

乡村森林生态适宜性定量评价技术研究

韦新良

(浙江林学院 环境科技学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 森林生态适宜性评价是科学合理地开展森林经营管理活动的基础工作。针对乡村森林经营的特点, 以森林资源二类调查资料为基础, 根据森林树种的生态学特性和经营管理范围内的生态环境条件, 进行森林生态因子划分、权重确定及其适宜性分级与定量化, 运用综合评价法原理提出生态适宜性指数来定量表达林分和区域森林生态适宜性。应用实例结果表明, 浙江省上虞市岭南乡区域森林生态适宜性综合指数为 0.57, 接近适宜水平, 表明现实森林类型及其分布基本上与生态环境条件相符合。生态适宜性指数涵义明确, 评价技术简便可行, 结论直观且具可比性, 对乡村森林经营规划和管理具有实践指导价值。表 2 参 13

关键词: 森林经理学; 森林树种; 生态因子; 适宜性指数; 评价

中图分类号: S757.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2009)01-0001-06

Quantitative evaluation of rural forest-ecological adaptability

WEI Xin-liang

(School of Environmental Sciences and Technology, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Evaluation of rural forest-ecological adaptability is the basis for scientific and rational forest management. Based on the characteristics of rural forest management and forest management inventory, according to the ecological characters of forest species of trees and eco-environment conditions in rural areas, the research divided the forest ecological factors, measured the power coefficient of each forest ecological factor, graded and quantized the forest-ecological adaptability. The comprehensive evaluation principles were used to define the forest-ecological adaptability indexes to analyze and describe the forest-ecological adaptability of stand and research district. The application of this method in Lingnan town, Shangyu City forest management showed that the forest-ecological adaptability index here was 0.57, close to adaptation level; the real forest group and its spatial distribution was in line with the ecology conditions. The forest-ecological adaptability indexes were clearly defined, convenient, straight forward, and practical for the forest management and planning in rural areas. [Ch, 2 tab. 13 ref.]

Key words: forest management; forest species of trees; ecological factor; adaptability index; evaluation

1 问题的提出

森林是陆地上最大的自然生态系统。随着人类对森林功能和效益认识的不断深入, 森林的价值和地位发生着很大的变化。现代林业已从以木材生产为主导转变为以生态环境建设为主要内容, 现代森林经营管理活动更多地需要考虑对森林生态系统自然生产力的充分发挥和利用。在林地资源十分有限的条件下, 森林资源培育和管理不仅要谋求森林面积的增加, 在今后工作中更多地要谋求森林质量的提高, 强调森林发展与区域生态、经济和社会等方面条件的相适应性, 以更好地发挥森林的产品和服

收稿日期: 2008-01-08; 修回日期: 2008-10-05

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(Y304369)

作者简介: 韦新良, 教授, 博士, 从事森林经理学和生态学等研究。E-mail: weixl@zjfc.edu.cn

务效能。森林适应性经营应运而生,已成为当今森林经营规划和组织开展森林经营管理活动重点研究课题。任何生物的生长都是与环境相互作用的结果。环境是指除了欲指的某客体以外,其周围存在的一切因素^[1]。生态适宜性就是在一个具体的生态环境内,环境中的生态要素为环境中的生物群落所提供的生存空间的大小及对其正向演替的适宜程度^[2]。从土地利用角度来看,生态适宜性是指土地本身所提供的生态条件(如光、热、水、土、地形等)对某种土地利用(如居住、林业、牧业等)的适宜与否以及适宜程度^[3]。景观适宜性评价就是评价景观属性对人类生活的适宜性和环境的协调性^[4]。森林生态适宜性就是在一个具体的生态环境内,各种生态环境要素对环境中的森林的影响程度。从森林经营管理的角度来说,森林生态适宜性是指森林所处的生态环境条件与森林的生态学特性相符合,能为森林正常生长发育提供必需的自然条件。森林生态适宜性评价是森林适应性经营规划和管理的基础。通过对森林生态适宜性的评价,以求全面分析区域内现实森林对环境条件的符合程度及其可持续性,了解所确定的森林经营类型和所开展的森林经营活动是否处于最佳状态,以采取更加有效的改进措施来获取最佳的经营效益。

