

网络视角下的镇村空间组织

——基于杭州市临安区居民出行联系的分析*

田琳 程遥 钮心毅

提要 以杭州市临安区为实证案例,基于手机信令数据,利用网络分析方法及社区发现方法,测度镇村出行联系及其组群,以探究镇村空间组织的特征。研究发现:通勤和非通勤联系的等级模式和局部网络化特征共存,但二者网络化的程度以及空间组织模式都形成差异;通勤联系中心性更强,围绕各镇区形成更均衡的、内部紧密联系的组群,而非通勤联系整体更加扁平,围绕两个中心镇形成更大的腹地范围;区别于对传统乡村空间组织的单中心、均质化的认知,各组群内部的空间组织呈现出多样化特征,大致可以分为“中心地”“网络化”“核心—边缘”和“碎片化”等4种模式。进行了延伸思考,提出镇村空间规划应当转变刻板的等级式思维,重视空间联系和多样化组群结构的特征;基于手机信令数据的网络分析能较准确地揭示镇村空间的关系特征,提供规划指导,但在应用时要关注镇村地区与城市地区的差异。

关键词 镇村地区;手机信令数据;网络分析方法;空间组织;居民出行联系

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202301015
文章编号 1000-3363(2023)01-0104-07

作者简介

田琳,同济大学建筑与城市规划学院博士研究生,1036988182@qq.com

程遥,同济大学建筑与城市规划学院、自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室副教授,通信作者,chengyao@tongji.edu.cn

钮心毅,同济大学建筑与城市规划学院、自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室教授

Spatial Organization of Town and Village Areas in the Network Perspective: An Analysis of Resident Cross-village Travel Links in Lin'an District, Hangzhou

TIAN Lin, CHENG Yao, NIU Xinyi

Abstract: To understand the spatial organization of towns and villages, this paper takes Lin'an District of Hangzhou as a case, measures cross-village links based on residents' travel recorded by mobile phone signaling data, and identifies the clustering patterns. The study finds that commuting and non-commuting links coexist in terms of hierarchical and networking characteristics, but the degree of networking and the pattern of spatial organization differ between the two. Commuting links are more centralized with more balanced and internally connected clusters around each town, while the non-commuting links are flatter with larger hinterlands around the two central towns. The internal spatial organization of each cluster has diversified characteristics and can be divided into four types: "centralized", "networked", "core-peripheral" and "fragmented", the pattern of which deviates from the monocentric and homogenized rural spatial organization understood conventionally. This paper suggests that in town and village spatial planning, hierarchical stereotypes should be rejected and features of spatial connection and diverse cluster structures should be paid attention to. Although network analysis based on mobile phone signaling data can reveal the relational characteristics of town and village spaces more precisely, the differences between rural and urban areas should still be heeded when town and village areas are under investigation.

Keywords: town and village area; mobile phone signaling data; network analysis approach; spatial organization; resident travel connectivity

科学认知镇村的空间组织,是区域空间资源优化配置的基本前提,也是县级、乡镇级国土空间规划编制的重要依据^[1]。在传统的农业生活经济模式下,村庄相对孤立发展,镇村之间的少量联系主要为服务于生产生活的商业交易和传统文化活动。相应地,以往对于镇村空间组织研究和规划都是在中心地理论^[2]的基础上发展形成的,该理论及其空间模型能够对传统城乡空间格局起到基础性的解释,并揭示了城—镇—村的规模等级效应。长期以来,我国镇村体系规划中常见的“重点镇—一般镇—中心村—基层村”功能等级体系,其背后的理论内涵即基于中心地理论。

但进入工业文明时代后,农村原本的均质化形态被打破。在更大区域范围内的产业

*国家自然科学基金面上项目“多源数据支持下的低效城乡建设用地识别和规划策略研究(项目编号:52078348)”资助

分工深化的趋势下,镇村地区也无法避免劳动分工专业化和生产链各环节空间分离的趋势^[3],镇村职能逐步从农业主导发展为三次产业融合的模式,镇村功能的分化也会带来空间结构的多样化。并且,在交通、通信设施日益完善的条件下,人流、物流、信息流等要素在镇村之间流动加速,镇村联系模式也逐渐由镇对村的单向联系转变为镇村之间、村之间的双向互动联系^[4]。与之相对应的是,我国的城乡空间政策导向也开始从单一的等级模式逐渐开始考虑网络化的组织。例如,上海大都市圈空间协同规划、浙江的美丽城镇建设等纷纷提出要打造“城镇圈”,以此构建更扁平、均等的小城镇关系,从而实现信息交通的互联互通、产业的优势互补和资源服务的开放共享。

在这样的背景下,关于镇村空间的研究理论与方法也在发生变化。镇村空间关系组织的底层逻辑逐渐偏离了中心地的假设。根据空间相互作用理论的关系性机制,一个镇、一个村乃至整个镇村地区都无法孤立地生存,必须通过地区间的相互协作才能获得无限的发展机会^[5],因此不仅要关注镇村自身,还要关注镇村关系。卡斯特尔(Manuel Castells)^[6]提出的流动空间(space of flows)理论指出,由于互联网和通信等技术的发展,距离的内涵不再局限于地理距离,而是通过两点之间的关系紧密程度来丈量,该理论对我国区域研究产生了深刻的影响,催生出一系列关于城市网络的区域空间研究^[7-9]。近年来,有学者^[10-11]发现,这一网络化的趋势不限于城市区域,镇村之间也体现出类似特征。但关于镇村地区传统等级式关系是否完全消解,以及镇村空间组织形式和内涵等问题,尚待从联系视角展开进一步的探讨,以便为镇村体系规划提供支持,为镇村空间组织优化、城镇圈的范围划分等提供较为精细、准确的指导。

