

# 金融空间联系及K-means聚类中心等级识别研究 ——以长三角为例

杨志民<sup>1,2</sup>, 化祥雨<sup>2</sup>, 叶娅芬<sup>1,3</sup>, 邵元海<sup>1</sup>

(1. 浙江工业大学之江学院, 浙江 杭州 310024; 2. 浙江工业大学经贸管理学院, 浙江 杭州 310023; 3. 浙江大学经济学院, 浙江 杭州 310023)

**摘要:**以2001年、2006年、2011年长三角城市金融机构人民币存款、贷款额数为样本,构建金融空间联系模型,定量分析长三角城市金融空间联系分异特征。在此基础上构建K-means金融中心等级识别模型,识别长三角城市金融中心等级。研究表明:①2001~2011年长三角城市金融“质量”空间趋势较为稳定,总体呈现东部高于西部,中部高于南、北部的倒U形分布。②金融空间联系最大引力线联结格局较为稳定。③金融空间联系网络结构格局变化显著,主要从简单的“折线型”空间结构逐渐发展成简单的、复杂的“网络型”空间结构。④长三角金融城市中心等级空间分布格局稳定,以上海市金融中心最为突出。

**关键词:**金融; 空间联系; 中心等级识别; 引力模型; K-means

**中图分类号:**F830 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2015)02-0144-07

金融地理学源于20世纪50年代<sup>[1]</sup>,随着经济全球化,金融资本不断地全球扩张,金融地理学得到迅速发展,逐渐成为经济地理学的重要研究议题之一。国内外已有不少学者对此进行了研究,关注的焦点主要包括不同金融机构的区位特征<sup>[2,3]</sup>、金融发展与区域的关系<sup>[4,5]</sup>、金融排斥<sup>[6,7]</sup>、金融地理的影响因素<sup>[8]</sup>、金融中心<sup>[9,10]</sup>等。

以上研究在理论和实践方面均取得了比较有意义的成果,然而金融在空间联系特征及金融空间联系网络结构,目前鲜有研究。空间联系是客体随着社会要素的流通,任何客体不可能再孤立的存在,在空间相互作用下形成的一种客体之间的空间结构。引力模型来源于牛顿万有引力定律,即任何2个客体之间都存在引力。随着地理科学和区域科学的发展,引力模型已被广泛应用于距离衰减效应和空间相互作用的研究中,揭示了两地引力大小正比于两地“质量”的乘积,反比于两地间的距离。国内外许多学者已将引力模型成

功地运用在经济<sup>[11-14]</sup>、旅游<sup>[15]</sup>、城市<sup>[16-19]</sup>、高等教育<sup>[20]</sup>等空间联系方面。

经查阅,结合引力模型和ArcGIS软件,研究金融空间联系的文章不多,有鉴于此,研究以长三角为实证,运用引力模型并结合ArcGIS10.1软件平台来分析金融空间联系特征,进一步利用K-means聚类方法对金融中心等级进行识别。通过分析金融空间联系特征,剖析金融空间联系最大引力线及空间联系网络结构,识别金融中心等级,希望为相关部门提供理论依据和决策借鉴。

## 1 数据来源与模型设计

### 1.1 数据来源

目前关于长三角地区范围的界定主要有3种说法:小长三角、大长三角和泛长三角。本文以通常意义上的长三角区域,即大长三角为研究对象,包括上海市、江苏省和浙江省全部行政区共25个城市。采用2001年、2006年和2011年的数据,以

收稿日期:2014-01-12; 修订日期:2014-05-06

**基金项目:**国家自然科学基金项目(10926198、11201426)、教育部人文社会科学研究青年基金项目(13YJC910011)、浙江省自然科学基金项目(LQ12A01020、LQ14G010004)、浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)项目(2014R403063)资助。

**作者简介:**杨志民(1957-),男,河北邯郸人,教授,博士生导师,主要从事金融地理学、技术经济与管理、数据挖掘研究。E-mail: yzm9966@126.com

**通讯作者:**化祥雨,博士研究生。E-mail: hxy9069@163.com

便对比期间发展变化。长三角区域范围的界定来源于2012年《长三角年鉴》<sup>[21]</sup>,考虑到长三角不断扩容发展的因素,基于统计数据的可得性、可比性和连续性原则,3个时间段研究对象均为大长三角;各城市金融机构人民币存款、贷款额数来源于2002、2007和2012年《中国区域经济统计年鉴》<sup>[22]</sup>。

