

上海站预告

会议时间：9月10-11日

数据智能 FinTech
拥抱云化 协同开放

QECon

全球软件质量&效能大会

GLOBAL SOFTWARE QUALITY & EFFICIENCY CONFERENCE



上海站官网

议题规划

FinTech质效	质效技术创新	数字化转型	质量度量与改进	后敏捷时代DevOps
智能测试	架构与代码	工程效能	云原生质量	业务价值交付
测试自动化	新兴测试	专项测试	研发流程管理

咨询联系人 白建新 18611862965 (微信同号)

QECon

全球软件质量&效能大会

GLOBAL SOFTWARE QUALITY & EFFICIENCY CONFERENCE

深圳 | 5月28-29日

主办方：



QECon组委会
QEcon Organizing Committee

区块链异常测试实践之路

陈金龙

腾讯支付与金融线 资深测试工程师

自我介绍

2017年研究生毕业后，加入腾讯

入职腾讯后，一直从事区块链质量保障、工具建设工作

参与过深圳区块链电子发票、一起来捉妖、微企链、至信链等项目



Contents

目录

01 区块链测试的挑战

02 区块链异常测试方案

-- 代码精准注入异常测试

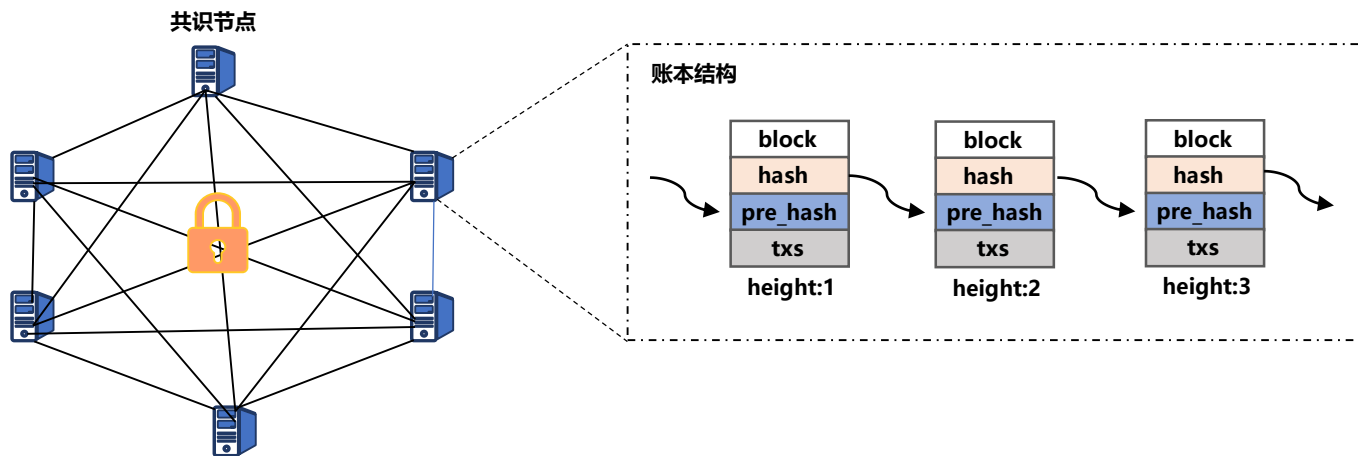
-- 分布式网络混沌测试

03 区块链DevOps实践

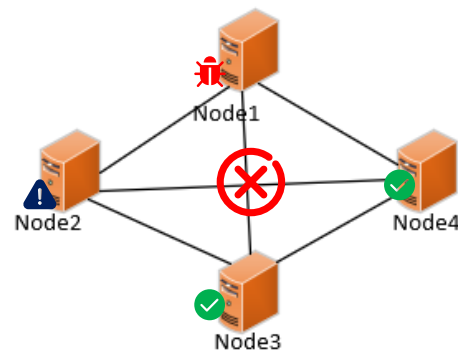
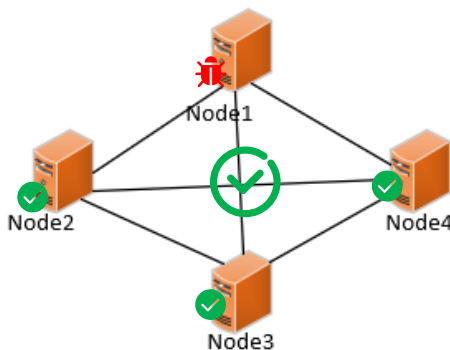
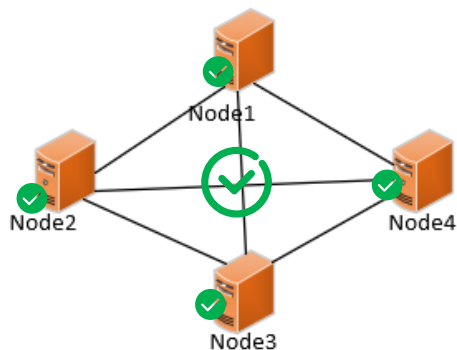
01 区块链测试的挑战

区块链：分布式的网络数据管理技术，利用密码学技术和**分布式**共识协议保证网络传输与访问安全，实现数据**多方维护**、**交叉验证**、**全网一致**、**不易篡改**。

