

城市滨水公共空间品质与活力耦合协调度评价及影响因素研究——以昆明市盘龙江为例

Coupling Coordination and Influencing Factors of Quality and Vitality in Urban Waterfront Public Spaces: A Case Study of Panlong River, Kunming

李宛凝 尹露曦*

LI Wanning, YIN Luxi*

摘要

为探究如何平衡滨水空间品质与活力的关系以达到活力与建成环境协调的议题,以昆明市盘龙江为例,构建滨水空间品质与活力评价体系,利用熵权法和耦合评价模型评估空间品质与活力匹配关系,并进一步通过相关性模型分析影响耦合协调度的因素。研究发现,盘龙江滨水空间的品质与活力存在不耦合协调现象;达水通达率、游憩空间密度、周边住宅密度、场地可达性、岸线亲水性、路径连续性等空间品质对空间活力具有显著正向影响,且作用程度依次递减;达水通达率是主要因素,游憩空间密度是次要因素;环境声强度、太阳辐射强度、夜景照明亮度等感知品质则无明显相关性;绿化率、车辆干扰指数与空间活力呈负相关。基于研究结果,提出提升“视觉-行为”可达性、置入“活力锚点”、增加立体绿化装置等滨水空间改善策略。

Abstract

To explore how to balance the relationship between waterfront space quality and vitality to achieve their coordination with the built environment, this study takes Panlong River in Kunming as a case study. An evaluation system for waterfront space quality and vitality was constructed, employing the entropy weight method and a coupling coordination degree model to assess the coordination relationship between them. Furthermore, correlation analysis was conducted to identify key factors influencing coupling coordination. The study reveal that: a coupling mismatch exists between the quality and vitality of Panlong River's waterfront spaces; spatial quality factors including water accessibility, recreational space density, surrounding residential density, site accessibility, waterfront amenity, and path continuity significantly and positively influence spatial vitality in descending order; water accessibility is the dominant factor, with recreational space density as secondary. Perceptual qualities such as environmental noise intensity, solar radiation intensity, and nighttime lighting brightness showed no significant correlation with spatial vitality; Green coverage rate and vehicle disturbance index were negatively correlated with spatial vitality. Based on these findings, optimization strategies for waterfront spaces are proposed, including enhancing 'visual-behavioral' accessibility, embedding 'vitality anchors', and installing vertical greening facilities.

文章亮点

1) 通过分析耦合协调度与相关性,深入探讨盘龙江滨水空间品质与活力不耦合协调现象产生的原因。2) 构建了适配于城市微小空间的品质与活力测度模型。3) 提出“视觉-行为”可达性提升、置入“活力锚点”等策略,为推动城市滨水空间高质量发展提供参考。

关键词

空间品质; 空间活力; 滨水空间; 耦合协调度; 可达性

Keywords

Spatial quality; Space vitality; Waterfront space; Coupling coordination degree; Accessibility

收稿日期: 2025-06-03

修回日期: 2025-07-17

滨水空间承载着城市文脉和地域生活,是包含多方面要素的重要场所,其空间品质与活力的高低对于城市形象塑造、城市环境质量和公共效益的提升都有着重要意义。城市滨水空间的发展可为现代城市提供多样的、可持续和创造性的发展机会。理想状态下,高品质建成环境与高活力相得益彰,共同促进城市发展可持续性和居民生活质量的提升。然而在实际使用中,城市中心滨水区的高品质建成环境并不都与高活力相匹配,即空间品质与活力的耦合关系失调,这会导致建成环境的潜能未被充分激发,滨水空间活力不足、资源浪费、潜在价值发挥不充分等问题。

近年来,针对空间品质或空间活力的相关研究成为热点,研究方向主要集中在构建空间品质评价体系^[1]、空间活力评价体系^[2],以及影响空间活力的空间品质要素^[3-4]等方面。其中,空间品质的研究多从场地周围物理环境品质^[5-6]、场地内部要素特征^[7]、体现服务水平的场所品质^[8-9]等维度开展,并逐渐重视满足使用人群心理需求的感知品质^[10-11]。空间活力研究常基于多源数据,将活力解构为空间集聚^[12]和网络联系^[13]两方面,并以前者居多。针对空间品质与活力之间关系的研究也逐渐增多,涉及影响空间活力的建成环境^[14-16]、空间品质与活力协调度^[17]等方面的探讨。然而,上述研究多聚焦于单一要素间的数据相关性,空间品质与活力在系统中的相互作用关系仍有待深入研究。品质空间作为人群活动的容器,其建成环境特征是活力产生的内在支撑。只有深入认识建成环境与人群需求之间的互动关系,才能使城市建设更符合居民所需。

“耦合”一词源自物理学,指两个及以下的系统之间,或同一系统内部的子系统之间的相互作用与相互影响^[18]。因此,耦合协调度模型在评估同一系统内部子系统之间的相互作用和协同发展程度方面有着重要作用,现已被广泛应用于经济社会发展^[19]、生态环境^[20]、地理科学^[21]和城市研究^[22]等领域。在景观领域,耦合协调度最初由易平^[23]引入地质公园的社会经济与生态环境效益关系研究中,并逐渐得到普及。目前,仅有少部分研究涉及景观空间品质与活力的耦合关系问题^[24-25],且停留在定性分析上,缺乏有效数据支撑,导致耦合影响因素未得到定量解析。另有部分学者从相关性分析的角度探究景观空间品质与活力的关系^[14-16],但仅考虑两者的相关性,过度关注单一要素而缺乏整体视角,导致难以对空间品质与活力的调控提供指向性策略。本研究将两者结合,探究如何平衡品质与活力的关系,以达到活力与建成环境协调的目标。

