

景观结构要素与色彩因子对滨水景观视觉质量的影响

——以武汉东湖磨山景区为例

马薛骑, 裴鸿菲*, 张 群

(华中农业大学 园艺林学学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要:从视觉特征上的景观视觉吸引要素出发,运用 SBE 法和色彩量化分析等方法,构建预测模型,从空间要素、实体景物要素以及色彩结构、色彩组成方面探究景观结构要素和色彩因子对武汉东湖磨山景区滨水景观视觉质量的影响以及两者的共同作用效果。结果表明,景观结构要素对景观视觉质量的影响由大到小为:滨水空间亲水性、空间尺度、驳岸类型;色彩因子对景观视觉质量的影响由大到小为:主色彩占比、色彩数量、景观色泽、色彩主次分明程度。综合考量景观结构要素与色彩因子的共同影响,能更好地反映滨水景观的视觉质量。研究结果为东湖磨山景区滨水景观视觉质量提升和其他滨水景观的研究提供参考。

关键词:滨水景观;视觉质量;景观结构要素;色彩量化;SBE 法;东湖磨山景区

中图分类号:S731.3

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2022)03-0231-08

Influence of Landscape Structure Elements and Color Factors on the Visual Quality of Waterfront Landscape——A Case Study in Wuhan East Lake Mount Mo Scenic Area

MA Xue-qi, QIU Hong-fei*, ZHANG Qun

(College of Landscape Architecture, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China)

Abstract: Based on the visual attraction elements of landscape which derive from visual characteristics, this study adopted the SBE method, conducted color quantitative analysis and established prediction models to investigate the influence of landscape structure elements and color factors on the visual quality of waterfront landscape of Wuhan East Lake Mount Mo Scenic Area as well as the mutual effect between the two variables from the aspects of spatial elements, physical landscape elements, color structure and color composition. The results were as follows: the influences of landscape structure elements to the landscape visual quality were in the order of waterfront space hydrophilicity > spatial scale > types of revetment; the influences of color factors to the landscape visual quality were the main color ratio > numbers of color > vibrant sense of landscape > contrast between the main color and other colors. The combined effect of landscape structure elements and color factors can better reflect the visual quality of the waterfront landscape. The study attempted to provide references for improving the visual quality of the waterfront landscape of the East Lake Mount Mo Scenic Area and other studies on waterfront landscape.

Key words: waterfront landscape; visual quality; landscape structure element; color quantification; SBE method; East Lake Mount Mo Scenic Area

滨水景观作为城市生态环境和游憩空间的重要 组成部分,影响着城市水环境和城市的景观特质,承

收稿日期:2021-05-31 修回日期:2021-07-20

基金项目:国家自然科学基金面上项目(31770753);中央高校基本科研业务费专项(2662018PY087)。

第一作者:马薛骑。研究方向:风景园林规划设计及其理论。E-mail: maxueqi97@163.com

*通信作者:裴鸿菲,博士,教授,博士生导师。研究方向:风景园林规划设计及其理论。E-mail: qiu hongfei@mail. hzau. edu. cn

载着城市公共绿地的重要职能,是人们亲近自然、休闲游憩的重要场所。已有研究表明人们对景观与环境的感知主要表现在视觉上^[1],景观视觉质量的高低会直接影响游客的体验^[2],良好的视觉环境还会对人的身心健康大有裨益^[3],因此对滨水景观的视觉质量研究便显得尤为重要。

景观视觉吸引要素是景观视觉质量评价的基础和重要依据,根据相关文献^[4]景观视觉吸引要素可归纳为空间尺度和距离、实体、色彩、植被、水体、质地等 12 项要素。目前研究多从绿地结构^[5]、景观构成^[6]、景观要素组合^[7]、景观空间格局^[8-9]、色彩调和^[10]和色彩斑块特征^[11]等角度对景观视觉吸引要素进行解析,进而展开评价研究。现有研究已涵盖景观视觉吸引要素的大多方面,但多数仅研究其中几项要素对景观视觉质量的影响,综合多方要素的评价研究目前尚少。

空间要素是景观视觉吸引要素的基础,对视觉注意力有重要的影响^[12],包括空间尺度、空间开敞度等;实体景物要素是景观空间的重要构景要素,往往是视觉感知的焦点^[12],包括植物、水体、建筑等;而色彩作为具有强烈视觉刺激的视觉语言,被认为是传达景观特征最直接的要素^[13],包括色彩对比度、色彩数量等。因此本研究将景观视觉吸引要素归纳总结为景观结构要素与色彩因子,运用 SBE 法和色彩量化分析方法分别从空间要素、实体景物要素以及色彩结构和色彩组成方面研究其对景观视觉质量的影响,并探讨两者的共同作用效果。从多方面评价了东湖磨山景区的滨水景观视觉质量,为其营建与改造提供更为全面的建议,也为其他相似研究提供思路与参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

东湖磨山景区(图 1)位于湖北省武汉市(114°40′—114°43′E,30°54′—30°56′N),是国家风景名胜区东湖风景区的重要组成部分,景区总面积 14.37 km² 其中水面面积 2.7 km²。景区三面环水,六峰逶迤,既有风景秀丽的自然风光,又有丰富浓厚的楚文化人文景观,是全国最大的楚文化游览区。东湖磨山景区知名度高、景观资源丰富,是典型的湖泊及滨水景观,也是武汉最具代表性的旅游休闲胜地之一。

