



Polar Chain 技术白皮书

一种基于区块链技术的超级边缘云

版本： Beta 2.0

日期： 2019.8.16

· 摘 要

随着 5G、物联网、无人驾驶、AR/VR、车联网、AI 等众多新兴业务应用的快速涌现，对网络的传输容量、数据分发处理能力提出了越来越高的要求，同时，5G 应用服务的进一步发展使网络流量呈现出爆炸式的增长态势。根据 Cisco 最新发布的预测报告，到 2021 年全球 IP 流量将达到 3.3ZB，IP 视频流量将占消费者互联网的 82%；此外，移动数据流量将在 2016 年至 2021 年间增长 7 倍，到 2021 年流量将达到每月 48.3EB，其中视频流量将占移动数据流量的 75%。传统的中心化云计算技术已经无法满足终端侧“大连接，低时延，大带宽”的需求。随着边缘计算技术的出现，云计算将必然发展到下一个技术阶段，将云计算的能力拓展至距离终端最近的边缘侧，并通过云边端的统一管控实现计算服务的下沉，供端到端的云服务，由此产生了“边缘云计算”。边缘计算的去中心化特征对传统的中心化云计算服务提出了新的挑战，除了需要巨额投资在边缘侧部署新的硬件和软件外，还包括接入边缘计算贡献者的身份认证、计费、贡献度测算等各方面新问题。

Polar Chain 基于区块链技术在那的分布式账本、多方互信、分布式存储、工作量证明和共识算法等特性，结合通证经济学对生产关系的改造。设计了基于 Polar 的分布式数据处理 IaaS 平台。而个人或者 IDC 机房都可以作为节点加入这个分布式数据处理平台从而对边缘计算提供算力、存储和带宽贡献。Polar OS 将是针对边缘计算的完整解决方案，而 Polar Token 作为计量节点对边缘计算分发贡献的计量单位，以 Proof of Useful Work 为基准进行工作量证明和激励，从而激发存量资源加入边缘计算的供应侧，以分散式节点满足边缘计算对于分布式计算的需求。

Polar Chain 的目标是利用区块链技术做一个更高效、更稳定、更为科学合理的边缘计算平台。遵从区块链“人人平等”的原旨，实现贡献有效资源证明，即 Proof of Useful Work (PoUW)。Polar Chain 收集带宽、计算、存储等闲散资源，使每个人都成为边缘计算节点，每个边缘节点均可处理、执行就近业务并获得收益。我们依靠无数的边缘节点组成一个去中心化对等边缘网络，最终成为超级边缘云—Polar Chain。Polar Chain 致力于在去中心化对等边缘平台内构建完整生态系统，重构现有互联网模式，实现价值流通和提升，Polar Chain 通过将边缘计算操作系统和基于区块链的分布式硬件节点融合，致力于完成 Web3.0 “最后一公里”。

目 录

• 摘 要.....	II
1 边缘计算的发展.....	1
1.1 边缘计算概念和优势.....	1
1.1.1 边缘计算的概念.....	1
1.1.2 边缘计算为 5G 的重要属性	2
1.2 边缘计算的需求对传统中心化云的挑战.....	4
2 区块链与边缘计算.....	6
2.1 区块链的技术演进.....	6
2.1.1 区块链定义.....	6
2.1.2 区块链核心技术.....	7
2.2 区块链如何调整生产关系.....	8
2.2.1 分布式账本.....	9
2.2.2 交易系统（分布式市场）	9
2.2.3 通证体系.....	10
2.2.4 智能合约（社区治理）	10
2.3 区块链改变边缘计算.....	11
2.3.1 技术层面.....	11
2.3.2 商业层面.....	11
3 Polar Chain 基于区块链技术的边缘云平台	13
3.1 方案优势.....	13
3.2 Polar Chain 边缘计算云的整体框架	13
3.3 边缘计算操作系统 Polar OS	14
3.3.1 Polar OS 底层协议 libp2p.....	15
3.3.2 Polar OS 虚拟化技术	16
3.3.3 Polar OS 数据真实性、完整性证明	16
3.3.4 Polar OS 有效工作量共识	17
3.3.5 Polar OTA 技术	19
3.4 边缘节点.....	19
4 边缘计算管理层--Polar Chain 的业务场景	21
4.1 视频加速.....	21
4.2 物联网.....	21
4.3 CDN.....	22

5 Polar Token 通证经济学	23
5.1 Polar Token 的发行	23
5.2 Polar Token 释放规则	24
5.3 Polar Token 使用场景	25
5.4 Polar Token 经济价值	26
5.5 Polar Token 在节点计划中的应用场景	27
5.5.1 Polar Token 的信用质押	27
5.5.2 Polar 节点的退出方式	28
5.6 区块链在 Polar Chain 利益分配中的作用.....	28
6 核心团队.....	30
7 路线图.....	31
8 风险与免责声明.....	32
9 相关术语表.....	33
参考文献.....	34

1 边缘计算的发展

1.1 边缘计算概念和优势

1.1.1 边缘计算的概念

边缘计算平台是指在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，充分利用整个路径上各种设备的处理能力，就地存储处理隐私和冗余数据，降低网络带宽占用，提高系统实时性和可用性，满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私等方面的关键需求。通俗来说，边缘计算就是将云端的计算存储能力下沉到网络边缘，用分布式(去中心化)的计算与存储在本地直接处理或解决特定的业务需求，用以满足不断出现的新业态对于网络高带宽、低延迟的硬性要求。

相比传统云计算，边缘计算主要具有以下优势：

(1)降低时延，扩展带宽:边缘计算利用本地部署的优势，在边缘网络进行数据的处理和储存，分散化布局对网络带宽的要求更低，加之距离用户终端较近，因此时延得到有效缩短；

(2)位置感知，用户识别:当终端接入无线网络时，本地计算节点可以确定设备的地理位置，识别用户的网络需求，提供基于位置和分析；

(3)本地化:在本地进行部署的边缘计算平台相对独立，可以更加轻松地利用本地资源，发展本地服务和应用；

(4)支持设备异构性:边缘计算平台提供新的入口，支持多样化的异构软件设备；

(5)提高资源利用率:很多智能终端在非工作状态下处于闲置状态，边缘计算可以在无线网络中对其加以利用，实现物理资源共享。

边缘计算、传统云计算部署架构对比

	传统云计算	边缘计算
服务器分布	集中式	分布式
服务器节点数	少	多
服务器节点位置	网络中心	网络边缘
终端与服务器距离	单跳	多跳
最终端连接类型	有线	无线
硬件	服务器	异构服务器

边缘计算保持云计算基本架构，与传统云计算将形成互补协同关系。边缘计算在传统云计算的“核心-终端”架构中插入边缘层，当新一代的网络架构建设完成后，边缘计算和传统云计算将协同发挥各自优势。传统云计算将处于网络核心，聚焦非实时、长周期的数据分析，发挥在周期性维护、业务决策支持等领域的优势；边缘计算则将负责处理短周期的基层数据信息，一方面支撑本地业务的实时智能化处理和运营，另一方面成为云端所需的高价值数据的采集单元。

边缘计算、传统云计算主要性能对比

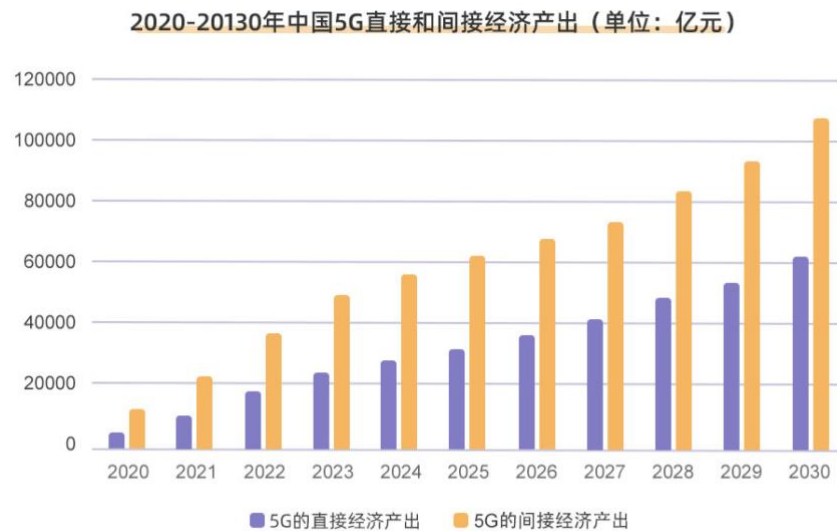
性能	传统云计算	边缘计算/雾计算
时延	高	低
延迟抖动	高	低
移动性支持	不支持	支持
实时交互	支持（慢）	支持（快）
地理信息感知	不可感知	可感知
安全性	数据路由被攻击可能性高	数据路由被攻击可能性低
可扩展性	依赖较远的服务器，可扩展性不高	无可扩展性问题

1.1.2 边缘计算为 5G 的重要属性

随着 4G 及光纤通信等的普及，人们已经习惯通过各种应用获取丰富信息。随着物联网的快速发展，不只是人与人、人与物的互联，物与物之间也将逐步互联，未来的信息社会注定是更加多样化的。随着移动通信技术的不断演进，第五代移动通信技术（5th-Generation, 5G）对移动网络提出了超

