

本体基础设施白皮书

Version 2.0.0

2019/07

摘要

1. 本体是一个支持众多信任协作场景的基础性体系，根据场景和应用范围的应用会持续地进行各类模块与协议的扩展。本基础设施技术白皮书仅描述本体在当前阶段规划的基础架构和协议。

长期以来，人们通过“技术”、“法制”、“社群”等不同维度和方法来建立信任，但这样多来源、多系统、多方法的单点式信任协作也带来了非常高的协作成本，阻碍了信任协作的深度和广度。虽然互联网技术日新月异，但关于信任的很多痛点至今依然存在，如信任源分散化、数据零散化、个体角色缺失、身份认证不准确、虚假信息难判断等。在社会治理、经济协作、金融服务等各种协作过程中，每天为“信任”产生着大量的成本。

去中心化、不可篡改的区块链从一定机制上建立起了特定场景下的技术信任，但要和现实世界的业务场景结合起来需要更多的融合机制，如何构造一个结合多样性信任和一体化应用的信任机制，成为对新一代“信任”基础体系的追求。

本体致力于建立一个体系化的、流程化的、一体化的信任生态，本体将作为信任生态体系的基础设施和连接器，为信任源的有效协同、为数据源的互联互通、为各类分布式应用服务提供完整的底层技术基础设施¹。

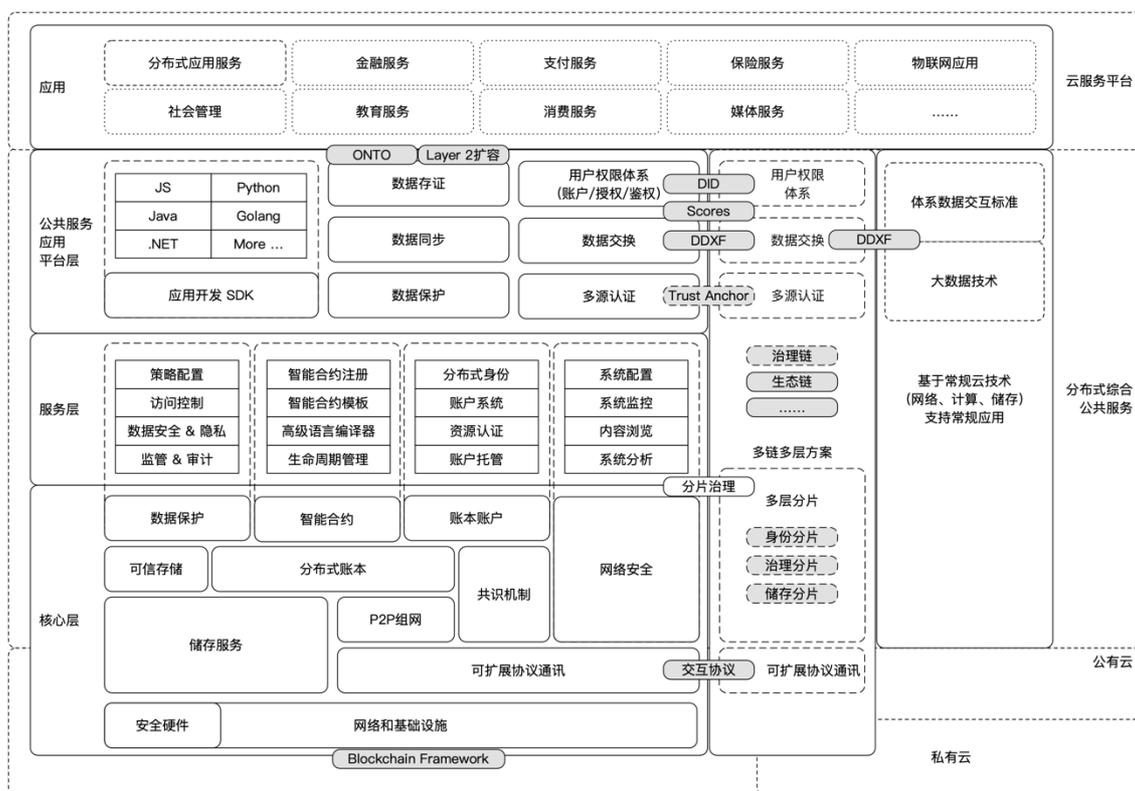
本文重点针对本体基础设施的体系架构和技术协议进行阐述。

目录

1. 概述.....	2
2. 术语说明	4
3. 本体基础架构	10
3.1. 本体网络架构	12
3.2. 分布式账本技术.....	13
3.2.1. 本体共识	13
3.2.2. 智能合约.....	15
3.2.3. 分布式账本	16
3.2.4. 性能方案.....	16
3.2.5. HydraDAO	17
3.3. 本体分片结构	18
3.3.1. 多层跨分片服务	19
3.3.2. 跨分片事务	20
3.3.3. 功能分片	21
3.3.4. 业务分片	22
3.4. 本体链网结构	22
3.4.1. 跨链基础服务.....	23
3.4.2. 跨链事务	24
3.4.3. 链网治理.....	25
3.4.4. 功能链和业务链	26
3.4.5. 超融合链网	26
4. 后记.....	27
联系我们	28

1. 概述

本白皮书是本体白皮书的一部分，描述本体技术多链多层的技术架构，涵盖核心层、核心层链网交互协议、本体基础功能链，以及部分服务层工具的支持。



图：本体基础设施技术架构

本体核心层。作为本体生态区块链基础设施，本体核心层提供完整的分布式账本体系，包括核心分布式账本、智能合约体系、安全体系。分布式账本技术的去中心化、共同维护、不可篡改等特性是本体实现分布式多方信任的关键。分布式账本包括共识、智能合约体系在内的实现，并为分布式信任框架、上层应用提供共识、存储和智能合约支持。本体核心层支持本体同构链跨链和多层分片方案；

