

陈如铁, 马健. 辽宁中部城市群城市体系中规模与距离关系的研究 [J]. 地理科学, 2017, 37(6): 841-849. [Chen Rutie, Ma Jian. Relationship Between City Size and Distance in Urban System of Central Liaoning Urban Agglomeration. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(6): 841-849.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.06.005

辽宁中部城市群城市体系中规模与距离关系的研究

陈如铁^{1,2}, 马健²

(1. 东北师范大学地理科学学院, 吉林 长春 130024; 2. 辽宁省城乡建设规划设计院, 辽宁 沈阳 110006)

摘要:以城市人口规模、城市间距离为指标,通过多元回归模型,定量分析辽宁中部城市群中城市规模与空间距离的关系,以及城市与“最近城市”的距离和“距离位序”之间是否存在类似“城市位序-规模律”的定量关系。研究发现:① 城市 i 的规模 P_i 与“最近城市” n 的规模 P_n 、距离 D_{i-n} 以及区域中心城市 c 的距离 D_{i-c} 有关,与首位城市的规模和距离无关,其中 P_n 、 D_{i-n} 为正向影响, D_{i-c} 为负向影响。就影响力而言,区域中心城市 c 的影响大于“最近城市” n ,这一点区别于国内其他城市群。② 城市群中存在“城市距离-位序律”的定量关系。③ 利用城市规模与距离的定量关系可以测算理论人口规模和影响范围,为辽宁中部城市群的人口预测和空间结构划分提供有益参考。

关键词:城市体系;城市规模;城市空间距离;辽宁中部城市群

中图分类号: TU984

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2017)06-0841-09

城市体系(urban system)是指在一个相对完整的区域中,由一系列不同职能分工、不同等级规模、空间分布有序的城镇所组成的联系密切、相互依存的城镇群体^[1],在城市与城市之间的空间组织、产业分工、专业领域协作等方面发挥着重要作用。2015年底,中央时隔37 a后再次召开城市工作会议,明确提出“统筹空间、规模、产业三大结构,……要以城市群为主体形态,科学规划城市空间布局。”可见,城市群已经成为国家推进城市工作的重要空间载体^[2],研究城市规模、空间布局对新时期城市体系的发展具有重要价值。

国外对城市体系的研究始于20世纪30~40年代,从Jefferson M的城市首位定律、Zipf的城市位序-规模法则到Mandelbrot B的分形城市理论^[3-5],这些丰富的研究成果揭示了城市等级规模的总体演化过程。20世纪90年代后期,英国著名城市地理学家Batty M教授基于城市形态、起源与复杂性研究提出了等级钟理论,首次在理论上揭示了城市等级规模与空间演化的机制^[6]。进入21世纪后,美国、日本等国学者开始对城市体系中城市空间距离与城市规模的关系进行研究,发现美国城市间空间

距离对城市规模成长的影响并不显著^[7],而日本城市间空间距离则是影响城市规模的重要因素^[8]。

国内对城市体系研究开始较晚。改革开放至20世纪90年代后期,国内学者对中国城市体系的研究主要集中于地域空间结构、等级规模结构、职能类型结构和网络系统^[9]。进入21世纪后,随着研究及实践的深入,中国学者开始重视新理论、新技术、信息化、全球化对城市体系的影响。城市等级规模方面,不少学者采用位序-规模法则、分形理论等数学方法对中国城市人口等级规模空间分布的合理性进行了评价^[10-13]。城市空间分布方面,学者们广泛采用RS、GIS等现代技术手段,对中国城市的密度、空间集聚扩散、平均邻近距离、空间分布重心等进行研究^[14-16]。在信息化、全球化的影响下,中国城市体系正逐渐由传统的“场所空间”向人流、物流、技术流、信息流、资金流联接而成“网络空间”转变^[17],学者们采用重力模型、航空和铁路交通流量、跨国公司企业分布、互联网连接数据等数据对中国城市间的空间联系强度和影响范围进行推算,据此刻画城市网络的空间格局^[18-25]。上述研究成果在很大程度上

收稿日期:2016-06-05;修订日期:2017-01-02

基金项目:2013年辽宁省住建厅重大项目(LNZC20130901504001)资助。[Foundation: 2013 Major Projects of Liaoning Province Housing and Construction Office(LNZC20130901504001).]

作者简介:陈如铁(1968-),男,吉林九台人,博士研究生,教授级高级工程师。主要研究方向:城市规划。E-mail:pj_crt@163.com

上推动了中国城市体系研究的理论与方法,但目前城市体系中对城市规模与空间分布(城市间距离)的研究多是孤立进行的,对二者之间可能存在的关系研究相对偏少,已有研究多是运用重力模型、Granger 因果关系检验等方法进行理论探索^[12,19,26],缺少针对具体城市群的实证研究。

辽宁中部城市群是中国重要的城市群之一,在带动东北转型与振兴方面具有十分重要的地位。本文以辽宁中部城市群为研究对象,对已有理论研究结果进行实证,更能客观地揭示城市体系中城市规模与距离关系的内在规律性,对于新时期制定辽宁中部城市群区域发展政策具有一定的理论意义和现实指导意义。

