

森林风景功能的计量评价

江 波^{1,2*}, 袁位高², 戚连忠², 朱锦茹², 沈爱华²

(1. 北京林业大学环境与资源学院, 北京 100083; 2. 浙江省林业科学研究院, 杭州 310023)

摘要:采用被视频率、林型权重、被视可能性,对富阳市富春江两岸风景森林进行计量评价,为两岸风景防护林的配置、管理提供正确的决策。通过地形及土地利用图、数值地形模型和视线入射角来确定景观的被视频率;引入人口重力模型来表示森林的被视可能性;采取一对一比较法判断林型权重;利用 Thurstone 的比较判断矩阵得到各景观的评价值。通过使用林型权重,可判断景区森林布局的合理性,而评价值(L_i)的高低可作为森林景观是否需要改造的标志值。

研究表明,景观的评价值(L_i)受被视可能性(G_i)和林型权重(V_i)的影响。景观评价值最高的为杨树苏柳银芽柳条带状混交林、杨树香椿枫香复层林两种木森林类型,其次为杨树河柳林带、杨柳枫杨桤木香樟块状混交林、桤木纯林、杨树纸浆林、柳树纸浆林、街道公园绿化带、枫杨纯林、桑树。森林是以小班为单位经营管理的,植被、林龄等在同一小班内基本一致,森林风景管理也至少要求对每个小班进行评价,因此,研究时网格大小起码在小班内含有几个网格,最适大小为 50m×50m。

关键词:计量评价;森林风景;人口重力模型

The quantitative evaluation on forest scenic function

JIANG Bo^{1,2*}, YUAN Wei-Gao², QI Lian-zhong², ZHU Jin-Ru², SHEN Ai-Hua² (1. College of Forest Resources and Environment, Beijing Forestry University, 100083, China; 2. Zhejiang forestry academy, HangZhou 310023, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 615~620.

Abstract: To objectively evaluate the scenic function of forest is one of the main concerned subjects in forestry studies at present. The frequency degree of being visualized, the weight value of vegetation type and the possibility of being visualized were used in quantitatively evaluating forests of Fuchun river beaches in Fuyang, for the decision-making in configuration of tree species and forest management. The frequency degree of being visualized was determined by using the land utilization map, numerical model of topography and the incident angle of sight. The possibility of being visualized was represented by a population gravity model. The weight of the vegetation type was determined by a one-to-one comparison method. And the evaluation value of each landscape was gained by Thurstone Comparison and Judgement Matrix. The rationality of the forest composition can be evaluated by using the weight value of vegetation type, meanwhile, evaluation value (L_i) can be regarded as an indicator in determining whether the landscape needs to be transformed or not.

The study result showed that the evaluation value of landscape (L_i) was influenced by the possibility of being visualized and the weight of the vegetation type. The highest evaluation values were found in mixed forest of Poplar, *Salix* × *jiangsuensis*, *Salix* × *agyrobractealis*, and Multi-storied forest of Poplar, *Toons sinensis*, *Liquidambar formosna*, followed by the forest belt of Poplar × *Abies chensiensis*, Patch-mixed forest of Poplar × willow × *Pterocarya stenoptera* DC × alder × *Toons sinensis*, Pure forest of alder, Abstract: is ed several grids, the opahe zone included several grids, Pulp stands of poplar, Pulp stands of willow, Green belt of street and park, Pure forest of *Pterocarya stenoptera* DC, Mulberry. Forest plot is the forestry managerial unit, in which the vegetation type and the tree age are similar. The forest scenic evaluation at least can be implemented in each forest plot. Several grids can be selected within each evaluated forest plot for study, and the optimal size of grid was a form of 50m × 50m.

基金项目:浙江省“九五”科技重大资助项目(962103050)

收稿日期:2004--;修订日期:2004--

作者简介:江波(1964~),男,浙江浦江人,博士生,研究员,主要从事林木培育与森林生态研究。E-mail:jiangbo-f@163.com

Foundation item: Key science project of the ninth “Five-years plan” in Zhejiang (No. 962103050)

Received date: 2004--; Accepted date: 2004--

Biography: JIANG Bo, Ph. D. candidate, Professor, mainly engaged in forest cultivation and forest ecosystems. E-mail: jiangbo-f@163.com

Key words: quantitative evaluation; forest landscape; population gravity model
文章编号: 1000-0933(2005)03-0615-06 中图分类号: S718.56 文献标识码: A