1 镇村关系性空间组织的研究视角转变

镇村关系性空间组织是指从镇村的功能联系而非单纯的地理空间距离来认知镇村的空间组织。随着人们对镇村空

间的认知逐步向多功能的空间关系转变,学界对镇村空间的研究方法也逐步从静态属性方法向动态联系的分析方法转变。目前从关系视角对镇村空间组织的研究尚处于起步阶段,主要可以概括为两种方法。

第一,以引力模型为代表的联系模拟法。由于相关数据可获得性高、可操作性强,近十年来该方法在我国城乡规划学界的应用较为广泛。该方法一般是对引力模型公式进行改进,用于分析镇、村之间的关联特征^[12]、相互作用程度^[13]、网络空间格局^[14]等,为农村聚落或镇村体系的等级和空间布局提供建议^[15]。然而,引力模型假设节点的“重力值”(一般用人口、经济或综合评价体系得到的分值代替)越高,节点之间的时间或空间“距离”越短,则节点之间的“引力”越强,虽然这是区域空间联系的普遍规律,但是实际中呈现出来的联系由于还受到经济、社会、政策、公共服务等非地理因素的影响,因而对真实发生的联系的反映较为粗糙。

第二,运用真实的联系数据构建空间网络的方法。该方法最初是运用人流、企业联系、交通班次、资金投资、搜索指数等联系数据代表城市间的功能联系,进行全球或区域的城市网络研究^[17-9, 16]。近几年来也有学者开始运用时空位置大数据来构建镇之间、村之间的网络联系,进行镇村空间组织的实证研究,例如识别居民日常的通勤和消费服务活动空间^[17]、聚落网络空间结构^[11]、多种类型的城乡联系模式的组团^[18]等,这些研究被认为对镇村规划的空间组织量化测度、服务设施效率和职住空间关系具有较高价值^[19]。在各类联系数据中,人口流动被作为反映抽象镇村功能联系的重要途径,这是因为各类需求通常会引发空间上人的出行活动,基于宏观时空大数据的镇村人流网络是微观主体的海量出行活动在地域空间上的叠合呈现。从居民的个体角度上看,乡村生产、生活方式的变迁也深刻地影响镇村居民出行——随着私家车的普及和城乡交通系统的不断完善,镇村居民的出行便利性和频率大大上升,推动剩余农村劳动力跨越附近村、镇就业,极大程度扩大了就业与居住地的距离;生活水平提升带来的对

更高等级的公共服务、休闲消费的追求,也使得镇村居民出行范围扩大。但是目前该类数据和方法在微观镇村层面的运用仍处于探索阶段^[19],亟待更多的实证。

为了弥补现阶段的研究空缺,本文在镇村关系性空间组织的理论和研究的基础上,试图构建一套运用手机信令数据分析镇村空间联系的研究框架,以杭州市临安区为实证案例,分析居民出行的整体联系、组群结构和组群内部联系,以认识镇村地区空间组织特征,并对镇村体系规划提出建议。

2 数据和研究方法

2.1 实证案例概况

本文的案例临安区位于杭州市郊区(图1),其西北为山地,东南地势相对平坦。2017年临安共辖5个街道、13个镇,地域面积3126.8 km²。2020年临安区第七次全国人口普查的常住人口63.5万人,其中农村人口25.8万人,常住人口城镇化率59.31%。临安原本为县级市行政区,2017年撤县设区后正式加入杭州市辖区的行列。综合来看,临安区的镇既涵盖了广大的典型乡村地区,也在部分地区兼具城市近郊特征,同时兼具山地和平原地貌。产业上,从1980—1990年代的乡镇企业兴起开始,传统农业生产为主导的局面就已经发生了改变;在旅游业方面,依托良好的生态景观资源,部分村成为浙江省最早开始探索乡村旅游的先发地区;加之近年来受到电子商务的影响,镇村产业结构发生了新一轮的变革。因此临安镇村地区的空间组织变化突出、多样性明显,是验证网络方法在镇村地区应用的比较合适的样本。

2.2 研究数据

手机信令数据具有覆盖面广、样本量大、空间精度较高、实时性的优势,可以较好地反映镇村之间居民的出行联系^[11],有利于弥补镇村层面传统数据的不足,更加动态、全面地揭示镇村空间组织的特征规律^[17]。本文使用中国移动的杭州手机信令数据,时间范围为2017年4月份连续30天(包含20个工作日和10个休息日),数据字段包括隐藏了个人信息用户ID、信令产生时间、基站编

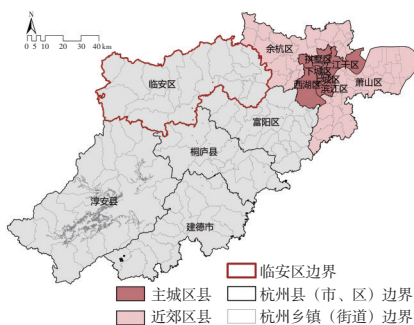


图1 临安区在杭州市的区位关系图 (基于2017年行政区划)

Fig.1 Location of Lin'an District in Hangzhou (based on 2017 administrative division)

