

岷江上游森林风景资源景观美学评价

蔡小虎¹ 吴雪仙¹ 谢大军¹ 陈翰林^{2*} 彭明超² 张杰² 张富华²

(1. 四川省林业科学研究院 四川 成都 610081; 2. 西南科技大学理学院 四川 绵阳 621010)

摘要: 以对影响岷江上游景观美景度的15个景观要素为评价指标,采用SBE法对研究区30个景观进行了评价,应用数量化理论I建立了美景度与各景观类目之间的评价模型。结果表明,针阔比、郁闭度、草本盖度、平均胸径和灌木均高是研究区美景度的主要影响因素,复相关系数 $F = 2.657 (p < 0.05)$ 。郁闭度 0.5 ~ 0.69,针阔比 0.3 ~ 0.49,较好的草本覆盖美景度最高,更好的透视性和较大的树木直径也有利于提高美景度,反映了当地风景林现状,也为今后的风景林研究和经营提供了新的思路和方法。

关键词: 森林美学; 分类经营; SBE法; 美景度评价

中图分类号: S750 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2015)06-0011-06

The Aesthetic Evaluation of Landscape Forest Resources in the Upper Reaches of the Minjiang River

CAI Xiao-hu¹ WU Xue-xian¹ XIE Da-jun¹ CHEN Han-lin^{3*}
PENG Ming-cao³ ZHANG Jie³ ZHANG Fu-hua³

(1. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

2. School of Science, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010)

Abstract: Thirty landscapes were evaluated by scenic beauty estimation (SBE) method in this paper and 15 landscape elements affecting the landscape aesthetic quality were used as indexes. Multivariate linear models were established for the estimation of landscape quality between favor degree and the structural factors by using Quantitative Theory I. The results showed that the main elements affecting the aesthetic quality of the study area were the ratio of the needle and the width, the density of the depression, herb coverage, average diameter at breast height and the height of the shrubs. The multiple correlation coefficient F was 2.657 ($p < 0.05$). Preference was shown on forest landscapes with canopy density 0.5 ~ 0.69, coniferous proportion 0.3 ~ 0.49 and better herbaceous cover. More perspective and larger tree diameter might also improve the beauty which not only reflected the current situation of the local scenic forest but also provided a new idea and method for future landscape forest research and management.

Key words: Forest aesthetics, Classification management, SBE method, Beauty evaluation

岷江上游处于我国东南湿润森林区向西北半干旱草原区的过渡地带,森林植被以岷江冷杉(*Abies faxoniana*)、紫果云杉(*Picea purpurea*)为建群种组成的亚高山暗针叶林在本区占很大优势,多种云杉林

以及铁杉(*Tsuga chinensis*)林的分布也较为普遍。自上世纪40年代“拔大毛”式的采伐,1950年以后开始全面大规模的采伐,1958年后留有母树的块状皆伐。加之始于1957年的人工更新试验,1998年

收稿日期: 2015-07-07

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201104026)

作者简介: 蔡小虎(1973-),男,博士,副研究员,从事植被恢复等研究。

* 为通讯作者 chenhanlin1965@163.com

实施的天然林保护工程,形成了天然林与人工林、次生灌草丛以及耕地、高山灌丛草甸等植被景观和土地利用类型成斑块镶嵌分布(杨启修,1980;杨玉坡、李承彪,1990;问青春、李秀珍等,2008)。同龄林多、结构单一、林分密度偏大、生态效益低以及景观效果差(王超、翟明普等,2006)。随着社会需求和生产方式的变化,森林经营从传统的木材生产转向可持续经营(杨学民、姜志林,2003;施昆山,2004;潘存德、师瑞峰,2006;杨馥宁、杨文辉、古文奇等,2009),多功能林业已成为世界林业发展的新的方向和各国林业发展的总趋势(高均凯,2007;陆元昌、栾慎强、张守攻;高尚军、孙衍辉、殷炜达等,2010;李剑泉、陈绍志、李智勇,2011),而分类经营则成为森林经营的前提和基础(陈蓬,2004;韩景军、胡兰英、王洪艺等,2004;尚静敏、郭石林、王长文等,2006;高均凯,2007;张志达,2008;詹昭宁,2010;赵华、刘勇、吕瑞恒,2010)。风景林作为特种用途林重要类型之一,其研究具有独特的理论和特点,尤其是随着景观生态学和生态旅游业的发展,探讨森林美学价值以及如何在森林经营管理中注入有效的美学因素的方法与技术,并结合近自然林业(黄志强,2004;许新桥,2006;曾伟生,2009;)、生态恢复等理论和成果(王彦辉、肖文发、张星耀,2007;潘存德、师瑞峰、马兰菊,2007;李明诗、明莉、樊鸣鸣等,2012;谭学仁、王恩苓、唐小平等,2012),开展美学层次的森林经营管理,对丰富森林经营研究和促进风景林建设具有重要意义(郑小贤,2001;[美]保罗·戈比斯特[著]、杭迪[译]、程相占[校],2010;蔡小虎、马吉才、吴雪仙等,2014)。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

