

# 以棉花品种为研究样本 探究大宗商品的期限周期

■ 姚磊

大宗商品的期限结构有广义与狭义两种含义。广义的期限结构既指期货和现货之间的价差结构——基差,又指同一期货品种不同合约之间的价格结构。狭义的期限结构是指同一期货品种不同合约之间的价格结构。本文研究对象是狭义的期限结构,研究同一期货品种不同合约之间价格关系的周期性变化,对我们从微观层面把握大宗商品价格运动周期变化节奏,提供了有效的研究媒介。本文创新性地提出“期限周期”的概念,以棉花期货品种为例,对同一期货品种不同合约之间的价格结构变化进行研究。

## 理论分析

期货市场具有价格发现功能,同一期货品种不同合约之间受到仓储费、保险费、资金使用成本、市场供求预期等多种因素影响,合约之间的价格关系也会发生相应变化。从理论上来说,在供求动态平衡的市场中,远月合约价格高于近月合约价格。这种“近低远高”的市场结构,称为Contango结构,又称正向市场结构。当供求关系发生变化,供应收紧而需求未显著减少时,近月合约价格就会逐步抬升,超过远月合约价格。此时,市场会呈现出“近高远低”的价格结构,称为Back结构,又称反向市场结构。粗略来看,期限周期就是不断在Contango结构与Back结构之间来回转变,这种期限结构的变动也与期货绝对价格的变动息息相关。

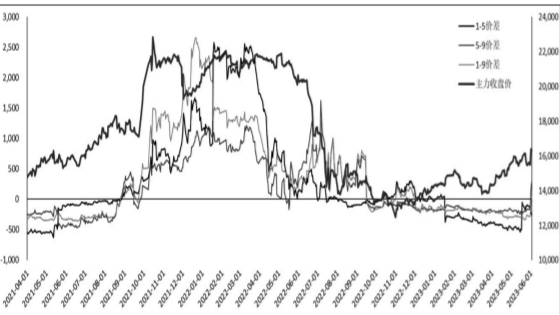


图1为棉花期限结构与主力合约收盘价走势(单位:元/吨)

图1为棉花期货主力合约收盘价与1月、5月、9月三个合约之间(近月合约与远月合约)价差关系变动示意图。图中合约之间的价差为负,表明市场处于Contango结构,价差为正,表明市场处于Back结构。从图中能明显看出,当价差由负转正,即当市场结构从Contango向Back转变时,棉花期货主力合约收盘呈现出上涨趋势。当近月合约与远月合约价差由高位回落时,表明市场结构从Back向Contango转变,此时棉花期货主力合约价格也相应回落。因此,我们可根据近月合约、远月合约价差变动与棉花期货主力合约收盘价之间的走势关系,初步得出棉花期限结构的周期循环图,具体如图2所示。

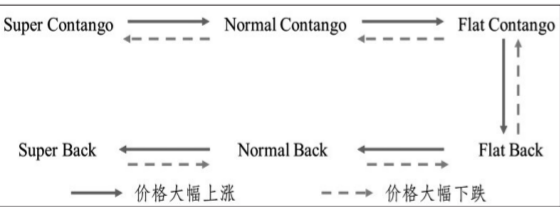


图2为棉花初步期限周期循环

在期货市场实际运行过程中,并非总呈现出完美的Contango或Back结构。当中间月份合约价格既高于(或低于)近端合约价格又高于远端合约价格时,即形成波峰(或波谷),此时便称市场的期限结构为奇异型结构(Singular)。期限结构发生改变,根本原因在于供需结构发生阶段性变化。图3表示的即为Singular Contango结构(下称Sin C结构)。对于由Contango结构向Sin C结构的转变,供应端的变动是其主要驱动力。由于短期市场供应紧张,近月合约价格大幅拉升,但是从长期来看,供需关系又将恢复至正常水平,故导致远月合约依旧保持Contango结构。在由Back结构向Sin C结构转变的过程中,远月合约价格得到拉升,除受到供应端影响外,此时市场对远月需求的预期较为乐观,故远期合约价格开始抬升。

