

引用格式: He Lei, Pan Jinghu, Dong Leilei. Study on the Spatial Identification of Housing Vacancy [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2020, 35(4): 820-831. [贺蕾, 潘竞虎, 董磊磊. 基于遥感和微博签到数据的住房空置空间识别[J]. 遥感技术与应用, 2020, 35(4): 820-831.]
doi: 10.11873/j.issn.1004-0323.2020.4.0820

基于遥感和微博签到数据的住房空置空间识别

贺蕾¹, 潘竞虎¹, 董磊磊²

(1. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 中国科学院西北生态环境资源研究院 中国科学院黑河遥感试验研究站,
甘肃省遥感重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 房屋空置率是衡量房地产市场健康与否的重要指标。基于夜间灯光遥感数据和全国土地覆盖数据, 对房屋空置率进行空间识别。利用微博签到数据, 通过基于密度的聚类算法和热力分析对居民活动空间强度进行分析, 从“鬼城”指数排名靠前的100个城市中随机选择30个样本城市, 进行城市内部房屋空置空间识别。结果表明: 2013年全国地级及以上城市基于像元的平均房屋空置率为27.3%。东部地区房屋空置率较低, 中西部地区房屋空置现象明显; 房屋空置在中小城市更加突出。

关键词: 房屋空置; 空间识别; 夜间灯光; 微博签到; 空间格局

中图分类号: TP79; F293 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2020)04-0820-12

1 引言

房子是用来住的, 不是用来炒的^[1], 房子更不是用来“空置”的。房地产业作为国民经济的支柱产业, 对国民经济的发展具有举足轻重的作用。房地产市场的平稳发展直接影响居民的生活质量, 而房屋空置率是衡量房地产市场健康与否的重要指标。美国《时代周刊》在2008年刊载一篇文章《康巴什: 一座空城》, 其中的Ghost city(“鬼城”)首次引起社会关注。随后, 英国BBC在2012年也将康巴什作为中国最大的鬼城报道, 进一步激发了公众对于中国房地产泡沫的兴趣^[2]。2015年, Shepard^[3]在《“鬼城”中国》一书中明确提出“中国是世界上人口最多的国家, 同时也是房屋空置数量最多的国家”。中国的城市建设用地在1990~2000年增长了90.50%, 在2000~2010年间则增长了83.41%, 而两个时期我国城市用地扩张弹性系数(即城市建设用地增长的速度与城市人口增长速度之比)分别达1.71和

1.85, 大大高于合理阈值1.12^[4], 折射出局部地区城市规划和建设有严重的资源错配和空耗问题。

早在2013年, 《人民日报》即报道说建设部会同其他部门研究制定中国的房屋空置统计方法, 尽快与国际接轨, 建立房屋空置率计算指标体系^[5]。但时至今日, 官方并未公布房屋空置的监测评价数据, 而学界对我国房屋空置的研究主要依靠问卷、访谈调查等得到的数据进行评价, 除消耗大量的人力、物力、财力外, 且耗时较长, 也无法从宏观层面反映出房屋空置的空间分异格局。西南大学中国家庭金融调查与研究中心发布的名为“城镇住房空置率及住房市场发展趋势”的调研报告显示, 中国城镇家庭2013年的住房空置率高达22.4%。受人为主观干扰等多方面因素的影响, 通过入户调查等统计方法进行房屋空置分析可能会不同程度地低估或高估房屋空置情况, 而且缺乏客观性。在进行调查样本选择中可能会忽略某些特殊情况, 从而导

收稿日期: 2019-09-04; 修订日期: 2020-06-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41661025), 西北师范大学青年教师科研能力提升计划(NWNU-LKQN-16-7)。

作者简介: 贺蕾(1993—), 女, 甘肃兰州人, 硕士研究生, 主要从事空间经济分析研究。E-mail: xkdm@qq.com

通讯作者: 潘竞虎(1974—), 男, 甘肃嘉峪关人, 博士, 教授, 主要从事空间经济分析研究。E-mail: panjh_nwnu@nwnu.edu.cn

致调查结果的误差较大。在西方,政府经常使用房屋空置率这一指标作为识别房地产市场供求状况的风向标,将其视为房地产调控的主要依据之一,其学界关于住房空置的研究也较为系统,研究内容包括住房空置的概念、空置率计算方法、住房空置与社会经济指标间的关系、房地产市场与空置率等^[6-8];研究对象涵盖了住宅增量和存量市场,其理论和计算模型成熟且数据透明^[9]。相比国外,我国对于住房空置率这类房地产市场基础统计数据尚无法取得共识,更谈不上认识城市住房空置的空间格局、空间演变及其影响因素^[10]。已有研究多侧重于增量商品住宅市场空置理论研究、房屋空置类型与成因研究等^[11-12],或陷于空置率计算中的增量、存量市场之争。

在区域或城市层面的房屋空置识别方面,学者们更多地用“鬼城”一词来代替住房空置现象。Xiao等^[13]提出了一种提取中国城市扩张格局的方法,分析了中国的城市化动态,并解释了“鬼城”现象。Chi等^[14]使用百度定位数据识别了中国季节性的鬼城。然而,由于现有的研究大多是基于媒体报道信息或统计数据,无法为理解“鬼城”现象提供足够的有效信息。现有的“鬼城”识别只提供了粗略的空间尺度上的评价结果,并且存在时滞问题,缺乏空间细节和主观性导致了对识别结果的广泛质疑。一些研究人员试图用遥感方法调查“鬼城”或住房空置。Zheng等^[15]建立了“鬼城”指数对长江三角洲“鬼城”现象的强度进行量化和评价。Niu^[16]提出了一种利用NPP-VIIRS夜间灯光组合数据估算青岛市住宅空置率的实用模型。Lu等^[17]对新建地区夜光灯的变化率进行了测定,以确定特定鬼城的存在。前人^[16-19]研究表明,夜间灯光数据在研究区域房屋空置和“鬼城”现象时具有良好的效果,但由于现有灯光数据的空间分辨率较低,且难以区分住房和其他建筑物、道路等发出的灯光,大大降低了其在精细尺度住房空置识别中的适用性。在前人研究的基础上,利用NPP-VIIRS夜间灯光数据和土地利用数据,从宏观上分析和展示房屋空置的空间格局。引入微博签到数据从微观尺度精细刻画因特定人群职住分离、“潮汐”现象等引起的不同区域居民的空间活动强度,最终得出城市内部房屋空置空间识别结果,弥补夜间灯光数据的不足。以期为区域房地产健康发展、政府宏观调控以及学者的相关研究提供科学参考。

2 数据与研究方法

2.1 数据来源

DMSP-OLS (Defense Meteorological Satellite Program - Operational Linescan System) 稳定夜间灯光数据来源于美国国家地球数据物理中心(National Geophysical Data Center, NGDC), 数据下载网址为: <https://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>, 空间分辨率为 30 arc-second (约 1 km×1 km), 灰度值范围为 0~63。NPP-VIIRS 夜间灯光合成产品来源于 https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html, 空间分辨率为 500 m×500 m, 该数据对云覆盖的干扰进行处理, 通过相关算法对像元辐射亮度值进行校正, 已证实在社会经济指标方面估算的可行性。原始的 NPP-VIIRS 夜间灯光影像中会出现负值和极大值等异常值, 为了保证数据的一致性, 将负值设置为 0 值。采用不变目标区域法剔除异常值, 首先对 DMSP-OLS 影像进行二值化处理, 将灰度值 > 0 的像元赋值为 1, 并进行掩膜处理, 对掩膜数据和 NPP-VIIRS 数据做乘法运算, 剔除部分异常值。选择北京、上海、广州和西安 4 个城市作为参考对象, 采用最大阈值和邻域滤波法对异常值进行剔除^[20]。

