.2.2 高产专利发明人分析

根据广东5G领域关键技术排名前20位的发明（设计）人、第一发明人列表（表2）显示，在主要发明（设计）人方面，华为的研究人员实力强劲，占据了前20位榜单的大多数席位。其中，李榕、王俊、李岩和张公正均是重要的研发人员，作为主要发明人其同族专利分别拥有192件、129件、101件和100件发明专利；中兴、欧珀和华南理工大学等机构的研究人员的产出也较为突出，如中兴的鲁照华和陈艺戬、欧珀的唐海和刘建华、华南理工大学的李国强。在第一发明人方面，华为的唐海、华南理工大学的李国强、欧珀的刘建华、洪心科技的洪志加、中兴的高波和维沃的杨宇等是关键的研发人员。以第一发明人发表专利超过80件的有3人，其中唐海发表92件。

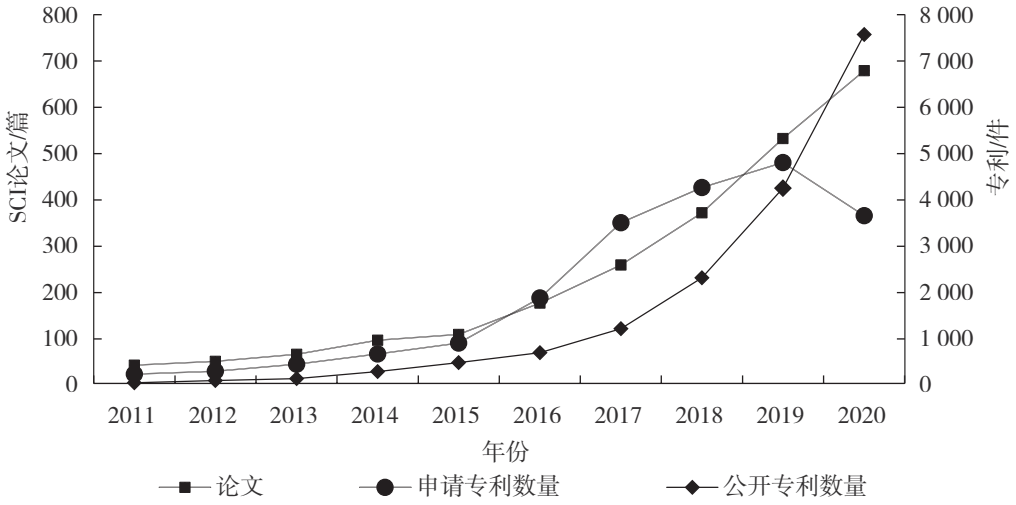

图1 广东省2011—2020年5G领域的SCI发文数、专利数布局

2.3　活跃团队分析

2.3.1　基础研究活跃团队分析

从2016—2020年5G领域SCI论文作者共现图谱来看（图3、表3），合作网络较为突出的团队包括广州大学范立生团队、华南理工大学温淼文团队、华南理工大学唐杰团队、南方科技大学

