

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2024. 01. 017

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

杨 爽, 张旭光, 刘 洋, 郭 楠, 李永华

(河南农业大学 风景园林与艺术学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 色彩丰富的季相植物景观能提供丰富的视觉感受, 营造良好生活环境。以郑州市龙子湖滨水公园为研究对象, 基于季节性色彩量化分析, 采用 AHP 法与 SBE 法对选定的 20 个植物群落进行植物景观色彩评价, 分析影响植物景观色彩质量的主要因子。结果表明, 样地植物种类多样, 色彩丰富度较高, 对比度较低, 景观整体色相值偏低, 饱和度及明度适中, 色彩特征鲜明; AHP 法与 SBE 法虽侧重点不同但二者评价结果具有一致性, 可共同应用于景观评价中; 根据评价模型可知色彩数量 C_1 、明度指数 C_8 是影响植物景观美景度的主要因子。本次研究结果可为城市园林绿化植物种类的选择及景观塑造提供理论支撑。

关键词: 龙子湖城市滨水公园; 植物群落; 季节性; 色彩量化; 色彩评价; 郑州市

中图分类号: TU986. 52; S718. 54; P901 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2024)01-0089-9

引文格式: 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(1): 89-97, 119. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2024. 01. 017

YANG Shuang, ZHANG Xuguang, LIU Yang, et al. Landscape Evaluation of Plant Communities in Longzi Lake Waterfront Park of Zhengzhou City Based on Quantitative Analysis of Color Elements[J]. Forest Inventory and Planning, 2024, 49(1): 89-97, 119. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2024. 01. 017

Landscape Evaluation of Plant Communities in Longzi Lake Waterfront Park of Zhengzhou City Based on Quantitative Analysis of Color Elements

YANG Shuang, ZHANG Xuguang, LIU Yang, GUO Nan, LI Yonghua

(College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Colorful seasonal plant landscape can provide rich visual experience for the public and create a good living environment. Taking Longzi Lake Waterfront Park of Zhengzhou City as the research object, based on seasonal color quantitative analysis, this paper used analytic hierarchy process (AHP) and scenic beauty estimation method (SBE) to evaluate the color of 20 selected plant communities, and analyze the main factors affecting the color quality of plant landscape. The results showed that the sample plot had a variety of plant species, rich color, low contrast ratio, low overall color phase value, moderate saturation and brightness, and distinct color characteristics; although the AHP and SBE method were different, the two evaluation results were consistent and could be used in landscape evaluation; according to the evaluation model, the number of colors C_1 and brightness index C_8 were the main factors affecting the beauty of the plant landscape. The results of this

收稿日期: 2022-08-23.

基金项目: 河南省科技攻关项目 (212102110185, 21A220002).

第一作者: 杨爽 (1997-), 女, 河南三门峡人, 硕士研究生. 研究方向为风景园林植物资源应用. Email: 1059128361@qq.com

责任作者: 郭楠 (1983-), 女, 湖南常德人, 博士. 研究方向为植物景观与规划设计. Email: 61024817@qq.com

study could provide theoretical support for the selection of urban landscape plants and landscape modeling.

Key words: Longzi Lake Waterfront Park; plant community; seasonal; color quantification; color evaluation; Zhengzhou City

植物群落是城市绿化中最具生命力和代表性的组成单元,不仅对空气质量和人居环境改善、缓解城市热岛效应、维护城市生态系统起到积极作用,而且还拥有较高的美学观赏价值。研究表明在呈现景观效果、传达景观视觉特征、刺激人体视觉感受方面,植物色彩比植物景观的其他要素更加直接^[1],因此从植物色彩角度出发,营造满足公众审美需求、色彩丰富的季相植物景观,是植物景观提升中一项亟需解决的工作^[2]。

植物景观色彩相关研究主要包括 2 个方面。一是色彩量化研究,主要有比色卡取色法、仪器测量法、软件测量法^[3-4],前两种方法通常只能对局部某一点色彩值进行量化,而针对尺度较大、色彩组成复杂的对象则适合软件测量法。在研究尺度方面主要包括植物个体色彩量化与植物群落色彩量化^[5-6],其中大多数研究还停留在对单一植物色彩量化的阶段,这对高质量植物群落色彩景观营建难以形成有效的指导策略^[7]。二是植物景观色彩评价研究,主要有美景度评价法(SBE 法)、层次分析法(AHP 法)、比较评判法(LCJ 法)和语义分析法(SD 法)。赵秋月^[8]采用 SBE 法对选定的植物组合进行景观评价,从 11 个色彩指标中筛选得出影响植物组合美景度的主要因子,分别为色彩层次感、主色彩布局、与周围环境色彩对比程度等。王子^[9]对研究区秋季景观色彩进行量化,并运用 SD 法,构建研究区风景林景观色彩质量综合评价指标体系,弥补了景观色彩量化与色彩评价方面的不足。杨阳等^[10]利用主成分分析法从 25 个变量因子中筛选得出影响美景度等级最为重要的因素是植物景观色彩质量指数,且二者呈正相关关系。而随着研究的深入,越来越多的学者认识到单一评价方法的不足,开始尝试使用多种评价方法协同进行研究,同时也在不断地引入新的评价指标,但在指标的选择方面仍以定性结合定量为主,鲜有研究完全选择定量指标且使用两种评价方法协同进行植物群落景观色彩评价。

本研究中以较大尺度的植物群落为研究对象,采用软件测量法对郑州市龙子湖滨水公园内选定的 20 个植物群落进行色彩量化,弥补了郑州市滨水公园植物景观季节性色彩量化研究的不足。在采用 AHP 法的基础上,引入 SBE 法,将植物群落景观色彩客观量化指标与公众心理响应结合,克服了单一

