

相关研究

《“革故鼎新”之海通量化年终总结 1: A 股市场——年年岁岁花相似》2016.12.31

《海通量化多因子组合 2.0》2016.12.31

《次新股运行规律及投资策略》

2016.11.15

分析师:冯佳睿

Tel: (021) 23219732

Email: fengjr@htsec.com

证书: S0850512080006

分析师:袁林青

Tel: (021) 23212230

Email: yllq9619@htsec.com

证书: S0850516050003

选股因子系列研究(十七)——选股因子的正交

近年来,随着投资者对于因子选股体系研究的深入,选股因子值的处理也在逐渐细化。本文主要对于选股因子的正交进行了讨论。之所以讨论因子的正交是因为在传统的多因子模型中,选取的因子之间往往存在着相关性,而这种相关性并不稳定。因此相关性的存在会复杂因子权重的分配。对于等权分配因子权重的多因子模型,由于因子之间相关性的存在,模型可能实际上对于某一因子有更高的暴露(例如,市值因子)。对于权重优化的模型,相关性的影响可能会更大。因此,本文考虑在构建因子的时候就对于相关性进行剔除从而达到更为可控的因子暴露。

- **选股因子截面相关性波动较大。**以市值因子与反转因子为例,虽然两因子截面相关性长期来看均值较低,仅为 0.02, T 统计量为 1.64,但是在不同时间段上因子截面相关性差别极大,若使用这两个因子构建等权多因子选股组合,即使模型对于两因子分配权重相同,组合对于市值因子的暴露也会因为两因子之间相关性的变动而难以控制。对于因子权重优化的多因子模型,因子相关性带来的问题就会变得更加复杂。基于上述原因,我们认为选股因子的正交还是有必要的。
- **可通过线性回归对于因子间的线性相关性进行剔除。**本报告主要通过线性回归对于因子之间的线性相关性进行剔除。例如,在某一时刻 t ,投资者需要将选股因子 m 相对于现有的 k 个选股因子做正交。选股因子 m 的正交因子值可通过以下回归方程得到。

$$f_m = \beta_1 f_1 + \beta_2 f_2 + \cdots + \beta_{k-1} f_{k-1} + \beta_k f_k + \varepsilon_m$$

f_m 为各个股票在 t 时刻因子 m 的因子值, ε_m 为各个股票在 t 时刻正交因子 m 的因子值。对于多个选股因子的集合,可通过“逐步添加变量,逐步正交”的方式进行处理并得到两两之间相互正交的因子集合。

- **逐步正交多因子模型在不同因子集合下相比于原始多因子模型皆能产生提升。**正交组合相比于原始组合在复合因子 IC、复合因子 ICIR、多头组合超额收益、组合信息比率以及相对月度胜率上皆有提升。在等权多因子模型下,正交处理对于原始组合的提升会随着因子数量的增多而逐渐减弱,在最大化收益预期模型中,该现象得到了较好的缓解。
- **借鉴逐步回归法,可使用收益预测模型 R 方为标准确定因子正交顺序。**整体上来看,该方法有一定提升效果,但有待改进。使用上述方法确认正交顺序后所得到的动态正交组合相比于原始组合确实有一定的提升但是提升效果弱于前文中给出的固定正交顺序下的组合表现。此外,动态正交组合相比于原始组合的提升在强势选股因子集合下更为明显,在“弱有效”的选股因子加入后动态正交的提升效果明显减弱。
- **风险提示。**市场系统性风险、资产流动性风险以及政策变动风险会对策略表现产生较大影响。

目 录

1. 选股因子的正交.....	5
2. 正交因子历史表现回顾	6
2.1 等权多因子模型	7
2.2 最大化收益预期多因子模型	9
3. 正交顺序的确定.....	9
4. 总结	11
5. 风险提示	11

图目录

图 1	市值因子与反转因子截面相关性（2006-2016）	5
图 2	正交多因子模型与等权多因子模型多头组合净值走势（2006-2016）	7

表目录

表 1	选股因子定义.....	6
表 2	选股因子正交顺序.....	6
表 3	多头组合表现对比（2010 至 2016）.....	8
表 4	组合分年度对比情况（2010 至 2016）.....	8
表 5	不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（等权模型）.....	8
表 6	不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（最大化收益预期模型）..	9
表 7	不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（动态正交）（等权模型） 10	
表 8	不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（动态正交）（最大化收益预期模型）	11

