

证券研究报告/投资策略报告

金融工程：HMM 指数择时研究之实战篇

报告摘要：

隐马尔可夫模型(HMM)是由马尔可夫过程衍生出的概率图模型，常被用于语音模式识别、生物基因序列标记、金融时间序列预测等。本篇报告是我们对 HMM 择时研究系列报告的第一篇——实战篇，我们旨在通过模型的实际运用让投资者更快速的理解并上手运用这个模型进行择时分析。报告分为六个部分，第一部分是必要地介绍什么是隐马尔可夫模型；第二部分是择时输入变量的提取，之后构建基于日收益率的指数择时策略；第三部分是择时策略应用于上证指数的参数训练及结果展示；第四部分是择时策略应用于沪深 300 指数、中证 500 指数以及上证 50 指数的结果展示；第五部分是基于沪深 300 指数设计的稳健型和进取型产品结果展示。最后一部分是 2016 年以来各指数择时效果的回顾、总结及对下一步工作的展望。

结论：

- 模型具有高收益率、高收益回撤比、高夏普比和高胜率的特点。
- 模型具有稳健性。
- 2016 年内上证指数累计收益 35%，交易次数 25 次，交易频率 6.64 天/次，胜率 64%，年化收益率 56.92%，年化波动率 24.03%，最大回撤 7.51%，收益回撤比 7.58，平均盈利 3.55%，平均亏损 -2.27%，盈亏比 1.56，夏普比 2.37，累计净值 1.35，指数同期净值 0.93，超额收益 45.16%(纯多头超额收益 19.79%)。

部分结果如下，详情请见正文。

上证指数择时结果：

样本内：年化收益率 200.32%，夏普比 8.15，收益回撤比 7.60，胜率 79.50%；样本外：年化收益率 188.25%，夏普比 6.67，胜率 77.54%。

沪深 300 指数择时结果：

样本内：年化收益率 159.19%，夏普比 6.75，收益回撤比 10.22，胜率 68.74%；样本外：年化收益率 137.68%，夏普比 4.90，胜率 70.93%。

中证 500 指数择时结果：

样本内：年化收益率 212.95%，夏普比 8.54，收益回撤比 13.88，胜率 71.52%；样本外：年化收益率 131.14%，夏普比 4.98，胜率 72.52%。

上证 50 指数择时结果：

样本内：年化收益率 154.95%，夏普比 6.99，收益回撤比 10.45，胜率 74.95%；样本外：年化收益率 146.08%，夏普比 5.46，胜率 70.79%。

相关报告

《金融工程周报》

2016-9-19

《东北证券机构策略周报：美日议息扰动市场，A 股短期缩量等待 20160919》

2016-9-19

《东北证券机构策略周报：联储加息预期反复，外围调整考验 A 股韧性 20160912》

2016-9-12

《金融工程周报》

2016-9-12

证券分析师：陈亚龙

执业证书编号：S0550516050001

研究助理：肖承志

执业证书编号：S0550516080014

15316808175 xiaocz@nesc.cn

目录

1. 背景介绍	5
1.1. 概率图模型	5
1.2. 马尔科夫过程	5
1.3. 隐马尔科夫模型三要素	5
1.4. 隐马尔科夫模型三个基本问题	6
1.5. HMM 应用合理性讨论	7
2. 单个技术指标择时策略的构建	8
2.1. HMM 用于择时特征提取步骤	8
2.2. 模型交叉验证	9
2.3. 模型选择	9
3. 基于日收益率的 HMM 上证指数择时策略	11
3.1. 样本内参数训练	11
3.2. 样本内结果分析	12
3.3. 样本外回测结果	15
3.4. 小结	16
4. 基于其他指数日收益率的 HMM 择时策略	19
4.1. 沪深 300 指数	19
4.2. 中证 500 指数	20
4.3. 上证 50 指数	23
5. 指数择时产品设计	24
6. 回顾、总结及展望	27
6.1. 各指数择时策略 2016 年表现一览	27
6.1.1. 上证指数	27
6.1.2. 沪深 300 指数	28
6.1.3. 中证 500 指数	29
6.1.4. 上证 50 指数	31
6.2. 总结及展望	32

图目录

图 1: 隐马尔科夫模型图例	6
图 2: 2000/1/4-2013/4/19 样本内随 n 增大各指标变化趋势	10
图 3: 上证择时样本内状态 0-13 的多头策略对数净值曲线	12
图 4: 上证择时样本内“涨”、“跌”和“震荡”对应的散点图	12
图 5: 上证择时样本内“涨”、“跌”和“震荡”对应的多头策略对数净值曲线	13
图 6: 上证择时 2002/1/4-2004/12/31 择时图例 1	14
图 7: 上证择时 2002/1/4-2004/12/31 的择时图例 2	14
图 8: 上证择时样本内三种交易方式的对数净值曲线	15
图 9: 上证择时样本外三种交易方式的对数净值曲线	16
图 10: 沪深 300 择时样本内三种交易方式的对数净值曲线	19
图 11: 沪深 300 择时样本外三种交易方式的对数净值曲线	20
图 12: 中证 500 择时样本内三种交易方式的对数净值曲线	21
图 13: 中证 500 择时样本外三种交易方式的对数净值曲线	22
图 14: 上证 50 择时样本内三种交易方式的对数净值曲线	23
图 15: 上证 50 择时样本外三种交易方式的对数净值曲线	24
图 16: 沪深 300 稳健、沪深 300 进取净值与同期沪深 300 指数净值	26

表目录

表 1: $n = 3$ 状态序列形成多头策略示例.....	9
表 2: 12 段样本外平均表现.....	10
表 3: 样本内观测变量状态的均值和方差	11
表 4: 上证择时 2002/1/4-2004/12/31 交易结果统计.....	13
表 5: 上证择时样本内三种交易方式结果统计	15
表 6: 上证择时样本外三种交易方式结果统计	16
表 7: 上证指数择时全样本 Tradetype2 交易统计.....	17
表 8: 上证指数择时全样本 Tradetype1 交易统计.....	18
表 9: 上证指数择时全样本 Tradetype0 交易统计.....	18
表 10: 沪深 300 择时样本内三种交易方式结果统计.....	19
表 11: 沪深 300 择时样本外三种交易方式结果统计	20
表 12: 中证 500 择时样本内三种交易方式结果统计.....	21
表 13: 中证 500 择时样本外三种交易方式结果统计.....	22
表 14: 上证 50 择时样本内三种交易方式结果统计	23
表 15: 上证 50 择时样本外三种交易方式结果统计	24
表 16: 沪深 300 稳健存续期交易情况.....	25
表 17: 沪深 300 进取存续期交易情况.....	25
表 18: 沪深 300 稳健、沪深 300 进取交易结果统计.....	26
表 19: 上证指数 2016 年择时信号一览.....	27
表 20: 上证指数 2016 年三种交易方式结果统计.....	28
表 21: 沪深 300 指数 2016 年择时信号一览.....	28
表 22: 沪深 300 指数 2016 年三种交易方式结果统计.....	29
表 23: 中证 500 指数 2016 年择时信号一览.....	30
表 24: 中证 500 指数 2016 年三种交易方式结果统计.....	31
表 25: 上证 50 指数 2016 年择时信号一览.....	31
表 26: 上证 50 指数 2016 年三种交易方式结果统计.....	32
表 27: 四大指数样本内回测结果统计.....	33
表 28: 四大指数样本外回测结果统计.....	33

1. 背景介绍

隐马尔可夫模型是马尔可夫过程衍生出的概率图模型，最早由 Baum 和 Egon 于 1967 年提出，常被用于人脸识别、语音识别、基因工程测序、金融时间序列的建模等。该模型假设一组观测序列是由一些隐藏的状态生成，这些隐状态的转移过程是一个马尔可夫过程，每一个隐状态对应一个或几个可观测到的变量。通常隐状态的转移概率矩阵未知，观测序列是由哪个隐状态序列生成也是未知的，需要通过观测值序列作为隐马尔可夫模型的输入变量来推测。隐马尔可夫模型是机器学习模型中的一种，由于其理论较为抽象和艰深，我们尽可能普及一些简单的概念，避免讲理论，不感兴趣的读者可以跳过此部分。

1.1. 概率图模型

机器学习的一个重要任务是对数据进行分类，因此我们可以利用观测数据对感兴趣的变量进行估计和推断。概率模型(probabilistic model)提供了一种描述框架，将学习任务归结于计算变量的概率分布。具体来说，假设所关心的变量集合为 Y ，可观测集合为 O ，其他变量的集合为 R ，那么我们关心的是条件概率分布 $P(Y|O)$ ，即给定一组观测值 O ，我们要推断由 $P(Y, R|O)$ 得到条件概率分布 $P(Y|O)$ 。

然而直接利用概率方法消去 R 显然不可行，即使每个变量只有 2 种取值，复杂度至少有 $O(2^{|Y|+|R|})$ 。为此，人们研究出概率图模型(probabilistic graphical model)，这是一类用图来表达变量相关关系的概率模型。概率图模型大致可以分为两类：第一类是使用有向无环图表示变量间的依赖关系，称为有向图模型或者贝叶斯网(Bayesian network)；第二类是使用无向图表示变量间的相关关系，称为无向图模型或者马尔可夫网(Markov network)。隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model, 简称 HMM)是结构最简单的动态贝叶斯网，主要用于时间序列建模，语音识别，自然语言处理等领域。

1.2. 马尔可夫过程

如果一个随机过程其未来的状态只与现在的状态有关，而与过去的状态无关，那么我们称之为马尔可夫性。具有马尔可夫性的随机过程我们称之为马尔可夫过程(Markov process)。数学上习惯用连续时间下的条件概率分布来定义马尔可夫过程，这里我们以离散时间和离散状态为例进行介绍。如果时间和状态都是离散空间我们称之为马尔可夫链(Markov chain)。

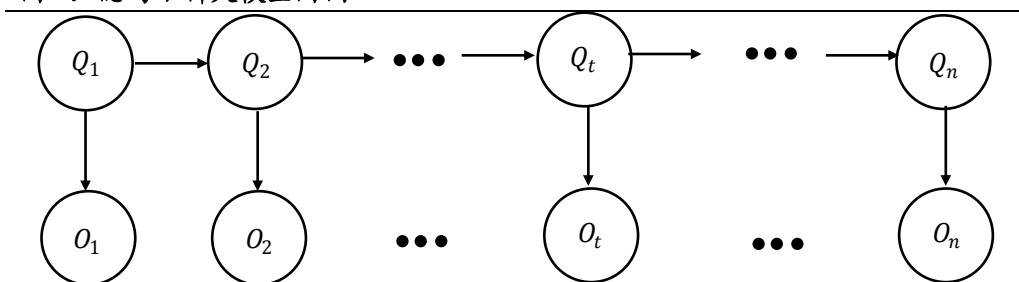
某系统有 N 种状态 S_1, S_2, \dots, S_N ，随时间推移状态发生转移。假设在系统在 t 时刻所处的状态为 S_t 。如果系统在 t 时刻所处的状态只与其在时间 $t-1$ 的状态相关，则其状态随时间变化的过程是一个马尔可夫过程。进一步，若记其状态序列为 $Q_1, Q_2, \dots, Q_t, \dots, Q_n$ ，则

$$P(Q_t = S_i | Q_{t-1}, Q_{t-2}, \dots, Q_1) = P(Q_t = S_i | Q_{t-1})$$

1.3. 隐马尔可夫模型三要素

马尔可夫链的每个状态可以代表一个可观测到的事件，这样状态的转移概率矩阵加上状态的初始分布便是模型的全部参数。隐马尔可夫模型由内外双层随机过程组成，内层是马尔可夫链，但该过程不可观测；外层由一个或多个可观测的变量(族)组成，且受到内层状态影响。这些可观测变量的分布既可以是连续分布也可以是离散分布。

图 1: 隐马尔科夫模型图例



数据来源: 东北证券

如图 1 所示, 隐马尔科夫模型中的变量可以分为两组。第一组是状态变量 $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_t, \dots, Q_n\}$, Q_t 表示 t 时刻系统的状态, 长度是 n , 其中每个状态量的取值范围是 $\{S_1, S_2, \dots, S_N\}$ 。通常假定状态变量是隐藏的、不可观测的, 因此状态变量也称为隐变量(hidden variable)。第二组是观测变量 $\{O_1, O_2, \dots, O_t, \dots, O_n\}$, O_t 表示 t 时刻观测值, 每个观测变量的取值可以是离散型或者连续型。为了方便讨论, 我们以离散型观测变量为例, 并假定取值范围为 $\{o_1, o_2, \dots, o_M\}$ 。从图 1 中的箭头我们可以看出变量之间的依赖关系。在任一时刻, 观测变量 O_t 的取值仅依赖于状态变量 Q_t , 与其他状态变量和观测变量的取值无关。同时, t 时刻状态变量 Q_t 只依赖于 $t-1$ 时刻的状态 Q_{t-1} , 与之前 $t-2$ 个状态无关。这就是上述讲的马尔科夫过程。基于此, 我们可以得到所有变量的联合概率分布为

$$P(O_1, Q_1, \dots, O_n, Q_n) = P(Q_1)P(O_1|Q_1) \prod_{t=2}^n P(Q_t|Q_{t-1})P(O_t|Q_t)$$

HMM 由状态转移概率矩阵 A , 观测概率矩阵 B 及初始概率分布 π 决定。

➤ 状态转移概率矩阵: 由状态 S_i 转移到状态 S_j 的概率 a_{ij} 构成。记

$$A = [a_{ij}]_{N \times N}$$

其中, $a_{ij} = P(Q_{t+1} = S_j | Q_t = S_i)$, $1 \leq i, j \leq N$ 。

➤ 观测概率矩阵: 由状态 S_i 下观测变量取值 o_j 的观测概率 b_{ij} 构成。记

$$B = [b_{ij}]_{N \times M}$$

其中, $b_{ij} = P(O_t = o_j | Q_t = S_i)$, $1 \leq i \leq N$, $1 \leq j \leq M$ 。

➤ 初始概率分布: 由初始时刻状态 S_i 出现的概率 π_i 构成。记

$$\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N)$$

其中, $\pi_i = P(Q_1 = S_i)$, $1 \leq i \leq N$ 。

通常 HMM 的模型参数以 $\lambda = (A, B, \pi)$ 表示。人们也称 A, B, π 为 HMM 的三要素。

从 HMM 的定义可知, 模型作了两个基本假设: 一是马尔科夫性, 也即我们在前面反复提及的当前状态只与前一个时刻的状态有关而与其他时刻无关。二是观测(变量分布)独立假设性, 即任意时刻的观测到的变量的分布只依赖于该时刻的状态与其他时刻的状态和观测值无关。

