

基于 AHP-模糊综合评价法的桂林“两江四湖”旅游景区植物景观评价

金 彪, 孙明艳, 李海防

(桂林理工大学 旅游学院, 广西 桂林 541004)

摘 要:以桂林“两江四湖”6个旅游景区的植物景观为研究对象,采用层次分析法(AHP法)建立植物景观评价指标体系,运用模糊综合评价法对该研究区域的植物景观进行评价,同时划分出植物景观等级。结果表明:“两江四湖”6个旅游景区的植物景观差异较明显,其中杉湖、榕湖隶属于Ⅰ级,桂湖、木龙湖、漓江(市区段)隶属于Ⅱ级,桃花江(市区段)隶属于Ⅲ级。无Ⅳ、Ⅴ级,表明“两江四湖”植物景观总体较好。基于以上结果,对隶属于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级旅游景区的植物景观提出相应提升与发展策略。研究结果对桂林“两江四湖”旅游景区的发展具有一定科学辅助意义。

关键词:AHP法;模糊综合评价法;旅游景区;植物景观评价

中图分类号:TU 983 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0203-05

国务院办公厅印发的《关于进一步促进旅游投资和消费的若干意见》指出:改善旅游生态环境,对

第一作者简介:金彪(1982-),男,硕士研究生,研究方向为风景名胜与游憩景观规划设计理论与方法。E-mail:6936070@qq.com.

责任作者:李海防(1974-),男,博士,教授,硕士生导师,现主要从事生态学及景观生态学教学与科研工作。E-mail:lihaifang@glute.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41261006);国家科技支撑计划课题资助项目(2012BAC16B04)。

收稿日期:2016-10-08

促进旅游业发展具有重大意义。而旅游生态环境改善关键在于植物景观的营造^[1],要想营造出合理的植物景观,就必须进行科学的植物景观评价。近年来,国内学者对植物景观评价大多从植物景观生态效应、植物景观美感等方面进行研究^[2-6],其评价方法也很多,主要有 AHP 法、SBE 法及灰色关联法^[7-11]。现运用 AHP-模糊综合评价法对“两江四湖”6个旅游景区进行植物景观评价,得出植物景观等级分类,并提出相应的提升与发展策略。以期推动植物景观评价研究,为旅游景区植物景观工程改造提供科学依据。

Water Saving Irrigation System Based on STM32

GONG Shiyang¹, WANG Fuping²

(1. Electrical and Information Engineering Academy, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Creative Education Center, Beifang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Farmland humidity is an important factor in the natural environment of agricultural. In order to ensure that the field moisture is suitable for the growth of crops, a precision irrigation system based on STM32/AT89C51 single chip microcomputer was designed. Main function: node humidity sensor to detect soil moisture and sent to the microcontroller, single chip digital display to LED display and mobile phone; irrigation if necessary; could controll it by auto-control or manual control through 485. In this study, a water-saving irrigation system based on STM32 was studied in order to achieve real-time control and control of the effect of farmland moisture.

Keywords: water saving irrigation; SCM; intelligent control

1 研究对象

桂林市位于广西壮族自治区东北部,地处南岭山系的西南部,东经 $109^{\circ}36' \sim 111^{\circ}29'$,北纬 $24^{\circ}15' \sim 26^{\circ}23'$,平均海拔 150 m,境内气候温和,雨量充沛,年平均降雨量 1 900 mm,夏长冬短,气候条件十分优越。“两江四湖”6 个旅游景区的研究范围为:1)两江:漓江(市区段)和桃花江(市区段);2)四湖:杉湖、榕湖、桂湖、木龙湖。随着旅游业发展的日趋成熟,旅游景区植物景观的提升与发展显得极为重要,因此,提出有利于旅游景区植物景观提升与发展的科学方法,是旅游业可持续发展的一条必经途径。

2 研究方法

采用层次分析法(AHP)建立植物景观评价指标体系,并求出各指标体系权重以及相对权重;应用模糊综合评价法(fuzzy comprehensive evaluation)对该研究区域植物景观进行评价,得出植物景观评价等级,从而实现植物景观评价。

