

专题报告

基于隐马尔可夫模型的全球资产配置

2020 年 9 月 17 日

“琢璞”系列报告之二十三

任瞳

86-755-83081468

rentong@cmschina.com.cn

S1090519080004

姚紫薇

86-755-83081533

yaoziwei@cmschina.com.cn

S1090519080006

- 本文主要介绍了文献“Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model”，作者以等权组合、60/40 组合和均值方差组合为业绩基准，以动量策略作为 HMM 策略的对比策略，实证分析了运用 HMM 策略和动量策略进行资产配置的效果，并检验了投资策略的有效性，得到以下两个结论：
- HMM 策略和动量策略均显示出比传统资产配置方法更高的平均年收益率和夏普比率，且 HMM 策略表现更优。论文以等权组合、60/40 组合和均值方差组合为基准组合，发现 HMM 策略和动量策略通过降低回撤，业绩表现在如金融危机的下行市场中得到了改善，均跑赢基准，且与动量策略相比，HMM 策略跑赢基准组合的概率更高，即胜率更高。
- 业绩归因上，HMM 策略和动量策略比传统策略具有更强的择时和选股能力，且 HMM 择时和选股能力高于动量策略。论文使用了三种评价投资组合绩效的方法，分别为 Jensen's Alpha、Fama's Net Selectivity 和 Treynor-Mazuy 模型，发现 HMM 策略和动量策略较基准策略均表现出明显的资产选择能力。市场择时方面，HMM 策略表现优于动量策略。
- 论文的另一大意义在于，提出的 HMM 投资策略运用了人工智能的方法，这表明人工智能投资策略能比传统投资策略获取更好的业绩。因此，未来需要进一步研究诸如 RNN 之类的深度学习在资产配置策略上的应用。
- 论文的局限性和未来研究方向如下：第一，论文通过学习单个资产的收益来判断资产所处阶段，但是宏观经济变量也会影响单个股票和资产的回报，因此需要将这些因素纳入考虑范围；第二，论文使用的是月度数据，未来可应用于更高频的交易。

风险提示：本文内容基于作者对全球市场历史数据进行的实证研究，当市场环境发生变化时，实证研究结论可能发生变化。

敬请阅读末页的重要说明

“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台

点击进入  <http://www.hibor.com.cn>

正文目录

一、HMM 模型介绍	3
1、概况和数据来源	3
2、关于隐马尔可夫模型 HMM	3
3、资产所处阶段的识别和组合构建	5
4、投资组合评价方法	6
二、实证分析	7
1、样本选择	8
2、实证分析结果	9
3、HMM 模型选股、择时能力的验证	12
三、结论与展望	13

图表目录

图 1: HMM 策略实施过程	3
图 2: 向前概率 (α) 和向后概率 (β)	4
图 3: 滚动时间窗口法	5
图 4: 2004 年 1 月-2005 年 12 月标普 500 指数隐藏状态识别	5
图 5: 2004 年 1 月-2005 年 12 月标普 500 指数隐藏状态对应市场阶段	6
图 6: 包含 10 类资产的样本	8
图 7: 包含 22 类资产的样本	8
图 8: 10 资产投资组合收益	9
图 9: 10 资产投资组合回撤	9
图 10: 22 资产投资组合收益	10
图 11: 22 资产投资组合回撤	10
图 12: 组合投资收益汇总	10
图 13: 10 资产下动量策略资产权重变化	11
图 14: 10 资产下 HMM 策略资产权重变化	11
图 15: 22 资产下动量策略资产权重变化	11
图 16: 22 资产下 HMM 策略资产权重变化	11
图 17: HMM 策略与动量策略胜率对比	12
图 18: HMM 策略和动量策略信息比率对比	12
图 19: HMM 策略和动量策略 Jensen's alpha 对比	13
图 20: HMM 策略和动量策略 Fama's Net Selectivity 对比	13
图 21: HMM 策略和动量策略 Treynor-Mazuy 模型结果对比	13

