

超 互 联 新 算 力 网 络
白 皮 书

世纪互联研究院

2022/04/21

前言：

世纪互联经过多年的研究和积累，提出“超互联新算力”创新理念，并以此响应国家的东数西算战略。“超互联新算力”是将数据要素、算力要素、网络要素和数据中心要素有机整合在一起的新一代信息基础设施。

本白皮书是世纪互联研究院对于“超互联新算力”从背景、设计理念、架构、关键技术等领域的系统性阐述和思考。

版权声明

本白皮书版权由世纪互联研究院拥有，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明来源。

编写单位：世纪互联研究院

编写组组长：陈升（元道）

编写组成员：马炬、张先国、李信满、刘健、刘寅、李骁宇、张元鸿

目录

1、	政策与产业环境.....	6
1.1	政策环境	6
1.2	产业环境	7
2、	超互联新算力网络的设计理念	9
2.1	设计逻辑	9
2.2	超互联新算力网络特点	10
2.3	创新性和社会意义	11
3、	超互联新算力网络的概念与架构.....	12
3.1	概念.....	12
3.2	架构.....	12
3.3	组网.....	14
3.4	建设运行模式	15
3.5	生态体系	17
4.	超互联新算力网络的关键技术要素	18
4.1	云原生	18
4.2	可分区高 TPS 区块链	19
4.3	分布式存储和分布式数字身份.....	20
4.4	5G+SDx 高速混合网络.....	22
4.5	超互联网络技术 (HCB)	24
4.6	边缘计算	26
4.7	数据平台及可信数据.....	27

4.8 软件生态系统	29
5、 超互联新算力网络的典型应用场景	31
5.1 个人数据中心 (PDC)	31
5.2 混合云模式的国资云建设.....	31
5.3 自主可控的数据安全.....	32
5.4 车联网	32
6、 总结与展望.....	34
7、 附录：缩略语	35

图目录

图 1 超互联新算力网络架构.....	13
图 2 超互联新算力网络产品.....	14
图 3 超互联新算力网络组网架构.....	15
图 4 超互联新算力网络建设运行模式.....	16
图 5 超互联新算力网络生态体系.....	17

1、政策与产业环境

1.1 政策环境

2020年4月9日，新华社正式刊发了中共中央、国务院《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》（以下简称《意见》），意见形成于2020年3月30日。这是中央发布的第一份关于要素市场化配置的文件，具有重大意义。党的十九届四中全会明确提出，“健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理、数据等生产要素由市场评价贡献、按贡献决定报酬的机制”，此次发布的《意见》将数据纳入要素范畴，为其参与收益分配破除了制度障碍。

今年2月，国家发改委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合印发通知，同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏等8地启动建设国家算力枢纽节点，并规划了10个国家数据中心集群。至此，全国一体化大数据中心体系完成总体布局设计，“东数西算”工程正式全面启动。

近日，党中央和国务院下发了《中共中央 国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》。文件强调“建立健全数据安全、权利保护、跨境传输管理、交易流通、开放共享、安全认证等基础制度和标准规范，深入开展数据资源调查。”，数据成为建设全国统一大市场的基础要素。

2021年11月1日生效的《中华人民共和国个人信息保护法》，全面涵盖了个人信息处理规则、个人在个人信息处理活动中的权利、个人信息处理者的义务、履行个人信息保护职责的部门等内容，标志着我国在大数据领域进入到个人数据发展和管理的新阶段。《网络安全法》、《数据安全法》都明确强调了对个人数据的保护要求。

1.2 产业环境

2021 年政府工作报告指出，加快数字化发展，打造数字经济新优势，协同推进数字产业化和产业数字化转型。因此，要打造数字经济新优势，一定是数字产业化和产业数字化双轮驱动，协同并行发展，这样才能赋能传统产业，然后形成更广泛的以数字经济为创新驱动力和实现工具的经济发展新产业、新业态、新模式，不断壮大经济社会发展的新引擎。

数字经济的繁荣有两个重要指标：一是数字产业化占数字经济的比重明显下降；二是产业数字化占数字经济的比重和规模不断提升。我国数字产业化占数字经济的比重由 2005 年的 50.9% 下降至 2020 年的 19.1%，这个比重未来将进一步下降；产业数字化则向更深层次、更广领域探索，数字技术带动传统产业产出增长、效率提升的作用进一步强化。产业数字化占数字经济的比重由 2005 年的 49.1% 提升至 2020 年的 80.9%，产业数字化深入推进，为数字经济发展注入了源源不断的动力。

区块链技术被作为底层技术看待以来，成为与 5G、人工智能、物联网、云计算、大数据并肩的六大信息产业基础技术，也是各行业业务流程重构和产业互动模式革新的主要助推器。预计人工智能、区块链等带动的经济产出也均将超过万亿规模。

随着物联网、工业互联网等行业应用的核心模块都已完成云计算平台的部署，5G 网络促使无线接入侧能力大幅提升，边缘侧业务场景逐渐丰富，各类型应用也将根据流量大小、位置远近、时延高低等需求对整体部署架构提出更高的要求，因此传统上相对独立的云计算资源、网络资源与边缘计算资源不断趋向融合，即需要在云计算、边缘计算以及网络之间实现云网融合、云边协同，才能实现算力

服务的最优化。从云的一体化来看，分布式云满足了多样性计算需求。算力的分布式部署是云计算从单一数据中心向不同物理位置多数据中心部署、从中心化架构向分布式架构扩展带来的新模式，云计算+边缘计算的新型算力处理模式将逐渐替代集中式算力处理模式。

2、超互联新算力网络的设计理念

2.1 设计逻辑

互联网经过二十几年的飞速发展，从方方面面改变了人们的生活，改变了人们信息获取和交互的方式。但是随着进入互联网的下半场，要进一步赋能数字经济转型，实现产业数字化和高效的数字化治理，从新基建的角度，对于整体的设计思路 and 理念，都提出了新的要求和挑战。

1) 需求方面：传统互联网主要服务于沟通、交流、娱乐、信息获取等方面的需求，是一张社交型的网络，是以内容为中心的网络，因此主要围绕大型互联网 CP 企业构建。而互联网的下半场，主要服务于车联网、工业互联网、智慧农业、智慧城市等社会民生相关的产业，是以“数据”为中心，因此政府和国有企业必然需要在互联网下半场的新基建中扮演更加重要的角色。

2) 架构和形态方面：传统互联网以内容为中心的特点，决定了其一对多的信息传播的特性，因此需要集中化的云平台以实现整体效能的提升，需要 CDN 来实现中心化平台内容的分发。而互联网下半场是以数据为中心，以数据的采集、分析、挖掘、决策等为基本逻辑的新形态，因此多中心化、分布计算、数据安全、可信连接成为这一需求下新基建的必然要素，而基建底层原生的对于数据和过程的监管也将成为整体架构的重要组成。

