

中兴通讯技术 **简讯**

ZTE TECHNOLOGIES | 第28卷 第6期 · 2024年6月

VIP访谈

06 VEON AdTech：促进当地企业蓬勃发展，为用户提供更好的数字世界

视点

10 智能内生的算力互联
IP网络体系架构及关键技术



专题：智能云网

14 CLOUD IP构建智算/通算+IP融合网络底座





1996年创办 总第429期
2024年6月 第28卷 第6期

中兴通讯技术 (简讯)
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)
中兴通讯股份有限公司主管

《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 胡俊劫 华新海
阚杰 李伟正 刘明明 陆平
唐雪 王全 张卫青 郑鹏

《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: 邓志峰 代岩斌 黄新明 姜永湖
柯文 孔建华 梁大鹏 刘爽
林晓东 马小松 施军 夏泽金
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: 4000本
出版频次: 按月
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: 2024年6月25日



李新双
中兴通讯承载网产品副总经理

智能云网构建智算通算网络融合底座

算力作为数字经济新引擎,推动智能社会发展。据《全球算力指数评估报告》,每增加1%算力投入,能促进数字经济和GDP分别增长3.6%和1.7%。

在SDN时代,云化骨干网为算力和数据等高效跨区调用奠定基础,同时IP网络正向超宽绿色、确定性服务、敏捷弹性和自智网络方向发展。中兴通讯推出新一代大容量核心路由器,支持业界最灵活高密度板卡,400GE/800GE接口灵活配置,无需更换单板即可实现网络由400GE在线一键升级到800GE;并采用业界最高集成度六合一转发芯片,每G比特功耗降低50%。

在确定性服务方面,中兴通讯新一代大容量核心路由器搭载独创芯片内置EDN方案,支持多等级时隙队列和确定性调度机制,实现 μ s级超低抖动,保障高价值业务高效传输,经过3000km测试,验证在高负载条件下的多种业务混合承载,抖动性能小于20 μ s。此外,采用差异化切片方案,助力马来西亚运营商打造国家级基础设施,实现多业务统一承载,降本增效。

在敏捷弹性方面,中兴通讯与运营商合作,基于SDN/SRV6/随流检测等技术提升网络服务化能力,完成西部至东部端到端网络随云动业务部署,通过云网一体化调度方案优化资源利用率30%以上,发挥云网融合优势。

在自智网络方面,通过交互对话式运维机器人ChatZ,提升网络智能化和自动化水平,运维效率提高逾10倍。

展望未来,为满足数字经济算力连接需求,算间网络和算内网络技术及产品创新势必加速。中兴通讯将携手全球运营商,筑牢网络基石,为数字世界发展提供技术支撑,促进数字经济繁荣和数字合作互利共赢。

目次

中兴通讯技术（简讯）2024年第6期



VEON AdTech：促进当地企业蓬勃发展，为用户提供更好的数字世界

VEON是一家全球数字运营商，覆盖六个活跃市场，为近1.6亿客户提供融合连接和数字服务。为了抓住日益增长的数字广告机遇，VEON于2023年4月在乌兹别克斯坦的塔什干成立了一家专门的广告科技公司——VEON AdTech。

VIP访谈

06 VEON AdTech：促进当地企业蓬勃发展，为用户提供更好的数字世界
付煜

视点

10 智能内生的算力互联IP网络体系架构及关键技术
陶文强

专题：智能云网

14 CLOUD IP构建智算/通算+IP融合网络底座
陶文强

17 广域无损关键技术研究
刘爱华，武利明

20 IP自智网络架构和关键技术
王承锋，王怀滨

24 AI智能降耗探讨和实践
武利明

26 IPv6+技术演进探讨
冯军，黄光平

29 大容量核心路由器液冷关键技术
朱小龙

32 服务感知网络技术和演进探讨
付华楷，黄光平

35 微服务化的vBRAS架构演进关键技术探讨
陈迟馨，王怀滨



成功故事

37 中兴通讯助力中国电信升级城域服务，
打造敏捷云网
李琳

媒体转载

39 中兴通讯：加速智能计算生态繁荣
崔亮亮

02 新闻资讯

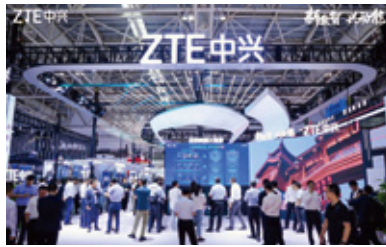
杭州电信携手中兴通讯率先完成800M RedCap商用实践

5月，杭州电信携手中兴通讯率先在杭州滨江区完成800M RedCap商用实践，加速推进浙江物联网产业迭代升级。本次实践基于RedCap摄像头、RedCap工业网关和RedCap CPE等多种终端形态，涵盖智慧安防、智慧工业等多种行业场景，充分验证了RedCap使能千行百业的可能性。采用1T1R单800M RedCap终端的下行业务速率峰值达62Mbps，上行业务速率峰值达63Mbps，时延维持23ms，弱场下信号保持稳定，充分发挥800M频谱特性，拓展RedCap在行业应用中的广度与深度。本次商用实践的成功，标志着杭州电信已具备了800M、2.1G和3.5G全频谱RedCap能力，助力行业深度融合。

中兴通讯亮相第七届数字中国建设峰会： 以智算掘金，用数据赋能

第七届数字中国建设峰会于5月23日在福州拉开帷幕，峰会以“释放数据要素价值，发展新质生产力”为主题，展示数字成果、探索未来方向，推进数字中国建设。

中兴通讯以“新数智，兴动能”为主题，全面展示在端到端智算基础设施、产业数智化落地应用及AI智算生态共建等领域的最新产品、方案和成果，共享数智转型实践经验，共探数字中国



美好未来。

在智算基础设施和生态建设方面，中兴通讯坚持自主创新及生态合作，为用户提供端到端的全栈全场景开放解耦的智算解决方案。

在硬件基础设施方面，提供端到端的算力基础设施解决方案，涵盖通算和智算所有算力领域和高速广域互联领域；在软件层面，中兴通讯主张“训推并举”和“虚实结合”，并推出了星云基础大模型和多领域行业大模型。

本次展示的自研GPU服务器和星云大模型已在国内多个行业得到应用，在主流大模型验证和性能优化方面也不断取得成果。

黑龙江移动携手中兴通讯完成黑龙江省首个5G-A通感一体组网验证

5月，黑龙江移动携手中兴通讯完成黑龙江省首个5G-A“通感一体”外场组网测试，结合中国移动自研的凌云管理平台，能实时追踪并预判景区内无人机的运动轨迹、速度和位置并针对入侵无人机进行告警，实现区域内全天候、无死角、高精度的低空安防感知监测，助力亚布力旅游度假区打造一个更加智能化、安全化的智慧旅游新标杆。

中国联通与中兴通讯完成业内首例室内300MHz载波聚合+1024QAM商用验证

5月，中国联通研究院、山东联通携手中兴通讯，在山东淄博完成首个300MHz超大带宽结合1024正交幅度调制（1024QAM）的商用验证，成功在商用网络中实现单用户5.52Gbps的峰值速率。在打破单用户峰值速率记录的同时，本次验证还完成小区间切换测试，切换过程中，用户速率平稳。