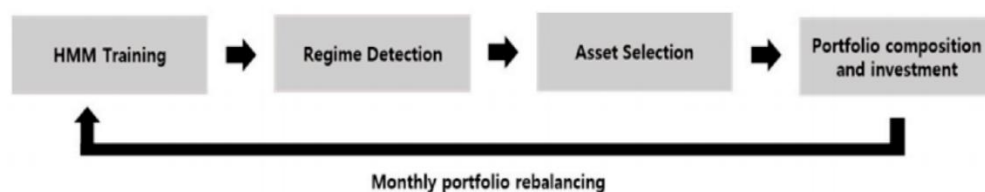
隐马尔可夫模型（HMM）是一种时序的概率模型，主要用于时间序列数据的研究，在金融领域，它广泛用于资产价格预测模型和资产转换的研究。实证研究表明，使用 HMM 进行股票价格预测是有意义的（Hassan 和 Nath 2005）。HMM 可将资产价格的观测值放入马尔可夫过程中，以推断资产的当前状态，实现用当前状态和转移概率来帮助预测未来资产价格（Nguyen 2018）。Kritzman 等（2012）将 HMM 的隐含状态应用于两个案例中，发现其在识别不稳定市场的阶段变化是有效的。Kim 等在《Journal of Risk and Financial Management》上发表的“Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model”，提出了 HMM 策略及基于该策略的全球资产配置实证结果，本文整理了该论文的核心内容，为机构定量投资者进行资产配置提供参考。

一、HMM 模型介绍

1、概况和数据来源

HMM 策略通过学习各个资产类别 ETF 的收益数据来识别资产隐含状态，并以其为依据选择要投资的资产，最后构建投资组合。HMM 策略适用于状态变量无法提前获取的状况。论文使用了 ETF 价格数据用于构建 HMM 策略投资组合模型，共使用了 23 个 ETF 价格数据，每个 ETF 分别代表了一种资产类别。由于假设每月进行组合再平衡，因此研究使用调整后的股票和股息数据，计算了月度收益。数据获取方式为 R 语言中的“quantmod”包调用的 Yahoo Finance 数据。

图 1：HMM 策略实施过程



资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

2、关于隐马尔可夫模型 HMM

隐马尔可夫模型基于马尔可夫链。马尔可夫链是指具有马尔可夫特性的离散时间随机过程。马尔可夫链的关键在于，一个状态的概率仅取决于它之前的状态，并且从一个状态到另一状态的转换不需要很长的状态转换过程，它可以被估计为上一个状态的转移。

$$P(q_i | q_1 \cdots q_{i-1}) = P(q_i | q_{i-1})$$

隐马尔可夫模型将现象的变化表示为概率模型。假定每个隐含状态都遵循马尔可夫链，通过观察显性状态，使用隐马尔可夫模型可间接推断隐含状态。股市中可能出现的阶段被定义为隐马尔可夫模型的隐含状态，模型输入数据为各资产类别的收益率数据。本研究使用的模型如下：

$$\lambda \equiv (A, B, \pi, N)$$

其中， λ 是隐马尔可夫模型， $A = a_{i,j}$ 是从 i 状态到 j 状态的转移矩阵， $B = b_i(k)$ 是 i 状态下的输出概率矩阵， π 处于初始状态概率向量， N 是状态个数。

基于输入数据，隐马尔可夫模型可计算每个隐藏状态的“状态概率”和“转移概率”，**本研究中，假定了三个隐藏状态。**

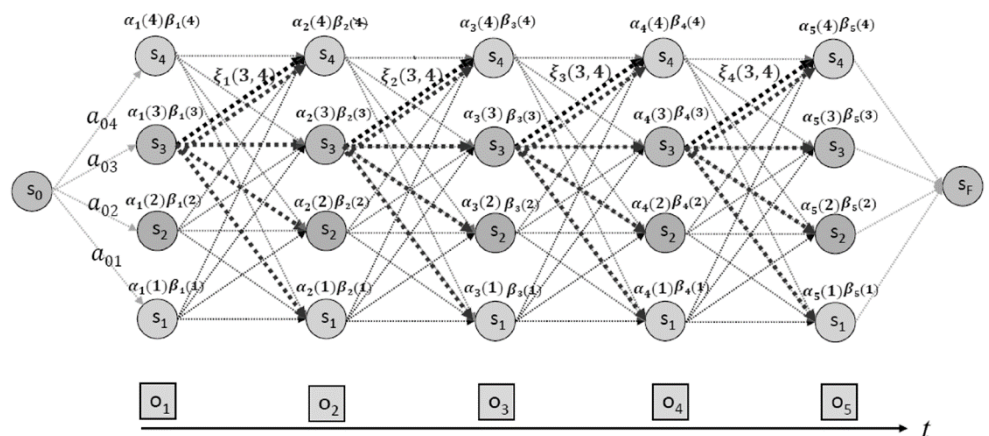
实际应用隐马尔可夫模型存在三个问题：

- (1) 在隐马尔可夫模型的参数已知的情况下，观测值 (O) 出现的概率；
- (2) 根据观察值 (O) 估算该模型的最优隐含状态；
- (3) 已知观测值 (O)，估计模型参数使得该模型下出现观测值 (O) 的概率最大。

