基于熵思想的改进型TOPSIS法在财务评价中的应用

陈嘉立　李学建

（广东工业大学　广州　510520）

【摘要】针对传统逼近理想解排序法（TOPSIS法）存在的缺陷和局限性，本文提出了一种改进型TOPSIS法：补充关于区间型指标的处理，以弥补传统TOPSIS法对方案排序的不足，并运用熵思想进行各项指标权重的确定；同时结合实例，说明如何应用基于熵思想的TOPSIS法来评价企业财务管理效果。

【关键词】熵思想　TOPSIS法　财务评价　区间型指标

TOPSIS法是用于寻求最逼近理想解的排序方法，是一种常用的多属性决策评价方法。其基本原理为：通过检测评价对象与最优解、最劣解的距离来进行评价排序，若评价对象经检测最靠近最优解同时又最远离最劣解，则评为最好；否则评为最差。其中最优解的各指标值都达到各评价指标的最优值，最劣解的各指标值都达到各评价指标的最差值。

然而，传统TOPSIS法存在以下缺陷：①它仅仅涉及了效益型指标和成本型指标并给出了相关的指标处理方法，但对于区间型指标及相关处理并未涉及，这种局限性导致了无法直接应用传统TOPSIS法对涉及区间型指标的检测对象进行评价；②它得出的理想解和负理想解只是一种近似的相对值，是对现有备选方案中“最好的”和“最坏的”进行相对排序，却难以判断这些备选方案的绝对价值，有可能出现备选方案都不理想的情况，最后只是从最坏的一系列方案中挑选出了相对较好的方案；③在指标权重的确定上，该方法并未就指标权重确定的依据给予合理的解释，方案中的指标权重都是事先给定的，往往主观性太强且缺乏合理的依据。

针对传统TOPSIS法存在的缺陷，本文将对其进行改进和完善，使其既保留原有的优点，又克服自身的局限性，大大增强这一方法的实用性和可操作性。此外，本文还给出一个财务评价的实际案例，通过该案例重点展示改进型TOPSIS法反映区间型指标的情况。

一、传统TOPSIS法

TOPSIS法的具体算法如下：

步骤一，用向量规范化的方法求得规范决策矩阵。

设多属性决策问题的决策矩阵 $Y=\{y_{ij}\}$，规范化决策矩阵 $Z=\{z_{ij}\}$，则：

$$z_{ij}=y_{ij}\Big/\sqrt{\sum_{i=1}^{m}y_{ij}^2},\ i=1,\cdots,m;\ j=1,\cdots,n \qquad (1)$$

步骤二，构成加权规范矩阵 $X=\{x_{ij}\}$。

设由决策人给定 $\omega=(\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_n)^T$，则：

$$x_{ij}=\omega_{ij}\cdot z_{ij},\ i=1,\cdots,m;\ j=1,\cdots,n \qquad (2)$$

步骤三，确定理想解 x^* 和负理想解 x^0。

设理想解 x^* 的第 j 个指标值为 x_j^*，负理想解 x^0 的第 j 个指标值为 x_j^0，则：

$$\text{理想解 } x_j^*=\begin{cases}\max\limits_i x_{ij} & j\text{为效益型指标}\\ \min\limits_i x_{ij} & j\text{为成本型指标}\end{cases}\quad j=1,\cdots,n$$

$$\text{负理想解 } x_j^0=\begin{cases}\max\limits_i x_{ij} & j\text{为成本型指标}\\ \min\limits_i x_{ij} & j\text{为效益型指标}\end{cases}\quad j=1,\cdots,n$$

步骤四，计算各方案到理想解与负理想解的距离。

备选方案 x_i 到理想解的距离为：

$$d_i^*=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{ij}-x_j^*)^2},\ i=1,\cdots,m \qquad (3)$$

备选方案 x_i 到负理想解的距离为：

$$d_i^0=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_{ij}-x_j^0)^2},\ i=1,\cdots,m \qquad (4)$$

