

硕士研究生学位论文

|  |  |
| --- | --- |
| 题目： | 三层Black Litterman资产配置模型 |
|  | 优化改进 or 资产配置组合如何利用许多投资策略 or 如何用定量模型对管理研究团队能力打分？ |

|  |  |
| --- | --- |
| 姓 名： |  |
| 学 号： |  |
| 院 系： |  |
| 专 业： |  |
| 研究方向： |  |
| 导师姓名： |  |

二〇一 年 月

版权声明

任何收存和保管本论文各种版本的单位和个人，未经本论文作者同意，不得将本论文转借他人，亦不得随意复制、抄录、拍照或以任何方式传播。否则，引起有碍作者著作权之问题，将可能承担法律责任。

# 摘要

Black Litterman（简称BL）资产配置模型始于1990年高盛公司的Fischer Black和Robert Litterman合作的一篇论文，是90年代以来在学术界和投资机构中相对成熟的，能兼容先验和后验资产收益预测的资产配置框架。本文希望通过对BL模型的进行改造，探索成熟度更高的中国市场权益资产配置模型。从市场结构的角度，可以借助于成熟的细分资产指数和行业研究指标去设计多层次的配置模型；从投资者体验的角度，本文希望寻找能像“60%股票+40%债券”那样既易于投资者理解又具备稳健收益的资产配置策略；从投资研究的角度，通过统一投资策略的预测指标输入，在资产配置模型中实现多种研究方法的汇总。以股票研究为例，基于公司个性化特质的行业研究和基于量化多因子往往难以在策略层面进行对话，投资决策人只能在不同的组合中进行比例选择。

但由于BL模型的构建过程不够直观、模型内主观观点因人而异，该资产配置模型在理论和实践研究中更多地作为一个定性分析参考而不是决策模型。本文的研究计划是在模型层面对其进行改进设计，使之更适应于中国市场证券在不同变革时期的市场风格和特征。从理论模型的角度，我们希望在以下几个角度进行创新：建立资产变量的预筛选机制、对指数和因子变量分别寻求最优解、同时将组合跨期权重调整比例进行限制、对不同的市场状态进行划分并赋予时点的市场状态概率权重、引入极端值理论（EVT）对历史上未发生过的尾部风险进行仿真、对样本内多时期的预测值和实际值的偏离建立记忆变量滚动打分。从实证案例的角度，我们希望在以下几个角度进行分析：参考和改进“美林投资时钟”对市场状态的划分方式、通过对A股历史重大变革期进行分段独立仿真，可能有助于获取更贴近实际的资产配置方案。从我国市场保险资金资产配置的角度，通过在BL模型构建过程将内外部约束条件融入BL最优化模型，寻找保险资金配置的更优框架。

# ABSTRACT

# 目录

[摘要 I](#_Toc24752387)

[ABSTRACT II](#_Toc24752388)

[目录 III](#_Toc24752389)

[第一章 Black Litterman资产配置模型综述 1](#_Toc24752390)

[1.1 模型发展的背景和研究的意义 1](#_Toc24752391)

[1.2 国外相关研究梳理 2](#_Toc24752392)

[1.3 国内相关研究 3](#_Toc24752393)

[1.4 使用BL模型进行资产配置流程和问题 4](#_Toc24752394)

[1.5 改进BL模型的主要内容与创新点 5](#_Toc24752395)

[第二章 模型研究 5](#_Toc24752396)

[2.1 Black Litterman资产配置模型 5](#_Toc24752397)

[2.1.1 经典和替代Black Litterman模型 6](#_Toc24752398)

[2.1.2 BL模型参数和观点偏差 12](#_Toc24752399)

[2.2 资产选择与指数体系 14](#_Toc24752400)

[2.3 投资观点的设定方法 15](#_Toc24752401)

[2.3.1 中国市场投资观点的演化 16](#_Toc24752402)

[2.1.2 观点变量分类和来源 16](#_Toc24752403)

[2.3.2 股票资产观点 17](#_Toc24752404)

[2.3.3 债券、现金资产 20](#_Toc24752405)

[2.4 模型最优化设计 21](#_Toc24752406)

[2.4.1 时间区间及预测 21](#_Toc24752407)

[2.4.2 约束条件集 21](#_Toc24752408)

[2.5.3 模型组合优化算法 22](#_Toc24752409)

[第三章 实证案例分析 22](#_Toc24752410)

[3.1 数据和指标 22](#_Toc24752411)

[3.2 个股BL模型配置：基于GICS一级行业 23](#_Toc24752412)

[3.2.1 采用均值方差最优权重作为先验组合 23](#_Toc24752413)

[3.2.1 BL组合配置：采用指数权重作为先验组合 24](#_Toc24752414)

[3.3股债资产配置组合 24](#_Toc24752415)

[第四章 结论及展望 26](#_Toc24752416)

[引用 27](#_Toc24752417)

[参考文献-beida模板 30](#_Toc24752418)

[附录一 32](#_Toc24752419)

[致谢 34](#_Toc24752420)

[北京大学学位论文原创性声明和使用授权说明 35](#_Toc24752421)

[第四章 图表示例 36](#_Toc24752422)

[代办事项&未完成部分： 37](#_Toc24752423)

注：目录从第1章开始，前边因页眉需要设置了标题，实际使用时更新后去掉前边部分。使用时请删除本注释。如本示例，更新目录后删除前边三项（摘要、ABSTRACT、目录）即可。

# 第一章 Black Litterman资产配置模型综述

Black Litterman（简称BL）资产配置模型始于1990年高盛公司的Fischer Black和Robert Litterman合作的一篇论文，是90年代以来在学术界和投资机构中相对成熟的，能兼容先验和后验资产收益预测的资产配置框架。BL模型在Markowitz均值方差理论和Sharpe的CAPM理论基础上，加入定量的投资者主观观点使得资产权重的配置可以体现投资者观点的偏好。BL模型要求任何一个投资观点至少需要标准化为“观点对各资产的配置比例、预测的观点平均收益、预测的观点波动率和观点间相关性、对观点的信心程度”四个输入指标，使得多个观点之间的比较分析具备可操作性。

## 1.1 模型发展的背景和研究的意义

Brinson，Hood和Beehower（2005）的研究发现：82家大型养老基金在1977至1987年底期间业绩在资产配置策略、积极资产管理和证券选择三个因素归因中，资产配置对业绩的解释相关程度为91.5%。四年后该解释百分比进一步上升至93.6%。因此，投资组合管理的核心是资产配置策略的研究。

市场顶层设计层面，“沪深港通机制”和“科创板”等金融市场创新使得中国二级市场证券的定价有效性快速向香港、美国等成熟市场靠近。中国本土市场中机构资金占比的提升和机构投资者投资研究能力的提高也促使了投资研究方法和金融数据逐渐完善。虽然近几年行业内各个机构大都完成了定量投研数据的标准化和量化因子数据的构建，但主流的投资方式还是基于投资经理主观决策。基于行业和上市公司财务、经营数据的研究模式和量化模型研究正互相融合，类似无风险资产的货币基金和不同类型资产指数也为定量资产配置研究提供了基准化的工具。

当前业界纯粹基于量化策略的基金产品总体来看还未能满足投资者的需要，难点之一是资产配置难以充分利用主动观点和定量分析指标之间相互独立的那部分信息价值。Black Litterman（以下简称BL）资产配置模型在经典均值-方差基础上，将主动观点的预期收益率纳入权重最优化计算过程，是90年代末以来实践领域相对成熟的资产配置框架。

虽然本土学术界2008年以来已经对BL模型的结构和参数进行了充分地描述，但中国市场大型机构对本土资产配置的认识刚起步。截至2019年中，100多家保险公司使用资产配置模型指导投资的不到10家，原因之一在于海外经典的资产配置模型在移植至国内市场时需要一段较长时间进行本土化改造。1932年至2013年，固定比例配置策略——“60%股票+40%债券”的年化收益率比“100%股票”以外的大部分风险平价策略高了超过2个百分点，同时累积最大亏损方面远小于“100%股票”策略。Gupta(2017)发现1982年之后“60%股票+40%债券”配置策略年均收益率、波动率和其他收益率趋同。这是因为在货币政策长期扭曲的背景下，发达国家市场股票和债券两大类资产的收益率均值和波动率趋同。从这个角度看，资产配置模型需要在细分的股票或债券资产中寻找差异化的投资策略。

本文希望通过对BL模型的进行改造，探索成熟度更高的中国市场权益资产配置模型。从市场结构的角度，可以借助于成熟的细分资产指数和行业研究指标去设计多层次的配置模型。从投资者体验的角度，本文希望寻找能像“60%股票+40%债券”那样既易于投资者理解又具备稳健收益的资产配置策略。从投资研究的角度，通过统一投资策略的预测指标输入，在资产配置模型中实现多种研究方法的汇总。以股票研究为例，基于公司个性化特质的行业研究和基于量化多因子往往难以在策略层面进行对话，投资决策人只能在不同的组合中进行比例选择。

## 1.2 国外相关研究梳理

Black和Litterman（1990）首创Black-Litterman模型时便提出经典BL模型需满足以下2个评价条件：收益率的预测服从某种概率分布而不仅仅基于某个时间节点的预测，包括衡量观点可信程度的参数τ。国外的相关研究可以据此分为三类：同时满足两个条件的经典BL模型、收益率预测仅为时点预测值的替代BL模型、同时放弃收益概率分布和可信程度参数τ的超脱BL模型。

