

自然资源可持续利用预警系统的研究

田家华

(中国地质大学 政法学院,湖北 武汉 430074)

摘要:介绍了自然资源可持续利用指标体系构建的非货币评价模式,并提出了指标体系构建的原则、方法及评价指标体系,最后系统介绍了利用人工神经网络构建自然资源可持续利用预警系统的原理、过程及预警系统的功能。

关键词:自然资源;可持续性;人工神经网络;预警系统

中图分类号:F124.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2004)11-0004-03

0 前言

可持续发展战略是当代人类生存与发展的战略,是人类社会经历了漫长的农业文明,两个世纪的工业革命后,到20世纪末期才明确认识到的人类发展战略。可持续发展思想和灵魂是和谐和公平,它要求人与人之间、人类与自然之间实现和谐发展;要求人类代内和代际公平发展的权利,也即倡导“既满足当代人的需要又不损害子孙后代需求的发展。”

目前,宏观经济预警系统、证券投资分析预报、银行破产预测、企业的运行故障报警、企业技术经济状态预警支持系统等一系列经济管理中的预警方法、理论及其计算机的广泛应用,已经使预警系统在经济管理中成为具有可操作性的监控工具。可持续发展思想是20世纪80年代初提出来的新的发展模式,对于可持续发展的度量及其指标体系的设置,还处于探索之中,更没有建立起完整的可持续发展预警系统。可持续发展已成为一个国家和地区的一个重要战略,构建一种当今社会出现阻碍可持续发展因素的时候,能就其危险程度向人们发出警告,通过各种“显示器”、“指示灯”显示出各种危险信号,从而引起人们的注意,这在理论上和实践上无疑具有很重要的意义。

自然资源作为人类赖以生存的另一个主要的物质基础,它直接影响到可持续发展的程度。探索自然资源可持续利用预警系统的研究,通过资源的合理开发、节约使用、防治污染,保护环境和生态系统的动态平衡,可实现自然资源的可持续发展。

1 自然资源可持续利用预警指标体系的构建

作为可持续发展研究的一个热点,可持续发展指标体系的研究目前还处于起步阶段,虽然提出了一些指标和指标体系,但得到公认或较好运用的都很少。纵观现有的各种可持续发展评价指标(体系),不外乎有两种模式:货币评价模式和非货币评价模式。货币模式是通过模仿市场,把市场价值延伸到非市场范畴,促使人们以“支持意愿”的方式来显示他们对非市场产品的偏爱,将可比产品值和劳务的市场价值赋予诸如安逸、环境和安全这些非市场成果,从而对不同领域里的发展能力加以比较。即用共同的货币单位对它们加以衡量,并将这些成果聚集为一个全面的发展指标。代表性的研究成果有Y·阿罕默德1989年提出的持续收益、戴利(Daly)和科布(Cobb)于1990年提出的可持续发展的经济福利指标、皮尔斯(Pearlce)等人提出的绿色核算。非货币评价模式认为可

持续发展是满足人们多方面需要的多维发展,而不单是个人货币收入的增加。因而它寻求建立一套多维多层次的指标体系,对发展的多个截面进行评价。代表性的研究成果有联合国可持续发展委员会的DSR概念模型、世界银行可持续发展指标体系、ABC指标模型以及中国科学院指标体系。在全世界建立的可持续发展指标体系中,属于复合、庞大的和具有理论结构的体系并不多见,总共不超过5个。而以系统理论和方法构建的指标体系,除了中国科学院设计的一套“五级叠加,逐层收敛,规范权重,统一排序”的可持续发展指标体系外,世界上尚未发现有类似的研究。

自然资源可持续利用系统评价的基本目标是要从生态、社会、经济等各个截面量化资源利用系统的“持续性”水平。因此,自然资源可持续利用指标体系的构建宜采用非货币评价模式。

1.1 指标体系构建原则

自然资源可持续利用评价系统结构复杂、层次多变,要在众多的指标中筛选出那些最灵敏的、便于度量且内涵丰富的主导性指标作为评价指标确实不易。因此,在设置自然资源可持续利用评价指标体系时,必须遵循以下原则:

(1)科学性——指标体系一定要建立在

收稿日期:2004-09-03

基金项目:2003年资源环境经济论坛大会交流论文

作者简介:田家华(1966-),男,中国地质大学政法学院副教授、博士。

科学基础上,指标概念必须明确,具有一定的科学内涵。能够度量 and 反映区域自然资源的主体特征、发展趋势和主要问题。

(2)相对独立性——系统的状态可用多个指标来描述,但这些指标之间往往存在信息交叉,因此在选择指标时,应尽可能选择具有相对独立的指标,从而增加评价的准确性和科学性。