评价方法的局限性,构建植物群落景观色彩评价模型,为指导园林植物种植、优化植物配置、提高植物群落观赏性提供了参考。

1 材料与方法

1.1 研究区域及样地选取

郑州市龙子湖滨水公园位于郑州市郑东新区,作为郑州市生态回廊的一部分,发挥着有效的废弃过滤与氧气供给的作用,其绿地景观是郑州市郑东新区绿地系统规划中的重要组成部分,由龙子湖水域(95 hm²)形成环状的城市湿地景观带。场地绿地面积约 96.2 hm²,绿地率 50.3%。经初步调查,研究区域内有乔木 150 余种,灌木 300 余种。

种植设计单元(planting design unit)是园林种植设计中的基本单位,是植物景观营造过程中的最小组成部分^[11],因此本次研究选取 20 个片状且保存情况良好、结构完整、处于生长稳定阶段、具有典型性和代表性的植物群落作为研究对象,依次编号为 Y₁~Y₂₀。此外还需满足植物群落面积在 50 m² 以上,具有一定规模,样地位置在客流量较多的公园主干道路旁或公园出入口处等要求(图 1)。

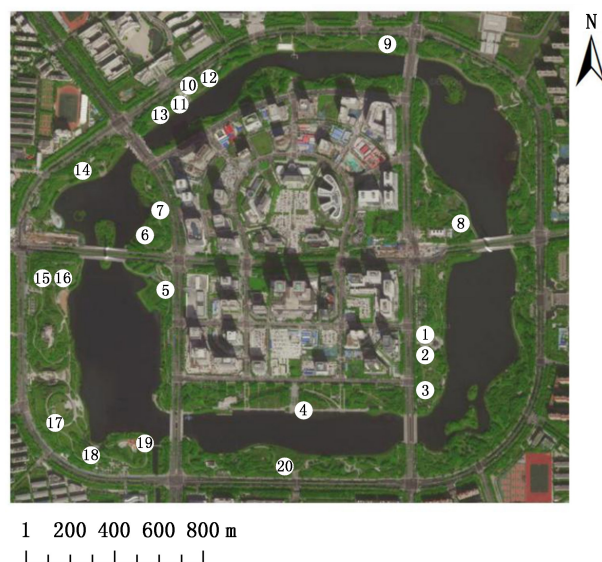


图 1 样地分布

Fig. 1 Distribution of sample plots

1.2 软件测量法

于 2021 年 3 月至 11 月,在光线充足的天气条件

下对样地进行拍摄。统一使用 Nikon D7100 相机,顺光拍摄,拍摄过程中不适用闪光灯,保持拍摄高度、角度、距离相同。尽量保证样片中无建筑物、行人等非构景要素。通过 Photoshop 和 ColorImpact 进行取色,保留占比大于 1%的色块,读取各色块的色相(H)、饱和度(S)、明度(B)量化数值。根据田玉敏^[12]的量化方法将 HSB 色彩模型进行非均匀的色彩划分,其中 H_1 、 H_2 、 H_{16} 代表红色系色彩, H_3 、 H_4 代表黄色系色彩, $H_5 \sim H_9$ 代表绿色系色彩, $H_{10} \sim H_{12}$ 代表蓝色系色彩, $H_{13} \sim H_{15}$ 代表紫色系色彩。此外,采用 Excel 软件统计每张照片的 HSB 值及其所属范围。

1.3 层次分析法(AHP 法)

1.3.1 层次结构模型构建

基于简便、实用、科学等原则,通过查阅相关文献及咨询风景园林行业相关专家的意见,从色彩丰富度、视觉冲击力、色彩表现 3 个方面构建植物群落景观色彩评价体系(表 1)。

表 1 郑州市龙子湖滨水公园植物群落景观色彩评价体系
Tab. 1 Color evaluation system of plant community landscape in Longzi Lake Waterfront Park of Zhengzhou

目标层	准则层	因子层	类目		
			1	2	3
郑州市龙子湖滨水公园植物群落景观色彩评价(A)	色彩丰富度(B_1)	色彩数量(C_1)	0~5	5~10	≥ 10
		植物种类(C_2)	0~5	5~10	≥ 10
	视觉冲击力(B_2)	色相对比度(C_3)	0~60	60~90	90~180
		饱和度对比度(C_4)	0~30	30~50	≥ 50
		明度对比度(C_5)	0~30	30~50	≥ 50
	色彩表现(B_3)	色相指数(C_6)	低	中	高
		饱和度指数(C_7)	低	中	高
		明度指数(C_8)	低	中	高

1.3.2 评价因子权重确定及一致性检验

指标权重计算和一致性检验参照赵焕臣^[13]提出的公式与流程,采用 1-9 比率标度法,判断各指标的相对重要性。具体操作通过 yaahp 软件实现。

1.3.3 指标赋值及计算综合评分

因子层中,色彩数量取群落中色彩占比 $\geq 1\%$ 的

色块数量之和,植物种类为乔灌木植物种类之和;色彩对比度和色彩指数按照以下计算公式进行计算,其中饱和度、明度对比度与色相对比度计算公式相同,饱和度、明度指数与色相指数计算公式相同。

色相对比度(CH)计算公式为:

$$CH = \min(|H_1 - H_2|, 360 - |H_1 - H_2|) \times \min(r_1/r_2, r_2/r_1) \tag{1}$$

式中: H_1 、 H_2 为差值最大的两色块的色相值; r_1 、 r_2 为其对应的面积百分比^[14]。

色相指数($\bar{H}$)计算公式为:

$$\bar{H} = \sum_{i=1}^n (H_i \times R_{H_i}) \tag{2}$$

式中: H_i 为第 i 个色相的区间范围值; R_{H_i} 为第 i 个色相所占的像素比例, $i=1,2,3,\dots,16$ 。

将色彩指标的定量化数值按照赋值标准(表 1)进行赋值,并参考刘艺平^[20]的计算方法计算各景观单元最终分值及划分景观等级。

1.4 美景度评价法(SBE 法)

