

空间发展模式与中国城市增长

——基于几何形态视角的考察

王 峤 刘修岩*

摘要: 城市几何形态对城市人口与经济等一系列因素的增长都起着至关重要的作用。本文系统识别了城市几何形态对城市人口、工资、房价和效率等方面的影响,并分析了内在机制。研究发现,城市空间形态趋于松散化会抑制其人口、工资和房价增长,阻碍了城市的经济发展;进一步的机制检验表明,松散的城市形态通过降低居民的居留意愿、内部可达性、现代化基础设施供给、环境质量以及集聚经济等方面而阻碍增长。本研究有助于理解中国城市横向扩张的空间模式对城市发展的影响,为推进新型城镇化提供了一定的政策参考。

关键词: 空间发展模式; 几何形态; 城市增长

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2024.02.15

一、引 言

世界上诸多著名的城市,如纽约、伦敦、东京、上海等都经历了人口、经济以及空间结构等方面的剧烈变化。据联合国估计,到 2050 年全球城市人口将增加 25 亿之多 (Harari, 2020),因此城市不断向外扩张可能是将来很长一段时间的普遍趋势 (Seto et al., 2011)。近年来,中国城镇化稳步推进,城市人口面临着快速增长,而地方政府也积极通过新城建设和新区开发等横向扩张的方式适应这一需求,寻求进一步的城市化发展。在这一城市迅速扩张的浪潮中,城市空间发展格局逐渐成为学界与地方政府共同关注的焦点。空间发展模式差异意味着城市扩张过程中,经济活动分布、舒适度等诸多因素产生变异,结合中国城市扩张的背景,其背后暗含一系列重要问题:中国城市在向外扩张过程中选择什么样的空间发展模式更利于人口集聚与经济增长?不同城市空间发展格局影响城市发展的内在机理是什么?深入剖析这些问题对于提升中国城市化质量,保证城市持续高速增长,加快推进以人为核心的新型城镇化具有重要的现实意义。

城市规划者针对城市建设的举措会对城市内部和城市之间经济活动空间分布产生持久的影响,而长期以来,学者们也在积极探索何种空间发展模式更有利于推动城市的长期增长,尝试在规划层面研究城市化发展的新思路。部分城市经济学者对于城市空间发展模式的经济外部性进行了广泛的讨论和评估 (Burchfield et al., 2006),争论的焦点集

* 王 峤,暨南大学产业经济研究院;刘修岩,东南大学经济管理学院、国家发展与政策研究院。通信作者及地址:刘修岩,江苏省南京市江宁区东南大学九龙湖校区经管楼,211189;电话:13851903969;E-mail:qyj2010@163.com。感谢南京财经大学江苏产业发展研究院李松林以及匿名审稿专家提出的建设性意见,当然文责自负。

中在城市应该趋向于多中心还是单中心化 (Li and Liu, 2018), 以及城市需要选择紧凑化还是蔓延发展模式等问题 (Glaeser and Kahn, 2004; Fallah et al., 2011)。多数研究基于集聚外部性视角强调, 无论趋于何种空间发展模式, 城市都需要不断吸取空间集聚的正外部性才能保证稳定的发展与长期增长 (Glaeser, 1999; Duranton and Puga, 2004)。而空间发展模式在影响城市内部的集聚经济的同时, 还可能通过可达性、基础设施、环境质量等舒适度因素作用于城市增长。现有研究也尝试从这些方面, 剖析城市横向空间发展模式如何影响城市发展, 如城市几何形态对于城市工资、租金、人口增长、交通等方面的影响 (Harari, 2020; Li et al., 2019; 刘修岩等, 2019), 强调城市需要在紧凑的形态下开展有序的横向扩张才能高效推进城市化发展。

当然, 现有研究依然存在可进一步拓展之处: 首先, 既有研究更多关注于城市是应该集约化向上发展还是向外发展之间的争论, 大量研究基于城市内部结构探讨经济效率受到的影响, 而基于城市空间一般均衡框架, 探索在向外发展过程中城市几何形态变异的研究较为鲜见。紧凑的空间发展格局是否能够改善中国城市的舒适度, 推进城市化发展还有待验证。其次, 既有研究对于向外发展如何影响城市增长的机制缺少全面且细致的挖掘, 关于城市形态的研究侧重讨论空间一般均衡下, 城市形态紧凑与否通过影响城市舒适度进而影响居民的迁移决策, 从而引发的房价与工资的变动。但是, 对城市在扩张过程中趋于紧凑或分散如何影响城市内部的集聚经济还缺乏细致的分析, 松散形态还会引起要素在城市内部的实际分布差异。最后, 既有研究在测度和识别方式上依然存在一定的缺陷, 在进行城市空间模式等方面的研究过程中需要更为注重“通勤城市”的概念, 尤其是在关注中国城市发展过程中往往将视角集中于整个城市区域或是市辖区, 这样的做法可能会高估实际的城市区域, 使得实际的分析与估计可能存在偏误。

围绕本文的主题, 我们重点关注以下四个问题: 一是科学地测度中国城市的几何形态, 以此反映城市的空间发展模式。二是克服城市几何形态本身的内生性, 系统评估其对城市增长的影响。三是解释城市几何形态对中国城市增长产生影响的可能机制与渠道。四是结合中国地方政府的特征, 阐述地方政府在推进城市横向扩张进而影响城市发展过程中的重要角色。本文的贡献在于: 第一, 为在中国情境下, 科学剖析城市几何形态影响城市增长提供了一定的拓展, 从向外发展的几何视角出发, 为地方政府如何改善城市既有空间发展模式, 推进高质量城市化发展提供一定的思路与借鉴。第二, 相比于 Harari (2020) 更为强调城市间空间一般均衡的分析框架, 将几何形态如何影响城市舒适度的机制进一步细分与拓展, 并尝试将集聚经济进行一定的扩展分析, 对于解释城市几何形态如何影响城市增长内在机制进行了一定的深化。第三, 与以往关注城市空间发展模式经济绩效的研究相比 (Glaeser and Kahn, 2004; Li and Liu, 2018; Li et al., 2019; Harari, 2020), 本文使用城市陆地覆盖数据以及 Worldpop 人口分布数据, 基于改进的几何形态测算策略, 测度中国的城市几何形态指数。这在一定程度上缓解了经验研究中使用夜间灯光数据识别城市几何形态导致的随意门槛及形态变异低估等问题。

研究发现, 城市几何形态趋于松散化对城市人口规模增长存在显著的负向影响, 且松散的几何形态还会负向影响城市房价, 降低劳动力工资, 抑制城市的经济增长与生产率提升; 政府财政压力较小的城市受到松散形态对城市人口增长带来的负向影响较小, 而官员换届频繁会强化了松散形态对城市增长的影响, 政府对于城市容积率的限制越严

