

基于复杂系统本征微观态的择时模型



东方证券
ORIENT SECURITIES

期货

报告日期: 2024 年 3 月 26 日

★摘要:

对于非平衡态的复杂系统,相变是绕不开的话题,基于序参量为研究变量的朗道理论已成为研究相变过程普遍采用的统计物理学方法,但是研究者们往往难以得到系统的哈密顿量、统计分布、序参量,陈晓松等人提出的本征微观态方法克服了这个问题。相变过程中的临界现象与金融市场涨跌趋势的变化类似,我们借鉴本征微观态方法测试了金融资产的变盘点,实证结果表明:

- 第一, 本征微观态之比的时间序列具有明显的周期特征,明确的波峰和波谷为捕捉变盘点提供了良好的条件;
- 第二, Wind 全 A、黑色产业指数、有色金属指数的最高测试胜率均超过 60%, 其中黑色产业指数最高胜率达 69%, 不过化工指数最高胜率略低于 60%;
- 第三, 测试的多数情形均获得累计正收益, 各金融资产测试结果中均存在累计盈亏曲线总体向上的情形, 结果符合预期。

系统科学的核心问题是研究各个领域内复杂系统集体行为的涌现机制,而相变与临界现象则是系统最显著的集体行为,本征微观态方法是其中的一种方法,我们未来将继续探究相关方法在金融复杂系统中的应用。

章顺

资深分析师(金融工程)

从业资格号: F0301166

投资咨询号: Z0011689

Tel: 8621-63325888-3902

Email: shun.zhang@orientfutures.com

重要事项: 本报告版权归上海东证期货有限公司所有。未获得东证期货书面授权,任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。本报告的信息均来源于公开资料,我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证,也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正,但文中的观点、结论和建议仅供参考,报告中的信息或意见并不构成交易建议,投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

有关分析师承诺: 见本报告最后部分。并请阅读报告最后一页的免责声明。

目录

1、相变与临界现象.....	5
2、本征微观态的相关原理.....	5
2.1、统计系综.....	5
2.2、本征微观态.....	5
2.3、本征微观态重整化群理论.....	5
2.4、本征微观态方法.....	6
3、利用本征微观态方法择时的实证.....	8
3.1、数据及其说明.....	8
3.2、测试的流程及参数说明.....	8
3.3、本征微观态的择时测试.....	9
3.3.1、股指的实证测试.....	9
3.3.2、黑色产业指数的实证测试.....	11
3.3.3、有色金属指数的实证测试.....	13
3.3.4、化工指数的实证测试.....	15
4、结论及展望.....	17
5、参考文献.....	17

图表目录

图表 1: 数据明细.....	8
图表 2: 股指的本征微观态实证分析结果.....	9
图表 3: Wind 全 A 与本征微观态 (144 日)	10
图表 4: Wind 全 A 与本征微观态 (233 日)	10
图表 5: 股指累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34).....	10
图表 6: 股指累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55).....	10
图表 7: 股指累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89).....	10
图表 8: 股指累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34).....	10
图表 9: 股指累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 55).....	11
图表 10: 股指累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 89).....	11
图表 11: 黑色的本征微观态实证分析结果	11
图表 12: 黑色产业与本征微观态 (144 日)	12
图表 13: 黑色产业与本征微观态 (233 日)	12
图表 14: 黑色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34).....	12
图表 15: 黑色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55).....	12
图表 16: 黑色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89).....	12
图表 17: 黑色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34).....	12
图表 18: 黑色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 55).....	13
图表 19: 黑色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 89).....	13
图表 20: 有色的本征微观态实证分析结果	13
图表 21: 有色金属与本征微观态 (144 日)	14
图表 22: 有色金属与本征微观态 (233 日)	14
图表 23: 有色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34).....	14
图表 24: 有色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55).....	14
图表 25: 有色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89).....	14
图表 26: 有色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34).....	14
图表 27: 有色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 55).....	15
图表 28: 有色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 89).....	15
图表 29: 化工的本征微观态实证分析结果	15
图表 30: 化工指数与本征微观态 (144 日)	16
图表 31: 化工指数与本征微观态 (233 日)	16
图表 32: 化工累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34).....	16
图表 33: 化工累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55).....	16

图表 34：化工累计盈亏(本征参数 144，斜率参数 89).....	16
图表 35：化工累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 34).....	16
图表 36：化工累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 55).....	17
图表 37：化工累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 89).....	17

1、相变与临界现象

在化学、热力学等相关领域，相变是指介质的一种状态和另一种状态之间的过渡物理过程。这个术语通常用于指固体、液体和气体，等离子体（少数情况下）等物质的基本状态之间的变化。例如，液体在被加热到沸点时可能会变成气体，其体积发生变化。综合考量变化发生的外部条件，这种变化被称为相变，相变通常发生在自然界，如今被广泛用于各个行业。诺贝尔物理学奖获得者朗道提出的基于序参量为研究变量的朗道理论，已成为研究相变过程普遍采用的统计物理学方法。

相变包含临界现象。在临界点附近，如果流体足够热并且被压缩，那么液相和气相之间的区别几乎就消失了，这就是临界现象。在自然界中，临界现象是普遍的，金融市场涨跌趋势的拐点也被视为临界点。对于复杂系统，研究者对其相变临界点的研究并不少，但难以得到哈密顿量、统计分布和序参量。针对该问题，北京师范大学陈晓松教授与其合作者们提出了一个解决方案，即本征微观态方法。

我们的目的是借鉴本征微观态方法研究金融市场的临界现象，捕捉金融资产涨跌的临界点。

2、本征微观态的相关原理

2.1、统计系综

统计系综的概念是由 Gibbs 在 1902 年提出的，它是统计物理学的起点。在某个时刻，系统中所有个体的状态都可以用高维相空间中的一个点来表示，称为系统的微观状态。在一定的宏观条件下，所有的微观态构成了系统的系综，该系综可以用微观态的概率密度来描述。系统的宏观性质可以通过对所有微观状态进行平均来获得。

