

现代投资组合理论应用及发展综述

赵庆, 王志强

(东北财经大学 金融学院, 辽宁 大连 116025)

摘要: 马科维茨1952年经典之作《资产选择》开启了金融数理分析的先河, 投资组合模型在理论和实践应用方面面临着众多的发展与挑战, 其中包括交易成本、组合约束及模型对收益和方差的敏感性。另外, 组合优化模型及相关领域同样也面临新的发展趋势, 例如多元化方法、风险平价模型、混合不同观点收益和多期组合优化问题等, 对这两个方面进行综述无论从学术角度还是实践角度对组合优化模型都是一个重要的补充。

关键词: 投资组合; 实践应用; 发展趋势

中图分类号: F830.91 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-1505(2015)01-0082-10

A Summary of the Practical Application of Portfolio Theory and its Development Trend

ZHAO Qing, WANG Zhi-qiang

(Finance School, Dongbei University of Finance and Economics, Liaoning Dalian 116025, China)

Abstract: Markowitz's classic paper *Portfolio Selection* in 1952 opens the financial mathematical analysis, portfolio model in theory and practical application faces development and challenges, including transaction costs, combination of constraint, the model of income and the sensitivity of the variance. In addition, portfolio optimization and other areas also faces new development trends, such as diversified methods, risk parity model, return from different views, and many multi-period optimization problems. Whether it is viewed from the perspective of academic perspective or practice, this paper is an important supplement to portfolio optimization model.

Key words: portfolio; practical application; development trend

一、引言

Markowitz (1952)^[1]的经典之作《资产选择》提出的投资组合理论开启了金融数理分析的先河, 在

收稿日期: 2014-06-18

基金项目: 国家自然科学基金“基于时变参数的学习机制、利率行为与政策效果研究”(71173030)

作者简介: 赵庆, 男, 东北财经大学在读博士研究生, 主要从事金融工程研究; 王志强, 男, 东北财经大学教授, 博士生导师, 主要从事数量经济学、金融学研究。

马科维茨均值一方差模型(MVO模型)之前,金融投资者对风险和收益之间的关系基本上都是分开研究或者仅是偶然联系在一起的。

虽然MVO模型在理论与实践影响重大,但是仍不免存在一些问题;Green和Hollifield(1992)^[2]指出投资组合没有更好的实现多元化;Black和Litterman(1991^[3]、1992^[4])指出MVO模型容易对组合中某些证券产生极端的权重,等等。但是以上MVO模型中存在的问题,并不代表MVO模型的错误,只是意味着其在实践中需要进行修改,以便保证可靠性、稳定性。本文结合Kolm等(2014)^[5]等国内外文献对MVO模型扩展理论和相关领域进行综述,以达到两个目的:第一,概括MVO模型在实践应用方面的一些相关领域。如增添各种约束条件以达到满足投资组合管理者特殊目的,又如降低MVO模型对输入参数及估计误差敏感性的方法等。第二,我们选取了部分基于MVO模型基础上发展出的一些新的趋势和研究方向。我们讨论了多元化方法,概括了风险—平价组合(Risk-Parity Portfolio)模型,同时也讨论了如何将不同估计的期望收益率混合在一起并且同时增加一些新的约束,最后我们概括了多期组合优化模型。本文结构安排如下:第二部分,我们讨论如何在MVO模型基础上增加约束条件以满足投资者在实践应用中所遇到的挑战。第三部分,我们选取了一些基于MVO模型发展的新方向及相关领域。

二、投资组合模型实践应用

Markowitz提出的经典MVO模型仅仅是现代投资组合理论的开始,投资组合方法仍有许多现实因素需要从不同角度对其进行扩展。

(一) 在MVO模型中引入交易成本

投资组合的选取是在风险与收益之间权衡,选择最优权重的过程,传统上这个过程与交易成本是分开考虑的,然而这样得到次优权重经常会导致巨大的交易成本,并且在一些情况下会严重影响经风险调整的收益率。交易成本包含:直接成本,如佣金、税金、买卖价差等;间接成本,如滑移(Slippage)。滑移就是实际买价高于(或实际卖价低于)预期水平的差额。滑移产生主要有两个原因:一是市场价格变动迅速,使得投资者预期的成交价格与真正行情之间脱节;二是市场影响成本,也就是因为交易本身导致市场价格变化,即当买入时使得价格上升,反之亦然,并且当单笔交易量占平均成交量较大比重时,滑移对市场的影响便是实质性的。更进一步,由于各项资产的流动性不同,其交易成本可能显著不同,如两项资产具有相同期望收益与风险,具有较高流动性的资产更倾向于具有较高的交易成本。因此,在构建组合模型时如果忽略交易成本容易导致产生次优组合,基于上述原因,Hasbrouck(1991)^[6],Lillo等(2003)^[7],Almgren等(2005)^[8],孙超和李胜宏(2008)^[9],任大源等(2012)^[10]等众多学者在构建投资组合模型时均引入交易成本。