1.4. 隐马尔科夫模型三个基本问题

最后, 我们介绍隐马尔科夫模型研究的三个基本问题:

- **概率计算问题:** 给定模型 $\lambda = (A, B, \pi)$ 和观测序列 $O = (O_1, O_2, \dots, O_t, \dots, O_n)$, 如何评估模型与观测序列之间的匹配度? 换言之, 计算概率 $P(O|\lambda)$ 。
- **学习问题:** 已知观测序列 $O = (O_1, O_2, \dots, O_t, \dots, O_n)$, 估计模型参数 $\lambda = (A, B, \pi)$, 使得在该模型下观测序列概率 $P(O|\lambda)$ 最大? 即用极大似然估

计方法估计参数。

- **预测问题：**已知模型 $\lambda = (A, B, \pi)$ 和观测序列 $O = (O_1, O_2, \dots, O_t, \dots, O_n)$ ，求使得条件概率 $P(Q|O)$ 最大的 $Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_t, \dots, Q_n)$ ？即通过观测序列找出最有可能对应的隐状态序列。

理论上，我们关心的问题是第二个和第三个问题，即如何训练好模型、估计好参数，以及利用这个模型进行预测。例如，我们想通过 HMM 进行指数择时的研究，那么我们要做到就是确定隐状态数、观测变量的种类(离散型，连续型)和个数(单变量，多变量)以及要估计的参数有哪些。通常我们认为市场可以分为三个隐状态{涨，跌，平}；观测变量可以是来自于市场的连续型变量例如技术指标，因此为了简便，我们先研究单个技术指标形成的择时策略；模型参数即模型三要素：状态转移概率矩阵 A ，每种状态的概率分布 B 和初始分布 π 。对于离散型观测变量， B 可以用一个有限维矩阵(有限维分布)来表示；而对于连续型变量， B 的每一个状态是一个连续型分布。我们通常假设这是一个正态分布，从而我们需要估计正态分布的均值和方差。

针对这三个基本问题，分别有三个相应的算法，向前向后算法、Baum-Welch 算法和 Viterbi 算法。我们会在之后的系列报告中专门介绍，故不在此展开。

然而实际上我们研究发现，隐马尔科夫模型的输出结果并不能直接和我们的假设结果对应，即使输出隐状态的序列，也可能是无意义的序列。为什么这么说？由于隐状态本身是不可观测的，而模型输出的结果只能告诉我们有那么一个特定的状态——是抽象的，因此我们无法确定这个状态是什么，更不能强行认为这个状态就是我们所设想的状态。这也是我们在初期研究隐马尔科夫模型碰到一个的困惑，因此这也引发我们对 HMM 应用的假设及合理性讨论。

1.5. HMM 应用合理性讨论

隐马尔科夫模型最早被应用于语音识别，随后又在其他领域中得到了广泛的应用，如自然语言处理、生物基因序列分析和人脸识别等等。那么隐马尔科夫模型能否应用于股市的择时预测呢，或者说预测性如何呢？这里我们需要回归隐马尔科夫模型的两个基本假设，马尔科夫性和观测分布的独立性。

其一，这里的马尔科夫性是指一阶马尔科夫性，这个假设的缺陷就是无法考虑隐状态之间仍有更复杂关联性。一阶是最简单的情况，因此我们就将从这个模型开始研究，究竟一阶的隐马尔科夫模型的择时效果好不好？如果不好，我们还可以进一步改进，研究更高阶、更复杂的模型。我们的目标是去寻找能够更好的刻画市场运行状态的马尔科夫模型。

其二，每个观测变量只由隐状态决定，这个假设是可以接受的。例如，牛市和熊市下指数的收益率有明显的差别，震荡慢熊的成交量也和快牛的成交量相去甚远，因此我们有理由认为这两个指标在不同市场状态下是不同的分布，且这个分布只依赖于市场状态本身。

除此以外，我们选择隐马尔科夫模型有三个原因：

- 第一，HMM 的模型参数较少，即只需要确定隐状态的个数，从而避免过拟合的情形、提高模型的稳定性。例如利用 MACD 进行择时，至少需要选择 3 个周期参数，而这三个参数选取往往只是为了解释或拟合出更好的收益曲线。对于一般的时间序列模型或者回归模型，模型的参数通常只是拟合的工具。参数过多时候通常会出现过拟合的情形，模型对参数的敏感度也不容易控制，这将会大大影响模型稳定性。
- 第二，HMM 的状态数在某种程度上具有解释性。HMM 模型中的隐状态虽然是系统状态，是抽象的，但我们可以根据经验进行后验解释。例如，我们把市场分成{涨，跌}两种或者{涨，跌，平}三种，还可以再细分为{大涨，小涨，震荡，

小跌,大跌}等等。不同状态数均可以有一定的解释力:状态数分得较少,平均每个状态包含的样本数较多,模型稳定性提高,但模型对极端情况的刻画较弱,错判率会提升;状态数分得较多,平均每个状态包含的样本数较少,模型稳定性降低,但模型对极端情况的刻画较好,错判率下降。

- 第三, HMM 相比一般的随机过程和时间序列也有优势。我们都知道经典的 Black-Scholes 模型假设股价服从对数正态分布。然而用历史数据去拟合漂移项 μ 和波动率 σ 无法刻画短期的特征,因为拟合的结果(另外也跟拟合的时间段的选择有关)总是使得 μ 的值向长期均值靠拢,这样就容易忽略了短期趋势特性。而我们认为 HMM 的优点在于可以结合随机过程和不同状态。不同状态下的漂移项和波动率都不同(牛市的漂移项正值较大,熊市漂移项负值较大,而震荡市则绝对值小),或者说是每个状态都是一个单独随机过程或者分布,那么对实际情况的解释度更强。再如 GARCH 模型或者 EMA, 此类模型通常赋予近期(高频)的数值较高的权重,对长期(低频)数值较低的权重,可能忽略长期的趋势。而 HMM 的着眼于历史上的统计规律,是一个概率模型,能够兼顾长期与短期的特征。

然而 HMM 并非完美无缺。除了上述关于一阶马尔科夫性的假设外, HMM 的另一大缺点就是其算法较为复杂、不直观、黑箱等特点。这也是机器学习方法的一大通病,虽然逻辑上理解起来并不困难。HMM 还有一个缺点就是我们无法直接确定隐状态的结果是什么,尤其当隐状态数越来越多的时候。即我们可能得到结果可能是诸如此类的数字序列 $\{1,2,3,2,2,3,2,1,2,3,1,1,1,2,3,2,1 \dots\}$, 然而我们却无法判断 1、2 和 3 分别代表什么意思。然而这点并非无法解决。例如,我们假设股票分为涨跌震荡三个状态。我们可以分别测算只有信号 1、2 和 3 发出的时候各自的收益率情况。收益率由高到低排序我们分别标记为涨、震荡和跌。

2. 单个技术指标择时策略的构建

从上述关于 HMM 优点的分析,我们知道模型的外部参数只有一个,那就是隐状态的个数。然后,我们需要选取合适的观测变量。但如何选取观测变量、选取几组观测变量呢?我们不妨遍历所有技术指标,在样本内选择最好的一个技术指标,将其应用于样本外的择时。由于技术指标都是连续型变量,并非都服从正态分布的假设,这里我们通过 Box-Cox 变换将其变为正态分布。观测变量服从正态分布的隐马尔科夫模型,我们也称为高斯隐马尔科夫模型(Gaussian Hidden Markov Model)。实际上,我们对 HMM 的应用不仅限于择时,亦可以用于择时特征的识别和提取。由于有 N 个技术指标,我们便得到 N 个 HMM 模型,那究竟哪个模型表现最好,预测能力强?其实我们就是做了这样一件事,在给定样本内找到一个评价最好的 HMM 模型,使其最好的匹配这段时间的样本数据。或者我们可以这样认为, HMM 的作用其实只是用于特征选取:在某段时间内,哪个指标(特征)能更好的反应市场的行为?

2.1. HMM 用于择时特征提取步骤

首先,我们先提一个**多头策略**的概念。顾名思义,是先买后卖的策略,无法做空。其择时序列以 0(卖出)和 1(买入)表示。

设有 n 个隐状态 $1 \sim n$, 长度为 m 的时间序列 t_m 。每个交易日模型都输出一个隐状态 $i(1 \sim n \text{ 之间})$, 从而形成一个 n 状态的马尔科夫链。我们可以在一个 $n \times m$ 的表格里把这样的状态序列用 0 和 1 标注出来,那么我们得到 n 行 0-1 序列(注意区别这里的 1 和隐状态 1),也即 n 个多头策略。表 1 以 $n = 3$ 为例得到了 3 个多头策略。回测每个多头策略,我们便得到 n 条净值曲线。

表 1: $n = 3$ 状态序列形成多头策略示例

状态序列	3	3	2	2	1	1	1	1	2	3	2	3	2	2	3	1	1	2	1	1	1	2
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

数据来源: 东北证券

然后我们介绍择时特征的提取步骤。

Step1. 选择隐状态个数 n 。

Step2. 选取单个技术指标, 作为模型输入变量。

Step3. 确定样本内隐状态 $1 \sim n$ 对应的隐状态类别{涨, 跌, 震荡}, 并形成交易信号。首先, 对于每个数字 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$, 计算的对应的多头策略。然后, 将对应的多头策略按照收益率由高到低排序并分成 3 组, 分别代表“涨”、“震荡”和“跌”状态集合。最后, 将所有数字替换成数字 1、0 和-1, 其中 1、0 和-1 分别代表数字所属于的类别“涨”、“震荡”和“跌”, 形成最终的交易信号。

Step4. 计算策略样本内的评价指标, 如胜率, 交易频率, 年化收益率, 最大回撤, 收益回撤比, 夏普比率等。

Step5. 重复 Step2~Step4, 挑选收益回撤比和胜率最高的技术指标。

Step6. 将挑出的技术指标用于样本外检测。

2.2. 模型交叉验证

对于一个训练样本, 我们只能得到一个最好的观测变量构成的一个 HMM 的模型。而这样的模型是不是数据依赖? 鲁棒性如何呢? 这就是我们要涉及的模型选择问题。在进行模型的选择过程中, 我们要考虑的是如何对数据进行交叉验证。

什么是交叉验证? 当给定的样本数据充足, 进行模型选择一种简单方法是随机地将数据集切分成三份, 分别为训练集(training set)、验证集(validation set)和测试集(test set)。训练集用来训练模型, 验证集用于模型选择, 而测试集用于最终对策略的评估。由于验证集有足够多的数据, 我们用它进行模型选择也是有效的。然而在应用当中, 数据通常都是不充足的, 为了更好的选择模型, 就必须充分利用数据。

交叉验证的思想就是重复地利用数据, 把给定的数据进行切分, 将切分的数据组合成训练集和测试集, 在此基础上反复进行训练和测试。而最常见的交叉验证的方式就是将所有数据分成两部分, 一部分用作为训练集, 另一部分作为测试集。另一种更常用的是 S 折交叉验证(S -folds cross validation)。随机地将样本分成 S 段, 然后利用 $S-1$ 段数据去训练模型, 用余下的一段去测试模型; 将这一过程对所有可能的 S 种选择重复进行, 最后平均每个模型的评价结果。

我们以上证指数择时模型为例, 回测的时间是从 2000 年 1 月 4 日至 2016 年 9 月 2 日, 数据是上证指数的日度行情数据以及相应的技术指标, 样本数量约 4000 个。这里我们把样本平均分成五段, 前四段为训练集, 第五段为测试集。前四段数据利用 S 折交叉验证, 但考虑到我们的样本是时间序列, 所以我们是将其中一段当成训练样本, 另外三段当成测试样本。这样总共能得到 4 段样本内的训练集和 12 段样本外验证集。在整个训练集中, 我们还将最优化参数 n 。

2.3. 模型选择

在进行回测时, 仓位只允许全仓和空仓。当日收盘发出的信号(1、-1 和 0)后, 以第二个交易日的开盘价进行交易, 如果前后两个信号是 1 和-1 或-1 和 1, 则在开盘需进行两次交易, 先平仓原有头寸后反向开仓。

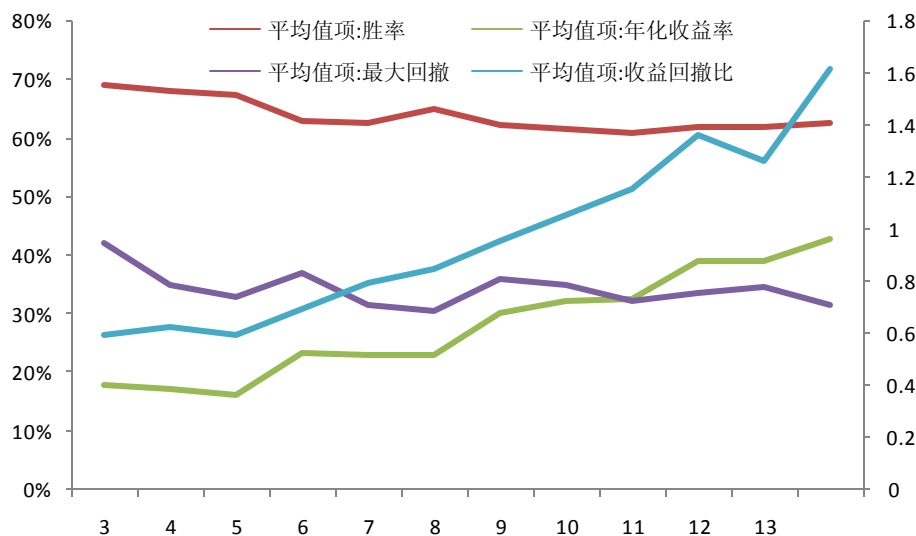
为了便于区别, 我们采用三种交易方式进行比较。

- Tradetype0: 允许做空指数, 不考虑交易成本, 和融券成本。

- Tradetype1: 允许做空指数, 单边交易成本 1.5‰, 融券成本为年化 8.8%。
- Tradetype2: 只允许做多, 单边交易成本 1.5‰。

首先, 我们以所有训练集样本来优化参数 n , 在此过程中的交易方式为 Tradetype0。从图 2 我们可以看出, 随着 n 的增大, 年化收益率和收益回撤比呈上升趋势, 最大回撤和胜率呈下降趋势。如果以收益回撤比来评价, n 的最优取值为 14。这也说明了从当状态分类越细, 对趋势的分类越准确, 从而提高了收益率, 虽然略微降低了胜率, 但同时降低了最大回撤, 提高了收益回撤比。当 n 越大的时候, 理论上单因子模型的复杂度将线性增加, 但实际操作中时间复杂度近似指数增加 ($n = 2, 4, 8, 16$ 分别用时 0.196 秒、1.04 秒、6.13 秒、63.5 秒), 因此我们限制 n 的最大值为 14。

