

# 基于BP神经网络的农业高科技 投资项目风险评价模型\*

崔卫芳<sup>a,b</sup>, 霍学喜<sup>a</sup>, 庄世宏<sup>b</sup>, 张红亮<sup>b</sup>  
(西北农林科技大学 a 经管学院, b 科研处, 陕西 杨凌 712100)

**[摘要]** 在建立农业高科技投资项目风险评价指标体系的基础上, 引入神经网络建模方法, 建立基于BP神经网络的农业高科技投资项目风险评价模型, 并运用实例对其进行了训练和预测, 取得了较好的结果, 说明该模型能较为准确地按照专家的评价方法进行工作, 为农业高科技投资项目提供了现实可用的风险预测及风险控制工具, 同时进一步显示出神经网络模型在现代农业经济非线性领域应用的广阔前景。

**[关键词]** BP神经网络; 农业高科技投资项目; 风险评价

**[中图分类号]** F323.9

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2006)07-0160-05

随着我国投资体制的改革, 我国农业投资将由单一政府投资主体逐步转化为多元投资主体。农业投资属于高风险、大投资、长周期的经营活动。目前, 对农业高科技投资项目进行风险评价常用的方法有专家鉴定法、经典风险管理利器、马柯维茨(Markowitz)均值-方差理论、Downside-Risk方法与哈洛资产配置理论、资产定价模型(CAPM)、期权定价理论及VaR模型等, 但上述方法均存在一定局限性, 如专家鉴定法中的指标及权重确定带有很大的主观性, 且不能进行大规模评价, 其余方法由于理想化假设及需要大量历史数据预测而导致风险投资评价带有极大的局限性<sup>[1-6]</sup>。人工神经网络(ANN)中的BP网络模型具有较强的自学习能力和处理非线性问题的能力, 近年来已在许多领域得到了广泛应用, 如在银行贷款风险、经济类预测、高科技风险投资等领域, 但将其应用于农业高科技领域的风险评估还不多见<sup>[7-8]</sup>。

我国农业高科技项目风险投资目前尚处于起步阶段, 该领域相关研究还相当薄弱, 加之我国国情和市场环境的差异, 照搬国外的方法显然不切实际。因此, 建立适合我国国情的农业高科技投资项目风险评价指标体系与方法显得尤为重要。本研究拟在建立农业高科技投资项目风险评价体系的基础上, 提出一种基于BP人工神经网络(ANN)的多指标综合

评价方法, 并运用实例对其进行验证, 以期为农业高科技投资项目, 提供现实可用的风险预测及风险控制工具。

## 1 基于BP神经网络的农业高科技投资项目评价方法

### 1.1 评价指标体系

在遵循科学性、系统性、代表性、可比性和可操作性的原则下, 综合了农业行业技术权威、资深专家、市场营销专家及专门从事农业风险投资专家的意见<sup>[9-10]</sup>, 从系统性风险和非系统性风险两方面, 建立了农业高科技投资项目风险评价指标体系, 具体如图1所示。

系统性风险主要有:

1) 政策法规风险。该风险指政策、法规的不健全或频繁调整与变化而给风险投资造成始料不及的负面影响, 其中有关风险投资的政策法规不健全是最突出的风险隐患之一;

2) 宏观经济波动风险。该风险指宏观经济走势及波动过程中所产生的风险, 诸如经济衰退、经济危机、通货膨胀、通货紧缩等;

3) 社会因素风险。该风险指由于社会动荡或诸如人文习俗、投资理念、大众消费倾向等社会因素而引起的投资风险。

\* [收稿日期] 2005-09-22

[作者简介] 崔卫芳(1975-), 女, 山西阳城人, 助理研究员, 在读硕士, 从事商业银行经营与管理研究。  
E-mail: cuiweifang@yahoo.com.cn

