

闽东南海岛台湾相思林春季景观质量评价研究

——以平潭岛为例

刘金燕^{1,2}, 丁国昌², 兰宇翔², 王泽发¹, 吴建芳², 董建文^{2*}, 李治慧²

(1. 泉州师范学院 资源与环境科学学院,福建 泉州 362000;2. 福建农林大学 园林学院,福建 福州 350002)

摘要:台湾相思抗风性强,树形优美,花色金黄,是闽东南海岛山地最主要的防风与景观树种。为探讨影响海岛台湾相思林景观质量的因子,以平潭岛君山、王爷山、牛寨山为研究区域,以平潭岛春季盛花期的台湾相思林为对象,选取2017—2019年拍摄的该区域台湾相思林春季照片42张,运用美景度评判法(SBE)对其景观质量进行评判,并对台湾相思林景观进行要素分解,分成11个项目,每项再分成2~4个类目,共34个类目。接着通过相关性和回归性分析,逐步剔除了对台湾相思林景观效果影响较小的6个因子。结果表明,保留的5个因子按贡献率大小依次为灰色比(34.7%)、枝条杂乱度(33.8%)、枯枝断梢(16.8%)、林冠面特征(8.8%)、主色彩比例(5.9%),构建了福建闽东南海岛台湾相思林春季景观质量的评价模型,为海岛生态景观林质量提升提供理论参考和依据。

关键词:台湾相思林景观;平潭岛;美景度评判法(SBE);评价模型

中图分类号:S731.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2020)05-0249-06

Evaluation on Landscape Quality of *Acacia confusa* in Spring in the Southeast Islands of Fujian——A Case Study of Pingtan Island

LIU Jin-yan^{1,2}, DING Guo-chang², LAN Yu-xiang², WANG Ze-fa¹, WU Jian-fang²,
DONG Jian-wen^{2*}, LI Zhi-hui²

(1. School of Resource and Environmental Science, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, Fujian, China;

2. College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China)

Abstract: *Acacia confusa* has strong wind resistance, beautiful tree form and golden flowers, it is the most important wind-resistant and landscape tree species in the mountainous area of southeast Fujian islands. To explore the factors affecting the landscape quality of *A. confusa* forest in the islands, we took Jun moutain, Wangye moutain, and Niuzhai moutain in Pingtan as the study areas, *A. confusa* forests in full bloom as the study objects, selecting 42 photos that were taken between 2017—2019 in the regions to evaluate the landscape quality of *A. confusa* forest in spring with the method of scenic beauty evaluation (SBE). In addition, factors related to the landscape of *A. confusa* were divided into 11 items, each item was further divided into 2—4 categories, 34 categories were obtained together. And then through correlation and regression analysis, six factors which had little influence on the landscape quality were gradually eliminated. According to the contribution rate, five retention factors were grayness ratio (34.7%), confusion of branch (33.8%), the dead branches off tip (16.8%), canopy surface features (8.8%), the main color ratio (5.9%), from which the *A. confusa* forest landscape quality evaluation model in spring in the southeast islands of Fujian was established, to provide the theoretical references and basis for improving the quality of ecological landscape forest in the islands.

收稿日期:2020-02-17 修回日期:2020-04-26

基金项目:福建省中青年教师教育科研项目(JAT160411);国家林业局森林公园工程技术研究中心科学技术研究项目(PTJH15002)。

作者简介:刘金燕。研究方向:风景园林规划设计,森林景观。E-mail:304436122@163.com

*通信作者:董建文,教授,博士生导师。研究方向:风景园林学。E-mail:fjdjw@126.com

Key words: *Acacia confusa* forest landscape; Pintan island; scenic beauty evaluation (SBE); evaluation model

海岛生态脆弱、植物多样性低,因特殊的环境形成独特的地貌特征与自然风光。随着海岛旅游的兴起,海岛森林景观质量提升受到极大的关注。闽东南海岛数量众多,包括三都澳、琅岐岛、平潭岛、湄洲岛、南日岛、厦门岛、东山岛等岛屿,多数海岛受到风害、盐害、沙害的制约,适生植物较少,植物景观较为单调。台湾相思(*Acacia confusa*)喜湿润、根系发达,抗逆性强,极抗风且树形优美,花色艳,是闽东南海岛分布最为广泛的防风与绿化景观树种^[1]。但其以自然生长的次生林为主,长期以来为纯林或与常绿针叶、阔叶树形成混交林,缺少季相变化,管理粗放,区域长势差异大,景观效果得不到明显发挥^[2]。此外,由于以台湾相思为主的海岛森林集中观赏花期短,且主要集中在春季,因而开展对东南海岛不同类型台湾相思林群落的春季景观评价,对该区域森林景观提升极为重要。

