

应用上海燃料油期货套保航空燃油的可行性分析

上海期货交易所能源化工部 张宏民

中国石油大学工商管理学院 廖肇黎

摘要: 论文从实证角度研究应用上海燃料油期货对航油进行套期保值的可行性。通过相关性分析、单整检验、协整检验等验证了新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格具有很高的相关性,并存在长期稳定的关系;根据模型计算出不同合约期限时应用上海燃料油套保的最优套保比率,衡量了套保绩效,并与应用 WTI 原油期货套保作了对比;最后得出应用上海燃料油期货套保的实证结论和建议。

关键词: 燃料油期货 套期保值 协整性检验 套保比率

一、我国航空燃油套期保值的现状分析

航油在航空公司的成本结构中占有很高的比例,航油价格变化直接影响航空公司的业绩。我国航空公司通常利用国际金融市场通过套期保值交易来规避航空燃油价格波动的风险,以达到降低成本、稳定现金流进而创造稳定收益的目的,但套期保值工具和策略选择不当同样会带来经营风险。例如 2009 年 1 月 9 日东方航空发布公告称,截至 2008 年 12 月 31 日其航油套期保值合约公允价值损失约为人民币 62 亿元(未经审计),其中 2008 年 12 月当期发生实际现金交割损失约 1415 万美元¹。巨额的浮亏引发了学界对中国航空公司套期保值问题的思考。

目前国际主要的能源交易所没有专门的航空燃油的期货和期权合约,因此国际航空公司进行套期保值的方式主要有以下两种:一、参与正规交易所内原油(主要是 NYMEX 的 WTI 原油、ICE 的 Brent 原油)期货和期权等航油相关品种的交易;二是参与场外衍生品市场的期货和期权交易。这些场外的期货和期权产品有的是以交易所的原油期货价格(如 WTI)作为基准价格的,有的是以价格评

¹ 中国东方航空股份有限公司关于航油套期保值业务的提示性公告暨 2008 年度业绩预亏公告,2009 年 1 月 9 日。

估机构的航油价格指数（如 PLATTS 新加坡报价 MOPS）作为基准价格的。由于我国的航空公司采购燃油大多以新加坡的 MOPS 价格作为签订进口贸易合同的计价基准，因此我国航空公司大多在新加坡的场外衍生品市场进行套期保值交易。

二、应用上海燃料油期货套保航油可行性问题的提出

2004 年 8 月上市的上​​海燃料油期货经过近五年的发展，其市场运行和功能发挥逐渐得到了众多市场参与者的认可，广大燃料油相关企业利用上海燃料油期货进行套期保值规避价格波动风险取得了良好的预期效果。但上海燃料油期货至今尚未引起我国航空公司在进行航油套保时的关注，因此探讨我国航空公司利用燃料油期货对航油进行套保的可行性具有非常重要的现实意义。本文从实证理论的角度研究应用上海燃料油期货对航油进行套期保值的可行性。

由于我国的航空公司采购燃油大多以新加坡的 MOPS 价格作为签订进口贸易合同的计价基准，因此在实证研究中选择新加坡航油现货价格作为被研究对象，记为 SP；上海期货交易所的燃料油价格记为 SH；样本时间区间都是从燃料油期货上市日期——2004 年 8 月 25 日起到 2009 年 3 月 13 日。实证研究把应用上海期货交易所的燃料油期货对航油进行套期保值和用 NYMEX 的 WTI 原油期货对航油进行套期保值作比较，因为二者的理论基础是一致的。即如果可以利用 WTI 原油期货对航油进行套期保值，那么利用燃料油期货对航油进行套期保值也是可行的，即原油—航油、燃料油—航油的价格走势之间具有长期的相关关系（见图 1，图 2）。从图 1、图 2 来看，上海燃料油期货价格、WTI 原油期货价格与新加坡航空燃油现货价格的长期走势是一致的。

