

基于熵权—模糊综合评判法的高技术企业信用评价

张 目 周宗放(博士生导师)

(贵州财经学院 贵阳 550004 电子科技大学经济与管理学院 成都 610054)

【摘要】 本文尝试将熵权法和模糊综合评判法结合(即“熵权—模糊综合评判法”)应用于高技术企业信用评价,并以高技术产业上市公司为例证明了上述评价方法的可行性和适用性。

【关键词】 高技术企业 信用评价 熵权—模糊综合评判法 隶属函数

高技术企业是研究开发具有高科技含量的产品与服务、以迅速的技术进步为标志的特殊类型的现代企业。与传统企业相比,高技术企业在技术成果转化时的一个显著特点是具有更高的不确定性,即高风险、高收益,这种不确定性在一定程度上加大了信息非对称性的影响,从而导致高技术企业面临融资障碍。对高技术企业信用状况进行科学评价,有助于降低合约双方的交易成本、降低信息非对称性、减小信用风险,有助于拓宽高技术企业的融资渠道,有助于提升其自主创新能力。

目前,企业信用评价方法主要有 Z 评分法、Logistic 回归模型、M.H.DIS 模型、人工神经网络法、模糊综合评判法、模糊积分法等。其中,模糊综合评判法是一种基于模糊数学的综合评价方法,它根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价,具有结果清晰、系统性强等特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题,适合各种非确定性问题的解决。高技术企业信用评价是一个具有一定不确定性的多属性决策问题,因此将模糊综合评判法应用于高技术企业信用评价具有较强的针对性和适应性。但模糊综合评判法在应用过程中需要运用独立的赋权方法来确定指标权重,目前常用的赋权方法是 AHP 法,其主观性较强。熵权法是一种根据指标所提供的信息量确定指标权重的客观赋权法,不需要对数据的分布形态进行任何假定,计算也相对简单。鉴于此,本文拟将熵权法和模糊综合评判法结合应用于高技术企业信用评价,其基本思路如下:首先,构建高技术企业信用评价指标体系;然后,采用熵权法客观确定指标权重,并运用模糊综合评判法分析得出高技术企业信用状况;最后,通过一个实例来证明上述评价方法的可行性和适用性。

一、熵权—模糊综合评判法

(一)熵权法

在信息论中,信息熵被定义为:

$$H(x) = - \sum p(x_i) \ln p(x_i) \quad (1)$$

其中: $p(x_i) \in [0, 1], \sum p(x_i) = 1$ 。

对于原始指标数据矩阵 $X = (x_{ij})_{m \times n}$, 指标权重计算步骤如下:

(1) 将 x_{ij} 转化为 p_{ij} :

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$$

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

(2) 定义第 j 个指标的熵为:

$$H_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (3)$$

其中: $j=1, 2, \dots, n; k = \frac{1}{\ln m}$ 。

引入常数 k 保证第 j 个指标的 p_{ij} 都相等时, 满足 $H_j=1$, 此时该指标不能提供任何信息。当 $p_{ij}=0$ 时, 令 $p_{ij} \ln p_{ij}=0$, 从而保证 $H_j \in [0, 1]$ 。

(3) 定义第 j 个指标的熵权为:

$$w_j = \frac{1 - H_j}{\sum_{j=1}^n (1 - H_j)} = \frac{1 - H_j}{n - \sum_{j=1}^n H_j} \quad (4)$$

其中: $j=1, 2, \dots, n$ 。

(二)模糊综合评判法

1. 一级模糊综合评判。

(1) 建立因素集。由影响评判对象的各种因素组成因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 。

(2) 建立备择集。由评判者对评判对象可能做出的各种总的评判结果组成备择集(或评判集) $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 。

(3) 建立因素权重集。由式(2)~(4)计算各种因素的权重, 得出因素权重集 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 。其中: $\sum_{i=1}^n w_i = 1; w_i \geq 0$ 。

(4) 单因素模糊评判。建立一个从 U 到 $F(V)$ 的模糊映射:

$$f: U \rightarrow F(V), \forall u_i \in U, u_i \mapsto f(u_i) = \frac{r_{i1}}{v_1} + \frac{r_{i2}}{v_2} + \dots + \frac{r_{im}}{v_m} \quad (5)$$

r_{ij} 表示 u_i 属于 v_j 的隶属度。由 $f(u_i)$ 可得到单因素评判

集 $R_i=(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, 以单因素评判集为行可组成单因素评判矩阵。