1 数据与方法

1.1 研究对象

辽宁中部城市群是以沈阳为中心,包括鞍山、抚顺、本溪、营口、阜新、辽阳、铁岭共8个地级市在内的城市体系。由于抚顺县和抚顺市、铁岭县和铁岭市为县市同城,在研究时合并为一个城市计算,因此本文的研究对象为29个市(县),包括8个地级市,7个县级市和14个县城,如图1所示。

1.2 数据来源

本文的研究数据主要包括城市规模和城市距

离2类。

文中的城市规模指的是城市人口规模。由于近年来人口迁移日益活跃,现行统计口径中的户籍人口和非农业人口均已不能体现城市的实际人口规模,故本文采用“市人口”概念,即城区(县城)常住人口和城区(县城)暂住人口之和,具体数据取自辽宁省《2014城乡建设统计年报》^①。

文中的城市距离指的是两城市之间的空间距离。一般来说空间距离有直线距离、铁路距离、公路距离等多种形式,其中,直线距离不能反映现实的道路可达性;铁路距离因高速铁路、普通铁路形式不同而有较大差异,不便于选择和比较;公路在各城市发展较为普遍,距离相对稳定,与地形等条件联系密切,通达性好,是区域内城市间物流、人流联系的主要载体。因此,文本以城市间公路运行最小距离作为城市距离,具体数据于2015年12月通过百度地图查询获得。

1.3 研究方法

在影响城市*i*规模的城市中,规模大于*i*且距离*i*近的城市对*i*产生的影响往往更为明显,已有研究^[18,19,26]选择3类城市进行研究,分别为城市体系中“最近城市”*n*、首位城市*s*和区域中心城市*c*。“最近城市”在文中指的是区域内人口规模大于研究对象城市*i*,且与城市*i*之间公路运行距离最近的

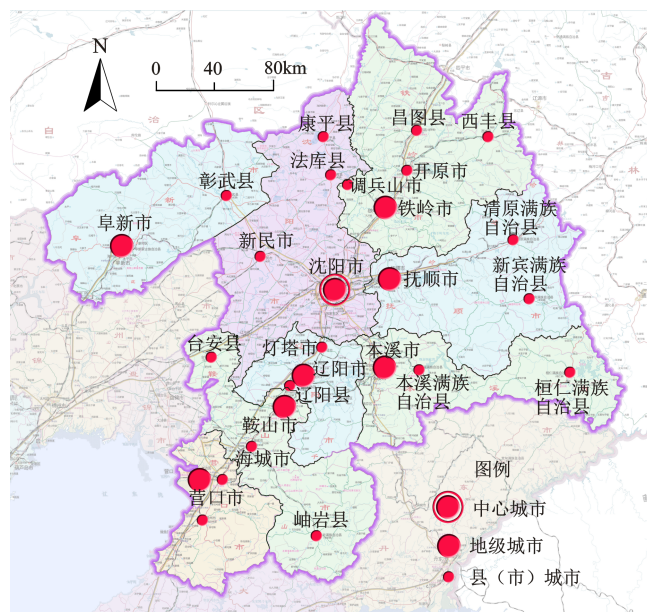


图1 辽宁中部城市群城市(县)分布

Fig. 1 The cities distribution in the Central Liaoning Urban Agglomeration

① 该年报由辽宁省住房和城乡建设厅组织编制,为内部资料,未公开发行。

城市;首位城市是城市体系中规模最大的城市;区域中心城市则是在直接首位联系法^①所构成的城市体系等级结构中隶属城市数量最多的城市。

辽宁中部城市群是典型的首位型城市体系,首位城市为沈阳,2城市指数高达3.205,4城市指数也达到了1.310^②。根据直接首位联系法辽宁中部城市群内形成2个金字塔型城市规模等级结构(次区域):以沈阳为中心的北部区域,包括沈阳、本溪、抚顺、铁岭、阜新等18个市(县);以鞍山为中心的南部区域,包括鞍山、辽阳、营口等11个市(县)(图2)。由此可知,本文研究的城市*i*为29个市(县)，“最近城市”*n*在城市群内选择,首位城市*s*为沈阳,区域中心城市*c*为沈阳和鞍山。

本文通过建立多元回归模型,研究城市*i*的规模与城市体系内其他城市规模和空间距离的关系,以及城市与“最近城市”空间距离和“距离位序”是否存在一定的数量关系。

1.3.1 城市规模与城市空间距离关系的测度方法

建立城市规模与对其施加影响的城市之间相互作用关系的测度公式:

$$P_i = KP_n^a D_{i-n}^b P_s^c D_{i-s}^d P_c^e D_{i-c}^f \quad (1)$$

式中: P_i 为城市*i*的人口规模; P_n 为城市*i*的“最近城市”*n*的人口规模; D_{i-n} 为城市*i*与城市*n*之间的距离; P_s 为首位城市*s*的人口规模, D_{i-s} 为城市*i*与城市*s*之间的距离; P_c 为区域中心城市*c*的人口规模, D_{i-c} 为城市*i*与城市*c*之间的距离; K 为常数项, a 、 b 、 c 、

d 、 e 、 f 为对应变量的系数。

两边取对数,公式(1)变形为线性函数

$$\log P_i = \log K + a \log P_n + b \log D_{i-n} + c \log P_s + d \log D_{i-s} + e \log P_c + f \log D_{i-c} \quad (2)$$

