



· 人地系统耦合与演化机制 ·

村域居民点用地多功能认知及其空间图谱解析： 以苏州陆巷为例

袁 源¹, 邵经纬¹, 陈 智¹, 胡晓亮², 李红波²

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

摘要 村域是中国农村社会经济活动的基本单元, 深入村域内部探析居民点混合利用特征及其多功能分化空间格局, 可为经济发达地区乡村转型发展研究提供新的视角。通过对比工作日、双休日、节假日居民点用地承载人类活动的时空间特征, 构建地块尺度居住、就业、消费功能的评价指数, 并借助位置大数据在苏州市陆巷村开展实证分析。结果表明: ① 村域内部居民点多功能类型涵盖居住、就业、消费、居住-消费复合等, 其中复合功能地块面积占比近40%, 多功能利用处于较高水平; ② 空间图谱解析反映出村域范围内不同功能空间呈现分异特征, 复合功能地块呈团块状集中在村域核心住宅与消费区; ③ 空间图谱上节点组合与联系程度也不尽相同, 表现为地域的“功能-结构”多样性与异质性。研究结论可为新时期提高村庄规划编制质量和实效, 为农村居民点用地精细化管理水平提供科学依据。

关键词 乡村全面振兴; 乡村多功能; 乡村空间; 混合利用; 位置大数据

中图分类号: K928.5 **DOI:** 10.16152/j.cnki.xdxbr.2026-04-006

Multi-functional cognition and spatial mapping analysis of residential land use within village areas: A case study of Luxiang, Suzhou City

Yuan Yuan¹, Shao Jingwei¹, Chen Zhi¹, Hu Xiaoliang², Li Hongbo²

1. School of Public Administration, Hohai University, Nanjing 211100, China;

2. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China

Abstract The village domain is the basic unit of social and economic activities in rural China, and an in-depth analysis of the mixed utilization characteristics of settlements and their multifunctional differentiated spatial patterns within the village can provide new perspectives for the study of rural development and transformation in economically developed areas. By comparing the spatial and temporal characteristics of human activities carried by residential sites on weekdays, weekends, and holidays, this study constructs the evaluation indices for residence, employment, and consumption functions at the plot scale, and carries out empirical analysis with the help of location-based big data in the village of Luxiang, Suzhou City. The results show that: ① The multi-functional types of the residential areas within the village cover residence, employment, consumption, and the combination of residence and consumption, among which the area of the composite functional plots ac-

收稿日期: 2026-03-06 修回日期: 2026-04-29

基金项目: 国家自然科学基金(42471242, 42401234)

第一作者: 袁源, 男, 博士, 副教授, 从事乡村空间转型研究, yuany@hhu.edu.cn。

通信作者: 李红波, 男, 博士, 教授, 从事乡村地理学研究, lih@njnu.edu.cn。

counts for nearly 40% , and the multi-functional utilization is at a relatively high level; ② The spatial mapping analysis reflects that different functional spaces within the village area present differentiated characteristics, and the composite functional plots are concentrated in clusters in the core residence and consumption areas of the village. ③ The combination and connection degree of nodes on the spatial mapping also vary, which is manifested as the diversity and heterogeneity of "function-structure" in different regions. The study can provide a scientific basis for improving the quality and effectiveness of village planning compilation in the new era and enhancing the refined management level of rural residential land use.

Keywords rural comprehensive revitalization; rural multifunction; rural space; mixed utilization; location-based big data

农村居民点是乡村居民因生产生活目的集聚而成的场所,其空间布局反映了区域乡村生产关系与社会文化形态,其用地演化映射了社会经济环境转型下村民对乡村空间的适应和改造过程^[1-2]。村域作为中国农村社会经济活动的基础构成,是认知和改变乡村的重要窗口^[3]。但在长期实践过程中,农村居民点一直被视作均质空间,相关研究多将其作为宏观视角下的“点”,缺乏对居民点用地内部结构与功能性质的微观解析^[4]。近年来,农村居民点用地在微观尺度的演变愈发受到关注,不仅包括社会经济体制变革对农村居民点布局的冲击,还包括经济、制度、文化转向引发的村域内部生活空间及其附属设施用地功能转型^[5-6]。尤其是在经济发达地区,土地功能受到土地利用及其管理方式的综合影响更为显著,乡村聚落用地模式已经由居住为主转向“居住-工业-旅游-商服”多元复合^[7-8]。可见,尺度选择与尺度转换是农村居民点空间综合研究的重要工具,仅将其作为一个“点状”或“面状”整体,难以全面深入认识其内部结构及功能差异^[9]。本文从微观视角切入,不局限于将农村居民点用地视作整体图斑,通过深入村域内部的地块单元解析不同时空人类活动规律映射的土地利用功能变化及其相互作用关系,并借助功能指数进行量化测度,进而探究乡村转型发展过程中由农户生计多样化引发的农村居民点用地混合利用现象。

新时期提升乡村建设水平,统筹城乡规划布局是扎实推进乡村全面振兴的重要任务。当前,国土空间规划已经替代过去土地规划、城乡规划,空间综合利用、混合利用的理念显得愈发重要,更需要开展微观层面的居民点空间结构、用地功能研究。本文以苏州市特色保护类村庄陆巷为案例地,将建设用地图斑作为评价单元,并结合位置大数据,对不同时空人类群体活动的分异特征与

动态变化进行解析,进而识别村域居民点用地的单一功能和复合功能,通过空间图谱描绘农村居民点承载的“居住-就业-消费”功能在空间上混合利用的特征,为新时期村庄规划编制向存量甚至减量发展提供新思路,以满足新形势下农村居民点用地分区化、有序化、精细化的管理需求,为乡村建设和城乡融合发展提供借鉴和启示。

1 对农村居民点用地的多功能认知

1.1 现有乡村多功能认知

农村居民点用地是村庄功能在用地构成上的集中体现,是村庄内部不同用地类型通过内在机制相互作用而表现出的空间状态,反映了农村居民生产生活的基本空间特征^[10]。在社会经济要素以及农户需求的推动下,农村居民点空间形态逐渐从均质同构转变为异质多样,其功能结构也由单一的居住生活向多功能综合体转变^[11-12]。乡村多元主体对乡村生产、消费、生态等多种需求的变化,推动乡村地域功能的不断演化^[13],农村居民点用地分化重构势在必行,表现为村庄内部某一种或多种类型用地布局、利用关系的长期演变而引起的农村居民点整体用地功能和结构产生趋势性改变^[14-15]。在经济发达地区,乡村受到非农要素辐射更加强烈,城乡界限较为模糊,农村居民点在原先宅基地基础上逐渐衍生出乡镇工业、农旅项目、公服设施和畜禽养殖等新型用地类型,用地功能和结构趋于多样化,具有显著的混合利用特征^[16]。而在传统农区,乡村生产生活方式和产业结构的持续升级加快部分村庄用地功能消失。有学者采用“空心村”理论解释这种由于居民点用地内部结构单一、功能闲置和废弃的现象^[17],并尝试运用“精明收缩”理念探讨“空心村”的规划与空间发展策略^[18]。

从多样性和兼容性研究农村居民点用地混合利用,是破解我国村庄发展难题的关键切入点^[19]。2025 年中央一号文件要求“着力推进乡村建设”,意在顺应人口变化趋势,推动乡村全面振兴与新型城镇化有机结合,促进城乡产业发展、基础设施、公共服务一体化,合理确定村庄建设重点和优先序^[20]。可见,强调农村居民点是产住用地复合体,引导农村居民点用地混合利用,是服务国家乡村振兴战略的客观需求^[21]。不仅如此,土地混合利用倡导不同使用性质、功能用地的混合布局,一定程度上也能够提升乡村经济活力与土地集约利用水平^[4]。在城乡融合发展的新时期,原有农村居民点维系的土地利用功能已经难以适应乡村发展的需要,亟需通过挖潜激活、延续更新、整合活化与创新赋能等方式优化或重塑农村居民点功能体系^[1],从而实现农村居民点多功能结构最优与效益最大化目标,助推农村居民点空间价值显化,满足新时期农户生计分化与乡村转型发展对居民点用地功能多样化的要求^[22]。

