

# 基于神经网络的大型国际工程财务风险控制评价

王颖<sup>1</sup>, 马亮<sup>2</sup>, 白居<sup>1</sup>, 张云霞<sup>1</sup>

(1. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092; 2. 上海大学 管理学院, 上海 200444)

**摘要:** 建立了一个由 7 个一级指标和 32 个二级指标构成的系统评价体系. 采用模糊层次分析法(FAHP)并结合专家问卷数据得到初始指标权重, 进而生成 30 组前馈神经网络(BPNN)训练样本和 5 组校验样本. 基于训练样本和前馈神经网络构建出大型国际工程项目财务风险控制体系的非线性映射关系模型, 并通过样本校验. 最后, 以某大型央企在沙特的总承包项目为例, 进行了评价体系的实际应用和案例分析.

**关键词:** 财务风险控制; 大型国际工程项目; 模糊层次分析法(FAHP); 前馈神经网络(BPNN)

**中图分类号:** C935

**文献标志码:** A

## Financial Risk Control Evaluation in International Megaprojects Based on Back Propagation Neural Network

WANG Ying<sup>1</sup>, MA Liang<sup>2</sup>, BAI Ju<sup>1</sup>, ZHANG Yunxia<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

**Abstract:** An evaluation framework consisting of 32 evaluation indicators grouped under 7 categories was built. The weights of the indicators were obtained through an expert questionnaire survey and were then computed using fuzzy analytic hierarchy process (FAHP), which generated 30 groups of back propagation neural network (BPNN) training samples and 5 sets of calibration samples. Based on the results, a nonlinear mapping relation model of the financial risk control of international megaprojects was constructed. Finally, an EPC (engineering, procurement, construction) project in Saudi Arabia was used as a case to illustrate the evaluation system.

**Key words:** financial risk control; international megaprojects; fuzzy analytic hierarchy process (FAHP); back propagation neural network (BPNN)

近年来,在“走出去”战略的引领下,我国大型工程承包企业开始加快开拓国际市场的步伐. 据商务部《2014 年我国对外承包工程业务简明统计》发布的最新统计数据显示,2014 年我国对外承包工程业务完成营业额 1 424.1 亿美元,同比增长 3.8%,新签合同总额 1 917.6 亿美元,同比增长 11.7%. 在高速增长的同时,大型国际工程项目在实际建设过程中面临诸多与国内市场显著不同的风险. 如:2011 年发生的利比亚危机,迫使正在当地承接大型工程项目建设的中国企业不得不暂停项目,撤离该国;2014 年 11 月 10 日墨西哥政府单方面突然宣布中方中标的墨西哥高铁项目合同取消. 除政治风险外,包括外汇风险、通货膨胀风险在内的经济风险,特殊气候、恶劣施工条件在内的自然风险,劳动力短缺、当地工会维权在内的组织风险,技术验收标准和法律法规条款差异在内的合同风险,都是国际工程项目与国内项目存在显著差别的方面. 由于其风险因素多样、复杂且突发性强,使得我国大型工程承包企业必须强化对项目的系统性评估以提高应对和控制风险的能力. 财务风险作为项目风险管理与控制中的核心内容和关键对象尤其应该受到项目管理层的重视,如何客观地评估项目财务风险,并将其控制在合理水平是大型国际工程项目得以顺利施行的根本保障.

目前,对项目风险和财务风险控制及评价研究主要集中于三个方面:①从工程项目的全面风险管理角度对工程项目执行过程中面临的各类风险进行分类研究. Bing 等<sup>[1]</sup>从国际建筑工程项目角度,将项目面临的各种风险归纳为内部、具体项目和外部三个大类. Ling 等<sup>[2]</sup>以某印度施工项目为例,认为国际工程公司在海外遇到的复杂风险包括政治和社会风险、筹资成本风险、汇率风险、文化和社会习惯差异等. 王玲等<sup>[3]</sup>在分析识别国际水电 EPC 项目风险因素的基础上,从环境、技术、财务、进度、管理五个方

收稿日期: 2015-03-01

基金项目: 国家自然科学基金(71471137)