高带宽、超低延时和超大连接的要求，从网络架构的角度对移动网络进行深度的变革正成为一种迫切的需求，而随着在移动网络边缘部署网络，存储即资源的思想成为业内普遍共识。

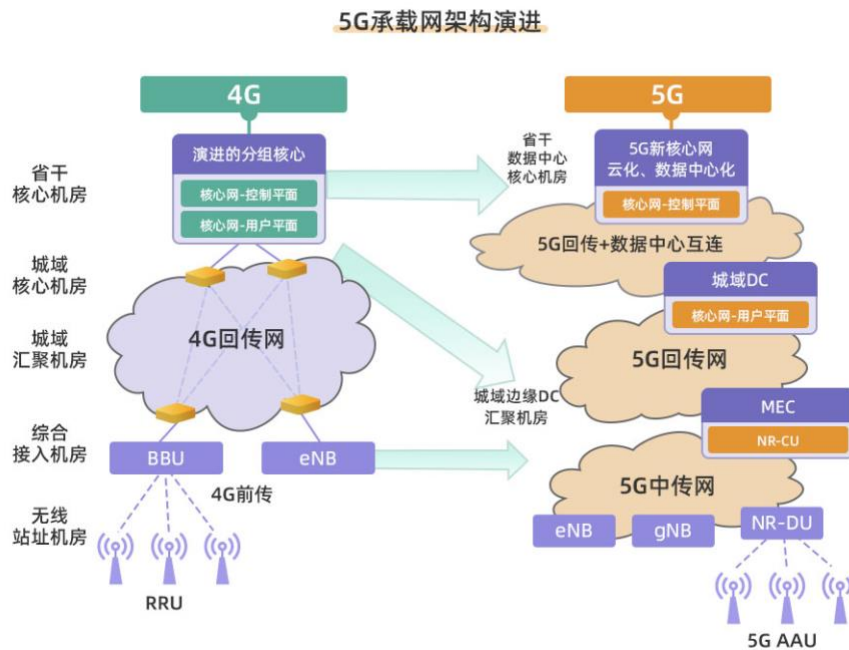
根据中国信通院《5G 经济社会影响白皮书》预测，2030 年 5G 带动的直接产出和间接产出将分别达到 6.3 万亿和 10.6 万亿元。在直接产出方面，按照 2020 年 5G 正式商用算起，预计当年将带动约 4840 亿元的直接产出，2025 年、2030 年将分别增长到 3.3 万亿、6.3 万亿元，十年间的年均复合增长率为 29%。在间接产出方面，2020 年、2025 年、2030 年，5G 将分别带动 1.2 万亿、6.3 万亿和 10.6 万亿元，年均复合增长率为 24%。



5G 在诞生之初便定义了三大应用场景：**eMBB**（增强移动宽带）、**mMTC**（海量机器类通信）和 **uRLLC**（超可靠低时延通信），相应的为满足高清视频、智慧城市、车联网等业务需求提供技术支持。但值得关注的是，每个业务场景都有其自身所面临的一些挑战。例如，**eMBB** 将对网络带宽产生数百 Gbps 的超高需求，从而对回传网络造成巨大传输压力，单方面投资扩容汇聚与城域网络将大幅提高单位媒体流传输成本，无法实现投资收益；**uRLLC** 需要端到端 1ms 级超低时延支撑，仅仅依赖无线与固网物理层与传输层技术进步，无法满足苛刻的时延需求；**mMTC** 将产生海量数据，导致运营管理的巨大挑战，仅仅由云端集中统一监控无法支撑如此复杂的物联系统。

边缘计算恰好可以为这些问题带来解决方案。首先，边缘计算设备将为新的和现有的边缘设备提供连接和保护；其次，尽管 5G 将为基于云的应用程序提供更好的连接性和更低的延迟，但仍然存在处理和存储数据的成本。

混合边缘计算/5G 解决方案将降低这些成本；最后，边缘计算可以让更多应用程序在边缘运行，例如分析，网络安全或合规性/监管应用程序，减短了由数据传输速度和带宽限制所带来的延时，并可对本地数据做初步分析，为云分担了一部分工作。



1.2 边缘计算的需求对传统中心化云的挑战

无论是传统的云计算还是 CDN 都是中心化的供应商通过自建服务器和带宽提供。而随着 5G 时代的到来，互联网从人联网进化到万物互联。从个人用户为主进化到企业和工业数据为主的时代。这是边缘计算提出的重要背景，在这种情况下，分布式的边缘计算和中心化的云计算互相补充。

而针对分布式的边缘计算，在面对大量终端节点的涌入，与传统中心化的解决方案相比，会面临以下挑战：

- 身份认证，百万级甚至千万级 IoT 终端集中上线、认证，用以往的中心化模式已经无法实现。
- 通用性，物联网种类繁多，每种物联网设备的数据类型都不同，如何做到通用数据一致性是一个我们面临的难题。
- 访问控制，传统的访问控制方案大多假设用户和功能实体在同一信任域中，并不适用于边缘计算中基于多信任域的授权基础架构。

- 数据隐私和安全保护是一个重要服务。如果物联网应用部署在家庭中，用户的大量隐私数据会被收集。例如我们可以通过读取电量和水量使用数据判断家中是否有人。因此如何在不涉及隐私的情况下提供服务也是一个问题。在网络边缘上，保护隐私和数据安全的有效工具太少。有些设备的资源有限，当前的一些安全防护方法无法部署在上面。而且网络边缘环境多变，因而易受攻击，不好防护。
- 安全问题，我们要提高对数据隐私和安全的意识。以 WIFI 网络为例，在 4.39 亿家庭网络连接中，49%的 WIFI 网络不安全，80%的家庭路由器使用默认密码。89%的公共 WIFI 热点不安全。所有的利益相关者包括服务提供者，系统和应用开发者以及终端用户都需要意识到用户隐私有可能会受到侵害。
- 贡献计量和激励分配，边缘计算设备对边缘计算贡献的计量和激励分配算法是否公平。由于边缘计算的分布式特点，如果需要吸引存量资源的加入。如何计量各自对于边缘计算虚拟化服务的有效贡献并分配激励，是边缘计算平台快速组网并形成服务能力的关键问题。

2 区块链与边缘计算

2.1 区块链的技术演进

2.1.1 区块链定义

2008 年一个匿名为中本聪的人在开源社区发布了比特币代码[1]，向全世界介绍了一种新的底层技术——区块链。而比特币可以被看作区块链技术的第一个杀手级应用，去中心化的基于点对点网络的电子支付匿名系统。

如果用一句话来介绍区块链的业务含义，就是通过共识机制、密码技术和分布式多账本形成多方共享的不可篡改的具有时间戳的信息链和交易链。区块链从诞生至今已经历了三代技术演变。

第一代区块链技术发展出了去中心化、不依赖第三方认证的防止多重支付的技术解决方案，大幅度降低了中间交易和支付费用。另外就是依赖密码技术解决了陌生参与方的信任问题。但是第一代技术，存在效率低下的问题。比如比特币的任何交易和支付需要至少 10 分钟才能初步完成（通过改进的其他系统可以缩短到 2-3 分钟），60 分钟才可以最终确认，无法满足很多业务要求的即时性问题。

第二代区块链技术开始考虑用人民代表大会的代议制度来形成系统共识。这个思路的变化首先是带来效率上的提高，就是交易支付的时间缩短到了 3-5 秒钟。

第三代区块链技术的核心用一句话概括，就是变“绝对去中心化”为“有效去中心化”。在第二代区块链技术版本上发展的第三代区块链技术，首先是对底层的区块链进行了改动，然后在这个层次上面建立了实名认证的用户体系。这个体系和区块链信息的关联，是属于非公开的保密信息，用来保护企业和个人的隐私。当然国家监管部门出于对金融安全、反洗钱和反恐金融的原因，可以按需查阅，并可以提供限制、封锁账号和监控的功能。最后，就是在用户体系上建立的类似于社交网络的关联逻辑，从而提供低成本的信用体系评估。

区块链本质上是一种由多方共同维护，使用密码学保证传输和访问安全，能够实现数据一致存储、无法篡改、无法抵赖的技术体系。典型的区块链是以块链结构实现数据存储的。

（1）去中心化，分布式存储，每个参与者都有备份，所有参与者都可以维护共同一份数据库；让所有人都有能力彼此监督维护数据库的行为。意

味着,在区块链网络中分布着众多的节点,节点与节点之间可以自由连接进行数据、资产、信息等的交换,而无需通过第三方中心机构。例如我们目前常规的转账需要通过银行这个中心机构,在区块链网络中,我们将能实现直接点对点的转账

(2) 不可篡改,区块链使用了密码学技术来保证区块链上的信息不被篡改,主要用到的是密码学中的哈希函数以及非对称加密

(3) 可以追溯,区块+链的形式保存了从第一个区块开始的所有历史数据,连接的形式是后一个区块拥有前一个区块的 **HASH** 值,区块链上任一条记录都可通过链式结构追溯本源。

因为上述三个原因,区块链被称为一种可信任的技术。从技术本质上讲,将共识机制、密码学原理和分布式数据存储等技术有机地融为一体,区块链是信息互联网迭代至价值互联网基础。

