

长三角地区城市人口-面积 异速增长时空格局及演变规律

尹上岗 杨山 吴小影 朱奕衡¹

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210023;

2. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏 南京 210023)

【摘要】: 城市人口增长与城区面积扩展的关系问题, 是城市乃至城市群实现高质量发展的重要问题。以长三角地区为例, 根据趋势面和位序-规模法则分析 2000~2018 年城市人口与用地的分布演化特征, 并探究其异速增长的时空演变规律。结果表明: (1) 长三角地区城市人口与用地的分布态势呈“东高西低, 中间高南北低”, 人口规模逐渐由均衡化向集中化分布模式转变, 用地规模一直为均衡化分布模式。(2) 从两者异速关系来看, 长三角地区城市人口-面积异速增长为负异速的人口扩张弱型阶段, 其中 2008 年前 70%以上的城市以正异速为主, 2008 年后 80%以上的城市以负异速为主。(3) 在各城市异速类型变化上, 正异速城市向下变动率较高, 且多数转变为负异速类型, 负异速城市保持稳定率较高, 反映出长三角地区多数城市城镇化动力逐渐由土地扩张推动转变为人口增长推动。城市人口-面积异速增长规律的研究可以为长三角地区城镇化要素流动和城市群高质量发展提供理论基础, 并对区域一体化推进提供实践依据。

【关键词】: 城市人口 城区面积 异速增长 时空格局 长三角地区

【中图分类号】: F291 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)01-0025-12

21 世纪以来, 中国城镇化进程大大加快, 人口城镇化和土地城镇化作为城镇化的两个基本维度发展速度却有所不同。2000~2018 年, 中国常住人口城镇化率由 36.22%提高至 59.58%, 年均提高 1.30%, 城镇人口由 4.59 亿增加至 8.31 亿, 年均增长 3.35%。同时, 中国土地城镇化速度也呈迅速扩张趋势, 城市建成区面积由 2000 年的 22439km² 扩张到 2018 年的 58456km², 年均增长 5.46%。人口城镇化与土地城镇化的非对称性发展导致建设用地利用效率低下、生态环境破坏等资源问题, 亦会带来农民利益相对剥夺、城乡差距扩大等社会问题。作为城镇化主要载体的城市群也进一步引起社会各界的广泛关注, 中国亦将城市群作为城镇化的主体形态, 并上升为国家重大区域融合发展战略。人口与用地作为衡量城市群发展规模的重要指标, 两者的发展关系对城市群的健康成长意义重大。因此, 城市群研究亟需挖掘城市人口与用地的异速增长关系, 关注城市异速增长及演变规律的研究, 以探索城市群及城市的优化发展路径, 使城市群具有更加丰富的多样性、更持久的竞争力和更大的创造力, 从而支撑区域乃至国家经济的持续健康发展和社会的全面进步。

异速增长定律作为城市地理学的基本定律之一^[1], 可以把空间分布、等级结构和动态演化联系起来^[2]。异速增长关系最早发

¹作者简介: 尹上岗(1993~), 男, 博士研究生, 主要研究方向为城市地理与区域发展。E-mail: yinshanggang@163.com; 杨山 E-mail: yangshan@njnu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771171, 42171200); 江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX21_1291)

现于生物现象，并逐渐由生物学向物理学、经济学、地理学、社会学、语言学和计算机科学等学科渗透^[3,4,5]。城市科学领域学者主要关注城市发展中各类要素的增长与城市规模扩大之间的关系问题^[6,7]。Kühnert 等、Bettencourt 等发现专利授予数量、研发投入、工资总额、地区生产总值、居民水电消费、小汽车拥有量等指标，都和城市人口之间存在异速标度关系^[8,9]。Um 等^[10]研究了美国和韩国的公共服务设施密度与人口密度之间的标度规律，并提出设施优化模型，发现商业设施和公共设施最优布局时的标度指数分别是 1 和 2/3。国内城市异速标度理论的研究开始于 20 世纪末，由陈彦光、刘继生等学者引入城市地理的研究中^[11,12]。近年来，国内地理学者对异速标度的研究逐渐增多，主要聚焦于城镇化进程中城市人口与城区面积异速关系^[13,14,15]、城镇人口与乡村人口的异速关系^[16,17]、城市规模与经济产值的异速关系^[18,19]、城市规模与基础设施密度的异速关系^[20]、工业产值与用地面积的异速关系^[21,22]、人口规模与医疗资源的异速关系^[23]。

纵观国内众多学者的研究，对异速增长的研究多集中于城市人口-城区面积、城市人口规模-经济规模等方面，研究区域上多选择单个城市、省域或全国尺度为研究对象。鉴于现有研究对城市群关注不足，本文以长三角地区为研究单元，从区域结构视角探究整体、局部及城市的异速关系，以期打破行政区划界线，更准确分析城市群异速增长关系。长三角城市群作为世界六大城市群之一，对中国经济的发展起到重要的引领作用。2018 年 11 月，长三角一体化上升为国家战略，随后编制《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，指出长三角一体化发展具有极大的区域带动和示范作用，要紧扣“一体化”和“高质量”两个关键，带动整个长江经济带和华东地区发展，形成高质量发展的区域集群。可见，长三角城市群的空间结构正处于发展和整合的关键时期，对城市群内城市规模结构、异速增长规律及空间演化等进行深入的研究，对于明确城市群一体化形成的机理与发育态势，揭示城市群结构的演进规律，指导城市群结构效益提升与区域可持续发展，都具有重要的理论与实践意义。