(5)模糊综合评判。单因素模糊评判仅反映了一个因素对评判对象的影响,要综合考虑所有因素的影响,则要进行模糊综合评判。模糊综合评判可表示为:

$$B=WR=(w_1, w_2, \dots, w_n) \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = \{b_1, b_2, \dots, b_m\} \quad (6)$$

b_j 称为模糊综合评判指标, b_j 反映了在综合考虑所有因素的影响时, 评判对象对备择集中第 j 个元素的隶属度。在确定合成因素权重矩阵与单因素评判矩阵时, 通常采用 $b_j = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot r_{ij})$ 。

(6)评判结果的确定。按照最大隶属度原则, 取与最大的模糊综合评判指标 $\max\{b_j\}$ 相对应的备择元素 v_j 作为评判对象的最终评判结果。

2. 多级模糊综合评判。将因素集 U 按属性的类型划分成 s 个子集, 记作: U_1, U_2, \dots, U_s 。根据问题的需要, 每一个子集还可以进一步划分。对每一个子集 U_i 进行一级模糊综合评判, 得到一级模糊综合评判 B_i 。将每一个子集 U_i 作为一个因素, 用 B_i 作为它的单因素评判集, 又可构成单因素评判矩阵 $R=[B_1, B_2, \dots, B_s]^T$, 从而有二级模糊综合评判 $B=WR$ 。

二、应用实例

1. 指标体系与样本数据。本文参照财政部统计评价司的企业绩效评价指标体系和中国工商银行企业资信评估指标体系, 结合高技术企业特点, 遵循指标选取的系统性、科学性、客观性、可比性及可操作性等原则, 构建高技术企业信用评价初始指标体系如表 1 所示:

一级指标	二级指标
偿债能力 U_1	流动比率 u_{11} 、速动比率 u_{12} 、营运资金比率 u_{13} 、资产负债率 u_{14} 、所有者权益比率 u_{15} 、权益对负债比率 u_{16} 、利息保障倍数 u_{17}
营运能力 U_2	应收账款周转率 u_{21} 、存货周转率 u_{22} 、应付账款周转率 u_{23} 、营运资金(资本)周转率 u_{24} 、流动资产周转率 u_{25} 、固定资产周转率 u_{26} 、总资产周转率 u_{27}
盈利能力 U_3	销售净利率 u_{31} 、总资产报酬率 u_{32} 、流动资产报酬率 u_{33} 、固定资产报酬率 u_{34} 、净资产报酬率 u_{35} 、主营业务收入增长率 u_{36} 、股本报酬率 u_{37}
其他 U_4	自主创新能力 u_{41} 、发展前景 u_{42}

选取 10 家高技术产业上市公司组成实验样本集 $A=\{A_i | i=1, 2, \dots, 10\}$, 行业涉及医药制造业、航空航天器制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业等。样本选取时间为 2007 年, 财务数据来源于国泰安数据库, 自主创新能力和发展前景由专家用语

言值来描述。利用云理论, 把语言值用相应的三个数字特征 (E_x, E_n, D) 来表征, 即用一个云对象来表示, 这样 E_x 值就可作为语言值型指标的定量表示值。为减少后续计算量, 本文还借助粗糙集分析软件 ROSETTA, 运用粗糙集属性约简遗传算法对初始指标进行约简, 从 23 个初始指标中剔除 12 个冗余指标, 约简后得到高技术企业信用评价指标体系, 指标原始数据见表 2。

