

基于位置大数据的村域尺度多功能性评价 ——以苏州市为例

袁源¹, 张小林^{2,3}, 李红波^{2,3}, 胡晓亮², 王亚华^{2,3}

(1. 河海大学公共管理学院, 南京 211100; 2. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 南京 210023)

摘要: 村域尺度的多功能性评价对于揭示乡村空间由同质性向异质性分化发展具有重要意义。研究将探索乡村空间行为主体的活动变化作为多功能性评价的新思路, 基于位置大数据反映的人类活动规律, 构建了乡村空间居住、就业和消费三大功能指数, 并就苏州市以农业和生态用地为主的陆巷村和众安桥村、建设用地为主的集善村和周泾村进行了实证分析。结果显示: 具有相似区位条件和地域特征的乡村空间在工作日、双休日、节假日表现出不同的主导功能, 可进一步划分为农旅结合型、兼业竞争型, 以及现代园区型、城镇生活型。作为大数据方法在乡村地理学领域的一次有益尝试, 研究结论可为乡村振兴战略提出的分类推进乡村发展提供科学借鉴。

关键词: 多功能性; 村域尺度; 功能指数; 人类活动; 大数据; 苏州

随着20世纪90年代全球粮农体系 (Global Agri-Food System) 逐步建立^[1], 西方发达国家的农业生产主义体制开始向多功能农业体制 (Multifunctional Agricultural Regime) 转型, 农业不仅能够提供粮食、纺织品等商品, 还具有提供生态环境、文化景观等非商品的多功能性^[2-4]。2001年经济合作与发展组织 (OECD) 发出倡议, 多功能性应从理念发展为农业政策的主轴, 农地用途应由单一生产功能转向多元分化^[5], 西方学者也围绕农业多功能和后生产主义转型、乡村多功能分化等议题开展了大量的理论和实践研究^[6,7]。国内学者从20世纪末开始关注乡村功能分类研究^[8], 通过分析苏南乡村空间系统的演化过程, 提出“在城市化大趋势下, 乡村自身的功能不断发生变化, 乡村空间不仅仅是农业经济活动的空间, 而是一二三产综合发展的多功能空间”的观点^[9]。进入21世纪, 随着国家新农村建设、美丽乡村建设等政策的先后实施, 乡村空间转型重构不断加速^[10,11], 在新时期国家实施乡村振兴战略的背景下, 农业愈发承载食品安全、社会稳定和生态产品等多重功能^[12], 乡村多功能性研究愈发受到关注。当前, 地理学界围绕功能内涵^[13]、空间重构^[14]、分异特征^[15]、可持续发展^[16]等一系列议题进行了理论与实践探讨, 但主要集中在省、市、县层面, 很少涉及乡镇, 尤其是村。由于缺乏行政村一级系统性、连续性、公开性的经济社会数据, 研究人员在村域尺度只能自行开展田野调查^[17], 或者采用统计年鉴中的乡镇数据^[18], 加大了基础数据获取的难度和不确定性, 亟需探索村域尺度

收稿日期: 2019-07-03; 修订日期: 2019-11-15

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42001196, 42071224, 41871178)

作者简介: 袁源 (1986-), 男, 江苏常州人, 博士, 讲师, 研究方向为大数据与国土空间规划、乡村转型。

E-mail: hhuyuan@163.com

通讯作者: 张小林 (1966-), 男, 江苏南京人, 博士, 教授, 研究方向为城乡发展与区域规划。

E-mail: xiaolin-zh@163.com

评价乡村空间多功能性的新方法、新途径。

近年来,信息与通讯技术(ICT)的快速发展,使得带有地理坐标、移动轨迹、迁移过程等信息的人类时空行为数据能够被连续观测和记录,革新了过去依赖调查走访获取个体行为时空变化的传统手段,也推动了前沿技术在人文地理学领域的应用^[19,20]。但现有大数据研究成果基本聚焦在城市空间,涉及乡村的仍不多见。村域尺度的多功能性评价作为一项基础性研究,对我国乡村发展和振兴的科学路径选择具有重要参考价值^[21]。本文以全国城乡发展一体化综合改革试点城市苏州市为案例区,将位置大数据应用于揭示乡村空间多元行为主体的活动规律与多功能性之间的关联,以期探索村域尺度多功能性评价的新思路。

1 研究方法与数据来源

1.1 基本分析框架

1.1.1 基于行为主体活动规律的多功能性认知

当前地区、省市尺度的乡村地域多功能研究通常采用经济社会数据和土地利用数据^[22,23],一定程度上忽略了日常生活中行为主体对乡村空间转型的关键作用^[24]。长期以来,人类活动变化一直都是乡村研究关注的焦点,与乡村空间的动态变化紧密关联^[25,26]。现有研究表明,无论是选择外出务工的年轻人,还是返乡的打工者,或是在节假日、季节性流入的城市游客^[27,28],都关系着乡村空间的动态变化。当前我国已经进入城乡融合发展的新阶段,乡村空间的格局、要素、结构和组织关系等呈现出加速重构的趋向,乡村空间差别化、多元分化发展的趋势愈发明显。部分乡村越来越城镇化,甚至不亚于小城镇;部分则向特色化、专业化方向演变,发展成为工业村、旅游村、现代农业村等;部分出现既向外扩张又存在内部空心化的现象;部分则因为人口外流引发衰退甚至消亡。案例区苏州市在城镇化、工业化、现代化发展过程中,乡村空间及其功能几经转型和分化^[29]。从农耕文明时期“日出而作、日落而息”的传统居住功能,到苏南模式时期“离土不离乡、进厂不进城”的居住和就业功能升级,再到美丽乡村时期“乡村让城市更向往”的假日消费功能,人类活动目的及其活动方式的动态变化映射了乡村空间的多功能分化。因此,研究从行为主体活动特征的差异性形成了对乡村空间居住、就业、消费三大功能的一般性认知。

(1) 居住功能是乡村地域的基本功能,是长期日出而作、日落而息的人类活动形成的自然规律。如图1a所示,工作日白天村民在周边乡镇或进城务工,到了晚上陆续返

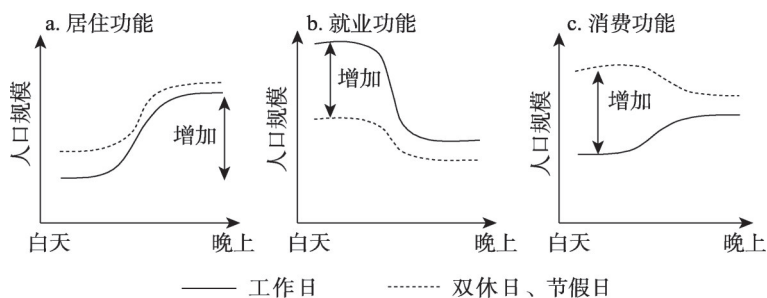


图1 不同时段人类活动特征曲线与乡村功能认知

Fig. 1 Curves of human activities characteristic in various periods and recognition of rural function