伴随着经济的高速发展,人类对生活环境多样性的古树名木等方面,评价其观赏和科研价值,还应进一步从森林内涵上评价其特殊的生态效益^[1,2]。并且人们已把目光从森林具有生产木材的商品机能转而投向其保健休养、户外教育、水源涵养、固碳制氧等更为重要的公益功能^[3,4]。森林所赋予人类的“趣”和“味”,并以此为目标充分发挥其多种功能所要求的树种配置、规划设计及科学管理已成为重要的课题。

根据富春江两岸滩地特点和功能需求,研究两岸多功能用材林的总体布局、树种选择和配置,能促进两岸生态、景观、经济功能的整体综合发挥,提高黄金旅游线的含金量,并对浙江省乃至全国江河滩地林业的持续发展具有重要的借鉴作用。但为了正确决策两岸风景防护林的配置、管理,必须客观评价森林的风景功能。本文选择杭州市富阳镇中心旅游休闲区为研究对象,对两岸不同类型的森林,利用被视频率、数值地形模型和Thurstone 的比较判断法^[5~8],就森林景观机能量化评价进行探讨,其方法流程见图1。

1 研究范围

作为试验评价对象的范围,用图2表示,包括富阳镇东南向富春江两岸约4000m×3000m,除市区以东的鹤山和兵疗外几乎都是平地,富春江第一大桥横跨两岸,是水陆旅游、运输之交通枢纽,富阳市最主要的旅游休闲之处,集中了鹤山公园、农家乐、游泳场和水上乐园等景点。研究者把设有视点的范围称作视点范围,把从视点被眺望的范围叫做眺望范围。这次的视点范围东西向4Km、南北向3Km,眺望领域取南北岸滩地各一段、新沙岛西头和悬空沙等区域。网格大小分250m×250m、100m×100m及50m×50m 3种尺寸。作出各自的网格尺寸数值地形模型,各尺寸的视点领域、眺望领域的网格数如表1所示。

2 研究方法

2.1 视线入射角

视线入射角是视线和水平面所构成的角,可以是仰角或俯角。由面构成的景观,其面的能见度与主要道路、街道、风景观光路线的交差点20个作为观察地点。越过建筑物等障碍物,观察森林,每个观察地点按4个方向(用指南针)测定入射角 α_L ,样本数81个,表2所示为森林风景 α_L 的累积相对度数。

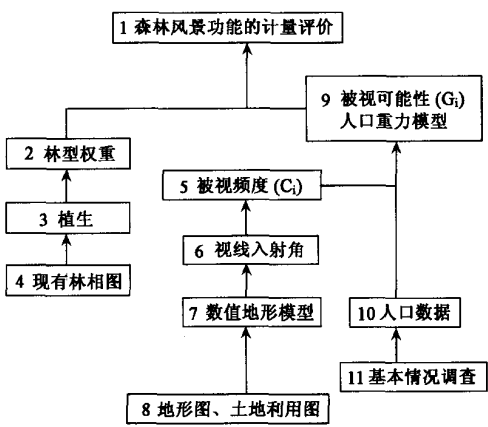


图1 森林风景功能计量评价流程

Fig.1 The process of measurement evaluation on forest landscape function

1. The quantitative evaluation on forest scenic function; 2. The weight of the vegetation type; 3. Vegetation and ecology; 4. Forest picture now; 5. the frequency degree of being visualized; 6. Incident light angle of sight; 7. Data and landform model; 8. Landform and soil used picture; 9. The possibility of being visualized population gravity model; 10. Data of population; 11. The investigation of basic condition



图2 视点领域和眺望领域及地形

Fig.2 Visualized spot filed,overlooked field and terrain

表1 不同网格尺寸的数值地形模型网格数

Table 1 The grid numbers of digital terrain model in different grid sizes

网格尺寸 Grid sizes (m×m)	视点领域 Visualized spot field		眺望领域 Overlooked field		
	东西 East and west	南北 South and north	南岸 South beach	北岸 North beach	新沙 Xinsha
50×50	80	60	76	278	511
100×100	40	30	18	68	128
250×250	16	12	3	10	20

2.2 被视频率

从周围能看到景观所表示的程度叫做被视频率。这里网格*i*从网格*j*能看到是指网格*i*、*j*之间的视线不被途中的凹凸所遮住。网格*i*被视频率(*C_i*)的计算公式如下:

$$C_i = \sum (W_{ij})$$

α_{ij} = 网格*j*对网格*i*的视线入射角

W_{ij} = 视线入射角 α_{ij} 的加权平均

求眺望领域内每个网格的被视频率,最大值为 100,最小值为 0,分 5 个区分段,不同网格尺寸大小的 *C_i* 值区段分布见表 3。

2.3 人口重力模型

参照 Fischer 方法^[9],把各观察点*j*居住或经过的人流量分成 5 种等级表示(见表 4),说明各点人流量分布的不同。越是人多的地方,附近的森林能见频率越高,越容易被人看到。所以,网格*i*的被视频率,在视点网格*j*内人多的场合和人流量少的场合不能视为一样。

