

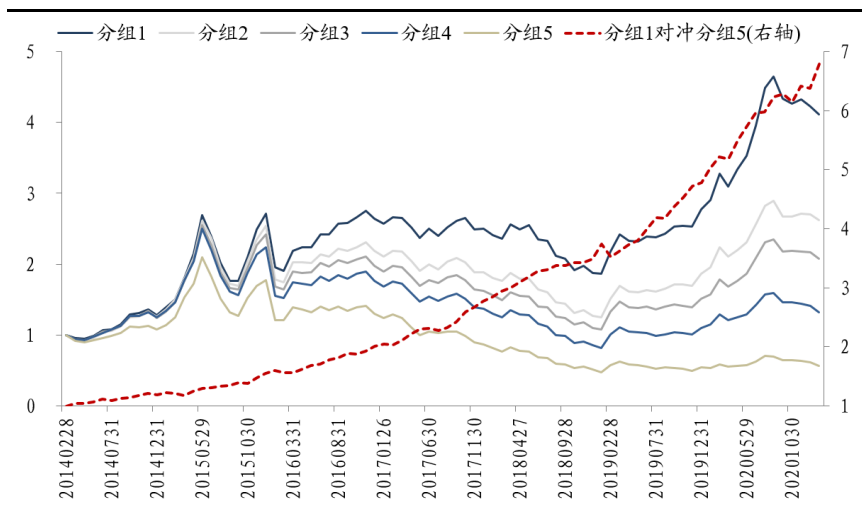
## CPV 因子移位版，价量自相关性中蕴藏的选股信息

2021 年 03 月 01 日

### 研究结论

- **前言：**本篇报告为东吴金工“技术分析拥抱选股因子”系列研究的第五篇，顺着系列首篇报告《高频价量相关性，意想不到的选股因子》（CPV 因子）的研究思路，基于分钟数据，对价、量关系进行了更深入的探索。
- **本文标语：**板块移位产生美丽的湖泊，创造巍峨的高山，生命由此孕育。本篇报告尝试在价、量错位关系中，挖掘有效的选股信息。
- **错位的价量互动相关系数：**错位情况下的价量关系，分为“量先价行”和“价先量行”两种情况。研究结果表明，无论考虑“量先价行”或是“价先量行”，基于分钟成交价与成交量相关系数的选股因子，效果都与不错位的情况相差不大。这是因为在分钟高频数据下，价格或成交量滞后一位，对计算价量相关系数的影响很小，无法带来更多的信息。
- **价格的自相关系数：**在计算价格自相关系数之前，需要先对价格序列做差分处理，具体分为“单序列差分”和“双序列差分”两种情况。另外，根据差分项的正负，可以对整体相关性因子做进一步拆分，最后按照各个子因子的方向，重新合成效果更好的新因子。以“双序列差分”为例，我们构造得到价格自相关性因子 CDPDP'（Correlation of Delta Price and Delta Price），在回溯期 2014/01/01-2021/01/31 内，以全体 A 股为研究样本，该因子的月度 IC 均值为 -0.076，年化 ICIR 为 -3.48；5 分组多空对冲的年化收益为 31.91%，信息比率为 3.68，月度胜率为 79.52%，最大回撤为 5.79%。

图 1：价格自相关性因子 CDPDP' 的 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

- **成交量的自相关系数：**在成交量的自相关性中，也蕴藏了许多有效的选股信息。比如我们构造的 CDVDV 因子（Correlation of Delta Volume and Delta Volume），在全体 A 股中的年化 ICIR 为 -2.62，5 分组多空对冲的年化收益为 24.92%，信息比率为 2.55，月度胜率为 75.90%，最大回撤为 7.23%。
- **风险提示：**本报告所有统计结果均基于历史数据，未来市场可能发生重大变化；单因子的收益可能存在较大波动，实际应用需结合资金管理、风险控制等方法。

证券分析师 高子剑

执业证号：S0600518010001

021-60199793

gaozj@dwzq.com.cn

研究助理 沈芷琦

021-60199793

shenzhq@dwzq.com.cn

### 相关研究

- 1、《“技术分析拥抱选股因子”系列研究（一）：高频价量相关性，意想不到的选股因子》20200223
- 2、《“技术分析拥抱选股因子”系列研究（二）：上下影线，蜡烛好还是威廉好？》20200619
- 3、《“技术分析拥抱选股因子”系列研究（三）：量价配合视角下的新换手率因子》20201130

## 内容目录

1. 前言 .....	4
2. 错位的价量互动相关系数 .....	5
3. 价格的自相关系数 .....	8
3.1. 单序列差分 .....	8
3.2. 双序列差分 .....	12
3.3. 小结 .....	15
4. 其他重要讨论 .....	17
4.1. 纯净新因子的表现 .....	17
4.2. 参数敏感性检验 .....	18
4.3. 其他样本空间的情况 .....	18
4.4. 新因子 CDPDP 的其他合成方式 .....	19
4.5. 成交量的自相关系数 .....	20
5. 总结 .....	21
6. 风险提示 .....	22

## 图表目录

图 1: 价格自相关性因子CDPDP'的 5 分组及多空对冲净值走势 .....	1
图 2: CPV 因子全市场 5 分组及多空对冲净值走势 .....	4
图 3: 价、量关系示意图 .....	5
图 4: 不错位价量相关性因子 PV_Corr 的 5 分组及多空对冲净值走势 .....	6
图 5: PV_Corr_P 因子 5 分组及多空对冲净值走势 .....	7
图 6: PV_Corr_V 因子 5 分组及多空对冲净值走势 .....	7
图 7: 价格自相关性因子 dP_P_Corr 的 5 分组及多空对冲净值走势 .....	9
图 8: dP <sup>+</sup> _P_Corr因子 5 分组及多空对冲净值走势 .....	9
图 9: dP <sup>-</sup> _P_Corr因子 5 分组及多空对冲净值走势 .....	9
图 10: 两个序列相关系数的拆分示意图 (单序列差分) .....	10
图 11: 价格自相关性合成因子 CDP 的 5 分组及多空对冲净值走势 .....	11
图 12: 两个序列相关系数的拆分示意图 (双序列差分) .....	13
图 13: 价格自相关性合成因子 CDPDP 的 5 分组净值走势 .....	14
图 14: 合成因子 CDPDP、原始整体因子 dP_dP_Corr 的 5 分组多空对冲净值走势 .....	14
图 15: 价格自相关性因子总结 .....	15
图 16: PV_Corr、CDP、CDPDP 因子的 5 分组多空对冲净值走势 .....	16
图 17: 纯净 CDP 因子 5 分组及多空对冲净值走势 .....	17
图 18: 纯净 CDPDP 因子 5 分组及多空对冲净值走势 .....	17
图 19: 价格自相关性合成因子CDPDP'的 5 分组及多空对冲净值走势 .....	19
图 20: 成交量自相关性合成因子 CDVDV 的 5 分组及多空对冲净值走势 .....	21
图 21: 全文逻辑简图 .....	21
表 1: 价量互动相关性因子 (错位/不错位) 的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标 .....	7
表 2: 价量互动相关性因子 (错位/不错位) 的相关系数 .....	7
表 3: 价格自相关性因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标 (单序列差分) .....	10
表 4: 价格自相关性合成因子 CDP 的分年度表现 .....	11
表 5: 价格自相关性因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标汇总 (单序列差分) .....	12
表 6: 价格自相关性因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标汇总 (双序列差分) .....	13
表 7: 合成因子 CDPDP、原始整体因子 dP_dP_Corr 的多空对冲绩效指标 .....	15
表 8: 价格自相关性合成因子 CDPDP 的分年度表现 .....	15
表 9: PV_Corr、CDP、CDPDP 因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标 .....	16
表 10: 新因子与 Barra 风格因子、基准因子的相关系数 .....	17
表 11: 纯净 CDP、CDPDP 因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标 .....	18
表 12: 新因子在不同参数下的年化 ICIR .....	18
表 13: 新因子在沪深 300、中证 500 成分股中的多空对冲绩效指标 .....	19
表 14: 合成因子CDPDP'、CDPDP 的绩效指标对比 .....	20
表 15: 成交量自相关性因子的年化 ICIR .....	20

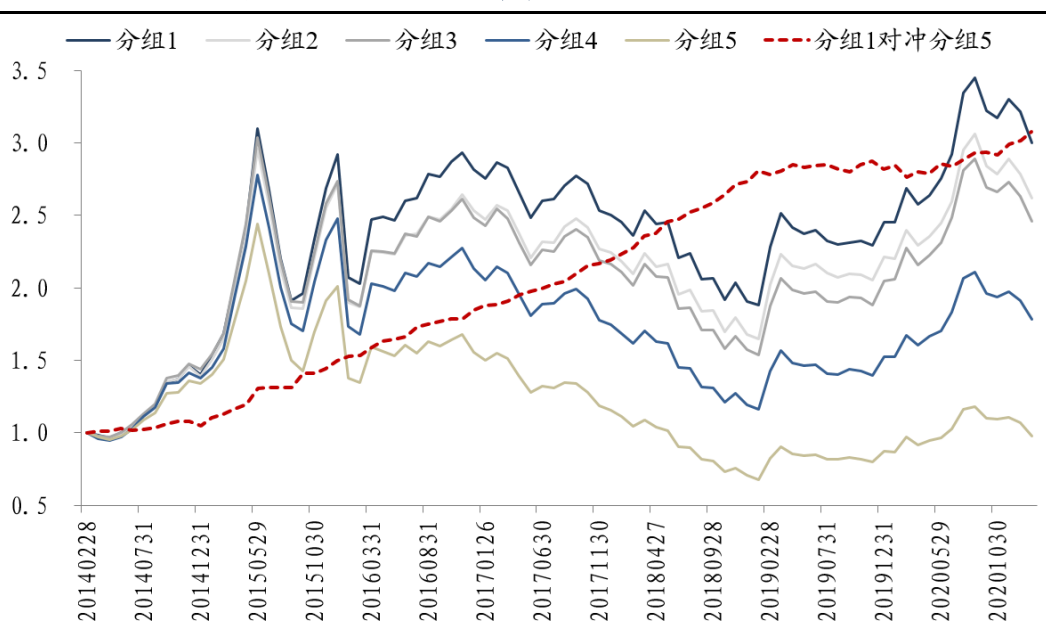
## 1. 前言

1884 年“道氏理论”的提出，标志着技术分析的起源，时至今日，历经近 140 年的发展，技术分析已在“道氏理论”的基础上，衍生出众多经验法则，被广泛应用于股票、商品、债券、外汇、期货等的研究分析中。

