

上海出口集装箱欧线运价与世界主要金融资产的对冲比率研究*

上海海事大学 程妍 杨旻骅 陈彦晖

一、引言

航运市场是国际贸易的关键，是全球经济健康发展的重要组成部分；近年来，全球航运市场进入震荡阶段，航运运价的不确定性急剧增加，并且受到红海危机、贸易摩擦、地缘冲突等极端事件的影响，集装箱运价出现大幅波动，给航运企业和贸易企业带来了巨大风险，这些风险极大地影响着企业的经营效率和盈利能力，因此，有效规避运价波动风险成为企业的必然选择。2023年8月18日，上海期货交易所全资子公司上海国际能源交易中心推出了集运指数（欧线）期货，为企业管理运价风险提供了便利。该期货以上海航运交易所发布的上海出口集装箱结算运价指数（SCFIS欧线）为标的，采用“服务型指数、国际平台、人民币计价、现金交割”的设计方案，是我国首个服务类期货品种，也是首个在商品期货交易所上市的指数类、现金交割的期货品种，既满足了中国航运企业对冲价格风险的需求，也为国际货主提供了新的定价与风险管理工具，更好地适应了国际集装箱期货交易的需求。

然而，一种好的期货产品离不开丰富的市场参与者。航运相关企业出于风险管理的目的

的参与交易。如果运价指数期货能够与其他资产形成风险对冲关系，非航运相关企业可将其纳入投资组合实现降低风险的目的，自然也会参与交易。多元投资者的参与能提高集运指数（欧线）期货的流动性，能进一步推动集运指数（欧线）期货市场的有序活跃发展。因而研究集运欧线指数期货和其他金融资产的动态相关关系和对冲比率，不仅能帮助航运相关企业全面了解集运指数（欧线）期货，而且能够增进非航运类投资者对集运指数（欧线）期货的了解，进而提高他们的参与热情。集运指数（欧线）期货推出两年左右，为了能综合反映历史各时期，集装箱欧线运价与各金融资产的动态相关关系以及对冲比率的变化，本文选取了与其标的资产具有97%相关性的上海出口集装箱运价指数欧洲（基本港）作为研究对象，选取世界上典型的11项资产价格进行实证研究。本文旨在通过研究上海出口集装箱运价指数欧洲（基本港）（SCFI-EU）和这些典型资产价格的动态相关关系和对冲比率，提升各类投资者的参与热度，促进集运指数（欧线）期货的交易活跃度，同时也为航运企业提供多方位的稳定运价和风险管理的工具，提升航运企

* 收稿时间为 2025 年 6 月。

业经营效率，促进航运和金融市场健康发展。

二、文献综述

航运运价指数在全球航运市场中发挥着越来越重要的作用。当前对航运运价指数的研究最多的是航运市场和其他市场的动态溢出效应分析。Arthur J. Lin等人建立三元VAR-BEKK-GARCH-X 模型来检验波罗的海干散货指数（BDI）对商品期货、货币和股票市场的溢出效应，发现这种溢出效应是随时间变化的，在2008年全球金融危机期间尤为显著；阮青松等人使用互相关统计检验和多重分形去趋势交叉相关分析（MF-DCCA）法研究了波罗的海干散货指数（BDI）和原油价格的交叉相关性特征，证明了两指数的交叉相关性在短期内是强持续的，在长期内是弱反持久的；杨佳琳等人研究了航运市场与大宗商品等市场之间的溢出效应，发现干散货航运市场的溢出效应在不同市场条件下存在差异，商品市场对干散货航运市场影响深远；孟斌等人研究了碳金融市场与航运业之间的动态依赖关系，发现欧盟碳金融市场与干散货航运之间的依赖性最强，而油轮航运之间的联系较弱；Chia-Lin Chang等人通过布伦特原油和 WTI 的原油现货和期货市场的表现计算最佳对冲比率，所有多元波动率模型的结果表明，布伦特原油持有期货的比例大于现货；Yang Hou等人发现了中国燃料油和股指期货市场之间波动性溢出效应新的证据，发现平均波动率溢出的方向是双边的，但平均波动率溢出效应的强度表明，从股票指数到燃料油期货的影响比相反要强得多；Jun-Woo Jeon等人研究了以集装箱化运费指数为代表的集装箱航运市场的周期性，通过利用系统动力学周期性方法，提前一步预测月度集装箱货

