

基于模糊 C 均值聚类与相关性分析的长三角城市群演化探析

陈建军^a, 葛宝琴^b

(浙江大学 a. 公共管理学院; b. 经济学院, 浙江 杭州 310027)

摘要:长三角经济的发展历程实际上也是以城市群体系不断演化的过程。过去对长三角城市群的研究大多停留在对功能、特征的描述,对其空间结构演化的机理缺乏理论分析。文章采用模糊 C 均值聚类与相关性分析的方法,构建反映城市化发展的综合指标体系,对长三角 16 个城市在不同阶段的发展状况进行比较,发现长三角城市群演化是伴随地区城市化水平提高,集聚势能的扩散按照城市等级由高到低,沿着点—轴—面路径,通过中心—外围的空间结构不断复制来实现的。研究表明:长三角一体化的形成是整体城市化水平发展到一定阶段,城市群空间体系以及城市功能互动和演化的结果;是整个区域系统由低水平的均质空间向高水平的一体化方向均衡发展的必然趋势。为政策制定者采取有效途径解决区域协调发展提供科学依据。

关键词:模糊 C 均值聚类;相关性分析;城市群;一体化

中图分类号:F061.5

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2009)02-0001-08

一、引言

长江三角洲地区(以下简称长三角)是国内经济发展速度最快的地区之一,也是理论界研究的热点。2007 年长三角经济增长 15.2%,全国经济增长 11.4%。长三角的经济增长多年来都明显高于全国平均水平。这和长三角城市化进程不断加快,产业结构不断提高,自主创新能力不断加强有关,更重要的是长三角内部城市间的互动和一体化发展都起了巨大推动作用。在今后空间格局的演变过程中,长三角仍将发挥竞争优势。

1982 年国务院发出《关于成立上海经济区和山西能源基地规划办公室的通知》,决定建立以上海为中心,包括长三角的苏州、无锡、常州、南通和杭州、嘉兴、湖州、宁波、绍兴等 10 个城市的上海经济区,这是“长三角经济圈”概念的最早雏形。1992 年,由上海牵头,南京和杭州协助,在经济协作系统内成立一个区域合作组织——长江三角洲协作办(委)主任联席会议,将长三角的范围确立为涵盖上海、南京、杭州、无锡、苏州、扬州(包括现在的泰州)、南通、常州、镇江、宁波、舟山、绍兴、湖州、嘉兴等 14 个城市。2003 年,第四次长江三角洲城市经济协调会议上接纳浙江台州入会,目前长三角已包括 16 个城市。从长三角的发展历程看,大致分为三个阶段:1992—1996 年是开启阶段;1997—2003 年是探索阶段;2004—2006 年是发展阶段^[1]。

目前,长三角城市体系主要包括特大城市、大城市、中小城市、小城镇等四个等级,等级层次愈高,城市越少,呈现明显金字塔格局。城市化水平在不同层次

收稿日期:2008-09-23

基金项目:国家发改委专项课题“基于要素流动和产业转移的区域协调发展内生机制研究”

作者简介:陈建军(1955-),男,浙江杭州人,浙江大学公共管理学院、浙江大学区域与城市发展研究中心主任,教授,博士生导师,主要从事产业经济、区域经济、城市经济、国民经济研究。

欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>

间存在差异,规模越大、等级越高的城市,城市化水平也比较高。中心城市在集聚过程中的能量溢出会产生辐射效应,其强度同城市本身所处的等级层次有关,等级层次越高的城市,集聚效应越强,辐射能力和范围也越大,而且传递的方向是由高到低,呈梯度扩散。上海是长三角地区第一层次的中心城市,它不仅集聚了大量要素,同时也对其他城市产生巨大的辐射带动作用。南京和杭州是长三角地区的区域次中心城市,即第二层次的城市,它们对上承接上海引力,对下则吸引若干城市,形成了自己相对独立的经济腹地,即二级都市圈或城市群。同样,处于第二层次的城市,向下也有自己的势力范围和经济腹地,因此其下辖的县(市)就成为长三角地区第三层次的城市。再往下,这些县(市)以下的乡镇,则成为第四层次的城市(镇),也是最末梢的城市等级^[2]。

笔者采用模糊C均值聚类和相关性分析分方法对长三角16个城市的演化进行探析,研究长三角区域空间结构的演化路径以及一体化的形成机制,探究城市化水平提高对集聚和扩散以及区域协调发展带来的影响。笔者首先讨论长三角城市群的演化机理和路径;其次,构建一个反映城市化发展水平的综合指标体系;然后,以时间为序,对处在不同发展阶段的长三角城市群进行模糊聚类,比较各个城市的发展状况,获得整个城市群等级体系的演化趋势;最后,在聚类的基础上通过研究同一城市的不同发展参数之间的相关性和不同城市同一参数之间的相关性,获得决定城市发展的重要参数,直观论证了城市间的紧密联系对整体城市化水平提高以及长三角一体化、均衡化发展的影响。

