

区块链非原子套利交易识别系统测试报告

1. 功能测试

1.1 后端功能：

后端提供两个接口，一个是图表数据接口/app/getdata 此接口负责提供前端可视化所需的基础数据，包括价格走势、价差分析、热力图和相关性分析，另一个是策略回测与信号接口/app/getresult 此接口负责执行核心策略算法，返回回测统计结果和具体的交易信号列表。运行测试 test_api.py，测试后端功能

运行结果如下：

```
开始测试后端服务：http://127.0.0.1:5319
[Request] GET http://127.0.0.1:5319/app/getdata
Params: {'start': 1756684800, 'end': 1756771200, 'type': 'price', 'interval': '15m'}
=====
===== Price Data 结果 =====
返回数据类型: Dict (Keys: ['cex', 'dex'])
CEx 数据点数: 1441, DEX 数据点数: 1288
CEx 第1条:
{
    "t": "1756684800",
    "v": 325.8367
}

[Request] GET http://127.0.0.1:5319/app/getdata
Params: {'start': 1756684800, 'end': 1756771200, 'type': 'spread'}
=====
===== Spread Data 结果 =====
返回数据类型: List (共 1288 条)
前 1 条示例:
[
    {
        "cexPrice": 4388.19,
        "dexPrice": 4386.867149107659,
        "spread": -1.322858892341,
        "spreadPct": 0.999698542931746,
        "t": "1756684920",
        "z": 0.0
    }
]

[Request] GET http://127.0.0.1:5319/app/getresult
Params: {'start': 1756684800, 'end': 1756771200, 'type': 'backtest', 'zThreshold': 2.0, 'tradeSize': 5000}
=====
===== Backtest Stats 结果 =====
返回数据类型: Dict (Keys: ['avgProfit', 'equity', 'maxDrawdown', 'sharpeRatio', 'signals', 'totalProfit', 'totalTrades', 'winRate', 'winningTrades'])
{
    "avgProfit": -60.77,
    "equity": [
        {
            "equity": 10000.0,
            "time": 1756684800
        },
        {
            "equity": 9937.47,
            "time": 1756749120
        }
    ],
    "maxDrawdown": 0.0122,
    "sharpeRatio": -27.2884,
    "signals": [
        {
            "cexPrice": 4328.81,
            "confidence": 0.77,
            "dexPrice": 4322.346766182658,
            "direction": "Short DEX",
            "grossProfit": 7.47,
            "id": "52",
            "netProfit": -62.53,
            "params": {
                "zThreshold": 2.0
            },
            "size": 5000.0,
            "spread": -5.463233897342,
            "spreadPct": 0.0014930740543803028,
            "time": 1756749120,
            "totalCost": 70.0,
            "zScore": 2.658927
        },
        {
            "cexPrice": 4319.39,
            "confidence": 0.72,
            "dexPrice": 4327.893053371685,
            "direction": "Long DEX",
            "grossProfit": 11.0,
            "id": "69",
            "netProfit": -59.0,
            "params": {
                "zThreshold": 2.0
            },
            "size": 5000.0,
            "spread": 9.503953371684915,
            "spreadPct": 0.0022006010804468081,
            "time": 1756759620,
            "totalCost": 70.0,
            "zScore": 2.15684
        }
    ],
    "totalProfit": -121.53
}
```

```
"totalTrades": 2,
  "winRate": 0.0,
  "winningTrades": 0
}

[Request] GET http://127.0.0.1:5319/app/getresult
Params: {'start': 1756684800, 'end': 1756771200, 'type': 'signals', 'zThreshold': 2.0}
===== Signals List 结果 =====
返回数据类型: List (共 2 条)
前 1 条示例:
[
  {
    "cexPrice": 4328.81,
    "confidence": 0.77,
    "dexPrice": 4322.346766102658,
    "direction": "Short DEX",
    "grossProfit": 14.93,
    "id": "52",
    "netProfit": -75.07,
    "params": {},
    "zThreshold": 2.0
  },
  {
    "size": 10000.0,
    "spread": 0.000223897342,
    "spotPrice": 0.0014930740543803028,
    "time": 1756749120,
    "totalCost": 90.0,
    "zScore": 2.658927
  }
]

[Request] GET http://127.0.0.1:5319/app/getdata
Params: {'start': 1756684800, 'end': 1756771200, 'type': 'heatmap'}
===== Heatmap Data 结果 =====
返回数据类型: List (共 168 条)
前 1 条示例:
[
  [
    [
      0,
      0,
      0
    ],
    0.0
  ]
]

[Request] GET http://127.0.0.1:5319/app/getdata
Params: {'start': 1756684800, 'end': 1756771200, 'type': 'correlation'}
```

```
===== Correlation Data 结果 =====
返回数据类型: List (共 20 条)
前 1 条示例:
[
  {
    "correlation": 0.95,
    "lag": 0
  }
]
```

