

基于熵权 TOPSIS 法的丛植植物视觉观赏性量化研究^{*}

Quantitative Study on the Visual Ornamental Quality of Group Planting Plants by Using the Weighted TOPSIS Method

马山水 林世平^{*} 杨超
MA Shan-shui, LIN Shi-ping^{*}, YANG Chao

摘要: 为避免城市更新中出现的对丛植植物的反复不合理更新,以丛植植物的视觉观赏性为对象,从尺度适宜性、种类丰富性、结构丰富性、视觉复杂性和色彩丰富性 5 项量化指标出发提出 9 项影响因子,构建评价体系,并采用基于熵权法的 TOPSIS 法对 51 个样本进行综合量化研究。结果显示:在对丛植植物的视觉观赏性影响程度上,矮灌木类地被植物体积占有率的影响最大,而视觉熵的影响最小;在配置手法上,与多元素搭配的丛植植物的观赏性优于与单元素搭配的丛植植物;与单元素搭配的类型中,纯植物搭配的视觉观赏性优于植物与地形、建筑、道路的搭配。

关键词: 丛植; 熵权法; TOPSIS 法; 视觉观赏; 量化评价

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641 (2021) 03-0055-06

收稿日期: 2020-12-15

修回日期: 2021-03-23

Abstract: In order to avoid repeated and unreasonable renewal of group planting plants in urban renewal, the visual ornamentation of group planting plants is taken as the object, based on the 5 quantitative evaluation indicators of visual appreciation, including scale suitability, variety richness, structure richness, visual complexity and color richness, 9 impact factors are proposed to construct an evaluation system. The method of Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) based on entropy weight method is used to comprehensively quantify 51 samples. The results show that the volume occupancy rate of shrubs has the greatest influence on the visual ornamentation of group planting plants, and visual entropy has the least effect on the visual ornamentation of group planting plants. In the configuration methods, the ornamental quality of group planting plants matched with multiple elements is better than that of group planting plants matched with single elements. And among the types that match with single elements, the visual ornamentation of pure plants is better than that of plants and terrain, buildings, or roads.

Key words: Group planting; Entropy method; TOPSIS; Visual observation; Quantitative evaluation

为解决快速城镇化带来的土地资源短缺和城市公共空间品质粗糙等问题,我国城市进入以存量空间资源为载体、以提升空间质量为主的发展新阶段,城市更新和街景重塑面临存量提质的新要求^[1]。植物景观因其协调性高、渗透性强、场所性多样化等特点,成为城市更新与街景重塑的重要对象^[2]。但是,城市植物景观中分布最广泛、最具渗透性的种植类型——丛植植物,在实际应用中却存在反复不合理更新现象,且现阶段对其质量评价的主观性与模糊性,以及客观量化评价系统的不完善,导致了不合理更新现象的恶性循环,进而造成资源浪费^[3]。

当下,针对丛植植物的量化研

究颇多,研究方法多选取语义解析法^[4]、美景度评价法^[5]和层次分析法^[5-7]等。然而,越来越多的学者发现,现有方法在处理评价指标时具有很大程度的主观性与不确定性,比重过大的定性量化导致了评价流程的繁琐和研究的局限性^[8]。而理想解法(Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution,简称“TOPSIS 法”)作为一种多指标综合评价方法,能够依据数据与模型客观地决策出评价对象的优劣,且不受样本量和评价指标的数目限制。较其他方法而言,该方法能够在一定程度上简化评价流程,降低主观层面面对评价结果的影响^[9-10]。

因此,本研究以丛植植物的视

觉观赏性为例,选取多个指标构建评价体系,采用基于熵权法加权的 TOPSIS 法分析数据,对丛植植物的视觉观赏性进行量化评价研究,对结果加以分析后提出丛植植物景观空间的提质更新建议,旨在为日后的景观研究提供思路和参考,也希望将更简单、客观的评价流程应用于实践中,以减少不合理更新现象的发生。

