

低延迟趋势线与交易性择时

短线择时策略研究之三

报告摘要:

● 传统移动平均线 (MA) 的缺点

移动平均线 (MA) 是技术分析中常用的一类趋势跟踪指标,其可以在一定程度上刻画股票价格或指数的变动方向。MA 的计算天数越多,平滑性越好,但时滞带来的延迟影响也越严重。因此,在使用 MA 指标进行趋势跟踪时,容易出现“跟不紧”甚至“跟不上”的情况。平滑性和延迟性在 MA 指标中成为了不可避免的矛盾,这就促使我们去寻找化解这一矛盾的工具和方法。

● 低延迟趋势线 (LLT) 的构造

与 MA 类似的均线指标还有 EMA,其本质是在计算中对靠近计算日的价格赋予更大的权重。EMA 指标的计算方式在信号处理理论中恰好对应着一类一阶低通滤波器,其可以将信号的高频分量进行有效的过滤。通过分析,我们认为如果希望滤波效果更好,则需要选择合适阶数的滤波器。上述一阶滤波的效果相对较差,通带和阻带间的过渡带太长;阶数越高,滤波器传输函数在截止频率附近衰减得越快,但同时通带会变得不平,也就是靠近截止频率的信号会有些放大。因此折中来看,可以选择二阶滤波器,我们根据二阶滤波器设计了 LLT 低延迟趋势线,发现其在低频部分的输出信号较强,同时相比 MA 均线和 EMA 均线,延迟大幅下降。

● LLT 趋势线可以实现交易性趋势择时

我们将 LLT 趋势择时应用于沪深 300、上证指数、深证成指等市场指数的日数据,通过切线法进行方向判断,获得良好的风险收益情况。相比 MA 趋势择时,我们发现 LLT 模型的择时周期更短,稳定性也更好。不过采用切线法对趋势线进行追踪有一个问题,就是在趋势拐点附近,切线斜率容易在零附近震荡,从而造成多次择时判断且正确率下降的情况,这相当于在择时模型中内嵌了一定的止损机制,因此我们将这类择时方法称为交易性择时。对于 LLT 指标,趋势一旦确立,持仓可以保持相对较长的盈利时间,而在拐点附近的震荡交易次数虽多,但持仓时间往往都很短。因此对于交易性择时来说,在判断正确率相对较低的情况下,判断正确的时间占比却往往较高,并且盈利也主要来自于这一部分的贡献。

● LLT 趋势择时可应用于股票、ETF、期货等金融产品的交易

基于 LLT 对趋势跟踪的有效性,我们认为 LLT 趋势择时可应用于股票、ETF、期货等金融产品的交易。在本篇报告中,我们实证计算了 LLT 在 ETF 趋势交易中的应用,获得了良好的风险收益表现。

图 1 上证指数与低延迟趋势线 LLT

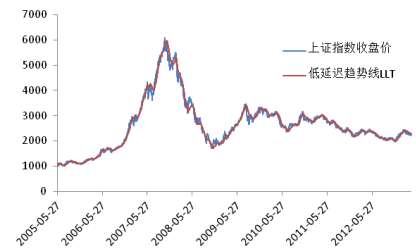
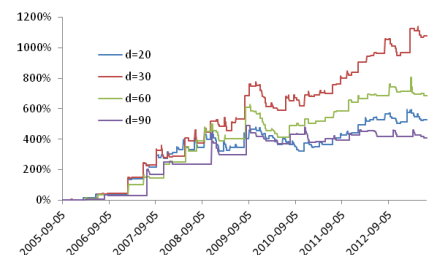


图 2 LLT 趋势择时累积收益率



分析师: 安宁宁 S0260512020003



0755-23948352



ann@gf.com.cn

相关研究:

希尔伯特变换下的短线择时策略 2013-06-17

基于股指期货在 A 股非交易时间表现的短线择时研究 2012-10-17

联系人: 张超



020-87555888-8646



zhangchao@gf.com.cn

目录索引

一、传统均线系统.....	4
二、低延迟趋势线 LLT 的构造	4
三、基于 LLT 趋势线的交易性择时	12
（一）普通 MA 均线择时	13
（二）LLT 低延迟趋势线择时	14
四、LLT 趋势择时下的 ETF 交易策略.....	17
五、总结	19

图表索引

图 1: 传统 MA 均线指标 (上证指数, 20121026-20130409)	4
图 2: EMA 指标 (上证指数, 20121026-20130409)	5
图 3: EMA 指标频率响应曲线	7
图 4: 修正 EMA 指标频率响应曲线 (红线)	8
图 5: 一阶与二阶高通滤波器频率响应曲线.....	9
图 6: 低延迟趋势线频率响应曲线	9
图 7: 一阶与二阶高通滤波器延迟响应曲线.....	10
图 8: 各类趋势线比较 (2012-10-26 至 2013-04-09)	11
图 9: 上证指数与低延迟趋势线 LLT (2005-05-27 至 2013-04-09)	11
图 10: 不同 α 参数的 LLT 趋势线 (2012-10-26 至 2013-04-09)	12
图 11: 利用切线斜率进行趋势择时示意图	13
图 12: MA 均线择时累积收益率 (上证指数)	13
图 13: 不同 d 参数下的 LLT 趋势择时累积收益率 (上证指数)	15
图 14: LLT 趋势线择时累积收益率 (上证指数)	15
图 15: LLT 趋势线择时累积收益率在上证指数、沪深 300 和深证成指中的对比 ..	16
图 16: 基于 LLT 趋势线择时的 ETF 交易累积收益率	17
图 17: 基于 LLT 趋势线择时的 ETF 交易 (只做多) 累积收益率	18
表 1: MA 均线择时统计数据	14
表 2: LLT 趋势线择时统计数据 (上证指数)	16
表 3: 基于 LLT 趋势线的 ETF 趋势交易统计	17
表 4: 基于 LLT 趋势线的 ETF 趋势交易 (只做多) 统计	19

一、传统均线系统

跟随市场趋势是一种简单有效的投资方式。在市场处于上升趋势时，投资者可以买入并持有；当市场转为下降趋势时，投资者可以选择卖空或空仓。

跟随趋势最简单的办法是采用移动平均（Moving Average）线，其算法为

$$MA(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} price(T-i) \quad (1)$$

其中 $price$ 一般选择收盘价， $MA(n)$ 即为 T 日的 n 日均线指标。对于 MA 指标， n 越大，趋势线的平滑性越好。

MA 指标可以很好地刻画指数或股票价格趋势，但其最大的问题在于存在延迟。例如图 1 所示的指数日 K 线及 MA 均线系统，蓝色、橙色、紫色、绿色分别代表 5 日、10 日、30 日和 60 日均线。可以看出，随着均线分母 n 的增加， MA 指标的局部波动显著减小（即平滑性越来越好），但趋势跟随也出现了越来越高的延迟。

图1：传统MA均线指标（上证指数，20121026-20130409）



数据来源：通达信证券信息平台

因此，在使用 MA 指标进行趋势跟踪时，容易出现“跟不紧”甚至“跟不上”的情况。

本篇报告所研究的低延迟趋势线 LLT 指标（Low-lag Trendline），通过信号处理理论中的一些滤波方法，克服了 MA 指标的上述缺点，可以实现低延迟趋势跟踪。