1.2 前端功能：

前端核心功能包括

实时数据监控

多交易所价格数据实时采集与同步，支持自定义时间范围和交易对选择。

- CEX-DEX 价格对比
- 成交量监控
- 延迟分析

套利机会识别

基于价差阈值、Z-Score 等多维度指标，智能识别并筛选优质套利机会。

- 价差分析
- 统计学检测
- 时间窗口分析

多维度可视化

提供丰富的图表类型，全方位展示市场数据和分析结果。

- 折线图、柱状图
- 热力图、雷达图
- 散点图、饼图

回测分析

历史数据回测功能，评估策略有效性和收益潜力。

- 历史数据回放
- 策略模拟
- 收益计算

数据分析报告

自动生成详细的数据分析报告，支持导出和分享。

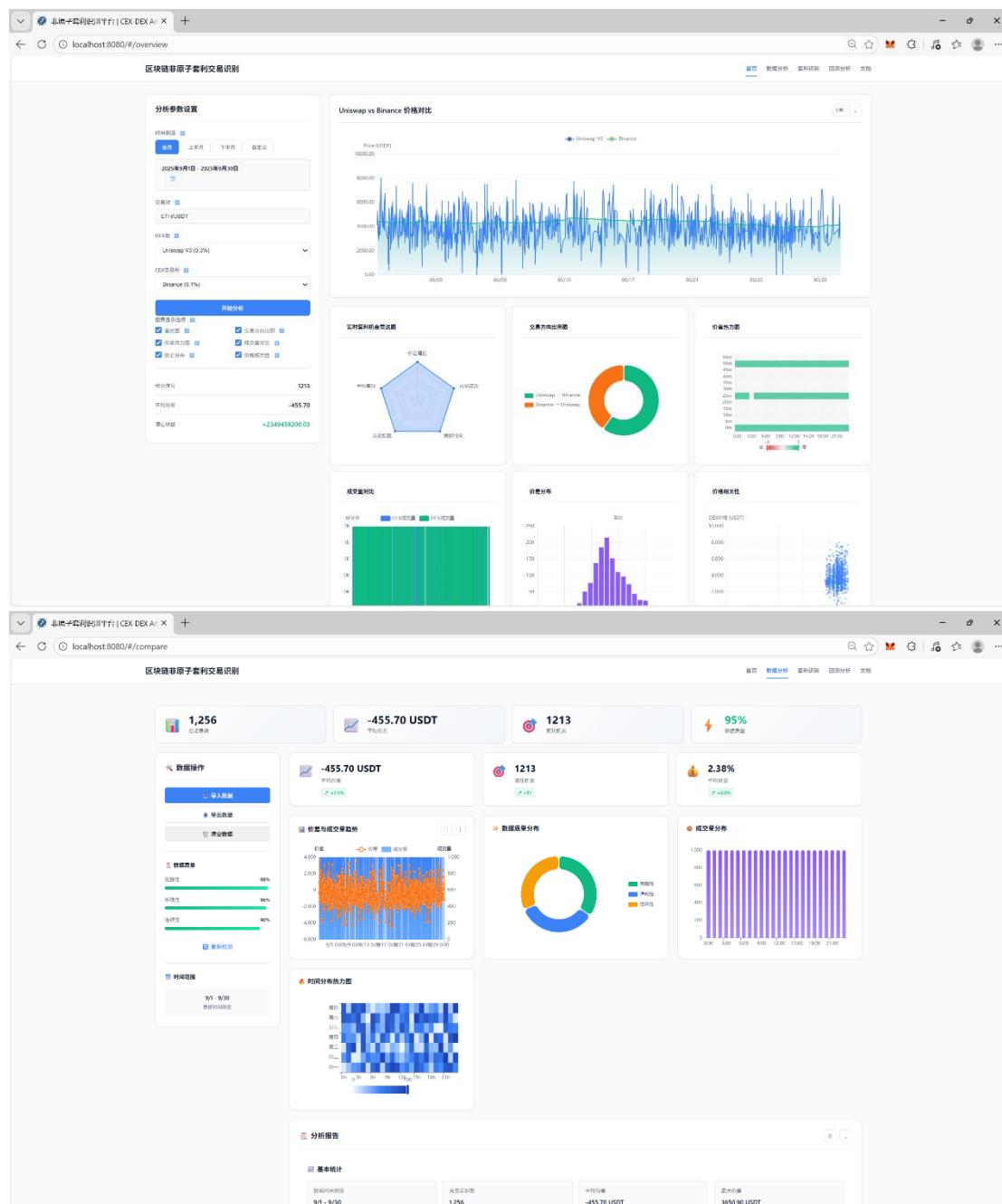
- 基本统计信息
- 套利机会分析
- 风险评估

灵活配置

丰富的参数配置选项，满足不同场景的分析需求。

- 检测器参数调整
- 时间范围设置
- 交易对选择

运行前端（使用模拟数据），界面如下



Two screenshots of the 'CEX DEX Alpha' application interface are shown, demonstrating its functionality.

Screenshot 1: 套利交易识别 (Arbitrage Identification)

This screenshot shows the 'Arbitrage Identification' section. On the left, there's a configuration panel for ' Arbitrage Settings' with fields like '交易对数 (Pairs)': 1000, '时间窗口 (Time Window)': 1, '费用设置 (Fees)': 0.01, and '信号源 (Signal Source)': 1. On the right, a table titled '套利信号 (Arbitrage Signals)' lists 10 entries with columns: 日期 (Date), 方向 (Direction), 价差 (Spread), 变化量 (Change), 确认度 (Confidence), and 操作 (Action). The table includes rows such as 09/12 12:19:00 (CEX->OKX, 1.991.91, +0.0115), 09/14 01:46:00 (CEX->OKX, -2.110.27, +0.1623), etc. Below the table is a '信号空间分布' (Signal Space Distribution) scatter plot showing signal density across a coordinate system.

