

高密度山地城市游憩空间活力特征及影响机制*

——以重庆市万州区为例

Vitality Characteristics and Influencing Mechanisms of Recreational Spaces in High-Density Mountainous Cities: A Case Study of Wanzhou District, Chongqing

张钟虎 杨俊宴 史宜 章 飙

ZHANG Zhonghu, YANG Junyan, SHI Yi, ZHANG Biao

关键词 游憩空间活力; 游憩活动识别; 山地城市; 地理加权回归模型

Keywords: recreational space vitality; identification of recreational activities; mountainous cities; geographically weighted regression model

提 要 高密度山地城市是我国典型的的城市类型之一, 具有空间布局紧凑的特征。游憩空间作为人群日常公共活动的组织中心, 需要结合城市人群的活动特征及偏好进行有效引导管控。大量研究关注平原城市游憩空间活力机制, 提出活力提升策略。由于地形变化复杂、建设空间局限高密, 山地城市游憩空间活力出现与平原城市不同现象, 街旁街角等零散空间承载着大量游憩活动, 其背后是游憩空间供给不足不均、服务范围尺度缩小等多重要素影响的结果, 需要结合高密度山地城市特征进一步探索。以重庆市万州区为例, 测算出山地城市游憩空间访问距离主要在1.5 km以内, 并对公园绿地、广场、街道和社区绿地等4种高密度山地城市典型游憩空间进行对比, 发现街道和社区绿地承载了大量游憩空间活动。分析高密度山地城市游憩空间活力的建成环境影响要素, 采用地理加权回归模型分析解释4种不同类型游憩空间活力的影响机制差异。

Abstract: High-density mountainous cities, characterized by compact spatial layouts, represent a typical urban type in China. As centers of urban public life, recreational spaces in these cities need to be effectively planned and managed in line with activity patterns and preferences of urban residents. While numerous studies have examined the vitality of recreational spaces in plain cities and their planning and optimization, the unique and complex terrain features and the limited developable land in mountainous cities create vitality patterns distinct from plain cities. Even scattered spaces such as street corners can support significant recreational activities, influenced by factors such as inadequate and unevenly distributed recreational spaces and reduced service coverage. These characteristics underscore the need to further investigation tailored to high-density mountainous environments. Using Wanzhou District, Chongqing as a case study, this paper finds that the typical access distance to recreational spaces in mountainous cities is generally within 1.5 kilometers. By comparing four representative recreational spaces in high-density mountainous cities—park green spaces, plazas, streets, and community green spaces—the paper reveals that streets and community green spaces accommodate a substantial proportion of recreational activities. Finally, by analyzing the built environment factors shaping the vitality of recreational spaces in high-density mountainous cities and by employing a geographically weighted regression model, this paper explains the difference in the influence mechanisms of vitality among the four types of recreational spaces.

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202505010
文章编号 1000-3363(2025)05-0080-09

作者简介

张钟虎, 东南大学建筑学院博士研究生, zzh-seu2021@163.com

杨俊宴, 东南大学首席教授, 东南大学建筑学院教授, 东南大学智慧城市研究院副院长, 通信作者, yjy-2@163.com

史 宜, 东南大学建筑学院副教授

章 飙, 东南大学中华民族视觉形象研究基地助理研究员

* 国家自然科学基金重大项目课题“高密度城市环境碳中和建筑技术原型构建”(项目编号: 52394224)

我国2/3的国土面积是山地区域,山地城市数量众多^[1],高密度山地城市是我国典型的城市类型之一。为克服复杂地形地貌限制并满足建设发展需求,山地城市往往采用高密度建设的方式,形成空间紧凑、功能混合、多维立体的布局特征,游憩空间等公共活动空间尤为稀缺和珍贵。高密度山地城市的游憩空间具有多种形式,如平坝、台地、缓坡等,这些空间是人群日常公共活动的组织中心,集聚了大量的日常游憩活动,成为高密度山地城市重要的城市形象之一。由于城市建成环境更为复杂,高密度山地城市游憩空间相较平原城市的建设难度更高、空间供给不均、品质良莠不齐,需要通过有效手段进行引导管控,满足人群日常游憩需求。

活力能够真实体现城市人群对空间的使用满意程度^[2],游憩空间活力的提升能够有效提高高密度山地城市空间的利用效率、满足人民生活的获得感和幸福感、助力城市更新。游憩空间活力体现了城市中人群的行为和意愿,对于中长期经济社会发展中更好地推进以人为核心的城镇化,营造高品质的生活空间^[3]具有重要作用。

由于复杂地形和高密建设的影响,高密度山地城市游憩空间活力呈现与平原城市不一致的规律特征^[4]和影响机制。在既有的游憩空间活力相关研究中,游憩空间活力的研究包括滨水空间^[5-7]、公园绿地及口袋公园^[8-9]、街道^[10-11]等多种游憩空间类型,研究发现游憩空间本体特征(如绿地率、游憩设施)及其周边环境特征(如可达性、功能设施、人口分布等)对游憩空间活力有显著影响。但既有的研究以平原城市游憩空间为主,其结论对于山地城市并不适用,例如,沈阳游憩空间的主要出行距离为5 km以内^[12],上海老年人群体游憩出行距离在4 km以内^[13],这些游憩活动的结论并未考虑复杂地形地貌影响。在以山地城市为对象的研究中,主要关注空间活力测度及其与土地利用^[14]的相关性,较少研究梳理了高密度山地城市游憩空间活力特征^[15-16],但对游憩空间活力的高密度山地城市特有建成环境要素影响机制相关研究不足。

因此,针对高密度山地城市的游憩

空间活力研究需要从理论上梳理其活力内涵及特征,确定高密度山地城市语境下游憩空间活力的研究边界及范围;同时,高密度山地城市建成环境对游憩空间活力存在怎样的影响机制,需要结合其特殊建成环境进一步解析。本研究首先对游憩空间活力的内涵及表征进行文献综述,从理论上梳理高密度山地城市游憩空间活力的具体特征,并以重庆市万州区为例,通过基于位置的服务(LBS)数据分析典型游憩空间的活力特征,并采用地理加权回归模型构建综合模型和四种游憩空间类型模型,分析不同类型游憩空间活力特征影响机制,为活力提升视角下的高密度山地城市游憩空间规划设计提供实证依据和科学参考。

