

基于GIS和大数据的城镇体系定量化研究* ——以山东省昌邑市为例

Quantitative Analysis on Urban System Based on GIS and Big Data: A Case Study of Changyi, Shandong

殷振轩 YIN Zhenxuan

摘要 城镇体系规划是城市规划的重要一环,关系到区域资源的配置和区域发展。近年来,大数据的应用正受到更多的重视,而目前基于大数据支撑的城镇体系研究尚不多见。以山东省昌邑市为例,利用ArcGIS和开放大数据,构建城镇体系定量化研究的框架,以支撑城镇体系规划。首先,根据相关数据的可量化和可获取情况,建立用于定量化评价小城镇中心性强度的指标体系;其次,引入网络实时道路通行时间,结合中心性强度改进传统的场强模型;最后,综合考虑影响范围和影响强度,展现山东省昌邑市“一带、两轴”的空间结构,据此提出“城区中心—影响力较强城镇—影响力一般城镇”的三级结构,为城镇体系规划提供定量化分析支撑。

Abstract Planning of urban system, which is related to resource allocation and regional economic development, is an important part of urban planning. In recent years, the application of big data is receiving more and more attentions. However, the research on urban system based on big data support is still rare. This paper tries to construct a framework of quantitative analysis on urban system based on GIS and big data to support planning of urban system with a case of Changyi, Shandong. Firstly, according to whether the data is able to be measured and obtained, this paper constructs a framework of indexes to evaluate the centrality strength of small cities. Secondly, this paper adjusts and improves the spatial interactions with centrality strength and the real driving time downloaded from the internet. Finally, according to the range and strength influenced by the towns, this paper proposes the urban system of Changyi, Shandong. Furthermore, the results are useful for the future studies and the urban planning of this area.

关键词 GIS | 开放大数据 | 城镇体系结构 | 昌邑市

Keywords GIS | Big data | Urban system structure | Changyi

文章编号 1673-8985 (2018) 05-0113-05 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20180518

作者简介

殷振轩

上海同济城市规划设计研究院有限公司
数字规划技术研究中心
规划师, 硕士

0 引言

我国正处于城镇化飞速发展的阶段。2011年,我国城镇化率超过50%^[1],城镇成了我国社会经济发展的主要动力和载体。城镇体系是城市规划中的一个重要概念,它是指区域内联系密切城镇的组织形式^[2]。良好的城镇体系空间结

构有利于资源的高效配置和区域的健康发展,关系到我国城镇化的质量。

近年来,随着GIS等空间分析技术在城市规划中的运用,越来越多研究者使用定量分析的方法研究城镇体系空间结构。李震等^[3]基于重力模型,得出了中国城镇体系的结构类型;范强

*基金项目:长三角城市群智能规划协同创新中心、上海同济城市规划设计研究院科研项目“手机APP定位数据在城市规划中的应用”(编号KY-2017-YB-A02)课题部分成果。

