

为什么城市群发展有利于城市间分工协同？*

——来自四大城市群的实证研究

戴欣¹ 崔文岳² 唐杰³

(1. 哈尔滨工业大学(深圳)经济管理学院, 广东 深圳 518055;

2. 深圳大学经济学院, 广东 深圳 518055; 3. 香港中文大学(深圳), 广东 深圳 518172)

[摘要] 我国经济发展的空间结构正在发生深刻变化, 城市群正在成为承载发展要素的主要空间形式, 城市之间的规模差异与功能差异是影响城市群内部分工发展和创新协同的重要因素。以我国京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝四大城市群为研究对象, 基于2003—2020年的统计数据, 实证检验并分析了城市群规模结构与功能结构之间的关系, 深入分析了城市群内经济增长与城市间结构异质化和创新差异。结果显示: 四大城市群基本符合齐普夫降幂规模排序, 长三角城市群经历了由集聚到扩散的发展阶段, 规模幂次排列最优, 粤港澳大湾区次之, 而京津冀仍处在集聚的阶段, 城市之间发展差异过大。良好的城市群发展机制有利于推进城市间合理分工, 使城市发展不陷入千篇一律的无序竞争中, 而是各有侧重, 协同分工, 推动形成优势互补高质量发展的区域经济布局。城市创新差异、交通条件与人力资本是城市群发展促进城市分工协同当中需要重视的因素。中心城市发挥科学知识创新功能, 工业化城市发挥产业创新功能, 大中小城市依托规模与创新分工形成多层次协同的空间发展格局。

[关键词] 城市群 城市规模 城市功能 粤港澳大湾区 创新 区域差异

[中图分类号] F061.5; F129.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-983X(2024)02-0038-12

一、引言

随着我国进入高质量发展阶段, 中心城市和城市群的作用逐渐凸显, 成为承载发展要素的主要空间形式。党的二十大报告指出, 要构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系。“十四五”规划纲要指出, 以城市群

为主体构建大中小城市和小城镇协调联动, 形成疏密有致、分工协作、功能完善的发展格局。大力推动主要城市群的产业协调布局、产业分工协作, 形成多中心、多层次、多节点的网络型城市群。城市群协调一体化发展可以从以下两个维度分析: 一是城市群内的城市规模结构, 二是城市群内的城市功能结构。城市规模结构

收稿日期: 2023-10-08; 修回日期: 2023-12-11

*基金项目: 深圳市建设中国特色社会主义先行示范区研究中心资助项目“高水平科技自立自强背景下深圳科技创新体制机制研究”(SFQZX2103); 深圳市科技创新委员会资助项目“深圳市新经济数据挖掘和分析公共服务平台”(GGFW20160819155847776)

作者简介: 戴欣, 博士研究生, 主要从事创新经济地理研究; 崔文岳, 助理教授, 主要从事创新经济学、空间经济学研究; 唐杰, 香港中文大学(深圳)理事, 教授, 主要从事创新经济学、空间经济学研究。本文特别感谢郑馨对文章提出的意见与数据搜集等帮助。

是指城市群内部存在着合理的特大、大、中、小城市规模结构,功能结构则是指城市规模异质蕴含着城市功能的差异。

城市规模结构与城市功能结构之间存在着内生的相互依赖关系。一般而言,规模大的城市产业多样化和复杂程度高,创新能力强,而规模小的城市,产业多样化和复杂程度低,创新能力相对较弱。^[1]深刻理解城市群内城市规模结构与功能结构之间的关系,对于准确把握与践行以城市群为主体构建大中小城市和小城镇协调联动,增强超大特大城市全球资源配置、科技创新策源、高端产业引领功能的总体要求具有重要意义。简而言之,合理的城市群发展有助于形成与城市规模结构相称的城市功能结构,改变传统工业化时代千城一面的结构形态。基于此,本文将利用我国发展态势较为突出的四大城市群的城市样本数据,对城市规模结构与功能结构的问题进行系统分析。

二、四大城市群及城市分类

在我国众多城市群中,京津冀城市群(以下简称京津冀)、长江三角洲城市群(以下简称长三角)、粤港澳大湾区城市群(以下简称大湾区,统计口径因素未包括香港与澳门,为广东省所有城市)以及成渝城市群规模与发展态势

较为突出。上述四大城市群中共有79座城市^①,占全国经济比重约为50%。2020年增加值过万亿元的城市有15座,占全国65%。此外,上述城市群中还包括45座全国百强城市,具体信息参见表1。

以上述四大城市群的城市为分析样本,本文将四个城市群的城市分成三个类型:中心城市(11座)、工业强市(14座)和其他加速工业化的城市(50座)^②。如表2所示,在本文的处理中,中心城市均为各城市群的核心城市。中心城市分别是长三角的上海、南京、杭州、合肥,大湾区的深圳和广州,京津冀的北京、天津和石家庄以及成渝城市群的成都和重庆。其中,合肥与石家庄的人口与经济规模不足,但作为国家科学中心或是省会城市具有较明显的城市群内的综合行政管理与服务功能。14座工业强市分别是长三角的苏州、无锡、常州、南通、宁波、金华、嘉兴、绍兴和台州以及大湾区的珠海、佛山、东莞、惠州、中山等。这14座城市分别与上海、杭州或是广州、深圳等中心城市实现了分工协同发展,也都有利用大型集装箱港口,成为全球供应链上重要节点城市,区位优势明显。其余城市为加速工业化城市。