回,一天当中人口规模随时间变化表现为逐渐增加的S型曲线。到了双休日、节假日,白天人口规模较之于工作日有所增长,而晚上人口规模又与工作日基本一致,可以确定白天增加的部分是工作日外出务工的群体,村落以居住功能为主。

(2) 就业功能突出反映在工作日白天时段较之于双休日、节假日白天增加的人口规模。如图1b所示,工作日白天大量劳动力涌入,到了晚上务工人员返回各自居住地,人口规模表现为倒S型曲线,这一情况在苏州市的工业村较为常见。由于工业化、城镇化基础较好,乡镇工业或者服务业已经取代农业成为当地的主导产业,吸引大量外来务工人员。而在双休日、节假日,由于大部分乡镇企业不开工,白天人口规模明显下降。

(3) 消费功能则表现在双休日、节假日的人口规模较之于工作日有明显增加。服务于城市居民假日消费需求的乡村地域空间,往往位于保留田园风光、乡土文化的远郊区。如图1c所示,工作日人类活动仍旧遵循早出晚归的农业型乡村特征,以居住功能为主,而到双休日、特别是节假日白天,大量游客涌入导致人口规模增加幅度明显提升。而近年来,民宿业的迅猛发展还吸引了大量游客在当地过夜,晚上也有相当一部分的人口规模增量。

1.1.2 构建乡村空间三大功能指数

基于以上认识,研究尝试构建乡村空间三大功能指数,并试图回答如下问题:不同地域特征的乡村空间,其居住、就业、消费功能如何定量化识别和评价?如何比较不同乡村空间居住、就业、消费功能的强弱差异,以及同一乡村空间在不同时期(工作日、双休日、节假日)的功能指数变化?研究构建的居住、就业和消费三大功能指数公式如下:

$$H_j = \frac{\overline{SE}_j}{\overline{SD}_j} \quad (1)$$

$$W_1 = \prod_{j=2}^3 \left(\frac{\overline{SD}_1}{\overline{SD}_j} \right) \quad (2)$$

$$C_j = \frac{\overline{ST}_j}{\overline{ST}_1} \quad (3)$$

式中: $\overline{SE}_j = \frac{1}{m} \sum_e^{e+m} SE_{ij}$; $\overline{SD}_j = \frac{1}{n} \sum_d^{d+n} SD_{ij}$; $\overline{ST}_j = \overline{SD}_j \times \overline{SE}_j$; $i=0, 1, 2, \dots, 23$, 表示一天24个小时; $j=1, 2, 3$, 分别代表工作日、双休日和节假日; SD_{ij} 和 SE_{ij} 分别代表白天和晚上各个时点的人口规模。根据职住行为的一般规律,白天时点 d 至 $d+n$ 可取上午7点至下午17点内的数值,晚上时点 e 至 $e+m$ 可取下午18点至次日6点内的数值。

结合公式来看,居住功能指数 H_1 、 H_2 和 H_3 反映了工作日、双休日和节假日三个不同时期晚上和白天人口规模的比值,指数大于1表现为昼出夜归的居住功能,指数越大居住功能越明显;就业功能指数 W_1 反映了工作日较之于双休日、节假日白天人口规模的变化,大于1则说明工作日白天人口规模更多,表现为白天人口集聚的就业功能,指数越大就业功能越明显;消费功能指数 C_j 反映了双休日、节假日较之于工作日白天和晚上人口规模的变化情况,即 C_1 结果为1, C_2 和 C_3 越大说明乡村空间在双休日、节假日的消费功能越强。

1.2 研究区概况

苏州毗邻上海,位于江南水乡的核心区域,孕育并传承了历史悠久的江南农耕文

明。经历了改革开放初期的苏南模式、20世纪90年代的外向型经济、21世纪以来的城乡一体化试点和美丽乡村建设，苏州市的乡村功能在城乡关系不断解构过程中持续分化发展。

研究选取的吴中区陆巷村、吴江区众安桥村、昆山市集善村和周泾村4个案例区各具特色（图2）。其中，陆巷村作为太湖流域古村落文脉的典型代表，不仅自然风光秀美，还具有深厚的历史和文化价值，是江苏省首批国家历史文化名村。众安桥村位于中国蚕丝之乡震泽镇，既有“两湖抱一村”的江南水乡肌理，又依托传统桑蚕业形成了一定规模纺织加工产业链。集善村和周泾村地处苏沪交界，但承接了截然不同的城市功能外溢，集善村借助花桥国际商务城的优惠政策，以发展现代服务业为主导；而周泾村作为规划的集中安置区，已经发展成为人口聚集的居住型区域。根据二调地类汇总结果，2017年陆巷村、众安桥村、集善村和周泾村4个案例区的面积依次为7.1542 km²、3.5112 km²、2.9212 km²和2.7108 km²。其中，陆巷村和众安桥村的空间结构以生态和农业为主，合计占比分别为95.95%和86.15%；而集善村和周泾村以建设空间为主，分别达到80.55%和93.77%^①。