1 高密度山地城市游憩空间活力研究基础

1.1 游憩空间活力内涵和表征

活力是经济、社会、文化活动在空间上的综合表征^[17-18],在狭义上可以理解为人际交流互动、城市生活活动,市井生活及其场所载体的丰富多样是维系地方传统活力的必要条件^[19],Jacobs^[20]认为城市活力是通过人及其生活活动场所相互交织的过程中获得的,人的活动被认为是活力的根本要素,基于人的活动能够有效理解游憩空间活力。游憩空间活力指在游憩空间范围内进行社会交往、休憩、观赏等游憩活动的强度,盖尔^[21]认为其核心是选择性、社交性活动,而非通勤等必要性活动。

活力的测度方法正从以小尺度的问卷调查、现场调研^[22-23]等传统调研测算方式转向以大尺度的时空大数据^[24-25]、灯光数据^[26]等新兴数据技术^[27]测度方法,新兴数据技术具备低成本、即时高效、颗粒度更高的优势^[28],能够更精准刻画游憩空间活力^[29]。活力的测度指标包含访问频率、持续时间、混合度等多种方式^[30],其核心仍为人群的集聚程度^[31],对于游憩空间而言,本研究采用单位面积内人群游憩活动密度进行衡量。

1.2 高密度山地城市游憩空间活力特征

游憩空间活力是高密度山地城市物质空间供给和游憩活动需求的综合结果。

从物质空间供给的角度而言,山地城市地形变化复杂、建设高密集中^[32],可建设空间有限,游憩空间面临规模不足、分布不均的问题^[33];同时,由于剧烈变化的地形坡度和起伏度,游憩空间的可达性减弱,服务范围尺度更小^[34]。从游憩活动需求的角度而言,游憩已经成为城市人群日常生活的常态化活动:一方面,开发强度更高的山地城市意味着更高的人口密度,其单位面积内会产生更多的游憩活动需求;另一方面,地形坡度显著限制山地城市人群的出行能力,这导致分布有限的公园绿地等空间无法满足大量的游憩活动需求,街旁街角等小尺度的零散空间承载大量游憩活动需求,已经成为城市高密度地区户外游憩空间拓展的重要工具^[35]。

综上所述,高密度山地城市游憩空间活力的服务范围尺度缩小,需要关注山地城市独有特征如地形坡度等要素的影响,并进一步讨论游憩空间活力的服务范围尺度。承载游憩活力的物质空间类型和范围更为广泛,需要关注零散空间等更广泛的游憩空间类型,例如,不同类型游憩空间活力有何差异,尤其是零散空间在游憩空间活力中承担的作用。

2 研究案例和数据方法

2.1 案例选取

重庆市万州区城区位于川东平行岭谷间的丘陵地带,长江穿城而过,是三峡库区的中心城市之一。在三峡库区建设、快速城镇化的背景下,城市可建设用地规模进一步缩小,同时大量人口向万州区城区快速集聚,城市建设向高密高强的形态发展,是高密度山地城市的典型代表。由于山地城市建设用地本就局限,因此游憩空间的规模和数量不足的问题更为突出,根据2020年全国国土变更调查数据显示,万州城区人均绿地面积远小于10 m²/人的标准要求,大量街边街角空间成为游憩活动的主要场所。因此,对万州区城区的游憩空间活力研究,能够理解山地城市中游憩空间活力特征及影响机制的特殊性,本研究选取其作为高密度山地城市游憩空间活力的研究案例,范围包含万州区城区建设用地及周边山水,面积约为235 km²。

2.2 数据采集

本研究使用LBS数据计算表征游憩空间的活力，LBS数据具有高时空分辨率，能够表征微观个体时空行为的特征，通过数据清洗和整理后，在万州区获取7天时间内的LBS数据点共计1130万余条数据。现状用地等其他数据的来源和采集时间如表1所示。

2.3 游憩空间和游憩活动识别方法

2.3.1 游憩空间识别

游憩空间的类型划分和范围界定方式多样，对游憩空间的研究主要包含公园绿地、广场、街道、口袋公园、社区绿地以及商业区等多种类型。本研究限定对户外城市游憩空间进行研究，实地调研发现，高密度山地城市人群日常游憩活动主要发生在公园绿地、广场、社区绿地和街道的街旁街角，选取公园绿地、广场、社区绿地和街道四种典型游憩空间作为研究对象。

游憩空间识别的难点在于对街旁街角、社区绿地等零散空间的识别，公园绿地和广场用地的边界范围已在《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB 50137—2011)中明确规定，可直接基于现状用地数据进行提取。由于形态多样、边界模糊、数量众多，若对每个街旁街角、社区绿地活力进行研究，则会由于面积规模过小等因素难以得到有效结论。对于街旁街角，本研究以交叉口为分界点进行分段，将其整合为不同的街道段进行研究。

对于社区绿地，则采用深度学习的方法对高精度遥感卫星数据进行识别^[36]。首先在万州城区选择样本区域进行数据标注，构建绿地样本库，保证训练瓦片覆盖草坪、灌木、林地等多种类型绿地，

然后采用DeepLabv3模型^[37]进行训练，训练迭代11次，在训练过程中将样本库划分为训练集和验证集，通过验证集验证的结果准确率为93%，能够有效识别山地城市中的绿地边界，并将识别后的绿地结果与现状用地数据中的居住用地进行叠合提取得到社区绿地结果。

2.3.2 游憩活动识别

游憩活动点可以通过融合POI数据^[38-39]或兴趣面(AOI)数据^[40]与LBS数据并通过其时空特征进行识别。首先在ArcGIS Pro中通过“查找停留位置”识别所有停留点，界定100 m以内停留超过5 min的活动为有效游憩活动，因此时间和空间阈值分别定为5 min和100 m。然而，由于游憩空间功能复合，仅通过识别停留点可能包含大量非游憩活动点，例如，由于街道两旁的商业等区域距离较近，可能存在就业活动点被识别为游憩活动的情况，由于社区绿地与居住区域的距离较近，可能存在居住活动点被识别为游憩活动的情况。因此，通过职住识别方法^[41-42]识别出居住和就业活动点，并剔除每个id的两类活动点周边50 m范围内的游憩活动点作为最终游憩活动结果。

2.4 模型构建

2.4.1 建成环境要素选取和计算

大量研究表明，城市人群活动与空间可达性^[43]、功能组合、建筑形态等要素具有显著相关性，对游憩空间活力而言，其内部空间质量^[44]、设施要素^[45]以及植物景观特征^[46]也是影响的重要要素。因此，结合高密度山地城市背景考虑游憩空间的本体及其周边环境特征选取游憩空间活力影响要素。

