

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2022年9月/第9期

准印证号：(粤B)L011030048

## 视点

04 算力成网为数字经济注入新动能

08 算力网络价值场景和市场机遇探讨



## 专题：算力网络

12 推动算网融合创新，助力算力网络高速发展





第26卷/第09期  
总第408期

中兴通讯技术 (简讯)  
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)  
月刊 (1996年创刊)  
中兴通讯股份有限公司主办

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会

主任: 刘健  
副主任: 孙方平 俞义方 张万春 朱永兴  
顾问: 柏钢 方晖 李伟正 刘金龙  
陆平 胡俊劼 华新海 王强  
王全

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑委员会

主任: 林晓东  
副主任: 黄新明  
编委: 陈宗琮 丁翔 黄新明 姜永湖  
柯文 刘爽 林晓东 施军  
孙彪 魏晓强 杨兆江 朱建军

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

总编: 林晓东  
常务副总编: 黄新明  
编辑部主任: 刘杨  
执行主编: 方丽  
发行: 王萍萍

主办单位: 中兴通讯技术杂志社  
编辑: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部  
发行范围: 国内业务相关单位  
印数: 6000本  
地址: 深圳市科技南路55号  
邮编: 518057  
发行部电话: 0551-65533356  
网址: <http://www.zte.com.cn>

设计: 深圳市奥尔美广告有限公司  
印刷: 深圳市旺盈彩盒纸品有限公司  
印刷日期: 2022年09月25日



刘金龙  
中兴通讯系统产品MKT方案部总经理

## 共筑算网新基建，同创数智新未来

数字经济蓬勃发展，“东数西算”工程在全国范围全面启动，催生出强劲的算力需求。截至2022年6月底，我国在用数据中心机架总规模超过590万标准机架，服务器规模约2000万台，算力总规模超过150EFlops。算力产业支柱作用愈发凸显，2021年，算力核心产业规模超过1.5万亿元，占数字经济规模21%，关联产业规模超8万亿元。

需求侧、供给侧双轮驱动，算力网络应运而生。需求侧，随着新型电脑、交互式视频、XR以及元宇宙等新业务的发展，对时延和带宽高敏感的视频业务已经成为全场景共性需求。供给侧，面对双碳减排压力、资源忙闲不均，以及东西部发展不均衡等问题，算力网络作为联结需求侧及供给侧的桥梁，通过确定性网络使算力连接成网，通过云间/云边协同提供灵活、高效算力，实现存算资源优化，在提升业务体验的同时，极大降低成本。我们认为，发展算力网络，市场导向是成功前提，要素升级是成功关键。

“合抱之木，生于毫末”，中兴通讯践行“数字经济筑路者”的战略定位，打造高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的高效“数字底座”。为实现算力网络，我们持续锻造“算”和“网”能力：针对“算”，通过异构、泛在、云原生等技术落地提升资源池竞争力，通过统一管理编排，解决高效业务编排部署问题；针对“网”，加快推进400G落地支撑多级时延圈和未来带宽需求，推动SRv6落地实现网络灵活编排，实现多算力互联和一跳入多云。基于软、硬、芯协同和一体化全栈产品能力，实现从单一要素升级到多要素融合创新，提供从数据中心、云平台，到基础软硬件的集成解决方案；基于多样算力、异构计算、算网协同、统一度量、智能调度等领先技术能力，在视频算力网络领域先试先行，以用促建，满足多元化视频业务场景需求。

未来，中兴通讯将继续与运营商及行业伙伴合作，提升算力效率和网络能力，助力运营商算力网络体系构建，赋能全社会全行业数字化转型，同创数智新未来。

# 目次

中兴通讯技术（简讯）2022年第09期



## 推动算网融合创新， 助力算力网络高速发展

数字经济蓬勃发展，新一轮科技革命和产业变革扑面而来，算力已成为数字社会的核心资源。如何像电力服务一样，实现泛在、普惠的算力服务，成为数字经济发展的重大问题。

### 视点

- 04 算力成网为数字经济注入新动能  
王卫斌
- 08 算力网络价值场景和市场机遇探讨  
左罗，袁越

### 专题：算力网络

- 12 推动算网融合创新，助力算力网络高速发展  
徐方，余铎
- 16 算力网络标准研究进展  
朱进国
- 18 算力基础设施技术演进方向分析  
朱堃
- 21 面向算网一体的服务感知网络  
谭斌，黄兵，黄光平

- 24 面向视频领域，算力网络先行先试  
郭雪峰
- 27 “IP+光”助算力无处不达  
李为朴
- 30 5G算力基站，构建算力网络的末梢神经  
孙杨军，黎云华
- 32 算网大脑，赋能多要素算网智慧运维  
何伟
- 34 内生安全，护航算力网络健康可持续发展  
王继刚，葛林娜

### 解决方案

- 37 基于算力网络的云化PLC新架构及滨江工厂应用  
实践  
马立军，赵明鹤
- 40 为数据披上“铠甲”，可信云保障数据安全流通  
吴刘文，彭鹏



### 成功故事

- 42 浙江移动：先行先试，算网创新探索成果初现  
陈亚斌
- 44 江苏移动携手中兴通讯：深耕专属云项目，探索  
企业数字化转型新路径  
史庭祥，曹维娜

### 02 新闻资讯





## 中兴通讯与江苏省政府签署深化战略合作协议

8月19日，江苏省人民政府与中兴通讯在南京签署深化战略合作协议。江苏省委书记吴政隆、省长许昆林与中兴通讯董事长李自学进行座谈，副省长胡广杰与中兴通讯高级副总裁朱永涛分别代表双方签约。

通过本次深化战略合作协议的签署，将进一步提升双方在新时期的合作高度。双方将加强在基础算力、数字政府、智慧城市、智能制造和数字化赋能等各方面的战略合作，携手拓展新模式、培育新业态、打造新产业，为奋力谱写“强富美高”新江苏现代化建设新篇章提供有力支撑。

## 中兴通讯：上半年营收净利双位数增长 第二曲线进展良好

8月26日，中兴通讯发布2022年半年度报告。

报告显示，2022年1—6月，中兴通讯实现营业收入598.2亿元，同比增长12.7%；归属于上市公司普通股股东的净利润45.7亿元，同比增长12.0%；归属于上市公司普通股股东的扣除非经常性损益的净利润37.3亿元，同比增长65.8%。基本每股收益为0.96元。

2022年上半年，面对新冠疫情和外部环境的挑战，中兴通讯依然坚定不移地深化自身数字化转型，不仅高效保障了全球数万员工数字化安全办公，也极大地提升了研发、生产、运维和运营效率。

公司持续强化端到端的全域研发投入和创新。2022年上半年，研发投入

达101.5亿元，占营业收入比例17.0%。

2022年1—6月，公司国内、国际两大市场和运营商网络、政企、消费者三大业务营业收入均实现双位数同比增长。其中，国内市场实现营业收入406.0亿元，同比增长12.9%，占整体营业收入的67.9%；国际市场实现营业收入192.2亿元，同比增长12.3%，占整体营业收入的32.1%。

2022年上半年，中兴通讯在持续夯实以无线、有线产品为代表的第一曲线业务的同时，快速拓展以服务器及存储、终端、5G行业应用、汽车电子、数字能源等为代表的第二曲线业务，取得良好进展，第二曲线营业收入同比增长近40%。

## 国家电投与中兴通讯签署战略合作协议

2022年8月，国家电力投资集团有限公司（简称“国家电投”）与中兴通讯战略合作协议签署仪式在北京举行。国家电投董事、总经理、党组副书记江毅，中兴通讯总裁徐子阳出席签约仪式。国家电投总经理助理农刚、中兴通讯高级副总裁朱永涛代表双方签署协议。

根据协议，双方将充分发挥各自优势，扎实推动“零碳园区”、5G智慧工厂、绿色低碳能源服务等项目落地。

## 中国移动携手中兴通讯及合作伙伴完成全球首个运营商5G NTN技术外场验证

8月26日，在中兴通讯举办的5G-Advanced产业发展峰会上，中国移动研究院携手中兴通讯、交通运输通信信息集团、中国移动北京公司等产业伙伴共同发布全球首个运营商5G NTN（non-terrestrial network）技术外场验证成果。本次试点全面验证手机直连卫星技术落地能力，助力构建连接泛在、场景丰富、产业链深度融合、建设运维成本低的天地融合网络。

## 中兴通讯成功获得TRUSTe认证 全面守护用户隐私

2022年8月17日，中兴通讯顺利通过美国隐私认证权威机构TrustArc的审核，成功获得TRUSTe Enterprise Privacy认证。认证范围为中兴通讯终端热线服务，涵盖中兴终端产品的售后国内热线、国际热线、全球邮箱、国内在线服务等多个核心业务。通过TRUSTe认证，代表着TrustArc对终端呼叫服务隐私保护水平的高度认可，意味着中兴通讯终端呼叫服务在维护用户隐私安全方面取得了阶段性的显著成果。



## 中兴通讯入选2022年《财富》中国ESG影响力榜单



2022年8月，中兴通讯入选2022年《财富》中国ESG影响力榜单，成为环境、社会、公司治理等领域全面发展，具有行业领先ESG综合表现的企业代表之一。

今年，《财富》发布首份中国ESG影响力榜，旨评选出在创造财富同时，更好地肩负起环境、社会和治理责任，

致力于引领世界重返安全与繁荣的企业。上榜的中国企业均在改善环境、保护员工、支持社区上做出了卓越的努力。

作为联合国全球契约组织和全球电子可持续发展倡议组织（GeSI）的成员，中兴通讯自2009年起已经连续14年发布可持续发展报告。2021年12月，中兴通讯A股和H股均被纳入富时社会责任指数系列。

在绿色发展方面，中兴通讯积极参与全球脱碳经济转型，通过绿色企业运营、绿色供应链、绿色数字基础设施、绿色行业赋能四大维度铺设“数字经济林荫路”，助力各行各业快速步入绿色发展通道。

在贡献全球社区方面，中兴通讯围绕教育发展、医疗救助、弱势救助、

乡村振兴和环境保护五大领域工作，在全球范围内积极开展社区公益与救助行动，通过捐资捐物、技术赋能，不断践行企业社会责任。2021年，中兴通讯公益基金会全年开展公益活动220场，累计服务弱势群体1.2万人。

在公司治理方面，中兴通讯通过数字化手段，形成了相对完备的风险管理及内部控制管理办法，并持续完善业务连续性体系建设和导入。同时，公司始终将合规管控嵌入各项业务流程，并建立了与公司业务实践相一致的一流合规管理体系，与全球客户、供应商及其他业务合作伙伴一起实现可持续发展。

未来，中兴通讯将继续把ESG（环境、社会以及公司治理）融入公司日常经营，进一步为全球可持续发展做出更大的贡献。

### 中国移动研究院联合中兴通讯完成业界首个动态智能超表面技术原型验证

2022年8月，中国移动研究院联合中兴通讯完成业界首个5G基站和动态智能超表面协同波束赋形技术原型验证，双方在智能超表面领域的研发进入基站与智能超表面动态协同的第二阶段。

验证结果表明，相比静态超表面只能提升定点覆盖，基站和智能超表面协同波束赋形技术不仅可大幅提升基站覆盖范围，还可支持移动场景下的用户无缝连接。

### 深耕行业数智化，中兴通讯发布业界最小Mini5GC

2022年8月，中兴通讯发布Mini5GC新品，业界同等性能尺寸最小，5G核心网产品持续创新，助力5G专网建设向纵深发展。

中兴通讯Mini5GC新品，以超小超轻、超简组网、超高集成三大优势，助力矿区矿井安全生产、工厂工位业务灵活调整、应急高效精准救援。中兴通讯Mini5GC已在矿山、交通、制造、政务等五大典型领域开展试点验证。

### 江苏移动携手江苏电力、中兴通讯完成SPN小颗粒虚拟专网验证

2022年8月，江苏移动联合江苏电力和中兴通讯在南京江北新区完成SPN虚拟专网在电力行业的验证测试。这是电力行业首次采用SPN小颗粒技术，在5G端到端切片环境下承载差动保护等电力生产控制类业务，借助小颗粒技术窄带宽、硬隔离的特性，实现带宽节省、业务安全隔离，同时降低电力专网建设成本，为SPN网络支撑电力综合业务承载奠定坚实基础。

# 算力成网为数字经济 注入新动能



王卫斌  
中兴通讯首席科学家

20世纪末，唐·塔普斯科特在《数字经济》一书中论述了互联网对世界经济的影响，最早提出了“数字经济”的概念。当前，数字经济已成为把握新一轮科技革命和产业变革机遇的战略选择和国家竞争的战略制高点。

## 数字经济时代的新生产力和战略制高点

**数**据、算法和算力构成了数字经济时代最基本的生产基石。数据是新生产资料，算力是新生产力，算法是新生产关系。

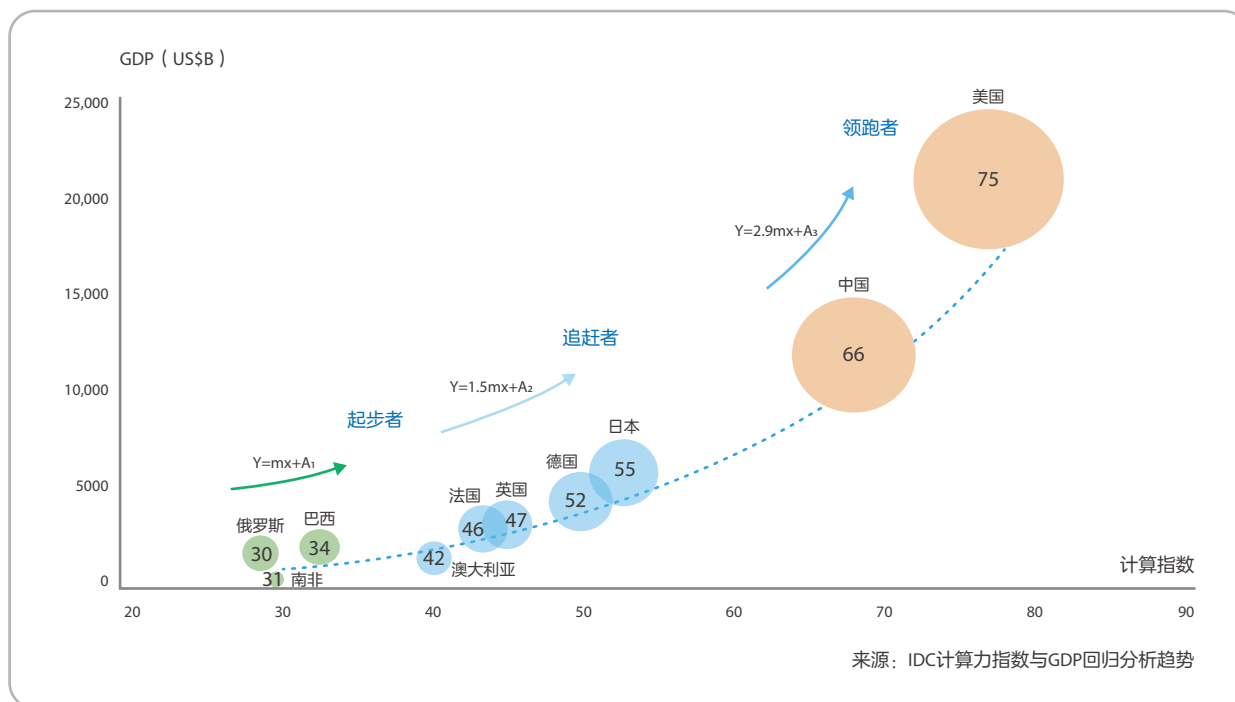
随着5G、云计算、数据中心等新型信息基础设施建设进程的不断深入，社会生产生活所产生的数据量爆炸式增长。根据IDC的统计，到2025年，全球创建的数据量将达到175ZB。海量数据对数据存储和算力提出了新的要求，全球数据量每增加1ZB，服务器需要增加29.4万台，预计2021—2025年全球会增加3410万台服务器。而算力指数每提高1%，数字经济和GDP分别增长3.3‰和1.8‰。

当前，算力已成为各国科技产业布局的重点方向，竞争白热化。纵观历史，科技发展与大国崛起密切相关，谁能在算力时代中斩获先机，谁就能抢占数字经济

的制高点。如图1，算力指数与GDP的走势呈现出了显著的正相关的关系，美国的国家算力指数为75分，我国算力指数66，领跑全球。为发挥算力投资的倍增效应，全球经济大国加大对算力的投入和政策牵引。美国国家科学基金会和国家标准局先后发布多项指南，重点支持超算等新型计算技术，近两年在3大超算系统（Aurora、Frontier和El Capitan）投入预算均超过18亿美元。我国“东数西算”工程的全面启动，催生出强劲的算力需求，截至2022年6月底，我国算力总规模超过150EFlops。

## 算力成网打通主动脉，做活微循环

云计算通过算力成云，以服务的方式将算力资源变成可被用户使用的动态、可伸缩的资源，极大降低了算力的使用成本。数据中心是云计算的主要载体，但又是公认的高能耗行业，对双碳目标的实现提出了严峻挑战。



▲ 图1 IDC算力指数与GDP回归分析趋势

2021年,全国数据中心能耗达2166亿kWh,较2020年增长44%,占全社会用电量的2.6%,相当于2.5个三峡水电站的发电量。从运营成本上看,电力消耗占到数据中心运营成本的50%~60%。跨省算力成网可借助网络打通东数西算的主动脉,形成“泛在、立体、融合、绿色、安全”的新型信息基础设施。

另一方面,伴随5G规模商用,云计算服务由消费互联网转向产业互联网,传统云计算的算力供给模式将难以满足工业现场以及远程控制等场景对确定性、超低时延的需求,云计算需要逐渐向边缘和端计算以及云边端算力协同服务演进。根据Gartner预测,未来70%的数据将在边缘侧处理。相比云计算,边缘和端算力虽然拥有海量的节点优势,但是单节点算力资源有限,有必要借助高速、灵活、智能的网络,将相邻位置不同类型的算力节点协同起来,突破单点算力性能极限提供算力集群和协同服务。将分散的算力联成网可做活边缘算力的微循环,发挥边缘算力规模效应,推动算力服务全面升级和产业数字化转型。

算力网络使得算力可应需集结,并与网络一样泛在,

最终实现网络即计算NaaC (Network as a Computer), 以及与应用需求密切匹配的网络化算力基础设施。

### 算力网络是运营商增长第二曲线

运营商是数字基础设施建设者、产业生态的运营者和信息安全的“国家队”。算力网络是运营商发展的新机遇。运营商借助算力网络发展,一方面可以完成传统基础设施向新型综合信息基础设施的转型,另一方面可以从传统的连接服务,向“连接+计算+能力”的综合服务角色转型,实现价值链的重构。

算力网络建设最终将使算力成为与水电一样,“一点接入、即取即用”的社会级服务,提供“网络无所不达、算力无所不在、智能无所不及”的综合信息服务,同时可构建运营商自身发展的第二曲线。

### 市场导向,双轮驱动“精准算力网络”构建

算力网络是一个系统工程,如何以市场为导向推动算力网络建设健康可持续发展、构建精准算力网络是需



要思考的问题。可从需求侧和供给侧双轮驱动算力网络建设：需求侧，坚持以用促建，业务驱动，避免盲目建设、重复建设；供给侧坚持问题导向，效率优先。

### 业务驱动，视频算力网先试先行

随着新型云电脑、交互式视频、XR、通感一体以及元宇宙等新业务的发展，视频业务已成为全场景共性需求和算力增长的爆发点。多元化视频业务场景需求驱动多样算力、异构计算、算网协同、统一度量、智能调度等关键技术演进。算力网络导入期可在视频领域先行先试。