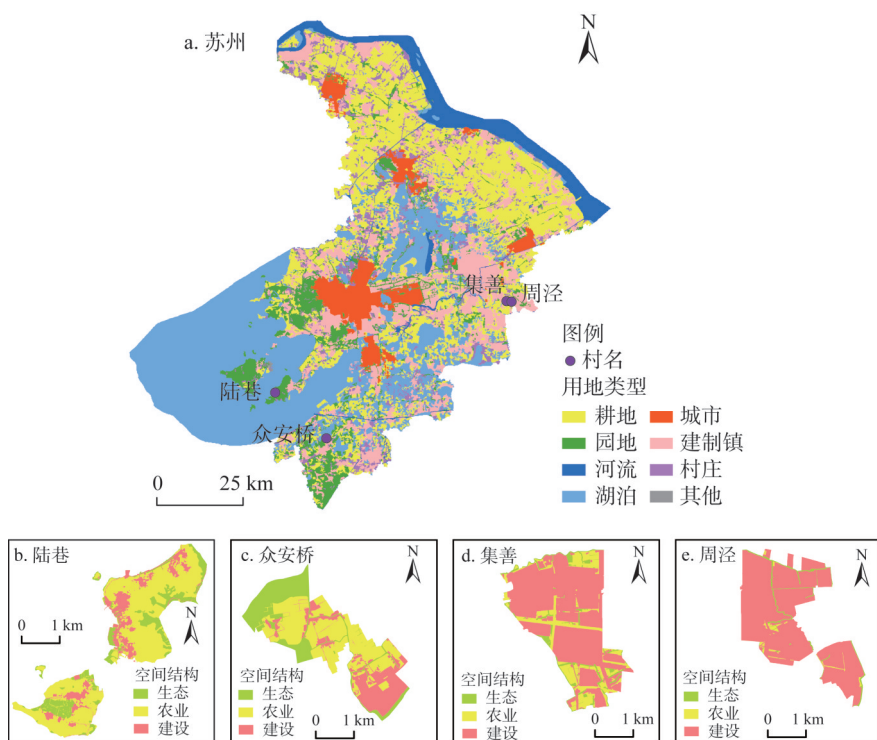


图2 研究区地理位置和范围

Fig. 2 Geographical location and scope of the study area

1.3 数据来源与处理

研究采用的位置大数据是腾讯公司位置大数据平台（heat.qq.com）提供的商业化产

① 地域空间结构根据二调数据汇总，其中，生态空间包括林地、水域和其他用地，农业空间包括耕地和园地，建设空间包括城镇村建设用地和交通用地。

品,通过内嵌在智能手机中的定位传感器和SDK (Software Development Kit) 以及QQ、微信等腾讯系软件实时将用户GPS位置信息上传至服务器,形成位置大数据的来源。与依赖基站位置的手机信令数据不同,位置大数据将原先信令数据100~300 m的误差半径缩小至10 m,从而能够实现较小空间内的定位^[30]。相关报告显示,截至2018年底QQ和微信活跃账户分别超过8亿和10亿,腾讯位置大数据日均定位量超过600亿,90%定位请求精度小于22.5 m,定准成功率达到99.3%。更重要的是,由于能够覆盖广大城乡用户群体,该产品具有在村域尺度探索人类活动规律的优势。

研究通过网络爬虫技术从腾讯提供的开放接口获取案例区范围内Json格式24小时人口统计数据与60分钟间隔人口空间分布数据,并将Json格式的人口基础数据转换成支持几何特征表达,能够对各种地理数据结构进行编码的GeoJSON格式,再在ArcGIS中使用格式转换工具将GeoJSON数据转换成Feature要素类。同时,为Feature要素数据设置空间参考WGS1984地理坐标系,并将定义坐标后的数据转换为西安80投影坐标系,以匹配土地变更调查成果的空间参考。出于数据安全与数据量的考虑,该人口空间分布数据产品进行了模糊处理,即一个坐标点代表周边一定范围人口规模的综合值,以权重表示。研究为了获得每个点代表的真实人口规模,将研究区范围内24小时人口统计数据之和与人口空间分布数据的权重之和进行对比,进一步计算得到单位权重的系数值,进而反算出每一个坐标点的实际人口规模。

相对来说,村域尺度的日常行为活动较为单一,重复性较强,参考一些城市大数据研究选取两周时间来分析行为变化规律^[31,32],同时又要满足研究周期包含工作日、双休日和节假日的需求,最终选取了2018年12月25日至2019年1月7日两周的腾讯位置大数据进行分析。其中,2018年12月30日到2019年1月1日是节假日,2019年1月5日和6日是双休日,其余是工作日。经过数据清洗,4个案例区共保留了超过166万条记录,以ArcGIS的点要素形式保存。以陆巷村为例,2018年12月31日上午10点这一时刻的点要素分布情况如图3a所示,为直观反映各个点要素代表的人口规模及其集聚情况,可对点要素的人口规模字段进行符号分级处理,结果如图3b所示。如此,位置大数据不仅可计算乡村空间内的人口规模,亦可对其在不同日期、不同时段的人口集聚情况进行分析。

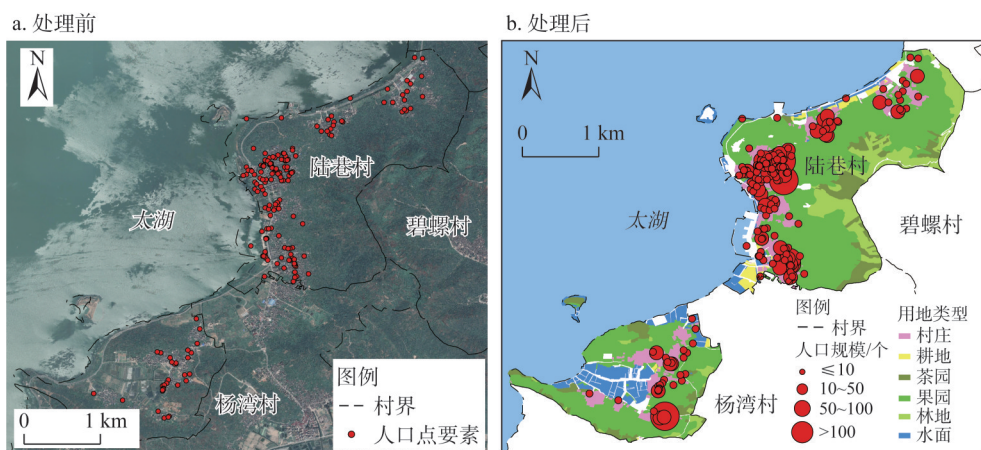


图3 位置大数据在乡村空间的分布

Fig. 3 Distribution of LBS data in rural space

2 结果分析

2.1 不同时期人类活动规律分析

案例区两周共计336个小时内的人口规模及其波动情况如图4所示^②，很明显，位于近郊的两个案例区虽然面积较小，但大部分为建设空间，承载了更多人口规模，而各个案例区的波峰、波谷出现的时刻，整体上也存在一定规律性变化。为进一步凸显不同日期的人口规模变化，箱型图结果显示：陆巷村和周泾村在工作日（日期编号1、2、3、4、5、9、10、11、14）的中位数和平均值都低于双休日（日期编号12、13）和节假日

