

# Polkadot: 可扩展的异构 多链系统

时戳有例-01

作者 冯琳 时戳资本分析师

2018年11月13日





## Polkadot：可扩展的异构多链系统

### 一、Polkadot 项目概述

#### 1、Polkadot 是什么

2016 年 11 月 14 日，由以太坊、Parity Technologies 和 Polkadot 项目的联合创始人 Gavin Wood 撰写的 Polkadot 白皮书宣布了 Polkadot 项目的初步实施。Polkadot 由 Web3 基金会的 Parity 团队开发，是对跨链技术的一种探索。Polkadot 是一种去中心化的可扩展的异构<sup>1</sup>多链架构，支持异构链之间的跨链互通，不仅可以实现资产的交换转移，也支持数据的跨链流通。形象的来说，Polkadot 希望实现的是“区块链互联网”，各种各样的链不需要自己累积算力，不用设置联合挖矿就可以共享安全，使链之间可以进行无信任的交易。Polkadot 类似于中国电信这种提供网站之间的通信带宽服务的基础设施服务商，开发者可以基于这样的基础设施在上面开发各种应用。Parity 科技的联合创始人兼 CEO Ken Kappler 说道：“Polkadot 有潜力将所谓的私有链融入到公有链（例如以太坊）的共识网络中去——同时又能保有私有链的隐私和许可的防护措施。它给予了我们一个全新的交易层，并有机会将数百个区块链互相连接。”

Polkadot 本身并没有任何应用，只是单纯的消息路由，因此，Polkadot 的设计规则遵循了：

最小化（Minimal）——中继链没有额外的功能性；

简单化（Simple）——协议设计中没有额外的复杂度以及智能合约；

通用性（General）——Polkadot 需要成为共识系统开发的基石，要尽量通过给模型加入最具适应度的扩展和优化；

鲁棒性（Robust）——即系统的健壮性，Polkadot 需要提供一个稳定的基础层的原则，使得开发者在 Polkadot 协议上进行区块链开发变成了一件更为简单快捷的事情。

#### 2、Polkadot 希望解决的问题

Polkadot 网络具有三大功能，即解决区块链的互操作性（Interoperability）问题、可伸缩性（Scalability）问题以及共享安全（Shared Security）问题。

##### 2.1 互操作性（Interoperability）

自比特币于 2008 年诞生以来，区块链生态系统蓬勃发展。即便如此，大部分的货币价值只累积在几条链上，形成了一个个“价值孤岛”。对于区块链社区中的许多人来说，将价值从一条链转移到另一条链可能是最简单也是最迫切的愿望。通过交易所集

<sup>1</sup> “异构”的本质：支持众多高度差异化的共识系统在非信任（trustless）、完全去中心化的联邦内交互操作，允许去信任（trust-free）地相互访问各区块链。——《Polkadot（波卡链）：畅想一种异构的多链架构》

中交易虽然可以实现价值的转移，但是交易所作为一个中心化的机构存在很多的弊端，例如资金安全问题，交易所跑路问题等。

Polkadot 想要实现的是各种信息、数据乃至价值可以在不同的链之间传递（不仅仅是资产的转移），使应用程序和智能合约在一个区块链上无缝地和其他链上的数据和资产进行交易。通过连接各种公有链、联盟链和私链，使得不同类型的区块链能够突破自身的孤岛状态，实现链与链之间的交互操作。

为了实现这一功能，Polkadot 设计了中继链，来连接不同的平行链。各平行链上的数据和信息得以通过中继链进行传递并使用 Merkle Tree 的队列机制实现链间通信。同时，在中继链和以太坊、比特币等活跃区块链之间还配备了转接桥进行价值互通。使用多个相互连接的链也将有助于将交易负载分散到更多的节点上，这将降低执行智能合约的成本，同时提高伸缩性和分散性。

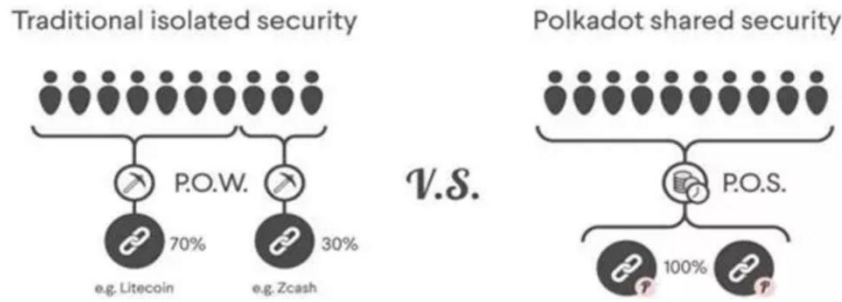
## 2.2 可伸缩性 (Scalability)

可伸缩性是阻碍区块链上的 DApp 使用和开发的一个关键障碍。DApp 开发者自然会倾向于使用拥有最大用户基础并且最受欢迎的链，从而增强网络效应，但它增加了网络的压力，也使新开发的提供价值和独特创新的链更难进入到区块链的生态系统中。