二、长三角城市群的演化机理

美国区域发展与规划专家弗里德曼(J. R. Friedman)把经济增长的特征与经济阶段的阶段联系起来,依据工业化水平将区域经济发展划分为四个阶段:前工业化阶段、中心—外围阶段Ⅰ(工业化初期阶段)、中心—外围阶段Ⅱ(工业化成熟阶段)、空间一体化阶段(后工业化阶段)。在不同阶段,空间组织的构架、要素流动状态、平衡状态及城市规模体系等都存在差异^[3]。基于其研究成果,区域空间基本上历经低水平均质化、极核化、点轴化、均衡化、一体化的演进过程^[4]。在前工业化阶段,城市间要素流动少,缺乏联系,发展水平差异不大,可以看作是低水平均质化状态。由于偶然因素^①作用,产生了明显的要素流动和产业转移的趋势,要素集聚地的城市化进程加快。集聚经济理论认为,城市化的实质是要素在空间上的聚集过程。生产要素在城市的集聚所产生的集聚经济是中国城市化的最根本动力^[5-6]。城市功能从根本上创造了产业集聚的

外部环境,集聚能够促进辅助性行业和服务业的发展;集聚能够提供集中的专业化的劳动力市场;集聚带来知识和技术的外部性^[7]。城市化水平越高,这种集聚效应就越强。城市化是一种构成这一特有的经济空间的第二、三产业的区位的形成、聚集和发展以及与其相伴而产生的消费区位的形成和聚集过程。城市的成长主要表现为第二、三产业的成长,产业本身的聚集效应及产业之间特有的关联效应使第二、三产业的聚集还会产生乘数效应,进一步促进资源集聚和城市化进程^[6]。伴随要素流动和二、三产业的发展,率先进入工业化中期的中心地区产生极化效应,并迅速膨胀成为增长极,地区差距不断扩大,形成中心—外围(core-periphery)型的空间结构^[8]。根据产品生命周期理论和区域生命周期理论^②,在进入工业化成熟阶段及后工业化阶段,原来的主导产业由于过度集聚产生的外部规模不经济,开始失去竞争优势走向衰退,向更有比较优势的外围地区转移,其内部的产业结构得到升级。曾经的外围地区会随着其城市化水平的不断提高演化成核心地区或者准核心地区,原来的增长极沿“梯度”向多核方向动态变化,区域由单中心向多中心发展,每一次扩散又会产生新的中心—外围结构,这个过程会不断地被自我复制。经济发展长期过程实际上是一个伴随产业“成长”和“衰退”以及与此相对应的城市之间经济势能“集聚”和“扩散”交替出现的过程^[9]。这种多层次“核心—外围”型空间结构的演化正是依赖地区城市化水平的不断发展,原来等级最高的中心城市向后起之秀的二级中心城市扩散,再由二级中心城市向三级中心城市传递,依此类推,通过城市体系的不断完善,外围地区的城市化水平不断提高以及城市之间功能的互动和演化,由单一中心城市向多中心城市群再向具有网络型城市体系的都市圈层层推进^[10]。在此过程中,不同等级的城市之间差距逐步缩小,区域组织向均衡化、网络化、等级规模合理化方向发展。如果说都市圈是城市化发展到高级阶段的产物,那么区域一体化是区域系统的竞争优势发挥到极致的最佳状态。因为区域系统作为一个有机整体,通过内部成员的紧密配合,相互协调,实现“1+1>2”的功能。国内学者通过对长三角的实证研究,发现城市发展对于推动长三角地区协调发展和区域经济一体化程度不断加深起重要作用。进而得出结论:城市之间联盟会大大增强整体竞争力,加强城市合作与联动是推进区域经济一体化的关键^[11]。这个结论笔者将通过后面的城市间相关系数分析来证明。因此,我们将长三角一体化的形成看作是区域协调发展的结果,而区域协调发展的动力机制来自于其内部的城市化水平不断提高。

①政府政策自上而下的推动或者来自乡镇企业内源型的扩张以及经济全球化的外延型推拉效应。

②弗农(R. Vernon)于20世纪60年代提出的产品生命周期理论,以产品生命周期的变化来解释产业国际转移现象。1966年,汤普森(J. H. Thompson)提出了区域生命周期理论。该理论认为,一旦一个工业建立,它就像一个生命有机体一样遵循一个规则的变化顺序而发展,从年轻到成熟再到老年阶段。

