

# Research on Financial Risk Evaluation Based on Intuitionistic Normal Fuzzy Priority Set

Peiyuan Ruan

Shandong University of Finance and Economics, Jinan Shandong  
Email: 1584453775@qq.com

Received: Jun. 7<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2018; published: Jun. 29<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

At present, when it comes to the evaluation of enterprise financial risk, most of studies assess the enterprise financial risk with the mathematical model and various financial risk indicators, rarely involving several companies relative to the size of the financial risk comparison. Based on the application of intuitionistic normal fuzzy precedence operator in group decision making, this paper chooses the representative financial risk evaluation index to evaluate the relative risk of financial risk of several companies, which makes it easier for investors to make a choice. Finally, an example is given to show the applicability of the method.

## Keywords

Intuition Fuzzy Number, Normal Fuzzy Number, Membership Function, Financial Risk, Control Strategy

---

# 基于直觉正态模糊优先集的财务风险评价研究

阮培媛

山东财经大学, 山东 济南  
Email: 1584453775@qq.com

收稿日期: 2018年6月7日; 录用日期: 2018年6月22日; 发布日期: 2018年6月29日

---

## 摘要

目前, 对于企业财务风险的评价, 大部分研究都是依据所建模型, 基于各个财务风险指标对企业财务风险进行绝对大小的评定, 很少涉及几家公司财务风险相对大小的比较。本文依据直觉正态模糊优先集结算子在群决策上的应用, 针对企业财务风险特点, 选取具有代表性的财务风险评价指标, 对几家公司进

行财务风险相对大小的评定，从而更易于投资者做出选择。最后，通过算例分析表明本方法的适用性。

## 关键词

直觉模糊数，正态模糊数，隶属函数，财务风险，控制策略

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

模糊集合理论自 1965 年由 Zadeh [1] 提出，就被应用于社会的各个领域。在此之后，不同学者又相继提出了直觉模糊集、区间直觉模糊集[2]、直觉梯形模糊数[3]、区间梯形模糊数、三角直角模糊数、直觉正态模糊数等概念。此外，有学者将直觉模糊集与 TOPSIS 方法结合、或与不确定语言变量[4]进行拓展等等。目前，对于财务风险评价问题，虽然有一些学者对财务风险进行了定量评估，但大部分集中在对某个企业财务风险的评价，很少涉及几家企业的比较，因此，有必要在直觉正态模糊数的基础上，依据直觉正态模糊优先集结算子的性质，对不同企业财务风险的相对大小进行评价，从而便于投资者进行决策。

## 2. 相关文献综述

对于企业财务风险评价的方法，国内外许多学者进行了深入的研究并取得了一系列的研究成果，国外学者对这方面的研究开展的较早，提出了许多经典的模型，我国学者在此基础上结合我国企业的实际情况，对模型进行了改进使之更适合我国企业的发展情况。经典的财务风险评价模型有单变量判定模型、多元线性判别模型、综合评价法和概率模型、层次分析法等。Charitou 和 Trigeorgis (2000) 将期权定价模型应用到了财务危机预警之中，并以此构建了财务危机预警模型。B. S. Ahn, S. S. Cho 和 C. Y. Kim (2000) 利用基于粗糙集的神经网络混合模型对财务风险进行预警。英国学者 Feng Yulin 和 Sally McClean (2001) 将逻辑回归法、神经网络方法、判别分析及决策树方法结合起来建立了三种混合模型，克服了单个模型的缺点，财务风险预测结果比单个模型更加准确。叶华，蔡根女(2004)提出了财务风险评价方法的新构思，即在模糊数学理论的基础上，将企业财务管理上一些边界不清、不易定量的因素与定量的评价指标相结合，综合地评价财务风险。郭驰等(2013)建立了基于模糊层次分析法的中小企业小额贷款信用评级模型，构建了信用指标向量，通过计算确定层次结构中的指标权重。近年来，有学者将熵权法和 TOPSIS 方法相结合，用于财务风险的评价上，利用熵权法对评价指标客观赋值，然后结合 TOPSIS 多属性决策方法建立企业财务风险评价模型。可以看出，随着科技进步和人们对财务风险管理越来越重视，财务风险的评价方法也一步步被不断改进，评价结果也更加准确。但是，也存在一定的问题，首先，上面大部分的评价方法都是定量分析，评价的标准主要是根据过去的经验数据，容易出现判断的偏差。其次，在现代的企业财务风险管理中，为使企业更好更全面的评价财务风险，应注重管理者的风险意识以及财务管理人员的综合素质等其他非定量因素[5]。最后，目前的财务风险评价几乎都是对企业进行财务风险绝对大小的评价，很少涉及几家企业财务风险相对大小的比较，这样不利于决策者和投资者快速做出选择。