表 2 多功能林的眺望仰俯角 α_L 观察结果

Table 2 The observed results of pitching degree α_L of multi-function forest

仰俯角 α _L (度数绝对值) Pitching degree α _L (absolute degree)	度数 Degree	累积相对度数(%) Accumulated relative degree
0~1	32	39.1
1~2	15	58.0
2~3	10	70.4
3~4	6	77.8
4~5	8	87.7
5~6	4	92.6
6~7	2	95.1
7~8	3	98.8
8~9	0	98.8
9~10	1	100.0
10~	0	100.0
合计 Total	81	

表 3 不同网格尺寸 C_i 值区段分布

Table 3 Section distributing of C_i value in different grid sizes

被视频率(%) Visualized frequency	网格尺寸 Grid sizes					
	250m×250m		100m×100m		50m×50m	
	网格数 Grid numbers	比例(%) Proportion	网格数 Grid numbers	比例(%) Proportion	网格数 Grid numbers	比例(%) Proportion
0~2	219	28.3	70	26.4	20	26.3
2~4	212	27.4	77	29.1	11	36.0
4~6	98	12.6	42	15.8	15	19.7
6~10	103	13.3	35	13.2	18	23.7
10~15	81	10.5	24	9.1	6	7.9
≥15	62	8.0	17	6.4	6	7.9

表 4 各观察点人流量等级

Table 4 The population level in all observed spot

观察点 Observed spot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
等级 Level	4	1	2	5	1	2	2	1	4	4	2	3	5	3	3	5	5	5	3	3

因此,可用人口重力模型来表示森林被人眺望的频率。从牛顿的万有引力而来的重力模型^[10,11],表示地理学上两地点相互作用的测度。两点*i*、*j*间的相互作用用 *R_{ij}*表示,则:

$$R_{ij} = M_i \times \dot{M}_j / D_{ij}$$

式中,*M_i*、*M_j*为地点*i*、*j*的质量,*D_{ij}*为地点*i*、*j*间的距离。

把质量换成两地点的人流量后 *P_i*、*P_j* 的重力模型,这里称作人口重力模型。把 *R_{ij}*用地点*i*的人口除,所得的值为:

$$R_{ij} / P_i = P_j / D_{ij}$$

地点*i*和地点*j*的相互作用,用地点*i*的每人口表示,并作为可视不可视的关系。网格*i*对网格*j*被视频率的相互作用(*G_{ij}*)用视线入射角 α_{ij} 的加权平均(*W_{ij}*)表示:

$$G_{ij} = W_{ij} P_j / D_{ij}$$

所以,人口重力模型中网格的被视频率(*G_i*)是网格*i*和它的所有网格被视频率的相互作用,也称之为被视可能性。即:

$$G_i = \Sigma G_{ij} = \Sigma W_{ij} P_j / D_{ij}$$

被视可能性表示人们是否看到森林环境的可能值,在被视频率的地形状况以外,导入了人口、距离因素。

2.4 植被权重

运用一对一比较法判断,即在众多的植被景观类型中采用两两对比组合,让参与者在两个不同景观(相片、录相等)中选择喜欢的一方,然后利用 Thurstone 的比较判断矩阵得到各个景观的评价值。本调查选择 3 种对象,第 1 组为游客,参与者 26 人,有效票 24 张;第 2 组为当地居民,参与者 37 人,有效票 25 张;第 2 组为林业专家 12 人,有效票 12 张。

2.5 森林风景功能的评价

客观评价森林的风景功能是一重大课题。参照野田等方法^[5~8],评价值(L_i)由被视可能性(G_i)和植被权重(V_i)决定。即

$$L_i = G_i \times V_i$$

3 结果与分析

3.1 网格尺寸对可视频度的影响

由不同网格大小计算的可视网格数示表 1、被视频度示表 3、被视可能性见图 3,图 2 表示眺望领域之地形,图中上为朝北方向。被视频度和被视可能性相比较,眺望领域的地形起伏大致对应,与数值地形模型有类似的分布。为此,网格大小越细和实际地形的起伏越类似,可视网格数也同被视频度有同样的倾向,由于受视线入射角权重的影响,山脚部分或离岸较远的滩地的被视频度全体变低。这部分通常由于建筑物、高大乔木等的遮挡,从远处难以眺望。而较高的山腰部分或江岸林缘眺望频度就高。

