

集运指数（欧线）期货的多维驱动机制与极端风险关联研究*

上海海事大学 陈彦晖
南京航空航天大学 冯爱龄

一、集运指数（欧线）期货的重要性

航运市场与金融市场的有效衔接，已成为现代航运业高质量发展的核心议题之一。近年来，受地缘冲突、宏观经济不确定性、能源价格波动及全球贸易格局重塑等多重内外部因素叠加影响，集装箱运价波动幅度显著加大，对集装箱运输链条上的航运企业与外贸企业构成较大的经营风险和成本压力。在此背景下，2023年8月18日，集运指数（欧线）期货在上海国际能源交易中心正式挂牌交易，标志着全球首个以中国指数为基础开发的航运期货品种正式面世。该合约旨在反映上海出口集装箱即期市场中欧洲航线结算运价的动态变化趋势，为航运市场参与者提供更为有效的价格风险管理工具与套期保值手段，为我国探索构建具有国际影响力的航运金融体系迈出关键一步。

尽管航运运价指数及其衍生金融工具在风险对冲、市场透明度提升与资源配置效率优化方面已初步发挥积极作用，并为金融工具服务航运实体经济奠定了良好基础，但整体来看，我国航运金融体系仍处于起步和探索阶段，相

关金融工具的深度开发与广泛应用仍显不足。尤其是在应对复杂外部冲击与极端价格波动方面，尚缺乏系统性、可操作性强的分析与决策支持框架。

因此，深入研究集运指数（欧线）期货的主要驱动因素及其价格波动中的风险依赖特征，不仅有助于提升航运企业识别和应对风险的能力，增强其对价格波动的前瞻性预判与对冲效率，也有助于监管机构实现对航运市场运行状态的精准监测与动态调控。进一步而言，构建涵盖能源、金融、大宗商品及碳政策等多维因素的系统分析模型，有望推动航运市场与金融体系的深度融合，增强我国在全球航运定价体系中的话语权与影响力。

二、文献综述

尽管航运业务本身具有高度的不确定性，有效的风险管理对行业稳定发展至关重要，但将金融衍生品作为缓释航运风险的工具，其应用历史相对较短。现有研究主要聚焦于国际干散货航运市场，特别是针对远期运费协议（FFA）的价格发现功能与套期保值效率等方面，已积累了较为丰富的文献成果。相较而

* 本作品在 2025 年《期货与金融衍生品》征文活动中荣获二等奖。收稿时间为 2025 年 6 月。

言，中国航运金融服务仍处于起步阶段，当前主要聚焦于港口费用结算等基础环节，金融工具在航运业务中的深层次应用尚不充分。作为中国首个基于本土指数开发的航运期货品种，集运指数（欧线）期货上市不足两年，相关学术研究仍较为匮乏。已有研究中，周杰围绕集运指数（欧线）期货与现货之间的联动关系展开探讨，重点分析其价格发现功能、价格引导能力及现货市场的反应特征，为理解该品种在市场中的作用提供了初步理论依据。探究集运指数（欧线）期货的多维驱动机制与极端风险依赖关系尚存在空白。

随着大数据技术的发展，潜在影响因子的数量不断增加，变量选择在经济建模中的重要性日益凸显。LASSO方法因其在变量筛选与模型精简方面的优越性能，已被广泛应用于高维数据背景下的重要驱动因素识别与估计问题中。该方法通过引入惩罚项对回归系数进行收缩，使部分不显著变量的系数趋于零，从而在提高模型预测能力的同时，完成变量选择。在已有研究中，李林泰和崔巍采用LASSO回归模型识别了影响我国进口铁矿石现货价格的主要因素，并揭示了各影响因子之间的复杂交互作用。朱帮助等则利用LASSO方法，成功筛选出我国省际减污降碳协同的关键驱动变量，为政策制定提供了数据支持与实证依据。现有成果已表明，LASSO作为一种有效的特征选择工具，已广泛应用于能源、环境、金融与大宗商品市场等多个领域，其在高维航运金融变量识别中的应用同样具有较强的理论基础与现实意义。

