

## 北京山区侧柏游憩林抚育技术模式研究

李效文<sup>1</sup> 田甜<sup>2</sup> 贾黎明<sup>1</sup> 李广德<sup>1</sup> 郝小飞<sup>1</sup>

(1 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室 2 北京林业大学园林学院)

**摘要:**为研究北京山区低山厚土中龄侧柏游憩林的合理构成,采用SBE法对侧柏游憩林内景观进行景观评价,应用数量化理论Ⅰ建立喜好度与各景观类目之间的景观评价和预测模型,并由此分析得出定量化的抚育技术模式。研究表明,应当通过定量化的清枯枝、修活枝、割灌和间伐等抚育措施提高游憩林的景观质量,将阳坡侧柏游憩林抚育成无枯枝、密度在1 750株/hm<sup>2</sup>左右、郁闭度在0.8左右、灌木层高度和盖度分别在1.0 m和50%以下、第一活枝高在4.0 m左右、林下层有一定变化的高景观质量林分;将阴坡侧柏游憩林抚育成无枯枝、密度在1 000株/hm<sup>2</sup>以内、郁闭度在0.8左右、灌木高度不超过0.5 m、盖度在30~50%之间、第一活枝高在4.0 m左右、林下层较统一的高景观质量林分。

**关键词:**侧柏;游憩林;景观评价;SBE法;抚育技术模式

中图分类号:S753.5.S791.38 文献标识码:A 文章编号:1000-1522(2008)03-0044-07

LI Xiao-wen<sup>1</sup>; TIAN Tian<sup>2</sup>; JIA Li-ming<sup>1</sup>; LI Guang-de<sup>1</sup>; HAO Xiao-fei<sup>1</sup>. The model of tending technique on recreational forest of *Platycladus orientalis* in Beijing mountainous area. *Journal of Beijing Forestry University* (2008) 30(3) 44~50 [Ch, 25 ref.]

1 Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China;

2 College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

In order to study the suitable composition of the middle-aged recreational forest of *Platycladus orientalis* on thick soil of Beijing low mountainous area, its in-forest landscapes are evaluated by scenic beauty estimation (SBE) method in this paper. The multivariate linear models for estimation and forecast on landscape quality between favor degree and the structural factors of in-forest landscape are established using Quantitative Theory I, then the models of tending techniques are deduced. The study shows that the scenic quality of the *P. orientalis* recreational forest should be improved by quantitative tending techniques, such as pruning dead branches and lower alive branches, cutting shrubs, thinning and so on. After being tended, the perfect *P. orientalis* recreational forest on sunny slope should be such woodlands with the forest density about 1 750 stems/hm<sup>2</sup>, the canopy density about 0.8, the height and coverage of shrub below 1.0 m and 50% respectively, the height of alive branches about 4.0 m, vegetation change under the canopy to a certain extent and without deadwood. The perfect *P. orientalis* recreation forest on shady slope should be such woodlands with the forest density below 1 000 stems/hm<sup>2</sup>, the canopy density about 0.8, the height and coverage of shrub below 0.5 m and 30%~50% respectively, the height of alive branches about 4.0 m, a less change of vegetation under the canopy and without deadwood.

**Key words** *Platycladus orientalis*; recreational forest; landscape evaluation; scenic beauty estimation method; mode of tending techniques

收稿日期:2007-03-16

<http://www.bjfujournal.cn>, <http://journal.bjfu.edu.cn>

基金项目:国家林业局重点科研项目(2003-018-L18)、北京市科技计划项目(公益应用类)(Z00060660000701)。

第一作者:李效文,博士生。主要研究方向:城市林业。电话:010-62391356 Email:lixiaowen1979@126.com 地址:100083 北京林业大学406信箱。

责任编辑:贾黎明,博士,副教授。主要研究方向:城市林业、森林培育理论与技术。电话:010-62338194 Email:jlm@bjfu.edu.cn 地址:100083 北京林业大学研究生院。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

