

基于共享单车大数据的骑行生活圈识别及其活动网络模式分析*

刘冰 王舸洋 朱俊宇 鹿明 曹娟娟 张涵双

Identification of Cycling Activity Circles and Analysis of Their Network Patterns Based on Shared-Bicycle Big Data

LIU Bing, WANG Geyang, ZHU Junyu, LU Ming, CAO Juanjuan, ZHANG Hanshuang

提 要 骑行生活圈是城市空间活动体系的基本构成单元,但对其活动模式的认知仍不充分。基于共享单车大数据的骑行生活圈识别及其网络模式分析方法,能够充分揭示实际的骑行活动规律,拓展现有以步行为主的生活圈知识体系。基于原始租还位置数据生成虚拟租赁点,得到租赁点间OD联系;采用鲁汶社区发现算法识别出上海市域范围内致密型、紧凑型 and 松散型等3类骑行簇群,并深入分析中心城区的骑行簇群分异特征及其原因;选取四平路街道为案例,通过租赁点功能类型划分及其空间联系来刻画街道层面骑行生活圈的活动网络模式。研究发现其范围约为步行生活圈的3—4倍,其活动网络具有“5—10—15”分钟分级嵌套结构,在日常生活和就近通勤活动组织中具有基础性作用。建议将骑行生活圈纳入地方国土空间规划并与步行生活圈联动发展,着力于融合多模式打造“15分钟城市”、推进“骑行友好型”TOD建设和完善社区精细化治理。

关键词 共享单车;骑行生活圈;活动网络模式;社区发现;上海市

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202304005
文章编号 1000-3363(2023)04-0032-09

作者简介

刘冰,同济大学城市规划系、自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室教授、博导, liubing1239@tongji.edu.cn

王舸洋,上海同济城市规划设计研究院有限公司助理工程师,通信作者, wgy_8d183f@126.com

朱俊宇,上海城乡建设和交通发展研究院工程师

鹿明,同济大学城市规划系硕士研究生
曹娟娟,上海同济城市规划设计研究院有限公司高级工程师

张涵双,上海同济城市规划设计研究院有限公司高级工程师

Abstract: The cycling activity circle is a fundamental spatial unit of city life. However, there is insufficient understanding of the activity patterns within these circles. Drawn from shared-bike big data, this study identifies cycling activity circles and analyzes their network patterns, helping shed light on cycling features and broaden our knowledge of urban activities beyond pedestrian travel. Firstly, virtual rental points are generated based on rental and return locations. Additionally, OD links between all the rental points are obtained. Secondly, Louvain community detection method is used to identify cycling clusters within Shanghai Municipality, which are further categorized as dense, compact, and loose types. The spatial variations of cycling clusters in the Central City and the underlying factors are further analyzed. Thirdly, Siping Subdistrict is used as an example to illustrate the patterns of cycling activity network at the subdistrict level according to the link distribution between various functional types of rental points. It is found that the size of a cycling activity circle is approximately 3-4 times that of a pedestrian activity unit, showing a hierarchical nested structure for 5-, 10-, and 15-minute activities. This structure is fundamental to organizing daily life and commuting to nearby areas. Finally, the paper recommends that the cycling activity circle be incorporated into municipal-level spatial planning, and the development of cycling and pedestrian activity circles be integrated. Furthermore, the paper advocates for building the "15-minute city" through multi-modal transport integration, "cycling-friendly" TOD development, and the implementation of more refined community governance measures.

Keyword: shared-bicycle; cycling activity circle; activity network pattern; community detection; Shanghai city

1 研究背景

1.1 骑行生活圈规划的重要性凸显

生活圈的概念源自日本,一般指“维持居民日常生活而发生的诸多活动所构成的空间范围”^[1]。近年来,生活圈作为承担满足居民日常公共服务与多元活动需求的重要空

* 国家自然科学基金课题“基于客流均衡视角的轨道TOD走廊空间模式及其优化策略研究”(项目编号:52178052)、“多尺度建成环境下的公共自行车使用特征、行为机制”(项目编号:51378360);长三角城市群智能规划协同创新中心、上海同济城市规划设计研究院有限公司科研课题(项目编号:KY-2020-YB-A04、KY-2020-PT-A01、KY-2020-PT-A02)

间载体,在世界各地的规划实践日渐丰富。Moreno等^[2-3]提出了“15分钟城市”的概念并在巴黎实施,强调它是一种基于步行、骑行等多出行方式和共享服务的空间组织模式(multimodal and shared services),以实现从传统城市规划(city planning)向城市生活规划(urban life planning)的转变。随后,墨尔本提出了“20分钟邻里生活圈”规划,提倡通过步行、骑行和地方公交等多种绿色出行方式,在20 min内可达日常生活所需的公共设施及服务^[4]。渥太华是加拿大首个将“15分钟邻里生活圈”纳入官方规划的城市,也强调“支持步行、骑行等体力出行和公交”及减少对小汽车的依赖,以打造具有“5C”(compact, connected, convivial, complete and cool)愿景的健康社区^[5]。可见,国际上一些城市的15分钟或20分钟生活圈并不特指步行可达的范围,而是可依托多模式可持续交通方式。

随着我国城市发展转向“以人为本”的新阶段,生活圈规划也开始受到重视。上海市于2016年出台了《上海市15分钟社区生活圈规划导则(试行)》,将社区生活圈定义为3 km²左右、常住人口5—10万人、步行15 min能到达的空间^[6]。我国住房和城乡建设部在2018年发布的《城市居住区规划设计标准》^[7]提出了基于步行可达性的15分钟—10分钟—5分钟“生活圈居住区”三大层级。总体上,国内规划研究和实践中的生活圈概念多数以特定的等时圈范围加以笼统界定,且局限在步行方式,而较忽视骑行活动对生活圈的具体影响^[8-9]。孙德芳等^[10]少量学者提出了15分钟步行生活圈、15分钟骑行生活圈、30分钟公交生活圈的多尺度生活圈划分体系,但没有对骑行生活圈的特征进行深入研究。黄建中等^[11]根据老年人的日常步行出行模式,在空间上划分了社区生活圈—扩展生活圈—机会生活圈这一三圈层结构,但对于非步行活动,生活圈的圈层结构特征仍有待验证。刘泉等^[12]指出,现有的15分钟生活圈概念过于关注步行尺度下公共设施的安排,对新技术与新生活方式的考虑不足。自行车是我国城市主要的出行方式,近年来随着共享单车的大规模发展,骑行生活圈的重要性进一步增强。

