

# Zipf 定律在划定经济区域内的实证研究

## ——以长江三角洲经济区为例

向永辉

(浙江科技学院 经济管理学院,杭州 310023)

**摘要:** 国外关于 Zipf 定律的实证研究的区域空间多采用国家层次,而国内关于 Zipf 定律的实证研究则涉及国家、跨省的经济区及行政省的不同层次,于是这就有可能存在经济区域空间划定是否合理的问题。现以长江三角洲地区为例,通过修正的引力模型计算城市之间的经济联系强度及潜能,以此进行长江三角洲经济区域的空间划定,并在划定的经济区域内进行 Zipf 定律的实证研究,以验证经济区域空间划定是否合理。研究结果显示了经济区域空间划定的合理性。

**关键词:** 经济区域; Zipf 定律; 长江三角洲经济区; 引力模型

**中图分类号:** C812      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1671-8798(2010)03-0217-08

# Empirical research of Zipf's law in the delimited economic area

## —A case study of the Yangtze River Delta

XIANG Yong-hui

(School of Economics and Management, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** The foreign positive researches of Zipf's law are often related to country-level, but domestic ones are involved different levels of country, economic area surpassing several provinces and provinces. This brought the doubt if the delimitation of economic area was feasible. Taking the Yangtze River Delta for an example, the author computed the economic relation intensity and the potential to delimit the economic area of the Yangtze River Delta through the modified gravity model, and studied the Zipf's law in the determined economic area to test the reasonableness of the delimitation. The result revealed the reasonableness of the delimitation.

**Key words:** economic area; Zipf's law; the Yangtze River Delta; gravity model

收稿日期: 2010-03-18

基金项目: 浙江省哲学社会科学规划课题(09HZCS17Z)

作者简介: 向永辉(1974—),男,湖南宁远人,讲师,博士研究生,主要从事空间经济学、区域经济发展的研究。

Zipf 定律揭示了包含在不同区域空间层次上城市人口规模的规律分布,一直是区域经济学、城市经济学及经济地理学的研究热点之一。有关实证研究的区域空间层次一般落在国家层次,其逻辑非常自然:一国民众可自由迁徙到国内任何城市就业定居,流动到国外去的只占人口极小比例。

经济区域的空间划定一直以来也是区域、城市及地理学界研究的中心问题之一,基于各种空间相互作用的实证研究极其丰富。可以有个猜测:一个合理划定的相对独立、完整的经济区域,其内部的城市人口规模的分布也许会呈现出国家层面上的规律性。本文试图以长江三角洲地区(以下简称长三角)为例来证实这个猜测,并提出经济区域的合理划定及其验证方法。

## 1 相关研究

Zipf 定律刻画了在一个相互关联的地理区域内部,各城市或者城镇人口与其排序之间的经验关系。这种规律性最早被 Auerbach 发现<sup>[1]</sup>,后来为 Steward<sup>[2]</sup>和 Zipf<sup>[3]</sup>所推广。Zipf 定律正式表述如下:令  $s_i$  代表城市  $i$  的标准化人口规模,即该城市的人口规模除以该区域总的城市人口。如果对于标准化的人口规模  $s$ ,  $P(\text{size} > s) = a/s^\zeta$  成立,其中  $a$  是正的常数,帕累托系数  $\zeta = 1$ ,则该区域各城市的人口规模分布被认为满足 Zipf 定律。Zipf 定律有一个近似表述,即所谓的位序—规模定律:第二大城市人口是第一大城市人口的一半,第三大城市人口是第一大城市人口的  $1/3$ ,如此反复。如果将该区域全部  $n$  个城市从大到小排序,  $S(1) \geq \dots \geq S(n)$ , 则  $S(i) \approx k/i$ 。