## 1.2 金融空间联系模型

地理学家对牛顿万有引力模型的引用,最早是Reilly对零售关系研究方法的探索<sup>[23]</sup>。鉴于区域城市之间金融业务往来的数据难以获得,根据数据的可获得性、连续性和全面性原则,借鉴前人研究经验<sup>[10,24,25]</sup>,建立金融空间联系模型如下:

$$F_{ij} = \frac{\sqrt{S_i \cdot L_i} \cdot \sqrt{S_j \cdot L_j}}{D_{ij}^2} \quad (i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

式中,  $F_{ij}$  为城市  $i$  和  $j$  之间的金融联系量;  $S_i, S_j$  为城市  $i$  和  $j$  金融机构人民币存款额数;  $L_i, L_j$  为城市  $i$  和  $j$  金融机构人民币贷款额数;  $D_{ij}$  为城市  $i$  和  $j$  之间的距离,考虑到金融传播的信息特性<sup>[10]</sup>,城市之间的距离采用直线距离;  $m$  为研究对象的个数。类比物理质量,基于统计数据的可得性、可比性和连续性原则,借鉴前人经验<sup>[10,24,26]</sup>,研究以城市金融机构人民币存款和贷款额数的几何平均值来度量城市金融“质量”,反映城市金融机构存贷规模。

最大引力城市为各个城市与其他城市金融联系量值最大的城市,城市金融潜能则为各个城市与其他城市之间金融联系量之和,反映城市与其他城市间金融相互联系的总能力。城市  $i$  对应的最大引力城市  $z$  及金融潜能( $G_i$ )分别如式(2)、(3)所示:

$$z = \arg \max_{z=1,2,\dots,m} (F_{iz}) \quad (i \neq z) \quad (2)$$

$$G_i = \sum_{j=1}^m F_{ij} \quad (i \neq j) \quad (3)$$

式中,  $F_{iz}$  为城市  $i$  与  $z$  的金融联系量。

## 1.3 金融中心等级识别模型

K-means 是一种经典的聚类方法之一,大量的实例研究显示了其出色的聚类效果<sup>[27,28]</sup>。给定数据集  $P \in R^{m \times n}$  及聚类个数  $K$ , K-means 使得聚类后类内差别尽量小,类间差别尽量大,以期各类的点到其相应类质心的距离平方和  $E$  最小。可由下式求得:

$$\min(E) = \min \sum_{k=1}^K \sum_{x \in Y_k} (y_k - x)^2 \quad (4)$$

式中,  $Y_k$  是第  $k$  个类,  $y_k$  是第  $k$  个类的质心,  $x$  是类  $Y_k$  中的点。

结合文献<sup>[10,13]</sup>,根据各个城市金融空间最大引力线和潜能,可以识别金融城市等级,金融城市等级的确定受到最大引力线和潜能的双重作用,城市金融空间最大引力线联结次数越多说明该城市金融影响力越大,潜能相对越大,中心地位也相对越高。本研究以 K-means 聚类方法进行中心等级识别,为了尽量避免数据大小差异的影响,研究以单位化的城市金融空间联系最大引力线联结次数  $X_1$  和潜能值  $X_2$  构建 K-means 聚类数据集  $P$ ,如下所示:

$$P = \{(X_1, X_2)\} \quad (5)$$

## 2 金融空间联系分析

### 2.1 金融空间趋势

通过 Matlab7.0 软件平台计算、绘制出城市金融“质量”图(图1)。根据图1可以看出,2001年、2006年、2011年上海市的金融“质量”值均最大,10 a 来的增长幅度最大。趋势分析是用一个三维视图来探索空间数据分布情况,利用 ArcGIS10.1 软件的趋势分析工具绘制出城市金融“质量”空间趋势图(图2),以揭示长三角区域金融“质量”空间分异的总体格局特征和趋势。其中  $X$  轴代表地图上的东西方向,  $Y$  轴代表南北方向,  $Z$  轴表示金融“质量”值。根据图2可以发现,3个年份长三角区域金融“质量”空间分异的总体格局特征均十分显著:在东西方向上呈现出东部金融“质量”显著高于西部;南北方向上呈倒U形,说明金融“质量”在南北方向上两边低、中部高。3个年份,长三角区域金融“质量”空间趋势总体稳定。