--- 中国信息通信研究院《区块链白皮书》



BFT共识：拜占庭容错共识，是一类分布式计算领域的容错技术，满足 $N \geq 3F + 1$ ，其中F是区块链网络中允许出现故障的节点数，N是总节点数。



拜占庭(BFT)问题

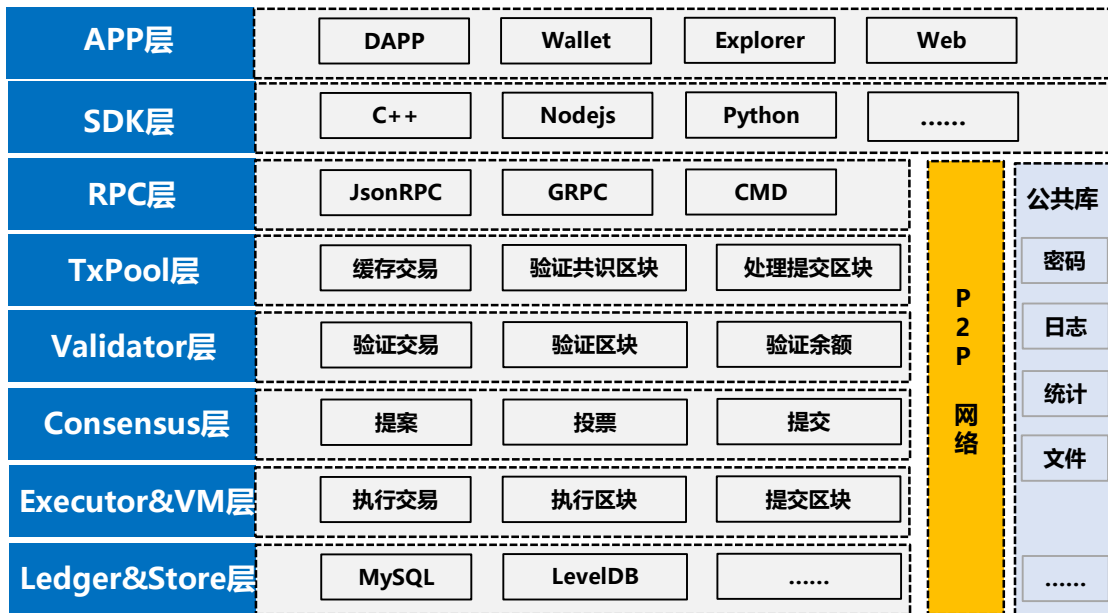
在允许少数节点故障或作恶情况下，达成分布式一致性的问题

$$Quorum \geq \left(n - \left\lfloor \frac{n-1}{3} \right\rfloor \right)$$

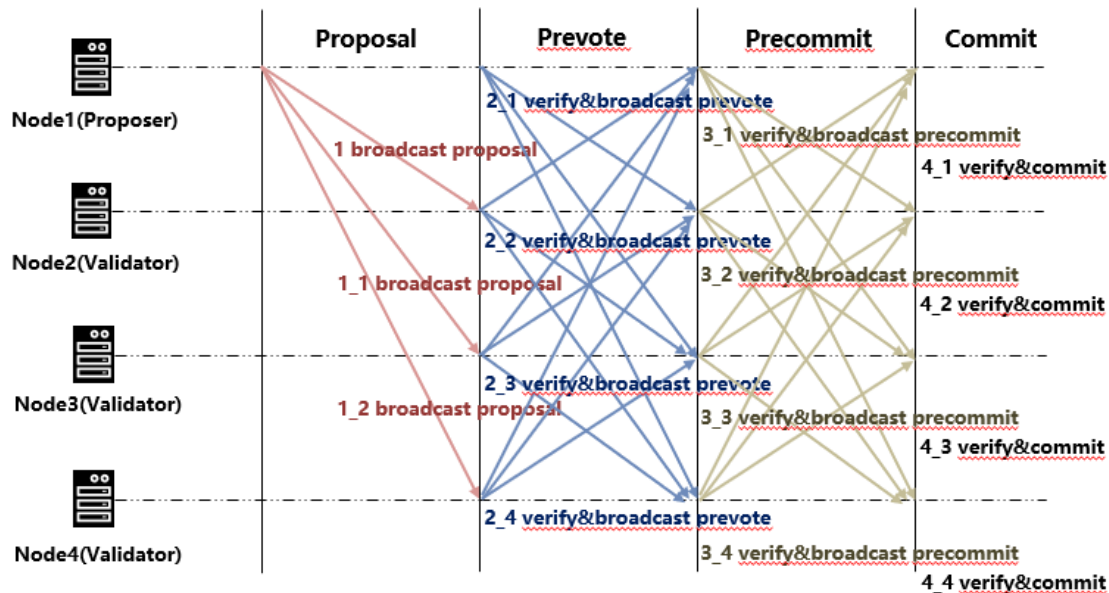


区块链测试的挑战

区块链整体分层架构



区块链共识算法(TBFT)



投票机制

$$Quorum \geq \left(n - \left\lfloor \frac{n-1}{3} \right\rfloor \right)$$

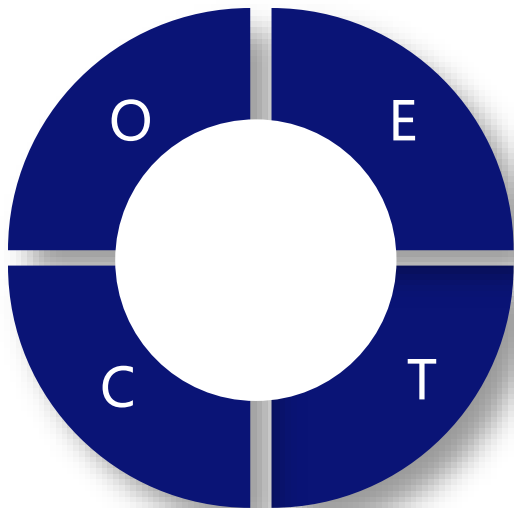
区块链测试面临的挑战

边界模糊

区块链底层测试不仅涉及终端与节点的交互，还需考虑分布式节点之间的组网拓扑，节点数易膨胀，边界模糊。

精准控制难

区块链底层的共识网络交互往往是EDA（Event-Driven Architecture）架构，共识阶段的处理分支难以精准控制。



异常类型复杂

区块链底层的故障场景包括业务类异常和资源类异常，其中资源类异常又包括网络、磁盘、内存等。

缺少时序模型

区块链作为一个分布式系统，缺少全局的时钟，测试难以保证共识阶段时序的完备性。



02 区块链异常测试方案

代码精准注入异常测试

区块链测试全景图

多维度+多层次测试

✓ 多维度:

功能、性能、安全、稳定性、**异常**、专项

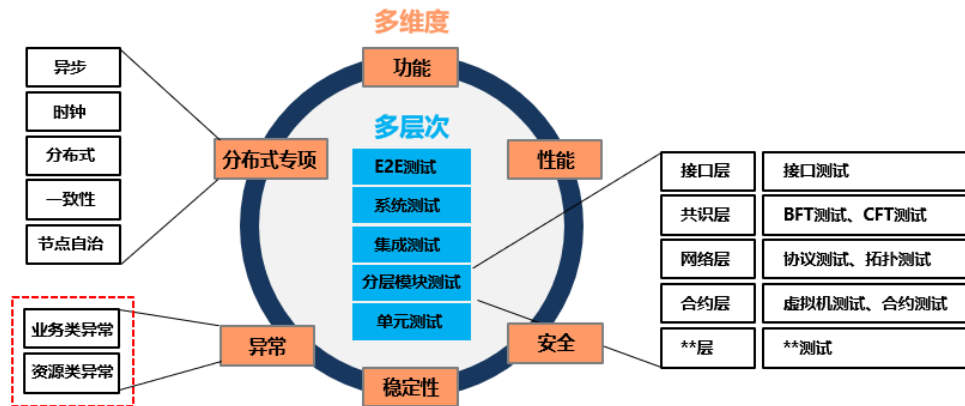
✓ 多层次:

• 按测试粒度分层:

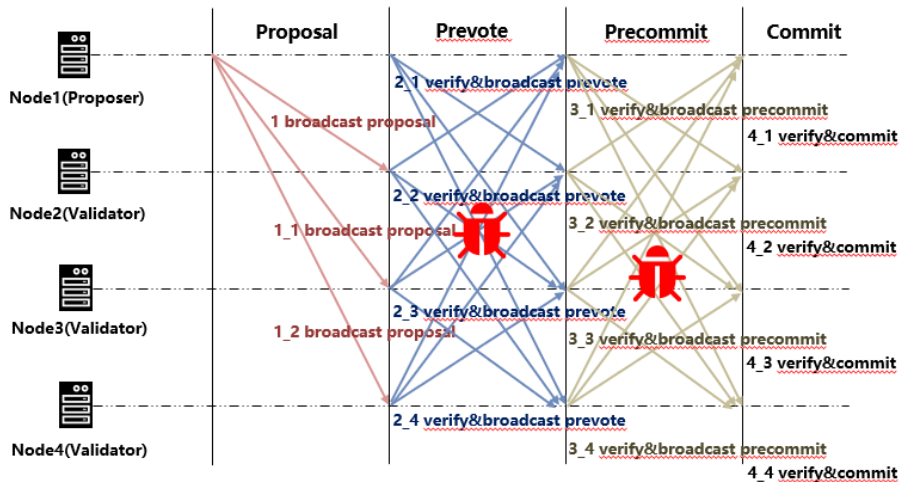
单元测试、模块测试、集成测试、系统测试、端到端测试

• 按系统模块分层:

应用层、接口层、共识层、网络层、合约层、存储层等



区块链共识算法测试分析



测试分析—测试点:

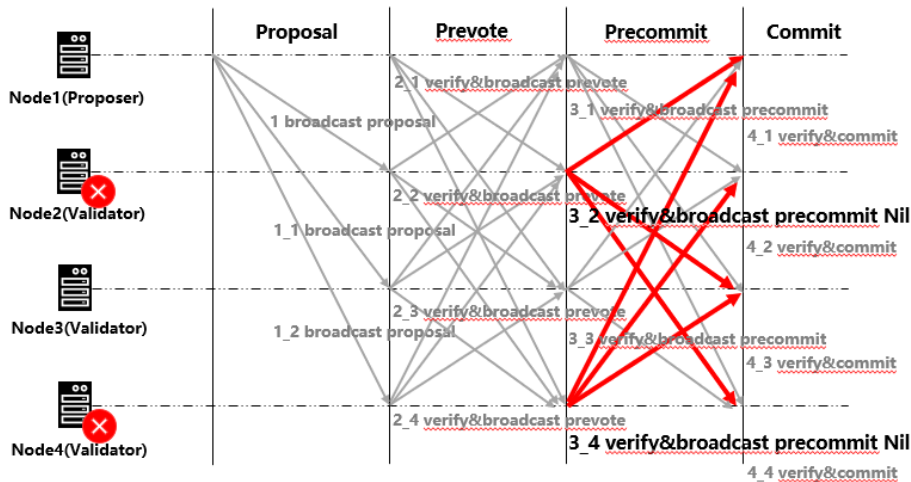
- 节点在不同阶段的投票结果对提案最终上链的影响
- 广播投票信息延迟处理机制
- 节点出现篡改、作恶等**拜占庭异常**时的容错能力
- 节点出现宕机、超时等**非拜占庭异常**时的容错能力
- 共识阶段收集不到足够投票时的处理机制
-



挑战：异常场景难以精准控制

- 流数据，网络交互多，不同阶段不易精准控制
- EDA系统，异常处理分支(场景)很难通过接口参数构造

区块链共识算法测试——场景举例

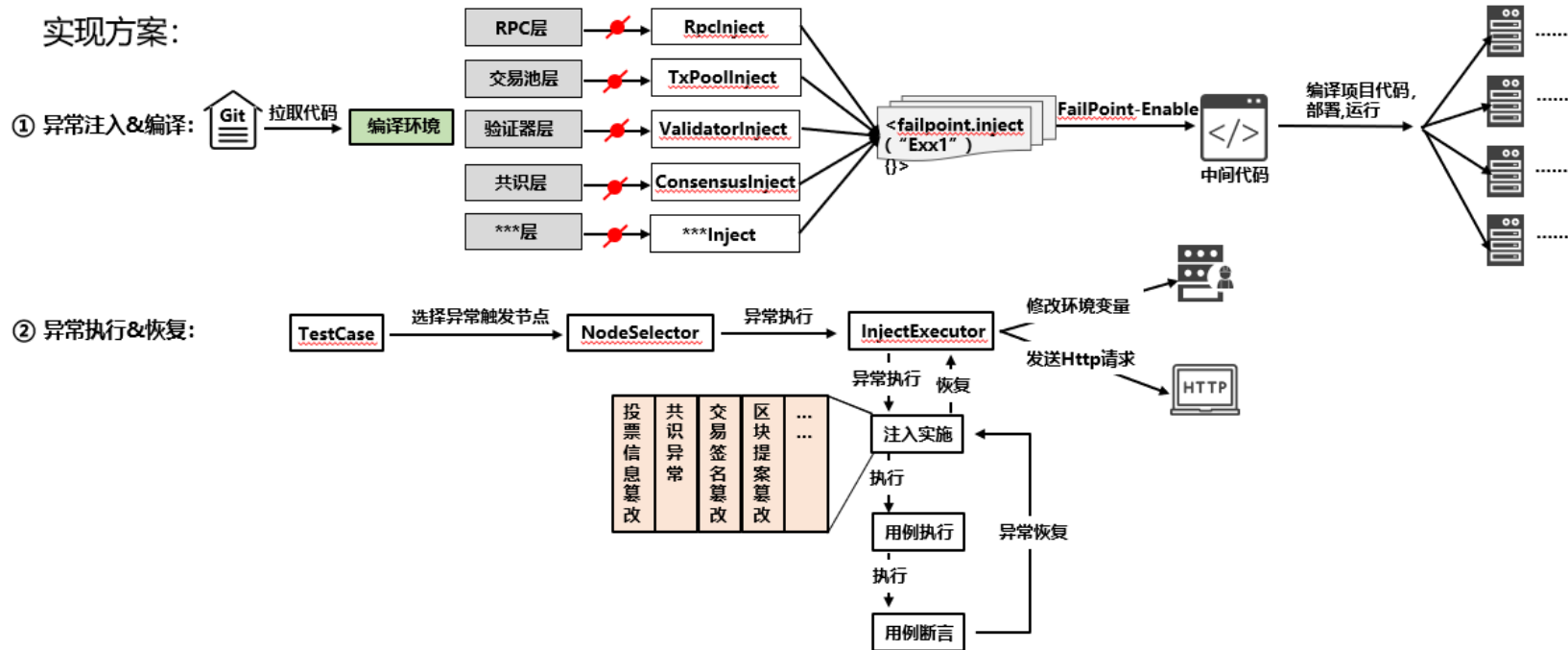


- **场景举例:** 在2号和4号节点作恶的情况下(其中2号和4号节点都在Precommit阶段作恶), 区块链能否满足BFT容错? 能否提供正常服务?
- **预期结果:** 在4个共识节点组成的区块链网络下, 满足BFT的容错节点数为1, 此时有2个节点作恶, 破坏共识, 区块链无法提供正常服务
- **测试难点:** 难以**精准控制**分布式网络下的节点行为

