

于慧伶,李新立,陈楠楠. 基于AHP-GABP的农业保险可持续发展评价[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):330-333.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.078

# 基于 AHP - GABP 的农业保险可持续发展评价

于慧伶<sup>1</sup>, 李新立<sup>1</sup>, 陈楠楠<sup>2</sup>

(1. 东北林业大学信息与计算机工程学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 吉林农业大学经济管理学院, 吉林长春 130118)

**摘要:**为了全面评价我国农业保险可持续发展水平,用改进的多子代遗传算法优化 BP 神经网络,并与层次分析法相结合建立基于 AHP - GABP 的农业保险可持续发展评估模型。结果表明,多子代遗传算法使子代种群规模提高 1 倍,增加了种群的内部竞争,更大限度地优化 BP 神经网络的收敛速度和预测精度。利用该模型对我国农业保险 2004—2014 年可持续发展水平进行评估,其结果与我国农业保险基本发展情况相符。该模型在我国农业保险可持续发展评估领域具有一定的应用价值。

**关键词:**农业保险;可持续发展;层次分析法;BP 神经网络;遗传算法

**中图分类号:** TP183;F840.66 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0330-04

2007 年我国开始农业保险补贴试点工作,至今已近 10 年。在政府补贴的作用下,2016 年我国农业保险的保费收入达 417.7 亿元,较 2006 年保费收入 8.48 亿元增长了 49 倍,所承保的农作物面积约为 1.13 亿  $\text{hm}^2$ ,播种面积达 70% 以上,为我国农业发展提供了高达 2.1 万亿元的风险保障。数据显示,在政府补贴政策下,我国农业保险业务已呈现快速发展的良好局面<sup>[1]</sup>。然而,由于各级财政常年补贴比例一直

维持在 80% 左右,各地普遍存在财政补贴增加则农业保险迅速发展,补贴减少则发展萎缩的问题。因此,这项支农惠农政策发展的可持续性一直备受学界质疑,而对农业保险可持续发展的评价问题也一直是学界研究的重点<sup>[2-3]</sup>。因此,本研究提出在层次分析法作为监督机制下的改进遗传算法优化 BP 神经网络模型(AHP - GABP 模型)对农业保险可持续发展进行评价,根据 2004—2014 年农业保险数据,全面评估我国农业保险可持续发展状况,以期为我国农业保险可持续发展的理论与实践贡献绵薄之力。

收稿日期:2017-03-02

基金项目:黑龙江省省院合作项目(编号:YS15A03);林业公益性行业科研专项(编号:201504307)。

作者简介:于慧伶(1980—),女,黑龙江哈尔滨人,博士,副教授,主要从事机器学习算法研究。E-mail:18004633613@163.com。

## 1 农业保险可持续发展评价指标体系

农业保险的经营实践始于 1934 年,建国以后农业保险的

from firms' patents, profits and market value[J]. American Economic Review, 1986, 76(5):984-999.

[14] Hall L A, Bagchi - Sen S. An analysis of firm - level innovation strategies in the US biotechnology industry[J]. Technovation, 2007, 27(1/2):4-14.

[15] 许苏琦,任惠颖,张方方. 电子行业 R&D 投入与企业绩效关系的实证研究[J]. 东方企业文化, 2012(10):113-114.

[16] 陈晓红,马鸿烈. 中小企业技术创新对成长性影响——科技型企业不同于非科技型企业[J]. 科学学研究, 2012(11):1749-1760.

[17] 戴小勇,成力为. 研发投入强度对企业绩效影响的门槛效应研究[J]. 科学学研究, 2013(11):1708-1716, 1735.

[18] 李菲. 中小板上市公司技术创新对公司绩效影响的实证研究——基于公司治理的视角[J]. 世界科技研究与发展, 2015(6):729-734.

[19] 吴延兵. 不同所有制企业技术创新能力考察[J]. 产业经济研究, 2014(2):53-64.

[20] 张杰. 民营经济的金融困境与融资次序[J]. 经济研究, 2000(4):3-10, 78.