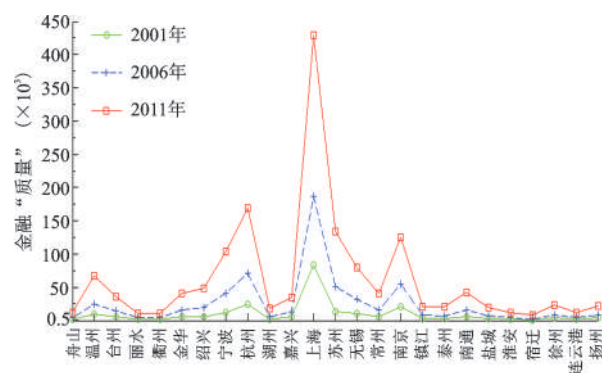


图1 金融“质量”

Fig.1 Finance “quality”

### 2.2 金融空间联系最大引力线

运用公式(1)、(2),分别计算3个年份长三角

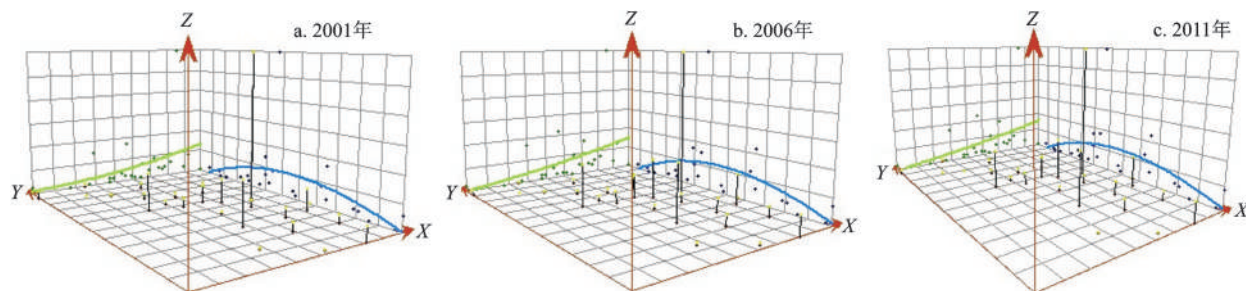


图2 金融“质量”空间趋势

Fig.2 Spatial trends of finance quality

城市金融空间联系最大引力线联结次数,绘制出金融空间联系最大引力线图(图3)。根据图3可以得出,2001年最大引力线联结次数最多的城市为上海市,联结共14次,覆盖了江苏省大部分城市,如苏州市、南京市、徐州市、泰州市、宿迁市、连云港市、盐城市和南通市,以及浙江省多数城市,如杭州市、嘉兴市、温州市、台州市、宁波市和舟山市。排名第二的是杭州市,主要联结其周围城市。温州市、金华市、苏州市、无锡市、南京市和扬州市并列第三。2006年联结次数最多的仍为上海市,主要覆盖江苏省大部分城市及浙江省的嘉兴市和宁波市。南京市、杭州市依次排列第二、第三。2011年排名第一的仍为上海市,杭州市和南京市并列第二,并列第三的为温州市、金华市、宁波市和无锡市。

根据图3,通过对比3个年份长三角金融空间联系最大引力线联结分布,可以得出:上海市金融

空间联系最大引力线联结空间格局变化显著,空间联结次数有所减少,江苏省城市金融联结空间格局较为稳定,浙江省城市金融空间联结有所加强。其中,上海市最大引力线联结次数从2001年的14次减少到2006年、2011年的9次,在空间格局上呈现出联结方向与江苏省保持稳定、与浙江省联结减少的特征。3个年份南京市联结有所变化,2001~2006年联结方向增加了宿迁市和镇江市,2011年联结方向上减少了镇江市。2001~2011年,杭州市、温州市、台州市和舟山市最大引力线空间联结方向上均减少了上海市,温州市和台州市、宁波市和舟山市之间的空间联系均有所加强。

城市金融空间联系最大引力线联结次数越多,说明该城市金融中心性相对越强,影响相对越大。基于金融空间联系最大引力线角度,总体来讲,长三角区域以上海市金融中心性最为突出,杭州市和南京市的金融影响较为显著。

