

# 对冲通胀风险的战略视角与微观选择<sup>①</sup>

尹力博<sup>1</sup>, 韩立岩<sup>2</sup>

(1. 中央财经大学金融学院, 北京 100081; 2. 北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

**摘要:** 针对通货膨胀风险,以盯住通胀率为目标,基于随机混合整数规划模型(SMIP)构建了具有通胀保护功能的大宗商品期货投资组合,实现对通货膨胀率的动态跟踪.结果表明,基于盯住通胀率所构建的动态调整的商品期货投资组合能够以较低成本跑赢CPI指数,从而保证获得高于市场通胀率的较稳定的超额投资收益.对通胀保护能力的检验结果表明,商品期货投资组合具有良好的通胀保护功能,能够有效对冲通胀风险,有助于建立长期价格稳定机制.研究结果为企业和机构投资者在既定通胀水平下对冲通胀风险提供了一个具有战略意义的微观选择.

**关键词:** 通胀对冲; 大宗商品; 指数化投资; 战略性配置; 微观选择

**中图分类号:** F830.9   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1007-9807(2015)03-0064-14

## 0 引言

通货膨胀风险及其控制问题一直是学术研究的焦点.从中国经济的发展阶段的内源性和世界经济的外部冲击的角度,在未来相当一段时期内中国经济的通胀风险都是宏观经济调控的重点.一方面,在后危机时代,受美国、欧洲金融监管政策调整的影响,很大一部分投机资金流向监管相对宽松的新兴经济体,从而在较大程度上推高了相关经济体的资产价格膨胀和货币扩张.中国通胀同时受到发达经济体和新兴经济体的冲击,输入型通胀已占据相当重要的地位<sup>[1]</sup>.张成思<sup>[2]</sup>研究表明全球化对新兴市场国家通胀动态机制的影响程度明显增强,在对通货膨胀的影响上全球化因素显著超越了国内产出缺口.另一方面,劳动力供给接近刘易斯拐点以后工资率的持续上涨、中国进口资源依存度的持续提高、产业结构调整中的不均衡和银行服务业的高度垄断也会促使中国通胀长期化.既然通胀风险不可避免且长期存在,

就要有战略对策和长期措施.在这个背景下,针对如何控制通胀风险从战略与微观视角提出对策具有重要意义.

在市场机制下,如果商品资产或者金融工具能对冲通胀风险,那么无论对生产者还是对投资者都极具吸引力.国际市场上的通胀保护债券(TIPS)是一种很好的通胀风险规避工具,很多通胀保护基金通常基于TIPS构建,而我国尚未发行这类产品.但是,即使没有TIPS这类金融工具,还是可以通过构建恰当的资产池及其投资组合,实现对冲通货膨胀风险的目的.例如,邵慧和汪寿阳<sup>[3]</sup>选取中科格林商品期货指数作为标的追踪指数,以买入持有的策略,按照中科格林商品指数的入选商品期货和各商品期货的权重构建追踪该指数的商品期货投资组合.实证结果表明该投资组合可以在一定程度上对冲通货膨胀风险,且效果优于行业股票组合.这为将商品期货主力合约的滚动投资引入到通货膨胀风险管理中提供了视角和思路.

① 收稿日期: 2013-12-15; 修订日期: 2014-11-19.

基金项目: 国家自然科学基金青年基金资助项目(71401193); 国家自然科学基金资助项目(71371022); 中央财经大学121人才工程青年博士发展基金资助项目(QBJ1416).

作者简介: 尹力博(1988—),女,安徽合肥人,博士,讲师. Email: yinlibowx@126.com

大量学术研究表明,除了 TIPS 之外,大宗商品投资在一定程度上能提供通胀保护,尤其是对预期的通货膨胀。主要因为商品资产一般都是通货膨胀中价格上涨的主要成分。而且如果是商品期货投资,则还包含了对商品未来价格走势的预期信息,反映了通货膨胀组成商品预期外的波动,代表性文献有 Erb 和 Harvey<sup>[4]</sup>、Gorton 和 Rouwenhorst<sup>[5]</sup>、Geman 和 Kharoubi<sup>[6]</sup>等。

在实践中,新世纪以来国外机构投资者已逐渐重视大宗商品对冲通胀风险的作用,如新加坡政府投资公司 GIC、淡马锡控股 Temasek 的投资领域包括能源和初级产品等;欧洲最大的养老基金 PGGM、荷兰养老金机构 ABP 和加拿大最大的养老基金管理公司 Caisse de depot et placement du Quebec 等均投资于商品期货市场,并逐渐增加其在资产配置中所占的比重;韩国主权财富基金 KIC 在最新计划中增加原材料和商品指数等资产的投资比重。

目前国内大多数机构投资者还没有充分认知商品资产这一有力的投资工具。虽然一些学者与专家已经呼吁运用超额储备去购买黄金、石油、矿产等稀缺资源,或收购与参股国外资源类企业,或建立“次级金本位”组合,即由黄金、石油、农产品、金属等重要基本商品及资源组合的货币储备支付体系对抗通胀。但是,关于其投资策略的讨论大多集中在原则性和方向性上,缺少深入的理论分析和经验支持。上述策略尽管符合国家战略利益,但实际操作难度很大。一是这种带有国家战略意图的资源投资会引起欧美国家的警惕,二是鉴于“中国元素”所形成的价格冲击,投资行为本身会被市场放大,从而引起相关投资品种价格的剧烈波动<sup>[7]</sup>。

因此,针对通货膨胀风险对冲问题,本文的解决思路是以盯住通胀率为目标,由微观主体通过对商品期货主力合约的滚动投资构建具有通胀保护功能的商品期货投资组合,并实现大宗商品资产战略性配置。如此形成长期战略安排,形成宏观引导的市场行为。其战略价值具体表现为:其一,以盯住通胀率为目标实现大宗商品期货滚动投资,能够有效对冲由外部价格冲击引起的输入型通胀风险,形成长期价格稳定机制,降低国民福利的损失;其二,进行商品战略配置能在兼顾

流动性、安全性的同时,遏制外部投机力量炒作大宗资源类商品,形成以商品期货为重要组成部分的大宗商品战略储备体系,在一定程度上弥补国内产业持续和稳定发展对资源需求的不足,确保商品资源的安全供给。自 2004 年兴起的商品指数化投资之所以成为跨国企业和长期机构投资者的主要投资模式,正是商品资源的资源保障与通胀风险对冲功能的价值所在。据此,服从控制通货膨胀风险的长期战略目标,商品的指数化投资应当成为中国企业和机构投资者海外投资的主要模式。

相对于已有文献,本文在以下方面取得了突破与创新。第 1,原创地提出跟踪通胀率的商品资产配置的随机规划模型,实现了资产的动态配置和动态跟踪,通胀保护的目标更加明确。区别于已有文献对于各类资产规避通货膨胀风险能力的比较性研究<sup>[8]</sup>,也区别于在考虑通货膨胀影响下资产配置策略研究<sup>[9]</sup>,本文以盯住通胀率为目标,构建商品期货投资组合,实现对通货膨胀率的动态跟踪,以此达到对抗通胀的目的,而不是仅仅将通胀因素作为约束外生增加到资产配置模型中。这是本文所建立模型的本质。第 2,提出控制通胀风险的微观最优选择。目前已有大量关于通货膨胀动态特征以及通胀影响因素的讨论<sup>[2,10-12]</sup>。然而,这些研究更多的是从宏观经济管理者或政策制定者的角度,为加深对通货膨胀性质、传导机制的理解和增强反通货膨胀政策的有效性提供重要启示<sup>[13-15]</sup>。而本文从机构或个人投资者的角度出发,基于随机混合整数规划模型构建具有通胀保护功能的大宗商品期货投资组合,为机构或个人投资者在既定通胀水平下应对通胀风险的微观行为提供策略支持和经验参考。需要说明的是,本文所涉及的指数跟踪是指在对交易成本、资产配置比例和管理费用的约束下,以大宗商品资产的动态配置有效复制目标指数收益。而目标指数正是代表通货膨胀率的居民消费价格总指数(CPI)。