图 1 上海燃料油期货与新加坡航油现货价格走势对比（2004.8-2009.3）

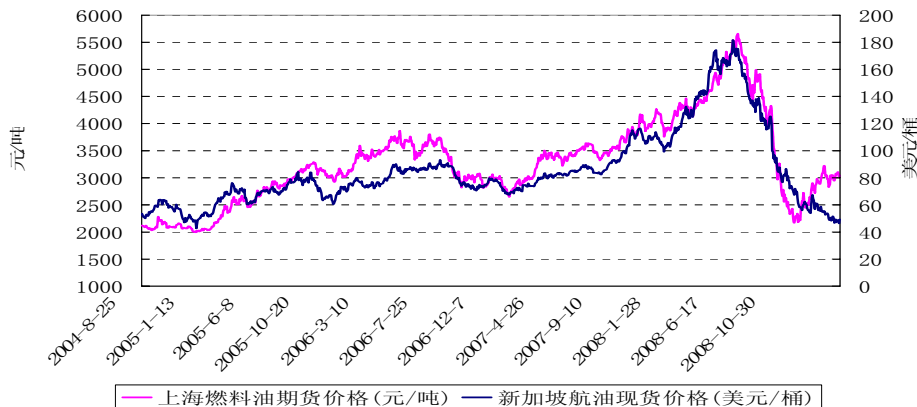


图 2 WTI 原油期货与新加坡航油现货价格走势对比 (2004.8-2009.3)

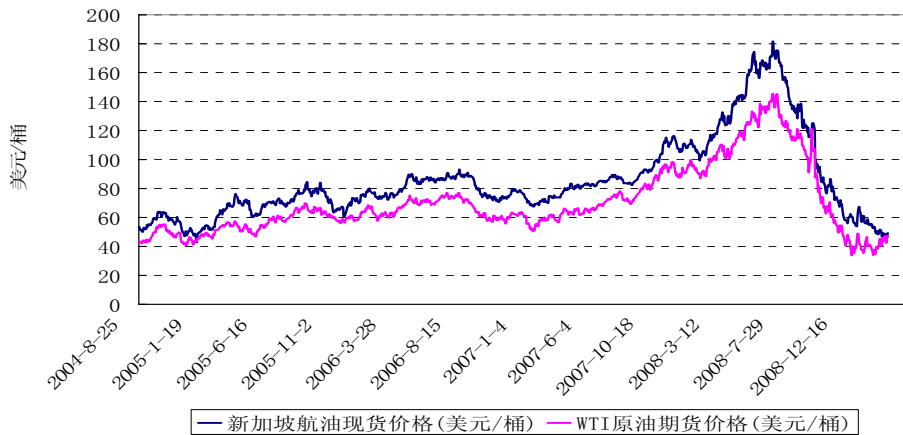


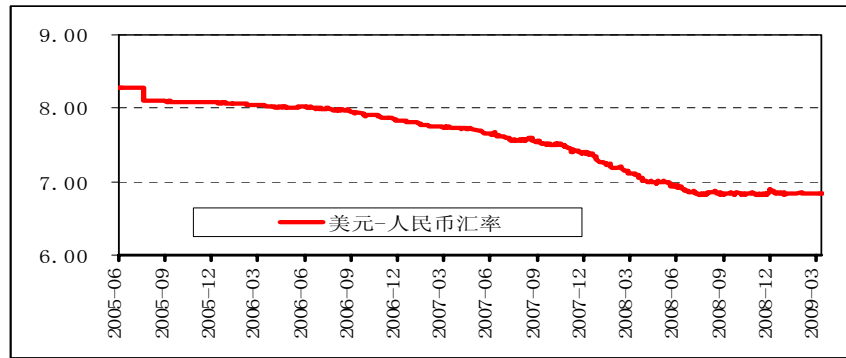
表 1 上海燃料油期货、WTI 原油期货与新加坡航油现货价格相关系数 (2004 年 8 月 25 日—2009 年 3 月 13 日)

时间	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004~ 2009
燃料油 与航油	0.69526	0.80631	0.69304	0.93661	0.95259	-0.46511	0.92778
原油与 航油	0.92983	0.87170	0.93367	0.97402	0.982218	-0.11357	0.98635

从表 1 各个年度上海燃料油期货价格、WTI 原油期货价格与新加坡航空煤油现货价格的相关系数来看，自 2004 年 8 月 25 日燃料油期货上市以后，市场稳步发展，燃料油与航油的相关性逐年提高提高，总体相关系数达到 0.92778。当然，我们也注意到燃料油与航油市场的短期价格走势不一致，甚至出现相互背离的现象（如 2006 年、2009 年）。但同样的，原油与航油市场的短期价格走势也会出现不一致，甚至相互背离的现象（如 2009 年）。因此，原油也不是一个“完美”的套期保值工具，也有自身的局限性。