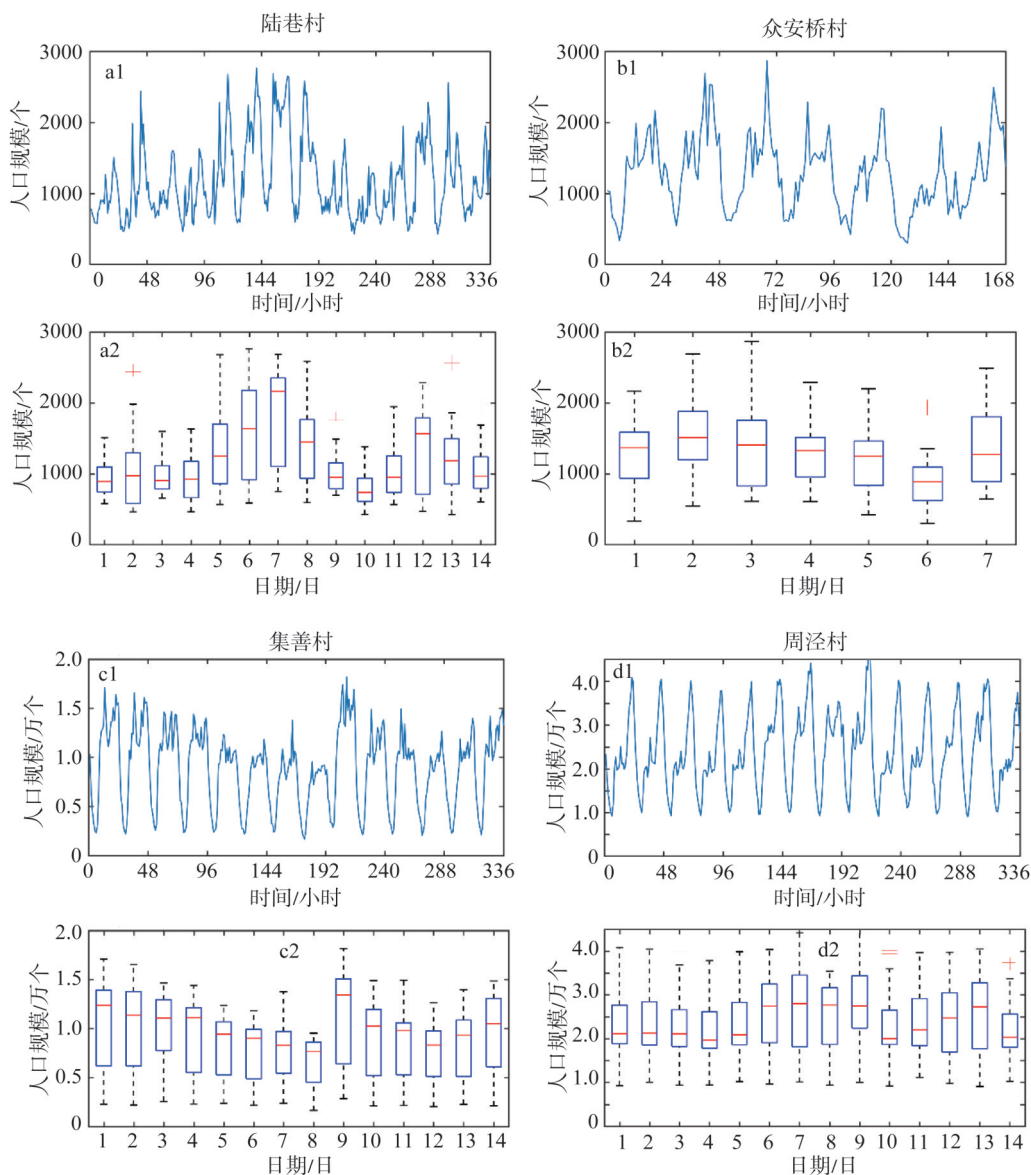


图4 研究周期内不同时段人口规模波动情况

Fig. 4 Volatility of population size in research periods

② 众安桥村仅有2019年1月1日至7日一周的数据。

(日期编号6、7、8),而众安桥村和集善村在工作日的中位数和平均值都高于双休日和节假日。在此基础上,进一步挑选4个案例区具有代表性的工作日、双休日和节假日做24小时变化分析^③。

如图5所示,第一,陆巷村在双休日、节假日人口规模均有较大幅度的增长(包括白天和晚上),与乡村空间消费功能认知较为接近;而周泾村双休日、节假日白天的人口规模增长幅度基本一致,晚上的人口规模与工作日相差无几,表现为明显的居住功能。第二,众安桥村在双休日白天人口规模下降比较明显,反映出该地区的就业功能,但节假日却不明显,说明节假日有一定规模的人口流入,可能是同时具备消费功能的表现(众安桥谢家路自然村入选江苏省首批“特色田园乡村”试点),但也有可能是节假日在周边村镇务工人员返乡;集善村工作日白天和晚上的人口规模相当、双休日白天低于晚上,与居住和就业功能相混合的情形基本一致,同时,节假日白天和晚上明显下降的人口规模说明,该地区从业者多来自周边地区,元旦三天假期在时间上能够满足务工人员的往返需求。考虑到乡村空间三大功能指标要求定量化评价不同时点白天、晚上人口规模变化情况,研究将白天9点至12点、晚上19点至22点(各4个小时,基本上都是各自时间段的波峰)的平均值作为案例区白天和晚上的人口规模(即多功能指数公式中的 \overline{SD}_j 和 \overline{SE}_j)。

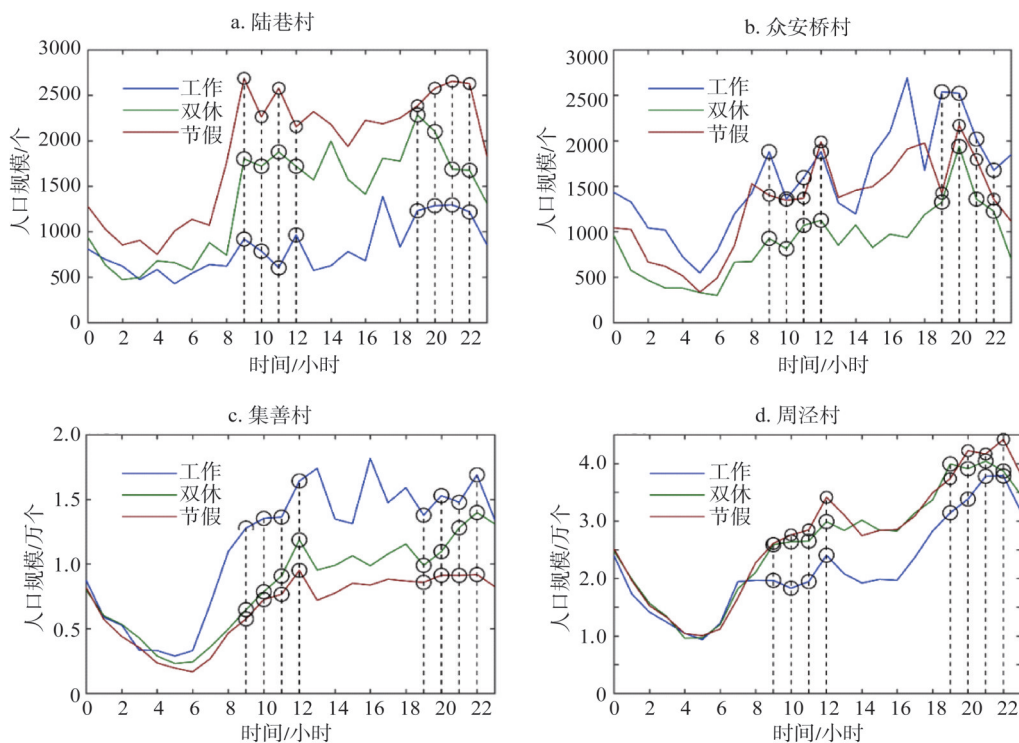


图5 工作日、双休日和节假日人口规模日波动情况

Fig. 5 Volatility of population size in 24 hours on weekday, weekend and holiday

③ 陆巷村工作日、双休日和节假日分别是2019年1月3日、1月5日和2018年12月31日,众安桥村和集善村分别是2019年1月2日、1月6日和1月1日,周泾村分别是2018年12月28日、12月30日和12月31日。

