

昆明国家湿地公园冬春季植物色彩量化分析与评价

Quantitative Analysis and Evaluation of Plant Color in Winter and Spring in Kunming National Wetland Park

陈大美¹ 魏雯^{1*} 黄奕程²

CHEN Damei¹ WEI Wen^{1*} HUANG Yicheng²

(1.昆明理工大学建筑与城市规划学院, 昆明 650500; 2.昆明理工大学建筑工程学院, 昆明 650500)

(1. Faculty of Architecture and City Planning, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China, 650500; 2. Faculty of Civil Engineering and Mechanics, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China, 650500)

文章编号: 1000-0283(2025)02-0123-08

DOI: 10.12193/j.laing.2025.02.0123.014

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2024-08-04

修回日期: 2024-09-27

摘要

国家湿地公园作为湿地保护与利用的核心举措, 植物色彩是评价其景观质量、指导其规划设计的重要指标。以昆明市南滇池国家湿地公园和捞渔河国家湿地公园为研究对象, 从中选取20个典型样地, 对其冬春季植物景观进行色彩量化分析, 采用美景度评价法, 建立预测模型, 筛选影响显著的色彩因子, 以期为西南地区湿地公园植物景观设计提供参考。研究表明: (1) 冬季植物景观中橙黄色(H3)占比高达59.91%, 春季则转向以黄色(H4)和黄绿色(H5)为主, 整体饱和度和明度也有所下降。(2) 国家湿地公园整体美景度平均值为0.00, 表现一般。冬季植物景观美景度评价普遍高于春季, 南滇池的植物景观质量略高于捞渔河。(3) 各色彩因子对美景度影响的显著性顺序依次是: 色相指数>绿色比例>明度指数>色相对比度>色彩多样性。其中色相指数、明度指数与美景度呈负相关, 色相对比度、色彩多样性指数、绿色比例与美景度呈正相关。

关键词

国家湿地公园; 湿地植物; 色彩量化; 美景度评价法; 冬春季; 昆明

Abstract

As a core wetland conservation and utilization strategy, the national wetland park considers plant color a crucial indicator for evaluating landscape quality and guiding its planning and design. This study focuses on the Nan Dianchi and Laoyuhe National Wetland Parks in Kunming, 20 typical sample plots were selected for quantitative color analysis of their plant landscapes during winter and spring. The Scenic Beauty Estimation (SBE) method was employed to establish a predictive model and identify significant influencing color factors. This research aims to provide references for designing plant landscapes in wetland parks in the southwestern region. The study reveals: (1) In winter, the landscape is predominantly characterized by orange-yellow hues (H3), which account for up to 59.91%, while in spring, it transitions to primarily yellow (H4) and yellow-green (H5), with a decrease in overall saturation and brightness. (2) The average scenic beauty score for the national wetland parks is 0.00, indicating moderate performance. The scenic beauty of winter plant landscapes generally rates higher than that of spring, with Nandianchi slightly outperforming Laoyuhe. (3) The order of significance of each color factor on scenic beauty, from most to least influential, is hue index, green ratio, brightness index, hue contrast, and color diversity. The hue and brightness indexes correlate negatively with scenic beauty, whereas hue contrast, color diversity index, and green ratio correlate positively.

Keywords

national wetland park; wetland plants; color quantification; Scenic Beauty Estimation method; winter and spring; Kunming

陈大美

1999年生/女/安徽合肥人/在读硕士研究生/研究方向为园林植物与应用

魏雯

1982年生/女/甘肃兰州人/博士/副教授、硕士生导师/研究方向为地景规划与生态修复、风景园林规划与设计

黄奕程

1999年生/男/云南昆明人/在读硕士研究生/研究方向为土木工程

湿地是全球三大生态系统之一, 被誉为“地球之肾”, 是十分重要的自然资源。中国是一个湿地资源大国, 现有湿地5 360.26万hm², 居亚洲第一, 世界第4^[1]。国家湿地公园是保护利用湿地资源、公众休闲游览的重要途径。植物色彩是评价植物景观的重要指标, 往往

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 35331892@qq.com

基金项目:
国家自然科学基金项目“滇池流域水岸带景观演变及生态安全的影响研究”(编号: 51868028)

给人带来最直接的景观感受^[2]。湿地公园的植物因其独特的生境条件而有别于常规的城市公园，其色彩变化不仅反映季节更迭，还极大地影响了湿地美景度。量化研究植物景观色彩对于理解公众的审美偏好和提升湿地公园的植物景观质量至关重要。

目前国内外关于植物色彩的研究多集中在中国东部、北部等季相变化明显的地区^[3]，尤其以森林公园^[4]、城市公园^[5]、大学校园^[6]等为主，而对于西南部气候温和地区，湿地公园的植物景观色彩研究则较为匮乏。朱奕婕等^[7]从植物季相色彩、色彩搭配与应用等方面定性探讨了玉溪抚仙湖国家湿地公园的植物景观，但并未进行客观的量化分析；杨玲芳^[8]基于RHS色卡研究了成都市白鹭湾湿地公园植物群落的春秋色彩，但对于公众审美的评价过于简略。现有的湿地植物色彩研究以定性说明为主，虽然部分涉及量化分析，但对于植物色彩特征如何影响审美满意度的探讨仍不充分。