城市群内城市间的功能差异表现为城市间产业结构的差异。对三类城市做创新功能、工业化功能的划分,在统计数据可得基础上,用数字经济和科研产出、科学论文发表数量与发明专利申请数量来衡量城市创新功能。在我国的统计分类中,信息传输、软件和信息技术服务业是一级分类,其中包括了三个二级分类部门,分别是:电信、广播电视和卫星传输服务,互联网和相关服务,软件和信息技术服务业。四级分

表1 四大城市群基本情况

城市群	城市(个)	万亿元GDP城市	GDP百强城市(个)
京津冀	16	北京、天津	8
长三角	26	上海、苏州、杭州、南京、宁波、无锡、合肥、南通	25
大湾区	21	深圳、广州、佛山	8
成渝	16	重庆、成都	4

①本文四大城市群的范围界定如下,京津冀城市群包括北京、天津、保定、唐山、廊坊、石家庄、秦皇岛、张家口、承德、沧州、衡水、邢台、邯郸、辛集、定州和安阳共16座城市;长三角城市群包括上海、南京、无锡、常州、苏州、南通、盐城、扬州、镇江、泰州、杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、舟山、台州、合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城共26座城市。大湾区城市群,本文纳入广东省所有城市共21座,因统计口径因素,本文数据未包括香港和澳门。成渝城市群包括重庆、成都、自贡、泸州、德阳、绵阳、遂宁、内江、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、达州、雅安、资阳共16座城市。四大城市群共有79座城市。

②受限于数据的可得性,本文的四大城市群的范围不包括辛集、定州、安阳和铜陵这4座城市,故本文实际纳入分析的有75座城市。

类行业有35个,涉及的业务领域近千个,涵盖了信息传输、数据分析、互联网、软件、集成电路设计信息系统集成等方方面面,既容纳了数据技术的知识创造,也包括了数字技术的广泛使用,是典型的快速膨胀的创新型产业。此外,科学研究与技术服务行业则包涵科学研究与科学技术推广的全部活动,所占比重高低直接决定了知识创造的水平。人均科学论文是一座城市科技创新能力的重要指标,人均发明专利申请是一座城市将科学知识转换为产业技术能力的标志。当然,工业占比则是城市工业化过程最具代表性的指标。

表2与表3展示了城市功能结构变化的特征。从中心城市功能动态变化看,14个中心城市依然是我国重要的工业制造城市,但显示出从

以制造为主向创新引领的功能转换过程。2000年以来,中心城市的工业占比持续下降,第三产业占比上升。引起广泛关注的是,这种去工业化的中心城市功能转换会引发产业空心化吗?统计结论应当是否定的。主要依据是,数字经济崛起已经改变了传统第三产业生产和生活服务的性质,数字经济占比提高强化了中心城市的创新功能和更广泛的空间生产组织功能和创新带动能力。高端工业制造和高端服务业等多元化、创新产业成为中心城市新的发展源泉。由此出现了城市之间与规模结构相适应的功能结构。空间集聚走向扩散的过程,城市间分工深化,表现为中心城市更加集中于创新功能,非中心城市更多地承担着工业化制造的功能,从整体上提升了城市群的效率。

表2 四大城市群的城市规模与功能结构动态演变——产业结构

年份	工业占比(%)			创新产业占比(%)		
	中心城市	工业强市	其他城市	中心城市	工业强市	其他城市
2000-2004	47.4	56.7	43.6	25.5	18.7	17.7
2005-2009	45.9	57.8	48.4	26.9	19.8	20.4
2010-2014	43.9	53.7	51.9	28.0	19.2	20.4
2015-2020	35.7	49.2	46.0	31.0	19.0	18.7

表3 四大城市群的城市规模与功能结构动态演变——创新功能

年份	人均专利(件)			人均论文(篇)		
	中心城市	工业强市	其他城市	中心城市	工业强市	其他城市
2000-2004	4.2	0.7	0.8	3.5	0.15	0.15
2005-2009	10.9	8.8	2.1	7.2	0.50	0.4
2010-2014	28.0	32.9	8.9	12.0	1.3	0.8
2015-2020	61.2	71.2	22.3	20.5	2.7	1.5

深入分析表2与表3蕴含的信息,可观察到中心城市、工业强市和加速工业化城市的功能与结构特征呈现出明显的差异。首先,11座中心城市创新部门产出以更高的速度持续增长。2000年中心城市工业占比低于工业强市9.3个百分点,2020年已经低于13.5个百分点。同期,数字化创新部门占第三产业比重从高于后者约7个百分点,提高到了12个百分点。从人均论文数量看,中心城市知识创造的优势在持续强化,从每万常住城镇人口平均有3篇论文的差距,扩大到了近20篇。其次,14座工业强市自2000年

以来在三类城市中保持着最高的工业占比。同时,与工业化相关的年度万人发明专利申请量的绝对量及相对量都在快速增长。21世纪的前5年,人均专利申请还是中心城市的1/6,从第二个十年开始已经超越中心城市。发明专利显著提高了工业强市的产业结构的升级能力,展现出工业强市创新能力的提高。第三,50座加速工业化城市的工业规模尽管还小得多,但工业占城市经济比重已经高于中心城市。21世纪的第一个十年,加速工业化城市实现了对中心城市工业化的追赶,工业占比从低于中心城市转

为高于中心城市2.5个百分点。过去五年,加速工业化城市的工业占比已经高于中心城市10多个百分点。加速工业化城市与中心城市在科学知识创造与创新方面的差距扩大;在人均专利领域与工业强市之间的差距在明显拉大。以上数据表明,加速工业化城市的内在经济质量还不高,产业中低端问题比较突出,与中心城市出现了新的功能差别,即工业制造中心与科技创新中心的差异。