2.2、本征微观态

目前，学者们研究的复杂系统，一般都不处于平衡状态，系统微观态的概率密度是未知的。这对于从个体之间的相互作用研究复杂系统的宏观性质是一个巨大的挑战。不同水平的中尺度复杂性是由集体效应引起的，中尺度的研究可能是解决复杂系统的一个重要步骤。陈晓松等人提出了一种研究复杂系统本征微观态的方法，它捕捉了介观尺度的结构。根据这种方法，可以从实验研究或计算机模拟中得到复杂系统的微观态和系综。在原始集合中，微观状态并不是相互独立的。利用微观态之间的相关矩阵的本征向量，可以得到本征微观态。在由本征态组成的系综中，本征态之间不存在相关性，其权重与特征值的平方成比例。对于微态不局域化的复杂系统，在热力学极限下，本征微态的权重趋于零。当本征微观态的权重有一个有限的极限时，在系综中存在本征微观态的凝聚，这类似于玻色气体的玻色-爱因斯坦凝聚。本征微观态的凝聚对应于一个以本征微观态和本征值为序参量的新相相变。

2.3、本征微观态重整化群理论

临界现象理论的重大突破来自 Wilson 及其同事的重整化群（RG）理论，该理论基于重整化过程中哈密顿量的相似性。RG 理论已经很成熟，其理论预言在空间低重力环境下

得到了实验验证。在理论物理中，重整化群（RG）是一个在不同长度标度下考察物理系统变化的数学工具。标度上的变化称为“标度变换”。重整化群与“标度不变性”和“共形不变性”这些概念的关系较为紧密。共形不变性包含了标度变换，它们都与自相似有关。在重整化理论中，系统在某一个标度上自相似于一个更小的标度，但描述它们组成的参量值不相同。系统的组成可以是原子，基本粒子，自旋等。系统的变量是以系统组成之间的相互作用来描述。

目前，在不知道系统哈密顿量的情况下，研究复杂系统的临界现象是一个迫切需要解决的问题。陈晓松等人提出了本征微观态的重整化群（RG）理论，它被引入到由实验或计算机模拟得到的微观态组成的统计系综中。系综中的微观态可以看作是概率幅等于其本征值的本征微观态的线性叠加。在因子 B 的重整化下，最大特征值 σ_1 在低温和高温

极限下有两个平凡不动点和一个临界不动点，其关系为 RG 关系式 $\sigma_1^B = b^{B/\nu} \sigma_1$ ，其中 B 和 ν 分别是序参数和关联长度的临界指数，用不同维数的伊辛模型，证明了本征微观态的 RG 理论能够识别临界点，预测临界指数和普适类，可以用于研究平衡和非平衡系统中的临界现象，而不考虑哈密顿量。

陈晓松等人成功地将本征微观态方法应用于二维伊辛模型、地球表面温度、中国股票价格等三类不同领域的复杂系统，胡进昆等将此方法应用于美国民航延误的研究中，揭示了这些系统的集体行为和它们的相变与临界现象，证实了该理论框架可用于一般平衡和非平衡系统。

2.4、本征微观态方法

对于一个由 N 个主体组成的复杂系统，我们可以从实验测量或计算机模拟中获得主体的状态。依次使用时间 $t=1,2,3,\dots,M$ 的状态，我们可以得到主体 $i=1,2,3,\dots,N$ 的状态序列 $S_i(t)$ 。

一个主体 i 的平均状态是 $\langle S_i \rangle = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^M S_i(t)$ 。在某个时间 t，主体 i 有一个波

动 $\delta S_i(t) = S_i(t) - \langle S_i \rangle$ 。这里定义一个具有所有主体的波动的微观态，它由一个 N

$$\text{维矢量表示: } \delta S_i(t) = \begin{bmatrix} \delta S_1(t) \\ \delta S_2(t) \\ \dots \\ \delta S_N(t) \end{bmatrix}.$$

有 M 个微观态，我们可以组成一个复杂系统的统计系综。这个系综由一个 $N \times M$ 的矩阵

A 来描述，其元素为 $A_{it} = \frac{\delta S_i(t)}{\sqrt{C_0}}$ ，其中 $C_0 = \sum_{t=1}^M \sum_{i=1}^N \delta S_i^2(t)$ ，A 的列序与微观态的演变

相一致。

t 和 t' 的微观态之间的相关性由它们的矢量乘积定义：

$$C_{tt'} = \delta S(t)^T \cdot \delta S(t') = \sum_{i=1}^N \delta S_i(t) \delta S_i(t')$$

以 $C_{tt'}$ 作为其元素，我们可以得到一个 $M \times M$ 的微观态相关矩阵：

$$C = C_0 A^T \cdot A,$$

其轨迹 $\text{Tr}C = \sum_{t=1}^M C_{tt} = C_0$ 。相关矩阵 C 有 M 个特征向量 V_j ，其中 $j=1,2,3,\dots,M$ ，我

们可以把它们组成一个 $M \times M$ 的单元矩阵 $V = [V_1 V_2 \cdots V_M]$ 。

此外，我们在这里考虑动态微观态 δS_i 和 δS_j 之间的相关性：

$$S_j^T = \sum_{t=1}^M \delta S_i(t) \delta S_j(t)。$$

以 K_{ij} 为元素，我们可以得到一个 $N \times M$ 的动态微观态的相关矩阵：

$K = C_0 A \cdot A^T$ ，其轨迹 $\text{Tr}K = \sum_{t=1}^M K_{ii} = C_0$ 。相关矩阵 K 有 N 个特征向量 U_I ，其中 $I=1,2,$

$\dots, N$ ，我们可以用它们组成一个 $N \times N$ 的单元矩阵 $U = [U_1 U_2 \cdots U_N]$ 。

根据奇异值分解，统计系综可被分解为 $A = U \cdot \Sigma \cdot V^T$ ， Σ 是 $N \times M$ 对角矩阵，

$$\Sigma_{IJ} = \begin{cases} \sigma_I, I = J \leq r \\ 0 \end{cases}, \text{ 其中 } r = \min(N, M)$$

