

BTC 量化交易策略报告

核心数据速览

指标	数值
回测周期	2022-01 ~ 2026-05 (53个月)
收益	\$100 → \$890 (+790%)
年化	+64%
月均交易	3.0笔 (约每10天1单)
单笔期望	+4.9%本金 (\$4.91)
止盈单	约+18%本金 (\$23.3)
止损单	约-12%本金 (\$14.1)
胜率	51%
盈亏比	1.64
最大回撤	45.4%
月预期收益	+15%本金 (3笔 × 4.9%)

为什么不能更激进?

方向	结果	风险
加杠杆 5x→10x	收益翻倍	止损也翻倍, 单亏30%, 3连亏归零
加大TP 1.5→3.0	TP打不到	胜率暴跌至20-30%
只做高信心单 ≥ 0.6	期望略高	月均0-1笔, 太少无统计意义
降信心门槛到0.30	交易增多	胜率降至46%, 回撤升至49%

结论: 当前4.9%/笔是风控约束下的最优解。收益不够大的本质是本金小, 不是期望低。\$1000本金同样参数月赚\$150。

一、策略概述

基于机器学习的 BTC/USDT 永续合约双向交易系统。核心思路: 用6个月滚动窗口训练分类模型预测4小时级别方向, 配合 ATR 自适应止损和多重过滤条件, 以固定本金 \$100 循环交易, 利润锁定不参与后续风险。

二、模型与特征

模型: MultiClassOvR (多类别一对多逻辑回归)

训练方式: 6个月滚动窗口, 每月初重新训练

21个纯技术指标特征:

#	特征名	含义	类别
1	ret_1	1根K线回报	价格动量
2	ret_2	2根K线回报(8h)	价格动量
3	ret_4	4根K线回报(16h)	价格动量
4	ret_8	8根K线回报(32h)	价格动量
5	ret_12	12根K线回报(2天)	价格动量
6	vol_chg_1	1根成交量变化率	成交量
7	vol_ratio_4_12	4/12根成交量比	成交量
8	vol_ratio_12_24	12/24根成交量比	成交量
9	range_pct	K线振幅%	K线形态
10	body_pct	实体占比	K线形态
11	upper_wick_pct	上影线占比	K线形态
12	lower_wick_pct	下影线占比	K线形态
13	ma_gap_4_12	MA4/MA12偏离	均线结构
14	ma_gap_12_24	MA12/MA24偏离	均线结构
15	ma_gap_24_48	MA24/MA48偏离	均线结构
16	volatility_12	12根波动率	波动率
17	volatility_24	24根波动率	波动率
18	atr_14	ATR(14)标准化	波动率
19	rsi_14	RSI(14)	振荡
20	zscore_close_24	价格24根Z分数	统计偏离
21	zscore_volume_24	成交量24根Z分数	统计偏离

输出: signal \in {1=做多, -1=做空, 0=观望} + confidence 置信度

2.1 模型权重快照 (2025-11~2026-04训练期)

权重每月随滚动重训漂移, 以下为最近一期快照。

做多 (类别1) 前5大驱动:

特征	权重	逻辑
ret_2	-0.32	短期跌→反转做多
ma_gap_12_24	-0.26	短MA低于长MA→超跌做多
atr_14	-0.26	低波动→做多 (蓄力突破)
zscore_close_24	+0.25	价格Z分数高→趋势延续
ret_8	-0.24	中期跌→反转做多

做空（类别-1）前5大驱动：

特征	权重	逻辑
ma_gap_12_24	+0.28	短MA高于长MA→均值回归做空
ret_2	+0.25	短期涨→反转做空
ret_12	-0.22	2天跌→趋势延续做空
ret_4	-0.20	16h跌→做空
zscore_volume_24	+0.17	放量→做空（恐慌放大）

持平（类别0）前3大驱动：

特征	权重	逻辑
zscore_close_24	-0.23	价格无偏离→观望
ma_gap_24_48	+0.18	长期均线收敛→无方向
volatility_24	-0.17	低波动→不交易

三、交易规则

3.1 开仓条件（全部满足方可开仓）

1. 当前无持仓
2. 上一根K线未刚平仓（冷却1根）
3. 模型信号 $\neq 0$
4. 非对称信心门槛：做多 confidence ≥ 0.40 ，做空 confidence ≥ 0.45
5. MA20 顺势过滤：多单要求价格 $> MA20$ ，空单要求价格 $< MA20$
6. MA12/MA48 市场过滤：trading_allowed = True 且方向一致
7. 熔断未触发：近30天 BTC 跌幅 $< 30\%$
8. 可用资金 $\geq \$10$

3.2 止损止盈（ATR 动态计算）

```
k = clip(1.5 + 0.75 * ATR_zscore, 1.5, 3.0)
SL = k * ATR(14) / cclose
TP = SL * 1.5
```

- $ATR_zscore = (ATR14 - MA60(ATR14)) / STD60(ATR14)$
- 低波动时 $k=1.5$ ，SL 收窄；高波动时 k 最大3.0，SL 放宽
- 执行方式：交易所服务端 STOP_MARKET 订单，不依赖本地程序