东吴金工一直认为在 A 股市场中，技术分析是行之有效的，不仅可用于传统的择时，而且也能在选股策略上发挥作用。因此，我们开辟了“技术分析拥抱选股因子”系列研究，随着研究内容的逐渐展开，我们发现，在许多经典朴素的技术分析思想中，都蕴藏着有效的选股信号。

2020 年 2 月 23 日，我们发布了该系列的第一篇专题报告《高频价量相关性，意想不到的选股因子》，从大家最为熟知的“价量关系”入手，通过计算股票分钟成交价与成交量的相关系数，逐步挖掘出一个新的选股因子——CPV。截至 2021 年 1 月底，CPV 因子的整体表现不错，在全市场 5 分组多空对冲的年化收益为 17.63%，信息比率为 2.80，月度胜率为 84.34%，最大回撤为 3.79%。

图 2: CPV 因子全市场 5 分组及多空对冲净值走势



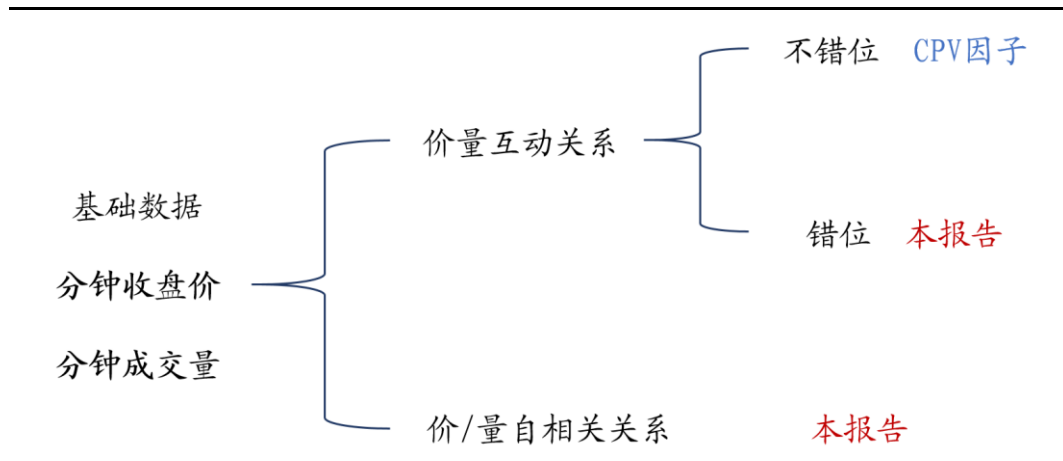
数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

CPV 因子报告外发后，我们的后续研究从未停止，从样本外定期跟踪，到每月发布“小贴士”、讨论因子处理的更多细节，我们一直在努力做更为深入的探索。时隔一年，在原报告的基础上，我们积累了许多新的思考，希望通过本篇报告，与各位读者探讨最新的研究成果。

CPV 因子关注的是“同时刻的价量互动关系”，即计算分钟价格与同一分钟成交量之间的相关系数，没有考虑“量先价行”或者“价先量行”的错位关系。另外，除了价

格与成交量的互动关系，价格与价格本身、量与量本身的自相关关系中，或许也存在超额信息留待挖掘。因此，本篇报告基于上述思考，对“错位的价量互动关系”、“价、量的自相关关系”依次展开详细讨论，在报告最后，我们依然希望能够在各位读者面前，呈现有价值的选股因子。

图 3：价、量关系示意图



数据来源：东吴证券研究所整理

## 2. 错位的价量互动相关系数

在讨论错位的价量互动相关系数之前，我们先来回顾不错位的情况。不错位的价量相关系数，即为原 CPV 因子报告中构建的“平均数因子 PV\_corr\_avg”，为了方便表述，本文将其改称为 PV\_Corr:

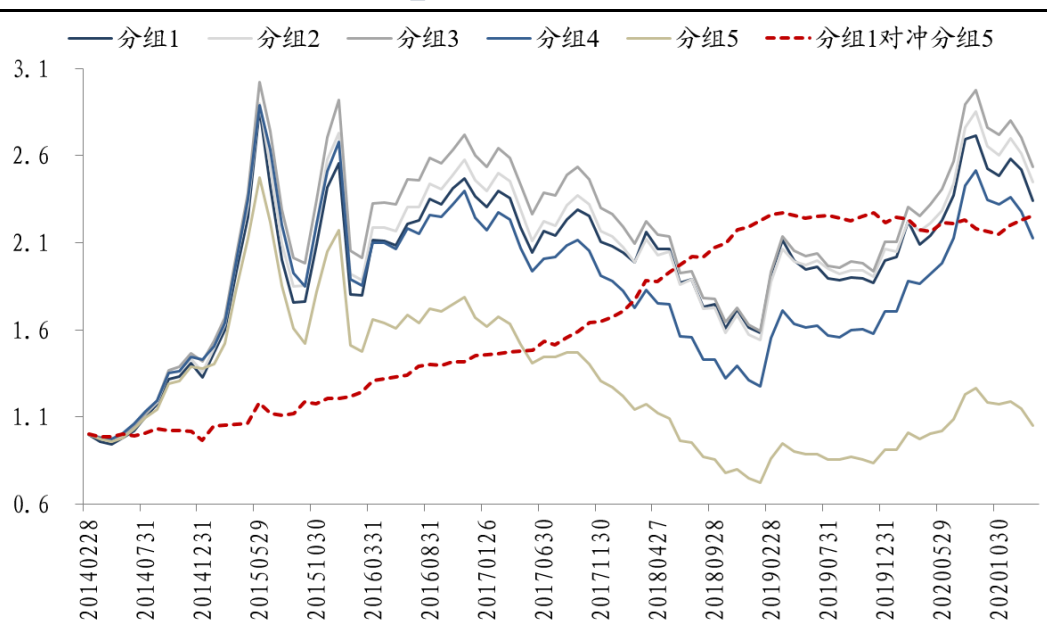
(1) 每月月底，回溯每只股票过去 20 个交易日，每日计算该股票分钟收盘价  $P_t$  与对应分钟成交量  $V_t$  的相关系数；

(2) 每只股票取 20 日相关系数的平均值，做横截面市值中性化处理，即得到不错位的价量相关性因子 PV\_Corr。

以全体 A 股为研究样本（剔除其中的 ST 股、停牌股以及上市不足 60 个交易日的次新股），以 2014/01/01-2021/01/31 为回测时间段，PV\_Corr 因子的月度 IC 均值为 -0.036，年化 ICIR 为 -1.88，5 分组多空对冲的年化收益为 12.50%，信息比率为 1.51，月度胜率为 66.27%，最大回撤为 6.51%。



图 4：不错位价量相关性因子 PV\_Corr 的 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

接下来，我们计算错位情况下的价量相关性因子，具体分为 2 种情况：

#### ● 价先量行

(1) 每月月底，回溯每只股票过去 20 个交易日，每日计算该股票分钟收盘价  $P_t$  与下一分钟成交量  $V_{t+1}$  的相关系数；

(2) 每只股票取 20 日相关系数的平均值，做横截面市值中性化处理，记为价先量行的相关性因子 PV\_Corr\_P；

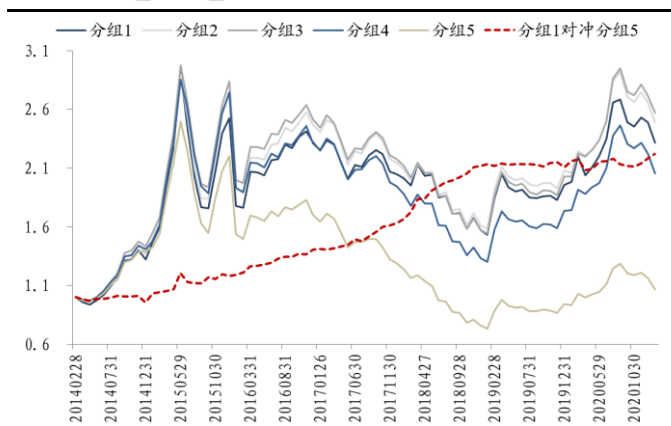
#### ● 量先价行

(1) 每月月底，回溯每只股票过去 20 个交易日，每日计算该股票分钟收盘价  $P_{t+1}$  与上一分钟成交量  $V_t$  的相关系数；

(2) 每只股票取 20 日相关系数的平均值，做横截面市值中性化处理，记为量先价行的相关性因子 PV\_Corr\_V。

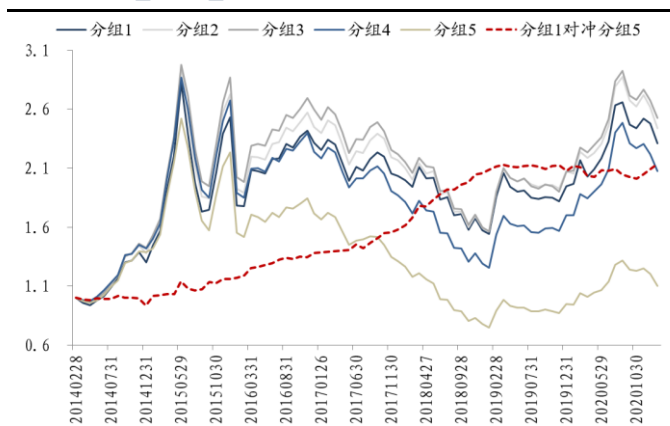
检验错位情况下，价量相关性因子的选股效果，并与原来的 PV\_Corr 因子进行对比。下图 5、6 分别展示了 PV\_Corr\_P、PV\_Corr\_V 因子的 5 分组回测、多空对冲净值走势；表 1 则比较了 3 个因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标。