1 材料与方法

1.1 样本选择及数据获取

基于前期的调研分析,发现城市中具有观赏价值的人工配置的丛植植物主要依托于城市公园绿地和附属绿地,因此本研究选择以海口市美兰区

^{*} 基金项目: 海南省自然科学基金(319MS018)

的3个公园绿地(碧海大道带状公园、滨江路带状公园和白沙门综合公园)和海南大学海甸校区的部分附属绿地为样本区域。为保证数据准确性,随机抽取2020年9—11月的晴天进行数据采集,采集时间为10:00—12:00和15:00—17:00。各样本数据采集以景观主要面向的道路方向为正向。实地调研数据借助皮尺和计算器等工具进行记录;照片数据借助手机横向拍摄,拍摄高度固定在1.60 m,拍摄角度上下幅度小于15°。样本面积控制在150 m²以内,植物种类不超过10种。

研究共选取51组丛植植物样本,依据配置元素种类数量的不同,将其划分为3种类型:1)Y型,为丛植植物与1种及以下元素进行搭配,共26个,又分为Z型、J型、D型和L型,其中Z表示仅有植物的搭配类型,J表示植物与建筑搭配类型,D表示植物与地形搭配类型,L表示植物与道路搭配类型;2)E型,为丛植植物与2种元素进行搭配,共12个;3)S型,为丛植植物与3种及以上元素进行搭配,共13个。

1.2 评价方法介绍

1.2.1 评价体系的构建

依据科学性、代表性和可测性原则^[11],分析丛植植物的整体客观属性,结合相关研究^[11-14],最终选取5个指标维度,并据此提出9项影响因子(表1),建构丛植植物视觉观赏性评价体系。依照评价体系对51个样本的各项指标进行定量化统计,得到原始数据调查结果(表2)。

1.2.2 指标权重的确定

本研究采用熵权法对各指标因子进行赋权。熵权法是一种客观赋权法,基本原理为根据指标值提供的信息量来确定指标权重,指标的信息熵越小,说明其信息量越大,对其赋予的权重就越大^[15]。相较于层次分析法等侧重于主观的赋权方法,熵权法能够最大限度地实现各指标因子权重的客观性和科学性,降低人为因素的影响。熵权法的基本计算步骤如下:

1)对标准化数据进行数据平移。为消除数据量纲影响,对原始数据进行标准化处理,但这可能会导致数据

中出现0。因为后续计算过程中会出现取对数的情况,而对小于或等于0的数字取对数将无法得出结果,所以要对标准化后的数据进行数据平移,在数据基础上加一个“平移值”^[9]。该值为数据最小值的绝对值+0.01,从而满足熵权法的算数要求。

2)计算指标的比重 R_{ij} 。对51个评价对象选择9个评价指标进行综合评价,则第 j 个指标下第 i 个评价对象的指标值 t_{ij} 的比重 R_{ij} 为:

$$R_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sum_{i=1}^{51} t_{ij}} \quad (1)$$