(3)可行性——指标体系一定要具有可测性和可比较性,在人力、物力、时间上可行,在经济上能够承受。同时,指标的设置尽可能简洁。

(4)层次性——自然资源可持续利用系统由生态、社会、经济等多个子系统构成,每一个系统又可以用众多的指标进行标度。因此,指标体系的设置应具有层次性。

(5)定性和定量指标相结合——有些指标不能用准确的数据来描述和表达,只能定性地阐述,但对系统预警非常重要,因而必须加以利用,以便全面反映自然资源可持续利用的现状和趋势。

1.2 指标体系构建的方法

指标体系构建的具体方法流程见图1。

自然资源可持续利用系统评价结果的正确性与否,取决于评价指标的科学性。由图1可知,评价指标体系的构建分为3个阶段:

第一阶段,即通过理论分析和频度统计

法建立一般指标体系。频度统计法主要是对目前有关自然资源可持续发展评价研究的报告、论文进行频度统计,选择那些使用频度较高的指标;理论分析法主要是对自然资源可持续利用的内涵、特征、基本要素、主要问题进行分析、比较、综合,选择那些重要的发展条件和针对性强的指标;专家咨询法是在初步提出评价指标的基础上,进一步征询有关专家的意见,对指标进行调整。最终可得到可持续发展评价的一般指标体系。

第二阶段,即通过相关系数分析、主成分分析和独立性分析,确定评价指标。初设指标往往存在指标过多、指标信息交叉重复的问题,需要对指标进行筛选重组。通过独立性分析,选取独立性较强的评价指标,采用主成分分析,对指标进行重组,提出具有相对独立的几个主成份作为系统评价的功能指标。

第三阶段,通过进一步征求专家意见,对指标进行调查,最终确定自然资源可持续利用的指标体系。

1.3 指标体系的初步设置

自然资源可持续利用系统包括自然资源的利用与保护系统、资源节约技术的开发与应用系统、新能源、新材料技术的开发与应用情况系统。为了全面准确描述该系统特征,我们将自然资源可持续利用指标体系划分为3个层次,最高层次是自然资源可持续利用水平,第二层次分解为资源的利用与保护状况、资源节约技术的开发与应用、新能源、新材料技术的开发与应用3个截面。第三层次是对第二层次3个截面的进一步分析和描述(见图2)。

2 自然资源可持续利用预警系统的研究

自然资源可持续利用系统是非线性、复杂、开放的系统。目前用于可持续发展系统研究的方法有许多,包括有主成分分析法、层次分析法、系统动力学方法等。主成分分析法和层次分析法都属于线性的分析方法,不

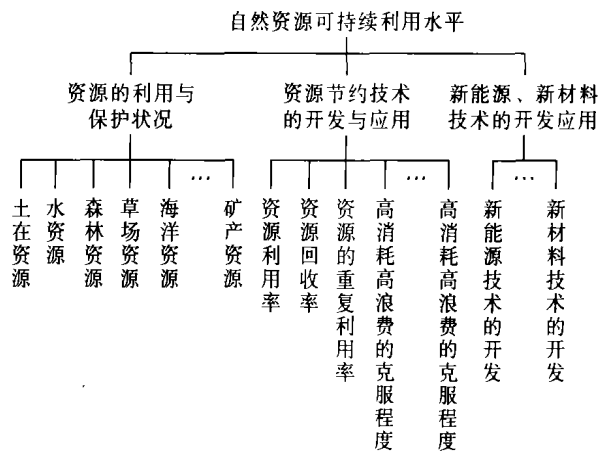


图2 自然资源可持续利用指标体系

能简单用于进行可持续发展预警。系统动力学方法集系统论、控制论和信息论于一身,可以处理那些高阶次、非线性、多重反馈的系统。使用系统动力学方法研究问题时,要讨论系统及其要素之间的相互关系,画出因果关系图,然后用 DYNAMO 语言进行模拟。但是可持续发展系统的影响要求到底是什么?它们之间是否存在因果关系?哪个是原因,哪个是结果?所以系统动力学方法也不能简单用于可持续发展系统的预警。

人工神经网络是由众多相互连接、形式简单的神经元按照一定的拓扑结构组成的网络系统,具有非线性、快速、并行分布处理、自学习、自组织、自适应等特点,可以有效用于自然资源可持续利用预警系统的研究。