本体服务层。为了上层应用更好的使用本体基础设施服务，本体针对本体核心层的使用做了模块化的服务封装，包含从数据保护、智能合约、到账本账户、网络安全相关的服务。

2. 术语说明

本体链群

也称为“本体链网”，是由多个不同领域、不同地区的链组成链网结构，共同构成整个本体。链群每条链使用独立的分布式账本，通过交互协议进行协作。

本体分布式账本

由本体的分布式账本/区块链框架构建的一个或多个核心公共服务基础链，为本体中的各项服务提供基础性的分布式账本和智能合约体系等服务。

分布式一致性账本

一种增量修改式的数据存储结构，由去中心化的点对点网络中的节点共同维护，具有数据公开且历史数据难以篡改的特点，为本体提供可信存储及智能合约支持。

共识

账本节点按照特定的协议确认写入账本的数据，以保证账本的一致性。

智能合约

记录在账本中的可执行代码，通过账本节点上运行的智能合约引擎执行，每次执行的输入输出可记录在账本中。

实体

参与进行交互行为的个体，在本体区块链中以 ONT ID 作为身份标识。

预言机

是一种向区块链提供可信外部数据的服务。借助预言机，用户可以预测区块链系统以外事件的结果并永久记录在区块链上成为事实。

ONT

Ontology Token

ONG

Ontology Gas

本体功能链

本体链群中提供特定功能的某些区块链，比如可信执行环境 TEE 等。

本体生态链

使用不同治理模型的区块链项目，参与本体生态，统称为本体生态链。

本体治理链

本体链群中负责整体治理的区块链，即本体主链。

跨链

让信息和数据从一条链到另外一条链的区块链技术，更多的情况是指一条链上的资产交换成另一条链的资产的区块链技术。

侧链

在一个区块链网络中，遵从网络中侧链协议，并通过侧链协议与主链进行信息交互的区块链网络。

同构链

运行相同区块链协议的区块链网络。

OCE

本体共识引擎框架，以模块化封装的方式支持多种共识协议

VRF

可验证随机函数，是一种将输入映射为可验证的伪随机输出的加密方案。

网络节点运营者

参与本体网络节点运营的本体生态参与者。

同步节点

在本体网络中对外提供区块同步和交易请求转发服务的本体生态节点。本体同步节点不需要质押 staking。

候选节点

网络节点运营者通过质押 Staking 的方式加入到本体网络的本体生态节点。

共识节点

在本体网络负责共识区块的本体生态节点。所有共识节点都来自本体候选节点，并随本体共识周期的切换而变化。

PoS

权益证明。基于 PoS 共识的区块链网络中，所有成为“验证者”的节点都能够获得生产（或者发布）区块的权利，其概率取决于其拥有的“权益”多少。

P2P

对等网络，是一种在对等者之间分配任务和工作负载的分布式应用架构，是对等计算模型在应用层形成的一种组网或网络形式。

HydraDAO

本体区块链上的预言机算法，实现链上链下业务的扩展。

分片

采用分而治之的方式，对当前区块链的网络，交易和状态进行划分，从而增强区块链增加交易处理和验证的并发度，从而实现区块链扩容的一种方式。

VBFT

本体区块链的共识算法。算法融合了 PoS，VRF 和 BFT，实现了扩展性和去中心化的权衡。

虚拟机

建立在区块链上的智能合约代码运行环境，为智能合约提供确定性的执行结果。

可信执行环境

一种隔离的安全执行环境，可以保证内部代码和数据的隐私性和完整性。

NeoVM

NeoVM 智能合约虚拟机，具备图灵完备性，可以实现任意逻辑，具有技术上的确定性和较高的执行效率。

WASM

基于 WebAssembly 的智能合约虚拟机。

原生合约

以区块链原生代码实现，并以原生二进制方式，而非虚拟机方式运行的智能合约。

原生资产

由原生合约管理的智能合约资产。

混合存储