号等信息。研究范围为临安区的13个镇，该范围内移动通信基站共2126个，平均每个基站的覆盖范围为1.47 km²，基本达到全面覆盖。共有25个村的村域范围内无基站分布，占有所有村的9.9%，在计算中将这部分村剔除。

借鉴丁亮等^[20]的方法，从手机信令数据中识别出“通勤联系”和“非通勤联系”两类数据^[21]。识别方法为：一个用户在19:00至次日8:00停留时间最长且至少大于2 h，重复天数最多且重复天数至少占总天数的60%，则将该基站对应的地点作为该用户的居住地，以同样方法在9:00至18:00识别的地点作为用户的工作地，通勤联系即用户在居住地与工作地之间的联系；用户出行并在目的地基站识别范围内停留时间大于30 min，且该停留基站不为工作地或居住地所在基站时，将该基站所在地点定义为非通勤目的地，这样的出行称为非通勤联系。临安区镇村范围内总共识别出7.95万人的通勤联系和30天内115.95万人次的非通勤联系。

2.3 分析方法

2.3.1 居民空间出行联系的测度

上文通过手机信令数据识别的通勤联系、非通勤联系两类居民出行中，通勤联系体现了居民就业、就学等通勤活动，为稳定、有规律的出行联系，可视为镇村主要功能联系在空间上的反映；非通勤联系为居民通勤以外的较远距离出行，在镇村地区主要体现为居民获取各类公共服务、购物消费、探亲访友等活动，这与城市地区以休闲娱乐活动为

主的特征不同，因为镇村居民以休闲娱乐活动为目的的跨村出行很少。

从手机信令数据特征来看，绝大部分通勤（非通勤）联系都属于居民在居住地与就业地（非通勤目的地）之间的往返出行活动，因此本研究采用无向网络，着重分析空间的相互联系性特征。以行政村（下文简称“村”）为最小分析空间单元，将上述两类出行联系分别按照起讫点所在的村单元进行双向汇总，最终得到各个村之间的OD矩阵（例如将从A村到B村的人数与B村到A村的人数相加，即为A村、B村之间的联系量），计算仅保留跨村的联系，将村内的出行联系排除在外。然后借鉴复杂网络的分析方法，以村的中心点作为网络节点（node），以村之间的出行联系量为边（edge）的权重，由此构建网络。在ArcGIS平台上，将联系量作为权重给村之间的连线赋值，用线的颜色、粗细区分值的大小，即可实现联系的可视化。

为了进一步考察基于居民出行联系的网络化特征，本文计算各村的“首位镇区联系比例”。对于一个村，该指标数值越大，表明该村与首位镇区的联系越占主导，反之则与周边村镇的联系较为“势均力敌”；对于研究范围内的所有村，高值的村数量越多，表明联系整体的中心性越强、等级性越明显，反之则越分散和扁平，公式如下：

$$P_{ai} = L_{ai} / \sum_{i=1}^n L_{ai}$$

其中， P_{ai} 为a村的首位镇区联系比例， $L_{a,max}$ 为a村与临安各个镇区的联系量^①中的最大值， L_{ai} 为a村与i村的联系量， $\sum_{i=1}^n L_{ai}$ 表示a村与其他村联系量的总和。

2.3.2 联系的组群结构识别

村之间居民出行联系的组群可视为自组织形成的网络子结构，通常反映了实际联系需求促生的多个功能区块，组群的大小代表了自发形成的功能区块的大小。西方学者曾在城市区域研究中运用“功能性城市区域”（functional urban region, FUR）的概念，即借助城市间的经济联系、通勤联系等功能联系来划定城市区域^[22-24]。在更微观的乡村地域，也可以将出行联系的组群理解为“功能性镇村区域”，每个组群内部往往包含了联系紧密的核心和腹地，再通过核心节

点与外部区域相连，组群及其内外联系组织在整个镇村地域内达到一种基本平衡的状态。

复杂网络中普遍存在着组群的特性，识别这些组群的算法为社区发现算法（community detection）^[25]。本文采用Blondel等提出的Louvain社区发现算法，这是一种基于模块度^②（modularity）最优化的启发式算法，该算法除了弥补单纯凝聚方法不可逆的缺陷外，还能探测到多层次的社区结构，避免遗漏一些较小的社区^[26]。通过多次迭代，尝试将单个节点加入能够使模块度提升最大的社区中，直到网络中任何节点变动都不能提高模块度为止^[27]，且随着迭代往后进行，小的组群会被逐步归并；每次迭代后的模块度值越高，表明组群内部联系越紧密，组群之间联系相对越疏松。

本研究将临安区镇村全域的联系系数数据整体代入计算，通勤联系、非通勤联系最终都经历了三次迭代计算，第一次迭代得到的模块度分别为0.74和0.58，第二、三次迭代的模块度都接近或超过0.7^③，表明两类联系的组群集聚特征明显。

3 临安的镇村空间组织特征

3.1 通勤与非通勤联系局部呈现网络化特征

从临安区镇村地区的通勤、非通勤联系整体来看，等级化的“中心地”模式仍较为明显（图2），即以镇区为中心，与周边村之间形成放射状联系。其中，昌化镇和於潜镇两个中心镇不仅与自身镇域内的村联系较强，还辐射至更大范围内的其他镇村。但与此同时，两类联系都显现出局部网络化的特征，即同等级的镇或村之间也建立起水平向联系，尤其是毗邻临安区的地区形成高密度、扁平的网络化联系。此外，从图2中显示的主要联系来看，通勤和非通勤联系存在较多重合之处，可能的原因有：其一，与城市地区的就业中心与公共服务中心、商业中心在空间分布上分化不同，镇区或集镇，尤其是中心镇的镇区功能往往是高度复合的，承担乡村地区就业、服务和休闲娱乐的综合职能，这决定了居民在进行多数日常活动时总是需要前往镇区；其二，与城市就业人群很大比