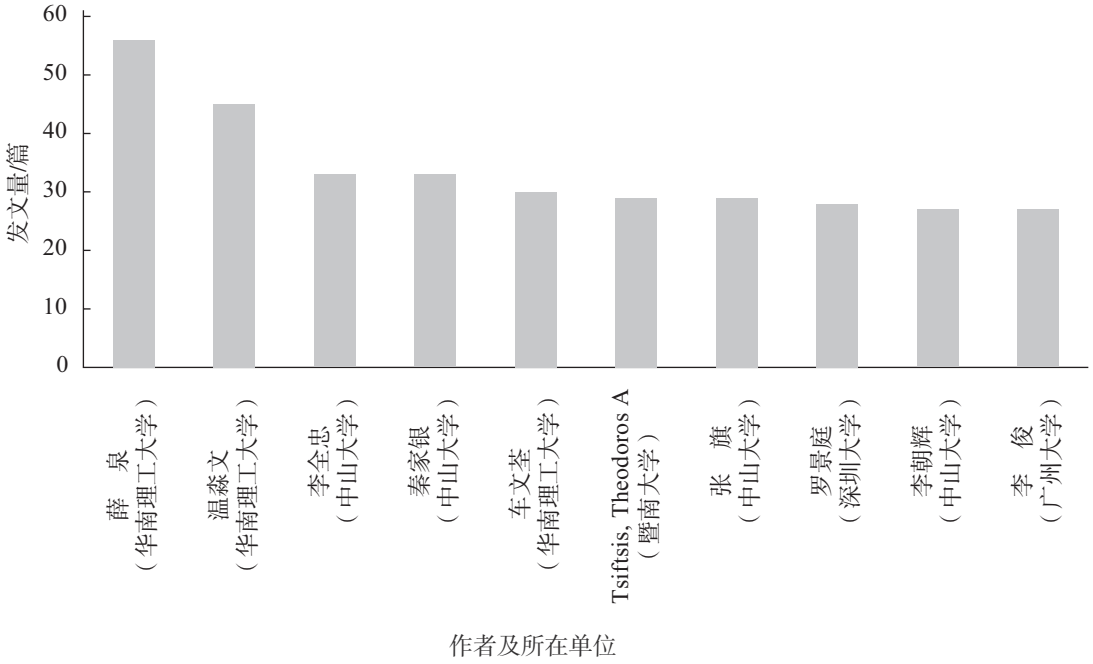

图2　广东省近2016—2020年5G领域SCI论文发文量TOP 10作者

表2　5G领域关键技术主要发明人和第一发明人TOP 20

序号	主要发明人			第一发明人		
	主要发明人	同族专利数/件	机构	第一发明人	同族专利量/件	机构
1	李　榕	192	华为	唐　海	92	华为
2	王　俊	129	华为	李国强	88	华南理工大学
3	鲁照华	102	中兴	刘建华	81	欧珀
4	李　岩	101	华为	辛　阳	67	华为
5	张公正	100	华为	洪志加	65	洪心科技
6	唐　海	99	欧珀	贾玉虎	58	欧珀
7	刘建华	98	欧珀	杨　宁	42	欧珀
8	李国强	98	华南理工大学	高　波	38	中兴
9	王　键	97	华为	杨　宇	38	维沃
10	辛　阳	93	华为	雍征东	36	欧珀
11	张　航	83	华为	王　远	33	华为
12	晋英豪	79	华为	陈文洪	32	欧珀
13	谭　巍	78	华为	晋英豪	31	华为
14	张华滋	77	华为	Dao Ngoc Dung	30	华为
15	毕晓艳	74	华为	邾志民	30	维沃
16	乔云飞	74	华为	Sophie Vrzic	29	华为
17	曾清海	73	华为	朱方园	28	华为
18	李　旭	71	华为	Nimal Gamini Senarath	28	华为
19	杨　宁	68	欧珀	张华滋	27	华为
20	陈艺戩	66	中兴	周　林	27	欧珀

王锐团队、深圳大学罗景庭团队、中山大学李朝辉团队、华南理工大学薛泉团队和中山大学李全忠团队。其中，发文量较多的薛泉团队和李全忠团队主要与自身单位的科研人员合作，鲜与外单位合作发文。广州大学范立生教授和华南理工大学温淼文副教授的合作度最高，但主要与国内学者合作。与国外科研人员合作较多的团队有：华南理工大学唐杰团队和深圳大学罗景庭团队，罗景庭副教授与英国诺森比亚大学合作紧密，而唐杰教授则与英属哥伦比亚大学、伦敦大学学院和大连理工大学都有较多合作。

对2016—2020年广东省在5G领域SCI论文重点团队的引文指标分析发现（表4），华南理工大学陈芳炯团队的发文质量最高，篇均被引频次为23.13，h指数为17。发文质量较好的研究团队还有广州大学范立生团队、华南理工大学章秀银团队和中山大学秦家银团队，篇均被引频次均大于15次，h指数也在15以上。而华南理工大学薛泉团队的发文量虽然最多，但篇均被引频次较低，只有7.42。