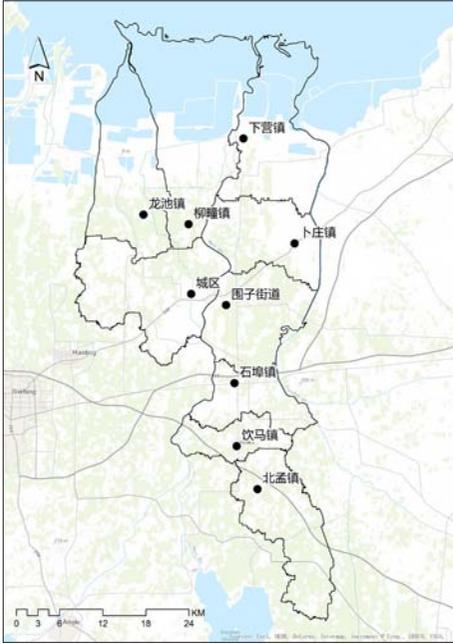


图1 昌邑市单元分布图
资料来源:笔者自绘。

等^[4]改进空间作用模型,借助城镇辐射范围,划分了城镇体系结构和城镇经济区;还有一些学者引入分形维数,研究了南通等市的城镇体系空间^[5-6]。

由于具有数量大、类别丰富、收集速度快等特性,大数据的应用正受到更多的重视,但如何在城市规划编制过程中应用大数据的问题还处于探讨阶段^[7-8]。目前已有学者开展了一系列研究工作,如基于手机信令数据,分析上海不同等级商业中心顾客数量变化和来源地,从而识别商业中心的势力圈^[9];基于对公交IC卡使用情况的数据挖掘,识别工作地点和居住地点^[10];基于微博数据,探讨城市活动空间结构^[11]。

然而,一方面传统城镇体系规划方法缺乏定量的分析研究,仍需要以“拍脑袋”的形式决定城镇结构,导致城镇功能雷同,缺乏特色和联系,致使资源配置不合理、利用效率低下,影响了城镇的发展^[3,12]。另一方面,各学者所使用的评价体系不同,缺少实例研究,不利于方法的推广^[13]。同时,城镇间的联系不断加强,关系更加复杂,需要结合大数据来研究日益复杂的城镇体系,而目前关于大数据的研究主要关注人的行为^[9-11],与城镇体系规划编制衔接还

表1 中心性强度定量评估体系

目标层	准则层	指标层	权重值
规模	城镇规模	2014总人口	0.0351
		镇域面积	0.0157
	城镇化水平	人口密度	0.0219
		镇区面积	0.0519
经济	产业结构	镇区人口	0.0665
		规模以上企业个数	0.0250
	资源	工业总产值	0.0451
		五级景点个数	0.0683
		四级景点个数	0.0130
	经济发展水平	三级景点个数	0.0187
		固定资产投资	0.0241
		公共财政收入	0.0347
	交通	2014年农民人均纯收入	0.0419
		国道长度	0.0491
		省道长度	0.0185
	用地条件	县道长度	0.0198
坡度大于15%百分比		0.0135	
可供发展用地面积		0.0159	
生态	生物丰度	林地面积	0.0204
		草地面积	0.0841
	水网密度	水域湿地面积	0.0693
		耕地面积	0.0326
	建筑用地面积	0.0253	
	未利用地面积	0.0710	
	河流密度	0.0195	
	湖泊密度	0.0503	

资料来源:根据昌邑市统计年鉴绘制。

不理想。本文借鉴相关研究成果,结合实践经验构建易于操作的中心性强度评价体系,同时通过引入通行时间数据,改进空间作用模型,更加准确地分析昌邑市各乡镇的影响范围和影响强度,从而为昌邑市城镇体系结构分析和研究提供依据。

1 研究区和数据

1.1 研究区域概况

昌邑市隶属于山东省潍坊市,位于山东半岛西北部,潍河下游,在“潍坊半小时经济圈”和“青岛1小时经济圈”之内。昌邑市域总面积1 627.5 km² (图1)。2014年底,全市总人口60.9万,镇区人口31.3万,城镇化水平51.4%。

2014年全市生产总值356亿元,一、二、三产业结构比为10.3:55.5:34.2。昌邑市是较为典型的小城镇,因此对其进行的分析具有较强的代表性。

1.2 数据来源

本研究以乡镇作为基本研究单元,社会经济数据主要来源于《昌邑市统计年鉴》(2013—2014),行政区划图等地理数据来源于昌邑市规划局等相关政府部门,地形数据为作者从地理空间数据云网站 (<http://www.gscloud.cn/>) 下载获得,实时道路通行时间为作者从高德地图API调用获得,并根据研究需要对部分数据进行了加工处理。

