

# 基于位序钟的成渝城市群城市位序 ——规模动态分析

韩剑萍<sup>1, 2</sup> 黄庆旭<sup>2, 3</sup> 何春阳<sup>2, 3</sup> 朱磊<sup>2</sup> 苟思远<sup>2, 31</sup>

(1. 绵阳师范学院 资源环境工程学院, 中国四川 绵阳 621000;

2. 北京师范大学 地表过程与资源生态国家重点实验室, 中国 北京 100875;

3. 北京师范大学 地理科学学部, 中国 北京 100875)

**【摘要】:** 文章采用位序钟方法, 在城市群和不同规模城市尺度分析了成渝城市群城市位序—规模的时空动态特征, 并探讨主要影响因素。结果表明, 改革开放 40 年来, 成渝城市群的城市位序波动较大, 平均每个城市的位序变动了 20 位。其中, 特大城市位序稳定, 中等城市位序上升, 大、小城市位序下降, 其年均城市位序变化量分别为 0、-14.9、1.8 和 3.8 位/个。社会经济发展、规划政策和区位特征共同影响城市位序动态。特大城市的“虹吸”效应仍然显著, 而“涓滴”效应不明显。特大城市与大城市城市人口和 GDP 的比值由 1990 年的 7.6 和 5.4, 扩大到 2015 年的 8.7 和 9.4。2000 年以来鼓励中小城市发展的政策促进中等城市的位序上升。但受自然区位和基础设施等影响, 小城市位序整体下降。未来, 应着重培育绵阳和南充等大城市, 向上承接特大城市的扩散转移, 向下辐射带动周边中小城市的发展。

**【关键词】:** 城市景观 位序等级钟 城市可持续性 成渝城市群

**【中图分类号】:** F127 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2020) 12-0048-08

成渝城市群是国家重点建设的中国第四大城市群, 准确认识其城市规模动态是城市群协调发展和合理规划的重要前提。现有的研究大多关注城市规模的宏观分布, 难以揭示城市个体在城市群演化过程中的作用。城市位序—规模关系是指城市规模与按城市规模排列的城市位序之间的关系<sup>[1-2]</sup>。一般认为, 城市位序—规模总体上保持着较稳定的关系, 服从幂律分布<sup>[3-4]</sup>, 但随着城市的发展, 城市体系内每个城市的位序和规模在不断地变化, 而这些变化是难以通过幂律分布揭示的<sup>[5-6]</sup>。所以, 研究城市个体的位序—规模变化不仅有助于理解每个城市在城市体系演化过程中的作用, 而且在实践上可指导不同规模城市的协调和可持续发展。

改革开放以来, 成渝城市群已发展成为中国中西部最大的城市群, 是仅次于长三角、粤港澳大湾区和京津冀的国家重点推进建设的中国第四大城市群<sup>[7]</sup>, 也是长江经济带与“‘一带一路’倡议”的重要支点与纽带<sup>[8]</sup>。2020 年, 中央提出成渝地区双城

**作者简介:** 韩剑萍 (1973-), 男, 甘肃静宁人, 硕士, 副教授。主要研究方向为城市和区域可持续性。E-mail:hjp2001@163.com。黄庆旭 (1984-), 男, 四川成都人, 博士, 副教授, 博士生导师。主要研究方向为城市景观过程和城市可持续性。E-mail:qxhuang@bnu.edu.cn。

**基金项目:** 国家自然科学基金面上项目 (41971225); 四川县域经济发展研究中心项目 (XY2017047)

经济圈建设，“使成渝地区成为具有全国影响力的重要经济中心、科技创新中心、改革开放新高地、高品质生活宜居地，打造带动全国高质量发展的重要增长极和新的动力源。”目前，成渝城市群的城市位序—规模分布虽然整体呈现“核心—边缘”的集聚分布<sup>[9]</sup>，但中小城市的位序变动很大。例如，1980—2015年，龙泉驿的城市建成区规模从第75位升到第8位，上升了67位，而叙永的城市建成区规模却从第34位降到第102位，下降了68位。此外，2016年发布的《成渝城市群发展规划（2016—2030年）》也强调城市群大城市发育不足，无法分担特大城市的职能，带动中小城市发展<sup>[10-11]</sup>。因此，从城市个体角度准确揭示城市规模动态，引导成渝城市群协调和可持续发展，可为国家“一带一路”和新型城镇化建设提供重要支撑。