在算力网络各层注入视频能力，可构建全场景视频算力网。在算力网络的编排调度层，实现视频应用的云端、边缘算力资源统一调度、冷热温数据分级存储；在基础设施层，按需分层部署增强的层次化异构算力，如现场视频网关、边缘视频算力及视频云，满足多场景算力需求，同时增强CDN网络，实现CDN/RTN/VSN多网融合，构建统一低时延交互式视频网络；还可以在能力层

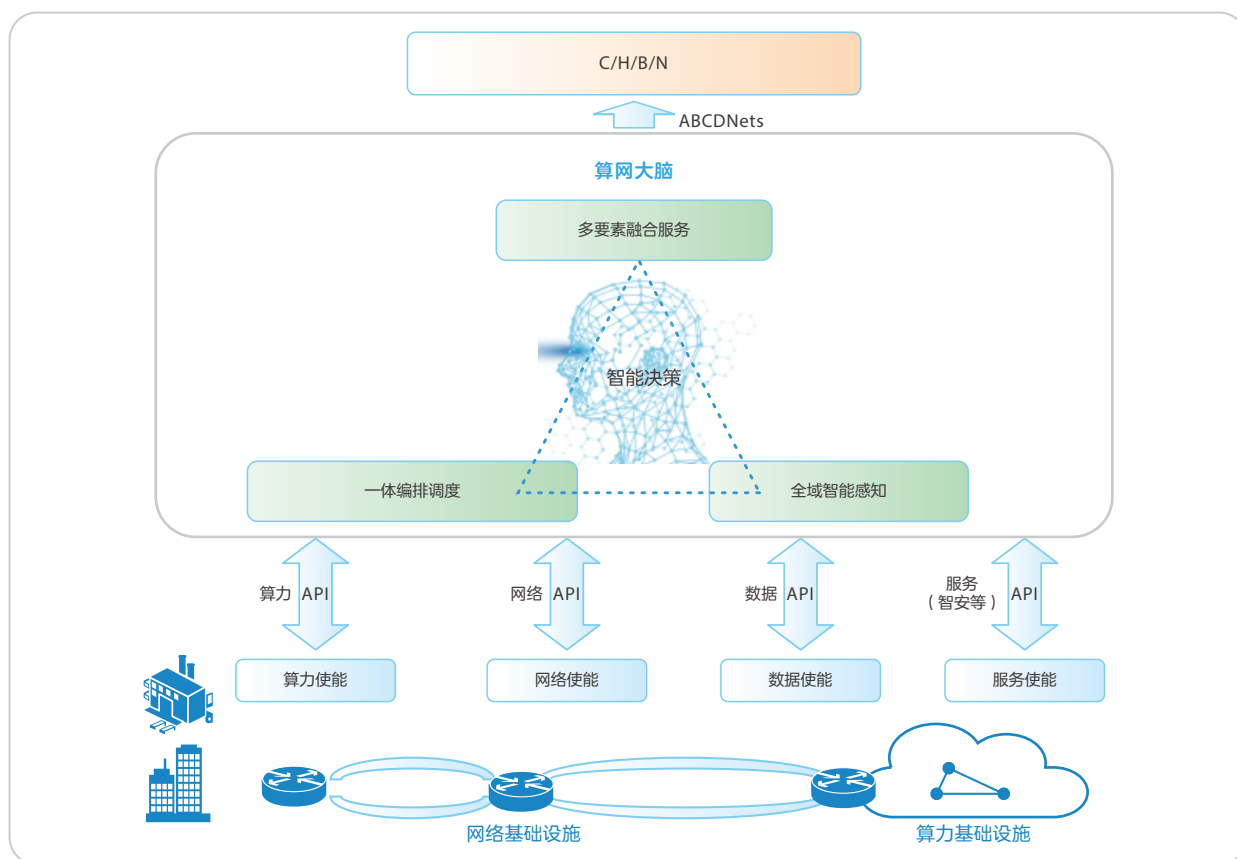
构建视频中台，集成编解码、渲染、分发和分析多种视频能力，使能应用开发和能力共享。

### 要素升级，构建绿色安全高效算力和智能运力底座

构建算力网络首先要打造绿色、安全、高效的算力，以确保数据生产要素的安全、可靠处理和流通。高效算力包括4个关键特性：异构多样、合理布局、协同一体和绿色安全。智能网卡、算力卸载、xPU、存算一体等技术可满足不同专业领域算力性能需求；边缘、超边缘和端侧算力泛在部署可以实现算力全局随选；算网一体可以推动算力的敏捷流动；内生安全、隐私计算和液冷等技术可以确保算力的经济可靠。

构建算力网络其次要打造泛在敏捷的运力底座，提供泛在算力接入、品质算力连接和统一算网调度的能力：在光底座通过网络MESH化建立光层直达链路，实现分级时延圈，服务东数西算；基于OXC的光电联动以及SDN管控，实现业务灵活调度；在IP层引入SRv6实现一





▲ 图2 算网大脑参考架构

跳入云、极简跨域，引入切片、小颗粒等技术，为业务提供低时延、低抖动、低丢包率、高带宽、高可靠等高质量连接服务。

### 集成创新，多要素融合一体服务

为满足不同业务应用的需求，需要在算力网络构建算网大脑服务控制中枢，实现算网基础设施状态感知，算力和网络资源统一编排、调度和协同服务。算网大脑参考架构如图2所示。

算网大脑核心能力有三点。

首先是一体化编排调度能力，实现业务到资源的编排转换、业务与资源间协同调度，解决多业务对资源调度间的冲突。同时也提供最优算力服务节点选择和最优算力路由，达到服务体验或综合效率最优。

其次是全域智能感知能力。智能编排调度的基础是对全域资源状态的感知及预测，通过引入数字孪生、内生安全等技术可实现算网资源数据融合、可视化和安全

可控，为统一编排调度、分析诊断和决策提供支撑，保障端到端业务质量及用户体验。

第三是多要素融合服务能力。随着多样化算力并网，算网大脑将传统的资源式服务逐渐转换为“任务式”服务，并通过算网感知、度量支撑上层算网运营系统完成多量纲计费及算力交易等运营需求。

通过上述核心能力，算网大脑可实现算、网、数、智、安一体化协同，最终为用户提供多要素融合服务和使能业务创新。

综上所述，算力网络建设是一个循序渐进的过程，应遵循“业务驱动，要素升级，融合创新”原则不断推进。另一方面，让理想照进现实也需要产业界精诚合作，联合共创算力网络新业态。

亚瑟·克拉克说过，“任何先进的技术，初看都与魔法无异”。未来已来，让我们积极拥抱算力网络，为数字经济发展注入新动能。ZTE中兴



左罗  
中兴通讯高端交流团队部长



袁越  
中兴通讯高端交流团队综合方案总工

## 算力网络价值场景和市场机遇探讨

从经济角度看，以钢铁、电力产量衡量一个国家、地区发展水平的时代正在远去，数据、算法、算力成为智能时代的新经济要素。电气时代打破了人类体能对社会发展的制约，智能时代则在摆脱对人类脑力的依赖。算法来自于科学家，数据来自于千行百业，算力则承载算法和数据。以网络连接算力节点，从而形成一体化的算力服务平面，无论被称为“算力网络”还是“云网融合”，这种新型的算网一体服务，正在成为支撑国家产业数字化转型的新型信息基础设施。

### 算力网络带来基础设施和创新业务两类市场机会

巨大的投入能为运营商带来哪些收入机会？困扰过5G建设的问题，同样困扰算力网络建设。结合国家东数西算政策和运营商多要素发展战略，可以预见算力网络将在基础设施和创新业务两个层面为运营商带来新的市场机会（见图1）。

基于运营商全光底座构建的涵盖西部、东部、省级、边缘的全国一体化新型信息基础设施，可以为本地、

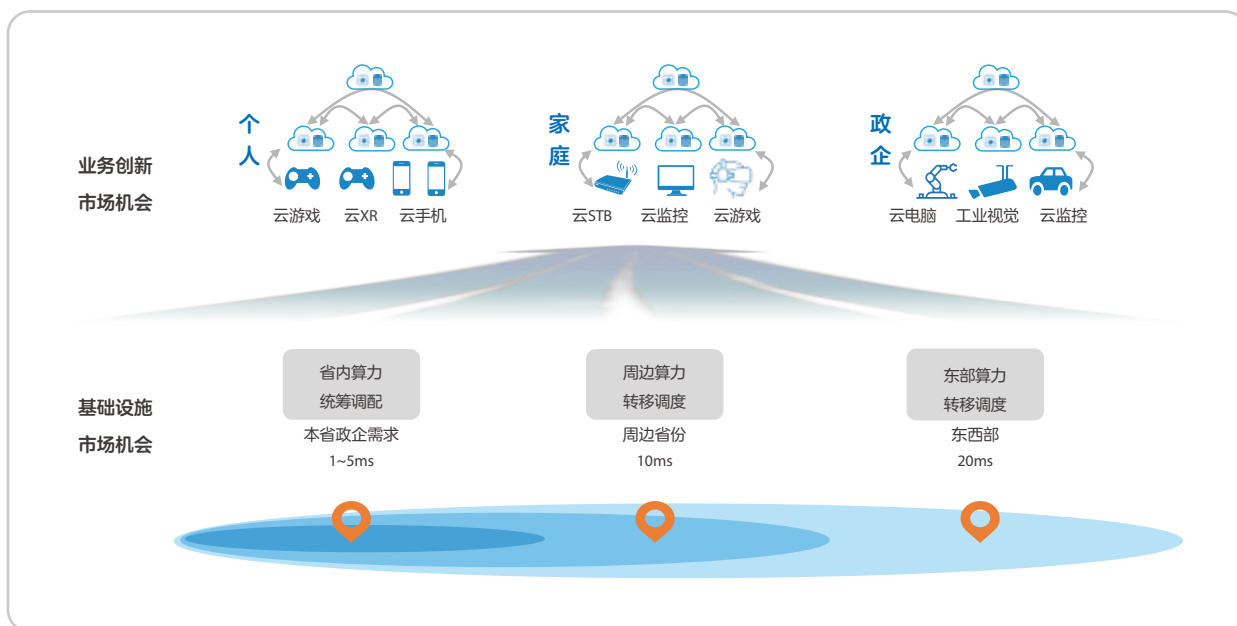
周边、跨区域的政企客户提供灵活调度的多样性算力服务。小于5ms的省内时延圈，聚焦本地政企客户，提供最契合本地政企大客户数字化转型的方案。对于10ms周边时延圈，根据区域数字经济发展水平，可以为周边省份提供高性能实时算力，如广东可以承接广西、海南的需求，也可以作为低成本资源池，承接周边发达省份外溢的温冷数据处理、备份需求。对于西部国家枢纽所在省份，最重要机遇是承接东部冷数据存储和非实时算力需求。

新型信息基础设施，也是运营商孵化自有创新业务的重要平台。面向个人和家庭市场，促进智能视频监控业务，家庭增值业务，元宇宙早期形态的云XR、云游戏成熟。这类业务当前受制于端算力进展缓慢，将业务上移到边缘云，又对于带宽、时延、处理能力要求苛刻，而这正是算力网络可提供的关键能力。对于政企用户，通过多层次算力和确定性网络协同，开展新型云电脑、基于视频的AGV、机器视觉和安全监控等业务创新。

### 基础设施变现场景及关键要素

新型信息基础设施最大特点是通过算力和网络深度





▲ 图1 算力网络带来两个层次的市场机会

结合，实现全国范围内算力共享和算力负荷跨域调度，从而达到成本最优、碳排放最低的效果。

### 跨域算力共享场景

东数西算是一个通用的提法，从场景上看至少存在东数西存、东视西渲、东数西训三类应用场景。

#### ● 东数西存

东部经济发达地区年新增数据达EB级别，海量数据来自医疗影像、智慧城市、智慧交通、各类云盘和视频内容源等。其中大部分数据随着时间推移访问频次逐渐降低，但又必须留存备查。传统分布式存储也会根据数据访问频度，区分冷、温、热数据，采用不同策略进行存储和调度，但一般做不到跨地域调度。随着东数西算工程的实施，将分布式存储系统扩展到广域范围内，充分发挥西部地区绿色电力资源丰富、电价低廉的优势，能够降低数据存储成本，获得更大市场。

#### ● 东视西渲

国内十大影视基地有9个在中东部地区，伴随影视作品中特效占比和内容清晰度不断提升，影视公司、广告公司、游戏公司对视频图像渲染的算力需求暴增，企业自建渲染平台成本攀升。渲染本身是时延不敏感业务，

运营商可以在广域范围内，选择最具成本优势的算力资源，拓展影视渲染市场。

#### ● 东数西训

在模拟人类认知模式取得突破前，人工智能主流发展路径是规模取胜，即AI模型越来越大和复杂，模型参数从几百万上升到百亿甚至千亿，训练所需的数据量也越来越大。业界有分析认为，如果按租用算力的价格估算，谷歌PaLM模型一次训练的算力花费可能超过1亿元人民币。将训练任务和海量的样本数据调度到西部，在西部完成AI模型训练，将可能为企业节省大量费用。

从上述三个场景的简单分析可见，“东X西X”场景本质是利用骨干网络带宽换取西部低成本算力。算力成本的下降与额外的带宽成本相比，是否存在明确收益，需要通过试点加以验证。技术上“东X西X”解决方案的关键是跨域算网一体编排调度能力。

### 算力调度的本质

算力调度是提升资源池算力利用率、保障服务SLA的重要手段，但算力本身并不能从一个资源池调度到另一个资源池，实际流动的是应用和服务。从业务生命周期看，算力调度会发生在两个阶段：部署过程和服务过

程（见图2）。

所谓部署过程调度，就是将应用软件部署到某个特定资源池的过程，包括首次部署以及运行过程中，因各种原因将一个应用软件的实例从某个资源池迁移到另一个资源池。部署过程调度核心解决应用使用哪个资源池的算力的问题，选择资源池的策略包括“就近”（靠近用户）、“就闲”（选择负荷较低的资源池）、“就碳”（选择绿色能源丰富的资源池），以及其他业务相关的策略。

服务过程调度，则是当应用软件的用户请求获得服务时，从部署在多个资源池中的应用实例中选择一个，将这个用户请求调度到对应的应用实例。目前这一调度过程由业务系统自身的负载均衡软件负责，调度策略一般以就近、就闲策略为主。由于应用对于网络的感知能力较弱，会出现业务软件负荷较低，但是网络质量不佳最终影响用户体验的问题。

算力调度平台将首先实现部署过程调度，服务过程调度如何从业务系统抽象到算力调度平台还在研究中。部分东数西算国家枢纽节点所在地政府，提出建设统一的算力调度平台，实现统一调度三大运营商及其他云服务商的算力资源。但由于算力资源管理接口标准化程度不足，政府建设统一调度平台存在较大的技术障碍，算

力调度短期内将仍是企业负责。

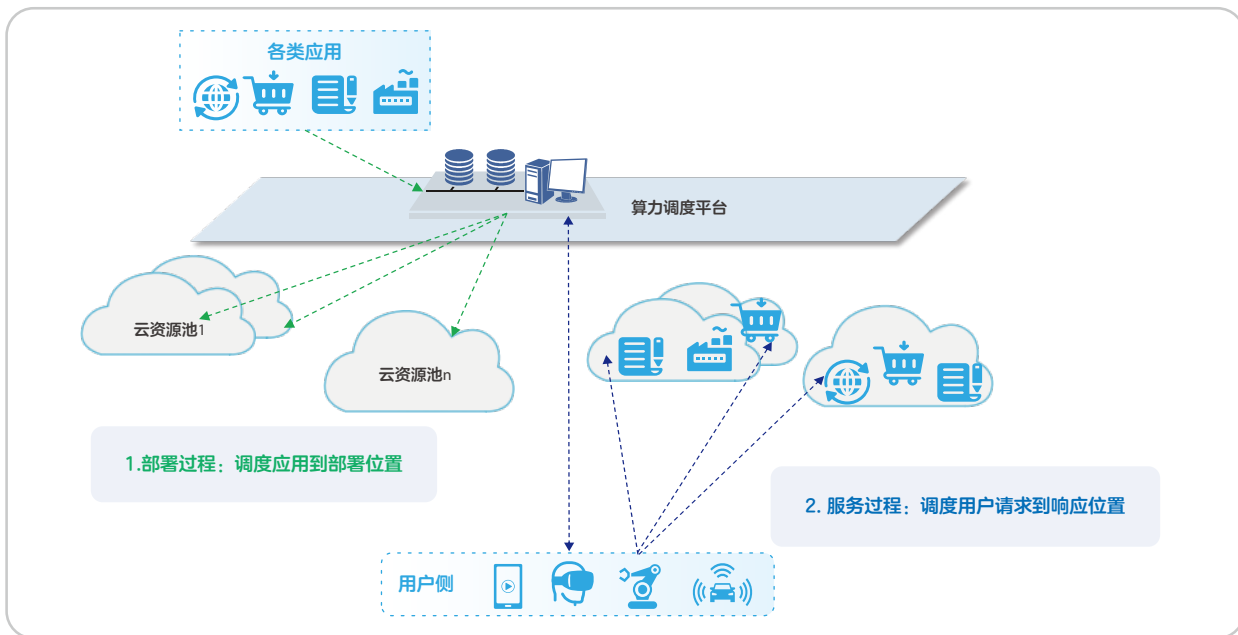
## 算力网络叠加视频能力培育类视频应用

赋能千行百业数字化转型外，新型信息基础设施同样可以服务于运营商自有业务创新。算力与网络深度融合的特性，可以为视频监控、机器视觉、云电脑、云游戏等泛视频业务创新提供坚实支撑。

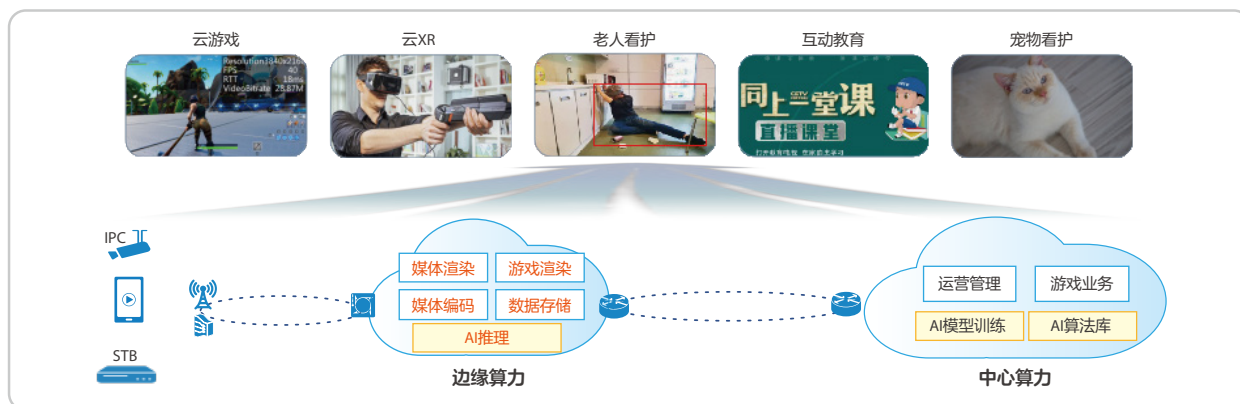
### 视频业务对算力能力提出更高要求

近年来视频业务正在发生巨大变化，图像质量从高清向4K/8K沉浸式体验演进，编解码技术从H.265向H.266等新技术演进，后者的运算量将较H.265提升5~9倍。视频业务从传统面向娱乐衍生出网购直播、视频监控、工业视觉、云会议、云电脑等创新业务。相应地视频流向从单向向双向及东西流量发展，业务时延要求从点播的数秒，到直播的秒级，再到云电脑所需的百毫秒级。视频流量越来越大，时延要求越来越苛刻，视频处理对算力的要求越来越高。