1.4.1 问卷调查

采用网络问卷的形式,通过问卷星平台发放问卷,在问卷评价前期,向评判者说明对该问卷的评判应主要侧重于植物色彩表现。问卷采用 7 分制的评价等级进行评判(-3~3 分)。

1.4.2 美景度值计算

为了保证数据的可靠性,需要对原始得分数据进行标准化处理。参考赵秋月^[8]的计算方法对美景度值进行标准化计算。

1.4.3 美景度等级划分

参考史可^[2]的计算方法将美景度值划分为 5 个等级,其中 I~V 级分别代表景观很美、美、一般、难看、很难看。

1.5 构建评价模型

利用 Kendal's W 协和系数对 SBE 法和 AHP 法得出的评价结果进行相关性检验,将各植物景观的美景度值作为因变量,各色彩指标作为自变量,运用 SPSS 24.0 软件,采用逐步回归分析处理数据,建立多元线性回归模型。

2 结果与分析

2.1 样地色块分析

利用 Photoshop 软件将 20 个植物群落按照其实际呈现的色彩划分为不同的色块(图 2)。



图 2 郑州市龙子湖滨水公园不同样地色块划分

Fig. 2 Color block division of sample plots in Longzi Lake Waterfront Park of Zhengzhou

从图 2 中可以看出,样地 Y_1 、 Y_2 、 Y_9 、 Y_{16} 、 Y_{20} 有 3 个及以上的明显色块变化。样地 Y_1 中植物群落为石榴 (*Punica granatum*) + 金枝槐 (*Sophora japonica*) + 广玉兰 (*Magnolia grandiflora*) - 八角金盘 (*Fatsia japonica*) + 红叶石楠 (*Photinia fraseri*) - 地毯草 (*Axonopus compressus*) + 狗牙根 (*Cynodon dactylon*)。样地 Y_2 样地植物群落为石楠 (*Photinia serrulata*) + 金枝槐 + 榔榆 (*Ulmus parvifolia*) - 金叶女贞 (*Ligustrum vicaryi*) + 红花檵木 (*Loropetalum chinense* var. *rubrum*) - 地毯草 + 百慕大草 (*Cynodon dactylon*)。样地 Y_9 样地植物群落为紫叶李 (*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea*) + 悬铃木 (*Platanus orientalis*) - 鸡树条 (*Viburnum opulus*

var. *calvescens*) + 南天竹 (*Nandina domestica*) - 鸢尾 (*Iris tectorum*)。样地 Y_{16} 样地植物群落为金枝槐 + 桂花 (*Osmanthus fragrans*) + 榆 (*Ulmus pumila*) - 中华金叶榆 (*Ulmus pumila* 'Jinye') + 石楠 - 沿阶草 (*Ophiopogon japonicus*)。样地 Y_{20} 样地植物群落为南天竹 + 玉兰 (*Magnolia denudata*) + 紫荆 (*Cercis chinensis*) - 中华金叶榆 + 金叶女贞 - 沿阶草。样地 Y_1 、 Y_{16} 中金枝槐在春季呈明亮的金黄色,到了夏季叶色变得浓郁,明度降低,秋季落叶明度再次减弱,留下暗黄色的枝干;样地 Y_2 中红花檵木在春季呈鲜艳的紫红色,随着季节的更替,饱和度逐渐升高、明度降低,直至变为暗紫色;样地 Y_7 、 Y_{18} 中樱花 (*Cerasus yedoensis*),

春花粉嫩,夏叶翠绿,秋叶橙黄,三季色彩各异;样地 Y_9 中紫叶李为广泛使用的色叶树种,其叶色呈暗紫色,饱和度高、明度低,虽季相变化的多样性不如其他植物种类,但可凭借叶色浓郁、三季如初的特点孤植于园林景观节点处,发挥景观中心引导视线的作用;样地 Y_{16} 、 Y_{20} 中中华金叶榆随着季节的变化,由饱和度明度较高的黄色变成黄绿色,最终呈现出饱和度较高、明度较低的绿色,三季色彩变化层层递进。综合 20 个样地,可知乔木金枝槐、樱花、红花檵木、栾树 (*Koelreuteria paniculata*)、悬铃木、丁香 (*Syringa oblata*)、石榴、碧桃 (*Amygdalus persica* f. *duplex*)、五角枫 (*Acer pictum* subsp. *mono*)、灌木中华

金叶榆、红叶石楠、南天竹、鸡树条、金叶女贞等均具有丰富的季相变化,可广泛使用于各类植物景观中。通过将植物群落划分成不同的色块,可以明确地区分出不同植物色彩的季相变化情况以及粗略比较不同植物景观色彩丰富度。

2.2 植物景观色彩量化

色相 H_1 、 H_3 、 H_4 、 H_5 、 H_6 ,饱和度 S_1 、 S_2 ,明度 B_1 、 B_2 在三季间呈现出显著性差异 ($P<0.05$),3 个季节两两之间差异性不同 (图 3,图 4)。综合来看,代表红色系的色相 H_1 在春季占比显著高于夏秋两季,代表黄色系的色相 H_3 在秋季占比显著高于春夏两季、 H_4 在秋季占比仅显著高于夏季,代表绿色系的色相

