

## 摘 要

投资组合是目前经济理论界的热门话题之一。由于投资行为具有风险与收益紧密相关的特点,使得投资者不断地寻求能使投资的风险低而收益高的组合策略。而对投资组合风险的分析与度量是进行投资组合决策的必要条件。投资类型多元化的发展,使得资本的种类进一步从金融资本的投资向项目投资发展,所以对投资项目组合风险的分析与度量是目前亟待解决的问题。

本文从投资组合的定义、组合理论的发展入手,通过对各投资组合理论产生背景、假设条件、模型框架以及应用范围的对比分析,明晰了投资组合理论的理论框架、发展现状和适用范围。探讨了项目组合提出的背景和意义,界定了投资项目组合与证券组合,给出了投资项目组合分析的理论基础。分析了投资组合风险的构成,研究了投资项目组合风险的度量问题,探讨了目前常用的投资组合风险的度量方法,如半方差、VaR、熵等,对比了各自的优缺点和适用范围,指出了证券投资组合与投资项目组合在风险度量方面的本质区别。针对投资项目组合的特点,提出了基于概率——损失值的投资项目组合风险度量方法,并给出了实例验证。以 VaR 方法为例,建立了基于 VaR 的投资项目组合风险度量优化体系,规范了投资项目组合风险的分析与度量过程。本文最后以风险变化为主线,对基于投资客体生命周期——风险的投资项目组合做了分析,运用实物期权法建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架,并以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征,构建起合适的投资项目组合。

[关键词]: 投资组合 投资项目组合 风险 度量 生命周期

## Abstract

Portfolio is one of the focal topics in investment economy society now. Because of the characteristic of choice correlation in risk and return, investor are constantly seeking strategies, Which can balance the risk and the return. While portfolio risk analyzing and measuring is the necessary condition to make portfolio decision. With the development of the assets diversification, the variety of the assert in portfolio developed from financial asset to project investment. The analysis and measurement of the investment project portfolio risk is the key problem to be solved.

On the basis of reading and studying, according to the definition of portfolio and the development and application of the theory, the paper discuss the producing background, supposing terms, model frame and application scope of each model. Then we know the theory frame and the theory condition clearly. This paper discussed the background and the valuation of the project portfolio, defined the investing project portfolio and stock portfolio, then it established the basis of the investing project portfolio analyzing. On the basis of analyzing the project portfolio risk, the measurement problem of the project portfolio risk is proposed. The common measuring method, such as semi-variance, entropy and Value-at-risk are discussed. Their merit and shortcoming are contrasted. According to the characteristic of the project portfolio, the portfolio risk method which is based on the probability—loss is designed. The instance is also proposed. Then VaR-based Optimization project portfolio system is established. This standardizes the risk analysis and measurement process. At last, the paper made the qualitative analysis which is based on the investment object lifecycle—risk. Using real option method, the analyzing frame of the project portfolio is set up. According to the risk dynamic character of the investment subject and object, the investment project portfolio strategy is proposed.

**[Keywords]:** portfolio; investment project portfolio; risk; measurement; lifecycle

# 1 绪论

## 1.1 研究背景与研究意义

投资组合是目前经济理论界的热门话题之一。由于投资行为具有风险与收益紧密相关的特点,使得投资者不断地寻求能使投资的风险低而收益高的策略。而投资组合的存在,将为公司进行风险分散,经营扩张及投资战略的要求提供最有力的保证。

投资组合理论是二次世界大战后在美国得到迅速发展的金融理论,它是金融理论在 70 年代末的突破性进展。该理论的起源可以追溯到中世纪后期意大利的威尼斯、热那亚等城市发行军事公债的研究。当时政府为了筹集军饷,利用发行军事公债变相地征税。进入 19 世纪后,由于国家机构的扩大,费用支出不断增加,且工商业的迅速发展需要大量的资金,债券才真正成为其国家筹措资本方式出现。本世纪初由于证券市场得到了极大的发展,投资者们开始寻找对有风险证券进行定价和预测未来价格的方法。70 年代末之前欧美发达国家盛行着“技术分析”和“基础分析法”的两种传统的投资分析法,直至 80 年代初该理论才基本形成了它完整严密的科学体系,对此理论贡献最大的应属美国学者 Markowitz (1952, 1959, 1991)<sup>[1-3]</sup>和 Tobin (1958, 1965, 1969)<sup>[4-6]</sup>。Tobin 因在创立这一理论的基础方面做出贡献而获 1981 年诺贝尔经济学奖,而 Markowitz (1984, 1987, 1989)<sup>[7-9]</sup>和 Sharpe (1961, 1963, 1967, 1989)<sup>[10-15]</sup>及 Miller (1960)<sup>[16]</sup>三人则因使该理论发展成系统严格且实用的科学体系方面做出贡献而获得 1990 年诺贝尔经济学奖。该理论自 70 年代末已成为欧美发达国家分析个人、企业、银行及非银行金融机构如何运用其财富进行投资的重要理论依据。

Markowitz 的早期工作奠定了现代投资组合理论的基础,他提出了投资组合的二次规划模型,并利用 Neumann(1947) 的效用函数理论,给出了利用无差异曲线在投资组合有效集上选择最佳投资组合方案的一种准则。在 Markowitz 的期望收益率——收益率方差学说的基础上,Sharpe(1963, 1964) 独自发现了,并由 Lintner(1965, 1969) 和 Mossin (1966) 进一步发展完善的资本资产价格模型

(CAPM) 利用投资线对项目进行均衡定价,对项目组和投资进行有效评价。由于标准的 CAPM 模型有一系列理想假设条件,为实际应用中带来许多困难,因此人们围绕 CAPM 模型的前提条件展开了大量的研究,其代表性研究成果有: Vasicck(1971) 和 Black 研究了不存在无风险资产借贷时的 CAPM,结果只需要用零  $\beta$  最小方差证券组合期望收益率代替无风险证券收益率即可。Fama(1965) 在调

# 1 绪论

## 1.1 研究背景与研究意义

投资组合是目前经济理论界的热门话题之一。由于投资行为具有风险与收益紧密相关的特点,使得投资者不断地寻求能使投资的风险低而收益高的策略。而投资组合的存在,将为公司进行风险分散,经营扩张及投资战略的要求提供最有力的保证。

投资组合理论是二次世界大战后在美国得到迅速发展的金融理论,它是金融理论在 70 年代末的突破性进展。该理论的起源可以追溯到中世纪后期意大利的威尼斯、热那亚等城市发行军事公债的研究。当时政府为了筹集军饷,利用发行军事公债变相地征税。进入 19 世纪后,由于国家机构的扩大,费用支出不断增加,且工商业的迅速发展需要大量的资金,债券才真正成为其国家筹措资本方式出现。本世纪初由于证券市场得到了极大的发展,投资者们开始寻找对有风险证券进行定价和预测未来价格的方法。70 年代末之前欧美发达国家盛行着“技术分析”和“基础分析法”的两种传统的投资分析法,直至 80 年代初该理论才基本形成了它完整严密的科学体系,对此理论贡献最大的应属美国学者 Markowitz (1952, 1959, 1991)<sup>[1-3]</sup>和 Tobin (1958, 1965, 1969)<sup>[4-6]</sup>。Tobin 因在创立这一理论的基础方面做出贡献而获 1981 年诺贝尔经济学奖,而 Markowitz (1984, 1987, 1989)<sup>[7-9]</sup>和 Sharpe (1961, 1963, 1967, 1989)<sup>[10-15]</sup>及 Miller (1960)<sup>[16]</sup>三人则因使该理论发展成系统严格且实用的科学体系方面做出贡献而获得 1990 年诺贝尔经济学奖。该理论自 70 年代末已成为欧美发达国家分析个人、企业、银行及非银行金融机构如何运用其财富进行投资的重要理论依据。

Markowitz 的早期工作奠定了现代投资组合理论的基础,他提出了投资组合的二次规划模型,并利用 Neumann(1947) 的效用函数理论,给出了利用无差异曲线在投资组合有效集上选择最佳投资组合方案的一种准则。在 Markowitz 的期望收益率——收益率方差学说的基础上,Sharpe(1963, 1964) 独自发现了,并由 Lintner(1965, 1969) 和 Mossin (1966) 进一步发展完善的资本资产价格模型 (CAPM) 利用投资线对项目进行均衡定价,对项目组和投资进行有效评价。由于标准的 CAPM 模型有一系列理想假设条件,为实际应用中带来许多困难,因此人们围绕 CAPM 模型的前提条件展开了大量的研究,其代表性研究成果有: Vasicck(1971) 和 Black 研究了不存在无风险资产借贷时的 CAPM,结果只需要用零  $\beta$  最小方差证券组合期望收益率代替无风险证券收益率即可。Fama(1965) 在调

查 NYSE 的大量实例的基础上,发现其分布是对称的,但呈翘尾型,故而没有确定的方差,他认为这种收益分布只要是对称的和稳定的,用离中趋势代替方差,其 CAPM 依然有效。如果观测期较长,则其收益率分布近似于对数正态分布且有偏度。Mayers(1972)研究了具有不可上市资产存在情况下的 CAPM,给出了修正模型。其后 Fama 的 Schwert(1977)还对 Mayers 的修正模型作了成功的实证检验。此外不少学者对 CAPM 进行实证研究,检验 CAPM 的正确性,发表了不少典型文章,其多数的研究都是利用上市普通股票的月总收益去估计在五年持有期内每一种证券的  $\beta$ , 计算证券收益率与市场指数的协方差,然后根据  $\beta$  值的大小进行分类,排成 N 组证券组合,进行回归处理。Roll (1977) 关于 CAPM 实证分析的著名评述,引起了众多学者的极大关注,他认为 CAPM 是永远不可能得到完全检验,前人的部分实证研究之所以与 CAPM 的 SML 基本相符,是由于任何一种资产收益率都可以表示成相应有效指数的线性函数。Gibbons(1982)等学者给出了 CAPM 的实证形式,即实证市场线 EML,因此,为了检验 CAPM,必须直接证实市场证券组合是在有效集上,所以前人多做的实证分析,都不可能提供模型的实证支持。当然,这并不是说明 CAPM 的理论上之不足,模型是由它的前提假设逻辑地推导出来的,所得的结果显然是要受假设条件的限制。

由于 CAPM 的可实证性受到怀疑, Ross(1976)第一次提出了套利价格模型 APT(Arbitrage Pricing Theory)。其 APT 的倡导者指出,与 CAPM 相比 APT 具有两个方面的优点:其一是关于投资者对风险与收益偏好的假设限制较少;其二是 APT 可以用实证来检验。CAPM 可以看成是 APT 的一种特例。APT 比 CAPM 更完善, APT 不需要实际资产收益率分布的假设(CAPM 要求正态分布); APT 并不对单个效用函数作强的假设(至少没有风险厌恶和风险喜好的假设); APT 允许资产平衡时,收益取决于多个因素,不仅仅是一个; APT 是产生于一种相对的任意子集资产定价,因此,为了检验这种理论,不需要测度整个宇宙的资产;市场证券组合对 APT 没有特别的作用,而 CAPM 则要求市场证券有效组合; APT 很容易推广到多期(Multiperiod)模型。

Markowitz 的最小方差模型, Sharpe 的单指数模型, CAPM 以及 Ross 的 APT 等的发现与完善是现代投资组合理论的主要内容,也是现代金融领域中的重大发现。尽管至今其理论还存在许多问题有待进一步研究,但其主要理论原理却已逐渐渗透到管理中的各个子领域中去了<sup>[17]</sup>。

以上这些投资组合理论的研究大都集中于离散时间条件下的各种单期或多期投资组合问题,而自从 Merton 首次考察了连续时间条件下的投资组合问题以后,

随着随机控制理论、随机微积分等数学工具以及计算机技术的迅猛发展，连续时间条件下的投资组合问题已成为研究的热点。而近几年来 Value-at-Risk(VaR)方法、行为金融理论的兴起，也渗透到投资组合理论领域，从而为投资组合理论研究开辟了新的天地。但是由于这些理论本身以及在处理实际问题方面的缺陷，使得它们大都停留在理论探讨的层面上，很少被广泛的应用于实践<sup>[18]</sup>。

以往的组合研究更多的是集中于金融市场，对加入其他资产类型的组合研究几乎是空白。而现代投资组合理论中的组合包括了市场均衡状态下所有风险资产在内的资产组合，它不仅包括了股票、债券等金融资产，也包括不动产、人力资本、耐用消费品以及一般的项目投资等非金融资产。但是在实际运用中，这些理论却局限于应用在金融资产即证券投资组合决策分析，而较少用于非金融资产投资组合决策分析，当前的文献中只有个别论文涉及房地产这一特定资产类型领域，例如文献[20—23]等，而从未研究一般意义上的非金融资产的投资组合问题，更未涉及投资项目组合问题。实际上投资项目组合已是众多投资者关注的焦点，那么对投资项目组合风险及其决策的研究更是迫切需要解决问题。在以往的研究中，对一般意义上的项目组合有一些研究，主要是集中于项目进展过程中对项目的管理，对项目组合风险的控制也是针对过程中风险的控制，项目组合管理是项目管理发展的第四个阶段，项目组合管理(project portfolios management)中的组合(portfolios)一词源于金融证券投资中的投资组合的概念，进行组合管理，是基于“不要把所有的鸡蛋放在同一个篮子里”的风险分散和规避的理念。1994年 Platjeetal. 对项目组合管理的定义为：一个项目组合是指为了增加效益而采取统一协调管理的一组项目。1999年 Archer 和 Ghasemzadeh 对项目组合管理的定义为：一个项目组合是指由某一特定组织机构发起或管理的一组项目，这些项目为了获得共同的稀缺资源而相互竞争。国内学者魏林巍对项目管理进行了大量的研究，而且有着高屋建瓴地眼光，紧跟国际学术研究，提出适用于我国的项目管理理论。至上世纪 80 年代，许多学者开始关注一个基本的问题——什么导致企业必须进行项目组合风险管理；就该问题进行了较早的研究，Jensen ,Mecking<sup>[27]</sup>认为是对企业安全的需求所导致。随后 Doherty,Tinic<sup>[28]</sup>,Smith 和 Stulz<sup>[62]</sup>又对该问题进行了较深入研究，涉及的影响因素各种各样，如财务危机、代理问题、非线性税率等，后来 Marmin<sup>[29]</sup>研究提出了完全市场条件下项目组合风险管理的一般均衡模型，Anderson 和 Danthine<sup>[30]</sup>意识到项目组合风险来源的多元性，值得关注的是 Morgan 和 Smith<sup>[31]</sup>开创了非完全市场下的项目组合风险管理问题研究，并认为即使风险避免对项目组合现金流不产生影响，完全避免风险对项目组合也不一定是最优选

择"这种整体观念的风险避免模型逐步发展为一种被称作企业风险管理 (Enterprise Risk Management) 的理论, 又称企业战略风险管理 (Enterprise Strategy Risk Management) 或企业集成风险管理 (Enterprise integrated Risk Management)。Froot, Scharfstein 和 Stein 等的努力使企业风险管理的研究范式在风险管理领域被广泛接受, 也指引人们从更为广阔的视角考虑项目组合风险管理问题, 自此, 项目组合风险管理超出了金融保险理论的范畴, 这也标志着现代项目组合集成风险管理理论体系的出现<sup>[32]</sup>。

以上探讨的这些研究是基于过程的项目组合, 是一种事中的管理, 而投资组合理论本身所涉及的组合管理是针对决策而言的, 目前, 在理论界还没有明确地提出投资项目组合的相关理论, 关于投资项目组合风险的度量仍是沿用马科维茨的方差以及协方差的办法<sup>[24]</sup>, 本文解决问题的思路沿着投资组合理论进行, 结合项目组合风险管理的思想展开, 是对投资组合理论在投资项目组合风险分析和度量方面的拓展研究。针对投资组合中资产类型的多样化, 将投资组合理论的基本思想适当的应用于项目组合风险分析与度量过程中, 改变以往的项目投资决策中的盲目决策现象。

正如前所述, 现代投资组合理论一般应用于金融资产投资分析, 很少用于项目投资组合等实体投资分析, 主要是由于金融资产市场与理论模型的前提拟合度要大大优于实体投资。一个从事金融投资的机构, 当其持有市场组合时, 非市场风险为零, 而在进行项目投资时, 由于其整体的不可分割性以及资金数量的有限性, 公司不可能达到市场组合, 因而无法通过多元化全部消除项目投资的个别风险, 而只能是局部消除。但是在多主体理性博弈的市场条件下, 虽然每一个投资主体的投资无法达到市场组合, 但就整个社会总体而言, 投资组合却是近乎于市场组合。因此, 现代投资组合理论可以应用于非金融资产投资分析。进一步分析可知, 现代投资组合理论解决问题的基本思路对于项目投资也是适用的。首先无论是投资于金融资产, 还是投资于实体项目, 投资都体现出追求高效益而厌恶风险的共同特征。其次对于公司投资决策而言, 它的每一项投资, 包括实体投资, 都不应该被看作是一个孤立的部分, 而应当将它看成是整个公司投资组合中的一个组成部分, 只有通过各资产之间的相关性分析, 才能正确的认识并进而计算出拟投资资产对整个投资组合的风险及收益的影响。因此在计算所取得的风险报酬时不能只考虑该资产本身, 而应运用系统的观点把它放到公司整个投资组合中一并考虑<sup>[25]</sup>。

介于以上的分析, 可知运用现代投资组合理论解决问题的思路来研究投资项

目组合问题是适用的，要研究投资项目组合决策，首要的问题就是对投资项目组合决策的关键因素之一风险的分析及度量。1959年，Markowitz 组合理论中用方差度量投资风险，特别揭示了相关性对投资组合的风险的重要影响。但该理论对风险的量化存在明显的不足，主要表现如下：（1）对投资收益的公布有严格的假定，即假定了收益服从正态分布，虽然也引进了半方差描述收益分布的左半边，意在放松对整个分布的假定，但仍属于对期望值的平均偏离程度的度量，并没有质的改变；（2）用方差度量风险只是一个“指标”，并没有给出风险是多少的绝对值，换言之，没有用货币表示出风险的大小，所以，在投资者看来并不直观；（3）用方差量化风险没有考虑到投资者对风险的不同承受能力或偏好，在实践中的应用受到限制。而后出现的如用半方差、平均离差、最大偏差、亏损概率。采用不同的方法来度量风险，得到的结果并不一定一致，目前还没有一种广泛有效的度量风险的方法。特别是对于投资项目组合，由于项目投资的长周期以及不可分割性，一般的风险度量方法在应用中可能会受到限制。本文将在对投资项目组合风险分析的基础上，就有关已有的投资组合风险的度量方法，如半方差、熵、VaR 等进行讨论分析，对比了各自的优缺点和适用条件等。针对投资项目组合的特点，提出了基于概率——损失值的投资项目组合风险度量方法，并给出实例验证。

在对投资项目组合风险分析及量化的基础上，本研究针对项目随生命周期变化的特征，探讨了基于生命周期—风险的投资项目组合。投资行为涉及两方面——投资主体和投资客体，在现实的投资实践中，投资客体即投资对象资产类型非常分散，既涉及金融资产，又涉及非金融资产，资产类型所映射的企业或者说是项目具有生命周期的特征，不同的生命周期的特点不同，因而组合所涉及的风险以及形式就有所差别。以往的研究中，尚未出现根据生命周期不同阶段的风险特征将处于生命周期不同阶段的对象作为投资客体的投资项目组合，也未研究过以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征的投资项目组合策略。因此本文首先对基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合做了定性的分析，并运用实物期权法，建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架。以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征，提出了的投资项目组合策略。

## 1.2 研究内容

1、从投资组合的定义、组合理论的发展入手，通过对各投资组合理论产生背景、假设条件、模型框架以及应用范围的对比分析，明晰了投资组合理论的理论框架、发展现状和适用范围。探讨了项目组合提出的背景和意义，界定了投资项目组合与证券组合，给出了投资项目组合分析的理论基础。

目组合问题是适用的,要研究投资项目组合决策,首要的问题就是对投资项目组合决策的关键因素之一风险的分析及度量。1959年,Markowitz组合理论中用方差度量投资风险,特别揭示了相关性对投资组合的风险的重要影响。但该理论对风险的量化存在明显的不足,主要表现如下:(1)对投资收益的公布有严格的假定,即假定了收益服从正态分布,虽然也引进了半方差描述收益分布的左半边,意在放松对整个分布的假定,但仍属于对期望值的平均偏离程度的度量,并没有质的改变;(2)用方差度量风险只是一个“指标”,并没有给出风险是多少的绝对值,换言之,没有用货币表示出风险的大小,所以,在投资者看来并不直观;(3)用方差量化风险没有考虑到投资者对风险的不同承受能力或偏好,在实践中的应用受到限制。而后出现的如用半方差、平均离差、最大偏差、亏损概率。采用不同的方法来度量风险,得到的结果并不一定一致,目前还没有一种广泛有效的度量风险的方法。特别是对于投资项目组合,由于项目投资的长周期以及不可分割性,一般的风险度量方法在应用中可能会受到限制。本文将在对投资项目组合风险分析的基础上,就有关已有的投资组合风险的度量方法,如半方差、熵、VaR等进行讨论分析,对比了各自的优缺点和适用条件等。针对投资项目组合的特点,提出了基于概率——损失值的投资项目组合风险度量方法,并给出实例验证。

在对投资项目组合风险分析及量化的基础上,本研究针对项目随生命周期变化的特征,探讨了基于生命周期—风险的投资项目组合。投资行为涉及两方面——投资主体和投资客体,在现实的投资实践中,投资客体即投资对象资产类型非常分散,既涉及金融资产,又涉及非金融资产,资产类型所映射的企业或者说是项目具有生命周期的特征,不同的生命周期的特点不同,因而组合所涉及的风险以及形式就有所差别。以往的研究中,尚未出现根据生命周期不同阶段的风险特征将处于生命周期不同阶段的对象作为投资客体的投资项目组合,也未研究过以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征的投资项目组合策略。因此本文首先对基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合做了定性的分析,并运用实物期权法,建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架。以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征,提出了的投资项目组合策略。

## 1.2 研究内容

1、从投资组合的定义、组合理论的发展入手,通过对各投资组合理论产生背景、假设条件、模型框架以及应用范围的对比分析,明晰了投资组合理论的理论框架、发展现状和适用范围。探讨了项目组合提出的背景和意义,界定了投资项目组合与证券组合,给出了投资项目组合分析的理论基础。

2、研究了投资组合风险的构成，分析得出组合风险如同单个资产风险一样，由两部分构成，即系统风险和非系统风险。对资产进行组合，可以使非系统风险大大降低，但是系统风险却不会由于投资组合而发生的变化。针对项目投资的实际，分析了投资项目组合风险的构成，为此后的风险度量和决策提供了明确的指标体系。

3、在投资项目组合风险分析的基础上，讨论投资项目组合风险的度量问题。探讨了目前常用的投资组合风险的度量方法，如半方差、VaR、熵等，对比了各自的优缺点和适用范围。针对投资项目组合的特点，设计了基于概率—损失值的投资项目组合风险度量方法，并给出了实例验证。以 VaR 方法为例，建立了基于 VaR 的投资项目组合风险度量优化体系，规范了投资项目风险的分析与度量过程。

4、文章对基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合做了定性的分析，说明依照此类标准构建投资组合的必要性和可行性，并运用实物期权法，建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架。以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征，构建适合的投资项目组合。

### 1.3 思路和方法

研究方法：

全文以理论分析的主线展开，定量分析与定性分析结合使用的方法推进，应用投资管理、控制论、系统工程、运筹学和金融工程等学科中定量化分析的方法。

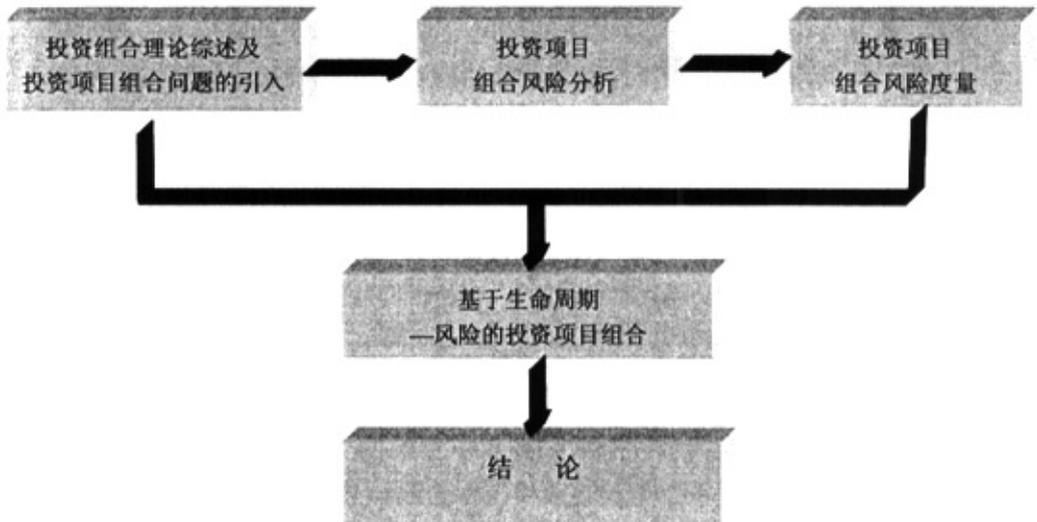


图 1.1 研究思路框图

## 2 相关理论综述

投资是经济主体为获得预期收益而投入一定量货币或其他经济要素，以形成资产的经济行为。它是推动经济增长的基本因素，是经济主体经营活动的核心。投资行为是风险与收益紧密相关的行为。如何使投资的风险低而收益高是每个投资者都时刻关注的问题。投资组合的存在，将为公司进行风险分散，经营扩张及战略的要求提供最有力的保证。

### 2.1 投资组合理论研究综述

投资组合理论发展至今，已有很多年的历史了。一般认为马柯维茨于 1952 年发表的《“证券组合”选择》一文是投资组合理论的奠基之作。其实，在马柯维茨论文发表之前，早已存在一种指导私人、企业进行投资管理的传统投资组合理论，严格的说，马柯维茨是现代投资组合理论的创始人。

投资组合是指投资者为提高投资收益水平，弱化投资风险，将投资总额在各种投资方式之间的分配。即将各种不同的投资有机结合在一起的过程。在现代西方投资学中，投资组合是 portfolio 一词来表示的<sup>[3]</sup>。弄清投资组合的实际含义，了解投资组合理论的发展过程，以及公司进行投资组合决策的必要性，是至关重要的。投资组合有广义和狭义之分。广义的投资组合是指公司对实际资产、金融资产等诸种形式资产的投资搭配，或者说是公司以多种资产持有其全部资产的投资行为<sup>[3]</sup>。比如某公司在 1994 年的总投资共计 2000 万元，其中固定资产投资 120 万元，房地产投资 1080 万元，证券投资 800 万元，那么固定资产，房地产，证券就成了公司投资组合的几种资产选择形式，而 120: 1080: 800 是这几种形式资产投资的具体数量搭配。可见，任意一个公司投资组合都包括了两方面的规定性：一是资产形式组合，二是各种资产数量的组合。并且，这种形式上和数量上的组合不是随意地搭配或分散，而是按照一定的原则由公司刻意选择，精心安排，科学计算而加以确定的。而狭义的投资组合是指公司资产在各种证券上的搭配而不涉及到其他资产形式，也就是西方投资学中 portfolio 一词的实际含义。西方经济学家所说的投资组合一般均是指这种狭义的投资组合，即证券投资组合<sup>[2]</sup>。这主要是因为他们大多认为投资学的研究对象是金融投资而非实际投资，只涉及证券买卖而不涉及实际资产的运动。比如上述公司的证券投资 800 万元具体构成是：政府债券 361 万元，A 种股票 116 万元，B 种股票 239 万元，C 种股票 84 万元。这便是狭义的投资组合，其资产形式分散在债券以及三种股票上，具体数量搭配是 361: 116: 239: 84。显然，不能将狭义投资组合与广义投资组合混为一谈。

## 2 相关理论综述

投资是经济主体为获得预期收益而投入一定量货币或其他经济要素，以形成资产的经济行为。它是推动经济增长的基本因素，是经济主体经营活动的核心。投资行为是风险与收益紧密相关的行为。如何使投资的风险低而收益高是每个投资者都时刻关注的问题。投资组合的存在，将为公司进行风险分散，经营扩张及战略的要求提供最有利的保证。

