

策略执行细节，从模拟走向实战

——CTA 程序化交易实务研究之五

金融工程研究报告

2013 年 9 月 9 日

报告摘要:

● 实战总结，关注策略执行

绝大数研究报告聚焦在策略研发，本文作为实战的体会和思考，更关注策略评估和策略执行。

● 历史回溯陷阱与实盘标准

策略的历史回溯存在很多陷阱，比如粗略测试和内置函数的陷阱、理想成交价陷阱、多参数过度拟合陷阱等。

我们建议单策略实盘标准（考虑滑价和手续费情况下）：

- 1) 无杠杆单手单利年化收益 $>20\%$;
- 2) 最大回撤 $<10\%$;
- 3) 盈利因子 >1.6 ;
- 4) 月胜率 $>80\%$ 。

● CTP多事件管理及下单精细控制

当用到中级程序化交易平台开发策略，或者自主研发交易平台，至少要处理行情到达、委托成功、委托拒绝、成交回报、撤单拒绝和撤单成功等六个关键事件，它们之间存在严密的逻辑依赖关系。

在理解了六个事件的基础上，可以对下单环节进行精细的控制。例如降低成交滑价的关键技术就是“限价单+追单”算法，正文提供了改算法实现的伪代码框架。

● CTA程序化产品设计要点

提高资金融合和净值稳健性唯一的方法是“三多”：多策略、多周期和多品种。

内部对冲有利减少手续费和节约保证金。信号调度可以避免不同策略之间的相互干扰。

Kelly公式在控制单策略仓位和多策略资金分配方面有着显著的效果。以一个最简单的交易系统——胜率60%的赌局为例，20%是最佳仓位，此时可以获得平均每次2.03%的资金增长速度，如果两个相同独立的赌局组合，可以获得平均每次4.03%的资金增长速度。

民生证券金融工程团队

分析师：温尚清

执业证号：S0100513070012

电话：(86755)22662054

邮箱：wenshangqing@mszq.com

分析师：王红兵

执业证号：S0100512090002

电话：(86755)22662129

邮箱：wanghongbing@mszq.com

地址：深圳市福田区深南大道 7888 号
东海国际中心 A 座 28 层 518040

相关研究

2012.11《业务篇：CTA 程序化交易迎
来发展新契机——CTA 程序化交易实
务研究之一》

2012.11《平台篇：CTA 程序化交易必先利
其器——CTA 程序化交易实务研究之二》

2012.11《策略篇：Alligator 交易系统实证
分析——CTA 程序化交易实务研究之三》

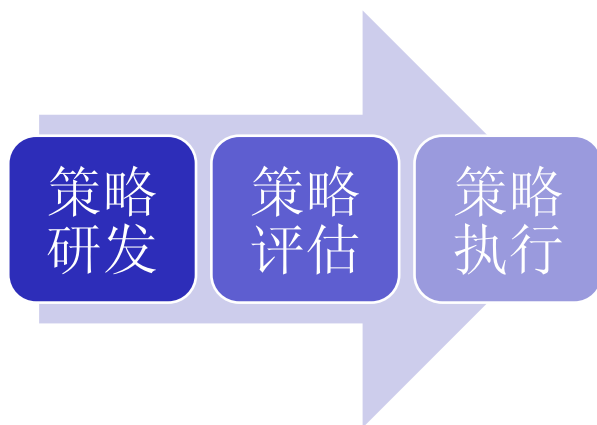
2013.9《Kelly 公式在最优 f 问题的应用——
CTA 程序化交易实务研究之四》

目录

一、历史回溯陷阱与实盘标准.....	3
(一)三个陷阱与案例	3
(二)实盘标准和策略展示	5
二、CTP 多事件管理和下单精细控制	7
(一)CTP 多事件管理	7
(二)下单精细控制	8
三、CTA 程序化交易产品设计.....	10
(一)多策略协作	10
(二)单策略仓位控制	10
(三)多策略资金分配	11
四、总结与展望.....	13
插图目录	14
表格目录	14