已有一些学者利用城市规模分布指数刻画了成渝城市群城市规模的宏观分布。例如，李小浩通过城市首位度、基尼系数和Zipf维数等指标，采用城市非农人口数据，分析了2000年以来成渝城市群城市规模分布情况，认为其基本符合Zipf定律<sup>[12]</sup>。钟海燕综合使用城市金字塔、首位度和位序—规模法则，采用1998—2012年非农人口数据，对成渝城市群城市规模分布特征进行了研究，认为属于双核首位分布型<sup>[13]</sup>。曹跃群等采用1990—2008年非农人口数据，对成渝城市群城市规模分布进行了实证研究，认为城市规模分布变化波动较小，有趋于集中分布的趋势<sup>[14]</sup>。上述研究为认识成渝城市群城市位序—规模动态提供了很好的基础，但在以下两方面仍需进一步改进。第一，城市规模分布指数是一种自上而下的研究方法，仅能揭示城市位序—规模的宏观分布，难以揭示城市个体在城市体系演化过程中的作用与机制。第二，由于以上研究大多采用城市非农人口表征城市规模，所以研究时段多集中在2000年之后，但非农人口数据也存在统计口径多变和长时间序列不可比的问题。因此，对于改革开放40年来成渝城市群城市个体的位序变化过程和原因仍缺乏一个清晰的认识。

位序钟方法为理解城市个体的位序—规模动态提供了新的视角<sup>[15]</sup>。长期以来，城市首位律、城市金字塔和Zipf定律被广泛用于分析城市规模分布的整体情况，但难以揭示城市个体在城市体系演化过程中的作用<sup>[16]</sup>。为此，Batty提出城市位序钟方法，并利用这种方法理解城市位序—规模时空演化的机制<sup>[1,5]</sup>。位序钟利用城市位序随时间变化的规律，侧重于从城市个体的角度出发，自下而上从不同时空尺度来分析每一座城市的位序和规模变化，进而理解城市规模分布的原因。该方法已被成功应用于理解中国城市位序—规模动态的研究中。例如，刘妙龙等引入位序钟理论，探讨了1950—2005年中国城市规模的演化过程，认为中国特大城市的规模变化较小，城市位序稳定<sup>[16]</sup>。Huang等结合位序钟和帕累托指数，分析了中国1992—2008年城市位序—规模的动态，认为结合两种方法可以识别出中国城市规模发展的重要转折点<sup>[15]</sup>。此外，本研究采用订正后的城市建成区数据，有效克服了城市人口数据统计口径不一致和不可比的问题，为分析成渝城市群过去40年的位序—规模动态提供了重要的基础。

本研究的目标是从城市个体角度，分析成渝城市群改革开放40年来城市位序—规模动态特征。首先，采用位序钟方法，分析城市群和不同规模城市的位序—规模动态特征；然后，探讨城市群不同规模城市位序变化的原因，并对城市群的发展提供建议。本研究可以为成渝城市群城市体系的协调和可持续发展，为“一带一路”和新型城镇化建设提供重要支撑。

## 1 研究区和数据来源

### 1.1 研究区

研究区涵盖整个成渝城市群，位于中国西南地区（图1）。成渝城市群是长江上游的经济核心地带，是西部大开发的重要平台、长江经济带的战略支撑以及国家推进新型城镇化的重要示范区。成渝城市群以成渝经济区为依托，以成渝两市为双核，总面积18.5万km<sup>2</sup>，2014年常住人口9094万人，GDP3.76万亿元，分别占全国的1.92%、6.65%和5.49%<sup>[11]</sup>。本研究中，成渝城市群共有109座城市，其中四川境内有88座，重庆有21座。参考2014年《国务院关于调整城市规模划分标准的通知》及已有研究<sup>[17]</sup>，利用四川省和重庆市2018年末城镇常住人口数据，将成渝城市群分为特大城市、大城市、中等城市和小城市四类（图1）。根据这一划分标准，成渝城市群有重庆和成都2座城镇常住人口超过500万的特大城市，绵阳、万州和自贡等8座城镇人口在100~500万的大城市，合川、内江和长寿等15座50~100万人口的中等城市，以及简阳、梁平和芦山等84座人口小于50万的小城市。

## 1.2 数据来源

本文使用从遥感影像提取的城市建成区面积来表征城市规模，统计的范围是市域。城市建成区的定义是指人工要素（包括道路、建筑、跑道和工业设施等）所占比例超过 50%的土地<sup>[18]</sup>。1980、1990、2000、2010 和 2015 年五期城市建成区数据来源于对刘小平等<sup>[19]</sup>提取的全球城市建成区数据集的修订。修订前的数据集基于 Landsat 影像和 DMSP-OLS 数据，采用归一化城市综合指数（normalized urban areas composite index, NUACI）提取得到，数据的空间分辨率为 30m，平均总体精度约为 83%。但是，这套数据在成渝城市群存在明显的漏分和错分现象。因此，基于 Landsat 影像，通过目视解译的方式对城市建成区进行了订正，勾绘出被漏分掉的城市建成区，并剔除了错分城市建成区。订正后的城市建成区数据与城市人口、GDP 和城市建成区面积三项统计数据显著相关，相关系数均在 0.85 ( $p < 0.01$ ) 以上。精度验证结果，平均 kappa 系数为 0.70，平均总体精度为 93.59%，平均漏分误差为 22.13%，平均误分误差为 27.78%<sup>[20]</sup>。地理辅助数据主要包括成渝城市群和县级行政边界数据，前者来自 2016 年国家发改委和住建部印发的《成渝城市群发展规划》，后者来源于中国国家测绘中心发布的中国 1:400 万县级行政边界矢量数据 (<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>)。