拓展BFT场景验证:

4节点共识网络中, 在单节点、2、3、4个节点, 不同阶段作恶情况下, 区块链系统是否符合BFT容错

区块链异常测试——基于代码精准注入的异常测试工具



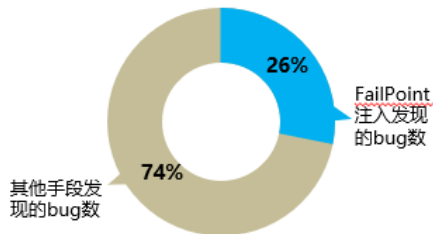
区块链代码精准注入异常测试——落地效果

发现问题举例

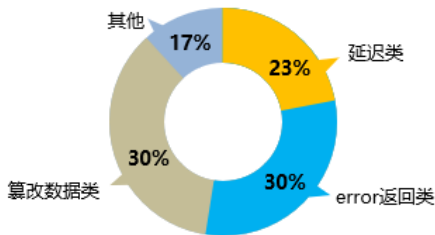
- ❑ 对临界资源互斥访问的死锁问题 (利用FailPoint注入异常返回逻辑)
- ❑ 同步模块缺少验证stateRoot问题 (利用Failpoint注入篡改取模周期逻辑)
- ❑ BFT场景下的请求超时问题 (利用Failpoint注入响应延迟逻辑)

相关模块FailPoint异常举例

Consensus <ul style="list-style-type: none"> • <u>newheight index error</u> • <u>broadcast delay</u> • <u>verify proposal error</u> • <u>proposal re broadcast</u> • <u>precommit author error</u> • <u>precommit signature error</u> • <u>proposal invalid</u> • 	Net/P2P <ul style="list-style-type: none"> • <u>ping no response</u> • <u>ping timeout</u> • <u>readloop timeout</u> • <u>outbound overlimit</u> •
VM <ul style="list-style-type: none"> • <u>out of page size</u> • <u>members_conut_0</u> • 	SyncManager <ul style="list-style-type: none"> • <u>delay sendbeat</u> • <u>receiveheartbeat delay</u> • <u>execute block error</u> •



TrustSQL2.0_0.7版本bug发现途径统计



FailPoint构造异常场景发现的bug数统计

02 区块链异常测试方案

分布式网络混沌测试



分布式网络混沌测试

区块链混沌测试

分布式系统特性



资源副本



并发



时钟



分布式

.....

异常场景

资源异常



CPU高负载



内存不足



磁盘填充

网络异常



网络丢包



网络延迟



网络重包

节点异常



进程退出



进程暂停



配置错误

组件&业务异常



数据库不可写



区块异常

.....

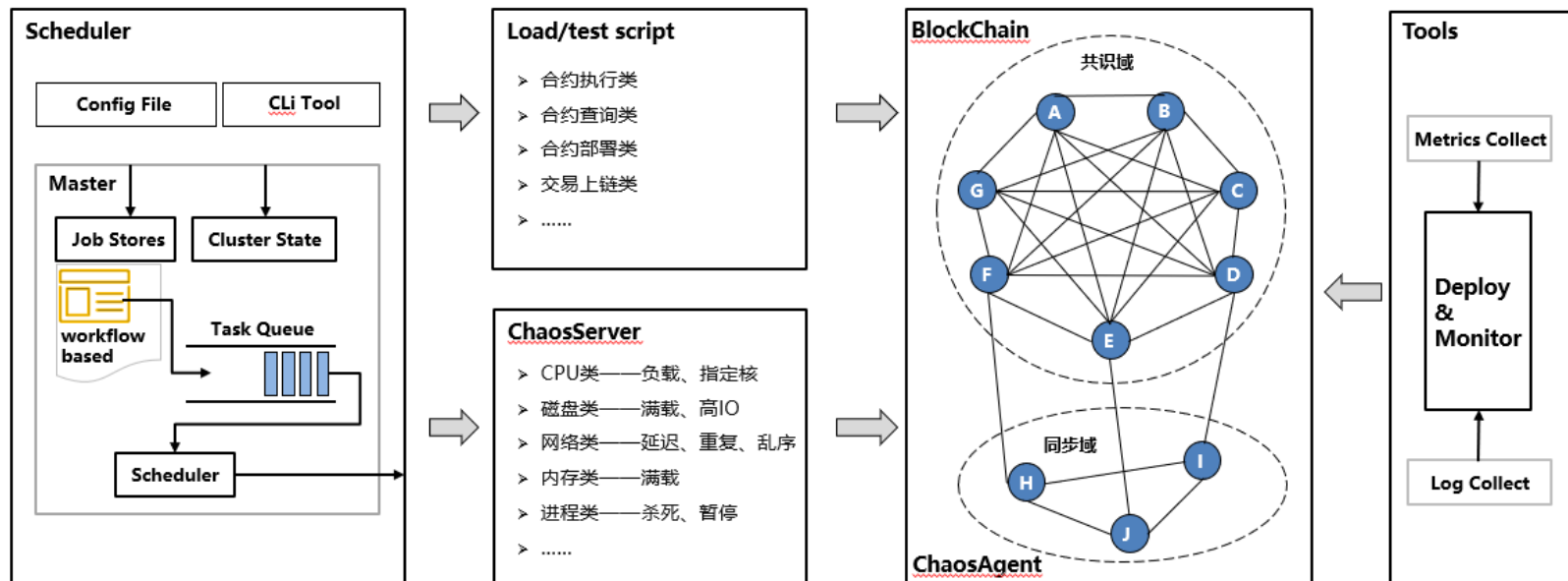
引入: 