二、低延迟趋势线 LLT 的构造

除了传统技术分析中的均线系统，趋势也可以结合信号处理的方法来进行甄别。

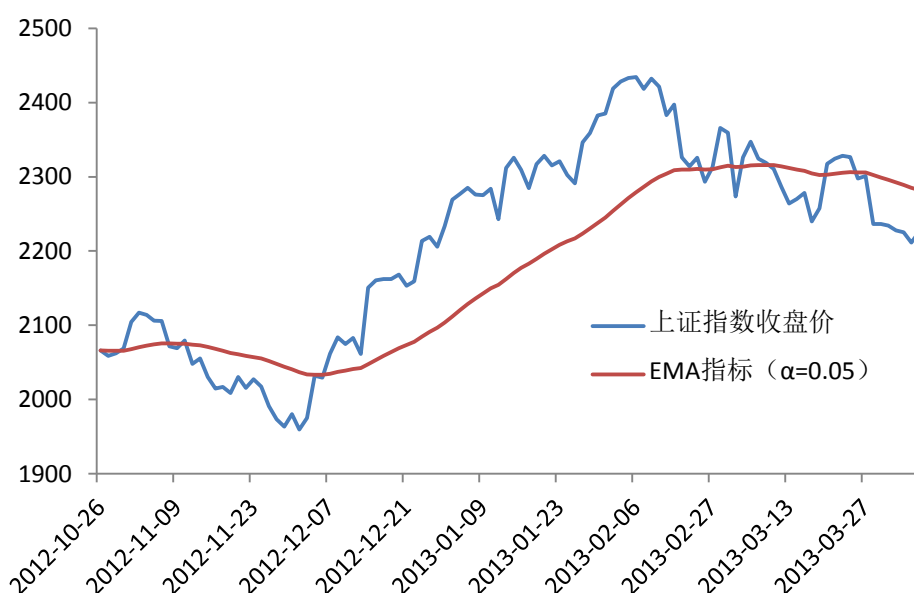
由于时域中识别指数或价格波动的趋势非常困难，因此在识别趋势模式时，通常在信号变化缓慢的频域中进行。对应于趋势线，实际上是将指数或价格信号的高频部分过滤掉，保留低频部分，再将低频部分变换回时域。同理，一些震荡线指标则是去掉低频部分，保留高频部分。在本篇报告中，我们主要对前者进行讨论。

这里我们首先介绍另一种均线指标——指数平均线 EMA (Exponential Moving Average)。和 MA 指标类似，EMA 也是一种通过对价格进行平均的趋势系统，目标同样也是进行趋势跟踪。EMA 指标的公式为

$$EMA(T) = \alpha * price(T) + (1 - \alpha) * EMA(T-1) \quad (2)$$

其中 α 是介于 0 和 1 之间的一个参数，且 $EMA(1) = price(1)$ 。EMA 指标的本质是对靠近计算日的价格赋予更大的权重。上证指数 2012 年 10 月 26 日至 2013 年 4 月 9 日的 EMA 指标如图 2 所示，可以看出，该指标同 MA 指标一样，在指数拐点附近存在一定的延迟。

图2：EMA指标（上证指数，20121026-20130409）



数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

EMA 均线指标的公式 (2) 正是信号处理理论中的一种一阶线性滤波器。接下来，我们将从信号处理的角度出发对该指标进行简要分析。

Z 变换是信号处理中一种常用的时频变换方法，其本质是离散信号的拉普拉斯变换。Z 变换定义为

$$F(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} f(k)z^{-k} \quad (3)$$

其中 z 定义于复频域， $f(k)$ 是离散时间序列。

有了 Z 变换，就可以定义传输函数。传输函数定义为输出信号 Z 变换与输入信号 Z 变换的比值，可以看作输出、输入的强度比值。若将指数或价格的时间序列看

作输入信号，均线指标看作输出信号，EMA 均线的传输函数即为

$$H(z) = \frac{EMA(z)}{price(z)} \quad (4)$$

代入 (2) 式，并借助 Z 变换的线性性质

$$a_1 f_1(k) + a_2 f_2(k) \leftrightarrow a_1 F_1(z) + a_2 F_2(z) \quad (5)$$

和时位移性质

$$f(k-m) \leftrightarrow z^{-m} F(z) \quad (6)$$

可以推导出 EMA 均线的传输函数为

$$H_1(z) = \frac{\alpha}{1 - (1 - \alpha)z^{-1}} \quad (7)$$

传输函数是描述线性动力学系统的基本数学工具之一，它由动力学系统本身的性质决定，与输入信号无关。传输函数可以描述不同频率下的输出输入比，即描述信号在动力学系统中的衰减或放大行为。

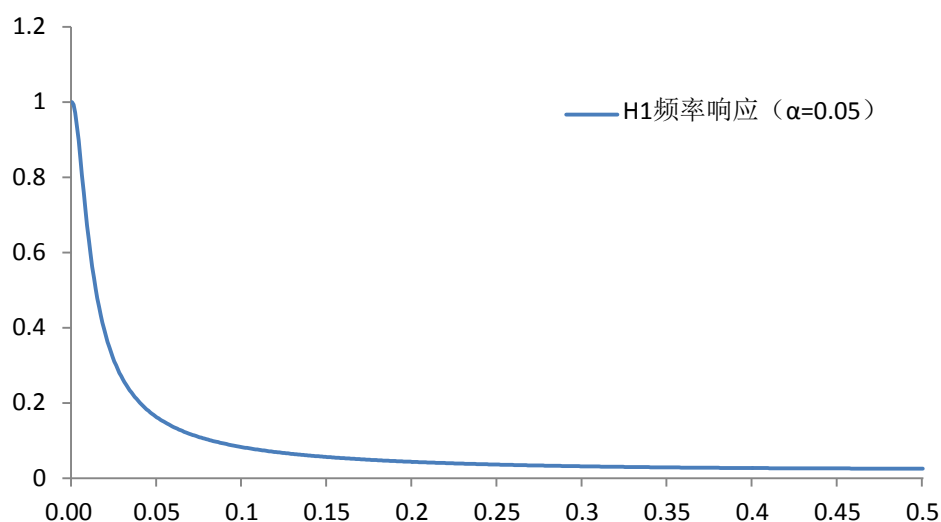
若令 $z = e^{i\omega} = e^{i\Omega T} = e^{i2\pi f_s T}$ ，Z 变换 (3) 式则转化为傅里叶变换，其中 f_s 为采样频率， T 为采样时间间隔，此时可以更清晰地看出系统在频域中的性质。当 $z=1$ 时， $\omega=0$ ，此时系统对应最低频率（零频率）；而当 $z=-1$ 时， $\omega=\pi$ ，频率达到最大值。

从 (7) 式可以看出，当时间序列为常序列时，频谱对应零频率，EMA 指标收敛于该常数，此时 $z^{-1}=1$ ，传输函数等于 1，输出信号与输入信号完全相同，不产生增益或衰减；反之，当频率等于信号可能的最高频率，即奈奎斯特频率（Nyquist frequency，定义为采样频率的 1/2）， $z^{-1}=-1$ ，传输函数等于 $\alpha/(2-\alpha)$ ，高频成分被最大限度地衰减。也就是说，传输函数在产生 EMA 信号过程中，对高频成分具有衰减作用，如果将上述 EMA 指标作为滤波工具，相当于一个一阶低通滤波器。

更直观地，我们画出 EMA 指标频率响应的幅度 $|H(e^{i\omega})|$ ，如图 3 所示，其反映了不同频率下信号的输出输入比。图 3 中的频率单位取为“1/交易日”，由上述分析可知其有效区间为 $[0, 0.5]$ 。

从图 3 中可以看出，随着频率的提高，输出信号出现大幅衰减。也就是说，作为输出信号的 EMA 指标，使得原输入信号的高频分量被大幅削减，起到了低通滤波器的作用。

图3: EMA指标频率响应曲线



数据来源：广发证券发展研究中心

由于传输函数等于 1 时，输出信号包含了输入信号的全部分量（高、低频分量互补）。因此，从理论上来说，在 EMA 指标这一低通滤波器的基础之上，我们可以通过从全部输入信号中减去低频分量，构造一个高通滤波器，即 $1-H_1(z)$ 。