游憩林是指具有适合开展游憩的自然条件和相应人工设施,以满足人们娱乐、吐纳、休息、晨练和观赏等各种游憩需求为目标的一种生态公益林<sup>[1]</sup>,多指在登山道路两边坡度不大的林分。国外对于风景游憩林林内景观十分重视,从20世纪80年代开始就对间伐强度、林窗面积、林分组成、密度、地被物和采伐剩余物处理方式,以及游人私密性需求与景观质量间的关系进行大量研究,但这些研究大多集中在与采伐相关联的各个环节上<sup>[2-8]</sup>。国内多在风景游憩林分类、景观质量分级、经营原则等游憩林经营方面进行研究<sup>[1]</sup>。本课题组曾对北京山区未区分树种的林内景观进行评价,结果表明适宜开展游憩的林分应当是无枯倒木、乔木自由排列、林下层统一、无明显枯落枝、无采伐堆积物、干形通直、坡度小的健康森林,即首先要有适宜开展游憩活动的林分自然条件<sup>[1,9]</sup>。

侧柏(*Platycladus orientalis*)是北京市的市树之一,是北京的乡土树种,大规模的侧柏造林始于20世纪五六十年代。因其抗旱能力强,适应性广,寿命长,在近十几年来的荒山造林中占有越来越大的比例。如今北京市侧柏林种植面积为60 106.1 hm<sup>2</sup>,占全市森林面积的20%<sup>[10]</sup>,已是北京市山区重要的针叶林类型,在北京市风景游憩林建设规划中占有重要的地位。本研究在课题组前期研究的基础上,以适宜开展游憩活动的坡度为25°以下、低山厚土上的侧柏游憩林为研究对象,林龄为35~57年的中龄林阶段,调查无枯倒木、无堆积枝、林分健康的临时样地,将美景度评价法(scenic beauty estimation method,简称SBE法)与具体、定量的林分抚育技术联系起来,通过景观评价得出中龄侧柏游憩林的合理构成指标,并由此提出定量抚育技术模式,为北京市山区中龄侧柏游憩林的可持续经营提供理论指导和技术支持,并为华北相似地区的侧柏游憩林经营提供借鉴。

## 1 研究地概况

研究用临时样地设在中国林业科学研究院后山至北京西山试验林场卧佛寺分场、魏家村分场一带,昌平龙山等地也有少量样地。该区气候属于暖温带半湿润大陆性季风气候,年平均气温12.5℃,年降雨量为500~700 mm,主要土壤类型为山地褐土和粗骨性褐土。地带性植被为暖温带落叶阔叶林,但原始植被已破坏殆尽。该区现有树种主要是人工栽

植的油松(*Pinus tabulaeformis*)、侧柏、栎(*Quercus* sp.)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)等,以及山桃(*Amygdalus davidiana*)、栎类等天然次生林;灌木丛主要由荆条(*Vitex negundo* var. *heterophylla*)、酸枣(*Ziziphus jujube* var. *spinosa*)、孩儿拳头(*Grewia biloba* var. *paniflora*)、三裂绣线菊(*Spiraea trilobata*)、小叶鼠李(*Rhamnus panifolia*)、蚂蚱腿子(*Myripnois dioica*)等组成;草本主要由丛生隐子草(*Cleistogenes caespitosa*)、求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、大油芒(*Spodiopogon trin*)、中华卷柏(*Selaginella sinensis*)、益母草(*Leonurus japonicus*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、鬼针草(*Bidens bipinnata*)、细叶苔草(*Carex rigescens*)等组成<sup>[1]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 SBE法

SBE法是Daniel和Boster于1976年提出的,其评价结果是由景观本身的特征和评价者的审美尺度两个方面决定的<sup>[11]</sup>,是在林内景观评价中应用最多且公认最有效的一种心理物理学方法<sup>[1,9,12-19]</sup>。心理物理学理论的一个重要假设是人们对事物的判别具有相对的一致性,因此对美景度的判别也具有相对一致性。SBE值是评判者在瞬间(10秒以内)对景观照片的反映,许多研究已经表明现场评价与室内评价之间、不同类型评价者之间没有明显的差异,并在照片数量、拍摄方法条件等方面也作出了一定的规定<sup>[1,9,11-14,20-22]</sup>。只要按照统一的标准保证景观照片的基础一致性,依据公众评价得出的评价结果就具有很高的可靠性<sup>[15-16]</sup>。

