

引力模型在城镇体系规划中的应用

——以厦门市同安区为例

李渊, 薛燕府

(厦门大学建筑与土木工程学院, 福建厦门 361000)

摘要: 引力模型在区域间经济社会关联度测定中有着广泛的应用。传统的引力模型多以宏观经济社会数据与微观社会现象数据相结合, 从而得出区域间联动协作机理, 随着城市大数据的普及, 数据源的开放使引力模型有更多的优化方向。本文以区域产业大数据为基础, 应用引力模型研究城镇体系结构特征, 并结合经济社会发展现状与城乡空间发展潜力评估, 对城镇体系规划进行科学性与合理性的优化, 并以厦门市同安区为例, 阐述应用引力模型进行城镇体系规划的过程。

关键词: 引力模型; 城镇体系; 同安区; GIS

[中图分类号] TU984.14

[文献标识码] A

Application of Gravitational Model in Urban System Planning

—— A Case of Tong'an District in Xiamen

Li Yuan, Xue Yanfu

(School of Architecture and Civil Engineering, Xiamen University, Xiamen Fujian 361000, China)

Abstract: Gravity model has a wide range of applications in the measurement of economic and social relevance between regions. The traditional gravitational model is mostly based on the combination of macroeconomic and social data and micro-social phenomena data to deprive the inter-regional collaborative collaboration texture. With the popularization of urban big data, the opening of the data source makes the gravitation model have more optimization directions. Based on the regional industry big data, this paper applies the gravity model to study the characteristics of the urban system structure, combines the economic and social development status and urban and rural spatial development potential assessment to optimize the scientific and rational planning of urban system, and then takes Tongan District in Xiamen as an example to elaborate the process of applying the gravity model to urban system planning.

Key words: gravitation model; urban system; Tong'an District; GIS

城镇体系规划在城乡规划体系中占据重要的地位, 其作用是在一个特定范围内合理进行城镇空间产业布局, 综合协调城镇关系。城镇体系的重点在于研判城市内部的经济社会联系。传统的城镇体系空间联系主要从人流、信息流、金融流等进行数据分析, 也有运用图论原理进行Rd链分析^[1]。随着大数据的开放性增强, 利用城市大数据进行城镇体系的分析与评价, 从而得出更具科学性的城镇体系规划, 逐步成为一项重点任务。

引力模型最早经 Reilly W.J. 的零售市场引力法则推广后^[2], 在地理学界、经济学界等研究领域开始了广泛的应用。如 Wong W K (2008) 比较了不同跨境流量的引力模型拟合程度^[3]; 黄宇 (2018) 等人以引力模型为基础测算中、美、日三国的贸易依存度, 从而得出地缘经济特征^[4]。在对城市内部经济社会联系进行引力模型的应用时, 基本的引力模型表示为:

$$I_{ij} = GQ_i Q_j r_{ij}^{-b} \quad (1)$$

其中 I_{ij} 为两城市的引力量, r_{ij} 为两城市的距离, Q_i 与 Q_j

为某种经济社会测度, G 为引力系数, b 为引力衰减系数。

在以往的研究中, 以三个研究方向为主: ①利用引力模型, 得到研究范围内城镇体系的空间联系状态和结节区结构, 并与现实情况对比, 得到城镇体系真实的空间层次、中心城区(镇区)辐射能力及区域城镇协作关系等现状综合评述^[5,6]; ②将引力模型应用于某一城市领域的专项研究, 如 Wang F H (1996) 等人应用引力模型进行城市人口及城市人口密度的模拟预测^[7], Hong I (2016) 通过引力模型在城市中的应用改善城市公共交通网络^[8]; ③也有部分学者应用引力模型进行城镇体系规划, 证实了引力模型在城镇体系规划中的应用价值, 并有效提升了城镇体系规划的科学性^[9,10]。

综合而言, 引力模型在我国城市空间联系度的应用已具备一定基础, 已有研究对城镇体系研判主要依赖于人口普查数据、经济年度数据、灯光数据等宏观数据变量及客车通行量、电话通信数据等微观数据^[11-13]。近年来, 城市大数据可获取度提升, 城市产业、人口等数据均有大量的数据来源。本文力图使用城市产业大数据作为引力模型的基础, 研判城镇体系的现状结构, 并以城市发展定位及城乡发展潜力为依据, 得到城镇体系规划结构。

1 研究思路与方法

1.1 研究思路

研究伊始, 在文献综述的基础上, 通过网络爬虫数据

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671141)。

福建省自然科学基金项目(2015J01226)。

厦门大学中央高校基本科研业务费资助项目(20720170046)。

厦门市科技局项目(3502Z20183005)。

作者简介: 李渊(1979-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 空间信息技术与建筑、规划与文化遗产保护。