从表5可见，华南理工大学薛泉团队的研究方向主要围绕天线类和前端组件类，华南理

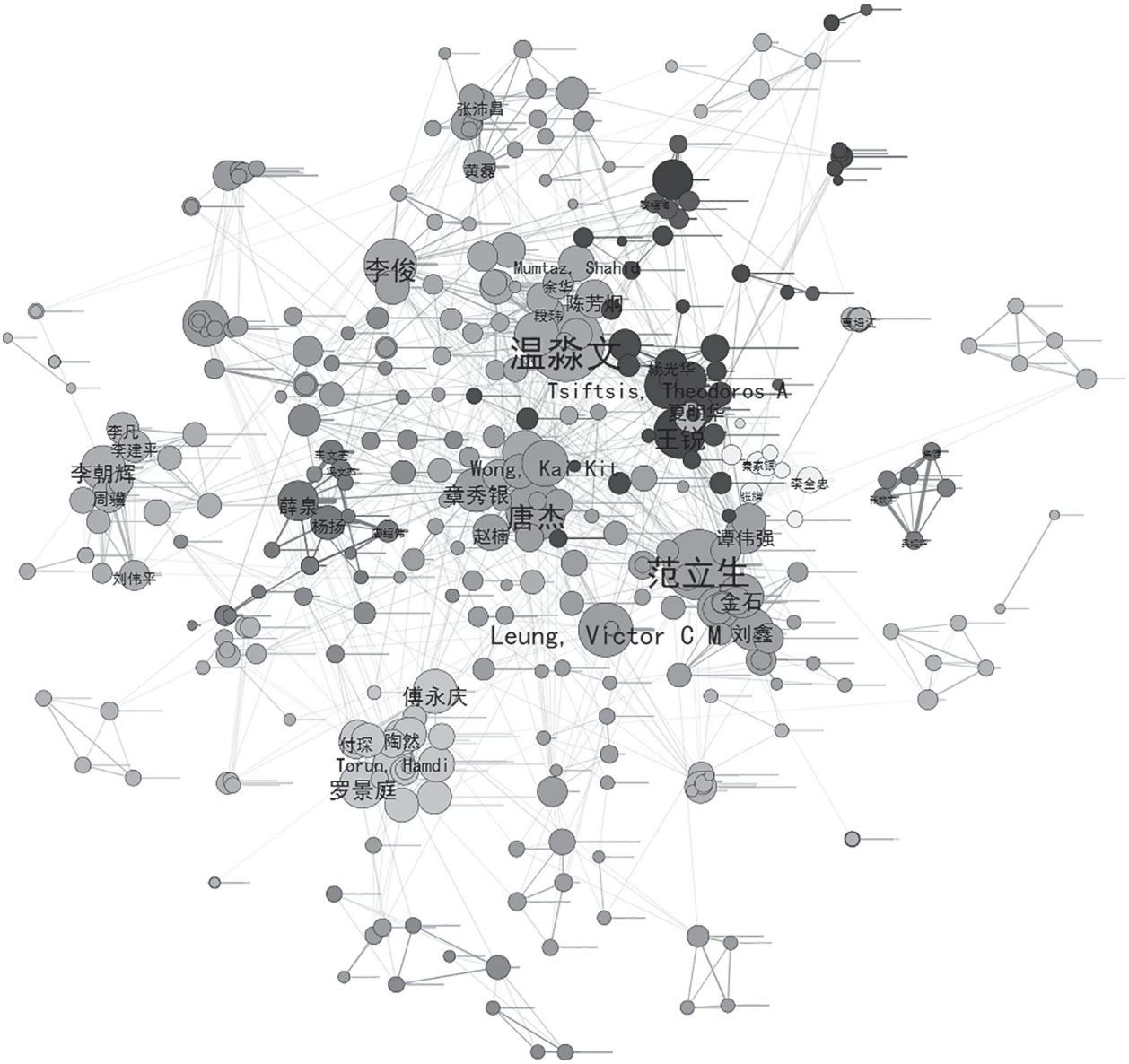

图3　广东省近2016—2020年5G领域SCI论文作者共现图谱

注：为了更清晰地显示作者之间的合作关系，本文只分析发文量大于等于5篇的作者间网络关系。

工大学温淼文团队和中山大学秦家银团队都主要在天线类和基带类方向布局，深圳大学罗景庭团队重点部署前端组件方向。核心网的主要研究团队是电子科技大学中山学院计算机学院的刘贵松院长，而第三代半导体材料的主要研究团队则有中山大学王钢团队和深圳大学朱德亮团