2.1.2 区块链核心技术

区块链技术中一共包含了六类核心关键技术分别为,共识机制、数据存储、网络协议、加密算法、隐私保护和智能合约。2016 年以来,产业界、学术界持续加大对区块链相关技术的研究力度,六类核心关键技术不断取得新的进展,尤其是数据存储结构、共识机制、智能合约,以及安全与隐私保护等技术发展活跃,同时跨链、分片等技术进展较快,已成为新的核心关键技术方向。

加密算法: 安全技术在区块链中起着基础性作用,能保证区块链的数据一致性,并确保参与者身份的安全性。区块链涉及的安全技术主要包括数字摘要算法、数字签名和加密算法。常用的数字签名算法包括 **RSA**、**ECDSA**、**SM2** 等

隐私保护技术: 区块链的数据组织采用了更为公开的分布式存储方式,在具体应用场景中隐私保护显得尤为重要。区块链系统中隐私保护的目标包含“身份的隐私性”和“数据的机密性”两个方面,前者主要是对区块链参与者身份的保护,后者主要是对记录内容、合约逻辑等数据的保护。隐私保护涉及的技术有环签名、同态加密、零知识证明和安全多方计算等。

跨链技术: 跨链泛指两个或多个不同区块链上资产和状态通过特定的可信机制互相转移、传递和交换的技术。随着区块链底层平台的多样化发展,区块链项目数量的快速增长,多链并行、多链互通逐渐成为未来发展趋势。跨链通信和数据交互日益重要,尤其是区块链网络间的数据传递以及智能合

约的可移植性等方面技术亟待发展。如何提升可扩展性和执行效率，保证跨区块链网络间的数据一致性以及数据不一致时的共识成为跨链技术的发展重点。

分片技术：分片技术本身是一种传统数据库技术，此前主要用于将大型数据库分成更小、更快、更容易管理的数据碎片。在区块链中，可将区块链网络分成很多更小的部分，即进行“分片”处理，每一个小网络只需要运行一个更小范围的共识协议，对交易或事务进行单独处理和验证，这样冗余计算量可大大减少，效率得到提升。

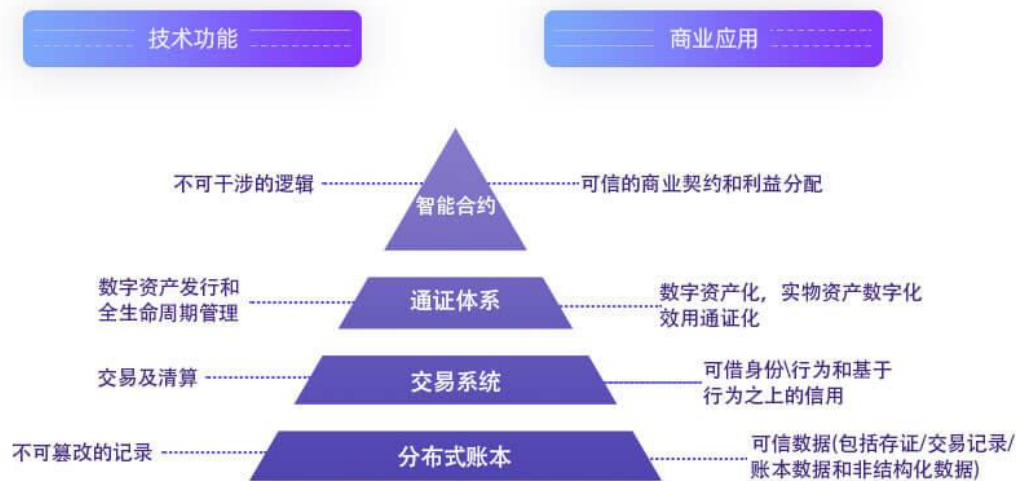
数据存储：数据存储是链外数据的存储，除了传统集中的数据中心存储、云存储以外，产生了新的互联网点对点文件系统。其中代表性的有融合 Git、自证明文件系统(SFS)、 BitTorrent 和 DHT 等技术的星际文件系统 (IPFS)，其提供全球统一的可寻址空间，可以用作区块链的底层协议，支持与区块链系统进行数据交互。

智能合约：安全性是智能合约的关键性问题，目前业内已开始探索利用形式化验证框架和方法解决智能合约安全和审计性问题。同时，智能合约编程语言逐渐从脚本型语言向通用型语言演变，大大丰富了智能合约的应用场景。此外，智能合约的执行逐渐从显式调用执行向由链上触发器(如预言机机制)自动触发执行的方向发展

近几年来，区块链技术正处于蓬勃发展和演变中，各种共识机制、侧链技术、 隐私保护、跨链技术等层出不穷，成熟度逐步提升。

2.2 区块链如何调整生产关系

以上的介绍侧重区块链的技术方面。实质上区块链自从推出后之所以被很多人称为信任的机器，是在于其改变多方合作和分润模式从而改变商业合作方式的可能。



因此在技术之外，如何理解区块链可以从四个层次来看。不同层次的理解是不同的。而同时，在了解每层的技术功能的同时，更重要的是了解这个技术和功能如何影响商业应用场景。

2.2.1 分布式账本

区块链的分布式账本从技术功能上保证了链上存储的信息的不可篡改性，从而形成商业上的可信数据。可信数据的范畴比“存证”更大，不但包括存证，还包括交易记录、账本数据和各种非结构化数据（结合分布式存储，如 IPFS）。

2.2.2 交易系统（分布式市场）

区块链的第二个重要特性是“交易即清算”，基于区块链的抽象模型账户—交易模型。更广泛定义的“交易”不仅限于电子货币交易，而是可以包括真实世界的一切行为，只要符合一方向另一方（或者多方）提供一种动作（服务、资产让渡、评价等）。而配合可信身份认证后，区块链实际形成了一个匿名同时又是可信的交易市场。这个市场中每个交易成员的身份是确认的但是是匿名的，但是他们的所有行为记录是可信的，而在此之上可以产生基于可信信用模型（基于智能合约或者代码公开）的可信信用评分。

这种不依赖中心化机构维护的交易市场内，一个新加入者在链上获取的所有潜在交易对手的信用信息和老成员是一致的。基于以下三部分：

- 可信交易支持了可信行为

- 可信行为支持了可信的信用体系
- 可信的信用体系使得陌生人之间的互动成为可能并且可追溯

2.2.3 通证体系

区块链上通证的发行在技术上可以支持任何一种数字资产的全生命周期管理。而在业务上，这层至少包括两个要点：

（1）数据资产化（数据确权），虚拟资产的第一个选择就是数据。这既是大数据发展到今天的一种必然，也是因为数据不涉及真实世界。在区块链的帮助下，数据的合作可以灵活的多，不但包括传统的数据交易，还可以在防伪的基础上，在一方不接触真实数据的基础上，获得基于这个数据的计算结果。（也是边缘计算的一种场景）；

（2）效用（utility）通证化，传统证券以股权和固定收益为主。而通证给了发行方大量的便利设计各类基于效用的通证。可以包括优先权、折扣权、分红权、荣誉权等等。由于通证的特征，使得这种效用都可以获得一个市场价格（如果有真实价值和需求的话）。同时，效用通证给与经济协作除了传统的股东和债权人外更多可能。

2.2.4 智能合约（社区治理）

生产关系就是关于价值分配的关系。以智能合约为代表的区块链技术提供了“代码即法律”这样难以干涉的逻辑，而在商业领域最重要的用途就是规范多方参与合作的利益分配和商业契约。

这一项技术给与各类组织多种治理模式的可能。无论是传统的金字塔结构还是目前方兴未艾的 DAO 社区，都可以利用这层区块链的特性规范内部的治理和契约。

在这里，有必要先介绍现有区块链项目社区和传统项目用户群之间的区别。正是有了以上介绍的四层区块链特性，使得之前简单的一次性的服务提供和服务消费的关系变成了更长期的同盟关系。

优良的通证经济体系，可以通过将项目技术红利和未来想象空间通证化并通过合约和其他方式分配给社区，而与社区成为一种事实上的合伙人关系，这是区块链改变生产关系的一种可能方式。当你的技术用户转变为你的通证持有人后，由于通证可以分享未来社区繁荣红利（来自技术红利和分配成本下降等因素），从而可能自发的为项目提供各类支持和服务。

2.3 区块链改变边缘计算

2.3.1 技术层面

区块链技术的开发、研究与测试工作涉及多个系统,时间与资金成本等问题将阻碍区块链技术的突破,基于区块链技术的软件开发依然是一个高门槛的工作。云计算服务具有资源弹性伸缩、快速调整、低成本、高可靠性的特质,能够帮助中小企业快速低成本地进行区块链开发部署。两项技术融合将加速区块链技术成熟,推动区块链从金融业向更多领域拓展。区块链技术可以实现边缘计算的安全体系。

- 数据安全, 解决方案是使用区块链技术对数据进行加密确权, 只有授权后才能使用。区块链的存储网络, 也保证了数据的完整性, 如 IPFS/Filecoin.
- 身份认证, 由于百万级 IoT 终端集中上线、集中认证, 传统的集中式认证机制无法实现, 所以去中心化的分布式认证机制或利用区块链技术每个设备可以生成自己唯一的基于公共密钥的地址(散列元素值), 从而能够和其他终端进行加密消息的收发。
- 隐私保护, 使用零知识证明, 它既是最基础的数学, 又能在数据市场中保护个人的隐私, 也能够做出合理的统计性计算。零知识证明是指, 证明者能够在不向验证者提供任何有用信息的情况下, 使验证者相信某个论断是正确的。
- 访问控制, 利用区块链分布式层级控制系统, 可以针对各层级独有的业务, 在对应层级独立部署针对性的计算能力。
- 通用性, 利用区块链的账户交易模型, 将不同类型的设备拟人化为一个钱包地址, 并将其各类服务抽象为区块链上的某类交易。从而获得面向不同设备类型的可扩展性。