关于园林植物色彩的研究可以分为色彩量化方法与景观评价方法两个方面。色彩量化方法有比色卡取色法、仪器测量法和软件量化法，胡昱等^[9]运用Pantone色卡比色方法量化研究苏州市城市公园秋季主要园林植物的色彩变化趋势，但色卡取色依赖肉眼观察，不够严谨；史可等^[10]采用Color Impact软件和美景度评价法（Scenic Beauty Estimation, SBE）对哈尔滨城市公园植物组合春、夏、秋季色彩进行评价，分析植物色彩与景观质量之间的关系，但针对植物色彩景观的提升建议较为笼统。可见色彩量化分析方法的研究尝试还比较有限，仍未形成一个完整系统的理论来指导相关实践^[11]，仪器测量法受限于近距离操作，而软件量化法因其适用于尺度较大、色彩复杂的植物群落，被众多学者青睐。

景观评价方法主要有语义差异法（Semantic Difference, SD）^[12]、层次分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）^[13]和SBE法等^[14]。边文娟等^[15]采用手持NCS微型测色仪2.0，结合NCS标准比色卡，近距离采集色彩数据，运用SD法量化公众心理感知，提供了详细的改造方案，但并未得出公众审美满意度；杨爽等^[16]采用SBE与AHP相结合的方法对郑州龙子湖滨水公园植物群落景观进行色彩量化分析与评价，发现SBE法着眼于整体效果，而AHP法则指向性较强；赵秋月等^[17]基于软件量化法和SBE法研究福州市西湖公园单季的植物组合色彩要素对景观质量的影响，缺乏对植物景观季相变化的对比观察。SBE法操作简便且直观有效，广泛应用于景观评价，能够准确反映公众的审美感受。因此，选用软件量化分析与SBE法相结合的研究方法，可以更科学地解释植物色彩与景观美景度之间的关系。

本研究以昆明市南滇池国家湿地公园和捞渔河国家湿地公园为研究对象，从中选取20个典型样地，在冬春两季进行实地调研，采用色彩辅助软件进行植物景观色彩特征的提取并分析，再通过SBE法收集公众评分数据，以各色彩因子为自变量，SBE值为因变量，建立植物景观美景度评价模型，探讨对SBE值有显著影响的色彩因子，以期为西南地区湿地公园的植物景观规划设计提供参考依据。

1 研究区概况

昆明，以“春城”著称，坐落于滇中地区的滇池湖滨盆地，属于云贵高原的“无夏区”，一年只有春、秋、冬三个季节，春季和秋季占全年80.8%，年平均气温15.9℃，年降水量991 mm，属中亚热带半湿润季风气候。终年气候温和，干湿季分明，四时如春似

秋，占尽了春光秋色^[18]。

滇池，被誉为云贵高原上的一颗璀璨明珠，环滇池坐落着两个国家湿地公园。南滇池国家湿地公园（简称南滇池）位于晋宁区滇池南岸，总面积1 220 hm²，湿地率91.43%，其于2019年正式成为昆明市首个国家湿地公园。捞渔河国家湿地公园（简称捞渔河）位于呈贡区滇池东岸，总面积734.31 hm²，湿地率72.74%，其于2017年批准成为试点国家湿地公园，是国家3A级旅游景区。在实地勘察的基础上，依据植物的生长特性，筛选出公园中季相变化明显、色彩层次丰富、观赏度高的典型植物群落。南滇池水生植物丰富，但部分区域仍未向公众开放，因此选择3处陆生、3处湿生、5处水生植物组合作为研究样地。鉴于捞渔河面积稍小，陆生植物多样，选择4处陆生、3处湿生、2处水生植物组合作为研究样地。为便于研究分析，将所选样地按照如下分类方法进行编号：南滇池N，捞渔河L；陆生T，湿生W，水生A；冬季W，春季S；样地序号1, 2, 3……（图1）。

2 研究方法

2.1 照片数据采集

昆明的冬季大约在每年12月1日开始，而春季则从次年的2月9日开始，因此本研究选取2024年1月和3月分别代表冬季和春季采集照片。选择晴朗少云、能见度高的天气，拍摄时间为10:00–16:00，由同一人直立拍摄，使用Canon 5d4相机，采用统一的拍摄模式，拍摄高度为1.5 m，以最接近人眼视角的50 mm焦距取景，横向拍摄，顺光，自动对焦，白平衡5 500，每次拍摄尽量选取同一拍摄位置与角度^[19]。本次共拍摄387张照片，后期选择质量较高的40张植物景观图片进行研究分析。