陕西移动携手中兴通讯打造5G RedCap智慧工厂应用新标杆

5月，中国移动陕西分公司携手中兴通讯、高新兴等产业伙伴在中兴通讯西安智能终端生产基地顺利完成5G RedCap在智慧工厂的应用实践。本次实践全面验证了5G RedCap技术在工业数据采集、工业PDA识读、AGV物料转运、园区智慧安防等多个场景的应用可行性，为RedCap在工业智能制造行业的应用提供了较高的参考价值。

中兴通讯受邀出席中法企业家委员会第六次会议

5月6日，中法企业家委员会第六次会议在法国巴黎举行，习近平主席在巴黎同马克龙总统共同出席中法企业家委员会第六次会议闭幕式，并发表题为《继往开来，携手开创中法合作新时代》的重要致辞，中法两国政府、企业等各界代表约200多人参加闭幕式。中兴通讯董事长李自学，中兴通讯执行副总裁、首席运营官谢峻石，中兴通讯高级副总裁刘健出席。闭幕式之前，李自学董事长受邀参加两国元首与中法企业家代表的合影。

会议期间，多场圆桌讨论相继举办，深入探讨创新与产业合作、绿色经济与低碳转型等关键议题。中兴通

讯执行副总裁、首席运营官谢峻石主持题为新兴技术与可持续发展的圆桌讨论，来自全球第一大奢侈品集团LVMH集团秘书长马克-安托尼·亚米、中国进出口银行董事长吴富林、赛诺菲集团全球执行副总裁夏立维、宁德时代新能源科技股份有限公司董事长曾毓群、法国酒类巨头保乐力加旗下高级香槟及干邑业务总裁兼首席执行官赛萨·纪隆等五位中法企业领袖和行业精英参与讨论。

五位嘉宾分别分享了他们对于新兴技术和可持续发展之间关系的看法，以及企业在不同行业和领域的实践及探索。

中兴通讯联合中国电信展出首款二合一5G云电脑

5月23—27日，第七届数字中国建设峰会·2024智算云生态大会在福州海峡国际会展中心举办，中兴通讯以“云聚兴海，数智展翼”为主题参展，展示了全栈智算、数智赋能、智慧生活等创新成果以及与中国电信的合作实践，助力中国电信构建“科技创新、自主可控、安全可信、云网融合、生态开放、绿色低碳”的天翼云生态系统。

会上，中兴通讯联合中国电信展出首款二合一5G云电脑W201DS。中国电信多年来一直在积极推动云电脑产业创新发展，此次与中兴通讯联合推出的二合一5G云电脑，完美满足了移动办公、在线教育、家庭娱乐等场景需求。

宁波联通携手中兴通讯打造海域5G超远覆盖新网络

作为我国东南沿海重点区域，宁波拥有得天独厚的渔业资源和天然良港，对海域的通信覆盖需求也应运而生。为响应工信部关于开展“信号升格”专项行动，加快推动移动网络深度覆盖，近日宁波联通携手中兴通讯在“国家级海洋生态保护区”渔山列岛完成了首个海岛5G超远覆盖基站开通，实现渔山列岛及其更远海面5G信号覆盖，为海洋经济产业发展提供坚实支撑。

北京移动联合中兴通讯完成50G PON网络验证

5月，中国移动北京公司（北京移动）联合中兴通讯成功完成50G PON网络验证暨万兆宽带网络展示，成功实现了GB级文件的秒级下载，有力验证了万兆宽带环境下50G PON网络在多样化应用场景实施的可行性，为实现家庭万兆宽带全覆盖及构建企业万兆接入奠定了坚实基础，助力北京打造全国领先“万兆之城”首都样板。

中国联通携手中兴通讯开展首个5G-A规模组网内生智能调度验证

5月，中国联通携手中兴通讯在天津开展首个5G-A规模组网内生智能调度验证。针对网络中用户使用频率高的TOP业务如短视频、游戏、扫码、微信、直播等多业务，实现规模组网下基站内生智能的业务识别和调度验证，进一步验证了泛在智能、智算融合能力对用户经验的提升，为落实“人工智能+”行动、发展新质生产力奠定坚实的基础。

广州联通联合中兴通讯完成业界首个立体交通系统感知验证，引领5G-A技术新突破

5月，广州联通为贯彻落实工信部“信号升格”专项行动要求，持续打造“联通好网络，信号再升格”服务品牌，携手中兴通讯在南沙明珠湾立体交通系统中完成了低空通感验证工作，实现对交通系统的全面感知，标志着智慧交通领域又迈出了重要一步。

在南沙明珠湾的立体交通网络中，5G-A通感技术的运用使得交通管理系统能够实时精确地掌握道路上的车辆信息、水域中的船舶动态以及空中的无人机飞行状态。这一技术的引入，大大提高了交通监控的效率和准确性，为预防交通事故、优化交通流提供了强有力的数据支持。

深圳移动与中兴通讯举办低空经济融合创新示范区发布会

5月14日，深圳移动与中兴通讯共同举办了“创智低空，新质南山”深圳人才公园低空经济融合创新示范区发布会。本次发布会依托深圳市南山区低空经济创新发展成果，联合政府部门、低空经济产业界，共建低空经济融合创新示范区。

深圳市南山区副区长李志娜、深圳市南山区工信局副局长李娟、中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司副总经理郭明杰、中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司南山分公司总经理何宙、中兴通讯副总裁李晓彤、粤港澳大湾区数字经济研究院（福田）低空经济分院讲席科学家沈国斌、深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司市

场总监潘巍、美团无人机公共事务总监周海峰、中兴通讯广州办事处CTO朱学晶、中兴通讯5G-A通感产品总监赵志勇、中兴通讯公共事务总经理郑重等出席了发布会。

南山区副区长李志娜率先致辞。她指出，南山区以“打造低空经济企业总部及研发基地、建设世界低空经济高地”为目标，立足南山资源与特色，为低空经济企业落地应用场景创造良好的运行环境，打造高密度城区低空空域融合利用的示范样板。未来，南山区将以低空经济融合创新试验区建设为重要抓手，全面拓展低空应用场景，加快通感一体化等创新技术的提升和推广应用，加大低空基础设施建设力度。

广东移动联合中兴通讯完成SPN切片专网在电力行业的规模化商用

5月，广东移动联合中兴通讯在深圳完成了SPN切片专网规模化商用，利用SPN小颗粒切片的硬隔离优势，通过可视化运维和全方位安全保障，打造了一张端到端高质量的SPN专网，协助南方电网实现业务的分层分级管理。本次应用涉及SPN网元5000多个，连接电力终端超4000个，助力南方电网成功建设“5G+数字电网”示范区，打造SPN切片专网规模化商用的典范。