三、长三角城市群的模糊 C 均值聚类

(一) 模糊 C 均值聚类

模糊聚类方法采用系统分析技术中的聚类技术,该方法可以依据客观事物间的特征、亲疏程度和相似性,通过建立模糊相似关系对客观事物进行分类。隶属度矩阵中的数值代表每一个样本属于某一类的隶属度,最小为 0,最大为 1。算法的输出是 C 个聚类中心点向量和 $C * N$ 的一个模糊划分矩阵,这个矩阵表示每个样本点属于每个类的隶属度。根据这个划分矩阵按照模糊集中的最大隶属原则就能够确定每个样本点归为哪个类。聚类中心表示每个类的平均特征,可以认为是这个类的代表点。

设样本空间 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 将 X 分为 $c (c > 1 \text{ 且 } c \in Z)$ 类, 分类结果用模糊矩阵 $\mu = (\mu_{ij})$ 来表示, μ_{ij} 为 X 中的任意样本 x_i 对第 j 类的隶属度, 显然 μ_{ij} 满足条件: $\mu_{ij} \in [0, 1]$,

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, c \quad (1)$$

目标函数 $J(\mu, A)$ 记为:

$$J(\mu, A) = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^n \mu_{ij}^b \|x_i - A_j\|^2 \quad (2)$$

其中, $b (b > 1)$ 是模糊指数, $A_j (j = 1, 2, \dots, c)$ 是聚类中心。

FCM 算法是将目标函数最小化的迭代收敛过程, 在迭代过程中的取值公式为:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 & \|x_i - A_k\| = 0 \\ & \text{且 } k = i \\ \frac{\left(\frac{1}{\|x_i - A_j\|^2}\right)^{1/(b-1)}}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{1}{\|x_i - A_k\|^2}\right)^{1/(b-1)}} & \|x_i - A_k\| \neq 0 \\ 0 & \|x_i - A_k\| = 0 \\ & \text{且 } k \neq i \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{其中, } A = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{ij}^b x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_{ij}^b}$$

聚类步骤如下:

(1) 设定聚类数目 c 和模糊指数 b ;

(2) 初始化各个聚类中心 A_j^0 , 令迭代次数 t 为 1;

(3) 重复下面的运算, 直到目标函数 $J(\mu, A)$ 达到最小值或者 $\max_i |\mu_{ij}^t - \mu_{ij}^{t-1}| \leq \varepsilon$, 其中 ε 是预先设定的阈值。

用当前的聚类中心计算隶属度函数; 用当前的隶属函数更新计算各类聚类中心; 令 $t = t + 1$ 。

(二) 长三角城市群原始数据的高维可视化

为了系统、全面地反映城市化发展的内涵, 克服用单一指标反应城市化发展水平的局限性, 笔者从经济、社会、人口、环境、文化、科技五大方面采用模糊聚类的方法研究长三角城市群的发展和演化。选取 25 个有代表性的统计指标组成各个城市的特征向量, 通过高维数据可视化, 获得各个城市的发展参数直观图示。

对于长三角城市群原始数据矩阵维的, 用分割成个子块的图来观察数据矩阵(或同一矩阵列向量)间的统计关系。该图的对角块是每列数据的频数直方图; 而其他子块是相应列构成的散点图。选择的年份代表长三角地区不同的发展阶段, 数据来自于 1997 年版、2003 年版以及 2006 年版的《长江三角洲城市年鉴》、《中国城市年鉴》和《中国城市统计年鉴》(笔者以 2005 年数据为例, 图 1)。所使用的分析工具是 MATLAB^[12]。