2006 年度，上海燃料油期货价格与新加坡航空煤油现货价格的相关系数比 2005 年下降很多，原因之一是自 2005 年 7 月 20 日人民币汇率改革以来，2006 年对人民币升值的幅度和速度有所分歧，从而改变了两个价格之间的关系，实际汇率从年初的 8.0675 快速上升到年底的 7.8085（见图 3）。

图 3 美元-人民币汇率变化走势图 (2005 年 6 月—2009 年 3 月)



2008 年底至 2009 年初，上海燃料油期货价格与新加坡航空煤油现货价格走势出现背离，原因之一是我国对燃料油的消费税由原来的 0.1 元/升提高到 0.8 元/升（折合从 101.5 元/吨提高到 812 元/吨），这使得燃料油期货价格与航油价格的短期走势出现背离，也警示了基差变化对于套期保值的风险。

三、应用上海燃料油期货套保航空燃油可行性的实证分析

虽然燃料油与航油市场的短期价格走势不一致，甚至出现相互背离的现象，但长期来看总体相关系数高达 0.93。因此，从理论上讲应用上海燃料油期货套保航油具有可行性，但更进一步的阐述需要从实证的角度对应用上海燃料油期货套保航油可行性作深入分析。

（一）上海燃料油期货与航空燃油的协整检验

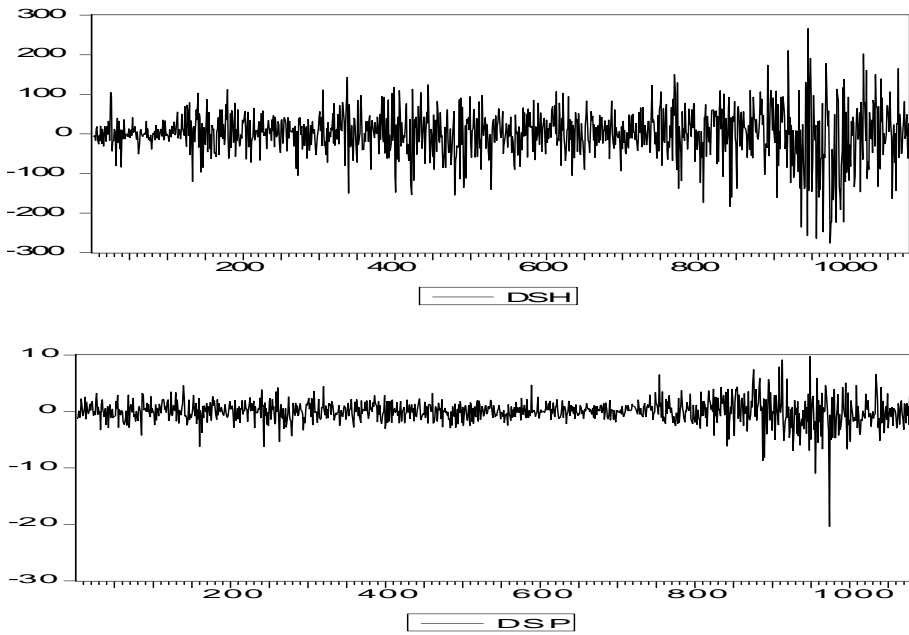
1. ADF 检验

在进一步的研究之前，必须对燃料油期货价格和新加坡航油价格序列的平稳性进行检验，即 ADF 检验。因为对于时间序列数据特别是随机游走模型而言，数据本身极有可能是非平稳的。由于套期保值关注的是两个价格序列变化趋势的相关性，并且由于数据的一阶差分变换不改变数据之间的协整关系，为使数据的趋势线性化和数据平稳，我们对上海燃料油期货价格与新加坡航油现货价格两个时间序列作一阶差分变换。公式如下：

$$\Delta SP = SP_t - SP_{t-1}$$

$$\Delta SH = SH_t - SH_{t-1}$$

图 4 上海燃料油期货价格和新加坡航油现货价格一阶差分序列走势图



从图 1，图 2 可以判断，上海燃料油期货价格与新加坡航油现货价格几乎可以肯定是不平稳的，但从图 4 可以判断，上海燃料油期货价格与新加坡航油现货价格的一阶差分序列极有可能是平稳的。运用 EViews 软件做进一步的验证。进行 ADF 检验后结果如表 2 所示：