因此,研究以昆明市盘龙江滨水空间为研究对象,通过实地调研构建详尽的空间品质与活力评价体系,运用耦合协调度评价验证滨水空间的品质与活力是否错配(即不耦合协调),识别错配的空间并运用相关性模型解释产生错配现象的原因。研究对滨水空间品质与活力关系的探讨从2个层次进行推进:1)基于熵权法赋权,对空间活力与空间品质进行耦合协调度评价,识别活力与品质匹配关系,初步探讨错配原因。2)对滨水空间品质指标与活力指标进行相关性分析,

深入探讨产生错配的要害。通过两者之间的相关印证,量化这些区域的品质特点、构成要素与活力之间的关系,为城市空间的综合规划和管理提供科学、有效的方法支撑。

1 研究区概况

盘龙江作为昆明的母亲河,全长105 km,从北到南奔腾纵贯昆明市,与城市居民生活联系密切。位于城市中心地段的盘龙江,拥有优越的区位中心度、良好的交通条件以及优美的空间形态,对人群与活动具有较强的吸引力。河道两侧滨水区被城市道路分割为不同的地块,其中既有可达性好且与周边商业、居住联系紧密的空间,也有以高植被覆盖率为特色,但与周边居住生活联系度不高的空间。从整体上看,盘龙江存在空间品质与空间活力错配的现象,难以充分发挥区位优势。因此,以盘龙江为例对滨水空间品质与活力及其影响因素进行研究,对国内大部分滨水空间的更新具有典型性和启示性。

2 研究方法

首先,基于现有研究并考虑滨水空间特殊性,筛选空间品质与空间活力指标,并建立指标框架;接着通过遥感图像、现场测绘、设计方案资料以及实际调研获取场地品质和活力数据,并通过熵权法赋值计算两者得分;然后通过耦合评价模型分析滨水空间品质与活力的协调度;最后通过斯皮尔曼相关性分析探讨活力错配现象产生的原因(图1)。

2.1 研究样本选取

研究区段位于昆明城市核心区,起于拓东路,止于日新东路,河道全长约4.9 km。研究参考韩咏淳等^[3]的弹性分段方法,并结合盘龙江水体的视觉感知、空间特征、居民使用等因素,将研究区段沿岸50~100 m范围内的住宅划定为研究边界,以实际道路为界进行分段,最后获得9个研究单元(图2)。滨水单元1、2、3、4、5为城市型滨水绿地,其驳岸均为硬质,场地硬化面积占比比较大。其中,滨水单元1的周边均为办公、文化用地,滨水单元2、3、4的周边多为商场、居住等用地,与居民生活联系紧密。滨水空间的设计形成了差异化景观,既有供人群聚集的广场,又有相对私密的停留空间,但普遍存在车辆干扰行人、视觉杂乱等问题。滨水单元6、7、8、9均为自然型滨水空间,采用自然驳岸,地块宽度更大,绿化面积占比更大,但与居民生活的联系稍显不足,且滨水单元6、7、8存在明显的景观单一、视觉重复度较高等问题。

2.2 研究指标构建

2.2.1 空间品质指标框架

本研究的指标框架基于现有空间品质研究的指标体系^[7-9]进行补充,涉及周围物理环境、场所品质、感知品质三大维度。其中周围物理环境是宏观的空间区域特征,包含对人的活动产生影响的周边因素;场所品质是反映功能合理与否及服务水平高低的场地特征,引入岸线亲水性和慢行道断裂度等量化指标,更清楚地描述狭长滨水空间的场地

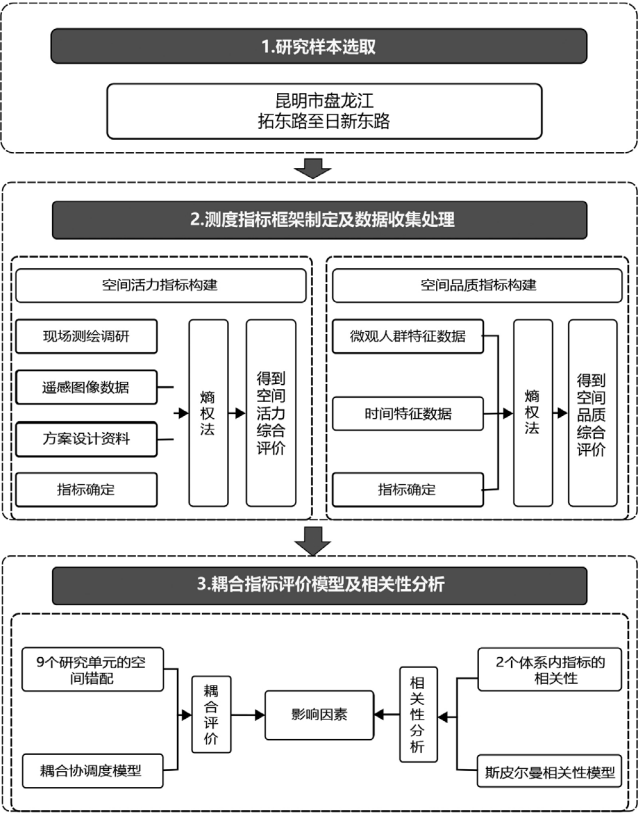


图1 研究方法和路径
Fig.1 Research framework

特征；感知品质维度则引入太阳辐射强度、环境声强度、夜景照明亮度等指标，以反映人群在场地中的安全性、舒适性、景观愉悦性等心理需求（表1）。

2.2.2 空间活力指标框架

基于相关文献^[15]与实地调研，研究以空间聚集特征为评价标准，选取人均密度、场地累计人群总数、人群停留度、人群类型多样性以及活动类型多样性5个指标（表2），量化评价9个研究单元的空间活力。