### 2.2 具体步骤

按照SBE的标准方法和各个步骤的标准,依次进行临时样地情况调查、景观照片获取、评价照片选择、景观评价、景观因子分解(见表1)、数据标准化处理和模型建立等工作<sup>[1,9,20-23]</sup>。本研究选择7级喜好度标准衡量游憩者进入林内游憩的意愿,即很喜欢、喜欢、较喜欢、一般、不太喜欢、不喜欢、很不喜欢,对应的得分值依次为3、2、1、0、-1、-2、-3。每个样地选用1张最能反映样地情况的景观照片,组织179名不同专业和层次的同学对57个阳坡侧柏样地和53个阴坡侧柏样地的林内景观进行评价,依据数量化理论I<sup>[24]</sup>,应用统计分析软件SPSS 13.0中多元线性回归程序Backward建立喜好度评价和预测模型<sup>[25]</sup>。侧柏游憩林的景观因子分解见表1。

表1 侧柏游憩林景观因子分解

TABLE 1 Decomposition of landscape elements of *P. orientalis* recreational forest

项目		类目				
编号	内容	1	2	3	4	5
a	郁闭度	<0.6	0.6~0.7	0.7~0.8	0.8~0.9	
b	枯枝明显度	不明显	明显	极明显		
c	灌木层高度/m	<0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	≥1.5	
d	灌木层盖度/%	<30	30~50	50~80	≥80	
e	灌草总盖度/%	<50	50~70	70~90	≥90	
f	林下层统一度	统一	较统一	不统一		
g	密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	<1 000	1 000~1 750	1 750~2 500	2 500~3 250	≥3 250
h	优势种比例/%	<70	70~80	80~90	90~100	
i	平均第一活枝高/m	<1.5	1.5~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	≥4.0
j	平均胸径/cm					
k	胸径变异系数					
l	树高/m					
m	林龄/a					

注:类目划分采取上限排外法。

### 3 结果与分析

#### 3.1 阳坡侧柏游憩林

##### 3.1.1 景观评价和预测模型

在模型建立过程中共进行6次运算,按照优先剔除偏相关系数小的、保留可解释性强的因子等原则,逐步剔除平均胸径、灌草总盖度、优势种比例、林龄和树高等因子,用保留的8个因子的22个类目建立的林内景观模型为:

$$Y = 0.775 - 0.082X_{a1} - 0.619X_{a2} + 0.004X_{a3} + 0.615X_{b1} + 0.295X_{b2} + 0.632X_{c1} + 0.657X_{c2} + 0.194X_{c3} + 1.397X_{d1} + 0.937X_{d2} + 0.418X_{d3} - 1.155X_{f1} - 0.131X_{f2} + 0.075X_{g1} + 0.103X_{g2} + 0.441X_{g3} - 0.479X_{g4} - 1.889X_{i1} - 1.678X_{i2} - 0.886X_{i3} - 0.684X_{i4} - 0.009X_k$$

通过计算得出: $f=5.407$ ,  $P=0.000<0.01$ , 说

明这8个景观因子与林内喜好度之间的线性关系极显著,可以建立线性模型。计算出的阳坡侧柏游憩林景观模型中各类目的得分值见表2。

从表2各项目在模型中的贡献百分比看出,平均第一活枝高对阳坡侧柏景观评价和预测模型的贡献最大,灌木层盖度与林下层统一度的贡献度次之,胸径变异系数的贡献最小,其余变量的贡献居中且比较接近。

##### 3.1.2 抚育技术措施及模式

依据表2中同一项目下不同类目的系数值,可以得出,在系数值最大的类目时具有最高的喜好度,进而得出阳坡侧柏游憩林林内抚育技术模式,具体如下:

1) 去掉树干上所有死枝和林内枯倒木

评判表明枯枝和枯倒木的存在会明显地降低林内景观的喜好度,且随枯枝程度的增加,喜好度降低。这一结果也符合实际经验,枯枝和枯倒木的存

表2 阳坡侧柏游憩林景观模型各类目得分值

TABLE 2 The coefficient values of items in landscape estimation model of *P. orientalis* recreational forest in sunny slope

项目	类目	系数值	得分范围	百分比/%	项目	类目	系数值	得分范围	百分比/%
郁闭度(a)	1	-0.082			林下层统一度(f)	1	-1.155		
	2	-0.619				2	-0.131	1.155	16.1
	3	0.004	0.623	8.7		3	0		
	4	0				1	0.075		
枯枝明显度(b)	1	0.615				2	0.103		
	2	0.295	0.615	8.6		3	0.441	0.820	11.4
	3	0				4	-0.479		
灌木层高度(c)	1	0.632				5	0		
	2	0.657				1	-1.889		
	3	0.194	0.657	9.2		2	-1.678		
灌木层盖度(d)	4	0			平均第一活枝高(i)	3	-0.886	1.889	26.4
	1	1.397				4	-0.684		
	2	0.937				5	0		
	3	0.418	1.397	19.5		胸径变异系数(k)	-0.009	0.009	0.1
	4	0							

在会使林内呈现衰败的感觉。因此在阳坡侧柏游憩林抚育管理中,应首先伐去林内枯倒木和树干上的全部枯枝,并将它们与林内枯落物一起清理出林地或打成碎屑平铺。

#### 2) 平均第一活枝高要抚育到4.0 m左右

评判表明,平均第一活枝高在高于4.0 m时林内喜好度最高,3.0~4.0 m之间时次之。随着第一活枝高的增高,林下空间开阔,视野扩大,林内喜好度得以提高。因此在中龄林低山厚土阳坡侧柏游憩林抚育中,参照林木生长现实情况将第一活枝高修到4.0 m左右,且要有一定的变化,以获得不受压抑的空间感受和视觉上的自然美感,从而提高林内喜好度。

#### 3) 抚育灌木层高度和盖度分别为1.0 m和50%以下

评判表明,灌木层高度在0.5~1.0 m时林内喜好度最高,0.5 m以下时稍次之;灌木层盖度在30%以下时林内喜好度最高,30%~50%之间时次之。综合认为,高度和盖度分别在1.0 m和50%以下的灌木层能使林分具有最高的喜好度,而高于1.0 m和盖度大于50%的灌木则显著降低林内通透度和可及度,从而影响喜好度。

#### 4) 维持一定变化的林下层

评判认为林下层变化越显著,喜好度越高。这

是由于一定变化的林下层产生了层次对比,增加了视觉多样性。

#### 5) 林分密度应抚育到1 750株/hm<sup>2</sup>左右

评判得出,1 750~2 500株/hm<sup>2</sup>(株行距2 m×2 m~2 m×3 m)的林分的喜好度最高,1 000~1 750株/hm<sup>2</sup>时次之。其原因可能是中等密度的林分既不会使人感觉到空间太小,又能抑制喜光灌木过度生长,而密林中常枯枝明显,稀疏林则是灌木高大。在疏伐现有密林时,应首先伐除被压、歪倒、偏冠和不健康等景观有害木,以保证林分的健康情况和视觉效果。并应注意多次弱伐,防止林分结构变化过大,引起生态稳定性剧变,如遭受雪压和风折等危害。

#### 6) 郁闭度抚育到0.8左右,以形成明暗交错的林内景观

评价得出阳坡侧柏林分的郁闭度以0.7~0.8最好,其次是0.8~0.9。分析其原因可能是较大的郁闭度有利于形成明暗交错的景观,从而提高林内喜好度。

依据上述原则,阳坡侧柏游憩林的喜好度可最高调整到2.889。通过抚育,得到林内光线斑驳、整洁健康、可及度和通透度好的高质量游憩林。综上所述,可以得到北京低山阳坡厚土中龄侧柏游憩林抚育技术模式(见表3)。