随着人类生态环境意识的加强和对生态环境需求的提高,崇尚自然、回归自然已成为人们对完美生活品质的一种追求。以自然生态优先原则来协调人与自然的关系,充分体现“尊重自然生态,人与自然共生”的思想,已成为景观规划^[5]、生态规划、土地利用规划、人居环境规划^[6]、园林规划和建筑规划等许多领域研究和实践的主流。自20世纪80年代以来,许多从事生态规划理论及实践的生态学者、规划工作者及景观设计师,对此均进行了大量的探索,并先后提出和发展了整体综合法、数学组合法、因素分析和逻辑组合法等生态适宜性分析,其中包括对一些具体指标的评定,如土地的适宜性^[7]、生态系统的异质性^[8]和破坏程度等等。近些年来,许多研究者尝试根据区域发展对资源及自然环境条件的需求,及其与区域现状条件的匹配关系,运用生态位理论,建立生态位适宜度模型,为定量分析区域发展与资源开发的生态适宜性提供基础^[9]。在生态位适宜度研究中,既包括生物的空间位置及其在生物群落中的功能地位,还包括生物在生态环境空间的位置。对于森林生态适宜性的研究,尤其是森林生态适宜性的评价技术,一直以来多以定性分析为主,由于缺少明确的定量指标及其度量值,难以进行相互间的比较和评判,其对实践的指导意义和应用价值受到明显的限制。为此,作者根据浙江省乡村森林经营规划中的现实条件和实际需要,就如何开展森林生态适宜性的定量评价进行探讨,为科学合理地分析森林树种布局与生态环境条件的相协调性、制定森林经营发展规划提供技术服务和实践指导。

2 材料收集与分析

2.1 确定评价对象

森林生态适宜性评价的对象主要根据评价目的和实际需要来确定。从森林经营规划的角度来说,既可以是一个具体的林分、小班或一小块森林地段,也可以是林班、营林区或者是森林经营单位。从森林经营管理的角度来说,既可以以村为单位,也可以以乡(镇),县(市、区)等单位。总的要求是评价对象必须是主体明确,要有具体和明确的地域空间范围和时间界定。在乡村森林生态适宜性评价中,地域空间范围一般以乡(镇)、村、林场和森林经营农户为宜,时间上一般选择在森林资源二类调查后森林资源没有明显变化的近3a内。

2.2 森林调查和类型划分

在近3a内开展过森林资源二类调查的乡村,收集取得当地评价区域范围内的小班调查记录表(本、薄)和山林现状图(或林相图),查阅近3a内评价区域范围内开展森林更新和采伐活动登记资料,对地类、林种、树种有明显变化的地段进行补充调查,更新小班调查记录表(本、薄)和山林现状图(或林相图)。对在近3a内没有开展过森林资源二类调查的评价地区,则需要进行全面的森林资源二类调查,以获得评价所需要的小班调查记录表(本、薄)和山林现状图(或林相图)资料。

森林是由树木为主体所组成的地表生物群落。在森林经营管理中,林分或有林地小班之间,最显著的差异是森林树种不同。在其他条件相同的情况下,树种不同时,森林所能生产的森林产品数量、

质量和所能提供的环境、文化等服务功能亦不相同。因此，森林对生态环境条件的适宜性主要取决于构成森林群落的建群树种对生态环境条件的适宜性。森林景观类型的划分主要根据森林群落类型划分的原则，即群落-生态学原则，以森林群落特征-森林外貌和树种组成作为分类的依据^[10]。为此，需要根据小班调查记录表(本、薄)和山林现状图(或林相图)资料，对林分或有林地小班按森林优势树种进行分类，以便于对森林按不同类型进行评价^[11]。

2.3 森林生态环境因子调查与分析

环境中的每个因素称为环境因子。那些对森林发育和林木生长有作用的因子，如光照、温度、水分、土壤、地被物和风等，称为生态因子。生态因子的总和称为生态环境，又称生境。在某一环境中，由于某些因子的存在，对某个森林或某些林木的正常生长起着关键性的作用，这些因子称为关键因子。在某一环境中，由于某些因子的重要作用，限制着森林或某些林木的正常生长，这些因子就称为限制性因子。

根据小班调查记录表(本、薄)和山林现状图(或林相图)资料，进行测定分析和计算，列出具体林分、小班或一小块森林地段的各个生态因子特征值。生态因子具体有：①气候因子，又可分为光、温度、湿度、大气、风等；②土壤因子，又可分为土壤物理性质、土壤化学性质、土壤生物等；③地形因子，包括坡度、坡向、坡位、海拔高度、地理位置等；④生物因子，包括动物、植物和微生物。⑤人为因子。

2.4 森林树种生长特性调查与分析

根据乡村各森林类型中优势树种的组成情况，分别不同森林树种调查收集森林树种的生物学特性和生态学特性，尤其是森林树种的生态适宜条件。在此基础上，分析确定该森林树种的生态环境关键因子和限制性因子。