第一作者: 王颖(1979—),女,博士生,主要研究方向为国际会计. E-mail: berber236@163.com

通讯作者: 马亮(1984—),男,管理学博士,主要研究方向为建设工程管理. E-mail: tongjimaliang@163.com

面构建了风险指标体系,并应用模糊数学方法对项目进行风险评价和分析。② 从企业财务风险管理和内部控制的关系角度进行探索。Van Horne 等<sup>[4]</sup>将企业财务风险定义为可能丧失偿债能力的风险,以及由于使用财务杠杆而导致的每股收益变动。Trindade 等<sup>[5]</sup>强调工程企业确立明晰的财务预算是有效控制财务风险的基本方法。③ 围绕由美国反虚假财务报告委员会(COSO)颁布的《内部控制整合框架》,对企业财务风险控制体系开展的一类相对独立的评价研究<sup>[6]</sup>。

上述学术研究分别针对项目风险和企业财务风险控制进行探讨,而实践界面临的问题是基于“项目风险”的研究范畴较为宽泛,包括了技术、环境、财务等诸多因素,从企业内部职能划分角度,各类风险控制责任难以落实;针对一般企业财务风险控制体系的评价研究又难以顾及大型国际工程项目风险的固有风险。因此,对于项目风险与企业财务风险的交集——项目财务风险,尤其是大型国际工程项目的财务风险这一细分领域亟待专门研究。

本文针对大型国际工程项目的财务风险控制问题,建立了一个由7个一级指标和32个二级指标构成的系统评价体系。通过模糊层次分析法(FAHP)和前馈神经网络(BPNN)方法构建出该系统评价体系的指标权重系数和非线性映射关系模型,并以某大型央企在沙特的总承包项目为例,对该评价体系的实际应用情况做了案例分析。

## 1 大型国际工程项目财务风险控制评价指标体系的构建

### 1.1 研究假设

为明确研究范畴,本文的研究基于以下四个假设前提:

#### (1) 研究对象假设

本文研究的“项目财务风险”主要指财务部门及财务人员通过财务管理和风险控制活动,直接控制或间接参与控制与项目相关的风险。其他项目风险,如技术风险虽对项目收益不确定性造成影响,但是在企业财务管理职能范围之外且范围较为宽泛,不作为评价指标列示。

#### (2) 研究主体假设

本文研究的“大型国际工程”指以EPC模式运营,项目所在国在中国境外,工期在一年以上,合同金额较大,由中国企业通过公开市场行为单独获得

的对外工程承包项目,不包括联合体投标项目及在非市场行为及特殊因素影响下而承接的工程项目,如援外工程等。

#### (3) 主体特征假设 1

工程企业已有明确的风险控制目标。风险控制活动应预先通过科学的程序和方法设定合理的目标,然后开始制定计划,组织实施风险控制活动。没有明确的风险控制目标,风控工作将变得毫无意义。因此,本文的财务风险控制活动是以具备明确风险控制目标为假设前提。

#### (4) 主体特征假设 2

工程企业具有较为完整、清晰的组织机构和岗位设置,部门职责清晰,权责明确。机构设置完整、岗位人员齐备的企业,是各司其职且内部控制制度行之有效的,如果财务部门本身的职责不清,则会使得指标所指向的控制行为变得模糊而且不可追溯。

### 1.2 指标体系构建

为确保指标体系的合理性和完整性,按照以下四个步骤构建大型国际工程项目财务风险控制评价指标体系:① 按照国际工程项目风险要素维度,将相关文献<sup>[3,7-12]</sup>所列项目风险要素汇总并分类,完成基础体系;② 参考美国企业风险管理整合框架<sup>[13]</sup>对项目财务风险控制活动的筛选,从26个项目风险因素中筛选出了19个项目财务风险因素,完成一次修订;③ 整理财务人员在大型国际工程项目执行的前、中、后期可采取的项目财务风险控制活动,按照风险的影响因素来源,将风险控制活动分为内部风险控制活动、外部风险控制活动和风险协调活动三大类,共27个指标,完成二次修订;④ 采取问卷调查方式,向相关领域的资深专家和项目财务管理者征求意见,形成由评价目标、7个一级指标和32个二级指标构成的完整体系,完成最终修订,从而构建起大型国际工程项目财务风险控制评价体系,见表1。