3) 建设运行模式方面：传统互联网，以商业利益和资本驱动。而互联网下半场的新基建，面向社会民生和产业数字化，因此从宏观面上，必然需要统筹规划和整体监管；从投资建设角度，由于业务和场景的复杂性，将涉及更多的关联方，共建共享，多方共同参与。

超互联新算力网络就是在以上基础上，面向互联网下半场新的挑战和需求而

设计的，服务于数字经济和产业数字化转型的新型的基础设施平台。

2.2 超互联新算力网络特点

超互联新算力网络，不同于传统公有云+CDN 的互联网基础设施。它服务的是非消费互联网，为产业数字化和实体经济服务。同时它聚焦于对创新和产业升级的赋能，聚焦于实现“数据”这一数字经济时代关键生产要素的快速、安全的流通。它具备如下特点：

- 1) 云链双生，承上启下：平台的本质还是算力，向上吸收了现有公有云的经验、接口、体验等。以云原生为基础，使得任何应用和场景都可以无缝适配，开发者也可以在熟悉的界面和接口上展开工作。向下吸收和借鉴区块链的范式和逻辑，构筑面向未来链原生的新型安全底层架构。
- 2) 共建共享，联合建设：从投资建设模式上，以国企的投资牵头，多方共同参与投资建设以及后期的运营。以小的发起投资，拉动进一步的多方参与的大型投资，以多方参与的大投资进一步带动更大规模的生态和结算，拉动地方经济发展，投资效益实现 100 倍放大。
- 3) 数据自治，多方隐私，安全可控：面向车联网、工业互联网等场景，涉及大量的关键和敏感数据。因此数据的治理、隐私和安全是必须面对的挑战。超互联新算力网络，依托于区块链、分布式存储、加密算法、加密芯片等技术要素，构建安全可控，又满足政府监管需求的行业数据平台。
- 4) 可信连接，可信身份：平台从基础底层构建安全可信的数字身份，以密钥体系和派生算法，为所有参与的节点、设备、人、资产等都赋予唯一不可篡改的身份标识。以身份标识为基础，实现任何节点之间，任何个

体之间安全可信连接，实现行为和过程的可回溯。从基础底层构建安全和可信环境。

2.3 创新性和实施愿景

超互联新算力网络是全球第一个完全聚焦于非消费互联网，为实体经济服务，为创新赋能的新型算力平台。它服务于社会民生，不参与游戏和社交等方面的投入，摒除广告和依托用户隐私数据盈利的互联网模式，将区块链、人工智能、云原生等技术，形成平台化的基础能力，服务真实业务场景。

超互联新算力网络旨在成为全国第一个中立型的超大规模算力工程，不同行业领域具备优势的参与方，可以自主的依托自己的节点和能力，进行创新和拓展，为行业数字化转型赋能。它提供的是一个公共的参与舞台，合作却又保持自身的独立，以共识为基础，以数字化的代码和算法驱动协作。同时从根本上，具备原生的可监管的特点，任何个体的行为和过程可追溯不可抵赖，在监管节点的能力平台基础上，构建公平、可信、良好的数字经济环境。

超互联新算力网络旨在成为全国第一个基于央行数字人民币，实现新基建共建共享结算对公应用试点示范。结合区块链智能合约，实现企业内部、企业之间、行业上下游之间基于数字人民币的自动结算。

3、超互联新算力网络的概念与架构

3.1 概念

超互联新算力网络是基于区块链技术对计算资源数字资产化,进而打造的开放及去中心化的新型计算网络基础设施。超互联新算力网络通过人工智能对网络资源、计算资源和存储资源进行智能调度,实现计算资源单元的共识机制,基于智能合约满足监管要求,实现兼容自有、共享多产权模式下的可信共享计算。超互联新算力网络旨在连接所有可提供计算资源,遵循超互联网络接入规范,提供相同的算力、存储、网络、安全等数字资产能力的云互联系统,其采用分布式运营体系支撑系统,将异构多模式的计算单元连接在一起,推进 DC 空间、计算和网络空间的深度融合。

3.2 架构

超互联新算力网络是基于智能合约控制的超互联网络系统,包括可信数据中心、混合网络、云计算池、超互联网络运营体系等部分。

可信数据中心是分布式计算池的基础,通过混合网络进行可信链接。混合网络是基于 SDN 网络的全光网络,受运营系统基于智能合约的网络连接管理模块的控制,对网络进行配置管理,负责 NFV 等二层网络连接业务。超互联网络运营体系,负责整个体系的运行管理,其基于智能合约进行网络连接管理,并对去中心化的资源进行标识。

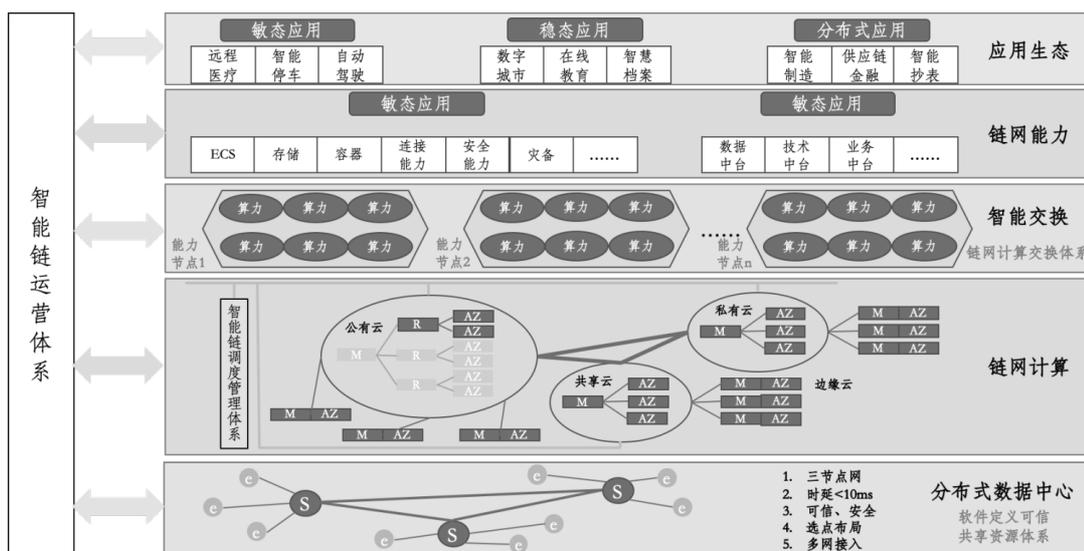


图 1 超互联新算力网络架构

具体各层逻辑关系如下。

1) 分布式 DC 层：基于 SDN 技术智能互联的分布式 DC，用于承载超互联新算力网络能力、存储能力，由 DC 超互连网络构成。分布式 DC 由大型计算资源区、边缘计算、小型私有云计算等组成，超互连网络是基于 SDN/NFV 技术构建的智能调度网络，实现不同 DC 间及 DC 上的计算资源的多种网络互联，实现超互连网络中的数百个其他 DC 节点通信，也可以 overlay 在互联网上，通过大二层隧道技术提供可靠性。