混沌测试



基于工作流的区块链混沌测试工具

实现方案：



基于工作流的区块链混沌测试工具

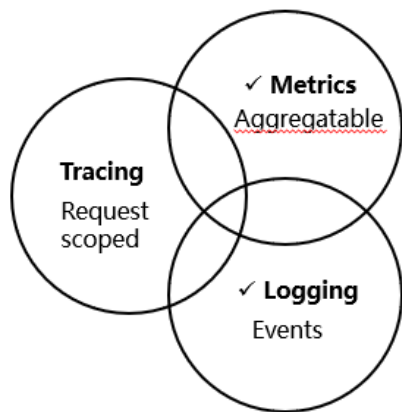
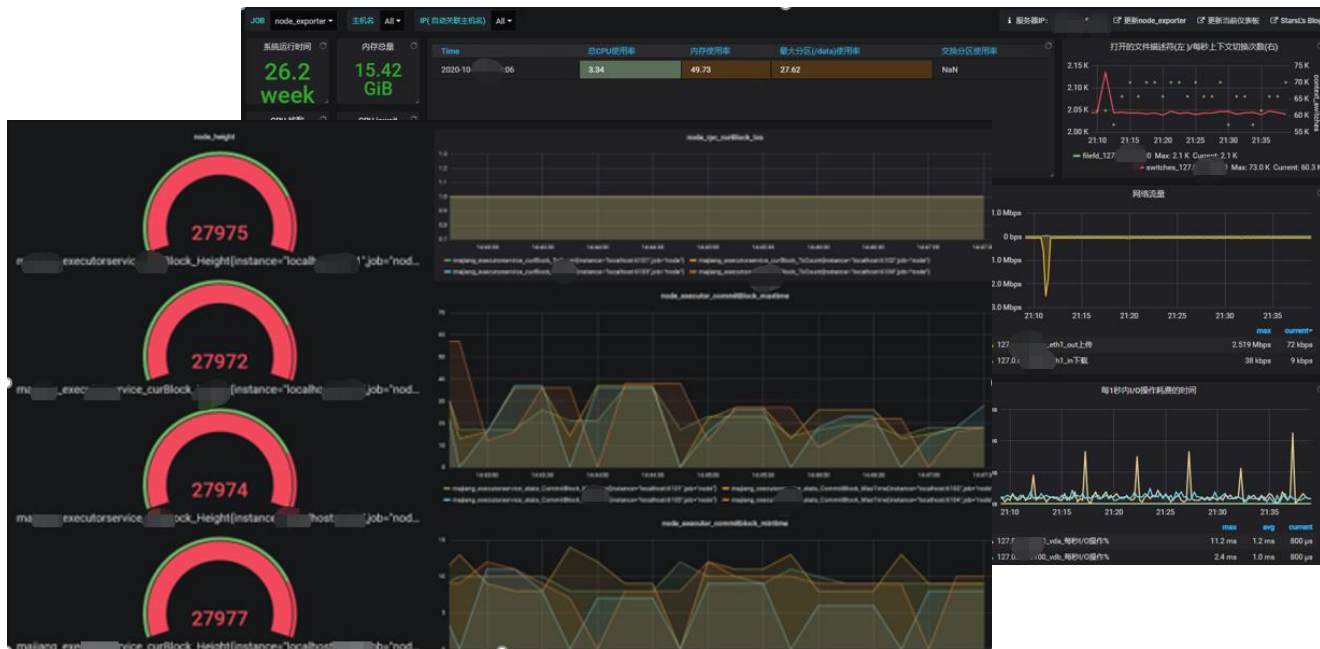


如何评估故障发生后对系统的影响？



区块链混沌测试——系统可观测性

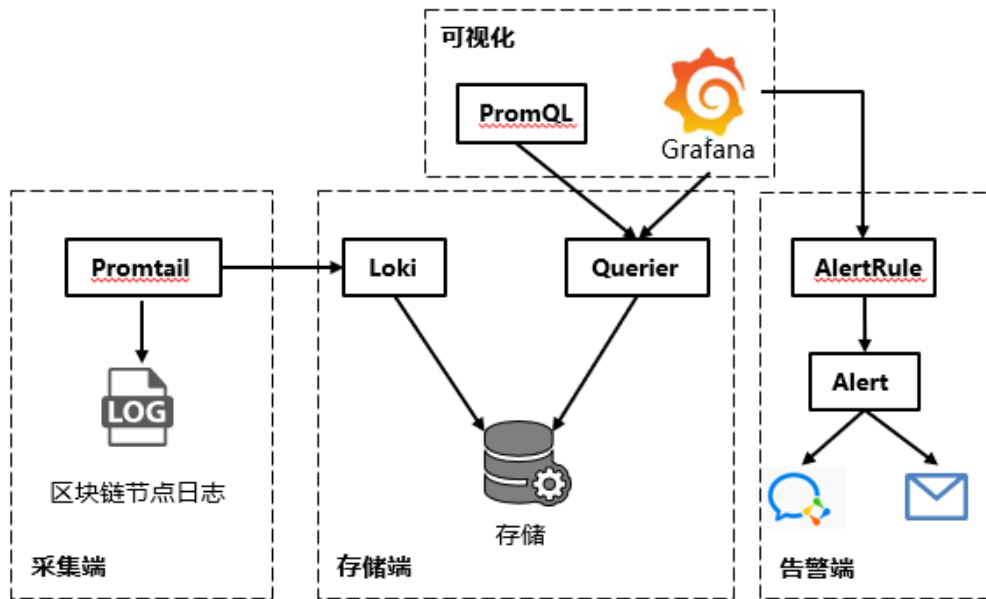
基于Metrics(节点资源+业务信息)的区块链可观测性实现:



分布式系统可观测性
Metrics、Tracing、Logging
的Venn diagram

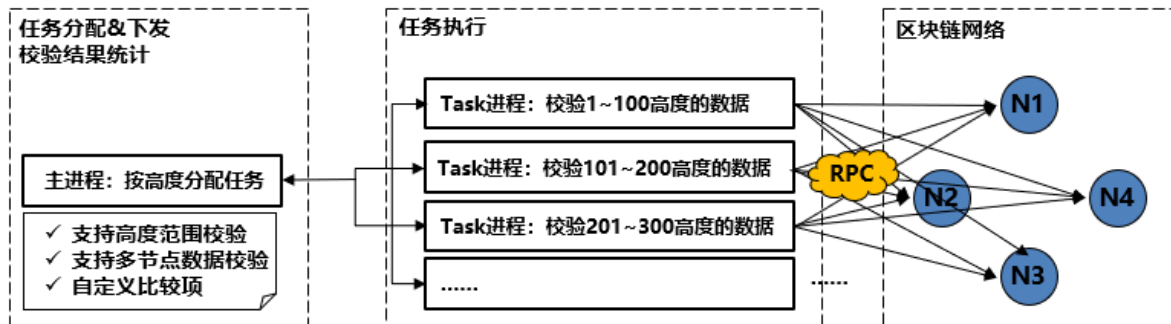
区块链混沌测试——系统可观测性

基于Log(聚合查询)的区块链可观测性实现:



区块链混沌测试——分布式数据一致性验证

接口层面校验数据(区块、交易)一致性——并发对账：



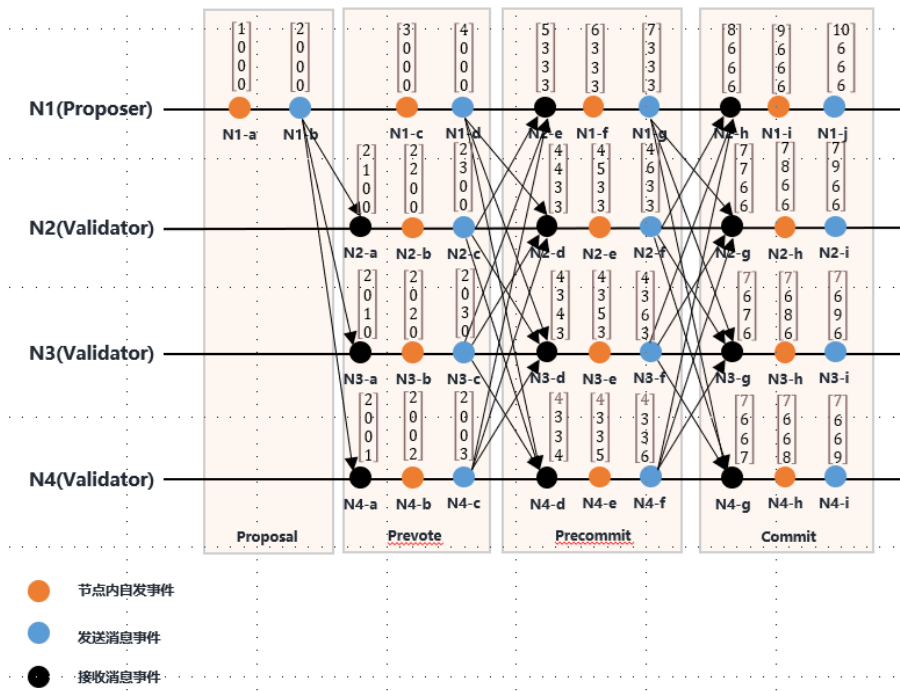
存储层面校验数据(库、表)一致性——mysqldbcompare

```
height from to: (12000, 12004),verify_result: False
height from to: (12075, 12079),verify_result: True
height from to: (12045, 12049),verify_result: True
height from to: (12020, 12024),verify_result: True
height from to: (12025, 12029),verify_result: True
height from to: (12060, 12064),verify_result: True
height from to: (12005, 12009),verify_result: True
height from to: (12065, 12069),verify_result: True
height from to: (12040, 12044),verify_result: True
height from to: (12080, 12084),verify_result: True
height from to: (12015, 12019),verify_result: True
height from to: (12035, 12039),verify_result: True
height from to: (12055, 12059),verify_result: True
height from to: (12030, 12034),verify_result: True
height from to: (12050, 12054),verify_result: True
height from to: (12090, 12094),verify_result: True
height from to: (12010, 12014),verify_result: False
height from to: (12095, 12099),verify_result: True
height from to: (12070, 12074),verify_result: True
height from to: (12085, 12089),verify_result: True
```



区块链混沌测试——共识协议时序的完备性

基于向量时钟的共识阶段时序测试：





























实施步骤

- 构造分布式交互的时序图
- 计算时序图的向量时钟模型
- 向量比较，识别模型中的并发事件pair
- 组合所有并发事件pair，执行时序测试

区块链混沌测试

基于混沌测试的P2P网络拓扑验证:

节点数(n)	拓扑结构	拓扑数
n=1		$P(n=1) = 1$
n=2	 	$P(n=2) = 2$
n=3	    	$P(n=3) = 4$
n=4	                 	$P(n=4) = 11$
n=5	$P(n=5) = 34$

- **根据Burnside定理得出:** n阶简单无向图的不同构数目和n成指数级关系

- **问题:** 在无法遍历所有节点的所有网络拓扑结构

- **解决方案:** 利用混沌测试工具, 构造几种典型的网络拓扑结构

- ✓ 星型
- ✓ 树型
- ✓ 网状型
- ✓ 环形
- ✓





分布式网络混沌测试

区块链混沌测试——兼顾质、效的情况下，如何定义混沌测试的结束条件？

解决方案——对混沌测试的执行策略进行优化：

场景举例

单节点：

网络延迟：短、中、长

磁盘填充：35%、50%、75%、100%

内存负载：35%、50%、75%、100%

CPU负载：35%、50%、75%、100%

遍历场景：3*4*4*4=192

多节点：

网络延迟：短、中、长

磁盘填充：35%、50%、75%、100%

内存负载：35%、50%、75%、100%

CPU负载：35%、50%、75%、100%

控制节点：4

遍历场景： $(3*4*4*4)^4=1,358,954,496$
10亿+个用例场景

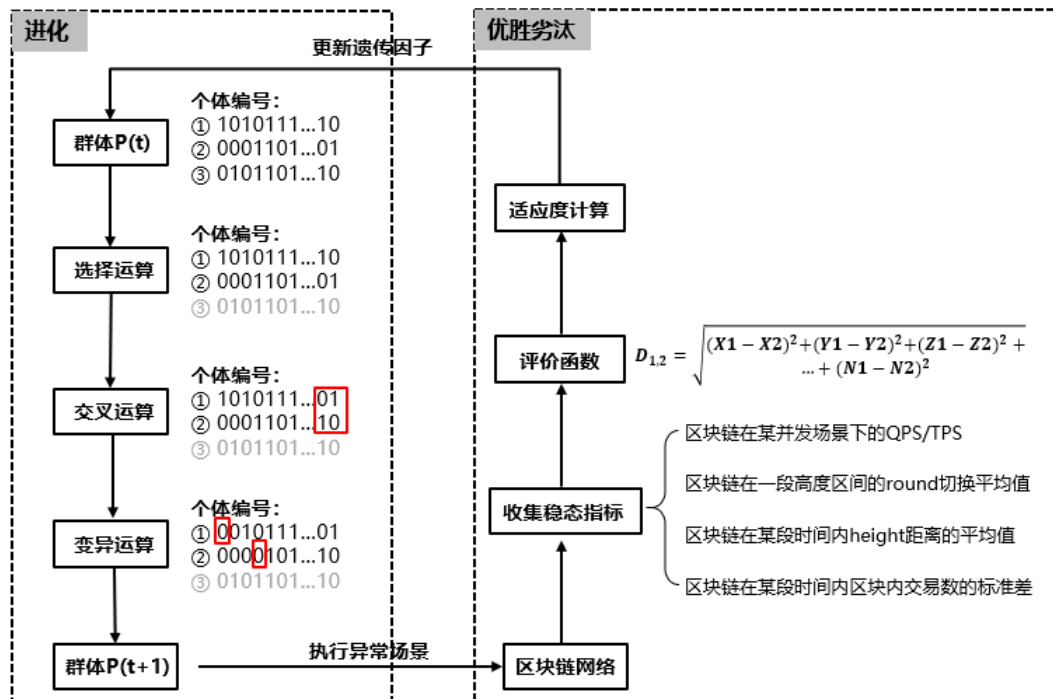
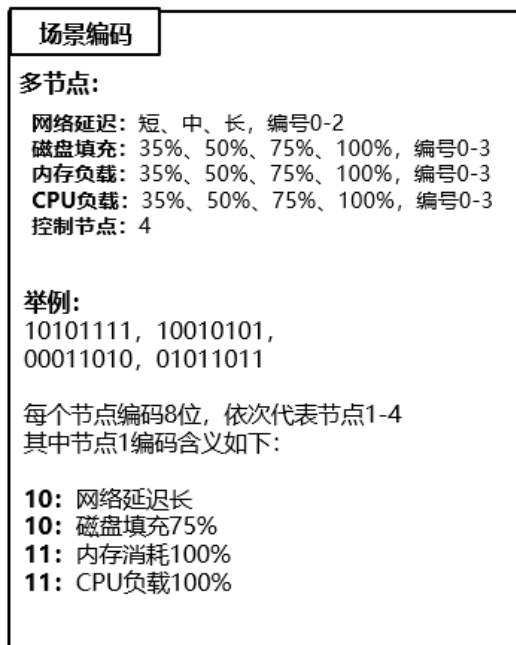
执行策略比较：