此外，我们可以将系综矩阵 A 重写为：

$$A = \sum_{I=1}^r \sigma_I A_I^e$$

其中, $A_I^e \equiv U_I \otimes V_I, (A_I^e)_{ii} = U_{II} V_{II}$, $\otimes$ 表示克罗内克积, 从统计系综出发, 我们就可以得到本征微观态 U_I 。

值得注意的是, 陈晓松等人利用了本征微观态理论不需要提前预知系统哈密顿量具体形式的优点, 将重整化群思想引入到了本征微观态理论中。在计算临界指数时, 定义系统第二大本征值和第一大本征值之比, 作为描述系统临界性质的一个标度函数。我们关注到这个标度函数, 在实证部分会借鉴这个算法。

在本征微观态的方法中, 复杂系统的相变与临界现象可通过本征微观态的凝聚来确定, 这类似于玻色气体的玻色-爱因斯坦凝聚, 即宏观数量玻色子在极低温下处于基态能级。一个本征微观态的凝聚, 表现为有限比例的无限本征微观态共享这个本征微观态。一个新的相将出现在系统中, 而新相的特征是本征微观态, 本征微观态的变化为金融择时的建模提供了依据。

3、利用本征微观态方法择时的实证

3.1、数据及其说明

在实证部分, 我们选取的资产标的为股票指数和商品期货, 其中股票指数包括 Wind 全 A 指数、上证指数、创业板指数、中证 1000 指数、沪深 300 指数, 商品期货包括铁矿石、螺纹钢、热轧卷板、焦炭、沪铜、沪镍、沪铝、沪锌、PTA、LLDPE、玻璃、甲醇、同花顺黑色产业指数、同花顺有色金属指数、同花顺化工指数。数据明细说明如下表所示。

在《从因果涌现的视角挖掘择时模型》中, 涌现在宏观尺度的强度比微观尺度高, 因此我们的预测标的选择大类指数, 比如股指选择 Wind 全 A 指数, 其他股指都是它的子集。

图表 1: 数据明细

大类	计算本征微观态所需标的	被预测标的	数据起始点
股票指数	上证指数、创业板指数、中证 1000 指数、沪深 300 指数	Wind 全 A 指数	2010 年 5 月-2024 年 1 月
商品期货黑色板块	铁矿石、螺纹钢、热轧卷板、焦炭	同花顺黑色产业指数	2014 年 3 月-2024 年 1 月
商品期货有色板块	沪铜、沪镍、沪铝、沪锌	同花顺有色金属指数	2017 年 4 月-2024 年 1 月
商品期货化工板块	PTA、LLDPE、玻璃、甲醇	同花顺化工指数	2012 年 12 月-2024 年 1 月

资料来源: iFinD, Bloomberg, 东证衍生品研究院

3.2、测试的流程及参数说明

测试的流程简化如下:

首先, 提取资产的价格日度时间序列;

其次, 根据上面给出的数据计算本征微观态, 取最大本征值和第二大本征值之比;

最后, 根据本征微观态之比的斜率正负变化确定本征微观态所揭示的变盘点, 依据行情

序列的斜率确定变盘点之后的趋势方向，按照此规则测试 Wind 全 A 指数、同花顺黑色产业指数、同花顺有色金属指数、同花顺化工指数的择时效果。

测试过程中的参数说明：

- 第一，本征微观态计算的窗口为 144 或者 233 个交易日，和我们过往撰写的复杂系统相关的报告遵循相同的原则，详情可参阅《基于熵的多元资产择时模型》和《基于非线性系统稳定性构建择时模型》等报告，参数为大于 100 的斐波那契序列；
- 第二，本征微观态时间序列的斜率参数为 34、55、89 个交易日，参数为小于 100 的斐波那契序列，斜率的符号代表趋势方向，斜率的符号发生变化则记为“变盘点”，下一个“变盘点”就是“离场点”，行情序列的斜率参数为 10 个交易日；
- 第三，在测试过程中，进场方向有多有空，假设测试的标的均可做空。

3.3、本征微观态的择时测试

在实证部分，我们测试的对象分别是股指、黑色、有色和化工共四组，每组按照斜率参数可划分为多个测试情形。

3.3.1、股指的实证测试

Wind 全 A 指数样本股数高于上证指数、创业板指数、中证 1000 指数、沪深 300 指数，将 Wind 全 A 指数作为被预测标的主要依据《从因果涌现的视角挖掘择时模型》中因果涌现的思路。陈晓松等人通过研究股票市场的本征微观态来分析股票价格的波动模式，但并未进行预测的测试。

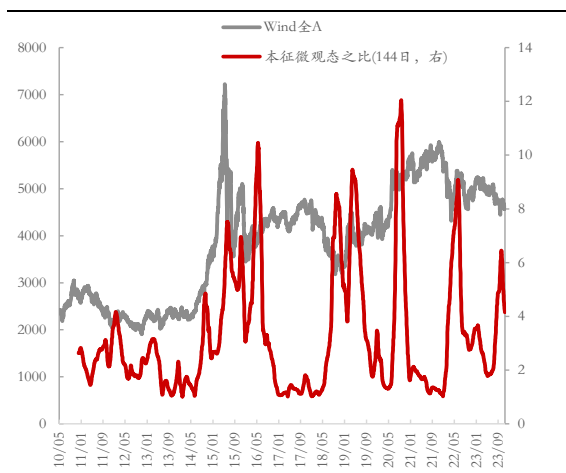
按照本征微观态参数和行情序列斜率参数，将测试分为六组。单独对比胜率，在行情序列斜率参数为 55 时，两组胜率皆超过 60%。总体上看，六组中四组的测试结果均获得累计的正收益。

图表 2：股指的本征微观态实证分析结果

被预测标的	计算本征微观态所需标的	本征微观态斜率参数	行情序列斜率参数	胜率	最大盈利 (资本利得)	最大亏损 (资本利得)	累计盈亏 (资本利得)	年均盈亏 (资本利得)
Wind 全 A 指数	上证指数、创业板指数、中证 1000 指数、沪深 300 指数	144	34	45%	1512	-1258	-546	-44
			55	61%	913	-2527	1142	92
			89	56%	860	-699	1816	146
		233	34	46%	1034	-1216	2151	173
			55	61%	2271	-1080	7149	574
			89	43%	1196	-2995	-1744	-140