Black和Litterman（1991，1992）将高盛公司内部固定收益投资研究会议上的笔记依次发表于Journal of Fixed Income和Financial Analysts Journal。论文首次将投资者观点和信息水平通过贝叶斯分析方法融入组合资产收益率的概率分布。但两篇论文均没有给出模型的所有公式，而基于高盛公司内部数据系统测算的全球资产配置案例存在外部人难以重复实现的问题。两位作者于1999年最后一次发表BL主题的论文，在理论模型方面对输入观点的配置权重、预测收益和观点信心程度进行了规范性定义，并对案例进行了简化以方便读者重复实现。

同为高盛公司的Bevan和Winkelman (1998)基于自身管理的组合，描述了BL模型在更细致的全球资产配置流程的应用，主要的参数值贡献是建议τ数值给定范围0.025~0.05。

Satchell和Scowcroft(2000)从易于理解的角度简化了BL模型，取消了基于贝叶斯分析的表达式。用资产收益率的时点预测值反映先验的历史收益率和后验的观点收益率，观点信心程度τ和观点间协方差Ω仅用于控制观点相对于先验值得收缩程度。由于模型退化为随机协方差矩阵的均值-方差模型，在2005年后被Meucci的模型全面替代。

Idzorek (2002)对BL模型的每个计算流程进行了分析，并使用三种计算方式估计资产先验收益。文章实证结果建议历史数据统计方式可以得到相对大的收益率波动区间，而CAPM和市值组合两种方式得到的权重差异较大。2007年Idzorek (2007)进一步讨论了观点可信度问题，设计观点误差矩阵的变量，使得观点的信心程度可以通过迭代计算进行提高。

Fusai和Meucci (2003)提出了超脱BL模型，该模型取消了BL模型中收益率属于正太分布的假设和参数τ的设置。随后Meucci (2006)引入Copula理论对观点进行混合，构建了非正太分布假设下的BL模型。

Beach和Orlov (2006)引入资产价格波动率预测模型Garch生成观点。纯粹基于资产价格波动的Garch模型可以适用于经典BL模型，但文中实证部分对20个国家的股票类资产使用替代BL模型，测试了不同参数τ值下的组合权重差异。

Braga和Natale (2007)将跟踪误差波动率指标（Tracking Error Volatility，TEV）用于测度观点的不确定性，并对后验观点的预测进行敏感性分析。TEV指标常用于主动组合管理的业绩评估，用于BL模型相当于将具体观点看做一个主动组合。使用类似风险评估指标如VaR、CVaR测度观点不确定性的还有 (Martellini, 2007)、 (Giacometti, 2007)等。使用了风险指标的文章中通常使用的是替代性BL模型，但也都可以转换为经典BL模型。

Cheung (2013)于2010年首次将量化多因子模型引入BL模型并将其命名为Augmented Black Litterman （ABL）模型。ABL可以对证券部分观点和因子部分观点做联合预测。文章中使用了替代BL模型，但公式的角度可以转换为经典的BL模型。

由于海外资产配置学术研究的主要假设是有效的证券市场不存在超额收益机会。BL模型中引入外部观点相当于假设市场存在套利机会，这可能是BL资产配置模型近几年没有被进一步研究的原因之一。另外，海外资产配置实践中，投资数据标准化程度和数据分析平台较为成熟。这使得定量研究和定性研究已经深度融合，因此对于将先验预测和后验预测分两部分测算的需求不那么大。

## 1.3 国内相关研究

2008至2019年，国内陆续有学者对BL理论模型进行了模型细节梳理、在实证案例研究中进行了参数调优和和将目标资产延伸至Fama-French的因子变量。特别是2018和2019年，BL相关的中文论文明显增加。

马家驹(2005)最早将市场流动性风险的测度作为观点输入BL模型，通过控制可接受流动性风险的上限获得由于均值-方差模型的优化配置解。张士强 ( 2008)从国内投资者面向全球市场配置资产的角度，使用历史波动率、VaR、CVaR等风险指标测度风险，并使用BL模型对全球资产配置的进行优化求解。

温琪 (2011)首次采用诸如工业价格指数（PPI）、宏观经济景气指数、货币供应增速指标（M1、M2）等宏观经济指标作为多个沪深300[[1]](#footnote-1)行业指数的内生变量，结合GJR-Garch模型获取行业指数残差收益率的波动特征对行业指数收益率进行预测。将预测作为输入观点构建BL模型，发现在84个月的样本空间内可以获得优于全市场市值加权组合和均值-方差模型的收益。

贾慧 (2011) 、王楠溪 (2012)使用了相近的ARMA-Garch模型，从波动率角度预测股票行业指数的收益率并将其作为BL模型的外生观点。实证组合结果中，BL组合的衡量风险调整收益的夏普比率指标均优于传统均值-方差组合。刘超(2013)同样使用沪深300行业指数考察BL模型在不同做空限制条件、观点信心水平下投资组合表现，发现做空限制会使得组合收益和夏普比例下降。刘超 (2015)基于Idzorek（2007）提出的观点误差矩阵，推导出BL模型最优权重和观点信心的计算公式。在实证部分将“光大乌龙指”事件作为内幕信息观点，测算基于内幕信息的BL模型最优权重，并对不同观点信心水平下的权重特征进行比较。

孟繁易(2017)对Cheung的Augmented Black Litterman模型进行较为细致地公式描述，并引入宏观经济指标如消费者物价指标（CPI）、银行间7天回购利率（R007）、十年国债到期收益率三个指标作为资产变量的内生因子变量。在Garch模型中构建因子的收益预测数据，对原有的资产收益预测进行扩增。实证案例结果中发现相同观点信心水平下，ABL模型相比传统BL模型具有更高的收益率和更大的夏普比例，但也存在业绩稳定性弱于BL模型的特点。

李知常(2017)认为先验市场均衡组合配置应基于对不同行业收益而不应仅考虑风险中性、对于多个连续回测周期应评价组合权重变化的稳定性、基于资产历史夏普比例(EGP资产选择模型的主要分析指标)替代资产市值占比进行初始权重分配获得的初始权重变动更稳定且风险调整后的收益更高。

资产配置实践领域，李心愉和付丽莎（2013）将中国保险业监督管理委员会对保险资金运用中对不同资产投资比例限制的条件加入保险资金BL模型的约束条件。韩焯林(2018)使用BL模型对沪深港市场股票基金进行探索并发现BL配置组合可以获得优于大部分沪深港市场股票基金的夏普比例，但收益和波动率并无绝对优势。文中认为主要原因在于A股市场沪港深基金经理研究经验存在局限性，难以兼顾两个市场证券的研究。由于不同基金经理投资风格不同，在不讨论风险偏好的情况下难以假定基金经理投研能力的局限性，但对于中国市场基金公司未普及系统性资产配置框架的观点本文表示认同。

机器学习领域，蔡德安 (2019)使用动态时间规则算法(Dynamic Time Warping，DTW) 匹配资产收益率时间序列数据里相似的片段，并使用K-临近算法（KNN）对资产收益率波动的预测作为观点输入BL模型。

## 1.4 使用BL模型进行资产配置流程和问题

相比于仅使用证券历史收益率数据的经典均值—方差最优资产配置模型，BL模型可以通过输入定量的观点预测数据使得资产组合收益更稳定和更优。本节尝试简要描述BL模型应用于实践中资产配置流程涉及的步骤。

首先，投资者需要确定资产空间（包括可投资的证券对象和数量）、并且确定资产空间内每只证券的总市值、可投资市值和其他因子（例如证券纳入因子）。对于样本空间内的所有证券，需要选择合适的时间窗口获得历史价格变动的收益率数据并计算资产波动的协方差矩阵。Litterman、Bevan和Winkelmann在2003年前梳理的高盛公司实践中一般使用60个月的历史超额收益数据 (Walters, 2014)。像中国、美国这样较大的国家通常各自有几千至几万只股票或债券，专业投资者主要使用一种或几种指数体系对大类资产进行跟踪，例如对全球股票市场进行分类的MSCI指数系列、代表中国市场股票可交易市值前300名的中证沪深300指数和其他中证规模类指数、代表中国市场不同风险的中债债券指数系列等。在股票、债券、银行保本理财这些可交易性较好的资产之外，房地产、信托产品、私募基金、实物资产等难以频繁交易的资产即便对于专业投资者也较难获得充分的市场价格收益率信息。结合BL模型本身的特点，本文设计的模型将仅限于可交易性较好且价格信息可以充分获得的资产或资产指数。对于股票和债券资产，应分别通过反向最优化算法计算基于资本资产定价模型（简称CAPM）的市场均衡组合收益。

其次，在输入BL资产配置模型前，投资者需要自行对形式各异的内外部的观点进行定量处理。只有包括观点预测收益率均值、波动率、观点可信度三者的观点才可以被BL模型解析。经过20多年的发展，A股市场公开发布的研究报告仍普遍存在分析过程过多但有效预测观点较少的特点。不少研究报告为了避免预测失败，很愿意使用含糊不清的文字描述替代数字化的定量观点。在证券收益率的预测观点中，仍存在格式标准不统一、无效信息较多、预测观点频繁更新、预测有效期长短不一[[2]](#footnote-2)、预测值偏重于证券财务指标等问题。BL模型在计算所有输入的观点时，通过矩阵计算的方式可以将不同观点之间缺失或矛盾的部分给予简化。

然后，基于资产历史数据和观点预测的收益，BL模型可以计算出新的资产预测收益和波动率，并获得改进后的资产组合有效前沿和最优组合。对于股票类资产，国内外均有增强型BL（Augmented BL）模型增加了多因子变量作为资产变量的一部分。