### 2.1 投资组合理论研究综述

投资组合理论发展至今，已有很多年的历史了。一般认为马柯维茨于 1952 年发表的《“证券组合”选择》一文是投资组合理论的奠基之作。其实，在马柯维茨论文发表之前，早已存在一种指导私人、企业进行投资管理的传统投资组合理论，严格的说，马柯维茨是现代投资组合理论的创始人。

投资组合是指投资者为提高投资收益水平，弱化投资风险，将投资总额在各种投资方式之间的分配。即将各种不同的投资有机结合在一起的过程。在现代西方投资学中，投资组合是 portfolio 一词来表示的<sup>[3]</sup>。弄清投资组合的实际含义，了解投资组合理论的发展过程，以及公司进行投资组合决策的必要性，是至关重要的。投资组合有广义和狭义之分。广义的投资组合是指公司对实际资产、金融资产等诸种形式资产的投资搭配，或者说是公司以多种资产持有其全部资产的投资行为<sup>[3]</sup>。比如某公司在 1994 年的总投资共计 2000 万元，其中固定资产投资 120 万元，房地产投资 1080 万元，证券投资 800 万元，那么固定资产，房地产，证券就成了公司投资组合的几种资产选择形式，而 120: 1080: 800 是这几种形式资产投资的具体数量搭配。可见，任意一个公司投资组合都包括了两方面的规定性：一是资产形式组合，二是各种资产数量的组合。并且，这种形式上和数量上的组合不是随意地搭配或分散，而是按照一定的原则由公司刻意选择，精心安排，科学计算而加以确定的。而狭义的投资组合是指公司资产在各种证券上的搭配而不涉及到其他资产形式，也就是西方投资学中 portfolio 一词的实际含义。西方经济学家所说的投资组合一般均是指这种狭义的投资组合，即证券投资组合<sup>[2]</sup>。这主要是因为他们大多认为投资学的研究对象是金融投资而非实际投资，只涉及证券买卖而不涉及实际资产的运动。比如上述公司的证券投资 800 万元具体构成是：政府债券 361 万元，A 种股票 116 万元，B 种股票 239 万元，C 种股票 84 万元。这便是狭义的投资组合，其资产形式分散在债券以及三种股票上，具体数量搭配是 361: 116: 239: 84。显然，不能将狭义投资组合与广义投资组合混为一谈。

但是，由于二者都是出于分散风险使投资收益最大化的目的而进行的资产搭配，投资组合的原则并无根本不同。

传统投资组合理论强调确定投资组合目标是至关重要的，公司建立并管理一个投资组合，必须从自身性质和业务特点出发，充分考虑到公司内外部的种种因素。明确对投资收益的需要程度以及所愿意承担的投资风险程度，据此确定投资组合的目标。只有明确投资组合目标，公司才能按照既定的目标而适当的选择相应的投资工具或投资形式，并做出数量上的适当搭配<sup>[8]</sup>。比如，某公司拥有 2000 万元的资本，如果公司建立投资组合的目标是取得稳定的收入，则以在证券市场上购买固定收入债券(如政府债券，公司债券，公司的优先股股票)为主；反之，若其目标是追求资本增长，则以选择增长型的普通股票（如新兴技术产业的股票）为主。而且必须在建立一个“投资组合”后还应密切注意投资组合效益的变化，看其是否能满足既定投资组合目标的要求，必要时应进行组合调整，即进行资产重组。它偏重于质的分析而缺乏量的研究，组合过程中如何选择投资工具的种类以及数量结构只能由投资决策者跟着感觉走，缺乏一套进行系统的精密计算的科学方法。而当代以马柯维茨为代表的投资组合理论的中心是“分散原理”，应用数学上的方法，系统的阐述如何通过有效的分散化来选择最优组合的理论和方法。建立在传统理论基础上的公司投资组合决策是投资活动和量分析的有机统一。如何进行资产分散是公司投资组合决策的一个核心问题。资产分散科学与否，直接决定了公司投资组合决策能否实现。它涉及到两方面内容，一是分散形式，二是分散量。第二个问题在当代理论界也未提供完美的说明，只是提出了一些影响分散量多少的因素。

对风险的准确度量和对风险资产的定价正是现代资本市场理论的核心内容。1952 年哈利·马柯维茨发表的《“证券组合”选择》一文及其在 1959 年出版的《投资组合选择：有效的分散化》专著<sup>[4]</sup>，第一次从规范经济学的角度揭示了如何通过建立证券组合有效边界来选择最优组合，和如何通过分散投资来降低风险，从而开创了现代组合理论的先河。1963 年，威廉·夏普提出了简化的资产选择模型，即资本资产定价模型(CAPM)，认为风险资产的收益率是其系统性风险的线性函数，该模型在实践中得到了广泛的应用。1973 年，史蒂芬·罗斯提出了套利定价理论，从更一般的角度研究了风险资产的定价问题。本章最后对现代投资组合理论的新进展做以总结，简要的评述了这些新进展。下面就对这几种典型的投资组合理论做以简单说明。

### 2.1.1 投资组合必要性与合理性分析

将不同的投资有效的结合在一起，会产生风险稀释效应和收益连动效应。所谓风险稀释，一是指总投资被分散投入时，由于加权平均作用，只要是有效的组合，总投资风险必然会相对下降；二是指投资组合之间的互补关系，可以减少和避免投资风险，从而使总投资风险下降。所谓收益连动，是指个别投资和其他投资有机结合时，由于投资之间存在的功能连动关系，导致效益连动，推动总投资收益超出各单项投资收益的累加和<sup>[4]</sup>。可见，运用投资组合，根本目的就在于降低投资风险，并使投资收益最大化。

#### 1、投资组合必要性

(1) 站在公司运营的角度分析，其必要性主要体现在以下几个方面：

a. 风险分散：公司进行投资——无论是实业投资还是金融投资——的目的都在于获得合意的预期收益。然而投资收益与投资风险总是形影相随，不可分割的。公司如何通过对不同投资工具或投资方式的选择即投资组合来分散投资风险，把公司所愿意的承担的风险规定在一定的限定上，从而尽可能地使公司总投资收益最大化就具有十分重要的意义。“不要把所有的鸡蛋都放在一个篮子里”<sup>[4]</sup>不仅仅是对大中投资者的提醒，同时也是对机构投资者及资本运营者的忠告。

b. 经营扩张：即使某一公司在其成长过程的某一时期，因资本数量有限等因素的制约会以单一资产形式持有其全部资产，但当公司经营实力增强，资本支配数量增大以后，公司常常会产生一种强烈的行业扩张欲，不再满足于原有的狭小的生存领域，而会寻求更广阔的经营发展天地，这也决定了投资组合是公司发展壮大过程中不可避免的一个现实问题。从而也就决定了公司进行投资组合决策的必要性。

c. 战略要求：在现代社会经济中，由于货币市场，资本市场的发展。特别是股份制公司的普遍推行，使得相当一部分公司成立伊始就拥有雄厚的资本实力，一开始运作就制定了多元化经营、多样化发展的公司战略目标。这就使得投资组合不再是一个公司发展过程中出现的“新生”问题，而是一个自始至终与公司经营相联系的“共生”问题。一方面，公司战略经营要求进行投资组合决策，另一方面，投资组合决策是否得当反过来又决定了公司经营战略目标能否实现。从这点来说，在现代社会里，没有一家公司能绕过投资组合决策而求生存和发展。

(2) 从宏观经济协调发展的角度看投资组合决策的战略意义

人类面临的自然空间有限，自然界为人类提供的资源更有限，而人类的需求却无限。人类需求的无限性与自然资源的有限性之间形成了极大的矛盾。在经济

学上将这个矛盾的现象称之为资源的稀缺性，经济学研究中就是要对有限的稀缺的资源在社会中进行最有效的配置，以尽可能少的资源投入获得尽可能多的新资源产出，满足人民生活的需要。从这个角度看来，投资组合决策的目的是把有限的资源以最合理的方式组合，投入到具体的项目中去，使得社会得到最大的经济效益，促进国家产业结构的调整，保证国民经济持续稳定的增长。

## 2、投资组合合理性

投资组合的存在是由于投资中收益和 risk 的存在，以往的研究中仅仅关注投资收益最大化，而对投资风险的研究只是泛泛而谈，并没有对风险进行量化<sup>[8]</sup>。在风险的量化问题上，马柯维茨作了开创性的工作。他利用统计上的方差或标准差来衡量投资风险，以相关系数表示资产之间的相关联情况，以协方差代表风险之间的相互关系，结合二维规划等复杂的数学方法<sup>[4]</sup>，建立起有效的证券组合选择模式，用以说明在给定由投资组合管理者提供的基本信息的情况下，如何在许多证券中作出选择，以及如何在建立投资组合时对这些证券加权等问题。

### (1) 决定有效组合的三个变量

收益、风险（方差或标准差）和每种证券与其他证券之间的相关关系是马柯维茨模型中决定一个有效组合的三个必不可少的变量。这些变量的计算方法简述如下：

a. 组合预期收益的计算可按照下面的公式进行计算：
$$E_p = \sum_{i=1}^n X_i E_i$$

式中， $E_p$  表示投资组合的预期收益或期望报酬率； $X_i$  表示组合中投资于第  $i$  种证券的市场价值的比重； $E_i$  表示组合中证券  $i$  的预期收益或期望报酬率； $n$  表示投资组合中所包含证券的数目。

### b. 相关系数以及组合风险的计算

个别资产风险可以其标准差表示，但是计算组合风险时，不仅是计算个别资产风险，还必须考虑到各种资产收益之间的相关程度。一般地，可以用协方差或相关系数表示这种相关程度。马柯维茨指出，两种证券收益的协方差或相关系数表示这种相关程度。马柯维茨指出，两种证券收益的协方差是每种证券收益与其预期收益离差的乘积的加权平均数，权数便是离差的概率。两种证券收益的相关系数等于它们的协方差除以它们标准差的乘积。如果以 A、B 分别表示投资组合中的两种证券，则有：

$$r_{AB} = \frac{C_{AB}}{S_A S_B} \text{ 或 } C_{AB} = r_{AB} S_A S_B$$

式中， $r_{AB}$  是证券 A、B 收益间的相关系数， $C_{AB}$  是证券 A、B 收益间的协方差， $S_A$ 、 $S_B$  分别是证券 A、B 收益的标准差。

由此，可以表示一个由 A、B 两种证券构成的组合的风险关系：

$$V_p = X_A^2 V_A + 2X_A X_B C_{AB} + X_B^2 V_B$$

式中， $V_p$  代表投资组合收益的方差， $X_A$ 、 $X_B$  分别代表证券 A、B 投资额在整个组合加之中所占的比重， $V_A$ 、 $V_B$  分别代表证券 A、B 收益的方差， $C_{AB}$  代表证券 A、B 收益间的协方差。

### (2) 分散原理

显然，证券收益间的相关系数对投资组合的风险能产生作用。马柯维茨通过一系列讨论说明了他的投资分散化可以降低投资风险的分散原理。简述如下：

a. 当  $r_{AB}=1$  时即两种证券收益呈完全正相关时， $C_{AB}=S_A S_B$ ，又因为

$$V_A = S_A^2, \quad V_B = S_B^2, \quad V_p = S_p^2,$$

$$\text{则依 } V_p = X_A^2 V_A + 2X_A X_B C_{AB} + X_B^2 V_B$$

$$\begin{aligned} \text{有 } S_p^2 &= X_A^2 S_A^2 + 2X_A X_B S_A S_B + X_B^2 S_B^2 \\ &= (X_A S_A + X_B S_B)^2 \end{aligned}$$

$$\text{从而: } S_p = X_A S_A + X_B S_B$$

这说明此是投资组合的风险就是每个组合构成证券风险的加权平均数，权数是各个证券价值占总价值的比重。在这种情况下，投资分散化不会使风险减少，而只是风险的平均。

b. 当  $r_{AB}=-1$  时即两种证券收益呈完全负相关时， $C_{AB}=-S_A S_B$ ，同理有：

$$\begin{aligned} V_p &= X_A^2 V_A + 2X_A X_B C_{AB} + X_B^2 V_B \\ &= (X_A S_A - X_B S_B)^2 \end{aligned}$$

又因为组合中证券 A、B 的比重与其相对风险是逆向相关，

$$X_A : X_B = S_B : S_A,$$

从而  $X_A = \frac{X_B S_B}{S_A}$ ，那么：

$$V_p = S_p^2 = (X_A S_A - X_B S_B)^2 = \left( \frac{X_B S_B}{S_A} S_A - X_B S_B \right)^2 = 0$$

这说明当量中证券收益成完全负相关时，又可能建立起一个消除全部风险的投资组合，这种情形常见于进行套期保值场合。

c. 当  $r_{AB} = 0$  时即两种证券收益成完全不相关时， $V_p = S_p^2 = X_A^2 S_A^2 + X_B^2 S_B^2$ 。从表面上看投资分散化似乎不能降低风险，但情况并不总是这样。比如假定一个组合中两种证券平均分配而风险相同，

$$X_A = X_B = 0.5, \quad S_A = S_B = 10,$$

$$\text{则有: } V_p = S_p^2 = (0.5)^2 (10)^2 + (0.5)^2 (10)^2 = 50$$

$$S_p = 7.07$$

可见投资分散化实际上是有作用的，因为建立的投资风险比任一构成证券的风险都要小。

如果组合中证券在两种以上，它们的收益互不相关，仍有类似的结果，这时的组合具有  $S_p^2 = X_1^2 S_1^2 + X_2^2 S_2^2 + X_3^2 S_3^2 + \dots + X_n^2 S_n^2$  的性质，假设组合中各证券比重相等，每种证券的风险（标准差）均为 10。则有

$$\begin{aligned} S_p^2 &= \left(\frac{1}{3}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 10^2 \\ &= \frac{10^2}{3} \quad (\text{三种证券}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_p^2 &= \left(\frac{1}{4}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 10^2 \\ &= \frac{10^2}{4} \quad (\text{四种证券}) \quad \dots\dots \end{aligned}$$

$$S_p^2 = \left(\frac{1}{n}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 10^2 + \dots = \frac{10^2}{n} \quad (\text{n 种证券})$$

从而：
$$S_p = \frac{10}{\sqrt{n}}$$

马柯维茨据此进一步推论得出：如果构成组合的各证券是不相关的，分散可以大量地减少风险，而且证券数目的增加与风险减少程度成相反关系，即一开始加入的证券可以使风险较大幅度减少，随着组合中证券数目的逐渐增加，组合风险减少程度递减<sup>[26]</sup>。

以上对组合收益、方差以及协方差的分析说明，投资组合的存在及应用是有其科学的理论依据的。虽然以上的分析仅在金融证券领域进行，但是其他类型的资产由于其投资中风险与收益的紧密相关性，运用方差、协方差对其风险进行量化是合理的。这一说明为下文投资组合的构建奠定了理论基础。

## 2.1.2 投资组合相关理论

### 1、马柯维茨均值—方差模型

**a.产生背景：**投资风险，即投资未来收益的不确定性是客观存在的。因此整个投资组合理论最核心部分是风险的计量和定价。近几十年以来，金融理论最重要的发展之一就是数理角度研究风险问题。如果我们能够正确地对金融风险进行计量和定价，就能对风险资产进行准确的估计，从而达到对经济资源更有效的配置，使投资者更好地将储蓄分配到不同类型的风险资产上，公司经理更好的使用有股东和债权人提供的资金。正是在这样的背景下，马柯维茨模型应运而生。

**b.假设条件：**(1)投资者通过投资组合在某一段时间内的预期回报率和标准差来评价这一投资组合。(2)投资者都是风险的厌恶者而追求最大效用。(3)投资者都具有一个相同的单一持有期。(4)税收和交易成本忽略不计。

**c.模型：**根据以上假设，马柯维茨确立了证券组合预期收益\风险的计算方法，建立了资产优化配置的均值—方差模型：

设： $X_i$ ， $i=1, 2, \dots, n$  为  $n$  种风险资产的投资收益率， $W_i$ ， $i=1, 2, \dots, n$  为投资组合，

记  $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)^T$ ， $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ ， $I=(1, 1, \dots, 1)^T$ ，

$$S_p^2 = \left(\frac{1}{n}\right)^2 10^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 10^2 + \dots = \frac{10^2}{n} \quad (\text{n 种证券})$$

从而：
$$S_p = \frac{10}{\sqrt{n}}$$

马柯维茨据此进一步推论得出：如果构成组合的各证券是不相关的，分散可以大量地减少风险，而且证券数目的增加与风险减少程度成相反关系，即一开始加入的证券可以使风险较大幅度减少，随着组合中证券数目的逐渐增加，组合风险减少程度递减<sup>[26]</sup>。

以上对组合收益、方差以及协方差的分析说明，投资组合的存在及应用是有其科学的理论依据的。虽然以上的分析仅在金融证券领域进行，但是其他类型的资产由于其投资中风险与收益的紧密相关性，运用方差、协方差对其风险进行量化是合理的。这一说明为下文投资组合的构建奠定了理论基础。

## 2.1.2 投资组合相关理论

### 1、马柯维茨均值—方差模型

**a.产生背景：**投资风险，即投资未来收益的不确定性是客观存在的。因此整个投资组合理论最核心部分是风险的计量和定价。近几十年以来，金融理论最重要的发展之一就是数理角度研究风险问题。如果我们能够正确地对金融风险进行计量和定价，就能对风险资产进行准确的估计，从而达到对经济资源更有效的配置，使投资者更好地将储蓄分配到不同类型的风险资产上，公司经理更好的使用有股东和债权人提供的资金。正是在这样的背景下，马柯维茨模型应运而生。

**b.假设条件：**(1)投资者通过投资组合在某一段时间内的预期回报率和标准差来评价这一投资组合。(2)投资者都是风险的厌恶者而追求最大效用。(3)投资者都具有一个相同的单一持有期。(4)税收和交易成本忽略不计。

**c.模型：**根据以上假设，马柯维茨确立了证券组合预期收益\风险的计算方法，建立了资产优化配置的均值—方差模型：

设： $X_i$ ， $i=1, 2, \dots, n$  为  $n$  种风险资产的投资收益率， $W_i$ ， $i=1, 2, \dots, n$  为投资组合，

记  $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)^T$ ， $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ ， $I=(1, 1, \dots, 1)^T$ ，

$$\delta_{ij}^2 = \text{cov}(X_i, X_j), \quad \Sigma = (\delta_{ij}^2)_{n \times n}, \quad \text{则有} \quad \min \delta_p^2 = W^T \Sigma W$$

S.T.:  $W^T I = 1; \quad W^T E(X) = \mu.$  其中  $\mu$  为组合收益,  $W_i, W_j$  为证券  $i, j$  的投资比例,  $\delta_p^2$  为组合投资方差(组合总风险),  $\text{cov}(X_i, X_j)$  为两个证券之间的协方差。

该模型为现代证券投资理论奠定了基础。上式表明, 在限定条件下求解投资比例  $W_i$ , 使得组合风险  $\delta_p^2$  最小, 可通过拉格朗日乘数法求解。

该模型主要应用于资金在各种证券市场上的分配。可分如下步骤展开。(1) 估计各单一证券的期望收益率, 方差以及两两证券之间的相关系数。可利用历史数据, 以统计估计技术来完成。(2) 对给定的期望收益率水平计算最小方差组合。当允许卖空时, 为求得每一给定期望收益率水平的最小方差组合, 实际只要按两个不同的期望收益率水平分别计算其最小方差组合即可。因为此时的最小方差集合可由其上的两个组合的再组合产生。而对于给定的某期望收益率水平, 计算其最小方差组合可通过数学上的拉格朗日乘数法来完成, 或经由计算机试错程序来确定。在不允许卖空的情况下, 其计算会更趋复杂。总之, 均值—方差模型应用时的最大困难是计算量庞杂, 因而, 在实际中并不应用于一般的资产分配问题, 而是应用于不同资产类型的分配问题。将每类证券当成一种证券来看待, 如同在为数很少的证券基础上应用该模型, 计算量可以相对较小。

## 2、资本资产定价模型

**a.产生背景:** 夏普等人在马柯维茨理论基础之上对证券市场价格机制进行了积极而深入的研究。马氏理论中谈到的“有效边界”只限于带有风险的投资组合, 尤其是普通股票的投资组合。然而, 在一个投资组合内既可以包括有风险的证券, 也可以结合一部分无风险的证券(国库券等), 并且投资的资金可以全都是投资者自身所有, 也可以有一部分是借入的。因此, 他们提出了资本资产定价模型。来解决引入无风险资产后的资产估价问题。

**b.假设条件:** (1) 投资者都依据组合的预期收益率和方差来选择证券组合。(2) 投资者对证券的收益和风险及证券间的相关性具有完全形同的预期。(3) 资本市场上的证券资产可以完全细分, 不存在交易成本和差别税收。(4) 存在一种无风险资产, 投资者可以不受限制地以无风险利率进行借入借出, 且利率相同。

**c.模型:** 首先引入资本市场直线。马柯维茨在他的“证券组合选择”一文中讲到有效前沿(或称有效边界)的概念, 即指满足[(1)对每一风险水平, 提供最

大的预期回报率 (2) 对每一预期回报率水平, 提供最小的风险]两个条件的组合集, 它是一条上凸曲线。由于无风险资产的借入和借出把原有的有效前沿改变成了直线  $R_f MB$ , 如图 2.1:

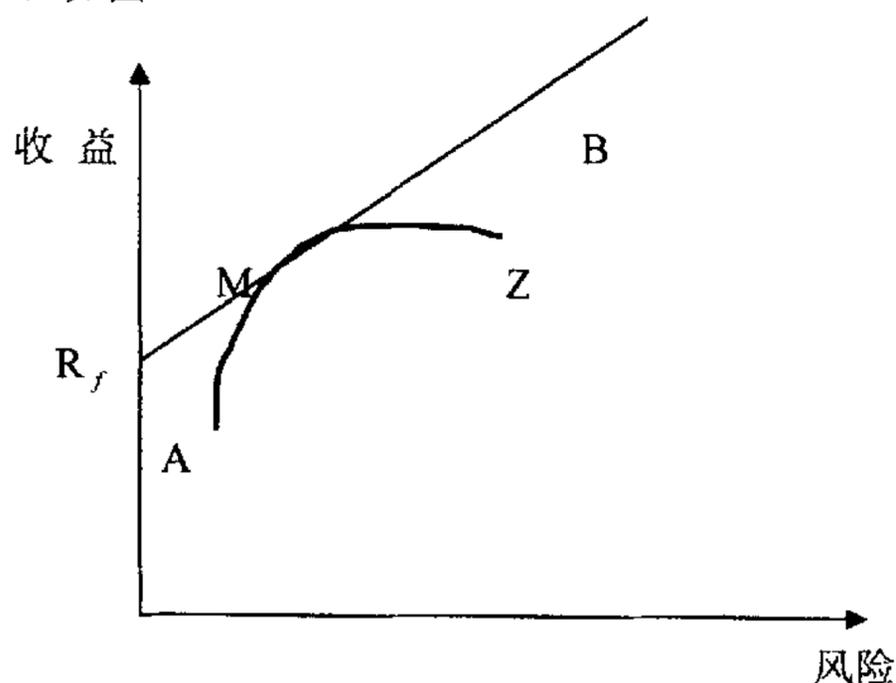


图 2.1 资本市场线

这条直线从纵轴上无风险点  $R_f$  处向上延伸, 与原有效前沿曲线相切于点  $M$ , 它包含了所有风险投资组合  $M$  与无风险借贷的组合。杠杆投资组合 (即  $M$  与无风险借入的组合) 是从  $M$  点向外延伸的射线, 直线  $R_f MB$  是所有投资者将市场投资组合  $M$  与无风险资产和两者组合生成的投资行为的集合, 形成了所谓的资本市场线。可用无风险利率与市场投资组合的回报率来描述:

$$E(R_p) - R_f = \frac{E(R_m) - R_f}{S_m} S_p$$

$E(R_p)$ : 投资组合期望回报率;  $R_f$ : 无风险利率;

$E(R_m)$ : 市场组合回报率;  $S_m$ : 市场组合的风险;  $S_p$ : 投资组合的标准差

资本资产定价模型可以表述为

$$E(R_p) - R_f = [\text{cov}(R_p, R_m) / \text{var}(R_m)] [E(R_m) - R_f],$$

也就是  $E(R_p) = R_f + \beta_p [E(R_m) - R_f]$

此处的  $\beta_p$  即为投资组合的回报率相对于市场回报率的敏感性。

该模型的应用范围主要有: (1) 可用此模型搜索市场上被错误定价的证券,

高风险的证券因其风险原因，其期望回报率高，可依此关系来检验证券的价格是否与其价值相符。是证券估价的基准。(2) 用此模型来生成  $\beta$  的估计值。(3) 为评估单个证券的相对吸引力提供了一个框架。(4) 也为评估经理的业绩提供了一种标准，因为它提供一种明确的分析框架来确定其风险调整的业绩。<sup>[2]</sup>

### 3、单指数模型

**a.产生背景：**资本资产定价模型具有行为和实践上的意义，但它存在两方面的缺陷：其一，模型中包括一个理论上包括所有种类资产的市场投资组合 M，并且计算出的收益率是期望值，而不是真实的回报率。其二，CAPM 模型研究的中心一直是围绕着市场投资组合进行的，然而实际上很多资产是不能交易的，对于投资者来说，并不是所有类型的资产市场都能进入，比如受到保护的中国 A 股证券市场是外国投资者所不能进入的。个人投资者也很少能够进入债券发行一级市场，这样支持 CAPM 模型理论成立的条件在现实世界中很难成立。这就需要将这一理论转化为一种经验上可用的形式，用于研究及证券估价。指数模型的出现就是基于这样一种考虑。它是一种对证券市场直线合理的替代物。它被广泛地用作检验资本资产模型的工具，同时也推动了理论的实际应用。指数模型选用的投资组合是实际的指数，象标准普尔 500 指数，深证成分指数等，而不是包括所有种类资产的理论市场投资组合。用指数来代替理论市场投资组合 M，结果可以发现 CAPM 的主要结论仍然是成立的。指数模型与 CAPM 模型的形式是非常类似的，资本资产定价模型是以风险与回报率的期望关系来表达的，而单指数模型是描述回报率的生成过程的一个统计模型<sup>[13]</sup>。

**b.假设条件：**(1) 整个经济中存在一些不同程度上对证券报酬产生影响的市場因素。(2) 所有证券都受总体市场运动的影响，这种总体的市场运动或市场因素被认定为系统力量，统一地作用于所有证券。其他影响被认定为是特殊的或独特的因素，作用于个别证券。这种影响可以在投资组合中被分散掉。

**c.模型：**该模型是一个简单的线性回归，将 CAPM 中的期望收益率  $E(R)$  换成实际收益率  $r$ ，用  $R_m$  代表指数的收益率，用来代替 CAPM 模型中的市场投资组合 M 的收益率，其表达式如下：

$$r_i - r_f = \alpha_i + \beta_i(r_M - r_f) + e_i$$

$\beta_i$  是衡量证券或基金对总体市场的敏感程度，指出了证券或投资组合回报率随市场回报率变化的幅度。 $\alpha_i$  表明当市场回报率为零时，该投资组合的回报率将是多

少。 $e_i$  是该模型未能识别的影响所产生的意外性回报率，即残值回报率，是实际收益率与指数模型预测的资产收益率之间的偏差。它可能取任何值，但在大量的观察中。其平均值为零。

该模型的应用范围主要有：(1) 可用此模型计算一个假想的投资组合的期望回报率和方差，需假定个别证券的  $\alpha$  值为零，即假设不存在特殊的信息使个别证券具有吸引力。(2) 帮助投资经理们调配投资组合的特色以符合投资目标 (3) 用模型的分析框架来估计  $\beta$  值。

#### 4、套利定价理论模型

**a.产生背景：**资本资产定价模型的建立基于几个假设，其中的几个假设过于理想化，所以其实际应用性和有效性出现了问题。为了更具实用性，1976年罗斯提出了套利价格理论 (APT)，作为确定那些受许多客观因素影响的证券的均衡报酬的方法，它是多因素模型的一种特殊情况<sup>[14]</sup>。