## 1 文献回顾

国外学者很早就认识到大宗商品(特别是期货)价格变化对一般性价格水平的传导作用,认

为大宗商品价格可以被作为 CPI 指数的先行指标。例如, Browne 和 Cronin<sup>[16]</sup> 发现大宗商品价格与 CPI 指数具有长期正向相关关系, 大宗商品价格可以有效预测 CPI 指数变动, 且在考虑工业生产指数、联邦基金利率、股指和美元指数等变量的情况下具有稳健性。特别的, 国外很多学者研究了能源类商品期货价格变化与通货膨胀的影响, 实证表明石油价格可以被作为消费类价格指数的先行指标。Cuñado 和 de Gracia<sup>[17-18]</sup> 分别针对 15 个欧洲国家和 6 个亚洲国家分析了石油价格对通货膨胀率、工业品价格指数和消费价格指数的冲击, 结果表明石油价格冲击对通货膨胀率具有持久影响, 对消费价格指数具有显著影响。Cognigni 和 Manera<sup>[19]</sup> 在对 7 国集团的石油价格冲击对价格传导效应的研究中发现, 除英国和日本外, 其他 5 国的石油价格变动对通货膨胀率都有显著影响, 并通过利率渠道将该冲击传导到实体经济中。Chen<sup>[20]</sup> 运用状态空间模型和 19 个工业化国家的数据, 证实了石油价格变动对通货膨胀率的传导, 并估计出时变的石油价格传导系数。Álvarez 等<sup>[21]</sup> 继而研究了石油价格冲击对整个欧元区消费价格指数的影响, 支持了石油价格变动对通货膨胀率有显著影响的结论。

国内对大宗商品期货价格与通胀水平关系的研究也在逐渐丰富。中国经济增长与宏观稳定课题组<sup>[22]</sup> 应用扩展的菲利普斯曲线发现, 短期内国际食品价格是导致国内物价上涨的主要因素, 中长期而言国际原油价格对国内物价的影响在逐步上升。任泽平<sup>[23]</sup> 将传统投入产出价格潜在影响模型与成本传导能力模型结合起来, 创建了投入产出价格实际影响模型。结果发现, 从历史比较来看, 近二十多年来我国物价对油价变动越来越敏感, 2007 年原油价格上涨对 CPI 和总体物价指数的影响程度大约是 1987 年的 3 倍, 而且这一趋势还在加速。

上述文献为通过对商品期货主力合约的滚动投资实现 CPI 指数跟踪提供了经济学依据。但是, 这些讨论还局限在经验描述层面, 没有上升到策略与实施层面。为此, 本文基于随机混合整数规划构建大宗商品期货投资组合, 探讨在既定通胀水平下利用大宗商品期货实现通胀风险对冲的途径与策略。

## 2 模型设定

### 2.1 模型选择

从企业或者长期投资者的利益出发, 商品资产配置是长期目标下的动态调整, 而不是简单的标的优化选择和长期持有。因此, 静态化资产配置的思路是无效的。为了实现动态追踪通胀率指数的目标, 构建具有通胀保护功能的商品期货投资组合, 从而实现大宗商品资产战略性配置。在模型设定上需考虑以下 6 个方面要求:

第 1, 最小化跟踪组合与目标指数收益之间的差异, 即跟踪误差; 第 2, 实现多阶段动态指数追踪优化, 即在投资规划期内可以调整商品期货投资组合头寸, 以实现目标指数的动态追踪; 第 3, 商品期货投资组合所选取的大宗商品资产尽可能分散化; 第 4, 商品期货投资组合所选取的大宗商品资产数目尽可能少; 第 5, 最小化交易成本; 第 6, 考虑到不确定性和动态能力的互动对投资竞争策略和时机选择有着重要影响<sup>[24]</sup>, 基于未来大宗商品期货收益和 CPI 指数变动不确定性建模, 以此形成适应随机环境的商品期货投资组合。

大量研究表明, 在现实市场不完备、受到交易限制的条件下, 随机规划模型为不确定性条件下的金融优化问题提供了灵活且有效的分析工具。随机规划模型基于全面的目标模型框架, 用情景树刻画未来经济的不确定性, 将决策者对不确定性的预期加入模型, 可以全面考虑诸如交易费用、市场不完备性、必要收益率、交易限制和管理规则等多方面因素, 是具有实战特点的模型方法。本文为实现通胀率指数的动态追踪构造多阶段混合整数随机规划模型。之所以选择混合整数规划是因为考虑到市场摩擦的存在和期货不能无限细分的性质, 在构造初始跟踪组合和随着目标指数调整对跟踪组合进行调整时必须以整手进行交易。

### 2.2 未来不确定性刻画

在建立动态随机规划模型时, 关键的一步是基于情景树来刻画未来不确定性, 即本文中目标指数和用于构建投资组合的大宗商品资产价格的演进路径。

将所考察的投资区间平均分为  $t = 0, 1, \dots, T$ ,

在每一个时间点投资者都可以调整商品期货投资组合结构。 $t = 0$  代表决策的时间起点, 所有大宗商品资产的价格及通胀水平是确定已知的,  $t = T$  代表决策的时间终点。从  $t = 1$  到  $t = T$  的各个时间点中的每一个节点  $n \in N_t$  均表示在未来时刻  $t$  所有大宗商品资产价格及通胀水平的一种可能的情况,  $N_t$  指第  $t$  期的情景节点集合,  $N_t \subset N, t = 0, 1, \dots, T, N$  代表情景树全部节点集合。从  $t = 1$  到  $t = T$  的各个时间点各自任取一个节点连接起来便形成一个分支, 反映了未来不确定性演进的一条可能的路径, 如图 1 中黑色粗线所示。 $S_n$  表示节点  $n$  的所有紧邻下游子节点,  $S_n \in N, n \in N \setminus \{N_T\}$ 。

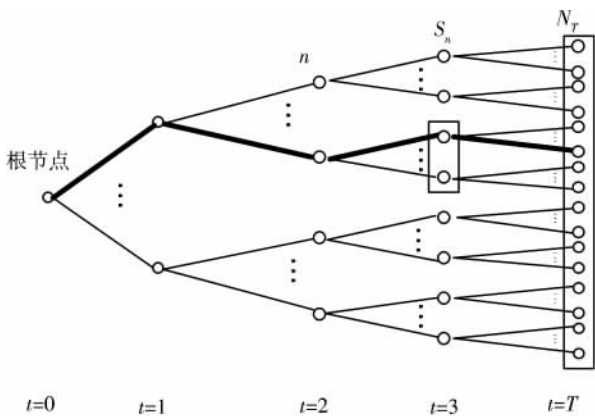


图 1 离散情景树示意图  
Fig.1 Scenario tree

情景树生成方法非常丰富。本文选择何启志和范从来<sup>[25]</sup> 提出的包含通胀惯性、学习型预期和波动性特征的通胀动态模型、用于刻画大宗商品收益率特征的 FIGARCH 模型和 Gaivoronski 等<sup>[26]</sup> 提出的情景生成框架产生所需要的情景。具体过程阐述如下。

首先选取包含通胀惯性、学习型预期和波动性特征的通胀动态模型生成目标指数情景。该模型从均值和波动项两个方面反映了我国通胀水平的动态变化趋势和特征, 表示为

$$cpi_t = \alpha + \beta cpi_{t-1} + \sum_{k=1}^{n-1} \theta_k \Delta cpi_{t-k} + \chi E_t(cpi_{t+1}) + \delta \sigma_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim GED(0, \sigma_t^2, \nu) \quad (2)$$

$$\sigma_t^2 = \mu + \varphi \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 \Gamma_{t-1} + \lambda \sigma_{t-1}^2 \quad (3)$$