最后，大部分文献 (Walters, 2014)倾向使用封闭形式的公式作为不施加限制的均值-方差最优化结果。从处于结论简洁的角度，使用非极端的观点有助于获得稳定的优化结果。2000年以来金融市场历次危机使得监管机构普遍加强对证券卖空（即负数的证券权重）或过度杠杆倍数的限制。从投资组合风险和资产变现的角度，单只证券或同类型证券持有集中度的比例限制通常会写入基金或投资组合的合同内。从机构投资者组合管理的角度，充分地对资产组合设置限制条件会获得更好地效果。这是因为无限制条件下的最优化结果，在投资实践中必然被机构内部风险控制系统拦截，需要人工根据风险控制条件修改投资计划后才可以进入交易执行环节。临时的人工决策将对组合绩效产品难以预料的风险。

但由于BL模型的构建过程不够直观、模型内主观观点因人而异，该资产配置模型在理论和实践研究中更多地作为一个定性分析参考而不是决策模型。本文的研究计划是在模型层面对其进行改进设计，使之更适应于中国市场证券在不同变革时期的市场风格和特征。

## 1.5 改进BL模型的主要内容与创新点

从理论模型的角度，我们希望在以下几个角度进行创新：

1.建立资产和观点的预筛选机制，剔除信息价值低、变量间相关性较高的变量，使得之后的矩阵计算不容易出现矩阵不可倒、无解的情况；

2，经典BL模型仅考虑指数、个股变量，2012年后出现的Augmented BL模型增加了多因子（主要是行业和Fama-French模型中的5种因子）变量。因子变量和指数、个股变量容易存在较强的相关性，因此应对两类变量分别寻求最优解，之后将不同的最优解做为新的变量构建第二层的优化模型，有助于决策人评估和跟踪不同层次优化模型的表现；

3，BL模型的计算仅基于某一时点，尚未考虑在包括多个时点的一段时期内如何实现组合目标最优。同时将多时点和相邻两个时点间的组合权重调整比例进行限制，使得实证案例的仿真计算过程更具有可操作性(例如月度权重调整上限30%或12个月累计调整上限300%等)；

4，资产收益率数据在回顾时间窗口的选取方面，常见的思路是包括尽可能长的时期以包括尽可能多的牛市、熊市、震荡市场状态后取平均值和标准差，短期思路是使用尽可能短的时期以跟踪最新的市场波动。我们认为重点在于对未来资产收益率进行更好地预测，计划对四个不同的市场状态进行划分并赋予时点的市场状态概率权重。假设预测能力存在的情况下，对资产预测所处市场状态能获得比全历史样本计算出一个状态有更好的预测价值；

5，针对尚未发生过的市场异常波动场景，引入极端值理论（EVT）对历史上未发生过的尾部风险进行仿真，使得资产配置方案预测值能应对金融危机场景下的尾部风险；

6，对样本内多时期的预测值和实际值的偏离建立记忆变量滚动打分，用于调整变量中的观点可信度、历史市场状态的调整项、投资者效用函数中风险厌恶系数等。

从实证案例的角度，我们希望在以下几个角度进行分析：

1，近年文章中后验的主观观点通常会使用宏观经济指标作为资产的内生变量并结合回归方程的残差波动率进行收益率预测。但实践中通常没有持续有效的分析指标。对此，我们计划参考和改进“美林投资时钟” (Merrill Lynch, 2004)等市场状态的划分方式，对历史宏观指标组合数值与大类资产收益率(如股票、债券、商品)进行一一匹配，形成宏观视角对资产收益率的主观预测；

2，由于中国证券市场过去10年经历了快速改革和发展，期间发生的例如“股权分置改革”、“2015股灾”对市场资产收益率的概率分布都产生了根本性的改变。通过对重大变革期进行分段独立仿真，可能有助于获取更贴近实际的资产配置方案。

# 第二章 模型研究

## 2.1 Black Litterman资产配置模型

Black Litterman在Markowitz“均值-方差”（Mean-Variance，下简称MV）最优配置策略的基础上，基于贝叶斯分析方法引入观点计算最优配置权重。“均值-方差”最优配置策略的主要输入变量为投资者风险偏好、对资产历史收益率的平均值和波动率，并假设收益率的分布服从正态分布。完全基于历史收益率价格使得配置策略无法反映市场最新的定量或定性信息。假定市场仅有两种资产且收益率历史波动率相近，则收益率均值较高的资产会获得较高的正权重而收益率均值低的资产会得到负权重，这在有做空限制的投资实践中价值有限。若投资实践中有效信息传递存在低效率、投资者对信息反应速度快慢不同，那么可以利用对资产收益率数据以外的信息获取超额收益。

### 2.1.1 经典和替代Black Litterman模型

本节介绍经典Black Litterman模型的假设、变量和主要计算过程。经典BL模型中假设n个资产收益率向量的值属于正态分布

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 1) |

其中是正态分布下收益率的理论期望值向量、是收益率的理论协方差矩阵，两者都是未知变量。替代BL和超脱BL模型通常取消了是正态分布的假设，仅适用某一时点的预测值。

虽然未知变量无法取值，但可以假设其自身的正态分布为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 2) |

其中是对收益率期望的预测、是对资产收益率协方差的预测。预测对应的残差来自于和的差异，且属于正态分布

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 3) |

根据定义，相互独立，因此若定义为资产收益率的方差矩阵，则预测的协方差矩阵为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 4) |

由公式(1. 4)可知，对资产收益率协方差的预测越大，则误差越大。

#### 2.1.1.1市场组合的均衡收益和投资者效用函数

经典BL模型使用市场中性（均衡状态）组合作为对先验收益率的组合配置预测，最优化的目标方程可以是任意一种效用函数。投资实践中应用最广的是是基于最大化均值和最小化方差设计的二次效用函数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 5) |

其中是资产权重的向量，（等于）是代表每个资产超额收益的向量，风险厌恶参数用来描述不同风险偏好投资者的效用。

该效用函数的优点是先验组合可以被简化为资本资产定价模型（简称CAPM），相比于效用函数使用收益率下行风险（条件在险价值，CVaR）可以保持效用函数的对称性。因此，BL模型的资产收益率先验分布就是CAPM模型市场组合相对于无风险资产的预测平均超额收益。CAPM模型假设资产收益率服从正太分布，且和所有资产组成的市场中性组合具备线性关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 6) |

其中代表某种资产或某个投资组合的收益、代表无风险收益、代表市场中性组合的超额收益、代表线性回归系数，计算公式为、是线性方程中的残差项或称为资产特质化(idiosyncratic)超额收益。

CAPM模型中资产收益的选择会对组合最优解产生显著的影响。无风险资产的收益率取决于投资者。对于欧美市场投资者，无风险收益通常可以采用当地货币对应的本国中央政府发行债券；对于中国市场绝大部分投资者，无风险收益可以采用银行1年及以内的活期存款利率代替；对于中国市场的专业投资者，银行理财或货币基金可以获得比银行存款更优的无风险收益。理论模型角度，风险资产应该包括房地产、珠宝古玩、数字货币、股权基金等流动性或安全性不佳的所有资产类别，但由专业投资者管理的投资组合仅可以依据合同约定投资于流动性好的股票、债券、衍生品、基金、现金工具几类证券。这几类资产实际上构成了资产配置模型的可投资空间。

通过预先检验和调整资产协方差矩阵使其满足正定（positive definite）条件后，可以对效用函数求解。由于（1.5）二次效用函数为凸（convex），因此对资产权重变量取一阶导可以得到唯一的全局最优解，其对应的资产超额收益的向量为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  | (1. 7) |
|  |  | (1. 8) |

根据定义，可以推导出风险厌恶参数为夏普比率和资产波动率的比值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 9) |

其中，若将投资组合基准（通常为某个指数组合）设置为市场均衡组合m，则可以通过组合历史收益率和方差计算，也可以通过组合的夏普比率、波动率求解得到风险厌恶系数。基于（1.7）求解的收益率结合了投资者的风险偏好和组合资产的历史波动率信息。

以上最优权重、市场中性组合隐含收益的计算均基于经典的均值-方差模型，也就是BL模型的先验收益部分。BL模型为了简化对资产收益率方差的预测，将误差项用乘以一个固定比例参数替代。则真实的预测资产收益率所属分布为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 10) |

均值-方差最优配置模型框架下，若投资者没有个人观点且无投资约束，则会100%投资于市场中性组合。在存在对资产收益率预测不确定性（即）的情况下，会投资于市场中性组合而会投资于BL最优组合。BL最优配置框架下权重为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 11) |

贝叶斯方法调整后的有效前沿 (Walters, 2014)相当于根据预测不确定性参数将原始有效前沿右移。新的有效前沿意味着相同资产收益率波动下组合预期收益有所下降。



图1 贝叶斯方法进行风险调整后的有效前沿

#### 2.1.1.2 投资者的定量观点

BL模型中不同投资者的观点属于条件分布，并以向量的形式共同组成了矩阵变量。根据模型求解过程对矩阵计算的要求，首要的约束条件是观点矩阵中所有观点向量之间应相互独立且不相关。其次，单个观点投资于不同资产的权重之和要么为0（相对投资观点），要么为1（全仓位投资观点）。文献中一般认为不同观点可以相互矛盾，但这容易导致观点矩阵非满秩（full rank）和无法用于计算，而不同观点中，对于单个资产的观点矛盾则不会影响矩阵计算。

