

便利收益下碳排放动态套期保值效果

常 凯^{1,2}

(1. 浙江财经学院金融学院, 浙江 杭州 310018; 2. 哈尔滨工业大学深圳研究生院, 广东 深圳 510855)

摘 要: 随机的碳排放价格变化直接导致资产组合的投资风险加剧, 影响碳排放现货与期货资产的投资组合策略。依靠商品期货价格的期限结构, 本文提出了一种新的在便利收益下动态套期保值比率及其套期保值效果评价方法。动态套期保值比率是由现货和便利收益的波动率、协方差及其相关系数、距离到期日时间、便利收益均值回复速度等参数存在紧密关联性。为了有效地规避碳排放现货价格剧烈波动所引发的市场风险, 市场参与者利用便利收益的历史信息优化调整期货与现货的对冲比例, 确定最优化的套期保值比率, 可以有效规避现货资产的市场风险, 实现资产投资组合最佳的投资收益。

关键词: 碳排放; 便利收益; 二因素; 套期保值比率; 套期保值效果

中图分类号: F830.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-292X(2013)10-0071-05

Dynamic Hedging Effectiveness of Carbon Emissions Under the Convenience Yield

CHANG Kai^{1,2}

(1. Financial College, Zhejiang University of Financial & Economics, Hangzhou Zhejiang 310018, China; 2. Shenzhen Graduate School, Harbin Institute of Technology, Shenzhen Guangdong 518055, China)

Abstract: Stochastic price change of carbon emissions directly determines drastic investment risks of assets portfolio, and affects portfolio policy between spot and futures of carbon emissions. Based on term structure of the commodity futures price, the paper proposes a newly estimating method to determine dynamic hedge ratios and hedging effectiveness under the stochastic convenience yields. Dynamic hedge ratios exhibit close correlation with the parameters of volatility, covariance and correlation both spot and convenience yields, the time to maturity, the mean-reverting speed of convenience yields. Market participants can establish dynamic hedge ratios using the term structure parameters of carbon emissions price, real-timely optimize and adjust portfolio size between spot and futures with different maturities for carbon emissions. Compared with unhedged effectiveness of carbon emissions assets, hedging returns variance of carbon emissions assets exhibit a significantly inclining trend using dynamic two-factor hedge ratios, and then achieve better hedging effectiveness. In order to reduce market risks induced by drastic volatility of spot price of carbon emissions, market participants can optimize and adjust hedging ratios between spot and future using historical information of convenience yields, estimate optimal hedge ratios and effectively avoid investment risk of spot assets of carbon emissions, and then achieve best investment revenues of assets portfolio.

Key words: Carbon emissions; Convenience yields; Two-factor; Hedge ratios; Hedging efficiency

全球多数政客和科学家们普遍认为碳排放交易机制是应对气候变化和控制碳排放量最有效的市场机制。根据科斯定理, 在碳排放交易机制下碳排放权被赋予了特定的产权, 可以被充当商品一样在碳排放市场进行转让、交换等交易活动, 因此碳排放权是一种有价值

的信用商品。国际碳排放现货、远期、期货、期权、掉期等碳金融产品迅速发展成为市场参与者实现碳排放的投资组合收益和增强风险管理的主要金融工具。据世界银行估计, 截止 2010 年底, 全球碳排放市场总交易规模将达到 1440 亿美元 (或 1030 亿欧元), 且碳排放市

收稿日期: 2012-12-06

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71103050); 教育部人文社会科学研究规划基金项目 (11YJA790152); 国家能源局项目和深圳市哲学社会科学规划基金项目 (125A002)。

