

中国油菜产业风险预警研究*

——基于 BP 神经网络

吴清华, 高峰, 冯中朝

(华中农业大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要 根据风险预警体系的一般组成结构, 分析了油菜市场风险预警体系的组成。从油菜籽供给与需求的因素以及宏观经济、国家政策与国际市场等影响油菜籽市场价格的因素出发, 以油菜籽收购价格的波动率作为油菜产业市场风险预警的警情指标, 构建了中国油菜产业市场价格风险预警的指标体系。运用 BP 神经网络分析 1990 - 2007 年的样本, 对油菜产业风险预警进行实证研究, 验证了利用 BP 神经网络构建的风险预警模型具有实用性和可行性, 从而为中国油菜产业风险预警构建了一个有效的模型。

关键词 油菜产业; 风险预警; BP 神经网络; 尺度变换

中图分类号: F304.3 **文献标识码**: A **文章编号**: 1008-3456(2010)02-0029-05

油菜是中国重要的油料作物之一, 菜籽油在中国食用植物油消费量中约占 35% 的份额, 菜籽饼约占中国植物饼消费量的 25%^[1]。1978 年油菜的种植面积为 259.97 万公顷, 2000 年以后基本稳定在 720 万公顷左右 (除 2006 年和 2007 年分别下降为 598.4 万公顷和 564.2 公顷), 2008 年为 726.67 万公顷。油菜种植面积占中国农作物种植总面积的比例不断提高, 油菜种植收入成为农民农作物种植收入的重要来源之一。因此, 在中国农业经济中, 油菜产业具有特别重要的意义, 表 1 可见中国油菜产业概况。

表 1 中国油菜产业概况

年份	农作物总种植面积 (万公顷)	油菜总种植面积 (万公顷)	平均出售价格 (元/50 千克)	成本利润率 (%)
1978	15 010.4	260.0	25.40	- 18.61
1985	14 362.5	449.4	44.99	36.39
1990	14 836.2	550.3	75.66	38.91
1995	14 987.9	690.7	135.35	22.54
2000	15 630.0	749.4	88.12	- 23.24
2005	15 548.8	727.8	112.28	- 0.17
2007	15 346.4	564.2	175.55	53.59

资料来源:《全国农产品成本收益资料汇编》(2007, 2008);《2008 年中国统计年鉴》。

由表 1 可知, 1990 - 2008 年, 中国油菜籽平均收购价格呈现大起大落的态势。油菜籽平均收购价格的波动, 也导致了油菜种植的成本利润率的波动。在市场经济体制下, 虽然农产品的市场风险是不可

避免的, 但是油菜籽如此的大幅价格波动严重影响了农民增收和人民的正常生活。如果能够在油菜籽市场价格出现异常波动之前, 根据警情给予警示, 提前采取相应的防范措施, 则可以减少或避免油菜产业风险所带来的损失。

一、农业风险预警研究概况

在农业领域, 一些学者从理论层面做了很多研究。马九杰等^[2]在明确粮食安全概念和重要性的前提下, 从宏观两个层面对粮食安全的衡量标准做出了论述, 提出了我国粮食安全预警体系的结构和功能, 然后通过食物及膳食能量供求平衡状况指标、粮食生产波动指标、粮食需求波动指标、粮食及食物安全储备状况指标等八个具体的警情指标来代表不同警级区间界限及对应的警级、警示灯号。值得注意的是, 该文构建的指标体系涉及的数据十分庞大, 也没有用相关的样本来对其可行性进行验证。赵瑞莹等^[3]根据农产品市场近似于完全竞争市场, 因而以供求理论为基础, 提出了农产品市场风险预警体系的理论, 并讨论了农产品的亏损预警和农产品市场风险预警警兆。但是, 其研究限于宏观层面的理论研究, 也没有构建一个有效风险预测模型。赵子新^[4]在对粮食价格运行状态的类型进行界定的基础上, 构建了粮食价格预警的控制论模型。并将该模