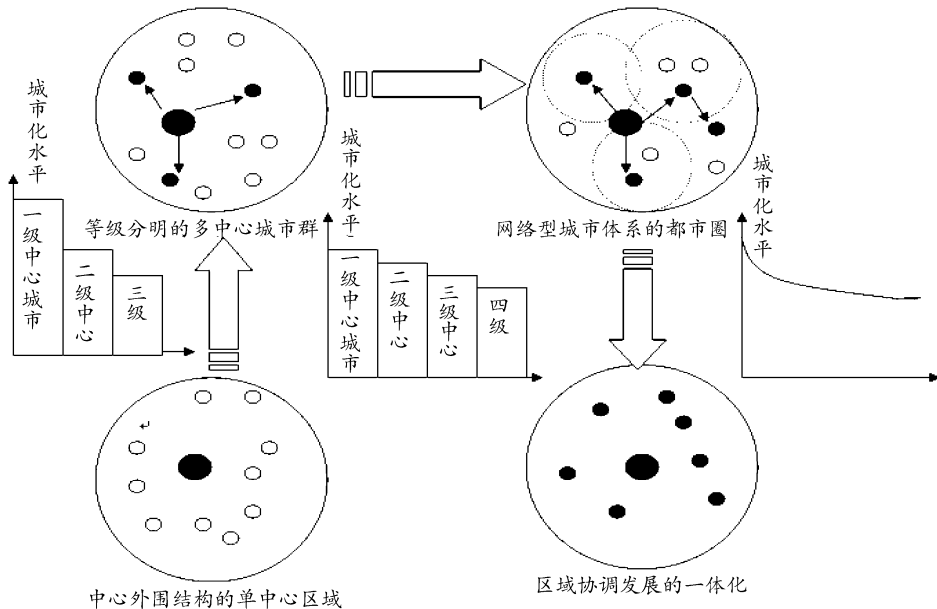


图 1 长三角城市群空间演化的概念模型

(三) 聚类结果及其分析

根据聚类结果分析 1996 年、2002 年、2005 年长三角城市群的演化趋势^③(图 2~5),从图上看,纵轴高度越高的城市聚类,代表的城市化发展水平越高,所处的等级越高,纵轴高度的差距越大表示城市化的水平差异越大。上海始终是长三角地区的核心城市,南京、杭州是仅次于上海的中心城市,而且发展速度也一直处于前列;宁波、无锡、苏州发展速度比

较快,尤其是苏州和宁波的超越趋势非常明显;无锡、镇江、南通、扬州、泰州、湖州、台州、舟山、嘉兴、常州这些城市的发展水平相当,相对于上海、宁波、杭州、南京等这些城市而言,属于外围地区的次中心,从图上还可以看到一个趋势:不同等级的城市化水平差距在逐步缩小,尤其是二、三、四等级的变化非常明显。

表 1 城市化统计指标的构建和分类

分类	具体指标	说明	
经济	国内生产总值(亿元)	第一产业增加值(亿元) 第二产业增加值(亿元) 第三产业增加值(亿元)	反映城市产业结构
	地方财政收入(亿元)		政府在地方建设中的能力
	社会固定资产投资总额(亿元)		城市在基本建设、扩建改造和房地产开发方面的投入
	国际贸易	外贸出口总额(亿元) 实际利用外资金额(亿元)	反映该地区的开放程度
人口	就业	总人口数(万人) 非农业人口(万)	传统的反映城市化率的指标
		第一产业从业人员所占比重(%) 第二产业从业人员所占比重(%) 第三产业从业人员所占比重(%)	反映劳动力资源的分布以及产业结构的提升状况
	人均可支配收入(元)		反映城市居民的生活水平
	环境	市区人口密度(人/平方公里) 建成区面积(平方公里) 建成区绿化覆盖率(%)	反映城市规模和集聚状况 城市范围不断扩张的标志 生活环境友好的标志
社会	交通运输	货运量(万吨) 客运量(万人次)	反映城市要素流动状况和对外联系程度
	邮电通信	邮电业务总量(亿元)	反映城市的信息化发展状况
	社会保障	医院拥有病床数(床/万人)	反映社会保障水平
	公用事业	城镇居民生活用电(亿千瓦时)	反映城市基础设施状况
科技	高等学校在校学生数(人)		综合体现城市的创新能力和发展潜力
	各类专业技术人员(万人)		
	科学事业费用支出(万元)		

通过聚类分析划分城市阶层来判断城市群的演化发展趋势,可以得出这样一个结论:当城市群体系当中的某些城市的发展速度比较快,甚至超越了其他城市,那么它在城市等级体系中的地位会上升,处在较高等级水平的城市将成为区域的次中心,承担向以它为中心的经济腹地辐射和扩散的职能。

四、长三角城市群的相关性分析

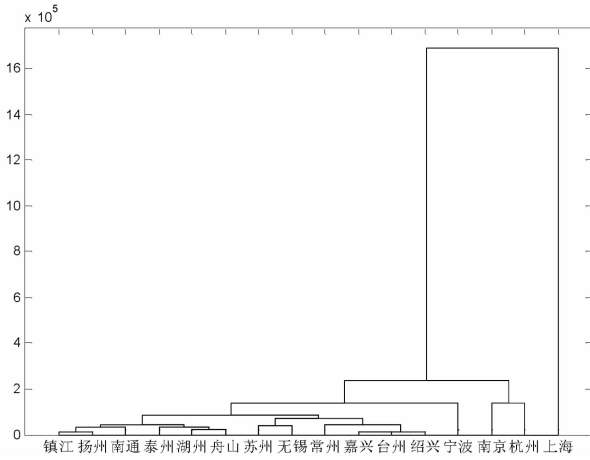
为了在聚类的基础上进一步探索同类对象之间的关系,于是对长三角城市群进行相关性分析。通过研究同一城市的不同发展参数之间进行相关性和不同城市同一参数之间的相关性,获得长三角城市