游憩空间本体特征对活力的影响主要体现在三个方面：首先，既有研究发

现游憩空间的面积规模对空间活力具有抑制作用^[47]；其次，游憩空间的地表开度能够反映游憩空间通风、日照条件^[48]，山地城市建筑高密、通风和日照环境相对较差^[49]，推测地表开度对其活力有影响关系；最后，地形坡度和植被覆盖率可能会影响人群游憩体验，进而影响游憩空间活力。

游憩空间周边环境特征对其空间活力的影响主要体现在可达性、功能、人口分布和建筑容量四个方面：可达性高低体现了居民到达游憩空间的难易程度^[50]；不同业态功能配套对游憩空间活力具有提升作用，通过初步回归分析选取购物服务和餐饮服务两项与游憩空间活力高度相关的功能进行表征，同时，功能多样性体现周边环境设施完备性，因此选取功能多样性进行补充；周边人口特征包含居住和就业人口，上述两种人口分布作为城市中最基本的锚点活动^[51]，其分布与游憩空间活力关系紧密；周边建筑容量表明该区域的活动承载能力，也是影响游憩空间活力的要素之一。指标计算方法如表2。

2.4.2 地理加权回归模型

地理加权回归模型(GWR模型)通过动态调整模型参数以准确地捕捉不同区域之间的局部差异来适应空间变化，与传统的全局回归分析相比，GWR模型不仅解决了空间数据的回归问题，而且允许系数随地理位置的变化而变化，从而更详细地揭示了建筑环境要素对游憩空间活力的影响^[52]。本研究选取游憩空间活力作为因变量，通过5个GWR模型反映不同类型游憩空间活力影响的空间分异特征。模型公式为：

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^n \beta_k(u_i, v_i) X_{ik} + \varepsilon_i$$

式中：因变量 Y_i 表示游憩空间活力，其中 u_i, v_i 分别为经度和纬度坐标； $\beta_0(u_i, v_i)$ 是地理位置的截距，表示游憩空间活力的预期值； $\beta_k(u_i, v_i)$ 为回归分析系数； X_{ik} 表示游憩空间 i 的第 k 个自变量值； ε_i 为误差项。

3 游憩空间活力特征

3.1 游憩空间活力分布特征

游憩空间活力与空间分布总体形成

表1 数据来源介绍

Tab.1 Introduction to data sources

名称	来源	采集时间
LBS数据	手机信息推送服务商	2019年4月1日—7日
现状用地数据	万州区规划和自然资源局	2019年
建筑轮廓数据	万州区规划和自然资源局	2019年
地形DEM数据	NASA-SRTM DEM数据	2019年
兴趣点(POI)数据	高德开放平台	2019年6月
遥感卫星数据	万州区规划和自然资源局	2019年

表2 影响要素指标计算方法和公式

Tab.2 Calculation methods and formulas of influencing indicators

指标		方法公式	数值标准
本体特征	面积规模	根据 ArcGIS Pro 的“计算几何”功能计算各游憩空间面积,单位为 hm^2	介于 0.01 至 46.5 hm^2 之间
	地表开阔度	$stf = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{int(\frac{2\pi}{\Delta\alpha})} \sum_{j=0}^{int(\frac{2\pi}{\Delta\beta})} P_{\alpha_i\beta_j}$ stf 为地表栅格 (包含建筑高度) 开阔度的计算结果,将光源在 α_i 方位角和 β_j 高度角时,与栅格单元之间受遮挡的结果 $P_{\alpha_i\beta_j}$ 求和,除以模拟光源次数 n ,根据当日日出 (6:00) 至日落 (18:00) 每隔 1 小时计算 1 次,光源次数共 12 次。计算游憩空间范围内所有栅格的地表开阔度平均值作为最终结果	介于 0 至 1 之间,值越高则表明场地越开阔
	地形坡度	$s = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}$ s 为某个游憩空间的地形坡度结果, l_i 为栅格 i 的坡度,栅格 i 的坡度通过 ArcGIS Pro 的“坡度”功能计算得到, n 为某个游憩空间的栅格数量	介于 0 至 90 之间,值越高则表明场地越陡
	植被覆盖率	$g_i = \frac{a_i}{A_i}$ g_i 为第 i 个游憩空间的植被覆盖率结果, a_i 为第 i 个游憩空间中的绿地面积, A_i 为第 i 个游憩空间的总面积	介于 0 至 1 之间
周边可达性特征	周边地形坡度	$S = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}$ S 为某个游憩空间周边缓冲区范围内的地形坡度结果, l_i 为栅格 i 的坡度, n 为某个游憩空间周边缓冲区范围内的栅格数量	介于 0 至 90 之间,值越高则表明场地周边缓冲区坡度越陡
	周边路网可达性	$ac_i = \sum_{j=1}^n D_{ij}$ ac_i 为第 i 段街道中心点至其他所有街道的距离总和, D_{ij} 为第 i 段街道中心点到第 j 段街道中心点的路线距离, n 为街道总量。通过 ArcGIS Pro 的“克里金插值”功能计算游憩空间的周边路网可达性结果	介于 7479 至 13 063 之间,值越小表明周边路网可达性越高
	周边公交密度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边公交数量,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边公交密度结果	介于 0 至 6 之间
周边功能特征	周边购物服务密度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边购物服务数量,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边购物服务密度结果	介于 0 至 52 之间
	周边餐饮服务密度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边餐饮服务数量,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边餐饮服务密度结果	介于 0 至 24 之间
	周边功能多样性	$SEI = - \sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$ 采用香农熵指数进行计算, SEI 为某个游憩空间周边缓冲区范围内的功能多样性结果, n 为功能类型的总数, p_i 是功能类型 i 出现的概率	介于 0 至 2.2 之间,值越大表明周边功能多样性越高
周边人口特征	周边居住人口密度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边居住人口数量,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边居住人口密度结果	介于 0 至 284 之间
	周边就业人口密度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边就业人口数量,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边就业人口密度结果	介于 0 至 233 之间
周边建筑容量	周边建筑密度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边建筑底面积总和,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边建筑密度结果	介于 0 至 0.46 之间
	周边开发强度	根据 ArcGIS Pro 的“相交”功能统计各游憩空间周边建筑面积总和,并除以游憩空间缓冲区面积得到周边开发强度结果	介于 0 至 5.9 之间

