

区块链沙盒云白皮书

版本 1.0



摘要

自区块链技术问世以来就一直受到全世界的持续关注，有人称之为继蒸汽机、电力和互联网之后的下一代颠覆性核心技术。区块链作为一种新型的技术组合，其分布式、不可篡改、不可抵赖等特点带来了一种全新的信用模式，正在引起各领域对未来应用前景的无限憧憬。

区块链技术是日新月异的，从比特币诞生开启区块链 1.0 时代到今天进入 3.0 时代，不仅掀起了一轮又轮技术创新，也为围绕这一新兴技术而产生的全产业链生态发展提供了机遇与挑战。

区块链沙盒概念的提出正是在这样一个大背景下应运而生的，沙盒为区块链的技术创新、质量保障、运行监管、知识传播提供了一个快速而有效的途径。但无论是监管沙盒、产业沙盒还是保护伞沙盒，都需要一个沙盒运行的基础环境并能够为提供各类沙盒服务提供足够的技术支撑和优化的服务保障。

区块链沙盒云为上述需求提供了一个可实现的基础设施和技术保障平台。云计算发展到今天，已经演变成一个成熟的产业，利用云计算技术构建混合云模式服务平台提供 IaaS、PaaS 与 SaaS 相关的沙盒服务，创新性地引入测试与监管技术层，通过提供准入与审核平台、自动化测试平台和共识与交易跟踪系统等技术手段进而优化沙盒功能性服务并产生附加价值。从而抽象出为区块链整个产业所能提供的多项服务，包括但不限于监管、研发实验、教育培训、测评认证领域。

目前，全世界有 18 个国家已经启动了自己的沙盒计划，产业沙盒也不断落地生根，区块链沙盒云具备巨大的商业潜力，可直接应用于各类沙盒技术的建设和服务中，也可以单独组合拆分为特色产品，为区块链产业的发展带来巨大价值。

目 录

摘 要	2
1、 区块链沙盒云设计理念	1
1.1 区块链沙盒云的定位	1
1.2 区块链沙盒云设计目标	1
1.3 区块链沙盒云技术路线	2
2、 混合云基础设施层架构及技术特征	3
2.1 混合云基础设施层架构	3
2.2 混合云基础设施层技术特征	4
3、 测试与监管技术层架构及技术特征	5
3.1 准入与审计平台架构及技术特征	5
3.1.1 准入与审计平台架构	5
3.1.2 准入与审计平台技术特征	6
3.2 自动化测试平台架构及技术特征	7
3.2.1 自动化测试平台架构	7
3.2.2 自动化测试平台技术特征	8
3.3 共识与交易跟踪系统架构及技术特征	8
3.3.1 共识与交易跟踪系统架构	9
3.3.2 共识与交易跟踪系统技术特征	10
4、 目标服务领域	11
4.1 产业和监管沙盒	11

4.2 研发与实验	11
4.3 教育培训	11
4.4 测评认证	11
5、结论.....	12

1、区块链沙盒云设计理念

1.1 区块链沙盒云的定位

区块链沙盒云的愿景是打造一个为区块链的技术创新、质量保障、运行监管、知识传播而提供的基础设施和技术保障平台。利用云计算技术构建混合云模式服务平台提供 IaaS、PaaS 与 SaaS 相关的沙盒服务，通过提供准入与审核平台、自动化测试平台和共识与交易跟踪平台等测试与监管技术手段进而优化沙盒功能性服务并产生附加价值。最终将抽象出为区块链整个产业所能提供的多项服务，包括但不限于监管、研发实验、教育培训、测评认证领域。