假设市场中有n中资产，投资者合计有效的(相互独立且不相关)观点为k个，则定量观点可以通过以下三个变量组成 (Walters, 2014)：

1，资产配置权重矩阵P：n维矩阵包括了每个观点对不同资产的配置权重，矩阵每一行之和要么为0、要么为1；资产配置权重矩阵P对应的约束条件为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 12) |

2，观点的预期收益向量Q：由k个观点的预期收益组成的1维向量；

3，观点收益的协方差矩阵：是观点收益率之间的协方差矩阵。基于观点间相互独立且不相关的假设，并且是对角（diagonal）矩阵，这意味着矩阵对角线以外的其他元素均为0；的对角矩阵中第i个元素用(让)代表，若为0则表示投资者完全确定第j个观点。的形式如

给定投资者对资产收益率的最佳预测有

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 13) |

其中表示投资者观点的不确定性，经典BL模型假定其服从均值0，方差为的正态分布。

若不考虑先验资产收益的部分，且观点矩阵P为满秩，则观点的隐含收益服从分布

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 14) |
|  |  | (1. 15) |

其中均值和方差的求解依赖于矩阵P可倒和可倒。该式子可以反映观点自身在资产配置空间中的投影，但不是BL模型求解的必备条件。

观点收益的协方差矩阵与投资者对观点的信心负相关，经典BL模型假定该矩阵完全由使用者给定。常用的几种计算观点协方差矩阵的方法有以下四种

一、给定固定系数使其和观点的先验协方差矩阵成比例,；

二、使用置信区间；

三、使用因子模型的残差方差；

四、计算后验观点权重配置和先验市场均衡权重差异的百分比

方法一主要通过假设观点之间的方差和观点历史收益率之间的协方差成比例，并且在未来会延续该先验的分布。He和Litterman（1999）将观点的方差方程定义为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 16) |

等价于

Meucci（2006）放松了对非对角线元素为0的约束，定义观点协方差矩阵为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 17) |

其中Meucci设置c>1,并建议设置为的倒数。百分比参数的方式优点在于仅需要指定一个固定值参数，不增加模型的复杂程度。

方法二在预期的平均收益率左右定义置信区间。例如，对于已知观点收益率在95.4%的概率内坐落于【-2%,8%】，且平均期望为3%，则根据正态分布可以计算得出观点的方差为（8-5）。值得注意的是对应的是观点平均期望预测的不确定性，而不是收益率的方差。

方法三对应使用因子模型生成观点的情况，因子实际上被看作一种资产。该方法使用因子对收益率线性回归模型的残差项方差描述观点的不确定性。因子模型的标准化形式为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 18) |

其中对应某一资产的收益、代表第l个因子载荷、表示第l个因子对应的收益、表示m个因子之外的残差收益率，独立并且服从正态分布。

多个资产的情况下，对每个资产对应的残差项可以计算出所有资产残差项的协方差，Beach和Orlov(2006)最早使用Garch模型对残差项波动的自回归部分建模。

方法四首先由Idzorek (2007)提出，使用0~100%的百分比权重描述给定权重相对于100%观点确定性权重的一种相对信心比例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 19) |

其中表示观点j对资产i的权重、表示无观点情况下市场均衡组合对资产i的配置比例、表示100%观点确定程度下资产i的配置权重。由于该方法需要使用BL替代模型，我们将在替代参考模型一节展开。

#### 2.1.1.3 基于贝叶斯方法的Black Litterman模型

Black Litterman模型对先验和后验资产收益的分布基于贝叶斯方法。贝叶斯方法定义给定历史事件B，发生事件A的后验（posterior）的概率分布为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 20) |

其中是历史样本概率分布，也被称为条件分布；是先验分布；是发生事件B的概率，通常可以使用某一个概率常数值代替。BL模型和均值-方差理论中资产收益率通常被假设为正态分布，则后验的概率分布也属于正态分布。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 21) |

其中和观点P属于某个常数值。因此概率密度函数和联合密度函数剔除常数项后有

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 22) |
|  |  | (1. 23) |

对于任意正态分布变量的概率密度函数为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 24) |

将（1.14）（1.15）带入公式（1.23）,且P包含k个观点，则根据联合密度函数有

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 25) |

根据（1.10），给定后验观点P及其对应的后验平均收益率条件下，资产真实收益率的概率分布为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 26) |

将分布（1.26）带入公式（1.23）得到联合密度函数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 27) |

联立后有

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 28) |

剔除常数项、

将其中未知变量的次方重新排列且其他变量看做已知变量，有

让,且 则

其中是常数项，终于得到的分布

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 29) |

该公式通常被称为Black Litterman主方程，若定义为分布的期望，M作为分布的后验方差，是对后验平均收益的不确定性，并不反应资产的方差。

将分拆成2部分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 30) |

根据矩阵求逆引理[[3]](#footnote-3)，

其中

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 31) |

证明如下

因此分拆后的第一部分可以改写成

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 32) |

而分拆后的第二部分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 33) |

将(1.32)(1.33)带入(1.30)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 34) |

该式子也被称为Black Litterman资产预期收益的替代公式。若投资者对于观点100%确信，此时，BL模型的调整后预期收益为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 35) |

进一步，若观点权重矩阵P可倒，则

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 36) |

若投资者对观点完全确信，此时，BL模型的预期收益均值中观点项被消去

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 37) |

对BL模型的预期收益方差M使用矩阵求逆引理，可得

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 38) |

若投资者对于观点100%确信(),M取值为0；若投资者对于观点完全不确信()，M取值为资产先验方差的百分比值。

资产收益率的后验方差为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 39) |

不考虑投资者观点情况下，可以简化为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 40) |

可以看出，使用固定数值的在无主观观点的情况下，将导致BL模型的资产配置权重之和小于100%。可以用来对冲由资产预期收益预测的不精确而增加的组合风险。

Satchell (2000)首先提出了Black Litterman的超越模型，也就是取消参数变量并对资产收益进行点预测。使用点预测可是使得后验资产收益的方差不再重要，因此仅需要考虑后验资产收益的并将(1.34)改写为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 41) |

经典BL模型使用者需要同时给定和对投资者观点和先验收益进行合并,但通过(1.41)可以发现和可以合并。若仅保留一项，则有

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 42) |

其中投资者观点对后验预期收益的影响权重变大，同时不用再考虑M和两项的计算。

和经典BL模型相比，超越BL模型不会对未知资产收益预期均值的后验方差进行更新，因此对资产收益预测的不确定性不会降低。经典BL模型更新后验方差可以提供更多地信息，逐渐降低对后验收益预测的不确定性，从模型的角度优于超越BL模型。

根据后验BL预期收益，可以使用均值方差最优方法（公式1.8）得到BL模型的观点调整后权重

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 43) |

### 2.1.2 BL模型参数和观点偏差

#### 2.1.2.1 的影响和设定

基于BL模型的拓展指标主要用于测度后验观点对先验组合的影响，以及两者之间的差异。海外文献中主要有Idzorek（2005）等对观点信心程度指标、Fusai和Meucci（2003）对后验组合平均收益和先验收益差异的一致性、Braga和Natale（2007）提出跟踪先验与后验组合权重差异的波动程度。这些指标可以更微观地反映BL模型和先验均衡组合的差异，也有助于在跨期资产配置决策时作为参数调整的依据。

Idzorek的拓展方法使用单资产在100%观点组合内权重和先验组合内权重作为权重区间，计算后验最优组合中单资产权重在区间内所处的百分比，作为信心程度。这种方法因计算公式简便，有助于非量化背景的投资者使用。观点信心程度和信心对应权重的关系在(1.19)中给出，已知信心程度后，可以计算矩阵对角线项

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 44) |

其中是标准刻度因子，使得观点j的信息程度与矩阵对观点j的不确定性成反比。Idzorek的拓展方法下非对角线项均为0。

若放松观点方差的定义(Meucci, 2005) (Walters, 2014)，假设参数，如

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 45) |

将其带入式(1.34),则

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 46) |

放松观点方差的设定使得后验观点收益项和先验收益率项对调整后预期收益的影响可以直观地从(1.44)中观察到，即由三部分组成：先验预期收益、经不确定性参数调整过地观点收益项、经不确定性参数调整地先验收益惩罚项。在BL替代模型中，由于与成比例相关，常数体现了观点相对于均衡组合的信心程度。经典模型中与地成比例相关，观点调整后地收益率预测将不取决于参数（在(1.44)中被消去），但收益方差地预测仍取决于参数的设定。

参数的设定主要有基于统计学概念和基于实证模型的固定值两种方法。预测分布均值时，收益预测的方差与样本周期数T的倒数成比例。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 47) |

若考虑最佳无偏估计的预测值，样本周期数需减去资产数量k，则有

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 48) |

实践中前者使用更广泛 (Walters, 2014)，常见的实证样本中通常使用60个月(5年)的月度样本会得到0.0167的值。2010年之前文献中对于固定值值的整理还有：Black and Litterman(1992)认为相对于收益率均值预测的不确定性接近0，因此可以设定为0；Lee(2000)将其设定为0.01~0.05；Bevan and Windkelmann(1998)基于信息比率不超过2的约束设定为0.5~0.7；Satchell and Scowcroft(2000) 将值看作刻度因子保持不变并设定为1。这说明最佳值的选取受不同资产配置模型的影响较大。