2.1 层次分析法

2.1.1 评价指标体系的建立 “三元论”^[12]提出风景园林的本体在于“空间形态”、“环境生态”和“行为活动”,而植物景观的营造也离不开“三元论”,其景观特征直接影响到空间形态、生态环境、游客的行为活动及心理感受。该研究借鉴前人的相关研究成果^[13-14],运用层次分析法(AHP),结合“三元论”理论,得出“两江四湖”旅游景区植物景观评价指标体系(表 1)。

2.1.2 确定指标体系相对权重 构造判断矩阵:依据 SATTY 的标度理论,对准则层、指标层的因子

表 1 植物景观评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of plant landscape

目标层	准则层	指标层	含义
旅游景区 植物景观 评价(A)	美学效果 (B ₁)	色彩(C ₁)	植物叶、花、果等色彩丰富程度
		空间(C ₂)	植物构成空间的丰富程度
		线条(C ₃)	植物群落林冠线和林缘线的优美程度
		风格(C ₄)	植物造景与景区风格的统一程度
		质感(C ₅)	植物质地的丰富程度
	生态功能 (B ₂)	物种多样性(C ₆)	植物种类的丰富程度
		乡土植物的运用(C ₇)	当地乡土植物占植物种类的比例大小程度
		安全性(C ₈)	游客感受到安全的程度
	行为感受 (B ₃)	舒适性(C ₉)	游客感受到舒适的程度
		趣味性(C ₁₀)	游客感受到乐趣的程度
		可达性(C ₁₁)	游客可近距离观赏植物的程度

表 4

指标体系相对权重

Table 4

Relative weight of index system

公式	$W_1 \cdot W_{11}$	$W_1 \cdot W_{12}$	$W_1 \cdot W_{13}$	$W_1 \cdot W_{14}$	$W_1 \cdot W_{14}$	$W_2 \cdot W_{21}$	$W_2 \cdot W_{22}$	$W_3 \cdot W_{31}$	$W_3 \cdot W_{32}$	$W_3 \cdot W_{33}$	$W_3 \cdot W_{34}$
权重(P _i)	0.027 6	0.053 5	0.014 0	0.004 4	0.006 6	0.105 6	0.527 7	0.103 0	0.103 0	0.023 9	0.030 7

进行两两比较,分别构造出矩阵 $X_i (i=1,2,\dots,4)$ 。计算最大特征向量与最大特征值:1)计算判断矩阵每一行元素的乘积 $M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} (i=1,2,\dots,n)$;2)计算 M_i 次方根 $\bar{W}_i = \sqrt[n]{M_i}$;3)对向量 $\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n]^T$ 正规化: $W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j}$, 则 $\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n]^T$ 为所求的最大特征向量;4)判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i}$, 其中 AW_i 表示 AW 中的第 i 个元素。经计算得出,矩阵 $X_i (i=1,2,\dots,4)$ 的最大特征值 λ_{\max} 分别为 X_1 的 $\lambda_{\max} = 3.038 7$; X_2 的 $\lambda_{\max} = 5.187 6$; X_3 的 $\lambda_{\max} = 2.000 0$; X_4 的 $\lambda_{\max} = 4.033 0$ 。判断矩阵的一致性检验: $CR = \frac{CI}{RI}$ 。其中

$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, n 为矩阵的阶数,当 $\lambda_{\max} = n$, $CR = 0$, 为完全一致;一般只要 $CR \leq 0.1$ 时,就认为矩阵的一致性可以接受,否则需要重新建立矩阵。 RI 为平均一致性指标(表 2)。

表 2 平均一致性指标

Table 2 Mean consistency index

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

通过对判断矩阵 $X_i (i=1,2,\dots,4)$ 的一致性检验,得出 X_1 的 $CR_1 = 0.037 2$; X_2 的 $CR_2 = 0.041 9$; X_3 的 $CR_3 = 0.000 0$; X_4 的 $CR_4 = 0.012 4$ 。可见,建立的矩阵 $X_i (i=1,2,\dots,4)$ 成立,可求出准则层与指标层的权重(W_i) (表 3)。据表 3 得出指标层相对于准则层的权重 $P_i (i=1,2,\dots,11)$, 见表 4。