1.2 区块链沙盒云设计目标

为了实现区块链沙盒云，团队根据区块链产业特点与已有技术实践与积累，结合沙盒的应用场景，设计目标如下：

- (1) 场景驱动与分级服务。沙盒云以应用场景为驱动进行设计，可满足区块链产业不同领域的相关服务需求。通过合理的架构分层与功能规划，能够快速实现不同级别下的应用场景覆盖。
- (2) 安全性。沙盒云以保护用户安全隐私进行设计，利用虚拟网路与容器技术构建网络和进程隔离、资源受限的沙盒环境。
- (3) 可扩展性。沙盒云以具备良好的扩展性进行设计，采用模块化与微服务的云平台架构，提供接口与插件规范以接受第三方所开发的测试与监管技术模块组件。
- (4) 开放透明。沙盒云秉承开放透明原则进行设计，将对测试与监管技术层的区块链特性指标分层模型进行公开发布，将相关的测试与监管技术进行开源并抽取出独立的部分作为免费的公共服务，以期许依靠整个产业和开源社区的力量不断迭代创新与持续发展。

1.3 区块链沙盒云技术路线

区块链沙盒云的整体技术架构将分为三层，混合云基础设施层、测试与监管技术层和服务层，架构设计参见下图所示：

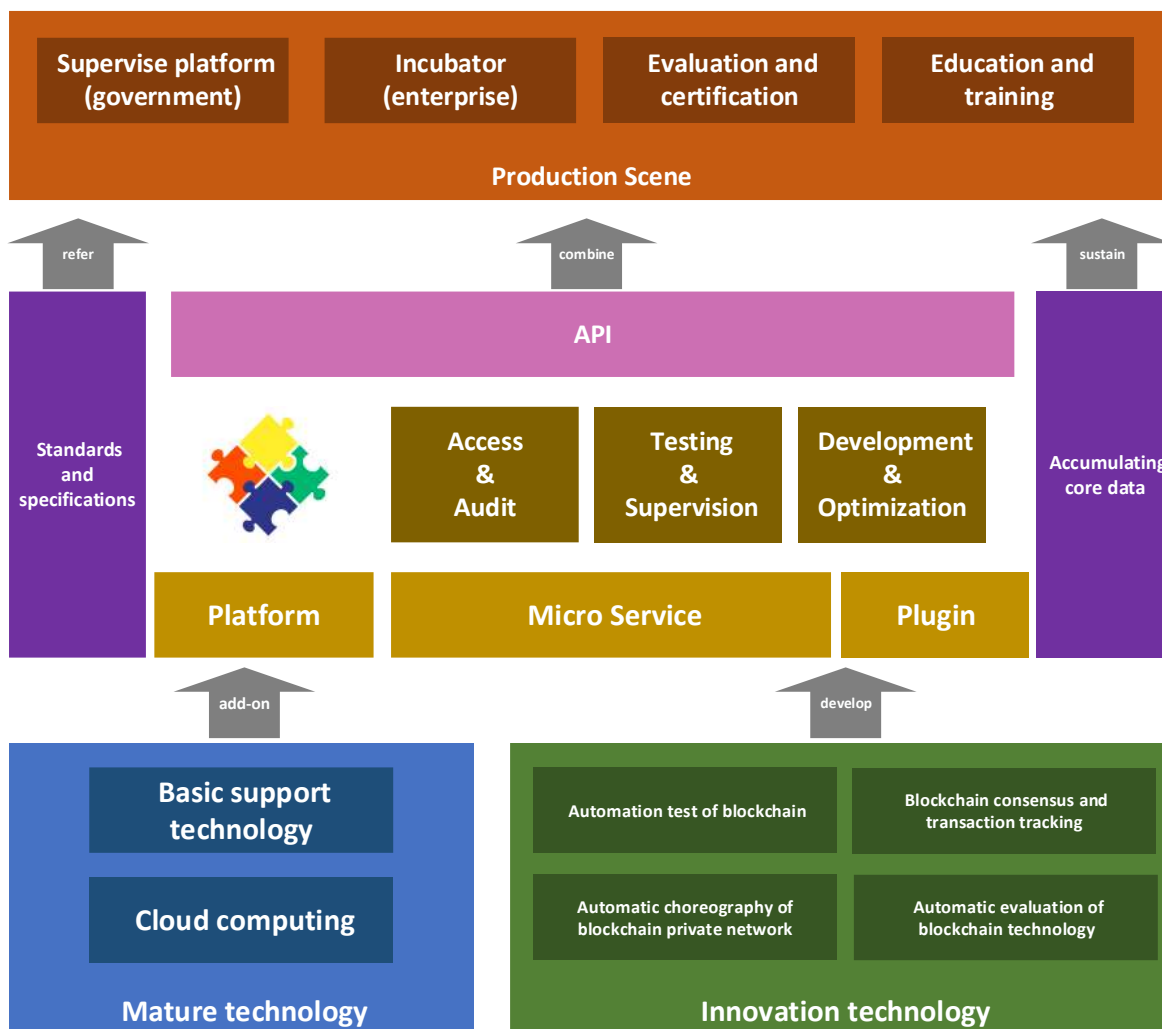


图 1 区块链沙盒云总体架构图

混合云基础设施层是一个介于公有云和私有云之间的混合云计算服务平台，分别提供基于区块链沙盒服务的 IaaS、PaaS 和 SaaS 服务。IaaS 提供基于虚拟机技术和容器技术相结合的计算资源、网络资源和存储资源基础设施环境；PaaS 涵盖了主流公有链和联盟链的分布式节点集群平台，可以快速定制及构建各区块链的私网环境；SaaS 提供所遴选出的各类优秀典型业务 Dapp 软件系统模板，可快速按需构建模拟应用场景，可直接应用于各类沙盒服务。

