



2022C

📌 投票总数	0
📌 优先级	高
☰ 类别	激活
≡ AI 总结	量化交易策略包括动量和均值回归模型，分别针对不同市场状态制定买入和卖出信号。动量策略在牛市中持有或买入，而均值回归策略在崩盘时大举买入。模型强调信号强度与仓位管理，且存在参数僵化和过拟合风险，需动态调整以适应市场变化。

量化交易基础

买入策略

价格区域	市场状态	负责接管的逻辑	操作动作	潜台词
$P_t \gg A_t$	大牛市 / 泡沫	动量 (Momentum)	持有/买入	"让子弹再飞一会儿，不要猜顶。"
$P_t \approx A_t$	震荡 / 均衡	(观察期)	观望	"没有明显信号。"
$P_t \ll A_t$	崩盘 / 恐慌	均值回归 (Reversion)	大举买入	"跌过头了，这是打折促销！"

动量

1. 问题重述
- a. 将原文中的两个核心判断条件定义为两个独立的 “事件” (Events):

1. 动量事件 (Event A - Gradient): 价格梯度大于 1。

$A = \{G_t(n) > 1\}$

2. 乖离事件 (Event B - Breakout): 价格与均线差值大于 1。

$B = \{P_t - A_t(n) > 1\}$

逻辑交集 (Intersection as Multiplication)

原文要求 "Both cases must be true" (两者皆真)。在集合论中，这是 **交集 (Intersection, $A \cap B$)**；在代数中，这等同于示性函数的 **乘积**。

我们可以定义一个 **买入信号函数 (Buy Signal Function)** Φ_{buy} : $\Phi_{buy}(t) = \mathbb{I}_{A \cap B} = \mathbb{I}_A \cdot \mathbb{I}_B$

展开写即为: $\Phi_{buy}(t) = \mathbb{I}_{\{G_t(n)>1\}} \cdot \mathbb{I}_{\{P_t-A_t(n)>1\}}$

• 直觉理解:

◦ 只有当两项都为 1 时，乘积才为 1（触发买入）。

◦ 只要有任意一项为 0（条件不满足），乘积即为 0（不买入）。这完美对应了逻辑门中的 **AND Gate**。

b. 完整的交易决策模型 (The Complete Trading Model): 非买即卖

i. 定义最终的 **持仓信号 (Position Signal)** S_t ，其中 $S_t = 1$ 代表做多 (Long/Buy)， $S_t = -1$ 代表做空 (Short/Sell)。
1. $S_t = \underbrace{1 \cdot \Phi_{buy}(t)}_{\text{Long condition}} + \underbrace{(-1) \cdot (1 - \Phi_{buy}(t))}_{\text{Short condition}}$
- ### 均值回归
1. 奥恩斯坦-乌伦贝克过程 (The Ornstein-Uhlenbeck Process): 随机微分方程 (Stochastic Differential Equation, SDE)

a. $dX_t = \theta(\mu - X_t)dt + \sigma dW_t$

i. 设定

1. dX_t : 价格在极短时间内的变化量（下一步怎么走）。
- 2022C
- 1

2. μ : 长期均值 (橡皮筋的锚点)。
3. X_t : 当前价格。
4. $(\mu - X_t)$: 距离。即当前价格偏离均值多远。
5. θ (Theta): 均值回归速度 (Mean Reversion Speed)。
 - 这实际上就是**“弹簧系数”**。
 - θ 越大, 橡皮筋越紧, 价格被拉回均值的力量就越强。
6. σdW_t : 随机扰动 (白噪声)。代表市场的随机震荡。

ii. 直觉

1. 如果 $X_t > \mu$ (价格在均值上方), 则 $(\mu - X_t)$ 为负。漂移项 $\theta(\mu - X_t)dt$ 为负 \rightarrow 给价格一个向下的拖拽力。
2. 如果 $X_t < \mu$ (价格在均值下方), 则 $(\mu - X_t)$ 为正。漂移项 $\theta(\mu - X_t)dt$ 为正 \rightarrow 给价格一个向上的提拉力。
3. 距离 $|\mu - X_t|$ 越大, 回复力越强。

2. 重述 $\int_{\mu-i}^{\mu+i} P(x)dx > \int_{\mu-j}^{\mu+j} P(x)dx$

a. 累计密度函数 $F(\mu + i) - F(\mu - i) > F(\mu + j) - F(\mu - j)$

- i. 只要概率密度函数 $P(x)$ 在 $(\mu - i, \mu + i)$ 区间内是**严格正的 (Strictly Positive)**, 那么上述不等式恒成立。
 - **直觉**: 这只是在说“大圈包小圈”。它证明了价格**“存在”于均值附近的概率分布结构, 是均值回归策略生效的统计学基础**。

b. 用切比雪夫不等式来描述价格偏离均值的“极限约束”(仅仅是不等式不能体现序列数据的动态性)