第一个和第二个问题可以分别使用基于动态算法的正向算法和维特比 (Viterbi) 算法来解决，第三个问题使用 Baum-Welch 算法解决。论文使用 R 的 depmixS4 包解决了上述问题。每个模型参数可以估计隐藏状态下的输出概率矩阵 (B) 和转移矩阵 (A)。

在这项研究中，我们使用 Baum Welch 算法 (也称为向前、向后算法) 来学习模型的每个参数，以达到最大似然估计。观察值 (O) 是股票价格数据，每个模型的参数可以估计每个隐含状态的输出概率矩阵 B 和转移矩阵 A。基于模型参数和观测值 (O)，分别计算前向概率和后向概率。图 2 说明了上述过程。

图 2：向前概率 (α) 和向后概率 (β)

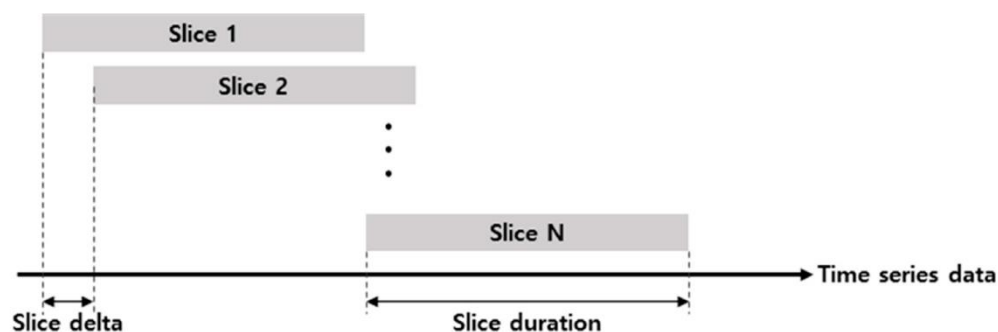


资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

3、资产所处阶段的识别和组合构建

HMM 策略通过计算每个隐含状态的平均夏普比率来分析隐含状态，如果计算的夏普比率比为正，则认为是上升阶段。论文使用了长度为 2 年的滚动时间窗口方法对 HMM 进行训练，每隔一个月重复一次移动和训练的过程。该方法降低了历史数据对投资组合模型构建的影响，因此可以更快地适应市场上不断变化的情况。

图 3：滚动时间窗口法



资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

每个时间窗口都使用投资组合再平衡之前两年的数据按资产类别进行训练。学习之后，投资组合依据 HMM 模型结果进行再平衡调整。在再平衡中，用 HMM 模型进行选股的方法如下：如果当前状态的隐藏状态具有最高的夏普比率，则认为资产处于上升阶段，将其纳入投资组合；相反，如果夏普比率为负，则可能是下降状态。最后将选出的资产构成等权重的投资组合。

为了理解整个 HMM 模型选股过程，下文将举一个例子。将 2004 年 1 月到 2005 年 12 月，标普 500ETF（SPY ETF）调整后的收盘价格应用于 HMM 模型，图 4 体现了根据训练结果对隐藏状态进行的划分。

图 4：2004 年 1 月-2005 年 12 月标普 500 指数隐藏状态识别



资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

以每月平均回报率和夏普比率为依据，判断资产在每个隐藏状态所处的阶段。从表 1 可以看出，在状态 1 的情况下，平均每月收益和夏普比率为负，这可以看作是下降阶段。在状态 2 中，平均每月收益和夏普比率是正数，可以认为这是上升阶段。状态 3 下，平均每月收益率和夏普比率为正，但与状态 2 相比并不明显，可认为是平稳阶段。

图 5：2004 年 1 月-2005 年 12 月标普 500 指数隐藏状态对应市场阶段

State	Average Monthly Return	Average Monthly Sharpe	Regime
1	-2.2572	-0.6236	Falling phase
2	2.6337	0.9352	Rising phase
3	0.4293	0.1529	Clearance phase

资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

由于最新的窗口期 2005 年 12 月不处于上升阶段，因此标普 500ETF 不能包含在下一个窗口期即 2006 年 1 月的投资组合中。如果一个资产的夏普比率为正并被识别为上升阶段，则可以将该资产包括在投资组合中，最后将选出的资产构成具有等权重的投资组合。

4、投资组合评价方法

这一部分介绍了 4 中业绩评价方式来检验投资策略的有效性，分别为信息比率、Jensen's Alpha、Fama's Net Selectivity 和 Treynor-Mazuy Measure。这些方法有助于更清晰的了解不同投资策略超额收益的来源，以下为详细介绍。