图 5: PV\_Corr\_P 因子 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

图 6: PV\_Corr\_V 因子 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

表 1: 价量互动相关性因子 (错位/不错位) 的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标

	PV_Corr	PV_Corr_P	PV_Corr_V
月度 IC 均值	-0.036	-0.033	-0.034
年化 ICIR	-1.88	-1.71	-1.79
年化收益率	12.50%	12.22%	11.56%
年化波动率	8.29%	8.61%	8.46%
信息比率	1.51	1.42	1.37
月度胜率	66.27%	73.49%	67.47%
最大回撤率	6.51%	7.34%	8.04%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

根据上述回测结果, 我们发现, PV\_Corr\_P、PV\_Corr\_V 因子的选股效果与原先的 PV\_Corr 因子相差不大。这是因为在分钟高频数据下, 价格或成交量滞后一位, 对计算价量相关系数的影响很小, 因此 PV\_Corr、PV\_Corr\_P、PV\_Corr\_V 这 3 个因子之间高度正相关, PV\_Corr\_P、PV\_Corr\_V 并不能提供 PV\_Corr 因子以外的增量信息。

表 2: 价量互动相关性因子 (错位/不错位) 的相关系数

	PV_Corr	PV_Corr_P	PV_Corr_V
PV_Corr	1	0.93	0.98
PV_Corr_P	/	1	0.93
PV_Corr_V	/	/	1

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

### 3. 价格的自相关系数

在考虑分钟错位的情况下，除了计算价量互动的相关系数，我们还可以考察价与价、量与量各自的自相关系数。为了方便叙述，本节内容先探究价格的自相关系数，关于量的自相关系数，我们留待后文讨论。

如果我们直接计算分钟价格  $P_t$  序列与  $P_{t+1}$  序列的相关性，由于在大部分情况下，同一只股票两个序列之间的差距很小，会导致所有股票计算得到的相关系数都很高，据此构建的因子，在横截面上就会缺乏有效的选股能力。比如我们以每只股票每个交易日为一个样本点，测算了每个样本点分钟  $P_t$  序列与  $P_{t+1}$  序列的相关系数，2014/01/01-2021/01/31 期间，全体 A 股的价格自相关系数平均值为 0.93，中位数为 0.96，接近于 1。对此，我们提出一种解决方案：**在计算股票价格自相关系数之前，先对价格序列做差分处理。**

在考虑差分的情况下，价格的自相关系数有 3 种表现形式：（1）差分在前，即每日计算  $\Delta P_t$  序列与  $P_{t+1}$  序列的相关系数；（2）差分在后，即每日计算  $P_t$  序列与  $\Delta P_{t+1}$  序列的相关系数；（3）前后皆差分，即每日计算  $\Delta P_t$  序列与  $\Delta P_{t+1}$  序列的相关系数；其中， $\Delta P_{t+1} = P_{t+1} - P_t$ 。但根据前文表述，就横截面选股而言，形式（2）的测算没有太大意义，因此下文仅对（1）与（3）展开讨论。

#### 3.1. 单序列差分

同样以全体 A 股为研究样本，以 2014/01/01-2021/01/31 为回测时间段，实施以下操作：

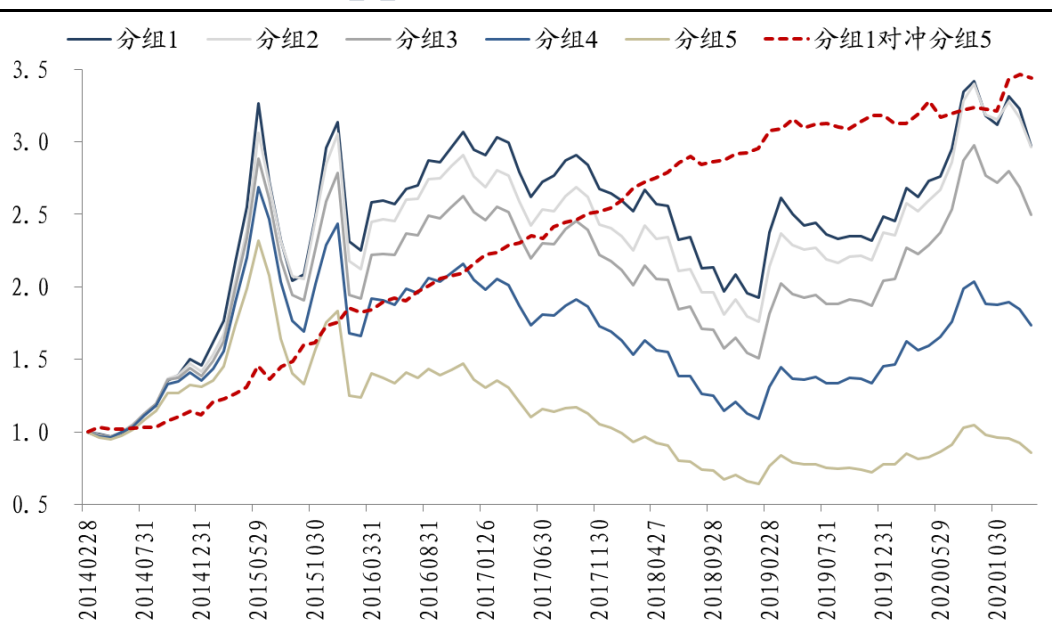
（1）每月月底，回溯每只股票过去 20 个交易日，每日先将该股票的分钟收盘价序列做一阶差分，再计算  $\Delta P_t$  序列与  $P_{t+1}$  序列的相关系数，其中， $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$ ；

（2）每只股票取 20 日相关系数的平均值，做横截面市值中性化处理，即得到**价格自相关性因子，记为  $dP\_P\_Corr$** ；

（3）下月月初，将所有样本按照因子值排序，等分为 5 组，每组等权买入组内相应股票，持有至月底平仓；重复上述步骤。

回测结果显示， $dP\_P\_Corr$  因子的月度 IC 均值为 -0.051，RankIC 均值为 -0.060，年化 ICIR 为 -2.57，年化 RankICIR 为 -2.73，说明  $\Delta P_t$  序列与  $P_{t+1}$  序列相关系数越小的股票，**未来表现越好**。下图 7 展示了  $dP\_P\_Corr$  因子 5 分组及多空对冲的净值走势，其年化收益为 19.55%，年化波动为 8.76%，信息比率为 2.23，月度胜率为 78.31%，最大回撤为 6.20%，收益和稳定性均超过原报告中的  $PV\_Corr$  因子。

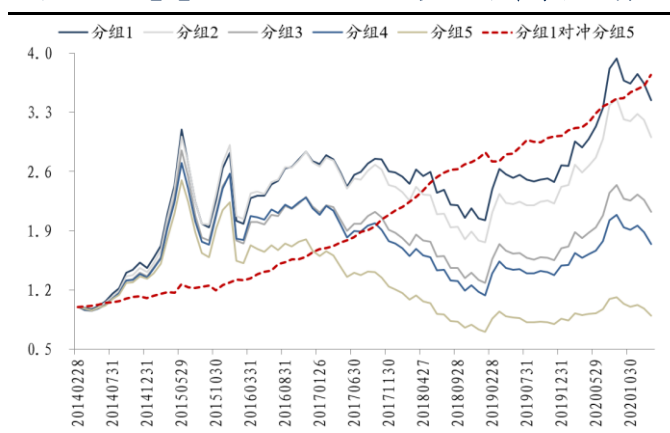


图 7: 价格自相关性因子  $dP\_P\_Corr$  的 5 分组及多空对冲净值走势

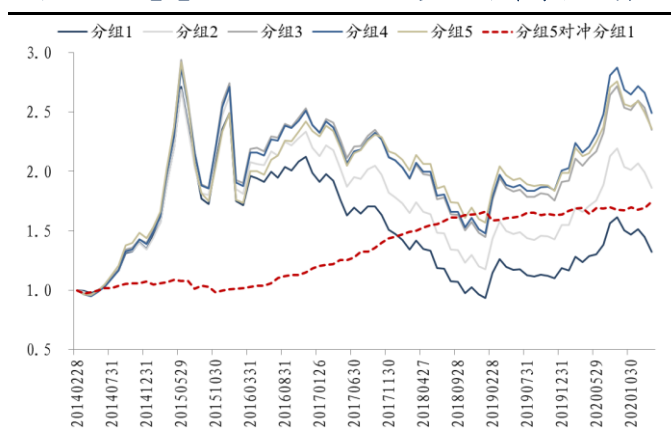
数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