考虑到每个夜间灯光影像像元含有的不透水面比重不尽相同, 在进行全国房屋空置率估算时需利用全国土地覆盖数据对 NPP-VIIRS 夜间灯光数据进行归一化处理, 以使得测度结果更加准确。土地覆被产品从清华大学地球科学系统研究中心获取, 该产品从精度制图和空间分辨率两方面考虑, 空间分辨率为 30 m×30 m, 总体精度为 65.51%, 其精度优于前两套土地覆盖数据产品 FROM-GLC (63.69%) 和 FROM-GLC-seg (64.42%)^[21], 数据获取地址为: <http://data.ess.tsinghua.edu.cn>。

工作和居住作为城市生活的两大主要活动方式, 在新浪微博数据的表现尤为明显。在新浪微博的位置服务平台中, 人们通过分享自己的位置和时间等内容, 实时展示自己在工作、生活和休闲娱乐等各方面的信息, 这些海量信息一方面可以反映出个人的生活方式和习惯, 另一方面, 通过数据挖掘等方法 and 手段可以从侧面反映出一定区域内居民活动的时空变化特征。利用新浪微博平台提供的 API 接口, 获取全国范围内新浪微博签到 POI (Point Of Interesting) 信息数据。图 1 列出了部分省市 POI 位置点数据分布。行政区划数据来自于全

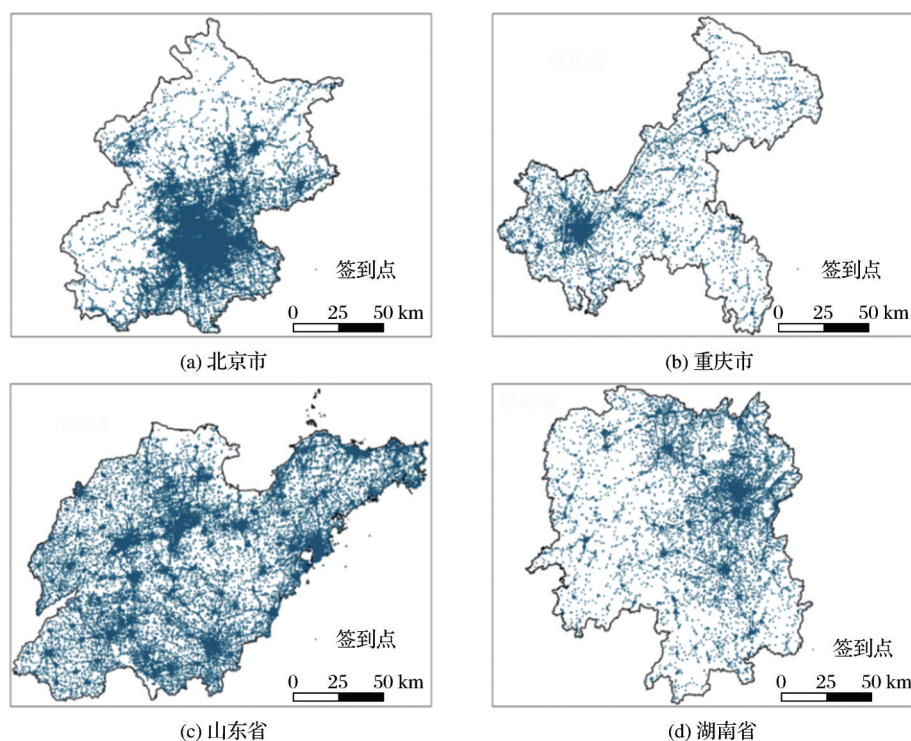


图1 部分省市微博签到POI数据分布示意图

Fig.1 Distribution map of micro-blog check-in POI data in some China's provinces and cities

国地理信息资源目录服务系统(www.webmap.cn)。

2.2 研究方法

将住房空置率定义为某区域空置的存量和增量住房面积与全部存量和增量住房面积之比^[22],国内现有的数据无法精确计算出全国各城市的住房空置率,结合中国不同尺度下房屋空置的实际情况,将这个概念具体化到2个层面:①栅格层面,借鉴Chen等^[18]提出的房屋空置率的估算方法,基于夜间灯光影像进行房屋空置空间识别;②城市内部,利用微博签到数据识别城市内部房屋空置状况。同时利用夜间灯光遥感数据,结合全国土地覆盖数据,对全国范围内空置房屋进行空间识别,通过满置情况下的灯光亮度进行房屋空置率估算,最终得到像元尺度的全国房屋空置率空间格局;利用微博签到数据,基于核密度分析、密度的聚类算法DB-SCAN、热力分析和阈值法,分析微博签到行为空间变化特征和常驻地空间识别,进而识别不同区域居民的空间活动强度,最终得出城市内部房屋空置空间识别结果。

2.2.1 基于夜间灯光的房屋空置率空间识别

相关研究表明^[23],夜间灯光辐射强度在很大程度上取决于像元内不透水面所占比例。由于像元对应的不透水面比重不同,在估算房屋空置率时会产生误差。借鉴Chen等^[18-19]对美国大都市区住房

空置测度时提出的方法,采用夜间灯光强度单位不透水面计算方法,包括4个步骤:首先进行夜光数据预处理和基于土地覆盖数据进行全国建设用地提取,然后计算每个像元内建设用地占比(build-up area rate, UAR),剔除非住宅要素灯光亮度,最后通过满置情况下的灯光亮度进行房屋空置率估算。篇幅所限,计算原理和过程见参考文献[18-19]。

2.2.2 基于微博签到的城市内部房屋空置识别方法

受空间分辨率限制,现有的夜间灯光数据无法反映城市内部房屋空置的详细情况,因此,本文尝试利用微博签到数据进行城市内部房屋空置空间识别,其主要思路是:首先基于密度的聚类算法以用户为单位对微博签到数据进行空间聚类,得到用户的常驻地,对常驻地进行空间格局分析,常驻地有可能为居住地,也有可能为工作地或其他属性地类;再根据POI属性类型进行居住地提取。董磊磊等^[22]利用NPP-VIIRS夜间灯光数据构建“鬼城”指数模型,分析了中国295个地级行政单元“鬼城”现象的空间分异格局。本文从其“鬼城”指数排名靠前的100个地级城市中随机选择30个样本城市进行基于POI的城市内部房屋空置空间识别。

为了探究不同区域内居民活动的强烈程度,利用核密度计算工具对微博签到数据的空间分布情

况进行估算。Rosenblatt-Parzen 核估计的计算式为^[24]:

$$f_n = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

其中: f 是分布密度函数, x_i 是分布样本, $x-x_i$ 是某点 x 到样本 x_i 处的距离, k 是核函数, h 是带宽。

从个体角度来看,单个的微博签到数据往往具有随机性,即在某一点的一两次签到并不能反映什么问题,但如果用户在某地长时间的多次签到则可以说明该地点是该用户的一个常驻地。本文基于聚类算法理论,对不同地区的微博签到数据进行空间聚类,进而识别出不同常驻地的空间分布特征。本文选择基于密度的聚类算法 DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) 进行常驻地空间识别。DBSCAN 不必提前确定聚类簇数,并且能够在包含噪声的数据集中找出不同数量、不同形状的聚类,篇幅所限,计算原理和过程见参考文献^[25]。通过取样对微博签到数据之间的距离进行统计分析,结果显示相对集中地微博签到数据点之间的距离大都小于 300 m,因此取搜索半径为 300 m。同时,如果在某地附近签到不少于 3 次,则认为该地是一个常驻地,故取最小搜索数为 3。

