

# 基于熵权模糊综合评价模型的股票内在价值研究

韩 昱<sup>1</sup>, 王 宾<sup>2</sup>, 李 群<sup>3</sup>

(1. 中国社会科学院 信息情报研究院, 北京 100732)

(2. 中国社会科学院 农村发展研究所, 北京 100732)

(3. 中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所, 北京 100732)

**摘 要:** 针对股票内在价值评判方法中指标权重设定的主观性缺陷, 提出在利用熵权确定各指标权重的基础上, 运用模糊综合评价方法对股票会计信息的综合指标进行模糊处理, 为投资者投资股票提供一种新的参考; 并通过“一带一路”概念股中的五支工程基建行业类股票进行模拟实证分析, 证明将会计信息进行相关量化处理, 能够为投资者提供较为客观的选择, 同时基于熵权的模糊综合评价模型在股票内在价值评价中具有可行性。

**关键词:** 熵权值; 模糊综合评价; 股票价值

## 1 引言

股票市场作为金融领域重要的市场, 在经济发展中发挥着不可或缺的作用。特别是近期股市出现了短期内的上涨, 以上证指数为例, 在 25 年的发展历程中, A 股市场经历了初期的低迷, 到 2006 年的快速增长, 并与 2007 年 10 月 16 日达到顶峰 6124.04, 之后股市出现下滑趋势, 一直到 2014 年 7 月份才得以逐渐提升, 截至 2015 年 4 月 24 日达到近期最高点的 4416.38, 且有不断上涨趋势, 股市又一次释放了巨大红利。面对新一轮的股市上涨, 部分机构投资者与散户投资者几乎满仓进入, 推动了新一轮的股市投资热潮。而股票投资者如何面对不确定性环境, 在经济“新常态”下获取预期利益, 选取有升值空间的股票, 并通过投资组合方式降低所受风险已经成为投资者所思考的问题。

本文提出了基于熵权模糊综合评价模型的股票内在价值评价方法, 该方法建立在各支股票相关财务指标的综合分析基础之上, 将会计信息与股票投资组合问题结合起来, 使得投资者可以根据具体财务指标信息进行股票选取; 同时在各级指标权重设定上, 依据各年度报告数据, 通过熵函数进行赋值, 进而避免了传统算法(如层次分析法、专家打分法等)在权重设定上的主观性, 具有较强客观性, 为投资者提供一种新的参考方式。

## 2 股票内在价值评价指标体系构建

股票价格由股票内在价值所决定, 由于市场处于不断变化中, 买卖双方在股市交易中展开着激烈博弈, 从而使得股票价格会出现高于、等于或者低于其内在价值的情况, 但从总的趋势上看股票价格围绕着股票内在价值上下波动。因此, 通过准确把握股票内在价值, 可以更有效地选取收益稳定的股票, 从而获得预期收益。判断股票是否值得买入, 应首先从股票内在

收稿日期: 2017-02-23

价值入手, 只有准确评估了股票的内在投资价值, 投资者和决策者才能正确认识股市泡沫问题<sup>[1]</sup>, 进而做出准确判断, 有效规避投资风险。

关于股票内在价值的研究, 已经引起了国内外学者的广泛关注。1938年, Williams 指出股票的内在价值应该等于全部股息及资本的现值总和, 从而构建了股利贴现模型 (Dividend Discount Model, DDM)<sup>[2]</sup>; 1958年, Franco Modigliani 与 Merton Miller 提出了股权自由现金流贴现模型 (Free Cash Flow to Equity, FCFE), 解决了不确定情况下企业价值评估的问题<sup>[3]</sup>; 随后 Volkert S. Whitbeck 及 Manown Kisor Jr. 指出利润增长率、股利支付率及增长率标准差对市盈率具有相关关系, 结论为前两者与市盈率之间成正相关, 而增长率标准差与市盈率之间成负相关关系<sup>[4]</sup>; Haugen 与 Backer 则选取了成长潜力、风险、价格水平、流动性等 13 个因素对股票收益率进行了实证分析<sup>[5]</sup>; 赵志君认为公司的股票内在价值由未来的现金流 (即股利) 的现值决定, 其依赖于公司的资本成本和对未来股利分配的预期<sup>[6]</sup>; 郝奕等通过对每股净值、每股资本公积金、每股收益、每股现金流、每股未分配利润等 22 个指标的体系构建, 利用 Vague 集合理论和属性综合评价方法对股票投资进行分析<sup>[7]</sup>; 郭洪等认为剩余收益价值模型可以评估股票收益, 以公司净资产账面价值和预期剩余收益的现值可以计算上市公司股票内在价值<sup>[8]</sup>。