三、文献综述与研究假设

(一) 文献综述

创新是经济长期增长最主要的驱动力,在城市经济发展过程中扮演着重要角色。同时,创新活动在空间上呈现出在少数大城市高度聚集的特征。^[1]现有文献基于邻近、共享、匹配与学习对创新活动聚集特征的微观机制进行了阐述。^[2]其中,学习机制与现代经济增长理论的联系极为密切。^[3]现有研究证实了知识溢出具有明显的本地化特征,学习机制发挥作用的环境受到空间距离的限制,这是创新活动空间聚集特征的一个可能机制。创新活动空间集聚在企业层面表现为创新活动活跃的高科技产业在空间上呈现出高度密集的特征。一方面,高科技行业的产品具有较高附加值特征,高科技行业企业在大城市聚集可以更多享受知识溢出带来的好处,因此对大城市高昂的生产成本存在钝感;另一方面,高科技行业的高技能劳动力和与之互补的一般性劳动力在城市大量聚集,促成了城市劳动分工更加细化,产生了劳动分工间的互补性。^[4-5]规模越大的城市因此具有了生产与创新能力多样化的更加高阶特征。

企业城市间聚集扩散的过程也造就了城市规模与产业结构差异的依存关系。大量企业的聚集提升了城市经济发展水平,也进一步扩大了城市规模。然而,所有城市的规模都不可能无限扩大,过度集聚会产生拥挤效应,由聚集经济转为聚集不经济。^[6]从产品生命周期考察,

随着产品进入成熟及饱和期,创新溢价由高向低递减,对土地成本和劳动力成本会越来越敏感。过度竞争与市场拥挤推动了生产成本上升与价格上升,利润和劳动力实际工资下降。为降低生产成本,企业会向土地和劳动力成本更低,市场容量更大的周边城市扩散,由此形成了空间聚集的拐点。^[7]

20世纪80年代以来,大城市的行政管理日渐突出,中小城市的生产职能越来越强。交通及通讯技术的进步使得企业内部管理与生产环节的地理分离成为可能。大公司总部聚集于中心城市,可以提高效率并降低交易成本。这种企业内部的纵向分工,推动了城市间功能的分工。^[10]卞元超等基于中国287个地级市2004—2015年面板数据发现,高铁开通有助于区域创新水平的提升,会拉大高铁沿线城市与非沿线城市的创新差距。^[8]同时,交通基础设施对缓解地区间的产业同构现象有显著作用,能够促进城市的产业分工。^[9]劳动力的异质性表现为研究开发型与生产型差异时,研究开发型劳动在空间聚集会创造更高的效率。^[11]中心城市聚集了更多的创新型劳动力,中小城市聚集着更多生产型劳动力。^[12]

城市之间在空间上组合形成按规模次序分布、功能互补、错位发展、产业共生的一体化发展城市群。亨德森(Henderson)最早提出了不同规模的城市内生存在的产业结构差异的观点,带动了城市规模结构与城市功能结构关系的研究。^[13]藤田昌久(Fujita)和克鲁格曼(Krugman)证明了城市规模结构内生于专业化与异质性多样化聚集的微观经济基础,阐述了城市规模有规律分布与城市产业多样性的关系。^[14]藤田昌久等简捷地概括了城市规模结构与功能结构的关系,高阶城市可以提供多样化的商品与服务,有更大经济辐射力,因此具有更大的规模。与之相对应,低阶的中小型城市倾向于专业化。^[15]杜兰顿(Duranton)和普加(Puga)用“托儿所城市”比喻讨论了中心城市产业扩散过程中形成了对专业化城市发展的孵化作

用。^[16]当空间贸易成本较高时,生产工厂与企业总部、研发中心均可以聚集于中心城市,只要空间贸易成本下降,或早或晚会引起生产工厂向周边城市迁移。^[17]

(二) 研究假设

城市并不孤立存在,城市间基于差异化分工塑造出异质的产业结构,构成产业内与产业间贸易,在空间上共生成为城市群。客观存在着的聚集成本收益差异,使得不同的产业或是同一产业生命周期的不同阶段,会依照市场原则选择空间集聚或是空间扩散,在城市群范围内形成产业集群在不同层级城市间纵横网络化分工。在分布有序的城市群中,劳动力等生产要素配置效率更高,产业链配置更合理,中间产品更加丰富,城市群内部分工水平更高,增强了城市群内部共享、匹配、学习效应,利于实现由低向高的产业扩散,形成传统核心区域与边缘区域一体化发展的格局。^[18]城市群内部在创新密度、要素成本、城市产业关联等因素的共同作用下,城市之间会出现产业动态转移和梯度分布现象。规模不同与发展水平各异的城市会按照技术复杂性和空间集聚性形成差异化分工,形成优势各异的产业结构。基于上述分析,本文提出第一个假设。

假设1:城市创新水平与城市经济发展水平和城市类别相关。

科技革命提高了产业创新的复杂度和集聚性,莫雷蒂(Moretti)对美国计算机、半导体和生命科学等前沿科技高度聚集于前十名核心大城市情形进行了详细分析。^[19]戴维斯(Davis)基于美国270个大都市区的人口、职业和产业数据,证实城市规模大,对高技能人才吸引力大,创新能力强,创新活动集聚效率高。^[20]巴兰(Balland)等人的实证研究表明,创新活动与城市规模之间存在显著的超线性关系,随着城市规模的扩大,创新活动的聚集会更快提高。^[1]中小城市土地和劳动力成本低,对失去创新溢