3)计算指标的熵值 L_j 。

$$L_j = -\frac{1}{\ln 51} \sum_{i=1}^{51} R_{ij} \ln R_{ij} \quad (2)$$

4)计算指标的权重 w_j 。

$$w_j = \frac{1 - L_j}{\sum_{j=1}^9 (1 - L_j)} \quad (3)$$

1.2.3 TOPSIS法的综合评价

本研究采用TOPSIS法对各样本的视觉观赏性进行综合评价。TOPSIS法的基本原理为:正向化

表1 丛植植物视觉观赏性的指标因子体系

指标维度	变量因子	因子释义	数据获取	备注
尺度适宜性	植物数量占有率	单位面积内植物的数量(乔木数量、大型灌木的数量和矮灌木类地被植物的种类数)	实地调研	植物数量占有率 = 植物数量 / 样本面积
	矮灌木类地被植物体积占有率	单位面积内矮灌木类地被植物的体积	实地调研	矮灌木类地被植物体积占有率 = 高度在0.2~1 m的灌木丛的体积 / 样本面积
	绿视率	人们眼睛所看到的样本中绿色植物所占的比例	照片录入软件得数据	
种类丰富性	植物种类占有率	单位面积内植物的种类数	实地调研	植物种类占有率 = 植物种类 / 样本面积
结构丰富性	垂直层次数占有率	单位面积内垂直方向上植物层次的数量	实地调研	垂直层次数占有率 = 植物景观正视角度上垂直层面的层次数 / 样本面积
	水平层次数占有率	单位面积内水平方向上植物层次的数量	实地调研	水平层次数占有率 = 植物景观正视角度上水平层面的层次数 / 样本面积
视觉复杂性	视觉熵	人眼对视觉信息复杂性的主观度量评判,由固定公式计算	照片录入软件得数据	$H = -\sum_{i=1}^n P_i \log P_i$
色彩丰富性	色彩丰富度指数	在视觉熵中加入色彩因子后的改进值,由固定公式计算	照片录入软件得数据	$H_c = -\sum_{i=1}^n C_i * P_i \log P_i$
	色彩变化数占有率	单位面积内各种植物一年内的色彩变化数总和	实地调研 + 文献查阅	色彩变化数占有率 = 各种植物一年内的色彩变化数总和 / 样本面积