同时，随着国内外IT巨头纷纷入场，大量资本入局，元宇宙已经不再是单纯的炒作。沉浸式交互技术、



▲ 图2 应用生命周期内不同阶段的两种算力调度



▲ 图3 利用边缘算力支撑终端上移业务

AI辅助内容生成等关键技术的发展，推动云XR、云游戏、数字人等应用逐渐成熟，最终将融合形成虚实结合、治理完备的元宇宙体系。当前独立发展的这类应用，不断对于算力、网络提出更高要求。

上述因素驱动视频系统转型：泛在的编解码、转码、图像合成、AI能力模块化，并且能力模块部署到算力网络中从边缘到中心的多层算力节点，同时服务于多种视频业务。这种算力网络叠加视频能力形成的视频算网，将助力未来视频业务快速发展。

### 边缘算网承接端处理能力，发展增值业务

终端处理能力不足，严重制约面向存量个人/家庭用户推广创新的增值业务，例如智能家庭监控或基于机顶盒的互动教育等。频繁升级终端无论是成本，还是工程实施都是难以接受的方案。

保留端侧基本视频播放和操控能力，将新业务处理上移到边缘云，形成云化机顶盒vSTB或面向手机的云游戏、云XR业务。视频算网边缘节点为视频渲染、视频编码提供算力，同时为用户提供具备质量保障的网络连接（见图3）。

家庭监控终端保留视频采集上传能力，视频AI的推理能力放到边缘云，合作伙伴提供非法入侵识别、老人摔倒识别等算法，家宽用户可单独订购或组合订购。

类似地，对于工业机器视觉、视觉导航AGV等应用，视频算网为企业提上提供上行大带宽的确定性网络连接，叠加边缘AI推理能力，以及中心AI训练平台，形成“连接+算力+能力”一体服务。

### 新型云电脑与vCDN协同发展，扩大B端收入

美国有40%的办公PC使用云电脑，在欧洲和日本这个数据是18%，而国内不到3%，国内云电脑办公有着巨大的发展空间。制约传统云电脑业务发展的两大痛点分别是：用户体验差，网络不稳定时操作明显存在卡顿；成本高，专用虚拟化资源池导致云电脑成本和购买台式机成本不相上下。

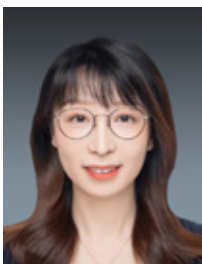
借助算力网络，将云电脑和vCDN混合部署在同一个边缘资源池中，可以充分利用两类业务的潮汐效应，最大化提升资源使用效率，降低成本。即白天服务于视频娱乐业务的CDN负荷小，云电脑负荷大，算力资源大部分服务于云电脑业务；到了晚上云电脑负荷降低，而CDN负荷上升，算力资源大部分服务于CDN业务。

传统云电脑多数部署在企业内网的私有云，员工一旦出差到异地，通过VPN访问云电脑的效果差。运营商将云电脑部署到公网，用户出差到异地后，可以在漫游地启动云电脑，通过算力网络的云存储业务，将用户使用的数据调度到漫游地，确保用户体验与归属地一致。同时引入RTN（实时音视频传输网络）网络负责云电脑服务端到用户的数据流转发，进一步降低网络时延。

无论是基础设施层面的算力网络产品还是基于算力网络的创新业务，其商业模式仍存在一定不确定性，技术上如何构建高效、复杂度可控的算网大脑尚有诸多分歧。当前阶段需要开展技术和产品试点，不断探索商业模式并完善技术架构，为未来国家新型信息基础设施建设打下坚实基础。ZTE中兴



# 推动算网融合创新， 助力算力网络高速发展



徐方  
中兴通讯系统产品MKT  
方案部部长



余铎  
中兴通讯市场规划系统总监

19世纪末，爱迪生发明电灯之后，如何将电力送入千家万户成为至关重要的问题，并引发了那场他与特斯拉之间著名的“电力之争”。爱迪生选择的直流电系统，由于传输损耗问题，每超过1km距离就需要建设一座小型发电厂，而特斯拉发明的三相交流供电系统，能够高效实现电力在城市之间甚至全国范围内的远距离传输，最终被社会广泛采用，并带来了全球电网的普及和发展，帮助人类社会迈入“电气时代”。

而今，数字经济蓬勃发展，新一轮科技革命和产业变革扑面而来，算力已成为数字社会的核心资源。如何像电力服务一样，实现泛在、普惠的算力服务，成为数字经济发展的重大问题。

## 算力网络发展现状

2020年4月—2021年7月，国家围绕数据中心的算力统筹规划，连续发布指导政策，提出以“东数西算”为核心的全国一体化数据中心布局。2022年1月，发改委、工信部等四部委联合复函，同意在京津冀、长三角、贵州、内蒙古等地启动建设“4+4”国家算力枢纽节点，标志着“东数西算”工程正式启动。

“东数西算”工程不仅是国家通过统筹规划实现合理的算力资源再布局，也对高速网络互联和跨区域统一调度能力提出了较高要求，需要算力、网络、数据等多要素协同联动。从这方面看，“东数西算”对于三大运营商来说，是一次难得的发展机遇。

2021年11月，中国移动联合中兴通讯等合作伙伴，正式对外发布《算力网络白皮书》，将算力网络作为新的发展计划和愿景目标，推动算力成为水电一样“一点接入、即取即用”的社会级服务。中国电信和中国联通也紧抓算力时代大机遇，加快推进数字基础设施融合升级，构建新型算网服务体系，积极由通信服务运营商向数字服务提供商转型升级。

运营商算力网络既是系统工程，也是长期战略，需要以系统思维做好顶层设计，同时联合算网产业构建开放共荣的生态体系。目前，算力网络的应用场景和商业模式仍需进一步探索，标准体系和产品技术也在逐步完善中。



## 算力网络技术演进

本质上，算力网络是数字经济时代下运营商云网基础设施的融合创新和升级，目标是构建一体化的算力服务平面，赋能千行百业数字化转型。运营商算力网络要坚持计算和网络协同发展，一方面借助网络系统化优势改变单点算力不足的现状，另一方面利用算力调度的高需求促进网络超宽带高智能发展。所以算力网络的三个主要技术方向是高效算力、智联网络，以及基于算网大脑的算网协同（见图1）。

### 高效算力

高效算力的核心目的是为应用提供泛在、高效、安全的算力供给，具体包括多样性算力、泛在算力、协同调度、云原生、绿色安全五个方面。

多样性算力是未来算力服务构建的基础，包括异构算力、内生算力、信创算力三种，其中异构算力主要指以GPU、DPU、NPU、FPGA等异



图1 算力网络三大技术方向

构芯片为主构建的算力，内生算力主要指基于运营商BBU/OLT/SPN等网络设备提供的算力服务。以基站内生算力为例，中兴通讯提出了“基站引擎（NodeEngine）”方案，将轻量化的边缘计算平台集成在基站BBU里，利用运营商的站点资源优势，充分满足园区客户对边缘算力的低时延



需求。

泛在算力布局为未来算力服务供给提供实时性保障，当前重点在中心枢纽和边缘节点，主要结合东数西算和边缘业务发展算力下沉，优化多级数据中心布局，后期逐渐向超边缘算力、端算力延伸。算力泛在分布式部署，必然带来资源的碎片化问题，中兴通讯提供基于业务SLO（Service Level Objectives）的资源统一调度方案，解决资源碎片化问题，提升全局算力资源效率。

绿色安全是未来算力服务大规模推广的前提，隐私计算、可信计算等是构建算力网络安全体系的重要技术。在绿色算力方面，中兴通讯推出Green DC数据中心节能方案，帮助数据中心降能耗、降低PUE。

### 智联网络

智联网络的核心目的是为应用构建高速、敏捷、智能的运力底座。网络一方面需要结合东数西算和产业数字化转型对基础承载网的新需求，不断加强IP网和光网络的要素升级和融合创新，另一方面也要面向未来算网一体目标，持续加强

算网深度融合的原创技术研究，推动网络感知算力，实现算网资源统一调度目标达成。

东数西算明确要求国家枢纽节点间端到端网络时延小于20ms，光传输层面需要以光筑底，打造20ms（国干）/5ms（区域）/3ms（城域）多级时延圈，以匹配不同应用的时延需求。同时，东数西算带来跨区域的大容量、超长距数据传输需求，推动骨干网由100G/200G向单波400G代际演进。中兴通讯业界首家完成C+L波段谱宽400G OTN现网测试，单纤容量可达32Tbps，为东数西算大容量算力业务提供强力支撑。超长距传输方面，中兴通讯提供400G QPSK方案，能达到无电中继1600km的超长传输距离，在业界处于领先地位。

行业数字化转型催生泛在接入的需求，要求网络突破尽力而为的传统模式，对网络带宽、时延、抖动等提供确定性保障，满足行业应用多样化的网络需求。在IP层面，中兴通讯提供差异化入云专线，通过SRv6实现多云互联、业务泛在接入。以中国移动SPN网为例，中兴通讯提供SRv6网关方案，仅需对现网SPN边界网元平滑升级，





算网大脑的核心是通过全域算网数据的动态感知，通过多要素融合智能编排，为应用提供算网资源智能匹配和多要素能力一体化供给。算网大脑的技术点主要包括三方面，一是多要素一体化编排，二是算网统一调度，三是算网自智。

实现SPN和IP云专网SRv6互通，对现网影响程度最低。

根据未来算网一体服务对于IP网络演进的要求，中兴通讯提出服务感知网络（Service Aware Network）的创新技术方案，在传统IP协议层之上叠加服务功能子层，并引入与位置无关的服务标识，使能网络对业务需求及算力资源的感知和路由。

### 算网大脑

算网大脑的核心是通过全域算网数据的动态感知，通过多要素融合智能编排，为应用提供算网资源智能匹配和多要素能力一体化供给。算网大脑的技术点主要包括三方面，一是多要素一体化编排，二是算网统一调度，三是算网自智。

多要素编排需要算网大脑在算网资源实时动态感知的基础上，深度组合云、网、数、智、安等多种能力要素，形成一体化编排能力。算网统一调度需要算网大脑在当前相对割裂的业务调度和资源调度之上，考虑业务需求模型与算网资源模型的标准化、统一化，从而实现算网一体化调度能力。

算网大脑是算力网络的智慧核心，建议运营商采取自主研发+合作共建模式，两级建设、分阶段演进。在智能化能力构建方面，建议沿用自智网络中的智能化体系要求，在编排调度运维全生命周期中引入数字孪生、意图网络等关键技术，

从自智网络走向算网自智，最终实现算力网络的自主进化，极简运维。

### 算力网络创新实践

算力网络核心技术演进方向和愿景产业界有共识，更重要的是如何通过具体的业务实践，加速技术创新和应用成熟。算力网络健康可持续发展，需要产业各方以开放生态持续推动。中兴通讯坚持“数字经济筑路者”定位，携手合作伙伴积极开展算力网络前沿技术和应用创新。

中兴通讯在CCSA等标准化组织，与运营商合作牵头立项了算力标识、算力路由等方向的多项行业标准。面向算力网络C/H/B/N应用场景，中兴通讯在山东打造视频算力网试点项目，满足工业制造领域在机器视觉质检、云XR实训、云电脑办公等视频业务场景下的算网需求。在浙江金华古子城景区，基于算力网络进行了XR元宇宙新业务的相关探索。在江苏，中兴通讯依托南京滨江5G制造基地的现有资源池布局和业务需求，进行算力并网试点，打造园区算力服务模式创新示范。

面向未来，中兴通讯将坚持向下扎根，持续推动算网融合创新，助力算力网络加速度、高质量、可持续发展，筑路数字经济，赋能千行百业。[ZTE中兴](#)



# 算力网络标准研究进展



朱进国  
中兴通讯核心网标准  
总监

**作** 为一种新型网络架构，算力网络将分布的算力资源进行连接并提供算力和网络的统一编排，同时为应用屏蔽异构算力资源，提供统一的算力服务。算力网络作为一种新的技术，是目前国内外标准化的一个热点。算力网络的标准目前主要是从架构、安全和服务等几方面进行研究。

算力网络整体架构方面，在国内主要是中国通信标准化协会CCSA TC3进行研究，行标《算力网络总体技术要求》定义了算力网络的网络功能架构以及接口和模块的技术要求。在国际上主要是国际电信联盟电信标准分局ITU-T SG11和SG13进行研究，其中SG11研究了Q.CPN标准（算力网络的信令需求）与Q.BNG-INC标准（算力网络边界网关的信令要求），SG13研究了Y.CPN-arch（算

力网络架构与框架）标准、Y.CAN（算力感知网络）等系列标准。

根据《算力网络总体技术要求》，算力网络架构包括算力网络资源层、算力网络路由层以及算力网络编排层三个层面。

算力网络资源层主要的关键技术是将网络中存在的泛在异构资源进行抽象，对应用提供统一的算力资源。这些异构资源包括单核CPU、多核CPU、CPU+GPU+FPGA等多种算力组合等。CCSA TC1正在进行面向公共通信业务体验的算力资源服务化抽象技术要求的行标工作，目前该项目处于待草案上传阶段。

算力路由层是算力网络的核心功能层，支持对用户需求感知、网络和算力资源信息的感知，实现“网络+计算”的联合调度，将业务调度到





在国内中兴通讯作为第一牵头单位，牵头了两个算力路由方面的研究课题，作为联合牵头单位，牵头4项算力网络相关行标，作为参加单位，参加了14项算力网络相关行标和研究课题。

最佳服务节点。算力路由层功能需要具备算力路由控制和算力路由转发能力。国内CCSA TC3正在进行算力路由协议技术要求（目前处于征求意见稿阶段）、基于SRv6的算力路由技术要求（目前待草案上传阶段）等行标制定工作；国际上IETF在2022年3月成功举办了算力感知网络的BOF（Birds of a Feather），相关研究工作正在进行。

算网编排管理层主要实现对算力资源和网络资源进行统一管理和编排。算力资源管理包括基于统一的算力度量衡体系，实现对算力资源的度量与建模以及实时监控等功能。该层还支持算力资源和网络资源融合的计费方式，支持算力网络的统一运营和交易。CCSA TC1、TC3和TC7三个工作组都设立项目对该技术进行研究和行标制定工作，目前这些项目处于新立项或者征求意见稿阶段。

新的算力网络架构对安全提出了新需求，需要构建端到端的多网元多层次的协同安全防护能力，在不同层级提供不同的安全特性。目前CCSA TC1正在进行面向公共通信业务体验的异构算力可信认证技术要求，TC5正在进行算力网络安全需求及关键技术研究，这些项目正处于征求意见稿阶段。

算力网络的部署离不开服务的标准化和生态建设。中国电子标准化技术研究院成立了算力服务标准研究组，中国信息通信研究院成立了算力服务方阵，开展算力服务相关的白皮书和标准工

作。CCSA的部分标准推进委员会也在进行和算力服务相关的团标研究工作，例如TC608（云计算标准和开源推进委员会）、TC614（网络5.0技术标准推进委员会）和TC621（算网融合产业及标准推进委员会）等组织，构建算力网络生态圈。

从国内外标准进展来看，算力网络整体架构目前在国内达成了初步共识，但相关关键技术的研究还处于初级阶段，需要加强各国国内标准组织之间的协同，在进行信息共享的同时，避免重复研究；国际标准的推进还存在一定的不确定性，可以考虑将算力网络的相关技术点分散到不同标准组织中进行推进，以点带面，减少在关键标准化组织推进的阻力。

中兴通讯积极支持国内运营商在国内外标准组织中算力网络相关的课题立项和研究工作，是各个标准组织算力网络课题的核心贡献单位。在国内中兴通讯作为第一牵头单位，牵头了两个算力路由方面的研究课题，作为联合牵头单位，牵头4项算力网络相关行标，作为参加单位，参加了14项算力网络相关行标和研究课题。在国际上联合运营商合作在ITU-T SG13和IETF提交多项技术草案。同时，中兴通讯积极参与算力服务相关的标准化和团标工作，共建算力服务生态链。中兴通讯将继续和业界伙伴一起合作，在技术研究和标准推进中持续贡献，推动算力网络相关技术走向成熟。 ZTE中兴

# 算力基础设施技术演进方向分析



朱堃  
中兴通讯云计算总工

**5** G、IoT、AI、大数据、低制程工艺芯片等新技术的日益成熟，以及实时控制、元宇宙等新兴业务的推动，大大促进了网络从尽力而为向确定性保障演进，同时算力本身也从单一到多样性，从集中到泛在的方向演进。政策方面，节能减排、东数西算、自主创新也成为大方向和趋势。这些驱动因素使得算网一体的算力网络成为当前业界最大的技术热点。

总体看来，在算力网络场景下，绿色安全的泛在算力部署、异构硬件解耦的抽象高效平台、智能化的统一调度，是当前算力基础设施发展的趋势，目标是为应用提供高效、实时、灵活的服务化算力供给。

- 泛在算力部署

为降低算力成本、绿色节能而实施的“东数西算”国家战略，为保障实时控制、元宇宙等实时性应用落地的边缘计算，都在促使算力从集中供给向东西枢纽、边缘甚至端侧的泛在布局演进。

- 算力多样化

摩尔定律的失效、冯诺依曼架构“内存墙”等问题，推动新型计算架构落地；一体机、内嵌算力保障了边缘计算场景下对算力的高集成、低功耗、环境宽适的要求；信创国产化，也导致ARM、RISC-V等架构的引入；这些都带来了算力多样化的趋势。

- 智能化统一调度

算力的泛在布局及形态异构多样，除了导致应用开发部署的复杂之外，也带来了资源利用率低下的问题。智能化统一调度屏蔽了多样化算力的复杂性，保障了多云算力供给的流动性，为应

用以及运维呈现可提供抽象算力服务的逻辑“一朵云”，大大提升了资源的利用率，同时为应用的敏捷开发及部署提供了保障。

## 泛在算力

东数西算工程，通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，将东部算力需求有序引导到西部，优化数据中心建设布局，促进东西部协同联动。典型的应用场景主要包括东数西存、东数西训、东视西渲等。东数西算工程为算力体系集约化顶层设计带来了难得的契机，在运营商领域主要关注的是网络云、IT云和公有云三朵云以及云边端的整体规划。

从纵向维度来分析，三朵云为应用提供的资源规格及要求各不相同。其中网络云为各类网元提供IaaS资源，以系统可靠性、高性能为主；公有云为第三方应用提供IaaS、PaaS等服务化能力，以成本优势、支撑应用敏捷开发为主；IT云为内部BSS/OSS应用提供IaaS、PaaS支撑，支撑内部应用的敏捷开发为主。

从横向维度来分析，各层面部署的应用也有所不同。其中大区层面主要部署网络云控制面网元，公有云主要满足无属地化的互联网业务；省级/地市层面主要部署专U等媒体面网元，公有云满足2B客户专属云需求；边缘层面的网络边缘云为轻量一体机形态，聚焦局域应用，侧重广连接、数据不出场为主的场景，移动边缘云为云化形态，聚焦广域应用，侧重大带宽、云边协同等。