更进一步, 在有差分项的情况下, 我们还可以对  $dP\_P\_Corr$  因子做拆分, 深入探究因子背后的逻辑。根据  $\Delta P_t$  的正负, 我们将  $dP\_P\_Corr$  因子拆分为两个子因子:

- (1) 每月月底, 回溯每只股票过去 20 个交易日, 每日先将该股票的分钟收盘价序列做一阶差分, 整理得到两个序列,  $\Delta P_t$  序列与  $P_{t+1}$  序列, 其中,  $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$ ;
- (2) 分别取两个序列中,  $\Delta P_t > 0$  或者  $\Delta P_t < 0$  的部分, 计算得到两种相关系数;
- (3) 每只股票分别取两种相关系数 20 日的平均值, 做横截面市值中性化处理, 即得到价格自相关性的两个子因子, 分别记为  $dP^+_P\_Corr$ 、 $dP^-_P\_Corr$ ;
- (4) 每个子因子, 同样都对所有 A 股样本做 5 分组回测。

图 8:  $dP^+_P\_Corr$  因子 5 分组及多空对冲净值走势

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

图 9:  $dP^-_P\_Corr$  因子 5 分组及多空对冲净值走势

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

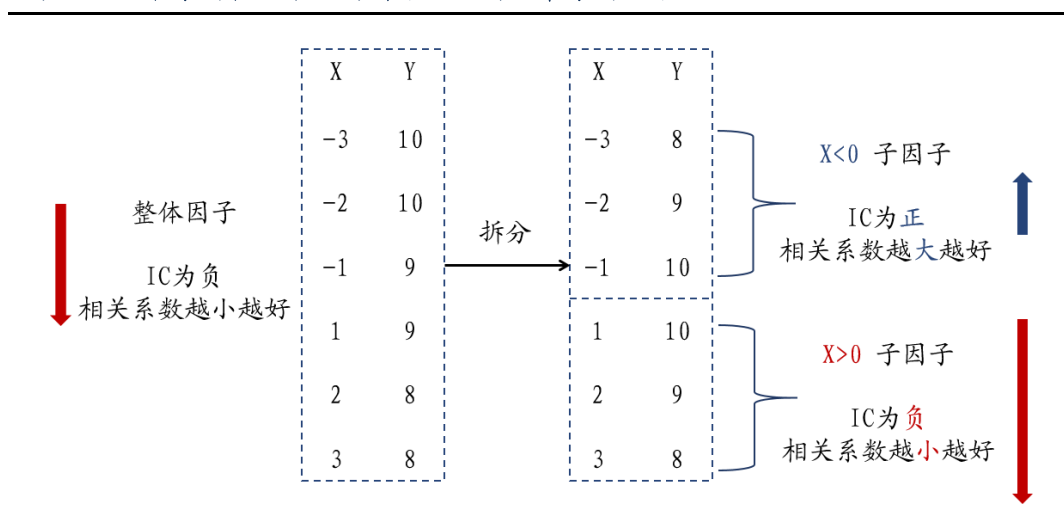
表 3: 价格自相关性子因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标 (单序列差分)

	dP_P_Corr	dP <sup>+</sup> _P_Corr	dP <sup>-</sup> _P_Corr
月度 IC 均值	-0.051	-0.057	0.027
年化 ICIR	-2.57	-3.54	1.57
年化收益率	19.55%	21.03%	8.37%
年化波动率	8.76%	6.47%	5.87%
信息比率	2.23	3.25	1.43
月度胜率	78.31%	87.95%	78.31%
最大回撤率	6.20%	5.90%	9.46%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

上图 8-9 展示了两个子因子 5 分组及多空对冲的净值走势; 表 3 汇报了子因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标, 并与整体因子 dP\_P\_Corr 进行对比。可以发现, 两个子因子展现出了截然相反的选股效果: dP<sup>+</sup>\_P\_Corr 因子的 IC 为负, 说明当  $\Delta P_t > 0$  时,  $\Delta P_t$  与  $P_{t+1}$  相关系数越小的股票, 未来收益越高; 而 dP<sup>-</sup>\_P\_Corr 因子的 IC 为正, 说明当  $\Delta P_t < 0$  时,  $\Delta P_t$  与  $P_{t+1}$  相关系数越大的股票, 未来表现反而越好。整体因子 dP\_P\_Corr 的 ICIR 之所以为负, 且绝对值小于 dP<sup>+</sup>\_P\_Corr, 正是因为整体因子的两个内在组成成分, 选股方向相反, 作用力相互抵消, 且 dP<sup>-</sup>\_P\_Corr 的效果弱于 dP<sup>+</sup>\_P\_Corr。

图 10: 两个序列相关系数的拆分示意图 (单序列差分)



数据来源: 东吴证券研究所整理

根据示意图 10, 我们很容易发现, 将价格自相关性因子进行拆分之后, 两个子因子的逻辑, 就与原来的整体因子产生了差异。我们认为较为合理的解释是: 当价格处于高位附近, 价格变动较小的股票, 未来表现较好; 即我们希望, 无论是大幅上涨或者大幅下跌, 都不要出现在股价的高位上。

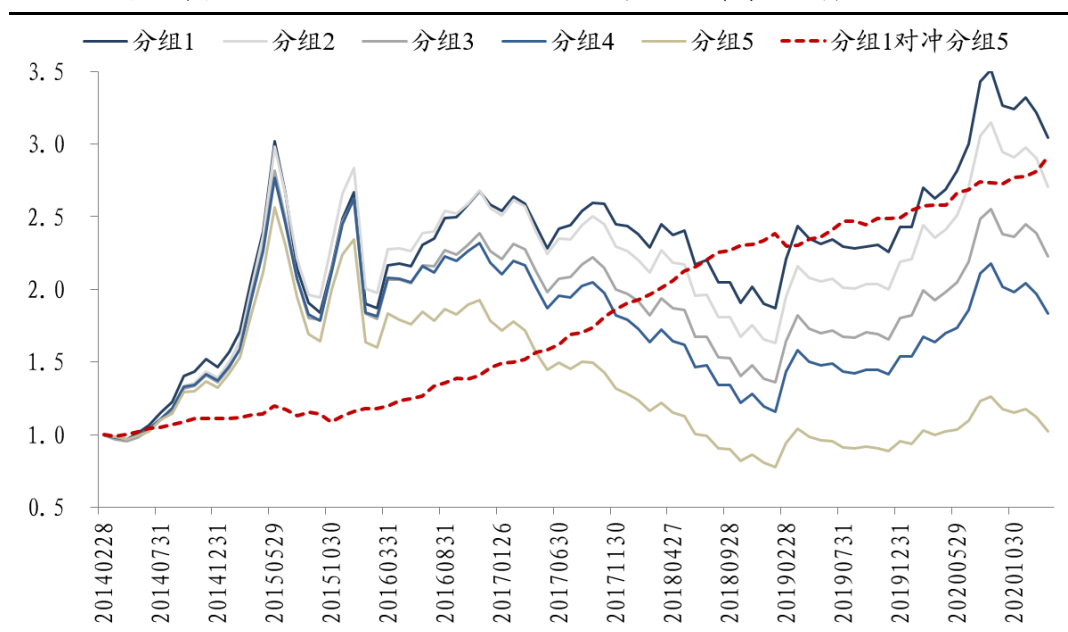
既然整体因子 dP\_P\_Corr 拆分之后, 两个子因子的方向相反, 我们就可以通过因子

合成，构造效果更佳的综合因子。本着不过度优化的原则，此处采取将两个子因子各自横截面标准化、再等权线性组合的方法，新的合成因子命名为 **CDPP**(Correlation of Delta Price and Price)，即：

$$CDPP = \frac{dP^+_P\_Corr - \text{mean}(dP^+_P\_Corr)}{\text{std}(dP^+_P\_Corr)} - \frac{dP^-_P\_Corr - \text{mean}(dP^-_P\_Corr)}{\text{std}(dP^-_P\_Corr)}$$

下图 11 展示了 CDPP 因子在全市场 5 分组及多空对冲的净值走势；表 4 汇报了 CDPP 因子分年度的表现情况；表 5 则在表 3 的基础上，加上了 CDPP 因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标。可以看到，CDPP 因子的稳定性略优于原始整体因子  $dP\_P\_Corr$ ，且最近两年的表现更佳；相比于  $dP\_P\_Corr$ ，我们更为推荐 CDPP 或者  $dP^+_P\_Corr$  因子。

图 11：价格自相关性合成因子 CDPP 的 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

表 4：价格自相关性合成因子 CDPP 的分年度表现

年份	年化收益率			分组 1 对冲分组 5 绩效指标			
	分组 1	分组 5	分组 1 对冲分组 5	年化波动率	信息比率	月度胜率	最大回撤率
2014	58.10%	40.21%	13.36%	3.90%	3.42	80.00%	1.10%
2015	82.36%	76.91%	4.53%	10.09%	0.45	58.33%	8.97%
2016	-3.30%	-23.80%	25.74%	5.38%	4.79	91.67%	0.23%
2017	-5.66%	-28.42%	30.46%	4.35%	7.00	100.00%	0.00%
2018	-22.08%	-37.00%	22.60%	2.78%	8.12	100.00%	0.00%
2019	28.06%	18.76%	6.72%	6.11%	1.10	66.67%	3.71%
2020	32.25%	17.31%	13.06%	3.86%	3.38	75.00%	0.45%

