

基于森林资源二类调查数据的森林资源质量评价

——以江西安福县明月山林场为例

张邦文¹, 郑世跃², 欧阳勋志^{1*}, 韩天一³, 房焕英¹, 赵芳¹

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院 江西 南昌 330045; 2. 江西省兴国县林业局 江西 兴国 342400; 3. 江西省林业调查规划研究院 江西 南昌 330046)

摘要: 森林资源质量评价有助于及时掌握森林资源的动态, 为政府决策和企业制定森林经营方案等提供依据。以森林资源二类调查数据为评价依据, 分别为商品林和公益林构建了林场级的森林资源质量评价指标体系, 并运用层次分析法确定了各指标的权重; 采用模糊综合评判法对安福县明月山林场的森林资源质量进行实例评价。结果表明: 林场商品林资源质量为中等水平, 商品林主要限制因子是林分蓄积生长量和年龄结构; 公益林资源质量为优等, 同时也存在幼龄林比重过大等问题; 对林场森林资源总体而言, 其质量处于中等水平, 但整体上向可持续发展的方向发展。

关键词: 森林资源; 二类调查; 质量评价; 模糊综合评判法

中图分类号: S718.55⁺7; S757.2⁺7 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)06-1155-05

Evaluation of Forest Resource Quality Based on Forest Management Inventory Data——A Case Study of Mingyueshan Forest Farm in Anfu County, Jiangxi Province

ZHANG Bang-wen¹, ZHENG Shi-yue², OUYANG Xun-zhi^{1*},
HAN Tian-yi³, FANG Huan-ying¹, ZHAO Fang¹

(1. College of Landscape and Art, JAU, Nanchang 330045, China; 2. Forestry Bureau of Xingguo County, Jiangxi Province, Xingguo 342400, China; 3. Forest Inventory and Planning Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330046, China)

Abstract: Evaluation of forest resource quality is helpful to grasp its dynamics, providing references for the government to make decision and compilation of forest management plan. Dealing with commercial forest and public beneficial forest respectively, the index system of forest resource quality evaluation was built based on the forest resource inventory data, the index-weight was determined with hierarchic analysis process; using fuzzy comprehensive evaluation, the forest resource quality was evaluated, taking Mingyueshan forest farm in Anfu County for example. The results showed that, the quality of the commercial forest belonged to the middle level, the limiting factors were stand volume growth and trees' age structure; the quality of the public

收稿日期: 2011-07-23 修回日期: 2011-09-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(30860229, 31160159) 和江西省教育厅科技项目(GJJ09165)

作者简介: 张邦文(1986—), 男, 硕士生, 主要从事森林多功能经营研究, E-mail: zbwjxau2008@126.com; * 通讯作者: 欧阳勋志, 教授, 博导, E-mail: oyxz_2003@hotmail.com。

beneficial forest belonged to the high level , the limiting factor was the large proportion of young forest. The forest resource quality of the whole forest farm belonged to the middle level , the forest resource quality on the whole forest farm was sustainable.

Key words: forest resources; forest management inventory; quality evaluation; fuzzy comprehensive judgement

森林资源是一种重要的可再生资源 , 它涉及人类环境与发展的各个方面 , 是实现社会可持续发展的重要物质基础^[1]。长期以来 , 我国的林业生产和建设存在着严重的“重数量 , 轻质量”问题 , 但是森林资源是数量与质量的统一体 , 量与质的保证是森林资源发挥其生态、社会、经济等多种效益的基础^[2]。因此 , 对森林资源质量进行科学的评价 , 以反映森林资源质量现状和变化趋势 , 有利于实现森林资源的可持续经营。目前 , 国内一些学者在不同的尺度上用不同的评价方法对森林资源质量进行了评价研究^[3-9]。但往往存在评价数据不易获取、评价方法较复杂等问题。由于每 5 年进行 1 次森林资源二类调查 , 为此 , 笔者提出了基于二类调查数据的森林资源质量评价指标体系 , 并运用模糊综合评判法对森林资源质量的优劣程度进行评判 , 其方法简便 , 有利于及时掌握森林资源质量的动态变化 , 为政府和企业制定有关规划及森林经营方案等提供依据。

