
层次分析法在选股中的应用

摘要:应对当今社会证券投资行业的实际情况来看, 由于股票投资存在风险, 影响投资方向、方式及对象的因素很多, 投资者在选购投资股票对象的时候也就普遍存在盲目跟风、片面简单以及缺乏根底科学数据等问题, 随着我国经济的高速增长, 股票市场也越来越繁荣。可是在上海和深圳股票市场中, 不具备专业知识的散户居多, 盲目投资的现象比拟严重, 从而承担着更大的风险。如何进行证券的投资是值得研究的问题。

本文在对层次分析法的开展现状以及该理论存在的问题综述的根底上, 简述了 AHP 解决问题的根本步骤, 并从数学原理角度对 AHP 中的重要概念——判断矩阵一致性做了较为简单的介绍。

然后通过查阅大量与股票相关的资料和信息, 建立股票投资价值影响因素的递阶层次结构; 设计调查表向股票投资专家进行调查, 建立各因素之间的判断矩阵, 求出各因素的排序向量, 并对局部股票的投资进行了决策。

本文利用层次分析法的理论对同一板块的股票进行排序, 优选出具有较高投资价值的股票, 然后再利用有效前沿的理论, 将这些股票进行投资组合。旨在使得投资更加合理, 到达承当较小的风险, 获得较大收益的目的。

关键词:层次分析法; 判断矩阵; 有效前沿; 证券组合; 证券投资

Application of AHP in stock market

Abstract:With China's rapid economic growth ,the stock market is also growing more and more prosperous. Yet in Shanghai and Shenzhen stock markets, the investors who occupy a great proportion are the retail investors who are in lack of professional knowledge and tend to invest blindly and thus take greater risk. So how to conduct securities investment is an issue worth studying.

Based on the comprehensive description of the present situation of AHP and the problems existing in the theory, the basic steps of how to use AHP to solve problems were briefly introduced and from the mathematic principle perspective. a brief introduction Was made on the judgment of the consistency of matrix of the important concepts In AHP.

Then by consulting a large amount of stock-related data and information, a hierarchical structure of factors affecting the value of stock investment was established. And questionnaires were designed to investigate the stock investment experts, the judgment matrix among different factors was established, the priority weight vectors of different factors were obtained, and the investment judgment of some of the stocks were made.

Using the AHP theory, the present study tries to sort for the shares on the same plate and choose the ones with comparatively high investment value,then makes use of the effective frontier theory to figure out all investment portfolio.The purpose of this is to minimize the risk of investment and maximize the profit to enable amore reasonable investment.

Key words: Analytic Hierarchy Process(AHP) ; judgment matrix ; effective frontier ;stock portfolio; portfolio investment

目 录

第一章 引言	1
1.1 研究背景	1
1.2 国内外研究的现状	2
1.3 研究内容和结构安排	4
第二章 层次分析法的根本原理	4
2.1 明确问题建立层次结构	4
2.2 构造判断矩阵	5
2.3 计算单一准则下元素的相对权重	6
2.4 计算各层元素的组合权重	6
2.5 判断矩阵的一致性检验	7
2.5.1 和积法	8
2.5.2 根法	8
第三章 AHP 在股票市场中的应用	9
3.1 建立层次结构模型	9
3.2 构造各判断矩阵并进行权重的一致性检验	10
3.2.1 中间层对目标层的判断矩阵并检验一致性	10
3.2.2 指标层对中间层的判断矩阵并检验一致性	10
3.3 求出各指标在目标层中的合成权数	11
3.4 股票投资决策	12
3.5 结论	16
第四章 应用举例	16
第五章 结束语	17
致 谢	17
参考文献	17
附录 1 表格	19
附录 2 代码	20