格则会放大松散形态下的负外部性。此外,松散的城市几何形态会降低城市舒适度,影响城市居民的长期居住意愿,个体更倾向于选择形态规则且紧凑的城市,造成这一事实的原因在于城市形态的松散化,阻碍现代化交通设施与生活设施的供给;而且,形态的松散化会削弱城市内部的可达性,造成城市拥堵,进而影响城市内部的空气质量等舒适度因素。而从城市内部来看,松散形态导致的空间阻隔会直接阻碍城市内部的交流外部性等集聚经济,加快城市郊区化的进程,催生城市多中心发展,影响城市经济增长。

本文余下的部分安排为:在第二部分是理论机制与假设;第三部分是估计模型与识别策略;第四部分是基准结果;第五部分是进一步分析;第六部分是政策建议。

二、城市几何形态影响城市增长的机制分析

城市的形态主要是刻画城市向外扩张过程中不同方向、距离等因素导致的紧凑程度,圆形是最紧凑的形态,其内部空间障碍相对最小,且分布更为集中、规则(Angel et al., 2010),反之则形态越松散。在既有研究的经典文献中,往往基于空间一般均衡的视角分析城市几何形态对城市增长的影响,而本文认为几何形态的变异在城市间与城市内两个层面可能发挥一定的作用。^①

从城市间的视角来看,城市几何形态趋于紧凑或是松散主要影响城市内部的居住舒适度。而既有的经验研究认为居住舒适度可以简单地划分为城市内部的可达性、城市公共服务以及城市自然舒适度,如自然气候等(Harari, 2020)。城市几何形态如果趋于松散,则其内部的空间距离也相对更大(Angel et al., 2010),因此松散形态较为突出的负向影响体现在城市内部的可达性,居民前往工作场所、学校等地点需要克服较大的地理障碍。在城市内部面临较长的地理距离,需要更多的远距离通勤,因此可能面临的拥堵也会进一步加重(刘修岩等, 2019)。因此,松散的形态不但会直接削弱城市内部的可达性,还会通过增加拥堵等进一步降低可达性。而城市几何形态会影响舒适度的另一个机制在于城市公共服务水平,这一点主要由于城市在扩张过程中形态趋于松散化的同时可能会导致公共基础设施供给缺失。在较为松散的形态下,城市空间距离相对较大,那么需要更为密集的基础设施供给才能够保证城市内部居民能够享受到正常的公共服务,而且由于形态的松散化,内部出现“长条形”“放射状”等松散的城市形态会增加基础设施建设尤其是道路、管道等难度,而且在松散形态的城市中建设交通基础设施等一系列设施的需求量更大,例如需要铺设更长的公路或是架设更长的送电设施、供水管道、供气管道等,这就意味着需要更多的基础设施投入,此时可能存在基础设施的供给能力存在失位,随着时间的推移出现供应不足的现象。假设居民是自由流动的,那么其很可能会基于更高的舒适度选择几何形态更为优质、紧凑的城市,那么这类城市的人口规模会因此出现增长,而人口规模的增长会增加城市住房与土地需求,因此可能会推升城市房价,而人口增加导致的劳动力供给的提升还会拉低工资水平。在城市间的空间一般均衡视角下,就逐渐形成更高的舒适度以及高房价与低工资之间的平衡。对于企业而

^① 本文核心理论基础的梳理与评述参见附录 I 文献综述部分。篇幅所限,附录未在正文列示,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>)下载。

言,较好的可达性与基础设施能够刺激其生产的效率,且在这类城市中其可以支付更低的工资以进行生产,当然企业也必须面临高企的房价等,这便形成了企业基于几何形态对城市的差异化选择。

此外,可达性中的拥堵问题还有可能会衍生出城市几何形态对舒适度中另一因素的影响:环境。城市内部拥堵因素势必会对污染状况造成影响,较为明显的即对于城市空气质量的影响,更多的公路通勤路程与漫长的通勤时间会加重城市内部环境的负担(Li et al., 2019),进一步降低城市内部的空气质量等,这一层因素也会形成对城市个体效用的影响。

从城市内的视角来看,我们可以从人口集聚、空间阻碍等方面讨论城市内部的集聚经济问题。一方面,如上文所述,形态的松散化会导致城市人口流失,而城市人口流失实际上也是城市整体趋向于分散化趋势的表现,城市的集聚潜力受限制,经济增长与生产率自然会受到损害(梁婧等, 2015; Roca and Puga, 2017)。另一方面,形态松散化意味着城市内部更大的空间阻碍,这会直接作用于城市内部的集聚经济。更大的空间距离会减少“面对面交流”,降低知识溢出的有效性(Carlino and Kerr, 2015),城市内部交流成本进一步上升,甚至会导致劳动力匹配等也会因为城市内部可达性较差而受到影响(Xiao et al., 2021),而几何形态松散导致的基础设施供给受限也会进一步加深这一负向效应。当然,这些影响其实是较为直观的,而几何形态是否还会影响要素在城市内部的选址与分布,也可能是潜在的影响渠道。

松散的形态可能会阻碍城市内部的集聚,加快郊区化,甚至演化出次中心等分散化趋势,间接损害城市内部的集聚经济。我们考察城市间的静态比较,可以将城市区域大致分为“规则区域”和“不规则区域”两个部分,“规则区域”建设得更为规整且对称,“不规则区域”具有分散化分布的建设特征,形态较为紧凑的城市内主要是“规则区域”,松散形态的城市则是以“不规则区域”为主。“规则区域”更容易成为城市的集聚中心,该中心规模较大且稳定。“不规则区域”往往自身呈现松散的碎片化分布,无法发展为稳定的城市主中心,松散形态的城市中存在大量的“不规则区域”,更易于形成多中心的态势。而且,松散几何形态所表征的空间阻碍以及衍生的拥堵压力,会迫使城市内部的个体趋于本地化的通勤,强化了多中心化的趋势。