将公式(2)转化为多个回归模型,通过系数值就可以考察辽宁中部城市群中城市*i*的规模与城市*n*、*s*、*c*的关系(表1)。根据校正决定系数 Adjusted R^2 和显著性检验 Significance F 判断模型的拟合程度。Adjusted R^2 越趋近于1则表明模型拟合效果越好;Significance F 分为3档:小于0.01为0.01水平上显著,0.01和0.05之间为0.05水平上显著,0.05和0.1之间为0.1水平上显著,数值越小模型拟合效果越好。模型变量前的系数可以判断因变量与自变量的相关性,如果系数为正值,则表明因变量与自变量呈正相关,如果系数为负值,则 P_i 与研究变量呈负相关。

1.3.2 城市与“最近城市”的距离和“距离位序”关系的测度方法

“距离位序”是将城市与其“最近城市”之间的距离从大到小进行排列,得到的顺序位序即为该城市体系的“距离位序”。已有研究发现^[11,15],区域中城市与“最近城市”的距离和“距离位序”之间存在类似“城市位序-规模律”,用公式表示为:

$$D_{i-n} = D_{2n} R^{-\alpha} \quad (3)$$

为了直观和方便计算,将公式(3)转化为对数形式

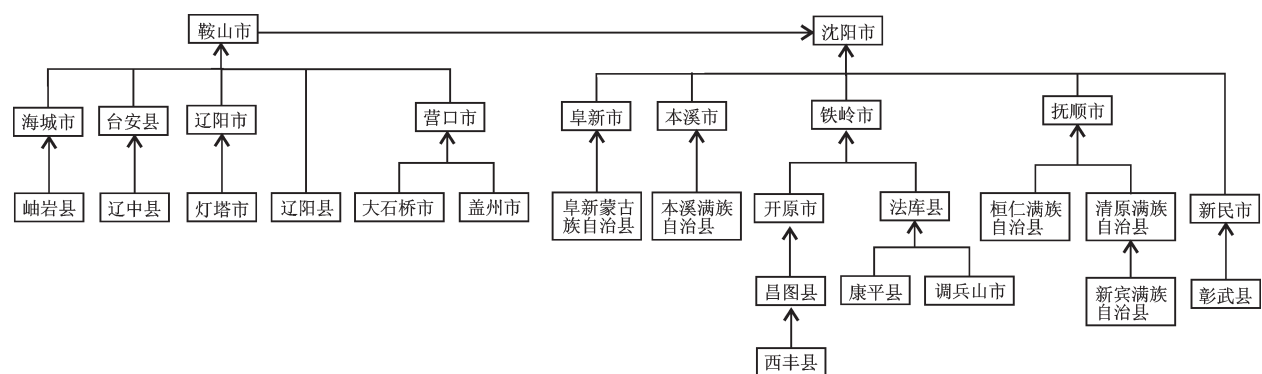


图2 基于直接首位联系法的辽宁中部城市群城市体系规模等级结构

Fig. 2 The city size hierarchical structure in urban system of Central Liaoning Urban Agglomeration based on the Direct First Contact Method

① 直接首位联系法是城市体系等级规模结构的分析方法之一,具体计算过程为:首先确定低人口规模城市的“最近城市”,然后按照城市规模由小到大依次连接,最终形成城市体系的等级规模结构。

② 根据2014年辽宁省城乡建设统计年报,辽宁中部城市群首位城市沈阳的人口规模为516.55万人,第二、第三、第四位城市为鞍山、抚顺、营口,人口规模分别为161.15万人、132.82万人、100.3万人,则辽宁中部城市群的2城市指数 $S=P_1/P_2=516.55/161.16=3.205$,4城市指数 $S=P_1/(P_2+P_3+P_4)=516.55/(161.16+132.82+100.3)=1.310$ 。

表1 辽宁中部城市群城市规模与距离关系模型

Table 1 The relationship model between city size and distance between cities in the Central Liaoning Urban Agglomeration

模型	研究对象	公式
模型1	城市 <i>i</i> 的规模与	城市 <i>i</i> 的规模 P_i 与“最近城市” n 的规模 P_n 的关系
模型2	单个城市的关系	城市 <i>i</i> 的规模 P_i 与“最近城市” n 的距离 D_{i-n} 的关系
模型3		P_i 与“最近城市” n 的规模 P_n 和距离 D_{i-n} 的关系
模型4		P_i 与首位城市 <i>s</i> 的规模 P_s 和距离 D_{i-s} 的关系
模型5		P_i 与区域中心城市 <i>c</i> 的规模 P_c 和距离 D_{i-c} 的关系
模型6	城市 <i>i</i> 的规模与	P_i 与3个城市的规模 P_n 、 P_s 和 P_c 之间的关系
模型7	多个城市的关系	P_i 与3个城市的距离 D_{i-n} 、 D_{i-s} 和 D_{i-c} 之间的关系
模型8		P_i 与3个城市的规模、距离6个变量之间的关系

$$\log D_{i-n} = \log D_{2n} - \alpha \log R \quad (4)$$

式中： D_{i-n} 为城市*i*与其“最近城市” n 的距离； R 为城市*i*的顺序位序； D_{2n} 为城市体系中 D_{i-n} 排名第二位的城市与其“最近城市”的距离，即次位城市与首位城市之间的距离； α 为城市“距离位序”弹性系数。若 α 的绝对值取值趋向于1，则说明城市与“最近城市”的距离和“距离位序”之间存在内在规律。利用公式(4)检验辽宁中部城市群中是否也存在类似的关系。