[21] 李艳荣. 上市公司内源融资的实证研究[J]. 商业经济与管理, 2002(8):47-51.

[22] 刘建勇. 中国中小板上市公司融资顺序经验研究[J]. 科技与管理, 2008(5):43-45.

[23] 李永壮, 闫国栋, 宁晓林. 内源融资、管理者自信与企业绩效——基于中国中小板上市公司企业面板数据的实证研究[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2015, 54(5):46-54.

[24] Himmelberg C P, Petersen B C. R&D and internal finance: a panel study of small firms in high - tech industries [J]. Review of Economics and Statistics, 1994, 76(3):38-51.

[25] 钟田丽, 马娜, 胡彦斌. 企业创新投入要素与融资结构选择——基于创业板上市公司的实证检验[J]. 会计研究, 2014(4):66-73, 96.

[26] 张庆亮. 农业价值链融资:解决农业融资难的新探索[J]. 财贸经济, 2014(5):39-45.

[27] 洪银兴. 关于创新驱动和协同创新的若干重要概念[J]. 经济理论与经济管理, 2013(5):5-12.

[28] 王伟光, 马胜利, 姜博. 高技术产业创新驱动中低技术产业增长的影响因素研究[J]. 中国工业经济, 2015(3):70-82.

[29] 赵俊和, 孔庆鸿. 内、外源融资与经济增长[J]. 上海交通大学学报, 2001, 35(8):1260-1263.

[30] 唐清泉, 徐欣. 企业 R&D 投资与内部资金——来自中国上市公司的研究[J]. 中国会计评论, 2010, 8(3):341-362.

[31] 吴琨, 舒静. 科技型中小企业融资模式研究——基于技术创新生命周期的视角[J]. 科技管理研究, 2011(7):177-179, 183.

发展也是一波三折,大致经历了 20 世纪 50 年代初的起步阶段、50 年代末到 80 年代初的停滞阶段、20 世纪 80 年代到 21 世纪初的恢复与徘徊阶段及 2007 年财政补贴后的快速发展阶段。从我国农业保险的发展历史来看,农业保险的发展易受国家政策的约束,而发展水平的评估标准不一,无法全面公平地评估农业保险各年度的发展水平。因此,建立农业保险的可持续发展指标体系,全面衡量农业保险可持续发展情况是本研究的目的之一。

借鉴其他行业的评价指标构建经验,农业保险可持续发展的评价指标体系的设置也应当遵循以下基本原则:第一,科学性原则,选取的指标要具有科学内涵,能够在一定程度上

量发展情况;第二,全面性原则,选择的指标要具有全面性原则,涵盖农业保险发展的各个方面;第三,主成分性原则,指标设置时要突出重点,选择有代表性的指标;第四,可量化原则,选择的指标应具有可量化原则,指标的可量化性能能够在一定程度上促使评估结果客观公正。

遵循上述评价指标设置的原则,结合农业保险的发展实践,分别从规模、效率、影响率、可持续性 4 个方面来考量各年度农业保险的发展情况,基于层次分法的原理,采用指标体系(具体由 4 个一级指标以及 16 个二级指标)对我国农业保险可持续发展水平进行较全面的评价,具体指标递阶层次关系见图 1。