截至2019年8月底,全国共享单车注册用户数超3亿人次^[13]。共享单车不仅扩大了轨道交通的服务范围,也增加了自行车在日常生活圈的使用活动频率。骑行生活圈与步行生活圈不相同且有交叠,骑行生活圈研究将会有效拓展生活圈的知识体系。

1.2 骑行生活圈的活动规律亟待挖掘

在生活圈的研究方法上,由于定位漂移、难以区分步行及骑行方式等技术制约,手机信令数据在生活圈研究中往往只能作为传统调查数据的辅助^[14],侧重于步行方式的生活圈研究大多仍依赖传统的调查方式^[15]。共享单车使用数据中包含了细粒度的活动时空信息,相对传统出行调查能更精细地刻画骑行时空特征。目前,国内外利用大数据考察骑行活动与建成环境关系的研究增长很快,但主要集中在骑行量、骑行距离、空间分布、公交衔接等出行特征方面。尽管有学者采用了租还不均衡系数、潮汐指数等与用地功能相关的租赁点特征指标^[16-17],但未能区分租还时辰曲线的整体形态差异,租赁点分类不够细化,因而难以深入考察日常骑行活动的丰富特征。此外,建立虚拟租赁点研究共享单车活动的方法已有应用,但主要针对共享单车动态管理^[18]与停车需求预测^[19]等调度优化问题。Chen等^[20]利用社区发现算法划分了共享单车活动区,但以交通小区为研究空间单元,对于生活圈层面反映不足。

因此,将共享单车大数据与生活圈空间活动结合起来的研究相对有限。本文从建立租还活动与用地功能的对应关系入手,根据各类租赁点间联系来考察骑行生活圈的活动网络模式。这一研究可突破以往粗略描述用地布局与骑行活动特征关系的局限,深入了解骑行生活圈的规律特征与理论内涵。

2 研究方法

本文利用上海市共享单车数据对骑行生活圈进行研究。

(1) 首先把实际空间位置特征一致的无桩、分散租还点合并成同一个虚拟租赁点,作为基本研究单元^[21]。采用K-

means方法生成上海市域共享单车的空间聚类,其聚类中心点即为该类别的虚拟租赁点^[21]。虚拟租赁点密度在中心城区内环地区(黄浦江以西)可以达到40—60个/km²,能满足细粒度空间分析的要求。

(2) 基于租赁点之间联系紧密度对骑行生活圈范围加以识别,使用社区发现算法(community detection algorithms)来界定生活圈。社区发现或网络聚类是将网络中的节点划分为组,使组内联系更密切的同时使组间联系较稀疏,以此来计算得到网络中社区的算法^[22]。节点为虚拟租赁点,边为节点间联系即租赁点间的骑行联系,骑行联系总量为边的权重。鲁汶社区发现算法(Louvain community detection algorithms)是一种基于模块度^①(modularity)最大化原则^[23]的启发式算法,模块度大,表明网络内各社区内部的联系多、社区之间的联系少。在模块度计算中,可使用解析度(resolution)来控制所生成社区中包含的节点数量,使其对应的地理范围能与某出行活动的空间尺度相一致。相比过去基于OD簇聚类来判定生活圈的DBSCAN方法^[21],这种基于内部模块化最大的方法能够获得明确的骑行生活圈边界,有利于与基层行政辖区范围相对应。

(3) 形成与邻近用地或设施功能相匹配的租赁点细化分类,解析不同骑行活动网络模式。共享单车租还时辰曲线形态是由租赁点所服务的邻近用地及活动设施所决定的。为了得到更精准的租赁点功能类型,对其租还时辰分布曲线进行归一化处理后,采用K-means聚类方法对曲线波动形态及骑行特征加以分类,经校核后(详见3.2.2)把租赁点分为纯居住、办公、公服设施以及混合功能等类型。根据识别出的居住用地、各级中心和主要设施类型,分别刻画出通勤、接驳地铁以及在邻里、社区、片区等不同尺度下的骑行活动网络。

3 骑行生活圈的识别分析结果

3.1 宏观层面骑行簇群识别

3.1.1 市域骑行簇群

以上海市某企业共享单车租还点的空间位置坐标为聚类对象,剔除数据量

小于最小阈值的聚类点,得到虚拟租赁点13 804个,其中中心城区12 017个。

根据租赁点之间的联系强度,采用社区发现方法在市域识别出68个骑行集群,大致分为呈圈层分布的3类:致密型、紧凑型、松散型(图1)。中心城区内大多数的集群尺度较小,面积大致在3—13 km²;而外围地区集群尺度变大,面积可达60 km²;郊区集群面积最大,如奉贤区和金山区的大部分范围被归为一个骑行集群,远超过日常骑行活动的尺度。其原因在于社区识别算法是基于节点间的联系量而不考虑节点实际空间位置,骑行活动量较小的地区其节点间联系强度低于整体水平,加之节点密度较低,会产生空间范围相对较大的骑行集群。这些外围集群需要进一步做社区细分,以符合具体骑行生活圈的研究尺度要求。

3.1.2 中心城区骑行集群

调整解析度参数后,在中心城区的浦西中环内范围返回了社区发现算法的较好结果,可以得到以等面积圆折算的半径大致为1.5—2.0 km的骑行生活圈。其尺度与共享单车的平均骑行距离相当,集群内部租赁点密度更高、骑行联系更紧密,可作为被社区算法识别出的骑行生活圈。但在中外环间,因总体骑行强度有所下降,骑行集群面积仍较

大,在分析骑行生活圈时还需进行社区细分。总体上,中心城区骑行集群具有由内而外的圈层分异特征,浦西与浦东之间也存在明显分异(图2):在浦西,致密状态的骑行集群连绵到东北方向(杨浦区)和西南方向(徐汇区、闵行区);在浦东,则集中在陆家嘴、金桥及南码头地带。

中心城区识别出的骑行集群大多能与主要功能区的地理范围相对应,如陆家嘴、老城厢、南京路、衡复风貌区等,表明这些功能区内部的短距离骑行需求较强。与此同时,浦西^②有不少骑行集群打破了市辖区行政边界,骑行活动受行政范围的局限很小。