直觉正态模糊数是对直觉模糊数和正态模糊数的结合，相较于传统直觉模糊数，它将论域由离散扩展到连续，从而更好地解释社会经济中大量服从或近似服从正态分布的现象；而相较于正态模糊数，它增加了非隶属度函数来刻画元素不属于集合的程度，使得评价结果更加准确。

本文基于直觉正态模糊数[6]的运算法则、期望值和大小比较方法，对企业的财务风险进行有效的评价。目前，对于财务风险评价问题，虽然有一些学者对财务风险进行了定量评估，但大部分集中在对某个企业财务风险的评价，很少涉及几家企业的比较，因此，有必要在直觉正态模糊数的基础上，依据直觉正态模糊优先集结算子[7]的性质，对不同企业财务风险的相对大小进行评价，从而便于投资者进行决策。因此，本文拟从财务风险评价出发，首先，建立财务风险评价的指标体系。其次，结合直觉正态模糊优先集在群决策上的应用，提出基于直觉正态模糊集的财务风险评价方法，最后进行算例分析。

### 3. 直觉正态模糊优先集成算子对财务风险相对大小进行评价

#### 3.1. 直觉正态模糊数优先集成算子

直觉正态模糊数可以合理解释现实社会中很多服从或近似服从正态分布的现象，优先集可以有效处理准则间具有优先关系的信息集结问题。对于企业财务风险，同一社会环境下，不同企业财务风险近似服从正态分布，且财务风险评价指标之间也确实存在优先关系，因此，利用直觉正态模糊数优先集成算子可以很好地评价不同企业财务风险的相对大小[8]。

根据有关文献[9]，直觉正态模糊数优先集成算子可分为直觉正态模糊优先加权平均算子(INFPWA)、直觉正态模糊优先加权几何平均算子(INFPWG)、直觉正态模糊有序加权平均算子(INFPOWA)。这里，为了方便起见，我们一律采用直觉正态模糊优先加权平均算子进行接下来的讨论。

##### 3.1.1. 直觉正态模糊数优先集成算子的定义[7]

定义 1: 设  $X$  为一非空集合，则称  $A = \{(x, \mu_A(x), \vartheta_A(x)) | x \in X\}$  为直觉模糊集。 $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ ， $\vartheta_A : X \rightarrow [0, 1]$  且满足  $0 \leq \mu_A(x) + \vartheta_A(x) \leq 1, \forall x \in X$ ， $\mu_A(x)$  和  $\vartheta_A(x)$  分别是元素  $x$  属于  $A$  的隶属度和非隶属度。此外， $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \vartheta_A(x)$  表示元素  $x$  属于  $X$  的犹豫度。

定义 2: 设实数域  $R$  上，隶属函数为： $\tilde{A}(x) = e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\sigma}\right)^2}$  ( $\sigma > 0$ ) 的模糊数  $A$  称为正态模糊数(NFN)，记  $\tilde{A} = (\alpha, \sigma)$ 。全体正态模糊数的集合记为  $N$ 。

定义 3: 设  $X$  为给定论域， $(\alpha, \sigma) \in \tilde{N}$ ，则称  $A = \langle (\alpha, \sigma), \mu_A, \vartheta_A \rangle$  为直觉正态模糊数，其隶属函数和非隶属函数分别为：

$$\mu_A(x) = \mu_A e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\sigma}\right)^2}, x \in X$$

$$\vartheta_A(x) = 1 - (1 - \vartheta_A) e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\sigma}\right)^2}, x \in X$$

$\mu_A$  和  $\vartheta_A$  分别表示元素  $x$  隶属和非隶属于正态模糊数  $(\alpha, \sigma)$  的程度，且满足  $0 \leq \mu_A \leq 1, 0 \leq \vartheta_A \leq 1, 0 \leq \mu_A + \vartheta_A \leq 1$ 。

定义 4: 设  $A_i = \langle (\alpha_i, \sigma_i), \mu_i, \vartheta_i \rangle (i = 1, 2, \dots, n)$  为一组直觉正态模糊数，设 INFPWA:  $\Omega^n \rightarrow \Omega$ ，如果：

$$\text{INFPWA}(A_1, A_2, \dots, A_n) = \frac{T_1}{\sum_{j=1}^n T_j} A_1 \oplus \frac{T_2}{\sum_{j=1}^n T_j} A_2 \oplus \dots \oplus \frac{T_n}{\sum_{j=1}^n T_j} A_n$$