广东联通携手中兴通讯完成低空通感验证

5月，广东联通携手中兴通讯在深圳宝安欢乐港湾开展5G-A低空通感验证，通过5G-A通感一体基站实现载人航空器轨迹感知，感知精度达到业界领先水准。本次点亮“湾区之光”，是继去年双方共同发布首条低空航线后的又一重要合作，助推低空经济高质量发展迈上新台阶。

大连联通联合中兴通讯开启浪漫之都大连5G-A“数字之旅”

5月，在大连联通与中兴通讯的共同努力下，大连音乐节场景完成了5G-A三载波聚合创新技术的商用部署。通过部署三载波聚合技术，网络带宽得以显著增加，实现了流量激发和业务感知双提升，使现场观众可以在高密度人群聚集的环境中畅享更流畅、更高清的音视频传输体验，开启了5G-A技术商用发展的新篇章。



中兴通讯最新一代无线先锋产品助力AIS构建绿色、简洁、智能的5G网络

5月，泰国曼谷，中兴通讯携手泰国领先的移动运营商AIS，在A-Z中心宣布商用部署中兴通讯最新一代的无线先锋产品，旨在助力AIS构建一个绿色、极简的智能5G通信网络。

为满足AIS的网络需求，双方已率先在泰国商用部署多款创新无线产品，包括700MHz+900MHz业界最高功率4×160W的双频RRU、业界独有的1800MHz+2100MHz双频三扇区RRU，和业界最高功率480W的1800MHz+2100MHz 32TR AAU。这些产品实现了射频模块的超高集成度，既节省了AIS的CAPEX投资，还节省了屋顶空间，提高部署效率，降低运营成本。

中兴通讯携手True联合创新，在泰国打造更高性能、更绿色的5G网络

4月29日，泰国曼谷，中兴通讯携手泰国True运营商，宣布在全球市场首次应用新一代12TR UBR超宽带射频产品。这一联合创新旨在帮助泰国打造更优质的电信基础设施，以满足蓬勃发展的旅游业需求。

近年来，随着泰国5G规模部署，网络能耗大幅提升的同时，运营商铁塔空间逐步受限。为应对5G规模部署带来的挑战，True与中兴通讯应用新

一代12TR UBR超宽带射频产品和AI节能PowerPilot解决方案，大大提高了True的网络效率，预计每个基站的模块数将减少83%，设备重量减少60%，站点能耗降低，向用户提供更高性能、更优质的网络。基于联合创新应用，True单站点每年预估可节省大约3820kWh能耗，约合1910kg的碳排放，促进泰国绿色基础设施和可持续生活方式的建设。

湖北国际物流机场有限公司、湖北移动与中兴通讯签订战略合作协议

5月8日，湖北国际物流机场有限公司、中国移动通信集团湖北有限公司与中兴通讯股份有限公司在武汉签订战略合作协议。三方将就5G-A助力机场安防、智慧空港等产业创新升级方向进行深入合作。湖北机场集团党委委员、副总经理，湖北国际物流机场有限公司党委书记、董事长罗国伟，湖北移动副总经理刘建，中兴通讯副总裁中国区无线总经理叶策出席签约仪式。

中兴通讯助力北京联通迈入千兆光网新时代

5月6日，北京联通臻宽带全光场景新质生活发布会成功举办。作为北京联通重要战略合作伙伴，中兴通讯携手北京联通坚持品质引领，不断推陈出新，持续打造产品竞争力。在本次发布会上，中兴通讯最新一代FTTR产品RoomPON 5.0惊艳亮相，助力北京联通家宽业务高质量发展，引领京城宽带网络服务进入“新”千兆和“光”Wi-Fi时代。

中国联通和中兴通讯携手完成首次基站RIS协同组网下多终端智能调度技术验证

5月，中国联通研究院携手中兴通讯成功完成首次基站和动态RIS（智能超表面）协同组网下多终端智能调度技术验证。

本次验证基于中兴通讯动态RIS 2.0技术，展示了基站和RIS协同组网环境下对于多终端的智能调度能力，验证了多终端在基站和RIS不同覆盖情况下的性能，展现了协同组网的高度灵活性和卓越的调度能力。



为了提升当地企业的业绩，
VEON AdTech将基于电信数据的用户
洞察与先进的数学模型结合在一起。

VEON AdTech首席执行官
George Held

VEON AdTech： 促进当地企业蓬勃发展， 为用户提供更好的数字世界

采编：付煜

VEON是一家全球数字运营商，覆盖六个活跃市场，为近1.6亿客户提供融合连接和数字服务。为了抓住日益增长的数字广告机遇，VEON于2023年4月在乌兹别克斯坦的塔什干成立了一家专门的广告科技公司——VEON AdTech。VEON AdTech与VEON旗下的数字运营商合作，助力VEON集团提供基于机器学习算法的高度针对性的数字营销服务，充分利用VEON公司与其客户的密切联系。VEON AdTech首席执行官George Held介绍了他们如何提供数字营销服务，以及他们对当地企业发展和客户体验的积极影响。

电信运营商为何开始关注精准营销服务，而VEON AdTech的动因又是什么？

广告受众希望广告与他们相关、定制化，并基于客户洞察。VEON开发了一种巧妙的新方式，可以在正确的时间、通过正确的设备、向正确的消费者投放有意义的广告。这不仅提高了营销沟通的有效性，提振了当地企业的业绩，并减少了信息过载。

利用对客户的深入了解，结合对丰富的电信数据的高级数学模型应用，VEON正在赋能当地企业蓬勃发展，促进当地经济增长。2023年，每月通过VEON AdTech服务提供20亿次广告展示并实

现每月300亿次广告投放。

VEON AdTech是如何满足客户需求的？

为了提升当地企业的业绩，VEON AdTech将基于电信数据的用户洞察与先进的数学模型结合在一起。如今，VEON管理着31PB的用户数据，每天加载28TB的数据，每秒有270万条数据消息被实时传输。

利用匿名化的数据，VEON AdTech通过精准营销工具，使当地企业能够以最高效和准确的方式与客户沟通。

- VEON AdTech使当地企业家能够通过高度有



Dodo Pizza与VEON AdTech合作，
针对特定人群开展精准营销活动。

针对性的沟通来吸引新客户。所有的客户沟通都是高度定制化的，针对“单一客户的市场细分”。

- 客户沟通不仅通过全球性广告渠道（META、Google、Telegram和TikTok）进行传递，更重要的是通过本地相关渠道（VEON的自有应用、本地网站）和短信进行传递。
- VEON为当地企业提供了实时衡量其沟通活动有效性的能力，避免了广撒网式广告和广告预算的浪费。

这对当地经济至关重要，尤其是对小企业来说，对他们来说，VEON AdTech是利用最先进技术的最有效的广告渠道。

VEON AdTech如何精简或增强用户体验？

VEON AdTech的地理分析服务使用来自匿名流量的大数据来优化零售商的位置和营业时间。

这项服务已成功应用于乌兹别克斯坦最大的购物中心之一Samarkand Darvoza。

该项目显示，在每日光顾Samarkand Darvoza的1.8万人中，最大的群体是26岁至35岁的男性，最受欢迎的时间是晚上9点。匿名数据还显示，有20%的人去购物中心只是为了去美食街。Samarkand Darvoza购物和娱乐中心商务总监Shokir Mirsaidov表示，地理分析为其提供了宝贵的用户洞察：“我们想了解购物游客的行为、数量和构成。我们收到的分析让我们清楚地了解了我们顾客的构成，还告诉了我们没有来访的人的情况。”

