

基于多源数据的城市滨水空间活力研究——以杭州西湖滨水区为例

张洁¹, 俞青青², 傅东示¹, 张聪¹, 郭婷婷¹, 幸怡¹, 邵锋¹

(1. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 杭州 311300; 2. 中国美术学院 建筑艺术学院, 浙江 杭州 310024)

摘要: 为探究城市滨水空间活力的时空特征与影响因素, 提升滨水空间活力及完善滨水区的规划建设, 以杭州西湖滨水区为例, 利用百度热力图, 对滨水空间活力的时空变化特征进行定量测度, 并通过构建多元线性回归模型, 分析滨水空间各要素对活力的影响程度。结果表明: (1) 时间上, 受劳务管理规章制度的约束, 工作日滨水空间活力更具节律性, 而休息日滨水空间活力后延性明显, 且变化更加自由; 空间上, 呈现出空间分异、线性分布和明显的地块特征。(2) 滨水空间内部要素大约能解释 47% 的活力, 整体要素能解释 52.3% 的活力。岸线可达性、文化设施密度、服务设施密度和交通设施丰富度对空间活力有显著的促进作用, 而绿地率和慢行路网密度对空间活力有微弱抑制作用。未来在进行滨水空间规划设计时, 应加强与城市腹地间的连通, 完善滨水空间内部配套设施, 同时, 要注重滨水区的复合式开发, 最大化拓展空间功能, 优化空间资源配置。

关键词: 滨水地区; 空间活力; 多源数据; 时空特征; 回归分析; 杭州西湖

中图分类号: TU986.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-3776(2023)04-0082-08

Research on Space Vitality in West Lake Waterfront of Hangzhou Based on Multi-source Data

ZHANG Jie¹, YU Qingqing², FU Dongshi¹, ZHANG Cong¹, GUO Tingting¹, XING Yi¹, SHAO Feng¹

(1. School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China; 2. School of Architecture, China Academy of Art, Hangzhou 310024, China)

Abstract: During April 9th to 15th 2022, 119 heat maps were collected from Baidu to quantitative measure the spatiotemporal variation of waterfront area vitality in West Lake of Hangzhou, Zhejiang province. The impact of different factors of waterfront area on vitality was analyzed by multiple linear regression model. The results show that in terms of time, vitality at working days was more rhythmic, while at rest day was obviously delayed and changes more freely. In terms of space, the waterfront spatial vitality presented spatial differentiation, linear distribution and obvious plot characteristics. The internal factors of waterfront area could explain about 47% of the vitality, and the total factors 52.3%. The accessibility, density of cultural facilities, the density of service facilities and the richness of transportation facilities could significantly promote the vitality, while green space rate and the density of slow-moving road network had inhibition effect on the vitality. Suggestions were put forwarded such as strengthening connection with the urban hinterland and improving the internal supporting facilities of the waterfront area, as well as integrating development of the waterfront, maximizing spatial functions, and optimizing the allocation of spatial resources.

Key words: waterfront area; space vitality; multi-source data; temporal and spatial characteristics; regression analysis; West Lake in Hangzhou

滨水空间是指与河流、湖泊、海洋相邻的土地或建筑物, 亦指与城市相邻的水体^[1], 具有生态修复、文化

收稿日期: 2022-12-18; 修回日期: 2023-03-24

基金项目: 浙江省教育厅一般科研项目(专业学位研究生专项)(Y202147284)

作者简介: 张洁, 硕士研究生, 从事风景园林规划与设计研究; E-mail: zhangjie0915@stu.zafu.edu.cn。通信作者: 邵锋, 副教授, 博士, 从事风景园林规划与设计研究; E-mail: shaofeng@zafu.edu.cn。

传承和经济改善等功能^[2-4]。早期的研究多以滨水空间的规划设计为主^[5-6], 之后由于城市发展逐步由增量开发转为存量更新, 人们愈发关注空间剩余价值的挖掘和空间品质的提升。滨水地区作为城市居民重要的交互空间和生活场所^[7], 如何唤醒空间的活力, 成为近年来城市研究的热点。

传统活力的研究主要基于实地调研, 采用调查问卷和行为注记等方法^[8-10]分析活力的时空变化特征。此类研究多以城市小尺度空间为主, 耗时长、样本量较少, 且高度依赖受访者的社会人口统计数据^[11]。随着互联网技术和智能通讯技术的不断发展, 大数据凭借其精度高、覆盖广、更新快的特点^[12], 被广泛应用于学术研究。目前, 主要利用定位导航数据, 如手机信令数据、百度热力图和社交媒体定位数据等, 定量研究城市建成环境与活力之间的关系^[13-18]。手机信令数据相较于其他数据获取难度大, 社交媒体数据覆盖面不全, 而百度热力图数据作为一个基于亿级手机用户地理位置的载体^[19], 更容易采集, 且数据处理操作简单, 这为空间活力的研究提供了新的思路和方法。此外, 在既有研究中多涵盖大尺度的城市空间、街道空间和绿地空间, 有关滨水空间活力的研究较少。