高笋塘—太白、北山、百安坝三大游憩活动热点区域。万州城区的游憩空间活力与空间分布不相匹配,热点区域主要在单体面积规模较小、游憩空间更为零散的区域,而单体面积规模较大的公园绿地等游憩空间活力都较低。陈家坝的游憩活动密度相对最低,作为新城,区域内的居住及各类功能建筑在近几年内完成建设,相关设施尚待进一步完善,因此游憩活动较少。

不同类型游憩空间活力差异显著,游憩活动频次和活力密度最高的为街道,

在采样时间内共产生 71 525 次游憩活动,活力密度为 105.8 次/hm^2 (表 3),原因可能为街道的空间分布最为均匀广泛,其街边街角在山地城市游憩活动中承担重要作用。广场活力密度次之,但其数量规模和分布最少,表明山地城市人群倾向在广场进行游憩活动,实地调研证明,广场承载众多大规模的集体游憩活动,如广场舞、健身活动等。公园绿地的活力密度最低,其数量较小、单体面积规模较大,且为城区周边的山体,因此可达性相对其他类型游憩空间较低。社区

表3 不同类型游憩空间活动概况

Tab.3 Overview of activities in different types of recreational spaces

游憩空间类型	游憩活动频次 / 人次	游憩空间总面积 / hm^2	游憩活力密度 / (人次 / hm^2)
公园绿地	3108	323.8	9.6
广场	3098	46.5	66.6
街道	71 525	683.8	105.8
社区绿地	17 271	308.6	56.0

绿地的游憩活动频次较高,表明社区绿地也是山地城市人群游憩活动的主要场所。

3.2 游憩空间出行距离特征

基于LBS数据识别万州区城市人群出行中以游憩空间为目的地的出行OD线,其最短距离在10 m以内,最长距离约为12 km,平均距离为1.2 km。图1表明不同类型游憩空间的出行距离占比分布情况。对万州而言,70%的游憩空间出行距离不超过1.5 km,当游憩空间出行距离超过2 km时,出行量急剧减少,因此,可以认为万州的游憩空间主要服务范围尺度在1.5 km以内。

不同类型的游憩空间出行距离分布差异表明其服务范围尺度的不同,在1.5 km的主要服务范围尺度内,公园绿地游憩活动的不同出行距离占比较为平均,表明其能够同时吸引周边不同范围的所有人群。广场和街道游憩活动的主要吸引范围分别为1.25—1.50 km和1—1.25 km范围人群,近距离和远距离的游憩活动相对较少。社区绿地以就近的游憩活动出行为主,呈现随距离增加,游憩活动量显著减少的趋势。

3.3 游憩空间活动时长特征

游憩空间活动时长可以反映城市人群的游憩活动需求和对游憩空间的满意

程度^[53]。万州区城市人群在游憩空间的平均停留时长为82 min,游憩活动时长中位数为75 min,表明万州区城市人群的游憩活动需求旺盛,大部分的游憩活动在15—105 min之间(图2)。

在不同类型的游憩空间中,社区绿地和公园绿地的游憩活动时长分布更均匀,这两类游憩空间能够同时吸引短时间和长时间的游憩活动。实地调研发现,公园绿地、社区绿地包含更多小憩、散步等短时游憩活动类型,也包含健身等大量长时间的停留活动。广场和街道的游憩活动时长存在明显的峰值时长特征,都在60—90 min之间,上述空间主要进行棋牌、广场舞等目的性较强的游

