

基于GIS与灰关联综合评价模型的生态公益林林分质量评价

毛淑娟¹ 胡月明²

(1. 华南农业大学地理信息工程研究所 广州 510642; 2. 华南农业大学信息学院)

摘要 文章研究探讨了地理信息系统(GIS)技术与层次分析模型和灰关联综合评价模型的结合在生态公益林林分质量评价中的应用。并以广州市白云区为例,应用ArcGIS进行空间数据采取、处理与分析,选取树种组成、林分郁闭度、林层结构、林龄、覆盖度、凋落物层厚度和平均胸径为评价指标;以小班为评价单元;采用层次分析法确定评价因素的权重;构造灰关联综合评价模型,计算各单元的灰关联综合评价值,得出各单元按质量从劣到优排列的序列,根据评价标准将林分质量分为一、二、三等,分别占全区生态公益林总面积的6.19%,28.52%和65.29%;并应用ArcGIS绘制评价结果图。

关键词 地理信息系统 灰关联 评价模型 林分质量

中图分类号:S126 文献标识码:A 文章编号:1006-4427(2007)01-0037-05

Evaluation of Ecological Forest Stand Quality Based on Geographic Information System and Gray Relative Comprehensive Evaluation Model

Mao Shujuan¹ Hu Yueming²

(1. Geography Information Engineering Research Institute, South China Agricultural University, Guangzhou, 510642;

2. College of Information, South China Agricultural University)

Abstract This research was conducted at Baiyun district, which located in Guangzhou, Guangdong province. Based on the technique of Geographic Information System and mathematic models ecological forest stand quality evaluation was discussed. ArcGIS was adopted for spatial data collection, processing and analysis. After those indexes including treespecies composition, stand canopy density, stand structure, stand age, undergrowth cover2 age, litter thickness and mean breast2height diameter selected, AHP was applied to judge the weight of each evaluation factor. Taking subcompartment as evaluation unit, gray relative comprehension evaluation model was given to work out value of gray relative comprehensive evaluation of each evaluation unit. With the indexes of gray relative comprehensive evaluation, the ecological forest quality was classified into three grades. The areas of the first grade, second grade and third grade accounted for 6.19%, 28.52% and 65.29% respectively. Stand quality evaluation result was mapped using Arc GIS software.

Key words Geographic Information System(GIS), gray relative, evaluation model, ecological forest stand quality

生态公益林作为改善生态环境建设的重要组成部分,关系着林业的可持续发展,关系着国民经济和社会的可持续发展和人类的生存环境建设。如何管理好生态公益林,不断提高其质量,是森林分类经营研究、实践的重点和核心。目前,我国生态公益林区划已基本完成,并落实到小班,但由于考虑到经济效益和区划技术问题,往往将许多林分质量较差的森林规划为生态公益林,而且区划布局也存在一定的不合理性,因此尽管公益林的面积在一定程度上能达到要求,但真正能发挥生态效益的各类公益林可以说很少。因此,加强我国现有生态公益林的质量评价已是当务之急。生态公益林质量评价,能展现现有公益林的具体差异和存在的问题,为林分的改造、树种结构调整、经营管理提供可靠的依据,对保护和建设好生态公益林,全面提高生态公益林的质量,使其能发挥应有的生态功能,为人类社会造福,具有重要的现实意义。

本研究以广州市白云区生态公益林为例,探讨了地理信息系统(GIS)技术与层次分析模型和灰关联综

合评价模型的结合在林分质量评价中的应用。

1 研究区概况

白云区位于广州市的东北面,区境地理坐标为东经 113°08′36″~113°34′52″,北纬 23°07′03″~23°25′53″。东西极限长为 44.4 km,南北极限长为 33.6 km。东邻增城,西临南海,北接花都、从化,南连黄埔、天河、越秀、荔湾等区。