1.2 研究方法

1.2.1 评价材料 采用同一拍摄者利用同一台相机拍摄的景观照片作为评价材料。首先在磨山主景区内,以水体为主体,划定出所有可取点的滨水岸

线,沿滨水岸线每隔 50 m 定点获取 1 张滨水景观照片,对获取的景观图片进行整理,依据专家意见筛选出 40 张具有代表性的图片作为评价材料,并利用 Photoshop@ 软件对图片进行初步处理。



图 1 武汉东湖磨山景区平面

Fig. 1 Wuhan East Lake Mount Mo Scenic Area plan

1.2.2 美景度评价法

1.2.2.1 调查问卷的发放及回收 已有研究表明,不同群体的审美偏好具有普遍的一致性^[14],因此本研究的受试者选择面向一般公众,不存在特定指向。通过问卷调查来测定公众的审美态度,要求受试者根据自己的审美偏好和第一印象对样本图片进行打分,打分尺度采用 7 分制,依次为很喜欢、喜欢、较喜欢、一般、不太喜欢、不喜欢、很不喜欢,对应的得分值依次为 3、2、1、0、-1、-2、-3。共收集问卷 210 份,有效问卷 192 份,问卷有效率 91.43%。

1.2.2.2 SBE 值标准化 由于受试者的审美尺度仍存在着一定的差异,为消除或减少这种差异,对样本问卷数据进行标准化处理,得到 SBE 值。采用 T. C. Daniel *et al*^[15] 提出的 SBE 值标准化处理公式。

$$Z_{ij} = (R_{ij} - R_j) / S_j, Z_i = \sum_j Z_{ij} / N_j \quad (1)$$

式中: Z_{ij} 为第 j 个评判者对第 i 个景观的标准化值, R_{ij} 为第 j 个评判者对第 i 个景观的评价值, R_j 为第 j 个评判者对同一类景观全部评价值的平均值, S_j 为第 j 个评判者对同一类景观的评价值的标准差, Z_i 是第 i 个景观的 SBE 标准化的分值, N_j 是第 i 个景观的评价人员的数量^[16]。

1.2.3 景观结构要素分解 依据景观空间视觉吸引要素分类^[12],将景观结构要素分为空间要素和实体景物要素,其作为景观空间的视觉吸引基础与重要构景要素,对景观视觉质量起着至关重要的影响。根据研究区景观特征,选取 12 项景观结构要素进行分析(表 1)^[12,17-18]。

1.2.4 色彩因子量化

1.2.4.1 色彩量化分级 采用 HSV 色彩模式(色相 H , 饱和度 S , 明度 V)来描述图像的色彩特征。

使用 ColorImpact 4 软件提取图片色彩(图 2),根据相关文献^[19]与研究区色彩特征,将 H 分量分为非等隔均匀量的 16 级,将 S 、 V 分量分为等隔均匀量的 4 级。

$H = \begin{cases} 0, & \text{如果 } h \in (108, 140], \\ 1, & \text{如果 } h \in (140, 165], \\ 2, & \text{如果 } h \in (165, 190], \\ 3, & \text{如果 } h \in (190, 220], \\ 4, & \text{如果 } h \in (220, 255], \\ 5, & \text{如果 } h \in (255, 275], \\ 6, & \text{如果 } h \in (275, 290], \\ 7, & \text{如果 } h \in (290, 316], \\ 8, & \text{如果 } h \in (316, 330], \\ 9, & \text{如果 } h \in (330, 345], \\ 10, & \text{如果 } h \in (345, 15], \\ 11, & \text{如果 } h \in (15, 25], \\ 12, & \text{如果 } h \in (25, 45], \\ 13, & \text{如果 } h \in (45, 55], \\ 14, & \text{如果 } h \in (55, 80], \\ 15, & \text{如果 } h \in (80, 108], \end{cases}$

$S = \begin{cases} 0, & \text{如果 } s \in (0, 0.15], \\ 1, & \text{如果 } s \in (0.15, 0.4], \\ 2, & \text{如果 } s \in (0.4, 0.75], \\ 3, & \text{如果 } s \in (0.75, 1], \end{cases}$

$V = \begin{cases} 0, & \text{如果 } v \in (0, 0.15], \\ 1, & \text{如果 } v \in (0.15, 0.4], \\ 2, & \text{如果 } v \in (0.4, 0.75], \\ 3, & \text{如果 } v \in (0.75, 1], \end{cases}$

(2)

式中: H 为色相, S 为饱和度, V 为明度,取值区间均为前开后闭。

依据式(2)的量化级将提取的色彩分量加权合为一维特征向量(式 3),由权重大小可得,色相是影响色彩(L)特征最重要的因素^[2]。

$$L = 16H + 4S + V$$

(3)

1.2.4.2 色彩因子计算 根据人眼对色彩的感知特征^[2],从色彩结构和色彩组成两方面选取相应指标分析色彩因子对滨水景观视觉质量的影响。根据研究需求,选取 11 项色彩因子表征景观色彩特征(表 2)^[2,9,20-21]。

由于各项色彩因子具有不同的量纲与量纲单位,需对各项因子的量化值进行归一化处理(式 4),便于进行后续分析。

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min\{X_{ij}\}}{\max\{X_{ij}\} - \min\{X_{ij}\}}$$

(4)

式中: X_{ij} 为第 i 个样本的第 j 项因子的量化值, $\max\{X_{ij}\}$ 为 X_{ij} 的最大值, $\min\{X_{ij}\}$ 为 X_{ij} 的最小值。

