

# 基于 AHP 法的滨水绿道植物景观评价体系构建

郜春丽, 翁殊斐\*, 赵宝玉

(华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

**摘 要:**滨水绿道植物景观是最具地域特色的绿道景观。采用层次分析法(AHP法)构建滨水绿道植物景观评价体系,运用专家系统从生态、美学、心理等3个方面,选择了物种多样性、植物乡土性、适地适树、综合生态效益、植物色彩和季相性、植物景观与环境的协调性、植物景观空间层次丰富性、植物景观的意境美、安全感、舒适感等10个评价因子,通过构造判断矩阵计算各层次指标权重,指标层权重的范围为0.039 3~0.240 1,计入结果的问卷各矩阵的一致性检验范围为0~0.095,均 $<0.1$ 。为检验该评价体系的可行性,选取广州蕉门河滨水绿道的10个样方,请25位专家用构建的评价体系对10个样方进行评价,结果显示,该评价体系能够实际反映滨水绿道植物景观的建设水平高低,具有可行性。

**关键词:**AHP法;滨水;绿道;植物景观;评价体系

**中图分类号:**TU986.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-7461(2013)03-0206-04

## Establishment of Landscape Plant Assessment Model in Waterfront Greenway Based on Analytic Hierarchy Process

GAO Chun-li, WENG Shu-fei\*, ZHAO Bao-yu

(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

**Abstract:** The plant landscape of the waterfront greenway is the most unique scenery in reflecting geographical features. A system for the assessment of the plant landscape of the waterfront greenway was established by using analytic hierarchy process based on the questionnaire results from relative experts. Ten factors for the assessment were selected from the views of ecology, aesthetics, and psychology, including species diversity, plant locality, suitability, comprehensive ecological benefit, color and seasonal appearance, compatibility between plants and environment, richness of space, artistic beauty, security, and comfort ability. Hierarchy indices were weighted and calculated by assessment matrix. The hierarchy index weights ranged from 0.039 3 to 0.240 1. The consistency test data of questionnaire matrix included in the results ranged from 0 to 0.095, smaller than 0.1. In order to validate the feasibility of the assessment model, ten spots from Jiaomen waterfront greenway in Guangzhou were sampled to be assessed by 25 experts based on the assessment model. The results showed that the assessment model could reflect the actual level of waterfront greenway plant landscape, thereby the model was feasible.

**Key words:** AHP; waterfront; greenway; landscape plant; assessment system

滨水绿道作为一种线性空间是城市中重要的景观视线观赏线,可以提供连续的、富有变化的视觉景观效果,是彰显绿道景观特色的重要地段。在滨水地带的建设中,植物作为生态环境中可再生的自

然因素,往往起着重要的作用,它是构成景观的基础,又是发挥滨水带生态效益的决定因素<sup>[1]</sup>,还具有提供户外游憩场所的功能<sup>[2]</sup>。园林植物构成绿道的绿廊系统,其配置效果是影响绿道景观质量及其功

收稿日期:2012-10-11 修回日期:2012-11-12

作者简介:郜春丽,女,在读硕士,研究方向:园林植物应用与城市绿化。E-mail:690170459@qq.com

\*通信作者:翁殊斐,女,硕士,副教授,研究方向:园林植物应用与城市绿化。E-mail:wengshufei@163.com

能的重要因素。

目前国内外对绿道的研究主要是关于规划设计和案例分析<sup>[3-5]</sup>,鲜有对绿道植物景观的研究。现有的植物景观评价体系多是从美学的角度考虑,而从生态学及人的心理因素考虑较少。滨水绿道是集生态、美学、休闲等多种功能为一体的综合性廊道,因此,有必要构建一套适用于滨水绿道植物景观的评价体系。

目前应用较多的植物景观评价方法有层次分析法 (Analytic hierarchy process, AHP)<sup>[6]</sup>,美景度评价法 (SBE)<sup>[7]</sup>,审美评判测量法 (BIB-LCJ)<sup>[8]</sup>,语义分析法 (SD)<sup>[9]</sup> 及人体生理心理指标测试法<sup>[10]</sup> 等,其中,层次分析法应用的比较多<sup>[10]</sup>。层次分析法是 20 世纪 70 年代 Saaty 教授提出的一种定性定量相结合的决策分析方法,该法适用于公园、居住区及道路绿地等园林植物景观的评价,或者用于评价影响因素较多的植物景观评价<sup>[11-12]</sup>。在对滨水绿道进行实地调研的基础上,采用层次分析法构建滨水绿道植物景观评价体系,并对该评价体系的适用性进行分析,以期对滨水绿道建设提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 准则层和指标层的选定方法

