

长江经济带城市体系空间结构

——基于夜间灯光数据的研究

张超¹ 王春杨² 吕永强³ 沈体雁^{4,*} (1. 河北工业大学 经济管理学院, 天津, 300401; 2. 重庆交通大学 西部交通与经济社会发展研究中心, 重庆, 400074; 3. 中国地质大学(北京) 土地科学技术学院, 北京, 100083; 4. 北京大学 政府管理学院, 北京, 100871)

【摘要】基于1996~2010年城市夜间灯光数据,运用城市位序规模法则、空间自相关分析和加权标准差椭圆等分析方法,对长江经济带城市体系空间结构及其变动特征进行系统分析。研究表明:长江经济带城市体系总体呈现东部相对密集、中西部相对稀疏的条形核心—边缘结构,1996~2010年间,城市体系集中度始终较高且经历了由“数量增长”向“规模扩张”转变的演化过程;城市体系空间增长表现为明显的先扩张后收缩、先向西南方向移动再向东北方向移动、沿海、沿江、沿沪昆线及南北交通通道轴线的动态演进特征;受地理条件、空间距离和发展阶段等因素的影响,长江经济带城市空间分布呈现明显的非连续性和片段化特征,区域内各城市群空间演化特征差异化显著,江浙沪地区已进入都市连绵化阶段,形成较为成熟的跨区域城市群,而长江经济带广大内陆城市群则基本处于以都市郊区化和多中心化为主导的发展阶段,尚不具备形成跨区域城市群的条件,各城市群边界和空间结构也存在诸多不确定性。

【关键词】长江经济带;夜间灯光数据;城市空间结构;时空演化

【中图分类号】F061.5 **【文献标识码】**A

0 引言

20世纪80年代初,我国著名经济地理学家陆大道院士提出中国国土和经济布局“沿海—沿江”开发的“T”字型发展战略。改革开放以来,我国率先实施了沿海优先发展的不平衡发展战略,沿海经济带得以飞速发展,而长江经济带发展则相对滞后。同时由于缺乏整体战略部署和有效协调机制,各地区经济互动基础薄弱,长江经济带内部各区域间经济发展也极不平衡。新时期,李克强总理提出打造“中国经济奇迹第二季”发展目标,目前沿海经济带支撑引领作用明显不足^[1]。同时,我国经济增长面临“新常态”,经济发展也迫切需要寻找新引擎。在此背景下,《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》明确提出要将长江经济带建设成为具有全球影响力的内河经济带。实现这一战略目标关键在于全面提升长江经济带的

区域竞争力,基本策略是推进长江经济带全方位协调发展,即“一体化策略”,包括产品、要素市场一体化、交通基础设施一体化以及各地区制度政策相互衔接。而城市体系正是一体化和区域协调发展的关键载体和组织枢纽^[2]。作为经济社会发展的重要空间依托,城市的规模是否合理、分布结构是否完善,直接关系到城市体系功能的发挥和竞争力提升,优良的城市体系空间形态也是区域协调发展目标之一。因此,深入分析城市体系空间结构特征及演化规律对于全面提升长江经济带的区域竞争力和影响力具有重大现实意义。

已有关于城市体系的实证研究主要基于城市人口统计数据并采用Zipf法则^①分析判断特定空间尺度下城市体系规模分布及演化的总体特征。在国家尺度上,Zipf法则已被用于分析诸瑞士^[3]、法国、日本^[4]、美国^[5]、葡萄牙^[6]、中国^{[7][8]}、巴西^[9]、印度^[10]以及OECD^[11]等国家城市体系规模分布及演化特征,不同国家得到的结果并不一致;区域尺度上,已有研究探讨了我国四大区域^{[12][13]}及省域城市体系分布及演化^[14],结果表明中国城市规模体系分布的地区差异较大,但演化趋势上大致都经历了一个先分散后集中的态势。城市群或都市区尺

基金项目:国家社会科学基金青年项目(13CJL063);重庆市社会科学规划博士项目(2012BS07);国家自然科学基金项目(71473008)

*通讯作者:沈体雁,教授,博士生导师。E-mail: tyshen@pku.edu.cn

度上,已有研究分析了美国大都会区^[15]、长三角^[16]、珠三角^{[17][18]}、京津冀^[19]、中原^[20]、辽中南^[21]及哈大长^[22]等城市群城市体系分布及演化态势,研究表明城市体系规模分布是否支持 Zipf 法则取决于城市群或大都会区“城市区域”边界合理界定。通过对既有研究梳理发现,在选取不同空间单元、国别或历史发展阶段条件下,相关研究得到的城市体系规模位序结构不尽相同,同时对现实中城市体系是否符合 Zipf 法则也存在较大的争议。这些争议也进一步印证了 Leamer and Levinsohn 有关“Zipf 法则的实证研究重心应在于估计而非验证”^[23]的观点,而 Krugman 也将 Zipf 定律称为“城市体系研究中的一大谜团”^[24]。