层次分析法在选股中的应用

第一章 引言

1.1 研究背景

在股票投资中几乎所有股票投资者都会选择好的股票。因为对股票投资者而言,好的股票就意味着高收益。那么好的股票指的是什么样的股票呢?在这里我们指的是投资价值高的股票。股票投资分析方法的种类很多,门派各异,但是大体上可以分为四类:根本分析法、技术分析法、行为投资学以及投资组合分析法。马克维茨的投资组合理论^[1]认为:所有投资者都是追求收益最大化的,但对风险的态度却分为风险厌恶型、风险中性和风险爱好投资者三种。在现实中绝大多数投资者都是风险厌恶型,因此在股票选择时,风险最小而收益最大成为投资者的共同目标。投资组合分析方法由于受到市场条件的限制,如交易本钱的存在、对多个证券有很透彻的了解不是单个投资者在短时间内能够做到的,因此该方法比拟适合于机构投资者,并且在配合根本面分析的情况下进行。由于考虑到了风险和收益的制衡,使证券投资组合的收益有时较低,但收益较稳定,比拟适合于基金公司和社保公司资本的运作。

股票投资者的最终目标是获得丰厚的利润,影响这一目标的因素可以归纳为股票的收益性,股票的成长性和投资风险性三个方面。其中股票的收益性可以用每股收益、每股净资产、每股公积金、分红形式和净资产收益率等指标考核;股票的成长性主要通过主营业务收入增长率、净利润增长率、每股经营现金流、市场占有率、增长率等指标进行评估;股票的风险性可以用股东收益比率、市场占有率、每股未分配利润、行业特点、市盈率等因素来权衡。

从以上的分析中可以看出,有的因素(指标)可以具体量化,如每股收益、每股净资产、每股公积金等,有些却不能具体量化,如行业特点、分红形式等。要对股票投资价值进行评估必须全面考察各影响因素及其重要性。鉴于以上分析,我认为运用层次分析法对股票投资价值进行分析具有现实意义。

以上分析阐述了选择股票过程中的影响因素,虽然在股票分析中已有较成熟的根本面分析,但综合上述分析可知,对一个多目标、多层次、结构复杂的股票选择过程,单一地使用一种方法显然过于简单,我们需要一种可将决策者的经验和现实信息予以量化、将定性和定量相结合,并对决策对象进行优劣排序、筛选

的多目标决策分析方法。层次分析法(AHP)正是解决上述问题的有效方法。

1.2 国内外研究的现状

1952年,Markowitz发表了一篇题为“投资组合选择”^{[2][3]}的文章。这篇文章的发表揭开了现代金融理论这一金融数学开展的序幕。在短短半个世纪,现代金融理论已经经历了从简单的定量分析到系统化、工程化的开展过程。在这个开展进程中,形成了投资组合、期权定价、风险管理等一系列的分支理论。

对于投资组合的研究,国外一些学者研究的情形包括:有外来收入流的情形,有交易费的情形,考虑破产的情形,消费品为可存品的情形,风险资产价格过程为半鞅^[6]的情形,不允许卖空或者不允许财富为零等有限制的情形,多人投资消费的情形,市场信息不完全的情形,市场不完全的情形,终止时间不确定的情形等。自从Pratt等经济学家引入风险躲避系数概念以来,研究带有风险躲避的投资决策问题尚不多见,而现实中的投资者大多数是风险躲避者,只是风险躲避程度不同而已,因此,研究投资者风险躲避行为更有特别重要的意义。

在我国,由于证券市场成立较晚,相应的理论研究和实证分析大大滞后于东西方兴旺国家,但近几年呈蓬勃开展趋势,大量文献涌现于各类学术刊物,取得了一定的成绩。国内学者的研究情况主要为:

雍炯敏^[3]、周迅较系统地研究了随机动态规划方法以及与随机最大值原理之间的关系,给实证研究提供较好较新颖的理论依据;彭实戈在90年代初与法国学者EP.ardoux给出了倒向随机微分方程解存在唯一性的证明,在世界金融学术界引起很大轰动;雍炯敏以及他的合作者还对正倒向随机微分方程进行系统的研究,得出了一些很重要的结果,它对于期权定价理论和证券投资组合理论都具有广泛的应用前景。郭文旌^[9]研究了消费品为可存品与非可存品的组合的情形以及借贷利率与存款利率不等的情形;杨绍军与师义民^[13]研究了市场信息不完全的情形,刘海龙与吴冲锋研究了随机方差的情形,吴臻和史敬涛研究在随机干扰源相互关联情形下,两种股票的最优投资组合及消费选择的显示解等。