表3 阳坡侧柏游憩林抚育技术模式

TABLE 3 The mode of tending techniques of *P. orientalis* recreational forest in sunny slope

抚育时期	抚育内容	技术要点
长期抚育	清枯	清理林内枯倒木、雪压木和濒死木,将林内明显枯落枝和堆积物清理出林地或打碎平铺
	修枝	修去树干上所有死枝,将第一活枝高抚育到4.0 m左右,并保留一定变化:切口应不劈不裂
	间伐	通过多次少量间伐,将密度较大林分的总密度疏伐到1 750株/hm <sup>2</sup> 左右,郁闭度调整到0.8左右,采伐木首先选择被压、歪倒和不健康等景观有害木
	割灌	晚秋至初春时在灌丛根茎处割除高大枝条,将灌丛高度、盖度分别调整到1.0 m、50%以下,并营造一定变化的林下层;但要注意保留更新树种和稀少灌木

## 3.2 阴坡侧柏游憩林

### 3.2.1 景观评价和预测模型

在模型建立过程中共进行6次运算,按照优先剔除偏相关系数小的、保留可解释性强的因子等原则,逐步剔除优势种比例、灌草总盖度、胸径变异系数、林龄和树高等因子,用保留的8个因子的22个类目建立的景观模型如下:

$$Y = -2.310 - 0.305X_{a1} - 0.119X_{a2} - 0.359X_{a3} + 2.183X_{b1} + 1.649X_{b2} + 0.569X_{c1} + 0.087X_{c2} - 0.419X_{c3} + 0.201X_{d1} + 0.767X_{d2} + 0.249X_{d3} + 0.803X_{f1} + 0.889X_{f2} + 0.013X_{g1} - 0.495X_{g2} - 0.574X_{g3} - 0.163X_{g4} - 0.484X_{i1} - 0.418X_{i2} - 0.162X_{i3} - 0.252X_{i4} + 0.039X_j$$

通过计算得出: $f=3.553$ ,  $P=0.003<0.01$ ,说明这8个景观因子与喜好度之间的线性关系极显著,可以建立线性模型。计算出的阴坡侧柏游憩林

景观模型中各类目的得分值见表4。

从表4各项目在模型中的贡献百分比看出,枯枝明显度对阴坡侧柏景观评价和预测模型的贡献最大,之后依次为灌木层高度、林下层统一度、灌木层盖度、密度、平均第一活枝高、郁闭度和平均胸径。

### 3.2.2 抚育技术措施及模式

依据表4中同一项目下不同类目的系数值,可以得出在系数值最大的类目时具有最高的喜好度。进一步得出阴坡侧柏游憩林林内抚育技术模式,具体如下:

#### 1) 去掉树干上所有死枝和林内枯倒木

枯枝和林内枯倒木的存在会明显降低林分的喜好度,且随枯枝量和枯倒木的增加,喜好度降低。所以在阴坡侧柏游憩林抚育管理中,应首先伐去林内枯倒木和树干上全部枯枝,并将它们与林内枯落物一起清理出林地或打碎平铺。

表4 阴坡侧柏游憩林景观模型各类目得分值

TABLE 4 The coefficient values of items in landscape estimation model of *P. orientalis* recreational forest in shady slope

项目	类目	系数值	得分范围	百分比/%	项目	类目	系数值	得分范围	百分比/%
郁闭度(a)	1	-0.305	0.359	5.7	林下层统一度(f)	1	0.803	0.889	14.1
	2	-0.119				2	0.889		
	3	-0.359				3	0		
	4	0				1	0.013		
枯枝明显度(b)	1	2.183	2.183	34.7	密度(g)	2	-0.495	0.587	9.3
	2	1.649				3	-0.574		
	3	0				4	-0.163		
灌木层高度(c)	1	0.569	0.988	15.7	平均第一活枝高(i)	5	0	0.484	7.7
	2	0.087				1	-0.484		
	3	-0.419				2	-0.418		
	4	0				3	-0.162		
灌木层盖度(d)	1	0.201	0.767	12.1	平均胸径(j)	4	-0.252	0.039	0.6
	2	0.767				5	0		
	3	0.249							
	4	0							