图1 昆明市国家湿地公园样地位置
Fig. 1 Kunming National Wetland Park sample plot location

2.2 色彩量化方法

为真实反映湿地公园植物景观的色彩特征，先用Photoshop软件将天空统一设置成白色，再采用色彩辅助软件Color Impact进行色彩特征的提取和统计，剔除代表天空的白色，且占比小于1%的色彩忽略不计。HSB色彩模式是最接近人眼对色彩的感知的色彩模式^[20]，主要通过色相(H)、饱和度(S)和明度(B)来描述彩色图像。本文参照田玉敏^[21]的量化方法，采用非均匀的色彩量化划分同类色彩区间，将色相(H)划分为16个等级，饱和度(S)和明度(B)划分为4个等级，将HSB色彩模型划分成H:S:B=16:4:4的区间范围，同时对区分度较小的色彩区间进行归一化处理，最终获得144种色彩^[22]。

2.3 SBE法

SBE法^[23]是学者们普遍公认的比较成熟的景观评价方法，具有测量美景度值比较客观的优点^[24]。调查问卷首先设置5题进行预打分，然后随机播放图片，浏览打分时间不少于5s，采用-3至3的7分制作为评价尺度。以问卷星平台为媒介，共发放143份问卷，回收有效问卷127份，有效率88.8%。为验证问卷的科学性和可靠性，采用SPSS 27.0软件对问卷进行可靠性分析，结果显示克朗巴哈系数 α 值为0.928，大于0.9，说明本次问卷具有较高的可信度和内在一致性。为减小个人评分差异，研究采用传统的标准化法计算问卷数据，具体见公式(1)–(3)^[25]。

$$Z_{ij} = \frac{(R_{ij} - \bar{R}_j)}{S_j} \quad (1)$$

$$\bar{R}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{ij} \quad (2)$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_{ij} - \bar{R}_j)^2} \quad (3)$$

式中， Z_{ij} 为第j个评价者对第i张照片的美景度标准化值； R_{ij} 为第j个评价者对第i张照片的打分值； \bar{R}_j 为第j个评价者对所有照片的打分值的平均值； S_j 为第j个评价者对所有照片的打分值的标准差。将所有评价者的美景度标准化值求平均即得到最终结果。

3 结果与分析

3.1 国家湿地公园植物景观色彩量化特征

3.1.1 色相

昆明市国家湿地公园的冬春季的植物

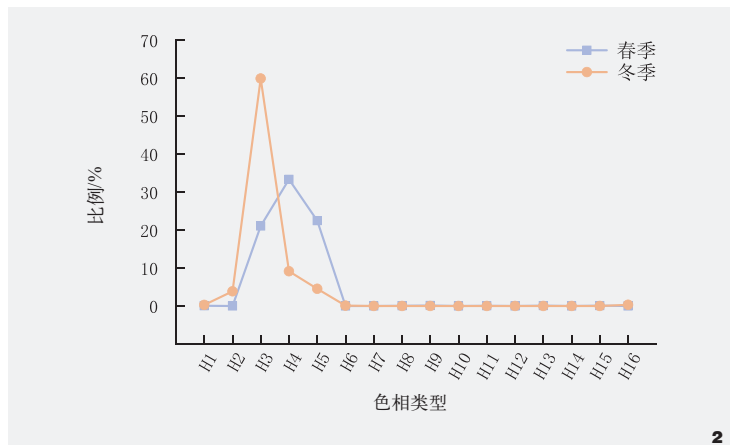


图2 色相类型占比
Fig. 2 Hue type ratio

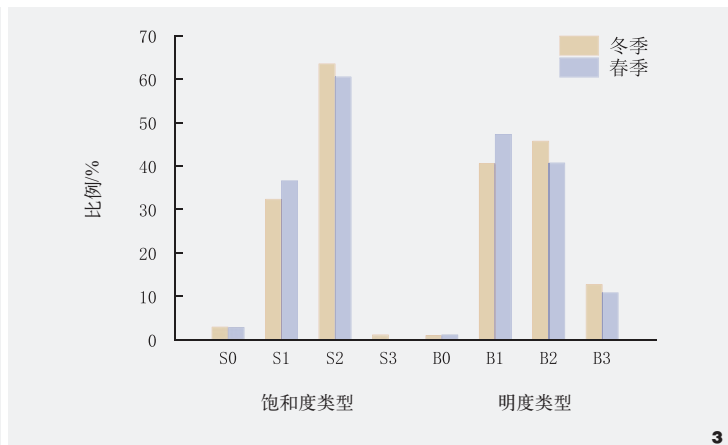


图3 饱和度与明度类型占比
Fig. 3 Ratio of saturation and brightness types

景观色相类型丰富，占据了色相环中的12种色相，且在色相数量上没有显著的差异（图2）。冬季植物色彩以橙黄色（H3）为主导，占比59.91%，黄色（H4）、黄绿色（H5）和橘红色（H2）占比均低于10%。这是由于昆明的湿地公园中种植了大量的中山杉（*Taxodium 'Zhongshanshan'*）成景，在温暖的冬天尽展浓郁的橙黄色。随着春季来临，黄色（H4）和黄绿色（H5）的占比显著上升，橙黄色（H3）的占比则呈明显下降趋势，青绿色（H8）、红调紫（H15）等占比极低，几乎趋近于0。春季植物焕发新生，中山杉、垂柳（*Salix babylonica*）等主要树种正萌发新叶，生机尚未恢复，因此整体色彩以明亮的黄色和黄绿色为主。总体而言，南滇池和捞渔河在色相类型上无明显差异，显示出二者在植物景观营造上的相似性，但冬春季不同色相的占比不同，展现出湿地植物独特的季相性风貌。