同时支持区块链账本存储和链外去中心化存储的网络结构。

交易手续费

在区块链中发送交易时，支付给区块链网络节点的费用。

两阶段提交

为了使基于分布式系统架构下的所有节点在进行事务提交时保持一致性而设计的一种算法。

MPT

融合了 Merkle Tree 和 Patricia Tree 的一个树形结构。

UTXO

未被使用的交易输出，一个 UTXO 可以作为一个新交易的输入

ONGx

侧链中发行的 ONG 资产

CCMC

本体跨链智能合约管理合约

链间事务中继

本体跨链设计中负责将一个链中的事务请求转发到另一个链的中继节点。

ONT ID

本体去中心化身份标识，用来标识和管理实体的网络身份。一个实体可以对应到多个身份标识，且多个身份标识之间没有任何关联。

非对称密码算法

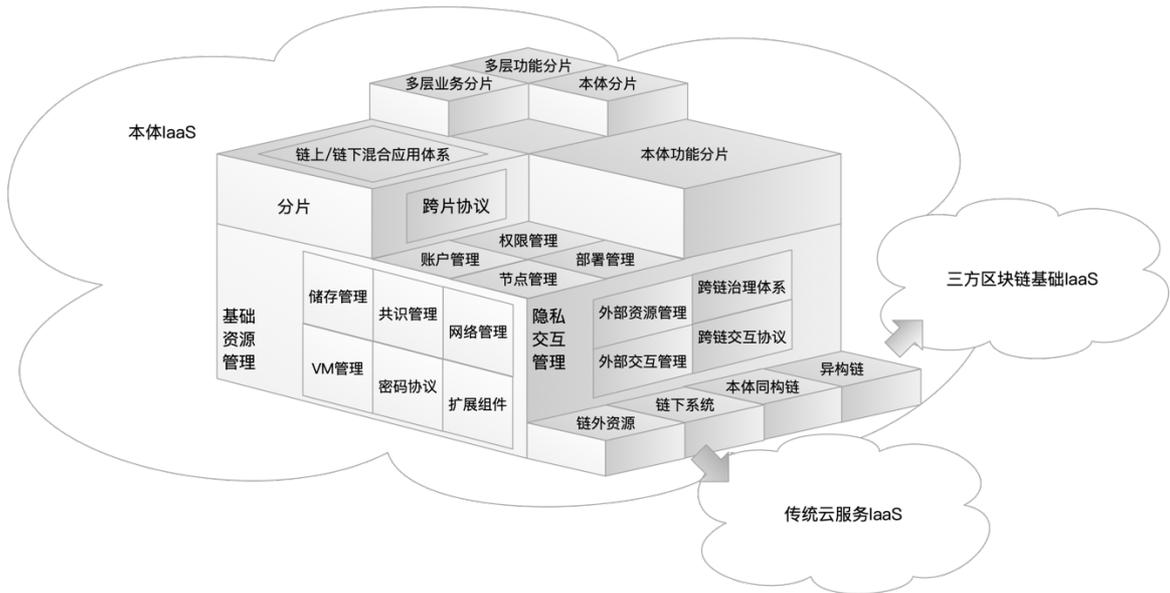
也称公钥密码算法，是一种使用一对密钥的密码算法系统。密钥对包括一个可以公开的公钥和一个需要保密的私钥。

共识管理

本体区块链上负责管理候选节点和共识节点的质押、激励、角色的智能合约。

3. 本体基础架构

本体基础架构为本体生态提供基础设施服务，集中于去中心化数据安全存储和基于智能合约的高性能区块链服务。



图：本体基础设施服务框架

本体 IaaS 提供可信基础设施服务。

本体生态需要满足多种治理模型，本体治理模型由本体链网承载，一条本体链适用一种治理模型。本体链在满足治理模型的基础上提供可信服务。在本体公链体系中，治理模型通过预设的通证模型实现稳定的运行。在本体主网的设计中，治理模型通过质押 ONT 成为共识节点，履行记账义务获得 ONG 支付的手续费。本体采用开放的网络假设，目标是网络规模随本体生态扩张而扩展，每个节点都自主经营，各司其职，形成和生态价值相关的动态平衡网络。本体共识满足网络假设和治理模型的设计。

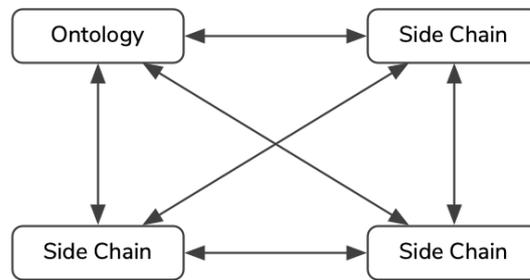
从基础设施的角度，本体 IaaS 采用多层分片的技术架构，满足不同性能需求的上层业务。

本体分片包含功能分片和业务分片。

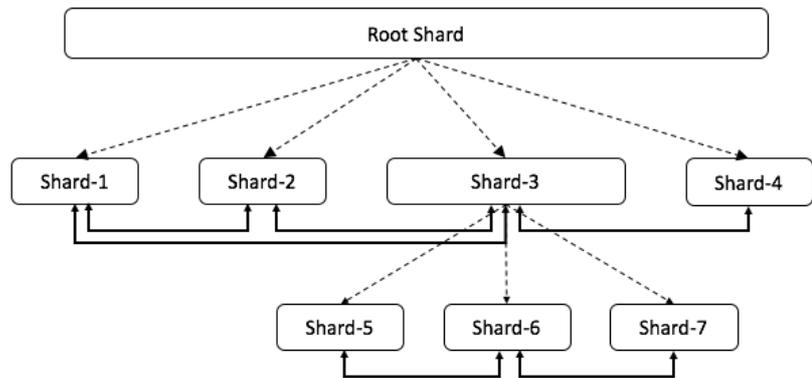
3.1. 本体网络架构

本体网络的设计服务于本体的多层多链设计，满足以下需求：

1. 不同的区块链网络在基础设施层具备互通的能力。不同网络之间的交互通过预设的交互协议完成。通过区块链的一致性判断实现可靠的链间通信，通过密码协议保证链间通信时信息的安全性；
2. 不同的区块链网络具有自主决定是否互通的能力。
3. 相同的区块链网络具有决定分片扩展的能力。
4. 分片具有持续多层扩展的能力。



图：本体多链网络架构



图：本体多层分片网络架构

3.2. 分布式账本技术

3.2.1. 本体共识

核心账本支持新一代共识引擎——Ontology Consensus Engine (OCE)。本体共识引擎是一个高效的、模块化封装不同共识协议的框架类共识引擎。比如，本体共识框架承载的 VBFT 算法，是一种基于可验证随机函数 VRF 的类 BFT 共识算法，它实现了近乎无限的可扩展性，只需要很少的计算量开销，就能生成几乎不会分叉的区块链网络。

本体共识引擎支持可插拔验证者、在线协议修复/升级，是本体网络共识机制的核心。

本体共识引擎支持多种共识算法，以满足不同的网络假设。进一步的，在多层分片的设计中，支持在不同分片中使用不同的共识配置。

在未来，为了优化资源，本体共识引擎将尝试对节点进行角色区分，多角色参与共识，实现共识治理。

3.2.1.1. VBFT

VBFT 是本体共识引擎的重要组件，通过 VRF 选择节点子集实现共识算法的扩展，通过随机性和 PoS 保障了算法的抗攻击能力，通过类 BFT 算法实现快速的状态终局性。

