

基于引力模型的安徽城市空间格局研究

朱道才^{1,2}, 陆 林¹, 晋秀龙³, 蔡善柱¹

(1. 安徽师范大学国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003; 2. 安徽财经大学城市与区域经济研究所, 安徽 蚌埠 233041; 3. 滁州学院国土信息工程系, 安徽 滁州 239000)

摘要:依据引力模型的原理,构建新型引力和断裂点公式,通过安徽省17个城市间引力值和断裂点距离的计算和分析,研究安徽省城市的空间格局,得出结论:安徽省内区域性城市群初步形成,合肥市已经成为区域中心城市,城市间锁定效应和屏蔽效应显现,城市发展偏心化以及城市分布东紧西松加剧。提出应建立一个以中心城市为主的城市空间格局,依托中心城市,实行联动发展,注重城市交通基础设施建设,强调政府在城市空间布局中的主导作用。

关 键 词:引力模型; 城市空间格局; 协调发展

中图分类号: K902; F129.99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2011)05-0551-06

随着工业化和信息化社会的发展,城市正在经历着巨大的变革,城市空间格局也随着发生深刻而且复杂的变化。城市空间格局的新变化,带来了一系列包括人们生活方式、价值观念的转变等在内的社会变革^[1]。即使在要素的完全流动性和市场机制的理想化假设时代,区位地租等一系列空间经济问题就已经受到重视^[2~7]: 区位理论较好地解释了企业(或产业)、市场的区位选择以及空间竞争的结果^[8]; 垄断竞争和规模报酬递增条件下,空间的差异性、形成机理和后果已经可以用精巧有效的数学模型来加以说明^[9]; 自1880年物理学上的万有引力公式被用于人口分析以来,依据距离衰减原理,引力模型现已广泛应用于经济研究分析中,特别是在新经济地理学和区域经济学领域,成为其研究空间相互作用的核心工具^[10,11]。

安徽作为中部地区的一个农业大省,下辖17个城市,这些城市间的经济发展水平存在着相当的差异。为促进城市经济的快速和协调发展,安徽曾制订和实施了多项区域战略,收效比较显著。2008年初,胡锦涛总书记视察安徽,明确指示安徽应主动融入长三角,承接长三角产业转移。此外,城市作为经济和社会发展的主导力量以及产业转移的载体,地位非常重要。所以,研究安徽城市空间格

局,分析发展过程中的规律性,对于发展安徽城市经济,实现中部“率先崛起”战略,具有重要的理论研究价值和实践探索意义。

1 研究方法

1.1 假设

现代社会中,交通运输条件的改善和信息的外溢,决定了现代城市开放性特征。高的赢利水平和就业机会,使得各种要素在城市空间分布表现出很强的阶段性和区域性以及方向上多矢量流动。在此条件下,分析某个区域城市的空间格局,必须进行假设,约定分析条件,使分析具有科学性与可行性。本研究的假设主要有两个方面:

一是城市系统的封闭性。假定以安徽省域范围为一个封闭系统,在安徽省城市间引力计算基础上,分析城市空间格局,忽略省外一些典型城市,如上海、南京、杭州等城市对安徽城市的影响,可以使分析思路集中,容易获得相应的结果^[12]。

二是城市间要素线性双向流动。现实中,城市间要素多呈网状非线性流动,使得在引力作用下城市地位分析要考虑的因素非常复杂。城市间要素线性双向流动的假定有效地回避了此类难题,确定引力的性质和对外经济关系方向,使城市间关系变

收稿日期:2010-06-20; 修订日期:2011-01-20

基金项目:国家自然科学基金项目(40771059)、安徽省哲学社会科学项目(AHSK09-10D18)、安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2010B009)资助。

作者简介:朱道才(1966-),男,安徽和县人,教授,博士研究生,主要从事城市地理与城市经济研究。E-mail: daocaizhu@126.com

通讯作者:陆 林,教授。E-mail: llin@263.net

得清晰、简单。

诚然,两个方面假设基础上的分析结果与现实肯定有一定的差距,但能使研究能够进行下去,此外并不影响反映事物的实质问题。所以,这种研究思路仍是科学的。

1.2 模型的选取

本文采用引力模型公式和断裂点公式来确定两城市引力大小、辅助分析两城市引力方向,两公式分别为:

$$T_{ij} = kQ_i^\alpha Q_j^\beta / d_{ij}^\lambda \quad (1)$$

$$d_{ik} = d_{ij} / (1 + \sqrt{Q_j/Q_i}) \quad (2)$$

式中, T_{ij} 为*i*城市对*j*城市的引力; d_{ik} 为*i*城市到另一城市断裂点; d_{ij} 为*i*城市到*j*城市的距离; Q_i 为*i*城市的质量(城市质量是城市引力的基础), Q_j 表示*j*城市的质量; k 、 α 、 β 、 λ 为系数,德尔菲法确定: $k=1$ 、 $\alpha=1$ 、 $\beta=1$ 、 $\lambda=2$ 。对于两城市间的引力模型公式来说,可直接写成 $T_{ij} = Q_i Q_j / d_{ij}^2$ 。