VEON AdTech还使广告商能够根据潜在用户的兴趣和行为向他们发送个性化和有针对性的沟通信息。该服务通过准确的兴趣目标定位和轻松的退出选项，保护消费者免受信息污染。乌兹别克斯坦的一家全国性披萨连锁店Dodo Pizza与VEON AdTech合作，针对特定人群开展精准营销活动。Dodo Pizza连锁店发展总监Sergey Kim表示：

“有针对性的沟通不仅带来了73%的应用程序流量增长，还超出了我们的预期，使销售额增长了58%。”

如何确保VEON AdTech的服务以安全可靠的方式交付？

VEON AdTech遵守国际商业标准，以确保一致性、安全性和可扩展性。它遵循IAB标准，并遵守国际商会（ICC）的营销规范。

VEON AdTech在每个国家/地区的数据中心本地存储和管理客户数据。这些数据中心完全通过了T3/T4认证，符合ISO 27001网络安全要求，并由拥有甲骨文、微软或VMware认证的本地顶尖人才进行管理。

VEON AdTech尊重严格的隐私政策，遵守当地数据隐私规则、当地中央银行和通信部的要求，以及用户条款和条件（T&C）。用户被充分告知T&C，并可以随时选择停止接收来自VEON的通信。

VEON AdTech还坚持最高的道德标准，确保只有符合VEON道德标准的商业场景才能在商业运营中实施。

到目前为止，您从VEON AdTech的服务的实施看到了什么结果？

主要有以下几点：

- 地理分析：通过应用关于人员流动的高级数学模型，我们帮助政府规划城市基础设施和道路、公交路线和公共活动，并帮助当地企业预测新商店的最佳位置并优化配送路线。
- 视频分析：通过利用计算机视觉和人工智能，我们帮助消防员识别和应对火灾，确保工作场所的安全，并使当地企业能够高效运营。
- 精准营销（AdTech）：通过利用与用户的紧密联系和对当地的详细了解，仅在2023年，

VEON AdTech每月就有20亿次广告服务，并实现每月300亿次广告投放。

所有这些服务都是在存储在国内外数据中心的用户数据基础上执行的，确保完全遵守当地的数据隐私规则，并由当地顶尖人才管理。

通过深入了解用户，并应用先进的数学模型，我们使当地企业蓬勃发展，促进当地经济增长。

与市场上的其他解决方案相比，VEON AdTech的产品有何独特性和创新性？

VEON AdTech利用丰富的电信数据和先进的数学模型为当地企业提供有价值的解决方案，提高他们的运营效率，减少对最终消费者的信息污染。

VEON AdTech使用VEON自己的本地应用程序和网站（电信自助服务、电视/媒体、音乐、医疗保健、金融科技等）作为与终端消费者最相关的广告发布平台。这是VEON数字运营商战略的一个组成部分，也是一个关键的盈利渠道。此外，还通过META、Google、Telegram和TikTok等渠道发布广告。

VEON AdTech坚持严格的隐私政策，为用户提供最高级别的保护，防止信息过载和不必要的通信。用户可以随时轻松选择停止接收来自VEON的通信。

VEON AdTech在每个运营国家本地存储和管理客户数据，确保完全遵守当地数据隐私规则。VEON AdTech遵守主要的国际标准，如IAB标准和ICC营销规范。

您对未来可持续发展的愿景是什么？

VEON AdTech的快速增长得益于其对用户的了解、联系和接近。这只是个开端而已。我们共同为当地企业创造增长，为移动运营商构建新的价值创造渠道，为用户创造更好的数字世界。ZTE中兴

智能内生的 算力互联IP网络体系 架构及关键技术



陶文强
中兴通讯IP产品规划总工

在数字社会智能化转型和算力作为核心生产力驱动智能化革命的背景下，计算与互联网的融合将会进一步推动IP网络的演进。而在未来10年乃至更长时间，IP技术如何演进，将对未来数字经济和产业的发展产生重大影响。

当前IP网络架构面临的挑战

未来网络将以5G、6G等新一代网络技术为基础，构建更加智能、高效、安全的网络体系，同时，与算力网络深度融合，实现网络与算力的协同优化，为数字经济提供更加全面、高效的支持。面向未来网络演进，当前IP网络体系架构存在以下几个问题及挑战：

- 算力需求与设施利用的矛盾：随着各种智能化应用的普及和深入，对算力的需求呈现出爆发式的增长。然而，现有的算力设施并没有得到充分利用，存在资源浪费和效率低下的问题。这一矛盾要求算力网络在扩大设施规模的同时，提高设施的利用效率，以满足不断增长的算力需求。
- 数据增长与算力性能的矛盾：随着各种智能化应用的普及和深入，数据量呈现出爆发式增长，而数据种类的多样化和数据结构的复杂化，使得数据分析和处理的难度也在不断增加，这需要智算中心具备更加高效、精准的算力性能，而目前的单点算力性能往往无法满足大量数据处理的需求。这一矛盾要求算力网络不断提高算力性能，以适应数据增长的趋势，提高数据处理效率。
- 应用多样性与服务创新的矛盾：随着各种应用的不断涌现，对算力网络的服务创新也提出了更高的要求。然而，目前的服务创新供给不足，缺乏能够满足各种应用需求的多样化、个性化的服务。这一矛盾要求算力网络加强服务创新，提供更加丰富、灵活、个性

化的服务，以满足不断增长的应用需求。

内生智能的算力互联IP网络体系

为实现算力资源的高效利用、算力性能的提升以及算力服务的创新和优化，中兴通讯提出智能内生的算力互联IP网络体系架构。中兴通讯的智能内生IP网络架构通过智能化设计，提升数据处理和传输效率，其核心特征包括分层设计（灵活性和扩展性）、端云一体化以及扁平化算网服务和开放服务互联。该架构支持跨资源池和业务链的调度，为运营商提供了强大而灵活的网络管理和业务优化工具。同时促进了网络数字化转型，推动算力和网络整合，强化了数据安全和用户隐私保护。这一创新体系不仅提升了网络性能和运营效率，还在高速、智能和安全数据传输领域展现显著优势。

我们建议按照三个阶段来实现算力互联的最终目标。

以网连算

为了使算力成为真正的社会基础资源，我们需要推动算力的泛在化。这意味着算力应该像电力、水力一样，无处不在，随时可用。通过网络技术，我们可以吸纳全社会的算力资源，构建一个泛在、立体的算力网络，实现智能调度和全局优化，使算力资源能够更加高效地服务于各行各业，推动数字经济的发展。

以网强算

为了突破算力的性能和效能，可以通过网络技术的优化和提升，实现数据合理分发和有效负载均衡、高性能低延迟的无损数据传输等，以实现算力资源的汇聚和协同，从而提高整体算力性能和利用效率。