价能力的企业有很大吸引力,核心大城市多样化产业再聚集与传统产业退出过程往往会同时发生,在空间上孵化出了新兴工业化城市,并实现了自身向高阶创新的迈进。基于上述分析,本文提出第二个假设。

假设2:城市群内部从聚集向扩散过程会引起城市功能分工变化,中心城市承担科技创新功能。

四、四大城市群规模结构的检验

依据齐普夫法则分别对四大城市群不同时间段的规模结构进行检验,从实证角度确定四大城市群的城市聚集与扩散的动态变化趋势。借鉴罗森菲尔德(Rozenfeld)等城市聚类算法(CCA)^①,以人口密度代替人口总量作为检验城市群规模结构的变量。^[21]具体而言,本文认为相对于人口规模,城市常住城镇人口密度(城市常住人口城镇人口与城市行政区划面积的比例)更能够反映城市化的水平。考虑到重庆市作为直辖市行政区划面积过大,包括了大量农村地区。在统计分析中,我们采取个别处理方式,将重庆市20个市辖区的常住城镇人口与市辖区的面积比例作为重庆市常住城镇人口密度的统计值。表4展示的是四大城市群的全部城市三个时间段的齐普夫规模结构的检验结果,表5是长三角、大湾区三个时间段的规模结构情况,表6是京津冀和成渝城市群的三个时间段的规模结构变化。

由表4至表6可知,四大城市群已经形成了与齐普夫法则相一致(降幂趋近于-1或1)的城市规模结构,适宜于进行从空间集聚到扩散的实证分析。当然,从各城市群的动态变化看,21世纪初,长三角的系数值为1.635,2015—2020年间系数下降为0.971,中心城市规模过大的规模结构状态得到了明显改善;与长三角具有悠久的城市化历史不同,大湾区作为一个新兴的

^①CCA采用人口密度来衡量城市经济发展中的聚集效应,罗森菲尔德等比较了CCA与依据美国人口普查点(place)所做的城市规模排列,发现CCA集群和行政区划排列是对应的,与依照都市区(MSAs)统计的排列也是匹配的。

城市化区域,仍然处在城市化空间集聚的过程,表现出中心城市聚集大于扩散的规模结构特征;成渝城市群从初始期中心城市过度聚集,转向了扩散;京津冀城市群中心城市过度聚集,人口密度的差异过度拉大。需要说明的是,由于四大城市群内部存在着客观的规模结构的差异,从集聚到扩散趋势的不一致,对城市功能结构变化会产生不确定影响。

表4 全部城市齐普夫验证

y=ln(排序-1/2)	全部城市 2000-2005	全部城市 2006-2014	全部城市 2015-2020
lnresiden	-0.936*** (-4.52)	-0.980*** (-9.27)	-0.980*** (-7.43)
_cons	6.416*** (4.09)	7.089*** (8.45)	7.209*** (6.78)
N	450	675	450
R2	0.985	0.993	0.994
adj.R2	0.982	0.992	0.992

注:表内括号内为稳健标准差的t统计量;*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

表5 长三角与大湾区的齐普夫验证

y=ln(排序-1/2)	长三角 2000-2005	长三角 2006-2014	长三角 2015-2020	大湾区 2000-2005	大湾区 2006-2014	大湾区 2015-2020
lnresiden	1.635*** (-3.66)	1.383*** (-13.55)	0.971*** (-5.21)	-0.349 (-1.60)	0.678*** (-5.56)	0.635*** (-2.98)
_cons	11.784*** (3.47)	10.266*** (12.64)	7.135*** (4.75)	3.869*** (2.63)	6.485*** (7.45)	6.243*** (3.94)
N	150	375	150	126	315	126
R2	0.988	0.990	0.998	0.999	0.995	0.997
adj.R2	0.985	0.988	0.997	0.999	0.994	0.996

注:表内括号内为稳健标准差的t统计量;*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

表6 京津冀与成渝城市齐普夫验证

y=ln(排序-1/2)	京津冀 2000-2005	京津冀 2006-2014	京津冀 2015-2020	成渝 2000-2005	成渝 2006-2014	成渝 2015-2020
lnresiden	0.577** (-2.53)	1.113*** (-5.61)	-1.862*** (-5.19)	-1.837** (-2.61)	-0.758*** (-4.40)	1.336*** (-3.25)
_cons	2.993** (2.05)	6.765*** (5.07)	12.334*** (4.92)	11.237** (2.58)	5.106*** (4.79)	8.981*** (3.42)
N	78	195	78	96	240	96
R2	0.994	0.988	0.990	0.957	0.987	0.987
adj.R2	0.992	0.986	0.986	0.945	0.985	0.983

注:表内括号内为稳健标准差的t统计量;*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

五、城市功能结构与创新差异的实证检验

(一) 研究设计

为了验证本文提出的假设1,构建了如下基准回归模型:

$$\begin{aligned}
 \lnpgdp_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 * \lnpatfm_{it} + \alpha_2 * \lnroadtrans_{it} + \alpha_3 * \lnh_{it} + \alpha_4 * \lnresiden_{it} \\
 & + \alpha_5 * \lnind2_{it} + \alpha_6 * \lnwater_{it} + \alpha_7 * \lnhospital_{it} + \varphi_i + \nu_t + \mu_{it}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

方程(1)中,被解释变量 \lnpgdp_{it} 以人均GDP作为城市*i*在年份*t*的发展水平的代理变量。核心解释变量包括:城市产业创新能力 \lnpatfm_{it} 、城市空间贸易成本 \lnroadtrans_{it} 、人力资本 \lnh_{it} 、城市在对应城市群内的规模地位 \lnresiden_{it} 、城市工业化水平 $\lnind2_{it}$ 。控