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

表 5：价格自相关性因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标汇总（单序列差分）

	原始整体因子 dP_P_Corr	子因子 dP <sup>+</sup> _P_Corr	子因子 dP <sup>-</sup> _P_Corr	合成因子 CDPP
月度 IC 均值	-0.051	-0.057	0.027	-0.046
年化 ICIR	-2.57	-3.54	1.57	-2.75
年化收益率	19.55%	21.03%	8.37%	16.73%
年化波动率	8.76%	6.47%	5.87%	5.97%
信息比率	2.23	3.25	1.43	2.80
月度胜率	78.31%	87.95%	78.31%	81.93%
最大回撤率	6.20%	5.90%	9.46%	8.97%

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

### 3.2. 双序列差分

本小节内容，讨论价格自相关性的另一种情况：前后两个变量皆做差分。顺着上一小节的思路，我们直接采取如下操作：

（1）每月月底，回溯每只股票过去 20 个交易日，每日先将该股票的分钟收盘价序列做一阶差分，整理得到两个序列， $\Delta P_t$  序列与  $\Delta P_{t+1}$  序列，其中， $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$ ；

（2）每日计算  $\Delta P_t$  序列与  $\Delta P_{t+1}$  序列的相关系数，再取 20 日的平均值，做横截面市值中性化处理，得到该股票的整体因子 dP\_dP\_Corr；

（3）取两个序列中， $\Delta P_t > 0$  且  $\Delta P_{t+1} > 0$  的部分，计算相关系数，同样取 20 日平均值，得到子因子 dP<sup>+</sup>\_dP<sup>+</sup>\_Corr；

（4）类似步骤（3），取两个序列中， $\Delta P_t > 0$  且  $\Delta P_{t+1} < 0$  的部分，计算相关系数，对应子因子记为 dP<sup>+</sup>\_dP<sup>-</sup>\_Corr；取  $\Delta P_t < 0$  且  $\Delta P_{t+1} > 0$  的部分，得到子因子 dP<sup>-</sup>\_dP<sup>+</sup>\_Corr；取  $\Delta P_t < 0$  且  $\Delta P_{t+1} < 0$  的部分，得到子因子 dP<sup>-</sup>\_dP<sup>-</sup>\_Corr；

（5）整体因子、四个子因子，同样都以全体 A 股为研究样本，以 2014/01/01-2021/01/31 为回测时间段，做 5 分组回测。

下表 6 展示了各个因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标，可以发现，整体因子 dP\_dP\_Corr，也存在内在成分方向相反的情况：

- 整体因子 dP\_dP\_Corr 的 IC 为负，表明  $\Delta P_t$  序列与  $\Delta P_{t+1}$  序列的相关系数越小，股票的未来表现越好；

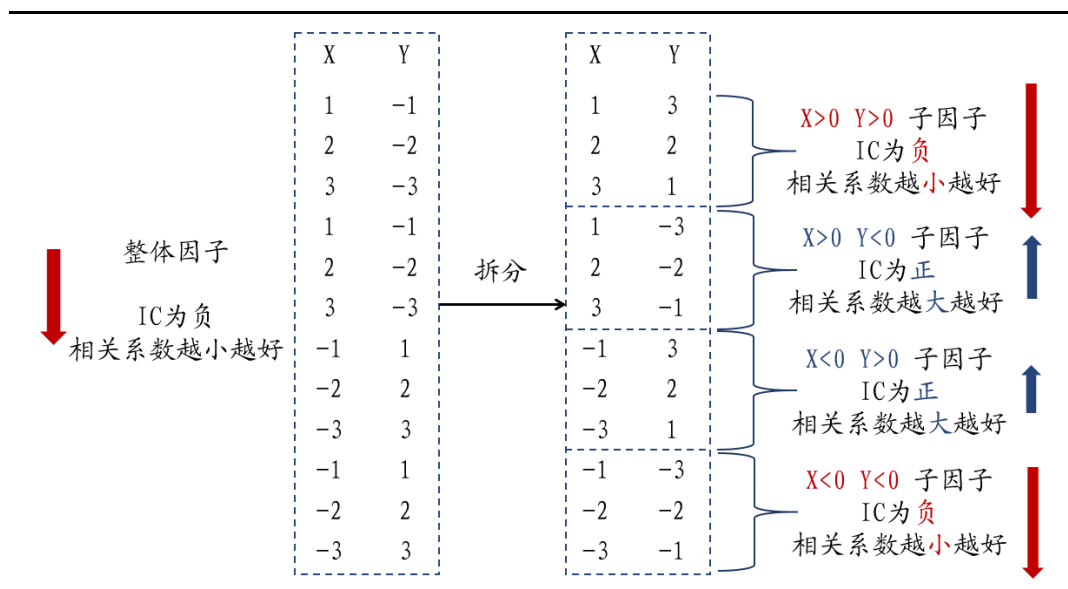
- 四个子因子的 IC，dP<sup>+</sup>\_dP<sup>+</sup>\_Corr、dP<sup>-</sup>\_dP<sup>-</sup>\_Corr 为正，dP<sup>+</sup>\_dP<sup>-</sup>\_Corr、dP<sup>-</sup>\_dP<sup>+</sup>\_Corr 为负，表面上存在矛盾，但结合下图 11，我们就可以发现，其实它们逻辑相通，即我们不希望股价连续出现大幅变动，无论是大幅上涨还是大幅下跌。

表 6: 价格自相关性因子的 IC 信息及 5 分组多空对冲绩效指标汇总 (双序列差分)

	整体因子 dP_dP_Corr	子因子 dP <sup>+</sup> _dP <sup>+</sup> _Corr	子因子 dP <sup>+</sup> _dP <sup>-</sup> _Corr	子因子 dP <sup>-</sup> _dP <sup>+</sup> _Corr	子因子 dP <sup>-</sup> _dP <sup>-</sup> _Corr
月度 IC 均值	-0.055	-0.071	0.010	0.003	-0.058
年化 ICIR	-1.56	-3.42	0.62	0.19	-3.24
年化收益率	19.27%	28.01%	4.18%	1.82%	22.61%
年化波动率	12.49%	7.92%	6.94%	8.09%	7.52%
信息比率	1.54	3.54	0.60	0.23	3.01
月度胜率	65.06%	80.72%	53.01%	50.60%	78.31%
最大回撤率	18.89%	4.91%	7.66%	12.82%	5.20%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

图 12: 两个序列相关系数的拆分示意图 (双序列差分)



数据来源: 东吴证券研究所整理

同样地, 我们也可以将四个子因子各自横截面标准化、等权线性组合, 构造新的因子, 命名为 **CDPDP** (Correlation of Delta Price and Delta Price):

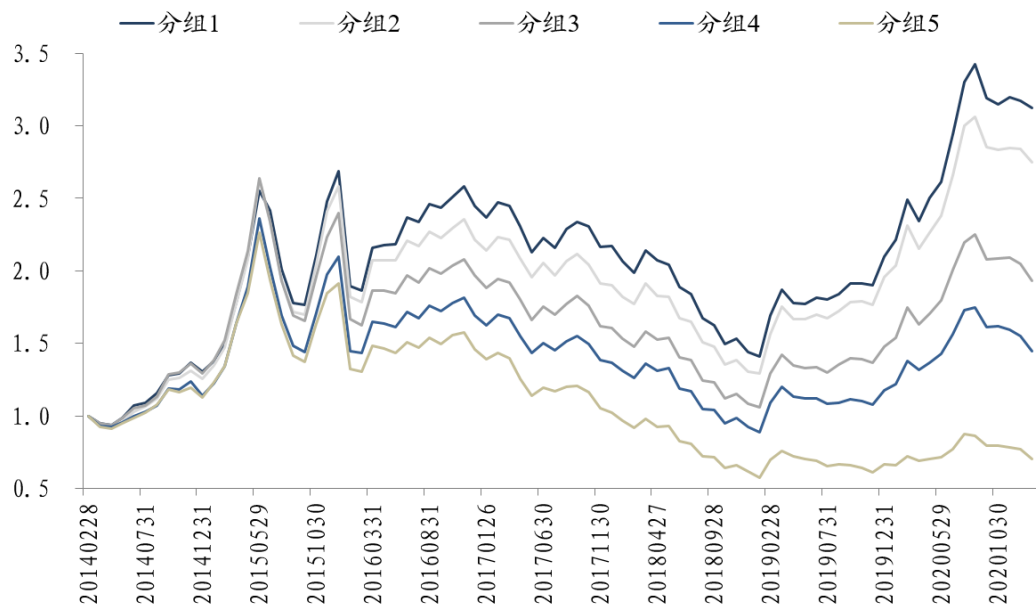
$$\begin{aligned}
 \text{CDPDP} = & \frac{\text{dP}^+_{\text{dP}^+}_{\text{Corr}} - \text{mean}(\text{dP}^+_{\text{dP}^+}_{\text{Corr}})}{\text{std}(\text{dP}^+_{\text{dP}^+}_{\text{Corr}})} - \frac{\text{dP}^+_{\text{dP}^-}_{\text{Corr}} - \text{mean}(\text{dP}^+_{\text{dP}^-}_{\text{Corr}})}{\text{std}(\text{dP}^+_{\text{dP}^-}_{\text{Corr}})} \\
 & - \frac{\text{dP}^-_{\text{dP}^+}_{\text{Corr}} - \text{mean}(\text{dP}^-_{\text{dP}^+}_{\text{Corr}})}{\text{std}(\text{dP}^-_{\text{dP}^+}_{\text{Corr}})} + \frac{\text{dP}^-_{\text{dP}^-}_{\text{Corr}} - \text{mean}(\text{dP}^-_{\text{dP}^-}_{\text{Corr}})}{\text{std}(\text{dP}^-_{\text{dP}^-}_{\text{Corr}})}
 \end{aligned}$$