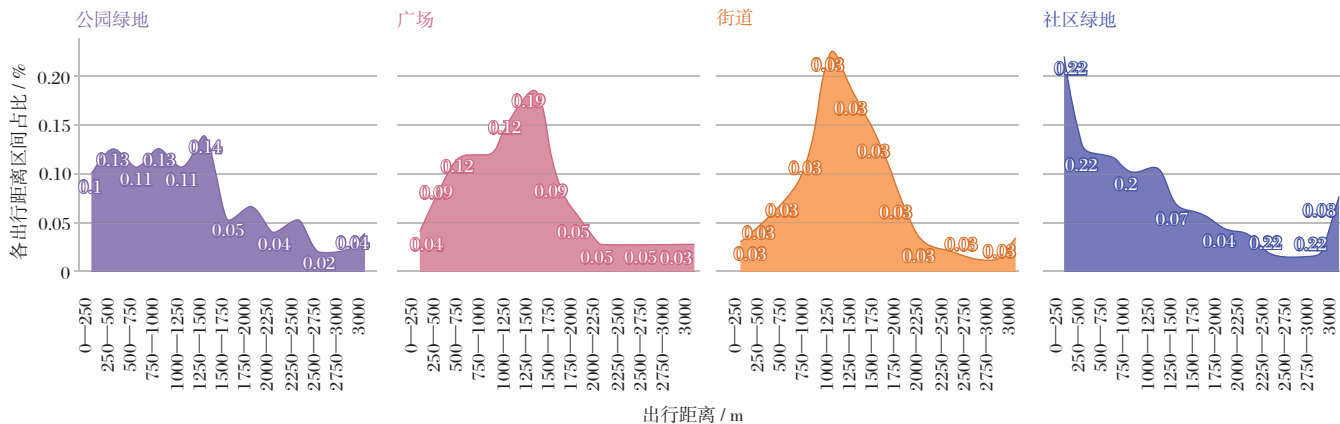


图1 不同类型游憩空间出行距离占比

Fig.1 Proportion of travel distances for different types of recreational spaces

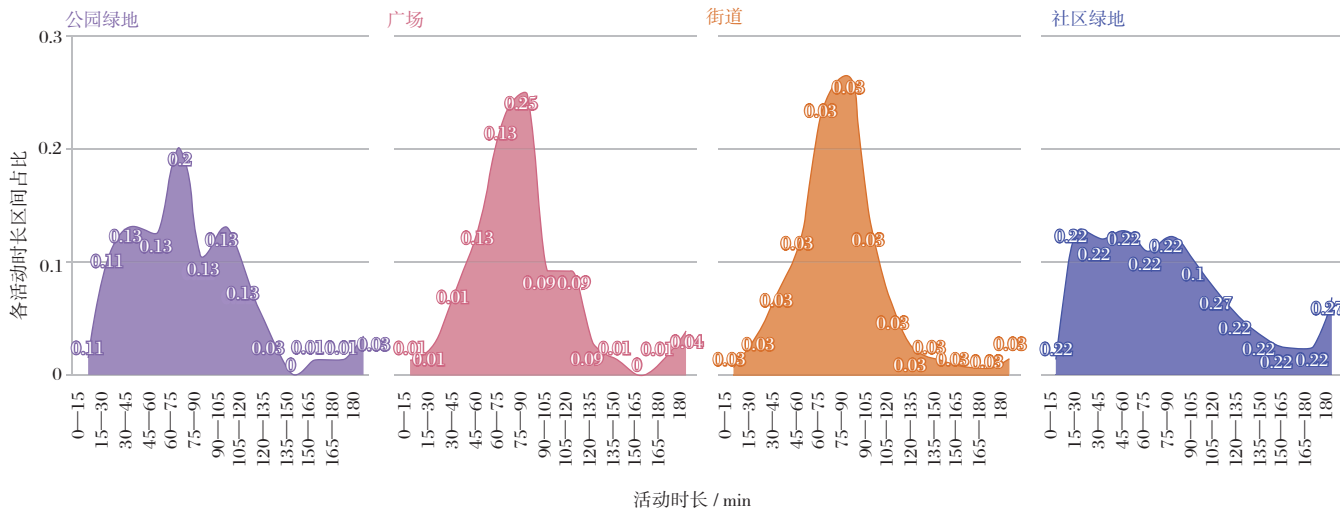


图2 不同类型游憩空间活动时长占比

Fig.2 Proportion of activity durations for different types of recreational spaces

憩活动，此类活动往往持续时间较长。

4 游憩空间活力影响机制

4.1 不同类型游憩空间模型结果对比

基于万州游憩空间主要服务范围尺度为1500 m的特征，进一步划分为100 m、250 m、500 m、1000 m和1500 m的游憩空间缓冲范围，并提取建成环境影响要素构建GWR模型。结果表明，随着缓冲距离增加，GWR模型校正 R^2 依次为0.59、0.52、0.49，当缓冲距离大于等于1000 m后，模型结果出现多重共线性问题，即不同影响要素在该缓冲区的结果中差异性降低。表明随着距离增加，山地城市的周边环境对游憩空间活力的影响结果降低。因此，本研究选取100 m

缓冲距离进行进一步分析。

本研究构建5个GWR模型进行分析，包含1个游憩空间综合模型和公园绿地、广场、街道、社区绿地等4个专类模型，其结果如表4所示。由于周边人口就业密度与周边开发强度指标与其他指标具有多重共线性特征，在最终模型中进行剔除，其余所有变量均已通过显著性检验。对比5个GWR模型，综合模型的解释力度相对较低，表明不同建成环境要素对不同类型的游憩空间影响机制不同。

4.2 不同类型游憩空间活力影响机制差异

表4中不同变量的系数表明了其对于游憩空间活力变化的影响程度，尽管

周边餐饮服务密度、周边居住人口密度、周边公交密度等要素的影响程度较高，地表开阔度、地形坡度等特有指标也有较显著的影响作用，且针对不同模型影响作用不同。

本体特征总体对空间活力产生抑制作用，即面积规模、地表开阔度、地形坡度和植被覆盖率越高，对应的空间活力降低。面积规模对广场空间活力促进作用较大，表明广场面积增大有利于提升游憩空间活力。实地调研发现，早晨和傍晚时分，人群倾向在大面积的广场用地进行群体活动，因此需要在山地城市布局一定规模的广场。对于地表开阔度而言，由于在建筑密度较高的高笋塘、北山等区域缺乏大规模用地空间作为游憩活动，因此呈现上述结果。在建筑密

表4 地理加权回归模型结果
Tab.4 Results of the geographically weighted regression model

指标		综合模型			公园绿地模型			广场模型			街道模型			社区绿地模型		
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
本体特征	面积规模	-0.12	0.18	-0.04	-0.12	0.01	-0.01	0.07	0.18	0.12	-0.02	0.09	0.03	-0.06	0.05	-0.01
	地表开阔度	-0.17	0.14	-0.05	-0.31	-0.02	-0.20	-0.23	-0.19	-0.22	-0.13	0.17	-0.01	-0.37	-0.33	-0.35
	地形坡度	-0.07	0.02	-0.03	-0.08	0.12	0.01	-0.02	0.19	0.08	-0.08	0.03	-0.03	-0.09	-0.03	-0.07
	植被覆盖率	-0.05	0.04	-0.01	-0.38	0.04	-0.22	-0.08	-0.03	-0.04	-0.04	0.08	0.03	-0.19	-0.03	-0.13
周边可达性特征	周边地形坡度	-0.06	0.04	-0.02	-0.16	0.01	-0.04	-0.08	0.09	0.01	-0.10	0.04	-0.04	-0.07	0.12	-0.01
	周边路网可达性	-0.06	0.22	0.02	-0.27	0.08	-0.12	-0.04	0.09	0.02	-0.11	0.24	-0.01	-0.06	0.05	0.02
	周边公交密度	0.02	0.36	0.14	-0.10	-0.04	-0.07	0.19	0.22	0.21	-0.02	0.52	0.18	-0.08	0.12	0.03
周边功能特征	周边购物服务密度	-0.05	0.37	0.17	-0.29	0.06	-0.14	0.14	0.39	0.30	-0.10	0.44	0.17	-0.03	0.22	0.02
	周边餐饮服务密度	0.18	0.55	0.35	-0.01	0.16	0.11	0.25	0.39	0.31	0.12	0.61	0.35	0.04	0.18	0.12
	周边功能多样性	-0.06	0.12	0.02	-0.19	0.11	0.01	-0.07	0.09	0.00	-0.08	0.16	0.03	-0.07	-0.04	-0.06
周边人口特征	周边居住人口密度	0.05	0.35	0.20	0.41	0.96	0.53	-0.14	0.03	-0.06	0.07	0.46	0.26	0.45	0.66	0.55
周边建筑容量	周边建筑密度	-0.05	0.12	0.02	-0.02	0.24	0.12	0.06	0.15	0.10	-0.07	0.13	0.04	-0.19	-0.11	-0.16
R^2		0.61			0.71			0.69			0.70			0.64		
调整 R^2		0.59			0.64			0.59			0.68			0.60		
AICc		3693.85			307.82			183.67			2344.68			572.79		
Sigma-Squared MLE		0.39			0.29			0.31			0.30			0.36		

度较低的区域,地表开阔度则与游憩空间活力呈正相关关系而由于山地城市大部分区域用地紧凑,游憩空间布局在高密的山城环境中,开阔度较低,地表开阔度与游憩空间活力以负相关关系为主[图3(a)]。植被覆盖率对公园绿地和社区绿地空间活力的抑制作用较大,原因与地表开阔度类似,并非植被覆盖率降低游憩空间活力,而是在高密度山城中,难以布局高植被覆盖率空间用作游憩,同时,城市周边存在大量高植被覆盖率山体公园,但由于周边居住人口密度不足,因此产生上述结果;植被覆盖率对广场和街道的空间活力影响程度较弱。地形坡度对四种游憩空间的影响都较弱,总体呈抑制作用关系。

