

区块链节点QPS基准测试报告：性能分析与瓶颈

生成时间: 2025-10-31 16:49:33

统一字段命名 | 完整Device支持 | 监控开销分析 | Blockchain Node 特定分析 | 瓶颈检测分析



系统级瓶颈分析

△ 检测到系统级性能瓶颈

🏆 最大成功QPS

67500

⚡ 瓶颈触发QPS

70000

⚡ 性能下降

3.7%

🔍 瓶颈详情

检测时间: 2025-10-30T19:42:58+00:00

严重程度: **LOW**

瓶颈原因:

连续检测次数: 3

📋 系统级瓶颈判定条件

框架采用五场景逻辑与双重验证机制：

1. 检测维度 (8个指标) :

- 资源指标 : CPU>85%、内存>90%、EBS AWS标准IOPS/吞吐量>90%、网络>80%
- **RPC性能 (必要条件)** : 成功率<95% 或 P99延迟>1000ms
- RPC错误 : 错误率>5%、连接失败

2. 五场景判断逻辑 :

- **场景A-Resource** : 资源超标 + 节点健康 → 误判 → 重置计数器 → 继续测试
- **场景A-RPC** : RPC性能违规 (必要条件) → 真瓶颈 → 累积计数 → 连续3次 → 停止测试
- **场景B** : 任意瓶颈 + 节点不健康 → 真瓶颈 → 累积计数 → 连续3次 → 停止测试
- **场景C** : 无瓶颈 + 节点持续不健康 → 节点故障 → 立即停止
- **场景D** : 全部指标正常 + 节点健康 → 继续测试

3. 节点健康验证 :

- 判定标准 : 区块高度差异 > 50 且 持续时间 > 300秒
- 验证目的 : 区分误判 (场景A-Resource) 与真瓶颈 (场景B)
- 关键说明 : RPC性能违规是必要条件, 无需节点健康验证

性能摘要

指标	值
平均CPU使用率	55.7%
峰值CPU使用率	100.0%
平均内存使用率	61.3%
DATA Device平均IOPS	7883
ACCOUNTS Device平均IOPS	183
监控数据点	1,061

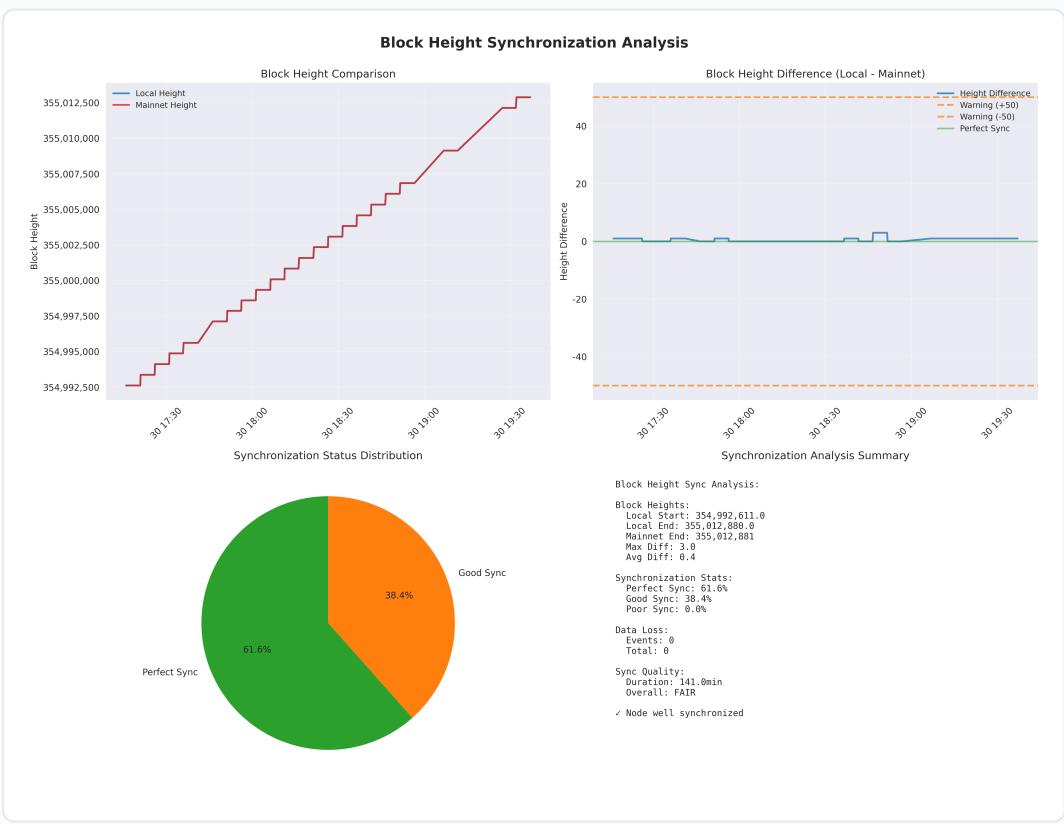
⚙ 配置状态检查

配置项	状态	值
区块链节点类型	✓ 已配置	General
DATA设备	✗ 未配置	N/A
ACCOUNTS设备	⚠ 未配置	N/A
DATA卷类型	△ 未配置	N/A
ACCOUNTS卷类型	△ 未配置	N/A

提示: ACCOUNTS Device未配置, 仅监控DATA Device性能。建议配置ACCOUNTS_DEVICE以获得完整的存储性能分析。

🔗 区块链节点同步分析

📊 区块高度同步时序图



此图表展示了测试期间本地节点与主网的区块高度差值变化:

- **蓝色曲线:** 区块高度差值 (主网 - 本地)
- **红色虚线:** 异常阈值 (± 50 个区块)
- **红色区域:** 检测到数据丢失的时间段
- **统计信息:** 左上角显示同步质量统计

区块高度数据对比

指标	本地区块高度	主网区块高度	区块高度差值
Current	355012880	355014400	1
Average	355000684	355002089	0
Min	354992611	354992612	0
Max	355012880	355014400	3

数据丢失统计

未找到data_loss_stats.json文件。可能的原因：

- 测试期间未检测到数据丢失事件
- 统计文件未正确归档
- block_height_monitor.sh未正常运行

EBS性能分析结果

性能警告

警告统计

设备	类型	数量	最大值	时间范围
nvme2n1	High IOPS	6	28059.00	17:54:35 - 19:42:58

 提示：警告的时间分布可在下方"EBS 专业图表"部分查看 → 点击"EBS 瓶颈分析"和"EBS 时间序列分析"图表

详细警告 (All / 6)

#	设备	类型	值	时间
1	nvme2n1	High IOPS	27331.00	17:54:35
2	nvme2n1	High IOPS	27044.00	17:54:41
3	nvme2n1	High IOPS	27153.00	18:03:04
4	nvme2n1	High IOPS	28059.00	18:51:22
5	nvme2n1	High IOPS	27738.00	19:17:38
6	nvme2n1	High IOPS	27166.00	19:42:58

✓ AWS EBS 基准性能统计

设备	指标	配置基 准	最小 值	平均 值	最大 值
DATA 设备	IOPS	N/A	10	7883	28059
	吞吐量 (MiB/ s)	N/A	2.1	259.8	3089.4
ACCOUNTS 设 备	IOPS	N/A	10	183	10203
	吞吐量 (MiB/ s)	N/A	1.0	6.6	1222.2

iostat 原生采样数据统计

设备	指标	最小值	平均值	最大值
DATA设备	IOPS	10	7883	28059
	吞吐量 (MiB/s)	2.1	259.8	3089.4
	利用率 (%)	1.0	53.8	100.5
	延迟 (ms)	0.10	0.64	1.25
ACCOUNTS设备	IOPS	10	183	10203
	吞吐量 (MiB/s)	1.0	6.6	1222.2
	利用率 (%)	1.0	3.0	96.7
	延迟 (ms)	0.17	0.23	1.03

