

区域森林资源预警指标的研究^{*}

吴延熊

周国模 郭仁鉴

(云南省林业科学院重点实验室, 昆明 650204) (浙江林学院资源与环境系)

摘要 指标预警法是区域森林资源预警的主要方式之一,也是统计预警法和模型预警法的基础。首先阐述警情指标、警源指标和警兆指标等预警指标的概念,而后提出区域森林资源预警指标筛选的具体条件和原则,并给出一种预警指标体系构建的新方法,即对象属性解析法。图1参2

关键词 区域; 森林资源预警系统; 预警指标; 警情; 警源; 警兆; 对象属性
中图分类号 S757.1; Q-0

区域森林资源预警的方式主要有指标预警法、统计预警法和模型预警法。指标预警法具有简单、实用和快速的特点,是统计预警法和模型预警法的基础。在研建区域森林资源预警系统时,首先是设计指标预警系统,其次是分析统计预警系统,最后建立模型预警系统。在这3套预警系统中,应以指标预警系统为基础,统计预警系统为重点,模型预警系统为补充。它们既相对独立,又相互配合。但不论采用哪种方式进行区域森林资源的预警研究,选择和确定预警指标都是预警研究的核心问题之一。区域森林资源预警指标的类型很多,从空间尺度看,主要有宏观预警指标、中观预警指标和微观预警指标;从时间尺度看,主要有长期预警指标、中期预警指标和短期预警指标;从预警指标的内涵看,主要有警情指标、警源指标和警兆指标。

1 预警指标的概念

“指标”(indicator)一词来源于拉丁文的 *indicare*,原意是揭示、指引、告白的意思。指标通常是某一参数或某些参数导出的值。评价指标以比较简单的方式向人们提供评价对象的有关信息。警情指标、警源指标和警兆指标密切相关三位一体。警情指标是预警研究的对象,是区域森林资源业已存在或潜伏着的问题;警情产生于警源,又必然要产生警兆;根据警兆指标的变化状况,联系警兆的报警区间,参照警素的警限确定和警度划分,并结合未来

收稿日期: 1998-10-20

^{*}浙江省自然科学基金资助项目(397206)和“九五”浙江省科技攻关资助项目(96402160)

吴延熊,男,1967年生,助理研究员,博士

情况作适度的修正, 便可以预报警素的严重程度, 即预报警度; 根据警素的警度, 联系警源指标, 对症下药, 采取相应的排警措施, 以便实现有效的宏观调控。因此, 区域森林资源预警系统要以警情指标为对象, 以警源指标为依据, 以警兆指标为主体。

1.1 警情指标

警情指标是区域森林资源预警系统研究对象的描述指标。所谓警情, 就是事物发展过程中出现的异常情况, 也就是区域森林资源业已存在或将来可能出现的各种各样的问题。比如, 区域森林资源运行偏离了可持续发展轨道就可以认为区域森林资源在发展过程中遇到了警情; 又如, 区域森林资源遭受森林火灾的危害或存在森林火灾的危险也可以认为区域森林资源遇到了警情。用来描述和刻划警情的统计指标就称作警情指标。

区域森林资源是由多层次的子系统和多方面的要素构成的复合系统, 它在发展过程中会受到各种因素的干扰, 既包括自然的和人为的因素, 也包括内部和外在的因素, 致使区域森林资源在发展过程中出现这样那样的问题。警情指标就是区域森林资源问题空间的描述指标, 也就是上面所称的警素。

1.2 警源指标

警源是指警情产生的根源, 是区域森林资源发展过程中业已存在或潜伏着的“火神”和“病灶”。用来描述和刻划警源的统计指标就称作警源指标。

从警源的生成机制看, 警源指标可以分为 3 类: 一类是来自森林资源自身因素的警源即自生警源指标, 比如森林覆盖率、年龄结构、树种结构、林种结构、生物多样性等; 一类是由森林资源外部输入的警源即外生警源指标, 既有区域内部输入的警源, 又有区域外部输入的警源, 比如气象因子指标、地质因子指标、市场价格指标等; 一类是来自森林资源管理的警源即内生警源指标, 比如森防投入强度、法规执行力度、资源管理效率等。从警源的可控程度看, 警源指标也可以分为 3 类: 一类是强可控警源指标, 比如管理上的问题和漏洞; 一类是弱可控警源指标, 比如现有资源的状况等; 一类是不可控警源指标, 比如气象因子、地质因子等。