关于 Zipf 定律的实证研究比较经典的有:Rosen 和 Resnik 认为帕累托系数  $\zeta$  在国家之间是不同的,范围从 0.80 到 1.96 不等<sup>[4]</sup>。Eaton 和 Eckstein 分析了法国和日本的例子<sup>[5]</sup>,Brakman 等使用了荷兰的数据<sup>[6]</sup>,Ioannides 和 Overman 详细分析了美国的案例<sup>[7]</sup>。以上学者共同发现美国的帕累托系数  $\zeta$  接近于 1,但其他很多国家不同于 1。Holmes 和 Lee 认为之前研究中采用的是行政边界而非经济边界,且对于小城镇没有统计,可能存在测度误差<sup>[8]</sup>。国内学者许波和纪慰华利用分形方法对长三角的城市规模分布进行了研究,发现  $\zeta = 1.022\ 91$ ,比较接近于 1<sup>[9]</sup>。班茂盛和祁巍锋利用“四普”和“五普”数据,发现了浙江省城市体系规模分布具有统计分形的性质,其分维数  $D$ (也即  $\zeta$ )从 1990 年的 0.953 上升到 2000 年的 1.134<sup>[10]</sup>。王桂新等利用长三角 53 个县级以上城市的人口数据,得到  $\zeta = 1/0.978 = 1.022\ 5$ ,比较接近于 1<sup>[11]</sup>。张虹鸥等采用包括港澳门的珠江三角洲诸城市 1983—2003 年数据,发现  $\zeta$  在 1.035 到 2.067 之间波动<sup>[12]</sup>。潘鑫和宁越敏利用长三角诸城市 1984—2004 年人口数据,发现分维值  $D$ (也即  $\zeta$ )从 0.738 上升到 1.012<sup>[13]</sup>。

国外关于 Zipf 定律的实证研究多以整个国家为一内部相互关联、外部相对独立的区域空间,而国内关于 Zipf 定律的实证研究其区域空间下降为像长三角、珠江三角洲等经济区域或者一个行政省份的范围。这就带来一个问题:这些经济区域或者行政省份作为一个相对完整和独立的经济区域,其空间划定合理吗?

国内关于经济区域划分的实证研究比较多,最为人知的是东、中、西部三大经济区域的划分。比较具体的研究包括:许学强等对中国 1953—1978 年万人以上的城镇空间分布进行了最近邻分析<sup>[14]</sup>;张义文等利用断裂点方法确定了河北省 11 个主要城市的城市吸引范围<sup>[15]</sup>;王维和罗守贵利用引力模型计算了上海与其周边城市之间的经济联系<sup>[16]</sup>;顾朝林和庞海峰运用重力模型对中国城市间的经济联系进行了定量计算,并对整个中国城市体系做了层域划分<sup>[17]</sup>。

以上关于城市吸引区域、都市圈空间界定或者经济区域划定(名称不一,但实质一样)的研究,大都提出了一些方法来进行定量计算。但这样划定是否合理,则没有进一步地用指标来验证。笔者认为:合理划定的经济区域是一个内部经济联系相对紧密,与其他经济区域相对独立的地理空间的存在。如果在该经济区域内部,人口的流向与经济联系存在某种高依存关系,则该经济区域内各城市的人口规模分布将趋向于某种稳定分布。因此,可以用这种稳态分布反过来佐证经济区域划定的合理性。

## 2 区域划定和 Zipf 定律验证的方法和数据

### 2.1 模型的设定

城市之间的经济联系是一个综合的概念,可细分为人员流、货物流、资金流及信息流等。计算两城市经济联系强度的典型公式是:

$$R_{ij} = k \frac{M_i M_j}{D_{ij}^2} \quad (1)$$

式(1)中: $R_{ij}$  为两城市经济联系强度; $M_i, M_j$  分别为始点和终点城市的规模指标; $D_{ij}$  为两城市的经济距离; $k$  为常数。这个量化模型有诸多假设,例如各城市经济活动相似,城市辖区内的经济活动集中于代表该城市的那个点,城市间经济联系方式相似,没有巨大的制度或者地理上的障碍等。另外,指数的设定属于经验假设,需根据具体情况进行修正。考虑到城市之间经济结构等不同,可将其拓展如下:

