

基于 SBE 法的城郊森林公园森林林内景观美学质量评价

王 娜<sup>1,2</sup>, 钟永德<sup>1\*</sup>, 黎 森<sup>2</sup>

(1. 中南林业科技大学 旅游学院, 湖南 长沙 410004; 2. 广西生态工程职业技术学院, 广西 柳州 545004)

**摘 要:**运用心理物理学景观评价原理(Scenic Beauty Estimation, SBE)和多元线性回归方程,对城郊森林公园的森林林内景观的美学质量进行了研究。结果表明:在选取的 15 个评价指标中,季相与色彩、林木密度、树干形态、林下植被整齐度、郁闭度、林下植被高度、通视性对景观美学质量的影响较大,而树种组成、平均胸径、胸径变异系数、树干排列、林下植被覆盖度、枯落物、枯树倒木、意境美等因素影响较小。据此建立了景观美学质量与各景观因子类目之间的评价与预测的多元回归模型,并提出了相应的优化对策。该评价模型的建立对城郊森林公园森林景观质量管理具有一定的指导意义。

**关键词:**城郊森林公园; 林内景观; 美学质量评价; SBE 法

**中图分类号:**S731.2      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2017)01-0308-07

SBE Based Evaluation of In-forest Landscape Aesthetic Quality of Forest Park in Suburb

WANG Na<sup>1,2</sup>, ZHONG Yong-de<sup>1\*</sup>, LI Sen<sup>2</sup>

(1. School of Tourism, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China;  
2. Guangxi Eco-engineering Vocational and Technical College, Liuzhou, Guangxi 545004, China)

**Abstract:** According to the principle of scenic beauty estimation and multi-factor linear regression equation, in-forest landscape aesthetic quality of forest park in suburb of Guangxi was evaluated. Among 15 indices which were selected for the evaluation, 7 indices exhibited significant influences on landscape aesthetic quality, including richness of color, stand density, form of trunks, canopy density, visibility, uniformity of undergrowth, and height of undergrowth. Indices which demonstrated weak influences were the proportion of dominant species, average DBH, coefficient of variation of DBH, arrangement of trunks, coverage of undergrowth, litter, and dead trees& fallen woods. A multi-factor regression equation for the evaluation was set up based. Countercurrents for the optimlization of the equation were put forward. The model would be helpful to guide the management of landscape quality in the forest park in suburb.

**Key words:** forest park in suburb; in-forest landscape; evaluation of landscape aesthetic quality; SBE method

森林景观的美学质量是森林景观在美学范畴的价值体现,是从美学而非其他角度对森林景观的价值进行评估。它是森林景观经营管理的重要环节<sup>[1]</sup>。目前国际上公认的景观美学评价有四大学派:专家学派、认知学派、心理物理学派和经验学派<sup>[2]</sup>。其中,心理物理学派的美景度评价法(Scenic

Beauty Estimation, SBE)被广泛运用于森林风景的评价<sup>[3]</sup>。近年来,我国学者利用 SBE 法对广西石灰岩山区<sup>[4]</sup>、北京郊野公园<sup>[5]</sup>、京西山区<sup>[6]</sup>、上海环城林带<sup>[7]</sup>、陕西金丝峡<sup>[8]</sup>、四川岷江<sup>[9]</sup>等地区的森林景观美学质量进行了研究,得出了影响森林景观美学质量的相关因素,如针阔比、树干形态、通视性、林分

收稿日期:2016-07-11 修回日期:2016-10-13

基金项目:国家林业公益专项:森林风景资源管理与游憩利用技术研究(201404314);国家旅游局旅游业青年专家培养计划资助项目:“全民休闲”时代背景下的广西城郊森林公园开发建设研究(TYETP201551);广西高校科学技术研究项目:柳州君武森林公园旅游现状评析与发展对策研究(KY2015YB432)。