2.3.2 商业层面

- 激励体系, 如上所述, 边缘计算需要更多的设备下沉到端, 一种解决方案是基于传统中心化厂商或者运营商进一步投入和建设的思路; 而通过区块链上通证体系的激励, 可以调动现有社会上存量资源加入边缘计算中单一场景(如只提供带宽)或者多场景的服务。基于边缘技术本身分布式和简单逻辑处理的情况, 这种调动是有非常有价值的。

- 快速组网，由于可信激励的存在可以快速调动现有闲置资源。基于区块链的边缘计算解决方案可能比传统建设周期更短就形成组网服务能力，解决了资源的有效配置问题。
- 信用体系，由于加入的各类 IoT 设备参差不齐，可信行为的可信信用评分将是必要的。
- 社区自治，持有边缘计算项目通证的矿工、节点和其他相关第三方在链上激励下很容易形成具有价值共识的社区，自治社区会为边缘计算项目的推广和宣传提供很大的帮助。同时，社区也可以逐步孵化出与现有边缘技术相关的新项目。

3 Polar Chain 基于区块链技术的边缘云平台

3.1 方案优势

(1) 通过区块链+边缘计算 IaaS 结合的方式，区别于传统边缘计算方案，可以快速激活存量资源并快速组网。

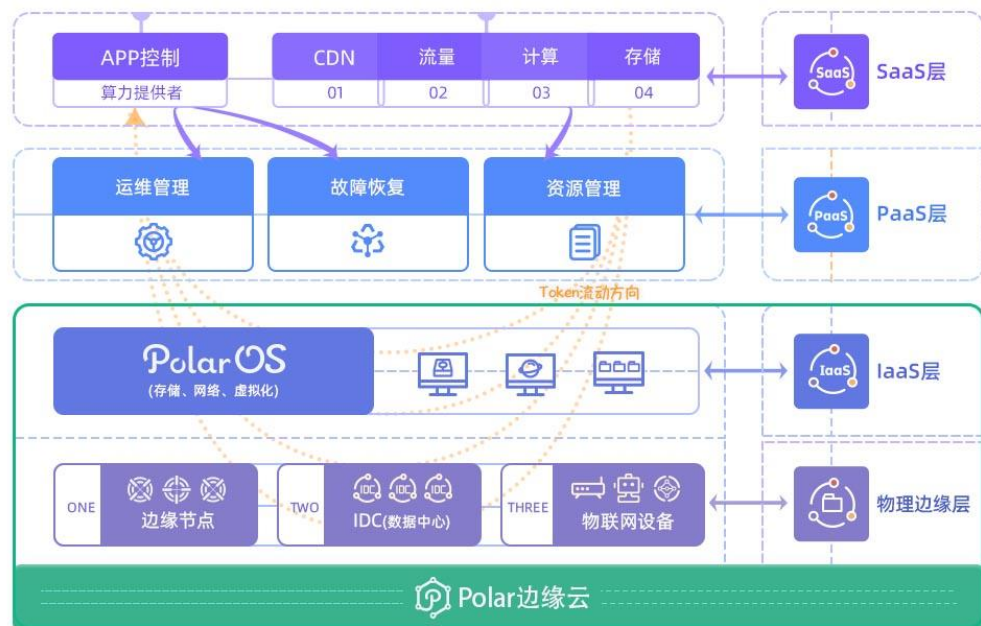
(2) 选择 CDN 作为 Polar Chain 的第一个应用场景和 Polar Token 的挖矿模式，结合项目方在 CDN 方面的资源，可以快速实现生态激活，Polar 与多个互联网公司签订了 IaaS 商业合作，对于 Polar 生态是一个重要的商业支撑。

(3) 团队在物联网和操作系统、传统边缘计算、安全方面有着丰富的工作经验。

(4) Polar Chain 在分布式数据处理的安全方面具备丰富经验和独特技术。

(5) Proof of Useful Work 的挖矿方式，通过 Polar OS 的分布式安全技术解决有效工作流证明的问题。

3.2 Polar Chain 边缘计算云的整体框架



Polar Chain 目前已经完成了技术上的完整实现，这中间一共包含了几个技术层，从下往上为：

- 边缘物理层，主要由硬件组成，比如计算机设备、IDC 数据中心、物联网设备等。
- IaaS 层，虚拟化技术是边缘计算中一项必备的解决方案。Polar OS 操作系统承担了此角色，Polar OS 对硬件进行虚拟化并且完成了平台一致性的问题。
- PaaS、SaaS 层分别提供给资源消费者和资源提供方。在使用方看来整个边缘云是一个可调度使用、稳定可靠的云服务，在资源提供方来看，是一个零门槛随时可以接入并且运维自有设备边缘云。
- Polar Chain 边缘云已经具备完整的商业闭环，Polar Token 作为边缘云生态中的激励工具，一方面 Polar Token 作为算力提供者计算资源的工作量证明用于奖励共享用户；另一方面作为边缘计算资源的消耗用户在封闭场景内回馈给未来的 Polar 持有用户。

3.3 边缘计算操作系统 Polar OS

Polar Chain 技术框架中的核心，边缘计算操作系统处于主要地位，即 Polar OS。

作为项目核心技术，Polar OS 是一款基于 Linux 定制精简和强化的操作系统，可为 PoC、PoS、PoW 类公链提供一个可信任的运行环境。

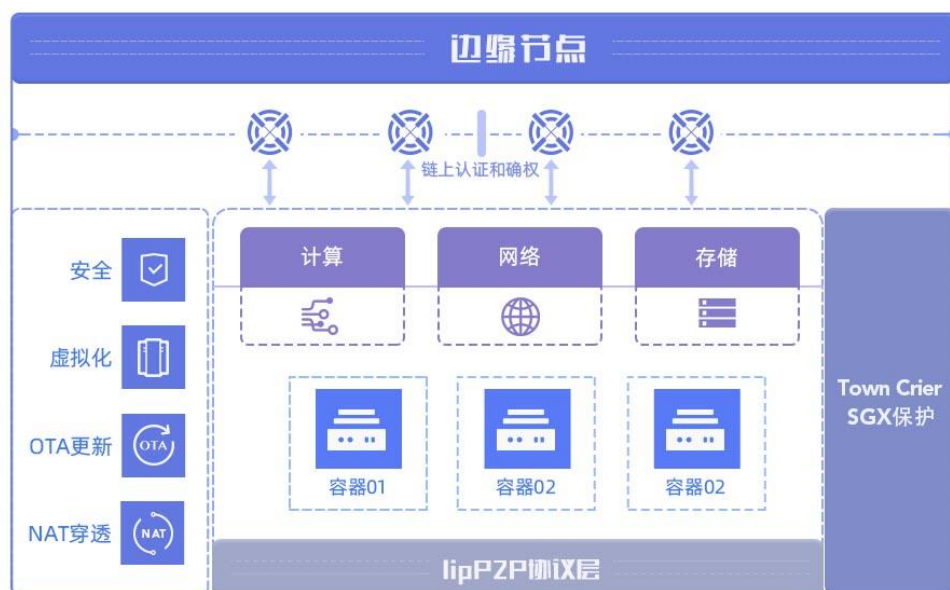
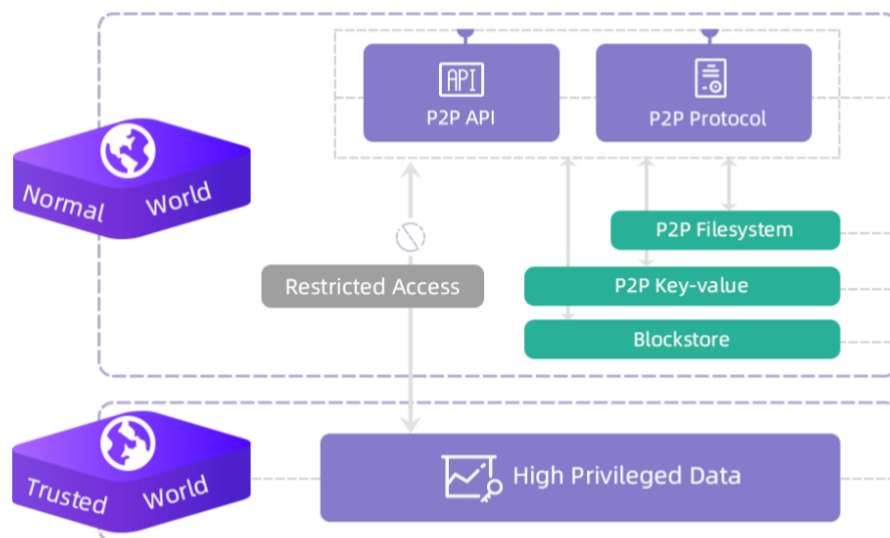