抓取企业信息大数据,通过综合分析处理后,修正引力模型,得到城镇体系现状的结构关系及社会经济发展特征,并结合城乡社会发展潜力评估,最终进行城镇体系规划。该方法具有合理性与科学性,对优化城镇体系结构、促进城镇协同发展等方面有重要意义。

1.2 引力模型的概念及修正

引力模型中,质量参数和距离参数的设定是影响模型适宜性的关键因素^[4]。研究基于城市内部各地区企业之间的关联度,结合交通距离、经济数据及人口数据等,构建了双层次引力模型。

1.2.1 中心镇引力模型

中心镇引力量在于测度中心城镇与其他区域的经济社会联系量,得出中心城镇的辐射范围与辐射强度,表示为:

$$P_v = k_v \times \frac{\sqrt{A_t \times E_t} \times \sqrt{A_v \times E_v}}{D_{tv}^2} \quad (2)$$

其中:中心城区(镇区)由t表示;一般城区(镇区)由v表示;两者之间的引力量用 P_{tv} 表示;A为人口总量;E为GDP; k_v 为两个区域间的介质常数;D为两个区域间的交通距离。

$$k_v = \sqrt[n]{\pi_{m=1}^n \frac{e_m}{E_m}} \quad (3)$$

其中: e_m 为各个区域第m种产业中与中心城镇相关的企业数量; E_m 为各个区域第m种产业中的企业数量。其中,产业分类方式参照《国民经济行业分类》进行划分。

1.2.2 镇区间引力模型

镇区间引力量在于测度各城镇之间的经济社会联系量,得到各个城镇辐射能力层次,作为城镇体系结构规划的依据,表示为:

$$P_{ij} = k_{ij} \times \frac{\sqrt{A_i \times E_i} \times \sqrt{A_j \times E_j}}{D_{ij}^2} \quad (4)$$

其中,两城镇分别表示为i与j;两者之间的引力量用 P_{ij} 表示;A为人口总量;E为GDP; k_{ij} 为两个区域间的介质常数;D为两个区域间的交通距离。

$$k_{ij} = \frac{\sqrt[n]{\pi_{m=1}^n \frac{e_{im}}{E_{im}}} + \sqrt[n]{\pi_{m=1}^n \frac{e_{jm}}{E_{jm}}}}{2} \quad (5)$$

其中, e^m 为某一城镇第m种产业中与另一城镇相关的企业数量; E_m 为各个区域第m种产业中的企业数量。

2 基于引力模型的同安区城镇体系结构研究

2.1 同安区城镇发展现状

同安区位于厦门市北部,地处闽南金三角中心地带,

辖有大同、祥平2个街道,新民、五显、汀溪、莲花、西柯、洪塘6个镇。截至2016年,全区户籍人口为36.80万人,区域面积为66 936hm²。

2.2 数据来源

各城镇GDP与人口数据源于《同安区统计年鉴2016》,企业相关数据源于网络爬虫工具对企业信息的抓取,最终获得同安区完整企业信息组共10 623条,其中有效数据9 543条。

数据主要进行了以下处理:①以大同与祥平街道为现状中心城区范围;②各镇区地理位置点选取各镇区镇政府驻地;③各项数据均经过标准化处理;④各区域对其他区域企业的关联度以各镇区的交通辐射范围决定。

2.3 同安区经济社会引力量测定

计算得到同安区的中心镇引力量强度、镇区间引力量强度及其加总(见表1、表2),并利用GIS绘制引力量强度分析图(见图1)。

表1 中心镇引力量强度与镇区间引力量强度加总

镇区名称	C-N引力量强度	N-N引力量强度加总
新民镇	1.230 8	4.626 3
西柯镇	1.013 6	4.470 1
洪塘镇	0.163 0	0.996 1
五显镇	0.088 9	0.384 9
莲花镇	0.005 4	0.163 8
汀溪镇	0.002 9	0.130 0
祥平街道	—	4.180 3
大同街道	—	2.505 1

2.4 同安区现状城镇体系结构

结果显示,新民镇、西柯镇具有最高的引力量,这表明新民镇及西柯镇与中心城区及周边镇区的经济社会联系量均较大。新民镇与西柯镇具备一定工业产业基础,并且外来人口量大,虽然整体劳动生产率较低,但总产值位居同安区前列。同时,两镇位于沈海高速、厦沙高速等主要公路与高速出入口,具备优良的交通区位优势,形成了小规模工业企业集聚现象。