1.2 微观尺度研究手段的发展

尽管村庄内部的居民点用地多功能研究受到关注,但适用于微观尺度的数据获取具有相当大的难度^[13]。由于村镇的规模与发展水平差异普遍较小,针对宏观尺度的方法无法简单套用至乡村,因此无法类比城镇以 GDP 或人口规模等单一指标参数进行刻画^[23]。为解决上述难题,一部分研究以实地调研为主要手段,如从人在街巷中的步行体验感、视觉感受与街巷形态之间紧密联系的角度出发,使用界面密度、贴线率、正面率等量化指标对街巷肌理形态进行分析^[24];也有研究在实地勘查和驻村访谈的基础上,结合高分辨率遥感影像、农业普查数据等,从生活、生产、生态角度构建多功能评价指标体系,剖析村域尺度居民点

多功能空间格局^[25];还有借助定位技术,采用 GPS 手持机对居民与游客的步行行动进行连续计测,探索传统村落街巷空间组织模式^[26]。

进入“大数据时代”,时空大数据技术已在区域空间结构、行为与建成环境、城市治理等多个领域得到广泛应用。由于乡村地区缺少科学完整的人流、物流、信息流统计手段和数据,有学者建议相关研究可以将手机信令、物流数据、夜间灯光等多源大数据与传统实地调查数据相结合^[27],尤其是手机信令数据已成熟运用于城市空间内的人口布局研究^[28]。基于移动通信设备产生的具有时空信息的数据,按规律性行为汇总每个评价单元中的人口集计规模,能够反映居住、就业、游憩等不同活动特征的人口空间分布^[29-30]。认识到由人构成的多元主体对空间重构的重要作用^[31],该类型数据已经应用到空间规划的精细化人口底数实现,如基于“精确到户”的细颗粒度数据上行聚合为不同层级的空间单元,可为不同类型和尺度的空间规划提供精确的基础底数^[32]。

1.3 本文提出的认知理念设计

长期以来,人类行为主体的活动变化与乡村空间的功能使用密切相关^[33]。案例地位于高度城镇化、工业化和现代化发展的苏州市,从传统农耕社会的固有居住功能,到苏南模式和新苏南模式衍生出的村镇就业功能,再到乡村振兴战略实施以来城市居民向往的短途消费功能,不同的人类主体行为目的与活动方式的不同揭示了乡村空间多功能分化的核心特征^[34]。本文以居民点用地地块为基本研究单元,通过辨析单日(24 h)地块范围内集聚人数规模随时间的波动变化,以及工作日、双休日和节假日人数规模曲线的波动差异,进而形成对地块是否具备居住、就业、消费不同功能的认知(见图 1)。

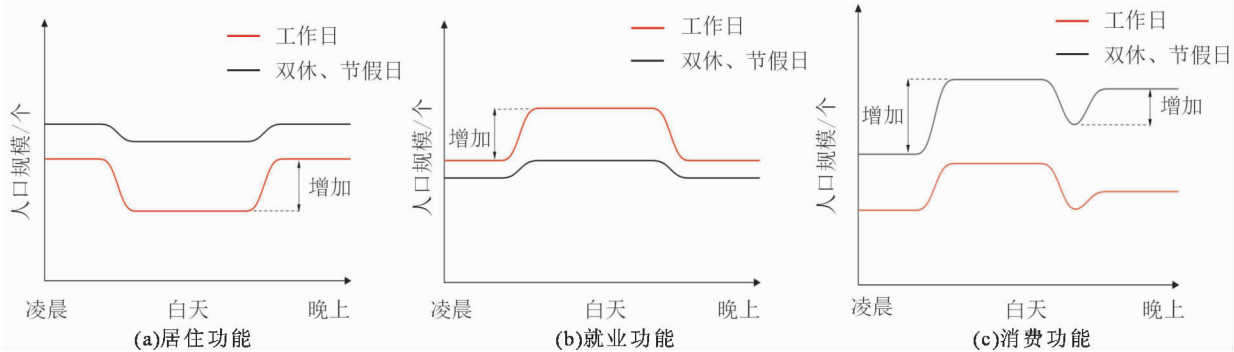


图 1 人类活动分时段特征与乡村多功能认知

Fig. 1 Temporal characterization of human activities and perceived multifunctionality in the countryside

1)居住功能是乡村地域空间的基础功能,即朝起而作、夕归而寝的本地村民行为特征〔见图 1(a)〕。在工作日,村民白天在周边乡镇或者城市就业并在晚上返回,因此地块上随时间变化的人数规模经历“凌晨-白天-晚上”整体表现为“先降后升”的 U 型曲线。而在双休日、节假日,可以预计的是人数规模曲线总体相较于工作日有一定增加,同时白天人数规模减少程度也不如工作日明显。这可以理解为:一是平日住在村外的部分村民(家眷)返村,因此人数规模总体增加;二是本地村民在双休日、节假日的白天无需外出工作而以居家活动为主,白天人数规模并不会显著减少。

2)与居住功能的人数规模曲线相反,反映就业功能的地块主要是工作日在白天时段人数规模有明显增加,而在双休日、节假日增幅不显著〔见图 1(b)〕。具备就业功能的地块多为工业厂房、办公场所等,就业人员主要在工作日白天进入,晚上返回各自居住地,因此地块上的人数规模经历“凌晨-白天-晚上”表现为“先升后降”的倒 U 型曲线。而双休日、节假日就业人员大多正常休息,地块上人数规模并不会显著增加。

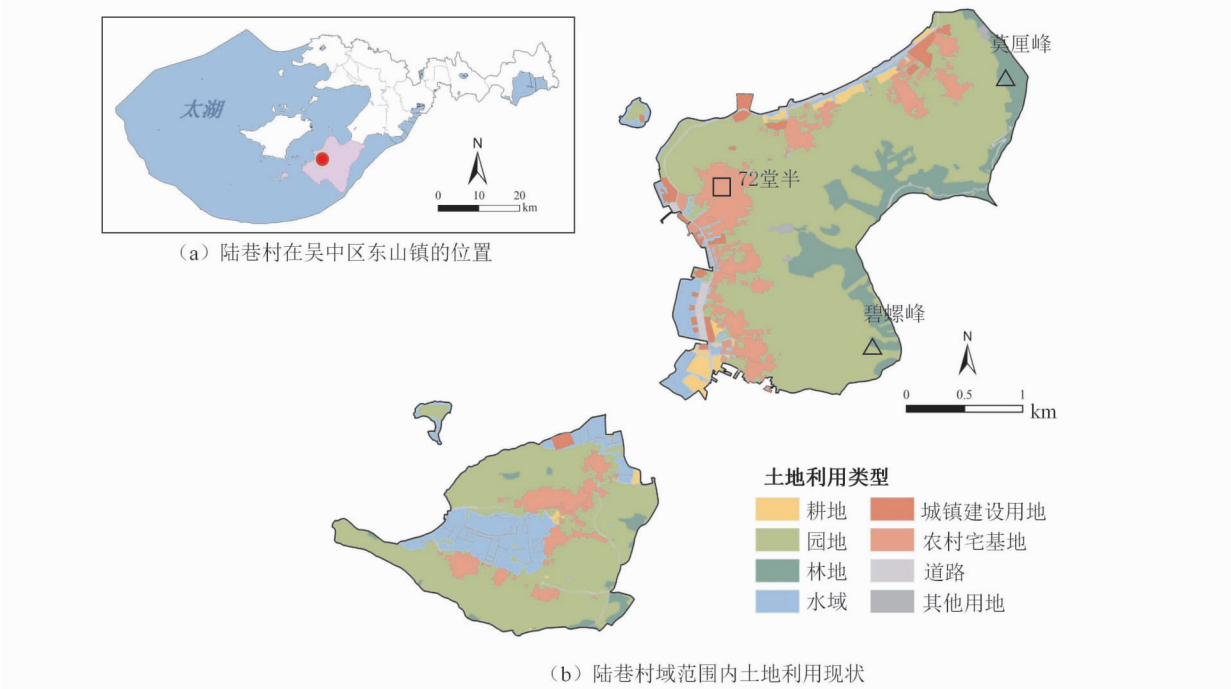
3)消费功能则表现为在双休日、节假日的人口数量较之于工作日有激增〔见图 1(c)〕,尤其