我们将上述城市分化的概念结合至城市人口自然增长以及逐渐向外扩张的动态过程中,在单中心城市的框架下,如果城市按照圆形的原则进行紧凑的扩张,则城市单中心的分布结构可能会趋于稳定,最终在城市发展的后期进入郊区化与多中心化发展(Glaeser and Kahn, 2004)。我们基于几何形态的形成原因进行考察,可以认为城市的松散化是因为城市内的规划受到了地理或是政策约束,约束导致的“不规则区域”可能随机出现在城市中心至外围的任意位置(Harari, 2020)。如果“不规则区域”出现在远离CBD的外围,这也更符合城市向外扩张的现实情况,则此时城市几何形态的变异集中于城市外围,外围区域在开发过程中无法再以圆形形态进行扩张,城市边界会因此加速外扩。同样由于外围存在约束,城市中心及周围区域也难以以紧凑的形态继续扩张,城市中心区域发展受阻。城市陷入尴尬的发展境地,原来的城市中心逐步陷入发展停滞,外围会更快地以较差形态呈现“蔓延式”向外扩散。城市内部达到空间一般均衡时,城市中心的扩张停滞限制了要素集聚(王峤等, 2021),城市外围的要素会因为加速的“不规则”

外扩而逐渐增多,开放城市的情况下,整体的要素分布梯度放缓,导致城市的“郊区化”趋势提早到来。当然,也有部分情况是城市发展初期就导致了“不规则区域”距离CBD较近或集中于城市的CBD周围,此时城市中心会走向衰落,要素会自发地向城市外围流动,进而孕育出新的中心,此时城市发展的动态演化则是逐渐郊区化,进而走向多中心。

综合来看,形态不断松散化会损害集聚经济,此时,松散的几何形态会降低劳动者的工资收入,与上文城市间空间一般均衡中提到的补偿城市舒适度导致的高工资形成竞争效应,最终净效应需要进一步验证。集聚经济的削弱还会阻挠城市经济增长与城市劳动生产率等方面的提升(郭琪和贺灿飞,2012;韩峰和柯善咨,2015)。由于几何形态对城市内部运行效率的影响,还可能会加深其对城市间要素流动的影响,居民与企业往往倾向于进入运行得更具效率的城市,从而也会影响城市的人口增长。因此,根据以上两个视角的分析我们提出如下假说:

假说 松散的几何形态会负向影响城市的人口规模增长,但劳动力工资会受到正向与负向两种竞争效应的影响,综合效应并不明确;松散的几何形态会导致城市房价降低,同时城市经济增长与劳动生产率的提升会受到抑制。

三、识别策略与数据

(一) 识别策略

城市形态因素并不直接参与城市内部的商品贸易以及生产等,其主要通过作用于公共服务、可达性等因素最终影响城市发展(Harari,2020)。因此设置以下回归模型,将城市几何形态纳入相对外生的经济外部性中,直接估计其对城市增长产生的影响:

$$Y_{c,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{urbanshape}_{c,t} + \text{area}_{c,t} + X_{c,t} + \varphi_c + \lambda_t + \epsilon_{c,t}, \quad (1)$$

其中,下标 c, t 分别表示城市与年份, $Y_{c,t}$ 表示城市增长的结果变量, $\text{urbanshape}_{c,t}$ 表示城市几何形态, $\text{area}_{c,t}$ 表示城市面积,用以控制城市实际的规模。 λ_t 表示时间固定效应,控制全国层面的政策冲击; φ_c 为城市层面固定效应,控制城市层面难以观测的非时变特征,尤其是舒适度因素,如自然气候等; $\epsilon_{c,t}$ 为随机误差项。此外,考虑到城市内部依然可能存在部分遗漏因素同时影响城市规划与增长,因此设置变量集 $X_{c,t}$ 代表城市层面随时间变化的影响因素, α_0 为常数项,焦点系数 α_1 主要捕捉城市几何形态变异导致的城市增长差异。考虑到城市内部结构发展较为缓慢,随时间变异相对较小的问题,我们还根据模型(1)构造了差分模型进行识别^①。

(二) 变量、数据与处理

1. 城市增长

参考Harari(2020)的研究,本文将主要从人口层面测度城市的增长,当然并非仅仅检验城市几何形态对人口规模的影响,我们还会进一步检验城市几何形态是否会影响城市GDP、工资、房价等。我们参考当前城市经济学较为主流的方法(Carlino et al., 2007; Henderson et al., 2021; Harari, 2020),根据2000—2015年欧洲空间局(Euro-

^① 长差分模型介绍参见附录II。

pean Space Agency) 的陆地覆盖数据提取了中国的城市区域 (Urban Area)^① 栅格地图, 筛选出每一座城市内部最大的连续城市区域多边形 (下文简称“多边形”), 以此作为城市的实际范围。将 Worldpop^② 的栅格化人口数据与这些多边形的矢量地图相结合, 根据“掩膜提取”的方式, 提取出所有多边形内部的人口规模并取自然对数作为本文主要的被解释变量 ($\ln pop$)。

城市的工资水平, 我们使用《中国城市统计年鉴》中的市辖区工资数据进行价格指数平减后除以市辖区在职职工数量, 计算人均工资水平 ($wage$)。城市住房价格则是使用 2005—2013 年间《中国区域经济统计年鉴》中的商品住宅销售额除以当年市辖区的销售住房总面积计算的单位面积价格 ($housing\ price$)。此外, 我们还结合梁婧等 (2015) 的测度方式, 收集了 2000—2013 年 DMSP/OLS 夜间灯光数^③, 计算单位面积上的灯光亮度测度城市经济增长 ($lightden$) 以及劳均灯光亮度测度劳动生产率 ($light-perlab$)。最终我们保留了 2000—2015 年共 286 个地级市的 4 576 个城市-时间样本。

2. 城市几何形态

本文需要考察的核心变异为城市几何形态的变化, 而既有研究针对城市形态的测度较为丰富, 我们核心的思路实则是参照 Angel et al. (2010) 设计的“城市断裂性”指数作为几何形态的代理, 即计算城市区域内各点之间的平均距离^④。区别于城市外轮廓周长、城市中心至外轮廓距离、城市面积与其外接圆面积占比等系列指标, 该指标的特殊性在于其在考察城市扩张过程中外扩轮廓变异的同时还能反映城市内部的空间障碍, 便于全面捕捉城市内部的可达性、要素分布等重要特征。

在计算各点的距离之前, 我们并非直接在识别出的城市范围内随机撒点或随机取样再计算各点间的距离^⑤, 这一策略虽然能减少估算时间, 但却存在一定缺陷。一方面, 随机撒点的策略可能需要进行大量的模拟才能得到较为准确的城市形态, 模拟次数与随机撒点的分布可能导致几何形态测算结果出现较大差异; 另一方面, 在随机撒点后进行部分样本点的取样计算会进一步增加指数的不稳定性, 导致实际测算的几何形态可能仅仅是城市内部局部范围的形态。我们对 Angel et al. (2010) 与 Harari (2020) 的测算方法进行了进一步优化与改进, 直接将提取出的城市多边形范围内代表城市区域的陆地覆盖栅格的质心作为计算的基础点合集, 计算各个栅格之间的平均距离作为几何形态指数。虽然这一策略计算时间相对较长, 但一方面能够尽可能规避撒点策略导致的低估偏差, 另一方面通过所有栅格点计算的平均距离能够进一步剔除城市面积扩张导致的形态变异影响。具体的计算公式如下:

$$urbanshape_{c,t} = \frac{\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N d_{x,y}}{N(N-1)}, \quad (2)$$