## 2 研究方法

本研究利用位序钟的定量指标方法，分别在城市群和不同规模城市两个尺度上分析改革开放 40 年来成渝城市群的城市位序—规模动态特征。

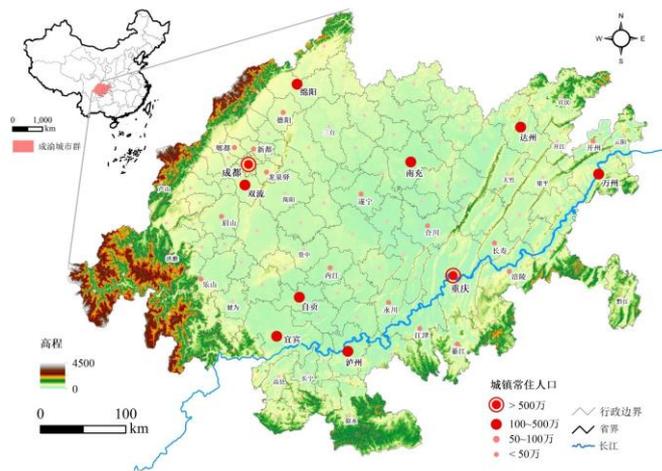


图 1 成渝城市群城市分布

### 2.1 绘制位序钟

城市位序钟方法能够定量和直观地表现城市体系内各个城市的位序随时间的变化<sup>[1]</sup>。首先，需要绘制成渝城市群的城市位序钟。根据 Michael Batty 提出的城市位序钟方法<sup>[1,5]</sup>，位序钟分析首先需绘制位序钟面，把城市的位序用等间隔的若干同心圆来表示，由位序为 1（最高位序）的同心圆开始，向外依次等间隔递减位序，直至设定的最低位序（最外层同心圆）。其次，分割位序钟面。依据研究的时间跨度，将位序钟面均匀划分为等面积的扇形截面，这些扇形截面代表的就是城市位序演变的时间跨度。最后，绘制每个城市的位序变化轨迹线，即一条表示位序随时间变化在钟面变化的螺旋线。若某城市的位序轨迹是从钟面中心向边缘移动，则该城市在位序排行中的地位逐渐降低，城市影响力逐渐减弱。反之，则该城市在位序排行中的地位逐渐升高，城市影响力逐渐增强。已邻近位序钟边缘或在最外层同心圆上游弋的城市，可能表征发展缓慢或退化中的城市<sup>[16]</sup>。

## 2.2 量化城市位序变化特征

利用位序钟的定量指标方法测算成渝城市群内城市个体的位序变化量。位序变化量 (annual rank shift,  $R_s$ ) 表示城市位序整体上是上升还是下降趋势, 位序变化绝对量 (annual absolute rank shift,  $R_{as}$ ) 表示一个城市体系中城市位序变动的整体波动强度<sup>[16]</sup>, 其计算公式为

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{R_{i,t} - R_{i,t-1}}{n} \quad (1)$$

$$R_{as} = \sum_{i=1}^n \frac{|R_{i,t} - R_{i,t-1}|}{n} \quad (2)$$

式中:  $i$  表示某一城市;  $n$  表示城市总体数量, 某一  $t-1$  时刻位序为  $R_{i,t-1}$  的城市, 在  $t$  时刻其位序变为  $R_{i,t}$ 。

本研究将城市位序一规模动态特征总体上分为上升、下降、稳定和波动四类。首先, 利用年均城市位序变化绝对量指标  $R_{as}$ , 将城市位序变化界定为稳定和波动两类。当  $R_{as} > 0$  时, 城市位序波动, 当  $R_{as} = 0$  时, 城市位序稳定。其次, 利用年均城市位序变化量指标  $R_s$ , 将城市位序变化分为上升和下降两类。当  $R_s < 0$  时, 城市位序上升, 当  $R_s > 0$  时, 城市位序下降。