### 1.3 基于模糊层次分析法的指标权重计算

本文利用基于三角模糊数的层次分析法取代传统层次分析(AHP)法中的1~9比例标度,并采用专家调查问卷的形式,取可信度大于50%的数据进行加权平均,最后得出大型国际工程项目财务风险控制评价指标的权重值,如表2所示。

将二级指标相对重要性均值 $V_{xy}$ 与所属的一级指标相对重要性均值 $U_x$ 相乘,即可得到32个二级指标的整体权重 $W_{xy}$ ,如表1所示,其计算公式如下:

$$W_{xy} = U_x V_{xy}, x = 1, 2, \dots, 7, y = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

表 1 大型国际工程项目财务风险控制评价指标体系

Tab.1 Index system of financial risk control evaluation for international megaprojects

项目	一级指标 $U_x$	二级指标 $V_{xy}$	指标权重值 $W_{xy}$
内部 风险 控制	财务人员管理指标 $U_1$	内部人才培养机制 $V_{11}$	0.052 9
		外部人才招聘机制 $V_{12}$	0.040 7
		财务人员集中管理 $V_{13}$	0.052 9
	内部财务管理指标 $U_2$	资金收支计划 $V_{21}$	0.031 2
		资金审批 $V_{22}$	0.031 2
		资金集中管理 $V_{23}$	0.035 8
		预算管理 $V_{24}$	0.036 1
		服务外包机制 $V_{25}$	0.022 6
		账务集中管理 $V_{26}$	0.020 7
	项目管理指标 $U_3$	动态风险识别 $V_{31}$	0.026 5
		项目报价 $V_{32}$	0.021 9
		合同内部评审 $V_{33}$	0.027 7
		项目保险 $V_{34}$	0.018 2
		绩效考核 $V_{35}$	0.030 9
		外部咨询机制 $V_{36}$	0.015 0
		项目审计 $V_{37}$	0.027 8
外部 风险 控制	融资风险控制指标 $U_4$	项目融资筹划 $V_{41}$	0.071 5
		争取良好的授信条件 $V_{42}$	0.052 2
		争取政策性资金支持 $V_{43}$	0.050 3
	收汇风险控制指标 $U_5$	相关方资信调查 $V_{51}$	0.023 8
		合同结算方式筹划 $V_{52}$	0.023 9
		应收账款管理 $V_{53}$	0.023 5
		银行保函筹划 $V_{54}$	0.018 0
		索赔风险应对 $V_{55}$	0.015 8
		出口信用保险 $V_{56}$	0.015 9
	汇率风险控制指标 $U_6$	汇率变动预测 $V_{61}$	0.027 7
		合同收款筹划 $V_{62}$	0.025 9
		风险转移安排 $V_{63}$	0.023 4
		保值操作 $V_{64}$	0.021 4
风险 协调 控制	财务人员协调效能指标 $U_7$	国内外相关政策掌握 $V_{71}$	0.034 4
		部门间沟通协调 $V_{72}$	0.040 1
		与外界的沟通协调 $V_{73}$	0.040 1

表 2 指标相对权重值

Tab.2 Index relative weight values

指标名	子指标编号						
	1	2	3	4	5	6	7
一级指标 $U_x$	0.146 5	0.177 6	0.168 0	0.174 0	0.120 9	0.098 4	0.114 6
财务人员管理指标 $V_{1y}$	0.361 1	0.277 8	0.361 1				
内部财务管理指标 $V_{2y}$	0.175 8	0.175 8	0.201 7	0.203 3	0.127 0	0.116 5	
项目管理指标 $V_{3y}$	0.157 6	0.130 3	0.164 6	0.108 1	0.184 2	0.089 5	0.165 6
融资风险控制指标 $V_{4y}$	0.411 1	0.300 0	0.288 9				
收汇风险控制指标 $V_{5y}$	0.196 6	0.197 3	0.194 3	0.149 0	0.131 0	0.131 7	
汇率风险控制指标 $V_{6y}$	0.281 8	0.263 0	0.237 4	0.217 8			
财务人员协调效能指标 $V_{7y}$	0.300 0	0.350 0	0.350 0				