制变量包括:城市工业废水排放量 \lnwater_{it} ,城市公共服务水平 \lnhospital_{it} ,具体的变量选取与测算方式如表7所示。

为了进一步验证与城市规模结构相关的城市功能结构的关系,即验证假设2,本文构建了如下回归方程(2)-(4)。

表7 变量选取与计算说明

	变量名称	变量代理	变量计算方式
被解释变量	发展水平	$lnpgdp_{it}$	城市 i 在年份 t 的人均GDP的对数
解释变量	产业创新能力	$lnpatfm_{it}$	城市 i 在年份 t 的发明专利申请数量的对数
	空间贸易成本	$lnroadtrans_{it}$	城市 i 在年份 t 的公路货运量的对数
	人力资本	$lnhc_{it}$	城市 i 在年份 t 的每百万城镇常住人口拥有的高等院校在校学生的对数
控制变量	城市 i 在对应城市群规模结构中的地位	$lnresiden_{it}$	城市 i 在年份 t 的城镇常住人口密度的对数
	工业化水平	$ind2_{it}$	城市 i 在年份 t 时第二产业产值占城市GDP的比重
控制变量	城市工业废水排放量	$lnwater_{it}$	城市 i 在年份 t 时工业废水排放量的对数
	公共服务水平	$lnhospital_{it}$	城市 i 在年份 t 时拥有医院数量的对数

$$lnpgdp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 * pubwosgr_{it} + \alpha_2 * corecity_{it} + \alpha_3 * manucity_{it} + \alpha_4 * pubwosgr_{it} * corecity_{it} + \alpha_5 * pubwosgr_{it} * manucity_{it} + \alpha_6 * lnhc_{it} + \alpha_7 * lnresiden_{it} + \alpha_8 * lnwater_{it} + \alpha_9 * lnhospital_{it} + \alpha_{10} * lnroadtrans_{it} + \varphi_i + v_t + \mu_{it} \quad (2)$$

$$lnpgdp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 * patfmgr_{it} + \alpha_2 * corecity_{it} + \alpha_3 * manucity_{it} + \alpha_4 * patfmgr_{it} * corecity_{it} + \alpha_5 * patfmgr_{it} * manucity_{it} + \alpha_6 * lnhc_{it} + \alpha_7 * lnresiden_{it} + \alpha_8 * lnwater_{it} + \alpha_9 * lnhospital_{it} + \alpha_{10} * lnroadtrans_{it} + \varphi_i + v_t + \mu_{it} \quad (3)$$

$$lnpgdp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 * ind2_{it} + \alpha_2 * corecity_{it} + \alpha_3 * manucity_{it} + \alpha_4 * ind2_{it} * corecity_{it} + \alpha_5 * ind2_{it} * manucity_{it} + \alpha_6 * lnhc_{it} + \alpha_7 * lnresiden_{it} + \alpha_8 * lnwater_{it} + \alpha_9 * lnhospital_{it} + \alpha_{10} * lnroadtrans_{it} + \varphi_i + v_t + \mu_{it} \quad (4)$$

其中, $pubwosgr_{it}$ 为城市 i 在年份 t 的学术论文发表增长率, 用来代表城市的科学创新能力; $patfmgr_{it}$ 为城市 i 在年份 t 的发明专利申请增长率, 代表城市的产业创新能力; 核心城市 $corecity_{it}$ 按照上文所述的分类设置0-1虚拟变量, 是中心城市则为1, 否则为0, 同理工业强市 $manucity_{it}$ 也是0-1虚拟变量。

(二) 数据来源与变量特征

研究数据主要来源于2000—2020年的四大城市群的城市统计年鉴, 专利数据来源于国家知识产权局, 论文数据来源于Web of Science, 个别指标收集于中经网, 从各大数据库整理出本文研究的主要变量与控制变量。在数据整理过程中做了如下处理: 第一, 本文采

用全市城镇常住人口指标, 鉴于人均GDP算法变更是从2004年开始^①, 对中经网下载常住人口数据的缺失值采用GDP/人均GDP*城镇化率的算法进行填充, 形成修正的全市城镇常住人口序列; 第二, 针对样本中少量指标的异常值, 对应城市统计年鉴进行校正, 也通过手工查询进行核实; 第三, 对于某些地区无法获得本文涉及的变量或指标, 对其进行了删除处理。

经过以上处理后, 最终得到2003—2020年四大城市群75个城市的面板数据, 其中有个别城市的发明专利申请与工业废水排放量等变量的数据有缺失, 但从整体上看并不影响面板回归。所用的变量描述性统计与相关矩阵如表8与表9所示。

①资料来源于中国政府网http://www.gov.cn/test/2005-06/24/content_9340.htm

表8 变量描述性统计

	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>pgdp</i>	1350	48124.20	38075.65	3393.00	36278.00
<i>roadtrans</i>	1350	11858.55	16999.92	860.00	7130.00
<i>hc</i>	1349	269.99	236.72	0.00	204.53
<i>patfm</i>	1273	5086.15	13123.02	2.00	506.00
<i>ind2</i>	1336	50.06	9.78	15.83	50.41
<i>residen</i>	1350	535.69	797.44	24.50	289.49
<i>water</i>	1222	11459.83	13544.05	220.00	6829.00
<i>hospital</i>	1350	224.79	204.55	22.00	171.00
<i>patfmgr</i>	1272	0.43	3.18	-0.82	0.28
<i>pubwoosgr</i>	1296	0.33	0.70	-1.00	0.21