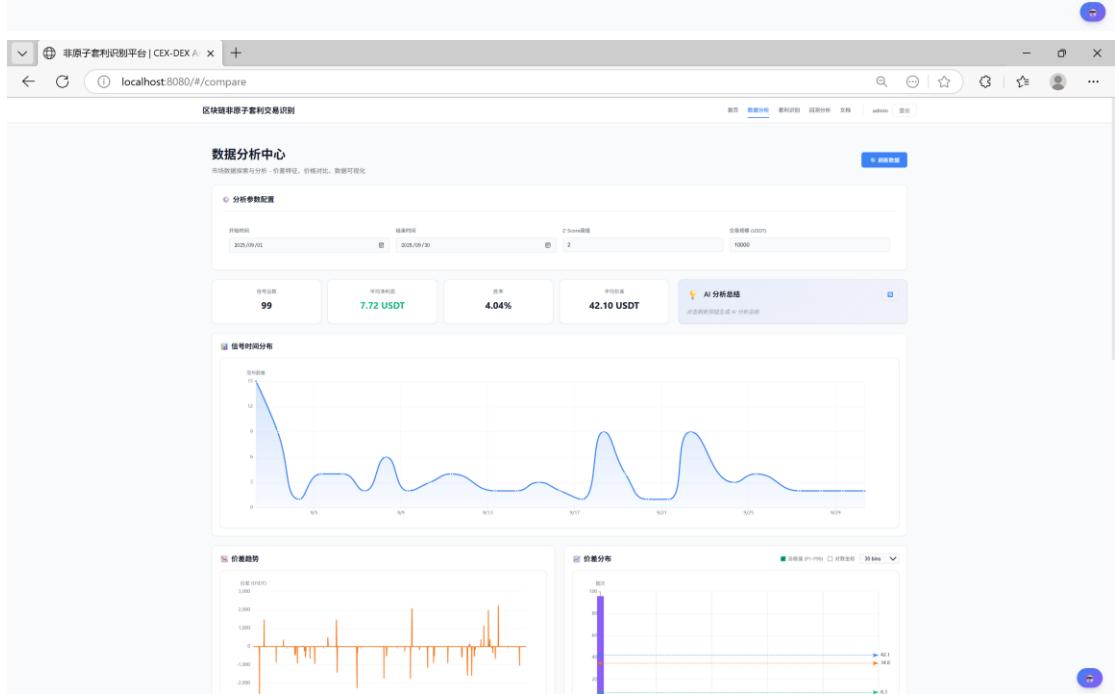
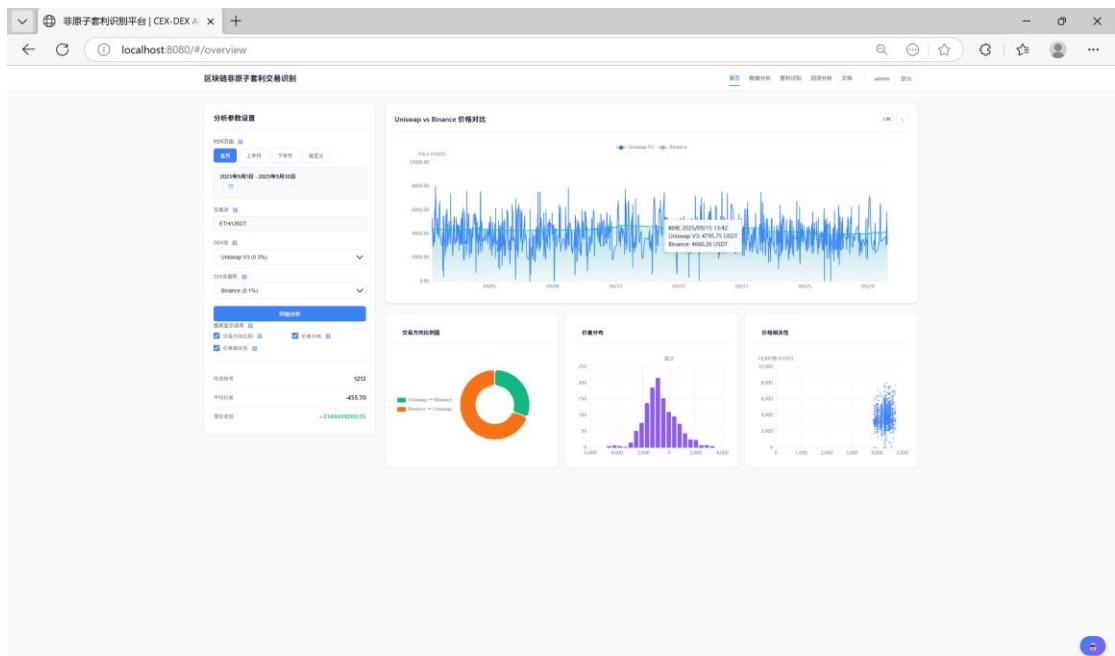
Screenshot 2: 回测分析 Backtest & PnL

This screenshot shows the 'Backtest & PnL' analysis section. It features a summary table with metrics: '成交量 (Volume)': 1.2K, '胜率 (Win Rate)': 84.09%, '总收益 (Total Profit)': 2,349,459,200.03 USDT, and '夏普比率 (Sharpe Ratio)': 1.67. Below this is a '权益曲线 (Equity Curve)' chart showing the cumulative profit over time, starting at 0 and rising steadily to approximately 2.3 billion USDT by the end of the period.

基本功能均得以实现

1.3 合并测试：

将前后端合并，让前端使用后端提供的数据，前端界面显示如下



Top Screenshot: Fraud Detection

Fraud Detection (1213)

时间	方向	数量	净值	胜率	Z-score
09/21 12:00:00	Cash→EX	-1,991.91	+201,3675.13	24%	-0.08
09/14 01:46:00	Cash→EX	-2,798.37	+176,7807.77	15%	-0.08
09/15 13:00:00	Cash→EX	-2,298.97	+176,5460.04	23%	-0.08
09/14 08:11:00	EX→Cash	2,330.26	+157,2801.86	16%	-0.08
09/19 14:28:00	Cash→EX	-2,255.32	+152,9758.74	23%	-0.08
09/14 17:50:00	Cash→EX	-2,725.13	+152,0226.72	15%	-0.08
09/13 13:22:00	Cash→EX	-4,457.80	+149,5435.03	16%	-0.08
09/24 16:00:00	Cash→EX	-2,347.36	+148,7806.75	16%	-0.08

