

基于 SBE 法的湖南大围山白檀林春季景观质量评价

周阳超,王瑞辉*,周 璞,钟 呈,符伟男,李胜君

(中南林业科技大学 森林培育重点实验室,湖南 长沙 410004)

摘 要:以湖南大围山的白檀景观为研究对象,选取了 42 张最具代表性的景观照片,采用 SBE 法对景观质量进行评判。将白檀景观要素进行分解,分为 12 个项目,每个项目 3~4 个类目,共计 35 个景观要素组合。通过相关性分析和回归分析,保留了 6 个与美景色相关性较大的要素,保留要素按贡献率大小依次为灰色比(28.4%)、枝条整齐度(25%)、主色彩比例(17.3%)、主色彩布局(17.1%)、枯枝断梢(8.9%)、树干可感性(7.3%),研究构建了大围山白檀景观评价体系,可为白檀林内景观质量评价分析和林间抚育、林下清理和地被植物培育等方面的经营管理提供参考。

关键词:SBE(美景色评判)法;白檀景观;质量评价

中图分类号:S731.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2019)02-0257-06

Evaluation on Landscape Quality of *Symplocos paniculata* in Spring in Hunan Dawei Mountain by SBE Method

ZHOU Yang-chao, WANG Rui-hui*, ZHOU Pu, ZHONG Cheng, FU Wei-nan, LI Sheng-jun

(Key Laboratory of Silviculture, the Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: Taking *Symplocos paniculata* occurring in Dawei Mountain, Hunan Province as the study object, the authors took 42 photographs and adopted SBE method to evaluation its plantscape quality. Factors related to the plantscape of *S. paniculata* were divided into 12 items, each item was further divided into 3—4 categories, 35 landscape elements were obtained together. After correlation analysis and regression analysis, 6 high-correlated elements were obtained. Based on their contributions to the plantscape quality, they were in the order of grayness ratio (28.4%), confusion of branch (25%), main color ratio (17.3%), the main color lessen (13.1%), the dead branches off tip (8.9%) and visible stem (7.3%). The study built the plantscape evaluation system for *S. paniculata* in Dawei Mountain, which provided theoretical basis for management operations such as in-forest tending, forest clearing and cultivation of ground cover plant.

Key words: SBE(scenic beauty estimation); *Symplocos paniculata* landscape; landscape evaluation

森林游憩是近几年逐渐兴起的一种旅游形式,是人们利用休闲时间,在森林环境中自由选择进行的、以恢复体力和获得愉悦感受为主要目的时又不破坏森林的活动。它不仅成为现代人生活时尚和现代生活方式的一个重要特征,也带动了国民经济的增长,成为新的经济增长点^[1],因此需要结合人们活动的需求,通过对植物景观的打造,丰富森林公园的景观风貌,提供更多更好的风景游憩林以满足人

们参与、学习、观赏、健身等多种活动要求。

湖南浏阳大围山森林公园是长沙市及周边城市居民开展森林游憩的主要场所,白檀(*Symplocos paniculata*)景观是大围山国家森林公园内最具观赏价值的景观之一。多分布在海拔 1 200 m 以上的黄棕壤地带及高山草甸区^[2],多呈纯林分布且面积较大,但由于长期处于自然生长状态,存在景观树种单一、分布不均、主色彩单调、结构简单、观赏期较短

等问题^[3-4],迫切需要对现有景观进行提质改造。

在众多的植物景观质量评价方法中,由 Daniel 和 Boster (1976) 提出的美景度评价法 (即 scenic beauty estimation 法,简称 SBE 法)被认为是目前比较科学权威的方法之一。国外对景观评价的研究比较深入,大多数学者均认为景观评价是指景观视觉质量的评价,是指导景观资源管理的基本依据^[5]。国内多数学者,如陈鑫峰^[12]、章志都^[18]等都采用了美景度评价法对不同的风景林进行的评判,均得出了相应的指标评价体系,提出了不同的有针对性的改造措施,为国内的研究提供了宝贵的意见。