滨水空间作为城市重要的空间类型, 有其特殊的空间结构和环境要素。本研究以杭州西湖滨水区为例, 基于多源数据, 提出滨水空间活力的定量研究方法, 以更加全面、直观地了解滨水空间活力的外在表征和内在影响要素。利用百度热力图, 分析和总结滨水空间活力的时空变化特征, 通过构建多元线性回归模型, 从滨水空间内部空间品质和周边环境两个方面探究不同因子对活力的影响程度, 以期为城市滨水空间活力提升和滨水区规划设计提供依据和参考。

1 研究区概况及研究范围

西湖位于浙江省杭州市西湖区, 水域面积约为 6.38 km², 岸线长约为 15 km。其三面环山, 一面临城, 形成山水相依、城湖合璧的城市风貌^[20]。西湖历史悠久, 周边遍布大大小小的景点 100 多处, 建有与城市相对独立的交通系统。依托西湖发展起来的湖滨商圈是杭州重要的旅游商业文化服务中心。作为杭州的城市中心, 西湖引领要素聚集, 是杭州品质之城的重要代表之一。

有关滨水空间的界定目前并没有统一的规定, 但多数研究认为, 滨水空间不应只包含 200 ~ 300 m 临水区域, 而应基于水际线向城市陆域延伸, 延伸范围为 1 ~ 2 km, 相当于步行 15 ~ 30 min 的距离, 且滨水区陆域一侧应与城市的道路、铁路等相一致^[21-23]。本文选取岸线到第一条市政道路所围合的空间为滨水区, 沿第一条市政道路往陆域延伸 1 km 作为此次的研究范围, 面积为 13.52 km², 范围边界与城市主要道路一致。由于西湖沿岸主要为公园绿地, 考虑到公园内部独立的管理系统和地理边界, 以往单纯以街区道路划分研究单元的方法并不适用于本研究。为确保研究的可行性、可比性以及空间结构的差异化, 将公园绿地边界以及街区道路结合起来, 划分成面积大小相近的 12 个单元, 作为此次研究的主要对象 (图 1)。



图 1 研究范围示意图

Fig. 1 Schematic diagram of research area

2 研究方法

2.1 数据采集

研究数据主要包括百度热力图数据、兴趣点 (POI) 数据和城市基础数据。百度热力图采集日期为 2022 年 4 月 9—15 日, 其中 4 月 9—10 日为周末。该时段内平均气温为 15 ~ 25 °C, 适合人们出行。采集时间为 7:00—23:00, 每隔 1 h 截取一次, 共截取 119 张热力图。在 ArcGIS 中对采集到的百度热力图进行地理配准和裁剪,

仅保留研究范围内的热力图。运用 Python 编程语言, 通过访问高德开放平台 API, 对 POI 数据进行采集。经筛选, 共采集到研究范围内的 POI 数据 8 811 个。城市基础数据主要包括路网数据、建筑数据、绿地数据和水体数据, 利用 QGIS 软件对 Open Street Map 上的相关数据进行采集。

2.2 滨水空间活力测度

基于对空间活力的本源认识, 根据百度热力图的生成原理, 选取人群聚集程度作为活力的外在表征。百度热力图为 PNG 格式, 拥有四个通道, 前三个通道为 RGB 通道, 第四通道 (Band 4) 为 Alpha 通道, Alpha 通道相较于 RBG 通道, 不受黑白模式的干扰, 更便于分类^[19], 因此选择 Band4 进行活力的时空分析。在 ArcGIS 中对热力数据进行栅格处理, 并采用自然断点分级法进行重分类, 划分成 7 个等级。其中, 6~7 级为高热区, 4~5 级为次热区, 1~3 级为低热区。

(1) 时间测度: 用以描述滨水空间人群在不同时间的集聚变化程度, 具体表现为不同时间、不同等级活力面积与研究区域总面积的比值, 其计算公式为:

$$D = \frac{S_{i,j}}{S_{\text{总}}}$$

式中, D 表示不同活力等级面积的占比; $S_{i,j}$ 表示第 i 时、第 j 级活力的总面积; $S_{\text{总}}$ 表示研究范围的总面积; $i=1, 2, 3 \cdots 17$ 分别表示第 1, 2, 3...17 次测度时的时间 7:00, 8:00, 9:00...23:00; $j=1, 2, 3 \cdots 7$ 。