作者简介: 常 凯 (1974-), 男, 安徽蚌埠人, 博士, 主要从事碳金融工程研究。

场有望成为全球最大的商品交易市场^[1]。

有些研究成果证明碳排放现货和期货价格是呈现随机变化的运动趋势。Benz & Truck(2006)指出碳排放价格主要取决于碳排放市场中碳排放供求总量所诱发的预期碳排放量稀缺性,且碳排放量稀缺性容易受到政府管制政策变化、减排技术进步、能源价格波动,能源使用效率及极端气候变化等因素影响,因此碳排放价格呈现剧烈的波动^[2-3]。Seifert等(2008)发现碳排放现货价格呈现时间和价格依赖型的波动率市场结构特征^[4],Benz & Truck(2009)指出碳排放现货价格呈现偏斜和过量峰度的变化特征^[5]。Daskalakis等(2009)检验随机变化的碳排放现货和便利收益是决定碳排放期货和期权价值的重要变量^[6],Conrad et al.(2011)发现高频率变化的碳排放价格服从非对称的GARCH过程^[7]。张跃军、魏一鸣(2011)发现试验阶段内国际碳排放价格收益具有发散性和不可预测的特性,是由碳排放管制政策、能源价格波动、气候变化等一系列因素综合作用,导致市场效率不高,市场反应过度^[7]。常凯、王苏生等(2011)实证结果显示,碳排放便利收益呈现均值回归的趋势,碳排放便利收益与现货价格呈现显著的正相关性,与期货价格呈现显著的负相关性,且相关系数模拟效果都表现显著^[8]。上述研究成果显示,碳排放现货和期货价格是呈现时变性特征,具有较强的市场交易风险。

为了有效地规避碳排放价格剧烈波动所引发的市场交易风险,市场参与者积极探索利用各种金融衍生产品(碳期货、碳期权及碳掉期)实现资产组合的套期保值和增强风险管理控制能力。随机变化的碳排放价格直接导致市场参与者资产组合的投资风险加剧,影响不同资产的投资组合策略。市场参与者利用便利收益优化调整期货与现货的对冲比例,确定最优化的套期保值比率,可以有效地规避现货资产的市场交易风险,实现资产投资组合最佳的投资收益。

目前国内碳排放供需方、金融机构、投资者、套利者等市场参与者对碳排放交易风险缺乏足够认识和理解,防范和规避市场交易风险能力相当脆弱,非常缺乏碳金融产品的投资组合、风险管理以及套期保值的管理技能。如何有效地转化或规避市场风险,优化调整碳排放现货与不同到期日的期货资产的投资组合,增强风险管理控制能力,降低碳排放现货价格波动所造成的投资损失等一系列问题已经逐步成为市场供需双方、金融机构、投资者、套利者等相关市场参与者亟需解决的关键问题。因此我们提出以下两个科学问题:①便利收益是一种隐含收益,随机便利收益对碳排放现货与期货的套期保值比率及其效果能产生较明显的影响吗?②市场参

与者利用随机便利收益的运作规律灵活地调整碳排放资产投资组合策略所获得投资组合收益与传统套期保值模型下投资收益有什么差异呢?

一、碳排放便利收益

投资者根据商品市场中所观察的现货价格和无风险利率更新评估便利收益价值,此时投资者面对三个不相关的风险:现货价格、便利收益及无风险利率。厌恶风险的投资者为了有效规避风险,在碳排放现货和期货两种不同资产之间进行灵活的资产组合策略。根据持有成本模型,当按特定利率的碳排放现货预期价格大于市场上实际交易的期货价格时,投资者愿意购买碳排放现货资产,卖空碳排放期货资产,投资者选择持有碳排放现货资产可以获得额外的价值差异;若碳排放现货预期价格小于实际的期货价格时,投资者愿意持有碳排放期货资产,卖空碳排放现货资产,因此便利收益可以认为是碳排放现货预期价格和期货价格的差异^[9]。碳排放便利收益可以认为是一种看涨期权,市场参与者根据便利收益的行为特征调整不同到期日的碳排放期货资产的投资组合策略,通过在不同跨期碳排放期货资产之间进行交换实现超额的期权价值^[10]。