然而已有的基于不同国家或地区城市人口统计数据的城市体系实证研究存在三大缺陷。缺陷一:受研究方法所限,已有城市体系研究缺少空间维度。Zipf 法则主要探讨城市规模与其位序之间线性关系,侧重分析城市体系结构演化总体特征,缺乏对城市体系空间演化方向及内部空间分异的探讨。缺陷二:“行政城市”样本无法准确反映城市“相对密集”的特征。城市体系研究面临的首要问题是“城市”合理界定,城市本质上是人口和经济活动相对密集的空间单元,因此应采用居民规模在一定阈值以上的集聚区作为城市样本估计城市体系分布才是有效的。目前以“行政城市”样本的既有研究,实际默认了行政管理级别相对较高的地级市或县级市同时也是人口相对密集的“点”,这与现实并不相符^②。缺陷三:统计意义上城市边界与真实城市边界的差异性也使得城市人口统计数据无法真实反映城市人口规模。“行政城市”人口规模统计的基础是具有固定边界的空间单元,因此空间单元边界能否准确勾勒人口经济活动“集聚区”决定了人口数据的有效性。就我国而言,目前“行政城市”涵盖范围过大,在进行人口普查统计时,未能对内部城市、郊区等进行更进一步的划分;此外,城市人口统计数据不可靠性还源于“行政城市”边界的不断调整^③。以上三大关键缺陷大大降低了既有研究的可信度和政策含义,对把握特定区域城市体系规模分布及演化特征带来困难。鉴于以上原因,有学者提出了地理空间视角(geospatial perspective)^[25]这一概念,旨在打破原有基于行政区划统计数据的研究范式,进而转向基于微观组团或

图斑单元城市特征数据的分析范式。

本文尝试利用 DMSP/OLS 夜间灯光影像数据确定城市样本,对长江经济带城市体系规模分布及空间演化特征进行分析。DMSP/OLS 夜间灯光影像数据即是一种能够直接反应多维度城市化特征的图斑数据,夜间灯光面积及亮度等与城市化人口产业过程、土地住房过程、基础设施过程、环境过程及生活方式转变过程等均具有明显的相关关系^[26]。在我国,DMSP/OLS 夜间灯光总量与城市化水平^[27]、GDP 密度^[28]、人口分布^[29]等的相关性已经得到证明,其作为城镇体系、城市规模的度量具有可行性和可信度^{[30][31]}。在合理选定灯光亮度阈值(DN 值)条件下,城市规模即可由城市区域高于 DN 阈值值的灯光亮度总量近似表征,同时也就确定了城市体系样本,从而有效消除了城市界定和城市人口数据误差问题。除了以夜间灯光数据界定真实城市空间单元而非“行政城市”作为长江经济带城市结构分析的基本地理观测单元,本研究与已有研究的差异还体现在:不仅分析长江经济带城市规模分布特征和变动趋势,还将利用空间分析方法,系统测度长江经济带城市体系的空间结构和演化特征、空间集中和扩散程度、重心变动方向及趋势。

1 数据选择与研究方法

1.1 地域单元与数据选择

长江经济带横跨我国东中西三大区域,范围涵盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南和贵州共 11 个省市,面积约 205 万 km²。本文选取 1996、1999、2000、2003、2006 和 2010 年中国 DMSP/OLS 夜间灯光非饱和和定标数据作为基础数据进行研究,该数据优点在于:首先,数据包含城镇等稳定光源而背景噪声为 0,从而为城市体系实证研究提供了优质数据源;其次,该数据有效消除了夜间灯光数据的灯光饱和和效应,其可信度和可行性评估更为有效。此外,为消除云、火光等偶然噪声影响,掩膜提取中国 DMSP/OLS 夜间灯光并重采样为 1 km 空间分辨率。为研究需要,本文采用二次回归函数的方法对原始 DMSP/OLS 夜间灯光数据进行了相互校正,提高了其在时间序列上的可比性。

本文选取夜间灯光强度 DN > 40 作为城市“门槛值”,以便使长江经济带城市体系规模更有区分

度,即灯光强度 $DN > 40$ 的区域被视为城市。同时选取 50 km^2 作为筛选城市区域的另一项标准,以便消除局部非人口密集区单体夜光“亮点”(如单体工

业设施等)影响,最终得到长江经济带城市体系分布如图 1 所示。

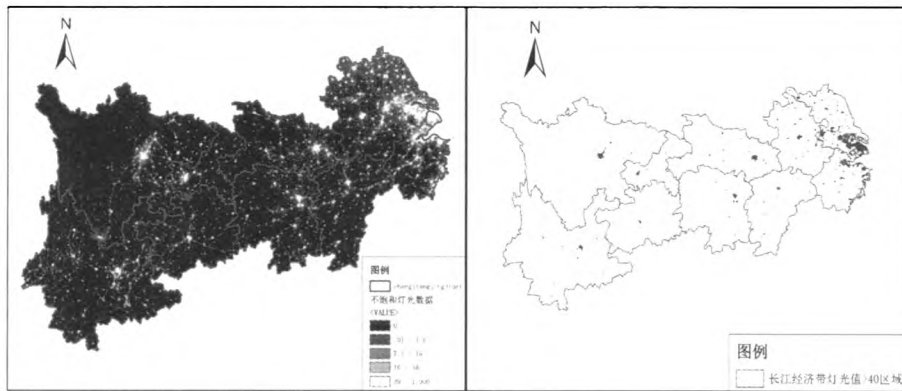


图 1 长江经济带夜间灯光遥感图和所选城市样本 ($DN > 40$)