以湖南浏阳大围山国家森林公园白檀林为研究对象,实地拍照取样,按照 SBE 法的要求对白檀林景观进行美景度评价,找出影响白檀林美景度的关键因素,构建白檀美景度模型,为白檀林的经营改造提供理论依据。研究结果可为相似立地条件的白檀林景观的经营管理提供参考依据。

1 研究地概况

研究地位于湖南省浏阳市大围山国家森林公园,位于湘赣边界的罗霄山脉北段,最高海拔 1 607.9 m,境内群山环抱,立峻挺拔,雨量充沛,植被丰富,种类繁多,原始次生林和人工林浑然一体,形成一片绿色的海洋。研究区域内的白檀主要分布在海拔 1 200 m 以上的坡地,面积约为 6 km²。主要的研究范围在七星岭景区与玉泉寺景区,在景区内的主要游步道和公路两侧的观赏区内,根据实际地形、森林群落结构特征等情况,来确定影像获取的方式,并且记录了景观的定性要素,便于后期对景观

要素的类目进行划分。

研究区域内现有植物以白檀为优势树种,伴生有杜鹃 (*Rhododendron simsii*)、水马桑 (*Coriaria sinica*)、枸骨 (*Ilex cornuta*) 等,主要草本为芒草 (*Miscanthus*)、求米草 (*Oplismenus undulatifolius*) 等。

2 研究方法

2.1 景观照片的获取

白檀开花时间为每年的春季,正处于游客出门踏青的最佳季节,因此,本次调查研究的时间为 2017 年 3—6 月。为了客观真实地反映景观的美学特征,使得景观之间具有可比性,本研究采用 Nikon D810 相机,取景以反映客观的林内景观特征为原则,遵循以下的拍摄规范:1)相同的拍摄条件,如采用统一的焦距、拍摄高度基本一致、拍摄者为同一人;采用横向拍摄;选择晴朗的天气;拍摄时间在 9:00—15:00,且不使用闪光灯。2)拍摄时避开与景观无关的异质体,如人群、公共设施和建筑等。本次外业调查所拍摄的照片多数来自于白檀林游览线路两侧及其景观节点处,共拍摄了近 100 张原始照片,经过整理和筛选后,保留了 42 张最能反映白檀景观特征的照片,用于景观评价。

2.2 景观要素分解

景观要素分解时,参考已有的林内景观评价的研究文献^[6-9],结合研究地白檀景观的实际情况,确保筛选出来的要素能够反映白檀林内的景观特征。本研究选择了 12 个景观要素,每个要素设计了 3~4 个类目,共计 35 个景观要素组合 (表 1),各个类目均与实际经营相关。

表 1 白檀景观要素分解
Table 1 Decomposition of landscape elements of *Symplocos paniculata*

项目		类目			
编号	景观要素	1	2	3	4
X1	主色彩比例	0~1/3	1/3~2/3	≥2/3	
X2	主色彩布局	密集型	星散型	综合型	
X3	绿色比	60%~70%	70%~80%	80%~90%	
X4	林冠面特征	尖塔型	凸面型	平铺型	
X5	灰色比	不明显	<1/3	1/3~2/3	
X6	枯梢断枝	无	少	多	
X7	树干可感性	看不到	隐约可见	清晰可见	
X8	轮廓清晰度	不可辨	模糊	明显	
X9	天空比	无或近无	<10%	≥10%	
X10	层次感	较明显	不明显		
X11	枝条混乱度	混乱	一般	较整齐	整齐
X12	异质体	无障碍物	有障碍物		