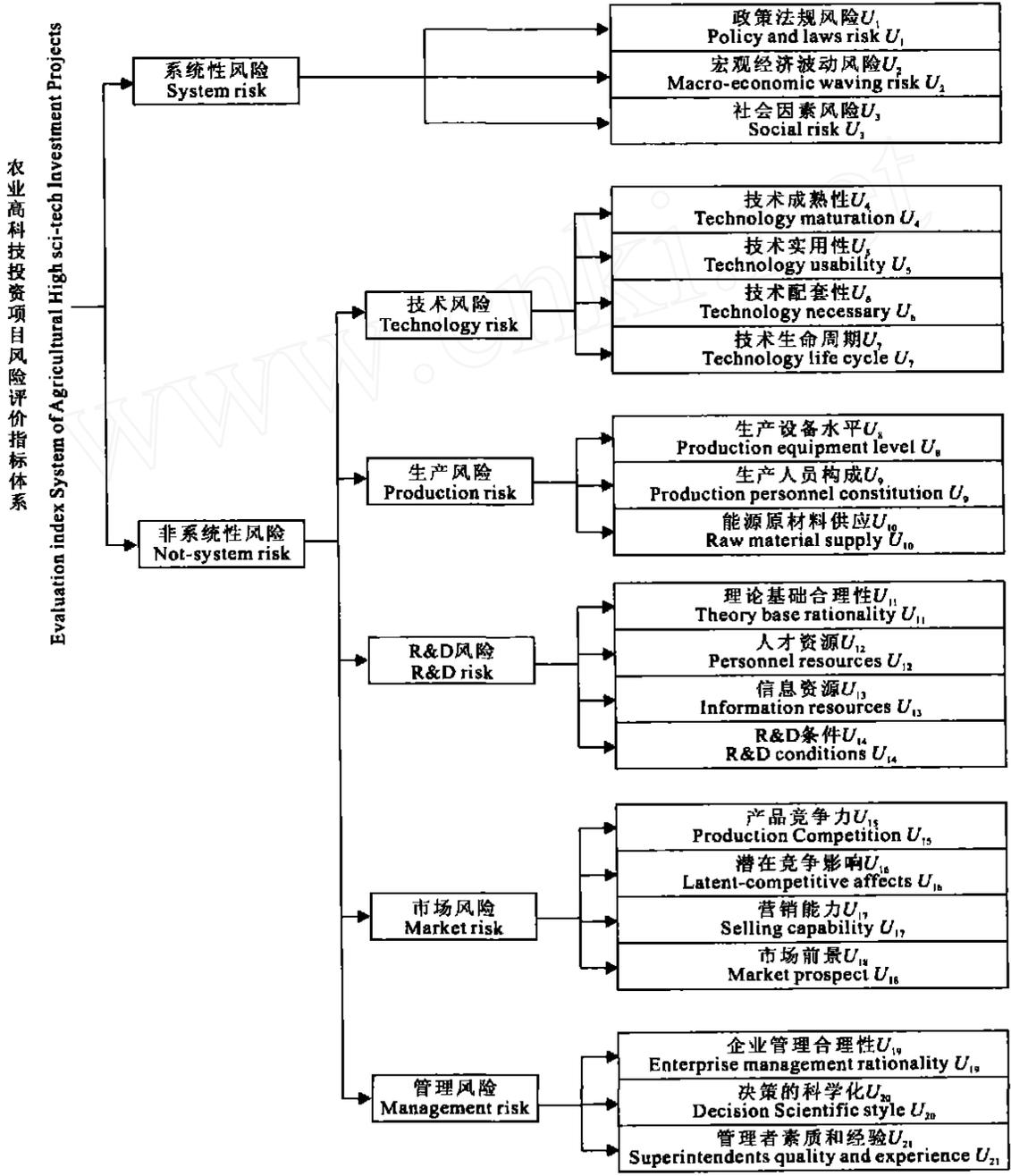


图 1 农业高科技投资项目风险评价指标体系

Fig 1 Evaluation index system of high sci-tech agriculture projects

非系统性风险主要有:

1) 技术风险。技术的先进性、成熟性、实用性、配套性和技术创新的后劲(即技术创新能力的持续性)及科研人才资源等,是当今知识经济时代赢得技术优势乃至市场优势的关键,也是风险投资博取高收益的基础。

2) 生产风险。该风险指由于生产设备状况、组织制度、经营管理方式、生产人员素质、原料中间体供

应等方面的缺陷导致的风险。

3) R & D 风险。该风险是高科技投资项目的核心和技术优势的关键体现,与项目密切相关的 R & D 风险将影响到每个投资阶段,同时也是项目风险的最直接体现。

4) 市场风险。该风险主要指产品市场竞争能力不确定性引发的风险,诸如市场需求程度以及产品的可替代性、性价比、营销网络、生命周期等方面出

现的不利因素, 均可能导致市场风险。

5) 管理风险。该风险指管理者素质和经验、决策科学化、企业管理合理性、投资工具的选择、投资规模的大小、阶段化动态组合投资的策略、投资项目评价与筛选、企业的资本结构等方面不确定性因素引发的风险。