在对广州、增城、东莞等地已建成的 8 段滨水绿道进行实地考察的基础上,综合前人研究<sup>[13]</sup>,选择生态学、美学和心理学等 3 个项作为体系的准则层,每项再细分 8 个指标,共 24 个待选评价指标,其中定量指标 7 个,如物种多样性、植物乡土性、植物生活型多样性、综合生态效益、郁闭度、植物观赏多样性、地形环境多样性等;定性指标 17 个,如植物生长势、适地适树、植物色彩和季相性、植物景观与环境的协调性、空间层次丰富性、水体状况、植物配置艺术多样性、植物景观意境美、安全感、舒适感、参与感、宁静感、满意感、宁静感、轻松感、喜悦感、兴奋感等。邀请园林相关专业专家共 25 人对 24 个指标进行选择,预期指标总数控制在 10 个左右。

### 1.2 评价指标权重的确定

1.2.1 构造判断矩阵 选择“1~9 标度法”构造判断矩阵,以 1、3、5、7、9 分别表示 2 个因素相比一个比另一个同等重要、稍微重要、明显重要、强烈重要、极端重要;2、4、6、8 分别表示其中间值,倒数表示 2 个指标的反比较。根据各项指标层次关系及专家意见构造  $X-Y$ 、 $Y_1-(Z_1-Z_4)$ 、 $Y_2-(Z_5-Z_8)$ 、 $Y_3-(Z_9-Z_{10})$  判断矩阵。邀请 25 位专家填写各个判断矩阵的对应值,将原始数据用 Excel 表处理。

1.2.2 各层权重的计算及一致性检验 权重及一

致性检验计算式参照许树伯<sup>[14]</sup>的方法,设  $\lambda_{\max}$  是判断矩阵  $A$  的最大特征根, $\omega$  是其对应的特征向量,求解向量的特征根。所得  $\omega$  经归一化后就得到该层元素相对于上一层次某一因素的相对权重,即层次单排序。元素的单层排序权重和该元素对应的上一层元素的单层排序的乘积即是该元素的总排序权重。

#### 1.2.2.1 $\lambda_{\max}$ 和 $\omega$ 的计算

- 1) 矩阵  $A$  的元素按行相乘;
- 2) 将乘积分别开  $n$  次方 ( $n$  为矩阵  $A$  的阶数);
- 3) 将方根向量归一化得到  $\omega$ ;
- 4) 按照公式  $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(A\omega)_i}{n\omega_i}$ , ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ )。

#### 1.2.2.2 一致性检验

$CR$  为一致性指标  $CI$  (Consistency Index) 与平均随机一致性指标  $RI$  (Random Index) 的比值。其中  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ; 经查表得 2、3、4 阶矩阵对应的  $RI$  值分别为 0、0.58、0.96<sup>[15]</sup>; 若  $CR = \frac{CI}{RI} \leq 0.1$ , 则通过检验,否则不合格。单层一致性检验合格之后按照相同的方法检验整体一致性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 评价指标选择结果与分析

根据结果统计,得出滨水绿道植物景观评价指标,从表 1 中可以看出,生态学指标 ( $Y_1$ ) 中排名前 4 位的是物种多样性 ( $Z_1$ )、植物乡土性 ( $Z_2$ )、适地适树 ( $Z_3$ )、综合生态效益 ( $Z_4$ ),说明 4 者是影响滨水植物景观群落的生态功能的重要因素;美学指标 ( $Y_2$ ) 中排名前 4 位的是植物色彩和季相性 ( $Z_5$ )、植物景观与环境的协调性 ( $Z_6$ )、植物景观空间层次丰富性 ( $Z_7$ )、植物景观的意境美 ( $Z_8$ ),说明人们对环境的美感是在植物景观三维空间构成的基础上主要通过视觉和时间方面的感触获得;心理学指标 ( $Y_3$ ) 中排名前 2 位的是安全感 ( $Z_9$ )、舒适感 ( $Z_{10}$ ),说明在心理评价尺度上,人对植物景观的感受中安全感和舒适感是最容易被感知的。所选定的 10 个指标中定量指标有 3 个,定性指标有 7 个。