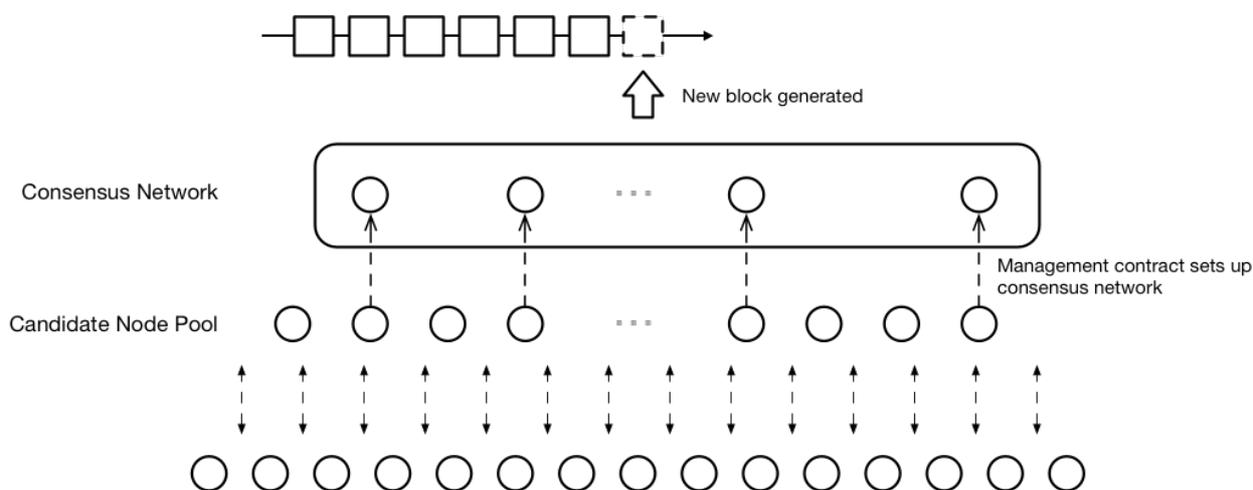
算法特性：

- 支持通用的 p2p 共识网络
- 基于 BFT 算法，不需要大的计算量
- 可支持大规模网络的共识出块
- 区块生成的速度只依赖于共识网络的区块传播速度
- 基于概率实现区块快速终局化
- 可以处理网络中同步节点的随时重启
- 可以处理 p2p 共识网络的网络割裂

在实际的本地主网运行过程中，达到了秒级出块终局的算法表现。

VBFT 共识算法的设计是和本地治理模型息息相关的，通过 VBFT 算法，协调了本地生态所有干系人（stakeholder）参与本地网络治理的权利和参与网络治理获得回报的规范和规则。

本地生态的干系人包含，本地 stake 持有者，stake 保证金质押的候选（守护）节点，实际参与共识的节点。



图：VBFT 共识算法

3.2.1.2. 共识管理合约

VBFT 包含候选网络和共识网络，提供从候选网络向共识网络良性竞争的晋升通道，同时满足安全性保障。网络节点的切换通过共识管理合约完成。网络治理的场景主要是经济治理，通过社区投票后的预建策略进行网络治理。

3.2.1.3. 组网管理共识

在未来，随着本地网络的扩展，当作恶节点超过共识算法能够承受的阈值，紧急治理无法实施，通过慢速共识管理 P2P 网络。应对共识网络无效或者被劫持的时候，通过慢速共识对本地网络的基础 P2P 组网进行划分，将作恶节点暂时隔离。

3.2.2. 智能合约

3.2.2.1. 智能合约虚拟机

- NeoVM

核心账本使用 go 语言版 NeoVM 虚拟机作为智能合约的执行环境，可以为本体应用层框架实现智能控制逻辑。NeoVM 虚拟机具备图灵完备性，可以实现任意逻辑，具有技术上的确定性和较高的执行效率。

NeoVM 虚拟机与上层高级语言解析转换相结合，灵活支持虚拟机的基础应用。通过定制化的 API 操作实现虚拟机的外置接口，可以灵活地与账本数据以及外部数据进行交互。这一机制实现了智能合约运行时达到原生代码执行的高性能。同时也实现了支持不同区块链的通用虚拟机机制。

NeoVM 具有简单轻量的特点，内置了整数，bytes，结构，数组和字典等丰富的类型，由宿主完成数据的内存分配管理工作，因此很多功能可以通过少量的字节码完成。

- 原生合约支持

本体支持原生合约，包含权限管理、原生资产（ONT/ONG）管理、治理模型管理和本体身份管理合约等。

- Wasm VM

WebAssembly(简称 Wasm)是一种为栈式虚拟机设计的二进制指令集。Wasm 被设计为可供类似 C/C++/Rust 等高级语言的开平台编译目标。Wasm 是由 W3C 牵头推出的 Web 标准，并得到了谷歌，微软和 Mozilla 等浏览器厂商的支持，具有运行高效，内存安全，无未定义行为，平台独立等特点。

Ontology Wasm VM 在满足功能的前提下采用极简的 API 设计；同时在 Rust 和 C++这些基本的 API 基础上进行封装，构建上层公共库，供合约开发者使用。

3.2.2.2. 混合 VM 的支持

在 NeoVM、原生合约和 Wasm VM 基础之上，本体基础设施支持多种虚拟机同时提供服务。不同虚拟机支持的智能合约之间可以相互调用，实现复杂的功能逻辑。智能合约开发者可以根据不同虚拟机的特点选择合理的开发工具，实现合约优化。

3.2.3. 分布式账本

运用分布式账本技术，实体跨链及跨系统隐私，以及特定的跨链协议，实现流程协同（分布式事务）。即流程/事务的多个步骤分散在不同的区块链或系统上执行，保障不同实体在不同系统与区块链中的身份隐私，且保证整个事务的一致性。

通过分布式账本的运用，将不止提供数据存证，还可对行为存证进行支持。即每一次的数据请求、数据匹配、数据调取与数据使用等均在账本进行记录，形成了一份数据全流程的记录，保障数据的安全、可靠、且不被泄露。