以网融算

为了推动算力服务的全面升级和产业数字化

转型，未来需要形成算力、网络、人工智能、区块链等多要素融合的一体化服务。可以通过网络技术与计算技术的深度融合，实现算力资源的智能调度和管理，实现全新的泛在服务模式，实现应用体验和性能的优化，以满足不同应用的需求，推动应用的快速迭代发展。

未来IP网络应用场景和关键技术分析

我们总结了未来IP网络的十大基础应用场景，并基于这十大业务场景需求归纳出未来IP网络的六大关键技术。

十大基础应用场景包括全息通信、数字孪生、远程触觉网络、智能运维网络、云化工业互联网、算力网络、天地融合网络、海量科学数据应用、灾难救援、社交物联网。

● 全息通信

一个或多个源通过交互式的方式协同传输3D图像至一个或多个终端目的节点。为保障终端高清显示，需要实现多业务流的安全可靠传输、超高带宽传输并完成业务流之间的高精度协同，包括到达时间（ms级别差距）、时序、QoS等。此外，考虑到终端需要综合渲染重建3D图像，需要利用靠近3D接收端的边缘计算能力实现算网一体化的编排和调度。

● 数字孪生

数字孪生对物理实体构建一个同对比对的实时数字实体，在此基础上实现物理资产优化和预测性维护。每个数字孪生应用场景都存在多元化的带宽需求，且需要提供灵活、按需的移动性支持。数字孪生需要广域网提供安全性、隐私性和AI支持，实现高效处理大规模异构数据、快速检测攻击并修复等。

● 远程触觉网络

远程触觉网络利用沉浸式视频流应用，例如全息3D图像技术，实现人工操作者和远程机器间的远程、实时交互，将为工业4.0、远程医疗等领域带来大量的机遇和革命性影响。为了实现人对

远程机器的及时控制和快速响应，需要达到超低的端到端时延和抖动（在某些需要实时触觉反馈的场景中端到端时延可低至sub-ms级别）以及多路3D视频流之间的同步，实现来自不同方位的观感反馈协调。此外，由于人工操作者依赖视频流对远程机械进行操作，需要保障数据传输的高安全性和可靠性。

● 智能运维网络

在一个网络诊断分析系统中，通常会部署多个独立工作的传感器测量网络性能或健康参数。为了精准定位故障原因并快速触发自动修复机制，需要将这些传感器连接起来，形成一个统一、多层次、深度关联的网络诊断分析系统，即智能运营网络系统。由于传感器独立运行并泛在部署，智能运营网络具有泛在连接和智能自治的特点。此外，为实现快速故障诊断和自动触发修复形成智能闭环，保证多个网络性能或网络健康监测参数形成协同，智能运营网络具有确定性和安全可靠的传输需求。

● 云化工业互联网

云化工业互联网实现从设备到工业控制系统、企业IT系统再到公共互联网的全面融合，形成一套工业过程的自动运营和控制系统，最小化甚至消除了人为干预。因此，云化工业互联网需要实现超高性能，建立实时、安全可靠的工厂范围内的连接，并在未来形成超大规模的跨工厂的网络。由于工厂内设备独立工作且泛在部署，云化工业互联网具有泛在连接和智能自治的特点。此外，为实现快速决策和自动工业控制，保证多个设备或传感器形成协同，云化工业互联网具有确定性和安全可靠的传输需求。

● 算力网络

云计算和网络虚拟化技术的兴起造成网络云化趋势的出现，而边缘计算的广泛部署导致计算资源从中心云逐渐向网络边缘延伸，形成几乎泛在的计算资源。然而，单个网络边缘节点的计算资源通常有限且不可以灵活扩展，未来需要将分布在端、边、云的算力资源通过网络连接起来，

构建算网一体化的系统，协同优化网络和算力资源。由于边缘节点具有分布式部署的特性，算力网络需要支持泛在连接，并保障节点间通信的安全可靠。

● 天地融合网络

天地融合网络将低轨卫星网络与其他非地面网络连接起来，形成一张同比于地面Internet的网络并与地面网络互联。天地融合网络提供全球范围的网络接入服务，并为部署于低轨卫星的泛在空间网络节点提供边缘计算和存储服务。考虑到低轨卫星的泛在部署和地-空、空-空通信不同于地面通信的特点，天地融合网络需要支持泛在连接并实现安全可靠的传输。

● 海量科学数据应用

大规模分散在不同地点的科学实验和观测产生了海量的科研数据，需要进行汇总。海量科学数据应用具有大带宽传输需求，同时也需要协调算网资源实现科学数据的高效计算、传输和存储。此外，由于科学计算的缺失和偏差会导致错误的科学结论，海量科学数据应用还存在安全可靠的需求。

● 灾难救援

考虑到灾难救援的规模以及随时随地为任何用户提供服务的特点，该场景需要支持泛在连接和智能自治。此外，由于灾难救援信息对于保障生命财产安全至关重要，该场景需要实现安全可靠的数据传输。

● 社交物联网

社交物联网是利用社交网络技术构建的一种分布式IoT系统，支持亿万设备间的互通互联。社交网络技术使得设备间可以自主建立并管理和其他设备之间的连接关系。考虑到IoT设备独立工作且泛在部署，社交物联网具有泛在连接和智能自治的特点。此外，为在不同IoT平台间建立链路实现高效传输和路由，避免由于一个设备故障或受到攻击导致的全网所有IoT设备的瘫痪，社交物联网具有安全可靠的传输需求。

基于上述十个未来基础应用业务场景的需求



基于十个未来基础应用业务场景的需求特征分析，我们提炼出面向2025/2030的下一代互联网典型场景的六大技术需求：高速传输、泛在连接、确定性、智能自治、安全可靠、云算网一体。

特征分析，我们提炼出面向2025/2030的下一代互联网典型场景的六大技术需求：高速传输、泛在连接、确定性、智能自治、安全可靠、云算网一体。

IP网络体系架构演进分析

通过业务场景和关键技术分析，中兴通讯提出IP网络体系架构的演进步骤。

- 当前，第一阶段（以网连算）：基于SRv6可编程能力实现泛在算力的灵活接入

基于IPv6转发平面的SRv6技术实现对传统多协议标记交换（MPLS）、网络基础特性（虚拟专用网）、尽力而为业务（BE）、流量工程（TE）和快速重路由（FRR）等技术的替代，实现业务快速发放、灵活路径控制，利用自身优势来简化IPv6网络的业务部署。

- 到2025年，第二阶段（以网强算）：发展网络连接增强能力，面向ToB的行业使能

通过网络切片、SRv6 SFC和增强确定性网络等增强能力，实现网络连接性能的绝对有界保障，实现基于信用的广域算力高性能的无损互联，以满足算力系统性能的整体提升；通过应用感知能力，提升网络对于业务的精细化需求区分以及对应的保障，提升用户体验；实现基于AI的智能防御能力，提升网络健壮性。