运指数生成；Mengya Shang等人的研究通过航运风险考察了贸易政策不确定性（TPU）对商品市场波动性的影响，实证结果表明，TPU对所有类型的波动率都有显著的净溢出效应，但航运风险仅对特异质波动率具有显著的净溢出效应。综上，目前的研究多集中在干散货运价和石油运价与其他金融市场的关联性。作为一个全新的金融产品，亟需对它的波动性进行全面系统地研究。本文选取各类国际金融市场资产价格指标，通过DCC-GARCH（Dynamic Conditional Correlation GARCH）模型动态研究上海出口集装箱运价指数欧洲（基本港）（SCFI-EU）与这些资产波动的动态关联性以及对冲比率。

三、研究设计和数据

（一）DCC-GARCH 模型构建

DCC-GARCH 模型是用来估计多个时间序列之间的动态相关关系，由于DCC-GARCH具有较强的灵活性和计算优势，适用于较高维度的金融时间序列分析。该模型中假设k个时间序列数据， $r_t = r'_t - \mu$ 服从均值为0，协方差矩阵 H_t 的多元正态分布。

动态相关模型设定如下：

$$\begin{aligned} \frac{r_t}{I_{t-1}} &= N(0, H_t) \\ H_t &= (h_{ij,t}) = D_t R_t D_t \\ D_t &= (h_{11,t}^{\frac{1}{2}}, \dots, h_{NN,t}^{\frac{1}{2}}) \\ R_t &= \text{diag}(q_{11,t}^{\frac{1}{2}}, \dots, q_{NN,t}^{\frac{1}{2}}) Q_t \text{diag}(q_{11,t}^{-1/2}, \dots, q_{NN,t}^{-1/2}) \\ Q_t &= (q_{ij,t}) = (1 - \alpha - \beta) \bar{Q} + \alpha \mu_{t-1} \mu'_{t-1} + \beta Q_{t-1} \\ q_{ij,t} &= (1 - \alpha - \beta) \bar{q}_{ij} + \alpha \mu_{i,t-1} \mu'_{j,t-1} + \beta q_{ij,t-1} \end{aligned}$$

其中： α 和 β 分别为多元GARCH模型中ARCH项和GARCH项的系数，同时满足 $\alpha > 0$ ，

$\beta < 0$, 且 $\alpha + \beta < 1$; I_{t-1} 是 t 期前所有的信息; $diag$ 是对角函数, 即对角元素为矩阵对角线元素, 其非对角元素为 0; D_t 为单变量 GARCH 模型计算的条件标准差所组成的对角矩阵 $k \times k$; R_t 矩阵中的元素为动态条件相关系数, μ_t 表示标准

化后的残差, \bar{Q} 矩阵为标准残差的条件方差。分析多个变量之间的动态相关关系, 主要采用动态相关系数, 在 DCC-GARCH 模型中, 动态相关系数的值为:

$$\rho_{12,t} = \frac{(1 - \alpha - \beta)\bar{q}_{12} + \alpha\mu_{1,t-1}\mu_{2,t-1} + \beta q_{12,t-1}}{\sqrt{((1 - \alpha - \beta)\bar{q}_{11} + \alpha\mu_{1,t-1}^2 + \beta q_{11,t-1})((1 - \alpha - \beta)\bar{q}_{22} + \alpha\mu_{2,t-1}^2 + \beta q_{22,t-1})}}$$

(二) 对冲比率的计算

最小方差对冲比率取决于上海出口集装箱运价指数欧洲航线 (SCFI-EU) 和其他市场指数价格变化之间的关系。设:

ΔS : 在对冲期限内, 上海出口集装箱运价指数欧洲 (基本港) (SCFI-EU) 的价格变化。

ΔF : 在对冲期限内, 其他各市场价格指数价格的变化。

用 h^* 表示最小方差对冲比率, h^* 是 ΔS 对 ΔF 进行线性回归时所产生的最优拟合直线的斜率, h^* 的公式如下:

$$h^* = \rho \frac{\sigma_s}{\sigma_F}$$

其中 σ_s 是 ΔS 的标准差, σ_F 是 ΔF 的标准差, ρ 是两者之间的相关系数。

(三) 数据选取

由于集运指数 (欧线) 期货上市时间较短, 为了能更全面地反映上海出口集装箱运价指数欧洲 (基本港) (SCFI-EU) 与各金融资产在不同经济背景下的关系, 本文选取上海航运交易所发布的 2009-11-06 至 2024-12-27 的 SCFI-EU 周数据作为研究对象。本文选取了波罗的海干散货运价指数 (BDI)、原油运价指数 (BDTI)、上证综合指数 (SHCI)、

美国标准普尔 500 指数 (S&P500)、MSCI 欧洲指数 (Euro)、布伦特原油期货结算价 (Oil)、美国商品调查局 (Commodity Research Bureau, CRB) 工业金属现货指数 (Metal)、伦敦黄金现货价格 (Gold)、美元指数 (USD)、标普高盛农业指数 (Agri) 以及欧盟碳排放配额期货结算价 (EUA) 分别作为航运市场、证券市场、大宗商品市场的指标, 这些指数均有对应的现货或金融衍生品交易, 因而本文的对冲比率研究具有潜在实用性。

四、实证分析

(一) 描述性统计分析

表 1 显示了各金融资产对数收益率序列的描述性统计特征, 从均值来看, 除了 BDI、Oil 以及 Agri 的对数收益率序列的均值小于 0 之外, 其余指数的对数收益率序列的均值均大于 0, 同时, S&P500 和 EUA 的对数收益率均值大于其余资产价格的对数收益率均值, 这说明在样本期间, 投资股票市场和碳市场的收益高于其他市场; SCFI-EU 和 BDI 的对数收益率序列的标准差分别为 0.155 和 0.104, 高于其他价格指数, 表明了 SCFI-EU 和 BDI 的波动率较大, 投资风险较高; 对于最大值和最小值, SCFI-EU 的对数收益率序列的最大值和最小值分别为 1.453

和-0.7，在所有序列中波动范围最广；从峰度和偏度来看，SCFI-EU和BDTI的对数收益率序列的偏度显著大于0，分别为3.564和1.342，明显异于正态分布，并且所有序列的峰度都高于正态分布的峰度3，说明所有序列都具有尖

峰的特征；从单位根检验来看，所有序列单位根检验的p值均为0.01，说明所有序列均为平稳序列；对于ARCH检验，所有序列的都存在显著的条件异方差性，这表明了所有价格指数的对数收益率序列都表现出明显的集聚效应。

表1：所有指数对数收益率序列的描述性统计

	SCFI-EU	BDI	BDTI	SHCI	SP500	Euro	USD	Oil	Metal	Gold	Agri	EUA
平均值	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	-0.000	0.002
中位数	-0.012	0.000	-0.001	0.000	0.003	0.003	0.000	0.002	0.000	0.001	-0.000	0.00
最大值	1.453	0.521	0.629	0.120	0.114	0.082	0.039	0.313	0.123	0.079	0.150	0.232
最小值	-0.700	-0.368	-0.338	-0.142	-0.162	-0.197	-0.040	0.290	-0.105	-0.088	-0.085	-0.412
标准差	0.155	0.104	0.075	0.027	0.022	0.022	0.009	0.048	0.020	0.021	0.026	0.065
偏度	3.564	0.226	1.342	-0.493	-0.795	-1.498	0.080	0.320	-0.076	-0.212	0.243	-0.780
峰度	26.844	4.920	15.717	6.522	9.373	13.373	4.036	9.318	7.005	4.314	5.138	7.539
JB test p 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ADF test p 值	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ARCH test p 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

（二）基于DCC-GARCH模型分析航运市场与其他市场的动态相关关系

从图1 SCFI-EU与其他金融资产的波动性动态关联图中可以看出，在2010—2024年的样本期间内，集运欧线市场与其他市场的相关性是波动变化的，具有时变性溢出特征，具体来说，首先，SCFI-EU和BDI、BDTI的波动性相关系数大多数变化基本保持在零以下，这表明随着时间的推移，SCFI-EU和其他两个