层次分析法^[4](The Analytic Hierarchy Process,简称AHP)是美国运筹学家,匹兹堡大学T.L.Saaty教授在二十世纪七十年代提出来的。Saaty教授曾经为美国科学基金会研究电力在工业部门分配上的问题,为苏丹政府研究苏丹运输问题。在长期研究工作中,他感到必须考虑综合定性与定量分析、使人脑决策思维过程模型化,从而初步形成了AHP理论的核心。Saaty分别于1972年和1975年出版的两篇著作“用于排序和方案的特征根分配模型”以及“层次和排序——特征根分析”都能充分表达这种核心理论思想。正式提出AHP的论文是Saaty在1977年举行的第一届国际数学建模会议上发表的“无结构决策问题的建模——层次分析理

论?。从那时起, AHP 开始引起人们的注意, 并且应用于各个领域。1980 年 Saaty 出版了关于 AHP 的专著, 全面系统的论述了该理论的原理、应用及数学根底。由于 AHP 在理论上具有完备性, 结构上就有严谨性, 在解决问题上具有简洁性, 特别在解决非结构化决策问题上有明显的优势, 所以在很短的时间内, AHP 在我国各行业得到了广泛和深入的应用。

对于大量重复出现的结构化决策, 因为有大量数据可用, 并有现成的正规决策模型可循, 用定量科学决策方法是行之有效的。可是对于有人参与的经济决策现象, 尤其是重大战略决策, 往往是一次性的, 没有数据可供参考, 即使有数据, 由于人的理解和使用也有所不同, 这时很难简单套用现成的数学决策模型。而有些决策带有创造性, 难免带有一定的感情和政治色彩。因此给决策者留有足够创造性余地的定性定量相结合的多准则决策(评价)方法也就应运而生, AHP 就是这样一种方法。AHP 有深刻的数学推导和内容, 可从本质来讲它是一种思维方式。把复杂问题分解成各个组成因素, 又将这些因素按支配关系分组形成递阶层次结构, 用两两相比拟的方式确定同一层次中诸因素的相对重要性, 然后综合决策的判断, 确定各被选方案相对重要性的总排序。在整个过程表达了人的决策思维的根本特征——分析、判断和综合。AHP 是可将主观判断用数量形式表达和处理的方法。通常决策者可使用 AHP 进行决策, 解决了长期难以解决的决策者与决策分析者相别离且难于沟通的问题, 大大提高了决策者的有效性和操作性。

尽管层次分析法被介绍到我国只有几十年的时间, 可广泛应用到军事、经济、文化、教育等很多方面。1988 年在我国天津大学召开了第一届 AHP 国际学术会议, 在中国系统工程学会下设立层次分析法专业学组, 创办了《决策与层次分析法》专业刊物。层次分析法逐渐成为决策(评价)工具中很普及的一种有效方法。

AHP 的开展和所有理论方法的开展一样, 不可能是完美无缺的, 随着对层次分析法研究的越来越多, 人们对它的适用能力也有了更多的探讨, 传统 AHP 在应用上的局限性也渐渐有所暴露。首先, 它主要应用于从方案中选优, 并不能生成方案; 其次, 由 AHP 法得出的方案排序比拟粗略, 对那种定量结果要求比拟高的排序它就不太适合; 第三, 在使用 AHP 的过程中, 无论是建立层次结构还是构造判断矩阵, 人的主观因素对结果影响很大, 有可能造成决策结果对实际情况的歪曲。基于这些应用领域的不完善, 层次分析法又有了多方面的开展, 近些年来, 随着决策问题的更加复杂, 传统 AHP 的内容有了很多深层次的扩展。群体 AHP 和不确定型 AHP 就是其中学者们关注较多的两个研究热点。不确定型决策是指在决策因素的概率分布未知情况下所进行的决策, 一般需要先对所涉及的随机因素的概率分布加以估计, 并根据估计的期望效用极大来选择最优方案。不确定型 AHP 可以用来解决此类不确定型决策。与 AHP 有关的不确定条件有两类, 一类是层次中的元素或方