3.1.3 中心城区骑行集群分异原因

除了圈层间差异,在同一个圈层中的骑行集群也呈现大小、形状各异的变化。概言之,影响骑行集群形态的主要因素有两个:一是地物隔离,二是中心特征。地物隔离即铁路、河流、高架路等要素,对骑行活动存在较强的分割作用,成为集群的“硬边界”,在改变解析度数值时,这类边界一般不产生变化。一个地区四周被“硬边界”阻隔,往往会形成面积很小的骑行集群,如上海火车站集群,其南、北两侧分别为京沪铁路和苏州河。在没有明显地物阻隔时,由于较高层级公共设施往往被若干邻接

的集群所分享,中心布局结构对集群边界划分和形态影响尤为重要。各类公共设施对骑行活动的吸引分布会直接改变骑行活动网络及集群形态,一般围绕综合商业中心容易形成内部关联紧密的骑行生活圈,而在骑行不甚便利的某些商务办公中心如陆家嘴,反而会形成与周边连绵、相对匀质的骑行集群。因此,骑行集群的边界受到各种“硬边界”和各级设施布设的共同影响,“硬边界”相对稳定,由用地功能联系产生的“软边界”则会随解析度调整而有一定变动。

3.2 街道层面骑行生活圈识别

3.2.1 特定街道单元的骑行生活圈识别

为更细致地识别出特定街道单元的骑行生活圈,以便于基层更好地落实生活圈发展的相关措施,选取中心城区的四平路街道作为案例分析。

继续采用社区发现算法,通过调整解析度参数识别出四平路街道及其周边地区的细分骑行生活圈(图3)。结果显示,四平路街道被划分为两个骑行生活圈:一个是由同济大学校园及其东侧生活区构成的骑行生活圈,它被单独识别出来,表明同济大学与邻近地区骑行联系极为密切,具有一定的网络独立性;另一个是鞍山新村、辽源新村组合的骑行生活圈,主要体现了大学之外居民日



图1 上海市域骑行集群分布图
Fig.1 Distribution of cycling clusters in Shanghai municipality

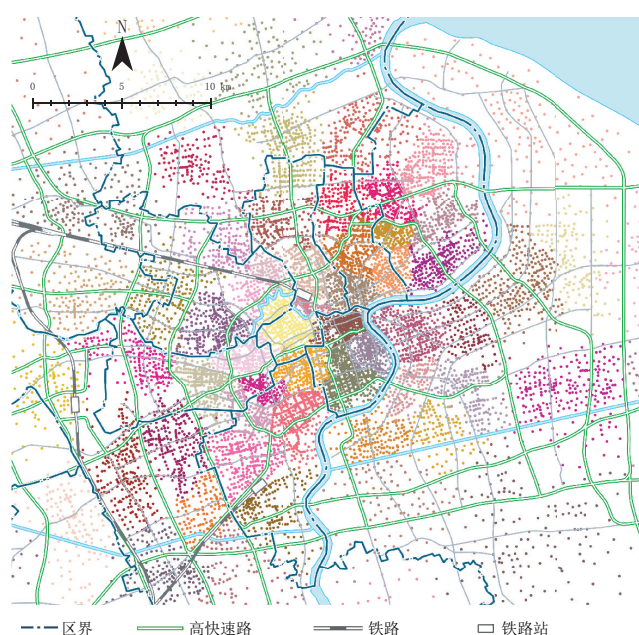


图2 上海中心城区骑行集群分布图
Fig.2 Distribution of cycling clusters in the Central city of Shanghai

常骑行活动的空间特征。在鞍山新村和辽源新村之间的控江路上,集中布设了较高层级的商业、医疗设施,促进了跨街道行政辖区的骑行联系,使它们被计算归并为一个骑行生活圈。

本文以居民骑行活动为研究侧重,考虑社区探测算法结果与街区空间完整性原则,具体界定了四平路街道骑行生活圈的的范围,即:四平路—中山北二路—江浦路—周家嘴路—大连路所围合的区域^③,它排除了大学校园但包含了相邻街道辖区的一部分用地。这一骑行生活圈由北部的鞍山新村、同济新村以及南部的辽源新村组成,面积约为3 km²,是一个典型的成熟地区骑行生活圈。

3.2.2 骑行生活圈的租赁点功能类型

基于虚拟租赁点租还曲线聚类,得到四平路街道及周边地区的租赁点初始类型,再通过现状用地图、互联网街景及实地查验等校核方式,明确了用于该街道骑行活动网络分析的16类租赁点类型(图4)。其中,纯居住、邻里级商住混合、社区级商住混合、大型公共设施、办公楼与地铁站是四平路街道骑行生活圈的6类典型租赁点,它们具有鲜明的空间布局特征和租还活动特征(表1、表2)。

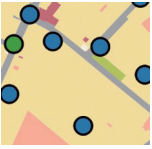
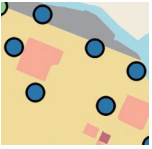
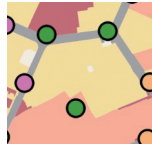
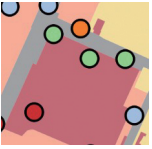
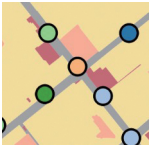
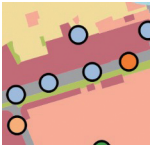
4 典型地区骑行生活圈活动模式分析

4.1 总体活动模式

根据四平路街道骑行生活圈的各类租赁点联系绘制骑行活动OD弦图[图

表1 6类典型租赁点的空间布局特征

Tab.1 Land use and facility distribution around the buffer area of six typical functional types of rental points

分类	● 纯居住	● 邻里级商住混合
空间布局特征	多数是居住小区内部或没有其他商业设施的小区出入口,也包括住宅楼的一层小门面商户(面宽小于3 m)	一般是位于服务相邻两个居住街坊的小型商业设施聚集地带。主要形式为沿街面商业活动较多的支路沿线或交叉口,周边常伴随其他的社区服务设施
校核示例	  鞍山四村 同济新村	  打虎山路 彰武路—铁岭路交叉口
分类	● 社区级商住混合	● 大型设施
空间布局特征	周边有整片的商业或公共服务设施用地,同时带有层级较高的公共服务设施,服务范围大致与街道行政辖区相当	级别较高、更加专业化的商业或公共服务设施,如大型购物中心、三甲医院等,周边居住用地面积较小,因这类设施规模较大,可对应多个虚拟租赁点
校核示例	  同济联合广场 四平路街道办事处	  紫荆广场·新华医院 控江路旭辉Mall
分类	● 办公楼	● 地铁站
空间布局特征	一般对应于大型办公楼的出入口或停放共享单车较多的空地	一般对应地铁站的出入口。因周边存在其他设施的地铁站出入口会被识别为其他类型租赁点,该类型主要对应周边商服设施较少的地铁站出入口
校核示例	  同济建筑院 上海市政府	  同济大学站 四平路站