在 Polkadot 网络中，一条中继链连接了多条平行链，而在中继链之上还可以搭建二级中继链，二级中继链则继续连接多条平行链，从而实现了一条平行链可以连接上百条平行链。这些平行链可以同时处理交易，大大提高了交易速度和效率，使区块链网络获得无限的可扩展性。另外，Polkadot 网络的原生代币 DOT 的功能及权限之一就是添加新的平行链及移除或者修改已经存在的平行链。

## 2.3 共享安全 (Shared Security)

不同的区块链之间天然地会对安全资源进行竞争。一般而言，当矿工或者验证者迁移到新的区块链上时，其他链的安全性会降低。但 Polkadot 与此不同，因为 Polkadot 网络中的平行链与中继链共享同一个共识，平行链将共识一定程度上“让渡”给中继链，从而获得全网安全性的累积，即“安全池”。那么这些平行链就不需要再去搭建一个昂贵的 POW 挖矿体系或者建立在代币上的 POS 机制。这样不仅能够减少资源浪费，还可以提高跨链之间的交易效率。



(图一：传统区块链与 Polkadot 的安全模式比较)

### 3、团队背景

Polkadot 项目是由 Web 3.0 基金会的成员，Parity 团队开发。而 Polkadot 白皮书的撰写者、Parity Technologies 公司的创始人，正是大名鼎鼎的以太坊创始人 Gavin Wood 博士。同为以太坊的创始人，Gavin Wood 比 Vitalik Buterin 要低调很多，但他却是前以太坊的 CTO 以及著名的以太坊黄皮书的作者。Gavin Wood 写的以太坊黄皮书，被公认为以太坊的技术圣经，将以太坊虚拟机（EVM）等重要技术规格化。离开以太坊团队之后，Gavin 博士用 Rust 语言编写了 Parity 钱包，也是第一个用 Rust 语言编写以太坊客户端的人。另外他还是 GridSingularity，Blockchain Capital，Polychain Capital 和 Melonport 等项目的顾问。

### 4、项目融资情况

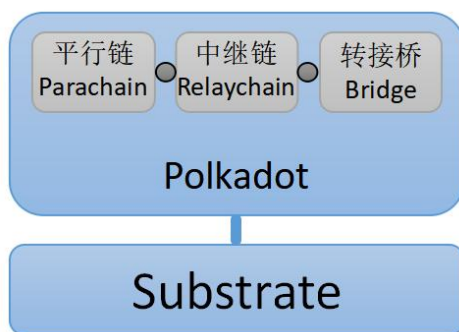
在 2017 年 10 月，Web 3.0 基金会筹集了相当于 1.45 亿美元的 ETH，出售了 DOT 代币总量的 50% (500 万 DOT)。此次募资分为两部分，一部分是私募，筹集了 8000 多万美元；另一部分是公募，筹集了剩余部分资金。在此次融资过程中，Web 3.0 基金会使用了 PICOPS 系统对投资者进行了较为严格的 KYC 认证，并且排除了中国和美国的投资者。DOT 代币将被锁定两年，预计于 2019 年第三季度才能上市交易。

剩余的 50% 的 DOT 代币中，其中 20% 的 DOT，即 200 万个 DOT 由 Web 3.0 基金会保留，用于未来的融资。而剩余的 30% DOT，即 300 万个 DOT 用于支持 Polkadot 的开发工作及其他基金会活动。

然而，2017 年 11 月 6 日，Parity 的多重签名钱包中出现了一个漏洞，而在这个钱包中储存了 50 万个 ETH，包括了在 Polkadot 首次 ICO 所筹集到的价值 9800 万美元的 ETH。这些资金目前处于冻结状态，并且无法解冻，但 Parity 团队表示，这部分资金的损失并不会影响 Polkadot 项目的开发。

## 二、Polkadot 项目架构

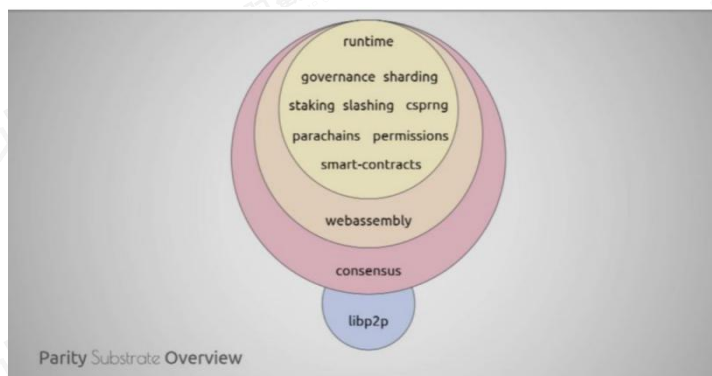
Polkadot 网络建立在 Substrate 协议上：



（图二：Polkadot 网络框架）

### 1、Substrate 协议

Substrate 使用 Rust 语言编写，是一个用于构建区块链的技术堆栈，类似于 Express 或其他 Web 应用程序的框架，只不过是用来构建分布式和去中心化系统的框架。Substrate 的技术堆栈中，最底层的是点对点通信技术（Polkadot 采用了 IPFS 的 libp2p），其上是共识机制，共识机制通过 Webassembly 解释器与区块链状态机相连。