是保留田园风光、乡土文化的近郊村落愈受到城市居民的青睐^[35]。在工作日,这些地方白天游客数量有限且晚上不做逗留,地块上的人数规模经历“凌晨-白天-晚上”会在白天时段增加、晚上时段减少形成单峰曲线;而到双休日、节假日,大量游客涌入不仅使得白天人数规模增幅明显,民宿产业的蓬勃发展也吸引游客在当地过夜增进二次消费,因此随时间变化的人数规模构成白天和晚上 2 个波峰的 N 型曲线。

2 研究数据与方法

2.1 案例地概况

苏州位于长江三角洲太湖平原腹地,是著名的江南水乡,下辖 6 个区(含 1 个功能区),代管 4 个县级市,常住人口 1 295.80 万人。陆巷村位于吴中区东山镇,东南靠莫厘峰、碧螺峰,西北连太湖,自东北向西南沿湖蜿蜒约数十公里(见图 2)。陆巷整体的空间结构以生态与农业空间为主,城镇空间占比较少。村域面积为 6.76 km²,范围内建设用地(包括城镇村)数量为 139 个,面积合计 0.99 km²,其中城镇、乡村建设用地面积分别占比 13.86%、86.14%。



注:该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2024)0650 号标准地图制作,底图无修改

图 2 陆巷区位与土地利用状况

Fig. 2 Luxiang location and land use conditions

陆巷始建于南宋时期,明清两代名人辈出,村域范围内有寒古山庄、北箭壶、观音堂等“72 堂半”明清高堂巨宅,是现存明清建筑数量最多、保存最好、质量最高的村落之一。作为太湖流域传统村落文化的典型代表,陆巷因其厚重的历史文化、完整的建筑风貌、秀丽的自然景色和舒适的人居环境,成为长三角地区乡村旅游的著名景点之一。在政府引导与市场需求的推动下,陆巷在农旅融合方面取得了重大进展,其旅游资源得到有效开发利用且品质显著提升,吸引了大量外地游客,推动了村庄功能的发展与分化转型。然而,传统的村落人居环境与新时期居民点功能发展变化也出现诸多不匹配、不协同的问题,给居民点用地功能转型与空间规划等造成一系列的困扰。较为突出的包括:自住房屋与民宿用房在空间上的混杂镶嵌,给本地村民正常生活带来干扰;本地村民流失和外地游客涌入,使得规划编制难以平衡居住、商业等功能的用地结构;旅游业存在明显的淡旺季特性,对建设用地的空间布局和承载能力提出差异化需求。上述难题表明,科学合理地认知村域内部居民点用地多功能格局迫在眉睫。陆巷表征了苏南地区传统村落转型的一般发展规律,是中国传统村落在乡村振兴战略指导下可持续发展的缩影,选择陆巷作为案例地对于研究传统村落的功能转型发展具有一定代表性和典型性。

2.2 研究采用数据

在大数据时代,基于位置服务(LBS)使得个体出行者的时空即时感知成为可能^[36]。本文采

用的位置大数据通过用户使用智能手机内置的定位传感器、SDK 以及社交软件的定位服务上传 GPS 信息至服务器形成数据来源。不同于手机信令数据依赖固定位置的基站,位置大数据将原先的信令数据误差缩小至 10 倍,能够实现较小空间内的定位^[37]。截止 2020 年底,该位置大数据平均每日定位量超 1 100 亿,定位成功率达 99.6%。鉴于其能够覆盖约 10 亿的广大城乡用户群体,该数据具备在村域尺度探索人类群体活动时空间规律的潜能。

为了实现具有空间坐标参考的位置大数据与陆巷居民点用地的精准配准,首先从数据开放接口获取 Json 格式的村域范围内 24 h 人口统计数据 and 60 min 间隔的人口分布数据,再将其转变成兼容几何特征表达和数据结构编码的 GeoJSON 格式,最后经由 ArcGIS 将 GeoJSON 格式转变成 shp 点要素的矢量格式(见表 1),实现与土地变更调查数据的空间叠加。考虑到村域尺度下人类日常活动规律性较强,参考城市大数据研究大多采用 2 周时间来探究主体行为规律^[38-39],本文选取了 2018 年 12 月 20 日到 2019 年 1 月 7 日超过 2 周的数据来进行村域日常状态下的案例分析,同时满足研究周期中包括工作日、双休日和节假日。经过数据清洗与整合,本案例地共保留了 9.2 万条记录,其中工作日、双休日、节假日日均记录分别达到 4 200、5 500、6 600 条记录,全部以点要素形式保存,数据内容与格式如表 1 所示。

表 1 转换后的矢量点要素属性信息

Tab. 1 Converted vector point element attribute information

字段名称	描述	格式	返回
begin	请求数据的起始时间	整型	精确到秒,起讫时间以小时计算
end	请求数据的结束时间	整型	同上
interval	请求数据的时间间隔	—	在 5、10、30、60 min 之间选择
data	返回的结果,包括时间点和人口规模	数组	比如 时间:2018-12-31 12:05:00,人口规模:18 746

以陆巷 139 个建设用地图斑中的 47 号地块为例,从 2018 年 12 月 31 日到 2019 年 1 月 6 日逐小时承载的人数规模及其空间分布情况如图 3 所示。从时间变化来看,节假日(0~48 h)、工作日(48~120 h)和双休日(120~168 h)该图斑上人数规模有显著差别,工作日人数规模明显低于节假日和双休日。尤其是在 2018 年 12 月 31 日(元旦,0~24 h)和 2019 年 1 月 5 日(周六,120~

144 h),人数规模在白天和晚上均出现 2 次峰值,符合消费功能居民点用地的人数规模曲线波动特征。而在 2019 年 1 月 2 日到 4 日的连续 3 个工作日(48~72 h、72~96 h 和 96~120 h),人数规模的峰值出现在晚上,且居民点用地的人数规模曲线变化符合居住功能特征。这说明,该图斑很有可能存在居住与消费功能复合的利用特性,在工作日以居住功能为主,而在双休日和节假日以

消费功能为主。从空间分布来看,图斑内人类活动集聚程度形成异质化的空间格局。比如:地点 A 在节假日第 2 天(2019 年 1 月 1 日)8:00 存在明显的人口集聚现象,而在工作日(1 月 3 日)和双休日第 1 天(1 月 5 日)的同一时点却几乎没

有,说明该地点并非居住功能而表现为消费功能;地点 B 在这 3 天的晚上都存在稳定的人口集聚现象,节假日和双休日略有增加,说明该地点在工作日以居住功能为主,在双休日和节假日又表现出消费功能,土地利用存在功能复合。

