

基于三角模糊多属性决策的企业绩效评估模型

张 彪 董梦雨 樊蓓蓓

(昆明理工大学质量发展研究院 昆明 650093)

摘 要 随着信息技术的迅速发展,我们已然迈入了经济新时代。战略管理是一个企业经济发展的根本,而建立一个长期可持续发展的管理评估模型是一个企业的核心竞争力。传统的绩效评估因股东利益等原因,多以财务数据为基础来关注物质资产。实际上,这种方式已经不具备足够的支撑能力。而在新知识经济时代下,对于企业战略管理者来说,既能体现股东的利益,又考虑到利益相关者的需求才是关键,亦能在未来的激烈竞争中处于优势地位。文中运用三角模糊来解决企业绩效评估的多属性决策(MADM)问题;并利用三角模糊加权爱因斯坦 Bonferroni 均值(TF-WEBM)算子开发了三角模糊环境下多属性决策的过程。最后,给出一个企业绩效评估的实例来验证所开发的方法。

关键词 多属性决策,三角模糊加权,Bonferroni 均值算子,企业绩效评价
中图分类号 O159 **文献标识码** A

Enterprise Performance Evaluation Model Based on Triangular Fuzzy Multi-attribute Decision Making

ZHANG Biao DONG Meng-yu FAN Bei-bei

(Quality Development Institute,Kunming University of Science and Technology,Kunming 650093,China)

Abstract With the rapid development of information technology,a new era of economic development has being coming. Strategic management is the foundation of a company's economic development. Establishing a long-term sustainable management evaluation model is the core competitiveness of an enterprise. Traditional performance appraisal focuses on material assets based on financial data for reasons such as shareholders' interests. In fact,this approach does not have sufficient support. In the era of new knowledge economy,for enterprise strategic managers,the key point is not only reflecting the interests of shareholders,but also considering the needs of stakeholders,and it can be in a dominant position in the fierce competition in the future. This paper investigated the multiple attribute decision making(MADM) problems for enterprise performance evaluation with triangular fuzzy information. The triangular fuzzy weighted Einstein Bonferroni mean(TFWEBM) operator is used to develop the procedure for multiple attribute decision making under the triangular fuzzy environments. Finally,a practical example for enterprise performance evaluation was given to verify the developed approach.

Keywords Multi-attribute decision making, Triangular fuzzy weighted, Bonferroni mean operator, Enterprise performance evaluation

1 引言

战略管理的重点是如何使企业利用适当的策略来保持竞争优势,且近几年其竞争形势呈指数性增长。然而,Mintzberg 等^[1]指出,战略管理研究因过度的以分析为导向而受到批评。同时,其管理偏好高,对学习行为的忽视及关注程度的不足等问题也是遭受批评的几个主要原因。Shrivastava^[2]指出研究组织学习的重点在于过程,这有可能成为提供见解的缺点。Brockman 等^[3]认为,组织学习是获得可持续竞争优势的基础,也是提高企业管理的关键变量。Tippins 等^[4]表示,能够学习的公司会有更好的机会感知市场中的事件和趋势。此外,一些研究提供了组织学习与企业绩效之间正相关的证据。例如,Baker 等^[5]发现学习方向对企业绩效有直接影响。Ussahawanitchakit^[6]使用文化学习方法获得了类似的结果。

企业绩效考核不仅是一定阶段市场经济发展的结果,也

是一种科学的方法和有效的工具,为成熟的市场经济提供了监管企业的作用。学习国外的市场经济中成功的企业管理经验是现代企业管理的方向,同时将企业绩效评估应用于企业的监督和控制也是重要手段。作为现代企业管理的手段之一,企业绩效评估正经受着经济的快速发展和企业管理模式不断更新的考验,也受到了更广泛的关注和更深入的讨论。对于我国企业绩效考核工作来说,明白如何顺应我国经济社会环境变化和国际化趋势,建立适合我国经济发展的绩效考评体系,是提升企业绩效的有效途径。同时,企业绩效考评体系在提高企业的健康水平和管理水平,增强企业竞争力,进一步提高经济发展质量等方面,都具有特别重要的经营意义。因此,基于三角模糊信息的企业绩效评估是一个经典的多属性决策问题^[7-11]。