但是这样做存在一个问题——由于当 $z^{-1} = -1$ 时，传输函数等于 $\alpha/(2-\alpha)$ ，也就是说仍然有高频分量输出。按照 $1-H_1(z)$ 所计算得到的传输函数并不能包含所有的高频分量。为了解决这一问题，我们可以通过数学上的一些技巧，修正 EMA 指标为

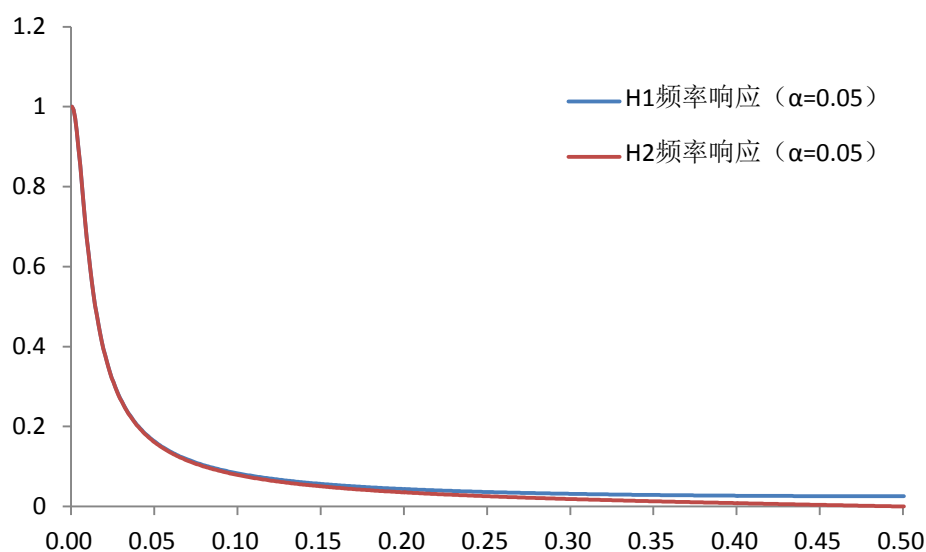
$$EMA'(T) = \alpha * \frac{price(T) + price(T-1)}{2} + (1-\alpha) * EMA'(T-1) \quad (8)$$

即在算法中加入前一个交易日的价格信息，并与当日价格取算数平均。借助 Z 变换的性质（5）式与（6）式，可以得到（8）式的传输函数为

$$H_2(z) = \frac{\alpha * (1+z^{-1})/2}{1-(1-\alpha)*z^{-1}} \quad (9)$$

按照（9）式，当 $z^{-1} = -1$ 时，传输函数等于零，最高频分量被完全过滤，这点可以从其频率响应图 4 中看出。

图4：修正EMA指标频率响应曲线（红线）



数据来源：广发证券发展研究中心

所以按照（9）式构造一阶高通滤波器，可以更完整地保留高频信号，其传输函数为

$$H_3(z) = 1 - H_2(z) = \frac{(1 - \alpha/2) * (1 - z^{-1})}{1 - (1 - \alpha) * z^{-1}} \quad (10)$$

如果希望滤波效果更好，尽量保留需要的信号，抑制没用的信号，则需要选择合适阶数的滤波器。上述一阶滤波的效果相对较差，通带和阻带间的过渡带太长；阶数越高，滤波器传输函数在截止频率附近衰减得越快，但同时通带会变得不平，也就是靠近截止频率的信号会有些放大。因此，折中来看，可以选择二阶高通滤波器，以保留有用的高频信号。二阶高通滤波器可以通过串联两个一阶高通滤波器实现，即信号通过一个高通滤波器之后，输出信号再进入一个高通滤波器，如此一来，经过两次一阶滤波，就可以完成二阶滤波过程。相应的，二阶高通滤波器的传输函数可以写作

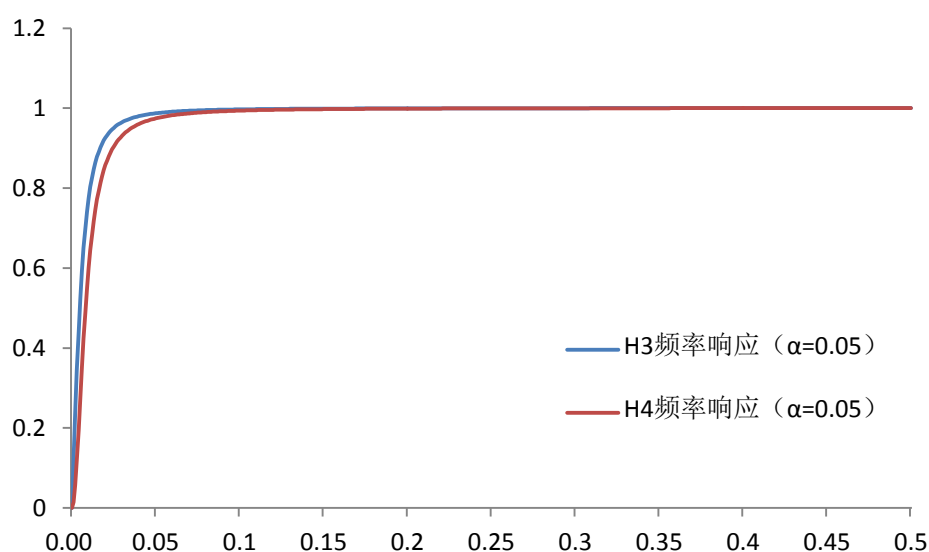
$$H_4(z) = H_3(z) * H_3(z) = \frac{(1 - \alpha/2)^2 * (1 - 2z^{-1} + z^{-2})}{1 - 2(1 - \alpha)z^{-1} + (1 - \alpha)^2 z^{-2}} \quad (11)$$

H_3 和 H_4 的频率响应曲线如图 5 所示。可以看出，通过 H_2 对 EMA 指标的修正，

H_3 和 H_4 的最高频部分都可以完整输出。不同的是， H_4 的频率响应曲线在通带和阻带之间衰减得更快，可以对高频和低频分量做出更有效的区分。

由于低频分量与高频分量互补，因此，可以根据二阶高通滤波公式（11），构造相应的低通滤波系统，即

图5：一阶与二阶高通滤波器频率响应曲线



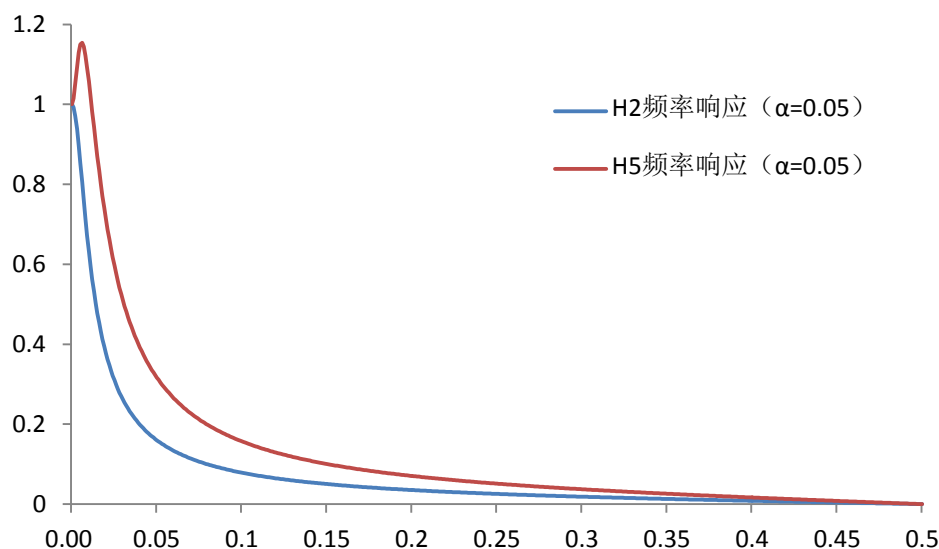
数据来源：广发证券发展研究中心

$$H_5(z) = 1 - H_4(z) = \frac{(\alpha - \alpha^2/4) + (\alpha^2/2)z^{-1} - (\alpha - 3\alpha^2/4)z^{-2}}{1 - 2(1-\alpha)z^{-1} + (1-\alpha)^2 z^{-2}} \quad (12)$$