岷江在都江堰以上称为岷江上游,具有丰富、独特的生态旅游景观资源(廖嵘,2003),地理坐标 $102^{\circ}35' \sim 103^{\circ}56' E$, $30^{\circ}45' \sim 33^{\circ}09' N$,包括松潘、茂县、汶川、黑水、理县及都江堰市部分辖区,流域面积22.566万 km^2 (曾超、赵景峰、李旭娇,2011)。大部分地区属于山地温带和山地亚寒带气候类型,林线以上有高山寒带和永冻带分布。流域内年均温度由东南向西北递减,最高值出现在都江堰一带,约为 $15^{\circ}C$,其它区域除海拔在2500m以下的河谷地带年均气温可达 $10^{\circ}C$ 外,一般均在 $8^{\circ}C$ 以下,北部地区

则不足 $4^{\circ}C$ 。流域内全年降水不均,干季雨季分明;5月~10月降水总量占全年降水的75%~90%。都江堰及卧龙自然保护区内年降水量最多,可达1000mm~1500mm;流域西侧山地和镇江关以上地区为700mm~1000mm;茂县与汶川干旱河谷地段降水量最小,一般只有500mm~600mm。土壤以山地褐土和棕壤为主,土层多在30cm~50cm之间,薄的仅10cm~20cm,甚至基岩裸露,目前本区基岩出露率已达10%以上。土壤贫瘠先天缺氮少磷,富积钙、钠、钾,结构松散或板结,石砾含量高达30%~50%,不利于保蓄水分。

1.2 美景度评价

心理物理学是一门研究建立环境刺激和人们感觉、知觉和判断之间关系的理论和手段的学科(Hull IV et al.,1984),上世纪70年代以来被引入风景评价及相关领域之中(Daniel等,1976),在风景林区划与经营(张丽君、刘永金、陈世清等,2009;周肖红,2010)、风景林分景观管理(Chris et al.,2011;William,2012;Tahvanainen et al.,2001)和景观动态模拟(Crookston et al.,2010;Chinsu Lin et al.,2012)等研究中得到广泛的应用,成为当今森林景观评价采用最为普遍的方法(杨鑫霞、亢新刚等,2012)。

1.2.1 景观图像与数据获取

在踏查基础上,选择具有代表性的景观样地,进行详细调查和实地拍照。为真实反映森林景观的美学特性,同时也为了使景观之间更具可比性,拍摄工作按(a)-(g)进行(贾黎明、陈鑫峰,1999)(表1)。

表1 样地概况表

*	松潘	黑水	茂县	理县	若尔盖	小金	卧龙	合计
针叶林	12	12	9	21	6	6	3	69*
针阔混交林	3	6		9				18
落叶阔叶林	3	7		9				19
高山灌丛	9						3	12
亚高山河滩灌丛	2	3				3		8**
干旱河谷灌丛	2			3				5
合计								131

* 2014年补充调查样方15个,** 2014年补充调查样方5个

(a) 尽量选择明朗、能见度高的天气拍摄;(b) 尽量在顺光条件下拍摄;(c) 以平视景为主;(d) 拍摄对象以一个坡面(或包括其相邻区域)为主,避免过于复杂的地形变化;(e) 与拍摄对象的距离控制在50m~500m之间;(f) 尽量选择最能反映景观特色的时间进行拍摄;(g) 拍摄过程中使用相同的相机和拍摄模式。