表 3 指标体系权重

Table 3 Index weight of guideline layer and target layer

目标层	准则层	权重	指标层	权重
旅游景区 植物景观 评价(A)	美学效果 (B ₁)	0.106 2 (W ₁)	色彩(C ₁)	0.259 9(W ₁₁)
			空间(C ₂)	0.504 1(W ₁₂)
			线条(C ₃)	0.131 7(W ₁₃)
			风格(C ₄)	0.041 8(W ₁₄)
			质感(C ₅)	0.062 5(W ₁₅)
生态功能 (B ₂)	0.633 3 (W ₂)		物种多样性(C ₆)	0.166 7(W ₂₁)
			乡土植物的运用(C ₇)	0.833 3(W ₂₂)
			安全性(C ₈)	0.395 3(W ₃₁)
行为感受 (B ₃)	0.260 5 (W ₃)		舒适性(C ₉)	0.395 3(W ₃₂)
			趣味性(C ₁₀)	0.091 6(W ₃₃)
			可达性(C ₁₁)	0.117 8(W ₃₄)

2.2 基于 AHP 的植物景观模糊综合评价

1)建立评价指标因子集 U : $U = \{U_1, U_2, U_3, \dots, U_n\}$ 。根据旅游景区植物景观评价指标体系中的指标层的因子可得: $U = \{\text{色彩, 空间, 线条, 风俗, 质感, 物种多样性, 乡土植物的运用, 安全性, 舒适度, 趣味性, 可达性}\}$; 2)建立指标体系相对权重分配集 P : $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_n\}$ 。由表 4 可知, $P = \{0.027\ 6, 0.053\ 5, 0.014\ 0, 0.004\ 4, 0.006\ 6, 0.105\ 6, 0.527\ 7, 0.103\ 0, 0.103\ 0, 0.023\ 9, 0.030\ 7\}$; 3)建立评价集合 V : V 为语言集。该研究从“好, 较好, 一般, 较差, 差”建立评价集, 同时将其分别赋值“100, 80, 60, 40, 20”; 4)建立模糊综合评价的矩阵 R_i : 由于评价集为定性描述的语言, 需要进行量化。具体方法为: 邀请 60 个风景园林专业的专家、学生和游客对“两江四湖”6 个旅游景区做问卷调查, 同时, 将问卷中的投票结果进行频数百分比量化, 从而得到“两江四湖”旅游景区各植物景观模糊评价矩阵 $R_i (i=1, 2, \dots, 6)$ 。5)求出旅游景区植物景观模糊综合评价价值 E_i : $E_i = P \cdot R_i \cdot VT (VT \text{ 为 } V \text{ 的转置矩阵})$ 。代入相应数据, 分别得出“两江四湖”各景区植物景观模糊综合评价价值 $E_i (i=1, 2, \dots, 6)$: 杉湖 $E_1 = 91.749\ 7$; 榕湖 $E_2 = 91.029\ 2$; 桂湖 $E_3 = 83.262\ 9$; 木龙湖 $E_4 = 87.472\ 8$; 漓江(市区段) $E_5 = 84.132\ 8$; 桃花江(市区段) $E_6 = 68.176\ 2$ 。

3 结果与分析

3.1 植物景观评价

将旅游景区植物景观评价划分为 5 个景观等级: I、II、III、IV、V 级。具体的等级划分标准为: 模糊综合评价值的值域在 $[100, 90)$ 内划分为 I 级; 在 $[90, 70)$ 内划分为 II 级; 在 $[70, 50)$ 内划分为 III 级; 在 $[50, 30)$ 内划分为 IV 级; 在 $[30, 20]$ 内划分为 V 级。依据“两江四湖”旅游景区植物景观模糊综合评价价值 $E_i (i=1, 2, \dots, 6)$, 划分出植物景观评价等级(表 5)。

表 5 植物景观评价等级

Table 5 Evaluation of level for plant landscape

景点名称	综合评价(E_i)	值域	景观等级
杉湖	91.749 7	$[100, 90)$	I级
榕湖	91.029 2	$[100, 90)$	I级
桂湖	83.262 9	$[90, 70)$	II级
木龙湖	87.472 8	$[90, 70)$	II级
漓江(市区段)	84.132 8	$[90, 70)$	II级
桃花江(市区段)	68.176 2	$[70, 50)$	III级