表 2 样本丛植植物各指标因子量化数据值

类型	样本	植物数量 占有率	矮灌木类 地被植物体 积占有率	绿视率	植物种类 占有率	垂直层次 数占有率	水平层次 数占有率	视觉熵	色彩丰富 度指数	色彩变化 数占有率	
Y 型	Z 型	Z1	0.083	1.070	0.177	0.055	0.028	0.028	0.873	0.244	0.208
		Z2	0.161	0.750	0.420	0.129	0.065	0.097	0.331	0.124	0.387
		Z3	0.076	0.240	0.366	0.057	0.019	0.019	0.556	0.212	0.152
		Z4	0.138	0.050	0.304	0.111	0.028	0.028	0.364	0.303	0.443
		Z5	0.101	0.000	0.274	0.045	0.022	0.000	0.872	0.244	0.146
	J 型	J1	0.146	0.109	0.242	0.049	0.049	0.049	0.556	0.177	0.182
		J2	0.124	0.423	0.409	0.089	0.036	0.018	0.849	0.296	0.302
		J3	0.128	0.128	0.364	0.055	0.018	0.055	0.662	0.232	0.164
		J4	0.055	0.308	0.427	0.044	0.044	0.033	0.850	0.253	0.098
		J5	0.274	0.200	0.328	0.152	0.061	0.030	0.528	0.134	0.487
	D 型	D1	0.183	0.460	0.405	0.076	0.031	0.031	0.594	0.270	0.107
		D2	0.074	0.000	0.295	0.030	0.030	0.037	0.510	0.199	0.111
		D3	0.118	0.000	0.389	0.079	0.079	0.039	0.548	0.199	0.276
		D4	0.055	0.120	0.488	0.046	0.018	0.018	0.674	0.264	0.157
		D5	0.166	0.700	0.299	0.118	0.071	0.047	0.755	0.253	0.450
		D6	0.142	0.840	0.308	0.071	0.047	0.000	0.776	0.278	0.237
	L 型	L1	0.073	0.205	0.340	0.055	0.036	0.018	0.477	0.152	0.164
		L2	0.210	0.870	0.310	0.066	0.044	0.055	0.521	0.261	0.254
		L3	0.111	0.263	0.206	0.028	0.014	0.014	0.636	0.174	0.083
		L4	0.097	0.117	0.120	0.028	0.014	0.000	0.374	0.079	0.083
		L5	0.083	0.550	0.096	0.042	0.014	0.014	0.531	0.168	0.125
		L6	0.083	0.200	0.198	0.042	0.042	0.014	0.538	0.172	0.138
		L7	0.118	0.283	0.140	0.059	0.044	0.015	0.593	0.124	0.133
		L8	0.161	0.000	0.399	0.097	0.065	0.097	0.583	0.233	0.291
		L9	0.284	0.367	0.334	0.142	0.071	0.036	0.595	0.206	0.462
		L10	0.172	0.000	0.412	0.065	0.043	0.022	0.805	0.303	0.194
E 型	E1	0.102	0.000	0.486	0.061	0.041	0.061	0.578	0.185	0.184	
	E2	0.133	0.680	0.546	0.093	0.067	0.053	0.651	0.343	0.293	
	E3	0.077	0.560	0.505	0.039	0.019	0.019	0.460	0.212	0.145	
	E4	0.284	0.720	0.344	0.237	0.095	0.047	0.769	0.237	0.710	
	E5	0.122	0.610	0.511	0.089	0.022	0.011	0.486	0.190	0.333	
	E6	0.300	0.200	0.402	0.133	0.100	0.067	0.243	0.045	0.400	
	E7	0.127	0.627	0.348	0.079	0.063	0.063	0.365	0.178	0.237	
	E8	0.188	0.330	0.512	0.073	0.031	0.031	0.381	0.157	0.293	
	E9	0.497	0.150	0.378	0.284	0.142	0.071	0.881	0.294	0.746	
	E10	0.100	0.188	0.242	0.067	0.033	0.050	0.470	0.183	0.283	
	E11	0.138	0.086	0.277	0.092	0.061	0.031	0.410	0.137	0.306	
	E12	0.207	0.000	0.511	0.089	0.089	0.089	0.707	0.350	0.266	
S 型	S1	0.309	0.280	0.493	0.098	0.065	0.033	0.629	0.265	0.341	
	S2	0.279	0.430	0.276	0.159	0.120	0.040	0.385	0.140	0.558	
	S3	0.122	0.412	0.159	0.091	0.091	0.061	0.366	0.071	0.396	
	S4	0.205	0.160	0.173	0.146	0.088	0.029	0.602	0.201	0.586	
	S5	0.067	0.225	0.267	0.050	0.025	0.008	0.392	0.109	0.142	
	S6	0.059	0.225	0.241	0.050	0.034	0.017	0.261	0.037	0.159	
	S7	0.083	0.100	0.277	0.047	0.024	0.024	0.720	0.172	0.142	
	S8	0.298	0.000	0.104	0.081	0.054	0.027	0.286	0.045	0.244	
	S9	0.066	1.250	0.408	0.033	0.033	0.022	0.594	0.220	0.109	
	S10	0.431	0.700	0.418	0.123	0.062	0.031	0.698	0.261	0.415	
	S11	0.306	0.030	0.393	0.061	0.061	0.031	0.436	0.148	0.245	
	S12	0.036	0.122	0.446	0.020	0.010	0.020	0.374	0.128	0.071	
	S13	0.085	0.000	0.396	0.043	0.043	0.000	0.440	0.065	0.128	

与归一化原始数据后,基于此数据找出当前情况下的最优与最劣方案,通过比较各对象与最优或最劣方案的距离,来评价各对象的优劣^[16]。TOPSIS法的基本计算步骤如下^[17]:

1) 确定原始矩阵 A 。对 51 个评价对象选择 9 个评价指标因子进行综合评价,数据进行正向化,即:

$$A = (a_{ij})_{51 \times 9}, (i = 1, 2 \dots 51; j = 1, 2 \dots 9) \quad (4)$$

其中, a_{ij} 表示第 i 个评价对象的第 j 个指标因子值。

2) 计算归一化矩阵 B 。为消除数据量纲影响,对 A 进行归一化处理,即:

$$B = (b_{ij})_{51 \times 9} \quad (5)$$

$$\text{其中, } b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{51} a_{ij}^2}}, (i = 1, 2 \dots 51; j = 1, 2 \dots 9) \quad (6)$$