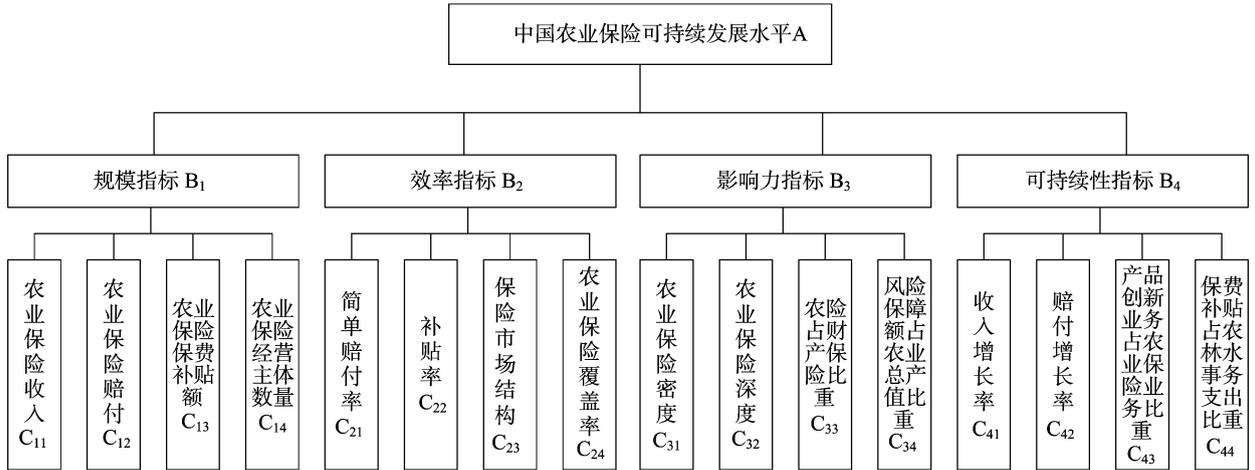


图 1 农业保险可持续发展评价指标体系

## 2 AHP - GABP 评价模型

### 2.1 层次分析法

层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)是美国运筹学家 Saaty 教授于 20 世纪 70 年代初提出的,通过把复杂问题中的各种因素划分为相互联系的层次结构,同层次间根据对客观现实的主观判断,把专家意见和分析者的客观判断结果结合起来,使决策的思维过程数学化,为多目标、多准则的复杂决策问题提供简便的决策方法。

AHP 算法有其自身难以克服的不足,突出表现在其严格要求数据的完整性,容错能力较弱,不适合作模型推广,随着工业结构规模的扩大和问题复杂度的提高,AHP 逐渐以一种辅助决策的工具出现<sup>[4-6]</sup>。本研究在农业保险可持续发展评价上,首先采用 AHP 进行初步评价,并将评价结果利用神经网络进行修正,将学习和训练好的神经网络模型用于正式的评价方法,从而提高评价模型结构的准确性和推广性。

### 2.2 GABP 神经网络及改进

BP 神经网络具有高度的非线性映射能力和良好的泛化能力,通过 BP 神经网络学习 AHP 的决策能力建立评价模型,从而提高模型的可应用性,这具有一定的研究意义<sup>[7]</sup>。标准 BP 神经网络最大的缺陷在于其收敛速度慢和易陷入局部最小,从而在效率和误差精度上达不到工程要求,常用解决办法是通过遗传算法优化 BP 神经网络的初始权值、阈值,加快神经网络的收敛速度、避免陷入局部最小<sup>[8-10]</sup>。

在传统遗传算法(genetic algorithm, GA)中,交叉操作是

将亲代个体放入交配池中随机配对,双亲本按照选定的交叉方式把染色体部分交换,形成 1 对子代,1 对双亲产生 1 对子代<sup>[11]</sup>。本研究提出改进的多子代遗传算法,设亲本染色体为  $P_1$  和  $P_2$ ,按照单点交叉分成 4 段,即  $P_1 = A_1B_1 = C_1D_1$ 、 $P_2 = A_2B_2 = C_2D_2$ ,其中  $A_1$  和  $A_2$ 、 $B_1$  和  $B_2$ 、 $C_1$  和  $C_2$ 、 $D_1$  和  $D_2$  处于相同的染色体部位,多子代遗传产生的方法是  $A_1A_2$  交换产生子代  $F_1$  和  $F_2$ , $D_1D_2$  交换产生子代  $F_3$  和  $F_4$ , $F_1 = A_1B_2$ , $F_2 = A_2B_1$ , $F_3 = C_1D_2$ , $F_4 = C_2D_1$ ,这样就使得亲代  $P_1$  和  $P_2$  的子代数增加 1 倍,通过增加子代数数量,放大优秀个体产生的可能性,通过更激烈的种群竞争保证种群的整体生存力(图 2)。