注:主色彩是指观赏的花色主色彩,不包括绿色。综合型:指布局兼有密集型和分散型的布局。灰色比:指看上去裸地和其他未开发叶植物占景观整体的面积比例。

2.3 美景度评判与美景度值标准化

要素分解后,把蕴含景观要素的照片筛选出来,确保每个景观要素都有相应的照片反映,从所拍摄的上百张照片中筛选出 42 张照片作为评价的样片。在评价者的选取上,有文献^[9]表明,不同群体或文化背景不同甚至是工作背景不同的评判者之间的审美差异在统计学上的差异不明显,且青年大学生表现出来的均是对美的追求。考虑到实际的可操作性,本次选择了园林、园艺等相关专业老师、研究生与大学生共计 48 人为评判者,采用幻灯片评判方式(By-Slide),7 分制评判标准,将 3、2、1、0、-1、-2、-3 分别赋值给很喜欢、喜欢、较喜欢、一般、不太喜欢、不喜欢、很不喜欢 7 个等级。评判前,将景观照片顺序打乱,重新编号,让评判者按照顺序依次进行打分。

为了尽量减少不同评判者之间差异对结果的影响,需要对美景度值进行标准化处理^[10-12]。采用传统标准化处理法,根据式(1)、式(2)对数据进行标准化处理。

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

$$SBE_i = \sum_j Z_{ij} / N_j \tag{2}$$

式中, Z_{ij} 为第 j 位评判者对第 i 个景观的评判标准化得分; R_{ij} 为第 j 位评判者对第 i 个景观照片的评判得分值; $\overline{R_j}$ 为第 j 位评判者对所有照片打分的平均值; S_j 为第 j 位评判者对同一类景观照片的评判值的标准差得分; N_j 为第 j 评判者所评判的照片数量;将标准化值求得平均值后即得到每一林内景观照片的 SBE 值。

3 结果与分析

3.1 美景度标准化得分值

将同一景观照片的标准化值求其平均值,即可得到白檀各景观的美景度得分值(表 2)。从表 2 可以看出,分析在-1.112 2~1.294 4,平均值为0.000 0,分值<0 的照片样本数为 19,>0 的样本数为 23,其中 2 张照片的美景度值>1.000。从得分值看出,公众对该地白檀林内景观喜好程度为一般^[13]。

3.2 评价模型的构建

3.2.1 景观要素的逐步剔除 根据白檀景观要素分解表(表 1),对白檀景观的 12 个因子进行 7 次运算,按照一定的运算原则,逐步剔除了“轮廓清晰度 X8”、“层次感 X10”、“林冠面特征 X4”、“异质体 X12”、“天空比 X9”、“绿色比 X3”等 5 个景观因子(表 3、表 4)。

3.2.2 建立景观评价模型 通过运算得出白檀景

观评价模型中各类目得分值,用保留的主色彩比例 X1、主色彩布局 X2、灰色比 X5、枯梢断枝 X6、树干可感性 X7、枝条整齐度 X11 等 6 个因子的 13 个类目建立的白檀景观美景度模型如下: $Y = -0.74 + 0.109X_{1-2} + 0.341X_{1-3} - 0.258X_{2-2} - 0.171X_{2-3} - 0.559X_{5-2} - 0.403X_{5-3} + 0.175X_{6-1} - 0.111X_{6-3} - 0.144X_{7-1} + 0.13X_{7-2} + 0.309X_{11-2} + 0.49X_{11-3} + 0.384X_{11-4}$ ($R^2 = 0.722, P < 0.005$)

表 2 白檀景观照片美景度得分值

Table 2 SBE score values of landscape photos of *S. paniculata*

照片号	SBE	照片号	SBE
01	0.469 0	22	1.109 9
02	-0.363 9	23	-0.166 0
03	0.112 6	24	-0.515 1
04	0.127 4	25	-0.402 1
05	0.550 1	26	0.064 2
06	-0.298 1	27	-0.172 5
07	0.759 6	28	-1.112 2
08	0.092 8	29	-0.916 2
09	0.296 5	30	-0.914 0
10	0.407 2	31	-0.731 3
11	-0.250 1	32	-0.584 2
12	0.031 8	33	-1.067 6
13	0.560 1	34	-0.442 2
14	0.653 0	35	-0.515 8
15	-0.383 7	36	0.658 4
16	-1.076 8	37	0.774 9
17	-0.391 8	38	0.425 4
18	0.438 9	39	1.294 4
19	0.028 5	40	0.480 6
20	0.499 8	41	-0.520 7
21	0.487 7	42	0.501 4