3) 计算加权矩阵 C , 即:

$$C = (C_{ij})_{51 \times 9} \quad (7)$$

其中, C_{ij} 表示第 i 个评价对象的第 j 个指标因子的加权值。

$$C_{ij} = w_j \times b_{ij}, (i = 1, 2 \dots 51; j = 1, 2 \dots 9) \quad (8)$$

4) 找出最优方案 C^+ 与最劣方案 C^- 。 C^+ 为各指标因子列中最大值的集合, C^- 为各指标因子列中最小值的集合。

5) 计算各评价对象到最优方案的距离 D^+ 和到最劣方案的距离 D^- 。第 i 个评价对象到最优方案的距离为:

$$D^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^9 (C_{ij} - C_j^+)^2}, (i = 1, 2 \dots 51) \quad (9)$$

第 i 个评价对象到最劣方案的距离为:

$$D^- = \sqrt{\sum_{j=1}^9 (C_{ij} - C_j^-)^2}, (i = 1, 2 \dots 51) \quad (10)$$

其中, C_j^+ 表示第 j 个指标因子列的最大值, C_j^- 表示第 j 个指标因子列的最小值。

6) 计算各评价对象的综合评价指数 F , 其由大到小的排列顺序即为各评价对象的优劣次序。第 i 个评价对象的综合评价指数 F 为:

$$F = \frac{D^-}{D^+ + D^-} \quad (11)$$

2 结果与分析

2.1 评价结果

2.1.1 权重的确定结果

使用 Matlab 软件应用熵权法对指标因子进行赋权,得到各因子权重值,从高到低依次为:矮灌木类地被植物体积占有率 (0.296 2)、水平层次数占有率 (0.156 0)、植物数量占有率 (0.109 6)、色彩变化数占有率 (0.104 9)、垂直层次数占有率 (0.104 4)、植物种类占有率 (0.102 3)、色彩丰富度指数 (0.055 0)、绿视率 (0.041 7)、视觉熵 (0.030 0)。

2.1.2 TOPSIS 法评价结果

使用 Matlab 软件对数据进行 TOPSIS 法分析。本研究将各指标值均视为正向化数值,直接对数据值进行归一化和加权处理,计算各样本到最优方案的距离 D^+ 和到最劣方案的距离 D^- ,求得各样本的综合评价指数 F (表 3)。按照分数区间将各样本评价后的结果分为“优” ($F \geq 0.03$)、“良” ($0.03 > F \geq 0.02$)、“中” ($0.02 > F \geq 0.01$)、“差” ($0.01 > F \geq 0$) 4 个等级,得到最终综合量化评价结果 (表 4)。该评价结果与现实表现基本一致。

2.2 评价结果分析

2.2.1 权重值分析

由熵权法结果可知,9 项影响因子中矮灌木类地被植物体积占有率对丛植植物的视觉观赏性影响最大,权重达 0.296 2,说明从观赏者角度欣赏丛植植物时,矮灌木类地被植物的多少对其观赏性的优劣评价起决定性作用。可见,大片错落的矮灌木类地被植物的呈现,既会给人以愉悦舒畅的视觉美感,又会在一定程度上增加空间层次感和色彩丰富度。同时对于主景为高大乔木的丛植植物,矮灌木类地被植物作为背景要素,较其他硬质类背景要素(铺装、建筑等),更令人有亲近柔和的心理感受。

水平层次数占有率的权重 (0.156 0) 仅次于前者,高于垂直层次数占有率

的权重 (0.104 4),说明观赏者更注重从植植物在水平空间上的结构丰富性。丰富的水平层次有营造空间感、加强距离感和引导视线的作用。在水平层次上搭配不同种类、色彩的植物,能有效提高丛植植物的视觉观赏性,给人直观的视觉刺激和享受。

由于视觉熵是人眼对视觉信息复杂性的主观度量判断,所以其是一项可以系统性概括景观整体视觉复杂性的指标。视觉熵对丛植植物的视觉观赏性影响最小,权重为 0.030 0,说明相较于视觉信息的复杂性,观赏者更倾向于欣赏景观的尺度适宜性和色彩丰富性等。这些方面展示的信息量更直观,会使人产生更多心理感受。