收稿日期: 2010-01-27

* 农业部“国家油菜现代产业技术体系建设专项”(nycyt-x-005), 湖北省软科学研究专项“湖北省油菜产业化问题研究(2009DEA030)”。

作者简介: 吴清华(1983-), 男, 硕士研究生; 研究方向: 农产品贸易。E-mail: wuqinghua616@163.com

型系统细分为信息采集系统、信息分析与推断系统、风险识别系统、信息输出与警报系统、预控对策系统等,然后针对不同的粮食价格运行情况设计三种粮食价格定量调控模型。但是,其理论模型主要用于理论上的定性分析。

在运用相关的模型进行定量分析方面,也有一些学者进行了探索性的研究。聂荣^[5]针对粮食年单产量为相依随机变量的特点,以规范化的各阶自相关系数为权,运用随机过程中加权的马尔科夫原理对粮食单产风险问题进行了预测,并以辽宁省 26 年统计资料为样本对该方法进行应用和验证。在运用马尔科夫模型进行风险预测时,由于其涉及的参数很多,因而很难保证大部分参数是显著的;其次,状态的划分和转移概率矩阵的估算是关键,不同的状态划分可能会得出不同的结果。王川等^[6]从影响农产品供需的因素,以及自然、经济、政策与国际环境等影响农产品价格的因素方面建立了我国农产品市场风险预警的指标体系,并结合 1984 - 2004 年大豆市场的样本数据运用了 BP 神经网络,对模型的预测能力进行了验证。然而,其未能对文章所用的 BP 神经网络的结构和训练过程做出详细的说明,故其所用的模型存在改进的空间。赵瑞莹等^[7]通过对传统的三种经济预警模型进行比较的基础上,建立了基于 BP 神经网络建立农产品价格风险研究预警模型,并运用相关年份的样本数据对模型有效性进行了检验。但是,在 BP 神经网络的算法和学习规则方面,并未做明确的分析。

鉴于以上多位学者从宏观风险预警体系的理论、风险预警模型的构建等不同角度的研究,我们发现, BP 神经网络能够有效地运用于我国农业领域风险预警。为了提高风险预警的效率,在构建我国油菜产业风险预警体系的基础上,采用双隐层的、有导师学习算法的前馈型 BP 神经网络构建我国油菜产业风险预警模型,并对模型的有效性进行了全面的检验。

二、油菜产业市场风险预警体系的构建

1. 油菜产业市场风险预警的含义

根据风险评价的四个原则——整体性原则、统一性原则、客观性原则和可操作性原则^[8]可知,油菜产业市场风险预警体系就是对油菜市场动态进行监测,并研究其变化规划和发展趋向,以防止油菜产业运行偏离正常发展轨道或出现危机,而建立的报警

和实施系统。油菜产业市场风险预警系统是由四个相互密切联系的子系统构成的,即预警咨询系统、预警决策系统、预警执行系统和预警监督系统。具体而言,整个预警过程包括发现警情、寻找警源、分析警兆、预测警度以及采取及时的预警方法将警情排除几个环节^[9]。其中,最基本的是在分析警兆过程中选择油菜产业市场风险的预警指标,建立科学、完整、可行的预警指标体系。

2. 油菜产业市场风险预警的指标体系

结合油菜产业市场风险预警的一般过程,其指标体系应该包括警情指标、警源指标和警兆指标。

发现警情是油菜产业市场风险预警的前提,其主要功能在于明确监测预警的对象和形式。在市场中,油菜产业市场风险的警情最重要的表现形式是其供需不平衡所导致的油菜籽价格波动。再者,相对油菜播种面积、总产量等数据而言,油菜籽价格数据的收集比较容易,还可以避免噪声和干扰。因此,本文选择油菜籽市场价格波动率作为衡量油菜产业市场供求变化的指标,即:

$$\text{油菜籽市场价格波动率} = (\text{本期油菜籽价格} - \text{上一期油菜籽价格}) / \text{上一期油菜籽价格} \quad (1)$$