2) 抚育灌木层高度和盖度分别在 0.5 m 以下和 30%~50% 之间

评价得出, 灌木层的高度和盖度分别在 0.5 m 左右和 30%~50% 之间时, 能使林分具有最高的喜好度, 提高林内通透度和可及度。因为低矮稀疏的灌木有利于林内行走, 使林分具有较高的可及度。而高于 0.5 m 和盖度大于 50% 的灌木显著降低林内通透度和可及度, 从而使喜好度降低。

### 3) 维持较统一的林下层

评判表明, 统一、较统一的林下层给人以整齐的感觉, 能显著提高喜好度。

### 4) 林分密度应抚育到 1 000 株/ $\text{hm}^2$ 以下

密度在 1 000 株/ $\text{hm}^2$  (株行距 3 m  $\times$  3 m) 以内的林分喜好度要高于其他密度的林分, 说明较小密度的阴坡侧柏林具有足够的营养生长和冠层扩展空间, 能够使侧柏获得充分生长。在疏伐现有密度较大的林分时, 首先伐除被压、歪倒、偏冠和不健康等景观有害木, 以保证林分的健康情况和视觉效果。并应注意多次弱伐, 防止林分结构变化过大, 引起生态稳定性剧变, 如遭受雪压和风折等危害。

### 5) 郁闭度最好维持在 0.8 左右

评价得出, 阴坡侧柏林分的郁闭度以 0.8~0.9 最好, 0.6~0.7 次之。分析其原因可能是阴坡背

光, 较大郁闭度对林内光线的影响不大, 能使得林相整齐稳重, 增添浓厚的森林气氛, 使人们产生一种回归自然的感觉。

### 6) 平均第一活枝高要抚育到 4.0 m 左右

评判表明, 平均第一活枝高在高于 4.0 m 时林内喜好度最高, 2.0~3.0 m 之间时次之, 3.0~4.0 m 时又次之。总体来说随着活枝高的增加, 林下空间开阔, 视野扩大, 林内喜好度得以提高。在中林龄低山阴坡侧柏游憩林抚育中, 参照林木生长现实情况将活枝高修到 4.0 m 左右, 且要有一定的变化, 以获得不受压抑的空间感受和视觉上的自然美感, 从而提高林内喜好度。

### 7) 采取各种措施培育大径阶林木

评判表明, 平均胸径与林内喜好度成正相关, 说明大径阶的林分具有较高的喜好度, 这一结果与国外研究一致<sup>[2,4]</sup>。但北京山区的侧柏林分胸径都不大, 使得平均胸径在模型中的贡献率很小, 没有表现出足够的重要性。

依据上述原则, 可将阴坡侧柏游憩林的喜好度最高调整到 2.891。通过抚育, 得到林内光线斑驳、整洁健康、可及度和通透度好的高质量游憩林。综上所述, 可以得到北京低山阴坡厚土中龄侧柏游憩林抚育技术模式(见表 5)。

表5 阴坡侧柏游憩林抚育技术模式

TABLE 5 The mode of tending techniques of *P. orientalis* recreational forest in shady slope

抚育时期	抚育内容	技术要点
长期抚育	清枯	清理林内枯倒木、雪压木和濒死木, 将林内明显枯落枝和堆积物清理出林地或打碎平铺
	修枝	修去树干上所有死枝, 将第一活枝高抚育到 4.0 m 左右, 并保留一定变化; 切口应不劈不裂
	间伐	通过多次少量间伐, 将密度较大林分的总密度疏伐到 1 000 株/ $\text{hm}^2$ 以内, 郁闭度调整到 0.8 左右, 采伐木首先选择为被压、歪倒和不健康等景观有害木
	割灌	晚秋至初春时在灌丛根茎处割除高大枝条, 将灌丛高度调整到 0.5 m 左右, 盖度维持在 30%~50% 之间, 并营造较统一的林下层; 但要注意保留更新树种和稀少灌木