1 研究区域与方法

1.1 研究区域与数据来源

根据 2019 年 12 月出台的《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，长三角地区包括上海市、江苏省、浙江省和安徽省全域。长三角地区位于中国大陆东部沿海的中心，区域面积 35.67 万 km²，是中国经济最具活力、开放程度最高、创新能力最强的区域之一。2018 年，长三角以占中国 3.72% 的土地、16.15% 的人口，创造了中国 23.49% 的 GDP、22.05% 的社会消费品零售额和 20.06% 的全社会固定资产投资。长三角城市群处于“一带一路”和长江经济带的交汇地带，对长江经济带乃至中国经济发展起到重要的引领作用。

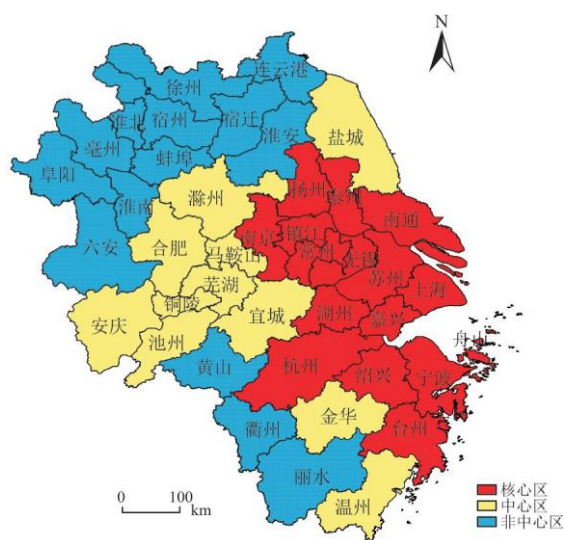


图 1 研究区域

本文以长三角三省一市为研究区域，根据 2018 年现行的行政区划，江苏 13 个地级市，浙江 11 个地级市，安徽 16 个地级市，故研究区域内共有 41 个基本单元。基于城市群结构视角，并依据相关规划，将长三角地区划分为核心区、中心区（不含核心区，下同）和非中心区三部分^[1]，核心区、中心区和非中心区各包含 16 座、11 座和 14 座城市（图 1）。以市辖区非农业人口表示城市人口，市辖区建成区面积表示城区面积，相关数据来自 2001~2019 年的各省市统计年鉴、《中国城市统计年鉴》及《中国城市建设统计年鉴》。运用 ArcGIS 软件提取长三角行政区划边界图，并进行矢量化处理，作为长三角相关研究工作的底图。

1.2 研究方法

1.2.1 城市规模一位序法则

位序—规模法则是从城市规模和城市规模位序来考察区域城市体系的规模分布^[24, 25]，是研究城市等级体系最广泛、经典的方法^[26]。目前，位序—规模法则已广泛应用到流动人口、旅游流量、交通流量、资源流量等规模等级结构及差异性研究。引入位序—规模法则与分形理论探究长三角地区人口和用地规模的位序分布及分形特征，其基本形式和对数形式分别表示为^[27]：

$$P_i = P_1 \times R_i^{-q} \quad (1)$$

$$\ln P_i = \ln P_1 - q \ln R_i \quad (2)$$

式中： P_i 为第 i 位城市的人口或用地规模； P_1 为首位城市的人口或用地规模； R_i 为城市 i 的位序； q 为 Zipf 维数。公式(1)是广义的 Auerbach 模型，Zipf 模型是 Auerbach 模型的一种发展。Zipf 维数可以反映城市群人口和用地规模的空间分布形态，当 $q=1$ 、 $q<1$ 和 $q>1$ 时，城市群人口和用地规模分布处于自然状态下的最优分布、正态分布（均衡化）和帕累托分布（集中化）模式。

1.2.2 异速增长模型

异速生长(allometric growth)是生物学和生态学最经典的标度概念，又称异速增长，反映生物体局部与整体的几何测度关系^[28]。异速增长关系通常定义为一个系统的局部相对增长速率与系统整体或系统的另一个局部的相对增长速率的常数比例关系^[29, 30]。异速增长可以分为纵向异速和横向异速，纵向异速增长探求空间单元在时间序列上的异速关系，横向异速则分析不同空间单元在某一时间尺度上的异速关系。异速增长模型计算公式为^[31]：

$$\text{纵向异速增长: } A_t = aP_t^b \quad (3)$$

$$\text{横向异速增长: } A_k = aP_k^b \quad (4)$$

式中： A_t 为 t 时刻城市用地规模； P_t 为 t 时刻城市人口规模； A_k 为城市 k 的用地规模； P_k 为城市 k 的人口规模； a 为比例系数； b 为标度指数，也被称为异速增长系数。当 $b=1$ 时，人口与土地等速增长； $b>1$ 时，为正异速增长，此时人口增速小于土地增速，城市规模呈“扁平化”趋势，人口密度呈下降趋势；当 $b<1$ 时，为负异速增长，此时人口增速大于土地增速，城市向高层纵向发展，人口密度呈上升趋势。经众多学者研究表明，标度指数 b 处于 $2/3 \sim 1$ 之间，平均值约为 $0.85^{[14, 15, 32]}$ ，参考前人的研究成果^[33, 34]，将异速关系进一步分为五类。

2 长三角地区城市人口与用地的分布特征

2.1 城市人口与用地的总体分布特征

利用 ArcGIS 地统计分析模块中趋势分析工具，绘制 2000、2008 和 2018 年长三角地区人口与用地的趋势变化图(图 2)。可以发现，2000~2018 年长三角地区人口与用地的整体格局较为稳定，且人口与用地的整体格局具有相似特征。2000~2018 年人口与用地在南北方向(Y 轴)上均表现为“中间高南北低”总体趋势，且人口与用地在南北方向上的差异逐渐大，用地在南北方向上的差异高于人口。2000 年人口与用地在东西方向(X 轴)呈“中间低东西高”的 U 型趋势，2008 和 2018 年表现为由东向西延伸的抛物线，且抛物线的坡度和弧度呈逐渐增大的趋势，即人口与用地在东西方向上的差异逐渐扩大，城市用地在东西方向上的差异高于城市人口。总体而言，2000~2018 年长三角地区人口与用地呈“中间高南北低，东高西低”的空间分布态势，东西方向和南北方向的差异均呈扩大的态势，且东西方向的差异高于南北方向。