① 这一图层是欧洲空间局根据人类居住区图层 (Global Human Settlement Layer) 以及城市足迹图层 (Global Urban Footprint) 进行整合得出, 能够较为准确地捕捉城市范围。

② WorldPop 数据介绍参见附录 II。

③ 经过反复的校准后我们发现, 2013 年以后的灯光数据由于卫星测度差异存在较为明显的断层, 因此我们仅取 2013 年以前的样本。

④ 这里计算距离是基于栅格质心的经纬度计算的欧几里得距离。

⑤ Angeletal. (2010) 与 Harari (2020) 在研究中提出可以在城市内部随机撒点并对部分样本点进行取样计算平均距离。

其中, $d_{x,y}$ 为城市内任意两点之间的距离, 该指标的含义则是: 指数越大时, 城市趋于松散、断裂的几何形态, 而反之, 城市几何形态则趋于紧凑。

3. 城市其他特征

本文还控制了城市每年的财政赤字占 GDP 比重 (*government*)、固定资产投资占 GDP 比重 (*investment*) 以及城市大学生在校人数占人口比重 (*humancapital*) 等变量, 以避免遗漏变量问题, 数据出自《中国城市统计年鉴》^①。

(三) 内生性问题分析与工具变量构造

本文核心目的是捕捉城市几何形态与城市增长之间的因果关系。虽然我们使用 OLS 并结合较为详细的控制规范能够缓解一定的内生性问题, 但城市形态和城市增长之间可能依然存在潜在内生性问题, 使得在效应识别阶段面临挑战。因此, 本文尝试从外生冲击的角度出发, 构造城市形态的工具变量, 识别城市形态对城市增长产生的因果效应。

构建工具变量主要思路如下: 一方面, 通过历史因素预测城市人口规模, 即假设城市遵循历史上的人口增长率, 样本期内的多边形规模应该如何。另一方面, 在预测规模的基础上, 进一步模拟仅考虑城市地理因素情况下的城市形态。我们收集了中国自 1949 年之后进行的 1953 年、1964 年、1982 年以及 1990 年四次人口普查数据, 提取了其中各个城市的常住人口规模并计算了 1990 年人口密度 $popdensity_{1990}$ 。

我们将这四年的城市人口规模作为被解释变量, 对年份进行回归, 根据如下模型预测每个城市 1953—2015 年的常住人口规模 $popproject_{c,t}$:

$$population_{c,1953,1964,1982,1990} = \alpha_0 + \alpha_3 \cdot year + \epsilon_{c,t}, \quad (3)$$

然后我们再以 2000—2015 年城市最大连续城市区域面积为被解释变量, 根据以下模型 (4) 进行回归:

$$area_{c,t} = \alpha_0 + \alpha_4 \cdot popproject_{c,t} + \alpha_5 \cdot popdensity_{1990} + \lambda_t + \epsilon_{c,t}, \quad (4)$$

其中, 我们加入了 1990 年的人口密度, 以及年份固定效应, 然后计算出线性拟合值 $areaproject_{c,t}$, 即假设城市按照历史人口增长并保持 1990 年人口密度不变的假设下多边形可能的最大面积。然后假设城市是以质心为圆心的圆形, 按照以下公式计算出每个城市对应的半径 $rproject_{c,t}$:

$$rproject_{c,t} = \sqrt{\frac{areaproject_{c,t}}{\pi}}. \quad (5)$$

我们在 1990 年城市土地覆盖类型地图上^②, 根据建成区提取出其质心, 并以城市圆心与半径在中国土地覆盖类型 300m×300m 栅格地图上圈出我们所预测的多边形范围, 然后提取出平均坡度小于 15 度以及非水体的土地栅格, 识别出在施加地理约束后预测的多边形, 再根据上文构建城市形态指数的方式, 计算当前识别出的多边形内各点之间的距离, 以构建工具变量——“潜在城市几何形态” (*potentialurbanshape*)^③, 其核心含义即城市在考虑自然地理约束的情况下按照历史人口增长速度进行自由扩张时的几何形态。

① 控制变量的构造过程参见附录 II。

② 1990 年城市土地覆盖类型地图来自中国科学院资源环境科学与数据中心公布的 1990 年中国土地利用现状遥感监测数据。

③ 即在我们识别出预测的多边形后, 计算出该城市内部各点之间的平均距离。

四、实证分析

(一) 城市几何形态与人口增长

我们使用 2000—2015 年的经验数据进行回归，表 1 展示了所有 OLS 基准回归结果。第 (1) 列与第 (2) 列中基于 2000—2015 年的面板数据进行 OLS 回归，在第 (1) 列中控制时间与城市固定效应，加入城市形态 (*urbanshape*)、多边形的面积 (*lnarea*)，不加入其他的控制变量，我们能够观测城市形态系数为负且通过 5% 的显著性检验。在第 (2) 列中加入城市内部的产业结构因素、政府规模因素、固定资产投资因素以及高等教育因素等控制变量，依然得出了相似的结果。第 (3) 列与第 (4) 列回归中尝试使用长差分模型进行回归，城市几何形态的系数依然显著为负。以第 (2) 列和第 (4) 列回归结果为例，在面板数据的回归中，城市内部任意两点之间的平均距离每增加 1 公里，则平均而言城市人口会下降 5.12%，城市人口均值为 686 150 人，城市几何形态均值为 5.6667 公里，该效应从现实层面考量也较为可观。而长差分模型中的结果反映了城市几何形态如果朝着松散化方向发展，则会抑制城市的人口增长，其效应大约在 8.56% 左右。整体的效应能够较为直观地反映出城市趋于较为松散的形态会对城市人口增长造成显著的负向影响，对城市化发展造成较为严重的损害。

2SLS 回归结果如表 1 的第 (5)—(8) 列所示，城市形态指数的系数均显著为负，说明在尝试剥离内生性问题的情况下，依然能够捕捉到城市形态松散化而抑制城市人口增长的因果关系。当然，我们所估计出的效应与基准结果相比有一定的上升，约为 8.60% 与 14.62%，说明在经过基准回归的规范控制后，剩余可能的潜在内生性并不会改变城市形态对人口增长影响的方向，但有可能使得几何形态存在的负向效应存在低估。整体的回归结果验证了假说，此外我们还进行了第一阶段的回归，结果显示潜在形态正向影响实际的城市形态^①，工具变量的 Kleibergen-Paaprk Wald F statistic 都超过了 Stock-Yogo 在 10% 水平下的最大工具变量检测标准值 16.38。