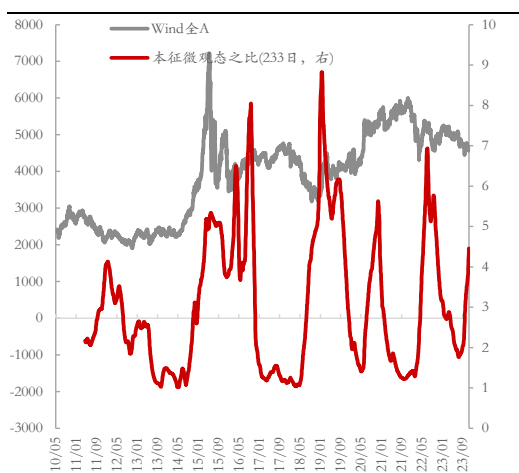
资料来源：iFinD，Bloomberg，东证衍生品研究院

图表 3: Wind 全 A 与本征微观态 (144 日)



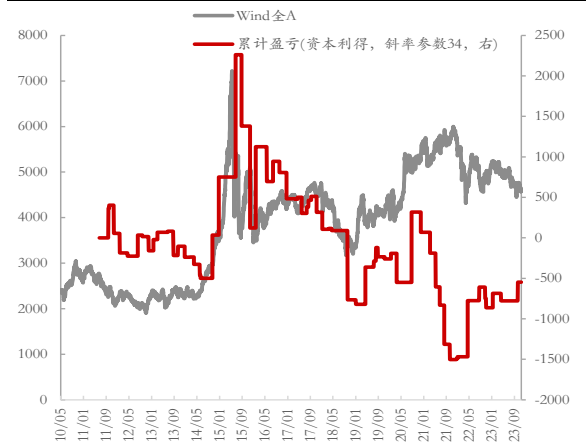
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 4: Wind 全 A 与本征微观态 (233 日)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 5: 股指累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 6: 股指累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55)



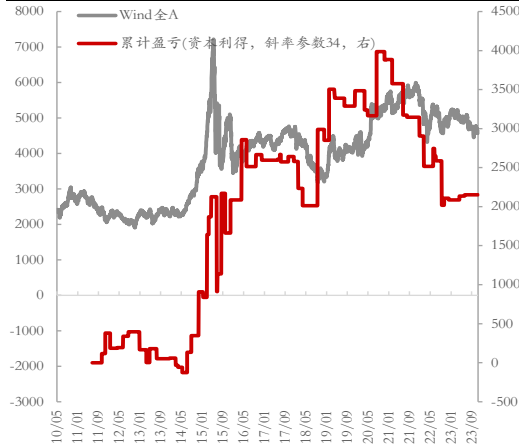
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 7: 股指累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89)



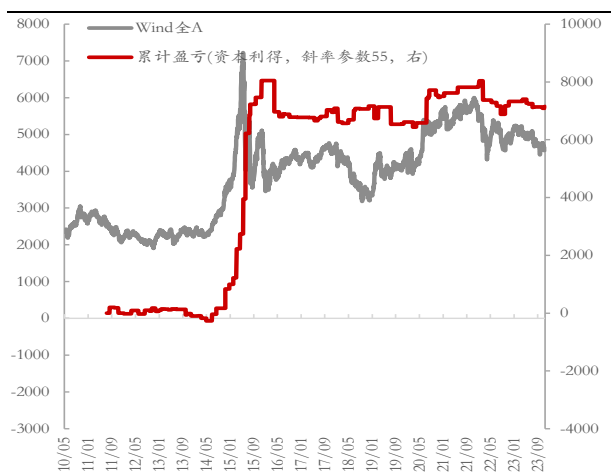
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 8: 股指累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34)



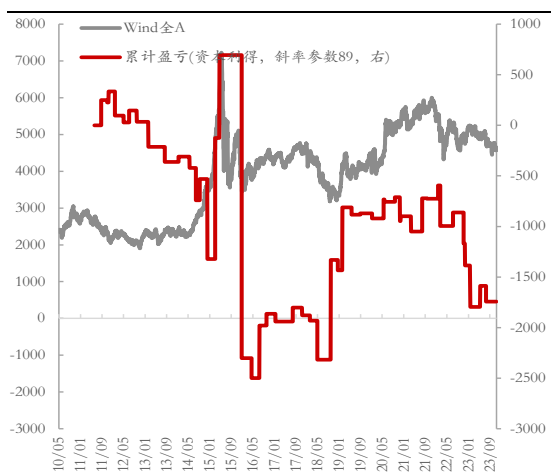
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 9：股指累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 55)



资料来源：iFinD，东证衍生品研究院

图表 10：股指累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 89)



资料来源：iFinD，东证衍生品研究院

3.3.2、黑色产业指数的实证测试

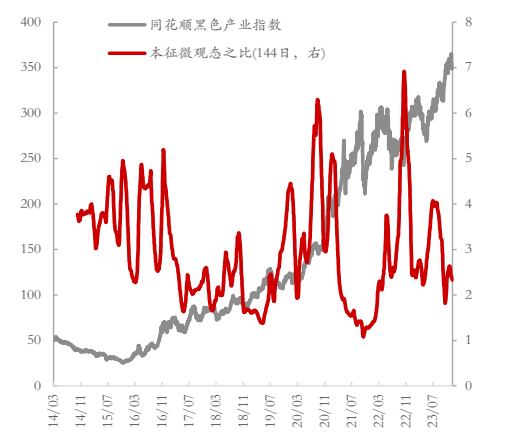
铁矿石、螺纹钢、热轧卷板、焦炭作为黑色产业指数的输入变量，覆盖了黑色产业链的上下游。统计黑色产业指数的测试结果，最高胜率可达 69%，而且胜率在 60% 的测试组合有三个，六个组合中五个组合累计收益为正。如果对比本征微观态的两种参数，斜率参数为 144 时，累计收益均占优。观察本征微观态之比的时间序列，参数为 144 时的序列更加平稳，周期性的特征更为明显。