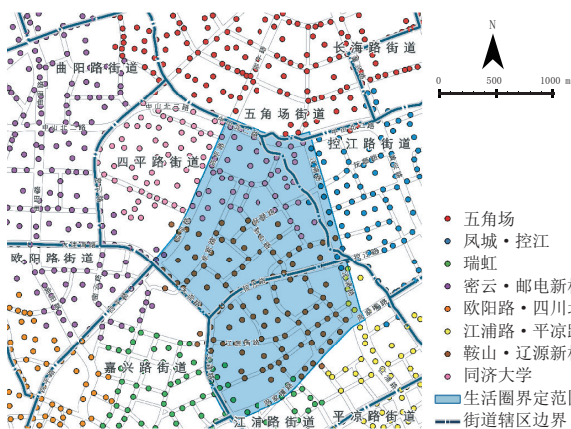


图3 四平路街道细分的骑行生活圈分布图

Fig.3 Division of cycling activity unit for Siping road subdistrict

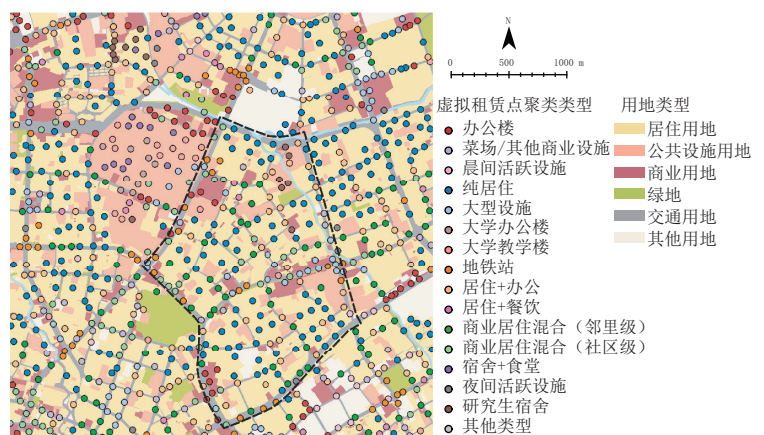
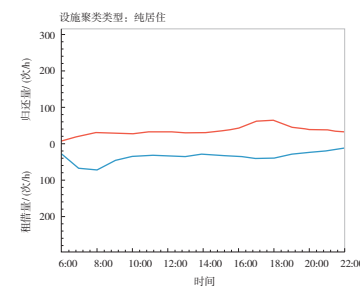
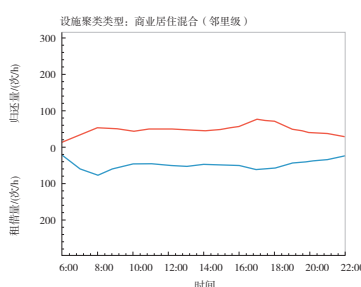
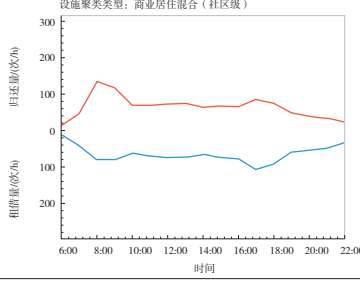
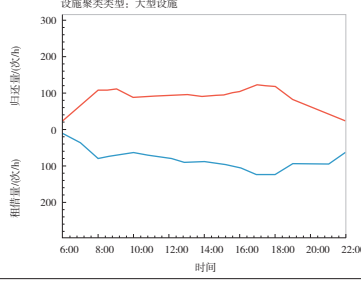
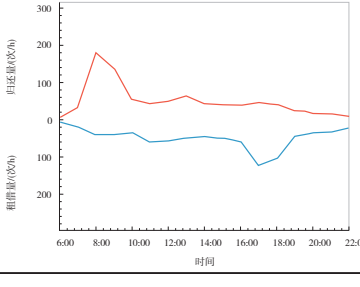
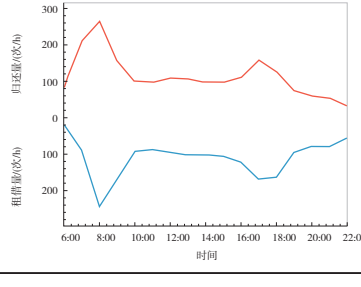


图4 四平路街道及周边地区虚拟租赁点的功能类型

Fig.4 Functional types of virtual rental points in Siping road subdistrict and its surrounding areas

表2 6类典型租赁点的租还曲线特征
Tab.2 Characteristics of Rental-return curves of six typical functional types of rental points

租还曲线	租还特征	租还曲线	租还特征
	总租还量在6类中最低,有2个较明显的使用峰:早上为1个离去(租车)峰,傍晚为1个到达(还车)峰。潮汐性明显		有2个较明显的使用峰:早上1个离去峰和不太明显的到达峰,傍晚1个到达峰和不太明显的离去峰。潮汐性较明显
	有4个较明显的使用峰:早上存在明显的离去峰和到达峰,傍晚存在到达峰和离去峰。潮汐性不明显		总租还量明显高于其他2类公共设施,平峰时段与高峰时段的区别相对不明显。潮汐性也不明显
	有2个很明显的使用峰,与居住相反:早上存在1个到达峰,傍晚存在1个离去峰。潮汐性明显		总租还量在6类中最高,有4个很明显的使用峰:在早上与傍晚均存在很明显的离去与到达峰,早高峰尤甚。潮汐性较不明显

(5a)],发现任意两类租赁点间相互的骑行量几乎相等,可认为多数骑行活动是往返式的。从出行总量而言,纯居住用地、邻里级和社区级的商住混合用地、大型公共设施、地铁站及办公楼是这一骑行生活圈的主要骑行产生源。