表 1 几何形态与人口增长

被解释变量	<i>lnpop</i> (2000—2015)		Δ <i>lnpop</i> (2000—2015)		<i>lnpop</i> (2000—2015)		Δ <i>lnpop</i> (2000—2015)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>urbanshape</i>	-0.0764** (0.0308)	-0.0512** (0.0216)			-0.1103*** (0.0409)	-0.0860** (0.0397)		
<i>lnarea</i>	1.1155*** (0.1802)	1.0193*** (0.1296)			1.1630*** (0.1642)	1.0843*** (0.1722)		
Δ <i>urbanshape</i>			-0.0675* (0.0404)	-0.0856** (0.0405)			-0.1056* (0.0561)	-0.1462** (0.0667)
Δ <i>lnarea</i>			1.2753*** (0.2765)	1.4324*** (0.2681)			1.3324*** (0.2950)	1.4353*** (0.3039)

① 第一阶段回归结果参见附录 II。

(续表)

被解释变量	lnpop (2000—2015)		Δ lnpop (2000—2015)		lnpop (2000—2015)		Δ lnpop (2000—2015)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N	4 599	4 259	286	283	4 018	3 827	251	251
Adj. R ²	0.9477	0.9525	0.2322	0.3136				
KPW F-statistics					42.130	39.772	51.452	41.858
Controls		是		是		是		是
City FE	是	是			是	是		
Year FE	是	是			是	是		

注：第(1)、(2)列括号里为聚类至城市层面的稳健标准误，第(3)、(4)列括号里为稳健标准误。

(二) 城市几何形态与其他经济绩效

我们将被解释变量分别替换为城市职工人均工资 ($\Delta \ln wage$)、城市住房单位面积平均交易价格 ($\Delta \ln hp$) 进行 OLS 回归以及工具变量回归，并且控制城市层面其他的特征因素，回归结果如表 2 所示。在第(1)列中重点考察城市几何形态对城市工资水平的影响，在进行内生性的处理后，工具变量回归中观测到了城市几何形态系数显著为负，说明形态松散化会拉低城市劳动力收入，其效应为 3.83% 左右。这里值得强调的是，我们的工资回归中的最终净效应是负向的，这与 Harari (2020) 基于印度数据得出的结论并不一致。对此我们的解释是，一方面，基于城市间的空间一般均衡理论，城市几何形态松散化导致人口降低，劳动力供给不足的情况下势必会推升工资收入，且此时的工资收入升高也是用于补偿形态松散化导致的低城市舒适度；另一方面，由于城市几何形态松散化导致的内部集聚经济受损，劳动力的人力资本累积的过程受到影响，这就导致了微观个体的收入水平因此可能存在降低效应，我们这里观测到的正是正向效应与负向效应的综合净效应，也说明在中国城市形态松散化导致的集聚经济受损的程度较大，值得关注。第(2)列中，我们重点考察了城市几何形态对住房价格的影响，在工具变量回归中能够观测到几何形态松散化会拉低住房价格，效应约为 12.09%。

此外，我们使用夜间灯光数据测算的单位面积灯光亮度 ($\Delta lightden$) 以及城市平均灯光亮度 ($\Delta lightperlab$) 作为被解释变量进行回归，表 2 第(3)–(4)列展示了结果，系数均显著为负^①。

表 2 几何形态与经济增长

被解释变量	$\Delta \ln wage$	$\Delta \ln hp$	$\Delta lightden$	$\Delta lightperlab$
	2SLS	2SLS	2SLS	2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\Delta urbanshape$	-0.0383** (0.0195)	-0.0383** (0.0195)	-0.0924*** (0.0257)	-0.0016* (0.0009)

① 关于企业进入和生产率的结果，以及其他稳健性检验结果参见附录 II。

(续表)

被解释变量	$\Delta \ln wage$	$\Delta \ln hp$	$\Delta lightden$	$\Delta lightperlab$
	2SLS	2SLS	2SLS	2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\Delta \ln area$	-0.0376 (0.0612)	-0.0376 (0.0612)	0.2177*** (0.0813)	0.0063*** (0.0021)
N	227	227	251	251
Adj. R^2	—	—	—	—
Controls	是	是	是	是
KPW F-statistics	41.763	41.763	41.858	41.858

注：需要说明所有的解释变量，包括工具变量也采用了对应年份 2000—2013 年的长差分项。

五、进一步的分析

(一) 异质性分析

中国的地方政府是城市规划与发展的主导者，其财政压力会左右几何形态对城市增长的影响。这里根据 2000 年的财政压力变量 (*government*) 将城市分为财政压力较大的城市与压力较小的城市，并构造虚拟变量与城市几何形态指数交乘项进行回归，结果如表 3 第 (1) 列所示。我们发现经过内生性处理后，政府财政压力较大的城市受到几何形态松散化的影响相对较大，财政压力较小的城市受到影响较小且并不显著。

当然，政府领导的变动也很可能会影响城市未来的规划发展路径，进而间接地影响城市增长。我们收集了样本期内各个地级市城市官员信息，计算了样本期内城市市长与市委书记的换届次数以测度政府开发政策连贯性，将城市分为开发连贯的城市与不连贯的城市并构造虚拟变量与城市几何形态指数交乘项进行回归，结果如表 3 第 (2) 列与第 (3) 列所示。我们发现经过内生性处理后，政策趋向于不连贯的城市其几何形态对城市人口增长产生的负向影响相对更强，也说明地方政府官员换届导致的政策不连贯性的负向调节影响占主导。

在中国地方政府往往会通过调整城市容积率限制来把握城市空间发展的方向，将城市在垂直化发展与横向发展之间进行灵活调整，而针对容积率的土地利用规制措施也是城市集约化扩张的动因之一。我们根据土地交易信息上提供的法定容积率上限，测算了 2007—2015 年城市层面容积率限值^①，取 2007 年的数据对城市进行分组，分为容积率规制较强的城市与规制较弱的城市，平均容积率上限越高说明政府的规制越弱，反之越强，构造了相应的虚拟变量与几何形态进行交乘回归，回归结果如表 3 第 (4) 列所示，可以看出规制较弱的城市其几何形态系数相对较强的城市更小。此外，城市建设大楼高度往往也是政府对垂直化发展规制的反映，我们收集了中国所有城市的摩天大楼^②信息，