$$R_{ij} = \Omega_{ij} \frac{M_i^\alpha M_j^\alpha}{D_{ij}^\beta} \quad (2)$$

式(2)中: $\Omega_{ij}$  为城市  $i$  和城市  $j$  的经济结构差异度,

公式(2)算出的是潜在的经济联系强度。可观测的现实的的经济联系强度可表述如下:

$$R_{ij}^* = f(\text{Pflow}_{ij}, F_{ij}, I_{ij}, \epsilon) \quad (3)$$

其中: $\text{Pflow}_{ij}$  为城市  $i$  和  $j$  之间的人员流动量; $F_{ij}$  为城市  $i$  和  $j$  之间的货物流量; $I_{ij}$  为城市  $i$  和  $j$  之间的包括资金、有经济意义的信息流(比如生产技术、专利等的流动)等的总量。然而,现实中两城市间的货物流、资金信息流的准确数字极难得到,可得的比较准确的数字是人员的流动量。假设人员的流动量与现实的经济联系强度有某种比例关系,而现实的经济联系又与潜在的经济联系有某种比例关系,则最终两城市间潜在的经济联系强度与两城市间的人员流动量存在某种比例关系。因此,可用能观测到的城市  $i$  和  $j$  之间的人员流动量  $\text{Pflow}_{ij}$  作为无法直接观测的城市  $i$  和  $j$  之间的潜在经济联系强度  $R_{ij}$  的代理变量。这样,式(2)可以近似表示为:

$$\text{Pflow}_{ij} = c\Omega_{ij} \frac{M_i^\alpha M_j^\alpha}{D_{ij}^\beta} \quad (4)$$

以往研究已经证实了城市体系内部分形的存在,因而可以合理假设城市  $i$  是中心城市且与邻近的城市存在相似性。另外假设两邻近的非中心城市  $j$  和  $k$ ,经济结构相似,则其与中心城市经济结构差异度相似,即  $\Omega_{ij} = \Omega_{ik}$ ,则中心城市与非中心城市之间的人员流动量  $\text{Pflow}_{ij}$  可以化简为:

$$\text{Pflow}_{ij} = c\Omega_{ij} M_i^\alpha \frac{M_j^\alpha}{D_{ij}^\beta} = K \frac{M_j^\alpha}{D_{ij}^\beta} \quad (5)$$

式(5)中: $K = c\Omega_{ij} M_i^\alpha$  是与中心城市  $i$  相关的常数。

对式(5)两边取对数,得:

$$\ln \text{Pflow}_{ij} = \ln K + \alpha \ln M_j - \beta \ln D_{ij} + \epsilon = C + \alpha \ln M_j - \beta \ln D_{ij} + \epsilon \quad (6)$$

参数  $\alpha$  和  $\beta$  估计出来之后,返回去利用式(2)可将两城市间潜在的经济联系强度算出来。

更进一步,个体城市  $i$  的经济地位或者重要性可用潜能  $G_i$  来表示:

$$G_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (i \neq j) \quad (7)$$

式(7)中: $n$  为经济区域内所有城市的数目。

为了确定哪些城市应该划入以某个大城市为中心城市的经济区域,可以定义  $L_i^{\max}$  为城市  $i$  的最大经济联系:

$$L_i^{\max} = \max(L_{i1}, L_{i2}, \dots, L_{ij}, \dots, L_{i(n-1)}, L_{in}) \quad (i \neq j) \quad (8)$$

在计算城市  $i$  的最大经济联系时,应视为以城市  $i$  为中心,半径为它与预先假定的中心城市之间的直线距

离,与它发生经济联系的城市包含在这个圆内,逐一计算它与这些城市的经济联系,然后找出其中的最大者。

以某大城市为中心城市的经济区域的划定原则可阐述如下:

- 1) 如果城市  $i$  的最大经济联系  $L_i^{\max}$  是与城市  $j$  发生的,而且  $G_i < G_j$ ,则城市  $i$  经济上附属于城市  $j$  (或称城市  $j$  是城市  $i$  的上级城市);
- 2) 如果城市  $i$  经济上附属于城市  $j$ ,而城市  $j$  经济上又附属于城市  $k$ ,则城市  $i$  也附属于城市  $k$ ;
- 3) 如果一个城市不附属于任何其他城市,则该城市为该区域的中心城市。

根据以上原则,如果能确定某个城市为中心城市,则以该城市为中心城市的经济区域也就大致可以确定了。

整个经济区域划定后,就可以进行该区域内 Zipf 定律的验证和检验了。拟采用以下公式

$$\log \text{rank}(i) = c - \beta \log P(i) \quad (9)$$

式(9)中: $P(i)$ 是该经济区域内所有城市人口规模按从大到小降序排列的第  $i$  位的人口数。

## 2.2 变量的选取和数据来源

### 2.2.1 变量的选取

在计算两城市潜在的经济联系强度时,城市的规模指标通常选取城市(或市区)的人口规模、GDP、市区工业生产总产值或者几个综合总量经济指标的加权平均值。由文献[18]可知,人口规模相对 GDP 是更全面的指标,笔者选取城市市区总人口(变量命名为 POP)作为体现城市规模的指标。另外,城市的经济距离选取两城市市区之间的公路里程数(变量命名为 DIS),这是考虑到货物在相距较近的城市之间流动时通过公路运输比通过铁路更方便和经济。

在经济区域划定时,笔者只选取地级市及以上的城市,这是由于经济区域划分中的递归原则:如果某个地级市经济上隶属于另一个更大的城市,则这个地级市所属的更小的城市也在经济上隶属于这个更大的城市,而一般来说该地级市所辖县级市不仅在行政上有隶属关系,在经济上也同样存在隶属关系。在经济区域划定后验证 Zipf 定律时,由于县级市没有关于县城的人口统计,只统计了整个县的人口,但是县级市总人口则除部分非农业人口集中在县政府所在的县城外,大部分人口则分散在农村,所以只选取地级市及以上的城市。对地级市及以上的城市的人口选取城市市区总人口数(包括了非农业人口和农业人口)。

### 2.2.2 样本的确定及数据的来源

以往关于经济区域或都市圈的实证研究显示:如果以中心城市为圆心,其半径一般在 300~400 km。预先假定上海为中心城市,半径取上限 400 km。凡是离上海的直线距离在 400 km 之内的地级市及以上的城市都是候选城市。候选城市包括上海、江苏、浙江及安徽境内的总计 30 个城市:上海、南京、扬州、泰州、镇江、常州、无锡、苏州、南通、盐城、淮安(10 个),杭州、嘉兴、湖州、绍兴、宁波、舟山、金华、台州、丽水、温州、衢州(11 个),滁州、马鞍山、芜湖、宣城、铜陵、池州、黄山、巢湖(8 个)。关于上海与区域内其他城市之间的人员流动量笔者采用了与王维和罗守贵类似的计算方法<sup>[16]</sup>。从上海到区域内其他城市的人员流动采用空运和水运方式的相当少,主要是通过公路客运和铁路客运。通常长途客车载客量为 50 人,而列车一节车厢满员是 118 人。铁路客运沿途停靠站点较多,要分情况讨论。根据对铁路车票预售在起点站、中途停靠站及终点站之间分配情况的调查,作如下处理:B1,上海为始发站,目标城市为终点站的列车班次,设定其中有 5 节车厢的乘客去往目标城市;B2,上海为始发站,目标城市非终点站的过境列车班次,设定有 2 节车厢的乘客去目标城市;B3,上海非始发站,目标城市为终点站的列车班次,设定其中有 1.5 节车厢的乘客去往目标城市;B4,上海非始发站,目标城市非终点站的过境列车班次,设定其中有 1 节车厢的乘客去往目标城市。这样,可以得到:

$$\text{上海与区域内某城市间人员流动量} = \text{两市间公路人流量} + \text{两市间铁路人流量} = [50A + (6B1 + 2B2 + 1.5B3 + B4) \times 118] \times 365 \quad (10)$$