3 评价过程与方法

3.1 确定生态因子权重

要研究一个地区的生态适宜性，首先要确定生态因子。生态因子的权重选择是生态适宜性分析的关键^[11]。列出乡村森林树种的生态因子和当地的自然生态环境条件，应用层次分析法构建生态因子评判模型，采用专家论证会和专家函询法等方法，对各生态因子进行两两重要性比较，构建判断矩阵，进行评判一致性检验。生态因子权重值，随评价对象的具体情况而各有所不同。经模型计算得出各生态因子的权重值，据此分析确定各生态环境在森林生长发育过程中的重要性。

3.2 进行生态因子分级

根据森林优势树种的生态学特性，对各生态环境关键因子所对应的具体类型和条件进行适宜性分级，分为很不适宜、不适宜、较适宜、适宜和很适宜等不同的等级。对不同的等级进行量化，分别赋予 0~1 之间的数值。如很不适宜得分为 0.1，不适宜得分为 0.3，较适宜得分为 0.5，适宜得分为 0.7，很适宜得分为 0.9，等等。

3.3 林分生态适宜性评价

运用综合评价法，计算出林分的生态适宜性指数(Q)。

$$Q = \sum_{i=1}^n w_i p_i \quad (1)$$

式(1)中 w_i 为第 i 个生态环境关键因子的权重； p_i 为第 i 个生态环境关键因子的等级得分值； n 为生态环境关键因子的数目。

若存在生态环境限制性因子，则表明该生态环境条件极不适宜该森林树种的生长和发育，其生态适宜性指数得分值确定为 0。在此基础上，列出林分的生态适宜性指数表或分布图，可以作进一步的分析和研究，以指导森林经营发展规划。

生态适宜性指数定量地表明了林分树种对生态环境条件的适宜程度。生态适宜性指数越大、越接近于 1，表明该林分树种的生态适宜性越高；反之，生态适宜性指数越小、越接近于 0，则该林分树

种的生态适宜性就越低。

3.4 区域森林生态适宜性综合评价

在林分生态适宜性评价的基础上,根据区域内各类型林分所占的面积,进行加权平均计算,得出区域森林生态适宜性综合指数(Q_A)。

$$Q_A = \sum_{j=1}^m Q_j (A_j/A) \quad (2)$$

式(2)中 Q_j 为第 j 林分生态适宜性指数; A_j 为第 j 林分的面积; A 为区域森林总面积; m 为区域内林分或小班数量。

在区域(如乡镇)林地面积比较大,林分类型分布比较均匀的情况下,可以采用系统抽样的方法,在山林现状图(或林相图)上随机用网格方式来选取样本点,样本点数量一般要求在100个以上。在每个样本点上调查、分析和计算林分的生态适宜性指数,采用算术平均的方法计算,得出区域森林生态适宜性综合指数(Q_A)。

$$Q_A = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Q_j \quad (3)$$

式(3)中 Q_j 为第 j 林分生态适宜性指数; m 为区域内样本点的数量。

在此基础上,可以进行林分生态适宜性分布状况的统计分析。

3.5 森林生态适宜性等级划分

根据生态适宜性指数对林分树种和区域森林生态适宜性分级,适宜性等级分别为很不适宜(生态适宜性指数 ≤ 0.2)、不适宜(生态适宜性指数 $0.21 \sim 0.40$),较适宜(生态适宜性指数 $0.41 \sim 0.60$),适宜(生态适宜性指数 $0.61 \sim 0.80$),很适宜(生态适宜性指数 $0.81 \sim 1.0$)等5级。

4 应用实例

岭南乡是位于浙江省东北部的上虞市最南端的虞南山区的一个典型的山区乡镇,林业在乡村经济发展中占有重要的地位。全乡林业用地面积为 $4\,096.4 \text{ hm}^2$ 。林业用地中,有林地 $3\,409.2 \text{ hm}^2$,疏林地 18.1 hm^2 ,灌木林地 641.0 hm^2 ,其他林地 28.1 hm^2 。森林覆盖率为 64.4% ,林木绿化率 69.9% 。

根据2004年该乡森林资源二类调查资料,结合实地考察和区域规划资料分析,该乡森林经营类型主要为马尾松 *Pinus massoniana* 林、杉木 *Cunninghamia lanceolata* 林、毛竹 *Phyllostachys pubescens* 林、板栗 *Castanea mollissima* 林和茶叶 *Camellia sinensis* 林等。应用1:1万的上虞市岭南乡林分现状图(林相图),采用系统抽样的方法,抽取135个样本点。