1. 信息比率

信息比率是主动管理产生的超额收益与主动管理部分标准差之比。Grinold 和 Kahn(1995)建立了使用信息比率进行绩效评估的基础，将基准收益和投资组合收益的回归分析，考虑系统风险之后，运用超额收益和剩余风险来计算信息比率。该值的大小可以用于评判组合的业绩表现。

$$IR = \frac{R_p - R_m}{TE_{p,m}}, \left(TE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(R_p - \bar{R}_p) - (R_{BM} - \bar{R}_{BM})]^2}{n-1}} \right)$$

其中， R_p 是投资组合的回报， \bar{R}_p 是投资组合的平均回报， R_{BM} 是基准的回报， \bar{R}_{BM} 是基准的平均回报。

如果 IR 为正值，则表示投资经理重视信息并运用信息获得了超额收益。该比例被称为信息比率，显示了投资经理的运用信息能力。

2. Jensen's Alpha

Jensen's Alpha 是衡量投资组合所获得的超额回报与 CAPM 模型所建议的回报差值的一种度量 (Jensen 1968)。Jensen's Alpha 计算公式如下：

$$\alpha_p = R_p - R_f + \beta[R_m - R_f]$$

其中， R_p 是投资组合的回报， R_f 是无风险利率， R_m 是市场回报， β 是个股的 beta。

如果 Jensen's Alpha 为正，则表示在组合风险调整收益优于市场，具备资产选择能力。论文使用的无风险利率为 10 年期美国国债。

3. Fama's Net Selectivity

Fama's Net Selectivity 对投资组合业绩进行了拆分 (Fama 1972)，它由投资组合的年化收益率，减去无风险投资的收益，再减去标准化的预期市场溢价乘以投资组合的总风险而得到。Fama's Net Selectivity 计算公式如下：

$$Net\ Selectivity_p = [R_p - R_f] + \frac{[R_m - R_f]}{\sigma_m} \cdot \sigma_p$$

其中， R_p 是投资组合的收益， R_f 是无风险利率， R_m 是市场收益， σ_p 是一段时期内投资组合收益的标准差， σ_m 是一段时期内市场收益的标准偏差。

Fama's Net Selectivity 衡量了投资经理获取的无法通过投资市场组合得到的超额收益，它将基金经理获得的具有特定风险的溢价与在相同系统风险下可获得的溢价进行了比较。

4. Treynor-Mazuy Measure

由于 Jensen's Alpha 无法划分资产选择能力和择时能力，为了进行详细分析，论文还使用 Treynor-Mazuy Measure 方法来验证 HMM 资产配置策略。Treynor-Mazuy Measure 的大小取决于两个变量：基金的收益率和风险敏感程度。Treynor-Mazuy Measure 表明，具有良好市场择时能力的投资组合在上升市场中的波动更大，而在下降市场中的波动则较小 (Treynor and Mazuy 1966)。Jensen's Alpha 可以使用以下公式计算：

$$R_p - R_f = \alpha + \beta(R_m - R_f) + \gamma(R_m - R_f)^2 + \varepsilon$$

其中 $R_p - R_f$ 是投资组合的溢价， $R_m - R_f$ 是市场溢价， α 是资产选择能力， β 是 beta， γ 是市场择时能力。

如果投资组合具有资产选择能力，则 α 为正值；如果投资组合具有市场择时能力，则 γ 为正值。

二、实证分析

HMM 策略旨在捕获每个资产所处的阶段，并构成包括股票和其他具有增长能力的资产在内的投资组合。在实证分析，论文不仅将策略应用于股票，债券，还应用于大宗商品和 REIT's 等另类投资上。样本期为 2001 年 1 月至 2019 年 9 月，以滚动时间窗口的方法来构成投资组合。样本期间，滚动时间窗口长度为 2 年，每过一个月重复一次移动和训练的过程。投资期为 2013 年 1 月至 2019 年 9 月，即不包括初始学习的两年。

1、样本选择

处于稳健性考虑，研究使用了 2 个维度的样本，两个样本涵盖的资产类别不同，分别包含 10 类资产和 22 类资产。为了取得与实际投资最接近的效果，研究使用了跟踪各大类资产指数的 ETF 价格，并假设投资组合买卖差价 0.10% 来设定交易成本，因此，具有更高周转率的投资组合将增加交易成本。另外，假设投资者的经纪商提供无佣金 ETF，即交易佣金设置 0 美元。

图 6：包含 10 类资产的样本

Asset Class	Name	Following ETF/ETN Ticker
Stock	U.S Stock	SPY
	Europe Stock	IEV
	Japan Stock	EWJ
	Emerging Market Stock	EEM
Bond	Long-term U.S Treasury	TLT
	Mid-term U.S Treasury	IEF
Alternative investment	U.S REITs	IYR
	Global REITs	RWX
	Gold	GLD
	Commodity	DBC