平潭岛经过几十年的风沙治理,海岛生态环境和森林景观得到一定程度改善,但植物景观效果与内陆地区仍有较大差异。2009年平潭被设立为综合实验区,作为对台窗口及国际旅游岛建设,既要保护当地原有适生树种,又要增加植物多样性,因而对台湾相思林群落景观质量进行深入研究,有利于促进海岛整体森林景观质量的提升。

国内外对森林景观评价进行了深入研究,多数专家采用 SBE 法^[3]、SD 法^[4]、GIS^[5]等方法对森林景观的视觉质量进行评价,其中 SBE 法是目前运用最广泛、最成熟的研究森林景观质量的方法。较多学者采用 SBE 法从不同尺度、距离、季节、林分、色彩、森林类型等方面对中国南北方风景游憩林林内、林外景观展开了调查研究和评价,并提出了相应的森林景观评价指标和改造建议,如王雁等^[6]、董建文等^[7-8]、章志都^[9]、张凯旋等^[10]、郑宇等^[11]。针对海岛森林展开研究的较多集中在生态条件较好的厦门岛、海南岛、香港岛、台湾岛^[12-14]等发展比较成熟的城市型岛屿,而对于立地条件较差海岛的森林景观质量研究相对较少。目前对台湾相思林的研究主要集中在生物学特性^[15]、生长影响因子^[16]、营造技术^[17]、生态效益^[18]等方面,但以台湾相思林作为对象进行视觉质量的研究鲜少报道。本研究从美学角度对春季台湾相思林景观的质量进行分析和评价,通过对不同山体、海拔、林分组成的台湾相思林进行调查,探讨海岛森林景观营造和提升的方法,为海岛森林旅游景观质量提升提供数据支撑和理论依据,也可

为在相似立地环境营造台湾相思林景观提供参考。

1 研究区概况

平潭岛在福建省东部海域(25°15'—25°45'N, 119°32'—120°10'E),年平均气温 19.0℃~19.9℃,年均降水量 900~1 200 mm,为南亚热带半湿润海洋性季风气候。年均风速为 6.9 m·s⁻¹,全年风力超过 7 级天数为 125 d,秋冬平均风速最大,春季次之,夏季最小,1 a 中除夏季盛行西南风、其余季节盛行东北风,风速 11 月最大,5 月最小^[19],因而盛花期集中在 5 月,约 2~3 周。本研究主要选取台湾相思林群落类型分布较多、方位差异明显、海拔较高的君山(438.7 m)、牛寨山(234.6 m)、王爷山(196.3 m)3 座典型山地 300 m 以下的台湾相思林为对象。在环山公路和主要林间山道观赏区内,根据前期的影像和现场踏勘资料获取相应的相思林群落图像资料,并对该地形、森林群落特征、植物种类等进行记录,以便更好地分类和研究。

研究区域内现有植物以台湾相思为优势树种,伴生种有黑松(*Pinus thunbergii*)、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)、天仙果(*Ficus erecta*)、朴树(*Celtis sinensis*)、木荷(*Schima superba*)、豺皮樟(*Litsea rotundifolia*)、银合欢(*Leucaena leucocephala*)、桉树(*Eucalyptus robusta*)、苦楝(*Melia azedarach*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)等,主要草本为芒草类(*Misanthus*)、细毛鸭嘴草(*Ischaemum ciliare*)、山菅兰(*Dianella ensifolia*)、野菊(*Chrysanthemum indicum*)等。

2 材料与方法

2.1 照片的获取

调查时间为 2017—2019 年,每年 4—5 月台湾相思盛花期间,共收集 3 532 张原始照片,排除一些干扰因子,最终选择其中 42 张最能反映春季相思林景观特征的照片进行评价和构建评价模型。为使景观之间具有可比性,拍摄时采用 NikonD810 相机,拍摄内容以能反映不同台湾相思群落的真实情况为原则,拍摄时采用相同拍摄条件(同一相机、高度,横向拍摄,同一个人拍摄;选择晴朗天气,拍摄时间 9:00—15:00,不使用散光灯^[20])。

