

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: 1441, DEX 数据点: 1288
CEX 第1条: [
  {
    "lst_ms": 34,
    "p": 4389.95,
    "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": 4386.867109107659,
    "spread": -1.322508992341,
    "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": 9927.47,
      "time": 1756749120
    }
  ],
  {
    "equity": 9878.47,
    "time": 1756759020
  }
],
  "maxDrawdown": 0.0122,
  "sharpeRatio": -27.2884,
  "signals": [
    {
      "cexPrice": 4328.81,
      "confidence": 0.77,
      "dexPrice": 4322.346766102658,
      "direction": "Short DEX",
      "grossProfit": 7.47,
      "id": "52",
      "netProfit": -62.53,
      "params": {
        "zThreshold": 2.0
      },
      "size": 5000.0,
      "spread": -6.463233897342,
      "spreadPct": 0.0014938740543803028,
      "time": 1756749120,
      "totalCost": 70.0,
      "zScore": 2.658927
    },
    {
      "cexPrice": 4318.39,
      "confidence": 0.72,
      "dexPrice": 4327.893053371685,
      "direction": "Long DEX",
      "grossProfit": 11.0,
      "id": "60",
      "netProfit": -59.0,
      "params": {
        "zThreshold": 2.0
      },
      "size": 5000.0,
      "spread": 9.503053371684015,
      "spreadPct": 0.002200001004468081,
      "time": 1756759020,
      "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": 0.97,
    "dexPrice": 4322.346766182658,
    "direction": "Short DEX",
    "grossProfit": 14.93,
    "id": "52",
    "netProfit": -75.07,
    "params": {
      "zThreshold": 2.0
    },
    "size": 10000.0,
    "spread": -6.463233897342,
    "spreadPct": 0.0014930740543803028,
    "time": 1756740120,
    "totalCost": 99.0,
    "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
  ]
]