2.2 三大功能指数评价结果

出于功能指数定量化评价的需要，研究对典型日期白天、晚上的人口规模进行了标准化处理（即与当天最大人口规模的比值），并比较了双休日、节假日较之于工作日的变化幅度（用于比较双休日、节假日人口规模增长幅度与工作日晚上、白天人口规模比值之间的大小，即判断双休日、节假日是否有外来人口），结果如表1所示。

表1 工作日、双休日和节假日案例区白天和晚上人口规模变化
Table 1 Change of population size in day and evening on weekday, weekend and holiday

案例区		人口规模标准化值/%			变化幅度		
		工作日	双休日	节假日	工作日	双休日	节假日
陆巷村	白天	30.41	66.21	90.10	1.0000	2.1770	2.9624
	晚上	46.77	72.11	95.35	1.0000	1.5416	2.0385
众安桥村	白天	62.31	36.50	56.64	1.0000	0.5857	0.9089
	晚上	81.27	54.26	62.60	1.0000	0.6677	0.7703
集善村	白天	77.58	48.53	41.51	1.0000	0.6255	0.5351
	晚上	83.61	65.56	49.57	1.0000	0.7842	0.5928
周泾村	白天	46.06	61.42	65.73	1.0000	1.3336	1.4271
	晚上	79.66	89.44	93.59	1.0000	1.1228	1.1750

四个案例区的居住功能指数（ H_1 、 H_2 、 H_3 ）、就业功能指数（ W_1 ）和消费功能指数（ C_2 、 C_3 ）如图6所示，具体分析如下。

（1）陆巷村的 H_1 达到1.5379，大于 H_2 和 H_3 的1.0891和1.0583，而 W_1 仅为0.1551，可以认为案例区在工作日主要表现为居住功能。结合表1来看，陆巷村在双休日、节假日人口规模变化幅度更加明显，白天和晚上分别高达2.1770、1.5416（双休日）和2.9624、2.0385（节假日），远超 H_1 的1.5379，说明双休日、节假日在白天和晚上均出现了大量外来人口。陆巷村 C_2 和 C_3 高达3.3561和6.0389，进一步验证了双休日和节假日乡村空间功能的新变化，由工作日的居住功能转型为双休日、节假日的消费功能。

（2）众安桥村在工作日、双休日和节假日都表现出居住功能，但 H_2 最高，达到1.4867， H_1 和 H_3 依次降低，分别为1.3042和1.1053，说明案例区在双休日和工作日的居住功能最为明显。结合就业功能指数来看， W_1 达到1.8783，反映出工作日较强的就业功能，而 C_2 和 C_3 则均低于1，未表现出消费功能。

（3）集善村的情况与众安桥村有些类似，就业功能指数 W_1 高达2.9875，反映出案例区在工作日极强的就业功能，而 C_2 和 C_3 则均低于1，也未表现出消费功能。但与众安桥村不同的是，集善村 H_2 和 H_3 分别为1.3511和1.1940，均高于 H_1 ，说明案例区在工作日以就业功能为主，而在双休日和节假日以居住功能为主。

（4）周泾村居住功能指数最高，但工作日、双休日和节假日的变化顺序与陆巷村一致，都是 H_1 高于 H_2 和 H_3 ，有所不同的是，周泾村在双休日、节假日人口规模变化幅度有限，白天和晚上分别为1.3336、1.1228（双休日）和1.4271、1.1750（节假日），低于 H_1 的1.7295，可以认为双休日、节假日人口规模的增幅并未超过工作日外出就业人口规模。此外，周泾村 H_2 和 H_3 高达1.4562和1.4239，说明在双休日、节假日居住功能仍较为明显，但 W_1 仅达到0.5254、以及 C_2 和 C_3 也仅略高于1，反映出周泾村以较为单一的居住功能为主。

根据案例区三大功能指数的定量化评价结果，周泾村以单一的居住功能为主，而陆

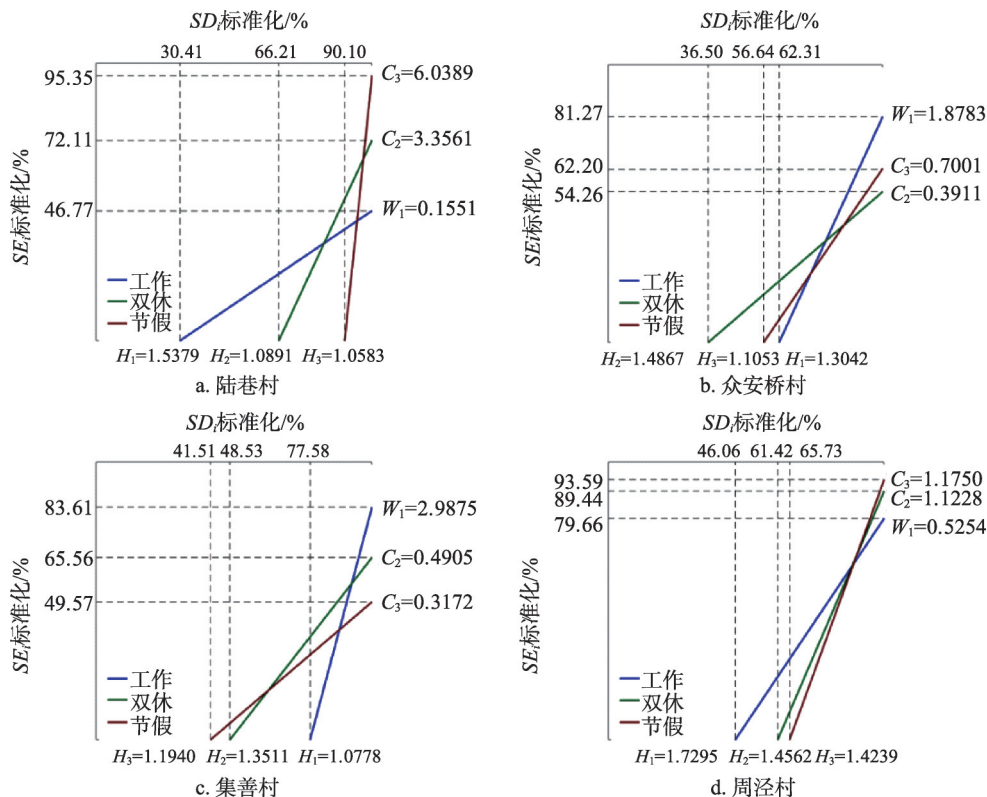


图6 工作日、双休日和节假日案例区的居住、就业和消费功能指数变化

Fig. 6 Change of habitat, work and consumption index on weekday, weekend and holiday