#### 2.1.2.2 衡量观点的影响程度

历史文献中衡量观点对后验资产组合收益的影响主要有两种思路，一是判断后验组合是否显著优于先验组合，二是衡量先验和后验组合的差异程度。Theil(1971)和Fusai、Meucci(2003)都采用第一种方法测试了观点组合是否与先验组合兼容，区别在于Theil使用经典Bl模型而Fusai等使用了BL替代模型。He和Litterman(1999)基于无约束条件，推导了权重改变量，即后验配置权重减去先验配置权重的差值。Brage和Natale(2007)使用投资者常用的跟踪误差波动(Tracking Error Volatility,TEV)指标策略先验和后验收益的距离。

Theil(1971)的方法将观点组合基于均衡收益下的的收益与预期收益的差异，构建成一个自由度等于观点数量k的卡方分布（chi-square distribution）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 49) |

Fusai and Meucci(2003)使用马氏距离(Mahalanobis distance)测度了调整后的收益与均衡收益差异的概率分布。替代模型下测量偏差为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 50) |

同样也属于自由度等于观点数量k的卡方分布。

经典模型下，偏差为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.51) |

根据的值可以得到卡方分布对应的概率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 52) |

概率值超过95%可以看作满足假设检验的条件，若低于95%则观点需要进行调整直到对应的概率值能过假设检验。+

He和Litterman(1999)定义的权重改变量,BL模型调整后的权重满足

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.53) |

BL替代模型计算较渐变，首先根据公式（1.8）得到调整后的权重

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.54) |

其中

Braga和Natale(2007)的跟踪误差波动(TEV)指标将先验均衡组合组合作为基准组合，策略后验组合与基准组合的距离。投资者广泛地使用TEV做为为投资组合配置的限制条件也有助于其在实践中的应用。TEV的公式为

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1.54) |

## 2.2 资产选择与指数体系

实证研究中资产指数被用来刻画某类资产中不同证券的总体收益，通常被用来代表资产整体收益的基准。MSCI、中证、中债等公司都开发了体系庞大的多资产指数体系，其中股票、债券、现金等价物（货币基金）类资产的基准组合通常使用证券市值加权构成的指数。代表美股的标普500指数成分股市值占美股总市值接近80%、A股市场沪深300指数的成分股代表了A股60%左右市值、代表全球发达和发展中地区股票市场的MSCI指数成分股涵盖了全市场85%的股票市值。商品类资产则可以直接使用固定单位商品对应的指数（例如标普高盛商品全收益指数）或期货作为基准。海外文献中BL模型三种主要的资产空间也都依赖于主要市场指数：

1. 不同证券市场的股票、债券（主要分为利率债和信用债两种）、商品市值加权指数；
2. 市场股票指数成分股组成的一级或二级行业指数；
3. 市场股票指数成分股中有代表性的不超过30只股票构成的股票池。

根据1999年高盛资产管理公司报告中 (He and Litterman, 1999)表格7，BL模型大类资产选择了美国、德国等7个主要发达国家地股票市场指数。值调整后地市场均衡组合中美国股票指数配置比例58.6%占据了绝对大头，但BL模型调整后地权重下降至6.8%。按市值算，规模相对小的加拿大市场组合从2.1%增加至53.9%，反映了调整后地组合与原组合差异显著。Idzorek(2006)案例中选择了8类资产：美国债券指数、国际债券指数、大型成长型美股指数、大型价值型美股指数、小型成长型美股指数、小型价值型美股指数、国际市场发达国家股票指数、国际市场发展中国家股票指数。其案例中BL组合相对于原始组合，资产权重调整最大的是有10%权重从国际债券转移给美国债券，其他资产权重相对调整比例均不超过+/-4.15%。从配置比例看Idzorek的配置比例要比He and Litterman的配置更贴近市场。

相对于海外股票和债券主要指数始于70年代，中国市场股票、债券、商品资产的核心指数可横向比较的数据基期为2005年4月[[4]](#footnote-4)。2005年至2019年的大部分时间内，BL大类资产配置模型的主要用户是中国保险公司。由于监管对保险资金运用的限制，股票配置的上限实际上是被缓慢地提升至30%，而商品类资产实际上无法投资。严格地可投资范围一方面保护了保险资金安全，另一方面也限制了资产最优化配置。

大类资产细分分类中，按行业和风格分类的股票指数作为BL模型的资产输入也较多。Cheung (2013)对英国富时100指数内的股票按照GICS二级行业分类划分并分析了每个行业经过BL模型调整过的权重变化。以个股作为资产池的文献中，通常选择10至30只股票进行计算。10只股票可以相对直观地展示BL模型组合相对于基准组合在不同股票之间地配置差异。但是股票型投资组合地主要权重通常由不到30只股票组成，或者可以用不到30只股票实现复制。投资组合风格划分方法“9宫格[[5]](#footnote-5)”可以将任意投资组合划分为9种不同的资产，方便投资者理解。

多因子模型通常使用个位数量地因子替代数百只股票，其优势在于可以通过配置因子实现收益。但问题在于因子权重难以转换成理想状态的股票组合，且中国市场多因子投资基金截至2019年10月并没有显著的超额收益。本文计划将因子模型用于观点的生成过程，而不是将其作为资产。

## 2.3 投资观点的设定方法

融入外部投资者的观点可以看做是BL模型的核心价值，但Bl模型内的观点主要对应三个变量：观点对不同资产的配置权重、观点预测资产的方差、投资者对观点的信心程度百分比。长期以来，中国A股市场投资决策者从专业分析师处接收的观点通常是“股票s1未来1年看涨+50%”、“股票s2未来1年逢低买入”这样定性的文字形式。投资者最需要的是能提供稳定超额收益的观点及其来源，但包含精确数字的观点一旦出错变容易给提出者(特别是需要像全市场公开观点的卖方分析师)巨大的压力，因此今天卖方分析师更愿意全方位地介绍上市公司经营上事无巨细的细节而不愿意给出包含收益率预测数字的观点。本节计划通过对历史观点形式的演化、观点变量的分类和来源、不同资产观点标准化形式、观点价值评估几个角度形成对市场观点信息的管理。

### 2.3.1 中国市场投资观点的演化

李迅雷(2017)作为中国最早的证券公司研究所所长，对卖方（即证券公司）研究业务做了梳理。在1996年之前股票市场卖方分析师以股评家为主，主要通过技术分析（根据股票价格和成交量的时间序列变化形成的分析指标）预测价格变动。对于投资者提问的任何一只股票，都可以即时通过观察“分时图”、“K线图”得出预测观点。1996年开始，原君安证券公司、申银万国证券公司、华夏证券（后改组为中信建投证券）的分析师率先通过分析宏观经济、行业发展阶段、上市公司基本面信息（主要指的是企业披露的经营、资本运作等相关的信息）分析股票的长期投资价值。

2001年之前，证券公司（简称券商或卖方）分析师的服务对象主要是公司内部自营部门、资产管理部门和经纪业务的零售客户。对内提供服务的模式限制了其独立性，以零售客户为主的服务模式也使得分析师观点侧重于短期股价涨跌。投资观点虽然取决于分析市能力，但长期来看是由主要客户群体决定的。2001年开始随着股票二级市场公募基金为主的买方机构快速发展，需要外部的券商分析师能及时提供基本面的分析报告。好的观点得到买方投资研究人员认可后会给作者打分，作者根据打分可以得到对应比例的奖金。例如李迅雷所在的国泰君安研究所获得公募基金的佣金收入从2001年不到400万增加至2004年的4亿元左右，这使得通常不到百人规模的分析市可以较高的收入。

2003年到2018年共举办了16届新财富最佳分析师评选[[6]](#footnote-6)，为市场提供了每一年细分研究领域表现最受认可前五的卖方研究员。这段时期内公募基金握有最主要投票权重，每年评选出的最佳分析师研究观点越来越受市场认可，同时分析师观点对市场的影响也相应提升。从2015年开始中国政府成立旨在维护股票市场稳定和管理国有资本的各类主权基金，到2018年资产管理新规下银行可以设立投资股票的理财子公司，各类规模超过公募基金的买方机构快速成立。这些新的机构由于资金来源稳定、投资考核期限长、一级二级市场联系紧密等特质可能将卖方分析师观点对应的未来周期显著拉长 (武超则, 2018)。

卖方投资观点具有公开透明、需要让买方客户满意、观点时效性优先等特点。由于需要根据市场短期变化和投资者偏好提供频繁的观点服务，使得观点准确率不高、观点看涨和看跌调整过于频繁等问题。对于单个有价值的卖方观点，一旦向市场公布会使得资产价格短期内快速改变，投资者无法再获得观点发布时的收益空间。买方机构内部的观点虽然不公开，但公募基金产品通常需要在季度结束后15个工作日内披露前十大股票或债券持仓。因此学者和投资者主要使用这类数据构建出略有滞后但足够客观的买方观点。

### 2.1.2 观点变量分类和来源

BL模型内的主观观点是一种标准化的变量，在引入外部非标准化的信息时需要进行规范性地处理。本文实证BL模型中假设用户是买方资产管理人，所使用的观点主要由卖方分析师和买方内部分析师提供。卖方分析师提供的研究信息主要包括了对证券基本面分析和对证券收益率的预测，前者可以辅助买方研究员归纳和演绎出预测观点，后者不需要思维过程就可以转化为标准化的观点变量。买方内部分析师通过调研、或Wind等资讯平台获得和资产价值变动有关的信息，通过定量和定性分析方法对原始数据处理，其转化为内部观点。然而内部观点很大程度上会影响投资收益，买方机构并不会公布观点，可行的方法是从定期披露的季度主要证券持仓获得滞后的投资观点。