2.2 美景度评判

不同文化背景、工作背景评判者的审美差异不明显^[21],考虑到实际操作的可行性,本研究共发布

421 份电子问卷进行评判,回收 401 份有效问卷。本次主要选择了福建农林大学风景园林、园林、城乡规划、生态专业的大学生、研究生和相关专业的老师进行评判,按照很喜欢到很不喜欢分成 7 级,并对景观赋值 3、2、1、0、-1、-2、-3。为了减少评判者之间的评分差异,将评分值按下列公式进行标准化:

$$Z_{ij} = (R_{ij} - R_j) / S_j \quad (1)$$

式中, Z_{ij} 为第 j 个评判者对第 i 张台湾相思林景观的评分进行标准化之后的值; R_{ij} 为第 j 评判者对第 i 张台湾相思林景观的美景度值; R_j 为第 j 评判者

对他所评价的所有台湾相思林景观的美景度平均值; S_j 则为第 j 评判者对所有台湾相思林景观美景度的标准差。

2.3 景观要素分解

参考前人对山桃、杜鹃、白樟林、藜蒴群落、黄栌等的景观指标^[22-24],并根据台湾相思林的实际情况进行景观要素分解(表 1)。景观要素分解时共选择了 11 个与照片评价结果相关的景观要素,并将每个景观要素设计成 2~4 个类目,共计 34 个类目,并保证所选照片均包含应表达的要素。

表 1 台湾相思林景观要素分解

Table 1 Elements decomposition of *Acacia confusa* forest landscape

项目编号	景观要素	类目				类目数
		1	2	3	4	
X1	色彩数量	1 种	2 种	3 种或多种		3
X2	主色彩比例	0~1/3	1/3~2/3	≥2/3		3
X3	主色彩布局	密集型	分散型	综合型		3
X4	绿色比	0~1/3	1/3~2/3	≥2/3		3
X5	灰色比	不明显	<1/3	1/3~2/3		3
X6	树干可感性	看不到	隐约可见	清晰可见		3
X7	林冠面特征	完全统一	较小变化	明显变化	显著变化	4
X8	层次感	较为明显	不明显			2
X9	枝条杂乱度	混乱	一般	较整齐	整齐	4
X10	轮廓清晰度	不可辨	模糊	明显		3
X11	枯枝断梢	无	少	多		3

3 结果与分析

3.1 美景度标准化得分值

将所有台湾相思林照片的得分标准化后再平

均,便获得 42 张照片的美景度分值(表 2)。从表 2 可见,SBE 值 <0 的有 19 张,>0 的有 23 张,SBE 值在 -1.010~0.932,最大值 <1。这表明,公众对台湾相思林的喜爱度一般。

表 2 台湾相思林景观美景度评价结果

Table 2 Evaluation results of *A. confusa* forest landscape

编号	SBE	编号	SBE	编号	SBE	编号	SBE	编号	SBE
1	0.124	8	0.860	15	-0.448	22	0.446	29	-0.116
2	-0.098	9	0.451	16	-0.572	23	-0.509	30	-0.043
3	-0.550	10	0.488	17	-1.010	24	0.119	31	0.735
4	0.932	11	0.645	18	-0.894	25	0.330	32	-0.259
5	0.151	12	0.294	19	0.383	26	-0.031	33	-0.250
6	0.130	13	0.400	20	-0.502	27	-0.099	34	-0.317
7	0.049	14	0.094	21	0.691	28	0.107	35	-0.360
								41	0.234
								40	0.133
								39	-0.402
								38	-0.688
								37	-0.891
								36	0.112

3.2 评价模型的构建

3.2.1 景观要素的逐步剔除 以每张台湾相思林照片的美景度值为因变量,以 11 个台湾相思林景观要素为自变量,通过线性回归建立相思林景观质量的预测模型。通过 7 次运算,并对每次运算的偏相关系数 t 进行分析,逐步剔除了主色彩布局、轮廓清晰度、层次感、树干可感性、绿色比、色彩数量 6 个较小的景观因子(表 3)。

3.2.2 建立景观评价模型 运用 SPSS20.0 数据分析软件将剩下的灰色比 X5、枝条杂乱度 X9、枯枝断梢 X11、林冠面特征 X7、主色彩比例 X2 这 5 个景观要素、17 个类目作为主导因素,建立台湾相思林景观质量预测模型如下:

$$Y = -0.175 + 0.005X_{2-2} + 0.080X_{2-3} + 0.471X_{5-1} + 0.224X_{5-2} - 0.120X_{7-1} - 0.054X_{7-3} - 0.087X_{7-4} - 0.458X_{9-1} - 0.135X_{9-2} - 0.042X_{9-4} + 0.228X_{11-1} + 0.059X_{11-2} \quad (2)$$