白云区地处北回归线南缘,属南亚热带季风气候。白云区的森林与生态环境条件相适应而具有南亚热带季雨林的特点,常绿阔叶林是该区原来具有代表性的类型,在帽峰山、龙眼山及一些村庄风水林仍依稀可见,其主要代表有壳斗科、山茶科、樟科、桑科、金缕梅科、山龙眼科、桃金娘科等树种,由于人为的活动与破坏,现在森林的组成树种已大部分为经济林所代替。由于该区离海洋近,气候受海洋的影响大,温度高,雨量足,林下植被非常丰富,主要有蕨类、芒、芒箕、野牡丹、鹧鸪草、岗松等。全区林业用地面积 27 619.3 hm²,生态公益林面积 23 879.3 hm²,占林业用地面积的 86.45%,因此,生态公益林管理是白云区林业管理的重点。

2 数据与方法

2.1 评价因素及其权重的确定

根据广州市白云区森林资源的特点,结合其它研究成果和专家意见^[12]选取树种组成、郁闭度、林龄、林层结构、覆盖度、凋落物层厚度、平均胸径等因素作为白云区生态公益林林分质量评价因素,从而建立生态公益林林分质量评价因素指标体系。为了弱化主观因素的影响,采用层次分析法(Alytic Hierarchy Process,简称 AHP 法)确定各评价因素的权重。该方法把复杂问题中的各种因素通过划分为相互联系的有序层次,使之条理化,并把数据、专家意见和分析者的主客观判断直接而有效地结合起来,就每一层次的相对重要性给予定量表示。然后利用数学方法确定表达每一层次全部要素的相对重要性权值^[8]。本研究引入 1~9 比率标度法表示任意两指标之间的相对重要程度。根据多位专家对白云区生态公益林林分质量的 7 个因子给出的不同比值,整理得到判断矩阵,采用和积法求矩阵的特征向量,并作一致性检验,最终确定各评价因素对林分质量影响的权重。结果见表 1。

表 1 生态公益林林分质量评价因素指标体系

等 级	I	II	III	权重
树种组成	阔叶林、阔叶树为主的 针阔混交林及竹林	针叶为主的针叶混交林	其它纯林	0.35
郁闭度	≥0.8	0.5~0.7	0.2~0.4	0.14
林龄	近成过熟林	中龄林	幼龄林	0.08
林层结构	4 层以上	2~3 层	单层林	0.23
覆盖度	覆盖度≥0.8	覆盖度 0.5~0.7	覆盖度≤0.4	0.09
凋落物层(cm)	凋落物层厚度≥3	凋落物层厚度 1~2	凋落物层厚度 0~1	0.03
平均胸径(cm)	>25	15~25	<15	0.07
等级分值	3	2	1	

2.2 评价单元的划分及基础数据采集

我国的森林经营区划系统包括国营林场区划系统(场—分场—工区—林班—小(细)班)和集体林区区划系统(县(市、区)—乡(镇—场)—村委会(工区)—林班—小(细)班)^[9]。因此,小班是我国森林经营的最基本单位。小班是指在林班内划分出林分经营特征基本相同,而与相邻森林地段有显著差别的林分整体。小班调查是二类调查中涉及地域最广、工作量最大的一项工作。林分是指按照森林本身的特征和经营的需要,区划成许多内部特征相同并与四周相邻部分有显著区别的小块森林。林分是森林资源构成的基本群体单元。小班调查将各种林分调查因子落实到每个林分中。因此,在林分水平的生态公益林质量评价可用小班为评价单元。评价结果直接反应该小班的林分质量状况和存在的问题,有利于经营者采取相应的措施进