群的演变趋势和影响其发展的主要因素,为经济决策提供重要依据。

(一) 相关分析

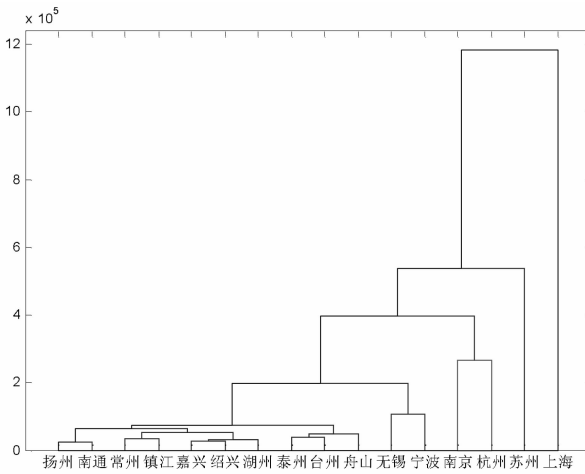
相关分析的相关系数又称皮(尔生)氏积矩相关系数,说明两个现象之间相关关系密切程度的统计分析指标。两个现象之间的相关程度,一般划分为四级:如两者呈正相关,表示一组数据增大(减小),另一组数据也增大(减小), r 呈正值, $r=1$ 时为完全正相关;如两者呈负相关,表示一组数据增大(减小),另一组数据反而减小(增大),则 r 呈负值,而 $r=-1$ 时为完全负相关。完全正相关或负相关时,所

^③1996 年和 2002 年台州还没有正式纳入长三角地区的范围,为了保持先后数据的一致性和可比性,仍将台州列入分析范畴。
欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>



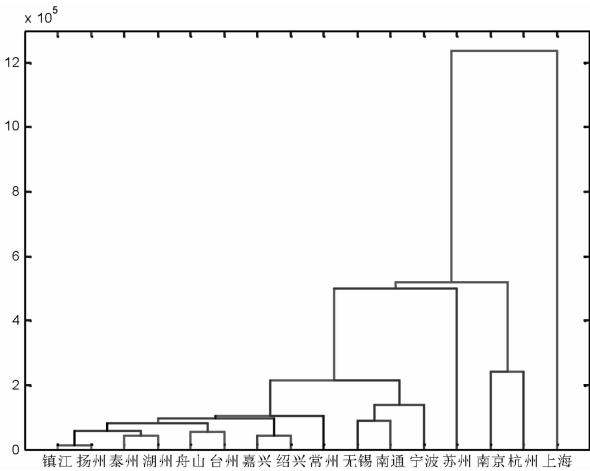
- 第 1 分类 上海
- 第 2 分类 南京、杭州
- 第 3 分类 苏州、无锡、常州、宁波、嘉兴、绍兴、台州、苏州
- 第 4 分类 镇江、扬州、南通、泰州、湖州、舟山

图 2 1996 年模糊 C 均值聚类结果



- 第 1 分类 上海
- 第 2 分类 南京、杭州
- 第 3 分类 苏州
- 第 4 分类 无锡、常州、镇江、扬州、南通、泰州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、舟山、台州、宁波

图 3 2002 年模糊 C 均值聚类结果



- 第 1 分类 上海
- 第 2 分类 南京、杭州
- 第 3 分类 苏州、无锡、南通、宁波
- 第 4 分类 常州、镇江、扬州、泰州、嘉兴、湖州、绍兴、舟山、台州

图 4 2005 年模糊 C 均值聚类结果

有图点都在直线回归线上;点的分布在直线回归线上下越离散, r 的绝对值越小。当例数相等时,相关系数的绝对值越接近 1,相关越密切;越接近于 0,相关越不密切。当 $r = 0$ 时,说明 X 和 Y 两个变量之间无直线关系。相关系数的计算公式为:

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

$$= \frac{\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}}{\sqrt{[\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}][\sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}]}} \quad (4)$$

其中 X_i 为自变量的标志值; $i = 1, 2, \dots, n$; \bar{X} 为自变量的平均值; Y_i 为因变量数列的标志值, \bar{Y} 为因变量数列的平均值; n 为自变量数列的项数。