1.2 研究方法

本研究首先基于城市体系的位序—规模法则,对长江经济带城市规模分布情况及变动特征进行分析;其次,利用探索性空间数据分析直观描述长江经济带城市分布形态及时空演化特征;最后,采用加权标准差椭圆方法分析城市体系整体演化方向。

1.2.1 城市位序—规模法则(City Rank-Size Rule)

城市位序—规模法通过数学模型直观阐释了城市排序与规模分布间的关系,以数学公式表达为:

$$P_r = K \cdot r^{-q}$$

其中, P_r 是第 r 位城市的规模, K 是最大城市的规模, r 是 P_r 城市的位序, q 为 Zipf 系数。如果 q 的绝对值趋近于 1, 说明各级城市规模发展较为均衡;如果 q 的绝对值大于 1, 即首位度较高, 说明城市规模更集中于大城市, 中小城市不够发达, 城市规模结构呈现首位分布格局;如果 q 的绝对值小于 1, 说明城市规模体系相对分散, 高位次城市规模不突出, 而中小城市则比较发达。

1.2.2 空间自相关分析

空间自相关分析旨在定量描述事物在空间上的依赖关系, 其包含全局和局部两类分析。全局空间自相关分析可以反映样本区域变量在地理空间上的整体关联特征和关联模式, 常用的测度指标是 Moran's I 统计量, 其计算方法为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}$$

其中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum (Y_i - \bar{Y})^2$, W 是空间邻接权重矩阵, 在本文中设定为基于共同边界的 queen 矩阵, n 为区域数量。Moran's I 在给定的置信水平下显著为正, 表示相似变量值在空间上呈集群分布; Moran's I 在给定的置信水平下显著为负, 表示变量值在空间上存在较大差异。而局部空间自相关分析采用 Local Moran's I 统计量、Moran 散点图、Moran 散点地图等来分析某地区与其相邻地区的空间关联模式。

1.2.3 标准差椭圆方法

标准差椭圆方法(SDE)最早由 Lefever 于 1926 年提出, 该方法通过具有特定特性的椭圆认识、表征空间要素布局。标准差椭圆作为度量空间分布的工具, 主要用于进行空间分布特征的范围及方向性因素判定, 是研究空间要素分布态势与演化最主要的工具之一。其中椭圆中心表征空间要素布局重心相对位置, 长短轴分别表征空间要素布局的主趋势方向和次要方向的离散程度, 椭圆面积表示要素空间分布的集中程度。标准差椭圆可表现离散数据集空间分布的重心、展布范围、密集性、方向和形态随时间变化的动态特征^[10], 其中单位标准差椭圆上分布的空间要素总量可体现其在二维空间上展布的密集程度^[12]。目前 SDE 方法已经被嵌入 ArcGIS 等商业软件并被广泛应用于诸如人口经济活动空间分布及变动、环境问题、城市病问题等重点领域^[12]。

2 长江经济带城市结构的总体特征

2.1 城市体系总体分布描述

从1999年和2010年长江经济带夜间城市灯光分布图来看,长江经济带的城市空间分布总体表现为一种特殊的东部相对密集、中西部相对稀疏的条形核心—边缘结构。长江上、中、下游灯光密度呈现出显著差异性,其中2010年东部三省市(江苏、上海、浙江)灯光密度 $21.32/\text{km}^2$,中部四省(安徽、江西、湖北、湖南)灯光密度 $3.32/\text{km}^2$,约为长三角地区的 $1/7$,西部四省市(重庆、四川、云南和贵州)灯光密度为 $1.71/\text{km}^2$,不到长三角地区的 $1/12$ 。结合自然环境、交通通道和区位等地理要素,长江

经济带可以划分为两大城市空间区域、四个城市密集区、一条主轴城市带和一条辅轴城市带。受地形影响,长江经济带城市体系分布以巫山—雪峰山为界明显分为长江中下游平原城市群和四川盆地—云贵高原城市群两个大的城市空间分布区域。四个城市密集区分别是以上海—南京—杭州为中心的长三角城市群、以武汉—长沙—南昌为中心的长江中游城市群、以重庆—成都为中心的成渝城市群,以及以昆明为中心的滇中城市群。此外,还包括一个次级的城市群,即黔中城市群。一条主轴是长江干流沿岸城市带,由上海、南京、武汉、重庆四个特大城市和沿江城市组成;辅轴由沪昆铁路沿线的上海、南昌、长沙、贵阳、昆明和沿线城市组成。