该低通滤波器就是我们要构造低延迟趋势线的工具，它具有以下两个优势。

首先从（12）式的频率响应曲线图6中可以看到，相比修正EMA指标的传输函数 H_2 ，该低通滤波系统的低频分量在截止频率附近小幅放大（这是高阶滤波的特点之一），但又没有过分失真；同时，二阶低通滤波后的低频信号整体大于EMA指标，低频输出信号更为显著。

图6：低延迟趋势线频率响应曲线



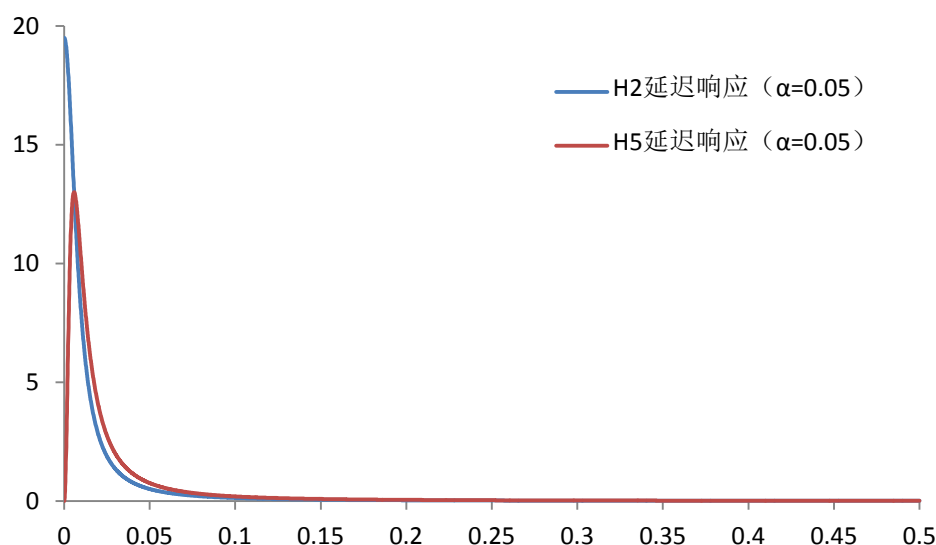
数据来源：广发证券发展研究中心

其次，经过二阶低通滤波后的趋势线具有更低的延迟。动力学系统的群延迟响应定义为传输函数相位对角频率导数的负值，即

$$\tau_s = -\frac{d}{d\omega} \arg[H_s(e^{i\omega})] \quad (13)$$

它是滤波器平均延迟的一个度量。对于（12）式的二阶低通滤波器，我们可以得到其延迟相应，并与之前的一阶滤波情况（修正 EMA 指标）比较，得到图 7 所示曲线。

图7：一阶与二阶高通滤波器延迟响应曲线



数据来源：广发证券发展研究中心

可以看出，修正 EMA 指标的低频分量具有较高的延迟。对于 $\alpha = 0.05$ ，修正 EMA 指标在极低频附近具有约 19 个交易日的延迟。与此同时，二阶低频滤波后的低延迟趋势线在极低频附近延迟接近于零，截止频率以内的延迟也远低于修正 EMA 指标。

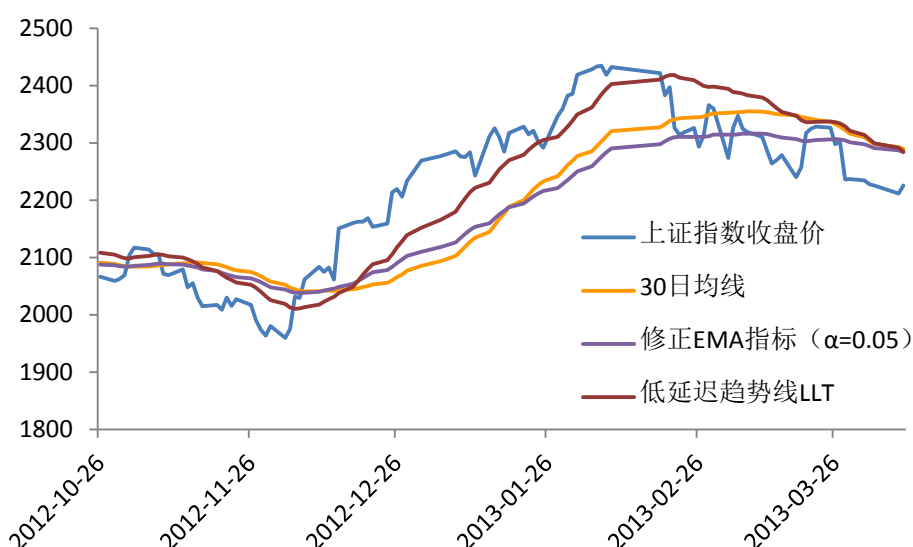
由此，我们可以构建低延迟趋势线指标。由传输函数的定义（输出信号 Z 变换与输入信号 Z 变换的比值）以及低延迟趋势线的传输函数（12）式，可以得到

$$\frac{LLT(z)}{price(z)} = \frac{(\alpha - \alpha^2/4) + (\alpha^2/2)z^{-1} - (\alpha - 3\alpha^2/4)z^{-2}}{1 - 2(1-\alpha)z^{-1} + (1-\alpha)^2 z^{-2}} \quad (14)$$

结合 Z 变换的时位移性质，我们就可以计算得到低延迟趋势线 LLT。

对比传统 MA 均线指标、EMA 指标、修正 EMA 指标，以及低延迟趋势线 LLT 指标，如图（8）所示。

图8：各类趋势线比较（2012-10-26至2013-04-09）

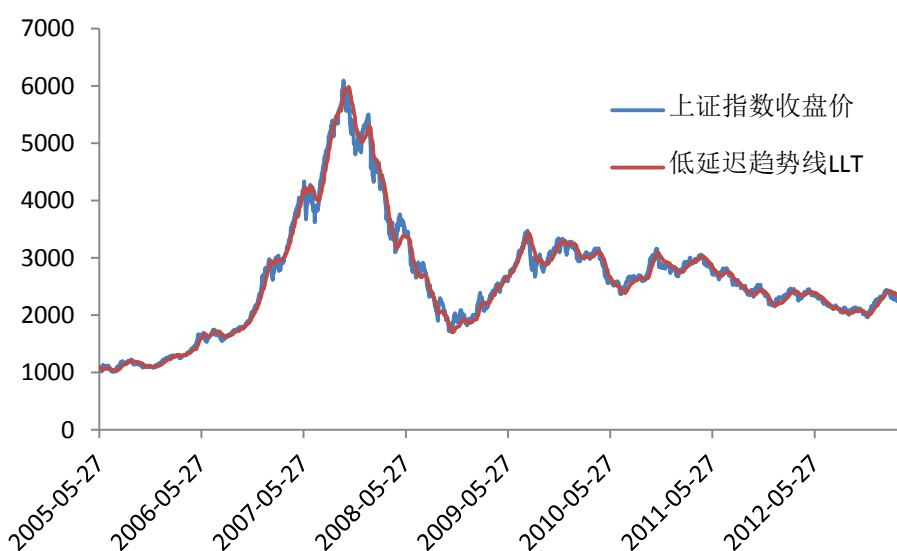


数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

可以看出，相对其他趋势线指标，LLT 具有更显著的拐点和更低的延迟。

进一步拉宽时间窗口，如图 9 所示，可以看出 LLT 指标兼顾了趋势线的平滑性和延迟性两个方面。

图9：上证指数与低延迟趋势线LLT（2005-05-27至2013-04-09）



数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

最后，简单讨论 α 参数，该参数也是低延迟趋势线 LLT 指标中的唯一参数。与 EMA 指标一样，(14) 式中的 α 参数实际表征的是当前价格与历史价格之间的权重。