此外, 股票内在价值的评价方法还有许多: 如相对估值法中的市盈率 (PE)、市净率 (PB)、市销率 (PS) 分析方法、剩余收益模型及经济附加值 (EVA) 模型。但是, 上述理论及模型的构建中, 未对各财务指标信息进行综合处理, 使得投资者对财务信息的利用不够充分, 不能准确把握企业真正的发展实力与增值潜力; 同时, 现有模型评价在各指标权重的设定上多采用专家打分方法, 此方法存在一定主观性。

股票内在价值是公司经营状况的内在表现, 本文认为从会计指标信息判断公司股票内在价值, 既是对客观数据的有效利用, 又能够真实反映公司未来盈利空间。关于股票内在价值评价的体系构建, 普遍将财务指标中的偿债能力、营运能力、获利能力及成长能力进行综合分析。国务院国资委统计评价局每年也会根据《中央企业综合绩效评价管理暂行办法 (国务院国资委令第 14 号)》测算制定该会计年度的企业绩效评价指标标准值。因此, 本文选取股票内在价值的评价指标从偿债能力 (流动比率、速动比率、现金比率、产权比率、资产负债率)、营运能力 (应收账款周转率、存货周转率)、获利能力 (营业利润率、资本收益率、净资产收益率)、成长能力 (总资产增长率、主营业务收入增长率、净利润增长率) 等 4 个一级指标, 13 个二级指标进行构建<sup>[9]</sup>, 从而更好识别投资风险, 为投资者进行股票选择提供客观依据, 以此构建体系如图 1。

### 3 熵权模糊综合评价模型

熵权模糊综合评价模型是不确定性理论的一种集成算法, 通过将信息熵理论嵌入模糊数学, 利用信息熵在权重设定上的客观性, 对模糊综合评价模型进行优化改进, 使得评价更加客观, 尽量消除主观评价法在权重设定上的主观性。针对股票市场出现的不确定性, 以及在权重设定上的量化处理较少的问题, 本文提出基于熵权模糊综合评价模型对股票内在价值进行评价, 在充分尊重客观数据的基础上, 对会计信息进行量化处理, 是合理的。其计算过程如下:

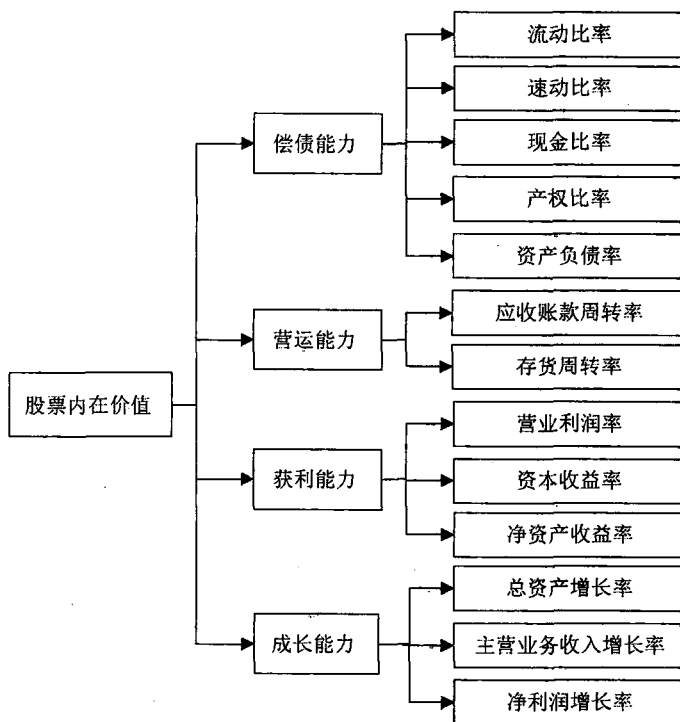


图 1 股票内在价值评价指标体系

**步骤 1 确定被评价对象  $U$  及评语等级论域  $V$ :**

其中, 被评价对象的论域  $U: U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ , 则评价体系中一级指标为  $U_i$ ; 二级指标为  $U_{ij}$ ; 而评语等级论域  $V: V = (V_1, V_2, \dots, V_n)$ , 即  $V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5)$ , 并且对评语集元素赋值, 其中  $V_1$  代表很好, 分值为 80-100 分,  $V_2$  代表好, 分值为 60-80 分,  $V_3$  代表一般, 分值为 40-60 分,  $V_4$  代表差, 分值为 20-40 分,  $V_5$  代表很差, 分值为 0-20 分;

**步骤 2 归一化处理二级指标权重:**

根据所给定的原始数据  $b_i = (b_1, b_2, \dots, b_i)$  对二级指标权重进行归一化处理得到向量  $b'_i = (b'_1, b'_2, \dots, b'_i)$ ;

**步骤 3 构建模糊综合评价矩阵  $M_{ij}$ :**

首先, 建立二级指标  $U_{ij}$  对每个评语集的模糊关系矩阵  $R_i: R_i = (r_{ij})_{i \times j}$ , 其中:  $r_{ij}$  为  $U$  中的因素  $U_i$  对  $V$  中等级  $V_j$  的隶属程度;

其次, 构建新的模糊综合评价矩阵  $M_{ij}$ : 由一级指标模糊集  $C_i (C_i = b'_i \times R_i)$  得到新的模糊综合评价矩阵  $M_{ij} = (c_{1j}, c_{2j}, c_{3j}, c_{4j})$ , 其中,  $C_i$  的计算依据模糊算子  $M(\bullet, \oplus)$ <sup>1</sup>;

**步骤 4 计算此时  $M_{ij}$  各行指标的熵权值  $W_j$ :**

由于离散型信息熵函数为公式 (1):

$$S = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i; \quad (1)$$

因此, 利用公式 (1) 可计算出各因素的熵权值, 若存在矩阵  $(M_{ij})$ , 根据各指标的差异程

<sup>1</sup> 在模糊理论中, 模糊合成算子共有四种算法, 即  $M(\wedge, \vee)$ ,  $M(\cdot, \vee)$ ,  $M(\wedge, \oplus)$ ,  $M(\cdot, \oplus)$ , 考虑到主因素及其它因素的共同影响下, 本文选取  $M(\bullet, \oplus)$  算子计算。

度具体计算步骤见公式 (2)– 公式 (5):

首先, 计算第  $j$  项指标  $m_{ij}$  所在指标中的权重  $p_{ij}$ , 即

$$p_{ij} = m_{ij} / \sum_{i=1}^n m_{ij}, \quad (2)$$

其次, 计算第  $j$  项指标的熵值, 即

$$S_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (3)$$

再次, 计算第  $j$  项指标的偏差度, 即

$$d_j = 1 - S_j \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (4)$$

最后, 计算第  $j$  项指标熵权值, 即

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} = \frac{(1 - S_j)}{\sum_{j=1}^n (1 - S_j)}, \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (5)$$