测试与监管技术层为沙盒提供测试与监管功能性技术支撑。通过定义区块链

特性指标分层模型用于指导及规范沙盒准入、测试与监管的核心内容与主要方法。其中准入与审核平台将利用大数据技术对公有链的创新性和社区发展态势进行自动分析与评估，并辅助优化沙盒的准入机制；自动化测试平台将实现对区块链和 Dapp 的接口功能、性能和安全性等的测试全生命周期管理、自动化执行测试与结果分析；共识与交易跟踪系统将实现对区块链共识与交易过程的分布式链路跟踪。

服务层为沙盒云提供对外服务的接口，主要形式分为 GUI 与 API。通过抽象出为区块链整个产业所能提供的多项服务，将对应提供符合专项领域需求的服务接口，这些接口将直接为目标用户提供服务接入与使用的入口。

2、混合云基础设施层架构及技术特征

2.1 混合云基础设施层架构

混合云基础设施层是一个介于公有云和私有云之间的混合云计算服务平台，根据分级服务设计原则，底层采用虚拟化与容器化解决方案并行实现，根据所支撑的上层服务模式各有侧重。

虚拟化解决方案采用 Apache CloudStack 作为原型技术实现，并利用 Skipbox、Vagrant 等方案结合容器编排系统 Kubernetes 完成虚拟机与容器的混合组织与协调管理，从而可以以构建多种不同的云计算资源组合形式来适应不同的沙盒服务需求，加速高伸缩性的混合云基础设施与平台服务的部署、管理与配置。

容器化解决方案组合采用 Apache MESOS 和 Kubernetes 作为原型技术实现，相较虚拟化解决方案，更加轻便与快捷，并且具备天然的隔离性与安全优势，可提供开箱即用式的沙盒服务。

将构建主流公有链和联盟链节点的虚拟机和容器模板镜像，结合自动化网络编排与区块链节点配置与启动脚本技术，可按需提供分布式节点集群平台的部署，快速定制及构建各区块链的私网环境。