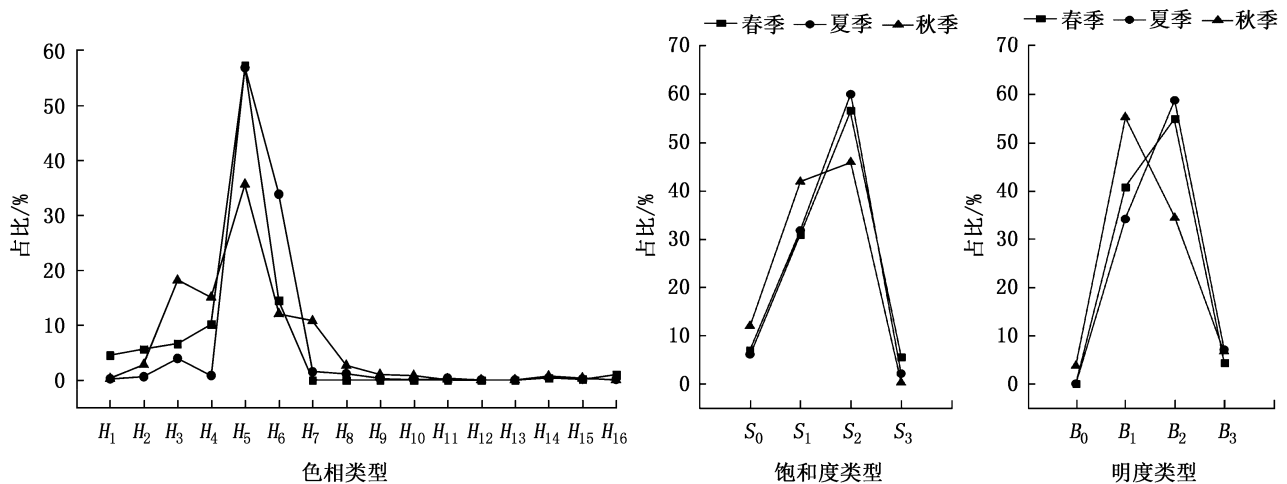
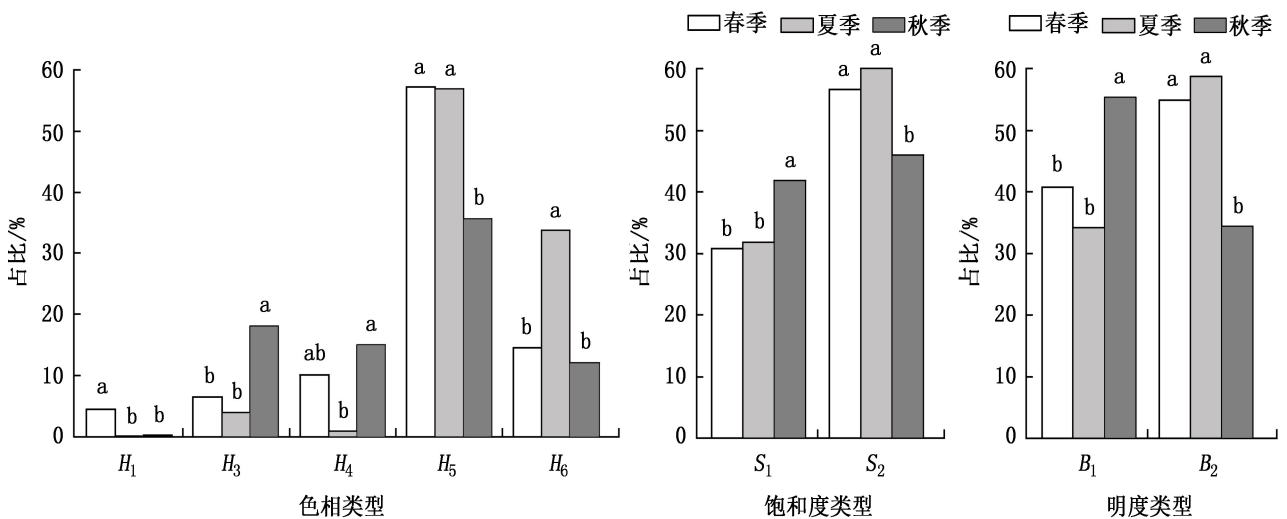


图 3 3 个季节色彩构成要素量化结果

Fig. 3 Quantification results of color composition elements



注:不同小写字母表示 3 个季节间差异显著 ($P<0.05$)。

图 4 不同季节色彩构成要素 LSD 多重比较分析

Fig. 4 LSD multiple comparison analysis of color composition elements in different seasons

H_5 在春夏两季的占比显著高于秋季、 H_6 在夏季的占比显著高于春秋两季。由此可见在季相变化中,以 H_5 、 H_6 为主的绿色系色彩先升高后降低,在夏季达到最大值;以 H_3 、 H_4 为主的黄色系色彩先降低后升高,在秋季达到最大值;以 H_1 为主的红色系色彩先降低后升高,在春季达到最大值。郑州市龙子湖滨水公园植物景观色彩整体上以绿色系为主导,占比 60%~95%,相对而言彩色系占比较少。春夏两季以中饱和度、中明度为主,秋季饱和度、明度降低。郑州市龙子湖滨水公园植物景观色彩以中饱和度和明度为主,该区域内的色彩明亮却又温和不刺眼,人眼感知平静沉稳且不易引起视觉疲劳。

由色相量化结果可知,在五大色系中,绿色系在各群落中占据景观主体色谱地位。绿色系包括黄绿色(H_5)、绿色(H_6)、中绿色(H_7)、蓝绿色(H_8)、青绿色(H_9)。其中 H_5 、 H_6 代表暖绿, H_7 、 H_8 、 H_9 代表冷绿,以此分析群落主体色谱的冷暖特征及变化,绿色系量化结果见图 5。