称 INFPWA 为直觉正态模糊优先算术平均算子。其中， $\Omega$  是直觉正态模糊集， $T_i = \prod_{k=1}^{i-1} E(A_k) (i = 2, 3, \dots, n)$ ， $T_1 = 1$ ， $E(A_k)$  表示的是直觉正态模糊数的期望值。

定义 5: 设为直觉正态模糊数，称  $S_1(A)$  为  $A$  的得分函数： $S_1(A) = \alpha(\mu_A - \vartheta_A)$ ，我们正是基于得分函数进行最后的排序。

### 3.1.2. 直觉正态模糊数优先集成算子相关定理及性质[10]

定理 1: 设  $A = \langle (\alpha, \sigma_A), \mu_A, \vartheta_A \rangle$  为直觉正态模糊数, 则称  $E(A)$  为  $A$  的期望值:

$$E(A) = \alpha \times \left( \frac{\mu_A + 1 - \vartheta_A}{2} \right)$$

其中,  $E(A) \in [0, \alpha]$ 。

定理 2: 设  $A_i = \langle (\alpha_i, \sigma_i), \mu_i, \vartheta_i \rangle (i=1, 2, \dots, n)$  为一组直觉正态模糊数, 则定义 4 的计算结果仍是直觉正态模糊数, 且有:

$$\text{INFPWA}(A_1, A_2, \dots, A_n) = \left\langle \left( \sum_{i=1}^n \frac{T_i}{\sum_{j=1}^n T_j} \alpha_i, \sum_{i=1}^n \frac{T_i}{\sum_{j=1}^n T_j} \sigma_i \right), 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_i)^{\frac{T_i}{\sum_{j=1}^n T_j}}, \prod_{i=1}^n (\vartheta_i)^{\frac{T_i}{\sum_{j=1}^n T_j}} \right\rangle$$

其中,  $T_i = \prod_{k=1}^{i-1} E(A_k) (i=2, 3, \dots, n)$ ,  $T_1 = 1$ ,  $E(A_k)$  表示的是直觉正态模糊数  $A_k$  的期望值。

定理 3: 设  $A_1$  和  $A_2$  为任意的两个直觉正态模糊数,  $S_1(A_1)$  和  $S_1(A_2)$  分别是  $A_1$  和  $A_2$  的得分函数值, 则有: 如果  $S_1(A_1) > S_1(A_2)$ , 那么  $A_1 > A_2$ 。

性质 1: 幂等性: 设  $A_i = \langle (\alpha_i, \sigma_i), \mu_i, \vartheta_i \rangle (i=1, 2, \dots, n)$  为一组直觉正态模糊数, 如果  $A_i = \tilde{A}$ , 则有:  $\text{INFPWA}(A_1, A_2, \dots, A_n) = \tilde{A}$

性质 2: 单调性: 设  $(A_1, A_2, \dots, A_n)$  和  $(B_1, B_2, \dots, B_n)$  为两组直觉正态模糊数, 对于任意的  $i (i=1, 2, \dots, n)$  有  $A_i \leq B_i$ , 则有:

$$\text{INFPWA}(A_1, A_2, \dots, A_n) \leq \text{INFPWA}(B_1, B_2, \dots, B_n)$$

性质 3: 边界性: 设  $A_i = \langle (\alpha_i, \sigma_i), \mu_i, \vartheta_i \rangle (i=1, 2, \dots, n)$  为一组直觉正态模糊数,  $A_{\max} = \max(A_i)$ ,  $A_{\min} = \min(A_i)$ , 则有:  $A_{\min} \leq \text{INFPWA}(A_1, A_2, \dots, A_n) \leq A_{\max}$ 。

### 3.2. 财务风险评价指标的选取及权重的确立[11]

财务风险指标分为企业内部风险指标和外部环境风险指标, 本文中, 由于是在同一外部环境下, 所以外部环境风险指标不予考虑, 只考虑企业内部财务风险[12]。通过分析确定了企业内部财务风险评价的一级指标分别是: 盈利能力、偿债能力、运营能力和发展能力, 采用财务业绩定量评价法中相关规定确定的评价指标权重如表 1 所示。根据四个财务风险评价指标[13]及其权重, 我们采用直觉正态模糊优先集结算子对不同企业的财务风险状况进行评估, 最终得到不同企业财务风险相对大小。