例地遵循“朝九晚五”“两点一线”的通勤模式不同，镇村居民中有相当一部分从事非正式就业岗位，其工作时间常常缺乏特定规律，工作地点相对不固定，并且工作和获取服务、休闲娱乐的出行活动很难严格区分。

进一步比较基于两类联系各村“首位镇区联系比例”的指标分布(图3)，通勤联系 ≥ 0.5 的村占有村总数的18.7%，这部分村只与1个而非同时与多个镇区形成紧密联系；但同时 < 0.3 的村占60%，超过了半数。在非通勤联系中数值类似于重尾分布，即仅极少数村分布于高值区(≥ 0.5 的村仅占3.5%)，剩下的大部分村都集中在低值区(< 0.3 的村占91.6%，且 < 0.1 的村占60.4%)。可见无论是通勤还是非通勤联系，虽然仍有部分村与单个镇区形成主要联系，但大部分村已经与其他的村镇形成更均衡、扁平的联系，并非只有“中心地”式的纵向联系，因而首位联系镇区的主导性未明显体现。也就是说，居民出行往返于等级相同的各个镇村之间，而不仅仅是前往镇区。该结果验证了绝对单中心联系模式局部已被打破的假设。但相较而言，通勤联系的整体中心性相对更强，非通勤联系分布形态更为分散。值得说明的是，对于一个村来说，联系量最大的镇区并不一定是该村所属镇的镇区，首位联系非本镇区的村在通勤、非通勤联系中分别占了16%和74%，显示出通勤联系中每个镇区都有较为清晰的、与镇域边界重合度更高的腹地，与中心地理理论的假设更加吻合；但非通勤联系中，村跨越本镇区与其他镇区相联系的趋势更明显，这与镇区服务于本镇内乡村的固有观念不同，更加偏离中心地理理论的假设。

3.2 基于通勤和非通勤联系的组群结构存在差异

基于通勤和非通勤联系的组群在模块度、大小和空间结构上都形成差异(图4)。空间结构上，通勤联系中围绕於潜、昌化的两个中心组群明显更大，其他靠近临安城区的组群以及边缘地区的组群较小，而非通勤联系的组群整体较小、形态破碎。前者趋于形成以镇域为单元的、大小相对均衡的组群结构，而