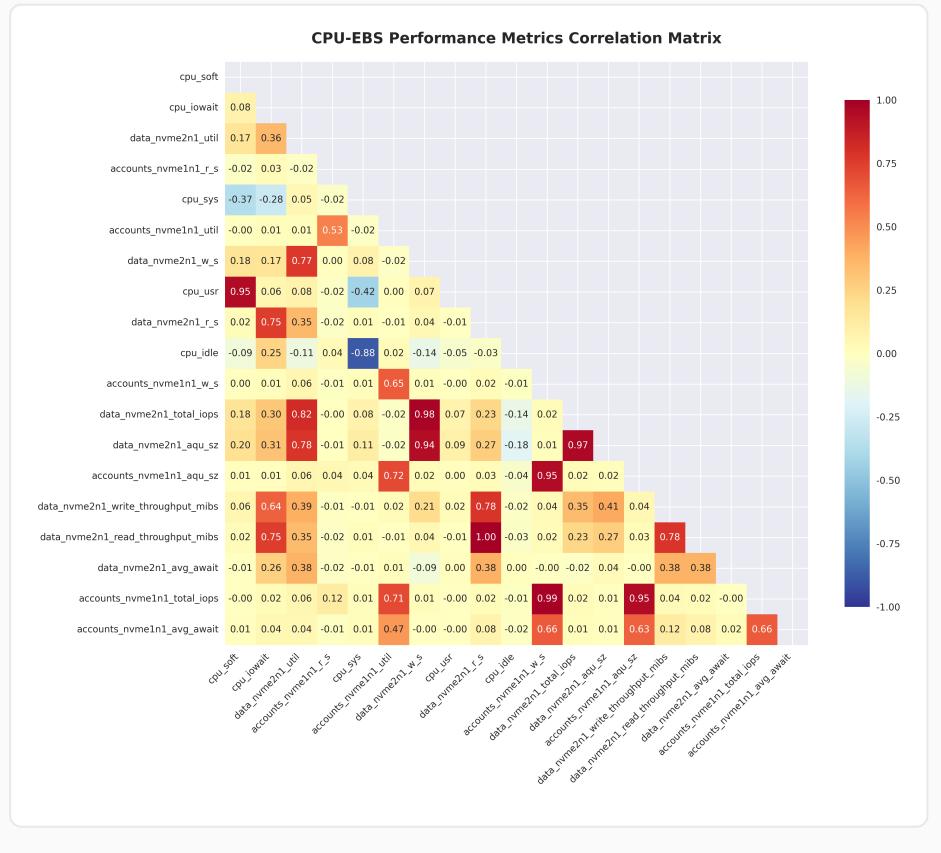
性能图表画廊

生成的图表总数: 32

📈 高级分析图表 (7 charts)