采用本研究的技术方法对该乡村森林进行生态适宜性评价。以马尾松森林经营类型为例,根据树种的生物学特性^[12-13]和生态学特性,确定影响其生长的主要生态因子为坡向、坡位、土壤厚度和坡度级,并进行相应的生长条件分级,为便于量化分析,对各因素等级从低到高以等差级数方式赋予 $[0, 1]$ 相应的数值。各因素等级见表1。

坡向、坡度、土层厚度和坡位的权重值分别为 $0.56, 0.26, 0.12, 0.06$ 。在此基础上,对每一个马尾松林分样点进行生态适宜性评价(表2)。

结果表明:马尾松林有43个样本点,平均生态适宜性指数为 0.54 ,处于较适宜水平,其中很适宜的有1个样本点,适宜的有14个样本点,较适宜的有16个样本点,不适宜的有12个样本点,不适宜的主要生态因子是坡向。杉木林有10个样本点,平均生态适宜性指数为 0.70 ,处于适宜水平,其中很适宜的有3个样本点,适宜的有4个样本点,较适宜的有4个样本点,总体上生态适宜性好。毛竹林有29个样本点,平均生态适宜性指数为 0.59 ,接近适宜水平,其中很适宜的有3个,适宜的

表1 马尾松林生长条件分级表

Table 1 Grade of *Pinus massoniana* forest growing conditions

因素等级(数值)	土层厚度	坡向	坡位	坡度级
一(0.80)	厚	东南、西南	下	缓
二(0.65)	较厚	东	中下	平
三(0.50)	中	西、南	中	斜
四(0.35)	较薄	东北	中上	陡
五(0.20)	薄	北、西北	上	急

有 11 个，较适宜的有 14 个，不适宜的只有 1 个。板栗林有 37 个样本点，平均生态适宜性指数为 0.58，接近适宜水平，其中很适宜的有 4 个，适宜的有 18 个，较适宜的有 6 个，不适宜的有 9 个。不适宜的主要原因是坡向不好。茶叶林有 16 个样本点，平均生态适宜性指数为 0.53，处于较适宜水平，其中很适宜的有 3 个，适宜的有 1 个，较适宜的有 7 个，不适宜的有 5 个，不适宜的主要原因也是坡向不好。乡村森林生态适宜性综合指数为 0.57，接近适宜水平，表明现实森林类型及其分布基本上与生态环境条件相符合，但也存在着一些不适宜的林分，需要进行规划和调整，以提高林地的利用潜力和森林的生产力。

5 结语

生态适宜性指数定量地表明了具体林分树种和区域内森林对生态环境条件的适宜程度，林学意义和生态学意义明确，方法操作简便，结果清晰明了，便于分析和比较，实用性强，一方面能对具体地段森林的生态适宜性提供指示作用，发现森林树种生态不适宜的关键因子所在，便于进行树种调整规划；另一方面，能反映出乡村区域森林生态适宜性的总体状况，为乡村制定土地利用规划和森林经营发展规划提供技术支持。

参考文献：

- [1] 沈国舫. 林学概论[M]. 北京：中国林业出版社，1998：132 - 133.
- [2] 周爱国，孙自永，徐恒力，等. 地质环境生态适宜性评价指标体系研究[J]. 地质科技情报，2001，**20** (2)：71 - 74.
ZHOU Aiguo, SUN Ziyong, XU Hengli, *et al.* Study of indexes for assessments of geoenvironmental ecology suitability [J]. *Geol Sci Technol Inf*, 2001, **20** (2): 71-74.
- [3] 黄晓霞，江源，刘全儒，等. 小五台山亚高山草甸生物多样性的空间格局[J]. 地理学报，2003，**58** (2)：186 - 192.
HUANG Xiaoxia, JIANG Yuan, LIU Quanru, *et al.* The spatial pattern of biodiversity in subalpine meadow on Mt. Xiaowutai[J]. *Acta Geogr Sin*, 2003, **58** (2): 186 - 192.
- [4] 夏继红，严忠民，蒋传丰. 河岸带生态系统综合评价指标体系研究[J]. 水科学进展，2005，**16** (3)：89 - 98.
XIA Jihong, YAN Zhongmin, JIANG Chuanfeng. Comprehensive assessment index system of ecosystem riparian zone[J]. *Adv Water Sci*, 2005, **16** (3): 89 - 98.
- [5] GUAN Dongsheng, CHEN Yujuan. Status of urban vegetation in Guangzhou City [J]. *J For Res*, 2003, **14** (3): 249 - 252.
- [6] YUE Depeng, SUN Baoping. Landscape pattern change and its impact on land desertification in Daxing Country, Beijing [J]. *J Beijing For Univ*, 1998, **7** (1): 93 - 100.
- [7] 陈炳禄，陈新庚，吴群河. 湛江市土地利用生态适宜性评价[J]. 中山大学学报：自然科学版，1998，**37** (2)：217 - 220.
CHEN Binglu, CHEN Xingeng, WU Qunhe. Ecological evaluation of land use suitability in Zhanjiang[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*, 1998, **37** (2): 217 - 220.
- [8] 肖笃宁，钟林生. 景观分类与评价的生态原则[J]. 应用生态学报，1998，**9** (2)：217 - 221.
XIAO Duning, ZHONG Linsheng. Ecological principles of landscape classification and assessment [J]. *Chin J Appl Ecol*, 1998, **9** (2): 217 - 221.
- [9] 欧阳志云，王如松，符贵南. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用[J]. 生态学报，1996，**16** (2)：