被视频度和被视可能性的数值高低分布不尽相同,被视频度值高的地方集中在鹳山公园、兵疗等的山顶附近,而被视可能性则由于各观察点人流量的不同而有所变化,如原被视频度较低的游泳场、四联村、建设村、恩波广场等地,其被视可能性都达 80% 以上。眺望领域以市区、主要交通口附近的地方可能性变高,这是人口重力模型人口引力的结果。因为,鹳山公园、兵疗、游泳场、四联村、建设村、恩波广场等一带是最容易被人们所看到的。同时我们也可以看出,网格尺寸大小与被视频度和被视可能性的精度很有关系,网格越大,数值地形模型再现性越低,评价结果也越粗,它的依赖性也越低。最终的评分结果要求的精度,这么细的地形的风景功能,网格的大小至少需要 50m×50m。眺望领域的被视可能性如图 3。

3.2 植被群落类型权重比较

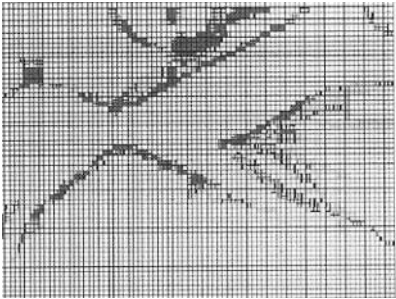
图 4 是供参予者比较植被权重的 12 组典型植被类型的照片,然后一对一比较打分。最被看好的为 100,最不被喜好的为 1,对于无林地(道路、墓地、沙滩等),为了区别与植被的不同为 -1。把选好的尺度值利用 Thurstone 的比较判断矩阵得到各个群落景观的评价值(表 5)。落叶树种考虑夏秋两个季节因素。从表 5 可以看出,各组都是以杨树苏柳银芽柳条带状混交林、杨树香椿枫香复层林两种类型的景观评价最高,其次为杨树河柳林带、杨柳枫杨桤木香樟块状混交林、桤木纯林、杨树纸浆林、柳树纸浆林、街道公园绿化带、枫杨纯林、桑树。由此也可认为:复层混交林评价高于单一的纯林,人们比较喜好于有一定林相特色的类型,诸如树干通直挺拔的杨树胶合板林、秋季树叶红色的枫香林等。同一树种的不同森林结构喜爱的评价相差很大。应该说明的是,由于所拍录像或相片的季节性限制,不可能一年四季同时拍到,或者角度的关系,提供的资料肯定带有一定的局限性,有可能出现一定的误差。

3.3 森林风景功能的评价

客观评价森林的风景功能和各种各样的因素有关。在利用人口重力模型计测被视可能性的基础上,评价值(L_i)由被视可能性(G_i)和植被权重(V_i)决定。把评价值计算结果(0~100 为基准)作成图 5。从图 5 中可以看出,在图 3 中得分高的部分网格,由于植被的权重低而评估值变低,也有原得分较低的网格,因为植被权重高而评估值升高。因此,使用植被权重可以判断景区森林布局是否合理,如果被视频度(G_i)高的地点 L_i 很低,说明现有的森林风景不适当,应立即给以改造,因此, L_i 值可以用作这块森林景观是否需要改造的标志值。

4 结论与讨论

利用视线入射角来判断森林可能被望的程度,并引进人口、距离因素,结合植被权重,对风景林进行计量评价,研究结果与实际相一致。



表示区分

被视可能性 Observed possibility	0~10	10~20	20~80	80~100
网格数 Grid number	231	139	201	204
比例 (%) Proportion	29.8	17.9	25.9	26.3

图 3 眺望领域的被视可能性(网格尺寸 50m×50m)
Fig. 3 The observed possibility of overlooked field(grid size 50m×50m)



图 4 一对一比较法试验中森林景观之照片(12 幅)

Fig. 4 Forest landscape pictures of experiment used compared each other method(12 pieces)

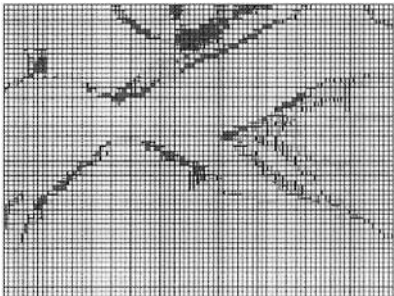
表 5 不同林分群落类型之权重(一对一比较法)