策略的生命周期，包括理念诞生、策略研发、策略评估、策略执行和策略淘汰。在之前的研究，我们比较侧重生命周期的前阶段：策略理念和策略研发，本文更关注实战的体会，侧重策略的评估和策略执行阶段。

图 1：策略生命周期的几个阶段



资料来源：民生证券研究院

从木桶原理角度，策略实战最终的收益受短板影响更大，一个历史回溯很好的策略，可能存在回溯陷阱，回溯的结果未必可信；其次，策略执行可能与模拟结果大相径庭；再者，如何在收益和风险之前进行平衡，选择合适的策略参数和策略组合。

一、历史回溯陷阱与实盘标准

在策略研发阶段，我们离不开历史回溯，从回溯平台角度，可以自己编写回溯程序模块，也可以利用第三方平台的回溯工具，一般的程序化交易平台都提供回溯功能；从数据的精细程度划分，可以分为按 bar 回溯和按 tick 回溯，其中按 bar 回溯稍为粗略，适合非高频类策略，比如日间策略、日内短线交易等，按 tick 回溯相对更加精细，甚至可以考虑撮合成交的设置，适合高频率策略或者对回溯精确度要求高的策略。

(一)三个陷阱与案例

我们用三个小案例来说明历史回溯的陷阱。

第一案例，粗略测试和内置函数的陷阱。有一个高频策略，按 20 万投资 1 手，历史回溯如图 2 所示，业绩非常稳健，2013 年 1-6 月赚了 160 万多，月胜率 100%，其实是由于忽略平台的内置函数原理和 bar 内的走势，图 3 按 tick 级别数据精细回测，两者差别很明显。

图 2: 粗糙测试的业绩报告很好

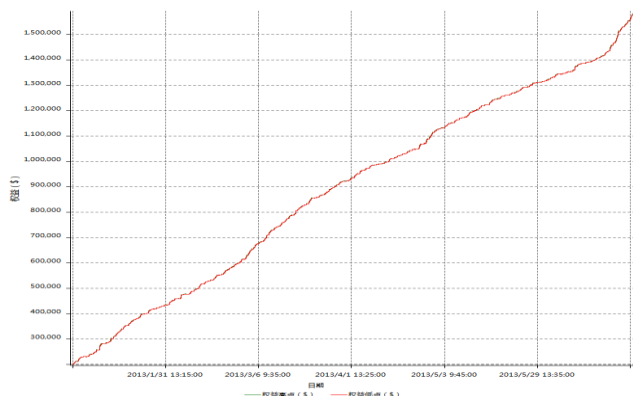
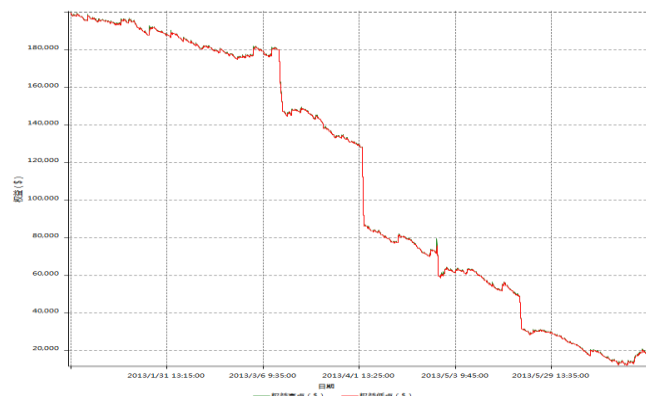


图 3: tick 级别精细测试的业绩很差



资料来源: 民生证券研究院, MC

第二个案例, 理想成交价的陷阱。回测只能按 bar 级别, 实盘只能按 tick 级别。close 指下单那一根 bar 的收盘价, 下单指令可以指定价格。图 4 是按最理想价格成交, 但实际是不可能每次都理想价格成交的, 图 5 是按最差价格成交, 两者差距也很明显。