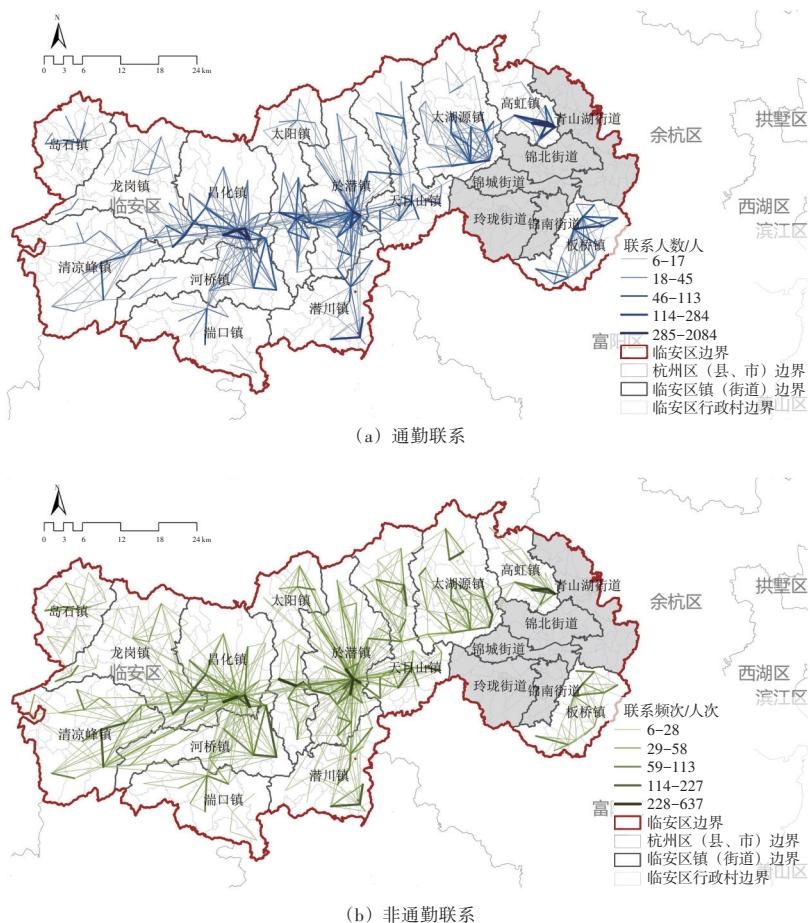


图2 临安区镇村的通勤联系、非通勤联系

Fig.2 Commuting links and non-commuting links in Lin'an's town and village area

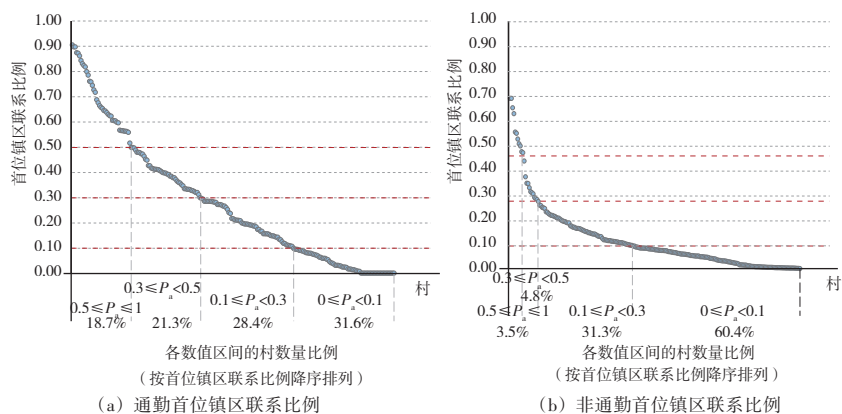


图3 通勤、非通勤首位镇区联系比例数值分布

Fig.3 Distribution of proportional links with the top-linked town center for commuting and non-commuting cases.

后者的两个中心组群范围大幅度扩展，其余组群则相对较小。以上特征形成的原因可能是两类联系的内在性质不同：通勤联系识别的是频繁、规律性的出行，组群内部任职关系相对平衡，组群结构更紧密、大小更均衡；而非通勤联系的

远距离出行更多，偶然性也更强，组群结构除了两个中心镇占绝对主导地位，其余的相对更加疏松。“首位镇区联系比例”的空间分布同样验证了不同功能联系的空间组织模式的差异(图5)。通勤联系中的高值的村主要分布在各个镇区

周边，这是因为镇区作为就业中心的地位较为明显，周边村围绕镇区形成产—居关系紧密的组群。相较而言，非通勤联系中的少数高值的村仅集中在两个中心镇的镇区附近，这是因为两个中心镇作为整个临安镇村地区的服务、休闲中心的地位更加突出，其他一般镇的村越级与中心镇联系，构成了更大的“服务中心—腹地”组群，这也表明一般镇的联系更分散、服务范围缩减。此外，毗邻临安城区的村该指标接近于0，这是因为城区周边的镇村居民更倾向于直接前往城区使用公共服务和休闲娱乐设施，从而极大地分散了其镇区的联系。

值得注意的是，两种联系的组群边界与镇域行政区划边界虽有重合之处，但都不是一一匹配的关系：在第一次迭代的结果中，大部分镇域内部包含了2—3个小组群，特别是由两个乡（镇）合并而来的板桥、太阳、天目山等镇，镇域内仍保持着“双组群”结构，这是行政区划的变革与实际功能联系变化不同步的体现；第三次迭代后，部分组群突破了单个镇域边界，由多个镇合并而成，尤其是两个中心组群的边界都大大向外延伸至周边其他镇域。由此可见，在微观镇村地域上，制度性因素对居民出行联系的分隔作用不强。

3.3 各组群内部的联系结构呈现出多样化特征

将组群内部联系的空间组织进行横向对比，发现呈现出多样化分异特征。根据通勤、非通勤联系的组群所在区位和内部联系形态特征，都可以大致概括为4种模式（图6）：①“中心地”模式，表现为周边村向镇区单中心集聚，放射状联系明显，是较传统的联系模式；②“网络化”模式，表现为村之间的联系呈现出扁平化特征，即村与镇区的放射状联系并不凸显，而是村与村之间的水平向联系强度相当，整体形成相互联系紧密的团块状结构，区位上往往毗邻临安城区；③“核心—边缘”模式，即於潜、昌化两个中心组群，表现为组群范围最大，其内部“中心地”模式和“网络化”联系模式并存，由于镇区建成区面积大，核心地区的联系已经面域化，同时边缘往外扩张，核心区和边缘区相互联系紧

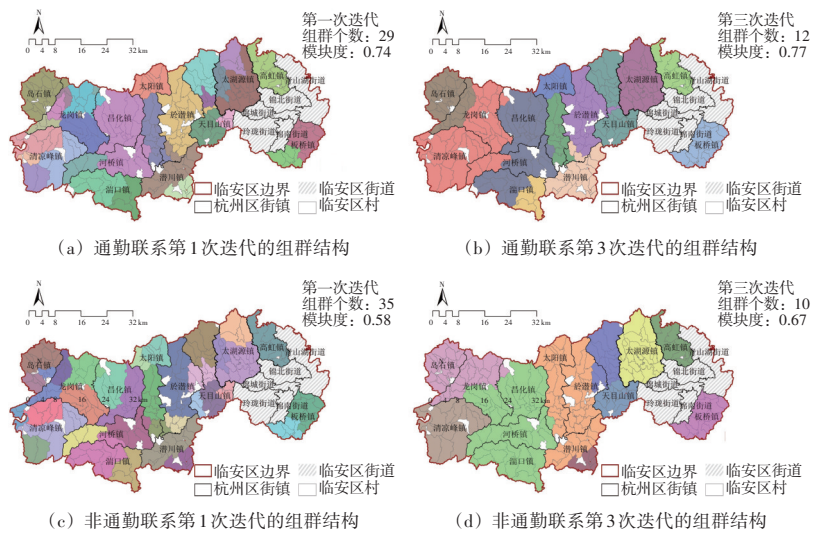


图4 通勤、非通勤联系的组群结构
Fig.4 Distribution of clusters after the first and the third iteration of the commuting links and the non-commuting links