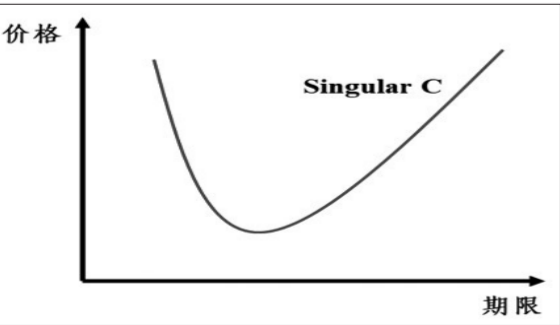


图3为Singular Contango结构

图4为Singular Back结构(下称Sin B结构)。在由Back结构向Sin B结构转变的过程中,供需错配同样是形成Sin B结构的原因之一。不过,与Sin C结构相反,近期供应紧张局面得到缓解,近端价格率先坍塌,但是



供应短缺的根本问题仍未得到解决,所以后端依然呈现Back结构。除此之外,仓单注销规则也会导致Back结构向Sin B结构转变。虽然市场中实际的供应未发生改变,但是根据交割规则要求,仓单会有强制注销,期货仓单库存会集中流向现货。此时,市场中流通的现货显性库存资源会因仓单集中注销而增加。因此,仓单强制注销,期货合约价格会在一定程度上受到压制。在由Contango结构向Sin B结构转变的过程中,因市场对后市需求持不乐观的态度,故远月合约价格率先回落,而近月合约的Contango结构尚在维持。

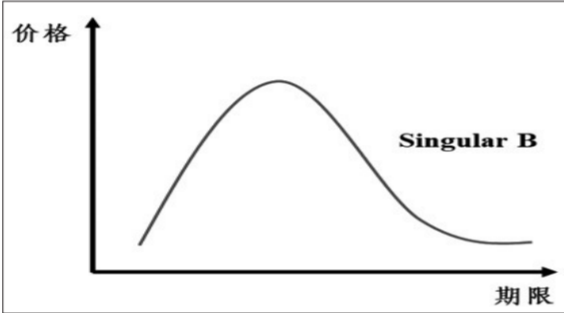


图4为Singular Back结构

除此之外,还有一种更为奇异型的期限结构,即同时存在多个波峰或波谷,呈现出波浪形的特征,本文将其称为Singular Wavy结构(下称Sin W结构),如图5所示。此结构多在特定农产品期货上出现,如水果生鲜类期货。以苹果为例,由于其供应具有季节性特征,同时消费具有假日性特征,在节假日期间市场会增加苹果消费需求,故在合约期限结构中会出现多个波峰。根据Sin W结构中最后一个波峰间的期限结构关系,可将其进一步划分为趋于Contango的Sin W结构(Sin W tend to C)与趋于Back的Sin W结构(Sin W tend to B)两类。

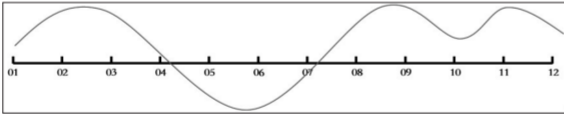


图5为Singular Wavy结构

本文以棉花期货为研究样本,根据前文提出的初步期限周期循环结构图,结合奇异型期限结构,得出棉花期货的期限周期循环过程,如图6所示。本文提出的期限周期理论以Contango结构开始,以Back结构收尾,并循环往复,这也从侧面显示出期货标的价格涨跌的变动周期。