表9 相关性矩阵

	<i>lnpgdp</i>	<i>lnroadtrans</i>	<i>lnhc</i>	<i>lnpatfm</i>	<i>ind2</i>	<i>lnresiden</i>	<i>lnwater</i>
<i>lnroadtrans</i>	0.636*** (0.000)	1.000					
<i>lnhc</i>	0.411*** (0.000)	0.430*** (0.000)	1.000				
<i>lnpatfm</i>	0.895*** (0.000)	0.729*** (0.000)	0.454*** (0.000)	1.000			
<i>ind2</i>	-0.247*** (0.000)	-0.258*** (0.000)	-0.189*** (0.000)	-0.313*** (0.000)	1.000		
<i>lnresiden</i>	0.633*** (0.000)	0.436*** (0.000)	0.116*** (0.000)	0.666*** (0.000)	-0.139*** (0.000)	1.000	
<i>lnwater</i>	0.389*** (0.000)	0.460*** (0.000)	0.308*** (0.000)	0.499*** (0.000)	0.063** (0.028)	0.500*** (0.000)	1.000
<i>lnhospital</i>	-0.127*** (0.000)	0.370*** (0.000)	0.241*** (0.000)	0.114*** (0.000)	-0.057** (0.037)	-0.008 (0.763)	0.395*** (0.000)

注:表内括号内为稳健标准差的t统计量; *、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

(三) 基准回归实证结果

表10展示了基准回归结果,可以归纳总结为以下五个重要发现。

首先,四大城市群出现了明确的聚集与扩散趋势。列(2)全部城市城镇常住人口密度 *lnresiden* 表示的城市聚集水平与规模结构对城市人均GDP的正向影响在1%水平上显著。采用去中心化形成 *lnresiden* 的平方对城市人均GDP的负向影响在1%水平上显著,深化了运用齐普夫法则得到的相关结论,即随着规模扩大与人口密度上升,城市集聚会转向扩散,形成合理的城市结构。

其次,包括交通在内的贸易条件是空间集聚与扩散的关键性变量。对比第(1)列全部城市、第(3)列中心城市和第(4)列非中心城市可以发现,不同类型城市贸易条件改善对经济发展水平的影响存在着可以识别的差异性。*lnroadtrans* 变化对全部城市的影响是显著的,对中心城市的影响不显著,对非中心城市经济

发展水平的影响在5%的水平上是显著的。合理的解释是,城市群发展的前提与重要意义是重构空间格局,非核心城市处于工业化过程,对交通等基础设施的依赖程度更高,改变传统的以中心城市为核心的交通体系及制度性优势,降低要素空间流动的成本,对推动空间集聚走向扩散特别重要。

第三,产业创新已经成为城市经济发展的重要因素。从四大城市群整体或中心城市的角度观察,产业创新的水平、能力和成果对城市经济增长的影响是显著的, *lnpatfm* 在第(1)(2)(3)列中均在1%水平上显著。但从非中心城市角度去观察,创新对经济增长的影响还不显著。

第四,人力资本是从传统规模数量型增长转向高质量增长的基础。在这方面,中心城市的转型要更快,列(1)和列(4)的全部城市和非中心城市的人力资本 *lnhc* 的影响都不显著,而中心城市的人力资本对经济发展的影响则是在5%水平上显著的。

第五,工业化水平仍然是城市化的核心,城市间由此出现了差异。在全部四列中工业化ind2对城市发展的影响均在1%水平上显著。控制变量的工业污水处理量lnwater,工业化的负效用对城市发展是在1%水平上负向影响显著。深入

分析可以看到这种负面影响与城市经济发展水平和规模有关。这表现为中心城市工业化对城市经济发展负向贡献系数(lnwater -0.14),相对于全部城市和非中心城市更加显著高于工业化的正向贡献系数(ind2 0.007)。

表10 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	全部城市 lnpgdp	全部城市 lnpgdp	中心城市 lnpgdp	非中心城市 lnpgdp
lnpatfm	0.028*** (2.74)	0.037*** (4.28)	0.113*** (3.35)	0.019* (1.73)
lnroadtrans	0.026** (2.38)	0.012 (1.12)	-0.033 (-0.82)	0.024** (2.19)
lnhc	-0.029 (-1.11)	-0.036 (-1.63)	0.268*** (2.77)	-0.038 (-1.52)
lnresiden	-0.077 (-1.03)	1.822*** (8.41)	-0.192 (-1.17)	-0.021 (-0.26)
c.lnresiden#c.lnresiden		-0.164*** (-8.44)		
ind2	0.009*** (10.76)	0.007*** (8.50)	0.007** (2.58)	0.009*** (9.98)
lnwater	-0.075*** (-6.26)	-0.054** (-4.81)	-0.140*** (-3.82)	-0.066*** (-5.20)
lnhospital	-0.059*** (-2.87)	-0.011 (-0.70)	0.078* (1.96)	-0.069*** (-2.79)
_cons	11.490*** (16.38)	6.510*** (9.31)	10.854*** (6.32)	11.281*** (18.10)
N	1177	1177	176	1001
R ²	0.976	0.979	0.978	0.975
adj. R ²	0.974	0.977	0.973	0.973
控制城市	是	是	是	是
控制年份	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是

注:表内括号内为稳健标准差的t统计量; *、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

(四) 城市功能差异化的检验

采用连续变量与虚拟变量交互项的方法解决城市功能差异化的识别问题。同时,为了防止同一模型中多相关变量的扰动,本文就中心城市和工业强市的城市功能差异进行的实证检验,并据此验证假设2。表11提供了有关城市功能差异化的实证检验的结果。

