

基于引力模型的辽宁省城市空间格局研究

任家强,楚国威,张敏

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

摘要:以万有引力理论为基础,选取相应的指标,构建引力模型公式和断裂点模型公式,再通过 ArcGis 软件分析辽宁省城市空间格局。结果表明虽然辽宁省城市群已经形成了沈阳经济区和沿海经济带的城市空间格局,但是辽宁省城市的屏蔽效应显著,边缘城市发展落后。提出了以鞍山-营口为重要节点连接沈阳经济区与沿海经济带,发挥沈阳经济区与沿海经济带的协同作用,以促进辽宁省城市协调发展。

关键词:引力模型;城市空间格局;断裂点;屏蔽效应

中图分类号:TU984.199 **文献标志码:**A

城市作为一个开放的体系,和周边的城市相互产生联系。城市之间存在着引力和相互作用,城市之间的联系因生产力的不断发展越来越紧密。因生产力的进步,每个城市的规模与发展水平不断发生着改变,它们之间的相互作用、引力也在不断变化。在过去的几十年里,随着改革开放的深入,我国生产力急速发展,城市与城市之间、城市与区域之间在形态上和结构上随之发生了很大变化。当前我国生产力增长速度已经度过快速增长期而趋于平缓,我国经济进入了“新常态”,原先的城市空间结构面临转型。

在辽宁省的版图上,一块凹形的“沿海经济带”与另一块以沈阳为中心扩散的“沈阳经济区”紧密相连。“沿海经济带”同“沈阳经济区”两个地区均被列入国家战略,不仅彰显了辽宁省在国家的重要地位,也是国家在区域空间结构调整上的一种创新^[1]。因此,对辽宁省城市空间格局的研究不仅有助于完成辽宁省“十三五”城镇新目标规划,

同时,对于我国区域空间结构调整的探索也有着重要的理论意义和实践意义。

一、引力模型相关研究综述

引力模型(Gravity Model)是目前空间结构研究的常用方法。美国地理学家赖利(W. J. Reilly)于1931年率先建立了引力模型,并将其运用到商品零售的研究中,用以衡量商业中心服务范围。他认为一个城市对a、b两城市的商品零售额的比例,与其人口数的比例成正比,与其距离的平方成反比。之后,引力模型不断被引入到经济地理学的研究中,作为一种重要研究工具应用于城市空间结构、区域规划等领域。如周彬学等^[2]以Lowry模型为理论支撑,以北京市发展现状为研究对象,从模型构建、参数设置和情景模拟三个方面探索Lowry模型框架在城市空间结构研究中的应用。许培源等^[3]把空间相互作用力和空间分布轴线看作是决定城市空间结构的核心要素,利用引力模型和断

裂点公式分析厦漳泉大都市区的空间结构特征,周德才等^[4]选择江西省 11 个地级市的产业分工、城市空间结构、人口以及城市规模等反映城市经济一体化的关键指标,借助引入克鲁格曼指数的引力修正模型,从经济联系强度、经济隶属度两个方面实证测度了江西省城市一体化程度。

以往对辽宁省城市空间结构的研究中,较多以定性描述的方式对省内城市空间结构进行研究,鲜少从定量角度研究辽宁省城市空间结构。为了更全面、准确地分析、衡量辽宁省城市空间结构,笔者运用空间结构引力模型理论对辽宁省城市空间结构进行定量研究,并对辽宁省城市空间布局提出建议。

二、数据来源

以辽宁省 14 个省辖市(沈阳市、大连市、鞍山市、抚顺市、本溪市、丹东市、锦州市、营口市、阜新市、辽阳市、盘锦市、铁岭市、朝阳市、葫芦岛市)为样本,由 2016 年的《辽宁省公路里程地图册》和《辽宁省统计年鉴》获得相关数据,将数据带入构建好的引力模型公式和断裂点模型公式得出相关结论,再利用 ArcGis 软件进行分析,得出辽宁省城市空间格局特征^[5]。

三、研究方法

1. 前提设定

城市与城市之间都存在着相互作用,在研究辽宁省城市时,若考虑外省城市与辽宁省城市的相互作用,将过于复杂。因此,笔者将辽宁省城市系统看作是对外封闭的,对于省外城市,如哈尔滨、吉林等城市对辽宁省城市的影响忽略不计,只研究辽宁省内城市的空间格局,以便于得出辽宁省的城市空间格局特征。