本文研究了三角模糊信息下企业绩效评价的多属性决策问题。我们利用三角模糊加权 Einstein Bonferroni 均值(TF-

本文受全国青年教师教育教学研究课题(2017QNJ024),昆明理工大学课程考核改革项目(KH2017C30),昆明理工大学项目(6)资助。

张 彪(1967—),男,博士,副教授,主要研究方向为质量管理、大数据;董梦雨(1993—),女,硕士生,主要研究方向为质量统计、信息计算科学;樊蓓蓓(1992—),女,硕士生,主要研究方向为学科质量建设,E-mail:791182904@qq.com(通信作者)。

WEBM)算子开发了三角模糊环境下多属性决策的过程。最后,给出一个企业绩效评估的实例来验证所开发的方法。

2 三角模糊信息理论

本节将简要介绍一些与三角模糊数有关的基本概念和基本操作。

定义 1^[12] 三角模糊数 $\tilde{a}$ 可以由三元组定义为 (a^L, a^M, a^U) 。成员函数 $\mu_{\tilde{a}}(x)$ 被定义为:

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a^L, \\ \frac{x - a^L}{a^M - a^L}, & a^L \leq x \leq a^M, \\ \frac{x - a^U}{a^M - a^U}, & a^M \leq x \leq a^U, \\ 0, & x \geq a^U \end{cases} \quad (1)$$

其中, $0 < a^L \leq a^M \leq a^U$, a^L 和 a^U 分别表示 $\tilde{a}$ 的下限值和上限值, a^M 表示模态值。

定义 2^[13] 令 $\tilde{b} = [b^L, b^M, b^U]$ 和 $\tilde{a} = [a^L, a^M, a^U]$ 是两个三角模糊数,那么 $a \geq b$ 的可能性的程度为:

$$p(a \geq b) = \lambda \max\{1 - \max[\frac{b^M - a^L}{a^M - a^L + b^M - b^L}, 0], 0\} + (1 - \lambda) \max\{1 - \max[\frac{b^U - a^M}{a^U - a^M + b^M - b^M}, 0], 0\} \quad (2)$$

其中, λ 值是评级态度的指标,它反映了决策者的风险态度。若 $\lambda > 0.5$,则说明决策者是风险爱好者;若 $\lambda = 0.5$,则说明决策者对风险中立;若 $\lambda < 0.5$,则说明抉择者是风险厌恶者。

然而,Bonferroni 平均(BM)算子和 Einstein 算子通常用于输入参数为非负实数的情况。Zhou^[14]扩展了 BM 算子和 Einstein 算子,以适应输入参数为三角模糊数的情况,并提出了三角模糊 Einstein Bonferroni 均值(TFEBM)算子。

定义 3^[14] 令 $a_i = [a_i^L, a_i^M, a_i^U]$ ($i = 1, 2, \dots, n$)是一组三角模糊数,使 $p, q > 0$ 。如果:

$$\begin{aligned} &TFEBM^{p,q}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \\ &= (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\tilde{a}_i^p \otimes \tilde{a}_j^q))^{\frac{1}{p+q}} \\ &= [(\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((a_i^L)^p \otimes (a_j^L)^q))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((a_i^M)^p \otimes (a_j^M)^q))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((a_i^U)^p \otimes (a_j^U)^q))^{\frac{1}{p+q}}] \\ &= [(\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\frac{(a_i^L)^p (a_j^L)^q}{1 + (1 - (a_i^L)^p)(1 - (a_j^L)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\frac{(a_i^M)^p (a_j^M)^q}{1 + (1 - (a_i^M)^p)(1 - (a_j^M)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\frac{(a_i^U)^p (a_j^U)^q}{1 + (1 - (a_i^U)^p)(1 - (a_j^U)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}] \end{aligned} \quad (3)$$