2) 计算节点由 Node Id 标识，使用静态加密创建的公钥密码，计算节点在每次创建加入超互连网络时通过超互连网络智能运营平台产生一个“新”节点身份。

3) 智能交换层：支持计算资源资产化分配的交换协议，以 VPC 为单元，面向租户提供的计算资源资产化。

4) 智能调度层：各计算节点标示及智能调度及资源分配。对超互连网络异构云池环境下的独立任务基于智能算法进行调度。

5) 能力层：维护超互连网络能力，面向租户呈现逻辑对象。响应本地和远程租户资源需求。

6) 应用层：构建、运行在超互连新算力网络的应用程序。超互连网络能力是面向租户提供的计算、存储、网络类等原子产品以及依靠原子产品构建中台化场景能力的产品。

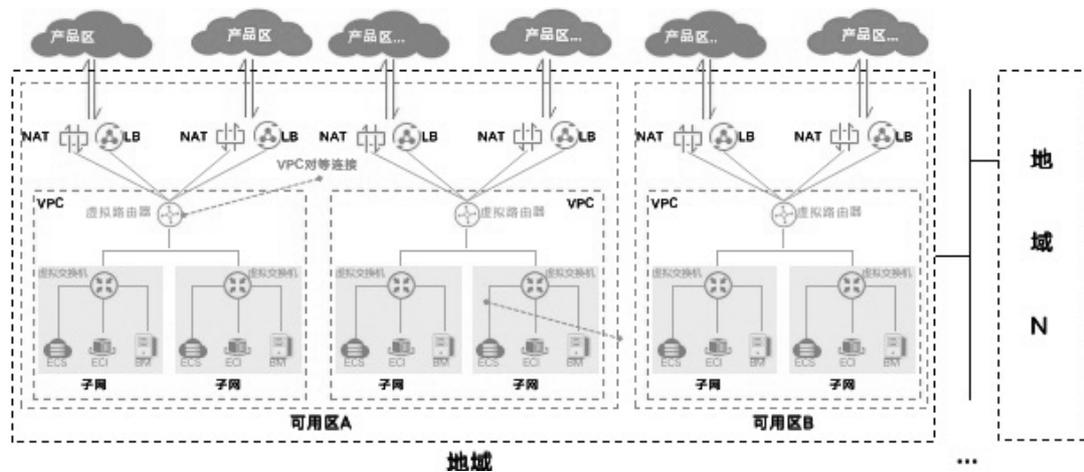


图 2 超互连新算力网络产品

3.3 组网

超互连新算力网络由基础网络完成机器之间（Machine to Machine, M2M）、机器与人之间（Machine to Human, M2H）的数据传送，其组建方式从地理、产品技术两个维度来考虑。

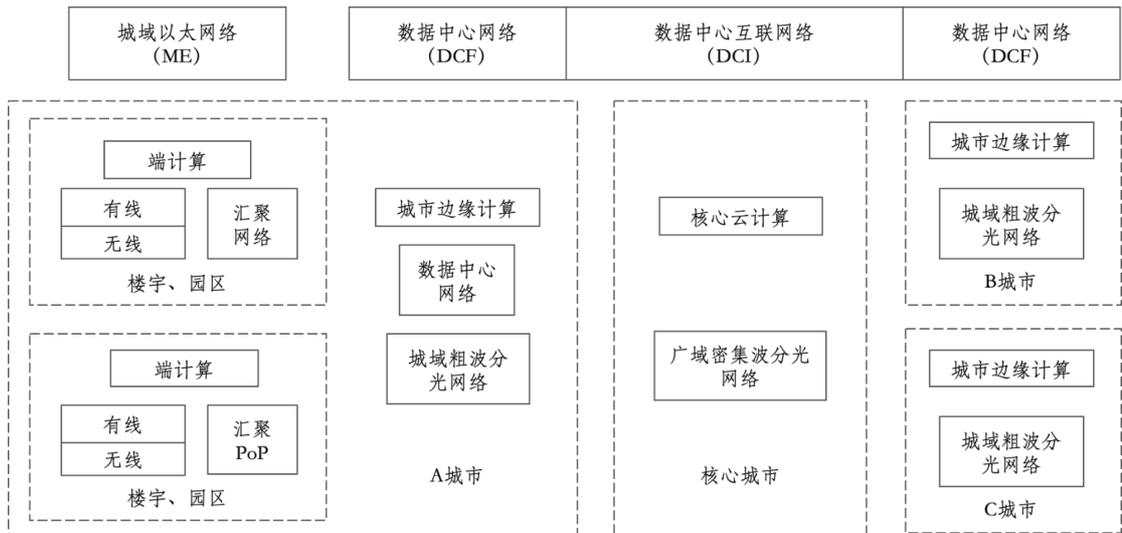


图 3 超互联新算力网络组网架构

从地理覆盖范围角度来看，在城市内部构建连接城市边缘计算中心和各类楼宇、园区的城域以太网网络(Metro Ethernet, ME)，以及城市边缘计算中心内部的数据中心网络（Data Center Fabric, DCF），支撑 ME 网络需要铺设、租用城市内部的光缆资源以构建城域范围的粗波分光网络，支撑 DCF 网络采用数据中心内部自行铺设的物理光缆；在城市之间，需要构建连接边缘、核心数据中心之间的数据中心互连网络（Data Center Interconnect, DCI），支撑 DCI 网络需要铺设、租用跨城市的光缆资源以构建广域范围的密集波分光网络。

3.4 建设运行模式

超互联新算力网络的最终目标是组织不同地理位置、所有权属性的算力、存储、网络资源形成逻辑层统一的数字化底座，以大众普适的方式支撑数字社会需要的共享公共计算，共建共享是超互联新算力网络与众不同的建设运行模式。

超互联新算力网络发展建设的早期，即所谓“零启动”的阶段，将组织一批独立运营、具备适当算力资源、有云原生运维基础、计划向区块链原生生态演进的分布式数据中心提供商来启动，这些数据中心成为超互联新算力网络的创世节点，数据中心的拥有者成为生态的创世成员。在完成创世阶段的“零启动”后，

平台将采用招募方式逐步引入计算、存储、网络等资源型节点(PoP)供应商和数据中心运营商,新招募的参与节点供应商或数据中心运营商采用启动阶段创世节点相同的策略和组织方式来进行物理资源的并入,成为逻辑层统一的数字化底座的一部分。新的参与节点或数据中心运营商可以充分利用区块链技术提供的去中心化的方式来负责监测和维护平台的计算能力。