服务层将利用底层技术所提供的 API 进行二次开发，构建沙盒云微服务平台，对外发布云平台的各类服务接口，为服务层面向各领域的服务系统提供支撑。

混合云基础设施层架构参考下图所示：

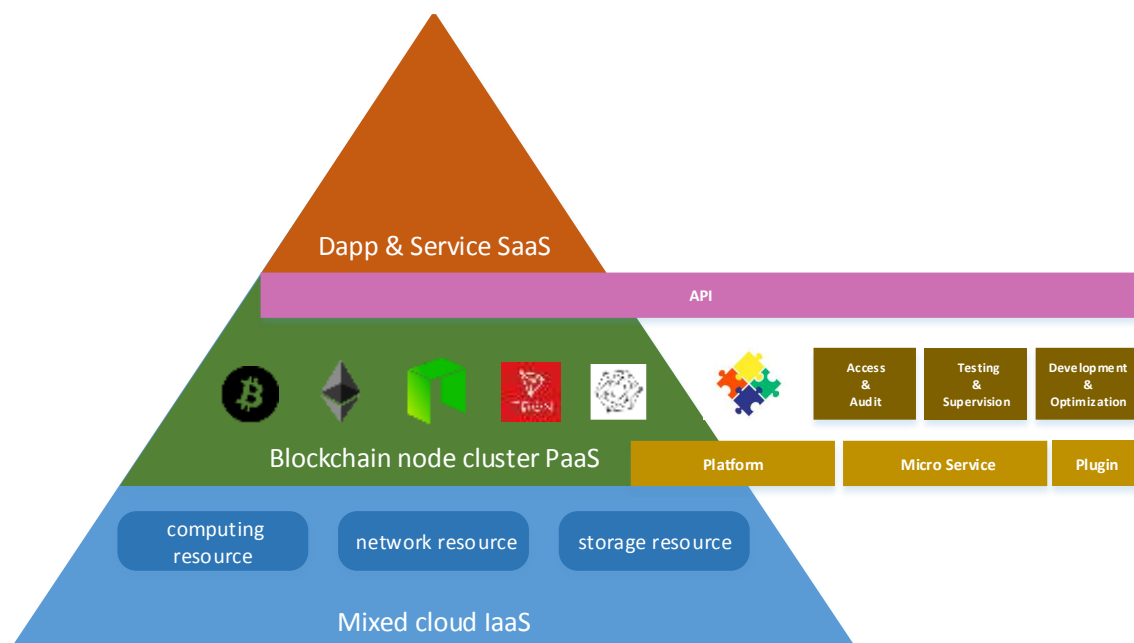


图 2 混合云基础设施层架构

分级服务划分方面，将分级提供 IaaS、PaaS 和 SaaS 服务，IaaS 提供基于虚拟机技术和容器技术相结合的计算资源、网络资源和存储资源基础设施环境；PaaS 涵盖了主流公有链和联盟链的分布式节点集群平台，可以快速定制及构建各区块链的私网环境；SaaS 提供所遴选出的各类优秀典型业务 Dapp 软件系统模板，可快速按需构建模拟应用场景，直接应用于各类沙盒服务。

2.2 混合云基础设施层技术特征

(1) 虚拟化与容器化融合技术

在混合云底层采用虚拟化与容器化并行融合和容器化接入虚拟化混入融合两种混合技术方案。对比单一方案可提供更优秀的沙盒服务适应性，以及资源利用率的最大化。

(2) 区块链节点集群私网环境自动编排技术

采用定制区块链节点镜像模板结合自动化部署技术，利用不同的编排驱动将区块链节点集群部署到云平台之上实现区块链节点集群私网环境自动编排技术将极大减轻区块链节点集群私网环境的搭建成本，从而提升服务质量。

(3) 沙盒云微服务平台

沙盒云微服务平台通过对不同底层云和容器管理平台的二次开发，将对上层抽象出统一的服务接口，将加速上层服务平台各领域服务系统的开发。

3、测试与监管技术层架构及技术特征

3.1 准入与审计平台架构及技术特征

3.1.1 准入与审计平台架构

沙盒的准入机制是沙盒在提供服务时的先决条件之一，通常会以技术创新性和社区发展态势作为两个重要的估值维度，利用大数据技术对相关指标进行自动分析与评估，并辅助优化沙盒的准入机制，是准入与审计平台最终要完成的核心任务，架构图参考下图所示，主要由以下 4 个模块组成：