由于骑行活动的往返特征,以纯居住类租赁点作为骑行活动的起点,即可分析不同类型终点在居民骑行活动中的占比。总体上,四平路街道生活圈中的各种骑行活动相对均衡,反映了这一地区用地复合程度较高的特点。排在前3位的目的地是地铁站、大型公共设施,以及周边的其他居住用地,它们的占比为15%—20%;其次,是去往邻里级中心、社区级中心的骑行活动,其占比都为10%—15%;就近的大型办公骑行联系约占5%。

绘制由纯居住类租赁点出发,前往6

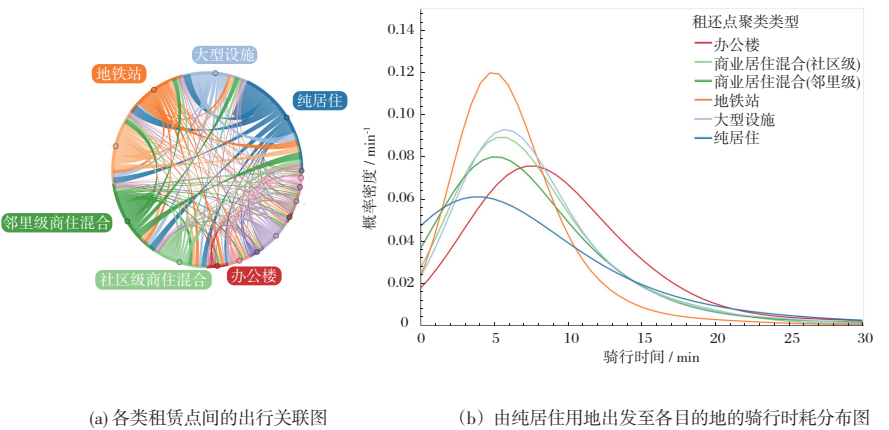


图5 租赁点出行关联图与典型目的地的骑行时耗概率密度分布图
Fig.5 Rental point travel association and probability density distribution map of cycling time consumption for typical destinations

类主要目的地租赁点的骑行时耗分布曲线[图(5b)],发现该生活圈的骑行活动时耗分布特征可分为4种:第一种为以地铁站为终点即接驳轨道的骑行,时耗不

长且分布十分集中;第二种为前往各级活动中心的骑行,时耗分布相对集中,在时耗超过10 min后,使用量衰减明显,且平均骑行时耗随着设施级别的提高

(邻里→社区→大型)而呈逐渐递增的趋势,说明高级别设施吸引范围更大;第三种为通勤骑行,时耗分布更为平缓,骑行时耗也高于前两种;第四种为前往其他居住用地的骑行,时耗分布不集中,其骑行时耗曲线的最高点在所有类型中最靠左,说明存在一部分极近距离的骑行,而随着时耗增加,骑行量的下降也较缓慢,说明这种活动的联系地域较广,产生了一定数量15 min以上跨街道范围的骑行。综合各类曲线特点可以看出,5 min骑行以地铁接驳和便民活动最为集中,10 min骑行可基本满足社区日常生活性联系,15 min骑行则承担了与周边地区的通勤性和其他交流联系。

4.2 分类活动模式

在四平路街道生活圈中,选取上述基于家(以纯居住类租赁点为出发点)的6类主要骑行活动,根据各类租赁点的空间位置绘制不同活动的OD分布图,以粗端表示起点、以细端表示终点,以OD线宽度反映起终点之间的骑行量,由此总结出骑行生活圈中不同骑行活动的典型网络模式。

4.2.1 到达地铁站的接驳骑行活动网络

以地铁站为终点的骑行活动主要是为了接驳地铁,这一类骑行活动的空间分布有两个主要特点(图6左上):一是骑行量大,二是以就近骑行为主。“量大”反映了共享单车在多模式整合出行中占有重要地位,有效地承担了轨道交通“最后一公里”的作用;“就近”则反映出了上海中心城区地铁网络发达,地铁站的数量多且覆盖均衡,骑行接驳便利。在四平路街道生活圈的接驳骑行时耗分布上,5 min(约0.8 km)可达地铁站的比例最高。

但是,也有少量距离稍远的接驳骑行活动,出现在南部辽源新村与生活圈以西、以南的地铁站之间。究其原因在于受地铁线走向所限,居民有时会选择周边更直接的线路。即使这些线路可能存在交会点,但若换乘不便或绕行过多,人们仍会选择方向更顺而不是距离最近的地铁站。如辽源新村一些居民直接骑行到4号线地铁站而不选择8号线再换乘至4号线,正与两条线的换乘站远离出发地且明显增加绕行有关。

4.2.2 到达公共设施的生活骑行活动网络

尽管到达不同层级公共设施的时耗分布曲线特征相似,但这几类骑行活动的OD分布却存在明显区别(图6左下、中上、中下)。

(1) 邻里级公共设施的层级最低,主要包括中小型餐馆、便利店、小型超市、理发店、洗衣店等,是住区基本配套设施。以这类设施为目的地的骑行活动形成了南北分区布局的网络模式,分别依托鞍山新村、辽源新村两个居住街区。由于这类设施的种类丰富、数量多、可选择性强,居民除了步行到离家很近的邻里设施,也会骑行到周边其他街坊的邻里设施。加之邻里级公共设施的空间配置均衡,这类骑行活动在生活圈中的空间分布也较均匀,其总体骑行距离大于地铁接驳但略小于其他目的的活动,骑行时耗也相对较低。

(2) 社区级设施的层级相对较高,经常邻近地铁站布设,其形式为中型超市与餐饮、零售店铺、菜市场等的集合。由于设施数量较少、规模更大,到达此类地点的骑行量通常高于邻里级设施。这些设施的服务范围也更广,它们一般位于不同居住街区(或组团)的交会处,如鞍山新村、辽源新村之间的控

江路一本溪路地带、鞍山新村与同济新村之间的同济联合广场,以及兼顾相邻生活圈的大连路沿线,使之能服务更多的街区。有些社区级设施还会布局在居住街区的中心地带,就像在鞍山路商业街上设置了鞍山新村街区的较大型商业服务网点。总体上,这类设施为街道辖区内居住街区以及跨街道的整个骑行生活圈服务,空间分布相对均衡,骑行到访距离与邻里级设施相比没有明显增加。