3.2.4. 性能方案

区块链服务作为基础的服务设施，不同共识算法引起的性能损耗是比较大的，使得竞争的分散共识算法和协同的分布式算法性能指标差异比较大。不同业务的性能需求也是不一样的，本体采用的 VBFT 天然支持不同分散程度的共识算法。尽可能提供平衡安全和性能的方案。

进一步的，本体生态将支持多层分片，实现不同分片上不同的硬件和性能指标，以此平衡性能、安全性和成本，满足不同的分散程度、安全性。业务根据自身需求，选择对应性能指标的分片，或者根据自己的性能需求，决定是否扩展出新的分片。

3.2.4.1. 混合储存

分布式账本的储存资源是有限且非常昂贵的，因此本体设计了混合储存的方案，由数据资产映射的方案将数据和资产属性解耦，以分

布式存储服务支持各类数据的持久化，同时以分布式账本服务提供资产对账服务。

3.2.4.2. 可信执行环境

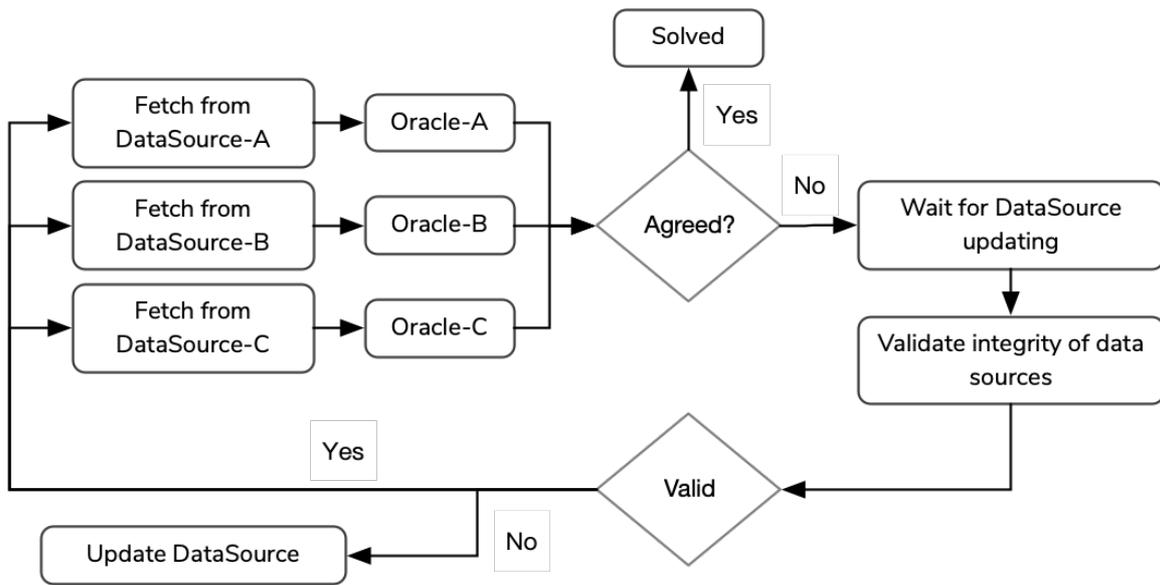
分布式账本的计算资源同样是有限且非常昂贵的，因此本体引入了可信执行环境（TEE）的解决方案，作为一个支持复杂算法的执行方案，将数据加工、数据互操作性和数据加工的高价值属性解耦，以可信执行环境支持复杂算法，以分布式账本服务提供数据加工的对账服务。

3.2.5. HydraDAO

HydraDAO 是本体分布式账本的链外扩展方案，体现在性能、功能和业务的扩展能力，包含 Oracle 接入、Layer 2 扩容方案和跨系统通讯的能力。

以区块链预言机为例，HydraDAO 的流程表述如下：

1. 当任意交易执行开始/结束时，可以选择调用与交易相关的预言机智能合约，预言机智能合约及其参数必须在创建交易时设置，并作为交易的一部分存储在区块链上；交易结束后，自动执行合约逻辑确定哪些结果为最终事实；
 2. 对于一些只依赖区块链链上状态的交易，预言机智能合约获得授权后直接从区块链接口查询链上数据；
 3. 对于大多数链外交易来说，预言机智能合约需要获得真实世界中交易结果的数据。当预言机智能合约需要访问/读取现实世界中的有关数据时，则必须遵循以下模式：创建交易时，每个预言机在多个可信数据源中随机选择 1 个或者指定阈值数量个的数据锚点；在交易结束时，经由指定的可信数据源验证并交互更新最终的全局状态¹。
1. 所有数据的使用需经由数据所有者或相关授权方的授权，并遵循有关隐私保护条款



图：HydraDAO 执行逻辑

3.3. 本体分片结构

通过混合储存、可信执行环境、Oracle 和 Layer 2 等方案，将本体分布式账本和链外系统有机的结合在一起，保证安全的前提执行提升了本体生态中业务的性能瓶颈。同时，作为分布式账本核心的区块链系统本身，本体在扩容方面引入多层分片的技术架构以进一步扩展区块链核心系统的能力。本体分片实现三个维度的需求，即状态分片、交易分片和网络分片。主要从三个方面考虑：