**步骤 5** 计算综合权重向量  $W$ :

$$W = W_j a_i / \sum_{i=1}^4 W_j a_i, \quad (6)$$

**步骤 6** 求解模糊综合评价模型:

$$P = W \times M^T, \quad (7)$$

并且归一化处理  $P$  得到  $\hat{p}_i$ :

$$\hat{p}_i = P_i / \sum_{i=1}^5 P_i, \quad (8)$$

进而得到总评分

$$V = \hat{p}_1 \bar{V}_1 + \hat{p}_2 \bar{V}_2 + \hat{p}_3 \bar{V}_3 + \hat{p}_4 \bar{V}_4 + \hat{p}_5 \bar{V}_5, \quad (9)$$

其中,  $\bar{V}_i$  表示各分值段的中位数.

## 4 实证分析

2014 年以来, 我国经济发展进入“新常态”, 社会经济等各项事业也开启了全面深化改革的步伐, 中国经济面临着新的挑战与机遇. 而由习近平总书记提议并倡导的“一带一路”战略构想无疑为中国经济的内外结合提供了新的市场, 证券市场也由此催生了一批“一带一路”概念股, 特别是在交通运输行业、工程机械行业、工程基建行业、建筑建材行业和消费旅游行业等领域. 因此, 本文选取工程基建行业中的中工国际 (002051)、中国中铁 (601390)、中国铁建 (601186)、中国交建 (601800) 和中材国际 (600970) 五支股票进行模拟, 用以阐述基于熵权模糊综合评价模型的可适用性, 力求通过五支股票的会计信息解读, 为投资者提供较为客观的投资依据, 并得到 2014 年度五支股票的各二级指标数据如表 1.

### 4.1 模型求解

先选取中工国际 (002051) 为例, 评价该支股票的内在价值. 根据国务院国有资产监督管理委员会关于《中央企业综合绩效评价的管理办法》规定, 企业综合绩效评价权重将图 1 中的一级指标权重设定为  $a_1 = [0.34 \quad 0.22 \quad 0.22 \quad 0.22]$ ,

表 1 各支股票二级指标数据

一级指标	二级指标	中工国际	中国中铁	中国铁建	中国交建	中材国际	
股票 内在 价值	偿债能力	流动比率	1.2785	1.1574	1.2100	1.0489	1.1364
		速动比率	1.1309	0.6447	0.6822	0.6969	0.8742
		现金比率	0.7519	0.1642	0.2291	0.2308	0.3490
		产权比率	2.0816	5.2628	4.9967	3.7686	4.5818
		资产负债率	0.6755	0.8403	0.8332	0.7903	0.8208
	营运能力	应收账款周转率	3.1279	4.5391	5.8261	6.1786	6.8889
		存货周转率	4.2131	2.3294	2.4684	2.9074	4.1815
	获利能力	营业利润率	10.0352	2.4265	2.4293	4.6304	0.6842
		资本收益率	1.1202	0.4864	0.9194	0.8586	0.1075
		净资产收益率	17.3900	11.2600	13.2400	13.3600	3.4100
成长能力	总资产增长率	0.0847	0.0873	0.1157	0.2170	0.0492	
	主营业务收益增长率	0.0322	0.0922	0.0088	0.1028	0.1029	
	净利润增长率	20.6403	10.5107	9.6534	14.4054	64.4750	

※数据来源: 根据齐鲁证券通达信交易软件相关数据计算.