通过方程线性 F 检验、回归系数 t 检验和方差检验, $F = 6.218 > F_{0.01}(8, 26) = 2.568, t = 1.337 > t_{0.1}(28) = 1.297$ 。检验结果为极显著水平,模型的拟合程度达到 72.2%,因此,本模型可以作为白檀林春季景观美景度预测模型。

从表 4、表 5 可以看出,对白檀景观美景度贡献较大的景观要素依次为灰色比 X5(28.4%)>枝条整齐度 X11(25%)>主色彩比例 X1(17.3%)>主色彩布局 X2(17.1%)>枯枝断梢 X6(8.9%)>树干可感性 X7(7.3%)。

3.3 评价模型的分析

1)研究表明,“灰色比 X5”对白檀景观美景度的贡献率高达 30%,是所有景观要素中排名首位。灰色比不明显时美景度最高,灰色比 1/3~2/3 次之,

灰色比<1/3 最差。当灰色比达到 1/3~2/3 时,林下看起来较为统一,较大的灰色斑块也具有一定的观赏性,当灰色比<1/3 时,林下显得杂乱不堪,随处可见零星生长的荆条和刺槐以及小块裸地,大大降低了景观美景度,所以美景度值灰色比 1/3~2/3

大于灰色比<1/3。大围山的白檀林多为自然生长,白檀常与其他树种夹杂生长,当白檀开花时,未萌发的树种呈灰色状态,而发芽晚的刺槐等树种以及裸地等灰色斑块的存在也会影响到白檀林的景观质量^[14]。

表 3 白檀景观评价模型建模偏相关系数运算结果

Table 3 Calculation results of partial correlation coefficient for landscape evaluation model of *S. paniculata*

景观要素	偏相关系数						
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次
主色彩比例 X1	0.218	0.235	0.253	0.255	0.267	0.275	0.218
主色彩布局 X2	0.261	0.272	0.262	0.298	0.278	0.277	0.268
绿色比 X3	−0.179	−0.176	−0.171	−0.200	−0.208	−0.232	—
林冠面特征 X4	0.127	0.140	0.132	—			
灰色比 X5	0.553	0.567	0.599	0.591	0.594	0.596	0.591
枯枝断梢 X6	0.275	0.297	0.292	0.321	0.314	0.309	0.313
树干可感性 X7	0.245	0.289	0.263	0.319	0.334	0.348	0.303
轮廓清晰度 X8	0.041	—					
天空比 X9	0.154	0.155	0.154	0.132	0.104	—	
层次感 X10	0.123	0.125	—				
枝条整齐度 X11	0.303	0.309	0.368	0.381	0.383	0.395	0.379
异质体 X12	−0.095	−0.860	−0.138	−0.123	—		

表 4 白檀景观评价模型建模 T 值运算结果

Table 4 Calculation results of landscape evaluation model of *S. paniculata*

景观因子	T 检验值						
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次
主色彩比例 X1	1.203	1.325	1.458	0.145	1.588	1.666	1.319
主色彩布局 X2	1.456	1.547	1.511	0.086	1.665	1.682	1.648
绿色比 X3	−0.982	−0.976	−0.964	0.256	−1.224	−1.393	
林冠面特征 X4	0.688	0.776	0.744				
灰色比 X5	3.574	3.771	4.163	0	4.241	4.333	4.329
枯枝断梢 X6	1.541	1.701	1.697	0.064	1.899	1.895	1.952
树干可感性 X7	1.363	1.654	1.517	0.066	2.034	2.164	1.879
轮廓清晰度 X8	0.223						
天空比 X9	0.840	0.862	0.865	0.458	0.600		
层次感 X10	0.669	0.690					
枝条整齐度 X11	1.713	1.783	2.204	0.026	2.380	2.504	2.425
异质体 X12	−0.514	−0.473	−0.777	0.489			