选取了林学、城市规划、风景园林等各种不同专业背景、不同学历层次的人群,进行调查问卷及专家咨询方案设计,选取风景林景观照片35张,调查400多人。采用心理物理学派的美景度评价10分

制 数值越大, 风景越美, 数值越小, 风景越差。选用幻灯片方式进行室内评判, 参照 Daniel 等(1976)所采用的“标准化说明”, 于评判前对评判者进行不涉及评判景观细节问题的简要说明。

1.2.2 数据预处理与分析

通过对数据的初步观察, 对缺失的这部分数据和与这部分相关的数据做删除处理, 不予考虑这部分数据; 有部分数据没有缺失, 但明显不符合要求, 属于无效数据, 不予考虑这部分数据。经过预处理后, 用于美景度评价的照片为 30 张、数据 359 组, 包括 34 名教师、325 名学生(表 2)。

表 2 数据相关性描述

相关性描述		教师 + 学生	教师	学生
教师 + 学生	Pearson Correlation	1	0.714 **	0.994 **
	Sig. (1-tailed)		0	0
	Sum of Squares and Cross-products	8.508	5.614	8.601
	Covariance	0.293	0.194	0.297
教师	Pearson Correlation	0.714 **	1	0.668 **
	Sig. (1-tailed)	0		0
	Sum of Squares and Cross-products	5.614	7.263	5.343
	Covariance	0.194	0.250	0.184
学生	Pearson Correlation	0.994 **	0.668 **	1
	Sig. (1-tailed)	0	0	
	Sum of Squares and Cross-products	8.601	5.343	8.803
	Covariance	0.297	0.184	0.304

表 3 森林景观要素各类目分解表*

项目	类目			
	1	2	3	4
树种组成	多样(优势树种 < 50%)	一般(≥50% 优势树种 < 80%)	单一(优势树种 ≥ 80%)	-
针阔比	< 0.3	0.3 ~ 0.49	0.5 ~ 0.79	0.8 及以上
龄组	幼龄	中龄	近成熟林	成、过熟林
色调变	单一	有变化	变化丰富	-
树干形态	弯曲	一般	通直	-
枯树倒木	很少	一般	较多	-
林木密度	较小	中等	密	很密
自然整枝	几乎没有	一般	明显	-
通视性	极差(< 10 m)	一般(≥ 10 m ~ < 20 m)	好(≥ 20 m ~ < 30 m)	很好(≥ 30 m)
灌木盖度	低(< 30%)	一般(≥ 30% ~ < 60%)	高(≥ 60% ~ < 90%)	很高(90%)
灌木高度	< 0.5 m	0.5 m ~ 1.0 m	1.0 m ~ 1.5 m	> 1.5 m
草本盖度	< 0.1	0.1 ~ 0.5	0.5 ~ 0.7	> 0.7
郁闭度	< 0.5	0.5 ~ 0.69	≥ 0.7	
平均胸径	< 15 cm	15 ~ 30 cm	30 ~ 50 cm	> 50 cm
平均高度	实测值			

* 参考杨鑫霞, 亢新刚等 2012

依据各项目的反应值或原始数据为自变量, 采用应用统计分析软件 SPSS 多元线性回归程序 Backward 筛选美景度影响因子。逐步剔除模型中不太重要的要素, 保留贡献较大的要素作为美景度评价模型的自变量。优先删除偏相关系数小的自变量。充分考虑自变量间的多重共线性关系, 尽量使

1.2.3 美景度值计算

Daniel 和 Boster 认为 SBE 值是不受评判者审美尺度差异和不同得分制影响的理想的美景度代表值。采用幻灯片分析方法计算各景观的 SBE 值, 按评分值的大小顺序统计各等级值的频率(f), 计算累积频率(cf), 将累积频率除以评判者总人数得累积概率(CP)。根据累积概率查正态分布单侧分位数(z), 计算的平均值。计算公式如下:

$$MZ_i = \frac{1}{m-1} \sum_{k=2}^m f(CP_{ik}) \quad (1)$$

$$SBE_i = (MZ_i - BMMZ) \times 100 \quad (2)$$

式中: MZ_i 为照片 i 的平均 z 值, m 为评分值的等级数, CP_{ik} 为评判者给予照片 i 的评分值为 k 或高于 k 的频率 $f(CP_{ik})$ 为累积正态函数分布频率(查找正态分布单侧分位数), SBE_i 为照片 i 的美景度值, $BMMZ$ 为随机选取的对照景观的 z 值。