图 4 超互联新算力网络建设运行模式

超互联新算力网络通过基于区块链技术协议中定义的算法、去中心化的治理系统来运营管理。组成超互联新算力网络平台的分布式数据中心的服务器算力、存储以自动注册的方式组成子网络,以贡献的计算能力、存储容量和托管的服务支持在超互联新算力网络区块链上运行各类应用程序。超互联新算力网络将接入国家新型基础设施“星火链网”,以服务于工业互联网应用生态。同时,超互联新算力网络生态还会与央行数字人民币(DC/EP)生态合作,实现“微巨互联”、“微微互联”下的数字人民币的便捷支付、收款,做到产业互联网的人人支付、工业互联网的物物支付。

超互联新算力网络在身份核查、内容自查和配合调查等合规性要求方面将采用以区块链技术为基础的开放式技术标准,在关键监管数据的存储、加密、共识和跨链等核心技术掌握自有知识产权,为监管合规提供系统性的保证。同时,超

互联新算力网络将发展开源社区，利用社区机制加强监管技术的布局 and 研发，推动各种非法应用的识别与预警系统建设。超互联新算力网络内生的共建共享机制可以为应用开发者提供云端协同及测试的服务，降低超互联新算力网络应用开发的难度，简化应用开发流程，将应用的运行风险在开发阶段就得到发现和控制。

3.5 生态体系

超互联新算力网络体系下，需要重构梳理生态体系，包括分布式 DC 提供商，以自建或共享方式参与超互联新算力网络，需 DC 服务商以节点纳入超互联网络，提供可靠、可信资源。云服务商，承载在分布式 DC 中的云都可以云节点模式纳入超互联新算力网络体系，但需要满足超互联智能运营规范，符合可管可运营的要求。应用运营商是 hosting 在超互联平台上的以运营为主的生态伙伴，遵循运营要求，其运营应用需部署在超互联计算平台中，丰富应用生态，需要超互联平台以激励模式生产场景化中台能力，吸引更多开发者以“云链双生”模式进行应用开发、运营、运行在超互联平台中。

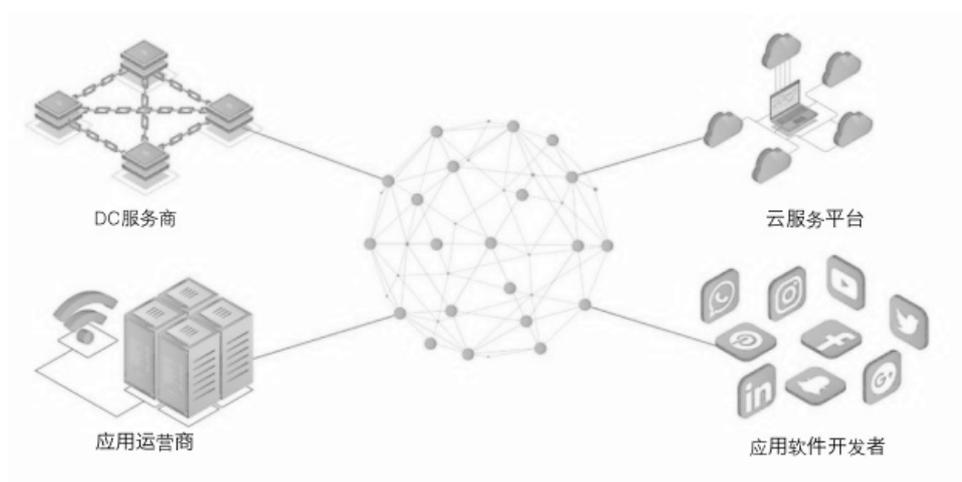


图 5 超互联新算力网络生态体系

4. 超互联新算力网络的关键技术要素

4.1 云原生

云原生成成为近几年云计算领域炙手可热的话题，从产业效用方面来看，云原生极大的释放了云的红利，云原生充分继承云的设计思想，未来应用将更多基于云上进行本土应用开发，即云原生应用更加适合云的架构，而云计算也为云原生应用提供较好的基础支撑，如资源隔离、分布式、高可用等，云原生最大程度发挥了云的优势。

从技术特征方面来看，云原生技术架构具备以下典型特征：极致的弹性能力，不同于虚拟机分钟级的弹性响应，以容器技术为基础的云原生技术架构可实现秒级甚至毫秒级的弹性响应；服务自治故障自愈能力，基于云原生技术栈构建的平台具有高度自动化的分发调度调谐机制，可实现应用故障的自动摘除与重构，具有极强的自愈能力及随意处置性；大规模可复制能力，可实现跨区域、跨平台甚至跨服务商的规模化复制部署能力。

从应用价值方面来看，异构资源标准化，容器技术有效解决了异构环境的部署一致性问题，促进了资源的标准化，为服务化、自动化提供了基础；加速数字基础设施升级解放生产力，降低用户数字化技术的使用门槛，提高资源的复合利用率，变革研发运营的生产方式，打破组织壁垒，实现研发与运维的跨域协同，提升交付效率，解放生产力；提升业务应用的迭代速度，赋能业务创新。云原生技术实现了应用的敏捷开发，大幅提升交付速度，降低业务试错成本，高效响应用户需求，增强用户体验加速业务创新。

过去几年中，云原生关键技术正在被广泛采纳，如 43.9%的用户已在生产环境中采纳容器技术，超过七成的用户已经或计划使用微服务架构进行业务开发部

署等，这使得用户对云原生技术的认知和使用进入新的阶段，技术生态也在快速的更迭，特征明显。

云原生技术生态日趋完善，细分项目不断涌现。相较于早年的云原生技术生态主要集中在容器、微服务、DevOps 等技术领域，现如今的技术生态已扩展至底层技术、编排及管理技术、安全技术、监测分析技术以及场景化应用等众多分支，初步形成了支撑应用云原生构建的全生命周期技术链。同时细分领域的技术也趋于多元化发展，如在容器技术领域，从 docker 这种通用场景的容器技术逐渐演进出安全容器、边缘容器、serverless 容器、裸金属容器等多种技术形态。

4.2 可分区高 TPS 区块链

区块链本质上是一种有序的、后向连接、以密码学为根基的数据结构。构成区块链的各个技术要素本身都不是新的、突破性的，但是当这些要素结合起来，却形成了质变。区块链利用加密数据结构来验证和存储数据，利用分布式共识算法来新增和更新数据，利用运行其上的代码（智能合约）来确保业务逻辑的自动强制执行，这些并不是新概念的“微”创新，结合在一起，构建了一个具有集体维护、不可篡改、全程留痕、易于追溯、数据自证、公开透明的新型分布式平台。