(2) 空间测度: 用以描述滨水空间人群在不同地点的集聚变化程度, 在 ArcGIS 中利用栅格计算器计算出一天中各个时刻的热力总和的平均值, 并进行可视化表示, 用以反映人群时空轨迹, 其计算公式为:

$$\bar{H} = \sum_{i=1}^n H_i / 17$$

式中, \bar{H} 表示热力平均值; H_i 表示在第 i 次测度时的热力值; $i=1, 2, 3 \cdots 17$ 分别表示第 1, 2, 3...17 次测度时的时间 7:00, 8:00, 9:00...23:00。

2.3 影响因子选取与量化

目前, 有关空间活力的研究多从城市的建成环境探究影响活力的因素。从宏观角度来看, 影响活力的因素主要包含城市的社会属性、经济属性和文化属性等^[24-26]。从微观角度来看, 街道网络、交通功能、建筑形式和空间功能等对活力的影响重大^[27-30]。经过前期的实地调研和走访发现, 西湖“三面环山一面城”的立地条件使得城市功能空间都聚集在临城一面, 导致商业设施密度和开发强度在空间上分布不均匀。受地形条件的限制, 游人的出行方式多选择公共交通。杭州西湖作为世界遗产, 其景观资源的分布是造成空间活力差异性的重要原因。

表 1 滨水空间相关影响因子的类型与量化
Tab. 1 Types and quantification of impact factors to waterfront area

类型	指标	公式	说明
滨水空间内部 空间品质指标	绿地率	$G = S_{\text{绿}} / S_1$	$S_{\text{绿}}$: 滨水空间单元内绿地总面积; S_1 : 滨水空间单元面积
	慢行路网密度	$D_{\text{慢}} = L_{\text{慢}} / S_1$	$L_{\text{慢}}$: 滨水空间单元内慢行路网总长度; S_1 : 滨水空间单元面积
	文化设施密度	$P_{\text{文}} = C_{\text{文}} / S_1$	$C_{\text{文}}$: 滨水空间单元内文化设施总数量; S_1 : 滨水空间单元面积
	服务设施密度	$P_{\text{服}} = C_{\text{服}} / S_1$	$C_{\text{服}}$: 滨水空间单元内服务设施总数量; S_1 : 滨水空间单元面积
	岸线可达性	-	滨水空间单元滨水道路上的交叉口数量与滨水道路长度的比值
滨水空间周边 环境指标	商业设施密度	$P_{\text{商}} = C_{\text{商}} / S_2$	$C_{\text{商}}$: 滨水空间单元生活圈内商业设施总数量; S_2 : 滨水空间单元生活圈面积
	景观丰富度	$P_{\text{景}} = C_{\text{景}} / S_2$	$C_{\text{景}}$: 滨水空间单元生活圈内景点总数量; S_2 : 滨水空间单元生活圈面积
	交通设施丰富度	$D_{\text{公}} = C_{\text{公}} / S_2$	$C_{\text{公}}$: 滨水空间单元生活圈内公共交通服务设施数量; S_2 : 滨水空间单元生活圈面积
	开发强度	$J = S_{\text{建}} / S_2$	$S_{\text{建}}$: 滨水空间单元生活圈内建筑总面积; S_2 : 滨水空间单元生活圈面积

注: 滨水空间单元生活圈是以滨水空间单元为核心, 以步行 15 min, 约 1 000 m 为半径划定范围, 参考《社区生活圈规划技术指南》(TD/T 1062—2021)。

本文根据文献研究及前期调研情况, 从空间功能、空间形态和交通功能三个方面分别选择商业设施密度、景观丰富度、开发强度以及交通设施密度四个指标作为周边环境评价指标。滨水空间作为特殊的城市空间, 其自身的滨水特点也会对空间活力造成一定的影响, 如岸线可达性、驳岸开敞度和绿地率等^[31-32]。西湖滨水空间多为公园绿地和公共绿地, 考虑到公园的性质以及指标的可获取性, 本文选取绿地率、慢行路网密度、文化设施密度、服务设施密度和岸线可达性作为影响滨水空间的内部空间品质指标。不同指标的量化方法如表 1 所示。

2.4 多元线性回归模型构建

对西湖 12 个滨水空间单元的热力值和活力影响因素进行回归分析。为区分滨水空间内部要素与周边环境要素对活力产生的影响, 构建 2 组多元线性回归模型。其中, 模型一仅包含滨水空间内部指标; 模型二既包含滨水空间内部指标, 又包含周边环境指标。多元线性回归模型的计算公式为:

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_j + \mu$$

式中, Y 为滨水空间单元热力值, X_j 为相关影响因子, β_j 为偏回归系数, j 是影响因子的个数, μ 为随机变量, $j=1, 2, 3 \cdots n$ 。

2.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 2019 软件统计和整理数据; 采用 ArcMap 10.7 软件作图; 采用 Origin 2022 软件作图; 采用 IBM SPSS Statistics 26 软件进行回归分析。

3 结果与分析

3.1 滨水空间活力时间变化规律

3.1.1 工作日空间活力变化 由图 2 可知, 工作日高热区面积占比明显高于次热区, 高热区面积占比整体变化呈现出“高升—持平—低降”的规律, 而次热区的面积占比波动较为平缓。7:00—9:00, 高热区面积持续增加, 一直延续到 19:00 后才开始出现明显的下降趋势, 这与居民上下班的节律高度重合; 9:00—19:00, 高热区面积出现小幅度升降; 19:00 开始, 高热区面积逐渐减少, 活力降低, 人们结束工作回家或外出就餐。22:00 次热区面积出现上升, 少部分人在工作后会进行夜间活动。整体而言, 工作日劳务管理规章制度的约束, 具有明显的节律性特征。

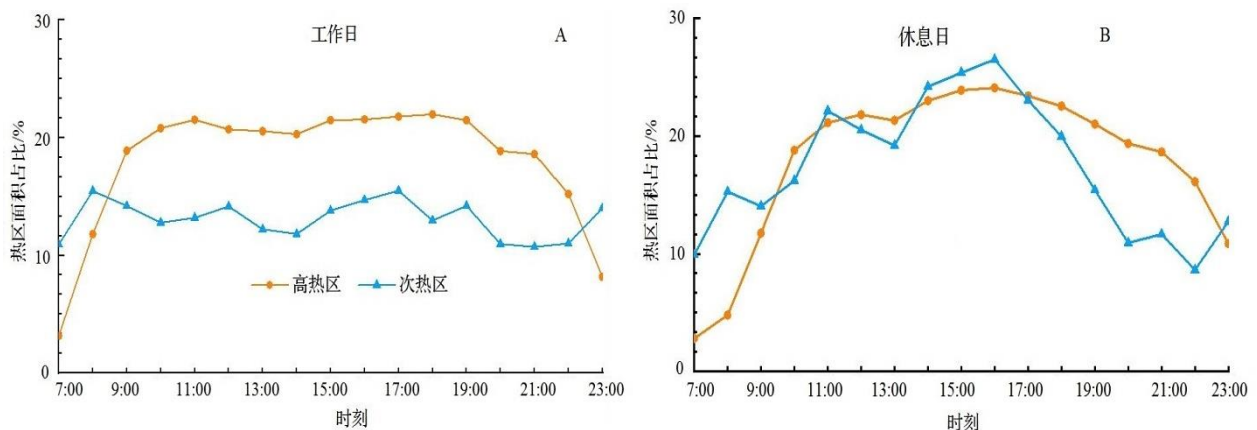


图 2 高热区及次热区面积占比时间分布

Fig. 2 Time distribution of area proportion of high heat zone and sub heat zone

3.1.2 休息日空间活力变化 由图 2 可知, 休息日游人出行的时间较工作日延后, 高热区面积占比与次热区面积占比差异不明显。高热区面积占比呈现“高升—低降”的规律, 而次热区面积占比则随时间推移呈“折线”

式变化。对于高热区, 8:00—10:00 高热区面积为“高升”, 19:00—23:00 高热区面积为“低降”, 12:00 时高热区面积出现第一次峰值, 之后稍有下降, 后又上升, 至 16:00 高热区面积出现第二次峰值。对于次热区, 分别在 8:00、11:00 和 16:00 时次热区面积出现三次峰值, 相较于工作日, 周末人们出行相对自由, 17:00 后, 高热区面积占比远高于次热区, 说明休息日晚间活动人群数量明显多于工作日。

3.2 滨水空间活力空间分布特征

3.2.1 空间活力整体分布特征 研究发现, 西湖滨水区活力的空间分布呈现出空间分异、线性分布和明显的地块特征(图 3)。空间分异表现为活力较高的区域集中在滨水区的北侧和东北侧, 而滨水区南侧和西侧活力较低。活力高热区主要集中在湖滨商圈, 该地区主要为居住用地、商务金融以及商业设施。活力次热区多聚集在绿地与广场用地。由于西湖周边的景点和绿地主要沿岸线分布, 所以次热区空间分布呈线性分布。低热区主要集中在山林地等未开发区域。