通过延迟相应定义 (13) 式，不难证明，对于普通的 MA 均线，延迟大约是其计算周期的一半。例如 20 日均线具有大约 10 个交易日的延迟；60 日均线具有大约 30

个交易日的延迟。

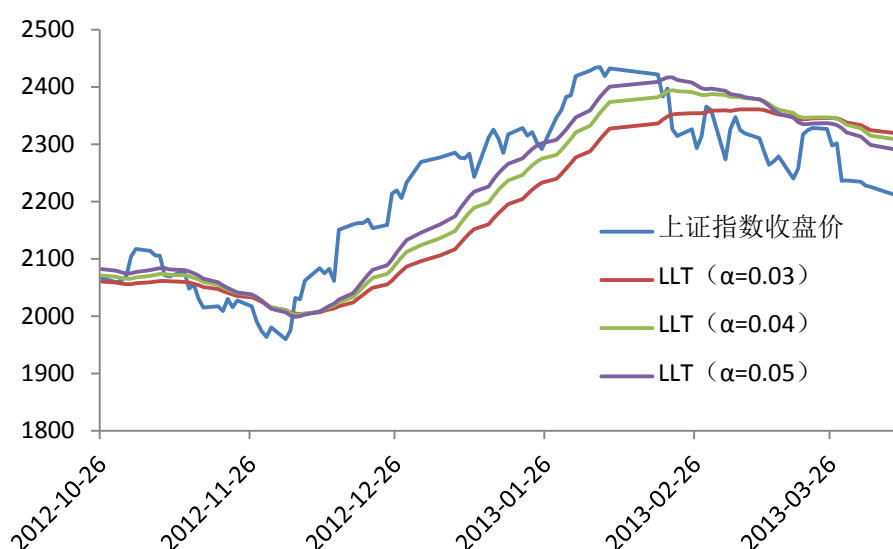
对于 EMA 指标 (2) 式, 其 α 参数与 MA 均线的计算天数 d 具有如下关系

$$\alpha = \frac{2}{d+1} \quad (15)$$

也就是说, α 越小, 延迟越高, 趋势线的平滑性也越好。例如, 当 $\alpha = 0.05$ 时, EMA 指标的计算天数大约为 39 个交易日, 延迟同样取一半, 即存在大约 20 个交易日的延迟, 这点可以从图 7 中蓝线在零频附近的延迟响应看出。

而对于低延迟趋势线 LLT, 从图 7 中可以看出, 无论 α 取多少, 其零频附近的延迟都接近于零; 随着频率增大至截止频率, 其延迟也都低于 MA 及 EMA 指标。不过 LLT 趋势线仍然具有 “ α 越小, 延迟越高, 平滑性越好” 的特点 (零频至截止频率一段)。我们仍然取 2012 年 10 月 26 日至 2013 年 4 月 9 日一段, 分别计算 α 参数等于 0.03、0.04、0.05 的 LLT 趋势线, 如图 10 所示。

图10: 不同 α 参数的 LLT 趋势线 (2012-10-26至2013-04-09)



数据来源: 广发证券发展研究中心, wind资讯

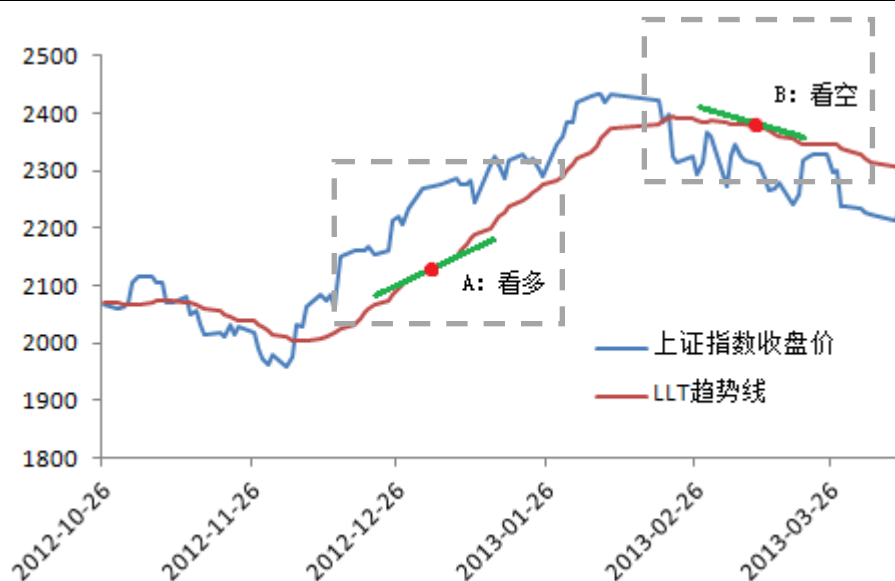
可以看出, 由于 LLT 趋势线的低延迟特性, 对于不同的 α 参数, 其主要趋势的拐点位置相差并不大。

三、基于 LLT 趋势线的交易性择时

低延迟的 LLT 趋势线提供了良好的趋势跟踪工具, 我们可以按照趋势线的方向进行择时。更为定量地说, 我们可以通过趋势线的切向方向进行择时。

由于 LLT 趋势线与其他趋势系统类似, 在一定的参数条件下具有较好的平滑性, 因此我们可以将该趋势线近似看作一条处处可微的曲线。通过向前差分计算, 我们可以在每个交易日结束后得到 LLT 趋势线在该点处切线的斜率 k 。如图 11 所示, 当 $k > 0$ 时, 看多市场; 当 $k < 0$ 时, 看空市场; 当 $k = 0$ 时, 维持之前的方向判断。

图11：利用切线斜率进行趋势择时示意图



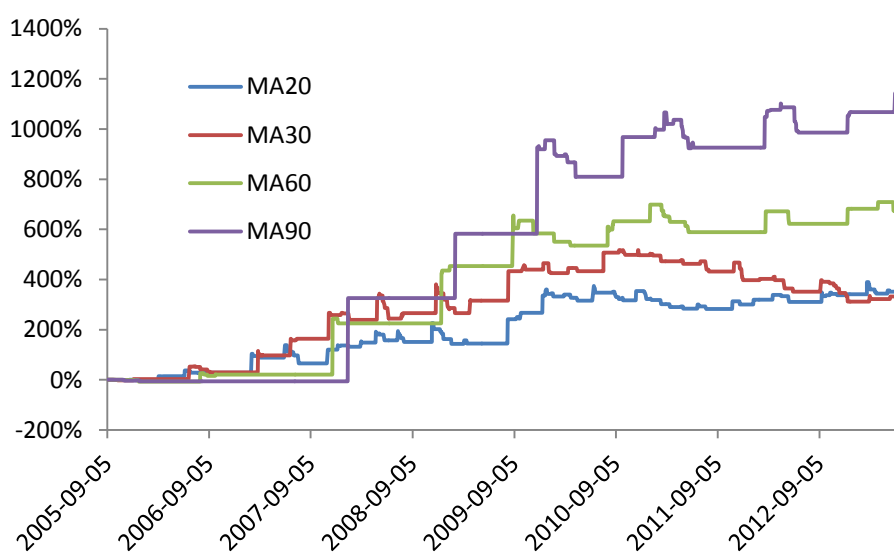
数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