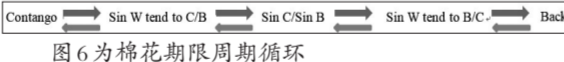


图6为棉花期限周期循环

## 实证检验

本文所选取的样本为2013年1月4日—2023年6月5日郑棉期货收盘价,按合约到期时间,在同一时间维度对合约由近及远进行排列,并将其定义为一组数据,总共1883组数据。为检验样本数据是随机性波动还是规律性周期变动,本文采取转折点检验法,对相关数据进行验证。数据的转折点即前文提及的波峰点和波谷点。若数据转折点过多,则表明样本数据是随机性波动,反之则表明其存在规律性周期变动。本文以转折点数 $X$ 的标准化值作为衡量转折点随机性的标准,设 $n$ =样本数量, $X$ =转折点数, $E(X)$ 为转折点的数学期望, $\sigma_x$ 为标准差。

要找出转折点的数学期望与数列项数 $n$ 的关系,首先需要计算每个可能的转折点的概率。假设数列 $A$ 中的每个数字都是互不相同的,那么对数列中的任意一个数字 $a_i$ ,有三种情况:一是 $case 1.a_i > a_{i-1}$ ,且 $a_i > a_{i+1}$ ;二是 $case 2.a_i < a_{i-1}$ ,且 $a_i < a_{i+1}$ ;三是 $case 3.a_i - 1, a_i, a_i + 1$ 。三者具有单调性。前两种情况表明数列存在转折点,由于数列元素的大小关系是随机的,故这三种情况出现的概率是相等的,即 $P(case 1) = P(case 2) = P(case 3) = 1/3$ 。因此,单个位置 $i$ 的期望值可表示为 $E(X_i) = P(case 1) + P(case 2) = 2/3$ 。要计算整个数列中转折点的数学期望,需要计算这些随机变量 $X_i$ 的期望值之和。在一个包含 $n$ 个元素的数列中,因转折点在 $i-1$ 和 $i+1$ 之间,故有 $n-2$ 个符合条件的位置。因此,总体期望值为 $E(X) = \sum_{i=2}^{n-1} E(X_i) = (n-2) E(X_i) = 2(n-2)/3$ 。

根据经验法则,可以得出 $\sigma_x$ 与 $n$ 的表达式 $\sigma_x = \sqrt{(16n-29)/90}$ ,转折点数 $X$ 的标准化值 $Z = [X - E(X)]/\sigma_x$ 。

定义原假设 $H_0$ :样本周期存在随机波动;备择假设 $H_1$ :样本周期存在规律性波动。选取统计显著水平为5%,则正态分布的临界值为1.96。若 $|Z| > 1.96$ ,则拒绝接受样本周期的随机波动假设,可认为样本存在有规律地波动。若 $|Z| \leq 1.96$ ,则接受样本周期存在随机波动的假设。根据前文转折点定义,确定样本数据中转折点数 $Z$ 为1314个,代入上述公式中,得出 $Z = 34.39504$ 。由此可知, $Z$ 的绝对值远大于1.96,表明郑棉期限结构变化缺乏随机性,存在周期性波动。需要注意的是,转折点检验法只能判断数据是否存在随机性变动,而不能判断数据的周期性变动规律,所以需要进一步检验。

通过对每组数据出现的转折点数进行分类统计,得到表1。从表1中能够看出,转折点数 $Z$ 为0的样本数量占样本总数比重最高,达到56.98%。转折点数为0,即证明期限结构处于Contango结构或Back结构状态,这也表明这两种结构是5种期限结构中最稳定的结构。随着转折点数增加,其代表的期限结构出现的概率依次减少。当转折点数 $\geq 2$ 时,样本市场出现Sin W结构,其总出现次数不超过总样本数量的20%,这也是5种期限结构中最不稳定的期限结构。

转折点数	样本数量	占总样本数比重	期限结构类型
0	1073	56.98%	Contango/Back
1	469	24.91%	Sin C/Sin B
2	198	10.52%	Sin W
3	123	6.53%	
4	20	1.06%	

表1为样本数据转折点数统计

进一步根据不同的期限结构类型,对样本内所出现的次数进行统计,得到表2数据。从表2能够看出,Contango结构占比最高,这也符合经济市场运行的一般规律,表明棉花期货市场整体处于有效市场。