**b.假设条件：**(1) 投资者有相同的理念。(2) 投资者是回避风险的，而且还要实现效用最大化。(3) 市场是完全的，不考虑交易成本、税收等因素。(4) 市场回报率与一组指数线性相关，这组指数代表着形成证券回报率的一些基本因素。

**c.模型：**多因素模型： $R_i = \alpha_i + \beta_{i1}I_1 + \beta_{i2}I_2 + \dots + \beta_{ik}I_k + e_i$  是单因素模型的一个多因素推广，同单因素模型一样，参数  $\alpha$  代表当所有指数为零时的股票回报率的期望水平。 $I_i$  代表基本影响因素的指数，而相应的参数  $\beta$  是对这种参数的敏感程度， $e_i$  误差项，其定义与特征和以前一样。罗斯在多因素模型的基础上，用套利观点发展了均衡定价模型。

一个套利组合应该满足以下三个条件：

(1) 套利组合各成分证券的权数和为零。

$$\text{即 } X_1 + X_2 + \dots + X_n = 0 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

(2) 套利组合对任何因素的敏感性为零。

$$\text{即 } X_1 b_{1i} + X_2 b_{2i} + \dots + X_n b_{ni} = 0 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

(3) 套利组合期望收益大于零。

$$\text{即 } X_1 E_1 + X_2 E_2 + \dots + X_n E_n > 0$$

该模型的应用范围主要有：(1) 寻找价格被误定的证券，应首先别出那些因

素对市场产生广泛的影响，并估计出每种证券各因素的敏感性，然后运用套利定价理论来判断是否存在套利机会，进而求出套利组合来获利。(2) 确定资产均衡价格，即

$$E_i = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik}$$

$\lambda_i$  为对因素 I 具有单位敏感性的因素风险溢价； $E_i$  为期望收益率。

### 2.1.3 传统投资组合理论与现代投资组合理论对比分析

以上两节概括地阐释了传统的投资组合理论和现代投资组合理论的相关内容，它们各有其侧重点，前者注重质的分析而缺乏量的研究，在建立一个投资组合的过程中如何选择投资工具的种类及其数量结构只能由投资者跟着感觉走，凭主观判断来决定，缺乏一整套较为精密的计算方法<sup>[14]</sup>。而后者应用计量经济学、系统工程等数学上的方法，系统的阐明如何通过有效的分散化来选择最优组合的理论和方法。但这些理论在资产类型的选择上，多倾向于有价证券，如股票、期权、基金等。一方面由于相关信息容易获取，另一方面此类投资回收期短，并且收益可观。对于这些理论的应用也大都局限于证券投资领域，而对于实物投资领域的投资决策，基本的分析决策方法仍是作为投资决策理论分析方法基础的技术经济及财务指标分析法。在对投资项目按照影响投资决策的因素是否确定进行分类，然后运用不同的投资决策技术方法来决策。在项目属于确定型项目的情况下，即就是项目投资决策没有任何不确定因素的前提下运用确定型投资决策技术对多种方案进行抉择或对单个方案的经济可行性进行分析评价。主要的确定性投资决策技术有：差量分析法——投资决策者对不同被选方案的预期收入，预期成本和预期利润的差别进行估算对比，从中选出最优方案。边际利润分析法——根据项目单位产品边际利润和产品的边际利润总额数值进行优选评价，以边际利润总额最大者为优选依据。线性规划法——是规划理论的具体运用，它对于解决在现有条件下和既定目标下如何利用有限的资源条件，创造预期最优收益的问题极为有效。当项目存在不可控因素，且一个方案存在可能存在几个不同的结果时，就意味着这种投资决策需要在不确定性和风险条件下进行。若决策者对各种自然状态出现的概率能加以计算，则是风险型决策；若不能加以估算，则是非确定性决策。非确定性投资决策分析的方法较多，目前使用较为广泛的分析方法有以下几种：盈亏平衡分析——根据项目产品预计产量，成本和利润之间的内在关联性，分析在三者之间盈亏平衡的表现，并决定和建立该平衡点。敏感性分析——在考虑各种与投资要素有关因素的变动影响及影响程度的基础上，进行项目决策。概率分

素对市场产生广泛的影响，并估计出每种证券各因素的敏感性，然后运用套利定价理论来判断是否存在套利机会，进而求出套利组合来获利。(2) 确定资产均衡价格，即

$$E_i = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik}$$

$\lambda_i$  为对因素 I 具有单位敏感性的因素风险溢价； $E_i$  为期望收益率。

### 2.1.3 传统投资组合理论与现代投资组合理论对比分析

以上两节概括地阐释了传统的投资组合理论和现代投资组合理论的相关内容，它们各有其侧重点，前者注重质的分析而缺乏量的研究，在建立一个投资组合的过程中如何选择投资工具的种类及其数量结构只能由投资者跟着感觉走，凭主观判断来决定，缺乏一整套较为精密的计算方法<sup>[14]</sup>。而后者应用计量经济学、系统工程等数学上的方法，系统的阐明如何通过有效的分散化来选择最优组合的理论和方法。但这些理论在资产类型的选择上，多倾向于有价证券，如股票、期权、基金等。一方面由于相关信息容易获取，另一方面此类投资回收期短，并且收益可观。对于这些理论的应用也大都局限于证券投资领域，而对于实物投资领域的投资决策，基本的分析决策方法仍是作为投资决策理论分析方法基础的技术经济及财务指标分析法。在对投资项目按照影响投资决策的因素是否确定进行分类，然后运用不同的投资决策技术方法来决策。在项目属于确定型项目的情况下，即就是项目投资决策没有任何不确定因素的前提下运用确定型投资决策技术对多种方案进行抉择或对单个方案的经济可行性进行分析评价。主要的确定性投资决策技术有：差量分析法——投资决策者对不同被选方案的预期收入，预期成本和预期利润的差别进行估算对比，从中选出最优方案。边际利润分析法——根据项目单位产品边际利润和产品的边际利润总额数值进行优选评价，以边际利润总额最大者为优选依据。线性规划法——是规划理论的具体运用，它对于解决在现有条件下和既定目标下如何利用有限的资源条件，创造预期最优收益的问题极为有效。当项目存在不可控因素，且一个方案存在可能存在几个不同的结果时，就意味着这种投资决策需要在不确定性和风险条件下进行。若决策者对各种自然状态出现的概率能加以计算，则是风险型决策；若不能加以估算，则是非确定性决策。非确定性投资决策分析的方法较多，目前使用较为广泛的分析方法有以下几种：盈亏平衡分析——根据项目产品预计产量，成本和利润之间的内在关联性，分析在三者之间盈亏平衡的表现，并决定和建立该平衡点。敏感性分析——在考虑各种与投资要素有关因素的变动影响及影响程度的基础上，进行项目决策。概率分

析——利用一定的概率方法计算出各个投资项目指标的期望值和标准差，通过对期望值标准差的分析判断，对投资项目的不确定性和风险发生的概率进行确定。风险性投资决策又称统计性投资决策或随机投资决策，与非确定性投资决策一样，在投资方案的决策上要面临多种不同的客观自然状态。但与非确定型投资决策有区别的是，风险性投资决策一般很清楚的知道这些自然状态将以怎样的方式存在，其发生的概率可以准确的估计到。在此基础之上，建立的风险型投资决策技术目的并不是去确定某一状态发生的概率。而是在已知概率的基础上，寻求利益最大化（风险损失最小化）的决策依据。风险性投资决策技术主要有期望值法、决策数法、风险调整法以及贝叶斯定理法。这里不再一一说明。这些决策行为大都是在项目的技术可行性和市场可行性分析的基础之上，利用现行财务指标核算体系，通过编制财务分析报表，对有关指标和数据进行计算分析而达到可行性研究的目的。这基本上是单个项目的可行性论证方法，而在多个项目投资决策的优选中，就对比相对应的财务指标而最终决策。但问题在于，如果对实物投资而言，若在资产相对较充裕，可用于多个项目投资的情况下，如何将这些资产在总投资收益最大，而投资风险最小的情况下，进行资产分散，合理确定个项目的资金额度，技术经济分析法和财务指标分析法并未给出适当的决策方法。再者在现代投资组合理论所谈及的资产类型中，以证券类资产为主要投资组合对象，如果将不动产等资产类型的引入与证券等共同构建投资组合，最大的优点就在于不动产等实物资产的风险较之于证券要小。这便是为公司的多元化投资决策提供更为实际的借鉴。

多方按项目投资决策主要分为互斥型项目投资方案的选择和独立性方案的选择。所谓互斥型方案是指各方案之间是互相排斥的，即在多个方案中只能选取一个，而独立型方案的效果具有可加性，由于投资组合理论是关于多种方案组合投资的决策方法，因此它不适合于互斥型方案的选择，却可以更好的指导独立型方案的选择。

按照技术经济学中独立型方案的选择方法，它的方案选择可能会出现两种情况。一种是资金足够多的方案选择，与单方案投资选择方案相同，即  $NPV > 0, IRR > i$  或  $ERR > i$  时方案可行。另一种是企业投资资金有限制的情况，在不超过资金限额的情况下，选择最佳方案组合，对于这种情况，传统的处理方法是构造互斥型方案，即把不超过资金限额的所有可行组合方案排列出来，使得个组合方案之间是互斥的。这样就可以按照互斥方案的选择方法来选择最佳的组合方案了。互斥型项目投资方案的选择方法主要有净现值法，内部收益率法、差

额净现值法和差额内部收益率法。这些方法都是根据估计出的各项目未来几年内确定的预期回报率来进行计算比较的。它们考虑到了项目的风险因素，因此用这些传统的方法所选择的多项目的投资方案缺乏可靠性，而投资组合理论恰好是一种在规避风险的前提下实现投资收益最大化的投资决策方法。

根据上面关于投资组合理论和项目投资选择的论述，说明投资组合理论可以应用于投资资金有限的独立型投资方案的选择，并可以在规避风险的情况下实现收益最大化。现代投资组合理论在西方发展了近半个世纪，在理论上日趋成熟，同时在经济实践中日益受到广泛重视和利用。然而，投资组合理论更多的是被应用于证券的投资，而在实体项目投资中却很少应用，但该理论作为最优投资组合的决策工具，在实体项目投资选择上同样具有相当的指导作用。

#### 2.1.4 现代投资组合理论的新进展

现代投资组合理论产生的标志是 Markowitz 于 1952 年发表的《投资组合选择》论文及其在 1959 年出版的《投资组合选择：有效的分散化》专著<sup>[4]</sup>。早期有关投资组合理论的研究大都集中于离散时间条件下的各种单期或多期投资组合问题，而自从 Merton 首次考察了连续时间条件下的投资组合问题以后，随着随机控制理论、随机微积分等数学工具以及计算机技术的迅猛发展，连续时间条件下的投资组合问题已成为研究的热点。而近几年来 Value-at-Risk(VaR)方法、行为金融理论的兴起，也渗透至投资组合理论领域，从而为投资组合理论研究开辟了新的天地。有引入流动性的投资组合理论、基于 VaR 的投资组合理论、行为投资组合理论和基于非效用的投资组合理论等投资组合理论的新发展。虽然现代投资组合理论在近年来取得了很大的进展，但由于这些进展在处理性及理论本身方面的缺陷，使得它们大都停留在理论探讨的层面上，很少被应用于实践。对于引入流动性的投资组合理论，虽然此类组合问题有一些解决方法(如 Atkinson 和 Wilmott 在小但非零的交易成本下，给出了可运用于大约 20~30 资产数的组合问题的摄动方法)，但在实际组合规模下，得到此类组合问题的解仍需要更多的理论成果和算法，启示性算法(如遗传算法)的引入将有益于此类问题的求解。基于 VaR 的组合理论与 Markowitz 组合理论相比具有模型效率提高和风险心理真实感受度增强等优点，其不足之处在于 VaR 计算方法的选用以及历史数据的宽度、处理方式等，都将显著影响到决策过程的复杂程度和最终的精度，Bootstrap 统计方法和 BVaR(Beyond the Value-at-Risk)理论可一定程度上克服基于 VaR 的组合理论的不足。行为投资组合理论很好地解释了现实中投资者的投资行为，但至今为止，对于同一个投资者的各个心理帐户的决策还没有建立有效的模型，引入若干投资者的行为博弈将是

额净现值法和差额内部收益率法。这些方法都是根据估计出的各项目未来几年内确定的预期回报率来进行计算比较的。它们考虑到了项目的风险因素，因此用这些传统的方法所选择的多项目的投资方案缺乏可靠性，而投资组合理论恰好是一种在规避风险的前提下实现投资收益最大化的投资决策方法。

根据上面关于投资组合理论和项目投资选择的论述，说明投资组合理论可以应用于投资资金有限的独立型投资方案的选择，并可以在规避风险的情况下实现收益最大化。现代投资组合理论在西方发展了近半个世纪，在理论上日趋成熟，同时在经济实践中日益受到广泛重视和利用。然而，投资组合理论更多的是被应用于证券的投资，而在实体项目投资中却很少应用，但该理论作为最优投资组合的决策工具，在实体项目投资选择上同样具有相当的指导作用。

#### 2.1.4 现代投资组合理论的新进展

现代投资组合理论产生的标志是 Markowitz 于 1952 年发表的《投资组合选择》论文及其在 1959 年出版的《投资组合选择：有效的分散化》专著<sup>[4]</sup>。早期有关投资组合理论的研究大都集中于离散时间条件下的各种单期或多期投资组合问题，而自从 Merton 首次考察了连续时间条件下的投资组合问题以后，随着随机控制理论、随机微积分等数学工具以及计算机技术的迅猛发展，连续时间条件下的投资组合问题已成为研究的热点。而近几年来 Value-at-Risk(VaR)方法、行为金融理论的兴起，也渗透至投资组合理论领域，从而为投资组合理论研究开辟了新的天地。有引入流动性的投资组合理论、基于 VaR 的投资组合理论、行为投资组合理论和基于非效用的投资组合理论等投资组合理论的新发展。虽然现代投资组合理论在近年来取得了很大的进展，但由于这些进展在处理性及理论本身方面的缺陷，使得它们大都停留在理论探讨的层面上，很少被应用于实践。对于引入流动性的投资组合理论，虽然此类组合问题有一些解决方法(如 Atkinson 和 Wilmott 在小但非零的交易成本下，给出了可运用于大约 20~30 资产数的组合问题的摄动方法)，但在实际组合规模下，得到此类组合问题的解仍需要更多的理论成果和算法，启示性算法(如遗传算法)的引入将有益于此类问题的求解。基于 VaR 的组合理论与 Markowitz 组合理论相比具有模型效率提高和风险心理真实感受度增强等优点，其不足之处在于 VaR 计算方法的选用以及历史数据的宽度、处理方式等，都将显著影响到决策过程的复杂程度和最终的精度，Bootstrap 统计方法和 BVaR(Beyond the Value-at-Risk)理论可一定程度上克服基于 VaR 的组合理论的不足。行为投资组合理论很好地解释了现实中投资者的投资行为，但至今为止，对于同一个投资者的各个心理帐户的决策还没有建立有效的模型，引入若干投资者的行为博弈将是

未来的研究方向(实际运用中往往也是考察整个市场或某投资群体的动量或反向投资策略、羊群行为等)。在基于非效用的投资组合理论中,泛组合理论计算繁琐,而且很多有关定义没有明显的实际意义;指数跟踪方法虽然由于现金流的变化导致了交易成本的存在以及跟踪误差的不可避免,但仍被实施消极管理的基金广泛采用;价值维持组合策略有赖于价值维持原理的合理性,它同泛组合理论一样,主要是理论上的探讨,离实际操作还有很大的距离。鉴于国内外研究所证实的“绝大多数基金无法战胜市场”的事实,指数跟踪方法将大有用武之地,如何选取或构造指数将成为未来研究的重点。

## 2.2 项目组合风险分析理论研究综述

在充满竞争的商务环境下,是否能够有效地针对战略目标安排资源和业务活动,将决定您的组织是成功还是勉强生存。要完成战略安排,组织越来越多地将它们的活动和流程作为项目来管理——实际上就是将业务“项目化”——执行进行更加严密的监控,针对总体的组合做出更好的决定。通过对项目进行透明且准确的计划和跟踪,组织就能够更加快速地对瞬息万变的业务环境的要求做出反应。

随着全球经济一体化的发展和信息技术的进一步应用,组织处于瞬息万变的环境之中,这无疑给项目的实现带来了更多的不确定性,也就是说项目的实现总是伴随着风险的存在。尤其对于项目组合管理来说,不仅要考虑项目组合的外部不确定性及竞争,同时也要注意项目组合内部对资源的竞争及其所带来的不确定性。其实,项目组合管理(project portfolios management)中的组合(portfolios)一词就源于金融证券投资中的投资组合的概念,进行组合管理,就是基于“不要把所有的鸡蛋放在同一个篮子里”的风险分散和规避的理念。

于是如何基于组织的战略目标,协调项目组合内部对资源的竞争,降低项目组合的整体风险,实现项目组合的整体收益最大,成为了组织最关心的问题,随即成为了学术研究的热点。

目前,不管是国内组织还是国外组织对项目的管理水平还都不是很高,以致项目失败率很高。根据 Standish Group International Inc.自 1993 年开始跟踪 IT 行业项目失败率的最新报告显示,46%的 IT 项目或者超过预算或者预期时间,28%的 IT 项目既超出预算又超出预期时间。它的另一项研究表明:由世界 500 强企业承担的 IT 项目只有 24%会被成功完成。可见,项目失败率居高不下,不仅存在于小型组织,大型组织同样面临着这个问题。尤其是组织在进行项目组合管理的过程中,由于项目组合外部的竞争与风险以及因项目组合内部竞争而产生的内部风险,更主要的是缺乏项目组合管理的方法、程序,所以项目组合管理的效果更

未来的研究方向(实际运用中往往也是考察整个市场或某投资群体的动量或反向投资策略、羊群行为等)。在基于非效用的投资组合理论中,泛组合理论计算繁琐,而且很多有关定义没有明显的实际意义;指数跟踪方法虽然由于现金流的变化导致了交易成本的存在以及跟踪误差的不可避免,但仍被实施消极管理的基金广泛采用;价值维持组合策略有赖于价值维持原理的合理性,它同泛组合理论一样,主要是理论上的探讨,离实际操作还有很大的距离。鉴于国内外研究所证实的“绝大多数基金无法战胜市场”的事实,指数跟踪方法将大有用武之地,如何选取或构造指数将成为未来研究的重点。

## 2.2 项目组合风险分析理论研究综述

在充满竞争的商务环境下,是否能够有效地针对战略目标安排资源和业务活动,将决定您的组织是成功还是勉强生存。要完成战略安排,组织越来越多地将它们的活动和流程作为项目来管理——实际上就是将业务“项目化”——执行进行更加严密的监控,针对总体的组合做出更好的决定。通过对项目进行透明且准确的计划和跟踪,组织就能够更加快速地对瞬息万变的业务环境的要求做出反应。

随着全球经济一体化的发展和信息技术的进一步应用,组织处于瞬息万变的环境之中,这无疑给项目的实现带来了更多的不确定性,也就是说项目的实现总是伴随着风险的存在。尤其对于项目组合管理来说,不仅要考虑项目组合的外部不确定性及竞争,同时也要注意项目组合内部对资源的竞争及其所带来的不确定性。其实,项目组合管理(project portfolios management)中的组合(portfolios)一词就源于金融证券投资中的投资组合的概念,进行组合管理,就是基于“不要把所有的鸡蛋放在同一个篮子里”的风险分散和规避的理念。

于是如何基于组织的战略目标,协调项目组合内部对资源的竞争,降低项目组合的整体风险,实现项目组合的整体收益最大,成为了组织最关心的问题,随即成为了学术研究的热点。

目前,不管是国内组织还是国外组织对项目的管理水平还都不是很高,以致项目失败率很高。根据 Standish Group International Inc.自 1993 年开始跟踪 IT 行业项目失败率的最新报告显示,46%的 IT 项目或者超过预算或者预期时间,28%的 IT 项目既超出预算又超出预期时间。它的另一项研究表明:由世界 500 强企业承担的 IT 项目只有 24%会被成功完成。可见,项目失败率居高不下,不仅存在于小型组织,大型组织同样面临着这个问题。尤其是组织在进行项目组合管理的过程中,由于项目组合外部的竞争与风险以及因项目组合内部竞争而产生的内部风险,更主要的是缺乏项目组合管理的方法、程序,所以项目组合管理的效果更

加不理想。本文就是在这一背景之下确定了该研究方向。

国外对项目管理的研究大致经过了四个阶段。第一阶段：从 60 年代末到 70 年代，项目的研究主要集中在项目管理的基础理论和管理方法方面，其中对当时的热点领域——网络计划技术作了重点研究和探讨。第二阶段：从 70 年代末到 80 年代，随着项目的方兴未艾，从事项目管理研究和实践的学者和管理者们开始扩大项目的研究和实践范畴，在兼顾对项目的基础、方法和组织等领域研究的基础上，开始考虑项目对社会的影响。第三阶段：从 80 年代末到 90 年代，这一期间项目的研究和实践主要侧重在项目管理与组织和社会的关系，从该意义上说，从事项目管理研究和实践的学者和管理者们更关注项目管理作为一种新兴并富有生机的管理方法，它对企业的长远发展战略以及宏观社会的影响和作用。第四阶段：从 90 年代末至今，随着计算机和网络技术的飞速发展，我们迎来了一个知识和信息的时代，传统的纵向经济运营模式向着越来越横向发展，经济全球化的浪潮席卷全世界的每一个角落。在这样一个大背景下，项目管理越发盛行，于是从事项目管理研究和实践的学者和管理者们把目光投向了如何对项目集成化，如何进行多项目的管理，即项目组合管理(project portfolios management)。

项目组合管理(project portfolios management)中的组合(portfolios)一词源于金融证券投资中的投资组合的概念，进行组合管理，是基于“不要把所有的鸡蛋放在同一个篮子里”的风险分散和规避的理念。1994 年 platje et al. 对项目组合管理的定义为：一个项目组合是指为了增加效益而采取统一协调管理的一组项目。1999 年 Archer 和 Ghasemzadeh 对项目组合管理的定义为：一个项目组合是指由某一特定组织机构发起或管理的一组项目，这些项目为了获得共同的稀缺资源而相互竞争。而对项目群管理(programme Management)的定义与项目组合管理相似。根据 1991 年 Ferns D C 对项目群的定义，项目群(programme)一词的含义非常广，它既有大项目的含义，同时又指一组相互联系的项目或由一个组织机构管理的所有项目。1999 年 Tumer 认为一个项目群是指具有内在联系的若干项目，为了实现利益的增加而采取统一协调管理。2003 年 Lycett 对项目群管理的定义为：项目群管理是指为了实现一定利益，对一组相关的项目进行集成和管理，而当对单个项目采取独立的项目管理时，这一利益将无法实现，项目群管理和项目组合管理的区别就在于构成项目群管理的这些项目之间是相互联系的。

至上世纪 80 年代，许多学者开始关注一个基本的问题——什么导致企业必须进行项目组合风险管理；就该问题进行了较早的研究，Jensen ,Mecking<sup>[27]</sup>认为

是对企业安全的需求所导致。随后 Doherty, Tinic<sup>[28]</sup>, Smith 和 Stulz<sup>[62]</sup>又对该问题进行了较深入研究, 涉及的影响因素各种各样, 如财务危机、代理问题、非线性税率等, 后来 Marmin<sup>[29]</sup>研究提出了完全市场条件下项目组合风险管理的一般均衡模型, Anderson 和 Danthine<sup>[30]</sup>意识到项目组合风险来源的多元性, 值得关注的是 Morgan 和 Smith<sup>[31]</sup>开创了非完全市场下的项目组合风险管理问题研究, 并认为即使风险避免对项目组合现金流不产生影响, 完全避免风险对项目组合也不一定是“最优选择”这种整体观念的风险避免模型逐步发展为一种被称作企业风险管理 (Enterprise Risk Management) 的理论, 又称企业战略风险管理 (Enterprise Strategy Risk Management) 或企业集成风险管理 (Enterprise integrated Risk Management)。Froot, Scharfstein 和 Stein 等的努力使企业风险管理的研究范式在风险管理领域被广泛接受, 也指引人们从更为广阔的视角考虑项目组合风险管理问题, 自此, 项目组合风险管理超出了金融保险理论的范畴, 这也标志着现代项目组合集成风险管理理论体系的出现<sup>[32]</sup>。

### 3 投资项目组合风险的分析

#### 3.1 投资组合风险的构成

投资组合风险的构成，理论界认定是由系统风险和非系统风险构成的。系统风险是指同时影响资本市场上所有资产的收益的风险，它由国内外经济形式、政策和政治形势所引起，如利率风险、购买力风险、政治风险等。系统风险不能够通过资产组合来分散，故又成为不可分散的风险<sup>[33]</sup>。系统风险涉及面大，往往会使得资本市场中的所有资产都发生较大幅度的波动。如1996年12月16日，《人民日报》发表了题为“正确认识当前的股票市场”的特约评论员文章，当日几乎所有股票都跌停，上证指数从1500点跌到900多点，深证指数从4500点跌到3000多点。又如美联储为了抑制通货膨胀的加剧，防止经济过热，提高贴现率，结果使股市发生全面下跌。再比如1997年5月5日，我国证券管理委员会公布新股发行增加50亿，投资者以为利空出现，结果股指不跌反升，不几日深证指数攀升至6000多点。证券管理部门联合有关部门接连出台了证券交易印花税从3‰提高到5‰，提前公布1997年新股发行额从1996年的150亿猛增到1997年的300多亿，短短4日，将深证指数从6100点打压到5100多点，跌去1000多点，致使许多股票跌幅将近30%。由此可见，系统风险一般来源于宏观经济因素变化对市场整体的影响，因而亦称之为“宏观风险”。

非系统风险基本上同某个具体的股票、债券相关联，而与其他有价证券无关，也同整个市场无关<sup>[26]</sup>。这种风险来自于企业内部的微观因素，如企业公布的财务报表中如果盈利状况同市场上投资者的预期差距悬殊，或者是公司进行重组或进行收购或成为其他公司的收购对象，都可能引起该股股价的大幅度波动。事件风险、破产风险、财务风险、生产风险、管理风险、流通风险、违约风险等均属于此类。

应付系统风险和非系统风险的措施是不同的。对于非系统风险，可采用分散化投资来弱化甚至消除。令人遗憾的是分散投资丝毫不能改善系统风险，人们通常可以看到股市面临全面崩盘活重大调整时，只有少数几只股票能够幸免遇难。著名金融投机商索罗斯的量子基金在纳斯达克市场上网络股的巨幅下挫中同样也遭受了巨额损失。按照我们的理论，完全分散化可以消除非系统风险，同时系统风险趋向于正常的平均水平——即市场整体水平。

那么如何才能有效的降低系统风险呢？通常情况下进行套期保值是降低系统风险的有效措施。这也是为什么我国在推行开放式基金的同时要推出股指期货的

### 3 投资项目组合风险的分析

#### 3.1 投资组合风险的构成

投资组合风险的构成，理论界认定是由系统风险和非系统风险构成的。系统风险是指同时影响资本市场上所有资产的收益的风险，它由国内外经济形式、政策和政治形势所引起，如利率风险、购买力风险、政治风险等。系统风险不能够通过资产组合来分散，故又成为不可分散的风险<sup>[33]</sup>。系统风险涉及面大，往往会使资本市场中的所有资产都发生较大幅度的波动。如 1996 年 12 月 16 日，《人民日报》发表了题为“正确认识当前的股票市场”的特约评论员文章，当日几乎所有股票都跌停，上证指数从 1500 点跌到 900 多点，深证指数从 4500 点跌到 3000 多点。又如美联储为了抑制通货膨胀的加剧，防止经济过热，提高贴现率，结果使股市发生全面下跌。再比如 1997 年 5 月 5 日，我国证券管理委员会公布新股发行增加 50 亿，投资者以为利空出现，结果股指不迭反升，不几日深证指数攀升至 6000 多点。证券管理部门联合有关部门接连出台了证券交易印花税从 3‰提高到 5‰，提前公布 1997 年新股发行额从 1996 年的 150 亿猛增到 1997 年的 300 多亿，短短 4 日，将深证指数从 6100 点打压到 5100 多点，跌去 1000 多点，致使许多股票跌幅将近 30%。由此可见，系统风险一般来源于宏观经济因素变化对市场整体的影响，因而亦称之为“宏观风险”。

非系统风险基本上同某个具体的股票、债券相关联，而与其他有价证券无关，也同整个市场无关<sup>[26]</sup>。这种风险来自于企业内部的微观因素，如企业公布的财务报表中如果盈利状况同市场上投资者的预期差距悬殊，或者是公司进行重组或进行收购或成为其他公司的收购对象，都可能引起该股股价的大幅度波动。事件风险、破产风险、财务风险、生产风险、管理风险、流通风险、违约风险等均属于此类。