（一）普通 MA 均线择时

在研究 LLT 趋势择时之前，我们先来看一下普通 MA 移动平均线进行趋势跟踪择时的效果。

同样采用上述切线观察的方法，我们通过多、空双向交易的方法回测了 MA 移动平均线在上证指数择时中的结果，即当切线斜率大于零时，按照收盘价建立多仓或继续持有多仓；当切线斜率小于零时，按照收盘价建立空仓或继续持有空仓。回测时间为 2005 年 9 月 6 日至 2013 年 6 月 28 日。由于这里主要观察择时效果，因此暂未考虑交易成本。回测结果如图 12 和表 1 所示。

图12：MA均线择时累积收益率（上证指数）



数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

表 1: MA 均线择时统计数据

	MA20	MA30	MA60	MA90
择时次数	136	118	50	58
累积收益率	348.84%	324.21%	669.69%	1143.20%
收益率标准差	8.97%	10.55%	28.29%	47.21%
盈利比率	36.76%	33.90%	36.00%	46.55%
最大回撤率	-30.88%	-33.45%	-15.90%	-13.92%
盈利次数	50	40	18	27
亏损次数	86	78	32	31
平均盈利率	8.07%	9.54%	21.33%	19.69%
平均亏损率	-2.40%	-2.36%	-2.25%	-1.68%
平均盈亏比(绝对值)	3.36	4.04	9.48	11.71
单次最大盈利	58.29%	66.18%	184.42%	352.24%
单次最大亏损	-16.52%	-11.18%	-6.94%	-6.19%
最大连续盈利次数	4	3	4	6
最大连续亏损次数	7	11	9	10

数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

可以看出，通过传统的 MA 移动平均线结合切线方法进行择时判断，不失为一种简单有效的方法。但是随着近年来市场波动的收窄，以及 MA 均线使用者的增多，从图 12 中可以看出，2010 年之后采用这种方法进行择时的有效性显著下降。因此，我们有必要采用更为先进的趋势跟踪工具，LLT 低延迟趋势线就提供了这样的一类趋势跟随方法。

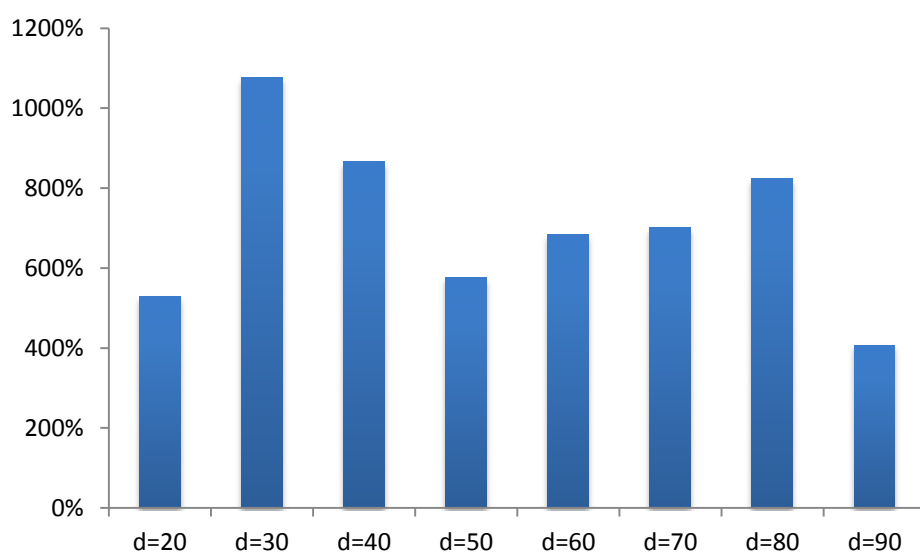
另外，可以看到，采用切线法对趋势线进行追踪有一个问题，就是在趋势拐点附近，切线斜率容易在零附近震荡，从而造成多次择时判断且正确率下降的情况。这点可以从表 1 中盈利比率（即判断正确率）这项指标看出。与一般的择时模型不同，这类择时策略在收益方面虽然具有较好的表现，但择时正确率一般不超过 50%，相当于内嵌了一定的止损机制，因此我们将这类择时方法称为交易性择时。对于 MA 均线择时以及之后的 LLT 趋势线择时，趋势一旦确立，持仓可以保持相对较长的盈利时间，而在拐点附近的震荡交易次数虽多，但持仓时间往往都很短。因此对于交易性择时来说，在判断正确率相对较低的情况下，判断正确的时间占比却往往较高，并且盈利也主要来自于这一部分的贡献。

（二）LLT 低延迟趋势线择时

同样，画出 LLT 趋势线后，也可以通过图 11 所示的切线法进行趋势跟踪择时。

由于 LLT 趋势线中有且仅有参数 α ，因此我们有必要对这一参数进行较为细致的研究。如 (15) 式所示， α 参数等价于 EMA 指标的计算中用到了多少个交易日 d 的历史价格数据。因此，我们这里选择 d 等于 20 到 90 的情况（窗口间隔为 10 个交易日），分别计算了多、空双向交易的累积收益情况（未考虑交易成本），回测标的（上证指数）和回测时间（2005 年 9 月 6 日至 2013 年 6 月 28 日）不变，我们得到图 13 所示的结果。

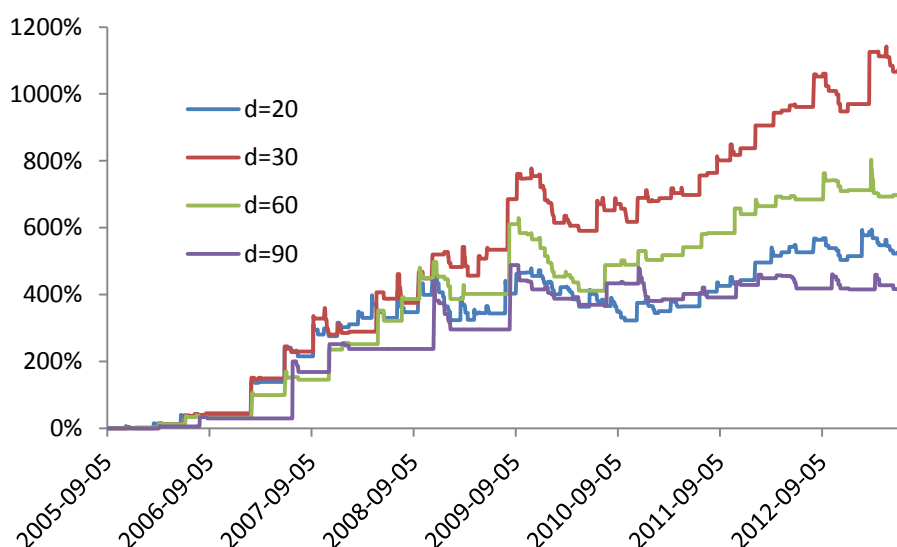
图13: 不同d参数下的LLT趋势择时累积收益率 (上证指数)



数据来源: 广发证券发展研究中心, wind资讯

从图 13 的累计收益分布图中可以看出, 在不同参数下进行趋势跟踪, 并进行多空双向交易, 都可以获得显著正收益。对比图 12 的 MA 趋势跟踪累积收益率, 直观来看采用图 13 中的 LLT 趋势线方法没有优势。但是我们如果同时比较图 14 的累积收益率曲线, 可以看出, 在合适的参数下, LLT 趋势线多、空双向交易的收益分布更为稳定, 在 2010 年以后仍然可以稳定盈利 (如 $d=30$ 的情况), 这点是传统 MA 均线所无法实现的。