Bottom Screenshot: Backtesting & Performance

回测分析 Backtest & Performance

开始时间	结束时间	初始资金 (USD)	交易次数 (000)	盈亏总额 (USD)	Z-Score (0.0)	CEX手续费 (%)	DEX手续费 (%)	Gas费用 (USD)
2023/09/01	2023/09/30	100000	10000	764.09 USD	2	0.001	0.003	15

回测统计

总交易次数	胜率	盈亏总额 (USD)	平均盈亏	最大回撤	最大杠杆	最小杠杆	最大波动率
99	4.04	764.09 USD	7.72 USD	26.22	0.03	26.57	1

权益曲线与回测分析

交易明细

时间	方向	数量	净值	胜率	Z-score
2023/09/30 23:40:00	Short EX	-4.42	-21.89	0.71	1.10
2023/09/30 04:34:00	Short EX	-14.95	-34.54	0.80	2.06
2023/09/29 22:17:00	Long EX	11.97	-41.32	0.81	1.07

2. 非功能测试

2.1 并发测试：

本次测试旨在验证系统在典型并发访问下的即时性能表现。使用 wrk 工具精准模拟了 10 个虚拟用户 (-c10) 在 30 秒内持续访问前端首页的场景。测试环境配置了 2 个工作线程

(-t2)，以匹配测试机器的计算资源。

```
Running 30s test @ http://172.31.91.75:8080/
 2 threads and 10 connections
 Thread Stats      Avg      Stdev     Max   +/- Stdev
   Latency    3.85ms   1.52ms  41.23ms  83.33%
   Req/Sec   1.32k    135.76   1.55k   86.33%
 Latency Distribution
   50%   3.61ms
   75%   4.43ms
   90%   5.19ms
   99%   9.25ms
 79070 requests in 30.02s, 296.44MB read
Requests/sec:  2633.48
Transfer/sec:  9.87MB
```

测试结果表明系统表现卓越：共成功处理 79,070 次请求，零错误。核心指标显示，系统吞吐量高达 2,633.48 请求/秒，且 99% 的请求响应时间低于 9.25 毫秒。这证明在常规并发条件下，系统不仅能提供极高的请求处理效率，更能保证极致的响应速度，为用户提供流畅无延迟的交互体验，性能达标。

2.2 负载测试：

负载测试用于评估系统在持续、中高负荷下的长期稳定性与可靠性。本次测试模拟了 50 个持续并发连接 (-c50)，并延长测试时间至 3 分钟 (-d3m)，以观察系统是否存在内存泄漏、性能衰减等问题

```
Running 3m test @ http://172.31.91.75:8080/
 4 threads and 50 connections
 Thread Stats      Avg      Stdev     Max   +/- Stdev
   Latency   19.26ms   9.60ms  87.95ms  67.84%
   Req/Sec  630.95   45.68   800.00   68.58%
 Latency Distribution
   50%   18.60ms
   75%   25.27ms
   90%   31.92ms
   99%   45.05ms
 452254 requests in 3.00m, 1.66GB read
Requests/sec:  2511.89
Transfer/sec:  9.42MB
```

测试结果令人满意：在 3 分钟的完整测试周期内，系统共处理 452,254 次请求，吞吐量稳定维持在 ~2,511.89 请求/秒 的高位。更为关键的是，99% 请求延迟仅为 45.05 毫秒，且整个过程中性能曲线平稳，无剧烈波动或衰退迹象。这充分证实了系统具备优秀的资源管理能力和稳定性，能够可靠地支撑长时间的连续服务。

2.3 压力测试：

压力测试通过阶梯式增加负载，旨在探寻系统的性能边界与瓶颈。我们设计了一个从 100 到 2000 并发用户的加压阶梯：

100 并发 (1 分钟)

```
Running 1m test @ http://172.31.91.75:8080/
 4 threads and 100 connections
 Thread Stats      Avg      Stdev     Max   +/- Stdev
   Latency   40.71ms  21.87ms 204.38ms  67.45%
   Req/Sec  625.06   54.74   780.00   67.67%
 Latency Distribution
   50%   39.82ms
   75%   54.45ms
   90%   69.21ms
   99%   98.65ms
 149445 requests in 1.00m, 560.28MB read
Requests/sec:  2488.39
Transfer/sec:  9.33MB
```

