

基于分形模型的重庆市城镇体系特征研究*

李 斌

(重庆工商大学 旅游学院, 重庆 400067)

摘 要: 城镇体系的分形研究是城市地理学研究的新方向。重庆的城镇体系具有分形特征, 可利用分形模型分析其城镇规模结构和空间结构的分布特点。分析表明: 重庆的城市首位度目前处于极不合理状态, 中间位序的城镇分布过于集中; 人口分布虽然显得比较均衡, 但是一种较低水平的均衡; 在城镇空间结构方面, 城镇的空间关联程度不够紧密, 空间相互作用强度不大。

关键词: 城镇体系; 规模结构; 空间结构; 分形理论; 重庆市

中图分类号: F293; F224.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-6439(2008)04-0044-04

Research into characters of Chongqing's urban system based on fractal model

LI Bin

(School of tourism, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: A new direction for urban geography research is fractal study. Chongqing's urban system has characteristics of the fractal model, which can be applied to analyze the scale structure and spatial structure of Chongqing urban system. According to the analysis, the scattered characteristics and its primary ratio of Chongqing's urban system is not reasonable, which means the intermediate cities are over-centralized; the population has an equilibrium distribution but in low levels; for special structure, the special relevancy is not adequate, and the interactive intensity is not great.

Key words: urban system; scale structure; spatial structure; fractal theory; Chongqing

城镇体系是区域经济的骨架, 是带动区域经济增长的极核。研究城镇体系结构特征及成长的动力机制, 制订合理的城镇体系发展对策, 对促进区域经济增长、社会发展具有十分重要的意义。作为大自然负幂律的重要形式, Zipf 定律已被证明具有分形性质^[1,2], 分形研究(fractal studies)是当代理论地理学研究的重要内容之一。在国外, Mandelbrot 最早研究了城镇规模分布的性质^[3], D. Wong、A. S. Fotheringham 和 P. Frankhouser 等先后研究了城镇体系的位序-规模法则以及 Pareto 分布与分维的关

系, S. L. Arlinghaus 和 W. C. Arlinghaus 讨论了中心地体系的分维^[4]。这些为分形理论在城市研究领域的应用做了开拓性的工作, 从此该领域的分形研究得到了蓬勃发展。在国内, 从 20 世纪 90 年代初开始将分形理论引入城市地理学的研究, 艾南山、李后强等人做了开创性的工作, 陈彦光、刘继生等人在基础理论、应用方法和实证研究方面都取得了丰硕的成果。本文试图利用分形理论对重庆市城镇体系的规模结构和空间结构特征进行研究, 以期对城镇体系的分析与规划提供科学依据。

* 收稿日期: 2007-11-28

作者简介: 李斌(1976—), 男, 山西运城人, 重庆工商大学旅游学院, 从事区域经济与城乡规划研究。

一、研究区域概况

重庆市位于四川盆地东南部、青藏高原与长江中下游平原的过渡地带,与四川、陕西、湖北、湖南、贵州等省毗邻。辖区东西宽 470 千米,南北长 450 千米,国土面积 8.2 万平方千米,共辖 40 个区(县),1 044 个乡(镇),全市人口 3 090 万人,是我国最年轻的直辖市。2006 年,重庆市提出了“一圈两翼”的空间结构,即以都市区为中心的一小时经济圈、以万州为中心的三峡库区核心地带(渝东北翼)和以黔江为中心的乌江流域及武陵山区(渝东南翼)。

一小时经济区包括都市区及涪陵、江津、合川、永川、长寿、綦江、大足、潼南、荣昌、铜梁、璧山、南川、万盛、双桥 23 个区县,面积 2.87 万平方千米,依托长江水系和铁路、高速公路、机场等一体化综合交通网络,形成网络型、开放式的区域空间结构和城镇布局体系。这一区域面积约 3 万平方公里,目前常住人口达 1 600 万人,接近全市的 60%,其中城镇人口接近 1 000 万人,城镇化率接近 60%;2005 年实现地区生产总值超过 2 000 亿元,占全市地区生产总值 70% 左右。

渝东北地区包括万州、开县、垫江、丰都、忠县、云阳、奉节、梁平、巫山、巫溪、城口 11 个区县,面积 3.39 万平方千米。依托长江以及沿江铁路、高速公路构成的东北线发展轴发展,形成以万州为核心、以开县和奉节为主要节点、其他城市和建制镇为基础的带状城镇发展区。