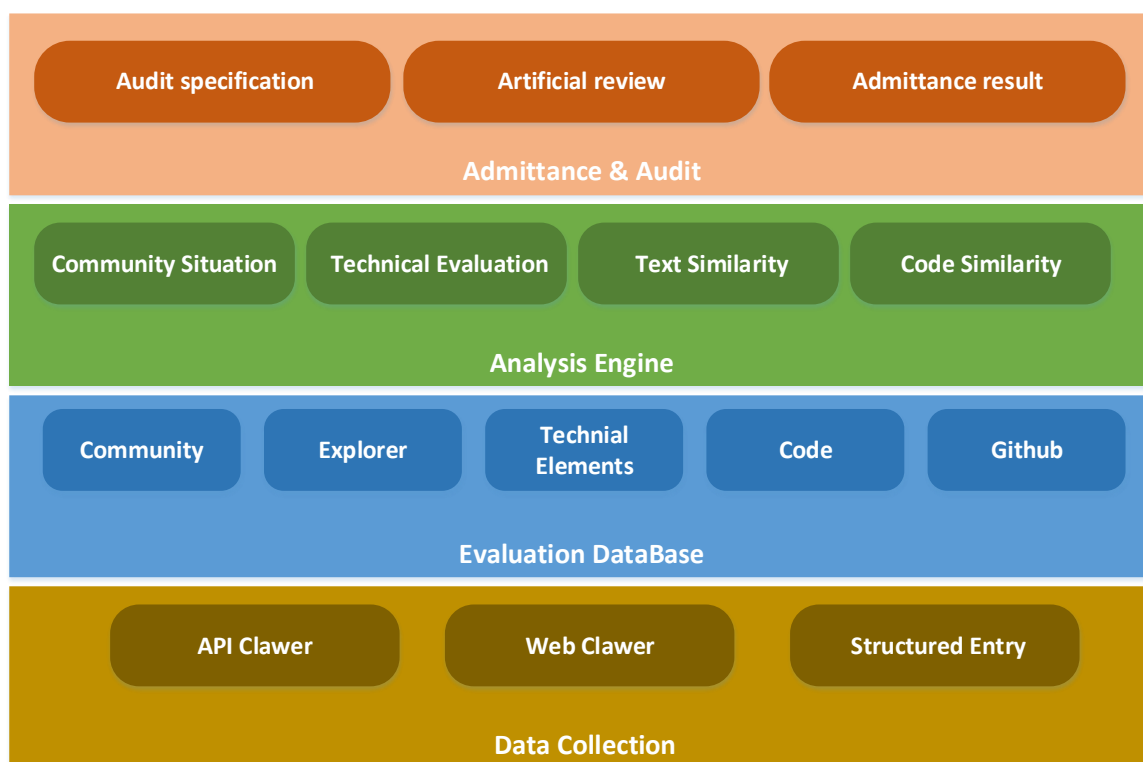


图 3 准入与审计平台架构图

(1) 技术及源代码元数据收集与分析模块

技术元数据来源呈多样性，主要分散在技术社区、区块链浏览

器和核心技术要素（白皮书、黄皮书等）中，通过建立元数据收集技术方案构建人工与自动化相结合的收集技术，将非结构化的元数据信息进一步加工处理，形成结构化数据，并利用数据聚合分析、文本相似度分析等成熟技术，分析出对应的技术创新性估值。

对区块链全节点的源代码进行主动采集，通过异构编程语言源代码相似度分析技术结合人工审计，作为技术自主性指标，分析出对应的技术创新性估值。

(2) 开源社区的元数据收集与分析模块

通过 GitHub 开源社区项目量化分析技术，将区块链项目相关元数据进行周期性爬取和分析，得到项目自身、项目与项目之间的相关性数据，并结合直观的项的发展态势数据，分析出对应的技术创新性和社区发展态势估值。

(3) 区块链技术评估数据库模块

保存经过分析后的区块链基础评估数据，作为准入与审核的基础数据源，不断积累形成产业共享的区块链技术评估数据库。

(4) 准入与审核工具模块

准入与审核工具前置大数据分析引擎，为沙盒准入与审核提供 GUI 管理界面。参照区块链沙盒准入评估指标参考模型，配置评估项与准入标准，利用分析引擎得到辅助评估数据，通过人工进行审核与评分，最终生成准入结果形成准入依据。