其中,  $n$  为任意一级指标所属的二级指标个数。

## 2 基于 BPNN 的大型国际工程项目财务风险控制评价模型

### 2.1 BPNN 计算方法

BPNN 是一种按误差逆传播算法训练的多层前

馈网络,其网络模型拓扑结构包括一个输入层、若干隐含层和一个输出层<sup>[14]</sup>,本文采用具有多输入单输出的三层 BPNN 作为评价模型,其拓扑结构如图 1 所示。

图 1 中,  $k$  为样本标号;  $n$  为输入层神经元数;  $p$  为隐含层神经元数;  $q$  为输出层神经元数,即样本总量。其核心过程主要包括模式顺传播、误差逆传播以

及网络学习算法.

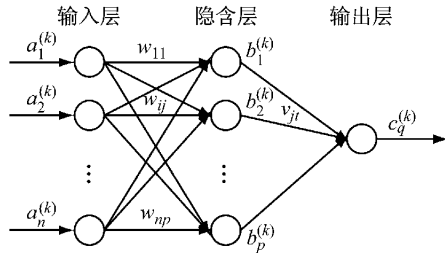


图1 三层 BPNN 拓扑结构

Fig.1 Topology structure of three layers' BPNN

### 2.1.1 模式顺传播

设输入模式向量

$$\mathbf{a}_k = (a_1^{(k)}, a_2^{(k)}, \dots, a_n^{(k)})^T, \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

式中:  $m$  为学习模式对数. 为简洁起见, 下文略去样本标号  $k$ , 则隐含层各神经元输入

$$s_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} a_i - \theta_j, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (3)$$

式中:  $w_{ij}$  为输入层神经元  $i$  至隐含层神经元  $j$  的连接权;  $\theta_j$  为隐含层神经元的阈值. 隐含层各神经元输出

$$b_j = f(s_j) = \frac{1}{1 + e^{-s_j}}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (4)$$

类似地, 输出层各神经元的输入、输出可分别按下式计算:

$$l_t = \sum_{j=1}^p v_{jt} b_j - \gamma_t \quad (5)$$

$$y_t = f(l_t) = \frac{1}{1 + e^{-l_t}}, \quad t = 1, 2, \dots, q \quad (6)$$

式中:  $v_{jt}$  为隐含层神经元  $j$  至输出层神经元  $t$  的连接权;  $\gamma_t$  为输出层神经元的阈值.

### 2.1.2 误差逆传播

记网络的预期输出向量

$$\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_q)^T \quad (7)$$

则预期输出与实际输出之差

$$\delta_t = c_t - y_t, \quad t = 1, 2, \dots, q \quad (8)$$

$\delta_t$  的均方值可表示成

$$E_k = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^q \delta_t^2 = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^q (c_t - y_t)^2 \quad (9)$$

于是问题便归结为求解

$$\min_{\{w, v, \theta, \gamma\}} E_k \quad (10)$$

显而易见可以得到

$$\frac{\partial E_k}{\partial v_{jt}} = \frac{\partial E_k}{\partial y_t} \frac{\partial y_t}{\partial l_t} \frac{\partial l_t}{\partial v_{jt}} = -\delta_t y_t (1 - y_t) b_j \quad (11)$$

按梯度下降原则, 如令  $\alpha \in (0, 1)$ , 则连接权  $v_{jt}$  的修正值可按下式计算:

$$\Delta v_{jt} = -\alpha \left( \frac{\partial E_k}{\partial v_{jt}} \right) = \alpha \delta_t y_t (1 - y_t) b_j \quad (12)$$

可定义  $d_t^{(k)}$  为  $E_k$  对输出层输入  $l_t$  的偏导数之负值, 即

$$d_t^{(k)} = -\frac{\partial E_k}{\partial l_t} = \delta_t y_t (1 - y_t) \quad (13)$$

可以得到

$$\Delta v_{jt} = \alpha d_t^{(k)} b_j, \quad t = 1, 2, \dots, q, \quad j = 1, 2, \dots, p, \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