2 辽宁中部城市群城市规模与距离的关系

2.1 城市*i*的规模与单个城市的关系

回归结果显示(表2)，模型1、模型2、模型3的拟合效果都较好，说明 P_i 与“最近城市” n 的规模 P_n 和距离 D_{i-n} 之间具有统计学关系， P_i 与 P_n 、 D_{i-n} 呈正相关，且 P_n 对 P_i 的正向影响大于 D_{i-n} 。

模型4回归结果显示 Adjusted R^2 为负值，Significance F 没有通过0.1水平的显著性检验，说明 P_i 与首位城市的规模 P_s 和距离 D_{i-s} 没有明确的相关性。

模型5回归结果显示 P_c 的系数 e 没有通过0.1水平的显著性检验，剔除变量 P_c 后再次回归，结果通过检验，表明 P_i 与 D_{i-c} 为负相关。

2.2 城市*i*的规模与多个城市的关系

模型1至模型5考察的是单个城市与城市*i*规模的关系，是一种较为理想的状态，实际中一个城市往往受到外部2个或多个城市的共同影响。因此这部分将同时考察城市*i*的规模与“最近城市” n 、首位城市*s*和区域中心城市*c*的关系，检验哪个城市对城市*i*规模影响更大，以及距离因子和规模

因子哪个解释贡献率更大。

模型6回归结果表明， P_i 与 P_n 呈正相关，与 P_s 、 P_c 没有明确相关性。

模型7回归结果表明， D_{i-s} 的系数 d 没有通过0.1水平的显著性检验，剔除变量 D_{i-s} 后继续进行多元回归，结果显示 P_i 与 D_{i-n} 呈正相关，与 D_{i-c} 呈负相关性。

模型8回归结果显示， D_{i-s} 、 P_c 的系数 d 、 e 没有通过0.1水平的显著性检验，剔除变量 D_{i-s} 、 P_c 后再次多元回归，结果显示 P_i 与 P_n 、 D_{i-n} 呈正向关，与 D_{i-c} 呈负相关，就其影响力而言， D_{i-c} 最大， P_n 次之， D_{i-n} 再次之。

2.3 城市*i*与“最近城市”的距离和“距离位序”关系研究

利用公式(4)对辽宁中部城市群城市*i*与“最近城市”的距离和“距离位序”进行回归分析(表3)。回归模型的校正决定系数为0.836 1，在0.01水平上显著，说明该模型是可信的。系数 α 的值为0.928 3，绝对值趋近于1，说明辽宁中部城市群中城市*i*与“最近城市”的距离和“距离位序”之间存在类似“城市位序-规模律”的内在定量关系，即“城市距离-位序律”，这一结果与王茂军等的研究结果一致^[19]。

2.4 研究结果分析

本文对辽宁中部城市群中城市规模与距离关系的研究结果与王茂军等^[19]的研究结果大部分一致(表4)，差别主要有2点：一是 P_i 与区域中心城市*c*的关系研究中解释变量不同，二是对 P_i 影响力研究中解释贡献率最大的变量不同。本文对产生差异的原因作了进一步分析。

表2 辽宁中部城市群城市规模与距离的回归结果

Table 2 Regression results between city size and distance between cities in the Central Liaoning Urban Agglomeration

模型	常数项 K	系数值(显著性)						校正决定 系数 R^2	F 值	显著性
		“最近城市” n		首位城市 s		区域中心城市 c				
				规模 a	距离 b	规模 e	距离 f			
模型 1	0.1822	0.6163(***)						0.5373	33.5168	***
模型 2	0.3602	0.6134***)						0.2004	8.0163	***
模型 3	-0.1177	0.5465(***)	0.2551(*)					0.5545	18.4262	***
模型 4	0.9638			0	0.2183			-0.0234	0.3597	—
模型 5	3.1676					-0.0551	-0.8382(**)	0.1573	3.5200	**
模型 5 再次回归	3.0543						-0.8511(**)	0.1885	7.2733	**
模型 6	0.6859	0.5207(***)		0		-0.1344		0.4094	12.034	***
模型 7	2.3768		0.5359(**)		0.2598		-1.2346(**)	0.2977	4.8133	***
模型 7 再次回归	2.5480		0.5402(**)				-1.055(***)	0.3184	7.3058	***
模型 8	0.6547	0.4141(***)	0.2169(*)	0	0.5813	0.1066	-0.9730(*)	0.4352	5.9983	***
模型 8 再次回归	1.3111	0.3924(***)	0.2514(*)				-0.5739(*)	0.4988	9.9572	***

注:***为通过0.01水平的显著性检验,**为通过0.05水平的显著性检验,*为通过0.1水平的显著性检验。

表3 城市*i*与“最近城市”*n*的距离和“距离位序”的回归结果

Table 3 Regression results of distance between the nearest city n and i and its ordinal number