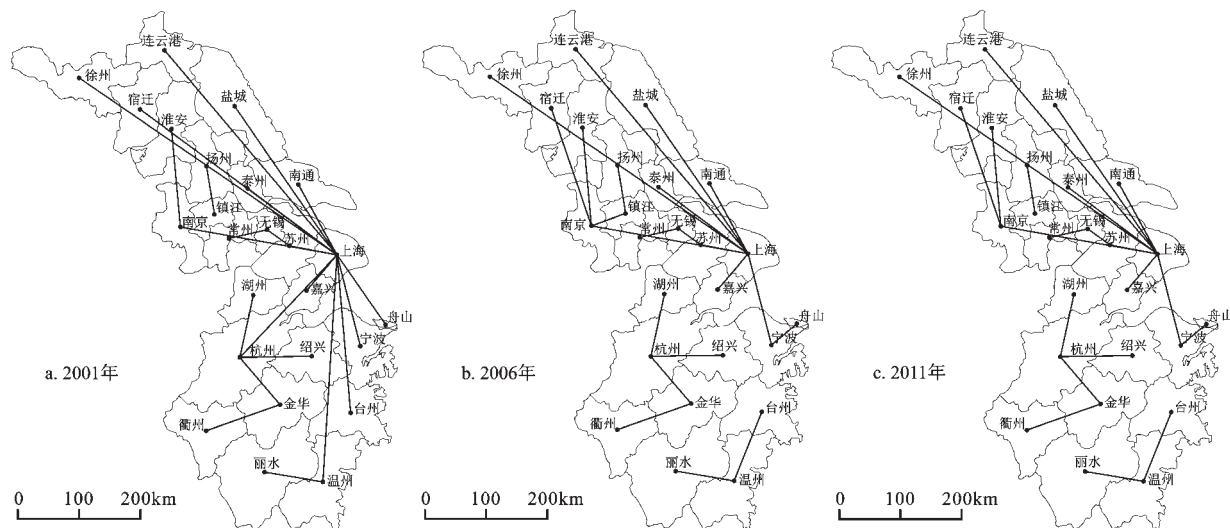


图3 金融空间联系最大引力线

Fig.3 The largest attracting linkages of finance spatial combination



2.3 金融空间联系网络结构

根据公式(1)和(3),分别计算得到3个年份长三角城市金融联系量和潜能值(表1)。借鉴前人经验<sup>[14,25]</sup>,选取城市金融联系量大于1的数据,以联系量介于1~1 000、1 001~5 000、5 001~10 000、大于10 000为统一尺度标准,在ArcGIS10.1软件平台上绘制出长三角城市金融空间联系网络结构图(图4)。

根据表1可以发现,2001年上海市金融潜能值为5 715,占长三角的23.56%,位列第一。苏州市占14.74%,排列第二。位列第三、四、五的依次

是杭州市、无锡市、嘉兴市,依次占长三角的10.49%、10.48%、5.01%。以上前5名城市金融潜能值总和共占长三角的64.28%,接近2/3的比重。结合图4可以看出,2001年长三角金融空间联系网络主要分布在上海市周围区域,形成以“上海市-苏州市-无锡市”为主的简单的“折线型”空间网络结构。2006年,上海市金融潜能值占长三角的20.83%,排列第一。苏州市、无锡市、杭州市、绍兴市依次位列第二至第五,以上5个城市占长三角比重之和超过2/3。2006年长三角金

表1 金融潜能值  
Table 1 The number of the potential value of finance

	2001年		2006年		2011年	
	潜能	比重(%)	潜能	比重(%)	潜能	比重(%)
舟山市	122	0.50	1018	0.53	7304	0.60
温州市	246	1.01	1900	0.99	12754	1.06
台州市	212	0.87	1721	0.90	10806	0.90
丽水市	71	0.29	533	0.28	3649	0.30
衢州市	58	0.23	400	0.21	2664	0.22
金华市	263	1.08	2037	1.07	13593	1.13
绍兴市	1064	4.38	9384	4.93	56741	4.73
宁波市	997	4.11	8771	4.61	53824	4.48
杭州市	2546	10.49	20516	10.79	123755	10.31
湖州市	491	2.02	3506	1.84	26090	2.17
嘉兴市	1216	5.01	8582	4.51	55004	4.58
上海市	5715	23.56	39602	20.83	234927	19.58
苏州市	3575	14.74	35097	18.46	228560	19.05