3.2 植物景观评价分析

依据“两江四湖”旅游景区植物景观评价结果可知, 杉湖、榕湖旅游景区植物景观为 I 级, 表明该区域植物景观总体“好”; 桂湖、木龙湖、漓江(市区段)旅游景区植物景观为 II 级, 表明该区域植物景观总体

“较好”; 桃花江(市区段)旅游景区植物景观为 III 级, 表明该区域植物景观总体“一般”。据此分析结果, 提出相应的提升与发展策略, 具体如下。

3.2.1 植物景观评价为 I 级的旅游景区 应在维持现有植物景观的基础上加强单体植物的改造, 并进行适当的补充或删减。比如: 1) 林下空间多增加些观色地被植物, 以提高植物色彩的丰富性。如选择花形似虾的麒麟吐珠(*Calliaspidia guttata*)或花色金黄的金丝桃(*Hypericum monogynum*)或叶脉银白的广西裸柱草(*Gymnostachyum kwangsiense*)等进行片植, 提高该区域植物色彩的丰富性(图 1); 2) 在林际线平缓呆板的植物景观中, 选择合适的位置栽植纺锤形的植物, 如银杏(*Ginkgo biloba*)或水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)或桧柏(*Sabina chinensis*)等, 以突出空间的垂直面, 既丰富空间, 又增添视觉美(图 2); 3) 适当地减少遮挡休憩设施的植物, 增加游客的可达性与参与性(图 3)。