行管理。本文所用的基础数据来源于广州市白云区林业局提供的 2002 年森林资源调查数据库资料。

2.3 灰色关联度分析方法

灰色系统中的关联分析法是分析系统中多因素关联程度的方法,样本的灰关联综合评价值反映该样本与各个指标值最优的“理想样本”的相似程度,因而其大小可以反映该样本的优劣。灰关联综合评价模型具有方法简单、计算量小、理论可靠等特点,适用于多指标综合评价问题^[10]。将灰关联评价模型用于生态公益林林分质量的评价,可以得出各评价单元按林分质量的排序,并根据关联度的大小给出各单元的质量等级。该方法没有用到各评价因素的评价标准,只用到各因素的原始量化值,因而评价结果更为客观、科学。而且,评价结果给出各单元按质量的排序,又可以根据关联度大小划分各单元的林分质量等级。因此,灰关联综合评价模型不仅在方法上更具有科学性,而且结论更丰富,对生态公益林经营决策具有更大的参考价值。

根据灰关联分析理论^[1021],按如下步骤构造灰关联综合评价模型:

设 $x = (x_1, x_2, \Lambda, x_n)^T$ 为样本集, $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \Lambda, x_{in})$ 为第 i 个样本的原始数据,即 x_{ij} 表示为第 i 个样本第 j 个指标值。

(1) 确定参考序列

要对各个样本进行综合评价,首先必须确定参考序列,确定参考序列时,既要考虑到序列的先进性,又要考虑到序列的可行性。为此,选取最优指标集 $x_0 = (x_{01}, x_{02}, \Lambda, x_{0m})$ 作为关联分析的原始参考序列,其中, x_{0k} 为第 k ($k=1, 2, \dots, m$) 个指标在各个样本中的最优值,一般这样选取,如果某一指标取大值为好,则取该指标在各个样本中的最大值,反之则取最小值。

(2) 评价指标的规范化处理

由于评价指标相互之间通常具有不同的量纲和数量级,不能直接进行比较,因此需要对原始指标值进行规范化处理。

设第 k 个指标的变化区间为 $[p, q]$, 其中, p 为第 k 个指标在所有样本中的最小值, q 为第 k 个指标在所有样本中的最大值,进行下述转换:

$$c_{ij} = \frac{x_{ij} - p}{q - p} \quad \dots\dots\dots (1)$$

将原始指标值 x_{ij} 变成无量纲的 0 与 1 之间值 c_{ij} , 即得到矩阵

$$C = \begin{pmatrix} c_{01} & c_{02} & \Lambda & c_{0m} \\ c_{11} & c_{12} & \Lambda & c_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{i1} & c_{i2} & \Lambda & c_{im} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \Lambda & c_{nm} \end{pmatrix}$$

(3) 计算评价结果

将最优指标集 $x_0 = (c_{01}, c_{02}, \Lambda, c_{0m})$ 作为参考数据列,各样本指标 $c_i = (c_{i1}, c_{i2}, \Lambda, c_{im})$ 作为被比较数据列。则用公式(2)分别求得第 i 个样本第 k 个最优指标的关联系数 ξ_k ($i=1, 2, \Lambda, n; k=1, 2, \Lambda, m$)

$$\xi_k = \frac{\min_i \min_k |c_{0k} - c_{ik}| + \rho \max_i \max_k |c_{0k} - c_{ik}|}{|c_{0k} - c_{ik}| + \rho \max_i \max_k |c_{0k} - c_{ik}|} \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中, $\rho(0, +\infty)$, 称分辨系数。 ρ 越小, 分辨力越大。本文取 $\rho=0.5$ 。

则第 i 单元的关联度为:

$$r_i = \sum_{k=1}^m w_k \xi_k \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中为第 r_i 个样本的综合评价结果; w_k 为第 k ($k=1, 2, \dots, m$) 个指标的权重。

若关联度 r_i 越大, 则说明 x_i 与最优指标集越接近, 因而第 i 个样本越优, 这样就可以根据关联度的大小排出各个样本的优劣次序。

3 结果与分析

由于指标值经过了规范化处理, 各指标值都在 0~1, 最大值均为 1。显然, 郁闭度、覆盖度、凋落物层厚度、平均胸径的指标值越大, 林分质量越好; 树种组成、林层结构、龄组的原始指标值是按等级给出的, 数值越