由表 4 得出该模型复相关系数 $R = 0.967$, $R^2 = 0.935$, 说明模型拟合度较好, 各因子与 SBE 值有较强的线性关系, 预测模型较好。由表 5 得出 $F = 34.797$, $P < 0.01$, 另外通过对复相关系数 R 进

行 t 检验, 得到的值也 < 0.01 , 说明该模型有意义, 且检验结果为极显著, 可作为闽东南海岛台湾相思林春季景观美景度的预测模型。

表 3 台湾相思林景观综合评价建模运算结果

Table 3 Comprehensive evaluation modeling result of *A. confusa* forest landscape

项目 编号	第 1 次运算		第 2 次运算		第 3 次运算		第 4 次运算		第 5 次运算		第 6 次运算		第 7 次运算	
	偏相关 系数	t 检验 值												
X1	0.207	1.158	0.203	1.156	0.208	1.204	0.224	1.318	0.228	1.365	0.215	1.3		
X2	0.399	2.386	0.433	2.677	0.42	2.62	0.403	2.526	0.399	2.536	0.398	2.57	0.399	2.609
X3	0.041	0.225												
X4	-0.24	-1.355	-0.237	-1.358	-0.211	-1.218	-0.217	-1.276	-0.212	-1.264				
X5	0.443	2.708	0.447	2.784	0.444	2.806	0.445	2.852	0.449	2.929	0.465	3.108	0.5	3.466
X6	0.154	0.853	0.188	1.063	0.212	1.23	0.195	1.143						
X7	0.633	4.474	0.632	4.54	0.625	4.534	0.634	4.708	0.64	4.856	0.64	4.921	0.637	4.959
X8	-0.144	-0.799	-0.148	-0.833	-0.15	-0.861								
X9	0.395	2.355	0.407	2.484	0.461	2.939	0.467	3.037	0.476	3.153	0.496	3.377	0.486	3.335
X10	0.135	0.746	0.131	0.738										
X11	0.356	2.086	0.354	2.109	0.364	2.21	0.359	2.207	0.414	2.652	0.39	2.502	0.347	2.223
R	0.957		0.957		0.956		0.955		0.953		0.951		0.949	
R^2	0.916		0.916		0.914		0.912		0.909		0.904		0.900	

表 4 台湾相思林景观评价模型概要

Table 4 Evaluation model overview of *A. confusa* forest landscape

模型	R	R^2	调整 R^2	标准估计的误差
1	0.967	0.935	0.908	0.145

表 5 台湾相思林景观评价模型方差分析

Table 5 Variance analysis of landscape evaluation model of *Acacia confusa* forest

模型	平方和	df	均方	F	Sig.
1 回归	8.757	12	0.730	34.797	0.000
残差	0.608	29	0.021		
总计	9.365	41			

3.3 评价模型的分析

根据预测模型的回归系数, 我们通过比较大小进行排序, 最终分析得出大众对台湾相思林群落的偏好规律(表 6)。

1) 对台湾相思林美景度贡献率最大的是灰色比(34.7%), 评判者对台湾相思林的喜好度与灰色比呈反比, 灰色比占比越高, 景观效果越差, 美景度值越低, 评判者对其越不喜欢。

2) 枝条杂乱度对台湾相思林美景度的贡献率为33.8%, 在4个类目中, 按照贡献率高低对应的分别为较整齐(0.458)、整齐(0.135)、一般(0)和混乱(-0.042), 表明较整齐时美景度较高, 太整齐次之, 枝条越杂乱, 会降低评判者对景观的喜好, 并降低景观的整体质量。

表 6 台湾相思林景观评价模型中各类目得分值

Table 6 Category scores of landscape evaluation model of *Acacia confusa* forest

项目	类目	系数值	得分值范围	贡献率/%
主色彩比例 X2	1	0	0.080	5.9
	2	0.005		
	3	0.080		
灰色比 X5	1	0.471	0.471	34.7
	2	0.224		
	3	0		
林冠面特征 X7	1	-0.120	0.120	8.8
	2	0		
	3	-0.054		
	4	-0.087		
枝条杂乱度 X9	1	0.458	0.458	33.8
	2	0.135		
	3	0		
	4	-0.042		
枯枝断梢 X11	1	0.228	0.228	16.8
	2	0.059		
	3	0		