渝东南地区包括黔江、秀山、酉阳、石柱、彭水、武隆 6 个区县(自治县),面积 1.98 万平方千米。依托乌江和渝湘高速公路、渝怀铁路等构成的东南线发展轴,形成以黔江为核心、以秀山为主要节点、其他城市和建制镇为基础的轴状城镇发展区。

二、城镇规模分布的分形特征

1. 区域城镇规模分布的分形模型

等级规模结构是指城镇体系中各城镇之间规模相互组合关系、特征与差异等,城镇等级规模分布是指一定区域内城镇规模的层次,该分布反映城镇从大到小的序列与规模,揭示一个区域内城镇规模的分布规律(集中或分散)。城镇体系的分形特征是指城镇等级规模分布序列中的自相似性,即分布序列中局部与整体间的自相似性,因此,城镇体系规模分布具有分形特征^[5]。确定分维的方法有

多种,其中最基本、最常用的是豪斯道夫维数。对于一个特定区域,将城镇人口规模从大到小排序,用人口尺度 r (r 用人口数量表示)来度量人口规模大于 r 的城镇数目 $N(r)$,改变人口尺度 r 时,区域内的城镇数目 $N(r)$ 也会随之改变,当 r 由大变小时 $N(r)$ 不断增多。在某个标度范围内, $N(r)$ 与 r 满足关系:

$$N(r) \propto r^{-D}$$

显然这是一个分形模型,其中 D 便是豪斯道夫(Hausdorff)分形维数^[6]。1949 年 G. K. Zipf 提出了一个通用的城市规模分布描述方程:

$$p(r) = \frac{p_1}{r^q}$$

两边取对数得:

$$\ln p(r) = \ln p_1 - q \ln r$$

式中, r 为城市等级序列($r = 1, 2, 3, \dots, n$), $p(r)$ 为等级为 r 的城市规模, p_1 为最大城市规模, q 为与区域条件和发展阶段有关的常数。齐夫公式服从幂定律,具有分形意义。参数 q (Zipf 维数)与 D (Hausdorff 维数)互为倒数,即 $D = 1/q$ 或 $q = 1/D$ 。一般来说, D 值的大小具有明确的地理意义,直接反映了城镇体系等级规模结构。当 $D < 1$ ($q > 1$) 时,表示该区域的城镇体系等级规模结构比较松散,人口分布差异程度较大,首位城市的垄断性较强;当 $D = 1$ ($q = 1$) 时,表示该区域首位城市与最小城市的人口规模之比恰好为区域内整个城镇体系的城镇数目;当 $D > 1$ ($q < 1$) 时,表示该区域城镇规模分布比较集中,人口分布比较均衡,中间位序的城镇数目较多^[7]。

2. 重庆市城镇规模分布的分形特征

按照上述模型,采用重庆市 32 个城市非农业人口的数据(见表 1),分析重庆市城镇规模结构的分形特征。以 $\ln r$ 为横坐标, $\ln p(r)$ 为纵坐标做出散点图,进行线性回归模拟,无标度区的范围从序号 2 起,到序号 30 结束。

结果如图 1 所示, $q = 0.7639$, $D = 1.3091$, $R^2 = 0.9486$,相关性较好。分维值 $D = 1.3091 > 1$,表明区域内城镇体系规模分布较为集中,中间位序的城镇较多,人口分布显得比较均衡,这种低水平的均衡分布不仅反映了区域发展的水平相对落后,而且也将对区域今后的进一步发展产生不利影响。

表1 重庆市城市规模排序表/万人

城市 (市、区、县)	位序	规模	城市 (市、区、县)	位序	规模
重庆市	1	357.51	丰都县	17	12.84
万州区	2	47.09	万盛区	18	12.28
江津市	3	37.32	奉节县	19	11.35
涪陵区	4	31.75	潼南县	20	10.88
合川市	5	27.91	梁平县	21	10.72
永川市	6	26.89	南川市	22	9.54
綦江县	7	20.80	秀山县	23	7.90
长寿区	8	18.74	黔江区	24	7.88
开 县	9	17.35	巫山县	25	7.80
荣昌县	10	16.31	石柱县	26	7.66
云阳县	11	16.17	酉阳县	27	7.51
大足县	12	16.06	彭水县	28	5.90
璧山县	13	14.48	巫溪县	29	5.49
忠 县	14	14.14	武隆县	30	5.31
铜梁县	15	13.68	城口县	31	2.63
垫江县	16	13.05	双桥区	32	2.34