在碳交易机制下,持有碳排放权不需要耗费储存成本,碳排放便利收益是按现货价格特定利率支付的预期价格与期货合约价格的差异。碳排放便利收益是现货持有者因承担碳排放价格波动的预期变化所获得额外风险溢价,反映了碳排放持有者持有现货对预期获利的期望。碳排放便利收益及其期权性质源自于碳排放现货和期货价格的不确定性。碳排放价格是由碳排放市场中碳排放量供求总量诱发的碳排放稀缺性所决定,且碳排放稀缺性受GDP增长、政府管制政策、能源利用效率及低碳技术进步与推广、利率变化、极端气候变化、能源价格波动等因素诱使碳排放的预期碳排放稀缺性增加,碳排放价格随之发生剧烈的市场波动。非预期的需求量增加诱使碳排放量出现意外的稀缺性,诱使现货价格上升幅度超过期货价格增长,因此碳排放现货与期货呈现短暂的超强滞后的关系。碳排放便利收益是现货持有者因碳排放稀缺性增加获得了额外的投资收益,是期货持有者支付的机会成本。碳排放量稀缺性越大,碳排放价格波动就越大,碳排放现货持有者获得便利收益预期值就越大。

二、二因素期货定价模型

商品现货价格、便利收益均是影响期货价格和期权价值的关键变量,且便利收益是一种隐含收益,是不可观察的状态变量^[11-12]。根据持有成本理论,单因素模型只考虑现货价格的随机过程,便利收益假设为恒定值,存在两个缺陷:①单因素模型没有考虑商品

期货价格的期限结构参数变化（如价格升水或贴水等）；②现实中便利收益是随时间变化呈现较强的变动趋势，单因素模型认为期货价格波动率与现货价格波动率是相同变化趋势，这可能会低估碳排放期货价格波动率的变化价值。现假设随机的便利收益服从均值回复的 Gaussian 过程，碳排放现货价格和便利收益服从随机过程：

$$\begin{aligned} dS &= (\mu - \delta)Sdt + \sigma_1 S dz_1; & d\delta &= k(\alpha - \delta)dt + \sigma_2 dz_2 \quad (1) \\ dz_1 dz_2 &= \rho_{12} dt \end{aligned}$$

其中， μ 为持有碳排放现货的预期收益率， α 为碳排放便利收益长期趋于某一稳定值， k 为便利收益返回均值状态的速度， dz_1 、 dz_2 为碳排放现货和便利收益的布朗运动增量， σ_1 、 σ_2 为碳排放现货价格和便利收益的波动率， ρ_{12} 为现货价格与便利收益的相关系数。假设无风险利率为 r ，二因素碳排放期货定价模型可以表达为^[11-12]：

$$\begin{aligned} F(S, \delta, t, T) &= S \exp\left(-\delta \frac{1-e^{-k(T-t)}}{k} + A(T-t)\right) \\ A(T-t) &= (r - \alpha + \frac{\sigma_2^2}{2k^2} - \frac{\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12}}{k})(T-t) + \frac{\sigma_2^2(1-e^{-2k(T-t)})}{4k^3} \\ &\quad + (\alpha k + \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 - \frac{\sigma_2^2}{k}) \frac{1-e^{-k(T-t)}}{k^2} \quad (2) \end{aligned}$$

令 $\tau = T - t$ ，由方程(2)得知碳排放期货价格波动率^[11]：

$$\sigma_F^2(\tau) = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 \frac{(1-e^{-k\tau})^2}{k^2} - 2\rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 \frac{1-e^{-k\tau}}{k} \quad (3)$$