热力图是指以特殊高亮的形式显示访客热衷的页面区域和访客所在的地理区域的图示。基于云端可视化数据分析工具 BDP 商业数据分析平台,对微博签到数据进行热力分析,直观地输出可视化数据。

为了得到城市内部房屋空置识别结果,利用阈值法,以 100 m×100 m 的格网作为分析单元,分别统计每个格网中感兴趣点周围 5×5 个格网中感兴趣点的数目,计算包含感兴趣点数目最多的前 6 个格网的总数,以此作为判定房屋空置与否的依据。一般情况下,住宅小区的平均长度在 300~500 m 之间,而感兴趣点则有可能不在格网的中心位置,例如位于格网的边缘或顶点(图 2)。在这种极端情况下,只有四分之一的区域被认为是住宅区,而其余四分之三为非住宅区,如果选择所有格网总数来判断房屋空置,则容易产生较大的误差,因此将包含感兴趣点数目最多的前 6 个格网的总数作为判别房屋空置的阈值^[14]。

3 结果与分析

3.1 像元尺度的全国房屋空置率空间格局

基于房屋空置率估算模型,得到 2013 年全国范围内房屋空置结果(图 3)。图 3 中,像元值越接近于

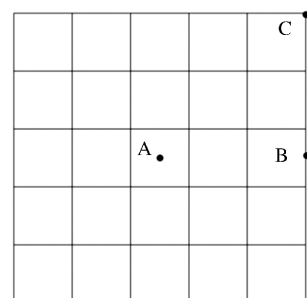
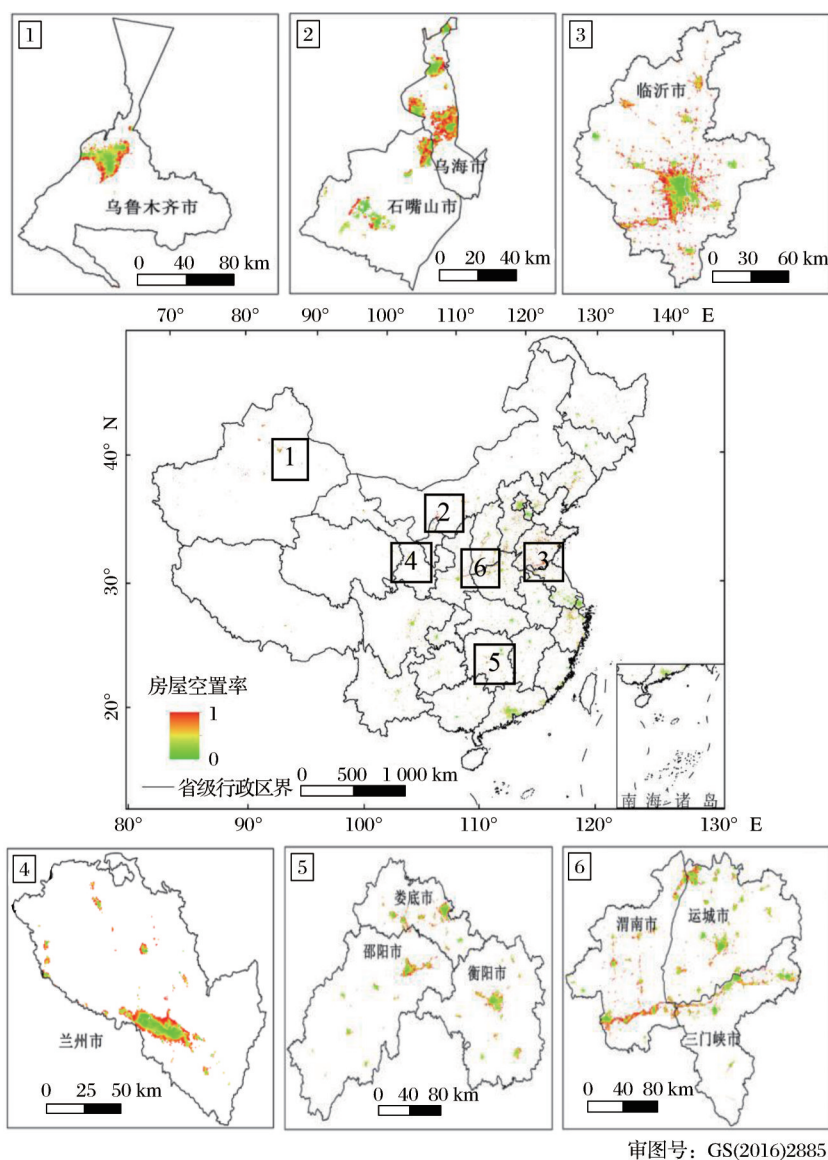


图2 居住区感兴趣点示意图^[14]

Fig.2 The illustration of the study area based on residential area POIs (Each grids is 100 m×100 m)

0 表示房屋空置率越低,越接近于 1 则表示房屋空置率越高。简单统计每个城市所含像元的住房空置率,得到 2013 年全国地级及以上城市像元平均房屋空置率为 27.3%。从图中可以发现全国住房空置的一些总体特征:①从城市内部变化来看,房屋空置率高的区域主要集中分布于低空置率区域的周边地区,且沿着中心城区向外逐渐增加。中国已经进入城市化快速推进的发展阶段,城市拓展多采取“外延式”的空间扩张模式,而城市周边则成为城市拓展的首选地带。由于距中心城区距离较远,基础设施等不够完善,从而导致郊区等城市周边地区人口聚集空间度不足,房屋空置率较高;②从全国范围来看,长三角、珠三角和京津冀等东部经济发达地区的土地集约利用程度高,房屋空置率低,其建设用地高密度区往往与夜间灯光的强辐射区空间上重合度非常高;相反,中西部地区较东部发达地区用地粗放,土地集约利用程度低,房屋空置率较高,在空间形态上房屋空置率呈现出由沿海向内陆逐渐增加的态势;③从城市发展规模来看,房屋空置率高的区域在中小型城市中表现得更加显著。在城市化过程中,受经济条件和城市发展水平的制约,中小型城市缺少更多的就业机会以吸引其他地方民众移居当地,从而限制了中小型城市的发展。

从全国范围来看,利用夜间灯光识别出的像元尺度城市房屋空置区域在空间上分布分散,相较于非城市化地区,空置区域面积很小。篇幅所限,本文无法在全国尺度上清晰地展示所有房屋空置地区的空间分布。因此,基于房屋空置率高低以及城市规划类别等因素,在全国范围内分别选择乌鲁木齐、石嘴山—乌海、临沂、兰州、邵阳—衡阳—娄底、渭南—运城—三门峡等 6 个样本区域进行具体分析(图 3)。这些城市的选择考虑了东西部、南北方的差异,从地形地貌、产业结构和城市化发展水平等