图 2: 2000/1/4-2013/4/19 样本内随 n 增大各指标变化趋势



数据来源: 东北证券

接下来我们要选取最佳的观测指标, 实现样本内收益回撤比最大。我们采用 4-折交叉验证, 我们得到 4 段样本内训练集和 12 段样本外验证集。我们要在 12 段验证集中分别选取最优的观测指标。通过对 12 段样本外的收益回撤比排序, 平均排名靠前的是 RSI 和 RETURN; 平均最大回撤最小的是 PVT 和 VMA; 平均收益回撤比最大的是 RETURN 和 VMA; 平均胜率最高的是 PVT 和 high。

表 2: 12 段样本外平均表现

技术指标	排名	技术指标	最大回撤	技术指标	收益回撤比	技术指标	平均胜率
RSI	178	PVT	0.32%	RETURN	6.30	PVT	87.50%
RETURN	142	VMA	0.58%	VMA	4.43	high	66.67%
DPO	126	TAPI	1.18%	PVT	3.77	WVAD	60.31%
BIAS	126	VSTD	1.57%	RSI	3.54	PRICEOSC	56.44%
vol_ratio	122	high	9.06%	SRMI	3.04	slowKD	55.29%
SI	122	SOBV	11.04%	SI	2.95	ROC	54.57%
MTM	76	MTM	12.83%	MTM	2.56	MTM	54.53%
SRMI	70	VMACD	13.42%	DPO	2.47	DPO	54.51%
ROC	64	ATR	13.76%	TAPI	2.29	ATR	54.37%
CCI	52	BIAS	14.27%	vol_ratio	2.23	CCI	54.25%

数据来源: 东北证券

3. 基于日收益率的 HMM 上证指数择时策略

从表 2 我们可以看到日收益率 RETURN 这一指标的样本外平均收益回撤比最高，因此我们选取 RETURN 作为观测变量，从而决定了以 RETURN 作为因子的 HMM 指数择时模型。下面我们将前四段数据合成一段作为训练集进行样本内训练，第五段测试集进行回测。

3.1. 样本内参数训练

由于 n 取值为 14, 即有 14 个隐状态, 我们标记为状态 **0~13**。样本区间为 2000/1/4 至 2013/4/19。

首先, 将区间内日收益率作为输入变量进行模型训练, 输出的参数为:

转移概率矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.03 & 0 & 0.37 & 0 & 0 & 0.29 & 0.03 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0.14 & 0 & 0.1 & 0.34 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.25 & 0.29 & 0 & 0.46 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 & 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0.01 & 0 & 0 & 0.65 & 0 & 0 & 0.14 \\ 0.12 & 0.04 & 0.01 & 0 & 0.13 & 0.49 & 0 & 0 & 0 & 0.17 & 0 & 0 & 0.05 & 0 \\ 0.01 & 0.14 & 0.01 & 0 & 0.22 & 0.09 & 0 & 0.35 & 0 & 0.11 & 0.02 & 0 & 0.04 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.91 & 0 & 0 & 0.06 & 0 & 0.03 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.31 & 0.01 & 0.02 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.22 & 0 & 0.31 & 0 & 0.13 & 0 & 0 \\ 0 & 0.21 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 0 & 0.58 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.09 & 0 & 0 & 0 & 0.37 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.54 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.79 & 0.11 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1 & 0 & 0 & 0.17 & 0 & 0.73 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 & 0 & 0 & 0 & 0.08 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.01 & 0.91 \end{pmatrix}$$

观测概率分布中每个状态均服从正态分布, 具体参数见表 3。

表 3: 样本内观测变量状态的均值和方差

状态	均值(%)	方差(%)
0	-0.04	0.0011
1	2.44	0.0156
2	-3.32	0.0105
3	1.39	0.0273
4	-1.41	0.0052
5	0.33	0.0021
6	-1.13	0.1021
7	1.32	0.0055
8	8.59	0.0075
9	-0.13	0.0040
10	-1.37	0.0284
11	0.33	0.0022
12	-0.98	0.0028
13	0.72	0.0140

数据来源: 东北证券

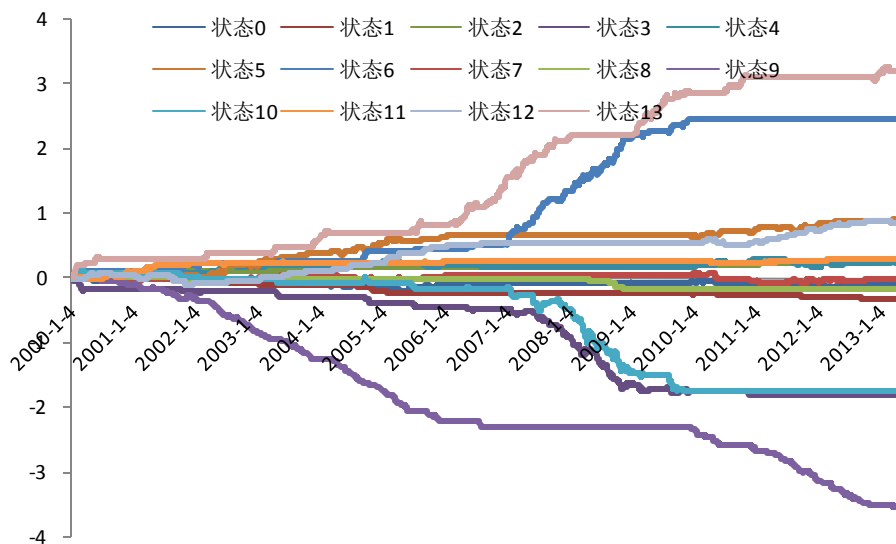
初始概率分布:

$$\pi = (0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0)$$

3.2. 样本内结果分析

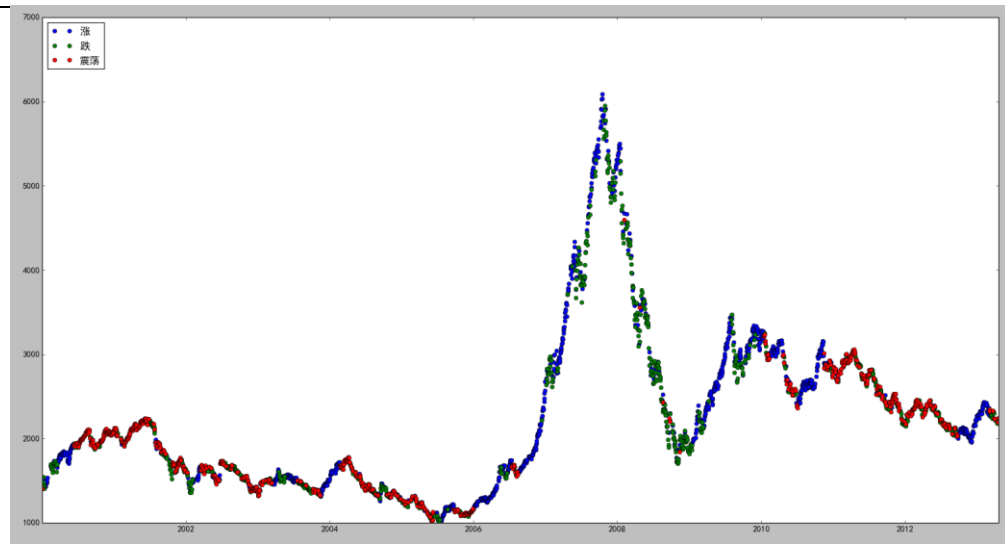
为了更直观的对比不同曲线的差异，我们将每个状态的多头策略净值取对数。根据图 3 的多头策略净值可以看出“涨”包含状态 13、状态 6、状态 5 和状态 12，“跌”包含状态 9，状态 3、状态 10 和状态 1，其余则为震荡。最后，我们以“涨”、“跌”和“震荡”三个类别替代原有的 14 种状态，并以 1、-1 和 0 表示。图 4 呈现了样本内三种状态对应的散点图。

图 3: 上证择时样本内状态 0-13 的多头策略对数净值曲线



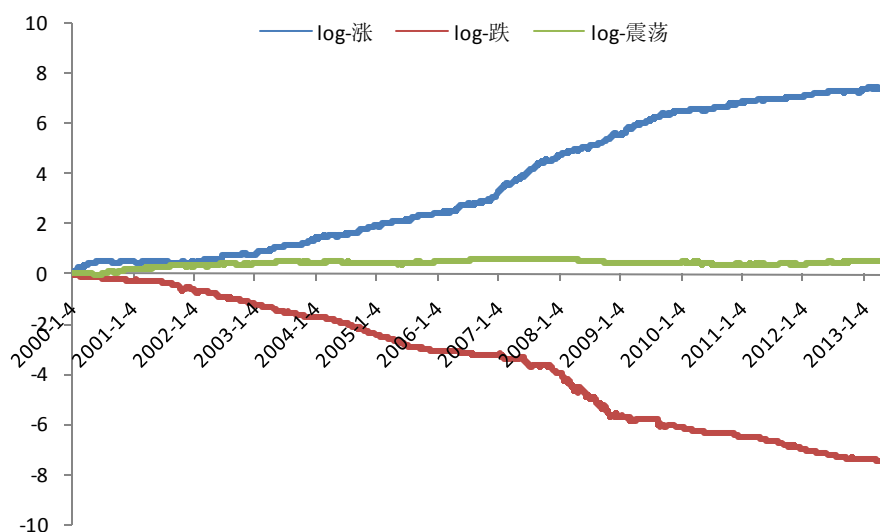
数据来源：东北证券

图 4: 上证择时样本内“涨”、“跌”和“震荡”对应的散点图



数据来源：东北证券

图 5: 上证择时样本内“涨”、“跌”和“震荡”对应的多头策略对数净值曲线



数据来源: 东北证券

下面我们举 2002-2004 年这段时间为例对策略表现情况进行梳理, 交易方式为 Tradetype0, 请见图 6-7 和表 4。在 2002-2004 年间, 一共发出多空信号累计 282 次, 即完整的买卖 141 次, 平均每 5.11 天完成一次买卖。其中, 多空胜率 85.11%, 年化收益率 298.13%, 年化波动率 18.62%, 夏普比和收益回撤比高达 16.01 和 27.59, 累计净值达 17.93。但指数同期跌幅 23.05%, 振幅 31.81%, 呈现一段震荡慢熊行情。期间, 我们模型中空仓的时间比例约为 30%, 多空持仓时间各占 35%。大部分时候我们模型给出的信号仍是快进快出, 通过多次交易次数但薄利润的方式盈利。不过我们还是抓住了为数不多的几个趋势, 尤其在 04 年前后指结束下跌, 迎来一波短期的牛市(见图 6), 我们的模型也顺利的抓住了一个拐点, 从而基本上分享了这一波反弹带来的收益。模型在 2003 年 11 月 13 日这样一个短期最低点 1307 点之后第二个交易日发出买入信号, 一直持有, 并随后在 2004 年 2 月 23 日高位首次发出了震荡信号, 同时空仓。随后指数虽然震荡上涨了一段, 但在 4 月 8 日到达短期的最高点 1783 点随后开始下跌(见图 7), 并在 2005 年 6 月 6 日达到 2000 年以来的最低点 998 点。

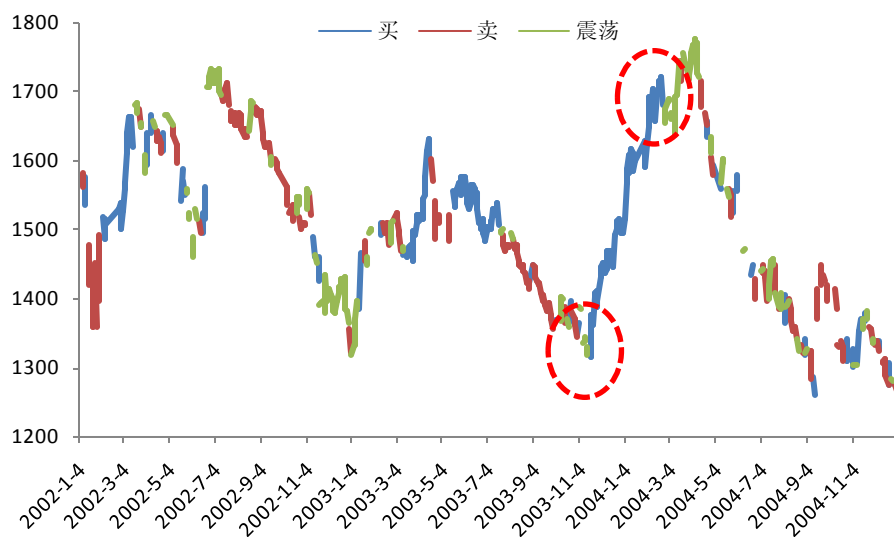
表 4: 上证择时 2002/1/4-2004/12/31 交易结果统计

	Tradetype0	多	空
年化收益率: %	298.13		
年化波动率: %	18.62		
夏普比	16.01		
最大回撤: %	10.81		
收益回撤比	27.59		
累计净值: 倍	17.93		
交易次数: 次	141	67	74
交易频率: 天/次	5.11	10.76	9.74
平均盈利(多/空): %	2.79	3.1	2.54
平均亏损(多/空): %	-1.91	-1.66	-2.32
盈亏比(多/空)	1.46	1.86	1.09
赔率(多/空)	2.46	2.86	2.09
胜率(多/空): %	85.11	80.60	89.19

胜率*赔率(多/空)	2.09	2.31	1.86
单次期望盈利(多/空): %	2.09	2.18	2.01
单次最大盈利(多/空): %	25.94	25.94	7.35
单次最大亏损(多/空): %	-7.30	-3.59	-7.30