### 2.2 指标权重结果与分析

在 25 份专家问卷调查中,符合一致性检验的有 23 份,符合率 92%,不符合一致性检验的问卷不计入结果。按照上述方法计算 23 份各个元素的总排序权重后再求平均值,得到滨水绿道植物景观评价体系权重表 (表 1)。

从表 1 可以看出,准则层权重范围为 0.197 9~0.549 6,指标层权重的范围为 0.039 3~0.240 1。准则层权重最高的是生态学,美学略高于心理学,这

表 1 滨水绿道植物景观评价指标选择结果及权重

Table 1 Assessment indices and weights

目标层	权重	准则层	权重	指标层	权重
滨水 植物 景观 评价 (X)	1.0000	生态学 (Y <sub>1</sub> )	0.5496	物种多样性(Z <sub>1</sub> )	0.081 4
				植物乡土性(Z <sub>2</sub> )	0.095 0
				适地适树(Z <sub>3</sub> )	0.240 1
				综合生态效益(Z <sub>4</sub> )	0.133 0
		美学 (Y <sub>2</sub> )	0.252 5	植物色彩和季相性(Z <sub>5</sub> )	0.073 8
				植物景观与环境的协调性(Z <sub>6</sub> )	0.071 3
				植物景观空间层次丰富性(Z <sub>7</sub> )	0.066 2
				植物景观的意境美(Z <sub>8</sub> )	0.039 3
		心理学 (Y <sub>3</sub> )	0.1979	安全感(Z <sub>9</sub> )	0.141 8
				舒适感(Z <sub>10</sub> )	0.056 1

说明专家在进行滨水绿道建设时最关注绿道的生态功能,其次注重植物的观赏性,这与滨水绿道的功能相一致。心理学权重值较低,表明专家对视觉景观审美要求的考虑要高于对游人心理感受的考虑。在指标层中,适地适树和综合生态效益在生态学指标中权重值较高,说明专家认为这两者在滨水绿道植物景观的稳定性和可持续性能够发挥重要作用。美学方面,植物色彩与季相性和植物景观和环境的协调性权重值较高,且相差不大,说明观赏者对滨水绿

道植物景观的第一印象更多源自对植物色彩、形态、季相变化及其与周围环境的协调性的感受,色彩丰富、季相变化明显的植物群落更能给人深刻的印象。心理方面的 2 个指标中,安全感的权重值较高,安全无害的植物景观是人对植物景观最基本的要求。

2.3 实例检验分析

根据实地调研,选择蕉门河滨水绿道 10 个 100 m<sup>2</sup>的样方,根据所构建的滨水绿道植物景观评价体系,邀请 25 位专家参照 10 个样方的照片按照“很好(10 分)、较好(8 分)、一般(6 分)、较差(4 分)、很差(2 分)”模糊评价标准对体系中的定性因子评分,物种多样性、综合生态效益和植物乡土性 3 个指标定量计算,每个因子得分和对应权重相乘的总和就是该样方的总得分,对结果进行排序(表 2)。由表 2 可以看出,样方的得分均在 4~8 分之间,得分排名前两位的是样方 8 和样方 6,2 个样方图 1 和图 2 可以看出,2 样方植物种类较丰富、色彩搭配多样、植物空间层次较丰富,评价得分相对较高,这与实地体验相一致。因此,利用专家系统所构建的评价体系一定程度上能够反应滨水绿道植物景观的现状。