三、二因素套期保值比率

套期保值是作为期货市场转移市场风险的主要功能，同时也是市场参与者规避市场风险的主要管理工具。根据套期保值理论，最小方差套期保值比率是等于现货和期货收益的条件协方差与期货收益方差的比值^[13]。如果碳排放现货和期货的价格保持相同的变化速度，最优化的套期保值比率是现货价格与期货价格之间变化的回归系数，且恒定不变的^[14]；由于碳排放市场发育不够成熟，市场存在错误定价和市场波动率等信息外溢，推动碳排放期货的实际市场价格与按照持有成本理论估算碳排放期货的理论价格之间产生较大的市场偏差，此错误定价的市场偏差直接影响市场参与者的套期保值行为决策。此时价格差异能产生一定的市场套利机会，市场参与者根据短期内价格差异信息对碳排放现货与期货进行对冲交易策略。碳排放市场存在有偏性，期货理论价格会高于或低于期货市场价格，再加上碳排放市场存在一定的交易成本，当错误定价幅度超越市场交易成本，此时碳排放市场出现了市场套利。

碳排放资产套期保值实际上是指市场参与者从现

货市场买进或卖出碳排放配额同时，从期货市场卖出或买进相同数量的碳排放配额的反向操作。若碳排放现货价格和期货价格保持不同的变化速度，投资者根据前一周期信息集在现货和期货两种资产之间调整套期保值的尺寸，因此套期保值比率也随时间变化而变化，此时最优化的套期保值比率是动态变化趋势。以价格为基础的套期保值比率持续地超过以回归为基础的套期保值比率，以价格为基础确定套期保值比率是投资者使用实时的市场信息预测现货价格与期货价格之间的价格差异^[13-14]。传统的套期保值模型只确定现货与期货资产之间的套期保值尺寸，尚未考虑随机的碳排放便利收益对套期保值尺寸的影响。

由于碳排放现货价格具有较大的交易风险，为了降低投资风险，投资者执行碳排放现货与期货资产的投资组合，按市场价格卖出数量 m 吨的碳排放现货，购入数量 h 吨的碳排放期货合约，此时套期保值的组合收益为：

$$V_t = \Delta S_t - h \Delta F_{t,T} \quad (4)$$

S_t 、 F_t 分别为时点 t 碳排放现货和期货的价格对数，套期保值组合风险为：

$$\begin{aligned} Var(V_t) &= Var(\Delta S_t) + h^2 Var(\Delta F_t) - 2h Cov(\Delta S_t, \Delta F_t) \\ &= \sigma_1^2 + h^2 \sigma_f^2 - 2h(\sigma_1^2 - \frac{1-e^{-k\tau}}{k} \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) \quad (5) \end{aligned}$$

令 $H(\tau) = \frac{1-e^{-k\tau}}{k}$ ，将方程(3)代入(5)得知：

$$\begin{aligned} Var(V_t) &= \sigma_1^2 + h^2(\sigma_1^2 + H(\tau)^2 \sigma_2^2 - 2H(\tau) \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) \\ &\quad - 2h(\sigma_1^2 - H(\tau) \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) \quad (6) \end{aligned}$$

根据套期保值理论，最小化的套期保值组合风险得出最小方差套期保值比率为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial Var(h)}{\partial h} &= 2h(\sigma_1^2 + H(\tau)^2 \sigma_2^2 - 2H(\tau) \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) \\ &\quad - 2(\sigma_1^2 - H(\tau) \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2) = 0 \quad (7) \end{aligned}$$

由方程(7)得知：

$$\begin{aligned} h &= \frac{\sigma_1^2 - H(\tau) \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2}{\sigma_1^2 + H(\tau)^2 \sigma_2^2 - 2H(\tau) \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2} \\ \rho_{sf} &= \frac{\sigma_1 - H(\tau) \sigma_2 \rho_{12}}{\sigma_f} \quad (8) \end{aligned}$$