图14: LLT趋势线择时累积收益率 (上证指数)



数据来源: 广发证券发展研究中心, wind资讯

表 2: LLT 趋势线择时统计数据 (上证指数)

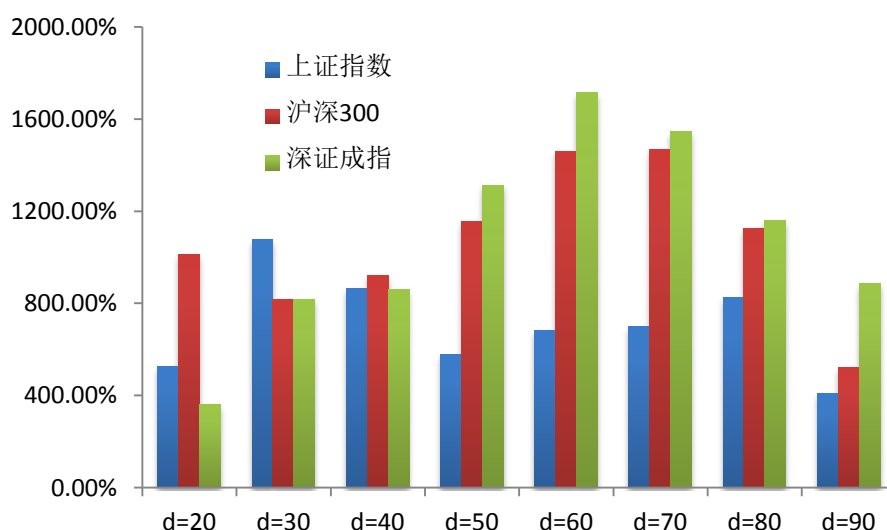
	d=20	d=30	d=60	d=90
择时次数	182	130	96	81
累积收益率	528.27%	1076.47%	683.55%	407.27%
收益率标准差	8.29%	9.67%	10.51%	17.80%
盈利比率	36.81%	41.54%	37.50%	27.16%
最大回撤率	-26.96%	-21.35%	-29.80%	-26.94%
盈利次数	67	54	36	22
亏损次数	115	76	60	59
平均盈利率	7.26%	8.60%	10.74%	17.00%
平均亏损率	-2.19%	-2.20%	-2.26%	-2.20%
平均盈亏比 (绝对值)	3.32	3.91	4.10	7.73
单次最大盈利	72.70%	72.75%	58.26%	131.50%
单次最大亏损	-6.45%	-7.35%	-6.77%	-6.88%
最大连续盈利次数	4	6	5	3
最大连续亏损次数	9	9	9	9

数据来源: 广发证券发展研究中心, wind资讯

对比表 2 和表 1, 可以看出, 由于 LLT 趋势线具有低延迟特性, 信号变化相对更为及时, 交易也更为活跃。同样, 由于在拐点附近切线斜率的频繁震荡, LLT 趋势择时也具有判断正确率较低、判断正确时间占比较高的特点, 仍然是一种交易性择时模型。

为了保证模型有效性, 我们对沪深 300 指数(000300.SH)和深证成指(399001.SZ)也在相同的时间窗口进行了多、空双向交易回测, 收益分布如图 15 所示。

图 15: LLT 趋势线择时累积收益率在上证指数、沪深 300 和深证成指中的对比



数据来源: 广发证券发展研究中心, wind资讯

可以看出 LLT 模型在沪深 300 指数和深证成指上不但继续有效, 而且在不同参

数下总体来看，模型可以取得更高的收益。

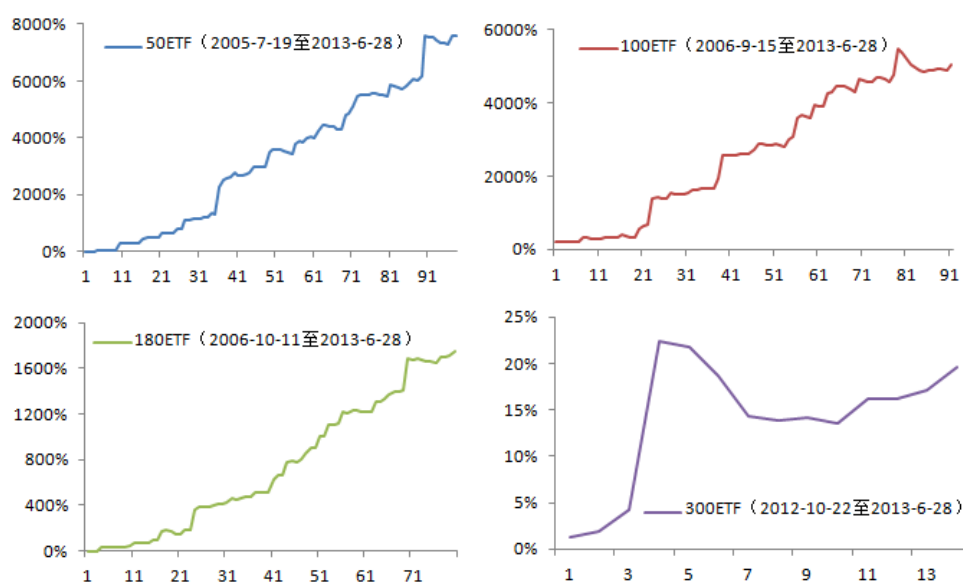
另外从图 15 中可以得到的一个结论是，对于不同的指数来说，可能存在不同的最优 α 参数（ d 参数），使得累积收益最大化。例如沪深 300 和深证成指在 d 等于 60 和 70 时累积收益率最高，而上证指数则在 d 等于 30 附近较优。

四、LLT 趋势择时下的 ETF 交易策略

基于第三部分对 LLT 趋势择时有效性的分析，我们认为在这种在日线级别上构造的技术指标，可以运用于 ETF、股票及期货等标的的隔夜趋势交易。这里简单起见，我们只测试几支流动性较好的 ETF。

我们采用的 ETF 标的包括华夏上证 50ETF（510050.SH）、易方达深 100ETF（159901.SZ）、华安上证 180ETF（510180.SH）和华泰柏瑞沪深 300ETF（510300.SH），采用的交易策略为：根据日收盘价计算 LLT 趋势线切线在该时点的斜率，如果斜率大于零，趋势向上，看多，此时如果多空信号发生了变化则采用次日开盘价进行多头方向的开平仓操作；如果斜率小于零，趋势向下，看空，此时如果多空信号发生了变化则采用次日开盘价进行空头方向的开平仓操作。按照上述多、空双向交易的方法，我们回测了几支 ETF 的模拟交易情况，这里考虑双边 0.2% 的交易成本，以及融券做空时年化 8.6% 的融券成本。我们得到图 16 和表 3 中的结果。

图 16：基于 LLT 趋势线择时的 ETF 交易累积收益率



数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

表 3：基于 LLT 趋势线的 ETF 趋势交易统计

	50ETF	100ETF	180ETF	300ETF
样本数（交易日天数）	1932	1646	1633	165
交易次数	98	91	80	14
平均交易周期（天）	19.71	18.09	20.41	11.79
累积收益率	6266.64%	5060.42%	1748.85%	19.55%