3.2.2 空间活力动态分布特征 为进一步研究滨水空间活力的动态分布特征, 依据时间测度结果, 选取 6 个重要的时间拐点进行分析, 结果如表 2。由表 2 可知, 从 7:00 开始, 居住区的人数开始减少, 地铁口人群开始聚集, 符合时间测度的通勤效应; 7:00—11:00, 湖滨商圈呈现高热状态, 同时沿湖的绿地空间也陆续出现人群, 呈散点式分布, 主要分布在雷峰塔景区和杨公堤附近; 14:00—17:00, 滨水区活力达到一天中的峰值, 各商圈及景点均呈现高热状态; 20:00 后, 人群向商业服务区聚集, 如杭州嘉里中心、湖滨银泰 in77 和国大城市广场等区域; 23:00 为晚间活动时间, 此时滨水公共空间均处于低热状态, 人群主要聚集在地铁口和居住区。由此得出, 西湖滨水空间活力受到交通、景点以及商业设施等多个因素的综合影响。

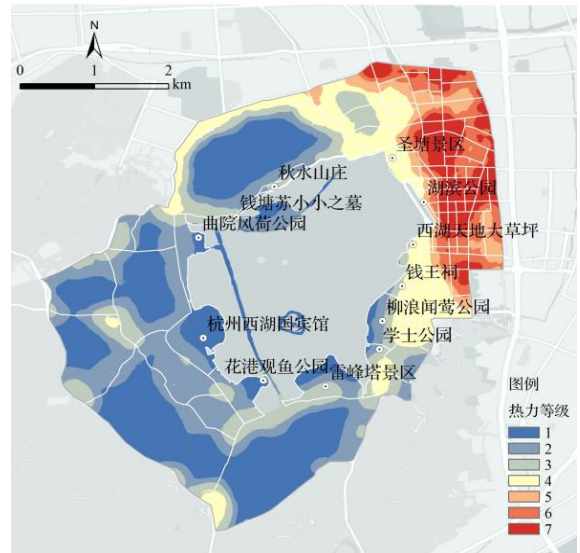


图 3 滨水空间活力整体分布

Fig. 3 Distribution of waterfront space vitality

表 2 滨水空间活力动态分布点位
Tab. 2 Dynamic distribution points of vitality in waterfront area

时刻	热力等级	热力点位置
7:00	高热区 (6~7 级)	武林门站、凤起路站、孩儿巷、杭州市第一人民医院
	次热区 (4~5 级)	保椒路与曙光路交叉口、环西社区、涌金广场、天源商务楼、三衙前小区、柳浪新苑
11:00	高热区 (6~7 级)	国大城市广场、杭州嘉里中心、湖滨银泰 in77、杭州市第一人民医院、灵隐路与曙光路交叉口、荷花广场、茅家埠村
	次热区 (4~5 级)	雷峰塔景区、太子湾公园、杨公堤、浙江美术馆、柳浪东苑、三台山庄
14:00	高热区 (6~7 级)	国大城市广场、杭州嘉里中心、湖滨银泰 in77、杭州市第一人民医院、浙江美术馆、雷峰塔景区、太子湾公园、岳王庙
	次热区 (4~5 级)	柳浪闻莺公园、花岗观鱼公园、孤山公园、杭州西湖风景名胜区税务局
17:00	高热区 (6~7 级)	国大城市广场、杭州嘉里中心、湖滨银泰 in77、杭州市第一人民医院、武林门站、凤起路站、龙翔桥站、钱王祠、浙江美术馆、岳王庙
	次热区 (4~5 级)	雷峰塔景区、太子湾公园、杨公堤、柳浪闻莺公园、花岗观鱼公园、曲院风荷公园
20:00	高热区 (6~7 级)	国大城市广场、杭州嘉里中心、湖滨银泰 in77、杭州市第一人民医院
	次热区 (4~5 级)	柳浪东苑、吴山新苑、长桥别墅、杨公堤、岳王庙
23:00	高热区 (6~7 级)	环西社区、凤起路站、龙翔桥站
	次热区 (4~5 级)	吴山新苑、定安东苑、皇亲苑社区

3.3 相关影响因素的回归分析

基于构建的多元线性回归模型, 标准化处理各类数据后, 对因变量热力值和相关自变量因子进行回归分析。由表 2 可知, 2 组回归模型的方差膨胀系数 (Variance Inflation Factor, VIF) 均小于 9, 不存在明显的共线性问