（图三：Substrate 技术栈）

Substrate 解决了联网、共识和安全等问题，使用 Substrate 协议搭建区块链非常的方便和快捷，开发者不需要从头实现网络和共识的代码，只需要专注在区块链应用本身。

更夸张的说，Substrate 协议可以帮助开发者在没有专业知识的背景下创建一条区块链。基于 Substrate 协议可以快速开发出一条新的区块链，也可以在 Polkadot 的中继链上搭建平行链。早前在柏林举行的 Web3 峰会上，Gavin Wood 利用 Substrate 协议在 15 分钟内就搭建了一条可行的区块链。

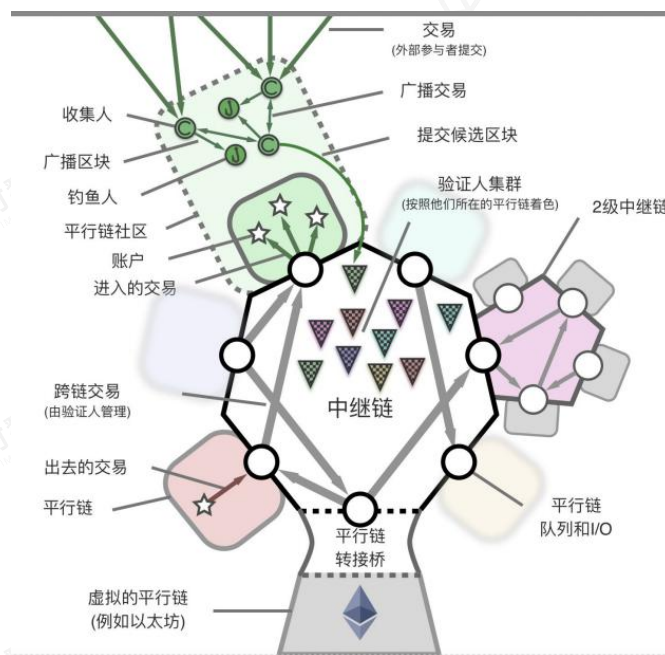
除此以外，Substrate 协议还可以显著提高 Polkadot 状态机内的执行速度。虽然 Substrate 协议使用 Rust 语言编写，但是构成状态机的核心功能用的是 Webassembly（Wasm）语言。当核心功能执行时，允许两种可能，要么使用已编译的 Rust 语言本地运行，要么通过 Wasm 解释器运



行。Rust 允许快速(本机速度)代码执行，而 Wasm 提供了改进的灵活性，但每秒的执行次数更少。如果 Polkadot 节点是代码的最新版本(版本号存储在区块链上)，它将在 Rust 中本机运行代码；但是，如果一个节点有一个较旧的版本(与链上显示的版本相比)，那么它将使用 Wasm 解释器来执行代码<sup>2</sup>。虽然 Wasm 解释器的速度要低于 Rust，但是基于 Wasm 的链仍然要快于 EVM 链。因此定制状态机和本机代码执行转换(最坏情况下是 Wasm)的组合将显著提高执行速度。

## 2、网络组成

Polkadot 的生态中包含了中继链、平行链、转接桥以及收集人(collator)、验证人(validator)、提名人(nominator)和钓鱼人(fisherman)几种角色。



(图四：Polkadot 网络组成)

如上图所示，中间六边形代表的是中继链，中继链中间的三角形就是验证人，不同颜色的三角形对应的是验证不同平行链区块的验证人。附着在六边形上的四边形代表的是平行链，多条平行链之间通过中继链的连接而互通。四边形中的绿色圆圈就是收集人，负责收集平行链的交易。五边形代表的是二级中继链，二级中继链再继续连接平行链，实现了区块链的可扩展性。

### 2.1 中继链、平行链和转接桥

#### 2.1.1 中继链 (Relay-Chain)

中继技术是通过在两个链中加入一个数据结构,使得两个链可以通过该数据结构进行数据交互,并通过在一个链上调用数据结构的 API,实现监听并验证另一个链上的交易。中继是链与链

<sup>2</sup> 《How Polkadot tackles the biggest problems facing blockchain innovators》

之间的通道，如果通道本身就是区块链，那就形成了中继链。中继链是 Polkadot 网络中的主链，用于协调链之间的去信任交易和共识的传递，在其上可以存在大量的可验证的、全局依赖的动态数据结构，这些数据架构就是平行链或者侧链。中继链用于连接不同的平行链，信息和数据因此可以在不同的平行链之间传递。而在中继链之外，还可以搭建二级中继链。二级中继链可以配套连接多条平行链，从而实现了一条中继链可以连接上百条平行链，解决了区块链的互操作性和可扩展性问题。

### 2.1.2 平行链 (Parachain)

在 Polkadot 网络中，现有的区块链就是平行链，是简单、易扩展的区块链。平行链的本质是共享共识机制，即主链的全网安全。

平行链与主链是既相互依赖又各自独立的关系：

(a) 平行链和主链是相互依赖的。一条主链连接着多条平行链，平行链将共识让渡给主链，形成一个“安全池”，因此平行链使用主链的安全共识，其安全性由主链提供。在这个基础上，不同的平行链可以同时处理交易，大大提升了效率，缓解了区块链的拥堵问题。另外平行链的指令和结果都写在主链上，所有平行链的原始交易数据、交易结果的状态哈希值都最终保存在主链上。因此平行链依赖于主链；