1.2.5 分析过程

1.2.5.1 回归模型建立 以 40 个样本图片的 SBE 值为因变量,以样本各景观结构要素和色彩因子的量化值为自变量,利用 SPSS 25.0 进行偏相关性分析和多元线性回归分析,分别建立基于景观结构要素和色彩因子的景观视觉质量预测模型 Y_x 与 Y_c ,并用 t 检验及 F 检验对回归模型进行检验。

1.2.5.2 熵值法确定权重 利用熵值法确定景观结构要素视觉质量(Y_x)与色彩因子视觉质量(Y_c)的权重,具体步骤如下^[22]。

表 1 东湖磨山景区滨水景观结构要素分解

Table 1 Decomposition of waterfront landscape structure elements of East Lake Mount Mo Scenic Area

分类	项目标号	项目	类目					类目数
			1	2	3	4	5	
空间要素	X_1	空间尺度	微观尺度	中等尺度	宏观尺度			3
	X_2	空间开敞度	非常开敞	较为开敞	半开敞	较为封闭	非常封闭	5
	X_3	滨水空间亲水性	亲水性弱	亲水性一般	亲水性强			3
	X_4	环境可达性	无法到达	较难到达	一般	容易到达		4
实体景物要素	X_5	生活型构成	乔木	乔灌	乔草	灌草	乔灌草	5
	X_6	植被覆盖率	0%~25%	25%~50%	50%~75%	75%以上		4
	X_7	水体类型	浅滩	池塘	湖泊			3
	X_8	水体尺度	<视野 1/3	视野 1/3~1/2	>视野 1/2			3
	X_9	驳岸类型	无明显驳岸形式	整形垂直式驳岸	生态自然式驳岸			3
	X_{10}	硬质占比	0%~10%	10%~30%	30%以上			3
	X_{11}	观赏性人工景观(指汀步、石阶、栈道、平台等)	无	1 种	2 种	3 种及以上		4
	X_{12}	建筑及构筑物形式	无	景观建筑	景观雕塑	亭子	桥	5

注:微观尺度指 25 m 以下见方的交往空间;中等尺度指 25~110 m 见方的开阔空间;宏观尺度指 110 m 以上见方的广阔空间。



图2 色彩提取及量化

Fig. 2 Color extraction and quantification

表2 东湖磨山景区滨水景观色彩因子量化指标

Table 2 Quantitative indicators of color factors of the waterfront landscape of East Lake Mount Mo Scenic Area

分类	项目标号	项目	公式	参数含义
色彩结构因子	C_1	景观色泽	$C_1 = \{1, 2, 3\}$	景观色泽暗淡记为1、一般记为2、鲜艳记为3
	C_2	色彩对比程度	$C_2 = \{1, 2, 3\}$	色彩对比程度不明显记为1、一般记为2、明显记为3
	C_3	色彩主次分明程度	$C_3 = \{1, 2, 3\}$	色彩主次分明不明显记为1、一般记为2、明显记为3
色彩组成因子	C_4	色彩数量	$S_L = \text{SUM}(H_a S_b V_c);$ $H_a S_b V_c \geq 1\%$	在提取的色彩中,除黑、白、灰三色外,像素占比大于1%的色彩个数
	C_5	主色彩占比	$R_M = S_M / S_H$	S_M 为主色相像素, S_H 为色相总像素
	C_6	色相指数	$\bar{H} = \sum_{i=1}^n (H_i \times R_{hi})$	H_i 为第 i 种色相值, R_{hi} 为第 i 种色相的比例
	C_7	饱和度指数	$\bar{S} = \sum_{i=1}^n (S_i \times R_{si})$	S_i 为第 i 种饱和度值, R_{si} 为第 i 种饱和度的比例
	C_8	明度指数	$\bar{V} = \sum_{i=1}^n (V_i \times R_{vi})$	V_i 为第 i 种明度值, R_{vi} 为第 i 种明度的比例
	C_9	色彩多样性指数	$H_L = -\sum_{i=1}^{S_L} P_i \ln P_i$	P_i 为第 i 种色彩占比, S_L 为色彩数量
	C_{10}	色彩均匀度指数	$E_L = H_L / \ln S_L$	H_L 为色彩多样性指数, S_L 为色彩数量
	C_{11}	天空比例	$R_S = S_S / S_{\text{总}}$	S_S 为天空面积, $S_{\text{总}}$ 为图片景观面积

注:天空比例(R_S)通过 Photoshop@ 软件将图片中的天空处理为白色($h, s, v=0$),计算白色在景观图片中的比例。

1)将样本图片各因子的量化值代入上述建立的 Y_X 与 Y_C 的回归方程中,得到预测数据;2)对数据进行无量纲化处理(式4);3)计算指标体系的比重矩阵(式5);4)计算指标信息熵值(式6);5)计算指标信息效用值(式7);6)计算指标权重(式8)。

得到 Y_X 与 Y_C 的权重分别为 w_x 与 w_c ,最后建立东湖磨山景区滨水景观视觉质量预测模型: $Y = w_x Y_X + w_c Y_C$

$$(P_{ij})_{m \times n} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m (P_{ij} \ln P_{ij}), 0 \leq e_j \leq 1 \quad (6)$$

式中: P_{ij} 表示指标比重, e 表示信息熵值, d 表示信息效用值。当 $P_{ij}=0$ 时, $P_{ij} \ln P_{ij}$ 定为0。

$$d_j = 1 - e_j \quad (7)$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (8)$$