题。经 F (F-test) 检验, 2 组模型的显著性均 <0.01 , 表明模型是有效的。

表 3 共线性诊断结果
Tab. 3 Results of collinearity diagnosis

类别	影响因子	模型一		模型二	
		容差	VIF	容差	VIF
滨水空间内部空间品质指标	绿地率	0.744	1.344	0.643	1.555
	慢行路网密度	0.211	4.732	0.138	7.256
	文化设施密度	0.679	1.473	0.467	2.141
	服务设施密度	0.176	5.696	0.135	7.422
	岸线可达性	0.726	1.377	0.209	4.787
滨水空间周边环境指标	商业服务设施密度			0.177	5.646
	景观丰富度			0.422	2.372
	交通设施丰富度			0.174	5.744
	开发强度			0.121	8.293
模型描述	调整后的 R^2	0.470		0.523	
	F 值	73.310**		50.524**	

注: **表示显著性水平 $P<0.01$ 。

3.3.1 滨水空间内部要素与活力的关系 由模型一表明, 滨水空间内部要素大约能解释 47% 的活力 (表 3)。就影响强度来说, 岸线可达性 > 服务设施密度 > 文化设施密度, 而绿地率和慢行路网密度影响不显著 (表 4)。岸线可达性越高, 说明城市腹地与滨水空间的连接度越高、通达性越好。服务设施越完善, 滨水空间环境越丰富, 能够支撑的滨水活动类型越多样。文化设施作为历史资源的延续与汇集的载体, 满足了游客不同的审美倾向和情感寄托。慢行路网密度对滨水空间活力有微弱的抑制作用, 这可能是过密集的路网系统, 往往导向性不明确, 游人空间记忆点不强。过高的绿地率在一定程度上会占据室外活动的场所, 从而抑制游人开展各种活动。

表 4 多元线性回归结果
Tab. 4 Results of multiple linear regression

类别	影响因子	模型一		模型二	
		Beta	t	Beta	t
滨水空间内部空间品质指标	绿地率	0.035	0.847	-0.002	-0.054
	慢行路网密度	-0.002	-0.028	0.070	0.755
	文化设施密度	0.277**	6.324	0.236**	4.710
	服务设施密度	0.326**	3.792	0.157	1.685
	岸线可达性	0.374**	8.827	0.176*	2.353
滨水空间周边环境指标	商业服务设施密度			-0.011	-0.136
	景观丰富度			-0.071	-1.347
	交通设施丰富度			0.280**	3.414
	开发强度			0.091	0.923
模型描述	调整后的 R^2	0.470		0.523	
	F 值	73.310**		50.524**	

注: Beta 为标准系数, *表示 $P<0.05$, **表示 $P<0.01$ 。

3.3.2 滨水空间整体要素与活力的关系 由模型二结果显示, 滨水空间整体要素大约能解释 52.3% 的活力 (表 3), 这表明滨水空间活力与周边环境要素有关。除了岸线可达性和文化设施密度外, 交通设施丰富度对活力有显著的促进作用 (表 4), 这可能是因为西湖特殊的地形条件限制了游人对出行方式的选择。西湖周边的景点主要分布在开发强度较小的环山三个方向, 而高强度开发地块及商业设施主要分布在临城一侧, 两者相互补充, 对于西湖整体的活力来说具有提升作用, 但对滨水空间活力的影响并不显著。西湖周边较著名的景点大多是文化设施, 集中分布在滨水空间单元内, 对于游客而言, 内部文化设施的吸引力要大于外部景观设施的丰富度。

4 结论与建议

4.1 结论

本文提出一种基于百度热力图评估空间活力的方法。研究表明,工作日的时变化更具节律性,而休息日具有明显的延后性且变化自由。这与周小玲等^[33-34]的研究结果类似。空间上表现出空间分异、线性分布和明显的地块特征。多元线性回归结果显示,滨水空间活力受到内外要素的共同作用。内部要素中岸线可达性、服务设施密度和文化设施密度对活力的有显著影响,而过高的慢行路网密度与绿地率对活力有一定的抑制作用。刘颂等^[35]在研究上海黄浦江滨水空间活力时也发现绿地与滨水空间活力之间存在负相关关系。从某种意义上讲,活力低下是绿地具有镇静和恢复作用的部分原因^[36]。周边环境要素中,交通设施丰富度与活力呈极显著相关。Mouratidis K 等^[37-38]均在研究中发现,发达的交通与高活力的空间密切相关。商业服务设施、开发强度与活力没有显著相关性,这与部分学者的研究结果存在不同^[6-7,35],和西湖特殊的地理条件有关。