图 Polar OS 框架图

3.3.1 Polar OS 底层协议 libp2p

Interplanetary File System 星际文件系统 (IPFS) 是点对点 (peer-to-peer, 简称 p2p) 文件共享系统, 旨在从根本上改变信息在全球范围内的传播方式。IPFS 本质是分布式的文件系统, 旨在用同一个文件系统来连接所有的计算设备。这和传统的服务器/客户端的文件系统有着极大的不同, 基于 IPFS 协议构建的网站是完全分布式的, 没有源服务器, 而且可以完全在客户端的浏览器上运行。

IPFS 是很多领先技术的结合体, 例如 Kademlia DHT (Distributed Hash Tables) 分布式哈希表这种数据结构被用来执行文件的分发工作, 以便有效地协调, 实现节点之间的有效访问和查找。通过分布式哈希表, 节点可以存储和共享数据, 而无需中央协调; 利用 Merkle DAG (Merkle 树和有向无环图 Directed Acyclic Graph 的混合体) 确保在 p2p 网络上交换的数据块是正确的、没有受到损害的和未被修改的。在 IPFS 中, 哈希值 (hash value) 替代了传统互联网体系中的 URL, 利用独一无二的哈希值, 我们能够轻易验证存储于 IPFS 网络中信息的真伪及完整性 (IPFS 上的所有内容能够被唯一地标识, 因为每个数据块有独一无二的哈希值。此外, 数据是防篡改的, 因为数据的更改会改变哈希值)。Hash Value 的简洁性使得 IPFS 成为区块链系统中理想的存储层。



利用 IPFS 作为存储协议的同时, Polar OS 使用 libp2p 作为 p2p 工程的底层协议构建了 p2p 网络, 以确保可以轻松应对各种复杂的网络环境。

libp2p 作为整个网络层, 可以实现发现节点、连接节点、发现数据、传输数

据的功能。利用 js-libp2p，千千万万的节点被连接起来，只要通过浏览器即可以实现节点之间的通信。而 libp2p 在边缘计算领域的最大优势是，它可以支持不同传输层之间的通信，不必担心其它的因素。通过 DHT 及 MDNS，libp2p 可以进行节点发现，并通过 pubsub 进行信息传输，十分符合边缘设备所处的应用场景。

3.3.2 Polar OS 虚拟化技术

近 20 年来，IT 行业出现了虚拟化技术，虚拟化技术是将计算机的各种实体资源(CPU、内存、磁盘空间、网络适配器等)池化，并使用软件进行智能化调度，由此打破实体结构间不可分割的障碍，使用户可以比原本配置更好的方式应用硬件资源。

边缘计算中计算、存储、网络资源均采用了虚拟化技术。边缘计算中，设备就近将数据整合并存储到最近的移动边缘平台(虚拟资源池)上，多个第三方应用和功能共享平台层，极大地方便了移动边缘计算实现统一的资源管理，同时网络虚拟化技术提升了数据传输的智能化程度，减少传输时间，使得网络传输进一步优化。

相比传统虚拟化技术需要很多的资源，Polar OS 的使用场景主要用于物联网和一些边缘节点，边缘节点一般资源有限。Polar OS 选择了轻量级的容器技术，增加了业务的安全性，并且对业务进行了隔离。

云技术可实现按用户需求使用资源，网络和服务部署的灵活性和可扩展性高。边缘计算需要满足多用户共享网络边缘计算和存储资源，服务器容量相比起云计算处理中心的服务器容量较小，因此需要引入云化的软件架构，将软件功能按照不同能力属性分层解耦部署，实现有限资源条件下任务处理更具高可伸缩性、高可靠性、高灵活性与高性能。

3.3.3 Polar OS 数据真实性、完整性证明

在大多数边缘计算应用场景中，需要了解存储数据的位置及所有权，以进行协调及运算执行。区块链技术天赋的属性，使得链上数据能够防止被篡改，被复制，这也使得区块链变成理想的信息存储介质。Ericsson 提出了使用以区块链为基础的系统，进行数字资产的溯源；而 Viant 则利用区块链技术进行对供应链的溯源追踪。

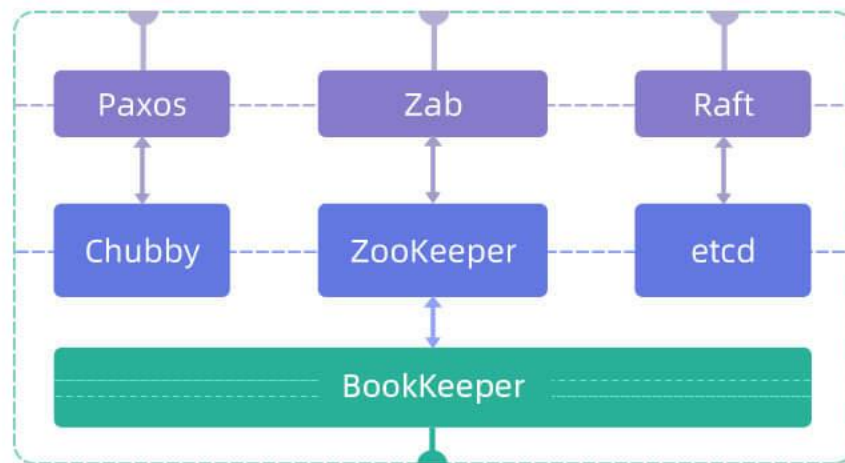
以太坊是一种加密货币，由图灵完备可编程语言构建而成。而以太坊网络的智能合约是可以一次性以确定性和不可否认的方式执行的程序。借助智能合约，我们可以构建在特定条件下运行的程序。

Polar OS 部署了 Town Crier 方案。Town Crier 是一个基于可信赖硬件（Trusted Hardware）的可验证数据供给系统：Town Crier（TC）。TC 的基本构想是建立智能合约系统和现有互联网系统之间的桥梁，使得 HTTPS 协议提供的端到端可验证性延伸到智能合约系统。挑战之一是我们要保证智能合约的安全性不能因此弱化，也不能引入新的脆弱性。因此，我们应用了可信赖硬件（英特尔 SGX）和 HTTPS 协议，并设计了“区块链-可信赖硬件”的混合协议解决了 HTTPS 缺乏数字签名的限制。同时，TC 解决了区块链的保密性问题：通过利用可信赖硬件的保密性，TC 可以安全的使用用户密钥来获取访问受控资源。这样当使用者从 Polar 获取数据时候不担心数据被篡改，Polar 可以提供可信任的数据和完整证明。

3.3.4 Polar OS 有效工作量共识

在上述的讨论中，我们已经提供了验证数据的真实性和完整性的解决方案。然而，仅仅依靠这些技术，我们仍无法解决网络中出现的共识问题。因为总会存在一些故障节点（由于电源故障，bug 或其它原因）。作恶节点是导致网络遭受 sybil 攻击的原因之一，为了应对这一系列问题，我们需要行之有效的共识算法。值得一提的是，目前通用的 PoW 共识算法并不适用于边缘网络商业应用场景。大多数接入边缘计算设备都有算力及存储能力的局限性，而 PoW 带来的极高能耗是不符合这一场景特性的。不夸张地说，单一的共识算法并无法适应边缘计算多种多样的应用场景，我们应该做的是将共识算法模板化，以适应不同的应用场景。

设备不断离开和连接到网络的现象是极为频繁的，我们无法保证在特定时间内某个设备可以确定被访问到。解决这类的问题一般要采用故障容错算法(CFT)来构建同步容错系统。最常用的方式就是通过 Paxos 协议及其变种来实现的状态机复制（state machine replication）。Paxos 算法是由 Lamport 提出的，该机制将节点分为两类，领袖（提议者）和追随者（接受者），整个算法的大致流程如下所示：



Paxos 算法是由 Lamport 提出的，该机制将节点分为两类，领袖（提议者）和追随者（接受者），整个算法的大致流程如下所示：

- 客户端发送请求给领袖节点、
- 领袖节点发送提议给每一个追随者
- 追随者进行运算，返回给领袖结果
- 通过判断返回的结果，领袖节点发送合适的值给追随
- 追随者返回自己的判断，接受/不接受领袖的发送的值

如果绝大多数的追随者接受这一值，则全部网络将选择其为最终的结果。

Paxos 算法能够大大简化共识达成的流程，但是在分布式系统中，作恶节点如果成为领袖，结果将是灾难性的。尤其是在边缘计算的应用场景下，我们需要多方无信任节点的共识。

Lamport 在 *The Byzantine Generals Problem* 曾经讨论过这一问题，如何在任意节点都可能作恶的情况下，达成系统共识。他提出一种算法，能够在广泛意义上解决拜占庭问题，但是这种算法的成本过高也并不实用。而 *Practical Byzantine Fault Tolerance* 这篇论文则提出了一种切实有效的解决办法。PBFT 算法在多进程系统中，同时满足了 *safety* 和 *liveness* 的要求。Paxos 和 PBFT 的最大区别在于，PBFT 在主要节点作恶的情况下仍然能够运行。但是 PBFT 算法要求网络中的每一个节点都要进行通讯，这对于整个网络的可拓展性是极大的限制。为了解决这一问题，我们提出了硬件协助的密钥共享机制（*hardware-assisted secret sharing*）。在这一机制中，我们不将信息发送至每个节点，而是发送至主节点（*the primary node*），而后者将对其进行集合、传输处理。不过，如果主节点作恶的话，它将把错误的信息发送给其它不作恶的节点。我们采用了其它的一些机制来避免这一问题。首