考虑到规划的复杂性，需要将算力基础设施

横向细分为L0~L3，并且针对中心云和边缘云场景分别制定协同策略（见图1）。

在中心云场景下，三朵云的规划重点在站址层面的融合，主要体现为DC配套设施以及硬件层面的一体化，在虚机/容器/裸金属供给及网络等基础能力方面统一规划。三朵云的场景化能力各自规划，三朵云资源池分离部署。

在边缘云场景下，网络边缘云、移动边缘云强调多维度的协同，主要表现为：东西向CT域和IT域在编排、能力及业务流程的协同，打造以运营商为中心的边缘应用合作生态；南北向提供云边一体集中运维编排环境，满足边缘零运维要求。在保障ICT域安全隔离的前提下，也可以积极尝试融合边缘云的试点，真正实现ICT域资源融合以及编排的一体化。

## 多样性算力

应用场景的驱动，带来了多样性算力的部署落地。具体包括：应用高性能的要求带来DPU、GPU、NPU等加速异构算力；泛在部署的环境因素，有了边缘一体化设备以及在接入设备中内生

的算力；由于安全可信的要求，国产化硬件也需要加速落地。

以数据为中心构造的专用处理器DPU，通过灵活卸载虚拟化、网络、存储、安全等基础服务负荷以及业务负荷，充分满足算力网络多场景要求，广泛应用于高性能存储、AI训练、视频处理、网络安全等高性能、高集成、低成本场景中。同时以计算为中心的CPU由于充分适配流动性、灵活性场景，也将长期存在。

软硬协同技术，最早可以追溯到2018年的智能网卡，通过卸载OVS流表，可以减少CPU占用同时大大提升网络转发的性能，目前在各大运营商已经开始落地商用。而智能云卡，可以进一步将虚层Hypervisor卸载到卡上，同时提供网络、存储加速以及安全加密能力，实现可提供云化服务的高性能裸机资源，成为当前的技术热点。DPU的加入则进一步提升了智能云卡的性能及集成度，同时基于自研DPU的智能云卡也提供了国产可信保障。后续，随着DPU的逻辑开放灵活可定制，以数据为中心的架构可以广泛应用于多种业务场景中。

目前5G基站基本已经实现了县级区域全覆

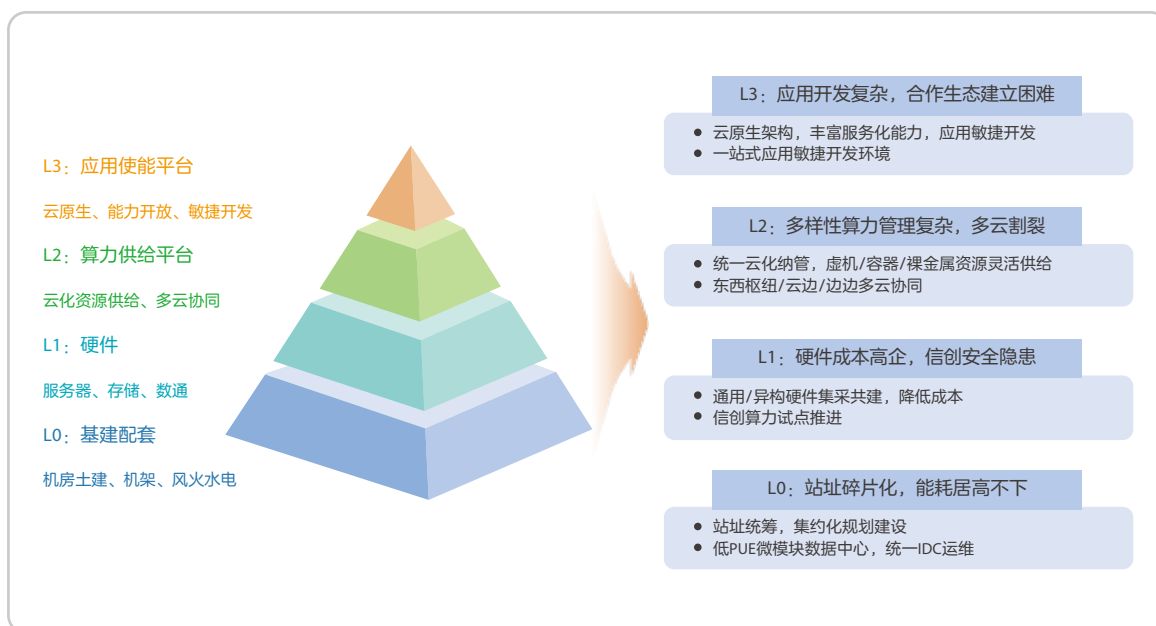


图1 算力基础设施分层架构





▲ 图2 统一调度平台架构

盖，总量超过150万。在BBU设备中内置即插即用的算力单板，可以快速补齐接入边缘这个关键环节，提供贴近终端用户的超低时延算力资源，同时由于算力可以与BBU共管网运维，可以快速提供算力的集中运维管理。接入设备的内生算力，打造了运营商在边缘的差异化竞争力。目前比较典型的应用场景，包括通过内生智能，支撑无线网络功能的AI化，实现无线性能AI增强、确定性能力保障、多维感知预测、业务跨层协同等。另外一个典型场景是提供云网业一体化的极简专网，实现工业互联网场景下的AGV小车、电子围栏、数据采集、机器视觉质检等业务。

### 智能化统一调度

算力形态的多样、部署的泛在化，必然带来应用开发及部署的复杂性，这对于数字化转型背景下，应用的敏捷部署、快速迭代而言是一个很大的挑战。因此，基于SLO（Service Level Objectives）智能感知的统一调度平台的价值就更加凸显。

从应用角度来看，对算力的需求描述是业务层面的，比如时延、帧处理能力，与FLOPS、IOPS等算力服务度量值，需要有一个映射。同时，

算力网络的复杂性也导致了资源碎片化。具体包括由于异构因素，应用与多样性异构算力的匹配问题；由于空间因素，应用部署适配云边缘泛在算力的问题；由于时间因素，业务潮汐效应导致资源浪费的问题。

针对以上问题，智能调度平台的算力映射实现了业务需求到算力服务的映射转换，算力抽象实现算力服务与异构硬件的充分解耦，泛在调度实现南北向中心与边缘、东西向枢纽间/边边间的全局调度、不同潮汐时间的应用混合部署，满足资源供给削峰平谷的要求，从而使得复杂泛在的算力成为应用可以敏捷调用的抽象服务算力，实现业务敏捷部署，同时提升了资源利用率（见图2）。

随着千行百业数字化转型的逐步深入，以及技术的成熟、政策的引领，使得以网强算，以算促网，通过泛在算力提效降耗、实时算力保障服务体验、新型算力服务拉动网络流量，从算网解耦演进到算网一体的算力网络成为运营商建立差异化竞争力的利器。中兴通讯拥有从IDC、芯片、服务器、数通等基础设施到云平台的全系列产品，结合在电信、IT领域的丰富经验，将全方位助力运营商算力网络建设。ZTE中兴

# 面向算网一体的服务感知网络

**算**力网络的未来发展路径，将是算和网络逐步融合的过程。初期是运营层面的融合，中期是控制面的融合，后期目标是实现技术架构和设备形态的融合，也就是算网一体化。

算网一体有两大驱动力，一是借助于网络设施天生的无处不在的分布式特点，助力算力资源也实现分布化部署，满足各类应用对于时延、能耗、安全的多样化需求；二是实现算力和网络的协同调度，满足VR等业务对计算资源和网络连接的一体化需求。

## 算网一体服务的愿景

算网一体的发展趋势，使得网络运营商有成为“算网一体共性基础服务提供商”的重要机会。这不仅是因为运营商具有最广泛的网络和算力设施，而且运营商也是更值得信任、更有经验的国家级关键设施运营者。由运营商向全社会提供算网一体共性服务，有利于加快业务创新、降低业务部署成本、提升资源利用率，促进整个社会的数字经济发展。

业内曾有多方尝试互联网共性平台的运营模式。比如，运营商曾提出“智能管道”的理念，试图把网络功能开放出来供业务调用，但只有短信等少数功能的开放取得成功；云服务商推行PaaS、SaaS平台已有多年，但云服务商的平台属于封闭式、烟囱式的纯算力系统，不能满足泛在计算、网络SLA等需求。

与以上平台型服务相比，本文提出的“算网

一体服务”具有以下三个优势：

- 全面的共性服务  
共性类服务既包括算力类服务，如IaaS、PaaS、SaaS、FaaS等多种算力服务模式，也包括网络连接类服务，如确定性连接服务，还可以进一步扩展其他互联网共性能力的服务（比如安全能力、AI能力、大数据等）。

- 泛在的服务  
为了满足各类应用、各行各业对于低时延、可靠性、安全性的需求，算网一体服务是泛在提供的，包括但不限于中心云、区域云、边缘云、终端等多种混合场景。服务使用方也不限于云内，而是包括各用户终端、企业网关、物联网终端等。

- 有质量保障的服务  
网络不仅能感知业务的算力需求，还能感知其网络SLA需求，通过算力和网络的协同调度，确保提供高质量保障的服务。

算网一体服务将使运营商从目前的“管道型”服务商向计算、网络、存储一体化的新型基础设施服务商转型。

## 现有IP技术架构支持算网一体服务的不足

IP互联网的两大设计原则是端到端原则和分层解耦原则。这种架构设计使得业务可以脱离网络而独立发展，降低了业务创新门槛，促进了互联网的繁荣。然而，这种架构的缺陷是使得业务和网络处于互相割裂的状态，不能满足算网一体服务对于应用需求感知、算力和网络协同的需求。



谭斌  
中兴通讯未来网络技术研究  
项目经理



黄兵  
中兴通讯技术规划部技术总监



黄光平  
中兴通讯资深架构师

具体表现在以下方面：

- TCP/IP的位置有关机制难以满足未来业务快速响应、泛在移动的需求

现行互联网采用了固定的IP地址互联模式，服务名和IP地址通过DNS查询进行关联。在泛在分布式的算力服务模式下，DNS查询的效率很低，往往需要多次重定向，无法满足AR/VR、自动驾驶等高交互业务对快速响应的需求。在移动场景下，业务流将重新发起握手流程，不能满足业务对于“永远在线”的需求。

- 难以满足精细化识别业务的SLA保障要求  
目前网络只能根据地址+端口号的组合（5-tuple）推断业务类型，但五元组不足以区分应用原子服务类型。
- 业务、算力、网络资源独立规划和治理无法满足全局资源最优利用

目前的IP路由协议只感知网络拓扑、链路状态、带宽资源等网络层的信息，无法感知应用层面的算力服务、算力资源信息，无法实现算力、网络资源的协同调度和路由。

基于DNS和GSLB的集中式服务调度模式，无

法满足异构算力泛在调度的需求

目前DNS只调度到DC入口，DC内再进行服务调度，数据中心需按照全算力/全服务模式部署，算力布局粗放低效。

因此，现网IP技术的业务和网络完全去耦合模式不能满足未来的算网一体服务需求。如何在不改变现有架构的基础上适当加强业务和网络之间的协同，是未来IP网络面临的一大挑战。

### 基于IPv6演进的服务感知网络（SAN）架构设计

中兴通讯根据算网一体服务对于IP网络演进的要求，提出了服务感知网络（Service Aware Network）的创新技术方案。其核心是基于IPv6的扩展能力，在网络层构建一个服务功能子层，成为应用层和网络层之间的桥梁（见图1）。SAN引入了位置和归宿无关的服务标识，在保留传统主机互联模式的基础上，新增了服务互联模式。SAN实现网络对业务算网需求的感知、对算力资源的感知，以及基于两类感知的服务路由，使能IP网络

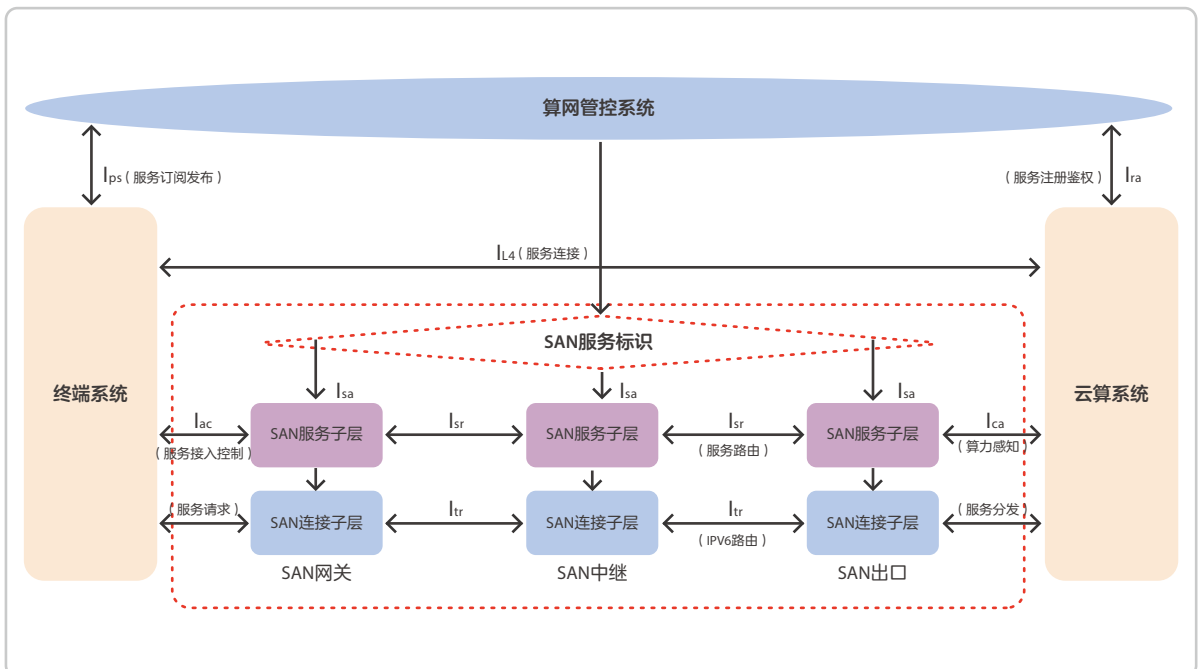


图1 SAN架构及接口视图



中兴通讯在SAN技术领域共输出15篇专利、12篇国际草案、5篇论文以及3项行业标准，从算力服务感知、服务资源调度，到算力服务原型业务系统，形成完整的算力网络解决方案和标准架构，为算力网络方向的探索实践提供了理论依据和行业规范。

成为算网一体服务的新型能力平台。

服务标识是SAN架构的核心。在终端，用户订阅服务并获取服务标识，向SAN发起业务请求，无需关心服务提供方以及位置；在SAN网络域，服务标识是算网SLA策略的唯一索引，并且在服务连接过程中保持不变；在云端，服务标识是云侧服务调度和路由的对象。

在控制面上，SAN架构中的算网管控系统负责服务的注册、发布和查询。服务算网策略通过控制通道下发到网络层设备。

在数据面上，服务使用方携带服务标识发起服务连接请求。网络边缘节点根据服务标识选择最优服务实例节点，并根据服务的SLA要求对网络策略进行编排，满足服务对于算力和网络的双重SLA需求。

SAN架构实现了应用与服务的解耦，从而让应用聚焦于自身的应用逻辑创新，将共性的归属无关服务交由网络内生提供。通过网络和服务的一体化供给，充分形成网络即服务的转化能力，将网络的价值从管道上升为算网一体服务平台，将加速数字经济的部署，实现IP网络的能力倍增。

## 面向算网一体的服务感知网络实践

中兴通讯于2019年开始算力网络方面的理论研究，2021年第三季度完成样机研发，并与运营商合作开展基于算网一体调度框架的业务创新试

点。截止到2022年5月，已经完成3个业务场景的测试验证。这些场景聚焦网络对算力的感知，实现算网深度融合，提升业务体验和资源利用效率。

### ● AI推理场景算网一体调度

该场景主要验证的是保障业务体验前提下的算力优选分发。SAN识别业务的算力需求，将消耗大量计算资源的AI训练继续保留在中心云，将计算资源要求较少的AI推理下沉到边缘云，满足业务对时延的要求。

### ● 业务链场景算网一体调度

该场景主要验证安全服务、广域加速、视频编码等共性服务的灵活路由功能。以SRv6为技术基础实现业务链路由功能，实现基于算力状态感知的多实例网络功能(SF)编排。

### ● CDN场景算网一体调度

该场景主要验证的是算网双向感知和协同最优选路。将网络质量检测结果(丢包、时延、抖动)反馈至CDN调度系统，使得CDN调度算法能选出算力和网络双重因素下的最优节点。同时，承载网络创建定制化SLA转发管道，为CDN业务提供了更加灵活和优质的网络服务。

与此同时，中兴通讯在SAN技术领域共输出15篇专利、12篇国际草案、5篇论文以及3项行业标准，从算力服务感知、服务资源调度，到算力服务原型业务系统，形成完整的算力网络解决方案和标准架构，为算力网络方向的探索实践提供了理论依据和行业规范。ZTE中兴



# 面向视频领域， 算力网络先行先试



郭雪峰  
中兴通讯CCN产品总工

**算**力网络通过算力构建、网络升级、一体化编排调度，以及与数、智、安、端、边、链等多技术融合，实现数字化底座的升级，助力供给侧提升资源效率、节能减排、降低成本，并为上层应用提供新型赋能能力，催化CHBN等应用创新繁荣。

基于应用场景研究对算力网络的需求及技术方案，是推动算力网络成熟及价值体现的重要途径之一。视频业务是当前最活跃也是最有发展前景的业务之一，有必要研究算力网络在视频领域的应用，构建视频算力网络。

## 视频业务发展对数字技术底座提出新要求

视频业务始终是与算网基础设施交织发展的。

如图1所示，在发展期，3G/4G、家庭宽带、智能终端普及，使得影音娱乐、实时通信等业务获得了高速发展。在转型期，双千兆网络、边缘计算、异构计算的发展助力视频业务从高清向超高清、沉浸式发展，从消费类场景向工业生产类场景拓展。未来随着芯片架构及计算技术演进，网络向更高吞吐、更低时延发展，以及与6G、AI、区块链、安全等技术进一步融合，将迎来元宇宙、数字孪生等超视频发展时代。

当前视频业务正快速向CHBN各领域发展，对算网基础设施提出了新的需求和挑战。以网络传输时延需求为例，视频通话等人与人之间的交互，端到端传输时延要求在200ms以内，云游戏、XR等人机互动等视频业务要求时延为15~80ms，而远程驾驶、远程医疗、工业质检等新型业务要求确定性的传输时延控制在10ms以内。