## 3 研究结果

### 3.1 城市群城市位序变化整体特征

改革开放 40 年来, 成渝城市群的城市位序波动较大, 总体上呈波动递减趋势 (表 1, 图 3b)。1980—2015 年, 城市群城市年均位序变化绝对量  $R_{as}$  为 19.7, 意味着平均每个城市的位序发生了 19.7 位的波动。分时段看, 1980—1990 年城市位序波动最大, 年均  $R_{as}$  为 17.5, 而 2010—2015 年城市位序波动最小, 其年均  $R_{as}$  为 4.9。位序钟面的结果也显示了城市位序的波动, 城市位序轨迹线呈现众多交叉点 (图 2a)。成渝城市群 109 座城市中, 位序上升的有 44 座, 下降的 62 座, 不变的 3 座。重庆、成都和绵阳 3 座城市的位序稳定, 其位序轨迹线在位序钟面呈同心圆状的旋转变化的。龙泉驿、云阳和双流等 16 座位序上升超过 30 位的城市位序轨迹线逐渐由位序钟边缘向内层推进, 而叙永、梁平和长宁等 14 座位序下降超过 30 位的城市位序轨迹线则逐渐向位序钟边缘扩散。

### 3.2 不同规模城市的位序动态

特大城市位序稳定 (图 2b、图 3a)。1980—2015 年, 重庆和成都两座特大城市的位序不变, 其年均城市位序变化绝对量  $R_{as}$  为 0。分时段看, 在 1980—1990 和 2010—2015 年两个时段, 特大城市的位序也没有变化, 其年均  $R_{as}$  也为 0 (表 1)。在总体位序稳定不变的背景下, 两座特大城市的位序在部分时段也发生过易位。具体地, 在 1980 和 1990 年, 重庆始终是成渝城市群首位城市, 成都位居第二。到 2000 年, 成都一跃成为首位城市。但到 2010 年, 重庆超越成都再次成为首位城市, 并一直保持到了现在。这种易位体现在位序的波动性上, 两座特大城市在 1990—2000 和 2000—2010 年两个时段年均  $R_{as}$  为 1, 其余时段为 0, 表现出平缓的曲线变化 (图 3b)。

表 1 成渝城市群 1980—2015 年城市位序变化

时间	特大城市		大城市		中等城市		小城市		城市群	
	$R_s$	$R_{as}$	$R_s$	$R_a$	$R_s$	$R_{as}$	$R_s$	$R_a$	$R_s$	$R_{as}$

1980—2015	0	0	1.8	9.8	-14.9	21.9	3.8	20.7	0	19.7
1980—1990	0	0	1.6	10.6	-7.8	18.1	2.4	18.5	0	17.5
1990—2000	0	1	-1.0	5.0	-3.4	7.4	0.8	7.5	0	7.1
2000—2010	0	1	1.5	3.5	-4.1	7.1	0.6	8.0	0	7.4
2010—2015	0	0	-0.4	2.1	0.4	2.5	-0.04	5.7	0	4.9

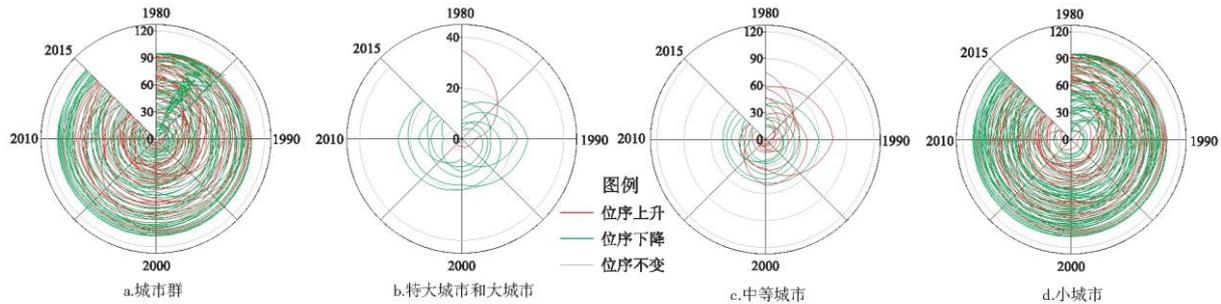


图2 成渝城市群 1980—2015 年位序钟

大城市位序下降（图 2b、图 3a）。1980—2015 年，成渝城市群 8 座大城市的平均位序下降了 1.8 位（表 1）。在这期间，年均位序变化量  $R_s$  大于 0 的有泸州等 6 座城市，其平均位序下降了 7.7 位。其中下降最多的是达州，下降了 17 位。在 1980—1990 年这一时段，大城市位序下降最多，平均下降了 1.6 位。从位序的波动性来看，大城市近似 L 型波动，在 1980—1990 年这一时段波动性最大，年均  $R_{as}$  为 10.6（图 3b）。