3) 枯枝断梢对相思林景观的质量贡献率为16.8%, 对其喜好度从高到低为枯枝断梢无、枯枝断梢少、枯枝断梢多, 说明枯枝断梢越多, 评判者对相思林的喜好越低, 枯枝断梢降低了相思林景观的美景度。

4) 林冠面特征对台湾相思林景观的质量贡献率为8.8%, 评判者对景观的喜爱为: 较小变化(0)>

明显变化(-0.054)>显著变化(-0.087)>完全统一(-0.120),说明评判者喜欢林冠稍微有些变化的景观,但对于林冠面特征变化越显著越不喜欢,对于林冠完全统一没有变化也不喜欢。

5)主色彩比例对台湾相思林景观的质量贡献率为5.9%,表明当台湾相思开花比例较高时,黄色色块比越大,则美景度值越高,评判者对台湾相思林群落的喜爱度越高。

4 结论与讨论

采用了SBE法对平潭岛的典型山体的台湾相思林春季景观质量进行研究,研究区内台湾相思林景观质量总体不高,植物景观群落组合视觉效果有待提升。研究结果表明,灰色比、枝条杂乱度、枯枝断梢、林冠面特征、主色彩比例是影响该区域台湾相思林景观质量的5个主要景观因素。这与之前学者对藜蒴、白檀等风景林的评价指标略有不同^[23-24],特别是色彩数量、色彩布局等都被剔除在外,主要是因为台湾相思林受到风的影响太大,导致枝干的特征情况为影响其景观质量的主要因子。

根据美景度模型得出,各要素当中灰色比对台湾相思林美景度的贡献最大,这与之前学者的研究结果相似。这是由于平潭位于东南沿海强风区,风大时花叶俱落,徒留枯枝,同时加快水分蒸腾和土壤干旱,造成干枯残断之势。枝条杂乱度和枯枝断梢对美景度的贡献紧次于灰色比,这也是由于风大导致台湾相思林枝干倾斜而发生偏冠,林内透光率不均匀,枝条着生方向混乱,林下杂草丛生,灌草干枯,加上藤蔓植物缠绕,导致枝条混乱,林冠模糊,影响景观效果。此外,通过对不同方位、不同混比的相思群落进行研究之后,发现台湾相思存在一定的时空差异,受到小气候影响较大^[25]。从本研究中也可以看出:同一时间,距离东部海岸线和风口越远,台湾相思林景观效果越好,盛花期越迟,因为君山对全岛近1/4地区有明显的挡风效果^[26],台湾相思林质量效果排序为:牛寨山>君山>王爷山;同一山体,总体上中低海拔台湾相思林景观质量优于高海拔台湾相思林景观质量;同一时间,同一区域,风力小、水气足、微环境较好的水库、水渠附近的相思林景观质量要优于村旁、道路两侧的台湾相思林景观质量。

通过SBE值对比,台湾相思林景观的美景度比其他内陆地区景观的美景度值要低,大部分在不喜欢和一般之间。这可能由于大众对台湾相思林景观普遍不太敏感。由于台湾相思林群落结构简单,以纯林或混交为主,黑松、湿地松(*P. elliottii*)等抗风性强的针叶树较多,桉树、朴树、苦楝、银合欢、木荷、

构树(*Broussonetia papyrifera*)、刺桐(*Erythrina variegata*)、乌桕(*Triadica sebifera*)等阔叶树较少,导致林冠面特征变化要么过大,要么不太明显,尤其是木麻黄与相思斑块混交边界感过重,林冠面差异过大,显得突兀,且木麻黄自带灰绿色,也在一定程度上影响了视觉效果。由于林分简单,树种季相变化少,绿色比重大,树种混比不佳,色彩丰富度低,导致色彩对台湾相思林的影响有限,仅色彩比例能在一定程度对其产生影响,而同类的相关研究,色彩数量、色彩布局等因子对景观的影响较大。