表 2 原始数据

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
u_{11}	1.281 7	2.195 9	0.946 6	0.718 1	1.767 4	1.616 6	1.462 1	1.366 9	1.300 0	1.272 7
u_{14}	0.483 1	0.344 6	0.763 2	0.662 2	0.370 9	0.602 5	0.395 5	0.559 4	0.627 3	0.464 8
u_{17}	2.669 6	5.391 6	2.531 3	0.472 4	3.843 4	4.574 1	9.488 9	-0.118 1	2.351 4	8.214 0
u_{21}	2.714 4	3.070 3	14.728	4.243 7	9.057 0	3.950 0	2.819 7	5.500 7	2.449 7	14.880
u_{24}	3.617 5	1.214 0	-44.01	-3.421 6	2.123 3	2.551 1	2.736 3	3.544 3	3.105 7	12.419
u_{25}	1.019 2	1.451 9	2.351 1	0.964 6	1.629 4	1.573 0	1.264 3	1.300 3	0.931 7	3.386 5
u_{32}	0.020 4	0.026 4	0.012 9	-0.017 2	0.026 1	0.050 5	0.041 6	-0.053 3	0.028 3	0.035 9
u_{35}	0.041 2	0.040 2	0.063 2	-0.054 4	0.045 3	0.129 3	0.073 1	-0.128 5	0.091 6	0.071 1
u_{36}	0.378 8	0.074 2	0.066 9	0.294 1	0.122 3	0.183 4	0.281 6	0.245 1	0.076 8	0.096 5
u_{41}	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
u_{42}	0.4	0.5	0.7	0.0	0.9	0.9	0.8	0.0	0.5	0.3

2. 指标权重的确定。高技术企业信用评价指标体系中既有效益型指标和成本型指标, 又有固定型指标。为消除各指标的量纲、统一各指标的变化范围和方向, 本文对指标值进行了极值归一化处理。根据归一化后的指标数据, 由式(2)~(4)计算得出各指标的熵值和权重, 其中: $m=10, n=11, k=0.434 3$ 。计算结果见表 3。

表 3 各指标的熵值和权重 (单位: %)

	u_{11}	u_{14}	u_{17}	u_{21}	u_{24}	u_{25}	u_{32}	u_{35}	u_{36}	u_{41}	u_{42}
熵值	92.34	91.36	87.18	71.26	95.28	76.58	94.09	93.80	79.10	99.69	87.61
权重	5.82	6.56	9.73	21.82	3.58	17.78	4.49	4.71	15.87	0.23	9.41

3. 模糊综合评判。对高技术企业信用状态进行模糊综合评判, 就是要指出高技术企业信用状况的相对优劣, 即好、较好、一般、较差、差等。本文根据我国商业银行贷款五级分类的实际需要, 将备择集设定为: $V=\{好, 较好, 一般, 较差, 差\}=\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ 。

单因素模糊评判需要建立因素集中每个因素对备择集的隶属函数, 以确定其隶属于每个备择元素的隶属度。目前, 隶属函数的选择还没有统一的模式, 为简化计算, 本文选择三角形隶属函数来构造各因素对备择集的隶属函数, 其中分段临界值由专家根据经验来确定。

我们以总资产报酬率(u_{32})为例, 其隶属函数的构造具体如下:

$$f_1(u_{32}) = \begin{cases} 0 & u_{32} \leq 0.7 \\ \frac{u_{32}-0.7}{0.9-0.7} & 0.7 < u_{32} < 0.9 \\ 1 & u_{32} \geq 0.9 \end{cases}$$

$$f_2(u_{32}) = \begin{cases} \frac{u_{32}-0.5}{0.7-0.5} & 0.5 < u_{32} \leq 0.7 \\ \frac{0.9-u_{32}}{0.9-0.7} & 0.7 \leq u_{32} < 0.9 \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

$$f_3(u_{32}) = \begin{cases} \frac{u_{32}-0.3}{0.5-0.3} & 0.3 < u_{32} < 0.5 \\ \frac{0.7-u_{32}}{0.7-0.5} & 0.5 \leq u_{32} < 0.7 \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

$$f_4(u_{32}) = \begin{cases} \frac{u_{32}-0.1}{0.3-0.1} & 0.1 < u_{32} < 0.3 \\ \frac{0.5-u_{32}}{0.5-0.3} & 0.3 \leq u_{32} < 0.5 \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

$$f_5(u_{32}) = \begin{cases} 1 & u_{32} \leq 0.1 \\ \frac{0.3-u_{32}}{0.3-0.1} & 0.1 < u_{32} < 0.3 \\ 0 & u_{32} \geq 0.3 \end{cases}$$

由归一化后的指标数据和隶属函数获得单因素评判集,以单因素评判集为行组成单因素评判矩阵。我们根据单因素评判矩阵及表3中的指标权重,运用式(6)计算模糊综合评判指标。10家高新技术企业的模糊综合评判指标的计算结果具体见表4。