图 4: 按最理想价格开仓

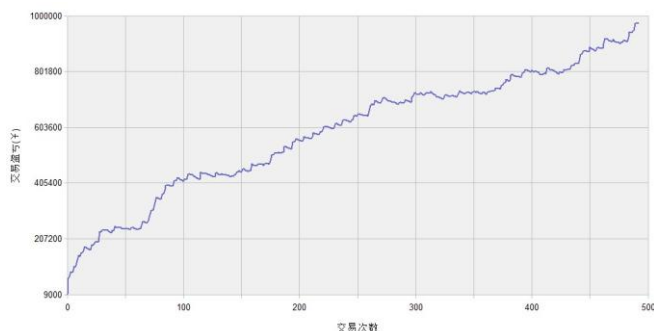
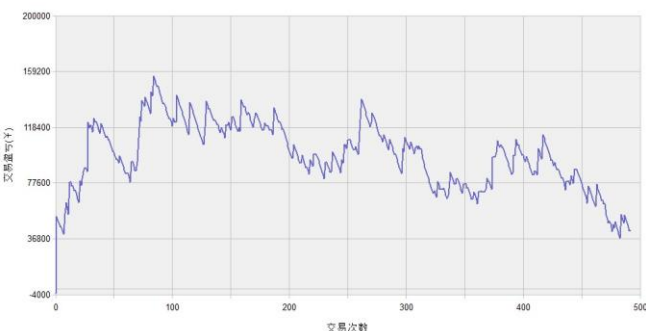


图 5: 按最不利价格开仓



资料来源: 民生证券研究院

第三个案例, 多参数策略过拟陷阱。参数越多, 拟合能力越强, 外推风险越大。图 6、图 7 分别是是样本内、样本外的业绩, 源于策略有 6 个关键的参数, 都是比较敏感的。

图 6: 多参数策略样本内表现



图 7: 多参数策略样本外表现



资料来源: 民生证券研究院

(二)实盘标准和策略展示

常见的业绩指标，如收益率、胜率、盈亏比等，从这些指标看，对交易策略最基本的要求是符合期望收益 >0 ，在“破产概率表”中的破产概率接近于0。

除了上述常规的标准，我们制定了的实盘标准，考虑单边两跳的滑价和25元/手的手续费情况下：

1、无杠杆单利年化收益率20%；

2、最大回撤 $<10\%$ ；关于最大回撤的标准，可以考虑衍生出更高要求的指标，比如 $MAR = \text{年化收益率} / \text{最大回撤}$ ，还有 $R \text{ 立方} = \text{回归年度收益率} / \text{平均最大回撤}$ ；

3、盈利因子 >1.6 ；盈利因子=毛利/毛损，该指标有个特点，交易次数越多，越容易下降，如果回溯从2010年4月16日到2013年7月，很少策略能够超过1.6；