## 4 结论与讨论

1) 在适宜开展林下游憩的中龄低山厚土侧柏林内,开展定量化的清枯枝、修活枝、间伐、割灌等的长期抚育,营造适合游憩的林分条件;并根据不同林分现实生长情况采取不同的抚育技术组合,以丰富林内景观的多样性,提高林内景观的统一度,加快林木生长,增加林内的可及度,为游憩活动的开展营造适宜的林分条件。

2) 在景观模型中,胸径变异系数和平均胸径对林分喜好度的贡献不大或没有贡献,这与国外的研究结果有些不同。分析其原因可能是北京山地上此中龄侧柏林胸径大多在10~20 cm之间,不能充分表现出大径阶林木对游人的吸引作用。本研究在同一次评价中也选用的大胸径、挺拔的大龄侧柏林,得到了很高的喜好度值。因此在林分管理中还是要采取各种措施尽量培育大径阶的林分。

3) 林下层统一度是为了反应林分下层的统一性和变异特征,主要从灌草的交替出现和高低整齐情况来考虑。变化太明显的林下层会使林内显得杂乱无章,产生视觉的杂乱,因此,在抚育中应在一定程度上消除林下层的明显变化。

4) 灌草总盖度与林下层统一度、灌木层盖度两者之间没有必然的联系。在对林下灌木层的高度和盖度进行抚育管理时,应考虑如何增加草本的盖度,增加游憩林的抗踩踏和生态稳定性。

5) 从游憩林的建设目标来说,是为游人提供娱乐、消遣、游玩的地方,使游人在其中驻足休息、倾听松涛鸟鸣、感受森林幽静和馨香。但郊区山地游憩林与城里公园不一样,山地游憩林除了一般的景观视觉效果以外,更重要的是体现自然野性的特点,使人们感受到回归自然的感觉。因此,在林木活枝高、灌木高度和盖度等抚育管理中不可“一刀切”,应使其在人工管理下仍表现出自然生长的差异。

6) 抚育措施的实施和游人的增加势必对林内生物多样性、生态稳定性等产生影响,这种影响和抚育带来的景观效果必须通过长时间的观测才可以得出。所以必须进一步对抚育林分进行持续的观测和研究,以检验抚育效果,并在林分的游憩需求和生态效益发挥之间找到最佳的平衡点,在获得较高景观质量的同时又不会对林分的生态效益的发挥产生大的影响,更加合理的指导北京市山区侧柏游憩林的抚育管理。