1.3 指标设计

1.3.1 城市质量指标

城市质量指标是指能反映一个城市综合实力的指标,或者说能反映一个城市的综合能量指标。在城市社会经济发展中,人口数、地区生产总值、社会消费品零售总额、进出口总额等四个指标,是判断一个城市是否发达的显著标准。城市质量指标可表示为:

$$Q = \sqrt[4]{G \cdot P \cdot C \cdot E} \quad (3)$$

式中, Q 为城市质量, G 为地区生产总值, P 为人口数, C 为社会消费品零售总额, E 为进出口总额。

为得到一个综合、科学的城市质量,将安徽省 17 个城市 2009 年的 G 、 P 、 C 、 E 进行几何平均,求出各自的几何平均数。

1.3.2 距离指标

距离指标是用来反映两地之间的空间间隔和便捷程度,以及社会文化交往与认同,一般可以用地理距离、社会距离、心理距离、政治距离和文化距离等表示。鉴于本文所研究的对象为安徽省内 17 个城市,城市间的社会距离、心理距离、政治距离和文化距离等主观因素影响较小且难以度量,采用地理距离指标来衡量各城市间的距离比较实际、可行^[3]。

以陆运距离为基础,通过公路里程、铁路里程、空间经纬距离三个指标的几何平均值来反映安徽各城市间的距离情况,即:

$$d = \sqrt[3]{H \cdot R \cdot L} \quad (4)$$

式中, d 为距离, H 为公路里程, R 为铁路里程, L 为空间经纬距离。

2 安徽省城市间引力

2.1 城市综合质量与综合距离

对所选取指标进行修正与计算,得到 2009 年安徽省 17 个城市综合质量和综合距离数据(表 1, 2)。

表 1 安徽省城市综合质量^[4,15]

Table 1 Comprehensive qualities of 17 cities in Anhui Province

城市	综合质量	城市	综合质量
合肥	486.3	马鞍山	137.8
淮北	31.1	巢湖	118.2
亳州	85.9	芜湖	178.1
宿州	83.9	宣城	103.0
蚌埠	114.5	铜陵	92.8
阜阳	133.3	池州	42.9
淮南	71.8	安庆	165.6
滁州	135.3	黄山	52.5
六安	132.9		

2.2 城市间的引力

依据公式(1)计算安徽省 17 个城市相互间的吸引力,并依次排列(表 3)。

需要说明的是,由于 d_{ij} 表示 *i* 城市与 *j* 城市相互间的引力,要判断引力方向,还要与城市间的断裂点结合起来分析。以合肥—六安为例,合肥市与六安市两市间的吸引力值为 23.45,但断裂点位于靠近六安市一侧的 18.02 km 处(表 4),说明合肥市对六安市吸引力强。

2.3 城市间的断裂点

为准确判断引力方向,依据公式(2)计算得出安徽省 17 个城市相互间的断裂点值(表 4)。一般情况下,当一个城市对另一个城市的引力值大于 1,即为达到显著标准,且断裂点值在两个城市间距中点以后,位置接近另一城市,则说明该城市对另一城市具有较强引力,引力值、断裂点值越大,该城市对另一城市的引力越强。

3 讨 论

通过城市间引力和断裂点的计算和分析,可以看出安徽城市已形成具有特色的空间格局(图 1)。

表2 安徽省 17 个城市间综合距离 (km)^[14]

Table 2 Comprehensive distance of 17 cities in Anhui Province (km)