3.1.2 饱和度与明度

饱和度表现出色彩的鲜艳与浓淡，冬

春两季的色彩饱和度占比皆为 $S2 > S1 > S0 > S3$ ，但春季的饱和度整体要低于冬季。昆明的冬季相对温暖，秋色叶植物仍处于叶色变换的时期，落叶时间长而缓慢，以至于春季植物叶尚未满，以饱和度低的枝干为主。明度是指颜色的亮暗程度，高明度轻快，低明度沉稳，冬季植物景观的色彩明度占比为 $B2 > B1 > B3 > B0$ ，春季则为 $B1 > B2 > B3 > B0$ ，说明春季植物景观的整体明度略低于冬季。光线强弱是影响颜色明度的直接因素，昆明的冬季属于旱季，阳光充足，春季阴雨天气偏多，光照不足；且冬季植物叶片较多，处于颜色变化期，春季新叶萌发，颜色较嫩，固有明度和反光程度比冬季低，导致景观整体明度下降（图3）。

综上所述，昆明市国家湿地公园的冬季植物景观在色彩饱和度和明度方面都要高于春季，而南滇池相对于捞渔河也表现得更为突出。可能是因为南滇池湿地率较高，色彩明艳的湿生、水生植物较多，如蒲苇（*Cortaderia selloana*）、睡莲（*Nymphaea tetragona*）等，表现出鲜明的季节性和地域性特点。

3.2 国家湿地公园植物景观美景度评价

3.2.1 不同群体的SBE值

大量研究表明不同群体在景观审美偏好上具有显著的相似性^[26]。然而，也有部分研究指出，个体的主观差异，如专业背景、教育水平等，可能会在不同程度上影响评判结果。在本次问卷调查中，园林相关专业人员和非专业人员的比例均衡，且美景度标准化值差距甚微，不过相关专业人员在打分时较大胆，表现出更加明显的审美偏好，这可能与他们对植物配置和色彩层次的专业理解有关。总体而言，评价结果基本相近，说明两者的审美具有一致性（表1）。

3.2.2 美景度值分级分析

本研究采用传统的标准化法计算美景度值（图4）。结果表明，昆明市国家湿地公园植物景观美景度值在-1.027 ~ 0.756，平均值为0.00，说明整体评价一般。冬季的美景度平均值为0.180，显著高于春季的-0.180，且春季的美景度值普遍不及冬季，表明公众对湿地公园的冬季景观有更高的审美倾向。同时，