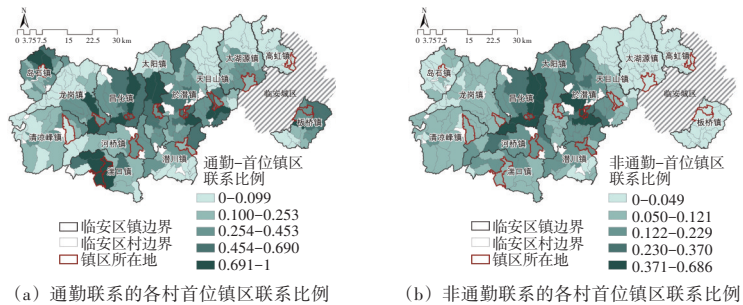


图5 通勤、非通勤的村首位镇区联系比例空间分布
Fig.5 Spatial distribution of proportional links to the top-linked town center for commuting and non-commuting cases

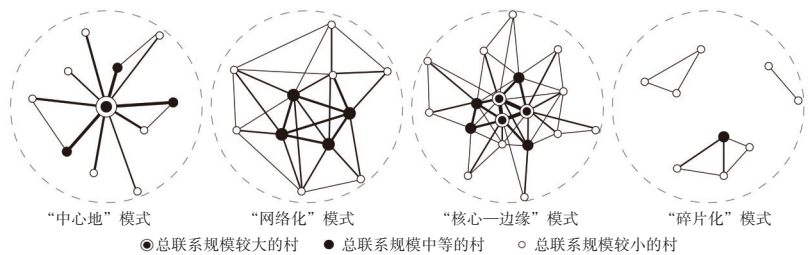


图6 4种类型的组群内部联系的空间组织示意图
Fig.6 Spatial organization of internal links of the 4 types of clusters
(注：总联系规模是指一个村与其他村的联系量总和)

密；④“碎片化”模式，表现为组群范围最小，村与镇区联系较弱，周边村的相互联系相对更强，或镇区与村、村与村之间的联系都很弱，空间组织呈分散形态，镇区也并未体现出核心地位，区位上往往分布在边缘地区。可见，基于出行联系的组群内部空间组织并不一定

是绝对的单中心放射状联系模式，而是在“中心地”模式的基础上分化为多种形态，这与以往认知的乡村地区单一、均质化的空间形态不同。

这样的多样化网络结构特征是受地形、交通、镇村职能等因素综合影响的结果。首先，地形和交通路网布局是镇

村地区出行空间组织的直接影响因素,山地丘陵地形限制了部分出行联系,使得边缘地区出现了“碎片化”的组群;由东西向穿境而过的主要交通廊道(省道、高速公路)上的出行联系十分密集,周边的出行联系则借助“村村通”的乡村公路向外围发散,同时水平向相互联结,多构成“网络化”和“核心—边缘”模式。其次,镇区、中心村这类乡村“中心地”由于布局了公共服务设施,都对出行联系有向心吸引效应,使得出行空间组织整体或局部呈中心放射的形态,其中对于中心吸引力强、其他影响因素较弱的组群,则呈现出典型的“中心地”模式。再次,产业类型也会对联系形态产生影响,体现为工业主导型镇的产业园区会引导联系向心集聚,发达的旅游业(景区和民宿)则促成边缘地区的碎片化点状集聚。

4 结论与讨论

4.1 主要研究结论

本文从镇村关系性空间视角出发,通过手机信令数据识别居民通勤和非通勤联系,并进行组群聚类分析,从而探索了网络分析方法在镇村空间组织研究中的应用。通过临安的实证研究,本文揭示了其空间组织主要特征:

第一,在临山镇村地区的出行空间组织中,“中心镇—般镇—基层村”的等级模式仍发挥关键性作用(这也是与城市地区或半城镇化的乡村地区不同之处),但不是仅受等级模式主导,通勤和非通勤联系都显示出局部网络化的特征,村的主要联系方向并不受制于其所在镇的镇区。

第二,通勤和非通勤联系的空间组织模式形成差异。通勤联系整体中心性更明显,大致在每个镇域范围内,以镇区为就业中心形成若干较小的、内部产—居紧密联系的组群;非通勤联系的整体联系结构更加扁平,越级联系的特征更明显,主要围绕两个中心镇的镇区,形成更大的腹地范围。

第三,真实的出行联系数据反映出各组群内部的联系呈现出多样化组织特征,无论是通勤联系还是非通勤联系,都大致可以分为“中心地”模式、“网络

化”模式、“核心—边缘”模式和“碎片化”模式等4类,可见随着镇村地区产居结构和出行行为的变化,传统的均质化、绝对单中心的空间组织形态被打破,出现了扁平化、多向联系等网络化的特征。

4.2 关于镇村规划的若干延伸讨论

4.2.1 镇村空间规划应重视空间组织多样化的组群结构

从临安的案例可知:首先,出行联系形成的特征鲜明的组群结构说明,除了水平向的联系特征外,联系的组群集聚特征也值得关注。并且在产业多样化、三产融合的趋势下,镇村地区以农业为主导的均质化形态被打破,对于微观的镇村尺度,空间组织受自然资源、产业、地方政策等各类内外因素的影响更大,组群的异质性更强。可见不同地区的镇村规划不能盲目套用刻板的模式,需要在遵循空间组织发展的客观规律的前提下,制定差异化的策略。其次,目前镇村居民的出行联系是等级式和网络式联系的叠加。因此在镇村空间规划中,我们既不能够武断地认为镇村空间已经在“流动空间”的主导下形成网络化的镇村关系,超越了规模等级和地理邻近性,从而摒弃传统的中心地理论的指导,也不可以固守传统的等级式思维,而是应从等级模式转向等级与网络、组群相叠加的多元视角。