作者简介:王 娜,女,博士研究生,高级工程师,研究方向:森林游憩与公园管理。E-mail:wangna169@163.com

\*通信作者:钟永德,男,博士,教授,博士生导师,研究方向:生态旅游。E-mail:yongde65@yahoo.com.cn

密度、郁闭度等,对研究地森林景观质量的提升提供了理论依据和技术参考。

近年来,城郊森林公园作为离城市最近的生态旅游目的地,受到广大市民的青睐。越来越多的城市把城郊森林公园作为“有生命的”城市基础设施来建设。而大部分的城郊森林公园是城市向外扩张的过程中,在林场、苗圃用地、防护林等的基础上改造而成的,以人工林为主,森林景观的美感度普遍较低<sup>[10]</sup>。提升森林美感度是城郊森林公园建设与发展过程中必须面临的问题。那么,如何对城郊森林景观的美学质量进行评价,影响城郊森林景观美学质量的因素究竟有哪些,这是在城郊森林景观营造之初便必须思考和解决的。目前,国内鲜有针对城郊森林公园森林景观美学质量的定量研究。欧洲关于城市森林的研究,虽然其对象与我国的城郊森林在区域位置上比较接近,但两者的森林类型和特征差别较大。基于此,笔者进行了本研究。由于森林景观是多维度的,如有林外景观和林内景观之分,难以利用统一的评价指标体系对多维度的森林景观进行评价,故而本研究只对森林林内景观的美学质量进行研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 景观评价对象的选取

景观评价对象选取广西的城郊森林公园。广西森林资源丰富,原生植被是以常绿阔叶林为主的乔木林植被,自北向南形成中亚热带常绿阔叶林、南亚热带季风常绿阔叶林、北热带季节雨林 3 个主要植被带<sup>[11]</sup>,是华南地区非常有代表性的林区。目前广西城郊森林公园的原生植被已被破坏,现有的森林多是次生林和人工林。森林景观主要以马尾松(*Pinus massoniana*)林、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林、湿地松(*P. selliottii*)林等亚热带针叶林景观为主,结合少量的针阔混交林景观。本研究在对广西城郊森林公园森林风景资源进行普查基础上,按照植被带变化规律自北向南选取桂林国家森林公园、三门江国家森林公园、君武森林公园,龙潭国家森林公园、平天山国家森林公园、良凤江国家森林公园、石门森林公园,作为景观评价对象的选取地(图 1)。

为了使样本变化更具系统性,本研究的景观评价对象融入了少量其他城郊风景林的景观图片。共选择 45 个能代表城郊森林公园植被群落特征<sup>[12]</sup>的林内景观作为评价对象(表 1)。

### 1.2 景观评判要素的分解

本研究选择了 15 个林内景观要素作为评价模



图 1 景观评价对象选取地分布

Fig. 1 Landscape evaluation objects selected distribution diagram  
型的评判要素,再根据这些要素的特性细分成若干类(表 2)。

### 1.3 景观影像采集

影像采集的时间为 2015 年 11 月 1—30 日,为了保证影像的采集在相对统一的环境条件下完成,制定了以下拍摄准则:1)在光线充足的条件下拍摄,不使用闪光灯;2)避开非森林景观因素,比如溪谷潭池、怪峰奇石、野生动物、人、道路、人工景物等;3)利用广角相机拍摄,最大限度地反映林内景观;4)拍摄者直立,镜头与双眼同高,保证拍摄角度一致<sup>[6]</sup>。

### 1.4 影像评价者的选择

有研究表明,不同群体在审美尺度上存在差异。但本研究的目的是为了掌握不同景观在人们眼中的质量差异<sup>[6]</sup>,因此不同群体的审美尺度差异不至于对评判结果的价值产生影响。鉴于此,本研究选择广西生态学院旅游管理、园林工程、林业技术、环境监测和城乡规划等 5 个专业的大学生以及从事这些学科教学工作的高校教职员工,共计 60 人作为景观美学质量的评价者。

### 1.5 评分方法

本研究的景观评分方式采用室内幻灯评判的方式,将选定的 45 张景观照片制作成幻灯片供评价者打分。选择“喜好度”作为衡量指标,分为 7 个评分标准(表 3)。

### 1.6 景观评分值的标准化处理

对 60 位评价者的评分值进行标准化,其公式:  
$$Z_{ij} = (R_{ij} - \bar{R}_j) / S_j \quad (1)$$
  
式中: $Z_{ij}$  为第  $j$  个评价者对第  $i$  个景观对象评分值的标准化值; $R_{ij}$  为第  $j$  个评价者对第  $i$  个景观对象的评分值; $\bar{R}_j$  为第  $j$  个评价者对所有景观对象评分值的平均值; $S_j$  为第  $j$  个评判者对所有景观对象评分值的标准差。标准化结果如表 4。