图表 11：黑色的本征微观态实证分析结果

被预测标的	计算本征微观态所需标的	本征微观态斜率参数	行情序列斜率参数	胜率	最大盈利(资本利得)	最大亏损(资本利得)	累计盈亏(资本利得)	年均盈亏(资本利得)
同花顺黑色产业指数	铁矿石、螺纹钢、热轧卷板、焦炭	144	34	65%	41	-37	181	21
			55	54%	49	-27	188	22
			89	56%	52	-33	186	21
		233	34	62%	34	-48	81	9
			55	55%	32	-44	-57	-7
			89	69%	69	-41	185	21

资料来源：iFinD，Bloomberg，东证衍生品研究院

图表 12: 黑色产业与本征微观态 (144 日)



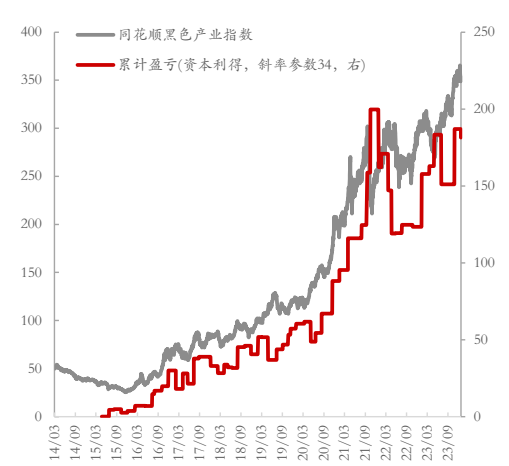
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 13: 黑色产业与本征微观态 (233 日)



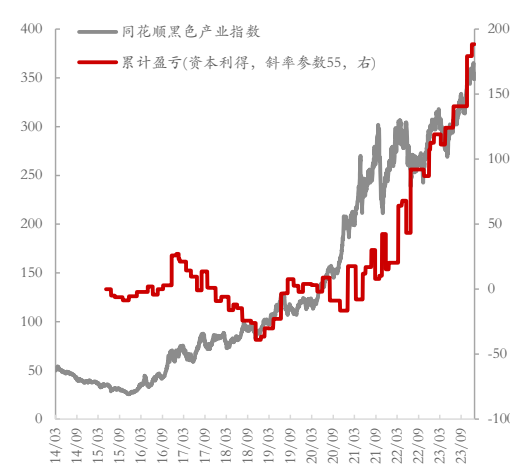
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 14: 黑色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34)



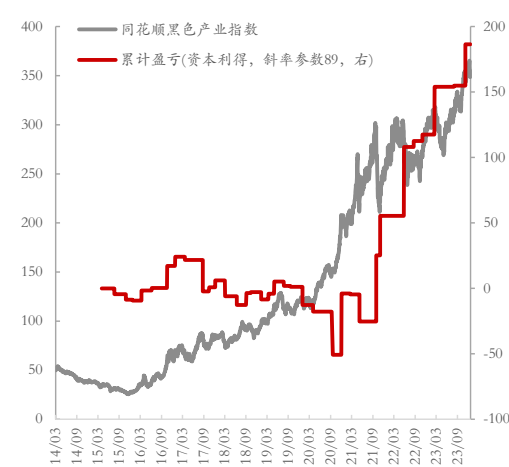
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 15: 黑色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55)



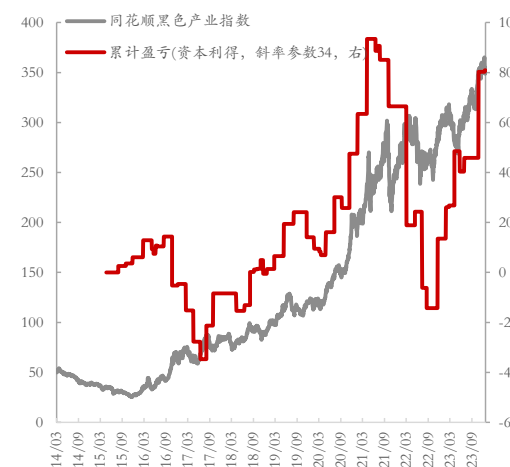
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 16: 黑色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 17: 黑色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34)



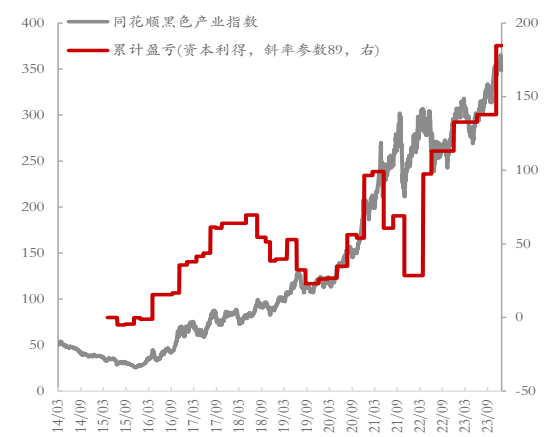
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 18: 黑色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 55)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 19: 黑色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 89)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

3.3.3、有色金属指数的实证测试

在计算有色金属指数本征微观态所需标的中,沪镍的上市时间短于其他标的,但是镍近年来在电池等领域的广泛应用增强了其影响力。

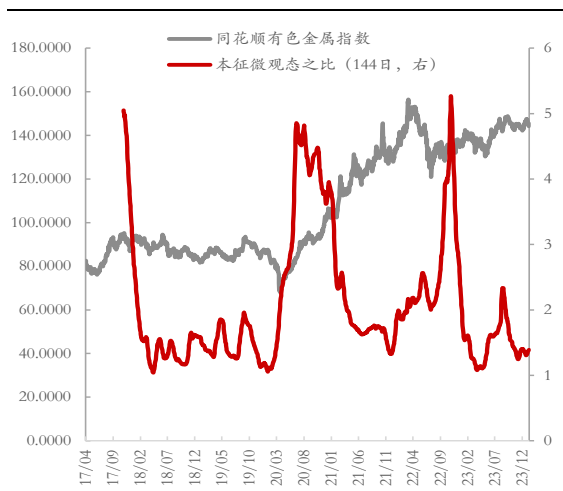
综合有色金属指数的测试结果,测试胜率最高可达 63%,六个测试组合中五个组合的累计收益为正。本征微观态的参数无论是 144, 还是 233, 当行情序列的斜率参数为 55 时,累计收益高于多数情形。如果关注累计收益连续回撤的情形,本征参数和斜率参数分别为 144 和 55 时,连续回撤的情形要少于其他测试结果。