### 3.3. 基于直觉正态模糊优先集结算子的多准则群决策方法

对于一个多准则的决策问题, 我们需要根据准则集对可选方案集进行排序[14]。这里, 设可选方案集  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ , 准则集  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ , 此外, 设专家集为  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$ 。需要注明的是, 准则之间存在线性优先关系  $C_1 > C_2 > \dots > C_n$ , 即当  $i < j$  时,  $C_i$  的优先级高于  $C_j$  的优先级。同样, 专家之间存在着线性优先关系:  $e_1 > e_2 > \dots > e_p$ , 即当  $\xi < \eta$  时,  $e_\xi$  的优先级高于  $e_\eta$  的优先级。专家  $e_k$  对可选方案  $A_i$  在准则  $C_j$  下的评价值用直觉正态模糊数来表示  $r_{ij}^k = \langle (\alpha_{ij}^k, \sigma_{ij}^k), \mu_{ij}^k, \vartheta_{ij}^k \rangle$ , 决策者给出的评价信息构成决策矩阵  $R^k = [r_{ij}^k]_{m \times n}$ 。

**Table 1.** Financial risk indicator weights table  
**表 1.** 财务风险指标权重表

准则层指标	方案层指标	权重
盈利能力 (43.03)	营业利润率	22.78
	总资产报酬率	13.29
	成本费用利润率	6.96
偿债能力 (32.28)	资产负债率	17.10
	速动比率	9.97
	现金流动负债比	5.21
	应收账款周转率	8.42
运营能力 (15.74)	存货周转率	5.41
	资产现金回收率	1.91
	营业增长率	4.75
发展能力 (8.95)	资本保值增值率	2.76
	总资产增长率	1.44

对于多准则群决策问题，在基于直觉正态模糊数优先集结算子的情况下，一般的决策步骤[15]如下：

**Step 1:** 对决策矩阵进行规范化处理

针对多准则决策问题中效益型和成本型的准则类型，为了消除不同量纲对最终决策结果的影响，对原决策矩阵进行规范化处理，得到规范化矩阵。规范化公式如下所示：

对于效益型准则：

$$\tilde{r}_{ij}^k = \left\langle \tilde{\alpha}_{ij}^k = \frac{\alpha_{ij}^k}{\max_i(\alpha_{ij}^k)}, \tilde{\sigma}_{ij}^k = \frac{\sigma_{ij}^k}{\max_i(\sigma_{ij}^k)} \times \frac{\sigma_{ij}^k}{\alpha_{ij}^k}, \tilde{\mu}_{ij}^k = \mu_{ij}^k, \tilde{g}_{ij}^k = g_{ij}^k \right\rangle \quad (2.1)$$

对于成本型准则：

$$\tilde{r}_{ij}^k = \left\langle \tilde{\alpha}_{ij}^k = \frac{\alpha_{ij}^k}{\min_i(\alpha_{ij}^k)}, \tilde{\sigma}_{ij}^k = \frac{\sigma_{ij}^k}{\min_i(\sigma_{ij}^k)} \times \frac{\sigma_{ij}^k}{\alpha_{ij}^k}, \tilde{\mu}_{ij}^k = \mu_{ij}^k, \tilde{g}_{ij}^k = g_{ij}^k \right\rangle \quad (2.2)$$

**Step 2:** 计算  $T_{ij}^k$  的值

$$\begin{cases} T_{ij}^k = \prod_{t=1}^{k-1} E(\tilde{r}_{ij}^t) \quad (k = 2, 3, \dots, p; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \\ T_{ij}^1 = 1 \end{cases} \quad (2.3)$$

其中， $E(\tilde{r}_{ij}^k)$  为直觉正态模糊数  $\tilde{r}_{ij}^k$  的期望值。

**Step 3:** 对不同专家的决策矩阵进行综合集成

利用公式(1.2)对不同专家的直觉正态模糊决策矩阵  $\tilde{R}^k = [\tilde{r}_{ij}^k]_{m \times n}$  ( $k = 1, 2, \dots, p$ ) 的准则值进行综合集成，得到集成的直觉正态模糊决策矩阵  $\tilde{D} = [\tilde{d}_{ij}]_{m \times n}$  ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ )。

**Step 4:** 计算  $T_{ij}$  的值 ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ )

$$\begin{cases} T_{ij} = \prod_{k=1}^{j-1} E(\tilde{r}_{ik}) & (i=1,2,\dots,m; j=2,3,\dots,n) \\ T_{i1} = 1 & (i=1,2,\dots,m) \end{cases} \quad (2.4)$$

其中,  $E(\tilde{r}_{ik})$  为直觉正态模糊决策矩阵  $\tilde{D}$  中  $\tilde{d}_{ij}$  的期望值。

Step 5: 利用公式(1.2)对直觉正态模糊决策矩阵  $\tilde{D} = [\tilde{d}_{ij}]_{m \times n}$  进行可选方案的集成, 得到可选方案  $A_i$  的综合准则值。