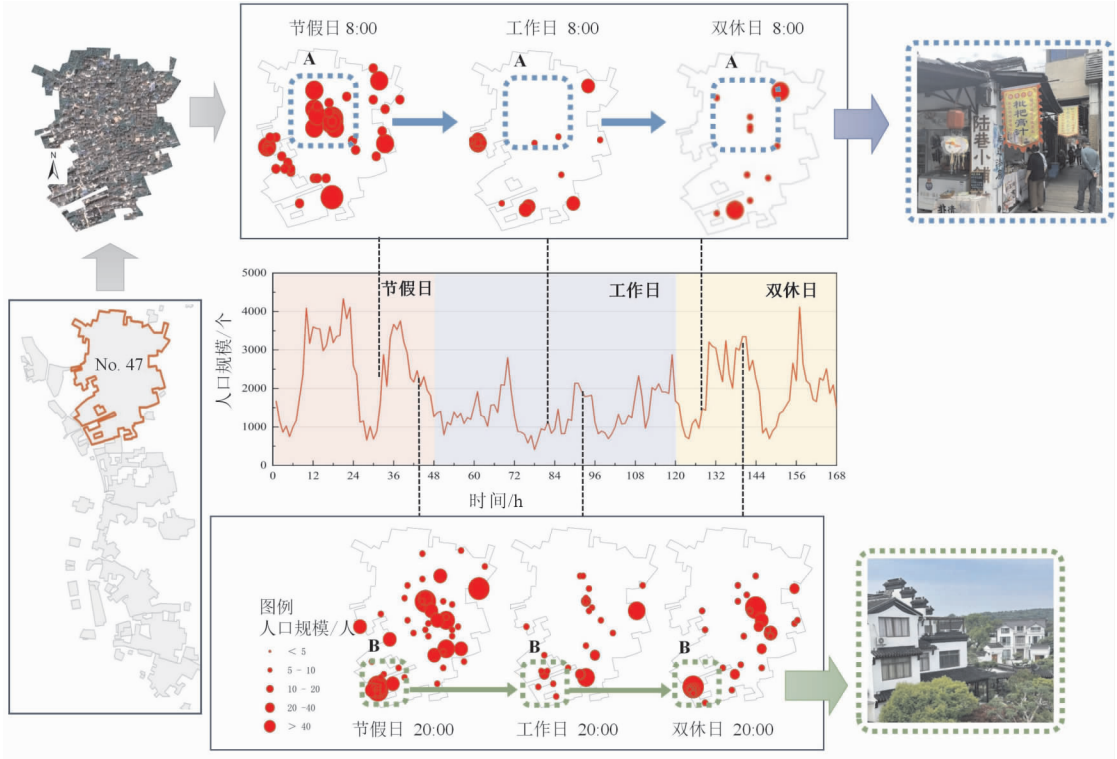


图 3 陆巷居民点用地(局部)人口数量时空变化
Fig.3 Spatial and temporal changes in population size at the Luxiang settlement site (localized)

2.3 研究方法

2.3.1 居民点用地功能指数

基于前文提出的多功能认知理念,以及对案例地块工作日、双休日和节假日逐小时人数规模的变化特征分析,本文尝试构建地块尺度的功能指数,以解答村域范围内不同居民点用地在居住、就业、消费功能方面的定量化识别与评价问题。

鉴于位置大数据能够返回各个时点地块上承载人数规模,结合地块上白天、晚上人数规模的差异变化,用 Kd_1 、 Kd_2 、 Kd_3 分别表示某一地块在工作日、双休日、节假日白天某一时点的人数规模, Kn_1 、 Kn_2 、 Kn_3 分别表示晚上某一时点的人数规模,构建分别评价居住、就业和消费功能的计算指数如下(见图 4)。

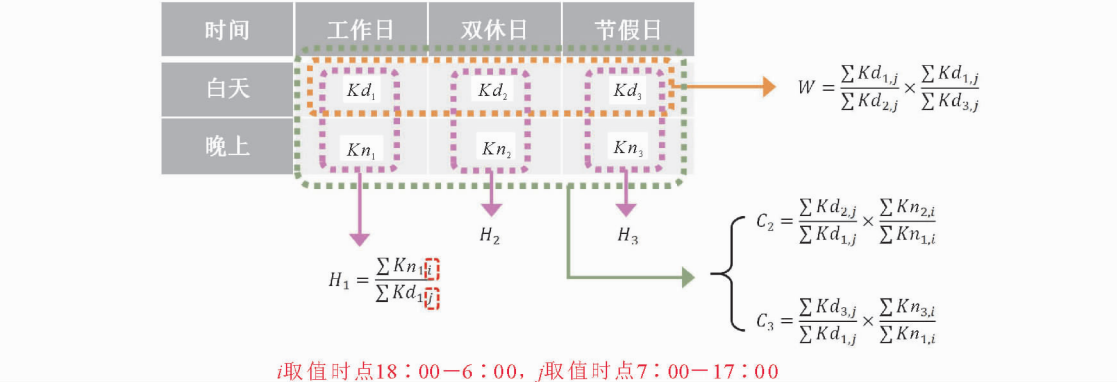


图 4 基于位置大数据的居住、就业和消费功能指数
Fig.4 Location-based big data functional indices of residence, employment and consumption

1) 居住功能指数 H 反映了某一居民点用地晚上和白天人数规模的比值,若居住功能指数结果大于 1,表明“昼出夜归”的居住功能属性较为明显,且指数值越大居住功能越显著。 H_1 、 H_2 、 H_3 分别表示工作日、双休日、节假日的居住功能指数,式中 i 和 j 表示晚上和白天的某一时点,根据前文多功能认知理念设计对居住功能的描述,以及位置大数据反映的 24 h 内人数规模曲线的变化特征,本文设定 i 的取值范围为 18:00—6:00, j 的取值范围为 7:00—17:00。

2) 就业功能指数 W 反映工作日白天人口数量与双休日、节假日人数规模的比值关系,就业功能指数大于 1 说明居民点用地上工作日白天人数规模远大于双休日和节假日人数规模。因此,当工作日白天地块上增加的人数规模较之于双休日、节假日越多,则工作日与双休日、工作日与节假日的比值越高,作为 2 个比值相乘的结果,就业功能指数也越大。

3) 消费功能指数 C 则反映双休日、节假日较之于工作日人数规模的比值关系。与就业功能指数有所不同,由于在多功能认知理念中乡村消费功能不仅反映在白天的观光游览,晚上民宿经济也极大提升了二次消费能力,因此该指数设定应当将白天、晚上地块上的人数规模变化同时纳入考量。因而该指数是非工作日白天与工作日白天、非工作日晚上与工作日晚上 2 个比值相乘的结果。 C_2 反映的是双休日的消费功能指数, C_3 是节假日的消费功能指数,指数越大说明消费功能越强。

2.3.2 功能优势度指数

为进一步识别某一块居民点用地的主导功能,参考相关文献将该地块功能指数与全部居民点用地该功能指数的均值和标准差进行对比^[40],进而识别各个地块的优势功能和短板功能,计算公式为

$$S_a = \frac{F_a}{M_a + N_a} \tag{1}$$

式中: S_a 为某一块居民点用地的某个功能的优势度; F_a 代指工作日的居住功能指数(H_1)和就业功能指数(W),以及双休日、节假日的消费功能指数(C_2 或 C_3); M_a 、 N_a 分别表示全部居民点用地对应某个功能指数的均值、标准差。根据计算结果,若 $S_a \geq 0.75$,则该居民点用地具备某个优势功能;若 $0.5 \leq S_a < 0.75$,说明该居民点用地具备一