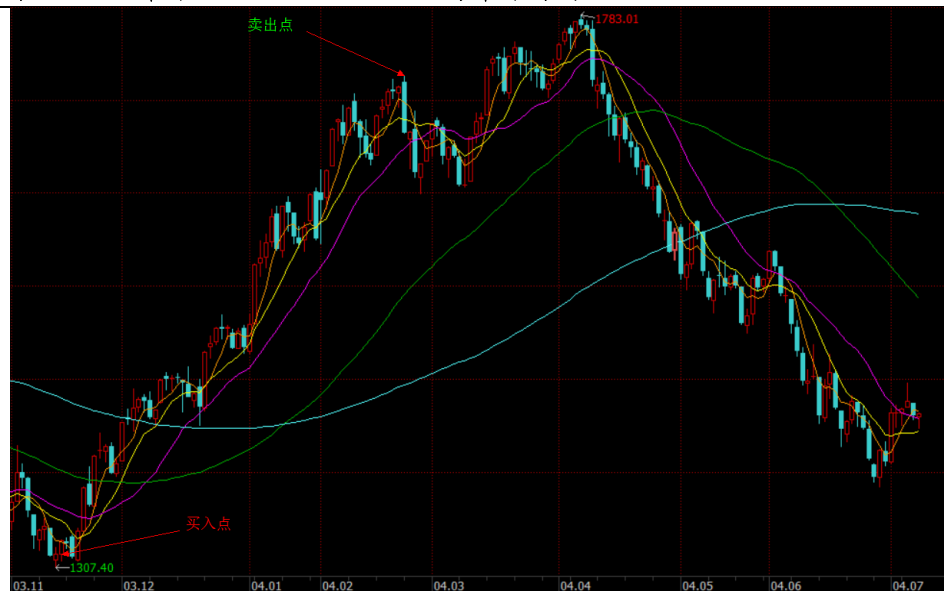
数据来源: 东北证券

图 6: 上证择时 2002/1/4-2004/12/31 择时图例 1



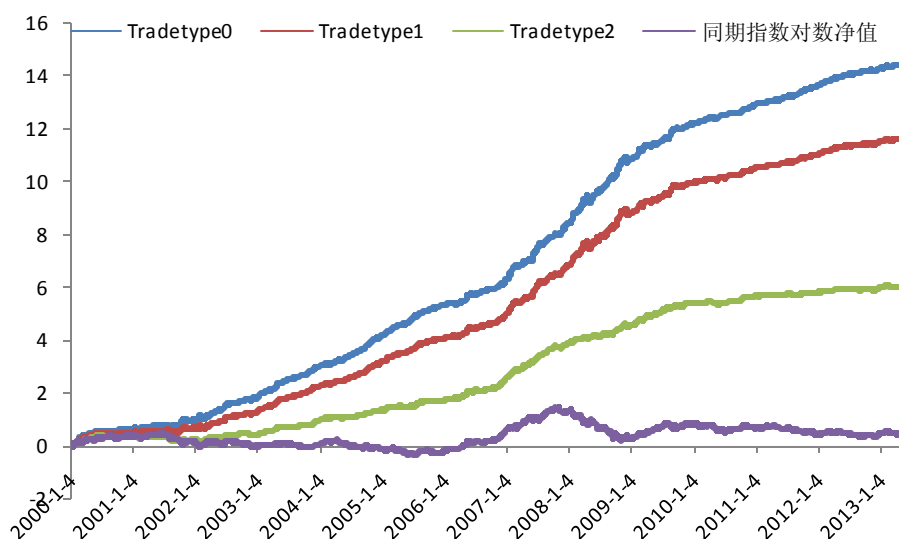
数据来源: 东北证券

图 7: 上证择时 2002/1/4-2004/12/31 的择时图例 2



数据来源: 东北证券, Wind

图 8: 上证择时样本内三种交易方式的对数净值曲线



数据来源: 东北证券

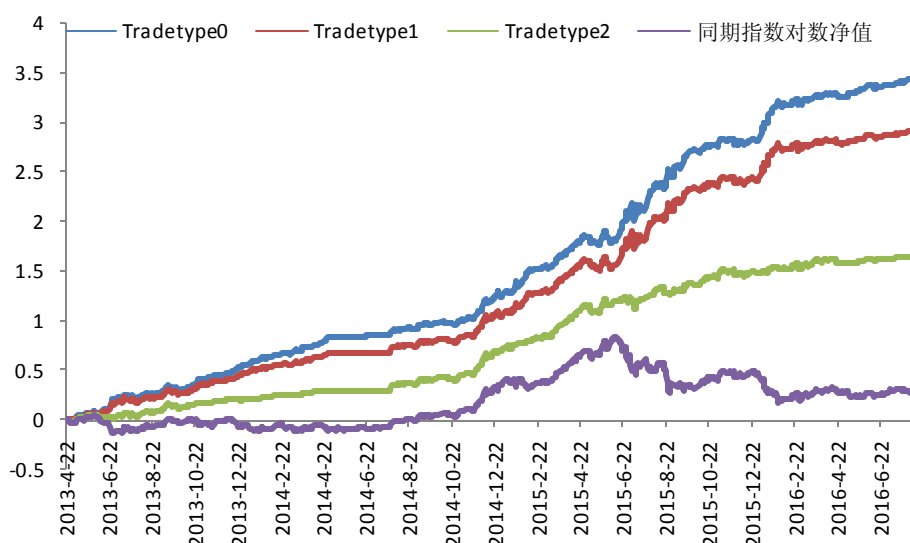
表 5: 上证择时样本内三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	346(346/0)	717(346/371)	717(346/371)
交易频率(多/空): 天/次	9.29(9.29/0)	4.48(9.29/8.66)	4.48(9.29/8.66)
年化收益率: %	63.06	147.08	200.32
年化波动率: %	17.64	24.46	24.57
夏普比	3.58	6.01	8.15
最大回撤: %	12.57	27.85	26.37
收益回撤比	5.02	5.28	7.60
平均盈利(多/空): %	3.26(3.26/0)	2.9(2.26/2.57)	3.13(3.45/2.85)
平均亏损(多/空): %	-1.89(-1.89/0)	-2.16(-1.89/-2.46)	-2.16(-1.81/-2.57)
盈亏比(多/空)	1.73(1.73/0)	1.34(1.73/1.05)	1.45(1.9/1.11)
赔率(多/空)	2.73(2.73/1)	2.34(2.73/2.05)	2.45(2.9/2.11)
胜率(多/空): %	74.28(74.28/0)	76.15(74.28/77.9)	79.5(77.17/8.67)
胜率*赔率(多/空)	2.03(2.03/0)	1.78(2.03/1.59)	1.95(2.24/1.72)
单次期望盈利(多/空): %	1.94(1.94/0)	1.69(1.94/1.46)	2.04(2.25/1.86)
单次最大盈利(多/空): %	41.15(41.15/0)	41.15(41.15/13.09)	41.58(41.58/13.5)
单次最大亏损(多/空): %	-7.19(-7.19/0)	-15.38(-7.19/-15.38)	-15.05(-6.91/-15.05)
累计净值: 倍	510.01	102009.16	1228176.53

数据来源: 东北证券

3.3. 样本外回测结果

图 9: 上证择时样本外三种交易方式的对数净值曲线



数据来源: 东北证券

表 6: 上证择时样本外三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	64(64/0)	138(64/74)	138(64/74)
交易频率(多/空): 天/次	12.56(12.56/0)	5.83(12.56/10.86)	5.83(12.56/10.86)
年化收益率: %	67.45	147.75	188.25
年化波动率: %	19.17	28.12	28.23
夏普比	3.52	5.25	6.67
最大回撤: %	10.22	17.51	16.93
收益回撤比	6.60	8.44	11.12
平均盈利(多/空): %	3.94(3.94/0)	3.68(3.94/3.42)	3.86(4.1/3.62)
平均亏损(多/空): %	-1.74(-1.74/0)	-1.88(-1.74/-1.96)	-1.81(-1.75/-1.85)
盈亏比(多/空)	2.26(2.26/0)	1.95(2.26/1.74)	2.13(2.35/1.96)
赔率(多/空)	3.26(3.26/1)	2.95(3.26/2.74)	3.13(3.35/2.96)
胜率(多/空): %	79.69(79.69/0)	73.91(79.69/68.92)	77.54(82.81/72.97)
胜率*赔率(多/空)	2.6(2.6/0)	2.8(2.6/1.8)	2.43(2.77/2.16)
单次期望盈利(多/空): %	2.79(2.79/0)	2.23(2.79/1.75)	2.59(3.1/2.14)
单次最大盈利(多/空): %	37.7(37.7/0)	37.7(37.7/19.52)	38.11(38.11/19.99)
单次最大亏损(多/空): %	-8.34(-8.34/0)	-8.34(-8.34/-6.64)	-8.06(-8.06/-6.29)
累计净值	5.18	18.08	29.3

数据来源: 东北证券

3.4. 小结

我们认为, 基于日收益率的 HMM 择时模型之所以具备如此高的收益率和高胜率, 是因为其具备形态识别和自动切换策略的能力。对于趋势市, 模型和许多动量策略一样在抓住趋势的情况下降低交易频率, 尽可能的分享整个趋势带来的收益; 而在震荡市, 模型则靠提高交易次数、提高盈亏比和胜率的方式去博取短期甚至超短期的收益。虽然其他动量模型也都能在趋势的时候有非凡的表现, 但在震荡市的时候动量模型则表现不佳甚至亏损; 而反转模型虽然在震荡市中表现出色, 却在趋势市中收效甚微。我们的模型就兼顾了趋势和震荡, 在震荡市里我们通过提高换手

率以“薄利多销”的方式赚取短期收益，但同时又有足够的耐心等待机会抓住真正的反弹机会，从而赢得更大的收益。

最后，我们总结和评价三种交易方式的结果。

- (1) 传统的择时策略大都以 Tradetype0 的方式交易，即只关心择时信号的胜率 and 夏普比、收益回撤比等指标，而忽略交易成本。这在交易次数不多、频率不高的情况下是勉强可以接受的。在我们的模型中，如不考虑其他成本，则策略在 13 年半的时间内累计净值接近 123 万倍，年化收益率高达 200%，更难得的是在 717 次多空交易的情形下胜率接近 80%，收益回撤比近 8 倍，夏普比超 8 倍，策略的盈利能力毋庸置疑。
- (2) 当交易频率达到平均 3-4 天交易 1 次的时候，这个手续费就不能再忽略了。Tradetype1 考虑单边交易成本 1.5‰和融券利率年化 8.8%，则策略年化收益率缩水 1/3 至 147%，累计净值则缩水到 10 万倍，胜率小幅下降至 76%。从中我们可以看出手续费对交易结果影响巨大，因此交易成本在我们的模型中必须考虑，而且由于净值的提升非常快，在实际操作中往往不能实现复利。在后续报告中，我们还会继续修正这部分的误差，同时考虑对市场的流动性冲击成本、滑点等。
- (3) Tradetype2 在不允许做空的情况下，策略净值下降至 510 倍，不到原来的净值的 0.4%，年化收益率下降至 67%，但胜率仍保持在 75% 左右。在 A 股市场难以做空的前提下，多头策略表现明显不如空头，但这个纯多头策略的收益已经逐渐回归合理水平，更加符合实际情况。然而，对于基于日度进行择时的策略而言，胜率在长期保持在七成之上，收益回撤比和夏普比均在 3 之上已经是非常难得了。
- (4) 与样本内进行对比，我们发现样本外的结果相当的稳定，胜率依然保持在七成以上，由于时间相对较短，仅三年半不到的时间，所以策略的最大回撤并不大。夏普比均大于 6，纯多头策略的 Tradetype2 净值也有 5.18 倍。

从上证指数的择时策略结果来看，HMM 是一个非常优秀的择时模型，因为其具备了择时模型最关键的两个因素，胜率和收益(盈亏比)。如果应用在期货市场，那么高频交易是其一个不错的应用。即使是股票市场的交易，平均一周一次的换手也是完全可以接受的。最后我们统计了上证指数择时策略历年表现。对于最符合实际情况的交易方式 Tradetype2，可以看到，除了 2002 年胜率 50%，2013 年仅有一次交易但小幅亏损外，其他年份的胜率均大于 60%。从样本外的结果来看，纯多头策略的年度胜率并无显著下降，也支持了策略的有效性。

表 7: 上证指数择时全样本 Tradetype2 交易统计

	交易次数	胜率	年化收益率	年化波动率	最大回撤	收益回撤比	Sharpe ratio	策略净值
2000	11	72.73%	54.02%	14.96%	7.71%	7.00	3.61	1.51
2001	3	66.67%	7.63%	5.22%	1.18%	6.48	1.46	1.07
2002	6	50.00%	10.65%	8.64%	2.80%	3.81	1.23	1.10
2003	4	75.00%	12.02%	5.62%	1.55%	7.77	2.14	1.11
2004	9	100.00%	27.68%	11.00%	3.07%	9.01	2.52	1.27
2005	8	75.00%	24.59%	10.56%	5.00%	4.92	2.33	1.24
2006	8	62.50%	147.78%	19.72%	7.09%	20.85	7.49	2.38
2007	41	82.93%	281.78%	24.55%	10.08%	27.95	11.48	3.62
2008	68	60.29%	92.07%	26.13%	8.77%	10.50	3.52	1.89
2009	33	78.79%	166.31%	20.64%	5.95%	27.94	8.06	2.58
2010	3	66.67%	20.00%	15.39%	8.87%	2.26	1.30	1.19

2011	3	66.67%	4.63%	7.99%	5.22%	0.89	0.58	1.04
2012	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%			1.00
2013	1	0.00%	-1.04%	1.22%	1.28%	-0.81	-0.85	0.99
2014	3	100.00%	53.99%	13.30%	5.43%	9.94	4.06	1.52
2015	31	74.19%	115.32%	26.49%	10.22%	11.28	4.35	2.10
2016	10	70.00%	23.93%	16.17%	6.41%	3.73	1.48	1.15

数据来源：东北证券

表 8: 上证指数择时全样本 Tradetype1 交易统计

	交易次数	胜率	年化收益率	年化波动率	最大回撤	收益回撤比	Sharpe ratio	策略净值
2000	35	62.86%	55.20%	19.25%	9.05%	6.10	2.87	1.52
2001	32	71.88%	54.70%	15.69%	6.75%	8.10	3.49	1.52
2002	36	80.56%	80.07%	17.81%	8.68%	9.22	4.50	1.74
2003	33	72.73%	35.80%	12.40%	4.82%	7.43	2.89	1.34
2004	49	79.59%	80.84%	16.25%	5.07%	15.95	4.98	1.77
2005	44	81.82%	66.44%	15.23%	5.11%	13.00	4.36	1.63
2006	16	56.25%	157.45%	20.35%	8.42%	18.71	7.74	2.47
2007	73	68.49%	360.17%	29.66%	12.88%	27.95	12.14	4.33
2008	135	60.74%	280.19%	41.76%	24.50%	11.44	6.71	3.68
2009	57	77.19%	247.15%	26.39%	11.17%	22.12	9.36	3.34
2010	21	76.19%	64.87%	18.13%	9.28%	6.99	3.58	1.62
2011	39	66.67%	32.10%	14.32%	7.84%	4.09	2.24	1.31
2012	37	64.86%	9.38%	11.71%	7.89%	1.19	0.80	1.09
2013	34	70.59%	38.25%	12.95%	6.54%	5.84	2.95	1.36
2014	16	87.50%	76.65%	15.03%	5.43%	14.12	5.10	1.74
2015	55	72.73%	253.07%	35.60%	16.78%	15.08	7.11	3.39
2016	25	64.00%	35.76%	23.80%	8.08%	4.42	1.50	1.22