审图号: GS(2016)2885

图 3 房屋空置率空间分布图

Fig.3 Spatial distribution of house vacancy rate

多角度出发,综合选择了平原型、河谷型、资源型、农业城市、综合类城市等不同类型。

乌鲁木齐市的高住房空置地区位于甘泉堡、东二环以东、南山、达坂城和南站以西的部分地区,以上地区均位于城市的边缘区域或郊区,距离市区相对较远,受交通出行和生活基本需求等方面的约束,人们更青睐于距离市区较近的区域,使得这些区域人口聚集度低,房屋空置率较高。石嘴山市和乌海市均是著名的煤炭老工业城市,石嘴山房屋空置高的区域主要集中在东北部惠农区与乌海市相接壤的经济技术开发区。作为宁夏工业重镇,大力发展工业成为区域发展的主要目标,导致第三产业等其他行业发展相对滞后。此外,经济技术开发区主要以知识密集型产业为主,使得就业机会相对较

少,从而导致该区域房屋空置率较高。乌海市房屋空置率高的地区主要分布在中部的棋盘井—海南地区、乌斯太—乌达地区,此外,北部的千里山—蒙西地区房屋空置率也较高。临沂市西、北、东三面群山环抱,南部为冲积扇平原,地势起伏较大,加之大量农村居民点广泛分布,使得汤河镇、白沙阜镇、枣园镇、义堂镇、马场湖镇、沂堂镇和神山镇等区域的房屋空置率较高。兰州市是河谷型城市的典型代表,南北两山夹峙,东西黄河穿城而过,具有带状盆地城市的特征。受地形条件的限制,城区可利用土地资源面积有限,为改善城市环境和城镇化压力,近年来采取南升北拓、东扩西展的城市空间发展战略,尤其在黄河以北利用低丘缓坡削山造地。而新建的兰州新区距离主城区较远,交通不便,造

成以上区域以及城市周边距中心城区较远的部分地区房屋空置现象严重。湖南省的衡阳、邵阳、娄底3市交界地带,住房空置区域主要是由于主城区向外拓展,郊区新区人口聚集的空间匮乏所致。运城、渭南、三门峡3市交界地带城市拓展过程中,黄河阶地河谷地区成为房屋空置高发地带。

3.2 基于微博签到数据的房屋空置识别结果

3.2.1 常驻地识别与居民活动强度

基于核密度分析方法,对微博签到行为空间变化特征进行分析。从全国范围内分别选择湖州市、临沂市、鄂尔多斯市、乳山市、金昌市和克拉玛依市等6个不同类型的城市进行对比研究,在城市类型上包括工业型城市和农业型城市,也有旅游型城市和资源型城市。在地理位置上和自然条件方面,既有东部城市和西部城市,还有山区城市和平原城市。通过对核密度分析结果渲染拉伸(图4),图4中

颜色越深,则表示人们活动越频繁;相反,颜色越浅,表示该区域人们活动相对较少。总体来看,人们活动范围主要集中于中心城区,且以中心城区为圆心呈同心圆状分布,空间聚集程度由中心城区向城市周围逐渐递减。颜色较深,面积较大的区域主要集中分布于老城区以及城市副中心区,每个城市都以中心城区为圆心,从圆心向城市外围颜色逐渐变淡,说明人们活动密度也由城市中心区域向外围逐渐降低,居民活动空间由中心城区向四周以同心圆状辐射。由于城市经济发展水平、人口数量和城市发展规模等的不同,不同类型城市的人们活动范围空间差异较大,6个城市中临沂市的中心城市聚集程度最高,签到次数最多达到11 188次;克拉玛依市城市聚集程度最低,签到次数最高只有1 002次。其他城市空间聚集程度高低依次是湖州市>金昌市>乳山市>鄂尔多斯市。

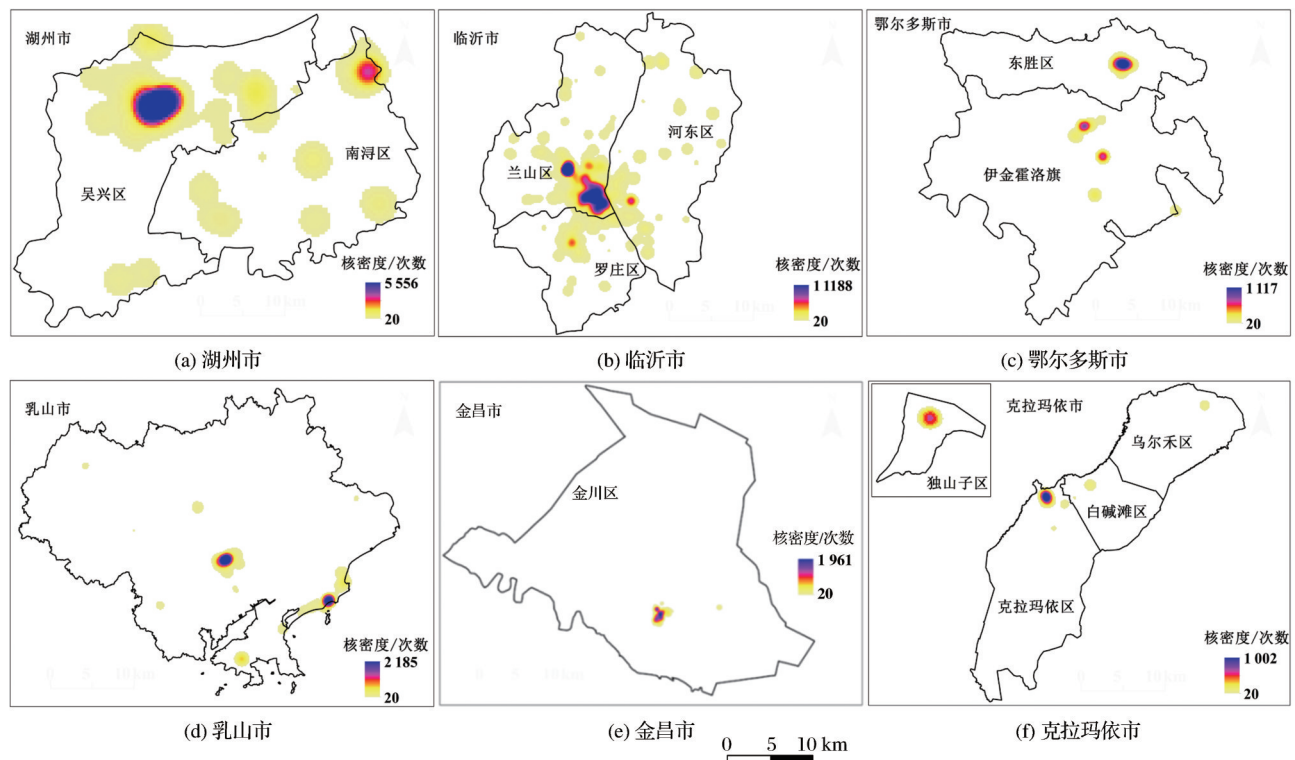


图4 微博签到核密度结果示意图

Fig.4 Kernel density analysis of micro-blog check-in

微博签到数据往往具有一定的随机性,某一地点一两次的签到并不能反映什么问题,但如果某地进行频繁签到,则认为该地居民活动频繁,可将该地视为一个常驻地。在海量的微博签到数据中,噪声点偶有存在,所以,在进行居民活动强度测算时,首先需对噪声点进行剔除,进而识别出常驻地。本文利用基于密度的聚类算法,对湖州市、临沂市、

鄂尔多斯市、乳山市、金昌市和克拉玛依市等6个城市的微博签到常驻地进行空间识别,识别结果如图5所示。

通过基于密度的聚类算法,对居民常驻地进行空间识别,确定居民的空间活动范围。但由于职住分离现象等的影响,利用常驻地研究居住区的空间聚集程度仍有一定弊端。由于以上问题的存在,通