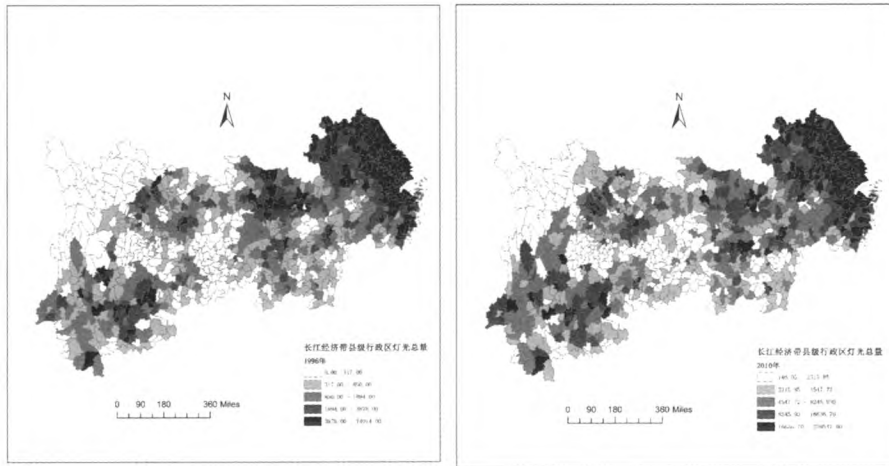


图2 1996年和2010年长江经济带城市规模地理分布图

2.2 城市规模分布:由“数量增长”转向“规模扩张”,集中度持续增强

整个长江经济带汇集了处于不同发展阶段和不同规模的城市,各城市的区位条件、发展基础不同,其规模随时间变动的速度也各不相同。基于1996~2010年间部分年份的城市样本(夜间灯光数据 $DN > 40$)对长江经济带城市规模体系及变动趋势进行测度,结果表明:首先,从城市样本数量上看,在选取 DN 门槛为40的条件下,长江经济带城市数经历了先上升后下降的过程。由1996年的103座逐步上升到2003年的341座,之后又下降到2010年的295座。其次,从 q 值的计算结果看,1996年以来长江经济带城市规模对位序的回归系数 q 值的绝对值不仅均大于1,而且大体经历了一

个逐渐上升的发展过程,从1996年的1.234增加到2010年的1.369(表1)。说明在这一时期,长江经济带城市体系演变经历了由“数量增长”向“规模扩张”转变的过程,现状城市规模体系的地理集中度较高,并呈现“发散增长”的演化特征,即城市体系首位度较高,大城市的规模很大,而中小城市不够发达,并且这种城市规模结构呈现首位分布格局的特征在考察期内不断加强。

2.3 城市空间变动:先扩张后收缩、先向西南移动后向东北移动

为进一步测度和发现长江经济带城市规模变动的空间方向,可以绘制城市体系的标准差椭圆图(图3),通过椭圆的中心坐标和面积变化明确城市规模在地理空间上的变动方向和集中程度。从图3

中可知,长江经济带城市体系空间分布总体呈现“东(略偏北)—西(略偏南)”格局,城市体系规模标准差椭圆长轴伸缩幅度大大强于短轴,这表明推动长江经济带城市体系演化的主要力量来自于东西方向的城市增长,而非南北向。1996~2010年间,长江经济带城市体系规模增长的空间演化呈现明显的先扩张后收缩、先向西南方向移动再向东北方向移动的变化特征。具体而言,1996~2000年,长江经济带城市体系灯光空间密集度由1.29/km²上升到2.27/km²,标准差椭圆空间范围明显增大,椭圆长轴和短轴均有所增长,且长轴增长量较大,椭圆中心坐标由(117.4E,30.62N)移至西南方向的(116.26E,30.38N),方位角变大,椭圆西部地区如重庆市、湖北、湖南中部等地为椭圆显著变化区域。说明这一时期长江经济带城市体系重心逐步向西部移动,中西部的城市体系边缘区域城市规模增长快于长三角等核心区域,其中湖北中西部、湖南西北部、重庆南部等区域是城市规模增长最显著的区

域;2000~2006年,长江经济带城市体系灯光空间密集度由2.27/km²上升到3.64/km²,而标准差椭圆空间范围明显缩小,椭圆长轴明显缩短而短轴变化不大,椭圆中心坐标由(116.26E,30.38N)移至东北方向的(116.89E,30.54N),贵州北部及湖南中部等地为椭圆显著变化区域。说明这一时期长江经济带城市体系重心又开始向东部移动,东部长江下游地区城市体系核心区城市规模增长快于长江中上游边缘区域;2006~2010年,长江经济带城市体系灯光空间密集度由3.64/km²上升到4.28/km²,标准差椭圆空间范围进一步缩小,椭圆中心坐标由(116.89E,30.54N)进一步移至东北方向的(117.31E,30.78N),重庆市南部、贵州北部及湖南中西部等地为椭圆显著变化区域。说明这一时期长江经济带城市体系重心进一步向东移动,东部长江下游地区城市体系核心区城市规模增长快于长江中上游边缘区域。

表1 1992~2012年夜间灯光数据DN>40城市样本下q值

年份	1996	1999	2000	2003	2006	2010
Constant	12.11 (0.052)***	13.26 (0.040)***	13.48 (0.031)***	14.50 (0.032)***	14.36 (0.038)***	14.46 (0.017)***
lni	-1.234 (0.011)***	-1.312 (0.008)***	-1.294 (0.006)***	-1.346 (0.006)***	-1.332 (0.007)***	-1.369 (0.007)***
Sample	103	175	209	341	336	295
R ²	0.985	0.979	0.977	0.966	0.966	0.967