(b) 而平行链独立于主链则体现在，每一条平行链都是一个独立的生态系统，可以拥有自己的超级节点和状态机，可以编写多种智能合约，由自己的节点来验证、校对链上的交易，而不影响主链。平行链之间通过中继链进行连接互通。一条平行链可以发送任意信息给另一条平行链，这些消息可以调用智能合约的函数，实现平行链状态机的任意功能。

### 2.1.3 转接桥

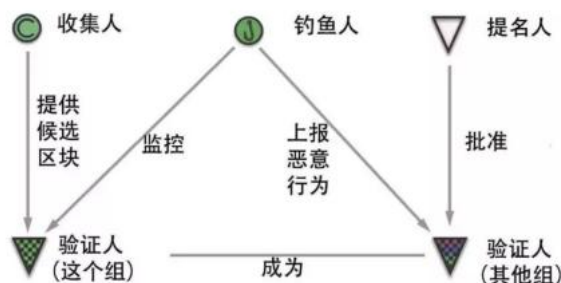
对于像比特币、以太坊这样自身具备了共识机制的网络，需要通过转接桥与中继链相连，从而将数据或信息传递到其他的平行链上。现有的区块链可以通过转接桥与 Polkadot 网络相连。

以以太坊为例，以太坊通过内向合约和外向合约，实现与中继链的连接。为了将数据从以太坊传输到平行链上，部分验证人要么需要运行以太坊主网上的完全节点并监听具体合约的日志，要么需要具备一种从绑定的第三方完全节点接收交易证明的机制。在后一种情况下，验证人无需运行整个区块链，但是将依赖梅克尔证明 (Merkle proof) 实现对交易的验证。为了保证交易的合法性，验证人在广播中继链上的交易前需要等待最少数量的区块确认；为了将信息从平行链上发送到以太坊，可以赋予某些验证人将他们的 DOT 抵押到转出交易中的权利。一份知晓授权验证

者名单的内向合约，在收集到规定数量验证者签名后即可创建交易<sup>3</sup>。

## 2.2 四种角色

在 Polkadot 网络中，存在四种角色，即收集人（collator）、验证人（validator）、提名人（nominator）和钓鱼人（fisherman）。其中收集人从属于平行链，验证人从属于中继链。



（图五：四种角色之间的关系）

### 2.2.1 收集人（Collator）

每一条平行链都配有一个收集人。收集人的功能和职责相当于使用 POW 共识机制的区块链中的“矿工”，负责帮助验证人制造有效的平行链区块，他们会运行一个特定平行链的全节点，这也意味着所有的账本数据（区块数据）由收集人负责保存，可以打包新块并执行交易。收集人首先必须维持中继链和平行链的状态，然后对从中继链进出平行链的交易队列进行管理。

收集人收集平行链交易，为中继链提供自己的块头和跨链交易相关的证明数据，这部分数据被称为平行链的候选区块，由中继链的验证人随机挑选，当候选区块被验证人选中，收集人就可以获取交易手续费作为工作激励。

在一个聚集多个收集人的竞争性市场中，收集人可以通过和验证人共享他们所能获得的手续费，来激励验证人选择他们的区块。

### 2.2.2 验证人（Validator）

在 Polkadot 网络中，验证人拥有最高权限。验证人可以随机选择来自收集人的平行链候选区块，在对区块信息进行验证之后，再将候选区块发送给中继链。当验证人确认一个平行链区块以后，他们需要验证中继链自身的区块，验证中继链区块的方式包括将交易数据从始发平行链的输入队列传送到目的平行链的输出队列、处理中继链的交易、打包中继链的区块、更新各平行链的状态等。

验证人需要向网络质押 Polkadot Token——DOT 来使自己被选中成为验证人。这些抵押的

<sup>3</sup> 《科普 | 简述 Polkadot 和区块链互联网》



DOT 会成为验证人的作恶成本，如果验证人只是偶然的犯错，他们的工作奖励会被扣留，但若是多次重复作恶，则会丧失押金。

作恶行为包括：怠于为平行链区块提供合法性验证、合谋提供一个非法区块、不去处理出口队列中被投票为已生效的消息、不参与共识、双向签名（double-signing）等可证明的恶意行为，验证人会丧失全部的押金（烧毁一小部分，大部分奖励给信息提供方和诚实的验证人）<sup>4</sup>。相反的，那些维护网络正常运行的验证人则能获得奖励。

### 2.2.3 提名人（nominator）

提名人和验证人的利益是绑定在一起的。提名人无法直接参与交易的验证过程，所以他们贡献出自己的 DOT 来选择和提名中继链验证人并将押金委托给验证人。提名者根据他们对验证者贡献的 DOT 所占的比例获得验证者的奖励或者扣减（如果验证人作恶的话），因此验证人的作恶成本来自于提名人，所以提名人会倾向于提名可能获得最多奖励并且最小可能作恶的验证者。Polkadot 团队相信，提名人机制将会为高质量的验证者和提名人引导产生一个具有竞争性的，但是也更为诚实可靠的市场。