应付系统风险和非系统风险的措施是不同的。对于非系统风险，可采用分散化投资来弱化甚至消除。令人遗憾的是分散投资丝毫不能改善系统风险，人们通常可以看到股市面临全面崩盘活重大调整时，只有少数几只股票能够幸免遇难。著名金融投机商索罗斯的量子基金在纳斯达克市场上网络股的巨幅下挫中同样也遭受了巨额损失。按照我们的理论，完全分散化可以消除非系统风险，同时系统风险趋向于正常的平均水平——即市场整体水平。

那么如何才能有效的降低系统风险呢？通常情况下进行套期保值是降低系统风险的有效措施。这也是为什么我国在推行开放式基金的同时要推出股指期货的

一个重要原因，因为股票市场上的投资金额巨大，如果没有相应的期货市场来规避风险，一旦宏观经济不景气时会造成巨大的亏损，将不利于金融市场和社会的稳定<sup>[34]</sup>。

从收益和风险的角度来看，系统风险可以带来收益的补偿，而非系统风险则不能得到收益的补偿，因而投资者总是努力降低非系统风险。对于系统风险，人们则须根据自己的风险承受能力决定承担多大的系统风险以期获得相应的回报。因而投资者并不采取措施来完全消除系统风险，而是通过投资选择使系统风险处于自己满意的水平。

要衡量证券的系统风险和非系统风险，就需要引入回归分析。大家都知道，大多数股票是随着大盘指数波动的，一般股票的股价会随大盘指数的上升而上涨，虽大盘指数的下跌而下降。我们假设某一时期，某一挂牌股票的收益率和上海证券交易所成分股股指的涨跌幅度（即按照成分股在股指计算方法的权重确定投资比率所构成的证券组合的收益率）存在如下关系： $r_i = a_i + \beta_i r_m + \varepsilon_i$

其中  $r_i$  表示  $i$  股票的收益率， $r_m$  表示成分股股指收益率。这里运用的回归方程是单变量线性回归方程，其中  $\varepsilon_i$  是一个期望为 0，方差为  $\sigma_a^2$  的残差变量，它服从标准正态分布。并且  $\varepsilon_i$  和  $r_m$  相互独立，即  $\text{cov}(r_m, \varepsilon_i) = 0$ 。我们可以选定某支股票的一定时期（如 1 个月）的收益率和该时期内大盘指数的相应变动率为因变量和自变量，以某些时间段（如 20 个月）的数据为样本来进行回归<sup>[35]</sup>。运用最小二乘法可以得到  $a_i$  和  $\beta_i$  的估计值，当然选取不同时期内的样本可以得到不同的  $a_i$  和  $\beta_i$  估值，即  $a_i$  和  $\beta_i$  也是随机变量，但这并不影响我们分析。运用最小二乘法我们可以得到：

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_M^2}$$

$\sigma_{im}$  表示股票  $i$  和股市指数收益率的协方差。我们把上式两边同取方差，由于  $\varepsilon_i$  和  $r_m$  相互独立，会得到：

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_M^2 + \sigma_a^2$$

由此可见，我们可以将证券的总风险分解为系统风险和非系统风险。其中  $\beta_i^2 \sigma_M^2$  为系统风险，它是由市场指数的方差及  $\beta_i$  所决定，而  $\sigma_a^2$  是非系统风险，它

是由单个股票的特性所决定的，属于公司所具有的特定风险<sup>[35]</sup>。

在马科维兹的投资学说中，将投资组合的风险定义为预期收益率的标准差。

设投资者持有-一个证券投资组合。组合由  $n$  种证券资产组成，每种证券  $t$  时刻价值为  $S_i(t)$ ，权重为  $w_i$ ，价值变动率(均方差)为  $\sigma_i$ ，证券  $i$  与证券  $j$  的价值相关系数为  $\rho_{ij}$ ，则证券投资组合总价值为  $A(t) = \sum_{i=1}^n w_i S_i(t)$ 。总的价值变动率为

$$\sigma_A = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}} \dots\dots(1)$$

投资组合总价值变动率平方(方差)由两部分组成： $\sigma_A^2 = \sigma_{AN}^2 + \sigma_{AS}^2$ ，其中， $\sigma_{AN}^2 =$

$$\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2, \sigma_{AS}^2 = 2 \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

。第一部分  $\sigma_{AN}^2$  是仅与单个证券价值变动率相关的风险，即非系统风险或个别风险；第二部分  $\sigma_{AS}^2$  是由投资组合中各个证券价值间的相关性所带来的风险，称为系统风险或市场风险。随着投资组合中包含证券资产种类的增加，这两种风险表现出非常不同的性质。理论及实践业已证明，随着投资组合的扩大，由于权重的减少使得非系统风险渐近趋于 0(近似递减)。同时系统风险趋于投资组合所包含的任意两项证券价值协方差的平均值(近似递增)。因而投资组合将降低非系统风险，但不能降低系统风险。当  $\sigma_{AN}^2$  的降低幅度大于  $\sigma_{AS}^2$  的增加幅度时，总风险将下降。然而，投资组合分散化在实践中并不是一件容易做到的事情。如果投资组合中系统风险占了主导地位，意即  $\sigma_{AN}^2$  的降低幅度小于  $\sigma_{AS}^2$  的增加幅度时投资组合的总风险反而会上升<sup>[36]</sup>。

下面我们来说明进行证券组合时的系统风险和非系统风险情况。我们已知组合的期望收益率和方差的计算方法。即：

$$E = (r_p) = \sum_{i=1}^n x_i r_i \quad \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

我们把  $r_i = a_i + \beta_i r_m + \varepsilon_i$  代入上式可以得到  $\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_M^2 + \sigma_\varphi^2$ ，其中：

$$\begin{aligned}
 a_p &= \sum_{i=1}^n w_i a_i & \beta_p &= \sum_{i=1}^n w_i \beta_i \\
 \varepsilon_p &= \sum_{i=1}^n w_i \varepsilon_i & \sigma_{\varepsilon_p}^2 &= \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_{\varepsilon_i}^2 \\
 r_p &= \sum_{i=1}^n w_i (a_i + \beta_i r_i + \varepsilon_i) = a_p + \beta_p r_m + \varepsilon_p
 \end{aligned}$$

可见对于组合证券来说，其风险也可以象单个证券那样分为两部分即系统风险和非系统风险。有关研究表明通过对 10 至 15 种证券进行组合，可以使非系统风险大大降低。但是系统风险却不会由于证券组合而发生很大的变化。从以上公式可以看到，证券组合的系统风险主要取决于它的  $\beta$  值，而它是构成组合的各个证券的  $\beta$  值得加权平均值。其中的权数为各个证券的投资占用的资金比重。如果投资组合中某种股票在其公司里好消息的带动下股价上升，但同时另一家公司却因经营效益不佳、利润下降而使股价受挫。由于它们之间收益的相互抵消，最终将使投资组合的价值波动比单独投资于某只股票上要小的多<sup>[37]</sup>。

下面我们来说明  $\beta$  系数的含义，根据定义  $\beta$  系数是一个衡量证券或组合与市场关联程度的一个参数。根据前面的讨论， $\beta$  系数有几个方面的含义<sup>[38]</sup>。

首先， $\beta$  系数反映证券或证券组合对市场组合方差的贡献率即

$$\beta_p = \frac{\text{cov}(r_p, r_m)}{\sigma_M^2}, \text{ 并据此获得期望收益的补偿。}$$

其二，与第一个含义相联系的是  $\beta$  系数用来表示单个证券或证券组合的系统风险同正常风险（市场整体风险）的关系：

$$\text{系统风险} = \beta_p^2 \times \text{组合市场风险}$$

其三， $\beta$  作为证券或证券组合的特性线的斜率，它刻画了证券或证券组合的实际收益的变化对市场（市场组合）的敏感程度。

$$r_p = a_p + \beta_p r_m + \varepsilon_p$$

当  $\beta_p$  的值大于 0 时，证券组合收益率与市场同向。即证券组合的收益率是同

涨同跌的可能性很大，因而其价格由市场交易的推动与市场行情（如指数）同涨同跌。

当 $\beta_p$ 的值小于0时，证券组合收益率与市场反向。即在市场指数上涨时，该证券或证券组合反而下跌的可能性很大。而在市场指数下跌时，反而上涨的可能性很大。

当 $|\beta_p| > 1$ 时，我们称该证券或证券组合为进取型的，市场收益变化一个百分点，则该证券或证券组合的收益将可能又超过百分之一的变化。 $|\beta_p|$ 值越大，进取性越强。

当 $|\beta_p| < 1$ 时，我们称该证券或证券组合为保守型的，市场收益变化一个百分点，则该证券或证券组合的收益很可能低于百分之一的变化。 $|\beta_p|$ 值越小，组合对市场变化越不敏感，因而越保守，越保守的证券越能低于股灾的侵害。主要阐述引入系统风险与非系统风险分析的原因，以及分析 $|\beta_p|$ 的必要性<sup>[17]</sup>。

随着组合中证券数量的增加，组合的方差在缩小，它趋向于平均协方差，这里不做证明了，对 $\beta$ 系数的说明是为我们理解组合方差的构成以及单项资产对组合的风险贡献，为资产分散、构建投资组合奠定了理论基础。

### 3.2 投资项目组合风险的构成

对项目的投资和对证券资产的投资具有很大的相似性，但比证券投资面临更多的风险。有以上对投资组合风险的分析，证券投资的风险归纳为系统风险和非系统风险两大类，自实际的项目投资中，其存在的风险也应划分为系统风险和非系统风险。人力资源、技术、财务、管理、市场等风险属于非系统风险，政策法规，体制风险等属于系统风险。以下对投资项目的风险进行分析，以便在组合决策中，对非系统风险适当组合，合理降低规避，对系统风险能有效识别。

#### (1) 政策法规风险

政府的政策法规包含的面很广，涉及方方面面，因而对项目的论证、计划以及实施等都有着至关重要的影响。而在我国制度变迁中，由于中央与地方在职能、责任、权利和利益等方面缺乏制度化和法制化，表现在进行地区经济调控时，一方面，国家的政策经常是成熟一项就出台一项，有些还只是为应付特定时期的特殊问题而制定的应急政策，缺乏整体的系统性和完整性。另一方面，又造成地方

涨同跌的可能性很大，因而其价格由市场交易的推动与市场行情（如指数）同涨同跌。

当 $\beta_p$ 的值小于0时，证券组合收益率与市场反向。即在市场指数上涨时，该证券或证券组合反而下跌的可能性很大。而在市场指数下跌时，反而上涨的可能性很大。

当 $|\beta_p| > 1$ 时，我们称该证券或证券组合为进取型的，市场收益变化一个百分点，则该证券或证券组合的收益将可能又超过百分之一的变化。 $|\beta_p|$ 值越大，进取性越强。

当 $|\beta_p| < 1$ 时，我们称该证券或证券组合为保守型的，市场收益变化一个百分点，则该证券或证券组合的收益很可能低于百分之一的变化。 $|\beta_p|$ 值越小，组合对市场变化越不敏感，因而越保守，越保守的证券越能低于股灾的侵害。主要阐述引入系统风险与非系统风险分析的原因，以及分析 $|\beta_p|$ 的必要性<sup>[17]</sup>。

随着组合中证券数量的增加，组合的方差在缩小，它趋向于平均协方差，这里不做证明了，对 $\beta$ 系数的说明是为我们理解组合方差的构成以及单项资产对组合的风险贡献，为资产分散、构建投资组合奠定了理论基础。

### 3.2 投资项目组合风险的构成

对项目的投资和对证券资产的投资具有很大的相似性，但比证券投资面临更多的风险。有以上对投资组合风险的分析，证券投资的风险归纳为系统风险和非系统风险两大类，自实际的项目投资中，其存在的风险也应划分为系统风险和非系统风险。人力资源、技术、财务、管理、市场等风险属于非系统风险，政策法规，体制风险等属于系统风险。以下对投资项目的风险进行分析，以便在组合决策中，对非系统风险适当组合，合理降低规避，对系统风险能有效识别。

#### (1) 政策法规风险

政府的政策法规包含的面很广，涉及方方面面，因而对项目的论证、计划以及实施等都有着至关重要的影响。而在我国制度变迁中，由于中央与地方在职能、责任、权利和利益等方面缺乏制度化和法制化，表现在进行地区经济调控时，一方面，国家的政策经常是成熟一项就出台一项，有些还只是为应付特定时期的特殊问题而制定的应急政策，缺乏整体的系统性和完整性。另一方面，又造成地方

政府行为方式上常常出现不规则变动，行为中“能做”和“不能做”的制度约束边界不清楚，地方政府行为的随机干预突出、承诺可信度低。这就使项目开发过程中时常出现无具体法可依、项目论证实施难的问题，直接影响项目的进展

#### (2) 经济波动风险

经济发展较快并能保持其增长势头的国家和地区，往往是经济前景比较好的地区，能为项目提供更多的投资机会，也有利于投资者进行比较选择；反之，经济不景气甚至发生通货膨胀时，政府一般会采取紧缩银根的货币政策，致使投资项目因面临生产成本提高、资金周转困难而最终导致项目经济效果发生负偏离。

#### (3) 产业风险

国家为了实现一定的发展目标，通过制定不同地区、不同时期、不同发展阶段的产业政策和投资导向来鼓励或限制某些产业的发展。一个地区产业的建设和科技实力的强弱客观上影响着投资项目的成败。产业建设好，科技实力强，对区域发展的适应性就越强，也越有利于形成项目投资的积聚效应；反之，则会限制某些项目的顺利发展甚至阻碍项目的投资。

#### (4) 社会政治风险

社会、政治对经济发展的影响是多方面的和深远的，前者的变化必然会带来后者的改变，因此，稳定的政治环境是项目投资者获取收益的重要保证，而社会文化的区域性差异作为一种意识形态的价值观也会影响项目实际的投资行为和项目团队文化的发展方向。

#### (5) 金融与资本市场风险

项目的高收益是吸引资金的主要因素，而高投入与高风险则是阻碍投资的原因。项目的竞争以技术竞争为主，因而投入研究与开发的资金比重较大，而且占用期限长。对于单个项目来说，资金需求是高密度的。因此，项目的投资离不开完善的资本市场。地区金融市场的变化如利率、汇率、资本收益率变动以及主板、二板和场外市场等多层次资本市场的规范程度与规模大小直接影响着项目融资的规模、范围以及其顺畅程度。

#### (6) 人力资源风险

随着项目对知识和技术的依赖性的增大，相应地对掌握知识和技术的主体——人的要求也更高。随着人才争夺战的愈演愈烈，能否获得所需人才，人力资源是否能够得到充分、有效的利用，就直接关系到项目的顺利实施以及成败与否，具体来说，区域人才流动保障体系的不完善，直接决定着区域间智力密集度的差异；区域高素质专业人才供给的不足，直接影响着项目专业人员的积极性和能力的发挥；而区域人力资源结构的不合理，就极有可能造成项目进行过程中人员断

层现象突出。

#### (7) 技术风险

技术风险主要有技术成功的不确定性、产品的生产和售后服务的不确定性、技术寿命的不确定性和技术前景的不确定性。具体表现在两个方面：一个方面是技术本身的不断更新及技术等级水平的提高和发展；另一方面是能够用新发展的技术不断开发出新产品。

技术风险一般就是指使用新技术、新材料、新工艺、新设计、对装备提出前所未有的性能要求所承担的风险。技术风险主要来自于以下方面：技术的物理特性、材料特性、辐射特性、测试/建模、综合/接口、软件设计、安全性、需求更改、使用环境、成熟/不成熟工艺、独特/专用资源等。产品技术状态是从投资项目任务的战术要求出发，综合考虑性能、精度、可靠性、成本等方面的因素确定下来的，是技术文件中规定的一个产品的功能特征和物理特征。技术状态风险是影响研制进度和性能的主要因素，任何一处技术状态的更改都可能牵一发而动全身，影响全局。

#### (8) 生产风险

生产风险指项目在生产过程中所出现的风险。项目的生产包括制造、安装、调试等环节，当项目采用新技术时，随之而来的工艺要求、原材料和装备要求、专有资源要求以及对生产线的要求都可能使生产中的不确定性增强从而使生产风险变大。生产风险受技术风险影响很大技术风险越强，生产风险也越强。

#### (9) 管理风险

决策风险、组织风险、意识风险、人事风险

任何项目的成功完成离不开有效的项目管理，随着项目的不断展开，项目涉及的复杂因素增多，会给项目的进度管理带来更大的风险。包括在投资项目管理风险中的风险主要有决策风险、组织风险、意识风险、人事风险等。

#### (10) 财务风险

财务状况的不确定性、股东的结构的不确定性、投资资金需求规划的合理性和自信的不确定性。

#### (11) 市场风险

市场风险是指产品相对竞争优势的不确定性、市场接受的时间、市场寿命、产品扩散速度及市场开发所需资源投入强度等难以确定而导致失败的可能性。市场风险主要表现在两个方面：一是市场进入的时机带来的风险。市场进入早可能产品不被大家所认同，市场进入晚，产品又面临淘汰，而在市场上升期进入又要

面临强大的竞争压力，市场进入时机的选择影响着市场风险的程度；二是产品的市场容量不确定、新产品的需求规模预测通常是不可靠的。

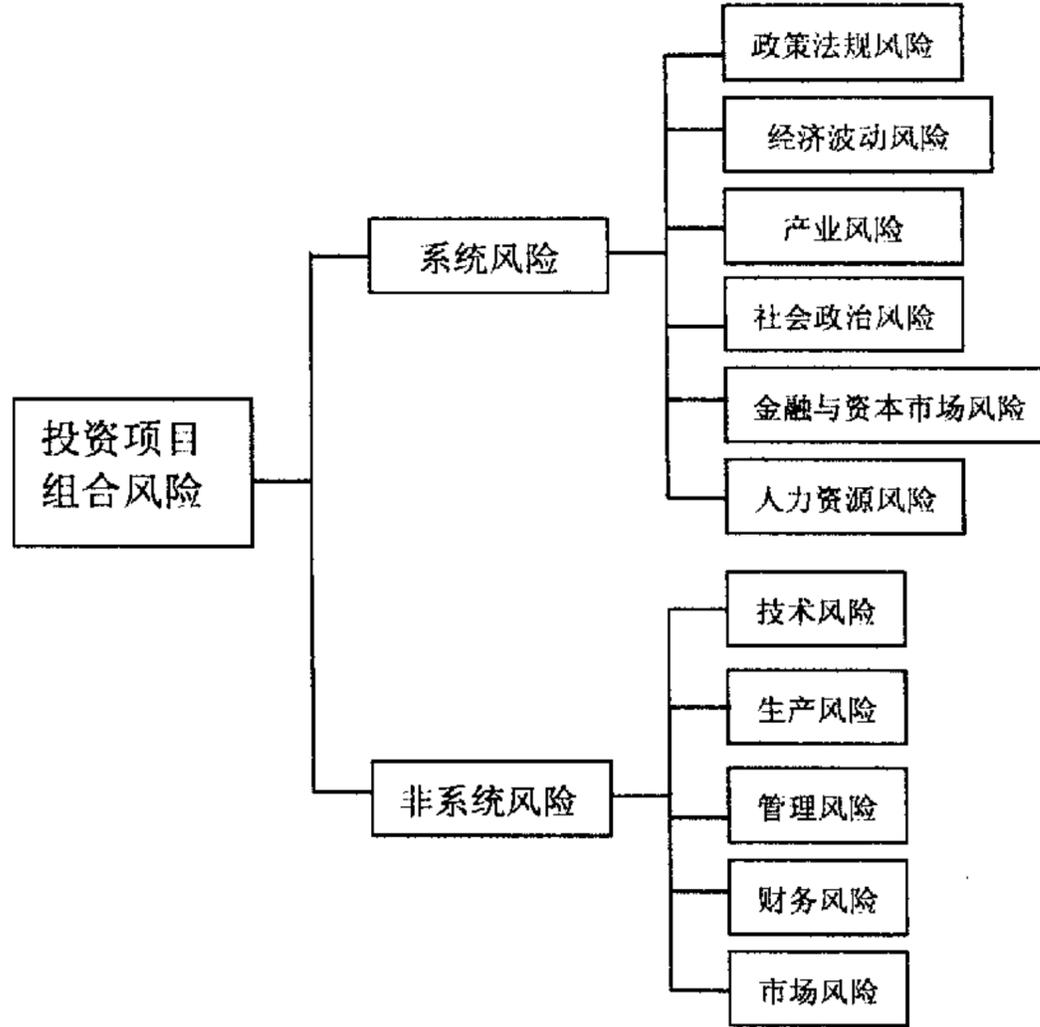


图 3.1 投资项目组合风险分析

## 4 投资项目组合风险的度量

上一章在分析投资组合风险构成的基础上,分析了投资项目组合风险的构成。本章在以上分析的基础上,主要讨论投资项目组合风险的度量问题,只有将风险量化了,才能进行组合决策。

由于以往的组合研究更多的是集中于金融市场,对加入其他资产类型的组合研究几乎是空白。因此已有的投资项目组合风险的度量基本都是针对金融资产的。对于项目组合风险的度量缺乏研究。但是根据现代投资组合理论,其中的组合包括了市场均衡状态下所有风险资产在内的资产组合,它不仅包括了股票、债券等金融资产,也包括不动产、人力资本以及耐用消费品等非金融资产。但是在实际运用中,这些理论却局限于应用在金融资产即证券投资组合决策分析,而较少用于非金融资产投资组合决策分析,当前的文献中只有个别论文涉及房地产这一特定资产类型领域,例如文献[20—23]等。这些研究中对于组合风险的度量基本还是运用马科维茨的方差度量风险的方法,针对已经出现的半方差、VaR、熵等组合风险度量方法没有提及。这些度量投资组合的风险,基本都要求投资的收益率服从正态分布,时间跨度越短,实际回报分布越接近正态分布,这些风险度量方法才能对风险作出合理解释的,而且样本量的要求甚大,但一般情况下很难再给出令人满意的解释。尤其是在投资项目组合中,项目的情况千差万别,要找到收益率服从正态分布的项目数据是很困难的,因此这些方法在实际的投资项目组合风险度量中应用有难度。而且项目投资往往是单期的一次性决策,而在证券组合中,证券的买卖有较大的灵活性和较小的交易成本,这些方法对于证券组合而言,有较强的适用性。因此证券投资组合与投资项目组合在风险度量方面的本质差异在于项目投资的一次性所带来的样本量的不充分性,单期投资的不可重复性,以及分布的非正态性特征。但就这些风险度量方法思想的定义而言,与投资项目组合的风险定义是相符的,能够从定性的角度阐述投资项目组合风险的概念。本章第一节主要讨论了有关半方差、VaR、熵等组合风险度量方法,对比了各自的优缺点和适用条件等。针对投资项目组合的特点,提出了基于概率——损失值的投资项目组合风险度量方法,并给出了实例验证。第二节以 VaR 方法为例,建立了基于 VaR 的投资项目组合风险度量优化体系。

## 4.1 投资项目组合风险度量方法

### 4.1.1 关于半方差组合风险度量方法的讨论

在现实的投资项目组合决策及研究中，一般以风险资产的均值作为其收益水平，以方差作为其风险度量，这就形成了一般的收益——方差平面。在此基础上，产生了可行集和有效前沿的概念，并进行了一系列的理论推导，得出了一些实际可行的重要结论。方差作为风险的定义与人们对风险的直观理解不一致。人们习惯上只把实际收益小于预期收益的可能性和可能值看作是投资的风险。也就是说，如果当真实的收益超出人们的预期收益时，对任何投资者来讲，都是令人高兴的，不会有人把这看作风险。而方差作为度量随机变量偏离其平均值离散程度的一个指标，既包括了超过平均（预期收益率）的部分，也包括了低于预期收益率的部分。这种混合显然与人们的习惯不符。虽然，在投资的收益率服从正态分布时，方差作为风险的定义是可以作出合理解释的，但一般情况下很难再给出令人满意的解释。

因此人们试图寻找另一种的更能体现投资者个人心理感受的度量方法 即只关注损失边的风险值 Downside Risk 其中以哈洛的 LPM2 为代表。哈洛的下方风险

度量的公式是  $LMP2 = \sum_{R_p=-\infty}^T \text{prob}(R_{pi} \leq T)(T - R_{pi})^2$ ，其中  $\text{prob}(R_{pi} \leq T)$  为  $R_p$  低于 T

值的概率值， $R_{pi} = \sum_{j=1}^n x_j R_{ji}$ ，T 为目标收益率<sup>[39]</sup>。

以下是对半方差的数学定义。

设 X 是一随机变量，h 是一实数，

即  $(X - h)^- = \min(X - h, 0)$ ，把  $E[(X - h)^-]^2$  和  $E[(X - h)^+]^2$  定义为随机变量 X 的两

$$(X - h)^+ = \max(X - h, 0)$$

个半方差，分别记为  $D_h^-(X)$ 、 $D_h^+(X)$ ，如果记  $D_h(X) = E(X - h)^2$ ，则有

当  $h = \bar{X} = E(X)$  时，为方便起见，规定上述记号中 h 均省略。例：

$$D^-(X) = E[(X - \bar{X})^-]^2 \quad \text{于是，} \quad D(X) = D^-(X) + D^+(X) \quad (1)$$

由以上分析可知，半方差  $D_h^-(X)$  考虑的是 X 对于 h 的左偏程度，记

## 4.1 投资项目组合风险度量方法

### 4.1.1 关于半方差组合风险度量方法的讨论

在现实的投资项目组合决策及研究中，一般以风险资产的均值作为其收益水平，以方差作为其风险度量，这就形成了一般的收益——方差平面。在此基础上，产生了可行集和有效前沿的概念，并进行了一系列的理论推导，得出了一些实际可行的重要结论。方差作为风险的定义与人们对风险的直观理解不一致。人们习惯上只把实际收益小于预期收益的可能性和可能值看作是投资的风险。也就是说，如果当真实的收益超出人们的预期收益时，对任何投资者来讲，都是令人高兴的，不会有人把这看作风险。而方差作为度量随机变量偏离其平均值离散程度的一个指标，既包括了超过平均（预期收益率）的部分，也包括了低于预期收益率的部分。这种混合显然与人们的习惯不符。虽然，在投资的收益率服从正态分布时，方差作为风险的定义是可以作出合理解释的，但一般情况下很难再给出令人满意的解释。

因此人们试图寻找另一种的更能体现投资者个人心理感受的度量方法 即只关注损失边的风险值 Downside Risk 其中以哈洛的 LPM2 为代表。哈洛的下方风险

度量的公式是  $LMP2 = \sum_{R_p=-\infty}^T prob(R_{pi} \leq T)(T - R_{pi})^2$ ，其中  $prob(R_{pi} \leq T)$  为  $R_p$  低于 T

值的概率值， $R_{pi} = \sum_{j=1}^n x_j R_{ji}$ ，T 为目标收益率<sup>[39]</sup>。

以下是对半方差的数学定义。

设 X 是一随机变量，h 是一实数，

即  $(X - h)^- = \min(X - h, 0)$ ，把  $E[(X - h)^-]^2$  和  $E[(X - h)^+]^2$  定义为随机变量 X 的两

$$(X - h)^+ = \max(X - h, 0)$$

个半方差，分别记为  $D_h^-(X)$ ,  $D_h^+(X)$ ，如果记  $D_h(X) = E(X - h)^2$ ，则有

当  $h = \bar{X} = E(X)$  时，为方便起见，规定上述记号中 h 均省略。例：

$$D^-(X) = E[(X - \bar{X})^-]^2 \quad \text{于是，} \quad D(X) = D^-(X) + D^+(X) \quad (1)$$

由以上分析可知，半方差  $D_h^-(X)$  考虑的是 X 对于 h 的左偏程度，记

$Cov_{h_1, h_2}(X, Y) = E(X - h_1)(X - h_2)$  为  $X, Y$  关于  $h_1, h_2$  的协方差,  $X, Y$  为二维随机

变量,  $D_{h_1}^-(X), D_{h_2}^-(Y), D_{h_1}^+(X), D_{h_2}^+(Y)$  是半方差,

把  $D_{h_1}^-(X)D_{h_2}^-(Y) + \frac{1}{2}D_{h_1}^-(X)D_{h_2}^+(Y) + \frac{1}{2}D_{h_1}^+(X)D_{h_2}^-(Y)$  和