2.3 数据收集与处理

2.3.1 数据收集

本研究分别采集空间品质与空间活力数据。空间品质中周边物理环境和场所品质维度指标的数据主要来源于现场调研、观察测绘与方案资料等。感知品质维度的太阳辐射强度、夜晚照度和环境声强度等数据则利用德力西照度计、灯光捕手以及噪声测试仪等设备采集。为了尽可能地模拟人群在场地中的视觉感受，研究采用密集式采样法，沿盘龙江滨水空间岸线每隔50 m拍摄东、南、西、北4个方向的照片，并借助 Deeplab_city 语义分割模型对图像进行分析（图3）。所有设备测量均在手持状态下进行，传感器高度与成人头部、颈部高度相近。各指标最终以通过场地时记录的均值为结果。

空间活力数据获取主要为现场调研获取的微观人群特征数据。调研于2024年4月晴朗少云的天气条件下进行，共选取3个工作日与3个非工作日，共6个测试日。根据人群活动特征，每个测试日的观测时间设定为8:00—22:00。同时，依照人群行为偏好及数据的可获取性，将全天划分为5个时间段，分别为时间段1（8:00—11:00）、时间段2（11:00—



图2 研究范围及单元划分
Fig.2 Study area and spatial units

表 1 滨水空间品质指标

Tab.1 Evaluation indicators for waterfront space quality

维度	指标	说明
周围物理环境	周边住宅密度	研究单元 50 m 缓冲区内住宅密度
	公共设施数量	研究单元 50 m 缓冲区内公共设施总数
	场地可达性	研究单元 50 m 缓冲区内实际步行到场地内最短距离的均值与通道数量的乘积
	车辆干扰指数	研究单元图像中机动车所占像素量
场所品质	达水通达率	研究单元内垂直于滨水岸线的慢行通道总宽度与岸线长度的比值
	滨水区域占比	研究单元内滨水步道的面积与研究单元面积的比值
	游憩空间密度	研究单元内游憩空间面积与研究单元面积的比值
	岸线亲水性	研究单元内岸线到滨水步道的水平距离
	慢行道宽度	研究单元内慢行道宽度的平均值
	慢行道断裂度	研究单元内岸线长度与慢行道断点个数的比值
	绿化率	研究单元内绿植覆盖面积与研究单元面积的比值
	绿视率	研究单元街景图片中绿色植物所占像素量
	空间开阔度	研究单元内街景图片中天空所占像素量
	太阳辐射强度	研究单元内太阳辐射强度均值
感知品质	视水率	研究单元内水体图片中水体所占像素量
	空间差异度	研究单元内街景图片相似度的方差
	界面围合度	研究单元内建筑物、墙体、围栏、树木所占像素量
	环境声强度	研究单元内环境声强度均值
	夜景照明亮度	研究单元内夜景照明亮度的均值

14:00)、时间段 3 (14:00—17:00)、时间段 4 (17:00—20:00)、时间段 5 (20:00—22:00)，对人均密度以及场地中人群特征进行数据收集，收集方法以传统人群计数法为主(图 4)。

2.3.2 数据处理

首先,利用熵权法计算空间品质与空间活力的综合得分。其次,为研究滨水空间活力与品质的相互匹配状态,利用耦合协调度模型,评估两者的协调水平。最后,利用斯皮尔曼(spearman)相关系数构建相关性模型,以检验两组指标的相关性。

熵权法根据各指标的变异程度,即利用各指标熵值所提供的信息量计算并修正指标权重,是一种客观赋权方法。公式为:

$$p_{ij}=Y_{ij}/\sum_{n=1}^n Y_{ij}$$
(1)

$$E_j=-\ln(n)^{-1}\sum_{i=1}^n p_{ij}\ln p_{ij}$$
(2)

$$W_i=\frac{1-E_i}{k-\sum E_i}(i=1,2,\cdots,k)$$
(3)

式中, P_{ij} 为各指标标准化后数据, Y_{ij} 为第 i 项指标中

表 2 滨水空间活力指标

Tab.2 Evaluation indicators for waterfront space vitality

选取指标	说明
人均密度	滨水单元内各时段人群数量与场地面积之比
场地累计人群总数	滨水单元内一天各时段人群数量之和
人群停留度	滨水单元内停留人群数与人群总数之比
人群类型多样性	滨水单元内按照不同年龄段人群划分类型之和
活动类型多样性	滨水单元内按照活动人群的不同行为划分类型之和



图 3 语义分割示意图
Fig.3 Schematic diagram of semantic segmentation

第 j 项指标值的比重; E_j 为第 j 项指标的信息熵; W_i 为第 i 项指标的权重; k 为指标个数。研究根据各指标权重计算综合得分。

为研究滨水空间活力与品质的相互协调程度, 利用耦合协调度模型, 定量分析 2 个系统间的协调水平和发展层次, 具体算法如下:

$$C = 2 \times \left[\frac{U_1 \times U_2}{[U_1 + U_2]^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$T = \alpha \times U_1 + \beta \times U_2 \quad (5)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (6)$$