2 研究方法

2.1 指标体系构建

为在实际工作中推广运用量化指标来评价城镇体系,结合文献研究,选用基础数据较易获得的城镇中心性强度和影响范围,作为评价指标来划分昌邑市城镇体系的等级结构^[4]。

2.2 中心性强度

城镇中心性强度是对城镇经济、规模、生态等多方面的综合评价,结合参数的可量化性和可获取情况,构建由3个目标层、9个准则层以及27个指标层组成的新型城镇体系定量评价指标体系^[4,14-15] (表1)。

目前权重确定的方法主要包括专家打分法、主因子分析和熵权法等^[13]。其中,熵权法可以反映出各指标包含的信息量,提供的信息越多,权重越大。因此,本文采用熵权法确定权重,同时由于指标中单位、量纲和数量级不一致,采用min-max极差标准化法标准化指标。

(1) 计算各指标信息熵

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \times \ln p_{ij} \quad (1)$$

$$\text{其中, } p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

x_{ij} 为第*i*个城市*j*项指标的标准值, n 为城市个数,如果 $p_{ij}=0$,则定义 $\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \times \ln p_{ij} = 0$ 。

(2) 计算各指标权重

$$W_j = \frac{1-E_j}{m-\sum_j} \quad (2)$$

其中, W_j 为第j项指标权重, m 为指标个数。

(3) 计算各中心性强度

$$LNU_i = \sum_{j=m}^m x_{ij} \times W_j \quad (3)$$

其中, LNU_i 为第i个城市的中心性强度。

2.3 城镇影响范围

场强模型是计算空间影响范围和强度的方法,在区域均质的情况下,其计算公式为^[15]:

$$F_{ik} = \frac{P_i}{d_{ik}^2} \quad (4)$$

其中, F_{ik} 对区域内各点的影响强度, P_i 为城市i的中心性强度, d_{ik} 为城市i建成区中心与任一点k之间的距离。对任一点k影响最大的城镇即为对该点产生主要影响的城镇。

场强模型也存在一定局限性。模型假设研究区域为均质,但实际情况下各方向衰减距离会因河流、山脉等障碍产生差异。一些学者使用成本加权距离取代公式(4)中的空间直线距离 d_{ik} ^[15]。但是一方面获取区域内完整路网较为困难,另一方面摩擦系数估算较为笼统,依然不能具体反映各道路实际条件、通行能力等因素。在现实生活中人们对“距离”的直观感受是两点间出行时间。基于此,引入城镇建成区中心到各点实时时间,以两点间通行时间取代公式(4)中的空间直线距离 d_{ik} ,以改进场强模型。