2 结果与分析

2.1 SBE 值分析

根据 SBE 值标准化处理公式计算出 40 张样本的 SBE 值,得到研究区滨水景观 SBE 值的范围为 $-1.029 \sim 0.997$ (图3),标准误差为0.438,共有23个样本的 SBE 值为正值,17 个为负值,样本整体 SBE 值起伏较大。SBE 值最高的为样本 2 和样本 11,分别为0.997和0.630,样本2为典型湖泊自然景观,湖面碧波荡漾,空间视野开阔,景观色彩明亮鲜艳;样本11为绿树环绕成荫的滨水景观,林木茂密,景观空间舒适宜人。SBE 值最低的为样本 4 和样本 25,分别为 -1.029 和 -0.866 ,样本4为道路滨水景观,部分黄土裸露在外,视野内景色单调,景观色泽暗淡,影响了视觉效果;样本25林木杂乱且空间狭隘,景观要素单一,色彩丰富度低,观赏性差(图4)。

2.2 景观结构要素对景观视觉质量的影响

2.2.1 景观结构要素主要影响因素分析 利用 SPSS 25.0 对样本的 SBE 值和景观结构要素描述值进行偏相关性分析,依次剔除相关系数最小的要素,经过 8 次运算,最后保留可解释性强、相关系数高的 4 项景观结构要素,即空间尺度(X_1)、滨水空间亲水性(X_3)、水体尺度(X_8)和驳岸类型(X_9)。表明在 12 项景观结构要素中,空间要素中的空间尺度和滨水空间亲水性以及实体景物要素中的水体尺度和驳岸类型对景观视觉质量的影响较大,且保留

的影响因素大多与水直接相关,进一步说明了在滨水景观中水景作为最重要的构景要素,对视觉质量的影响最大。由于不同要素对景观视觉质量具有相互关联的影响作用,在构建模型与讨论对景观视觉质量的贡献率时,需进一步确定影响因素。

2.2.2 模型构建与分析 以样本的 SBE 值为因变量,以保留的 4 项景观结构要素的描述值为自变量,进行逐步回归分析,剔除 X_8 要素后模型有效性较高,回归分析结果见表 3。

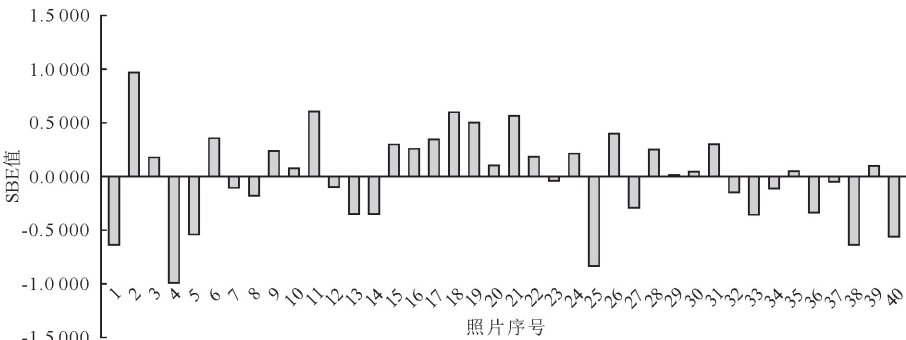


图 3 样本照片 SBE 值

Fig. 3 SBE values of sample photos



图 4 SBE 值最高与最低的样本照片

Fig. 4 Sample photos with the highest and lowest SBE values

表 3 剔除 X_8 的景观结构要素回归分析

Table 3 Regression analysis of landscape structure elements excluding X_8

模型	未标准化系数		t 检验	显著性	调整后 R^2	F 检验	P
	估计值(B)	标准误差					
(常量)	-1.549	0.217	-7.13	0.000	0.563	17.742	0.000
X_1	0.208	0.067	3.128	0.003			
X_3	0.323	0.084	3.839	0.000			
X_9	0.171	0.072	2.375	0.023			

根据表 4 建立基于景观结构要素的景观视觉质量预测模型

$$Y_x = -1.549 + 0.208X_1 + 0.323X_3 + 0.171X_9$$
 (9)

建立的预测模型中, X_1 ($P=0.003$)和 X_3 ($P=0.000$)对景观视觉质量有极显著的影响, X_9 ($P=0.023$)对景观视觉质量有显著的影响。根据各要素的贡献率(表 4)及散点图(图 5),可得 X_3 对景观视觉质量的贡献率最大,为 46.01%,其次为 X_1

(29.63%)和 X_9 (24.36%)。从滨水空间亲水性来看,亲水性越强,景观视觉质量越高;从空间尺度来看,广阔空间尺度下的滨水景观视觉质量较高;从驳岸类型来看,生态自然式驳岸的景观视觉质量较高。人们更喜好亲水性强、空间广阔的生态自然式滨水景观,进一步说明人们的亲水心理和对自然的向往在很大程度上影响了对滨水景观的偏好。

2.3 色彩因子对景观视觉质量的影响

2.3.1 色彩因子主要影响因素分析 对样本的

SBE 值和色彩因子量化值进行偏相关性分析,依次剔除相关系数最小的因子,经过 7 次运算,最后保留可解释性强、相关系数高的 4 项色彩因子,即景观色泽(C_1)、色彩主次分明程度(C_3)、色彩数量(C_4)和主色彩占比(C_5)。表明在 11 项色彩因子中,色彩结构因子中的景观色泽和色彩主次分明程度以及色彩组成因子中的色彩数量和主色彩占比对景观视觉质量的影响较大,具有较强视觉刺激和直观视觉感知的色彩因子更能够影响人们对滨水景观的偏好。