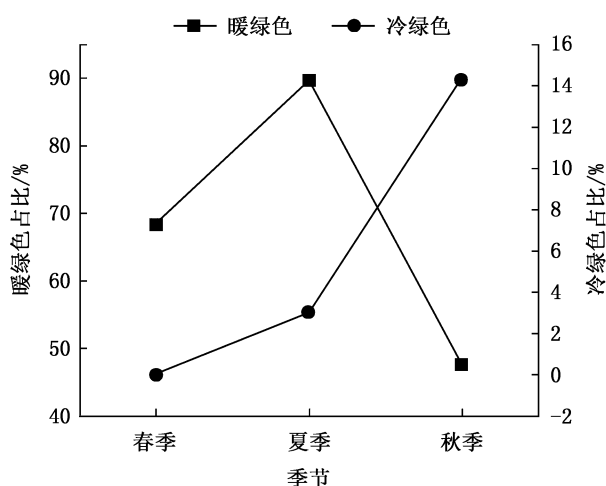


图 5 绿色系量化结果

Fig. 5 Quantification result of green system

由图 5 可以看出,春季植物叶片开始生长,绿色度逐渐升高,冷绿色逐渐转换为暖绿色;夏季植物叶片生长最为茂盛,绿色占比达到最高峰,该时期依旧以暖绿色为主,开始出现冷绿色,绿色系的层次感增强;秋季叶片逐渐凋落,暖绿色占比大幅度降低,常绿植物的叶色逐渐变得浓郁,冷绿色占比达到 3 个季节最高值。可见群落的绿色度变化遵循一年四季植物叶片生长与凋落的规律。不同样地色彩丰富度量化结果见图 6。

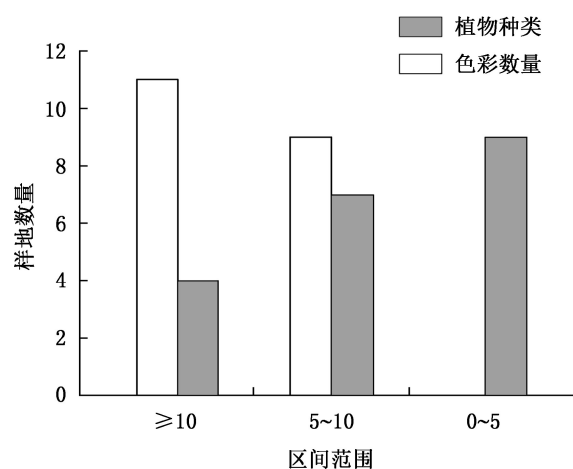


图 6 色彩丰富度量化结果

Fig. 6 Quantification result of color richness

由图 6 可知,本次所调研的 20 个样地色彩丰富度整体上处于适中偏高的范围区间内,100%植物景观所涵盖的色彩数量在 5 种以上,多位于 8~11 种的范围区间内;而有 55%植物群落所包含的植物种类在 5 种以上,大多在 5~10 种之间。综合来看郑州市龙子湖滨水公园植物景观色彩丰富,有较高的观赏性。

在本次所调研的 20 个样地中,色相对比度在 13~74 之间,饱和度对比度为 16~45 之间,明度对比度在 8~30 之间(图 7)。

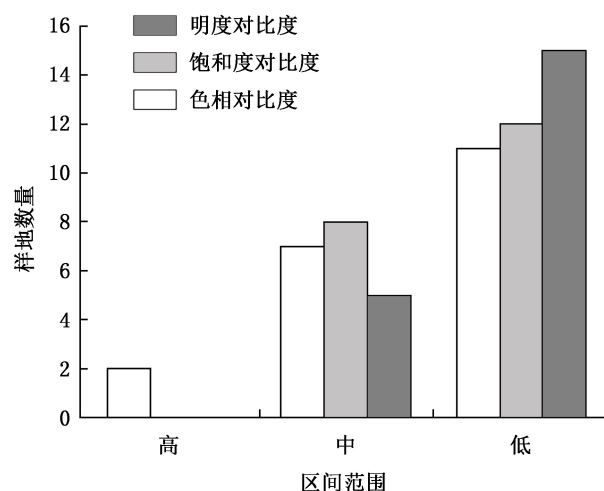


图 7 色彩对比度量化结果

Fig. 7 Quantification result of color contrast

由图 7 可知,大多数样地的色彩对比度较低,样地数量在 11~15 个之间,而具有高色彩对比度的样地仅有 2 个,说明龙子湖滨水公园植物景观色彩整

体上色彩带给人们的视觉冲击力较低,带给人们沉稳厚重、平淡舒适的感觉。

2.3 综合性植物景观色彩评价

2.3.1 SBE 法与 AHP 法一致性检验结果

采用 Kendal's W 协和系数法对 SBE 法和 AHP 法的评价结果进行相关性检验。结果显示, n 为 2, W 为 0.808,卡方为 30.741,自由度为 19,渐近显著性为 $P=0.043<0.05$,则概率保证程度为 95%的情况下 AHP 法和 SBE 法评价排序结果具有较高的一致性,说明使用 AHP 法建立的评价模型所得到的景观评价结果与公众的直观感受一致性较强,因此可以进行后续的运算。

2.3.2 SBE 法与 AHP 法评价结果差异性分析

SBE 法与 AHP 法评价结果之间的差异分析见图 8。

由图 8 可知,SBE 法与 AHP 法具有不同的倾向与特点。如样地 Y_{16} 植物群落,SBE 法样地等级划分结果为 I 级景观,排名第 1,AHP 法样地等级划分结果为 II 级景观,排名第 9,SBE 法评价得分高于 AHP 法评价结果,两者差异较大。该植物群落采用乔灌木植物搭配,从直观上看该群落植被茂盛、植物分布高低错落有层次,色叶植物鲜明,整体景观效果良好,尤其是春季景观效果突出,因此 SBE 法得分较高。但就 AHP 法来看,该植物群落除春季外植物种类、色相对比度、饱和度对比度、色相指数、明度指数等各项指标均较低,因此 AHP 法评价得分较低(图 9)。由此可以发现 SBE 法更强调整体效果,且若单一季节景观表现突出时会模糊公众对于该景观季节性景观综合评价;而 AHP 法则指向性更强,尽管指标的选取具有强烈的主观意愿,但针对植物景观某一特征进行定向的评价时,AHP 法较 SBE 法更能反映出景观在该方面的表现情况。另外,根据不同样