2.1 人工神经网络原理

自然资源可持续利用预警的神经网络方法原理是,将影响自然资源可持续利用的基础指标的属性值作为神经网络的输入向量,将代表自然资源可持续利用状况的指标值作为神经网络的输出,用足够的样本模式来训练这个神经网络,使不同的输入向量得到不同的输出值,这样神经网络所特有的那组权重系数便是网络经过自适应学习所得到的正确的内部表示。训练好的神经网络便可以作为一种定性与定量相结合的有效工具,对自然资源可持续利用进行预警评价。

三层 B-P 神经网络的结构如图2所示,包括输入层、隐含层和输出层, n_1, n_2 分别表示输入单元和隐含单元个数; $X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{pm}$ 为论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 上第 P 个样本模式的评价指标属性值, 记为 $\bar{X}_p = (x_{p1}, x_{p2}, \dots, x_{pm})$; s 个样本模式构成下列属性值矩阵:

$$X = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_s)^T$$

$r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm}$ 为论域 U 上 \bar{X}_p 经相应隶属

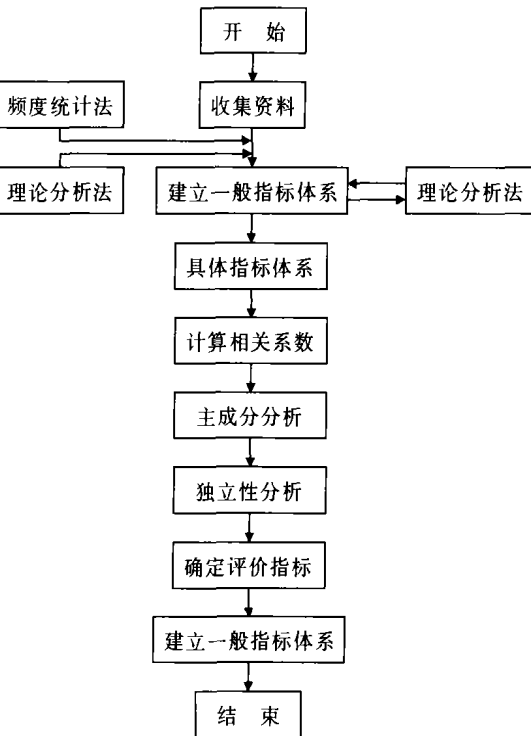


图1 指标体系构建程序框图

函数量化后的评价向量(隶属度向量),记为 $\bar{r}_p=(r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm})$; $W_y=(w_{ij}, i=1, 2, \dots, n_1; j=1, 2, \dots, n_2)$ 表示输入层第 i 单元到隐含单元第 j 单元的连接权系数; $V_j(j=1, 2, \dots, n_2)$ 表示隐含单元层第 j 单元到输出层的连接权系数; O_p 为样本模式 p 的网络输出。

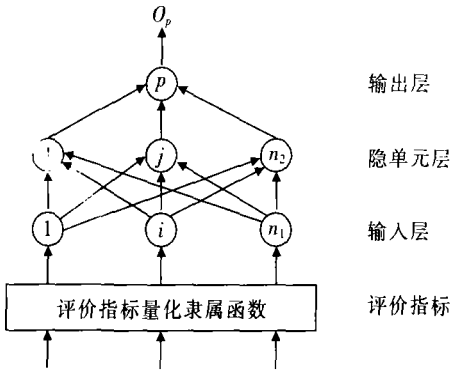


图3 神经网络结构模型

该三层 B-P 神经网络的学习算法为:

第一步:确定网络结构参数。

第二步:为网络连接权系数 $W_y(O)$ 、 $V_j(O)$ 和神经元阈值 $\theta_{R(O)}$ 、 $\theta(O)$ 赋初值。

第三步:输入样本模式的评价矩阵 R 和期望输出向量 β 。

第四步:计算各样本模式隐含单元层和输出层各单元的实际输出 O_{pj} 值和 P_p 。

第五步:计算 E , 如果 $E < \epsilon$ (给定收敛值) 则转第七步, 否则转第六步。

第六步:从输出层开始,按下列各式反向调整权系数值和神经元阈值。

$$V_j(t+1) = V_j(t) + \eta \delta_p O_{pj} + a [V_j(t) - V_j(t-1)]$$

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) + \eta \delta_{pj} O_{pj} + a [W_{ij}(t) - W_{ij}(t-1)]$$

$$\theta_{(i+1)} = \theta_{(i)} + \eta \delta_p + a [\theta_{(i)} - \theta_{(i-1)}]$$

$$\theta_{(j+1)} = \theta_{(j)} + \eta \delta_{pj} + a [\theta_{(j)} - \theta_{(j-1)}]$$