其中均值方程(1) 从 3 个方面反映了我国通胀水

平: 其一  $\beta cpi_{t-1} + \sum_{k=1}^{n-1} \theta_k \Delta cpi_{t-k}$  是通胀惯性; 其二  $\chi E_t(cpi_{t+1})$  是通胀预期, 参数  $\chi$  反映了通胀预期对通胀水平影响程度; 其三  $\delta \sigma_t$  是通胀水平波动性, 反映了通胀波动性对通胀水平影响程度。方差方程(2) 采用 TGARCH 模型。 $\Gamma_{t-1}$  是一个指示变量(当  $\varepsilon_{t-1} < 0$  时  $\Gamma_{t-1} = 1$ , 否则  $\Gamma_{t-1} = 0$ )。它反映不同性质残差对方差的影响, 一般来说称  $\varepsilon_{t-1} < 0$  为负冲击, 当参数  $\gamma > 0$  称之为杠杆效应。实证研究时, 根据公式(1) 计算出基于市场参与者学习能力的通胀预期  $E_t(cpi_{t+1})$ , 作为进一步生成目标指数情景的基准  $I_t^\Lambda$ 。

接下来定义目标指数变动的上下限。给定过去  $k$  个月的目标指数数值, 对  $\forall t = \hat{t} - k$ , 其中  $\hat{t}$  为当前时刻, 设

$$\omega_t = \frac{I^t - I^{t-1}}{I^{t-1}} + 1 \quad (4)$$

则目标指数变动的上限和下限分别定义为

$$I_t^U = \max \{ \omega^t + Q, \forall t \in [\hat{t} - k, \hat{t}] \} \quad (5)$$

$$I_t^D = \min \{ \omega^t - Q, \forall t \in [\hat{t} - k, \hat{t}] \} \quad (6)$$

其中  $\rho < Q \leq 1/2$ , 为用于刻画波动大小的参数。这样便完成了目标指数最小情景集的定义。若生成 3 个情景(即某个节点有 3 个紧邻下游子节点) 则

$$I_1 = I_t^\Lambda, I_2 = I_t^U, I_3 = I_t^D \quad (7)$$

图 2 具体展现了基于最小情景集生成更多情景的步骤。

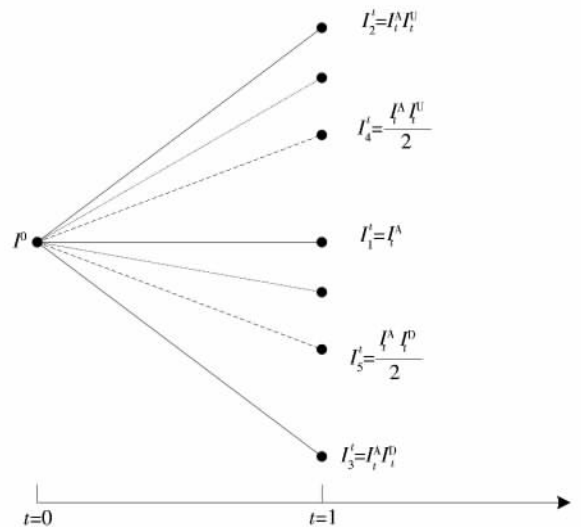


图 2 基于最小情景集生成更多情景示意图  
Fig.2 Scenario generation based on minimum scene set

接下来选取 FIGARCH 模型<sup>[27]</sup> 生成各大宗商品期货资产情景. 具体方法与生成目标指数情景类似, 差别在于基准  $\phi_i^A$  的产生. 大量实证研究表明大宗商品资产收益率具有典型的异方差特性以及长记忆的变动特性. Barkoulas 等<sup>[28]</sup> 最早发现某些大宗商品收益率具有典型的长记忆性特征, 且衰减速率不同. Baillie 等<sup>[29]</sup> 则提供了较新的证据.

此外, 自 2004 年商品期货指数化投资兴起以来, 大宗商品市场金融化程度日益增强<sup>[30]</sup>, 大宗商品市场与传统金融市场间的联动性与信息溢出效应显著增强, 且在金融危机期间及后期更为明显. 诸多代表性文献如 Erb 和 Harvey<sup>[4]</sup> 等指出, 宏观经济和货币市场因素等等均对大宗商品市场有显著影响. 因此在 FIGARCH 模型中加入 3 个外部冲击来源: 美元指数变动、短期利率水平和长短期利率差和股票市场隐含波动率 (VIX 指数). 采用包含外部冲击的 FIGARCH 模型来刻画国际大宗商品收益特征, 并基于如下条件均值方程生成大宗商品资产预期价格  $\phi_i^A$

$$R_{i,t} = \eta + \lambda R_{i,t-1} + f_{i,1} \Delta \ln(VIX)_{t-1} + f_{i,2} \Delta \ln(USD\$, X)_{t-1} + f_{i,3} TBILL_{t-1} + f_{i,4} SPRD_{t-1} + \zeta_{i,t} \quad (8)$$

式中:  $R_i$  是某大宗商品期货  $i$  的收益率;  $VIX$  是 CBOE 市场股票市场隐含波动率;  $USD\$, X$  是美元指数;  $TBILL$  是 3 个月美国国债收益率;  $SPRD$  是 10 年美国国债收益率与 3 个月美国国债收益率的利差;  $\zeta_{i,t}$  是误差项, 满足  $\zeta_{i,t} | I_{t-1} \sim N(0, \sigma_{i,t}^2)$ ,  $I_{t-1}$  为  $t-1$  时刻信息集.

### 2.3 模型建立

首先将上述 6 个方面要求转化为模型语言描述.

第 1, 关于最小化跟踪误差. 假设被用于构建商品期货投资组合的大宗商品资产有  $m$  个, 各大宗商品资产  $i$  在时刻  $t$  的价格为  $\phi_i^t$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ , 目标指数在时刻  $t$  的水平值为  $I^t$ . 在投资决策的时间起点  $t=0$  投资者对各大宗商品资产的初始禀赋为  $x_i$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ . 在各决策节点  $t$  各大宗商品资产  $i$  的配置数量为  $y_i^t$ , 则最小化追踪误差可以表示为

$$\min \left| \sum_{i=1}^m \phi_i^0 x_i - I^0 \right| + \sum_{t=1}^T \left| \sum_{i=1}^m \phi_i^t y_i^t - I^t \right| \quad (9)$$

考虑到当  $\sum_{i=1}^m \phi_i^t y_i^t - I^t > 0, \forall t=1, 2, \dots, T$  或  $\sum_{i=1}^m \phi_i^0 x_i - I^0 > 0$  时, 即时刻  $t$  投资组合的收益率高于基准指数的收益率, 这是构建投资组合所期望出现的情形. 本文更关注投资组合的收益率低于基准指数的收益率的情形, 即  $\sum_{i=1}^m \phi_i^t y_i^t - I^t < 0, \forall t=1, 2, \dots, T$  或  $\sum_{i=1}^m \phi_i^0 x_i - I^0 < 0$  的情形. 因此将目标修改为

$$\min \left\{ \max \left[ - \left( \sum_{i=1}^m \phi_i^0 x_i - I^0 \right), 0 \right] + \sum_{t=1}^T \max \left[ - \left( \sum_{i=1}^m \phi_i^t y_i^t - I^t \right), 0 \right] \right\} \quad (10)$$

第 2, 关于实现多阶段资金动态平衡. 将所考察的投资区间平均分为  $t=0, 1, \dots, T$ . 在每一个决策节点投资者都可以调整大宗商品资产组合结构. 两个决策节点之间需建立资金动态平衡约束方程, 即在决策过程中不再追加投资, 即

$$B^1 = \sum_{i=1}^m \phi_i^1 x_i - \sum_{i=1}^m \phi_i^0 y_i^0, t=1 \quad (11)$$

$$B^t = B^{t-1} + \sum_{i=1}^m \phi_i^t y_i^{t-1} - \sum_{i=1}^m \phi_i^{t-1} y_i^{t-1}, t=2, 3, \dots, T \quad (12)$$

$$B^t \geq 0, \forall t=1, 2, \dots, T \quad (13)$$

如果  $B^t=0$ , 则上一阶段投资组合资产将全部用于下一阶段资产组合再调整. 如果  $B^t > 0$ , 则允许上一阶段投资组合资产有剩余, 该剩余可用于后续阶段资产组合再调整.

