

# 基于神经网络的农业生态环境质量评价

徐多义 (安徽省宣城市委党校经管教研室, 安徽宣城242000)

**摘要** 通过对农业生态环境影响因素的考查, 选择15个影响因素作为农业生态环境质量的评价指标, 建立完整的指标体系。并利用神经网络对农业生态环境质量进行评价, 得出农业生态环境质量的评价模拟结果。

**关键词** 生态农业; 环境质量; 神经网络; 评价

中图分类号 X171.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)31-13833-02

## Evaluation of Agricultural Ecological Environmental Quality Based on the Neural Network

XU Duo-yi (Economic Management Department of Party School of Xuancheng Municipal Committee in Anhui Province, Xuancheng, Anhui 242000)

**Abstract** The influencing factors of the agricultural ecological environment were investigated. 15 influencing factors were selected as the evaluation indices of agricultural ecological environmental quality to set up the complete index system. The agricultural ecological environmental quality was evaluated by using the neural network. And the simulated evaluation results of agricultural ecological environmental quality were obtained.

**Key words** Ecological agriculture; Environmental quality; Neural network; Evaluation

改革开放以来, 竭泽而渔式的发展方式使许多地方的经济发展受到前所未有的限制, 改变这种现状使经济可持续发展和生态环境的协调推进, 成为当前重大发展战略。我国作为农业大国, 以生态文明观来指导农业发展、建立起可持续发展的生态农业是全面建设小康社会的关键。党的十七大报告中首次提出了建设生态文明的新要求, 并把生态文明纳入到建设小康社会的总体目标之中, 给小康社会注入了生态文明的内涵, 为我国发展现代化农业指明了方向。近年来将环境与发展进行整合性思考、以发展绿色农业与可持续农业为标志的生态农业已成为理论研究的热点和现代农业发展的方向<sup>[1-7]</sup>。当前对农业生态文明的研究着重在政策法规及战略思考上, 尚缺乏对生态农业发展规划与评估的具体指标评价体系。笔者试图从构建指标评价体系着手, 通过研究影响农业生态环境的15个指标, 确定了农业生态环境的评价指标体系。并通过神经网络模型的设计, 得出客观和智能的评价农业生态环境质量的方法。为发展农业生态文明提供决策支持与评价方法。

### 1 农业生态环境质量评价指标体系的建立

农业生态环境质量指标涉及多领域、多学科, 因而种类繁多。使所建指标评价体系科学合理并且使人力、物力、财力最省是首要原则。因此, 指标选取要达到2个目的, 一是使指标体系能够完整准确地反映农业生态环境质量状况; 二是使指标体系最简最小化, “简”是指指标概念明确, 调查度量方便易得, “小”是指指标总数尽可能少, 使调查度量经济可行。为此, 指标选取应遵循以下原则: 简明性原则。指标概念明确, 易测易得。重要性原则。指标应是诸领域的重要指标。完整性原则。指标体系应尽可能全面地反映农业生态环境各方面的状况。独立性原则。某些指标间存在显著的相关性, 反映的信息重复, 应择优选取。可评价性原则。指标均应为量化指标, 并可用于地区之间的比较评价。根据以上5个原则, 确立农业生态环境质量体系。整个指标体系包括15个单项指标: 农业行管环境执法力度(强、弱、差); 涉农人员环境意识率(%); 人均耕地面积; 草地

面积率(%); 水域面积率(%); 森林覆盖率(%); 农作物重金属含量; 农作物农药含量; 水土流失面积率(%); 单位面积均施化肥量(kg/hm<sup>2</sup>); 单位面积均施农药量(kg/hm<sup>2</sup>); 土壤有机质含量(%); 灌溉水质质量(好、中、差); 农田土壤环境质量(好、中、差); 农田大气环境质量(好、中、差)(图1)。

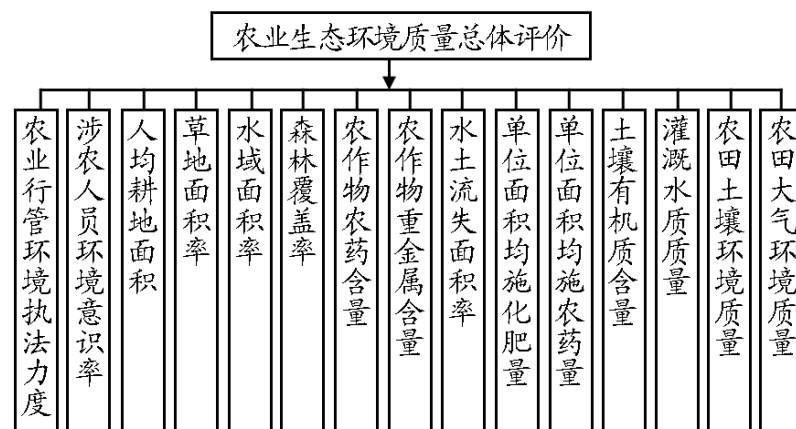


图1 农业生态环境质量评价指标系统

Fig.1 The evaluation index system of the agricultural ecological environmental quality