3 结果分析

3.1 城镇中心性强度

将各乡镇数据带入公式(3)计算城镇中心性强度(表2)。以此为属性在ArcGIS软件中做图,以反映该属性的空间差异,结果见图2。

从图2可以发现昌邑市城镇中心性强度区域差异显著,其中城区综合评价最高为

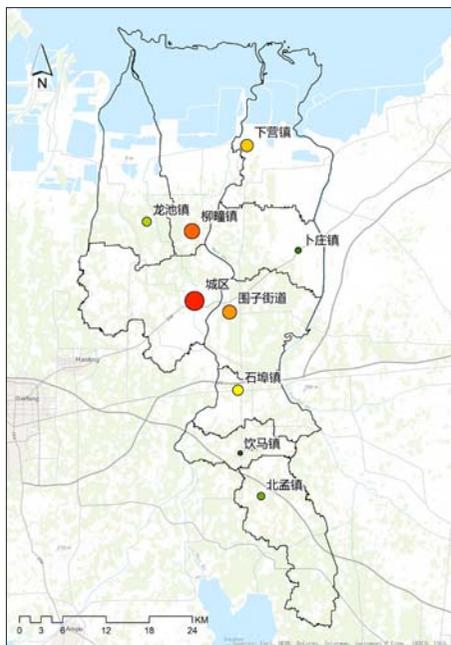


图2 昌邑市各城镇中心性强度
资料来源:笔者自绘。

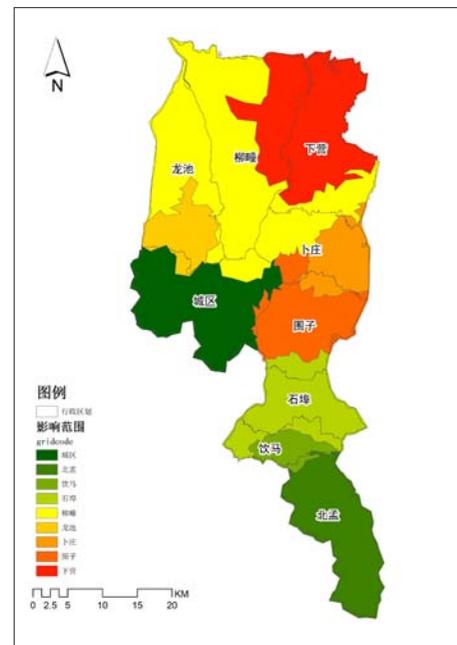


图3 昌邑市各城镇影响范围
资料来源:笔者自绘。

表2 昌邑市城镇中心性强度评价结果

地区	规模评价结果	经济评价结果	生态评价结果	综合评价结果
城区	18.71	29.50	15.32	63.53
柳疃镇	3.62	20.99	19.04	43.65
围子街道	6.16	24.05	2.79	33.00
下营镇	1.02	14.82	16.32	32.15
石埠镇	3.10	20.46	4.17	27.73
龙池镇	1.01	4.96	16.32	22.29
北孟镇	2.99	10.60	5.62	19.21
卜庄镇	2.23	9.13	5.01	16.37
饮马镇	2.67	8.80	1.81	13.28

资料来源:笔者自制。

63.53,约为综合评价最低的饮马镇的5倍。作为昌邑市的中心,人口、经济聚集效应明显,规模评价和经济评价结果都遥遥领先,且拥有较好的生态评价结果。同时可以发现,由于区位和资源优势,北部城镇综合评价要优于南部。柳疃镇和下营镇的固定资产投资和公共财政都较为突出,且它们紧邻渤海湾,拥有较好的生物丰度和水资源条件,所以获得较好的经济和生态评价结果。但是其规模评价不高,说明城镇化水平还比较滞后。而围子街道紧邻中心城区,受城区辐射较强,拥有较好的规模和经济评价结果,但其生态评价值较

低,未来宜与城区联动发展。龙池镇经济评价为区域内最低,但其生态评价比较突出,未来宜结合生态发展。石埠镇的经济评价结果较为突出,但生态评价价值较低。其他3镇综合评价价值较低,总体发展水平不高。

3.2 影响范围

在ArcGIS中,将整个市域分成18 728个300 m×300 m的正方形,并提取其中心点坐标。在FME中编写程序,通过高德地图规划路径api,调用9个乡镇建成区中心分别到这18 728个点的实时时间,带入改进后的场