3.1.2 准入与审计平台技术特征

(1) 区块链沙盒准入评估指标参考模型

建立准入评估指标参考模型，定义估值维度分量与各分量权重，构建准入评估方法与评分准则，形成准入标准。

(2) GitHub 开源社区项目量化分析技术

实现基于 GitHub RESTful API 的区块链项目、组织、贡献者、统计等元数据的自动化爬虫技术，运用复杂网络分析算法，计算出聚集系数、小世界网络图、无标度网络等相关量化因素，形成项目相关性分析数据。

(3) 异构编程语言源代码相似度分析技术

通过对异构编程语言源代码 AST 的结构要素归一化处理，参数、变量名称 Token 化处理，结构属性的多级聚类排序处理，提取代码切片的结构特征值，形成代码特征值数据库，利用特征值库，自动比对分析不同区块链项目源码的相似程度。

3.2 自动化测试平台架构及技术特征

3.2.1 自动化测试平台架构

自动化测试平台主要实现对区块链的接口功能、性能和安全性的自动化测试，通过 SpringCloud 微服务化来实现。

根据区块链对外提供服务接口方式（业务接口与编程接口）、节点间分布式部署、对等网络通信等特点，测试平台在测试管理方面参考契约式设计 with 目标驱动设计等方法论，来构建自动化执行测试的最小管理单元，并通过对被测试目标、测试用例、测试集、测试任务、测试过程、测试结果等的有机结合与编排来有效的对测试进行执行与管理。

其中自动化测试框架负责实现测试任务的自动化执行。框架根据测试任务配置的内容将其转化为测试脚本，并通过脚本配置构建成类似哈希树的测试组件对象数据结构，并通过对哈希树的预编译，实现测试参数与函数方法的替代，通过编译完成哈希树各节点测试组件对象的关联，达到按照正确的逻辑和顺序执行符合测试脚本规则的自动化测试。

沙盒测试的解决方案如下图所示：

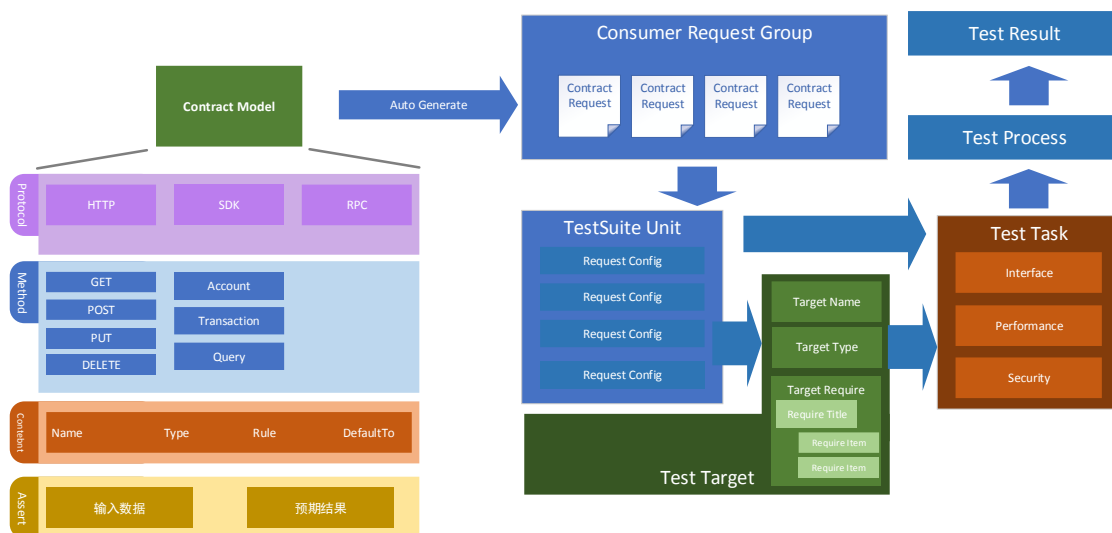


图 4 沙盒测试解决方案示意图

3.2.2 自动化测试平台技术特征

(1) 插件式框架方案

将实现插件式的框架方案，所有测试组件均以插件形式与测试框架集成。插件进一步细化分为内部核心插件与外部插件，分别实现两类插件的加载方案，优化内部核心插件的加载方式，并实现对外部插件的可动态加载功能。