从 2008 年比特币的出现，这十几年时间里，区块链更多的是以各种数字货币而广为人知。但是区块链却并不等同于数字货币，它是一种构建信任、构建大规模协同、构建新形式生产和组织形态的使能平台。在超互联新算力网络中，区块链扮演了多个层次的重要作用。

1) 基于区块链资源整合和衡量：超互联新算力网络通过区块链，将来源于不同主体、不同利益方、不同物理空间的节点资源串联起来。通过对节点的资源进行抽象和虚拟化，进行整体量化。通过过程的资源使用、调度、监控，结合智

能合约实现节点和资源对于整体平台贡献的衡量，以协助多参与方的利益分配。

2) 多层次身份和安全体系：超互联新算力网络中，任何一个节点，任何一台设备，任何接入方，都会拥有唯一标识。通过以公私钥为基础的 DID（分布式数字身份）架构，以及多层次派生密钥族，构建可自验证的身份体系。

3) 构建基于信任的大规模协同：在任何主体都具备数字身份的基础上，在平台上的任何数据交换，都可以看作是一个交易合约。通过专有 HCB 协议，通过端到端的加密实现整体数据安全的同时，也确保了任何行为的不可抵赖和过程的可追溯。

4) 区块链能力开放 BaaS（Blockchain as a Service）：在满足底层架构区块链原生能力之外，平台还将区块链的能力和接口进行开放，可快速适配和快速热启动。

5) 可分区高 TPS：算力网络以任务合约为核心，而合约的并发效率取决于区块链的处理速度，即便区块链处理速度再快，也会存在极限，因此需要提供一种全新的区块链架构。超互联网络采用了一种高 TPS 共识机制，以及多侧链分区的方式，实现了每个分区内 1000+TPS 的处理速度，并且可以以侧链分区的形式进行扩展提升超互联网络的可伸缩性。

不同于现有的区块链应用平台，超互联新算力网络，将区块链与整体架构融合，是结合了可信网络、可信计算、可信存储、可信编排管理的高可靠基础设施平台。

4.3 分布式存储和分布式数字身份

分布式是相对于中心化而言的架构概念。分布式并不是一个新的概念，从计算机诞生，到 TCP/IP 协议，再到初期的互联网，分布式和点对点一直都是其中

不可或缺的基本概念框架。但是随着集约化和成本方面的考虑，以及一对多的信息消费模式，使得规模化/中心化的超大型平台成为主流，催生了大型 CP 和大型的云计算平台。但是在这过程中，去中心化/分布式在整体架构中依然扮演重要角色。尤其是伴随着平台规模的逐步扩大，从可扩展性、灵活部署、异构资源、架构复杂性、容错避免单点故障等角度考虑，去中心化扮演了越来越重要的作用。分布式架构的大规模 CDN 网络、Hadoop 计算平台、分布式消息队列、HBase/Ceph 等分布式存储集群、CDN/边缘云等分布式部署架构，这些都是在分布式领域的尝试。虽然中间都依然存在中心化的控制和管理单元，也依然需要考虑去中心化的不可能三角，但是中心化与分布式节点构建的分层次立体架构，已经逐渐成为主流。

互联网时代是一对多的内容分发为主的业务场景时代，不管是初期的门户网站，还是后续各种 CP 内容服务网站，都是这种中心化内容生产，到大众化分发的过程。但是进入互联网+时代，内容生产者和内容消费者的界限日趋模糊。尤其是在工业互联网、智慧城市、数字孪生等领域，无数物理空间分散的机器成为了数据产生的主体，分散数据的传输和汇聚代替了原来的内容的分发。传统的云平台+CDN 的架构难以满足这种新形态业务的需求，如何实现快速的数据边缘处理，实现多节点的分布式高速存储，实现边缘和中心结合多层次计算，成为解题的思路。

IPFS/Filecoin 是近几年流行分布式存储框架，它通过多节点的协同，构建分布式灵活的存储网络；通过文件的切片和哈希，通过类似 Git 模式的文件管理，实现新形态的去中心化寻址和分发机制；通过区块链和贡献算法，构建出共建共享的存储网络和经济模型。它是对于传统基础设施建设模式的颠覆，也是对于传

统 Clint-Server 架构模式的颠覆。但是它依然无法摆脱分布式系统的不可能三角，在节点之间网络质量、延迟、可靠性等都不可控的情况下，算法虽然实现了大规模的协同，却难以实现面向专业服务的体验和整体性能要求。

超互联新算力网络平台充分借鉴 IPFS/Filecoin 的积累和优势的基础上，将分布式存储构建在端到端可控的 5G+SDx+高速光纤网络基础上，使得同步和共识的成本大幅度降低，稳定性和相同复杂度算法基础上的可靠性大幅提升。通过标准化集成的硬件加密模式，实现数据的端到端安全加密存储。同时分布式的特性，也确保了新节点的横向扩展，以及存量节点的故障容错。

由于整个算力网络是分布式的环境，因此，用户身份管理（身份生成、身份验证、权限管理、信用评级等各个方面）也是一种分布式的实现方式，并能实现一站式登陆。目前的解决方案与传统 CA 不同，用户身份是自主生成（基于公私钥），而不是由 CA 中心化生成的，用户通过一次交易，在超互联网络注册之后即可进行身份链上验证、信用链上评级、一站式登陆等。

超互联新算力网络分布式存储平台和分布式数字身份，结合分布式的基础设施，结合云原生按需启用的计算平台，在存储和计算分离的架构基础上，构建出了安全、高速、可靠的存储基础设施平台。

4.4 5G+SDx 高速混合网络

2019 年 6 月 6 日，工信部正式向中国电信、中国联通、中国移动、中国广电发放 5G 商用牌照，标志着我国进入 5G 元年。经过 2 年多的发展，在我国已经实现了 5G 的基本覆盖。政策上，我国政府已将 5G 纳入国家创新战略，《“十三五”规划纲要》、《国家信息化发展战略纲要》等战略规划，均对推动 5G 发展做出了明确部署。技术研发上，从 5G 标准制定、网络技术研发、芯片及终端

生产，到典型场景示范应用，我国已经成为 5G 发展的领先者。但是 5G 技术对产业与商业的全面赋能并非一蹴而就。在应用和场景领域，探索示范很多，但是依然缺乏真正形成规模并带动产业的创新应用场景。

随着 5G，WIFI6 等新一代接入网络技术的发展，接入网络不再是瓶颈，传统互联网的架构成为了限制新业务发展的制约因素。5G 核心的优势是低延迟和高速率，但是从接入网络，经过核心网，经过多层级骨干网，到数据中心，再到应用平台，漫长的传输链条和大量的数据转发，使得接入网创新带来的技术优势不复存在。面对未来更多的场景和应用，例如工业物联网、车路协同、超高清/XR、城市大脑、智慧城市、数字孪生等，进一步整体体验的提升和更多根本性的创新，都有赖于端到端体验的提升。因此在我们大规模发展 5G 基础设施建设的同时，也需要同步考虑城域骨干网络、边缘计算平台、分布式数据中心等配套基础设施的建设。在 5G 解决了接入网络的问题的同时，一方面需要进一步将应用和云计算平台进一步前移实现就近接入；另一方面也需要将骨干网络的 SDx 与 5G 网络相结合，实现端到端的整体体验的提升，实现根据内容，根据应用的网络优化和调度。