年化收益率	68.98%	79.43%	54.63%	30.22%
收益率标准差	18.11%	23.94%	10.61%	4.94%
盈利比率	59.18%	52.75%	67.50%	64.29%
最大回撤率	-5.21%	-12.26%	-13.26%	-7.21%
盈利次数	58	48	54	9
亏损次数	40	43	26	5
平均盈利率	9.62%	12.39%	6.96%	3.01%
平均亏损率	-0.95%	-1.28%	-1.68%	-1.53%
平均盈亏比（绝对值）	10.17	9.68	4.14	1.97
单次最大盈利	152.16%	196.44%	64.82%	17.49%
单次最大亏损	-3.66%	-6.59%	-7.29%	-3.60%
最大连续盈利次数	6	6	6	4
最大连续亏损次数	6	7	4	5

数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

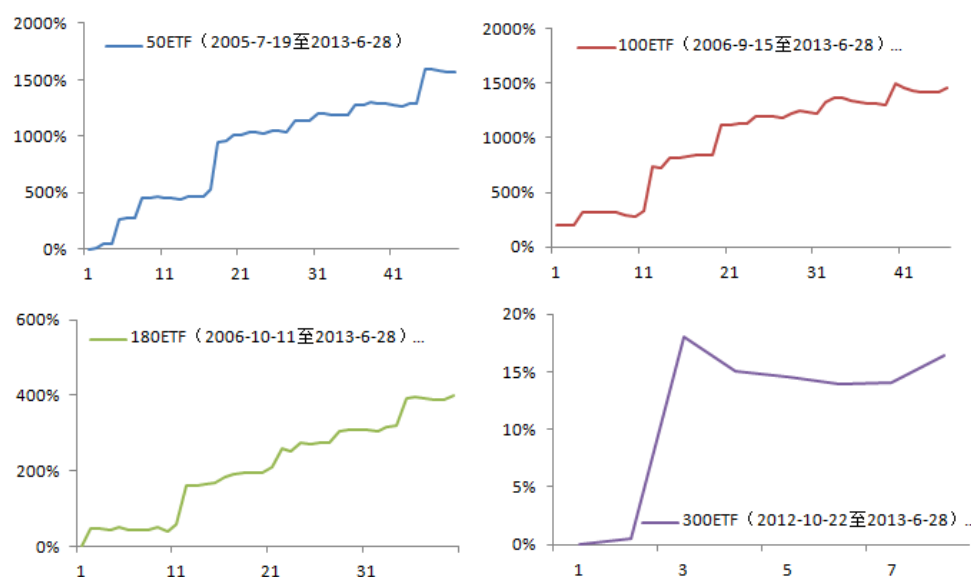
上述计算结果有两点需要注意。

第一，在ETF交易过程中，盈利比率（即择时判断正确率）相对于本篇研究报告第三部分的指数择时有了显著的提升，该指标集中在52%至68%之间，180ETF的择时正确率最高，达到67.50%。这一现象反映了上述几支ETF在走势拐点附近的多空转换都较为高效，这点有利于提高择时正确率。

第二，回测的前三支ETF（50ETF、100ETF、180ETF）上市较早，所以在经历了2006至2008年的单边行情后，年化收益率都较为可观。与它们不同的是，华泰柏瑞沪深300ETF的回测起点为2012年10月，因此在收益、回撤等数据方面可能和其他三支ETF存在较大差异。

最后，基于很多机构投资者目前不能参与融券做空的情况，我们测试了利用LLT趋势择时进行ETF交易（只做多）的风险收益情况，结果如图17和表4所示。

图17：基于LLT趋势线择时的ETF交易（只做多）累积收益率



数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

表 4: 基于 LLT 趋势线的 ETF 趋势交易（只做多）统计

	50ETF	100ETF	180ETF	300ETF
样本数（交易日天数）	1932	1646	1633	165
交易次数	49	46	40	7
累积收益率	1568.83%	1464.19%	399.38%	16.42%
年化收益率	42.69%	50.33%	27.16%	25.22%
收益率标准差	24.47%	32.34%	12.52%	6.81%
盈利比率	61.22%	47.83%	67.50%	57.14%
最大回撤率	-3.73%	-8.77%	-6.50%	-3.49%
盈利次数	30	22	27	4
亏损次数	19	24	13	3
平均盈利率	12.88%	19.62%	7.57%	5.04%
平均亏损率	-0.70%	-1.16%	-1.32%	-1.17%
平均盈亏比（绝对值）	18.40	16.91	5.73	4.31
单次最大盈利	152.16%	196.44%	64.82%	17.49%
单次最大亏损	-2.85%	-6.59%	-6.50%	-2.54%
最大连续盈利次数	10	4	9	2
最大连续亏损次数	5	6	4	4

数据来源：广发证券发展研究中心，wind资讯

五、总结

本篇报告通过信号处理技术中的二阶线性滤波器构造了 LLT 趋势线，其与传统 MA 移动平均线相比，具有跟踪延迟大幅下降的优势。通过对 LLT 趋势线的切线斜率进行追踪，我们构造了择时策略，其在市场指数择时方面具有收益较高，判断正确时间占比较大的特点。该策略在走势拐点附近容易出现多次误判，其本质是在择时模型中嵌入了一定的止损机制，因此该择时模型总体预测正确率较低，因而我们将这类模型称为交易性择时模型。我们将该择时模型运用于 ETF 多、空双向交易后，发现判断正确率出现较为显著提升，部分 ETF 的盈利比率超过 60%，我们认为其归因于所计算的几支 ETF 在指数拐点附近的多空转换效率较高。

风险提示

本篇报告通过历史数据进行建模与回测，得到良好的择时预测效果。但由于市场具有不确定性，择时模型仅在统计意义下有望获得良好投资效果，敬请广大投资者注意模型单次失效的风险

广发金融工程研究小组

- 罗 军：首席分析师，华南理工大学理学硕士，2010 年进入广发证券发展研究中心。
- 俞文冰：首席分析师，CFA，上海财经大学统计学硕士，2012 年进入广发证券发展研究中心。
- 叶 涛：资深分析师，CFA，上海交通大学管理科学与工程硕士，2012 年进入广发证券发展研究中心。
- 安宁宁：资深分析师，暨南大学数量经济学硕士，2011 年进入广发证券发展研究中心。
- 胡海涛：分析师，华南理工大学理学硕士，2010 年进入广发证券发展研究中心。
- 夏满阳：分析师，上海交通大学金融工程硕士，2012 年进入广发证券发展研究中心。
- 汪 鑫：分析师，中国科学技术大学金融工程硕士，2012 年进入广发证券发展研究中心。
- 蓝昭钦：分析师，中山大学理学硕士，2010 年进入广发证券发展研究中心。
- 史庆盛：研究助理，华南理工大学金融工程硕士，2011 年进入广发证券发展研究中心。
- 张 超：研究助理，中山大学理学硕士，2012 年进入广发证券发展研究中心。

广发证券——行业投资评级说明

- 买入：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 10%以上。
- 持有：预期未来 12 个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来 12 个月内，股价表现弱于大盘 10%以上。

广发证券——公司投资评级说明

- 买入：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 15%以上。
- 谨慎增持：预期未来 12 个月内，股价表现强于大盘 5%-15%。
- 持有：预期未来 12 个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来 12 个月内，股价表现弱于大盘 5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市
地址	广州市天河北路 183 号 大都会广场 5 楼	深圳市福田区金田路 4018 号安联大厦 15 楼 A 座 03-04	北京市西城区月坛北街 2 号 月坛大厦 18 层	上海市浦东新区富城路 99 号 震旦大厦 18 楼
邮政编码	510075	518026	100045	200120
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn			
服务热线	020-87555888-8612			

免责声明

广发证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本报告只发送给广发证券重点客户，不对外公开发布。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券股份有限公司认为可靠，但广发证券不对其准确性或完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券或其附属机构的立场。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

本报告旨在发送给广发证券的特定客户及其它专业人士。未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。