模型	系数值		T 值		校正决定系数 R^2	F 统计量
	常数项	α 值	常数项	α 值		
辽宁中部城市群模型	2.7147	0.9283	36.123	-13.918	0.836	193.720
北方城市体系模型	3.8070	0.9390	78.474	-37.112	0.874	1377.269

注:北方城市体系模型数据来源于参考文献[19]。

表4 不同城市体系中城市规模与距离关系

Table 4 Relationships between city size and distance in different urban systems

	“最近城市” n		首位城市 s		区域中心城市 c	
	规模 P_n	距离 $D_{i,n}$	规模 P_s	距离 $D_{i,s}$	规模 P_c	距离 $D_{i,c}$
辽宁中部城市群	正相关(影响次之)	正相关(影响再次之)	无关	无关	无关	负相关(影响最大)
北方城市体系	正相关(影响次之)	正相关(影响最大)	无关	无关	正相关(影响再次之)	无关
南方城市体系	正相关(影响最大)	正相关(影响次之)	无关	无关	无关	负相关(影响再次之)
全国城市体系	正相关(影响最大)	正相关(影响次之)	无关	无关	无关	负相关(影响再次之)

注:辽宁中部城市群为作者研究结果,北方、南方、全国城市体系见参考文献[19]。

2.4.1 区域中心城市对 P_i 的解释变量选择

这里可以用 D_{i-c} 、 P_c/P_i 这 2 个数值来分析,其中, D_{i-c} 代表空间相互作用的衰减, P_c/P_i 则代表区域中心城市 c 与城市 i 的规模差异。王茂军等研究认为,全国和南方城市体系中 D_{i-c} 是 P_i 的解释变量,只有在北方城市体系中 P_c 才成为 P_i 的解释变量,是因为南方城市体系中 D_{i-c} 与 P_c/P_i 的数值均普遍小于北方城市体系,可以推断出 D_{i-c} 在南方城市体系

中的影响要大于北方城市体系, P_c 在北方城市体系中的影响要大于南方城市体系^[19]。

考察辽宁中部城市群,其 D_{i-c} 与 P_c/P_i 的值分别为 106.43 和 9.59,比南京、武汉、杭州等典型南方城市体系的数值还小(表 5),表明辽宁中部城市群内城市分布密集,空间相互作用衰减更为明显;区域内城市规模普遍较大,区域中心城市 c 与城市 i 的规模差异相对来说较小,说明辽宁中部城市群虽

表5 辽宁中部城市群与北方、南方城市体系的 D_{i-c} 与 P_i/P_c 的距离Table 5 Comparisons of D_{i-c} and P_i/P_c in the Central Liaoning Urban Agglomeration, North China and South China urban systems

区域中心城市	北方城市体系		南方城市体系			辽宁中部城市群城市体系
	北京	西安	南京	武汉	杭州	沈阳
D_{i-c} 平均值	490.38	1528.93	341.45	477.10	487.75	106.43
P_i/P_c 平均值	42.52	18.92	12.52	18.54	11.94	9.59
城市个数	24	28	29	48	20	29

数据来源:辽宁中部城市群数据为作者自行测算,北方、南方城市体系数据见参考文献[19]。

然地处北方但具有南方城市体系的一些特征,因此区域中心城市对 P_i 的解释变量应为 D_{i-c} 。

2.4.2 P_c 和 D_{i-n} 对 P_i 解释贡献率的比较

王茂军等研究认为,全国城市体系和南方城市体系中 P_n 影响最大, D_{i-n} 次之, D_{i-c} 再次之;北方城市体系中 D_{i-n} 影响最大, P_n 次之, P_c 再次之^[19]。其结论隐含不管对于哪一个城市体系,“最近城市”的影响力都排在区域中心城市之前。而本文验证的结果则是 D_{i-c} 影响大于 P_n 、大于 D_{i-n} ,意为对辽宁中部城市群来说,区域中心城市的影响力要大于“最近城市”。因此,2个变量的比较可转化为“最近城市” n 与区域中心城市 c 哪一个对城市 i 的影响力更大。

通过分析发现,辽宁中部城市群内城市分布密集,区域中心城市沈阳、鞍山与城市之间的距离小,有10个城市的“最近城市”与区域中心城市重合,占到了区域城市总数的34.5%,这在其他城市体系中并不多见,因此表现出区域中心城市对城市的影响力较大。

3 城市规模与距离关系在城市体系规划中的应用

3.1 利用城市规模与距离关系测算城市人口规模

人口规模预测是城市体系规划的重要内容之一,根据前文的研究结论,利用模型8可以计算在“最近城市” n 、区域中心城市 c 的影响下城市 i 的理论人口规模。理论人口大于实际人口表示在城市 n 、 c 影响下城市 i 的规模还会继续增长,反之则表示城市 i 的规模已经超过了城市 n 、 c 的影响范围,应控制城市 i 的规模,这为城市体系规划中人口规模预测及人口政策制定提供了参考与方向。