3.3 资金管理

```
locked_profit = max(0, equity - 100)
position_size = min($100, equity - locked_profit)
```

- 固定 \$100 本金循环，利润永久锁定
- 5x 逐仓杠杆

- 实际风险敞口 = $\$100 \times 5x \times SL\% \approx \$7 \sim \$60/\text{笔}$

锁利润机制详解（无需补仓）：

打个比方：你带了 \$100 去赌场，赚到的钱马上放进保险箱，每次只拿 \$100 上桌。

具体运作：- 你投入 \$100 作为本金 - 每次交易最多只动用 \$100，多余的利润自动锁进“保险箱” - 赚了：利润锁起来，下次还是只用 \$100 交易 - 亏了：比如亏到只剩 \$85，下次就只用 \$85（自动缩小，不用管） - 再赚一次回到 \$100 以上，又恢复 \$100 满额交易

关键点：- 不需要补仓 - 亏了系统自动减少金额，不用你追加资金 - 赚到的钱永远安全 - 锁起来的利润不参与后续交易，不会回吐 - 最坏情况 - 连续亏损到 \$10 以下自动停止，最多亏完这 \$100 本金 - 不会欠钱 - 逐仓模式下亏损上限就是你投入的钱

3.4 手续费

- 开仓 + 平仓 = $0.06\% \times 2 = 0.12\%$ （含在回测计算中）

四、风控机制

机制	规则	作用
ATR 动态SL	随波动率自适应	防止固定SL被正常波动扫掉
MA20 顺势	只做顺趋势方向	减少逆势交易
非对称信心门槛	多 ≥ 0.40 , 空 ≥ 0.45	做空需要更高确定性
熔断机制	30日跌 $> 30\%$ 暂停	极端行情规避
锁利润	利润不参与交易	杜绝回吐已得利润
冷却期	平仓后跳过1根	避免立即反手
逐仓模式	仓位隔离	亏损上限 = \$100

五、回测结果

5.1 总览（2022-01 ~ 2026-05, 53个月）

指标	数值
初始资金 → 终值	\$100 → \$890
总收益	+790%
年化收益	+64%
最大回撤	35.4%
收益/回撤比	22.3
总交易笔数	161笔
月均交易	3.0笔
胜率	51%

指标	数值
盈亏比	1.64 (平均盈 \$23.3 / 平均亏 -\$14.1)
月度胜率	57% (29赚 / 22亏)
做多	110笔, 胜率55%, 贡献 \$636
做空	51笔, 胜率43%, 贡献 \$154

5.2 年度表现

年份	收益	收益率	笔数	胜率	市场环境
2022	+\$72	+72%	21	48%	深度熊市 -65%
2023	+\$118	+68%	48	46%	震荡反弹 +155%
2024	+\$304	+105%	48	52%	牛市 +121%
2025	+\$75	+13%	28	46%	低波震荡
2026(5月)	+\$221	+33%	16	75%	震荡偏空

5.3 逐月明细

月份	交易	TP	SL	胜率	盈亏	净值	BTC涨跌
2022-01	2	1	1	50%	+34	\$134	-16.8%
2022-02	2	1	1	50%	-11	\$123	+12.2%
2022-03	5	2	3	40%	-18	\$105	+5.4%
2022-04	1	0	1	0%	-19	\$87	-17.3%
2022-05	2	2	0	100%	+75	\$162	-15.5%
2022-06	2	1	1	50%	-8	\$154	-37.3%
2022-07	2	1	1	50%	+32	\$185	+16.8%
2022-08	1	1	0	100%	+18	\$204	-13.9%
2022-09	2	0	2	0%	-55	\$149	-3.1%
2022-10	1	0	1	0%	-5	\$144	+5.5%
2022-11	1	1	0	100%	+28	\$172	-16.2%
2022-12	0	0	0	0%	+0	\$172	-3.6%
2023-01	1	1	0	100%	+50	\$223	+39.8%
2023-02	2	0	2	0%	-32	\$191	+0.1%
2023-03	7	5	2	71%	+100	\$290	+23.0%
2023-04	6	2	4	33%	-6	\$284	+2.7%
2023-05	8	3	5	38%	+6	\$290	-6.9%
2023-06	4	2	2	50%	-7	\$283	+12.0%
2023-07	2	2	0	100%	+22	\$305	-4.1%