表 2 蕉门河滨水绿道植物景观评价表

Table 2 Results of the assessment of Jiaomen water front greenway

样方	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>	Z <sub>7</sub>	Z <sub>8</sub>	Z <sub>9</sub>	Z <sub>10</sub>	总分	排序
1	0.154 8	0.017 3	1.440 6	0.638 4	0.305 0	0.427 8	0.335 4	0.157 2	0.699 5	0.329 1	4.505 2	10
2	0.047 2	0.027 1	1.920 8	1.028 5	0.511 7	0.541 9	0.503 1	0.246 3	1.096 6	0.441 3	6.364 6	5
3	0.058 8	0.027 1	1.632 7	0.798 0	0.433 0	0.446 8	0.344 2	0.183 4	0.869 7	0.344 1	5.137 8	9
4	0.036 9	0.038 0	1.952 8	1.010 8	0.521 5	0.551 4	0.485 5	0.256 8	1.096 6	0.433 8	6.384 0	4
5	0.002 4	0.063 3	1.856 8	0.868 9	0.403 4	0.494 3	0.361 9	0.241 0	0.983 1	0.389 0	5.664 3	7
6	0.164 2	0.043 8	1.984 8	1.099 5	0.531 3	0.513 4	0.511 9	0.246 3	1.058 8	0.441 3	6.595 3	2
7	0.090 4	0.063 3	1.632 7	0.904 4	0.482 2	0.456 3	0.441 3	0.214 8	0.926 4	0.381 5	5.593 3	8
8	0.165 8	0.029 7	2.144 9	1.152 7	0.541 2	0.589 4	0.538 4	0.298 7	1.228 9	0.471 2	7.160 9	1
9	0.143 3	0.031 7	1.728 7	0.851 2	0.472 3	0.446 8	0.441 3	0.230 6	0.983 1	0.381 5	5.710 5	6
10	0.153 8	0.015 8	1.920 8	1.046 3	0.521 5	0.551 4	0.441 3	0.246 3	1.096 6	0.418 9	6.412 7	3



图 1 样方 8

Fig. 1 Sampling spot No. 8



图 2 样方 6

Fig. 2 Sampling spot No. 6

3 小结

从生态、美学和心理学等 3 方面多角度地结合主客观因子构建了滨水绿道植物景观评价模型,确

定了滨水绿道植物景观的 10 个评价因子及其权重,定量指标和定性指标相结合,对滨水绿道建设有一定的指导意义,并为滨水绿道植物景观评价提供了方法。从构建的评价体系中可以看出,丰富的植物

种类、丰富的空间层次,丰富的季相变化和色彩以及植物景观的安全性是影响植物景观质量的主要因素。植物景观元素的动态变化(如季节变化)会影响评价体系的可行性<sup>[16]</sup>,可通过对滨水绿道进行重复性的调查来降低其影响。由于研究评价体系的检验样方数量较小,在今后的研究中还应用较多的样方对其进行验证,以使评价体系能够更科学合理。

参考文献:

[1] 安然,翁殊斐,陈华平,等.广州公园滨水植物景观特色探讨[J].西北林学院学报,2012,27(1):186-192.  
AN R,WENG S F,CHEN H P,*et al.* Characteristics of water-front vegetation landscape in parks of Guangzhou[J]. Journal of Northwest Forestry University,2012,27(1):186-192. (in Chinese)

[2] 郭春华,李宏彬.滨水植物景观建设初探[J].中国园林,2005(6):59-62.  
GUO C H,LI H B. Preliminary discussion of the landscape construction of waterfront plants[J]. Chinese Landscape Architecture,2005(6):59-62. (in Chinese)

[3] AHERN J. Greenways as a planning strategy[J]. Landscape and Urban Planning,1995,33(1-3):131-155.

[4] FÄBOS J G. Greenway planning in the United States;its origins and recent case studies[J]. Landscape and Urban Planning,2004,68(2-3):321-342.

[5] 谭少华,赵万民.绿道规划研究进展与展望[J].广东园林,2007(2):85-89.