表 1 45 处森林林内景观概况

Table 1 General situations of 45 in-forest landscapes

景观号	森林类型	林内景观概况
1	马尾松、红椎混交林	树干通直,林地裸露,通视性好
2	银合欢林	林下草本层茂密且杂乱,有少量灌木,通视性一般
3	马尾松、樟树混交林	林下灌木高且稠密,通视性较差
4	马尾松、木莲混交林	林下灌木稠密,通视性一般
5	荷木林	幼龄林,林木密度较大,树干弯曲,林下有少量草本,通视性一般
6	石笔木、假槟榔和白千层混交林	树干较直,林下无灌木,林下草本低矮、整齐,通视性好
7	人面子林	林木密度较大,林下草本低矮且整齐,通视性一般
8	响叶杨林	林木排列规则,林下全被枯落物覆盖,通视性好,季相变化明显,色彩较为丰富
9	白千层、桂花混交林	林木密度较小,林下大部分被匍地草本层覆盖,通视性很好
10	台湾相思林	树干弯曲,胸径变异系数大,林下全被草本层覆盖,草本植物参差不齐,通视性一般
11	樟树、荷木混交林	树干弯曲杂乱,林下全被灌木覆盖,灌木较高且不整齐,通视性较差
12	海红豆林	幼龄林,树干弯曲,林下全被灌木层覆盖,灌木层高但修剪整齐,通视性差
13	马尾松、火力楠混交林	树干通直,林下无灌木、有少量低矮草本,有倾倒的树干,通视性好
14	南洋杉林	树干通直,林下无灌木、被匍地草本覆盖,通视性很好
15	白千层、假槟榔混交林	树干较直,胸径变异系数大,林下无灌木、被匍地草本覆盖,通视性较好
16	白千层林	树干较直,林下灌木较高且生长茂盛,通视性较差
17	湿地松、樟树混交林	林木密度较大,林下植被高且茂盛,通视性较差
18	蝴蝶果、阴香和桂花混交林	林木茂密,林下大部分被低矮整齐的草本覆盖,有少量灌木,通视性一般
19	小冬桃林	幼龄林,林木密度大,树干弯曲且被藤本植物缠绕,林下灌木高且茂密,通视性差,郁闭度高
20	小冬桃林	幼龄林,林木密度大,树干弯曲,林下灌木高且茂密,通视性差
21	杉木林	树干通直整齐,林地无植被覆盖,通视性好
22	杜英林	树干排列规则,林下大部分被落叶覆盖,有色彩变化,通视性好
23	小冬桃林	幼龄林,林木密度大,树干较直且被藤本植物缠绕,林下灌木高且茂密,通视性差,郁闭度高
24	小冬桃林	树干弯曲,胸径变异系数大,林下大部分被草本植物覆盖,通视性一般
25	南洋杉林	树干通直,林下被匍地草本层覆盖,通视性很好
26	湿地松林	幼龄林,林木密度较大,树干较直,林下被匍地草本层覆盖,有少量的枯落物,通视性很好
27	湿地松、樟树混交林	林木密度较大,树干较直,林下灌木高且茂密,通视性较差
28	杉木林	中龄林,林木密度较大,树干通直且规则,林地裸露,通视性很好
29	小冬桃林	幼龄林,林木密度较大,树干较直,林地裸露,通视性好
30	马尾松、木莲混交林	树干通直,林下植被高且茂密,通视性一般
31	马尾松、木莲混交林	树干弯曲,林下植被高度一般,通视性较好
32	银合欢林	树干弯曲,林下被少量草本植物覆盖,大部分林地裸露
33	银杏林	幼龄林,树干较直且排列规则,林下全被落叶覆盖,季相及色彩变化明显
34	银杏林	幼龄林,树干较直且排列规则,林下全被落叶覆盖,季相及色彩变化明显
35	马尾松、樟树混交林	林木密度小,树干通直,林下被匍地草本层覆盖,通视性很好
36	马尾松、樟树混交林	部分树干通直,林下大部分被低矮的灌木覆盖,通视性较好
37	马尾松、樟树混交林	林木密度较大,部分树干弯曲,林下植被高且茂密,通视性一般
38	火力楠林	幼龄林,林木密度较大,树干被大量藤本植物缠绕,林下植被高且茂密,通视性很差
39	湿地松林	中龄林,树干通直且排列规则,林下灌木稀疏且单一,枯落物可见
40	小冬桃林	林木密度大,胸径变异系数大,树干有藤本植物缠绕,林下植被高且茂密,通视性很差
41	马尾松、樟树、火力楠混交林	林木密度大,树干倾倒明显,通视性差
42	银杏林	中龄林,树干较直且排列规则,林下全被落叶覆盖,通视性很好
43	荷木林	林木密度大,树干弯曲,树木较低矮,林下被少量草本植物覆盖,枯落物明显
44	翻白叶、小叶榕混交林	幼龄林,树木密度大,树干较直,林地全部裸露,枯落物明显,通视性一般
45	银合欢、桂花混交林	林木密度较小,树干弯曲,林下被少量草本植物覆盖