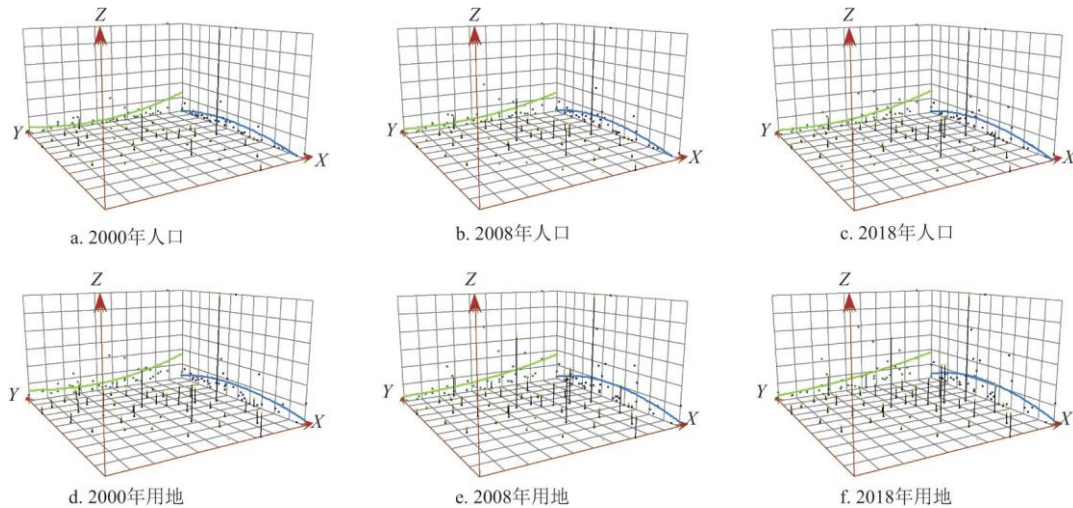


图 2 2000~2018 年长三角地区人口与用地的趋势面分析

2.2 城市人口与用地的规模分布演化特征

城市位序-规模法则是研究人口和用地的规模等级分布常用模型，并为研究两者异速关系奠定基础。通过对长三角地区城市人口数据与其位序进行双对数线性拟合，拟合结果的 Zipf 维数及拟合优度见图 3。2000~2018 年长三角各年份人口拟合方程的拟合优度均在 0.93 以上，用地拟合方程的拟合优度均在 0.90 以上，表明拟合效果较好，即位序-规模法则可以较好地表达长三角地区城市人口与建成区面积规模的分布特征。

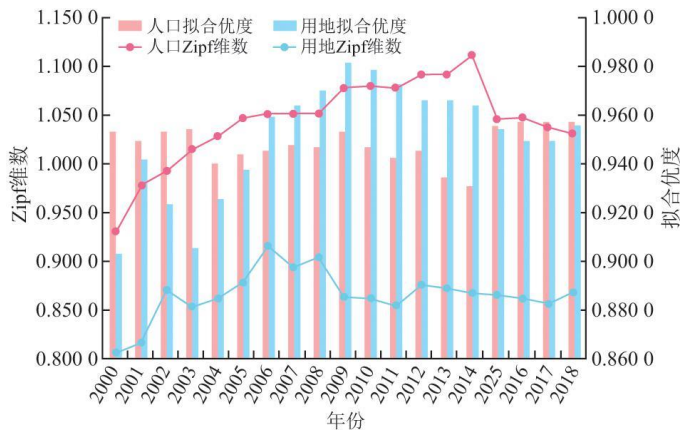


图 3 2000~2018 年长三角地区城市规模分布的 Zipf 维数及拟合优度变化

2000~2018 年长三角城市人口的 Zipf 维数在 0.9319~1.1116 之间, 总体呈倒“V”型趋势, 即 2000~2014 年 Zipf 维数由 0.9319 上升至 1.1116, 2014~2018 年 Zipf 维数由 1.1116 下降至 1.0308。2000~2002 年人口的 Zipf 维数小于 1, 表明长三角地区大城市首位明显不足, 中小城市居于主体地位, 城市人口规模分布趋于集中, 但这种趋势逐渐减弱。2003~2018 年 Zipf 维数均大于 1, 表明长三角地区城市人口体系转变为帕累托分布, 其中 2003~2014 年首位度呈增加的趋势, 2015~2018 年首位度呈下降的趋势。即 2003~2018 年长三角地区核心城市人口扩张较快, 集聚效应进一步增强, 各城市非农业人口规模差异较大, 2003~2014 年人口规模的差异呈扩大趋势, 2015~2018 年人口规模的差异呈缩小态势。

2000~2018 长三角城市用地的 Zipf 维数在 0.8056~0.9123 之间, 均小于 1, 说明此阶段长三角地区城市用地面积均为均衡化分布, 即长三角地区首位度明显不足, 中间位序的城市居于主体地位, 城市用地规模分布趋于集中, 且中小城市由于经济快速发展, 其城市建成区面积扩张速度快于大城市。2000~2008 年城市用地 Zipf 维数总体呈波动上升态势, 且波动幅度较大, 反映出此阶段长三角地区各城市建成区面积扩展较快, 各城市建成区差异呈扩大趋势。2009~2018 年城市用地 Zipf 维数呈较为平稳的演变态势, 表明经历前阶段的快速扩展, 此阶段各城市建成区面积扩展速度有所放缓, 表现出较为稳定的扩张趋势。