① 容积率规制测算方法参见附录 II。

② 摩天大楼的定义根据中国《民用建筑设计通则》(GB50352-2005) 规定：建筑高度超过 100 米时即为摩天大楼。

将城市按照样本期内是否拥有摩天大楼进行分组,构造虚拟变量并进行交乘后的结果如表3第(5)列所示,拥有摩天大楼的城市中几何形态系数相比没有摩天大楼的城市更小,且不显著,最终结果验证了假说。

(二)城市人口流动异质性

在基准回归中,我们验证出松散的城市形态会抑制城市人口增长,而理论分析中认为这主要是因为人们会选择形态更为紧凑的城市定居。我们没有详细的人口流动数据,因此使用2000年中国人口普查数据中城市层面的数据,根据市辖区的实际人口与户籍人口进行比对,如果实际人口大于户籍人口则是流入地城市,否则为流出地城市,据此构造虚拟变量,然后与城市几何形态指标进行交乘回归,如果流入地城市中几何形态效应相对流出地城市较弱,则能够侧面反映出存在人口由松散城市流向紧凑城市,结果如表3第(6)列所示,我们发现流入地城市中几何形态系数相对更小,效应更弱^①。

表3 异质性分析(工具变量回归第二阶段)

被解释变量	$\Delta \ln pop$ (2000—2015)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\Delta urbanshape \times sg$	-0.2426*					
	(0.1405)					
$\Delta urbanshape \times lg$	0.0365					
	(0.0773)					
$\Delta urbanshape \times hc1$		-0.0798				
		(0.0634)				
$\Delta urbanshape \times lc1$		-0.5497**				
		(0.2298)				
$\Delta urbanshape \times hc2$			-0.0366			
			(0.0800)			
$\Delta urbanshape \times lc2$			-0.2296**			
			(0.0927)			
$\Delta urbanshape \times lfar$				-0.2665***		
				(0.1021)		
$\Delta urbanshape \times hfar$				-0.0063		
				(0.0817)		
$\Delta urbanshape \times lsky$					-0.5464**	
					(0.2579)	

^① 我们也进行了简单的描述性统计,分别统计两组城市的标准化城市几何形态指数,我们发现人口流入地的标准化城市几何形态指数均值为0.0239,而人口流出地城市的标准化几何形态指数均值为0.0656,也能够从侧面佐证我们上文的阐述。

(续表)

被解释变量	$\Delta \ln pop$ (2000—2015)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\Delta urbanshape \times hsky$					-0.1389 (0.1593)	
$\Delta urbanshape \times outflow$						-0.3612* (0.2443)
$\Delta urbanshape \times inflow$						-0.1554** (0.0671)
$\Delta \ln area$	1.2382*** (0.3048)	2.0353*** (0.4718)	1.5605*** (0.3371)	1.4329*** (0.3422)	2.0063*** (0.4697)	1.7118*** (0.4408)
N	233	246	247	235	252	252
Controls	是	是	是	是	是	是

注：*sg* 财政压力较大，*lg* 财政压力较小，*hc1* 市长换届次数较少，*lc1* 市长换届次数较多，*hc2* 市委书记换届次数较少，*lc2* 市委书记换届次数较多，*lfar* 容积率规制较强，*hfar* 容积率规制较弱，*lsky* 没有摩天大楼，*hsky* 有摩天大楼，*outflow* 人口流出地，*inflow* 人口流入地，表中各组别的系数即代表每个组别受到形态变异的影响。

(三) 机制讨论

1. 几何形态与城市居留意愿

理论分析表明，城市几何形态会影响个人在选择居住城市过程中的决策。因而我们需要提供直接证据，基于2012年、2014—2016年^①的中国流动人口动态监测调查数据，使用其中处于城市监测点且跨市流动的调查样本，并前推一期与本文数据匹配，使用“你是否打算长期居住在本市”的提问构造居留意愿指标，指标 (*willing*) 是将回答“打算”设为1，“没想好与不打算”设为0，回归结果如表4第(1)列所示。我们发现在经过内生性处理后，城市几何形态趋于松散化会显著降低个体在城市间流动过程的居留意愿。

2. 几何形态与基础设施

较为松散的城市几何形态可能会提升城市内部道路设施的铺设成本，使得交通基础设施的供给出现断层 (Harari, 2020)，当然还可以影响到其他设施管道线路的铺设，如网络等。我们以中国近年来快速发展的现代化生活通信设施——网络，以及交通设施——轨道交通为例，计算2001—2015年城市的互联网接入户数占城市人口比重 ($\Delta \ln netpop$) 和人均轨道交通铺设路程 ($\Delta \ln subway$) 作为被解释变量进行回归，回归结果如表4第(2)列和第(3)列所示。可以发现，城市内部数字化设施以及现代化交通基础设施的供给水平由于形态的松散化受到抑制。^②

3. 几何形态与城市拥堵、空气质量

当然，较大的空间阻隔可能使得个体需要面临更远距离的通勤，因此道路通勤的流

① 2011年的调查数据中并未有关于居留意愿的提问，且2013年样本中居留意愿指标缺失严重。

② 本文还针对用水、用电等设施进行了检验，额外的机制检验结果参见附录II。

量会进一步上升,这就会引发城市拥堵。我们搜集了高德地图公布的2015—2017年部分中国城市的平均行车速度($\Delta \ln speed$),将其作为被解释变量进行回归,结果如表4第(4)列所示。我们发现城市几何形态系数显著为负,说明形态较为松散的城市中行车速度更慢,这意味着松散化几何形态的确会增加城市内部拥堵。此外,我们使用美国哥伦比亚大学社会经济数据与应用中心提供的全球pm2.5地表平均浓度数据,提取其中中国2000—2015年城市层面平均的pm2.5值($\Delta \ln pm2.5$)作为城市空气质量的代理变量进行回归,结果如第(5)列所示。可以观测到在进行内生性处理后城市几何形态系数显著为正,说明松散的城市几何形态很有可能使得城市空气质量降低。

表4 几何形态与居留意愿、基础设施、拥堵以及空气质量(工具变量回归第二阶段)

被解释变量	<i>Willing</i>	$\Delta \ln net\ pop$	$\Delta \ln subway$	$\Delta \ln speed$	$\Delta \ln pm2.5$
	(2012, 2014—2016)	(2001—2015)	(2000—2015)	(2015—2017)	(2000—2015)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>urbanshape</i>	-0.0884** (0.0398)				
<i>lnarea</i>	0.4158** (0.1970)				
$\Delta urbanshape$		-0.7180*** (0.2040)	-0.0586** (0.0259)	-0.0458** (0.0213)	0.0385* (0.0218)
$\Delta \ln area$		1.7457*** (0.6330)	0.1940** (0.0763)	0.2121** (0.0893)	-0.2038*** (0.0690)
<i>N</i>	400 218	235	252	52	252
Controls	是	是	是	是	是
Year FEs	是				
City FEs	是				