此外,镇村不是封闭的系统。随着流动空间向镇村地区延伸,城乡生产要素流动加速,镇、村也能够连入区域生产和消费网络中^[28],因而镇村关系网络大大拓展。本研究发现基于出行联系的组群边界与镇域行政边界不完全吻合,笔者其他涉及城乡联系分析的研究也表明镇村与城区的出行联系很可能已经超越其与周边镇村的联系,因此只关注镇域、县域内部的镇村体系的做法是片面的,应该打破行政分割的固有观念,将镇村置于更大的区域系统中研究,才能实现城乡资源的合理配置。

4.2.2 镇村的空间联系研究难以机械套用城市网络的分析思维

近几年来,基于网络分析方法的区域空间组织的研究在我国城乡规划学领域掀起了热潮,并且开始有学者将该方

法运用在镇村层面的实证研究中。然而,考虑到尺度、联系的逻辑不同等问题,网络方法在镇村地区应用时,要尤其注意解释对象的区别。

第一,城市之间的联系可以是完全跨越地理邻近性的网络,城市网络更多地描绘了城市节点在区域联系中的职能分工,村之间的联系则更受地方性影响和地理空间的束缚,“镇村网络”主要是居民生产、生活的规律模式在地域上的反映。例如,在众多学者^[18-9, 29]的研究中,以长三角为代表的高度发达的城市区域,城市之间的联系已经形成了高密度、扁平的网络。本研究表明,临山镇村地区是中心地与网络共存的联系模式,以镇或村为分析单元的尺度并非能与城市所比拟。总之,城市之间与镇村之间联系的内涵和逻辑不同,用于城市地区的出行联系识别方法可能不完全适用于镇村地区,同样的分析方法运用在镇村也可能得到不同的结论,需要结合实地调研结果谨慎地解释空间组织形成的原因。

第二,我国不同地区镇村的经济水平、产业模式、社会文化等方面差异大,造成镇村联系模式不同。赵渺希等^[11]在对于广东中山市半城镇化镇村地区的实证研究中,发现由于空间组织已经近似于城市地区,镇村出行联系的网络化特征明显,并且镇区层级逐步式微,除了村内联系外,村趋于直接与中心城区联系。本文研究同样发现,远离城市、经济欠发达地区的镇村联系的中心地逻辑仍较为突出,但在局部地区显现出网络化的特征。笔者依此判断,在更广大的城镇化程度不高的、以农业为主导的典型乡村地区,镇村空间组织模式可能更明显地体现出“中心地”特征,即居民就业、服务、休闲等活动都与镇区、中心村高度关联,从而从底层逻辑上决定了向心式的联系模式。在这种情况下,引力模型或许是更简洁且高效的分析方法。

4.2.3 手机信令用于测度镇村空间组织、支持镇村规划具有可观前景

在城镇化的变迁中,乡村地区的生产和生活方式趋于多元化,更加便捷的交通联系造成镇村居民出行选择范围增大,加之乡村人口不断向中心镇、县城、城市中心逐级迁徙,这些原因驱动着传

统镇村空间组织不断变化和重组。于是依照中心地模型的思维构建“中心镇—一般镇—中心村—基层村”等级体系的方法,以及用引力模型模拟联系的方法,对于镇村地区的解释力已在一些经济相对发达、镇村联系网络化的地区趋于减弱。在此背景下,基于手机信令数据的网络分析方法显示出了其应用前景:一方面,手机信令数据识别的居民出行能够更真实、精确地反映镇村功能联系,可以测度“产—居”和“居住—服务休闲”的空间关系,以及中心—腹地、组团等特征,为构建互联共享、优势互补的镇村体系提供更科学的指导。另一方面,在“健全国土空间动态监测评估预警和实施监管机制”的政策背景下,数据的实时性有助于对镇村空间组织进行动态监测与规划调整,为镇村设施和资源的精准配置提供科学工具,为具有发展活力的乡村地区空间扩张和功能升级、为人口流失的乡村地区精明收缩等提供规划依据。

本研究旨在对镇村空间研究提供一种新的视角,尚存在一些待后续研究进一步完善的内容。首先,手机信令数据本身存在一定的局限,其反映的居民出行联系并不完全等同于镇村之间功能联系;且部分地区乡村的基站分布较为稀疏,导致手机信令数据的空间粒度相较城市粗糙。其次,由于镇村地区的生产、生活方式与城市地区不同,镇村居民的出行活动时空特征与城市居民有所差异,因此需要在结合实地调研,深刻认知特定镇村地区的就业、获取公共服务、休闲娱乐等出行活动规律的前提下,因地制宜地制定不同类型出行活动的识别方法。最后,对于镇村空间组织的研究还要考虑与镇村系统外界的关系,尤其是与周边城市地区的联系,但本文由于篇幅限制,尚未将临安镇村对外的人流联系纳入分析,后续将在拓展研究范围的基础上进一步探讨。