与新民镇、西柯镇相比,大同街道与祥平街道的地域范围较小,可建设用地面积仅为新民镇与西柯镇面积之和的1/3,同时由于两街道面临老城衰败问题,人口也远不如新民镇与西柯镇,从而造成镇区间引力量较低。

洪塘镇虽然引力量较低,但仍显著高于北部三个镇区。由于洪塘镇处于同安与翔安交界区,在同翔高新技术产业开发区的建设过程中具有良好的地缘优势,因而近期发展较为迅猛,呈现出良好的发展态势。

表2 各城镇镇区间引力量强度

镇区名称	大同街道	洪塘镇	莲花镇	汀溪镇	五显镇	西柯镇	祥平街道	新民镇
大同街道	—	0.142 0	0.024 3	0.026 5	0.067 4	0.710 0	0.661 2	0.873 6
洪塘镇	0.142 0	—	0.005 3	0.005 5	0.022 0	0.386 9	0.249 2	0.185 2
莲花镇	0.024 3	0.005 3	—	0.000 1	0.003 2	0.007 9	0.050 7	0.072 2
汀溪镇	0.026 5	0.005 5	0.000 1	—	0.007 6	0.012 7	0.037 5	0.040 2
五显镇	0.067 4	0.022 0	0.003 2	0.007 6	—	0.100 6	0.106 5	0.077 6
西柯镇	0.710 0	0.386 9	0.007 9	0.012 7	0.100 6	—	1.474 8	1.777 1
祥平街道	0.661 2	0.249 2	0.050 7	0.037 5	0.106 5	1.474 8	—	1.600 5
新民镇	0.873 6	0.185 2	0.072 2	0.040 2	0.077 6	1.777 1	1.600 5	—

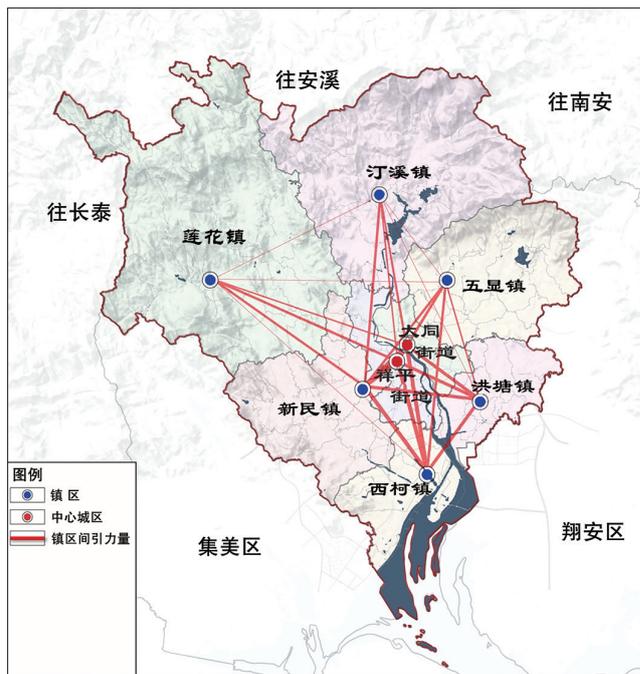
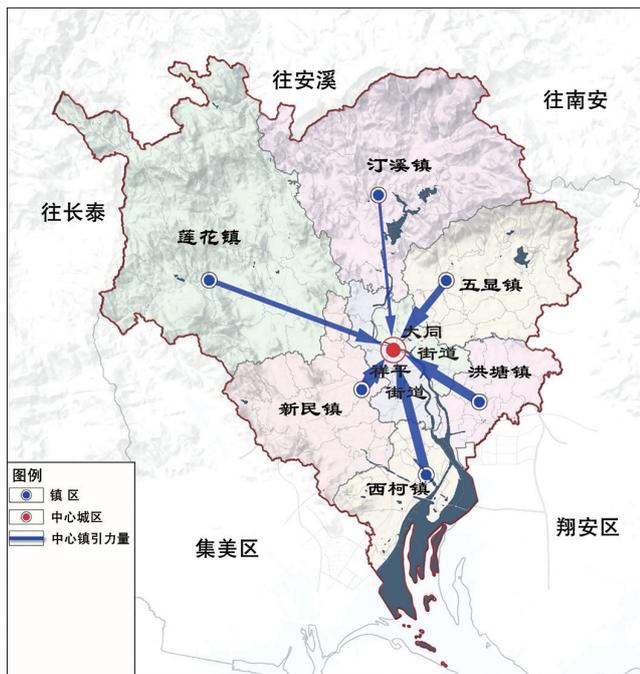


