

# 资源“集聚”与“辐射”视角下国际创新中心的成长机制研究

——以粤港澳大湾区为例

张玉梅, 吴先明, 高厚宾

**[摘要]** 对于国际创新中心成长机制这一话题,本文以粤港澳大湾区为例,从资源“集聚”与“辐射”视角进行探索。基于2008—2020年全球专利数据库中的引文数据,提出“多代际技术溢出”测算方法,用以区分国际湾区知识溢出的直接与间接效应。研究发现,粤港澳大湾区能够将纽约、旧金山、东京湾区的技术资源引入湾内并带动“周边”地区的技术进步,发挥了资源“集聚”与“辐射”功能。在资源“集聚”过程中,从后向引文第1—3代,粤港澳大湾区从纽约、旧金山湾区“集聚”的资源呈线性减少,从东京湾区“集聚”的资源呈现倒“U”型。在资源“辐射”过程中,有调节的中介效应模型显示,吸收能力是影响粤港澳大湾区资源“辐射”功能的中介变量,且技术相似性对中介作用有正向调节作用。粤港澳大湾区“辐射”功能的产生得益于国际湾区的间接而非直接知识溢出,其“周边”地区对前沿技术的追赶存在最优距离。本文将国际湾区的知识溢出作为粤港澳大湾区建设国际创新中心、实现技术追赶的重要内容,拓展了新兴经济体后发国家技术追赶理论的分析视角,为促进粤港澳大湾区技术创新能力建设提供参考。

**[关键词]** 粤港澳大湾区; 国际湾区; 多代际技术溢出; 资源“集聚”; 资源“辐射”

**[中图分类号]**F293 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2022)11-0097-19

## 一、引言

随着中国经济步入新常态,经济增长的动力由要素投资驱动向创新驱动转变。党的二十大报告提出,加快实施创新驱动发展战略。同时还强调,坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康,加快实现高水平科技自立自强。作为中国重点打造的三大国际科技创新中心之一,粤港澳大湾区将肩负起强化国家战略科技力量的历史使命,成为创新型国家建设

**[收稿日期]** 2022-07-21

**[基金项目]** 国家社会科学基金青年项目“数字技术赋能高碳企业绿色转型的机理、模式与路径研究”(批准号22CGL005);教育部人文社会科学研究青年基金项目“双向投资战略布局下中国本土企业创新研究:基于IFDI与OFDI交互影响机制分析”(批准号20YJC630211)。

**[作者简介]** 张玉梅,深圳大学中国海外利益研究院副研究员,管理学博士;吴先明,武汉大学经济与管理学院教授,博士生导师,经济学博士;高厚宾,河南师范大学商学院副教授,管理学博士。通讯作者:张玉梅,电子邮箱:zhangyumei@whu.edu.cn。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

的战略性地带。世界知识产权组织发布的《2021年全球创新指数报告》显示,粤港澳大湾区“深圳—香港—广州”创新集群在全球创新集群100强排名中蝉联第二名,仅次于东京湾区的“东京—横滨”创新集群。粤港澳大湾区国际科技创新中心的建设,有利于实现党的二十大报告提出的“以国家战略需求为导向,集聚力量进行原创性引领性科技攻关,坚决打赢关键核心技术攻坚战”<sup>①</sup>目标;有利于拉动中国制造业从全球价值链中低端向高端跃迁,引领世界产业分布新格局;有利于优势互补、协同发展打造世界级城市群,形成全球市场广泛影响力;有利于吸引和对接国际市场上的创新要素流,实现与国际市场的互联互通,在新发展格局中发挥重要作用。成为国际创新中心的关键在于是否拥有全球资源配置能力,即能否“集聚”国际创新资源并将其“辐射”至全国乃至全球。例如,世界三大湾区——旧金山、纽约和东京湾区(简称国际湾区),它们在全球技术创新市场上具有关键地位,影响了全球绝大部分技术要素流动。作为中国创新活力最强的区域之一,也是全球市场上后发国家对外开放程度最高的区域之一,粤港澳大湾区对创新要素的“集聚”与“辐射”作用有待深入探究。

专利引文是衡量技术要素流动的可视化工具,直观地说明了技术的来源与去向。2000—2021年,国际市场上经直接与间接形式流入粤港澳大湾区的专利引文多达235.98万条。其中,223.42万条专利引文源自纽约、旧金山和东京湾区,追踪发现进入湾内的国际专利又被“周边”地区专利进一步引用。这在一定程度上表明,粤港澳大湾区既能“集聚”国际市场上的技术资源,尤其是源自纽约、旧金山和东京湾区的技术资源,又能“辐射”技术资源。本文以专利引文为分析工具,以资源的“集聚”与“辐射”为分析视角,以粤港澳大湾区对标国际湾区,结合专利引文的流动性特征,向前追溯技术来源,向后追踪技术去向。与此相对应,本文从“粤港澳大湾区发挥资源‘集聚’功能了吗”“粤港澳大湾区发挥资源‘辐射’功能了吗”两条实证路线,系统地分析了粤港澳大湾区成为国际创新中心的基本路径。

具体地,资源“集聚”与“辐射”过程体现了粤港澳大湾区对国际技术溢出的吸引与利用。本文的国际技术溢出是指国际湾区对粤港澳大湾区产生的非自愿技术扩散行为。依据进口标的物属性的不同,国际技术溢出可以分为物化与非物化两种类型(陈南旭和王林涛,2022)。其中,知识通过有形商品流转而产生的溢出被称为“物化型技术溢出”(Embodied Spillovers)。国际技术贸易(如许可证)、对外直接投资(FDI)是物化型技术溢出的主要形式,也是国内外学者研究的重点,这种形式的技术溢出被视作是促进东道国技术进步的重要因素。知识通过非实物流转而产生的溢出被称为“非物化型技术溢出”(Disembodied Spillovers)(Keller,2002)。国际专利申请是非物化型技术溢出的主要形式(高凌云和王永中,2008)。但知识产权保护制度的不完善与统计数据的难以获取,导致学术界对非物化型技术溢出的研究十分有限(陈昭和杨艳美,2015)。近年来,对非物化型技术溢出的研究才逐渐被重视。出现这一趋势的可能原因有:①相关制度的完善与统计技术的成熟。湛柏明和裴婷(2019)对全球33个代表性国家和地区的统计数据研究发现,非物化型技术溢出对一国的技术进步同样是重要的。这种重要性在高凌云和王永中(2008)、Krammer(2014)等研究中也得到了证实。②技术溢出内涵的转变。物化型技术溢出更多指向的是研发支出,例如,Keller(2001)在对七国集团技术外溢的研究中发现,后发国家全要素生产率的提升得益于发达经济体国家的研发支出。但以研发支出为主的国际技术溢出无法区分技术流动所产生的发明效益(Hu and Jaffe,2003),这是一种很难测度的溢出效应。林青和陈湛匀(2008)认为,应该从知识成果的角度对这部分溢出效应进行观察,国际技术溢出的研究应从研发支出转移至知识溢出,以国际专利申请为主要

<sup>①</sup> 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M].北京:人民出版社,2022,第35页.

形式的非物化型技术溢出是产生知识溢出的重要来源(Griliches, 1979)。制度与基础设施环境的完善、技术溢出内涵的转变促使研究焦点转向非物化型技术溢出。因此,本文将非物化型技术溢出作为关注点是与当前研究趋势相符的。

专利引起的技术溢出主要体现在其引用过程中,专利引用是测度技术溢出的代理指标(潘素昆和杨慧燕,2013)。本文在物化型技术溢出研究的基础上,将研究重点转移至非物化型技术溢出,国际技术溢出的来源变得多样化。现有研究将物化型技术溢出与研发支出直接挂钩,但并未对其产生的原因进行深入讨论。本文不仅关注国际技术溢出对一国技术进步产生的影响,即在资源“辐射”功能的讨论中,粤港澳大湾区“周边”地区如何利用国际技术溢出实现技术进步;更将研究链条前移,对国际技术溢出产生的原因进行进一步分析,即在资源“集聚”功能的讨论中,粤港澳大湾区如何吸引国际技术溢出进入湾内。

本文根据粤港澳大湾区的经验性事实,剖析了粤港澳大湾区的资源“集聚”与“辐射”功能。在知识溢出背景和国际湾区对比分析视角下,探究粤港澳大湾区获取和利用国际湾区知识溢出的现状,可以从侧面揭示新兴经济体后发国家中典型区域对国际前沿技术的追赶过程。与将战略型资产跨境并购、研发国际化等作为追赶形式的传统追赶理论不同,本文将国际湾区的知识溢出作为粤港澳大湾区建设国际创新中心、实现技术追赶的重要内容,这将有利于拓展新兴经济体后发国家技术追赶研究的范围,丰富技术追赶研究的理论视角。在实证分析中,本文提出了“多代际技术溢出”测算方法,并借此区分了国际湾区知识溢出的直接和间接效应。在逻辑结构上,首先,本文分析了粤港澳大湾区的专利国际化是否影响国际湾区的知识溢出,以此验证粤港澳大湾区的资源“集聚”功能;其次,在国际湾区知识溢出流入粤港澳大湾区的基础上,进一步验证流入的知识溢出是否弥补了其“周边”与国际湾区的技术距离;最后,对国际湾区知识溢出弥补技术距离的作用机制进行验证,从而形成了一个较为完整的分析框架。