城市	合肥	淮北	亳州	宿州	蚌埠	阜阳	淮南	滁州	六安	马鞍山	巢湖	芜湖	宣城	铜陵	池州	安庆
合肥	—															
淮北	170.5	—														
亳州	188.9	87.9	—													
宿州	141.4	30.5	104.2	—												
蚌埠	86.5	83.1	142.5	56.5	—											
阜阳	138.8	99.4	67.9	100.2	114.3	—										
淮南	58.9	122.8	128.4	90.1	39.8	82.6	—									
滁州	100.4	164.2	224.1	133.9	78.9	190.3	106.7	—								
六安	52.5	183.9	200.8	166.1	117.2	145.3	86.1	153.9	—							
马鞍山	92.5	230.7	275.7	200.2	143.8	231.2	149.1	68.1	144.3	—						
巢湖	41.2	206.6	228.7	177.2	120.4	180.1	100.1	93.9	92.5	50.6	—					
芜湖	84.8	246.3	271.7	215.7	159.1	223.6	143.1	92.6	135.2	22.3	43.5	—				
宣城	125.3	287.7	313.1	257.1	200.5	264.2	184.2	132.8	174	63.2	84.3	41.4	—			
铜陵	101.2	272.5	291.1	241.6	186.7	240	163.9	138.1	135.6	69.1	77.3	47.2	71.9	—		
池州	127.3	299.4	314.1	268.9	215.3	260.2	189.7	172.1	161.3	101.3	110.8	79.6	104.9	32.3	—	
安庆	105.2	266.6	286.5	238.3	192.6	232.3	165.6	192.8	121.5	132.6	116.4	111.2	139.4	63.9	31.6	—
黄山	197.9	369.7	388.7	337.8	280.5	335.2	260.6	219.8	237.9	151.5	161.4	123.5	94.6	119.2	122.0	152.8

表3 安徽省城市之间的引力值

Table 3 Gravity quantity of cities in Anhui Province

城市	合肥	淮北	亳州	宿州	蚌埠	阜阳	淮南	滁州	六安	马鞍山	巢湖	芜湖	宣城	铜陵	池州	安庆
合肥	—															
淮北	0.52	—														
亳州	1.17	0.35	—													
宿州	2.04	2.81	0.66	—												
蚌埠	7.44	0.52	0.48	3.01	—											
阜阳	3.36	0.42	2.48	1.11	1.17	—										
淮南	10.07	0.15	0.37	0.74	5.19	1.40	—									
滁州	6.53	0.16	0.23	0.63	2.49	0.50	0.85	—								
六安	23.45	0.12	0.28	0.40	1.11	0.84	1.29	0.76	—							
马鞍山	7.83	0.08	0.16	0.29	0.76	0.34	0.45	4.02	0.88	—						
巢湖	33.88	0.09	0.19	0.32	0.93	0.49	0.85	1.81	1.84	6.36	—					
芜湖	12.04	0.09	0.21	0.32	0.81	0.47	0.62	2.81	1.29	49.34	11.13	—				
宣城	3.19	0.04	0.09	0.13	0.29	0.20	0.22	0.79	0.45	3.55	1.71	10.70	—			
铜陵	4.40	0.04	0.09	0.13	0.30	0.21	0.25	0.66	0.67	2.68	1.84	7.41	1.85	—		
池州	1.29	0.01	0.04	0.05	0.11	0.08	0.09	0.20	0.22	0.58	0.41	1.20	0.40	3.81	—	
安庆	7.28	0.07	0.17	0.24	0.51	0.41	0.43	0.60	1.49	1.30	1.45	2.38	0.88	3.76	7.11	—
黄山	0.65	0.01	0.03	0.04	0.08	0.06	0.06	0.15	0.12	0.32	0.24	0.61	0.60	0.34	0.15	0.37

3.1 合肥的经济中心地位

从合肥市与其他 16 城市的引力来看,吸引力大于 1 的有除淮北、黄山两市以外的 14 个省辖市。可见,合肥市是安徽省影响力最大的城市。

从合肥市与其他城市的断裂点值来看,合肥市与安徽省最北方向的城市——亳州市断裂点为距合肥 133 km、距亳州 55.9 km 处;合肥与安徽省最南方向的城市黄山市断裂点为距合肥 148.94 km、距黄山市 48.86 km 处。这表明,合肥市的影响所辐射的范围已远远超出自身,断裂点逼近各城市中

心区附近,已经成为安徽省的经济中心。

3.2 区域性城市群初步形成

从分析可知,合肥市周边所有相邻城市的引力值均达到显著标准(引力值大于 1),与其邻近的淮南、滁州、巢湖、六安已具备了构建安徽省中部城市群的可能性。在安徽省东南部地区,芜湖与马鞍山、巢湖、宣城、铜陵四个相邻城市的引力值都在显著标准以上,5 个城市事实上已经形成了以芜湖为中心的城市群。但由于合肥—巢湖的引力值远大于芜湖—巢湖的引力值,在以芜湖为中心的这个