般功能;若 $S_a < 0.5$,则说明功能较为薄弱,为短板功能。由此,对某一居民点用地的单一和复合功能定义如下:若地块只具备某一项优势功能,则定义为单一功能;具备一项优势功能的同时兼具另一项一般以上功能,则为复合功能;如三者皆为短板功能,则无明显功能。

3 陆巷居民点用地多功能与空间图谱

3.1 居民点用地多功能认知

3.1.1 单一功能空间格局

为准确识别居民点用地的功能类型与强度,本文运用自然间断点分级法将居住、就业、消费功能指数由低到高分别定义为低、中、较高、高 4 个等级,并结合功能优势度指数得到陆巷居民点用地多功能空间格局(见图 5)。为更好地解释功能指数在村域内的空间格局,利用工作日居住功能指数(H_1)、就业指数(W)和节假日消费功能指数(C_3)做实证分析。

1) 居住功能。高值区和较高值区主要位于莫厘峰西侧的含山村、北侧的白沙村以及北望村北部,靠近太湖沿岸、正对陆巷古村的地区也有分布。这 2 处区域整体地势平缓,临山傍水,自然景色优美,且靠近农业生产用地与交通主干道,契合了传统农耕社会“安家落户”的选址需求,是村域范围内宅基地和民宿的主要聚集处。中值区多沿较高值外围布局,大部分集中在村域的中部与东南部,呈现团簇状格局。低值区蔓延范围较广,布局在陆巷古村核心景区和沿湖地区,呈现出连片分布的格局特征,主要是受到地形与历史文化名村保护要求的影响,大面积的古村落保护区限制村民居住,导致居住功能指数偏低。整体而言,居住功能指数受到区位条件、自然环境、社会经济以及历史文化保护需求等因素的影响,在空间上呈现出明显的异质性。

2) 就业功能。高值区和较高值区集中分布在北望村南侧,该地区临近交通干道,区位条件优越且靠近村庄内部的宅基地集中区,满足了村民“家门口上班”的就业需求。中值区主要散落分布在白沙村西北部、含山村西侧,少数分布在陆巷古村外围,主要是借助景区旅游吸引力与客流量,成为景区外部的农副产品加工地。村域内其他范围都是低值区,反映出陆巷整体以一、三产业为

主,“户户冒烟”的苏南模式并不明显。

3)消费功能。高值区和较高值区主要分布在陆巷古村周围、白沙村和北望村南部,呈现出集中连片分布的态势。这类区域依陆巷古村的核心景区和沿湖公路布局,大部分农房都已改造为民宿或者农家乐且基础设施较为完备,汇集了大量游客资源。中值区域覆盖了北望村的主体部分,

尽管与古村核心景区有一定距离,但此处的大片耕地又成就了休闲特色农业。低值区分布范围较少,散落在中值区域外围,属于没有景区与连片民宿的地带,很难吸引到较为集中的客流量。可见,消费功能指数受到核心景区辐射、交通条件以及服务设施等因素的影响,在空间上呈现出高值密集分布与低值点状散落的特点。

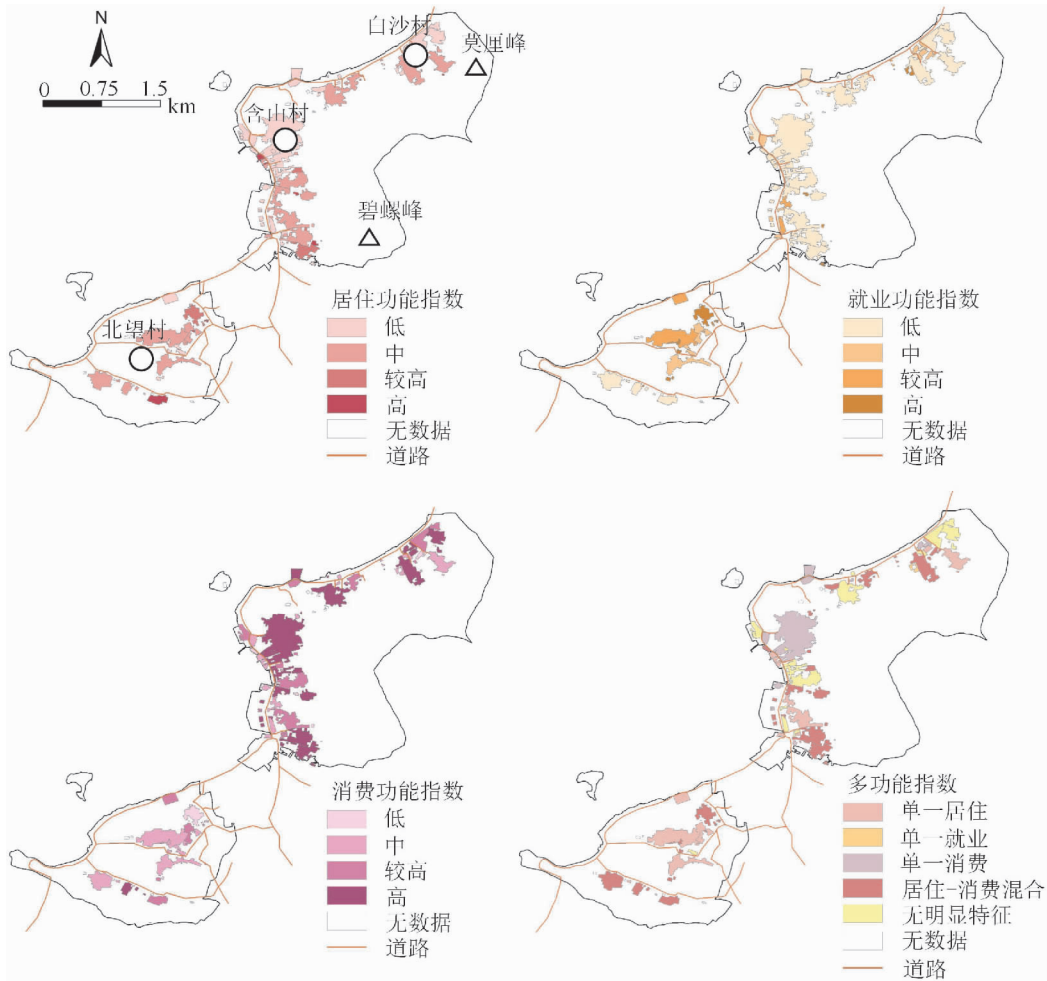


图5 陆巷不同功能指数空间格局

Fig. 5 Spatial pattern of different functional indices in LuXiang

3.1.2 多功能空间格局

进一步区分村域范围内单一功能和复合功能居民点用地,形成单一居住、单一就业、单一消费、居住-消费复合功能、无明显功能5个类型,地块数量及其面积占比如表2所示。其中,单一居住功能地块主要组团分布在北望村中北部、含山村西部以及白沙村东部,面积占比为14.7%,呈现出明显局部成团与零星散落的格局。单一就业功能地块数量最少,且零散分布在沿湖、白沙村中部区域,占比仅2.2%。单一消费功能主要分布在陆巷古村的核心景区、白沙村西北部以及沿湖地

区,呈现出单一核心、多数组团的空间分布趋势,面积占比达到16.9%。复合功能(居住和消费功能混合)用地则分布在白沙村中部与西部、含山村南部以及北望村南侧等区域,呈现出明显的线状或团状的空间分布趋势,在全部功能类型中占比最高为38.9%。而无明显功能居民点用地则分布在单一功能和复合功能的过渡地区,占比为18.3%,剩下的无数据区域占比是9.0%。

综合来看,陆巷多功能空间呈现出居住功能与消费功能“集聚成块”、就业功能“零散点状”、复合功能“组团连片”的分布态势,陆巷有明显的

居住、消费以及复合功能特征,但就业功能属性十分微弱,其主要原因是当地工业基础十分薄弱,乡村发展更多依靠自然资源禀赋和近年来越发完善的旅游产业和交通设施。此外,陆巷复合功能类型的地块数量有 53 个,占比接近 40%,说明乡村地域多功能整体处于较高水平。