本文可能的边际贡献主要有:①对国际技术溢出的测度提出了创新方法。结合 Jaffe and Trajtenberg(2002)的做法,本文设计了一个兼顾国际技术溢出直接与间接形式的“多代际技术溢出”测算方法,其核心是对国际技术溢出间接部分的测度。国际技术的间接溢出对后发国家是重要的,后发国家对前沿技术的追赶存在最优技术距离,后发国家技术进步更多受益于间接而非直接的技术溢出。对国际技术溢出间接部分的忽略将会偏离后发国家技术追赶的现实情况,本文提出的“多代际技术溢出”测算方法揭示了后发国家典型区域对国际前沿技术追赶的现状。②粤港澳大湾区资源“集聚”功能的讨论强调了源自纽约、旧金山和东京湾区的技术资源,尝试借助湾区视角对粤港澳大湾区的技术发展进行量化分析,采用资源视角对标国际湾区的成长路径,为粤港澳大湾区发展成为国际创新中心提供了基本路径和具有实践性的启示。

余文结构安排如下:第二部分为理论分析,结合资源基础观与知识基础观的主要观点提出理论假说;第三部分介绍了研究设计、样本选取与变量测度,提出了“多代际技术溢出”测算方法;第四部分采用网络可视化方法分析了粤港澳大湾区资源“集聚”与“辐射”网络的特征事实;第五部分为模型设定与实证检验;第六部分是研究结论与政策建议。

## 二、理论分析

### 1. 理论基础

(1)资源基础观与国际技术溢出。通常,发达经济体跨国企业作为行业技术的先驱者会依赖有

价值、更稀有、难以模仿替代的内部资源在全球市场建立竞争优势(Barney, 1991),保护自己免受竞争对手和新进入者的威胁。粤港澳大湾区分布着大量新兴经济体的跨国企业,这些跨国企业与发达经济体的跨国企业不同,它们被视为全球市场中的后发者。独特的制度与行业特征使其存在“薄弱”的资源基础,自然资源与廉价劳动力是这类公司的主要资源类型,这也造成了新兴经济体跨国企业在全球价值链低端徘徊的局面。品牌、技术、管理诀窍等异质性战略资源是发达经济体跨国企业在全市场建立竞争优势的关键,也是新兴经济体跨国企业所面临的资源瓶颈(Luo and Tung, 2007)。新兴经济体跨国企业要实现向全球价值链高端跃迁,抢占高附加值生产节点的追赶目标,一个重要的途径就是从外部获取这些异质性战略资源,其中的一个关键来源是国际技术溢出(Fernández et al., 2022)。Hu(2009)对东亚和发达国家的专利引文数据研究发现,东亚和发达国家之间的技术差距的弥合受益于国际技术溢出,国际贸易、外国直接投资、技术许可等是产生这种国际技术溢出的渠道。粤港澳大湾区“集聚”的国际湾区资源是获取技术溢出的体现,也是资源基础观中能够建立竞争优势的异质性资源。粤港澳大湾区“集聚”国际湾区资源的过程与资源基础观的逻辑高度契合。

(2)知识基础观与国际技术溢出。资源基础观认为,异质性资源是建立竞争优势的关键。在新兴经济体技术追赶的背景下,这种异质性资源表现出明显的知识属性,因此,对国际技术溢出中知识溢出部分的关注是必需且重要的。原因在于:①新兴经济体对发达经济体知识溢出的寻求,是其在海外市场扩张的重要行为特征;②随着知识的重要性日益凸显,知识成为一种公共产品,在使用过程中出现了非竞争性和非排他性的特征,这导致发明者的部分原始想法必然会溢出到其他技术领域、部门、公司,产生知识溢出效应(Noailly and Shestalova, 2016)。基于此,本文从资源基础观的理论角度,将知识基础观叠加到本文的理论框架,对粤港澳大湾区与国际湾区技术溢出中的知识溢出部分进行讨论。知识基础观的核心在于强调知识在企业生存中产生的作用,认为知识是企业建立竞争优势的关键。有学者进一步将知识区分为静态的知识资本与动态的知识流动(寇宗来和刘学悦, 2020),其中,动态的知识流动是产生知识溢出的重要形式(Haunschild, 2002)。这种动态的知识流动对于新兴经济体国家非常重要。当新兴经济体与发达经济体国家不可避免地在国际市场上展开竞争时,新兴经济体国家更容易暴露出知识资产匮乏的弊端,因而补充知识资产的需求也更加强烈。发达经济体国家动态知识流动产生的溢出效应不仅是新兴经济体国家补充自身知识资产的重要来源(Child and Rodrigues, 2005),也是提升其创新能力的关键手段(Mancusi, 2008)。这恰好与粤港澳大湾区在国际市场上“集聚”资源的行为逻辑相符,因此,将知识基础观作为本文的另一个理论视角是适宜的。

尽管知识溢出作为技术溢出的重要部分引起了学术界的关注,但知识溢出的出现并非一个新现象。Griliches(1979)最先将溢出效应区分为租金溢出与知识溢出两部分,并认为研发人员的流动、逆向工程以及包括专利文件的科学技术文献是产生知识溢出的重要形式,这也为知识溢出的测度提供了理论启示。专利被认为是从不同公司、行业积累的一种特殊知识,专利引文的概念建立在技术累积的观点上,按照这种观点,每个发明人都能从过去的发明人工作中获益,进而为未来的发明人奠定知识基础。专利引文因而被不断地用于识别技术、行业和国家之间产生的“知识流”(Verspagen, 1997),成为研究知识溢出的核心指标。基于此,本文将专利引文作为知识溢出的测度方式,以此讨论国际湾区与粤港澳大湾区之间的知识流动。

## 2. 研究假说

(1)粤港澳大湾区的资源“集聚”功能—专利国际化与国际技术溢出。如前文所述,本文研究焦

点为国际湾区对粤港澳大湾区的技术溢出,具体是指技术溢出中的知识溢出部分。专利引文是测度知识溢出的代理指标(Jaffe et al.,1993)。在知识溢出背景下,粤港澳大湾区的资源“集聚”功能体现为其是否能够将国际湾区的知识溢出引入湾内。其中,国际湾区是知识溢出流出的来源地,粤港澳大湾区是知识溢出流入的目的地。专利引文携带的知识从国际湾区流向粤港澳大湾区,产生的引文类型为后向引文,粤港澳大湾区专利是施引专利。进一步将粤港澳大湾区资源“集聚”功能的讨论转换为粤港澳大湾区与国际湾区专利如何建立后向引文关联。本文将粤港澳大湾区专利进入国际市场的程度作为其与国际湾区专利建立引文关联的影响因素,原因包括两个方面:①在知识交流层面,粤港澳大湾区专利进入国际市场的行为释放了积极信号,这预示着粤港澳大湾区与国际湾区专利发明人之间的知识交流更及时、便捷。粤港澳大湾区专利发明人更容易从国际湾区专利发明人的研究成果中学习,而不用完全补偿其学习价值(Jaffe et al.,1993),更容易获取国际湾区的知识溢出(Mancusi,2008)。同时,粤港澳大湾区专利进入国际市场的程度也加深了其与国际湾区专利发明人交流的深度。粤港澳大湾区与国际湾区存在明显的制度壁垒,粤港澳大湾区专利进入国际市场经营的行为有效规避了知识创造与传播过程中可能遭遇的政治风险,这促进了专利发明人之间交流程度的加深,国际湾区产生知识溢出的可能性增加。②在知识势差层面,粤港澳大湾区是内嵌新兴经济体后发国家中的典型区域,是国际投资市场上的特殊行动者、模仿者,具有不同于发达经济体国家的资源和能力,面临知识资源匮乏的瓶颈。当粤港澳大湾区与国际湾区专利在国际市场上展开竞争时,其知识资源匮乏的弊端会表现得更加明显。为了在全球市场建立竞争优势,粤港澳大湾区专利发明人需要国际市场上广泛搜索先进技术,以便更好地利用来自世界各地的知识。在这个过程中,粤港澳大湾区与国际湾区专利存在的知识势差,为知识流动提供了动力(杜静和魏江,2004),是产生知识溢出的诱因。知识势差越大,产生知识溢出的可能性越大。综上,本文提出:

H1:若粤港澳大湾区专利的国际化程度对国际湾区的知识溢出产生积极影响,则粤港澳大湾区具备资源“集聚”功能。

(2)粤港澳大湾区的资源“辐射”功能—国际技术溢出与技术距离。粤港澳大湾区“周边”能否利用流入湾内的国际湾区知识溢出实现技术进步,弥合其与国际湾区的技术距离,是决定粤港澳大湾区能否发挥资源“辐射”功能,成为国际创新中心的另一个基本问题。在这一过程中,国际湾区依然是知识溢出的来源地,粤港澳大湾区“周边”地区是知识溢出流入的目的地。与资源“集聚”过程不同的是,此处的国际湾区知识溢出经由粤港澳大湾区专利传输至其“周边”地区,粤港澳大湾区专利被国际湾区专利“赋能”。专利引文携带的知识从粤港澳大湾区流向其“周边”地区,产生的引文类型为前向引文,粤港澳大湾区专利是被引专利。进一步将粤港澳大湾区资源“辐射”功能的讨论转换为粤港澳大湾区“集聚”的国际湾区知识溢出是否能弥合其“周边”地区与国际湾区的技术距离。知识溢出对技术距离的弥合作用可以从两个方面论证:①粤港澳大湾区是内嵌于后发国家中的典型区域,是国际市场上的后发者(Luo and Tung,2007),表现出明显的技术劣势,在全球价值链中处于低端位置,无法依靠自身能力创造出建立竞争优势的全部知识。而高质量的知识资源通常散落在全球市场的各个“角落”,粤港澳大湾区为了打破在全球价值链低端徘徊的局面,需要获取外部知识进行技术追赶,而知识溢出是一种重要的外部知识来源(Fernández et al.,2022),可以弥合后发者与国际先进水平之间的技术距离。②知识溢出对技术距离的弥合作用还可以从技术机理层面得到解释。本文采用专利引文作为知识溢出的测度工具,粤港澳大湾区与国际湾区专利引文关联的创建更易于在距离更小的“专利对”中实现,从这一层面看,知识溢出有效弥合了粤港澳大湾区与

国际湾区的技术距离。综上,本文提出:

H2:若粤港澳大湾区“周边”地区能够利用流入湾内的国际湾区知识溢出实现技术进步,弥合技术距离,则粤港澳大湾区具备资源“辐射”功能。

(3)吸收能力的中介效应。粤港澳大湾区“集聚”国际湾区知识溢出的目的是“辐射”带动“周边”地区技术发展,弥合技术距离。一个不可否认的事实是粤港澳大湾区“周边”地区与国际湾区间还存在显著的技术距离,但这也为粤港澳大湾区“周边”技术的发展提供了机遇,例如,国际湾区的知识溢出为粤港澳大湾区“周边”地区技术发展提供了“学习窗口”,这是比自身研发更为理性的发展路径(陈昭和欧阳秋珍,2009)。但粤港澳大湾区“周边”地区利用国际湾区知识溢出的一个制约因素是吸收能力,吸收能力薄弱是后发国家面临的共性问题。吸收能力是企业识别、吸收和应用外部知识的能力,可以帮助企业更好地消化内外部资源(Cohen and Levinthal, 1990),吸收能力的增强也增加了来自发达国家的知识溢出(郑江淮等,2022)。如前文所述,知识溢出是一种能够建立竞争优势的外部知识来源,具备较强的路径依赖特征。只有吸收能力足够强的企业才能够整合外部知识来源,弥合技术距离。国际知识溢出的利用取决于后发企业理解和吸收外部知识的能力(Mancusi, 2008),知识溢出经由吸收能力得到加强,吸收能力是影响粤港澳大湾区“周边”地区利用国际湾区知识溢出的重要条件。鉴于此,本文将吸收能力作为知识溢出与技术距离的中介变量,并提出:

H2a:粤港澳大湾区“周边”地区的吸收能力越强,则其越能够利用流入湾内的国际湾区知识溢出,实现技术进步,弥合技术距离,此时粤港澳大湾区的资源“辐射”功能越明显。

(4)技术相似性对吸收能力的调节效应。本文将吸收能力作为粤港澳大湾区“周边”地区利用国际湾区知识溢出的中介变量,粤港澳大湾区“周边”地区通过吸收能力利用国际湾区知识溢出,弥合了技术距离,其吸收能力的强弱决定了能够利用的国际湾区知识溢出的程度。国际湾区知识溢出的吸收和利用过程还受到技术相似性的调节,这种调节原理表现为:粤港澳大湾区“周边”地区利用国际湾区知识溢出的过程是一个技术追赶过程,当粤港澳大湾区“周边”地区对国际湾区先进技术的追赶发生在同一个技术领域时,这意味着二者具有相似的技术结构、业务范围,表现为资源的相似性,并且相似性水平越高,粤港澳大湾区“周边”地区越能够消化、吸收国际湾区通过引文传递的知识溢出(Palich et al., 2000)。鉴于此,本文采用吸收能力作为中介变量,将粤港澳大湾区“周边”与国际湾区资源的相似性作为吸收能力的调节变量,建立一个有调节的中介效应模型,对粤港澳大湾区资源“辐射”功能的作用机制进一步展开讨论,并提出:

H2b:粤港澳大湾区“周边”地区与国际湾区资源越相似,则其吸收能力越强,越能够利用流入湾内的国际湾区知识溢出,实现技术进步,弥合技术距离,此时粤港澳大湾区的资源“辐射”功能越明显。

### 三、研究设计、样本选取与变量测度

#### 1. 研究设计

本文从资源“集聚”与“辐射”的角度系统分析粤港澳大湾区成为国际创新中心的基本路径,对应设计了“粤港澳大湾区发挥资源‘集聚’功能了吗?”“粤港澳大湾区发挥资源‘辐射’功能了吗?”两条实证路线。粤港澳大湾区与旧金山、纽约和东京湾区并称为四大湾区,在全球创新市场钳制和影响了绝大部分要素流动。基于此,本文将重点关注国际湾区的优质资源,以粤港澳大湾区专利为焦点专利,分别向前追溯与向后追踪建立后向引文与前向引文。其中,在后向引文中,粤港澳大湾区资

源“集聚”过程体现为资源从国际湾区流入粤港澳大湾区,粤港澳大湾区专利是施引专利;在前向引文中,粤港澳大湾区资源“辐射”过程体现为流入湾内的国际湾区资源进一步流向其“周边”地区,粤港澳大湾区专利是被引专利。

## 2. 样本选取

本文样本包括两个部分:①粤港澳大湾区资源“集聚”功能讨论涉及的后向引文;②粤港澳大湾区资源“辐射”功能讨论涉及的前向引文。其中,后向引文由粤港澳大湾区与国际湾区公司“专利对”创建;前向引文由粤港澳大湾区与其“周边”地区公司“专利对”创建。粤港澳大湾区与国际湾区公司是指经营业务所在地位于粤港澳大湾区、旧金山、纽约和东京湾区城市群中的上市公司与财富500强榜单中的非上市公司。公司样本的筛选是将备选公司经营业务所在地与粤港澳大湾区、旧金山、纽约和东京湾区的城市区位进行匹配。备选公司经营业务所在地的城市区位来自万德(Wind)数据库;旧金山和纽约湾区城市区位通过美国城市数据库手工整理得到;东京湾区城市区位通过官方媒介公开披露整理得到。最终,本文中纽约湾区覆盖了纽约州、新泽西州等7个州35个郡515个常住人口超过6000人的大城市;旧金山湾区覆盖了加利福尼亚州的9个郡127个常住人口超过6000人的大城市;东京湾区覆盖了东京都、神奈川县等的122个大中城市。在筛选出的公司样本的基础上,进一步以公司名称为关键词进行模糊检索,在欧洲专利局倒溯检索出符合条件的专利样本,完成从“城市—公司—专利”的样本检索流程<sup>①</sup>。

本文中粤港澳大湾区的资源“辐射”范围是一个广义的“面”,其资源“辐射”功能是被国际湾区先进资源“赋能”后产生的。需要说明的是,本文在公司样本搜集过程中剔除了来自金融、房地产等行业的公司以及公用事业单位。此外,本文观测区间均为2008—2020年,引文窗口为覆盖70%引文关联的时间间隔。

## 3. 变量测度

粤港澳大湾区进入国际市场的程度是影响其“集聚”国际湾区先进资源的重要因素;粤港澳大湾区“集聚”国际湾区资源的一个重要目的是“辐射”带动“周边”地区的技术进步,弥合技术距离。下面对这两条实证路线中变量的测度方式进行说明。

(1)资源“集聚”功能实证的解释变量:专利国际化。本文的分析工具是专利,一项专利的保护权限在本土之外被延展,这意味着专利权人经营业务的国际化。优先申请专利是发明人为保护一项新发明而提出的原始申请,其通常是在发明人国家提交的(Tahmooresnejad and Beaudry, 2018)。当申请人瞄准国外市场时,基于优先申请的优先权专利产生,一项优先申请衍生的优先权专利数目越多,表明专利权人进入国外市场的程度越深。简单专利家族规模能够统计一项优先申请所衍生的优先权专利数目,基于此,本文采用简单专利家族规模作为专利国际化测度的代理指标。

(2)资源“集聚”功能实证的被解释变量:后向多代际溢出。本文采用专利引文测度技术溢出,并认为对技术溢出的测度应是完整的,提出了“多代际技术溢出”测算方法。对应地,多代际技术溢出包括专利直接与间接引文。兼顾专利直接与间接引文的做法能够评估发明的重要性,识别“知识谱系”(Martinelli and Nomaler, 2014),是对现有仅关注直接引文做法的补充。参考Jaffe and Trajtenberg(2002)测度专利重要性的做法,本文设计了一个兼顾专利直接与间接引文的“多代际技