表 3　2016—2020 年 5G 领域 SCI 论文作者共现图谱中的代表性模块

序号	第一组			第二组		
	作者	作者单位	度	作者	作者单位	度
1	范立生	广州大学	33	温淼文	华南理工大学	36
2	金　石	东南大学	20	李　俊	广州大学	24
3	刘　鑫	大连理工大学	19	陈芳炯	华南理工大学	17
4	谭伟强	广州大学	18	Mumtaz, Shahid	华南理工大学	16
5	—	—	—	段　玮	南通大学	13
6	—	—	—	余　华	华南理工大学	13
序号	第三组			第四组		
	作者	作者单位	度	作者	作者单位	度
1	王　锐	南方科技大学	24	唐　杰	华南理工大学	28
2	Tsiftsis, Theodoros A	暨南大学	21	Leung, Victor C M	英属哥伦比亚大学 深圳大学	25
3	夏明华	中山大学	17	Wong, Kai Kit	伦敦大学学院	21
4	杨光华	暨南大学	14	章秀银	华南理工大学	20
5	—	—	—	赵　楠	大连理工大学	16
序号	第五组			第六组		
	作者	作者单位	度	作者	作者单位	度
1	罗景庭	深圳大学	21	李朝辉	中山大学	20
2	傅永庆	英国诺森比亚大学	20	周　骥	暨南大学	15
3	Torun, Hamdi	英国诺森比亚大学	17	李建平	暨南大学	14
4	陶　然	深圳大学 英国诺森比亚大学	16	李　凡	中山大学	14
5	付　琛	深圳大学	15	刘伟平	暨南大学	13
序号	第七组			第八组		
	作者	作者单位	度	作者	作者单位	度
1	薛　泉	华南理工大学	18	李全忠	中山大学	11
2	杨　扬	悉尼科技大学 华南理工大学	15	秦家银	中山大学	9
3	车文荃	华南理工大学	10	张　旗	中山大学	9
4	廖绍伟	华南理工大学	9	—	—	—
5	冯文杰	华南理工大学	8	—	—	—

表 4　2016—2020 年 5G 领域 SCI 论文重点团队的引文指标

序号	机构	研究团队	发文量/篇	总引/篇	他引/篇	篇均被引频次/次	h指数	ESI高被引论文数量/篇
1	华南理工大学	薛　泉、车文荃、廖绍伟、冯文杰	79	586	547	7.42	13	0
2	华南理工大学	陈芳炯、温淼文、Mumtaz, Shahid、余　华	53	1 226	1 156	23.13	17	2
3	广州大学	范立生、谭伟强	47	834	710	17.74	16	1
4	中山大学	秦家银、李全忠、张　旗	41	619	572	15.1	15	1
5	华南理工大学	章秀银、唐　杰	39	682	657	17.49	16	1
6	深圳大学	罗景庭、付　琛、陶　然	31	270	242	8.71	11	0
7	中山大学	李朝辉、李　凡	28	124	113	4.43	6	0

队。华南理工大学薛泉团队的研究方向为微波/毫米波电路与系统、微波/太赫兹天线、毫米波封装天线、星载/卫星通信天线、基于多种新材料的天线技术、带通滤波器和谐振器等。华南理工大学陈芳炯团队的研究方向为非正交多址技术（NOMA）、MIMO、空间调制、正交频分复用技术（OFDM）、索引调制、全双工、信道估计与均衡、无线信号参数估计和阵列信号处理等。广州大学范立生团队的研究方向重点围绕大规模MIMO、非正交多址技术、物理层安全、物联网、深度学习、人工智能、大数据无线传输等。华南理工大学章秀银团队主要从事无线携能通信、非正交多址接入、大规模MIMO、天线与射频系统、物理层安全、无人机通信、机器到机器通信等方向研究。中山大学秦家银团队的研究方向主要围绕非正交多址接入、MIMO、无线携能通信、能量收集、物理层安全、优化理论与算法、协作通信和无人机通信优化等。

2.3.2 应用研究活跃团队分析

对专利发明人进行共现网络分析，得到相关机构的核心研发团队（图4），共发现核心团队22个。其中，华为公司分化为9个代表性团队，如李榕、王俊、张公正、王键、张华滋、乔云飞、童文、杜颖钢团队；谭巍、晋英豪、曾清海、戴明增、张航团队；Trivisonno Riccardo、彭程晖、Ishan Vaishnavi、安雪莉、Emmanouil Pateromichelakis团队；黄伟、王汉阳、Khripkov Alexander、Ilvonen Janne、Milosavljevic Zlatoljub团队。维沃的核心团队包括邾志民、王义金、简宪静、黄奂衢团队。信维的核心团队包括赵微、侯张聚、唐小兰、戴令亮团队，以及虞成城、赵安平、曹艳杰、任周游团队。华为、维沃、中兴、瑞声、宇通、信维、腾讯、京信等企业核心团队及其主要研究方向，华南理工大学、广东工业大学、哈尔滨工业大学（深圳）等高校院所核心团队及其主要研究方向，详见表6。