周边可达性条件越高,游憩空间活力相应增加。周边地形坡度对游憩空间活力主要为抑制作用,即周边地形坡度的增加会降低一定的游憩空间活力。周边路网可达性对公园绿地空间活力促进作用较高,周边公交密度影响较弱,表明公园绿地周边人群倾向通过步行方式到达进行游憩活动,需要提高公园绿地周边路网可达性。周边公交密度对其广场和街道模型空间活力的影响较高,表

明通过公交方式到达此类游憩空间的人群较多,可结合公交站台周边布局广场以及挖掘街道游憩空间的利用潜力。周边可达性特征对社区绿地空间活力的影响较低,表明社区绿地空间活力以本社区人群为主,周边居住人口密度的影响程度也证明相应观点。

周边功能特征主要对游憩空间产生促进作用。周边餐饮服务密度与游憩空间活力呈正相关关系,尤其在广场模型和街道模型中,上述两类空间面积规模较小,且周边环境开敞,周边的功能设施能够有效增加广场和街道的空间活力,这种正向作用在空间上存在中心边缘差异,即高笋塘、江南新区等餐饮服务业态高度集聚的区域内,餐饮服务业态的促进作用降低,而在双河口、百安坝等区域,餐饮服务业态的集聚对游憩空间活力的提升作用更大[图3(b)]。周边购物服务密度对公园绿地的抑制作用主要出现在高密度的高笋塘、北山等区域,表明该区域周边购物服务密度过于密集,其密度增加不再对公园绿地空间活力有促进作用。此外,周边功能多样性对四种游憩空间的作用都较弱。

周边居住人口密度对公园绿地、街

道和社区绿地空间活力的促进作用非常显著,且在居住人口密集区域的周边居住人口密度系数更大,游憩活动需求旺盛,可以考虑在此区域增加相应游憩空间;周边居住人口密度对广场空间活力影响程度不大,实地调研发现,其抑制作用主要出现在百安坝、龙都等区域,居住人口密度较小,建议适度引导居住人口集聚。

周边建筑容量对公园绿地、广场和街道都具有促进作用,即周边建筑密度增加,上述游憩空间活力相应增加;对社区绿地而言,可能由于周边建筑密度增加,人群更倾向离开高密度的社区环境进行游憩活动。

5 讨论和结论

5.1 高密度山地城市游憩空间活力的特殊性

本研究以重庆市万州区为案例研究了高密度山地城市游憩空间活力的特征与影响机制,得到具体结论如下:①由于复杂地形的影响,万州的游憩主要出行距离在1.5 km以内,高密度山地城市游憩空间活力的主要服务范围尺度相对

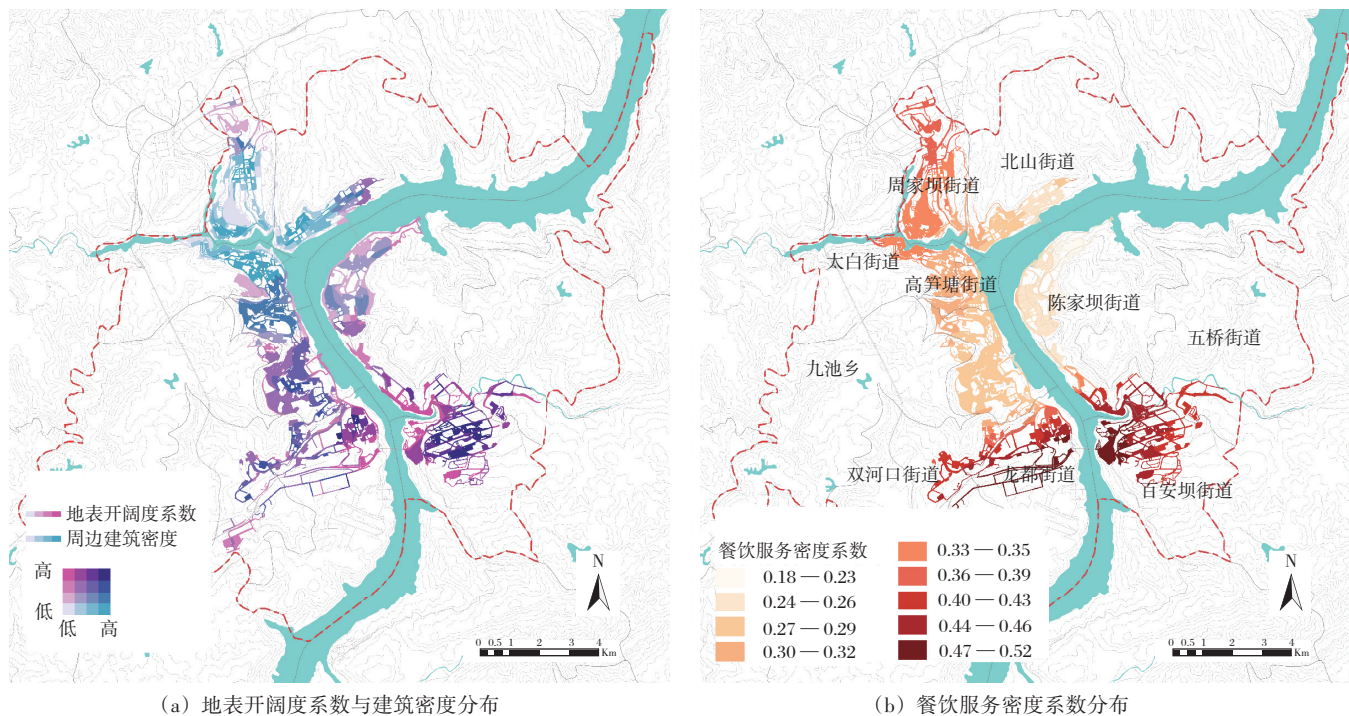


图3 综合模型重要影响要素的系数分布

Fig.3 Distribution of coefficients for key influencing factors in the comprehensive model

平原城市显著降低。②在高密度山地城市游憩空间中,街道、社区绿地的空间分布广泛,能够有效补充公园绿地、广场的不足,因此承载大量的游憩活动。③通过对比游憩活动时长发现,公园绿地、社区绿地较街道、广场能够满足更多不同长时的游憩活动,推测其承载的游憩活动类型更为丰富。