1.2.4 景观要素分解与建模

为建立美景度与影响因子的关系模型, 将剔除后所得的变量按不同标准划分类目或保留原始数据值(定量变量)。分解类目时, 应充分考虑每张景观照片所蕴含的景观信息, 保证所有参与评判的景观照片均具有该景观信息。参照相关文献并结合研究区森林景观的特征, 分析整理出影响景观美景度的 15 个景观要素(表 3)。

模型自变量具有良好的独立性; 优先保留可确定性和可解释性更好的自变量, 尽量减少模型自变量的数量(表 4)。

依据数量化理论 I, 对保留变量的类目分别赋值。如第 i 个自变量 x_i 有 r 个类目, 分别记作 x_{i1} 、 x_{i2} 、 \dots 、 x_{ir} , 按其所在的范围, 分别赋值 0 或 1, 可看成

$x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ir} = 1$ 。将最后一个类目删掉,使 x_{i1} 、 x_{i2} 、 \dots 、 x_{ir-1} 之间没有相关性,使保留的类目成为独立自变量,采用 SPSS 多元线性回归程序 Enter 法建立

模型。各类目在模型中的贡献大小,即可说明其对风景林美景度的影响程度,也是风景林经营、抚育技术措施制定的理论依据之一。

表4 景观评价因子筛选结果

模型	非标准化系数		标准化系数			相关性		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Zero-order	Partial	Part
(常量)	-0.713	0.725		-0.983	0.339			
针阔比	0.010	0.006	0.356	1.769	0.095	0.382	0.394	0.322
郁闭度	-0.500	0.623	-0.158	-0.802	0.434	-0.024	-0.191	-0.146
草本盖度	0.511	0.537	0.287	0.95	0.355	-0.021	0.225	0.173
平均胸径	0.016	0.01	0.444	1.66	0.115	0.274	0.374	0.302
灌木均高	0.227	0.109	0.500	2.088	0.052	0.296	0.452	0.380

2 结果与分析

2.1 美景度评价结果

2.1.1 样本评价数量

从参与评价的总人数、教师和学生数量的相关性来看,不同群体的相关性均非常显著,对景观特征的反映基本一致,为今后打分时的人员遴选和必要数量提供了参与依据,每一个景观照片保证30个以上的评价数量就能满足评价基本要求(图1)。

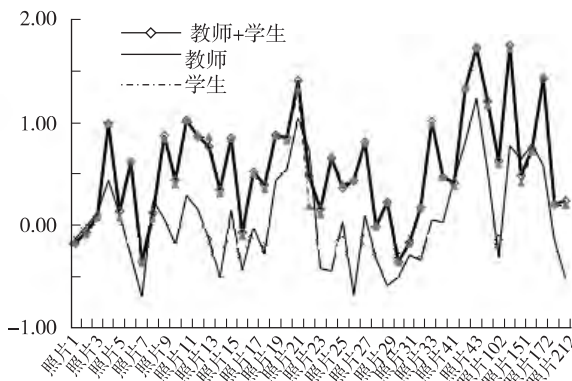


图1 各景观要素的美景度值分组结果图

2.1.2 评价因子筛选

提取了包括针阔比、林分密度、郁闭度、灌木盖度、草本盖度、物种数、平均胸径、平均高度、灌木均高、草本均高等景观照片的10个调查因子进行筛选,剔除了包括林分密度、灌木盖度、物种数、平均高度、草本均高等因子,保留了针阔比、郁闭度、草本盖度、平均胸径、灌木均高等5个景观因子(表4)。

2.1.3 美景度与景观要素关系模型

用针阔比(x_1)、郁闭度(x_2)、草本盖度(x_3)、平均胸径(x_4)、灌木均高(x_5)等5个景观因子,经过6次运算,建立了14个类目的森林景观美景度评价模型:

$$SBE = 0.21 + 1.135x_{12} + 0.617x_{13} - 6.819x_{21} - 0.886x_{22} - 1.379x_{23} + 2.192x_{32} + 1.646x_{33} + 0.400x_{34} + 0.085x_{41} + 0.032x_{42} + 0.029x_{43} + 0.018x_{44} - 0.744x_{52} - 0.37x_{53} \quad (3)$$