3 长三角城市人口-面积的纵向异速分析

3.1 区域整体纵向异速分析

由异速增长模型, 对 2000~2018 年长三角地区城市人口与城区面积数据进行双对数线性拟合, 得到长三角城市人口-面积异速增长拟合模型(图 4)。

2000~2018 年标度指数在 0.7068~0.8279 范围内波动变化, 即研究期内各年份长三角地区整体均为负异速二级类型, 各年份拟合方程的拟合优度均在 0.73 以上, 表明拟合效果较好。由标度指数的变化趋势, 可以将其划分为四个阶段: 2000~2005、2006~2008、2009~2014 和 2015~2018 年。2000~2005 年标度指数呈波动下降的趋势, 由 2000 年的 0.8086 变动至 2005 年的 0.7245, 标度指数变动较大, 其中 2000~2002 年呈“V”型变化, 2002~2005 年呈直线下降态势, 标度指数下降超过 0.10。2006~2008 年标度指数较为稳定并维持在较高水平。2009~2014 年标度指数呈波动下降的趋势, 并保持在较低水平。2015~2018 年标度指数呈“U”型变化, 并且呈上升趋势, 由 2015 年的 0.7737 上升至 2018 年 0.7825。四个阶段又可以合并为两个阶段, 即 2000~2008 年标度指数总体呈波动下降态势, 2009~2018 年标度指数呈波动上升趋势。总体来说, 2000~2018 年长三角地区整体均处于人口扩张弱型的负异速二级阶段, 即城市人口的相对增长速度稍快于城市用地的相对增长速度。

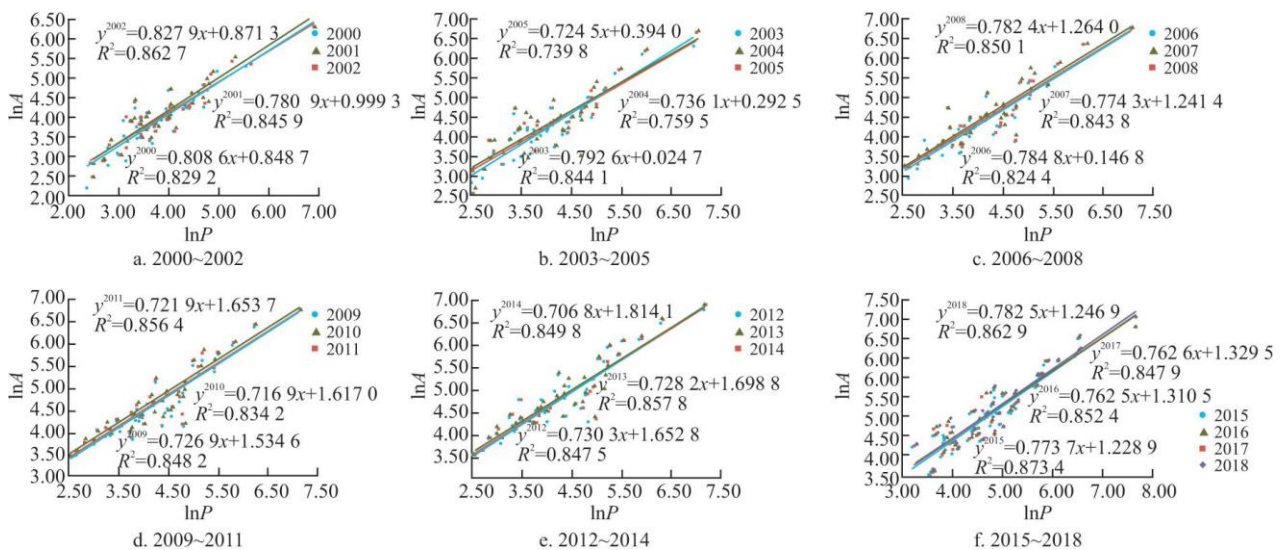


图 4 2000~2018 年长三角城市人口-面积异速增长拟合模型图

3.2 区域局部纵向异速分析

为进一步探究不同区域城市人口-面积异速增长关系,分别计算核心区、中心区和非中心区的异速增长模型,并绘制各区域标度指数的变化趋势(图 5)。

长三角核心区拟合优度均在 0.81 以上,中心区拟合优度均在 0.73 以上,非中心区拟合优度在 0.66 以上,表明各区域异速增长模型拟合效果较好。2000~2018 年长三角核心区标度指数总体呈缓慢平稳上升的态势,且均在 0.6800~0.7784 范围内波动,即核心区整体处于城市人口相对增长速度快于城市用地的人口扩张弱型阶段。2000~2018 年长三角中心区标度指数总体呈“U”型趋势,即 2000~2013 年呈下降趋势,2013~2018 年呈上升趋势。2000~2003 年长三角中心区标度指数均高于 1,处于土地扩张弱型阶段,2004~2008 年标度指数介于 0.85~1,属于城市用地相对增长速度稍快于城市人口的人地基本协调阶段,2009~2018 年低于 0.85,处于人口扩张弱型阶段。2000~2018 年长三角非中心区标度指数总体呈“W”型态势,即 2000~2008 和 2008~2018 年均呈“V”型趋势,各年份标度指数远远低于 0.85,均处于人口扩张弱型阶段。

2000~2018 年长三角核心区、中心区和非中心区异速增长模型的标度指数均值分别为 0.7330、0.8796 和 0.6113,标度指数的标准差分别为 0.0283、0.1356 和 0.0651,即呈现出中心区>核心区>非中心区的格局,且中心区标度指数的变动最为剧烈,核心区标度指数最为稳定。总体来说,长三角核心区和非中心区处于人口扩张弱型阶段,中心区逐渐由土地扩张转变为人口扩张型。