- 性能

本体分片设计的性能目标基于阿姆达尔定律（Amdahl's law），采用智能合约作为分片的基本单元；

- 安全性（去中心化程度）

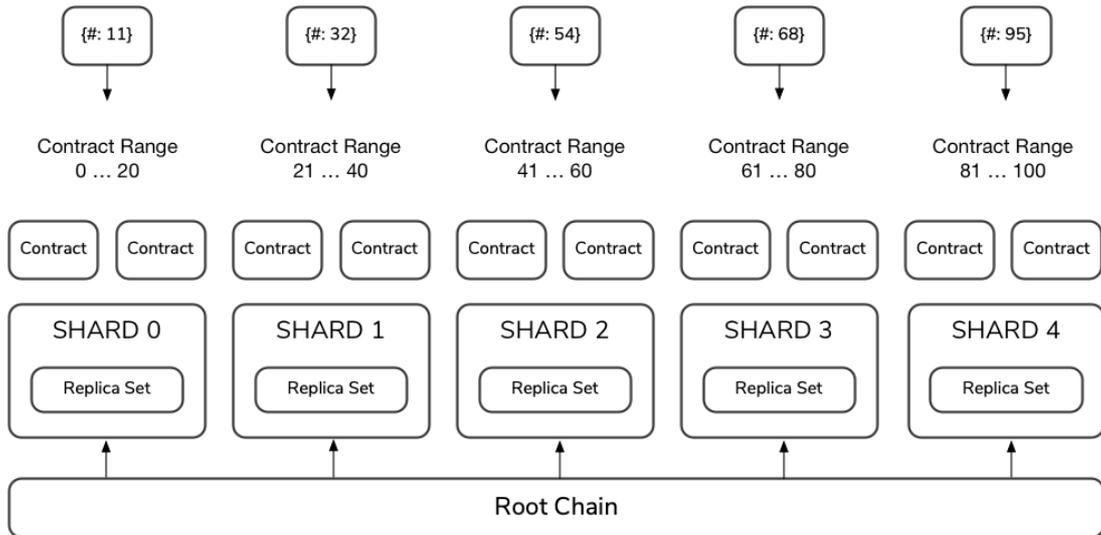
采取多层结构，每一个分片都支持独立的分布式部署，“母分片”包含“子分片”。因此，“主分片”将有最大的分散程度；

- 主分片。在分片网络中中处理全局请求；

- 子分片。在分片中处理智能合约请求。
- 扩展性

随着业务的发展，可以将会扩展出新的分片，网络吞吐量将随之扩展。

本体分片的结构展示如下图。



图：本体智能合约分片

本体分片集中解决更多的跨分片交易的场景。本体分片减少单个分片（链）的性能压力和储存负载，并且可以根据功能特性和业务性能需求进行调整。本体提供很多功能模块为分片服务，比如更安全的交易储存模型 MPT、面向资产原子性的 UTXO 模型、更强大业务的 WASM VM 支持等，都可以在不同的分片之中独立部署。

3.3.1. 多层跨分片服务

本体多层分片协议主要服务分片结构、分片治理、跨片性能和安全性。

分片结构遵循以下规范：

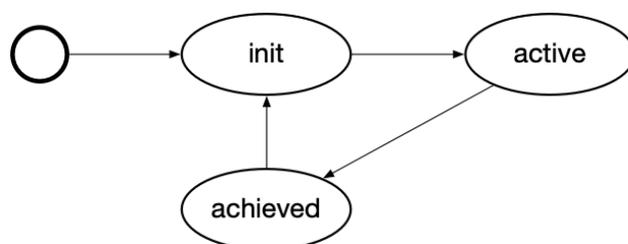
- 子分片中的节点，来自主分片节点；

- 子分片需要包含对应主分片区块的锚定关系；
- 相应地，主账本在子分片账本之间共享，并且子分片账本包含其锚定的主分片账本。

分片治理遵循以下规范：

- 由分片治理合约进行治理；
 - 分片治理合约部署在主分片中；
 - 分片治理合约在主分片中执行；
 - 分片治理合约的执行结构应用到子分片之中；
- 子分片由主分片创建；
 - 管理子分片生命周期；
 - 子分片的创世区块由主分片创建，并且保存在主分片之中；
- 节点通过在主分片上的治理合约中质押而参与子分片；
- 共识周期之中的分片交易手续费，在子分片共识周期当期结束之后，由根分片统一转发给对应分片节点。