Step 6: 利用直觉正态模糊数的得分函数, 计算  $\tilde{d}_i$  的得分函数值, 并根据定理 3 对可选方案进行排序, 得到最优方案。

#### 4. 算例分析

现在从投资者角度对 4 个备选企业的财务风险进行评价。评价指标分别为: 盈利能力( $C_1$ )、偿债能力( $C_2$ )、运营能力( $C_3$ )、发展能力( $C_4$ )。易知四个准则均为成本型准则, 准则间存在线性优先关系:  $C_1 > C_2 > C_3 > C_4$ 。现有 3 位专家对每个备选企业按照 4 个评价准则采用直觉正态模糊数进行评估, 3 位专家间存在的优先关系为  $e_1 > e_2 > e_3$ , 即专家  $e_1$  具有最高的优先权, 专家  $e_2$  优先权其次, 专家  $e_3$  优先权最低。

采用专家调查法, 对四个企业的财务风险状况进行调查, 三位专家的评价结果如表 2~表 4 所示。

**Table 2.** Evaluation values given by experts  $e_1$

**表 2.** 专家  $e_1$  给出的评估值

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(6,0.4),0.6,0.3\rangle$	$\langle(6,0.4),0.5,0.2\rangle$	$\langle(7,0.6),0.7,0.2\rangle$	$\langle(9,0.4),0.5,0.3\rangle$
$A_2$	$\langle(5,0.3),0.8,0.2\rangle$	$\langle(9,0.4),0.6,0.2\rangle$	$\langle(6,0.4),0.6,0.3\rangle$	$\langle(6,0.3),0.7,0.3\rangle$
$A_3$	$\langle(4,0.5),0.7,0.1\rangle$	$\langle(7,0.2),0.7,0.1\rangle$	$\langle(5,0.6),0.8,0.2\rangle$	$\langle(8,0.4),0.6,0.3\rangle$
$A_4$	$\langle(7,0.5),0.6,0.2\rangle$	$\langle(8,0.6),0.5,0.3\rangle$	$\langle(6,0.6),0.5,0.4\rangle$	$\langle(7,0.4),0.5,0.3\rangle$

**Table 3.** Evaluation values given by experts  $e_2$

**表 3.** 专家  $e_2$  给出的评估值

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(8,0.4),0.5,0.4\rangle$	$\langle(6,0.4),0.6,0.2\rangle$	$\langle(8,0.4),0.6,0.3\rangle$	$\langle(7,0.5),0.7,0.2\rangle$
$A_2$	$\langle(6,0.6),0.6,0.1\rangle$	$\langle(8,0.7),0.5,0.2\rangle$	$\langle(9,0.2),0.7,0.2\rangle$	$\langle(5,0.3),0.5,0.3\rangle$
$A_3$	$\langle(7,0.3),0.5,0.3\rangle$	$\langle(5,0.3),0.8,0.1\rangle$	$\langle(7,0.6),0.5,0.2\rangle$	$\langle(6,0.6),0.4,0.3\rangle$
$A_4$	$\langle(5,0.2),0.7,0.2\rangle$	$\langle(7,0.5),0.6,0.2\rangle$	$\langle(6,0.7),0.7,0.2\rangle$	$\langle(8,0.2),0.5,0.2\rangle$

**Table 4.** Evaluation values given by experts  $e_3$

**表 4.** 专家  $e_3$  给出的评估值

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(9,0.5),0.6,0.2\rangle$	$\langle(5,0.2),0.7,0.2\rangle$	$\langle(7,0.6),0.7,0.3\rangle$	$\langle(9,0.3),0.6,0.2\rangle$
$A_2$	$\langle(5,0.4),0.5,0.3\rangle$	$\langle(7,0.4),0.6,0.3\rangle$	$\langle(8,0.3),0.5,0.2\rangle$	$\langle(8,0.5),0.6,0.2\rangle$
$A_3$	$\langle(6,0.6),0.7,0.1\rangle$	$\langle(6,0.5),0.4,0.3\rangle$	$\langle(9,0.5),0.6,0.3\rangle$	$\langle(5,0.6),0.5,0.3\rangle$
$A_4$	$\langle(8,0.7),0.5,0.3\rangle$	$\langle(8,0.3),0.7,0.1\rangle$	$\langle(6,0.4),0.6,0.3\rangle$	$\langle(7,0.4),0.7,0.2\rangle$

下面依据多准则群决策的步骤对数据进行处理:

Step 1: 规范化处理: 基于准则类型对矩阵进行规范化处理。规范化后的结果如表 5~表 7 所示。

Step 2: 计算  $T_{ij}^k$  的值。

$$T_{ij}^1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$T_{ij}^2 = \begin{pmatrix} 0.975 & 0.650 & 1.050 & 0.900 \\ 1.000 & 1.050 & 0.780 & 0.700 \\ 0.800 & 0.933 & 0.800 & 0.867 \\ 1.225 & 0.800 & 0.660 & 0.700 \end{pmatrix}$$

$$T_{ij}^3 = \begin{pmatrix} 0.858 & 0.546 & 0.910 & 0.945 \\ 0.900 & 1.092 & 0.878 & 0.420 \\ 0.672 & 0.793 & 0.607 & 0.572 \\ 0.919 & 0.784 & 0.495 & 0.728 \end{pmatrix}$$

**Table 5.** Results of normalization of expert  $e_1$  evaluation values

**表 5.** 专家  $e_1$  评估值规范化后的结果

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(1.50,0.089),0.6,0.3\rangle$	$\langle(1.00,0.133),0.5,0.2\rangle$	$\langle(1.40,0.129),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.50,0.059),0.5,0.3\rangle$
$A_2$	$\langle(1.25,0.060),0.8,0.2\rangle$	$\langle(1.50,0.089),0.6,0.2\rangle$	$\langle(1.20,0.067),0.6,0.3\rangle$	$\langle(1.00,0.050),0.7,0.3\rangle$
$A_3$	$\langle(1.00,0.208),0.7,0.1\rangle$	$\langle(1.17,0.029),0.7,0.1\rangle$	$\langle(1.00,0.180),0.8,0.2\rangle$	$\langle(1.33,0.067),0.6,0.3\rangle$
$A_4$	$\langle(1.75,0.119),0.6,0.2\rangle$	$\langle(1.33,0.225),0.5,0.3\rangle$	$\langle(1.20,0.150),0.5,0.4\rangle$	$\langle(1.17,0.076),0.5,0.3\rangle$

**Table 6.** Results of normalization of expert  $e_2$  evaluation values

**表 6.** 专家  $e_2$  评估值规范化后的结果

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(1.60,0.100),0.5,0.4\rangle$	$\langle(1.20,0.089),0.6,0.2\rangle$	$\langle(1.33,0.100),0.6,0.3\rangle$	$\langle(1.40,0.179),0.7,0.2\rangle$
$A_2$	$\langle(1.20,0.300),0.6,0.1\rangle$	$\langle(1.60,0.204),0.5,0.2\rangle$	$\langle(1.50,0.022),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.00,0.090),0.5,0.3\rangle$
$A_3$	$\langle(1.40,0.064),0.5,0.3\rangle$	$\langle(1.00,0.060),0.8,0.1\rangle$	$\langle(1.17,0.257),0.5,0.2\rangle$	$\langle(1.20,0.300),0.4,0.3\rangle$
$A_4$	$\langle(1.00,0.040),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.40,0.119),0.6,0.2\rangle$	$\langle(1.00,0.408),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.60,0.025),0.5,0.2\rangle$

**Table 7.** Results of normalization of expert  $e_3$  evaluation values

**表 7.** 专家  $e_3$  评估值规范化后的结果

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(1.80,0.069),0.6,0.2\rangle$	$\langle(1.00,0.040),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.33,0.100),0.6,0.3\rangle$	$\langle(1.40,0.179),0.7,0.2\rangle$
$A_2$	$\langle(1.00,0.080),0.5,0.3\rangle$	$\langle(1.40,0.114),0.6,0.3\rangle$	$\langle(1.50,0.022),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.00,0.090),0.5,0.3\rangle$
$A_3$	$\langle(1.20,0.150),0.7,0.1\rangle$	$\langle(1.20,0.208),0.4,0.3\rangle$	$\langle(1.17,0.257),0.5,0.2\rangle$	$\langle(1.20,0.300),0.4,0.3\rangle$
$A_4$	$\langle(1.60,0.153),0.5,0.3\rangle$	$\langle(1.60,0.056),0.7,0.1\rangle$	$\langle(1.00,0.408),0.7,0.2\rangle$	$\langle(1.60,0.025),0.5,0.2\rangle$

**Table 8.** Integrated intuitive normal fuzzy decision matrix  
**表 8.** 集成后的直觉正态模糊决策矩阵

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
$A_1$	$\langle(1.6253,0.0868),0.5681,0.2929\rangle$	$\langle(1.0592,0.0970),0.5878,0.2000\rangle$	$\langle(1.3046,0.1316),0.6678,0.2616\rangle$	$\langle(1.5680,0.0884),0.6050,0.2306\rangle$
$A_2$	$\langle(1.1552,0.1490),0.6625,0.1786\rangle$	$\langle(1.4987,0.1362),0.5690,0.2303\rangle$	$\langle(1.3321,0.0440),0.6043,0.2330\rangle$	$\langle(1.1189,0.0739),0.6241,0.2768\rangle$
$A_3$	$\langle(1.1838,0.1459),0.6461,0.1427\rangle$	$\langle(1.1193,0.0916),0.6805,0.1377\rangle$	$\langle(1.1814,0.1836),0.6770,0.2215\rangle$	$\langle(1.2078,0.1902),0.5132,0.3000\rangle$
$A_4$	$\langle(1.4139,0.0982),0.6183,0.2252\rangle$	$\langle(1.4349,0.1410),0.6004,0.1896\rangle$	$\langle(1.0928,0.2151),0.5938,0.3028\rangle$	$\langle(1.3616,0.0614),0.5710,0.2364\rangle$