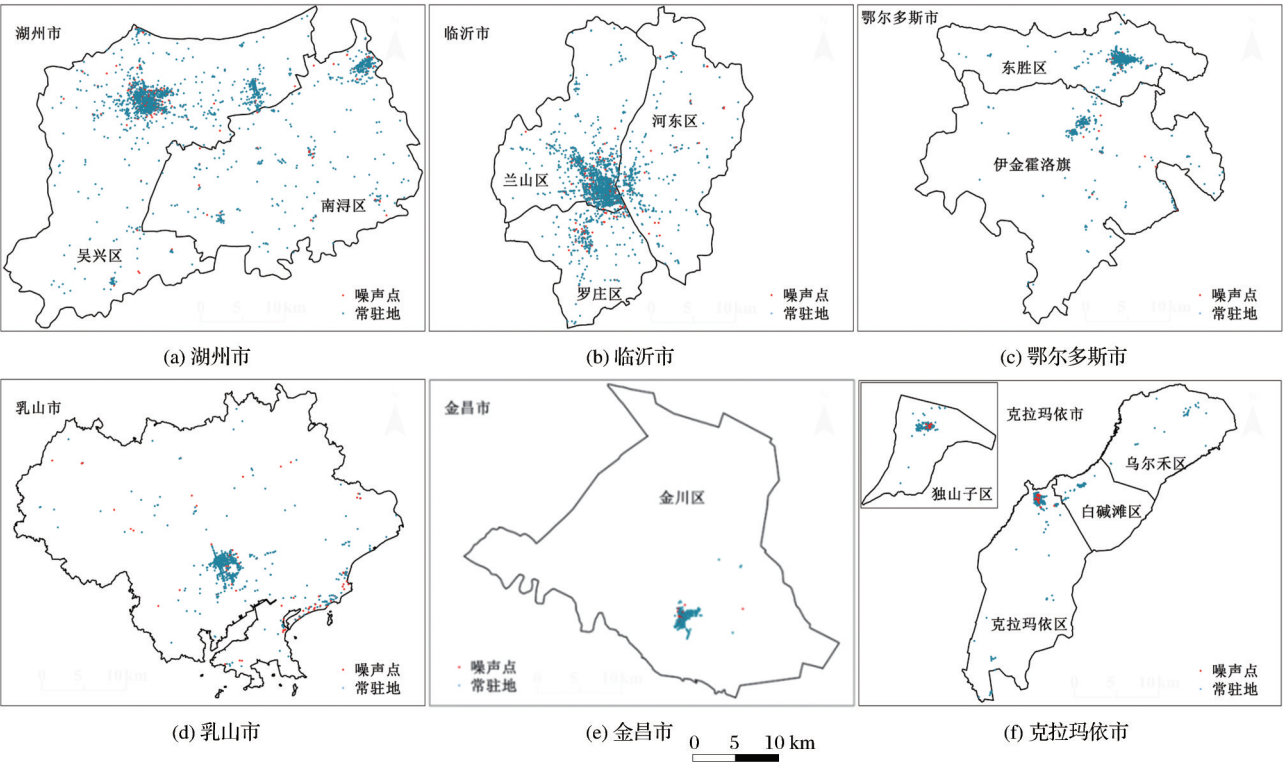


图 5 常驻地识别结果示意图

Fig.5 Results of residential areas identification

过属性字段对住宅区微博签到常驻地进行空间提取,在此基础上,基于热力分析对居住区的空间热

点进行识别,进而识别不同区域居民的空间活动强

度(图6)。

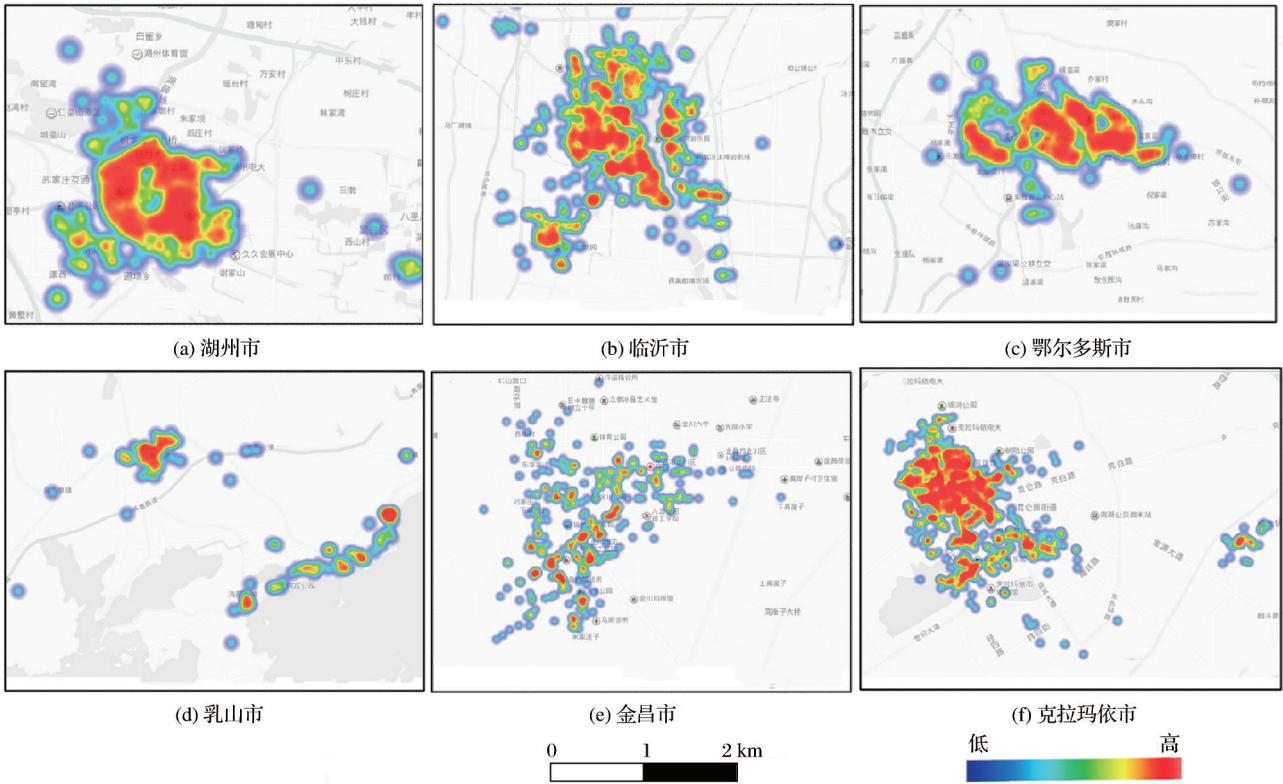


图 6 居民活动强度示意图

Fig.6 The intensity of resident activities

3.2.2 城市内部房屋空置识别

微博签到数据为点数据,居住区多为多边形数据,且签到数据不可能完全处于居住区的中心内,加之各居住区的大小形状也各不相同,为便于分析,通过对兰州市、张掖市、金昌市、嘉峪关市、沈阳市、南京市、西安市、长沙市等的实地调研,最终决定利用阈值法进行城市内部房屋空置识别。