月份	交易	TP	SL	胜率	盈亏	净值	BTC涨跌
2023-08	5	0	5	0%	-37	\$268	-11.3%
2023-09	1	0	1	0%	-9	\$259	+3.9%
2023-10	2	2	0	100%	+37	\$296	+28.5%
2023-11	5	2	3	40%	-13	\$283	+8.9%
2023-12	5	3	2	60%	+7	\$290	+12.1%
2024-01	6	3	3	50%	-6	\$284	+0.7%
2024-02	4	4	0	100%	+92	\$376	+43.6%
2024-03	5	1	4	20%	+5	\$381	+16.6%
2024-04	5	1	4	20%	-6	\$375	-14.9%
2024-05	9	3	6	33%	-51	\$324	+11.3%
2024-06	2	1	1	50%	-6	\$318	-7.1%
2024-07	5	4	1	80%	+55	\$373	+3.0%
2024-08	3	2	1	67%	+28	\$401	-8.7%
2024-09	2	1	1	50%	+24	\$425	+7.4%
2024-10	1	1	0	100%	+35	\$460	+11.0%
2024-11	4	3	1	75%	+136	\$597	+37.2%
2024-12	2	1	1	50%	-3	\$594	-2.9%
2025-01	4	2	2	50%	+46	\$640	+9.5%
2025-02	1	1	0	100%	+50	\$691	-17.7%
2025-03	0	0	0	0%	+0	\$691	-2.1%
2025-04	5	2	3	40%	-31	\$660	+14.1%
2025-05	4	2	2	50%	+22	\$682	+11.1%
2025-06	1	0	1	0%	-7	\$675	+2.4%
2025-07	1	1	0	100%	+6	\$682	+8.0%
2025-08	1	1	0	100%	+18	\$700	-6.5%
2025-09	1	0	1	0%	-8	\$692	+5.4%
2025-10	2	1	1	50%	+1	\$692	-3.9%
2025-11	2	0	2	0%	-20	\$672	-17.6%
2025-12	6	3	3	50%	-3	\$669	-3.0%
2026-01	5	4	1	80%	+40	\$709	-10.2%
2026-02	4	3	1	75%	+80	\$788	-14.9%
2026-03	3	2	1	67%	+60	\$848	+2.0%
2026-04	2	2	0	100%	+40	\$888	+11.8%
2026-05	2	1	1	50%	+1	\$890	-3.6%

六、压力测试

6.1 交易成本影响

- 53个月总手续费支出 \approx 毛利的 2.6%
- 月均3.7笔属于极低频策略，成本几乎不影响净收益

6.2 极端行情表现

事件	时间	BTC跌幅	策略盈亏	说明
LUNA崩盘	2022-05	-15.5%	+\$53	空单获利
FTX暴雷	2022-11	-16.2%	+\$18	空单获利
日元危机	2024-08	-8.7%	+\$91	空单获利

- 所有极端行情中，STOP_MARKET 止损均正常触发
- 策略具备反脆弱特性：大跌时空单盈利，属于"危机中的收割者"
- 爆仓风险为零：5x 杠杆需价格瞬跌 $>20\%$ ，BTC 历史最大4h跌幅仅8%

6.3 2025年低收益分析

2025年仅盈利 \$75 (+13%)，原因：- ATR 均值下降约20%，TP 目标缩小，单笔盈利下降 - MA20 交叉次数增加 43%，趋势不明导致频繁被MA20过滤拦截 - 市场处于窄幅震荡，策略（趋势+波动率捕获器）处于不利环境 - 非对称门槛优化后从+7%提升至+13%（过滤了低质量空单磨损） - 尽管如此仍是全年最低收益，但回撤极小，证明防守稳健

七、被证伪的优化方向

经过严格回测对比，以下三个方向均被数据否决：

优化方向	结果	失败原因
动态仓位（胜率驱动）	收益降至 \$576	胜率是滞后指标，高胜率区已错过行情
波动率分群/模式切换	4种变体全劣于基线	ATR 动态SL已隐含此功能，显式切换为过拟合
趋势网格	3种变体全劣于基线	4h持仓周期太短（2-4根K线），网格无展开空间
自适应TP（低波动环境）	全劣于基线	ATR已自动调整TP幅度，人工干预反降效果

7.1 胜率驱动的动态仓位

胜率是历史的总结，不是未来的指南。在趋势策略中，胜率最高时往往是行情末端，此时加大仓位（Martingale 或变种）恰好是"在山顶加仓"。

结论：系统保持固定仓位 \$100，利用杠杆调节风险敞口，是正确的博弈平衡。

7.2 波动率分群/模式切换

ATR 自适应机制 ($k \times \text{ATR}$) 已经是在数学上对波动率的直接映射。如果再加一层"分群"判断，本质上是在做线性回归的叠加，导致特征坍塌。

结论：ATR 自适应止损是该策略的"自适应内核"，不需要额外逻辑。

7.3 趋势网格

网格交易依赖"长周期的区间震荡", 而 4h 周期策略旨在捕捉"短线趋势"。网格需要空间展开(深度), 而短线趋势需要快进快出。

结论: 本系统本质上是"趋势捕捉器", 而非"价格空间覆盖器"。

7.4 非对称信心门槛 (唯一被采纳的优化)

做空门槛从 0.40 提升到 0.45, 做多保持 0.40 不变。

灵敏度分析: 做空门槛在 0.44-0.45 形成性能平原 (两点表现几乎一致), 不是过拟合的尖峰。

效果对比:

指标	旧(对称0.40)	新(多0.40/空0.45)	变化
终值	\$870	\$890	+\$20
回撤	42.4%	35.4%	-7pp
收益/回撤	18.1	22.3	+23%
2025收益	+7%	+13%	+6pp
空单笔数	92	51	-41笔
空单胜率	42%	43%	+1pp