先，我们可以借助公钥机制保证信息不被篡改。对于边缘计算应用场景来说，更合适的方法是借助 TEE（Trusted Execution Environment）可信应用环境。要使用 TEE 安全有效地发送消息，我们需要使用安全区域（Secure Enclave）来存储用于通信的秘密。即使受损节点可以无限期地运行，故障节点也无法检索这些机密。完整的实现机制，可以参阅 Scalable Byzantine Consensus via Hardware-assisted Secret Sharing。

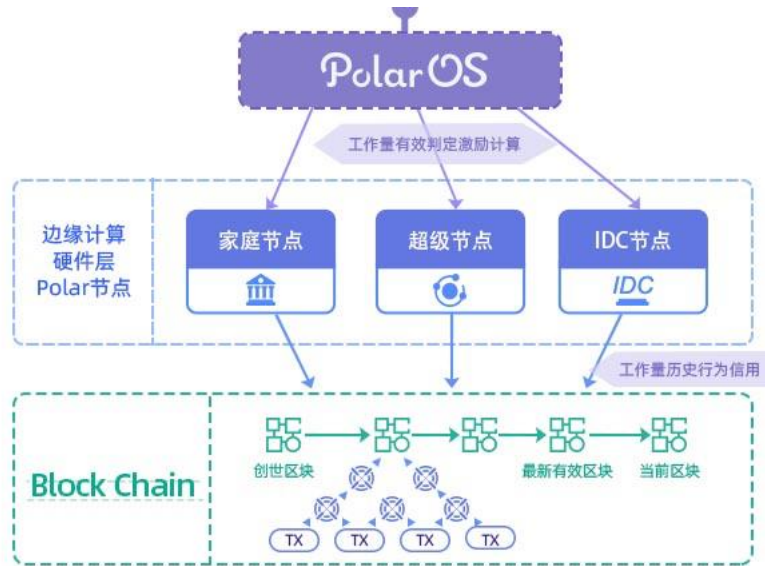
3.3.5 Polar OTA 技术

Polar OS 自带 OTA 技术，OTA（Over-the-Air Technology）是一种升级服务，具有漏洞补丁自动更新功能，能确保所有的问题，包括安全问题得到快速的解决

3.4 边缘节点

Polar Chain 与传统中心化云和边缘计算提供商的最大区别，就是利用区块链提供的多方信任、工作量证明、信息防伪和通证经济等，通过利用社会存量硬件资源接入快速完成 Polar Chain 边缘云的硬件资源池。

Polar Chain 结合区块链数据可信和通证模式，通过工作量挖矿方式，对参与组网的节点根据其有效工作量进行激励，形成有效共识。区块链会记录每个参与节点的行为和工作量、以及基于其行为的信用记录。而 Polar OS 将计算工作量的有效性以及基于此的激励计算，通过区块链保证利益分发的公开和公平。



边缘节点分为家庭节点、超级节点和 IDC 节点。

(1) 家庭节点

为了让更多人的参与，我们最大化的降低了参与门槛，个人用户可以通过家庭节点参与 Polar Chain。

(2) 超级节点

超级节点不但是硬件资源的提供者，同时也是矿工社区的积极参与者。超级节点将负责社区的文化建设和社区的宣传，有权参与社区重大决策。超级节点是社区的代表，是社区的宣传者、管理者、治理者。

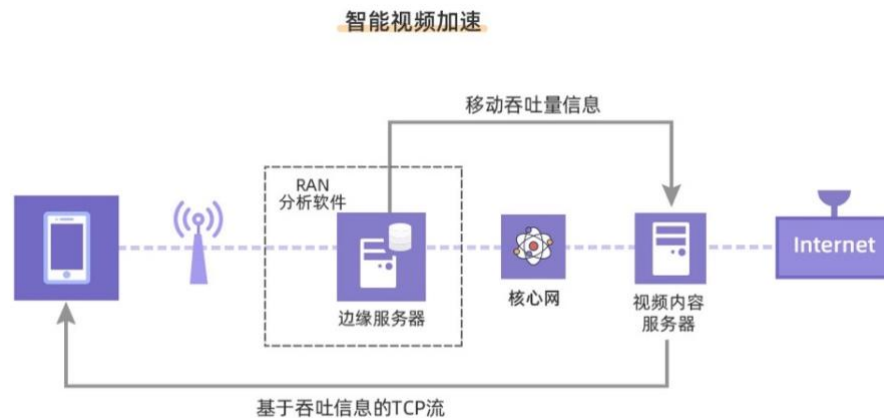
(3) IDC 节点

仅靠家庭闲置带宽不足以撑起一个稳定的边缘分散式网络，因为家庭带宽有着不稳定、带宽小、总容量小等问题，我们引入了 IDC 节点计划，目的是引入一些 IDC，IDC 拥有稳定的网络环境、BGP 多线接入、UPS 不间断电源，专业的运维化管理，可以为我们带来更为稳定的网络。

4 边缘计算管理层—Polar Chain 的业务场景

4.1 视频加速

智能视频加速业务主要是通过缩短内容的开始时间和减少视频停止时间，提升用户的体验质量（QoE），并保证无线网络资源的最大利用。

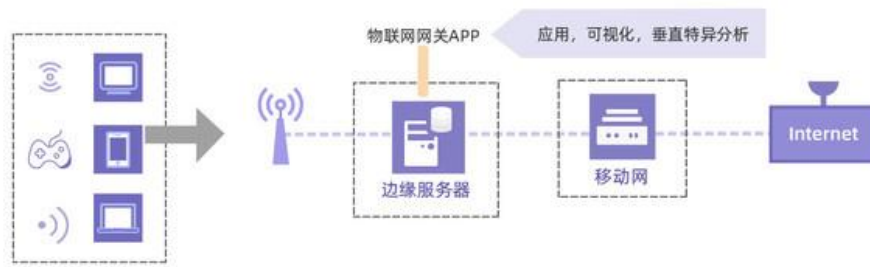


4.2 物联网

物联网作为下一个推动世界高速发展的“重要生产力”，近年来得以迅速发展。“物联网”概念是在“互联网”概念的基础上，将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间，进行信息交换和通信的一种网络概念。物联网是指通过各种信息传感设备，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程等各种需要的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。

Polar Chain 可以更轻松地集成和规范化数据。智能设备上的 I/O 接口可以轻松连接传统工业系统和 Polar Chain 网络。网关可以使用 Wi-Fi、WWAN 和以太网与终端进行连接和通信。另外，网关的处理能力支持中间设备对来自所有不同协议（从 ModBus、BACnet 到 Zigbee 等）的数据进行汇总、转换和标准化，再通过网关将数据传送到核心网上。Polar Chain 可以对连接的终端进行边缘分析，将决策转移到边缘，提供实时操作，还可以帮助管理网络问题，通过决定数据是否移动到边缘来解决网络带宽问题。

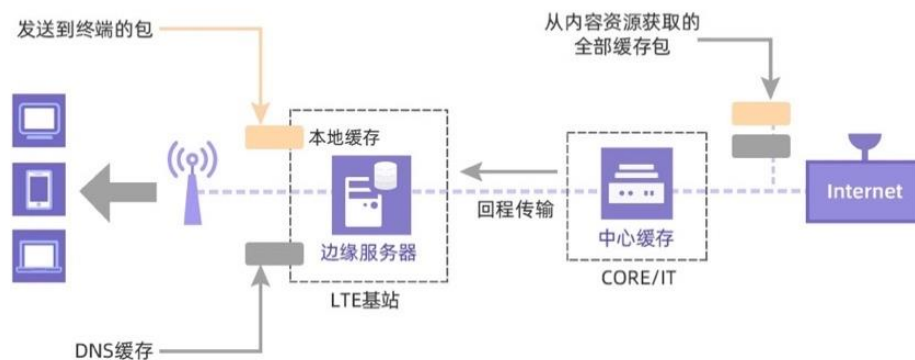
物联网网关服务场景



4.3 CDN

随着移动互联网技术的快速发展, 移动网络数据流量呈现出爆发式增长的趋势. 根据 2017 年思科 VNI 报告, 到 2021 年, 全球移动数据流量将达到每月 49EB, 移动视频流量将占全球移动数据流量的 78%。内容提供商每日都会上传成千上万个视频内容, 这样的内容大量存储在提供商的集中式数据库中, 然后从源格式转换为最终传递格式, 分发到位于网络不同位置的多个流服务器中, 并进行进一步传递。尽管进行了内容分发工作, 但内容到用户的距离依旧很远, 特别是在移动环境中, 由于缓冲问题和抖动, 个别用户可能会遇到服务中断。因此, Polar Chain 通过将 CDN 服务扩展到移动边缘来提供分布式缓存, 可以增强用户的 QoE, 并减少回程网和核心网的使用。

边缘计算分布式缓存技术



5 Polar Token 通证经济学

原则 Principle	架构 Framework
1. 平台通证总供应量恒定	支付功能 平台通证作为Polar Chain上的平台服务的支付手段；
2. 随着平台受欢迎程度提升，平台通证需求递增。	入场券功能 所有参与方需要持有并锁定相应的平台通证获得节点资格；
3. 平台币释放以产生真正的经济价值为前提。	分红功能 平台收益部分用来二级市场回购，等于变相分红；
4. 技术团队、基金会和社区通过PolarChain为利益共同体。	信用质押功能 锁定的平台通证与节点和其他参与方行为相关，如果发生道德风险和操作风险作为损失第一道防线；
	社区自治功能 包括通过锁仓参与各个社区、社区内的投票和激励等。