2013年中国城镇居民人均住房建筑面积 36 m^2 ,使用面积约为 30 m^2 ,按照这个标准, $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 的格网中大致包含333个人,本文所用到的微博数据的总数为88百万,而中国目前人口总数为13.6亿,因此平均 $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 的格网包含约21个微博用户。因此,本文定义如果一个格网中感兴趣点数量小于标准的四分之一,则视为房屋空置区域。换言之,若包含感兴趣点数目最多的前6个格网的总数小于30则视为房屋空置区域(图7的红色方框表示识别出的房屋空置区域)。版面所限,图7只显示了6个样本城市的房屋空置结果。所示的6个样本城市,都有关于房屋空置现象的报告。而通过对样本城市内部房屋空置空间识别结果中可以看到,部分房屋空置区域,处于城市的边缘区域,由于城市郊区或周边交通等基础设施不够完善,人口聚集度低,最终形成房屋空置;部分房屋空置区域相对分散,一些中小型城市位于山区且城市化水平较低,中心城区规模小,产业不发达,加之城市规划布局较为分散,农村居民点分散且面积大,形成了房屋空置现象;部分房屋空置区域位于城市新区,由于地方政府进行新区、新城建设缺乏科学的规划和合理的布局,使得规划内容与城市实际需求差别过大,加之基础设施等不够完善,造成新区、新城人烟稀少,从而形成房屋空置。综上所述,房屋空置现象更易在一些中小型城市出现,并且受城市地形、规模、政府规划政策、产业不发达等因素影响,城市内部房屋空置区域分布不一。但不可否认,城市房屋空置现象,已经成为了大部分城市的共有特征,其重要程度有目共睹,更需要有关部门的高度重视和改善措施的制定。

4 讨 论

引入陈佐旗等^[18-19]提出的利用夜间灯光遥感数据识别房屋空置的方法,结合微博签到数据量化地评价区域房屋空置现象,作为一种探索,受制于遥感数据等本身存在不足,加之数据处理方法可能

的缺陷,以及考虑到各城市在地理位置、自然环境、城市规划布局等多方面不可避免地存在差异,导致本文在城市区域提取等方面的精度不足。此外,住房空置测度问题极为复杂,可参考的定量研究案例并不多,因此,本文的测度结果存在一定程度的不确定性,体现在:

(1)本文所用的NPP-VIIRS夜间灯光数据目前虽是夜间灯光遥感数据中分辨率较高的产品(空间分辨率为 $500\text{ m}\times 500\text{ m}$),但在进行城市内部研究时,该尺度仍然存在一定的局限性,空间分辨率较低,数据的精准性不高。

(2)由于夜间灯光数据具有高度的灵敏性,使得数据中存在一些噪声点,如火山喷发、渔船灯光、高反照率的积雪表面和背景噪声等。针对此类缺陷,国内外学者提出了多种降噪、去除饱和、降低溢出效应的方法,但截至目前尚没有得到普遍认可的处理方法,不同方法均存在局限性。虽然本文使用分辨率更高、星上定标的NPP-VIIRS夜间灯光数据,但在房屋空置率估算过程中仍会产生一些测量误差。

(3)本文所用土地利用数据虽然空间分辨率为 $30\text{ m}\times 30\text{ m}$,总体解译精度为65.51%,对于全国范围来说精度已满足实验要求,但就进行城市内部房屋空置分析而言,房屋空置的估算精度仍较低,所以估算结果在一定程度上将受到影响。

(4)大区域上遥感估算结果的精度验证问题始终困扰着从事遥感反演的学者们,成为最具争议的问题。本文基于夜间灯光视角对中国房屋空置现象进行空间识别,并在前期已对行政单元尺度的房屋空置空间分异格局进行探究^[20]。微博签到数据具有数据量大、信息丰富、成本低和时效性强等特点,借助微博签到数据的优势弥补夜间灯光数据的不足,对夜间灯光数据估算结果进行对比验证。尽管最后的结果较为理想,但是在一些常住人口少,流动人口多的区域,由于职住地数目整体偏少容易产生一些错误常驻地。从样本分布来看,微博签到样本总体以青年人和中年人为主,老人和幼儿使用微博的较少,所以样本仍存在一定的偏差。本文虽对一些城市小区夜晚住宅的空置进行了实地调研,但由于各地生活习惯、新旧小区差异等复杂原因,高精度的验证尚难以开展。