① 粤港澳大湾区与国际湾区“城市—公司—专利”分布参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

术溢出”算法<sup>①</sup>。该算法认为,对技术溢出的测度应兼顾专利直接与间接引文。尤其是在新兴市场后发国家的技术追赶过程中,当其逐渐接近技术创新的前沿时,其接触发达经济体最前沿技术的机会将会受到限制,原因主要包括:①在企业层面,随着外部竞争日益加剧,贸然接触前沿技术会导致自身研发轨迹暴露,为防范竞争对手清晰掌握研发动态,企业会通过减少接触前沿技术的方式而缓冲其对自身研发产生的冲击;②在国家层面,新兴市场后发国家的全球崛起被发达经济体视为安全威胁,这也导致其接触发达经济体前沿技术的机会有所减少。为此,借鉴 Jaffe and Trajtenberg (2002)对大学与企业专利重要性测度的做法,本文将多代际技术溢出的测度细化,如下所示:

$$B/Fmulcit = Count_{Gen1} \times \lambda_1 + Count_{Gen2} \times \lambda_2 + Count_{Gen3} \times \lambda_3 \quad (1)$$

其中, $B/Fmulcit$ 分别对应资源“集聚”网络的后向多代际技术溢出变量、资源“辐射”网络的前向多代际技术溢出变量; $Count_{Gen1-3}$ 表示第1—3代传播过程中施引专利产生的后向或前向引文数量; $\lambda_{1-3}$ 表示第1—3代引文传播对应的效率折扣系数。参考 Jaffe and Trajtenberg (2002),由于间接引文较直接引文传播的数量减少 50%,引文链条越长,从历史引文中获得的可用信息越少,因此,将初始  $\lambda_i$  赋值为 50%。

(3)资源“辐射”功能实证的解释变量:前向多代际技术溢出。与后向多代际技术溢出测度原理一致,前向多代际技术溢出算法的差异性为粤港澳大湾区专利由施引转变为被引专利,引文传播方向相反。具体地,沿着前向引文方向,搜索第1代“专利对”,以此类推,技术知识从粤港澳大湾区专利流向其“周边”地区被“辐射”的专利。

(4)资源“辐射”功能实证的被解释变量:技术距离。粤港澳大湾区“集聚”国际湾区知识溢出的一个重要目的是“辐射”带动其“周边”地区技术进步,弥合技术距离。技术距离是针对“引文对”在技术空间上距离的测度,是决定不同地区之间贫富差距的关键因素(邵朝对和苏丹妮,2019)。参考 Jaffe and Trajtenberg (2002),本文将“引文对”技术距离的测度重新修正,如下所示:

$$TECHB_i = \sum_{j=1}^{ncited} \frac{TECH_j}{NCITED_i} \quad (2)$$

其中,技术距离  $TECHB_i$  的修正步骤为:①以 4 位数 IPC 代码为基础,重新锚定 3 个临界点;②在第一个临界点上,若“引文对”的技术代码同属一个 IPC 小类,则  $TECH$  赋值为 0;在第二个临界点上,若“引文对”的技术代码同属一个 IPC 大类,则  $TECH$  赋值为 0.33;在第三个临界点上,若“引文对”的技术代码同属一个 IPC 部,则  $TECH$  赋值为 0.66。

(5)资源“辐射”机制的中介变量:吸收能力。借鉴学科文献中吸收能力的测度做法,本文采用自我引用率作为吸收能力的测度指标。自我引用率是测度学科吸收能力的有效指标,学科的自我引用率越低,表明其引文分布越广泛,越易吸收其他学科的新思想和新方法,吸收能力越强(屈卫群,1997)。专利的自我引用体现了其引文分布的广泛性,自我引用水平越低,表明专利权人在自身之外获取的知识越多,吸收能力越强(Verhoeven et al., 2016)。

(6)资源“辐射”机制中介的调节变量:技术相似性。技术相似性的测度对象为“引文对”,通过“引文对”的 4 位数 IPC 代码重叠程度测度(Leydesdorff et al., 2012)。

(7)资源“集聚”与“辐射”实证的技术特征测度。专利技术特征是影响本文实证分析的重要控制变量,两条实证分析路线中所采用的技术特征变量测度方式如表 1 所示。

① 多代际技术溢出算法具体参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。



表1 粤港澳大湾区资源“集聚”与“辐射”实证分析技术特征变量测度

变量名称	测度过程	支撑文献
专利范围( <i>scope</i> )	被分配到国际专利分类(IPC)中不同的4位数子类的数量	Lerner(1994)
授予滞后( <i>grant_lag</i> )	专利的提交日期与最终的授予日期之间的间隔天数	Jaffe et al.(1993)
技术生命周期( <i>tct</i> )	被引专利与施引专利之间的引用间隔	Squicciarini et al. (2013)
申请人个数( <i>applicants</i> )	一项专利申请过程参与的人员数目	
发明人个数( <i>inventors</i> )	一项专利发明过程参与的人员数目	
行业特征( <i>industry</i> )	施引方与被引方为相同行业取1,否则取0	
授予状态( <i>grant</i> )	一项专利在申请后是否被授予	
权利要求数目( <i>claims</i> )	一项专利包含的权利要求数目	
家族引用水平( <i>fam_citation</i> )	一项专利隶属的简单专利家族所引用的专利数目	

#### 四、粤港澳大湾区资源“集聚”与“辐射”网络特征事实

##### 1. 粤港澳大湾区资源“集聚”网络特征事实

粤港澳大湾区资源“集聚”功能讨论的是国际湾区技术资源是否流入了湾内。其中,粤港澳大湾区被视为一个资源引力场,引力波的形化工具是引文链,错综复杂的引文链搭建了引文网络。在实证展开前有必要对粤港澳大湾区与国际湾区的引文网络特征形成认知,便于为后续的实证分析挖掘更多空间。本文将分别从“湾区—城市—行业—公司”层面对粤港澳大湾区资源“集聚”网络进行可视化和描述性分析。

(1) 粤港澳大湾区资源“集聚”网络结构可视化分析。在湾区层面纵向比较,纽约与旧金山湾区是粤港澳大湾区“集聚”资源的主要来源地;横向比较,从后向引文第1—3代,粤港澳大湾区与旧金山、纽约湾区的引文数量逐渐增加,间接引文在引文总量中占比最高;粤港澳大湾区与东京湾区的引文数量逐渐减少,直接引文在引文总量中占比最高。可能的原因是:粤港澳大湾区与东京湾区技术距离更小,较容易接触其直接技术资源;粤港澳大湾区与纽约、旧金山湾区技术距离更大,不容易接触其直接技术资源。这种现象引发了一个猜测,即以粤港澳大湾区为代表的新兴经济体在接近前沿技术时可能存在最优距离,间接引文的测算是重要的。这也为后面的实证分析提供了现象预警,并从侧面印证了本文提出的多代际技术溢出算法的必要性。

进一步将观测单元由湾区下移至城市<sup>①</sup>。以纽约湾区为例,从后向引文第1—3代,能够与粤港澳大湾区建立引文关联的纽约湾区大城市数量逐渐增加,这说明仅部分粤港澳大湾区城市能够接触到纽约湾区的直接技术资源。同湾区层面分析结果一致,城市层面资源“集聚”网络的可视化也强调了间接引文网络的重要性。

将观测单元下移至技术领域。从后向引文第1—3代,数字通信与电脑技术领域产生的引文数量增加,这表明二者的知识外溢是活跃的,间接引文是其实现资源交流的主要方式,是粤港澳大湾区资源“集聚”网络搭建的核心领域。综合上述分析,各技术领域在资源网络中的表现也从侧面说

<sup>①</sup> “湾区—城市—行业—公司”层面资源“集聚”网络的可视化参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

明了对间接引文的测算是必要的。

公司是粤港澳大湾区资源“集聚”网络结构分析的最后一个单元。从后向引文第1—3代,粤港澳大湾区资源“集聚”网络密度增加,网络参与个体逐渐增多,非头部公司在间接引文网络中较活跃,反映了创新主体的多元化,这对粤港澳大湾区国际创新平台的搭建是重要的,也从侧面反映了间接引文网络测算的必要性。

(2)粤港澳大湾区资源“集聚”网络数据描述性分析。在网络结构可视化的基础上,本文进一步结合“多代际技术溢出”算法对资源“集聚”网络数据进行描述性分析。如表2所示,后向第1—2代引文网络中节点、边占比最高的均为旧金山湾区,第3代引文网络中节点、边占比最高的为纽约湾区。总体上,纽约湾区是网络中资源“集聚”程度最高的湾区,这一结论的成立是与间接引文网络相关的,间接引文网络的存在改变了资源“集聚”的地理中心。

表2 粤港澳大湾区与国际湾区引文网络数据描述

传播路径	传播示意	传播代际	旧金山→粤港澳	纽约→粤港澳	东京→粤港澳
CN←US	○----▶△	第1代节点	37243	15698	10771
CN←US←US	○----▶◎----▶△	第2代节点	126863	92839	6196
CN←US←US←US	○----▶◎----▶◎----▶△	第3代节点	159380	176889	2017
不同代际节点占比(%)		第1代	0.5846	0.2464	0.1691
		第2代	0.5616	0.4110	0.0274
		第3代	0.4711	0.5229	0.0060
CN←US	○——▶△	第1代边	37243	15698	10771
CN←US←US	○——▶◎——▶△	第2代边	262842	220138	11280
CN←US←US←US	○——▶◎——▶◎——▶△	第3代边	702754	1014150	4818
不同代际边占比(%)		第1代	0.5846	0.2464	0.1691
		第2代	0.5318	0.4454	0.0228
		第3代	0.4082	0.5890	0.0028
节点总计			323486	285426	18984
“集聚”的程度			3.0296	4.3006	1.4028