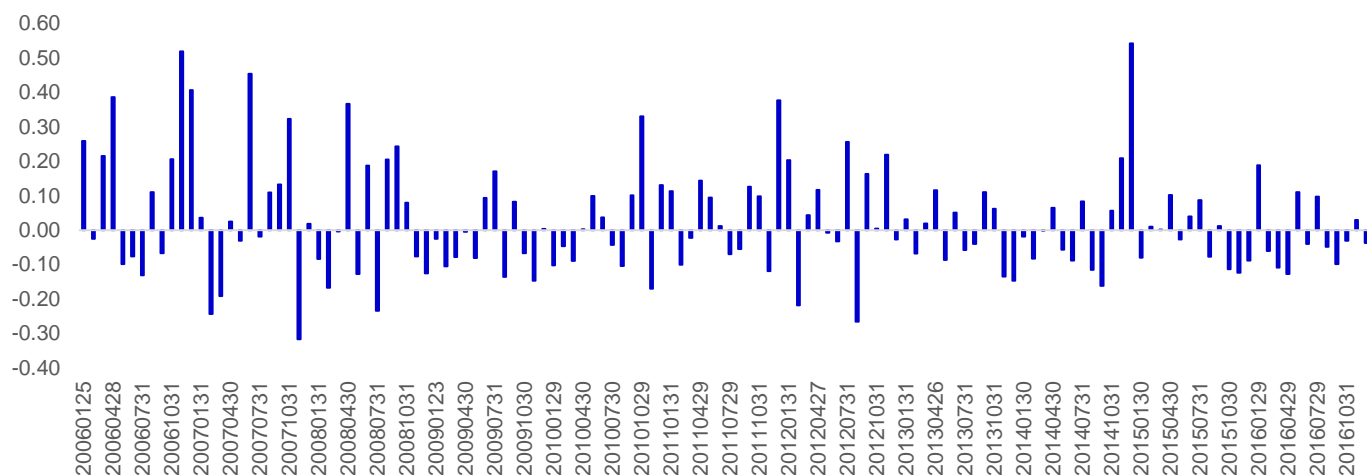
近年来，随着投资者对于因子选股体系研究的深入，选股因子值的处理也在逐渐细化。本文主要对于选股因子的正交进行了讨论。之所以讨论因子的正交是因为在传统的多因子模型中，选取的因子之间往往存在着一定程度的相关性，而这种相关性会复杂因子权重的分配。对于等权分配因子权重的多因子模型，由于因子之间相关性的存在，模型可能实际上对于某一因子有更高的暴露（例如，市值因子）。对于权重优化的模型，相关性的影响可能会更大。因此，本文考虑在构建因子的时候就对于相关性进行剔除从而达到更为可控的因子暴露。

本文主要分为三部分。第一部分对于因子正交的必要性以及正交过程中的相关处理方式进行了说明。第二部分回测对比了正交多因子模型与原始多因子模型的历史表现。第三部分对于正交顺序的确定进行了讨论。

1. 选股因子的正交

在讨论选股因子的正交之前，有一个问题更值得各位投资者思考：选股因子需要正交吗？我们认为是有必要的，核心原因在于选股因子间的截面相关性较不稳定。选股因子截面相关性在本文中具体指在某一时刻上，某两个选股因子截面因子值之间的线性相关性。下图统计了市值因子与反转因子在 2006 年至 2016 年间在不同时点上的因子截面相关性。

图1 市值因子与反转因子截面相关性（2006-2016）



资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

虽然两因子截面相关性长期来看其均值较低，仅为 0.02，且不显著（T 统计量为 1.64），但是在不同时间段上因子截面相关性差别极大，有的时候能够达到 0.50 的正相关，有的时候也能够达到 -0.40 的负相关。若使用这两个因子构建等权多因子选股组合，即使对于两因子分配相同权重，组合对于市值因子（反转因子）的暴露也会因为两因子之间相关性的变动而难以控制。对于因子权重优化的多因子模型，因子相关性带来的问题就会变得更加复杂。基于上述原因，我们认为选股因子的正交还是十分必要的。

本报告主要通过线性回归的方式对于因子之间的线性相关性进行剔除。例如，在某一时刻 t ，投资者需要将选股因子 m 相对于现有的 k 个选股因子做正交。选股因子 m 的正交因子值可通过以下回归方程得到。

$$f_m = \beta_1 f_1 + \beta_2 f_2 + \dots + \beta_{k-1} f_{k-1} + \beta_k f_k + \varepsilon_m$$

f_m 为各个股票在 t 时刻因子 m 的因子值， ε_m 为各个股票在 t 时刻正交因子 m 的因子值。

当然，在实际应用的过程中，对于 K 个因子的多因子模型，投资者最终希望得到的

是一个两两之间相互正交的多因子集合。本报告主要通过“逐步添加变量，逐步正交”的方式来对于多因子集合进行处理。该方法与 Gram-Schmit 方法较为类似，投资者在实际使用过程中也可根据自身需求对于正交的处理流程进行调整。

对于前文提到的逐步正交的处理方法，投资者需要预先给定一个选股因子正交的顺序。在此处我们不妨先假定已经有了一个因子正交的顺序，因子正交顺序的确定会在报告第三部分进行讨论。对于某一给定的正交顺序，可按以下步骤进行逐步正交处理：

- 1) 对于正交顺序第一的因子，其正交因子值就等于其原始因子值；
- 2) 对于正交顺序第 k ($k>1$) 的因子，将其原始因子值作为回归的因变量，现有的已经正交过的因子作为回归的自变量，取回归残差为正交因子 k 的因子值；
- 3) 将正交因子 k 放入已经正交过的因子集合并对于正交顺序为 $k+1$ 的因子进行步骤 (2)、(3) 的处理。

2. 正交因子历史表现回顾

本节主要通过历史回测的方式对比正交多因子模型与原始多因子模型的不同。我们一共选取了 8 个不同类别的因子并在这 8 个因子中选择了不同的因子子集合构建多因子模型并对比正交模型与原始模型表现的不同。下表给出了这 8 个因子的详细信息。