通过构建的评价模型,针对景观质量提出以下优化建议:应根据海岛整体风环境特征,对生态环境、抗风树种和防风措施进行分级,充分结合海岛抗风树种和当地乡土适生树种,在避风处适当增加适生阔叶树种,如朴树、乌桕、木荷等增加植被的多样性;营造混交林时,既要突出景观的异质性,又应避免种植斑块过于明显,控制相思林与阔叶树的比例为2:1,以使整体景观疏密有致,实现自然混交,又加强风景林的抗风性;营造纯林景观时,可选择异龄树种混交模式,增加景观层次,适当增加林冠变化来提高风景林的美景度;部分森林结构松散时,应通过补植来适当提高相思林的林分密度,以抑制林下各种灌草丛生减少灰度,并适当清理林内、林下的枯枝败叶,以提高相思林的整齐度;在主要观赏区域与道路两侧附近,应对枯枝进行修剪整理,适当清理林下杂乱无章的植被及优化林下开花灌草的比例,如车桑子、野菊、山菅兰、海桐(*Pittosporum tobira*)、福建胡颓子(*Elaeagnus oldhamii*)、马樱花(*Lantana camara*)、海滨木槿(*Hibiscus hamabo*)、野牡丹(*Melastoma malabathricum*)、栀子(*Gardenia jasminoides*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、白花鬼针草(*Bidens alba*)、马兰(*Aster indicus*)、青葙(*Celosia argentea*)等;选择植物时,应优先选择一些观赏价值较高的植物,适当增加防护措施,营造合适避风的微气候环境,逐步驯化外来树种适应当地的环境,使其逐步演化成稳定的生物群落,使人工林与原有的森林环境相协调,形成自然、和谐、优美的森林景观。此外,台湾相思的干性优美,树皮灰白色,适当修整可以使其形成良好的枯木景观。

本研究采用SBE法对台湾相思林春季景观质量进行评价,以平潭岛为例,对平潭台湾相思林乃至闽东南海岛,以及全国类似环境的生态景观林的评价、管理和指导有一定的借鉴作用。总体来说,该评价结果为海岛特殊环境下的森林景观营造提供一种新的美学思路,但仍需要大量的样本作为评判和调查依据,以使结果更有说服力。

参考文献:

- [1] 徐华林,袁天天,王蕾,等.广东内伶仃岛台湾相思群落在15年间的演替研究[J].生态科学,2016,35(4):12-22.
XU H L, YUAN T T, WANG L, et al. Succession of *Acacia confusa* communities during fifteen years in Neilingding Island of Guangdong Province, China [J]. Ecological Science, 2016, 35 (4): 12-22. (in Chinese)
- [2] 郑焰锋,蒋爱军,王林,等.我国亚热带生态防护林景观质量提升探讨[J].林业资源管理,2016(2):30-35,73.
- [3] DANIELT C, BOSTER R S. Measuring landscape esthetics: The scenic beauty estimation method[R]. Colorado, US: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1976.
- [4] 矫明阳,高凤,郝培尧,等.基于SD法的城市带状公园植物景观评价研究[J].西北林学院学报,2013,28(5):185-190.
JIAO M Y, GAO F, HAO P Y, et al. Evaluation of plant design of linear parks based on semantic differential method[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28 (5): 185-190. (in Chinese)
- [5] 谭人华,王艳慧,关鸿亮.基于GIS与模糊层次分析法的景观视觉资源综合评价[J].地球信息科学学报,2019,21(5):663-674.
TAN R H, WANG Y H, GUAN H L. Comprehensive evaluation of landscape visual resources based on GIS and FAHP[J]. Journal of Geo-information Science, 2019, 21(5): 663-674. (in Chinese)
- [6] 王雁,陈鑫峰.心理物理学方法在国外森林景观评价中的应用[J].林业科学,1999,35(5):110-117.
WANG Y, CHEN X F. Application of psychophysical method in evaluation of foreign forest landscapes[J]. Scientia Silvae Sinicae, 1999, 35(5): 110-117. (in Chinese)
- [7] 董建文,廖艳梅,许贤书,等.秋季观赏植物单株美景度评价[J].东北林业大学学报,2010,38(3):42-46.
DONG J W, LIAO Y M, XU X S, et al. Scenic beauty estimation of ornamental plants in autumn[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010, 38(3): 42-46. (in Chinese)
- [8] 董建文,章志都,许贤书,等.福建省山地坡面风景游憩林美景度综合评价及构建技术[J].东北林业大学学报,2010,38(4):45-48.
DONG J W, ZHANG Z D, XU X S, et al. Estimation on scenic beauty of scenic recreational forests in mountainous region, Fujian and its construction technique[J], Journal of Northeast Forestry University, 2010, 38(4): 45-48. (in Chinese)
- [9] 章志都.京郊低山风景游憩林质量评价及调控关键技术研究[D].北京:北京林业大学,2010.
- [10] 张凯旋,凌焕然,达良俊.上海环城林带景观美学评价及优化策略[J].生态学报,2012,32(17):5521-5531.
ZHANG K X, LING H R, DA L J. Optimization strategies and an aesthetic evaluation of typical plant communities in the Shanghai green belt[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(17): 5521-5531. (in Chinese)
- [11] 郑宇,张炜琪,吴倩楠,等.陕西金丝大峡谷国家森林公园秋季景观林色彩量化研究[J].西北林学院学报,2016,31(3):275-280.
ZHENG Y, ZHANG W Q, WU Q N, et al. The color quantization of the fall scenic forest in Jinsi Canyon national forest park in Shanxi Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(3): 275-280. (in Chinese)
- [12] 黄健颖.厦门典型城市森林景观质量评价及游憩化研究[D].福州:福建农林大学,2015.
- [13] 古琳,王成.中国香港和台湾城市森林发展的经验与启示[J].世界林业研究,2012,25(3):50-54.
- [14] 王伯荪,彭少麟,郭添,等.海南岛热带森林景观类型多样性[J].生态学报,2007,27(5):1690-1695.
WANG B S, PENG S L, GUO L, et al. Diversity of tropical forest landscape type in Hainan Island, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(5): 1690-1695. (in Chinese)
- [15] 黄猛,丁国昌,赵苗菲,等.台湾相思开花结实生物学特性研究[J].西南林业大学学报:自然科学,2019,39(1):80-87.
HUANG M, DING G C, ZHAO M F, et al. The biological characteristics of flowering and fruiting in *Acacia confusa*[J]. Journal of Southwest Forestry University: Natural Sciences Edition, 2019, 39(1): 80-87. (in Chinese)
- [16] 张治民.台湾相思次生林种内、种间竞争研究[J].福建林业科技,2017,44(1):55-57.
- [17] 王青天.马尾松纯林改造混交林效果评价[J].中南林业科技大学学报,2012,32(12):162-166.
WANG Q T. Effect evaluation of mixed stand reconstructed from pure Masson's pine(*Pinus massoniana*) plantation[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2012, 32(12): 162-166. (in Chinese)
- [18] 张巧.平潭岛四种主要沿海防护林生态效益评价[D].福州:福建师范大学,2015.
- [19] 蔡晓禾,廖廓.福建平潭大风气候特征分析[J].闽江学院学报,2011,32(5):130-133.
CAI X H, LIAO K. Analysis of climatic characteristics for gale in Pingtan of Fujian[J]. Journal of Minjiang University., 2011, 32(5): 130-133. (in Chinese)
- [20] 杨书豪,谷晓萍,陈珂,等.国内景观评价中SBE方法的研究现状及趋势[J].西部林业科学,2019,48(3):148-156.
- [21] SHUTTLEWORTH S. The use of photographs as an environment presentation medium in landscape studies[J]. Journal of Environmental Management, 1980, 11(1): 61-76.
- [22] 周璞,王瑞辉,周阳超,等.基于SBE法的杜鹃景观质量评价[J].西北林学院学报,2017,32(5):289-293,305.
ZHOU P, WANG R H, ZHOU Y C, et al. Evaluation on plantscape value of *Rhododendron simsii* by SBE method[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(5): 289-293, 305. (in Chinese)
- [23] 范黎明.广州近郊藜蒴群落花期美景度研究[D].北京:中国林业科学研究院,2012.
- [24] 周阳超,王瑞辉,周璞,等.基于SBE法的湖南大围山白檀林春季景观质量评价[J].西北林学院学报,2019,34(2):257-262.
ZHOU Y C, WANG R H, ZHOU P, et al. Evaluation on landscape quality of *Symplocos paniculata* in spring in Hunan Dawei Mountain by SBE Method[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(2): 257-262. (in Chinese)
- [25] 张琳婷,傅海峰,肖兰,等.平潭大屿岛上台湾相思长势的时空差异性[J].海洋开发与管理,2018,35(7):77-82.
- [26] 袁彦峰,冉茂宇,袁炯炯,等.平潭岛风环境分析研究[J].福建建筑,2016(3):10-16.