表 4 安徽省 17 个城市间断裂点距离(km)

Table 4 Fracture distance of 17 cities in Anhui Province (km)

城市	合肥	淮北	亳州	宿州	蚌埠	阜阳	淮南	滁州	六安	马鞍山	巢湖	芜湖	宣城	铜陵	池州	安庆	黄山
合肥	-	34.42	55.90	41.51	28.26	47.69	16.35	34.67	18.02	32.13	13.61	31.97	39.49	30.76	29.14	38.77	48.96
淮北	136.08	-	54.87	18.96	54.62	67.01	74.05	110.97	123.92	156.38	136.54	173.68	185.65	172.55	161.64	185.97	208.91
亳州	133.00	33.03	-	51.81	116.27	37.66	61.33	124.71	111.31	154.06	123.46	160.33	163.66	148.34	130.01	166.55	170.58
宿州	99.89	11.54	52.39	-	30.43	55.86	43.29	74.89	92.53	112.43	96.16	127.88	135.11	123.80	112.04	139.18	149.18
蚌埠	58.24	28.48	26.23	26.07	-	59.32	17.59	41.09	60.78	75.23	60.69	88.30	97.61	88.44	81.72	105.16	113.29
阜阳	91.11	32.39	30.24	44.34	54.98	-	34.97	95.50	72.60	116.57	87.36	119.88	123.61	109.15	94.15	122.45	129.29
淮南	42.55	48.75	67.07	46.81	22.21	47.63	-	61.72	49.62	86.59	56.26	87.52	100.38	87.18	82.67	99.85	120.14
滁州	65.73	53.23	99.39	59.01	37.81	94.80	44.98	-	76.61	34.21	45.37	49.48	61.89	62.56	61.98	101.27	84.39
六安	34.48	59.98	89.49	73.57	56.42	72.70	36.48	77.29	-	72.81	44.90	72.54	81.47	61.72	58.42	64.09	91.84
马鞍山	60.37	74.32	121.64	87.77	68.57	114.63	62.51	33.89	71.49	-	24.33	11.86	29.31	31.14	36.27	69.34	57.84
巢湖	27.59	70.06	105.24	81.04	59.71	92.74	43.84	48.53	47.60	26.27	-	23.97	40.70	36.31	41.64	63.09	64.56
芜湖	52.83	72.62	111.37	87.82	70.80	103.72	55.58	43.12	62.66	10.44	19.53	-	17.89	19.79	26.20	54.59	43.47
宣城	85.81	102.05	149.44	121.99	102.89	140.59	83.82	70.91	92.53	33.89	43.60	23.51	-	35.01	41.13	77.93	39.41
铜陵	70.44	99.95	142.76	117.80	98.26	130.85	76.72	75.54	73.88	37.96	40.99	27.41	36.89	-	13.07	36.55	51.19
池州	98.16	137.76	184.09	156.86	133.58	166.05	107.03	110.12	102.88	65.03	69.16	53.40	63.77	19.23	-	20.95	64.11
安庆	66.43	80.63	119.95	99.12	87.44	109.85	65.75	91.53	57.41	63.26	53.31	56.61	61.47	27.35	10.65	-	55.06
黄山	148.94	160.79	218.12	188.62	167.21	205.91	140.46	135.41	146.06	93.66	96.84	80.03	55.19	68.01	57.89	97.74	-