用于制造预测观点的数据可以分为四大类：定期和不定期披露的买方机构（公募基金、保险资金、证券公司、主权投资平台等）持仓、卖方研究报告、证券成交价格成交量及财务指标数据、公司事件和非公司事件信息。非公司事件主要指上市公司以外的行业、资本市场等影响公司价值或价格的事件

买方机构持仓中，公募基金由于监管要求必须在每个季度结束后15个交易日内披露前十大持仓、并每半年结束2个月内披露全部持仓。另外，上市公司定期披露的季度财务报告[[7]](#footnote-7)中可以发现保险公司账户、年金产品、养老金产品等符合长期资金投资风格的重仓信息。

卖方研究报告是卖方服务中最核心和重要的形式，但大量的篇幅通常用于多维度的价值分析，甚至并不包含能转化成预测观点的信息。朝阳永续、Wind等数据服务商对全市场的卖方分析师财务预测数据进行标准化整理，形成对财务预测数据的卖方一致预期数值。一致预期数据较为客观、清晰、透明，是学术界和行业内最常用的测量卖方观点的数据。另外，对于优秀宏观、行业分析师的排名主要可以通过历年新财富最佳分析师评比结果获得。证券成交价格和成交量、证券按季度披露的财务数据是最权威的公开数据，但往往信息的价值已经被充分利用。公司事件和其他会影响证券价值的通知、公告是二级市场投资者在季度财务数据之外了解公司经营、资本开支等方面的重要信息。特别是其中业绩预告、新增投资项目等公告会显著地影响证券的价格。这类信息尚未有标准化的时间序列数据可供使用，考虑到卖方通常会在较短的时间内对公司各类公告进行分析并更新预测观点，本文中假设该类信息的价值已经充分反映在Wind资讯提供的卖方一致预期预测数据中。

### 2.3.2 股票资产观点

包含股票和股权的权益类资产长期收益率和风险均显著高于债券和其他类资产，使其具备最大的改变资产配置收益弹性。历史文献中主要观点的生成方式主要有给定固定数值、根据基本面（例如宏观经济指标或行业内产品的价格指数等）经济指标预测、根据历史价格与成交量构建动量模型预测未来收益率。

对于股票资产的观点，本文假定最优秀的卖方分析师预测和买方投资经理持仓包括了对所有公开信息最及时、最有效的利用。基于该假设，我们从股票、行业、市场三个层次构建观点。股票收益率数据的概率分布在不同历史区间内具有显著的差异，在实证中计划放松对股票收益率服从正太分布的限制，采用基于历史收益率的统计值。

公司个股层面包括2个步骤：1，根据中证800指数成份股在2014年至2019年9月之间的成份股，每年2、5、8、11月末提取前推20、60、120天的价格变动指标，对未来1个季度的涨跌幅度和波动率进行预测；2，每年2、5、8、11月末提取wind一致预期指标并构建企业基本面、盈利能力、成长能力三个维度的指标。对于指标计算标准分值后计算行业内观点的权重、预测收益率和预测波动率。产生的观点与每年3、6、9、12月第一个交易日实施



其中根据过往区间内股票上涨和下跌幅度，以及区间内最高、最低点后反向波动的幅度，判断股票所处“上涨、上涨后震荡、下跌、下跌后震荡”四种状态中的哪一种。四种状态的划分主要是为了能简化对不同区间收益率变动的观测。其中，每种状态有一定概论维持现状，也有可能在下一周期跳转至前一状态或后一状态，但不能跳转至间隔的状态。根据股票收益率的历史波动幅度，将股票划分为“高波动、中波动、低波动”的一种，对于三种类型设置不同的价格趋势概率转移矩阵。

例如，对于某个高波动股票，若最近1个季度上涨，则未来1个季度有25%的概率继续上涨、有40%的概率处于上涨后的震荡状态、有35%的概率下跌、但不能直接变成下跌后的震荡状态。



对于股票三种波动风格下的四种价格趋势状态，分别设置了状态对应的季度收益率均值的预测和状态对应的季度上下波动区间。例如，对于中波动股票，若判定未来季度处于



根据以上2步，可以计算求解不同波动类型股票在下一个季度中价格趋势处于四种不同状态情况下的均衡收益率和均衡波动率。这种几个趋势设置方式主要是为了通过概率转移矩阵，改进“趋势跟踪：若过去上涨则未来还会上证”、“反转策略：若过去上涨则未来有可能均值回归导致下跌”两种容易偏离实际的，较为经典的单一状态预测方法。同时，本文假设仅仅根据月、季度历史收益率的统计分析对股票未来收益率的预测没有经济学角度的意义。通过卖方分析师对未来财务数据的预测对上市公司股票价值进行定价，并根据历史价格变动和预测定价的偏离程度决定个股在行业内的相对配置比例是一种可行的方法。

个股层面价格变动和一致预期指标构建完成后，计算得到基本面、盈利、成长三项分数并计算总分值，可以求得11个GICS行业内个股的配置比例。将11个行业组合的观点分别倒入Black Litterman模型进行优化求解，得到Bl行业优化组合。对于11个BL行业优化组合，从公募基金股票行业配置的角度进行分季度的配置更新。



对于所有公募基金产品，从Wind资讯终端中提取按11个GICS一级行业分类的持仓，主要采用全部基金产品持仓市值和当季度变动市值进行计算。由于基金季度持仓在季度结束后15个工作日内披露，季末后次月月底可以的得到上季度末持仓行业配置变动数据进行配置更新。为了更及时地应用持仓信息价值，可以在每年2、7月进行配置更新。



季度持仓市值可以用于计算市值变动占基金总市值的比例，体现出基金公司整体对于不同行业的股票相对配置比例。市值变动主要采用考察相对于11个行业平均变动值的差异，并和持股市值进行比较。例如2019年7月，公募基金6月底在工业行业市值占比11.5%，当季行业内市值变动相对于总市值的比例为3.7%，则采取更进取假设工业行业的市值目标占比为11.5%+3.7%。



对于BL模型的观点输入项P，由于每个行业组合只有1个观点，因此可以满足满秩的模型要求。

### 2.3.3 债券、现金资产

保险资金运作过程中股票及权益类资产的配置比例经过多年的增长，目前依然不超过30%。保险资金的配置主体是债券类资产和现金类资产（如存款存单、货币基金等）。保险资金并不披露公开持仓配置信息，但是公募基金每个季度会披露不同大类债券和现金的投资比例。随着债券类公募基金中保险资金占比的不断提升，本文假设公募基金整体季度债券配置比例的变动可以作为拟合债券配置比例的一个代替。首先将债券投资品种分为国债、央行票据、金融债、企业债、企业短期融资券、中期票据市值、可转债、同业存单、资产支持证券。



通过相对比例调整，计算得到债券大类品种在2014至2019年逐年的百分比配置变动。按年度更新债券配置比例的考虑主要是保险资金债券配置时更多地考虑到追求长期稳健收益和资产负债匹配。因此，持仓债券品种变动的频率很低，且大部分持仓以持有至到期为目标。



综合考虑保险资产管理协会协会逐年披露的保险资金配置调查问卷、公募基金整体债券产品配置比例变动，本文假设2014年3月至今，债券、现金类工具和权益类占保险资金配置比例分别以每年-1.7%、-2.0%和+3.7%的比例增长。



## 2.4 模型最优化设计

本文整体模型分为三层，步骤1至4中股票资产分行业的优化采用BL模型、步骤5至7中对股票、债券、现金资产的优化配置由于时间和数据因素采用模仿实践配置比例变动的方式进行计算。



### 2.4.1 时间区间及预测

涉及的股票样本空间采用中证800指数成份股，由沪深300和中证400成份股构成。其中2014年初中证500成份股开始披露，因此回测区间为2014年3月至2019年1月。该区间内中国市场股票和债券均经历过显著的牛市和熊市，因此从资产价格变动角度是合适的。对于优化计算过程中证券价格波动率的计算，采用过去2年（24个月）的月度收益率数据。

### 2.4.2 约束条件集

由于行业组合是属于市场组合的一部分，因此对行业组合不施加绝对数值的权重限制。如果组合内有n个股票，则单只股票的权重不超过1/n。对于组合内全部股票，合计权重不超过95%。组合股票的方差不超过基准指数的方差。

#### 2.4.2.1 基金产品的常见约束

A股基金合同通常约定单券持仓比例不超过10%，即

#### 2.4.2.2 保险资金的常见约束

(李心愉，付丽莎, 2013)保险资金运用过程主要可以投资于8类资产：银行存款、股票、国债、企业债、金融债、股票型基金、债券型基金、混合型基金（分别用数字1~8指代）。则在BL模型原有的限制条件之上，根据银保监会对保险资金投资以上8类资产上限的规定[[8]](#footnote-8)，有如下限制条件：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1. 43) |
|  |  | (1. 44) |
|  |  | (1. 45) |
|  |  | (1. 46) |
|  |  | (1. 47) |

例如： (李心愉，付丽莎, 2013)根据中国银保监会数据，2018年保险资金运用余额16.4万亿、总资产18.3万亿，则保险业可运用资金比例g的值为89.62%（16.4/18.3）。

### 2.5.3 模型组合优化算法

经典 (Wolfgang Bessler, 2017)BL模型通常使用波动率加权、等权重、最小方差三种方式设置目标函数。本文对于历史先验组合的最优化设计采用了累积收益率最大为目标，对于有限制条件的BL模型最优化，使用python语言的科学计算包scipy中optimize的最小化优化求解工具。由于目标方程为最小化函数，因此对组合收益变量设置-1参数，对组合波动率变量设置0.3参数。