第 3, 关于商品期货投资组合所选取的大宗商品资产尽可能分散化. 设  $Q(i, s) = \begin{cases} 1 & \text{若 } i \in s \\ 0 & \text{若 } i \notin s \end{cases}$  为二元变量, 其中  $s=1, 2, \dots, S$ ,  $S$  为大宗商品资产行业个数. 设  $f_s^t$  为时刻  $t$  行业  $s$  价值在商品期货投资组合中的权重, 则  $\sum_{s=1}^S f_s^t = 1$ , 且  $f_s^t \geq 0, t=0, 1, \dots, T$ . 那么, 行业暴露头寸可以表示为

$$\sum_{i=1}^m Q(i, s) \phi_i^0 x_i = f_s^0 I^0 + \xi_s^0, \forall s=1, 2, \dots, S, t=0 \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^m Q(i, s) \phi_i^t y_i^t = f_s^t I^t + \xi_s^t,$$

$$\forall s = 1, 2, \dots, S, t = 1, 2, \dots, T \quad (15)$$

其中  $\xi_s^t$  是相对于某行业  $s$  的配置权重  $f_s^t$  使得上述两个方程成立的松弛变量. 为了使商品期货投资组合尽可能分散化, 应最小化行业松弛变量, 即

$$\min \sum_{t=0}^T \sum_{s=1}^S |\xi_s^t| \quad (16)$$

第 4 关于商品期货投资组合所选取的大宗商品资产数目尽可能少. 对商品期货投资组合所选取的大宗商品资产数目的上限进行了限制, 在实践中可根据需要灵活调整该上限. 设  $g_i^t =$

$$\begin{cases} 1, & \text{若 } x_i \text{ 或 } y_i^t > 0 \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \text{ 为二元变量, 为使得模型线性}$$

化, 采用如下约束来定义  $g_i^t$

$$\begin{aligned} g_i^0 &\leq x_i, x_i \leq Cg_i^0, \\ \forall i &= 1, 2, \dots, m, t = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} g_i^t &\leq y_i^t, y_i^t \leq Cg_i^t, \\ \forall i &= 1, 2, \dots, m, t = 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (18)$$

其中  $C$  是使得式 (8) 或 (9) 满足  $g_i^t$  二元变量定义的参数. 设  $G^t$  为时刻  $t$  商品期货投资组合所选取的大宗商品资产数目的上限, 则为使商品期货投资组合所选取的大宗商品资产数目尽可能少, 应满足

$$\sum_{i=1}^m g_i^t \leq G^t, t = 0, 1, \dots, T \quad (19)$$

第 5 关于最小化交易成本. 因为交易费率固定, 因此最小化交易成本等价于最小化资产组合调整数量. 规定资产组合调整数量表示为

$$z_i^1 = |y_i^1 - x_i|, \forall i = 1, 2, \dots, m, t = 1 \quad (20)$$

$$\begin{aligned} z_i^t &= |y_i^t - y_i^{t-1}|, \\ \forall i &= 1, 2, \dots, m, t = 2, 3, \dots, T \end{aligned} \quad (21)$$

则最小化交易成本可以表示为

$$\min \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m z_i^t, t = 1, 2, \dots, T \quad (22)$$

第 6 纳入关于未来不确定性的刻画. 在随机环境下构建商品期货投资组合的动态随机混合规划模型即为在确定性动态混合整数规划模型基础上加入情景因素.

模型表示如下:

目标函数包括: 1) 最小化追踪误差; 2) 商品期货投资组合所选取的大宗商品资产尽可能分散化; 3) 最小化交易成本, 即

$$\begin{aligned} &\min \left\{ \max \left[ - \left( \sum_{i=1}^m \phi_i^0 x_i - I^0 \right) \rho \right] + \right. \\ &\sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^{|N_t|} \left( p_n \max \left[ - \left( \sum_{i=1}^m \phi_{in}^t y_{in}^t - I_n^t \right) \rho \right] \right) + \\ &\left. \sum_{s=1}^S \xi_s^0 + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^{|N_t|} p_n \sum_{s=1}^S \xi_{sn}^t + \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^{|N_t|} p_n \sum_{i=1}^m z_{in}^t \right\} \end{aligned} \quad (23)$$

约束条件:

1) 资金动态平衡约束方程

$$\begin{aligned} B_n^1 &= \sum_{i=1}^m \phi_{in}^1 x_i - \sum_{i=1}^m \phi_{in}^1 y_{in}^1, \\ n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1 \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} B_n^t &= B_n^{t-1} + \sum_{i=1}^m \phi_{in}^t y_{in}^{t-1} - \sum_{i=1}^m \phi_{in}^t y_{in}^t, \\ n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 2, 3, \dots, T \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} B_n^t &\geq 0, B_n^t \in \mathbb{R}, \\ \forall n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (26)$$

2) 商品期货投资组合所选取的大宗商品资产数目限制

$$\sum_{i=1}^m g_i^0 \leq G^0 \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m g_{in}^t &\leq G^t, \\ n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (28)$$

3) 变量定义及变量类型约束

$$\begin{aligned} z_{in}^1 &= |y_{in}^1 - x_i|, \forall i = 1, 2, \dots, m, \\ n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1 \end{aligned} \quad (29)$$

$$\begin{aligned} z_{in}^t &= |y_{in}^t - y_{in}^{t-1}|, \forall i = 1, 2, \dots, m, \\ n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 2, 3, \dots, T \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m Q(i, s) \phi_i^0 x_i &= f_s^0 I^0 + \xi_s^0, \\ \forall s &= 1, 2, \dots, S, t = 0 \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m Q(i, s) \phi_{in}^t y_{in}^t &= f_{sn}^t I_n^t + \xi_{sn}^t, \forall s = 1, 2, \dots, S, \\ n &= 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \xi_s^0 &\in \mathbb{R}, \xi_{sn}^t \in \mathbb{R}, \forall s = 1, 2, \dots, S, \\ i &= 1, 2, \dots, m, n = 1, 2, \dots, |N_t|, \\ t &= 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} g_i^0 &\leq x_i, x_i \leq Cg_i^0, \forall i = 1, 2, \dots, m, t = 0 \end{aligned} \quad (34)$$

$$g_{in}^t \leq y_{in}^1, y_{in}^t \leq Cg_{in}^t, \forall i = 1, 2, \dots, m, \\ n = 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1, 2, \dots, T \quad (35)$$

$$g_i^0 \in \mathbf{B}, g_{in}^t \in \mathbf{B}, \forall i = 1, 2, \dots, m, \\ n = 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1, 2, \dots, T \quad (36)$$

4) 卖空限制条件:

$$x_i \geq 0, x_i \in I, \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (37)$$

$$y_{in}^t \geq 0, y_{in}^t \in I, \forall i = 1, 2, \dots, m, \\ n = 1, 2, \dots, |N_t|, t = 1, 2, \dots, T \quad (38)$$

### 3 实证结果和分析

#### 3.1 数据选择和参数设置

本文选择的目标指数为全国居民消费价格指数(CPI) 数据来源于国家统计局.用于构建追踪指数的投资组合的资产来源于53种全球最具代表性的商品期货及10个分行业大宗商品指数基金.数据来源于各商品期货交易所网站和国际货币基金组织(IMF) 数据库.在大宗商品资产价格情景生成中,分别选取CBOE的Volatility Index(VIX)、美元指数(USDXY)对数收益率、美国3个月国债收益率(TBILL)和美国10年国债收益率与3个月国债收益率之差(SPRD)作为股票市场隐含波动率、美元指数变动、货币政策效应的代理变量,数据来源于美联储网站.数据频率为月度,范围为2001-01~2012-06,涵盖2008年金融危机前后.

