

# 旅游流流量位序—规模分布变化及其机理

## ——以四川省为例

杨国良<sup>1,2,3</sup>, 张捷<sup>1</sup>, 刘波<sup>4</sup>, 李敏<sup>2</sup>, 万全友<sup>2</sup>

(1 南京大学国土资源与旅游学系, 南京 210093; 2 四川师范大学城乡规划与景观设计研究所, 成都 610068;

3 四川师范大学地理与资源科学学院, 成都 610068; 4 江苏省镇江市规划局, 镇江 212001)

**摘要:** 以四川省为实证区, 借助齐夫 (Zipf) 定律, 证明了国内旅游流和入境旅游流的流量位序—规模分布均满足齐夫法则。在此基础上进一步分析了 1996~2005 年各年旅游流流量位序—规模双对数坐标图上无标度区范围、标度分段特征和各标度区内部流量密度分布的变化规律。结果表明, 无论是国内还是入境旅游流, 其流量规模分布结构的无标度区范围都呈逐年扩大趋势, 但其空间分形结构和分布形态变化却有较大差异, 其中国内旅游流的分形结构由最初的部分分形演化为单分形, 再由单分形退化为双分形结构; 空间分布形态则由帕雷托 (Pareto) 分布模式向对数正态分布模式转变。入境旅游流的分形结构没有出现双分形退化, 其空间分布形态也基本保持不变, 仍呈帕雷托分布模式。两种旅游流规模分布不同步变化的主要原因可能是交通条件改善和新旅游景区 (点) 开发对国内旅游者和入境旅游者的目的地选择行为的影响不一致造成的。

**关键词:** 旅游流; 位序—规模分布; 齐夫 (Zipf) 定律; 无标度区; 四川省

**文章编号:** 1000-0585(2007)04-0662-11

位序—规模法则首先由德国学者 Auerbach 于 1913 年在研究欧美城市位序—规模分布规律时提出<sup>[1,2]</sup>, 1935 年美国哈佛大学语言学教授乔治·今斯利·齐夫 (George Kingsley Zipf) 在有关词频分布规律数学模型基础上, 对自然语言词汇的分布规律作了更细致的研究, 在文献计量学方面提出了一个重要定律——齐夫定律<sup>[3]</sup>。后来人们将齐夫理论引入城市体系结构研究<sup>[4~6]</sup>, 认为齐夫公式和帕雷托 (Pareto) 公式是描述城市位序—规模的重要经验性公式<sup>[7,8]</sup>。特别是 20 世纪 70 年代分形理论<sup>[9]</sup>建立后, 齐夫定律与分形理论相结合, 广泛应用于城市结构<sup>[10,11]</sup>、城市体系<sup>[12~14]</sup>、城市土地利用<sup>[15]</sup>、城市形态<sup>[16,17]</sup>、交通网络<sup>[18]</sup>、计量学<sup>[19]</sup>等诸多研究领域, 在旅游流方面也开始有人涉及<sup>[20,21]</sup>, 但仅仅是对旅游流的流量位序—规模分布进行简单描述分析, 没有深入研究其流量密度分布的变化特征及原因。本文借用齐夫法则思想, 研究旅游流的流量位序—规模空间分布特征及其变化规律, 试图通过旅游流流量规模分布的演变规律研究, 来指导旅游资源的开发秩序, 为旅游景区和旅游节点城市系统的空间布局提供新的理论依据。与以往传统定量方法相比, 齐夫定律可以较准确判断旅游流规模分布的标度分段 (区), 并根据标度分段 (区) 情况和齐夫参数值变化较好地解释旅游流规模分布的变化特征, 这将为研究旅游流的空间分布变化规

收稿日期: 2006-10-21; 修订日期: 2007-03-26

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40371030); 四川省科技厅重点项目 (05ZR025-111)

作者简介: 杨国良 (1965-), 男, 重庆市大足人, 副教授, 博士, 硕士生导师。主要从事旅游规划、旅游地理方面研究, 发表论文近 40 篇。E-mail: geoygl@163.com

律提供新的定量化手段和方法。

1 研究思路及数据收集

本文将分两步进行。首先，判断研究区内旅游流流量的位序—规模分布是否满足齐夫法则。以四川省为实证区，各地、市、州为研究的基本地域单元，查找各单元国内旅游流人次和入境旅游流人次，并按旅游流量规模大小进行排序。将旅游流规模序号和旅游流流量数据标绘在双对数坐标图上，观察其拟合态势，如果二者存在回归拟合函数关系，则可以判断该区域的旅游流流量位序—规模分布符合齐夫法则；其次，如果能够证明研究区域的旅游流量位序—规模分布满足齐夫法则，本文将进一步研究其规模分布的演变特征及形成机理。

本研究在齐夫参数计算过程中所采用的基础数据(表 1，表 2) 来自四川省旅游局统计资料和相关旅游统计网站 (<http://www.scta.gov.cn>)，以及四川省统计局编写、中国统计出版社出版的四川统计年鉴 (1996~ 2006 年)。其中 2003 年入境旅游流人次数据表中旅游统计网站上的自贡市入境旅游流人次和统计年鉴上的入境旅游流人次不相符合，按四川统计年鉴上的数据作了相应调整。

表 1 四川省各地区接待国内旅游者人次 (1996~ 2005 年) (单位: 万人次)