表 5 白檀景观评价模型中各类目得分值

Table 5 The scores of values items in the evaluation model of *S. paniculata*

景观要素	类目	系数值	得分范围	贡献率/%	景观要素	类目	系数值	得分范围	贡献率/%
主色彩比例 X1	1	0	0.341	17.3	枯枝断梢 X6	1	0.175	0.175	8.9
	2	0.109				2	0		
	3	0.341				3	−0.111		
主色彩布局 X2	1	0	0.258	13.1	树干可感性 X7	1	−0.144	0.144	7.3
	2	−0.258				2	0.130		
	3	−0.171				3	0		
灰色比 X5	1	0	0.559	28.4	枝条整齐度 X11	1	0	0.49	25.0
	2	−0.559				2	0.309		
	3	−0.403				3	0.490		
						4	0.384		

建议遵循适地适树的原则,在适当区域内,对白檀林进行补植,提高白檀林的林分密度,通过抑制其他落叶灌木的生长降低灰色比例对景观的影响。

2)“枝条整齐度 X11”对白檀景观美景度的贡献率有 25%,在所有景观要素中排名第 2,在枝条整齐度 4 个类目中,较整齐(0.490)>整齐(0.384)>一般(0.309)>混乱(0.000)。较为整齐和整齐的枝条美景度较高,令人心情愉悦;杂乱不堪的枝条美景度最低,会削弱评判者对景观的喜好度,让人感觉压抑。随着枝条整齐度的降低,景观美景度逐渐下降,会降低景观质量^[15]。相反,冠性清晰、枝条整齐能提高景观美景度。

大围山自然生长的白檀景观有些地方林分密度大,林内光照不足,一些被压的枝条得不到充分生长,导致枝条的着生位置和伸展方向混乱。建议采取整形修剪措施增加林内光照,对混乱的枝条进行适当短剪,以增强枝条的整齐度。

3)“主色彩比例 X1”对白檀景观美景度的贡献率达 17.3%,在所有景观要素中排名第 3。在主色彩比例的 3 个类目中,按喜欢程度排序为主色彩比例 $\geq 2/3$ (0.341)> $1/3 \sim 2/3$ (0.109)> $0 \sim 1/3$ (0)。可见,主色彩比例越大,美景度值越高,密集型的分布形成强烈的视觉冲击,能有效地增加景观的喜好度。主色彩与常绿色的比例应当控制在 2:1 左右,才能突出主色彩与常绿色间的对比。白檀花白色、花小,花色比较素淡,色调不如彩色花那般艳丽夺目,所以应该适当加大林分的密度,通过提高色块的比重能够获得比较醒目的视觉效果^[16]。

目前,大围山白檀主色彩比例能够达到 $\geq 2/3$ 的区域较少,多集中分布在海拔 1 200 m 以上的黄棕壤地带以及高山草甸区。建议通过移植白檀苗木选择林窗栽植,并在开花后的 1~2 周内进行修剪,促进侧枝生长。

4)“主色彩布局 X2”对白檀景观美景度的贡献率为 13.1%,在主色彩布局的 3 个类目中,排序为密集型(0.000)>综合型(-0.171)>星散型(-0.258)。可见,当“主色彩布局”为密集型时,美景度值最高。主色彩布局对白檀景观美景度的影响与主色彩比例的影响相似。当主色彩布局为密集型时,主色彩比例相应也大,美景度值最高^[17]。说明观赏者对主色彩呈高度密集的大色块更加喜好。