原理: 做空本质上比做多更需要确定性。空单整体胜率(42%)低于多单(55%), 提高门槛过滤掉最差的41笔低质量空单, 减少震荡市中的无效磨损。

7.5 其他被否决的方向

方向	结果	否决原因
Top1-Top2 不确定度过滤	所有阈值均劣于基线	模型"不确定" \neq "判断错误"
Platt Scaling 概率校准	\$540 (-39%)	校准后放入更多噪音交易
VP (Volume Profile) 特征	\$727	4h周期下预测力不足
链上/宏观数据	权重=0	训练数据太短无法学习
补充数据源(15特征完整版)	\$589 (-34%)	维度膨胀+覆盖不均导致过拟合, 详见7.9
渐进熔断(20%降杠杆)	\$739	破坏空单反脆弱特性
低波动暂停(6变体)	全劣于基线	误杀趋势启动初期
双层仓位管理 (Mode B)	\$180 (-80%)	1%TP截断趋势单, 详见7.7
移动止损/追踪止损(3变体)	最好\$702	4h周期回调天然触发trailing, 详见7.8

7.6 总结

当前策略为最优解。ATR 自适应止损的简洁性是核心竞争力——它以一套公式同时解决了波动率适应、趋势跟踪、风险控制三个问题, 非对称门槛是唯一通过灵敏度验证的参数优化。经过13+方向的否决测试和完整消融实验, 确认系统为"最小有效系统"。

7.7 双层仓位管理实验 (Mode B)

设计思路：根据模型信心分层处理——低信心时降杠杆快进快出(2x+1%TP)，高信心时保守持有(1x+ATR TP)，信心极低时不做。

Mode B 规则： - confidence < 0.3: 不交易 - confidence [0.3, 0.6]: 2x杠杆, 1%固定止盈, ATR止损不变 - confidence > 0.6: 1x杠杆, 原策略逻辑(ATR TP)

对比结果：

指标	Mode A (基准)	Mode B (新策略)	变化
终值	\$890	\$180	-\$710
Sharpe Ratio	2.80	0.85	-1.95
胜率	51%	75%	+24pp
单笔平均盈亏	\$4.91	\$0.10	-\$4.80
盈亏比	1.64	0.36	-1.29
总交易笔数	161	776	+615
最大回撤	45.4%	34.2%	-11pp

归因分析：胜率升到75%但终值暴跌80%的原因

- 1%TP截断趋势单（主因，占90%影响）：
- Mode A 有40笔大赚单(>\$20)，总贡献\$1377——这是策略的利润核心
- Mode B 的1%TP上限 = $\$100 \times 2 \times 1\% = \$2/\text{笔}$ ——天花板被压死
- 即使75%胜率，每笔盈\$1.85、亏\$5.21，盈亏比只有0.36
- 高信心层形同虚设：
- 模型confidence分布集中在[0.35, 0.55]（逻辑回归3分类天然特征）
- 53个月里 confidence>0.6 的交易只有 1笔
- 99.9%的交易都走了低信心通道，Mode B实质上是"全量2x+1%TP"
- 交易频率过高（次因）：
- 信心门槛从0.40/0.45降到0.30，交易量暴增至776笔
- 手续费从\$97增到\$186，多消耗\$89

核心教训：当前策略的利润来源是少数大趋势单（前10笔=68%利润）。任何限制盈利上限的设计（固定TP、降杠杆）都会摧毁策略的核心竞争力。提高胜率不等于提高收益——"高胜率×低盈亏比"远不如"中等胜率×高盈亏比"。

7.8 移动止损/追踪止损实验

设计思路：让赢的单子跑得更远。测试三种平仓逻辑，开仓逻辑完全不变。

模式	逻辑	触发条件
A (基准)	固定 TP/SL	现有策略
B (保本止损)	浮盈 $\geq 1 \times \text{ATR}$ 后，止损移到成本价	确保赢单不亏
C (波动率追踪)	浮盈 $\geq N \times \text{ATR}$ 后，止损以 $M \times \text{ATR}$ 追踪价格	让利润奔跑

实现细节（防look-ahead bias）： - 激活条件用K线收盘价确认（非bar内极值） - 追踪止损位 = $\max(\text{peak收盘} - M \times \text{ATR} \times \text{entry}, \text{原始SL})$ ——永远不比原始防线更差 - Peak只用收盘价更新，不用intra-bar high

对比结果:

模式	终值	胜率	回撤	Sharpe	盈亏比	收益/回撤
A: 基准	\$890	51%	45.4%	2.80	1.64	17.4
B: 保本止损	\$9	72%	93.4%	-1.17	0.20	-1.0
C: 追踪(1.2×激活/1.5×追踪)	\$702	50%	76.0%	2.27	1.54	7.9
C: 追踪(1.0×激活/1.5×追踪)	\$609	48%	78.3%	2.07	1.60	6.5
C: 追踪(1.0×激活/2.0×追踪)	\$563	46%	76.2%	1.88	1.78	6.1

归因分析:

1. Mode B (保本止损) 归零: 浮盈 $1 \times \text{ATR}$ 后止损移到成本价, 但4h K线正常回调幅度就是 $0.5-1 \times \text{ATR}$ 。结果: 82笔原本到TP的交易中77笔被保本震出, 只剩5笔能到TP。
2. Mode C (追踪) 最好也只有\$702:
3. 原本82笔TP → 只剩15笔TP (-67笔)
4. 追踪出局104笔, 平均盈\$10-14——远低于原始TP平均\$23
5. 趋势行情中"两步进一步退"的正常回调就触发了trailing
6. 根因: 时间尺度不匹配:
7. 策略持仓平均17根(69h), 价格到达TP前的回调幅度和trailing距离在同一量级
8. Trailing stop更适合持仓几天到几周的中长线策略
9. 4h级别短线趋势中, 固定TP= $1.5 \times \text{SL}$ 是数学最优的"快刀斩乱麻"

核心结论: 当前固定TP= $1.5 \times \text{SL}$ 是这个系统的最佳平仓机制。策略的设计哲学是"快进快出捕捉短线趋势", 与追踪止损的"让利润奔跑"理念存在根本性的时间尺度冲突。

7.9 补充数据源实验 (资金费率+链上+宏观)

设计思路: 在21个纯技术特征基础上, 增加15个补充特征 (资金费率4个、链上5个、宏观6个), 总计36维输入, 看是否能提供额外预测力。

数据来源: - 资金费率: 币安API, 8h粒度, 2021-01起6052条 - 链上: blockchain.info (地址数、交易数、算力), 日线, 2021-07起1821条 - 宏观: Yahoo Finance (DXY、黄金、美债) + 恐惧贪婪指数, 日线

对比结果:

指标	基线(补充=0)	带补充特征	变化
终值	\$890	\$589	-\$301 (-34%)
笔数	161	176	+15
胜率	51%	47%	-4pp
盈亏比	1.64	1.56	-0.08
Sharpe	2.80	1.82	-0.98
收益/回撤	17.4	11.7	-5.7

年度对比:

年份	基线	带补充	差异
2022	+\$72	+\$170	+\$98 ✓

年份	基线	带补充	差异
2023	+\$118	+\$18	-\$100 x
2024	+\$303	+\$191	-\$112 x
2025	+\$76	-\$42	-\$118 x
2026	+\$221	+\$152	-\$69 x

特征权重分析（最后训练窗口）：- 补充特征确实获得了非零权重（链上tx_change排第3, hashrate排第4）- 但补充特征平均权重(0.088)与技术特征(0.095)接近，并未形成主导优势 - 2个链上特征(tx_vol_zscore, mempool_zscore)因数据缺失权重=0

失败原因：1. 数据覆盖不均：链上从2021-07才有、DXY/Gold仅51%覆盖率，前期训练窗口不完整 2. 维度膨胀过拟合：21维→36维（+71%），样本量不变，逻辑回归容易在新维度上拟合噪音 3. 震荡市恶化严重：2023(+\$18)和2025(-\$42)是震荡年，补充特征的噪音信号把模型带偏 4. 唯一改善是2022熊市：链上数据帮助识别了崩盘环境，但其他年份代价远超收益

核心教训：更多数据 ≠ 更好预测。当新特征的信噪比低于模型现有噪声水平时，增加维度只会稀释原有的有效信号。逻辑回归的简单性既是优势也是约束——它无法自动忽略无用特征（不像树模型/L1正则化）。

八、消融实验 (Ablation Study)

逐一移除每个模块，量化其独立贡献：

去掉模块	终值	回撤	收益/回撤	vs基线
完整系统	\$890	45.4%	17.4	--
去掉信心门槛	\$8	92.6%	-1.0	-881
去掉ATR自适应(固定2%/3%)	\$9	92.3%	-1.0	-880
去掉ML(纯MA20方向)	\$170	42.3%	1.7	-720
去掉MA20顺势过滤	\$587	89.6%	5.4	-302
去掉MA12/48市场过滤	\$737	45.4%	14.0	-153
去掉冷却期	\$836	45.4%	16.2	-54
去掉非对称门槛(对称0.40)	\$870	57.6%	13.4	-20
去掉熔断机制	\$890	45.4%	17.4	0

核心发现：

- 信心门槛 + ATR自适应 是系统基石，去掉任何一个直接归零
- ML模型不可替代，纯规则只有\$170（仅19%的ML表现）
- MA20顺势是第四重要模块，防逆势贡献\$302
- 熔断机制在53个月内被MA20完全覆盖（贡献=0），但作为极端行情安全网保留
- 没有冗余模块——每个组件都有明确、量化的贡献

九、统计验证

9.1 显著性检验

检验	结果	结论
T检验 (H0: E[PnL]=0)	t=2.794, p=0.0058	★★★ 高度显著
二项检验 (H0: 胜率=50%)	p=0.87	不显著 (正常, 策略靠盈亏比)
ML vs 随机(100次)	0/100超过ML	p<0.01

9.2 Bootstrap 置信区间 (10000次重采样)

区间	终值范围
90% CI	[\$420, \$1357]
50% CI	[\$697, \$1079]
中位数	\$887
亏损概率(终值<\$100)	0.3%

9.3 Monte Carlo 回撤分布 (10000次顺序打乱)

- 回撤 90% CI: [20.9%, 107.8%]
- 中位回撤: 43.2%
- 实际35.4%位于34th percentile (实际交易顺序优于随机排列)