寻找警源既是分析警兆的基础, 也是排除警患的前提。不同警素的警源指标各不相同, 即使同一警素, 在不同的时空范围内, 警源指标也不相同。因此我们必须针对具体的警素, 寻根究底, 顺藤摸瓜, 直至找到问题的结症所在。

1.3 警兆指标

警兆是指警素发生异常变化导致警情爆发之前出现的先兆。用来描述和刻划警兆的统计指标就称作警兆指标。一般, 不同的警素对应着不同的警兆, 相同的警素在特定的时空条件下也可能表现出不同的警兆。

区域森林资源预警系统旨在为区域森林资源的宏观微调提供信息依据。它的特点在于预报, 即以足够长的领先时间作出警报, 以便有足够的时间酝酿调整措施和组织实施。要满足这一要求, 首先必须建立起合理的警兆指标。

警兆指标又称先导指标或先行指标, 它是预警指标的主体, 是唯一能够直接提供预警信号的一类预警指标。区域森林资源的预警指标在时间运行上可以划分为 3 种类型, 即先行指标、同步指标和滞后指标。预警指标 3 种类型的具体划分标准, 因警素不同而各异。对于周期性波动比较明显的森林资源经济预警先行指标划分的具体标准是: ①各个特殊循环的峰值

比基准循环的峰值先行至少在3个月以上,而且这种先行关系比较稳定,不规则现象较少;②特殊循环与基准循环接近一一对应,且在最近的连续3次循环运动中,至少有2次特殊循环的峰值保持先行,而且先行时间在3个月以上;③指标的经济性质与基准循环有着肯定的、比较明确的先行关系。

确定同步指标和滞后指标的标准与先行指标确定的标准基本类似,但同步指标的特殊循环的峰值与基准循环的峰值的时差保持在正负3个月以内,而滞后指标的特殊循环的峰值比基准循环的峰值落后3个月以上。

对于区域森林资源预警系统而言,重要的是如何确定先行指标即警兆指标。

2 预警指标筛选的条件和原则

区域森林资源预警系统成功的关键在于预警指标的确定,特别是警兆指标的确定,而警兆指标确定的关键主要有2个方面即指标的选择和指标体系的确定。

2.1 预警指标筛选的条件

预警指标的选择本质地决定了区域森林资源预警能否成功。因此一般需要从大量的统计指标中进行筛选,选取一组有代表性的先行指标。美国国家经济研究所从数百项统计指标中筛选了72个指标,其中36个指标对国民经济发展趋势有预测的作用即先行指标,组成了一个综合先行指标即先行指标体系。随着时间的推移,个别先行指标不再具有预测作用,还需要适时用新的先行指标进行替换和调整^[1]。

预警指标要想发挥它应有的预警作用必须符合一定的条件。这些条件主要有:①选择的指标必须能够确保正确地评价当前区域森林资源发展的状态,应该能描述和表现出任一时刻区域森林资源发展各个方面的现状,揭示历史上区域森林资源波动的原因,通过所选择的预警指标能够使调控区域森林资源状态的决策者,将这些指标综合起来得出一个符合区域森林资源实际情况的结论。这样不仅能自然判断出区域森林资源形势的正常与异常,而且还能为未来区域森林资源发展进行预警创造条件。②选择的指标必须能够准确地预测区域森林资源发展的趋势,能够描述和表现出任一时刻发展的各个方面的变化趋势。这是区域森林资源预警的重点。使用所选择的预警指标,通过趋势预测,揭示出使区域森林资源处于稳定增长态势的合理界线。③选择的指标必须能够及时反映整个区域森林资源调控效果。这是区域森林资源预警的目的。因为区域森林资源预警的基本功能就是要敏感地反映区域森林资源的发展趋势及发展过程中的波动,通过改变区域森林资源系统的控制参数和变量对系统进行宏观调控,使区域森林资源系统中出现的异常状态得到收敛和控制,从而使区域森林资源系统的变动能够在合理的置信区间内进行,而不脱离这一范围。

2.2 预警指标筛选的原则

预警指标要想完全符合上述条件实属不易,必须从大量统计指标中精心筛选。统计指标是预警指标选择的基础,而监测指标是预警指标选择的重点。科学地选择预警指标,不仅有思想认识的问题,也有技术上的难点。技术难点主要是:统与分的矛盾即可比性与针对性矛盾;繁与简的矛盾即科学性与可行性的矛盾;虚与实的矛盾即理论研究与实际应用的矛盾。要解决这些问题,我们认为在方法论上要始终坚持:主体明晰化原则、标准具体化原则、效益最大化原则和范围有限性原则。在实际操作过程中要始终坚持以下原则。