5)“枯枝断梢 X6”对白檀景观美景度的贡献率为 8.9%,在枯枝断梢的 3 个类目中,受欢迎程度排序为枯枝断梢无(0.175)>枯枝断梢少(0)>枯枝断梢多(-0.111)。可见,枯枝断梢数量的多少与美景度高低成反比。枯枝断梢的存在显著降低了美景度。

应对枯枝断梢进行清理,特别是对主要旅游线路两边的枯枝断梢应进行清理。清理时间建议以开花前 1 个月为宜,如清理过早,冬季和早春的冰冻雪压又可能产生新的枯枝断梢。

6)“树干可感性 X7”对白檀景观美景度的贡献率为 7.3%。在树干可感性的 3 个类目中,受欢迎程度排序为隐约可见(0.13)>清晰可见(0)>看不到(-0.144)。结果表明,隐约可见的树干可以显著提高白檀的美景度,评判者对景观的喜好度最高。树干清晰低于树干隐约可见,可能是由于白檀树干为灰色,当树干清晰时增加了灰色比,当树干看不到时,林分的透视性差、立体感不强,降低了美景度^[18-19]。只有当树干隐约可见时,林分兼具立体感、透视感、灰色比小,故景观效果最好。对白檀林分要进行适当的整形修枝,同时适当清理林下植被,注意从观赏者的视角增强树干可感性。

4 结论与讨论

采用美景度评判法,对湖南省浏阳市大围山国家森林公园内的白檀林景观进行研究。结果表明,园区内的白檀景观质量处于一般水平,局部质量较差,在景观质量方面还有较大的提升空间。景观的质量差异主要体现在灰色比、枝条整齐度、主色彩比例、主色彩布局、枯梢断枝和树干可感性这 6 个景观要素方面,并提出了苗木培育、林下清理、移植补植、整形修枝和枯落物处理等措施,在提升整体景观质量的同时,也为提高大围山白檀林景观质量提出了切实可行的措施。

植物的生长与多方面的因素有关,仅对其提出经营技术是片面的。白檀林喜温暖湿润的气候,能够抗干旱贫瘠,喜光也稍耐阴,适应性强。对白檀林进行补植、修枝的时候,应注意林分密度,既不能影响原本白檀的生长,也不能过多地破坏景观本身,同时也忌大规模地破坏原本的生长环境去进行改造,从而影响白檀的生长。

SBE 法为目前森林景观质量常用的评价方法之一,但其评判的结果与照片的质量密不可分,拍摄照片时应尽可能地减少自然和人为因素的影响^[20-21]。本研究只对白檀的春景进行研究,未对其夏景、秋景和其他春景进行研究。对于在白檀非花期的季节,如何打造景观以及如何与白檀相结合,需要做另外的研究。

参考文献:

[1] 杨艳,蒋丽娟,李昌珠.大围山野生白檀资源调查与分析[J].湖南林业科技,2011,38(6):36-38.

[2] 刘健,刘强,蒋丽娟. 大围山白檀群落垂直分布特征及其多样性分析[J]. 西北林学院学报, 2015, 30(4): 121-126.
LIU J, LIU Q, JIANG L J. Diversity and vertical distribution characteristics of *Symplocos* spp. communities in Dawei Mountain[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2015, 30(4): 121-126. (in Chinese)

[3] 杨艳,刘强,尹翔,等. 湖南白檀居群形态多样性及与环境相关性[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(1): 80-86.
YANG Y, LIU Q, YIN X, *et al.* Phenotypic diversity and environment relations in *Symplocos paniculata* of Hunan[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(1): 80-86. (in Chinese)

[4] 林清. 基于 SBE 法的福州郊区乡村景观调查与评价[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.

[5] 陈鑫峰,王雁. 国内外森林景观的定量评价和经营技术研究现状[J]. 世界林业研究, 2000(5): 31-38.