群落类型 Community types	权重(%)Weight				排 序 Ordering
	第 1 组	第 2 组	第 3 组	平均值	
	First group	Second group	Third group	Mean	
杨树苏柳银芽柳条带状混交林 Zone-mixed forest of Poplar, <i>Salix</i> × <i>jiangsuensis</i> , <i>Salix</i> × <i>agyrobractealis</i>	95	95	98	96.0	1
杨树香椿枫香复层林 Multi-storied forest of Poplar, <i>Toons sinensis</i> , <i>Liquidambar formosna</i>	97	89	95	93.7	2
松阔复层混交林 Multi-storied forest of <i>Pinus massoniana</i> -broadleaved	90	85	92	89.0	3
杨树胶合板林 Plywood forest of Poplar	88	75	88	83.7	5
杨树纸浆林 Pulp stands of poplar	72	78	82	77.3	7
街道公园绿化带 Green belt of street and park	71	76	76	74.3	8
枫杨纯林 Pure forest of <i>Pterocarya stenoptera</i> DC	80	70	54	68.0	10
桤木纯林 Pure forest of alder	92	82	69	81.0	6
杨柳枫杨桤木香樟块状混交林 Patch-mixed forest of Poplar, willow, <i>Pterocarya stenoptera</i> DC, alder, <i>Toons sinensis</i>	98	90	76	88.0	4
桑树 Mulberry	52	82	45	59.7	11
灌草地 Pash pasture	60	93	67	73.3	9
居民工厂用地 Resident and factory area	−1	−1	−1	−1.0	12

操作时网格大小的确定有没有再细分的必要,尚有待进一步研究。实际上把边长定为 50m、20m、..., 越小精度越高,但反过来计算量大增,笔者认为森林是以小班为单位经营管理的,植被、林龄等在同一小班内基本一致,森林风景管理也至少要求对每个小班进行评价,因此,网格大小起码在小班内含有几个网格。

一对一比较法调查植被权重的结果显示:杨树苏柳银芽柳条带状混交林、杨树香椿枫香复层林两种类型的景观评价最高,其次为杨树河柳林带、杨柳枫杨桤木香樟块状混交林、桤木纯林、杨树纸浆林、柳树纸浆林、街道公园绿化带、枫杨纯林、桑树。

被视频度高的森林与低的森林相比,对于风景的改造必须慎重,由此认为被视可能性可以作为改造时衡量从风景观点出发的基本指标, L_i 值可以用作这块森林景观是否需要改造的标志值。



表示区分

Indicated difference				
被视可能性	0~10	10~20	20~80	80~100
Observed possibility				
网格数	296	129	193	157
Grid number				
比例 (%)	38.2	16.6	24.9	20.3
Proportion				

图 5 眺望领域的森林风景功能评价实例(网格尺寸 50m×50m)
Fig. 5 The example of forest landscape function evaluation in overlooked field (grid size 50m×50m)

References:

[1] Pan H, Zhang X P, Xu Ch R. The investigative situation and developmental tendency in forest landscape's quantization in Japan. *World forestry research*, 1998, (4):55~60.

[2] 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. *World forestry research*, 2003,16(6):16~19.

[3] Hull TV R B, Buhyoff G J. The scenic beauty temporal distribution method; An attempt to make scenic beauty assessment compatible with forest Planning efforts. *For. Sci.*, 1986, 32(2): 271~286.

[4] Buhyoff G J, Leuschner W A, Arndt L K. Replication of a scenic Preference function. *For. Sci.*, 1980,26(2):227~230.

[5] 野田 巖,天野正博,澤田耕作. 森林の風致機能の計量的評価(Ⅰ). 100 回日林論,1989. 93~96.

[6] 野田 巖,天野正博,澤田耕作. 森林の風致機能の計量的評価(Ⅱ). 101 回日林論,1990. 157~160.

[7] 野田 巖,天野正博,澤田耕作. 森林の風致機能の計量的評価(Ⅲ). 102 回日林論,1991. 229~232.

[8] 野田 巖,内村雅一. 一对比較試験による森林植生の選好性の計量化. 森林総合研究所關西支所年報第 32 号. 1990. 38~39.

[9] Fischer G and Sun L X. Model based analysis of future land-use development in China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, 85,163~176.

[10] Alberti M and Waddell P. An Integrated Urban Development and Ecological Simulation Model. *Integrated Assessment*, 2000, 215~227.

[11] Jansen H and Stoorvogel J J. Quantification of Aggregation Bias in Regional Agricultural Land Use Models: Application to Guacimo County, Costa Rica. *Agricultural Systems*, 1998, 58, 417~439.

参考文献:

[1] 潘辉,张晓萍. 日本森林景观计量化研究现状及发展动向. 世界林业研究,1998,(4):55~60.

[2] 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. 世界林业研究,2003,16(6):16~19.