**Step 3:** 决策矩阵准则值的集成: 将不同专家的直觉正态模糊决策矩阵的准则值利用 INFPWA 算子进行集成, 得到集成的直觉正态模糊决策矩阵。即针对同一个企业的同一评价指标对三位专家的评价结果进行集成, 得到这个企业在这个评价指标下的综合值。集成后的结果如表 8 所示。

**Step 4:** 计算  $T_{ij}$  的值 ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ )

$$T_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 1.0362 & 0.7616 & 0.6986 \\ 1 & 0.8571 & 0.8598 & 0.7853 \\ 1 & 0.8899 & 0.7684 & 0.6606 \\ 1 & 0.9849 & 0.9969 & 0.7032 \end{pmatrix}$$

**Step 5:** 利用 INFPWA 算子对集成后的直觉正态模糊决策矩阵每行进行集成, 得到可选方案的综合准则值:

$$A_1 = \langle(1.3762, 0.0999), 0.6030, 0.2461\rangle$$

$$A_2 = \langle(1.2745, 0.1033), 0.6167, 0.2266\rangle$$

$$A_3 = \langle(1.1707, 0.1489), 0.6360, 0.1909\rangle$$

$$A_4 = \langle(1.3227, 0.1342), 0.5979, 0.2388\rangle$$

**Step 6:** 计算  $A_i (i=1,2,3,4)$  的得分函数值。通过得分函数值进行最后的排序, 从而比较出企业间财务风险大小的相对情况。

$$S_1(A_1) = 0.4912, S_1(A_2) = 0.4972, S_1(A_3) = 0.5211, S_1(A_4) = 0.4749$$

对方案  $A_i (i=1,2,3,4)$  进行排序, 可得  $A_3 > A_2 > A_1 > A_4$ , 因此, 企业  $A_3$  为财务风险相对最高的企业, 投资者更应该选择相对风险最低的  $A_4$  进行投资。

## 5. 财务风险控制策略

依据直觉正态模糊数优先集结算子的财务风险研究, 可以看出财务风险评价各个指标由于所占权重不同对财务风险的影响是有差异性的。在企业财务管理中, 财务风险管理占有重要地位, 对企业的发展具有重要作用, 因此, 有必要对企业财务风险实施有效控制[16]。本文主要从筹资风险、投资风险、营运风险和收益分配风险四个方面给出企业的财务风险控制策略。

### 5.1. 筹资风险控制策略

为了防范和降低筹资风险, 企业应该建立科学的筹资决策机制[17]。首先, 在筹资的过程中要确定合理的资本结构。对于上市公司来讲, 其筹资方式主要有发行股票和负债, 公司应综合考虑未来资金需求



量、以前资金使用情况、当前资金的剩余量等各方面因素，确定合理的资本结构。其次，要有合理的筹资方式。对于企业来讲，筹资方式不同企业所需承担的成本和风险也不同，所以，运用合理的筹资方式能够有效控制风险大小。最后，要选择适当的筹资机会。在进行筹资的过程中，企业应充分考虑利率的变动、未来股票价格的走势、企业的现金流量等各种因素，把握合适的筹资时机，提升企业的效益，降低财务风险。总之，要以合理的方式，适当的金额筹措资金，并保持合理的资本结构，做到资本结构、企业价值、财务风险之间的优化平衡，达到规避财务风险的目的。

## 5.2. 投资风险控制策略

企业在进行投资的过程中，首先应建立一个合理投资风险管理流程，做到各部门之间积极配合，有效控制风险[18]。再者，做出投资决策时不仅要考虑这个项目的盈利情况、企业当前经营情况、企业的发展规划，还必须考虑企业当前的财务情况，做到投资决策与财务情况匹配。最后，当企业目前所处的环境没有很好的投资机会或投资风险发生的可能性极大时，企业应采取风险转移措施来规避相应风险[19]。

## 5.3. 营运风险控制策略

在营运风险控制上主要是加强存货和应收账款的管理，一方面，可以通过制定完善的生产计划和存货定额管理办法来加强对存货的管理；另一方面，通过提升企业竞争力、制定销售人员奖惩制度、健全应收账款内部控制制度、采用灵活的催收政策来做好应收账款的回收防范工作。

