

基于 AHP-TOPSIS 组合模型的植物园景观方案优选

乔丽芳, 齐安国, 张毅川*

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

摘要:选取功能定位、空间结构与形态、生物多样性、交通与游览组织、建设和维护费用、景观艺术效果等 6 项指标,运用层次分析法(AHP)和逼近理想解排序法(TOPSIS)构建了植物园景观方案优选体系,并对 25 份植物园景观方案进行了实证评价以验证模型的可行性。结果表明:AHP 和 TOPSIS 模型应用于植物园景观方案优选的区分度较好,能对植物园景观方案的综合质量进行较为全面、合理、准确地评价,是一种简便、有效的优选方法。该方法也适用于其他类型绿地的景观方案的优选。

关键词:植物园;景观方案;AHP;TOPSIS;优选

中图分类号:TU986 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)04-0238-04

Preference of Botanical Garden Landscape Plans Based on AHP—TOPSIS Combination Model

QIAO Li-fang, QI An-guo, ZHANG Yi-chuan*

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003, China)

Abstract: A optimization system was established for botanical garden landscape planning based on the combination models of analytic hierarchy process (AHP) and technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS), in which 6 indices were adopted: functional orientation, spatial structure and form, biodiversity, transportation and tourism organization, cost of construction and maintenance, and landscape artistic effects. The model was verified by 25 botanical garden landscape plans. The results indicated that the distinctiveness was good when AHP—TOPSIS models were applied in the botanical garden landscape evaluation, and could make the landscape quality of botanical garden landscape plan more comprehensive, reasonable, and accurate, which is a simple and effective assessment method. The method is also suitable for landscape works preference of other types of green spaces.

Key words: botanical garden; landscape work; AHP; TOPSIS; preference

植物园在城市绿地系统分类中属于公园绿地中的专类绿地,承载着调查、采集、鉴定、引种、驯化、保存和推广利用植物的科研任务,也是普及植物科学知识,并供群众游憩的园地^[1-2]。21 世纪以来,许多植物园由科研功能为主逐渐向满足公众的科普^[3]和游憩^[4]需求的方向转变。北京市植物园、中国科学院西双版纳热带植物园等 7 个植物园先后被评为国家 4A 级旅游景区。植物园是融生态环境、文化教

育和植物景观融为一体的绿色多功能环境空间^[5-6]。“科学的内容,艺术的外貌”一直是指导我国植物园建设的重要方针。这个方针在我国植物园的建设,特别是大型综合性植物园的建设中,起着重要的作用。景观、科研、科普、保护这些方面是一个相辅相成、有机结合的整体^[7-8]。2007 年在第三届世界植物园大会上,专家建议应充分发挥植物园资源保护、科学研究和科普教育^[9]为一体的综合功能,让植物

收稿日期:2011-10-16 修回日期:2011-11-15

基金项目:2010 年河南省科技计划重点项目(102102310246)。

作者简介:乔丽芳,女,讲师,硕士,研究方向:景观规划与设计。

* 通讯作者:张毅川,男,副教授、硕士,研究方向:景观规划设计。E-mail:zhangyichuan2002@163.com

园在为公众提供绿色美景的同时,发挥更重要的资源保护作用^[10-11]。

随着城市对生态环境质量要求的提高,植物园对城市改善生物多样性及游憩场所方面发挥着越来越重要的作用^[12],许多城市都正着手建立植物园。但是,当一个植物园建设项目面对众多的景观设计方

案时,如何选择最合理的就成为人们所关心的问题。常见做法是组织方案评审委员会,由专家进行直接优选。这种方法带有极大的偶然性,因为每个专家的知识背景不同、经验不同,选择的侧重点也不同,这导致许多优秀的方案在评审中落选,从而失去了为公众服务的机会。因此,建立更为合理科学的优选方法是十分重要的。本研究将 AHP 和 TOPSIS 相结合,建立植物园景观方案优选模型与方法。

1 研究方法

AHP 是一种定性和定量相结合的、系统化、层次化的分析方法,在处理复杂的决策问题上具有实用性和有效性^[13]。TOPSIS 法即逼近理想解排序法,在多目标决策分析中是一种非常有效的方法^[14]。本研究中,方案影响因子的权重由 AHP 方法确定,排序则由 TOPSIS 方法完成。建立 AHP-TOPSIS 组合模型的具体步骤如下:

1.1 构造标准化数据矩阵

设有 N 个待评价的对象,每个对象有 M 个评价指标,则形成评价指标特征矩阵:

$$A=(a_{ij})_{n\times m}(i=1,\cdots,n,j=1,\cdots,m)$$

1.2 确定各指标的权重,构造加权矩阵

权重(W_i)的确定由专家对评价指标以 1~9 标度进行两两比较得出,并要求通过一致性检验($CI<0.1$),如果不一致,需要专家调整比较指标的相对重要度。

由 A 可以构成规范化的矩阵 Z' 和加权矩阵 Z ,其元素分别为 Z'_{ij} 和 Z_{ij}

1.3 确定评价对象的理想解与负理想解

$$Z_{ij}=\omega_jZ'_{ij}(i=1,2,\cdots,n;j=1,2,\cdots,m)$$

设 J 代表越大越优型目标集, J' 代表越小越优型目标集,则:

$$Z^*=(\max Z_{ij} \mid j \in J, \min Z_{ij} \mid j \in J')=(Z_1^*, Z_2^*, \cdots, Z_m^*)$$

$$Z^-=(\min Z_{ij} \mid j \in J, \max Z_{ij} \mid j \in J')=(Z_1^-, Z_2^-, \cdots, Z_m^-)$$

1.4 计算欧氏距离与贴近度排序

分别计算待评价样本与理想解 S_i^* 和负理想解

S_i^- 的欧氏距离值

$$S_i^*=\sqrt{\sum_{j=1}^m(Z_{ij}-Z_j^*)^2}$$

$$S_i^-=\sqrt{\sum_{j=1}^m(Z_{ij}-Z_j^-)^2}$$

1.5 由欧氏距离计算各方案与理想解的相对贴近度

$$C_i^*=\frac{S_i^-}{S_i^*+S_i^-}0\leq C_i^*\leq 1(i=1,2,\cdots,n)$$

按照相对贴近度由大到小排列待评价样品的优劣序。

2 结果与分析

2.1 评价指标、标准和样本

根据文献检索和和广泛征求同行专家的意见,选择功能分区、空间结构与形态、交通与游览组织、生物多样性、建设和维护费用、景观艺术效果^[15]等 6 项为关键指标。以植物园景观设计的 25 个方案为样本,由 5 名景观规划设计专家按照评价标准(表 1)在 0~10 分($0<$ 很差 $\leq 3, 3<$ 较差 $\leq 5, 5<$ 一般 $\leq 7, 7<$ 较好 $\leq 8, 8<$ 很好 ≤ 10)区间打分,取平均值(表 2)。采用 Yaahp 软件和 DPS 软件计算分析。

表 1 各关键指标的评价标准

Table 1 Evaluation criteria of the key indicators

序号	因子	评价标准
1	功能定位及分区	功能定位准确性;功能分区合理及其之间存在着有机联系
2	空间结构与形态	空间布局合理;空间的组合协调;空间形式多样
3	生物多样性	物种多样性、群落多样性和景观多样性
4	交通与游览组织	交通布局合理;游览组织有序
5	建设和维护费用	建设费用性价比;高;养护管理费用低廉
6	景观艺术效果	景观整体艺术效果良好

2.2 确定权重

权重由 5 位从事景观规划设计的专家以 1~9 标度对 6 项指标进行两两比较,求出的权重(表 3)。一致性检验的结果为 $0.0506<0.1$,符合一致性要求。

2.3 根据加权矩阵求出 Z^* 和 Z^-

根据归一化后的矩阵,可得到最优向量 Z^* 和最劣向量 Z^- ,分别为:

$$Z^*=(0.064\ 5, 0.058\ 4, 0.044\ 1, 0.018\ 1, 0.024\ 2, 0.024\ 2);$$

$$Z^-=(0.030\ 9, 0.030\ 5, 0.027\ 6, 0.012\ 5, 0.012\ 8, 0.015\ 9)$$

2.4 欧氏距离及 C_i

欧氏距离及 C_i 列于表 4。

表 2 样本的各项评价指标得分

Table 2 Evaluation criteria scores of the samples

序号	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	序号	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	9.4	8.5	8.9	7.8	8.7	8.9	14	5.7	7.0	8.0	7.6	6.7	6.9
2	8.7	6.9	7.6	8.6	9.0	7.7	15	7.1	8.6	8.4	9.0	8.8	7.8
3	6.8	7.9	8.0	9.0	7.6	7.6	16	9.4	9.2	8.8	9.0	7.9	9.2
4	9.1	8.7	7.4	7.5	8.1	9.3	17	8.2	8.8	6.9	8.4	8.0	9.0
5	9.3	7.6	8.5	6.4	7.9	8.4	18	7.5	6.1	7.2	8.0	5.7	7.0
6	6.4	4.9	5.7	7.9	8.0	7.0	19	9.0	7.9	8.3	8.6	8.5	8.8
7	4.5	5.3	6.7	8.5	7.4	6.1	20	9.4	8.5	9.0	8.8	7.0	8.4
8	7.6	8.0	8.1	8.6	8.2	8.8	21	7.6	8.0	8.6	6.7	7.5	8.0
9	5.5	7.9	6.2	6.7	7.0	6.3	22	5.8	6.7	7.6	8.5	4.8	6.7
10	9.0	9.4	7.9	8.3	7.4	8.8	23	9.0	8.4	8.6	8.9	9.1	9.2
11	8.8	9.0	8.6	8.0	8.4	9.0	24	6.8	7.7	7.0	7.4	7.4	6.9
12	7.4	8.3	6.9	7.5	7.0	7.9	25	8.9	9.0	9.1	7.9	8.2	9.3
13	8.3	8.0	9.0	9.3	9.1	9.2							