表 2 新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格及其一阶差分的 ADF 检验结果

变量	ADF Test Statistic	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值	P 值	结论
SP	-1.109722	-3.4392	-2.8647	-2.5684	0.2674	不平稳
dSP	-34.44454	-3.4392	-2.8647	-2.5684	0	平稳
SH	-1.683907	-3.4392	-2.8647	-2.5684	0.0925	不平稳
dSH	-34.07825	-3.4392	-2.8647	-2.5684	0	平稳

表格中，dSP 是新加坡航油现货价格的一阶差分序列，dSH 是上海燃料油期货价格的一阶差分序列。从检验结果可以看出，在 1% 的置信水平下，接受零假设：新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格时间序列中存在单位根，即新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格都是非平稳过程。而新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格的一阶差分序列则拒绝单位根假设，即它们的一阶差分序列都是平稳过程。

2. 协整检验

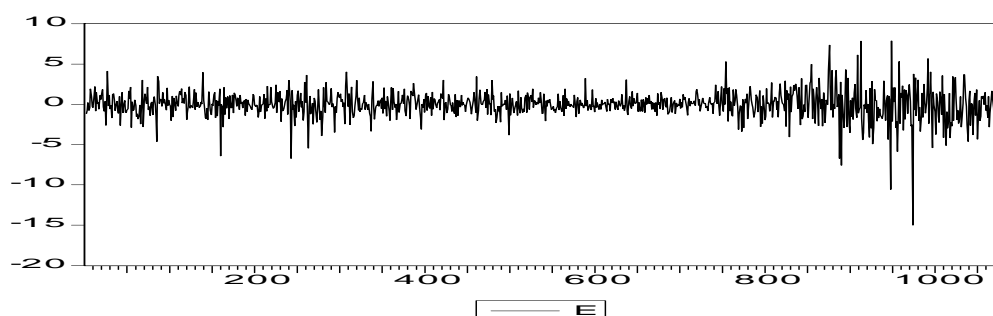
协整关系反映了两个变量之间的长期均衡关系。进一步对新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格序列进行协整检验。结果如下：

表 3 新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格的估计残差序列 ADF 检验结果

ADF 检验值	1%临界值	5%临界值	10%临界值	P 值
-36.34497	-3.4392	-2.8647	-2.5684	0

从表 3 的检验结果可以看出，在 1% 的置信水平下，拒绝零假设，即该残差序列是平稳过程。因此可以说，新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格序列是协整的，二者之间存在着长期稳定的关系。该残差序列时间图如下

图 5 新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格的估计残差序列时间图



通过上述模型可以看出，新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格具有极高的相关性，二者相互联系，存在着长期稳定的关系。

(二) WTI 原油期货与航空燃油的协整检验

为了与应用上海燃料油期货套保航油的研究作对比，文章选择 WTI 原油期货套保航油作对比分析。理论基础是 WTI 原油期货价格与新加坡航空燃油现货价格的长期走势是一致的。

1. ADF 检验

同样对 WTI 原油期货价格与新加坡航油现货价格两个时间序列作一阶差分变换。公式如下：

$$\Delta SP = SP_t - SP_{t-1}$$

$$\Delta WTI = WTI_t - WTI_{t-1}$$

WTI 原油期货价格与新加坡航油现货价格的一阶差分序列极有可能是平稳的。运用 EViews 软件做进一步的验证。进行 ADF 检验后结果如表 4 所示：

表 4 新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格及其一阶差分的 ADF 检验结果

变量	ADF Test Statistic	1%临界值	5%临界值	10%临界值	P 值	结论
SP	-1.118455	-3.4394	-2.8647	-2.5685	0.2636	不平稳
dSP	-34.11662	-3.4394	-2.8647	-2.5685	0	平稳
WTI	-1.483344	-3.4394	-2.8647	-2.5685	0.1383	不平稳
dWTI	-35.54661	-3.4394	-2.8647	-2.5685	0	平稳

从检验结果可以看出，在 1% 的置信水平下，接受零假设：新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格时间序列中存在单位根，即新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格都是非平稳过程。而新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格的一阶差分序列则拒绝单位根假设，即它们的一阶差分序列都是平稳过程。