当油菜籽价格的波动超过一定的价格范围时,就认为油菜产业存在市场风险。通过对有关专家的咨询,本文得出的中国油菜产业风险等级的划分标准如表 2。

表 2 中国油菜产业风险等级的划分标准

价格波动率	风险等级	风险期望值别
21%以上	正向高风险	1
7%至 21%	正向一般风险	0.5
-7%至 7%	无风险	0
-7%至 -21%	负向一般风险	-0.5
-21%以下	负向高风险	-1

注:上表是根据有关油菜专家的意见整理得出。

追寻警源是预警过程的关键所在,油菜产业市场风险的警源具体包括决定油菜籽价格水平和引起油菜籽价格波动的因素,这些因素主要包括气候因素等自然警源、市场的内生警源和外生的相关警源。

警兆是油菜产业风险发生前期的先导迹象,也是以警源为基础而确定的、具体的可预见性因素。油菜产业风险预警主要的目的就是根据警兆的变动研究警情的大小,故分析警兆是风险预警和防范风险的核心环节。选择合理的警兆指标是实现风险预警的关键,本文从能够影响油菜供给与需求的因素,以及自然、政策、经济和国际市场情况等影响油菜籽

市场价格的因素出发,利用相关分析法,并结合 BP 神经网络输入量选择的两个基本原则——对输出量影响大,能够检测和提取;指标间相关度较低,确定中国油菜产业市场风险预警的警兆指标,见表 3。

表 3 中国油菜产业市场风险预警的警兆指标

警兆指标	指标符号	指标所属类别
单产增长率	X_1	供给方面
总种植面积增长率	X_2	
生产成本增长率	X_3	
成本利润率变动率	X_4	
居民植物油消费增长率	X_5	需求方面
菜籽饼消费增长率	X_6	
受灾面积变动率	X_7	自然、经济、 政策与国际市场
油菜籽国际市场价格变动率	X_8	
大豆进口量变动率	X_9	

注:本表由作者咨询相关专家整理得出。

三、油菜产业市场风险预警模型的选择与构建

1. 研究方法的选择

常用的经济预警监测方法主要有景气循环法、状态空间法和综合模拟监测预警法,其中后者主要运用 BP 神经网络来建立模型。景气循环法认为经济波动比较规范的规律性和周期性,并依据这种规律进行预警;状态空间法是一种基于解答空间的问题表示和求解方法,它以状态和操作符为基础,需要扩展过多的节点,容易出现“组合爆炸”。由于油菜籽的供求过程是一个周期较长的复杂的社会经济过程,所表现出来的周期性具有很大的不可预期性,并具有相关因素和干扰因素繁多、时变性、非线性等特点,因此景气循环法和状态空间法建立的模型很难对油菜产业的风险进行充分预警。所以,本文采用学习算法为有导师学习的前馈型 BP 神经网络。

2. BP 神经网络的结构

BP 神经网络作为最常用的人工神经网络方法,其一般为三层或三层以上的层次型结构。在用于风险预警时,若不限限制隐层节点数、模式样本相对较少,只有一个隐层的三层网络就可以实现任意非线性映射,对封闭区间的任意连续函数实现模拟^[10]。为了提高模型的精确度和模拟的效果,本文采用具有双隐层的层次型 BP 前馈网络结构模型,其可以分为输入层、隐层和输出层(如图 1 所示),各层由神经元构成并顺序相连,即下层的每个神经元与上层的神经元相连接,而每层的各神经元之间无连接,每