2.2.1 准确灵敏的原则 预警指标应能够准确灵敏地反映区域森林资源发展变化的主要方面。准确灵敏的原则体现在 2 个方面: 一是预警时效的准确灵敏。预警指标主要用于区域森林资源的短期分析和预测, 因此要求在及时准确获得当前区域森林资源统计数据的基础上, 预警指标能够迅速及时地提供预警信号, 反映区域森林资源运行状态的变化过程。二是预警显示度的准确灵敏。预警指标既对区域森林资源运行变化强弱有灵敏的反映能力, 又能准确地予以显示, 清晰地反映出区域森林资源发展运行状态的平稳和均衡与否的程度。

2.2.2 可靠充分的原则 可靠性是指预警指标数据的权威性和统计口径的一致性; 充分性是指预警指标的统计数据的样本数量足够大, 也就是要求有较长的时间序列, 以满足预测和不断调整的需要。可靠充分的原则是针对预警指标的统计数据而言的, 只有根据可靠充分的统计数据, 才能对区域森林资源进行时序分析, 建立相应的动态预警模型, 实现预警的目标。

2.2.3 互相匹配的原则 互相匹配是指预警指标要与具体的警素相互匹配, 也就是警素不同, 预警指标也各不相同。互相匹配还指预警指标要与具体的预警方法相互匹配, 也就是不同的预警方法要求不同的预警指标。

2.2.4 宏观稳定的原则 区域森林资源预警系统重点解决的是区域森林资源重大的总体问题, 即具有方向性和目标性的问题。这就要求预警指标具有某种宏观性, 要求预警指标不仅从总量上和结构上反映区域森林资源发展变化的过程, 而且要从协调的角度反映森林资源与其环境即整个区域的社会、经济和环境之间的关系; 不仅要反映区域森林资源的总体情况, 而且要反映它的各个环节。稳定性是指预警指标在区域森林资源的变化过程中, 以相对稳定的先行、同步和滞后的时间发生变化, 而不是表现出一时先行, 一时滞后, 一时同步, 否则就很难找出其中的规律。

上面我们给出了预警指标选择的若干原则, 以便人们在筛选预警指标的过程中能很好地定性把握, 但是在预警指标的综合、对比和选择过程中, 这些原则通常不能同等看待, 还需要通过加权以示它们的重要程度。比如美国国家经济研究所在筛选宏观经济预警指标时, 对他们的指标选择原则就采用下列权数进行评分: 定时性加权 25%, 一致性加权 15%, 经济重要性加权 15%, 统计适当性加权 15%, 光滑性加权 10%, 通用性加权 10%, 重现性加权 10%。

3 预警指标体系构建的方法

利用先行指标预警不能只选择某个预警指标, 单个指标容易造成预警的失误。1929 年美国哈佛 ABC 曲线预警法采用的单个指标进行经济预警失败了, 原因是所选择的单个指标并不可靠, 更重要的是单个指标不能准确地反映预警对象。区域森林资源预警更是如此。区域森林资源警素的复杂性不是哪个指标所能反映的, 因此需要建立起区域森林资源预警指标体系, 特别是警兆指标体系。

评价的起点往往是个别的评价指标, 但评价的目的却主要是对评价对象总体特征和变化规律的把握。因此从评价目的和要求来说, 对于任何一个评价对象, 通常也需要建立比较完整的评价指标体系。指标体系是建立在某些原则基础上的指标集合, 是一个完整的有机整体, 而不是由一些指标的简单组合和堆积, 因此需要借助一定的构建方法, 但是无论在预警

研究中，还是在评价活动中，很少有人注意指标体系构建的方法问题。区域森林资源预警指标体系构建的方法主要有2种：一是结构模型解析法，二是对象属性解析法。

在区域森林资源预警系统研究的实际工作中，往往首先得到的是各种具体的统计指标，然后根据指标间隶属关系来确定其结构。对于大量指标，其结构是复杂的，因而凭直观经验难以确定其结构。为此，我们在构建预警指标体系时引入结构模型解析法。1974年，J. N. Manfield 提出结构模型解析法（ISM）。该方法根据指标间的各种隶属关系，绘制有向图，确定邻接矩阵，然后画出结构图，具体算法参见文献[2]。