式中 C 为耦合度, T 为综合协调指数, D 为耦合协调度; U_1 和 U_2 分别表示空间品质和空间活力得分, 数值越大表明对应空间的品质和活力越好; α 、 β 是待定权重, 反映品质与活力的影响系数。研究假定空间品质与空间活力同等重要, 故 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

3 盘龙江空间品质与活力评价结果与分析

3.1 滨水空间品质与活力特征分析

以 2 级自然端点法将空间品质与活力评价结果进行分类, 总共分为 2 个评级, 得分小于 0.5 代表低品质与低活力, 得分不小于 0.5 代表高品质与高活力。总体来说, 9 个研究单元的空间品质综合得分变化较小 (图 5)。其中, 滨水单元 2、3、4 为高品质单元地块, 其周边多为商场、办公用地, 场地可达性高, 在空间设计上形成了一定的差异化景观, 既有开敞的广场, 又有私密的停留空间。滨水单元 1、5、7、9 的空间品质相对较低, 主要表现为场地可达性低、开敞度不足、景观同质化严重等特征。而空间活力综合得分变化较大, 其中滨水单元 2、3、4 为高活力单元, 滨水单元 1、5、6、7、8、9 为低活力单元 (图 6)。

3.2 滨水单元的耦合特征分析

以 4 级自然断点法将耦合协调度 D 结果 (表 3) 进行分

级, 总共分为 4 个评级, $D < 0.4$ 代表结果差, $0.4 \leq D < 0.54$ 代表结果较差, $0.54 \leq D \leq 0.68$ 代表结果中等, $0.68 < D$ 代表结果较好。滨水单元 5 耦合协调度结果差, 滨水单元 9 耦合协调度结果较差, 滨水单元 1、7、6、8 耦合协调度结果中等, 滨水单元 2、3、4 耦合协调度结果较好。总体来说, 研究区段呈现出“整体耦合协调度一般, 局部耦合协调度较好”的特征, 这说明该区域的空间品质和空间活力之间虽存在一定联系, 但不紧密。研究结果初步反映盘龙江滨水空间存在一定的空间品质与活力错配现象, 即存在基础设施与实际人群活力之间不匹配的情况, 为探究滨水空间更新手段奠定基础 (图 7)。

结合人群活力的时空特征 (图 4) 和活力空间格局, 初步分析耦合协调度结果。在城市交通方面, 耦合协调度较好、中等的滨水单元紧邻城市慢行道, 城市生活氛围浓郁, 虽有车辆干扰, 但其视觉和行为的可达性高; 耦合协调度较差与差的滨水单元与城市交通的衔接不足, 大多被小区围墙阻隔, 其视觉可达性被削弱, 空间活力被抑制。在景观空间方面, 耦合协调度较好、中等的滨水单元具有多样化、可停留的空间节点, 激发了各类行为活动; 耦合协调度较差与差的滨水单元景观单一、差异度小。在景观功能方面, 耦合协调度较好、中等的单元功能设施丰富, 往往能承载多时段不同人群的需求; 耦合协调度较差与差的单元往往设施单一, 仅在特殊时段具有一定活力。通过耦合协调度结果难以对耦合协调度差异进行定量分析, 本研究进一步采用斯皮尔曼相关模型解释品质与活力错配现象产生的原因。

3.3 空间品质与活力相关性分析

为进一步识别导致空间活力与品质错配的关键因素, 研究构建空间品质指标与空间活力指标相关性模型 (表 4)。结果显示: 以达水通道密度为表征的达水通达率与空间活力呈最显著正相关, 即品质与活力错配现象主要受达水通达率差异的影响; 游憩空间密度与空间活力的相关程度和显著性仅次于达水通达率, 即错配现象的次要因素为游憩空间密度