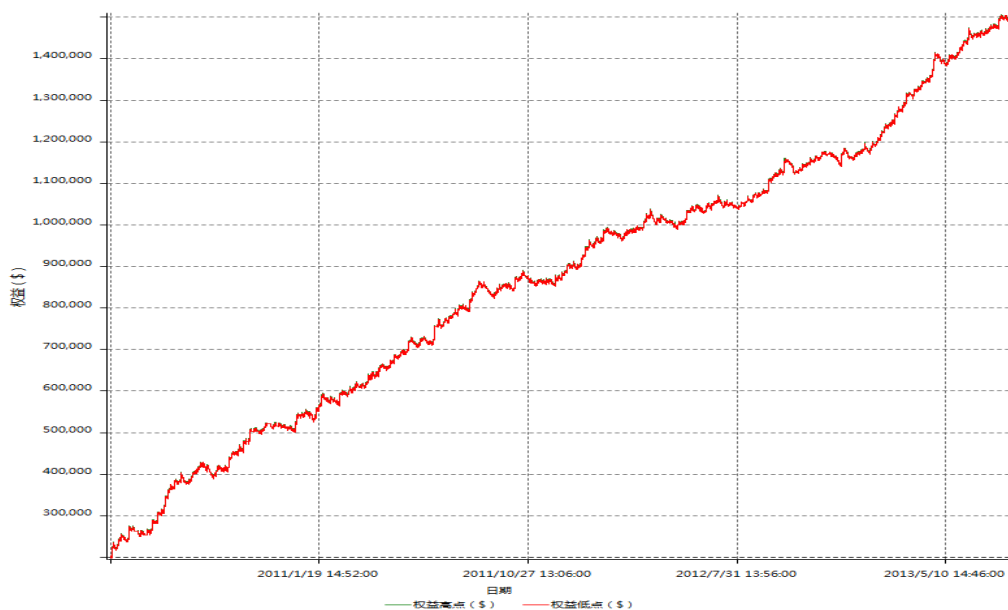
4、月度胜率 $>80\%$ 。

当然，不同的投资者收益风险偏好不一样，以上标准仅供参考。

下面展示我们实战的两个主要策略回溯结果，从2010年4月16日到2013年7月，考虑单边两跳的滑价和25元/手的手续费，按20w资金投资1手，按单利计算。

展示策略之一，“模式识别”一号激进型历史回溯结果：净利128.98万，最大回撤9.67%，盈利因子1.62。

图 8：“模式识别”一号历史回溯结果



资料来源：民生证券研究院，MC

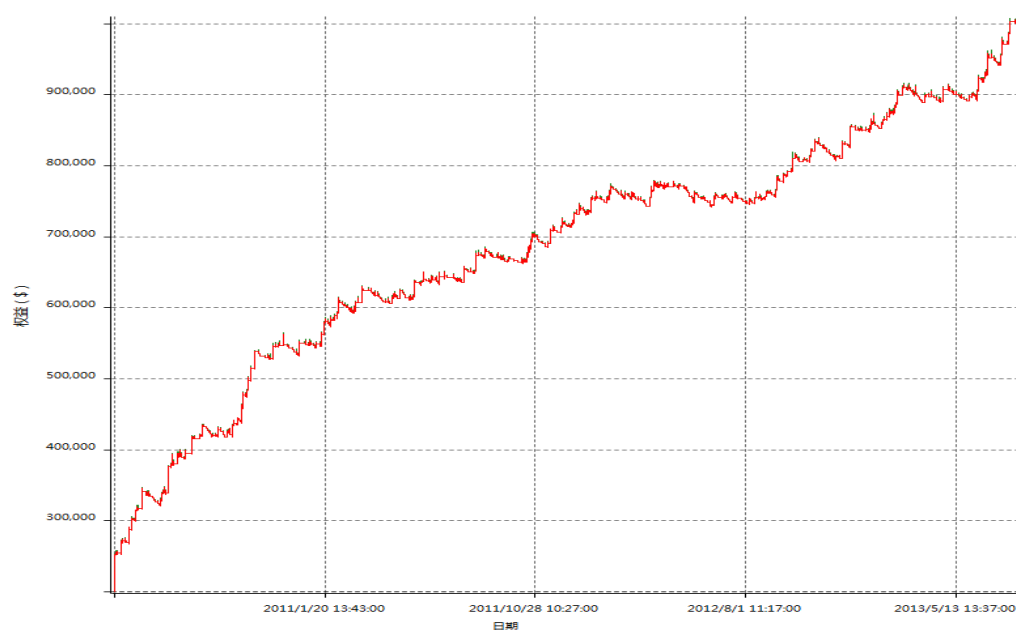
表 1: “模式识别”一号历史回溯结果

	所有交易	多头交易	空头交易
净利	1289820	479270	810550
毛利	3370080	1351400	2018680
毛损	-2080260	-872130	-1208130
初始资金收益	644.91	239.635	405.275
策略最大潜在亏损	-48550	-91880	-55270
策略最大潜在亏损 (%)	-9.668601473	-19.1878374	-11.71617379
平仓交易最大亏损	-42920	-87140	-52500
平仓交易最大亏损 (%)	-8.612922904	-18.35105823	-10.35754071
盈利因子	1.620028266	1.549539633	1.670912898
已付滑价	325440	126480	198960
已付手续费	67800	26350	41450