资料来源:根据2006年重庆市统计年鉴整理

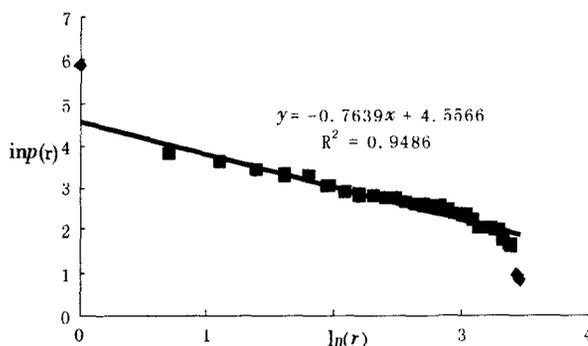


图1 重庆市城镇规模分布双对数坐标图

三、城镇体系空间结构的分形特征

1. 城镇体系空间相关性的分形模型

城镇体系的空间结构是城镇体系的重要特征

表2 标度r及其对应的关联函数C(r)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210
C(r)	19	19	22	29	36	45	54	62	67	72	80	93	103	108	116
序号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
r	224	238	252	266	280	294	308	322	336	350	364	378	394	408	422
C(r)	125	134	144	152	156	157	160	164	164	166	168	169	170	170	171

以r为横坐标、以C(r)为纵坐标做出散点图,结果如图2。由于计算空间关联维数必须考虑无标度区的范围^[12],根据散点图,无标度区的范围应从

之一,它指一个区域内的城镇由于存在空间相互作用,把空间上彼此分离的城镇结合为具有特定结构和功能的有机整体。它揭示的是区域内各城镇间相互作用状况和机制。^[8]城镇体系各要素通过物质流、能量流和信息流的传输与交换,相互作用,协同发育,产生比速增长机制,使得区域城镇的空间分布显示出一定的规律,这便是城镇体系空间分布的自相似分形结构。城镇体系的空间分布具有明显的无标度特征,一定范围内具有随机分形结构^[9]。城镇体系的空间相关性分形研究一般采用关联维数来标度,其关联函数为^[10,11]:

$$C(r) = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N H(r - d_{ij}), (i \neq j)$$

$$H(r - d_{ij}) = \begin{cases} 1, & (d_{ij} \leq r) \\ 0, & (d_{ij} > r) \end{cases}$$

式中:r为给定的距离标度,d_{ij}为城镇体系内第i个与第j个城镇之间的直线距离,H为Heaviside函数。根据城镇体系空间分布标度不变性的分形特征有:C(r) ∝ r^D。式中D为关联维数,其地理意义反映了城镇之间空间相互作用的规律性。D的取值范围一般介于0~2之间,其值越小,说明该区域城镇体系空间分布的集中度越高,空间联系越紧密,空间相互作用也越强;反之,其值越大,说明城镇体系空间分布越分散,相互作用也就越弱^[11]。

2. 重庆市城镇体系空间相关性的分形特征

根据上述模型,确定重庆市区为中心城市。本文采用城市之间的直线距离进行计算,具体数据从重庆市地图中查得,构建32×32矩阵(略)。

以步长Δr = 16来取距离标度r,则距离在r内的城镇之间的距离点数C(r)随着r的变化而变化,这样就可以得到一系列点对(r,C(r))(见表2)。

序号3起,到序号20结束,则对应的距离范围是42~280。可以得到C(r) = 0.4286r^{1.048},空间关联维数D = 1.048,测定系数R² = 0.998。空间关联维数

D 值相对较低,说明重庆城镇分布相对集中,空间相互作用也相对较弱。

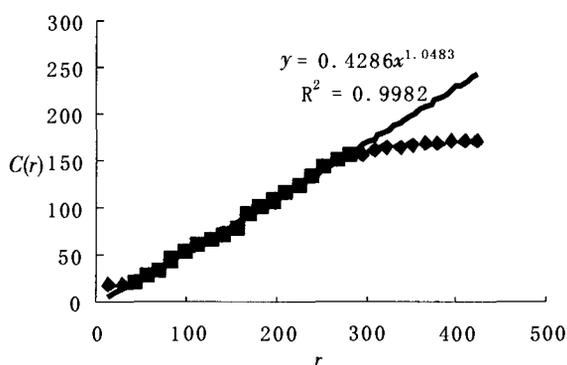


图2 重庆市城镇空间相关性坐标图

四、结语

通过以上分析可以得出以下基本结论:

(1)重庆市城镇体系在规模分布和空间结构上都具有比较明显的分形特征,表现出自相似结构。说明分形理论适合重庆市城镇等级规模结构和空间结构的分析研究,这一数学测算方法对制定该区域的城镇规划具有一定的实践价值。因此,在重庆市城镇体系规划中,可以运用分形思想设计城镇体系的等级规模结构和空间结构。

(2)根据对城镇体系规模分布的分维测算,重庆市城镇体系在今后较长时期内仍是城市首位度过高、中间位序城镇同级竞争的格局。所以,必须重点建设区域中心城市——万州区、涪陵区、江津市、永川市、合川市、黔江区,充分利用其作为市政府驻地的优越区位条件和经济实力相对雄厚等优势,发挥龙头带动作用,扩大对全区物资流通和各种信息、人才、科技、资金集散的辐射带动功能;同时,要以25个中小城市为主体、以若干中心镇为基础,并向集镇辐射的等级合理、规模适度、职能分工明确的多层次、网络化的城镇体系发展,改变中间位序城镇分布过于集中的现状。

(3)根据分形特征可以看出,重庆城镇等级规模结构的分布在一定程度上也是区域行政分隔背景下区县之间封闭、保守和低水平竞争的结果。因此,在重庆城镇体系和区域发展规划中,应将城镇体系的自身建设与区际联系统筹考虑,充分挖掘成渝、渝黔、渝怀、沿长江经济带的辐射区域等优越区位条件;在注重自身城镇体系完整性与独立性的前提下,重视与邻省等地区城镇体系之间的相互联

系,加强城镇体系规模、空间结构的优化,逐步使重庆城镇体系的结构功能与经济功能走向完善。^[13]

(4)根据对重庆市城镇体系空间结构的分形特征研究,重庆城镇体系空间分布相对集中,空间相互作用也相对较弱。由于重庆市城镇主要分布在丘陵、山区及沿江地带,空间分布格局受到地形及河流的影响,因而交通条件成为影响城市之间相互作用强度的主要因素。为改变城镇之间空间关联程度不高的现状,必须加快以交通为主的基础设施建设,改善城镇之间的通达条件,以时间来压缩空间距离,增强城市之间的空间相互作用强度。

参考文献:

- [1] Nicolis G, Nicolis C, Nicolis J. Chaotic dynamics, Markov partitions and Zipf's law[J]. Journal of Statistical Physics, 1989, 54: 915 - 924.
- [2] Frankhauser. Aspects fractals des structures urbaines[J]. L'Espace géographique, 1990, 19(1): 45 - 69.
- [3] Cleick J. Chaos. Making a new science[M]. New York: Viking Penguin, Inc., 1988.
- [4] 刘继生, 陈彦光. 城市地理分形研究的回顾与前瞻[J]. 地理科学, 2000, 20(2): 166 - 171.
- [5] 陈彦光, 刘继生. 城市规模分布的分形与分维[J]. 人文地理, 1999, 14(2): 43 - 48.
- [6] 刘继生, 陈彦光. 城镇体系等级结构的分形维数及其测算方法[J]. 地理研究, 1998, 17(1): 82 - 89.
- [7] 吴殿廷. 区域分析与规划高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 316 - 317.
- [8] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996: 125 - 131.
- [9] 刘继生, 陈涛. 东北地区城镇体系空间结构的分形研究[J]. 地理科学, 1995, 15(2): 23 - 24.
- [10] 陈彦光, 罗静. 河南省城市—交通网络的分形特征[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 1998, 11(2): 171 - 177.
- [11] 刘继生, 陈彦光. 城镇体系空间结构的分形维数及其测算方法[J]. 地理研究, 1999, 18(2): 171 - 178.
- [12] 邓祖涛, 陆玉麒. 汉水流域城市空间分布的分形研究及优化举措[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(6): 679 - 683.
- [13] 廖元和. 重庆大都市圈发展战略[J]. 重庆工商大学学报(西部论坛), 2006, 16(1): 1 - 3.

(责任编辑:夏冬)