注:第(1)列为混合截面数据回归,第(2)列至第(5)列为基于长差分模型的回归。

4. 几何形态与城市内部的空间距离

我们根据爬虫收集的2011年百度兴趣点(POI, points of interests)数据,提取了城市内部的居民住宅小区、企业以及商业大厦的地址与经纬度,计算城市内部每个居民住宅小区至每家企业的平均距离(*distance of residential to firms*)、每个居民住宅小区至每座商业大厦的平均距离(*distance of residential to commercial buildings*)、每家企业至每座商业大厦的平均距离(*distance of firms to commercial buildings*)、居民住宅小区之间的平均距离(*distance between residential*)以及企业之间的平均距离(*distance between firms*)测度城市内部的可达性,并将这些距离指标作为被解释变量进行回归,结果如表5第(1)列至第(5)列所示。城市几何形态系数均显著为正,说明形态分散化的确会增加内部各个兴趣点之间的距离,使得生活、工作等方面面临的空间障碍更大,进而损害城市内部的可达性,进而降低城市内部的交流频次,抑制集聚经济。

表 5 几何形态与城市内部的地理空间障碍（工具变量回归第二阶段）

被解释变量	<i>distance of residential to firms</i> (2011)	<i>distance of residential to commercial buildings</i> (2011)	<i>distance of firms to commercial buildings</i> (2011)	<i>distance between residential</i> (2011)	<i>distance between firms</i> (2011)	Δ <i>suburban- pop1</i>	Δ <i>suburban- pop2</i>	Δ <i>popsubcen- ter</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>urbanshape</i>	0.9233*** (0.0650)	0.6133*** (0.0548)	0.9054*** (0.0626)	0.6681*** (0.0787)	1.0529*** (0.0716)	0.0518** (0.0240)	-0.4559** (0.2274)	0.7486*** (0.1964)
<i>lnarea</i>	-0.3295*** (0.1073)	-0.1237 (0.1038)	-0.4109*** (0.1213)	-0.0440 (0.1139)	-0.4006*** (0.1264)	-0.1526** (0.0594)	1.3891** (0.5616)	-1.8571*** (0.5644)
<i>N</i>	240	237	237	236	242	252	252	245
Controls	是	是	是	是	是	是	是	是

注：第（1）列至第（5）列中使用 2011 年的截面数据回归。

5. 几何形态与城市内部的郊区化

我们参照 Gonzalez-Navarro and Turner (2018) 的方法，结合 2000—2015 年栅格层面的 Worldpop 人口密度数据，在距离城市中心 0—1.5 公里、1.5—5 公里、5—10 公里、10—25 公里以及 25—50 公里处分别划分环形缓冲圈，测算人口密度对应的距离梯度 (Δ *suburbanpop1*) 以及密度截距项 (Δ *suburbanpop2*) 作为城市郊区化指数^①，距离梯度越大说明人口向郊区分散，截距项越大说明城市人口越集中在城市中心。我们以这两项指标作为被解释变量进行回归，结果如表 5 第（6）—（7）列所示，几何形态松散化会正向影响密度梯度且负向影响密度截距项，说明城市中出现了更快的郊区化趋势。

进一步，我们从城市内部尝试寻找更为微观的证据，以展示城市内部的差异。我们以城市中心为圆心，参考 Gonzalez-Navarro and Turner (2018) 的方式分别在距离城市中心 0—1.5 公里、1.5—5 公里、5—10 公里、10—25 公里以及 25—50 公里处划分环形缓冲圈，然后根据栅格与质心的距离进行分类，并构造虚拟变量与几何形态指数进行交互，以每个栅格对应的人口密度 (Δ *lnpopgrid*) 作为被解释变量进行回归，系数分布如图 1 所示，几何形态的系数随着距离的增长逐步递增，也就是说松散化的城市形态会促进远离城市中心区域的人口密度更快地增长，即导致了较为明显的郊区化趋势。

6. 几何形态与城市内部的多中心

根据 Li and Liu (2018) 以及王峻等 (2021) 的测算方法，使用 2000—2015 年 Worldpop 人口分布数据测算城市内部的人口次中心数量 (Δ *popsubcenter*)，并以其作为被解释变量进行回归，回归结果如表 5 第（8）列所示。在人口次中心回归中，城市几何形态指数系数显著为正，证实了几何形态松散化会导致城市内部出现更多松散化的次中心，将城市引向多中心发展趋势的结论。