- 2025—2030年，第三阶段（以网融算）：

网络升维，面向一体化算网服务

实现网络边界升级，地面网络和高空网络有效融合，形成全新的天空地网络架构，旨在实现更高效的信息传输和通信。通过协同工作，天空地网络可以充分利用高空网络的覆盖优势和地面网络的高速传输能力，提高网络的智能性、可靠性和覆盖范围。

实现网络要素升级，网络技术和计算技术深度融合，基于服务感知的算力路由将计算、存储、传输等网络资源进行统一管理和调度，通过网络协议和智能化技术，实现算力服务间的互联。网络安全方面实现可信接入和可信服务，提升整系统的安全性和稳定性。

在算力互联网体系架构及关键技术方面，中兴通讯已经完成了算力互联网体系和开放服务互联架构设计，发布了IP网络未来演进技术系列白皮书，针对以网融算提出解决方案。在以网连算和以网强算方面继续推进升级，实现产品化，在增强确定性网络方面，中兴通讯提出了EDN技术，并联合多方在国际国内多个标准化组织推进EDN标准体系，包括IETF、CCSA TC3和TC614等组织；中兴通讯自主研发的支持增强确定性网络的芯片已经产品化，搭载芯片内置确定性算法，中兴通讯推出具备400GE/800GE大容量端口的确定性业务，并成功验证了增强确定性网络在穿越传统IP网络时依然可以保障有界抖动（小于20μs）。ZTE中兴

CLOUD IP构建智算/通算+ IP融合网络底座



陶文强
中兴通讯IP产品规划
总工

数字经济时代，算力成为推动社会经济发展的核心资源，是智能社会第一生产力。根据《全球算力指数评估报告》的分析，在算力上每投入1%，能促进数字经济和GDP分别增长3.6‰和1.7‰。

据IDC统计，全球数据总量急剧增长，2022年全球数据总量为103.66ZB，预测2027年将达到284.3ZB，复合年增长率（CAGR）达22.36%。为满足海量数据流通需求，数据中心间算间网络（DCI）需要提供长距超宽传输、确定性低时延等新技术，服务于枢纽、区域、边缘算力中心互联互通；数据中心算内网络（DCN）需要提供高吞吐、低时延、零丢包的智能无损网络技术，应用到大模型训练、HPC、高性能存储等场景，将算力资源效率发挥到极致。面对新兴需求，数据中心算间网络将向800Gbps乃至T比特级别提速，数据中心算内网络向无损网络发展。

为了满足上述网络发展趋势，中兴通讯推出智能云网解决方案CLOUD IP。

CLOUD IP五大关键特征

CLOUD IP基于IPv6的兼容性增量创新，保留并继承IPv6的全部架构和优势特征，基于IPv6扩

展架构实现服务子层，实现服务感知网络（SAN）。“CLOUD”代表Cloud、Link、Open、Ultra、Deterministic，即CLOUD IP方案的五大关键技术特征。

Cloud代表云/算力资源的灵活调度能力。中兴通讯创新地提出层次化分布式算力路由机制，改善由于算力资源内部状态变化快、算力路由频繁更新而引发的外部网络路由振荡，提出了快变域和慢变域的路由概念，避免频繁的算力路由状态刷新引发网络路由震荡，从而保证全网路由稳定性。

Link代表基于业务可定制的SRv6服务化网络连接能力。中兴通讯提出服务化网络方案，网络能力实现可编程，为特定场景提供定制化网络服务；接口标准，网络可控，最终实现网络可编程、网络可检测。基于SRv6的可编程接口是网络服务化的关键，方案实现了网络组件级的封装，供上层业务灵活调用，真正实现了网随业动。



Open代表自主进化、开放解耦的智能管控能力。中兴通讯在“规建维优”各阶段支持AI自智网络创新：规划阶段基于流量预测、网络仿真获得准确部署方案；建设阶段基于意图进行业务创建，简化新业务上线的复杂度；维护阶段基于意图自动进行业务维持，通过AI训练进行告警根因分析及故障快速定位；优化阶段基于AI算法进行业务动态调优。中兴通讯AI管控平台可以提供开放解耦的标准化接口，与众多运营商客户和第三方厂家合作，实现了平台功能的客户化编程定制。

Ultra表示极致的产品持续演进能力。中兴通讯提供从接入到核心、从网络处理到通用交换的全系列端到端自研核心芯片，并且具备长期规划，支持设备能力不断提升，通过高集成的转发芯片提高单位空间内的转发能力。同时在产品散热、降耗等技术上持续创新，保障设备容量提升后，设备总功耗基本不变，降低整机设备能耗

比；散热方面采用高效导热硅脂、系统风墙散热、高效液冷等技术，功耗实现大幅降低。

Deterministic代表千行百业确定性网络服务的能力。中兴通讯通过将DetNet技术和SRv6技术融合，发布EDN (enhanced deterministic network) 确定性网络方案，提供端到端确定性路径，根据业务意图、网络拥塞状态等，智能地选择最佳路径并实时调整，提供端到端最佳连接体验。

构筑超宽互联大动脉，打造新型数据中心

通过智能云网解决方案CLOUD IP，中兴通讯为业界提供最佳TCO的算内和算间解决方案，助力运营商构筑超宽互联大动脉和新型数据中心。

算间：构筑超宽、绿色、低碳的Tbit互联大动脉
据Omdia预测，从2025年开始，800G+光模

块发货量将快速提升，2022—2028年复合增长率将达49.9%。为构筑算间互联大动脉，IP网络在各个领域的技术创新如火如荼，加速向极致性能的Tbit算间网络演进。

以算为核，为顺应SDN时代云化骨干网发展趋势，实现海量算力、数据等要素跨区的灵活高效调用，IP网络向超宽绿色、确定性服务、敏捷弹性、自智网络方向发展。中兴通讯推出新一代大容量核心路由器，在超宽绿色方面，支持业界最灵活的高密度板卡，400GE/800GE接口灵活配置，无需更换单板即可实现网络由400GE在线一键升级到800GE；采用业界最高集成度六合一转发芯片，每G比特功耗降低50%。在确定性服务方面，中兴通讯新一代大容量核心路由器搭载独创的芯片内置EDN方案，支持多样化确定性业务类型的多等级时隙队列和确定性调度机制，可实现 μ s级超低抖动，保障高价值业务高效确定性传输。

中兴通讯于2023年7月联合信通院完成EDN样机系统在北京至南京往返3000km跨度下的测试，验证了在高价值确定性业务流量>80%重载条件下的多种业务混合承载，抖动性能小于20 μ s，证明了EDN对广域算力无损传输需求的有效支撑能力；此外，采用差异化切片方案，中兴通讯助力马来西亚运营商打造国家级基础设施，实现5G业务、固网家宽业务、政企专线业务和批发业务的统一承载，助其实现降本增效。

在敏捷弹性方面，新一代大容量核心路由器基于SDN/SRv6/随流检测等技术，通过网络可编程和资源调度能力，提升网络服务化能力。中兴通讯携手甘肃电信、中电万维、电信研究院完成西部到东部跨多域的端到端网随云动业务部署，通过云网一体化调度方案，将算网的资源利用率优化30%以上，进一步发挥了云网融合优势；部署拉美地区首个SRv6商用网络，SRv6方案提供5G/家