Brown和Smith(2011)^[11]指出将交易成本引入投资组合模型中将会导致投资组合优化问题更加复杂,难以求解。当投资组合模型不包括交易成本时是二次规划模型,而当引入交易成本时则更多的变成非线性规划模型,因此对于引入交易成本的MVO模型难以求解。对于该问题主要有两种处理方法:一种方法是采用专门的求解法,如Ceria等(2008)^[12]使用的二阶锥规划直接求解;另一种是调整假设条件使用二次规划方法求解,市场影响成本函数可以利用简单的线性或二次函数进行近似替代,由于市场影响成本模型在估计时就存在较大的估计误差,所以在数值精度上并没有什么损失,并且通过这种近似替代的好处就是投资组合模型容易求解。

(二) 构建投资组合模型的约束条件

MVO模型具有灵活性,使得投资组合管理者可以根据不同需求构建组合模型,而不需要调整预期收益或风险。并且约束条件对投资组合模型产生重要影响,Michaud(1989)^[13]指出构建约束条件可

以帮助组合抑制波动性、提升表现。

1. 监管约束条件。在构建投资组合模型中经常引入反映市场监管体系的约束,尽管这些约束条件是有可能限制投资组合管理者才能的发挥或资产的选择,但是这些监管约束条件属于强制性、时刻都需要注意的。这些监管约束条件目的是规范投资者投资行为,减小投资风险,这些约束条件在各个国家或地区都存在。

2. 根据客户要求约束条件。投资组合管理者为客户管理资产,这样不同客户对投资管理会有不同要求,例如禁止投资某个领域或者对某个领域又有特殊偏好又或者对于投资权重会有某种要求等等,这些根据客户要求产生的约束条件同样也是属于强制性、需时刻注意的约束条件。

3. 投资组合管理者约束条件。一般来说,构建投资组合的约束条件绝大多数都属于灵活的(与上述两种强制约束条件相反),源于投资管理对某些证券的特殊偏好如不同国家或地区、板块或财务杠杆等。一个构建合理并且经过校验的 MVO 模型,可以准确的将风险溢价显现出来,即反映出投资组合对风险与收益之间的权衡,为什么投资组合管理者还要自己增加约束条件抑制组合优化过程而产生一个新的风险与收益之间的权衡?其主要的的原因是源于模型保险的概念,投资者发现,风险与收益的预测模型受估计误差的影响容易低估实际投资组合的风险,因此投资组合优化模型中风险的低估对于投资者而言更像是一种赌博,因此投资者需要增加约束条件以限制该种情况发生。

4. 交易量约束。大量的买/卖证券交易容易对证券价格产生冲击从而引起市场影响成本,因此,投资者会明显限制某些证券成交参与率,以限制由于交易量而导致证券价格发生变化。该约束一般是在该组合中某只证券单日交易量不超过该证券日均成交量的一个百分比。

5. 风险管理约束。投资者经常会将投资组合风险与绝对风险或证券基本组合风险比较以限制投资组合模型的波动性。对于风险管理约束还有一种风险配比的方法,就是在投资组合模型中对不同国家或地区、不同风险影响因素分配不同的风险配比。

(三) 组合约束条件诊断方法

如果构建约束条件含义不清晰或者量化过程存在巨大偏差,会导致投资组合不能反映组合管理者的真实目的。基于此,近年来提出一些对构建组合约束条件进行诊断的措施和方法以评估组合约束条件对组合及其性能的影响。

1. 转移系数(Transfer Coefficient)。Clarke 等(2002)^[14]提出转移系数概念,它是投资组合模型中经风险调整活跃权重(Risk-adjusted Active Weights)与风险调整预测活跃收益(Risk-adjusted Forecasted Active Returns)之间的横截面相关系数,用来度量约束条件对投资组合影响程度的方法,如果理想情况下没有约束条件则转移系数为1。在实践中转移系数约束一般取0.3~0.8^①。

大多投资组合在实践应用中都会引入约束条件,但是众多约束容易使模型产生失真,可以通过转移系数方法来度量该约束对组合优化模型的影响。在 Clarke 等(2002)^[14]研究中约束条件包括:卖空限制约束、市值中立约束、换手率约束,其中卖空限制是代价最高的的约束,国内康志林和曾燕(2012)^[15]研究了风险测度、投资上限有界与不允许卖空约束下的最优投资组合。米辉和张曙光(2013)^[16]研究了财富约束条件下损失厌恶投资者的动态投资组合选择。

2. 影子成本分解(Shadow Cost Decomposition)。Clarke 等(2002)^[14]提供的转移系数方法只能分析约束条件对投资组合整体的影响,而不能分析每一个约束条件对投资组合的影响,因此在实际应用中很难运用转移系数判断哪些约束条件对投资组合是代价高的约束。可以通过影子成本方法分解每个约束条件对投资组合的影响:Tütüncü(2012)^[17]通过影子成本分解方法在效用函数中应用,分析了活