	2001年		2006年		2011年	
	潜能	比重(%)	潜能	比重(%)	潜能	比重(%)
无锡市	2543	10.48	23728	12.48	154167	12.85
常州市	978	4.03	7810	4.10	49445	4.12
南京市	1211	4.99	7948	4.18	46801	3.90
镇江市	634	2.61	3718	1.95	24810	2.06
泰州市	364	1.50	2014	1.05	14854	1.23
南通市	983	4.05	6795	3.57	44272	3.69
盐城市	155	0.63	756	0.39	5112	0.42
淮安市	62	0.25	358	0.18	2535	0.21
宿迁市	25	0.10	151	0.07	1436	0.11
徐州市	58	0.23	277	0.14	1967	0.16
连云港	35	0.14	190	0.09	1410	0.11
扬州市	625	2.57	3304	1.73	22748	1.89

注:金融潜能值没有量纲,大小仅反映联系强度;比重值为各市潜能值占全部潜能值总和的百分比。

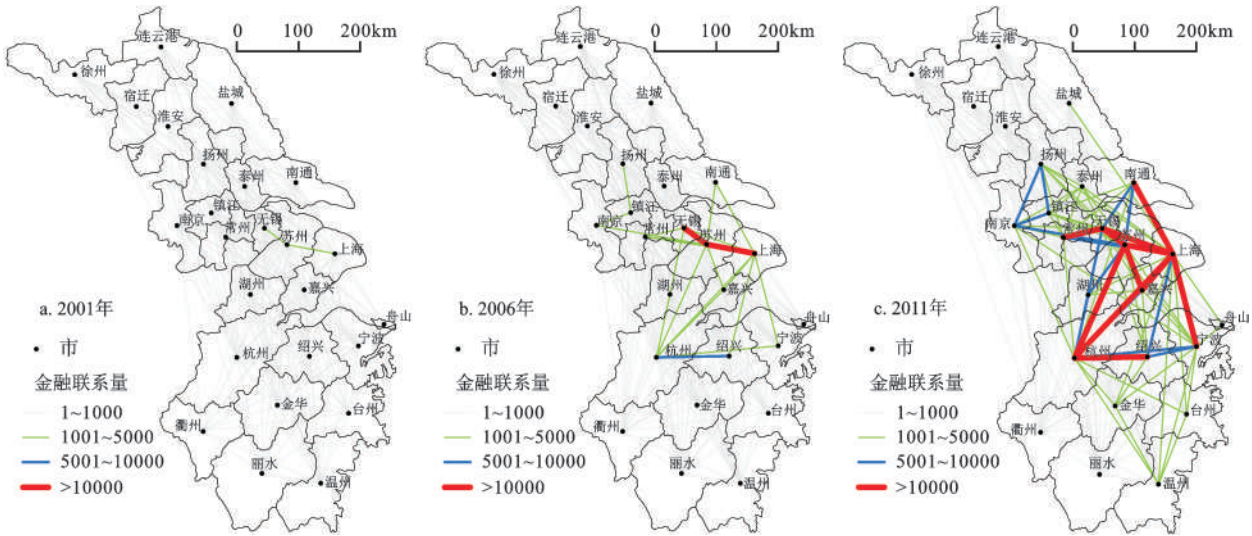


图4 金融空间联系网络结构  
Fig.4 The network structure of finance spatial combination

融空间联系网络主要覆盖中部地区,形成简单的“网络型”空间网络结构。究其原因,可能是各城市金融联系强度初始值有差异,相对增长幅度不同,反映了长三角金融联系强度的差异性,继而展现出“网络型”空间网络结构。2011年,上海市仍位列第一,前五名城市与2006年相同,金融潜能值总和占长三角的66.52%。随着国家打造长三角城市群进程的推进,各市金融联系强度进一步增加,2011年长三角金融空间联系网络覆盖长三角大部分城市,发育成复杂的“网络型”空间网络结构。