表 1 选股因子定义

因子名称	类型	计算方式
市值	规模	$\log(\text{总市值})$
一个月反转	反转	前一个月股票涨幅
一个月换手率	流动性	$\log(\text{前一个月股票日均流通盘换手率})$
特异度	波动率	前期一个月股票日收益序列 FF3 因素回归 R 方
市净率	估值	$\log(\text{PB})$
Beta	Beta	前一个月股票日收益收益序列与市场收益序列回归的 Beta
营收增速	增速	营业收入同比增速
负债权益比	财务杠杆	总负债/总权益

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

此外，在进行回测时本报告按照以下方式进行处理：

- 1) 使用 2010 年至 2016 年之间的数据进行回测；
- 2) 每月月末调整组合，按照双边千三的费率计算交易成本；
- 3) 所有的因子值都按照去极值以及标准化的方式进行处理。

另外，本节在构建正交因子时按照固定的顺序进行构建，下表给出了具体顺序。

表 2 选股因子正交顺序

正交顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
因子名称	行业	市值	反转	换手	波动率	PB	Beta	增速	杠杆

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

接下来，本报告将分别在等权多因子模型以及最大化收益预期模型下对于正交多因子组合以及原始多因子组合的表现进行对比。

2.1 等权多因子模型

等权多因子模型对于不同的因子赋予相同的权重，权重前面的正负号取决于因子历史 IC 均值的正负。该模型的打分公式可表达为下式：

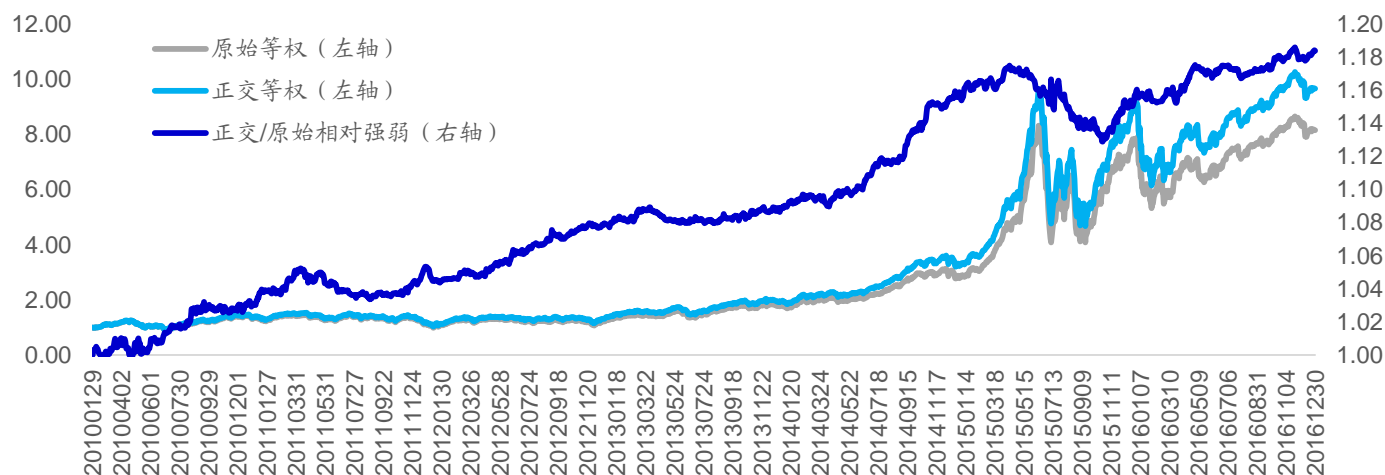
$$R_i = \sum_{j=1}^K \frac{1}{K} \text{sign}(\text{mean}(IC_j)) f_{ij}$$

其中， R_i 为股票 i 最终的因子打分值， f_{ij} 为股票 i 在因子 j 上的暴露值， K 为选股因子的数量。

以较为经典的三因子模型（市值因子+反转因子+换手率因子）为例，可对原始等权多因子模型选股效果以及正交等权多因子模型选股效果进行对比。

若将多因子模型看作是一个复合因子的话，可计算复合因子的 IC 以及 ICIR。对于原始三因子模型，IC 为 0.09，ICIR 为 2.29，而对于正交三因子模型，IC 为 0.10，ICIR 为 3.30。从 IC 上来看，两复合因子之间并未有十分明显的区别，但从 ICIR 上可以看到正交模型明显优于原始模型。由于 ICIR 实际上是 IC 的均值除以 IC 的标准差。在两复合因子 IC 相差无几的情况下，更高的 ICIR 实际上意味着更低的 IC 标准差，也即更高的 IC 稳定性。当然，也可以构建中证 500 行业中性多头组合对比两模型的选股效果。下图对比了两多因子模型的多头组合净值走势。

图2 正交多因子模型与等权多因子模型多头组合净值走势（2006-2016）



资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

观察两组合的相对强弱指数走势可知，正交组合在大部分时间上跑赢原始组合。但值得注意的是，正交组合在2015年7月至10月之间相对于原始组合出现了约3%的相对回撤。在对于该段时间进行回溯后，我们发现反转因子在此段时间上的表现尤为强势，原始模型中的换手率因子与反转因子相关性较强，而正交模型中的换手率因子已经剔除了反转因子故而使得原始模型在该段时间上对于反转的暴露更高从而有着更高的收益。当然这种情况在整个回溯区间段上出现的次数并不多。下表对于两个组合在整个回溯时间段上的表现进行了统计。