表 3 各评价指标的权重

Table 3 Weight of each evaluation criteria

指标	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
权重	0.272 0	0.246 6	0.192 3	0.079 4	0.103 8	0.105 9

表 4 欧氏距离及 C_i

Table 4 Euclidean distance and C_i

序号	S^+	S^-	C_i	排名	序号	S^+	S^-	C_i	排名
1	0.006 6	0.045 2	0.873 2	4	14	0.031 4	0.019 9	0.388 5	21
2	0.018 4	0.035 1	0.656 5	16	15	0.017 4	0.034 3	0.664 0	14
3	0.021 7	0.028 6	0.569 0	18	16	0.003 8	0.047 2	0.925 9	1
4	0.010 5	0.042 1	0.800 2	8	17	0.014 4	0.037 6	0.722 7	12
5	0.013 5	0.040 7	0.751 0	11	18	0.028 3	0.023 5	0.454 0	20
6	0.039 1	0.016 0	0.290 5	24	19	0.010 8	0.040 3	0.789 4	9
7	0.044 8	0.009 7	0.178 2	25	20	0.008 3	0.044 5	0.842 4	7
8	0.016 2	0.033 3	0.673 3	13	21	0.017 0	0.033 1	0.660 8	15
9	0.033 4	0.020 9	0.384 4	22	22	0.033 5	0.017 6	0.343 9	23
10	0.008 2	0.044 3	0.843 6	6	23	0.007 3	0.042 9	0.855 3	5
11	0.006 3	0.043 3	0.873 3	3	24	0.024 6	0.025 4	0.508 2	19
12	0.020 1	0.030 6	0.603 2	17	25	0.005 6	0.044 6	0.888 9	2
13	0.011 5	0.039 2	0.772 6	10					

3 结论与讨论

在影响植物园景观方案优选的指标中,功能定位具有最高的权重,说明在植物园景观建设中,进行合理的功能定位十分重要,它涉及到植物园是否能够满足公众对生物多样性保护、科普教育、旅游与游憩、自然生态场所等的需求。排在第二位的是空间结构与形态,说明作为自然生态游憩场所之一,景观的空间结构与形态直接影响了人们的使用吸引力。生物多样性也具有较高的影响因子,说明作为生物多样性最高的绿地类型之一,植物园景观建设应将增加植物种类和构建稳定的植物群落放在重要的位置。

根据相对贴近度的值可以将建设方案分为不同的类型,提供给专家或者决策者作为优选的依据。

1)本文从功能定位、空间结构与形态、生物多样性、交通与游览组织、建设和维护费用和景观艺术效

果的角度构建了植物园景观优选体系是比较合理的。

2) AHP-TOPSIS 组合模型应用于植物景观方案优选的区分度较好,和专家预期相一致。能对植物园景观方案的综合质量进行全面、合理、准确地评价,是一种简便、有效的优选方法。

3)该方法也适用于其他类型景观绿地方案的优选。

参考文献:

[1] CATHERINE D W, CAITLIN M P, CHARLIE M S. The use and appreciation of botanical gardens as urban green spaces in South Africa[J]. Urban Forestry &. Urban Greening, 2010, 9(1): 49-55.

[2] 刘鑫, 张茵. 北京植物园家庭群体游憩行为研究[J]. 北京林业大学学报:社会科学版, 2011, 10(2):40-44.

LIU X, ZHANG Y. Family recreation activities in Beijing Bo-

tanical Garden[J]. Journal of Beijing Forestry University: Social Sciences Edition, 2011, 10(2):40-44. (in Chinese)

[3] 许玲, 陈进, 李大光, 等. 透过三个植物园探索中国植物园科普发展历程[J]. 科普研究, 2009, 4(5): 80-83.

[4] 李朝仙, 杜靖川, 孙先凤. 论昆明植物园科普旅游开发[J]. 云南农业大学学报:社会科学版, 2010, 4(2):28-32.

LI C X, DU J C, SUN X F. To Discuss the popular science tourism development in Kunming Botanical Garden[J]. Journal of Yunnan Agricultural University: Social Science Editon, 2010, 4(2):28-32. (in Chinese)

[5] 任康丽. 植物园景观设计功能性与艺术性的高度结合——从美国费尔柴尔德热带植物园看景观设计的结构[J]. 中国园林, 2010, 26(9):32-35.