Tab 1 Domestic tourists in Sichuan Province (1996~ 2005) (Unit: 10<sup>4</sup> person-times)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
四川省	3838	3955	4418	5020	5401	6334. 7	7218. 0	8403. 5	11425. 6	13163. 99
成都市	1714	1833	2255	2485	2385	2579. 8	2808. 7	2843. 6	3215. 3	3619. 63
乐山市	590	261	257	305	465	515. 2	549. 6	610. 7	1078. 0	1198. 55
绵阳市	195	278	312	373	398	423. 4	467. 2	554. 1	705. 0	610. 92
泸州市	73	91	102	127	149	166. 1	219. 5	349. 0	626. 1	705. 42
广安市	—	130	50	56	80	123. 0	156. 0	248. 0	544. 1	550. 20
德阳市	175	264	286	203	337	350. 0	475. 0	486. 0	517. 3	610. 92
阿坝州	44	43	71	131	181	229. 6	270. 5	313. 0	516. 9	631. 87
达州市	9	95	104	113	112	168. 0	195. 0	269. 0	472. 0	524. 00
眉山市	—	98	47	47	125	162. 5	210. 8	334. 6	431. 1	453. 78
宜宾市	209	44	112	133	153	195. 0	253. 0	316. 0	412. 0	477. 30
南充市	161	146	84	101	108	176. 0	222. 0	325. 0	398. 5	472. 20
自贡市	26	21	105	142	192	251. 0	281. 0	346. 0	395. 7	481. 56
遂宁市	242	219	174	198	121	132. 0	158. 4	212. 7	363. 4	449. 30
内江市	124	73	84	87	104	112. 1	126. 5	245. 9	358. 9	406. 23
资阳市	—	—	52	75	83	94. 4	108. 1	185. 1	254. 3	306. 80
雅安市	21	17	11	42	80	130. 0	145. 0	150. 0	205. 0	296. 00
攀枝花市	34	52	54	82	101	120. 8	130. 5	142. 5	204. 7	300. 17
巴中市	23	52	36	64	73	90. 3	112. 8	154. 2	187. 9	197. 92
广元市	45	73	87	94	95	102. 5	128. 8	144. 4	187. 8	262. 61
甘孜州	1	2	7	7	13	66. 7	30. 9	70. 7	179. 9	225. 37
凉山州	151	163	128	158	55	146. 4	168. 7	103. 2	171. 8	238. 26

表 2 四川省各地区入境旅游者入次数 (1996~ 2005 年) (单位: 万人次)

Tab 2	Inbound tourists in Sichuan Province ( 1996~ 2005) ( Unit: 10 <sup>4</sup> person·times)									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
四川省	17. 94	27. 13	29. 06	37. 34	46. 20	57. 48	66. 72	51. 09	96. 62	106. 28
成都市	12. 23	18. 21	18. 03	22. 12	25. 89	34. 51	40. 10	22. 65	40. 88	50. 02
乐山市	3. 06	3. 71	2. 70	3. 39	3. 36	4. 21	6. 64	4. 16	9. 49	12. 01
绵阳市	0. 19	0. 22	0. 771	1. 73	3. 95	4. 15	4. 66	4. 47	6. 09	4. 59
泸州市	0. 02	0. 05	0. 07	0. 08	0. 07	0. 14	0. 16	0. 02	0. 04	0. 03
广安市	—	0. 05	0. 004	0. 02	0. 03	0. 04	0. 03	0. 02	0. 05	0. 01
德阳市	0. 21	0. 26	0. 28	0. 20	0. 45	0. 27	0. 40	0. 63	0. 26	0. 30
阿坝州	1. 58	3. 92	6. 42	8. 58	11. 26	12. 43	13. 10	10. 01	33. 59	32. 65
达州市	0. 01	0. 005	0. 01	0. 004	0. 01	0. 01	0. 02	0. 05	0. 03	—
眉山市	—	0. 02	0. 02	0. 16	0. 16	0. 18	0. 05	0. 13	0. 09	0. 05
宜宾市	0. 08	0. 11	0. 15	0. 15	0. 14	0. 52	0. 19	0. 49	0. 53	0. 70
南充市	—	0. 13	0. 154	0. 17	0. 18	0. 10	0. 20	0. 21	0. 15	0. 17
自贡市	0. 23	0. 18	0. 13	0. 16	0. 27	0. 19	0. 24	0. 16	0. 20	0. 15
遂宁市	0. 02	0. 02	0. 004	0. 02	0. 03	0. 05	0. 01	0. 02	0. 02	0. 29
内江市	0. 06	0. 07	0. 05	0. 05	0. 06	0. 03	0. 05	0. 02	0. 02	0. 04
资阳市	—	—	0. 04	0. 18	0. 05	0. 07	0. 05	0. 01	0. 10	0. 13
雅安市	0. 03	0. 02	—	0. 04	0. 02	0. 05	0. 06	0. 10	0. 00	0. 17
攀枝花市	0. 08	0. 07	0. 07	0. 06	0. 065	0. 09	0. 07	0. 07	0. 06	0. 07
巴中市	—	0. 001	0. 001	0. 01	0. 005	—	—	0. 01	0. 07	0. 01
广元市	0. 04	0. 03	0. 046	0. 05	0. 03	0. 03	0. 01	0. 02	0. 03	0. 03
甘孜州	0. 05	0. 03	0. 05	0. 12	0. 12	0. 36	0. 67	1. 83	4. 90	5. 82
凉山州	0. 05	0. 02	0. 06	0. 05	0. 05	0. 06	0. 01	0. 01	0. 03	0. 03

2 旅游流流量位序—规模分布的演化特征

2.1 计算模型

就区域城市规模分布而言,在一定时空条件下具有分形 (fractal) 性质<sup>[22~ 24]</sup>,并满足齐夫位序—规模法则。旅游流作为城市流动人口中的一部分(还有其他形式的流动人口如打工族等),不同规模 and 不同性质的城市出现的旅游流规模是不相同的,但其流量位序—规模分布是否服从齐夫法则,可采取逆向思维,即假设满足齐夫法则的情况下,研究实证地区的旅游流流量位序—规模双对数坐标图的回归拟合状况,如果有直线段分布,则证明研究区的旅游流流量位序—规模分布满足齐夫法则。

典型的齐夫位序—规模法则如下:  $T(\mu)=T_1\mu^{-q}$  (1)