步骤 1 二级指标  $U_{ij}$  对各评语集的模糊关系矩阵  $R_i$  为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.3 & 0.2 & 0.3 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.5 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}, R_2 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix},$$
$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.2 \end{bmatrix}, R_4 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.1 & 0.2 & 0.1 & 0.3 \\ 0.1 & 0.3 & 0.1 & 0.2 & 0.3 \\ 0.4 & 0.1 & 0.2 & 0.1 & 0.2 \end{bmatrix};$$

步骤 2 得到二级指标原始数据  $b_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ):

$$b_1 = [1.2785 \ 1.1309 \ 0.7519 \ 2.0816 \ 0.6755], \ b_2 = [3.1279 \ 4.2131],$$
$$b_3 = [10.0352 \ 1.1202 \ 17.3900], \ b_4 = [0.0847 \ 0.0322 \ 20.6403];$$

对上述二级指标进行归一化处理得到:

$$b'_1 = [0.216 \ 0.191 \ 0.127 \ 0.352 \ 0.114], \ b'_2 = [0.426 \ 0.574],$$
$$b'_3 = [0.352 \ 0.039 \ 0.609], \ b'_4 = [0.004 \ 0.002 \ 0.994];$$

步骤 3 一级指标模糊集为:  $C_i = [C_1 \ C_2 \ C_3 \ C_4]$ :

$$C_1 = b''_1 \circ R_1 = [0.264 \ 0.174 \ 0.288 \ 0.183 \ 0.091]^T;$$
$$C_2 = b''_2 \circ R_2 = [0.243 \ 0.257 \ 0.257 \ 0.143 \ 0.100]^T;$$
$$C_3 = b''_3 \circ R_3 = [0.143 \ 0.196 \ 0.165 \ 0.296 \ 0.200]^T;$$
$$C_4 = b''_4 \circ R_4 = [0.399 \ 0.100 \ 0.200 \ 0.100 \ 0.201]^T;$$

由模糊集  $C_i$  得到新的模糊矩阵  $M$ :

$$M = \begin{bmatrix} 0.264 & 0.174 & 0.288 & 0.183 & 0.091 \\ 0.243 & 0.257 & 0.257 & 0.143 & 0.100 \\ 0.143 & 0.196 & 0.165 & 0.296 & 0.200 \\ 0.399 & 0.100 & 0.200 & 0.100 & 0.201 \end{bmatrix}^T ;$$

步骤 4 由公式 (2)-(5) 同时利用  $M$  可以计算出各指标的熵值  $S_j$  及熵权值  $W_j$ :

$$S_j = [1.113 \quad 1.118 \quad 1.138 \quad 1.061], W_j = [0.263 \quad 0.275 \quad 0.319 \quad 0.143];$$

步骤 5 由公式 (6) 得到综合权重向量  $W$  为:

$$W = [0.089 \quad 0.060 \quad 0.070 \quad 0.031];$$

步骤 6 因此公式 (7) 得到模糊综合评价模型  $P$  为:

$$\begin{aligned} P &= W \times M^T = [0.089 \quad 0.060 \quad 0.070 \quad 0.031] \begin{bmatrix} 0.264 & 0.174 & 0.288 & 0.183 & 0.091 \\ 0.243 & 0.257 & 0.257 & 0.143 & 0.100 \\ 0.143 & 0.196 & 0.165 & 0.296 & 0.200 \\ 0.399 & 0.100 & 0.200 & 0.100 & 0.201 \end{bmatrix} \\ &= [0.060 \quad 0.048 \quad 0.059 \quad 0.049 \quad 0.034] \end{aligned}$$

再由公式 (8) 经过归一化处理后得  $\hat{p}$ :

$$\hat{p} = [0.240 \quad 0.192 \quad 0.236 \quad 0.196 \quad 0.136];$$

综上, 利用公式 (9) 可知该企业的环境经济效益综合得分为:

$$\begin{aligned} V_A &= \hat{p}_1 \bar{V}_1 + \hat{p}_2 \bar{V}_2 + \hat{p}_3 \bar{V}_3 + \hat{p}_4 \bar{V}_4 + \hat{p}_5 \bar{V}_5 \\ &= 0.240 \times 90 + 0.192 \times 70 + 0.236 \times 50 + 0.196 \times 30 + 0.136 \times 10 = 54.08 \end{aligned}$$

同理, 得到中国中铁、中国铁建、中国交建和中材国际的股票内在价值评价分别为 49.15 分、52.48 分、60.89 分和 61.32 分. 由此可见, 如果从财务数据角度分析, 中材国际的股票内在价值可能较稳定, 投资者可以侧重于选取中材国际进行投资, 从而获得预期收益.