市场之间随时间呈负相关；其次，SCFI-EU和S&P500、MSCI欧洲指数（Euro）以及原油价格的动态相关系数基本保持在零以上，这表明在样本期间，SCFI-EU波动性和以上三个市场波动性基本上呈同方向变动；最后，SCFI-EU和SHCI、USD、Gold、Metal、Agri以及EUA的相关系数在0附近上下波动，相关性的稳定性不高，相关关系随时间发生变化，并不是单一的正相关或负相关。

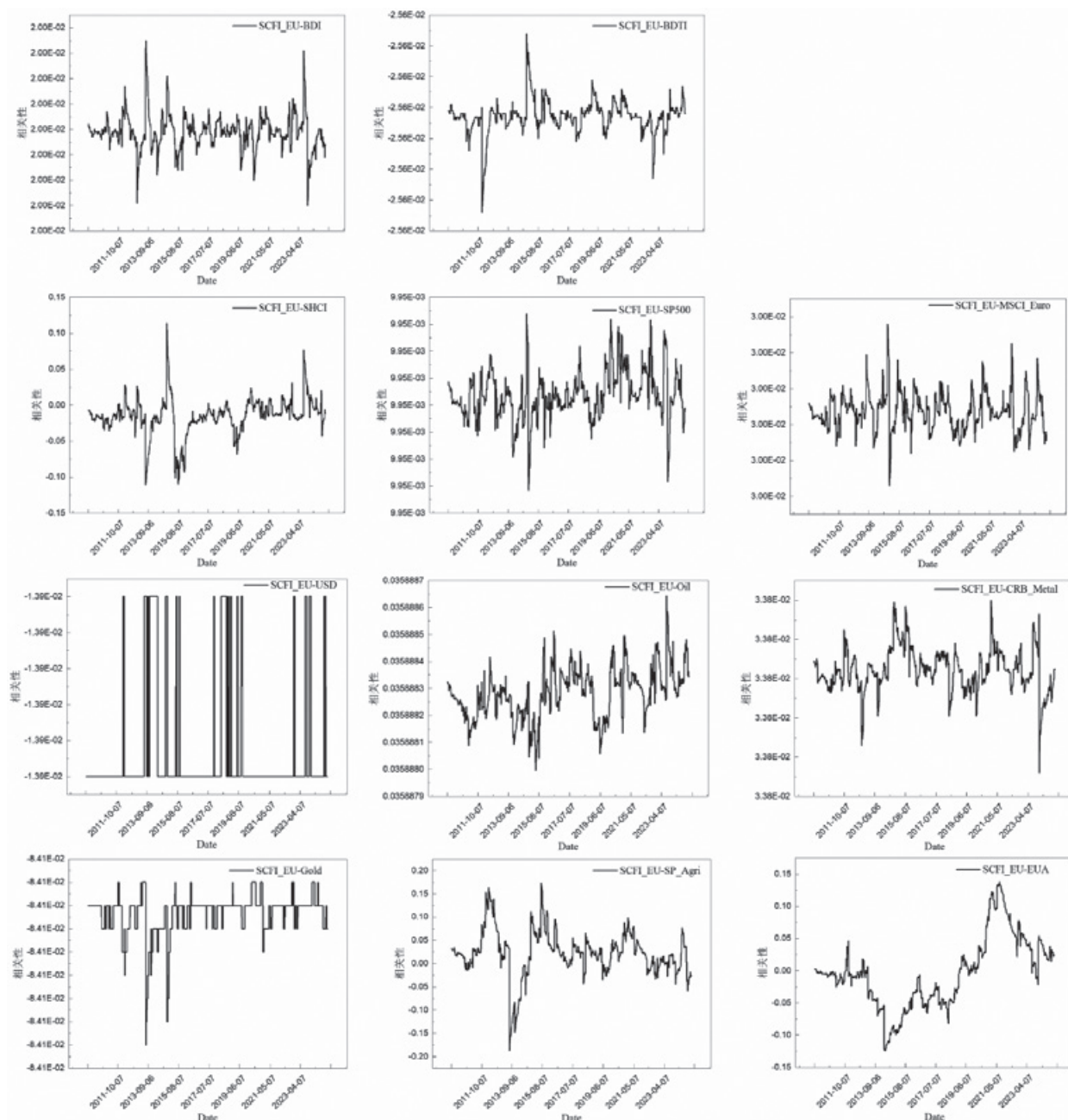


图 1：SCFI-EU和其他指数的动态相关关系图（2009.11—2024.12）

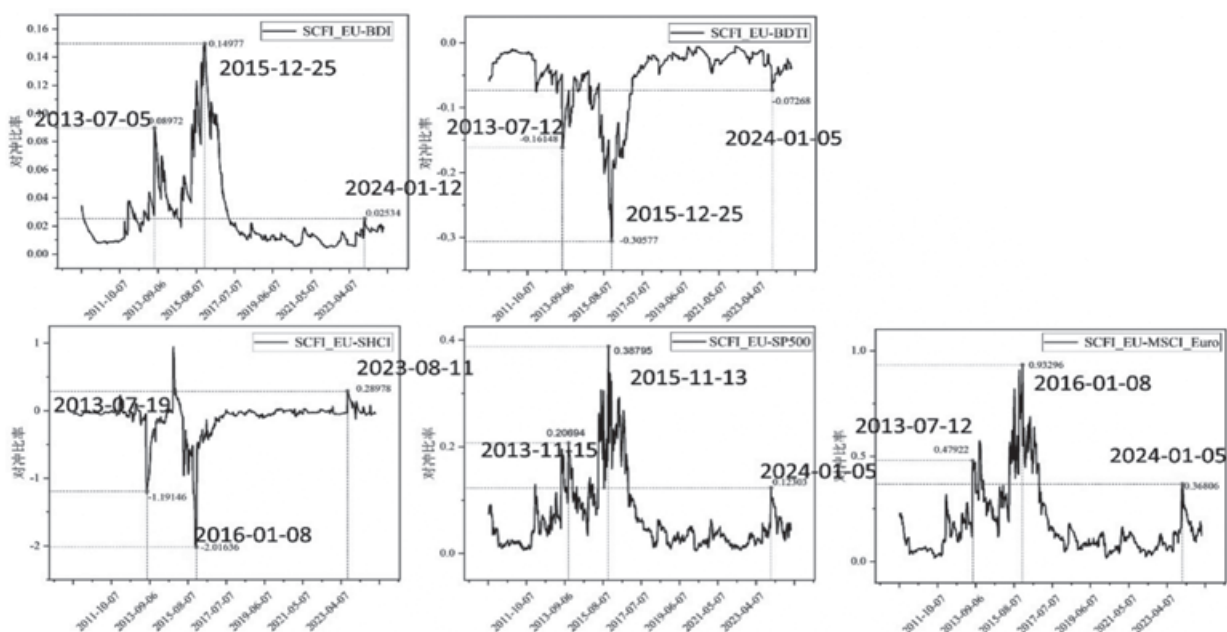
（三）上海出口集装箱运价指数和其他指数对冲比率分析

图2绘制了SCFI-EU和其他金融资产价格的对冲比率时变图，通过计算结果可以看出，SCFI-EU和BDI、CRB现货金属指数、