中等城市位序上升（图 2c、图 3a）。改革开放 40 年来，15 座中等城市的平均位序上升了 14.9 位（表 1）。在中等城市内部，龙泉驿、涪陵和乐山等 9 座城市的年均位序变化量  $R_s$  小于 0，平均位序上升了 31 位。其中上升最多的前三位依次是龙泉驿、郫都和新都，分别上升了 67、50 和 36 位。在 1980—1990 年，中等城市位序上升最多，平均上升了 7.8 位。同时，中等城市的位序波动是四类城市中最大的。1980—2015 年，中等城市年均  $R_{as}$  为 21.9，高于小城市的 20.7 和大城市的 9.8，分别高出 5.8% 和 123%。中等城市的位序呈波动下降趋势，波幅最大的时段也在 1980—1990 年，其年均  $R_{as}$  为 18.1（图 3b）。

小城市位序下降（图 2d、图 3a）。近 40 年来，84 座小城市的位序下降，其年均位序变化量  $R_s$  为 3.8（表 1）。位序下降超过 30 位的 14 座小城市是长宁、开江和叙永等，平均下降了 41 位。下降最快的叙永从 1980 年的第 34 位降到了 2015 年的第 102 位，下降 68 位。1980—1990 年是小城市位序下降最多的时段，平均下降了 2.4 位。其中下降最快的开江县降 51 位。小城市的位序也呈波动下降趋势，1980—1990 年波幅最大，年均  $R_{as}$  为 20.7（图 3b）。

纵向上看，大中小城市的年均位序变化绝对量均呈下降趋势（图 3b）。从改革开放后到新世纪初，大中小城市的位序变化放缓，即 1980—1990 年这 10 年的年均  $R_{as}$  远高于 1990—2000 年这 10 年，其后总体上趋于平缓下降（表 1）。一方面，一些中小城市在改革开放初期，城市经济发展快速，引起城市位序相对大幅升降。如龙泉驿和开江的升降幅度最大，分别上升和下降了 63 和 51 位。另一方面，新世纪初，随着改革进入深水区，改革政策效应不如 1980 年代初明显<sup>[21]</sup>。这一时期，城市位序变化最大的涪陵和芦山分别升降 43 和 22 位，远低于 80 年代的龙泉驿和开江的位序变化。2010 年后，随着中国经济发展进入新常态，外延式发展模式和城市土地财政难以为继<sup>[22]</sup>，更兼以人为中心的新型城镇化的大力推进，成渝城市群城市位序变化渐趋平缓。

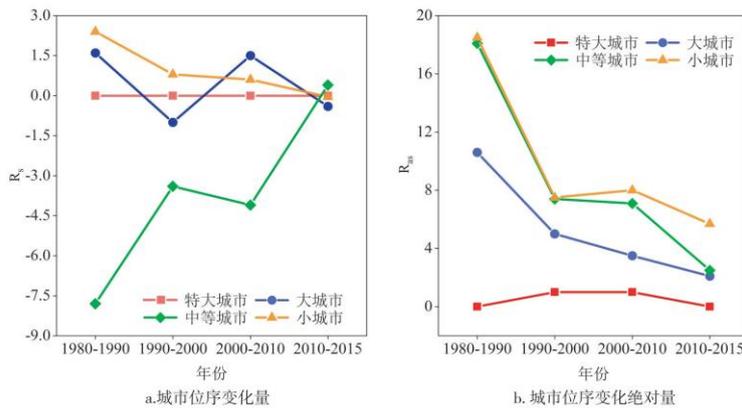


图3 成渝城市群城市位序变化

## 4 成渝城市群城市位序变化的原因

城市土地扩展和城市社会经济发展之间是一个复杂系统，存在政策、社会经济和土地的多向反馈过程<sup>[23-25]</sup>。为此，本文进一步讨论社会经济、政策和其它因素对成渝城市群城市位序变化的作用。

### 4.1 社会经济差异

社会经济差异是造成不同规模城市位序变化差异的重要原因之一（表2）。本研究发现，成渝城市群特大城市的“虹吸”效应仍然显著，而“涓滴”效应不明显。一方面，由于重庆和成都的基础设施、公共服务和就业空间的优势，城市群内外大部分的人口和资源要素流向中心城市，城市群尚处于“虹吸”效应主导的集聚型城市化阶段。重庆和成都占整个城市群流入人口的45%，GDP比重约占整个城市群的60%<sup>[26]</sup>。同时，成渝两座特大城市的社会经济增长远高于绵阳和万州等8座大城市，两者差距不断拉大。特大城市与大城市平均城市人口和GDP的比值由1990年的7.6和5.4，扩大到2015年的8.7和9.4。在社会经济发展差异下，特大城市的建成区面积与大城市差距进一步拉大。另一方面，重庆和成都的“涓滴”效应不明显。1980—2015年，重庆和成都周边的8座大城市有7座位序下降。其中达州的位序最大下降了17位。在2010年后，重庆和成都初步显现出“涓滴”效应，其周边8座大城市的平均位序上升0.4位。未来，城市群规划要在国家推动成渝地区双城经济圈建设的背景下，大力增强绵阳、南充和万州等大城市的桥梁能力，向上承接特大城市产业转移，向下辐射带动中小城市发展。