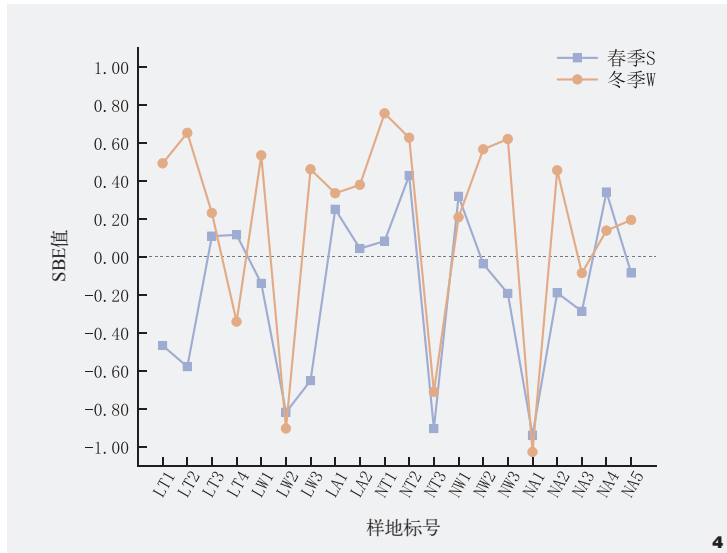


图4 冬春季美景度值
Fig. 4 Winter and spring SBEs

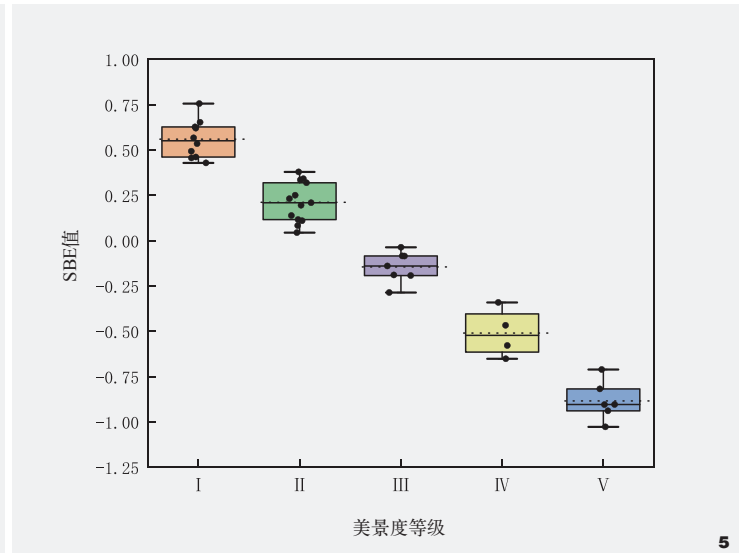


图5 各等级美景度值箱线图
Fig. 5 Box diagram of SBEs of each grade

表1 不同群体美景度值对比表
Tab. 1 Comparison table of SBEs of different groups

评价群体 Evaluation group	回收问卷数量/份 Number of questionnaires collected	美景度值 SBEs		
		最大值	最小值	平均值 ± 标准偏差
相关专业人员	65	0.847	-1.086	0.000 ± 0.553
非专业人员	62	0.661	-0.966	0.000 ± 0.471
全部人员	127	0.756	-1.027	0.000 ± 0.506

冬季的美景度值波动幅度较大，最高点和最低点的差异显著，说明冬季大部分样地的植物景观是受公众欢迎的，但仍有几个样地评分极低，景观质量很差。春季的美景度值波动较小，但整体趋向于中等偏下，这可能与春季植物生长初期，景观萧条、色彩吸引力不足有关。

为了更直观地探究植物季相色彩与美景度的关系，采用等差法^[27]将40张照片的美景度值分为5个等级：优(I)、良(II)、中(III)、下(IV)、差(V)，对应的美景度值范围分别为(0.40, 0.76]，(0.04, 0.40]，(-0.31, 0.04]，

(-0.67, -0.31]，(-1.03, -0.67]。美景度值在各等级中分布均匀，没有显著异常值(图5)。优等的植物景观有10个，冬季9个，春季1个；良等的植物景观有13个，春季7个，冬季6个；中等的植物景观有7个，春季6个，冬季1个。冬季景观评价集中在优良等级，而春季景观评价则多分布在良和中等等级，表明冬季的景观质量普遍较好，冬季整体SBE高于春季。此外，有25%的植物景观被评为“下”或“差”。总体而言，评判者对昆明市国家湿地公园的植物景观色彩给出了中等的的评价，但仍有部分植物景观质量较低，需进一步提升。

3.2.3 植物组合分析

根据美景度值的比较分析发现，不同样地在不同季节的美景度值存在显著差异，这些差异可能与植物种类、色彩表现等因素密切相关。因此本文选择冬春季评分都较高、冬春季评分差距较大和冬春季评分都较低的三类植物组合进行对比分析(表2)。冬春季评分都较高的样地植物种类通常有5~6种，有千层金(*Melaleuca bracteata*)、银荆(*Acacia dealbata*)、高盆樱桃(*Cerasus cerasoides*)等点景植物作为视觉焦点，蒲苇作为中景植物与中山杉林的背景相结合，创造了层次分明的景观效果。这种成熟的湿地植物配置模式色彩丰富，层次分明，在不同的季节都能保持较高的美景度。在冬春季评分差距较大的样地中，植物种类相对较少，季节的变换显著影响了美景度评分，昆明一月油菜花(*Brassica rapa var. oleifera*)的绽放与中山杉的橙黄色背景共同作用，为景观带来丰富而明艳的色彩，然而三月来临，油菜花结籽，中山杉新叶抽

出，色相的趋同削弱了景观层次感，从而造成冬春季评分的巨大差异。在两季评分都不理想的样地中，植物种类繁多，层次杂乱无章，一些入侵植物如大藻 (*Pistia stratiotes*)、紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*) 等毫无控制地蔓延，不仅破坏生态平衡，也降低景观的整体美感，连续季节的低评分反映出植物配置设计和维护管理的不足。

3.3 色彩因子与美景度相关性分析

3.3.1 预测模型的构建

本研究采用色相指数、饱和度指数、明度指数表现植物景观色彩基本特征，色相对比度、饱和度对比度、明度对比度表达视觉冲击力^[28]，主色相比例、绿色比例、背景比例表达色彩斑块特点，色彩多样性指数 (Shannon Wiener Index)^[29]表达色彩丰富度，通过Excel软件计算以上10个色彩因子作为自变量，将20个样地的冬春季SBE值作为因变量，运用SPSS 27.0软件建立多元线性回归模型 (表3)。从模型中得出，模型的复合判定系数 (R^2) 为0.466，方差膨胀因子VF都小于10，说明各色彩指标因子之间没有明显的共线性；且多项色彩因子的 p 值均小于0.05，说明与SBE值均具有一定程度的相关性。回归模型的标准残差的极大值为1.352，小于默认值3，未发现异常值。因此，该回归模型分析具有统计学意义。