房屋空置现象是由自然环境、社会经济发展水平和政府行政力互相耦合作用的综合结果^[26],具体

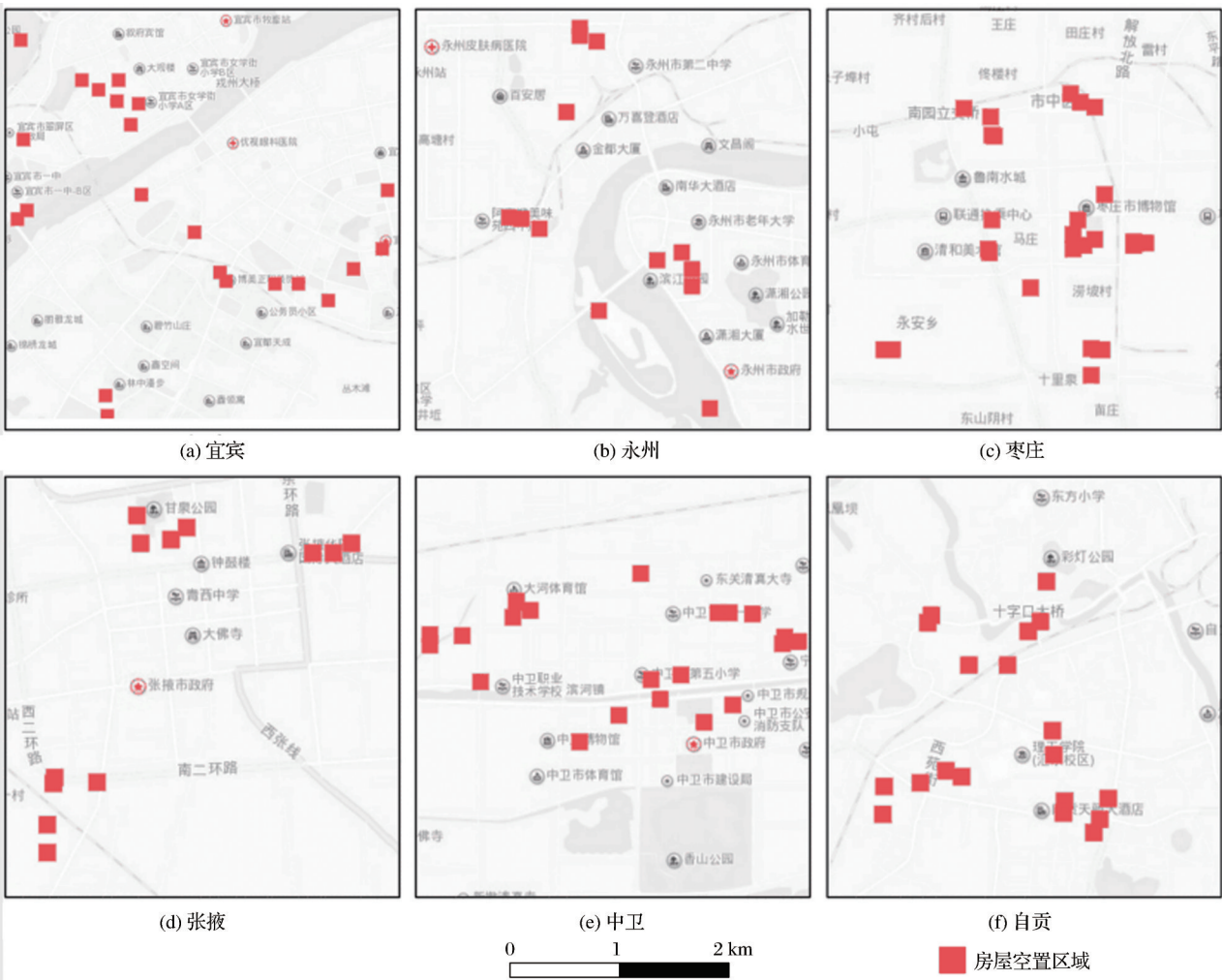


图7 城市内部房屋空置空间识别结果图

Fig.7 The spatial identification of house vacancy in urban internal area

表现为受地理位置、地形地貌以及气候等自然环境的约束和地域差异的影响,不同的城市空间结构差异明显,同时也框定了城市发展的基本格局,在一定程度上限制了城市空间的演变,属于先天性的自然约束。交通区位、人口密度、基础设施服务和资源开发等社会经济发展水平因素与自然环境因素对城市规划布局的影响,进一步强化了城市空间布局的不平衡性。受政绩考核的影响,地方政府在决策过程中,往往会受到GDP、投资、招商引资等行为所左右,使得地方政府过度依赖土地财政,追求大项目,追捧大投资,不可避免地出现重复建设等现象,在这个过程中出现了投资拉动经济增长的极端现象,即所谓空城(“鬼城”)现象,这也是导致房屋空置现象产生的根本原因。本文只是从空间视角对房屋空置的总体格局进行了一些探索,可能得到的只是住房空置的一种表象,深层次的驱动机制分析有待在详细调研的基础上,结合其他数据进行具

体分析。

截至目前,无论是政府等政策制定和执行层面,还是房地产界和学术界,尚没有普遍认可的关于住房空置的定义。代表性的一种观点认为中国的房地产市场相较于西方,发育的历史较短,西方国家住房市场以存量房为主体,我国住宅空置的统计指标体系应当有差别化的形式,存量市场采用全部房屋空置数量占房屋总存量的比重来衡量,而增量市场则采用商品房空置数量占报告期可供销售、出租商品房数量的比重这类吸纳类指标来测度。可预期的是,我国房地产市场今后的发展不可避免地会由新建商品房为主体,向存量房交易为主体的过渡和演变,住房空置率的计算也应与国际接轨,包括新房在内的所有存量房。腾讯公开发布的《2015年5月全国城市住房市场调查报告》揭示,中国的住房空置率总体来看在30%以下。考虑的中国国情、房地产政策等与国外的差异,腾讯将30%

视为中国房地产“警戒线”,如果按照这个标准,目前全国住宅市场空置率尚处于安全范围内。作为“最复杂的商品”,我国城市住房市场的复杂程度超乎想象,由于认识不一致、住房市场的异常复杂、空置率计算缺乏组织等,真实的住房空置率数据迟迟无法获得。本文的探索更多地是一种全国层面上的宏观状况,可以作为未来相关研究的参考,对于更小尺度的微观分析还需具体问题具体分析。随着我国房地产业供给侧结构性改革的推进,以及新型城镇化的深入发展,住宅的存量市场必然会逐步占据房地产市场的主体,与国际接轨,以存量房来计算住房空置率的做法应当逐渐成为主流。

由于NPP-VIIRS夜间灯光遥感影像在2012年后才可以获得稳定的数据产品,而获取连续年份的土地利用数据较为困难,其更新周期长,因此,本文没有开展长时间序列房屋空置情况的探究。选择微博签到数据作为数据源对居民空间活动强度进行探究,但用户样本仍存在一定偏差^[27],未能完全包括所有人群,若将手机微信数据、公交刷卡数据、出租车车载GPS数据与微博签到数据互相结合,则样本数据更加全面,采样偏差较小,结果更具有科学性。此外,未来研究应当在获取更高分辨率数据的基础上,区分租房、销售房以及各类型住房的空置率。住房空置是一种复杂的社会现象,仅凭遥感等空间数据可能无法精准识别或测度,但作为一种探索研究,期望本文的方法和结论能给相关研究和政策制定以启示。

5 结 论

本文尝试利用夜间灯光数据和微博签到数据,对中国不同尺度的房屋空置进行空间识别和分异格局探究,直观地展示房屋空置的空间可视化效果,弥补了传统方法数据缺失、口径不一等缺陷。基于夜间灯光遥感数据和全国土地覆盖数据,对房屋空置率进行空间识别。利用微博签到数据,通过基于密度的聚类算法和热力分析对居民活动空间强度进行分析,从“鬼城”指数排名靠前的100个城市中随机选择30个样本城市,进行城市内部房屋空置空间识别。研究发现,东部沿海经济发展较快的地区房屋空置率较低,中西部地区的房屋空置现象较为显著;房屋空置率高的区域主要集中分布于低空置率区域的周边地区,且沿着中心城区向外逐渐增加;从城市规模来看,房屋空置现象在中小型城

市中更加突出,并且受城市地形、规模、政府规划政策、产业不发达等因素影响,城市内部房屋空置区域分布不一。

参考文献(References):

- [1] Xi Jinping. Secure a Decisive Victory in Building a Moderately Prosperous Society in All Respect and Strive for the Great Success of Socialism with Chinese Characteristics for a New Era[M]. Beijing: People's Publishing House, 2017.[习近平. 决胜全面建成小康社会,夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[M]. 北京:人民出版社,2017.]
- [2] Wang Chunmeng, Gu Renxu. Research on the Path to Achieve "Urban and Industrial Integration" of Kangbashi[J]. Chinese Journal of Population, Resources and Environment, 2014, 24(11): 287-290.[王春萌, 谷人旭. 康巴什新区实现“产城融合”的路径研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(11): 287-290.]
- [3] Shepard W. Ghost Cities of China[M]. London: Zed Books, 2015.
- [4] Liang Qian. Ministry of Land: Urbanization Scale Should be Controlled by "Land Use Limit"[N]. Economic Information Daily, 2013-04-30(1).[梁倩. 国土部:应以“用地极限”控制城镇化规模[N]. 经济参考报, 2013-04-30(1).]
- [5] Zhu Jianhong. Ministry of Construction: China will Improve Housing Vacancy Statistic[N]. The People's Daily, 2003-09-19(2).[朱剑红. 建设部:我国将改进房屋空置统计方法[N]. 人民日报, 2003-09-19(2).]
- [6] Vakili-Zad C, Hoekstra J. High Dwelling Vacancy Rate and High Prices of Housing in Malta, A Mediterranean Phenomenon[J]. Journal of Housing & the Built Environment, 2011, 26(4): 441-455. doi:10.1007/s10901-011-9232-y.
- [7] Gabriel S A, Nothaft F E. Rental Housing Markets and the Natural Vacancy Rate[J]. Real Estate Economics, 2010, 16(4): 419-429. doi: 10.1111/1540-6229.00465.
- [8] Dipasquale D, Wheaton W C. Urban Economics and Real Estate Markets[M]. Englewood: Prentice Hall, 1996.
- [9] Chen Yang. Summary of Domestic and Foreign Research on Housing Vacanc[J]. Information of Economics and Law, 2015(2): 57-64.[陈洋. 国内外住宅空置问题研究综述[J]. 财经政法资讯, 2015(2): 57-64.]
- [10] Zhao Fengjun, Wang Xianzhu. International Experience and Preliminary Estimation of Urban Housing Vacancy Rate Statistic[J]. Modern Economic Research, 2011(9): 18-22.[赵奉军, 王先柱. 城市住房空置率统计的国际经验与初步估计[J]. 现代经济探讨, 2011(9): 18-22.]
- [11] Nie Xiangyu, Liu Xinjing. Types of "Ghost Towns" in the Process of Urbanization and Countermeasures[J]. Journal of Nantong University: Social Sciences Edition, 2013, 29(4): 111-117.[聂翔宇, 刘新静. 城市化进程中“鬼城”的类型分析及其治理研究[J]. 南通大学学报: 社会科学版, 2013, 29(4): 111-117.]