构造和调整指数跟踪组合的参数设置如下:

1) 初始跟踪组合包括全部53种全球最具代表性的商品期货及10个分行业大宗商品指数基金共63种资产,即 $G^0 = 63$ ,而后续调整的指数跟踪组合最多包含15种资产,即 $G^t \leq 15, t = 1, 2, \dots, T$ ;

2) 设定交易成本比例为0.3%,管理费和托管费按日计提比例为0.002%,并且在跟踪组合调整时支付;

3) 63种资产按行业分类参考IMF分类标准,各行业 $s$ 的配置权重 $f_s^t$ 设定如下,10个分行业大宗商品指数基金投资比例占20%,石油类商品期货

投资比例占42.88%,天然气和煤类商品期货投资比例占7.6%,金属类商品期货投资比例占8.56%,农业原材料类商品期货投资比例占6.16%,食物类商品期货投资比例占13.36%,软饮料类商品期货投资比例占1.44%.

4) 在实证中,仅考虑对称情景树情形,且各个节点具有相同数量的子节点,并通过设定不同数目的情景来检验追踪效果的稳健性,即假设 $|S_n| = l, S_n \in N, n \in N \setminus \{N_T\}, l$ 分别取3、5、9、17、33和51;

5) 为了考量动态调整追踪组合相对于静态持有追踪组合的优势,在实证中,分别采取二~五阶段随机规划模型进行样本外检验,即 $T = 2, 3, 4, 5$ .

#### 3.2 样本外追踪效果

在实证中,选用2010年1月至2012年6月共30个月作为样本外动态检验期间,2001年1月至2009年12月作为首次情景生成的样本内期间.情景生成时采用逐次向后迭代的方法:如果生成未来一个阶段情景,如生成2010年1月的情景采用2001年1月至2009年12月的数据信息,而生成2010年2月的情景则利用2010年2月之前所有信息;如果生成未来若干个阶段情景,比如第3个阶段,则生成2010年1月的情景采用2009年10月之前的数据信息,生成2010年2月的情景采用2009年11月之前的数据信息,以此类推.

对基金管理者和投资者而言,除了考虑投资组合追踪误差尽可能小之外,也希望同时能够获得更高的超额收益.为充分考虑情景数目和投资规划期参数设置的影响,分别采用各阶段情景数目分别取3、5、9、17、33和51的两阶段随机规划模型和各阶段情景数目为3的单至五阶段随机规划模型检验该模型的样本外追踪效果,结果如图3和4所示.从图3和4可以看出,对两阶段随机规划模型,当情景数目设置超过9时,得到的追踪组合指数跟踪效果明显优于目标指数.或者,情景数目不变,增加投资规划期,也可以获得更好的追踪效果.

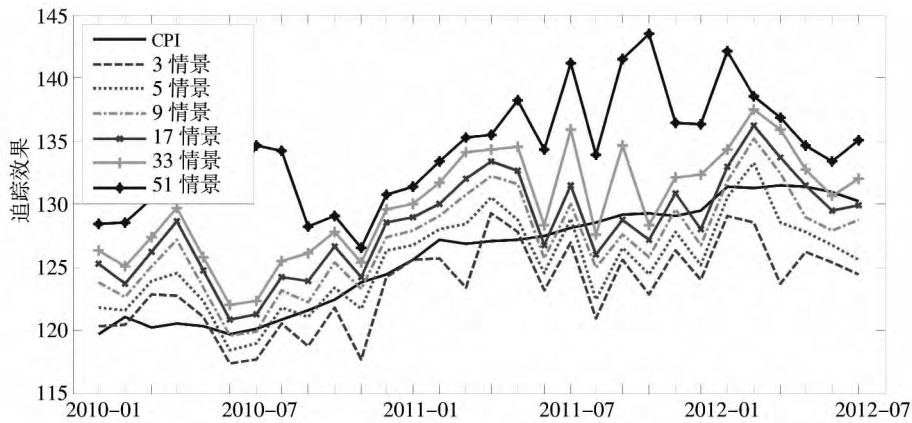


图 3 基于不同情景数的两阶段动态随机混合整数规划模型的追踪组合样本外追踪效果图

Fig.3 Two-stage SMIP index tracking results for different scenarios in comparison to CPI

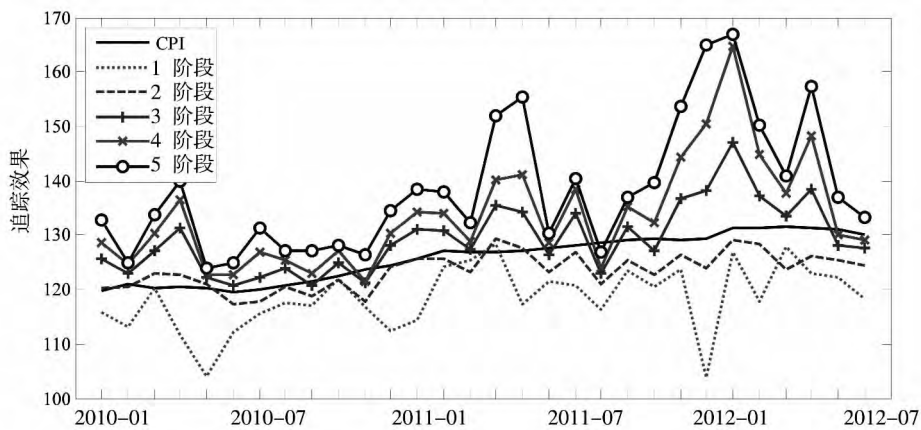


图 4 基于不同阶段动态随机混合整数规划模型的追踪组合样本外追踪效果图(情景数为 3)

Fig.4 SMIP index tracking results for different stages in comparison to CPI (with 3 scenarios)

为了进一步考察大宗商品期货组合的追踪效果,本文从与目标指数的相关系数、跟踪误差和负偏离跟踪误差、收益率均值与标准差、累计收益率、月均交易成本和管理费用等方面对指数跟踪效果进行评价,结果如表 1 和 2 所示。

其一,不同参数设置的追踪组合都与目标指数具有高度的相关性,而且随着情景数目的增加和投资规划期的增加,更多信息的采纳可以提高对应的指数跟踪组合与目标指数之间的相关系数。其二,当情景数目设置大于或等于 9 或投资规划期大于等于三阶段时,指数跟踪组合与目标指数相比均具有正向月均跟踪误差,且当情景数目设置为 51 或投资规划期大于等于五阶段时,指数跟踪组合与目标指数相比在样本外检测各阶段均具有正向跟踪误差,可以认为跟踪效果非常好。其

三,当情景数目设置大于或等于 17 或投资规划期大于等于三阶段时,指数跟踪组合均具有比目标指数更高的收益率和累积收益率,且随着情景数目的增加和投资规划期的增加,在月均标准差保持相对稳定的情况下,指数跟踪组合的月均收益率和累积收益率显著优于目标指数,在情景数目为 9 投资规划期为五阶段的参数设置下,指数跟踪组合累积收益率较目标指数增加幅度约 55.38%。其四,从整个跟踪期间看,交易成本和管理费用较低。上述样本外检验结果表明,基于多阶段随机规划模型所构建的大宗商品期货投资组合在较长期的投资过程中,在充分考虑各种实际约束的同时,能够以较低成本跑赢 CPI 指数,从而保证获得高于市场通胀率的较稳定的超额投资收益。



表 1 基于不同情景数的两阶段动态随机混合整数规划模型的追踪组合实际跟踪值的统计指标

Table 1 Statistical measures of two-stage SMIP index tracking results for different scenarios

项目	目标值	$l = 3$	$l = 5$	$l = 9$	$l = 17$	$l = 33$	$l = 51$
与目标值相关系数	1	0.721 7	0.757 7	0.759 3	0.768 0	0.795 4	0.688 0
月均跟踪误差	0	- 2.398 2	- 0.524 9	1.115 5	2.395 6	4.123 1	8.367 6
月均负偏离跟踪误差	0	- 2.706 2	- 1.444 7	- 0.702 1	- 0.301 4	- 0.074 7	0.000 0
月均收益率(%)	0.303 3	0.184 7	0.209 6	0.292 2	0.324 4	0.392 6	0.469 1
月均标准差(%)	0.552 4	2.693 1	2.386 6	2.456 8	2.518 1	3.005 3	3.045 7
累积收益率(%)	9.463 7	4.592 0	5.607 2	8.200 0	9.198 6	11.018 6	13.557 8
月均管理费用占比(%)	NA	0.037 8	0.037 8	0.037 9	0.037 9	0.038 0	0.038 0
月均交易成本占比(%)	NA	0.016 8	0.016 2	0.015 8	0.015 7	0.015 7	0.015 6