同理可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_k}{\partial w_{ij}} &= \left( \sum_{t=1}^q \frac{\partial E_k}{\partial l_t} \frac{\partial l_t}{\partial b_j} \right) \frac{\partial b_j}{\partial s_j} \frac{\partial s_j}{\partial w_{ij}} = \\ &= \left( \sum_{t=1}^q (-d_t^{(k)}) v_{jt} \right) f'(s_j) a_i = \\ &= - \left( \sum_{t=1}^q d_t^{(k)} v_{jt} \right) b_j (1 - b_j) a_i \end{aligned} \quad (15)$$

再定义  $e_j^{(k)}$  为  $E_k$  对隐含层输入  $s_j$  的偏导数之负值, 即

$$e_j^{(k)} = -\frac{\partial E_k}{\partial s_j} = \left( \sum_{t=1}^q d_t^{(k)} v_{jt} \right) b_j (1 - b_j) \quad (16)$$

便得连接权  $w_{ij}$  修正值的计算公式为

$$\begin{aligned} \Delta w_{ij} &= -\beta \frac{\partial E_k}{\partial w_{ij}} = \beta e_j^{(k)} a_i, \quad j = 1, 2, \dots, p, \\ i &= 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (17)$$

其中,  $\beta \in (0, 1)$ . 类似地, 阈值  $\gamma_t$  和  $\theta_j$  的修正值分别为

$$\Delta \gamma_t = -\alpha d_t^{(k)}, \quad t = 1, 2, \dots, q \quad (18)$$

$$\Delta \theta_j = -\beta e_j^{(k)}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (19)$$

### 2.1.3 BPNN 学习算法

BPNN 学习算法的计算可归纳为以下步骤:

- (1) 对各连接权  $w_{ij}$ ,  $v_{jt}$  和阈值  $\theta_j$ ,  $\gamma_t$  赋以  $(-1, +1)$  区间的随机数.
- (2) 随机选取模式对  $\mathbf{a}_k = (a_1^{(k)}, a_2^{(k)}, \dots, a_n^{(k)})^T$  和  $\mathbf{c}_k = (c_1^{(k)}, c_2^{(k)}, \dots, c_q^{(k)})^T$  输入网络.
- (3) 计算隐含层各神经元的输入  $s_j$  和输出  $b_j$ , 如下所示:

$$s_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} a_i - \theta_j \quad (20)$$

$$b_j = f(s_j) = \frac{1}{1 + e^{-s_j}}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (21)$$

计算输出层各神经元的输入  $l_t$  和输出  $y_t$  分别为

$$l_t = \sum_{j=1}^p v_{jt} b_j - \gamma_t \quad (22)$$

$$y_t = f(l_t) = \frac{1}{1 + e^{-l_t}}, \quad t = 1, 2, \dots, q \quad (23)$$

- (4) 按下式计算  $d_t^{(k)}$ :

$$d_t^{(k)} = (c_t - y_t)y_t(1 - y_t), \quad t = 1, 2, \dots, q \quad (24)$$

按下式计算  $e_j^{(k)}$ :

$$e_j^{(k)} = \left( \sum_{t=1}^q d_t^{(k)} v_{jt} \right) b_j (1 - b_j), \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (25)$$

(5) 更新连接权值  $v_{jt}$  和阈值  $\gamma_t$ , 得到

$$v_{jt}(N+1) = v_{jt}(N) + \alpha d_t^{(k)} b_j \quad (26)$$

$$\gamma_t(N+1) = \gamma_t(N) - \alpha d_t^{(k)}, \quad j = 1, 2, \dots, p, \\ t = 1, 2, \dots, q \quad (27)$$

式中:  $N$  为迭代步数. 更新连接权值  $w_{ij}$  和阈值  $\theta_j$  分别为

$$w_{ij}(N+1) = w_{ij}(N) + \beta e_j^{(k)} a_i^{(k)}, \\ i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (28)$$

$$\theta_j(N+1) = \theta_j(N) - \beta e_j^{(k)}, \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (29)$$

(6) 随机选取下一模式对输入网络, 返回步骤 (3), 直至全部  $m$  个模式对训练完毕.

(7) 开始新一轮学习训练, 直至满足下列不等式为止:

$$\left| \sum_{k=1}^m E_k \right| \leq \epsilon \quad (30)$$

$$E_k = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^q (c_t - y_t)^2 \quad (31)$$

不等式左边是全局误差的绝对值,  $\epsilon$  是预先给定的训练精度.