剔除对因变量SBE值贡献率小的影响因素，最后得到色相指数、绿色比例、明度指数、色相对比度和色彩多样性5项影响因素，据此建立昆明市国家湿地公园植物景观色彩美景度预测模型：

$$SBE = 3.233 - 0.064X_1 - 4.632X_2 + 0.021X_3 + 0.664X_4 + 2.228X_5 \quad (1)$$

式中， X_1 为色相指数， X_2 为明度指数， X_3 为色相对比度， X_4 为色彩多样性指数， X_5 为绿色比例。

表2 不同评价类型样地评分与植物配置表
Tab. 2 Plot score and plant allocation table of different evaluation types

评价类型 Evaluation type	样地编号 Plot number	冬季照片与SBE值 Winter photos with SBEs	春季照片与SBE值 Spring photos with SBEs	植物配置 Arrangement of plants
冬春季评分都较高	NT2			黄金菊+千层金+蒲苇+垂柳+中山杉
		0.628	0.429	
冬春季评分差距较大	NW1			芦苇+狐尾藻+银荆+蒲苇+高盆樱桃+中山杉
		0.209	0.319	
冬春季评分差距较大	LT2			黄金菊+油菜花+木槿+中山杉
		0.653	-0.578	
冬春季评分都较低	LW3			香蒲+芦苇+垂柳+中山杉
		0.461	-0.651	
冬春季评分都较低	LW2			滇水金凤+双荚决明+紫茎泽兰+芦苇+翠竹+中山杉+杨树
		-0.904	-0.818	
冬春季评分都较低	NA1			紫萍+大藻+芦苇+香蒲+火棘+高盆樱桃+垂柳+中山杉
		-1.027	-0.939	

色相对比度， X_7 为色彩多样性指数， X_8 为绿色比例。各色彩因子对湿地公园植物景观美景度影响的显著性顺序依次是色相指数>绿色比例>明度指数>色相对比度>色彩多样性。

3.3.2 色彩影响因素

根据模型分析，可以总结出昆明市湿地公园植物景观色彩美景度的影响规律：从色相指数来看，其系数为-0.064，表明色相指数

表3 模型回归分析
Tab. 3 Model regression analysis

模型 Model	未标准化系数 Unnormalized coefficient		标准化系数 Standardization coefficient	t	显著性 Significance	共线性统计 Collinearity statistics	
	B	标准错误	Beta			容差	VIF
常量	3.233	1.731		1.868	0.072		
色相指数 X_1	-0.064	0.018	-1.181	-3.468	0.002	0.159	6.295
饱和度指数 X_2	1.277	1.121	0.265	1.138	0.264	0.340	2.940
明度指数 X_3	-4.632	1.830	-0.568	-2.531	0.017	0.365	2.736
色相对比度 X_4	0.021	0.009	0.435	2.221	0.034	0.481	2.080
饱和度对比度 X_5	0.228	0.580	0.073	0.393	0.697	0.530	1.886
明度对比度 X_6	0.856	0.738	0.231	1.160	0.256	0.466	2.147
色彩多样性指数 X_7	0.664	0.320	0.461	2.075	0.047	0.374	2.675
主色相比例 X_8	0.177	0.510	0.059	0.348	0.731	0.632	1.581
绿色比例 X_9	2.228	0.642	1.138	3.471	0.002	0.171	5.838
背景比例 X_{10}	0.826	0.878	0.224	0.940	0.355	0.324	3.084

与美景度呈负相关，即植物景观色彩越接近橙、黄等暖色调的色相时，*SBE*值越高，适当的暖色比例能激发人们的积极情绪。从明度指数来看，明度的升高显著降低*SBE*值，过高的明度可能使植物景观缺乏景深和层次，降低景观的视觉舒适度。色相对比度的系数为0.021，说明色相对比度的增加会轻微提升*SBE*值，鲜明的色彩对比可以深化景观层次，提升景观的视觉吸引力。色彩多样性指数的系数为0.664，显示色彩多样性的提高将显著提高*SBE*值，色彩的丰富程度与植物多样性密切相关，适当补植色叶和观花植物可以提高湿地景观质量。同时绿色比例对美景度也有显著的正向影响，说明常绿树种在冬春季植物景观中占据重要位置。

4 结论与讨论

研究基于色彩量化分析和*SBE*方法，实地调研昆明国家湿地公园的冬春季植物景观，利用Color Impact软件量化分析植物色彩特征，通过问卷调查收集公众的审美满意度数据，据此构建回归模型，探讨植物色彩因子与景