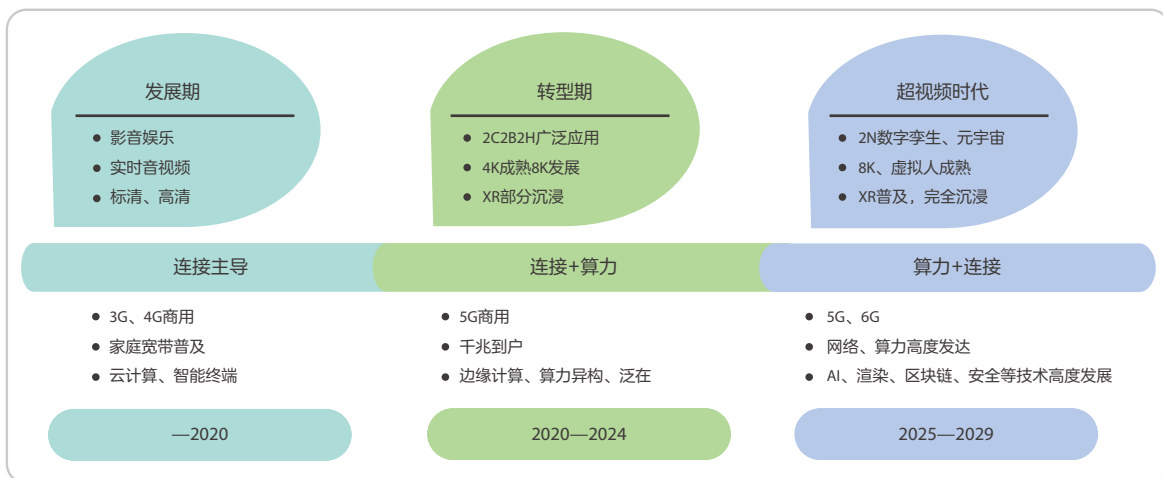
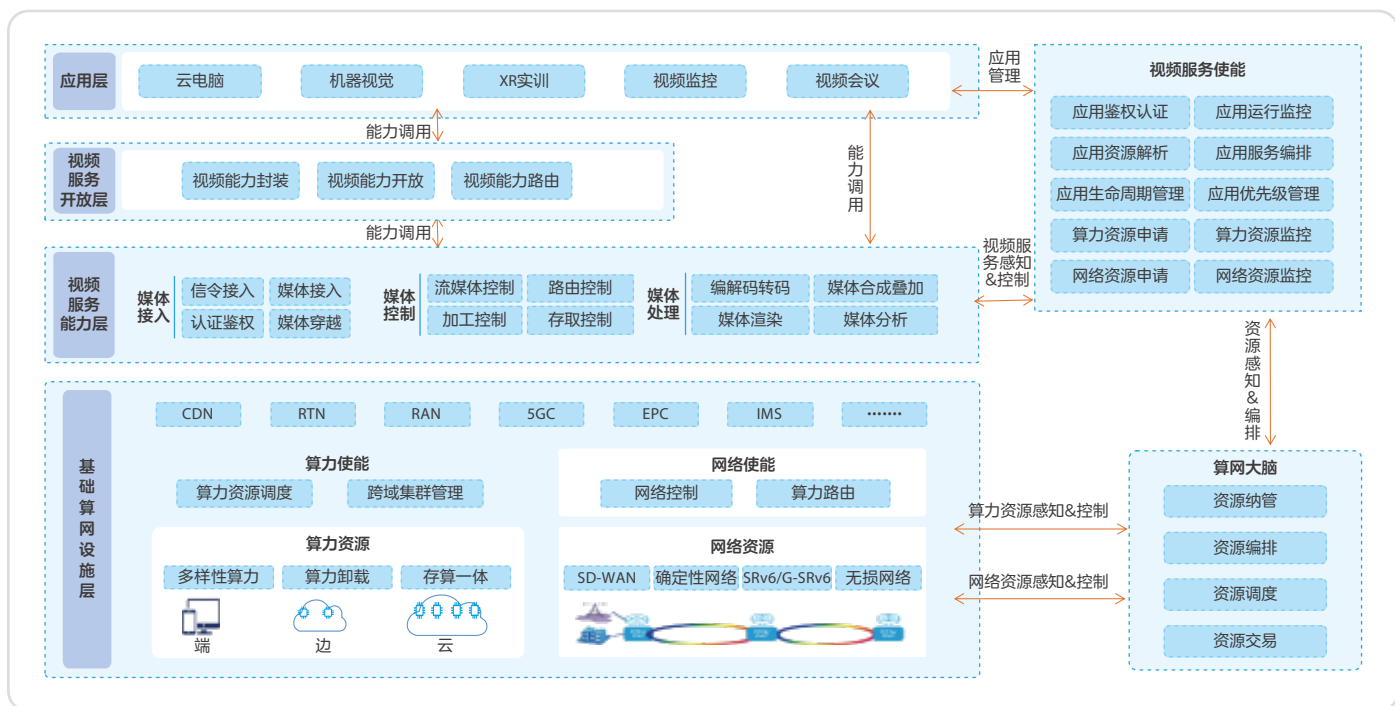


图1 视频业务与算网设施交织发展



▲ 图2 视频算力网络架构

在算力需求上，以视频编解码为例，根据中兴通讯实验室测试数据显示，视频编解码新一代运算量大幅上升，以H.264算力需求为基准，H.265编码的算力需求将提升5倍，H.266编码算力需求将提升到45倍。云游戏、机器视觉、XR导航导览等业务涉及大量的视频渲染、视频分析计算要求，在CPU之外需要引入GPU、NPU等异构算力。

此外，视频业务的发展对算力流转及算网一体化编排调度也提出了要求。例如将云游戏业务需要的视频编解码、视频渲染等算力从终端迁移到边缘或云端，并利用网络调度实现端侧到边缘、云端的低时延、高带宽连接保障，可降低终端算力要求，提升用户体验，并通过云端算力共享降低整体业务运营成本。家庭视频类应用一直受到终端算力的限制，为了推广新业务，有时不得不大范围进行机顶盒等终端替换，成本极高。如果将业务所要求的部分算力从端侧迁移到云端，实现终端云化、存储上云、应用在云，就可以突破终端算力瓶颈，实现业务快速灵活上线开

通。在机器视觉等工业应用场景，要求确定性的连接服务以及高冗余可靠的算力服务，可基于算力网络实现端、边、云多级算力的冗余备份、任务迁移，确保工业级任务的高可靠运行。

可以看到，随着视频业务的发展，要求构建实时、泛在、异构的多样性算力，并在新型网络技术的支撑下实现算力跨层跨域的编排调度。算力网络在视频领域大有可为，有必要面向视频应用先行先试，研究算力网络在视频领域的应用技术及方案。

## 视频算力网络架构及关键技术

算力网络应用在视频领域，既需要构建算网基础设施能力、算网一体化编排调度能力，又需要抽象视频服务能力，通过视频能力开放及视频服务使能为视频应用赋能，催化出更多、更好、成本更低的视频类应用。视频算力网络总体逻辑架构如图2所示。

在基础算网设施层，需要在端、边、云构建

泛在、异构的视频类算力，满足视频业务日益增长的算力需求。如在端侧推动摄像头、VR眼镜、云电脑客户端等终端设备的升级演进和普及，通过建设现场视频网关实现业务识别、网络保障、视频传输加速；在边缘侧通过建设多样化算力、网络内生算力支撑不同场景下的视频算力需求，如与基站结合构建接入侧轻量视频算力提供传输加速、大上行带宽等能力，与UPF结合建设边缘网关视频算力，满足园区级算力需求；在云端构建大规模的视频渲染及视频分析集群算力、高压分布式存储，为高算力类视频业务提供共享算力服务。视频类应用也同样需要进行网络能力升级，通过光网络构建分级时延圈提升传输能力，通过5G增强技术、SRv6、确定性网络、无损网络等技术保障传输质量并支撑突发类、稳定类等不同流量特征业务的传输需求。在业务网络层面，通过云化改造、融合互通增强服务能力，为视频业务向融合、实时互动、智能及沉浸式发展提供网络基础。

在一体化编排调度层，通过构建算网大脑，对算力资源进行统一标识、度量、实时感知，并基于就近、就闲、就碳等不同策略实现算网资源的动态编排调度，达到业务体验最佳、资源利用最优化目标。

除了算力网络基础能力构建外，通过构建视频服务使能能力，拉通视频应用和算力网络底座，是实现算力网络在视频领域应用的重要一环。首先，通过视频服务使能层实现视频服务及应用与算网资源的映射，实现应用与资源的相互透明，视频应用能聚焦在业务逻辑本身，而算力网络聚焦在资源底座的纳管和调度。其次，通过视频服务使能实现视频类业务及服务的统一纳管、状态感知，并基于多种策略实现动态的实例化部署和弹缩管理，达到视频应用及服务最优化运行。最后，面向算力网络，作为视频服务及应

用的代理，通过视频服务使能层与算网大脑协同，可实现基于业务SLO（服务等级目标）多属性需求的算网资源编排调度。

算力网络使得网络无所不在、算力无所不达，基于算力网络的视频服务能力也将获得极大提升，有必要对这些能力进行抽象、封装，面向应用层开放，包括视频编解码、智能路由、分类存储、视频渲染、视频分析等增强型视频服务能力，使得应用层使用更加方便快捷，降低业务开发门槛。这需要从各类视频业务网络及媒体节点中提取抽象出视频服务能力层，形成各类原子视频服务能力，并接入视频服务提供层来实现能力的封装和开放，赋能视频业务创新。

最后，在视频应用层，可结合业务发展需要或面临的关键问题，进行部分业务逻辑重构，有效利用算力网络新底座能力及增强型视频服务能力，使得业务体验更好、成本更低、响应更快。

## 算力网络视频应用实践

基于以上架构和关键技术，中兴通讯推出视频算力网络方案，并在新型云电脑、机器视觉、XR实训等多个视频应用场景实践，取得了良好的效果。在新型云电脑场景中，实现了业务快速开通部署、抗弱网能力提升及资源利用率提升。在工业领域的机器视觉场景，突破5G上行带宽限制，降低视频传输时延，提供可靠性及确定性的工业级视频服务。在XR导航导览应用场景，通过构建云端XR渲染能力，降低终端算力需求，改善业务体验。

通过算力网络在视频领域的应用研究及实践，形成行之有效的方案架构及技术能力，有利于算力网络技术成熟及落地，并逐步向其他领域拓展完善，形成面向全行业的算力网络解决方案。ZTE中兴

# “IP+光”助算力无处不达

**算**力逐渐成为国家产业数字化升级、全社会数字化转型的重要推动力量，算力和网络相结合，“算力网络”应运而生。以“东数西算”国家战略为指导，电信运营商发布了算力网络相关白皮书，算力数据中心的规划和建设也在稳步推进。承载网络和算力网络相关联的方面较多，本文从IP及光网络对算力业务提供支撑和服务角度进行阐述。

## “东数西算”400G OTN建设方案

“东数西算”打破以省级行政区域为划分基础的网络规划，为用户提供计算、存储、网络的一体化服务。“东数西算”需要高质量、高带宽、低延时的网络连接，OTN网络提速更新已提上议程。

## 单载波400G成为东数西算大容量算力业务的必然选择

西部的算力枢纽将承接全国范围的后台加工、离线分析、存储备份等非实时算力需求，存储的数据主要包括低频访问和归档数据，需要具有高持久性和较低存储成本。东数西算的业务需求将使得网络流量成倍增长，网络规模急剧扩张。单载波400G是下一代OTN网络实现超大容量的必然选择。中兴通讯在业界首家完成C+L波段400G现网测试，80波×400G OTN系统能够为东数西算大容量算力业务提供强力支撑。

## 以DC为中心，构建分级时延能力圈

《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》明确，国家枢纽节点间端到端单

向网络时延原则上在20ms以内。时延作为一个重要的指标成为传输网络建设考虑因素，需要不断优化现有传输网络架构图，构建分级时延能力圈。东西算力枢纽间，需要满足20ms时延要求；京津冀、长三角、粤港澳等算力集中区，区域内形成10ms时延圈；省内传输网络Mesh化，形成5ms时延圈。

## 超长距离传输方案

东部和西算枢纽节点间距离跨度较大，基本在1500km以上，为了节省建网成本和减少后期维护，需要增加无电中继的传输距离。中兴通讯400G QPSK@150GHz 400G方案，现网能达到无电中继1600km以上的超长传输距离，现处于业内领先地位。

## IP云专线

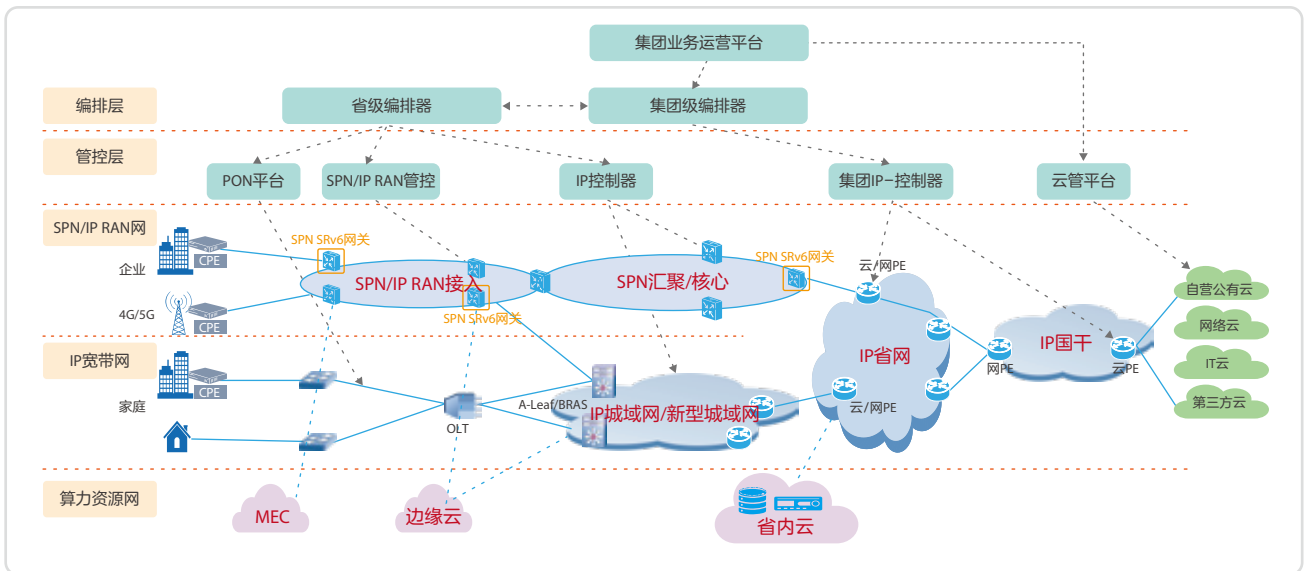
在算力网络体系中，面向政企客户的专线业务，是实现云网融合的基础条件，占据重要的地位。IP云专线业务是运营商收入的重要来源，为政企客户、中小型企业、商业楼宇等提供算力资源池接入服务。算力资源网（见图1）包括靠近用户的边缘MEC、城域内边缘云、省级建设的省内云，以及属于运营商集团层面的公有云、网络云、IT云和其他互联网企业提供的第三方云。

IP云专线从用户终端到算力资源池，全程涉及的网络众多，开通慢、运维复杂，特别是专线业务发生故障后，跨域、跨厂家、跨网络故障定位一直是运营商面临的难点。从运营运维的角度，希望能实现IP云专线的一键开通、运维简化、业务可视等目标。



李为朴  
中兴通讯承载网战略规划总工





▲ 图1 算力网络IP云专线承载基础设施

基于SDN的SRv6/EVPN技术为跨域跨网专线开通和维护提供了较好的解决方案。SRv6/EVPN技术摒弃了传统IP/MPLS VPN部署的众多协议，只要任意端点间IPv6路由可达，均可建立起EVPN专线的私有路由。通过统一方案，跨SPN网/IP RAN接入网、城域网、骨干网可以创建端到端SRv6/EVPN专线。

### SPN云专线

SPN作为中国移动本地网高质量承载平面，接入5G基站，也提供政企云专线业务接入。SPN当前支持SR-TP模式，网络升级后，能和IP云专网进行SRv6互通。采用T-SRv6网关方案能有效维持SPN现有体制，实现平滑升级，对现网影响较低。SPN T-SRv6网关作为SPN网络和外部SRv6互通的实体，具有多方面功能：可以将外部SRv6隧道关联到SPN内部SR-TP隧道或MTN小颗粒通道，保持SPN内部的传输特性，支持EVPN与云网络中PE设备互通。

### IP RAN云专线

IP RAN网络承担中国电信、中国联通移动回

传和大客户专线业务。专线业务一般采用分段伪线PW拼接的方案，对于跨省专线，要求在IP RAN和IP骨干网分域联接处通过上层网管系统进行对接配置，开通和维护比较复杂。

近年随着网络的改造，IP RAN对接新型城域网，已经具备了IPv6/SRv6的支持能力。IPv6路由具备跨全网互通可达，在任意开通云专线的节点间可通过EVPN传送L2VPN电路信息。

对于一般非实时业务的云专线，可以采用非显示指定路径，通过SRv6 BE或IPv6模式转发。对于时延、QoS要求严格的实时业务，可以通过上层控制器编排进行SRv6 Policy确定性路径转发。

### SD-WAN云专线

SD-WAN云专线是近年发展起来的一种新型专线模式，比较适合零售、连锁企业的各分支灵活接入。部署在客户侧的SD-WAN CPE采用Overlay方式，一跳接入云POP点。SD-WAN CPE可以通过Underlay层的多种网络（OLT、SPN、IP RAN等）实现随意接入，该方案和云计算具有天然的结合度。SD-WAN云专线业务现在逐步要和SRv6作融合，并纳入到端到端SRv6体系中。

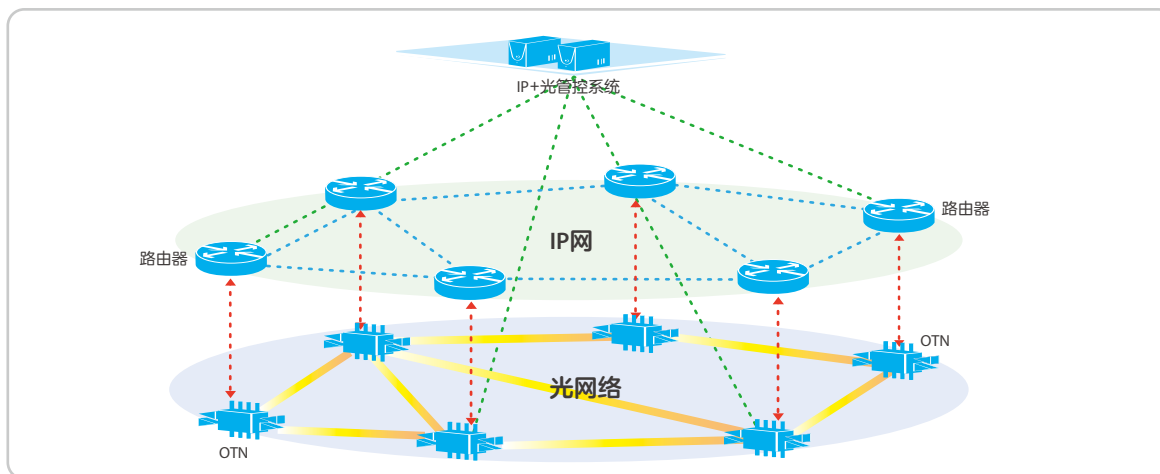


图2 IP+光切片网络组网

## “IP+光”协同的切片网络

在全社会数字化转型的过程中，算力网络需要为各行各业提供业务支撑，运营商建设的网络也面临千行百业的需求，“网络切片”应运而生。运营商需要在一个通用的物理网络之上构建多个专用的、虚拟化的、互相隔离的逻辑网络，来满足多种差异化要求。把IP和光传输两方面的技术作协同，可为切片网络提供新的方案。

切片网络要求能给租户提供比较严格的业务隔离，网络带宽从数十M级别至数G级别，需满足严格的实时性QoS指标，这些要求可以通过光层来实现。切片网络还要求维持客户侧L3/L2层的私网，要求网络能具有一定弹性和灵活性，这方面可以通过IP层来实现。IP+光协同的切片网络（见图2）能为云上业务承载提供综合优势。

### IP+光切片的小颗粒质量保障

对于网络切片有需求的客户，很多来自政务、金融、医疗等高价值行业，对于切片网络的QoS质量要求较高。另外从经济性角度考虑，要求网络切片的带宽并不大，较多情况下，只需要达到数十M。IP+光协同切片能够满足这些要求，提供小颗粒带宽，底层通过OSU（Optical Service Unit）传输提供保证。OSU能够承载2Mbps~100Gbps的多颗粒业务，基于硬管道安全