综合相关性矩阵

所有监控指标的综合相关性矩阵热力图



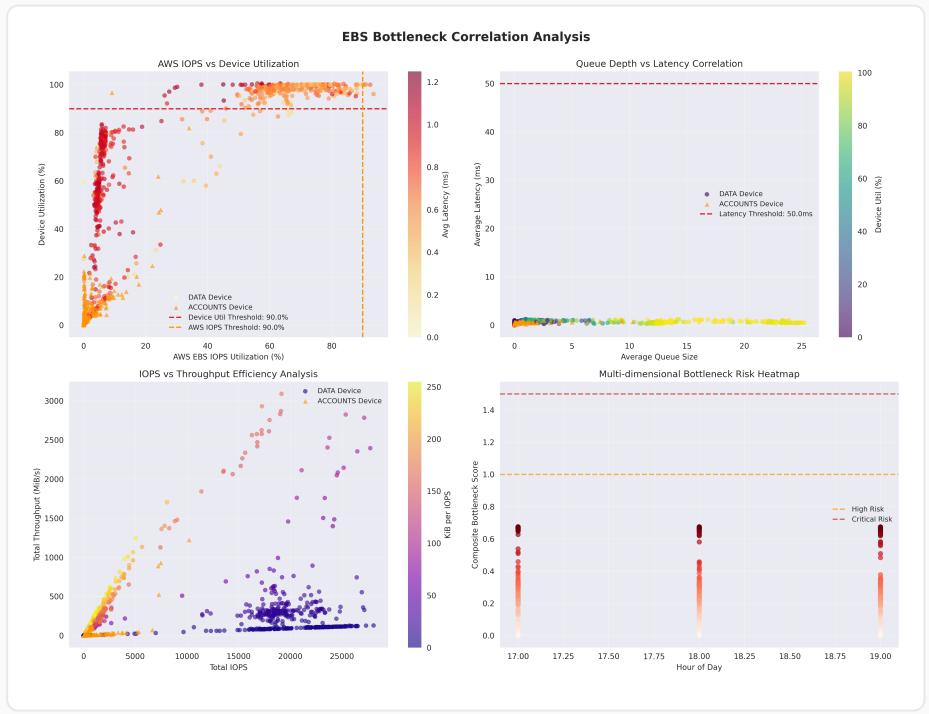
CPU-EBS关联可视化

CPU使用率与EBS性能指标的关联性分析，帮助识别I/O瓶颈



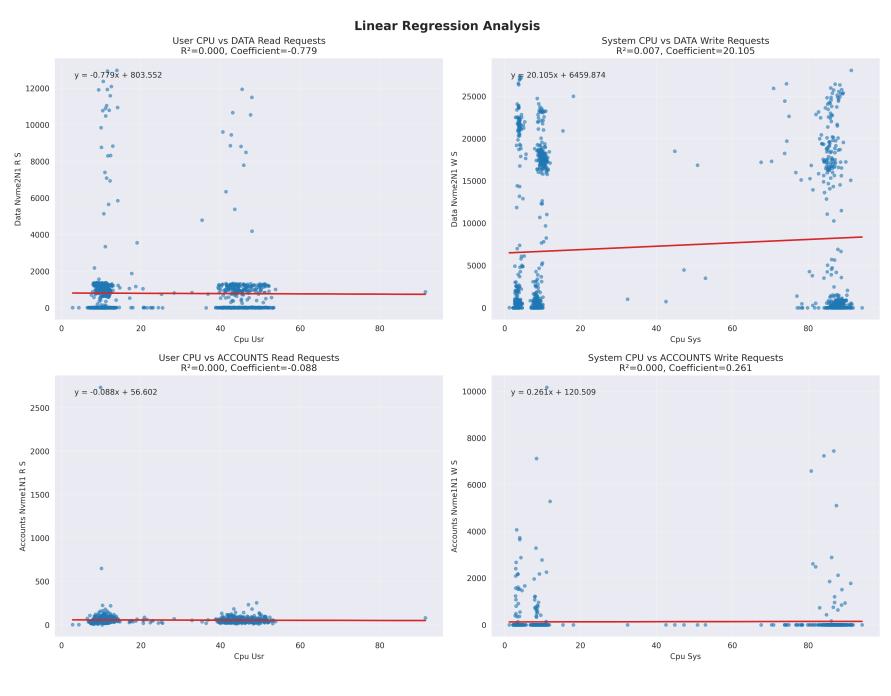
EBS瓶颈关联分析

EBS瓶颈关联分析，展示AWS标准视角与iostat视角的关联关系



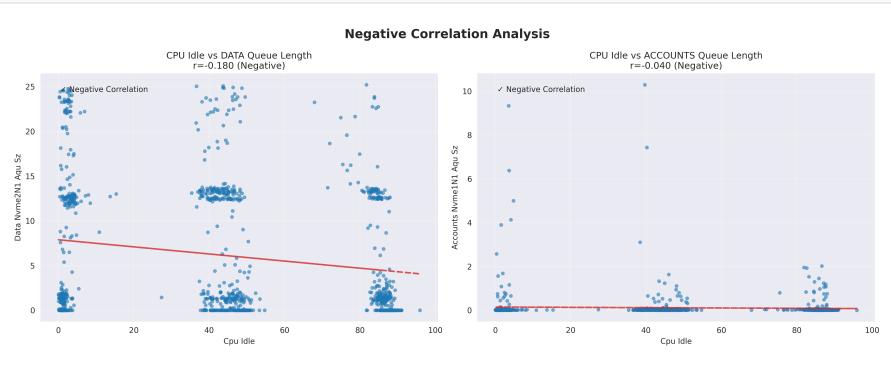
线性回归分析

关键指标的线性回归分析，预测性能趋势和关系



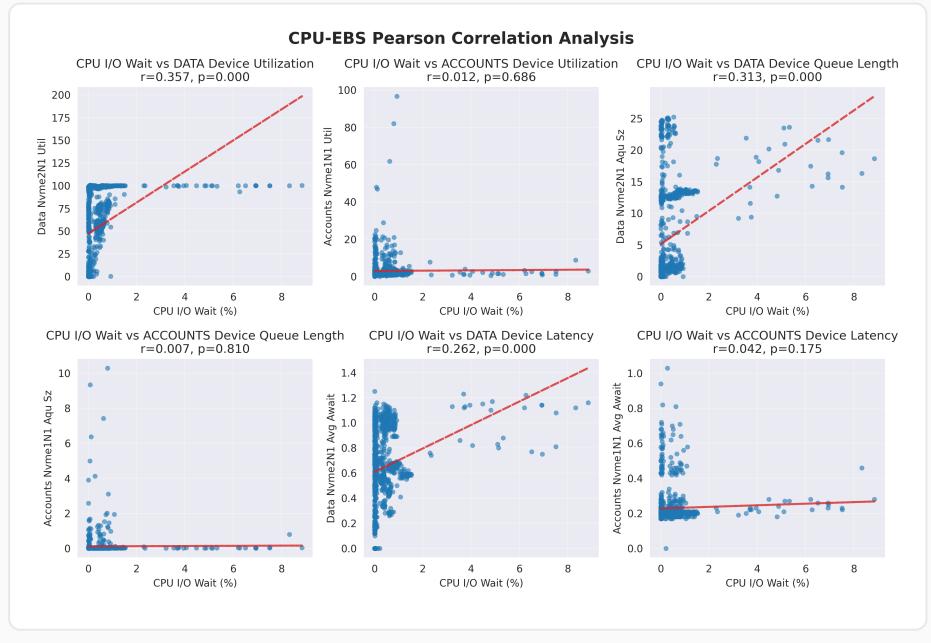
负相关分析

负相关指标分析，识别性能权衡关系



Pearson相关性分析

CPU与EBS指标的Pearson相关性分析，量化指标间的线性关系



性能相关性热力图

性能指标相关性的热力图展示，直观显示指标间关系强度

EBS 专业图表 (7 charts)