# 第三章 实证案例分析

根据模型研究的方案设计，本章介绍实证模型的计算结果。

## 3.1 数据和指标

对于2014至2019年历次成份股调整中已经退市的股票，选取具有类似产品或服务的上市公司，匹配出所属GICS一级行业。



对于卖方分析师一致预期指标，我们分别选取了一致预测营业收入2年复合增长率、一致预测ROE作为基本面打分指标；未来1年和2年的一致预测净利润作为盈利能力打分指标；一致预测营业收入2年复合增长率和一致预测净利润同比(fy2比fy1)作为成长能力打分指标。



## 3.2 个股BL模型配置：基于GICS一级行业

### 3.2.1 采用均值方差最优权重作为先验组合

我们发现2014年至2019年，未调参情况下使用经典均值方差模型计算得到的先验行业组合收益率显著跑输行业指数和市场指数。若使用行业指数成分作为先验行业组合权重，则可以获得更优的结果。以材料行业为例，在对2012年2月至2014年2月进行历史回测时，仅仅基于历史行情的均值方差模型会选到以下几只股票。总体来说超额收益不显著，这也和均值方差模型在实践中容易出现无限配置结果的实际匹配。由于均值方差模型无法考虑到历史和未来时期股票价格停复牌、因收购兼并退市等难以定量的事件，因此容易出现配置比例和经济学逻辑违背的情况。



对于11个bl行业组合在2014至2019年的收益统计发现，11个组合中仅有4个跑赢行业基准基准指数，组合平均区间收益率+73.8%、区间平均超额收益0.04%、年华波动率25.38%、和市场组合平均相关性为89.45%。



### 3.2.1 BL组合配置：采用指数权重作为先验组合

虽然BL全行业组合累积收益率-3.26%显著优于无BL模型行业优化组合的-23.29%，但月平均收益率（+0.66%）和中位数收益率（1.21%）均弱于后者的+0.73%和+1.25%。这说明在过去5年回测区间内，BL组合在单独月分收益率均弱于无BL优化的组合，但通过控制区间的波动风险实现了更优的累积收益。BL组合标准差1.37%低于无BL组合的1.68%也反映了这点。



## 3.3股债资产配置组合

债券大类品种中主要使用中债总值或全价指数进行替代，但其中可转债使用中证可转换债券指数、现金类资产使用中债-货币市场基金可投资债券财富(1年以下)指数替代。



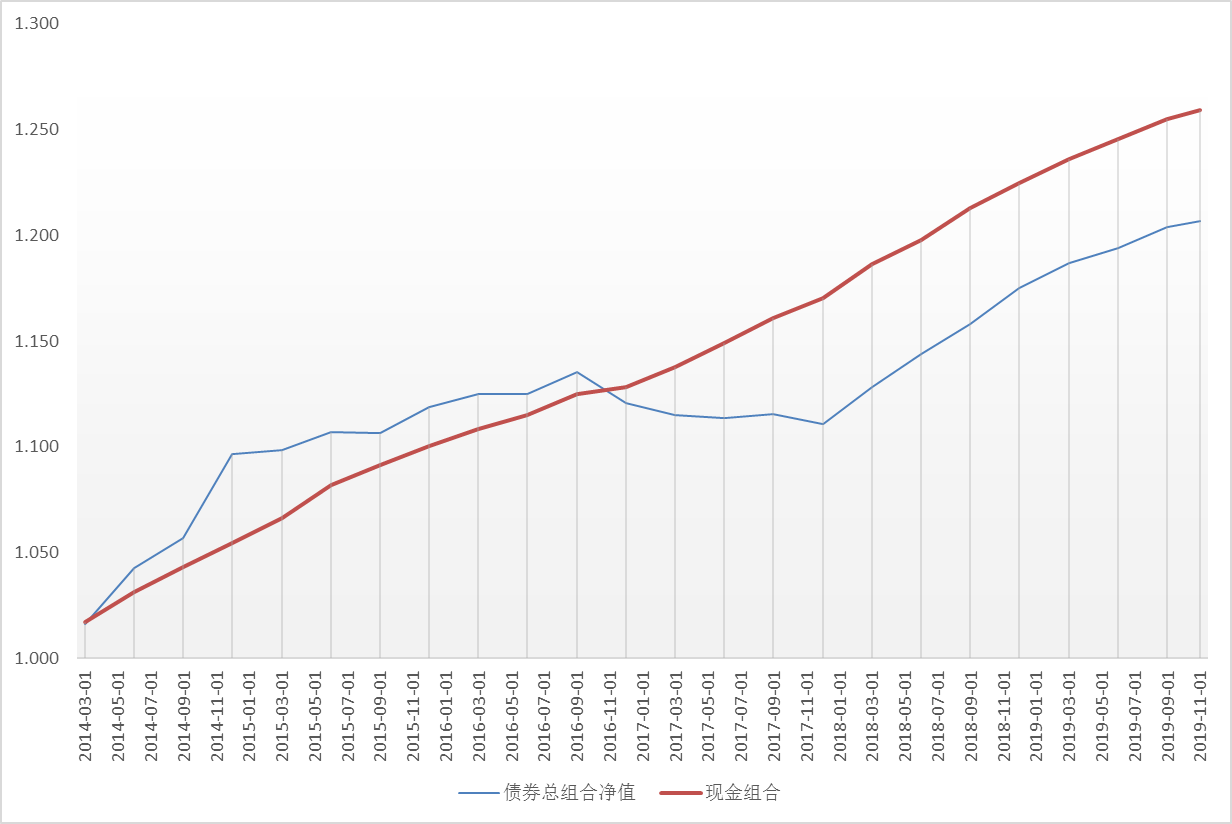
通过提取基金公司季度债券品种持仓比例，发现2014年至2019年企业债配置比例下降最多，从32.1%下降-21%至10.9%。同期增长最多的是+28.5%的同业存单大类，从无增长至28.5%。这也反映了固定收益类资产配置的重点仍然是风险更低的类别。



分类别的债券比例调整，使用最近一期披露值加上50%的当季比例调整值获得调整后配置比例。



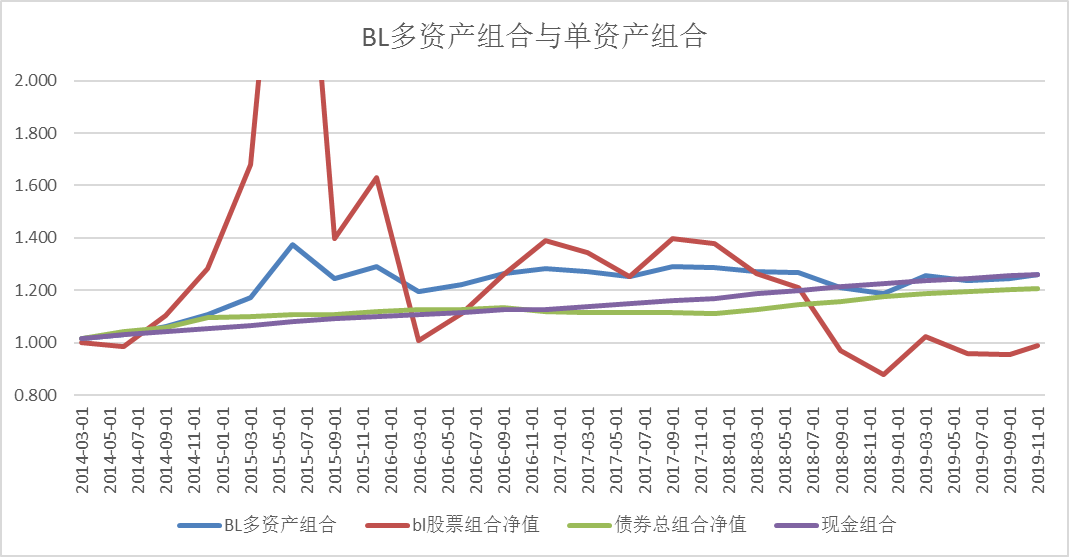
将细分债券大类的历史季度收益率和调整后的配置比例相乘，得到债券总组合净值。累计收益率看现金组合（即中债货币基金指数）的累积收益率+25.9%显著高于债券总组合的+20.7%。考虑到现金组合几乎无回测，在样本空间内的经济学理性人策略应该将所有配置于债券的资金购买货币基金。这虽然不符合经典投资理论，但确实反映了过去5年中国固定收益市场的实际情况。本文认为，虽然历史区间看现金工具具有更优的配置价值，但是随着中国利率市场化等发展与变革，未来对债券大类组合进行更优化的配置从长期看将会提供超过现金工具的收益。



根据第二章计算的股票、债券、现金逐年配置比例，结合三个组合的季度收益率，最终得到了多资产配置的组合净值。



BL多资产组合在过去5.5年年化收益4.32%，累积收益+26.2%，从长期收益和稳定性角度均优于BL股票、债券、现金组合。其中BL股票模型由于2015年市场大幅动荡一度达到3.365净值，但随后的暴跌过程中多资产组合通过及时调整股票资产配置得以规避大幅的回撤。



# 第四章 结论及展望

本课题研究了经典BL理论模型及在我国市场中的应用。发现未经过参数调优的BL组合在2014至2019年收益乏善可呈，仅从历史回测角度看BL模型目前在我国市场的应用价值有限。虽然2002年以来，国内外学术界和实践界均将BL模型虽然作为均值方差模型之后最有生命力的资产配置模型，但在投资管理实践中的现实价值有限。