隔离，提供稳定的低时延、零丢包特性。

### IP+光协同切片实现“管道资源池化”

在IP+光切片网络中，整体网络资源池通过切片的方式分配给不同租户，可以实现各个切片间在业务变动情况下的资源转移。IP设备的物理端口可以被多个方向的IP连接所使用，形成IP设备的端口资源。OTN实现子波长级、电层ODUK级、OSU级的调度，通过控制器调度每个方向占用的传输资源，从而把光网络整体作为一个资源池。

### IP+光切片提供PE业务的光层透传

IP分组网的切片方案，通过算法配置亲和属性，能形成属于不同租户的网络拓扑。IP切片中较多的设备属于转发P设备，P设备没有直接接入客户业务，却包含到切片网络中。IP+光切片，可以简化切片网络的复杂性，主要包含PE节点及少量P节点，省去大量经由P设备的业务流，通过底层光网络进行PE间业务透传。

算力网络以“算为中心、网为根基”，是多要素融合的整体，需要提供广泛的网络连接和算力接入基础。IP网+光网络作为基础承载网络，是算力网络得以发展的根基，需要不断加强基础网络建设和创新，助力算力网络实质性的发展，打造新型信息服务体系，共筑数字产业化新生态。ZTE中兴

# 5G算力基站， 构建算力网络的末梢神经



孙杨军  
中兴通讯RAN产品方案  
经理



黎云华  
中兴通讯RAN产品规划  
总工

**算**力网络是当前信息产业的热点，国家已陆续出台多项政策，旨在加快构建以算力网络为核心的新型基础设施体系。5G和算力网络如何融合？能否基于已广泛部署的5G设备快速、高效地打造边侧算力节点，实现算力网络末梢构建？中兴通讯首家提出5G算力基站方案，通过在传统基站中新增算力引擎单板为网络边侧提供算力，发挥5G网络站点多、覆盖广、渗透深的优势，满足网业协同、网业融合、算网一体需求，助力算力网络“网、算、智无所不在”的愿景落实。

## 5G算力基站=传统5G基站+算力引擎

在5G基站引入算力引擎，通过算力引擎，在传统基站通信面的基础上引入计算面、数据面、智能面、网业协同控制面等新的能力，把无线资源和算力资源有机结合，辅之以数据感知、AI算法、策略控制、能力开放，实现计算和网络技术的协同融合，就完成了5G算力基站（见图1）的构建。

具体组网层面，算力基站可通过“单点算网增强、算力纳管入网”两步走策略，逐步纳入算力网络。

第一步，通过BBU内置算力引擎的部署为现有基站赋予足够的算力，充分发挥基站距离终端用户最近的优势，提供系列化算力服务，快速、按需满足局部范围内用户算力需求，夯实算力基础。

算力基站方案与中兴通讯已推出的NodeEngine方案一脉相承，是NodeEngine技术方案在算力网络框架下的迭代演进。截至2022年8月，中兴通讯NodeEngine方案已在10多个行业、130多个项目中商用部署，其相关应用在“绽放杯”5G应用征集大赛等比赛中连夺大奖，获得业界普遍认可，为算力基站单点算网增强部署积累了丰富的经验。

第二步，将算力基站以分布式网络边缘云的形式纳入算力网络体系，由算网大脑实现算力统一管理、编排、调度，从而支持算力交易，为最终用户提供泛在算力服务。

可通过算网大脑将算力基站作为资源集群进行统一纳管，并根据待部署应用的SLO需求，将不同应用灵活调度到最适合的算力基站，同时用户还可以在运维界面上实时查看所部署应用的资源占用情况和状态信息。基于这种方式，可实现云/边/端全面协同、算力服务最优分发、基于基站的泛在算力服务输出等新功能，为算力网络整体部署奠定良好的基础。

## NodeEngine提供系列化算力功能

基于NodeEngine算力基站方案，当前已可实现：

- 算力智能，提供确定性能力保障
- 通过“智能识别”“智能调度”“智能编排”等业务质量保障方案，算力基站可实现业务

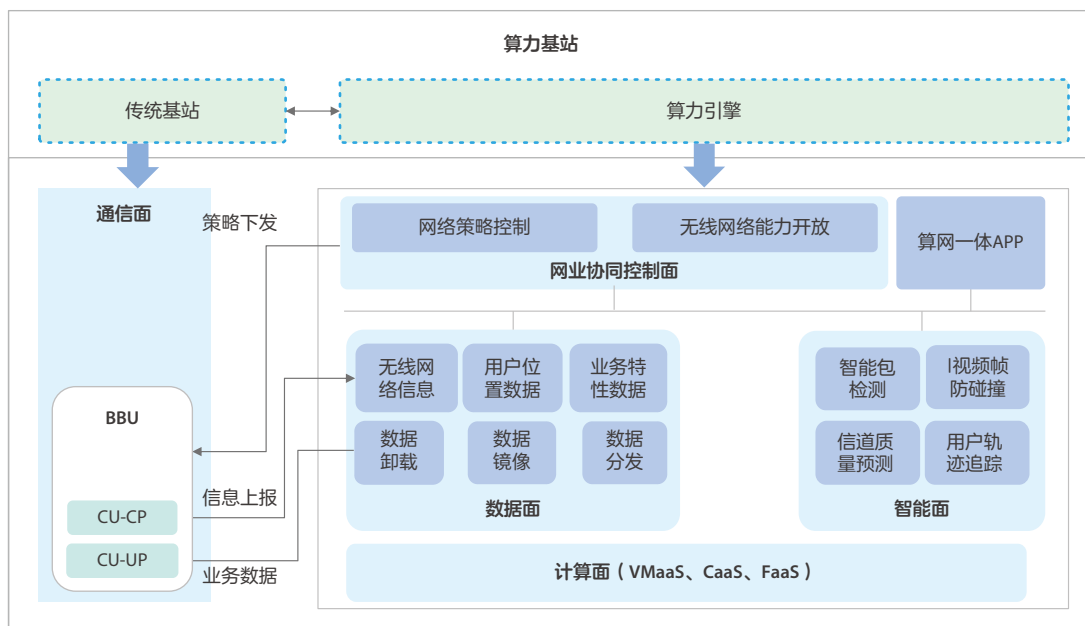


图1 算力基站架构图

特征AI识别，进而智能匹配相应业务模板，并基于相应业务流特征，确保SLA资源保障最优化，同时可进一步结合毫秒级SLA监控功能，借助业务流级实时QoS结果反馈，打造动态闭环的业务保障机制，最终实现10ms@99.999%的确定性能力保障。

#### ● 算力服务，提供多元能力

依托基站侧的算力增强，算力基站可提供系列化的服务，以满足多样化业务需求，提升用户体验。比如可提供端到端时延低至80ms的视频服务，支撑视频远控类应用；与UWB/蓝牙等技术结合，提供亚米级的室内定位服务，拓展各类行业定位应用；提供eBridge本地互通服务，实现5G专网设备的互联互通，无缝构建无线局域网。

#### ● 算力泛在，赋能创新应用

算力基站可协助实现云、边、端算力资源统一管控，从而使算力可在全网范围内动态分配、协同，同时可充分发挥5G基站部署范围广、覆盖深入的优势，实现算力泛在，最终赋能更多创新应用。

## 打造创新型算力应用

算力基站的推出可有效协同、整合相关算力资源，充分发挥基站分布广泛、距离用户近的优

势，直接引领系列化算力创新应用落地，带来显著的商业效益。

XR业务场景中，可充分利用基站侧算力资源，将传统需通过云端特定服务器实现的图像渲染工作在本地产实现，极大降低传输时延，支撑本地大带宽XR应用，打造沉浸式用户体验；在工业现场网场景，可系统化协调中心云、算力基站、边缘计算网关算力资源，根据云化PLC业务具体SLO需求，灵活分配算力载体，并将实时性要求不同的子功能由不同网元承载，最终实现工业控制服务与5G网络的深度融合，解决现场网最后100米问题；在车路协同场景，可直接基于现有广泛分布的基站资源，通过BBU上算力单板，低成本轻量化构建虚拟RSU系统，充分利用蜂窝网的覆盖优势，将车路协同的感知范围从百米级扩大到千米级，快速、低成本实现车路协同业务渗透。

5G算力基站的推出，可充分发挥基站侧算力在网络边缘位置和已有站点资源两方面的优势，为算力网络边侧落地部署提供经济、便捷的解决方案，同时也为实时泛在算力服务提供扫清了障碍。作为算力网络的末梢神经，算力基站终将推动算力像水电一样，成为“一点接入、即取即用”的社会级服务。ZTE中兴



# 算网大脑， 赋能多要素算网智慧运维



**何伟**  
中兴通讯云核心网MANO  
产品规划总工

**算**力已成为当今社会发展的重要动力。由于算力业务和操作流程的复杂性，算力网络的编排管理就显得尤为重要。在算力网络整体架构中定义的算网大脑需要对算力网络不断赋能，突破人工界限，持续向智能化算力网络演进。

## 算网大脑总体架构

在算网大脑的系统架构中（见图1），核心能力是统一的编排调度。具体在系统构建时需要考虑四个方面：第一，如何让新型算网业务提质增效，比如应用快速部署；第二，对于网络云、公有云、IT云等异构多样化算力进行统一纳管；第三，业务集中云化部署后向云边端协同开放，如何做到全局信息的共享感知；第四，基于算力网络的复杂性，需考虑算网自智赋能算力网络编

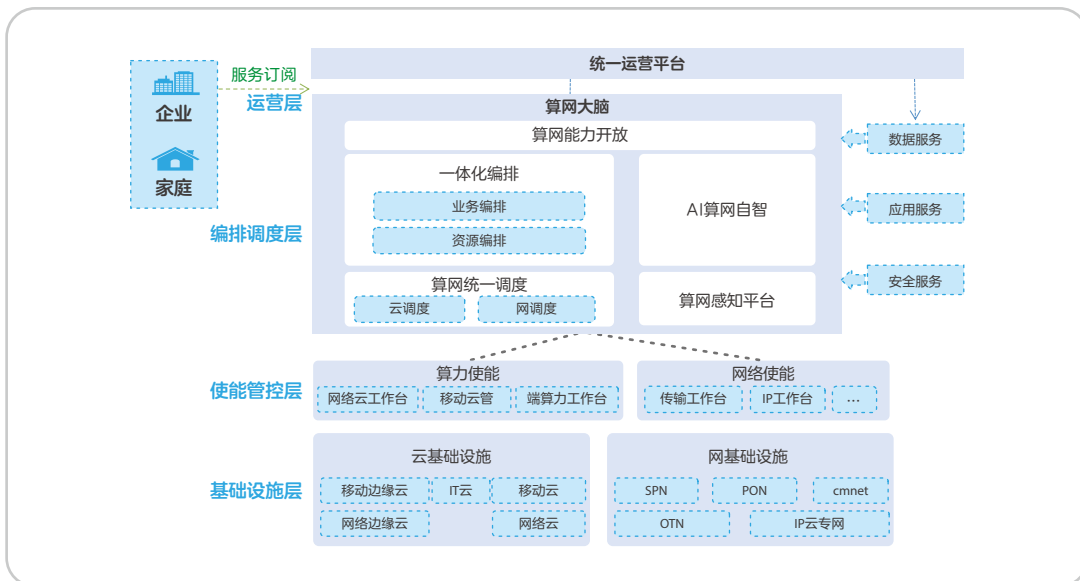
排、调度、监控、分析、决策等运维生命周期，不断演进。

## 多要素智能编排与算网使能

面对新型业务，尤其是AI业务，需要深度组合网、云、数、智、安、边、端、业多种能力要素，通过对分布式云资源池的计算、存储、网络、安全能力、三方算力、端算力以及算网DCI能力和泛在接入能力进行封装，形成一体化编排和多要素协同调度能力。业务编排对外提供算力分布位置无感的能力，对内依赖AI智能算法和算网资源的实时感知动态分配资源。

随着5G+边缘计算的兴起，流量模型从“云-网-端”演进到“云-网-边-端”，用户从使用单一算力到多个算力池的最优组合。同时，社会算力的纳入、东西部算力资源成本不一、边缘云

图1 算网运维运营架构



资源容量约束、数据中心PUE/上架率等指标的考核等都对算网编排形成一定的约束。

为降低广泛的算网基础设施多要素间的编排复杂度，针对不同的算网要素，均需进行单域内的编排管理，使能上层算网大脑完成综合编排管理能力。包括多样性算力使能、跨专业领域网络使能、数据迁移数据使能、软件部署应用使能、API封装服务使能等；实现单要素编排能力，协同算网大脑跨域编排调度节点，形成端到端一体化多要素编排管理能力。

## 业务调度与资源调度协同

当前的业务调度存在比较大的挑战，不同的业务调度与资源调度能力相对割裂。针对不同的业务需求，需要综合考虑带宽、时延、可靠性等网络因素，结合算力、存储、成本等算力因素进行统一规划，对泛在分布的算力进行均衡调度，更高效地利用算力资源，节省投资。

有一种较简单的方式，由算网大脑感知相应的资源状态，统一上报给应用调度模块进行协同调度。这种模式虽然一定程度上解决了业务与资源的统一调度问题，但仍会存在多个业务系统对资源进行调度时的冲突问题。

上述方式可以作为业脑协同的初期方案，后期要向统筹的算网一体化感知调度能力演进。具体方式为，将业务负荷能力与资源状态统一建模，由算网大脑进行统一调度、策略匹配，当前的业务调度模块演进为业务请求模块，仅对相应的业务需求发起准确的资源申请。业务请求与算网大脑资源请求之间的模型需要形成统一化标准，便于算网大脑承接多业务请求时，能够进行统一接入以及综合调度。

## 自智网络走向算网自智

在算力网络中，算网对象呈现泛在化演进趋

势，跨专业、跨厂家，跨领域的特征相对明显。在算网运维中，运维人员可采用智能化处理单元，赋能从设计到感知监控、运维分析、故障决策，形成闭环自动化的智能运维模式，采用基于意图引擎、数字孪生的智能化AI技术平台，实现云、网、业协同发展，自主进化。

运营商智能化网络架构中，已经定义了自智网络目标，以及“单域自治，跨域协同”的智能化体系，智能化等级从L2向L4、L5不断演进。算力网络将沿用自智网络中的智能化体系要求，在编排调度运维的全生命周期中引入数字孪生、意图网络等关键技术，实现业务的快速转译、闭环决策的安全运维，最终实现算力网络的自主进化和极简运维。

## 小结

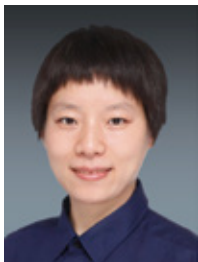
算网大脑的发展是一个逐步演进的过程。当前阶段，处于算网大脑协同编排阶段，重点需要针对现有网络开通运维断点多、周期长、运营入口多等痛点，解决好现有支撑系统的互相协同问题。在多云管理、网络跨域编排中，形成标准的原子化接口能力，为下阶段统一编排打下基础。第二阶段为融合智能，在此阶段中构建形成一体化的算网大脑体系架构，做到算力资源、网络资源的协同调度，在当前静态编排模式的基础上，增加动态资源编排调度能力，引入智能化赋能一体化设计监控运维全生命周期。第三阶段，随着算力网络基础设施的不断演进，在运维采集、监控、分析、调度等各方面均继续演进，同时随着社会化算力的引入，开启算力交易模式，支撑上层运营系统演进，真正实现算力网络一点接入、随取随用的愿景。

多要素的算网编排是一个复杂的系统工程，异构算力、多域网络统一应用建模、度量，以及泛在资源与丰富业务的智能调度算法等一系列技术问题亟需产业联盟各方共同参与攻关。ZTE中兴

# 内生安全， 护航算力网络健康可持续发展



王继刚  
中兴通讯网络安全产品  
总经理



葛丽娜  
中兴通讯网络安全方案  
规划总监

**在** 当今国际形势和全球数字经济发展大潮下，随着数据要素化的快速推进，以及《数据安全法》、《个人信息保护法》、《关键信息基础设施安全保护条例》等法律法规和条例的生效实施，算力网络安全（以下简称“算网安全”）已成为护航算力网络健康可持续发展的关键底座能力之一。

## 算网安全的风险与诉求

安全问题的核心涉及人、科技工具和价值博弈，受攻击风险指数与攻击标的价值基本呈正比关系。算网时代，信息基础设施深度赋能关键垂直行业数字化转型，数据作为商品流通，形成新型数据经济和商业交易模式，数据空间主权也成为国家主权的组成部分，算网信息基础设施及其衍生数据的价值均大幅提升，算网被攻击的风险明显增大。与此同时，攻击手段也在升级，攻击方式往往极为隐蔽，且存在长期性、不可预测性及持续性、自动变种等特点。

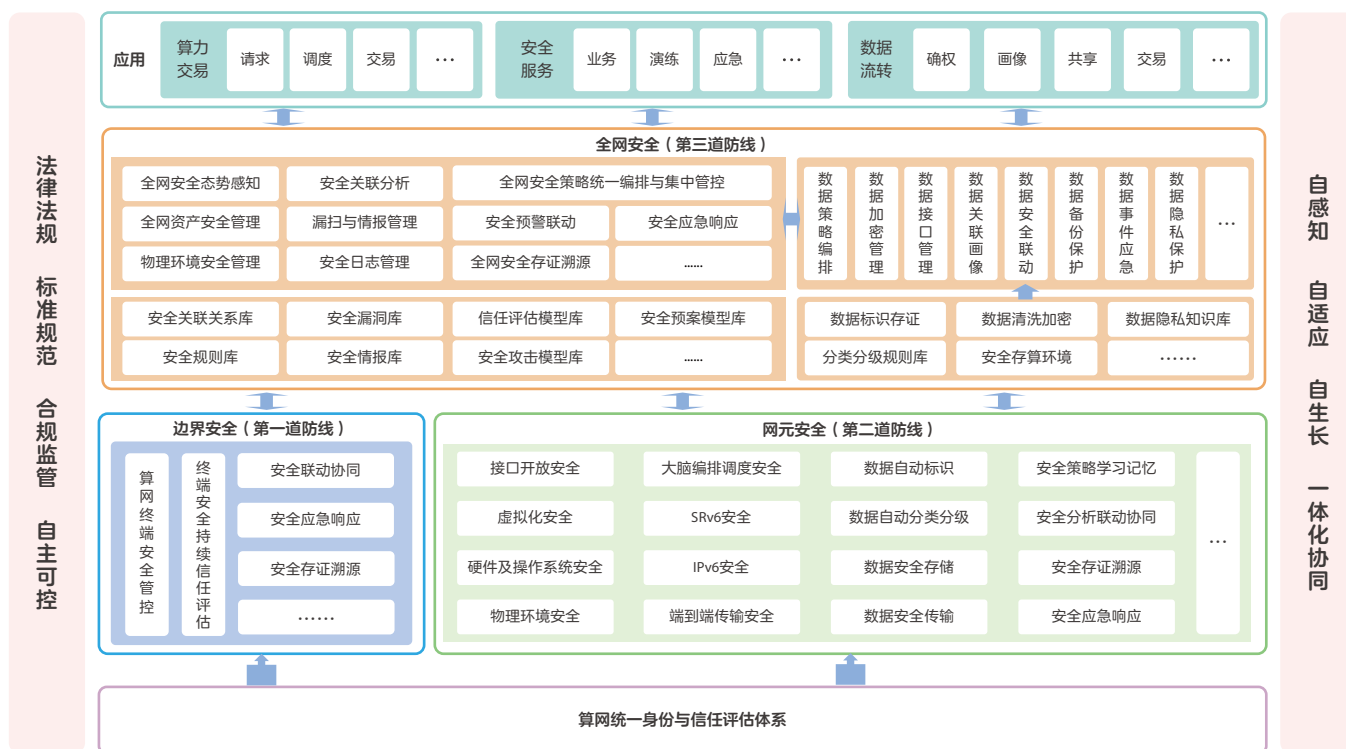
相对于传统网络，算网安全风险的变化主要体现在四个方面：一是算网终端的泛在接入导致的攻击暴露面增加；二是算网网络架构变化及新网元实体引入导致的风险增大，尤其是承载感知、决策和控制能力的网络功能单元，如新增算网大脑单元风险、SRv6技术及其承载单元的安全风险等；三是算网全网安全的高效闭环管控复杂