注:依据多代际技术溢出测算方法计算得到。CN、US分别表示中国、美国;○表示被引专利;△表示施引专利;◎表示焦点专利;----▶表示还未产生的引文关系;——▶表示已产生的引文关系。

综合粤港澳大湾区资源“集聚”网络的可视化与描述性分析结果,可以看出,除东京湾区外,后向第2—3代间接引文是资源“集聚”网络形成的重要部分,反映了粤港澳大湾区与纽约、旧金山湾区的资源交流是通过间接路径实现的。对间接引文网络的忽略将使粤港澳大湾区资源“集聚”网络规模被“截断”,进而导致实证结果有偏,这再次凸显了“多代际技术溢出”算法的重要性。

## 2. 粤港澳大湾区资源“辐射”网络特征事实

在粤港澳大湾区资源“辐射”网络中,粤港澳大湾区专利发生了角色转换,从资源“集聚”网络中的施引专利转变为“辐射”网络中的被引专利。与粤港澳大湾区资源“集聚”网络分析思路保持一致,从前向引文第1—3代,对不同代际引文背景下的网络资源“辐射”程度进行测算,结果显示,粤港澳大湾区资源“辐射”网络的规模远小于“集聚”网络(如,  $Size_{\text{集聚-旧金山第2代}}=2.07 > Size_{\text{辐射-第2代}}=第2代传播边/第2代传播点=177727/159876=1.11$ ;  $Size_{\text{集聚-旧金山第3代}}=4.41 > Size_{\text{辐射-第3代}}=第3代传播边/第3代传$

播<sub>点</sub>=180854/152809=1.18)。这预示粤港澳大湾区的资源“集聚”能力可能优于“辐射”能力,现阶段具备较强的全球资源策源能力。此外,粤港澳大湾区资源“集聚”能力的优异性还可以从两种网络施引节点的对比中发现<sup>①</sup>。

## 五、模型设定与实证检验

### 1. 模型设定

(1)资源“集聚”功能实证的主效应模型。本文构建的资源“集聚”功能验证的主效应模型如下所示:

$$\begin{aligned}
 bmulc_i = & a_0 + \beta_1 inter_i + \beta_2 scope_i + \beta_3 grant\_lag_i + \beta_4 tct_i + \beta_5 applicants_i \\
 & + \beta_6 inventors_i + \beta_7 ind_i + \beta_8 claims_i + \beta_9 fam\_citation_i + \beta_{10} grant_i \\
 & + \phi_i + \lambda_{i1} + \lambda_{i2} + \lambda_{i3} + \gamma_{ins} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{3}$$

其中,被解释变量  $bmulc_i$  为后向多代际引文;解释变量  $inter_i$  为专利国际化; $scope_i$ 、 $grant\_lag_i$ 、 $tct_i$ 、 $applicants_i$ 、 $inventors_i$ 、 $ind_i$ 、 $claims_i$ 、 $fam\_citation_i$ 、 $grant_i$  依次为技术特征控制变量专利范围、授予滞后、技术生命周期、申请人个数、发明人个数、行业特征、权利要求数目、简单专利家族正向引文数目、授予状态; $\phi_i$  为专利类型; $\lambda_{i1}$  为专利“日历”效应(即申请年份); $\lambda_{i2}$  为施引年份; $\lambda_{i3}$  为引文窗口; $\gamma_{ins}$  为施引行业; $\varepsilon_i$  为随机误差项。

(2)资源“辐射”功能实证的主效应模型。本文构建的资源“辐射”功能验证的主效应模型如下所示:

$$\begin{aligned}
 techdis_i = & a_0 + \beta_1 fmulcit_i + \beta_2 scope_i + \beta_3 grant\_lag_i + \beta_4 tct_i + \beta_5 applicants_i \\
 & + \beta_6 inventors_i + \beta_7 ind_i + \beta_8 grant_i + \phi_i + \lambda_{i1} + \lambda_{i2} + \lambda_{i3} + \gamma_{ins} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{4}$$

其中,被解释变量  $techdis_i$  为技术距离;解释变量  $fmulcit_i$  为前向多代际引文。

(3)资源“辐射”功能实证的中介效应模型。本文中中介效应的检验方法为 Edward and Lambert (2007)提出的偏差校正非参数百分位 Bootstrap 法。该方法基于 Bootstrap 从原始样本中有放回的重复抽样,具有更高的检验效力(包国宪和关斌,2019)。这之前,Baron and Kenny (1986)提出的因果步骤法是检验中介效应的经典方法,但却逐渐暴露出弊端。表现为:①因果步骤法检验要求总效应显著性成立,这可能“遮掩”了与直接效应符号相反的中介效应。Edward and Lambert (2007)“舍弃”了这种检验思路,规避了部分中介路径被“遮掩”的情况出现。②因果步骤法对中介效应系数的检验是通过逐步检验第二步和第三步系数的乘积实现的,这并不等同于对中介效应系数自身的直接检验,Edward and Lambert (2007)针对这一弊端进行了补充。偏差校正非参数百分位 Bootstrap 法中介效应检验模型设定如下:

$$\begin{aligned}
 absorb_i = & a_0 + \beta_1 fmulcit_i + \beta_2 scope_i + \beta_3 grant\_lag_i + \beta_4 tct_i + \beta_5 applicants_i + \beta_6 inventors_i \\
 & + \beta_7 ind_i + \beta_8 grant_i + \phi_i + \lambda_{i1} + \lambda_{i2} + \lambda_{i3} + \gamma_{ins} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 techdis_i = & a_0 + \beta_1 fmulcit_i + \beta_2 absorb_i + \beta_3 scope_i + \beta_4 grant\_lag_i + \beta_5 tct_i + \beta_6 applicants_i \\
 & + \beta_7 inventors_i + \beta_8 ind_i + \beta_9 grant_i + \phi_i + \lambda_{i1} + \lambda_{i2} + \lambda_{i3} + \gamma_{ins} + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{6}$$

其中,中介变量  $absorb_i$  为吸收能力,其余变量与上文一致。

(4)资源“辐射”功能实证的有调节的中介效应模型。因循中介效应检验思路,如图1所示,Edward and Lambert (2007)将调节变量对中介效应的作用路径区分为5种:直接效应(路径③)、间接

① 资源“集聚”与“辐射”网络施引节点对比图参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

效应(路径①+②)、总效应(路径①+②+③)、第一阶段(路径①)、第二阶段(路径②)。这种检验方法被称为“中介效应差异法”,该方法认为调节效应和中介效应是同时发生的,二者不应该被孤立地看待,调节变量对中介变量的作用应该考虑中介效应产生的所有“路径”。

“中介效应差异法”对有调节的中介效应检验设定模型如下:

$$absorb_i = a_0 + \beta_1 fmulcit_i + \beta_2 simi_i + \beta_3 fmulcit_i \times simi_i + \beta_4 scope_i + \beta_5 grant\_lag_i + \beta_6 tct_i + \beta_7 applicants_i + \beta_8 inventors_i \quad (7)$$

$$techdis_i = a_0 + \beta_1' simi_i + \beta_2' absorb_i + \beta_3' simi_i \times absorb_i + \beta_4' fmulcit_i + \beta_5' scope_i + \beta_6' grant\_lag_i + \beta_7' tct_i + \beta_8' applicants_i + \beta_9' inventors_i + \beta_{10}' ind_i + \beta_{11}' grant_i + \phi_i + \lambda_{i1} + \lambda_{i2} + \lambda_{i3} + \gamma_{ins} + \varepsilon_i \quad (8)$$

其中,检验的核心是当调节变量的取值水平不同时,中介效应是否存在显著差异。

### 2. 粤港澳大湾区资源“集聚”功能的验证

(1)资源“集聚”功能的主效应分析。如表3所示,inter的系数均在1%的水平上显著为正,专利国际化对后向多代际技术溢出产生积极影响,表明粤港澳大湾区能够将国际湾区的资源引入湾内发挥资源“集聚”功能,H1得到验证。

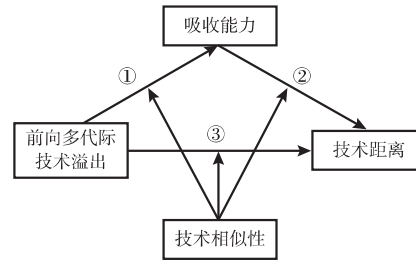


图1 “中介效应差异法”全部路径调节

表3 粤港澳大湾区资源“集聚”功能回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
inter	0.6614*** (0.007)	0.6629*** (0.007)	0.5993*** (0.007)	0.5777*** (0.007)	0.6508*** (0.007)
专利类型	否	是	是	是	是
申请年份	否	否	是	是	是
施引年份	否	否	否	是	是
施引行业	否	否	否	否	是
观测值	1546683	1546683	1546683	1546683	1546683
F	1.4e+04	1.2e+04	5.7e+03	4.5e+03	3.6e+03
R <sup>2</sup>	0.1353	0.1354	0.1449	0.1605	0.1976