4.2 模型评价

根据该模型, 通过计算企业最终的  $V$  值, 可以对股票内在价值做出初步判断, 作为机构投资者或者个人才能对各支股票做出合理判断, 从而为其投资决策提供有效的客观依据, 这就要求股票投资者在选取股票时, 对所选股票的历史财务数据做出更综合地判断, 不能单一考察财务指标, 避免评价片面性.

同时, 基于熵权模糊综合评价方法可以有效评价不同股票的内在价值, 本文通过选取 “一带一路” 概念股中的五支股票进行模拟验证, 表明该模型具有可适用性.

5 结论

面临金融市场的 “新常态”, 无论机构投资者还是个人投资者, 对股票进行投资时, 总是依据各自偏好对个股进行选取, 并且以此来构建各自的投资组合, 从而在风险既定的前提下获取预期较高收益. 但是在个股选取中, 投资者也往往受到主观因素影响, 在个股选取上缺乏

客观性. 因此, 这就要求投资者在股票投资中, 既要正确判断购买时机, 又要对各支股票的相关财务数据进行有效评价, 从而为投资者提供较好的投资决策.

作为股票内在价值的判定依据, 其历史财务数据的有效研究必定有助于投资者获取收益, 而历史财务数据反映了企业的经营状况以及发展潜力, 能够客观反映企业运行状况. 因此, 投资者在进行股票选取之前, 首先要对其财务数据进行综合评价, 这样既从会计信息的角度对股票投资进行分析, 又能够避免因片面解读财务数据而造成的投资决策失误. 投资者只有对企业的财务数据做出理性判断, 才能更好地获取收益.

## 参考文献

- [1] 刘松. 股票内在投资价值理论与中国股市泡沫问题 [J]. 经济研究, 2005(2): 45-53.
- [2] Williams J B. The theory of investment value [M]. Harvard University Press, 1938.
- [3] Modigliani F, and Miller M H. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investments [J]. American Economic Review, 1958(48): 261-297.
- [4] Kisor Manown, Jr. and Volkert S. Whitbeck. A New Tool in Investment Decision-Making [J]. Financial Analysts Journal, 1963, 19(3): 55-62.
- [5] Haugen, Robert A, Baker, Nardin L. Commonality in the determinants of expected stock returns [J]. Journal of Financial Economics, 1996, 41(3): 401-439.
- [6] 赵志君. 股票价格对内价值的偏离度分析 [J]. 经济研究, 2003(10): 66-74.
- [7] 郝奕, 张强. 基于 Vague 集合属性综合评价的股票投资价值分析方法 [J]. 中国管理科学, 2005, 13(2): 15-21.
- [8] 郭洪, 何丹. 基于剩余收益价值模型的权益资本成本计量及其运用 [J]. 管理世界, 2010(1): 183-185.
- [9] 陈艳. 基于会计信息分析的证券投资风险控制的研究 [M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2007.

# Application on Stock Intrinsic Value by Entropy Weight Fuzzy Comprehensive Evaluation Model

HAN Yu<sup>1</sup>, WANG Bin<sup>2</sup>, LI Qun<sup>3</sup>

(1. Institute of Information Studies, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

(2. Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

(3. Institute of Quantitative & Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

**Abstract:** To solve the weights of each indicator of stock intrinsic value in evaluating investment value, the entropy weight fuzzy comprehensive evaluation model was built based on the consideration of entropy theory and fuzzy mathematical theory in this paper, and then selected five typical stocks to simulate. Meanwhile the new model could quantify the corresponding accounting information synthetically, which could also provide more objective references for investors than other methods.

**Keywords:** entropy weight value; fuzzy synthesis evaluation; stock intrinsic value