在模型检验中,复相关系数用F检验,计算得 $F = 2.657 (p < 0.05)$,所以筛选的景观因子与研究区森林景观美景度值之间相关性显著,可以建立线性模型。

2.2 各景观要素对森林景观质量的影响

2.2.1 针阔比

从表5可知,针叶树种比例以0.3~0.49得分最高。从研究区的森林景观来看,川西是彩叶植物种类和变化最为丰富的地区之一,为四川乃至全国著名的红叶风景旅游区。针阔混交林在不同海拔段、不同季节有不同的色彩变化,林内丰富的阔叶树种可增加景观色彩的对比度和丰富度。针叶树种占

表5 景观评价模型各类目的得分值

项目	类目	得分值	范围	贡献率(%)
针阔比(x_1)	1	0	1.752	10.65
	2	1.135		
	3	0.617		
	4	0		
郁闭度(x_2)	1	-6.914	9.179	55.81
	2	-0.886		
	3	-1.379		
草本盖度(x_3)	1	0	4.238	25.77
	2	2.192		
	3	1.646		
	4	0.400		
平均胸径(x_4)	1	0.085	0.164	1.00
	2	0.032		
	3	0.029		
	4	0.018		
灌木均高(x_5)	1	0	1.114	6.77
	2	-0.744		
	3	-0.370		
	4	0		

0.5~0.79 时多为天然林或恢复良好的次生天然林,林下植被稀疏,通透性好,郁闭度较大,但色彩变化不多,美景度值有所下降。针叶树种比例 < 0.3 则多为稀树灌丛,落叶成分多,除了短期的色彩变化外,有半年的时间都只有灰蒙蒙的树干;针叶树种比例 0.8 及以上多为人工纯林,林分密度大,自然整枝高,林内景观效果差。

2.2.2 灌木高度

灌木高度影响人们的视觉和透视性,故与美景度呈负相关。在林分中,如果灌木高度较低,则通透性较好,视线开阔,便于欣赏森林美景。但在某些特定地段上,由于自然条件限制,无法生长高大乔木,则灌木高度增加意味着地面覆盖的增大,有利于提高美景度。

2.2.3 草本盖度

适当的草本盖度,可提高美景度。草本盖度 < 0.1 意味着林分郁闭度大,林下较为荫蔽; > 0.7 则意味着几乎为杂草丛生,缺乏林分覆盖。因此没有草本覆盖,不利于形成美景,但如果只是单纯的草丛同样不利于形成景观美景。

2.2.4 郁闭度

郁闭度以 0.5~0.69 得分最高,大于 0.7 或低于 0.5 得分其次。郁闭度大小直接影响林内光照,适宜的郁闭度可使林内光线产生色彩斑斓的效果,给人以舒适和惬意的享受,既享受林内美景又能体验阳光,感受自然魅力;过大的郁闭度则会形成阴森使人产生压抑感,从而影响人们在林内漫步的心情。

2.2.5 平均胸径

在建模中发现,不同径级的林分,与美景度均呈正相关,但其偏相关系数较小。这可能意味着不同径级,只要是合理的密度、郁闭度和灌木高度等也都可能形成良好的森林美景。当然,较大径级的林木也的确能给人带来强烈的视觉冲击和震撼,因此也可适当培育一些较大径级的林分,满足人们的审美需求。

3 讨论

从影响因子来看,岷江上游森林风景资源美景度的主要影响因子为郁闭度、草本盖度、针阔比、灌木均高与平均胸径,这与国内外许多地方的研究结果有相似的地方(Thomas C. Brown and Terry C. Daniel, 1976; Terry C. Daniel, Thomas C. Brown, David A. King et. al. 1989; Aminzadeh B. & Ghorashi S., 2007;

李效文、贾黎明、郝小飞等, 2007; Elena Blasco, José Ramón González-Olabarria et. al., 2009; 杨鑫霞、亢新刚、杜志等, 2012)。同时由于不同的森林状况、研究目的等,初选因子的设定也不尽相同,也会出现不同的研究结果,如与长白山的研究中树干形态的影响,以及各影响因子的贡献率大小差异(杨鑫霞、亢新刚、杜志等, 2012)。这也反映出公众对美景度的共性认识既有一致性的方面,同时也有各地的特异性地方。