根据实际的车次统计,代入式(10),得到人员流动量如表1所示。

表1 上海与区域内其他城市之间的火车、汽车班次及人员流动量

Table 1 The Commuting train, bus and flow of people between Shanghai and the other cities in the Yangtze Delta

目的地	火车班次/天				长途汽车 班次/天 A	总计人流量 (人·年 <sup>-1</sup> )	目的地	火车班次/天				长途汽车 班次/天 A	总计人流量 (人·年 <sup>-1</sup> )
	B1	B2	B3	B4				B1	B2	B3	B4		
苏州	4	55	1	14	86	8008 465	宁波	7	0	1	0	77	3 278 795
无锡	4	61	0	15	32	7 518 270	台州	0	0	0	0	34	620 500
常州	2	52	0	14	30	6 146 600	金华	1	34	1	7	3	3 608 025
南通	0	0	0	0	84	1 533 000	丽水	0	1	0	2	5	263 530
镇江	0	46	0	12	3	4 534 030	衢州	1	24	0	5	8	2 687 130
扬州	0	0	0	1	41	791 320	温州	1	0	2	0	43	1 172 380
泰州	0	0	1	0	37	739 855	滁州	0	10	0	6	3	1 174 570
南京	25	48	4	11	22	11 728 910	马鞍山	0	3	0	0	8	404 420
盐城	0	0	0	0	71	1 295 750	芜湖	0	3	0	0	22	659 920
淮安	0	0	0	0	50	912 500	宣城	0	2	0	0	4	245 280
嘉兴	0	46	0	13	41	5 270 600	铜陵	0	1	0	0	13	323 390
湖州	0	0	0	0	34	620 500	池州	1	0	0	0	2	294 920
杭州	12	41	8	9	79	8 979 000	黄山	1	1	0	0	12	563 560
绍兴	0	6	0	1	39	1 271 660	巢湖	0	0	0	0	12	219 000

注:1) 火车班次数据来自中国铁路时刻表 www.shike.org.cn,长途汽车班次数据来自易行网 www.ewalker.com.cn;

2) 表1中没有列入舟山。舟山不通铁路,长途汽车在跨海大桥开通前也需要通过轮渡从宁波转过去,与上海的直接交通途径只有空运和海运。

关于城市人口、城市人均GDP等数据的来源是《中国城市统计年鉴2009》《上海统计年鉴2009》《江苏统计年鉴2009》《浙江统计年鉴2009》和《安徽统计年鉴2009》,两城市之间的直线距离由中国电子地图得到,两城市之间公路里程数来自于中国公路信息服务网 www.chinahighway.gov.cn。

### 3 模型估计结果及其分析

#### 3.1 经济区域的划定

利用软件EViews6.0,采用OLS方法,对式(6)进行估计,结果如下:

表2 式(6)估计结果

Table 2 Estimating results of Equation (6)

变量	参数	标准差	T统计量	P值
常数 C	16.077 99	2.583 163	6.224 149	0.000 0
log(POP)	0.953 249	0.233 814	4.076 947	0.000 4
log(DIS)	-1.133 569	0.345 015	-3.285 567	0.003 0
判决系数 R <sup>2</sup>			0.631 402	
调整的判决系数 R <sup>2</sup>			0.601 914	
F统计量			21.412 24	
F统计量的 P 值			0.000 004	
D.W.值			2.357 267	
样本容量值			28	

得到估计方程

$$\log(\text{Pflow}) = 16.077\ 990\ 521\ 6 + 0.953\ 249\ 320\ 487 \log(\text{POP}) - 1.133\ 568\ 890\ 13 \log(\text{DIS})$$

(6.224 149)                      (4.076 947)                      (-3.285 567)