### 1.2 BP 神经网络模型

神经网络是由大量称为神经元的简单信息单元广泛连接组成的复杂网络, 用于模拟人类大脑神经网络的结构和行为。它不仅具有许多优秀的品质, 如自适应、自组织等, 而且善于从近似的、不确定的、甚至相互矛盾的知识环境中做出决策。本文采用典型 3 层前馈型 BP 网络模型, 对农业高科技投资项目进行评价, 即由 1 个输入层、1 个输出层和 1 个隐含层(中间层)组成。设输入层节点数为  $n$ , 隐含层节点数为  $q$ , 输出层节点数为  $m$ , 输入层第  $i$  节点和隐含层第  $j$  节点的连接权值为  $w_{ji}$  ( $i=1, \dots, n; j=1, \dots, q$ ), 隐含层第  $j$  节点的阈值为  $\theta_j$ ; 隐含层第  $j$  节点和输出层第  $k$  节点的连接权值为  $w_{jk}$  ( $j=1, \dots, q; k=1, \dots, m$ ), 输出层第  $k$  节点的阈值为  $\theta_k$ , 任一节点的输出以  $O$  表示。设有  $M$  组学习样本, 对于第  $p$  组样本, 在训练过程中, 其输入  $h_{ip}$  ( $i=1, \dots, n; p=1, \dots, M$ ), 在输入层, 输入节点仅将输入信息通过激活函数  $f(u)$  的作用传播到隐含层节点上, 因此对任一第  $p$  组样本, 节点输出与输入相等, 即  $O_{ip} = h_{ip}$ 。对于隐含层第  $j$  个节点, 其输入和输出分别为:

$$net_{jp} = \sum_{i=1}^n w_{ji} O_{ip} \quad (1)$$

$$O_{jp} = f(net_{jp}, \theta_j) = [1 + \exp(-net_{jp} + \theta_j)]^{-1} \quad (2)$$

节点作用的激活函数  $f(u)$  采用 Sigmoid 型, 其表达式为:

$$f(u) = [1 + \exp(-u)]^{-1} \quad (3)$$

对于输出层第  $k$  个节点, 其输入和输出分别为:

$$net_{kp} = \sum_{j=1}^q w_{kj} O_{jp} \quad (4)$$

$$O_{kp} = f(net_{kp}, \theta_k) = [1 + \exp(-net_{kp} + \theta_k)]^{-1} \quad (5)$$

以上过程为网络训练信息的正向传播过程, 另一过程为误差反向传播过程。如果网络输出与期望输出  $g_{kp}$  ( $k=1, \dots, m$ ) 间存在误差, 则将误差反向传播, 可利用式(6)和式(7)反复调节网络中各节点的连接权值和阈值, 直至网络实际输出值与期望输出值之间的误差满足一定的要求。由误差函数调节的

连接权值和阈值分别为:

$$\Delta_p w_{ij}(t+1) = \eta \delta_p O_{ip} + \alpha \Delta_p w_{ij}(t) \quad (6)$$

$$\theta_j(t+1) = \theta_j(t) + \frac{1}{M} \sum_{p=1}^M \Delta_p \theta_j \quad (7)$$

式中,  $\eta$  为学习率,  $\delta_p$  为输出节点的计算误差,  $\alpha$  为动量因子,  $\alpha \Delta_p w_{ij}(t)$  为动量项,  $t$  为训练次数。

样本误差和训练样本集的误差分别为:

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (g_{kp} - O_{kp})^2 \quad (8)$$

$$E = \frac{1}{M} \sum_{p=1}^M E_p \quad (9)$$

根据农业高科技投资项目风险评价指标体系(图 1), 可以建立典型的 3 层(输入层有 21 个评价价值、输出层有 1 个综合评价价值、隐含层有 6 个节点) BP 网络的拓扑结构, 结果如图 2 所示。

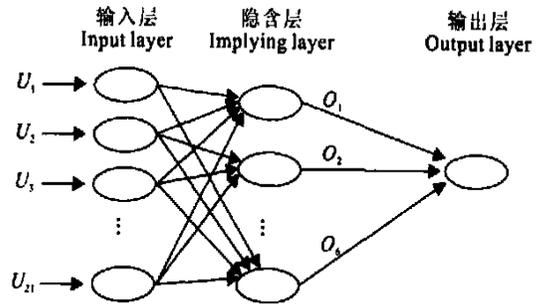


图 2 3 层 BP 网络拓扑结构

Fig 2 Structure of 3BP network

### 1.3 综合评价

在影响农业高科技投资项目风险的评价指标  $U_1 \sim U_{21}$  中, 既有定性因素, 又有定量因素<sup>[11]</sup>, 而且即使是定量因素, 其量纲差异也很大。因此, 对风险指标  $U_1, U_2, \dots, U_{21}$  采用专家打分法, 分为 1, 0.7, 0.5, 0.3 和 0.1 共计 5 个等级, 其对应风险分别为低、较低、一般、较高和高。评分时经专家充分审核, 给出各风险指标的评估值, 以衡量评价项目在该指标上的表现以及可能引起的相关风险高低。