4.2 建议

4.2.1 提升滨水区内部空间品质 滨水空间区别于其他城市空间类型,有其吸引游人的特性,除了关注其与建成环境之间的关系外,还应注重滨水区内部空间品质的提升。岸线可达性是滨水空间形成活力的前提条件,要关注滨水空间与城市腹地之间的连通性,通过在滨水单元生活圈内增加出入口以提高通达性。其次要关注文化设施和服务设施对滨水空间活力的触媒作用,深入挖掘场地文化,重塑多样化的空间功能。完善滨水空间内部配套设施,适当增加滨水商业设施,吸引人气。既要注重整体层面设施的差异化配置,也要注重微观层面高、中、低档设施配置的均衡^[39]。此外,要增强滨水空间慢行路网与景点的串联性,根据景点的辐射范围对慢行道路进行合理分级。以小面积绿地斑块代替大面积绿地^[35],适当延伸水岸线距离,增设观景平台等,提高滨水空间的人群承载力。

4.2.2 注重滨水区的复合式开发 滨水空间活力受空间功能、空间形态及交通功能等多方面的影响,这就要求在进行滨水区规划设计时,应考虑城市空间的整体布局,形成滨水区与城市功能系统的有效衔接。通过利用现有资源,将多种要素进行叠加,最大化拓展空间功能,优化空间资源配置。交通功能是影响滨水空间活力的显著要素,通过完善交通路网系统,提高公共交通设施覆盖度,建立良好的人车关系,提高滨水空间的可达性。在开发强度大的地方,要合理安排交通组织,考虑人车分流,避免交通拥堵给游人带来的不良体验。在空间功能上,应提高功能的多样性和差异性,丰富滨水空间活动类型,以此激发活力的持续性。

参考文献:

- [1] GONG M, Ren M Y, DAI Q, et al. Aging-suitability of urban waterfront open spaces in Gongchen bridge section of the Grand Canal[J]. Sustainability, 2019, 11 (21) : 6095.
- [2] HAGERMAN C. Shaping neighborhoods and nature: Urban political ecologies of urban waterfront transformations in Portland, Oregon[J]. Cities, 2007, 24 (4) : 285 - 297.
- [3] KOSTOPOULOU S. On the revitalized waterfront: Creative milieu for creative tourism[J]. Sustainability, 2013, 5 (11) : 4578 - 4593.
- [4] SAIRINEN R, KUMPULAINEN S. Assessing social impacts in urban waterfront regeneration[J]. Environ Impact Assess Rev, 2006, 26 (1) : 120 - 135.
- [5] 王敏, 沁妍, 洁琼. 城市双修导向下滨水空间更新发展与范式转变: 苏州河与埃姆歌河的分析与启示[J]. 中国园林, 2019, 35 (11) : 24 - 29.
- [6] GRAVAGNUOLO A, ANGRISANO M. Assessment of urban attractiveness of port cities in Southern Italy: A case study of Torre Annunziata[J]. Sustainability, 2013, 5 (9) : 3906 - 3925.
- [7] KEYVANFAR A, SHAFAGHAT A, OHAMAD S, et al. A sustainable historic waterfront revitalization decision support tool for attracting tourists[J]. Sustainability, 2018, 10 (2) : 215.
- [8] 陈菲, 林建群, 朱逊. 基于公共空间环境评价法 (EAPRS) 和邻里绿色空间测量工具 (NGST) 的寒地城市老年人对景观活力的评价[J]. 中国园林, 2015, 31 (8) : 100 - 104.
- [9] 陈建宇, 许克福. 基于空间句法的环城游憩空间活力研究——以南通市濠河风景区为例[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020,

45 (7): 70-77.