式中,  $\mu$  为某基本地域单元的位序,  $T(\mu)$  为位序为  $\mu$  的地域单元旅游流流量规模即入次数, 系数  $T_1$  为首位地域单元的旅游流流量入次数,  $q$  被称为齐夫参数, 将上式两边取对数, 得到:

$\ln T(\mu)=A-q\ln \mu$  (2)

式中,  $A=\ln(T_1)$  为常数,  $T(\mu)$ 、 $\mu$  的含义与 (1) 相同。

2.2 国内旅游流流量位序—规模分布变化

根据 1996~ 2005 年来四川旅游的国内游客人次,对 21 个基本地域单元分别进行旅游流流量的规模排序,将点列( $\mu,T(\mu)$ )数据标绘在双对数坐标图上,观察其拟合效果(图1)。

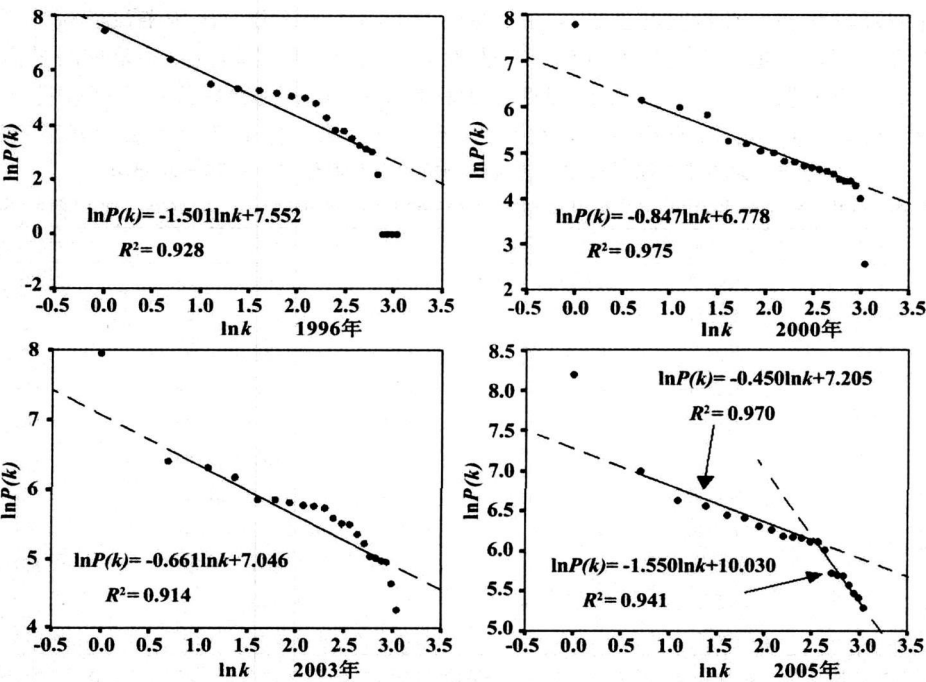


图1 四川省内旅游流流量位序—规模双对数图

Fig 1 The  $\ln P(k)$  graph of fractal dimension of domestic tourist flow structure in Sichuan

以往的研究结果表明，对于具有分形性质的地理现象，如果点列在双对数坐标图上为直线分布，则是单分形；如果形成两个直线段，则被视为双分形（bi-fractals）。最早发现这一现象的可能是 Beguigui 和 Daoud<sup>[25]</sup>，他们在研究法国巴黎的交通网络时认为存在双分形特征，20 世纪 90 年代初 White 与 Engelen<sup>[26]</sup> 在研究城市体系结构时正式使用了双分形的概念，国内学者刘继生、陈彦光<sup>[27]</sup>，王益谦、王放<sup>[28]</sup> 也将有关概念应用于案例地区的城市位序—规模分布研究。戴学军等<sup>[29]</sup>、许志晖等<sup>[30]</sup> 以南京市为例，研究了旅游景区（点）系统旅游吸引力的等级结构特征，认为南京市的旅游景区（点）吸引力等级规模分布符合齐夫法则，具有分形特征。旅游景区是旅游流的重要载体，既然载体系统的吸引力等级规模分布满足齐夫法则，其流动主体即旅游流的流量位序—规模分布也可能符合这一规律，且具有单分形或双分形特征，也就说在双对数拟合图上存在一个或两个无标度区的现象。根据 1996~ 2005 年四川省国内旅游流流量位序—规模双对数坐标图的拟合情况看，各年均存在无标度区，2005 年还出现两个无标度区，说明旅游流流量位序—规模分布服从齐夫法则（见图 1）。

1996~ 2004 年点列在双对数坐标图上出现一个无标度区，说明国内旅游流流量位序—规模分布具有单分形特征。2005 年旅游流流量位序—规模双对数坐标图上出现两条直线段，中间存在明显转折，即出现双分形现象。为此，作者采取分段（即划分为不同的标度区）进行拟合。从坐标图初步判定，第 14 点为转折点，但具体转折位置需要用逐一回归法予以确定，即根据每一点的旅游流流量、位序对数值进行拟合，观察是否有最佳拟合直线，如存在，将实际位于该分段内的各点旅游流流量位序—规模对数值代入所拟合的直线

方程并测算其误差。经检验并达到误差允许范围,则证明该分段区旅游流的流量规模结构满足齐夫法则,其拟合直线中的 $q$ 值为齐夫参数,而当误差值超过允许范围时的点即为两个标度区之间的转折点。2005 年出现两个无标度区,旅游流流量位序—规模分布演化为双分形,其转折点在第 14 点内江市,以此为转折划分为第一标度区和第二标度区(表 3)。

表 3 国内旅游流规模结构齐夫法则检验及分段情况 (1996~ 2005 年)

Tab 3 Zipf law examination and scaling section to domestic tourist flow size structure (1996~ 2005)