### 2 BP神经网络模型

对评价指标体系各指标权重的确定是评价的核心所在。通常的评价方法有层次分析法、模糊综合评价法和神经网络评价方法。传统的层次分析法和模糊综合评价法涉及较多的人为因素, 评价的结果混有较多的主观因素。因此, 采取神经网络的方法进行权重的确定。神经网络与传统的评价方法相比具有自学习、自适应的智能型功能, 只需将已有样本输入就可以预测新输入的评价结果。

BP神经网络是单向传播的多层前向神经网络, 网络可分为输入层、中间层、隐含层和输出层, 其中输入和输出都只有一层, 中间层可有一层或多层。同层的网络结点之间没有连接。每个网络结点表示一个神经元, 其传递函数通常采用sigmoid型函数。在此, 可以将BP神经网络看成从输入到输出的高度非线性映射, 某BP人工神经网络的结构如图2。神经元传递函数sigmoid型函数采用形式如下:

$$f(u) = 1/(1 + e^{-u}) \quad (1)$$

进一步优化则是BP网络按有教师学习方式训练, 神经网络通过对输入值和希望的输出值(教师值)进行比较, 然后根据两者之间的差的函数来调整神经网络各层的连接

权值和各个神经元的阈值,最终使误差函数达到最小。其调整过程是由后向前进行的,这称为误差反向传播算法BP。具体计算步骤如下:

(1) 从前往后计算输出值。中间层的输出值为:

$$z_j^k = 1 / [1 + \exp(1 - \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i^k + \theta_j)] \quad (j=1, 2, \dots, p) \quad (2)$$

式中,  $p$  为中间层的单元数,  $n$  为输入层的个数,  $k$  为学习个数,  $\theta_j$  为中间层单元的阈值,  $w_{ij}$  为输入层至中间层的连接权值,  $x_i$  为输入值。输出层的输出值为:

$$c_t^k = 1 / [1 + \exp(1 - \sum_{j=1}^p v_{jt} z_j^k + r_t)] \quad (t=1, 2, \dots, q) \quad (3)$$

式中,  $q$  为输出层的单元数,  $v_{jt}$  为中间层至输出层的连接权值,  $r_t$  为输出层的阈值。

(2) 根据误差由后向前对网络进行校正。输出层的校正误差:  $d_t^k = (y_t^k - c_t^k) c_t^k (1 - c_t^k)$

中间层的校正误差:

$$e_j^k = \sum_{t=1}^q d_t^k v_{jt} / z_j^k (1 - z_j^k) \quad (4)$$

中间层至输出层的新连接权值:

$$v_{jt}(\text{new}) = \alpha \cdot d_t^k \cdot z_j^k + v_{jt}(\text{old}) \quad (\alpha \text{ 为学习因子}) \quad (5)$$

输出层新的阈值为:

$$r_t(\text{new}) = r_t(\text{old}) + \alpha \cdot d_t^k \quad (6)$$

输入层至中间层的新连接权值:

$$w_{ij}(\text{new}) = \alpha \cdot e_j^k \cdot x_i^k + w_{ij}(\text{old}) \quad (\alpha \text{ 为学习因子}) \quad (7)$$

中间层新的阈值为:

$$\theta_j(\text{new}) = \theta_j(\text{old}) + \alpha \cdot e_j^k \quad (8)$$

上述的计算过程循环进行,直到完成给定的训练次数或达到设定的误差终止值。

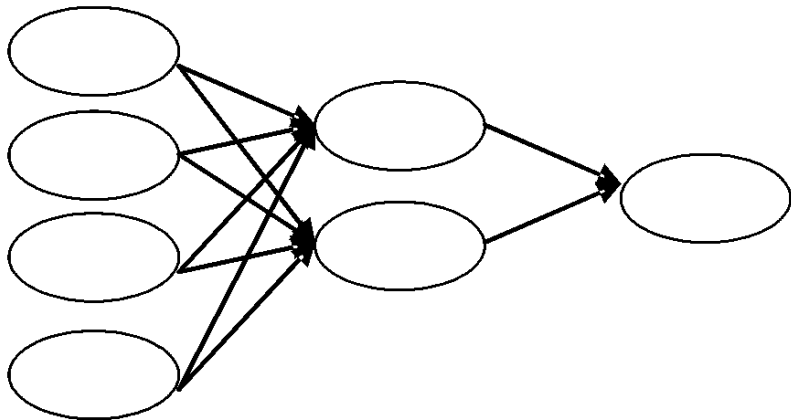


图2 BP神经网络示意

Fig.2 BP neural network

### 3 BP神经网络在农业生态环境质量总体评价中的应用

利用BP网络完成上述评价工作的步骤。

(1) 农业生态环境质量评价总体因素。将影响农业生态环境质量的因素分为15个指标。

(2) 假设8个样本作为农业生态环境的模型样本。另外2个为神经网络将要预测的案例。

(3) 设计神经网络模型。合理确定网络的层数及各网络的神经元数是成功应用BP网络模型的关键。各层的连接权值一般取随机数,隐含层数一般一层就可以了。隐含层单元数的选择是个复杂问题,并没有很好地解析表达式,这要根据问题的要求、输入及输出层单元的多少来定,不能太多,否则网络训练时间急剧增加,并且难以分辨数据中真正的模

式,当然也不能太少。由于实例的指标体系有15个指标,故输入层单元数可设计为15个。中间层设计为1层,单元数设计为7个。输出层的单元数设计为1个。

(4) 农业生态环境质量等级划分。农业生态环境分为5级:优、良、中、差、劣,各数量评价分别为0.81~1.00、0.61~0.80、0.41~0.60、0.21~0.40、0.01~0.20。在BP神经网络处理前,预先进行问卷调查得到样本1~8的专家评估值分别为0.50、0.55、0.48、0.45、0.32、0.40、0.28、0.50,以此与BP神经网络处理结果进行比较。

(5) 训练神经网络。给定教师值,确定学习因子和初始值。通常学习因子在0.1~0.8,初始值包括权值和阈值的初始值,通常可取0~1的随机值。将训练数据输入网络,进行学习,直到训练结果基本接近期望值。假设8组数据作为教师值。取学习因子为0.1,初始值取随机数,根据前面所述的3层BP学习算法及设计的神经网络模型编制计算机程序,借助计算机进行训练,直到训练结果与教师值基本接近。

(6) 用经过训练的网络来处理数据。将样本1~8输入网络进行处理,得到样本评价价值分别为0.5000、0.5500、0.4800、0.4834、0.3200、0.4833、0.2800、0.4833。

(7) 用已经得到的网络进行评价工作。将2个要评价的数据通过神经网络模型进行处理,得到评价价值分别为0.4097、0.3775。

### 4 结论

(1) 现代农业正沿着在良好的生态条件下创造高产量、高质量、高效益生态大农业,以追求经济效益、社会效益、生态效益高度统一可持续发展农业方向前进。研究所建立的评价体系既可以对我国当前农业生态环境质量进行评估、亦可以为发展生态农业提供决策参考。同时也为探讨农业生态环境质量评价方法寻求新的途径。

(2) 神经网络对农业生态环境质量的评价具有以下几个优点:对农业生态环境的评价目前主要为人工评价方法,但是这些方法的评价结果受人为确定的各评价指标权重的影响,其可靠性、客观性和可比性较差。研究采取BP神经网络方法,克服层次分析法和模糊综合评价法等存在的诸如人为确定权重和半定性等问题。各评价指标的权重通过训练符合评价标准的样本而得到,具有较好的客观性、可比性和公正性。与模糊综合评价法和层次分析法相比,BP神经网络方法进行评价更加直接、精细和准确。

### 参考文献

- [1] 黄方伟. 循环经济模式在生态农业建设中的应用研究[D]. 上海: 同济大学, 2006.
- [2] 靳之更, 曲新华, 孙平. 土地资源评价方法浅析[J]. 国土与自然资源研究, 1997(3): 20-22.
- [3] 夏莉莉. 土地整理区农地可持续利用评价指标体系研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2001.
- [4] 赵庚星. 农用土地综合经济评价方法初探[J]. 国土与自然资源研究, 1996(2): 22-24.
- [5] 董谦, 刘秀娟, 王军. 河北省农村生态环境建设评价研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(13): 5611-5612.
- [6] 宋永昌, 戚仁海, 由文辉, 等. 生态城市的指标体系与评价方法[J]. 城市环境与城市生态, 1999(5): 16-19.
- [7] 陈佑启, 唐华俊, 陶陶. 我国可持续农业评价指标体系建设的有关问题[J]. 中国软科学, 2001(1): 102-106.