- [10] 吴京婷, 吴晓华, 汪天瑜, 等. 基于游客行为的杭州上塘河滨景观带活力特征研究[J]. 浙江农林大学学报, 2022, 39 (1): 1-8.
- [11] 秦诗文, 杨俊宴, 冯雅茹, 等. 基于多源数据的城市公园时空活力与影响因素测度——以南京为例[J]. 中国园林, 2021, 37 (1): 68-73.
- [12] 李方正, 宗鹏歌. 基于多源大数据的城市公园游憩使用和规划应对研究进展[J]. 风景园林, 2021, 28 (1): 10-16.
- [13] 罗桑扎西, 甄峰. 基于手机数据的城市公共空间活力评价方法研究——以南京市公园为例[J]. 地理研究, 2019, 38 (7): 1594-1608.
- [14] 史宜, 杨俊宴. 基于手机信令数据的城市人群时空行为密度算法研究[J]. 中国园林, 2019, 35 (5): 102-106.
- [15] 张子昂, 黄震方, 靳诚, 等. 基于微博签到数据的景区旅游活动时空行为特征研究——以南京钟山风景名胜为例[J]. 地理与地理信息科学, 2015, 31 (4): 121-126.
- [16] ZENG P, WEI M, LIU X Y. Investigating the spatiotemporal dynamics of urban vitality using bicycle-sharing data[J]. Sustainability, 2020, 12 (5): 1714.
- [17] TANG L J, LIN Y, LI S J, et al. Exploring the influence of urban form on urban vibrancy in Shenzhen based on mobile phone data[J]. Sustainability, 2018, 10 (12): 4565.
- [18] 周小玲, 毛蒋兴, 李青香, 等. 基于百度热力图的南宁市人群集聚时空特征分析[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版), 2020, 37 (4): 134-139.
- [19] 王录仓. 基于百度热力图的武汉市主城区城市人群集聚时空特征[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33 (2): 52-56.
- [20] 赵焯, 王建国. 滨水区城市景观的评价与控制——以杭州西湖东岸城市景观规划为例[J]. 城市规划学刊, 2014 (4): 80-87.
- [21] BREEN A, RIGBY D. The new waterfront: A worldwide urban success story[M]. New York: McGraw-Hill, 1996: 45-46.
- [22] 张庭伟, 冯晖, 彭治权. 城市滨水区设计与开发[M]. 上海: 同济大学出版社, 2002: 20.
- [23] 史宜, 李婷婷, 杨俊宴. 基于手机信令数据的城市滨水空间活力研究——以苏州金鸡湖为例[J]. 风景园林, 2021, 28 (1): 31-38.
- [24] JALALADDINI S, OKTAY D. Urban public spaces and vitality: A socio-spatial analysis in the streets of Cypriot Towns[J]. Procedia-Soc Behav Sci, 2012, 35 (1): 664-674.
- [25] SHI J G, MIAO W, SI H Y, et al. Urban vitality evaluation and spatial correlation research: A case study from Shanghai, China[J]. Land, 2021, 10 (11): 1195.
- [26] KIM S J. Urban vitality, urban form, and land use: Their relations within a geographical boundary for walkers[J]. Sustainability, 2020, 12: 10633.
- [27] LI S J, WU C, LIN Y, et al. Urban morphology promotes urban vibrancy from the spatiotemporal and synergetic perspectives: A case study using multisource data in Shenzhen, China[J]. Sustainability, 2020, 12: 4829.
- [28] FU R, ZHANG X, YANG D, et al. The relationship between urban vibrancy and built environment: An empirical study from an emerging city in an arid region[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18 (2): 525.
- [29] FANG C L, HE S W, WANG L. Spatial characterization of urban vitality and the association with various street network metrics from the multi-scalar perspective[J]. Front Public Health, 2021, 9: 677910.
- [30] LU S W, HUANG Y P, SHI C Y, et al. Exploring the associations between urban form and neighborhood vibrancy: A case study of Chengdu, China[J]. Int J Geo-Inform, 2019, 8 (4): 165.
- [31] 郎小霞. 滨水空间特色评价指标体系的构建[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49 (1): 44-46.
- [32] 袁敬诚, 董潇迪, 曲天媛. 健康导向的城市滨水空间研究进展与展望[J]. 规划师, 2021, 37 (15): 51-60.
- [33] 周小玲, 毛蒋兴, 李青香, 等. 基于百度热力图的南宁市人群集聚时空特征分析[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版), 2020, 37 (4): 134-139.
- [34] 闵忠荣, 丁帆. 基于百度热力图的街道活力时空分布特征分析——以江西省南昌市历史城区为例[J]. 城市发展研究, 2020, 27 (2): 31-36.
- [35] 刘颂, 赖思琪. 基于多源数据的城市公共空间活力影响因素研究——以上海市黄浦江滨水区为例[J]. 风景园林, 2021, 28 (3): 75-81.
- [36] HARTIG T, MITCHELL R, DE VRIES S D, et al. Nature and health[J]. Ann Rev Public Health, 2014, 35 (28): 207-228.
- [37] MOURATIDIS K, POORTINGA W. Built environment, urban vitality and social cohesion: Do vibrant neighborhoods foster strong communities?[J]. Landsc Urban Plan, 2020, 204: 103951.
- [38] XIA C, YE H A G, ZHANG A Q. Analyzing spatial relationships between urban land use intensity and urban vitality at street block level: A case study of five Chinese megacities[J]. Landsc Urban Plan, 2020, 193: 103669.
- [39] 刘羿伯, 徐苏宁, 刘文茜, 等. 多源数据支持下的北京滨水街区活力测度及影响因素分析[J]. 建筑学报, 2021 (S1): 120-127.