### 4.2 政策因素

政策对不同规模城市的位序变化也产生了重要影响（表2）。四川的强省会战略和重庆的直辖使得特大城市的规模聚集效应越来越强，造成中心城市“一城独大”，强化了特大城市位序—规模的稳定性<sup>[12,27]</sup>。同时，2000年以来国家和地方又实施了一系列积极鼓励中小城市发展的政策。2014年的《国家新型城镇化规划（2014—2020）》提出“把加快发展中小城市作为优化城镇规模结构的主攻方向”。2011年的《成渝经济区区域规划》提出要“做强区域性中心城市”“壮大重点城镇”。《四川省国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》提出要“积极发展中小城市”。这些政策对地处城市群平原及浅丘地带的龙泉驿、涪陵和乐山等53座中小城市的影响较大，其城市建成区规模上升，推动15座中等城市的平均位序上升了14.9位。其中上升最多的三座中等城市是龙泉驿、郫都和新都，各上升67、50和36位。但在城市群东北部和西南部的偏远地区，这些政策的效应不明显，仍有内江和宣汉等56座中小城市位序下降（图4）。

### 4.3 其它因素

产业结构以及区位条件的限制，是部分区域城市位序下降的主要原因。本研究发现，达州、万州、自贡、宜宾和泸州 5 座大城市的位序下降，同时周边的中小城市位序明显下降，形成集中连片的城市位序下降区（图 4）。造成这一现象的原因是多方面的。首先，这些地区的大城市产业结构主要依赖传统第二产业，从事第一产业的人口占比多。2015 年，这些大城市的主导产业仍旧是传统的第二产业，而这种产业类型已逐渐被以高新技术产业为代表的新型第二产业所取代，导致大城市的就业岗位和城市规模扩展的动力不足<sup>[26]</sup>。进一步，从就业水平结构来看，宜宾第一产业就业占 37%，远高于第二、三产业就业占比。达州和南充也存在类似情况。

表 2 社会经济发展和政策差异对不同规模城市的影响

	社会经济差异	城市发展政策
特大城市	<p>社会经济的快速增长促进城市规模在特大城市集聚。1990 四川长期实行的强省会战略和 1997 年重庆直辖加快了特大城市年，特大城市与城市群平均城市人口和 GDP 的比值分别为特大城市的扩展速度，强化了规模聚集效应，进一步拉大了与大城市的规模差距。</p>	<p>1980 年全国城市规划工作会议提出“控制大城市规模”，1990 年《中华人民共和国城市规划法》提出“严格控制大城市规模”。国家实施“控制大城市发展”的政策<sup>[28-29]</sup>。</p>
大城市	<p>社会经济增长较慢造成与特大城市的差距越来越大。特大城市与大城市城市人口和 GDP 的比值由 1990 年的 7.6 和 1990 年《中华人民共和国城市规划法》提出“严格控制大城市规模”。国家实施“控制大城市发展”的政策<sup>[28-29]</sup>。</p>	<p>1990 年《中华人民共和国城市规划法》提出“严格控制大城市规模”。国家实施“控制大城市发展”的政策<sup>[28-29]</sup>。</p>
中小城市	<p>社会经济增长是城市群中最低的。1990 年，中等城市的平均城市人口和 GDP 仅为特大城市的 7.7% 和 13.2%，小城市带的 53 座中小城市影响较大，其城市建成区面积上升，仅为 3.0% 和 6.0%。发展到 2015 年，中等城市的这两个比中等城市位序上升。但在城市群东北部和西南部偏远地区，政策效应不明显，仍有 56 座中小城市位序下降。</p>	<p>2000 年以来鼓励中小城市发展的政策对平原和浅丘地区，政策效应不明显，仍有 56 座中小城市位序下降。</p>