资料来源: 民生证券研究院, MC

展示策略之二, “模式识别”二号稳健型历史回溯结果: 净利 80.12 万, 最大回撤 7.74%, 盈利因子 2.26。

图 9: “模式识别”二号历史回溯结果



资料来源: 民生证券研究院, MC

表 2：“模式识别”二号历史回溯结果

	所有交易	多头交易	空头交易
净利	801190	273040	528150
毛利	1436090	616100	819990
毛损	-634900	-343060	-291840
初始资金收益	400.595	136.52	264.075
策略最大潜在亏损	-37860	-45840	-33500
策略最大潜在亏损 (%)	-7.744704137	-11.83410567	-6.194870322
平仓交易最大亏损	-33190	-38830	-25530
平仓交易最大亏损 (%)	-5.774078199	-10.15083784	-4.267090089
盈利因子	2.261915262	1.795895762	2.809724507
已付滑价	115440	57120	58320
已付手续费	24050	11900	12150

资料来源：民生证券研究院，MC

二、CTP 多事件管理和下单精细控制

策略达到实盘标准之后，接下来就是选择程序化交易平台，按照我们最新的理解，可以将平台划分为三类：

初级平台：封装了基础交易函数和常见的技术指标，提供类 EasyLanguage 的语言，开发简单策略很方便，但功能的扩展性比较受限。

中级平台：能够打通 C++、C#和 Matlab 接口，利用高级语言编写复杂的策略，同时可以实现下单过程的精细控制；

高级平台：根据具体的需求进行专业化定制或自主研发。

(一)CTP 多事件管理

我们团队一直不断完善自主研发的 CTP 交易平台，在开发的过程中，我们觉得最关键的多事件管理，我们总结了一下，至少要覆盖 6 个关键的事件，如下表所示：

表 3：六个关键事件

编号	事件名称	触发条件及说明
1	行情到达	每个 tick 行到达的时候触发
2	委托成功	交易收到下单后产生的回报；
3	委托拒绝	交易所拒绝委托单时产生的回报，可能是保证金不做或者价格不符合规范。
4	成交回报	下单成交后交易所产生的回报，一个下单可能产生多个回报，每次部分成交。
5	撤单拒绝	交易所拒绝撤单产生的回报。
6	撤单成功	撤单成功产生的回报。

资料来源：民生证券研究院

这六个关键事件在运用的过程中有严密的逻辑依赖关系，例如：

先产生了委托成功，才可能撤单；

一次下单可能产生多次成交回报;

只有产生了成交回报,才是真正的成交手数;

只有撤单成功,才能重新下单;

....

(二)下单精细控制

下单的控制主要是为了减少滑价,同时防止订单的错误执行。

国外交易所会提供最基本的三种类型:市价单(Market Order)、限价单(Limit Order)和止损单(Stop Order)。

国内以中金所为例,目前中金所股指期货交易有两种交易指令,分别是限价指令和市价指令。所谓市价指令,是指不限定价格的、按照当时市场上可执行的最优报价成交的指令。相当于以涨跌停价之间报送交易所。

中金所曾在2010年12月专门发文《关于审慎使用市价交易指令的提示》指出:对非主力合约的流动性情况和使用市价指令的潜在后果认识不足,不仅使自身承担了不必要的损失,而且造成了市场价格的异常波动。

如果是限价指令就无所谓滑价,要么成交,要么不成交,而使用市价指令则会产生较大的滑价,要控制滑价,要利用“限价单+追单”技术,前提是交易平台可以自主管理上述六个关键事件,在开仓和平仓可以使用不对称的算法。