回测结果显示, CDPDP 因子的月度 IC 均值为-0.058, RankIC 均值为-0.074, 年化 ICIR 为-3.07, 年化 RankICIR 为-3.74。下图 13、14 分别展示了 CDPDP 因子在全市场 5 分组、多空对冲的净值走势, 表 7 比较了 CDPDP 因子与原始整体因子 dP\_dP\_Corr 的 5



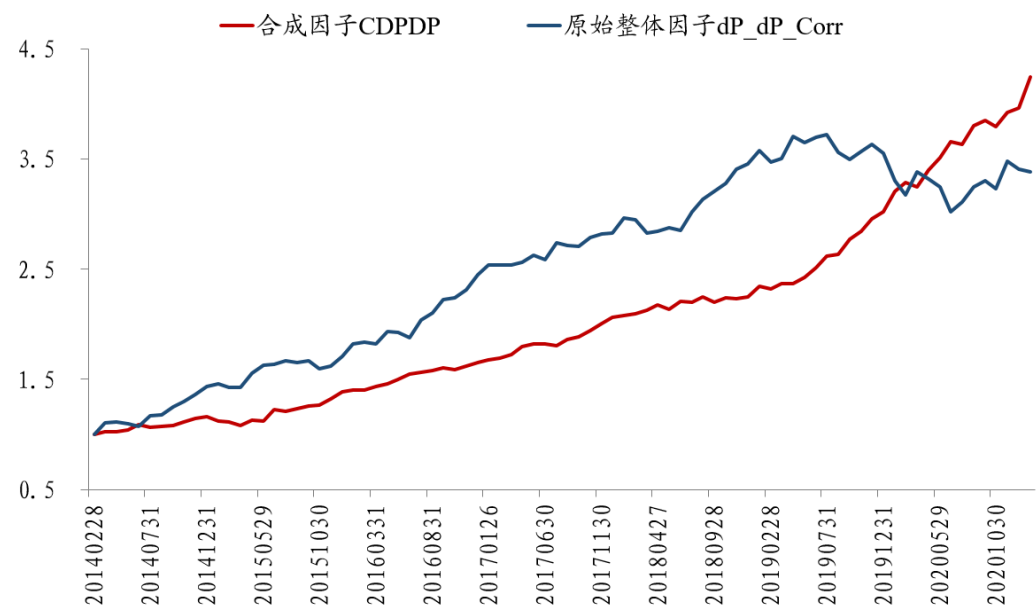
分组多空对冲各项绩效指标,表8则报告了CDPDP因子各年度的表现情况。回测期内,CDPDP因子的年化收益为23.25%,年化波动为7.80%,信息比率为2.98,月度胜率为78.31%,最大回撤为6.88%,其表现大幅优于原始整体因子dP\_dP\_Corr。

图 13: 价格自相关性合成因子 CDPDP 的 5 分组净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

图 14: 合成因子 CDPDP、原始整体因子 dP\_dP\_Corr 的 5 分组多空对冲净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

表 7: 合成因子 CDPDP、原始整体因子 dP\_dP\_Corr 的多空对冲绩效指标

	原始整体因子 dP_dP_Corr	合成因子 CDPDP
年化收益率	19.27%	23.25%
年化波动率	12.49%	7.80%
信息比率	1.54	2.98
月度胜率	65.06%	78.31%
最大回撤率	18.89%	6.88%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

表 8: 价格自相关性合成因子 CDPDP 的分年度表现

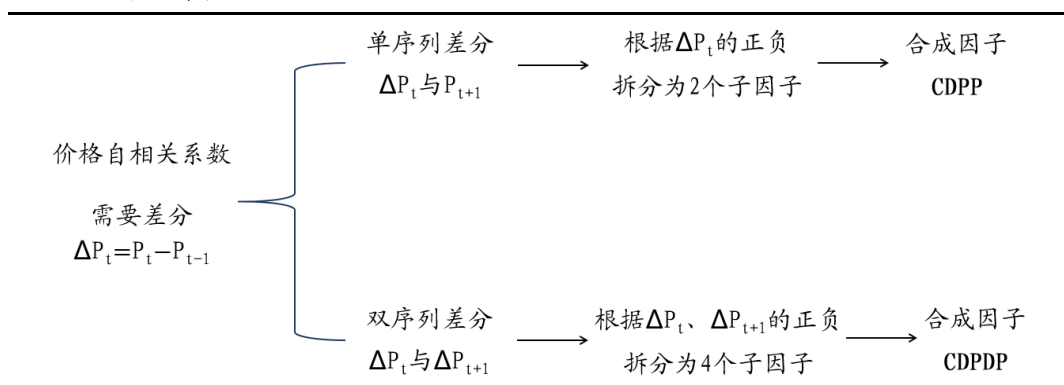
年份	年化收益率			分组 1 对冲分组 5 绩效指标			
	分组 1	分组 5	分组 1 对冲分组 5	年化波动率	信息比率	月度胜率	最大回撤率
2014	37.64%	15.31%	19.46%	6.45%	3.02	90.00%	2.04%
2015	105.67%	69.88%	19.52%	12.93%	1.51	58.33%	3.45%
2016	-8.73%	-23.82%	19.23%	4.09%	4.71	83.33%	0.90%
2017	-11.38%	-29.88%	24.95%	5.17%	4.83	83.33%	0.84%
2018	-33.65%	-39.78%	9.09%	5.53%	1.64	66.67%	2.06%
2019	45.78%	7.80%	34.22%	6.43%	5.32	91.67%	0.94%
2020	51.18%	15.75%	31.09%	8.89%	3.50	75.00%	1.40%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

### 3.3. 小结

本节内容深入讨论了价格自相关性中蕴藏的选股因子。首先, 我们提出在计算价格自相关系数之前, 需要先对价格序列做差分处理, 具体来看, 可以分为“单序列差分”和“双序列差分”两种情况。其次, 我们发现根据差分项的正负, 可以对整体相关性因子做进一步拆分处理, 最后按照各个子因子的方向, 重新合成效果更好的新因子。

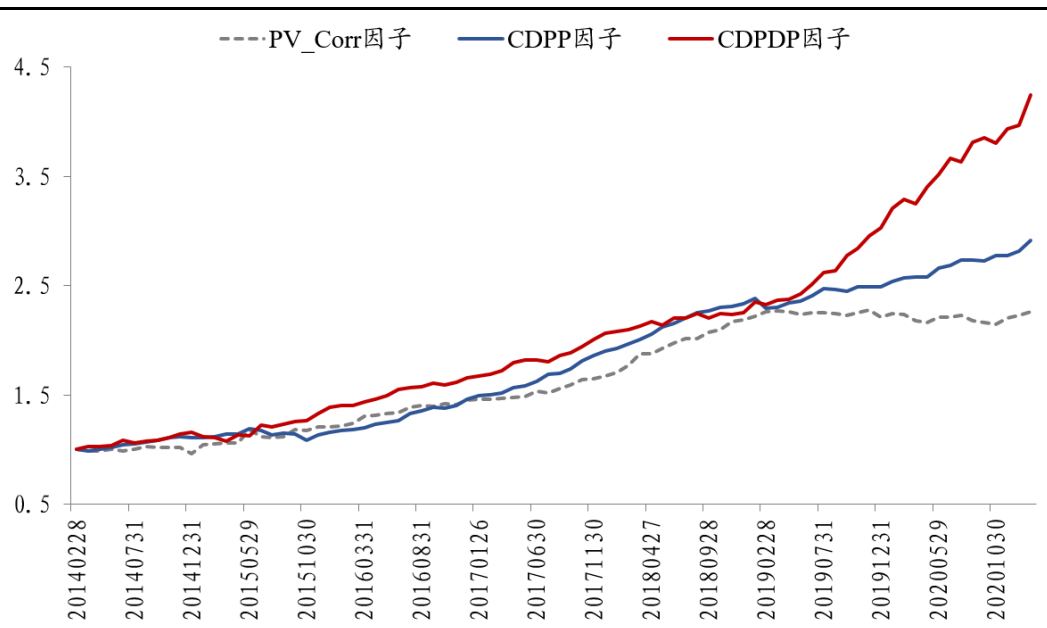
图 15: 价格自相关性因子总结



数据来源: 东吴证券研究所整理

下图 16 汇总了两个合成因子 CDPP（单序列差分）、CDPDP（双序列差分）在全市场 5 分组多空对冲的净值走势，并与第二节中提到基准因子 PV\_Corr 进行对比；表 9 则展示了上述 3 个因子 5 分组多空对冲的绩效指标。可以看到，CDPP、CDPDP 因子的表现明显优于 PV\_Corr 因子；另外，自 2019 年 4 月至今，PV\_Corr 因子的整体表现较差，多空对冲累计收益为-0.56%，但 CDPP、CDPDP 因子的净值仍然保持稳健上升，多空对冲累计收益分别为 26.52%、79.37%。

图 16: PV\_Corr、CDPP、CDPDP 因子的 5 分组多空对冲净值走势



数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

表 9: PV\_Corr、CDPP、CDPDP 因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标

	原报告价量互动相关性因子	本报告价格自相关性因子	
	PV_Corr	CDPP(一处差分)	CDPDP(两处差分)
月度 IC 均值	-0.036	-0.046	-0.058
年化 ICIR	-1.88	-2.75	-3.07
年化收益率	12.50%	16.73%	23.25%
年化波动率	8.29%	5.97%	7.80%
信息比率	1.51	2.80	2.98
月度胜率	66.27%	81.93%	78.31%
最大回撤率	6.51%	8.97%	6.88%