图 10 Polar Token 通证经济学

5.1 Polar Token 的发行

Polar Token 是 Polar Chain 平台激励通证，是可流通的生态通证，用于 Polar OS 平台生态内服务消费、社区激励、支付结算、分红奖励等，总发行量为 21 亿枚，永不增发。

项目定期将一定比例的收益，按照当时二级市场的价格回购并销毁，以保证市面流通的 Polar Token 保值增值，频率为每个季度，并且会公示社区。

Token分配方案

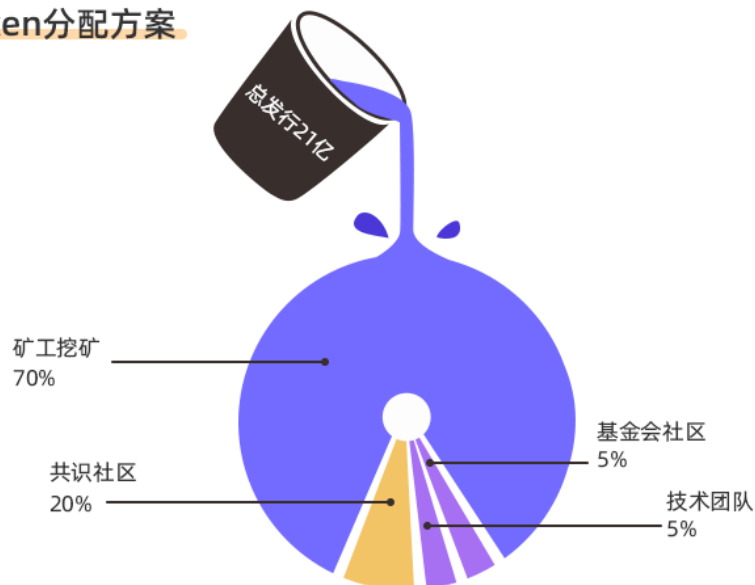


图 Polar Token 发行

技术团队和基金会的 Token 会以矿工挖矿的数量相应比例解禁，这么做的目的是技术团队、生态基金、矿工、超级节点都是一个利益共同体，整个生态的繁荣得益于矿工的加入。

5.2 Polar Token 释放规则

Polar Token 的释放模式不同于以往的区块链模式，Polar 的释放是根据 Polar Chain 商业应用产生的经济效益而产生的相应 Token，我们的目标是，释放的经济效应和闭环的经济相对应，而不是凭空的产生没有价值的 Token。

Polar Token 经济价值取决于整个网络的规模，规模越大越有价值。

Polar Token 的收益取决于 4 个方面

H: 硬件性能指数

C: 带宽指数

L: 地域分布

T: 在线时长

K: 初始参数，创世初始为 30

D: 算力难度，初始为 1

每日挖矿收益 = $KDHCLT$

假设挖矿矿工处于一个中间区间，那么创世挖矿的每日收益为 =

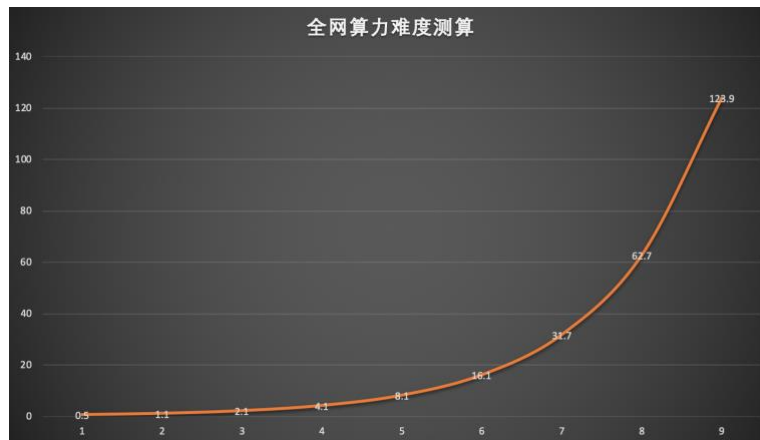
$30*1*1*1*1*1 = 30$

挖矿难度是整个全网的上行带宽贡献值，难度越大，整个网络才越有价值，产出的 Token 可兑换的服务也会越高。

$$\text{Diff} = S * \log e^{0.618x}$$

(S 为商业系数，整个边缘网络的商业应用)

$$D = \frac{1}{2^{x-1}}$$



假设全网算力为 1.1T 难度，根据表中，属于挖矿的第二阶段。

当前挖矿参数 $K_n = K_{n-1} * D = 30 * 0.5 = 15$

矿工平均收益为每日 15 个 Polar Token。

5.3 Polar Token 使用场景

● 支付功能

Polar Token 是 Polar Chain 自有服务的支付手段。由于 Polar Chain 对于自主提供的服务具备主导性和定价权，因此 Polar Token 的二级市场价格将不会影响 Polar Token 在 Polar Chain 上可以兑换的服务，或者说效用。

目前 Polar Chain 可以提供的服务包括但不限于：

- (1) B 端用户可以通过 Polar Chain 边缘云获得的边缘计算服务；
- (2) 挖矿客户通过 Polar Chain 参与的所有挖矿项目。

● 入场券功能

Polar Token 是挖矿平台的凭证，例如，某些挖矿项目需要 Polar 开启功能。

参与节点计划（详见下节）。

● 分红功能

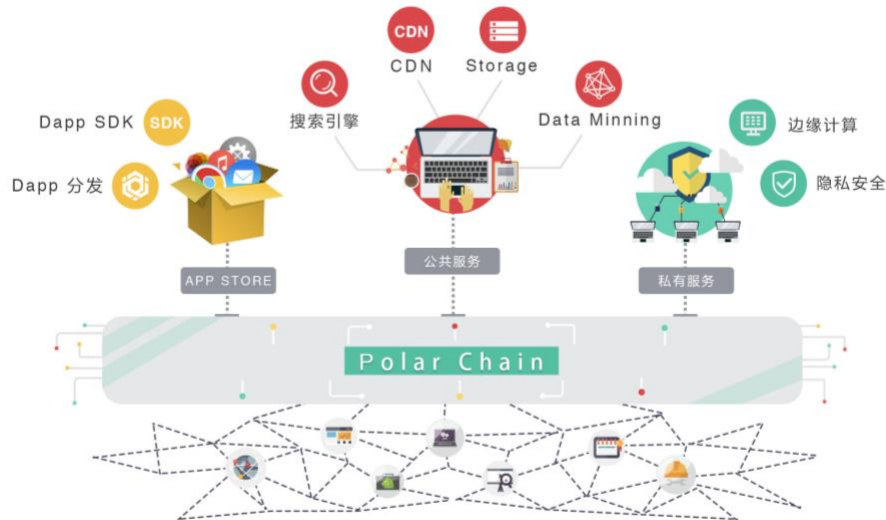
Polar 平台商业收入会用来定期回购 Polar Token 并销毁，从而减少二级市场流通量。

● 信用质押功能

Polar 抵押逻辑贯穿了整个挖矿周期，为了让 Polar Chain 网络更为稳定的提供服务（比如 CDN 业务），我们设计了以 6 个月为最短周期的抵押逻辑。矿工挖矿需要 Polar Token 进行抵押。

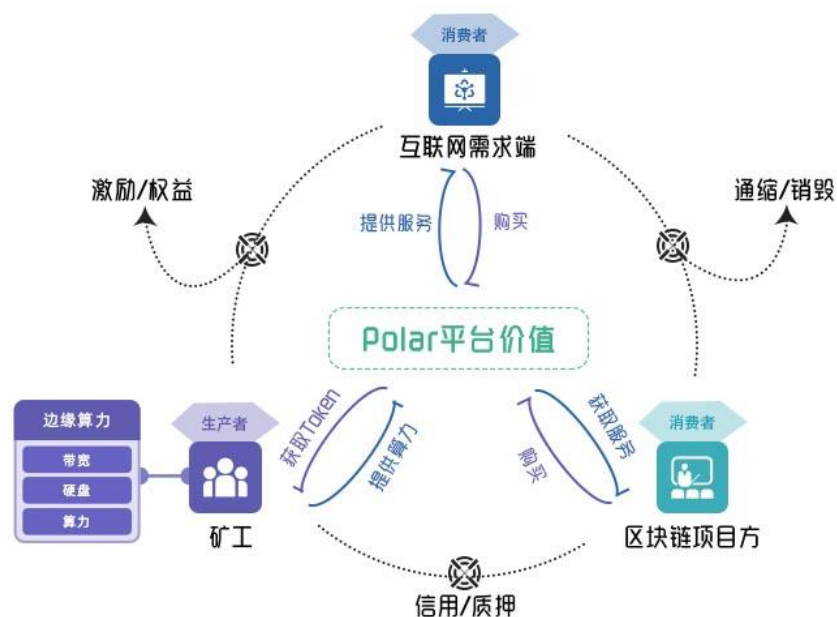
- 社区自治功能

矿工和其他社区成员可以通过持有 Polar Token 的币量和周期作为参与社区各个自治群的资格。同时可以在社区自治范围内使用 Polar Token 作为诸如投票、点赞、社区奖励等工具。