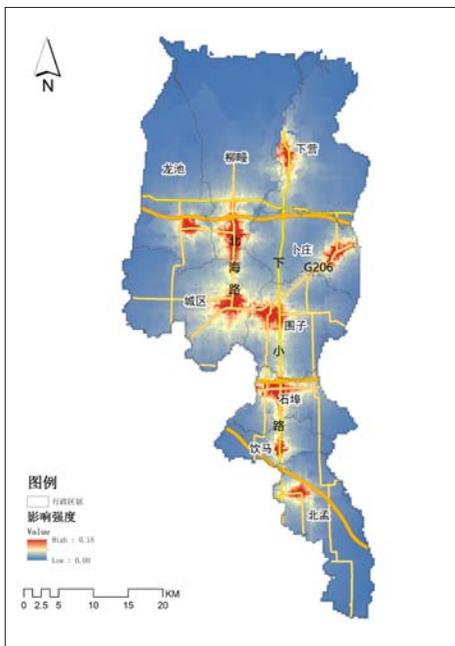


图4 昌邑市各城镇影响强度
资料来源:笔者自绘。

强公式,可得9个乡镇对各点的影响强度。各点从属于对其影响力最大的乡镇,去除飞地后,属于同一乡镇点的包络线即为该乡镇的影响范围,由此划分各乡镇的影响范围(图3)。可发现由于市域南部为狭长地带,距城区较为偏远,且交通不便,南部各城镇中心性强度不高,城镇行政区域内还主要受其自身影响。其中石埠县的经济相对较为发达,交通更具优势,且有高速对外联系,其影响范围更为广阔。市域北部交通较为便捷,既有东西向联系,又有南北向联系。其中柳疃镇作为纺织重要基地,高速、省道、铁路在此交汇,是昌邑市对外联系的支点之一,其影响范围较广,覆盖了龙池镇的大部分范围,同时与作为滨海开发区重要组成部分的下营镇东西互相渗透。未来建议适当调整北部四镇的行政区划,使柳疃镇、下营镇和龙池镇联动开发,沿东西向大力发展规模化的工农业,打造集养殖、工业和旅游为一体的沿海开发区。城区由于道路交叉口较多,出行时间较多,其影响范围主要在规划行政区范围内,同时与围子街道联系较为密切,未来可联动发展。

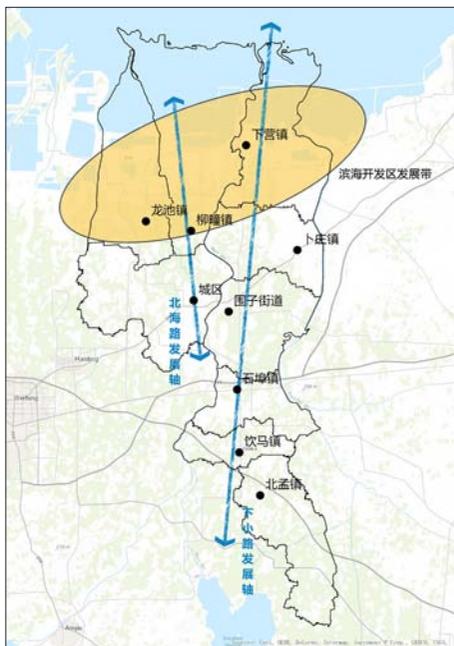


图5 昌邑市空间结构
资料来源:笔者自绘。

3.3 影响强度

图4反映了各点受到的最大影响强度。根据统计特征将最大影响强度大于 $x+0.5s$ (其中 x 为最大影响强度的平均值, s 为最大影响强度的标准差)的区域定义为高影响区域^[13]。城区、柳疃镇、石埠镇和围子街道的高影响区域面积远远大于其他城镇,表明这4个城镇具有较大的发展潜力。从图中可以看出,省道和县道对城镇影响力扩张的影响最为显著,特别是沿下小路和北海路,分别串联了下营镇、围子街道、石埠镇、饮马镇和北孟镇,柳疃镇和城区,形成了两条主要发展轴。除此之外,卜庄镇沿G206向城区发展,龙池镇沿刘龙路向柳疃镇方向发展。

3.4 城镇体系

综合考虑城镇中心性强度、影响范围和影响强度,将昌邑市划分成三级城镇体系结构:城区为一级城镇,中心性强度较高、影响范围较广、影响力强度较大的柳疃镇、石埠镇和围子街道为二级城镇,中心性强度较低、影响范围局限、影响力强度较小的下营镇、龙池镇、卜庄镇、饮马镇和北孟镇为三级城镇的城