其中 t 表示调整次数, η 表示学习效率, 且 $\eta \in (0, 1)$, a 表示动量因子, 且 $a \in (0, 1)$, 且有:

$$\delta_p = (b_p - O_p) O_p (1 - O_p)$$

$$\delta_{pj} = O_{pj} (1 - O_{pj}) \delta_p V_j$$

转第四步。

第七步:神经网络学习结束。

2.2 自然资源可持续利用的预警过程

自然资源可持续利用的预警过程见图

4。

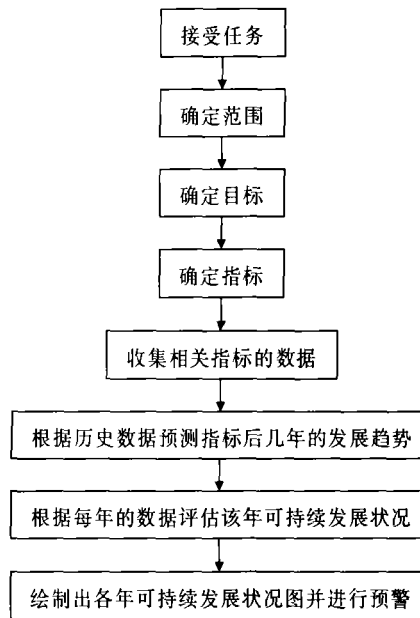


图4 自然资源可持续利用预警过程

2.3 自然资源可持续利用预警系统的模块及功能

可持续发展预警系统的基本功能是预报可持续发展将要走向的状态。自然资源可持续利用预警系统包括输入、计算与输出3个模块。

(1) 输入模块。输入模块由数据输入和数据处理模块组成。

数据输入部分首先确定初始人选指标体系,再根据所确定的指标体系形成数据采集系统。该系统所收集的数据在统计口径与时间序列上应保持严格的一致性。

数据处理部分是对数据进行正式运行前的预处理,即剔除各种非主要因素与随机因素,展现主体分析的主要因素,从而达到

科学分析对象的目的。

(2) 计算模块:计算模块是对可持续发展状态进行刻画描述、推断、评价和警情预报等的综合分析,它具有对可持续发展态势进行综合监测和预警分析的功能。

(3) 输出模块 输出模块是通过有关能够反映自然资源可持续利用状况的敏感性指标和对有关数据的处理,将多个指标合并成一个综合性指标,用以判断可持续发展的状况。最后,通过图形来对所得结果进行形象、直观的分析 and 展现。

自然资源可持续利用预警系统的功能主要有:①正确分析自然资源可持续利用的运行轨迹,并预测其发展态势;②判断自然资源可持续利用的运行轨迹,并预测其发展态势;③实现发展过程监测;④对监测过程进行识别;⑤分析发展波动的原因,以便对症下药,有效制定相关产业政策和措施,解决现实出现的问题。

参考文献:

- [1] 赵振华等.中国发达地区区域持续发展研究[J].中国可持续发展,2002,(2).
- [2] 张志强等.可持续发展研究:进展与趋向[J].地球科学进展,1999,(6).
- [3] 姜文来等.区域农业资源可持续利用系统评价模型[J].自然资源,2002,(6).
- [4] 田家华.矿产资源区域开发经济评价模型研究[M].武汉:中国地质大学出版社,2001.21-26.
- [5] 叶正波.可持续发展预警系统理论与实践[M].北京:经济科学出版社,2002.64-75.
- [6] 曹利军.可持续发展评价理论与方法[M].北京:科学出版社,1999.105-110.
- [7] 叶民强.区域可持续发展评价与博弈分析[M].北京:社会科学文献出版社,2002.151-155.
- [8] 承斯成.面向信息社会的区域可持续发展导论[M].上海:商务印书馆,2001.154-161.

(责任编辑:曙 光)

The Forewarn System for Sustainable Development of Natural Resources

Abstract: This paper introduces the none-currency evaluation model of establishing the index system of the natural resources for sustainable development, and advances the principle, method and evaluation index of construction the index system. Finally, using artificial nerve-network the paper introduces the principle, procession and function of the forewarn system for sustainable development of natural resources.

Key words: natural resources; sustainable development; artificial nerve-network; forewarn system