1 评价指标体系的构建

评价指标体系的确定直接关系到评价结果的合理性。人类经营管理森林是为了得到森林的功能效益 , 包括经济效益、生态环境效益和社会效益^[1]。根据分类经营的要求 , 即按照森林的经营目的和主导利用不同 , 将森林分为商品林和公益林两大类 , 商品林主要侧重于其经济效益的实现 , 公益林主要侧重于生态环境效益的实现 , 所以商品林资源质量和公益林资源质量评价在指标选择上有根本性的不同^[4]。根据森林培育目的和主导功能不同 , 分别对商品林和公益林资源质量评价的指标进行选择。本文筛选指标是在理论分析法和频度统计法的基础上 , 结合专家咨询法 , 通过咨询森林经理学、森林培育学以及森林生态学等学科专家的意见 , 遵循科学性、可操作性、代表性、可获取性等原则 , 最终形成目标层、约束层和指标层 3 个层次结构的森林资源质量评价指标体系(表 1)。

1.1 商品林资源质量评价指标

我国《森林法实施细则》中规定 , 森林资源包括林地以及林区内的野生动植物 , 但目前能直接进入商品市场进行交易的主要就是林木资源和林地资源 , 故一般狭义地认为森林资源主要就是包括林木资源和林地资源。所以 , 商品林资源质量评价指标体系包括林木质量和林地质量两方面的指标。

林木质量。林木质量主要指林木的生长状况、经济价值、灾害情况以及林木能否永续利用等 , 选择林分蓄积生长量、优势树种经济价值、出材率等级、森林灾害等级、年龄结构 5 个指标来反映。

林地质量。林地质量指林地的基本生产能力以及影响经济效益的采运条件等 , 选择决定林地土壤肥力等级的主要因子腐殖质层厚度和土层厚度 , 以及影响采运条件的坡度和可及度 4 个评价指标。

1.2 公益林资源质量评价指标

公益林作为改善生态环境建设的重要组成部分 , 其主要功能是为人类提供良好的生存和发展环境 , 质量的高低将直接影响其功能和效益的发挥^[10]。因此 , 公益林资源质量评价指标体系主要包括林分稳定性以及林分对环境的影响两方面的指标。

林分稳定性。生态公益林稳定性是指在相当长时间内 , 林分组成、层次结构等相对稳定 , 未发生明显变化 , 持续不间断发挥生态效益^[11]。选择树种结构、群落结构、森林灾害等级、更新等级 4 个指标。

林分对环境的影响。生态公益林的生态效益实际上就是生态公益林对环境所产生的效益 , 生态公益林对环境影响的直接指标 , 不容易获得 , 可以采用间接指标表示^[11]。用平均胸径、林下植被盖度、郁闭度、龄组 4 个指标反映。

2 评价方法

在客观世界中 , 存在着许多的模糊概念 , 所谓模糊概念 , 就是说一个概念跟与其对立的无法划

出一条明确的分界线。模糊综合评价法就是在模糊数学的基础上 将一些边界不清、不易定量的因素用数学方法进行定量化,从多个因素对被评事物隶属等级状况进行评价的一种方法^[12]。森林资源质量的优劣,也是个模糊的概念,模糊综合评价法相对于其它评价方法具有模型简单、容易掌握的优点,特别适用于森林资源质量这类多因素、多层次的复杂问题进行评判,其优点是其它评价方法无法比拟的。模糊综合评价法是基于层次分析法(AHP)与模糊数学方法(Fuzzy)的评价方法^[13],森林资源质量模糊综合评价方法步骤如下。