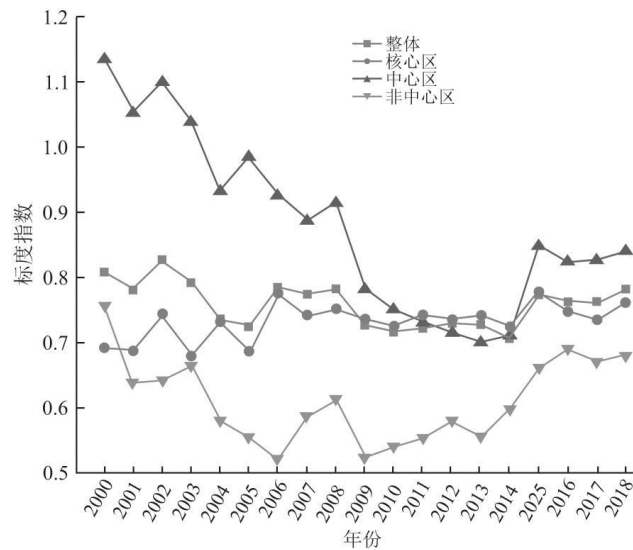


图 5 2000~2018 年长三角人口-面积异速增长标度指数变化

4 长三角城市人口-面积的横向异速分析

4.1 城市人口-面积横向异速增长分布特征

由上文对 2000~2018 年长三角地区异速增长划分的两大阶段,以长三角地区各城市城镇人口和建成区面积数据,利用异速增长模型计算 2000~2008 和 2009~2018 年各城市人口-面积异速增长的拟合模型,并对其标度指数进行可视化(图 6)。

2000~2008 年长三角地区以正异速为主,正异速城市 32 座,占有所有城市的 78.05%;负异速城市仅 9 座,占有所有城市的 21.95%。正异速城市主要分布在中心区、核心区中南部、非中心区南部和北部,其中正异速二级城市 4 座,分别为中心区的台州、马鞍山、滁州及非中心区的丽水,正异速二级城市 28 座,占正异速城市的 87.50%,主要分在核心区、中心区南部和西部、非中心区北部等地区。负异速主要分布在核心区北部和非中心区北部,其中负异速一级城市为芜湖和衢州,负异速二级城市为核心区的无锡、南通、扬州及非中心区淮安,负异速三级城市为核心区的舟山,非中心区的淮安和亳州。各城市异速增长模型的拟合优度总体较高,仅宿州、池州和宣城 3 座城市拟合优度低于 0.40。

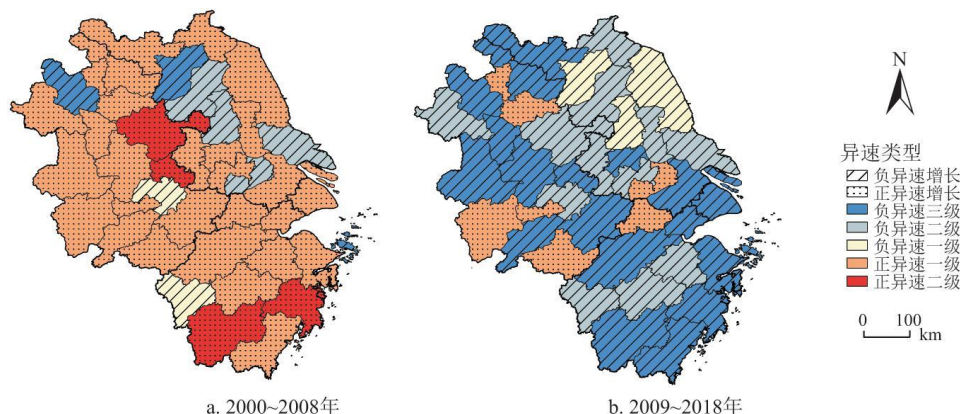


图 6 2000~2018 年长三角城市异速类型分布

2009~2018 年长三角地区以负异速为主,负异速城市 34 座,占有所有城市的 82.93%。正异速城市 7 座,占有所有城市的 17.07%。负异速城市主要分布在核心区、中心区南部和中部、非中心区的南部和西北部等地区,其中负异速三级城市 19 座,占负异速城市的 55.88%,主要分布在核心区中南部、中心区中部、非中心区北部等地区,负异速二级城市 12 座,主要分布在负异速三级城市周边,负异速一级城市分布在长三角东北部的扬州、盐城和宿迁。正异速城市分布比较分散,主要分布在核心区中北部、中心区西南部、非中心区北部等地区,且均为正异速一级城市。各城市异速增长模型的拟合优度有所下降,拟合较差的城市主要分布在中心区西南部和非中心区的北部。

2000~2008 和 2009~2018 年长三角地区各城市标度指数均值分别为 1.7924 和 0.6255,即研究期以来,大多数城市前期主要表现为城市用地相对增长速度高于城市人口的土地扩张弱型特征,而后期主要表现为城市人口相对增长速度高于城市用地的人口扩张型特征。

4.2 城市人口-面积横向异速增长变化特征

由 2000~2008 与 2009~2018 年长三角地区城市异速类型的分布及其变化,总结出 2000~2018 年长三角地区不同城市异速类型的变化情况(图 7)。