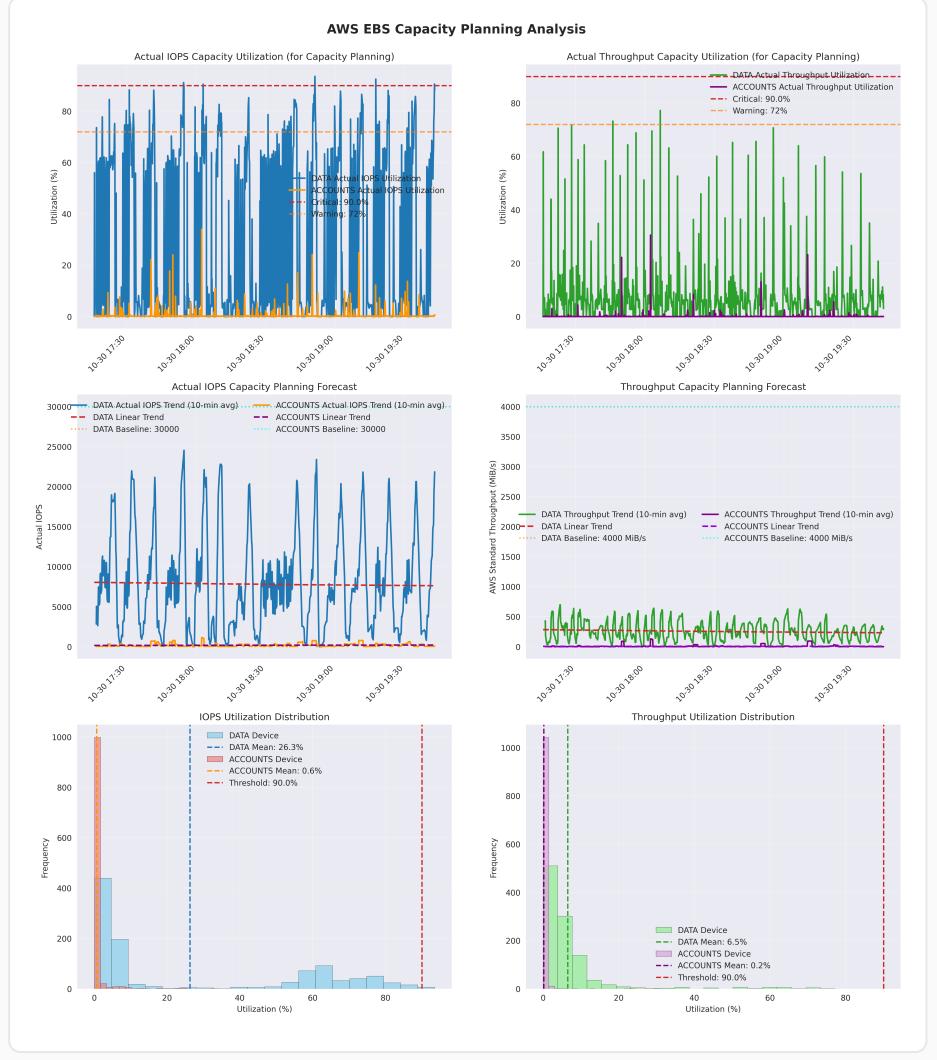
瓶颈识别图

自动瓶颈识别结果，标注性能瓶颈点和影响因素



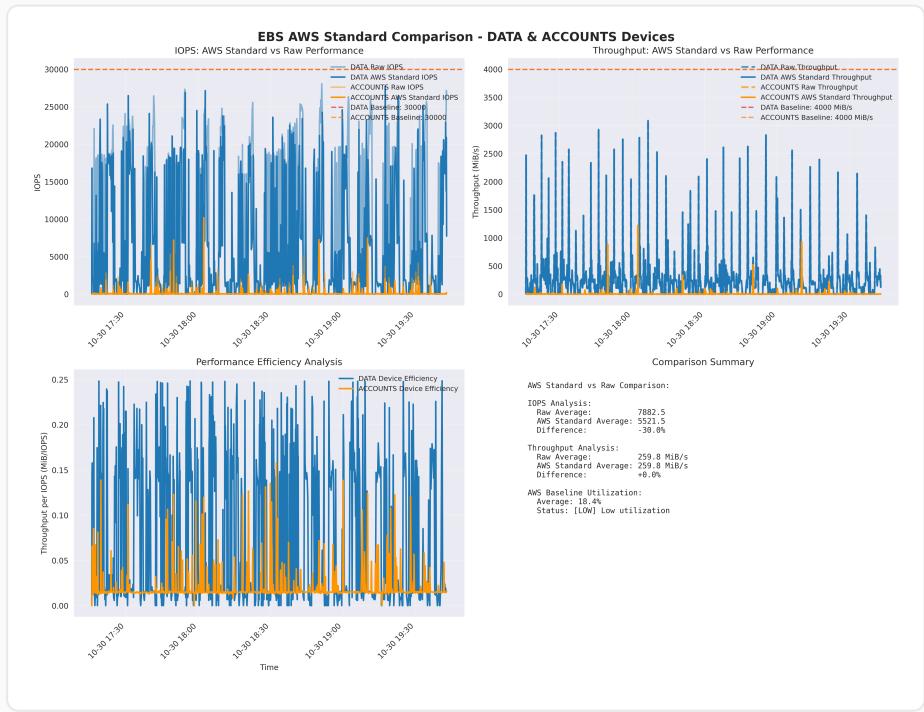
EBS AWS容量规划分析

AWS EBS容量规划分析，包括IOPS和吞吐量利用率预测，支持容量规划决策



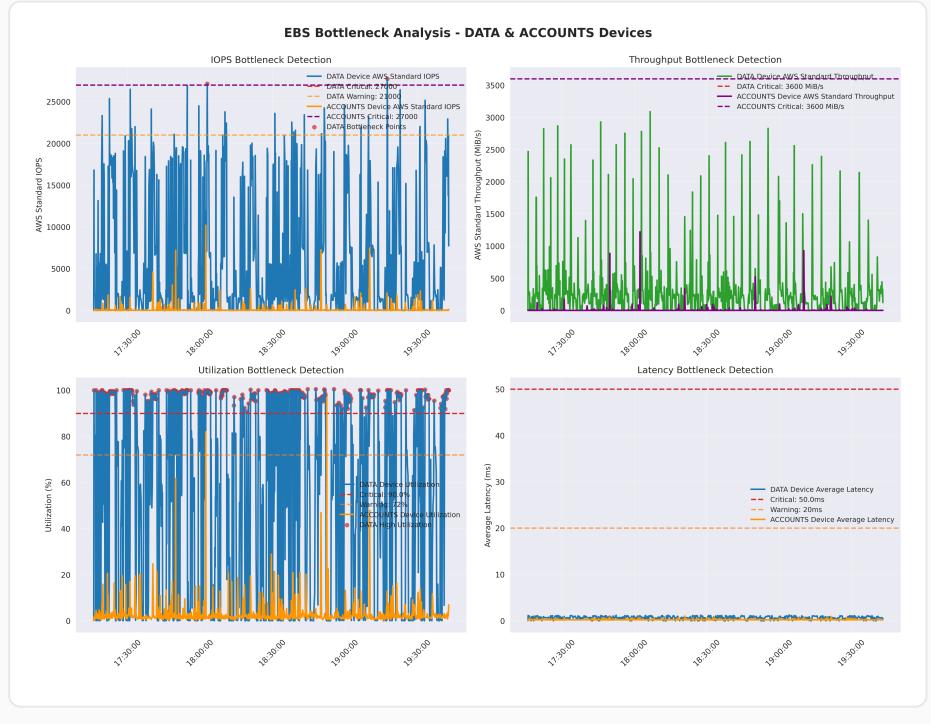
EBS AWS标准对比

AWS标准值与原始iostat数据对比分析，评估性能标准化程度



EBS瓶颈检测分析

EBS瓶颈检测分析，自动识别IOPS、吞吐量和延迟瓶颈点



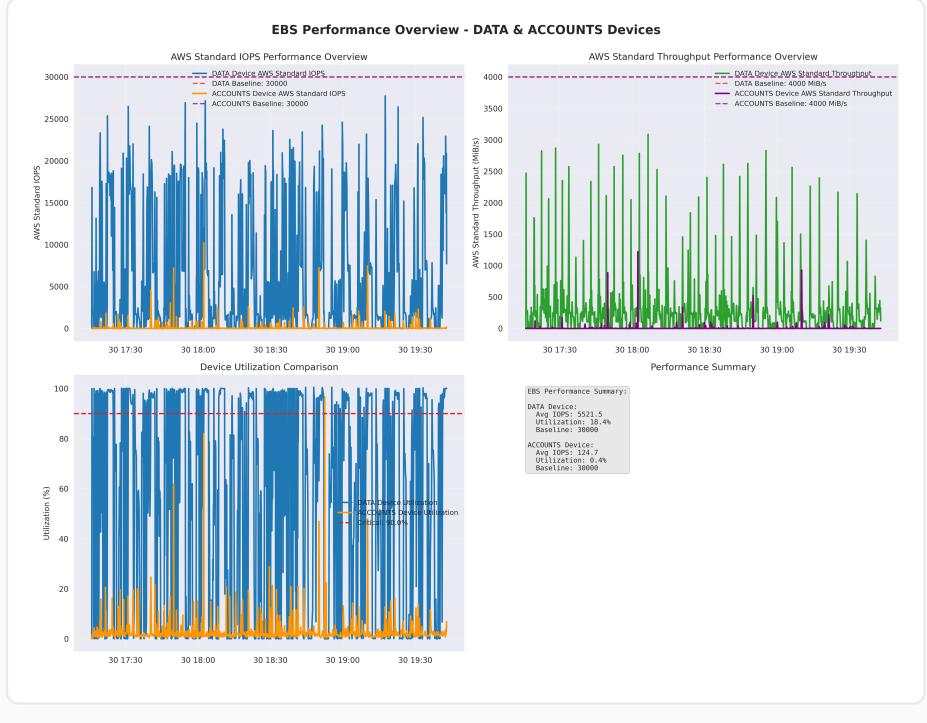
EBS iostat性能分析

EBS设备的iostat性能分析，包括读写分离、延迟分析和队列深度监控



EBS性能概览

EBS综合性能概览，包括AWS标准IOPS、吞吐量与基准线对比



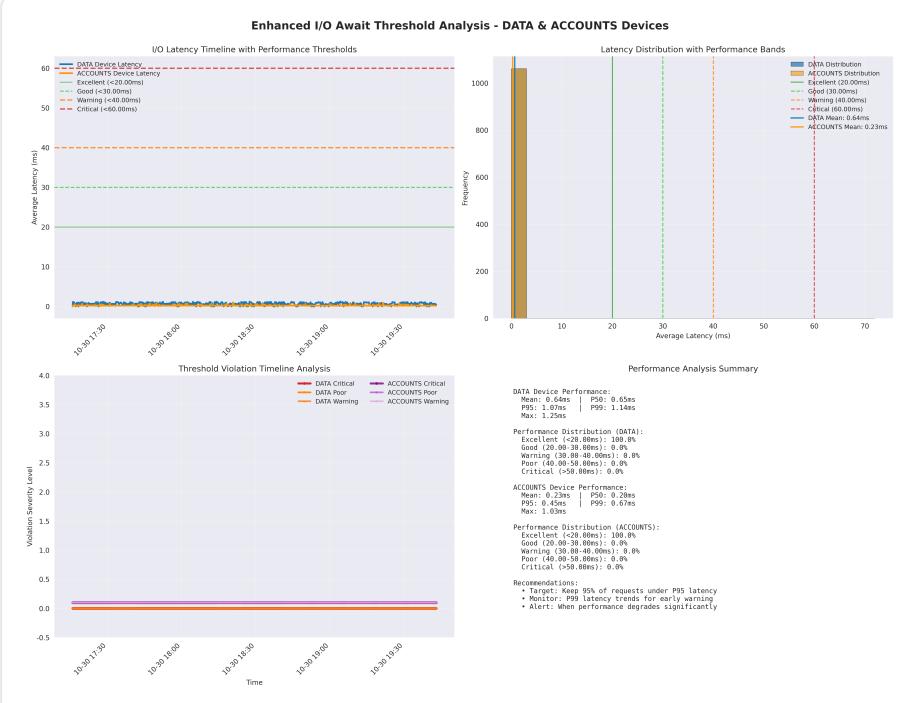
EBS时间序列分析

EBS性能时间序列分析，展示多指标时间维度变化趋势

核心性能图表 (10 charts)