(2) 分布式测试通信方案

将实现分布式测试通信与主从之间的任务调度，从而减轻整体分布式测试通信的耦合度。采用 IO 多路复用模型的异构编程语言数据对象通信方案，利用流式并行计算框架实现大量测试数据的实时结果统计与分析。

(3) 测试数据自动生成技术

根据测试类型以及对测试数据类型和规则的要求，自动生成符合测试方法要求的大量测试数据。通过生成器流水线算法生成测试数据的全量集合，并根据生成要求组合形成全集、正交实验、正确、错误和覆盖指定字典库的测试数据集合。

3.3 共识与交易跟踪系统架构及技术特征

3.3.1 共识与交易跟踪系统架构

共识与交易跟踪系统主要实现在区块链的测试与监管过程中，监控整个区块链节点网络集群的共识与交易过程，利用分布式事务链路跟踪技术采集和组织相关数据，从而达到直观的监测到整个共识算法的流程、交互数据内容和步骤以及交易的广播网络路径的目的。

共识与交易跟踪系统主要包含两个核心组件，其中探针组件用于数据的采集，跟踪收集器组件用于数据的收集、分析与展现。

（1）探针组件

通过对区块链节点埋入探针的方式达到分布式事务交互过程数据的采集，将分别实现两类探针：源码与二进制程序探针和网络层探针。

源码与二进制程序探针可以对区块链程序近乎零侵入的成本对分布式控制路径进行跟踪，几乎完全依赖于少量通用组件库的改造。二进制程序探针基于特定编程语言的字节码增强特性或方法劫持特性，以达到完全的无侵入性的注入收集分布式跟踪数据。

网络层探针通过网络嗅探技术捕获分布式跟踪数据，预置对主流通信序列化协议技术（Protobuf、Thrift 等）的网络数据包的粘包和原始数据翻译。

（2）收集器组件

收集器组件与探针组件结合，达到从程序与网络两层收集分布式跟踪数据的目的，跟踪数据的组织遵循 OpenTracing 规范，底层采用 Elasticsearch 集群存储数据，支持对所收集的分布式链路跟踪数据的实时分析，并推送到前端以直观的图表形式进行展现。