对比图4发现,长三角金融空间联系网络结构格局变化显著:3个年份,长三角金融空间联系网络主要从简单的“折线型”空间网络结构,发展成简单的“网络型”空间网络结构,进一步发育成复杂的“网络型”空间网络结构。2001年以“上海市-苏州市-无锡市”为主的简单的金融城市一体化格局,向长三角中部延伸,2006年发展成以上海为核心的覆盖其周围江浙两省部分城市为主的简单的金融城市网络化格局,进一步向长三角南北方向蔓延,2011年发育成以上海市为核心的南到温州市、北到盐城市覆盖长三角大部分城市为主的复杂的金融城市区域化格局。究其原因,这与国家大力打造长三角城市群有一定的关系,说明了政策因素在金融空间联系网络结构中具有重要作用。结合表1可以得出,3个年份上海市的金融潜能值大幅度增加,从2001年的5 715增加到2006年的39 602,再到2011年的234 927,均位列第一,但其占长三角的比重有所下降,从23.56%下降到20.83%,再到19.58%,这可能是随着长三角金融城市区域化格局的形成,伴随其他城市金融潜能比重的增加而导致上海市所占比重相对下降,如苏州市金融潜能比重从14.74%增长到18.46%,再到19.05%。

值得注意的是:综合城市金融空间联系最大引力线联结次数和潜能值。研究发现,3个年份作为江苏省省会的南京市的金融空间联系最大引力线联结次数排名均在长三角城市的前3名,但其潜能比重排名均不在前5名,值得进一步探讨。

### 3 K-means聚类金融中心等级识别

金融中心作为经济社会发展的重要枢纽之一,在提升国家、区域经济竞争力方面影响越来越大。金融中心等级划分过粗或过细均不太适宜,借鉴前人经验<sup>[6]</sup>,考虑到本文研究对象的个

数,首先计算了 $K$ 为3~6不同值下的聚类结果(表2)。由表2可看出, $K$ 为3时,划分过于粗糙,不能清晰地显示合适的分类结果, $K$ 为5、6时,划分过于细致,把原来属于同个类的又细分了出去,实际意义不大。显然 $K$ 选取为4,划分4级较合适,基于Matlab7.0软件平台计算得到长三角城市金融中心等级识别结果(表3),重复50次独立实验,实验结果无显著差异,研究结论具有稳定性。

表2 K-means不同 $K$ 值下聚类结果

Table 2 The clusters in different  $K$  of K-means

$K$	年	样本编号	$K$	年	样本编号
3	2001	12	4	2001	12
		9、13、14			9、13、14
		其他			7、8、11、15、16、17、19、25 其他
	2006	9、12、13、14		2006	12
		7、8、11、15、16、19			9、13、14
		其他			7、8、11、15、16、19 其他
	2011	9、12、13、14		2011	12
		7、8、11、15、16、19			9、13、14
		其他			7、8、11、15、16、19 其他
5	2001	12	6	2001	12
		9、13、14			9、13、14
		16、25			7、8、11、15、16、19
		7、8、11、15、17、19			2、6、25
		其他			10、17、18 其他
	2006	12		2006	12
		9、13、14			9、13、14
		16			16
		7、8、11、15、19			7、8、11、15、19
		其他			2、6、17 其他
	2011	12		2011	12
		9、13、14			13
		7、8、11、15、16、19			9、14
6	2001	2、6、10、17、25	7	2001	7、8、11、15、16、19
		其他			10、17、18、25 其他
	2006	12		2006	12
		9、13、14			13
		7、8、11、15、16、19			9、14
		2、6、10、17、25			7、8、11、15、16、19
		其他			10、17、18、25 其他
	2011	12		2011	12
		9、13、14			13
		7、8、11、15、16、19			9、14

注:样本编号1~25,依次代表舟山、温州、台州、丽水、衢州、金华、绍兴、宁波、杭州、湖州、嘉兴、上海、苏州、无锡、常州、南京、镇江、泰州、南通、盐城、淮安、宿迁、徐州、连云港、扬州。

从表3中可以看出,3个年份长三角金融城市一级中心均只有一个,为上海市,这说明上海市的

表3 金融中心等级

Table 3 The classification of finance center

等级	年	市
一级	2001	上海市
	2006	上海市
	2011	上海市
二级	2001	苏州市 无锡市 杭州市
	2006	苏州市 无锡市 杭州市
	2011	苏州市 无锡市 杭州市
三级	2001	南京市 宁波市 嘉兴市 绍兴市
		常州市 南通市 镇江市 扬州市
	2006	南京市 宁波市 嘉兴市
		绍兴市 常州市 南通市
	2011	南京市 宁波市 嘉兴市
		绍兴市 常州市 南通市
四级	2001	其余市,共13个,名单略
	2006	其余市,共15个,名单略
	2011	其余市,共15个,名单略