镇体系结构。

同时,城镇影响范围和强度体现了区域联系情况。由图3可见,柳疃镇影响范围较广,覆盖了龙池镇的大部分范围,同时与下营镇的影响范围相互交错。3镇相互影响相互渗透,联系较为紧密,宜考虑作为发展带连片统筹发展。城市发展轴是城市主要发展方向上具有较大发展潜力的地带。由图4可见,下小路和北海路串联了大片高影响区域,这些区域具有较大的发展潜力,宜优先发展。据此将昌邑市划分为“一带,两轴”的空间结构(图5)。“一带”即依据联系范围,以增强柳疃镇、下营镇和龙池镇联动发展形成的昌邑滨海开发区发展带;“两轴”即影响强度扩散方向,以下小路串联的产业发展轴,和以北海路串联的石化—盐化联动发展轴。

4 结论

引入网络实时道路通行时间,结合中心性强度改进了传统的场强模型,建立了用于量化评价小城镇中心性强度的指标体系,同时借助GIS空间分析的功能,综合分析了昌邑市各城镇的影响范围和影响强度,提出了“城区中心—影响力较强城镇—影响力一般城镇”的三级结构和“一带,两轴”的空间结构,为昌邑市城镇体系规划提出了依据。传统城镇体系规划方法,由于数据难于获取,空间单元较大,难以应用科学合理的定量分析研究,仍需要以“拍脑袋”的形式决定城镇结构,导致城镇功能雷同,缺乏特色和联系,致使资源配置不合理、利用效率低下,影响了城镇的发展^[3, 12]。结合开放大数据,兼顾数据易获取性和数据精细性,从新视角更精准展现了城镇间区域联系,依托影响范围提出了发展片区,结合影响强度和其方向提出了空间发展结构,为量化分析城镇空间结构奠定了科学基础,有助于大数据时代的城镇体系规划的编制。

但本研究还存在一定局限性:一方面,本文只把昌邑市作为一个独立的系统进行讨论分析,没有考虑周边城镇对研究区域内的影

响情况,未来应综合评价城镇体系,特别是对外交通对区域的影响;另一方面,本研究为使数据易于获取,运用的模型仅以时间作为评价影响范围的参数,没有交叉比对真实的人流情况,未来可以运用手机信令数据研究客观人流数据,加以改进^[16]。■