^①Clack et al. (2002)基于标准普尔500指数实证分析转移系数在实践中一般取0.3~0.8,国内目前没发现类似研究。

跃权重分解(Active-Weight Decomposition)和收益影响因素分析(Return Factor Analysis)。先前使用类似方法有:Grinold(2005)^[18]分解过程中对不同成本和约束条件分配机会损失(Opportunity Loss);Scherer和Xu(2007)^[19]发现约束条件对各个证券的投资权重影响是严重的,但是对投资者效用影响是不明显的;Stubbs和Vandenbussche(2010)^[20]通过引入事后约束(Ex-post Constraint)发展了影子成本分解方法。

3. 约束条件引起的偏差。近年来,对收益和风险模型设定偏差吸引了越来越多学者的注意,如Lee和Stefek(2008)^[21],Ceria等(2012)^[22]证明了当收益模型中的某些因素没有被风险模型包含时,此时利用该风险模型的组合优化结果会在不增加风险的情况下产生超额收益,这样套利机会的出现会导致投资组合优化过程的不稳定并且投资组合的风险也会被明显低估,这种低估是由于收益模型中的某些因素与风险模型正交。为确保收益模型和风险模型的正确设定,Saxena等(2011)^[23]对该偏差进行了研究,分析了由约束条件导致的偏差,他们观察到即使收益模型和风险模型设定正确并且收益模型中没有因素与风险模型正交,如果将约束条件引入投资组合中也会导致组合优化结果明显低于积极风险(Active Risk)水平20%~30%^①,这主要是由于约束条件和MVO模型的结合反映出在风险模型中缺失的系统风险,同时作者也提供了一种收益校准因素(Alpha Alignment Factor)^②来解决这个问题。冯用富等(2004)^[24]认为,在不确定情况下,人们追求最大化的任何选择都会受到选择范围、信息与知识的约束,因而精确计算后的结果与现实结果具有不一致性,约束越强,偏差就越大,理性是人们约束条件下追求最大化的行为。

(四) 缓解估计误差对MVO模型的影响

在运用MVO模型中,投资组合管理者不可能了解他们所有与资产定价相关的信息来判断预期收益和协方差,因此,对组合输入参数进行合理估计(还有估计误差的问题)是不现实的。另外,在对组合输入参数估计完成后,组合优化问题则变成一个确定性的问题,完全忽略了输入参数不确定性对投资组合的影响,将输入参数视为一个无误差的变量,这显然是不谨慎的。

Kritzman(2006)^[25]指出估计误差会对投资组合权重产生显著影响,而投资组合期望收益率变化不大。所以,他认为当以组合期望收益率替代组合优化权重作为衡量指标时,MVO模型对估计误差是稳健的(Robust);Best和Grauer(1992)^[26]指出在MVO模型中,期望收益率估计误差不确定性相比于协方差估计误差不确定性的影响要大的多;Chopra和Ziemba(1993)^[27]指出二者的相对重要性依赖于投资者风险厌恶,但是依据一般的经验,期望收益率误差对MVO模型的影响要大于协方差矩阵误差对MVO模型的影响,方差误差大概是协方差误差影响的两倍。所以,在建立投资组合模型前对期望收益的估计尤为重要,然后是方差和相关系数。

1. 投资组合权重的约束条件。组合管理者经常会对组合各项资产权重进行限制以避免出现极端权重导致模型不准确。Jagannathan和Ma(2003)^[28]指出权重约束对估计误差影响的判别方法,结果显示:没有卖空约束条件对MVO模型影响的效果等价于减小证券协方差估计对MVO模型的影响,权重上界约束条件的效果等价于增加相应的协方差,如果证券具有较高的协方差则更倾向于负的组合权重。

2. 多元化措施。Bouchaud等(1997)^[29]提出了“多元化指标”以度量组合的集中程度,该指标可以用来在组合构建过程中作为限制个别证券集中程度的约束条件。特别是,集中投资组合策略对应于了解证券大量信息内容,等权重组合策略对应于了解证券少量信息内容。多元化指标约束同样也是减小

①Saxena et al. (2012)基于标准普尔600指数实证分析得出的结论,目前国内没发现关于该内容研究。

②在该文中作者使用alpha代表收益率。

估计误差影响的方法。

3. 贝叶斯方法与 B-L 模型。关于贝叶斯方法、收缩方法 (Shrinkage Approaches) 介绍的资料众多, 仅对应用于 MVO 模型输入参数估计的文献进行一个简单的梳理, 对预期收益率的估计: Jobson 和 Korkie (1981)^[30], Frost 和 Savarino (1986)^[31], Jorion (1991)^[32]; 对协方差的估计: Ledoit 和 Wolf (2004)^[33]①。