5.2 不同类型游憩空间活力影响机制差异

本研究通过地理加权回归分析解释不同类型游憩空间活力影响机制的差异,通过这些差异能够协同布局不同类型的游憩空间,例如,在周边路网可达性条件更好的区域,可优先考虑布局公园绿地而非广场硬质空间,在周边购物服务密度更高的区域则相反。这种差异性体现了不同类型游憩空间的游憩活动与其他类型行为活动(如购物)的不同协同作用,可在下一步研究中分析,此外,针对这些影响机制能够针对不同游憩空间提出活力提升策略。

5.3 高密度山地城市游憩空间活力提升策略

在高密度山地城市的建成环境下,大面积的游憩空间可能意味着较低的游憩活力,需要更多地考虑增加零散空间,见缝插针式进行布局,大量研究已经发现这些零散空间在高密度城市中的显著优势^[54-55],如更低的建设成本,能够大量广泛地分布,增加零散空间的布局和规划建设能够有效满足高密度山地城市人群的游憩需求。建筑密度高、地表开敞度低的区域中游憩需求更高,需大量增加游憩空间的布局。此外,针对公园绿地应考虑道路可达性条件,通过增加出入口、增设梯道和电梯等措施提升游憩空间活力;街道与广场的活力影响机制类似,都应考虑周边功能特征,与购物餐饮等结合布置能有效提高其利用率;影响社区绿地活力的主要因素为周边居住人口,需结合社区人口规模考虑社区绿地面积规模。

5.4 不足和展望

本研究针对高密度山地城市游憩空间活力进行研究,主要结论之一是街道、

社区绿地对于高密度山地城市游憩活动具有十分重要的作用,在研究中仍存在一定局限:①针对零散游憩空间活力影响机制的理论研究不足,目前的方法研究仍以山地城市游憩空间整体研究和对比研究为主,零散空间作为其中重要的游憩空间,其影响机制可能与更为微观的游憩设施、硬质铺地面积等要素相关,需结合零散空间提出相应的活力影响机制进行研究。②针对零散游憩空间的界定和识别方法不足,在城市街道中,除机动车道以外都为人群可游憩活动的物质空间,难以识别街旁街角零散空间的边界,社区绿地则存在数量众多、分布零散的特点,因此本研究将社区绿地、街旁街角等零散空间整合为每个地块和每条街道进行研究,在接下来的研究中需要提出精确识别和界定的方法,从而更精细化研究其影响机制。

注释

- ① 该数据是用户使用移动互联网的定位请求时所激发的事件触发数据,来自多种APP,即用户在各种APP进行登录、搜索、发送和接收信息、推送等事件所形成的即时地理位置数据,数据经过匿名化处理,不涉及个人隐私。

参考文献

- [1] 黄光宇. 山地城市学原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [2] 杨茗涵, 黄晓军, 宋涛. 基于“显隐互鉴”的公共空间活力评价研究: 以西安市公园绿地为例[J]. 人文地理, 2023, 38(5): 118-125.
- [3] 习近平. 国家中长期经济社会发展战略若干重大问题[EB/OL]. (2020-04-10) [2025-07-11]. <http://www.nopss.gov.cn/n1/2020/1102/c432288-31915415.html>.
- [4] 雷诚, 赵万民. 山地城市步行系统规划设计理论与实践: 以重庆市主城区为例[J]. 城市规划学刊, 2008(3): 71-77.
- [5] LIU S, LAI S Q, LIU C, et al. What influenced the vitality of the waterfront recreational space? a case study of Huangpu river in Shanghai, China[J]. Cities, 2021, 114(10): 103197.
- [6] 韩咏淳, 王世福, 邓昭华. 滨水活力与品质的思辨、实证与启示: 以广州珠江滨水区为例[J]. 城市规划学刊, 2021(4): 104-111.

- [7] 王伟强, 马晓娇. 基于多源数据的滨水公共空间活力评价研究: 以黄浦江滨水区为例[J]. 城市规划学刊, 2020(1): 48-56.
- [8] 李方正, 钱蕾西, 臧凤岐, 等. 基于腾讯出行大数据的北京市郊野公园游憩使用及影响因素研究[J]. 风景园林, 2019, 26(4): 77-83.
- [9] 陶峥, 丁家辉, 王玲, 等. 城市公园特征对游憩活力影响的时空异质性研究[J]. 中国园林, 2023, 39(12): 108-114.
- [10] 陈锦棠, 邓明亮, 梁斌注, 等. 建成街道活力时空特征及提质策略研究: 以广州市建设新村为例[J]. 规划师, 2021, 37(16): 13-22.
- [11] 杨东峰, 王晓萌, 韩瑞娜. 建成环境对街道活力的非线性影响和交互效应: 以沈阳为例[J]. 城市规划学刊, 2023(5): 93-102.
- [12] 马丽亚, 修春亮. 基于居民休闲出行的沈阳市公园绿地与居住地的匹配性研究[J]. 世界地理研究, 2023, 32(6): 108-118.
- [13] 翟宇佳, 庄安顿, 龚修齐, 等. 老年友好背景下基于实证的城市区域性公园服务半径研究: 以上海市鲁迅公园为例[J]. 城市建筑, 2018(12): 56-60.
- [14] XIA C, YE H G O, ZHANG A. Analyzing spatial relationships between urban landuse intensity and urban vitality at street block level: a case study of five Chinese megacities[J]. Landscape and Urban Planning, 2020, 193: 103669.
- [15] 明雨佳, 刘勇, 周佳松. 基于大数据的山地城市活力评价: 以重庆主城区为例[J]. 资源科学, 2020, 42(4): 710-723.
- [16] WANG H, TANG J, XU P, et al. Research on the influence mechanism of street vitality in mountainous cities based on a Bayesian network: a case study of the main urban area of Chongqing[J]. Land, 2022, 11(5): 728.
- [17] JALALADDINI S, OKTAY D. Urban public spaces and vitality: a socio-spatial analysis in the streets of Cypriot towns[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012, 35: 664-674.
- [18] 单瑞琦, 张松. 历史建成环境更新活力评价及再生策略探讨: 以上海田子坊、新天地和豫园旅游商城为例[J]. 城市规划学刊, 2021(2): 79-86.
- [19] 王建国. 包容共享, 显隐互鉴, 宜居可期: 城市活力的历史图景和当代营造[J]. 城市规划, 2019, 43(12): 8.
- [20] JACOBS J. The death and life of American