近年来，随着对金融市场风险结构研究的深化，航运经济学者也开始广泛应用Copula

框架，以刻画海运市场中时间变化、非对称性及尾部依赖等复杂特征。例如，孟斌等利用Copula模型系统分析了原油运输市场的运费风险传染路径与底层依赖结构，揭示了WTI原油价格、石油企业股价与全球主要油轮航线运费率之间存在显著的复杂依赖关系及双向风险溢出效应，为理解跨市场风险扩散机制、有效阻断系统性风险提供了理论依据与实证支持。薛凯丽等则通过构建动态Copula模型，研究了原油价格与油轮整体市场及其细分市场之间依赖关系的时变特征与尾部风险传递特性，强调了极端市场情境下航运金融风险的联动性与放大效应。

为回应当前研究中对集运期货市场系统性影响机制与极端风险特征关注不足的问题，本文以集运指数（欧线）期货为研究对象，系统探讨其多维驱动机制及极端风险关联路径。具体而言，首先运用LASSO回归方法，在高维潜在影响变量中识别其主要驱动因素，构建集运期货价格变动的关键解释框架；继而引入Copula模型，刻画期货价格与核心驱动变量之间的尾部依赖结构，进一步分析其相依关系的时变性与非对称性，从而揭示集运指数期货在极端市场条件下的风险传染机制与联动特征。

三、集运指数（欧线）期货的多维驱动机制分析

（一）LASSO回归

由于集装箱运输市场影响因素众多且复杂，模型设定中的变量选择尤为重要。在建模过程中，为了减少遗漏变量带来的偏差，通常会引入多个自变量。然而，模型中存在无关变量时，会显著降低估计和预测的准确性。LASSO是一种带惩罚项的最小二乘估计方法，

将较小的系数压缩为零，从而实现变量选择和参数估计。LASSO方法的优点在于既保留了子集选择的可解释性，又具备岭回归的稳定性。假设因变量为 $y = (y_1, \dots, y_n)^T$ ，自变量为 $X = (x_{1j}, \dots, x_{nj})^T$ ， $j = 1, \dots, p$ ， $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)^T$ 为系数向量，考虑以下线性模型：

$$y = \beta X + \varepsilon$$

LASSO方法的变量选择和参数估计下式得到， λ 为正则化参数：

$$\hat{\beta} = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n \left(y_i - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|$$

（二）数据预处理

股票价格波动、相关运价、大宗商品价格、地缘政治风险及碳政策等因素都会对集装箱运输市场产生影响。为全面探讨这些影响因素，本文选择了13个代表性变量（表1）。考虑到集运指数（欧线）期货仍在不断发展完善中，本文剔除上市首个合约期数据，选择了集运指数（欧线）期货2023年12月1日至2025年5月30日交易最为活跃的近月合约日度收盘价数据，共计360组观测数据，并将原始序列转换为对数收益率，以便进行结果比较分析。

表 1：变量定义及来源

变量	变量含义	数据来源
SCFIS_EU_FUT	集运指数（欧线）期货	上海国际能源交易中心
BDI	波罗的海干散货运价指数	Wind 数据库
BDTI	波罗的海原油运价指数	Wind 数据库
SHFE_SC	上期原油期货价格指数	Wind 数据库
SHFE_AU	上期黄金期货价格指数	Wind 数据库
SHFE_Metal	上期工业金属期货价格指数	Wind 数据库
SHFE_Precious	上期贵金属期货价格指数	Wind 数据库
Agri	大商所农产品期货价格综合指数	Wind 数据库
SHCI	上海证券综合指数	Wind 数据库
SP500	标准普尔 500 指数	Wind 数据库
MSCI_E	MSCI 欧元区股票市场指数	Wind 数据库
USD	美元指数	Wind 数据库
SHEA	上海碳排放权配额	Wind 数据库
GPRD	地缘政治风险指数	http://www.policyuncertainty.com