[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。

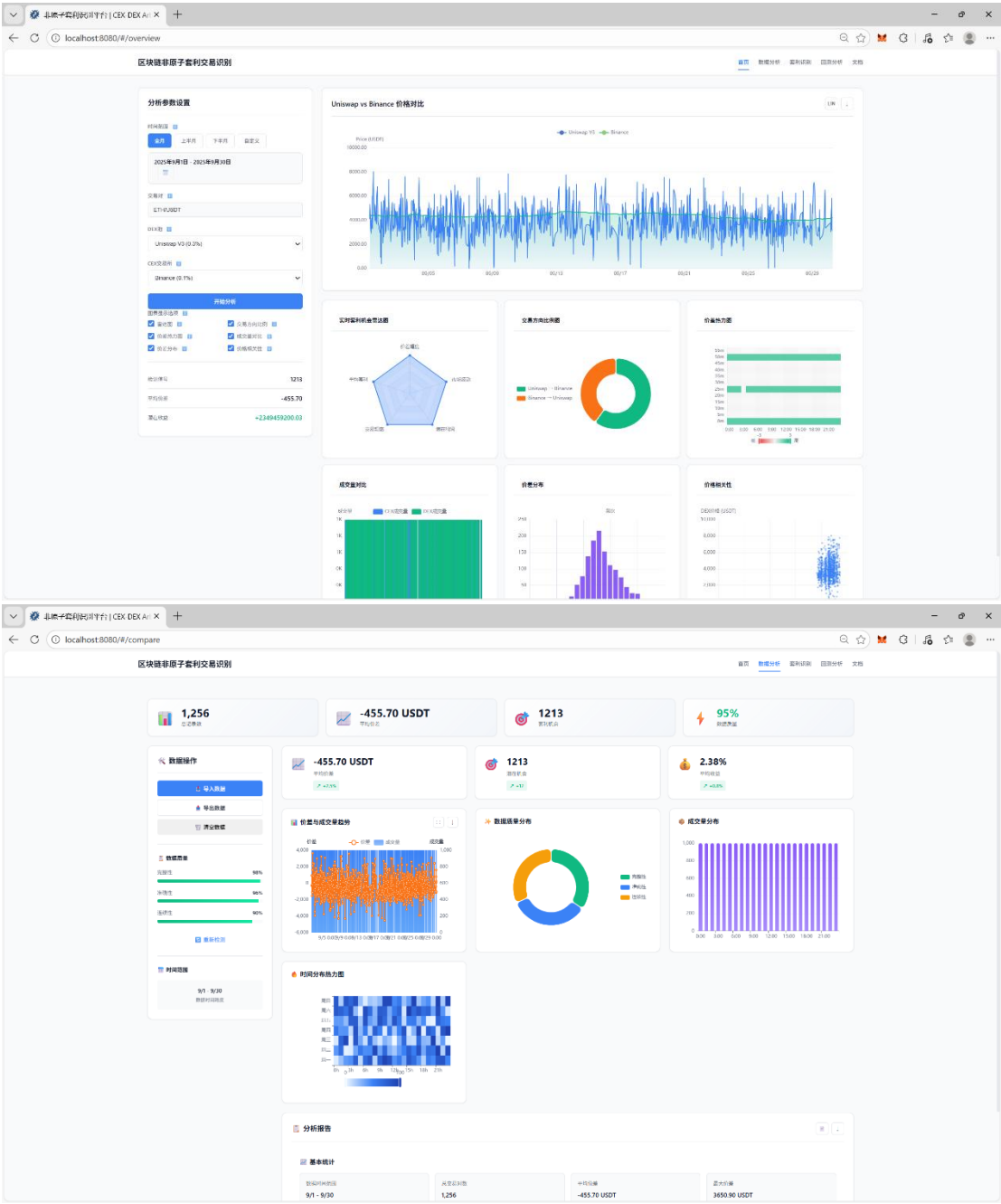
- 基本统计信息
- 套利机会分析
- 风险评估

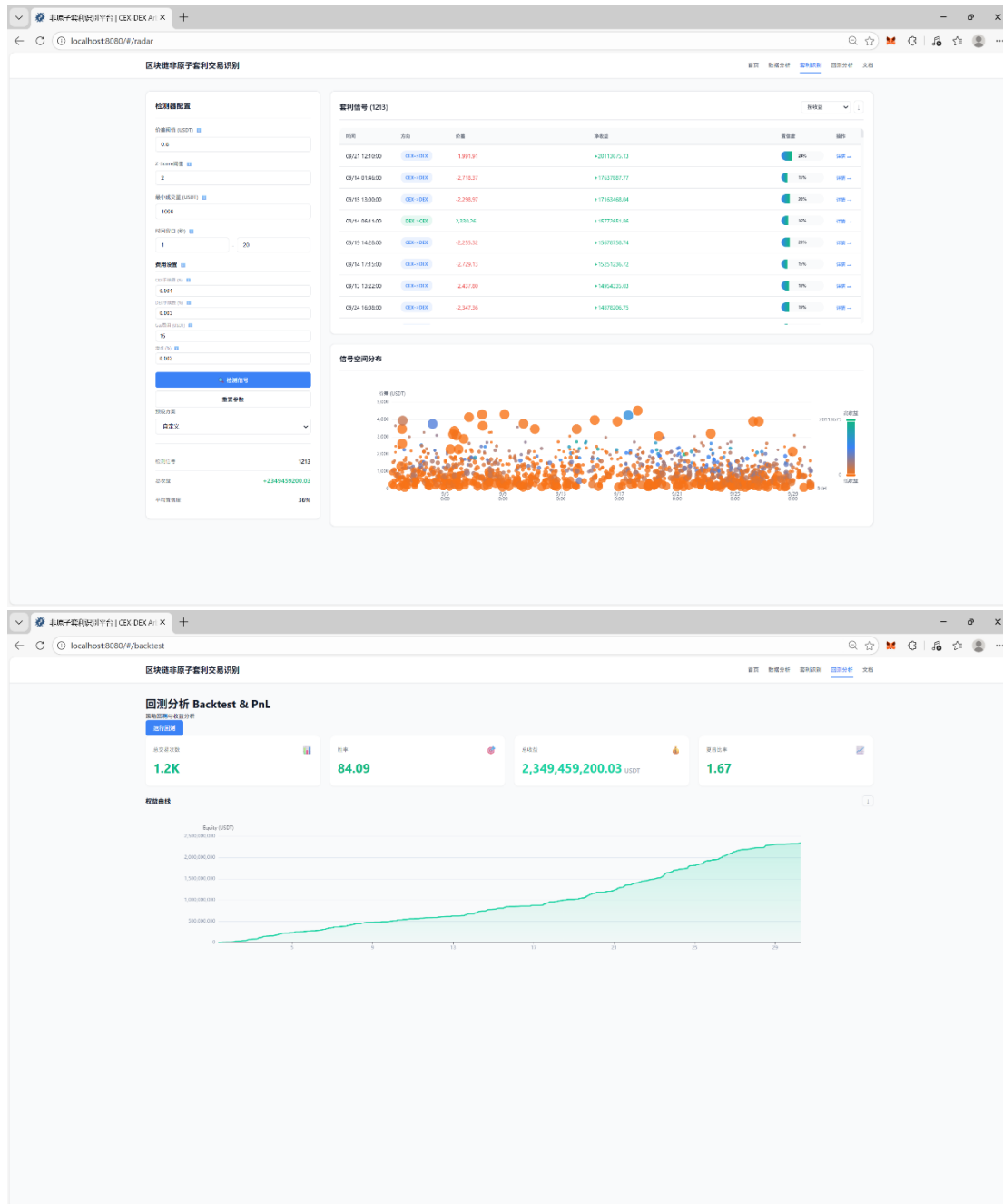
灵活配置

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