程序化交易平台会提供简单算法的追单功能模块,一般是线性算法,只能满足常规的需求,如图10所示:

图 10: MC 的追单功能模块



委托设置

停止单/限价单设置

☐ 一般设置, 预挂在本地端电脑洗价, 触价后以市价发送委托挂单, 不追单。

☒ 预挂在本地端洗价, 触价之后依照策略委托价格加减 跳发送限价单。

追单设置

☒ 开启追单设置 秒未成交删单, 以原委托价格加减 跳进行追单, 最多进行 次追单。

触价后, 依照即时市场价格作为成交价送回MC

追单次数用尽后, 未成交的追价单 ☒ 改发市价单 ☐ 删掉委托单

风险说明: 使用者必须自行承担资金帐户与策略部位可能不一致的风险
 群组下单不保证群组中各帐户部位一致, 客户必须谨慎评估。

资料来源: 民生证券研究院, MC

图 11: TB 的追单功能模块



资料来源：民生证券研究院，TB

如果是自主研发 CTP 交易平台，可以开发更加复杂和灵活的追单算法，比如根据盘口数据来决定追单的速度，主要的伪代码框架如下，包括五个基础的函数模块：

Tick 行情触发函数

```
{
    If(成交手数<目标手数)
        追单函数();
    If(满足开仓条件)
        开仓;
    If(满足出场条件)
        平仓;
}
```

追单函数()

```
{
    If (可撤单列表<>Null)
        撤单;
}
```

```
撤单成功函数()
{
    重新下单函数();
}

重新下单函数()
{
    if (未成交手数>0)
    {
        下单价格=下单价格计算函数();
        下单;
    }
    else
    {
        不需要重下单;
    }
}

下单价格计算函数
{
    根据盘口数据和追单参数计算下单的价格;

    return 下单价格;
}
```

三、CTA 程序化交易产品设计

对于机构投资者来讲，CTA 程序化交易产品最关注稳健和资金容量，依赖一个策略是很难实现，唯一的方法就是“三多”——多策略、多周期和多品种

(一)多策略协作

多策略协作包括内部对冲和信号调度。

内部对冲只在多策略产生信号的时候，首先进行内部对冲，以减少下单次数，降低手续费和保证金，比如两个策略都是日间策略，在当日收盘后，刚好一个策略产生多头，另一个策略产生空头，而且两个策略的开仓手数是一致的，那么刚好内部对冲了，不用下单。此外，内部对冲可以节省保证金。

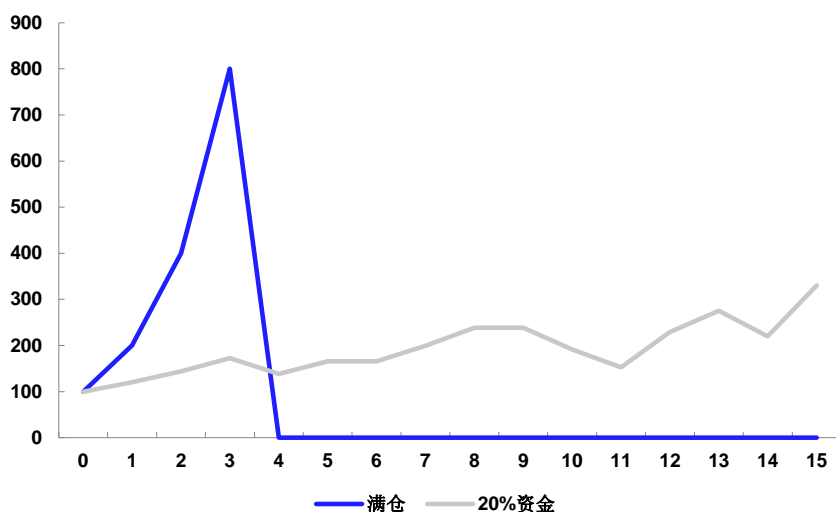
信号调度指避免策略之间的信号混淆和冲突，比如两个策略，策略 1 是日间策略，策略 2 是日内高频策略，信号调度负责记录两个策略的开仓、平仓信号，避免策略 2 的信号干扰了策略 1 的信号。