年份	标度区分段	无标度区范围	拟合方程	判定系数 $R^2$
1996	无分段	$k= 1\sim 16$	$\ln P(k) = - 1.5011nk + 7.552$	0.928
1997	无分段	$k= 4\sim 17$	$\ln P(k) = - 1.2741nk + 7.422$	0.979
1998	无分段	$k= 3\sim 18$	$\ln P(k) = - 0.9851nk + 6.768$	0.960
1999	无分段	$k= 2\sim 20$	$\ln P(k) = - 0.8681nk + 6.654$	0.944
2000	无分段	$k= 2\sim 19$	$\ln P(k) = - 0.8471nk + 6.778$	0.975
2001	无分段	$k= 2\sim 20$	$\ln P(k) = - 0.7461nk + 6.797$	0.987
2002	无分段	$k= 2\sim 20$	$\ln P(k) = - 0.7321nk + 6.946$	0.974
2003	无分段	$k= 2\sim 19$	$\ln P(k) = - 0.6611nk + 7.046$	0.914
2004	无分段	$k= 2\sim 14$	$\ln P(k) = - 0.5081nk + 7.196$	0.964
2005	标度区一	$k= 2\sim 14$	$\ln P(k) = - 0.4501nk + 7.205$	0.970
	标度区二	$k= 14\sim 21$	$\ln P(k) = - 1.5501nk + 10.03$	0.941

从图 1 和表 3 的分析结果看,各年无标度区范围呈逐步扩大趋势,分形结构产生由局部分形→单分形→双分形的发展变化。1996~ 1997 年无标度区所覆盖的地区范围相对较小,其旅游流流量规模分布呈局部分形,主要原因是旅游业发展初期,许多景区(点)尚未开发,部分地区游客量少,旅游流流量规模的分布结构发育不完善。随着各地旅游资源的进一步开发,原来落后的地区逐渐得到发展,游客量规模增大,使整个四川省的旅游流规模分布发生了较大变化,其结果表现为 1998~ 2003 年无标度区范围扩大,旅游流规模呈总体均衡式分布,分形结构由 1997 年前的局部分形发育为覆盖全区域的单分形结构。2004 年后,由于旅游业的深度发展导致各地区竞争力差距进一步拉大,新的不均衡现象开始显现,部分地区国内旅游流量激增,而发展缓慢的地区旅游流流量占全省总流量的比例下降,引起旅游流流量规模分布的大调整,其明显结果是无标度区范围减小,旅游流流量规模的空间分布退化为局部分形结构,到 2005 年更是出现双分形现象,即由原来的一个旅游流规模结构系统蜕变为两个结构子系统,其中第一标度区范围包括乐山、绵阳、泸州、甘孜、德阳、达州、广安、自贡、雅安、南充、宜宾、遂宁和内江等 13 个地区,第二标度区范围包括内江、资阳、攀枝花、巴中、广元、凉山、阿坝和眉山等 8 个地区,内江市是转折点,成都市则落入无标度区之外(见图 2)。

齐夫参数 $q$ 值的变化反映了旅游流规模空间分布形态的变化。根据齐夫法则在城市规模体系中的应用可知<sup>[20]</sup>,齐夫参数等于或大于 1.0,规模等级结构呈帕雷托分布模式,随着齐夫参数缩小,规模等级结构的差异也在减小,中间位序的地区单元数增多,当参数逐渐变为小于 1.0 时,规模等级结构的空间分布模式向对数正态分布转化。这一规律同样适用于旅游流的流量位序—规模分布特征。根据表 3 中数据,四川省国内旅游流规模结构的齐夫参数 $q$ 值逐年缩小,仅 1996、1997 年大于 1,分别为 1.501 和 1.274,表示旅游流的流量规模分布呈帕雷托模式,各地区之间流量规模变差较大,如 1996 年无标度区范围内游客量最多的成都市为 1714 万人次,最少的雅安市为 21 万人次,两者相差 81.6 倍;

1997 年无标度区范围内游客量最多的乐山市为 261 万人次，最少的阿坝州为 43 万人次，相差 6.07 倍，且游客量主要集中于乐山、遂宁、凉山、南充、广安等少数地区；1998 年旅游流流量位序—规模分布的齐夫参数  $q$  值接近于 1.0 ( $q=0.985$ )，是标准 Zipf 式，为相对较佳的一种空间分布结构。1999~2003 年齐夫参数  $q$  值小于 1，呈逐年递减趋势，说明各地区之间的流量规模变差正逐步缩小，中间位序的地区单元数增多，其位序—规模分布的空间形态在向对数正态分布转化，如 1999、2002 年无标度区范围都是第 2 至 20 位，其中 1999 年游客量最大的绵阳市和最小的雅安市相差 8.88 倍，2002 年游客量最大的乐山市和最小的资阳市相差 5.09 倍，在无标度区范围内旅游流流量规模变差逐渐缩小。2004 年无标度区范围内游客量最大的乐山市和游客量最少的内江市相差 3.0 倍，旅游流规模变差进一步缩小。2005 年出现两个无标度区，其中第一标度区的齐夫参数  $q$  值在 2004 年的基础上继续缩小，说明该标度区所包含的 13 个地区的旅游流流量规模分布形态仍呈对数正态分布，且各地区之间的游客量变差不大，如该标度区范围内游客量最大的乐山市为 1198.55 万人次，最小的内江市为 406.23 万人次，相差不到 3 倍；第二标度区的齐夫参数  $q$  值大于 1，旅游流流量规模分布呈帕雷托模式。

2.3 入境旅游流流量位序—规模分布变化

图 3 是四川省入境旅游流流量位序—规模双对数坐标图，表 4 是根据双对数坐标图所得到的无标度区范围及拟合方程。从各年的情况看，均有无标度区出现，即入境旅游流流量位序—规模分布仍服从齐夫法则。不过与国内旅游流相比，拟合程度稍差（见图 3）。