表 3 多头组合表现对比（2010 至 2016）

	绝对收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比率	相对胜率
原始组合	37%	31%	15%	2.08	3.12	83%
正交组合	41%	34%	14%	2.37	3.46	86%

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

在组合的绝对收益、超额收益、相对最大回撤、收益回撤比、信息比率以及月度胜率上，正交组合相比于原始组合皆有一定提升。为了进一步对比两个组合的不同，下表对比了两个组合分年度的表现情况。

表 4 组合分年度对比情况（2010 至 2016）

年度	原始三因子组合					正交三因子组合				
	年度超额	最大回撤	Calmar	IR	相对胜率	年度超额	最大回撤	Calmar	IR	相对胜率
2010	21.38%	5.12%	3.66	2.82	83.33%	25.58%	4.64%	4.81	3.48	75.00%
2011	20.83%	2.49%	8.09	3.56	83.33%	22.63%	2.47%	8.84	3.92	83.33%
2012	21.52%	2.46%	8.41	3.53	91.67%	25.51%	2.55%	9.61	4.04	100.00%
2013	20.30%	3.28%	5.81	3.18	75.00%	21.65%	3.24%	6.27	3.34	91.67%
2014	12.08%	12.53%	0.94	1.80	83.33%	19.25%	12.00%	1.56	2.76	83.33%
2015	108.37%	14.78%	7.01	4.57	83.33%	108.14%	14.39%	7.18	4.65	83.33%
2016	28.51%	4.11%	6.83	4.08	91.67%	34.17%	3.74%	8.99	4.41	83.33%

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

重点对比两组合分年度的超额收益以及信息比率后可发现，正交组合的信息比率在不同年份相比于原始组合都有所提升。于此同时，正交组合的收益相比于原始组合在绝大多数年份中也略有提升。这种提升在我们看来较为有效。因为在对于组合稳定性进行提升时，一种较为简单的做法就是控制组合风险，通过牺牲收益来对于组合表现稳定性进行提升，然而此处组合稳定性的提升并不是以组合收益的降低为代价的，所以我们认为正交处理在此处的提升是较为有效的。

下表分别统计对比了不同因子数量下原始组合与正交组合的表现情况。

表 5 不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（等权模型）

		IC	ICIR	绝对收益	超额收益	最大回撤	收益回撤比	信息比率	相对胜率
3 因子	原始组合	0.09	2.29	37%	31%	15%	2.08	3.12	83%
	正交组合	0.10	3.30	41%	34%	14%	2.37	3.46	86%
4 因子	原始组合	0.10	2.78	40%	33%	14%	2.42	3.43	82%
	正交组合	0.11	4.06	42%	35%	13%	2.75	3.76	86%
5 因子	原始组合	0.08	2.36	31%	25%	14%	1.73	2.89	81%
	正交组合	0.09	4.06	35%	29%	15%	1.96	3.36	83%
6 因子	原始组合	0.08	2.47	33%	27%	15%	1.78	3.04	78%
	正交组合	0.09	4.12	36%	29%	13%	2.28	3.33	79%
7 因子	原始组合	0.07	2.48	32%	26%	15%	1.74	2.99	82%
	正交组合	0.09	4.14	34%	28%	13%	2.11	3.23	81%
8 因子	原始组合	0.07	2.41	32%	26%	16%	1.70	2.91	79%
	正交组合	0.08	3.93	31%	25%	14%	1.77	2.98	83%

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

通过对比可以发现，不同因子组合下正交组合相比于原始组合都有所提升。此外，正交处理对于组合的提升会随着因子数量的增多而逐渐减弱。对于这一现象，我们认为这是后加入的因子以及等权模型本身的特性所共同造成的。通过前文介绍可知，后加入的因子都是一些“弱有效”的选股因子（即，具有一定选股效果但不稳定）。而这些因子

的选股能力往往来源于它们和传统强势选股因子之间的相关性，在通过正交处理以后这些因子本身的选股能力就会更弱从而会在等权模型中对于最终打分产生干扰。为了能够避免等权因子权重分配带来的影响，我们在下一节中对于正交因子在因子权重优化模型中的表现也进行了统计与对比。

2.2 最大化收益预期多因子模型

在最大化收益预期模型中，我们首先使用给定因子使用历史数据构建收益预期模型，然后基于收益预期模型回归系数以及选股时点上股票对于各因子的暴露可计算得到各股票下一期的收益预期。基于股票收益预期，可得到最终选股组合。