从方程(8)可以看出，二因素碳排放套期保值比率主要与碳排放现货和便利收益的波动率及其相关系数、距离到期日时间、便利收益均值回复速度等参数存在紧密关联性。

四、参数评估

1. 数据描述

欧盟碳排放交易市场现有两个阶段：试验阶段

(2005-2007年)和京都阶段(2008-2012年)。由于欧盟宣布限制碳排放跨期“储蓄”的规定后,2006年11月至2007年12月,碳排放现货价格迅速下滑至零,尤其2007年6月至12月碳排放现货价格一直接近零,此处碳排放配额“储蓄”是指将盈余的碳排放配额可以减免未来碳排放配额。本文考虑样本数据的可获得性及价格连续性,选取样本观测区间从2008年4月8日至2011年12月20日。现货价格数据样本源自Bluenext交易所,碳期货价格数据样本源自ICE交易所,碳排放的现货和期货价格交易数据选自在京都阶段内EUA(EUA指排放交易机制(ETS)下将一吨排放至大气中的计量单位)。碳期货合约采用2010年至2014年12月到期的EUA碳排放期货合约作为分析对象,碳排放现货价格以 S 表示,以 F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 表示, F_1 为距离到期日最近的期货合约, F_2 为距离到期日第2近的期货合约,依此类推。见图1。

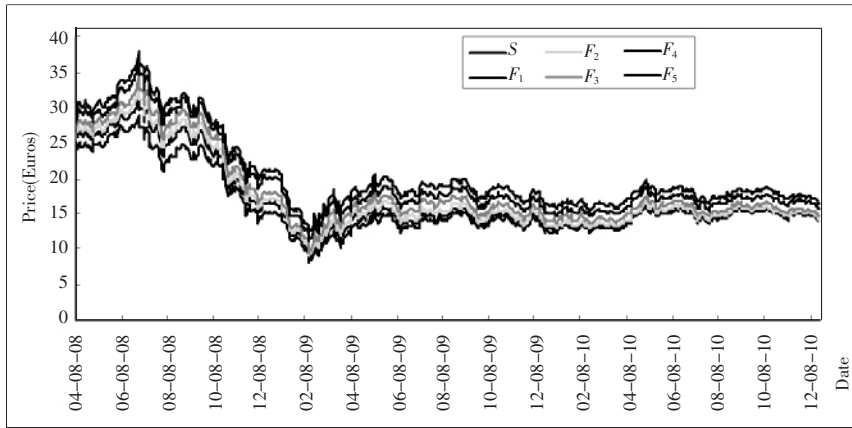


图1 碳排放现货与期货价格的时间序列图(EUA)

2. 二因素期货定价模型参数评估

将碳排放现货价格和便利收益看成不可观察的状态变量,以ICE交易所2010年12月至2014年12月到期的五个碳排放期货合约(EUA)的日结算价格作为输入变量,运用卡尔曼滤波法对二因素碳排放期货定价模型进行模拟分析,其拟合结果如下表1所示:

表1 二因素碳排放期货定价模型参数的拟合结果

参数	估计值	标准差	Z统计量	概率值
k	1.2507	0.0261	26.810	0.0000
r	1.3551	0.0099	137.276	0.0000
α	1.5768	0.0036	243.097	0.0000
σ_1	0.5583	0.0207	61.857	0.0000
σ_2	0.0793	0.0283	89.567	0.0000
$Cov(\sigma_1, \sigma_2)$	-0.1478	0.0007	-214.727	0.0000
对数极大似然值	10294.161			

表1数据显示,碳排放便利收益均值回复速度 $k=1.2507$,长期均值 $\alpha=1.5768$,且在99%显著水平下均表现非常显著,这表明便利收益呈现明显的均值回复

过程。碳排放现货价格和便利收益的波动率分别为 $\sigma_1=0.5583, \sigma_2=0.0793$,两者之间相关性为负值,且在99%显著水平下均表现显著性。