由输出结果看,本模型可以通过  $\alpha = 0.000\ 004$  的 F 检验,说明方程总体的线性关系极其显著,即有大于

99%的可信度上海与区域内其他成员城市之间的人员流动量与其人口规模和经济距离存在密切的关系。另外,模型分别通过  $\alpha=0.0004$  和  $\alpha=0.003$  的  $t$  检验,说明每个解释变量对被解释变量来说都是显著的。

不考虑城市间经济结构的不同,即假定  $\Omega_{ij}=1$ ,则利用式(2)可算出任意两城市之间潜在的经济联系强度,进而计算出某城市的潜能  $G_i$  及其最大经济联系城市。计算结果列表 3。

表 3 长三角经济区域成员城市的最大经济联系城市、潜能及其上一级城市

Table 3 The max-economic related city, potential and the upper city of member cities of the Yangtze Delta economic region

城市名	最大经济联系城市	潜能 $G_i$	上一级城市	城市名	最大经济联系城市	潜能 $G_i$	上一级城市
上海	苏州	5 025.979	无	宁波	上海	1 105.088	上海
苏州	上海	2 463.11	上海	舟山	宁波	363.953 1	宁波
无锡	上海	2 402.71	上海	台州	上海	562.944 8	上海
常州	上海	2 055.592	上海	金华	上海	445.201	上海
南通	上海	715.848 9	上海	丽水	上海	153.530 8	上海
镇江	南京	997.489 2	南京	衢州	上海	331.048 8	上海
扬州	南京	988.373 8	南京	温州	上海	449.550 9	上海
泰州	上海	525.741 7	上海	滁州	南京	382.120 4	南京
南京	上海	3 359.198	上海	马鞍山	南京	581.070 9	南京
盐城	上海	792.173 3	上海	芜湖	南京	748.948 7	南京
淮安	上海	1 168.331	上海	巢湖	南京	456.563 5	南京
嘉兴	上海	917.391 9	上海	宣城	上海	576.239 3	南京
湖州	上海	1 035.617	上海	铜陵	南京	243.616 2	南京
杭州	上海	2 863.428	上海	池州	上海	302.913 1	南京
绍兴	杭州	542.389 5	杭州	黄山	上海	184.042 9	上海

需要说明的是,尽管其他城市没有直达舟山的火车和长途汽车,但长途汽车可以先行抵达宁波再转往舟山。其他城市到舟山的公路里程数按其他城市到宁波的公路里程累加宁波至舟山的公路里程数 59 km。由于舟山和其他城市的经济联系相比其他城市可能更多依赖于水运和空运,这里的计算很可能低估了舟山的潜能值(舟山的人均 GDP 在传统的长三角 16 个城市中位居中游)。另外,由于上海到舟山的经济距离是根据上海到宁波加上宁波到舟山的公路里程计算的,上海到舟山可能更多地通过水运和空运,因此这里的计算也很可能低估了舟山与上海的经济联系强度,从而可能舟山的最大经济联系方是上海而非宁波(舟山与上海的经济联系强度只比舟山与宁波的经济联系强度低一点)。

由表 3 可以得到:上海确实是长三角经济区域的中心城市,下面有南京、杭州 2 个副中心城市,南京经济上隶属有镇江、扬州、滁州、马鞍山、芜湖、巢湖和铜陵 7 个城市,杭州经济上隶属有绍兴,其余城市经济上都隶属于上海。

如果取潜在在 500 以上(相对经济联系更紧密)作为长三角经济区域的成员城市,可以发现巢湖、温州、金华、滁州、舟山、衢州、池州、铜陵、黄山和丽水这 10 个城市将被剔除,即剩下 20 个城市。但考虑到舟山的特殊性,也可将舟山放入,即长三角经济区域共有 21 个地级及以上城市,比传统的 16 个城市多了淮安、盐城、马鞍山、芜湖和宣城这 5 个城市。长三角经济区或城市群传统上包括 16 个城市:上海、南京、苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州、南通、杭州、嘉兴、湖州、绍兴、宁波、舟山和台州。这种传统的划定除了考虑空间上的靠近,可能更多地是经济发展水平上的考量:16 个城市的人均 GDP 比较接近。淮安、盐城、马鞍山、芜湖和宣城这 5 个城市比 16 个城市中人均 GDP 最低的南通和泰州还要低 1 万,与人均 GDP 最高的苏州、上海等城市相比差距更大。