B-L 模型是 Black 和 Litterman (1992)^[4] 在 MVO 模型基础上运用贝叶斯分析方法提出的改进模型。该模型具有两个优点: (1) 削弱了对输入参数的高度敏感性的弱点。(2) 导入了投资者对某项资产的主观预期, 使得根据市场历史数据计算预期收益率和投资者的看法结合在一起, 形成一个新的市场收益预期。在 B-L 模型基础上也有众多学者提出了改进模型: Satchel 和 Scowcroft (2000)^[36], Qian 和 Gorman (2001)^[37], Meucci (2008)^[38], 其中 Meucci (2009)^[39] 对 B-L 模型扩展模型进行了汇总。

4. 鲁棒优化。Tetlow (2001)^[40] 指出在金融系统中鲁棒性成为能否确保金融系统持续、正常运行的重要因素。其中不确定集是鲁棒优化算法的核心, 将含不确定参数的最优化问题得以简化为确定型规划问题。关于不确定集确定有几种方法: 投资者的目的是选择最坏情况下效用最大化的投资组合, 如 Goldfarb 和 Iyengar (2003)^[41], Tütüncü 和 Koenig (2004)^[42]; 建立模型过程中增加风险价值约束, 如 El Ghaoui 等 (2003)^[43]; 增加条件风险价值约束, 如 Garlappi 等 (2007)^[44], Zhu 和 Fukushima (2009)^[45]。

到目前为止, 鲁棒优化主要有三种方法, 第一种方法是 Soyster (1973)^[47] 在鲁棒优化方面的开创性工作, 提出线性优化模型来求得一个对所有属于一个凸集的数据均可行的解。这个推断模型产生的解在某种意义上太保守, 为了保证鲁棒性, 放弃了很多的标称问题的最优性。第二种方法是 Ben-Tal 和 Nemitovski (1998)^[48] 提出一种新的鲁棒优化处理不确定性环境方法, 对处理过度保守性作出了努力, 将鲁棒优化应用到具有椭圆不确定集合的线性规划问题, 得到了二次锥规划。由于其非线性性, 其求解较为复杂。第三种方法是 Bertsimas 和 Sim (2004)^[49] 专门为多种不确定性提出的一种方法, 通过生成的线性鲁棒对应来控制解的保守性水平即可以调节鲁棒水平的方法, 并且得到的是线性模型, 相比较第二种方法也更容易求解, 并且该方法也很容易拓展到离散优化问题。②

和其他对 MVO 模型改进方法一样, 鲁棒优化法也面临挑战, Scherer (2007)^[50] 认为鲁棒优化算法等价于输入量的收缩估计法, 至少在某些情况下会导致投资组合次优结果输出。

5. 合并高阶矩 (Incorporating Higher Moments) 和尾部风险措施 (Tail-Risk Measures)。MVO 模型是投资者假定收益率分布满足正态分布, 但是有的资产显示厚尾和不对称性导致不能用 MVO 模型描述。在很多情况下收益率尾部分布情况显著影响投资组合表现, Jobst 和 Zenios (2001)^[51], Harvey 和 Siddique (2000)^[52] 通过实证显示股票收益率偏度与投资组合选择相关, 当资产收益率显示正偏峰峰时, 投资组合可能导致负的期望收益率。

理论上根据资产收益率实际分布情况构造效用函数从而组建组合模型 (至少在合适规模下) 是可能的, 然而在实际应用中却很少使用这种方法, 通常选择均值一方差作为效用函数的近似替代。Levy 和 Markowitz (1979)^[53] 比较幂效用函数和均值一方差效用函数组合模型的表现, 发现均值一方差效用函数组合优化结果表现足够好。Cremers 等 (2005)^[54] 通过实证检验对数效用函数和幂效用函数对高阶矩非常不敏感, 均值一方差效用函数组合优化结果比前两种效用函数表现均好。

扩展 MVO 模型效用函数主要有两种方法: 第一种直接引入组合偏度和峰度, 事实上, 这类扩展可以看成一般期望效用函数近似替代, 使用泰勒级数扩展效用函数并且在扩展过程中放弃高阶函数, 如

①除此之外, 虽然在实践当中应用较少, 但是也有运用鲁棒统计方法对 MVO 模型输入参数进行估计, 如: Trojani 和 Vanini (2002)^[34]; DeMiguel 和 Nogales (2009)^[35]。

②关于鲁棒优化方法主要参考高莹 (2008)^[46]

Jean(1971)^[55], Athayde 和 Flores(2004)^[56]就是使用了该方法。另一种扩展方法是对组合引入尾部风险措施。除标准偏差度量风险外,最著名的是 J. P. Morgan 银行1996年提出风险价值(VaR),但如 Artzner 等(1999)^[57]指出 VaR 也存在一些缺陷,如非次可加性和非凸性,如今在构建组合中更受欢迎的一种新的度量连贯性风险方法条件风险价值(CVaR),Rockafeller 和 Uryasev(2000)^[58]采用线性规划方法处理类似问题。

三、投资组合模型发展趋势

在这部分我们将阐述投资组合模型一些新的发展趋势和它的相关领域。主要分为三部分,第一部分,讨论多元化方法并对风险平价组合相关领域进行概括。第二部分,对混合不同观点预期收益率提供了一些规范方法,并对这些规范方法所面临的挑战进行了分析。最后,对在实践应用中多期组合优化模型文献进行了梳理。