入境旅游流位序—规模分布的无标度区范围仍随年份的变化而变化，但与国内旅游流规模分布相比，其变化程度要小。1996~1998 年旅游流流量规模的空间分布为局部分形结构，每年的无标度区各包含 15 个地区，未覆盖区域均为旅游业发展相对落后的地区，其中广安、眉山 1997 年建市，资阳 1998 年建市，之前无相关统计数据；1999 年后旅游流流量规模的空间分形结构发育为单分形，其间 1999~2001 年无标度区范围增加至 18 个

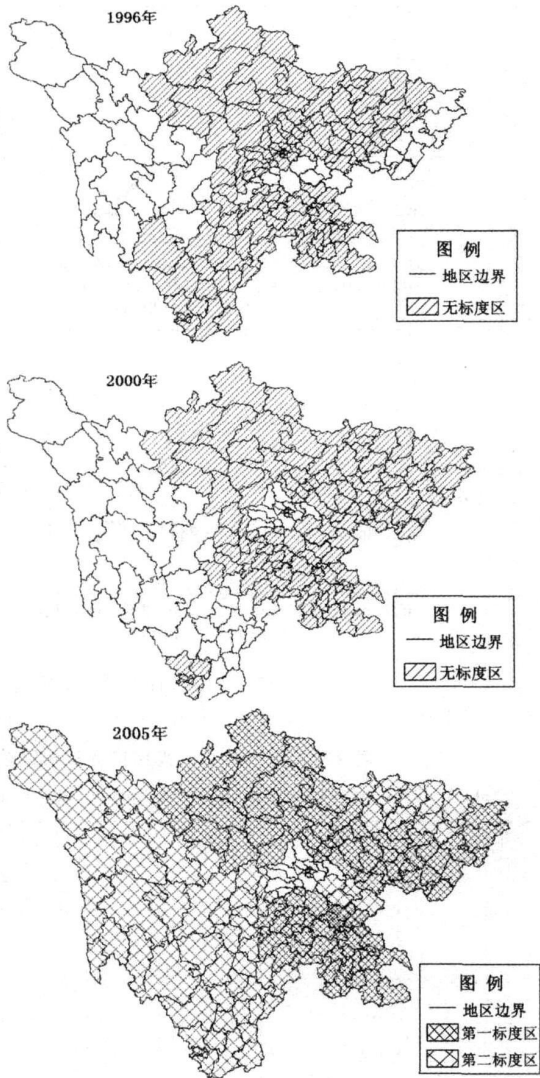


图 2 国内旅游流无标度区范围变化

Fig 2 Scale free range variation of domestic tourist flow

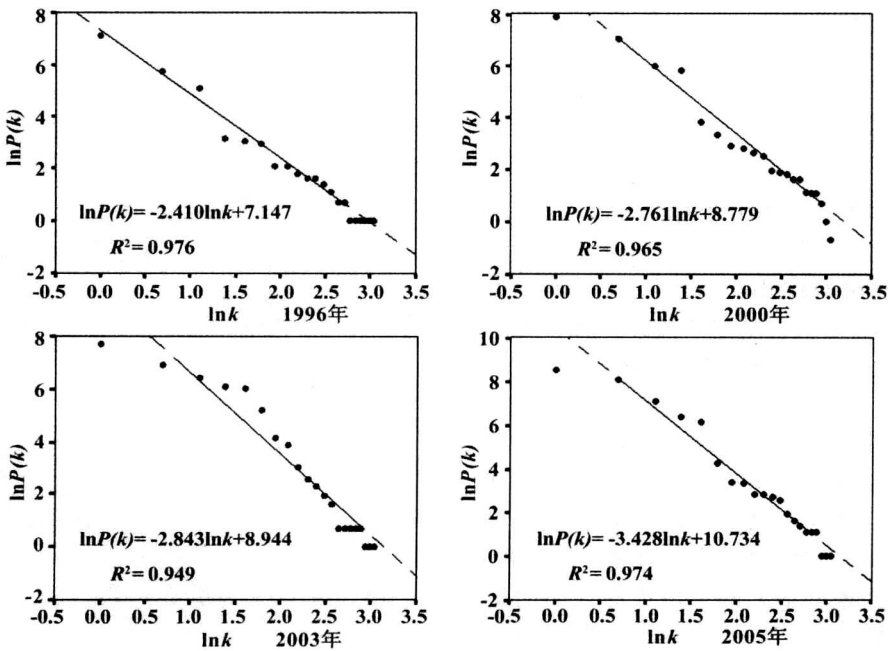


图3 四川省入境旅游流流量位序—规模双对数图

Fig. 3 The ln-ln graph of fractal dimension of inbound tourist flow structure in Sichuan