（三）实证过程及结果

根据表2的LASSO估计结果，采用AIC准

则与BIC准则进行惩罚参数选择时，所得到的变量选择结果完全一致，且与基于交叉验证

(CV) 方法所得结果基本相符，验证了LASSO估计在本研究中的稳健性与可靠性。总体来看，BDTI、SHFE_Metal、SP500、USD以及SHEA在模型中系数均显著不为零，表明它们是影响SCFIS_EU_FUT的关键驱动因素。基于此，建议在集运期货的预测与动态分析中，重点纳入与油轮运输市场、工业金属价格、美国

股市表现、美元汇率波动以及碳排放政策密切相关的变量，构建覆盖能源运价指数、金融、大宗商品及碳价等多个维度的综合预测框架。该多维度建模思路有助于提升模型的解释力、预测精度与稳健性，为航运企业及监管机构提供更具有前瞻性的决策支持工具。

表 2：LASSO估计结果

变量	AIC/BIC	CV
BDI	0	0
BDTI	-0.029232	-0.022506
SHFE_SC	0	0
SHFE_AU	0	0
SHFE_Metal	0.266506	0.2595
SHFE_Precious	0	0
Agri	0	0
SHCI	0	0
SP500	-0.010731	-0.002682
MSCI_E	0	0
USD	-0.013566	-0.008153
SHEA	-0.038323	-0.03223
GPRD	0	0
Intercept	0	0

注：AIC/BIC 表示参数选择方法采用 AIC 和 BIC 准则，CV 表示参数选择方法采用交叉验证的方法。

具体来看，BDTI对SCFIS_EU_FUT呈显著负向影响，而BDI在LASSO模型中被压缩为零，反映出不同航运子市场对集运指数（欧线）期货价格存在异质性传导机制。油轮市场通过运力竞争和资源挤占对集运期货形成下行

压力，尤其在能源价格高企时更为显著。而BDI主要反映大宗原材料运输需求，与欧线高附加值货物结构匹配度较低，难以准确刻画其价格走势，因此未在模型中体现统计显著性。

SHFE_Metal与SCFIS_EU_FUT呈显著正

相关关系，表明工业品价格变动是驱动集运指数（欧线）期货价格的重要因素。在LASSO回归中，工业金属期货价格指数的回归系数最大，显示其对SCFIS_EU_FUT具有最强的解释力。一方面，工业金属价格作为反映全球制造业活动与中国出口强度的高频指标，能够有效捕捉集运指数（欧线）期货价格的需求侧动因。另一方面，其期货属性赋予其较强的市场预期反映能力与价格发现功能，因而在期货市场中展现出更高的领先性与影响权重。这一结果凸显出，在商品金融化趋势下，工业金属期货不仅反映了贸易链条上游的供需动态，更通过金融市场的预期机制影响集运指数（欧线）期货价格的形成过程。其价格波动在产业链与资本市场双重作用下，对集运期货市场具有显著的传导与放大效应。

全球股票市场对SCFIS_EU_FUT的影响表现出明显的异质性。作为全球资本市场的核心基准指数，标普500指数高度反映全球经济预期与金融市场情绪。其变动通过多重渠道，如风险溢价调整、美元强弱预期、能源价格波动等，对集装箱航运市场形成跨期影响，进而引发集运指数（欧线）期货价格的动态调整。相较而言，中国A股市场（SHCI）由于政策导向性强、投资者结构以散户为主，其指数变动更多体现国内资本市场的短期波动，对出口需求和航运期货市场的映射能力相对有限。而MSCI欧洲指数则因其波动性相对较低、市场反应滞后以及在全球航运需求结构中的边际作用较弱，在LASSO变量选择中未体现出显著影响力。该结果进一步验证了美股市场在全球经济与航运市场联动机制中的核心地位。