那么 $TFEBM^{p,q}$ 被称为三角模糊 Einstein Bonferroni 均值(TFEBM)算子。

考虑到输入参数可能具有不同的重要性,Zhou^[14]进一步提出了三角模糊加权 Einstein Bonferroni 均值(TFWEBM)算子。

定义 4^[14] $a_i = [a_i^L, a_i^M, a_i^U]$ ($i = 1, 2, \dots, n$)是一组三角模糊数,并且 $p, q > 0, \omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ 是 $a_i = [a_i^L, a_i^M, a_i^U]$ ($i = 1, 2, \dots, n$)的权重向量, ω_i 表示 $\tilde{a}_i$ 的重要程度,满足

$\omega_i > 0 (i = 1, 2, \dots, n)$,且 $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$,如果:

$$\begin{aligned} &TFWEBM_{\omega}^{p,q}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \\ &= (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((\omega_i \tilde{a}_i)^p \otimes (\omega_j \tilde{a}_j)^q))^{\frac{1}{p+q}} \\ &= [(\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((\omega_i a_i^L)^p \otimes (\omega_j a_j^L)^q))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((\omega_i a_i^M)^p \otimes (\omega_j a_j^M)^q))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n ((\omega_i a_i^U)^p \otimes (\omega_j a_j^U)^q))^{\frac{1}{p+q}}] \\ &= [(\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\frac{(\omega_i a_i^L)^p (\omega_j a_j^L)^q}{1 + (1 - (\omega_i a_i^L)^p)(1 - (\omega_j a_j^L)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\frac{(\omega_i a_i^M)^p (\omega_j a_j^M)^q}{1 + (1 - (\omega_i a_i^M)^p)(1 - (\omega_j a_j^M)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\frac{(\omega_i a_i^U)^p (\omega_j a_j^U)^q}{1 + (1 - (\omega_i a_i^U)^p)(1 - (\omega_j a_j^U)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}] \end{aligned} \quad (4)$$

那么称 $TFWEBM_{\omega}^{p,q}$ 为三角模糊加权 Einstein Bonferroni 均值(TFWEBM)算子。

3 三角模糊信息的多属性决策模型

在本节中,我们将利用三角模糊加权 Einstein Bonferroni 均值(TFWEBM)算子来进行具有三角模糊信息的企业绩效评估的多属性决策。令 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_M\}$ 是一组离散的替代品, $G = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$ 是属性的集合,其权重向量是 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, $\omega_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ 。假设 $R = (\tilde{r}_{ij})_{m \times n} = [r_{ij}^L, r_{ij}^M, r_{ij}^U]_{m \times n}$ 是决策矩阵,其中 $\tilde{r}_{ij}$ 是偏好值,表示第 i 行相比于总体的偏好值,它采用决策者给出的三角模糊数的形式,用于替代 $A_i \in A$ 相对于属性 $G_j \in G$ 。

然后,我们利用 TFWEBM 算子来解决三角模糊信息的多属性决策问题,描述如下。

步骤 1 利用矩阵 $\tilde{R}$ 中给出的决策信息和 TFWEBM 算子计算总体偏好值 $\tilde{r}_i$,一般来说,我们取 $p = q = 1$ 。

$$\begin{aligned} &\tilde{r}_i = (r_i^L, r_i^M, r_i^U) \\ &= TFWEBM_{\omega}^{p,q}(\tilde{r}_{i1}, \tilde{r}_{i2}, \dots, \tilde{r}_{in}) \\ &= (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n ((\omega_k \tilde{r}_{ik})^p \otimes (\omega_l \tilde{r}_{il})^q))^{\frac{1}{p+q}} \\ &= [(\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n ((\omega_k r_{ij}^L)^p \otimes (\omega_l r_{il}^L)^q))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n ((\omega_k r_{ij}^M)^p \otimes (\omega_l r_{il}^M)^q))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n ((\omega_k r_{ij}^U)^p \otimes (\omega_l r_{il}^U)^q))^{\frac{1}{p+q}}] \\ &= [(\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n (\frac{(\omega_k r_{ij}^L)^p (\omega_l r_{il}^L)^q}{1 + (1 - (\omega_k r_{ij}^L)^p)(1 - (\omega_l r_{il}^L)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n (\frac{(\omega_k r_{ij}^M)^p (\omega_l r_{il}^M)^q}{1 + (1 - (\omega_k r_{ij}^M)^p)(1 - (\omega_l r_{il}^M)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}, (\frac{1}{n(n-1)} \bigoplus_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^n (\frac{(\omega_k r_{ij}^U)^p (\omega_l r_{il}^U)^q}{1 + (1 - (\omega_k r_{ij}^U)^p)(1 - (\omega_l r_{il}^U)^q)}))^{\frac{1}{p+q}}] \end{aligned} \quad (5)$$