2 结果与分析

2.1 林内景观评价模型分析

将各景观的标准化得分值作为因变量,将各景观要素的等级评判值作为自变量,采用 SPSS 多元线性回归方程建立评价模型。在建模过程中,发现

树种组成、平均胸径、胸径变异系数、树干排列、林下植被覆盖度、枯落物、枯树倒木、意境美等 8 个因子影响力较弱。通过逐步删除,把对景观得分值贡献较大的季相与色彩、林木密度、树干形态、林下植被整齐度、郁闭度、林下植被高度、通视性保留下来,作为林内景观评价模型的自变量(表 5~表 7)。

表 2 森林林内景观评判要素

Table 2 Evaluation elements of in-forest landscape

项目	等级			
	1	2	3	4
树种组成	单一 (优势树种>80%)	一般 (优势树种 50%~80%)	多样 (优势树种<50%)	—
林木密度	<1 000 株·hm <sup>-2</sup>	1 000~1 500 株·hm <sup>-2</sup>	1 500~2 000 株·hm <sup>-2</sup>	>2 000 株·hm <sup>-2</sup>
平均胸径	<10 cm	10~20 cm	20~30 cm	>30 cm
胸径变异系数	小	一般	较大	很大
树干形态	通直	一般	弯曲	—
树干排列	规则式	丛状	自由式	—
郁闭度	<0.5	0.5~0.7	0.7~0.9	>0.9
通视性	差(<10 m)	一般(10~20 m)	好(20~30 m)	很好(>30 m)
林下植被覆盖度	几乎完全裸露	<50%	>50%	几乎完全覆盖
林下植被整齐度	整齐	一般	杂乱	很杂乱
林下植被高度	<0.5 m	0.5~1 m	1~1.5 m	1.5 m
枯落物	几乎没有	局部可见	明显	—
枯树倒木	不明显	明显	—	—
意境美	不能触发美好 的联想和想象	经过引导可以产生 美好的联想和想象	能立即触发美好 的联想和想象	
季相与色彩	单一(色彩种类 1 种)	一般(色彩种类 2~3 种)	丰富(色彩种类>3 种)	

表 3 森林林内景观评价赋分标准

Table 3 Rating response scale of the scenic beauty estimation

喜欢程度	极喜欢	很喜欢	喜欢	一般	不喜欢	很不喜欢	极不喜欢
得分值	3	2	1	0	-1	-2	-3

表 4 各林内景观标准化分值

Table 4 Standard scores of in-forest landscape

景观号	标准化 得分值	景观号	标准化 得分值	景观号	标准化 得分值
1	0.33	16	-0.51	31	-1.02
2	-0.27	17	0.07	32	-0.17
3	-0.72	18	0.25	33	0.96
4	-0.13	19	-0.93	34	0.50
5	-0.29	20	-0.69	35	0.32
6	0.24	21	0.97	36	0.02
7	0.40	22	1.55	37	-0.56
8	0.75	23	-0.38	38	-1.24
9	0.50	24	-0.63	39	-0.08
10	0.58	25	0.48	40	-0.35
11	-0.53	26	0.21	41	-0.78
12	-0.16	27	-0.38	42	0.76
13	0.51	28	0.32	43	-0.36
14	0.82	29	0.17	44	-0.23
15	0.24	30	-0.50	45	-0.05