数据来源：东北证券

表 9: 上证指数择时全样本 Tradetype0 交易统计

	交易次数	胜率	年化收益率	年化波动率	最大回撤	收益回撤比	Sharpe ratio	策略净值
2000	35	62.86%	77.78%	19.27%	7.75%	10.04	4.04	1.73
2001	32	71.88%	76.60%	15.60%	6.41%	11.96	4.91	1.72
2002	36	86.11%	109.92%	17.93%	7.83%	14.03	6.13	2.01
2003	33	75.76%	57.21%	12.41%	3.88%	14.75	4.61	1.54
2004	49	81.63%	117.85%	16.36%	4.05%	29.10	7.20	2.12
2005	44	84.09%	96.85%	15.30%	4.71%	20.56	6.33	1.92
2006	16	56.25%	172.09%	20.28%	7.56%	22.78	8.48	2.60
2007	73	69.86%	485.30%	30.05%	11.07%	43.83	16.15	5.46
2008	135	68.15%	492.60%	41.88%	23.61%	20.86	11.76	5.68
2009	57	80.70%	317.96%	26.55%	10.47%	30.37	11.97	3.99
2010	21	76.19%	79.16%	18.14%	8.43%	9.40	4.36	1.75
2011	39	71.79%	53.94%	14.30%	5.91%	9.13	3.77	1.52
2012	37	67.57%	28.21%	11.58%	6.72%	4.20	2.44	1.27
2013	34	73.53%	60.42%	12.91%	5.48%	11.02	4.68	1.56
2014	16	87.50%	89.96%	14.91%	5.43%	16.57	6.04	1.87

2015	55	78.18%	322.65%	35.90%	16.22%	19.89	8.99	4.04
2016	25	64.00%	56.92%	24.03%	7.51%	7.58	2.37	1.35

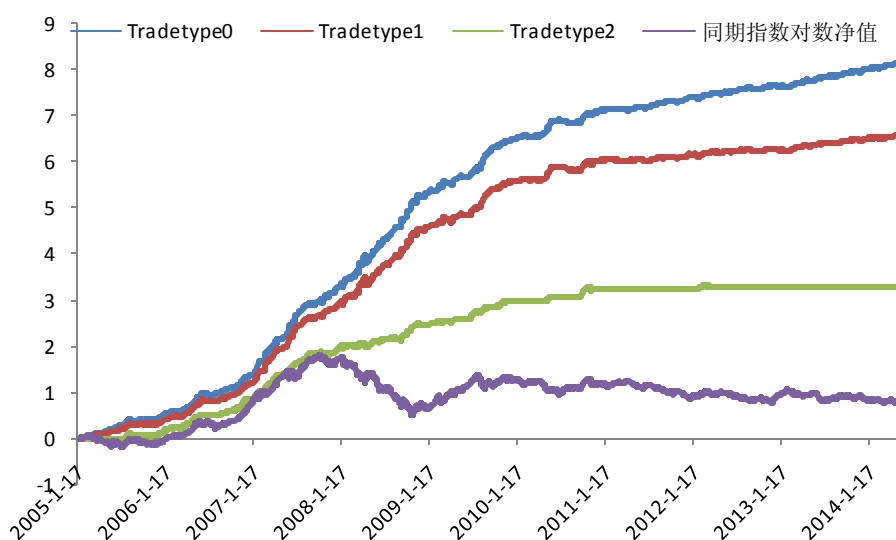
数据来源：东北证券

4. 基于其他指数日收益率的 HMM 择时策略

上一节我们以上证指数日收益率为观测变量，运用高斯 HMM 模型进行了择时信号的判断，样本内和样本外均得到非常好的效果。那么对于同样是日收益率数据，应用于其他主流的市场指数效果又如何呢？下面我们将以沪深 300 指数、中证 500 指数和上证 50 指数为代表进行回测比较和分析。选取这些代表性的指数的另一个原因是考虑这些指数有对应的指数期货，做空时可以考虑做空期货。选取 2005/1/4 至今的数据作为全样本集，将前 80% 的样本(2005/1/4-2014/5/15)作为训练集，后 20% 的样本(2014/5/16-2016/9/2)作为测试集，观测变量为日收益率序列。

4.1. 沪深 300 指数

图 10: 沪深 300 择时样本内三种交易方式的对数净值曲线



数据来源：东北证券

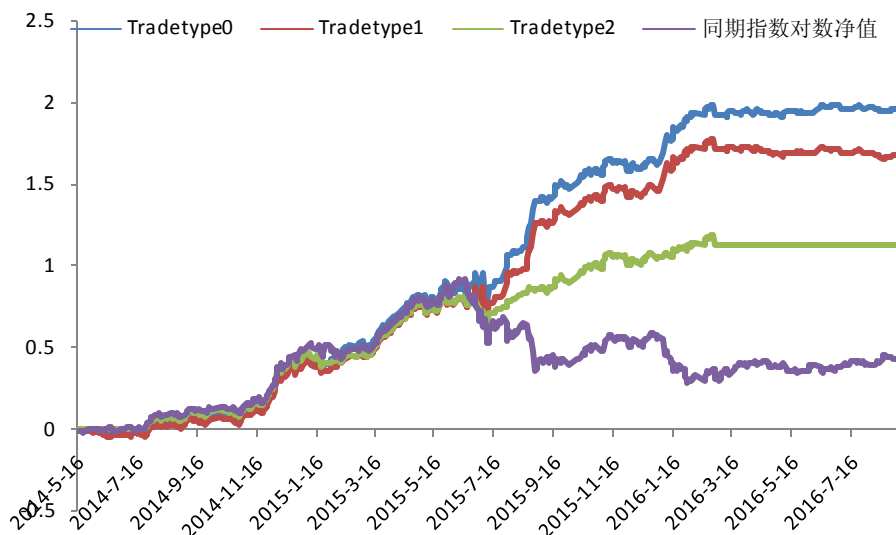
表 10: 沪深 300 择时样本内三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	135(135/0)	467(135/332)	467(135/332)
交易频率(多/空): 天/次	16.75(16.75/0)	4.84(16.75/6.81)	4.84(16.75/6.81)
年化收益率: %	64.8	116.88	159.19
年化波动率: %	18.29	23.41	23.57
夏普比	3.54	4.99	6.75
最大回撤: %	11.34	16.01	15.57
收益回撤比	5.71	7.30	10.22
平均盈利(多/空): %	5.87(5.87/0)	3.28(5.87/2.09)	3.47(6/2.34)
平均亏损(多/空): %	-1.77(-1.77/0)	-1.59(-1.77/-1.54)	-1.41(-1.6/-1.34)
盈亏比(多/空)	3.32(3.32/0)	2.05(3.32/1.36)	2.47(3.74/1.74)
赔率(多/空)	4.32(4.32/1)	3.05(4.32/2.36)	3.47(4.74/2.74)
胜率(多/空): %	71.11(71.11/0)	65.52(71.11/63.25)	68.74(73.33/66.87)
胜率*赔率(多/空)	3.07(3.07/0)	2(3.07/1.49)	2.38(3.48/1.84)

单次期望盈利(多/空): %	3.66(3.66/0)	1.6(3.66/0.76)	1.94(3.97/1.12)
单次最大盈利(多/空): %	45.2(45.2/0)	45.2(45.2/10.09)	45.64(45.64/10.46)
单次最大亏损(多/空): %	-9.05(-9.05/0)	-9.05(-9.05/-6.21)	-8.77(-8.77/-5.89)
累计净值: 倍	88.43	1038.94	5142.12

数据来源: 东北证券

图 11: 沪深 300 择时样本外三种交易方式的对数净值曲线



数据来源: 东北证券

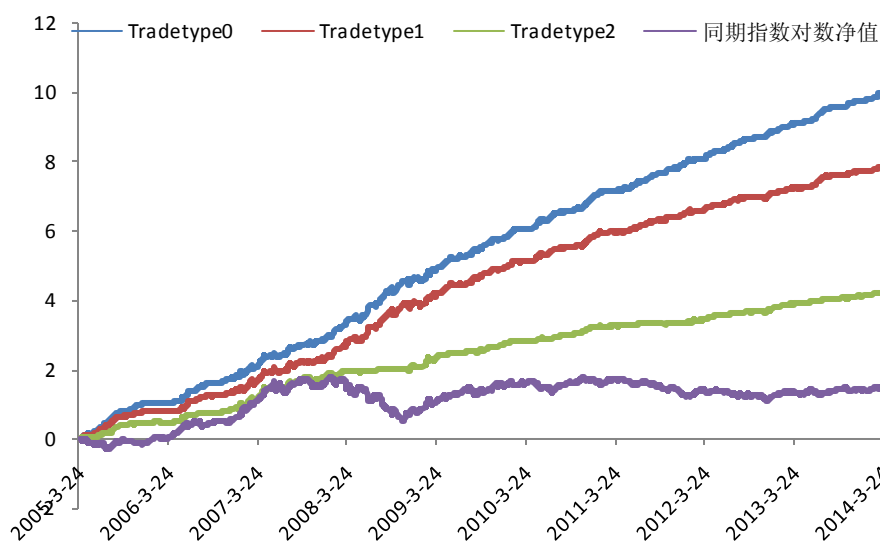
表 11: 沪深 300 择时样本外三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	35(35/0)	86(35/51)	86(35/51)
交易频率(多/空): 天/次	16.26(16.26/0)	6.62(16.26/11.16)	6.62(16.26/11.16)
年化收益率: %	61.43	109.73	137.68
年化波动率: %	21.28	27.93	28.09
夏普比	2.89	3.93	4.90
最大回撤: %	18.8	17.18	16.21
收益回撤比	3.27	6.39	8.49
平均盈利(多/空): %	5.62(5.62/0)	4.37(5.62/3.17)	4.28(5.94/2.96)
平均亏损(多/空): %	-3.02(-3.02/0)	-1.58(-3.02/-1.08)	-1.59(-2.73/-1.06)
盈亏比(多/空)	1.86(1.86/0)	2.76(1.86/2.92)	2.69(2.17/2.81)
赔率(多/空)	2.86(2.86/1)	3.76(2.86/3.92)	3.69(3.17/3.81)
胜率(多/空): %	77.14(77.14/0)	63.95(77.14/54.9)	70.93(77.14/66.67)
胜率*赔率(多/空)	2.21(2.21/0)	2.4(2.21/2.15)	2.62(2.45/2.54)
单次期望盈利(多/空): %	3.65(3.65/0)	2.22(3.65/1.25)	2.57(3.96/1.62)
单次最大盈利(多/空): %	44.36(44.36/0)	44.36(44.36/16.92)	44.79(44.79/17.35)
单次最大亏损(多/空): %	-8.35(-8.35/0)	-8.35(-8.35/-2.43)	-8.07(-8.07/-2.1)
累计净值: 倍	3.08	5.71	7.66

数据来源: 东北证券

4.2. 中证 500 指数

图 12: 中证 500 择时样本内三种交易方式的对数净值曲线



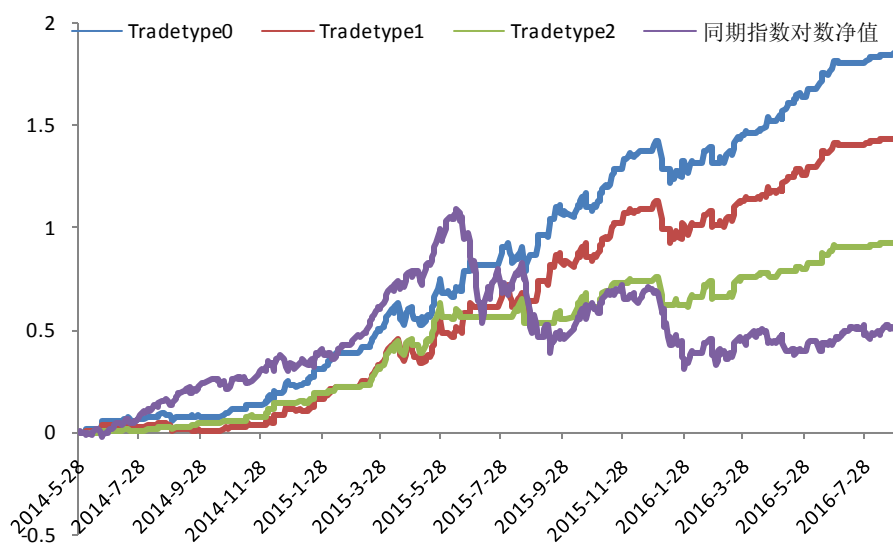
数据来源: 东北证券

表 12: 中证 500 择时样本内三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	311(311/0)	646(311/335)	646(311/335)
交易频率(多/空): 天/次	7.16(7.16/0)	3.45(7.16/6.65)	3.45(7.16/6.65)
年化收益率: %	62.05	146.48	212.95
年化波动率: %	16.12	24.8	24.93
夏普比	3.85	5.91	8.54
最大回撤: %	11.76	15.85	15.34
收益回撤比	5.28	9.24	13.88
平均盈利(多/空): %	2.38(2.38/0)	2.55(2.38/2.73)	2.66(2.46/2.89)
平均亏损(多/空): %	-0.95(-0.95/0)	-1.17(-0.95/-1.31)	-1.04(-0.91/-1.11)
盈亏比(多/空)	2.51(2.51/0)	2.19(2.51/2.08)	2.56(2.7/2.6)
赔率(多/空)	3.51(3.51/1)	3.19(3.51/3.08)	3.56(3.7/3.6)
胜率(多/空): %	71.38(71.38/0)	65.79(71.38/60.6)	71.52(78.46/65.07)
胜率*赔率(多/空)	2.51(2.51/0)	2.1(2.51/1.87)	2.55(2.9/2.34)
单次期望盈利(多/空): %	1.43(1.43/0)	1.28(1.43/1.14)	1.61(1.73/1.49)
单次最大盈利(多/空): %	24.53(24.53/0)	24.53(24.53/17.02)	24.91(24.91/17.66)
单次最大亏损(多/空): %	-8.34(-8.34/0)	-8.34(-8.34/-6.18)	-8.06(-8.06/-5.86)
累计净值: 倍	71.37	2909.74	24022.65