宽/专线业务的统一承载，并基于SDN实现业务分钟级快速开通和自动网络优化，网络运维效率大幅度提升。

在自智网络方面，通过交互对话式的运维机器人ChatZ，提升了网络智能化和自动化水平，运维效率提高10倍以上。

算内：打造高吞吐、低时延、零丢包的智算中心无损网络

数据中心及网络正在从通算转向智算，智算大模型需要网络具备更大规模的组网能力、高吞吐/低时延/零丢包的无损网络传输性能以及超强的网络稳定性，更加开放和解耦的新型智算中心网络方案成为行业焦点。

中兴通讯推出新一代面向新型智算数据中心的交换机产品，支持通算、智算、存储全场景承载，产品基于112G SerDes高速总线，可平滑演进至下一代800GE Fabric，整机支持288x800GE/576x400GE接口，通过高性能可编程能力芯片、创新的RoCE全融合无损以太网技术、AI智能加持的网络智能化运维解决方案，打造创新单层多轨方案，支持万卡级GPU组网，CapEx减少60%。近期，中兴通讯高性能无损交换机助力中兴通讯星云大模型无损网络建设，实现400GE端口无损传输吞吐效率超98%。此外，中兴通讯数据中心交换机全面参与中国三大运营商大型5G电信云和公有云数据中心网络建设，助力构建新型数据中心。

展望未来，为满足数字经济的算力连接需求，算间网络和算内网络的技术和产品创新势必加速，中兴通讯将携手全球运营商，筑牢T比特时代网络基石，为数字社会发展提供技术支撑，为数字经济活力迸发、数字合作互利共赢作出贡献。ZTE中兴

广域无损关键技术研究

随着生成式人工智能AIGC大模型和智能计算应用的高速发展，以及网络运营商对基础网络高投入产出比的极致要求，面向广域网的高容量传输技术成为近期网络领域的研究热点，如广域无损技术（wide area lossless technology）。广域无损技术通常应用于对数据传输及时性和可靠性要求较高的场景，如数据中心间的远程数据复制、实时视频传输、高性能计算等，为业务提供低延迟、低丢包、高带宽利用率的数据传输服务。

分析一次网络数据的可靠传输过程，影响传输通量的主要因素包括：

- 距离：体现为传输RTT（round-trip time）时间，距离越长，应答确认需要的时间越长，等待发送下一批数据的时间越长，通量越低；
- 封装效率：体现为一个报文中的有效载荷长度，封装效率越高，通量越高；
- 拥塞控制机制：不同传输层协议以及不同拥塞控制算法，对传输通量产生不同影响；
- 丢包率：体现为数据需要重传的概率，丢包率越高，重传率越高，通量越低。

其中因距离产生的光纤传输时间无法克服，封装效率取决于端侧的传输协议类型以及广域网的隧道封装情况，拥塞控制机制与端侧和广域网相关，丢包率和广域网直接相关。

广域无损技术针对拥塞控制机制和丢包率进行改进，通过减少数据传输过程中的丢包和延迟，在广域网络中实现高容量传输。需要注意，和数据中心无损类似，广域无损不保证绝对零丢包，而是尽量保证少丢包，因此基于广域无损的应用协议需要应对丢包的情况以保障传输数据的完整性。

当前技术面临的问题

当前业界的广域无损技术侧重于在端侧进行优化改进，包括如下技术：

- 前向纠错（forward error correction, FEC）：通过在数据包中添加冗余信息，使接收端能够在接收到部分损坏的数据包时进行纠错，从而避免数据丢失。
- 优化传输协议：如对TCP协议进行改进或采用专用传输协议，以提供更高的性能和可靠性。

上述在端侧进行优化改进的方式将广域网络看成黑盒，而由于端侧无法及时感知网络的变化，并不能真正实现广域无损的目标。

另一方面，在数据中心内行之有效的无损技术如PFC（priority-based flow control）、DCQCN（data center quantized congestion notification）等，在广域网上部署会导致如下问题：

- PFC：由于广域网链路连接复杂，且PFC操作对象是端口优先级队列，粒度较粗，在广域网部署PFC比在数据中心更容易引发PFC风暴、更容易导致PFC不公平（损害无辜流）。
- DCQCN：广域网中遵从DCQCN算法的流量占比小，部署DCQCN后，即使发送端降速，不代表可以缓解拥塞（其他流量不降速）；另外由于广域网中继节点远多于数据中心，因其他流量的竞争将增大触发ECN（显式拥塞通知）的概率，导致遵从DCQCN算法的发送端长期在低速率。

中兴通讯广域无损解决方案

基于上述分析可知现有技术机制无法实现广



刘爱华
中兴通讯承载网规划总工



武利明
中兴通讯有线资深预研专家

域无损，为此中兴通讯从强化、优化广域网络自身能力出发，提出中兴通讯广域无损解决方案，关键技术包括：确定性网络技术、智能QoS技术、多路径负载分担技术、多路径快切技术。

确定性网络技术

广域无损要求数据传输经过广域网络时提供无损，对广域网络的传输带宽和丢包率提出了更高要求，因此，确定性网络技术可为广域无损提供“强网”解决方案。

从网络的视角，广域无损“强网”方案是通过网络自身的确定性技术保障传输业务在广域网络传输过程中无拥塞丢包，以及可选的抗网络传输误码。为了支持网络无拥塞丢包，基于中兴通讯EDN（enhanced DetNet，增强确定性网络）架构，从网络的三个维度提供确定性保障，包括资源确定性、路由确定性和SLA（丢包）确定性，如图1所示。

资源确定性从网络资源维度为广域无损业务提供资源预留，主要是为广域无损业务提供足够的带宽资源，可以采用的技术包括网络切片、控制器时隙编排或资源预留协议等。

路由确定性为广域无损业务根据业务需求选择优化的路由，选择的路由具备无拥塞丢包的转

发机制，可以采用的技术包括层次化管控、广域端到端业务编排和显式路径等。

SLA（丢包）确定性实现包括广域无损业务特征识别、业务到网络的映射等功能，可以采用的技术包括时隙化队列和调度时隙队列转发TQF（timeslot queueing forwarding）技术、分类分级的路径映射技术等。