$D_{h_1}^+(X)D_{h_2}^+(Y) + \frac{1}{2}D_{h_1}^-(X)D_{h_2}^+(Y) + \frac{1}{2}D_{h_1}^+(X)D_{h_2}^-(Y)$  称为  $X$  与  $Y$  关于

$h_1, h_2$  的两个半协方差, 分别记为  $Cov_{h_1, h_2}^-(X, Y)$  和  $Cov_{h_1, h_2}^+(X, Y)$

$$Cov_h^-(X, X) = D_h^-(X)$$

按以上定义推得  $Cov_h^+(X, X) = D_h^+(X)$

$$Cov_{h_1, h_2}^-(X, Y) + Cov_{h_1, h_2}^+(X, Y) = Cov_{h_1, h_2}(X, Y)$$

当  $R_p = \sum_{i=1}^n R_i \omega_i$  时,  $D(R_p) = E(R - \bar{R}_p)^2$  得到

$$D(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j Cov_h^-(R_i, R_j) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j Cov_h^+(R_i, R_j)$$

另一方面由式 (1) 有  $D(X) = D^-(X) + D^+(X)$

$$D^-(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j Cov_h^-(R_i, R_j)$$

则

$$D^+(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j Cov_h^+(R_i, R_j)$$

若记  $E = [Cov_h^-(R_i, R_j)]_{n \times n}$  而  $E^-, E^+$  分别为有相应的协方差构成的协方差阵, 则

$$\text{有 } \sigma^2 = \omega^T E \omega \quad \sigma^{-2} = \omega^T E^- \omega \quad \sigma^{+2} = \omega^T E^+ \omega$$

与半方差不同, 方差和标准差作为风险量度已被人们广泛接受。如果考虑到所需费用大小及使用是否便利时, 方差是优于半方差的, 例如基于半方差进行有效证券组合计算所需时间大约是基于方差进行计算所需时间的二到四倍; 在利用方差进行风险分析时, 仅需各变量的期望、方差和协方差, 但用半方差分析时必须知道所有变量的联合分布。虽说方差作为风险量度有以上一些优点, 但有些场合使用半方差进行分析却倾向于产生更加合理的结果, 这是因为方差把向上和向下与期望的偏离都作为风险反映出来, 而半方差则只把向下偏离期望的部分作为风险反映出来, 换句话说, 半方差进行风险分析更加侧重于减少损失。因为方

差和半方差作为风险量度都有着各自的特点，所以在实际应用场合到底是使用方差还是半方差做为风险量度要根据具体情况来决定，不能不管应用场合而一概而论地认为哪一个好或不好，若总体具有对称分布，那么使用方差或半方差是等价的，它们会得到相同的行动策略<sup>[40]</sup>。

半方差法风险度量下的投资决策模型虽然可以避免 Markowitz 关于资产收益率分布局限性，但是在具体的应用中也存在以下的问题（1）风险表达式比较复杂，其复杂性超过了 Markowitz 的方差风险度量，这为实际计算带来的困难。（2）半方差法只对损失边即收益率低于期望收益率部分表示关注，而对收益率高于期望收益率部分没有考虑，仅对风险损失考虑而风险收益不予考虑。

不论是运用半方差还是运用方差度量投资组合的风险，基本都要求投资的收益率服从正态分布时，该种风险度量方法才能对风险作出合理解释的，而且样本量的要求甚大，但一般情况下很难再给出令人满意的解释。尤其是在投资项目组合中，项目的情况千差万别，要找到收益率服从正态分布的项目数据是很困难的，因此该方法在实际的投资项目组合风险度量中应用有难度。但就该两种思想的定义而言，与投资项目组合的风险定义是相符的，能够从定性的角度阐述投资项目组合风险的概念。

#### 4.1.2 关于 VaR 度量组合风险的方法的讨论

组合理论中用方差度量投资风险，特别揭示了相关性对投资组合的风险的重要影响。还有用半方差度量组合风险的方法，但是这些方法对风险的量化存在明显的不足，主要表现如下：（1）对投资收益的公布有严格的假定，即假定了收益服从正态分布，虽然也引进了半方差描述收益分布的左半边，意在放松对整个分布的假定，但仍属于对期望值的平均偏离程度的度量，并没有质的改变；（2）用方差度量风险只是一个标准，并没有给出风险是多少的绝对值，换言之，没有用货币表示出风险的大小，所以，在投资者看来并不直观；（3）用方差量化风险没有考虑到投资者对风险的不同承受能力或偏好，在实践中的应用受到限制<sup>[41]</sup>。

随着风险管理实践的不断发 展，度量组合风险的 VaR 方法此时应运而生。VaR 方法是组合理论的自然发展，它从根本上改变了方差度量法在风险度量上的不足，得到广泛的应用。

VaR 方法又称风险价值法，是一种新近出现的金融风险管理工具，它利用统计思想对风险进行估值。目前，已成为一种常用的市场风险度量技术。VaR 方法的核心思想是估计因未来市场价格的波动而造成资产组合可能的或潜在的损失。J.P.Morgan 将 VaR 定义为在既定头寸被冲销或重估前可能发生的市场价值的最大损

差和半方差作为风险量度都有着各自的特点，所以在实际应用场合到底是使用方差还是半方差做为风险量度要根据具体情况来决定，不能不管应用场合而一概而论地认为哪一个好或不好，若总体具有对称分布，那么使用方差或半方差是等价的，它们会得到相同的行动策略<sup>[40]</sup>。

半方差法风险度量下的投资决策模型虽然可以避免 Markowitz 关于资产收益率分布局限性，但是在具体的应用中也存在以下的问题（1）风险表达式比较复杂，其复杂性超过了 Markowitz 的方差风险度量，这为实际计算带来的困难。（2）半方差法只对损失边即收益率低于期望收益率部分表示关注，而对收益率高于期望收益率部分没有考虑，仅对风险损失考虑而风险收益不予考虑。

不论是运用半方差还是运用方差度量投资组合的风险，基本都要求投资的收益率服从正态分布时，该种风险度量方法才能对风险作出合理解释的，而且样本量的要求甚大，但一般情况下很难再给出令人满意的解释。尤其是在投资项目组合中，项目的情况千差万别，要找到收益率服从正态分布的项目数据是很困难的，因此该方法在实际的投资项目组合风险度量中应用有难度。但就该两种思想的定义而言，与投资项目组合的风险定义是相符的，能够从定性的角度阐述投资项目组合风险的概念。

#### 4.1.2 关于 VaR 度量组合风险的方法的讨论

组合理论中用方差度量投资风险，特别揭示了相关性对投资组合的风险的重要影响。还有用半方差度量组合风险的方法，但是这些方法对风险的量化存在明显的不足，主要表现如下：（1）对投资收益的公布有严格的假定，即假定了收益服从正态分布，虽然也引进了半方差描述收益分布的左半边，意在放松对整个分布的假定，但仍属于对期望值的平均偏离程度的度量，并没有质的改变；（2）用方差度量风险只是一个标准，并没有给出风险是多少的绝对值，换言之，没有用货币表示出风险的大小，所以，在投资者看来并不直观；（3）用方差量化风险没有考虑到投资者对风险的不同承受能力或偏好，在实践中的应用受到限制<sup>[41]</sup>。

随着风险管理实践的不断发展和度量组合风险的 VaR 方法此时应运而生。VaR 方法是组合理论的自然发展，它从根本上改变了方差度量法在风险度量上的不足，得到广泛的应用。

VaR 方法又称风险价值法，是一种新近出现的金融风险管理工具，它利用统计思想对风险进行估值。目前，已成为一种常用的市场风险度量技术。VaR 方法的核心思想是估计因未来市场价格的波动而造成资产组合可能的或潜在的损失。J.P.Morgan 将 VaR 定义为在既定头寸被冲销或重估前可能发生的市场价值的最大损

失的估计值；并于 1994 首先推出了基于 VaR 的风险度量系统—Risk Metrics，该系统能测评全世界 130 多个国家的 40 多种金融工具市场风险。同时巴塞尔委员会也利用 VaR 模型所估计的市场风险来确定银行等金融机构的资本充足率。VaR 是一种动态的风险管理方法，起初，它应用于市场风险管理，目前，应用到公司风险管理，即由于市场因素等的变化对公司财务、收益、现金流量、经济增长甚至今后的发展战略。国外已有多家除银行之外的保险公司、养老基金和基金管理公司将它们作为测度市场风险进行风险管理的工具，这对我国资本市场的风险管理有一定借鉴意义。按照 Jorion (1996) 的定义，VaR 是“给定置信区间的—一个持有期内的最坏的期望损失”<sup>[42]</sup>。

在数学上，它表示为证券组合的损益分布的分位数，表达式为：

$$\Pr(\Delta P \leq -VaR) = 1 - \alpha, \text{ 或 } \Pr(\Delta P \geq -VaR) = \alpha$$

其中， $\Delta P$  表示证券组合在持有期  $\Delta t = T - t$  内的置信度  $(1 - \alpha)$  下的市场价值变化， $\Delta P = P(T, x) - P(t, x)$ ， $x$  表示市场因子。 $\alpha$  称为置信水平， $\alpha$  通常取 95% 或 99%。等式(2.1)说明了损失值等于或大于 VaR 的概率为  $1 - \alpha$ ，或者说，在概率  $1 - \alpha$  下，损失值是大于 VaR 的。在后一种解释中，其实是把 VaR 看作是  $1 - \alpha$  的函数，若以  $F(\Delta P)$  表示证券收益的概率分布函数，那么有：

$$VaR = F^{-1}(1 - \alpha)$$

例如，J.P. Morgan 公司 1994 年年报披露，1994 年该公司一天的 95% 的 VaR 值为 1500 万美元。其含义是指，该公司可以以 95% 的可能性保证，1994 年每一特定时间上的证券组合在未来 24 小时之内，由于市场价格变动而带来的损失不会超过 1500 万美元。

在 VaR 定义中，有两个重要参数——持有期和置信水平。任何 VaR 只有在给定这两个参数的情况下才有意义。

持有期是计算 VaR 的时间范围。由于波动性与时间长度呈正相关，所以 VaR 随持有期的增加而增加。通常，金融机构使用的持有期是一天或一月。但理论上可以使用小于一天的持有期。选择持有期时，往往需要考虑四种因素：流动性、正态性、头寸调整、数据约束<sup>[43]</sup>。

在不考虑其他因素的情况下，理想的持有期选择是由市场流动性决定的。如果交易头寸可以快速流动则可以选择较短的持有期；但如果流动性较差，则选择较长的持有期更加合适；在计算 VaR 时，往往假定回报的正态分布性。金融经济学的实证研究表明，时间跨度越短，实际回报分布越接近正态分布。因此，选择

根据以上定义, 计算 VaR 就相当于计算最小值  $P^*$  或最低的回报率  $R^*$ 。考虑证券组合未来日回报行为的随机过程, 假定其未来回报的概率密度函数为  $f(P)$ , 则对于某一置信水平  $\alpha$  下的证券组合最低值  $P^*$ , 有

$$1 - \alpha = \int_{-\infty}^{R^*} f(p) dp, \text{ 或 } \alpha = \int_{R^*}^{+\infty} f(p) dp$$

无论分布是离散的还是连续的, 厚尾还是瘦尾, 这种表示方式对于任何分布都是有效的。

上述分析表明, VaR 本质上是对证券组合价值波动的统计测量, 其核心在于利用证券组合价值的历史波动信息来推断未来价值波动的概率分布。在大多数情况下, 由于证券组合庞大而复杂, 且保留证券组合中所有证券的历史数据不太现实, 因此直接估算某种证券组合的收益 (或损失) 几乎是不可能的, 在 VaR 的计算中将每一个证券映射为一系列“市场因子” (market factors) 的组合。市场因子是指影响证券组合价值变化的利率、汇率、股指及商品价格等基础变量<sup>[7]</sup>。

基于上述基本思想, VaR 计算的基本步骤包括: ①辨识市场因子, 并将证券组合中的每一证券价值用市场因子表示 (映射); ②推测市场因子未来某一时期 (如一天) 的变化情景; ③由市场因子的未来情景估测证券组合的未来价值 (盯市, Mart-to-Market); ④求出损益分布, 在给定置信度下计算出 VaR 值。

这里计算的关键有二: 其一是市场因子未来变化的推测; 其二是证券组合价值与市场因子间的关系 (线性、非线性): (1) 证券组合价值变化与市场因子变化的关系。除了期权类显著非线性的金融工具, 大多数证券价值的变化都是市场因子变化的线性函数, 这类证券组合的价值变化可以用它对市场因子的敏感性 (sensitivity) 来刻画。而对于期权这种特殊的金融工具, 一般用模拟的方法来描述其价值与市场因子之间的非线性关系; 另一方面也可以用近似的方法来处理, 即在假设 Black-Scholes 期权定价公式能够准确地对期权进行估价的基础上, 取该公式的一阶近似或二阶近似; (2) 未来的市场因子变化的推测。推测市场因子未来变化的方法有三种, 第 1 种是历史模拟法——利用市场因子历史状况直接推测市场因子未来的情景; 第 2 种是 MonteCarlo 模拟法——利用 MonteCarlo 模拟市场因子的未来情景; 第 3 种是方差——协方差 (分析) 方法——在市场因子变化服从多元正态分布情形下, 可以用方差和相关系数来描述市场因子的未来变化。根据以上的分析, 不同情况下计算 VaR 的方法不同, 大体上可分为三大类: 历史模拟法、分析方法和 MonteCarlo 模拟法<sup>[45]</sup>。

VaR 给出了一定置信水平下特定持有期的投资组合面临的最大损失, 有效地

较短的持有期更适用于正态分布的假设；在实际金融交易中，投资管理者会根据市场状况不断调整其头寸或组合。持有期越长，投资管理者改变组合中头寸的可能性越大。而在 VaR 计算中，往往假定在持有期下组合的头寸是相同的。因此，持有期越短就越容易满足组合保持不变的假定；VaR 的计算往往需要大规模历史样本数据，持有期越长，所需的历史时间跨度越长。长时间的数据不仅在实际中很难得到，而且时间过早的数据也没有意义——金融市场不断、大幅变化。因此，VaR 计算的数据样本量要求表明，持有期越短，得到大量样本数据的可能性越大。

置信水平的选择依赖于对 VaR 验证的需要、内部风险资本需求、监管要求以及在不同机构之间进行比较的需要。同时，正态分布或其他一些具有较好分布特征的分布形式（如 t 分布）也会影响置信水平的选择。

如果非常关心 VaR 实际计算结果的有效性，则置信度不应选得过高。置信度越高则实际中损失超过 VaR 的可能性越少。这种额外损失的数目越少，为了验证 VaR 预测结果所需的数据越多<sup>[44]</sup>。因此，实际中无法获取大量数据的约束，限制了较高置信水平的选择；用 VaR 模型确定内部风险资本时，安全性追求越高，置信水平选择也越高。置信水平反映了金融机构维持机构安全性的愿望和抵消设置风险资本对银行利润不利影响之间的均衡；金融监管当局为保持金融系统的稳定性，会要求金融机构设置较高的置信水平。如巴塞尔委员会 1997 年底生效的资本充足性条款中要求的置信度为 99%；不同的机构使用不同的置信水平报告其 VaR 数值。在正态分布的假设条件下，一种置信水平下的 VaR 可以方便地转换为另一种置信水平下的 VaR，因此，可以选择任意水平的置信度，不会影响不同金融机构间的比较。如果不服从正态分布或一些具有类似性质的分布，则一种置信水平下的 VaR 数值将无法说明另一种置信水平下的情况。

考虑一个证券组合，假定  $P_0$  为证券组合的初始价值， $R$  是持有期内的投资回报率，则在持有期末，证券组合的价值可以表示为  $P = P_0(1 + R)$ 。假定回报率  $R$  的期望值和波动性分别为  $\mu$  和  $\sigma$ 。如果在某一置信水平  $\alpha$  下，证券组合的最低价值为  $P^* = P_0(1 + R^*)$ ，则根据 VaR 的定义——在一定的置信水平下，证券组合在未来特定的一段时间内的最大可能损失，可以定义相对于证券组合价值均值（期望回报）的 VaR，即相对 VaR 为：

$$VaR(\text{相对}) = E(P) - P^* = -P_0(R^* - \mu)$$

如果不以组合价值的均值（期望回报）为基准，可以定义绝对 VaR 为：

$$VaR(\text{绝对}) = P_0 - P^* = -P_0 R^*$$

描述了投资组合的整体市场风险状况，但却很难对组合整体市场风险的内在结构提供更多信息。为此，Garman M. (1996、1997年)提出了成分 VaR、边际 VaR 和增量 VaR 的概念<sup>[46]</sup>。

在实际金融市场中，投资组合管理者除了必须掌握组合的 VaR 外，通常还需了解组合中的某一项（或一类）资产对组合整体 VaR 的影响。这种影响分为静态和动态情形，即①组合中某一项资产对组合 VaR 的边际贡献；②组合中某一项资产在组合 VaR 中所占的比例；③一项新资产的加入对现有组合 VaR 的影响。这些风险信息对风险管理十分重要，有助于识别全部风险暴露中风险的主要来源，为改进整体风险状况、评估投资机会、分析资产调整对组合风险的影响以及设置头寸限额提供了帮助。成分 VaR、边际 VaR 和增量 VaR 向投资组合管理者提供了上述风险信息。

### (1) 成分 VaR

首先对前面提到的投资组合 VaR 计算公式作进一步讨论，设投资组合中各资产收益率服从多元正态分布， $\Gamma$  为组合中各资产收益间的相关系数矩阵。

$$\begin{aligned} VaR(R_p) &= P_0 d \sigma_p \\ &= P_0 d \sqrt{W^T \Sigma W} \\ &= \sqrt{[dP_0 W^T \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)] \Gamma [dP_0 \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) W]} \\ &= \sqrt{(VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_n) \Gamma (VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_n)} \end{aligned}$$

其中， $VaR_i (i=1, 2, \dots, n)$  表示未分散化时组合中各资产的独立 VaR。

从公式我们可以看出，只有当  $\Gamma$  为元素均是 1 的矩阵，即组合中各资产间均完全正相关时，组合中各资产的独立 VaR 之和才等于投资组合的 VaR，而这种情况在实际中几乎是不存在的。由于投资组合的分散化效应，组合中各资产的独立 VaR 显然不能反映投资组合的 VaR 中每一成分的贡献。因此，我们需要定义一种新类型 VaR，使组合中各资产的该类型 VaR 之和等于组合 VaR，这就是成分 VaR（简记为 C\_VaR），即有

$$VaR(R_p) = \sum_{i=1}^n C\_VaR_i$$

成分 VaR 反映了组合中各资产对组合 VaR 的贡献大小。当  $C\_VaR_i > 0$  时，说明该资产对组合 VaR 有增加的作用；而当  $C\_VaR_i < 0$  时，则表明该资产减少了组合 VaR 起到“风险对冲”的作用。

## (2) 边际 VaR

组合 P 中某一资产 i 的边际 VaR (简记为  $M\_VaR$ ) 是指, 资产 i 的头寸变化而导致的组合 VaR 变化<sup>[3]</sup>, 即

$$M\_VaR_i = \frac{\partial VaR(R_p)}{\partial W_i}$$

$M\_VaR_i$  反映了组合 VaR 对组合中某一资产头寸变化的灵敏性, 它有助于投资组合管理者了解当调整某些资产头寸时会给组合整体风险带来的影响程度。

## (3) 增量 VaR

某项资产的增量 VaR (简记为  $I\_VaR$ ) 是指, 当组合中增加该资产时组合 VaR 的变化, 设要增加的资产为 K, 则

$$I\_VaR(K) = VaR(\text{包括资产 K 的组合}) - VaR(\text{不包括资产 K 的组合})$$

若  $I\_VaR(K) > 0$ , 则说明加入新资产 K 将增加组合的 VaR 值; 若  $I\_VaR(K) = 0$ , 则说明新加入资产 K 不影响组合的 VaR 值; 若  $I\_VaR(K) < 0$ , 则说明新资产 K 的加入将减少组合的 VaR 值, 将发挥对冲风险的作用。

现设  $R_p$  和  $R_p'$  分别表示加入新资产 K 前后组合的收益, 新资产 K 的收益记为  $R_k$ , 其头寸价值占原组合价值的比例为  $\lambda$ ,  $R_k$  与  $R_p$  间的相关系数为  $\rho_{kp}$ , 则新组合的方差为:

$$\sigma_p'^2 = \frac{1}{(1+\lambda)^2} (\sigma_p^2 + \lambda^2 \sigma_k^2 + 2\lambda \rho_{kp} \sigma_k \sigma_p)$$

在资产收益服从多元正态分布和组合预期收益为零的假设下, 根据 VaR 的数学定义

$$\Pr(\Delta P \leq -VaR) = 1 - \alpha$$

$$\int_{-\infty}^{R_p'} f_1(R_p) dR_p = \int_{-\infty}^{P'} f_2(P) dP = \int_{-\infty}^{(R_p' - \mu_p) / \sigma_p} \phi(x) dx = 1 - \alpha$$

可得:

$$\Pr(P' \leq -VaR(R_p')) = 1 - \alpha = \Pr(P \leq -VaR(R_p))$$

$$\Rightarrow VaR(R_p') = \frac{\sigma_p'}{\sigma_p} VaR(R_p)$$

根据  $I\_VaR(K)$  的定义则有

$$I\_VaR(K) = VaR(R_p') - VaR(R_p) = VaR(R_p) \left( \frac{\sigma_p'}{\sigma_p} - 1 \right)$$

结合新组合方差的公式可推导出

$$I\_VaR(K) < 0 \Leftrightarrow \rho_{kp} < \frac{\lambda(\sigma_p^2 - \sigma_k^2) + 2\sigma_p^2}{2\sigma_p\sigma_k}$$

因此，在正态和零预期收益的假设下，只有当新加入资产 K 的收益与未加入新资产 K 之前组合收益的相关系数满足上述不等式时，新资产加入组合后才会扮演“风险对冲”的角色。

VaR 方法有许多优点：①VaR 可以测量不同市场因子、不同金融工具构成的复杂证券组合和不同业务部门的总体市场风险暴露；②由于 VaR 提供了一个统一的方法来测量风险，因此为高层管理者比较不同业务部门的风险暴露大小、基于风险调整的绩效评估、资本配置、风险限额设置等，提供了一个简单可行的方法；③VaR 概念简单、理解容易，给出了一定置信水平下、特定时间内，证券组合的最大损失，比较适宜与股东、外界沟通其风险状况；④VaR 充分考虑了不同资产价格变化之间的相关性，这可以体现出投资组合分散化对降低风险的贡献；⑤特别适合监管部门的风险监管。

VaR 方法也有缺陷：①它是一种向后看的方法(backward-looking)——对未来的损失是基于历史数据，并假定变量间过去的关系在未来保持不变，显然，许多情况下，这并不符合实际；②VaR 是在特定的假设条件下进行的，如数据分布的正态性等，有时这些假定与现实可能不符；③VaR 的计算有时非常复杂；④VaR 只是市场处于正常变动下市场风险的有效测量，它不能处理金融市场处于极端价格变动的情形，如股市崩盘等。理论上讲，这些缺陷的根源不在 VaR 自身，而在于其所依据的统计方法。

VaR 方法中的持有期是计算 VaR 的时间范围。由于波动性与时间长度呈正相关，所以 VaR 随持有期的增加而增加。通常，金融机构使用的持有期是一天或一月。但理论上可以使用小于一天的持有期。对于投资项目组合风险的度量而言，项目的持有期往往是很长的，有的甚至是十几年几十年，那么这样计算的 VaR 值会很大，则项目就失去了实施的必要。所以对组合中项目实施周期过长的项目该方法不使用。

在计算 VaR 时，往往假定回报的正态分布性，金融经济学的实证研究表明，时间跨度越短，实际回报分布越接近正态分布。对于项目组合，一般的持有期都比较长，所以实际回报分布接近正态分布的可能性很小。VaR 的计算往往需要大

规模历史样本数据，这对于项目组合来说也是不大容易满足的。

### 4.1.3 关于熵度量组合风险的方法的讨论

熵的概念最初来源于热力学，后来进一步发展到统计力学与信息论等学科。熵是一种不确定性的定量化度量。考虑一个具有  $n$  个结果的概率试验，并设这些

结果各自具有离散概率  $p_i (i=1,2,\dots,n)$ ，则熵为：
$$S = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

其中： $p_i \geq 0, (i=1,2,\dots,n)$ ， $\sum_{i=1}^n p_i = 1$

熵的基本性质

(1) 非负性： $S_n(p_1, p_2, \dots, p_n) \geq 0$

(2) 可加性：对于相互独立的状态，其熵的和等于和的熵；

(3) 极值性：当状态为等概率的时候，即  $p_i = \frac{1}{n} (i=1,2,\dots,n)$ ，其熵最大，有

$$S_n(p_1, p_2, \dots, p_n) \leq S_n\left[\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right] = \ln n;$$

(4) 凹凸性： $S_n(p_1, p_2, \dots, p_n)$  是一个关于所有变量的对称凹函数。

在投资组合中，根据各种收益发生的概率可以计算出一个熵，这个熵表示的就是收益的不确定性，当各种收益发生的等概率时，熵最大，不确定性最大<sup>[55]</sup>。

据研究，只有在证券收益率服从正态分布条件下，方差才是风险的有效测度。事实上，根据对很多投资人员的调查，他们也并不信服把标准差作为风险测度的标准，他们对仅获取一点非零的利润并不满足，而对较高的利润颇感兴趣。这表明投资者对风险、收益的理解不对称，更谈不上均匀分布在均值左右。而统计数据也表明  $r_i$  并不一定服从正态分布，因而选择何种度量风险的测度标准，对投资组合比例的选择尤为重要。

用熵来表示风险的原因：投资者投资实际得到的收益往往与决策时期望的收益不一致，即存在投资风险。这里，风险就是指未来收益的不确定性及其发生的概率。从熵的内涵看，它代表一种不确定性。而在经济领域中，投资者的投资行为获得的回报也是不确定的，所以我们认为可以用熵来描述大多数投资者所不喜欢的这种不确定性，即风险。因为风险是与不确定性紧密相连的，而熵在本质上

规模历史样本数据，这对于项目组合来说也是不大容易满足的。

#### 4.1.3 关于熵度量组合风险的方法的讨论

熵的概念最初来源于热力学，后来进一步发展到统计力学与信息论等学科。熵是一种不确定性的定量化度量。考虑一个具有  $n$  个结果的概率试验，并设这些

结果各自具有离散概率  $p_i (i=1,2,\dots,n)$ ，则熵为：
$$S = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

其中： $p_i \geq 0, (i=1,2,\dots,n)$ ， $\sum_{i=1}^n p_i = 1$

熵的基本性质

(1) 非负性： $S_n(p_1, p_2, \dots, p_n) \geq 0$

(2) 可加性：对于相互独立的状态，其熵的和等于和的熵；

(3) 极值性：当状态为等概率的时候，即  $p_i = \frac{1}{n} (i=1,2,\dots,n)$ ，其熵最大，有

$$S_n(p_1, p_2, \dots, p_n) \leq S_n\left[\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right] = \ln n;$$

(4) 凹凸性： $S_n(p_1, p_2, \dots, p_n)$  是一个关于所有变量的对称凹函数。

在投资组合中，根据各种收益发生的概率可以计算出一个熵，这个熵表示的就是收益的不确定性，当各种收益发生的等概率时，熵最大，不确定性最大<sup>[55]</sup>。

据研究，只有在证券收益率服从正态分布条件下，方差才是风险的有效测度。事实上，根据对很多投资人员的调查，他们也并不信服把标准差作为风险测度的标准，他们对仅获取一点非零的利润并不满足，而对较高的利润颇感兴趣。这表明投资者对风险、收益的理解不对称，更谈不上均匀分布在均值左右。而统计数据也表明  $r_i$  并不一定服从正态分布，因而选择何种度量风险的测度标准，对投资组合比例的选择尤为重要。

用熵来表示风险的原因：投资者投资实际得到的收益往往与决策时期望的收益不一致，即存在投资风险。这里，风险就是指未来收益的不确定性及其发生的概率。从熵的内涵看，它代表一种不确定性。而在经济领域中，投资者的投资行为获得的回报也是不确定的，所以我们认为可以用熵来描述大多数投资者所不喜欢的这种不确定性，即风险。因为风险是与不确定性紧密相连的，而熵在本质上