期限结构类型	比重
Contango	44.45%
Back	12.53%
Sin C	15.19%
Sin B	9.72%
Sin W tend to Contango	11.31%
Sin W tend to Back	6.80%

表2为样本内期限结构比重

按照前文对期限周期循环图的示意,依据转折点数量,对样本的期限周期转变进行时间划分,剔除处于稳定状态下的Contango结构和Back结构,得到表3数据。通过表中数据能够看出,稳定的期限结构一旦被破坏,其再次恢复成稳定的期限结构需要花费的时间周期多数维持在6—12个月,而这也可称为期限结构转变的循环时间周期。

周期转变			
Contango→Back		Back→Contango	
时间	持续时间	时间	持续时间
2013.01—2013.12	11个月	2014.01—2015.01	12个月
2015.07—2016.01	6个月	2016.02—2016.12	10个月
2021.04—2021.10	6个月	2022.04—2023.04	12个月
2023.04至今	—	—	—

表3为期限周期转变划分

虽然前文就棉花期货的期限结构周期转变过程和持续时间进行了讨论,并且得知供求关系变动是造成棉花期限结构变动的根本原因,但是造成棉花期限结构发生变动的具体影响因子及影响程度尚未纳入研究范畴。因此,通过对棉花期限结构变动影响因素的研究,能更好地把握期限结构运行周期的变动规律。对供应层面的影响因素,本文选取产量( $cl$ )、库存( $kc$ )双因子;对需求层面的影响因素,本文选取服装及衣着附件出口金额( $ck$ )、国内服装鞋帽纺织品类月度零售额( $xf$ )作为因子。

结构一 ADF 检验结果					
因子	ADF 检验值	Prob	1% level	5% level	10% level
ck	-4.536107	0.0018	-3.769597	-3.004861	-2.642242
cl	-5.443074	0.0002			
kc	-3.309351	0.0269			
xf	-4.336509	0.0030			
结构二 ADF 检验结果					
ck	-5.449477	0.0001	-3.711457	-2.981038	-2.629906
cl	-4.197747	0.0027	-3.670170	-2.963972	-2.621007
kc	-3.756641	0.0081			
xf	-6.216463	0.0000			

表4为 ADF 检验结果

本文所选取的因子数据均为月度数据。为深入研

究因子对期限结构变动影响及消除单位根,故对所选取数据进行对数收益率化处理。就Contango结构转向Back结构(下称结构一)的主要影响因素与Back结构转向Contango结构(下称结构二)的主要影响因素分别进行研究。下面按周期不同对上述4个因子进行ADF检验,结果如表4所示。由表4可知,所有数据均通过了ADF检验,即样本数据为平稳数据。

接下来,对数据进行Granger因果检验,验证数据统计意义上的因果关系。结果如表5所示。从表5中能够看出,在结构一中,不能拒绝CK不是XF的Granger原因,即接受出口不是国内消费的Granger原因;在结构二中,接受出口不是库存和消费的Granger原因、消费不是产量的Granger原因。接受剩余假设为Granger原因。

结构一 Granger 因果检验结果		
Null Hypothesis:	F-Statistic	Prob.
CL does not Granger Cause CK	0.41740	0.6657
CK does not Granger Cause CL	2.71923	0.0963
KC does not Granger Cause CK	2.10351	0.1545
CK does not Granger Cause KC	2.92069	0.0829
XF does not Granger Cause CK	0.70001	0.5112
CK does not Granger Cause XF	9.01204	0.0024
KC does not Granger Cause CL	0.32397	0.7279
CL does not Granger Cause KC	0.44140	0.6507
XF does not Granger Cause CL	0.15263	0.8597
CL does not Granger Cause XF	3.23289	0.0662
XF does not Granger Cause KC	2.39775	0.1228
KC does not Granger Cause XF	0.59115	0.5653