表 2 陆巷居民点用地功能类型及其结构
Tab. 2 Functional types of land use and their structure in the settlement of Luxiang

功能类型	地块数量/个	面积占比/%
单一居住功能	20	14. 7
单一就业功能	3	2. 2
单一消费功能	23	16. 9
居住—消费复合功能	53	38. 9
无明显功能	25	18. 3
无数据	15	9. 0

3.2 村域空间图谱解析

空间图谱作为一种能够将复杂的地学问题转译于简洁二维空间的方法,已被用于包括乡村“产居一体”在内的空间格局解析^[41]。这种利用图谱的可视化表达方式,能对空间现象进行简洁、直观地表达,将多维信息量化整合在二维空间上,通过空间层面的解析,诊断图谱反映出的问题与征兆,为空间绩效评价与决策方案制定提供参考。鉴于村域尺度的人类行为活动时空间规律精细化地反映了所在功能空间的格局特征,因此可以根据功能指数的强弱划分功能空间的主次结构。基于此,村域范围的不同功能空间包含了各自功能的核心节点(指数较强)、次中心节点(指数中等)以及弱中心节点(指数较低)。可以说,核心节点

是目前具备优势功能、发展最好的区域,次中心节点有潜力成为新的核心节点,而弱中心节点是即将功能衰退或者已经出现退化的区域(如居住功能对应的“空心村”地块)。在村域范围内,不同节点之间的联系既包括经济、社会等要素之间的关系,也反映在通勤、通讯等要素之间的流动,由此形成不同强弱关系的联系网。整体而言,核心节点和弱中心节点的内部联系较弱,而次中心节点与其周边的核心节点、弱中心节点关联性特别强。在村庄规划推进过程中,可以通过空间留白、土地入市等手段进一步强化核心节点、培育次中心节点,借助增减挂钩、整治修复等手段批量处置弱中心节点。

陆巷村域内部不同功能空间呈现出分异特征(见图 6)。居住功能空间图谱由 3 个核心节点贯穿而成,但节点之间的联系较弱;次中心节点和弱中心节点沿着核心节点向外呈放射状扩散,并且依附核心节点表现为强联系和中联系。结合遥感影像与实地调研,3 个核心节点都是宅基地与民宿的主要聚集区,符合本地村民与外来游客的时空行为特征。同时,考虑到陆巷临湖靠山的独特地域条件,居住功能的空间结构符合传统意义上向有限的陆地空间发展的模式,具体表现为中部核心节点向东(靠山)延伸,而南北 2 个核心节点向西(临湖)收缩。就业功能空间图谱由 1 个核心节点、2 个次中心节点构成,表现为单一中心向外延伸,与次中心、弱中心节点保持中强度联系,但单一核心节点与其他次中心节点联系较弱。

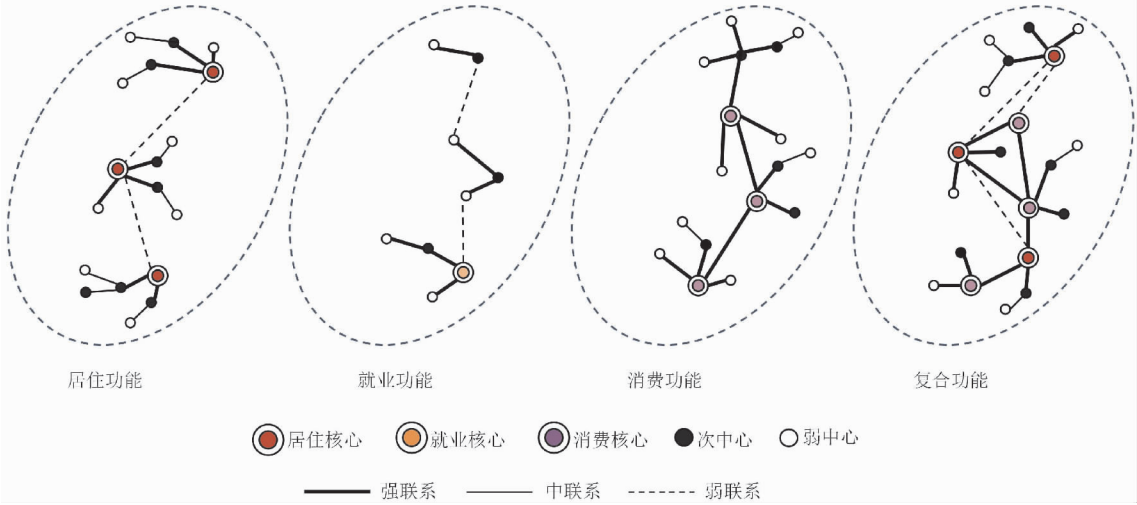


图 6 陆巷居民点用地的功能空间图谱

Fig. 6 Functional spatial mapping of the settlement sites at Luxiang

通过实地调研发现,仅有的核心节点是村内沿街小型工坊,吸纳就业人数较少。由于陆巷长期以农业生产为主,并不具备成熟的乡镇工业基础,导致其就业功能覆盖空间被其他功能空间分割而表现为碎片化分布,具体表现为核心节点向西(临湖)的太湖大道一侧拓展,其余节点维持现有空间结构。消费功能空间图谱与居住功能相似,主要由空间距离更近的3个核心节点相连,不同之处是节点之间表现为强联系,凸显陆巷全域旅游的特色。在空间上,最北边的核心节点是陆巷古村景区所在地,南边2个核心节点则是民宿和沿街商铺的混合区域。鉴于核心景区具有较强的游客吸引力和经济辐射性,消费功能空间在整体格局和局部节点上都呈现向外扩张的趋向。最后,复合功能空间图谱是前3类功能空间的有机结合,自北向南陆巷村域范围表现为北部以居住核心为主、中部兼具居住和消费核心、南部覆盖就业和消费核心的空间格局特征。陆巷不同功能的空间图谱与其地形条件、交通建设、景区引力、公服设施等因素相关,在地域空间上表现为“功能-结构”的多样性与异质性,可为村庄规划优化功能片区、布局产业发展、提升人居环境提供参考。

4 结论与讨论

苏州陆巷作为经济发达地区农村居民点的典型代表,其内部结构与功能逐渐多样化,呈现显著的复合利用特征,依本地村民、外来游客等不同行为主体差异化需求而分割成异质性空间。本文通过对比工作日和双休日、节假日居民点用地地上人类活动的分时段特征,提出对居住、就业、消费功能认知的理念设计。从白天到晚上,居住功能表现在工作日地块上人数规模“先降后升”的U型曲线,就业功能则表现在人数规模“先升后降”的倒U型曲线,而消费功能则表现在双休日、节假日人口数量存在白天和晚上2个波峰的N型曲线。借助位置大数据能够精准测度居民点用地承载人数规模及其时空变化,本文构建了定量化评价地块尺度居住、就业和消费功能的指数,并对陆巷139个建设用地图斑进行了测度。结果显示,陆巷村域范围内已经形成单一居住、单一就业、单一消费、居住-消费复合等功能类型,其中复合功能地块达到53个,面积占比为38.9%,呈

现出居住功能与消费功能“集聚成块”、就业功能“零散点状”、复合功能“组团连片”的分布态势。本文基于地块尺度对居民点用地功能进行探究,得益于位置大数据覆盖群体广、实时性强、位置信息准确等特点。长期以来,农村居民点研究多关注土地利用、聚落景观等物质空间,位置大数据的出现推动了人地关系研究理念和方法创新,推动研究视角由静态空间转向动态空间、由物质实体转向人类行为。