- cities[M]. New York: Random House, 1961.
- [21] 盖尔. 交往与空间[M]. 何人可, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.
- [22] 杨惠雅, 胡昕宇, 韩震州, 等. 基于老年人视角的高密度城区广场游人时空行为研究: 以南京为例[J]. 园林, 2019(2): 87-93.
- [23] 谭少华, 李英侠. 城市广场的活力构建研究: 以重庆市三峡广场之中心下沉式广场为例[J]. 西部人居环境学刊, 2015, 30(2): 93-98.
- [24] 魏迪, 陆毅, 汪原, 等. 信息流介入公共空间活力营造: 基于城市公园的大数据循证分析[J]. 风景园林, 2023, 30(7): 86-94.
- [25] 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.
- [26] XIA C, YE H G O, ZHANG A. Analyzing spatial relationships between urban land use intensity and urban vitality at street block level: a case study of five Chinese megacities[J]. Landscape and Urban Planning, 2020, 193: 103669.
- [27] 刘硕, 赖思琪. 大数据支持下的城市公共空间活力测度研究[J]. 风景园林, 2019, 26(5): 24-28.
- [28] 吴志强, 叶鍾楠. 基于百度地图热力图的城市空间结构研究: 以上海中心城区为例[J]. 城市规划, 2016, 40(4): 33-40.
- [29] 郑德高, 林辰辉, 吴浩, 等. 面向城市可持续发展的空间化研究和数字画像技术框架[J]. 城市规划学刊, 2023(6): 32-39.
- [30] 曹钟茗, 甄峰, 李智轩, 等. 基于手机信令数据的城市时间活力模式及影响因素研究: 以南京市中心城区为例[J]. 人文地理, 2022, 37(6): 109-117.
- [31] 杨俊宴, 张钟虎, 史宜. 面向城市更新的城市场设计公众参与数字平台探索: 以南京阅江楼片区为例[J]. 城市规划学刊, 2024(3): 74-81.
- [32] 付磊, 贺旺, 刘畅. 山地带形城市的空间结构与绩效[J]. 城市规划学刊, 2012(增刊1): 18-22.
- [33] 骆畅, 王方民, 李高高, 等. 山地多中心城市公园绿地生态系统文化服务供需匹配特征[J]. 生态学报, 2024, 44(13): 5816-5827.
- [34] 刘骏. 山地城市绿地系统规划问题及对策研究[J]. 中国园林, 2017, 33(9): 67-72.
- [35] 周聪惠, 张彧. 高密度城区小微公园绿地布局调控方法[J]. 中国园林, 2021, 37(10): 60-65.
- [36] 刘子晴, 王薪宇, 杨锋, 等. 城市更新背景下融合深度学习的非正式绿地数字识别技术研究进展[J]. 中国园林, 2023, 39(6): 33-38.
- [37] MAO L, ZHENG Z, MENG X, et al. Large-scale automatic identification of urban vacant land using semantic segmentation of high-resolution remote sensing images[J]. Landscape and Urban Planning, 2022, 222: 104384.
- [38] LIU J, MENG B, SHI C. A multi-activity view of intra-urban travel networks: a case study of Beijing[J]. Cities, 2023, 143: 104634.
- [39] 杨俊宴, 金探花, 史宜, 等. 基于大数据的城市人群数字画像: 技术与实证[J]. 城市规划, 2023, 47(4): 45-55.
- [40] 张珣. 面向精准规划的城市人群数字画像研究[D]. 南京: 东南大学, 2025.
- [41] 周新刚, 孙晨晨, 钮心毅. 基于手机大数据的职住关系空间尺度问题探讨: 以上海市和深圳市为例[J]. 国际城市规划, 2021, 36(5): 78-85.
- [42] ZHOU X G, YE H A G, LI W F, et al. A commuting spectrum analysis of the jobs housing balance and self-containment of employment with mobilephone location big data[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2018, 45(3): 434-452.
- [43] 刘冰, 张涵双, 曹娟娟, 等. 基于公交可达性绩效的武汉市空间战略实施评估[J]. 城市规划学刊, 2017(1): 39-47.
- [44] VAN CAUWENBERG J, CERIN E, TIMPERIO A, et al. Park proximity, quality and recreational physical activity among mid-older aged adults: moderating effects of individual factors and area of residence[J]. International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity, 2015, 12: 46.
- [45] HAMSTEAD Z A, FISHER D, ILIEVA R T, et al. Geo located social media as a rapid indicator of park visitation and equitable park access[J]. Computers Environment and Urban Systems, 2018, 72: 38-50.
- [46] 庄旂旒, 陈丹, 车生泉. 城市居住环境植物景观特征对老年群体社交行为影响研究: 以上海虹口区为例[J]. 中国园林, 2021, 37(10): 83-88.
- [47] 胡昕宇, 李婷婷. 基于活力视角的城市公园人群时空分布特征研究: 以苏州中心城区为例[J]. 园林, 2022, 39(7): 90-97.
- [48] 贺文慧, 杨昕, 汤国安, 等. 基于数字高程模型的城市地表开阔度研究: 以南京老城区为例[J]. 地球信息科学学报, 2012, 14(1): 94-100.
- [49] 王子豪, 张春阳. 高密度建成环境与公共健康的关联研究综述[J]. 南方建筑, 2023(6): 21-32.
- [50] 芦爽, 王雨, 曾鹏. 基于地理探测器方法的都市公园绿地可达性时空演变特征研究: 以2006—2018年济南市中心城区为例[J]. 西部人居环境学刊, 2022, 37(5): 81-88.
- [51] 王淳淳, 金云峰. 职住双重锚点: 中心城区社区公共绿地服务范围的解析: 以上海市黄浦区为例[J]. 园林, 2024, 41(8): 102-110.
- [52] 卢宾宾, 葛咏, 秦昆, 等. 地理加权回归分析技术综述[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2020, 45(9): 1356-1366.
- [53] 赵一帆, 张训一, 张源铭, 等. 基于人群时空行为画像的社区精准规划策略: 以南京阅江楼社区为例[J]. 规划师, 2022, 38(9): 108-116.
- [54] 周聪惠. 城市微绿地的基本属性与规划关键问题[J]. 国际城市规划, 2022, 37(3): 105-113.
- [55] 王艺瑾, 张立军, 李方正. 探寻非正式绿地被忽视的潜在价值: 产生、框架及方法[J]. 世界建筑, 2023(7): 16-17.