首先,在表11的列(1)(2)(3)中可以发现,中心城市与工业强市两个虚拟变量均在1%水平上显著,证实城市发展客观存在着不同类型,不同功能的城市在规模结构的阶梯上汇聚,构成了城市群内城市间的分工协同。相对于传统工业化条件下的千城一面、结构雷同的低水平竞争,千城千面的多种发展模式可以有效

地提高城市化的效率。

其次,本文分别检验了中心城市和工业强市在科学知识创新、产业技术创新以及工业化方面表现出来的功能差别。在表11列(1)采取去中心化的方法后,中心城市与工业强市与科学发表论文增长率的交乘项系数均为正,并在5%水平上显著。即无论是中心城市还是工业强市的科学知识创新都已经是经济增长的重要源泉,在本文实证研究结果中其对中心城市的作用更显著。列(2)验证了中心城市与工业强市在产业创新方面的差异。同样去中心化后,采用中心城市和工业强市虚拟变量与发明专利增长率的交乘项形式,得到产业创新能力是中心城市也是工业强市增长的重要支撑,但对中

心城市的影响远高于工业强市。最后是两类城市工业化影响的比较。在列(3)中明显看到了因素重要性的逆转,工业强市的工业化对城市经济增长影响系数(0.011)明显大于中心城市(0.007),尽管均在1%水平上显著,工业强市的显著性水平高于中心城市。

以上实证结果很好地验证了假设2,城市群发展会形成合适的规模结构,并因此形成差异化的与规模相匹配的城市功能结构,使得城市间分工动态深化,形成城市群资源配置效率的持续改善。在此过程中,城市发展更加依赖于创新、工业生产集约化和城市之间的合作。

表11 城市功能差异实证分析结果

	(1) <i>lnpgdp</i>	(2) <i>lnpgdp</i>	(3) <i>lnpgdp</i>
<i>pubwosgr</i>	-0.002 (-0.38)		
<i>patfmgr</i>		0.002*** (3.18)	
<i>ind2</i>			0.007*** (8.64)
	2.333*** (7.55)	2.331*** (7.11)	2.037*** (6.84)
	1.744*** (7.48)	1.768*** (6.97)	1.100*** (4.03)
<i>c.pubwosgr#c.corecity</i>	0.118** (2.38)		
<i>c.pubwosgr#c.mauncity</i>	0.105** (2.23)		
<i>c.pubwosgr#c.corecity</i>		0.113* (1.74)	
<i>c.pubwosgr#c.mauncity</i>		0.060* (1.73)	
<i>c.ind2#c.corecity</i>			0.007*** (3.20)
<i>c.ind2#c.mauncity</i>			0.011*** (3.90)
<i>inhc</i>	-0.006 (-0.18)	-0.008 (-0.22)	-0.018 (-0.69)
<i>inresiden</i>	-0.134* (-1.78)	-0.124 (-1.63)	-0.082 (-1.15)
<i>inwater</i>	-0.068*** (-5.03)	-0.074*** (-5.70)	-0.056*** (-4.70)
<i>inhospital</i>	-0.079*** (-3.82)	-0.070*** (-3.21)	-0.046** (-2.39)
<i>inroadtrans</i>	0.035*** (3.14)	0.040*** (3.67)	0.026** (2.47)
<i>_cons</i>	9.996*** (22.98)	9.851*** (23.59)	9.110*** (23.76)
N	1168	1186	1212
R ²	0.971	0.974	0.975
adj. R ²	0.969	0.971	0.973
控制城市	是	是	是
控制年份	是	是	是
控制变量	是	是	是

注:表内括号内为稳健标准差的t统计量;*,**,***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

六、主要结论与启示

我国经济发展的空间结构正在发生深刻变化,城市群正在成为承载发展要素的主要空间形式。本文依据2003—2020年我国四大城市群

的城市样本数据,分析了城市群发展过程中城市之间结构与功能分工相适应的过程,研究结论主要包含以下三个方面:第一,四大城市群已经形成了与齐普夫法则相一致的,降幂趋近于-1的城市规模结构,其中长三角城市群的幂

次排列最优。第二,四大城市群出现了明确的聚集与扩散趋势,交通、产业创新与人力资本是空间集聚与扩散、城市经济发展的关键变量。第三,城市群内不同功能的城市在规模结构上的阶梯排列构成城市间的分工深化,中心城市发挥科学知识创新功能,工业强市发挥产业创新功能,与其他工业化城市的配套协同,使城市不陷于结构雷同的低水平竞争,大大提高城市化的效率。

据此,本文认为,我国城市群规划制定与实施在推动城市间分工协同与创新方面发挥了作用,其重点是关注并强调了不同类型的城市具有不同规模结构与创新功能。城市群发展的动态过程中,中心城市提供多样化创新产品,众多中小城市顺序形成由低阶向中高阶延伸的阶梯,城市群集聚收益最大化。交通条件改善对形成合理的城市间分工具有重要作用,但交通条件改善引发的城市之间时空距离的缩短并不等同于城市间贸易成本降低,城市群之间的地方保护主义使贸易成本居高不下,产生了城市间的高墙效应,限制了企业与人力、资金和技术的自由流动,会妨碍中心城市应当发挥的孵化作用,削弱了周边城市缩小经济发展差距的工业化追赶效应。最后,应当重视人力资本水平提高对中心城市转向创新发展的显著作用,但对于非中心城市影响还不显著的实证结果。城市的创新发展依赖于产业实践,依赖于企业竞争,更依赖于教育与科研的发展,改变现有城市间教育与科研不均衡布局对于提高城市群效率,形成差异化分工协同机制具有重要意义。

参考文献:

[1]BALLAND P A, JARA-FIGUEROA C, PETRALIA S G, et al. Complex economic activities concentrate in large cities[J]. *Nature Human Behaviour*, 2020, 4(3): 248-254.