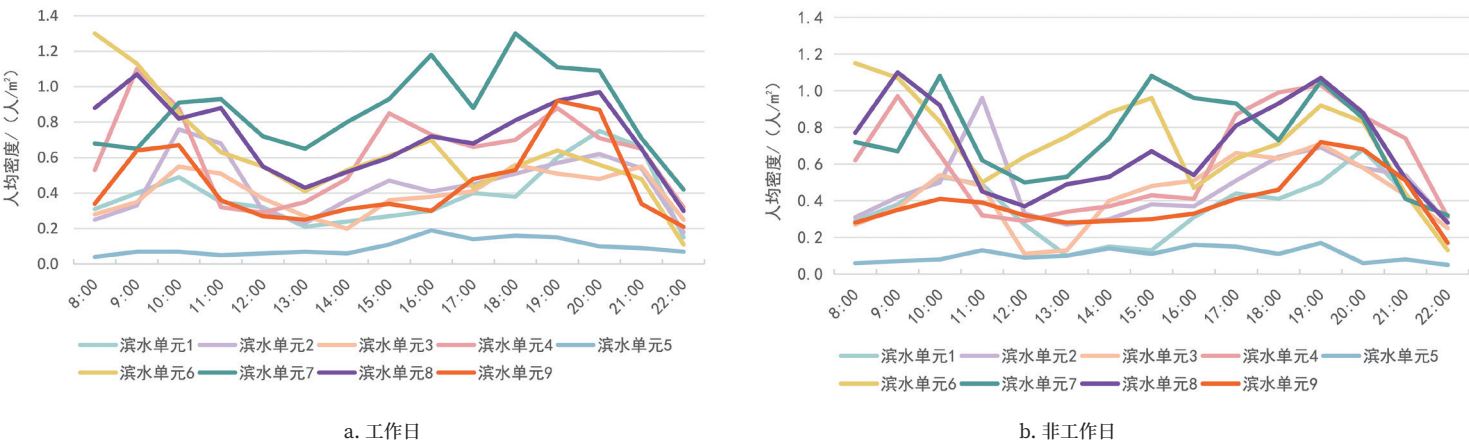


图 4 工作日与非工作日单日人群热力图

Fig.4 Heat maps of crowd density on weekdays and weekends

的差异；周边住宅密度、场地可达性、绿视率等指标与空间活力呈显著正相关。此外，岸线亲水性、滨水区域占比等衡量滨水空间亲水性的指标也与活力呈现较为显著的正向关联。

部分指标与空间活力的相关性较差，甚至呈现负相关。车辆干扰指数在相关性分析中表现为明显的抑制作用，即车辆干扰指数越高，对人群活力的抑制作用越强，进而导致错配现

象越严重；绿化率与空间活力关联不大，甚至产生了一定程度的抑制作用；以环境声强度、太阳辐射强度、夜景照明亮度等为代表的感知品质指标均未表达出明显的相关度。

在不同时段与活力显著相关的空间品质指标各不相同（表4）。时间段1（8:00—11:00）的空间活力表现与周边住宅密度、场地可达性具有显著相关性；时间段2（11:00—14:00）的

空间活力仅与游憩空间密度明显相关；时间段3（14:00—17:00）的空间活力与场地可达性、达水通达率具有相关性；时间段4（17:00—20:00）的人均密度与周边住宅密度、达水通达率、岸线亲水性等多种空间指标均呈现显著正相关；时间段5（20:00—22:00）与周边住宅密度、达水通达率、岸线亲水性、空间开阔度和慢行道断裂度均呈现正向相关。

4 讨论

4.1 空间错配影响因素

经耦合协调度分析并证实，盘龙江昆明主城区段的滨水空间存在品质与活力错配的现象，研究结合相关性模型深入挖掘空间错配的影响因素。

空间品质与活力产生错配的首要因素是达水通达率。现有研究几乎都强调可达性对空间活力的影响^[13]。本研究发现，可达性仅为物理维度的行为可达，对场地中活力的促进作用并不强，只有“视觉-行为”可达，才能有效提升空间活力。此外，达水通达率影响程度大于车辆干扰指数带来的负面影响，使车辆干扰的影响在实际体验中难以察觉，实际上车辆干扰这一影响因素对空间活力具有明显的抑制作用。错配现象的次要因素为游憩空间密度。线性滨水空间受制于场地规模和绿化率等规划要求，易造成空间功能单一、活动设施单