### 2.2.4 钓鱼人（fisherman）

钓鱼人并不参与交易验证和区块打包的过程，而是作为一个监督者监控 Polkadot 网络并且指控作恶的中继链验证者，并且获得奖励。但是为了预防因为私钥泄露给钓鱼人而导致他们获得过度的奖励，每个钓鱼人举报一次验证人的恶意行为所能获得的基础奖励都是最小单位的，随着其他钓鱼人举报更多的恶意行为而逐渐增加<sup>5</sup>。

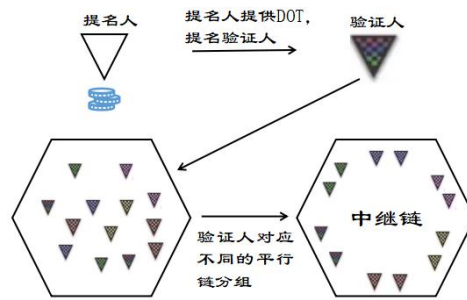
钓鱼人的存在，可以减少作恶行为的发生。与验证者相比，钓鱼人抵押的 DOT 更少，用于预防浪费验证人计算时间和计算资源的女巫攻击，但是基于他们在网络中所作的安保工作，他们将获得比验证者更多的奖励。

## 2.3 具体的跨链交易流程：

（1）中继链提名人贡献出 DOT，选举验证人，对应不同的平行链对验证人进行分组，验证人游走在不同的平行链之间，只运行中继链的全节点：

<sup>4</sup> 《Polkadot（波卡链）：畅想一种异构的多链架构》

<sup>5</sup> 《Polkadot（波卡链）：畅想一种异构的多链架构》



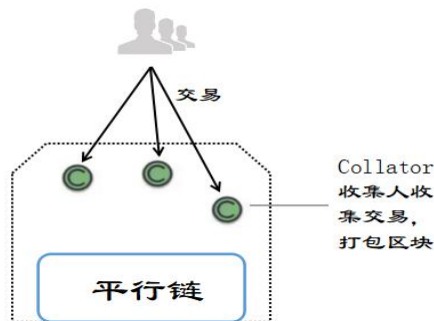
(图六: 验证人产生、分组)

(2) 用户签名并广播交易, 交易广播进入到平行链社区中:



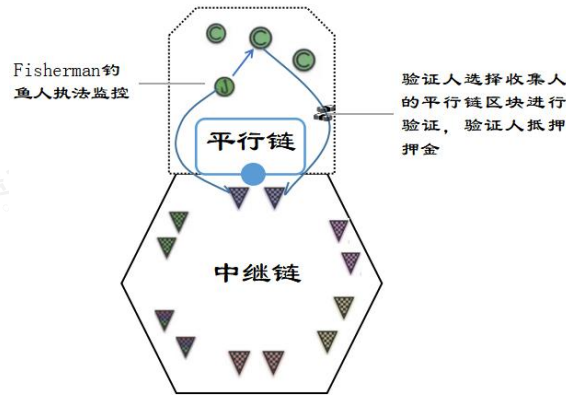
(图七: 外部交易进入平行链社区)

(3) 平行链收集人收集用户交易, 对交易进行有效性验证, 附上执行这些交易要依赖的证明数据, 然后打包为多个候选块:



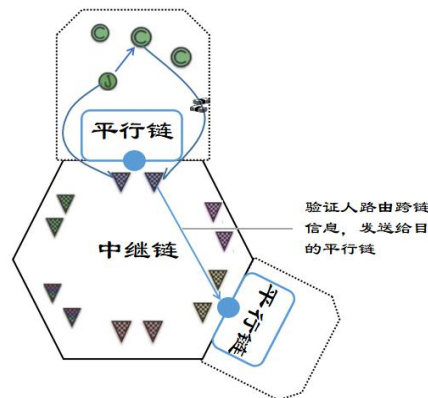
(图八: 收集人收集交易, 打包区块)

(4) 收集人将区块和状态过渡证明提交给验证人, 验证人小组挑选平行链候选块 (只包含有效交易的区块) 进行验证, 并支付一定的押金。所有验证人小组完成验证后, 平行链完成出块, 广播该区块到中继链上:



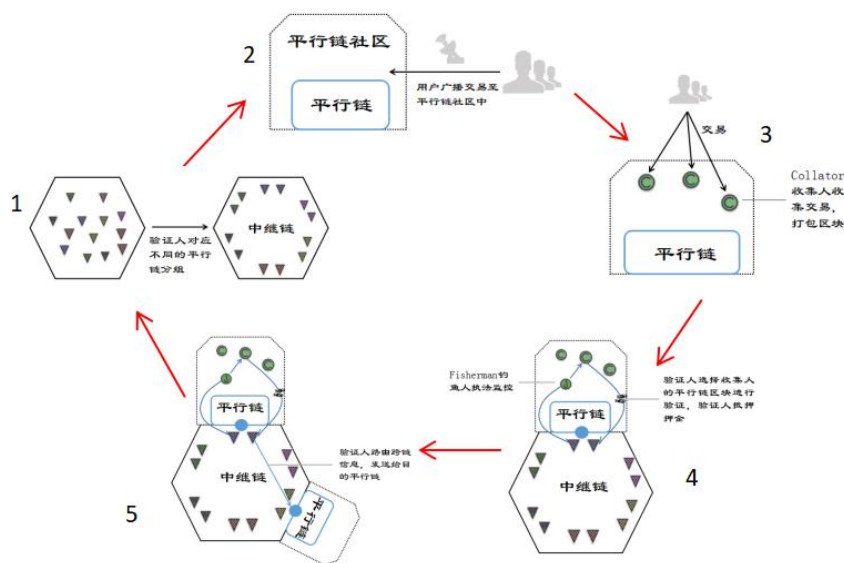
(图九：验证人验证平行链区块)