表 5 模型汇总<sup>b</sup>

Table 5 Model summary

模型	R	R 方	调整 R 方	标准估计 的误差
1	0.841a	0.708	0.632	0.378 74

注:a. 预测变量:(常量),季相与色彩、林木密度、树干形态、林下植被整齐度、郁闭度、通视性、林下植被高度;b. 因变量:美景度。下同。

表 6 方差分析

Table 6 Analysis of variance

模型	平方和	df	均方	F	Sig.
回归	9.389	7	1.341	9.351	0.000 <sup>a</sup>
残差	3.873	27	0.143		
总计	13.262	34			

表 7 因子系数

Table 7 Factor coefficient

模型	非标准化系数		标准系数 试用版	t	Sig.
	B	标准误差			
(常量)	-0.075	0.536		-0.140	0.000
林木密度	-0.166	0.089	-0.311	-1.859	0.032
树干形态	-0.019	0.104	-0.028	-0.185	0.028
郁闭度	0.145	0.109	0.253	1.329	0.005
通视性	0.144	0.113	0.260	1.279	0.021
林下植被整齐度	-0.130	0.130	-0.231	-1.002	0.042
林下植被高度	-0.128	0.107	-0.232	-1.197	0.038
季相与色彩	0.365	0.137	0.341	2.666	0.017

因此,以保留下来的 7 个景观评判要素为自变量,建立的森林林内景观美学质量评价模型为:

$$Y=-0.075-0.166X_2+0.019X_5-0.145X_7+0.144X_8-0.130X_{10}-0.128X_{11}+0.365X_{15}$$

(2)

式中: $Y$  为评价对象(即某林内景观)的美学质量反应值, $X_2$  指林木密度, $X_5$  指树干形态, $X_7$  是指郁闭度, $X_8$  是指通视性, $X_{10}$  是指林下植被整齐度, $X_{11}$  是指林下植被高度, $X_{15}$  是指季相与色彩。

2.2 结果分析

根据模型系数,各因子对森林景观美学质量的贡献度从大到小的顺序依次为:季相与色彩(0.365)、林木密度(0.166)、郁闭度(0.145)、通视性(0.144)、林下植被整齐度(0.130)、林下植被高度(0.128)、树干形态(0.019)。

2.2.1 季相与色彩 季相是植物在不同季节呈现出的外貌特征<sup>[13]</sup>,主要表现在植物的叶、花、果的形状及色彩的变化。其中,色彩会给人以冷暖感、兴奋感和距离感<sup>[14]</sup>,色彩变化最能调动观赏者的情感因素。春花、秋叶等季相景观可大幅提高人们对森林景观的喜好度。根据表 2,美景度值高的 22 和 33 号景观均具有季相特征明显或色彩丰富的特点(图 2、图 3)。

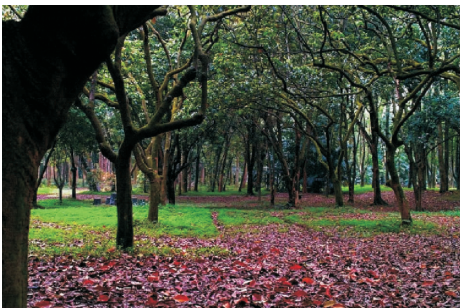


图 2 第 22 号景观照片  
Fig. 2 The photo of No. 22 landscape



图 3 第 33 号景观照片  
Fig. 3 The photo of No. 33 landscape

2.2.2 林木密度 适宜的林木密度能提高森林景观的美学质量。以往的研究也表明,森林景观的美景度会随着林木密度的增加而下降<sup>[15]</sup>。城郊森林公园以人工林为主,林木密度普遍较高,适当降低林木密度,可以提高群落疏透度,提升森林美感度。

2.2.3 郁闭度 郁闭度对林内光照有直接影响,郁闭度小,则林分有通透、阳和之感;当郁闭度很大时,

林分通透性差且有恐怖阴森之感<sup>[16]</sup>。城郊森林公园的森林兼具森林游憩的功能,不仅要美观,更重要的是要吸引游客进入并获得优良的游憩体验。因此要合理调整林木密度,使森林可赏、可游。

