

影响期限结构的因素研究专题三：库存变化与期限结构关系

✎ : 浙商期货研究中心量化组
☎ : 0571-87213861

报告导读

本专题研究针对国内上市的大宗商品，综合运用创新性指标体系和全新拟合方法，对商品期限结构的影响因素进行了全面、系统且多维度的探索。由于近期商品波动增大，近远期波动增加了分析和交易的难度，目前市面上对商品期限结构的研究相对比较分散，缺乏具有整体性、系统性的验证方法，因此该专题的研究会引入新的量化研究方法，精确分析价差结构，从宏观到微观，自上而下发现期限与各种自变量的因果关联，以此作为研究的主题。

库存作为影响商品的一个重要因素，不仅仅影响着近期价格，对于期限结构也有较大影响，库存因子也是基本面量化的一个基本因子，本章重点探讨如何构建库存因子并应用于期限结构研究与策略分析。

构建库存因子步骤：1. 库存数据选取收集； 2. 库存数据与期限结构相关性检验 3. 数据清洗和预处理，根据品种去季节性； 4. 构建库存因子指标； 5. 时序上回测单因子模型效果，得到各个品种因子收益； 6. 各品种对比分析。

相关报告：

影响期限结构的因素研究专题一：期限结构量化方法与稳定性检验

影响期限结构的因素研究专题二：商品期限结构与交割因素影响

报告撰写人：李天浪、倪世杨

数据支持：俞志宇、赵志强

1. 描述与量化期限结构

OLS 回归法

OLS 回归法是用每日期货合约价格与期货合约剩余到期天数进行 OLS 线性回归，得到的斜率系数 Slope Coefficient 作为解释整合期限结构信息的参数。

$$close_{it} = \beta_t * (time\ to\ maturity)_i + \alpha_t + \varepsilon_t$$

其中，

$close_{it}$ 为商品期货 i 月合约 t 时间的期货价格，

Time to maturity 为 i 合约距离到期的天数

β_t 为自变量系数，也就是期限结构系数，这里把它称之为期限结构指数

α_t 为截距系数，若期限结构稳定，则截距项接近于现货价格

ε_t 为误差项

收益率法

若想要计算价差的收益率并进行回测，通过回归法比较困难，所以介绍第二种计量期限结构的方法，通过计算价差日度收益率，并将其合成标的。

$$\text{价差日度收益率} = (\text{主力收盘价} - \text{次主力收盘价}) / \text{昨日两者较高价格}$$

计算所有日期上的价差日度收益率，通过收益率加总得到价差日度曲线，其等同于对该期货一直进行正套所得到的收益率。

2. 库存数据选取收集

库存数据在各个商品中都种类繁多且性质不一，不同品种的品种特性、贸易属性都有较大的不同，单一品种下可能涵盖多个细分库存数据，为了更好体现商品基本面情况，我们对所有

品种的各种库存数据进行了分类，其中包括交割库库存、社会库存、工厂库存、港口库存等，并总结出了以下库存数据的选取规则，更好服务于期限结构的研究。

选取规则：

1. 该库存能反映集中反映该商品的供需情况，有较大的样本容量
2. 商品在交割标准上能和期货规定交割品种相近或相符
3. 库存数据时间相对较长，能够反映历史上一段行情的情况

仓单库存数据的历史数据由于体量和占比较小，且经常由于规则的原因出现跳变，其本身的变化远远不能反映该商品的供需变化以及价格变动，所以该板块并未选取任何仓单库存。

以下为最终选取的库存指标：

板块	品种	库存指标名称	频率	开始日期
黑色	RB	螺纹钢总库存	周度	2014-6-6
	HC	热卷总库存	周度	2015-5-8
	JM	焦煤总库存	周度	2015-3-27
	J	焦炭总库存	周度	2014-8-1
	I	铁矿总库存	周度	2020-1-3
	SM	硅锰厂家库存	半月度	2020-4-24
	SF	硅铁厂家库存	半月度	2020-4-10
	SA	重碱总库存	周度	2020-4-2
	FG	玻璃总库存	周度	2015-1-8
新能源	SI	工业硅总库存	周度	2015-1-9
	LC	碳酸锂周度总库存	周度	2023-6-1
有色	CU	境内电解铜总库存	周度	2016-7-8
	AL	境内电解铝总库存	周度	2011-1-7