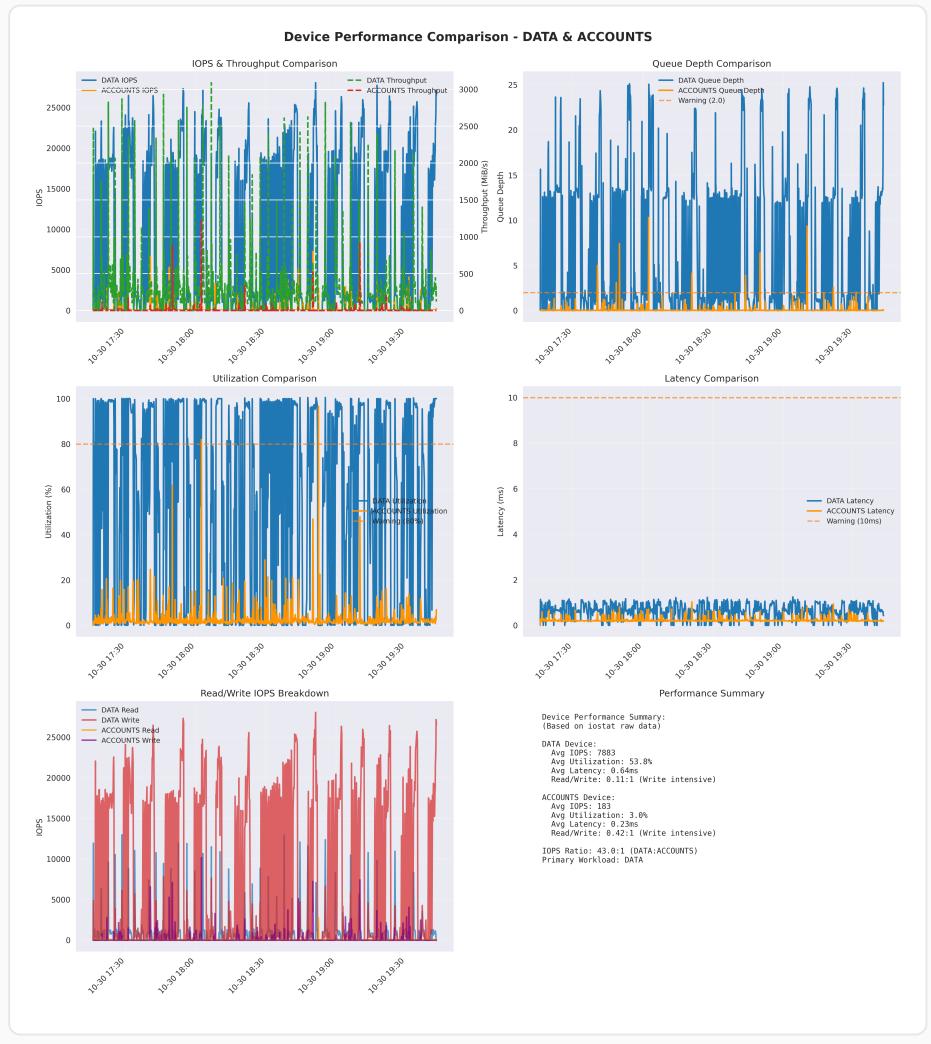
等待时间阈值分析

I/O等待时间的阈值分析，识别存储性能瓶颈



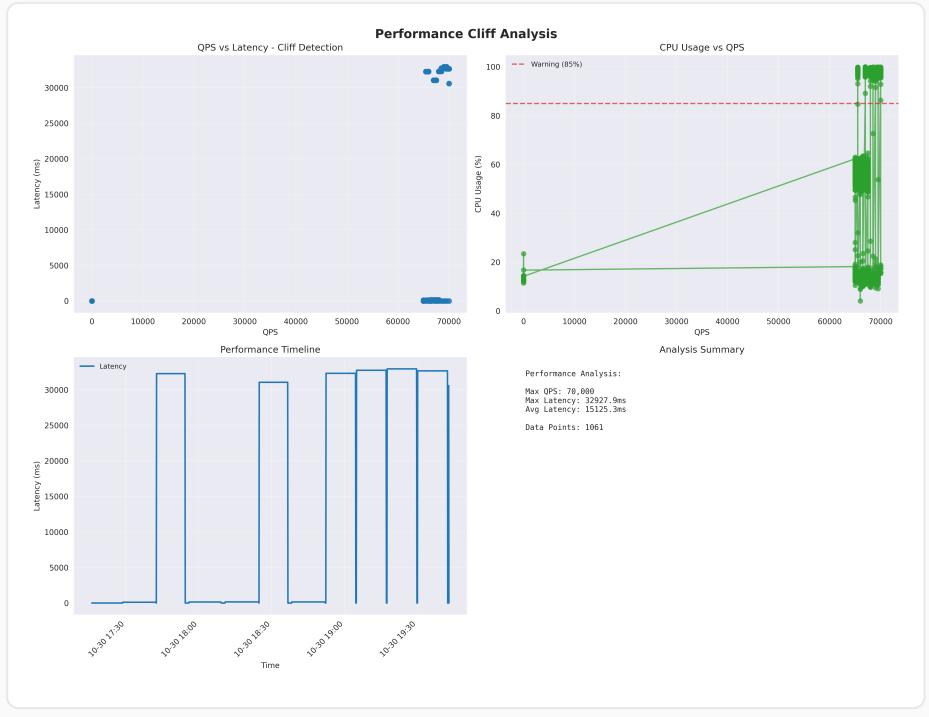
Device性能对比

DATA Device和ACCOUNTS Device的性能对比分析



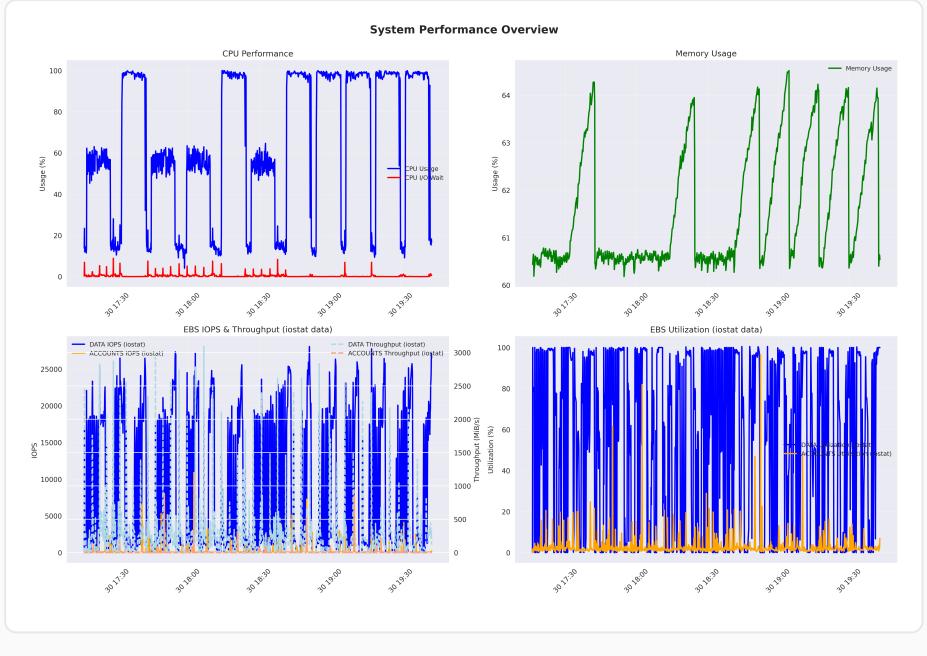
性能悬崖分析

性能悬崖检测和分析，识别性能急剧下降的原因



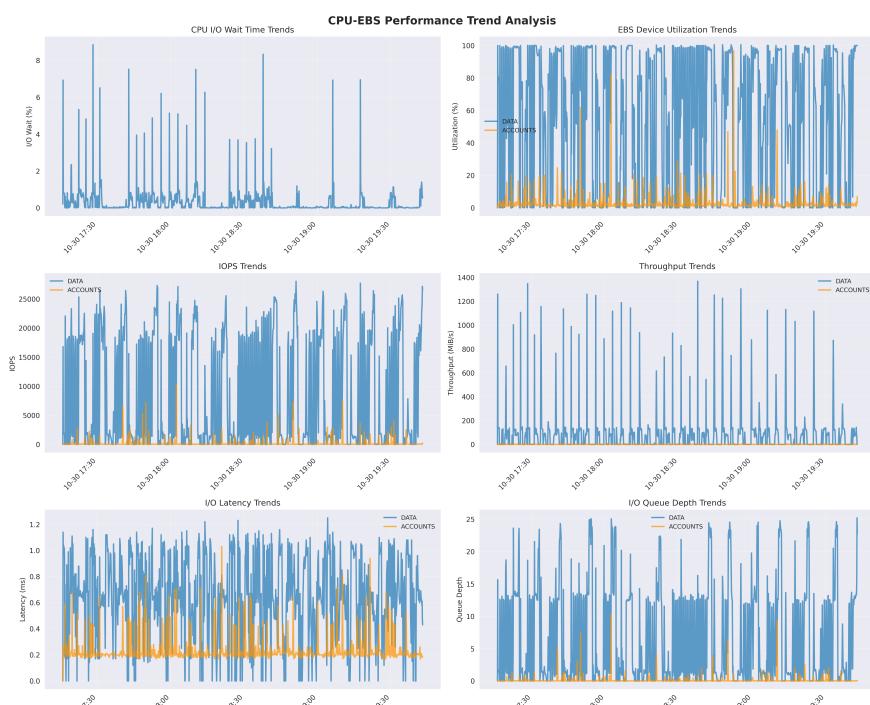
性能概览图表

系统整体性能概览，包括CPU、内存、EBS等关键指标的时间序列展示



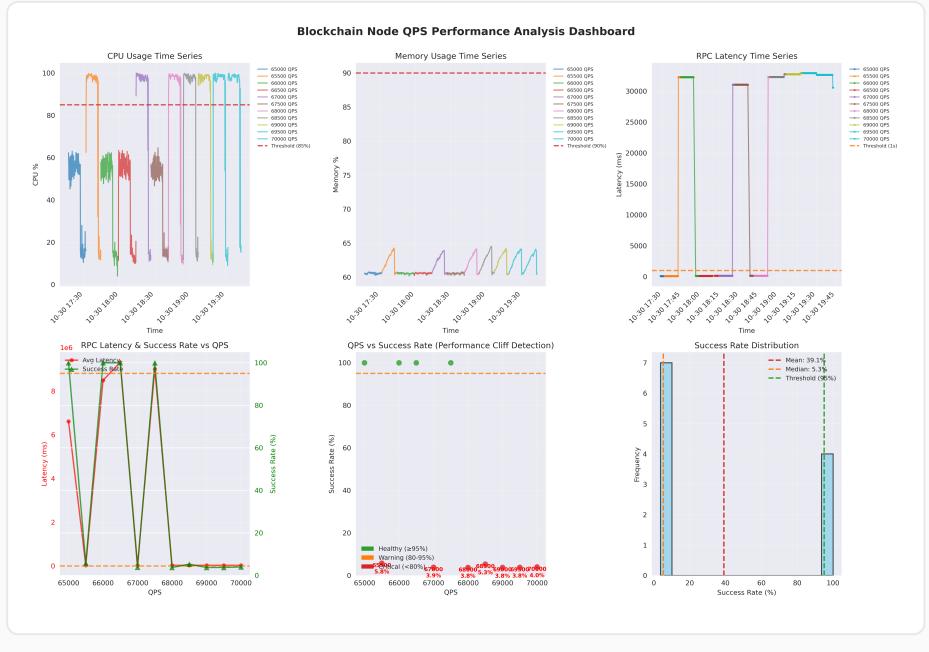
性能趋势分析