是不确定性的体现。用方差来度量风险，需要进行方差协方差矩阵的计算，计算量相当复杂。而用熵来表示风险就不存在这种复杂的计算，计算方法相对简单。为此，有文章基于熵的内涵，提出用熵来度量风险。

投资组合的风险可以用熵来度量，这是因为在马科维茨的均值方差模型当中用方差来表示风险，方差就是偏离均值的一种波动性。最小化方差就是求偏离均值最小的波动，最接近均值，风险最小。最大化熵也是求一种最接近均匀分布的一种分布，而且熵表示不确定性的风险比方差更具有动态意义，不必计算方差协方差矩阵，方法相对简单，从而基于熵的内涵可以用熵来作为对方差度量风险的一种补偿。建立的模型如下所示：

$$\begin{aligned} \min \quad & X'CX + \mu \sum_{i=1}^n x_i \ln x_i \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^n x_i r_i = E \\ & \sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

其中： $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  为投资比例向量

$C = (\sigma_{ij})_{n \times n} = (\sigma_i \sigma_j \rho_{ij})_{n \times n}$  表示  $n$  中资产收益率的方差协方差矩阵；

$E$  是投资者期望达到的收益。

通过调节参数  $\mu > 0$  的大小可以求解如上的方程组。

下面是应用举例：

设投资者选择了 3 种资产组成投资组合，三种证券的期望收益率矩阵和方差协方差矩阵分别为：

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.162 \\ 0.246 \\ 0.228 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 0.0292 & 0.0374 & 0.0290 \\ 0.0374 & 0.1708 & 0.0208 \\ 0.0290 & 0.0208 & 0.0578 \end{bmatrix}$$

代入目标函数中，随着参数  $\mu$  的变化求得如下的结果：

	$\mu_0$	$\mu_1$	$\mu_2$	$\mu_3$	$\mu_4$	$\mu_5$	$\mu_6$
	1.0e-5	1.0e-4	1.0e-3	0.01	0.015	0.02	0.025

$x_1$	0.4526	0.4527	0.4535	0.4597	0.4623	0.4644	0.4661
$x_2$	0.1040	0.1043	0.1072	0.1301	0.1395	0.1471	0.1537
$x_3$	0.4434	0.4430	0.4393	0.4102	0.3982	0.3885	0.3802
risk	0.0363	0.0362	0.0353	0.0265	0.0216	0.0166	0.0115
E	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

由于在 Markowitz 模型中假定方差协方差矩阵是对称正定的,而且熵函数本身是一个凹的函数,约束是线性的,可以知道这是一个非线性凸规划问题,有唯一最优解。投资者期望的收益率不变的情况下,通过调节参数  $\mu > 0$  的大小,求解如上的非线性凸规划可以获得投资于各种证券的比例,从而得到有效的投资组合。随着  $\mu$  的增加,整个目标函数(risk)在逐渐减少。当  $\mu$  很小的时候,求得解的结果主要是方差在起作用而熵函数不起作用,所以求得的结果跟 Markowitz 模型求得的结果是一致的。而随着  $\mu$  的增加,熵函数起的作用逐渐增加,这样求得的投资比例结果使投资者有更多投资组合来进行的选择,从而获得更加有效的投资组合如上表所示。

在投资项目组合中,根据各种收益发生的概率可以计算出一个熵,这个熵表示的就是组合项目收益的不确定性,当各种收益发生的等概率时,熵最大,不确定性最大。方差和半方差的方法,只有在项目收益率服从正态分布条件下,其才是风险的有效测度。事实上,对很多投资者来说,他们并不信服把方差及半方差作为风险测度的标准,他们对仅获取一点非零的利润并不满足,而对较高的利润颇感兴趣。而统计数据也表明收益并不一定必须服从正态分布,因而选择熵作为投资项目组合风险的测度标准,对投资组合比例的选择是比较适宜的。

#### 4.1.4 基于概率—损失值的投资项目组合风险的度量方法

从以上讨论的几种风险度量方法可以知道,方差、半方差方法是用概率统计的方法分析风险造成损失的可能性,而 VAR 以及熵的方法主要是分析风险可能造成损失的数量大小。方差作为风险的度量与人们对风险的直观理解不一致。人们习惯上只把实际收益小于预期收益的可能性和可能值看作是投资的风险。也就是说,如果当真实的收益超出人们的预期收益时,对任何投资者来讲,都是令人高兴的,不会有人把这看作风险。而方差作为度量随机变量偏离其平均值离散程度的一个指标,既包括了超过平均(预期收益率)的部分,也包括了低于预期收益率的部分。这种混合显然与人们的习惯不符。半方差风险表达式比较复杂,其复

$x_1$	0.4526	0.4527	0.4535	0.4597	0.4623	0.4644	0.4661
$x_2$	0.1040	0.1043	0.1072	0.1301	0.1395	0.1471	0.1537
$x_3$	0.4434	0.4430	0.4393	0.4102	0.3982	0.3885	0.3802
risk	0.0363	0.0362	0.0353	0.0265	0.0216	0.0166	0.0115
E	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

由于在 Markowitz 模型中假定方差协方差矩阵是对称正定的,而且熵函数本身是一个凹的函数,约束是线性的,可以知道这是一个非线性凸规划问题,有唯一最优解。投资者期望的收益率不变的情况下,通过调节参数  $\mu > 0$  的大小,求解如上的非线性凸规划可以获得投资于各种证券的比例,从而得到有效的投资组合。随着  $\mu$  的增加,整个目标函数(risk)在逐渐减少。当  $\mu$  很小的时候,求得解的结果主要是方差在起作用而熵函数不起作用,所以求得的结果跟 Markowitz 模型求得的结果是一致的。而随着  $\mu$  的增加,熵函数起的作用逐渐增加,这样求得的投资比例结果使投资者有更多投资组合来进行的选择,从而获得更加有效的投资组合如上表所示。

在投资项目组合中,根据各种收益发生的概率可以计算出一个熵,这个熵表示的就是组合项目收益的不确定性,当各种收益发生的等概率时,熵最大,不确定性最大。方差和半方差的方法,只有在项目收益率服从正态分布条件下,其才是风险的有效测度。事实上,对很多投资者来说,他们并不信服把方差及半方差作为风险测度的标准,他们对仅获取一点非零的利润并不满足,而对较高的利润颇感兴趣。而统计数据也表明收益并不一定必须服从正态分布,因而选择熵作为投资项目组合风险的测度标准,对投资组合比例的选择是比较适宜的。

#### 4.1.4 基于概率—损失值的投资项目组合风险的度量方法

从以上讨论的几种风险度量方法可以知道,方差、半方差方法是用概率统计的方法分析风险造成损失的可能性,而 VAR 以及熵的方法主要是分析风险可能造成损失的数量大小。方差作为风险的度量与人们对风险的直观理解不一致。人们习惯上只把实际收益小于预期收益的可能性和可能值看作是投资的风险。也就是说,如果当真实的收益超出人们的预期收益时,对任何投资者来讲,都是令人高兴的,不会有人把这看作风险。而方差作为度量随机变量偏离其平均值离散程度的一个指标,既包括了超过平均(预期收益率)的部分,也包括了低于预期收益率的部分。这种混合显然与人们的习惯不符。半方差风险表达式比较复杂,其复

杂性超过了 Markowitz 的方差风险度量, 这为实际计算带来的困难。并且其只对损失边即收益率低于期望收益率部分表示关注, 而对收益率高于期望收益率部分没有考虑, 仅对风险损失考虑而风险收益不予考虑。VaR 方法虽然应用广泛, 优点突出, 它也有自身的局限性。VaR 值表述的时在一定置信水平下的最大潜在损失, 它无法计算使市场发生重大变化的突发性风险。对于过渡风险、头寸变换、不良头寸、模型风险、战略风险等都无能为力。而这种情况一旦发生, 将会给投资者带来巨大的损失; 而且该方法通常对交易频繁或交易量较大的金融产品测量比较准确, 但对不活跃、成交量小的金融品种风险测量的准确定要低一些; 在应用数理统计方法进行估计理论分布时, 由于样本容量的有限性, 估计值往往存在估计偏差。而且更为严重的是, 有的实际分布根本就不符合理论分布。这时, 应用 VAR 方法来度量金融市场就失去了作用。而作为熵来度量组合风险的方法, 目前处于研究阶段, 没有实证来对方法进行有力的实证, 再加上项目投资不同于金融市场投资, 风险的种类和复杂程度远远高于金融投资, 如何有效的度量项目组合投资的风险大小和发生概率将是项目组合投资的关键<sup>[56]</sup>。

从风险的定义来看, 风险应包括两方面的内容, 一方面是损失的可能性, 一方面是损失的数量大小, 在目前研究的投资项目组合中, 资产的类型已经不再仅仅是证券等金融资产, 而是扩大到实物资产领域, 对风险两个方面的度量都是应当考虑的。下面就从这两方面出发, 给出一种概率—损失值方法, 以使投资组合风险的量化模型更加简单明了, 并同时反映了风险发生的概率以及风险造成损失的大小, 而且该方法由于收益率的随机性, 不强调收益的正态性。

设投资组合 A 的预期收益率  $R$  是一个随机过程, 期望值为  $U_a$ , 概率密度函数为  $F_a(X)$ , 则可将投资组合 A 的概率—损失值 (风险) 定义为:

$$T_A = \begin{cases} \int_{-\infty}^{U_a} (U_a - x) F_a(x) dx & R \text{ 为连续型随机变量} \\ \sum_{x \leq U_a} (U_a - x) F_a(x) & R \text{ 为离散型随机变量} \end{cases}$$

上述模型意义十分明显, 它表示投资组合的风险由两个意思组成: 一是投资组合的收益率低于预期收益率的概率; 二是投资组合的收益率低于预期收益率的数值, 其值表示一项投资组合可能发生的平均损失。对于离散型的度量方法也有具体的计算公式, 简单明了, 相对于投资组合风险的其他度量方法来说, 这种方法使风险与期望收益的形式更接近、更直观。

根据上述定义我们可计算出下例中两组投资的风险如下:

投资组合	A			b		
收益率	0.3	0	0	0.2	0.1	-0.2
概 率	1/3	1/3	1/3	1/2	1/3	1/6

$$T = 1/3 * 0.1 + 1/3 * 0.1 = 2/3 * 0.1$$

$$T = 1/6 * 0.3 = 1/2 * 0.1$$

而方差 A = 方差 B = 0.02 : 收益率 A = 收益率 B = 0.1

用马科维兹投资学的方差度量法，这两种投资的预期收益率和方差都相同，分别为 0.1 和 0.02，这表示在马科维兹投资学说中，它们是等效的，是无差异的。然而我们知道人们衡量投资的风险时，有两点必须加以考虑：一是投资收益率低于预期收益率的可能性；二是当投资收益率低于预期收益率时其差额有多大。从表上我们可以看到，投资 A 的收益率低于预期收益率 0.1 的可能性为 2/3，而投资 B 的收益率低于预期收益率 0.1 的可能性为 1/6；当收益率低于预期收益率时，投资 A 的收益率与预期收益率的差为 0.1，投资 B 的收益率与预期收益率的差为 0.3。这些数字说明，在通常人们对风险的认识下，这两种投资的风险不应相同，而用标准差为度量却是相同的。从这个例子可看出以概率损失值作为投资风险的定义比方差更接近我们对风险的直观理解。

从计算结果看，在这个新的风险度量方法下，两种投资组合的风险是不同的。这一结果与我们的分析结果相同。

下面引用一个实例来说明（引自戈登·亚历山大《投资原理》第 157 页。）。

设想的两个投资组合的期末财富水平比较低于该期末财富水平的百分比（%）

期末收益水平（元）	资产组合 A	资产组合 B
70000	0%	2%
80000	0%	5%
90000	4%	14%
100000	21%	27%
110000	57%	46%
120000	88%	66%
130000	99%	82%

资产组合 A 年期望收益率为 8%，B 为 12%。投资者期初财富为 100000 美元，持有期为一年。这就意味着投资组合 A 与 B 的期末预期财富水平分别为 108000 美元和 112000 美元，投资组合 A 和 B 的标准差分别为 10% 和 20%。如上表所示，

购买投资组合 B 的投资者有 2% 的机会使其期末收益小于或等于 70000 美元，而购买投资组合 A 的投资者则没有这种可能。类似地，投资组合 B 有 5% 的可能性使期末财富水平小于或等于 80000 美元，而投资组合 A 没有。如果继续下去，投资组合 B 有 14% 的机会使其期末收益水平小于或等于 90000 美元，而投资组合 A 仅有 4% 的机会；投资组合 B 有 27% 的机会使期末收益小于或等于 100000 美元，而投资组合 A 有 21% 的机会。投资组合 B 有 40% 的可能性使其期末财富水平低于预期水平 112000，而投资组合 A 只有 21% 的可能性低于预期期末财富水平 100000 美元。上述分析从直观上告诉我们，投资组合 B 所冒损失风险大于投资组合 A。结合我们的定义可计算出：

$$T_a = \sum_{x \leq U_a} (U_a - x) f_A(x) = 2080$$

$$T_b = \sum_{x \leq U_b} (U_b - x) f_B(x) = 5050$$

$$T_b > T_a$$

这一结果与我们分析相同，这再一次说明我们的定义具有直观、明确、数学形式简单的特点。

## 4.2 投资项目组合风险度量优化体系

以上两节分析了投资项目组合的风险度量方法，并探讨了适合投资项目组合风险度量的概率—损失值方法。但是这个方法也只是从技术层面上对投资项目组合风险进行了量化，对于如何操作，目前还没有一个较为合理的体系结构，本节主要在以上度量方法分析的基础上，以 VAR 方法为例，构建投资项目组合风险分析与度量的三维体系<sup>[57]</sup>。

### 4.2.1 基于 VaR 方法的投资组合风险分析与度量的三维体系

具体的，该体系以基于 VaR 方法的投资组合风险度量、风险分析及 VaR 约束下的投资组合决策的内容作为理论支撑，主要分为三个部分：（1）使用 VaR 方法度量投资组合整体风险；（2）计算组合边际 VaR、成分 VaR 和增量 VaR 的值，根据结果调整组合构成，并判断组合的 VAR 值能否最终符合投资者的要求；（3）依据加入 VaR 约束条件的均值—方差模型确定组合中各项目的最优权重。其中，第一部分是整个体系的基础，它的计算结果将作为数据输入参与第二部分或第三部分的某些计算，同时结果的大小也直接影响着优化过程的路线选择；第二部分不会对每个优化实例都显得必要，但在第一部分的计算结果不能符合投资者要求的情况下，它将成为构成体系的关键部分，决定着优化过程是否应该继续进行；第三部分是体系的核心，整个体系的功能最终由它体现。

购买投资组合 B 的投资者有 2% 的机会使其期末收益小于或等于 70000 美元，而购买投资组合 A 的投资者则没有这种可能。类似地，投资组合 B 有 5% 的可能性使期末财富水平小于或等于 80000 美元，而投资组合 A 没有。如果继续下去，投资组合 B 有 14% 的机会使其期末收益水平小于或等于 90000 美元，而投资组合 A 仅有 4% 的机会；投资组合 B 有 27% 的机会使期末收益小于或等于 100000 美元，而投资组合 A 有 21% 的机会。投资组合 B 有 40% 的可能性使其期末财富水平低于预期水平 112000，而投资组合 A 只有 21% 的可能性低于预期期末财富水平 100000 美元。上述分析从直观上告诉我们，投资组合 B 所冒损失风险大于投资组合 A。结合我们的定义可计算出：

$$T_a = \sum_{x \leq U_a} (U_a - x) f_A(x) = 2080$$

$$T_b = \sum_{x \leq U_b} (U_b - x) f_B(x) = 5050$$

$$T_b > T_a$$

这一结果与我们分析相同，这再一次说明我们的定义具有直观、明确、数学形式简单的特点。

## 4.2 投资项目组合风险度量优化体系

以上两节分析了投资项目组合的风险度量方法，并探讨了适合投资项目组合风险度量的概率—损失值方法。但是这个方法也只是从技术层面上对投资项目组合风险进行了量化，对于如何操作，目前还没有一个较为合理的体系结构，本节主要在以上度量方法分析的基础上，以 VAR 方法为例，构建投资项目组合风险分析与度量的三维体系<sup>[57]</sup>。

### 4.2.1 基于 VaR 方法的投资组合风险分析与度量的三维体系

具体的，该体系以基于 VaR 方法的投资组合风险度量、风险分析及 VaR 约束下的投资组合决策的内容作为理论支撑，主要分为三个部分：（1）使用 VaR 方法度量投资组合整体风险；（2）计算组合边际 VaR、成分 VaR 和增量 VaR 的值，根据结果调整组合构成，并判断组合的 VAR 值能否最终符合投资者的要求；（3）依据加入 VaR 约束条件的均值—方差模型确定组合中各项目的最优权重。其中，第一部分是整个体系的基础，它的计算结果将作为数据输入参与第二部分或第三部分的某些计算，同时结果的大小也直接影响着优化过程的路线选择；第二部分不会对每个优化实例都显得必要，但在第一部分的计算结果不能符合投资者要求的情况下，它将成为构成体系的关键部分，决定着优化过程是否应该继续进行；第三部分是体系的核心，整个体系的功能最终由它体现。

购买投资组合 B 的投资者有 2% 的机会使其期末收益小于或等于 70000 美元，而购买投资组合 A 的投资者则没有这种可能。类似地，投资组合 B 有 5% 的可能性使期末财富水平小于或等于 80000 美元，而投资组合 A 没有。如果继续下去，投资组合 B 有 14% 的机会使其期末收益水平小于或等于 90000 美元，而投资组合 A 仅有 4% 的机会；投资组合 B 有 27% 的机会使期末收益小于或等于 100000 美元，而投资组合 A 有 21% 的机会。投资组合 B 有 40% 的可能性使其期末财富水平低于预期水平 112000，而投资组合 A 只有 21% 的可能性低于预期期末财富水平 100000 美元。上述分析从直观上告诉我们，投资组合 B 所冒损失风险大于投资组合 A。结合我们的定义可计算出：

$$T_a = \sum_{x \leq U_a} (U_a - x) f_A(x) = 2080$$

$$T_b = \sum_{x \leq U_b} (U_b - x) f_B(x) = 5050$$

$$T_b > T_a$$

这一结果与我们分析相同，这再一次说明我们的定义具有直观、明确、数学形式简单的特点。

## 4.2 投资项目组合风险度量优化体系

以上两节分析了投资项目组合的风险度量方法，并探讨了适合投资项目组合风险度量的概率—损失值方法。但是这个方法也只是从技术层面上对投资项目组合风险进行了量化，对于如何操作，目前还没有一个较为合理的体系结构，本节主要在以上度量方法分析的基础上，以 VAR 方法为例，构建投资项目组合风险分析与度量的三维体系<sup>[57]</sup>。

### 4.2.1 基于 VaR 方法的投资组合风险分析与度量的三维体系

具体的，该体系以基于 VaR 方法的投资组合风险度量、风险分析及 VaR 约束下的投资组合决策的内容作为理论支撑，主要分为三个部分：（1）使用 VaR 方法度量投资组合整体风险；（2）计算组合边际 VaR、成分 VaR 和增量 VaR 的值，根据结果调整组合构成，并判断组合的 VAR 值能否最终符合投资者的要求；（3）依据加入 VaR 约束条件的均值—方差模型确定组合中各项目的最优权重。其中，第一部分是整个体系的基础，它的计算结果将作为数据输入参与第二部分或第三部分的某些计算，同时结果的大小也直接影响着优化过程的路线选择；第二部分不会对每个优化实例都显得必要，但在第一部分的计算结果不能符合投资者要求的情况下，它将成为构成体系的关键部分，决定着优化过程是否应该继续进行；第三部分是体系的核心，整个体系的功能最终由它体现。

该体系以在一定的持有期和置信水平下投资组合的 VaR 值为核心，以投资者对风险的偏好为基准，通过对投资组合中成分 VaR 和边际 VaR 的计算，对组合进行调整，减少或舍弃对风险贡献率高的项目的持有，或者添加具有风险对冲作用的新项目。最后使用 VaR 约束下的均值——方差模型，确定有效投资组合。

进行投资组合管理的最终目的体现在通过确定最优投资比例建立有效的投资组合，即使得投资组合在风险一定的条件下收益最大或者在收益一定的情况下风险最小。基于 VaR 方法的投资组合优化体系的构建服务于投资组合管理，因此，有效投资组合的获得必须成为体系应当具备的最核心的功能，同时能否获得最有效的投资组合也成为评价体系优劣的最主要的标准。

实际上，采用经典的马科维茨的均值——方差模型是投资者进行投资组合优化时通常的做法。基于 VaR 方法的投资组合优化体系与均值——方差模型相比具有以下优点：以 VaR 值代替方差度量组合风险，使投资组合管理的基础更加科学合理；引入成分 VaR 的概念，弥补了均值——方差模型无法度量分散化后组合中各项目风险大小的不足，掌握每一项目对组合风险的贡献有助于投资者及时对投资权重做出调整；通过计算增量 VaR，投资者可以清楚地了解到组合之外哪些项目在对冲风险方面更具优势，从而为实现在适当的范围内研究组合的最优化问题提供了可能。因此，从理论上讲，基于 VaR 方法的投资组合优化体系将比均值——方差模型更加有效。

#### 4.2.2 体系优化流程与技术

如何将体系三部分内容有机结合形成一套完整的优化体系，是另一个需要解决的问题。根据体系三个部分的作用与特点，建立基于 VaR 方法的投资组合优化体系的优化流程，如图 2 所示。

由图 2，可以进一步提炼出基于 VaR 方法的投资组合优化体系的优化步骤如下：

**Step1** 根据投资者的要求，计算现有投资组合一定置信水平和持有期下的 VaR 值；

**Step2** 判断投资组合的 VaR 值是否符合投资者的风险偏好；

**Step3** 如果相符，跳转 Step7；

**Step4** 如果不相符，计算组合中各项目成分 VaR 的值或拟加入新项目增量 VaR 的值；

**Step5** 根据获得的成分 VaR 和增量 VaR 的值，有选择地采取以下处理方式：如果组合中某项目成分 VaR 的值偏大，即对组合的 VaR 值有较强的增加作用，则

该体系以在一定的持有期和置信水平下投资组合的 VaR 值为核心，以投资者对风险的偏好为基准，通过对投资组合中成分 VaR 和边际 VaR 的计算，对组合进行调整，减少或舍弃对风险贡献率高的项目的持有，或者添加具有风险对冲作用的新项目。最后使用 VaR 约束下的均值——方差模型，确定有效投资组合。

进行投资组合管理的最终目的体现在通过确定最优投资比例建立有效的投资组合，即使得投资组合在风险一定的条件下收益最大或者在收益一定的情况下风险最小。基于 VaR 方法的投资组合优化体系的构建服务于投资组合管理，因此，有效投资组合的获得必须成为体系应当具备的最核心的功能，同时能否获得最有效的投资组合也成为评价体系优劣的最主要的标准。

实际上，采用经典的马科维茨的均值——方差模型是投资者进行投资组合优化时通常的做法。基于 VaR 方法的投资组合优化体系与均值——方差模型相比具有以下优点：以 VaR 值代替方差度量组合风险，使投资组合管理的基础更加科学合理；引入成分 VaR 的概念，弥补了均值——方差模型无法度量分散化后组合中各项目风险大小的不足，掌握每一项目对组合风险的贡献有助于投资者及时对投资权重做出调整；通过计算增量 VaR，投资者可以清楚地了解到组合之外哪些项目在对冲风险方面更具优势，从而为实现在适当的范围内研究组合的最优化问题提供了可能。因此，从理论上讲，基于 VaR 方法的投资组合优化体系将比均值——方差模型更加有效。

#### 4.2.2 体系优化流程与技术

如何将体系三部分内容有机结合形成一套完整的优化体系，是另一个需要解决的问题。根据体系三个部分的作用与特点，建立基于 VaR 方法的投资组合优化体系的优化流程，如图 2 所示。

由图 2，可以进一步提炼出基于 VaR 方法的投资组合优化体系的优化步骤如下：

**Step1** 根据投资者的要求，计算现有投资组合一定置信水平和持有期下的 VaR 值；

**Step2** 判断投资组合的 VaR 值是否符合投资者的风险偏好；

**Step3** 如果相符，跳转 Step7；

**Step4** 如果不相符，计算组合中各项目成分 VaR 的值或拟加入新项目增量 VaR 的值；

**Step5** 根据获得的成分 VaR 和增量 VaR 的值，有选择地采取以下处理方式：如果组合中某项目成分 VaR 的值偏大，即对组合的 VaR 值有较强的增加作用，则

降低该项目在组合中的投资比重或者直接舍弃该项目；如果拟加入新项目增量 VaR 的值为负，即对组合风险具备一定的对冲作用，则权衡是否引入新项目，否则不予考虑；

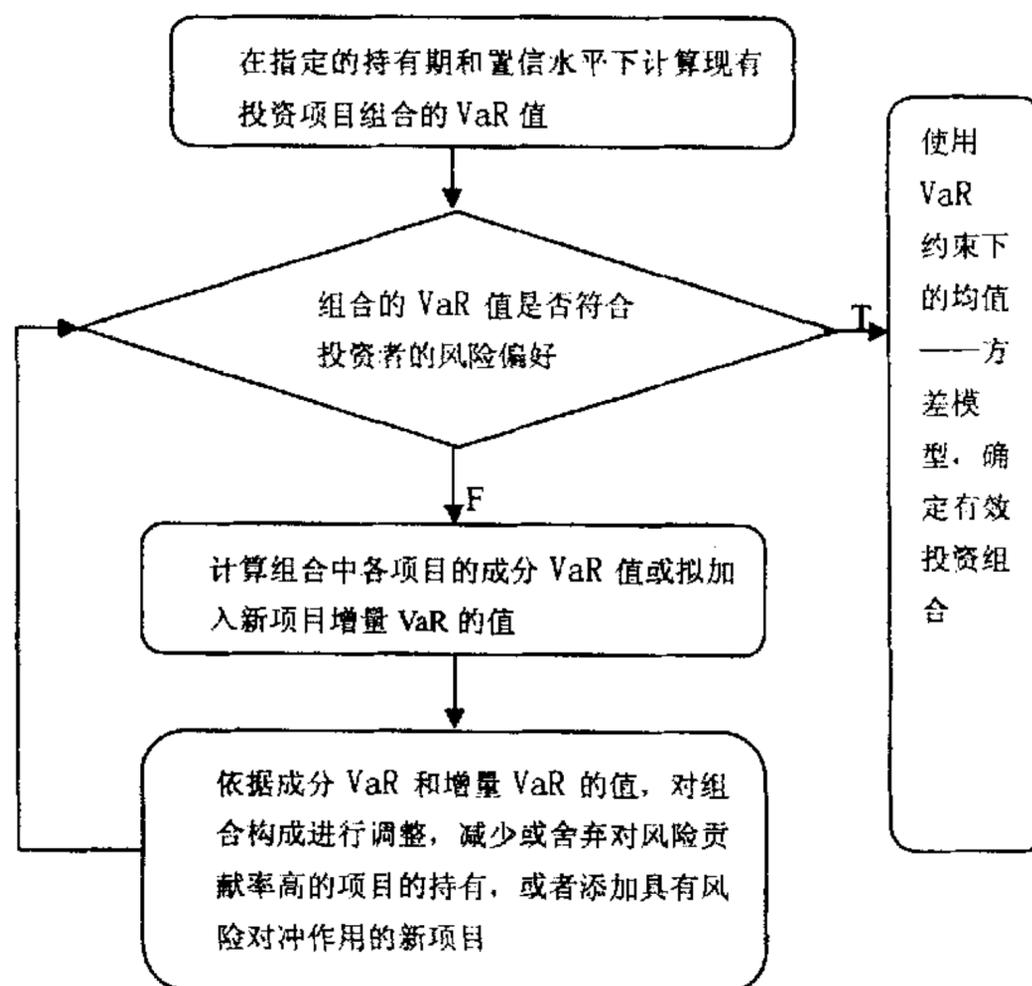


图 4.2 基于 VAR 方法的投资组合优化体系的优化流程

**Step6** 确定调整后投资组合新的 VaR 值，判断是否符合投资者的风险偏好，如果符合，进行 Step7；如果不符合，则重复 Step4 及 Step5；

**Step7** 将符合投资者要求的 VaR 值作为约束条件引入均值——方差模型，确定此时组合中各项目间的最优比例。实现上述优化过程，必须以有关投资组合及 VaR 的计算公式与方法作为支撑。表述采用图示法，并借鉴树形结构，即首先提出最主要的计算公式作为根节点，其次将根节点中间接（计算）得到的参数的计算公式作为子节点，再将子节点中此类参数的计算公式作为孙子节点，以此类推。为方便表述，涉及到的公式及方法均为投资组合收益率服从正态分布时的情况，非正态分布时的情况在此省略。