数据来源: 东北证券

图 13: 中证 500 择时样本外三种交易方式的对数净值曲线



数据来源: 东北证券

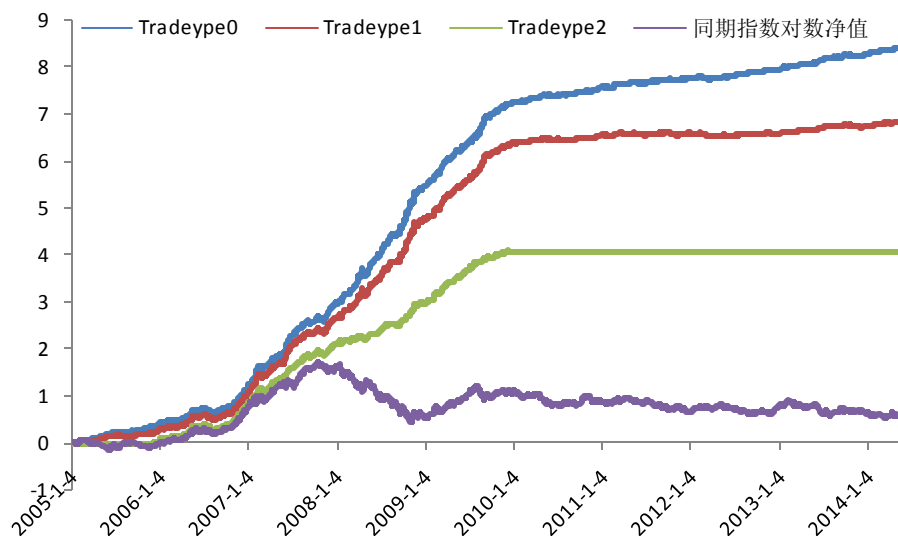
表 13: 中证 500 择时样本外三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	61(61/0)	131(61/70)	131(61/70)
交易频率(多/空): 天/次	9.15(9.15/0)	4.26(9.15/7.97)	4.26(9.15/7.97)
年化收益率: %	51.55	90.53	131.14
年化波动率: %	19.41	26.16	26.32
夏普比	2.66	3.46	4.98
最大回撤: %	13.15	18.82	18.45
收益回撤比	3.92	4.81	7.11
平均盈利(多/空): %	2.52(2.52/0)	2.66(2.52/2.84)	2.72(2.63/2.84)
平均亏损(多/空): %	-2.17(-2.17/0)	-1.73(-2.17/-1.56)	-1.79(-2.93/-1.46)
盈亏比(多/空)	1.16(1.16/0)	1.54(1.16/1.82)	1.52(0.9/1.94)
赔率(多/空)	2.16(2.16/1)	2.54(2.16/2.82)	2.52(1.9/2.94)
胜率(多/空): %	80.33(80.33/0)	65.65(80.33/52.86)	72.52(86.89/60)
胜率*赔率(多/空)	1.74(1.74/0)	1.67(1.74/1.49)	1.83(1.65/1.77)
单次期望盈利(多/空): %	1.6(1.6/0)	1.15(1.6/0.77)	1.48(1.9/1.12)
单次最大盈利(多/空): %	18.38(18.38/0)	18.38(18.38/10.72)	18.74(18.74/11.19)
单次最大亏损(多/空): %	-12.76(-12.76/0)	-12.76(-12.76/-6.17)	-12.5(-12.5/-5.82)
累计净值	2.51	4.17	6.39

数据来源: 东北证券

4.3. 上证 50 指数

图 14: 上证 50 择时样本内三种交易方式的对数净值曲线



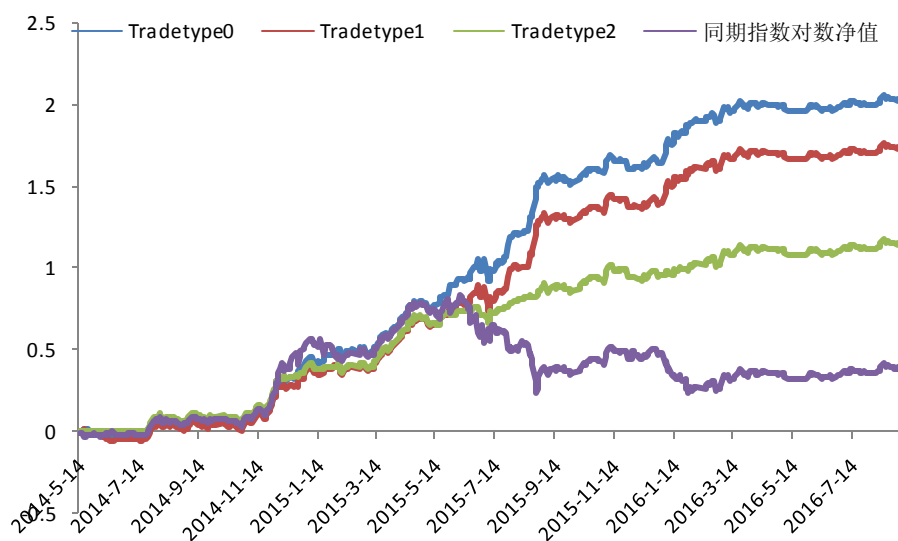
数据来源: 东北证券

表 14: 上证 50 择时样本内三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	132(132/0)	479(132/347)	479(132/347)
交易频率(多/空): 天/次	17.18(17.18/0)	4.73(17.18/6.54)	4.73(17.18/6.54)
年化收益率: %	57.37	114.06	154.95
年化波动率: %	16.93	21.88	22.17
夏普比	3.39	5.21	6.99
最大回撤: %	14.17	15.27	14.83
收益回撤比	4.05	7.47	10.45
平均盈利(多/空): %	4.8(4.8/0)	2.68(4.8/1.76)	2.85(4.98/1.97)
平均亏损(多/空): %	-1.56(-1.56/0)	-1.28(-1.56/-1.2)	-1.15(-1.42/-1.07)
盈亏比(多/空)	3.08(3.08/0)	2.1(3.08/1.47)	2.49(3.51/1.85)
赔率(多/空)	4.08(4.08/1)	3.1(4.08/2.47)	3.49(4.51/2.85)
胜率(多/空): %	77.27(77.27/0)	70.56(77.27/68.01)	74.95(79.55/73.2)
胜率*赔率(多/空)	3.16(3.16/0)	2.19(3.16/1.68)	2.61(3.59/2.09)
单次期望盈利(多/空): %	3.36(3.36/0)	1.52(3.36/0.82)	1.85(3.67/1.16)
单次最大盈利(多/空): %	45.79(45.79/0)	45.79(45.79/10.16)	46.23(46.23/10.57)
单次最大亏损(多/空): %	-7.89(-7.89/0)	-7.89(-7.89/-3.81)	-7.61(-7.61/-3.48)
累计净值: 倍	59.18	943.59	4551

数据来源: 东北证券

图 15: 上证 50 择时样本外三种交易方式的对数净值曲线



数据来源: 东北证券

表 15: 上证 50 择时样本外三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	45(45/0)	89(45/44)	89(45/44)
交易频率(多/空): 天/次	12.62(12.62/0)	6.38(12.62/12.91)	6.38(12.62/12.91)
年化收益率: %	66.5	116.7	146.08
年化波动率: %	20.59	26.62	26.74
夏普比	3.23	4.38	5.46
最大回撤: %	9.66	14.07	13.07
收益回撤比	6.88	8.30	11.18
平均盈利(多/空): %	4.03(4.03/0)	3.62(4.03/3.12)	3.66(4.1/3.14)
平均亏损(多/空): %	-1.34(-1.34/0)	-1.19(-1.34/-1.09)	-1.09(-1.27/-0.96)
盈亏比(多/空)	3.01(3.01/0)	3.04(3.01/2.87)	3.35(3.22/3.28)
赔率(多/空)	4.01(4.01/1)	4.04(4.01/3.87)	4.35(4.22/4.28)
胜率(多/空): %	71.11(71.11/0)	65.17(71.11/59.09)	70.79(75.56/65.91)
胜率*赔率(多/空)	2.85(2.85/0)	2.63(2.85/2.29)	3.08(3.19/2.82)
单次期望盈利(多/空): %	2.48(2.48/0)	1.94(2.48/1.4)	2.27(2.79/1.74)
单次最大盈利(多/空): %	36.95(36.95/0)	36.95(36.95/16.93)	37.36(37.36/17.39)
单次最大亏损(多/空): %	-4.75(-4.75/0)	-4.75(-4.75/-2.03)	-4.46(-4.46/-1.7)
累计净值: 倍	3.16	5.72	7.61

数据来源: 东北证券

5. 指数择时产品设计

我们还可以根据不同风险偏好类型的客户设计具有针对性的指数择时投资策略产品。对于追求高收益、风险承受能力高的客户, 我们可以通过提高模型交易次数, 在频繁的交易中赢取更多的利润, 但代价是最大回撤提升且胜率降低; 对于追求中等收益、风险承受能力中等的客户, 我们可以通过谨慎的操作, 在保持一定的胜率下减少交易次数、提高盈亏比并降低最大回撤。之所以可以做到分层选择, 也源于模型的分类数适当。这点具有一定的主观性。

下面我们以沪深 300 指数为例，设计两款不同风险偏好的产品，分别称为**沪深 300 稳健**与**沪深 300 进取**。存续期为 2014/5/16-2016/9/2，交易方式为 Tradetype2。

表 16: 沪深 300 稳健存续期交易情况

序列	开仓日期	平仓日期	收益率(Tradetype2)
1	2014/7/24	2014/12/10	41.41%
2	2014/12/12	2014/12/25	1.94%
3	2014/12/30	2015/1/20	-3.59%
4	2015/2/10	2015/5/6	37.89%
5	2015/5/8	2015/5/29	6.85%
6	2015/6/3	2015/6/17	-2.31%
7	2015/9/1	2015/9/8	-2.56%
8	2015/9/21	2015/11/30	9.98%
9	2015/12/2	2015/12/29	3.46%
10	2016/2/2	2016/2/26	1.09%

数据来源：东北证券

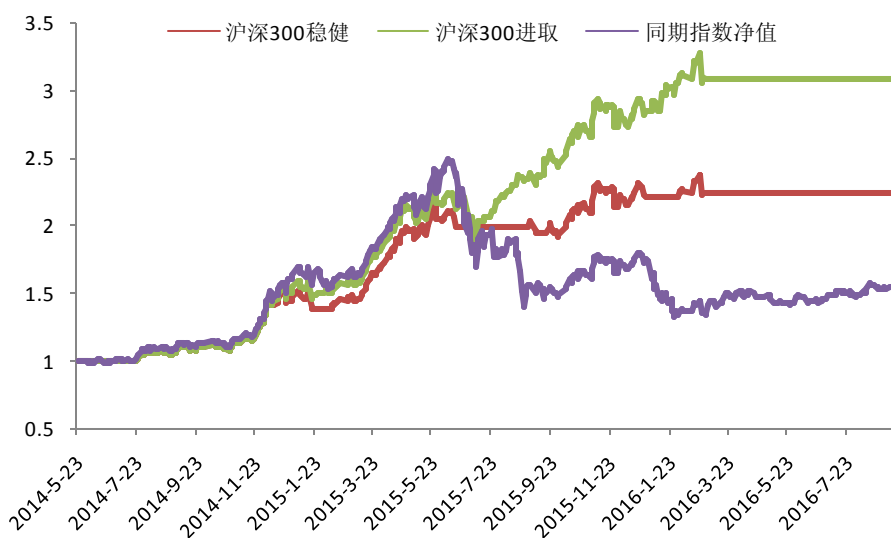
表 17: 沪深 300 进取存续期交易情况

序列	开仓日期	平仓日期	收益率(Tradetype2)
1	2014/7/24	2014/12/11	44.36%
2	2014/12/12	2014/12/26	4.73%
3	2014/12/30	2015/1/21	-1.18%
4	2015/1/26	2015/1/27	0.64%
5	2015/1/29	2015/1/30	0.33%
6	2015/2/3	2015/2/4	1.39%
7	2015/2/6	2015/2/9	-1.69%
8	2015/2/10	2015/5/7	34.74%
9	2015/5/8	2015/6/1	7.37%
10	2015/6/3	2015/6/18	-1.63%
11	2015/6/23	2015/6/24	3.36%
12	2015/6/29	2015/6/30	-6.71%
13	2015/7/6	2015/7/7	-8.35%
14	2015/7/9	2015/7/10	7.81%
15	2015/7/16	2015/7/17	1.57%
16	2015/7/23	2015/7/24	2.01%
17	2015/7/28	2015/7/29	3.72%
18	2015/8/3	2015/8/4	1.32%
19	2015/8/7	2015/8/10	1.79%
20	2015/8/13	2015/8/14	1.89%
21	2015/8/19	2015/8/20	2.36%
22	2015/8/25	2015/8/26	-0.54%
23	2015/9/1	2015/9/9	1.16%
24	2015/9/11	2015/9/14	0.23%
25	2015/9/16	2015/9/17	4.09%
26	2015/9/21	2015/12/1	10.21%
27	2015/12/2	2015/12/30	4.57%

28	2016/1/5	2016/1/6	2.65%
29	2016/1/8	2016/1/11	-2.33%
30	2016/1/14	2016/1/15	3.73%
31	2016/1/19	2016/1/20	1.98%
32	2016/1/22	2016/1/25	0.15%
33	2016/1/27	2016/1/28	-1.78%
34	2016/1/29	2016/2/1	2.61%
35	2016/2/2	2016/2/29	1.01%

数据来源：东北证券

图 16: 沪深 300 稳健、沪深 300 进取净值与同期沪深 300 指数净值



数据来源：东北证券

表 18: 沪深 300 稳健、沪深 300 进取交易结果统计

	沪深 300 稳健	沪深 300 进取
交易次数(多/空): 次	10(10/0)	35(35/0)
交易频率(多/空): 天/次	56.9(56.9/0)	16.26(16.26/0)
年化收益率: %	40.97	61.43
年化波动率: %	18.24	21.28
夏普比	2.25	2.89
最大回撤: %	12.85	18.8
收益回撤比	3.19	3.27
平均盈利(多/空): %	14.66(14.66/0)	5.62(5.62/0)
平均亏损(多/空): %	-2.82(-2.82/0)	-3.02(-3.02/0)
盈亏比(多/空)	5.2(5.2/0)	1.86(1.86/0)
赔率(多/空)	6.2(6.2/1)	2.86(2.86/1)
胜率(多/空): %	70(70/0)	77.14(77.14/0)
胜率*赔率(多/空)	4.34(4.34/0)	2.21(2.21/0)
单次期望盈利(多/空): %	9.42(9.42/0)	3.65(3.65/0)
单次最大盈利(多/空): %	41.41(41.41/0)	44.36(44.36/0)
单次最大亏损(多/空): %	-3.59(-3.59/0)	-8.35(-8.35/0)
累计净值: 倍	2.24	3.08