表4 模糊综合评判指标值

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
A ₁	0.163 2	0.132 7	0.165 4	0.142 8	0.396 0
A ₂	0.105 7	0.123 6	0.216 1	0.143 9	0.410 8
A ₃	0.218 2	0.284 9	0.091 3	0.128 8	0.276 8
A ₄	0.062 2	0.096 5	0.026 9	0.293 3	0.521 1
A ₅	0.173 9	0.219 4	0.266 6	0.282 8	0.057 4
A ₆	0.186 0	0.058 1	0.274 1	0.340 7	0.141 1
A ₇	0.259 4	0.300 7	0.067 5	0.076 0	0.320 0
A ₈	0.000 0	0.112 9	0.204 4	0.305 7	0.377 1
A ₉	0.038 9	0.065 6	0.189 5	0.151 3	0.554 7
A ₁₀	0.519 6	0.157 4	0.054 6	0.145 3	0.123 1

根据最大隶属度原则,由表4数据可知,10家高新技术企业信用状况的模糊综合评判结果为:企业A₁₀的信用状况好,企业A₃的信用状况较好,企业A₅和A₆的信用状况较差,而其余6家企业的信用状况差。

三、结论

本文将嫡权法和模糊综合评判法结合(即“嫡权—模糊综合评判法”)应用于高新技术企业信用评价,该方法具有以下特点:①嫡权法对变异程度大或提供信息较多的指标赋予较大的权重,克服了主观因素的干扰,具有客观性;②根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,较大程度地保留了不确定信息,具有科学性和可操作性;③可以根据问题的

实际需要设定备择集,具有灵活性;④用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体评价,具有系统性;⑤最终评判结果是语言评判值,具有直观性。

本文应用实例证明了上述评价方法在高新技术企业信用评价中的可行性和适用性。隶属函数是对模糊概念的定量描述,隶属函数的选择在很大程度上影响最终的评价结果,但隶属函数的选择目前尚无统一的模式。此外,隶属函数的确定往往带有主观性,对于同一个模糊概念,不同的人会建立不完全相同的隶属函数,在解决和处理实际模糊信息的问题时会产生不同的结果。因此,如何合理选择、确定隶属函数有待于进一步研究。由于数据获取的困难,本文主要从财务因素角度构建高新技术企业信用评价指标体系。笔者认为,如何建立包含信用记录和管理者素质等因素、更为全面的高新技术企业信用评价指标体系值得进一步研究。

【注】本文系国家自然科学基金资助项目“企业集团内关联信用风险的传染机理与演化特征研究”(项目编号:70971015)的研究成果。

主要参考文献

- 熊波,陈柳.非对称信息对高新技术企业融资的影响.中国管理科学,2007;15
- 张玲,曾维火.基于Z值模型的我国上市公司信用评级研究.财经研究,2004;6
- 周晶晗,邱长溶.上市公司资信评级的多元因变量Logit模型.华中科技大学学报(社会科学版),2003;3
- 方洪全,曾勇,何佳.多标准等级判别模型在银行信用风险评估中的应用研究.金融研究,2004;9
- 陈雄华,林成德,叶武.基于神经网络的企业信用等级评估.系统工程学报,2002;6
- 魏巍贤.企业信用等级综合评价方法及应用.系统工程理论与实践,1998;2
- 谢禹等.基于模糊积分的企业信用评级方法研究.中国软科学,2004;9
- 肖位枢.模糊数学基础及应用.北京:航空工业出版社,1992
- 李柏年.模糊数学及其应用.合肥:合肥工业大学出版社,2007
- 刘林,曹艳平,王婷.应用模糊数学.西安:陕西科学技术出版社,2008
- 邱苑华.管理决策与应用嫡学.北京:机械工业出版社,2002
- 焦跃,李德毅,杨朝晖.一种评价C~3I系统效能的新方法.系统工程理论与实践,1998;12
- 王国胤.Rough集理论与知识获取.西安:西安交通大学出版社,2001
- 张目,周宗放.基于多目标规划和支持向量机的企业信用评估模型.中国软科学,2009;4
- 王彦忠.模糊综合评价原理在企业资信评估中的应用.统计与决策,2006;8