结构模型解析法确定预警指标体系的思路非常清晰，但过程比较复杂，实际操作起来比较困难。正像结构化分析方法需要过渡到面向对象的分析方法一样，我们首次提出对象属性解析法，将预警指标体系的构建方法由结构模型解析法发展到对象属性解析法。

对象属性解析法建立在对象及其属性，类属及其成员，整体及其部分这些我们早已熟悉的概念的基础上。Peter Coad 等人指出人类在认识和理解现实世界的过程中普遍运用着3个构造法则³：①区分对象及其属性，比如，区分一株树和树的大小或空间位置关系等；②区分整体对象及其组成部分，比如区分一株树和树枝；③不同对象类的形成及区分，比如所有树的类和所有石头的类的形成和区分。

对象属性解析法就是建立在这3个常用法则的基础上，把区域森林资源的警情、警源或警兆看作一个个对象，考察每个对象所具有的属性。当然这样的属性很可能还是一个对象即子对象，进一步对子对象的属性进行解析，最终得到的可度量属性便是具体的预警指标。对象属性解析的结果是生成一个如图1所示的对象属性解析树，这就产生了区域森林资源预警指标体系。

对象属性解析法构建区域森林资源预警指标体系的优点在于：它不仅有利于预警指标之间的价值权衡，而且有利于在预警分析和实施时进行的组织、分工和合作，同时也便于对预警对象和结果做深入分析，找出主要矛盾和问题的症结所在。

4 结论与讨论

指标预警法是区域森林资源预警的主要方式之一，也是统计预警法和模型预警法的基础。警情指标、警源指标和警兆指标是预警指标的核心内容。在明确警情指标、警源指标和警兆指标概念的基础上，我们提出了区域森林资源预警指标筛选的具体条件、相应原则即准确灵敏的原则、可靠充分的原则、互相匹配的原则和宏观稳定的原则。这些条件和原则是否适合每一类警素的预警指标筛选，还有待在实践中作进一步的论证和修改。

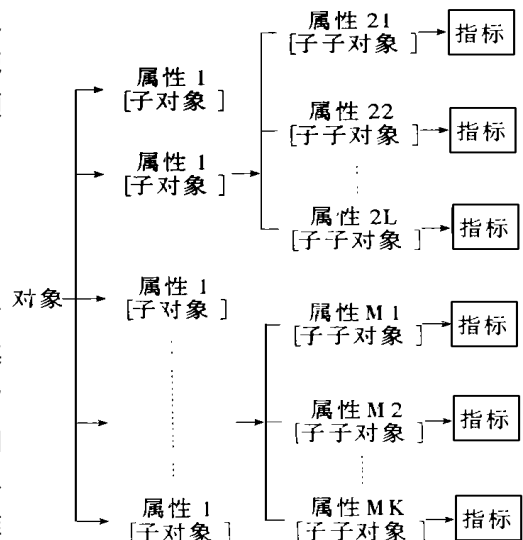


图1 对象属性解析树

Figure 1 Parsing tree of object property

预警指标体系的构建是一个比较复杂的问题，通常人们采用主观判断，或者结构模型解

析的方法构建指标体系。上面我们提出一种指标体系构建的新方法即对象属性解析法。这种方法的理论依据是计算机科学中的面向对象方法论, 它不仅可以用来建立预警指标体系, 而且可以用于其他指标体系的构建中, 比如可持续发展评价指标体系的构建等。

参 考 文 献

- 1 吴延熊. 区域森林资源预警系统的研究. [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 1998
- 2 汪应洛. 系统工程导论. 北京: 机械工业出版社, 1982. 45~59
- 3 Coad P, Yourdon E. *Object-oriented analysis*. New York: Yourdon Press, 1990. 1~4

Wu Yanxiong (Key Laboratory of Yunnan Academy of Forest Sciences, Kunming 650204, PRC), Zhou Guomo, and Guo Renjian. Early-warning indicators of regional forest resources. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1999, 16(1): 14~19

Abstract: Indicator early-warning is a key method of regional forest resources early-warning, and a base of statistical early-warning and model early-warning. The paper puts forward concepts of warning situation indicator, warning source indicator and warning sign indicator; and then discusses early-warning indicators' selection applicable condition and principle of regional forest resources. A new method which is object property parsing method of early-warning indicators' system construction is discussed too.

Key words: regions; forest resources early-warning system; early-warning indicator; warning situation; warning source; warning sign; object property