2.2.4 通视性 人们对通视距离较大的森林景观接受度较高。林木密度过大、林下植被过高、自然整枝差都能降低森林的通视距离,使人感觉压抑,不便欣赏森林美景,且降低可达性,阻碍森林游憩功能的实现。

2.2.5 林下植被整齐度 林下植被杂乱会给人以“荒凉”“凌乱”的即视感,使人缺乏安全感,进而降低人们的喜好度。

2.2.6 林下植被高度 林下植被越低,则通视性、可及性越好,容易使人产生亲近感;林下植被越高,则通视性差,容易使人有不安全的联想,无法亲近和到林下进行游憩活动<sup>[2]</sup>。

2.2.7 树干形态 弯曲的树干,较能提升森林景观美学质量。树干通直的针叶林“人工味”重,不能满足人们对森林野趣的向往。以往的研究也表明,人们比较喜欢针阔混交的林分<sup>[17]</sup>,适当的针阔比可以提高森林景观质量<sup>[18]</sup>。

3 结论与讨论

选取 15 个城郊森林林内景观要素,运用心理物理学派的美景度评价法(SBE 法)和 SPSS 多元线性回归分析法,建立了城郊森林公园森林林内景观美学质量评价模型,最终得到对森林林内景观影响较大的 7 个景观要素,按照影响从大到小的顺序依次是:季相与色彩、林木密度、郁闭度、通视性、林下植被整齐度、林下植被高度、树干形态。其中,季相与色彩、树干形态属于林木自身特质的范畴,林木密度、郁闭度和通视性属于林内空间范畴,林下植被整齐度和林下植被高度属于林下植被范畴。该结论可以对城郊森林公园森林景观的营造提供一定的参考,如可优先考虑季相与色彩等影响较大的景观因素,并注重林内空间的打造等。

SBE 法是从整体到因子的评价,评价从景观宏观美感出发,主观性较强<sup>[19]</sup>。本研究中的定性景观要素的评价主观成分较大,需要评价者克服主观随意性,使评价更为客观真实<sup>[20]</sup>。另外,如何准确选取景观评价因子也是评价工作的一个难题<sup>[21]</sup>,仍需在今后的研究中不断探索。

通过上述评价和分析,对城郊森林公园森林林内景观美学质量的提升提出以下建议。

1)丰富森林景观类型。城郊森林是离城市最近的自然生态系统,承载着城市居民对森林野趣的想



象和期望。优良的森林景观可以增强游人与场地的交流互动、提升游人对于环境的认同感、调整游览序列及节奏<sup>[22]</sup>。目前,我国南方大部分省区的城郊森林公园,马尾松、湿地松、杉木等纯林面积较大,缺乏层次感。以研究地为例,应遵循常绿与落叶、针叶与阔叶结合的原则,选用樟树(*Cinnamomum camphora*)、火力楠(*Michelia macclurei*)、红锥(*Castanopsis hystrix*)、大叶栎(*C. fissa*)、稠木(*Lithocarpus glaber*)等优良的本土阔叶树种,把人工纯林逐步改造成针阔混交风景林,形成类型结构多样、层次丰富的森林景观。

2)营造森林季相及色彩景观。色彩被认为是森林植物景观形式美的主要构景要素之一<sup>[23]</sup>。应以常绿植物为基调,适当配置林下花卉、观果观花树种、秋色叶树种、常年异色叶树种等,形成多彩的森林景观。以研究地为例,应适当配植银杏(*Ginkgo biloba*)、秋枫(*Bischofia javanica*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、元宝槭(*Acer truncatum*)、鸡爪槭(*A. palmatum*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、千年桐(*Vernicia montana*)等色叶树种,以及洋紫荆(*Bauhinia variegata*)、深山含笑(*M. maudiae*)、木棉(*Bombax malabaricum*)、蓝花楹(*Jacaranda mimosifolia*)等观花植物,还有桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、野牡丹(*Melastoma camdidum*)、红檵木(*Loropetalum chinense* var. *rubrum*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)等下层灌木,形成“春花、夏绿、秋彩、冬枝”的多彩森林景观。