表 1 评价指标体系层次结构、指标权重和划分标准

Tab.1 Hierarchies of evaluation index system index weight and division standard

目标层 A Target layer	约束层 B Constraint layer(W_b)	指标层 C Index layer(W_c)	等级划分标准 Division standard		
			优 High	中 Middle	差 Low
商品林质量 Quality of commercial forest	林木质量 B_1 (0.666 7)	林分蓄积生长量 C_1 (0.393 0)	$\geq 12 \text{ m}^3$ /($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)	6 ~ 12 m^3 /($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)	$< 6 \text{ m}^3$ /($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)
		优势树种经济 价值 C_2 (0.139 1)	$\geq 2 000$ 元/ m^3	1 000 ~ 2 000 元/ m^3	$< 1 000$ 元/ m^3
		出材率等级 C_3 (0.082 9)	一级	二级	三级
	林地质量 B_2 (0.333 3)	森林灾害等级 C_4 (0.051 8)	无、轻	中	重
		年龄结构 C_5 (0.333 2)	均匀	较均匀	不均匀
		腐殖质层厚度 C_6 (0.5076)	$\geq 20 \text{ cm}$	10 ~ 19 cm	$< 10 \text{ cm}$
		土层厚度 C_7 (0.324 3)	$\geq 80 \text{ cm}$	40 ~ 79 cm	$< 40 \text{ cm}$
		可及度 C_8 (0.102 6)	即可及	将可及	不可及
		坡度 C_9 (0.065 5)	0 ~ 15°	16 ~ 35°	$\geq 36^\circ$
公益林质量 Quality of public beneficial forest	林分稳定性 B_1 (0.666 7)	树种结构 C_1 (0.466 8)	阔叶林、阔叶为主的 针阔混交林及竹林	针叶为主的 针叶混交林	其它
		群落结构 C_2 (0.277 6)	完整结构	较完整结构	简单结构
		森林灾害等级 C_3 (0.095 3)	无、轻	中	重
	林分对环境的影响 B_2 (0.333 3)	更新等级 C_4 (0.160 3)	良好	中等	不良
		平均胸径 C_5 Mean DBH (0.110 4)	$\geq 25 \text{ cm}$	15 ~ 24.9 cm	$< 15 \text{ cm}$
		林下植被盖度 C_6 (0.493 7)	≥ 0.7	0.3 ~ 0.6	< 0.3
		郁闭度 C_7 (0.307 2)	0.6 ~ 0.8	> 0.8	< 0.60
	龄组 C_8 (0.088 7)	中龄林、近熟林	成熟林	幼龄林、过熟林	

各指标层一致性检验: 商品林 $B_1 - C$: $\lambda_{\max} = 5.138 7$ $CI_1 = 0.034 7$ $RI_1 = 1.12$ $CR_1 = 0.031 0 < 0.1$; $B_2 - C$: $\lambda_{\max} = 4.060 5$, $CI_2 = 0.020 2$ $RI_2 = 0.9$ $CR_2 = 0.022 4 < 0.1$; 公益林 $B_1 - C$: $\lambda_{\max} = 4.031 0$ $CI_1 = 0.010 3$ $RI_1 = 0.9$ $CR_1 = 0.011 5 < 0.1$; $B_2 - C$: $\lambda_{\max} = 4.138 4$ $CI_2 = 0.046 1$ $RI_2 = 0.9$ $CR_2 = 0.051 3 < 0.1$ 指标层一次性检验均通过。约束层 B 为二阶判断矩阵,平均随机一致性指标 RI 完全一致(均为 0) 故不作一致性检验。层次总排序一次性检验: 商品林 C 层元素总排序一致性检验 $CI_C = 0.029 9$ $RI_C = 1.046 7$ $CR_C = 0.028 6 < 0.1$; 公益林 C 层元素总排序一致性检验 $CI_C = 0.022 2$ $RI_2 = 0.9$, $CR_C = 0.024 7 < 0.1$ 层次总排序一次性检验均通过。