[6] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 270-276.

[7] 肖笃宁. 景观生态学原理、方法与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 92-98.

[8] 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.* Landscape evaluation on *Rhododendron simsii* landscape by SBE method[J]. Journal of Northwest Forestry College, 2017, 32(5): 289-293, 305. (in Chinese)

[9] 陈鑫峰,贾黎明,王雁,等. 京西山区风景游憩林季相景观评价及经营技术原则[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(4): 39-45.
CHEN X F, JIA L M, WANG Y, *et al.* Landscape estimation and management technique principles of different seasonal scenic and recreational forests in West Mountain, Beijing[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2008, 30(4): 39-45. (in Chinese)

[10] 艾亮杓. 湖南省森林公园景观美学研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2011.

[11] 李效文,贾黎明,郝小飞,等. 森林景观 SBE 评价方法[J]. 中国城市林业, 2007, 5(3): 33-36.

[12] 陈鑫峰,贾黎明. 京西山区森林林内景观评价研究[J]. 林业科学, 2003, 39(4): 59-66.
CHEN X F, JIA L M. Research on evaluation of in-forest landscapes in west Beijing Mountain area[J]. Forestry Science, 2003, 39(4): 59-66. (in Chinese)

[13] 吴福建,李风兰,黄风兰,等. 杜鹃花研究进展[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(1): 139-144.
WU F J, LI F L, HUANG F L, *et al.* Research progress on *Rhododendron*[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2008, 39(1): 139-144. (in Chinese)

[14] 周璞,王瑞辉,周阳超,等. 湘东中山区风景游憩林林内景观质量评价与分析[J]. 林业资源管理, 2017(3): 91-97.
ZHOU P, WANG R H, ZHOU Y C, *et al.* Evaluation and analysis on in-forest landscape quality of scenic and recreational forest in the mountainous regions of east-center Hunan Province[J]. Forestry Resource Management, 2017(3): 91-97. (in Chinese)

[15] 王娜,钟永德,黎森. 基于 SBE 法的城郊森林公园森林林内景观美学质量评价[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(1): 308-314.
WANG N, ZHONG Y D, LI S. SBE based evaluation of in-forest landscape aesthetic quality of forest park in suburb[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2017, 32(1): 308-314. (in Chinese)

[16] 梅光义,孙玉军. 基于 SBE 法的杉木风景休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.
MEI G Y, SUN Y J. Evaluation and management techniques of scenic recreational forest of *Cunninghamia lanceolata* based on SBE[J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology, 2012, 32(8): 28-32. (in Chinese)

[17] 杨鑫霞,亢新刚,杜志,等. 基于 SBE 法的长白山森林景观美学评价[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2012, 40(6): 86-90, 98.
YANG X X, KANG X G, DU Z, *et al.* SBE method-based forest landscape aesthetic quality evaluation of Changbai Mountain[J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Ed., 2012, 40(6): 86-90, 98. (in Chinese)

[18] 章志都,徐程扬,董建文,等. 郁闭度对风景游憩林林下植被及林内景观的影响[J]. 中国城市林业, 2008, 6(2): 10-13.
ZHANG Z D, XU C Y, DONG J W, *et al.* Impacts pf canopy closure on undergrowth and landscape in scenis recreational forest a case study of platycladus orientalis-robinia psedoacacia forest in Beijing[J]. Urban Forestry in China, 2008, 6(2): 10-13. (in Chinese)

[19] 陈勇,孙冰,廖邵波,等. 深圳市城市森林林内景观的美景度评价[J]. 林业科学, 2014, 50(8): 39-44.
CHEN Y, SUN B, LIAO S B, *et al.* Scenic beauty estimation of in-forest landscape in Shenzhen urban forests[J]. Forestry Science, 2014, 50(8): 39-44. (in Chinese)

[20] 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 Shaanxi Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(3): 275-280. (in Chinese)

[21] 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.