个节点的输出值都由相应的输入值、作用函数和阈值决定。

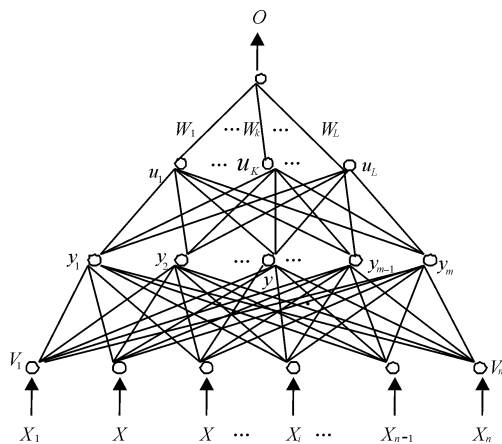


图 1 双隐层 BP 神经网络结构

在图 1 中,输入层输入向量为 $X(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)^T$,第一隐层输出向量为 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_m)^T$,第二隐层输出向量为 $U = (u_1, \dots, u_k, \dots, u_l)^T$,输出层输出量为 $O(o_1, o_2, \dots, o_k, \dots, o_l)$,期望输出向量为 $D(d_1, d_2, \dots, d_k, \dots, d_l)$ 。输入层到第一隐层之间的权值矩阵为 $V = (V_1, V_2, \dots, V_j, \dots, V_m)$,其中列向量 V_j 为第一隐层第 j 个神经元对应的权向量。第一隐层到第二隐层的权值矩阵为 $S = (s_1, \dots, s_k, \dots, s_l)$,其中列向量 s_k 为第二隐层第 k 个神经元对应的权向量。第二隐层到输出层之间的权值矩阵为 $W = (w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_l)$,其中列向量 w_k 为输出层第 k 个神经元对应的权向量。

3. BP 神经网络的构建

决定神经网络特性的三大要素分别是:神经网络中的信息处理特性、拓扑结构和学习方式。因此,对神经网络的构建也应该从以上三个方面出发。

(1) 计算函数的选择。虽然依据梯度下降法(“traingd”)、参数沿着误差梯度相反的方向移动的传统 BP 算法具有很多优点,但是标准 BP 算法存在以下缺点:收敛速度缓慢;容易陷入局部极小值;难以确定隐层数和隐层节点个数。基于这个原因,本文采用梯度下降法与高斯—牛顿算法相结合的 Levenberg-Marquardt (L-M) 算法。因此,文中将采用“tansig”作为本神经网络的转移函数,以 L-M 算法“trainln”为本网络的训练函数。

(2) BP 神经网络的拓扑结构的确定。输入节点数的确定。以 BP 神经网络为基础,所设计的油菜产业市场风险预警模型的网络输入点要能够体现

决定和影响油菜籽价格的因素,根据相关分析法上文选取 9 个指标来描述油菜产业市场风险的警兆。因此,本网络中输入点 $n = 9$ 。输出节点数的确定。输入节点数是与评价结果相对应的,根据本文以油菜籽价格波动率作为表现油菜产业市场价格风险的指标。所以,输出节点数 $m = 1$ 。隐层节点数的确定。一般来说,隐含层节点数太少,网络将不能建立复杂的映射关系,使网络训练效果较差,容错性不理想;节点数过多,又使网络学习时间过长,误差也不一定最小。因此,BP 神经网络应有一个最佳隐含层节点数。然而,对此没有一种科学的理论指导,要根据设计者的经验和多次实验确定^[11]。本文根据设定的训练精度要求和训练过程不断调整的结果得出,当第一隐层的节点数为 25、第二隐层的节点数为 5 时,BP 神经网络的模拟效果比较好。