结构二 Granger 因果检验结果		
CL does not Granger Cause CK	0.69581	0.5085
CK does not Granger Cause CL	0.99460	0.3846
KC does not Granger Cause CK	1.28696	0.2945
CK does not Granger Cause KC	3.90564	0.0340
XF does not Granger Cause CK	0.61014	0.5515
CK does not Granger Cause XF	4.02737	0.0310
KC does not Granger Cause CL	0.99471	0.3846
CL does not Granger Cause KC	0.20811	0.8136
XF does not Granger Cause CL	4.27868	0.0257
CL does not Granger Cause XF	2.11210	0.1429
XF does not Granger Cause KC	2.58927	0.0959
KC does not Granger Cause XF	1.45947	0.2523

表5为Granger因果检验结果

进一步通过对样本数据进行方差分解,探讨各因素在结构变化中的作用。图7表明在结构一中,随着时间推移,产量对消费的贡献度以及消费对库存的贡献度都得到了不同程度的增长。同时,能够明显看出,由于供应对消费的冲击明显高于消费对供应的影响,所以可以认为由Contango结构转向Back结构,供应端尤其是产量因素对驱动期限周期转向Back结构转变具有决定性作用。

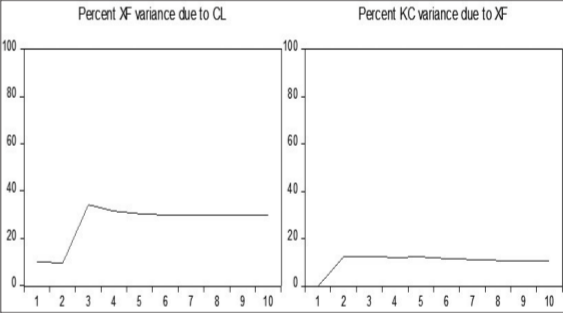


图7为结构一方差分解

图8表示了结构二的方差分解。表明在结构二中,随着期数增加,消费端对供应的带动作用明显高于供应端对需求的推动。其中,出口对供应的贡献度明显大于国内需求对供应的贡献度,这也和我国棉花消费大部分用于国外出口订单的现状相符。同时,对比图7与图8能够看出,产量在结构二中所能提供的贡献度显著弱化,这表明由Back结构转向Contango结构,主要是由需求端拉动,供应端对该结构转变的推动作用明显不如在结构一中的贡献力度。

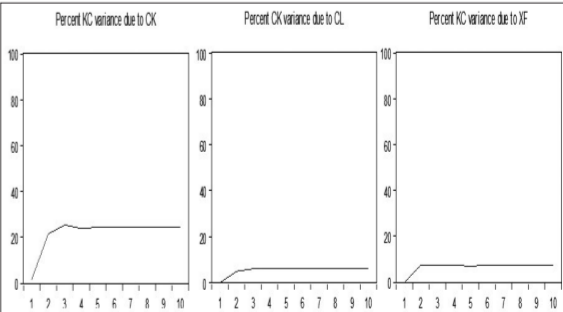


图8为结构二方差分解

## 结论建议

本文以棉花期货为研究样本,通过分析样本数据近10年间的期限结构变化,归纳发现其并不是随机性变动,而是呈现周期性波动的特征,并以波峰和波谷为划分依据,观测到其周期结构转变持续时间多处于6—12个月。进一步通过分析不同期限周期转变的主要贡献因素,能够得出结论:产量收紧将推动市场由Contango结构向Back结构转变,而远期需求的推动将使市场再次恢复成Contango结构。同时,研究发现,就棉花期货而言,除传统认知上Contango结构与Back结构具有稳定性外,其余4种期限结构也具有相对的稳定性,均可维持一定的时间周期,这对把握价格运行节奏,进行价差套利具有重要意义。

由于“期限周期”概念是笔者首次提出,本文所研究的期限周期对象仅为棉花这个单一品种,未拓展到其他工业、农业等期货品种,所以所得结论不具有普适性,应用领域较为固定。除此之外,本文只对Contango与Back大周期转变的影响因素进行讨论,未对全部期限结构互相转变的具体条件及转变信号作出判断,这也是将来需要改进的地方。

(作者单位:华安期货)