表 2 基于不同阶段动态随机混合整数规划模型的追踪组合实际跟踪值的统计指标

Table 2 Statistical measures of SMIP index tracking results for different stages

项目		目标值	单阶段 实际跟踪值	两阶段 实际跟踪值	三阶段 实际跟踪值	四阶段 实际跟踪值	五阶段 实际跟踪值
$l = 3$	与目标值相关系数	1	0.497 6	0.721 7	0.686 2	0.632 6	0.662 5
	月均跟踪误差	0	- 7.400 3	- 2.398 2	3.435 3	7.660 4	12.756 9
	月均负偏离跟踪误差	0	- 7.442 0	- 2.706 2	- 0.598 4	- 0.301 1	0.000 0
	月均收益率(%)	0.303 3	0.212 0	0.184 7	0.341 1	0.496 5	0.651 0
	月均标准差(%)	0.552 4	6.979 1	2.693 1	4.728 9	6.781 2	7.474 0
	累积收益率(%)	9.463 7	- 0.541 7	4.592 0	7.217 4	8.446 0	11.956 1
	月均管理费用占比(%)	NA	0.038 0	0.037 8	0.039 5	0.038 2	0.039 6
	月均交易成本占比(%)	NA	0.015 2	0.016 8	0.010 7	0.013 5	0.010 2
$l = 5$	与目标值相关系数	1	0.505 8	0.757 7	0.713 0	0.658 6	0.688 5
	月均跟踪误差	0	- 5.587 2	- 0.524 9	5.398 8	9.684 0	14.853 2
	月均负偏离跟踪误差	0	- 5.915 4	- 1.444 7	- 0.257 8	- 0.104 2	0.000 0
	月均收益率(%)	0.303 3	0.248 3	0.209 6	0.359 9	0.504 2	0.656 0
	月均标准差(%)	0.552 4	7.044 3	2.386 6	4.423 4	6.397 3	7.065 3
	累积收益率(%)	9.463 7	0.423 7	5.607 2	8.258 1	9.498 6	13.042 7
	月均管理费用占比(%)	NA	0.037 9	0.037 6	0.038 4	0.038 0	0.038 9
	月均交易成本占比(%)	NA	0.015 0	0.016 4	0.010 6	0.011 4	0.010 4
$l = 9$	与目标值相关系数	1	0.513 9	0.759 3	0.719 7	0.668 2	0.669 6
	月均跟踪误差	0	- 4.009 0	1.115 5	7.118 7	11.458 7	14.574 1
	月均负偏离跟踪误差	0	- 4.726 2	- 0.702 1	- 0.069 4	- 0.019 8	0.000 0
	月均收益率(%)	0.303 3	0.333 1	0.292 2	0.445 3	0.586 2	0.736 3
	月均标准差(%)	0.552 4	7.090 0	2.456 8	4.523 5	6.409 6	7.507 1
	累积收益率(%)	9.463 7	2.889 2	8.200 0	10.916 0	12.187 0	14.704 8
	月均管理费用占比(%)	NA	0.037 3	0.037 5	0.038 7	0.037 8	0.038 2
	月均交易成本占比(%)	NA	0.014 7	0.016 2	0.010 5	0.011 0	0.010 7

#### 4 通胀保护能力实证检验

关于通胀保护能力, Fama 和 Schwert<sup>[31]</sup> 提出了具有实践意义的检验方法, 在实证研究中经常被使用. 即当且仅当一项资产的名义收益率与预期通货膨胀以及未预期通货膨胀具有一一对应关

系时, 该资产能对通胀提供完全保护. 基于该思想, Fama 和 Schwert<sup>[31]</sup> 将资产名义收益率写为实际收益率与通货膨胀率的函数, 并将通货膨胀率拆分成预期和未预期两部分, 即

$$E(R_{jt} | \Omega_{t-1}, i_t) = E(r_{jt} | \Omega_{t-1}) + E(i_t | \Omega_{t-1}) + [i_t - E(i_t | \Omega_{t-1})] \quad (39)$$

其中:  $E(R_j | \Omega_{t-1}, i_t)$  表示在  $t - 1$  时刻的信息集  $\Omega_{t-1}$  下的预期名义收益率;  $E(i_t | \Omega_{t-1})$  为预期通胀率, 表示在期初所预期的购买力变化;  $[i_t - E(i_t | \Omega_{t-1})]$  为未预期通胀率, 即实际通胀率和预期通胀率间的差项. 这个关系可由如下回归方程进行检验

$$R_{jt} = \alpha_j + \beta_j E(i_t | \Omega_{t-1}) + \gamma_j [i_t - E(i_t | \Omega_{t-1})] + \varepsilon_{jt} \quad (40)$$

其中:  $\alpha_j$  为常数项, 代表资产  $j$  的实际收益率;  $\beta_j$  和  $\gamma_j$  分别是待估参数;  $\varepsilon_{jt}$  是残差项. 检验资产  $j$  的通胀保护能力原理如下: 若  $\beta_j = 1$ , 则表明资产  $j$  能够对冲预期通胀; 若  $\gamma_j = 1$ , 则表明资产  $j$  能够对冲未

预期通胀; 若  $\beta_j = \gamma_j = 1$ , 则表明资产  $j$  具有完全的通胀保护能力; 若  $\beta_j < 1$  且  $\beta_j \neq 0$ , 则表明资产  $j$  仅能够部分地对冲预期通胀; 若  $\beta_j > 1$ , 则表明资产  $j$  能够对预期通胀提供额外的保护.  $\beta_j$  和  $\gamma_j$  的符号揭示了资产  $j$  是提供正向规避还是负向规避效果.

Barkham 等<sup>[32]</sup> 进一步将资产通胀保护能力检验分为长期和短期. 本文首先基于协整分析对商品期货投资组合通胀保护能力进行长期检验. 表 3 的协整关系检验结果表明, 目标指数与跟踪组合的水平价格时间序列在 1% 的显著性水平下均存在协整关系, 表明追踪组合目标指数之间存在长期均衡关系.

表 3 大宗商品投资组合与目标指数协整关系检验结果

Table 3 Results of co-integration test between returns of the portfolio of commodity futures and CPI

	$l$	特征值	迹统计量	最大特征根统计量	原假设的协整向量个数
两阶段	3	0.579 4	32.730 8	24.252 9	0 ***
		0.261 2	8.477 9	8.477 9	不超过 1 ***
	5	0.540 9	29.689 5	21.798 8	0 ***
		0.245 6	7.896	7.890 6	不超过 1 ***
	9	0.536 0	29.402 3	21.497 3	0 ***
		0.246 0	7.905 0	7.905 0	不超过 1 ***
	17	0.541 6	29.942 4	21.839 5	0 ***
		0.251 3	8.102 9	8.102 9	不超过 1 ***
	33	0.562 2	31.247 7	23.130 4	0 ***
		0.251 7	8.117 3	8.117 3	不超过 1 ***
	51	0.588 5	30.845 1	24.859 4	0 ***
		0.192 5	5.985 8	5.985 8	不超过 1 **

注: 1. 检验形式是含截距但无趋势项; 2. \*\* 和 \*\*\* 分别表示在 5% 和 1% 的显著性水平下拒绝原假设, 即在相应的显著性水平下认为至少有一个协整关系存在.