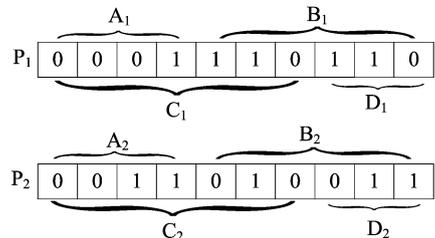


图 2 多子代遗传交叉操作过程

### 2.3 AHP - GABP 评价模型

本研究将层次分析法和神经网络相结合,建立 AHP - GABP 评价模型对我国农业保险可持续发展水平进行评估,该模型不仅发挥了 BP 神经网络在非线形映射方面的优势,而且降低了 AHP 方法的主观随意性和思维不稳定性等不利因素的影响,同时模型中专家经验知识的充分应用有效地弥补了 BP 神经网络权值任意赋值的缺陷。AHP - GABP 评价模型见图 3。

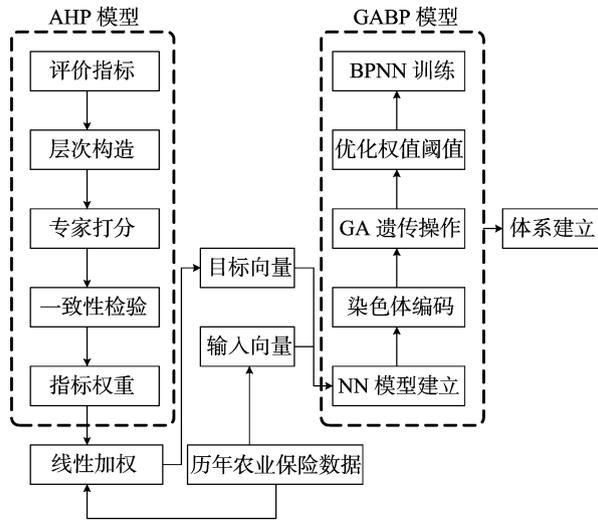


图3 农业保险可持续发展评价体系

### 3 试验论证

我国农业保险可持续发展评估模型由三部分组成,首先根据层次分析法确定各农业保险可持续发展指标的权重、初步确定评估结果,再由神经网络将模型应用推广发展。

#### 3.1 指标权重确定

根据图1递阶层次关系建立判断矩阵,以Saaty九级标度法为基准进行专家打分;利用和积法近似求得判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 和特征向量,求得各层次指标权重值,并根据公式(1)、公式(2)进行一致性检验。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI}。 \quad (2)$$

式中: $CI$ 、 $CR$ 分别表示矩阵 $A$ 的偏离一致性和相对一致性值; $n$ 表示各层次下指标个数。通过计算发现,各矩阵中 $CR$ 值均小于0.1,矩阵通过一致性检验。 $RI$ 为随机一致性指标,经查表得 $RI=0.9$ 。将目标矩阵和各二级指标矩阵的专家打分结果、指标权重值、 $CI$ 、 $CR$ 分别列示在表1至表5中。

表1 评估目标A下各二级指标权重

指标	B1	B2	B3	B4	权重
B1	1	2	2	1	0.333
B2	1/2	1	1	1/2	0.168
B3	1/2	1	1	1/2	0.168
B4	1	2	2	1	0.033

注: $CI(A)=0, CR(A)=0$ 。

表2 B1指标下各三级指标权重

指标	C11	C12	C13	C14	权重
C11	1	1	2	3	0.363
C12	1	1	2	2	0.326
C13	2/1	2/1	1	1	0.163
C14	1/3	1/2	1	1	0.148

注: $CI(B1)=0.006, CR(B1)=0.007$ 。

在层次单排序的基础上计算层次总排序值,并将各指标权重和指标性质列示在表6中。

表3 B2指标下各三级指标权重

指标	C21	C22	C23	C24	权重
C21	1	6	3	2	0.502
C22	1/6	1	1/2	1/3	0.084
C23	1/3	2	1	1	0.186
C24	1/2	3	1	1	0.228