## 5.4. 收益分配风险控制策略

合理的股利分配政策是控制收益分配风险的直接手段，它能够有效化解利润中的财务风险[20]。当业绩较好，且预计未来年度能实现持续增长的趋势时，可以实行固定股利支付率的分配政策；当业绩较好，但流动资金量不稳定时，可以实行低于正常股利加额外股利政策；当业绩一般，可以实行偏低但稳定的股利政策。总之，对于企业，确定合理的股利分配政策对于风险控制至关重要。

## 6. 结语

目前我国企业的财务风险评价体系还不够完善，很多企业意识不到财务风险的重要性，对财务风险缺乏事前预算和事中控制，所以，创建财务风险评价体系十分有必要。基于此，本文将模糊数学方法和企业财务风险管理联系起来，从综合视角构建了企业财务风险综合评价体系，运用直觉正态模糊优先集结算子在群决策上的应用构建财务风险评价模型，使得财务风险的评价更加系统化，整个过程易于操作，具有实用性，有助于投资者快速做出选择，也有助于企业对财务情况进行及时的信息反馈和判断，为企业管理决策提供可靠的参照。本文的不足在于所建立的模型只是对几个不同企业的财务风险指标进行了相对的比较，而对于企业财务风险的具体情况没有很好的解释。

未来的研究方向，一方面，可以将财务人员素质和管理人员的风险意识等非财务性评价指标引入财务风险评价指标体系，对企业进行全面的综合评价分析；另一方面，探索适合企业财务风险动态评价的新模型，实时对企业的关键因素进行动态评估，更好地控制企业的财务风险。

## 参考文献

- [1] Zadeh, L.A. (1965) Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- [2] 徐泽水. 区间直觉模糊信息的集成方法及其在决策中的应用[J]. 控制与决策, 2007, 22(2): 215-219.
- [3] 王坚强, 聂荣荣. 基于直觉梯形模糊信息的多准则群决策方法[J]. 系统工程理论与实践, 2012, 32(8): 1747-1753.
- [4] 刘培德, 金芳. 区间直觉不确定语言集成算子及在群决策中的应用研究[J]. 管理工程学报, 2014, 28(1): 124-130.

- [5] 王兆东, 刘新芝. 创业板上市公司财务风险评价方法探索——基于熵技术和理想点原理[J]. 金融教育研究, 2015, 28(2): 46-51.
- [6] 徐泽水, 著. 直觉模糊信息集成理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [7] 刘政敏, 刘培德. 直觉正态模糊优先集结算子及其在群决策中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(2): 494-504.
- [8] 张昊, 符策红, 张诚一. 直觉模糊层次分析法下投行股票估值模型选择[J]. 计算机工程与应用, 2012, 50(15): 204-206.
- [9] 谢季坚, 刘承平, 著. 模糊数学方法及其应用[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 2000.
- [10] 王坚强, 李康健. 基于直觉正态模糊集结算子的多准则决策方法[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(6): 1501-1508.
- [11] 赵小霞. 企业财务风险评价指标体系研究[J]. 经济研究导刊, 2016(9): 79-82.
- [12] 王秀娟. 企业财务风险评价体系研究[J]. 经济研究导刊, 2015(21).
- [13] 王雍. 基于企业价值最大化目标的财务风险评价体系研究[J]. 财会研究, 2016(1): 218.
- [14] 万树平. 直觉模糊多属性决策方法综述[J]. 控制与决策, 2010, 25(11): 1601-1606.
- [15] 顾婧, 任珮嘉, 徐泽水. 基于直觉模糊层次分析的创业投资引导基金绩效评价方法研究[J]. 中国管理科学, 2015, 23(9): 124-130.
- [16] 杨霞飞. A 公司财务风险分析与控制[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林财经大学, 2014.
- [17] 吴淑艳. 生命周期视角下供应链核心企业财务风险评估[J]. 风险与内控, 2016(6): 44-47.
- [18] 尹东. 基于内部优化管理的上市公司财务风险评估与控制策略探究[J]. 金融市场, 2015: 78-79.
- [19] 吴武清, 陈暮紫, 黄德龙, 陈敏. 系统风险的会计决定: 企业财务风险, 经营风险, 系统风险的时变关联[J]. 管理科学学报, 2012, 15(4): 71-80.
- [20] 周敏, 王新宇. 基于模糊优选和神经网络的企业财务危机预警[J]. 管理科学学报, 2002, 5(3): 86-90.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2167-664X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [mse@hanspub.org](mailto:mse@hanspub.org)