接下来, 采用 Fama 和 Schwert<sup>[31]</sup> 框架对本文所构建的大宗商品投资组合对冲通胀风险的性质进行实证分析. 利用居民消费价格总指数 (CPI) 来定义通胀, 年度实际通货膨胀率  $i_t$  由 CPI 同比数据计算. 关于预期通货膨胀率的度量, 目前有很多重要文献. Fama 和 Schwert<sup>[31]</sup> 使用滞后 1 期的 3 个月期的国库券收益率来估计预期通货膨胀率, 部慧和汪寿阳<sup>[5]</sup> 将滞后 1 期的 1 年期国债的到期收益率作为预期通货膨胀率的代理指标, 陈彦斌<sup>[10]</sup> 采用调查问卷方式获取预期数据, 杨继生<sup>[11]</sup> 将  $t$  期的通胀预期用  $t + 1$  期的实际通胀率

来代替, 何启志和范从来<sup>[25]</sup> 基于学习模型生成通胀预期. 学习型预期可以克服上述预期方法的局限性, 即大众根据过去的知识形成对将来通胀的预期, 并且伴随着新信息的获取增强学习能力, 并不断更新通胀预期. 因此, 本文基于递归型学习算法形成通胀预期. 从而将通货膨胀率分解为预期通货膨胀率和未预期通货膨胀率两部分, 其中未预期通胀率由实际通胀率减去预期通胀率获得. 经 ADF 检验, 实际通胀率和预期通货膨胀率均不是平稳序列, 都是  $I(1)$  序列, 未预期通胀率是平稳序列. 检验结果如表 4 所示.

表4 大宗商品投资组合的收益率规避通货膨胀风险的检验结果

Table 4 The portfolio of commodity futures as a hedge against expected and unexpected inflation

大宗商品投资组合		$\alpha_j$	$\beta_j$	$\gamma_j$	$R^2$	Durbin-Watson 统计量
单阶段	3	-1.651 7 (2.002 6)	0.462 6 (0.389 3)	1.366 2 (1.009 2)	0.187 6	2.700 2
	5	0.735 1 (2.144 8)	-0.080 2 (0.424 4)	1.725 1 (1.254 8)	0.066 1	2.431 0
	9	0.487 9 (2.147 7)	0.011 4 (0.434 8)	0.865 1 (1.262 2)	0.017 3	2.502 9
两阶段	3	0.486 6 (0.307 6)	-0.104 1 (0.089 8)	0.330 2 (0.391 9)	0.054 1	2.789 7
	5	0.074 7 (0.362 3)	0.049 8 (0.081 7)	<b>0.696 7*</b> (0.351 7)	0.167 6	2.669 3
	9	<b>1.121 9***</b> (0.391 908)	<b>-0.179 3*</b> (0.107 531)	<b>0.815 5**</b> (0.411 757)	0.111 9	2.480 0
	17	<b>0.863 1**</b> (0.319 5)	<b>-0.201 4**</b> (0.079 9)	<b>1.042 4***</b> (0.272 3)	0.355 5	2.522 4
	33	<b>1.317 7*</b> (0.681 6)	<b>-0.229 1*</b> (0.141 4)	<b>1.593 8***</b> (0.174 5)	0.767 0	2.331 9
	51	<b>1.257 7**</b> (0.544 6)	<b>-0.266 9*</b> (0.111 7)	<b>1.761 3***</b> (0.117 0)	0.894 2	2.414 0
三阶段	3	0.631 7 (0.999 2)	-0.116 7 (0.311 4)	2.012 2* (1.064 8)	0.320 6	2.659 9
	5	0.797 8 (0.542 5)	-0.162 7 (0.144 4)	<b>1.816 2***</b> (0.575 1)	0.370 7	2.531 3
	9	0.807 6 (0.921 3)	<b>-0.188 8*</b> (0.109 7)	<b>1.231 3***</b> (0.480 1)	0.197 0	2.593 7
四阶段	3	0.220 5 (0.937 3)	0.422 8 (0.302 9)	<b>4.423 6***</b> (1.014 1)	0.885 3	1.806 7
	5	-0.670 3 (0.771 4)	0.180 1 (0.188 7)	<b>1.386 2***</b> (0.425 4)	0.384 3	2.521 7
	9	1.234 8 (1.242 1)	<b>-0.194 1*</b> (0.125 2)	<b>1.602 5***</b> (0.266 3)	0.605 0	2.579 4
五阶段	3	-1.069 7 (1.497 0)	0.269 7 (0.324 1)	<b>2.192 3***</b> (0.614 5)	0.328 1	2.081 0
	5	-0.526 1 (1.681 7)	0.226 3 (0.344 5)	<b>1.657 2**</b> (0.724 5)	0.166 8	2.044 9
	9	-0.338 9 (0.512 3)	<b>-0.243 9**</b> (0.095 1)	<b>2.770 8***</b> (0.388 2)	0.654 7	2.185 6

注: 1.\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 置信水平下显著; 2.括号内数字表示标准误。

上述结果表明: 当情景数目比较小(小于 9)时, 商品期货投资组合对已预期的通货膨胀的套保效果不突出. 但是只要随机规划的阶段数在两阶段以上, 就可以显著对冲未预期的通货膨胀风险. 商品期货投资组合之所以不能有效对冲预期

通货膨胀的风险, 是由于公开的宏观经济的基本面信息已经通过市场参与者的预期反映到短期资产价格中, 因此随后的资产价格波动将不再包含市场已经预期到的部分, 而更多的来源于新信息驱动. 然而, 只要基于更多信息, 当情景数目比较

大( $\geq 9$ )时,基于两阶段及其多阶段随机规划所构建的商品期货投资组合不仅可以对冲预期通胀,而且可以提升对未预期通胀的对冲效果。由此可见,只要信息充分,多阶段动态调整的商品期货投资组合就具有良好的通胀保护功能,基于盯住通胀率的大宗商品战略性配置能够实现有效对冲通胀风险,有助于建立长期价格稳定机制。

## 5 结束语

针对长期存在的通货膨胀风险要做出战略安排,形成长效机制和微观对策。对此,本文以盯住通胀率为目标,在充分考虑未来大宗商品期货收益和CPI指数变动不确定性的情况下,基于随机混合整数规划模型构建了具有通胀保护功能的大宗商品期货动态投资组合。通过设定下偏跟踪误差、资产配置比例、交易限制、交易成本和管理费用等约束条件,动态调整大宗商品资产配置,动态

跟踪目标指数CPI,实现对通货膨胀率的有效对冲。

样本外追踪效果检验结果表明,基于多阶段随机混合整数规划模型所构建的大宗商品期货投资组合在较长期的投资过程中,能够以较低成本跑赢CPI,从而保证获得高于通胀率的较稳定的超额投资收益。对通胀保护能力的检验结果表明,商品期货投资组合不仅可以对冲预期通胀,而且可以对未预期通胀提供更大的保护,有助于建立长期价格稳定机制。

控制通胀是中国未来10年经济发展过程中的战略目标,因此要有战略视角和长期安排,尤其是要形成优化的微观机制。一方面,以主权财富基金等国有控股的机构投资者,应带头开展商品期货的战略性投资,带动其他微观主体主动构建对冲通胀的防御体系;另一方面,应当建立主要商品的具有动态调整能力的藏富于民的战略储备体系,在必要时影响国际大宗商品的交易行情,平抑其价格的过度波动。

## 参考文献:

- [1] 尹力博,韩立岩. 中国输入型通货膨胀特征研究: 程度、来源及渠道[J]. 数量经济技术经济研究, 2014, 31(7): 52-67.  
Yin Libo, Han Liyan. Characteristics of imported inflation in China[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2014, 31(7): 52-67. (in Chinese)
- [2] 张成思. 全球化与中国通货膨胀动态机制模型[J]. 经济研究, 2012, (6): 33-45.  
Zhang Chengsi. Globalization and inflation dynamics in China[J]. Economic Research Journal, 2012, (6): 33-45. (in Chinese)
- [3] 部慧,汪寿阳. 商品期货及其组合通胀保护功能的实证分析[J]. 管理科学学报, 2010, 13(9): 26-36.  
Bu Hui, Wang Shouyang. Empirical study of inflation-hedging characteristics of commodity futures and its portfolio in China[J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 13(9): 26-36. (in Chinese)
- [4] Erb C B, Harvey C R. The strategic and tactical value of commodity futures[J]. Financial Analysts Journal, 2006, 62(2): 69-97.
- [5] Gorton G B, Rouwenhorst G K. Facts and fantasies about commodity futures[J]. Financial Analysts Journal, 2006, 62(2): 47-68.
- [6] Geman H, Kharoubi C. WTI crude oil futures in portfolio diversification: the time-to-maturity effect[J]. Journal of Banking & Finance, 2008, 32(12): 2553-2559.
- [7] 韩立岩,尹力博. 投机还是刚需? 国际大宗商品价格影响因素的广义视角分析[J]. 经济研究, 2012, (12): 83-96.  
Han Liyan, Yin Libo. Speculation or real demand? A multi-vision economic analysis of the international commodity prices impact factors[J]. Economic Research Journal, 2012, (12): 83-96. (in Chinese)
- [8] 范龙振,张处. 中国债券市场债券风险溢酬的宏观因素影响分析[J]. 管理科学学报, 2009, 12(6): 116-124.  
Fan Longzhen, Zhang Chu. Explanation of macroeconomic variables on bonds premia in China[J]. Journal of Management