度提升；四是因数据交易新商业引入的端到端数据安全风险和管理复杂度双提升，如数据暴露面增加、存证溯源复杂度和要求提升等。

面对算网安全新形势和新风险，传统的外挂补丁式防御存在诸多问题。一方面，补救措施严重滞后，导致风险和损失无法及时控制；另一方面，安全防御方式被动，安全投资建设无法收敛，效果得不到保证。因此，转变安全理念，构建一体化的算网内生安全能力体系，实现算网安全能力的体系化、底座化、内在化、协同化、泛在化，成为算网对安全的新诉求。此外，算网基础设施作为关键基础设施，全面满足合规监管和自主可控，也是算网安全的重要诉求。

## 基于免疫的算网内生安全解决方案

受人体生物学免疫体系启发，中兴通讯于2019年底提出了基于免疫的网络内生安全创新方法论，并基于该方法论构建了算网内生安全能力体系（见图1）。算网内生安全的目标是为算网构建免疫能力体系，其基础是算网统一身份与信任评估体系，由边界安全、网元安全、全网安全三道防线共同构成。算网安全既与算网网络架构及功能深度一体化，又能独立成为完整的安全平面，以内生可控可收敛的方式，一方面实现对算网安全风险的可控，另一方面向上支撑数据流转交易等算网各业务场景。



▲图1 基于免疫的算网内生安全能力体系

## 算网统一身份与信任评估体系

全网统一的算网身份与信任评估体系，是实现算网内生安全的基石。身份标识是安全识别及风险管理的核心要素，信任评估体系是实现安全与效率之间平衡的有效手段。算网身份应支持唯一性标识，且具备不可伪造、不可抵赖、可存证溯源等特点。信任评估体系可基于身份、标识、权限、行为等多种安全因子给予信用评分，向上支撑边界安全等安全交互设计。基于AI、大数据技术、区块链和隐私保护技术，基于统一标识和信任关系，算网的信任评估模型能够自行训练学习和自我完善，同时形成多维度的安全关系知识库，便于多方存证及溯源等。

## 算网边界安全

算网边界是算网内生安全对风险控制的第一道防线。边界安全的核心在于构建泛在弹性的算网边界接入安全控制机制，对于所有接入的算网节点进行统一管控，从而及时识别和防范恶意终端、恶意接入、恶意请求等风险。算网边界安全

管控包括基于统一身份、加密、完整性校验等技术的协议级统一算网接入认证，以及基于SDP（Software-Defined Perimeter）、云化服务安全接入等技术的算力终端安全管理等。算网接入边界一旦识别出异常，及时进行预警联动，将风险第一时间在边界进行发现和拦截，最大化降低威胁影响。

## 算网网元安全

算网网元内生安全能力是算网安全风险控制的第二道防线。在新网元方面，以算网大脑为例，算网大脑的权限、请求机制、编排调度算法等，均考虑对恶意请求的发现识别、对资源的恶意消耗处理、对异常的预警等内生设计和异常预警联动。在新技术方面，SRv6技术引入的源路由攻击风险、网络拓扑泄露等风险，可以通过定义SRv6信任域、感知SRv6状态等内生设计来防范，同时也应支持异常预警。此外，基于AI等技术，关键算网网元也具备本地安全策略的自主记忆和自学习能力。



作为算网基础底座能力之一，算网内生安全始于算网架构及顶层设计，通过将安全能力全面内生、体系化、协同化，形成一体化、智能、协同的网络免疫能力。算网内生安全能力体系是一个分阶段分重点，由浅入深的过程。

### 算网全网安全管理

算网全网安全是算网安全风险管控的第三道防线，也是实现算网全网级体系化、智能化协同的核心。通过以安全为视角的算网全网安全集中管控中心，聚合算网边界、算网各网元的安全能力，形成算网全网协同一致的智能安全管控逻辑平面，包括算网全网级的资产安全管理、算网全网安全态势感知及关联分析、算网安全能力编排与全网安全策略管控、算网联动预警与应急处置等。基于AI、区块链等技术，在数据保密和隐私保护的前提下，算网全网安全管控能力应支持自动化的记忆与学习能力。

### 算网数据安全

数据交易是算网未来要支撑的核心商业形态，数据安全是保障算网数据交易可持续发展的核心环节。算网数据安全的能力存在于边界、网元、全网各个部分，提供天然的数据安全体系化支撑能力。基于数据管理全生命周期，在数据生成、采集环节，对数据进行即生即标即分级；在数据传输环节进行端到端的加密传输，支持自动加密和分类分级分区权的安全存储；在数据的流转流通交易环节，基于隐私保护的前提，支持面向海量数据计算和共享交换的可管可控，包括

请求合法校验、存证溯源等；在销毁与清除环节，基于权责设计合理的销毁确认及取证溯源等。此外，在识别并发现数据安全异常时，也应支持实时联动预警与安全策略协同。

### 算网内生安全愿景

作为算网基础底座能力之一，算网内生安全始于算网架构及顶层设计，通过将安全能力全面内生、体系化、协同化，形成一体化、智能、协同的网络免疫能力。算网内生安全能力体系是一个分阶段分重点，由浅入深的过程。

当前阶段，正处于算网架构设计的关键时期，是当前算网内生安全先天免疫能力的最佳构建期。在江苏，中兴通讯与江苏移动合作，为南京滨江专属云提供云边端协同算力创新服务，同时围绕云边端园区算力协同安全防护关键技术进行攻关，保障业务系统基础设施安全，实现安全单点可控，探索内生安全能力的实现方案，以及一体化全程可信的技术路线。

未来，通过三道防线安全能力和体系级协同能力的不断自学习自成长，循环促进基础免疫体系进化乃至网络架构演进，持续护航算网和数据经济发展，是算网内生安全的长期愿景和目标。ZTE中兴

# 基于算力网络的云化PLC新架构 及滨江工厂应用实践

**工**业制造领域的网络从架构上可分为两大部分：一是承载数据采集及感知控制等业务的OT网络，如现场总线、PLC（可编程逻辑控制器）、HMI（人机接口）、SCADA（数据采集与监视控制）等系统，一般称之为现场网络；二是承载信息及应用系统等业务的IT网络，如MES（制造执行系统）、ERP（企业资源计划）等。相对IT网络而言，现场网络的复杂性在于其技术栈的多样性、可靠性等需求。

随着工业数字化的逐步推进，现场网络的控制和感知参数已经从传统的温度、压力、位置等逐渐扩展到视觉、音频等维度，传统PLC及相应现场总线难以支持这类新需求。这些新数据、新业务依赖更灵活、更高效的算力，带动工业互联网进入数智化时代。

## 工业现场网络与IT网络融合趋势

参考工业互联网产业联盟AII发布的《工业互联网网络连接白皮书》，OT网络包含现场级和车间级。在实际工业生产过程中，现场级OT网络主要面临以下问题：

首先，PLC作为现场设备和企业应用系统之间的桥梁，主要完成逻辑控制业务及非结构化数据到结构化信息的处理过程。不同厂商PLC之间协议不兼容，协同、扩展需要上升到应用系统，带来时延和业务可靠性问题。

其次，不同厂商的现场总线不兼容，导致现场设备层与PLC紧耦合。多PLC类型、多总线组网在软件定义的柔性制造方面面临挑战，推高了企业的运维成本。

最后，企业数智化转型带来现场网络的智能化和大数据等新需求。以机器视觉为代表的新技术、新工艺（如视觉表面检测）等应用提高了生产质量和效率，这类应用难以在现有物理PLC上承载，当前通常采用IPC（Industry PC，工业计算机）+PLC组合，这进一步带来OT组网的复杂性。

在“中国制造2025”、工业4.0及工业互联网等政策、技术双轮驱动下，OT、IT在现场网络领域融合化、归一化趋势显现，其中以TSN、云化PLC技术为典型代表。云计算、工业以太网等成熟的IT技术下沉现场网络，主要的技术优势包括：

- 云计算、虚拟化技术基于软硬件解耦架构在电信NFV领域取得巨大成功，在OT领域通过虚拟化技术实现PLC的计算和IO解耦，基于通用算力实现PLC业务和机器视觉、工业大数据等业务共享算力平台，实现现场网络的软件定义和多业务融合。
- 以TSN技术推动IT、OT网络的归一化，实现现场网络的扁平化组网，利于现场设备的东西向和南北向协同。

当前云化PLC在融合化、归一化过程中，依然存在严峻挑战。一方面云化PLC对云的安全性、可靠性需求，对离散分布的边缘及超边缘算



**马立军**  
中兴通讯无线研究院边缘  
计算研发总工



**赵明鹤**  
中兴通讯无线研究院虚拟化  
研发中心副主任

力存在动态、弹性的管理需求；另一方面云化PLC计算在云端，IO设备作为不可虚拟化设备保留在现场，通过5G、Wi-Fi或有线网络完成组网连接，而现场多种业务在流量特征、QoS需求等方面均存在差异，OT业务云化需要与网络一体协同。

安全、可靠、弹性、协同，是云化PLC需要解决的新问题，其答案就是算力网络。

## 算力网络支撑下的云化PLC新架构

企业的ICT、OT基础设施一般包括企业级中心、分支机构/车间级边缘和设备现场等，从云的视角看包括中心云、边缘云、超边缘等多层次、分布式的云架构。中兴通讯基于TCF（TECS Cloud Foundation）电信级可信云构建了算力网络就绪的TCF ONE（Open Native Enabler）分布式云服务使能平台，该平台具备泛在算力的分布式统一调度能力和MEC、5G云网协同能力。

云化PLC的技术核心是现场网络上云，其主要运行载体在边缘云和超边缘两层。它作为能力平台在实际应用落地过程中往往还依赖5G网络。5G提供高可靠、大带宽的连接，TCF ONE提供分布式算网协同，云化PLC提供关键业务能力平台，三者共同构建“连接+算力+能力”的ToB业务生态。

结合中兴通讯在5G及云计算领域的广泛实践和积累，基于中兴通讯算力基站NodeEngine的内

生算力，我们提出了TCF ONE支撑的云化PLC新架构（如图1）。

- 分布式算力统一调度

有别于传统云边协同架构，算力网络支持云边、边边及超边缘等多层次的东西向、南北向协同，以“上帝视角”统一管理、调度泛在化的资源。针对算力下沉现场网络场景，超边缘节点支持离网自治、即插即用，满足云化PLC业务对云的差异化需求，既可以运行在边缘云，出于业务实时性、安全性考虑，也可以运行在超边缘。

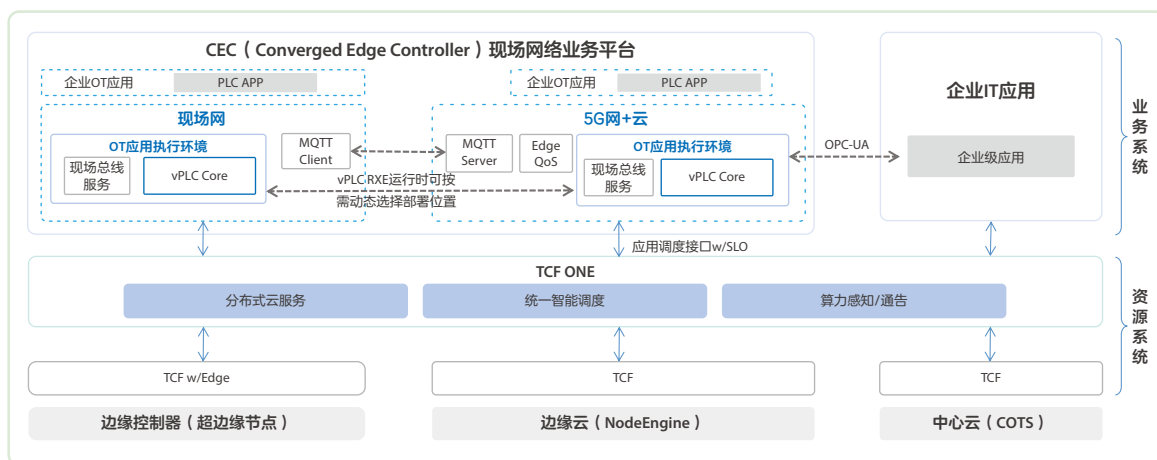
- SLO感知的智能调度

不同类型的应用有其SLO（Service Level Objectives）需求，同时不同层次的云资源有其SLA能力。算力网络以应用为中心，基于对应用的统一建模实现应用SLO和资源SLA的动态调度。以云化PLC应用为例，其SLO包括CPU算力规格、网络带宽/抖动/丢包率等需求，SLO感知的统一调度在分布式云资源中根据SLA的最佳匹配完成业务部署过程。

- 算力感知的服务路由

基于SAN（Service-Awareness Network）服务感知网络技术，实现应用在不同云资源池的实例之间的动态服务路由。以机器视觉应用为例，可按需在边缘云及超边缘节点部署服务实例，根据5G或Wi-Fi网络对应用SLO的满足情况，动态路由由现场视频数据到边缘云节点或现场超边缘节点，

图1 TCF ONE+云化PLC架构



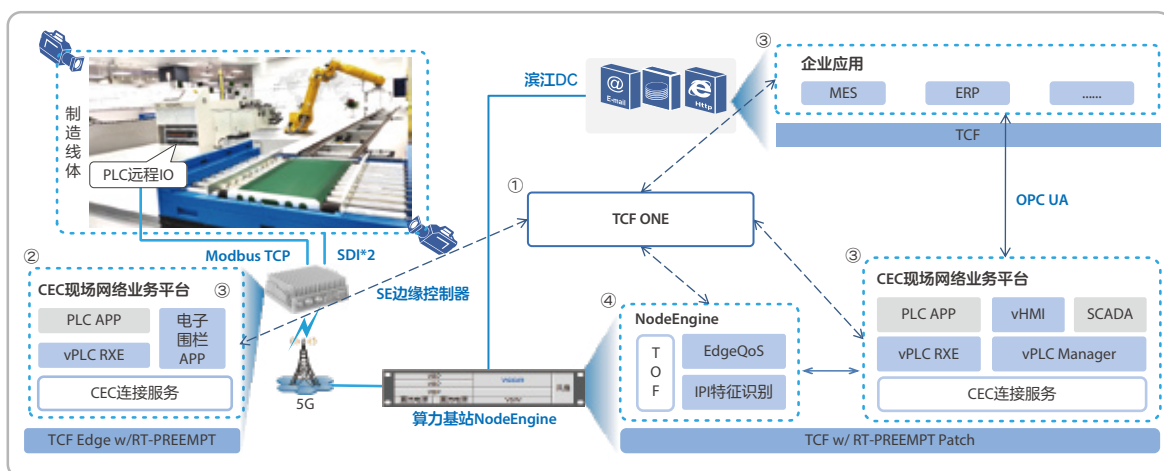


图2 滨江工厂现场网络业务

保障业务的连续性。

#### ● 5G网络协同的确定性保障

基于标准的MEC能力开放和NodeEngine无线网络QoS增强方案，TCF ONE基于业务特征动态识别方案与网络侧协同，实现面向应用的高可靠性保障。

分布式云架构和算网一体协同是现场网络上云的关键需求，云化PLC基于算力网络新架构，可以实现现场网络业务的高可靠、高弹性。

## 滨江工厂实践

中兴通讯南京滨江5G工厂，持续探索“5G边缘计算+云化PLC”在智能制造领域的应用落地。在前期5G云化PLC试点QCell装配产线的基础上，基于对业务场景的实际需求和算力网络新架构的理解，结合TCF ONE、ZTE NodeEngine算力基站、SE边缘控制器等算网基础设施，构建了一套基于算力网络架构的现场网络业务平台，基于该平台完成现场OT域南向设备/总线的统一接入管理、云化PLC运行时及机器视觉等OT服务使能。部署视图如图2所示。

该方案主要优势和成果：

- 基于TCF ONE统一管理算力基站NodeEngine及SE边缘控制器等算力资源，打造算网一体架构，全面支持现场网络上云。TCF ONE分布式云服务可支持云化PLC业务按需调度至现场SE边缘控制器或NodeEngine算力基站。

- 基于5G TSN+南向接入总线服务实现现场设备的灵活组网，架构扁平化，技术栈融合。解决原有南向总线与PLC的绑定耦合问题，从原有的“设备→南向总线→PLC→通信网关→北向总线→MES等应用系统”改造为“设备→TSN/南向总线→云”，进而实现现场网络相关业务一跳入网、一跳入云。
- 一网多用，基于TCF ONE的分布式云架构满足企业IT、OT等多业务的一致性体验需求，除云化PLC业务，也支持机器视觉等业务；在图2环境中实现了<70ms的“越界到告警”的检测效果，可将越界告警和PLC急停等协同流程在SE边缘控制器终结，提升线体生产安全。
- 基于业务特征感知的5G网络QoS保障方案，云化PLC扫描周期大幅优化，非TSN组网提升至20ms，TSN组网可进一步提升至10ms@99.999%。

## 展望

算力网络还在不断发展完善中，TCF ONE对现场网络的支撑也在不断改进。随着5G TSN的商用落地，及算力网络算网一体技术的成熟，现场网络上云将逐渐深入ToB各行业应用场景。下一步，TCF ONE将在异构算力服务化、服务感知、算力感知及与5G网络协同方面继续完善，针对现场网络云化PLC等OT关键业务场景提供稳定、可信、安全的运行平台。ZTE中兴



# 为数据披上“铠甲”， 可信云保障数据安全流通



吴刘文  
中兴通讯可信云方案经理



彭鹏  
中兴通讯数字化方案规划  
总监

**安**全可控是算网的基础。随着数字经济的发展，数据流通量将显著增加，算网将产生更多的数据暴露面和更高的连接频次，遭受攻击的概率也大幅增加；量子计算的出现，使得经典密钥面临被快速破解的风险；而传统数据中心多采用国外技术，技术和供应链安全均不可控。这些问题制约着算力网络的健康、可持续发展。

中兴通讯自主创新的可信云全流程保障数据安全，能解决算力网络面临的诸多安全问题。基于量子科技和ICT的融合，2022年全国第一个可信云商用项目在重庆璧山落地。

## 创新+合作，构筑可信云底座

中兴通讯可信云创新地将云计算与量子密钥协商技术结合，方案包括量子安全服务中间件vQSC、量子虚拟机、量子存储等系列方案产品，同时为数据监管提供技术手段。中兴通讯构建自主创新的可信云网底座，依托数字星云，与5G行业应用、数字化场景深度融合，为算力网络安全保驾护航。方案总体技术架构如图1所示。