(一) 多元化方法

量化投资组合中一个重要的目标是多元化组合收益和风险。其中一个最简单多元化方法就是等权重组合,DeMiguel 等(2009)^[35]指出等权重组合方法不仅能达到多元化目的,并且其表现有时也优于其他组合模型,同时等权重方法不需要估计收益率和风险,不受估计误差的影响。另一种实现多元化投资组合的方法是使用风险模型却不使用收益模型,Asness 等(2012)^[59]提出了基于风险的风险平价方法,风险平价方法是在构建组合模型过程中将所有证券等额分配风险。

1. 度量风险贡献。组合管理中一个重要的概念是通过各个证券量化投资组合整体风险,不同证券风险贡献的分布可以用来度量组合的多元化程度。有几种不同方式定义单个证券对证券组合的风险贡献,如 J. P. Morgan 银行1997提出的信用计量模型得到广泛应用,但是其中一个缺陷是所有投资组合头寸的风险贡献之和一般不等于总的投资组合的风险,因此使得对风险贡献的解释不直观。

另一种经常在实践中构建风险贡献的方法是:首先定义每种资产边际风险贡献(Marginal Risk Contribution, MRC)等于组合标准差对权重的偏导数,则每种资产的风险贡献 RC 等于权重与边际风险贡献之积,该定义一个重要性质是所有资产的风险贡献之和等于组合总的风险,同时也对证券风险贡献对组合风险的比率相对风险贡献(Relative Risk Contribution, RRC)进行了定义,即每种资产的风险贡献与标准差之比。

2. 风险平价组合。风险平价组合即投资组合管理者将投资总风险平均分配到各项资产,风险平价组合对于投资者而言不仅能实现多元化组合而且更直观更容易理解,然而相比较等权重或全局最小方差组合(Global Minimum Variance Portfolio),风险平价组合更难构建。下面考虑一种特殊情况,即仅构建卖空限制约束的风险平价组合^①。

构建风险平价组合首先需要量化风险平价偏差(Deviation From Risk Parity, DRP),然后实现最小化。Maillard 和 Teiletche(2010)^[60]提出了一种度量风险平价偏差的方法:

$$DRP_1(\omega) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i (\sum \omega)_i - \omega_j (\sum \omega)_j)^2$$

其中, ω_i 为投资组合各项资产权重, $(\sum \omega)_i = \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} \omega_j$ 。

另外我们还可以选择其他两种类似方式:

^①关于构建风险平价组合问题如:“对于一个给定协方差矩阵是否总是存在一个风险平价组合”或“当风险平价组合存在时,是否是唯一的”,是非常难回答的,特别是再加上约束条件。

$$DRP_2(\omega) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\omega_i \cdot (\sum \omega)_i}{\omega^T \sum \omega} - \frac{1}{n} \right]^2, DRP_3(\omega) = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\omega_i \cdot (\sum \omega)_i}{\omega^T \sum \omega} - \frac{1}{n} \right|$$

风险平价组合可以通过最小化以上三种风险平价偏差实现风险平价组合,但是同时也指出由于该度量方法都是权重的非凸方程,求解最小化过程非常困难,并且组合权重中一个微小变化都会导致不可预测的结果,同时也指出卖空限制约束下的风险平价组合具有可行性同时也具有很大应用价值。

(二) 混合不同观点的预期收益率

构建投资组合模型一个重要的因素就是构建收益率模型,预期收益率是典型的包含各种观点和意见的对证券收益率预测的数据,例如多因素收益模型是将不同的并且潜在冲突的观点混合在一起的模型,还有在前面讨论的混合不同观点的 B-L(1992)^[4]模型。

考虑两种不同观点收益率模型:由于不同投资期限的假设,战略观点(Strategic Views) μ^{SV} 属于长期的,战术观点(Tactical Views) μ^{TV} 属于短期的, $\mu^{SV} = [\mu_1^{SV} \cdots \mu_N^{SV}]^T$, $\mu^{TV} = [\mu_1^{TV} \cdots \mu_N^{TV}]^T$ 。基于以下理由使得很少将两种不同观点预期收益模型通过统一的权重来体现:(1)希望分别考虑不同观点预期收益的风险贡献和风险属性。(2)对于不同观点预期收益其期望持有期不同。因此,我们将不同观点预期收益权重分开考虑,设战略观点投资组合权重 ω_A^{SV} ,战术观点投资组合权重 ω_A^{TV} ,则不同观点投资组合优化模型:

$$\begin{aligned} \max_{\omega \in \Omega} & (\mu^{SV})^T \omega_A^{SV} + (\mu^{TV})^T \omega_A^{TV} - \lambda \cdot (\omega_A^{SV} + \omega_A^{TV})^T \sum (\omega_A^{SV} + \omega_A^{TV}) - \gamma \cdot TC(\omega) \\ \text{s. t.} & \omega - \omega_A^{SV} - \omega_A^{TV} = \omega_B \\ & (\omega_A^{SV})^T \sum \omega_A^{SV} \leq u^{SV} \\ & (\omega_A^{TV})^T \sum \omega_A^{TV} \leq u^{TV} \end{aligned}$$