其中, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ 。

步骤 2 为了对这些总体偏好值进行排序,我们首先通过式(2)将每个 $\tilde{r}_i$ 与所有的 $\tilde{r}_i$ ($i = 1, 2, \dots, m$)进行对比。为简单起见,我们令 $p_{ij} \geq 0, p_{ij} + p_{ji} = 1, p_{ii} = 0.5, i, j = 1, 2, \dots, n$,

则我们开发一个互补矩阵为 $\mathbf{P}=(p_{ij})_{m\times m}$,其中 $p_{ij}\geqslant 0,p_{ij}+p_{ji}=1,p_{ii}=0.5,i,j=1,2,\cdots,n$ 。总结矩阵 $\mathbf{P}$ 的每一行中的所有元素,我们有:

$$p_i=\sum_{j=1}^mp_{i,j},i=1,2,\cdots,m\tag{6}$$

步骤 3 根据总体偏好值 $p_i(i=1,2,\cdots,m)$ 对所有可选项 $X_i(i=1,2,\cdots,m)$ 进行排序。

4 案例分析

随着生产力和市场竞争的发展,股东利益最大化、资源浪费、产品质量差和员工权益保障缺失等问题日益突出,严重制约了企业长期稳定的发展。20 世纪 60 年代西方发展起来的利益相关者理论认为,任何企业都有很多利益相关者,他们对公司进行特殊用途投资,也承担投资风险。因此,企业的生存和发展取决于其有效处理各利益相关方之间关系的能力,而不仅仅是股东的利益。理论家和从业者逐渐认识到,如果企

$$\tilde{\mathbf{A}}=\begin{bmatrix}[0.80,0.85,0.90]&[0.72,0.76,0.80]&[0.91,0.93,0.96]&[0.62,0.65,0.68]\\[0.88,0.90,0.93]&[0.67,0.77,0.83]&[0.60,0.67,0.70]&[0.69,0.72,0.75]\\[0.95,0.97,0.98]&[0.90,0.93,0.95]&[0.77,0.79,0.82]&[0.93,0.95,0.96]\\[0.82,0.85,0.88]&[0.97,0.98,1.00]&[0.98,0.99,1.00]&[0.97,0.99,1.00]\\[0.78,0.79,0.81]&[0.78,0.79,0.81]&[0.83,0.85,0.88]&[0.94,0.97,0.99]\end{bmatrix}$$

为了选择最理想的企业,我们利用 TFWEBM 算子来解决企业绩效评估中的多属性决策问题。

步骤 1 通过使用 TFWEBM 来计算出所有三角模糊值 $\tilde{r}_{ij}(j=1,2,\cdots,n)$,从而计算总体三角模糊偏好值 $\tilde{r}_i(i=1,2,3,4,5)$ 的企业 A_i 。

$$\tilde{r}_1=[0.1683,0.1807,0.1954]$$

$$\tilde{r}_2=[0.1543,0.1707,0.1840]$$

$$\tilde{r}_3=[0.1910,0.2008,0.2123]$$

$$\tilde{r}_4=[0.2156,0.2261,0.2378]$$

$$\tilde{r}_5=[0.2014,0.2126,0.2252]$$

步骤 2 根据偏好程度 $p_i(i=1,2,\cdots,5)$ 对所有企业按照步骤进行排序,得到以下结果 $A_i(i=1,2,\cdots,5):A_4>A_5>A_3>A_1>A_2$,所以最理想的企业是 A_4 。