注:“-”表示断裂点方向,之前为起点城市,之后为目的城市。

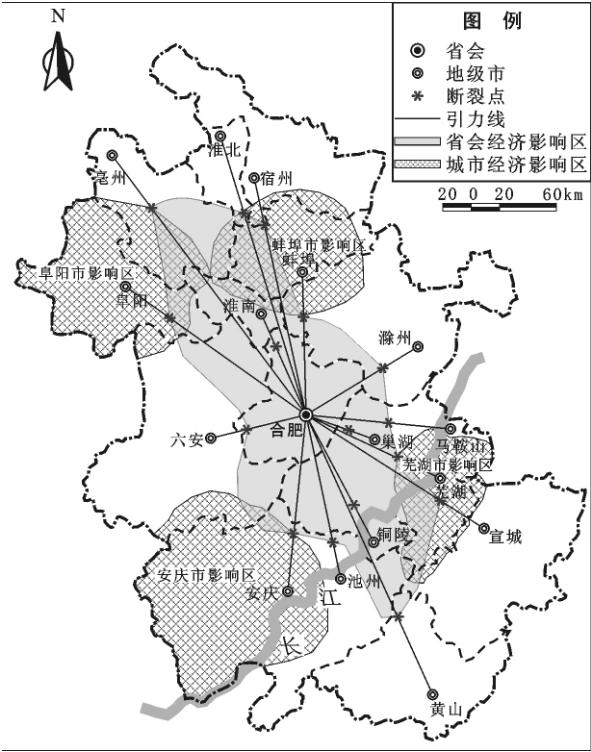


图 1 安徽城市空间格局

Fig. 1 Urban spatial patterns in Anhui Province

城市群中,需要排除巢湖市,巢湖市可以作为两个城市群的联系纽带。在安徽省北部地区,蚌埠—阜阳—宿州—淮北之间的吸引力值高于显著标准,说明这两对城市相互影响力较大。蚌埠—宿州的吸引力值为 3.01,较蚌埠与其他城市的引力值要高得多(除淮南外),这说明蚌埠市对宿州市影响力

是相当大的,在未来有可能会形成蚌埠—宿州—淮北—阜阳的安徽省北部城市群。

3.3 城市间锁定效应和屏蔽效应渐趋明显

受区域经济发展基础、要素禀赋、区位和政策等内外环境的积淀影响,区域发展过程中难免出现一定程度的“路径依赖”,要素流向和政策关注往

往会固定指向某些特定城市,导致省域内经济社会发展的“马太效应”。依据 AHP 法,将安徽省 17 个城市分为三类,皖江城市带中的中心城市合肥、马鞍山、铜陵和芜湖同属于第一类;单从 2002 ~ 2009 年的 GDP 来看,四市的年均增速分别达到 24.61%、26.77%、25.28%、17.85%、20.67% 和 14.60%,而另外一些城市,如巢湖、蚌埠市的经济增长则呈停滞甚至下滑趋势。

此外,安徽省各城市间屏蔽效应渐趋明显,其中,最为明显的是巢湖市。从断裂点来看,合肥—巢湖是 33.88 km,巢湖—合肥是 7.4 km,两者之比为 4.58:1;而巢湖—芜湖是 19.53 km,芜湖—巢湖是 23.97 km,两者之比是 1.23:1。由此可以看出,巢湖市在合肥市与芜湖市两城市的快速发展下,已经受到了两市的屏蔽效应影响,其经济影响范围已经全部被侵蚀。

3.4 城市发展偏心化

从 17 个城市间引力和断裂点来看,除省会城市合肥在封闭性假设条件下没有出现较明显的偏心化特征以外,其他 16 个城市均有不同程度的偏心化倾向,引力值与偏心化呈反方向变动,一些较小城市偏心化倾向则更加严重:芜湖市影响中心偏向东南方向,蚌埠市发展重点北移,阜阳市影响面向西北方向延伸,而马鞍山市影响面则呈现跨长江西移和陆地上西南方向扩展。城市发展偏心化主要是由城市吸引力范围偏心化所决定的,其影响因素除了模型中揭示的交通网络和对外经济联系方向外^[17],还应该包括制度因素,就安徽省来说,制度因素对城市发展的影响应予以高度重视。

4 结论与展望

研究的结果表明,安徽城市体系发育尚未成熟,城市空间格局不够合理。主要表现以下两个方面:一是中心城市数量较少,城市的带动力普遍不强,难以承担经济和社会发展的重任;二是城市发展不均衡,协调发展性差,东紧西松的城市空间格局现象加剧。就城市群来说,安徽省初步形成的几大城市群主要分布在东部地区,东部地区所有城市均被纳入到城市群范围内,而西部地区仅有六安市在城市群范围内,而安庆、池州、阜阳、亳州、黄山五城市很难纳入任何一个城市群。由此可见,安徽省东部地区城市间的联系在未来要比西部地区城市间的联系紧密,这种东紧西松的空间格局状况随着

未来城市群的建设,可能进一步加剧。其主要原因,可能在于安徽各城市原有的经济基础较弱,尤其是交通基础设施相对滞后,缺乏快速有效的交通大通道,不仅导致省内城市与长三角的经济社会联系强度不够大、内联外引不足、内部资源优势转化渠道不畅,还影响了省内城市间联系,导致其腹地开拓不深、城市规模整体偏小。