## 5 基于生命周期—风险的投资项目组合

以上几章分析了投资项目组合的风险及其度量问题，对于投资项目而言，面临的风险不尽相同，而且由于投资主体的投资者以及投资客体的项目所具有的特点，按照生命周期理论，投资者及投资客体都将呈现出随生命周期变化的特点。在生命周期的不同阶段，上述所分析的投资项目组合的风险因素也不同，这样以来，投资项目组合也将呈现出随生命周期变化的特征。本章第一节主要对基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合做了定性的分析，说明依照此类标准构建投资项目组合的必要性和可行性。并运用实物期权法，建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架。第二节主要以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征，构建适合的投资项目组合。

### 5.1 基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合

投资客体在本文中指作为投资对象的项目或企业，本章特指企业。由于处于不同生命周期的项目具有不同的风险及收益特征，如果同时投资于这些项目，考虑到不同的风险和收益状况，那么在一个组合中不同的项目就会占据不同的投资比例。本节主要依据生命周期不同阶段的投资客体的风险及收益特征，讨论如何在其风险最小或者收益最大的情况下对其进行组合的问题。

#### 5.1.1 投资项目组合的定性分析

##### a、生命周期与项目财务特征

投资者在选择投资客体对象时，将处于生命周期不同阶段的企业纳入其投资组合中不论是对资本经营型投资公司、资产经营性投资公司还是兼容性投资公司来说都是分散风险、实现经营目标的一种强有力的手段。这属于投资组合资产分散形式的第二种情况。为了分析资产分散与生命周期的关系，先需要理解企业财务指标随企业生命周期的变化规律。按照企业生命周期理论，企业的发展要经历孕育、求生存、高速发展、成熟、衰退和蜕变几个阶段<sup>[50]</sup>。处于生命周期不同阶段，企业面临的问题和需求是不一样的。

(1) 孕育期。孕育期的企业还只有创业的想法或者案头的方案设计，还不能产生净现金流量，而对外部资金的投入有着巨大的需求。其资金来源可能来自：一是由企业的发起股东的资本投入；二是由企业的发起股东作为借款人，以自身的信誉和实力取得的资金；三是进行项目融资。外界对这一阶段企业的投资有很大的风险，收益很不确定。

(2) 求生存期。项目开始运营后，就进入了求生存期，其特点是实力较弱，

## 5 基于生命周期—风险的投资项目组合

以上几章分析了投资项目组合的风险及其度量问题,对于投资项目而言,面临的风险不尽相同,而且由于投资主体的投资者以及投资客体的项目所具有的特点,按照生命周期理论,投资者及投资客体都将呈现出随生命周期变化的特点。在生命周期的不同阶段,上述所分析的投资项目组合的风险因素也不同,这样以来,投资项目组合也将呈现出随生命周期变化的特征。本章第一节主要对基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合做了定性的分析,说明依照此类标准构建投资项目组合的必要性和可行性。并运用实物期权法,建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架。第二节主要以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征,构建适合的投资项目组合。

### 5.1 基于投资客体生命周期—风险的投资项目组合

投资客体在本文中指作为投资对象的项目或企业,本章特指企业。由于处于不同生命周期的项目具有不同的风险及收益特征,如果同时投资于这些项目,考虑到不同的风险和收益状况,那么在一个组合中不同的项目就会占据不同的投资比例。本节主要依据生命周期不同阶段的投资客体的风险及收益特征,讨论如何在其风险最小或者收益最大的情况下对其进行组合的问题。

#### 5.1.1 投资项目组合的定性分析

##### a、生命周期与项目财务特征

投资者在选择投资客体对象时,将处于生命周期不同阶段的企业纳入其投资组合中不论是对资本经营型投资公司、资产经营性投资公司还是兼容性投资公司来说都是分散风险、实现经营目标的一种强有力的手段。这属于投资组合资产分散形式的第二种情况。为了分析资产分散与生命周期的关系,先需要理解企业财务指标随企业生命周期的变化规律。按照企业生命周期理论,企业的发展要经历孕育、求生存、高速发展、成熟、衰退和蜕变几个阶段<sup>[50]</sup>。处于生命周期不同阶段,企业面临的问题和需求是不一样的。

(1) 孕育期。孕育期的企业还只有创业的想法或者案头的方案设计,还不能产生净现金流量,而对外部资金的投入有着巨大的需求。其资金来源可能来自:一是由企业的发起股东的资本投入;二是由企业的发起股东作为借款人,以自身的信誉和实力取得的资金;三是进行项目融资。外界对这一阶段企业的投资有很大的风险,收益很不确定。

(2) 求生存期。项目开始运营后,就进入了求生存期,其特点是实力较弱,

依赖性强，产品方向不稳定，转业率高，但创新精神强。企业的现金流量大部分时间是负值，寻求合理的资金渠道支持是其最重要的工作之一。此时取得外部融资依然是困难的事，除了创业者的资本外，现金流主要来源于产品销售或者是对上下游企业的商业融资。外界对他们的投资依然存在很大的市场风险和技术风险。

(3) 高速发展期。高速发展期的企业规模进一步扩大，现金流量急剧扩大，资金紧张的状况得到缓解，但由于市场规模的迅速扩张，企业的融资需求依然旺盛，融资选择也呈多样化，通常以与企业的现金流入风险相匹配、保持财务灵活性和良好的资信等级为选择标准，而且更倾向于内部融资，长期性债务融资和现金红利支付比例都较低。这时外界投资介入的风险较前两个阶段有所下降。

(4) 成熟期。经历一段高速发展期后，企业就会进入一个相对稳定的成熟期。此时企业产品逐步向多元化发展并形成特色产品，内部管理由集权转向分权，创新精神减退，发展速度减慢甚至停滞不前，但效益在提高。此时企业的现金流比较稳定，财务风险和市场风险都较小，企业开始通过增加长期债务或回购公司股票的方式增加财务杠杆的作用，以便在不明显降低资信等级的情况下明显降低成本，从而在维护与债权人关系的同时增加股东价值。

(5) 衰退期。在没有自我创新的情况下，企业经历了相当一段成熟期后往往会步入衰退期。企业的工艺落后，技术装备陈旧，产品老化，大企业病日益严重。在这个阶段，企业的现金流量逐步下降、萎缩，甚至出现赤字，财务状况日益恶化，企业资金周转发生困难，负债不断加重。投资者对这类企业的投资要谨慎，必要时部分或全部果断退出。

(6) 蜕变期。企业改变形体而存续下去就是企业的蜕变，包括经济形体、实物形体和产品三方面的蜕变。主动的蜕变通常是本企业扩张性兼并、技术创新、产品改变等。而被动性蜕变，是指由于企业可能面临死亡的威胁，对落后的装备、工艺的更新改造使老企业焕发新生，或者是被其他企业兼并。在蜕变期，企业也有一定的资金需求，但此时企业今后的经营前景已不是很明朗，不确定性较高。投资者对这类企业的投资要谨慎处理。

由以上讨论可知，处于生命周期不同阶段的企业其现金流量大小、融资难易程度以及外界投资风险大小和收益获得情况等企业财务指标特征有很大不同。从生命周期的全过程来看，企业的现金流量呈现由少变多，再由多变少的过程。从融资的难易程度看，则呈现由难到易再由易到难的过程。外部投资所承担的风险也表现为由高到低，再由低到高的过程。但在蜕变期却都存在高的不确定性。由此可得出投资者与投资客体企业之间的关系在企业生命周期的不同阶段交替出现

主动与被动的状况。如图 1 所示。图 1 刻画了企业生命周期中的 4 个阶段，求生存期之前的孕育期其各项指标和求生存期比较相似，衰退期之后的蜕变期与衰退期比较相似，因此在图中省略。

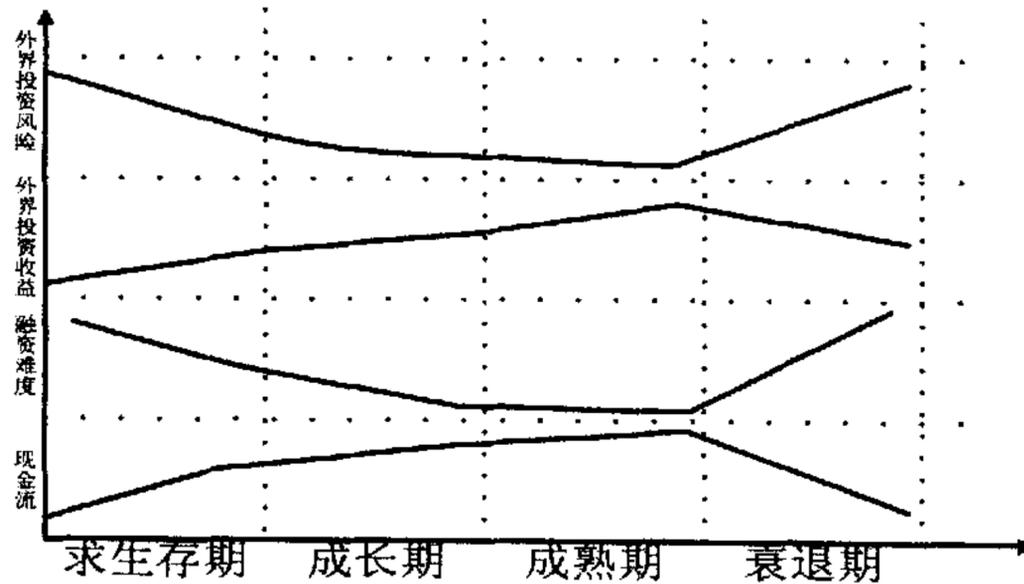


图 5.1：企业各方风险及财务指标随生命周期阶段的变化趋势图

#### b、基于投资客体生命周期的投资项目组合<sup>[51]</sup>

在一个现实的投资组合中，既有孕育期的企业，也有成熟期的企业，这对于投资者而言，极大地降低了单一投资于某一阶段企业的风险。

对于处在孕育期的企业，其未来发展尚需考验，它也不能产生正的现金流量，相反对外部资金的投入有着巨大的需求。银行等外部债权机构一般是不会将资金投入到目前还看不到现实效益的企业中去的。投资者投资于孕育期企业时应当着重分析创办者的实力、技能、经验、发展目标以及市场定位等因素，此时最重要的是企业创办者对未来企业的设想和对市场趋势判断的准确性上。

对于处在求生存期的企业，由于成长中的市场风险、技术风险等都较大，所以获取银行的资金支持比较困难，现金流主要来源于产品销售或是对上下游企业的商业融资。投资者投资于这类企业时，应着重分析其目前市场状况和可增长潜力，用发展的眼光去筛选这类企业。

对于高速成长期的企业，现金流量急剧扩大，资金紧张的状况虽然得到缓解，但由于市场规模的迅速扩张，企业的融资需求依然旺盛，这一时期融资选择也呈多样化，银行此时也为企业提供更全方位的融资便利，既有营运资金贷款，也提供设备购买和改造贷款，还会支持企业购并等等。作为股权投资者，对此阶段企业的投入也会从企业高速增长中获得投资收益的好处。

对于成熟期的企业，企业产品逐步向多元化发展并形成特色，此时企业的现金流比较稳定，投资于此类企业获得的收益是比较稳定的，但是投资成本也比其他阶段的投资成本要大。

对于处在衰退期或蜕变期的企业，如果企业没有明显地进行主动蜕变，那么对其投资则会石沉大海。

总而言之，投资者在投资客体企业时，要注意将处于生命周期不同阶段的投资客体进行合理的组合，形成合理的资产分散。一个理想的组合形式是投资客体中既有孕育期的企业，也有求生存期的企业，还有高速发展期和成熟期的企业，而不要有衰退期或蜕变期的企业，形成合理的搭配。这种组合类似于企业的产品生命周期组合一样。这样的资产分散使投资者既能从高速发展期和成熟期的企业那里获得当期的回报，也能从孕育期和求生存期的企业那里获得预期的回报，使投资者的发展长盛不衰。

### 5.1.2 投资项目组合的定量分析—实物期权法

从以上的分析可知，企业的发展要经历孕育、求生存、高速发展、成熟、衰退和蜕变几个阶段。处于不同阶段的企业，面临的问题和需求都不一样。在一个现实的投资组合中，既有孕育期的企业，也有成熟期的企业，这对于企业投资决策而言，极大地降低了单一投资于某一阶段企业的风险。在组合中，处于生命周期不同阶段的企业在经历一段时间的发展之后，会成长到另一个阶段，这个过程是有价值的，对于处于生命周期不同阶段的项目的投资决策，应当将这种价值考虑在内，作为决策的依据，下面运用实物期权的方法，建立基于投资客体生命周期的实物期权投资组合决策模型。

折现现金流法在实物项目投资决策中长期以来一直占据核心位置，这一评价方法对投资机会价值评估的假设前提是要么现在投资，要么永远放弃投资<sup>[44]</sup>。在投资实务中，由于投资者对有些项目投资机会具有独占性和排他性，而且在投资时机上具有灵活性。ROSS 中指出，对于风险项目的投资机会可以视为一种期权—实物期权<sup>[52]</sup>。期权是有价值的，折现现金流法由于忽略了这部分价值，而往往低估了投资机会的价值。投资机会一般不会马上消失，投资者可以在投资机会小时之前的任何时刻做出投资决策，也可以放弃这个投资机会。这样投资机会可以看作一个买入期权，即投资机会对投资者来说是一项权利，而不是义务。实物期权与买入期权的对应关系如表 5.1 所示。

投资项目的选择价值包含两部分。首先，对于任何一个投资者来说，在其他条件不变的条件下，他更愿意推迟投资时间，因为他可以获得资本支出的

对于成熟期的企业，企业产品逐步向多元化发展并形成特色，此时企业的现金流比较稳定，投资于此类企业获得的收益是比较稳定的，但是投资成本也比其他阶段的投资成本要大。

对于处在衰退期或蜕变期的企业，如果企业没有明显地进行主动蜕变，那么对其投资则会石沉大海。

总而言之，投资者在投资客体企业时，要注意将处于生命周期不同阶段的投资客体进行合理的组合，形成合理的资产分散。一个理想的组合形式是投资客体中既有孕育期的企业，也有求生存期的企业，还有高速发展期和成熟期的企业，而不要有衰退期或蜕变期的企业，形成合理的搭配。这种组合类似于企业的产品生命周期组合一样。这样的资产分散使投资者既能从高速发展期和成熟期的企业那里获得当期的回报，也能从孕育期和求生存期的企业那里获得预期的回报，使投资者的发展长盛不衰。

### 5.1.2 投资项目组合的定量分析—实物期权法

从以上的分析可知，企业的发展要经历孕育、求生存、高速发展、成熟、衰退和蜕变几个阶段。处于不同阶段的企业，面临的问题和需求都不一样。在一个现实的投资组合中，既有孕育期的企业，也有成熟期的企业，这对于企业投资决策而言，极大地降低了单一投资于某一阶段企业的风险。在组合中，处于生命周期不同阶段的企业在经历一段时间的发展之后，会成长到另一个阶段，这个过程是有价值的，对于处于生命周期不同阶段的项目的投资决策，应当将这种价值考虑在内，作为决策的依据，下面运用实物期权的方法，建立基于投资客体生命周期的实物期权投资组合决策模型。

折现现金流法在实物项目投资决策中长期以来一直占据核心位置，这一评价方法对投资机会价值评估的假设前提是要么现在投资，要么永远放弃投资<sup>[44]</sup>。在投资实务中，由于投资者对有些项目投资机会具有独占性和排他性，而且在投资时机上具有灵活性。ROSS 中指出，对于风险项目的投资机会可以视为一种期权—实物期权<sup>[52]</sup>。期权是有价值的，折现现金流法由于忽略了这部分价值，而往往低估了投资机会的价值。投资机会一般不会马上消失，投资者可以在投资机会小时之前的任何时刻做出投资决策，也可以放弃这个投资机会。这样投资机会可以看作一个买入期权，即投资机会对投资者来说是一项权利，而不是义务。实物期权与买入期权的对应关系如表 5.1 所示。

投资项目的选择价值包含两部分。首先，对于任何一个投资者来说，在其他条件不变的条件下，他更愿意推迟投资时间，因为他可以获得资本支出的

时间价值：其次，由于投资项目价值具有不确定性，投资者推迟投资决策，可以获得更多的信息，这样在对处于生命周期不同阶段的项目进行投资时，若投资项目处于生命周期的导入期，价值为负值时，可以放弃投资，避免不必要的损失；当投资项目价值上升，向快速成长期迈进时，价值上升，当然不会错过投资机会。而传统的净现值法（ $NPV$ ）忽略了这两部分价值。Timothy<sup>[46]</sup>在折现现金流法的基础上，通过构造合适的期权形式，为项目投资决策提供了一种极具操作性的方法。对于单个投资机会的期权值评估方法，国内也有相当多的研究。以下针对企业同时面临多个投资机会，企业资源有限的前提下，为了达到有效配置企业资源，达到效益最大化，试图引入一种多项目动态投资组合决策方法<sup>[53]</sup>。

表 5.1 实物期权与金融期权对比表

金融期权	实物期权
$S$ —股票现在的价格	$P$ —项目现金流收益的现值
$X$ —执行价格	$V$ —项目的投资费用
$T$ —期权的有效期限	$T$ —项目投资机会的持续时间
$\theta$ —股票价格的不确定性	$\theta$ —项目价值的不确定性
$r$ —无风险利率	$r$ —无风险利率

## a、项目投资决策的战略框架

由于一个投资机会可以看作一个欧式买入期权，这样我们可以利用金融期权的定价方法来对实物期权定价<sup>[54]</sup>。我们知道，B-S 期权定价公式可以表示如下：

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (1)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

对（1）式两边分别除以  $S$ ，可以得：

$$\frac{C}{S} = N(d_1) - \frac{Xe^{-rT}}{S} N(d_2) \quad (2)$$

定义  $NPV_q = \frac{S}{PV(X)}$ ，则  $\frac{Xe^{-rT}}{S} = \frac{1}{NPV_q}$ 。从而（1）式可以表达如下：

$$\frac{C}{S} = N(d_1) - \frac{1}{NPV_q} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(NPV_q) + \left(\frac{\sigma}{\sqrt{t}}\right)^2 / 2}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(NPV_q) - \left(\frac{\sigma}{\sqrt{t}}\right)^2 / 2}{\sigma\sqrt{t}} \quad (3)$$

这样我们可以用两个参数： $NPV_q$  和  $\sigma\sqrt{t}$ ，来度量买入期权的价值，这两个参数包含了欧式买入期权 B—S 期权定价公式的所有信息。从  $NPV_q$  的定义可知， $NPV_q$  不但包含了传统的  $NPV$  方法中的一切信息（这里传统净现值定义为  $NPV = S - X$ ），而且还包含了项目延迟投资所带来的项目资本支出的时间价值信息。 $NPV_q$  本质上是一个价值成本比，而这个价值成本是针对项目资产而言，不是指期权的价值与成本。 $\sigma\sqrt{t}$  度量了投资延迟期内，投资项目资产价值的变化程度，我们把它称作累计标准差，这里  $\sigma^2$  定义为单位时间内项目资产价值波动的瞬时方差。

如果我们用横轴表示  $NPV_q$ ，用纵轴表示  $\sigma\sqrt{t}$ ，这样可以得到一个期权坐标图，如图 1 所示。对于任何一个买入期权都可以在期权坐标图上标出来。也就是坐标平面上任一点对应一个买入期权。从期权图上可以看出，越往右下角，对应的期权价值越大。相应地，我们可以设计一个欧式买入期权价值表，对应每一个用有序实数对  $NPV_q$  和  $\sigma\sqrt{t}$  描述的欧式买入期权，可以在期权价值表上查出对应的欧式买入期权的价值。注意此时的期权价值表示为项目资产价值百分比形式。

#### b、期权坐标图的扩展

期权定价方法并不能完全代替净现值法，它只是净现值法的一种补充。期权定价法弥补了传统的净现值法的不足，这有助于提高项目价值评估的准确性，加强对项目的管理。下面我们用净现值法和期权定价方法来对期权坐标图进行扩展应用。

假设  $r_f$  和  $\sigma$  不变，在期权坐标图上，我们可以找到这样一些期权的集合：这些期权如果立即实施的话净现值  $NPV = 0$ ，但是这些期权具有不同的到期时间，也即对应的项目可以延迟的时间不同。我们可以把这些期权求解出来，可以证明他们为一条曲线上。证明如下：因为  $NPV = 0$ ，所以

$$NPV_q = \frac{S}{PV(X)} = \frac{S}{Xe^{-r_f t}} = \frac{1}{e^{-r_f t}} = e^{r_f t} = e^{r_f(\sqrt{t})^2} \quad (4)$$

并且有  $t=0$  时， $NPV_q = 1.0$

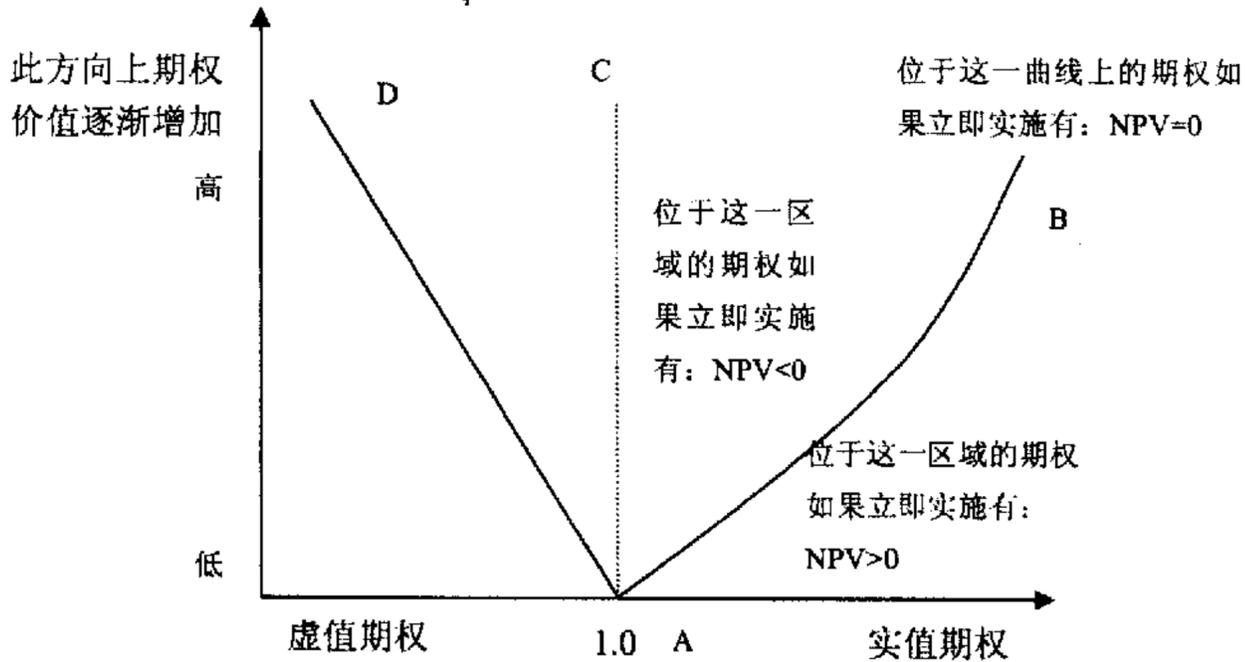


图 5.2: 期权坐标图

这样在期权坐标图上，可以得到一条向右倾斜的曲线 AB（如图 1），AB 和横轴的交点为  $NPV_q = 1.0$ ，由（4）式可知， $r_f$  越大，曲线 AB 向右弯曲的越厉害。这是因为对于同一个期权，当其他条件不变时，无风险利率越大，则项目支出的现值越小，从而价值成本比  $NPV_q$  越大，也就是期权的价值越大。特别地， $r_f = 0$ ，这条曲线为一条通过  $NPV_q = 1.0$  的直线 AC。

当其他条件不变时，随着期权到期时间的临近，期权的价值成本比  $NPV_q$  越来越小，累积标准差  $\sigma\sqrt{t}$  也越来越小，所以位于期权坐标图的期权有向左上角移动的趋势。当  $r_f = 0$ ，延迟投资的价值来自投资项目现金流的波动性，这时，对应的期权价值随着到期时间的临近，垂直向上移动，期权价值越来越小。

用一条过  $NPV_q=1$  点的直线 AC 把期权坐标图分成左右两部分。位于 AC 右边的期权为实值期权，因为这些期权的价值为  $\max(0, S - X^{-r'}) = S - X^{-r'} > 0$ 。

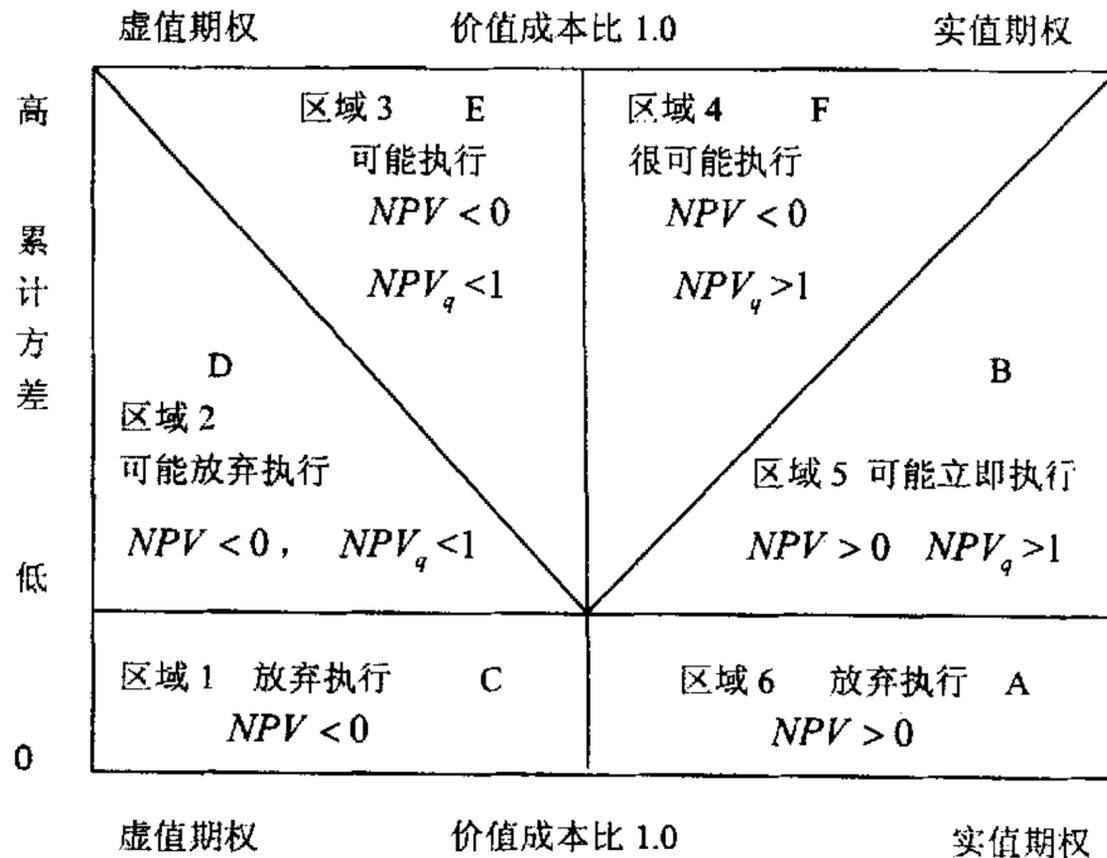


图 5.3: 期权分析图

如果项目资产价值  $S$  大于资本支出  $X$  时，这些项目即使立即实施也有净现值  $NPV > 0$ ，但是由于  $NPV_q > 1$ ，如果投资机会不会马上消失，那么等待是有价值的。当投资项目价值下降的速度大于无风险利率时，则应该立即执行，这些期权位于曲线 AB 的右边。当项目资产价值  $S$  小于资本支出价值时，这些期权如果立即实施，则有净现值  $NPV < 0$ ，由于这些期权的  $NPV_q > 1$ ，对于这些期权应该等待，当期权价值上升到  $X$  时，再看实际情况实施期权，这些期权位于曲线 AB 和 AC 之间。位于直线 AB 左半部的期权的价值成本比  $NPV_q$  小于 1，这些期权为虚值期权，因为这些期权的价值为  $\max(0, S - X^{-r'}) = 0$ ，如果项目不能延迟投资就应放弃。我们用一条直线 AD 把那些可以延迟的期权分为两个部分，位于直线 AC 何 AD 之间的期权有比较大的累积方差，随着时间的推移，这些项目有可能成为实值期权，应该积极管理。而位于 AD 左边的期权累计方差很小，项目实施的可能性很小。这样我们可以把期权坐标平面分为六个不同的区域，对于每一个区域的期权相应