步骤五，计算各方案的排队指标值（即综合评价指数）。

$$C_i^*=d_i^0/(d_i^0+d_i^*),\ i=1,\cdots,m \qquad (5)$$

步骤六，按 C_i^* 由大到小排列方案的优劣次序。

二、改进的TOPSIS法

1. 区间型指标的引入。区间型指标是指一个区间里各类指标中能够反映该区间内指标属性的最好指标。例如：某螺帽的标准直径为20mm，允许误差为2mm，也就是说小于18mm或者大于22mm均属不合格品，而越接近20mm质量越理想。而大于18mm小于22mm之值即称中间型指标。

对于区间型指标，[a,b]为指标的最好区间值，c为下限值，d为上限值，[a,b]⊆[c,d]，于是可得：

$$z_{ij}=\begin{cases}\dfrac{y_{ij}-c}{a-c} & \text{当 } c\leqslant y_{ij}<a\\ 1 & \text{当 } a\leqslant y_{ij}\leqslant b\\ \dfrac{d-y_{ij}}{d-b} & \text{当 } b<y_{ij}\leqslant d\\ 0 & \text{当 } y_{ij}\leqslant c \text{ 或 } y_{ij}>d\end{cases} \qquad (6)$$

将经过上述处理后的 z_{ij} 按照传统 TOPSIS 法的六个步骤进行处理即可。经过处理后的区间型指标,其理想解 x^* 和负理想解 x^0 的确定与效益型指标相同。

2. TOPSIS 法下方案排序的局限性。TOPSIS 法的核心思想实质上就是标杆比较。从备选方案的各项指标中挑选出最好和最坏的指标值作为最好和最坏的标杆,将同一指标体系下各个方案的指标值与之相比较,以接近最好标杆并远离最坏标杆为佳。但是,由于 TOPSIS 法中的理想解和负理想解的确定仅仅是从给定的方案中选取,只能说是给定的备选方案中的最优和最劣,因此其排序也只是一个相对排序而不是绝对排序。而现实当中,可能存在比理想解远远更好的结果和比负理想解远远更糟的结果。

例如,参加某个考试的学生当中,最低得分是 35 分,最高得分是 90 分,A、B、C 三名学生的得分分别是 50、45、40。显然,根据 TOPSIS 法,A 学生的得分是理想解,C 学生的得分是负理想解,得出 A>B>C 这一结论。然而,这一结论是有缺陷的,因为它无法真实地反映这样一个事实:三个学生的成绩其实都很不理想,排序也只是差中挑好。但如果我们把理想解和负理想解分别定为最高得分 90 分和最低得分 35 分,再将 A、B、C 学生的得分与之比较,就会发现 A>B>C 这一排序并未改变;而且,我们还可以从数据分析中发现三名学生的分数与最低分 35 分相当接近,而远远偏离最高分 90 分。

从上面的例子不难看出,传统 TOPSIS 法只是备选方案之间相互比较,然后定出优劣顺序,结果存在局限性和片面性。在实际工作中,碰到类似情况,存在多个备选方案均不理想,最理智的做法是把这些备选方案与平均标准相比较:如果备选方案远远落后于平均标准,则应该拒绝所有备选方案,再从实际渠道寻找其他更加可行的方案,而不是勉强地在备选方案中选出最好的一个,即差中选优。

使用 TOPSIS 法进行检测评价,应当清楚地知道方案的排序只是一个相对排序。为了更加全面地了解备选方案的优劣,还应当尽可能从历史数据、行业数据、调研数据等各方面的数据中寻找出最优和最劣的数据,作为真正意义上的理想解与负理想解,将备选方案的结果与之比较,这既不会改变现有方案的排序,又可以将各个方案与现实最优方案进行比较,了解存在的差距。这样更能体现 TOPSIS 法标杆比较的思想精髓,从而避免"只见树木,不见森林"的片面性。

3. 权重的确定。使用 TOPSIS 法进行检测评价,指标权重的确定是不可或缺的重要环节。常见方法有专家意见法、德尔菲法、功效系数法和层次分析法等,这些赋权法均带有一定的主观性,不同评价者会得出不同结果,尤其当评价指标相对重要性不够显著或难以判断时,准确程度会大大降低。而利用基于熵思想的改进型 TOPSIS 法来确定指标权重就比较科学。

熵,源于统计物理学,是系统的无序状态的量度或者某些物质系统状态出现不确定性的程度,也就是不确定性程度的量度。大量前人研究的成果已经证明,熵的概念不仅存在于自然科学(主要是物理学),而且在大系统描述方面有其不可替代的优势。熵理论作为一种思想武器,可以辅导人类进行思维推理、评价事物、指导行动并做出决策。