其中: $TC(\omega)$ 为交易成本函数, u^{SV} , u^{TV} 为相应投资风险约束, γ 为市场影响成本厌恶系数。另外,更细致考虑交易成本可以将总交易成本函数 $TC(\omega)$ 分解为战略观点交易成本 $\gamma^{SV} \times TC(\omega_A^{SV})$ 和战术观点交易成本 $\gamma^{TV} \times TC(\omega_A^{TV})$ 。

(三) 多期组合优化模型

Merton(1969)^[61]等众多学者指出单期组合优化模型难以捕捉组合跨时期的影响并由于跨期套期保值的需要,使得投资组合管理者需要了解在下一个时期证券的最优分配。考虑一种在多期模型中比较常见的市场影响,即与交易即时性相联系:如果交易非常迅速则市场影响成本较大,反之亦然。因此,投资者在一定时期内经常分散交易,然而如果投资者交易时期跨度过大,由于价格易变性导致资产价格变得不利于交易者,Almgren 和 Chriss(2000)^[62]指出这是在目前交易成本(来源于高市场影响成本)与价格易变性(来源于低市场影响成本)之间的权衡。

一般来说,多期组合优化模型在实践中很少使用。主要有以下几个原因:第一,对于单期组合优化模型都很难估计收益和风险,对于多期组合模型而言则更难。第二,多期组合优化模型计算复杂,特别当组合中资产增加时更难以求解。第三,多期组合优化模型很难处理现实世界的约束条件,如上节中所讨论的各种约束,基于上述原因,在实践中更多分阶段使用单期组合优化模型。

四、总结与展望

投资组合优化和多样化概念的发展,加深了对金融市场和金融决策的理解。自1952年 Markowitz 著作《组合选择》以来投资组合在理论和实践应用中得到广泛的发展但同时面临着一些挑战:在 MVO 模型中引入直接和间接交易成本,当引入交易成本后使得投资组合模型更加符合资产市场实际

情况,但是当引入交易成本时投资组合模型则更多的变成非线性规划模型,可以采用二阶锥规划和二次规划方法求解;为满足投资组合管理者根据不同需求来构建组合模型,以帮助组合抑制波动性、提升表现,提出各种约束条件,如属于强制性的监管约束条件和顾客要求约束条件等,又如属于绝大多数的灵活的投资组合管理者约束条件、交易量约束和风险管理约束等;如果构建约束条件含义不清晰或者量化过程存在巨大偏差会导致投资组合不能反映组合管理者的真实目的,需要对构建组合的约束条件进行诊断,如通过投资组合模型中经风险调整活跃权重与风险调整预测活跃收益之间的横截面相关系数,以度量约束条件对投资组合影响程度的转移系数方法,而由于转移系数只能分析约束条件对投资组合整体的影响,故提出影子成本分解方法分析每一个约束条件对投资组合的影响;为确保收益模型和风险模型的正确设定,一些学者分析了由约束条件导致的偏差和方法,如收益校准因素方法;通过对投资组合权重的进行约束、多元化措施、贝叶斯方法与 B-L 模型、鲁棒优化、合并高阶矩和尾部风险措施等方法缓解估计误差对 MVO 模型的影响。然后我们也对投资组合模型一些新的发展趋势和它的相关领域进行了归纳:投资组合中一个重要的目标是多元化组合收益和风险,如通过各个证券量化投资组合整体风险,不同证券风险贡献的分布可以用来度量组合的多元化程度的度量风险贡献方法和将投资总风险平均分配到各项资产的风险平价模型;预期收益率是典型的包含各种观点和意见的对证券收益率预测的数据,将不同的并且潜在冲突的观点混合在一起的投资组合模型;基于投资组合管理者跨期套期保值的需要,使得投资者需要了解在各个时期证券的最优权重分配的多期组合优化模型。这无论从学术角度还是实践角度对组合优化模型都是一个重要的补充。

参考文献:

- [1] MARKOWITZ H. Portfolio Selection[J]. *Journal of Finance*,1952,7(1):77-91.
- [2] GREEN R C, HOLLIFIELD B. When Will Mean-Variance Efficient Portfolios be Well Diversified? [J]. *Journal of Finance*,1992,47(5):1785-1809.
- [3] BLACK F, LITTERMAN R. Asset Allocation: Combining Investor Views With Market Equilibrium[J]. *Journal of Fixed Income*,1991,1(2):7-18.
- [4] BLACK F, LITTERMAN R. Global Portfolio Optimization[J]. *Financial Analysts Journal*, 1992,48(5): 28-43.
- [5] KOLM P N, TüTüNCü R, FABOZZI F J. 60 Years of Portfolio Optimization: Practical Challenges and Current Trends[J]. *European Journal of Operational Research*,2014,234(2):356-371.
- [6] HASBROUCK J. Measuring the Information Content of Stock Trades[J]. *The Journal of Finance*,1991,46(1):179-207.
- [7] LILLO F, FARMER J D, MANTEGNA R N. Econophysics: Master Curve for Price-Impact Function[J]. *Nature*,2003,421:129-130.
- [8] ALMGREN R, THUM C, HAUPTMANN E. Direct Estimation of Equity Market Impact[J]. *Risk*,2005,18(5):57-62.
- [9] 孙超,李胜宏. 带比例交易成本的投资组合选择[J]. *浙江大学学报:理学版*,2008(2):153-159.
- [10] 任大源,徐玖平,黄南京,等. 含交易成本和机会成本的极小极大多期投资组合选择模型[J]. *系统工程理论与实践*,2012(1):11-19.
- [11] BROWN D B, SMITH J E. Dynamic Portfolio Optimization With Transaction Costs: Heuristics and Dual Bounds[J]. *Management Science*,2011,57(10):1752-1770.
- [12] CERIA TAKRITI, TIERENS SOFIANOS. Incorporating the Goldman Sachs Shortfall Model into Portfolio Optimization [R]. New York: Axioma Advisor,2008.
- [13] MICHAUD R O. The Markowitz Optimization Enigma: Is 'optimized' Optimal? [J]. *Financial Analysts Journal*,1989,45(1):31-42.
- [14] CLARKE R, DE SILVA H, THORLEY S. Portfolio Constraints and the Fundamental Law of Active Management[J]. *Financial Analysts Journal*,2002,58(5):48-66.
- [15] 康志林,曾燕. Minimax 准则下带约束的最优投资组合策略[J]. *系统工程学报*,2012(5):656-667.

- [16] 米辉,张曙光. 财富约束条件下损失厌恶投资者的动态投资组合选择[J]. 系统工程理论与实践,2013(5):1107-1115.
- [17] Tütüncü R. The Oxford Handbook of Quantitative Asset Management[J]. Journal of Applied Statistics,2012,39(10):2307-2308.
- [18] GRINOLD R. Implementation Efficiency[J]. Financial Analysts Journal,2005,61(5):52-64.
- [19] SCHERER B, XU X. The Impact of Constraints on Value-Added[J]. The Journal of Portfolio Management,2007,33(4):45-54.
- [20] STUBBS R A, VANDENBUSSCHE D. Constraint Attribution[J]. Journal of Portfolio Management,2010,36(4):48-59.
- [21] LEE J H, STEFEK D. Do Risk Factors Eat Alphas? [J]. The Journal of Portfolio Management,2008,34(4):12-25.
- [22] CERIA S, SAXENA A, STUBBS R A. Factor Alignment Problems and Quantitative Portfolio Management[J]. Journal of Portfolio Management,2012,38(2):29-43.
- [23] SAXENA A, MARTIN C, STUBBS R A. Aligning Alpha and Risk Factors: A Panacea to Factor Alignment Problems [R]. New York: Axioma Advisor,2011.
- [24] 冯用富,王庆仁,苟骏. 约束条件下理性与中国股市投资者行为[J]. 金融研究,2004(9):57-64.
- [25] KRITZMAN M. Are Optimizers Error Maximizers? [J]. Journal of Portfolio Management,2006,32(4):66-69.
- [26] BEST M J, GRAUER R R. The Analytics of Sensitivity Analysis for Mean-Variance Portfolio Problems[J]. International Review of Financial Analysis,1992,1(1):17-37.
- [27] CHOPRA V K, ZIEMBA W T. The Effect of Errors in Means, Variances, and Covariances on Optimal Portfolio Choice [J]. The Journal of Portfolio Management,1993,19(2):6-11.
- [28] JAGANNATHAN R, MA T. Risk Reduction in Large Portfolios: Why Imposing the Wrong Constraints Helps[J]. The Journal of Finance,2003,58(4):1651-1684.
- [29] BOUCHAUD J P, POTTERS M, AGUILAR J P. Missing Information and Asset Allocation[R]. Science & Finance: Capital Fund Management,1997.
- [30] JOBSON J D, KORKIE R M. Putting Markowitz Theory to Work[J]. The Journal of Portfolio Management,1981,7(4):70-74.
- [31] FROST P A, SAVARINO J E. An Empirical Bayes Approach to Efficient Portfolio Selection[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis,1986,21(3):293-305.
- [32] JORION P. Bayesian and CAPM Estimators of The Means: Implications for Portfolio Selection[J]. Journal of Banking & Finance,1991,15(3):717-727.
- [33] LEDOIT O, WOLF M. Honey, I Shrunk the Sample Covariance Matrix[J]. The Journal of Portfolio Management,2004,30(4):110-119.
- [34] TROJANI F, VANINI P. A Note on Robustness in Merton's Model of Intertemporal Consumption and Portfolio Choice [J]. Journal of Economic Dynamics and Control,2002,26(3):423-435.
- [35] DEMIGUEL V, NOGALES F J. Portfolio Selection with Robust Estimation[J]. Operations Research,2009,57(3):560-577.
- [36] SATCHELL S, SCOWCROFT A. A Demystification of the Black - Litterman Model: Managing Quantitative and Traditional Portfolio Construction[J]. Journal of Asset Management,2000,1(2):138-150.
- [37] QIAN E, GORMAN S. Conditional Distribution in Portfolio Theory[J]. Financial Analysts Journal,2001,57(2):44-51.
- [38] MEUCCI A. Fully Flexible Views: Theory and Practice[J]. Risk,2008,21(10):97-102.
- [39] MEUCCI A. Enhancing the Black - Litterman and Related Approaches: Views and Stress-test on Risk Factors[J]. Journal of Asset Management,2009,10(2):89-96.
- [40] TETLOW R, VON ZUR MUENHLEN P. Robust Monetary Policy with Misspecified Models: Does Model Uncertainty Always Call for Attenuated Policy? [J]. Journal of Economic Dynamics and Control,2001,25(6):911-949.
- [41] GOLDFARB D, IYENGAR G. Robust Portfolio Selection Problems[J]. Mathematics of Operations Research,2003,28(1):1-38.