节点计划中的超级节点，除了提供硬件资源外，还将在社区自治中发挥作用，包括宣传、管理等方面。基金会将使用 Polar Token 对生态有贡献的超级节点进行奖励。

5.4 Polar Token 经济价值



5.5 Polar Token 在节点计划中的应用场景

5.5.1 Polar Token 的信用质押

Polar 边缘流量是 Polar Chain 子计划之一，目的是利用边缘计算的带宽创造经济价值。Polar Chain 目前已与国内知名互联网公司签订合同。边缘节点不同于其他的业务，需要调度、稳定、可靠的环境，对于此，我们在设计中增加了相应的质押模式，目的是为了让整个网络更为稳定可靠，对于不稳定的用户会有一定的惩罚措施。

● 家庭边缘节点

普通用户在开始时无需质押即可挖矿，但是需要一个时间段的“预挖阶段”，此阶段是用来让用户挖出自己的信用质押 Polar Token 的过程，也是边缘节点业务缓冲数据的过程。初始为 15 天，会随着挖矿难度增加而增加，15 天过后进入正式挖矿阶段。

● 超级节点

超级节点需要质押 50 万 Polar Token 并锁仓 6 个月。超级节点可以吸纳个人矿工加入，并可以享受旗下矿工收益 10%。

同时，超级节点有义务为矿工提供技术支持和辅导，并且保证旗下会员组网的稳定。如果旗下会员网络不稳定或者会员数量达不到一定数量，超级节点会被惩罚或取消资格。并且其信用质押的 Polar Token 将作为惩罚的来源。

因为惩罚或者其他原因导致锁仓 Polar Token 低于 50 万门槛，则会丧失超级节点资格和所享受的权利。

● IDC 节点

单独家庭闲置带宽不足以撑起一个稳定的边缘分散式网络，因为家庭带宽有着不稳定、带宽小、总容量小的问题，我们引入了 IDC 节点计划，目的是引入一些 IDC，IDC 拥有稳定的网络环境，BGP 多线接入、UPS 不间断电源，专业的运维化管理，为我们带来稳定的网络环境。成为 IDC 节点需要质押 Polar Token 150 万，每个 IDC 最大容量为 5Gb。额外开启每 Gb 带宽需要质押 50 万币。

环境对比

	网络	公网IP	容量	稳定性	24H运维	收入系数
IDC	BGP多线	有	Gb为单位	专线	有	2
普通	家庭宽带	无	10-20Mb	多用途	无	1

IDC 参与计划是保障 Polar Chain 边缘节点计划能有效的进行和保障稳定的网络，在设计中我们考虑了节点加入和退出方案，收益计划中也对 IDC 节点设计了加成收益。

5.5.2 Polar 节点的退出方式

退出计划，此计划包含了家庭边缘节点、超级节点和 IDC 节点。为了保证整个边缘节点网络的稳定可靠，我们统一设定 6 个月为一个最小挖矿周期，自质押开始挖矿算起，周期开始，6 个月以后质押代币可以随时提取，在挖矿中间产生的代币，随时可以提取并进行交易。

一张图看懂节点计划

	投入				收入		退出机制	
角色	投入	硬件投入	资质质押(币)	挖矿质押(币)	预计挖矿收益(币)	其它激励	挖矿退出	节点退出
家庭节点	家庭闲置带宽	家庭矿机	无	15天预挖(浮动)	50/Mb浮动	无	质押币6月后可提，其它币不限制	无
超级节点	宣传、培训	无	50万	无	会员10%	基金会额外奖励	无	6月后解锁，每月1/12
IDC节点	≥3Gb	企业矿机	150万(可用于抵押)	50万/Gb	20万/Gb浮动	商业收入奖励	6月后可提质押币，其它币不限制	6月后解锁，每月1/12

5.6 区块链在 Polar Chain 利益分配中的作用

Polar Chain 的节点和矿工社区是整个解决方案硬件资源的提供者，也是 Polar Chain 去中心化解决方案的重要组成部分。通过 Polar Token 的激励创造公平公开的利益分配环境是维系整个解决方案的重要部分。

通过区块链可以实现：

- 平台币 Polar Token 的总量恒定并多方采信。
- 信用质押的 Polar Token 通过智能合约锁定，双方可以确保其安全和处于锁定状态。

- 与节点门槛资格、利益分配和网络组合质量好坏的技术参数上链，保证其激励或者惩罚数量的公平。
- 社区投票、自治相关信息上链。
- 参与节点和所有第三方的信用上链。

6 核心团队



Jason.Liu, IPFS/Filecoin 代码贡献者, 毕业于天津工业大学, 随后获得北京科技大学硕士学位, 10 年互联网经验, 国内第一款自主知识产权 PLC 的发明者, 曾创办移动互联网产品 JOY OS, 位列于 MIUI 之后。2013 年加入 360 无线安全研究院, 360 超级 ROOT 产品负责人以及技术团队负责人。在内核安全方面有深厚造诣。



Adam king, RTNAS 创始人, 10 年以上通讯、互联网工作经验。长期从事存储、无线行业。创立的 RTNAS 系列产品开创了国内无线存储 DIY 的先河, 在 NAS 和 WI-FI 发烧友中建立了良好的口碑。曾在盛大担任高级产品总监, 旗下产品魔豆无线路由销量近百万, 产品在稳定和易用性上取得了用户良好口碑。2018 年二次创业投身区块链。

首席顾问: 蒋旭宪博士

PeckShield 创始人兼 CEO, 前 360 首席科学家、美国北卡州立大学终身教授 2001 年毕业于西安交通大学计算机系并获得硕士学位, 随后 2006 年毕业于美国普渡大学 (Purdue University) 计算机系并获得博士学位。2013 年初加入奇虎 360 公司, 担任首席科学家。此前, 蒋旭宪先生曾担任北卡州立大学 (North Carolina State University) 计算机系终身教授。

首席顾问: 张一宁

毕业于新加坡国立大学(NUS), 20 年+技术和产品研发经验, 包括丰富的海内外软件研发和互联网工作经验。曾为盛大创新院资深研究员。2013 年在车联网行业初创企业担任 CTO。

7 路线图



8 风险与免责声明

Polar Chain 基金会是一个非盈利组织，为推进边缘计算、Polar Chain 在开发、建设、推广的工作。

本白皮书未经过任何司法管辖区的监管机构审查，仅用于描述 Polar Chain 生态体系及运行机制，不是招股说明书或任何形式的要约文件，也不构成实际投资操作建议。文中所涉资讯、观点和意见的准确性、完整性或可靠性不作任何保证，也不是任何形式上的合约或者承诺，不可作为投资决策依据。

任何机构和个人投资者必须严格遵守司法管辖区相关法律法规，并应明确知悉 Polar Chain 风险，一旦参与投资即被视为了解并愿意承担相应风险。参与者需要完成一系列步骤并提供特定信息与文件，部分国家和地区的公民因法律禁止将无法参与此次代币发行。

Polar Chain 无法保证代币一定会增值，也没有任何形式承诺，对所有因参与代币投资造成的直接或间接损失没有赔偿义务。Polar Token 仅仅是一种数字资产，不代表项目所有权或控制权，即使拥有相当数量，也不具备任何关于项目的决策权。

白皮书内容根据外部环境及项目研发进度，可能随时修改或增补，项目方无主动告知义务，请通过 Polar Chain 官方网站和相关社群及时跟踪掌握更新情况。

鉴于数字资产投资风险系数较高，请务必仔细审查投资协议，全面评估风险及承受能力。

9 相关术语表

术语	定义/解释
边缘云计算	基于云计算技术的核心和边缘计算的能力，构筑在边缘基础设施之上的云计算平台
中心云	基于传统云基础设施构筑的云，在网络中处于中心位置
边缘侧客户节点	靠近边缘的客户端设备节点，包括边缘网关、家庭网关、IoT 网关等设备
CDN	Content Delivery Network，内容分发网络
IDC	Internet Data Center，互联网数据中心
MEC	Multi-access Edge Computing，多接入边缘计算
SDN	Software Defined Network，软件定义网络
vCDN	virtual Content Delivery Network，虚拟内容分发网络
SD-WAN	Software-defined WAN，软件定义广域网

参考文献

- [1] Nakamoto, S.: Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system (2008)
- [2] Mobile-edge_Computing_-_Introductory_Technical_White_Paper_V1
18-09-14
- [3] “GlobalInternetofThings(IoT)MarketOutlook,TrendandOpportunity
Analysis, Competitive Insights, Actionable Segmentation &
Forecast 2024” at:
<https://www.energiasmarketresearch.com/global-internet-of-things-market-outlook/>
- [4] Flowchain: <https://flowchain.co/>
- [5] ioex: <https://www.ioex.co/>
- [6] b.net: <https://b.network/>
- [7] Turing award 2017: <https://www.acm.org/media-center/2018/march/turing-award-2017>
- [8] <https://keystone-enclave.org/>
- [9] https://developer.amd.com/wordpress/media/2013/12/AMD_Memory_Encryption_Whitepaper_v7-Public.pdf
- [10] https://en.wikipedia.org/wiki/Capability-based_security
- [11] https://en.wikipedia.org/wiki/Security-focused_operating_system
- [12] https://en.wikipedia.org/wiki/Capability-based_addressing