并发翻倍后，系统吞吐量 (~2488/秒) 依然坚挺，证明性能扩展性良好。但 99% 延迟升至 98 毫秒，反映部分请求开始排队，表明系统开始进入压力状态

500 并发 (15 秒)

```
Running 15s test @ http://172.31.91.75:8080/
 8 threads and 500 connections
 Thread Stats      Avg      Stdev     Max   +/- Stdev
   Latency  208.92ms 149.37ms 791.95ms  62.51%
   Req/Sec  295.75   57.82   530.00   74.25%
 35367 requests in 15.05s, 132.59MB read
Requests/sec:  2349.65
Transfer/sec:  8.81MB
```

在高并发冲击下，系统未崩溃且吞吐量 (~2350/秒) 下降有限，韧性很强。然而平均延迟跃升至 208 毫秒，确认已达到性能瓶颈，连接池和事件处理处于满负荷状态

2000 并发 (15 秒)

```
Running 15s test @ http://172.31.91.75:8080/
 8 threads and 2000 connections
 Thread Stats      Avg      Stdev     Max    +/- Stdev
   Latency    633.53ms  711.16ms  2.00s    77.62%
   Req/Sec    299.55     113.58   790.00    70.43%
  35476 requests in 15.0s, 133.00MB read
  Socket errors: connect 0, read 0, write 0, timeout 4115
Requests/sec:   2349.88
Transfer/sec:    8.81MB
```

系统吞吐量已达上限 (~2350/秒)，无法处理更多并发。2000 连接下，大量请求 (4115 个) 因等待超时 (2 秒) 被丢弃，平均延迟提升至 633 毫秒

总结：

在逐步加压测试中，服务器展现出优秀的静态资源处理能力。在 50 至 100 的中等并发下，吞吐量稳定在约 2500 请求/秒，且延迟极低。当并发连接数攀升至 500 及以上时，系统达到性能瓶颈：吞吐量无法继续提升，平均延迟超过 200 毫秒，并在 2000 并发的高压冲击下产生大量超时错误。

作为静态资源服务器，能稳健支持约 500 的并发用户（此时延迟开始显著上升），极限处理能力约为 2350 请求/秒。这对于一个本地开发环境已属优秀

2.4 易用性测试：

该“区块链非原子套利交易识别系统”在易用性设计上表现突出，成功地将复杂的套利逻辑转化为清晰直观的可视化操作体验。

界面设计专业且直观：系统采用简洁直观的布局，符合数据分析工具的主流交互习惯，用户无需适应即可上手。左侧参数面板将复杂的检测器参数、费用模型进行逻辑分组，并辅以智能预设（保守、平衡、激进），极大地降低了专业门槛，使新手也能快速进行有效探索。

用户体验流畅且高效：核心功能路径清晰，从“市场概览”到“信号检测”再到“回测分析”，形成了完整的分析闭环。交互反馈及时，例如图表随参数调整实时更新，信号列表支持排序与详情钻取，赋予了用户强大的探索分析能力。价差热力图、套利机会雷达图等多元可视化手段，将抽象的价差数据和市场机会转化为一目了然的图形，显著提升了决策效率。

细节考量周到：软件在细节上体现了对用户需求的深入理解。例如，收益分解清晰展示毛利、手续费、Gas 等成本构成，让盈亏分析一目了然；同时提供数据导出功能，兼顾了分析流程与后续协作的需求。

总体而言，该系统在强大的专业功能与良好的用户体验之间取得了出色平衡，界面直观、操作流畅、学习曲线平缓，即便面对复杂的区块链套利场景，也能为用户提供友好而高效的分析支持。

3. 测试总结

本次测试对“区块链非原子套利交易识别系统”进行了全面的功能与非功能验证。系统核心功能完整，前后端协同工作正常。在非功能维度上表现尤为突出：在常规并发下提供毫秒级响应与超高吞吐；在持续负载下展现卓越的稳定性；压力测试则明确了其性能上限与韧性边界。易用性设计成功地将复杂金融逻辑转化为直观的可视化操作。综合来看，该系统基础架构健壮、用户体验良好，已具备可靠的原型交付能力。后续优化的重点可聚焦于后端核心算法的性能提升，以应对更复杂的实时分析需求。