从各因子的相关性来看,郁闭度和灌木高度与美景度成负相关,较小的郁闭度可形成光暗适宜的森林环境,提高林下草本覆盖,较低的灌木高度利于增加林内通透性,提高森林美景度。针阔比和林木径级与美景度成正相关,较高的针阔比能提供更为多样的景观色彩,较大的树木径级能提高美景度。这与传统的经营措施理念可能存在一定的差异,因此要注重对美景林自身特点和经营技术的研究。

从各因子的贡献大小来看,郁闭度、针阔比、草本盖度 3 个因子对美景度的贡献值超过 90%,尤其是郁闭度的贡献度 55% 以上,既反映了川西林区风景林的现状,同时表明应把降低风景林密度、提高针阔比和增加草本盖度,作为岷江上游风景林主要的经营技术措施。

4 结论

岷江上游风景林郁闭度 0.5~0.69,针阔比 0.3~0.49,较好的草本覆盖时美景度最高,同时较为通透的林下空间和较大的树木直径也有利于提高美景度。

建立的美景度评价模型具有显著的线性关系,较好地反映了岷江上游风景林现状,也为今后的风景林研究和经营提供了全新的思路和方法。

参考文献:

- [1] 杨启修. 岷江上游的植被[J]. 四川林业科技, 1980, 5(1): 38~42.
- [2] 杨玉坡, 李承彪. 四川森林[M]. 中国林业出版社, 1990.
- [3] 问青春, 李秀珍, 贺红土, 等. 岷江上游景观边界网络格局分析[J]. 生态学报, 2008, 28(9): 4334~4343.
- [4] 王超, 翟明普, 等. 国内外风景林研究现状及趋势[J]. 林业调查规划, 2006, 31(5): 48~52.
- [5] 杨学民, 姜志林. 森林生态系统管理及其与传统森林经营的关系[J]. 南京林业大学学报, 2003, 4: 91~94.
- [6] 施昆山. 世界森林经营思想的演变及其对我们的启示[J]. 世界林业研究, 2004, 5(10): 1~3.