REN K L. The high integration of functionality and artistry of botanical garden landscape design—from fairchild tropical botanical garden to see the structure of landscape design[J]. Chinese Landscape Architecture, 2010,26(9):32-35. (in Chinese)

[6] 李品明, 秦琴, 周卯勤, 等. 重庆市药用植物园景区规划研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2011, 36 (3): 194-198.

LI P M, QIN Q, ZHOU M Q, *et al.* Landscape design of chongqing medicinal plant Garden[J]. Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition, 2011, 36 (3): 194-198. (in Chinese)

[7] 严海, 陈进, 贺赫. 公众对植物园功能定位和形象认知的初步调查[J]. 生物多样性, 2010, 18 (5): 516 - 522.

HAI Y, JIN C, HE H. Preliminary investigation on function recognition and image perception in public upon botanical gardens[J]. Biodiversity Science, 2010, 18 (5): 516-522. (in Chinese)

[8] 邵丹锦. 一个永续发展的热带风情植物园—新加坡植物园[J]. 中国园林, 2011, 27(3): 96-100.

SHAO D J. A tropical botanic garden with sustainable development—Singapore Botanic Gardens[J]. Chinese Landscape Architecture, 2011, 27(3): 96-100. (in Chinese)

[9] 晏海, 董丽. 北京植物园植物教育功能现状与拓展[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(1): 219-222.

YAN H, DONG L. Present situation and development of plant educational function of Beijng Botanical Garden [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(1): 219-222. (in Chinese)

[10] 蒙晓伟, 龚本海. 桂林园林植物园景观分析评价[J]. 广东园林, 2011, 33(2):37-41.

MENG X W, GONG B H. Landscape analysis and evaluation of Guilin Landscape Botanical Garden[J]. Guangdong Landscape Architecture, 2011, 33(2):37-41. (in Chinese)

[11] 岳桦, 孙文. 黑龙江省植物园人工湿地植物群落特征与公众认知的景观美感度相关性研究[J]. 黑龙江农业科学, 2011 (3): 71-74.

YUE H, SUN W. Relationship between Heilongjiang Botanical Garden artificial wetland community characteristics and the public awareness degree on the landscape aesthetic[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2011(3): 71-74. (in Chinese)

[12] 聂东伶, 吴思政, 欧光梅. 森林植物园在长株潭城市群两型社会建设中的作用[J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2010, 4(3):67-102.

NIE D L, WU S Z, OU G M. The role of botanical garden in the "two-oriented society" Construction of Chang-Zhu-Tan Agglomeration[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology: Social Sciences Edition, 2010, 4 (3):67-102. (in Chinese)

[13] 翁蓓斐, 黎彩敏, 庞瑞君. 用层次分析法构建园林树木健康评价体系[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(1) : 177-181.

WENG S F, LI C M, PANG R J. Establishment of landscaping tree health assessment model using analytic hierarchy process[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(1): 177-181. (in Chinese)

[14] 郑书星, 樊军锋, 苏晓华. 欧洲黑杨无性系抗旱性综合鉴定研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 57- 64.

ZHENG S X, FAN J F, SU X H. Study on comprehensive judgement of drought-resistance of *Populus nigra* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(1): 57- 64. (in Chinese)

[15] 胡攀, 彭重华, 高亚红. 杭州植物园松柏园植物配置浅析[J]. 江苏林业科技, 2011, 38(1): 47-51.

HU J, PENG Z H, GAO Y H. Preliminary analysis on planting design in pinetum botanical garden of Hangzhou[J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 2011, 38 (1): 47-51. (in Chinese)

(上接 212 页)

[11] 袁东升. 近 20 年来中国民族民间传统手工艺研究述评[J]. 湖北民族学院学报:哲学社会科学版,2009,27(5):62-67.

YUAN D S. A study on the traditional chinese folk handicrafts over the past 20 years[J]. Journal of Hubei University for Nationalities: Philosophy and Social Sciences Edition, 2009, 27(5):62-67. (in Chinese)

[12] 张秋梅. 当代民间传统家具的创新研究[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):186-188.

ZHANG Q M. Innovation of traditional folk-furniture under the contemporary society[J]. Journal of Northwest Forestry University,2010,25(3):186-188. (in Chinese)

[13] 丁玉兰. 人机工程学 [M]. 3 版,北京:北京理工大学出版社, 2005:231-233.

[14] 陶伟,徐辰. 中国历史城镇保护研究的三维体系—基于国家自然科学基金资助项目的分析[J]. 建筑学报,2009(9):60-63.

[15] 陆琼. 博物馆与传承和保护传统手工艺[J]. 中国博物馆, 2003(1):56-62.