采取不同的实施策略，如图 5.2 所示。

### c、案例分析——作为实际的例子研究

东方公司现有处于在西部地区投资的 A—F 六个项目，处于生命周期的不同阶段。如表 2 所示，每个项目资产价值均为 1000 万，项目 A 和 B 需要投资 800 万元，其余四个项目分别需要投资 1200 万元。很容易算出，项目 A 和 B 有正的净现值  $NPV = 200$  万元，而其他四个项目的净现值为  $NPV = -400$  万元。这样，根据传统的净现值方法，公司只对项目 A 和 B 投资，而放弃其他四个项目。但是由于六个项目并不都是要求立即投资，而且延迟投资的时间各不相同，项目价值的未来波动情况各不相同，因而它们的成本价之比  $NPV_q$  和累积标准差  $\sigma\sqrt{t}$  各不相同，即在期权坐标图的位置也各不相同。从表 5.2 计算的结果可得到六个项目在期权分析图中的位置如图 5.3 所示。

表 5.2 投资项目相关指标表

投资项目	A	B	C	D	E	F	投资组	
	成长期	成熟期	衰退期	求生存期	成长期	成熟期	合价值	
S	标的资产价值	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
X	执行价格	800	800	1200	1200	1200	1200	
t	到期时间(年)	0	2	0	1	2	3	
$\sigma$	标准差	0.35	0.35	0.35	0.3	0.35	0.5	
$r_f$	无风险收益率	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
$NPV_q$	价值成本比	1.25	1.38	0.83	0.88	0.92	0.97	
$\sigma\sqrt{t}$	累积标准差	0.00	0.49	0.00	0.30	0.49	0.87	
$C_i$	买入期权价值	1000	752.32	0.00	335.34	444.48	503.59	3035.73
S-X	传统的净现值	200.00	200.00	-200.0	-200.0	-200.0	-200.0	-400
区域		6	5	1	2	3	4	
项目实施策略		立即执行	可能立即执行	放弃执行	可能放弃执行	可能执行	很可能执行	

项目 A 位于区域 6, 项目 C 位于区域 1, 由于这两个项目都必须立即投资, 所以项目价值累计方差为 0。项目 A 的净现值大于 0, 立即实施项目投资; 而项目 C 的净现值小于 0, 项目价值成本比大于 1, 因此项目 B 如果立即实施投资, 也会给公司带来正的现金流。但是项目 B 的价值波动幅度较大, 且投资机会在 2 年内都不会消失, 所以应该等待时机实施项目 B。这样项目 B 位于区域 5。项目 D 投资的可能性不大, 因为它的净现值小于 0, 而且成本价值比小于 1, 在未来一年内项目价值的波动性也很小, 项目价值超过成本的可能性很大。项目 D 位于区域 2。项目 E 位于区域 3, 虽然项目 E 的净现值小于 0, 它的价值成本比小于 1, 但是项目 E 还有 2 年才过期, 而且项目价值的累积方差比较大, 应该积极管理。项目 F 在未来 3 年内是最有可能实施投资的, 尽管它的净现值小于 0, 但是它的价值成本比大于 1, 而且项目价值的波动率最大, 所以项目 F 位于区域 4。

由于存在不确定性和管理柔性, 建立在实物期权基础上的项目投资分析模型和传统的净现值分析有很大的不同。本案例中, 期权方法给出的投资项目组合的价值总和是净现值法的 7 倍多。更重要的是通过在期权分析图上标出项目的位置, 项目应该采取的实施策略一目了然。这样, 公司可在组合中对处于生命周期不同阶段的项目采用放弃, 立即实施等措施, 而对其他的项目应该等待机会再实施, 对于很有希望的项目应该采取积极的管理措施, 提高项目的价值。在项目投资机会消失之前, 公司管理人员应该通过有效的管理措施, 比如降低成本, 增加价值, 改变项目的价值成本比, 从而促使项目在期权图上往右上方移动。并且随着时间的推移, 项目对应的期权在期权分析图中的位置也会改变, 从而应该采取的实施策略也改变。

## 5.2 基于投资主体—客体生命周期的投资项目组合

投资主体在本文中主要指作为投资者的企业, 投资客体与上一节一致, 是指作为投资对象的项目。投资主体处于生命周期的不同阶段将面临不同种类和不同程度的风险, 应采用风险分散、风险分摊、风险转移、风险控制等措施来防范。而投资组合策略是目前最为常用的降低风险的策略措施。但投资风险具有随着生命周期而变化的动态性特点, 因此在投资组合的选择上不能一成不变的运用同一种组合方法, 而应根据投资主体所处的生命周期阶段的不同, 选择恰当的投资组合策略, 以更好的适应投资主体生命周期变化的规律, 更好的利用资源, 规避风险。而作为投资客体的项目或者是企业在不同的生命周期也将面临不同种类和不同程度的风险, 那么如何能够使得投资者在不同的生命周期选择合适的投资组合, 将处于不同生命周期阶段的投资客体纳入其中, 对于投资主体更好的规避风险,

项目 A 位于区域 6, 项目 C 位于区域 1, 由于这两个项目都必须立即投资, 所以项目价值累计方差为 0。项目 A 的净现值大于 0, 立即实施项目投资; 而项目 C 的净现值小于 0, 项目价值成本比大于 1, 因此项目 B 如果立即实施投资, 也会给公司带来正的现金流。但是项目 B 的价值波动幅度较大, 且投资机会在 2 年内都不会消失, 所以应该等待时机实施项目 B。这样项目 B 位于区域 5。项目 D 投资的可能性不大, 因为它的净现值小于 0, 而且成本价值比小于 1, 在未来一年内项目价值的波动性也很小, 项目价值超过成本的可能性很大。项目 D 位于区域 2。项目 E 位于区域 3, 虽然项目 E 的净现值小于 0, 它的价值成本比小于 1, 但是项目 E 还有 2 年才过期, 而且项目价值的累积方差比较大, 应该积极管理。项目 F 在未来 3 年内是最有可能实施投资的, 尽管它的净现值小于 0, 但是它的价值成本比大于 1, 而且项目价值的波动率最大, 所以项目 F 位于区域 4。

由于存在不确定性和管理柔性, 建立在实物期权基础上的项目投资分析模型和传统的净现值分析有很大的不同。本案例中, 期权方法给出的投资项目组合的价值总和是净现值法的 7 倍多。更重要的是通过在期权分析图上标出项目的位置, 项目应该采取的实施策略一目了然。这样, 公司可在组合中对处于生命周期不同阶段的项目采用放弃, 立即实施等措施, 而对其他的项目应该等待机会再实施, 对于很有希望的项目应该采取积极的管理措施, 提高项目的价值。在项目投资机会消失之前, 公司管理人员应该通过有效的管理措施, 比如降低成本, 增加价值, 改变项目的价值成本比, 从而促使项目在期权图上往右上方移动。并且随着时间的推移, 项目对应的期权在期权分析图中的位置也会改变, 从而应该采取的实施策略也改变。

## 5.2 基于投资主体—客体生命周期的投资项目组合

投资主体在本文中主要指作为投资者的企业, 投资客体与上一节一致, 是指作为投资对象的项目。投资主体处于生命周期的不同阶段将面临不同种类和不同程度的风险, 应采用风险分散、风险分摊、风险转移、风险控制等措施来防范。而投资组合策略是目前最为常用的降低风险的策略措施。但投资风险具有随着生命周期而变化的动态性特点, 因此在投资组合的选择上不能一成不变的运用同一种组合方法, 而应根据投资主体所处的生命周期阶段的不同, 选择恰当的投资组合策略, 以更好的适应投资主体生命周期变化的规律, 更好的利用资源, 规避风险。而作为投资客体的项目或者是企业在不同的生命周期也将面临不同种类和不同程度的风险, 那么如何能够使得投资者在不同的生命周期选择合适的投资组合, 将处于不同生命周期阶段的投资客体纳入其中, 对于投资主体更好的规避风险,

最大化投资收益具有十分重要的意义。以下分析提出不同生命周期阶段投资组合的几项基本策略：探索型组合策略；激进型组合策略；稳健型组合策略和保守型组合策略。这些策略中即是针对不同阶段的投资客体设计的，实现投资主客体在生命周期不同阶段的合理匹配。如图 3 所示。

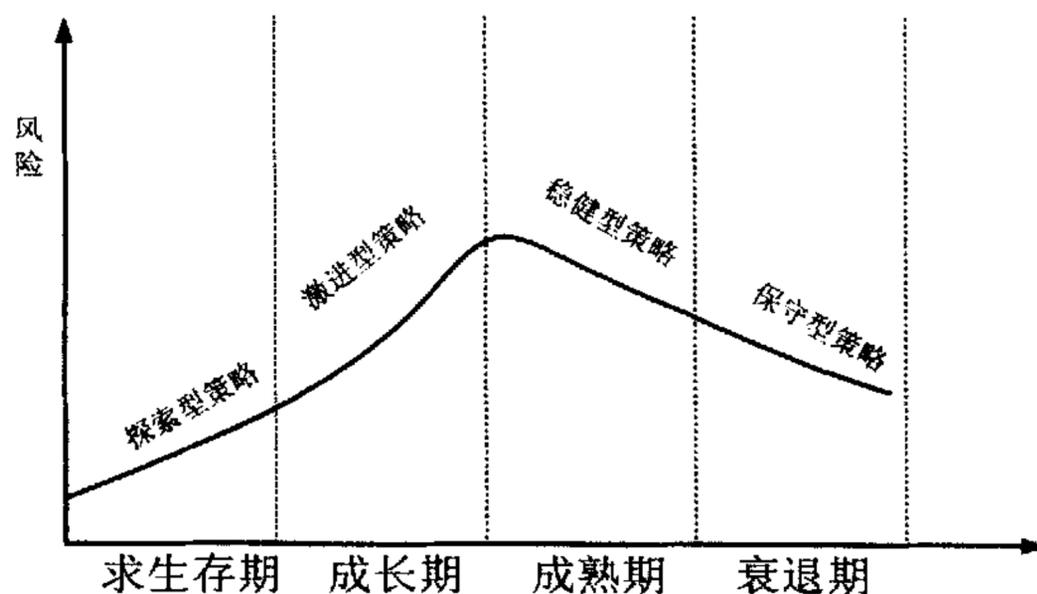


图 5.4: 投资主体随生命周期各阶段选择不同阶段投资客体的组合策略

(1) 探索型投资组合策略：这是投资主体在生存发展的初期，面临诸如竞争、财务等各方面的风险的情况下，谨慎从事投资行为的策略。根据投资主体这一时期的风险水平，在投资组合资产的选择上，应主要选择经济可行性较好的投资，资金回收较快的短期投资，从而可以缓解这一时期的资金压力。适当地将资金投入不是特别大，但具有长远效益的项目纳入资产组合之中，这些项目的组合使得投资主体总的获利水平稳定，对风险的抗拒能力加强。宜选择将处于成长期及成熟期的项目，更好的控制技术及市场风险。投资方式上宜选择股权投资与债权投资相结合的方式。债权投资有固定的利息保证，不用承担过多的企业经营中的风险，对于求生存期的投资主体来说，市场风险、技术风险等都较大，选用这样的投资方式，有较好的风险规避作用。两种方式的结合，使得投资主体在有一定利息保证的情况下，作为股东随着投资企业经营业绩的增多可获得一定的股利收入。同时随着公司规模扩大和市场容量的增大，股东的利润余留渐增，并且可以收购其他的内部股权，使其在企业中的股权份额随之增加。

(2) 激进型组合策略：这是投资主体在现有的基础水平上向更高一级的目标发展的投资组合策略。在投资主体的高速发展期最适宜选择这种策略。这个时期投资主体面临的风险主要有财务、决策等风险，但这一时期投资主体的成长较快，现金流逐渐为正，并有盈余。针对这一情况，在投资组合中投资项目的选择上应

以投资收益高的项目为主，如高技术项目、风险投资类项目等，并可在金融市场上扩展资产类型，适当量的搭配会使得整个组合的风险降低，并能获得超额的投资收益，对求生存期及成长期项目的组合，再加上一些处于生命周期衰退期但是有较好的转型前景的项目加入组合中，体现了激进的思想。投资方式上宜选择股权投资方式，作为股东有比债权人更高的股利收入及资本利得。

(3) 稳健型组合策略：这是指受制于经营环境和内部条件，投资主体所期望达到的经营状况基本保持在现有的范围和水平上的策略。在投资主体生命周期变化阶段的成熟期最宜采用稳健型策略。在生命周期的成熟期面临的风险主要是组织风险，以及承担一部分社会责任的压力。应当根据这一时期投资主体的特征，一方面加大对已有组合的管理，另外在构建新的组合时，考虑这一时期投资主体盈利稳定性、资金充足性的特征，合理的将金融市场的投资纳入其中。投资对象的选择上将处于生命周期成熟期的投资客体纳入组合中，稳定的收益及较小的风险波动体现了投资主体追求稳健的思想。在资产类型的选择上，对股票和债券的投资具有高收益与高风险的特性，组合中加入此类资本类型，在资本投入量不是很大的情况下会有较好的收益水平。如果风险水平很高，由于资本市场的灵活性，资金能够及时灵活地退出，这样能够较好的调整整个组合的收益水平。一部分成功的投资主体可以上市，并通过股票市场上的资本运作扩大规模，最终成为成熟的上市公司。

(4) 保守型组合策略：这是指投资主体从现有的策略基础水平往后收缩和撤退，且偏离现有水平较大的策略。在投资主体生命周期变化阶段的衰退期最宜选择这一策略。在这一时期使用这一策略主要是为了保存投资主体的实力，谋求在以后东山再起或转向别的产业上。衰退期的投资主体各个方面都已经老化，抗击内外各种风险的能力都很弱，这一时期对外投资一般不应过多，对于有限的对外投资资金更应谨慎从事，以短期投资加中期投资组合为宜。保守型的组合中，尽量将处于生命周期成熟期的项目作为组合的选择对象，确保收益的稳定。

## 6 结论

1、从投资组合的定义、组合理论的发展入手，通过对各投资组合理论产生背景、假设条件、模型框架以及应用范围的对比分析，明晰了投资组合理论的理论框架、发展现状和适用范围。探讨了项目组合提出的背景和意义，界定了投资项目组合与证券组合，给出了投资项目组合分析的理论基础。

2、研究了投资组合风险的构成，分析得出组合风险如同单个资产风险一样，由两部分构成，即系统风险和非系统风险。对资产进行组合，可以使非系统风险大大降低，但是系统风险却不会由于投资组合而发生的变化。针对项目投资的实际，识别了投资项目组合的风险，为此后的风险度量 and 决策提供了明确的指标体系。

3、在投资项目组合风险分析的基础上，讨论投资项目组合风险的度量问题。探讨了目前常用的投资组合风险的度量方法，如半方差、VAR、熵等，对比了各自的有缺点和适用范围，指出了证券投资组合与投资项目组合在风险度量方面的本质区别。针对投资项目组合的特点，设计了基于概率——损失值的投资项目组合风险度量方法，并给出了实例验证。以 VaR 方法为例，建立了基于 VaR 的投资项目组合风险度量优化体系，规范了投资项目风险的分析与度量过程。

4、对基于投资客体生命周期——风险的投资项目组合做了定性的分析，说明依照此类标准构建投资项目组合的必要性和可行性。并运用实物期权法，建立了基于生命周期的投资项目组合的分析框架。以投资主体及投资客体风险的动态变化为特征，构建适合的投资项目组合。

风险组合决策只能在一定程度上规避风险，要使得投资项目组合能够按照预期的目标实现收益，一个重要的环节在于项目实施过程中风险的控制。所以对风险的控制就是时刻监督各项目以保证按计划进行并随时纠正各种偏差。为了保证风险投资的成功，投资者在投资之后将全面参与项目的经营管理。不仅在项目成长初期派出财务、营销、人力资源等方面的专家，协助制定发展战略计划、进行市场开拓、提供诸如营销、财务、管理等多方面咨询服务，而且在项目成熟期，还派出金融专家、财务专家，对其财务状况进行改善，提高公司价值。决策应随时根据风险环境的变化而相应调整，重新设定目标的选定风险管理工具，以保持组合风险管理决策的时效性和实用性。

## 在校学习期间发表论文及参加科研情况

### 一、发表论文情况

1. 郭鹏、赵青，西部投资：现代投资组合管理几个技术层面的问题，《西北大学学报》（哲学社会科学版），2004.2 [该文被中国人民大学书报资料中心——《区域经济、城市经济》全文转载 2004.8]
2. 赵青、郭鹏，融资租赁资产价值评估的实物期权法，《西安工程科技学院学报》，2003.4
3. Guo peng, Zhaoqing, VaR-based Optimization portfolio system and empirical research. (The Third China (Hangzhou) International Conference on WTO Financial Engineering & Venture Capital 'Xihu' International Finance Forum)
4. 郭鹏、施品贵、赵青，宁夏美利纸业后向一体化——可持续发展战略，《经济管理》，2004.7
5. 郭鹏、赵青、梁工谦，西部投资中非金融资产投资组合问题，《西北大学学报》（哲学社会科学版），已录用，即将发表于 2005.3
6. 赵青、郭鹏，投资组合风险评价模型研究，《西北工业大学社科版》，2003.12(23)
7. 郑唯唯、赵青，中小企业技术创新能力的统计分析，2004 年西湖国际中小企业研讨会
8. 刘军、赵青，论基层管理者的领导力，《西北工业大学学报》，2004.3

### 二、参加科研情况

1. 申请并主持 2004 年度西北工业大学研究生创业种子基金项目：投资公司投资组合方案策划，项目编号：Z20040070。
2. 参加陕西省自然科学基金课题“面向全寿命周期的高技术项目风险识别与价评方法研究”。
3. 参加航空基金的“武器装备全寿命周期风险管理研究”。
4. 参加市科委课题“西安市科技中介服务机构发展战略研究”。
5. 参加陕西省哲学社会科学规划课题“陕西科技中介服务业发展战略研究”。
6. 参加上市公司宁夏美利纸业经营管理大纲编写工作。

## 致 谢

首先要感谢我的导师——郭鹏教授。他严谨的治学态度，渊博的知识以及平易近人的处世态度给我留下了深刻的印象。在二年多的研究生学习，特别是毕业论文的写作期间，郭老师对我进行了大量的指导，为我尽最大可能地提供最好的科研条件，并为论文的选题、审阅和最后的定稿倾注了大量的时间和精力，他孜孜不倦的教诲将使我受益终身。值此论文完成之际，谨向我的导师表示衷心的感谢并致以崇高的敬意。

其次要感谢我的家人，他们在生活上给了我无微不至的关怀，使我能够全身心地投入到学习和科研中去，并且在力所能及的范围内给我的学习提供帮助。没有他们的关心和支持，我的学业根本不可能完成。

最后，还要感谢在论文的写作过程给我提供了大量帮助的施品贵师兄、曹朝喜师弟、安会刚师弟，杨亚芳师妹他们在论文资料的收集及写作思路方面都给了我许多建设性的意见。感谢他们的无私和友谊。还要感谢师母郑唯唯老师，谢谢她在生活和学业上对我的关心和指导。感谢所有在我研究生学习期间给予我无私帮助的老师 and 同学们。

## 参考文献

- [1]Markowitzs,H.M., Portfolio Selection:Journal of Finance, 12(1952),151—158.
- [2]Markowitzs,H.M., Portfolio Selection,Efficient Diversification of Investment, John Wiley &sons, 1959.
- [3]Markowitzs,H.M., Portfolio Selection: Selection,Efficient Diversification of Investment, Second Edition, John Wiley &sons, 1991.
- [4]Tobin.J., Liquidity reference as Behavior Towards Risk ,Review of Economic Studies,February 1958.
- [5]The Theory of Profolio Selection, in F. H. hahn and F. P. R. Brechling , eds. ,The Theory of Interest Rates , London ,1965.
- [6]Tobin.J.,Commont on Borch and Feldstein , Review of Economic Studies, January 1959.
- [7]Markowitzs,H.M., The two Beta Trap. Journal of Portfolio Management , Fall, 1984.
- [8]Markowitzs,H.M., Mean Variance Analysis in artfolia Choice and Capital Markets, New York, Basil Blackwell , 1987.
- [9]Markowitzs,H.M., etal., the Value of Blank Chock . Baruch College Working Paper. Baruch College. City University of New York. 1989.
- [10]Sharp. W.F. Portfolio Analysis Based on a Simplified Model of the Relationship among Securities , Ph. D. dissertation , University of California , Los Angeles . 1961.
- [11]Sharp. W.F. A Simplified Model for Portfolio Analysis, Management Science , January 1963.
- [12]Sharp. W.F. A Linear Programming Algorithm for Mutual Fund Portfolio Selection, Management Science, March 1967
- [13]Sharp. W.F., Portfolio Analysis:Introduction, Journal of Financial and Quantitative Analysis, June 1967.
- [14]Sharp. W.F., Portfolio Theory and Capital Markets, New York:McGraw-Hill.1970
- [15]Sharp. W.F.,Book,Review:Mean—variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets, journal of finance June 1989.
- [16]Miller,M.H., Review of Portfolio Seletion,Efficient Diversification of Investment, journal of business October 1960.
- [17]小詹姆斯 L.法雷尔、沃尔特 J.雷哈特, 投资组合管理理论与实践, 机械工业出版社, 2000.3

- [18]罗洪浪、王浣尘, 现代投资组合理论的新进展, 《系统工程理论方法应用》, 2002.9
- [19]王春峰、万海晖、张维, 金融市场风险测量模型——VaR, 《系统工程学报》, 2000.3
- [20]李金林, 房地产风险投资组合模型研究, 《西北民族学院学报》, 2001.6
- [21]丰雷、徐德胤, 房地产投资组合选择模型, 《财会研究》, 1998.1
- [22]吴忠泉、杨忠直、曹秀琴、王智敏, 基于现代投资组合理论的房地产投资优化组合模型, 《地质技术经济管理》, 2001.8
- [23]林剑, 房地产投资优化组合的数学规划决策, 《基建优化》, 1998.1
- [24]杨林峰, 跨国经营中的投资项目组合研究, 《中国纺织经济》, 1998.6
- [25]郭鹏、赵青、梁工谦, 西部投资中非金融资产投资组合问题, 《西北大学学报》(哲学社会科学版), 已录用, 即将发表于 2005.3
- [26]庄新路、庄新田、黄小原, 基于 VAR 风险指标的投资组合模糊优化, 《数学的实践与认识》, 2003.3
- [27] Jensen, M.C., Meckling, W.H. *Free Cash Flow and the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure*, *Journal of Financial Economics* 3, 1976:305 --- 360
- [28] Doherty, N., Tinic, S. *Reinsurance under Conditions of Capital Market Equilibrium: a Note*, *Journal of Finance* 36, 1981:949 --- 953
- [29] Smith Jr., C.W., Stulz, R. *The Determinants of Firms' Hedging Policies*, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 20, 1985:391 --- 405
- [30] MacMinn, R.D., *Foreign Markets, Stock Markets and the Theory of the Firm*, *Journal of Finance* 42, 1987:1167 --- 1185
- [31] Anderson, R. and Danthine, J. *Cross Hedging*. *Journal of Political Economy* 89:1182 --- 1196
- [32] 姜继娇、杨乃定、贾晓霞, 多心理账户的项目组合风险集成管理研究, 《管理评论》, 2003.9
- [33] 崇曦农、李宏, 多目标证券投资组合决策模型, 《南开经济研究》, 2000.4
- [34] 门明, 高级投资分析, 对外经济贸易大学出版社, 2002.11
- [35] 陈松南, 投资学, 复旦大学出版社, 2002.9
- [36] 尹占华、张文修, 投资组合分散风险的理论及实证分析, 《西安财经学院学报》,

2003.8

- [37]陈忠阳, 金融风险分析与管理研究, 中国人民大学出版社, 2001.4
- [38]徐克军, 半方差在风险管理中的应用及估计的统计性质, 《同济大学学报》, 1998.26.1
- [39]吴建伟, 关于证券投资风险的表述及相关模型分析, 《理论研讨》, 2001.24
- [40]景乃权, 陈姝, VaR 模型及其在投资组合中的应用, 《财贸经济》, 2003.2
- [41]陈忠阳, VaR 体系与现代金融机构的风险管理, 《金融论坛》, 2001.5
- [43]吴世农, 陈斌, 风险度量方法与金融资产配置模型的理论 and 实证研究, 《经济研究》, 1999.9
- [44]田军, 投资组合风险测算的风险价值方法, 《西南交通大学学报》, 2001.8
- [45]王顺江, 刘晓宇, 风险价值及其在投资组合中的应用, 《东北财经大学学报》, 2002.5
- [46]胡海鹏, 方兆本, 投资组合 VaR 及其分解, 《中国管理科学》, 2003.6
- [47]林辉, 何建敏, VaR 在投资组合应用中存在的缺陷与 CVaR 模型, 《财贸经济》, 2003.12
- [48]李华、何东华、李兴斯, 熵——证券投资组合风险的一种新的度量方法, 《数学的实践与认识》, 2003.6
- [49]GUO Peng, ZHAO Qing, WANG Xin. VaR-based Optimization portfolio system and empirical research. (The Third China (Hangzhou) International Conference on WTO Financial Engineering & Venture Capital 'Xihu' International Finance Forum)
- [50][美]伊查克·爱迪思著, 赵容等译, 企业生命周期, 中国社会科学出版社, 1997.10, 第1版
- [51]郭鹏、赵青, 西部投资: 现代投资组合管理几个技术层面的问题, 《西北大学学报》(哲学社会科学版), 2004.2
- [52]Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities, Jour Polit Eco, 1973,81: 637-659.
- [53]赵青、郭鹏, 融资租赁资产价值评估的实物期权法, 《西安工程科技学院学报》, 2003.4
- [54]Dixit AK, Pindy ck RS. The option approach to capital investment [J]. Harvard Business Review, 1995, (5,6): 105-115
- [55]张清华、田增瑞、王靖, 项目投资组合决策的分析框架——基于实物期权的方

- 法,《中国管理科学》,2004.3
- [56]文涛,投资组合风险的动态控制策略,《湘潭大学社会科学学报》,2002.7
- [57]余鹏、邱广平,投资组合“风险”研讨,《当代财经》,1997.7
- [58]彭建刚、秦劲松,论商业银行资产组合的风险分散,《统计与信息论坛》,2000.3
- [59]贾楠、刘志才,关于房地产投资风险类型的研究,《建筑管理现代化》,2002.2
- [60]戴浩晖、陆允生、王化群,单时期下一种新的风险度量方法及其应用,《华东师范大学学报》(自然科学版),2001.9
- [61]韦廷权,风险度量和投资组合构造的进一步实证,《南开经济研究》,2001.2
- [62]王春峰,金融市场风险管理,天津大学出版社,2001年
- [63]胡昌生、熊和平、蔡基栋,证券投资学,武汉大学出版社,2002.2

## 西北工业大学 学位论文知识产权声明书

本人完全了解学校有关保护知识产权的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属于西北工业大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版。本人允许论文被查阅和借阅。学校可以将本学位论文的全部或部分内 容编入有关数据库进行检索。可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。同时本人保证，毕业后结合学位论文研究课题再撰写的文章一律注明作者单位为西北工业大学。

保密论文待解密后适用本声明。

学位论文作者签名：赵青  
2005年4月11日

指导教师签名：郭明  
05年4月12日

---

## 西北工业大学 学位论文原创性声明

秉承学校严谨的学风和优良的科学道德，本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容和致谢的地方外，本论文不包含任何其他个人或集体已经公开发表或撰写过的研究成果，不包含本人或他人已申请学位或其它用途使用过的成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

本人学位论文与资料若有不实，愿意承担一切相关的法律责任。

学位论文作者签名：赵青  
2005年4月11日