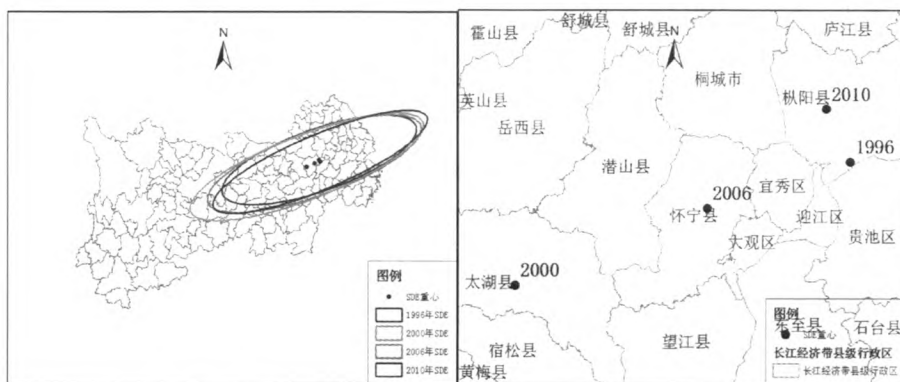


图3 1996、2000、2006、2010年长江经济带城市规模标准差椭圆及其重心变动

3 长江经济带城市结构的时空演化与分异

尽管城市体系规模一位序分析、标准差椭圆分

析结果集中反映了长江经济带在城市规模上的总体分布特征和变动方向,但未能对城市体系空间演化模式作出更多解释,毕竟相同的q值和密度值可

能对应不同的空间结构特征,因此需要分析城市体系的空间组织结构和演变特征。图4为1996年和2010年长江经济带城市地理分布的空间自相关 Moran'I 计算结果和散点图,结果表明长江经济带城市规模在空间上显著正相关,即呈现显著的城市集群特征,具体表现为较大规模城市相对地趋于和较大规模城市相临近,较小规模城市相对地趋于和较小规模城市相邻的空间结构。20年的城市地理分布 Moran'I 统计值(0.6972)略低于1996年的 Moran'I 统计值(0.7107),说明从1996年到2010年,长江经济带城

市规模空间分布的空间集群特征有弱化趋势。同时1996年、2010年两时间城市规模分布散点图表明,大多数城市表现为在地理空间上显著的正相关性,空间分布结构特征表现为非典型性。

为进一步测度城市体系局部空间结构特征及变动,需要进行城市规模的空间关联局域指标 LISA 分析。图5和图6分别为1996年和2010年的基于 Moran'I 散点图的城市空间集聚地图和显著性图。从图中可以发现长江经济带城市规模空间分布显著的局域特征和变动趋势。