比较项	基于随机算法	基于遗传算法+稳态指标
解决思路	基于常见的异常场景(磁盘、内存、网络、CPU、进程等)进行多节点+多场景随机组合	定义好区块链的系统稳态指标，基于有反馈的遗传算法，有针对性地施加各种异常场景，驱使系统偏离稳态
优点	简单、易实现，自动化	有指标反馈、可收敛测试，自动化、智能化
缺点	容易陷入重复的异常场景、执行耗时大、无法定义测试收尾	依赖系统稳态指标的设计和遗传算法的参数设置



区块链混沌测试——兼顾质、效的情况下，如何定义混沌测试的结束条件？

实现方案——稳态指标&遗传算法设计：



区块链混沌测试落地案例——网络分区验证

区块链底层采用BFT共识算法，容错机制满足 $3F+1$ ，F为故障节点数，也就是当有10个共识节点时，是允许3个节点故障而不影响整体区块链的对外服务，故注入网络隔离的异常，拆分7+3两个隔离区

实验步骤：

Load/test script

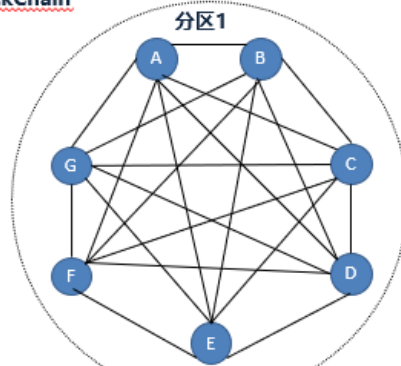
- 合约执行类
- 合约查询类
- 合约部署类
- 交易上链类
-

ChaosBlade

- 网络类——通信隔离、延迟



BlockChain



ChaosAgent

网络隔离实验

实验场景：模拟10个共识节点被网络隔离成2个区，7+3

监控指标：业务TPS、响应时间和数据的最终一致性

预期结果：在该种分区情况下，满足BFT场景要求的正常节点数，共识节点可以收集足够多的投票信息，共识成功，区块链对外服务正常

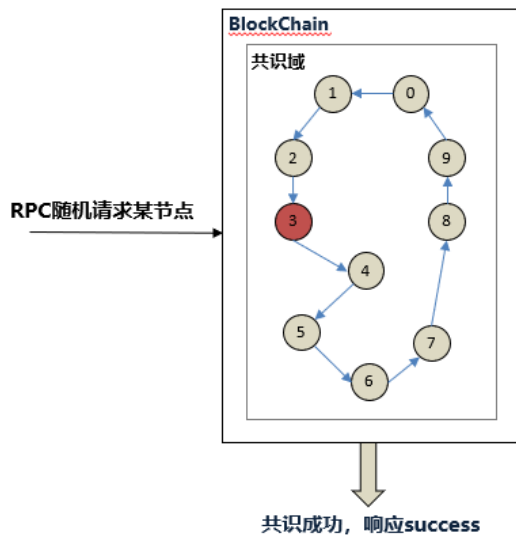
实验结果：区块链RPC接口对外响应超时，服务不可用

不符合预期

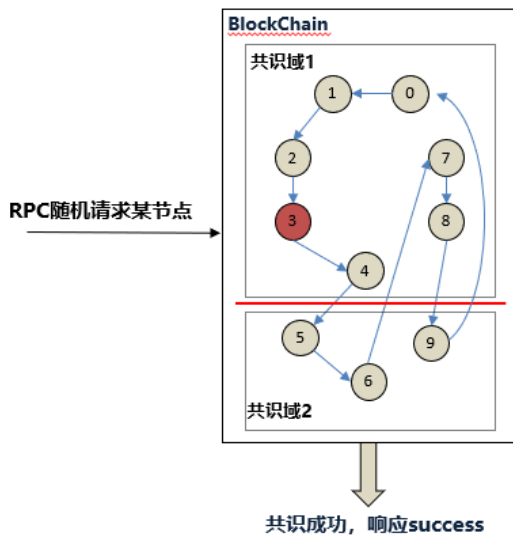
区块链混沌测试落地案例——网络分区验证

定位：

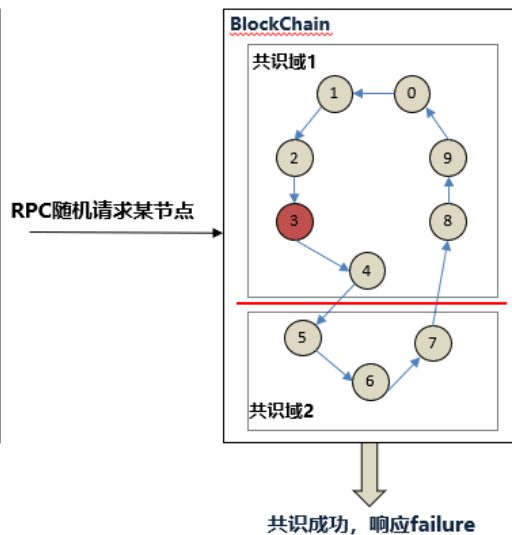
① 同一共识域，无网络隔离



② 不同共识域，随机隔离



③ 不同共识域，顺序隔离

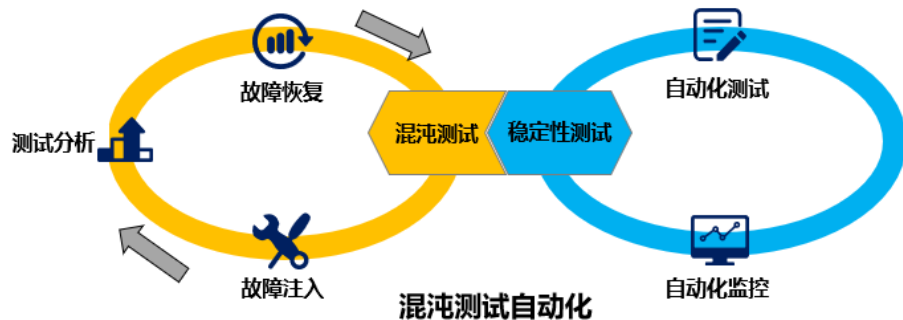


原因：

某一节点共识失败引发超时5s会切换round到下一个节点，RPC请求超时15s，当顺序切换3个节点后触发RPC超时，但是切换到第4个节点，共识成功



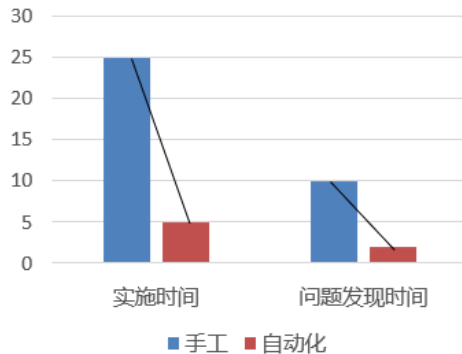
区块链混沌测试——落地效果



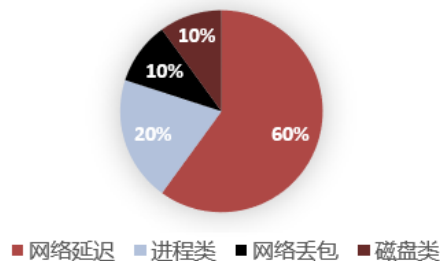
收益

- 自动化实施混沌测试，减少手工构造异常场景的时间成本
- 故障场景丰富，涵盖接近真实生产的异常条件
- 累计发现Bug 数十个，回归混沌场景数百次
- 结合系统可观测性，分钟级问题发现和告警能力

时间/min 混沌测试-手工vs自动化对比



混沌测试发现Bug统计



03 区块链DevOps实践

搭建区块链研发流水线

引入关键环节，提高研发效能

- 对代码commit进行**CodeCC检查**，执行代码规范检查
- 测试左移，推动开发编写**单元测试**，引入单测覆盖率，指导开发提高**覆盖率**
- 引入**质量门禁**，控制阈值，把关提测质量
- 自动部署到稳定性测试环境，执行PO用例**自动化测试**
- 自动部署到**异常测试**环境，执行FailPoint用例
- 开发流水线**混沌测试**插件，自动执行混沌测试
- 收集系统**测试覆盖率**，为测试完备性提供参考





PerfMa是一家快速崛起的专注IT系统稳定性的公司，2021年获得高瓴创投领投1.5亿元A++轮投资。公司核心团队由来自阿里巴巴、蚂蚁金服、腾讯、百度、华为、字节跳动和美团等企业的资深专家组成。

PerfMa自创立以来一直深耕IT系统稳定性保障领域，基于各细分技术领域的专家经验与自动诊断工具对可能的稳定性风险进行洞察，进而提供一系列稳定性保障方案去解决问题与隐患。同时帮助客户进一步提升主动预防能力，帮助客户在组织内部进行主动规划，持续推进和实现IT系统稳定性优化提升。



生产全链路压测技术



自动化性能测试体系



深度性能健康与调优技术