## 2.2 模型的建立、训练与检测

随机生成 35 组项目的指标评价价值, 每个指标的评价价值取 5, 4, 3, 2, 1, 分别代表该项目在该指标上的综合评价结论为优秀、良好、一般、及格、不及格, 将其作为神经网络的输入数据. 根据系统评价指标的权重值求得相应样本的输出数据, 完成 35 组输入输出数据配对, 并将前 30 组数据作为训练数据样本, 后 5 组作为测试数据样本.

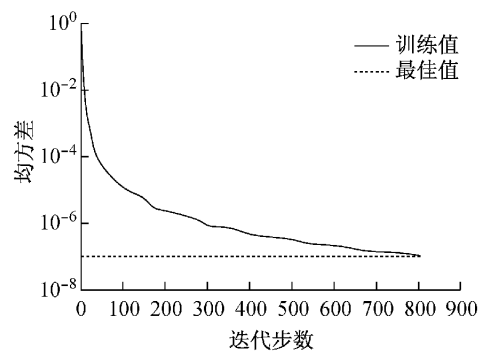
本文建立的评价模型采用如图 1 所示的三层 BPNN 结构, 其输入层为各评价指标的评价价值, 共 32 个神经元. 根据文献[15]按下式计算隐含层节点数:

$$p = nq/2 \quad (32)$$

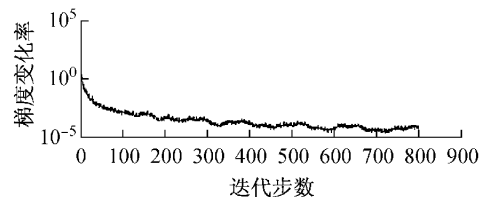
式中:  $p$  表示隐含层节点数;  $n$  表示输入层节点数;  $q$  表示输出层节点数. 可确定隐含层节点数为 16. 输出层只有一个神经元, 是一个代数值, 取值范围为 [1, 5], 表示对大型国际工程项目财务风险控制综合评价的结果, 分值越高则风险控制水平越高. 采用 Matlab R2012b 软件为建模平台, 建立一个输入层、隐含层、输出层神经元节点数分别为 32, 16, 1 的神

经网络, 选用标量共轭梯度法初始化网络的权值和阈值, 并将网络学习精度设置为  $10^{-7}$ .

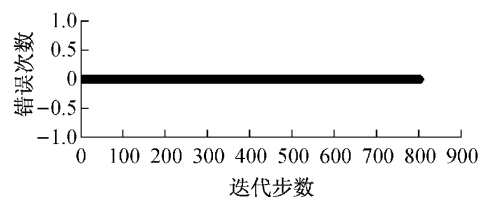
将 30 组训练数据, 以及两组边界限定样本数据 (下限为 1, 上限为 5) 作为学习样本输入网络, 并进行学习训练. 通过不断迭代直至满足学习精度为止, 得到内部表示准确的神经网络, 即合适的输入与输出之间的非线性映射关系. 从图 2 所示的网络训练结果可以看到, 运用标量共轭梯度法对网络进行训练, 经 804 次训练后, 网络收敛并达到预定学习精度  $10^{-7}$ .



a 均方差



b 梯度变化率



c 错误次数

图 2 网络训练结果

Fig. 2 Training results of the network

将 35 组数据的后 5 组 (项目编号 31~35) 数据作为校验数据输入训练好的神经网络, 得到的综合评价结果见表 3. 由表 3 可见, 输出值与期望值 (项目综合评定值) 之间的最大相对误差 -3.380%, 平均误差为 -1.071%, 综合评价结果与专家评价结果基本一致, 说明得到的神经网络所反映的输入与输出之间的关系是正确的, 可以有效地应用于工程项目财务风险控制的评价. 在得到训练好的神经网络后, 即可在遇到大型国际工程项目财务风险控制的评价问题时, 通过输入待评价项目的指标得分矩阵, 启动