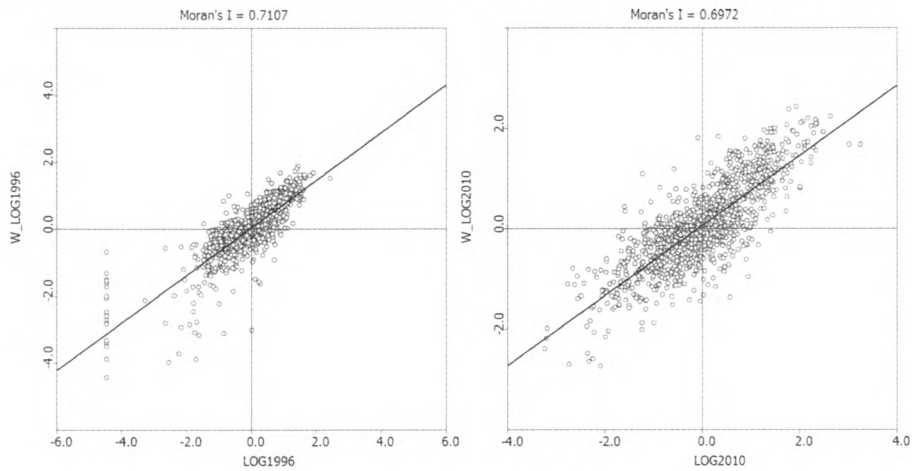


图4 1996年和2010年城市规模 Moran'I 散点图

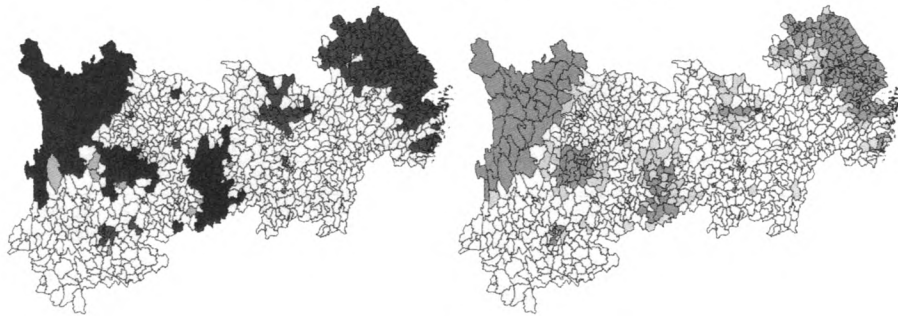


图5 1996年城市空间集聚地图和显著性图

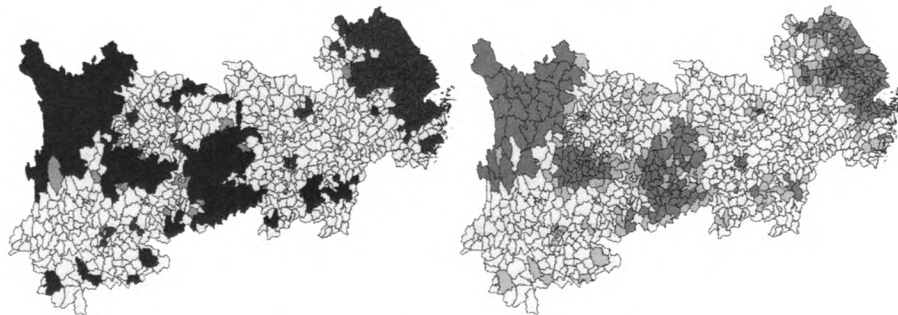


图6 2010年城市空间集聚地图和显著性图

首先,由于地理条件、空间距离、发展阶段等因素的差异性,长江经济带城市体系空间分布非连续

性和片段化特征明显。长三角地区是整个长江经济带城市体系发展最为完善的区域;长江中游地区三个次级城市群集聚规模均较小且相对孤立,未能形成具备一定规模的城市连绵区,城市群空间分布的非连续性较为突出,较大规模城市主要集中分布于武汉城市群和长株潭城市群,南昌城市群的集聚特征并不显著;长江上游地区城市体系空间分布非连续性特征更为突出,由于自然地理分割和交通不畅,重庆、成都两大城市对贵州、湘西、云南的辐射和带动效应均较小,成渝城市群、滇中城市群和黔中城市群间无法形成稳定的空间联系,三个突出的落后城市连绵带分别分布于渝东南地区、黔东南、湘西地区和川西地区。

其次,尽管长江经济带城市规模结构总体呈现首位分布格局,但不同区域城市体系演化呈现出巨大差异性。由图4、图5可知,长三角城市群空间结构和空间范围基本稳定,城市群内部各城市大致呈现平行增长态势,已进入都市连绵化阶段。异质性地区仅存在于局部个别地区,其中皖北阜阳、亳州、淮北、宿州、淮南、蚌埠等地个别县城规模提升相对滞后,而江西赣州北部及吉安中南部个别县城规模提升相对迅猛;长江中游各城市群空间结构变化特征最为明显,整体上逐渐由武汉城市群一支独大,转变为武汉城市群、长株潭城市群和南昌城市群的三足鼎立。其中,长株潭城市群和南昌城市群城市规模分布呈现一定空间扩散特征,但均不够显著;而武汉城市群极化特征显著,湖北中部襄阳、随州、荆门、荆州、宜昌、鄂州等地城市规模与武汉差距呈现加速扩大的态势。上游地区的成渝城市群空间发展较快,都市郊区化明显,而城市群空间扩散程度还较弱;滇中城市群集群特征有所减弱,而黔中城市群则缺乏较大规模城市。

第三,城市体系空间格局呈现沿海、沿长江干线、沿沪昆线及区域交通通道轴线发展的现状和趋势。其中尤其以武汉至长三角的长江下游沿线城市,沿沪昆铁路和沪昆高速沿线城市,南昌城市群、长株潭城市群和皖南城市带表现最为明显,此外湘江经济走廊沿线城市,成渝轴线城市等伴随交通条件的改善,也呈现出这一特征。但长江中上游沿线城市规模变动相对缓慢,原因首先在于长江中上游地区地理环境相对复杂、交通、通讯等基础设施建设薄弱,无法有效联接沿线城市,使得地区间要素

流动长期不畅;其次,区域间缺乏有效的利益协调机制,区域之间的竞争多于合作,长江作为黄金水道促进沿线城市发展的功能未能得到有效发挥。此外,长江中上游沿线城市规模大都偏小,武汉、重庆等主要城市目前仍处于加速集聚阶段,辐射带动能力有限。

最后,长江经济带各城市群边界和结构存在诸多不确定性。一是地理距离所带来的空间分割。例如,长江中游城市群的核心城市武汉到达另外两个核心城市南昌和长沙之间的高铁距离分别为359km和362km,要明显的远于上海到南京、杭州之间的距离,不仅中间缺乏过渡的城市节点,其人口和经济规模也远不及上海,跨区域城市群短时间内难以形成。在长江上游城市群,贵阳至重庆的高铁距离为345km,低于上述武汉至南昌、长沙的距离,略高于成渝之间的高铁距离(309km),未来有可能与成渝城市群对接。二是相邻区域的空间竞争。如长株潭城市群到珠三角城市群的空间距离约为700km,而同处长江中游的南昌城市群,其距离珠三角城市群和长三角城市群均在700km半径范围,虽然在空间距离上大于其至武汉的距离,但珠三角和长三角无论在规模还是在发展水平上都明显高于武汉城市群,因此二者对长株潭城市群和南昌城市群的影响远大于武汉城市圈,因此长株潭城市群和南昌城市群的空间发展和规模变动突出地表现是向南和沪昆沿线而非向北(图7)。