(3) 大型公共设施的层级最高,最常见的形式为包含餐饮、零售等业态的综合购物中心以及大型医院等公共设施。与邻里级、社区级中心相比,它们的服务范围更大,骑行总量也更高。观察其OD线可以发现,这类设施通常在次一级骑行生活圈的交界区域汇聚,具有跨生活圈的吸引力。除了受本生活圈内大型设施的吸引,居民也会骑行前往其他生活圈的大型设施,主要有东北向的五角场商圈和西南向的瑞虹天地商圈。上述特点与这类设施在更大范围的地区中心定位相符,到访骑行距离也大于两种较低层级的公共设施。此外,因大型公共设施多结合地铁站布置,有些租赁点会呈现“量大、就近”的地铁站骑行活动特征,它们虽未被归入地铁站类型,实际上也承担了地铁接驳的一定功能,比

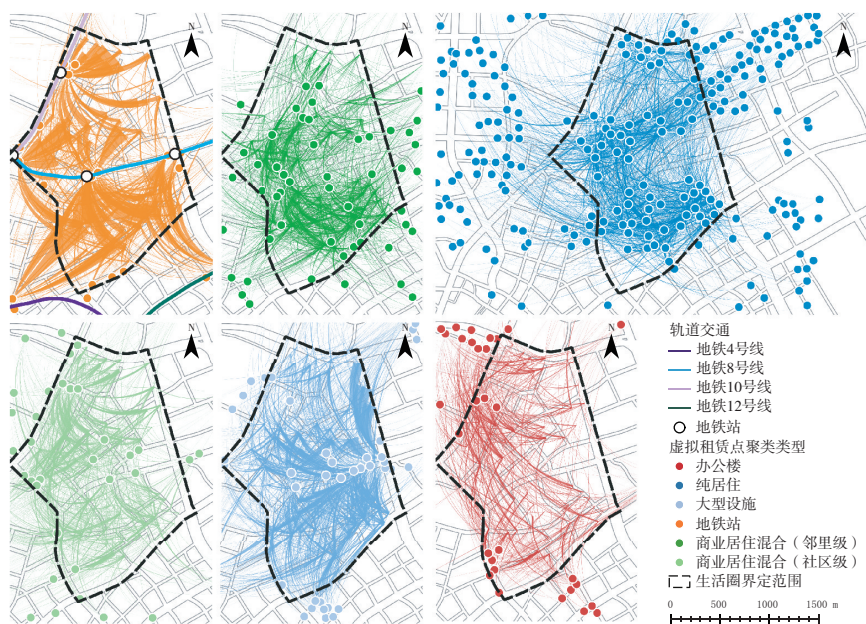


图6 由居住区至6类典型租赁点的骑行活动分布图

Fig.6 Cycling activity distribution from residential areas to six typical types of rental points

如紧邻江浦路地铁站的紫荆广场综合体租赁点。

4.2.3 到达办公设施的通勤骑行活动网络

在以居住功能为主的生活圈中,办公楼是具有较高异质性的一类设施。除了接驳地铁的中长离通勤外,骑行通勤活动分布主要取决于生活圈内部及周边的办公设施布局。在四平路街道生活圈北部的办公楼,多为环同济产业带的设计机构,南部则散布着几处综合性商务楼宇,由此形成了较为均布的居住地—就业地OD关系。由于上班地点具有刚性而不能自主就近选择,居住用地与办公楼之间的骑行活动距离相对较长(图6右下)。

4.2.4 到达居住用地的访友骑行活动网络

以纯居住用地为终点的骑行活动特征则较为复杂(图6右上)。被识别为居住用地的虚拟租赁点大多是居住小区或组团的开口,沿街面的形式以围墙、绿化带为主,有时会存在少量级别很低的设施,如小型餐饮店、小卖部、小型理发店等。因此这类骑行活动主要出于两个目的:一是前往上述小型便利设施的日常骑行;二是以居住小区或组团为终点的探亲访友骑行。在生活圈内外交叠的这两种骑行活动,导致其总体骑行时耗分布曲线呈现“前陡后缓”的特征。

“前陡”部分主要反映了鞍山新村、辽源新村各自的内部联系,其模式与到达邻里级设施的骑行网络相似。它们出行距离近、时耗小,形成了其总体时耗分布曲线的左区段,且其时耗峰值点相对邻里级设施更靠左,说明对服务便利性的需求最高。“后缓”部分则体现了跨南、北两大街区以及访问生活圈外其他居住用地的骑行,活动范围有所扩大,骑行时耗随之增加,总体时耗分布曲线右区段的平缓态势与通勤骑行类接近。由于这类租赁点的数量多、起讫点分散,骑行活动的OD分布也相对均衡。

5 规划启示与建议

5.1 主要启示

作为承担大量日常活动的空间载体,骑行生活圈对于满足居民高品质生活、

提升城市综合效能具有重要作用。为了发挥骑行生活圈的功能,有必要将骑行生活圈纳入国土空间规划体系,尤其要加强与步行生活圈的融合联动。

(1) 骑行生活圈界定以活动网络为依据,需加强跨辖区协同

骑行生活圈是基于骑行时空活动而形成的地域空间,共享单车租赁点之间的联系能客观反映实际的骑行活动范围,由此识别的骑行生活圈边界比基于行政辖区的划分更为合理。骑行生活圈的活动网络受地理阻隔、用地布局与中心体系的影响,在骑行活动致密地区会呈现骑行网络绵延之势,在规划中需要考虑较大范围的空间结构和骑行路网,促进跨行政辖区的生活圈统筹共建。

(2) 骑行生活圈具有多层次空间结构,可细分“5—10—15”分钟圈子

基于邻里级(居住组团或小区)、社区级(大型居住街区)和片区级(跨街道辖区)公共设施的租赁点分类,发现了居民从家到不同层级公共设施的骑行活动网络布局和时耗分布差异。这种多层次网络嵌套的复合结构,可被解构为日常便民、设施共享和近家通勤的5—10—15分钟骑行生活圈(图7),该结构