(二) 相关分析的结果

以2005年为例,对同一城市的不同发展参数之间的相关性分析(图5),得出的结论:与城市经济发展最密切相关的因素是二、三产业比重、社会固定资产投资、城市的开放程度(包括外贸出口、外商投资等领域)、物流和技术型人才;与城市化水平发展最密切相关的是城市第三产业的发展、政府在城市建设中的能力(地方财政支出)、城市环境、城市交通运输、社会保障(包括基础设施、医疗卫生和教育科技等领域)。

通过不同城市同一参数之间的相关性,比较城市之间的发展差距,获取城市群的演化趋势(以2005年为例,结果见表2)。

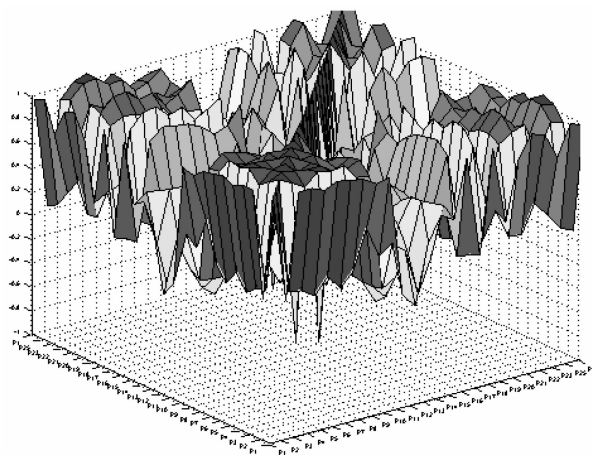


图5 2005年各个城市发展指标之间的相关系数

表2 2005年各城市之间的相关系数^④

C_{ij}	上海	南京	苏州	无锡	常州	镇江	南通	扬州	泰州	杭州	宁波	嘉兴	湖州	绍兴	舟山	台州
上海	1.00	0.71	0.89	0.94	0.92	0.95	0.93	0.95	0.94	0.85	0.97	0.88	0.89	0.92	0.37	0.75
南京	0.71	1.00	0.38	0.53	0.89	0.83	0.88	0.55	0.59	0.97	0.63	0.39	0.43	0.52	0.58	0.36
苏州	0.89	0.38	1.00	0.98	0.75	0.81	0.75	0.98	0.95	0.58	0.96	0.99	0.96	0.97	0.18	0.83
无锡	0.94	0.53	0.98	1.00	0.85	0.91	0.86	1.00	0.98	0.72	0.99	0.98	0.97	0.99	0.32	0.85
常州	0.92	0.89	0.75	0.85	1.00	0.99	1.00	0.86	0.89	0.97	0.91	0.77	0.79	0.85	0.60	0.72
镇江	0.95	0.83	0.81	0.91	0.99	1.00	0.99	0.91	0.94	0.94	0.95	0.83	0.86	0.90	0.56	0.77
南通	0.93	0.88	0.75	0.86	1.00	0.99	1.00	0.87	0.90	0.97	0.91	0.77	0.80	0.86	0.59	0.72
扬州	0.95	0.55	0.98	1.00	0.86	0.91	0.87	1.00	0.99	0.73	0.99	0.98	0.97	0.99	0.32	0.84
泰州	0.94	0.59	0.95	0.98	0.89	0.94	0.90	0.99	1.00	0.75	0.99	0.97	0.98	0.99	0.46	0.90
杭州	0.85	0.97	0.58	0.72	0.97	0.94	0.97	0.73	0.75	1.00	0.79	0.59	0.63	0.70	0.58	0.54
宁波	0.97	0.63	0.96	0.99	0.91	0.95	0.91	0.99	0.99	0.79	1.00	0.96	0.96	0.98	0.38	0.84
嘉兴	0.88	0.39	0.99	0.98	0.77	0.83	0.77	0.98	0.97	0.59	0.96	1.00	0.99	0.99	0.29	0.90
湖州	0.89	0.43	0.96	0.97	0.79	0.86	0.80	0.97	0.98	0.63	0.96	0.99	1.00	0.99	0.40	0.93
绍兴	0.92	0.52	0.97	0.99	0.85	0.90	0.86	0.99	0.99	0.70	0.98	0.99	0.99	1.00	0.41	0.91
舟山	0.37	0.58	0.18	0.32	0.60	0.56	0.59	0.32	0.46	0.58	0.38	0.29	0.40	0.41	1.00	0.62
台州	0.75	0.36	0.83	0.85	0.72	0.77	0.72	0.84	0.90	0.54	0.84	0.90	0.93	0.91	0.62	1.00