下表给出了原始组合与正交组合在不同因子集合下的表现。

表 6 不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（最大化收益预期模型）

		IC	ICIR	绝对收益	超额收益	最大回撤	收益回撤比	信息比率	月度胜率
3 因子	原始组合	0.09	2.09	39%	33%	19%	1.75	3.18	79%
	正交组合	0.10	3.05	39%	33%	17%	1.98	3.29	82%
4 因子	原始组合	0.09	2.48	40%	34%	17%	2.02	3.43	82%
	正交组合	0.10	3.47	43%	37%	15%	2.53	3.69	83%
5 因子	原始组合	0.09	2.42	38%	32%	17%	1.88	3.33	81%
	正交组合	0.10	3.45	42%	36%	16%	2.28	3.70	82%
6 因子	原始组合	0.09	2.45	39%	33%	17%	1.94	3.39	82%
	正交组合	0.10	3.48	42%	36%	15%	2.37	3.67	85%
7 因子	原始组合	0.09	2.44	39%	33%	17%	1.93	3.38	81%
	正交组合	0.10	3.49	42%	36%	15%	2.37	3.66	86%
8 因子	原始组合	0.09	2.27	37%	31%	18%	1.78	3.20	81%
	正交组合	0.10	3.48	41%	35%	15%	2.27	3.56	87%

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

可以看到，正交处理在最大化收益预期模型中的效果更加稳定。随着因子数量的增多，正交组合相比于原始组合的提升也并未出现明显减弱。对于“弱有效”的选股因子，在正交后若选股效果较弱，那么在收益预测模型中的回归系数也就会相应地较低，从而使得模型最终分配到该因子上的权重变低。所以可以看到，正交处理带来的提升并未随着因子数量的增多而出现明显减弱。

3. 正交顺序的确定

前文所提到的“逐步添加变量，逐步正交”的方法需要在正交前确定正交的顺序。本节将对于正交顺序的确定进行初步讨论。由于海外文献对于正交顺序的确定并未有一致的结论，我们在本篇报告中借鉴逐步回归法构建了正交顺序的确定方法，详细步骤如下：（假设现有 K 个选股因子需要进行逐步正交）

若需确认第一个正交的选股因子，

- 1) 对于每一个备选因子 f_i ，使用历史 24 个月的数据构建收益预测模型，并计算收益预测模型的 R 方；
- 2) 选择具有最大 R 方的收益预测模型所对应的备选因子作为第一个正交的因子；

若存在正交因子 $of_1 \dots of_m$ ，

- 1) 将每一个备选因子 f_i 相对于已有的正交因子正交，并得到正交后的备选因子 of_i ；

2) 使用已存在的正交因子以及正交后的备选因子构建收益预测模型并计算收益预测模型的 R 方;

3) 选择具有最大 R 方的收益预测模型所对应的备选因子作为下一个正交的因子。

基于上述框架投资者可根据自身需要对于正交顺序的确认方法进行构建。例如, 可将历史数据时间窗口进行变化, 或者使用 R 方以外的指标为标准对于备选因子进行选取。

下表展示了等权模型中不同因子集合下原始组合与正交组合的表现情况。观察下表可知, 使用上述方法确认正交顺序后所得到的动态正交组合相比于原始组合确实有一定的提升但是提升效果弱于前文中给出的固定正交顺序下的组合表现。此外, 动态正交组合相比于原始组合的提升在强势选股因子集合下更为明显, 在弱有效的选股因子加入后动态正交的提升效果明显减弱。

表 7 不同因子组合下多头组合表现对比 (2010 至 2016) (动态正交) (等权模型)

		IC	ICIR	绝对收益	超额收益	最大回撤	收益回撤比	信息比率	月度胜率
3 因子	原始等权	0.09	2.29	37%	31%	15%	2.08	3.12	83%
	逐步正交	0.10	3.30	41%	34%	14%	2.37	3.46	86%
	动态正交	0.10	3.25	37%	31%	14%	2.25	3.23	81%
4 因子	原始等权	0.10	2.78	40%	33%	14%	2.42	3.43	82%
	逐步正交	0.11	4.06	42%	35%	13%	2.75	3.76	86%
	动态正交	0.10	4.17	39%	33%	13%	2.61	3.64	86%
5 因子	原始等权	0.08	2.36	31%	25%	14%	1.73	2.89	81%
	逐步正交	0.09	4.06	35%	29%	15%	1.96	3.36	83%
	动态正交	0.09	4.14	32%	27%	14%	1.90	3.17	85%
6 因子	原始等权	0.08	2.47	33%	27%	15%	1.78	3.04	78%
	逐步正交	0.09	4.12	36%	29%	13%	2.28	3.33	79%
	动态正交	0.09	3.82	32%	27%	13%	2.05	3.04	79%
7 因子	原始等权	0.07	2.48	32%	26%	15%	1.74	2.99	82%
	逐步正交	0.09	4.14	34%	28%	13%	2.11	3.23	81%
	动态正交	0.08	3.84	32%	26%	13%	2.02	3.04	79%
8 因子	原始等权	0.07	2.41	32%	26%	16%	1.70	2.91	79%
	逐步正交	0.08	3.93	31%	25%	14%	1.77	2.98	83%
	动态正交	0.08	3.72	31%	26%	15%	1.73	2.97	83%

资料来源: WIND 资讯, 海通证券研究所

下表展示了最大化收益预期模型中不同因子集合下原始组合与正交组合的表现情况。对于最大化收益预期模型, 我们同样可以得到类似的结论。即, 动态正交组合相比于原始组合在收益以及信息比方面的确有一定的提升, 但是提升效果弱于固定正交顺序组合。此外, 动态正交处理带来的提升更多集中在强势选股因子集合中。