2. 模型选取

由万有引力公式可知,在质量分别为 M_1 和 M_2 的两个物体间,因距离 D 的存在,必定存在一个相互作用的万有引力 F ,即

$$F = G \frac{M_1 M_2}{D^2} \tag{1}$$

以万有引力模型为基础,构造新的引力模型应用于相互关联的城市群。

$$F_{ij} = aQ_i Q_j / d_{ij}^2 \tag{2}$$

$$d_{ix} = d_{ij} / \left(1 + \sqrt{\frac{Q_j}{Q_i}} \right) \tag{3}$$

式中: F_{ij} 为城市 i 与城市 j 间的吸引力; Q_i 、 Q_j 分别为城市 i 与城市 j 间的规模; d_{ij} 为城市 i 与城市 j 间的距离; a 为固定值,其取值不影响研究,将 a 值设为 1; d_{ix} 为城市 i 与城市 j 的断裂点 x 之间的距离^[6]。

3. 指标选取

城市规模指标选取:城市规模指标是衡量一个城市的重要指标,是对城市整体社会经济发展水平的反应。笔者从 2016 年《辽宁省统计年鉴》选取 4 个指标来反映 14 个城市的社会经济发展水平^[7]。城市综合规模指标 Q 为

$$Q = \sqrt[4]{P \times G \times C \times V} \tag{4}$$

式中: P 为地区年末总人口数; G 为地区生产总值; C 为社会消费品零售额; V 为进出口总额。在应用 4 个城市规模指标时,只需比较大小,不考虑指标的单位。因此,可将各项指标进行几何平均以得到一个科学的城市综合规模指标。

城市综合距离指标选取: d_{ij} 是将城市 i 与城市 j 之间的公路里程和空间直线距离两个指标进行几何平均得到的两城市综合距离指标。

$$d_{ij} = \sqrt{H \times I} \tag{5}$$

式中: H 为城市 i 与城市 j 之间的公路里程; I 为城市 i 与城市 j 之间的空间直线距离。

四、辽宁省城市引力分析

1. 城市规模值

根据资料,分别统计出 14 个城市的年末总人口数、地区生产总值、社会消费品零售额、进出口总额这 4 个指标的数值^[8],代入式(4)中,计算出 2017 年辽宁省 14 个城市规模数据,如表 1 所示。

根据表 1 的数据可见,城市规模最大的的是大连市,其次是沈阳市,再次是鞍山市,辽

表 1 辽宁省各城市规模

城市	城市规模	排名	城市	城市规模	排名
大连	1 695. 36	1	葫芦岛	197. 22	8
沈阳	1 305. 41	2	抚顺	196. 29	9
鞍山	431. 05	3	朝阳	185. 79	10
营口	322. 16	4	铁岭	180. 16	11
锦州	314. 53	5	辽阳	160. 79	12
丹东	270. 86	6	盘锦	149. 16	13
本溪	227. 44	7	阜新	105. 23	14

阳市、盘锦市、阜新市的城市规模值排名则靠后,并且与沈阳市和大连市的城市规模值差距较大。

2. 城市之间综合距离和引力值大小

通过对选取的指标进行数据梳理,代入式(5)、式(2),计算出两两城市间的引力值

大小,如表 2 所示。
引力值的大小可以反映出某城市对另一个城市的影响效果,引力值越大,则表明影响越显著。其中, $F > 10. 0$,显著; $1.0 \leq F \leq 10.0$,较显著; $F < 1.0$,不显著^[9]。