对农业高科技投资项目风险的评价, 可以看作是输入(投资项目风险评价的各因素指标)到输出(最终评价价值)的非线性映射。应用神经网络模型需要进行数据的预处理, 即归一化, 由于农业高科技投资项目风险评价指标体系 ( $U_1 \sim U_{21}$ ) 中的定性因素较多, 因此采用 3 层 BP 网络结构时, 输入层为各影响因素的评价值, 即 21 个神经元; 隐含层的神经元个数可根据需要和经验确定; 输出层只有 1 个神经元, 是 1 个取值范围为  $[0, 1]$  的代数, 用以表示评

价结果, 分值越高, 说明所有评价指标的综合评价越好, 该项目总的投资风险越低, 反之, 分值越低, 投资风险越高。

BP 神经网络对农业高科技投资项目风险的评价, 需要一定数量的已知样本作为训练集训练该网络, 然后才能对项目进行评价。训练网络的样本集应是可信度高的权威性评价结果, 可以通过专家对少量典型农业高科技投资项目实际运行结果的评价得到。将训练的权值和阈值储存起来, 对拟评价的项目进行预测, 只要专家给出各风险指标值, 该神经网络系统就可以给出该项目的综合风险评价, 并将输出层作为网络结果输出。

## 2 实例验证

利用上述 BP 神经网络模型, 基于设计的评价指标体系, 对 14 个农业高科技投资项目<sup>[12]</sup>作实际投资评价, 聘请专家对各项目风险指标给出评估值, 并作适当数据处理, 结果见表 1。选取表 1 中前 10 组数据作为训练样本集, 取训练样本集误差为 0.001, 学习率  $\eta$  为 0.25, 动量因子  $\alpha$  为 0.60, 最大学习次数为 10 000, 应用 MATLAB 功能强大的神经网络工具箱编写程序<sup>[13]</sup>, 对上述网络进行训练, 学习到 8 900 次后网络趋于收敛, 训练停止, 训练样本集误差达到 0.000 93。

表 1 14 个农业高科技投资项目的风险评价指标体系

Table 1 Risk evaluation index system of 14 high sci-tech agriculture projects

序号 No	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$	$U_{10}$	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$	$U_{15}$	$U_{16}$	$U_{17}$	$U_{18}$	$U_{19}$	$U_{20}$	$U_{21}$	得分 Mark	
1	1.0	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	0.5	1.0	0.7	1.0	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	0.7	0.1	0.805
2	0.5	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	0.695
3	0.7	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.5	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.821
4	0.1	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.654
5	0.7	1.0	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.711
6	0.5	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	0.1	0.892	
7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	1.0	0.7	1.0	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	0.7	0.5	0.1	0.785	
8	0.1	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	0.3	1.0	1.0	0.933	
9	0.7	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.532
10	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.1	0.386
11	1.0	1.0	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.7	1.0	0.722	
12	0.7	0.7	0.7	0.5	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.813
13	0.5	0.3	0.7	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0.5	0.3	0.7	0.5	0.7	0.3	0.7	0.5	0.499	
14	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.819

BP 神经网络对 10 个农业高科技投资项目的训练结果见表 2。

表 2 BP 神经网络对 10 个农业高科技投资项目的训练结果

Table 2 Trained results of 10 high sci-tech agricultural projects of BP-neutral network

项目序号 No	专家评估值 Evaluation	训练结果 Trained results	误差 Errors	项目序号 No	专家评估值 Evaluation	训练结果 Trained results	误差 Errors
1	0.823	0.805	2.19%	6	0.911	0.892	2.08%
2	0.728	0.695	4.71%	7	0.766	0.785	2.48%
3	0.793	0.821	3.53%	8	0.922	0.933	1.19%
4	0.684	0.654	4.38%	9	0.821	0.832	1.34%
5	0.726	0.711	2.07%	10	0.376	0.386	2.66%

从表 2 可以看出, 前 10 组训练样本集的平均相对误差只有 2.39%, 样本最大相对误差也仅为 4.71%, 故拟合情况良好, 小于预设精度(5%)。由于训练过的网络已模拟并记忆了输入变量与输出变量