空间图谱的进一步解析表明,陆巷村域范围内不同功能空间呈现出分异特征:居住功能由3个核心节点组成,但节点之间的联系较弱;就业功能由单一核心节点、2个次中心节点组成,核心与次中心联系并不紧密;消费功能与居住功能类似,但由空间距离更近的3个核心节点相连,且节点之间表现为强联系,凸显陆巷全域旅游的空间特色。陆巷不同功能的空间图谱与自然、人文、基建等多个因素休戚相关,表现为地域空间上的“功能-结构”多样性与异质性。陆巷作为发展较为成熟的农旅结合型村落,其空间也存在功能转换及局部形态调整,以满足不同行为主体与空间需求的转变。因此,乡村多功能转型与协同并非要兼顾所有功能类型,而应基于地方社会经济发展、自然资源禀赋、一般功能与短板功能,进而制定差异化的居民点用地“主-次”功能融合方案。可见,农村居民点用地混合利用已经成为土地集约利用、激发乡村活力的重要手段,可为阐述经济发达地区农村居民点用地演变机制提供新的视角,为提升乡村建设水平,推动村庄规划编制由过去增量式向新时期存量甚至减量发展提供新的思路。

参考文献

- [1] 李裕瑞,刘彦随,龙花楼. 中国农村人口与农村居民点用地的时空变化[J]. 自然资源学报, 2010, 25(10): 1629-1638.
Li Y R, Liu Y S, Long H L, et al. Spatio-temporal analysis of population and residential land change in rural China[J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(10): 1629-1638.
- [2] 范少言. 乡村聚落空间结构的演变机制[J]. 西北大学学报(自然科学版), 1994, 24(4): 295-298, 304.
Fan S Y. The evolution mechanism & study contents on the spatial structure about rural settlement[J].

- Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 1994, 24(4): 295-298, 304.
- [3] 朱琳, 黎磊, 刘素, 等. 大城市郊区村域土地利用功能演变及其对乡村振兴的启示: 以成都市江家堰村为例[J]. 地理研究, 2019, 38(3): 535-549.
Zhu L, Li L, Liu S, et al. The evolution of village land-use function in the metropolitan suburbs and its inspiration to rural revitalization: A case study of Jiangjiayan Village in Chengdu City[J]. Geographical Research, 2019, 38(3): 535-549.
- [4] 张佰林, 钱家乘, 蔡为民. 论农村居民点用地混合利用的研究框架[J]. 自然资源学报, 2020, 35(12): 2929-2941.
Zhang B L, Qian J C, Cai W M. Discussion on mixed use of rural residential land research framework[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(12): 2929-2941.
- [5] Zhu F K, Zhang F R, Li C, et al. Functional transition of the rural settlement: Analysis of land-use differentiation in a transect of Beijing, China[J]. Habitat International, 2014, 41: 262-271.
- [6] Wang H, Wang L L, Su F B, et al. Rural residential properties in China: Land use patterns, efficiency and prospects for reform[J]. Habitat International, 2012, 36(2): 201-209.
- [7] 梁小英, 顾铮鸣, 雷敏, 等. 土地功能与土地利用表征土地系统和景观格局的差异研究: 以陕西省蓝田县为例[J]. 自然资源学报, 2014, 29(7): 1127-1135.
Liang X Y, Gu Z M, Lei M, et al. The differences between land use function and land use to reflecting the change of land use system and their impacts on landscape pattern: A case study of Lantian County in Shaanxi Province, China[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(7): 1127-1135.
- [8] 陈诚, 金志丰. 经济发达地区乡村聚落地模式演变: 以无锡市惠山区为例[J]. 地理研究, 2015, 34(11): 2155-2164.
Chen C, Jin Z F. Spatio-temporal change of land use pattern of rural settlements in developed area: A case study of Huishan district in Wuxi City[J]. Geographical Research, 2015, 34(11): 2155-2164.
- [9] 曲衍波, 魏淑文, 商冉, 等. 基于“点-面”特征的农村居民点空间形态识别[J]. 资源科学, 2019, 41(6): 1035-1047.
Qu Y B, Wei S W, Shang R, et al. Spatial morphology of rural settlements based on site and functional characteristic[J]. Resources Science, 2019, 41(6): 1035-1047.
- [10] 马雯秋, 朱道林, 姜广辉. 面向乡村振兴的农村居民点用地结构转型研究[J]. 地理研究, 2022, 41(10): 2615-2630.
Ma W Q, Zhu D L, Jiang G H. Research on land use structure transition of rural settlements facing the rural vitalization[J]. Geographical Research, 2022, 41(10): 2615-2630.
- [11] 杨忍, 张菁, 陈燕纯. 基于功能视角的广州都市边缘区乡村发展类型分化及其动力机制[J]. 地理科学, 2021, 41(2): 232-242.
Yang R, Zhang J, Chen Y C. Differentiation and dynamic mechanism of rural development in metropolitan fringe based on the functional perspective in Guangzhou City[J]. Geographical Science, 2021, 41(2): 232-242.
- [12] 朱欣怡, 高金龙, 安丰平. 乡村多功能: 内涵、进展与展望[J]. 地理科学进展, 2024, 43(6): 1233-1246.
Zhu X Y, Gao J L, An F P. Rural multifunctionality: A comprehensive literature review[J]. Progress in Geography, 2024, 43(6): 1233-1246.
- [13] 张佰林, 蔡为民, 张凤荣, 等. 中国农村居民点用地微观尺度研究进展及展望[J]. 地理科学进展, 2016, 35(9): 1049-1061.
Zhang B L, Cai W M, Zhang F R, et al. Progress and prospects of micro-scale research on rural residential land in China[J]. Progress in Geography, 2016, 35(9): 1049-1061.
- [14] 乔家君. 中国乡村振兴研究进展、热点及评价指标展望[J]. 河南大学学报(社会科学版), 2023, 63(5): 15-24, 152.
Qiao J J. Research progress, hotspot and evaluation indicators of rural revitalization in China[J]. Journal of Henan University (Social Science), 2023, 63(5): 15-24, 152.
- [15] 胡晓亮, 李红波, 张小林, 等. 发达地区乡村空间商品化的过程与机制解析: 以苏州市西巷村为例[J]. 地理科学进展, 2021, 40(1): 171-182.
Hu X L, Li H B, Zhang X L, et al. Process and mechanism of the commodification of rural space in developed areas: A case study of Xixiang Village in Suzhou City[J]. Progress in Geography, 2021, 40(1): 171-182.
- [16] 马雯秋, 何新, 姜广辉, 等. 基于土地功能的农村居民点内部用地结构分类[J]. 农业工程学报, 2018, 34(4): 269-277.
Ma W Q, He X, Jiang G H, et al. Land use internal