MSCI欧洲指数、石油价格、标普高盛农业指数（Agri）以及S&P500的对冲比率的变化方向大致相同，在样本期间内绝大部分时间内为正，但与不同市场价格指数的对冲比率大小不同；和BDTI、碳期货、黄金、上证综指以及美

元的对冲比率在大部分时间内为负值，但在部分时间点发生较大波动，总体上来说，SCFI-EU和其他金融资产的对冲比率都在2013年和2016年左右达到峰值，主要是因为自2008年全球金融危机爆发后的经济复苏在2013年达到顶峰，加强了市场间的联系，2015年，我国A股市场发生了暴涨和暴跌的异常波动，直接造成了市场间的对冲比率发生大幅波动，2016年我国经济下行、通货膨胀持续低位、资金“脱实向虚”导致金融资源难以服务实体经济，房地产市场的“泡沫”经济对其他行业形成了“挤出效应”，加剧了市场间风险溢出效应，国际上，英国脱欧“黑天鹅”事件搅动国际金融市场，使得全球股市及大宗商品等市场波动加剧，在2016年之后，总溢出效应都不高，并且呈现明显的时变模式，但红海危机和疫情等突发事件的影响进一步加剧了这种溢出效应。其中在2013年，和上证综指（SHCI）以及标普高盛农业指数（Agri）的对冲比率分