(二)单策略仓位控制

Kelly 公式是一个做仓位控制的很好的工具，详细的理论推导请参考我们近期的报告《Kelly 公式在最优 f 问题上的应用——CTA 程序化交易实务研究之四》。

这里展示一个有趣的赌局例子，我们用 Excel 做个实验，假设 $m = 100$ 元， $p = 60\%$ 。两种参赌方式，一种是一直保持满仓，另一种每次以当前资金 20% 比例参与。我们做了多次实验，下面是开局连赢次数较多的情况，如下表所示。

图 12：两种仓位管理方式的资金曲线



资料来源：民生证券研究院

(三)多策略资金分配

为了方便理解，我们继续使用上述简单的赌局例子，根据 Kelly 公式，得到 20% 的仓位是最佳仓位，此时，求平均几何收益率，即平均每次资金增长的速度：

$$(1 + 20\%)^{0.6} * (1 - 20\%)^{0.4} - 1 = 2.03\%$$

如果是多个交易系统，可以分别计算 Kelly 仓位，然后按比例分配资金，类似于 Markowitz 理论，Kelly 的组合管理方法也会讨论多个交易系统相关性，相关性越差，组合分散效果越好。为了方便理解，我们从简单的说起。

假设有两个一样的赌局，且两个赌局相互独立，那么两者的最佳仓位是相同的，假设都是 f ，则总体仓位是 $2f$ ，如果每次都是同时参与两个赌局，则有以下 4 种情况：

表 4：参与两个赌局的 4 种结果

输赢情况	概率	对数收益率
1 和 2 都赢	0.36	$\ln(1+2f)$
2 赢，2 输	0.24	$\ln(1+f-f)=0$
1 输，2 赢	0.24	$\ln(1-f+f)=0$
1 和 2 都输	0.16	$\ln(1-2f)$

资料来源：民生证券研究院

按照 Kelly 公式的推导原理，可得平均对数收益率期望值：

$$G = 0.36 * \ln(1 + 2f) + 0.16 * \ln(1 - 2f)$$

通过求导，令 $G' = 0$ ，求解得：

$$f^* = 0.1923$$

平均对数收益为

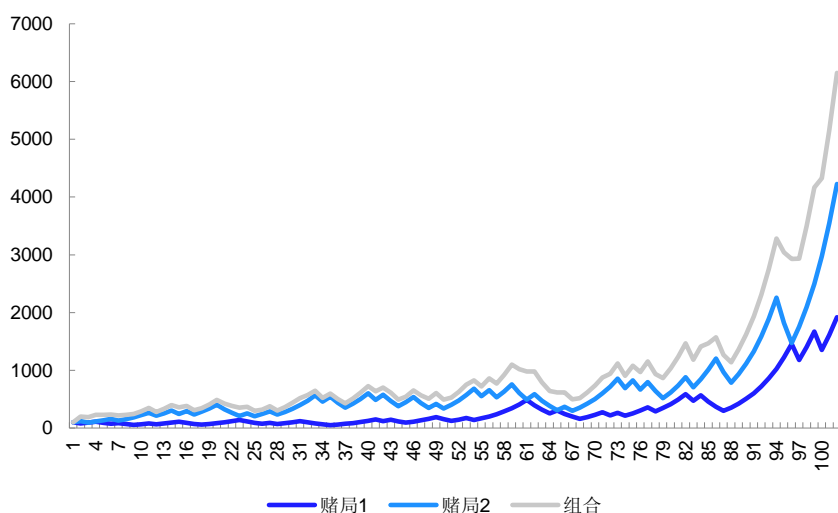
$$G = 0.36 * \ln(1 + 2 * 0.1923) + 0.16 * \ln(1 - 2 * 0.1923) = 0.0395$$