资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

图 7：包含 22 类资产的样本

Asset Class	Name	Following ETF/ETN Ticker
Stock	U.S Large Cap Stock	JKD
	U.S. Small Cap Stock	IJR
	U.S Growth Stock	IVM
	Europe Stock	IEV
	Japan Stock	EWJ
	Korea Stock	EWY
	Developed Market Stock	EFA
	Emerging Market Stock	EEM
Bond	Long-term U.S Treasury	TLT
	Mid-term U.S Treasury	IEF
	U.S TIPS	TIP
	U.S Aggregate Bond	AGG
	Emerging Bond	EMB
	Global TIPS	GTIP
	High Yield Bond	HYT
Alternative investment	U.S REITs	IYR
	Global REITs	RWX
	Oil	OIL
	Gold	GLD
	Dollar	UUP
	Commodity	DBC
	Copper	CPER

资料来源：《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》，招商证券

2、实证分析结果

研究以等权投资组合 (EW), 60/40 投资组合, 均值方差投资组合 (MV), 作为投资组合业绩基准。此外, 论文以动量策略 (MOM) 为对比策略, 进而更好地衡量 HMM 模型投资组合的投资回报。

在等权投资组合中, 每个资产类别以 $1/N$ 的权重进行投资, 每月进行再平衡。对于 60/40 的投资组合, 标准普尔 500 指数为 60%, 十年期美国国债占 40%, 该比例随着股票和债券的收益而不断变化, 因此也采用了每月再平衡。对于 MV 投资组合, MV 投资组合是根据过去两年的数据得到最优化的权重, 该组合也适用于每月再平衡。最后, 用于对比的动量策略是根据 12 个月的动量选择动量为正的资产纳入组合, 剔除动量为负的资产, 同样每月再平衡。

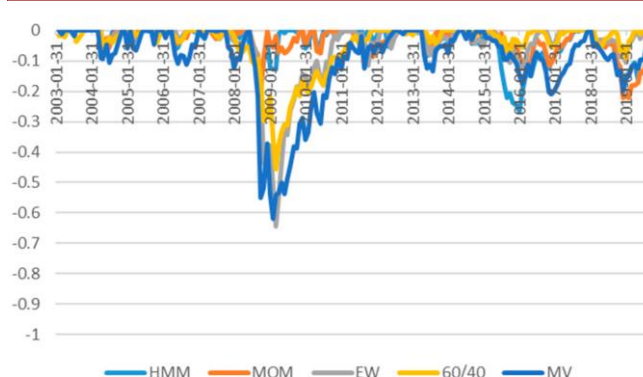
实证结果表明, 在两个样本中, HMM 策略均跑赢动量策略。在回撤方面, 可以看出 HMM 和动量策略优于本研究中用作基准的 3 种传统策略。值得注意的是, 在金融危机时期 (2008 年), HMM 回撤明显小于基准回撤。因此, HMM 可以减少投资组合的业绩波动。

图 8: 10 资产投资组合收益



资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 9: 10 资产投资组合回撤



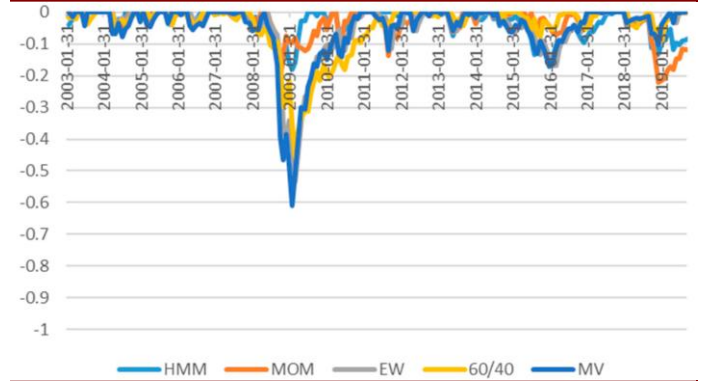
资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 10: 22 资产投资组合收益



资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 11: 22 资产投资组合回撤



资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 12 总结了组合投资收益结果。所有投资策略中, HMM 策略投资表现优于动量策略和基准策略。10 资产样本和 22 资产样本表现出了相同的结果, 这意味着与使用经典资产分配策略和动量策略相比, 使用 HMM 进行投资业绩表现更为优异。