(5) 当全体平行链的区块都确定后，全体验证人路由跨链消息，发送到相应的目的区块链，然后共识中继链区块：



(图十：验证人路由信息)

(6) 验证人被打散重新分组再分配到各个平行链，以此循环：



(图十一：跨链交易完整流程)



### 三、系统设计核心模块

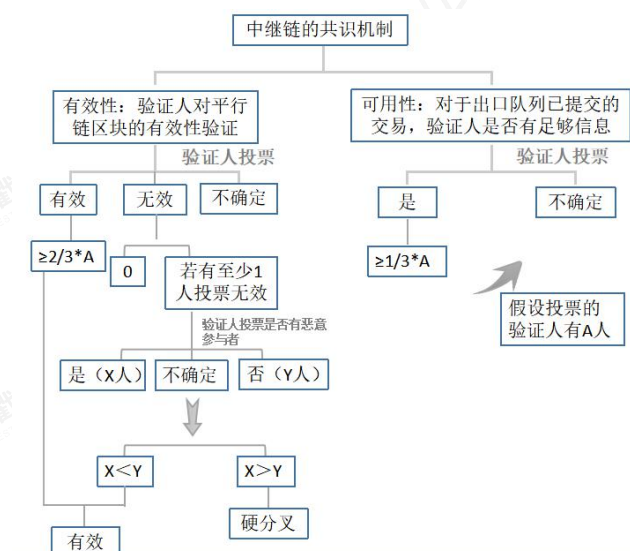
#### 1、共识机制

根据 Polkadot 白皮书中的描述，中继链中采用异步的拜占庭容错机制（BFT）达成对有效区块的共识，受到 Tendermint 和 HoneyBadgerBFT 两种共识算法的启发。

HoneyBadgerBFT 是针对异步网络设计的共识算法，分为三个步骤：a 随机选择交易；b 通过 ACS 协议实现加密后的交易的共识，获取交易列表；c 解密加密交易。HoneyBadgerBFT 算法的核心是 RBC 广播协议，主要思想是，网络节点可以同时广播交易，通过 BA 算法形成一致的交易列表<sup>6</sup>。

Tendermint 是 POS+BFT 的共识引擎框架，通过编写该框架的应用，可以方便快捷地实现基于 Tendermint 共识引擎的区块链。Tendermint 包含两个组件，即区块链共识引擎和应用区块链接口（Application BlockChain Interface，简称为 ABCI）。因为基于 BFT 算法的共识，Tendermint 可以在不超过 1/3 的错误节点的情况下，保证区块的一致性<sup>7</sup>。

在中继链上，验证人对平行链区块的有效性和可用性进行投票，必须保证对于可用性至少有三分之一的验证人投票为“是”，而对于有效性的投票有至少三分之二以上的验证人认为有效以及没有人认为无效，若有至少 1 个验证人投票为无效，那么所有验证人要参与投票是否存在恶意参与者，如果认为“是”的票数多于“否”的票数，那么平行链就会产生硬分叉。只有足够的验证人签名票数才能达成一致，中继链才能完成打包区块并开始封装下一个区块。



<sup>6</sup> 《区块链 - HoneybadgerBFT 共识算法框架》

<sup>7</sup> 《区块链 - Tendermint 共识算法框架》

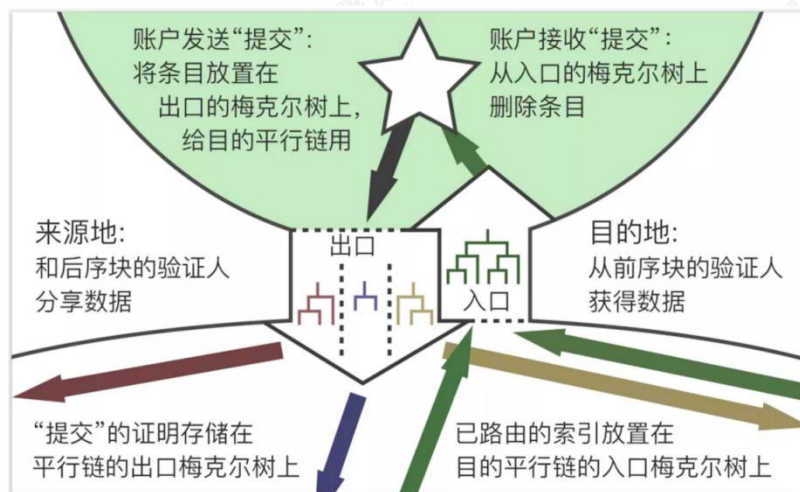
（图十二：中继链的共识机制）

但是由于 Polkadot 是一个完全公有、开放、去中心化的网络，为了激励验证人参与并且守法，还使用了 POS 为基础的共识算法。POS 共识机制利用了网络原生的 DOT 代币，DOT 的持有者扮演验证者的角色，并参与到共识机制中。DOT 代币还给持有者提供一种投票的权益，以添加新的平行链及移除或者修改已经存在的平行链，同时参与到协议的治理决策过程中去。