表 2 辽宁省城市之间引力值 kN

城市	引力值 F	城市	引力值 F	城市	引力值 F
大连—沈阳	18. 9	阜新一鞍山	0. 8	铁岭—丹东	0. 6
鞍山—沈阳	31. 0	阜新一抚顺	0. 4	铁岭—锦州	0. 7
鞍山—大连	16. 7	阜新一本溪	0. 3	铁岭—营口	0. 7
抚顺—沈阳	30. 3	阜新一丹东	0. 2	铁岭—阜新	0. 4
抚顺—大连	2. 2	阜新一锦州	2. 6	铁岭—辽阳	1. 0
抚顺—鞍山	2. 6	阜新一营口	0. 6	铁岭—盘锦	0. 4
本溪—沈阳	24. 9	辽阳—沈阳	27. 6	朝阳—沈阳	2. 7
本溪—大连	3. 5	辽阳—大连	4. 1	朝阳—大连	2. 3
本溪—鞍山	6. 5	辽阳—鞍山	37. 7	朝阳—鞍山	1. 0
本溪—抚顺	4. 9	辽阳—抚顺	1. 6	朝阳—抚顺	0. 2
丹东—沈阳	6. 9	辽阳—本溪	4. 3	朝阳—本溪	0. 3
丹东—大连	6. 7	辽阳—丹东	1. 5	朝阳—丹东	0. 3
丹东—鞍山	3. 7	辽阳—锦州	1. 6	朝阳—锦州	4. 6
丹东—抚顺	1. 0	辽阳—营口	3. 6	朝阳—营口	0. 9
丹东—本溪	4. 1	辽阳—阜新	0. 4	朝阳—阜新	0. 8
锦州—沈阳	12. 0	盘锦—沈阳	7. 6	朝阳—辽阳	0. 3
锦州—大连	6. 4	盘锦—大连	5. 1	朝阳—盘锦	0. 8
锦州—鞍山	4. 2	盘锦—鞍山	4. 0	朝阳—铁岭	0. 2
锦州—抚顺	0. 7	盘锦—抚顺	0. 5	葫芦岛—沈阳	3. 1
锦州—本溪	1. 0	盘锦—本溪	0. 7	葫芦岛—大连	3. 7
锦州—丹东	0. 8	盘锦—丹东	0. 6	葫芦岛—鞍山	0. 7
营口—沈阳	10. 7	盘锦—锦州	8. 5	葫芦岛—抚顺	0. 2
营口—大连	26. 5	盘锦—营口	7. 2	葫芦岛—本溪	0. 4
营口—鞍山	23. 0	盘锦—阜新	0. 6	葫芦岛—丹东	0. 3
营口—抚顺	1. 0	盘锦—辽阳	1. 5	葫芦岛—锦州	6. 5
营口—本溪	1. 8	铁岭—沈阳	27. 0	葫芦岛—营口	2. 1
营口—丹东	1. 9	铁岭—大连	1. 7	葫芦岛—阜新	0. 5
营口—锦州	4. 3	铁岭—鞍山	1. 7	葫芦岛—辽阳	0. 5
阜新—沈阳	6. 6	铁岭—抚顺	3. 8	葫芦岛—盘锦	1. 2
阜新一大连	1. 2	铁岭—本溪	1. 6	葫芦岛—铁岭	0. 3

根据式(2),代入各城市规模值和城市之间的综合距离数据,即得到两两城市之间

的断裂点距离,如表 3 所示。

表 3 辽宁省城市间断裂点距离

城市 (a—b)	断裂点距离/km		城市 (a—b)	断裂点距离/km	
	距 a 市	距 b 市		距 a 市	距 b 市
沈阳—大连	160	182	盘锦—沈阳	41	120
鞍山—沈阳	49	86	盘锦—大连	51	172
鞍山—大连	70	139	盘锦—鞍山	40	69
抚顺—沈阳	44	66	盘锦—抚顺	110	119
抚顺—大连	182	287	盘锦—本溪	98	121
抚顺—鞍山	88	107	盘锦—丹东	107	144
本溪—沈阳	32	77	盘锦—锦州	30	44
本溪—大连	89	242	盘锦—营口	33	49
本溪—鞍山	52	71	盘锦—阜新	89	75
本溪—抚顺	50	48	盘锦—辽阳	62	64
丹东—沈阳	71	156	铁岭—沈阳	25	68
丹东—大连	75	187	铁岭—大连	104	214
丹东—鞍山	78	99	铁岭—鞍山	84	129
丹东—抚顺	117	108	铁岭—抚顺	48	49
丹东—本溪	64	59	铁岭—本溪	74	84
锦州—沈阳	61	124	铁岭—丹东	127	156
锦州—大连	87	202	铁岭—锦州	119	157
锦州—鞍山	83	97	铁岭—营口	120	160
锦州—抚顺	153	136	铁岭—阜新	127	97
锦州—本溪	145	123	铁岭—辽阳	88	84
锦州—丹东	165	153	铁岭—盘锦	130	118
营口—沈阳	66	132	朝阳—沈阳	81	216
营口—大连	44	100	朝阳—大连	92	278
营口—鞍山	36	42	朝阳—鞍山	115	175
营口—抚顺	140	123	朝阳—抚顺	189	192
营口—本溪	109	91	朝阳—本溪	181	201
营口—丹东	111	102	朝阳—丹东	196	237
营口—锦州	77	76	朝阳—锦州	49	64
阜新—沈阳	32	113	朝阳—营口	109	143
阜新—大连	76	307	朝阳—阜新	91	69
阜新—鞍山	79	159	朝阳—辽阳	152	141
阜新—抚顺	102	123	朝阳—盘锦	98	88
阜新—本溪	109	161	朝阳—铁岭	191	188
阜新—丹东	141	227	葫芦岛—沈阳	81	209
阜新—锦州	41	72	葫芦岛—大连	77	224
阜新—营口	87	153	葫芦岛—鞍山	102	151
辽阳—沈阳	25	72	葫芦岛—抚顺	184	184
辽阳—大连	61	196	葫芦岛—本溪	171	184
辽阳—鞍山	16	27	葫芦岛—丹东	183	214
辽阳—抚顺	68	71	葫芦岛—锦州	43	55
辽阳—本溪	42	50	葫芦岛—营口	76	98
辽阳—丹东	73	95	葫芦岛—阜新	123	90
辽阳—锦州	73	102	葫芦岛—辽阳	140	126
辽阳—营口	50	70	葫芦岛—盘锦	84	73
辽阳—阜新	117	94	葫芦岛—铁岭	192	184