以此方法测算辽宁中部城市群中各城市的理论人口规模(表6)。铁岭市、新民市、灯塔市、台安县、辽阳县、清原满族自治县、桓仁满族自治县、本

溪满族自治县的理论人口大于实际人口,且偏差率较大,这8个城市应作为未来吸引人口流入的重点区域,不断壮大城市规模。与之相对,沈阳市、鞍山市、抚顺市、营口市、辽阳市的实际人口已远超理论人口,应控制人口规模;调兵山市、昌图县、开原市、康平县的理论人口规模与实际值相差较大,说明理论上城市无法承载这么多人口,应予以疏解,这也与目前辽北地区人口不断流出的趋势相吻合。

3.2 利用“城市距离-位序律”测算城市影响范围

根据城市的影响辐射范围确定城市中心等级、划分城镇空间结构是城市体系规划的常用方法之一。根据前文的研究结论,利用公式(4)可以测算在现有“距离位序”下城市 i 的理论影响范围 D_{i-n} 。如果 D_{i-n} 的实际值大于理论值,表明城市 i 在体系中的影响范围已经超过当前规模的理论影响范围,城市中心等级较高;反之,则表明城市 i 在体系中的影响力较弱,城市中心等级较低。

以此方法计算辽宁中部城市群中各城市的影响范围(表6)。在现有“距离位序”下,阜新市、营口市、鞍山市、调兵山市、灯塔市、辽阳县和阜新蒙古族自治县的理论影响范围大于实际值,表明这些城市的区域影响范围未达到当前人口规模下应有的程度,特别是阜新市、阜新蒙古族自治县、调兵山市的预测偏差率在50%以上,在城市体系中的中心等级、影响范围与理想状态还有较大差距。与之相对,沈阳市、铁岭市、本溪市、开原市、海城市、彰武县、法库县的理论影响范围小于实际值,说明这几个城市在城市体系中起到辐射带动作用,是一定地域范围内的中心城市。

4 结论与讨论

本文对辽宁中部城市群中城市规模与距离之

表6 辽宁中部城市群城市理论人口和影响范围预测

Table 6 Predictions of theoretical city size and influence range in the Central Liaoning Urban Agglomeration

序号	城市 <i>i</i>	城市理论人口预测			城市影响范围预测		
		实际人口 (万人)	理论人口 (万人)	预测偏差率 (%)	实际影响范 围(km)	理论影响范 围(km)	预测偏差率 (%)
1	沈阳市	——	——	——	684.1	518.43	24.20
2	辽中县	12.31	13.21	7.3%	37.6	32.13	14.50
3	康平县	14.29	9.77	-31.6%	30.6	27.13	11.30
4	法库县	20.40	18.31	-10.3%	50.7	37.36	26.30
5	新民市	22.26	63.71	186.2%	59.3	51.63	12.90
6	台安县	13.84	35.48	156.4%	72.6	75.22	-3.60
7	岫岩满族自治县	14.57	15.59	7.0%	94.9	98.25	-3.50
8	海城市	40.42	44.85	11.0%	42.5	33.7	20.70
9	新宾满族自治县	6.89	7.52	9.1%	69.8	67.43	3.40
10	清原满族自治县	9.14	25.03	173.8%	92.5	85.15	7.90
11	本溪满族自治县	12.00	23.83	98.6%	59.5	55.97	5.90
12	桓仁满族自治县	12.70	22.82	79.7%	170.5	186.97	-9.70
13	盖州市	30.71	19.28	-37.2%	32.5	29.41	9.50
14	大石桥市	29.36	22.60	-23.0%	25.8	26.12	-1.20
15	阜新蒙古族自治县	8.65	10.21	18.0%	9.3	22.76	-144.70
16	彰武县	8.13	12.50	53.7%	56.8	41.97	26.10
17	辽阳县	10.65	23.44	120.0%	16.8	24.32	-44.80
18	灯塔市	12.31	25.74	109.1%	21.2	25.19	-18.80
19	西丰县	8.70	9.69	11.3%	67	61.15	8.70
20	昌图县	20.00	10.94	-45.3%	37.2	30.71	17.50
21	调兵山市	18.24	8.96	-50.9%	13.1	23.51	-79.50
22	开原市	26.53	16.59	-37.4%	51.5	39.53	23.20
23	鞍山市	161.15	54.61	-66.1%	95.6	116.37	-21.70
24	抚顺市	132.82	63.71	-52.0%	59.3	47.93	19.20
25	营口市	100.30	33.94	-66.2%	98.7	143.15	-45.00
26	辽阳市	79.99	54.21	-32.2%	31.9	28.22	11.50
27	本溪市	95.00	69.44	-26.9%	45.4	35.43	22.00
28	阜新市	78.26	44.02	-43.8%	172.6	272.42	-57.80
29	铁岭市	45.12	63.77	41.3%	59.1	44.74	24.30

注:沈阳是区域中心城市,预测城市理论人口时不纳入城市*i*的计算范围。

间的关系以及“城市距离-位序律”进行了实证研究。结果显示:

1) 单个城市影响下,“最近城市”*n*的规模和距离对城市*i*的规模 P_i 均为正向影响,表明两城市距离一定情况下,“最近城市”*n*的规模越大对城市*i*的拉动作用越强;“最近城市”*n*规模一定情况下,两城市在空间上为竞争关系。区域中心城市*c*的距离 D_{i-c} 对城市*i*的规模 P_i 为负向影响,其规模 P_c 对 P_i 则无影响,这一特征与南方城市体系相类