- [12] Gao Wei, Gao Meiling. Exploration on the Formation Reasons and Types of "Ghost City" in China[J]. Rural Economy and Science, 2016, 27(22): 184-184.[高卫, 高美玲. 我国“鬼城”形成原因和类型探索[J]. 农村经济与科技, 2016, 27(22): 184-184.]
- [13] Xiao P, Wang X, Feng X, *et al.* Detecting China's Urban Expansion over the Past Three Decades Using Nighttime Light Data[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2014, 7(10): 4095-4106. doi: 10.1109/jstars.2014.2302855.
- [14] Chi G, Liu Y, Wu Z, *et al.* Ghost Cities Analysis based on Positioning Data in China[J]. Computer Science, 2015, 68(12): 1150-1156.
- [15] Zheng Q, Ying Z, Deng J, *et al.* "Ghost Cities" Identification Using Multi-source Remote Sensing Datasets: A Case Study in Yangtze River Delta[J]. Applied Geography, 2017, 80: 112-121. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.02.004.
- [16] Niu X. Estimating Housing Vacancy Rate in Qingdao City with NPP-VIIRS Nighttime Light and Geographical National Conditions Monitoring Data[C]// The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-3. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-3-1319-2018.
- [17] Lu H, Zhang C, Liu G, *et al.* Mapping China's Ghost Cities through the Combination of Nighttime Satellite Data and Daytime Satellite Data[J]. Remote Sensing, 2018, 10(7): 1037. doi: 10.3390/rs10071037.
- [18] Chen Z, Yu B, Hu Y, *et al.* Estimating House Vacancy Rate in Metropolitan Areas Using NPP-VIIRS Nighttime Light Composite Data[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations & Remote Sensing, 2015, 8(5): 2188-2197. doi: 10.1109/jstars.2015.2418201.
- [19] Chen Zuoqi. A Multiscale Analysis on Urban Area and Spatial Structure based on Nighttime Light Data[D]. Shanghai: East China Normal University, 2017: 81-85.[陈佐旗. 基于多源夜间灯光遥感影像的多尺度城市空间形态结构分析[D]. 上海: 华东师范大学, 2017: 81-85.]
- [20] Zhang Yongnian, Pan Jinhu. Spatio-temporal Simulation and Differentiation Pattern of Carbon Emissions in China based on DMSP/OLS Nighttime Light Data[J]. China Environmental Science, 2019, 39(4): 1436-1446.[张永年, 潘竞虎. 基于DMSP/OLS数据的中国碳排放时空模拟与分异格局[J]. 中国环境科学, 2019, 39(4): 1436-1446.]
- [21] Yu Le, Wang Jie, Li Xuecao, *et al.* A Multi-resolution Global Land Cover Dataset through Multisource Data Aggregation[J]. Scientia Sinica Terrae, 2014, 44(8): 1646-1660.[俞乐, 王杰, 李雪草, 等. 基于多源数据集成的多分辨率全球地表覆盖制图[J]. 中国科学: 地球科学, 2014, 44(8): 1646-1660.]
- [22] Dong Leilei, Pan Jinhu, Feng Yaya, *et al.* Spatial Difference Pattern of House Vacancy in China from Nighttime Light View[J]. Economic Geograph, 2017, 37(9): 62-69.[董磊磊, 潘竞虎, 冯娅娅, 等. 基于夜间灯光的中国房屋空置的空间分异格局[J]. 经济地理, 2017, 37(9): 62-69.]
- [23] Letu H, Hara M, Yagi H, *et al.* Estimating Energy Consumption from Night-time DMSP/OLS Imagery after Correcting for Saturation Effects[J]. International Journal of Remote Sensing, 2010, 31(16): 4443-4458. doi: 10.1080/01431160903277464.
- [24] Shi X. Selection of Bandwidth Type and Adjustment Side in Kernel Density Estimation over Inhomogeneous Backgrounds[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(5): 643-660. doi: 10.1080/13658810902950625.
- [25] Anant R, Sunita J, Jalal A S, *et al.* A Density based Algorithm for Discovering Density Varied Clusters in Large Spatial Databases[J]. International Journal of Computer Applications, 2011, 3(6): 1-4. doi: 10.5120/739-1038.
- [26] Liu Tao, Cao Guangzhong. Determinants of City Size of China: Development, Government and Location[J]. Resources Science, 2011, 33(8): 1570-1577.[刘涛, 曹广忠. 中国城市用地规模的影响因素分析——以2005年县级及以上城市为例[J]. 资源科学, 2011, 33(8): 1570-1577.]
- [27] Gong Yanhao, Zhen Feng, Xi Guangliang. Spatial Pattern of Focus and Response of the Belt and Road Initiative Empirical Analysis of Sina Micro-blog[J]. Areal Research and Development, 2018, 37(2): 29-35.[龚言浩, 甄峰, 席广亮. “一带一路”倡议关注与响应的空间格局——基于新浪微博数据的分析[J]. 地域研究与开发, 2018, 37(2): 29-35.]

Study on the Spatial Identification of Housing Vacancy

He Lei¹, Pan Jinghu¹, Dong Leilei²

(1.College of Geography and Environmental Sciences, Northwest Normal University,
Lanzhou 730070, China;

2.Key Laboratory of Remote Sensing in Gansu Province, Heihe Remote Sensing Experimental Research
Station, Chinese Academy of Sciences, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources,
Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Housing Vacancy Rate (HVR) is an important index in assessing the healthiness of residential real estate market. Due to lack of clear and effectively evaluation criterion, the understanding of housing vacancy in China is then rather limited. This paper quantitatively analyzed spatial identification and difference pattern of house vacancy at different scale in China by using nighttime light data and micro-blog check-in data, in order to make up the deficiency of traditional methods in the aspects of data missing and differential approach. The nighttime light intensity for non-vacancy area is estimated after removing the nighttime light intensity from non-residential sources of NPP-VIIRS light data and difference of nighttime light caused by the different urban area ratio. Then, the HVR is calculated for the spatial pattern analysis. This paper analyzed the spatial strength of residents activities by using micro-blog check-in data, based on density-based spatial clustering of applications with noise and heat map. The 30 sample cities were selected to identify house vacancy from 100 cities which ghost city index were high. The following conclusions were drawn through the study: The HVR of eastern coastal cities and regions with rapid development of economy were lower, while the phenomenon of house vacancy in central and western regions were more obvious. The HVR increased from eastern coastal regions to inland areas. What's more, the phenomenon of house vacancy in middle and small cities were more distinct from the aspect of urban scale. The house vacancy of China were divided into five types: industry or resources driven, government planned, epitaxy expansionary, environmental constraint and speculative activate by taking the factors of natural environment, social economic development level, and population density into consideration. This may shed light on policy implications for Chinese urban development.

Key words: House vacancy; Spatial identification; Nighttime light; Micro-blog check-in; Spatial pattern