2.3.2 模型构建与分析 以样本的 SBE 值为因变

量,以保留的 4 项色彩因子的量化值为自变量,进行多元线性回归分析并检验模型有效性(表 5)。

表 4 预测模型中各景观结构要素贡献率

Table 4 Contribution of landscape structure elements in the prediction model

标号	项目	得分	贡献率(%)	偏相关系数
X_1	空间尺度	3.128	29.63	0.276
X_3	滨水空间亲水性	3.839	46.01	0.413
X_9	驳岸类型	2.375	24.36	0.287

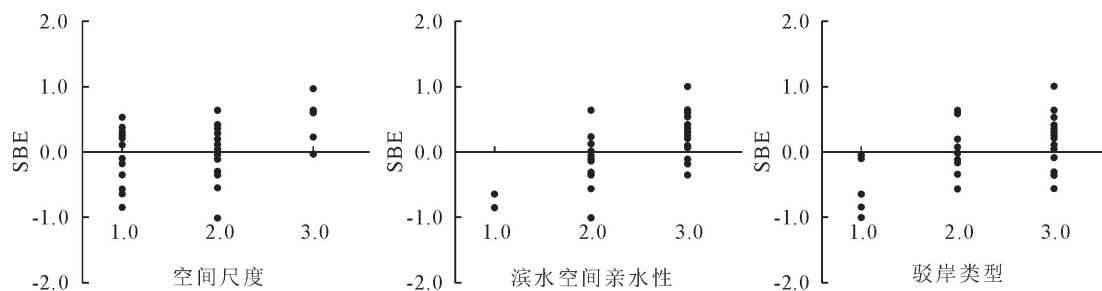


图 5 景观结构要素与景观视觉质量的关系

Fig. 5 Relationship between landscape structure elements and visual quality of the landscape

表 5 色彩因子回归分析

Table 5 Regression analysis of color factors

模型	未标准化系数		t 检验	显著性	调整后 R^2	F 检验	P
	估计值(B)	标准误差					
(常量)	-0.959	0.207	-4.632	0			
C_1	0.345	0.15	2.302	0.027			
C_3	0.335	0.157	2.131	0.040	0.534	12.188	0.000
C_4	0.552	0.265	2.085	0.044			
C_5	0.571	0.222	2.568	0.015			

根据表 5 建立基于色彩因子的景观视觉质量预测模型:

$$Y_C = -0.959 + 0.345C_1 + 0.335C_3 + 0.552C_4 + 0.571C_5 \quad (10)$$

建立的预测模型中, C_1 ($P=0.027$)、 C_3 ($P=0.040$)、 C_4 ($P=0.044$)和 C_5 ($P=0.015$)均对景观视觉质量有显著的影响。根据各因子的贡献率(表 6)及散点图(图 6),可得 C_5 对景观视觉质量的贡献率最大,为 31.67%,其次为 C_4 (30.62%)、 C_1 (19.13%)和 C_3 (18.58%)。从主色彩占比来看,研究区滨水景观的主色彩占比多集中在 20%~40%,当其占比在 43%~53%时,景观视觉质量最高,整体来看主色彩占比在 1/3~1/2 时能显著提高滨水景观视觉质量,适当的主色彩占比能够使景观的色彩效果和谐有序;从色彩数量来看,色彩过少或过多都不利于提高公众的好感度,当色彩数量在 12~15 种时,景观视觉质量较高,恰当的色彩数量能够使景

观在表现丰富度的同时又不至于带来杂乱的视觉效果;从景观色泽和色彩主次分明程度来看,景观色泽越鲜艳,色彩主次分明程度越明显,景观视觉质量越高,鲜明的色彩表达能够使景观具有强烈且突出的色彩效果。总的来说,主色彩占比在 1/3~1/2、色彩数量丰富且恰当、景观色泽鲜艳以及色彩主次分明程度明显的滨水景观更受公众喜爱,进一步说明在色彩视觉感知上,人们更偏好于色彩醒目、具有较强视觉吸引力,同时视觉效果不会过于复杂的滨水景观。

2.4 滨水景观视觉质量预测模型构建

利用熵值法,根据相关公式计算在预测模型中景观结构要素视觉质量(Y_X)与色彩因子视觉质量(Y_C)的权重分别为 $w_x=0.478$, $w_c=0.522$ (表 7)。

可得东湖磨山景区滨水景观视觉质量预测模型:

$$Y = 0.478Y_X + 0.522Y_C \quad (11)$$

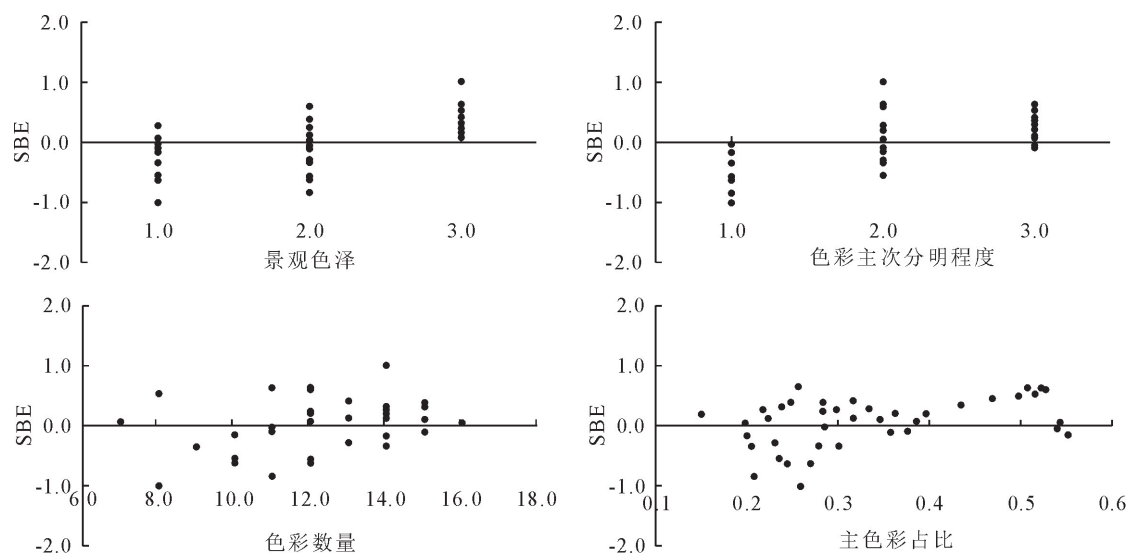


图 6 色彩因子与景观视觉质量的关系

Fig. 6 Relationship between color factors and visual quality of the landscape

表 6 预测模型中各色彩因子贡献率

Table 6 Contribution of color factors in the prediction model

标号	项目	得分	贡献率(%)	偏相关系数
C_1	景观色泽	2.302	19.13	0.484
C_3	色彩主次分明程度	2.131	18.58	0.452
C_4	色彩数量	2.085	30.62	0.297
C_5	主色彩占比	2.568	31.67	0.257

表 7 熵值法确定指标权重结果

Table 7 Results of indicators weighting by the entropy method

项	信息熵值(e)	信息效用值(d)	权重系数(w)(%)
Y_X	0.971 1	0.028 9	47.77
Y_C	0.968 5	0.031 5	52.23

表明景观结构要素与色彩因子对研究区滨水景观视觉质量的影响基本相当,因此在考虑景观视觉质量的提升时,要两者兼顾。

2.5 模型检验

为检验预测模型的有效性,从未使用的景观图片中随机选取 7 张图片作为样本进行模型检验(此次共收集有效问卷 96 份)。根据式(1)得到检验图片的主观评价得分,根据式(9)~式(11)分别得到景观结构要素视觉质量(Y_X)预测得分、色彩因子视觉质量(Y_C)预测得分以及综合景观视觉质量(Y)预测得分(表 8)。

为检验主观评价得分与预测得分的一致性,对数据进行组内相关系数(ICC)检验。结果显示 3 组预测得分的一致性均较好, $ICC(Y_X)=0.790>0.7$ 、 $ICC(Y_C)=0.805>0.7$ 、 $ICC(Y)=0.812>0.7$,即 Y_X 、 Y_C 与 Y 预测模型均能较好地解释研究区滨水景观视觉质量。其中 $ICC(Y)$ 最高,即综合景观视觉质量的预测得分与主观评价得分最为接近,表明综合考量景观结构要素与色彩因子的共同影响,相

比仅考虑单一因素,能够更好地反映滨水景观的视觉质量。

表 8 模型验证对比得分

Table 8 Score for model validation

序号	主观评价得分	Y_X 预测得分	Y_C 预测得分	Y 预测得分
1	0.461	0.141	-0.048	0.042
2	0.623	0.557	0.611	0.585
3	-0.127	-0.316	-0.056	-0.180
4	-0.602	-0.145	-0.366	-0.260
5	-0.240	0.141	-0.054	0.039
6	-0.651	-0.524	-0.424	-0.472
7	0.536	0.234	0.163	0.197

3 结论与讨论

3.1 结论

滨水景观作为城市景观风貌的重要组成部分,是自然风光与人文历史的重要载体。根据本研究可得,景观结构要素对研究区滨水景观视觉质量的影响由大到小为:滨水空间亲水性、空间尺度、驳岸类型;色彩因子对研究区滨水景观视觉质量的影响由大到小为:主色彩占比、色彩数量、景观色泽、色彩主次分明程度;在景观结构要素与色彩因子的共同作用下,能够更好地接近研究区滨水景观的实际视觉质量。基于对东湖磨山景区滨水景观的营建与改造,提出以下建议。

提高滨水空间亲水性、创造大尺度开阔的滨水空间以及设计生态自然式驳岸。可通过增加亲水设施创造交互式景观,满足人们的亲水心理,提升人们的亲水体验;在滨水岸线的空间设计方面,可将一些封闭空间适当改造为开敞或半开敞空间,利用水景

扩大景观空间尺度,创造开阔的观景空间;在构建生态自然式驳岸时,除了要满足生态与美观的需求,还可采用天然石材和木材护底的形式来增强堤岸的防洪能力。

适当提升景观空间的主色彩占比与色彩丰富度,营造鲜艳的景观色泽以及创造色彩主次分明的滨水景观。控制主色彩占比和色彩数量在适当的范围,不会过多和过少,既能形成视觉焦点又不至于造成视觉疲倦,保证整体色彩重点突出且协调统一。还可通过适当点缀邻近色和互补色,提高色彩的醒目程度,创造对比得当、主次分明、层次明显的滨水景观。

注重景观结构要素与色彩因子的共同作用,在双重导向下合理配置两者的关系,增强景观视觉吸引力,达到视觉效果的协调统一,实现更为全面整体的东湖磨山景区滨水景观视觉质量提升。

3.2 讨论

景观视觉质量是景观的客观视觉特征和人们主观感知偏好共同作用的结合体^[2],景观结构要素中的空间和实体景物要素以及色彩因子中的色彩结构和色彩组成因子作为重要的视觉吸引要素,对滨水景观视觉质量起着至关重要的影响,不同要素和因子的影响及其共同作用也可以用来解析人们对滨水景观的视觉感知。