美元汇率变动对SCFIS_EU_FUT价格具有

重要影响。作为全球主要结算与计价货币，美元的强弱变化通过多重机制传导至航运衍生品市场，对集运指数（欧线）期货价格形成实质性影响。一方面，美元升值将直接提高以美元计价的航运成本，压缩航运企业利润空间，进而影响市场对未来运价走势的预期；另一方面，美元走强通常伴随新兴市场和欧洲经济体进口能力的削弱，抑制对中国出口商品的需求，从而减少中欧航线的集装箱运输量，压低集运期货价格。此外，美元升值往往与美联储收紧货币政策和全球避险情绪上升相伴随，加剧市场对经济增长放缓与国际贸易收缩的预期，进一步加剧集运指数（欧线）期货市场的下行压力。该结果表明，宏观货币政策与美元指数作为航运金融市场的重要外生变量，不仅通过贸易渠道传导至运输需求，也通过预期机制影响航运衍生品价格形成过程，对政策制定者与市场参与者具有重要的参考价值。

SHEA系数为-0.038323，呈显著负向关系，表明碳市场价格波动对SCFIS_EU_FUT价格具有压制作用。这一结果凸显了在中国深入推进“双碳”战略以及国际绿色航运治理不断强化的背景下，碳配额价格已成为影响集运指数（欧线）期货价格的重要外生变量。碳价格上涨通常意味着航运企业运营成本上升、合规压力增强，特别是在欧洲航线作为绿色政策实施“前沿地带”的背景下，该成本压力更易通过企业预期机制传导至集运期货价格。此外，碳市场价格本身也反映出宏观绿色政策强度，是气候监管趋势的前瞻性信号。市场一旦预期未来碳排放监管趋严，航运企业可能面临更高的合规成本与额外资本支出，这将在中长期内抑制运输盈利预期与价格走势。因此，SHEA

指数对SCFIS_EU_FUT的显著负向影响不仅体现出碳金融变量已逐步嵌入航运金融定价体系，也揭示了气候政策风险通过成本预期、政策导向和市场调整机制影响航运衍生品价格的重要路径。

四、集运指数（欧线）期货的极端风险关联分析

（一）Copula模型

Copula方法在处理市场相关性问题上

具有不受边缘分布选择以及能够描述不同资产收益之间复杂的非线性关系等优势。因此，Copula方法也被广泛用于航运运价分析。本文采用广义误差分布（GED）的ARMA/EGARCH模型来建立边际分布，以捕捉重组序列中的不对称和杠杆效应。如表3所示，本文考虑了描述四种不同尾部相依性的Copula函数及其旋转形式刻画集运指数（欧线）期货和重要驱动市场之间的相依结构特征。

表 3：Copula函数表达式

Copula 类型	公式	参数范围	尾部相依性
Gaussian	$C_N(u, v; \rho) = \Phi(\Phi^{-1}(u), \Phi^{-1}(v))$	$\rho \in [-1, 1]$	无尾部依赖性
Student-t	$C_{ST}(u, v; \rho, \nu) = T(t_\nu^{-1}(u), t_\nu^{-1}(v))$	$\rho \in [-1, 1], \nu \in (2, +\infty)$	对称的尾部依赖性
Clayton	$C_C(u, v, \delta) = (u^{-\delta} + v^{-\delta} - 1)^{-1/\delta}$	$\delta \in (0, +\infty)$	下尾依赖性
Gumbel	$C_G(u, v, \alpha) = \exp\left(-\left[(-\ln u)^{\frac{1}{\alpha}} + (-\ln v)^{\frac{1}{\alpha}}\right]^\alpha\right)$	$\alpha \in [1, +\infty)$	上尾依赖性

注：旋转 90° 后的 Copula 公式为 $C_{90, i}(u, v; \omega) = u - C_i(u, 1 - v; \omega)$ ，旋转 270° 后的 Copula 公式为 $C_{270, i}(u, v; \omega) = v - C_i(1 - u, v; \omega)$ ，旋转 180° 后的 Copula 公式为 $C_{180, i}(u, v; \omega) = u + v - C_i(1 - u, 1 - v; \omega)$ ，其中 $i = C, G$ 。

本文进一步选用二元Gaussian Copula函数用于描述集运指数（欧线）期货与关联指数相依性的动态演化过程。Patton对时变共轭函数的解释如下，即时变共轭函数中的高斯依存参数随时间而变化。

$$\rho_t = \Lambda\left(\omega_N + \beta_N \rho_{t-1} + \alpha_N \times \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q \phi^{-1}(u_{t-i}) \phi^{-1}(v_{t-i})\right),$$