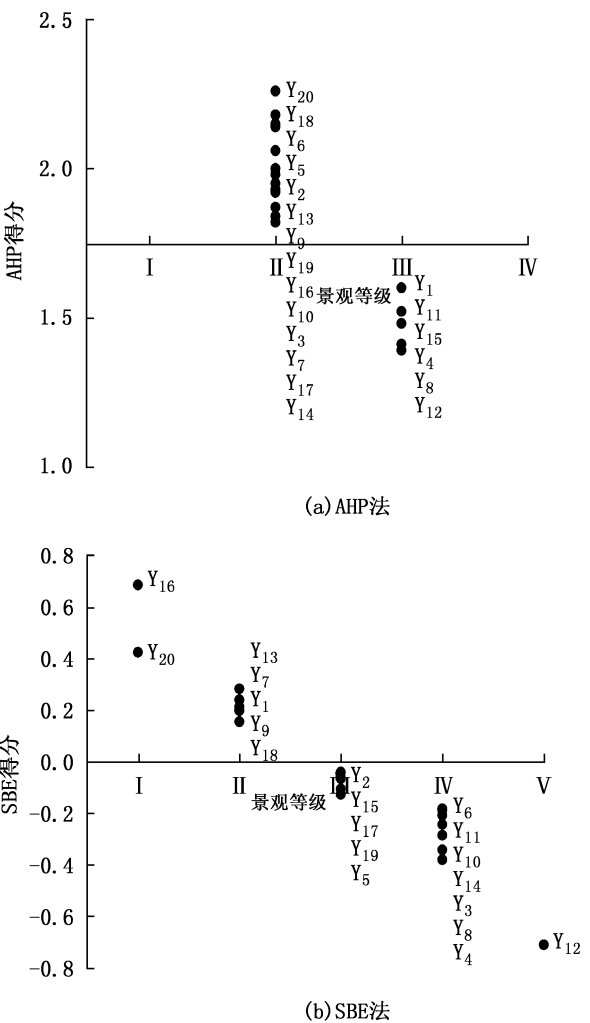


图 8 不同样地景观等级分布
Fig.8 Level distribution of different sample plots

地的等级划分情况可以发现,对于等级划分 SBE 法较 AHP 法更加细致,AHP 法仅将 20 个样地划分成两个等级,尽管各样地间得分不尽相同,但总体而言差异较小,这与 AHP 法评价体系构建的主观性与植物群落本身色彩呈现的客观性均有一定关系。



图 9 样地 Y_{16} 3 个季节景观实景
Fig.9 Realistic landscape of Plot Y_{16} in three seasons

2.3.3 植物景观美景度与色彩指标的回归分析

采用多元线性回归分析法中的逐步回归原理,建立因变量 Y_{SBE} 和各自变量 X_i (评价模型中各指标) 间的多元线性回归方程,经逐步回归最终得到方程:

$$Y_{SBE} = -1.793 + 2.173C_1 + 3.125C_8$$

回归方程的显著性检验结果 $P < 0.01$, 结果极显著; R^2 为 0.696, 说明 2 个自变量共同可解释因变量 69.6% 的变异量。 R 为 0.832, 调整后 R^2 为 0.660, 标准估算误差为 0.191 35, 德宾-沃森值为 1.738。该模型保留了与景观质量相关性显著的色彩指标, 可适用于植物景观建成前的规划设计与建成后植物景观改造。

根据评价模型代入 20 个样地色彩数量与明度指数得分, 具体见图 10。

由图 10 可知, 在 20 个样地中, 得分较低的样地 Y_4 、 Y_8 、 Y_{12} 色彩数量 6~8 个, 涵盖 2~4 种色相类型, 明度指数 5.5~6; 而样地 Y_5 、 Y_7 、 Y_{10} 、 Y_{13} 、 Y_{20} 评分较高, 色彩数量 9~11 个, 涵盖 4~6 种色相类型, 明度指数 7.1~8.3, 其中以样地 Y_{20} 综合评分最高, 该植物群落采用乔灌木植物搭配, 主要由南天竹、丁香等 10 种植物组成, 共 11 种色彩数量涵盖 4 种色相类型, 位列第 6 名, 明度指数中等偏高, 位列第 4。由此可见并不是色彩数量越多、明度指数越高的植物群落色彩质量越高。在该植物群落中, 南天竹、红叶石楠、中华金叶榆等均是常用色叶植物, 丁香则为主要的观花树种, 在春夏秋三季色彩变化不一, 尤其是