### 3.2 Zipf 定律的验证、检验及比较

#### 3.2.1 以单独的行政省作为一个相对独立、完整的经济区域

对浙江省的估计结果如下:

$$\log(\text{rank}_i) = 6.822\ 553 - 1.117\ 975 \log(P_i)$$

$$(18.308\ 03) \quad (-14.161\ 68)$$

$$R_a^2: 0.952\ 279$$

关于  $\zeta=1$  的假设检验:采用系数约束的 Wald 检验,其  $P$  值=0.135 1,不能拒绝关于  $\zeta=1$  的原假设。

对江苏省的估计结果如下:

$$\log(\text{rank}_i) = 7.894\ 468 - 1.215\ 352 \log(P_i)$$

$$(13.038\ 48) \quad (-10.238\ 73)$$

$$R_a^2: 0.896\ 401$$

关于  $\zeta=1$  的假设检验:采用系数约束的 Wald 检验,其  $P$  值=0.069 6,在 10% 的显著性水平上拒绝了关于  $\zeta=1$  的原假设。

3.2.2 以传统的长三角 16 个城市作为一个相对独立、完整的经济区域

其估计结果如下:

$$\log(\text{rank}_i) = 6.606\ 642 - 0.917\ 362 \log(P_i)$$

$$(36.132\ 28) \quad (-25.979\ 48)$$

$$R_a^2: 0.978\ 227$$

关于  $\zeta=1$  的假设检验:采用系数约束的 Wald 检验,其  $P$  值=0.019 3,在 5% 的显著性水平上拒绝了关于  $\zeta=1$  的原假设。

3.2.3 以经由经济联系计算确定的长三角 30 个城市作为一个相对独立、完整的经济区域

其估计结果如下:

$$\log(\text{rank}_i) = 7.499\ 043 - 1.048\ 284 \log(P_i)$$

$$(52.856\ 65) \quad (-35.793\ 83)$$

$$R_a^2: 0.977\ 849$$

关于  $\zeta=1$  的假设检验:采用系数约束的 Wald 检验,其  $P$  值=0.099 2,在 10% 的显著性水平上拒绝了  $\zeta=1$  的原假设。

3.2.4 以相比 30 个城市更加紧密联系的长三角 21 个城市作为一个相对独立、完整的经济区域

其估计结果如下:

$$\log(\text{rank}_i) = 7.293\ 303 - 1.019\ 560 \log(P_i)$$

$$(0.162\ 270) \quad (0.031\ 860)$$

$$R_a^2: 0.980\ 826$$

关于系数  $\zeta=1$  的假设检验:采用系数约束的 Wald 检验,其  $P$  值=0.539 2,不能拒绝  $\zeta=1$  的原假设。

由以上估计结果可以看出:相比其他种类的、由行政区划确定的经济区域,经由经济联系计算确定的长三角经济区域其人口规模的分布比较完美地符合 Zipf 定律。这正好确证了笔者的猜想:一个相对完整和独立的经济区域,其人口在各城市间的分布也许更加符合理想状态的 Zipf 定律。

为验证 Zipf 定律是否能稳定有效地解释由这 21 个城市组成的长三角经济区域的人口规模分布,笔者另外取 1997—2008 年的这 21 个城市的人口数据(淮安 2001 年以前为淮阴,宣城 2001 年成为地级市,之前为县级市),发现对于长三角 21 个城市的人口规模分布,在 1997—2008 所有年份都不能拒绝  $\zeta=1$  的原假设,由此可以得出:这 21 个城市组成的长三角经济区域的人口规模分布可由 Zipf 定律得到稳定而有效的解释,或者说进一步佐证对长三角经济区域划定的合理性。