图1 同安区引力强度分析图(图片来源:作者自绘)

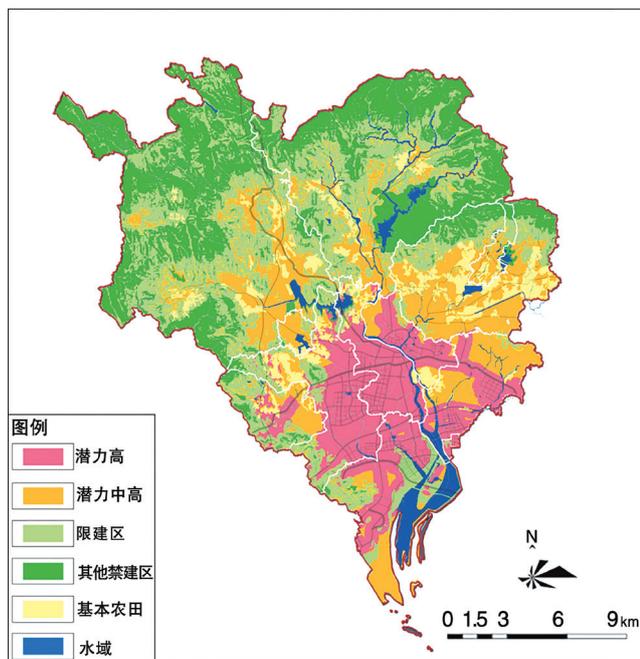


图2 同安区城乡发展潜力分区(图片来源:作者自绘)

自然分割使得北部三镇区交通条件落后,路网密度仅为其他镇区的23.2%,造成该区域经济社会数据值显著低于其他区域。

由于地理、交通、政策等因素,同安区现状城镇体系不均衡,城乡发展差异性较大,区域间产业联动性较差,中心城区服务能力偏弱,而部分工业区基础设施也存在短板。

3 同安区城镇空间发展方向研判与城镇体系规划

3.1 同安区城乡发展潜力

影响城乡空间发展潜力的因素可归纳为交通廊道辐射、门户设施辐射、经济社会基础及用地适应性评价共四

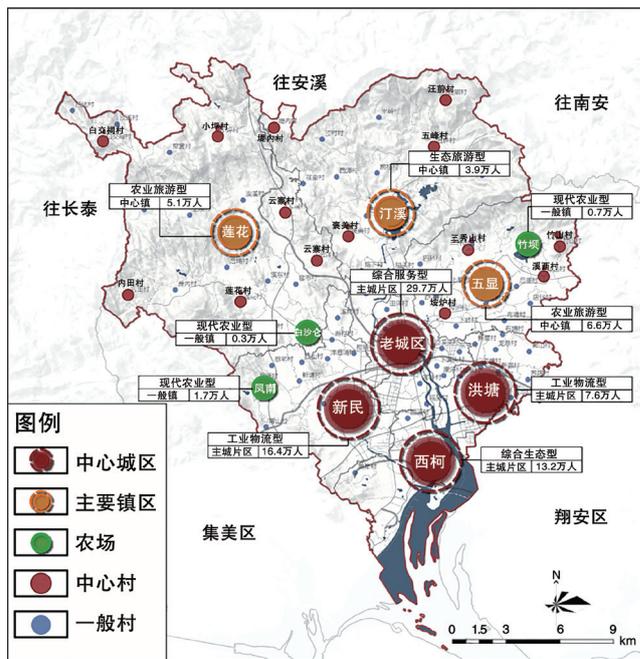


图3 同安区城镇体系规划(图片来源:作者自绘)

大类^[15],研究利用SPSS的层次分析法得到各项指标影响因子。

利用GIS可得到同安区的城乡发展潜力评估图(见图2)。研究发现,洪塘镇潜力高与中高的地域面积占比达到了97%,同时禁建区面积占比仅为3.4%,相比其他镇区,具备优良的发展优势。西柯镇与祥平街道同样展现出了较大的优势,同时西柯镇未来将承接厦门市总体规划中服务业总部基地与厦门旅游副中心职能,因而成为城市新增建设的重点区域。而新民镇潜力高与中高的占比仅为63.3%,与已建成区进行版块比对,发现新民镇用以发展的城市空间已出现短缺,因而并不作为城市新增建设重点区域。大同街道则与新民镇呈现同样的用地紧缺特征,未来需进行