金融中心等级最高,此外中心地位稳定,金融影响力居长三角首位。3个年份二级中心各有3个,没有变化,均为苏州市、无锡市和杭州市。2001年三级中心有8个,2006和2011年三级中心均有6个,其中,南京市在3个年份均为金融城市三级中心,苏州市、无锡市均为二级中心,这也验证了金融中心的等级识别受到最大引力线和潜能的双重作用,同时也打破了传统意念上省会城市的金融中心地位,说明了并不是所有省会城市的金融中心等级一定比地级市高。结合图3和表1可以看出,3个年份上海市金融空间联系最大引力线联结次数比重和潜能比重均有所减少,苏州市最大引力线联结次数比重有所减少,潜能比重有所增加,这可能是金融空间联系区域化作用的结果。根据表3可以发现,3个年份长三角金融城市中心等级空间分布格局稳定,以上海市金融中心最为突出,苏州市、无锡市和杭州市次之。

## 4 结 论

1) 2001~2011年,长三角城市金融“质量”空间趋势上,总体格局特征较为稳定;在东西方向上东部金融“质量”显著高于西部,南北方向上金融“质量”中部高、两边低,呈倒U形。

2) 金融空间联系最大引力线联结方向分布上,上海市金融空间联系最大引力线联结空间格局变化显著,空间联结次数有所减少,主要与浙江省的联结有所减少。江苏省城市金融联结空间格

局较为稳定,浙江省城市金融空间联结有所加强。

3) 金融空间联系网络结构上,网络结构格局变化显著:主要从以“上海市-苏州市-无锡市”为主的金融城市一体化简单的“折线型”空间网络结构,发展成以上海市为核心的覆盖周围部分城市为主的金融城市网络化简单的“网络型”空间网络结构,进一步发育成覆盖长三角大部分城市的金融区域化复杂的“网络型”空间网络结构。

4) 金融中心等级上,长三角金融城市中心等级空间分布格局稳定,以上海市金融中心最为突出,苏州市、无锡市和杭州市次之。

值得提出的是影响城市金融空间联系的因素有很多,由于许多数据获得困难未加入本文模型,综合因素还需要进一步完善;对于金融中心等级的识别方法也有很多,不同的方法可能结果有所出入,这些有待更深入的研究。

## 参考文献:

- [1] Myrdal G. Economic theory and underdevelopment region[M]. London: Gerald Duckworth, 1957.
- [2] Martin R. Money and the space economy[M]. London: John Wiley & Sons, 1999.
- [3] 李 小 建, 周 雄 飞, 卫 春 江, 等. 发展中地区银行业空间系统变化: 以河南省为例[J]. 地理学报, 2006, 61(4): 414~424.
- [4] 李 林, 丁 艺, 刘 志 华. 金融集聚对区域经济增长溢出作用的空间计量分析[J]. 金融研究, 2011, 5: 113~123.
- [5] Paresh K N, Seema N. The short-run relationship between the financial system and economic growth: New evidence from regional panels[J]. In: International Review of Financial Analysis, 2013, 29: 70~78.
- [6] 许圣道, 田 霖. 我国农村地区金融排斥研究[J]. 金融研究, 2008, 7: 195~206.
- [7] 董晓林, 徐 红. 我国农村金融排斥影响因素的实证分析——基于县域金融机构网点分布的视角[J]. 金融研究, 2012, 9: 115~126.
- [8] Leyshon A, Thrift N. Money space: geographies of monetary transformation[M]. London: Routledge, 1997.
- [9] Gehrig Thomas. Cities and the geography of financial centers [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [10] 程婧瑶, 樊 杰, 陈 东. 基于重力模型的中国金融中心体系识别[J]. 经济地理, 2013, 33(3): 8~14.
- [11] Fujita M, Krugman P R, Venables A. The Spatial Economy[M]. Cambridge, MA: The MIT Press, 1999.
- [12] Shen Guo-qiang. Reverse fitting the gravity model to intercity airline passenger flows by an algebraic simplification[J]. Journal of Transport Geography, 2004, 12(3): 219~234.
- [13] 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈经济联系的空间结构[J]. 地理研究, 2007, 26(1): 197~206.
- [14] 王海江, 苗长虹, 茹乐峰, 等. 我国省域经济联系的空间格局及