表 8 不同因子组合下多头组合表现对比（2010 至 2016）（动态正交）（最大化收益预期模型）

		IC	ICIR	绝对收益	超额收益	最大回撤	收益回撤比	信息比率	月度胜率
3 因子	原始等权	0.09	2.09	39%	33%	19%	1.75	3.18	79%
	逐步正交	0.10	3.05	39%	33%	17%	1.98	3.29	82%
	动态正交	0.10	3.39	38%	32%	17%	1.89	3.20	87%
4 因子	原始等权	0.09	2.48	40%	34%	17%	2.02	3.43	82%
	逐步正交	0.10	3.47	43%	37%	15%	2.53	3.69	83%
	动态正交	0.10	3.64	40%	34%	16%	2.15	3.51	86%
5 因子	原始等权	0.09	2.42	38%	32%	17%	1.88	3.33	81%
	逐步正交	0.10	3.45	42%	36%	16%	2.28	3.70	82%
	动态正交	0.10	3.81	40%	34%	15%	2.20	3.59	83%
6 因子	原始等权	0.09	2.45	39%	33%	17%	1.94	3.39	82%
	逐步正交	0.10	3.48	42%	36%	15%	2.37	3.67	85%
	动态正交	0.10	3.65	38%	32%	14%	2.20	3.37	82%
7 因子	原始等权	0.09	2.44	39%	33%	17%	1.93	3.38	81%
	逐步正交	0.10	3.49	42%	36%	15%	2.37	3.66	86%
	动态正交	0.10	3.65	38%	32%	14%	2.20	3.35	82%
8 因子	原始等权	0.09	2.27	37%	31%	18%	1.78	3.20	81%
	逐步正交	0.10	3.48	41%	35%	15%	2.27	3.56	87%
	动态正交	0.09	3.49	37%	32%	15%	2.09	3.20	85%

资料来源：WIND 资讯，海通证券研究所

对于动态正交组合提升效果的不稳定这一问题，我们认为正交顺序在这里有着较大的影响。动态正交组合的因子正交顺序取决于因子对于股票收益波动的解释度。然而对于某些因子组合，它们虽然对于股票收益波动的解释度较高，但是对于股票收益预测的稳定性较低（即，风险因子）。这种因子的出现会在以 R 方为判定标准的动态正交模型下对于因子的正交顺序产生影响，从而对于正交因子的计算带来影响。考虑到这一问题，我们认为正交顺序的确认方法在实际应用中还有待提升，可以保留整体的框架但是在挑选正交因子时使用其他条件进行筛选。

4. 总结

本文对于选股因子的正交进行了讨论，希望通过使用正交选股因子来得到更加可控的因子暴露。通过实际组合的构建以及初步回测，我们发现正交因子组合相比于原始组合在稳定性上的确有着明显改善，此外这种稳定性的提升并未牺牲组合收益。在等权多因子模型下，正交处理对于组合的提升会随着因子数量的增多而减弱，而在最大化收益预期多因子模型下，正交处理对于组合的提升效果更为稳定。

此外，本文还对于选股因子正交顺序的确定进行了探讨，我们使用收益预测模型 R 方作为正交顺序的判定标准。总的来说，该方法还有待进一步提升。通过实际回测可知，该方法计算得到的动态正交多因子组合确实能够在强势选股因子集合内相对于原始组合产生提升。但是随着因子集合的扩大以及“弱有效”选股因子的加入，动态正交处理带来的提升基本消失。

5. 风险提示

市场系统性风险、资产流动性风险以及政策变动风险会对策略表现产生较大影响。

信息披露

分析师声明

冯佳睿 金融工程研究团队
袁林青 金融工程研究团队

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

法律声明

本报告仅供海通证券股份有限公司（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。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。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。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。在法律许可的情况下，海通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。

本报告仅向特定客户传送，未经海通证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络海通证券研究所并获得许可，并需注明出处为海通证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，海通证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

海通证券股份有限公司研究所

路 颖 所长
(021)23219403 luying@htsec.com

高道德 副所长
(021)63411586 gaodd@htsec.com

姜 超 副所长
(021)23212042 jc9001@htsec.com

江孔亮 副所长
(021)23219422 kljiang@htsec.com

邓 勇 所长助理
(021)23219404 dengyong@htsec.com

荀玉根 所长助理
(021)23219658 xyg6052@htsec.com

钟 奇 所长助理
(021)23219962 zq8487@htsec.com

宏观经济研究团队

姜 超(021)23212042 jc9001@htsec.com
顾潇啸(021)23219394 gxx8737@htsec.com
于 博(021)23219820 yb9744@htsec.com
联系人
梁中华(021)23154142 lzh10403@htsec.com
李金柳(021)23219885 lij11087@htsec.com
张凤逸(021)23219816 zfy10791@htsec.com

金融工程研究团队

高道德(021)63411586 gaodd@htsec.com
冯佳睿(021)23219732 fengjr@htsec.com
郑雅斌(021)23219395 zhengyb@htsec.com
余浩淼(021)23219883 yhm9591@htsec.com
袁林青(021)23212230 ylq9619@htsec.com
罗 蕾(021)23219984 ll9773@htsec.com
沈泽承(021)23212067 szc9633@htsec.com
联系人
颜 伟(021)23219914 yw10384@htsec.com
周一洋(021)23219774 zyy10866@htsec.com
姚 石(021)23219443 ys10481@htsec.com
吕丽颖(021)23219745 lly10892@htsec.com