2. 协整检验

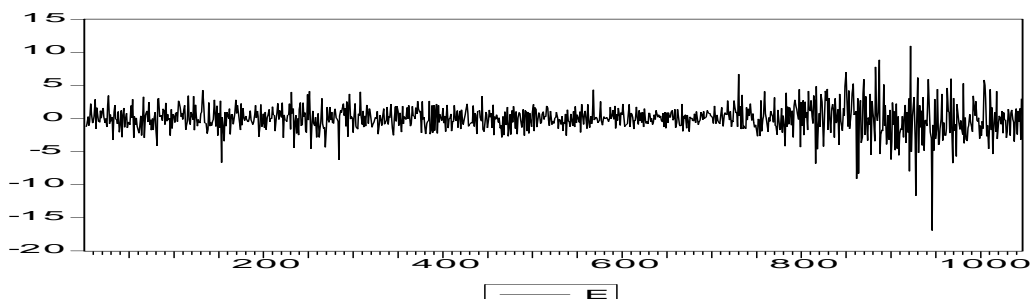
进一步对新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格时间序列进行协整检验。结果如下：

表 5 新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格估计残差序列的 ADF 检验结果

ADF 检验值	1%临界值	5%临界值	10%临界值	P 值
-37.72677	-3.4394	-2.8647	-2.5685	0

从表 5 的检验结果可以看出，在 1% 的置信水平下，拒绝零假设：新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格残差序列中存在单位根，即该残差序列是平稳过程。因此可以说，新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格序列是协整的，二者之间存在着长期稳定的关系。该残差序列时间图如下：

图 6 新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格的估计残差序列时间图



通过上述模型可以看出，新加坡航油现货价格与 WTI 原油期货价格具有极高的相关性，二者相互联系，存在着长期稳定的关系。

(三) 应用两种期货套保新加坡航油现货的情况对比

1. 模型的建立与讨论

Johnson 在收益方差最小化的条件下，最早提出了商品期货最优套期保值比率的概念，并给出了最优套期保值比率的计算公式即：

$$h(t)^* = \rho \frac{\sigma_s}{\sigma_f} = \frac{\text{cov}(\Delta s, \Delta f)}{\sigma_f^2}$$

上式即为最优套期保值比率，该方法为最小方差模型。其中 $h(t)$ 为套期保值比率， Δs ， Δf 分别为现货和期货价格差分序列。本文在利用期货市场对新加坡航油套期保值进行研究时，采用普通最小二乘法对价格数据进行回归，从而得到最佳套期保值比率。

2. 应用两种期货套保新加坡航油现货的套保比率

数据的选取在前面相关性分析中已有说明，并对其进行了 ADF 检验和协整检验，我们可以应用模型来计算出最优套期保值比率，接着对其套期保值效果进行衡量。在套期保值的策略选取方面，根据某一时段的现货价格和相应的期货收盘价，分别构造出时间间隔为 30 天、60 天和 90 天的价格变动序列，用于不同套保期限的最佳套期保值比率的估计。两种期货套保新加坡航油的套保比率见下表（其中应用上海燃料油期货套保计算套保比率时时，新加坡航油现货价格时间序列单位是：元/吨，而应用 WTI 原油期货计算套保比率时，新加坡航油现货价格时间序列单位是：美元/桶。）：

表 6 利用两种期货套保新加坡航油的最优套期保值比率(2004.8-2009.3)

合约长度 套保工具	30 天	60 天	90 天	120 天
上海燃料油期货	1. 4018	1. 4815	1. 6448	1. 8066
WTI 原油期货	1. 0444	1. 1338	1. 1595	1. 1614

如上表所示，使用 OLS 套期保值模型，算得的两种期货套保新加坡航油的套期保值比率在样本区间内均大于 1。其趋势是随着期货期限长度逐渐增加，套期保值比率也逐渐变大。例如利用上海燃料油期货套保新加坡航油 30 天期到 120 天期的最优套保比率从 1.4018 上升到 1.8066。之所以在每个不同期限合约下，应用上海燃料油期货比应用 WTI 原油期货套保的比率更大，是因为上海燃料油

期货价格波动性低于 WTI 原油期货。

3. 应用两种期货套保新加坡航油现货的绩效衡量

套期保值是否有效是用套期保值减少套期保值者面临的价格风险的程度来度量的，如果套期保值者套期保值的目的是追求风险最小的话，即着重风险减少的程度，则采用 HEv 法。根据 Johnson(1960)将套期保值绩效定义为套期保值后方差减少程度，具体方法为：未参与套期保值和参与套期保值收益方差可以分别表示为：

$$Var(U_t) = Var(\Delta S_t)$$

$$Var(H_t) = Var(\Delta S_t - \beta \Delta F_t)$$

于是可得到套期保值绩效的指标：

$$HEv = [Var(U_t) - Var(H_t)] / Var(U_t)$$

HEv 指标反映了套期保值相对于不套期保值风险降低的程度。

表 7 利用两种期货套保新加坡航油的绩效衡量(2004.8-2009.3)