间的函数关系, 因而可以用训练好的网络进行预测。将表 1 中所列出的后 4 组数据作为预测样本集进行预测, 预测样本集的专家评估值与人工神经网络的预测结果见表 3。

表 3 BP 神经网络对 4 个农业高科技投资项目的预测结果

Table 3 Forecasting results of 4 high sci-tech agricultural projects of BP-neutral network

项目序号 No	专家评估值 Evaluation	预测结果 Forecasting results	误差 Errors	项目序号 No	专家评估值 Evaluation	预测结果 Forecasting results	误差 Errors
11	0.735	0.722	1.77%	13	0.508	0.499	1.77%
12	0.801	0.813	1.50%	14	0.798	0.819	2.63%

从表 3 可以看出, 预测样本集的平均相对误差为 1.91%, 预测样本最大相对误差也仅为 2.63%, 说明所建立的 BP 神经网络模型训练精度较高, 预测结果较好。

### 3 结 论

鉴于农业高科技投资项目中影响因素的复杂性, 本文在分析其相关影响因素的基础上, 提出了基于 BP 人工神经网络的农业高科技投资项目风险评

价模型。该模型以其较强的自学习、自组织适应能力和强容错性能, 能准确按照专家的评定方法进行训练和预测, 成功克服了传统风险管理的局限和仅依赖专家经验决策等弊端。同时, 进一步显示了人工神经网络模型在现代农业经济非线性领域的广阔应用前景。但在 BP 人工神经网络的应用研究中, 一定要注意避免“过拟合”现象的发生, 否则, 人工神经网络模型的稳定性差, 结果可靠性不高。

### [参考文献]

- [1] 庄镇泉, 王熙法, 王东生. 神经网络与神经计算机[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1-4
- [2] 徐绪松, 但朝阳. 高技术项目投资风险模糊综合评价模型[J]. 数量经济技术经济研究, 2001, 27(7): 34-36
- [3] Gompers P A. Optional investment monitoring and the staging of venture capital[J]. Journal of Finance, 1995, 50: 461-489
- [4] Jeffery J T. Venture capital contracting under asymmetric information[J]. Journal of Banking & Finance, 1998, 22: 675-699
- [5] 赵喜仓. 风险投资项目投资风险综合评价研究[J]. 统计研究, 2001(12): 36-39
- [6] Quah T S, Srinivasan B. Improving returns on stock investment through neural network selection[J]. Expert Systems with Applications, 1999, 17: 295-301
- [7] Adedeji B B, David B S. Neural network as a simulation metamodel in economic analysis of risky projects[J]. European Journal of Operation Research, 1998, 105: 130-142
- [8] 许国栋. 风险管理理论综述及发展[J]. 北方经贸, 2001(9): 40-41
- [9] 王忠锐, 马少军, 徐义田. 略论高科技项目风险的模糊综合评判[J]. 石河子大学学报: 哲学社会科学版, 2003, 3(3): 59-62
- [10] 李煜华, 郎宏文. 高新技术项目投资风险的模糊综合评价模型[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2004, 9(1): 72-75
- [11] Baoan Y, Ling X L, Hai J. An early warning system for loan risk assessment using artificial neural networks[J]. Knowledge-Based Systems, 2001, 14: 303-306
- [12] 仰 炬, 张朋柱. 基于神经网络的医药高科技投资风险评价模型[J]. 数理统计与管理, 2003, 23(4): 37-42
- [13] 许 东, 吴 铮. 基于 MATLAB 6 X 的系统分析与设计——神经网络[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002: 186-194

## Risk evaluation model of high sci-tech agriculture projects based on ANN

CUI Wei-fang<sup>a, b</sup>, HUO Xue-xi<sup>a</sup>, ZHUANG Shi-hong<sup>b</sup>, ZHANG Hong-liang<sup>b</sup>

(<sup>a</sup> College of Economics and Management, <sup>b</sup> Research Division, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The paper proposed a multi-target synthetic evaluation system of high sci-tech agriculture projects based on neural network, and established risk evaluation model of high sci-tech agriculture projects based on BP neutral network. The network model was trained and predicted by using the factual examples. The results show that back-propagation network model can carry on the work according to the experts' methods, which provides the risk control forecasting tool for the agricultural high sci-tech investment projects and demonstrates that the neutral network model has broad application prospects in the modern economical non-linear domain.

**Key words:** BP neutral network; high sci-tech agriculture project; risk evaluation