观美学质量之间的相关性。研究发现：(1) 昆明国家湿地公园植物景观色彩季节性差异明显，冬季以橙黄色为主，饱和度较高，而春季以黄色、黄绿色为主，色相对比度不足；(2) 昆明国家湿地公园美景度评价表现一般，冬季植物景观*SBE*值普遍高于春季，南滇池的景观质量优于捞渔河；(3) 色相指数、绿色比例、明度指数、色相对比度和色彩多样性等色彩因子对湿地植物景观美景度存在显著影响。研究弥补了湿地公园植物色彩分析与评价的不足，为湿地公园的规划设计和植物配置提供有力的科学依据。

4.1 季相性色彩特征

昆明市国家湿地公园的植物景观随季节更替展现出显著的季相性特点。冬季植物景观以橙黄色(H3)为主导，占比高达59.91%，色相对比度较高；春季植物景观则转向以黄色(H4)和黄绿色(H5)为主，对比度减弱，整体饱和度和明度也有所下降，色彩丰富度较之冬季更低。聚焦于冬季景观的研究相对较少，且不同地域的研究呈现出显著的色彩差异，

例如苏星月等^[9]的研究表明东北农业大学冬季景观以深褐色为主，而马雅楠^[22]研究得出杭州城市公园冬季景观偏向黄色和橙黄色，与本研究结果类似，可能与南方地区冬季落叶植物变色有关。春季景观色彩特征则与陈小燕等^[27]、陈嘉婧等^[28]的研究结果吻合，均以黄绿色为主。冬春季并不是湿地公园的最佳观赏时期，但昆明因其温暖的气候在冬季也能保持着较受欢迎的景观效果，然而，初春时期景观萧条，色彩单调且层次感不足，植物色彩在冬春之交的延续性不够，建议增加如桃花(*Prunus persica*)、梅花(*Armeniaca mume*)、云南黄素馨(*Jasminum mesnyi*)等早春花卉，以及紫叶李(*Runus cerasifera* ‘Pissardii’)、鸡爪槭(*Acer palmatum*)等色叶树种，来丰富初春时节植物景观的色彩层次，延长可观赏时间，为公众提供更持久、更丰富的观赏体验。

4.2 *SBE*排序

不同群体对植物景观的审美具有很大的相似性，这与相关研究结果一致。昆明国家湿地公园美景度值主要集中在中等水平(等级Ⅲ)，冬季植物景观*SBE*值普遍高于春季，而南滇池的植物景观质量略优于捞渔河，总体评价排序为：南滇池冬季景观>捞渔河冬季景观>南滇池春季景观>捞渔河春季景观。这与马雅楠^[22]和王佳祺^[30]的研究结果不同，由于研究区域的不同，四季分明地区的冬季景观萧瑟，不及春季生机勃勃。而昆明的冬季气温较高，许多落叶植物变色，如中山杉，与常绿植物搭配形成强烈的景观效果，而春季湿地植物景观则对比度不足，层次不明显。研究发现，点景植物搭配蒲苇、中山杉林的植物配置模式已成熟应用于湿地公园，效果显著，建议进一步提高这些优良植物色彩品种的应用频度；反观植物种类繁

多且入侵植物蔓延的样地，景观杂乱无章，生态破坏严重，应加强对入侵植物的监控和管理，及时清理，优化植物配置，以提升整体景观质量。

4.3 影响显著的色彩因子

经过色彩因子指标的计算和美景度预测模型的建立，揭示影响湿地植物景观美景度的主要色彩因子，其显著性顺序依次是：色相指数>绿色比例>明度指数>色相对比度>色彩多样性。其中色相指数、明度指数与美景度呈显著负相关，这与史可^[20]的研究结果吻合，说明暖色调植物更受公众青睐，而春季过高的明度可能会削弱景观的视觉舒适度。同时，绿色比例与美景度的正相关关系得到赵秋月等^[14]的研究支持，马雅楠^[22]的研究也证实色彩多样性与美景度呈正相关。此外，相关研究认为冷暖色比对美景度值有显著影响，但本次研究中植物景观以暖色调为主，冷色调几乎为零，因此无法得出显著的相关性，但可以表明色相对比度越大，美景度值越高。植物因季相变换而尽显景观活力，但冬春季往往因景观萧瑟而忽略其观赏价值，建议在设计湿地公园植物配置时，注重冬春季植物色彩的搭配，在适当的常绿树种比例下，增加暖色调落叶植物的比重，强化色相对比度，同时增植色叶与观花的乡土植物，以丰富色彩多样性，从而提升植物景观质量，提高公众对湿地公园的审美满意度。

4.4 展望与不足

国家湿地公园的建设如火如荼，植物景观美景度与各类影响因子之间的关系备受学者关注。研究以植物色彩因子建立模型，未能全面考虑林冠线、水体占比等因素，因此模型的精确度有限。此外，基于植物照片的