与“便利分散、规模集聚”相结合的多级多类公共设施布局有关。

(3) 骑行生活圈增加设施共享机会,与步行生活圈互补共生

在一定时间限度内,骑行活动范围大于步行活动范围。对照《城市居住区规划设计标准GB 50180—2018》^[7],5—10—15分钟步行生活圈居住区相应的尺度分别为步行300 m、500 m、800 m—1000 m。参考四平路街道案例研究,外廓道路间距为1600 m—1800 m的步行15分钟生活圈住区(假设从中心点出发),大约由4个半径为400 m—450 m(外廓道路间距800 m—900 m)的10分钟步行生活圈住区构成,而它相当于一个10分钟的骑行生活圈(图8)。可以认为,一个骑行生活圈大致对应于相同时间范围下的3—4个步行生活圈。骑行方式不仅提供了跨步行生活圈进行活动地选择的灵活性,也使高层级公共中心的可达性更高、吸引范围更大,从而提高其规模集聚效应。因此,极有必要将骑行生活圈与步行生活圈整合联动,建构多级多类、点面结合、便利共享的公共中心体系,满足居民多元化生活和提高设施利用效率的双重需要。

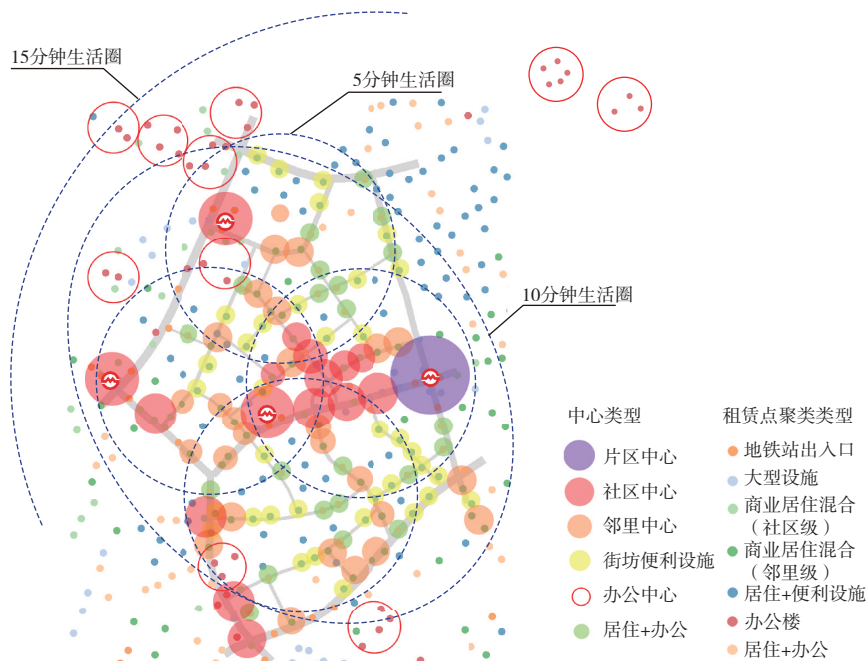


图7 5—10—15分钟骑行生活圈的多级多类中心结构

Fig.7 Multilevel and multitype structure of 5-10-15 minute cycling activity circles

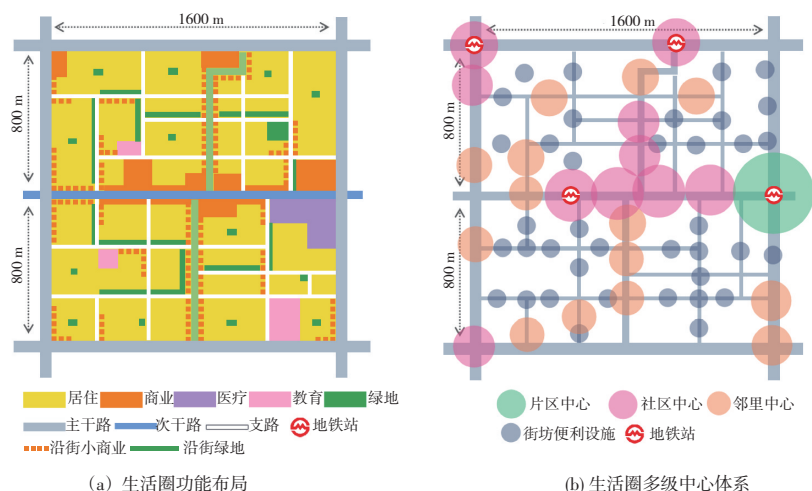


图8 10分钟骑行生活圈的功能布局与多级中心体系

Fig.8 Land use and multilevel center system of a 10-minute cycling activity circle

5.2 规划建议

骑行生活圈是城市空间结构中的一个重要层级，不仅可为公共设施配置提供参考依据、促进社区精细化治理，也可以与地铁等方式结合，促进更大尺度的空间结构优化。

(1) 加强骑行生活圈功能复合，促进“15分钟城市”建设

我国城市居民骑行比例高，骑行设施条件良好，建设骑行生活圈符合中国的国情特色。骑行生活圈有效扩展了步行生活圈的范围，提高了人们选择设施或活动地点的机动性，其规划不仅要满足居住区基础保障类设施配置，更要为居民提供更多样、更高层级服务乃至就近上班的机会。建议在骑行生活圈混合布置办公、休闲等设施，“更好地实现居住—就业—游憩的平衡”^[24]，推进基于步行和骑行等多模式绿色交通的“15分钟城市”建设。

(2) 促进“地铁+骑行”耦合发展，构建骑行友好型TOD地区

骑行生活圈中的接驳地铁骑行量反映了共享单车与地铁的衔接关系。在上海市中心城区，多线、多站的发达地铁网络为骑行接驳提供了便利，仅所识别的地铁站租赁点骑行量就占到生活圈总骑行量的近20%。加上车站周边设施租赁点所分担的接驳骑行量，总的骑行接驳地铁比例会提高到30%以上。在现有基础上，亟须进一步加强“地铁+骑行”的一体化规划建设，形成中心城区“骑

行10分钟基本可达地铁站，骑行15分钟全部可达地铁站”的网络耦合模式（图9）。倡导骑行友好型TOD发展，重点改善地铁站的骑行通道连接以及优化站点地区的车辆停放空间。

(3) 推行骑行生活圈评估监测，加强空间精细化治理

建议将骑行生活圈纳入城市体检内容，充分利用共享单车数据的细粒度优势，动态监测生活圈建设带来的骑行活动变化，并及时了解骑行通道、租还停车等问题，为改进骑行生活圈提供量化依据。还要进一步加强典型骑行生活圈的对比分析，深化不同地区骑行活动网络模式的研究，并探求骑行生活圈的差异化发展策略。比如针对外围轨道线网密度较低的情况，研究制定骑行网络与地面公交走廊的整合发展措施。