数据来源：Wind 资讯，东吴证券研究所

## 4. 其他重要讨论

### 4.1. 纯净新因子的表现

得到了新因子后,我们考察它们与市场常用风格因子、基准因子 PV\_Corr 的相关性。仍以全体 A 股为研究样本,以 2014/01/01-2021/01/31 为回测时间段,下表 10 展示了 CDP、CDPD 因子与 10 个 Barra 风格因子、PV\_Corr 因子的相关系数。

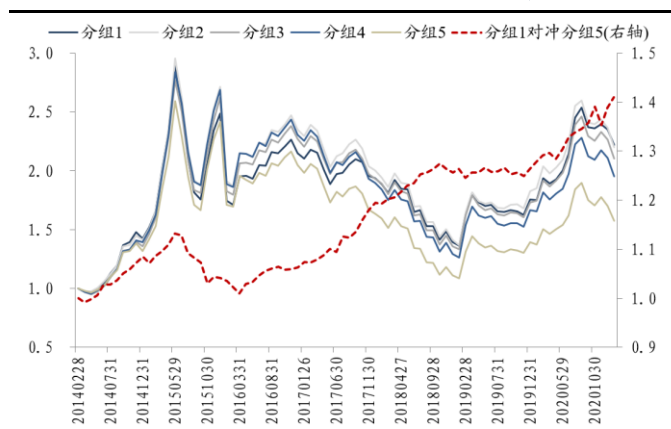
表 10: 新因子与 Barra 风格因子、基准因子的相关系数

	CDP 因子	CDPD 因子		CDP 因子	CDPD 因子
BooktoPrice	-0.0857	-0.1603	Beta	-0.0012	-0.0930
DebttoAssets	0.0555	0.0413	Momentum	0.0342	0.0657
EarningsYield	-0.1058	-0.1239	Liquidity	0.2015	0.1470
Growth	-0.0152	-0.0177	ResidualVolatility	0.2456	0.3325
LnFloatMarketValue	0.0024	0.0042	基准因子	0.4714	0.0629
NonlinearSize	0.0222	0.0135	PV_Corr		

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

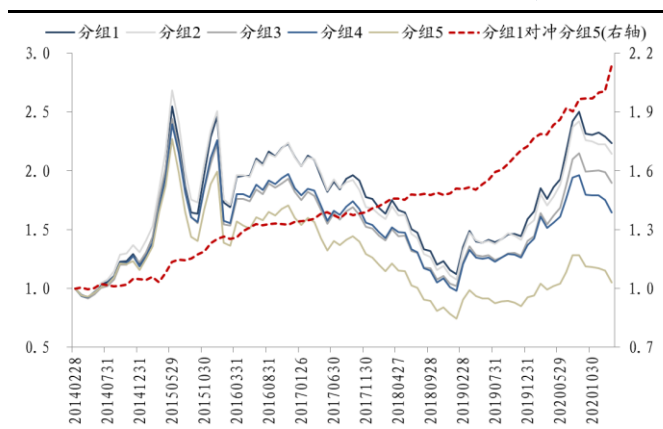
为了剔除常用风格和行业的干扰,我们每月月底将新因子对 Barra 风格因子、基准因子 PV\_corr 和 28 个申万一级行业虚拟变量进行回归,取残差作为纯净新因子,检验其效果。下图 17、18 分别展示了纯净 CDP 因子、纯净 CDPD 因子的 5 分组及多空对冲净值走势;表 11 则汇报了两个纯净因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标。其中,纯净 CDPD 因子的表现较为亮眼,年化 ICIR 仍可达到-2.47,全市场 5 分组多空对冲的年化收益为 11.56%,年化波动为 5.01%,信息比率为 2.31,月度胜率为 71.08%,最大回撤仅为 2.35%。

图 17: 纯净 CDP 因子 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

图 18: 纯净 CDPD 因子 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

表 11: 纯净 CDPP、CDPDP 因子的 IC 信息及多空对冲绩效指标

	纯净 CDPP 因子	纯净 CDPDP 因子
月度 IC 均值	-0.015	-0.029
年化 ICIR	-1.38	-2.47
年化收益率	5.09%	11.56%
年化波动率	4.17%	5.01%
信息比率	1.22	2.31
月度胜率	69.88%	71.08%
最大回撤率	10.83%	2.35%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

## 4.2. 参数敏感性检验

前文在计算价格自相关系数时, 滞后阶数  $m$  均取为 1, 即计算了  $\Delta P_t$  与  $P_{t+m}$ 、 $\Delta P_t$  与  $\Delta P_{t+m}$  的相关系数, 其中  $m=1$ 。此小节内容, 我们对  $m$  做敏感性检验。下表 12 展示了不同  $m$  取值下, 价格自相关性因子 CDPP、CDPDP 在全市场的年化 ICIR, 可以发现,  $m$  取值较小时, 因子都有不错的选股效果, 对参数的敏感性较低;  $m$  取值较大时, 随着  $m$  的逐渐增大, 因子的效果逐渐减弱, 这也合乎逻辑。

表 12: 新因子在不同参数下的年化 ICIR

	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=5$	$m=10$	$m=15$	$m=20$
CDPP 因子	-2.75	-2.77	-2.79	-2.62	-2.16	-1.89	-1.63
CDPDP 因子	-3.07	-3.06	-3.26	-3.11	-2.77	-2.48	-1.87

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

## 4.3. 其他样本空间的情况

我们检验新因子在不同样本空间的表现。以滞后阶数  $m$  取 1 为例, 在沪深 300 成分股中, CDPDP 因子的表现最佳, 5 分组多空对冲年化收益为 15.69%, 信息比率为 1.32, 月度胜率为 66.27%。在中证 500 成分股中, CDPP 因子的表现最好, 5 分组多空对冲年化收益为 13.51%, 信息比率为 1.73, 月度胜率为 75.90%。



表 13: 新因子在沪深 300、中证 500 成分股中的多空对冲绩效指标

		年化收益率	年化波动率	信息比率	月度胜率	最大回撤率
沪深 300	PV_corr 因子	5.08%	11.09%	0.46	62.65%	23.85%
	CDPP 因子	9.74%	10.35%	0.94	71.08%	13.79%
	CDPDP 因子	15.69%	11.87%	1.32	66.27%	15.69%
中证 500	PV_corr 因子	9.82%	9.98%	0.98	65.06%	14.45%
	CDPP 因子	13.51%	7.80%	1.73	75.90%	9.00%
	CDPDP 因子	11.60%	11.13%	1.04	66.27%	20.56%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

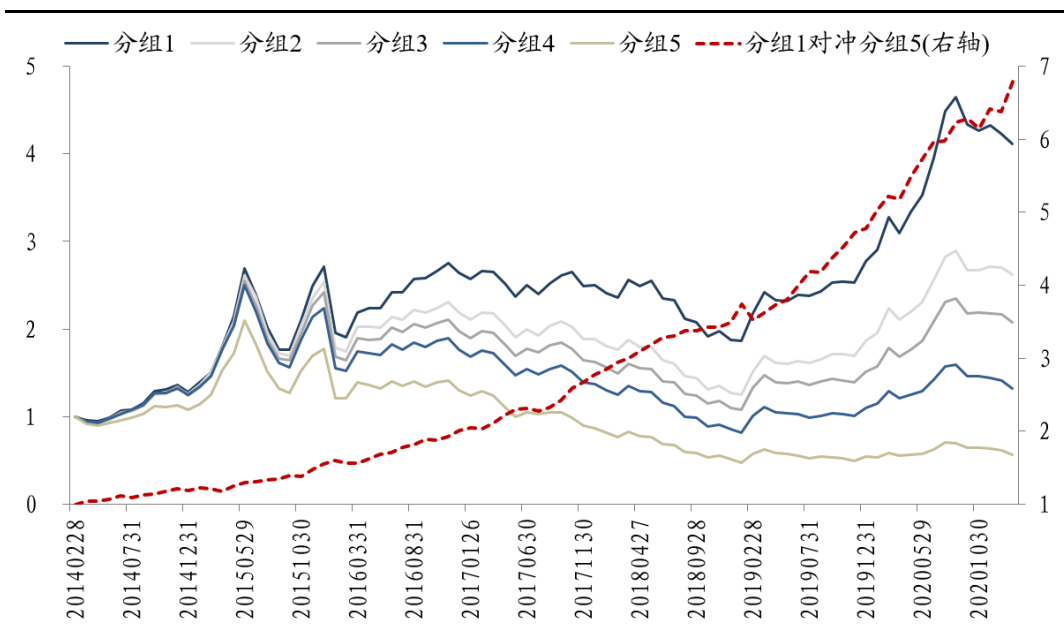
#### 4.4. 新因子 CDPDP 的其他合成方式

前文在合成 CDPDP 因子时, 用到了四个子因子的信息, 但根据表 6 的结果, 其实子因子  $dP^+_dP^-_{Corr}$ 、 $dP^-_dP^+_{Corr}$  的效果较弱, 月度 IC 均值仅为 0.010、0.003。因此, 可以考虑将它们剔除, 仅用  $dP^+_dP^+_{Corr}$ 、 $dP^-_dP^-_{Corr}$  构造综合因子, 记为 CDPDP':

$$CDPDP' = \frac{dP^+_dP^+_{Corr} - \text{mean}(dP^+_dP^+_{Corr})}{\text{std}(dP^+_dP^+_{Corr})} + \frac{dP^-_dP^-_{Corr} - \text{mean}(dP^-_dP^-_{Corr})}{\text{std}(dP^-_dP^-_{Corr})}$$