研究可能会受光线、摄影构图的影响，致使无法精准反映实际景观。最后，研究仅限于冬春季比较，未来可覆盖全年季相变化，进行更加全面的分析。

注：文中图表均由作者自绘/摄。

参考文献

- [1] 裴理鑫, 叶思源, 何磊, 等. 中国湿地资源与开发保护现状及其管理建议[J]. 中国地质, 2023, 50(2): 459-478.
- [2] 王秋艳, 唐令, 肖湘东, 等. 城市公园春季植物景观美景度评价与分析——以苏州工业园区为例[J]. 建筑与文化, 2023(11): 236-238.
- [3] 陈丽飞, 李雪滢, 陈翠红, 等. 长春市高校植物秋季色彩调查与NCS量化研究[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(04): 246-254.
- [4] 郑宇, 张玮琪, 吴倩楠, 等. 陕西金丝大峡谷国家森林公园秋季景观林色彩量化研究[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(03): 275-280.
- [5] 白浩媛, 王洪成. 城市公园绿地春季花卉色彩量化及其景观色彩美的营造[J]. 中国城市林业, 2023, 21(02): 67-75.
- [6] 苏星月, 赵鹤雅, 夏天, 等. 寒地高校校园植物景观调查与色彩量化分析[J]. 现代园艺, 2023, 46(1): 22-25.
- [7] 朱奕婕, 蒋锐. 湿地公园植物色彩应用研究——以云南玉溪抚仙湖国家湿地公园为例[J]. 园林, 2019, 36(11): 25-30.
- [8] 杨玲芳. 成都城市湿地公园植物色彩营造研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2020.
- [9] 胡昱, 杨承慧, 钱德雪, 等. 城市公园植物秋季色彩特征的量化研究——以苏州市工业园区为例[J]. 西北林学院学报, 2022, 37(04): 266-272.
- [10] 史可, 左国良, 胡海辉. 基于公众审美的哈尔滨城市公园植物色彩评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2022, 46(01): 233-240.
- [11] 陆子婧, 王锦, 张喆, 等. 植物色彩量化方法研究[J]. 现代农业科技, 2022(02): 127-132.
- [12] BRADLEY M M, LANG P J. Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential[J]. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 1994, 25(1): 49-59.
- [13] LU J G, LI S Y. Study on the Synthetical Assessment of Park Plant Landscape and Its Application[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2009, 33(06): 139-142.
- [14] 杨书豪, 谷晓萍, 陈珂, 等. 国内景观评价中SBE方法的研究现状及趋势[J]. 西部林业科学, 2019, 48(03): 148-156.
- [15] 边文娟, 黄东, 马晓雨, 等. 城市滨水区环境色彩景观对公众心理健康的影响——以深圳大沙河生态长廊为例[J]. 中国城市林业, 2023, 21(05): 65-73.
- [16] 杨爽, 张旭光, 刘洋, 等. 基于色彩要素量化分析的郑州市龙子湖滨水公园植物群落景观评价[J]. 林业调查规划, 2024, 49(01): 89-97.
- [17] 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(05): 245-251.
- [18] 解明恩, 姚愚, 段玮, 等. 低纬高原气候季节变化特征研究——以云南昆明大理为例[J]. 热带气象学报, 2023, 39(2): 171-182.
- [19] 王安, 蔡建国. 植物景观色彩量化研究进展[J]. 中国城市林业, 2022, 20(04): 134-139.
- [20] 史可. 基于公众审美的哈尔滨城市公园植物色彩评价及优化研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2020.
- [21] 田玉敏, 林高全. 基于颜色特征的彩色图像检索方法[J]. 西安电子科技大学学报, 2002(01): 43-46.
- [22] 马雅楠. 杭州城市公园植物景观色彩量化研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2023.
- [23] DANIEL T C, BOSTER R S. Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method[J]. USDA Forest Service Research Paper RM, 1976, 167: 1-66.
- [24] 王正浩, 程璜鑫. 美景度评价在湿地景观质量评价中的应用与发展趋势[J]. 中国水运(下半月), 2023, 23(10): 73-76.
- [25] 刘艳伟, 蔡建国, 舒美英. 杭州西湖秋季植物群落色彩的定量研究[J]. 安徽农业大学学报, 2022, 49(01): 56-61.
- [26] ZANTEN B T V, ZASADA I, KOETSE M J, et al. A Comparative Approach to Assess the Contribution of Landscape Features to Aesthetic and Recreational Values in Agricultural Landscapes[J]. Ecosystem Services, 2016, 17: 87-98.
- [27] 陈小燕. 城市山地型公园景观评价及优化研究——以福州金鸡山公园为例[D]. 福州: 福建农林大学, 2024.
- [28] 陈嘉婧, 刘保国, 李睿, 等. 基于植物群落色彩构成量化的植物配置研究[J]. 河南农业大学学报, 2019, 53(04): 550-556.
- [29] SPELLERBERG I F, FEDOR P J. A Tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a Plea for More Rigorous Use of Species Richness, Species Diversity and the “Shannon-Wiener” Index[J]. Global Ecology & Biogeography, 2003, 12(3): 177-179.
- [30] 王佳琪. 西安市环城公园植物景观色彩研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2023.