熵思想这种能够比较合理地反映客观事物发展不确定性的原理,已被广泛地应用于自然科学。本文运用熵思想进行评价对象指标权重的确定,具体做法如下:

假设有 m 个评价指标,即有 m 个评价对象。令 x_{ij} 表示第 i 个被评价对象在第 j 个指标上的评价值,则第 j 个评价指标的熵可定义为:

$$H=-K\sum_{i=1}^{n} f_{ij}\ln f_{ij},\ j=1,2,\cdots,m \qquad (7)$$

式中:$f_{\eta}=x_{\eta}\div\sum x_{\eta}$,$K=1\div 1nn$

即假定当 $f_{\eta}=0$ 时,则 $f_{\eta}\ln f_{\eta}=0$。

即第 j 个指标的熵权函数 w_j 为:

$$w_j=\frac{1-H_j}{m-\sum_{j=1}^{m} H_j} \qquad (8)$$

由上述定义及熵权函数可知:

(1)作为熵权函数,有其特殊意义,它不是评价指标的重要性系数,而是各评价指标在竞争意义上的相对激烈程度系数,从信息角度考虑,它代表该指标在该维度中提供的有用信息量的多寡程度。

(2)熵权函数反映各被评价对象在某种指标上的水平差异,熵越大,被评价对象水平越平均;而熵越小,则该指标提供的有用信息就越少。

(3)当各个被评价对象在指标上的值完全相同时,熵权函数为 0,则该指标不能提供有用的信息,即使该指标很重要,也应该考虑取消。

(4)当各个被评价对象在指标上的值相差较大、熵权函数较大时,说明该指标向决策者提供了有用信息,同时还说明各个被评价对象在该指标上有明显差异,应重点考察。

三、运用改进型 TOPSIS 法进行财务评价

企业的财务评价主要是从分析企业的财务风险入手,评价企业面临的资金风险、经营风险、市场风险、投资风险、筹资风险等因素,从而对企业风险进行信号监测、评价,根据其形成原因及过程,制定相应切实可行的风险控制策略,降低乃至解除风险,促使企业持续健康地发展。全面客观地评价企业财务状况需要综合考察企业各项财务指标。根据我国《企业财务通则》的规定,企业的财务评价指标有偿债能力指标、营运能力指标和盈利能力指标。其中偿债能力指标分为短期偿债能力指标和长期偿债能力指标。下面重点分析这两项指标:

1. 短期偿债能力指标。包括:

(1)流动比率=流动资产÷流动负债×100%

一般情况下,流动比率越高,短期偿债能力越强。从债权人角度看,流动比率越高越好;从企业经营者角度看,过高的流动比率意味着机会成本的增加和获利能力的下降。

(2)速动比率=速动资产÷流动负债×100%

其中:速动资产=货币资金+交易性金融资产+应收账款+应收票据

一般情况下,速动比率越高,企业偿债能力越强。但速动

比率高却会造成企业现金及应收账款占用过多而大大增加企业的机会成本。

2. 长期偿债能力指标。包括：

(1)资产负债率=负债总额÷资产总额×100%

一般情况下，资产负债率越低，表明企业长期偿债能力越强。对企业所有者来说，该指标过低表明企业对财务杠杆利用不够，因此企业的经营决策者应当将偿债能力指标与获利能力指标结合起来分析。

(2)产权比率=负债总额÷所有者权益总额×100%

一般情况下，产权比率越低，企业的长期偿债能力越强，但也表明企业不能充分地发挥负债的财务杠杆效应。

上述反映企业偿债能力的指标即流动比率、速动比率、资产负债率和产权比率均属于典型的区间型指标。若按照传统TOPSIS法，则无法对此进行分析评价。而采用改进型TOPSIS法则可对此进行比较分析。

四、案例分析

鉴于企业财务评价的指标比较多，为了简化问题并且重点突出区间型指标在TOPSIS法下的使用，本文对选择的财务评价案例仅从企业偿债能力方面进行财务评价。

例：某快速消费品行业，有甲、乙、丙、丁四家公司，它们各自的偿债能力指标如表1所示：

表1　四家公司偿债能力指标

	流动比率	速动比率	资产负债率	产权比率
甲	2.15	1.95	3.25	2.30
乙	2.20	1.60	2.55	2.15
丙	1.75	1.25	2.90	2.95
丁	1.55	1.20	3.35	2.55