3)提高林内空间的舒适度。对林木密度大的林分进行适当的疏伐,并在游客视线可及的森林内,对自然整枝不强烈、枝下高较低的林木采取适当的修枝措施,以降低郁闭度,提升通视感,提升城郊森林的观赏性和舒适度。对于承担游憩功能的森林,林内空间要根据游憩功能需要合理设置。林木及植物配植方式可选择孤植、丛植、群植等造林方式,形成园林型、密集型、稀疏型、空旷型和草地型等不同类型森林风景交替出现,丰富林内空间层次。

4)加强林下管理,提升森林的可进入性。城郊森林公园与山野森林公园不同,它位于城市郊区,是开展森林游憩、生态科普的优良场所,承载着更多的游憩及科普教育功能。城郊森林公园的森林要“可进入、可观赏、可游憩”。因此,要加强对林下植被及枯落物的管理,如定期修剪、清理,提升森林的可达性和可游性。

参考文献:

[1] 俞晓凌,廖邦洪,王道模,等. 龙门山国家地质公园天台山风景

游憩林空间结构分析与美景度评价[J]. 林业科学, 2011, 47 (7): 50-56.

YU X L, LIAO B H, WANG D M, *et al.* Spatial structure and scenic beauty estimation of scenic-recreational forests of the Tiantai Mountain in Longmenshan national geopark, Sichuan [J]. Scientia Silvag Sinicae, 2011, 47 (7): 50-56. (in Chinese)

[2] ZUBE E H, SELL J L, TAYLOR J G. Landscape perception: research, application and theory[J]. Landscape Planning, 1982, 9 (1): 1-33.

[3] ZHAI M P, ZHANG R, YAN H P. Review on the studies on scenic evaluation and its application in scenic forest construction both at home and abroad[J]. World Forestry Research, 2003, 16 (6): 16-19.

[4] 袁铁象, 张合平, 谭一波, 等. 广西花山喀斯特峰丛洼地风景林内景观质量[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34 (1): 72-77.

YUAN T X, ZHANG H P, TAN Y B, *et al.* In-forest landscape quality of karst peak—cluster depression forest in Huashan scenic area, Guangxi[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2014, 34 (1): 72-77. (in Chinese)

[5] 吴明霞, 齐童, 王亚娟, 等. 郊野公园视觉景观质量评价——以北京市东小口森林公园为例[J]. 城市问题, 2014 (12): 38-45.

[6] 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]. Scientia Silvag Sinicae, 39 (4): 59-66. (in Chinese)

[7] 张凯旋, 凌煊然, 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)

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

[9] 蔡小虎, 吴雪仙, 谢大军, 等. 岷江上游森林风景资源景观美学评价[J]. 四川林业科技, 2015, 36 (6): 11-16.

[10] 钱锋. 城郊型森林公园游憩系统规划研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.

[11] 陆道调, 牟继平. 广西森林景观与森林旅游[J]. 广西科学. 1998, 5 (2): 87-93.

[12] 刘永红, 张艳峰, 周围, 等. 竹林景观美学价值研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31 (3): 187-190.

[13] 杨善云, 陈翠玉, 刘云峰, 等. 柳州市居住区植物景观美学评价与优化策略[J]. 北方园艺, 2014 (1): 80-84.

YANG S Y, CHEN C Y, LIU Y F, *et al.* Optimization strategies and an aesthetics evaluation of plant landscape of Liuzhou residence[J]. Northern Hortical Ture, 2014 (1): 80-84. (in Chinese)

[14] 李勇, 汪学明, 李世光. 园林植物色彩的搭配[J]. 现代园艺,

2011(17):60-61,63.

[15] BROWN T C,DANIEL T C. Predicting scenic beauty of timber stands[J]. Forest Science,1986,32(2):471-487.

[16] 谷晓萍,谷丽萍,周永斌. 棋盘山风景区森林林内景观质量评价研究[J]. 西部林业科学,2008,37(4):49-55.

[17] 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:自然科学版,2012,32(8):28-32.

[18] 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.

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. (in Chinese)

[19] 吉杨婷,李燕妮,陈为,等. 成都市城市公园滨水植物景观评价[J]. 西北林学院学报,2016,31(3):291-297.

Ji Y T,LI Y N,CHEN W,*et al.* Evaluation on waterfront plantscape of urban-park in Chengdu[J]. Journal of Northwest Forestry University,2016,31(3):291-297. (in Chinese)

[20] 罗贵斌. 汉中市中心城区常绿行道树综合评价[J]. 西北林学院学报,2016,31(2):302-308.