巷村表现为居住和消费两种功能，众安桥村和集善村以居住和就业功能为主，且工业化、城镇化水平更高的集善村就业功能指数更高。

2.3 村域尺度的乡村空间分化类型

苏州市在快速城镇化进程中，乡村空间分化为截然不同的两种面貌：一类维持了水乡特色（图7a），村民主要从事农业或在周边乡镇企业务工；另一类则愈发表现为城镇面貌（图7b），村民以集中居住为主，基本实现非农化就业。诚然，不同的区位条件和地域特征影响了乡村空间的分化发展，也是当前县市尺度乡村地域多功能研究的重要依据。但本文在村域尺度的多功能性研究进一步发现：以生态和农业空间为主的陆巷村和众安桥村，前者以双休日和节假日的消费功能最为明显，而后者则是工作日的就业功能；以建设空间为主的集善村和周泾村，前者以工作日的就业功能较为突出，而后者在三个不同时期都以单一的居住功能为主。这说明，在村域尺度上，具有相似区位条件和地域特征的乡村空间因不同目的的人类占据和利用活动，其主导功能和发展路径存在进一步分化。据此，村域尺度的乡村空间分化研究，应综合考虑地域特征和人类活动这两大要素，研究对案例区乡村空间类型划分如下。

(1) 以陆巷村为代表的农旅结合型。由于整个村落凹居于山坞之中，当地农业经济并非以粮食生产为主，村民主要从事果林、茶叶种植以及淡水养殖等特色农业。同时，特殊的地理条件完好保存了承载东山后山八百多年聚居历史的“一街六巷三河浜”，也使得陆巷村入选江苏省首批国家历史文化名村。太湖山美水秀的自然风光，具有城市无可



图7 苏州市两种典型的乡村聚落面貌
Fig. 7 Two typical rural settlements in Suzhou

比拟的贴近自然优势，而保存完整的明清建筑群，具有深厚的历史和文化价值，又为游客提供了不同于日常生活的体验。特色农业与文化旅游的有机结合，拓展了乡村空间的功能与价值，陆巷村在双休日和节假日消费功能指数分别高达3.3561和6.0389，意味着乡村经济不再完全倚重农业，乡村旅游也成为消费乡村空间的主要方式。但值得注意的是，乡村旅游因其明显的淡旺季，难以为村民提供常年就业机会^[33]，农家乐、民宿等旅游服务设施又面临投资回收期长、更新换代快等问题，旅游产品也容易因消费者审美疲劳或同质化竞争失去吸引力，这类乡村空间的可持续发展更应当强调农旅的有机融合。

(2) 以众安桥村为代表的兼业竞争型。作为农业基础较好的地区，众安桥村是苏州市“四个百万亩”工程高标准水稻田项目的重点组成区域，但随着农业对劳动力的吸引力不断下降，以及众安桥村所在的震泽镇蚕丝产业迅猛发展，过去以种田种桑为主的农业劳动力转而从从事与蚕丝加工相关的各类纺织、机械等轻工业，吸引了周边地区的村民就业，多功能性评价结果显示，众安桥村在工作日就业功能指数达到1.8783。乡村产业发展的非农化进程也驱动了乡村空间的格局变化，原先农业生产模式下的居住、就业空间也由生态环境较好的湖荡一带向交通更为便利的318国道两侧集中。近年来，众安桥村谢家路自然村又入选江苏省特色田园乡村，“两湖抱一村”的水乡肌理又赋予乡村产业发展转向休闲度假的新契机。由此，众安桥村产业发展兼具农业种植、乡镇工业和生态休闲的多宜性，但乡村地域资源的有限性决定了各类产业并存之余又存在相互竞争。

(3) 以集善村为代表的现代园区型。借助“邻沪优势”，集善村在主动承接上海经济社会发展“溢出效应”的同时，通过“错位竞争”发挥自身优势。依托花桥经济开发区和花桥国际商务城发展现代服务业，集善村实现了产业转型升级，形成了物流与配送基地、服务外包产业园区、博览与采购中心的集群式发展，吸引了周边乡镇劳动力涌入就业，工作日的就业功能指数高达2.9875。为腾挪有限的建设用地指标，实现乡村空间的精明增长，当地政府将过去无序散落的农村居民点统一规划为规模更加集约、布局更加集中的多层住宅，盘活的存量用地指标可供各类产业项目落地。可见，经历了苏南模式时期“家家点火、户户冒烟”的自然生长，城乡一体化发展时期“三集中、三置换”的规划引导，集善村在当前城乡融合时期已经发展成为以现代服务业为主的产业功能组团。

(4) 以周泾村为代表的城镇生活型。随着2006年花桥经济开发区和花桥国际商务城的设立，当地政府通过农民土地承包经营权置换土地股份合作社股权、农村宅基地使用

权置换城镇住房和商业用房收益权“双置换”陆续建起多个农民动迁小区,以解决就地安置问题。同时,苏州作为新型城镇化和城乡一体化发展国家试点,花桥镇所在的昆山市率先实现了管线、站点全面进村(社区)入户,社会保障体系城乡全面并轨。2013年10月正式开通运营的上海轨道交通11号线花桥延伸段更是将花桥纳入上海都市圈的通勤范围。根据学者对上海中心城区与外围城市之间流入、流出通勤量的测算^[34],花桥镇甚至超过了部分上海市域内的郊区新城,承担着上海中心城区的居住功能。由于两地房价存在的巨大差距,大量从业者选择在花桥居住,白天乘坐地铁至上海市区工作,周泾村在工作日的居住功能指数达到1.7295,已经成为名副其实的“卧村”。

3 结论

研究基于位置大数据对苏州市陆巷村、众安桥村、集善村和周泾村4个案例区在工作日、双休日、节假日的居住、就业、消费功能进行了量化评价,进而提炼出村域尺度的乡村空间分化类型,具体结论如下:

(1) 村域尺度的多功能性评价作为分类推进乡村振兴的基础性工作,在当前城乡空间加速重构的时代背景下,有助于揭示社会大众对乡村地域生产、消费和生态等多元价值的需求变化,反映乡村空间的特色化发展趋向。但受基础数据限制,现有乡村地域多功能研究主要集中在县以上尺度,很少涉及乡镇,尤其是村。研究将位置大数据应用于村域尺度的多功能性评价,旨在探索不同目的人类活动规律反映的乡村空间多功能分化格局,即实现由关注物质空间向关注行为空间转变。位置大数据作为近年来兴起的LBS数据,具有覆盖群体广、实时性强、位置信息准确等特点,是分析不同空间尺度人类活动的新型工具。研究将位置大数据应用于村域尺度的多功能性评价,推动了相关研究的理念和方法创新。