## 2、代币机制：验证人抵押代币，增加作恶成本

系统中的代币会按照一定的比例进行增发和膨胀。每个想成为验证人的候选人都需要抵押一定数量的代币作为他的作恶成本，而这些代币又实际上为提名人所有。增发出来的代币以及验证打包交易的交易手续费则会奖励给验证人。验证人离职后，他们的押金要再冻结一段比较长的时间，防止他们在离职后作恶，否则验证人将会部分或全部丧失押金。

## 3、链间通信：Merkle 树的队列机制



（图十三：链间通信）

链间通信解决的是平行链之间的消息互通问题，这也是 Polkadot 网络的关键部分。不同的平行链之间，通过梅克尔树（Merkle tree）传递，来保证数据真实，中继链只是把交易从来源平行链的出口队列转移到目的平行链的入口队列。

具体来说，中继链区块中包含所有平行链区块的块头和类似 SPV 的树形证明数据，包含跨链交易执行所需的必要数据。

当一条平行链向另一条平行链发起交易时，每条链都有一个入口队列和出口队列，想外发的交易填进出口队列，等待被中继链路由；接收到的其他链的消息会被填入自己的入口队列，然后自己去执行。

为了防止一条平行链向另一条平行链发送垃圾交易，在前一个区块结束后，发送给目的平行链的入队列不能过大，如果过大，则会造成目的平行链饱和并停滞，所以如果再继续往停滞的目的平行链上发送交易就会失败。

#### 四、Polkadot 代币——DOT 的功能

DOT Token 是 Polkadot 网络的原生代币。DOT 的直接功能有三种，即治理 (governance)、运营 (Operation) 和支付 (Bonding & Payment)：

(1) 治理 (governance)：DOT 持有者对于网络享有完全的控制权，正如其他的平台给予矿工特权，中继链的参与者，也就是 DOT 的持有者也同样拥有特权，例如管理协议的更新与修复等异常事件。

(2) 运营 (Operation)：DOT 提高了验证者的作恶成本，当验证者履行了自己的义务则会获得奖励，当验证者作恶则会失去抵押的 DOT，而验证者抵押的 DOT 来自于提名人，那么自然而然提名人会选择诚实可靠的候选人作为验证者。这一机制最大程度的确保了网络的安全。

(3) 绑定和支付 (Bonding & Payment)：新的平行链通过绑定 DOT 而被加入到中继链中，而旧的或者没有用处的平行链通过与 DOT 解绑而被移除。这也是 POS 共识机制的一种模式。

初始的 DOT 代币数量为 1000 万枚，但是这个数量并不是确定以及固定的，而是会采用一个通胀模型为 POS 机制提供回报，也就是上文所说，系统会将增发的代币奖励给履行了义务的验证人。

#### 五、风险及缺陷

##### 1、技术风险

2017 年 11 月，Parity 多重签名钱包出现 bug，导致将近 1.5 亿美元的以太坊被冻结，损失达到上亿美元。自 2017 年 7 月 20 日之后使用 Parity 的“多重签名 (multi-signature)”功能的 Parity 钱包都将受到这个漏洞的影响。然而这并不是 parity 钱包第一次出现漏洞，此前就已经出现过问题，当时 Parity 钱包遭受攻击，价值 3000 万美元的 ETH 被盗。因此，在 Polkadot 项目开发过程中可能会存在一定的技术风险。

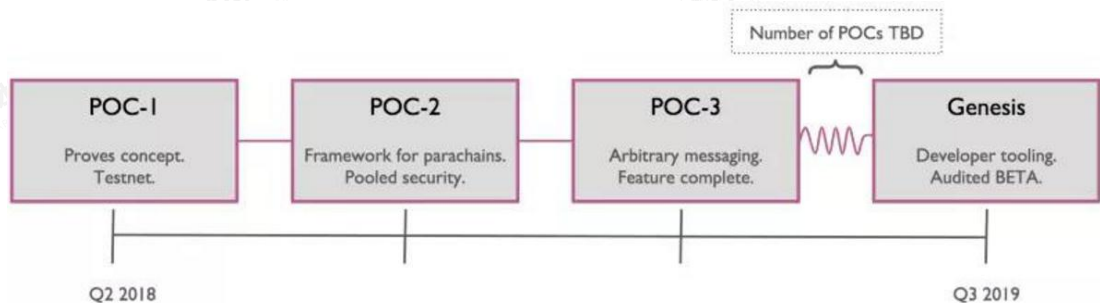
##### 2、投资风险

由于 Polkadot 初次 ICO 出售的 DOT Token 将被锁定两年之久，对于发展非常迅速的区块链



行业及代币交易市场来说，投资者可能会面临一定的风险。

## 六、开发进度



(图十四：项目规划)