网络,即可立即得到相对准确的评价结果,供项目管理层参考。

表3 网络测试结果

Tab.3 Testing results of the network

项目	项目编号				
	31	32	33	34	35
训练结果	2.628 8	3.137 4	2.981 5	2.421 2	3.204 7
期望输出	2.642 9	3.176 2	3.085 8	2.383 3	3.263 8
相对误差/%	-0.534	-1.222	-3.380	1.590	-1.811

### 3 应用实例

以某大型国际工程公司(以下简称“CT公司”)实际项目为例,开展实证研究,进行基于FAHP和BPNN的大型国际工程项目财务风险控制评价模型的验证。

CT公司是某大型央企的全资子公司,有近60年的发展历史,是全国综合性甲级设计科研单位和国际化工程集团公司,跻身美国《ENR》杂志所评全球顶级工程设计咨询公司200强。作为上海市实施“走出去”战略的先进企业,已成功承建100多项境内、外工程项目,项目所在地遍及欧洲、美国、东南亚、中东、前苏联、非洲等多个国家。其项目管理团队及项目财务管理和风险控制团队虽具有丰富的实践经验,但尚未建立起专门针对大型国际工程项目财务风险控制的评价平台。

2007年初,CT公司中标沙特AL-JOUF日产5 000 t水泥熟料生产线EPC总承包项目(以下简称“沙特项目”)。合同内容包括设计、设备供货、土建安装工程及技术服务等。该项目采用即期信用证及TT付款组合方式进行合同款项的结算。为保证项目顺利执行,建材工程在沙特首都利雅得建立了项目公司。为规避应收账款收汇风险,建材工行就沙特项目向中国出口信用保险公司投保了特定合同保险。项目预付款保函和履约保函由中国工商银行上海分行出具。

采用专家评判方法,对各个指标从优至劣划分优秀、良好、一般、及格和不及格五个等级,分别给以5分,4分,3分,2分和1分,对项目的各项评价指标做出评判。该项目的各项评价指标得分见表4。

将表4的财务评审数据输入BPNN模型中,经训练之后的网络计算,快速得到该沙特项目财务风险控制的综合评价得分为4.034,表明该项目的财务风险控制情况“良好”。

表4 沙特项目财务风险控制评价指标得分表

Tab.4 Index scores of financial risk control evaluation over Saudi project

指标	分值	指标	分值	指标	分值	指标	分值
V <sub>11</sub>	3.00	V <sub>26</sub>	4.33	V <sub>41</sub>	5.00	V <sub>56</sub>	5.00
V <sub>12</sub>	2.67	V <sub>31</sub>	2.33	V <sub>42</sub>	4.67	V <sub>61</sub>	3.67
V <sub>13</sub>	5.00	V <sub>32</sub>	4.33	V <sub>43</sub>	4.33	V <sub>62</sub>	4.27
V <sub>21</sub>	4.67	V <sub>33</sub>	4.67	V <sub>51</sub>	3.33	V <sub>63</sub>	4.67
V <sub>22</sub>	5.00	V <sub>34</sub>	5.00	V <sub>52</sub>	4.00	V <sub>64</sub>	3.00
V <sub>23</sub>	4.00	V <sub>35</sub>	3.67	V <sub>53</sub>	4.33	V <sub>71</sub>	3.67
V <sub>24</sub>	4.67	V <sub>36</sub>	4.00	V <sub>54</sub>	3.33	V <sub>72</sub>	3.33
V <sub>25</sub>	2.67	V <sub>37</sub>	4.33	V <sub>55</sub>	3.33	V <sub>73</sub>	3.67

### 4 结语

在一方面加快中国工程企业“走出去”速度,承接国际大型工程,扩大海外市场占有率的同时,也必须看到国际工程市场具有与国内显著不同的区域经济、地缘政治、法律法规等外部条件,其项目风险具有多样性、复杂性和突发性等特点,对中资企业国际大型工程项目的财务风险管理提出了严峻挑战。