似。在首位城市*s*与“最近城市”*n*或“区域中心城市”*c*不重合的情况下,首位城市的规模和距离与城市*i*的规模 P_i 无相关性。

2) 多个城市共同影响下,城市*i*的规模与“最近城市”*n*的规模、距离和区域中心城市*c*的距离有关,与首位城市*s*无关,其中 P_n 、 D_{i-n} 为正向影响, D_{i-c} 为负向影响。就影响力而言,中心城市*c*影响最大,这与全国其他城市体系中“最近城市”*n*影响力最大有所不同,原因在于辽宁中部城市群中三

分之一的城市“最近城市”与区域中心城市重合,因此表现出区域中心城市影响力较大。

3) 辽宁中部城市群中城市与“最近城市”的距离和“距离位序”之间存在定量关系,用公式表示为 $\log D_{i-n} = 2.7147 - 0.9283 \times \log R$, 即“城市距离-位序律”。

4) 城市规模与距离的定量关系在城市体系规划中有两方面应用。第一,利用城市规模与距离的关系测算城市理论人口规模,为城市规划中人口规模预测及人口政策制定提供参考与方向;第二,利用“城市距离-位序律”测算城市理论影响范围,为城市体系中各级中心城市的选择和城镇空间结构划分提供依据。测算结果在辽宁中部城市群中具有较高的有效性。

参考文献(References):

- [1] 顾朝林. 中国城镇体系:历史,现状,展望[M]. 北京: 商务印书馆, 1992. [Gu Chaolin. China's urban system, history, present situation, and future. Beijing: The Commercial Press, 1992.]
- [2] 武廷海, 张能. 作为人居环境的中国城市群——空间格局与展望[J]. 城市规划, 2015, 39(6): 14-25, 36. [Wu Tinghai, Zhang Neng. Spatial pattern and development of China's urban agglomerations: an interpretation of the sciences of human settlements. City Planning Review, 2015, 39(6): 14-25, 36.]
- [3] Jefferson M. The law of the primate city[J]. Geographical Review, 1939, 29(2): 226-232.
- [4] Zipf G K. Human behavior and the principle of least effort[M], 47. Cambridge: Addison-Wesley Press, 1949: 180-183.
- [5] Mandelbrot B. The fractal geometry of nature[Z]. New York: W. H. Freeman & Co., 1983: 495.
- [6] Batty M S. Scale and shape of cities[J]. Science, 2008, 319(5864): 769-771.
- [7] Dobkins L H, Ioannides Y M. Spatial interactions among U.S. cities: 1900-1990[J]. Regional Science and Urban Economics, 2001, 31(6): 701-731.
- [8] 吉村弘, 山根薰. 日本における都市の階層性と空間構造——「規模」と「距離」による都市間構造分析[J]. 地域経済研究, 2004, (15): 3-13. [Ji Cunhong, Shan Genxun. Urban hierarchical and spatial structure in Japan--The cities structural analysis based on scale and distance. Regional Economic Research, 2004(15): 3-13.]
- [9] 易斌, 翟国方. 我国城镇体系规划与研究的发展历程、现实困境和展望[J]. 规划师, 2013, 29(5): 81-85. [Yi Bin, Zhai Guofang. Urban system planning evolution, problems, and future. Planners, 2013, 29(5): 81-85.]
- [10] 孙在宏, 袁源, 王亚华, 等. 基于分形理论的江苏省城市规模分布与异速生长特征[J]. 地理研究, 2011, 30(12): 2163-2172. [Sun Zaihong, Yuan Yuan, Wang Yahua et al. Research on city-size distribution and allometric growth in Jiangsu Province based on fractal theory. Geographical Research, 2011, 30(12): 2163-2172.]
- [11] 张车伟, 蔡翼飞. 中国城镇化格局变动与人口合理分布[J]. 中国人口科学, 2012, (6): 44-57. [Zhang Chewei, Cai Yifei. General trends of urbanization and rational distribution of urban population in China. Chinese Journal of Population Science, 2012(6): 44-57.]
- [12] 叶浩, 庄大昌. 城市体系规模分布与空间分布的关系研究[J]. 世界地理研究, 2015, 24(3): 75-82. [Ye Hao, Zhuang Dachang. The relationship between size distribution and spatial distribution of urban systems. World Regional Studies, 2015, 24(3): 75-82.]
- [13] 刘妙龙, 陈雨, 陈鹏. 基于等级钟理论的中国城市规模等级体系演化特征[J]. 地理学报, 2008, 63(12): 1235-1245. [Liu Miaolong, Chen Yu, Chen Peng. The time-scale effects of the city-size hierarchy in China based on Rank-Clock methodology. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(12): 1235-1245.]
- [14] 陆玉麒. 区域双核结构模式的形成机理[J]. 地理学报, 2002, 57(1): 85-95. [Lu Yuqi. The mechanism of the model of dual-nuclei structure. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(1): 85-95.]
- [15] 刘继生, 陈彦光. 分形城市引力模型的一般形式和应用方法——关于城市体系空间作用的引力理论探讨[J]. 地理科学, 2000, 20(6): 528-533. [Liu Jisheng, Chen Yanguang. The gravitational models of fractal cities: Theoretical basis and applied methods. Scientia Geographica Sinica, 2000, 20(6): 528-533.]
- [16] 叶浩, 濮励杰, 张鹏. 中国城市空间分布的省际差异及其影响因子分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(12): 159-164. [Ye Hao, Pu Lijie, Zhang Peng. Inter-provincial differences and its impact factors of urban spatial distribution in China. China Population Resources and Environment, 2012, 22(12): 159-164.]
- [17] 鲍超, 陈小杰. 中国城市体系的空间格局研究评述与展望[J]. 地理科学进展, 2014, 33(10): 1300-1311. [Bao Chao, Chen Xiaojie. Review and prospect of research on the spatial pattern of China's urban system. Progress in Geography, 2014, 33(10): 1300-1311.]
- [18] 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. [Gu Chaolin, Pang Haifeng. Study on spatial relations of Chinese urban system: Gravity Model Approach. Geographical Research, 2008, 27(1): 1-12.]
- [19] 王茂军, 曹广忠, 赵群毅, 等. 基于距离与规模的中国城市体系规模结构[J]. 地理研究, 2010, 29(7): 1257-1268. [Wang Maojun, Cao Guangzhong, Zhao Qunyi et al. Study on structure of urban system in China from the angles of distance between cities and city population size. Geographical Research, 2010, 29(7): 1257-1268.]
- [20] 孙斌栋, 李琬. 城市规模分布的经济绩效——基于中国市域