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著;括号内为标准误。以下各表同。

(2)资源“集聚”功能的异质性分析<sup>①</sup>。包括两个方面:①考虑不同代际引文背景,分析粤港澳大湾区资源“集聚”功能。结果显示,从后向引文第1—3代,粤港澳大湾区从国际湾区“集聚”的资源线性减少,“集聚”的资源主要是直接知识溢出。②在上述基础上,进一步考虑国际湾区区位。结果显示,粤港澳大湾区从不同国际湾区“集聚”资源的程度表现出差异性,体现为:从后向引文第1—3代,粤港澳大湾区从纽约、旧金山湾区“集聚”的资源仍逐渐减少,但从东京湾区“集聚”资源却呈倒“U”型,这与粤港澳大湾区从国际湾区“集聚”资源的整体趋势不一致。呈现这种倒“U”型曲线的关键在于拐点的出现,即在间接引文传播过程中,在一定区间内东京湾区对粤港澳大湾区产生的知识

① 资源“集聚”功能的异质性分析结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

外溢是增加的,抵消了专利引用过程中部分知识外溢的递减效应。造成这种现象的原因可能有:湾区产业布局的错位。尽管随着产业布局变迁,东京湾区已经完成了从工业经济向服务经济和创新经济的过渡,但其制造业仍在全球产业链上游占据重要位置,由此形成了以数字通信、视听技术等服务业为主、制造业为辅的混合知识溢出结构。相比之下,粤港澳大湾区的产业布局仍处于由制造业向服务业的转型中,半导体、光学等制造业的技术发展仍对外部知识溢出存在巨大需求。因此,东京湾区与粤港澳大湾区的产业布局的错位,能够使其制造业的知识外溢在一定区间内抵消数字通信、视听技术等服务业部分知识外溢的递减效应,诱发知识外溢呈倒“U”型;物化型知识溢出的增加。本文所界定的非物化型知识溢出与专利发明相关,非物化型知识溢出的产生也可能受到物化型知识溢出的影响。这体现为:中国对日本的对外贸易依存度仅次于美国,且中国与日本之间存在的贸易壁垒相对更少,致使两国之间的技术活动更加频繁,这促进了专利发明活动的产生,增加了两大湾区通过专利引用传输非物化型知识溢出的概率,进而在一定区间内抵消了数字通信、视听技术等服务业部分知识外溢的递减效应。

### 3. 粤港澳大湾区资源“辐射”功能的验证

(1)资源“辐射”功能的主效应分析。粤港澳大湾区获取国际湾区知识外溢的一个重要目的是带动“周边”地区发展,弥合技术距离,表现为资源“辐射”功能。表4结果显示, $fmulcit$ 的系数均在1%的水平上显著为负,前向多代际技术溢出对技术距离产生消极影响,说明粤港澳大湾区能够发挥资源“辐射”功能,H2得到验证。

表4 粤港澳大湾区资源“辐射”功能回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$fmulcit$	-0.0118*** (0.000)	-0.0118*** (0.000)	-0.0122*** (0.000)	-0.0125*** (0.000)	-0.0068*** (0.000)
专利类型	否	是	是	是	是
申请年份	否	否	是	是	是
施引年份	否	否	否	是	是
施引行业	否	否	否	否	是
观测值	494788	494788	494788	494788	494788
F	5.1e+04	4.5e+04	1.4e+04	9.9e+03	7.2e+03
R <sup>2</sup>	0.5040	0.5040	0.5048	0.5054	0.5371

(2)资源“辐射”功能产生的机制分析:中介效应。结合前文,粤港澳大湾区具备资源“辐射”功能,但对资源“辐射”功能产生的内部机制仍有待探讨。本文将吸收能力作为粤港澳大湾区资源“辐射”功能产生的一个中介机制,采用Edward and Lambert(2007)提出的偏差校正非参数百分位Bootstrap法检验中介效应。结果如表5所示,路径(5)是对中介效应的检验,系数 $a$ 、 $b$ 乘积所对应的效应量系数95%置信区间不包含0,表明吸收能力是影响粤港澳大湾区资源“辐射”功能产生的中介因素,H2a得到验证。

(3)资源“辐射”功能产生的机制分析:有调节的中介效应。本文将技术相似性作为吸收能力的一个调节变量讨论粤港澳大湾区资源“辐射”功能的内部机制,采用Edward and Lambert(2007)提出的“中介效应差异法”对有调节的中介效应分析。结果如表6所示,Bootstrap重复抽样500次后,对调节变量的取值分别增加或减少1个标准差,吸收能力中介效应差异的95%置信区间不包含0,说明被调节的中介效应存在,H2b得到验证。粤港澳大湾区资源“辐射”功能的产生机制得到了进一步的讨论。

表5 粤港澳大湾区资源“辐射”功能的中介效应分析

路径	效应	效应量系数	观测值	95%置信区间	
				上限	下限
前向多代际技术溢出→技术距离(1)	总效应	-0.0068***	494788	-0.0072	-0.0064
前向多代际技术溢出→吸收能力(2)	-	0.0422***	494788	0.0415	0.0429
吸收能力→技术距离(3)	-	-0.0231***	494788	-0.0251	-0.2110
前向多代际技术溢出→吸收能力→技术距离(4)	直接效应	-0.0058***	494788	-0.0062	-0.0054
前向多代际技术溢出→吸收能力→技术距离(5)	间接效应	-0.0010***	494788	-0.0011	-0.0009

注:Bootstrap重复抽样500次;\*\*表示 $p < 0.05$ ,\*\*\*表示 $p < 0.01$ ;分析过程中加入了控制变量;考虑了专利类型、“日历效应”、施引时间、施引行业,下表同。

表6 粤港澳大湾区资源“辐射”功能有调节的中介效应分析

调节变量		阶段		效应		
		第一阶段	第二阶段	直接效应	间接效应	总效应
		前向多代际技术溢出→吸收能力	吸收能力→技术距离	前向多代际技术溢出→吸收能力→技术距离	前向多代际技术溢出→吸收能力→技术距离	前向多代际技术溢出→技术距离
Mean+1sd	效应量系数	-0.0011***	0.0006***	0.0079***	0.0002***	0.0081***
	95%置信区间	-0.0012	0.0005	0.0075	0.0001	0.0077
		-0.0010	0.0007	0.0084	0.0003	0.0086
Mean-1sd	效应量系数	-0.0008***	-0.0018***	-0.0139***	-0.0010***	-0.0150***
	95%置信区间	-0.0009	-0.0019	-0.0147	-0.0012	-0.0158
		-0.0008	-0.0016	-0.0131	-0.0009	-0.0142
Δ	效应量系数	-0.0002***	0.0024***	0.0219***	0.0012***	0.0231***
	95%置信区间	-0.0003	0.0022	0.0209	0.0010	0.0220
		-0.0002	0.0026	0.0229	0.0014	0.0240
调节路径		路径①	路径②	路径③	路径①+②	路径①+②+③

(4)资源“辐射”功能的异质性分析。包括两个方面:①与粤港澳大湾区资源“集聚”功能的异质性分析思路一致,同样考虑不同代际引文背景,分析粤港澳大湾区资源“辐射”功能<sup>①</sup>。结果显示,从前向引文第1—3代,前向多代际技术溢出对技术距离的弥合程度增加,说明粤港澳大湾区“周边”地区的技术进步主要获益于国际湾区的间接知识外溢。综合考量不同代际引文背景下粤港澳大湾区资源“集聚”与“辐射”估计结果,能够对这个现象做出解释。如前文所述,粤港澳大湾区资源“集聚”过程的主导资源是直接引文;而资源“辐射”过程的主导资源是间接引文。主导资源获取与利用情况的不一致,反映了资源使用效率不高、吸收能力薄弱的现实问题。作为后发国家中的典型区域,粤港澳大湾区与国际湾区存在明显资源差距,在获取国际湾区的直接知识溢出后,粤港澳大湾区薄弱的吸收能力将妨碍直接知识溢出的利用,这导致国际湾区的间接知识溢出成为粤港澳大湾区“周边”地区技术进步的主要来源。②进一步对国际湾区知识溢出的去向及辐射范围展开讨论。本文中资源“辐射”范围是一个广义的概念,分组讨论结果仅针对广义资源“辐射”范围。本文依据专利出版物的授权机构与发明人的地理信息,将被国际湾区知识溢出“辐射”的粤港澳大湾区

① 资源“辐射”功能的异质性回归结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

“周边”专利区分为中国市场外国专利、中国专利以及其他专利三种类型。结果显示,国际湾区知识溢出对中国市场上的外国专利技术进步影响较大,可能的原因是:随着外商直接投资的大规模涌入,大批经营分支机构、子公司在中国市场设立,这些经营分支机构、子公司多以中外合资的形式出现,所申请的专利属于共同申请专利,专利所有权隶属中外双方企业,双方对专利中蕴藏的先进技术享有直接使用权。这种专利更容易接近国际湾区前沿技术,并通过知识溢出弥合技术距离。