在 2000~2008 年 32 座正异速城市中,26 座正异速城市异速类型发生跃迁,且均为向下变化为负异速类型。正异速二级城市均转变为负异速城市,28 座正异速一级城市中,6 座城市未发生类型变化,剩余 22 座均转变为负异速城市。在 26 座异速类型发生变化的正异速城市中,仅 1 座城市向邻近类型变化,25 座城市异速类型发生跨级向下跃迁,即正异速城市类型变动率较高,81.25%向下类型变化,78.13%发生跨级向下跃迁,仅 18.75%未发生类型变化。在 2000~2008 年 9 座负异速城市中,4 座城市未发生类型变化,3 座向上类型转移为正异速城市,其中 2 座为跨级向上类型跃迁。负异速城市保持类型稳定的概率较高,类型稳定率为 44.44%,向上跃迁率 33.33%,跨级向上跃迁率 22.22%。

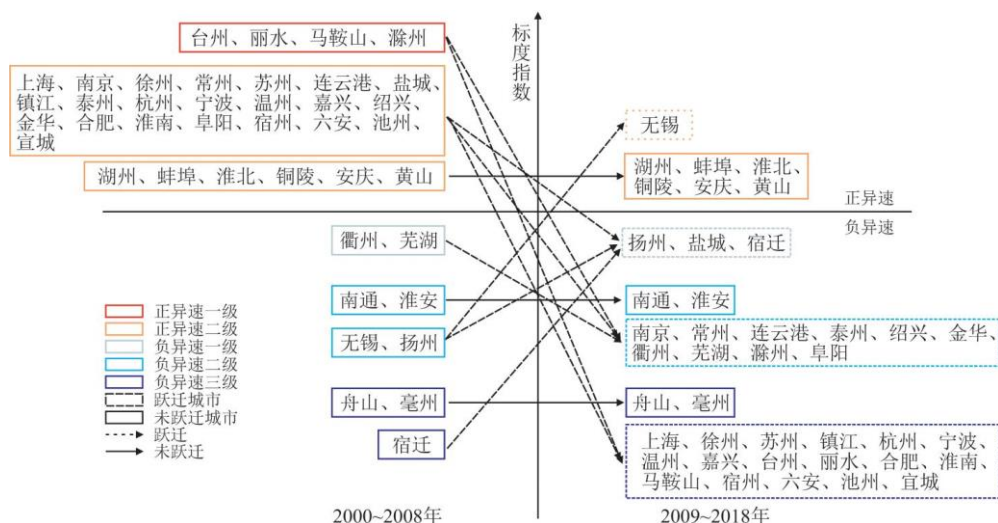


图 7 2000~2018 年长三角城市异速类型变化分布

从各种类型变化的空间分布看，异速类型保持稳定的城市较为分散，主要分布在核心区中部、中心区西南部和非中心区北部等地区，其中正异速保持稳定的城市主要在中心区西南部和非中心区北部，如铜陵、安庆、蚌埠、淮北等城市，负异速保持稳定的城市分布在核心区东部和非中心区北部。异速类型向上跃迁的城市仅 3 座，分布在长三角地区东部的无锡、扬州和宿迁。异速类型向下跃迁的城市数量较多，其中逐级向下跃迁的城市仅盐城、衢州和芜湖 3 座，而跨级向下跃迁的城市 25 座，主要分布在核心区、中心区南部和中部、非中心区的西部和北部等地区。

4.3 长三角异速增长的区域演化过程

由长三角地区各城市人口与建设用地数据，结合长三角城市异速类型格局(图 6)，识别出长三角各区域人口、用地及其异速关系的空间分异与演变。

2000~2008 年长三角核心区、中心区和非中心区均以正异速一级类型为主，核心区、中心区和非中心区正异速一级城市分别有 11 座、8 座和 9 座，分别占其所在区域的 68.75%、72.73%和 64.29%。2009~2018 年长三角核心区、中心区和非中心区均以负异速类型为主，核心区、中心区和非中心区负异速城市分别有 14 座、9 座和 11 座，分别占其所在区域的 87.50%、81.82%和 78.57%，即长三角各区域大多数城市均由土地扩张强型转变为人人口扩张型。

从城市人口和城市用地要素的区域配置上，长三角核心区均居较高水平，中心区处于中等水平，非中心区处于较低水平，而长三角异速类型转变的原因主要为研究前期各区域建设用地均呈现快速扩张态势，且核心区、中心区和非中心区扩张速度依次降低。长三角核心区 and 中心区部分城市(如温州、金华等)吸引大量外来人口，这些地区城市人口呈快速上升趋势，但城市面积扩张速度更快，中心区大部分城市和非中心区人口多处于外流状态，城市人口也增长较慢，故城市用地面积相对增速远高于城市人口。研究后期，随着新型城镇化政策的提出并实施，城镇化开始转向追求质量提升，国家也开始严控大城市面积的过度扩张^[35]，并将江苏和安徽两省、上海和浙江的部分地区列为国家新型城镇化综合试点地区，故此阶段各区域城市面积扩张速度有所减缓。随着长三角中心区和非中心区经济的快速发展，核心区吸引外来人口的优势逐渐丧失，使核心区人口及城镇人口增速慢慢降低，但其城市人口相对增速仍高于城市用地。中心区和非中心区外人口的“回流”^[36]，使其人口及城市人口均加速增长，增速远超过城市用地。

4.4 异速增长下长三角地区城镇化发展建议

在经济全球化背景下，城市群已成为国家参与国际分工与全球竞争的重要地域组织单元。长三角城市群作为中国参与国际竞争的重要平台，亦是中国发展速度最快的城市群之一，已处于城市异速增长的空间博弈转向协调发展的关键阶段。在长三角城市群区域一体化向高质量发展中，长三角地区大多数城市人口-面积异速关系由土地扩张向人口扩张转变，即依赖土地扩张的城镇化模式难以为继，城镇化动力逐渐由土地扩张推动转变为人增长推动，体现出长三角城镇化质量的提高。在此阶段，更应该提出调控城市群协调共进发展的政策措施，提升长三角城市群全球竞争力，以实现经济社会一体化和高质量发展中的引领和示范作用。