数据来源：东北证券

从上述结果来看，两款产品的特色相对鲜明，符合我们的预期。稳健型的年化收益率、年化波动率和最大回撤较进取型分别下降约 1/3、1/7 和 1/3，而夏普比差距不大且均保持在 2 以上，收益回撤比更是几乎相等，这也再次表明了我们择时系统的稳定性。另外，由于样本内稳健型交易次数相对较少，仅有 10 次，导致了稳健型胜率仅有七成而进取型接近八成。但从更长的时间观测结果显示(样本内的胜率达到 83.87%，交易次数 31)稳健型的胜率的期望应该将会得到提升。

6. 回顾、总结及展望

下面我们回顾 16 年以来样本外择时模型的表现情况。我们发现择时模型对于年初的两天(1 月 4 日和 1 月 7 日)大跌具有非常好的预见性。四组择时模型在三种交易方式下均取得了正收益，并且具有纯多头策略平均获得 20% 以上的超额收益。

6.1. 各指数择时策略 2016 年表现一览

6.1.1. 上证指数

截至 2016 年 9 月 2 日，上证择时模型在 2016 年一共发出 25 次完整的买卖交易信号。Tradetype0 交易方式下，上证指数择时策略在 2016 年内累计收益 35%，交易次数 25 次，交易频率 6.64 天/次，**胜率 64%，年化收益率 56.92%**，年化波动率 24.03%，**最大回撤 7.51%**，**收益回撤比 7.58**，平均盈利 3.55%，平均亏损 -2.27%，盈亏比 1.56，夏普比 2.37，**累计净值 1.35**，指数同期净值 0.93，**超额收益 45.16%(Tradetype2 超额收益 19.79%)**。

表 19: 上证指数 2016 年择时信号一览

序列	开仓方向	开仓日期	平仓日期	收益率(Tradetype0)	收益率(Tradetype1)
1	-1	2016/1/4	2016/1/5	9.61%	9.25%
2	1	2016/1/5	2016/1/6	2.96%	2.65%
3	-1	2016/1/7	2016/1/8	3.48%	3.13%
4	1	2016/1/8	2016/1/11	-1.97%	-2.26%
5	-1	2016/1/12	2016/1/14	5.03%	4.64%
6	1	2016/1/14	2016/1/15	3.97%	3.65%
7	-1	2016/1/18	2016/1/19	-2.35%	-2.68%
8	1	2016/1/19	2016/1/20	2.70%	2.39%
9	-1	2016/1/21	2016/1/22	0.79%	0.46%
10	1	2016/1/22	2016/1/25	0.79%	0.49%
11	-1	2016/1/26	2016/1/27	5.22%	4.86%
12	1	2016/1/27	2016/1/28	-1.63%	-1.92%
13	-1	2016/1/29	2016/2/1	-2.95%	-3.27%
14	1	2016/2/1	2016/2/2	-1.57%	-1.87%
15	1	2016/2/3	2016/2/29	1.30%	0.99%
16	-1	2016/3/1	2016/3/2	-1.69%	-2.02%
17	1	2016/3/2	2016/3/3	4.15%	3.84%
18	1	2016/3/4	2016/4/19	6.97%	6.65%
19	-1	2016/4/22	2016/5/4	-1.70%	-2.24%
20	-1	2016/5/5	2016/5/9	3.04%	2.66%
21	-1	2016/5/11	2016/5/19	1.45%	0.94%
22	-1	2016/5/20	2016/6/1	-4.45%	-5.01%
23	-1	2016/6/2	2016/6/14	2.99%	2.47%

24	-1	2016/7/14	2016/7/28	2.44%	1.78%
25	-1	2016/7/29	2016/8/15	-2.14%	-2.81%
26	-1	2016/8/17	2016/9/2	1.28%	1.12%

数据来源：东北证券

表 20: 上证指数 2016 年三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	10(10/0)	25(10/15)	25(10/15)
交易频率(多/空): 天/次	16.6(16.6/0)	6.64(16.6/11.07)	6.64(16.6/11.07)
年化收益率: %	23.93	35.76	56.92
年化波动率: %	16.17	23.8	24.03
夏普比	1.48	1.50	2.37
最大回撤: %	6.41	8.08	7.51
收益回撤比	3.73	4.42	7.58
平均盈利(多/空): %	2.95(2.95/0)	3.18(2.95/3.35)	3.55(3.26/3.78)
平均亏损(多/空): %	-2.02(-2.02/0)	-2.68(-2.02/-3.01)	-2.27(-1.72/-2.55)
盈亏比(多/空)	1.46(1.46/0)	1.19(1.46/1.12)	1.56(1.89/1.49)
赔率(多/空)	2.46(2.46/1)	2.19(2.46/2.12)	2.56(2.89/2.49)
胜率(多/空): %	70(70/0)	64(70/60)	64(70/60)
胜率*赔率(多/空)	1.72(1.72/0)	1.4(1.72/1.27)	1.64(2.02/1.49)
单次期望盈利(多/空): %	1.46(1.46/0)	1.07(1.46/0.81)	1.46(1.77/1.25)
单次最大盈利(多/空): %	6.65(6.65/0)	9.25(6.65/9.25)	9.61(6.97/9.61)
单次最大亏损(多/空): %	-2.26(-2.26/0)	-5.01(-2.26/-5.01)	-4.45(-1.97/-4.45)
累计净值	1.15	1.22	1.35

数据来源：东北证券

6.1.2. 沪深 300 指数

截至 2016 年 9 月 2 日，沪深 300 择时模型在 2016 年一共发出 33 次完整的买卖交易信号。Tradetype0 交易方式下，沪深 300 指数择时策略在 2016 年内累计收益 35%，交易次数 33 次，交易频率 5.03 天/次，胜率 **66.67%**，年化收益率 **54.28%**，年化波动率 20.85%，最大回撤 **6.55%**，收益回撤比 **8.28**，平均盈利 2.38%，平均亏损 -1.35%，盈亏比 1.77，夏普比 2.17，累计净值 **1.35**，指数同期净值 0.96，超额收益 **40.63%** (Tradetype2 超额收益 12.50%)。

表 21: 沪深 300 指数 2016 年择时信号一览

序列	开仓方向	开仓日期	平仓日期	收益率(Tradetype0)	收益率(Tradetype1)
1	-1	2016/1/4	2016/1/5	9.22%	8.86%
2	1	2016/1/5	2016/1/6	2.96%	2.65%
3	-1	2016/1/7	2016/1/8	3.14%	2.79%
4	1	2016/1/8	2016/1/11	-2.04%	-2.33%
5	-1	2016/1/12	2016/1/14	4.30%	3.91%
6	1	2016/1/14	2016/1/15	4.04%	3.73%
7	-1	2016/1/18	2016/1/19	-2.10%	-2.43%
8	1	2016/1/19	2016/1/20	2.28%	1.98%
9	-1	2016/1/21	2016/1/22	0.69%	0.35%
10	1	2016/1/22	2016/1/25	0.45%	0.15%
11	-1	2016/1/26	2016/1/27	4.72%	4.37%

12	1	2016/1/27	2016/1/28	-1.48%	-1.78%
13	1	2016/1/29	2016/2/1	2.92%	2.61%
14	1	2016/2/2	2016/2/29	1.31%	1.01%
15	-1	2016/3/9	2016/3/11	1.83%	1.45%
16	-1	2016/3/17	2016/3/18	-1.27%	-1.61%
17	-1	2016/3/23	2016/3/25	1.27%	0.90%
18	-1	2016/3/29	2016/3/30	0.32%	-0.02%
19	-1	2016/4/5	2016/4/6	-1.22%	-1.55%
20	-1	2016/4/7	2016/4/12	1.19%	0.78%
21	-1	2016/4/13	2016/4/14	-1.21%	-1.54%
22	-1	2016/4/18	2016/4/19	0.27%	-0.07%
23	-1	2016/4/28	2016/5/4	-1.08%	-1.48%
24	-1	2016/5/5	2016/5/9	2.77%	2.39%
25	-1	2016/5/18	2016/5/25	-0.27%	-0.75%
26	-1	2016/6/7	2016/6/14	3.90%	3.48%
27	-1	2016/6/21	2016/6/23	-0.15%	-0.53%
28	-1	2016/6/24	2016/6/27	1.46%	1.12%
29	-1	2016/7/4	2016/7/5	-2.00%	-2.33%
30	-1	2016/7/15	2016/7/27	0.27%	-0.32%
31	-1	2016/8/1	2016/8/2	0.71%	0.37%
32	-1	2016/8/11	2016/8/15	-1.97%	-2.34%
33	-1	2016/8/17	2016/9/2	2.34%	1.60%

数据来源：东北证券

表 22: 沪深 300 指数 2016 年三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	8(8/0)	33(8/25)	33(8/25)
交易频率(多/空): 天/次	20.75(20.75/0)	5.03(20.75/6.64)	5.03(20.75/6.64)
年化收益率: %	12.07	29.79	54.28
年化波动率: %	12.84	20.66	20.85
夏普比	0.94	1.44	2.60
最大回撤: %	6.42	9.39	6.55
收益回撤比	1.88	3.17	8.28
平均盈利(多/空): %	2.02(2.02/0)	2.34(2.02/2.49)	2.38(2.33/2.4)
平均亏损(多/空): %	-2.06(-2.06/0)	-1.36(-2.06/-1.25)	-1.35(-1.76/-1.25)
盈亏比(多/空)	0.98(0.98/0)	1.72(0.98/1.99)	1.77(1.32/1.91)
赔率(多/空)	1.98(1.98/1)	2.72(1.98/2.99)	2.77(2.32/2.91)
胜率(多/空): %	75(75/0)	57.58(75/52)	66.67(75/64)
胜率*赔率(多/空)	1.49(1.49/0)	1.56(1.49/1.56)	1.85(1.74/1.87)
单次期望盈利(多/空): %	1(1/0)	0.77(1/0.7)	1.14(1.31/1.08)
单次最大盈利(多/空): %	3.73(3.73/0)	8.86(3.73/8.86)	9.22(4.04/9.22)
单次最大亏损(多/空): %	-2.33(-2.33/0)	-2.43(-2.33/-2.43)	-2.1(-2.04/-2.1)
累计净值	1.08	1.2	1.35

数据来源：东北证券

6.1.3. 中证 500 指数

截至 2016 年 9 月 2 日，中证 500 择时模型 2016 年一共发出 36 次完整的买卖交易信号。Tradetype0 交易方式下，中证 500 指数择时策略在 2016 年内累计收益 54%，交易次数 35 次，交易频率 4.74 天/次，**胜率 77.14%，年化收益率 91.66%**，年化波动率 25.61%，**最大回撤 8.01%，收益回撤比 11.44**，平均盈利 2.45%，平均亏损 -1.66%，盈亏比 1.48，夏普比 3.58，**累计净值 1.45**，指数同期净值 0.91，**超额收益 59.29% (Tradetype2 超额收益 36.26%)**。虽然 2016 年的做多策略考虑手续费的情况下并不理想，但实际上亏损并不大，盈亏比高达 16.87，虽然胜率仅有 57.14%，但该策略的“赔率*胜率”这一指标高达 10.21 倍，其他几个策略的该项指标效果大多在 3 以下。当交易次数足够多情况下，这一“赚大钱输小钱的”策略将表现十分出色。

表 23: 中证 500 指数 2016 年择时信号一览

序列	开仓方向	开仓日期	平仓日期	收益率(Tradetype0)	收益率(Tradetype1)
1	-1	2016/1/4	2016/1/5	12.50%	12.13%
2	-1	2016/1/14	2016/1/19	-4.02%	-4.42%
3	1	2016/1/19	2016/1/21	1.10%	0.80%
4	-1	2016/1/21	2016/1/27	7.08%	6.62%
5	-1	2016/1/29	2016/2/1	-3.73%	-4.05%
6	1	2016/2/1	2016/2/26	3.84%	3.53%
7	-1	2016/3/4	2016/3/15	1.43%	0.88%
8	1	2016/3/15	2016/4/7	11.84%	11.50%
9	-1	2016/4/11	2016/4/12	-1.17%	-1.51%
10	-1	2016/4/13	2016/4/14	-1.32%	-1.65%
11	-1	2016/4/18	2016/4/19	0.46%	0.12%
12	1	2016/4/19	2016/4/20	0.27%	-0.03%
13	-1	2016/4/22	2016/4/25	-1.12%	-1.46%
14	-1	2016/4/28	2016/4/29	0.84%	0.50%
15	1	2016/5/4	2016/5/5	0.25%	-0.05%
16	1	2016/5/10	2016/5/11	0.74%	0.44%
17	-1	2016/5/11	2016/5/12	2.14%	1.80%
18	-1	2016/5/18	2016/5/19	1.99%	1.65%
19	1	2016/5/19	2016/5/23	2.19%	1.89%
20	-1	2016/5/25	2016/5/26	1.30%	0.96%
21	-1	2016/5/30	2016/5/31	-0.28%	-0.61%
22	1	2016/6/1	2016/6/2	0.08%	-0.22%
23	-1	2016/6/8	2016/6/14	5.19%	4.81%
24	1	2016/6/16	2016/6/17	-0.14%	-0.44%
25	-1	2016/6/21	2016/6/22	2.04%	1.70%
26	1	2016/6/22	2016/6/24	1.12%	0.82%
27	-1	2016/6/24	2016/6/27	1.72%	1.38%
28	1	2016/6/27	2016/6/29	4.53%	4.22%
29	-1	2016/7/1	2016/7/4	0.88%	0.55%
30	1	2016/7/5	2016/7/6	0.10%	-0.20%
31	-1	2016/7/18	2016/7/19	0.31%	-0.03%
32	-1	2016/8/1	2016/8/2	1.27%	0.93%
33	1	2016/8/9	2016/8/10	0.85%	0.55%