其中， ρ_t 表示当前条件的相关参数， ρ_{t-1} 为 $t-1$ 时变相关性， $\frac{1}{q} \sum_{i=1}^q \Phi^{-1}(u_{t-i}) \Phi^{-1}(v_{t-i})$ 描述持续性效应并解释累积概率的历史平均值。描述了从属过程的可变性。 $\Lambda(x) = \frac{1-e^x}{1+e^x}$ 是修正的对数变换函数。

（二）边缘分布模型

在进行Copula估计之前，首先必须精确边缘分布模型。为了验证边缘分布的有效性，本文采用了ARMA(p,q)-EGARCH(1,1)规范进行模型估计，并通过对模型的残差进行诊断检验，确保模型对不同时间尺度数据的适用性。通过对诊断测试的结果进行分析，确认了所选的边际分布模型的充分性。没有发现残余的自相关或ARCH效应，这意味着所采用的边际模型已充分捕获了数据中的关键特征，从而为接下来的Copula估计奠定了坚实的基础。

表 4：收益率边缘分布模型

—	SCFIS_EU_FUT	BDTI	SHFE_Metal	SP500	USD	SHEA
—	—	ARMA	EGARCH-GED	EGARCH-GED	EGARCH-GED	EGARCH-GED
ARMA	—	(0,2)	—	—	—	—
ω	—	—	-0.4521*	-0.6085	-2.9324	-0.6199*
α	—	—	0.1768***	0.2743***	0.3558**	0.3623***
β	—	—	0.9528***	0.9323***	0.7295***	0.9281***
μ	—	—	1.4508***	1.0100***	1.2376***	1.0100***
Q(5)p 值	0.2654	0.9711	0.3969	0.8499	0.4886	0.4937
Q ² (5)p 值	0.5371	0.5259	0.6418	0.1281	0.2837	0.9937

注：*、**、*** 分别表示显著性水平 10%、5% 和 1% 水平上显著；“—”表示参数不存在；Q(5) p 值和 Q²(5)p 值是滞后 5 期的 Ljung-Box 检验标准化残差和残差平方的 p 值。

（三）实证过程及结果

根据表5的Copula估计结果，采用AIC准则与BIC准则进行最优Copula函数选择时，所选函数模型保持一致，进一步验证了模型选择的稳健性。具体而言，BDT与SCFIS_EU_FUT、SP500与SCFIS_EU_FUT 的联合分布关系均由旋转Clayton Copula较为准确地刻画，显示出这两个变量与集运指数（欧线）期货之间存在一定程度的非对称依赖结构，但其尾部相关性不显著，同时根据图1所示，时变关联性也均处于较小值。在SHEA与SCFIS_EU_FUT这一对变量中，估计结果表明Gaussian Copula为最优拟合函数，表明碳市场和集运指数（欧线）期货市场之间无尾部依赖关系。

相较之下，SHFE_Meta与SCFIS_EU_FUT的依赖结构由Student-t Copula所刻画，表明二者之间存在显著的对称尾部依赖关系，即在极端市场情形下，工业金属市场与集运指数（欧线）期货市场之间可能出现同步波动的风

险。这意味着对于从事集装箱运输风险管理的机构而言，需重点关注来自工业金属市场的潜在极端冲击。此外，其相依结构表现出显著的时变特征——整体处于较高水平，反映了工业金属市场与航运期货市场之间较强的联动性，但在2024年10月出现了阶段性回落。这一时变特征也提示市场参与者，在进行交叉市场风险管理与资产配置时，应关注联动结构的变化与背后驱动逻辑，避免静态依赖模型带来的误判。

此外，USD与SCFIS_EU_FUT的依赖结构由旋转90度的Clayton Copula拟合最优，表明两者之间存在显著的非对称下尾依赖关系。即在美元指数出现极端贬值情形时，集运指数（欧线）期货更容易受到显著的负向冲击，呈现出较强的联动风险和下行同步性。同时，时变Copula估计进一步揭示了美元指数与集运期货市场之间的相依结构具有明显的时间动态性。在部分时段，尤其在外汇市场波动率加剧