分片管理合约管理的分片状态流转如图所示。



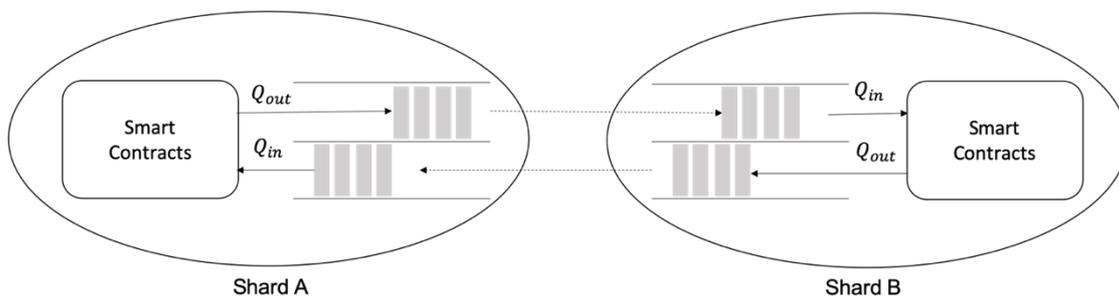
图：本体分片状态流转

3.3.2. 跨分片事务

跨片事务采用两种主要的技术手段。简单列举如下：

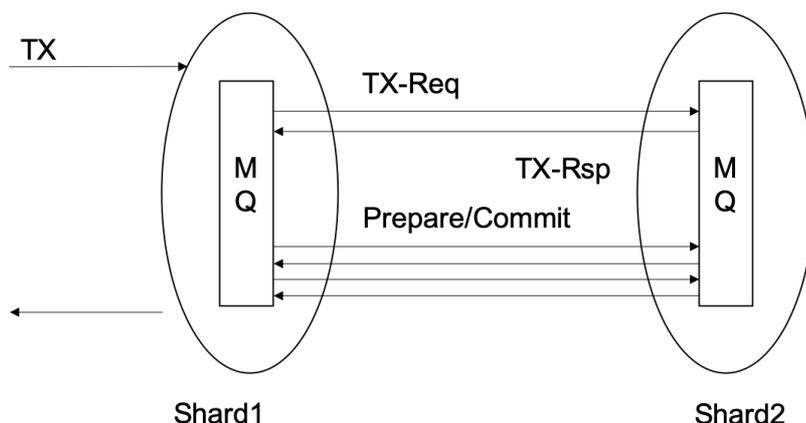
- 跨片消息队列。以系统合约的形式在本体分片体系中实现这一消息队列的设计；

- 应用智能合约通过调用这一跨片消息队列合约发送跨片消息，实现跨片事务的消息传递。



图：本体跨片消息传递

跨分片事务使用消息队列，采用两阶段提交的方式实现完整的事务执行和提交的过程，以此实现本体跨片交易。



图：本体跨片事务

3.3.3. 功能分片

进一步的，本体分片也支持功能性的业务分片。比如，为了丰富本体生态，有溯源分片等规划。现阶段，本体功能分片集中解决身份、数据储存、计算能力扩展等功能。

3.3.3.1. 本体身份

人财物事都可以拥有标识。本体身份提供标识标准，可以为多个业务分片服务。

业务为用户服务，用户自主选择多种业务。形成用户生态。用户创造信息，信息拥有价值，由此产生价值互联网。

3.3.3.2. 本体储存资源

区块链服务的核心价值是信任服务，技术上仍然是云服务。储存资源作为云服务基础服务的一种，本体提供储存资源功能链，支持储存资源的使用，并对数据交换框架提供支持。

3.3.3.3. 本体计算资源

本体基础架构支持链上链下混合计算，结合现有技术，有 Layer 2 的扩容方案和可信执行环境的基础设施解决方案。各分片根据需求可以独立部署。

3.3.4. 业务分片

本体核心团队提供区块链基础设施，本体生态提供业务上链的有效方案。相同治理模型的同类型业务可以使用同一业务分片。当然，业务分片可以为了扩容需求，继续分片扩容，这就是“多层”分片的应用场景。

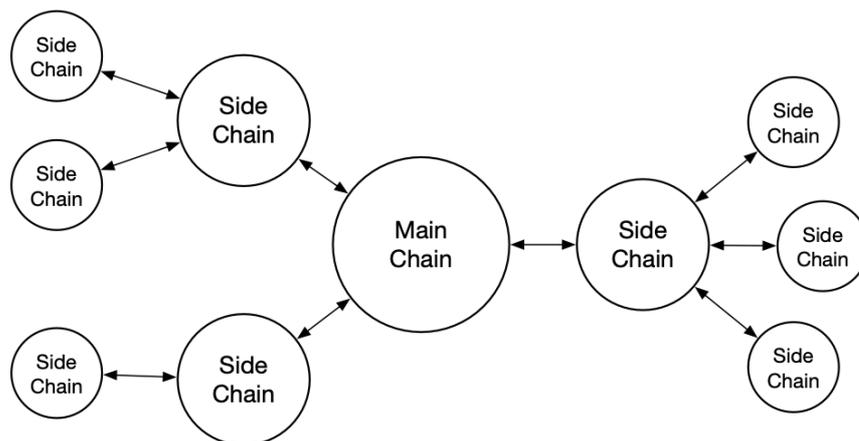
3.4. 本体链网结构

基于现有技术架构，一条链只能满足一类治理模型。现实的系统更加复杂，单一的治理模型是无法满足现实需求。因此，本体从设计之初就提出链网结构，不同的链满足不同的治理需求。通过安全可信的跨链机制的设计，实现复杂的信任网络。

本体分片的技术架构对于本体链网架构是相辅相成的关系。本体分片形成立体扩容的体系，更关注交易跨片的性能问题；而本体链网解决多样治理模型之下，业务协同的问题，更注重本体生态下具有差异的治理模型、经济模型的兼容性和业务一致性的需求。