[2]DURANTON G, PUGA D. Micro-foundations of urban agglomeration economies[M]// *Handbook of regional and urban economics*: Vol. 4. Amsterdam: North Holland, 2004: 2063-2117.

[3]LUCAS JR R E. On the mechanics of economic development[J]. *Journal of monetary economics*, 1988, 22(1): 3-42.

[4]梁文泉, 陆铭. 城市人力资本的分化: 探索不同技能劳动者的互补和空间集聚[J]. *经济社会体制比较*, 2015(3): 185-197.

[5]吴伟平. 城市劳动力技能互补的微观机制研究: 基于分工的视角[J]. *社会科学*, 2020(2): 74-84.

[6]张先锋, 叶晨, 陈永安. 人口集聚对城市生产率的影响[J]. *城市问题*, 2018(3): 57-65.

[7]毛艳华, 信超辉, 荣健欣. 粤港澳大湾区中心城市空间结构与集聚扩散特征[J]. *华南师范大学学报(社会科学版)*, 2021(6): 26-37, 205.

[8]卞元超, 吴利华, 白俊红. 高铁开通是否促进了区域创新?[J]. *金融研究*, 2019(6): 132-149.

[9]董洪超, 蒋伏心. 交通基础设施对产业分工的异质性影响研究——理论关系与实证检验[J]. *当代经济管理*, 2021, 43(12): 49-57.

[10]DURANTON G, PUGA D. From sectoral to functional urban specialisation[J]. *Journal of Urban Economics*, 2005, 57(2): 343-370.

[11]FUJITA M, THISSE J. Agglomeration and market Interaction[Z]. CEPR Discussion Paper, 2002,3362.

[12]FUJITA M, THISSE J. *Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location, and Regional Growth*[M]. London: Cambridge University Press, 2002.

[13]HENDERSON J V. The Sizes and Types of Cities[J]. *The American Economic Review*, 1974, 64(4): 640-656.

[14]FUJITA M, KRUGMAN P. When is the economy monocentric?: Von Thünen and Chamberlin unified[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1995, 25(4): 505-528.

[15]FUJITA M, KRUGMAN P, MORI T. On the evolution of hierarchical urban systems[J]. *European Economic Review*, 1999, 43(2): 209-251.

[16]DURANTON G, PUGA D. Nursery Cities: Urban diversity, process innovation, and the life cycle of products[J]. *American Economic Review*, 2001, 91(5): 1454-1477.

[17]FUJITA M, THISSE J F. Globalization and the evolution of the supply chain: Who gains and who loses?[J]. *International Economic Review*, 2006, 47(3): 811-836.

[18]李培鑫, 张学良. 城市群集聚空间外部性与劳动力工资溢价[J]. *管理世界*, 2021, 37(11): 121-136, 183.

[19]MORETTI E. The effect of high-tech clusters on the productivity of top inventors[J]. *American Eco-*

conomic Review, 2021, 111(10): 3328-3375.

[20] DAVIS D R, DINGEL J I. The comparative advantage of cities[J]. Journal of International Economics, 2020, 123: 103291.

[21] HERNÁN D R, DIEGO R, XAVIER G, et al.

The area and population of cities: New insights from a different perspective on cities[J]. The American Economic Review, 2011, 101(5): 2205-2225.

【责任编辑 许鲁光】

Why Do City Clusters Promote Intercity Division of Labor and Synergies? — An Empirical Study of Four Major Urban Agglomerations in China

DAI Xin, CUI Wenyue & TANG Jie

Abstract: The spatial structure of China's economic development is undergoing profound changes, and urban agglomerations are becoming the main spatial form of carrying development factors, and the scale and functional differences between cities are important factors affecting the development of division of labor and innovation synergies within urban agglomerations. This paper takes the four major city clusters of Beijing-Tianjin-Hebei, Yangtze River Delta, Guangdong-Hongkong-Macao Greater Bay Area and Chengdu-Chongqing in China as the research object, and empirically tests and analyzes the relationship between the scale structure and functional structure of city clusters based on the statistical data from 2003 to 2020, and thoroughly analyzes the relationship between the economic growth within the clusters and the structural heterogenization and innovation differences among cities. The results show that the four major city clusters basically conform to Zipf's descending power size order, the Yangtze River Delta city cluster has gone through the development stage from agglomeration to diffusion and has the optimal size power order, while Beijing-Tianjin-Hebei is still in the agglomeration stage and the development differences between cities are too large. A good development mechanism for city clusters is conducive to promoting a reasonable division of labor among cities, so that urban development is not trapped in uniform disorderly competition, but has its own focus and synergistic division of labor. In the process of promoting the formation of regional economic layout with complementary advantages and high-quality development, the differences in urban innovation, transportation conditions and human capital are factors that need to be emphasized in the development of city clusters to promote the synergistic division of labor among cities. Central cities play the function of scientific knowledge innovation, industrialized cities play the function of industrial innovation, and large, medium and small cities form a hierarchical synergistic spatial development pattern based on scale and innovation division of labor. The research of this paper is of great theoretical and practical significance for understanding the internal mechanism of coordinated and integrated development of city clusters, optimizing the spatial and functional structure of city clusters, and enhancing the innovation capacity and competitiveness of city clusters.

Keywords: urban agglomerations; urban scale; urban functions; Guangdong-Hongkong-Macao Greater Bay Area; innovation; regional differences