或全球流动性预期变化显著时，两者的联动关系趋于增强。该结果表明，美元指数不仅作为宏观经济和货币政策预期的风向标，其在极端贬值背景下对航运衍生品市场的系统性冲击效

应不容忽视。因此，在进行集运指数（欧线）期货风险管理和交易策略设计时，应高度关注美元市场的下行尾部风险及其传导路径。

表 5：集运指数（欧线）期货与各驱动因素间的静态Copula估计结果

—	BDTI	SHFE_Metal	SP500	USD	SHEA
family(AIC)	旋转 Clayton 90 度	Student-t	旋转 Clayton 270 度	旋转 Clayton 90 度	Gaussian
family(BIC)	旋转 Clayton 90 度	Student-t	旋转 Clayton 270 度	旋转 Clayton 90 度	Gaussian
par	-0.0686 (0.068)	0.287*** (0.0487)	-0.0313 (0.0378)	-0.0652*** (0.0206)	-0.153*** (0.0497)
AIC	-3.25	-26.4	0.928	-2.96	-6.9
BIC	0.632	-18.6	4.81	0.926	-3.02

注：family 是最优二元 Copula 模型的类型，由 AIC、BIC 准则选择；Par 是模型的参数；*** 表示显著性水平在 1% 水平上显著，括号内为标准差。