34	-1	2016/8/12	2016/8/15	-1.46%	-1.79%
35	1	2016/8/16	2016/8/17	0.19%	-0.11%

数据来源：东北证券

表 24: 中证 500 指数 2016 年三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	14(14/0)	35(14/21)	35(14/21)
交易频率(多/空): 天/次	11.86(11.86/0)	4.74(11.86/7.9)	4.74(11.86/7.9)
年化收益率: %	39.43	60.67	91.66
年化波动率: %	17.42	25.54	25.61
夏普比	2.26	2.38	3.58
最大回撤: %	9.31	8.78	8.01
收益回撤比	4.23	6.91	11.44
平均盈利(多/空): %	2.97(2.97/0)	2.75(2.97/2.62)	2.45(2.08/2.8)
平均亏损(多/空): %	-0.18(-0.18/0)	-1.18(-0.18/-1.94)	-1.66(-0.14/-1.87)
盈亏比(多/空)	16.87(16.87/0)	2.32(16.87/1.35)	1.48(15.16/1.49)
赔率(多/空)	17.87(17.87/1)	3.32(17.87/2.35)	2.48(16.16/2.49)
胜率(多/空): %	57.14(57.14/0)	60(57.14/61.9)	77.14(92.86/66.67)
胜率*赔率(多/空)	10.21(10.21/0)	1.99(10.21/1.45)	1.91(15.01/1.66)
单次期望盈利(多/空): %	1.62(1.62/0)	1.18(1.62/0.88)	1.51(1.93/1.24)
单次最大盈利(多/空): %	11.5(11.5/0)	12.13(11.5/12.13)	12.5(11.84/12.5)
单次最大亏损(多/空): %	-0.44(-0.44/0)	-4.42(-0.44/-4.42)	-4.02(-0.14/-4.02)
累计净值	1.24	1.37	1.54

数据来源：东北证券

6.1.4. 上证 50 指数

截至 2016 年 9 月 2 日, 上证 50 择时模型在 2016 年一共发出 15 次完整的买卖交易信号。Tradetype0 交易方式下, 上证 50 指数择时策略在 2016 年内累计收益 40%, 交易次数 15 次, 交易频率 11.07 天/次, **胜率 80%**, **年化收益率 67.42%**, 年化波动率 21.35%, **最大回撤 5.9%**, **收益回撤比 11.42**, 平均盈利 2.61%, 平均亏损-1.51%, 盈亏比 1.73, 夏普比 3.16, **累计净值 1.40**, 指数同期净值 0.98, **超额收益 42.55%(Tradetype2 超额收益 24.49%)**。

表 25: 上证 50 指数 2016 年择时信号一览

序列	开仓方向	开仓日期	平仓日期	收益率(Tradetype0)	收益率(Tradetype1)
1	-1	2016/1/4	2016/1/5	7.73%	7.38%
2	1	2016/1/5	2016/1/6	2.46%	2.15%
3	-1	2016/1/7	2016/1/8	2.47%	2.13%
4	1	2016/1/8	2016/1/11	-1.92%	-2.21%
5	-1	2016/1/12	2016/1/14	3.72%	3.34%
6	1	2016/1/14	2016/1/15	3.07%	2.76%
7	-1	2016/1/18	2016/1/19	-1.70%	-2.03%
8	1	2016/1/19	2016/1/20	1.92%	1.62%
9	-1	2016/1/21	2016/1/22	0.33%	-0.01%
10	1	2016/1/22	2016/1/25	0.24%	-0.06%
11	-1	2016/1/26	2016/1/27	4.14%	3.79%
12	1	2016/1/27	2016/1/28	-0.90%	-1.19%

13	-1	2016/1/28	2016/1/29	1.48%	1.14%
14	1	2016/1/29	2016/2/1	2.88%	2.57%
15	1	2016/2/2	2016/2/29	0.85%	0.55%
16	1	2016/3/1	2016/9/2	13.01%	12.84%

数据来源：东北证券

表 26: 上证 50 指数 2016 年三种交易方式结果统计

	Tradetype2	Tradetype1	Tradetype0
交易次数(多/空): 次	8(8/0)	15(8/7)	15(8/7)
交易频率(多/空): 天/次	20.75(20.75/0)	11.07(20.75/23.71)	11.07(20.75/23.71)
年化收益率: %	34.63	55.79	67.42
年化波动率: %	17.99	21.04	21.35
夏普比	1.93	2.65	3.16
最大回撤: %	5.9	5.9	5.9
收益回撤比	5.87	9.45	11.42
平均盈利(多/空): %	1.93(1.93/0)	2.74(1.93/3.56)	2.61(1.9/3.31)
平均亏损(多/空): %	-1.15(-1.15/0)	-1.1(-1.15/-1.02)	-1.51(-1.41/-1.7)
盈亏比(多/空)	1.67(1.67/0)	2.49(1.67/3.48)	1.73(1.35/1.94)
赔率(多/空)	2.67(2.67/1)	3.49(2.67/4.48)	2.73(2.35/2.94)
胜率(多/空): %	62.5(62.5/0)	66.67(62.5/71.43)	80(75/85.71)
胜率*赔率(多/空)	1.67(1.67/0)	2.33(1.67/3.2)	2.19(1.77/2.52)
单次期望盈利(多/空): %	0.77(0.77/0)	1.46(0.77/2.25)	1.79(1.08/2.6)
单次最大盈利(多/空): %	2.76(2.76/0)	7.38(2.76/7.38)	7.73(3.07/7.73)
单次最大亏损(多/空): %	-2.21(-2.21/0)	-2.21(-2.21/-2.03)	-1.92(-1.92/-1.7)
累计净值	1.22	1.34	1.4

数据来源：东北证券

6.2. 总结及展望

本篇报告是我们基于概率图模型——隐马尔科夫模型(HMM)的第一篇系列报告——实战篇,我们旨在通过模型的实际运用让投资者更快速的理解并上手运用这个模型进行择时分析。因此我们只是必要的介绍了 HMM 的三要素,而更多讨论细节的处理如参数 n 的选择、观测变量的选择以及结果的展示和说明。我们最终选择以日收益率作为观测变量并挑选了上证指数、沪深 300 指数、中证 500 指数及上证 500 指数进行回测。四个指数样本内外回测结果对比请见表 27 和表 28,交易方式均为 Tradetype0。

对比四个指数的回测结果,我们可以发现 HMM 具有两个特点:

一是**高收益、高夏普比、高收益回撤比和高胜率**。一般具有前三个特点的都是趋势策略,而趋势策略的一大通病就是胜率低,一般只有 50%左右,很难达到 60%以上。通常高胜率的择时模型与前三个特点几乎是矛盾的,即追求高收益、高夏普比和高收益回撤比就必须放弃高胜率,追求高胜率就难免回撤变大、收益降低、波动加大。而我们的模型除在样本内沪深 300 指数上的胜率稍稍低于 70%,其余三个指数的胜率均在 70%以上。

二是**模型具有良好的鲁棒性、稳健性**,即模型在样本内、外的表现结果差距不大。这是因为模型的本质是一个概率模型,其唯一参数是模型的隐状态数。因此我们只需要最优化模型的隐状态数即可。而其他技术指标模型、时间序列模型、随机过程模型甚至高维的神经网络模型都有不止一个参数。过多的参数往往不具有实际意义,仅仅是为了拟合;而且参数的过拟合会造成模型失真,模型对参数敏感度太

高也会对模型的稳定性造成影响。

在 HMM 择时专题研究中，我们后续还将撰写两篇系列报告——理论篇和进阶篇。理论篇将介绍 HMM 的算法及修正 HMM 假设的第一点马尔科夫性。进阶篇我们将在理论篇的基础上继续研究多观测变量的择时结果。敬请期待。

表 27：四大指数样本内回测结果统计

交易方式: Tradetype0	上证指数	沪深 300 指数	中证 500 指数	上证 50 指数
交易次数(多/空): 次	717(346/371)	467(135/332)	646(311/335)	479(132/347)
交易频率(多/空): 天/次	4.48(9.29/8.66)	4.84(16.75/6.81)	3.45(7.16/6.65)	4.73(17.18/6.54)
年化收益率: %	200.32	159.19	212.95	154.95
年化波动率: %	24.57	23.57	24.93	22.17
夏普比	8.15	6.75	8.54	6.99
最大回撤: %	26.37	15.57	15.34	14.83
收益回撤比	7.60	10.22	13.88	10.45
平均盈利(多/空): %	3.13(3.45/2.85)	3.47(6/2.34)	2.66(2.46/2.89)	2.85(4.98/1.97)
平均亏损(多/空): %	-2.16(-1.81/-2.57)	-1.41(-1.6/-1.34)	-1.04(-0.91/-1.11)	-1.15(-1.42/-1.07)
盈亏比(多/空)	1.45(1.9/1.11)	2.47(3.74/1.74)	2.56(2.7/2.6)	2.49(3.51/1.85)
赔率(多/空)	2.45(2.9/2.11)	3.47(4.74/2.74)	3.56(3.7/3.6)	3.49(4.51/2.85)
胜率(多/空): %	79.5(77.17/81.67)	68.74(73.33/66.87)	71.52(78.46/65.07)	74.95(79.55/73.2)
胜率*赔率(多/空)	1.95(2.24/1.72)	2.38(3.48/1.84)	2.55(2.9/2.34)	2.61(3.59/2.09)
单次期望盈利(多/空): %	2.04(2.25/1.86)	1.94(3.97/1.12)	1.61(1.73/1.49)	1.85(3.67/1.16)
单次最大盈利(多/空): %	41.58(41.58/13.5)	45.64(45.64/10.46)	24.91(24.91/17.66)	46.23(46.23/10.57)
单次最大亏损(多/空): %	-15.05(-6.91/-15.05)	-8.77(-8.77/-5.89)	-8.06(-8.06/-5.86)	-7.61(-7.61/-3.48)
累计净值: 倍	1228176.53	5142.12	24022.65	4551

数据来源：东北证券

表 28：四大指数样本外回测结果统计

交易方式: Tradetype0	上证指数	沪深 300 指数	中证 500 指数	上证 50 指数
交易次数(多/空): 次	138(64/74)	86(35/51)	131(61/70)	89(45/44)
交易频率(多/空): 天/次	5.83(12.56/10.86)	6.62(16.26/11.16)	4.26(9.15/7.97)	6.38(12.62/12.91)
年化收益率: %	188.25	137.68	131.14	146.08
年化波动率: %	28.23	28.09	26.32	26.74
夏普比	6.67	4.90	4.98	5.46
最大回撤: %	16.93	16.21	18.45	13.07
收益回撤比	11.12	8.49	7.11	11.18
平均盈利(多/空): %	3.86(4.1/3.62)	4.28(5.94/2.96)	2.72(2.63/2.84)	3.66(4.1/3.14)
平均亏损(多/空): %	-1.81(-1.75/-1.85)	-1.59(-2.73/-1.06)	-1.79(-2.93/-1.46)	-1.09(-1.27/-0.96)
盈亏比(多/空)	2.13(2.35/1.96)	2.69(2.17/2.81)	1.52(0.9/1.94)	3.35(3.22/3.28)
赔率(多/空)	3.13(3.35/2.96)	3.69(3.17/3.81)	2.52(1.9/2.94)	4.35(4.22/4.28)
胜率(多/空): %	77.54(82.81/72.97)	70.93(77.14/66.67)	72.52(86.89/60)	70.79(75.56/65.91)
胜率*赔率(多/空)	2.43(2.77/2.16)	2.62(2.45/2.54)	1.83(1.65/1.77)	3.08(3.19/2.82)
单次期望盈利(多/空): %	2.59(3.1/2.14)	2.57(3.96/1.62)	1.48(1.9/1.12)	2.27(2.79/1.74)
单次最大盈利(多/空): %	38.11(38.11/19.99)	44.79(44.79/17.35)	18.74(18.74/11.19)	37.36(37.36/17.39)
单次最大亏损(多/空): %	-8.06(-8.06/-6.29)	-8.07(-8.07/-2.1)	-12.5(-12.5/-5.82)	-4.46(-4.46/-1.7)
累计净值: 倍	29.3	7.66	6.39	7.61

数据来源：东北证券

分析师简介:

陈亚龙: 策略分析师, 复旦大学世界经济硕士, 2014年加入东北证券研究所。

肖承志: 研究助理, 同济大学应用数学硕士, 2016年加入东北证券研究所。

重要声明

本报告由东北证券股份有限公司(以下称“本公司”)制作并仅向本公司客户发布, 本公司不会因任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。

本报告中的信息均来源于公开资料, 本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅反映本公司于发布本报告当日的判断, 不保证所包含的内容和意见不发生变化。

本报告仅供参考, 并不构成对所述证券买卖的出价或征价。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的证券买卖建议。本公司及其雇员不承诺投资者一定获利, 不与投资者分享投资收益, 在任何情况下, 我公司及其雇员对任何人使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

本公司或其关联机构可能会持有本报告中所涉及的公司所发行的证券头寸并进行交易, 并在法律许可的情况下不进行披露; 可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务、财务顾问等相关服务。

本报告版权归本公司所有。未经本公司书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 须在本公司允许的范围国内使用, 并注明本报告的发布人和发布日期, 提示使用本报告的风险。

若本公司客户(以下称“该客户”)向第三方发送本报告, 则由该客户独自为此发送行为负责。提醒通过此途径获得本报告的投资者注意, 本公司不对通过此种途径获得本报告所引起的任何损失承担任何责任。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 并在中国证券业协会注册登记为证券分析师。本报告遵循合规、客观、专业、审慎的制作原则, 所采用数据、资料的来源合法合规, 文字阐述反映了作者的真实观点, 报告结论未受任何第三方的授意或影响, 特此声明。

投资评级说明

股票 投资 评级 说明	买入	未来 6 个月内, 股价涨幅超越市场基准 15% 以上。
	增持	未来 6 个月内, 股价涨幅超越市场基准 5% 至 15% 之间。
	中性	未来 6 个月内, 股价涨幅介于市场基准-5% 至 5% 之间。
	减持	在未来 6 个月内, 股价涨幅落后市场基准 5% 至 15% 之间。
	卖出	未来 6 个月内, 股价涨幅落后市场基准 15% 以上。
行业 投资 评级 说明	优于大势	未来 6 个月内, 行业指数的收益超越市场平均收益。
	同步大势	未来 6 个月内, 行业指数的收益与市场平均收益持平。
	落后大势	未来 6 个月内, 行业指数的收益落后于市场平均收益。

东北证券股份有限公司

中国吉林省长春市

自由大路1138号
 邮编: 130021
 电话: 4006000686
 传真: (0431)85680032
 网址: <http://www.nesc.cn>

中国北京市西城区

锦什坊街28号
 恒奥中心D座
 邮编: 100033
 电话: (010)63210800
 传真: (010)63210867

中国上海市浦东新区

源深路305号
 邮编: 200135
 电话: (021)20361009
 传真: (021)20361258

中国深圳南山区

大冲商务中心1栋2号楼24D
 邮编: 518000

机构销售

华北地区

销售总监李航
 电话: (010) 63210896
 手机: 136-5103-5643
 邮箱: lihang@nesc.cn

华东地区

销售总监朱昂
 电话: (021) 20361102
 手机: 138-1773-8847
 邮箱: zhuang@nesc.cn

华南地区

销售总监邱晓星
 手机: 186-2030-0776
 邮箱: qiuxx@nesc.cn