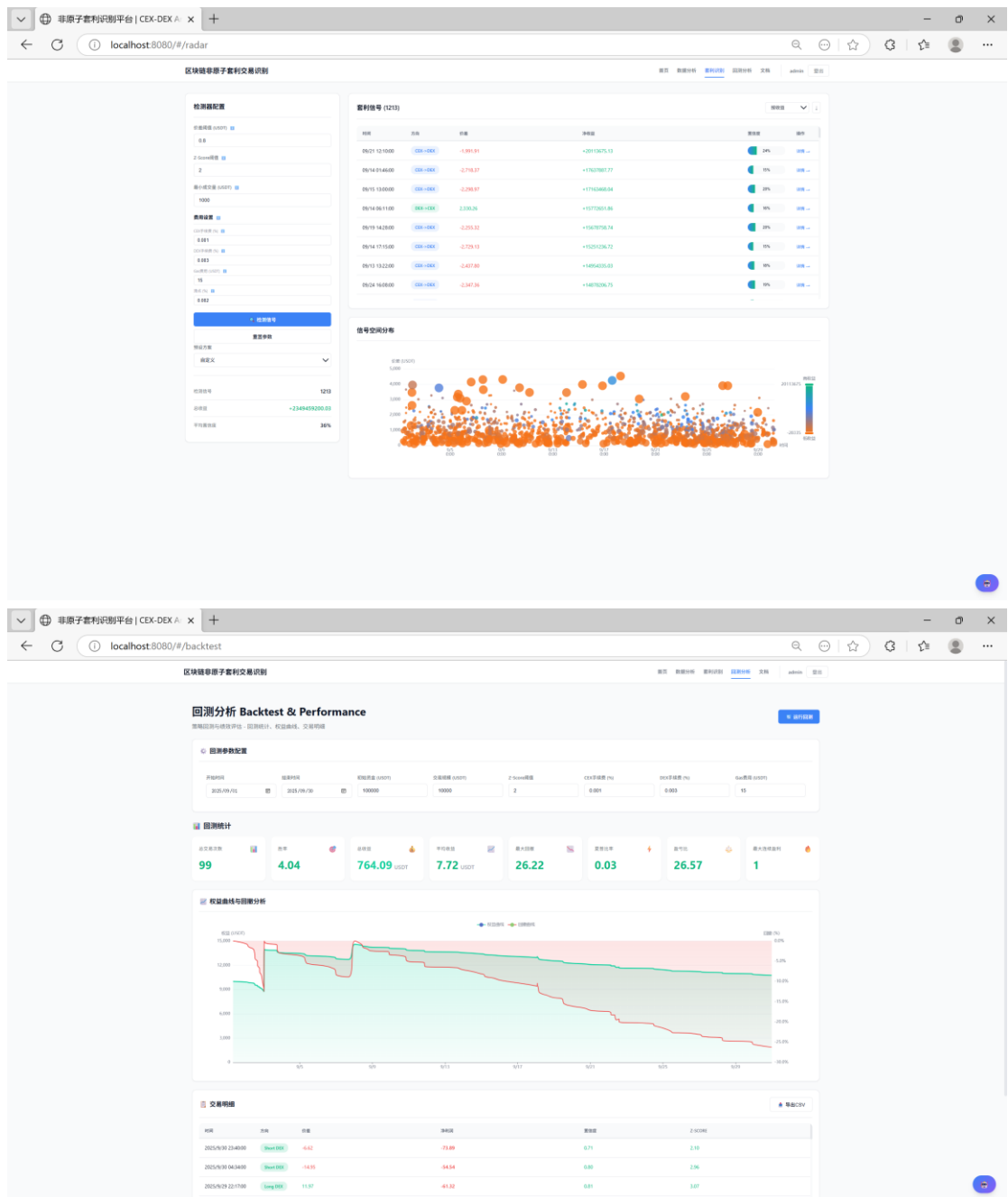




基本功能均得以实现

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



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 15.10s, 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。