## 4 结 语

通过将城市之间的经济联系区分为潜在和现实的经济联系两种,并对传统的引力模型进行了修正,采

用了与经验数据更相关的形式,从而使经济联系强度的计算更有现实意义,依此进行的经济区域的空间划定也更为精准和更具现实意义。计算得出长三角经济区域应包括 21 个城市,比传统的 16 个城市(主要是上海、江苏南部和浙江北部、东部城市)多了江苏北部的盐城和淮安及安徽东部的马鞍山、芜湖和宣城 5 城市。另外还发现:在目前界定的长三角经济区域,其人口规模的分布能够比较完美地符合 Zipf 定律,而其他以单独行政省为经济区域或者传统 16 城市的长三角经济区域,其人口规模分布不能由 Zipf 定律来解释。这也间接地佐证了对长三角经济区域划定的合理性。但本研究不足之处在于:一是未能采用与两城市之间经济联系更加紧密相关的比如两城市之间的贸易量、通信量等指标,当然这与现有统计部门不进行这方面的统计有关系,需要进一步更深入地进行调查研究;二是在验证 Zipf 定律时只采用了地级及以上城市的数据,未能采用县级市和镇的数据,由此可能造成样本过小的问题,也需要进一步地调查研究。

### 参考文献:

- [1] AUERBACH F. Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration[J]. Petermanns Geographische Mitteilungen, 1913, 59: 74-76.
- [2] STEWART J Q. Empirical mathematical rules concerning the distribution and equilibrium of population [J]. Geographical Review, 1947, 37: 461-85.
- [3] ZIPF G K. Human Behavior and the Principle of Least Effort[M]. Cambridge, MA: Addison-Wesley, 1949.
- [4] ROSEN K T, RESNIK M. The size distribution of cities: An examination of Pareto law and primacy[J]. Journal of Urban Economics, 1980, 8: 165-186.
- [5] EATON B, ECKSTEIN O. Cities and growth: Theory and evidence from France and Japan[J]. Regional Science and Urban Economics, 1997, 27: 443-474.
- [6] BRAKMAN S, GARRETSEN H, VAN MARREWIK C, et al. The return of Zipf: A further understanding of the rank-size distribution[J]. Journal of Regional Science, 1999, 39: 183-213.
- [7] IOANNIDES Y M, OVERMAN H G. Zipf's Law for cities: An empirical examination[J]. Regional Science and Urban Economics, 2003, 33: 127-137.
- [8] HOLMES T J, LEE S. Cities as six-by-six-mile squares, forthcoming in the Economics of Agglomeration [C]//GLAESER E L, an NBER conference volume, the University of Chicago Press, 2008.
- [9] 许波, 纪慰华. 长江三角洲地区城市规模分布的分形研究[J]. 城市问题, 2001(2): 7-9.
- [10] 班茂盛, 祁巍锋. 基于分形理论的浙江省城市体系规模结构研究[J]. 中国人口科学, 2004(6): 39-43.
- [11] 王桂新. 中国长江三角洲地区城市化与城市群发展特征研究[J]. 中国人口科学, 2005(2): 42-50.
- [12] 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.
- [13] 潘鑫, 宁越敏. 长江三角洲都市连绵区城市规模结构演变研究[J]. 人文地理, 2008(3): 17-21.
- [14] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [15] 张义文, 高新法, 荣美娜, 等. 河北省主要城市吸引范围[J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2001, 25(4): 533-536.
- [16] 王维, 罗守贵. 上海都市圈城市间引力研究及基于人流量的实证分析[J]. 软科学, 2006, 20(3): 19-22.
- [17] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分[J]. 地理研究, 2008, 27(1): 1-12.
- [18] ABDEL-RAHMAN H, ANAS A. Theories of Systems of Cities[M]//HENDERSON J V, THISSE J F, Handbook of Urban and Regional Economics, North Holland, 2004.