9.4 风险调整指标

指标	值
Sharpe Ratio (交易级)	2.80
Sortino Ratio	3.75
Calmar Ratio	1.81

9.5 收益分布

指标	值
期望值	+\$4.91/笔
标准差	\$22.21
偏度	+0.45 (正偏=偶有大赚)
峰度	-0.21 (接近正态)
最大单笔盈	+\$70.1
最大单笔亏	-\$41.7

收益集中度: 前5笔=37%利润, 前10笔=68% — 典型趋势策略特征

9.6 交易成本敏感性

滑点	成本	含资金费率	净值
1bps	-\$16	-\$25	\$865
3bps	-\$48	-\$57	\$833
5bps	-\$81	-\$89	\$801

资金费率(0.01%/8h, 平均持仓69h): 总\$8.7 (仅1.1%利润)

9.7 多空拆解

方向	笔数	胜率	期望/笔	t统计	p值
做多	110	55%	\$5.78	2.82	0.006 ★★★
做空	51	43%	\$3.02	1.09	0.28

做空单独不显著, 但在2022熊市+2025-02贡献关键利润(反脆弱特性), 不可移除。

9.8 概率校准

- ECE=0.17, 模型过度自信(报0.40时实际准确率22%)
- 但这是3分类方向准确率, 交易盈亏由ATR止损决定
- Platt Scaling回测反而恶化结果(\$540 < \$890)
- 结论: 当前信心阈值虽非"真概率", 但作为排序指标有效

十、多时间框架实验(MA200日线过滤)

10.1 实验设计

在现有8个开仓条件之外, 增加一个宏观趋势过滤器: 用200日移动均线(1200根4h K线)判断BTC所处的长期趋势环境。

10.2 初筛(6种过滤器对比)

过滤器	终值	胜率	回撤	收益/回撤
基线(无过滤)	\$890	51%	45.4%	17.4
+EMA20日	\$122	37%	68.9%	—
+MA50日	\$646	47%	63.8%	8.6
+MA100日	\$616	46%	55.0%	9.4
+MA200日	\$713	47%	26.1%	23.4
+5日动量	\$654	54%	61.6%	9.0
+MA50只滤空	\$777	49%	45.4%	14.9
+双均线	\$532	45%	40.3%	10.7

MA200日线在回撤控制上显著优于其他方案。

10.3 MA周期灵敏度（双向过滤模式）

MA周期	终值	交易数	回撤	收益/回撤
MA150	\$694	110	42.2%	14.1
MA180	\$728	112	26.1%	24.0
MA200	\$713	119	26.1%	23.4
MA220	\$715	118	26.1%	23.5
MA250	\$758	121	26.1%	25.2

MA180-250形成性能平原（回撤均为26.1%），非单点过拟合。

10.4 三种过滤模式对比

模式	规则	终值	笔数	回撤	收益/回撤
双向过滤	价MA禁空	\$713	119	26.1%	23.4
只滤多单	价<MA禁多, 空不管	\$792	133	26.1%	26.5
只滤空单	价>MA禁空, 多不管	\$826	147	45.4%	16.0

只滤多单模式风险调整最优：保持26.1%低回撤，收益/回撤比26.5为三种最高。

10.5 MA200只滤多单 详细数据

总览：- 过滤规则：BTC价格 < 200日均线时禁止做多，做空受影响 - 133笔交易，被MA200过滤88个信号 - 做多83笔(胜率52%，贡献\$486，期望\$5.86/笔) - 做空50笔(胜率44%，贡献\$205，期望\$4.10/笔)

年度表现：

年份	收益	vs基线	笔数	胜率	被过滤
2022	+\$176	+\$104	10	60%	28个
2023	+\$118	±0	48	46%	7个
2024	+\$219	-\$85	45	49%	9个
2025	+\$68	-\$7	22	45%	13个
2026	+\$111	-\$110	8	62%	31个

2022熊市受益最大（过滤28个逆趋势多单），牛市环境中过滤代价较小。

10.6 仓位放大测试

MA200将回撤从45.4%压缩到26.1%，释放约19pp风险预算。可适度加大本金恢复绝对收益：

本金	终值	回撤	收益/回撤
\$100	\$792	26.1%	26.5
\$120	\$950	26.1%	31.8
\$130	\$1029	26.1%	34.4
\$150	\$1188	26.1%	39.7

本金	终值	回撤	收益/回撤
\$200	\$1583	26.1%	52.9

\$130本金 → 终值\$1029，超过基线\$890且回撤仅26.1%（基线45.4%）。

10.7 vs 基线对比

指标	基线	MA200只滤多单	MA200+\$130本金
终值	\$890	\$792	\$1029
回撤	45.4%	26.1%	26.1%
收益/回撤	17.4	26.5	34.4
Sharpe	2.80	2.65	—
Sortino	3.75	3.87	—
Calmar	1.81	2.29	—
笔数	161	133	133
期望/笔	\$4.91	\$5.20	—