有生产全链路压测技术、自动化性能测试体系、深度性能监控与调优技术及其他先进技术的支撑，为行业客户提供高效、低成本的性能评测与调优、故障根因定位与解决等一系列技术产品与专家服务，为企业IT系统稳定性保驾护航。

PerfMa得到包括太平洋保险、翼支付、东方证券、浦发银行、中通快递、58到家、叮当快药、当当网等各行各业知名客户的一致好评。

▶ 学院介绍

霍格沃兹测试学院是行业领先的测试开发技术教育品牌，以「高品质、实战进阶、大咖讲师、1V1 督学服务」为主要特色，为 IT 行业提供高级测试开发技术培训服务。学院课程体系根据 BAT 等互联网名企内部技术栈设计，已经帮助了 70000+ 互联网测试工程师的成长。

▶ 核心服务



霍格沃兹测试开发

测试开发工程师的黄埔军校



测试
开发培训



测试
技术支持



测试
外包服务



测试
平台研发

▶ 核心服务



测试服务支持
(企业咨询、科研合作)

协助企业落地测试技术，提升测试能力
落地敏捷测试、持续交付、DevOps实践
协助企业攻关测试技术难题



企业用人支持
(高校资源、测试外包)

提供业务测试专家团队外包支持
提供校招与实习支持，直推本科院
校优秀学生



企业委托培养体系
(课程定制、督学答疑、测评)

提供直播与录播课程，订阅期内持续更新
强力督学推动员工学习，企业专属答疑支持
综合测评体系，提供员工成长报告



测试开发能力培训
(测试技术、左移右移、平台开发)

涵盖自动化/自动遍历测试、专项
测试、微服务测试体系，代码分
析、代码审计、质量监控、测试
分析，测试框架封装，测试平台
定制开发

联络人：思寒 手机 / 微信：15600534760

官网：<https://testing-studio.com>

课程咨询
请关注学院微信公众号
回复「测试开发」



数据驱动研发效能

基于深度代码分析，为不同角色呈现多维指标分析结果



关注思码逸公众号

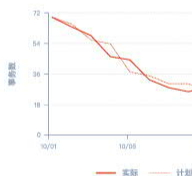


面向高管

一键量化团队效能表现
对比行业水平建立基线

事务殆尽

22/76 较昨日 +6



面向技术经理

六项指标全面回顾质量
精细度量开发者表现

开发者个人报告

最近重点项目



开发语言: 62.82%

- python
- matlab/matlab-analysis
- tensorflow/tensorflow
- go-godriver/mypq
- esoteric/python

重点技术栈



调用次数: 991

- Web 前端
- HTTP 应用
- 与核心业务
- 数据模型



面向项目经理

实时跟进迭代进度、响应瓶颈
多维分析项目效率与稳定性

团队效能周报

166

提交总数

比上周 +4.22%

提交次数

提交次数

26.19k

开发行数

比上周 +43.41%

提交次数

提交次数

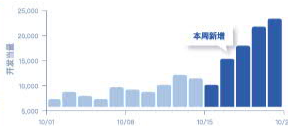
21.1k / 5.3k

提交行 / 删除行

比上周 -11.48% / -6.10%

提交次数

提交次数



质量问题分布

严重问题: 9

主要问题: 27



严重问题 主要问题



面向开发者

自动生成开发者人才报告
软件工程质量建议明确易操作



扫码关注QECon公众号

感谢聆听!

专业IT技术培训服务供应商

为企业人才培养需求提供多方位的讲师课程推荐，在线学习质量把关，资料学习推荐及直播课堂服务。

5大服务



作为企业第三方专业人力提升培训服务供应商，秉承互联共成长的理念，恪守客户实际业务需求为第一优先级的本职。我们公司定位于专业、专注、全方位服务于IT研发中心，产品、技术、工具、团队管理方向的培训课程；有公开课，定制内训，在线课，IT技术峰会一站式采购等产品；更多的从客户需求角度出发，匹配更适合团队学习的资讯和课程推荐；更好的为客户服务，有专业的培训顾问，对整个IT行业峰会，讲师情况，课程方向都有比较深的了解。



课程咨询

白建新 18611862965 (微信同号)



咨询电话：010-65798049