2.2.2 TOPSIS 法评价结果分析

综合量化评价结果显示,在 51 个丛植植物样本中,等级为中的样本有 23 个,占样本总数的 45.10%。由此可见,海口市美兰区的丛植植物景观质量处于中等水平,观赏性评价普遍一般。该地区植物景观的视觉观赏性有待更新加强。

1) 等级结果分析

通过分析各等级样本可知,评价等级为“优”的样本能够充分利用矮灌木类地被植物增加水平层次上的丰富性,一般具有两种及以上植物种类的矮灌木丛,且大多选用色彩和形态不同的灌木进行搭配,例如大片应用假连翘 *Duranta erecta*、红桑 *Acalypha wilkesiana* 和朱槿 *Hibiscus rosa-sinensis* 等灌木。并且,该等级的样本都具有完整丰富的结构层次,植物种类多样且色彩变化丰富,植物有明显的季相特征,例如木棉 *Bombax ceiba*+ 辐叶鹅掌柴 *Schefflera actinophylla*+ 狐尾椰 *Wodyetia bifurcata*+ 鸡蛋花 *Plumeria rubra* ‘*Acutifolia*’+ 龙舌兰 *Agave americana*+ 朱蕉 *Cordyline fruticosa*+ 变叶木 *Codiaeum variegatum*+ 龙船花 *Ixora chinensis* 的种植搭配。同时,该等级样本的管理养护到位,植物生长态势和景观效果保持良好,与周围

表 3 TOPSIS 法评价结果

样本	D^+	D^-	F	排序	样本	D^+	D^-	F	排序	样本	D^+	D^-	F	排序
Z1	0.217 3	0.196 2	0.030 2	9	L2	0.187 2	0.183 2	0.031 5	5	E9	0.194 2	0.248 6	0.035 8	2
Z2	0.167 9	0.205 2	0.035 0	3	L3	0.294 1	0.060 1	0.010 8	42	E10	0.267 5	0.091 1	0.016 2	30
Z3	0.285 9	0.066 0	0.011 9	39	L4	0.320 6	0.027 3	0.005 0	51	E11	0.273 4	0.084 0	0.015 0	36
Z4	0.278 0	0.095 7	0.016 3	28	L5	0.267 3	0.101 5	0.017 5	26	E12	0.259 4	0.160 1	0.024 3	16
Z5	0.321 6	0.050 6	0.008 7	48	L6	0.291 3	0.056 6	0.010 4	44	S1	0.229 9	0.127 7	0.022 7	19
J1	0.276 9	0.087 1	0.015 2	35	L7	0.276 8	0.069 1	0.012 7	38	S2	0.188 1	0.171 9	0.030 4	8
J2	0.245 2	0.109 4	0.019 6	23	L8	0.265 2	0.154 0	0.023 4	17	S3	0.218 8	0.140 6	0.024 9	15
J3	0.280 1	0.092 8	0.015 8	33	L9	0.207 6	0.142 7	0.025 9	14	S4	0.239 4	0.134 1	0.022 9	18
J4	0.272 2	0.090 4	0.015 9	32	L10	0.294 7	0.080 1	0.013 6	37	S5	0.296 6	0.049 9	0.009 2	47
J5	0.235 0	0.127 4	0.022 4	20	E1	0.289 5	0.099 3	0.016 3	28	S6	0.292 0	0.054 1	0.010 0	45
D1	0.243 0	0.112 1	0.020 1	22	E2	0.193 6	0.166 2	0.029 4	10	S7	0.300 1	0.053 9	0.009 7	46
D2	0.310 3	0.062 2	0.010 6	43	E3	0.259 5	0.111 0	0.019 1	24	S8	0.285 5	0.091 0	0.015 4	34
D3	0.281 3	0.095 7	0.016 2	30	E4	0.135 0	0.220 9	0.039 5	1	S9	0.228 7	0.223 2	0.031 5	5
D4	0.302 3	0.063 0	0.011 0	40	E5	0.237 1	0.127 4	0.022 3	21	S10	0.171 8	0.187 0	0.033 2	4
D5	0.179 2	0.170 5	0.031 1	7	E6	0.221 1	0.156 2	0.026 4	13	S11	0.276 7	0.099 5	0.016 8	27
D6	0.226 6	0.161 5	0.026 5	12	E7	0.205 8	0.153 1	0.027 2	11	S12	0.315 8	0.046 7	0.008 2	49
L1	0.287 1	0.060 1	0.011 0	40	E8	0.249 7	0.099 4	0.018 1	25	S13	0.322 1	0.041 1	0.007 2	50