感谢摩拜科技有限公司提供的数据支持。

注释

① 模块度，其公式为：

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{ij} A_{ij} - \gamma \frac{k_i k_j}{2m} \int \delta(c_i, c_j)$$

式中：Q为模块度；m为网络当中全部边的权重总和， A_{ij} 为网络内顶点i到顶点j边数的权重， K_i 为顶点i出发的边权重总和； δ 为二元函数， c_i 、 c_j 为顶点i、j所属的社区，当两输入量相等时（即顶点i与j属于

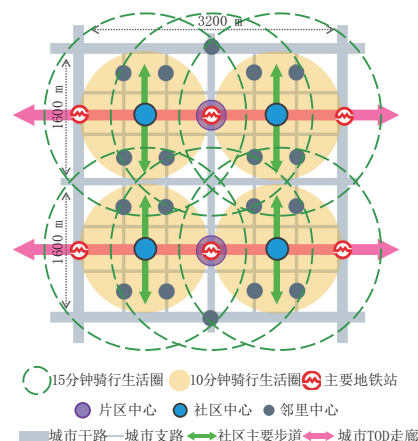


图9 中心城区网络耦合的“地铁+骑行”生活圈

Fig.9 "metro + cycling" integrated activity unit in the central city

同社区时)为1，否则为0。本研究中，边权重为这条边对应的骑行总量。

参数 γ 被称为“解析度(resolution)，在无特殊指定情况下取1； γ 相对1减小时，算法会产生包含更多节点的社区； γ 相对1增大时，算法则会产生包含更少节点的社区。在实际计算中，若边权重总和m太大，会产生包含很多节点而不符合预期的大社区，这时需要调整 γ 值来控制算法所产生社区中包含的节点数量。

- ② 浦东新区的行政范围大，无法考察骑行簇群边界与行政辖区边界的关系。
- ③ 四平路街道骑行生活圈范围中把大学校园予以剔除，以强化生活圈日常的骑行活动网络模式分析。

参考文献

- [1] 柴彦威,李春江.城市生活圈规划:从研究到实践[J].城市规划,2019,43(5):9-16,60.
- [2] MORENO C. La ville du quart d'heure: pour un nouveau chrono-urbanism [EB/OL]. (2016-10-05) [2023-07-01]. <https://www.latribune.fr/regions/smart-cities/la-tribune-de-carlos-moreno/la-ville-du-quart-d-heure-pour-un-nouveau-chrono-urbanisme-604358.html>
- [3] MORENO C, ALLAM Z, CHABAUD D, et al. Introducing the "15-minute city": sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities[J]. Smart Cities, 2021(4): 93-111.
- [4] SHANNON R, MANT J, DESSEWFFY

- M, et al. 20-Minute neighbourhoods: creating a more liveable Melbourne[J]. Journal of Transport & Health, 2019, 14: 36.
- [5] City of Ottawa. The new official plan: 15-minute neighbourhoods [EB/OL]. (2021-09-27) [2023-07-01]. https://engage.ottawa.ca/the-new-official-plan/news_feed/15-minute-neighbourhoods
- [6] 上海市规划与国土资源管理局. 上海市15分钟社区生活圈规划导则(试行)[R], 2016.
- [7] GB 50180—2018, 城市居住区规划设计标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [8] 杨晰峰. 城市社区中15分钟社区生活圈的规划实施方法和策略研究: 以上海长宁区新华路街道为例[J]. 上海城市规划, 2020(3): 63-68.
- [9] 程蓉. 15分钟社区生活圈的空间治理对策[J]. 规划师, 2018, 34(5): 115-121.
- [10] 孙德芳, 沈山, 武廷海. 生活圈理论视角下的县城公共服务设施配置研究: 以江苏省邳州市为例[J]. 规划师, 2012, 28(8): 68-72.
- [11] 黄建中, 张芮琪, 胡刚钰. 基于时空间行为的老年人日常生活圈研究: 空间识别与特征分析[J]. 城市规划学刊, 2019(3): 87-95.
- [12] 刘泉, 钱征寒, 黄丁芳, 等. 15分钟生活圈的空间模式演化特征与趋势[J]. 城市规划学刊, 2020(6): 94-101.
- [13] 生态环境部环境发展中心, 中环联合认证中心. 第29次中国互联网络发展现状统计报告[R/OL]. (2021-09-30) [2023-07-01]. http://www.china-epc.cn/ywly_14986/hjbzrz/202109/W020210930383621450364.pdf
- [14] 王德, 傅英姿. 手机信令数据助力上海市社区生活圈规划[J]. 上海城市规划, 2019(6): 23-29.
- [15] 李萌. 基于居民行为需求特征的“15分钟社区生活圈”规划对策研究[J]. 城市规划学刊, 2017(1): 111-118.
- [16] 刘冰, 曹娟娟, 周于杰, 等. 城市公共自行车使用活动的时空特征研究: 以杭州为例[J]. 城市规划学刊, 2016(3): 77-84.
- [17] 刘冰, 曹娟娟, 张涵双, 等. 杭州市自行车租还潮汐与街区用地模式关系研究[J]. 规划师, 2019(8): 12-18.
- [18] CAGGIANI L, CAMPOREALE R, OTTOMANELLI M, et al. A modeling framework for the dynamic management of free-floating bike-sharing systems[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2018, 87: 159-182.
- [19] HUA M Z, CHEN X W, ZHENG S J, et al. Estimating the parking demand of free-floating bike sharing: a journey-data-based study of Nanjing, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 244: 118764.
- [20] CHEN W D, CHEN X W, CHENG L, et al. Delineating borders of urban activity zones with free-floating bike sharing spatial interaction network[J]. Journal of Transport Geography, 2022, 104: 103442.
- [21] 刘冰, 朱俊宇, 赵晶心, 等. 基于共享单车时空活动的居住生活圈分异特征研究: 以上海中心城区为例[J]. 城市建筑, 2020, 17(31): 5-9.
- [22] NEWMAN M E J. Equivalence between modularity optimization and maximum likelihood methods for community detection[J]. Physical Review E, 2016, 94(5): 1-8.
- [23] BLONDEL V D, GUILLAUME J L, LAMBIOTTE R, et al. Fast unfolding of communities in large networks[J]. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008, 2008(10): 1-6.
- [24] 张帆, 杨保军, 董珂, 等. 概念·方法·实践: “15分钟社区生活圈规划”的核心要义辨析学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2020(1): 1-8.

修回: 2023-07