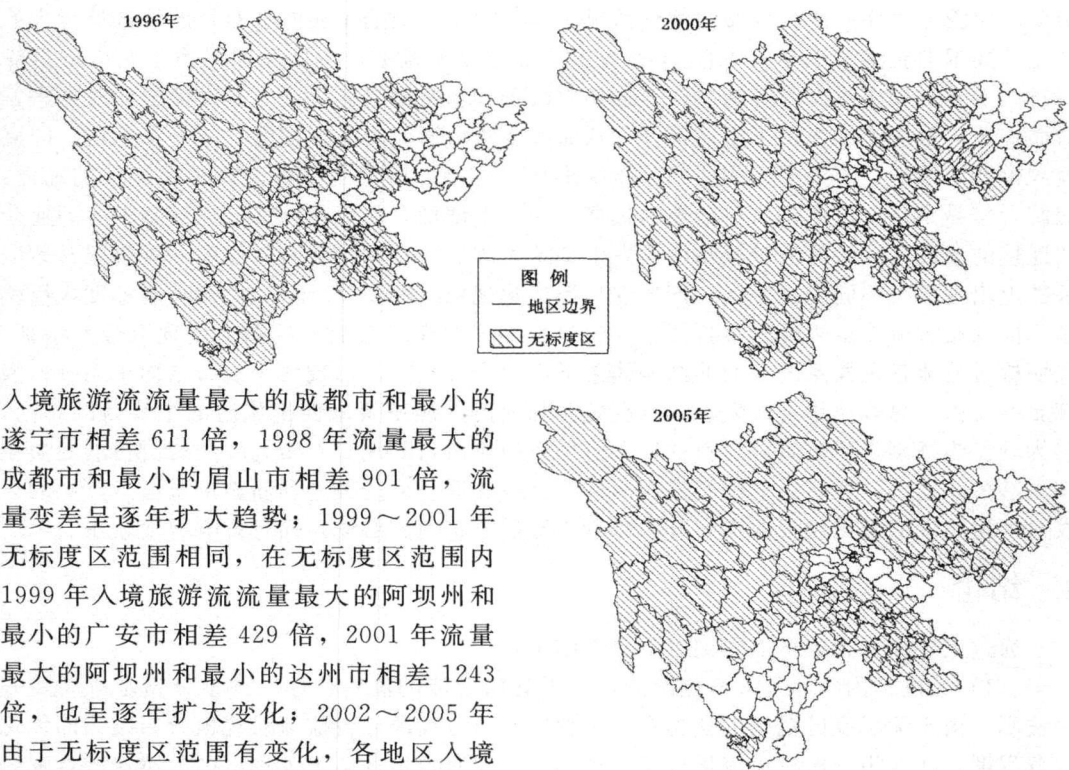
表4 入境旅游流规模结构齐夫法则检验及分段情况（1996~ 2005 年）

Tab 4 Zipf law examination and scaling section to inbound tourist flow size structure (1996~ 2005)					
年份	标度区分段	无标度区范围	拟合方程	判定系数 $R^2$	检验值 $F$
1996	无分段	$k=1\sim 15$	$\ln P(k)=-2.410\ln k+7.147$	0.976	537.772
1997	无分段	$k=1\sim 15$	$\ln P(k)=-2.524\ln k+7.594$	0.959	300.685
1998	无分段	$k=1\sim 15$	$\ln P(k)=-2.460\ln k+7.706$	0.971	429.355
1999	无分段	$k=2\sim 19$	$\ln P(k)=-2.467\ln k+8.083$	0.933	221.606
2000	无分段	$k=2\sim 19$	$\ln P(k)=-2.761\ln k+8.779$	0.965	435.534
2001	无分段	$k=2\sim 19$	$\ln P(k)=-2.702\ln k+8.872$	0.969	500.326
2002	无分段	$k=2\sim 20$	$\ln P(k)=-3.217\ln k+9.788$	0.972	597.525
2003	无分段	$k=2\sim 18$	$\ln P(k)=-2.843\ln k+8.944$	0.949	300.563
2004	无分段	$k=2\sim 21$	$\ln P(k)=-3.419\ln k+10.568$	0.968	543.970
2005	无分段	$k=2\sim 18$	$\ln P(k)=-3.428\ln k+10.734$	0.974	552.592

地区，2002 年之后在 17 至 19 个地区之间变化。成都市由于是全省旅游集散中心，1999 年后的入境游客流量远远多于其他地区，故其流量位序—规模分布双对数图上成都市均落入无标度区之外（见图 4）。

另外，还与国内旅游流分形结构变化不同，2004、2005 年并没有出现双分形退化现象，说明各地区之间入境旅游流的流量规模分布变化基本同步，没有引起较大的结构调整。

从点列双对数坐标图拟合方程的齐夫参数变化情况看，各年  $q$  值均大于 1.0，且呈逐年递增趋势，说明入境旅游流流量规模的空间分布形态呈帕雷托模式，各地区之间的流量规模变差在逐年扩大，如 1996~ 1998 年的无标度区范围相同，在无标度区范围内 1996 年



入境旅游流流量最大的成都市和最小的遂宁市相差 611 倍，1998 年流量最大的成都市和最小的眉山市相差 901 倍，流量变差呈逐年扩大趋势；1999～2001 年无标度区范围相同，在无标度区范围内 1999 年入境旅游流流量最大的阿坝州和最小的广安市相差 429 倍，2001 年流量最大的阿坝州和最小的达州市相差 1243 倍，也呈逐年扩大变化；2002～2005 年由于无标度区范围有变化，各地区入境旅游流的流量变差不便直接比较，但差异化扩大的趋势不变，这与实际情况是相符合的。

图 4 入境旅游流无标度区范围变化  
Fig. 4 Scale free range variation of inbound tourist flow

### 3 旅游流流量位序—规模分布变化特征的旅游地理意义

根据旅游流流量位序—规模分布的演化特征，可分析出以下旅游地理意义：①从无标度区范围变化可以分析出旅游流流量规模分布结构的发育程度。一般而言，无标度区所包括的地区范围越大，表明区域旅游流规模结构的优化程度越高；反之，其结构发育越差。从四川省的情况看，无论是国内或入境旅游流，其流量位序—规模双对数图上的无标度区范围均呈扩大趋势，说明旅游流规模分布结构正逐步得到优化。②无标度区拟合方程中的齐夫参数  $q$  值不仅可以反映旅游流规模的地区分布差异，而且可以用于分析旅游流流量规模分布的空间形态及其变化特征。通常情况下，齐夫参数  $q$  值在 1.0 左右，表示无标度区内各地区单元之间的旅游流规模变差较为一致，规模分布的空间形态呈帕雷托模式；齐夫参数  $q > 1.0$  时，各地区单元的旅游流规模变差仍具有相对一致性，但变差程度有所扩大，规模分布的空间形态呈不规则帕雷托模式；当齐夫参数  $q < 1.0$  时，各地区单元的旅游流规模变差显示出不一致的特征，有变小的趋势，其规模分布的空间形态则由帕雷托模式向对数正态模式转变。③从无标度区的分段变化情况可以看出旅游流流量规模分布的空间分形演化趋势。就四川省国内旅游流而言，其流量规模分形结构由最初的部分分形发展到单分形，再由单分形退化为局部分形，并进一步退化成双分形；而入境旅游流的流量规模分布则从局部分形演化为单分形，与国内旅游流不同步。④齐夫参数  $q$  值的变化不仅能清楚