案不确定,如:由于信息缺乏,决策方案有待补充,现有的方案缺乏以全面反映决策环境,这种情况下,决策者可就已有方案使用 AHP 进行决策,当新方案出现时,依照排序理论进行决策分析。另一类涉及判断的不确定,在进行两两比拟时,人们的判断有多种可能,从而无法指出一个确定的数值来表达两两比拟中重要程度的专用的计算机软件求解。最后一步就是对获得的极限相对排序向量进行灵敏度等各种综合性决策分析。

1.3 研究内容和结构安排

由于层次分析法优点明显,能够解决大量有人参与的社会经济决策问题,尤其对一些无法精确计量的因素,如心理、风俗、政治等,都能通过 AHP 法实行定性与定量的有效结合。所以我认为层次分析法将会在很多的领域得到更广泛的应用。然而层次分析法有深厚的数学理论根底和推导,且要求作者必须具有一定的数学技能,因此如果层次分析法能更简便易操作,例外现象越少,那将有利于更多人使用。下面介绍一下全文结构安排:

第一章 引言局部,主要是对证券投资分析方法和层次分析法的开展现况以及该理论存在的问题做了综述。

第二章 简述了层次分析法的根本原理即应用该原理的思想步骤。

第三章 将层次分析法应用于股票投资价值评价。本人查阅大量与股票相关的资料,查阅股票信息建立股票投资价值影响因素递阶层次结构;建立各因素之间的判断矩阵,求出各因素的排序向量,并对局部股票进行了决策。

第四章 将上一章利用层次分析法优选的股票利用有效前沿的理论进行投资组合举例。

第五章 对全文进行总结。

第二章 层次分析法的根本原理

2.1 明确问题建立层次结构

通过分析,找出问题所研究的全部元素,并按各元素之间的相互影响与作用进行分类,每类作为一个层次,按最高层(即目标层,表示解决问题的目的)、假设干有关的中间层(表示采用某种措施或根据某种准则来实现预定目标所涉及的中间环节)和最低层(表示解决问题的措施和方案)的形成排列起来形成一个层次结构图(见图 2.1)。在这个层次结构中,某一中间层次的元素作为准则那么,对下一层次某些元素起支配作用,同时,又附属于上一层次的某个元素。

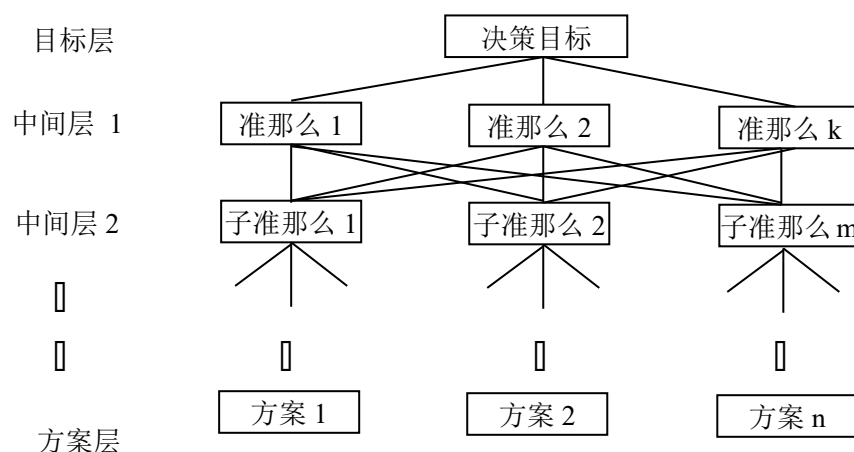


图 2.1 层次原理模型

2.2 构造判断矩阵

在建立递阶层次结构后,上下层次之间元素的隶属关系就被确定了,我们假定上一层次元素 C_k 作为准那么,对下一层次元素 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 有支配关系,我们的目的是在准那么 C_k 下按它们相对重要性赋予 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 相应的权重。对于大多数复杂重要的问题往往要通过适当的方法才能导出它们的权重, AHP 用两两比拟的方法,针对准那么 C_k 得到两个元素 A_i 和 A_j 哪个更重要些及重要多少 AHP 理论中使用 1~9 标度^[13]来对重要多少赋值。标度含义如表 2.1:

表 2.1 标度含义

1	表示两个元素相比,具有同样重要性
3	表示两个元素相比,一个元素比另一个元素稍微重要
5	表示两个元素相比,一个元素比另一个元素明显重要
7	表示两个元素相比,一个元素比另一个元素强烈重要
9	表示两个元素相比,一个元素比另一个元素极端重要
2, 4, 6, 8	介于上述两个相邻判断尺度中间值

1~9 标度法是将思维判断数量化的一种好方法。首先,在确定事物的差异时,人们总是用相同、较强、强、很强、极端强之类的语言,进一步细分时,又可在相邻的两级之间插入折中的提法,因此对于大多数决策判断来说 1~9 标度是适用的。其次,心理学实验说明,大多数人对不同事物在相同属性上的差异的分辨能力在 5~9 级之间,采用 1~9 标度可以反映大多数人的判断能力。这样对于 n 个元素来说,我们可以得到两两比拟判断矩阵 A : $A = A_{ij}$, 断矩阵具有以下性质: a_{ij}

≥ 0 ; $a_{ij} = 1/a_{ji}$; $a_{ii} = 1$, 其中正的互反矩阵。对于 n 阶判断矩阵仅需对其上(下)三角元素共 $n(n-1)/2$ 个给出判断。 A 的元素不一定具有传递性, 即 $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ 未必成立, 假设上式成立那么称 A 为一致性矩阵。在说明由判断矩阵导出元素排序权值时一致性矩阵有着重要的意义。

2.3 计算单一准则下元素的相对权重

这一步要解决在准则 C_k 下, n 个元素 $A_1, A_2, \dots, A_n$, 排序权重的计算问题, 并进行一致性检验。对于 $A_1, A_2, \dots, A_n$, 凡通过两两比拟得到判断矩阵 A , 再解特征根问题 $A\omega = \lambda_{\max}\omega$ 所得到的 ω 经正规化后作为元素 $A_1, A_2, \dots, A_n$ 在准则 C_k 下的排序权重, 这种方法称权向量的特征根方法。 $\lambda_{\max}$ 存在且唯一, ω 可以由正分量组成, 除了差一个常数倍外, 它是唯一的。 ω 和 $\lambda_{\max}$ 的计算一般采用幂法, 其步骤为

- (1) 设初值向量 $\omega_0 = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)^T$;
- (2) 对于 $k=1, 2, 3, \dots, n$, 计算 $\omega_k = A\omega_{k-1}$, 式中 ω_{k-1} 是经归一化所得到的向量;
- (3) 对于事先给定的计算精度, 假设 $\max |\omega_{ki} - \omega_{(k-1)i}| < \varepsilon$, 式中 ω_{ki} 表示 ω_k 的第 i 个分量, 此时停止计算, 否则继续(2);

$$(4) \text{ 计算 } \lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\omega_{ki}}{\omega_{(k-1)i}}$$

$$\text{和 } \omega_{kj} = \frac{\omega_{ki}}{\sum_{j=1}^n \omega_{kj}}$$

在精度要求不高的情况下, 可以采用近似求法计算 $\lambda_{\max}$ 和 ω 。

2.4 计算各层元素的组合权重

为了得到递阶层次结构中每一层次中所有元素相对于总目标的总权重, 需要把第三步的计算结果进行适当的组合, 并进行总的判断一致性检验。最终计算结果得出最低层次元素, 即决策方案相对于总目标的权重。

假定已经计算出第 $k-1$ 层元素相对于总目标的组合排序权重向量

$$a^{k-1} = (a_1^{k-1}, a_2^{k-1}, \dots, a_m^{k-1})^T$$

第 k 层在第 $k-1$ 层第 j 个元素支配下的排序向量为

$$b_j^k = (b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj})^T$$

其中不受支配的元素权重为 0。

令 $B^K = (b_1^k, b_2^k, \dots, b_m^k)$ ，那么第 k 层 n 个元素相对于总目标的组合排序权重向量为 $a^k = B^K a^{k-1}$ 。