① 郊区化指数测算方法参见附录 II，郊区化指数越高，说明郊区化趋势越明显。

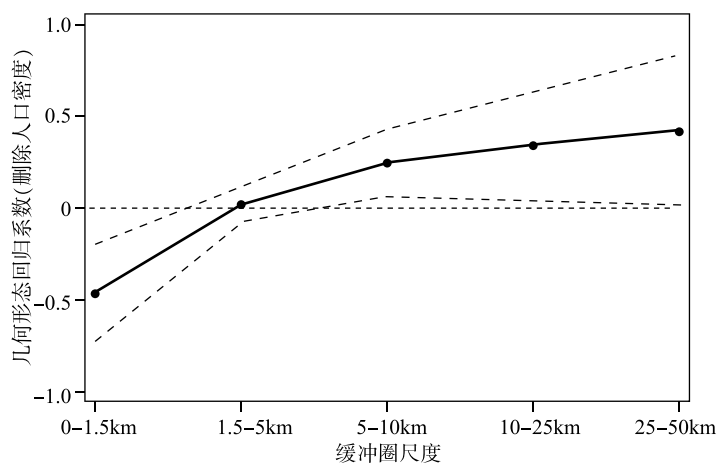


图1 缓冲圈尺度的几何形态系数

六、结论与启示

本文从城市几何形态视角,分析了空间发展模式对城市增长的作用机制,并测算了中国历年来的城市形态变异,综合识别城市形态对城市增长的因果效应。在当前城市化发展进程中,从长期角度促进经济发展、提升中国经济竞争力需要密切关注城市形态变异产生的外部性。结合本文的研究结论,我们提出如下政策建议:(1)地方政府在推进城市化发展的进程中,需要密切注意城市横向发展空间模式,秉持紧凑的发展原则。积极促进城市紧凑型发展建设,从横向扩张的思路予以改善,尤其是在建设新城、规划新区等过程中尽可能充分重视扩张的方向与距离,构建适宜的城市形态。(2)适度调整对地方官员的考核规则,充分发挥政府在城市扩张过程中的能动性。避免一味追求政绩考核的盲目开发,增加城市扩张发展的灵活性,提倡纵向发展与横向扩张的有机结合,加强政策连贯性,保证城市在发展过程中秉持较为统一的紧凑型形态准则进行有序开发,减少由于政府换届带来城市内的“鬼城”“孤城”等现象,打造高速发展的现代化城市。(3)地方政府应持续且有针对性加强城市基础设施供给,构建城市形态自我优化的良性系统。提升交通、供水、供电等各方面设施的水平,尤其加强现代化交通基础设施的建设,并推进公交系统的密集化,优化公路设施建设,包括新建高架路、打通“断头路”,可方便市民出行,减少社会福利损失,间接改善城市内部的可达性。(4)充分重视城市内部的集聚经济,优化城市内部空间结构,构建城市内部的优势集聚中心。适当增加服务型设施的设置,为面对面交谈等知识外溢活动提供便利,充分激发经济个体吸收集聚经济的正外部性。需要警惕松散形态衍生出的过度多中心化发展格局,以及过快的郊区化发展趋势。

参 考 文 献

- [1] Angel, S., J. Parent, and D. L. Civco, "Ten Compactness Properties of Circles: Measuring Shape in Geography", *The Canadian Geographer*, 2010, 54 (4), 441-461.
- [2] Burchfield, M., H. G. Overman, D. Puga, and M. A. Turner, "Causes of Sprawl: A Portrait from Space", *The Quarterly Journal of Economics*, 2006, 121 (2), 587-633.
- [3] Carlino, G., A., S. Chatterjee, and R. M. Hunt, "Urban Density and the Rate of Invention", *Journal of Urban Economics*, 2007, 61 (3), 389-419.
- [4] Carlino, G., and W. R. Kerr, "Agglomeration and Innovation", In: Duranton G., J. V. Henderson, and W. Strange (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*. Amsterdam: Elsevier, 2015, 349-404.
- [5] Duranton, G., and D. Puga, "Micro-foundations of Urban Agglomeration Economies", In: Henderson, J. V., and J. F. Thisse (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*. Amsterdam: Elsevier, 2004, 2063-2117.
- [6] Duranton, G., and D. Puga, "The Economics of Urban Density", *Journal of Economic Perspectives*, 2020, 34 (3), 3-26.
- [7] Fallah, B. N., M. D. Partridge, and M. R. Olfert, "Urban Sprawl and Productivity: Evidence from US Metropolitan Areas", *Papers in Regional Science*, 2011, 90 (3), 451-472.
- [8] Glaeser, E. L., "Learning in Cities", *Journal of urban Economics*, 1999, 46 (2), 254-277.
- [9] Glaeser, E. L., and D. C. Mare, "Cities and Skills", *Journal of Labor Economics*, 2001, 19 (2), 316-342.
- [10] Glaeser, E. L., and M. E. Kahn, "Sprawl and Urban Growth", In: Henderson, J. V., and J. F. Thisse (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*. Amsterdam: Elsevier, 2004, 2481-2527.
- [11] Gonzalez-Navarro, M., and M. A. Turner, "Subways and Urban Growth: Evidence from Earth", *Journal of Urban Economics*, 2018, 108, 85-106.
- [12] 郭琪、贺灿飞, "密度、距离、分割与城市劳动生产率——基于中国 2004—2009 年城市面板数据的经验研究", 《中国软科学》, 2012 年第 11 期, 第 77—86 页。
- [13] 韩峰、柯善咨, "城市就业密度、市场规模与劳动生产率——对中国地级及以上城市面板数据的实证分析", 《城市与环境研究》, 2015 年第 1 期, 第 51—70 页。
- [14] Harari, M., "Cities in Bad Shape: Urban Geometry in India", *American Economic Review*, 2020, 110 (8), 2377-2421.
- [15] Henderson, J. V., D. Nigmatulina, and S. Kriticos, "Measuring Urban Economic Density", *Journal of Urban Economics*, 2021, 125, 103188.
- [16] Li, Y., and X. Liu, "How Did Urban Polycentricity and Dispersion Affect Economic Productivity? A Case Study of 306 Chinese Cities", *Landscape and Urban Planning*, 2018, 173, 51-59.
- [17] Li, Y., W. Xiong, and X. Wang, "Does Polycentric and Compact Development Alleviate Urban Traffic Congestion? A Case Study of 98 Chinese Cities", *Cities*, 2019, 88, 100-111.
- [18] 梁婧、张庆华、龚六堂, "城市规模与劳动生产率: 中国城市规模是否过小? ——基于中国城市数据的研究", 《经济学》(季刊), 2015 年第 3 期, 第 1053—1072 页。
- [19] 刘修岩、秦蒙、李松林, "城市空间结构与劳动者工资收入", 《世界经济》, 2019 年第 4 期, 第 123—148 页。
- [20] Roca, J. D. L., and D. Puga, "Learning by Working in Big Cities", *The Review of Economic Studies*, 2017, 84 (1), 106-142.
- [21] Seto, K. C., M. Fragkias, B. Güneralp, and M. K. Reilly, "A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion", *PLoS One*, 2011, 6 (8), e23777.
- [22] 王峻、刘修岩、李迎成, "空间结构、城市规模与中国城市的创新绩效", 《中国工业经济》, 2021 年第 5 期, 第 114-132 页。
- [23] Xiao, H., A. Wu, and J. Kim, "Commuting and Innovation: Are Closer Inventors More Productive?", *Journal of Urban Economics*, 2021, 121, 103300.

Spatial Development Pattern and Urban Growth in China

—An Analysis Based on the Geometric Shape

WANG Qiao

(Jinan University)

LIU Xiuyan*

(Southeast University)

Abstract: Urban geometry plays an important role in the growth of urban population and economy. We systematically identify the effects of urban geometry on urban population, wages, housing prices and economic efficiency, and analyzes the internal mechanism. The loose urban spatial form is found to restrain the growth of population, wages and housing prices, and hinder the economic development of the city. Further examination of the mechanism shows that loose urban form impedes growth by reducing residents' willingness to stay, internal accessibility, modern infrastructure provision, environmental quality, and agglomeration economy.

Keywords: spatial development; geometric shape; urban growth

JEL Classification: R11, R23, R52

* Correspond Author: Liu Xiuyan, Jinguang Building, Jiulonghu Campus, Southeast University, Jiangning District, Nanjing, Jiangsu 211189, China; Tel: 86-13851903969; E-mail: qyjj2010@163.com.