和本体分片技术类似，本体多链方案也支持功能扩展。如，MPT、UTXO 等。

本体多链方案支持跨链，解决可靠的跨链通信、跨链原子性交易，以及交易时的资产安全。



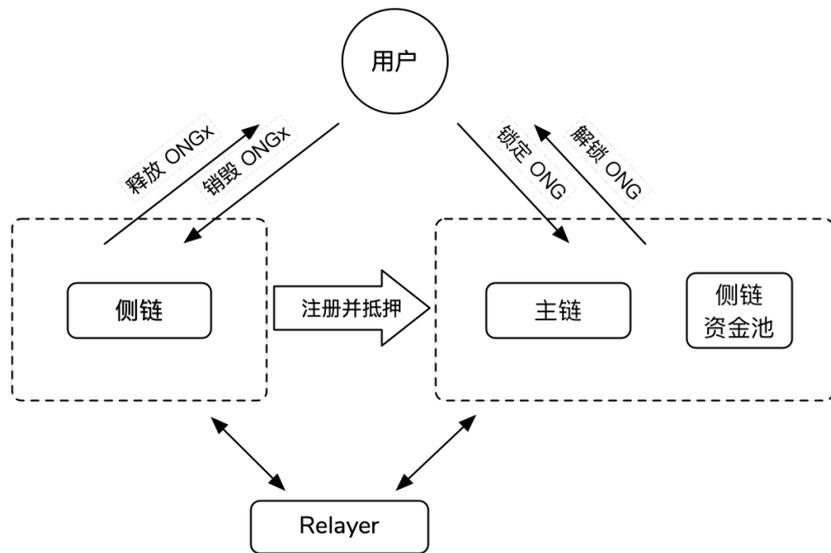
图：多链网络拓扑

本体多链采用侧链技术，表现出多层星型网络拓扑结构，每一条侧链都可以扩展出“更多条侧链”。

3.4.1. 跨链基础服务

跨链服务协议主要包含生态经济工具、跨链安全机制和交互标准三块。

统一使用 ONG 作为生态基础的价值锚定工具，生态共享。通过 ONT 主链和侧链的相关合约保证 ONG 在生态内自由流转。



图：跨链经济模型-功能型通证价值锚定和流转

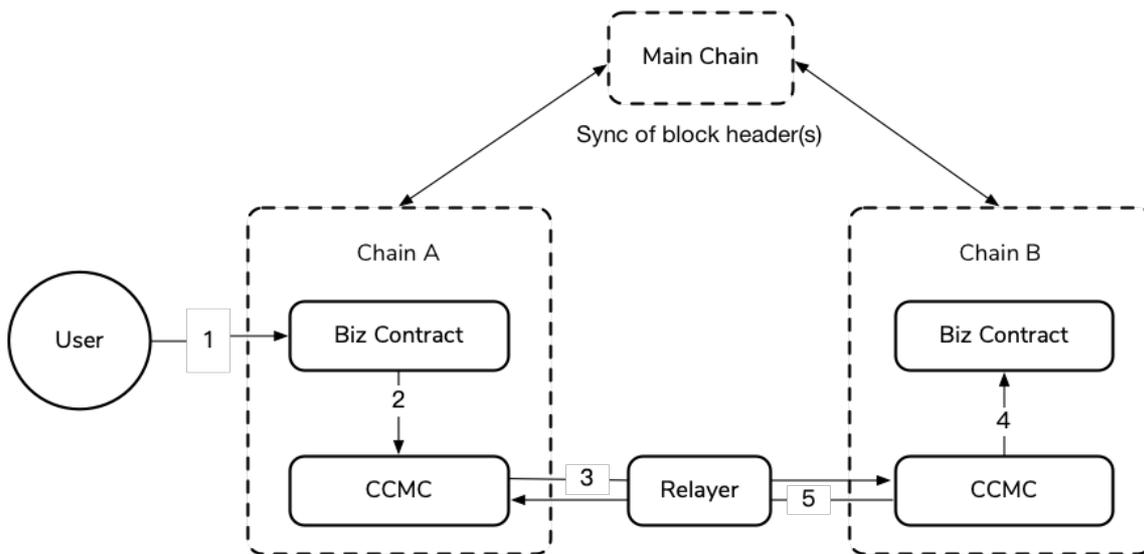
跨链经济服务协议、安全协议体现在侧链注册的过程：

- 侧链冻结定量的 ONG；
- 确定侧链 ONG(X)的供应量与 ONG 的兑换比例并锁定；
- 将侧链创世区块注册到对应的主链；
- 初始化侧链属性。

根据基础服务协议，可以扩展出多链的结构，满足三个特点：分层星型网络、无闭环、可扩展。

跨链协议在经济跨链之外，和分片协议一样，同样支持节点跨链和功能跨链（如跨链身份体系）。进一步的，不同链上的业务应用结合分布式金融科技，形成本体的多链资产生态。

3.4.2. 跨链事务



图：跨链事务

本体采用简单模型实现多链，使用如下方案：

- 通过链间事务中继（relayer）进行链间交互；
- 有跨链需求的双方通过主链取得对方的关键区块头；
- 使用 MPT（Merkle-Patricia 树）保证安全；
- 针对中继的行为，实施“诚实”劳动激励。

3.4.3. 链网治理

3.4.3.1. 网络治理

基础组网治理，应对生态链超出共识容错能力时，将作恶节点踢出网络，重新选择良性竞争的节点参与共识。

3.4.3.2. 共识治理

单个生态链中，配合治理模型，对共识网络进行管理。

根据服务器算力的差异，将链网中不同生态链的组网节点部署到不同的服务器中。同一个服务器可以参与到多个生态链贡献中去。

3.4.3.3. 经济治理

单个生态链中，对自己的数字资产有完全自主权，可以应用自己的经济模型，实现经济治理。

对于本体生态而言，使用 ONG 作为基础服务的功能型通证工具。

3.4.4. 功能链和业务链

和本体分片一样，本体的多链设计同样支持不同治理模型下，专属功能的功能链和专属业务服务的业务链的扩展。

3.4.5. 超融合链网

本体提出超融合链网的概念，是基于“多链合规、多层扩容、链上链下混合应用模式”的设计理念，力图为跨地域、复合生态提供基础设施的支持。

进一步的，在超融合链网构造的满足“竞争协同”的商业生态之中，作为基础设施的提供者，本体试图为节点和网络贡献者提供更加精细化服务的机会，让更多的贡献者可以以不同角色参与协同，并且获得与投入成本相匹配的经济回报。加速本体生态的发展。

业务找符合业务特性的链或分片，支持跨分片交互和链间交互。支持业务在分片之间和链到链迁移。

超融合链网是一个为“竞争协同”应用生态而设的开放的技术管理框架。

4. 后记

本书对本体项目提供框架性支持。本体努力打造一个开放、协作和创新的生态，诚挚欢迎您加入我们，共同参与和推进本体项目。

联系我们

电子邮件：
contact@ont.io

Telegram：
[OntologyNetworkCN](https://t.me/OntologyNetworkCN)

Twitter：
[OntologyNetwork](https://twitter.com/OntologyNetwork)

Facebook：
[ONTnetwork](https://www.facebook.com/ONTnetwork)

Reddit：
[OntologyNetwork](https://www.reddit.com/OntologyNetwork)

Discord：
<https://discord.gg/vKRdcct>

Medium：
[OntologyNetwork](https://medium.com/OntologyNetwork)

LinkedIn：
[Ontology](https://www.linkedin.com/company/Ontology)

微信公众号：
本体 Ontology



微信客服：
本体研究院小秘书



Copyright © 2019 The Ontology Team