根据该快速消费品行业的财务统计历史数据显示：流动比率、速动比率、资产负债率、产权比率的最佳值应分别保持为2、1.5、3和2.5，且均允许上下波动范围为±0.5。

根据已知信息，对上述四家企业的综合偿债能力进行分析比较，并构建原始矩阵：

$$Y=\begin{bmatrix} 2.15 & 1.95 & 3.25 & 2.30 \\ 2.20 & 1.60 & 2.55 & 2.15 \\ 1.75 & 1.25 & 2.90 & 2.95 \\ 1.55 & 1.20 & 3.35 & 2.55 \end{bmatrix}$$

步骤一：决策矩阵规范化。

根据公式(6)对数据进行处理可得：

$$Z=\begin{bmatrix} 0.7 & 0.1 & 0.5 & 0.6 \\ 0.6 & 0.8 & 0.1 & 0.3 \\ 0.5 & 0.5 & 0.8 & 0.1 \\ 0.1 & 0.4 & 0.7 & 0.9 \end{bmatrix}$$

根据公式(1)得到规范化矩阵：

$$Z=\begin{bmatrix} 0.44 & 0.01 & 0.18 & 0.28 \\ 0.32 & 0.60 & 0.01 & 0.07 \\ 0.23 & 0.24 & 0.46 & 0.01 \\ 0.01 & 0.15 & 0.35 & 0.64 \end{bmatrix}$$

步骤二：计算指标的权重。

根据公式(7)计算得出各指标的熵值 H=[0.893,0.874,0.880,0.840]。

根据公式(8)计算得出各指标的熵权系数 ω=[0.208,0.246,0.233,0.312]。

步骤三：由公式(2)计算出加权规范化矩阵：

$$X=\begin{bmatrix} 0.092 & 0.002 & 0.042 & 0.088 \\ 0.068 & 0.149 & 0.002 & 0.022 \\ 0.047 & 0.058 & 0.107 & 0.002 \\ 0.002 & 0.037 & 0.082 & 0.199 \end{bmatrix}$$

步骤四：确定理想解和负理想解。

理想解 x^* 为：[0.092,0.149,0.107,0.199]。

负理想解 x^0 为：[0.002,0.002,0.002,0.002]。

步骤五：计算距离。根据公式(3)、公式(4)分别计算各公司距理想解与负理想解的距离如表2所示：

表2　各公司距理想解与负理想解的距离

	d^*	d^0
甲	0.038	0.017
乙	0.043	0.026
丙	0.049	0.016
丁	0.021	0.047

步骤六：根据公式(5)计算各个公司理想解的综合评价指标数值为：

C=[0.311,0.379,0.250,0.686]

步骤七：按照C值由大到小对四家公司优先级进行排序，得出各公司综合偿债能力方面的财务评价优先顺序为丁、乙、甲、丙。

五、小结

本文在指出传统TOPSIS法存在缺陷的基础上，借用物理学中的熵原理提出了改进传统TOPSIS法的设想：引入区间型指标及指标处理方法，运用TOPSIS法进行备选方案之间的相互比较，得出相对排序，同时与现实中存在的最佳标杆进行比较，了解方案自身的差距所在，然后采用熵思想对不同指标的权重进行客观分析并予以确定。

改进后的TOPSIS法能更好地发挥自身的优势，大大提升了实用性和可操作性，可广泛地应用于决策分析、绩效评价、财务评级等方面，为管理者提供了一种新的财务管理方法。

主要参考文献

1. 岳超源.决策理论与方法.北京：科学出版社，2002

2. 邱莞华.管理决策与应用熵学.北京：机械工业出版社，2002

3. 李元元，周国华，韩姣杰. 基于熵权的改进TOPSIS法在多项目优先级评价中的应用.统计与决策，2008；14

4. 杨建仁，刘卫东.基于VBM的企业业绩评价体系构建.财会月刊，2009；32

5. 薛忠花，余艳.浅析企业业绩评价体系的不足和创新.现代企业，2004；2