别为-1.19146和-2.28267，这说明航运市场和这两个市场的关联度在这一时间点上强于其他市场，标普高盛农业指数的投资组合能够更好地对冲航运运价风险；2016年，SCFI-EU和工业金属、黄金、标普高盛农业指数以及上证综指的对冲比率分别为1.16118、-2.89426、3.27644和-2.01636，表明在这段时间内，航运市场和大宗商品市场、金融市场和黄金市场相比于其他市场来说需要通过更大的对冲比率才能实现风险管理。从整体上来说，SCFI-EU和BDTI、黄金、美元指数总是呈现反向对冲关系，持有BDTI、黄金、美元指数相关资产的投资者可以考虑将集运指数（欧线）期货纳入投资组合以对冲风险。而2021年，欧洲碳市场交易进入常态化之后SCFI-EU和EUA的对冲比率由负变正。而2024年1月，欧洲将航运业正式纳入碳交易后，SCFI-EU和EUA的对冲比率较2023年略有增长。



续图

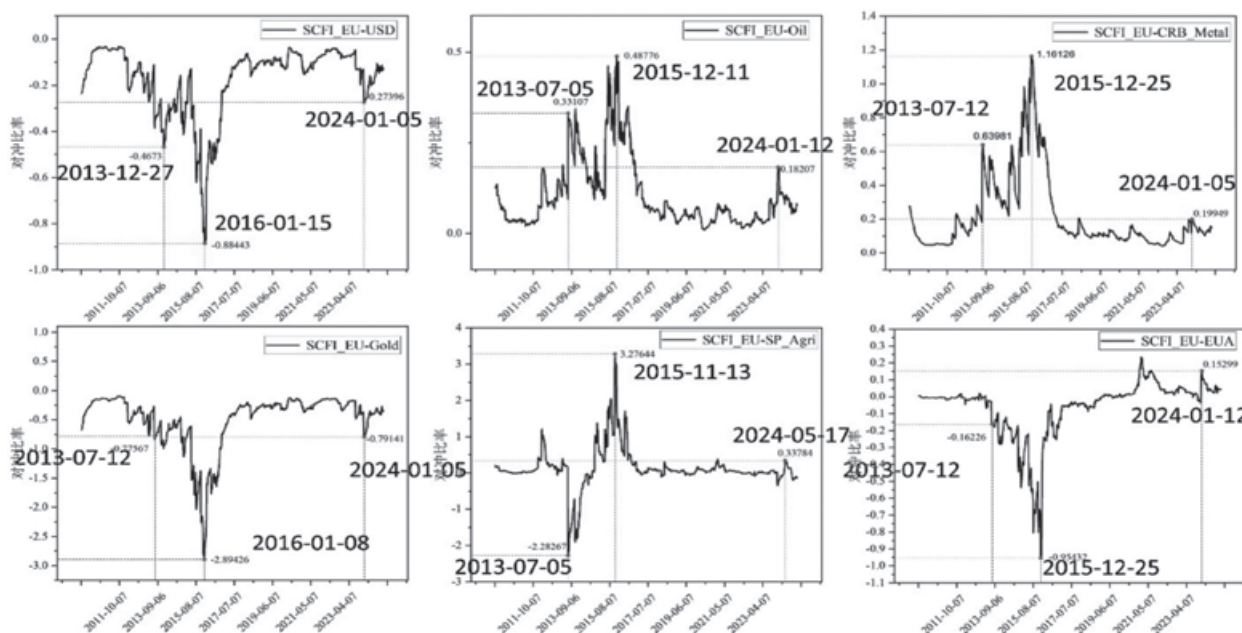


图2: SCFI-EU和其他金融资产的对冲比率波动图 (2009.11—2024.12)