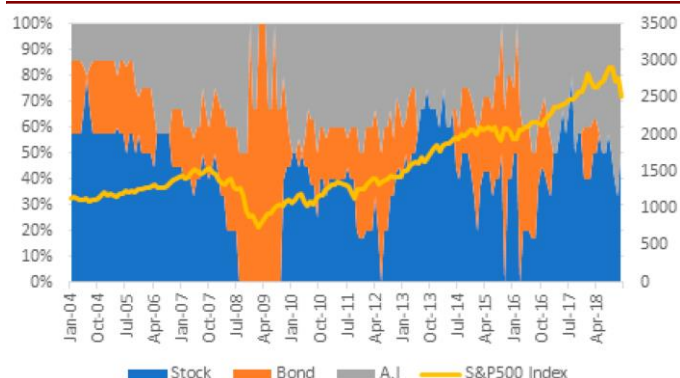
图 12: 组合投资收益汇总

Name		Strategy		Benchmark		
		HMM	MOM	EW	60/40	MV
Asset 10	Ann Ret (Arith)	0.0887	0.0781	0.0693	0.0623	0.0744
	Ann Ret (CAGR)	0.0868	0.0756	0.0654	0.0605	0.0666
	Ann Std Dev	0.1027	0.0999	0.1064	0.0828	0.1382
	Ann Sharp	0.8449	0.7569	0.6148	0.7305	0.4822
	Win Ratio	0.6169	0.6219	0.6070	0.6468	0.5871
	Maximum Draw Down	0.2092	0.1819	0.3917	0.3138	0.3824
Asset 22	Ann Ret (Arith)	0.0811	0.0711	0.0578	0.0623	0.0748
	Ann Ret (CAGR)	0.0799	0.0692	0.0548	0.0605	0.0709
	Ann Std Dev	0.0893	0.0898	0.0930	0.0828	0.1099
	Ann Sharp	0.8938	0.7704	0.5892	0.7305	0.6449
	Win Ratio	0.6517	0.6318	0.6318	0.6468	0.6318
	Maximum Draw Down	0.1612	0.1824	0.3488	0.3138	0.3789

资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

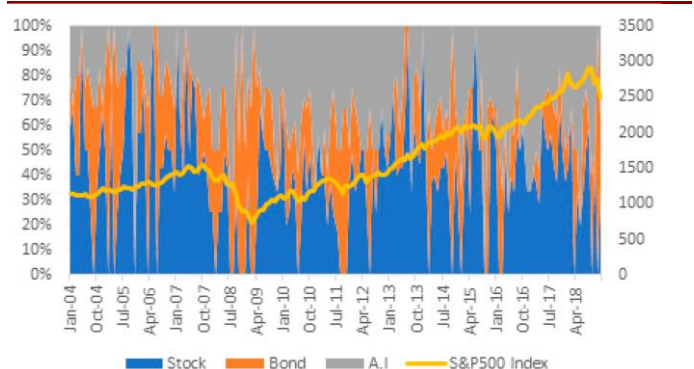
在投资组合资产配置权重变化方面, 与动量策略相比, HMM 策略更具市场择时能力。两种策略在 2008 年金融危机期间通过增加债券的比重来防御。但是不同在于, 动量策略在指数触底后没有立即增加风险资产的权重, 而在 HMM 策略下, 债券的权重似乎在市场下行阶段立即增加, 而在上升阶段快速减少, 这表明 HMM 的策略可以快速分辨市场阶段的变化。

图 13: 10 资产下动量策略资产权重变化



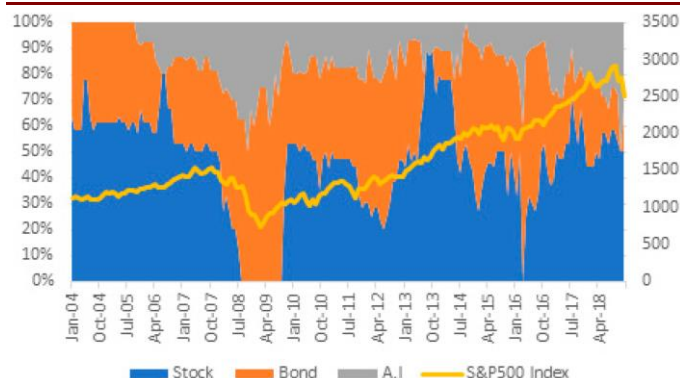
资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 14: 10 资产下 HMM 策略资产权重变化