3 结论与建议

3.1 结论

（1）2016—2020年期间广东省5G领域技术

表5 2016—2020年5G领域不同技术分支的SCI发文量作者TOP 5

序号	天线类			前端组件类		
	作者	作者单位	发文量/篇	作者	作者单位	发文量/篇
1	薛 泉	华南理工大学	27	罗景庭	深圳大学	25
2	黄 磊	深圳大学	23	薛 泉	华南理工大学	21
3	李全忠	中山大学	22	傅永庆	英国诺森比亚大学	21
4	温淼文	华南理工大学	22	车文荃	华南理工大学	13
5	秦家银	中山大学	19	付 琛	深圳大学	12
序号	基带类			核心网		
	作者	作者单位	发文量/篇	作者	作者单位	发文量/篇
1	温淼文	华南理工大学	21	刘贵松	电子科技大学中山学院	9
2	秦家银	中山大学	20	孙国林	电子科技大学	9
3	张 旗	中山大学	17	Boateng, Gordon Owusu	电子科技大学	8
4	李全忠	中山大学	16	Ayepah-Mensah, Daniel	电子科技大学	6
5	Ding, Zhi Guo	英国曼彻斯特大学	15	陈 旭	中山大学	5
序号	产业应用类			半导体材料		
	作者	作者单位	发文量/篇	作者	作者单位	发文量/篇
1	何业军	深圳大学	7	王 钢	中山大学	14
2	张 彦	挪威奥斯陆大学	7	柳文军	深圳大学	12
3	廖绍伟	华南理工大学	6	曹培江	深圳大学	11
4	冯波涛	深圳大学	5	韩 舜	深圳大学	11
5	—	—	—	吕有明	深圳大学	11

创新的基础研究核心人才和团队主要集中在高校和科研院所，应用研究主力军则以来自企业的人才和团队为主。基础研究发文较多的作者以自华南理工大学和中山大学为主。应用研究方面成果主要来自于企业的科研人才和团队，尤其是中兴、瑞声、宇通、信维、腾讯、京信等知名企业。另外，华南理工大学、广东工业大学、哈尔滨工业大学（深圳）等高校院所也有涉及应用研究的核心团队。