LUO G B. Comprehensive evaluation of the evergreen street trees planted in the downtown of Hanzhong City[J]. Journal of Northwest Forestry University,2016,31(2):302-308. (in Chinese)

[21] 宋爱云,张大鹏,曹帮华,等. 风景林景观质量评价现状及发展[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2011,42(1):155-158.

SONG A Y,ZHANG D P,CAO B H,*et al.* Current status and development of qualitative assessment methods of landscape forest[J]. Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition,2011,42(1):155-158. (in Chinese)

[22] 王阔,张楠,晏海,等. 新城滨河森林公园植物景观营造研究——以北京通州大运河森林公园为例[J]. 西北林学院学报,2015,30(1):268-274.

WANG K,ZHANG N,YAN H,*et al.* Plant landscape of the riverfront forest park:a case study of grand canal forest park in Tongzhou[J]. Journal of Northwest Forestry University,2015,30(1):268-274. (in Chinese)

[23] 陈鑫峰,王雁. 森林美剖析——主论森林植物的形式美[J]. 林业科学,2001,37(2):122-130.

CHEN X F,WANG Y. An analytic study on forest beauty—mostly on from beauty of forest plants[J]. Scientia Silvag Sinicae,2001,37(2):122-130. (in Chinese)

(上接第 233 页)

[17] 林文群,陈忠,李萍,等. 女贞果实及种子的化学成分[J]. 植物资源与环境学报,2002,11(1):55-56.

[18] CANAKCI M,VAN GERPEN J. Biodiesel production from oils and fats with high fatty acids[J]. Tram. ASAE,2001,44:1429-1436.

[19] 吴有炜. 实验设计与数据处理[M]. 苏州:苏州大学出版社,2002:115-154.

[20] QUANHONG L,CAILI F. Application of response surface methodology for extracting optimization of germinant pumpkin seeds protein[J]. Food Chemistry,2005,92(4):701-706.

[21] LIYANA-PATHIRANAC,SHAHIDI F. Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology[J]. Food Chemistry,2005,93(1):47-56.

[22] 王振宇,李宏菊,郭庆启,等. 响应面法对红松油提取工艺参数的优化[J]. 中国粮油学报,2009,24(4):78-81

[23] 丁健,关莹,阮成江,等. 沙棘果油提取工艺的正交试验优化及其脂肪酸组分测定[J]. 食品科学,2016,17(2):13-18.

[24] 龙云飞,王沛佩,杨克迪,等. 响应面法优化亚麻籽油提取工艺[J]. 食品科学,2012,33(14):45-49.

[25] 何余堂,王笠,刘贺,等. 响应面法优化甜杏仁油提取工艺[J]. 食品工业科技,2012,33(1):217-219.

[26] 秦红霖,高月. 女贞子化学成分及药理研究进展[J]. 中药新药与临床药理,2007,18(1):84-85.

[27] 翟梅枝,郭景丽,王磊,等. 栎树花黄酮类化合物的提取工艺研究[J]. 西北林学院学报,2010,25(2):136-139.

ZHAI M Z,GUO J L,WANG L,*et al.* Extraction of flavonoids from *Koelreuteria paniculata* flowers[J]. Journal of Northwest Forestry University,2010,25(2):136-139. (in Chinese)

[28] 秦琳,苏印泉,张强,等. 均匀设计和回归法优化苦楝素提取工艺研究[J]. 西北林学院学报,2012,27(1):137-141.

QIN L,SU Y Q,ZHANG Q,*et al.* Extraction of toosendanin with uniform design and regression analysis[J]. Journal of Northwest Forestry University,2012,27(1):137-141. (in Chinese)

[29] 王瑾,马延,王占红,等. 落新妇中岩白菜素的回流提取研究工艺研究[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):186-189.

WANG J,MA Y,WANG Z H,*et al.* Refluxing extraction of bergenin from *Astilbe chinensis*[J]. Journal of Northwest Forestry University,2012,27(4):186-189. (in Chinese)

[30] 靳晓明,董琳,范峰,等. 女贞子化学成分与药理作用的研究进展[J]. 中医药信息,2008,25(1):40-42.