研究表明,在景观结构要素方面,景观视觉质量高的滨水景观亲水性更强、空间更开阔,拥有更多的生态自然式驳岸,这反映了人们的亲水心理以及对自然景观的向往,极大地影响了其审美偏好。该结论与一些学者的研究结论一致,相关研究表明亲水性^[23]和自然式驳岸^[17]可以提高景观的美学价值,M. Roth *et al*^[24]的研究也认为自然性是影响景观视觉质量的重要因素。

在色彩因子方面,主色彩占比在 1/3~1/2、色彩数量丰富且恰当、景观色泽鲜艳以及色彩主次分明程度明显的滨水景观视觉质量较高。从色彩心理学来看,色彩丰富、主次得当且具有视觉吸引力的景观层次感更强,使人们的视觉感知更丰富,视觉刺激更明显,能更好地提升公众的好感度。该结论也与一些研究结论相一致,相关研究表明,主色彩占比较大的景观能够形成视觉焦点,进而提升人们的美感体验^[26],色彩丰富度的适当提高能使景观具有较高的美学价值^[9,11],过高的主色彩占比会使景观趋于平淡,降低视觉吸引力,而过多的色彩数量则会使景观重点不清晰,造成视觉感知的疲惫。

研究结果还表明综合考量景观结构要素与色彩因子的共同影响相比于仅考虑单一因素,能够更精

确地反映研究区的滨水景观视觉质量。然而两者对景观视觉质量的共同作用效果难以定论,不同指标之间的相关性和交互关系使得分析较为复杂且难以预测,今后可进行进一步的研究与探讨。

参考文献:

- [1] Council of Europe. The European Landscape Convention[Z]. Florence, s. n., 2000.
- [2] 张小晶,陈娟,李巧玉,等. 基于视觉特性的川西亚高山秋季景观林色彩量化及景观美学质量评价[J]. 应用生态学报, 2020, 31(1): 45-54.
ZHANG X J, CHEN J, LI Q Y, *et al*. Color quantification and evaluation of landscape aesthetic quality for autumn landscape forest based on visual characteristics in subalpine region of western Sichuan, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2020, 31(1): 45-54. (in Chinese)
- [3] KORPELA K M, YLÉN M, TYRÄINEN L, *et al*. Favorite green, waterside and urban environments, restorative experiences and perceived health in Finland[J]. Health Promotion International, 2010, 25(2): 200-209.
- [4] 刘滨谊,范榕. 景观空间视觉吸引要素量化分析[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2014, 38(4): 149-152.
- [5] 章志都,徐程扬,龚岚,等. 基于 SBE 法的北京市郊野公园绿地结构质量评价技术[J]. 林业科学, 2011, 47(8): 53-60.
- [6] 刘瑞雪,马贤明. 深圳市城市公园植物景观构成与美满意度研究[J]. 中国城市林业, 2016, 14(6): 13-17.
- [7] 齐童,王卫华,王亚娟,等. 城市公园视觉景观质量的影响因素分析——以北京市紫竹院公园为例[J]. 人文地理, 2014, 29(5): 69-74.
- [8] SCHIRPKE U, TASSER E, TAPPEINER U. Predicting scenic beauty of mountain regions[J]. Landscape and Urban Planning, 2013, 111: 1-12.
- [9] 马冰倩,徐程扬,刘江,等. 城镇森林视觉景观异质性与美学质量的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(2): 366-374.
- [10] 唐小清,崔煜文,陈红锋. 多色彩调和在广州生态景观林带中的应用研究[J]. 中国园林, 2017, 33(4): 97-102.
- [11] 毛斌,彭立群,李乐,等. 侧柏风景林美景度的林内色彩斑块非线性模型研究[J]. 北京林业大学学报, 2015, 37(7): 68-75.
MAO B, PENG L Q, LI L, *et al*. Non-linear scenic beauty model of scenic *Platycladus orientalis* plantations based on in-forest color patches[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2015, 37(7): 68-75. (in Chinese)
- [12] 刘滨谊,范榕. 景观空间视觉吸引要素及其机制研究[J]. 中国园林, 2013, 29(5): 5-10.
- [13] 张喆,郅光发,王成,等. 多尺度植物色彩表征及其与人体响应的关系[J]. 生态学报, 2017, 37(15): 5070-5079.
- [14] 陈鑫峰,贾黎明,王雁,等. 京西山区风景游憩林季相景观评价及经营技术原则[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(4): 39-45.
CHEN X F, JIA L M, WANG Y, *et al*. Landscape estimation and management technique principles of different seasonal scenic and recreational forests in West Mountain, Beijing[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2008, 30(4): 39-45. (in Chinese)