回测结果显示, CDPDP' 因子的月度 IC 均值为 -0.076, RankIC 均值为 -0.099, 年化 ICIR 为 -3.48, 年化 RankICIR 为 -4.36。下图 19 展示了 CDPDP' 因子的 5 分组及多空对冲净值走势, 表 14 则比较了 CDPDP' 因子与原综合因子 CDPDP 的绩效指标。可以发现, CDPDP' 因子的表现优于原因子, 5 分组多空对冲的年化收益提升至 31.91%, 信息比率可达 3.68, 月度胜率为 79.52%, 最大回撤下降为 5.79%。

图 19: 价格自相关性合成因子 CDPDP' 的 5 分组及多空对冲净值走势



数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

表 14: 合成因子 CDPDP'、CDPDP 的绩效指标对比

	CDPDP(4 个子因子合成)	CDPDP'(2 个子因子合成)
月度 IC 均值	-0.058	-0.076
年化 ICIR	-3.07	-3.48
年化收益率	23.25%	31.91%
年化波动率	7.80%	8.67%
信息比率	2.98	3.68
月度胜率	78.31%	79.52%
最大回撤率	6.88%	5.79%

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

#### 4.5. 成交量的自相关系数

第三节内容只讨论了价格的自相关系数, 在本文结尾, 我们简要展示基于成交量自相关系数构建的选股因子的效果。类似地, 采取如下操作:

- (1) 每月月底, 回溯每只股票过去 20 个交易日;
- (2) 每日计算  $\Delta V_t$  序列与  $V_{t+1}$  序列的相关系数, 其中,  $\Delta V_t = V_t - V_{t-1}$ ; 取 20 日平均值, 做横截面市值中性化处理, 得到整体因子  $dV\_V\_Corr$ ; 根据  $\Delta V_t$  的正负, 将整体因子拆分为两个子因子  $dV^+_V\_Corr$ 、 $dV^-_V\_Corr$ , 再按照两个子因子的方向, 构建合成因子 **CDVV** (Correlation of Delta Volume and Volume);
- (3) 每日计算  $\Delta V_t$  序列与  $\Delta V_{t+1}$  序列的相关系数; 取 20 日平均值, 做横截面市值中性化处理, 得到整体因子  $dV\_dV\_Corr$ ; 根据  $\Delta V_t$  和  $\Delta V_{t+1}$  的正负, 将整体因子拆分为四个子因子  $dV^+_dV^+_Corr$ 、 $dV^+_dV^-_Corr$ 、 $dV^-_dV^+_Corr$ 、 $dV^-_dV^-_Corr$ , 再按照四个子因子的方向, 构建合成因子 **CDVDV** (Correlation of Delta Volume and Delta Volume)。

下表 15 展示了上述各个因子的年化 ICIR, 可以发现, 在成交量自相关性中, 也蕴藏了许多有效的选股信息。比如合成因子 CDVDV, 在全体 A 股中的年化 ICIR 为 -2.62, 5 分组多空对冲的年化收益为 24.92%, 信息比率为 2.55, 月度胜率为 75.90%, 最大回撤为 7.23%。图 20 展示了 CDVDV 因子的 5 分组及多空对冲净值走势。

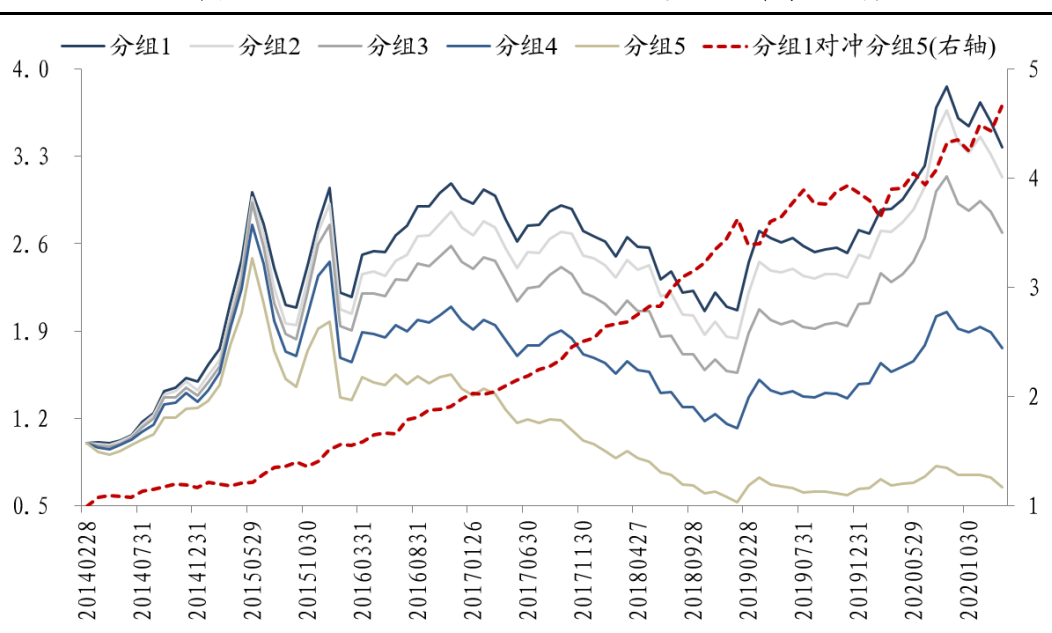
表 15: 成交量自相关性因子的年化 ICIR

	整体因子	子因子	子因子				合成因子
	dV_V_Corr	dV <sup>+</sup> _V_Corr	dV <sup>-</sup> _V_Corr				CDVV
$\Delta V_t$ 与 $V_{t+1}$	-2.22	-2.30	2.26				-2.29

	整体因子	子因子	子因子	子因子	子因子	合成因子
	dV_dV_Corr	dV <sup>+</sup> _dV <sup>+</sup> _Corr	dV <sup>+</sup> _dV <sup>-</sup> _Corr	dV <sup>-</sup> _dV <sup>+</sup> _Corr	dV <sup>-</sup> _dV <sup>-</sup> _Corr	CDVDV
$\Delta V_t$ 与 $\Delta V_{t+1}$	-2.39	-2.65	-1.34	2.49	-2.56	-2.62

数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

图 20: 成交量自相关性合成因子 CDVDV 的 5 分组及多空对冲净值走势

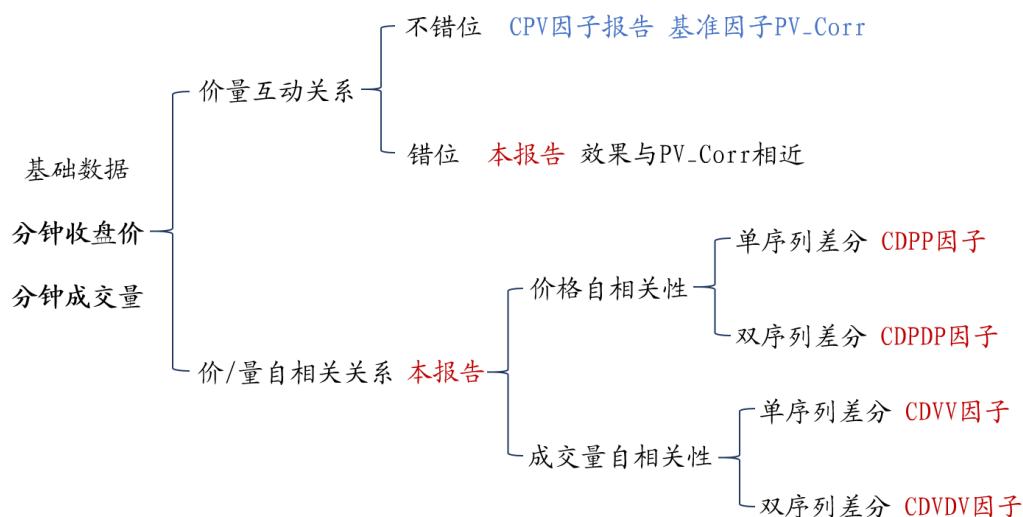


数据来源: Wind 资讯, 东吴证券研究所

## 5. 总结

本篇报告属于东吴金工“技术分析拥抱选股因子”系列研究的第五篇,在首篇报告 CPV 因子的基础上,对分钟级别的价、量关系,进行了更深入的探索。

图 21: 全文逻辑简图



数据来源: 东吴证券研究所整理

首先,我们讨论了错位情况下的价量互动关系,发现无论考虑“量先价行”或是“价先量行”,选股因子的效果,都与不错位的情况相差不大。这是因为在分钟高频数据下,价格或成交量滞后一位,对计算价量相关系数的影响很小,几乎无法产生增量信息。

随后，本报告重点探索了价格自相关性中蕴藏的选股因子。在计算价格自相关系数之前，需要先对价格序列做差分处理，具体来看，可以分为“单序列差分”和“双序列差分”两种情况。更进一步，我们根据差分项的正负，对整体因子进行拆分，最后按照各个子因子的方向，重新合成了效果更好的新因子 CDPP 和 CDPDP。

在报告最后，我们简要展示了基于成交量自相关系数构建的选股因子。与价格自相关性部分的逻辑类似，我们构造了 CDVV 和 CDVDV 因子，选股效果也明显优于 CPV 因子报告中的基准因子 PV\_Corr。

## 6. 风险提示

本报告所有统计结果均基于历史数据，未来市场可能发生重大变化；单因子的收益可能存在较大波动，实际应用需结合资金管理、风险控制等方法。

## 免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“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客户。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，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也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。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

## 东吴证券投资评级标准：

### 公司投资评级：

买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15%以上；

增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5%与 15%之间；

中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与 5%之间；

减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

### 行业投资评级：

增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5%以上；

中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘-5%与 5%；

减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5%以上。

东吴证券研究所

苏州工业园区星阳街 5 号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