表 4 等级评价结果

等级	样本编号	个数	比重
优	Z1、Z2、D5、L2、E4、E9、S2、S9、S10	9	17.65%
良	J5、D1、D6、L8、L9、E2、E5、E6、E7、E12、S1、S3、S4	13	25.49%
中	Z3、Z4、J1、J2、J3、J4、D2、D3、D4、L1、L3、L5、L6、L7、L10、E1、E3、E8、E10、E11、S6、S8、S11	23	45.10%
差	Z5、L4、S5、S7、S12、S13	6	11.76%

建筑、小品、道路等元素结合巧妙，不显突兀。此外，比较不同等级的样本可以看出，植物与两种及以上配置元素进行搭配的景观在高等级的样本中占比明显居多。

评价等级为“差”的样本在垂直空间上的结构丰富性不足，大多缺少中间层次，如榕树 *Ficus microcarpa*+ 黄 蝎 尾 蕉 *Heliconia subulata*+ 朱槿的种植搭配，乔木与地被间缺乏过渡植物，导致大小对比太过明显，整体有不协调之感。且该等级的样本在色彩配置上也缺乏亮点，多数植物色彩单一、无明显季相变化，彩叶植物运用极少，而其他植物颜色相近且尺度不适宜，如低矮椰子 *Cocos nucifera*+ 鸡蛋花+ 春羽 *Thaumatophyllum bipinnatifidum* 的植物配置，给人以堵塞、不通透的观感。此外，植物生长状况差，几乎无修剪养护，整体景观和环境不协调，

与周围建筑、石头、水体等元素结合生硬且突兀等都是该等级样本普遍存在的问题。

2) 样本结果分析

通过计算各类型样本评价结果可得，在不同配置手法的丛植植物的视觉观赏性上，E型的平均 F 值(0.024 1)高于S型(0.018 6)和Y型(0.018 0)，说明植物与两种及以上元素进行搭配的景观的观赏效果，优于与一种及以下元素进行搭配的景观，但是配置元素并不是越多越好，植物能够与两种元素协调搭配、巧妙结合即可。

同时，分析Y型中各类丛植植物样本的视觉观赏性，平均 F 值从高到低为Z型(0.020 4)、D型(0.019 3)、J型(0.017 8)、L型(0.016 2)，说明对于植物与一种及以下元素进行搭配的景观，纯植物搭配的视觉观赏性优于与其他元素搭配。因此，当能与植物进行配置的元素

的选取面较窄时，设计者更应从植物本身出发去提升丛植植物的视觉观赏性，注重植物的选择与布置。

3 结论和建议

在大规模的城市更新与街景重塑过程中，如果忽视丛植植物景观的质量，一味地根据主观判断去开展更新建设，在一定程度上反而会破坏城市原有植物景观，降低城市的公共空间品质，浪费重塑所需的物质资源。这与以人的需求为核心、对城市存量空间进行合理“提质增效”的初衷背道而驰。在此基础上，对丛植植物质量的客观评价研究显得尤为重要。

本研究构建了含5个指标维度9个变量因子的评价体系，通过对51个样本进行考察、收集数据，结合应用基于熵权法赋权的TOPSIS法，对丛植植物的视觉观赏性进行综合量化

评价。量化结果验证了本研究提出的丛植植物视觉观赏评价模型基本是正确的,且具有可行性的。模型所采用的TOPSIS法可以对不同观赏效果的丛植植物进行准确区分,很大程度上排除了人为主观因素对评价的影响。同时,该模型简化了丛植植物视觉观赏评价的工作流程,使指标数据的收集处理更为方便、客观,在一定程度上可为未来植物景观空间的更新建设提供依据,为风景园林行业景观评价研究提供思路。