金融产品研究团队

高道德(021)63411586 gaodd@htsec.com
倪韵婷(021)23219419 niyt@htsec.com
陈 瑶(021)23219645 chenyaoyao@htsec.com
唐洋运(021)23219004 tangyy@htsec.com
宋家骥(021)23212231 sjj9710@htsec.com
联系人
谈 鑫(021)23219686 tx10771@htsec.com
皮 灵(021)23154168 pl10382@htsec.com
王 毅(021)23219819 wy10876@htsec.com
徐燕红(021)23219326 xyh10763@htsec.com
蔡思圆 csy11033@htsec.com

固定收益研究团队

姜 超(021)23212042 jc9001@htsec.com
周 霞(021)23219807 zx6701@htsec.com
朱征星(021)23219981 zzz9770@htsec.com
张卿云(021)23219445 zqy9731@htsec.com
联系人
杜 佳 dj11195@htsec.com
李雨嘉 (021)23154136 lyj10378@htsec.com
姜珮珊(021)23154121 jps10296@htsec.com

策略研究团队

荀玉根(021)23219658 xyg6052@htsec.com
钟 青(010)56760096 zq10540@htsec.com
李 珂(021)23219821 lk6604@htsec.com
高 上(021)23154132 gs10373@htsec.com
联系人
申 浩(021)23154117 sh10156@htsec.com
郑英亮(021)23154147 zyl10427@htsec.com
李 影 ly11082@htsec.com
姚 佩(021)23154184 yp11059@htsec.com

中小市值团队

钮宇鸣(021)23219420 ymniu@htsec.com
张 宇(021)23219583 zy9957@htsec.com
刘 宇(021)23219608 liuy4986@htsec.com
孔维娜(021)23219223 kongwn@htsec.com
联系人
王鸣阳(021)23219356 wmy10773@htsec.com
程碧升(021)23154171 cbs10969@htsec.com
潘莹练(021)23154122 pyl10297@htsec.com
相 姜(021)23219945 xj11211@htsec.com

政策研究团队

李明亮(021)23219434 lml@htsec.com
陈久红(021)23219393 chenjiuhong@htsec.com
吴一萍(021)23219387 wuyiping@htsec.com
朱 蕾(021)23219946 zl8316@htsec.com
周洪荣(021)23219953 zhr8381@htsec.com
王 旭(021)23219396 wx5937@htsec.com

批发和零售贸易行业

汪立亭(021)23219399 wanglt@htsec.com
王 晴(021)23154116 wq10458@htsec.com

石油化工行业

邓 勇(021)23219404 dengyong@htsec.com
联系人
朱建军(021)23154143 zjj10419@htsec.com
毛建平(021)23154134 mjp10376@htsec.com
殷奇伟(021)23154139 yqw10381@htsec.com

电力设备及新能源行业

周旭辉(021)23219406 zxh9573@htsec.com
牛 品(021)23219390 np6307@htsec.com
房 青(021)23219692 fangq@htsec.com
徐柏乔(021)32319171 xqb6583@htsec.com
杨 帅(010)58067929 ys8979@htsec.com
联系人
曾 彪(021)23154148 zb10242@htsec.com
张向伟(021)23154141 zxw10402@htsec.com

有色金属行业

施 毅(021)23219480 sy8486@htsec.com
联系人
杨 娜(021)23154135 yn10377@htsec.com
李姝醒 lsx11330@htsec.com

医药行业

余文心(0755)82780398 ywx9461@htsec.com
郑 琴(021)23219808 zq6670@htsec.com
孙 建(021)23154170 sj10968@htsec.com
高 岳(010)50949923 gy10054@htsec.com
联系人
师成平(010)50949927 scp10207@htsec.com
贺文斌(010)68067998 hwb10850@htsec.com
刘 浩 01056760098 lh11328@htsec.com

汽车行业

邓 学(0755)23963569 dx9618@htsec.com
联系人
谢亚彤(021)23154145 xyt10421@htsec.com
王 猛(021)23154017 wm10860@htsec.com
杜 威 0755-82900463 dw11213@htsec.com

非银行金融行业

何 婷(021)23219634 ht10515@htsec.com
孙 婷(010)50949926 st9998@htsec.com
联系人
夏昌盛(010)56760090 xcs10800@htsec.com

交通运输行业

虞 楠(021)23219382 yun@htsec.com
张 杨(021)23219442 zy9937@htsec.com
联系人
童 宇(021)23154181 ty10949@htsec.com

纺织服装行业

于旭辉(021)23219411 yxh10802@htsec.com
唐 苓(021)23212208 tl9709@htsec.com
梁 希(021)23219407 lx11040@htsec.com
联系人
马 榕 23219431 mr11128@htsec.com

房地产行业

涂力磊(021)23219747 tll5535@htsec.com
谢 盐(021)23219436 xiey@htsec.com
贾亚童(021)23219421 jiayt@htsec.com
联系人
金 晶 jj10777@htsec.com
杨 凡 021-23219812 yf11127@htsec.com

机械行业

耿 耘(021)23219814 gy10234@htsec.com
余炜超 swc11480@htsec.com
联系人
杨 震(021)23154124 yz10334@htsec.com