存量规划与老城有机更新。北部三镇区的发展劣势更为明显,由于地形的限制与交通区位的弱化,发展潜力较低,将继续作为镇区参与城乡统筹建设。

3.2 同安区城镇体系规划

同安区未来城市新增的重点区域为西柯镇与洪塘镇,大同街道、祥平街道及新民镇作为老城有机更新及存量提升的重点区域,五显镇、莲花镇、汀溪镇作为城乡统筹的一般镇区。由此规划新民镇、西柯镇、五显镇撤镇设街道,并入中心城区管理,规划形成“主城片区、中心镇区、一般镇区、中心村、一般村”的五级城镇等级结构(见图3)。

同时,根据同安区的情况,将城镇的职能分工分为以下三类:①区域中心型,具有多种职能的综合性中心城镇。属于这一类型的城镇主要有祥平街道、大同街道、西柯镇、新民镇、洪塘镇。②中心镇型,农业较发达,有一定规模的农业小区,同时市场发育较好,辐射范围较大或地处县市边界,发展边际贸易有较大潜力。属于这一类型的城镇主要有汀溪镇、五显镇、莲花镇。③一般镇型,农业资源丰富,品位高,开发潜力大,或旅游经济在乡镇经济占重要地位。属于这一类型的城镇主要有白沙仑农场、凤南农场、竹坝华侨农场。

4 结语

研究通过结合城镇经济发展情况与社会条件、用地条件、用地发展潜力等因素,并以产业大数据为数据支撑,修正传统引力模型,进行城乡空间联系度的量化分析,得出基于引力模型的城镇体系结构研究方法,并以同安区为例进行实证研究。结果表明,研究构建的修正引力模型有一定的应用价值,通过结合城乡发展潜力评估能够准确研判城市未来发展方向,从而得出具有科学性与合理性的城镇体系规划。

研究还存在以下不足,需在未来进一步深化:①产业大数据仅为城市大数据中与经济相关的一种数据类型,虽具有一定代表性但体系仍不完善,需要结合其他大数据进行综合评估以提升引力模型的准确度。②在各个城区(镇区)经济规模、人口规模及交通规划等数据齐全的基础上,可以得到规划后引力模型的预测,可以更好地辅助规划工作的进行,鉴于篇幅原因,本文仅做现状的引力模型研究,在今后的研究中将会应用引力模型进行未来预期的研究。

参考文献

- [1] 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(01): 1-12.
- [2] Reilly W.J. Methods for the Study of Retail Relationships[M]. Austin, TX: University of Texas, 1929.
- [3] Wong W K. Comparing the Fit of the Gravity Model for Different cross-border Flows[J]. Economics Letters, 2008, 99(3):474-477.
- [4] 黄宇, 葛岳静, 刘晓凤. 基于库仑引力模型的中美日地缘经济关系测算[J]. 地理学报, 2019, 74(02): 285-296.
- [5] 赵雪雁, 江进德, 张丽, 等. 皖江城市带城市经济联系与中心城市辐射范围分析[J]. 经济地理, 2011, 31(02): 218-223.
- [6] Li J H, Qiu R X, Xiong L, et al. A Gravity-spatial Entropy Model for the Measurement of Urban Sprawl[J]. Science China, 2016, 59(1):207-213.
- [7] Wang F, Guldman J M. Simulating Urban Population Density with a Gravity-based Model[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2005, 30(4):245-256.
- [8] Hong I, Jung W S. Application of Gravity Model on the Korean Urban Bus Network[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2016, 462:48-55.
- [9] 覃永晖, 彭保发, 王晶. 网络形镇村体系等级结构的实证研究[J]. 经济地理, 2016, 36(07): 84-90.
- [10] 李陈, 靳相木. 基于引力模型的中心镇空间联系测度研究——以浙江省金华市25个中心镇为例[J]. 地理科学, 2016, 36(05): 724-732.
- [11] 成艾华, 赵凡. 武陵山片区城镇体系空间格局优化研究[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版), 2017, 37(06): 115-120.
- [12] Krings G, Calabrese F, Ratti C, et al. Urban Gravity: a Model for Intercity Telecommunication Flows[J]. 2009.
- [13] 刘正兵, 丁志伟, 卜书朋, 等. 中原城市群城镇网络结构特征分析: 基于空间引力与客运联系[J]. 人文地理, 2015, 30(04): 79-86.
- [14] 赵民, 陶小马. 城市发展和城市规划的经济学原理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [15] 党安荣, 毛其智, 王晓栋. 基于GIS空间分析的北京城市空间发展[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2002(06): 814-817.