结束语 企业是集股东、债权人、客户、员工、政府和其他利益相关者于一体的有机整体。利益相关者的利益显然是彼此不同的,仅凭唯一的标准来评估企业绩效,就意味着单单以股东利益为目标,这是单方面的且不科学的,对企业的发展存在着潜在的风险。而公有制企业具有经济和社会双重性质,因此在评估其业绩时应考虑各利益相关者的利益,建立以利益相关者的利益为基础的绩效评估体系,适合协调社会建设的需要。在本文中,我们研究了用三角模糊信息进行企业绩效评估的多属性决策(MADM)问题,利用了三角模糊加权 Einstein Bonferroni 均值(TFWEBM)算子来开发在三角模糊环境的多属性程序在三角形的模糊环境。最后,给出一个企业绩效评估的实例来验证所开发的方法。将来,我们的结论可能通过使用其他不确定的决策理论和方法进行进一步推广^[14]。

参 考 文 献

[1] MINTZBERG H,AHLSTRAND B W,LAMPEL J. Strategy safari:A guided tour through the wilds of strategic management [J]. Management Services,2009,48(11):152.
[2] SHRIVASTAVA P. Organizational Learning and Strategic

业在生产过程中只以追求股东利益为目标,而不考虑其他利益相关者的利益要求,那么这是一种不明智的行为。企业长期生存和发展的最佳途径就是考虑和满足所有重要利益相关者的利益和要求,他们与利益相关者有着互利的关系。从利益相关者的角度来看,企业绩效评估体系作为一种监督体系和管理体系,不仅对企业实现自我监督、自我约束和自我评估有重要作用,也是与利益相关方有效沟通的重要手段。对协调各利益相关者的利益,最终实现企业的战略管理目标有重要意义。在这一节中,我们利用实际的多属性决策问题来进行企业绩效评估,并进一步说明该方法的运用。专家团队选择 4 个属性来评估 5 家企业 $A_i(i=1,2,\cdots,5)$ 的绩效情况。1) G_1 :财务业绩;2) G_2 :客户表现;3) G_3 :内部表演过程;4) G_4 :员工绩效。使用了上述 4 个属性 $A_i(i=1,2,\cdots,5)$ (其权重向量为 $\omega=(0.3,0.2,0.4,0.1)$),并构造矩阵 $\mathbf{A}=(\tilde{a}_{ij})_{5\times 4}$,如下所示:

Management[M]. Emerald Group Publishing Limited,1997.
[3] BROCKMAN B K,MORGAN R M. The Role of Existing Knowledge in New Product Innovativeness and Performance [J]. Decision Sciences,2003,34(2):385-419.
[4] TIPPINS M J,SOHI R S. IT competency and firm performance: Is organizational learning a missing link? [J]. Strategic Management Journal,2003,24(8):745-761.
[5] BAKER W E,SINKULA J M. The synergistic effect of market orientation and learning orientation on organizational performance, Journal of the Academy of Marketing Science, 1999, 27(4):411-427.
[6] USSAHAWANITCHAKIT P. Impacts of organizational learning on innovation orientation and firm efficiency: An empirical assessment of accounting firms in Thailand [J]. International Journal of Business Research,2008,8(4):1-12.
[7] WANG J C,CHEN T Y. Likelihood-based assignment methods for multiple criteria decision analysis based on interval valued intuitionistic fuzzy sets[J]. Fuzzy Optimization and Decision Making,2015,14(4):425-457.
[8] CHEN T Y. The inclusion-based TOPSIS method with interval-valued intuitionistic fuzzy sets for multiple criteria group decision making[J]. Applied Soft Computing,2015,26:57-73.
[9] 王学明,舒兰. 基于直觉模糊相似关系下的粗糙集属性约简[J]. 模糊系统与数学,2012,26(5):185-190.
[10] 范英,李辰,晋民杰,等. 三角模糊数和层次分析法在风险评价中的应用研究[J]. 中国安全科学学报,2014,24(7):70-74.
[11] 赵冬梅. 信息系统有用性模糊评估方法及其应用[D]. 北京:北京交通大学,2012.
[12] VAN LAARHOVEN P J M,PEDRYCZ W. A fuzzy extension of Saaty's priority theory[J]. Fuzzy Sets and Systems,1983,11(1):229-241.
[13] XU Z S. Fuzzy harmonic mean operators[J]. International Journal of Intelligent Systems,2010,24(2):152-172.
[14] ZHOU G. Research on supplier performance evaluation system based on data mining with triangular fuzzy information[J]. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems,2016,31(3):2035-2042.