注: $CI(B2)=0.007, CR(B1)=0.008$ 。

表4 B3指标下各三级指标权重

指标	C31	C32	C33	C34	权重
C31	1	1	2	2	0.333
C32	1	1	2	2	0.333
C33	1/2	1/2	1	1	0.167
C34	1/2	1/2	1	1	0.167

注: $CI(B3)=0, CR(B3)=0$ 。

表5 B4指标下各三级指标权重

指标	C41	C42	C43	C44	权重
C41	1	2	1	4	0.364
C42	1/2	1	1/2	2	0.182
C43	1	2	1	4	0.364
C44	1/4	1/2	1/4	1	0.091

注: $CI(B4)=0, CR(B4)=0$ 。

表6 各三级指标权重和性质

指标	层次总排序值	指标性质
C11	0.121	+
C12	0.109	+
C13	0.054	-
C14	0.049	-
C21	0.084	-
C22	0.014	+
C23	0.031	+
C24	0.038	+
C31	0.056	+
C32	0.056	+
C33	0.028	+
C34	0.028	-
C41	0.121	+
C42	0.061	-
C43	0.121	+
C44	0.030	+

注:指标性质“+”“-”分别表示某指标对农业保险可持续发展的正向作用和负向作用。

#### 3.2 初始评价

从《中国保险年鉴》查阅2004—2014年所需评估指标数据,首先对数据无量纲化处理,采用Matlab中mapminmax归一化函数将试验数据映射到 $[-1, 1]$ 内,将各指标数据变成无量纲化样本数据,实现过程见公式(3)。

$$y = \frac{(y_{\max} - y_{\min}) \times (x - x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}} + y_{\min}。 \quad (3)$$

式中: $y_{\max}$ 、 $y_{\min}$ 默认取1、-1; $x_{\max}$ 、 $x_{\min}$ 分别表示输入数据的最大值和最小值。农业保险可持续发展AHP评价下初始得分S的计算公式见公式(4)。

$$S = 10 \times \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (w_{ij} \begin{cases} y_{ij}, + \\ 1 - y_{ij}, - \end{cases}) \quad (4)$$

式中： $m$ 表示图1中二级指标B的指标个数； $n$ 表示二级指标下每个三级指标C的个数；“+”“-”表示表6中指标性质； $y_{ij}$ 表示第*i*个二级指标下第*j*个指标归一化后数值； $w_{ij}$ 表示该指标权重；“10”表示将得分映射到[0,10]范围内，将*S*划分为10个等级。

### 3.3 基于AHP-GABP的农业保险可持续发展评价结果

将AHP初始评价结果和无量纲化农业保险可持续发展评估指标数据分别作为神经网络模型的目标向量和输入向量，在Matlab R2012a中运行程序，分别将BP神经网络、GABP神经网络模型的误差曲线显示在图4、图5中，图4中BP神经网络在迭代30次时收敛，收敛误差为0.003，而图5中GABP神经网络在迭代3次就达到了收敛要求，误差精度明显高于BP神经网络，多子代遗传算法可以提高神经网络的收敛速度和预测精度（神经网络结构：16-10-1；net.trainParam.epochs=80；net.trainParam.goal=0.01；GA算法采用单点交叉，初始种群规模：popu=60，变异系数为0.1）。