为了更直观地观察不同城市之间的相关性,我们通过三维图形来描述从1996年、2002年和2005年长三角16个城市之间的相关系数,可以观察到:各城市之间的相互依赖程度在增加,各地区发展趋于平衡。

二、三产业在城市化水平比较高的地区集聚,在原来的城市群中产生以中心城市为代表的增长极,在中心城市极化作用的影响下,城市群向都市圈演变,并且导致城市间功能定位的重新整合。都市圈的影响和辐射范围沿着轴向扩散、蔓延,使不同节点城市形成网状连接。大经济圈的形成正是基于这

样的原理,经历了点—轴—面的发展轨迹。从长三角的发展历史以及今后的发展趋势判断,长三角应该经历了一个从中心城市—多中心的城市群—以大城市为中心的都市圈—区域一体化的发展过程。长三角的多中心城市群发展使原本孤立、分散的块状经济向以城市为结点的新型经济网络体系发展。而都市圈的形成能充分发挥大、中、小城市合理的梯度分工,克服单一中心城市扩散效应随距离衰减的局限性和过度膨胀引起的不经济性。都市圈中作为金融、信息、技术以及人力资本枢纽的超级城市主要发展以生产性服务业为主的技术密集型和资本密集型

^④用来度量定量变量间的线性相关关系。相关系数 r 的绝对值一般在0.80以上,认为A和B有强的相关性;0.30到0.80之间,可以认为有弱的相关性;0.30以下,认为没有相关性。相关性至少要0.95。不过不同的试验项目有不同的规定,应该分别对待。

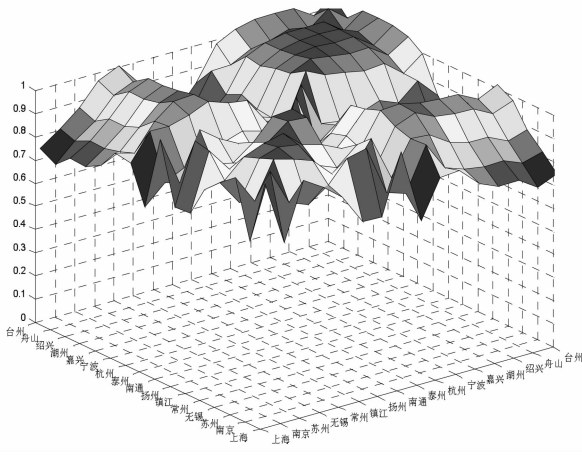


图6 1996年各个城市之间的相关系数

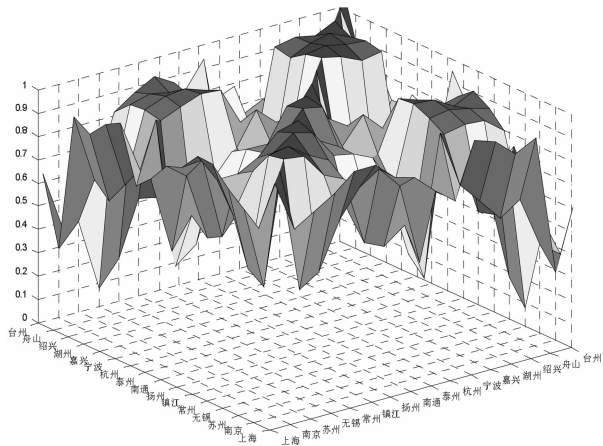


图7 2002年各个城市之间的相关系数

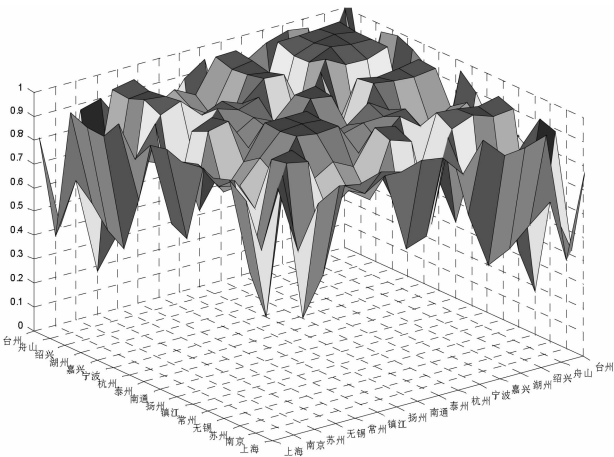


图8 2005年各个城市之间的相关系数

产业,重点放在信息交流、管理创新、产品技术研发、市场营销等价值链高端环节,同时参与国际化分工;大中城市作为都市圈内的次增长极,主要起传递和扩散的作用,承接超级城市制造业和服务业的转移;底层的乡镇作为城市发展的腹地,主要参与国内分工,是零配件、小商品、农产品的加工基地。长三角