2.1 指标权重的确定

采用层次分析法,分别对商品林和生态公益林质量评价指标体系所列评价指标采用 1~9 标度法,通过两两比较重要程度构建判断矩阵并逐层进行判断评分,计算出各层次的权重值,并都通过了一致性检验,各层次权重见表 1。

2.2 评价指标等级的划分

为使对森林资源质量的评价简洁、直观,本研究将各指标均划为优、中、差 3 个评价等级。各指标等级的划分主要参考《江西省森林资源二类调查操作细则》的规定、相关文献结合专家意见进行确定,指

标等级的划分标准见表1。

2.3 模糊合成运算

其基本原理是:从评价指标体系最底一层次(指标层)开始进行模糊合成运算,根据其结果再进行上一层次(约束层)的模糊合成运算。

2.3.1 确定各个层次权重集 商品林质量约束层权重集为 $W_b = (0.6667 \ 0.3333)$, 指标层权重集 $W_{c1} = (0.3930 \ 0.1391 \ 0.0829 \ 0.0518 \ 0.3332)$, $W_{c2} = (0.5076 \ 0.3243 \ 0.1026 \ 0.0655)$; 公益林质量约束层权重集为 $W_b = (0.6667 \ 0.3333)$, 指标层权重集 $W_{c1} = (0.4668 \ 0.2776 \ 0.0953 \ 0.1603)$, $W_{c2} = (0.1104 \ 0.4937 \ 0.3072 \ 0.0887)$ 。

2.3.2 隶属矩阵R的构造 首先对指标层的单指标 $C_i (i=1, 2, \dots, 8)$ 作单指标评价, 指标 C_i 对应优、中、差3个等级的隶属度为 $R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} (i=1, 2, \dots, 8)$, 这样就得出第 i 个指标 C_i 单指标隶属度集 $R_i (R_{i1}, R_{i2}, R_{i3})$ 可以利用等级比重法和频率法确定^[12]。本研究的指标采用频率法,即用各个指标的值落在优、中、差3个等级上的小班面积占总面积比重构建隶属度集,这样就可以求出约束层下的指标层指标的隶属度矩阵。例如指标 C_1 隶属于优等级的小班面积比重为20%, 中等级比重为70%, 差等级比重为10%, 则 C_1 隶属度集 (R_{11}, R_{12}, R_{13}) 记作 $(20\% \ 70\% \ 10\%)$, 同一约束层下的 C_2, C_3, C_4 的隶属度集依此类推, 可得约束层 B_1 下的隶属度矩阵 R_1 , 约束层 B_2 下的隶属度矩阵 R_2 。

$$R_1 = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ M & M & M \\ M & M & M \\ R_{i1} & R_{i2} & R_{i3} \end{bmatrix}, \text{评价商品林质量时 } i=5; \text{评价公益林质量时 } i=4; R_2 = \begin{bmatrix} R_{j1} & R_{j2} & R_{j3} \\ M & M & M \\ M & M & M \\ R_{k1} & R_{k2} & R_{k3} \end{bmatrix}, \text{评价}$$

商品林质量时 $j=6, k=9$; 评价公益林质量时 $i=5, k=8$ 。

2.3.3 合成运算 对森林资源质量评价指标体系的不同层级按照从指标层开始,由低到高的层次顺序,在同一层次上用权重集与隶属度矩阵进行合成运算得到上一层次的隶属度矩阵(隶属度集),即先 $W_{c1} \times R_1 = E_{b1}, W_{c2} \times R_2 = E_{b2}$, 得到约束层 B_1, B_2 的隶属度集 E_{b1}, E_{b2} ; 再用 E_{b1}, E_{b2} 构建约束层得隶属度矩阵,同样的方法 $E_a = W_b \times \begin{pmatrix} E_{b1} \\ E_{b2} \end{pmatrix} = (x \ y \ z)$ 得到目标层的隶属度集 $(x \ y \ z)$ 。