	SN	境内精炼锡总库存	周度	2020-1-3
	AO	氧化铝行业总库存	周度	2017-1-6
	ZN	境内锌锭总库存	周度	2019-11-15
	PB	境内铅锭总库存	周度	2018-1-5
	NI	纯镍六地库存	周度	2020-7-17
	SS	不锈钢 300 系库存-全国 55 库	周度	2021-8-5
能化	EG	乙二醇港口库存_总计	周度	2012-1-1
	BR	高顺顺丁橡胶样本企业库存	周度	2013-8-16
	RU	青岛地区库存合计	周度	2019-1-2
	L	上游+社库_PE	周度	2016-1-8
	PP	上游+社库_PP	周度	2016-1-8
	V	PVC 主要仓库库存总量	周度	2017-12-29
	PTA	PTA 社会库存	周度	2017-9-22
	UR	尿素总库存	周度	2018-3-9
	PG	PG 华东及华南港口库存	周度	2019-10-10
	BU	沥青总库存	周度	2019-1-10
	MA	甲醇总库存_港口	周度	2018-9-14
	EB	苯乙烯总库存	周度	2019-9-13
农产品	M	大豆折豆粕库存_全国	周度	2014-7-18
	RM	菜籽折菜粕库存	周度	2014-12-26
	CS	玉米淀粉库存	周度	2016-12-30
	C	玉米渠道库存	周度	2011-10-14

	Y	大豆折豆油库存	周度	2014-3-21
	OI	菜籽折菜油库存	周度	2014-6-27
	p	全国棕榈油库存	周度	2015-3-6
	AP	中国苹果周度仓储库存	周度	2018-1-4

3. 库存数据与期限结构相关性检验

对选取的库存数据与期限结构指数进行相关性检验，为了避免数据在之后实验中涉及到未来函数问题，主要选择库存数据和库存数据公布 5 日后的平均期限结构指数数据进行相关性检验，相关性分为近一年相关性、近三年相关性和总体相关性，结果如下：

	近一年相关性	近三年相关性	相关性总
RU	0.9151	0.1268	0.1567
FG	0.8006	0.5901	0.3361
NI	0.7692	0.7486	0.7077
I	0.6338	0.2788	0.2541
EG	0.5398	0.5398	0.5398
EB	0.5311	0.0472	0.6769
UR	0.3032	0.0210	0.1765
RM	0.2001	0.1644	0.1752
AL	0.1752	0.1290	0.5259
PP	0.1445	-0.1505	0.3370
SS	0.1163	0.6171	0.6171
OI	0.0854	0.5625	0.1605
HC	0.0252	-0.0914	0.1070
TA	0.0089	0.6360	0.6017
AO	-0.0033	-0.0033	-0.0033
PG	-0.0061	-0.0278	-0.0545
P	-0.0157	0.5506	0.3926
CU	-0.0198	0.4682	0.5601
L	-0.0442	0.1077	0.3183
SA	-0.1262	0.7754	0.7754
SI	-0.1309	-0.1309	-0.1309
CS	-0.1402	0.1388	-0.1671
SN	-0.1591	0.7200	0.6507
J	-0.2120	0.0554	-0.0021
V	-0.2214	0.5572	0.4649
C	-0.2570	0.1075	0.0937
ZN	-0.3088	0.1623	0.2845

SF	-0.3361	0.3675	0.2839
PB	-0.4398	0.2376	0.2376
SM	-0.4918	0.2991	0.2937
RB	-0.5970	-0.1461	0.1016
AP	-0.6143	-0.2088	-0.0082
JM	-0.6529	0.1867	0.4500
MA	-0.7104	-0.1909	0.5190
Y	-0.7678	-0.1787	0.2253
BU	-0.8339	0.5958	0.3928
M	-0.8701	-0.0635	-0.1896