在城市空间结构研究中,通常将断裂点距离与城市间引力值相结合,作为判断城市间引力方向的依据。两个城市*i*、*j*之间,若城市*j*距离断裂点更近,则城市*i*对城市*j*的吸引力比城市*j*对城市*i*的吸引力更显著^[10]。如沈阳—抚顺,沈阳市与抚顺市之间

的引力值为30.3,证明两市间的空间作用较强;两市之间的断裂点距离沈阳市66 km,距离抚顺市44 km,说明沈阳市对抚顺市的空间作用较强。

五、辽宁省城市空间格局分析

1. 沈阳市的中心辐射地位

对沈阳市与其他13个城市的吸引力进行分析,引力值大于10的有大连、鞍山、抚顺、本溪、锦州、辽阳、营口、铁岭8个城市,而对其他城市的吸引力都小于10;对大连市与其他13个城市的吸引力进行分析,引力值大于10的只有鞍山市和营口市;对鞍山市与其他13个城市的吸引力进行分析,引力值大于10的只有辽阳市、营口市。另外,剩余的城市之间的引力值都没有超过10。

沈阳是辽宁省省会城市,断裂点距离分析如下:沈阳—阜新,断裂点离沈阳113 km,离阜新32 km;沈阳—锦州,断裂点离沈阳124 km,离锦州61 km;沈阳—铁岭,断裂点离沈阳68 km,离铁岭25 km;沈阳—抚顺,断裂点离沈阳66 km,离抚顺44 km;沈阳—辽阳,断裂点离沈阳72 km,离辽阳25 km;沈阳—盘锦,断裂点离沈阳120 km,离盘锦41 km,说明省会城市沈阳市的影响力已经超过其所辖行政区域,辐射到中部城市,包括阜新、锦州、铁岭、抚顺、辽阳、盘锦这几个城市。以沈阳—铁岭,沈阳—抚顺,沈阳—阜新,沈阳—本溪,沈阳—辽阳、鞍山和营口5大城市带为骨架,一批重要县城为节点构成了沈阳经济区。

在沈阳经济区中,鞍山是东北地区最大的钢铁工业城市,亦是中國综合实力30强城市,主要吸引营口市和辽阳市,断裂点距离分析如下:鞍山—营口,断裂点离鞍山42 km,离营口36 km;鞍山—辽阳,断裂点距离鞍山27 km,离辽阳16 km。大连是中国东北对外开放的窗口和最大的港口城市,主要吸引营口市,断裂点距离分析如下:大连—营口,断裂点离大连100 km,离营口44 km。

从空间格局上看,辽宁省呈现出中部、沿

海强,其余周边弱的局面,鞍山市和大连市的影响区都是以沈阳市中心带向外辐射,两个城市的影响区域对沿海城市营口市的延伸较为显著,长此发展下去,鞍山—营口—大连这3个城市的影响会日渐密切。上述研究表明,沈阳作为省会城市,在空间格局上与其他城市的空间相互作用并不明显,但作为辽宁省最大城市,其辐射作用还是很明显的。以沈阳为中心的沈阳经济区已经出现,鞍山作为沈阳经济区副中心,成为了与沿海经济带衔接的重要节点。

2. 城市出现屏蔽效应,边缘城市发展落后

辽宁省城市之间的屏蔽效应显著,以辽阳市较为明显。从断裂点距离来看,沈阳—辽阳,断裂点到沈阳72 km,到辽阳25 km,两者之比为2.85:1,说明沈阳对辽阳方向的影响范围是辽阳对沈阳方向影响范围的2.8倍多;鞍山—辽阳,断裂点到鞍山27 km,到辽阳16 km,两者之比为1.7:1,说明鞍山对辽阳方向的影响范围是辽阳对鞍山方向影响范围的1.7倍。从城市规模看,辽阳市位于沈阳市和鞍山市中间,由于沈阳和鞍山的城市规模过于显著,因此受到两个城市屏蔽效应的影响,辽阳市自身的辐射范围完全被覆盖。