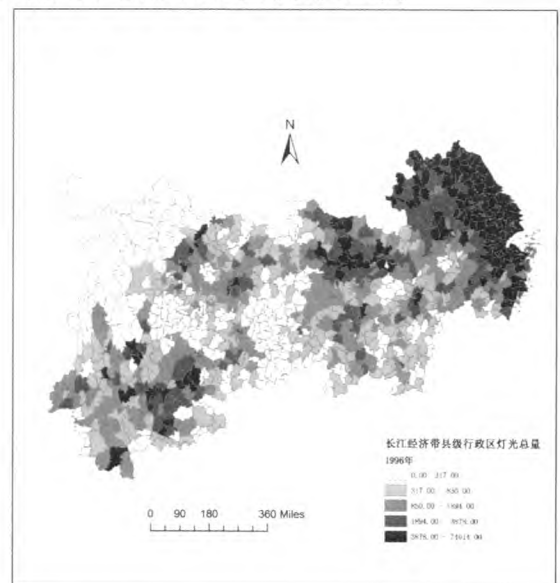


图7 1996 - 2010年长江经济带城市规模变动

4 结论

文章基于1996~2010年城市夜间灯光数据,运用城市位序规模法则、空间自相关分析和加权标准差椭圆等分析方法,对长江经济带城市体系的空间结构和变动特征进行系统分析。研究表明:1996~2010年间,长江经济带城市规模分布的集中度较高,即城市规模主要集中于高序位大城市,中小城市则不够发达,城市规模结构呈现首位分布格局的趋势在考察期内持续加强;受地理条件、空间距离和发展阶段等因素的影响,长江经济带城市空间分布呈现明显的非连续性和片段化特征,区域内各城市群演化呈现多样化的空间发展特征,江浙沪地区已进入都市连绵化阶段,形成较为成熟的跨区域城市群,而长江经济带内陆城市群则处于以都市郊区化和多中心化为主导的阶段,尚不具备形成跨区域城市群的条件,并且各城市群边界和空间结构存在诸多的不确定性。1996~2010年间,长江经济带城市体系规模增长的空间演化呈现明显的先扩张后收缩、先向西南方向移动再向东北方向移动的变化特征。

基于以上判断,未来推进长江经济带城市体系空间结构优化,不仅应强调分层次的局部空间集聚,更应该进一步提高整个长江经济带城市空间结构的协调性,应着力通过优化空间结构要素、加强区域整体空间联接特别是各次区域间的空间关联、加快空间管理体制改革创新等手段有序推进城市群联动发展,最终实现长江经济带城市体系一体化发展。△

【注释】

- ①1949年美国哈佛大学的语言学家Zipf(1949)通过实证研究发现城市规模与其位序之间存在着稳定的关系。在Zipf(1949)之后,在不同空间尺度上针对Zipf法则的实证检验开始大量出现。
- ②第六次人口普查城市人口数据显示,2010年城市规模前300位城市中包含27个县,占总样本数9%,而城市规模前600位城市中包含150个县,占总样本数25%,这些人口集聚相对密集的“城市”主要分布在东部沿海轴线和长江沿线轴线上,但因为行政等级较低被排除在城市样本之外,从而给城市体系分析造成较大误差。
- ③新中国建立以来,我国先后经历了“切块设市”、“整县改市”、“地市合并”以及“撤县(镇)设区”等不同模式的行政区划调整,这直接引发我国城市规模统计数据的相应调整,导致数据上我国城市化率大幅提升,而这种调整对真实城市体系规模变动并无太大贡献。

【参考文献】

- [1]杨开忠.推动长江经济带发展也要注意发挥珠三角地区的作用[EB/OL].http://city.ifeng.com/a/413361_0.shtml 2014-09-29
- [2]杨开忠.京津冀协同发展需要规划建设新的副中心城市[EB/OL].<http://finance.sina.com.cn/.shtml> 2014-05-16
- [3]Zanette D H, Manrubia S C. Role of intermittency in urban development: a model of large-scale city formation[J]. *Physical Review Letters*, 1997, 79(3): 523.
- [4]Eaton B, Eckstein O. Cities and growth: Theory and evidence from France and Japan[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1997, 27(4): 443-474.
- [5]Gan L, Li D, Song S. Is the Zipf law spurious in explaining city-size distributions? [J]. *Economics Letters*, 2006, 92(2): 256-262.
- [6]Delgado A P, Godinho I M. The evolution of city size distribution in Portugal: 1864 - 2001 [M]. Faculdade de Economia, Universidade do Porto, 2004.
- [7]Anderson G, Ge Y. The size distribution of Chinese cities[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2005, 35(6): 756-776.
- [8]Au C C, Henderson J V. Are Chinese cities too small? [J]. *The Review of Economic Studies*, 2006, 73(3): 549-576.
- [9]Moura Jr N J, Ribeiro M B. Zipf law for Brazilian cities[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2006, 367: 441-448.
- [10]Gangopadhyay K, Basu B. City size distributions for India and China[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2009, 388(13): 2682-2688.
- [11]Veneri P. On City Size Distribution: Evidence from OECD Functional Urban Areas[R]. Oecd Publishing, 2013.
- [12]杨开忠,陈良文.中国区域城市体系演化实证研究[J].城市问题,2008(3):6-12.
- [13]程开明,庄燕杰.城市体系位序—规模特征的空间计量分析[J].地理科学,2012,32(8).
- [14]谢小平,王贤彬.城市规模分布演进与经济增长[J].南方经济,2012(6):58-73.
- [15]Berry B J L, Okulicz-Kozaryn A. The city size distribution debate: Resolution for US urban regions and megalopolitan areas [J]. *Cities*, 2012, 29: S17-S23.
- [16]蒲英霞,马荣华,马晓冬,等.长江三角洲地区城市规模分布的时空演变特征[J].地理研究,2009,28(1).
- [17]李立勋,温锋华,许学强.改革开放以来珠三角城市规模结构及其分形特征[J].热带地理,2007,27(3):239-244.
- [18]张虹鸥,叶玉瑶,陈绍愿.珠江三角洲城市群城市规模分布变化及其空间特征[J].经济地理,2006,26(5):806-809.
- [19]张蕾.中国东部三大都市圈城市体系及演化机制研究[D].复旦大学,2008.
- [20]吕金嵘,王发曾,高燕喃.近20年来中原城市群城市规模结