2.4 获取评价结果

目标层的隶属度集 $(x \ y \ z)$ 中 x, y, z 3个数值分别对应优、中、差3个等级,根据最大隶属度原则^[12], x, y, z 哪个数值最大,对应等级即为森林资源质量等级。

3 案例分析

3.1 研究区概况及数据来源

明月山林场坐落在赣中西部的江西省安福县境内,地处北纬 $27^\circ 04' \sim 27^\circ 35'$, 东经 $114^\circ 09' \sim 114^\circ 53'$ 。林场地貌类型以低山、丘陵类型为主,属亚热带湿润气候,土壤多为红壤和红黄壤。林场属中亚热带常绿阔叶林区,林区森林资源丰富,主要林分类型有常绿阔叶林、马尾松林、湿地松林、杉木林等。林场商品林面积为 $17\ 175.7 \text{ hm}^2$, 一般用材林占99.8%, 公益林面积为 $10\ 892.2 \text{ hm}^2$, 主要为水土保持林。

本研究采用的森林资源数据均来源于江西省安福县明月山林场“十一五”期间森林资源二类调查数据,小班数据库包括各小班优势树种、龄级、面积、蓄积、群落结构、土层厚度、腐殖质层厚度等详细信息。

3.2 森林资源质量评价

(1) 商品林资源质量评价。根据小班数据库中商品林数据构建隶属度矩阵 R_1, R_2 :

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.25 & 0.75 \\ 0.05 & 0.92 & 0.03 \\ 0.18 & 0.73 & 0.09 \\ 0.68 & 0.32 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & 0.00 \end{bmatrix}, R_2 = \begin{bmatrix} 0.21 & 0.58 & 0.21 \\ 0.50 & 0.49 & 0.01 \\ 0.38 & 0.50 & 0.12 \\ 0.06 & 0.93 & 0.01 \end{bmatrix}, E_{b1} = W_{c1} \times R_1 = (0.0571 \ 0.6365 \ 0.3064),$$

$E_{b2} = W_{c2} \times R_2 = (0.3118 \ 0.5655 \ 0.1228)$; $E_a = W_b \times \begin{pmatrix} E_{b1} \\ E_{b2} \end{pmatrix} = (0.1420 \ 0.6128 \ 0.2452)$, 根据最大隶属度原则, 0.6128 对应的商品林资源质量等级为中级。

(2) 公益林资源质量评价。根据小班数据库中公益林数据构建隶属度矩阵 R_1 R_2 :

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.07 & 0.43 \\ 0.42 & 0.47 & 0.11 \\ 0.75 & 0.23 & 0.02 \\ 0.00 & 0.50 & 0.50 \end{bmatrix}, R_2 = \begin{bmatrix} 0.01 & 0.30 & 0.69 \\ 0.49 & 0.04 & 0.47 \\ 0.40 & 0.15 & 0.45 \\ 0.19 & 0.35 & 0.46 \end{bmatrix}, E_{b1} = W_{c1} \times R_1 = (0.421 \ 5 \ 0.265 \ 2 \ 0.313 \ 3),$$

$E_{b2} = W_{c2} \times R_2 = (0.382 \ 8 \ 0.130 \ 0 \ 0.487 \ 2)$ $E_a = W_b \times \begin{pmatrix} E_{b1} \\ E_{b2} \end{pmatrix} = (0.408 \ 6 \ 0.220 \ 1 \ 0.371 \ 3)$ 按照最大隶属度原则 $0.408 \ 6$ 所对应的等级为优, 故公益林质量处于优等级别。

(3) 森林资源总体质量评价。以商品林比重与生态公益林比重作为权重集 $W = (0.61 \ 0.39)$, 则林场级森林资源质量 $E = W \times \begin{pmatrix} E_{商品林} \\ E_{公益林} \end{pmatrix} = (0.246 \ 0 \ 0.459 \ 6 \ 0.294 \ 4)$ 按照最大隶属度原则 $0.459 \ 6$ 所对应的等级为中, 故林场森林资源总体质量处于中等级别。