注：城镇常住人口、GDP 数据来源于《四川统计年鉴》《重庆统计年鉴》（1991、2001、2016）和同期《中国县域统计年鉴》。

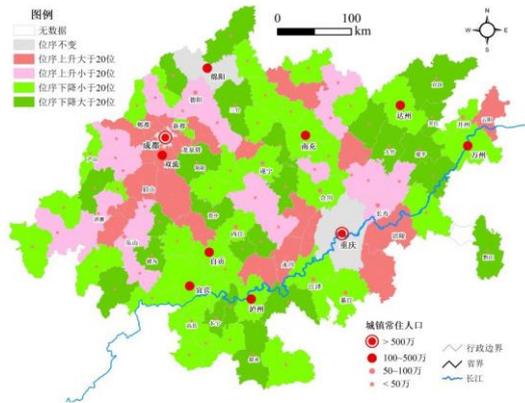


图 4 1980—2015 年不同规模城市的位序变化空间分布

其次，这些集中连片下降区内大城市和小城市的产业结构趋同，互补性差。在这些位序下降的大城市周边，中小城市产业结构绝大部分也为“二三一”甚至“一二三”模式，城市间产业结构趋同严重。从就业看，绝大部分这些小城市第一产业就业占比在 40% 以上，如洪雅（62.30%）、高县（53%）和宣汉（44%）。相邻的大城市农村人口所占比重均在 50% 以上。这些城市的产业结构趋同，尚未形成产业承接和互补关系。

第三，地理区位和基础设施条件较差。在成渝城市群边缘地区，由于地势海拔较高，地形条件复杂，基础设施建设成本高，交通可达性差，大中小城市的位序普遍下降。如城市群东北部的大竹、梁平和宣汉等小城市位于大巴山南麓，川、渝、鄂、陕结合部，位序分别下降了 49、40 和 35 位。城市群西南部的叙永、资中和犍为等小城市均位于小凉山山区、四川盆地与云贵高原交界，位序也分别下降了 68、45 和 41 位（图 4）。这些区域的地形、地势均不利于当地经济社会发展，发展空间有限，人口外流现象长期存在，城市位序规模持续下降，形成集中连片的城市位序下降区。未来，这些中小城市要抓住成都—南充—达州—万州高铁建设、长江经济带和西南入海大通道建设的机遇，充分利用区域交通走廊的轴线延伸带动作用<sup>[9]</sup>，克服区位交通劣势和产业结构趋同的问题，实现产业转型。

#### 4.4 未来展望

本研究采用位序钟方法，揭示了成渝城市群改革开放 40 年来每个城市的位序—规模演变特征，为区域不同规模城市协调发展提供了依据。但依然存在不足之处。首先，在提取 1980—2015 年城市建成区数据时，假设上一期城市建成区面积在后一期不会消失，即假设城市没有收缩。而实际上，城市建成区可能存在局部收缩<sup>[28]</sup>。值得指出的是，需要辩证地看待城市位序和规模的下降。长期以来，中国的城镇化是建立在激励增长的顶层设计下，主要关注城市的增长和扩张<sup>[29]</sup>。但是，通过“精明增长”提高城市建成区的用地效率，可以有效减轻城市无序蔓延的生态环境影响<sup>[30-31]</sup>。因此，需要同时关注规模和位序下降的城市，引导实现“精明增长”和“适当收缩”。

此外，订正得到的城市建成区数据虽然近 40 年，时间跨度较长，但年份较少，只有 1980、1990、2000、2010 和 2015 年五期数据，数据比较“稀疏”。同时，本文侧重于从不同规模类型城市角度分析，没有从时间趋势上进行深入分析。未来，在继续发掘利用序列更完整的城市建成区数据的同时，将结合人口、经济和交通等数据，对城市群的城市位序—规模动态做更全面和深入的研究。

## 5 结论

位序钟为深入理解成渝城市群的城市位序—规模动态提供了新的手段和视角。改革开放 40 年来，成渝城市群的城市位序波动较大，城市平均位序变化量为 20 位。在城市群内部，特大城市位序稳定，大城市位序下降，中等城市位序上升，小城市位序下降，其年均城市位序变化量分别为 0、1.8、-14.9 和 3.8 位/个。

社会经济发展、规划政策和区位特征等是不同规模城市位序变化的重要原因。特大城市的“虹吸”效应拉大了其与大城市间的规模差距，导致特大城市位序稳定，大城市位序下降。2000 年以来鼓励中小城市发展的政策促进了中等城市的位序上升。但受自然区位和基础设施等影响，小城市位序整体下降。

成渝城市群大城市的辐射带动作用仍需加强。未来，应着重培育绵阳、南充、泸州和万州等大城市，向上承接特大城市的扩散转移，向下辐射带动周边中小城市的发展。中小城市应积极与其周边的大城市对接，发挥其在城市与乡村之间的桥梁作用。

#### 参考文献:

[1]Batty M. Rank clocks[J]. Nature,2006,444(7119):592-596.