图 1 库存数据与期限结构相关性检验

整体来看，往年商品期限结构与库存相关性较高，但今年整体偏低，商品在库存与期限价格上出现背离，期限结构走势先于商品库存数据，主要原因系预期走势略前于商品库存数据公布，受到宏观及地缘政治风险影响，商品期限结构走势出现较大波动和提前预期，导致先于商品库存出现变动，最终致使两者出现背离。

数据上看，EB、EG、TA、NI、CU、SS、AL、SN、FG、SA、JM、MA 期限结构与库存在历史上一保持着较高的相关性，但今年以来 SN、MA、JM 等品种与库存相关性大幅下降，甚至出现高度负相关。而对于 RU、FG、NI、I 等品种来说相关性大幅高于往年。从板块上看，农产品的相关性较低，主要系农产品期限结构一般受到天气影响预期提前于实际库存变化；黑色化工有色品种整体较好，但近一年相关性较弱。

4. 库存数据预处理

库存数据本身具有较强的季节性，在生成库存因子前，需要对其进行去季节处理，本节使用了 STL 对其进行时间序列分解，然后通过获得的时间序列残差构建因子。

下面将简单阐述 STL 方法。

STL (Seasonal and Trend decomposition using Loess) 是一种用于时间序列分解的方法，它是基于迭代和非线性的过程。

分解通常表达为：

$$Y_t = S_t + T_t + R_t$$

其中：

季节性成分 (S_t)：代表时间序列中的重复模式或季节性波动。

趋势成分 (T_t)：显示时间序列的长期趋势或方向。

残差（或不规则）成分 (R_t)：包含了除季节性和趋势外的其他信息，可能是随机的或不规则的。

通过 STL 分解得到去季节性残差数据，运用这个数据构建库存因子。

5. 构建库存因子

构建合理的库存因子，需要找到合理的指标去判断商品品种库存水平和变化，为此构建以下指标：

库存残差环比变化率：为现存库存残差水平相对于过去 5 期平均库存残差的变化率，用公式阐述为：

$$\text{Factor} = \frac{\text{Inventory_residual}(t)}{\text{Inventory_residual_ave}(t-5, t-1)} - 1$$

其中：

$\text{Inventory_residual}(t)$ 为 t 时间库存残差值

$\text{Inventory_residual_ave}(t-5, t-1)$ 为 t 时间历史 N 期库存残差平均值

6. 时序上回测单因子模型效果

将价差收益指标合成标的，用因子测试最终收益率

策略规则：

- 若库存因子为正，则进行买多远月卖空近月（反套操作），反之，则进行买多近月卖空远月（正套操作）
- 交易价格为产生信号第二天开盘价
- 杠杆为 1 倍杠杆
- 回测区间为个品种信号出现时间后至 2023 年 10 月 31 日