电子行业 陈平(021)23219646 cp9808@htsec.com 联系人 谢磊(021)23212214	基础化工行业 刘威(0755)82764281 lw10053@htsec.com 李明刚(0755)23617160 lmg10352@htsec.com 刘强(021)23219733 lq10643@htsec.com 联系人 刘海荣(021)23154130 lhr10342@htsec.com	钢铁行业 刘彦奇(021)23219391 liuyq@htsec.com 联系人 刘璇(021)23219197 lx11212@htsec.com
建筑工程行业 杜市伟 dsw11227@htsec.com 联系人 毕春晖(021)23154114 bch10483@htsec.com	建筑建材行业 邱友锋(021)23219415 qyf9878@htsec.com 冯晨阳(021)23154019 fcy10886@htsec.com 钱佳佳(021)23212081 qjj10044@htsec.com	农林牧渔行业 丁频(021)23219405 dingpin@htsec.com 陈雪丽(021)23219164 cxl9730@htsec.com 联系人 陈阳(010)50949923 cy10867@htsec.com 关慧(021)23219448 gh10375@htsec.com 夏越(021)23212041 xy11043@htsec.com
公用事业 张一弛(021)23219402 zyc9637@htsec.com 联系人 赵树理(021)23219748 zsl10869@htsec.com 张磊(021)23212001 zl10996@htsec.com	食品饮料行业 闻宏伟(010)58067941 whw9587@htsec.com 孔梦遥(010)58067998 kmy10519@htsec.com 成珊(021)23212207 cs9703@htsec.com	军工行业 徐志国(010)50949921 xzg9608@htsec.com 刘磊(010)50949922 ll11322@htsec.com 联系人 蒋俊(021)23154170 jj11200@htsec.com 张恒昶(010)68067998 zhx10170@htsec.com
通信行业 朱劲松(010)50949926 zjs10213@htsec.com 夏庐生(010)50949926 xls10214@htsec.com 联系人 彭虎(010)50949926 ph10267@htsec.com 庄宇(010)50949926 zy11202@htsec.com	煤炭行业 吴杰(021)23154113 wj10521@htsec.com 李森(010)58067998 lm10779@htsec.com 联系人 戴元灿(021)23154146 dyc10422@htsec.com	银行行业 林媛媛(0755)23962186 lyy9184@htsec.com 联系人 林瑾璐 lj111126@htsec.com 谭敏沂 tmy10908@htsec.com
社会服务行业 联系人 陈扬扬(021)23219671 cyy10636@htsec.com 顾熹阁 gxm11214@htsec.com	家电行业 陈子仪(021)23219244 chenzy@htsec.com 联系人 李阳 ly11194@htsec.com 朱默辰 zmc11316@htsec.com	互联网及传媒 钟奇(021)23219962 zq8487@htsec.com 郝艳辉(010)58067906 hyh11052@htsec.com 联系人 孙小雯(021)23154120 sxw10268@htsec.com 强超廷(021)23154129 qct10912@htsec.com 毛云聪(010)58067907 myc11153@htsec.com 唐宇 ty11049@htsec.com 刘欣(010)58067933 lx11011@htsec.com
造纸轻工行业 曾知(021)23219810 zz9612@htsec.com 联系人 马婷婷 mtt11022@htsec.com	计算机行业 郑宏达(021)23219392 zhd10834@htsec.com 谢春生(021)23154123 xcs10317@htsec.com 联系人 黄竞晶(021)23154131 hjj10361@htsec.com 杨林(021)23154174 yl11036@htsec.com 鲁立 ll11383@htsec.com	

研究所销售团队

深广地区销售团队 蔡铁清 (0755)82775962 ctq5979@htsec.com 刘晶晶 (0755)83255933 liujj4900@htsec.com 章丽娟 (0755)83253022 gulj@htsec.com 高艳娟 (0755)83254133 gyj6435@htsec.com 伏财勇 (0755)23607963 fcy7498@htsec.com	上海地区销售团队 季唯佳 (021)23219384 jiwwj@htsec.com 胡雪梅 (021)23219385 huxm@htsec.com 黄毓 (021)23219410 huangyu@htsec.com 朱健 (021)23219592 zhuj@htsec.com 黄慧 (021)23212071 hh9071@htsec.com 孙明 (021)23219990 sm8476@htsec.com 孟德伟 (021)23219989 mdw8578@htsec.com 黄胜蓝(021)23219386 hsl9754@htsec.com 张杨(021)23219442 zy9937@htsec.com 杨洋(021)23219281 yy9938@htsec.com	北京地区销售团队 殷怡琦 (010) 58067988 yyq@htsec.com 隋巍 (010)58067944 sw7437@htsec.com 江虹 (010)58067988 jh8662@htsec.com 许诺 (010)58067931 xn9554@htsec.com 杨博 (010)58067996 yb9906@htsec.com 张景才 (010)58067977 jc10211@htsec.com 李铁生 (010)58067934 lts10224@htsec.com 张妍 (010)58067903 zy9289@htsec.com
--	--	---

海通证券股份有限公司研究所
地址：上海市黄浦区广东路 689 号海通证券大厦 9 楼
电话：(021) 23219000
传真：(021) 23219392
网址：www.htsec.com