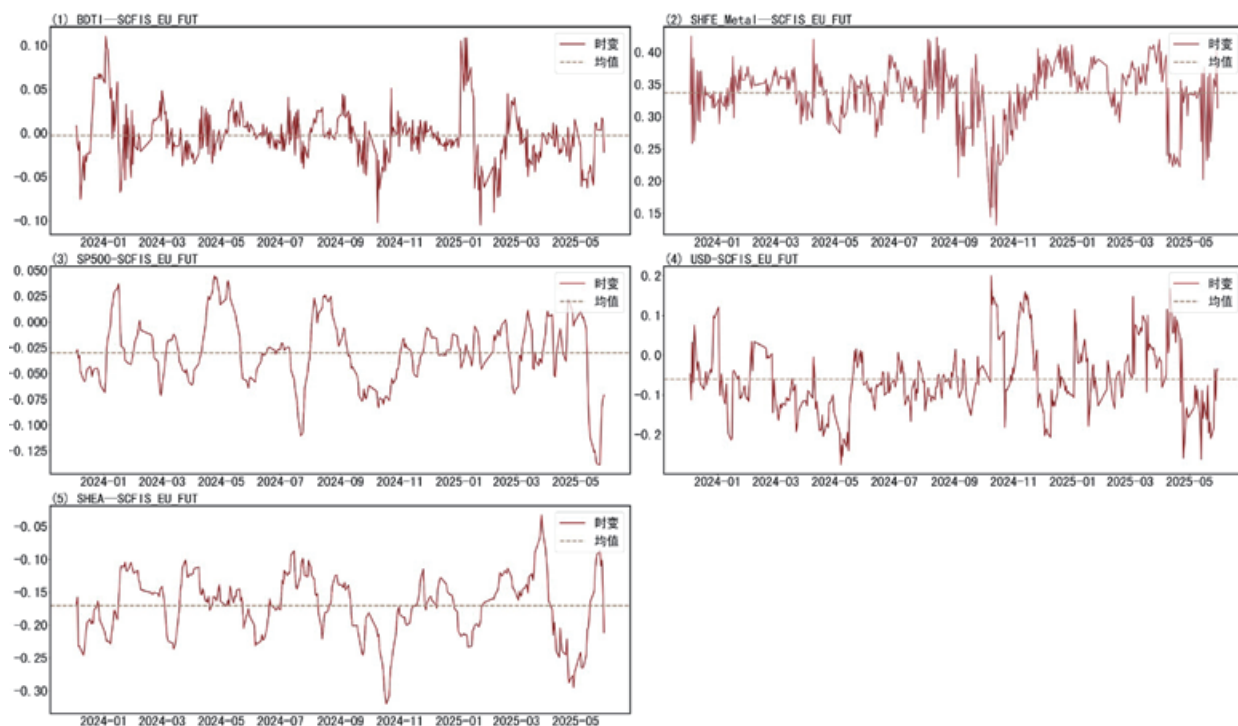


图 1：时变Copula演变图

（四）实际应用

本研究基于LASSO回归与Copula方法，识别并量化了影响SCFIS_EU_FUT（集运指数欧

线期货）价格的关键变量及其尾部依赖结构，具有重要的政策参考价值与实务指导意义。

1. 价格预测支持政策制定与市场预判

本研究构建的LASSO回归模型能从高维潜在影响因子中筛选出与集运指数（欧线）期货价格高度相关的关键变量，为政府部门、行业监管机构及市场参与者提供有解释力的预测依据。通过明确BDTI、SHFE_Metal、SP500、USD、SHEA等变量的显著影响，有助于在应对外部冲击或周期波动时，调整政策工具与引导预期，增强市场韧性与前瞻性管理能力。

2. 风险管理强化行业稳定性与抗压能力

基于Copula模型识别的尾部依赖特征，为企业识别跨市场极端风险溢出提供了数据支持。特别是工业金属市场与集运指数（欧线）期货市场显著的双尾相关性，提示航运与外贸企业在应对工业金属价格剧烈波动时，需同步关注集运市场的系统性风险。同时，美元指数与集运指数（欧线）期货市场间的下尾依赖关系也提示汇率贬值背景下集运价格的联动下跌风险，相关主体应考虑通过金融工具进行套期保值或跨市场对冲。

3. 优化投资组合配置与策略调整

本研究提出以LASSO回归中的系数权重与Copula分布结构共同评估各关联市场的影响强度与风险传染路径，可用于构建更具动态性与前瞻性的投资组合调整策略。例如当某期货品种在LASSO中权重较大，且其与集运指数在Copula框架中表现出显著尾部联动时，投资者应在经济扩张或衰退阶段提高对该品种的关注度，并适时调整仓位与风险敞口。此外，碳市场与美元指数等政策敏感型变量的引入也可帮助投资者将ESG因素和宏观政策导向纳入资产配置考量，实现策略层面的综合优化。

五、总结与展望

本文聚焦于集运指数（欧线）期货的价格决定机制，综合运用LASSO回归与Copula依赖

结构模型，系统识别并量化了对集运指数（欧线）期货具有显著影响的关键市场因素。研究表明，油轮运价、工业金属期货、美股、美元指数以及碳价格等变量在模型中均表现出显著的解释力，进一步的Copula分析揭示了其与集运指数（欧线）期货之间存在差异化的尾部依赖特征。

本研究不仅为市场参与者制定风险管理策略和优化投资组合提供了理论支持，同时也强调了尾部依赖结构在识别潜在系统性风险中的重要作用。在复杂多变的全球贸易环境中，集装箱运输市场的参与者应密切关注油轮运输市场、工业金属市场、碳排放权交易市场以及外汇市场（特别是美元指数）的动态演变，及时调整对冲与配置策略。其中，工业金属价格波动所带来的上下尾部风险与美元指数的极端下尾联动风险尤为值得警惕。

集运指数（欧线）期货市场参与者应进一步提升风险识别与应对能力，充分运用LASSO与Copula等数据驱动方法，构建动态、高维、多因子的价格分析框架，持续追踪关键市场变量之间的联动结构变化，以实现更高效的预判与策略响应。与此同时，建议监管机构与行业平台推动数据透明化与金融工具创新，促进航运金融市场的深化发展，为我国集装箱运输业提供更完善的风险管理基础设施与政策支持。

（责任编辑：李博婵）

作者简介：

陈彦晖，上海海事大学经济管理学院副教授，研究方向为航运经济、海运贸易。

冯爱龄，南京航空航天大学经济与管理学院博士研究生，研究方向为能源经济与管理、航运经济。