（2）2016—2020年广东省5G领域技术创新领域研发工作，涵盖6类技术分支，且存在多人才、多团队、多机构“齐头并进”的态势，相

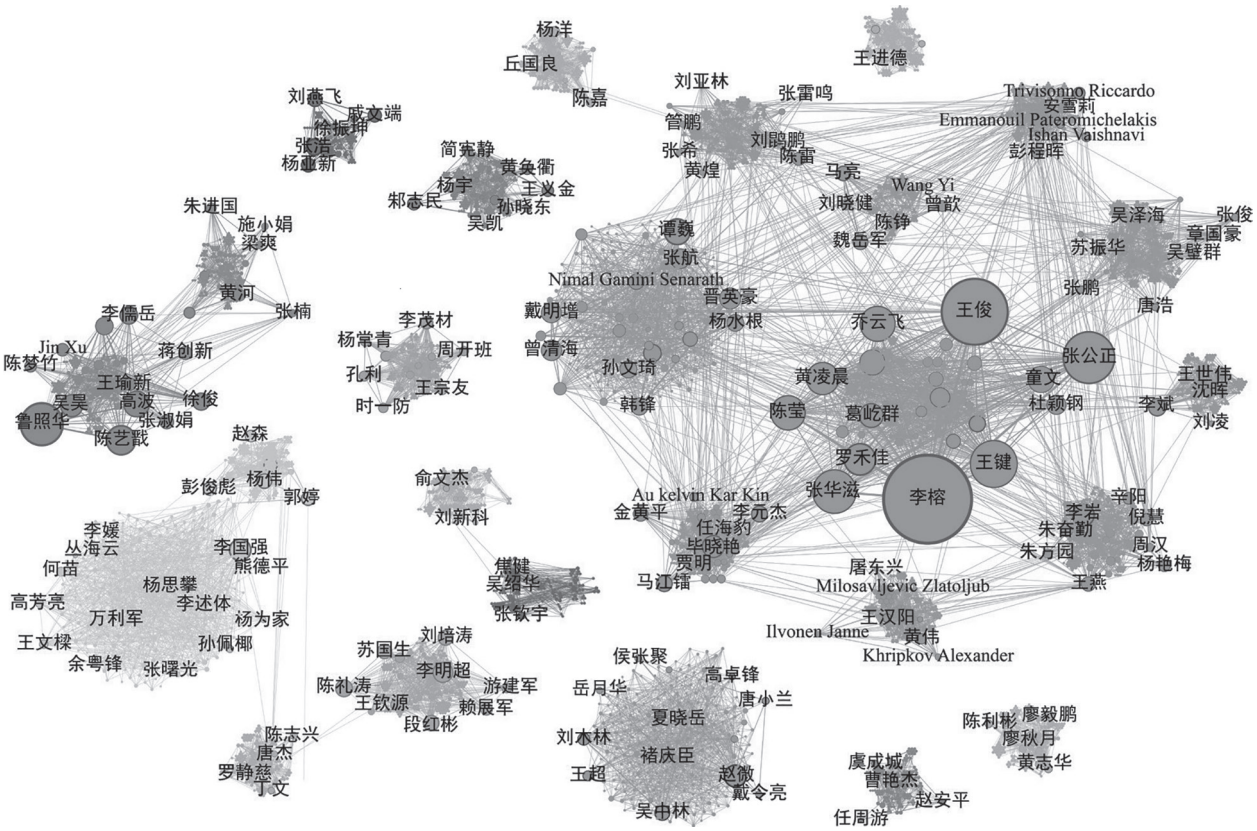

图4　5G领域关键技术研发人才合作分析

表6　5G领域关键技术研发人才合作情况统计

机构	核心团队	研究方向
华为	李榕、王俊、张公正、王键、张华滋、乔云飞、童文、杜颖钢	极化编码、数据编码、编码方式、编译码方法、随机化方法、重传数据、信道质量、速率匹配
	谭巍、晋英豪、曾清海、戴明增、张航	网络切片、数据传输、无线通信方法、混合自动重传请求、重复传输
	毕晓艳、李元杰、马江镭、金黄平、任海豹	参考信号、预编码向量/矩阵、信号传输方法、信道状态、天线选择
	李岩、王燕、倪慧、杨艳梅、辛阳	网络切片、核心网、资源配置、移动性管理、会话管理方法、接入网
	李斌、沈晖、王世伟、刘凌	极化编码、速率匹配、编码方式、
	魏岳军、马亮、陈铮、曾歆、刘晓健	LDPC、SCL、MCS、RNTI、基图/基矩阵、汉明重量
	陈雷、刘鹃鹏、管鹏、张希	数据传输、cell activation、信号测量
	Trivisonno Riccardo、彭程晖、Ishan Vaishnavi、Emmanouil Pateromichelakis	切片网络、核心网、网络功能服务（NFS）、会话管理、QoS、RAN（无线接入网）、SLA
	黄伟、王汉阳、Khripkov Alexander、Ilvonen Janne、Milosavljevic Zlatoljub	天线（缝隙天线、多天线、双极化天线）、馈线
维沃	郑志民、王义金、简宪静、黄奂衢	毫米波天线、天线阵列、缝隙天线、可重构天线、天线单元及电子设备、天线切换方法

续表

机构	核心团队	研究方向
中兴	鲁照华、陈艺戬、高波、吴昊、李儒岳	计算机存储介质、波束训练、天线选择信息、信息传输方法、信道状态信息、编译码技
	黄河、朱进国、梁爽、张楠、施小娟	网络切片、移动性管理、路径切换方法、链路管理、RAN
瑞声	王超、褚庆臣、夏晓岳、岳月华	毫米波、阵列天线
宇通	吴中林、刘木林、褚庆臣、高卓锋	网络系统、阵列天线、全向天线、定向天线
信维	赵微、侯张聚、唐小兰、戴令亮	阵列天线、介质谐振器、馈电枝节
	虞成城、赵安平、曹艳杰、任周游	天线阵子、天线系统、阵列天线、毫米波、双极化、滤波装置
腾讯	李茂材、王宗友、孔利、时一防、杨常青	数据管理、消息发送、数据同步
京信	李明超、陈礼涛、段红彬、刘培涛、苏国生	多频天线、双极化天线、阵列天线、天线系统、相位调节、移相器
华南理工大学	李国强、王文樑、高芳亮、杨为家	第三代半导体材料（GaN、AlGaN、InGaN、AlN）、薄膜体声波谐振器
	郭婷、彭俊彪、杨伟、赵森	聚合物、光电器件
广东工业大学	何苗、杨思攀、熊德平、丛海云	电子器件
哈尔滨工业大学（深圳）	张钦宇、吴绍华、焦健	极化码、NOMA、MIMO、编码译码