图表 20: 有色的本征微观态实证分析结果

被预测标的	计算本征微观态所需标的	本征微观态斜率参数	行情序列斜率参数	胜率	最大盈利(资本利得)	最大亏损(资本利得)	累计盈亏(资本利得)	年均盈亏(资本利得)
同花顺有色金属指数	沪铜、沪镍、沪铝、沪锌	144	34	55%	10	-11	27	5
			55	63%	21	-9	68	12
			89	62%	20	-10	60	11
		233	34	61%	25	-13	31	5
			55	57%	15	-14	73	13
			89	52%	8	-18	-34	-6

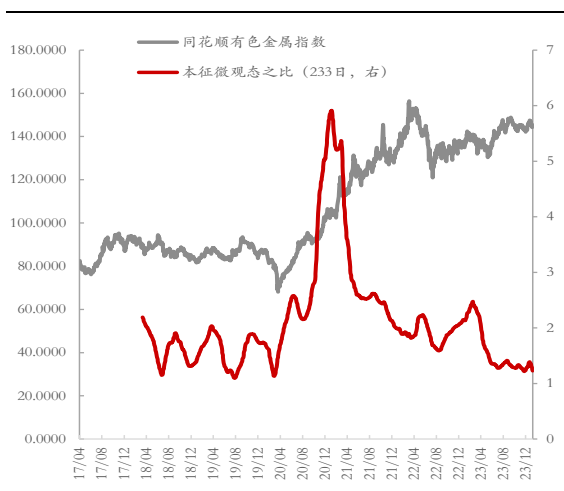
资料来源: iFinD, Bloomberg, 东证衍生品研究院

图表 21: 有色金属与本征微观态 (144 日)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 22: 有色金属与本征微观态 (233 日)



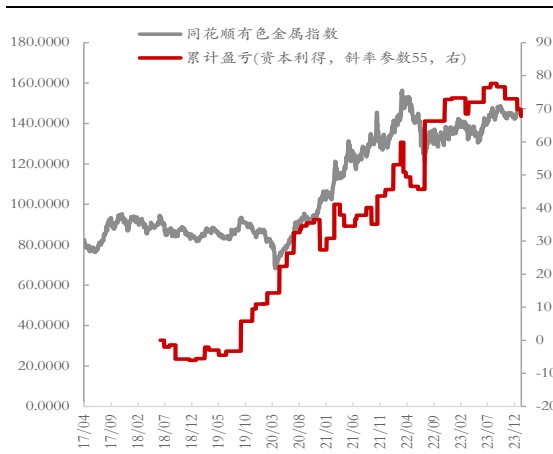
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 23: 有色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34)



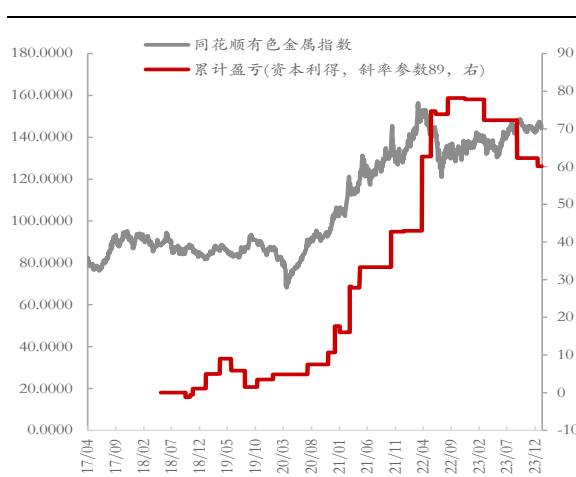
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 24: 有色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55)



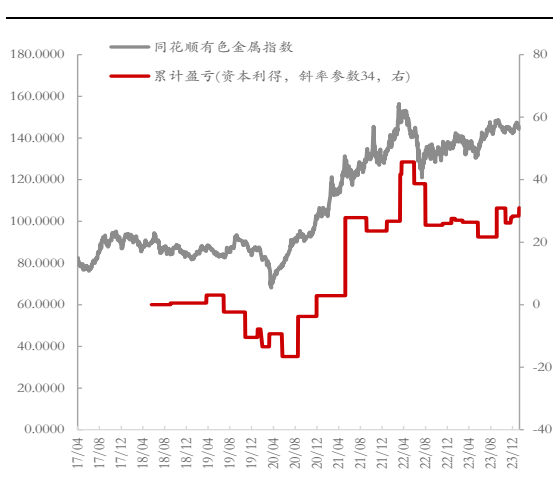
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 25: 有色累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89)



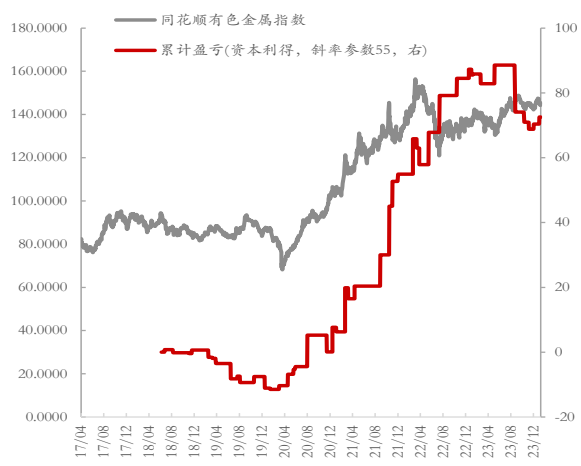
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 26: 有色累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34)