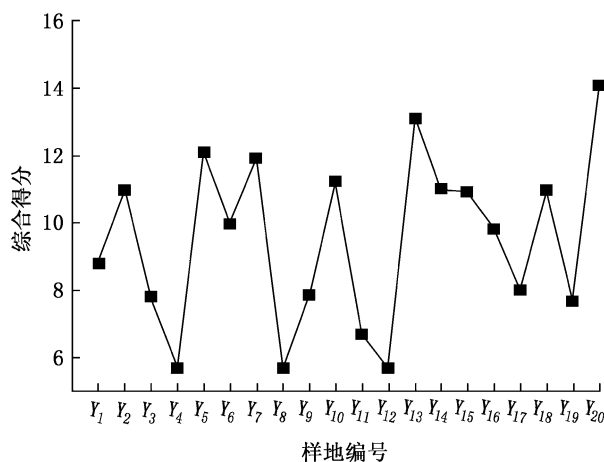


图 10 不同样地综合评价结果

Fig. 10 Comprehensive evaluation results of different sample plots

中华金叶榆在春季呈现鲜艳的明黄色, 在群落中表现突出。在夏季一片碧绿中, 冷色调的高大乔木做背景, 暖色调的小乔木南天竹、石楠与高明度的中华金叶榆等做前景, 搭配浓密的草本植物, 整体层次分明, 明暗突出, 色相对比适中, 观感有序舒适。而在萧瑟的秋季景观中, 橘红色的南天竹为暗淡的群落增添了一抹别样的观赏趣味 (图 11)。整体景观植物素材丰富, 植物配置疏密得当, 充分发挥了植物本身的自然美; 季相变化突出, 既有春季观花, 又有夏秋观枝观叶, 三季有景; 色彩丰富鲜明, 生动活泼又和谐统一, 不会过于繁杂使人心烦意乱。



(a) 春季



(b) 夏季



(c) 秋季

图 11 样地 Y_{20} 3 个季节景观实景

Fig. 11 Realistic landscape of Plot Y_{20} in three seasons

3 讨论与结论

3.1 结论

通过将 20 个植物景观划分成不同色块, 可以发

现样地 Y_1 、 Y_2 等 5 个样地有 3 个及以上的明显色块变化, 金枝槐、樱花等 14 种植物具有丰富的色彩变化, 观赏性强。通过色彩量化处理, 可知在 3 个季节中植物景观整体上以绿色系为主导, 冷暖度变化遵

循一年四季植物叶片生长与凋落的规律;不同色彩要素占比在季节间差异显著,其中色相 H_1 、 H_3 、 H_4 、 H_5 、 H_6 ,饱和度 S_1 、 S_2 ,明度 B_1 、 B_2 占比在 3 个季节间具有显著差异。而通过对色彩丰富度、色彩视觉冲击力两项指标的分析可知本次调研的样地植物种类、色彩种类均较丰富,色彩对比度偏低,均值在 20~40 之间,人眼感知沉稳厚重、平淡舒适。综合来看郑州市龙子湖滨水公园植物群落景观色彩要素特征鲜明,具有明显季相色彩变化的植物种类丰富,广泛适用于各类型植物群落。

Kendall's W 一致性检验结果表明 AHP 法与 SBE 法评价结果的一致性较强,但 SBE 法更强调整体效果,若单一季节景观表现突出时会模糊公众对于该景观季节性景观综合评价;而 AHP 法则指向性更强,更适于针对植物景观某一特征进行定向的评价,缺点是评价结果间差异性较小,等级划分不明显。在此基础上根据多元线性回归分析可以构建出以公众审美为导向的植物景观色彩评价模型,由该模型可知影响植物景观色彩质量的主要因子为色彩数量和明度指数,通过对优质样地的色彩分析,可以发现公众更喜爱色彩丰富却不会过于繁杂,明度较高却又不会过于刺眼的植物景观,以色彩数量 9~11 种,涵盖 4~7 种色相类型,明度指数 7.1~8.3 为宜。综上所述,本次研究所选用的两种评价方法虽其评价原理和侧重点不同,但评价结果在整体上具有较强的一致性,共同应用于植物景观色彩评价中能在满足公众审美的基础上,从植物景观色彩客观属性方面更加全面、准确地评价景观色彩,在一定程度上弥补了景观评价研究主观性强、实际应用可操作性差等不足。

3.2 讨论

本研究中基于色彩要素采用软件测量法对郑州市龙子湖滨水公园植物群落景观进行色彩量化研究,研究结果显示公园内植物景观色彩丰富度较高,对比度较低,色彩特征鲜明,以往已有研究学者对公园内春季和秋季植物景观色彩进行研究^[15-16],但未涉及该公园植物群落景观季节性色彩变化特征,本研究填补了该方面的空白,但在研究区域范围内仅选取了 20 个样地,数量有限,且在色彩量化过程中并未包含冬季景观色彩,因此在今后研究中仍需进一步完善。

已有研究表明,在影响植物景观质量的众多因素中,色彩占据着重要地位^[17],在植物景观评价中多包含色彩指标,但鲜有研究结合两种评价方法,完

全采用定量指标单独聚焦于植物群落色彩进行评价,故在春夏秋三季植物群落景观色彩量化分析的基础上,运用 AHP 法和 SBE 法,以公众审美为导向对植物群落景观色彩进行评价,以期为植物景观建成前规划设计与建成后的优化提升提供理论支撑。研究结果显示 AHP 法和 SBE 法的评价结果侧重点不同,但同时又具有较高的一致性,这一点同刘艺平^[18]的研究结果一致,因此可以将两种评价结果相结合,建立美景度值与各色彩指标间的评价模型,根据模型可知色彩数量、明度指数是影响植物景观美景度值的主要因素,即公众更喜爱色彩丰富、明度较高的植物景观,但需要注意的是,过多的色彩会令画面繁杂混乱,而过高的明度则过于鲜艳刺眼,易造成视觉疲劳,减少游客停留时间,这一点与之前的研究结果相符^[19]。因此,在今后的植物景观色彩规划设计中,应增加色叶植物和开花植物的种类以丰富群落色彩,在群落内配置高明度的植物加以点缀以提升群落整体色彩明度,进而提升整体色彩质量;应了解到植物色彩呈现与光照有显著关系,因此还应合理规划群落内植物种植密度、植物冠层、郁闭度等以使得群落内部光线适中^[20-21],使植物呈现最佳色彩。本研究弥补了单一评价方法的不足,使评价结果更加科学准确,在一定程度上拓宽了植物景观色彩评价研究的思路,丰富了色彩指标的选择,在今后色彩评价中可尝试将不同评价方法相结合,选择更为新颖丰富的色彩指标,为指导植物配置,进行景观建设与优化提升提供参考。

参考文献:

- [1] 张喆,鄯光发,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.
- [2] 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.
- [3] 杨杰,王秀荣,邸高曼,等. 贵阳市常色叶园林植物叶色量化及配植分析[J]. 中国农学通报,2021,600(21):28-39.
- [4] 冯书楠,岳桦. 寒地农业观光园非农生境植物景观季相色彩量化研究[J]. 东北农业大学学报,2018,49(7):27-37.
- [5] 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.
- [6] 王冬梦,谢珊珊,申雪莹,等. 春季城市公园滨水植物群落色彩感受评价[J]. 西部林业科学,2016,45(1):68-73.