参考文献 References

- [1] 李浩. 城镇化率首次超过50%的国际现象观察——兼论中国城镇化发展现状及思考[J]. 城市规划学刊, 2013, 208(1): 43-50.
LI Hao. International phenomenon observation of urbanization rate exceeding 50% threshold: implications for China[J]. Urban Planning Forum, 2013, 208(1): 43-50.
- [2] 顾朝林. 城镇体系规划——理论方法实例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
GU Chaolin. Urban system planning: theory, method, and examples[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2005.
- [3] 李震, 顾朝林, 姚士媛. 当代中国城镇体系地域空间结构类型定量研究[J]. 地理科学, 2006, 26(5): 544-550.
LI Zhen, GU Chaolin, YAO Shimeimei. A quantitative study on regional spatial structure in contemporary china[J]. Scientia Geographica Sinica, 2006, 26(5): 544-550.
- [4] 范强, 张何欣, 李永化, 等. 基于空间相互作用模型的县域城镇体系结构量化研究——以科尔沁左翼中旗为例[J]. 地理科学, 2014, 34(5): 601-607.
FAN Qiang, ZHANG Hexin, LI Yonghua, et al. Quantitative analysis and urban system planning of county area based on spatial-interaction model: a case in Horqin Left Middle Banner, Inner Mongolia[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(5): 601-607.
- [5] 曹芳东, 吴江, 徐敏. 基于分形理论的江苏省南通市城镇体系空间结构研究[J]. 人文地理, 2010, 25(5): 69-74.
CAO Fangdong, WU Jiang, XU Min, et al. Spatial structure of Nantong City in Jiangsu Province[J]. Human Geography, 2010, 25(5): 69-74.
- [6] 赵萍, 冯学智. 基于遥感与GIS技术的城镇体系空间特征的分形分析——以绍兴市为例[J]. 地理科学, 2003, 23(6): 721-727.
ZHAO Pin, FENG Xuezhong. Fractal analysis of urban system spatial characteristics based on remote sensing and GIS: a case study of Shaoxing[J]. Scientia Geographica Sinica, 2003, 23(6): 721-727.
- [7] 叶宇, 魏宗财, 王海军. 大数据时代的城市规划响应[J]. 规划师, 2014, 30(8): 5-11.
YE Yu, WEI Zongcai, WANG Haijun. Urban planning response for big data development[J]. Planners, 2014, 30(8): 5-11.
- [8] 张翔. 大数据时代城市规划的机遇、挑战与思辨[J]. 规划师, 2014, 30(8): 38-42.
ZHANG Xiang. Urban planning opportunity, challenge, and thinking in big data era[J]. Planners, 2014, 30(8): 38-42.
- [9] 王德, 王灿, 谢栋灿, 等. 基于手机信令数据的上海市不同等级商业中心商圈的比较——以南京东路、五角场、鞍山路为例[J]. 城市规划学刊, 2015, 223(3): 50-60.
WANG De, WANG Can, XIE Dongcan, et al. Comparison of retail trade areas of retail centers with different hierarchical levels: a case study of east Nanjing Road, Wujiaochang, Anshan Road in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2015, 223(3): 50-60.
- [10] 陈君, 杨东媛. 基于APTS数据的公交卡乘客通勤OD分布估计方法[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(4): 47-53.
CHEN Jun, YANG Dongyuan. Estimating smart card commuters origin-destination distribution based on APTS data[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2013, 13(4): 47-53.
- [11] 王波, 甄峰, 魏宗财. 南京市活动空间总体特征研究——基于大数据的实证分析[J]. 人文地理, 2014, 29(3): 14-21.
WANG Bo, ZHEN Feng, WEI Zongcai. The research on characteristics of urban activity space in Nanjing: an empirical analysis based on big data[J]. Human Geography, 2014, 29(3): 14-21.
- [12] 王远响. 基于gis的邳州市城镇体系空间结构优化研究[D]. 江西: 江西理工大学, 2013.
WANG Yuanxiang. Research on spatial structure optimization of Pizhou urban system based on GIS[D]. Jiangxi: Jiangxi University of Science and Technology, 2013.
- [13] 杨洋, 王晨, 章立玲, 等. 基于国家规划的新型城镇化状态定量评估指标体系构建及应用——以山东半岛城市群为例[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 51-68.
YANG Yang, WANG Chen, ZHANG Liling, et al. The establishment and application of the index system for quantitatively evaluating the status of new-type urbanization based on the national plan: a case of Shandong Peninsula urban agglomeration[J]. Economic Geography, 2015, 35(7): 51-68.
- [14] 由明远. 县域城镇体系发展演化研究——以辽宁建昌县为例[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2010.
YOU Mingyuan. Research on development and evolution of urban system in county region: take Jianchang County in Liaoning for example[D]. Harbin: Harbin Normal University, 2010.
- [15] 吴茵, 李满春, 毛亮. GIS支持的县域城镇体系空间结构定量分析——以浙江省临安市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(2): 73-77.
WU Yin, LI Manchun, MAO Liang. Quantitative analysis on the spatial structure of town system in county-scope supported by GIS: a case study in Lin'an County, Zhejiang Province[J]. Geography and Geo-Information Science, 2006, 22(2): 73-77.
- [16] 姚凯, 钮心毅. 手机信令数据分析在城镇体系规划中的应用实践——南昌大都市区的案例[J]. 上海城市规划, 2016(4): 91-97.
YAO Kai, NIU Xinyi. Practical analysis of mobile phone signaling data in urban system planning: a case study of Nanchang metropolis[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2016(4): 91-97.