- 数据的实证研究[J]. 地理科学, 2016, 36(3): 328-334. [Sun Binda, Li Wan. City size distribution and economic performance: evidence from city-regions in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(3): 328-334.]
- [21] 吴健生, 刘浩, 彭建, 等. 中国城市体系等级结构及其空间格局——基于DMSP/OLS夜间灯光数据的实证[J]. 地理学报, 2014, 69(6): 759-770. [Wu Jiansheng, Liu Hao, Peng Jian et al. Hierarchical structure and spatial pattern of China's urban system: Evidence from DMSP/OLS nightlight data. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(6): 759-770.]
- [22] 王雨飞, 倪鹏飞. 高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化[J]. 中国工业经济, 2016, (2): 21-36. [Wang Yufei, Ni Pengfei. Economic growth spillover and spatial optimization of high-speed railway. China Industrial Economics, 2016(2): 21-36.]
- [23] 王海江, 苗长虹. 中国航空联系的网络结构与区域差异[J]. 地理科学, 2015, 35(10): 1220-1229. [Wang Haijiang, Miao Changhong. Network structure and regional difference of aviation links in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(10): 1220-1229.]
- [24] 赵渺希, 刘铮. 基于生产性服务业的中国城市网络研究[J]. 城市规划, 2012, 36(9): 23-28, 38. [Zhao Miaoxi, Liu Zheng. Research on China's city network based on production service industry. City Planning Review, 2012, 36(9): 23-28, 38.]
- [25] 王波, 甄峰. 互联网下的我国城市等级体系及其作用机制——基于百度搜索的实证分析[J]. 经济地理, 2016, 36(1): 46-52. [Wang Bo, Zhen Feng. China's city hierarchy under Internet and its influencing mechanism: an empirical analysis based on baidu search. Economic Geography, 2016, 36(1): 46-52.]
- [26] 刘耀彬, 白彩全, 李政通, 等. 环鄱阳湖城市体系规模结构变动——基于距离、规模、创新扩散的解释[J]. 经济地理, 2015, 35(4): 62-69. [Liu Yaobin, Bai Caiquan, Li Zhengtong, et al. The evolution of city size distribution of urban agglomeration around poyang lake——based on the explanation of distance, city scale and innovation diffusion. Economic Geography, 2015, 35(4): 62-69.]

Relationship Between City Size and Distance in Urban System of Central Liaoning Urban Agglomeration

Chen Rutie^{1,2}, Ma Jian²

(1. School of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, Jilin, China;

2. Liaoning Urban & Rural Construction and Planning Design Institute, Shenyang 110006, Liaoning, China)

Abstract: The research establishes a multiple regression model according to city population and distance between cities, and quantitatively analyzes the relationship between city size and distance in urban system of Central Liaoning Urban Agglomeration to measure whether the distance between the city and the “nearest city” and the “distance order” have a similar quantitative relationship as the “Rank-Size Rule”. The results show: 1) in the Central Liaoning Urban Agglomeration, the population size of a certain city i (P_i) can be explained by the population size of the nearest city n (P_n), the distance between n and i (D_{i-n}), and the distance between the regional center city c and i (D_{i-c}), but the size does not relate to the size and distance of the First city. In the relationships, P_n and D_{i-n} have positive impacts on P_i , while D_{i-c} has negative impact. D_{i-c} is the most important factor, and its impact is bigger than P_n and D_{i-n} , which is different from other urban systems in China. 2) The quantitative relationship between D_{i-n} and ordinal number R of city n in the urban system is the same as the “Rank-Size Rule”. 3) The results indicate the quantitative relationship between population size and distance could estimate theoretical city sizes and influence range, which provides powerful evidence for population forecasts and spatial structure divisions of Central Liaoning Urban Agglomeration.

Key words: urban system; city size; distance between cities; Central Liaoning Urban Agglomeration