- plied Studies in Agribusiness and Commerce, 2008(2):29-33.
- [8] MATERIA V C, PASCUCCHI S, DRIES L. Are in-house and outsourcing innovation strategies correlated? Evidence from the European agri-food sector[J]. Journal of Agricultural Economics, 2017, 68(1):249-268.
- [9] 王建英, 黄祖辉, 陈志钢, 等. 水稻生产环节外包决策实证研究——基于江西省稻农水稻种植数据的研究[J]. 浙江大学学报:人文社会科学版, 2018, 48(2):33-54.
- [10] 刘家成, 钟甫宁, 徐志刚, 等. 劳动分工视角下农户生产环节外包行为异质性与成因[J]. 农业技术经济, 2019(7):4-14.
- [11] 刘魏, 张应良, 王燕. 农村劳动力流动与水稻种植户生产环节外包——基于农户自有机械和农地经营规模的替代效应视角[J]. 贵州大学学报:社会科学版, 2021, 39(3):32-45, 120.
- [12] 张强强, 闫贝贝, 霍学喜, 等. 苹果种植户生产环节外包行为研究——基于 Heckman 样本选择模型的实证分析[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(1):72-76.
- [13] 段培, 王礼力, 罗剑朝. 种植业技术密集环节外包的个体响应及影响因素研究——以河南和山西 631 户小麦种植户为例[J]. 中国农村经济, 2017(8):29-44.
- [14] 魏天兴, 赵健, 朱文德, 等. 退耕还林区水土保持植被恢复及物种多样性特征[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(1):1-6.
- WEI T X, ZHAO J, ZHU W D, *et al.* Characteristics of vegetation recovery and species diversity of converting farmland to forest in northern Shaanxi[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(1):1-6. (in Chinese)
- [15] 郭晗. 黄河流域高质量发展中的可持续发展与生态环境保护[J]. 人文杂志, 2020(1):17-21.
- [16] 李晓平, 谢先雄, 赵敏娟. 资本禀赋对农户耕地面源污染治理受偿意愿的影响分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(7):93-101.
- [17] 陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用[M]. 北京:高等教育出版社, 2014.
- [18] CRAGGY J G. Some statistical models for limited dependent variables with application to the demand for durable goods[J]. Econometrica, 1971, 39(5):829-844.
- [19] 陈超, 唐若迪. 水稻生产环节外包服务对农户土地转入的影响——基于农户规模分化的视角[J]. 南京农业大学学报:社会科学版, 2020, 20(5):156-166.
- [20] 杨志海, 王洁, 杨欣. 自给还是外包:小农户如何参与土壤保护——基于社会资本视角的研究[J]. 中国土地科学, 2020, 34(10):89-98.
- [21] 罗明忠, 唐超, 邓海莹. 从业经历与农业经营方式选择:生产环节外包的视角[J]. 南方经济, 2019(12):68-81.
- [22] 陈迪, 修晨, 韩晓燕. 东北玉米种植户农业生产性服务采纳行为差异研究——基于兼业异质性视角[J]. 玉米科学, 2021, 29(2):179-185.
- [23] 张丽娟. 非农就业对农户是否选择购买地下水灌溉服务的影响——基于跨度 16 年 5 轮实地追踪调查数据的实证分析[J]. 中国农村经济, 2021(5):124-144.
- [24] 张忠军, 易中懿. 农业生产性服务外包对水稻生产率的影响研究——基于 358 个农户的实证分析[J]. 农业经济问题, 2015, 36(10):69-76.

(上接第 238 页)

- [15] DANIEL T C, MEITNER M M. Representational validity of landscape visualizations: the effects of graphical realism on perceived scenic beauty of forest vistas[J]. Journal of Environmental Psychology, 2001, 21(1):61-72.
- [16] 周阳超, 王瑞辉, 周璞, 等. 基于 SBE 法的湖南大围山白檀林春季景观质量评价[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(2):257-262.
- ZHOU Y C, WANG R H, ZHOU P, *et al.* Evaluation on landscape quality of symplocos paniculata in spring in Hunan Dawei Mountain by SBE method[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(2):257-262. (in Chinese)
- [17] 姚玉敏, 朱晓东, 徐迎碧, 等. 城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例[J]. 生态学报, 2012, 32(18):5836-5845.
- [18] 钱欣. 城市滨水区设计控制要素体系研究[J]. 中国园林, 2004, 20(11):31-36.
- [19] 马冰倩, 徐程扬, 崔义. 八达岭秋季景观整体色彩组成对美景度的影响[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(6):258-264.
- MA B Q, XU C Y, CUI Y. Effects of color composition in Badaling forests on autumn landscape quality[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2018, 33(6):258-264. (in Chinese)
- [20] 陈小燕, 郑宇, 魏昱君, 等. 色彩对城市山地型公园春冬季植物景观视觉质量的影响[J]. 中国城市林业, 2020, 18(1):60-65.
- [21] 赵秋月, 刘健, 余坤勇, 等. 基于 SBE 法和植物组合色彩量化分析的公园植物配置研究[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(5):245-251.
- ZHAO Q Y, LIU J, YU K Y, *et al.* Park plant configuration based on SBE method and quantitative analysis of color combination[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2018, 33(5):245-251. (in Chinese)
- [22] 朱喜安, 魏国栋. 嫡值法中无量纲化方法优良标准的探讨[J]. 统计与决策, 2015(2):12-15.
- [23] 刘健行, 彭特, 刘华, 等. 基于公众感知的黑龙江东岸滨江复合型绿地景观视觉评价[J]. 西北林学院学报, 2021, 36(2):258-265.
- LIU J X, PENG T, LIU H, *et al.* Visual evaluation of landscape of the compound green space on the east bank of Wulong River based on public perception[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2021, 36(2):258-265. (in Chinese)
- [24] ROTH M. Validating the use of internet survey techniques in visual landscape assessment—an empirical study from Germany[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 78(3):179-192.
- [25] BULUT Z, YILMAZ H. Determination of landscape beauties through visual quality assessment method: a case study for Kemaliye[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2008, 141(1/3):121-129.
- [26] 周璞, 王瑞辉, 周阳超, 等. 基于 SBE 法的杜鹃景观质量评价[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(5):289-293, 305.
- ZHOU P, WANG R H, ZHOU Y C, *et al.* Evaluation on plantscape value of rhododendron simsii by SBE method[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(5):289-293, 305. (in Chinese)