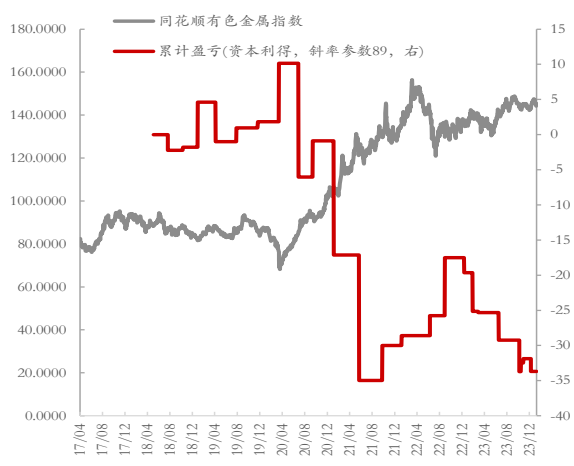
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 27：有色累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 55)



资料来源：iFinD，东证衍生品研究院

图表 28：有色累计盈亏(本征参数 233，斜率参数 89)



资料来源：iFinD，东证衍生品研究院

3.3.4、化工指数的实证测试

一般，我们提到能源，就会提及化工，能源和化工关系紧密，前者处在上游，后者一般处在产业的中下游，能源主要为石油、天然气和煤炭等，而化工则分类众多。考虑到能源与化工的差异，我们仅测试化工指数。

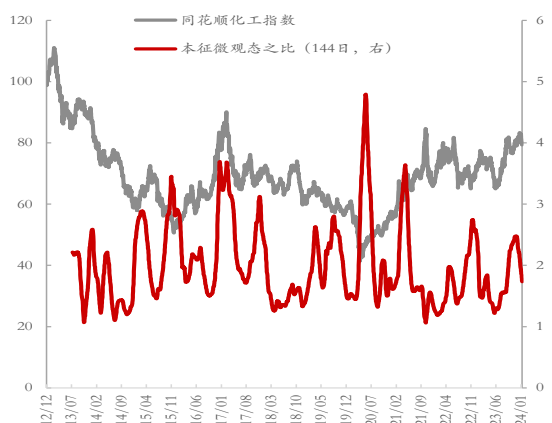
化工指数整体测试胜率低于其他指数，六个组合测试胜率最高可达 59%，六个组合中三个组合获得累计正收益，当本征微观态斜率参数和行情序列斜率参数分别为 233 和 55 时的累计正收益最大。

图表 29：化工的本征微观态实证分析结果

被预测标的	计算本征微观态所需标的	本征微观态斜率参数	行情序列斜率参数	胜率	最大盈利 (资本利得)	最大亏损 (资本利得)	累计盈亏 (资本利得)	年均盈亏 (资本利得)
同花顺化工指数	PTA、LLDPE、玻璃、甲醇	144	34	59%	16	-14	32	3
			55	55%	9	-16	-10	-1
			89	45%	16	-21	-40	-4
		233	34	50%	16	-11	46	5
			55	57%	12	-7	67	7
			89	56%	9	-18	-3	-

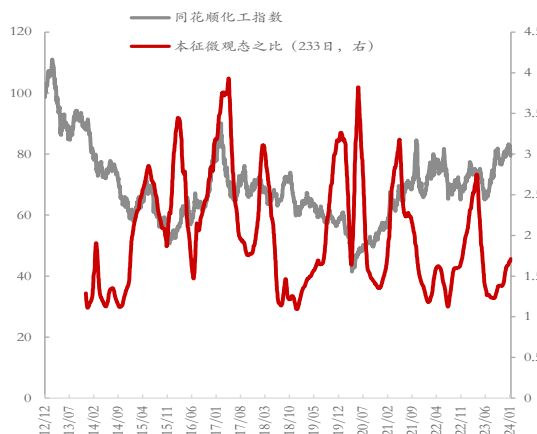
资料来源：iFinD，Bloomberg，东证衍生品研究院

图表 30: 化工指数与本征微观态 (144 日)



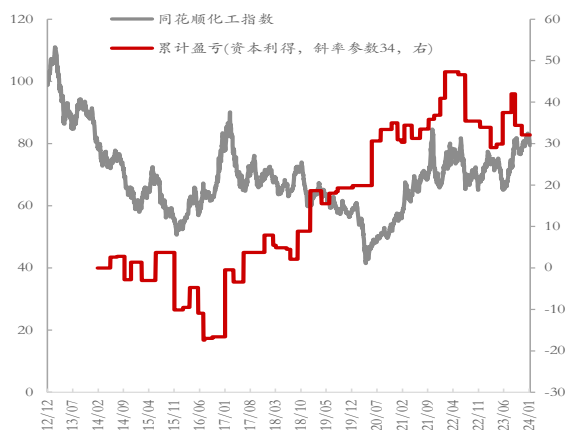
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 31: 化工指数与本征微观态 (233 日)



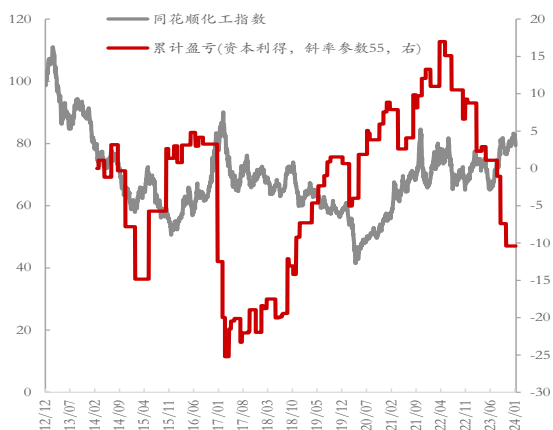
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 32: 化工累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 34)