	总收益	近一年收益	近三年收益	年化收益	波动率	夏普比	最大回撤	卡玛比率	单日最大回撤	Var5%
SA	30.87	13.27	30.87	12.41	18.58	0.45	20.81	0.6	-5.15	-1.9
FG	66.58	9.43	24.91	6.17	10.12	0.21	16.74	0.37	-3.58	-1.01
I	24.1	10.72	10.55	6.17	9.92	0.22	12.6	0.49	-2.95	-0.97
PP	45.89	-2.21	-0.43	5.19	5.51	0.22	8.12	0.64	-2.64	-0.45
SN	17.89	-0.45	10.78	4.75	3.98	0.19	2.67	1.78	-1.11	-0.32
P	45.97	7.85	-3.07	4.65	6.95	0.09	17.19	0.27	-3.03	-0.64
BU	18.37	-6.37	-5.18	3.77	8.22	-0.03	9.64	0.39	-2.31	-0.79
UR	16.23	8.01	4.02	3.74	11.21	-0.02	19	0.2	-3.53	-1.13
L	29.76	-0.96	4.69	3.55	5.05	-0.09	6.29	0.56	-2.13	-0.46
RB	35.96	-1.64	2.7	3.45	7.83	-0.07	9.2	0.38	-2.23	-0.79
C	41.55	2.82	11.58	3.04	5.55	-0.17	11.2	0.27	-2.76	-0.52
NI	9.14	4.69	8.91	2.87	2.87	-0.39	2.51	1.14	-0.73	-0.26
J	26.55	-7.85	15.81	2.68	13.55	-0.1	28.1	0.1	-4.36	-1.34
SI	2.01	2.01	2.01	2.45	2.61	-0.59	1.22	2.01	-0.64	-0.27
CS	16.46	3.58	7.9	2.35	6.08	-0.27	7.7	0.31	-2.17	-0.56
SS	3.2	2.67	3.2	1.54	5.1	-0.48	6.57	0.23	-1.78	-0.5
PG	5.23	8.77	6.32	1.47	8.1	-0.31	17.18	0.09	-4.14	-0.75
JM	6.6	39.32	25.07	1.42	15.04	-0.17	30.15	0.05	-7.69	-1.4
ZN	4.72	1.14	4.62	1.24	1.83	-1.51	1.72	0.72	-0.7	-0.17
AL	15.73	1.9	3.06	1.19	2.14	-1.31	3.82	0.31	-0.98	-0.19
V	6.64	-1.34	-3.41	1.16	5.9	-0.48	11.69	0.1	-3.14	-0.53
CU	7.71	2.02	2.91	1.07	1.15	-2.55	1.36	0.79	-0.62	-0.1
TA	5.6	2.35	-3.42	0.94	7.88	-0.39	19.93	0.05	-2.86	-0.68
Y	6.21	-2.11	8.71	0.65	4.6	-0.73	9.55	0.07	-1.44	-0.47
HC	5.04	-0.15	-5.36	0.6	6.13	-0.55	10.53	0.06	-1.84	-0.62
EG	0.19	0.19	0.19	0.34	2.18	-1.68	1.8	0.19	-0.42	-0.23
SF	0.34	-3.22	5.81	0.1	10.48	-0.37	21.03	0	-4.58	-0.73
RU	-1.65	-1.19	-1.54	-0.36	3.9	-1.12	7.43	-0.05	-1.41	-0.38
PB	-1.23	-2.34	-1.23	-0.49	7.78	-0.58	5.57	-0.09	-2.29	-0.74
OI	-6.32	-1.32	-7.11	-0.72	4.57	-1.03	16.06	-0.04	-1.69	-0.45
AP	-5.21	-0.1	20.02	-0.96	11.17	-0.44	28.01	-0.03	-5.72	-1.07
EB	-8.42	3.39	-4.95	-2.23	9.14	-0.68	18.1	-0.12	-5.19	-0.71
RM	-19.27	-3.16	15.67	-2.49	8.14	-0.8	27.49	-0.09	-3.82	-0.85
SM	-9.1	0.02	-5.43	-2.91	8.02	-0.86	14.22	-0.2	-3.43	-0.61
MA	-17.32	-4.98	-42.63	-3.83	9.25	-0.85	33.55	-0.11	-4.62	-0.89
M	-31.75	-6.84	-5.96	-4.19	6.13	-1.34	40.18	-0.1	-3.87	-0.62
AO	-1.87	-1.87	-1.87	-5.22	2.4	-3.84	2.3	-2.27	-0.46	-0.27

从测试结果来看，全品种库存因子套利策略年化收益率均值仅 3%，表现一般，回测结果显示近三年收益率差于三年以前，符合相关性检验结论，且今年以来整体收益率相比前期更弱。单品种来看，SA、I、FG、PP、SN、UR 收益较好，但 SA 套利波动率较大，为所有品种套利最大波动；而 MA、EB、RM、M、OI 效果较差，农产品表现较差在前期相关性检验中已经得到印证，而 MA、

EB 表现较差主要为今年预期行情后，库存变化周期和价差变化周期完全相反导致。另外，RU 虽然在相关性测试中表现较好，但在价差收益回测中表现较差，其真实价差跟随库存变动并不明显。