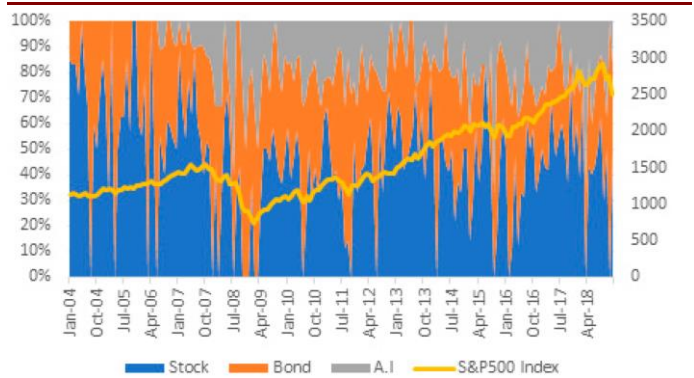
资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 15: 22 资产下动量策略资产权重变化



资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

图 16: 22 资产下 HMM 策略资产权重变化



资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

投资策略的胜率方面，HMM 策略较动量策略胜率更高。论文用滚动收益来分析胜率，滚动收益类似于投资者实际经历的收益，对于检查持有期收益的行为非常有用。滚动收益的持有期从短期的 1 个月到长期的 36 个月不等。总体而言，HMM 策略胜率高于动量策略。

图 17: HMM 策略与动量策略胜率对比

Strategy		HMM			MOM		
Benchmark		EW	60/40	MV	EW	60/40	MV
Asset 10	1 months	0.547	0.537	0.507	0.502	0.522	0.493
	3 months	0.508	0.598	0.528	0.492	0.523	0.487
	6 months	0.531	0.602	0.520	0.515	0.551	0.526
	12 months	0.611	0.674	0.600	0.574	0.579	0.505
	24 months	0.680	0.629	0.635	0.573	0.545	0.573
	36 months	0.729	0.572	0.711	0.633	0.446	0.669
Asset 22	1 months	0.537	0.537	0.542	0.512	0.522	0.512
	3 months	0.558	0.593	0.518	0.543	0.503	0.497
	6 months	0.571	0.617	0.561	0.546	0.551	0.531
	12 months	0.584	0.611	0.579	0.658	0.584	0.505
	24 months	0.697	0.573	0.708	0.635	0.545	0.494
	36 months	0.723	0.524	0.747	0.717	0.470	0.608

资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

信息比率上, HMM 策略对信息的使用能力高于动量策略。信息比率被广泛用作评价基金相对于基准的绩效表现指标, 计算方式为超额收益除以超额收益的标准差。论文使用了等权组合、60/40 和 MV 投资组合为基准组合, 分别计算了 HMM 策略和动量策略相对于不同基准的信息比率。

图 18: HMM 策略和动量策略信息比率对比

Strategy		HMM			MOM	
Benchmark	EW	60/40	MV	EW	60/40	MV
Asset 10	0.2249	0.3002	0.3375	0.0867	0.1392	0.1671
Asset 22	0.2928	0.2720	0.3213	0.1326	0.0989	0.0270

资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

3、HMM 模型选股、择时能力的验证

投资组合收益回报的走势与投资组合的资产选择能力和市场预测能力高度相关。论文使用了 Jensen's alpha、Fama's Net Selectivity 和 Treynor-Mazuy 进行定量测量, 以等权投资组合, 60/40 投资组合和均值方差投资组合为基准组合。

首先, Jensen's alpha 表现上, 可以看到, 在两个样本中, 在三个基准下, HMM 策略的 Jensen's alpha 均比动量策大约 2%。这表明 HMM 和动量策略均具有资产选择能力, 且 HMM 策略资产选择能力强于动量策略。

图 19: HMM 策略和动量策略 Jensen's alpha 对比

Strategy		HMM			MOM	
Benchmark	EW	60/40	MV	EW	60/40	MV
Asset 10	0.0632	0.0593	0.0489	0.0489	0.0424	0.0270
Asset 22	0.0565	0.0489	0.0348	0.0377	0.0301	0.0156

资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

Fama's Net Selectivity 的结果表明, 各种情况下, 动量策略和 HMM 策略 Fama's Net Selectivity 均为正值, 且与动量策略相比, HMM 策略结果更优。该结果与 Jensen's alpha 得到结果相一致。

图 20: HMM 策略和动量策略 Fama's Net Selectivity 对比

Strategy		HMM			MOM	
Benchmark	EW	60/40	MV	EW	60/40	MV
Asset 10	0.0366	0.0247	0.0503	0.0178	0.0063	0.0312
Asset 22	0.0402	0.0277	0.0356	0.0197	0.0071	0.0151

资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

Treynor-Mazuy 的结果表明, HMM 和动量策略均具有选股能力, HMM 策略市场择时能力优于动量策略。Treynor-Mazuy 模型用于检验资产选择能力和市场择时能力。 α 代表选股能力, HMM 策略和动量策略均为正值, 这与对 Jensen's alpha 或 Fama's Net Selectivity 的结果相同。 γ 代表了市场择时能力, γ 为正值, 说明策略具备择时能力。在任何基准下, HMM 策略择时能力均为正值, 而一些情况下动量策略为负值, 因此, HMM 策略市场择时能力优于动量策略。