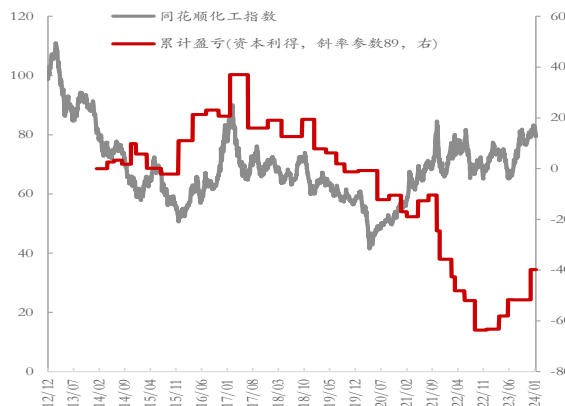
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 33: 化工累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 55)



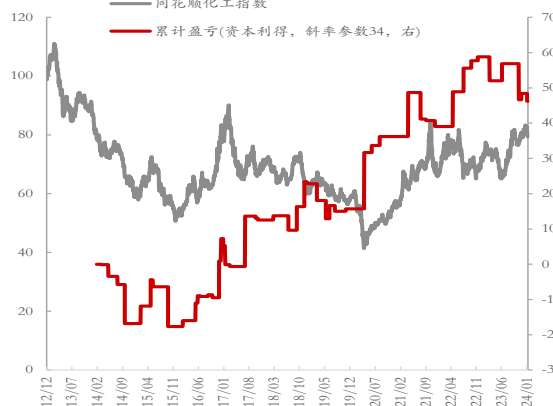
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 34: 化工累计盈亏(本征参数 144, 斜率参数 89)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 35: 化工累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 34)



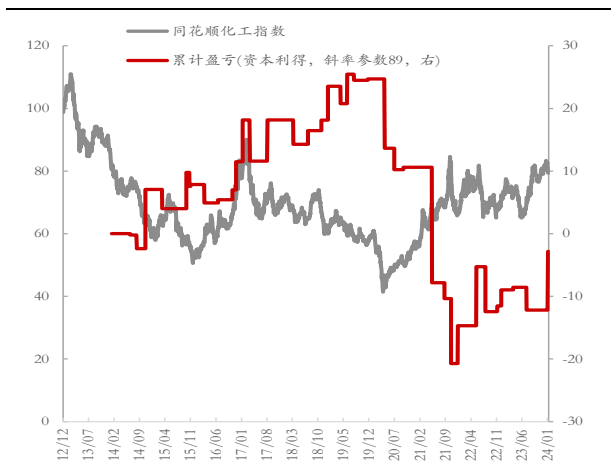
资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 36: 化工累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 55)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

图表 37: 化工累计盈亏(本征参数 233, 斜率参数 89)



资料来源: iFinD, 东证衍生品研究院

4、结论及展望

对于非平衡态的复杂系统,相变是绕不开的话题,基于序参量为研究变量的朗道理论已成为研究相变过程普遍采用的统计物理学方法,但是研究者们往往难以得到系统的哈密顿量、统计分布、序参量,陈晓松等人提出的本征微观态方法克服了这个问题。相变过程中的临界现象与金融市场涨跌趋势的变化类似,我们借鉴本征微观态方法测试了金融资产的变盘点,实证结果表明:

第四, 本征微观态之比的时间序列具有明显的周期特征,明确的波峰和波谷为捕捉变盘点提供了良好的条件;

第五, Wind 全 A、黑色产业指数、有色金属指数的最高测试胜率均超过 60%, 其中黑色产业指数最高胜率达 69%, 不过化工指数最高胜率略低于 60%;

第六, 测试的多数情形均获得累计正收益, 各金融资产测试结果中均存在累计盈亏曲线总体向上的情形, 结果符合预期。

系统科学的核心问题是研究各个领域内复杂系统集体行为的涌现机制,而相变与临界现象则是系统最显著的集体行为,本征微观态方法是其中的一种方法,未来将继续探究相关方法在金融复杂系统中的应用。

5、参考文献

[1] Sun, Yu; Hu, Gaoke; Zhang, Yongwen; Lu, Bo; Lu, Zhenghui; Fan, Jingfang; Li, Xiaoteng; Deng, Qimin; Chen, Xiaosong (6 May 2021). "Eigen microstates and their evolutions in complex systems". Communications in Theoretical Physics. 73 (6).

[2] Hu, Gaoke; Liu, Teng; Liu, Maoxin; Chen, Wei; Chen, Xiaosong (25 April



2019)."Condensation of eigen microstate in statistical ensemble and phase transition". Science China Physics, Mechanics & Astronomy. 62 (2019).

[3] Hu, Gaoke; Liu, Teng; Dong, Jiaqi; Fan, Jingfang; Liu, Maoxin; Chen, Xiaosong (7 June 2022). "Renormalization Group Theory of Eigen Microstates". Chinese Physics Letters. 39 (8).

期货走势评级体系（以收盘价的变动幅度为判断标准）

走势评级	短期（1-3 个月）	中期（3-6 个月）	长期（6-12 个月）
强烈看涨	上涨 15%以上	上涨 15%以上	上涨 15%以上
看涨	上涨 5-15%	上涨 5-15%	上涨 5-15%
震荡	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%
看跌	下跌 5-15%	下跌 5-15%	下跌 5-15%
强烈看跌	下跌 15%以上	下跌 15%以上	下跌 15%以上

上海东证期货有限公司

上海东证期货有限公司成立于 2008 年，是一家经中国证券监督管理委员会批准的经营期货业务的综合性公司。东证期货是东方证券股份有限公司全资子公司。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货交易咨询、资产管理、基金销售等业务，拥有上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所、上海国际能源交易中心和广州期货交易所会员资格，是中国金融期货交易所全面结算会员。公司拥有东证润和资本管理有限公司，上海东祺投资管理有限公司和东证期货国际（新加坡）私人有限公司三家全资子公司。

自成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持以金融科技助力衍生品发展为主线，通过大数据、云计算、人工智能、区块链等金融科技手段打造研究和技术两大核心竞争力，坚持市场化、国际化、集团化发展方向，朝着建设一流衍生品服务商的目标继续前行。

免责声明

本报告由上海东证期货有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本公司已取得期货投资咨询业务资格，投资咨询业务资格：证监许可【2011】1454号。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买投资标的的邀请或向人作出邀请。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东证衍生品研究院，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

东证衍生品研究院

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 2 号楼 21 楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com