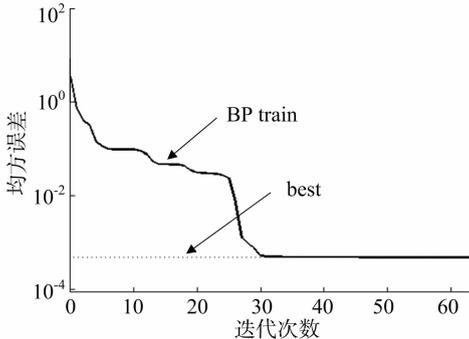


图4 BP神经网络训练误差

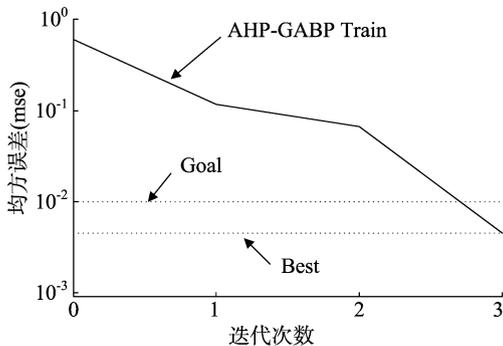


图5 AHP-GABP神经网络训练误差

优化后的神经网络建立适于推广的正式AHP-GABP评估模型，用于评估2004—2014年中国农业保险可持续发展水平，评估结果见图6。

根据农业保险数据可知，2004—2014年我国农业保险整体态势发展良好，2004年我国农业保险保费收入为4亿元，农业保险赔付支出为3亿元，而2014年保费收入为326亿元，赔付支出为206亿元。11年来保费收入增长了约81倍，赔付增长了约69倍，农业保险业务规模快速增长，这恰恰与AHP-GABP网络模型评价的我国农业保险可持续发展的总

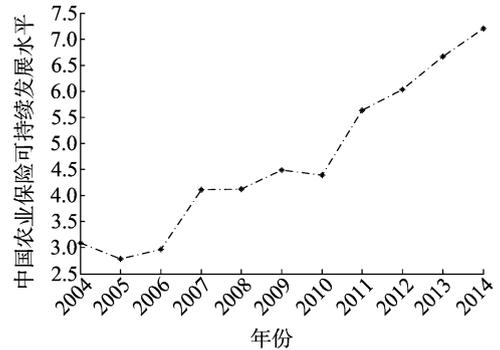


图6 农业保险可持续发展水平

体趋势相符，模型评价准确。

## 4 结论

将AHP和GABP结合的新模型实现了二者的优势互补，不仅降低了专家主观随意性对评价结果的影响，使得评价结果更加准确可靠，还可以提高神经网络的学习速率，加快网络的收敛速度，增强网络的适应能力，并将其应用在我国农业保险可持续发展评估领域，得到了较好的试验效果，基于AHP-GABP的农业保险可持续发展评价模型具有较高的应用价值和推广价值。

## 参考文献：

- [1] 虞国柱. 加快培育农业发展新动能 农业保险大有作为[N]. 中国保险报, 2017-02-09(1).
- [2] 黄延信, 李伟毅. 加快制度创新推进农业保险可持续发展[J]. 农业经济问题, 2013(2): 4-9.
- [3] 丁少群, 魏晓盛, 马琳琳. 嵌入性视角下政策性农业保险的隐忧及其可持续发展[J]. 保险研究, 2012(5): 10-15.
- [4] 王英, 王灿, 孙新泽. 基于AHP-BP神经网络的江苏省创新型经济评价[J]. 科技管理研究, 2016(9): 68-72.
- [5] 程波, 贾国柱. 改进AHP-BP神经网络算法研究——以建筑企业循环经济评价为例[J]. 管理评论, 2015(1): 36-47.
- [6] 刘鹤, 刘鑫, 吴文瀚, 等. 利用AHP-BP法建立水泥企业循环经济评价指标体系的研究[J]. 环境工程, 2014(6): 148-152.
- [7] Rumelhart D E, Hinton G E, Williams R J. Learning internal representation by back-propagation errors[J]. Nature, 1986, 323(323): 533-536.
- [8] 秦国华, 谢文斌, 王华敏. 基于神经网络与遗传算法的刀具磨损检测与控制[J]. 光学精密工程, 2015(5): 1314-1321.
- [9] Liang X U, Zong M. Genetic algorithm optimization neural network-based prediction of coal mine gas concentration[J]. Journal of Heilongjiang University of Science and Technology, 2014, 117(2): 243-246.
- [10] Wang H B, Zhang L Y. Multi-user detection based on genetic algorithm optimization neural network[J]. Computer Engineering, 2011, 37(7): 207-209.
- [11] Mitchell M, Mitchell M. An introduction to genetic algorithms (complex adaptive systems)[J]. Principles of Adaptive Filters and Self-learning Systems, 1998, 24(4/5): 325-336.