共识与交易跟踪系统架构如下图所示：

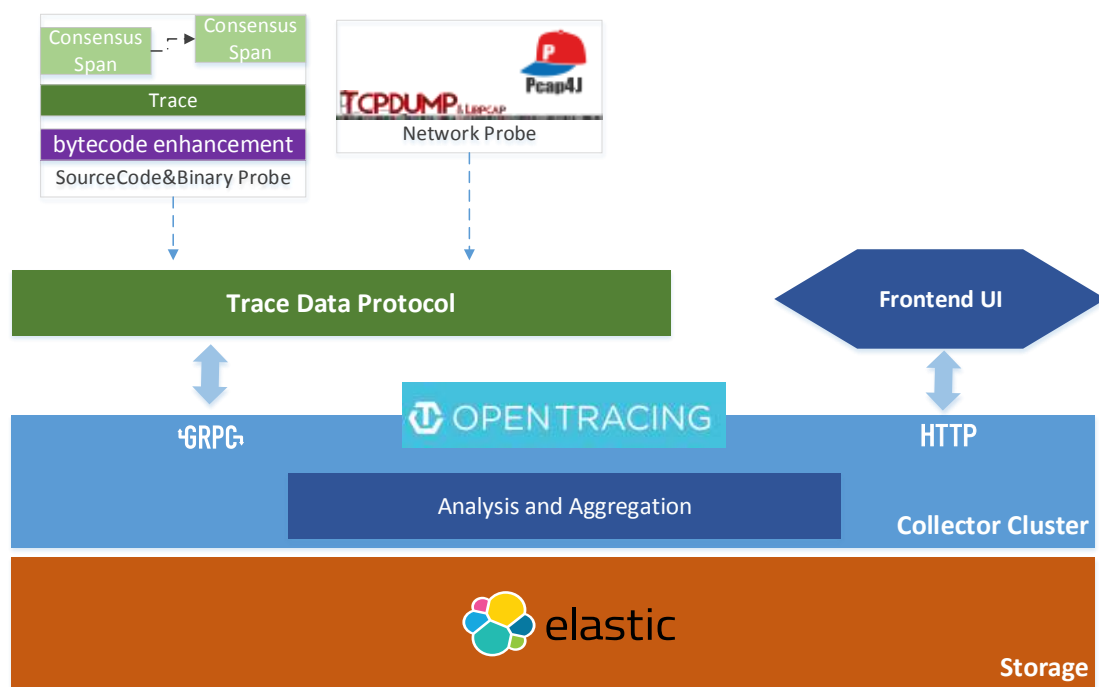


图 5 共识与交易跟踪系统架构

3.3.2 共识与交易跟踪系统技术特征

(1) 分布式链路跟踪数据采集技术

每个分布式链路跟踪数据需要记录在一次特定的共识或交易广播发起后，整个区块链节点集群中所完成的所有相关工作的数据信息。

整个 Trace 是由多个 Span 组成的一个有向无环图 (DAG)，每一个 Span 代表 Trace 中被命名并打有时间戳的连续性的执行片段。一个父级的 Span 可包含并行或者串行启动的多个子 Span，任何一个 Span 可以包含来自不同的区块链节点的信息，这些信息也同时被记录下来。

利用了这个事实：一个区块链节点发起一次共识或交易消息之后，其他节点端才能接收到，这样一来，接收节点端的 RPC 就有一个时间戳的一个上限和下限。通过对采集到的整个 Trace 数据的分析，实现回溯整个共识或交易的过程。

(2) 分布式链路跟踪数据分析技术

分布式链路跟踪数据分析将采用流式处理，收集器组件可实时完成对数据的分析与聚合，并可自动构建区块链共识与交易过程的网络拓扑，回放整个过程细节。

4、目标服务领域

4.1 产业和监管沙盒

产业和监管沙盒领域是沙盒云最核心的目标服务领域。其中产业沙盒是在行业联盟指导下由企业自行测试和评估工作，监管沙盒是由产业发展到一定程度，且监管机制成熟后，直接由监管机构实施的区块链评估。沙盒云天然的支持这两种沙盒服务场景，为产业和监管沙盒提供快速构建沙盒环境、准入、测试与监管配套的技术支撑。

4.2 研发与实验

在区块链研发与实验领域，Dapp 的研发中往往需要接入公链测试网络或自建私网完成上线前的调试与测试工作。然而公有链测试网络环境缺乏稳定性，在很多情况下也无法完全满足相关工作的需求，搭建私网环境又会带来巨大的成本开销。沙盒云为此类场景提供成本低廉的公链私网环境，可按需设置构建规模与建网参数，开箱即用。

4.3 教育培训

在区块链教育培训领域，研究、教学与实验中往往对公有链、联盟链、Dapp 等涉及到全产业的环境和辅助性技术都有旺盛的需求，沙盒云可以最大限度地满足这类需求，并提供对应的定制化服务。

4.4 测评认证

在区块链测试认证领域，目前严重缺乏专项的测试人才与相应的技术手段，沙盒云为此类需求提供了解决途径，沙盒云可作为中间媒介，不仅可以提供基础的测试环境与测评技术支持，而且可以提供人力资源配合或独立承包相关的测评认证工作。

5、结论

在本文中我们试图构想一种围绕着区块链整个产业的新型服务模式，基于沙盒构建一个针对区块链的基础设施——区块链沙盒云。

沙盒云不仅能够提供混合云服务，更能够提供测试与监管相关的技术支撑，为区块链的技术创新、质量保障、运行监管、知识传播提供了一个快速而有效的途径，并可辐射到监管、研发实验、教育培训、测评认证等多个领域。

目前，全世界有 18 个国家已经启动了自己的沙盒计划，产业沙盒也不断落地生根，区块链沙盒云具备巨大的商业潜力，可直接应用于各类沙盒技术的建设和服务中，也可以单独组合拆分为特色产品，为区块链产业的发展带来巨大价值。