注释

- ① 联系量指的是双向联系的总和,下同。
 ② 模块度是用于衡量组团划分的质量的指标,同时也被用作算法优化的目标函数。模块度度量了社区内部联系的密度,其值介于-1和1之间,值越大,表明社区内部

联系相对于社区之间的联系越强。

- ③ 无论是通勤联系还是非通勤联系,由于从第二次到第三次迭代的模块度提升幅度较小,且两次得到的组团结构几乎相同,因此分析中仅考虑第一次和第三次迭代的结果。

参考文献

[1] 曹广忠. 县域村镇格局重构与规划治理探索[J]. 小城镇建设, 2021, 39(12): 1.
 [2] 克里斯塔勒. 德国南部中心地原理[M]. 商务印书馆, 2010.
 [3] 杨贵庆, 关中美. 基于生产力生产关系理论的乡村空间布局优化[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33(1): 1-6.
 [4] 张常新. 县域镇村空间重构研究[D]. 浙江大学, 2015.
 [5] 柳坤, 申玉铭. 国内外区域空间相互作用研究进展[J]. 世界地理研究, 2014, 23(1): 73-83.
 [6] CASTELLS M. The rise of the network society[M]. Blackwell Publishers, 1996.
 [7] 王启轩, 程遥. 公路货运视角下城市群网络特征及绩效探讨: 以我国三大城市群为例[J]. 城市规划学刊, 2020(2): 32-39.
 [8] 王启轩, 张艺帅, 程遥. 信息流视角下长三角城市群空间组织辨析及其规划启示: 基于百度指数的城市网络辨析[J]. 城市规划学刊, 2018(3): 105-112.
 [9] 程遥, 张艺帅, 赵民. 长三角城市群的空间组织特征与规划取向探讨: 基于企业联系的实证研究[J]. 城市规划学刊, 2016(4): 22-29.
 [10] 宿瑞, 王成, 唐宁, 等. 区域镇村社区空间网络结构特征及其优化策略[J]. 地理科学进展, 2018, 37(5): 688-697.
 [11] 赵渺希, 徐颖. 村镇聚落网络联系的手机信令探索: 以中山三乡镇为例[J]. 上海城市规划, 2019(6): 38-45.
 [12] 曾鹏, 朱柳慧. 基于社会网络分析的县域镇村空间关联研究: 以河北省肃宁县为例[J]. 城市问题, 2021(6): 4-14.
 [13] 危小建, 肖展春, 侯贺平, 等. 基于复杂网络的辽宁省县域农村居民点空间结构变化分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(8): 236-244.
 [14] 侯贺平, 刘艳芳, 李纪伟, 等. 基于改进辐射模型的乡镇人口流动网络研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(8): 107-115.
 [15] 焦鹏飞, 张凤荣, 李灿, 等. 基于引力模型的县域中心村空间布局分析: 以山西省长治县为例[J]. 资源科学, 2014, 36(1): 45-54.
 [16] 钮心毅, 王焱, 刘嘉伟, 等. 基于跨城功能联系的上海都市圈空间结构研究[J]. 城市规划学刊, 2018(5): 80-87.

[17] 谭文墨, 王德, 顾家煊. 手机信令数据在县域村镇规划中的适用性研究[J]. 城市建筑, 2019, 16(1): 29-35.
 [18] 郝晋伟. 大都市周边乡村地域的空间结构特征解析: 以上海为例[J]. 城乡规划, 2022(3): 60-69.
 [19] 钮心毅, 岳雨峰. 移动定位大数据支持乡村规划研究: 进展、困难和展望[J]. 城乡规划, 2020(2): 67-75.
 [20] 丁亮, 钮心毅, 宋小冬. 上海中心城区商业中心空间特征研究[J]. 城市规划学刊, 2017(1): 63-70.
 [21] 王德, 顾家煊, 晏龙旭. 上海都市区边界划分: 基于手机信令数据的探索[J]. 地理学报, 2018, 73(10): 1896-1909.
 [22] KAWASHIMA T, HIRAOKA N. Centralization and suburbanization: roxy index analysis for five railway-line regions in Tokyo metropolitan area[J]. Gakushuin Economic Papers, 1993, 30: 203-230.
 [23] HOŁOWIECKA B, SZYMAŃSKA D. The changes in the functional urban region in the new socio-economic conditions in Poland. the case of Toruń[J]. Bulletin of Geography. Socio-economic Series, 2008, 9(9): 63-78.
 [24] 西明·达武迪, 罗震东, 倪天璐, 等. 城市—区域概念的批判性综述[J]. 国际城市规划, 2010, 25(6): 45-52.
 [25] GIRVAN M, NEWMAN M E. Community structure in social and biological networks[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2002, 99(12): 7821-7826.
 [26] 胡章荣. 基于 Louvain 算法的社交网络社区发现研究[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(23): 197-198.
 [27] BLONDEL V D, GUILLAUME J, LAMBIOTTE R, et al. Fast unfolding of communities in large networks[J]. Journal of Statistical Mechanics, 2008(10): 10008-10012.
 [28] 罗震东. 新兴田园城市: 移动互联网时代的城镇化理论重构[J]. 城市规划, 2020, 44(3): 9-16+83.
 [29] 王焱, 钮心毅. 长江三角洲城市群核心区的功能多中心特征和规划响应: 基于城际出行联系的研究[J]. 国际城市规划, 2021, 36(6): 98-108.

修回: 2023-01