- i. 对于任意分布 (只要方差 σ^2 存在), 价格 X 偏离均值 μ 超过一定距离 $k\sigma$ 的概率是有严格上限的: $P(|X - \mu| \geq k\sigma) \leq \frac{1}{k^2}$
- ii. 价格停留在均值附近的概率是有下限的: $P(|X - \mu| < k\sigma) \geq 1 - \frac{1}{k^2}$

3. “as the price falls far below the moving average... the signal is a buy.” (当价格跌落至均线下方远处时.....发出买入信号)。

a. $\Phi_{reversion}(t) = \mathbb{I}_{\{A_t - P_t > \delta\}}$

b. 解释:

- $A_t - P_t$: 计算价格低于均线的距离 (因为是 fall below, 所以用均值减价格)。
- $> \delta$: 这个距离必须足够大, 超过了设定的阈值 (橡皮筋拉得够紧)。
- \mathbb{I} : 满足条件则输出 1 (Buy), 否则输出 0。

c. $\text{Signal}_{strong\ buy} = \underbrace{\mathbb{I}\{A_t - P_t > \delta\}}_{\text{位置: 跌得够深}} \cdot \underbrace{\mathbb{I}\{P_t - P_{t-1} > 0\}}_{\text{动量: 开始反弹}}$

- i. 结合动量逻辑的解释: 只有当价格跌得很深, 且开始出现第一根阳线 (反弹) 时, 才入场。这能避免接飞刀 (Catching a falling knife)。

4. 不对称性: 均值回归模块只负责“超跌买入” ($\Phi_{reversion}$), 而完全没有提及“超买做空”

a. 避免逻辑冲突/确保策略一致性

- i. **矛盾**: 当价格向上突破均线时, **动量模型想买, 回归模型想卖**。
 1. **动量模型的假设**: 价格高于均线 ($P > A$) 且上涨 \rightarrow **是好事**, 这是趋势的开始, 要追涨。
 2. **均值回归的假设 (如果是对称的)**: 价格高于均线 ($P > A$) 且偏离 \rightarrow **是坏事**, 这是超买, 要回调, 该做空。
- ii. 本文作者采用了**“分区分治” (Zone Defense)** 的策略:
 1. **均线“上方” (Zone 1)**: 这种区域 **承包给动量模型**。认为这里是趋势的主场, 不轻易做空。
 2. **均线“下方” (Zone 2)**: 这种区域 **承包给均值回归模型**。认为这里是恐慌的主场, 适合抄底。

结论: 这种不对称性意味着模型优先承认“上涨趋势”的合法性, 而不承认“下跌趋势”的合法性 (将其视为暂时的错误, 即 Opportunity)。

b. 资产属性的隐含假设: 做多偏好 (Long-Only Bias)

这种不对称性强烈暗示了该策略是应用于 **股票 (Equities)** 或 **长期通胀资产** 的。

- **股票市场 (Stock Market):** 长期来看有向上的漂移项 (Positive Drift)。因此，在一个长期上涨的市场中，“做空”是非常危险的（逆势），而“抄底”是顺应长期大势的（顺势）。
- **外汇/加密货币 (Forex/Crypto):** 这些市场震荡更剧烈，没有明显的长期向上漂移，通常采用对称策略。但本文的策略显然带有明显的 **Long Bias (做多偏好)**。

不对称的含义：模型认为 Time is on my side（时间站在我这边）。只要我拿得住，价格终究会回来并创新高，所以只买不卖。

c.

仓位/信号强度管理

1. “盈利预期函数” (Profitability Metric)与仓位权重 (Weight): 策略不仅仅决定“买不买”，还决定了“买多少”或“信号有多强”

a. **A. 动量侧 (Momentum Side) —— 线性相关** "Profitability is proportional to the gradient of the price."

• **数学表达:** $Weight_{mom} \propto \nabla P$

• **直觉:** 速度越快，油门踩得越深。

如果价格正在猛烈上涨（梯度大），模型认为趋势惯性强，延续时间长，因此下重注。

b. **B. 回归侧 (Reversion Side) —— 平方相关** 🔥 "Profitability is proportional to the square of the distance from the mean."

• **数学表达:** $Weight_{rev} \propto (MA_t - P_t)^2$

• **直觉:** 压得越扁，弹得越高。

注意这里是平方 (Square) 关系。这意味着：

◦ 如果价格只是微弱低于均线，信号/仓位会非常小（Small trades for normal oscillations）。

◦ 如果价格发生**崩盘 (Crash)**，远离均线，仓位会**指数级放大** (Buys larger amounts)。这是典型的**马丁格尔 (Martingale)** 风格的激进抄底逻辑。