关科研成果呈现多点开花。基础研究团队广泛涉及5G关键核心技术要素，主要重点在天线和基带类，应用研究团队布局天线和核心网相关研究居多。以华南理工大学陈芳炯团队为例，该团队发文质量最高，篇均被引频次为23.13次，h指数为17，其研究方向涉及非正交多址技术、MIMO、无线携能通信和物理层安全等天线类和基带类，与中山大学秦家银团队、广州大学范立生团队、华南理工大学章秀银团队的研究布局内容存在交叉。

（3）广东省5G领域技术创新在一定程度上仍存在科技合作不够充分的短板。如基础研究方面，发文量较多的薛泉团队和李全忠团队鲜少与外单位合作发文，即使合作度较高的专家团队也是与国内学者合作为主，与国外科研人员合作发文也相对较少；在应用研究方面，企业间的合作相对较少，优势人才、团队主要集中在单个企业内部。

3.2 建议

（1）建议主管部门充分掌握地方5G创新技术人才、团队情况，针对急需攻克的核心关键技术、核心元器件等重大问题，充分发挥资源整合优势，精准筛选并集合相关优势团队定向开展联合攻关工作。

（2）建议高校、科研院所、企业等各类研发机构积极引进和培育科技创新人才，而人才、团队应主动加强与国内外技术研发合作，充分发挥人才集聚效应[17]，通过交流和共享形成知识融合，进一步推动区域科技创新。

参考文献

[1] 彭任重. 区域科技协同创新的人才与团队培育政策创新研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2015.

[2] 张淑芳. 信息通信业发展对国家信息化发展的战略实施[J]. 中国新通信, 2016, 18(19): 38.

[3] 南方日报. 全国5G行业应用规模化发展现场会召开[EB/OL]. (2021−07−27)[2021−10−25]. http://gd.people.com.cn/n2/2021/0727/c123932−34838879.html.

[4] 赵静. 基于文献计量方法的中国数学学科发展研究[J]. 科研管理, 2017, 38(S1): 718−724.

[5] 汪静媛. 基于文献计量方法的社科人才评价体系评析[J]. 图书馆工作与研究, 2008(3): 67−69.

[6] 詹爱岚, 王黎萤. 专利情报的社会网络学创新研究: 视角、进展及述评[J]. 科研管理, 2017, 38(S1): 401−411.

[7] 张鹏程, 彭菡. 科研合作网络特征与团队知识创造关系研究[J]. 科研管理, 2011, 32(7): 104−112.

[8] 周薇. 机构和个人学术水平的文献计量评估[J]. 中华医学科研管理杂志, 2001(4): 43−44.

[9] 方曙. 基于专利信息分析的技术创新能力研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2007.

[10] STERNITZKE C, BARTKOWSKI A, SCHRAMM R. Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools[J]. World patent information, 2008, 30(2): 115−131.
[11] 夏琬钧, 江艳萍, 赵颖梅. 高校图书馆人才挖掘服务工作探索与实践: 以西南交通大学为例[J]. 大学图书情报学刊, 2020, 38(1): 76−80.
[12] 江艳萍, 夏琬钧, 赵颖梅, 等. 基于文献计量方法的全球潜力华人青年学者发现与评价策略研究[J]. 情报杂志, 2019, 38(7): 178−183.
[13] 毕玲玲. 高校图书馆助力学校海外人才挖掘方法探析[J]. 图书馆建设, 2020(S1): 225−226.
[14] 段宇锋, 刘璇. 社会网络分析运用于学术人才挖掘的研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2011, 17(5): 80−83.
[15] 王立杰. 基于Ucinet社会网络分析的专利发明人团队和核心发明人分析: 以华南理工大学高分子光电材料与器件研究所为例[J]. 农业图书情报学刊, 2016, 28(10): 72−76.
[16] 杨芳娟, 刘云. 青年高层次人才引进特征与质量分析[J]. 科研管理, 2016, 37(S1): 238−246.
[17] 王聪. 基于人才聚集效应的区域协同创新网络研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2017.