表 2 马尾松林生态适宜性评分表

Table 2 Quantitative evaluation of <i>Pinus massoniana</i> forest ecological adaptability					
样本点	坡向等级系数	坡度等级系数	土厚等级系数	坡位等级系数	综合指数
样本点 2	0.35	0.35	0.2	0.8	0.359
样本点 3	0.35	0.35	0.5	0.8	0.395
样本点 4	0.2	0.35	0.2	0.8	0.275
样本点 12	0.2	0.65	0.5	0.8	0.389
样本点 17	0.8	0.35	0.5	0.8	0.647
样本点 8	0.65	0.35	0.2	0.8	0.527
...

113 - 120.

OUYANG Zhiyun, WANG Rusong, FU Guinan. Ecological niche suitability model and its application in land suitability assessment[J]. *Acta Ecol Sin*, 1996, **16** (2): 113 - 120.

- [10] 何莹, 韦新良, 蔡霞, 等. 生态景观林群落结构定量分析[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (6): 711 - 718.

HE Yin, WEI Xinliang, CAI Xia, *et al.* Quantitative analysis of community structure in ecological landscape forests[J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (6): 711 - 718.

- [11] 韦新良, 蔡霞, 吴寿国, 等. 集体林经营组织过程技术体系研究[J]. 浙江林学院学报, 2001, **18** (2): 150 - 154.

WEI Xinliang, CAI Xia, WU Shouguo, *et al.* Technology system of organizing forest management in collective forests Technology system of organizing forest management in collective forests[J]. *J Zhejiang For Coll*, 2001, **18** (2): 150 - 154.

- [12] 韦新良, 贺汉良. 应用森林经理调查资料研究现实林分生长特性[J]. 浙江林学院学报, 1994, **11** (3): 286 - 290.

WEI Xinliang, HE Hanliang. A researching method on growth characteristics of real forest stand using data of forest management inventory[J]. *J Zhejiang For Coll*, 1994, **11** (3): 286 - 290.

- [13] 韦新良, 郭仁鉴, 赵斌. 浙江省马尾松天然林生长模型及采伐年龄的确定[J]. 浙江林学院学报, 2001, **18** (4): 333 - 336.

WEI Xinliang, GUO Renjian, ZHAO Bin. Growth model and cutting age of masson pine natural forest in Zhejiang[J]. *J Zhejiang For Coll*, 2001, **18** (4): 333 - 336.

孟兆祯院士来浙江林学院访问并作学术报告

2008年10月14日, 中国工程院院士、博士生导师孟兆祯教授来浙江林学院指导工作, 作了题为“中国园林艺术传统理法”的学术报告。浙江林学院党委书记陈敬佑教授出席报告会, 并亲切会见孟兆祯院士。

孟院士主张园林设计应追求的境界和评价的标准是“虽由人作, 宛自天开”, 认为园林设计是以设计为手段满足人们日益提高的物质和精神方面的综合要求, 同时, 要保护和利用自然资源, 切实杜绝破坏性建设。孟院士强调对自然的尊重, 例举了我国古今名园名景, 从造山理法、理水循章、掇石叠山、置石造景、植物配植等方面深入挖掘了其设计构思, 指出充分尊重自然的园林设计才是恒久的设计。孟院士以饱满的精神, 系统而又风趣的讲授激发了广大师生的强烈兴趣。

孟院士兴致勃发, 挥毫泼墨, 写下了“高亭远瞩相环园, 山环水绕流清泉; 西山书径勉勤学, 南山喻寿万年春。”祝贺浙江林学院建校50周年, 同时题下了“休犯山林罪过, 须陈风月清音”的警句, 与园林学院师生共勉。

曹嵘