## 参 考 文 献

- [1] 陈鑫峰.京西山区森林景观评价和风景游憩林营建研究——兼论太行山区的森林游憩业建设[D].北京:北京林业大学,2009.
- [2] CHEN X F. Research on evaluation of forest landscapes and construction of scenic and recreation forest in west Beijing mountain area: With reference to the development of forest recreation in Taihang Mountain Area[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000.
- [3] HULL R B, BUHYOFF G J. The scenic beauty temporal distribution method: An attempt to make scenic beauty assessments compatible with forest planning efforts[J]. *Forest Science*, 1986, 32(2): 271-286.
- [4] TAHVANAINEN L, TYRVAINEN L, IHALAINEN M. Forest management and public perceptions—visual versus verbal information [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 53(1): 53-70.
- [5] RIBE R G. A general model for understanding the perception of scenic beauty in northern hardwood forests[J]. *Landscape Journal*, 1990, 9(2): 86-101.
- [6] FANARIOTU I, SKURAS D. The contribution of scenic beauty indicators in estimating environmental welfare measures: A case study [J]. *Social Indicators Research*, 2004, 65: 145-165.
- [7] RUDDELL E J, GRAMANN J H, RUDIS V A. The psychological utility of visual penetration in near-view forest scenic-beauty models [J]. *Environment and Behavior*, 1989, 21(4): 393-412.
- [8] TYRVAINEN L, SILVENNOINEN H, NOUSIAINEN I. Tourists expectation of landscape and environment[J]. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 2001, 1(2): 133-149.
- [9] HAMMITT W E. The relationship of being-away at privacy in urban forest recreation environments[J]. *Environment and Behavior*, 2000, 32: 521-540.
- [10] 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):59-67.
- [11] CHEN X F, JIA L M. Research on evaluation of in-forest landscapes in west Beijing mountain area[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2003, 39(4): 59-67.
- [12] 马履一,王希群,贾忠奎,等.提高北京市山区生态公益林质量的对策研究[J].西南林学院学报,2005,25(4):17-22.
- [13] MA L Y, WANG X Q, JIA Z K, et al. Strategies on quality improving of the non-commercial forests in Beijing[J]. *Journal of Southwest Forestry College*, 2005, 25(4): 17-22.
- [14] DANIEL T C, BOSTER R S. *Measuring landscape aesthetics: The scenic beauty estimation method* [R]. Colorado, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1976.
- [15] ARTHUR L M. Predicting scenic beauty of forest environments: Some empirical tests[J]. *Forest Science*, 1977, 23(2): 151-160.
- [16] BUHYOFF G J, WELLMAN J D, DANIEL T C. Predicting scenic quality for mountain pine beetle and western spruce budworm damaged forest vistas[J]. *Forest Science*, 1982, 28(4): 827-838.
- [17] LINTON D L. The assessment of scenery as a natural resource[J]. *Scottish Geographical Magazine*, 1988, 84: 219-238.
- [18] 俞孔坚.自然风景质量评价研究——BIB-LCJ 审美评判测量法[J].北京林业大学学报,1988,10(2):1-11.
- [19] YU K J. Landscape preference: BIB-LCJ procedure and comparison of landscape preference among different groups [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1988, 10(2): 1-11.
- [20] 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.
- [17] 翟明普, 张荣, 阎海平. 风景评价在风景林建设中应用研究进展 [J]. 世界林业研究, 2003, 16(6): 16-19.
- 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.
- [18] 王晓俊. 关于风景评价中心理物理学方法局限性的探讨 [J]. 自然资源学报, 1996, 11(2): 170-176.
- WANG X J. A critical view on the limitation of the psychophysical method in landscape assessment [J]. *Journal of Natural Resources*, 1996, 11(2): 170-176.
- [19] 王晓俊. 森林风景美的心理物理学评价方法 [J]. 世界林业研究, 1995, 8(6): 7-14.
- WANG X J. A psychophysical approach to evaluation of forest scenic beauty [J]. *World Forest Research*, 1995, 8(6): 7-14.
- [20] 包战雄. 风景林景观质量评价与经营研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2002.
- BAO Z X. *Study on quality evaluation and management of landscape forest* [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2002.
- [21] 欧阳勋志. 婺源县森林景观美学评价及其对生态旅游影响的研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2004.
- OUYANG X Z. *A study on aesthetic evaluation and impact on ecological tourism of forest landscape in Wuyuan County* [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2004.
- [22] 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.
- LI X W, JIA L M, HAO X F, et al. The application procedures of scenic beauty estimation method in evaluation of forest landscapes [J]. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2007, 5(3): 33-36.
- [23] 贾黎明, 李效文, 郝小飞, 等. 基于 SBE 法的北京山区油松游憩林抚育技术原则研究 [J]. 林业科学, 2007, 43(9): 144-149.
- JIA L M, LI X W, HAO X F, et al. Principle of tending techniques on recreational forest of *Pinus tabulaeformis* in Beijing mountainous area by SBE method [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2007, 43(9): 144-149.
- [24] 董文泉, 周光亚, 夏立显. 数量化理论及其应用 [M]. 长春: 吉林人民出版社, 1979, 1-48.
- DONG W Q, ZHOU G Y, XIA L X. *Quantification theory and application* [M]. Changchun: Jilin People's Publishing House, 1979, 1-48.
- [25] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析 [M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2004, 230-245.
- LU W D. *SPSS statistic analysis for Windows* [M]. 2nd ed. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004, 230-245.

(责任编辑 冯秀兰)