本文的创新点在于对BL资产配置模型分为单券（股票、债券等）、行业或主题、单资产设计设计了三层结构，依次分别进行优化。从股票单券的角度，在行业或细分行业内引入分析师观点进行基本面预测，可以实现对传统行研观点的规范化、标准化和定量分析，也可以在经典的多因子模型之外引入更多有效信息。行业和主题角度，一方面可以使用风险收益更优的第一次优化组合，也可以直接选择市场基准进行行业的择时和配置优化。这一过程有助于将原先割裂的行业研究和策略研究有机地结合起来，并有助于更好地区分两者对组合的收益贡献。资产类别配置的角度，可以在单资产综合类指数之外，直接采用经过2层优化的行业或主题组合进行配置，也可以对存在系统性风险的资产配置比例进行最后的控制。实际上，第三层多资产的配置决策中定量分析在未来很长时间内只是辅助工具，最重要的是依赖于资产管理人根据所在机构、出资方、资金运作目标等定性因素进行综合性地评估。通过对行业层面和个股层面的优化配置，有助于最终决策人更清晰地掌握每一笔持仓的风险，也有助于形成某种“防呆装置”避免单一层次决策失误无法修正的问题。

当然，本文也存在不少问题。首先由于时间因素许多细节未能展开，特别是行业层和多资产层的BL模型计算未能实施。其次，GICS一级行业分类中部分行业成分太多、部分行业成分太少，有必要进行进一步的细分，实证案例中使用全部基金的持仓显然并不具有超额收益，之后可以考虑用3至5年期收益获奖（如金牛奖）的基金的配置数据。另外，保险公司配置比例采用的全市场比例可能也不是最合适的，需要根据保险公司所属不同账户的风险和收益偏好进行设置。

最后，中国市场投资研究正在通过定量走向科学化、规范化发展的模式，曾经常见的诸如“股票x未来1年看涨+50”的分析师观点已经没有市场。BL模型提供了一种可以直接被算法模型识别的投资观点，对于我国市场投资者研发出适合本土特点的定量观点形式有优秀的示范价值。未来希望通过完善本文提出的三层BL优化模型：在第二、第三层配置时也应用BL优化求解、对更加细分类别的分析师、投资经理观点进行仿真。通过逐渐构建一个具有层次感的资产配置模型，实现对市场整体投资机会更好地把握。

# 引用[[9]](#footnote-9)

Andi DuqiFranci & Giuseppe TorluccioLeonardo. (2014). The Black–Litterman model: the definition of views based on volatility forecasts. Applied Financial Economics, 页 24:19,1285-1296.

Beachand Orlov, AlexeiSteven. (2006). An Application of the Black-Litterman Model with EGARCH-M-Derived views for International Portfolio Management.

Beachand Orlov, AlexeiSteven. (2006). An Application of the Black-Litterman Model with EGARCH-M-Derived views for International Portfolio Management.

Blackand Litterman, RobertFischer. (1991). Global Portfolio Optimization. Journal of Fixed Income, 页 Vol 1, No2, 7-18.

BlackFischer,Litterman,Robert. (1990). Asset Allocation:Combining Investor Views with Market Equilibrium. Goldman Sachs Fixed Income Research Note.

BragaDebora and NataleMaria. (2007). TEV Sensitivity to Views in Black-Litterman Model.

CheungWing. (2013). The augmented Black–Litterman model: a ranking-free approach to factor-based portfolio construction and beyond. Quantitative Finance, 页 13:2, 301-316,.

CheungWing. (2013). The Augmented Black-Litterman Model: A Ranking-Free Approach to Factor-Based Portfolio Construction and Beyond. Quantitative Finance, 页 301-316.

Fusai and MeucciAttilio. (2003). Assessing Views. Risk Magazine, 页 16,3，S18-S21.

GaryP.Brinson, L. RandolphHood, & GilbertL.Beebower. (2005年47(3)月). Determinants of Portfolio Performance II:An Update. Financial Analysts Journal, 页 40-48.

GiacomettiBertocchi, Marida, Rachev, Svetlozar T. and Fabozzi, Frank J.Rosella,. (2007). Stable distributions in the Black-Litterman approach to asset allocation. Quantitative Finance, 页 7:4,423-433.

GuptaPranay. (2017). 多资产配置：投资实践进阶. 北京: 机械工业出版社.

He and LittermanRobert. (1999). The Intuition Behind Black-Litterman Model Portfolios. Goldman Sachs Asset Management Working paper.

IdzorekT. (2007). A step-by-step guide to the Black-Litterman model : Incorporating user-specified confidence levels. Forecasting Expected Returns in the Financial Markets, 页 17-38.

IdzorekThomas. (2006). Strategic Asset Allocation and Commodities. Ibbotson White Paper.

Martelliniand Ziemann, VolkerLionel. (2007). Extending Black-Litterman Analysis Beyond the Mean-Variance Framework. Journal of Portfolio Management, 页 Vol 33,4,33-44.

Merrill Lynch. (2004). The Investment Clock：Special Report #1: Making Money from Macro.

MeucciAttilio. (2006). Beyond Black-Litterman in Practice: A Five-Step Recipe to Input Views on non-Normal Markets. SSRN.

Satchelland Scowcroft, AlanStephen. (2000). Managing Quantitative and Traditional Portfolio Construction. Journal of Asset Management, 页 Vol1,2,138-150.

T.Idzorek. (2002). A step-by-step guide to the Black-Litterman Model.

WaltersJay. (2014). The Black-Litterman Model In Detail. Boston University.

WinkelmannandBevan. (1998). Using the Black-Litterman Global Asset Allocation Model: Three Years of Practical Experience”. Goldman Sachs Fixed Income Research paper.

Wolfgang BesslerOpfer & Dominik WolffHeiko. (2017). "Multi-asset portfolio optimization and outof-sample performance: an evaluation of Black–Litterman, mean-variance, and naïve diversification approaches. The European Journal of Finance, 页 23:1, 1-30.

蔡德安. (2019). 基于机器学习预测的Black-Litterman模型资产配置研究. 北京大学.

韩焯林乔元波,邵晓燕. (2018年4月). 基于Black-Litterman模型的沪深港基金动态资产配置研究. 投资研究, 页 125-139.

贾慧. (2011). Black-Litterman模型在中国股票市场资产配置中的应用研究. 西北大学.

李心愉，付丽莎. (2013年3月). 基于Black-Litterman模型的保险资金动态资产配置模型研究. 保险研究, 页 24-38.

李迅雷. (2017). 经济数据背后的财富密码. 经济科学出版社.

李知常. (2017). 基于Black-Litterman模型的资产配置策略研究. 山东大学.

刘超. (2013). VECM在Black-Litterman投资组合模型中的应用. 北京大学.

刘超, & 黄海. (2015年3月). 结合VEC和信心水平分析Black-Litterman投资组合模型. 数学的实践与认识, 页 8-14.

马家驹. (2005). 基于Black-Litterman模型下的带流动性风险测度约束的资产配置模型. 浙江大学.

孟繁易. (2017). 扩增Black-Litterman模型在中国股票市场中的应用. 北京大学.

王楠溪. (2012). Black-Litterman模型在中国市场中的应用——考虑非对称投资者观点的扩展模型. 北京大学.

温琪. (2011). 金融市场资产选择与配置策略研究. 中国科学技术大学.

武超则. (2018). 券商中国独家专访. 中信建投证券2019年资本市场年会.

张士强. (2008). 全球资产配置理论与实证研究--基于收益—风险分析的组合优化与BL模型的应用. 南京理工大学.

1. 沪深300指数由中证指数公司编制，代表上海和深圳证券市场中市值大、流动性好的300只股票组成，综合反映中国A股市场上市股票价格的整体表现。沪深300指数也是最主要的A股股票基金投资基准。沪深300行业指数由300只股票中分别属于11个一级行业的股票组成。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 业界常用的“一致预期”计算方法通常将给定时点过去180天内所有预测数据进行取平均值或中位数，超过180天的预测值将予以剔除。但观点伴随研究报告发布时自身个性化的适用期间通常被忽视。 [↑](#footnote-ref-2)
3. 对于可逆矩阵A,B,有 [↑](#footnote-ref-3)
4. 中债系列指数于2002年1月左右发布、中证股票规模指数于2005年4月发布、南华商品指数于2004年7月发布 [↑](#footnote-ref-4)
5. 组合股票市值维度划分为：大盘、中盘、小盘；股票财务数据角度划分为：价值、平衡、成长，两个维度能组合出9种不同的风格。该方法也被称为晨星投资风格箱方法，由基金评价公司晨星创立于1992年。 [↑](#footnote-ref-5)
6. 每年一次，通过买方机构投票，选出卖方研究机构种宏观、策略、行业等领域前三名分析师。 [↑](#footnote-ref-6)
7. 第1、3季度报告在当季结束后1个月内披露，第2季度报告在季度结束后2个月内披露，第四季度报告在次年4月低前披露。 [↑](#footnote-ref-7)
8. 《关于加强和改进保险资金运用比例监管的通知》 [↑](#footnote-ref-8)
9. 全文参考文献索引方式只能选用“顺序编码制”或“著者—出版年制”其中之一，文献列表也应选择相对应的著录方法，此处作为示例列举了两种方式，实际撰写论文时不得混用。注：以上是“顺序编码制”索引文献时参考文献著录法（对应第1章示例）。各项著录信息未核准，仅为样式参考。“著者—出版年”制索引文献著录方法如下（对应第二章示例）： [↑](#footnote-ref-9)