(2) 乡村空间三大功能指数实现了不同乡村空间居住、就业、消费功能的量化评价,以及同一乡村空间在工作日、双休日、节假日功能指数变化的比较。首先,居住是乡村空间的基本功能,4个案例区在工作日、双休日和节假日的居住功能指数都大于1,陆巷村和周泾村在工作日最高、众安桥村和集善村在双休日最高,反映出不同时期乡村空间居住功能的强弱变化。其次,就业功能代表了乡村空间“去农业化”的程度,众安桥村和集善村的就业功能指数分别为1.8783和2.9875,反映出两个具有就业功能的地区工业化发展水平的差异。第三,消费功能则体现了新型城乡关系中乡村空间的比较优势和核心价值,特色农业、田园风光、乡土文化等消费元素为游客提供了不同于日常生活的体验,其不可复制性和不可移动性特征造就了乡村空间成为城市居民假日消费的新场所。陆巷村在双休日和节假日的消费功能指数高达3.3561和6.0389,充分说明了外来游客对乡村空间改造的重要作用。

(3) 村域尺度上的人类活动规律表明,具有相似区位条件和地域特征的乡村空间受不同目的人类活动影响,主导功能和发展路径存在进一步分化。其中,陆巷村和众安桥村以生态和农业用地为主,分别代表了满足当地村民居住功能和服务城市游客消费功能的“农旅融合型”和乡村地域空间内部多个产业类型兼具又引发资源竞争的“兼业竞争型”乡村空间;集善村和周泾村以建设用地为主,分别代表了承接大城市功能溢出实现产业升级的“现代园区型”和融入大都市通勤圈以单一居住功能为主的“城镇生活型”乡村空间。多功能分化表明乡村转型并非是一种形式对另一种形式的线性替换,突破了

传统的“现代化”发展范式^[35]。随着我国城乡融合发展的不断推进,乡村转型与功能分化必将呈现更加多元和复杂的态势,将传统的土地利用数据与新兴的地理大数据相结合,能够更加深入地分析不同村庄的发展现状、资源禀赋、主导功能,为实现《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》提出的分类推进乡村振兴提供科学参考。

参考文献(References):

- [1] WOODS M. Engaging the global countryside: Globalization, hybridity and the reconstitution of rural place. *Progress in Human Geography*, 2007, 31(4): 485-507.
- [2] WILSON G A. From productivism to post-productivism... and back again? Exploring the (UN) changed natural and mental landscapes of European agriculture. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2001, 26(1): 77-102.
- [3] HOLMES J. Impulses towards a multifunctional transition in rural Australia: Gaps in the research agenda. *Journal of Rural Studies*, 2006, 22(2): 142-160.
- [4] BJØRKHAUG H, RICHARDS C A. Multifunctional agriculture in policy and practice? A comparative analysis of Norway and Australia. *Journal of Rural Studies*, 2008, 24(1): 98-111.
- [5] GALLARDO R, RAMOS F, RAMOS E, et al. New opportunities for noncompetitive agriculture. In: Van HUYLEN-BROEK G, DURAND G. *Multifunctional Agriculture: A New Paradigm for European Agriculture and Rural Development*. Aldershot: Ashgate Publishing, 2003: 169-188.
- [6] WILSON G A. 2009. The spatiality of multifunctional agriculture: A human geography perspective. *Geoforum*, 2009, 40(2): 269-280.
- [7] 杨忍, 罗秀丽, 陈燕纯. 中国县域乡村地域多功能格局及影响因素识别. *地理科学进展*, 2019, 38(9): 1316-1328. [YANG R, LUO X L, CHEN Y C. Spatial pattern and influencing factors of rural multifunctionality at county level in China. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1316-1328.]
- [8] 姚建衡. 乡村经济功能分类的初步研究: 以黄淮海地区为例. *自然资源学报*, 1993, 8(3): 213-222. [YAO J Q. A preliminary study on the functional classification of rural economy: Taking the Huang-Huai-Hai Region as an example. *Journal of Natural Resources*, 1993, 8(3): 213-222.]
- [9] 张小林. 乡村空间系统及其演变研究: 以苏南为例. 南京: 南京师范大学出版社, 1999: 273. [ZHANG X L. *Research on Rural Space System and its Evolution: Taking Sunan as An Example*. Nanjing: Nanjing Normal University Press, 1999: 273.]
- [10] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. *地理学报*, 2018, 73(4): 637-650. [LIU Y S. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the New Era in China. *Acta Geographical Sinica*, 2018, 73(4): 637-650.]
- [11] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576. [LONG H L, TU S S. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographical Sinica*, 2017, 72(4): 563-576.]
- [12] 杨忍, 文琦, 王成, 等. 新时代中国乡村振兴: 探索与思考: 乡村地理青年学者笔谈. *自然资源学报*, 2019, 34(4): 890-910. [YANG R, WEN Q, WANG C, et al. Discussions and thoughts of the path to China's rural revitalization in the New Era: Notes of the young rural geography scholars. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(4): 890-910.]
- [13] 刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 乡村地域多功能的内涵及其政策启示. *人文地理*, 2011, 26(6): 103-106, 132. [LIU Y, LIU Y S, GUO L Y. Connotations of rural regional multifunction and its policy implications in China. *Human Geography*, 2011, 26(6): 103-106, 132.]
- [14] 席建超, 王首琨, 张瑞英. 旅游乡村聚落“生产—生活—生态”空间重构与优化: 河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证. *自然资源学报*, 2016, 31(3): 425-435. [XI J C, WANG S K, ZHANG R Y. Restructuring and optimizing production-living-ecology space in rural settlements: A case study of Gougezhuang village at Yesanpo tourism attraction in Hebei province. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(3): 425-435.]
- [15] 洪惠坤, 谢德体, 郭莉滨, 等. 多功能视角下的山区乡村空间功能分异特征及类型划分. *生态学报*, 2017, 37(7): 2415-2427. [HONG H K, XIE D T, GUO L B, et al. Differentiation of spatial function in a mountainous rural area from a multi-functional perspective. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(7): 2415-2427.]
- [16] 何焱洲, 王成. 基于信息熵的乡村生产空间系统演化及其可持续发展能力. *自然资源学报*, 2019, 34(4): 815-828. [HE Y Z, WANG C. The evolution and sustainable development capacity of rural production space system based on information entropy. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(4): 815-828.]
- [17] 李伯华, 曾荣倩, 刘沛林, 等. 基于CAS理论的传统村落人居环境演化研究: 以张谷英村为例. *地理研究*, 2018, 37