长期性能趋势分析，识别性能变化模式



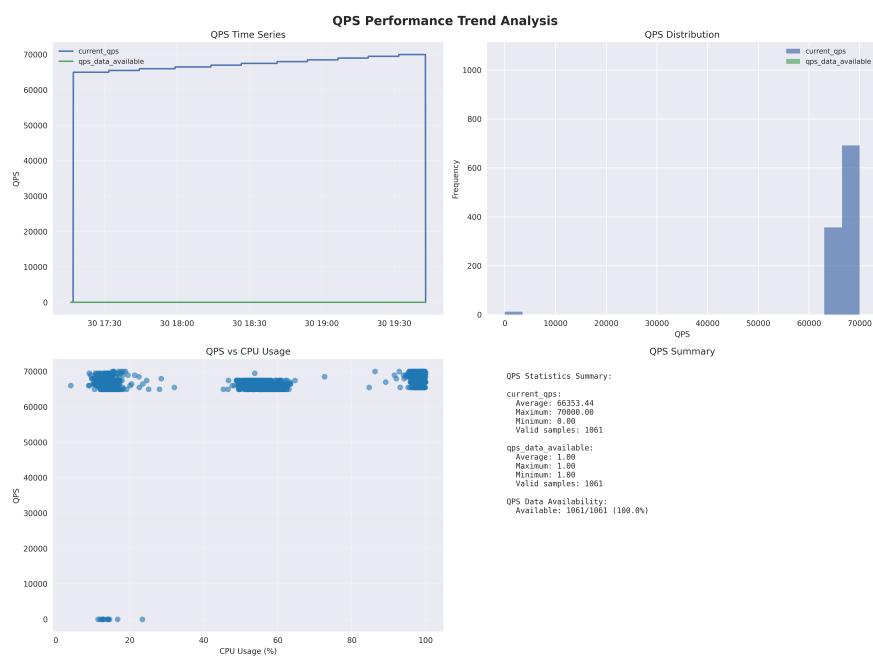
QPS性能分析

QPS性能的专项分析图表，深入分析QPS性能特征



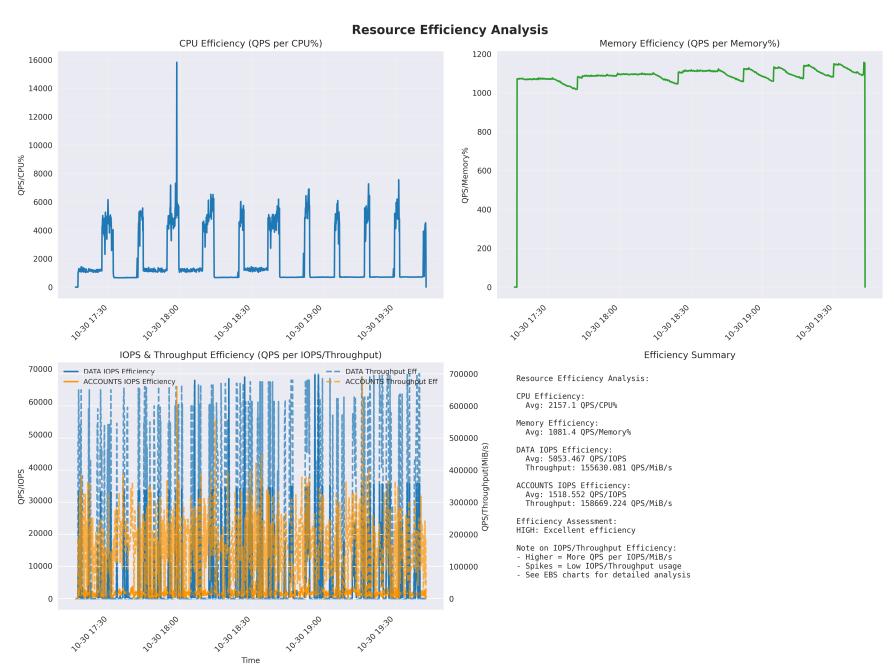
QPS趋势分析

QPS性能的详细趋势分析，展示测试过程中的QPS变化



资源效率分析

QPS与资源消耗的效率分析，评估每QPS的资源成本



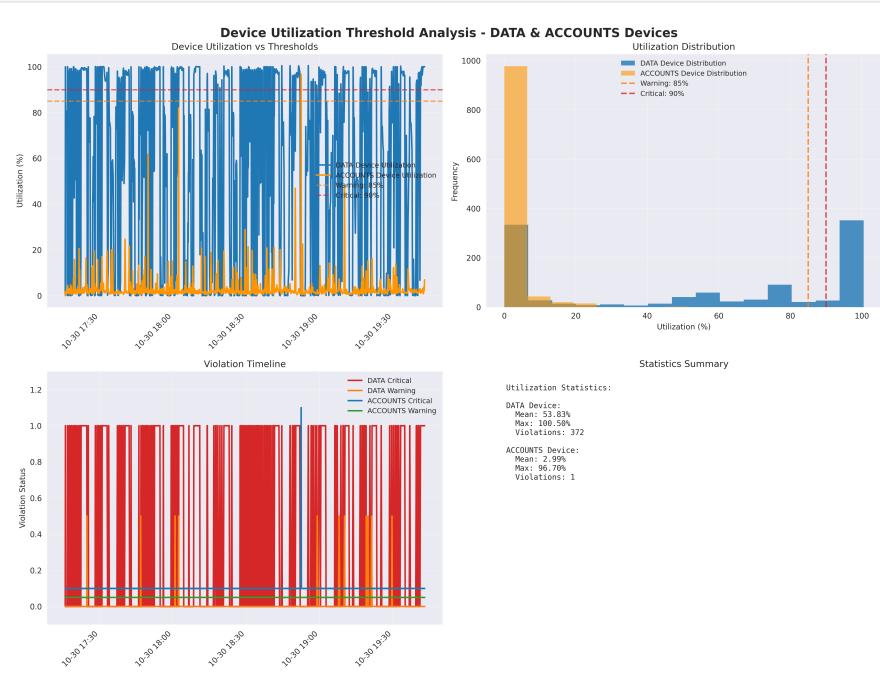
平滑趋势分析

性能指标的平滑趋势分析，消除噪声后的性能变化趋势



利用率阈值分析

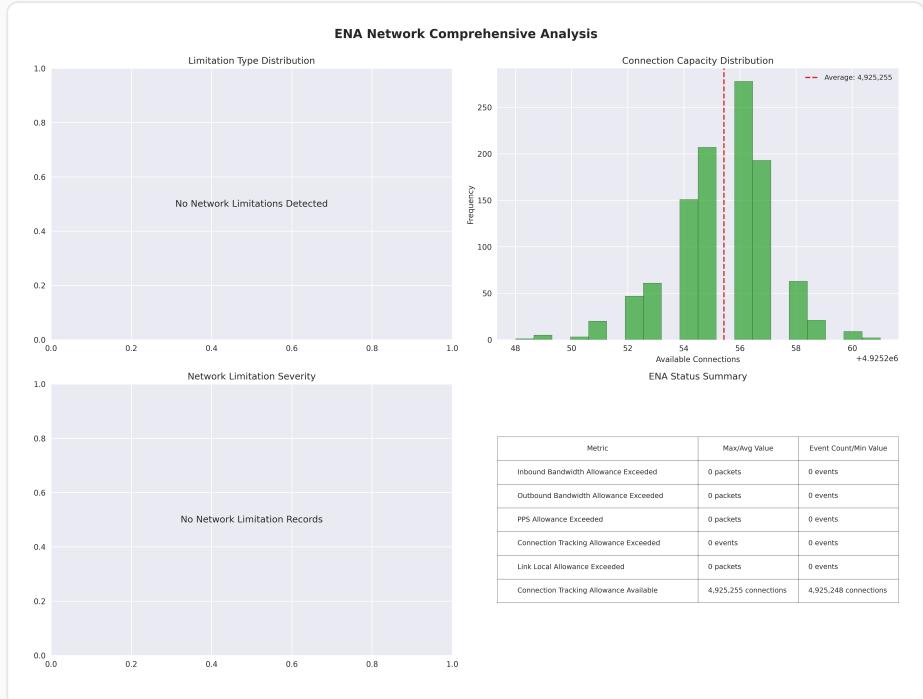
Device利用率的阈值分析，评估资源使用效率



📈 网络与 ENA 图表 (3 charts)