一体化的形成是通过要素流动—产业集聚—中心外围结构—城市合作—产业梯度转移和集聚势能扩散—区域内协调—区域内联合。

五、结论

伴随着城市功能和城市等级不断演化,长三角空间结构的演变机制是按照“单中心区域—多中心城市群—网络型广域集聚中心”方向发展的。长三角一体化的形成可以看作是在城市化发展到一定阶段城市之间相互竞争、合作的基础上形成的。中心城市的城市化水平提高引发要素集聚,催生了增长极;外围城市的城市化水平提高承接了中心城市集聚势能的扩散,成为区域次中心,并向下一级中心城市传递和辐射。沿着此路径不断自我复制、传递,辐射范围不断扩张,形成多层次中心—外围结构型经济圈。在区域内的城市之间,竞争与合作并存,发展阶段相同的城市之间,产业同构与互补并存。长三角一体化是以整个区域的城市化水平提高为前提和基础的,是区域内协调发展的产物。因此,要协调好区域内和区域间的均衡发展,政府必须发挥积极作用,通过行政协调规范市场运作,突破计划经济体制和行政区划体制的束缚,营造开放的制度环境,各级政府要构建一种以互惠互利,以双赢、多赢为目标的区域合作机制。加强基础设施、医疗、卫生、服务、教育、社会保障等领域建设,加快推动落后地区的城市化发展。

参考文献:

- [1] 陈荣堂. 走过十年——长江三角洲城市经济协调会十周年记事[M]. 上海:文汇出版社,2007.
- [2] 夏永祥. 城市体系与区域经济空间结构——以长三角地区为例[J]. 江汉学刊,2007(2):36-40.
- [3] 陈秀山,张可云. 区域经济理论[M]. 北京:商务印书馆,2003:209.
- [4] 李慧中,王文海. 结构演进、空间布局与服务业的发展——来自长三角的经验研究[J]. 复旦学报(社会科学版),2007(5):59-66.
- [5] 朱道才,周加来. 基于集聚经济的我国城市化战略取向[J]. 经济问题探索,2006(10):45-48.
- [6] 苏雪串. 城市化进程中的要素集聚、产业集群和城市群发展[J]. 中央财经大学学报,2004(1):49-52.
- [7] 马歇尔. 经济学原理(上卷)[M]. 北京:商务印书馆,1964.
- [8] FUJITA M, KRUGMAN P, MORI T. On the Evolution of Hierarchical Urban Systems[J]. European Economic Review, 1999,43:209-251.
- [9] 陈建军. 长江三角洲地区产业结构与空间结构的演变

- [J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2007(3): 88 - 97.
- [10] GOTTMANN J. Megalopolis; or the Urbanization of the Northeastern Seaboard[J]. *Economic Geography*, 1957, 33: 189 - 220.
- [11] 罗蓉, 刘乃全. 城市对长三角经济一体化演进的影响实证研究[J]. *中央财经大学学报*, 2007(10): 71 - 76.
- [12] 郭珉. 模糊聚类分析算法的 MATLAB 语言实现[J]. *农业网络信息*, 2004(5): 44 - 45.

Fuzzy C Means Clustering and Correlation Analysis of the Yangtze River Delta City Group Evolution

CHEN Jian-jun^a, GE Bao-qin^b

(*a. School of Public Administration; b. School of Economics, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China*)

Abstract: The economic development of the Yangtze River Delta represented the evolving process of city group. The previous studies about the Yangtze River Delta city group always focused on describing the characteristics and function of them, but lack of theoretical analysis in their evolution of spatial structure. In this paper, we build the city's development index system and use fuzzy C means clustering and correlation analysis as tools to compare the Yangtze River Delta cities' development in different stages. We find that evolution of the Yangtze River Delta city group is accompanied by the increasing level of urbanization. The agglomeration effect diffused through the core - periphery space structure by self - replication, from high to low according to city scale and along the path of point - axis - area. As a result of evolution and interaction between space systems and city functions, the Yangtze River Delta integration was formed when the whole area's urbanization developed to a certain level. It is an inevitable trend the regional system develops from the low level of homogeneous space to the high level of balanced integration. This result will help the policy-makers solve issues of the coordinated regional development effectively in the future.

Key words: fuzzy C-means clustering; correlation analysis; urban agglomerations; integration

(责任编辑 傅旭东)