(下转第 119 页)

数字化手段,通过项目区概况信息输入识别,智能化推送符合项目区实际的固碳增汇技术,围绕造林作业设计、低产低效林改造、退化竹林修复、中幼林抚育、大径材培育等重点领域提供科学性技术服务支撑。

5.5 创新林业碳账户资源价值转化

充分利用“生态产品价值实现机制”现有工作成果,把林业碳账户的碳资源作为一种重要“生态产品”,完善纵向生态保护补偿制度,探索林业碳汇横向补偿和交易机制,将碳汇交易与商业活动、公益活动有机结合,鼓励更多民众和企业参与林业碳汇项目开发,探索多元转化机制。积极对接省内各部门林业碳汇司法赔偿、碳中和机关、碳中和活动的产品需求,大力培育省内林业碳汇意向受买方市场主体规模,促进林业碳账户资源的生态价值转化。

参考文献:

- [1] PETERS G P. From production-based to consumption-based national Emission inventories [J]. *Ecological Economics*, 2008, 65(1): 13-23.
- [2] 刘明,王丽英,方逸可,等. “碳达峰”“碳中和”标准化研究路径探索——以衢州市“碳账户”标准化建设为例[J]. *中国标准化*, 2023(3): 122-126.
- [3] 赵新江. 建立碳账户,推动碳中和[J]. *理财*, 2021(6): 29-30.
- [4] 陈儒,姜志德. 中国省域低碳农业横向空间生态补偿研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2018, 28(4): 87-97.
- [5] 衢州市人民政府. 衢州市人民政府关于印发衢州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二零三五年远景目标纲要的通知(衢政发[2021]4号)[Z]. 衢州:衢州市人民政府.
- [6] 于佳秋. “双碳”背景下工业企业低碳发展绩效评价研究——以湖州“工业碳效码”建设为例[J]. *江南论坛*, 2023(4): 51-54.
- [7] 吴嘉莹,毛庆庆,董炳灿. 大数据时代下个人碳账户的可持续发展研究——以蚂蚁金服为例[J]. *时代金融*, 2019(14): 103-107, 111.
- [8] 袁继安. 湖南省森林资源资产负债表研究[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2019.
- [9] 张颖,潘静. 森林碳汇经济核算及资产负债表编制研究[J]. *统计研究*, 2016, 33(11): 71-76.
- [10] 蒋莉莉. SEEA 中森林资源核算发展变化及对我国的借鉴与应用[D]. 北京:北京林业大学, 2016.
- [7] 申世广,李灿柳,苏露. 基于视觉感知的植物色彩景观研究进展[J]. *世界林业研究*, 2021, 34(1): 1-6.
- [8] 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.
- [9] 王子. 基于游客偏好的风景林景观色彩评价与优化经营方法研究——以紫金山国家森林公园为例[D]. 南京:南京林业大学, 2021.
- [10] 杨阳,唐晓岚,刘澜,等. 基于主成分法与美景度法的南京市植物景观质量评价——以 6 所大学校园为例[J]. *西北林学院学报*, 2020, 35(4): 256-264.
- [11] 应求是,钱江波,张永龙. 杭州植物配置案例的综合评价与聚类分析[J]. *中国园林*, 2016, 32(12): 21-25.
- [12] 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(自然科学版)*, 2002, 29(1): 43-46.
- [13] 宁惠娟,邵锋,孙茜茜,等. 基于 AHP 法的杭州花港观鱼公园植物景观评价[J]. *浙江农业学报*, 2011, 23(4): 717-724.
- [14] 王贤广,王峥嵘,何小勇,等. 浙西南秋季林相美景度及其最优颜色构成模式研究[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2019, 43(1): 118-126.
- [15] 陈嘉婧,刘保国,李睿,等. 基于植物群落色彩构成量化分析的植物配置研究[J]. *河南农业大学学报*, 2019, 53(4): 550-556.
- [16] 陈予诺,杜师傅,王艳想,等. 郑州龙子湖公园春季植物景观色彩评价[J]. *江苏农业科学*, 2020, 48(10): 142-148.
- [17] XING X, HAO P, DONG L. Color characteristics of Beijing's regional woody vegetation based on Natural Color System [J]. *Color Research & Application*, 2019, 44(4): 595-612.
- [18] 刘艺平,赵佳伦,李晓敏,等. 基于 AHP 法和 SBE 法的郑州龙子湖公园植物群落景观综合评价[J]. *西北林学院学报*, 2021, 36(2): 250-257.
- [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.
- [20] 王旭东,杨秋生,张庆费. 城市绿地植物群落构建与调控策略探讨[J]. *中国园林*, 2016, 241(1): 74-77.
- [21] 吴二焕,李东海,杨小波,等. 海南苏铁种群结构与森林群落郁闭度的关系[J]. *生物多样性*, 2021, 29(11): 1461-1469.

责任编辑: 许易琦

责任编辑: 陈旭