分板块比较各个品种收益率走势，黑色板块库存因子下价差收益率走势较好，农产品单因子价差收益率较弱。

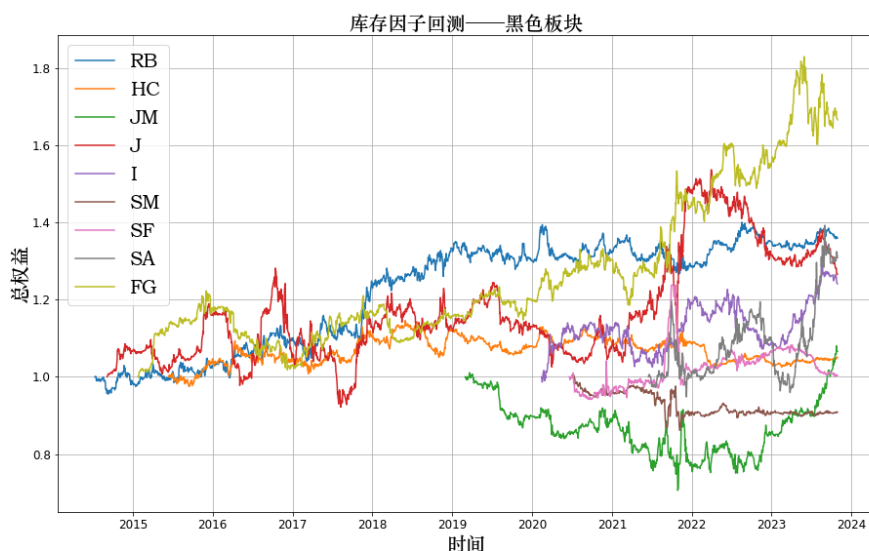


图 2 库存因子回测走势图-黑色



图 3 库存因子回测走势图-能化



图 4 库存因子回测走势图-农产品



图 5 库存因子回测走势图-油品

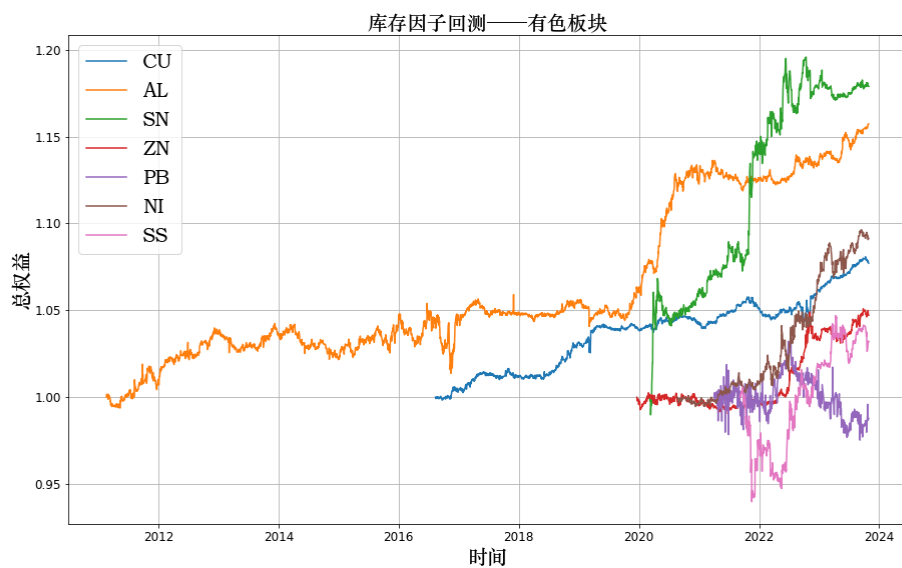


图 6 库存因子回测走势图-有色

7. 总结

本节通过库存单因子模型回测、库存与期现结构相关性检验等实证方法，尝试使用新建的描述期限结构指标进行分析和回测，得到良好反馈，并通过多因子模型筛选出对库存因子有一定正收益的品种。通过实证研究，证实使用价差收益率进行因子回测的可行性，为后续更多因子测试建立基石。

免责声明：

本报告版权归“浙商期货”所有，未经事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“浙商期货”，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。本报告基于我公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但我公司及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的信息或所表达意见不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，我公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布前已使用或了解其中信息。