本文基于FAHP和BPNN方法,建立了大型国际工程项目财务风险控制评价模型。主要创新之处可归纳为两点:一是建立了大型国际工程项目财务风险控制评价指标体系。该体系通过四个科学步骤完成,共包含7个一级指标、32个二级指标和相应指标权重,是对财务风险管理在大型国际工程这一细分领域的理论深化和应用拓展。二是利用BPNN在求解复杂非线性映射关系问题上的优势,建立了基于BPNN的大型国际工程项目财务风险计算模型,该模型的输入层、隐含层、输出层分别具有32,16和1个神经网络节点,能够快速、准确地给出项目财务风险综合评分,是对大型国际工程背景下财务风险管理的算法应用创新。

除以上创新点之外,本文在以下方面仍存在一些不足之处。首先是如何通过基础财务数据获得评价指标的可量化特征和量化方法还需要进一步细化研究;其次是对不同项目指标增减所引起的权重再分和BPNN模型再建上还可加强,以扩展模型的适用性;最后是对如何实现自动获取指标值和动态实时财务风险监控与预警可以做进一步探索。

### 参考文献:

- [1] Bing L, Tiong R L K, Fan W W, et al. Risk management in

- international construction joint ventures [J]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1999, 125(4): 277.
- [2] Ling F Y Y, Hoi L. Risks faced by Singapore firms when undertaking construction projects in India [J]. *International Journal of Project Management*, 2006, 24(3): 261.
- [3] 王玲, 刘建林, 朱记伟. 基于 AHP-MF 模型的国际水电 EPC 项目风险评价研究[J]. *工程管理学报*, 2012, 26(4): 82.  
WANG Ling, LIU Jianlin, ZHU Jiwei. Risk evaluation of international EPC hydropower project based on AHP-MF model [J]. *Journal of Engineering Management of China*, 2012, 26(4): 82.
- [4] Van Horne J C, Wachowicz J M. *Fundamentals of financial management*[M]. New Jersey: Pearson Education, 2008.
- [5] Trindade A A, Zhu Y. Approximating the distributions of estimators of financial risk under an asymmetric Laplace law [J]. *Computational Statistics & Data Analysis*, 2007, 51(7): 3433.
- [6] Beasley M S. *Fraudulent financial reporting(1998—2007): an analysis of US public companies*[R]. Orlando: Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2010.
- [7] 楼海军. 国际 EPC 水泥工程风险管理研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011.  
LOU Haijun. Study on risk management of international EPC cement project[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2011.
- [8] 唐小丽. 模糊网络分析法及其在大型工程项目风险评价中的应用研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2007.  
TANG Xiaoli. The fuzzy analytic network proeess and its applications in the evaluation for large engineering project risk [D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2007.
- [9] 朱毅, 李吉勤, 魏焱, 等. 基于总承包商视角的 EPC 国际工程风险因素分级研究[J]. *工程管理学报*, 2012, 26(5): 1.  
ZHU Yi, LI Jiqin, WEI Yan, *et al.* Grading of risk factors of EPC international engineering from the general contractor's view[J]. *Journal of Engineering Management of China*, 2012, 26(5): 1.
- [10] HAN Peng, LIU Yisheng. Study on the risk analysis and prevention for international project [C]//*Proceedings of the 2011 International Conference on Information, Services and Management Engineering*. Wuhan: Scientific Research Publishing, 2011: 1868-1887.
- [11] 李伟. 国际水电项目总承包风险管理研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2012.  
LI Wei. Study on the risk management for international hydropower engineering of EPC program[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2012.
- [12] 李小东, 杨帆, 李吉勤, 等. 国际工程项目风险管理辅助决策支持体系及要素研究[J]. *建筑经济*, 2014, 36(5): 34.  
LI Xiaodong, YANG Fan, LI Jiqin, *et al.* Study of the aid decision support system (ADSS) and the main elements of international engineering risk management [J]. *Construction Economy of China*, 2014, 36(5): 34.
- [13] Williamson D. The COSO ERM framework: a critique from systems theory of management control [J]. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 2007, 7(8): 1089.
- [14] Kabir G, Akhtar Hasin M A. Multi-criteria inventory classification through integration of fuzzy analytic hierarchy process and artificial neural network [J]. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 2013, 14(1): 74.
- [15] Beigy H, Meybodi M R. A learning automata-based algorithm for determination of the number of hidden units for three-layer neural networks [J]. *International Journal of Systems Science*, 2009, 40(1): 101.