- [42] Tütüncü R H, KOENIG M. Robust Asset Allocation[J]. *Annals of Operations Research*,2004,132(1-4):157-187.
- [43] EI GHAOUI L, OKS M, OUSTRY F. Worst-Case Value-at-Risk and Robust Portfolio Optimization: A Conic Programming Approach[J]. *Operations Research*,2003,51(4):543-556.
- [44] GARLAPPI L, UPPAL R, WANG T. Portfolio Selection with Parameter and Model Uncertainty: A Multi-Prior Approach [J]. *Review of Financial Studies*,2007,20(1):41-81.
- [45] ZHU S, FUKUSHIMA M. Worst-Case Conditional Value-at-Risk with Application to Robust Portfolio Management[J]. *Operations research*,2009,57(5):1155-1168.
- [46] 高莹. 金融系统鲁棒优化:模型与应用[M]. 北京:经济科学出版社,2008:18-27.
- [47] SOYSTER A L. Technical Note—Convex Programming With Set-Inclusive Constraints and Applications to Inexact Linear Programming[J]. *Operations research*,1973,21(5):1154-1157.
- [48] BEN-TAL A, NEMIROVSKI A. Robust Convex Optimization[J]. *Mathematics of Operations Research*,1998,23(4):769-805.
- [49] BERTSIMAS D, PACHAMANOVA D, SIM M. Robust Linear Optimization Under General Norms[J]. *Operations Research Letters*,2004,32(6):510-516.
- [50] SCHERER B. Can Robust Portfolio Optimisation Help to Build Better Portfolios? [J]. *Journal of Asset Management*,2007,7(6):374-387.
- [51] JOBST N J, ZENIOS S A. The Tail That Wags the Dog: Integrating Credit Risk in Asset Portfolios[J]. *Journal of Risk Finance*,2001,3(1):31-43.
- [52] HARVEY C R, SIDDQUE A. Conditional Skewness in Asset Pricing Tests[J]. *The Journal of Finance*,2000,55(3):1263-1295.
- [53] LEVY H, MARKOWITZ H M. Approximating Expected Utility by a Function of Mean and Variance[J]. *The American Economic Review*,1979,69(3):308-317.
- [54] CREMERS J H, KRITZMAN M, PAGE S. Optimal Hedge Fund Allocations[J]. *The Journal of Portfolio Management*,2005,31(3):70-81.
- [55] JEAN W H. The Extension of Portfolio Analysis to Three or More Parameters[J]. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*,1971,6(1):505-515.
- [56] ATHAYDE G M, FLORES JR R G. Finding a Maximum Skewness Portfolio—a General Solution to Three-Moments Portfolio Choice[J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*,2004,28(7):1335-1352.
- [57] ARTZNER P, DELBAEN F, EBER J M, et al. Coherent Measures of Risk[J]. *Mathematical Finance*,1999,9(3):203-228.
- [58] ROCKAFELLAR R T, URYASEV S. Optimization of Conditional Value-at-Risk[J]. *Journal of Risk*,2000,2(9):21-42.
- [59] ASNESS C, FRAZZINI A, PEDERSEN L H. Leverage Aversion and Risk Parity[J]. *Financial Analysts Journal*,2012,68(1):47-59.
- [60] MAILLARD S, RONCALLI T, TEILECHE J. The Properties of Equally Weighted Risk Contribution Portfolios[J]. *The Journal of Portfolio Management*,36(4):60-70.
- [61] MERTON R C. Lifetime Portfolio Selection Under Uncertainty: The Continuous-Time Case[J]. *Review of Economics and Statistics*,1969,51(3):247-257.
- [62] ALMGREN R, CHRISS N. Optimal Execution of Portfolio Transactions[J]. *Journal of Risk*,2001,3(4):5-40.