平均每次资金增长速度为

$$e^{0.0395} - 1 = 4.03\%$$

相比单策略的 2.03%，增长速度几乎翻倍。

图 13：两种仓位管理方式的资金曲线



资料来源：民生证券研究院

讨论更一般的情况，假设有 m 个交易系统，而且相互独立，服从相同的二项分布，仓位总体比例不超过 1，根据 Kelly 准则，求平均对数收益率最大值，得到以下规划：

$$\begin{aligned} \text{Max } G &= \sum_{n=0}^m C_m^n p^n (1-p)^{m-n} \ln[1 + (2 * n - m)f] \\ \text{s.t. } & 0 \leq f \leq 1/m \end{aligned}$$

关于 Kelly 公式组合管理的理论和应用，请关注我们后续的报告。

四、总结与展望

实战之前，我们主要关注策略研发，实战过程，我们更关注平台的执行细节、实战和模拟的差异。

本文主要总结历史回溯陷阱、实盘标准参考、CTP 多事件管理、下单精细控制、多策略协作、单策略仓位控制和多策略资金分配问题等。实际上，还有很多零碎的体会，没有完全提炼成报告。

下一阶段，我们会继续围绕“实战”和“产品化”，开发不同周期、不同品种的交易策略，并研究多策略的组合优化问题，同时，完善自主研发的 CTP 交易平台。

插图目录

图 1: 策略生命周期的几个阶段	3
图 2: 粗糙测试的业绩报告很好	4
图 3: tick 级别精细测试的业绩很差	4
图 4: 按最理想价格开仓	4
图 5: 按最不利价格开仓	4
图 6: 多参数策略样本内表现	4
图 7: 多参数策略样本外表现	4
图 8: “模式识别”一号历史回溯结果	5
图 9: “模式识别”二号历史回溯结果	6
图 10: MC 的追单功能模块	8
图 11: TB 的追单功能模块	9
图 12: 两种仓位管理方式的资金曲线	11
图 13: 两种仓位管理方式的资金曲线	12

表格目录

表 1: “模式识别”一号历史回溯结果	6
表 2: “模式识别”二号历史回溯结果	7
表 3: 六个关键事件	7
表 4: 参与两个赌局的 4 种结果	11

分析师简介

分析师温尚清，华南理工大学应用数学硕士，擅长数学建模与计算机编程，具备深厚的量化研究功底。目前研究领域包括CTA程序化交易策略、量化选股策略、分析师预期数据应用等，曾开发欧奈尔投资哲学量化模型、财务数据时效性模型、业绩事件类投资模型、股指期货高频交易模型以及多种量化投资产品等。曾就职于中国移动、新财富金融工程最佳分析师团队。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格和相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

民生证券研究院：

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座17层； 100005

上海：浦东新区银城中路488号太平金融大厦3903室； 200120

深圳：深圳市福田区深南大道7888号东海国际中心A座； 518040

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。	强烈推荐	相对沪深 300 指数涨幅 20%以上
	谨慎推荐	相对沪深 300 指数涨幅介于 10% ~ 20%之间
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于-10% ~ 10%之间
	回避	相对沪深 300 指数下跌 10%以上
行业评级标准		
以报告发布日后的 12 个月内行业指数的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。	推荐	相对沪深 300 指数涨幅 5%以上
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于-5% ~ 5%之间
	回避	相对沪深 300 指数下跌 5%以上

免责声明

本报告仅供民生证券股份有限公司（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。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。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，在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、推测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。本公司也不对因客户使用本报告而导致的任何可能的损失负任何责任。

本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

本公司在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或参与本报告所提及的公司的金融交易，亦可向有关公司提供或获取服务。本公司的一位或多位董事、高级职员或/和员工可能担任本报告所提及的公司的董事。

本公司及公司员工在当地法律允许的条件下可以向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务以及顾问、咨询业务在内的服务或业务支持。本公司可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。

未经本公司事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播或复印本报告。本公司版权所有并保留一切权利。

所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。