五、结论和建议

本文基于2009-11-06至2024-12-27的上海出口集装箱运价指数欧洲（基本港）（SCFI-EU）和一些国际市场上典型资产价格的周数据，研究其与金融、大宗商品等市场的波动关联性。采用DCC-GARCH模型估计出SCFI-EU收益率和这些资产收益率的相关系数和协方差，从而计算出SCFI-EU和不同资产的对冲比率。总体来说，集运欧线指数和其他资产的对冲比率存在明显的时变效应，但与不同资产的对冲比率大小和方向有所不同，重大事件的冲击直接造成集运市场和其他资产的对冲比率的大幅波动，宏观经济与金融市场的剧烈变动使得集运市场和其他市场的风险溢出效应进一步加剧。本文研究数据量更为丰富的集运指数（欧线）期货的现货资产——集运欧线运价，能够更加全面地了解不同市场背景下集运指数（欧

线）期货与其他金融资产潜在的波动性动态相关关系和对冲比率变化。结合本文的实证分析，笔者给出如下建议：

（一）动态调整投资组合策略

集运市场和金融、商品和能源等市场的风险溢出效应随时间发生波动，对冲比率也相应出现较大波动，因此相关机构应采取不同的投资组合策略，动态调整持仓，平衡投资结构，在不降低预期回报率的情况下最大化降低集运市场运价风险，构建最佳投资组合。总之，航运市场参与者应通过考虑航运市场和其他不同市场之间的对冲比率和动态关系，关注跨市场溢出效应，进行综合风险管理，从而降低运费风险，提高企业经营效率。

（二）鼓励非航运相关机构加入交易，丰富交易者类型

本文的实证结果发现集运欧线运价与

BDTI、黄金、美元指数呈现反向对冲关系，与BDI、S&P500、MSCI欧洲指数、原油价格、工业金属现货指数（Metal）呈现正向对冲关系。非航运相关机构可考虑将集运指数（欧线）期货加入投资组合以实现风险管理的目的。换句话说，集运指数（欧线）期货可丰富非航运相关机构的套期保值策略，非航运相关机构有动机参与交易可使得集运指数（欧线）期货具有更好地流动性。因此，相关机构可通过宣传鼓励非航运相关机构加入交易，促进交易活跃度。

（三）推动构建市场间信息共享机制

推动构建航运企业和金融、大宗商品等市场的信息共享机制，能够有效降低信息不对称，减少信息成本，提高对冲效率。政府和行业可以建立上海出口集装箱运价指数（SCFI）和波罗的海干散货指数（BDI）、上证指数（SHCI）等其他市场关键指数的联合模型，建立跨市场的风险共识平台，打破市场间的信息壁垒，加强航运市场和其他市场之间的联系，推动企业更为精准有效地预测未来航运市场和其他不同市场对冲比率的波动方向和范围；同时，及时披露各市场的数据和相关信息，提升各市场指数数据透明度和可获得性，提高各市场公开化水平，构建公平公正的市场环境和氛围，鼓励政府、行业协会及各个市场企业共享

数据资源，促进模型预测精度提升、对冲比率预测有效性提高、企业信息成本降低，为航运企业提供更多渠道、更广范围的套期保值的产品和投资组合，从而推动航运企业经营成本降低、航运业健康发展。

（四）政府加强市场监管，强化行业自律

政府和各市场监管机构应制定新的监管政策，改革现有的监管体制，以适应不断变化发展的金融创新，政府可以引入监管科技来提高市场监管的有效性，建立有效的监管协调机制，加强各市场指数的信息披露制度建设；放宽边界限制，最大化发挥市场的主体性，把不同市场间构成的投资组合的风险控制到一定范围上，进一步推进市场导向的监管改革，加强市场纪律和行为监管，通过纠正并惩处市场中部分企业的错误行为，来保护其他市场参与者和投资者的合法权益。

（责任编辑：李博婵）

作者简介：

程妍，上海海事大学硕士研究生，研究方向为金融时间序列分析、航运金融。

杨旻骅，上海海事大学副教授，研究方向为绿色金融、金融科技、航运金融等。

陈彦晖，上海海事大学副教授，研究方向为金融时间序列分析、航运金融等。