五、动态套期保值效果

将二因素期货定价模型模拟出各状态变量参数代入方程(8)求出理论上动态套期保值比率,如图2所示。 hr_1 为离到期日最近的碳排放期货合约最优套期保值比率, hr_2 为离到期日第二近的碳排放期货合约最优套期保值比率,依此类推。从图2显示,运用二因素模型评估出理论上的动态套期保值比率呈现较为平稳的变化趋势,随着距离到期日时间变化,套期保值比率也随之发生较小幅度的变化。如图2和表2显示,距离到期日时间最近的碳排放期货 F_1 ,运用二因素模型评估出动态套期保值比率变化幅度最大,大约在0.8~1.0之间逐步缓慢增加,越靠近到期日时,碳排放套期保值比率越接近1。随着距离到期日时间越远,如碳排放期货合约 F_5 ,运用二因素模型评估出套期保值比率基本上维持在0.8左右,呈现非常轻微的变化幅度。

Ederington(1979)给出了套期保值绩效的衡量指标,即与未实施套期保值时收益方差相比^[15]。

$$HE = \frac{Var(U_t) - Var(H_t)}{Var(U_t)} \quad (9)$$

其中, $Var(U)$ 表示投资者没有实施套期保值交易时收益方差, $Var(H)$ 表示投资者利用动态最优套期保值比率进行资产组合,实施套期保值交易

时收益方差。与不实施套期保值相比,该指标反映了投资者进行套期保值风险降低的程度。

表2 二因素套期保值比率及效果评价统计性描述

期货	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
平均值	0.8545	0.8152	0.8045	0.8014	0.8006
标准差	0.0413	0.0112	0.0031	0.0009	0.0002
套期保值效果(%)	88.54	90.60	89.11	82.17	79.77

运用二因素模型评估出动态套期保值比率适当地调整碳排放现货与不同到期日的碳期货资产投资组合尺寸,与未实施碳排放资产套期保值相比,运用二因素模型碳排放资产套期保值收益方差有明显地降低。随着碳排放期货合约到期日时间逐步增长,套期保值风险下降幅度也呈现逐步递减趋势。因此投资者运用二因素套期保值比率调整碳排放现货与期货资产的投资组合尺寸,与未实现套期保值相比,碳排放资产套期保值效果取得明显地改善。

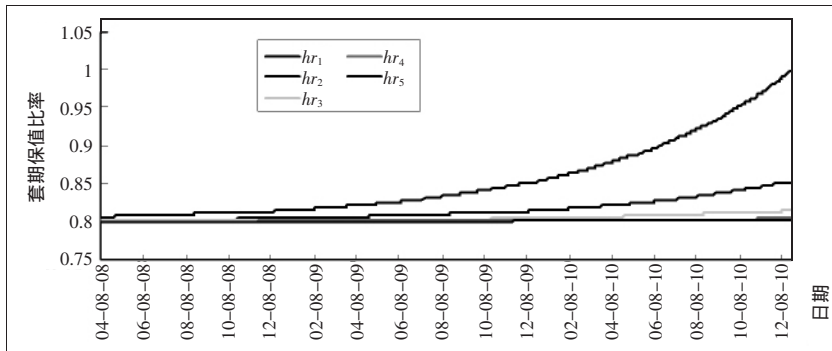


图2 动态二因素套期保值比率

六、结论

根据科斯定理,在碳排放交易机制下碳排放权被赋予了特定的产权,可以被充当商品一样在碳排放市场进行转让、交换等交易活动,因此碳排放权是一种有价值的信用商品。为了有效地规避碳排放价格剧烈波动所引发的市场风险,市场参与者积极探索利用碳期货与碳掉期的资产套期保值,增加资产投资收益以及增强风险管理控制能力。

碳排放便利收益是现货持有者因承担碳排放价格波动的预期变化所获得额外风险溢价,反映了碳排放持有者持有现货对预期获利的期望。碳排放量稀缺性越大,碳排放价格波动就越大,碳排放现货持有者获得便利收益预期值就越大。碳排放资产套期保值实际上是指市场参与者从现货市场买进或卖出碳排放配额同时,从期货市场卖出或买进相同数量的碳排放配额的反向操作。