Polkadot 团队已经发布了 POC-1 和 POC-2 测试网络。POC-1 包含了一个中继链测试网、一个友好的用户界面和权益验证器，而 POC-2 提供了一些较为核心的功能，包括平行链、权益分红和惩罚和 Libp2p 的实现等等。随着 POC-2 的发布，第一个平行链现在可以连接到中继链，它们具有基本的平行链状态转换和校验函数，以及基本的平行链共识机制。<sup>8</sup> POC-3 测试网络预计将于 2018 年第三季度发布，计划实现平行链之间的异步通信。另外，Substrate 1.0 beta 版本也将在 2018 年 11 月发布。

Polkadot 主网目前正在积极开发中，预计创世区块将于 2019 年第 3 季度启动。

### 结语：

当前的区块链生态中，不同种类的公链、私链、联盟链蓬勃发展，但却各自独立。我们相信，未来区块链行业想要实现大规模的应用落地，就像今天的互联网一样深入到社会发展的各个层面，必然绕不开价值传递和跨链交互这个问题。Polkadot 团队看到了未来的趋势和当前存在的问题和阻碍，将底层链的交互作为突破点，对于推动区块链生态的构建有着不可估量的重要作用。因为任何去中心化的应用都是建立在底层链的基础上，倘若底层链的交互得以实现，不同应用之间的交互则是水到渠成的事情。虽然 Polkadot 面临着不少的竞争对手，但是无论是在团队的技术背景、开发经验，还是项目的应用前景上，都有着自身的优势，值得期待。

<sup>8</sup> 《Polkadot PoC-2 来了：平行链、运行时升级和 Libp2p 网络》

参考文献:

- [1] Gavin Wood, Polkadot (波卡链): 白皮书-畅想一种异构的多链架构, 岳利鹏译
- [2] 科普 | 简述 Polkadot 和区块链互联网, <https://jiasuhui.com/article/23114>
- [3] 重提 Web 3.0 (二): Polkadot 简介, <https://biweilai.com/posts/4746>
- [4] Polkadot 项目详解: 终极大杀器-跨链技术,  
<http://rhd361.com/special/news?id=e09d40465cd74ec594c082c22b1fff39>
- [5] Polkadot 可扩展区块链网络介绍, <https://zhuanlan.zhihu.com/p/46544006>
- [6] Polkadot 的 Substrate 基础链简介,  
<https://www.chainnews.com/articles/602283281535.htm>
- [7] 关于 Gavin Wood 和 Polkadot,  
<http://xinsheng.huawei.com/cn/index.php?app=group&mod=Bbs&act=detail&tid=3837183>
- [8] Polkadot 产品负责人 Joshua Oakley: Polkadot 想用跨链交互技术提高区块链性能,  
<https://36kr.com/p/5152287.html>
- [9] Polkadot 白皮书阅读笔记, <https://www.kg.com/h5Article/468823899988168704>
- [10] 深度剖析 Polkadot 的 Substrate 基础链
- [11] 引介 | Polkadot 区块链创新者的利器,  
<https://ethfans.org/posts/how-polkadot-tackles-the-biggest-problems-facing-blockchain-innovators>
- [12] 区块链互操作性 Part-2: Polkadot,  
<https://ethfans.org/posts/blockchain-interoperability-cosmos-vs-polkadot-part-2>
- [13] Polkadot 类似于区块链世界的中国电信,  
<http://chainx.org/news/index/detail/id/4.html>
- [14] Web3.0 重新来临-第二篇: Polkadot 的是与否,  
<http://chainx.org/news/index/detail/id/11.html>
- [15] 跨链与波卡 Polkadot 随谈, <https://cloud.tencent.com/developer/news/290308>
- [16] 简述 Polkadot 和区块链互联网, <https://pcedu.pconline.com.cn/1153/11534909.html>
- [17] 前十大 ICO 项目分析——第二期: PolkaDot 和 The DAO
- [18] Polkadot PoC-2 来了: 平行链、运行时升级和 Libp2p 网络,  
<https://bbs.chainx.org/topic/5b85065ab6f0193f2df2a6bb>
- [19] Star Li, 区块链 - HoneyBadgerBFT 共识算法框架

[20] Star Li, 区块链 - Tendermint 共识算法框架

[21] Paul Kohlhaas, An Introduction to Polkadot and Parachains,

<https://keepingstock.net/a-dummies-guide-to-polkadot-and-parachains-93708bd90775>

[22] Robert Habermeier, Polkadot: The Parachain,

<https://medium.com/polkadot-network/polkadot-the-parachain-3808040a769a>

[23] Bityuan, What is Parachain,

[https://www.reddit.com/user/Bityuan/comments/8ty6id/what\\_is\\_parachain/](https://www.reddit.com/user/Bityuan/comments/8ty6id/what_is_parachain/)

[24] Jack Fransham, What is Substrate, <https://www.parity.io/what-is-substrate/>

[25] Polkadot, How Polkadot tackles the biggest problems facing blockchain innovators,

<https://medium.com/polkadot-network/how-polkadot-tackles-the-biggest-problems-facing-blockchain-innovators-1affc1309b0f>