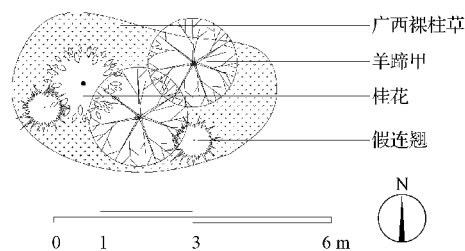


图 1 观色地被植物改造

Fig. 1 Transformation of color ground cover plants

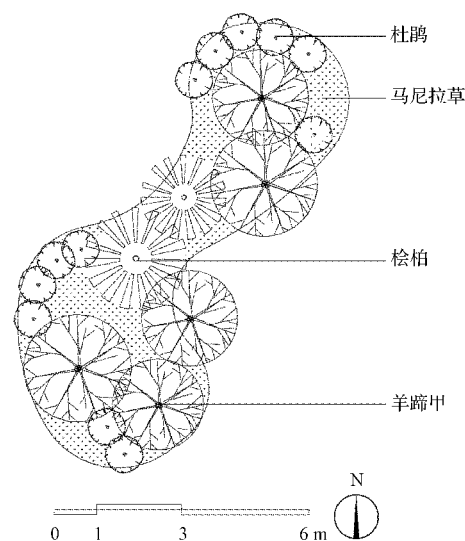


图 2 林际空间植物改造

Fig. 2 Transformation of plant on forest space

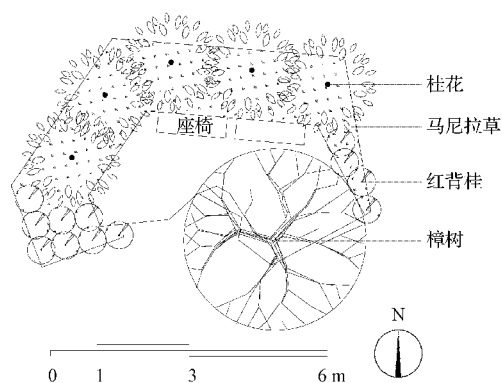


图3 休憩空间植物改造

Fig.3 Transformation of plant on rest space

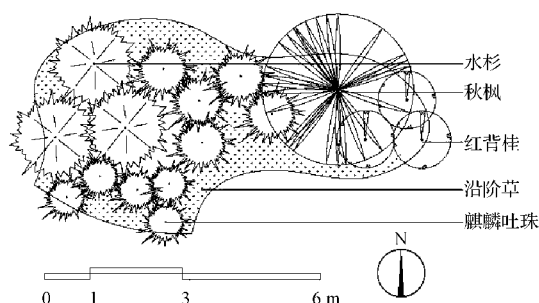


图4 植物群落观赏性改造

Fig.4 Transformation of ornamental value of plant community

3.2.2 植物景观评价为Ⅱ级的旅游景区 应以旅游景区中的植物群落为改造提升对象,同时针对植物群落的问题进行局部调整。具体有以下方法:1)景区内的部分植物群落观赏性较差,可从空间上采取密植与丛植结合的处理手法或从色彩、质感上采用丰富多样的植物造景,如采用水杉+广玉兰(*Magnolia grandiflora*)—杜鹃(*Rhododendron simsii*)+金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)—沿阶草(*Ophiopogon bodinieri*)的植物组合,形成开合有致,质感丰富且春夏秋冬皆有景可赏的植物景观,以增强其观赏价值(图4)。2)部分区域缺乏与风格相呼应的植物群落,可增加一些统一风格的植物群落景观。比如在儿童游玩场所,营建花坛、花境或植物造型等植物群落,如选择盛开黄花的黄槐(*Cassia surattensis*)、花色蓝紫的鼠尾草(*Salvia officinalis*)、花色鲜艳且花开密集的龙船花(*Ixora chinensis*)、叶大美观的一叶兰(*Aspidistra elatior*)和广西裸柱草进行组合,形成色彩丰富、气氛活泼的花境,以满足儿童对环境的需求(图5)。3)部分区域植物群落彩叶树种丰富,但物种单一,应增加一定数量的乡土树种,如在密植水杉的区域,增加红果冬青(*Ilex purpurea*)、美丽箬竹

(*Indocalamus decorus*)和鸳鸯茉莉(*Brunfelsia latifolia*)^[15]等乡土植物,从而彰显地域特色,营造出近自然的植物群落(图6)。

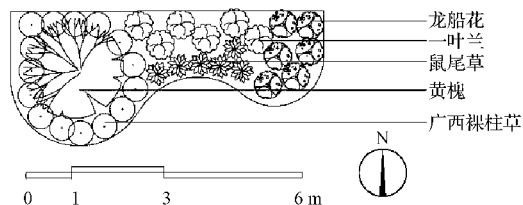


图5 植物群落风格改造

Fig.5 Transformation of style of plant community

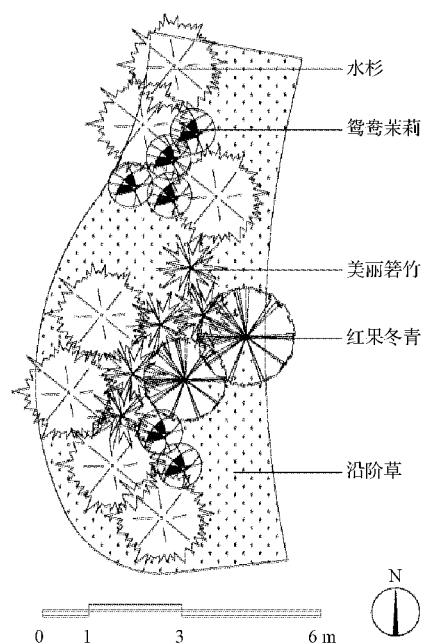


图6 植物群落种类改造

Fig.6 Transformation of species of plant community

3.2.3 植物景观评价为Ⅲ级的旅游景区 由于区域内绿地斑块缺乏连续性以及开敞空间的缺失,应从植物景观整体布局进行改造。1)对于缺乏连续性的绿地斑块,应加强植物景观廊道改造,形成完整的景观廊道,保证区域内植物景观的连续性。2)对于缺乏开敞空间的区域,应结合绿地斑块营造开敞空间,形成具有大小、疏密变化的景观,保证区域内植物景观的空间丰富性(图7)。

4 结语

该研究通过运用 AHP-模糊综合评价的方法实现了定性向定量评价的转化,客观合理地评价了旅游景区植物景观,其评价结果符合实际。同时针对性地提出提升及发展建议,结果具有一定的实践指导意义。由于植物景观的评价涉及多个因素,是一