本文基于二因素期货定价模型,运用最小方差方法确定了动态的二因素套期保值比率,它主要是与现货和便利收益的波动率协方差及其相关系数、距离到期日时间、便利收益均值回复速度等参数存在紧密关联性。运用二因素模型参数评估出理论上的套期保值比率呈现较为平稳的变化趋势,随着距离到期日时间变化,套期保值比率也随之发生较小幅度的变化。市场参与者运用便利收益下动态套期保值比率优化碳排放现货与期货资产的对冲比率,与未实施碳排放套期保值效果相比,碳排放资产套期保值风险分别下降了88.54%、90.60%、89.11%、82.17%和79.77%。与未实施碳排放资产套期保值相比,市场投资者运用理论上套期保值比率适时地调整碳排放现货与期货资产的投资组合尺寸,可以获得良好的资产套期保值效果。

最大贡献在于依靠碳排放期货价格期限结构,本文提出一种新的在随机便利收益下动态套期保值方法。市场投资者可以运用商品期限结构参数确立动态的套期保值比率,实时地优化调整碳排放现货与期货

资产的投资组合尺寸,有效地规避碳排放市场交易风险。市场投资者运用欧盟ETS数据检验了动态的二因素套期保值效果,实现碳排放资产组合的长期最优套期保值策略,同时也为市场投资者在其他商品市场运用商品期限结构确立长期或短期动态套期保值策略提供了理论和市场实践价值。

【参考文献】

- [1] Linacre N, Kossoy A, Ambrosi P, et al. State and trend of the carbon market 2011 [R]. Carbon Finance at the World Bank, Washington, DC, June 2011.
- [2] Benz E, Truck S. CO₂ emission allowances trading in Europe—specifying a new class of assets [J]. Problems and Perspectives in Management, 2006, 4(3): 30-40.
- [3] Benz E, Truck S. Modeling the price dynamics of CO₂ emission allowances [J]. Energy Economics, 2009, 31(1): 4-15.
- [4] Seifert J, Homburg M, U. Wagner M. Dynamic behavior of CO₂ spot prices [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2008, 56(2): 180-194.
- [5] Daskalakis G, Psychoyios D, Markellos R. N. Modeling CO₂ emission allowance prices and derivatives: evidence from the European trading scheme [J]. Journal of Banking & Finance, 2009(33): 1230-1241.
- [6] Conrad C, Rittler D, Rotfu W. Modeling and explaining the dynamics of European Union allowance prices at high-frequency [J]. Energy Economics, 2011, 34(1): 316-326.
- [7] 张跃军, 魏一鸣. 国际碳期货价格的均值回归: 基于EU、ETS的实证分析 [J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(2): 214-220.
- [8] 常凯, 王苏生, 徐民成等. 国际碳排放便利收益的驱动因素研究 [J]. 金融与经济, 2011(11): 46-49.
- [9] Heaney R. Approximation for convenience yield in commodity futures pricing [J]. The Journal of Futures Markets, 2002, 22.
- [10] Chang Kai, Wang Susheng, Chang Hao. Convenience yields and options value on futures spread for carbon emissions [C]. 2011 IEEE 2nd International Conference on computing, Control and Industrial Engineering, 2011(08): 182-185.
- [11] Schwartz E. S. The stochastic behavior of commodity prices: implications for valuation and hedging [J]. Journal of Finance, 1997, 52(3): 923-973.
- [13] Johnson L. L. The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures [J]. Review of Financial Studies, 1960, 27(3).
- [14] Wilson W. Price discovery and hedging in the sunflower market [J]. The Journal of Futures Markets, 1989(9): 377-391.
- [15] Ederington L. H. The hedging performance of the new futures markets [J]. Journal of Finance, 1979(34): 157-170.

(责任编辑: FZF)