从城市规模上看,朝阳市和阜新市的城市规模都偏小,其中阜新市的城市规模最小,只有105.2。从城市引力值看,引力值较小的城市有朝阳市、阜新市和盘锦市,表明这3个城市对其他城市的影响不显著。从表2可见,沈阳作为中心城市对其他10个城市的引力值均比对这3个城市的引力值大很多。究其原因,一是因为阜新市位于最北边,朝阳市位于最西边,都处于辽宁省的边缘位置,与其他城市的联系不足;二是由于沈阳作为省会城市的带动作用还不够明显,对这3个城市的辐射难以到达。

六、结 论

从城市群来看,中心城市沈阳、沿海线城市的空间格局发展较快,辽西与辽北多丘陵、山区地形,使得很多城市规模较小,交通设施

落后,且处于省份交界处与省会城市距离较远,得不到省会城市的带动影响,另外,受政策制度的影响,政府把更多的关注点放在中部城市和沿海地区,对部分边缘城市的重视度明显不足,致使其发展较为缓慢。

综上所述,辽宁省城市体系已然形成,形成了以沈阳为中心、鞍山为副中心的沈阳经济区与沿海经济带的城市空间格局。新经济增长极的形成离不开沿海,更离不开沈阳经济区的新兴工业化进程。不能一味地将中心放到沿海城市,以达到沿海带动内地的目的,而是应以鞍山—营口为重要节点形成沈阳经济区与沿海经济带的连接,实现沈阳经济区与沿海经济带协同发展、共同带动辽宁的经济腾飞。以国家政策为导向,重新振兴东北老工业基地,加快推进工业化和城镇化发展,以“制造业新型化+都市圈化+一区一带协同化”的模式作为辽宁省的新型发展模式。

参考文献:

[1] 史长俊,吴昊. 辽宁沿海经济带与沈阳经济区协同发展研究[D]. 长春:吉林大学,2012.
[2] 周彬学,戴特奇,梁进社. 基于 Lowry 模型的

北京市城市空间结构模拟[J]. 地理学报, 2013,68(4):491-505.
[3] 许培源,叶丽云. 基于引力模型的厦漳泉大都市区城市空间结构研究[J]. 地理研究与开发,2015,34(2):56-61.
[4] 周德才,谢尧,卢晓勇. 基于引力模型视角下的“昌九一体化”实证分析[J]. 现代城市研究,2015(5):84-88.
[5] 张群生,颜苇. 基于引力模型的贵州省城市空间格局研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2015,40(5):101-106.
[6] 郑良海,邓晓兰,侯英. 基于引力模型的关中城市间联系测度分析[J]. 人文地理,2011(2):80-84.
[7] 贾薇,殷海善. 晋城市城郊区农业结构演化与土地集约利用的限制因素[J]. 山西农业科学,2016,44(12):1899-1902.
[8] 梁杰,蒋亚朋,祝爱民. 辽宁第三产业演进特征及发展对策[J]. 合作经济与科技,2010(16):4-5.
[9] 徐大伟,张琳,吉伟卓. 沿海经济带的发展历程与沿海经济论:以大连市为例[J]. 城市问题,2010(9):20-24.
[10] 罗宣,吴云. 基于引力模型的合肥经济圈空间结构的研究[J]. 对外经贸,2013(2):75-78.

Study on Urban Spatial Pattern of Liaoning Province Based on Gravity Model

REN Jiaqiang, CHU Guowei, ZHANG Min
(School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract:Based on the theory of gravitation, the corresponding indexes are selected to construct the gravitational model formula and the breaking point model formula. The urban spatial pattern of Liaoning Province is analyzed by ArcGis software. The results show although the urban agglomeration of Shenyang Economic Zone and coastal economic zone has formed the urban spatial pattern of Shenyang city, the shielding effect of the city in Liaoning province is significant and the marginal city is lagging behind. This paper puts forward the synergistic effect between Shenyang Economic Zone and coastal economic zone by connecting Anshan-Yingkou as an important node for Shenyang Economic Zone and coastal economic zone, and promotes the coordinated development of cities in Liaoning Province.

Key words:gravitational model;urban spatial pattern;breaking point;shielding effect