合约长度 套保工具	30 天	60 天	90 天	120 天
上海燃料油期货 HEv 指标	0.55827	0.64847	0.74436	0.83772
WTI 原油期货 HEv 指标	0.76626	0.87964	0.89868	0.95164

如上表，在 OLS 模型下以风险最小化作为衡量指标，即 HEv 方法下，可以看出，两种期货套保都是随着期货期限的增加，降低风险的程度逐渐增大。但同种合约长度下两者降低风险的程度不同，使用 WTI 原油期货合约套保比使用上海燃料油期货合约套保降低风险的程度更大，而且随着时间延长，降低风险的速度也比上海燃料油期货套保时更快，其降低风险的程度最高可以达到 95.16%。原因是 WTI 原油期货和新加坡航油现货都以美元/桶计价，价格为不含税价格，而上海燃料油期货以元/吨计价，且价格为含税价格，价格变化中包含了美元/人民币汇率的变化以及税收在价格构成中的变化。报价货币和价格构成的不同是两者套保绩效不同的原因所在。

四、实证研究的结论

一、应用上海燃料期货套保新加坡航油现货的实证研究表明新加坡航油现货价格与上海燃料油期货价格具有很高的相关性，并存在长期稳定的关系。

二、从套保比率来看，上海燃料油期货的套保比率要高于 WTI 原油期货的套保比率，这是因为上海燃料油期货价格的波动性低于 WTI 原油期货合约的价格波动性。

三、WTI 原油期货在套保绩效检验方面优于上海燃料油期货的套保绩效。就上海燃料油期货本身而言，实证研究表明，运用燃料油期货为新加坡航油现货进行套期保值，可以取得一定的效果，从而为航空公司规避航油市场价格波动的风险。国内的航空公司为什么不应用上海期货交易所燃料油期货进行套期保值，笔者分析认为可能的原因有以下几点：

(1) 由于国内航空公司大多在国外进口航空燃油并以新加坡的 MOPS 价格作为签订进口贸易合同的计价基准，因此更倾向于直接在新加坡的场外衍生品市场进行套期保值交易。

(2) 由于进口航油的是以美元计价的，而上海期货交易所燃料油期货则是以人民币作为计价单位的，二者之间存在汇率风险。

(3) 航空公司还没有充分认识和了解上海期货交易所燃料油期货市场的交易和运行情况。

参考文献：

[1] 王震、肖飞. 套期保值策略与风险控制研究---以东方航空燃油套保浮亏事件为例《国家软科学研究计划项目：石油美元走势及对我国的影响(2008GXS1B006)》

[2] 李海英、罗婷.上海燃料油期货价格发现功能研究——基于 GS 模型的实证分析[J],《财贸研究》2007 年第 2 期, 104-108.

[3] 胡政,李辉.新加坡燃料油市场对我国的影响[J].国际石油经济,2002,(10): 15-20.

[4] 胡蓉, 吕宁.国际原油价格预测因素探讨[J].石油化工技术经济,2002,(18): 69-14.

[5] 杨志华.国际原油价格走势对中国经济的影响及对策分析[J].财经理论与实践,2003,(11): 第 24 卷第 126 期,96-99.

[6] 韩冬炎, 陈蕊, 崔立瑶.对石油价格走势预测的数理研究[J].价格理论与

实践,2004, (5): 51-52.

[7] 焦建玲, 范英, 魏一鸣.石油价格研究综述[J].中国能源, 2004, (4): 33-39.

[8] 杨伟.套期保值比率和套期保值交易决策模型研究[D].西安交通大学, 西安:2004, (6):5-19.

[9] 陈震.聚焦燃料油期货[J].金融创新, 2004, (9): 92-93

[10] 吴毅, 叶志均.三大石油期货市场套期保值功能的比较研究[J].统计与决策, 2006, (1): 36-37.

[11] 蔡永明.国际原油期货价格和国内原油期货价格关系的协整研究[D].对外经济贸易大学, 北京: 2006, 4.

[12] 李新颜, 王嘉, 高丽亚.国内原油价格与国际原油价格的相互关系[J].统计观察,2005, 10: 73-75.

(责任编辑: 黄伟)