结合应用和场景的需求，5G 通过 MEC、网络切片、QOS、TSN 等能力，在接入网络针对低延迟和需要可靠性保证的业务提供了支持。也通过运营商边缘计算平台的建设，对于计算能力的前移提供了支持。但是从整体的成熟度、架构的可靠性、用户的业务适配等角度看，数据中心和云平台依然是承载业务的主流平台，运营商通过核心网/基站等实现的边缘计算能力的开放，还只能是补充。因此从架构和基础网络的角度，实现从核心网/基站到城域数据中心的高速连接成为必须。

通过成熟的 SDx 技术结合 5G 的业务保障，共同构建面向专业化服务的按需通道，结合城域数据中心，以及数据中心之间点对点的高速网络连接，超互联新算力网络平台由点及面，构建了一张扁平化的，以应用和业务为中心、按需保障、安全可控的专有业务融合网络。

4.5 超互联网络技术 (HCB)

八十年代初期，互联网开始采用 IP 协议并沿用至今，IP 协议由于其简单、开放和兼容性等优点，对互联网在全世界的迅速发展起到了巨大的推动作用，并逐渐形成了“Everything Over IP, IP Over Everything”的网络体系架构。但是由于在容量、规模、安全与可扩展性等设计方面的欠缺，现在面临诸多问题。首先是 IP 地址短缺问题，这个问题已存在 20 多年了，解决方法是向 IPv6 过渡，但 IPv6 仍有很多问题，一是由于与 IPv4 协议不兼容导致过渡成本过高时间过长；二是并没有解决 IPv4 的一些固有问题，比如安全性。由于缺乏源地址认证，导致互联网上的 IP 地址假冒泛滥(IP Spoofing)，基于 IP 地址假冒的拒绝服务攻击 (DDOS) 更是当前互联网的一大毒瘤，同时地址假冒也是中间人攻击和网络攻击的根因。

随着边缘计算、物联网、车联网与自动驾驶、AR/VR 等应用的发展，对支撑的网络协议提出了更高的要求，比如要求满足 1ms 的低延时、抖动的确定性、超过 10G 的单流吞吐率、零丢包率等。

自 2009 年比特币问世以来，区块链技术发展迅速。在安全性方面，区块链采用了安全哈希算法、以椭圆曲线加密算法为基础的非对称加密技术、PoW/PoS 共识协议等，经过 10 多年的实践证明，这些安全技术经受住了安全的考验。

在超互联新算力网络中我们提出了超互联总线网络技术 HCB (Hyper

Connected Bus)。HCB 的出发点是发挥区块链去中心化、安全性的特点，利用区块链在安全方面的最佳实践与理念来提升网络协议的内生安全性（Blockchain Native），同时兼顾信息互联网和价值互联网的优势。

HCB 具有以下技术特点：

- 1) 公钥即地址，将公钥做为网络地址，私钥用来确权与身份认证、加密与解密等。
- 2) 在网络层应用非对称加密的密码技术，实现了内生安全的网络协议。无需外挂、打补丁或高层协议支持，在网络层就实现了数据包级的私有性、完整性和身份认证功能，保障了数据传输的安全；同时彻底杜绝了网络地址的假冒（IP Spoofing）和基于地址假冒的 DDOS 等攻击。
- 3) HCB 实现了基于用户态的网络协议栈，具备核心旁路（Kernel Bypass）、零拷贝（Zero Copy）、高吞吐（High Throughput）的特性，可以为算力服务器提供更高效率的网络连接能力。
- 4) HCB 技术实现了网络地址即帐号的思想，使终端具备了钱包的功能，实现了信息流与价值流的统一。
- 5) HCB 网络地址也是去中心化的地址标识（DID），由用户在本地生成，不像 IP 地址，HCB 网络地址不需要去中心化的机构去申请。
- 6) HCB 网络支持 Overlay 和 Underlay 两种部署方式，可以无需 IP 协议直接运行在光纤、以太网上，也可以 Overlay 在现有 IP 互联网上，方便部署。

HCB 将为新算力网络提供高效、安全的网络连接和可信的网络地址标识。

4.6 边缘计算

云计算+CDN 是传统互联网架构中，中心与边缘结合的标准架构模式。而随着互联网的业务内容和应用的多样化，CDN 边缘节点也从单纯的静态内容的分发，逐步演化成服务于动态内容的前端节点，具备了一定的计算服务能力。边缘计算目前面临的主要挑战有：

- 1) 云边端协同：统一的交付、运维、管控标准。
- 2) 安全：边缘服务和边缘数据的安全风险控制难度较高。
- 3) 网络：边缘网络的可靠性和带宽限制。
- 4) 异构资源：对不同硬件架构、硬件规格、通信协议的支持。

在工业互联网、数字孪生、智慧城市等新需求场景下，不同于传统互联网架构，通过边缘进行快速计算，之后将计算结果汇聚到中心数据库成为标准模式。整体的业务架构分为 1) 需要高速实施决策，基于 Rule Engine 的前端边缘计算 Gateway；2) 需要大量资源进行分析计算，辅助决策和创新，非实时的基于数据挖掘分析的中心数据平台。

作为云计算的进一步演进，面向新的需求，为了解决中心与边缘的协同，ETSI 在原来 3GPP 5G MEC 的基础上，成立了 ETSI ISG MEC 标准工作组（Industry Specification Group for Multi-Access Edge Computing）。AWS 推出了 Outposts、Local Zones、Wavelength 等多种产品，面向不同层次和需求的边缘计算场景。尤其是其中的 Wavelength 更是将数据中心与 5G MEC 实现无缝连接，面向延迟极端敏感的业务和应用，实现毫秒级的端到端延迟。

超互联新算力网络提出“微巨互联”的体系架构，在大型区域范围内，将巨型核心数据中心和城域云原生数据中心通过点到点的高速光纤网络连接起来；在

城域，将 5G MEC、企业园区、城市网格，与城域云原生数据中心高速连接。从基础设施层面，通过多层级的数据中心+高速光纤网络，构建出低延迟、高速率、可靠的边缘计算网络。在基础设施之上，任何一个节点/边缘数据中心，都是一个独立的云平台，通过调度系统、编排系统，构建出整体协同体系。