- (10): 1982-1996. [LI B H, ZENG R Q, LIU P L, et al. Human settlement evolution of traditional village based on theory of complex adaptive system: A case study of Zhangguying village. *Geographical Research*, 2018, 37(10): 1982-1996.]
- [18] 李智, 张小林, 李红波, 等. 基于村域尺度的乡村性评价及乡村发展模式研究: 以江苏省金坛市为例. *地理科学*, 2017, 37(8): 1194-1202. [LI Z, ZHANG X L, LI H B, et al. Research on rurality at village scale and rural development model: A case of Jintan city, Jiangsu province. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(8): 1194-1202.]
- [19] 程昌秀, 史培军, 宋长青, 等. 地理大数据为地理复杂性研究提供新机遇. *地理学报*, 2018, 73(8): 1397-1406. [CHENG C X, SHI P J, SONG C Q, et al. Geographic big-data: A new opportunity for geography complexity study. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(8): 1397-1406.]
- [20] LIU Y, LIU X, GAO S, et al. Social sensing: A new approach to understanding our socioeconomic environments. *Annals of the Association of American Geographers*, 2015, 105(3): 512-530.
- [21] 杨忍, 陈燕纯, 龚建周. 转型视阈下珠三角地区乡村发展过程及地域模式梳理. *地理研究*, 2019, 38(3): 725-740. [YANG R, CHEN Y C, GONG J Z. Evolution and regional model of rural development in the Pearl River Delta Region, China, under rapid transformation development. *Geographical Research*, 2019, 38(3): 725-740.]
- [22] 李平星, 陈诚, 陈江龙. 乡村地域多功能时空格局演变及影响因素研究: 以江苏省为例. *地理科学*, 2015, 35(7): 845-851. [LI P X, CHEN C, CHEN J L. Temporal evolution and spatial differentiation of rural territorial multifunctions and the influencing factors: The case of Jiangsu province. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(7): 845-851.]
- [23] 王成, 唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化. *地理研究*, 2018, 37(6): 1100-1114. [WANG C, TANG N. Spatio-temporal characteristics and evolution of rural Production-Living-Ecological space function coupling coordination in Chongqing Municipality. *Geographical Research*, 2018, 37(6): 1100-1114.]
- [24] HALFACREE K. Trial by space for a 'radical rural': Introducing alternative localities, representations and lives. *Journal of Rural Studies*, 2007, 23(2): 125-141.
- [25] MILBOURNE P, KITCHEN L. Rural mobilities: Connecting movement and fixity in rural places. *Journal of Rural Studies*, 2014, 34: 326-336.
- [26] HALFACREE K. Heterolocal identities? Counter-urbanisation, second homes, and rural consumption in the era of mobilities. *International Journal of Population Geography*, 2012, 18(2): 209-224.
- [27] MOHÍNO I, SOLÍS E, URENA J. Changing commuting patterns in rural metro-adjacent regions: The case of Castilla-La Mancha in the context of Madrid, Spain. *Regional Studies*, 2017, 51(7): 1115-1130.
- [28] GIELING J, VERMEIJ L, HAARTSEN T. Beyond the local-newcomer divide: Village attachment in the era of mobilities. *Journal of Rural Studies*, 2017, 55: 237-247.
- [29] 李红波, 张小林, 吴启焰, 等. 发达地区乡村聚落空间重构的特征与机理研究: 以苏南为例. *自然资源学报*, 2015, 30(4): 591-603. [LI H B, ZHANG X L, WU Q Y, et al. Characteristics and mechanism of rural settlements spatial reconstruction in developed areas: A case study of Southern Jiangsu. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(4): 591-603.]
- [30] CHEN Y Y, LIU X P, GAO W X, et al. Emerging social media data on measuring urban park use and their relationship with surrounding areas: A case study of Shenzhen. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2018, 31: 130-141.
- [31] 田金玲, 王德, 谢栋灿, 等. 上海市典型就业区的通勤特征分析与模式总结: 张江、金桥和陆家嘴的案例比较. *地理研究*, 2017, 36(1): 134-148. [TIAN J L, WANG D, XIE D C, et al. Identifying the commuting features and patterns of typical employment areas in Shanghai using cellphone signaling data: A case study in Zhangjiang, Jinqiao and Lujiazui. *Geographical Research*, 2017, 36(1): 134-148.]
- [32] 甄峰, 王波, 秦萧, 等. 基于大数据的城市研究与规划方法创新. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015: 97. [ZHEN F, WANG B, QIN X, et al. *Urban Studies and Innovation in Urban Planning Methods Based on Big Data*. Beijing: China Architecture & Building Press, 2015: 97.]
- [33] YANG Z S, CAI J M, SLIUZAS R. Agro-tourism enterprises as a form of multi-functional urban agriculture for peri-urban development in China. *Habitat International*, 2010, 34(4): 374-385.
- [34] 钮心毅, 王垚, 刘嘉伟, 等. 基于跨城功能联系的上海都市圈空间结构研究. *城市规划学刊*, 2018, 245(5): 80-87. [NIU X Y, WANG Y, LIU J W, et al. Spatial structure of Shanghai conurbation area from perspective of inter-city functional links. *Urban Planning Forum*, 2018, 245(5): 80-87.]
- [35] 房艳刚, 刘继生. 基于多功能理论的中国乡村发展多元化探讨: 超越“现代化”发展范式. *地理学报*, 2015, 70(2): 257-270. [FANG Y G, LIU J S. Diversified agriculture and rural development in China based on multifunction theory: Beyond modernization paradigm. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(2): 257-270.]

Evaluation of multifunctionality on village scale using location-based big data: A case study of Suzhou

YUAN Yuan¹, ZHANG Xiao-lin^{2,3}, LI Hong-bo^{2,3}, HU Xiao-liang², WANG Ya-hua^{2,3}

(1. School of Public Administration, Hohai University, Nanjing 211100, China; 2. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China; 3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China)

Abstract: Currently, China is in a stage of economic and social transformation, with an accelerated restructuring of urban- rural space, the redistribution and reorganization of production factor resources plays an important role in the transformation of rural space by promoting not only dynamic and pattern conversion but also a reconfiguration of functions and values. In the context of urbanization, rural settlements in Suzhou have manifested a diversified development pattern. Many villages have been urbanized, even more than towns. However, other villages have begun to transform towards specialization, such as historical and cultural protected villages, tourism villages, industrial villages, and modern agricultural villages. In light of these facts, rural development in Suzhou presents complex patterns of differentiation and reorganization, which means in the process of globalization, rural localities will not perish, and rural space will retain its diversity and otherness. Multifunctional rural space gives full play to comparative advantage, and the core value belongs to rural territory in urban- rural systems, indicating that the transformation of rural space is not simply a linear substitution of one by another. With rapid urbanization, rural space will not come to end but will become more diversified. Evaluation of multifunctionality on village scale is of importance to revealing differentiated development of rural space transforming from homogeneity to heterogeneity. Taking the exploration on activities variation of behaviour subject in rural space as a new approach, this study originally creates function index of habitat, work and consumption according to the patterns of human mobilities using location-based big data, and conducts an empirical analysis of Luxiang and Zhonganqiao villages mainly consisting of agricultural and ecological land, as well as Jishan and Zhoujing villages where construction land dominates. Results show that villages with similar regional characteristics have different dominant functions considering index change on weekday, weekend and holiday. Luxiang and Zhonganqiao villages are divided into two types: the combination of agriculture and tourism, and the competition of various industries. Jishan and Zhoujing villages are divided as another two types: modern industrial park, and urban community. As an attempt of big data application in rural geography, this study could provide references for classification development proposed in the national strategy of rural vitalization.

Keywords: multifunctionality; village scale; function index; human mobilities; big data; Suzhou