(3)BP 神经网络的学习过程。神经网络能够通过对其样本的反向学习训练,不断改变网络的连接权值以及拓扑结构,以使网络的输出值不断地接近期望的输出^[12]。其学习算法主要有 3 类:有导师学习、无导师学习和灌输式学习,本文采用的算法为有导师学习算法。本文 BP 神经网络的具体算法实现为批训练的过程,其步骤为:对权数 W 、 V 赋值,设样本模式计算器 p 和训练计算器 q 为 1、误差 E 为 0、网络训练后的精度 E_{min} 为一个正小数;输入训练样本;计算各层输出值;求网络各层输出向量及与期望输出向量之间的误差;检查是否对所有样本完成一次轮训。若 $p < P$, p 和 q 各增加 1,即进入下一批样本的训练,返回步骤,否则进行步骤;计算各层误差;调整各层权数; q 增加 1;检查网络总误差是否达到精度要求,若是就结束本批训练;否则设定 E 为 0, p 为 1,再返回步骤。批训练流程图见图 2。

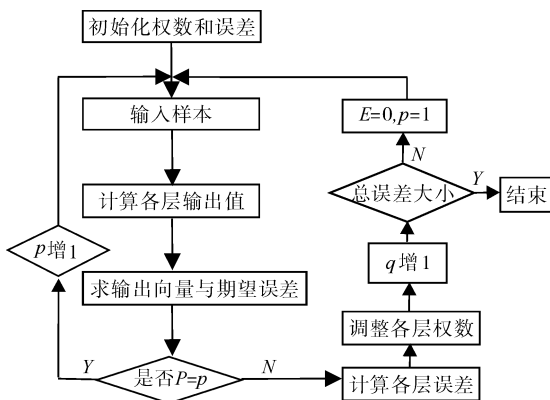


图 2 批训练流程图

四、实证分析

1. 数据的收集与处理

油菜的种植周期为一年一季,所以本文的统计数据以年为单位,用 1990 - 2004 年的年度数据为样本建立中国油菜产业风险预警模型,结合 2005 - 2007 年的数据样本进行实证分析。表 3 的 9 个警兆指标对应的样本数据来源于《中国统计年鉴》、《全国农产品成本收益资料汇编》和美国农业部 (USDA) 数据库。为了克服输入数据具有不同的物理意义和不同的量纲等可能影响 BP 神经网络模型效果的问题,必须对输入数据进行尺度变换,即使输入数据通过加权平均函数化为 $[-1, 1]$ 区间上的值。输入的样本预处理后,选取 1990 - 2004 年的尺度变换数据作为训练样本,其余的数据作为检测样本。所有的数据尺度变换的公式为:

$$P_i = 2(I_i - I_{min}) / (I_{max} - I_{min}) - 1 \quad (2)$$

上式中, P_i 为预处理后的样本, I_i 为输入的样本, I_{min} 为输入的样本中的最小值, I_{max} 为输入的样本中的最大值。

2. 预警模型训练

本文利用 MATLAB7.0,以 1990 - 2004 年油菜市场风险的 9 个警兆指标对 BP 神经网络预警模型进行训练。设学习率为 10%,训练误差为 0.002。经过 2 000 次训练后,得出表 4 中最后一列的模型输出值。

表 4 中国油菜产业市场风险预警模型训练结果

年份	油菜籽价格波动率 (%)	风险等级	风险值	模型输出值
1991	- 8.7	负向一般风险	- 0.5	- 0.497
1992	- 5.8	无风险	0	0.022
1993	20.1	正向一般风险	0.5	0.501
1994	68.1	正向高风险	1	1.000
1995	3.1	无风险	0	- 0.010
1996	- 6.7	无风险	0	0.022
1997	0.1	无风险	0	- 0.005
1998	4.8	无风险	0	0.006
1999	- 15.7	负向一般风险	- 0.5	- 0.499
2000	- 21.1	负向高风险	- 1	- 1.000
2001	2.5	无风险	0	- 0.004
2002	2.1	无风险	0	- 0.003
2003	28.3	正向高风险	1	1.000
2004	14.6	正向一般风险	0.5	0.500