4.7 数据平台及可信数据

4.7.1 数据平台

在数据开发过程中，核心数据模型的变化是相对缓慢的，同时，对数据进行维护的工作量也非常大；但业务创新的速度、对数据提出的需求的变化是非常快速的。数据平台的出现，就是为了弥补数据开发和应用开发之间，由于开发速度不匹配出现的响应力跟不上的问题。

数据平台解决的三类问题包括，效率问题，在应用开发周期及业务溯源数据时花费时间较长影响上线；协助问题，当业务应用开发与其他项目类似需求时，数据仍需要二次开发，无法复用其他项目组数据；能力问题，数据的处理和维护是一个相对独立的技术，需要相当专业的人来完成。这三类问题都会导致应用开发团队变慢。这也是平台的关键——让前台开发团队的开发速度不受后台数据开发的影响。

数据平台是聚合和治理跨域数据，将数据抽象封装成服务，提供给前台以业务价值的逻辑概念，数据平台是企业级的数据共享、能力复用平台，是数字化转型的基础和中枢系统。可以将企业全域海量、多源、异构的数据整合资产化，为前端业务提供数据资源和能力的支撑，以实现数据驱动的精细化运营。当然数据平台不是简单的一套软件系统或者一个标准化产品，更多的是一种强调资源整合、

集中配置、能力沉淀、分步执行的 运作机制，是一系列数据组件或模块的集合，指向特定的业务场景。

数据平台通用体系架构包含数据存储框架、数据采集框架、数据处理框架，数据治理框架、数据安全框架及数据运营框架等六大部分。数据平台的核心是数据，数据通过采集系统获取，然后数据经过处理框架加工，并接受数据治理框架的管理，同时也要接受数据安全框架的管理，最后开放的价值数据将通过数据运营框架对外提供数据服务。

与之对应的数据平台应具备的六大能力包括：数据资产的规划和治理、数据资产的获取和存储、数据的共享和协作、业务价值的探索和分析、数据服务的构建和治理、数据服务的度量和运营。

4.7.2 可信数据

可信 credible，由三个要素组成：真实 True、正确 Correct 和安全 Safe，

1) 可信的数据源

可信数据的基础，是数据获取的数据源的来源，是真实的机器数据。可信执行环境（TEE, Trusted Execution Environment）在数据源的信任方案，是基于 Intel 芯片的 SGX 以及基于 ARM 开源框架的 TrustZone 是可信执行环境中最被广泛认知且应用的。

2) 可信的数据传输环境

在数据分布式处理过程中，可能产生错误，影响数据可信性。解决方案是“安全多方计算”（Multi Party Computation）多个持有私有数据的参与方，共同执行一个计算逻辑并获得计算结果。但在过程中，参与的每一方均不泄漏各自数据的

计算。计算结果互相对比，多数即为正确。这就是零知识证明（zero knowledge prove）。它指的是证明能够在不向验证者提供任何有用的信息的情况下，使验证者相信某个论断是正确的。与数学证明不同，零知识证明是概率证明。

3) 可信的智能合约框架

利用 TEE 技术将合约引擎和必要的交易处理以及密码学运算单元集成封装在“安全域” (Safety Margin)。在区块链的 TEE 合约链中，合约分为隐私合约和明文合约。隐私合约的代码和相应的数据加密存储，仅在 TEE 内部解密执行，相应的回执和状态均加密存储于外部数据库。

4) 可信时间戳

利用不可篡改的记录事件产生的精确时间来保障数据可信。

4.7.3 数据安全

数据安全以数据作为被保护对象，围绕数据的创建、存储、使用、共享、存档和销毁整个生命周期构建保护屏障，它以密码学理论作为基础，融合计算、存储、网络层面的多种安全技术，构建全方位的安全技术体系。体系中包括的上述提到的主要技术和一些方法有：密码学理论及应用、访问控制技术、差分隐私技术、隐私计算技术、零知识证明等。

4.8 软件生态系统

随着软件网络化、服务化、平台化、生态化、智能化的发展，软件系统复杂性不断增长、闭源组织逐渐向开源架构转变，软件开发的开放性程度逐渐增加，软件系统及其开发者的规模增大、关联关系更丰富，共生于一个相互影响的生态环境中，形成软件生态系统（SECO, software ecosystem）。软件生态系统是软件

与开发者在生态环境下演化的一个技术复杂系统，软件生态系统具有复杂性、多样性、开放性、健壮性、可持续性等特点。

基于超互联新算力网络构建软件生态系统时，传统应用需要转移，即将传统式的应用迁移到超互联新算力网络平台上，主要是包括传统的敏态业务及稳态业务，基于超互联新算力网络原生的创新应用，主要是可信分布式应用，如区块链行业应用。

5、超互联新算力网络的典型应用场景

超互联新算力网络通过下沉到城市节点的分布式边缘计算中心，结合高带宽、低时延的千兆入户、万兆入楼的固定网络，5G、WiFi6 的无线网络，把过去只有在大型云计算中心附近城市才能享受到的算力依赖、网络依赖的服务普遍交付到每一个边缘节点、每一个最终用户面前。填补由于基础设施资源分配、物理空间局限等因素造成的数字鸿沟，让每个居民在智能家居、义务教育、职业培训、远程医疗、幸福养老等关系个人福祉层面实现公共服务的优质共享。

超互联新算力网络的典型应用场景包括：

5.1 个人数据中心（PDC）

个人数据流转难的关键在于个人数据虽然由个人创建，但大多数情况下却需要通过企业流转，责任主体和利益主体不一致。个人信息可携带权赋予了个人主动在企业间流转个人信息的权利，充分体现将个人权利还于个人的立法初衷。而个人数据中心以“我的网络我做主、我的数据我做主、个人网络行为自主可控”为核心理念，保证个人数据主权和个人信息隐私保护，融合区块链、可信互联、去中心化数据标识、路由以及人工智能等技术，构建以个人数据中心为基本单元的可信互联信息基础设施，这将是释放未来融合应用产业发展的新方向。

个人数据中心的核心理念由分布式数字身份、分布式存储计算平台、区块链基础设施、以及开放的应用接口和应用生态组成，以集成技术创新为手段促进个人大数据的存证、确权和流通。在超互联新算力网络为基础的能力框架上，从资源、计算框架、分布式基础架构、密码学体系、高可靠高 TPS 区块链等方面，为个人数据中心和相关应用创新，构建原生的新型分布式基础平台。

5.2 混合云模式的国资云建设

在超互联新算力网络中，针对性的将分布式的数据中心、高速的数据中心点对点网络、标准化的云原生平台、专业化的统一运维平台和能力建设等多引入整体架构。从最根本的基础设施层面和基础平台层面，实现跨区域的标准化一致体验。同时充分借鉴现有的混合云成功实践经验，以此构建高可靠、分布式、融合多方资源的国资云联合计算平台。