在今后的丛植植物景观更新建设中,相较于大面积草坪,可重点关注矮灌木类地被植物的应用,选用不同种类、色彩丰富、形态多样的灌木进行较大面积的配置,能在很大程度上提升观赏美感。并且,设计时应充分考虑到植物与周围环境的协调程度,可借助已有建筑、道路等元素,巧妙配以地形、小品等元素,营造自然和谐的丛植植物景观。对于评价结果为“差”的植物景观,可进行群落结构的规划与增补,按一定尺度合理配置高中低层植物,注重水平空间的群落层次塑造,以增加景观的视觉观赏性。同时,需加强对植物的管理维护,定期修剪,防治病虫害,保证其生长态势,维护景观视觉效果。

参考文献:

- [1] 刘巍,吕涛.存量语境下的城市更新——关于规划转型方向的思考[J].上海城市规划,2017(5):17-22.
- [2] 宋秋明.景观作为促进城市更新的媒介[J].重庆建筑,2019,18(10):25-29.
- [3] 张哲,潘会堂.园林植物景观评价研究进展[J].浙江农林大学学报,2011,28(6):962-967.
- [4] 林军,魏雯.基于SD法的昆明翠湖公园冬季景观评价[J].广东园林,2019,41(3):84-87.
- [5] 曾拓.基于AHP法与SBE法的湖南大学校园植物景观评价研究[D].长沙:湖南大学,2019.
- [6] 杨洋,黄少伟,唐洪辉.基于层次分析法的广州绿道景观评价模型的构建[J].广东园林,2018,40(4):30-35.
- [7] 付林江,肖婵,杨尊尊.六盘水明湖国家湿地公园植物景观评价——基于AHP-模糊综合评价法[J].中国资源综合利用,2019,37(4):167-170.

- [8] 田蔚然,徐燕玲,黄莹.层次分析法和熵权法在城市街道景观评价中的比较分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(9):147-153.
- [9] 赵慧佳,曾苗,王阳,等.基于主成分分析的TOPSIS法和RSR法对四川省《医院中药房基本标准》执行现状的综合评价[J].现代预防医学,2019,46(13):2398-2401+2409.
- [10] 虞晓芬,傅琰.多指标综合评价方法综述[J].统计与决策,2004(11):119-121.
- [11] 王竞红.园林植物景观评价体系的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2008.
- [12] 陈秋池,林世平.单株乔木视觉观赏性量化评价方法研究[J].海南大学学报(自然科学版),2019,37(4):368-375.
- [13] 窦燕,孔令富,王柳峰.基于视觉熵的视觉注意计算模型[J].光学学报,2009,29(9):2511-2515.
- [14] 林秋华.绍兴市市区园林绿地地被植物调查与应用研究[D].杭州:浙江农林大学,2019.
- [15] 杨宇.多指标综合评价中赋权方法评析[J].统计与决策,2006(13):17-19.
- [16] 夏勇其,吴祈宗.一种混合型多属性决策问题的TOPSIS方法[J].系统工程学报,2004(6):630-634.
- [17] 张冬生,邓春亮.TOPSIS及模糊综合评价法在植物观赏性评价中的应用——以刨花润楠为例[J].福建林业科技,2017,44(2):117-122+156.

作者简介:

马山水/1996年生/女/山西晋中人/海南大学(海口570228)/在读硕士研究生/专业方向为热带风景园林规划与设计

(*通信作者)林世平/1972年生/男/江西南康人/硕士/海南大学(海口570228)/副教授/研究方向为风景园林规划与设计/E-mail:lsplx@163.com

杨超/1997年生/男/云南德宏州人/海南大学(海口570228)/在读硕士研究生/专业方向为热带风景园林规划与设计