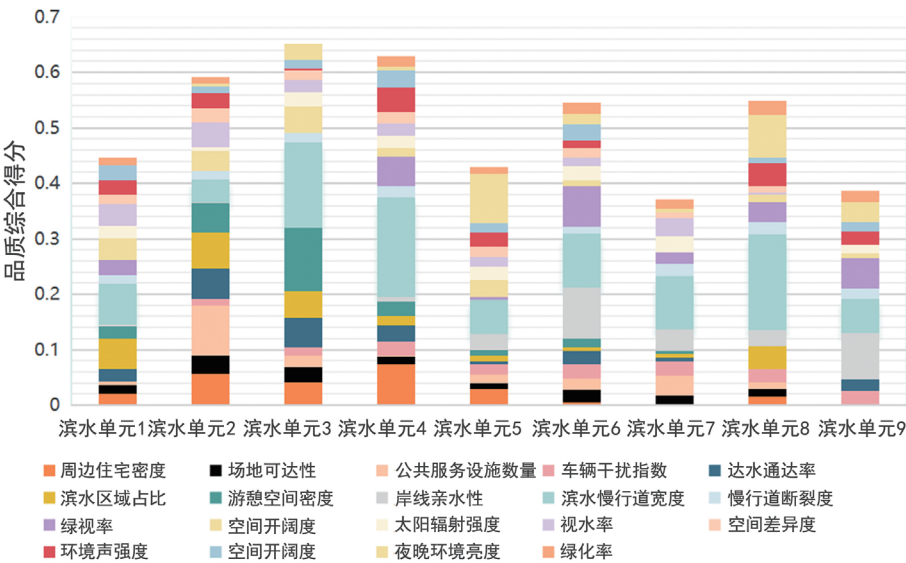


图5 空间品质综合得分堆积图
Fig.5 Stacked chart of waterfront space quality scores

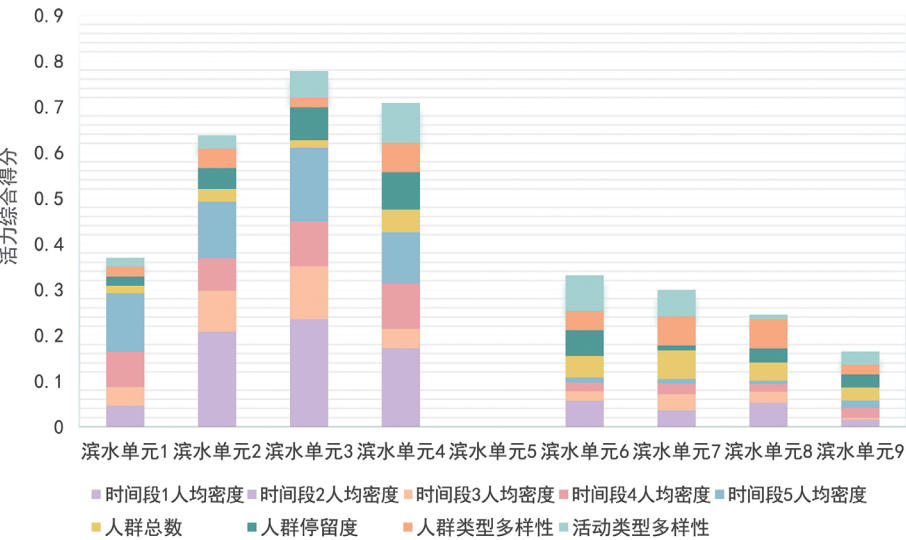


图6 空间活力综合得分堆积图
Fig.6 Stacked chart of waterfront space vitality scores

表3 耦合评价模型计算结果
Tab.3 Results of coupling coordination evaluation

滨水单元	C	T	D
滨水单元 1	0.99	0.40	0.64
滨水单元 2	0.99	0.61	0.78
滨水单元 3	0.99	0.71	0.84
滨水单元 4	0.99	0.67	0.82
滨水单元 5	0.30	0.22	0.26
滨水单元 6	0.97	0.44	0.65
滨水单元 7	0.99	0.34	0.58
滨水单元 8	0.92	0.40	0.61
滨水单元 9	0.92	0.28	0.50

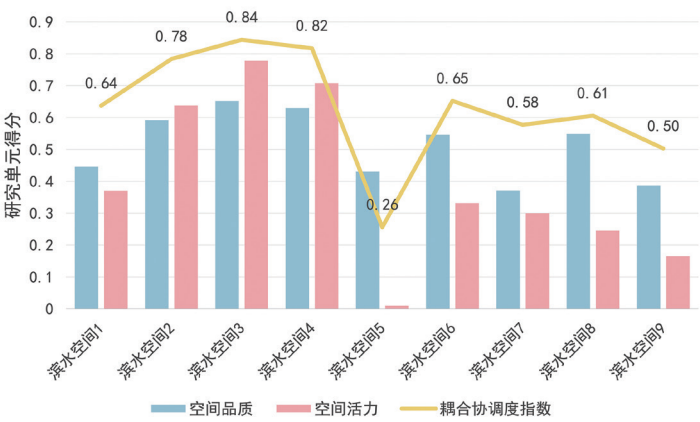


图 7 空间品质与活力综合得分及耦合协调度
Fig.7 Comprehensive scores and coupling coordination degree of waterfront space quality and vitality

调、必要驻留场所缺少等问题，难以提供丰富的活动场地。同时，在不同时段，与活力表现出显著相关的空间品质因素各不相同，决定因素为人的需求。如时间段 1 场地的主要作用是为周边的居民提供晨练场所以及通勤便利，因此与周边住宅密度、场地可达性具有显著相关性。不同时段的人均密度均与慢行道断裂度、空间开敞度呈现一定的相关性，这在一定程度上说明人们对于慢行道连续性和空间开敞度高的高品质空间具有一定偏好。相关性研究表明，空间具有活力的实质是需要尽可能满足人群多样的功能需求，这与现有研究相符^[3]。

绿视率指标差异对错配现象表现出显著的影响，而绿化率的作用则相对较弱。绿化率在相对较窄的场地中对空间活力具有较弱的促进作用，在场地规模较大时则对场地活力起到抑制作用^[25]，这与现有研究结论相似，即在绿化率较高且面积较大的滨水单元 6、7、8、9 中，人群活力反而明显

表 4 滨水空间品质与活力指标相关性模型
Tab.4 Correlation model of waterfront space quality and vitality indicators

空间品质指标	人均密度					人群总数	人群停留度	人群类型多样性
	时间段 1	时间段 2	时间段 3	时间段 4	时间段 5			
周边住宅密度	0.838*	0.386	0.537	0.737*	0.692*	-0.154	0.606	0.108
场地可达性	0.683*	0.572	0.803**	0.451	0.552	0.018	0.421	0.159
公共服务设施数量	0.564	0.162	0.524	0.116	0.235	0.051	0.018	0.163
车辆干扰指数	-0.057	-0.285	-0.413	-0.465	-0.646	-0.595	0.133	-0.474
达水通达率	0.699*	0.704*	0.846**	0.737*	0.814**	-0.211	0.647	-0.152
滨水区域占比	0.400	0.535*	0.716*	0.586	0.731*	-0.341	0.197	-0.017
游憩空间密度	0.441	0.955**	0.923*	0.712*	0.802*	-0.313	0.584	-0.215
岸线亲水性	0.451	0.667*	0.646	0.687*	0.741*	0.304	-0.175	-0.022
慢行道宽度	0.170	0.382	0.196	0.336	0.164	0.576	0.576	0.538
慢行道断裂度	0.237	0.204	0.274	0.349	0.705*	0.363	0.752*	0.390
绿化率	0.193	0.333	-0.444	-0.552	-0.389	-0.536	-0.195	-0.504
绿视率	-0.090	0.786*	0.760*	-0.201	0.701*	0.529	0.270	0.458
空间开阔度	0.207	0.641	0.628	0.565	0.751*	-0.775	0.175	-0.276
太阳辐射强度	-0.215	0.067	-0.025	0.093	0.049	0.036	-0.002	-0.285
视水率	0.461	0.185	0.700*	0.495	0.579	-0.034	-0.002	0.033
空间差异度	0.678*	0.242	0.488	0.476	0.534	-0.222	0.340	0.013
环境声强度	0.291	-0.340	-0.297	0.084	-0.002	-0.062	0.152	0.225
界面围合度	0.211	-0.090	-0.147	0.347	0.270	-0.162	0.487	-0.191
夜景照明亮度	0.399	0.140	0.324	0.312	0.241	0.354	0.106	0.333