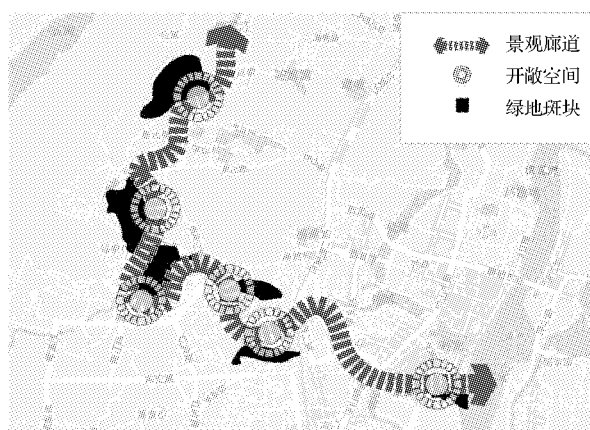


图7 植物景观布局改造

Fig. 7 Transformation of layout of plants landscape

个综合的复杂评价过程。在该研究中,由于对影响旅游景区植物景观的因子选择上存在数量上的局限性以及定性评价上的主观性,可能会对评价结果造成一定的影响,因此,在今后的研究中应加入更多影响植物景观评价的因子,推动植物景观评价研究,为旅游景区植物景观工程改造以及优化提升提供科学依据。

参考文献

[1] 张哲,李霞,潘会堂,等.用AHP法和人体生理、心理指标评价深圳公园绿地植物景观[J].北京林业大学学报(社会科学版),2011,10(4):30-37.

- [2] 欧阳子路,吉文丽,杨梅.西安城市绿地植物多样性分析[J].西北林学院学报,2015,30(2):257-261.
- [3] 张素娟,李春友,常二梅,等.汤河公园植物景观多样性评价及生态效益分析[J].安徽农业科学,2008,36(13):5436-5437.
- [4] 杨艺红,魏亮亮,杨巍嵘.基于层次分析法的南通水绘园植物景观美感评价[J].福建林学院学报,2014,34(3):230-235.
- [5] 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(1):68-73.
- [6] 安静,刘念念,杨荣和,等.花溪国家城市湿地公园夏季植物景观美感评价[J].生态经济,2014,30(10):194-199.
- [7] 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.
- [8] 赵琳,毛洪玉.基于层次分析法的沈阳高校植物景观调查与评价[J].北方园艺,2013(7):85-89.
- [9] 梅光义,孙玉军.基于SBE法的杉木风景游憩林的评价及经营技术[J].中南林业科技大学学报,2012,32(8):28-32.
- [10] 曾凤,李许文,胡晓敏,等.广州白云山典型景区园林植物群落景观评价[J].中国园林,2014(8):97-101.
- [11] 刘飞渡,王正超,韩蕾.衡阳市区22种观花草本植物综合评价研究[J].西部林业科学,2015(2):87-90.
- [12] 刘滨谊.风景园林三元论[J].中国园林,2013(11):37-45.
- [13] 芦建国,李舒仪.公园植物景观综合评价方法及其应用[J].南京林业大学学报(自然科学版),2009,33(6):139-142.
- [14] 单建萍,胡海辉,王圣霖,等.哈尔滨城市公园植物景观评价[J].山东农业大学学报(自然科学版),2015(5):790-796.
- [15] 覃海宁,刘演.广西植物名录[M].北京:科学出版社,2010.

Plant Landscape Evaluation of Tourist Attraction Based on AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation in Two Rivers and Four Lakes in Guilin

JIN Biao, SUN Mingyan, LI Haifang

(College of Tourism, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract: In the basis of AHP (analytic hierarchy process), this study established a plant landscape evaluation system of tourist attraction for the plant landscapes in two rivers and four lakes. And, by using fuzzy comprehensive evaluation, this study evaluated the plant landscape for tourist attraction and graded. The results showed that Fir lake and Banyan lake were level I, Laurel Lake, Mulong lake and Lijiang river were level II, and Taohuajiang river was level of III. However, none of the landscape was level IV or V. The result indicated the quality of landscape in two rivers and four lakes was preferable as a whole. According to the result, this study stated the strategies of improvement and development of landscapes in all levels. The analysis would be meaningful to upgrading planning of tourist attraction.

Keywords: AHP; fuzzy comprehensive evaluation; tourist attraction; plant landscape evaluation