5.3 自主可控的数据安全

以超互联新算力网络为底座资源，打造贯穿 IT 全产业链的自主可控信息安全应用生态将更为简单。人工智能、大数据、智能制造等业态场景只需聚焦本专业领域的业务安全问题，结合超互联新算力网络，业者可以做到应用、数据在设计、生产、制造等整个生命周期中自主可控、自主推进，从而达到可持续、可升级换代的水平。

5.4 车联网

车联网中，除了信息服务之外，都需要极强的交互实时性【<5ms】和比较大量的计算资源。传统从终端（车辆）到云的模式，从根本上无法满足这一要求。虽然在通信协议上，不管是 DSRC 还是 5G，都能实现低延迟的通信，但是从无线接入网络到达数据中心和云平台，这部分的传输距离和中间转发，大幅增加了端到端的延迟。而且 DSRC 和 5G 中，虽然都能对于网络的质量进行 QOS 保障，但是从接入网络到云平台之间的路径和网络质量，却是不可控的。

超互联新算力网络平台从技术实现和端到端的整体架构上，非常适合车联网的应用场景：

- 1) 分布式的计算和存储资源+与无线接入网络的光纤就近连接，使得计算环境与终端之间的距离最短。云原生的边缘节点可以快速按需分配启动

相关资源。

- 2) 5G+SDX 的技术，根据业务类型，实现按需质量保障，确保了端到端的链路质量。基于专网和端到端的加密技术，实现数据传输和存储上的安全可靠。
- 3) 区块链和数字身份，可以对于车辆过程中的数据进行规范存储，确保行驶过程中数据的完整和不可篡改。在交通事故和故障时，可以快速排查，并厘清责任，有助于车企/用户/保险公司等多方构建信任基础。

6、 总结与展望

本文定义了超互联新算力网络，是一种分布式计算系统，旨在连接所有可提供计算资源，遵循超互联网络接入规范，提供相同的算力、存储、网络等数字资产能力的云互联系统。

本文从架构、组网示例、运行模式和生态体系等多个方面阐述了超互联新算力网络的基本定义以及技术架构。从关键技术要素本身来说，超互联新算力网络从 5G+SDx 混合网络、区块链、分布式存储、云原生、边缘计算、数据中台、数据安全、软件生态系统等各个角度对现有技术进行了创新以及融合。最后，在可预见的未来，超互联新算力网络将在个人数据中心 PDC、云原生多场景建设、基于混合云模式的国资云建设、基于自主可控的数据安全、车联网等领域率先获得落地应用。

超互联新算力网络在新基建的大背景下，一端连接着巨大的投资与需求，另一端连接着不断升级的消费市场，使得具备开拓新基建产业新蓝海，涉及电子信息制造、软件与信息技术服务等多个领域，具有产业链条长、辐射范围广、技术创新活跃、产业带动性强的特点。这些技术作为各行各业迈向数字化、智能化的基础支撑，将为行业提供多样化的强劲算力、无处不在的网络、无所不及的智能，赋能实体经济高质量发展。实现产业链各环节厂家皆可参与，众多行业从业者皆可获利，普罗大众皆能受惠的共赢效果。

技术的发展目标是让人的生活更美好，是沿着正确的技术方向创建未来，是用全场景牵引和规划技术，以此来造福每一个人，每一个家庭，每一个组织。

7、 附录： 缩略语

5G (5th Generation Mobile Communication Technology, 第五代移动通信技术)

5G MEC (5G Multi-Access Edge Computing, 5G 边缘计算)

APP (application, 应用程序)

API (Application Programming Interface, 应用程序接口)

AWS (Amazon Web Services, 亚马逊云服务)

BaaS (Blockchain as a Service, 区块链即服务)

CDN (Content Delivery Network, 内容分发网络)

CNCF (cloud native computing foundation, 云原生计算基金会)

CNIA (Cloud Native Industrial Alliance, 云原生产业联盟)

CP (Content Provider, 内容服务商)

CLOS (Charles Clos 是贝尔实验室的研究员, 他首次发表了一种用多级设备来实现无阻塞电话交换的方法, 后来被称为 CLOS 架构)

CPU (Central Processing Unit, 图形处理器)

CI/CD (Continuous Integration, 持续集成和 Continuous Delivery, 持续交付)

dDC (Distributed data center, 分布式数据中心)

DC (Data Center, 数据中心)

DCF (Data Center Fabric, 数据中心网络)

DCI (Data Center Interconnect, 数据中心互联网络)

DevOps (Development 和 Operations 的组合词, 是一组过程、方法与系统的统称, 用于促进软件开发、技术运营和质量保障部门之间的沟通、协作与整合)

DID (Distributed Identity Document 分布式数字身份)

edgeDC (edge Data Center, 边缘数据中心)

ETSI (European Telecommunications Standards Institute, 欧洲电信标准化协会)

ETSI ISG MEC (Industry Specification Group for Multi-Access Edge Computing, ETSI 边缘计算标准工作组)

GPU (Graphics Processing Unit, 图形处理器)

Intel SGX (Intel software guard extensions, 软件保护扩展机制, 是一种指令集扩展与访问控制机制)

IPFS (InterPlanetary File System, 星际文件系统)

Max-Int (Maximum Interval heuristic, 最大时间跨度算法)

ME (Metro ethernet, 城域以太网)

MPC (Secure Multi-party Computation, 多方安全计算)

M2M (Machine to Machine, 机器之间)

M2H (Machine to Human, 机器与人之间)

NDB (Non relational database, 非关系型数据库)

NFV (Network Functions Virtualization, 网络功能虚拟化)

NIST (National Institute of Standards and Technology, 美国国家标准与技术研究院)

OLB (Opportunistic Load Balancing, 随机负载均衡)

PoP (point-of-presence, 网络服务提供点)

QoS (Quality of Service, 服务质量)

RDB (Relational Database, 关系型数据库)

RDMA (Remote Direct Memory Access, 远程直接数据存取)

SaaS (Software-as-a-Service, 软件即服务)

SDN (Software Defined Network, 软件定义网络)

SDWAN (Software Defined Wide Area Network, 软件定义广域网)

SDx (Software Defined X, 软件定义一切)

SECO (Software Ecosystem, 软件生态系统)

superDC (super Data Center, 超级数据中心)

TARS (腾讯开源的微服务框架, 使用 Tars 协议, Tars 取自于电影"星际穿越"中的机器人名字)

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, 传输控制协议/网际协议)

TEE (Trusted Execution Environment, 可信执行环境)

TSN (Time Sensitive Network, 时间敏感网络)

VPC (Virtual Private Cloud, 虚拟私有云)

VPN (Virtual Private Network, 虚拟专用网络)

WIFI6 (第六代无线网络技术)

XR (AR-增强现实技术、VR-虚拟现实技术等技术的统称)