[2]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.

[3]Zipf G. Human behavior and the principle of least effort[M].Oxford:Addison-Wesley Press,1949.

- 
- [4]Parr J. A note on the size distribution of cities over time[J]. *Journal of Urban Economics*, 1985, 18(2):199-212.
- [5]Batty M. Visualizing space-time dynamics in scaling systems[J]. *Complexity*, 2010, 16(2):51-63.
- [6]Black D, Henderson V. Urban evolution in the USA[J]. *Journal of Economic Geography*, 2003, 3(4):343-372.
- [7]国家发改委. 2019 年新型城镇化建设重点任务[EB/OL]. [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201904/t20190408\\_932843.html](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201904/t20190408_932843.html), 2019-03-31.
- [8]方创琳, 周成虎, 王振波. 长江经济带城市群可持续发展战略问题与分级梯度发展重点[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(11):1398-1408.
- [9]顾朝林, 于涛方, 李王鸣. 中国城市化: 格局·过程·机理[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [10]姚士谋, 周春山, 王德, 等. 中国城市群新论[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [11]国家发改委, 住建部. 成渝城市群发展规划[EB/OL]. [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201605/t20160504\\_800779.html](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201605/t20160504_800779.html), 2016-04-27.
- [12]李小浩. 城市规模分布演化特征及空间协调性分析——以成渝城市群为例[J]. *城市学刊*, 2017, 38(1):73-79.
- [13]钟海燕. 成渝经济区城市体系优化分析: 基于位序规模模型[J]. *地域研究与开发*, 2014, 33(3):60-63.
- [14]曹跃群, 刘培森. 成渝都市群城市体系规模分布的实证研究[J]. *西北人口*, 2011, 32(1):95-98.
- [15]Huang Q X, He C Y, Gao B, et al. Detecting the 20 year citysize dynamics in China with a rank clock approach and DMS/OLS nighttime data[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015(137):138-148.
- [16]刘妙龙, 陈雨, 陈鹏, 等. 基于位序钟理论的中国城市规模等级体系演化特征[J]. *地理学报*, 2008, 63(12):1235-1245.
- [17]Gao B, Huang Q X, He C Y, et al. How does sprawl differ across cities in China? A multi-scale investigation using nighttime light and census data[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2016(148):89-98.
- [18]Liu Z F, He C Y, Zhou Y Y, et al. How much of the world's land has been urbanized, really? A hierarchical framework for avoiding confusion[J]. *Landscape Ecology*, 2014, 29(5):763-771.
- [19]Liu X P, Hu G H, Chen Y M, et al. High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2018(209):227-239.
- [20]韩剑萍, 苟思远, 黄庆旭, 等. 成渝城市群近 40 年城市规模分布演变——基于 K-S 检验的滚动样本回归[J]. *经济地理*, 2019, 39(8):59-67.
- [21]陆大道, 刘毅, 樊杰. 我国区域政策实施效果与区域发展的基本态势[J]. *地理学报*, 1999(6):496-508.

- 
- [22]王丰龙, 刘云刚. 中国城市建设用地扩张与财政收入增长的面板格兰杰因果检验[J]. 地理学报, 2013, 68(12):1 595-1 606.
- [23]吴一凡, 刘彦随, 李裕瑞. 中国人口与土地城镇化时空耦合特征及驱动机制[J]. 地理学报, 2018, 73(10):1 865-1 879.
- [24]闫小培, 毛蒋兴, 普军. 巨型城市区域土地利用变化的人文因素分析——以珠江三角洲地区为例[J]. 地理学报, 2006(6):613-623.
- [25]周国华, 贺艳华. 长沙城市土地扩张特征及影响因素[J]. 地理学报, 2006(11):1 171-1 180.
- [26]张学良, 张明斗, 肖航. 成渝城市群城市收缩的空间格局与形成机制研究[J]. 重庆大学学报: 社会科学版, 2018(6):1-14.
- [27]Shi L F, Zhang Z X, Liu F, et al. City size distribution and its spatiotemporal evolution in china[J]. Chinese Geographical Science, 2016, 26(6):703-714.
- [28]李郁, 吴康, 龙瀛, 等. 局部收缩: 后增长时代下的城市可持续发展争鸣[J]. 地理研究, 2017, 36(10):1 997-2 016.
- [29]吴康. 城市收缩的认知误区与空间规划响应[J]. 北京规划建设, 2019(3):4-11.
- [30]马强, 徐循初. “精明增长”策略与我国的城市空间扩展[J]. 城市规划汇刊, 2004(3):16-22, 95.
- [31]刘海龙. 从无序蔓延到精明增长——美国“城市增长边界”概念述评[J]. 城市问题, 2005(3):67-72.