3. 预警模型的验证

从表 4 所得出的结果,可以看出本文运用 BP 神经网络所构建的油菜产业风险预警模型能够准确的拟合油菜产业价格风险情况。然而,BP 神经网络

用于预警的效果的主要判断依据是其外推能力的好坏。因此,结合表 3 中 2005 - 2007 年的 9 项警兆指标作为测试样本,对以上所建立的油菜产业风险预警模型进行验证,结果见表 5。其验证结果显示,运用 BP 神经网络输出的 2005 - 2007 年的油菜价格波动率的预测值与期望的风险非常接近,即利用 BP 神经网络对油菜产业市场风险进行预警是一种可行、有效的方法。

表 5 中国油菜产业市场风险预警模型验证结果

年份	2005	2006	2007
风险期望值	- 0.5	0	1
模型输出值	- 0.576	0.006	1.003

五、结 论

具有非线性映射能力、泛化能力和较强的容错能力的 BP 神经网络,在风险预警和市场分析等经济领域得到广泛应用。借助 MATLAB7.0 的运算,利用 BP 神经网络构建了油菜产业风险预警模型,取得了良好的预测效果。但是,由于笔者所能收集的数据有限,所以该风险预警模型的预测功能未能全面的得到发掘。在后期,可以利用及时的警兆指标数据来对油菜产业风险作出预测,规避油菜产业中可以预测的风险。

参 考 文 献

- [1] 国家油菜产业技术体系经济研究室. 中国油菜产业发展蓝皮书 [R]. 武汉:国家油菜产业技术体系经济研究室,2009.
- [2] 马九杰,张象枢,顾海兵. 粮食安全衡量及预警指标体系研究 [J]. 管理世界,2001(1):154-162.
- [3] 赵瑞莹,贾卫丽. 农产品市场风险预警管理研究 [J]. 农业现代化研究,2004(1):35-37.
- [4] 赵子新. 粮食价格预警模型与风险防范机制研究 [J]. 经济经纬,2007(1):125-128.
- [5] 聂荣. 基于加权马尔柯夫链的粮食单产风险预测——以辽宁省为例 [J]. 农业技术经济,2007(5):88-92.
- [6] 王川,王克. 基于 BP 神经网络的中国农产品市场风险预警研究 [J]. 农业经济问题,2008(4):152-153.
- [7] 赵瑞莹,杨学成. 农产品价格风险预警模型的建立与应用——基于 BP 神经网络 [J]. 农业现代化研究,2008(03):172-175.
- [8] 刘钧. 风险管理概论 [M]. 2 版. 北京:清华大学出版社,2008.
- [9] 陶俊昌,陈凯. 农业预警概论 [M]. 北京:北京农业大学出版社,1994:2.
- [10] 陈如云. 基于 BP 神经网络的应用研究 [J]. 微计算机信息,2007(24):258-289.
- [11] 吕砚山,赵正琦. BP 神经网络的优化及应用研究 [J]. 北京化工大学学报,2001(1):67-69.
- [12] 韩力群. 人工神经网络教程 [M]. 北京:北京邮电大学出版社,2006:63-64.

Study on the Risk Early-Warning in Rapeseed Industry of China

——Based on BP Neural Network

WU Qing-hua, GAO Feng, FENG Zhong-chao

(College of Economic and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070)

Abstract According to the general structure of the risk early-warning System, this article analyzes the subsystem which composes the risk early-warning in rapeseed industry. Based on the factors influence rapeseed supply and demand, macro economy, national policy, world market price and other factors affecting the point of rapeseed, the risk pre-warning index system of China's market price of rape industry was constructed with the rapeseed purchasing price volatility as risk pre-warning indicators of the rape industry in this paper. Through the empirical study of the rape industry risk pre-warning by using BP neural network and the sample of 1990-2007, the risk pre-warning model constructed by BP neural network is proved to be practical and feasible, and an effective risk pre-warning model of China's rape industry is provided.

Key words rapeseed industry; the risk early-warning; BP neural network; scaling transform

(责任编辑:陈万红)