注：*表示 $P < 0.05$ ，结果具有统计学显著性；**表示 $P < 0.01$ ，结果具有高度显著性。 R 为研究指标的相关程度， $-0.4 < R < 0.4$ 表示不相关，■表示 $R < -0.4$ ，呈负相关；■表示 $R > 0.4$ ，呈正相关。

下降。通过结合实地调研与现场照片发现,在狭窄的滨水空间中,绿视率与绿化率高度相关,人群会在绿化率和绿视率高的场地聚集;而在较大场地中,绿视率并没有因绿化率的升高而明显提升(图5),反而场地因绿化率过大产生遮蔽有余而开敞性不足的问题,造成空间遮蔽,活动空间不足等情况,对人群活力产生抑制作用。因此,在未来研究应重视绿视率与绿化率的差异问题,以便更好平衡人群亲近自然的需求和更多活动场地的需求。

岸线亲水性、滨水区域占比等衡量滨水空间亲水性的指标与空间活力成正相关,但影响程度不强。这一结论虽验证了“人类与生俱来的亲水特性”^[25]这一规律,但其显著性并不突出,其原因可能为在空间有限的情况下,人群更偏向于考虑空间的功能性。

环境声强度、太阳辐射强度、夜景照明亮度等感知品质与活力相关性较差,这与现有舒适性研究结论相悖^[26]。究其原因可能是盘龙江滨江绿地处于昆明市中心区域,地块狭窄,用地紧张,研究区段内基本没有其他公共活动场地,研究地块人群的需求更倾向于功能满足。因此,当人均绿地面积尚未达到居民需求时,感知品质相关的因素对活力无显著影响。

4.2 提升策略

空间活力的调控并非追求均一化,而是要调控至既满足功能需求又保证体验舒适的水平。因此,应基于错配影响因素制定合理的活力目标,完善场地设施,提升场地整体的品质与活力的耦合协调度。

对于遮蔽度较高的空间,应合理提升场地的视觉和行为可达性。水体作为景观核心要素之一,其空间渗透能力需通过“视线廊道+步行路径”实现。因此,可通过疏林草坪、下沉台地等设计手法提高视觉穿透性,并通过合理增加临街面开放节点、生态踏阶等设施,有效提升行为可达性,吸引人群进入场地中。

研究发现,游憩空间密度比慢行道断裂度对空间活力的影响更显著,因此可适当打破滨水慢行道的连续性,通过在场地中置入微型“活力锚点”打破线性空间单调性。对于硬质为主、难以改造的滨水空间,可以通过配置艺术展览设施,引入特色日常活动,创造持续的吸引力;对于以生态为主的滨水空间,应在生态承载范围内充分结合居民日常活动需求,设置遛狗、下棋、广场舞等活动场地,改进活力过低造成的空间资源浪费问题。同时,可在活动场地增多,绿化空间减少的情况下,通过增加立体绿化装置的方式提高绿视率,满足人群需求。

5 结论

研究通过分析滨水空间品质与活力的耦合协调度和相关性,揭示盘龙江滨水空间品质及活力存在错配现象,并探究错配的影响因素。研究发现:反映“视觉-行为”双可达的达水通达率是空间错配产生的主要因素,游憩空间密度是次要因素,且活力空间的实质是满足人群多样的功能需求。绿

视率对滨水空间活力的影响显著,而绿化率作用不大,这可能与场地规模相关。亲水性对活力有一定程度影响但并不明显,表明在有限空间中功能性更重要。环境声强度、太阳辐射强度、夜景照明亮度等感知品质与空间活力无明显相关性,进一步强调了人均绿地面积这一隐藏因素对人群使用偏好的影响。研究表明,高密度城市滨水空间活力再生的本质在于重构“人群-环境”关系,通过提升“视觉-行为”可达性、置入“活力锚点”等策略,可实现空间建设水平与人文活力的协同提升。设计师在城市设计及更新时,应更加关注空间使用者的真实需求与动态行为特征。

本文从耦合评价的视角针对滨水空间品质与活力进行研究,通过完善滨水空间评价指标体系和微观数据采集方法,更为直观地揭示空间品质和空间活力错配影响机制。研究结果与前人基于大数据、遥感影像POI的活力影响因素研究结论^[27-29]大体吻合,并在此基础上挖掘出“视觉-行为”可达与物理维度的可达性存在差异,绿视率以及绿化率存在差异,以及人均绿地面积这一隐藏因素对人群适应偏好的影响。

研究仍存在不足之处,相关性模型虽能评估空间品质指标与空间活力具有相关性,但无法对错配现象的影响程度进行准确评估。此外,受限于数据获取的难度,本文的研究范围有限,需扩大样本量进一步证实结论,降低偶然性。同时可拓展研究范围,对滨水公园等大型滨水开放空间进行耦合协调度评估。此外,本文仅使用单一指标进行相关性分析,未来可分析叠加的空间品质指标对空间活力的影响,以便精确考察城市人群活力对城市滨水品质多项指标的综合响应,进一步完善品质与活力错配的影响研究。

注:图片均由作者自摄自绘。

参考文献:

- [1] 杨春侠, 闵若遥. 行为模拟下滨水健身空间品质测度与优化预判[J]. 风景园林, 2025, 32 (4): 106-115.
- [2] 阙晨曦, 邓双, 冯艳, 等. 基于双重感知的生活型历史街区活力空间辨析[J]. 中国园林, 2025, 41 (5): 84-91.
- [3] 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.
- [4] 王林森, 郑重, 周素红, 等. 基于街景感知的城市空间品质对空间活力的影响作用研究[J]. 规划师, 2022, 38 (3): 68-75.
- [5] 李想, 胡海波, 唐小龙. 海岸带地区空间品质评价方法和提升策略探索——以江苏省海岸带为例[J]. 城乡规划, 2024 (6): 100-108.
- [6] 王中德, 王小焱. 基于街景分析技术的滨江路空间品质研究——以重庆三代滨江路为例[J]. 中国园林, 2024, 40 (7): 45-51.
- [7] 叶宇, 张昭希, 张啸虎, 等. 人本尺度的街道空间品质测度——结合街景数据和新分析技术的大规模、高精度评价框架[J]. 国际城市规划, 2019, 34 (1): 18-27.
- [8] 龙瀛, 唐婧娴. 城市街道空间品质大规模量化测度研究进展[J]. 城市规划, 2019, 43 (6): 107-114.
- [9] 唐婧娴, 龙瀛. 特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二三环和上海内环为例[J]. 规划师, 2017, 33 (2): 68-73.
- [10] 狄迪, 蒋应红, 叶丹, 等. 新城市科学支持下的城市街道空间

- 品质综合评价——以上海市中心城区为例[J]. 规划师, 2021 (16) : 5-12.
- [11] 秦轲垚, 严祥, 熊杰熙, 等. 城市滨水公共空间品质与活力协调度研究——以成都市二环内府南河滨水公共空间为例[J]. 华中建筑, 2024, 42 (3) : 87-90.
- [12] 王新宇, 李彦, 李伟健, 等. 城市更新视角下的公共空间品质评估方法——基于移动感知技术的探索[J]. 国际城市规划, 2024, 39 (1) : 21-29.
- [13] 尹静一, 汤晓敏, 王云. 人本视角下滨水公共空间活力评估与调控研究——以上海黄浦江核心段为例[J]. 中国园林, 2022, 38 (9) : 81-86.
- [14] 汪洁琼, 江卉卿, 陈俊延, 等. 人工智能赋能城市滨水空间秋季景观特征识别与活力提升——以上海市黄浦江为例[J]. 中国园林, 2024, 40 (9) : 15-21.
- [15] 范雅婷, 章明. 时空分异下城市滨水更新始末的空间活力测度与影响要素研究[J]. 中国园林, 2023, 39 (2) : 77-83.
- [16] 李敏稚, 范仲秀. 基于多源数据方法的街道空间品质与活力耦合性研究——以广州市天河区为例[J]. 当代建筑, 2024 (11) : 98-104.
- [17] 哈肯. 协同学引论[M]. 北京: 原子能出版社, 1984: 33-34.
- [18] 刘建华, 普凌宇. 黄河流域数字经济与高质量发展耦合互动关系研究[J]. 人民黄河, 2024, 46 (1) : 5-11, 18.
- [19] 汤良, 胡希军, 罗紫薇, 等. 生态脆弱性与城镇化水平时空耦合及其交互影响因素——以湖南省为例[J]. 生态学报, 2024, 44 (11) : 4662-4677.
- [20] 李文启, 赵家未. 黄河流域农业生态效率与绿色全要素生产率耦合协调研究[J]. 生态经济, 2022, 38 (5) : 121-128, 168.
- [21] 程飞飞, 李洪庆, 宋红艳, 等. 沿海城市陆海生态环境质量综合评价与耦合协调度分析[J]. 生态学报, 2024, 44 (9) : 3855-3867.
- [22] 易平, 方世明. 地质公园社会经济与生态环境效益耦合协调度研究——以嵩山世界地质公园为例[J]. 资源科学, 2014, 36 (1) : 206-216.
- [23] 李敏稚, 范仲秀. 基于多源数据方法的街道空间品质与活力耦合性研究——以广州市天河区为例[J]. 当代建筑, 2024 (11) : 98-104.
- [24] 叶永祥, 陈馨, 崔亭亭, 等. 基于耦合协调度的城市公园“线上-线下”活力空间特征与影响因素[J]. 天津师范大学学报(自然科学版), 2024, 44 (3) : 53-59.
- [25] 刘滨谊, 彭旭路. 上海南京东路热舒适分析与评价[J]. 风景园林, 2019, 26 (4) : 83-88.
- [26] 何昊翰, 许先升, 黄铃. 基于 KANO 模型的海口市建成区滨海公共空间景观需求评价[J]. 广东园林, 2024, 46 (4) : 51-59.
- [27] 刘博敏, 张露. 基于百度热力图的城市滨水活力时空模式研究——以南京秦淮河为例[C]//中国城市规划学会, 东莞市人民政府. 持续发展 理性规划——2017 中国城市规划年会论文集 (05 城市规划新技术应用). 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [28] 周广坤, 林轶南. 黄浦江两岸地区公共空间综合评价体系研究[J]. 城市规划, 2020, 44 (5) : 62-73.
- [29] 朱国钰, 刘为, 胡阳芷. 城市街道一体化绿化品质管控探索——以广州市为例[J]. 广东园林, 2024, 46 (5) : 116-122.

作者简介:

李宛凝/1998 年生/女/内蒙古通辽人/昆明理工大学建筑与城市规划学院(昆明 650500)/在读硕士研究生/专业方向为风景园林规划与设计

尹露曦(*通信作者)/1990 年生/女/云南昆明人/博士/昆明理工大学建筑与城市规划学院(昆明 650500)/讲师/研究方向为风景园林规划与设计/E-mail: 1030869612@qq.com