#### 4. 粤港澳大湾区资源“辐射”功能的稳健性分析<sup>①</sup>

(1) 遗漏变量控制。在主效应模型的基础上,本文进一步控制专利的科学性水平(*science*)、国际专利状态(*PCT*)等。结果显示,前向多代际技术溢出仍能缩小技术距离,且回归系数的显著性水平不发生明显改变,表明该模型不存在严重的遗漏变量问题。

(2) 自我选择偏差控制。H2提出前向多代际技术溢出能缩小技术距离,但技术距离的缩小也能进一步带动引文关联创建,前向多代际技术溢出与技术距离间可能存在自我选择偏差。本文采用倾向得分匹配(*PSM*)为实验组匹配倾向得分(*pscore*)相似的控制组,经匹配后的实验组与控制组样本平均处理效应(*ATT*)是显著的,表明采用倾向得分匹配控制自我选择偏差导致的内生性问题后,前向多代际技术溢出能够缩小技术距离的结论具有可靠性。

(3) 知识溢出传播效率调整。本文中多代际技术溢出算法以Jaffe and Trajtenberg(2002)对大学与企业专利重要性的测度为依据。Jaffe and Trajtenberg(2002)在该做法中将知识传播效率初始值设定为50%,取值范围设定为25%—75%。受此参数范围启发,本文以主效应模型为基准,分别将知识溢出传播效率从50%提高至75%或降低至25%。结果显示,核心变量的显著性水平不发生根本性改变,表明知识溢出传播效率不会影响模型的稳定性,这也与Jaffe and Trajtenberg(2002)的研究结论保持一致。

(4) 引文时间窗口调整。专利引文窗口存在“截断性”问题,这导致引文信息完整性受损。本文中引文时间窗口的确定依据是能够保留70%引文信息的时间间隔,主效应模型中的引文时间窗口被设定为10年,以此为依据,分别向后延伸、向前收缩时间窗口。各变量回归系数的显著性不发生根本改变,表明引文时间窗口的调整不会影响模型的稳定性。

(5) 计量模型调整。基准模型在采用稳健性标准误的同时控制了大量的技术特征变量、专利类型、“日历效应”等,对异方差问题做了一定的处理。本文重新利用广义最小二乘法(*GLS*)对基准模型进行估计,结果显示,前向多代际技术溢出对技术距离的影响不发生根本性变化,研究结论具有可靠性。

#### 5. 粤港澳大湾区资源“辐射”功能机制的稳健性分析

(1) 变更测度方式。专利的独特性指数是另一个常用的吸收能力测度指标。变更吸收能力的测度方式后,结果显示中介效应依然成立。

(2) 变更估计模型。采用“因果步骤法”对中介效应、有调节的中介效应再次进行估计,结果显示,中介效应、有调节的中介效应均得到了验证,表明基准模型的机制分析具有稳定性。

## 六、研究结论与政策启示

### 1. 研究结论

本文从资源“集聚”与“辐射”的角度系统探讨了粤港澳大湾区成为国际创新中心的成长机制。

<sup>①</sup> 稳健性分析回归结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

基于2008—2020年全球专利数据库中的引文数据,提出了多代际技术溢出测算方法,凸显了间接技术溢出的重要性。以粤港澳大湾区专利为焦点专利,向前与国际湾区专利建立后向引文,用以测量粤港澳大湾区对国际技术溢出中知识溢出的获取,反映资源的“集聚”过程;向后与“周边”地区专利建立前向引文,测量粤港澳大湾区对国际技术溢出中知识溢出的利用,反映资源的“辐射”过程。围绕国际知识溢出的获取与利用,本文分别构建计量模型并进行实证分析。主要结论包括:①粤港澳大湾区在成为国际创新中心的过程中兼具资源“集聚”与“辐射”的功能;吸收能力是粤港澳大湾区资源“辐射”功能得以产生的中介机制,吸收能力的中介作用被技术相似性调节而得以强化。②在资源“集聚”过程中,从后向引文第1—3代,粤港澳大湾区从国际湾区“集聚”的资源呈线性减少,“集聚”的资源主要为直接知识溢出。对知识溢出的湾区来源分析表明,粤港澳大湾区从纽约、旧金山湾区“集聚”的资源变化与国际湾区整体趋势保持一致,但从东京湾区“集聚”资源的变化却呈倒“U”型,这种差异可以从湾区产业布局与物化型知识溢出角度解释。③在资源“辐射”过程中,从前向引文第1—3代,粤港澳大湾区“周边”地区的技术进步主要受益于国际湾区的间接而非直接知识溢出,粤港澳大湾区“周边”地区对前沿技术的追赶存在最优距离;进一步分析表明,这种间接知识溢出对中国市场上的国外专利技术进步影响最大。④粤港澳大湾区资源“集聚”与“辐射”网络的可视化结果强调了间接引文网络的重要性,实证检验结果证实间接引文网络是国际湾区产生知识溢出的重要形式。

## 2. 政策启示

本文的研究结论对政策制定具有一定的指导意义。粤港澳大湾区作为中国经济发展的重要增长极,打造国际创新中心,助力中国实现科技发展自立自强既是使命所在,也是必然之路。基于上述研究发现,本文提出如下政策建议:①强化“集聚”功能,打造全球要素“集聚”中心。粤港澳大湾区作为对外开放的“桥头堡”,应深度践行“深入推进改革创新,坚定不移扩大开放,着力破解深层次体制机制障碍”,打造适合国际生产要素跨境流动的整体制度环境,增强对国际湾区前沿生产要素的持续吸引力。针对性措施包括:优化现有经贸体系,积极构筑多边合作关系。例如,以《区域全面经济伙伴关系协定》(RCEP)正式生效为契机,率先与RCEP成员国在贸易和投资领域进行规则对接。2021年,日本正式加入RCEP,中日两国经贸合作更紧密,加之粤港澳大湾区与东京湾区产业发展路径相仿,中日两国经贸规则的对接,将极大促进东京湾区对粤港澳大湾区的知识外溢;持续优化营商环境。在贸易保护主义、单边主义大行其道的当下,粤港澳大湾区在牵引全球先进资源的过程中面临着前所未有的挑战。政府应秉持兼容并蓄、互利共赢的开放态度,拓宽国际合作渠道,实施更加开放、更为包容的国际科技合作战略,加大对外商投资权益和知识产权的保护,有序放宽境外投资领域和范围,提升对国际资本、人员、信息、技术等生产要素的吸引力,尤其是吸引来自国际湾区的前沿技术资源,最终实现中国在关键核心技术领域的成功破局。②深化“辐射”机制,打造世界级经济增长新引擎。吸收能力是粤港澳大湾区资源“辐射”功能发挥作用的中介机制,与其“周边”地区利用国际知识溢出的过程紧密相关。当前存在的突出问题是粤港澳大湾区“周边”地区吸收能力薄弱,对国际湾区知识溢出利用低效。政府应加强基础设施配套,积极营造优质的创新生态环境,着重培育科研吸收、转化能力。可行性措施包括:在基础设施配套层面,建设综合性科学中心,定时召开前沿成果发布与研讨会;构建高价值专利培育体系,形成政府强有力的保障体系和知识产权评估体系;打造以粤港澳大湾区为主导的创新平台,为吸收能力的培育提供坚实支撑。在创新环境营造层面,出台贷款贴息、研发费用加计扣除等企业创新补贴政策,引导企业参与到国际知识溢出的吸收、转化过程中来;营造良好的人才发展环境,完善科技成



果转化收益分配机制,调动科研人员吸收、转化国际知识溢出的积极性。③弥补后发劣势,加快创新追赶。通过扩充粤港澳大湾区与国际湾区间接引文网络规模,激活各类创新主体活力,建立广泛的创新基础,深度嵌入全球价值链和创新链,与前沿技术的“弯道超车”形成合力,拉动粤港澳大湾区从全球价值链中低端向高端跃迁。

### 3. 进一步讨论

粤港澳大湾区成为国际创新中心离不开区域协同与产业发展的支撑,需要在后续的研究中协调区域、产业、技术多层次研究内容,挖掘层次更加丰富的结论与启示。在资源“辐射”功能的讨论过程中,关注粤港澳大湾区城市群的区域、产业协同对这一过程的影响。同时,专利与其他外部数据的兼容性较差,受制于这种匹配障碍,本文以公司名称的关键词作为模糊匹配条件后清洗数据杂质获取样本,未来可以寻找一个更加合理的匹配方法,如,借助文本分析工具测算文本距离、寻找第三方外部数据源等,最大程度避免遗漏问题。