但随着皖江城市带承接产业转移示范区、合肥经济圈、合芜蚌自主创新试验区建设和发展以及皖北振兴战略的深入实施,安徽经济和社会发展将迎来一个辉煌的时期,再加上日趋完善和发达的交通网络,安徽城市在不久将来将形成竞合有序的分工协作体系,城镇体系更加完善,城市空间格局也更加合理。

致谢:

感谢吴信国、张秀荣和郇恒飞在调研和数据计算等方面提供的帮助。

参考文献:

- [1] 姚士谋,陈振光,朱英明. 中国城市群 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社,2006: 4 ~ 10
- [2] Haggett P. Locational Analysis in Human Geography [M]. London: Edward Arnold,1965: 2 ~ 7.
- [3] Morrill R L. The Spatial Organization of Society [M]. Belmont California: Wadsworth (2nd edition),1970: 3
- [4] Cox K R. American geography: Social science emergent [J]. Social Science Quarterly, 1976, (57): 182 ~ 207
- [5] 陆大道. 区域发展及其空间结构 [M]. 北京: 科学出版社,1995: 18 ~ 19
- [6] Foust T B, Desouza A R. The Economic Landscape: A Theoretical Introduction [M]. Ohio: A Bell & Howell Company Press, 1978: 3
- [7] Joseph A Schumpeter. History of Economic Analysis [M]. New York: Oxford University Press,1954: 214
- [8] 陆大道. 区位论及区域研究方法 [M]. 北京: 科学出版社,1988: 40 ~ 98
- [9] Dymski G A. On Krugman's model of Economic Geography [J]. Geofrum, 1996, 27(4): 439 ~ 452
- [10] 陈彦光,刘继生. 基于引力模型的城市相互关联和功率谱分析 [J]. 地理研究,2002,21(11): 742 ~ 752
- [11] Reilly W J. The Law of Retail Gravity (Second Edition) [M]. New York: Pilsbury Publishers,1953: 5
- [12] 尹虹潘. 对城市吸引区范围界定的理论分析 [J]. 财经研究,2005, (11): 108 ~ 114
- [13] 周一星. 城市地理学 [M]. 北京: 商务出版社,1995: 368 ~ 370
- [14] 安徽省人民政府. 安徽 60 年 [Z]. 北京: 中国统计出版社,2009

- [5] 安徽省统计局,国家统计局安徽调查总队. 安徽统计年鉴 (2010) [J]. 北京: 中国统计出版社, 2010
- [6] 安徽省及周边地区公路里程地图册 [J]. 北京: 地质出版社, 2010
- [7] 关 颖,曹有挥,梁双波. 安徽省运输联系空间格局演化与经济发展的关系分析 [J]. 世界地理研究, 2007, 16(1): 76 ~ 82

Spatial Patterns of City in Anhui Province Based on Gravity Model

ZHU Dao-Cai^{1,2}, LU Lin¹, JIN Xiu-Long³, CAI Shan-Zhu¹

(1. College of Territorial Resource and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241003, China;
2. Institute of Urban and Regional Economics, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu, Anhui 233041, China; 3. Department of Land Information Engineering, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000, China)

Abstract: With the development of industrialization and informatization, not only the cities have been in a giant change, but also its spatial pattern has experienced the complicated and profound change. Based on the hypothesis of closed features of urban systems and linear two-way flow between the elements of the cities, according to the theory of gravity model, this paper brings forward a formula of gravity and fracture point based on the analysis and calculation of gravity and fracture point of 17 cities in Anhui Province. This paper reaches a conclusion that there is a growing trend of urban agglomerations in Anhui Province, in which its capital city—Hefei has become a regional center. This research shows that the locking and shielding effects has emerged between the cities in Anhui Province, resulting in accelerating tendency of center-deviated and imbalance of spatial distribution in the development of cities in Anhui Province, in which there is a huge difference between the dense eastern parts and western parts. Furthermore, this paper deduces some enlightening guidance and makes some suggestions: 1) the center-city-based urban spatial pattern should be established; 2) relying on the center-city, the strategy implementation of coordinated and jointed developments should be put into practice as soon as possible; 3) the infrastructure construction, especially urban transport system, should be paid more attention to; and 4) the government should play a leading role in the future spatial development. In the near future, with the implementation of the series of strategic measures and improvement of transport facilities, urban system in Anhui Province is further improved to be more rational pattern of urban spatial patterns.

Key words: gravity model; urban spatial patterns; coordinated development