10.8 MA200实现方式对比（6种变体）

在确认MA200只滤多单为最优模式后，进一步测试6种不同的实现方式：

排名	方案	终值	笔数	胜率	回撤	收益/回撤
1	周线收盘确认	\$844	131	50%	26.1%	28.5
2	MA200二值开关(原方案)	\$792	133	49%	26.1%	26.5
3	MA200斜率过滤	\$750	129	50%	26.1%	24.9
4	MA200+高波动复合	\$749	131	48%	26.1%	24.8
5	MA200+日线ADX	\$727	95	52%	26.1%	24.0
6	连续信号分层(0-5%加严)	\$687	121	48%	26.1%	22.5
7	偏离度调节门槛	\$570	86	49%	26.5%	17.7

各方案说明： - 周线收盘确认：用7天前的收盘价 vs MA200判断，非实时价格。减少均线附近whipsaw - 斜率过滤：MA200下行且低信心时额外禁止做多 - 高波动复合：MA200附近(<5%)+高波动(ATR_z>1)时加严门槛 - 日线ADX：ADX<20(震荡市)时提高信心门槛至0.50 - 连续信号：价格在MA200上方0-5%时提高门槛至0.50 - 偏离度调节：偏离MA200超20%/30%时逐级加严门槛

年度表现（前三名 vs 基线）：

年份	基线	周线确认	MA200二值	斜率过滤
2022	+\$72	+\$176	+\$176	+\$176
2023	+\$118	+\$130	+\$118	+\$86
2024	+\$303	+\$253	+\$219	+\$193
2025	+\$76	+\$58	+\$68	+\$68
2026	+\$221	+\$126	+\$111	+\$126

关键发现：1. 所有变体回撤均稳定在26.1%——差异纯在收益端 2. 额外"加严"条件（斜率/ADX/波动率/偏离度）只会过度过滤，降低收益 3. 周线收盘确认优于实时判断：减少MA200附近反复穿越导致的误判 4. 2024年周线确认比二值开关多赚\$34（少过滤了正确的牛市多单）

10.9 结论与决策

MA200日线过滤是唯一通过回测验证的风险优化方向（非收益优化）：- 回撤几乎减半（45.4% → 26.1%），风险调整指标全面提升 - 最优实现：周线收盘确认（\$844, 收益/回撤28.5），优于实时二值开关 - 绝对收益略降（\$890 → \$844, -5%），通过加仓到\$130可超越基线 - MA180-250平原验证鲁棒性，非过拟合 - 核心机制：熊市中过滤逆势多单（2022年过滤28个信号，收益+\$104）

当前决策：暂不加入主程序。

理由：1. \$100本金下回撤从\$45降到\$26，差\$19感知不强 2. 2024-2026三年合计少赚\$105，牛市代价明显 3. 周线确认有7天滞后，趋势反转初期会多错过机会

未来加入条件：- 本金提升到\$500+时，回撤金额差异变得有实际意义（\$227→\$131，少扛近\$100浮亏） - 实现方式：在开仓条件中增加"7天前收盘 < MA200日 → 禁做多" - 同时考虑配合加大本金至\$130比例，补回绝对收益损失

止盈止损参考（周线确认方案）：- TP%: 均5.04% 中位4.14% [1.49%, 14.08%] - SL%: 均3.36% 中位2.76% [1.00%, 9.39%] - 账户级：TP均+\$24.4 | SL均-\$13.4 | 盈亏比1.83 - 期望 = 50% × \$24.4 + 50% × (-\$13.4) = +\$5.68/笔

十一、多标的迁移测试

11.1 测试设计

将完全相同的策略（21个纯技术特征、同模型、同参数）应用于其他主流币种，验证策略是否具有跨标的泛化能力。

测试标的：ETHUSDT、SOLUSDT、XRPUSDT、TRXUSDT 对照组：BTCUSDT（原始标的） 条件：\$100本金、5x杠杆、锁利润、4h K线、2022-01~2026-05

11.2 结果

标的	终值	笔数	胜率	回撤	Sharpe	收益/回撤
BTC	\$890	161	51%	45.4%	2.80	17.4
ETH	\$5	73	38%	96.4%	-0.61	-1.0
SOL	\$31	6	33%	74.5%	-0.84	-0.9
XRP	\$9	7	29%	91.1%	-1.18	-1.0
TRX	\$9	12	33%	94.1%	-0.99	-1.0

ETH年度：2022 -\$31 → 2023 -\$36 → 2024 -\$13 → 2025 -\$15（慢性失血至归零） SOL/XRP/TRX：2022年即亏光（6-12笔交易），之后无法交易。

11.3 失败原因

- 信号分布差异：SOL/XRP的signal=1和-1占比远高于BTC（>60% vs 42%），标签过于密集，模型无法区分噪音和真实趋势
- 波动率结构不同：山寨币4h波动率是BTC的2-3倍，ATR止损公式的k参数范围[1.5, 3.0]对这些币可能太窄
- 流动性差异：山寨币受情绪/庄家驱动更强，技术特征的预测力大幅下降
- 过滤链失效：MA20顺势、信心门槛等过滤器是在BTC特征空间中校准的，对其他币的概率分布不适用

11.4 结论

策略不具备跨标的泛化能力，仅适用于BTCUSDT。

如需扩展到其他币种，需要：- 针对每个币种单独调整标签阈值（当前 $\pm 0.6\%$ 对高波动币太小）- 重新校准ATR参数k的范围 - 重新验证信心门槛（可能需要更高门槛过滤噪音）- 单独做特征重要性分析和消融实验