### 〔参考文献〕

- [1]包国宪,关斌.财政压力会降低地方政府环境治理效率吗——一个被调节的中介模型[J].中国人口·资源与环境,2019,(4):38-48.
- [2]陈南旭,王林涛.中国制造业生产效率提升进程中技术溢出与自主创新的交互贡献[J].数量经济技术经济研究,2022,(5):84-103.
- [3]陈昭,欧阳秋珍.技术溢出的主渠道:外商直接投资还是进口?——一个文献综述与评论[J].经济评论,2009,(5):135-146.
- [4]陈昭,杨艳美.技术冲击与我国经济波动——基于技术溢出视角的研究[J].财经理论研究,2015,(1):14-20.
- [5]杜静,魏江.知识存量的增长机理分析[J].科学学与科学技术管理,2004,(1):24-27.
- [6]高凌云,王永中.R&D溢出渠道、异质性反应与生产率:基于178个国家面板数据的经验研究[J].世界经济,2008,(2):65-73.
- [7]寇宗来,刘学悦.中国企业的专利行为:特征事实以及来自创新政策的影响[J].经济研究,2020,(3):83-99.
- [8]林青,陈湛匀.中国技术寻求型跨国投资战略:理论与实证研究——基于主要10个国家FDI反向溢出效应模型的测度[J].财经研究,2008,(6):86-99.
- [9]潘素昆,杨慧燕.技术获取型对外直接投资逆向技术溢出效应研究综述[J].工业技术经济,2013,(2):153-160.
- [10]屈卫群.国内图书情报学文献中的自引研究[J].情报理论与实践,1997,(6):347-348.
- [11]邵朝对,苏丹妮.国内价值链与技术差距——来自中国省际的经验证据[J].中国工业经济,2019,(6):98-116.
- [12]湛柏明,裴婷.中间品进口贸易的技术溢出效应研究[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2019,(2):25-36.
- [13]郑江淮,陈喆,康乐乐.国家间技术互补变迁及其对发明人才跨国流动的影响——一个国际技术发现假说与检验[J].中国工业经济,2022,(4):23-41.
- [14]Barney, J. B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage[J]. Advances in Strategic Management, 1991, 17(1): 3-10.
- [15]Baron, R. M., and D. A. Kenny. The Moderator-mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic and Statistical Considerations[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1986, 51(6): 1173-1182.
- [16]Child, J., and S. B. Rodrigues. The Internalization of Chinese Firms: A Case for Theoretical Extension[J]. Management and Organization Review, 2005, 1(3):381-410.
- [17]Cohen, W. M., and D. A. Levinthal. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation [J]. Administrative Science Quarterly, 1990, 35: 128-152.

- [18] Edwards, J. R., and L. S. Lambert. Methods for Integrating Moderation and Mediation: A General Analytical Framework Using Moderated Path Analysis[J]. *Psychological Methods*, 2007, 12(1): 1–22.
- [19] Fernández, A. M., E. Ferrándiz, and J. Medina. The Diffusion of Energy Technologies. Evidence from Renewable, Fossil, and Nuclear Energy Patents[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2022, 178: 1–14.
- [20] Griliches, Z. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth [J]. *Bell Journal of Economics*, 1979, 10(1): 92–116.
- [21] Haunschild, B. Network Learning: The Effects of Partners’ Heterogeneity of Experience on Corporate Acquisitions[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2002, 47(1): 92–124.
- [22] Hu, A. G. Z. The Regionalization of Knowledge Flows in East Asia: Evidence from Patent Citations Data[J]. *World Development*, 2009, 37(9): 1465–1477.
- [23] Hu, A. G. Z., and A. B. Jaffe. Patent Citations and International Knowledge Flow: The Cases of Korea and Taiwan[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2003, 21(6): 849–880.
- [24] Jaffe, A. B., and M. Trajtenberg. *Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy* [M]. London: MIT Press, 2002.
- [25] Jaffe, A. B., M. Trajtenberg, and R. Henderson. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1993, 108 (3): 577–598.
- [26] Keller, W. The Geography and Channels of Diffusion at the World’s Technology Frontier[R]. NBER Working Paper, 2001.
- [27] Keller, W. Trade and the Transmission of Technology[J]. *Journal of Economic Growth*, 2002, 7(1): 5–24.
- [28] Krammer, S. Asseing the Relative Importance of Multiple Channels for Embodied and Disembodied Technological Spillovers[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, 81(1): 272–286.
- [29] Lerner, J. The Importance of Patent Scope: An Empirical Analysis[J]. *RAND Journal of Economics*, 1994, 25(2): 319–333.
- [30] Leydesdorff, L., D. Kushnir, and I. Rafols. Interactive Overlay Maps for U.S. Patent (USPTO) Data Based on Interl Patent Classification (IPC)[J]. *Scientometrics*, 2012, 98(3): 1583–1599.
- [31] Luo, Y., and R. L. Tung. International Expansion of Emerging Market Enterprises: A Springboard Perspective [J]. *Journal of International Business Studies*, 2007, 38(4): 481–498.
- [32] Mancusi, M. L. International Spillovers and Absorptive Capacity: A Cross-country Cross-sector Analysis Based on Patents and Citations[J]. *Journal of International Economics*, 2008, 76(2): 155–165.
- [33] Martinelli, A., and Ö. Nomaler. Measuring Knowledge Persistence: A Genetic Approach to Patent Citation Networks[J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 2014, 24(3): 623–652.
- [34] Noailly, J., and V. Shestalova. Knowledge Spillovers from Renewable Energy Technologies, Lessons from Patent Citations[J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2016, 22: 1–14.
- [35] Palich, L. E., L. B. Cardinal, and C. C. Miller. Curvilinearity in the Diversification–performance Linkage: An Examination of Over Three Decades of Research[J]. *Strategic Management Journal*, 2000, (2): 155–174.
- [36] Squicciarini, M., H. Dernis, and C. Criscuolo. Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value[R]. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2013.
- [37] Tahmooresnejad, L., and C. Beaudry. Capturing the Economic Value of Triadic Patents [J]. *Scientometrics*, 2018, 118(1): 127–157.
- [38] Verhoeven, D., J. Bakker, and R. Veugelers. Measuring Technological Novelty with Patent–based Indicators [J]. *Research Policy*, 2016, 45(3): 707–723.
- [39] Verspagen, B. Estimating International Technology Spillovers Using Technology Flow Matrices[J]. *Weltwirtschaftliches Arch*, 1997, 133: 226–248.

**Research on the Growth Mechanism of International Innovation Center from the Perspective of Resource “Agglomeration” and “Radiation”  
——Taking the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area as an Example**

ZHANG Yu–mei<sup>1</sup>, WU Xian–ming<sup>2</sup>, GAO Hou–bin<sup>3</sup>

(1. The Center for China’s Overseas Interests, Shenzhen University;

2. Economics and Management School, Wuhan University;

3. School of Business, Henan Normal University)

**Abstract:** As one of the three major international science and technology innovation centers in China, the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area will shoulder the historical mission of strengthening the national strategic science and technology and thus become a strategic highland for the construction of an innovative country historically. At present, it is necessary to discuss the issue of “has the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area become an international innovation center,” which will provide a reference to accelerate the implementation of innovation–driven development strategy and enable high–quality economic development through innovation.

The key to becoming an international innovation center is whether it has the ability to allocate global innovation resources. This paper explores this from the perspective of resource agglomeration and radiation. Based on the citation data in the global patent database from 2000 to 2018, this paper proposes the measurement method of multi–generation technology spillovers to distinguish the direct and indirect effects of the knowledge spillovers of international bay areas, and systematically analyzes the basic path for the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area to become an international innovation center.

The study shows that the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area can attract the technological resources of New York, San Francisco, and Tokyo bay areas into the bay and drive the technological progress of surrounding areas, playing the role of resource agglomeration and radiation. In the process of resource agglomeration, from the first to the third generation of citations, the resource agglomeration from New York and San Francisco bay areas decreases linearly, and the resource agglomeration from the Tokyo Bay Area shows an inverted U–shaped curve. In the process of resource radiation, the moderated mediating model shows that absorptive capacity is the mediating variable affecting the function of resource radiation, and technical similarity has a positive moderated effect on the mediating effect.

The policy suggestions of this paper are as follows. It is necessary to strengthen the agglomeration function, optimizing the existing economic and trade system, actively building multilateral cooperation, continuously optimizing the business environment, and enhancing the sustained attraction to the frontier production factors of international bay areas. Efforts should be made to deepen the radiation mechanism, strengthen the supporting infrastructure, actively create a high–quality innovation ecological environment, and cultivate the ability to absorb and transform scientific research. The Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area should establish a broad foundation for innovation, expand its indirect citation network with international bay areas, and gradually penetrate into the global value chain.

This paper proposes an innovative method to measure international technology spillovers. The core of this method is to measure the indirect part of international technology spillovers. There is an optimal technological distance for latecomer countries to catch up with cutting–edge technologies, and their technological progress benefits more from indirect rather than direct technology spillovers. The neglect of the indirect part of international technology spillovers will deviate from the reality of technology catch–up for latecomer countries. Simultaneously, this paper takes the knowledge spillovers of international bay areas as an important part of building an international innovation center and achieving technology catch–up in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area, which expands the analytical perspective of the technology catch–up theory of latecomer countries with emerging economies and has an important reference value for promoting technology innovation capacity building in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area.

**Keywords:** Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area; international bay areas; multi–generation technology spillovers; resource agglomeration; resource radiation

**JEL Classification:** R10 R11 R33

[责任编辑:崔志新]