- structure classification of rural settlements based on land use function[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(4): 269-277.
- [17] 刘彦随, 刘玉, 翟荣新. 中国农村空心化的地理学研究及整治实践[J]. 地理学报, 2009, 64(10): 1193-1202.
- Liu Y S, Liu Y, Zhai R X. Geographical Research and optimizing practice of rural hollowing in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(10): 1193-1202.
- [18] 赵民, 游猎, 陈晨. 论农村人居空间的“精明收缩”导向和规划策略[J]. 城市规划, 2015, 39(7): 9-18.
- Zhao M, You L, Chen C. Smart shrinkage of rural human settlements and its planning strategies [J]. City Planning Review, 2015, 39(7): 9-18.
- [19] 田亚亚, 姜广辉, 何新, 等. 北京市平谷区农村居民点内部用地结构差异分析[J]. 农业工程学报, 2019, 35(17): 263-273.
- Tian Y Y, Jiang G H, He X, et al. Internal land use structure difference analysis of rural settlements in Pinggu District, Beijing [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, 35(17): 263-273.
- [20] 中共中央国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴的意见[N]. 人民日报, 2025-02-24(01).
- [21] 张佰林, 王昭颖, 朱敏杰. 农村居民点用地混合利用特征及驱动力[J]. 农业工程学报, 2022, 38(3): 267-275.
- Zhang B L, Wang Z Y, Zhu M J. Characteristics and driving forces of the mixed use of rural settlement land [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2022, 38(3): 267-275.
- [22] 冯德东, 龙花楼, 王坤, 等. 中国农村居民点空间布局优化研究综述与展望[J]. 地理研究, 2024, 43(8): 2215-2232.
- Feng D D, Long H L, Wang K, et al. Review and prospect of research on spatial layout optimization of rural settlements in China [J]. Geographical Research, 2024, 43(8): 2215-2232.
- [23] 李和平, 赖文韬, 肖文斌, 等. 乡村连片规划: 实践指向、理论逻辑与路径方法: 基于“功能-网络”视角的解析[J]. 城市规划学刊, 2023(3): 47-55.
- Li H P, Lai W T, Xiao W B, et al. Practical directions, theoretical logic, and methodology of rural contiguous planning: An analysis in the function-network-perspective [J]. Urban Planning Forum, 2023(3): 47-55.
- [24] 刘澜, 邱冰, 熊星, 等. 传统村落街巷肌理综合定量解析研究: 以西山传统村落为例[J]. 城市规划, 2024, 48(3): 107-114.
- Liu L, Qiu B, Xiong X, et al. Comprehensive quantitative analysis of street texture in traditional villages: A case study of traditional villages in Xishan island [J]. City Planning Review, 2024, 48(3): 107-114.
- [25] 曲衍波, 刘敏, 朱伟亚, 等. 农村居民点多功能空间格局与协调性优化模式[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 659-673.
- Qu Y B, Liu M, Zhu W Y, et al. Spatial pattern and coordination optimization mode of multifunction of rural settlements [J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 659-673.
- [26] 李早, 叶茂盛, 黄晓茵, 等. 居游混合型传统村落街巷空间组织模式研究[J]. 城市发展研究, 2021, 28(3): 24-31.
- Li Z, Ye M S, Huang X Y, et al. The research on street space organization mode of traditional villages with coexistence of residence and tourism [J]. Urban Development Studies, 2021, 28(3): 24-31.
- [27] 关中美, 杨贵庆, 职晓晓. 基于社会网络分析法的乡村聚落空间网络结构优化研究: 以中原经济区 X 乡为例[J]. 现代城市研究, 2021(4): 123-130.
- Guan Z M, Yang G Q, Zhi X X. Research on network structure optimization of rural settlement based on social network analytic method: Take X township of Zhongyuan economic zone as an example [J]. Modern Urban Research, 2021(4): 123-130.
- [28] 钮心毅, 林诗佳. 城市规划研究中的时空大数据: 技术演进、研究议题与前沿趋势[J]. 城市规划学刊, 2022(6): 50-57.
- Niu X Y, Lin S J. Spatiotemporal big data in urban planning researches: Technological evolution, research topics, and frontier trends [J]. Urban Planning Forum, 2022(6): 50-57.
- [29] 房艳刚, 毕晓普, 刘建志. 基于多源数据的村庄类型判别研究: 以吉林省前郭县和靖宇县的比较分析为例[J]. 地理科学, 2023, 43(3): 541-551.
- Fang Y G, Bi X P, Liu J Z. Classification of villages based on multi-source data: A case comparison of Qianguo and Jingyu counties in Jilin Province [J]. Geographical Science, 2023, 43(3): 541-551.
- [30] 李星月, 陈福临. 基于手机信令数据的中小城市区域联系及人口研究[J]. 城市交通, 2020, 18(4): 47-54.

- Li X Y, Chen F L. Regional connections and demographic characteristics of small-medium cities based on cellular signaling data[J]. *Urban Transport of China*, 2020, 18(4): 47-54.
- [31] 何建华, 覃荣诺, 丁榛, 等. 基于乡村宜居性和人口流动网络特征的农村居民点重构[J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2021, 46(3): 402-409.
- He J H, Qin R N, Ding S, et al. Reconstruction of rural settlement based on the characteristics of livability and population flow network[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2021, 46(3): 402-409.
- [32] 伍江, 张逸平, 袁也, 等. 数字孪生技术背景下城市人口底数的精准映射: 创新技术框架与规划运用展望[J]. *城市规划学刊*, 2024(3): 28-37.
- Wu J, Zhang Y P, Yuan Y, et al. Precise mapping of urban population base under the influence of digital twin technology: Innovative technological framework and prospects for planning application [J]. *Urban Planning Forum*, 2024(3): 28-37.
- [33] Milbourne P, Kitchen L. Rural mobilities: Connecting movement and fixity in rural places[J]. *Journal of Rural Studies*, 2014, 34: 326-336.
- [34] 袁源, 张小林, 李红波, 等. 基于位置大数据的村域尺度多功能性评价: 以苏州市为例[J]. *自然资源学报*, 2021, 36(3): 674-687.
- Yuan Y, Zhang X L, Li H B, et al. Evaluation of multifunctionality on village scale using location-based big data: A case study of Suzhou[J]. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(3): 674-687.
- [35] 付晓萌, 张沛. 都市圈乡村旅游适应性及其发展模式探析: 以西安都市圈为例[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2024, 54(2): 277-287.
- Fu X M, Zhang P. An analysis of the adaptability and development model of rural tourism in metropolitan area: Taking Xi'an metropolitan area as an example[J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 2024, 54(2): 277-287.
- [36] 宋颖, 廖静莹. 个体移动性视角下城市设施时空协同分析方法与实例研究[J]. *国际城市规划*, 2024, 39(3): 31-39.
- Song Y, Liao J Y. Urban facility spatio-temporal coordination analysis method and empirical study from the perspective of individual mobility[J]. *Urban Planning International*, 2024, 39(3): 31-39.
- [37] Chen Y Y, Liu X P, Gao W X, et al. Emerging social media data on measuring urban park use[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2018, 31: 130-141.
- [38] 钮心毅, 丁亮, 宋小冬. 基于手机数据识别上海中心城的城市空间结构[J]. *城市规划学刊*, 2014(6): 61-67.
- Niu X Y, Ding L, Song X D. Understanding urban spatial structure of Shanghai central city based on mobile phone data [J]. *Urban Planning Forum*, 2014(6): 61-67.
- [39] 李民健, 秦萧, 甄峰. 春节返乡人流的空间特征及其对城市消费经济的影响: 基于中国93个主要城市的实证研究[J]. *世界地理研究*, 2025, 34(4): 127-138.
- Li M J, Qin X, Zhen F. Spatial feature of returning people flows in the Spring Festival and its impact on urban consumption: An empirical study of 93 major cities in China[J]. *World Regional Studies*, 2025, 34(4): 127-138.
- [40] 龙花楼, 刘彦随, 邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价[J]. *地理学报*, 2009, 64(4): 426-434.
- Long H L, Liu Y S, Zou J. Assessment of rural development types and their rurality in eastern coastal China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(4): 426-434.
- [41] 邬铁群, 王竹, 于慧芳, 等. 乡村“产居一体”的演进机制与空间图谱解析: 以浙江碧门村为例[J]. *地理研究*, 2022, 41(2): 325-340.
- Wu Y Q, Wang Z, Yu H F, et al. Evolution mechanism and spatial atlas analysis of "work-live integration" in rural areas: A case study of Bimen Village in Zhejiang[J]. *Geographical Research*, 2022, 41(2): 325-340.

(编辑 李波)