[6] 徐新洲,薛建辉.基于 AHP—模糊综合评价的城市湿地公园植物景观美感评价[J].西北林学院学报,2012,27(2):213-216.  
XU X Z,XUE J H. Aesthetic evaluation for plant landscape of wetland park based on AHP[J]. Journal of Northwest Forestry University,2008,27(2):213-216. (in Chinese)

[7] 翁殊斐,陈锡木,黄少伟.用 SBE 法进行广州市公园植物配置

研究[J].中国园林,2002(5):84-86.  
WENG S F,CHEN X M,HUANG S W. The application of SBE in plant disposition of Guangzhou parks,Guangdong[J]. Chinese Landscape Architecture,2002(5):84-86. (in Chinese)

[8] 俞孔坚.自然风景质量评价研究—BIB-LCJ 审美评判测量法[J].北京林业大学学报,1988,10(2):1-11.  
YU K J. Landscape preference;BIB-LCJ procedure and comparison of landscape preference among different groups[J]. Journal of Beijing Forestry University,1988,10(2):1-11.

[9] 刘颖,周春玲,安丽娟.青岛市居住区夏季植物景观评价[J].北方园艺,2011(5):136-140.

[10] 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):926-967.  
ZHANG Z,PAN H T. Research on the evaluation of garden plant landscapes[J]. Journal of Zhejiang A&F University,2011,28(6):926-967. (in Chinese)

[11] 唐东芹,杨学君,许东新.园林植物景观评价方法及其应用[J].浙江农林大学学报,2001,18(4):394-397.

[12] 宁惠娟,邵峰,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.

[13] 翁殊斐,柯峰,黎彩敏.用 AHP 法和 SBE 法研究广州公园植物景观单元[J].中国园林,2009(4):78-81.  
WENG S F,KE F,LI C M. Application of AHP and SBE methods in the study of landscape plant composition in Guangzhou parks[J]. Chinese Landscape Architecture,2009(4):78-81. (in Chinese)

[14] 许树柏.层次分析法原理[M].天津:天津大学出版社,1998:51-59.

[15] 《运筹学》教材编写组.运筹学[M].北京:清华大学出版社,1990.

[16] AMIR S,GIDALIZON E. Expert based method for the evaluation of visual absorption capacity of the landscape[J]. Journal of Environmental Management,1990,30(3):251-163.

(上接第 133 页)

[10] 曲玲,曹有龙,侯玉霞,等.将 GNA 基因导入宁夏枸杞及其表达的研究[J].西北林学院学报,2007,22(3):88-91.  
QU L,CAO Y L,HOU Y X,*et al.* A study of the introduction and expression of GNA gene in *Lycium bararum* [J]. Journal of Northwest Forestry University,2007,22(3):88-91. (in Chinese)

[11] 梁海永,刘兴菊,苏彦苹,等. rolB 基因对三倍体毛白杨的转化研究[J].西北林学院学报,2011,26(2):86-90  
LIANG H Y,LIU X J,SU Y P,*et al.* Genetic transformation of the triploid *Populus tomentosa* with *rolB* gene[J]. Journal of Northwest Forestry University,2011,26(2):86-90. (in Chinese)

[12] WEIR B,GU X,WANG M B,*et al.* *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of wheat using suspension cells as a model system and green fluorescent protein as a visual marker[J]. Australian Journal of Plant Physiology,2001,28(8):807-818.

[13] SJAHRIL R,CHIN D P,KHAN R S,*et al.* Transgenic *Pha-laenopsis plants* with resistance to *Erwinia carotovora* pro-

duced by introducing wasabi defensin gene using *Agrobacterium* method[J]. Plant Biotechnology,2006,23(2):191-194.

[14] XING Y J,JI Q,YANG Q,*et al.* Studies on *Agrobacterium*-mediated genetic transformation of embryogenic suspension cultures of sweet potato[J]. African Journal of Biotechnology,2008,7(5):534-540.

[15] 王关林,方宏绮.植物基因工程[M].2 版.北京:科学出版社,2002.

[16] HUANG X Q,WEI Z M. Successful *Agrobacterium*-mediated genetic transformation of maize elite inbred lines[J]. Plant Cell,Tissue and Organ Culture,2005,83(2):187-200.

[17] 庄志扬,王汉宇,张金文,等.农杆菌介导玉米幼胚愈伤组织遗传转化体系的优化[J].甘肃农业大学学报,2010,45(6):49-54.  
ZHUANG Z Y,WANG H N,ZHANG J W,*et al.* Optimization of genetic transformation system for maize immature embryo calli mediated by *Agrobacterium tumefaciens* [J]. Journal of Gansu Agricultural University,2010,45(6):49-54. (in Chinese)