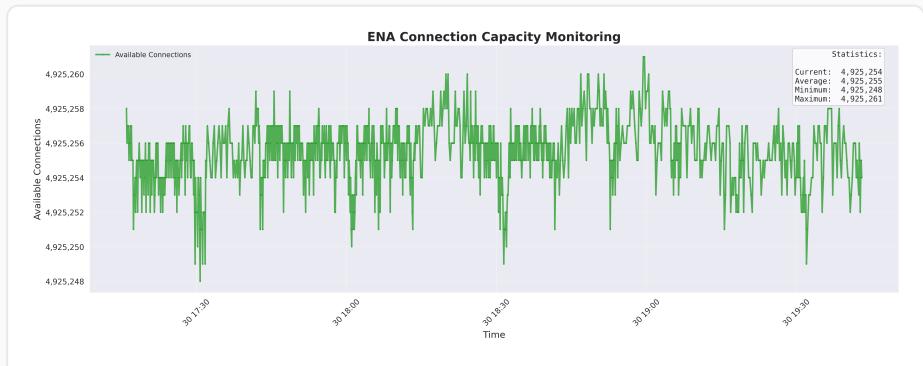
ENA综合状态分析

ENA网络综合状态分析，包括限制分布、容量状态和严重程度评估



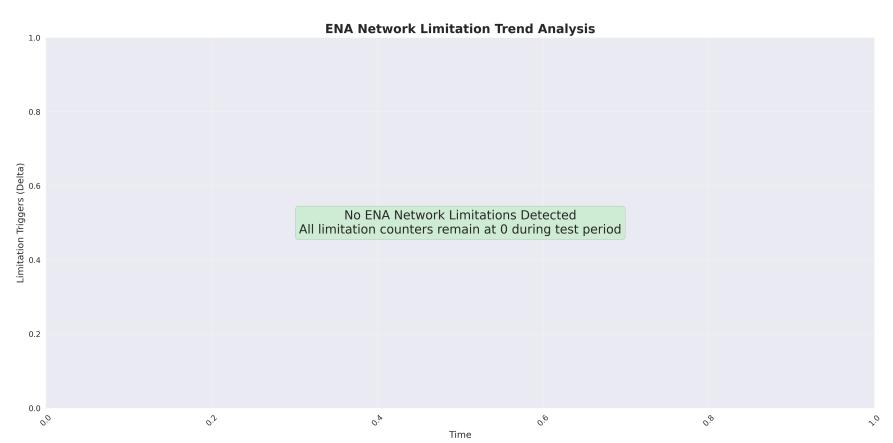
ENA连接容量监控

ENA连接容量实时监控，显示可用连接数变化和容量预警



ENA网络限制趋势

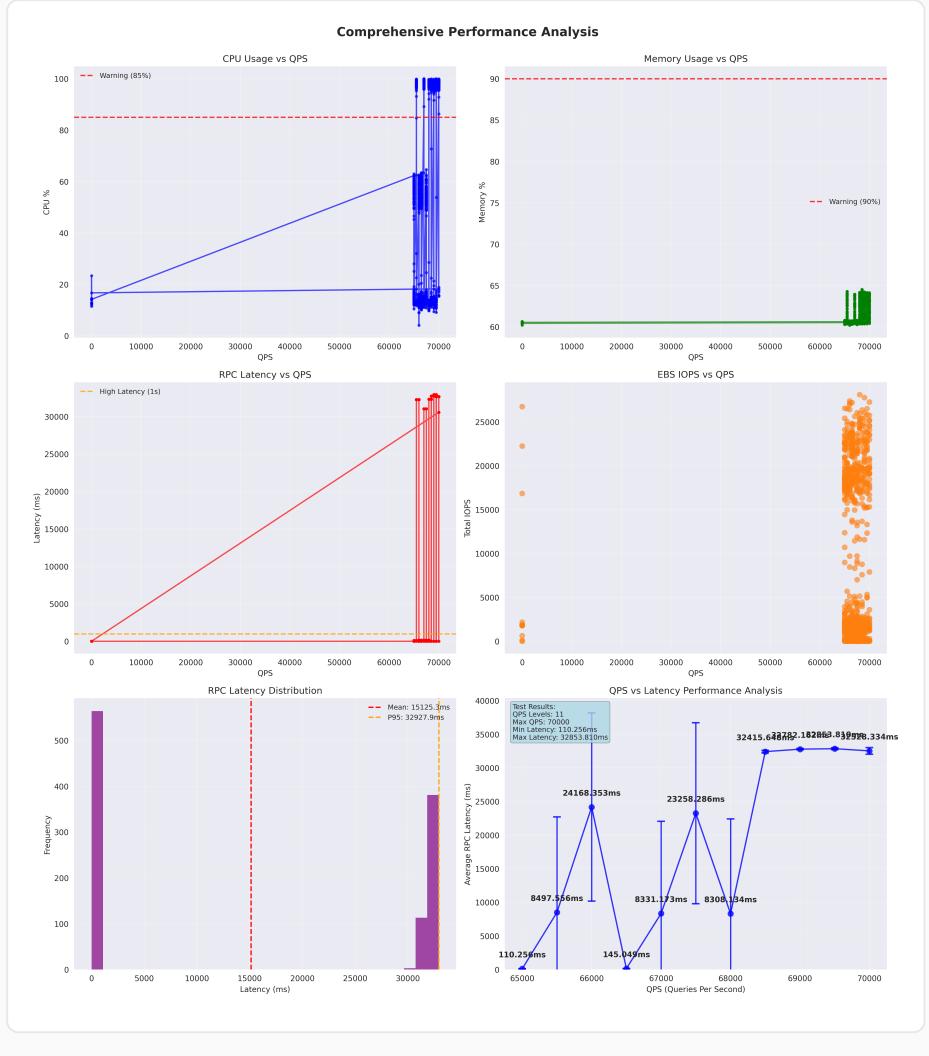
AWS ENA网络限制趋势分析，显示PPS、带宽、连接跟踪等限制的时间变化



附加图表 (1 charts)

综合分析图表

综合性能分析图表集合，全面展示系统性能状况



监控开销综合分析

系统资源概览

指标	值
CPU核数	96
内存总量	739.70 GB
平均CPU使用率	56.21%
平均内存使用率	61.27%

资源使用对比分析

资源类型	监控系统	区块链节点	其他进程
CPU使用率	1.11% (1.97%)	51.64% (91.87%)	3.46%
内存使用率	0.00%	72.79%	0.00%
内存使用量	16.83 MB	539.17 GB	205330.76 MB
进程数量	7	10	N/A

括号内百分比表示占系统总资源的比例

监控系统I/O开销

指标	平均值	最大值
IOPS	0.00	0.00
吞吐量 (MiB/s)	0.00	0.00

📝 监控开销结论

监控系统资源消耗分析:

- CPU开销: 1.97%
- 内存开销: 0.00% (16.83 MB)
- I/O开销: 0.00 IOPS

区块链节点资源消耗分析:

- CPU使用: 91.87%
- 内存使用: 72.79% (539.17 GB)

监控系统对测试结果的影响: 较小 (监控CPU开销低于5%)

监控开销详细分析

资源使用趋势



此图表展示了测试期间系统资源使用趋势，包括：

- 监控系统资源使用：CPU、内存、I/O开销随时间的变化
- 区块链节点资源使用：区块链进程的CPU和内存使用趋势
- 系统总资源使用：整个系统的CPU和内存使用情况