相比于传统云，可信云具备以下亮点：

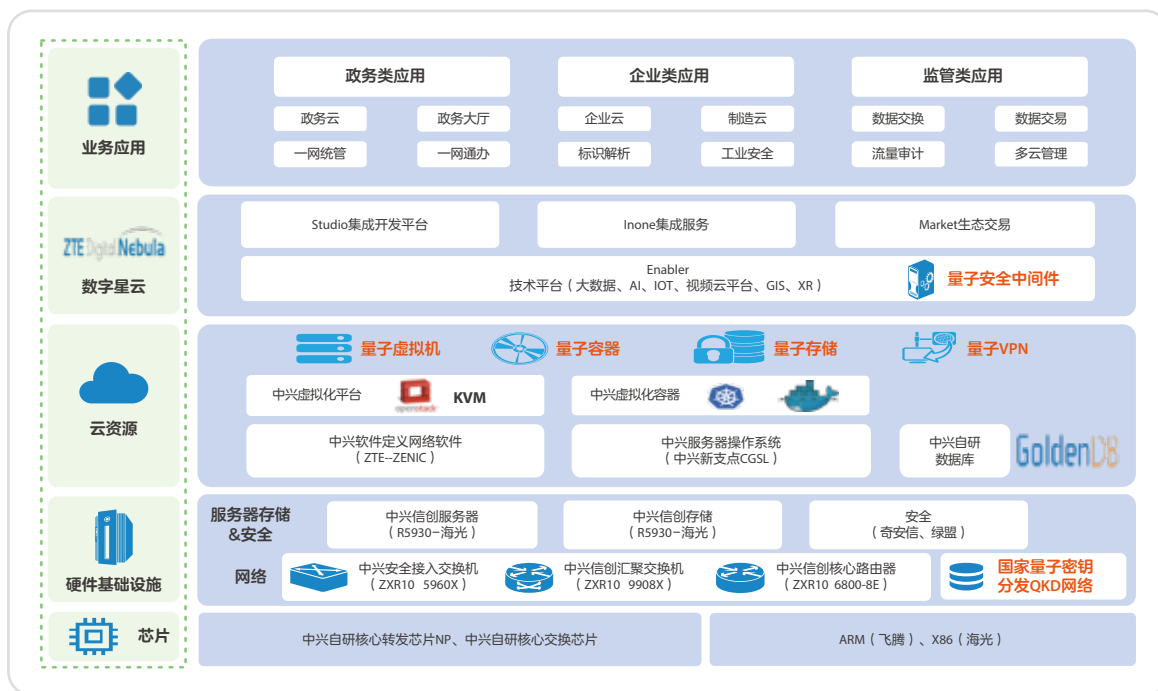
- 自主研发，让云更安全：采用全栈国产自主研发软硬件设备，100%国产化自主创新，避免了技术及供应链方面的安全问题。中兴

通讯一直坚持自主创新，提供全栈自主创新产品和方案，业内领先。在工信部2021年信息技术应用创新解决方案奖评选中，中兴通讯“典型案例奖”和“创新奖”获奖项数量均位居行业第一。

- ICT和量子技术融合，让数据更安全：量子密钥无惧监听，具备高等级安全。可信云依托量子密钥协商技术，为云内资源及云上应用提供统一的密钥源和密钥管控服务，构筑一体化量子密钥管控体系，实现对数据全生命周期的安全感知和管理，端到端保障数据安全。
- 统一安全管控体系，让系统更安全：可信云以量子密钥策略为基础，构建贯穿网络、云平台、数据、应用的一体化协同安全保障体系，组成具有数据监管能力的多云体系。安全管控中心对云内组件及云上应用的调用密钥服务使用情况进行实时跟踪与分析，快速识别风险事件。量子安全引擎提供密钥全生命周期的管理，基于密钥的激活、停用、销毁等状态迁移，实现对安全风险的精准管控，确保风险不扩散。

## 应用场景

可信云应用于政务、金融、交通、能源、应急、水利、社保等具有高安全等级业务需求的行业。



- 特色云资源服务：向政企用户提供量子网盘服务，确保数据存储安全不泄露；量子云桌面服务打造安全办公环境；还可以提供量子虚拟机、量子存储等高安全等级的量子融合类云服务产品。
- 政务应用：提供电子政务外网安全增强、电子政务数据监管、数据增值交易服务平台、安全生产监控等服务。对重要数据的采集、传输、存储进行保护，防止政务信息的数据被窃取和篡改，促进政务数字化治理，助力公共数据有序共享开放。
- 工业应用：面向工业互联网平台、工业园区运营治理可视化、工业控制与边缘计算、企业碳排放数据和经营数据管理、跨区域数据落地与应用分析等工业应用场景，提供安全的计算、存储环境，保障数据安全出厂和云上数据安全监管，保障数据资产安全，推动企业数字化转型和工业互联网应用落地。
- 融合类应用：可作为信创云，为政务、金融等行业提供自主可信云平台；为企业综合业

务提供可信云网基础设施，推动企业数字化转型。

## 创新实践：璧山量子可信云

中兴通讯联合国科量子在重庆璧山建设政务和企业两朵可信云，为用户提供量子VPN、量子虚拟机、量子网盘等高安全等级的云服务，同时满足了用户对数据资源的可视化管理需求。

可信云在璧山成功商用，验证了ICT和量子技术融合的可落地性，吸引当地政府及企业业务迁移至可信云。政务方面，实现数据高安全要求下的风险可感知、数据可管辖，保障关键政务数据安全。企业方面，保障数据核心资产的安全和数据安全出厂，推动企业数字化转型和工业互联网应用落地。

未来，中兴通讯联合国科量子结合“东数西算”工程，布局八大枢纽节点可信云建设，保障算力网络数据安全，助力产业经济通过数据交互辐射全国。ZTE中兴

# 浙江移动： 先行先试，算网创新探索成果初现



**陈亚斌**  
中兴通讯综合方案规划总监

**随**着新基建、东数西算、双碳经济等国家战略带来的发展新机遇，如何面向国家产业数字化升级以及赋能全社会数字化转型构建新型信息基础设施，成为当下通信行业共同思考的问题。从电信行业发展的角度来看，当前5G网络已初步部署，个人家庭类业务趋于成熟，行业新业务占比较低，给运营商带来了经营的压力和动力。

数字化转型大背景下，中国移动于2021年发布《算力网络白皮书》，阐述了算力网络的内涵定义、实施路径、定位愿景等内容。作为集团内极具创新精神的省公司，浙江移动秉持先行先试的理念，建设智能化、泛在化的算力网络基础设施，致力于打造算力时代的数智发展底座。基于共同创新的愿景，浙江移动和中兴通讯于2022年2月成立算力网络联合创新实验室，启动多领域

合作，共同探索算网创新技术。

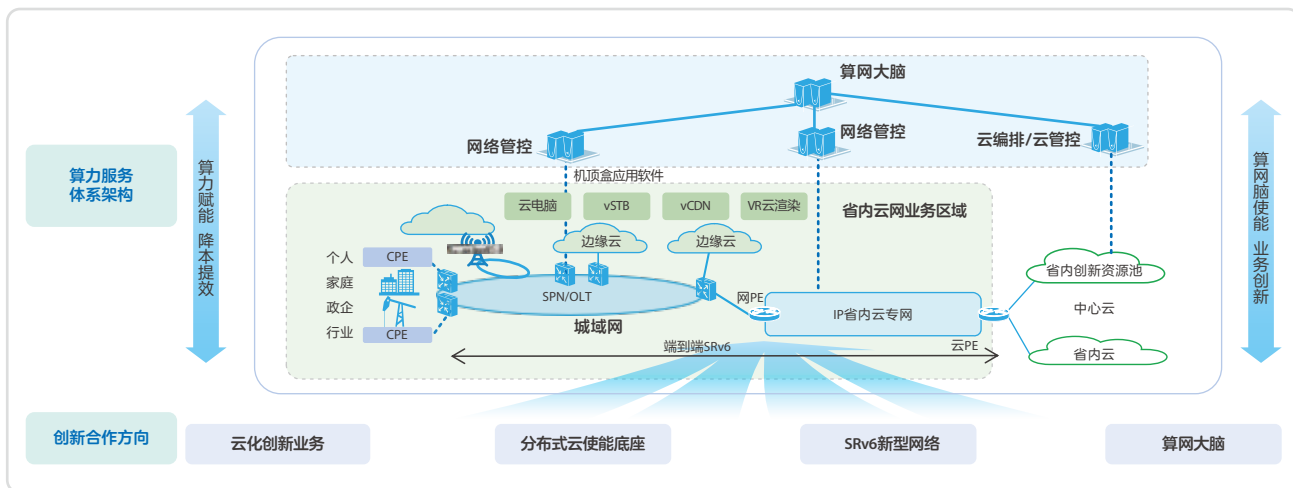
## 算网联合创新的重要方向

如图1，从中国移动算力网络的定义和架构出发，中兴通讯和浙江移动的联合创新重点关注以下几大方向：

### ● 支持创新业务发展

当前ToC/ToH业务依赖于终端实现，影响新业务发展。比如VR/AR业务采用高性能终端设备，设备成本高导致用户使用门槛高并影响业务推广；随着视频业务清晰度不断提升，要求机顶盒升级更高性能的硬件，各种新业务与存量机顶盒设备兼容适配问题导致新业务发展慢。

业务云化是新业务发展的重要趋势。将用户业务上移到边缘云，采用瘦终端+云化业务处理



▲ 图1 算网联合创新方向示意图

的方式可以突破当前VR/AR、机顶盒业务发展瓶颈，同时业务云化以后通过平台云资源分时、分用户、分业务间共享的方式提升资源效率，可降低业务的综合成本。

#### ● 支持业务的快速部署、升级

面对业务云化后需要持续迭代升级、灵活部署的需求，应用侧采用云原生架构支撑业务的快速迭代发布。在部署时需要与应用的云原生特性相匹配，支持容器集群化部署、快速弹缩、灰度发布，以及面向集群化部署应用服务的集中式监控、管理、流量调度等能力。由此提供面向云原生应用提供统一的入口，实现跨域、跨云、跨厂家的位置无感的一致性体验。

#### ● 支持业务资源、能力的灵活调度

业务云化后，业务服务呈现按需分布式部署。业务、网络分别具备感知与相应领域的策略、调度能力，不协同的情况下无法实现整体最优。当前以业务为中心的服务调度无法感知网络，调度策略可能与网络实际情况不匹配，业务体验同样可能受到影响。而在业务云化后呈现部署与能力的不确定性，确定性的网络难以进行匹配，所以业网协同调度成为必然。

#### ● 面向运营的一体化支撑体系

在算力网络总体架构下，业务实现涉及到算、网、业多个方面，跨层跨域跨厂家的协同成为必然。拉通业务要素，对客户呈现统一的服务，需要体系化的架构来支撑。对应到中国移动的算网整体架构，算网大脑成为一化运营的核心，通过大脑的协同编排、跨域调度、算网感知等能力实现运营支撑。

## 算网联合创新实践

以算网创新方向为指引，聚焦当期可落地的创新实践，浙江移动与中兴通讯的联合创新中部



▲ 浙江移动与中兴通讯开展XR元宇宙业务试点

分课题已从研讨阶段走向试点落地，取得阶段性成果。

#### ● XR元宇宙业务试点

2022年5月17日，浙江移动与中兴通讯在金华古子城景区进行了XR元宇宙应用的联合发布。依托5G云XR平台的空间计算和云识别能力，通过AR应用结合景区的特色IP开启虚实结合的景区元宇宙之旅，游客化身故事角色，通过沉浸式游览了解景区历史故事，通过故事线方式为景区导流并提升游客体验。

#### ● 完成“CDN+CMNET”算网协同方案试点

2022年5月，双方在中国移动现网顺利完成“CDN+CMNET”算网协同方案试点。试点验证了网络条件变化时CDN业务可以优化调度机制，基于业务、网络多维度进行智能化协同调度，从而实现用户体验最佳。本次试点验证了协同调度方案在网络异常时保障用户体验的直观效果。

未来，中兴通讯将与浙江移动持续开展创新研究与试点探索，在泛在协同、融合统一到一体内生的算力网络发展思路指引下，全力支持浙江移动打造“连接+算力+能力”的新型信息服务体系。ZTE中兴



# 江苏移动携手中兴通讯：

## 深耕专属云项目，探索企业数字化转型新路径



**史庭祥**  
中兴通讯系统产品方案  
总工



**曹维娜**  
中兴通讯数字技术产品  
规划总工

“新基建”已成为新形势下推进数字经济发展的新动力。作为一家大型全球化运营企业，中兴通讯2016年开始实施数字化转型，经过近6年的努力，成效逐步显现：公司经营上，5G国内市场占有率逐步提升，经营实现有质量的增长；内部运营效率上，从合同签订到工程验收全收入周期连续2年实现提效15%，商用版本发布周期缩短4倍以上，疫情下全体员工远程办公效率达98%。

2020年11月，中兴通讯与江苏移动拉开算力合作的序幕，共同打造江苏移动&中兴通讯专属云合作项目。基于该项目，结合中兴通讯在算力网络领域的产品技术创新，双方共同探索算力网络在大中型企业数字化转型中的典型应用。

### 算力新技术赋能中兴通讯数字化转型

中国移动集团提出算力网络技术架构，旨在实现从连接到算力、从资源型向服务型的转变，拉开了算力网络赋能企业数字化转型的序幕。算力网络方案将实现面向大中型研发制造企业数字化转型的算网新布局，依托算力网络的诸多关键技术，构建跨区域和多数据中心算网架构，提供多样性算力资源池、算力统一调度和运营服务。江苏移动与中兴通讯在以下方面展开了算力网络合作，推动中兴通讯数字化转型：

- 算力提效：通过部署泛在算力和异构算力，验证算力并网、泛在调度、算力卸载等新技术，实现中兴通讯算力网络从资源型向服务型 and 任务型转变；

- 能源提效：基于算力资源池的潮汐效应的分析和预测，动态调整算力规模和能源消耗，并应用芯片节能等新技术，实现信息基础设施的节能减排从资源型向技术型转变；
- 运营提效：探索基于IP SRv6网络的应用感知和优先级调度技术，搭配入云和云间场景下的全光高速互联和灵活调度能力，实现业务运营从保障型向管控型转变；
- 生产提效：基于边缘计算和云边端协同的创新应用，如机器视觉、AR/VR等，为生产制造提供身临其境的远程设备运维、专家指导和协同设计等新手段，助力生产制造的全数字化流程改造，实现从自动化向数字化转变。

如图1，江苏移动专属云项目采用中兴通讯在算力网络方面的诸多关键技术创新，满足强算力、高安全和低成本的算力需求，以其中两项关键技术方案为例：

- 基于高性能异构算力的下一代云基础设施  
在南京滨江算力资源池中，将服务器的虚层、网络、存储等软件模块功能卸载到软硬件一体专用加速卡，服务器仅驻留轻量级Hypervisor，虚拟化前端仅留CPU/内存虚拟化指令操作，大幅度降低CPU资源占用和性能损耗。

安全性方面，宿主机与加速卡通过PCI进行隔离，可避免加速卡的安全问题扩散到宿主机端；加速卡到宿主机单向控制，即使虚拟机被攻击突破到宿主机，仍无法攻击到管理和控制平面；所有数据入口都通过加速卡进行处理，可以提供高性能的硬件加解密能力。

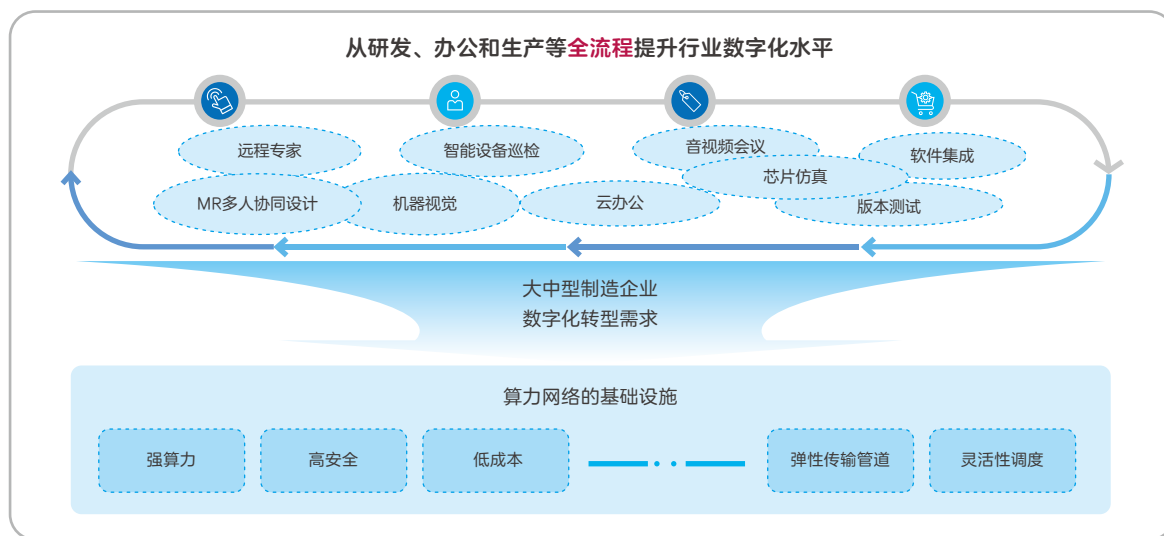


图1 数字化转型驱动算力网络的关键技术创新

- 基于算力需求潮汐效应降低数据中心能耗  
虚拟机运行状态下，无论负荷处于什么状态，服务器一直在高性能模式运行，使得能耗处于较高水平。该数据中心能耗方案为提升资源利用率、减少系统能耗，验证诸多技术点，包括云资源池内置自动化节能控制系统、核休眠与唤醒控制、服务器休眠/下电与唤醒、频率控制的节能效果、系统节能的自动化能力等，达到业务无感知、无人工干预的效果。

## 专属云合作项目成果

作为江苏移动和中兴通讯的合作典范，南京滨江专属云项目为南京多个大型园区提供面向生产制造、办公研发、企业运营等多场景的综合算力网络服务，是算力网络赋能企业数字化转型的新探索。借力于江苏移动滨江专属云项目打造的算力网络，中兴通讯数字化转型成果得到进一步深化。

在数字化生产领域，中兴通讯“用5G制造5G”，打造敏捷柔性的供应链，打造极致产品。南京滨江智能制造基地作为中兴通讯5G基站、服务器与存储产品的生产基地，2021年实现产值近400亿元。同时作为5G+工业互联网应用示范项目，正在以滨江基地为中心辐射产业链上下游，

带动产业升级，为大量生产制造场景领域的数字化转型导入需求。

在数字化运营领域，通过业务运营和管理数字化，使能企业经营业务全景可视，由点到面分层监控；通过企业全域数据治理，推动数智运营。中兴通讯已连续两年实现从合同签订到工程验收全收入周期提效15%，打造极致效率。

在数字化研发领域，DevOps研发云使能研发创新和效率提升，打造极致内核。分布在全球的3万余研发人员能够基于同一个项目快速完成团队开发、测试、版本发布。

在数字化办公领域，数字化单兵作战武器ZTE iCenter支撑了中兴通讯全球8万多员工的线上协同办公，促使企业组织向线上化演进。

围绕全球数字经济的蓬勃发展，及疫情加速线上经济转型，全球ICT市场进入新型信息基础设施建设阶段。顺应时代和产业趋势及东数西算等国家战略，中国移动集团提出“算力网络”战略目标，构建面向“连接+算力+能力”的新型网络和经营转型方向。

面向大中型研发制造企业的数字化转型正是算力网络的重要场景。中兴通讯将围绕江苏移动滨江专属云项目，不断深耕，加速迭代，助力江苏移动实现竞争超越和价值升级。**ZTE中兴**

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在