4 结论与讨论

本研究以安福县明月山林场为例, 对林场商品林、公益林及整个林场森林资源质量现状进行评价, 主要结论如下:

(1) 从评价指标权重来看, 林分蓄积生长量、林木年龄结构、腐殖质层厚对商品林资源质量影响较大, 树种组成、群落结构对公益林资源质量影响较大。

(2) 从评价结果看, 商品林资源质量为中等级别, 其主要原因: 一是林分蓄积生长量不高, 这可能是商品林中多代人工杉木林占有一定比例, 其林分生产力较低所致; 二是商品林的龄组结构也不够合理, 其幼: 中: 近: 成过的比例为 $23.9\% : 32.1\% : 29.6\% : 14.4\%$, 不利于林场森林资源的永续利用。公益林质量为优等, 树种结构与群落结构中等的占大部分, 林龄和更新等级是公益林资源质量进一步提高的主要限制因子。

(3) 对整个林场而言, 森林资源质量处于中等水平, 林场的森林资源质量整体上向可持续发展的方向发展, 但从部分指标上, 也可以发现森林资源质量存在的一些问题, 如用材林蓄积生长量不高、龄组结构不尽合理、公益林中混交林的面积偏小等, 这些问题将影响森林资源整体效益的发挥, 有待于在经营过程中加以调整, 以达到林场森林资源质量的整体提高, 进而实现林场森林资源可持续经营。

(4) 本研究指标选择及指标等级的划分以森林调查相关规定为依据, 所采用的数据均直接来源于小班调查资料, 属于本底资料, 容易获得。另外, 本方法所涉及的理论知识易于理解, 没有深奥的理论推理, 各评价指标的涵义清晰, 注重实践应用, 适合在基层操作。但等级划分只有 3 个等级, 存在一定的局限性, 有待今后进一步研究完善。

参考文献:

- [1] 亢新刚. 森林资源经营管理 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 1-22.
- [2] 石春娜, 王立群. 我国森林资源质量评价体系研究进展 [J]. 世界林业研究, 2007, 20(2): 68-72.
- [3] 王忠春. 林分级森林健康评价研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [4] 赵惠勋, 周晓峰, 王义弘, 等. 森林质量评价标准和评价指标 [J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(5): 58-61.
- [5] 周洁敏. 森林资源质量评价方法探讨 [J]. 中南林业调查规划, 2001, 20(2): 5-8.
- [6] 党普兴, 侯晓巍, 惠刚盈, 等. 区域森林资源质量综合评价指标体系和评价方法 [J]. 林业科学研究, 2008, 21(1): 84-90.
- [7] 郭宁, 邢韶华, 姬文元, 等. 森林资源质量状况评价方法及其在川西米亚罗林区的应用 [J]. 生态学报, 2010, 30(14): 3784-3791.
- [8] 王乃江, 张文辉, 同金霞, 等. 黄土高原蔡家川林场森林质量评价 [J]. 林业科学, 2010, 46(9): 7-13.
- [9] 武高洁, 赵天忠. 基于物元模型的森林资源质量评价研究 [J]. 南方农业学报, 2011, 42(1): 109-113.
- [10] 严会超. 生态公益林质量评价与可持续经营研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [11] 尹峰, 张贵, 朱玉雯. 生态公益林质量评价指标体系及综合指数研究 [J]. 浙江林业科技, 2008, 28(3): 29-33.
- [12] 杜栋, 庞庆华, 吴炎. 现代综合评价方法与案例精选 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 34-61.
- [13] 彭伟, 张旭, 于新文, 等. 基于模糊综合评价法的桉树枝瘿姬小蜂虫害风险评估研究 [J]. 林业资源管理, 2009, 30(4): 92-97.