2. 信号强度公式 (Signal Strength Formula) S_t

a.
$$S_t = \underbrace{\mathbb{I}\{P_t > MA_t\} \cdot \mathbb{I}\{\nabla P > 0\} \cdot (k_1 \cdot \nabla P)}_{\text{Mode 1: Momentum}} + \underbrace{\mathbb{I}\{P_t < MA_t\} \cdot (k_2 \cdot (MA_t - P_t)^2)}_{\text{Mode 2: Mean Reversion}}$$

i. 设定

ii. $\mathbb{I}\{P_t > MA_t\}$: 开关，决定进入动量模式。

iii. $\mathbb{I}\{P_t < MA_t\}$: 开关，决定进入回归模式。

iv. k_1, k_2 : 调节系数，用于平衡两种策略的量纲差异。**注意风险:** 这种模型在

v. $P_t < MA_t$ 时，是**越跌越买，且跌得越深买得越多**。这捕捉了“恐慌时的反弹”，但也承担了“接飞刀”直到破产的风险。

3. 潜在的致命逻辑漏洞：

a. 在 "**Below Moving Average**" 的分支中，流程图显示直接 "Buy"。

• **问题:** 如果这是一个持续的熊市（价格一直在均线下方缓慢阴跌），梯度可能不明显，但 $(MA - P)^2$ 可能会持续存在甚至扩大。

• **后果:** 策略会不断抄底，即使趋势已经完全坏死。

卖出策略

1. 原始的净利润逻辑：账面浮盈

a.
$$S = \underbrace{(1 - f_a) \cdot P}_{\text{Net Revenue}} - \underbrace{\text{Average Cost}}_{\text{Cost Basis}} - L$$

b. 设定

i. P : 当前资产的市场价格 (Market Price)。

ii. f_a : 交易费率 (Fee rate)。

iii. L : 预设的最低利润门槛 (Fixed Margin)。

c. 阐释

$$\begin{aligned}
 \text{i. } S &= \underbrace{(1 - f_a) \cdot P}_{\text{净变现价值}} - \underbrace{\text{Average Cost}}_{\text{历史持仓成本}} - L \\
 \text{ii. } \underbrace{(1 - f_a) \cdot P}_{\text{A. 假如现在卖能拿回多少钱}} - \underbrace{\text{Average Cost}}_{\text{B. 当初买它花了多少钱}} &= \underbrace{S + L}_{\text{C. 净账面浮盈}}
 \end{aligned}$$

- iii. 这里：
- **项 A (Mark-to-Market Value):** 是“按市值计价”后的资产净值（扣除了卖出手续费 f_a ）。这是如果你**这一秒**决定离场，能拿回的现金。
 - **项 B (Book Value):** 是你的“账面成本”。这是你当初真金白银花出去的钱。
 - **项 C (Net Floating P&L):** 就是**账面浮盈**。
- 模型的逻辑翻译：
- 这个策略的卖出条件 $S > 0$ ，实际上是在说：“只要我的 **【净账面浮盈】** 超过了我预设的 **【固定利润 L】**，我就立刻把浮盈变成实盈。”

2. 卖出信号

- a. $\Phi_{sell}(t) = \mathbb{I}_{\{S>0\}}$
- b. 只要账面浮盈超过了 L ，就强制清仓。

模型审计与漏洞修补 (Model Audit & Patching)

漏洞

强化

1.

批判

1. 这个模型充满了**工程师思维**：
- 它用简单的积木（均线、梯度、固定阈值、固定时间）搭建了一个看似闭环的系统。
 - 它的优点是**逻辑透明、计算量小**。
 - 它的缺点是**参数僵化**（ L 是多少？ z 是几天？ δ 是多远？全靠拍脑袋或过拟合）。

未来的复现或改进需要关注的首要任务：

将所有的硬阈值（如 $L, z, \text{Threshold}$ ）改为动态自适应参数（例如： z 取决于当前的波动率， L 取决于当前的 ATR）。

2. 极强过拟合风险

- a. 幸存者偏差 (Survivorship Bias):
- 作者是在一张特定历史时期（2016-2021 Bitcoin 牛市）的考卷上找答案。
- $[12, 0.6, 0.89]$ 这组参数，与其说是“最优解”，不如说是“也就是这组参数碰巧契合了过去 5 年比特币的波动频率”。
- b. 缺乏样本外测试 (No Out-of-Sample Testing):
- 表格展示的是训练集（Training Set）的结果。如果把这组“冠军参数”放到 2022 年（比特币大熊市）或者以太坊（Ethereum）上跑，表现大概率会崩塌。因为 $T = 12$ 是刻舟求剑。
- c. 参数孤岛 (Parameter Islands):
- 注意到 Index 19 ($T = 12, N = 0.4$) 是 Poor (\$72,670)，而 Index 23 ($T = 12, N = 0.6$) 是 Best (\$220,486)。
- 仅仅一步之遥，收益相差 3 倍。说明最优解周围没有“安全缓冲带”。优秀的策略应该是：即便参数稍微偏一点，收益也应该是平滑下降，而不是断崖式下跌。