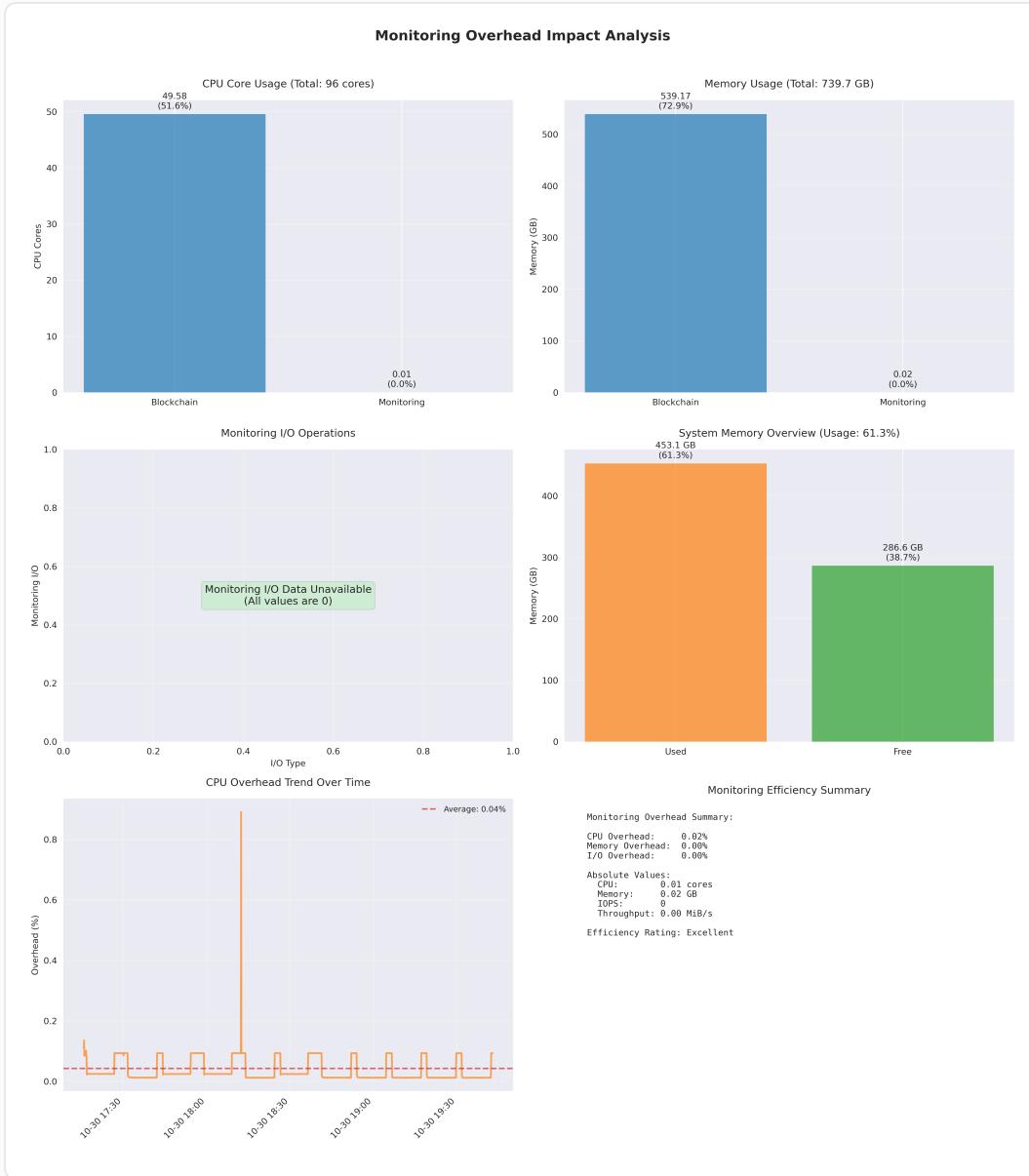
资源占比分析



此图表展示了不同组件对系统资源的占用比例：

- 监控系统：所有监控进程的资源占比
- 区块链节点：区块链相关进程的资源占比
- 其他进程：系统中其他进程的资源占比

监控开销与性能关系



此图表分析了监控开销与系统性能指标之间的相关性：

- 监控CPU开销 vs QPS: 监控CPU使用与系统吞吐量的关系
- 监控I/O开销 vs EBS性能: 监控I/O与存储性能的关系

监控开销组件分解

监控开销详细数据

以下数据显示了测试期间各监控组件的资源消耗情况，帮助评估生产环境的真实资源需求。

监控组件	平均CPU Usage	峰值CPU Usage	平均内存使用	峰值内存使用	平均IOPS	峰值IOPS	平均Throughput	数据完整性
iostat 监控	0.33%	4.24%	3.4 MB	6.6 MB	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001 MiB/s	100.0
sar 监控	0.22%	3.18%	2.5 MB	4.4 MB	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001 MiB/s	100.0
vmstat 监控	0.11%	1.59%	1.7 MB	3.3 MB	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001 MiB/s	100.0
数据收集脚本	0.33%	4.24%	6.7 MB	10.9 MB	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001 MiB/s	100.0
总监控开销	1.11%	10.60%	16.8 MB	21.9 MB	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001 MiB/s	100.0

监控开销分析说明

- 监控组件:** 各个系统监控工具的资源消耗分解（基于总体监控数据估算）
- CPU Usage:** 监控工具占用的CPU百分比
- 内存使用:** 监控工具占用的内存大小(MB)
- IOPS:** 监控工具产生的磁盘I/O操作数（极小值显示为 < 0.0001）
- Throughput:** 监控工具产生的磁盘Throughput(MiB/s)

- **数据完整性:** 监控数据的完整性百分比

总监控开销通常占系统资源的1-3%，可以忽略不计。

IOPS/Throughput 为 0 的原因:

- 监控系统主要读取 /proc 虚拟文件系统，内核不计入物理 I/O 统计
- 实际 I/O 开销 < 0.00005 IOPS/s, 即使使用 4 位小数精度 (%.4f) 仍显示为 0.0000
- 这证明监控系统设计高效，对生产环境几乎无影响
- 如需查看极小值，可在源码中将精度提升至 %.6f 或更高

CPU-EBS相关性分析

Device类型	分析项目	相关系数	P值	统计显著性	相关强度	有效样本数	数据完整性
DATA	CPU I/O Wait vs Device Utilization	0.3570	0.0000	极显著 (***)	弱相关	1061	100.0%
DATA	CPU I/O Wait vs I/ O队列长度	0.3134	0.0000	极显著 (***)	弱相关	1061	100.0%
DATA	CPU I/O Wait vs 读 Latency	0.2229	0.0000	极显著 (***)	弱相关	1061	100.0%
DATA	CPU I/O Wait vs 写 Latency	0.2131	0.0000	极显著 (***)	弱相关	1061	100.0%

Device类型	分析项目	相关系数	P值	统计显著性	相关强度	有效样本数	数据完整性
DATA	用户态CPU vs 读请求数	-0.0074	0.8095	不显著	极弱相关	1061	100.0%
DATA	系统态CPU vs 写请求数	0.0821	0.0074	高度显著 (**)	极弱相关	1061	100.0%
ACCOUNTS	CPU I/O Wait vs ACCOUNTS Device Utilization	0.0124	0.6856	不显著	极弱相关	1061	100.0%
ACCOUNTS	CPU I/O Wait vs I/O队列长度	0.0074	0.8100	不显著	极弱相关	1061	100.0%
ACCOUNTS	CPU I/O Wait vs 读 Latency	0.1342	0.0000	极显著 (***)	极弱相关	1061	100.0%
ACCOUNTS	CPU I/O Wait vs 写 Latency	0.0011	0.9708	不显著	极弱相关	1061	100.0%
ACCOUNTS		-0.0168	0.5843		极弱	1061	100.0%

Device类型	分析项目	相关系数	P值	统计显著性	相关强度	有效样本数	数据完整性
	用户态CPU vs 读请求数			不显著	相关		
ACCOUNTS	系统态CPU vs 写请求数	0.0138	0.6527	不显著	极弱相关	1061	100.0%

📊 相关性分析说明

- **相关系数范围:** -1.0 到 1.0, 绝对值越大相关性越强
- **统计显著性:** $p < 0.001$ (***) , $p < 0.01$ (**), $p < 0.05$ (*)
- **相关强度分类:** $|r| \geq 0.8$ 极强, $|r| \geq 0.6$ 强, $|r| \geq 0.4$ 中等, $|r| \geq 0.2$ 弱
- **数据完整性:** 数据完整性: 有效数据点占总数据点的百分比