(上接第51页)

[14] 岳立, 曹雨暄. 人力资本投资对区域创新效率的影响研究: 基于“一带一路”沿线45国的实证分析[J]. 西北人口, 2021, 42(4): 71−81.
[15] 吴宏超, 马聪颖. “一带一路”沿线省份高校科技创新效率及影响因素: 基于DEA−Malmquist−Tobit模型的研究[J]. 重庆高教研究, 2020, 8(6): 34−47.
[16] 杨波, 李波. “一带一路”倡议与企业创新升级[J]. 科研管理, 2021, 42(1): 47−56.
[17] TURA T, HARMAAKORPI V. Social capital in building regional innovative capability[J]. Regional studies, 2005, 39(8): 1111−1125.
[18] THEES h .Towards local sustainability of mega infrastructure: reviewing research on the new silk road[J]. Sustainability, 2020, 12(24): 10612.
[19] 马蓉, 周亚梦. 交通基础设施、人力资本与区域创新产出研究[J]. 统计与决策, 2020, 36(24): 52−56.
[20] 张所地, 闫昱洁, 李斌. 城市基础设施、人才集聚与创新[J]. 软科学, 2021, 35(2): 7−13.
[21] 王巧, 佘硕. “一带一路”倡议实施的产业结构转型升级效应研究: 基于中国285个城市PSM+DID的检验[J]. 经济问题探索, 2020(2): 132−143.
[22] 郭爱君, 朱瑜珂, 钟方雷. “一带一路”倡议对我国沿线地区开放型经济发展水平的影响效应评估: 基于“准自然实验”分析[J]. 经济问题探索, 2019(9): 59−71.
[23] 方慧, 赵胜立. “一带一路”倡议促进了中国产业结构升级吗?: 基于285个城市的双重差分检验[J]. 产业经济研究, 2021, 4(1): 29−42.
[24] 宋砚秋, 齐永欣, 高婷, 等. 政府创新补贴、企业创新活力与创新绩效[J]. 经济学家, 2021(6): 111−120.
[25] 张治栋, 裴尔洁. 政府行为下创新要素流动及其空间溢出效应研究[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(15): 37−46.
[26] 李政, 杨思莹, 路京京. 政府参与能否提升区域创新效率?[J]. 经济评论, 2018(6): 3−14, 27.
[27] 王桂军, 卢潇潇. “一带一路”倡议可以促进中国企业创新吗?[J]. 财经研究, 2019, 45(1): 19−34.
[28] 王琴梅, 赵婧如. 基于专利的我国省域创新能力时空演变及影响因素研究[J]. 中国科技资源导刊, 2021, 53(6): 81−91.
[29] 张涵, 杨晓昕. “一带一路”倡议如何影响城市创新集聚方向: 来自我国地级市的经验证据[J]. 国际贸易问题, 2021(5): 127−142.
[30] 刘佳鑫, 李莎. “双循环”背景下数字金融发展与区域创新水平提升[J]. 经济问题, 2021(6): 24−32.
[31] 许晓芹, 周雪松, 张清正. 中国省域视角下对外直接投资、逆向技术溢出与创新能力研究[J]. 经济问题探索, 2019(12): 70−78.
[32] 陈晋玲, 张靖. 教育层次结构与产业结构优化效应的统计测度[J]. 科学学研究, 2019, 37(11): 1990−1998.
[33] 方慧, 宋玉洁. 中国对“一带一路”沿线直接投资会降低企业经营风险吗[J]. 现代经济探讨, 2021(3): 67−78.
[34] DU J L, ZHANG Y F. Does One Belt One Road initiative promote Chinese overseas direct investment?[J]. China economic review, 2018(47): 189−205.
[35] 王桂军, 卢潇潇. “一带一路”倡议与中国企业升级[J]. 中国工业经济, 2019(3): 43−61.
[36] 邓慧慧, 李慧榕. 区域一体化与企业成长: 基于国内大循环的微观视角[J]. 经济评论, 2021(3): 3−17.
[37] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731−745.