对于递阶层次组合判断的一致性检验，需要类似的逐层计算 CI。假设分别得到了第 k-1 层的计算结果 CI^{k-1} ， RI^{k-1} 和 CR^{k-1} ，那么第 k 层相应的指标为

$$\begin{aligned} CI^k &= (CI_k^1, \dots, CI_k^m) a^{k-1} \\ RI^k &= (RI_k^1, \dots, RI_k^m) a^{k-1} \\ CR^k &= CR_{k-1} + RI^k \end{aligned}$$

当 $CR^k < 0.1$ 时，认为递阶层次在 k 层水平上整个判断有满意的一致性。

2.5 判断矩阵的一致性检验

由于客观事物的负责性与人的认识的多样性，判断矩阵的一致性不能总得到满足，但要求有大体的一致性却是应该的，当判断偏离一致性过大时，得到的排序权向量作为决策依据就会出现问題，因此判断矩阵的一致性问题昰学者们近年研究的另一个热点。进行一致性检验的步骤^[15]如下：

(1) 计算一致性指标 CI

由于只有当矩阵完全一致时，判断矩阵 A 才存在 $\lambda_{\max} = n$ ，而不一致时 $\lambda_{\max} > n$ ，

即可用 $(\lambda_{\max} - n)$ 这个差值大小来检验一致性的程度，一般用 CI 这个一致性指标

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2-1)$$

(2) 平均随机一致性指标 RI

事实上，矩阵 A 的特征根之和等于其积，即 $(\lambda_{\max} - n)$ 表示 A 的最大特征根之外的 n-1 个特征根的总和。因此 CI 指标是求这 n-1 个特征根的平均值。CI 越小，说明一致性越大。

考虑到一致性偏差还有可能是随机原因造成的，必须查找相应 n 的平均随机一致性指标 RI (Random index) 如下表。RI 是计算机从 1~9 标度的 17 个标度值 (1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) 中随机地抽样填满 n 阶矩阵的上(或下)三角阵中的 $n(n-1)/n$ 个元素，求出 $\lambda_{\max}$ ，再代入(2-1)式求出 CI。平均随机一致性指标是屡次(500 次以上)重复进行随机判断矩阵特征值的计算后取算术平均数得到的。已有学者得到计算结果^[18]见表 2.2。

表 2.2 平均随机一致性指标值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52	1.54

由上表显见，RI 与判断矩阵的阶数有关，一般阶数越大，出现一致性随机偏离的可能性也越大。因此在检验判断矩阵是否具有满意一致性时，必须将一致性指标 CI 与平均随机一致性指标 RI 进行比拟，得出检验数 CR(Consistency Ratio)即一致性比例 CR

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR 值的标准: 对于一、二阶矩阵，可以满足 $a_{ij} a_{jk} = a_{ik}$ ，所以不必检验。对于三阶以上的判断矩阵，当 $CR < 0.1$ 时，即要求专家判断的一致性与无智能傻瓜(随机)判断的一致性之比小于 10% 时，认为判断矩阵的一致性是可接受的。反之，当 $CR > 0.1$ 时，应对判断矩阵作适当修正，以保持一定程度的一致性。

由上面的五个步骤可以看出，层次分析法计算的主要问题是计算判断矩阵的最大特征值及其对应的特征向量。这里我们介绍在精度要求不高的情况下，简化计算的两种近似方法——和积法和根法。

2.5.1 和积法

- (1) 将判断矩阵 B 每一列正规化；
- (2) 每列正规化的判断矩阵按行相加；
- (3) 对相加后得到的向量再正规化，即得排序所要求的特征向量 W；
- (4) 计算判断矩阵 B 的最大特征值 λ^*

$$\lambda^* = \sum_{i=1}^m \frac{(BW)_i}{mW_i}$$

其中 $(BW)_i$ 表示向量 BW 的第 i 个元素。

2.5.2 根法

- (1) 将 B 的元素按行相乘；
- (2) 所得乘积分别开 m 次方；
- (3) 将方根向量正规化即得排；序所要求的特征向量 W；
- (4) 计算

$$\lambda^* = \sum_{i=1}^m \frac{(BW)_i}{mW_i}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/466202052121010030>