长三角核心区为长三角地区经济最发达、人口城镇化率最高的区域，其产业结构完备，工资水平较高，故核心区外来人口和城市人口的增速较快，属于人口扩张类型。核心区应优化营商环境，加快发展新兴产业，培育经济新动能，加强资源配置效率，优化存量土地利用结构，发挥核心区城市作用，推动长三角一体化高质量发展。长三角中心区相对核心区经济优势明显不足，又由于地理邻近性，2008 年国际金融危机爆发直接促使长三角核心区产业结构加速优化升级^[37]，并将劳动密集型产业转移至中心区和其他地区，故中心区人口出现“回流”且城市人口增速加快，处于人口扩张阶段。中心区为吸引外来人口的持续流入，提高人口城镇化程度，需要加快产业结构调整，优化服务增强企业活力，同时应提高土地利用效率，避免城市无序扩张。长三角非中心区多为中小城市，经济发展水平相对较低，受核心区和中心区的经济溢出效应，非中心区经济近年来快速发展，其外出人口也出现“回流”现象，故城市人口增速较快，处于人口扩张阶段。非中心区在加快推进人口城镇化时，应该经济发展质量和区域产业基础能力，优化营商环境，增强市场活力，吸引外出人口返乡就业创业，将人力资源优势转化为经济发展优势，同时也应注重土地城镇化的协调推进，集约节约利用土地，挖掘盘活存量建设用地。

5 结论与讨论

本文以长三角地区 2000~2018 年各城市人口规模和用地规模为研究对象，在趋势面分析和位序-规模法则探究区域城市人口与用地总体分布特征的基础上，建立城市人口-面积异速增长模型，分析长三角整体、局域及各城市的异速增长规律，得到以下结论：

(1) 长三角城市人口与用地呈现出“中间高南北低，东高西低”的空间分布特征，各方向上人口与用地的差异表现出扩大的趋势。长三角地区城市人口逐渐由均衡化分布转化为集中化分布模式，城市用地则一直维持集中化分布模式。人口分布模式的转变与用地分布模式的不变直接导致了长三角大多城市异速类型的转变，也为研究其异速增长关系及演变奠定基础。

(2) 长三角城市人口-面积异速增长呈现出城市人口相对增速稍高于城市用地的人口扩张弱型特征。整体上，标度指数在 2000~2008 年波动下降，2009~2018 年波动上升；局部上，核心区标度指数呈平稳呈稳定上升态势，处于人口扩张弱型阶段，中心区和非中心区标度指数呈先下降后上升态势，中心区逐渐由土地扩张型转变为人扩张弱型，非中心区处于人口扩张弱型阶段。

(3) 长三角地区城市 2000~2008 年主要以正异速为主，2009~2018 年转变为以负异速为主，中心区、核心区和非中心区转变速度依次递减，反映出长三角大多数城市城镇化动力逐渐由土地扩张推动转变为人增长推动。随着国家加强对城镇建设用地规模的管控，长三角地区城市建成区扩张速度或将持续减缓，长三角一体化战略的纵深发展及地位提升，将促进城市群人口城镇化率的持续提高，换言之，长三角地区城市人口-面积的异速增长将继续保持负异速状态。

目前城市异速增长的研究主要以单个城市或区域的纵向异速分析，研究单元也未能突破行政区划的束缚，基于此本文的贡献如下：一是将横向异速和纵向异速联系起来，共同分析研究区异速增长的发展规律，拓展了异速增长在城市地理中的应用；二是以城市群为研究单元，基于区域结构视角，揭示不同尺度下异速增长的演化特征及区域差异，丰富了异速增长的研究范式。

城市群是工业化和城镇化发展到高级阶段的必然产物，并在推动区域协调发展、参与国际合作与竞争中扮演着重要角色，但

中国的城市群仍存在着城市及其要素发展不协调、资源配置效率低下等问题,对长三角城市人口-面积异速增长规律的研究,可以促进长三角城市群资源优化整合和更高质量一体化发展,带动长江经济带和中国经济社会持续发展繁荣,对其他城市群和地区的协调发展和城镇化的快速推动提供理论基础和实践经验。由于论文得到的结论多是处于人口扩张阶段,与中国土地城镇化快于人口城镇化的通常认知相悖,原因在于县城及建制镇建设用地面积扩张较快,掩盖了城市建设用地扩张的实际状况,而本文使用的数据为市辖区非农业人口与建成区面积,更有利于探究城市人口城镇化与土地城镇化的真实状况。此外,城镇化涉及人口、土地、经济、社会和生态等多个方面,本文仅研究城市人口-面积的异速关系,在今后的研究中可以加入其它城镇化要素,分析多种城镇化要素间的异速增长规律,还可以探究异速关系的演变及驱动机制,为城市群协调发展提供更具针对性的意见和建议。

参考文献:

- [1]周一星.城市地理学[M].北京:商务印书馆,1995.
- [2]龙玉清,陈彦光.基于灯光数据的京津冀城市多尺度异速分析[J].地理科学进展,2019,38(1):88-100.
- [3]LEE Y.An allometric analysis of the US urban system:1960-1980[J].Environment and Planning A,1989,21(4):463-476.
- [4]BENGUIGUI L,BIUMENFELD-LIEBERTHAL E,CZAMANSKI D.The dynamics of the Tel Aviv morphology[J].Environment and Planning B:Planning and Design,2006,33(2):269-284.
- [5]BATTY M,CARVALHO R,HUDSON-SMITH A,et al.Scaling and allometry in the building geometries of Greater London[J].The European Physical Journal B,2008,63(3):303-314.
- [6]WEST G B,WOODRUFF W H,BROWN J H.Allometric scaling of metabolic rate from molecules and mitochondria to cells and mammals[J].PNAS,2002,99(suppl.1):2473-2478.
- [7]BETTENCOURT L,WEST G.A unified theory of urban living[J].Nature,2010,467(7318):912-913.
- [8]KÜHNERT C,HELBING D,WEST G B.Scaling laws in urban supply networks[J].Physica A,2006,363(1):96-103.
- [9]BETTENCOURT L M A,LOBO J,HELBING D,et al.Growth,innovation,scaling,and the pace of life in cities[J].PNAS,2007,104(17):7301-7306.
- [10]UM J,SON S W,LEE S I,et al.Scaling laws between population and facility densities[J].PNAS,2009,106(34):14236-14240.
- [11]陈彦光,刘明华.城市结构和形态的分形模型与分维测算[J].信阳师范学院学报(自然科学版),1998,11(3):269-272.
- [12]刘继生,陈彦光.长春地区城镇体系时空关联的异速生长分析:1949-1988[J].人文地理,2000,15(3):6-12.
- [13]刘继生,陈彦光.山东省城市人口-城区面积的异速生长特征探讨[J].地理科学,2005,25(2):135-141.

-
- [14]李郇, 陈刚强, 许学强. 中国城市异速增长分析[J]. 地理学报, 2009, 64(4):399-407.
- [15]孙在宏, 袁源, 王亚华, 等. 基于分形理论的江苏省城市规模分布与异速生长特征[J]. 地理研究, 2011, 30(12):2163-2172.
- [16]古杰, 陈忠暖, 张少伟. 中国中部六省城乡人口异速生长过程分析[J]. 云南地理环境研究, 2010, 22(4):13-19.
- [17]徐锋, 古杰, 刘彬. 基于人口异速生长的湖南省城镇化发展阶段研究[J]. 城市学刊, 2018, 39(3):24-29.
- [18]高志刚, 韩延玲, 张凌志. 城市规模与产出关系的分形研究: 以新疆城市为例[J]. 城市规划, 2013, 37(6):37-40.
- [19]董磊, 王浩, 赵红蕊. 城市范围界定与标度律[J]. 地理学报, 2017, 72(2):213-223.
- [20]李敏, 胡载舟, 湛正群. 异速标度设施优化模型在东莞市基础设施布局中的应用和启示[J]. 系统工程, 2018, 36(10):145-151.
- [21]李秀玲. 东北地区副省级城市人口、土地和产值的分维关系研究[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2016(6):134-138.
- [22]孙燕, 张云鹏. 长三角城市群工业产值—用地面积的异速生长研究[J]. 现代城市研究, 2017, 32(10):110-116.
- [23]余升国, 彭旭辉. 我国城市医疗卫生服务的异速标度分析[J]. 中国卫生经济, 2016, 35(3):54-56.
- [24]许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学(第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [25]TAN M H. Uneven growth of urban clusters in megaregions and its policy implications for new urbanization in China[J]. Land Use Policy, 2017, 66:72-79.
- [26]郭建科, 陈园月, 于旭会, 等. 1985 年来环渤海地区港口体系位序—规模分布及作用机制[J]. 地理学报, 2017, 72(10):1812-1826.
- [27]REGGIANI A, NIJKAMP P. Did Zipf anticipate spatial connectivity structures?[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2015, 42(3):468-489.
- [28]BECKMANN M J. City hierarchies and the distribution of city size[J]. Economic Development and Cultural Change, 1958, 6(3):243-248.
- [29]陈彦光. 城市异速标度研究的起源、困境和复兴[J]. 地理研究, 2013, 32(6):1033-1045.
- [30]MARSHALL J D. Urban land area and population growth: A new scaling relationship for metropolitan expansion [J]. Urban studies, 2007, 44(10):1889-1904.
- [31]CHEN Y G. Multi-scaling allometric analysis for urban and regional development[J]. Physica A, 2017, 465:673-689.

[32]尹上岗, 杨山. 长三角地区城市人口-绿地面积异速增长特征及驱动机制[J]. 地理研究, 2021, 40(10):2780-2795.

[33]陈彦光, 许秋红. 区域城市人口一面积异速生长关系的分形几何模型——对 Nordbeck-Dutton 城市体系异速生长关系的理论修正与发展[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 1999, 12(2):78-83.

[34]CHEN Y G.Characterizing growth and Form of fractal cities with allometric scaling exponents[J].Discrete Dynamics in Nature and Society,Volume 2010,Article ID 194715,22 pages.

[35]辜胜阻, 曹冬梅, 韩龙艳. “十三五”中国城镇化六大转型与健康发展[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(4):6-15.

[36]罗小龙, 曹姝君, 顾宗倪. 回流城镇化: 中部地区城镇化开启新路径[J]. 地理科学, 2020, 40(5):685-690.

[37]张庆霖, 苏启林. 代工制造、金融危机与东部地区产业升级[J]. 经济管理, 2010, 32(1):25-34.

注释:

1 2010 年颁布的《长江三角洲地区区域规划》指出, 长三角核心区为上海、南京、苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州、南通、杭州、宁波、湖州、嘉兴、绍兴、舟山、台州 16 座城市. 2019 年 12 月出台的《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》指出, 长三角中心区为上海、南京、无锡、常州、苏州、南通、扬州、镇江、盐城、泰州、杭州、宁波、温州、湖州、嘉兴、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 27 座城市, 故非中心区为江苏、浙江和安徽剩余的 14 座城市, 分别为徐州、连云港、淮安、宿迁、衢州、丽水、蚌埠、淮南、淮北、黄山、阜阳、宿州、六安、亳州.