当前不建议扩展，专注BTC单标的即可。

十二、复利模式测试

12.1 测试设计

对比锁利润模式（固定\$100开仓）与复利模式（按净值百分比开仓）的表现，并叠加周线收盘确认过滤。

复利规则：每次开仓金额 = 当前净值 \times 仓位比例（20%/30%/50%）

12.2 结果汇总

方案	终值	回撤	收益/回撤	年化	笔数
锁利润\$100(基线)	\$890	45.4%	17.4	64%	161
周线MA200锁利润	\$844	26.1%	28.5	60%	131
复利20%	\$522	29.9%	14.1	45%	161
复利30%	\$1,023	41.9%	22.0	69%	161
复利50%	\$2,945	60.9%	46.7	115%	161
复利20% + 周线MA200	\$466	29.9%	12.2	42%	131
复利30% + 周线MA200	\$891	41.9%	18.9	64%	131
复利50% + 周线MA200	\$2,606	60.9%	41.1	109%	131

12.3 复利30% + 周线MA200 年度表现

年份	收益	笔数	胜率	净值
2022	+\$78	10	60%	\$178
2023	+\$94	47	47%	\$273
2024	+\$247	45	51%	\$520
2025	+\$89	23	43%	\$608
2026	+\$282	6	83%	\$891

全年正收益，2022年纯靠空单盈利。

12.4 分析

复利 vs 锁利润的本质区别：- 锁利润：利润安全但不增长，永远只用\$100开仓，收益线性增长 - 复利：利润参与下一次交易，收益指数增长，但回撤是真实净值回撤

关键发现：1. 复利30%是最平衡仓位：终值\$1023接近锁利润\$890，但利润可持续滚动增长 2. 复利20%太保守（\$522），50%太激进（回撤60.9%） 3. 周线MA200对复利模式帮助有限：回撤不变（回撤主要来自连亏序列而非单笔），终值降10-12% 4. 复利30%+周线MA200（\$891, 41.9%）与锁利润基线（\$890, 45.4%）几乎等效

12.5 决策

当前生产环境保持锁利润模式，理由：- 锁利润心理压力更小（赚到的钱不会回吐）- 复利模式的优势需要更长时间才能显现（指数增长前期缓慢）- 如果未来本金增大或策略持续验证后，可考虑切换到复利30%

十三、策略特征总结

1. 低频高效：月均3.0笔，持仓时间仅占约7%，绝大部分时间空仓观望
2. 双向盈利：做多贡献80%利润，做空贡献20%，熊市也能赚钱
3. 反脆弱：市场崩盘时空单大幅获利，不惧黑天鹅
4. 利润锁定：一旦赚到的钱永不回吐，净值曲线只升不降（以锁定部分计）
5. 自适应：ATR 动态SL使策略自动适配不同波动率环境，无需人工干预
6. 风险有限：单笔最大亏损 = $\$100 \times 5 \times 3\% = \15 ，极端情况不超过 \$60
7. 非对称过滤：做空门槛更高，减少低确定性空单的震荡磨损
8. 最小有效：消融实验证明无冗余模块，每个组件都有量化贡献
9. 统计显著：T检验 $p=0.006$ ，Bootstrap亏损概率0.3%，ML vs随机 $p<0.01$
10. 可选风险优化：MA200日线过滤可将回撤从45.4%压至26.1%，配合\$130本金终值\$1029
11. BTC专属：策略仅在BTCUSDT有效，ETH/SOL/XRP/TRX全部归零，不具备跨标的泛化能力

十四、实盘预期与风险评估

14.1 单笔交易预期

指标	数值
平均每笔收益	+4.9%本金 (\$4.91/\$100)
止盈单收益	约+18%本金 (\$23.3)
止损单亏损	约-12%本金 (\$14.1)
胜率	51%
盈亏比	1.64

14.2 交易频率

- 月均3.0笔（每10天约1单）
- 4h级别低频策略，多数时间信心不达标空仓等待
- 每月预期收益：3笔 \times 4.9% \approx +15%本金

14.3 回测可信度

验证方法	结果
T检验	$p=0.006$ ，收益显著非零

验证方法	结果
Bootstrap 90%CI	[\$420, \$1357], 亏损概率0.3%
ML vs 100次随机	全胜, $p < 0.01$
Sharpe/Sortino/Calmar	2.80 / 3.75 / 1.81
滑点+资金费率	仍有\$801 (vs \$890)

14.4 实盘风险

1. 市场结构变化 — BTC从震荡变单边暴跌时, 月跌>30%触发熔断暂停
2. 样本量有限 — 53个月161笔, 统计置信度存在上限
3. 滑点/极端行情 — 闪崩时止损可能滑点大于预期
4. 过拟合风险 — 6个月滚动窗口缓解但不能消除

14.5 实盘验证计划

- 初始本金\$100, 观察3-6个月
- 对比实盘结果与回测预期是否一致
- 一致则考虑加资金或切换复利模式
- 不一致则分析原因, 调整或暂停