- [7] 潘存德, 师瑞峰. 森林可持续经营: 从木材到生物多样性[J]. 北京林业大学学报 2006 28(2): 133~138.
- [8] 杨馥宁, 杨文辉, 古文奇, 等. 美国的森林经营与森林认证现状及对我们的启示[J]. 中南林业调查规划 2009 28(1): 43~47.
- [9] 高均凯. 澳大利亚的森林经营及其对我国的启示[J]. 世界林业研究 2007 20(3): 56~60.
- [10] 陆元昌, 栾慎强, 张守攻, 等. 从法正林转向近自然林: 德国多功能森林经营在国家、区域和经营单位层面的实践[J]. 世界林业研究 2010 23(1): 1~11.
- [11] 高尚军, 孙衍辉, 殷炜达, 等. 基于森林经营要求的森林生态系统保全功能评价[J]. 林业科技开发 2010 24(4): 46~48.
- [12] 李剑泉, 陈绍志, 李智勇. 国外多功能林业发展经验及启示[J]. 浙江林业科技 2011 31(5): 69~75.
- [13] 陈蓬. 加拿大森林经营及其启示[J]. 浙江林学院学报 2004, 21(4): 475~479.
- [14] 韩景军, 胡兰英, 王洪艺, 等. 俄罗斯的森林经营与城市林业, 林业科学研究 2004 17(4): 505~511.
- [15] 尚静敏, 郭石林, 王长文, 等. (吉林省林业厅赴加拿大美国考察团) 加拿大美国林业考察报告[J]. 吉林林业科技 2006, 35(5): 42~44.
- [16] 张志达. 对森林经营若干问题的思考[J]. 林业资源管理, 2008 4: 12~14.
- [17] 詹昭宁. 对当前森林经营的思考[J]. 林业资源管理 2010 6: 1~6.
- [18] 赵华, 刘勇, 吕瑞恒. 森林经营分类与森林培育的思考[J]. 林业资源管理 2010 6: 27~31.
- [19] 黄志强. 从景观异质性分析近自然森林经营[J]. 世界林业研究 2004 17(5): 9~12.
- [20] 许新桥. 近自然林业理论概述[J]. 世界林业研究 2006 19(1): 10~13.
- [21] 曾伟生. 近自然森林经营是提高我国森林质量的可靠途径[J]. 林业资源管理 2009 2: 6~11.
- [22] 李明诗, 明莉, 樊鸣鸣. 美国西部国有森林破碎化模式及其管理含义[J]. 东北林业大学学报 2012 40(3): 103~107.
- [23] 谭学仁, 王恩琴, 唐小平, 等. 日本森林经营与管理借鉴[J]. 辽宁林业科技 2012 1: 24~29.
- [24] 王彦辉, 肖文发, 张星耀. 森林健康监测与评价的国内外现状和发展趋势[J]. 林业科学 2007 43(7): 78~85.
- [25] 潘存德, 师瑞峰, 马兰菊. 现代生态科学与森林经理学: 寻求森林经营的生态合理性[J]. 西北林学院学报 2007 22(1): 161~167.
- [26] 郑小贤. 森林文化、森林美学与森林经营管理[J]. 北京林业大学学报 2001 23(2): 93~95.
- [27] [美]保罗·戈比斯特[著], 杭迪[译], 程相占[校]. 西方生态美学的进展: 从景观感知与评估的视角看[J]. 学术研究, 2010 4: 2~14.
- [28] 蔡小虎, 马吉才, 吴雪仙, 等. 风景林研究概述[J]. 四川林业科技 2014 35(6): 27~31.
- [29] 廖嵘. 川西地区森林游憩资源分布及其特色初探[J]. 四川农业大学学报 2003 21(1): 35~38.
- [30] 曾超, 赵景峰, 李旭娇. GIS支持下岷江上游水文特征空间分析[J]. 水土保持研究 2011 18(3): 5~10.
- [31] Hull IV R B, et al. Measurement of scenic beauty: the law of comparative judgment and scenic beauty estimation procedures [J]. For. Sci. 1984 30(4): 1084~1096.
- [32] Daniel T C, Boster R S. Measuring landscape esthetics: The scenic beauty estimation method. USDA Forest Serv Res Pap RM-167, 66p. Rocky Mtn Forest and Range Exp Stn, Fort Collins, Colo., 1976.
- [33] 张丽君, 刘永金, 陈世清, 等. 风景林区划原则与方法研究[J]. 中南林业调查规划 2009 28(2): 31~34.
- [34] 周肖红. 红叶风景区营建和管理策略的探讨[J]. 中国园林. 2010 87~90.
- [35] Chris J K. Management of forest landscapes for biodiversity conservation[J]. Biotropica 2011 43(6): 766.
- [36] William H R, Roland K, Rolf G. et al. Landscape-scale forest management in the municipal watersheds of Vienna, Austria, and Seattle, USA: commonalities despite disparate ecology and history [J]. Natural Areas Journal 2012 32(2): 199~207.
- [37] Tahvanainen L, Tyrväinen L, Jhalainen M. Forest management and public perceptions: visual versus verbal information [J]. Landscape and Urban Planning 2001 53(1): 53~70.
- [38] Crookston N L, Rehfeldt G E, et al. Addressing climate change in the forest vegetation simulator to assess impacts on landscape forest dynamics[J]. Forest Ecology & Management. 2010 260(7): 1198~1211.
- [39] Lin C, Thomson G, Hung S H, et al. A GIS-based protocol for the simulation and evaluation of realistic 3-D thinning scenarios in recreational forest management [J]. Journal of Environmental Management 2012 113: 440~446.
- [40] 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.
- [41] Thomas C. Brown and Terry C. Daniel. Modeling forest scenic beauty: Concepts and application to Ponderosa pine. Research Paper RM-256, 1976.
- [42] Terry C. Daniel, Thomas C. Brown, David A. King et al. Perceived scenic beauty and contingent valuation of forest campgrounds. Forest Science 1989 35(1): 76~90.
- [43] Aminzadeh B. & Ghorashi S. Scenic landscape quality and recreational activities in natural forest parks, Iran. Int. J. Environ. Res. 2007 1(1): 5~13.
- [44] Elena Blasco, José Ramón González-Olabarria, et al. Predicting scenic beauty of forest stands in Catalonia (North - east Spain). Journal of Forestry Research 2009 20(1): 73~78.
- [45] 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(3): 33~36.