图 21: HMM 策略和动量策略 Treynor-Mazuy 模型结果对比

Strategy		HMM			MOM		
Benchmark		EW	60/40	MV	EW	60/40	MV
Asset 10	Alpha	0.00697	0.00723	0.00427	0.00606	0.00682	0.00241
	Beta	-0.00444	0.0586	0.538	-0.111	-0.072	0.621
	Gamma	1.48	1.43	0.473	1.43	0.603	0.322
Asset 22	Alpha	0.00663	0.00695	0.00240	0.00537	0.00568	0.00288
	Beta	0.0258	0.0776	0.651	-0.034	0.0263	0.615
	Gamma	1.34	0.651	1.24	1.35	0.665	-0.484

资料来源:《Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model》, 招商证券

三、结论与展望

在 Kim 等的文章中, 以等权组合, 60/40 组合和均值方差组合为业绩基准, 以动量策略为 HMM 策略的对比策略, 实证分析了运用 HMM 策略和动量策略进行资产配置的效果,

并检验了投资策略的有效性，最后得出以下两个结论：

其一，HMM 策略和动量策略均显示出比传统资产配置方法更高的平均年收益率和夏普比率，且 HMM 策略表现更优。论文以等权组合、60/40 组合和均值方差组合为基准组合，发现 HMM 策略和动量策略通过降低回撤，业绩表现在如金融危机的下行市场中得到了改善，均跑赢基准，且 HMM 策略跑赢基准组合的概率更高，即胜率更高，说明 HMM 策略优于动量策略。

其二，业绩归因上，HMM 策略和动量策略比传统策略具有更强的择时和选股能力，且 HMM 择时和选股能力强于动量策略。论文使用了 Jensen's Alpha、Fama's Net Selectivity、Treynor-Mazuy 模型三种衡量投资组合绩效的方法，发现 HMM 策略和动量策略均表现出明显选择资产的能力。择时方面，HMM 策略表现优于动量策略。

论文的另一大意义在于，提出的 HMM 投资策略运用了人工智能的方法，这表明人工智能投资策略能比传统投资策略获取更好的业绩。因此，未来需要对诸如 RNN 之类的深度学习在资产配置策略上的应用进行进一步研究。

论文的局限性和未来研究方向如下：第一，论文通过学习单个资产的收益来判断资产所处阶段，但是，宏观经济变量也会影响单个股票和资产的回报，因此需要将这些因素纳入考虑范围；第二，论文使用的是月度数据，未来可应用于更高频的交易。

参考文献

Kim, E.-C.; Jeong, H.-W.; Lee, N.-Y. Global Asset Allocation Strategy Using a Hidden Markov Model. J. Risk Financial Manag. 2019, 12, 168.

分析师承诺

负责本研究报告的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

任瞳：首席分析师，定量研究团队负责人，管理学硕士，16 年证券研究经验，2010 年、2015 年、2016、2017 年新财富最佳分析师。在量化选股择时、基金研究以及衍生品投资方面均有深入独到的见解。

姚紫薇：上海财经大学企业管理硕士，厦门大学统计学学士。曾就职于兴业证券，2019 年加入招商证券研究发展中心，在基金研究和产品设计方面有较深入的研究。

投资评级定义

公司短期评级

以报告日起 6 个月内，公司股价相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

强烈推荐：公司股价涨幅超基准指数 20%以上

审慎推荐：公司股价涨幅超基准指数 5-20%之间

中性：公司股价变动幅度相对基准指数介于±5%之间

回避：公司股价表现弱于基准指数 5%以上

公司长期评级

A：公司长期竞争力高于行业平均水平

B：公司长期竞争力与行业平均水平一致

C：公司长期竞争力低于行业平均水平

行业投资评级

以报告日起 6 个月内，行业指数相对于同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

推荐：行业基本面向好，行业指数将跑赢基准指数

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随基准指数

回避：行业基本面向淡，行业指数将跑输基准指数

重要声明

本报告由招商证券股份有限公司（以下简称“本公司”）编制。本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告基于合法取得的信息，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价，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。除法律或规则规定必须承担的责任外，本公司及其雇员不对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。

本报告版权归本公司所有。本公司保留所有权利。未经本公司事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、引用或转载，否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。

敬请阅读末页的重要说明

“慧博资讯”专业的投资研究大数据分享平台

点击进入  <http://www.hibor.com.cn>