地反映旅游流位序—规模分布的演变情况,而且间接地说明了旅游者对目的地选择行为的变化。如国内旅游流 1996~2004 年齐夫参数  $q$  值逐年减小,主要原因是由于国内旅游流以省内游客和周边省市游客为主,交通条件改善和新旅游景区(点)开发使他们对原来偏僻而资源丰富的地区作出了重新选择,从而改变了旅游流流量规模的空间分布结构,即流量规模变差缩小,流量规模的空间分布变得相对均衡。特别是一些高速公路连接的地区,旅游者容易到达,以此作为目的地的选择行为大大增加,从而使这部分地区和没有高速公路连接的地区之间游客流量分布结构发生了重大改变,在旅游流流量位序—规模双对数坐标图上出现两个不同的标度区,产生双分形退化现象(如 2005 年)。由于不同标度区反映了不同的旅游流流量规模分布特征,在流量位序—规模双对数坐标图上出现双分形特征,表明旅游流流量规模系统在大的结构体系下产生了分化,即出现两个次级结构子系统:入境旅游流由于总体流量规模偏小,且在短时间内海外旅游者来四川旅游的主要目的不变,仍为观览高级别自然风景旅游目的地和民俗风情旅游目的地,对新开发的旅游目的地由于知之甚少,他们一般不会立即贸然作出选择,故交通条件的改善和新旅游景区(点)的开发对入境旅游流流量规模的空间分布影响要滞后于国内旅游流,而且影响程度较小。

## 4 结论

通过上述研究大致可以得到以下几点结论:

(1) 无论是国内还是入境旅游流,四川省旅游流的流量位序—规模分布基本满足齐夫法则。由于无标度区范围的变化在某种程度上可以反映旅游流流量规模分布结构的优化发育程度,在四川省旅游流流量位序—规模分布双对数坐标图上无标度区所覆盖的范围呈逐年扩大趋势,说明其流量规模分布结构正逐步得到优化。

(2) 将无标度区分段结合其范围变化可大致反映研究时段内旅游流流量规模分布的空间分形演化规律。就四川省国内旅游流而言,其流量规模分布结构由不分段发展为 2005 年的两分段,说明其分形结构发生了变化,即由最初的局部分形发展到单分形,再由单分形退化为双分形结构;而入境旅游流的流量规模分布则从局部分形演化为覆盖全区域的单分形,没有出现标度区分段和双分形现象,这与国内旅游流规模分布的空间分形发育是不同步的。

(3) 齐夫参数  $q$  值的变化可用于说明旅游流流量规模空间分布形态的大致变化规律。国内旅游流齐夫参数  $q$  值逐年缩小,由最初的大于 1.0 缩小为小于 1.0,表示各地区单元旅游流流量规模分布的空间形态由帕雷托模式转化为对数正态模式;入境旅游流齐夫参数  $q$  值始终大于 1.0,且逐年呈递增变化,说明旅游流规模分布的空间形态总体趋势基本保持不变,呈帕雷托分布模式。

(4) 旅游流规模分布的演化机理本质上是因为旅游者对旅游目的地选择行为变化导致的结果。由于四川省国内旅游流以省内和周边省市游客为主,交通条件的改善和新旅游景区(点)开发对其目的地选择影响较大,旅游流流量规模的空间分布也随交通条件和旅游景区(点)布局的变化而发生较大改变;但对于入境旅游流来说,由于旅游流流量总体规模偏小,且海外旅游者感兴趣的旅游资源仍为高级别旅游景区(点),新开发的旅游地知名度较小,他们一般不会冒险选择。所以,交通条件的改善和新旅游景区(点)的开发在短期内一般不会改变入境旅游流的流向和流量分布,对其流量规模分布的空间变化影响可能小于国内旅游流。

(5) 值得指出的是, 由于各方面条件所限, 本文在分析旅游流流量规模分布变化规律时所选用的数据仅 1996~2005 年共 10 年时间, 样本量相对较小, 时间尺度不够长。因此, 得到的流量位序—规模分布规律只能反映研究时段内实证地区的大致变化特征, 今后的演变趋势以及所得结论是否可以在其他区域推而广之, 还需要做进一步的深入研究。