- 构的演变特征分析[J]. 河南科学, 2008, 26(6): 748 - 751.
- [21] 苏飞, 张平宇. 辽中南城市群城市规模分布演变特征[J]. 地理科学, 2010, 30(3): 343 - 349.
- [22] 李赖志, 曾媛苑, 赵维良. 哈大长区域城市体系分布实证研究[J]. 经济研究导刊, 2014 (1): 224 - 226.
- [23] Leamer E E, Levinsohn J. International trade theory: the evidence [J]. *Handbook of international economics*, 1995, 3: 1339 - 1394.
- [24] Krugman P R, Krugman P. The self-organizing economy [M]. Cambridge, MA: Blackwell Publishers, 1996.
- [25] Jiang B, Jia T. Zipf's law for all the natural cities in the United States: a geospatial perspective [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2011, 25(8): 1269 - 1281.
- [26] 杨眉, 王世新, 周艺, 等. DMSP/ OLS 夜间灯光数据应用研究综述[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(1): 45 - 51.
- [27] 陈晋, 卓莉, 史培军, 等. 基于 DMSP/ OLS 数据的中国城市化过程研究——反映区域城市化水平的灯光指数的构建[J]. 遥感学报, 2003, 7(3): 168 - 175.
- [28] 杨妮, 吴良林, 邓树林, 等. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的省域 GDP 统计数据空间化方法——以广西壮族自治区为例[J]. 地理与地理信息科学, 2014, 30(4): 108 - 111.
- [29] 程砾瑜. 基于 DMSP/ OLS 夜间灯光数据的中国人口分布时空变化研究[D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所, 2008.
- [30] 廖兵, 魏康霞, 宋巍巍. DMSP/ OLS 夜间灯光数据在城镇体系空间格局研究中的应用与评价——以近 16 年江西省间城镇空间格局为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(11): 1295 - 1300.
- [31] 吴健生, 刘浩, 彭建, 等. 中国城市体系等级结构及其空间格局——基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的实证 [J]. 地理学报, 2014, 69(6): 759 - 770.

作者简介:张超(1983 -),男,河北邢台人,讲师,博士。主要研究方向:城市与区域经济

收稿日期:2014 - 12 - 11

Research on City System Spatial Structure of the Yangtze River Economic Belt: Based on DMSP/OLS Night Time Light Data

ZHANG Chao, WANG Chunyang, LV Yongqiang, SHEN Tiyan

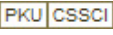
[Abstract] Based on the DMSP/OLS night time light data of the years 1996 - 2010 and using the analytical methods including city rank-size Rule, spatial autocorrelation analysis and the weighted standard deviation ellipse, this thesis systematically analyzes the spatial structure and changing features of the city system in the Yangtze economy belt. According to the research, the city system in the area has a core-peripheral structure, relatively dense in the east and sparse in the middle and the west. Between 1996 and 2010, the density of the city system was constantly high, though changing from increase in number to expansion in scale; The growth in space of the city system also has its obvious features, expanding first and shrinking afterwards, moving southwestward and then northeastward, moving along the coast, the Yangtze River, the Hukun Railway and North-South traffic passages; Due to the geographical conditions, distances and different phases of development, the cities in the Yangtze economy belt lie apparently discontinuously and in fragments. The features of development of each city group in the region are significantly different from each other. The Jiangsu-Zhejiang-Shanghai area has been developing in a continuous pattern, forming a relatively mature interregional city group. However, the vast inland city groups in the Yangtze economy belt are mostly in a city-suburb or multi-center pattern, immature for the forming of interregional city group and also with many uncertainties in the borders and spatial structures of city groups.

[Keywords] The Yangtze River Economic Belt; DMSP/OLS Night Time Light Data; City System Spatial Structure; Time Space Evolution

长江经济带城市体系空间结构——基于夜间灯光数据的研究



作者: [张超](#), [王春杨](#), [吕永强](#), [沈体雁](#), [ZHANG Chao](#), [WANG Chunyang](#), [LV Yongqiang](#), [SHEN Tiyan](#)
作者单位: [张超, ZHANG Chao\(河北工业大学经济管理学院, 天津, 300401\)](#), [王春杨, WANG Chunyang\(重庆交通大学西部交通与经济社会发展研究中心, 重庆, 400074\)](#), [吕永强, LV Yongqiang\(中国地质大学\(北京\)土地科学技术学院, 北京, 100083\)](#), [沈体雁, SHEN Tiyan\(北京大学政府管理学院, 北京, 100871\)](#)

刊名: [城市发展研究](#) 
英文刊名: [Urban Development Studies](#)
年, 卷(期): 2015, 22(3)

引用本文格式: [张超. 王春杨. 吕永强. 沈体雁. ZHANG Chao. WANG Chunyang. LV Yongqiang. SHEN Tiyan 长江经济带城市体系空间结构——基于夜间灯光数据的研究\[期刊论文\]-城市发展研究 2015\(3\)](#)