- Sciences in China, 2009, 12(6): 116-124. (in Chinese)
- [9]王春峰, 吴启权, 李晗虹. 资产配置中如何管理通货膨胀和随机利率风险: 一种中长期投资问题[J]. 系统工程, 2006, 24(4): 60-64.  
Wang Chunfeng, Wu Qiwan, Li Hanhong. How to manage inflation and stochastic interest rate risk in a strategic asset allocation: An investment problem with medium/long period[J]. Systems Engineering, 2006, 24(4): 60-64. (in Chinese)
- [10]陈彦斌. 中国新凯恩斯菲利普斯曲线研究[J]. 经济研究, 2008, (12): 50-64.  
Chen Yanbin. Research on new Keynesian Phillips curve in China[J]. Economic Research Journal, 2008, (12): 50-64. (in Chinese)
- [11]杨继生. 通胀预期、流动性过剩与中国通货膨胀的动态性质[J]. 经济研究, 2009, (1): 106-117.  
Yang Jisheng. Expectations, excess liquidity and inflation dynamics in China[J]. Economic Research Journal, 2009, (1): 106-117. (in Chinese)
- [12]黄炎龙, 陈伟忠. 通货膨胀的稳定性与最优通货膨胀[J]. 管理科学学报, 2013, 16(5): 13-28.  
Huang Yanlong, Chen Weizhong. Inflationary stability and the optimal inflation[J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(5): 13-28. (in Chinese)
- [13]张成思. 中国通货膨胀惯性特征及其货币政策启示[J]. 经济研究, 2008, (2): 33-43.  
Zhang Chengsi. The natural of inflation inertial in China and its implications on monetary policy[J]. Economic Research Journal, 2008, (2): 33-43. (in Chinese)
- [14]张凌翔, 张晓峒. 通货膨胀率周期波动与非线性动态调整[J]. 经济研究, 2011, (5): 17-30.  
Zhang Lingxiang, Zhang Xiaotong. Cyclical fluctuations and nonlinear dynamics of inflation rate[J]. Economic Research Journal, 2011, (5): 17-30. (in Chinese)
- [15]胡军, 郭峰, 龙硕. 通胀惯性、通胀预期与我国通货膨胀的空间特征——基于空间动态面板模型[J]. 经济学(季刊), 2013, 13(1): 57-79.  
Hu Jun, Guo Feng, Long Shuo. Persistence, expectation and inflation spatial dynamics in China: A spatial dynamic panel model study[J]. China Economic Quarterly, 2013, 13(1): 57-79. (in Chinese)
- [16]Browne F, Cronin D. Commodity prices, money and inflation[J]. Journal of Economics and Business, 2010, 62(4): 331-345.
- [17]Cuñado J, de Gracia F P. Do oil price shocks matter? Evidence for some European countries[J]. Energy Economics, 2003, 25(2): 137-154.
- [18]Cuñado J, de Gracia F P. Oil prices, economic activity and inflation: Evidence for some Asian countries[J]. Quarterly Review of Economics and Finance, 2005, 45(1): 65-83.
- [19]Cologni A, Manera M. Oil prices, inflation and interest rates in a structural cointegrated VAR model for the G7 Countries[J]. Energy Economics, 2008, 30(3): 856-888.
- [20]Chen S S. Oil Price Pass-through into inflation[J]. Energy Economics, 2009, 31(1): 126-133.
- [21]Álvarez L J, Hurtado S, Sánchez I, et al. The impact of oil price changes on Spanish and euro area consumer price inflation[J]. Economic Modelling, 2011, 28(1/2): 422-431.
- [22]中国经济增长与宏观稳定课题组. 外部冲击与中国的通货膨胀[J]. 经济研究, 2008, (5): 4-18.  
Research group of China's growth and macroeconomic stability. External shocks and China's inflation[J]. Economic Research Journal, 2008, (5): 4-18. (in Chinese)
- [23]任泽平. 能源价格波动对中国物价水平的潜在与实际影响[J]. 经济研究, 2012, (8): 59-69.  
Ren Zeping. The potential and actual impact of energy price increase to general price level in China[J]. Economic Research Journal, 2012, 8: 59-69. (in Chinese)
- [24]吴崇, 胡汉辉. 不确定性和动态能力互动下企业投资竞争决策[J]. 管理科学学报, 2013, 16(5): 39-54.  
Wu Chong, Hu Hanhui. Competitive investment decision based on interaction of uncertainty and dynamic capability[J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(5): 39-54. (in Chinese)
- [25]何启志, 范从来. 中国通货膨胀的动态特征研究[J]. 经济研究, 2011, (7): 91-101.  
He Qizhi, Fan Conglai. The dynamic characteristics of Chinese inflation[J]. Economic Research Journal, 2011, (7): 91-

101. ( in Chinese)
- [26] Gaivoronski A A , Krylov S , Van der Wijst N. Optimal portfolio selection and dynamic benchmark tracking [J]. *European Journal of Operational Research* , 2005 , 163( 1) : 115–131.
- [27] Baillie R T , Bollerslev T , Mikkelsen HO. Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity [J]. *Journal of Econometrics* , 1996 , 74( 1) : 3–30.
- [28] Barkoulas J , Labys W , Onochie J. Fractional dynamics in international commodity prices [J]. *Journal of Futures Markets* , 1997 , 17( 2) : 161–189.
- [29] Baillie R T , Han Y W , Myers R J , et al. Long memory models for daily and high frequency commodity futures returns [J]. *Journal of Futures Markets* , 2007 , 27( 7) : 643–668.
- [30] Tang K , Xiong W. Index investment and financial of commodities [J]. *Financial Analyst Journal* , 2012 , 68( 5) : 54–74.
- [31] Fama E F , Schwert G W. Asset returns and inflation [J]. *Journal of Financial Economics* , 1977 , 5( 2) : 115–146.
- [32] Barkham R J , Ward C W R , Henry O T. The inflation hedging characteristics of UK property [J]. *Journal of Property Finance* , 1996 , 7( 1) : 62–76.

## Way of hedging against inflation: Strategic perspective and tactical selection

YIN Li-bo<sup>1</sup> , HAN Li-yan<sup>2</sup>

1. School of Finance , Central University of Finance and Economics , Beijing 100081 , China;

2. School of Economics and Management , Beihang University , Beijing 100191 , China

**Abstract:** The phenomena of high initial IPO returns and poor long-term returns are popular in China's stock market , and the traditional rational financial theory is unable to explain such phenomena at the same time. In this paper , based on the behavioral financial theory , from the perspective of investor sentiment and disagreement , we construct a buy-sell imbalance( BSI) index , using initial IPO from the investors' trading data , to represent investor sentiment to study these IPO phenomena in China. We find that investors' sentiment and disagreement both have significant positive impacts on the initial returns , and when the disagreement is big , the impact of sentiment is more serious. Meanwhile , sentiment has significant positive impact on the long-term abnormal return , but disagreement has no such impact. This paper provides explanations to the IPO puzzle in China's stock market from the perspective of individual investors' irrational biases.

**Key words:** inflation hedging; commodity; index investment; strategic asset allocation; tactical selection