## 参考文献:

- [1] Carroll C. National city-size distributions: What do we know after 67 years of research? *Progress in Human Geography*, 1982, 6(1): 1~43
- [2] 周一星. 城市地理学. 北京: 商务印书馆, 1995 265~267
- [3] 崔旭, 邵力军. 齐普夫定律的相关问题研究. *现代情报*, 2003, (9): 45~46
- [4] 姜永波. 确定城镇体系发展阶段的定量方法. *山东建筑工程学院学报*, 1994, 9(4): 44~49
- [5] 陈勇, 陈嵘, 艾南山, 等. 城市规模的分形研究. *经济地理*, 1993, 13(3): 48~53
- [6] 陈彦光, 刘继生. 城市体系分形特征的初步研究. *人文地理*, 1994, 9(1): 26~30
- [7] 仵宗卿, 戴学珍, 杨吾扬. 帕雷托公式重构及其与城市体系演化. *人文地理*, 2000, 15(1): 15~19
- [8] David T, Herbert, Colin J Thomas *Urban Geography*. John Wiley & Sons Ltd, 1982 91~96
- [9] Mandelbrot B B *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W. H. Freeman, 1982.
- [10] 李后强, 艾南山. 具有黄金分割特征和分形性质的市场网络. *经济地理*, 1992, 12(4): 1~5
- [11] 陈彦光, 刘继生. 城市系统的异速生长关系与位序—规模法则——对 Steindl 模型的修正与发展. *地理科学*, 2001, 21(5): 412~416
- [12] 梁进社. 逆序的 Beckmann 城镇等级—规模模式及其对位序—规模法则的解释力. *北京师范大学学报(自然科学版)*, 1999, 35(1): 132~135
- [13] 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. *地理研究*, 1998, 17(1): 82~89
- [14] 陈彦光, 周一星. 城市等级体系的多重 Zipf 维数及其地理空间意义. *北京大学学报(自然科学版)*, 2002, 38(6): 823~830
- [15] White R, Engelen G. Cellular automata and fractal urban form: A cellular modeling approach to the evolution of urban land use patterns. *Environment and Planning A*, 1993, 25: 1175~1199
- [16] Batty M, Longley P A. *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function*. London: Academic Press, 1994
- [17] 姜世国, 周一星. 北京城市形态的分形集聚特征及其实践意义. *地理研究*, 2006, 25(2): 204~211
- [18] 刘继生, 陈彦光. 交通网络空间结构的分形维数及其测算方法探讨. *地理学报*, 1999, 54(5): 471~475
- [19] 梁立明. *科学计量学: 指标·模型·应用*. 北京: 科学出版社, 1995
- [20] 朱竑, 吴旗韬. 中国省际及主要旅游城市旅游规模. *地理学报*, 2005, 60(6): 919~927
- [21] 杨国良, 张捷, 艾南山, 等. 旅游流齐夫结构及空间差异化特征. *地理学报*, 2006, 61(12): 1281~1289
- [22] 陈彦光, 刘继生. 城市规模分布的分形和分维. *人文地理*, 1999, 14(2): 43~48
- [23] 岳文泽, 徐建华, 等. 分形理论在人文地理学中的应用研究. *地理学与国土研究*, 2001, 17(2): 51~56
- [24] 刘继生, 陈彦光. 城市地理学的分形研究的回顾与前瞻. *地理科学*, 2000, 20(2): 166~171
- [25] Benguigui L, Daoud M. Is the suburban railway system a fractal? *Geographical Analysis*, 1991, 23: 362~368
- [26] White R, Engelen G. Urban systems dynamics and cellular automata: Fractal structures between order and chaos *Chaos, Solitons & Fractals*, 1994, 4(4): 563~583.
- [27] 刘继生, 陈彦光. 东北地区城市规模分布的分形特征. *人文地理*, 1999, 14(3): 1~6
- [28] 王益谦, 王放. 城市人口分布的多重分形特征刻画. *大自然探索*, 1997, 16(4): 72~77
- [29] 戴学军, 丁登山, 许志晖, 等. 基于分形方法的旅游景区(点)系统等级结构研究. *地理科学*, 2006, 26(2): 244~250.
- [30] 许志晖, 戴学军, 等. 南京市旅游景点系统空间结构分形研究. *地理研究*, 2007, 26(1): 132~140

# Study on tourists flow rank-size distribution variation and the mechanism: Taking Sichuan Province as an example

YANG Guo-liang<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Jie<sup>1</sup>, LIU Bo<sup>4</sup>, LI Min<sup>2</sup>, WAN Quanyou<sup>2</sup>

(1. The Department of Land Resources and Tourism Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Urban-rural Planning and Landscape Design Institute, Sichuan Normal University, 610068, China;

3. College of Geography and Resources Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China;

4. Zhenjiang Urban Planning Department, Zhenjiang 212001, China)

**Abstract:** The Zipf theory is the law to study the relation between word frequency and word sequence which has been widely used in the fields of urban system, transportation net and metrology. It is also involved in tourist flow, but only used for simple analysis on the ranking of tourist flow size, without deep discussion for the spatial distribution evolution rules of size structure. This paper studied the spatial distribution changing characteristics and the mechanism of tourist flow size by Zipf Rules. It tried to find the changing law of the size distribution to guide the tourism resource development sequence, and to provide new theoretical support for spatial distribution of tourism scenic sites and urban system of tourist nodes. Compared with traditional quantitative method, Zipf theory can be used to judge the non-scaling section of tourist flow size distribution more precisely, and to interpret the varying characteristic of tourist size distribution based on non-scaling section and Zipf parameters. This will provide new quantitative method for the study on the spatial distribution variation of tourist flow. In this paper, Sichuan Province is taken as the study area. From size distribution analysis of domestic and inbound tourist flow during 1996-2005, it proves that the size distribution structure satisfies Zipf law in each year. Based on this result, this paper further analyzed the variation law of non-scaling range, non-scaling section characteristic and internal structure of each non-scaling range on tourist flow rank-size  $\ln-\ln$  graph. The conclusion shows that non-scaling range for both domestic and inbound tourist flow vary identically on  $\ln-\ln$  graph, with a gradually expanding tendency. However, the variation of spatial fractal structure and distribution pattern is not synchronous. From spatial fractal structure, domestic tourist flow size distribution varies from local fractal in 1997 to single fractal of 1998-2003, then to local fractal in 2004 and finally double fractal in 2005, while inbound tourist flow varies from local fractal in 1998 to single fractal in 1999 and till now, without double fractal. The spatial distribution variation also shows the difference: domestic tourist flow is changing from Pareto distribution pattern to lognormal distribution, but spatial distribution of inbound tourist flow is still steady as Pareto pattern. Perhaps the main reason is that the transportation improvement and new scenic sites development has more effect on destination choice of domestic tourists than on that of inbound tourists. This leads to the more apparent distribution variation of domestic tourist flow size structure.

**Key words:** tourist flow; rank-size distribution; Zipf theory; non-scaling section; Sichuan Province