- 其变化[J].经济地理,2012,32(7):18~23.
- [15] 马耀峰,林志慧,刘宪锋,等.中国主要城市入境旅游网络结构演变分析[J].地理科学,2014,34(1):25~31.
- [16] 陈园园,李 宁,丁四保.城市群空间联系能力与SOM神经网络分级研究——以辽中南城市群为例[J].地理科学,2011,31(12):1461~1467.
- [17] 钟业喜,陆玉麟.基于空间联系的城市腹地范围划分——以江苏省为例[J].地理科学,2012,32(5): 536~543.
- [18] 梅志雄,徐颂军,欧阳军,等.近20年珠三角城市群城市空间相互作用时空演变[J].地理科学,2012,32(6):694~701.
- [19] 孙海燕,陆大道,孙峰华,等.渤海海峡跨海通道建设对山东半岛、辽东半岛城市经济联系的影响研究[J].地理科学,2014,32(2):147~153.
- [20] 罗明良,汤国安.GIS 高等教育空间结构演变及研究取向分析[J].地理科学,2013,33(2): 251~256.
- [21] 孙克强.长三角年鉴[M].南京:河海大学出版社,2012.
- [22] 盛来运,严建辉.中国区域经济统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2002,2007,2012.
- [23] Reilly W J.Methods for the study of retail relationships[M].Bulletin:University of Texas,1929.
- [24] 程婧瑶,陈 东,樊 杰.金融中心和金融中心体系识别方法[J].经济地理,2007,27(6):892~895.
- [25] 杨志民,化祥雨,邵元海,等.外商直接投资空间联系研究——以浙江省为例[J].经济地理,2013,33(11):21~27.
- [26] 茹乐峰,苗长虹,王海江.我国中心城市金融集聚水平与空间格局研究[J].经济地理,2014,34(2):58~66.
- [27] MacQueen J.Some methods for classification and analysis of multivariate observations[C]//Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability.Berkeley:University of California Press,1967:81-297.
- [28] Tan P N,Steinbach M,Kumar V.Introduction to Data Mining[M].Boston:Addison Wesley,2005.

## Spatial Combination of Finance and Center Level Identify Based on K-means Clustering: A Case Study of the Changjiang River Delta

YANG Zhi-min<sup>1,2</sup>, HUA Xiang-yu<sup>2</sup>, YE Ya-fen<sup>1,3</sup>, SHAO Yuan-hai<sup>1</sup>

(1. College of Zhijiang, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang 310024, China; 2. College of Economics and Management, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang 310023, China; 3. College of Economics, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310023, China)

**Abstract:** The article constructs the financial spatial combination model and analyzes quantitatively the spatial differentiation characteristics of spatial combination by applying the number of financial institutions RMB deposit and loan in 2001, 2006 and 2011, taking cities in the Changjiang River Delta as examples. Based on the analysis, the financial center level identifying model with K-means is built to identify the financial center level of the cities in the Changjiang River Delta. The conclusions can be drawn as follows: 1) The spatial trend of the cities' finance "quality" in the Changjiang River Delta is relatively stable, showing overall that the finance "quality" of the cities in the east is bigger than that of the cities in the west, and the finance "quality" of the cities in the center is bigger than those of the cities in the south and north, presenting the down "U" shaped distribution in the past ten years. 2) On the whole, the largest attracting linkages pattern of finance spatial combination is relatively stable. The largest attracting linkages pattern of finance spatial combination of Shanghai changes significantly, decreasing mainly the connection with the Zhejiang Province. The largest attracting linkages pattern of finance spatial combination of Jiangsu Province is relatively stable, meanwhile, that of Zhejiang Province has been strengthened. 3) The network structure of finance spatial combination has changed significantly. It was mainly a simple "polyline-based" spatial network structure with integrated financial cities among "Shanghai-Suzhou-Wuxi" in 2001. Then it was mainly developed into a simple "network-based" spatial network structure with networked finance cities, covering the partial cities around the core city Shanghai in 2006. In 2011, it has been developed into a complex "network-based" spatial network structure with regionalized financial cities, covering most of the cities in Changjiang River Delta. 4) The spatial distribution pattern of the financial center level is stable, Shanghai is the most prominent financial center, and Suzhou, Wuxi and Hangzhou were followed.

**Key words:** finance; spatial combination; center level identify; gravity model; K-means