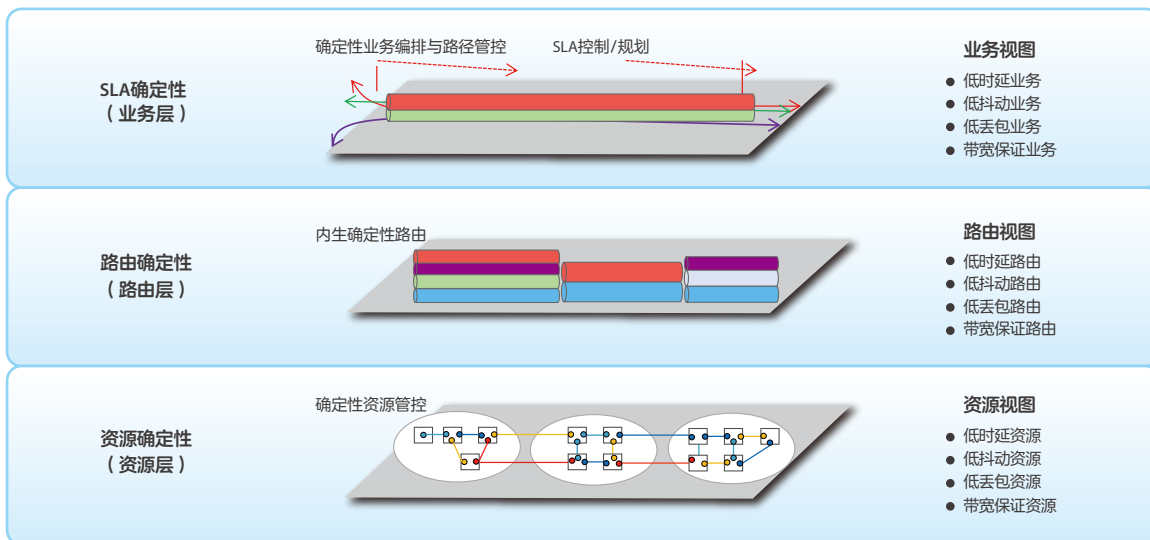
为了抗广域网络误码，可采用DetNet的报文复制与消除与排序功能PREOF（packet replication, elimination, and ordering functions）。

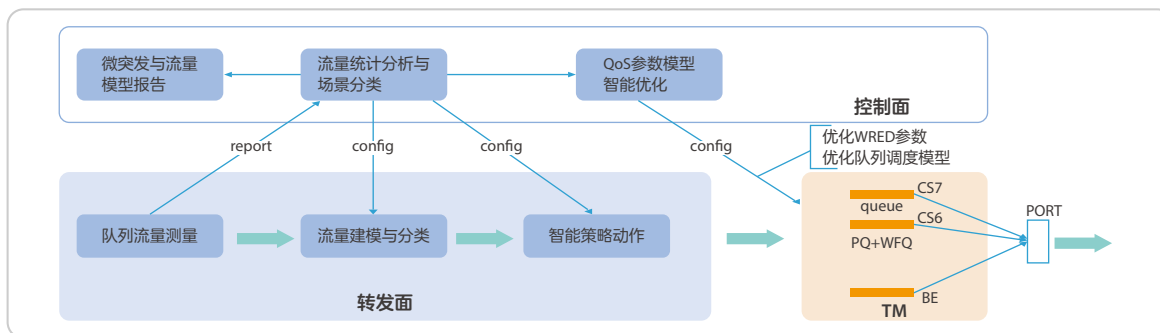
智能QoS技术

基于DiffServ的QoS模型目前在广域网得到广泛部署，静态规划不同业务的优先级，通过队列调度模型（PQ/WFQ）以及拥塞控制策略（TD/WRED）来进行业务转发。但是在实际运行过程中，网络中业务流量场景差异较大，QoS参数众多，配置复杂，通过静态配置QoS参数模板的方式无法响应流量模型的变化并实现流量模型自动化配置，给实际运维带来了困难，也难以保证不同业务的SLA。

DiffServ虽然对不同业务区分优先级，但是不同优先级之间，以及优先级内部的不同业务流会相互干扰，并不能严格保证业务的时延抖动特性。

图1 基于EDN架构的“强网”确定性广域无损方案





在广域网上，微突发对业务时延抖动影响较大，通常会导致多个数据包从同一流中丢弃，导致流的全局同步减小流，从而降低总体吞吐量，因此需要自动识别微突发流量（通常是大流，如HTTP、视频业务等）并进行流量隔离，保证低时延业务的品质要求。

为了解决广域网业务的时延、抖动以及丢包确定性问题，中兴通讯基于路由器提出智能QoS整体架构（见图2），结合AI算法模型，实现了流量学习与建模、QoS参数自动寻优，以及QoS调度模型动态调整等技术解决方案。

- 流量学习与建模：对进出网元的流量进行分析，在转发面实现微秒级的流量检测与测量，通过统计分析建模，识别微突发的规模、持续时间，并对长短期流量波动进行预测及分析，识别网络流量组成模型，区分大流与小流、无响应UDP流以及响应TCP流。
- QoS参数自动寻优：基于流量模型，通过启发式算法或者强化学习算法自动寻优最优的队列参数组合，其中包括合理的buffer大小，以及WRED门限和丢弃概率，在优化丢包可靠性与保证吞吐的稳定与最大化前提下，尽量降低平均队列深度，降低时延。
- QoS调度模型动态调整：基于流量模型，对于同一个队列大流和小流，为了保证小流的时延，动态修改大流的队列PHB映射，重映射到低优先级队列；基于流量模型，动态优化多队列的WFQ/WRR调度模型参数，实现不同业务的动态带宽调整。

网元基于学习到的流量模型，识别微突发以及业务类型，对QoS参数组合进行动态优化，满足业务时延、抖动以及吞吐等SLA指标的要求。中兴通讯自研芯片目前已经支持向400GE/800GE广域确定性的平滑演进能力。

多路径负载分担技术

在广域网当前负载均衡策略下，一条大象流只能在一条物理路径上传输，容易出现耗时长、链路重载导致丢包等后果，多路径负载分担技术对支持多流的传输层协议报文进行深度识别，将五元组层面的大象流分担到多条路径进行传输，保障其传输的及时性和低丢包。

多路径快切技术

多路径快切技术在SRv6 Policy的每条SegmentList上部署质量检测功能STAMP（simple two-way active measurement protocol），网络设备周期性检查STAMP测量结果，如果发现该路径的网络质量（丢包率、时延、抖动等）低于阈值，由网络设备进行快切动作，将流量引导到其他优质的路径上，确保业务流量不受损。

基于上述网络能力优化技术，中兴通讯广域无损解决方案可以在广域网络上提供低丢包、低时延、弹性大带宽、低抖动的传输质量，为新型智算业务提供跨广域的高品质保障，同时广域无损技术提升了传输总量中有效信息的占比，进而提升了运营商基础网络的利用效率。ZTE中兴

IP自智网络架构和关键技术



王承锋
中兴通讯IPN管控规划
总监



王怀滨
中兴通讯IP产品规划系统
工程师

2019年，TM Forum提出“Autonomous Networks”（自智网络）理念，旨在引领网络基础设施和运营体系的自动化、智能化转型，帮助运营商简化业务部署，推动网络具备自配置、自优化、自治愈和自演进能力。各大产业和标准组织纷纷启动自智网络相关标准或研究立项，国内CCSA相关标准工作也在加速。到2023年，已有89家参与者及AN组织参与自智网络推进。91%的运营商将网络自动化、智能化纳入战略规划；预计未来3—5年，网络自动化、智能化相关TCO投资占比将从15%提升至22.7%。

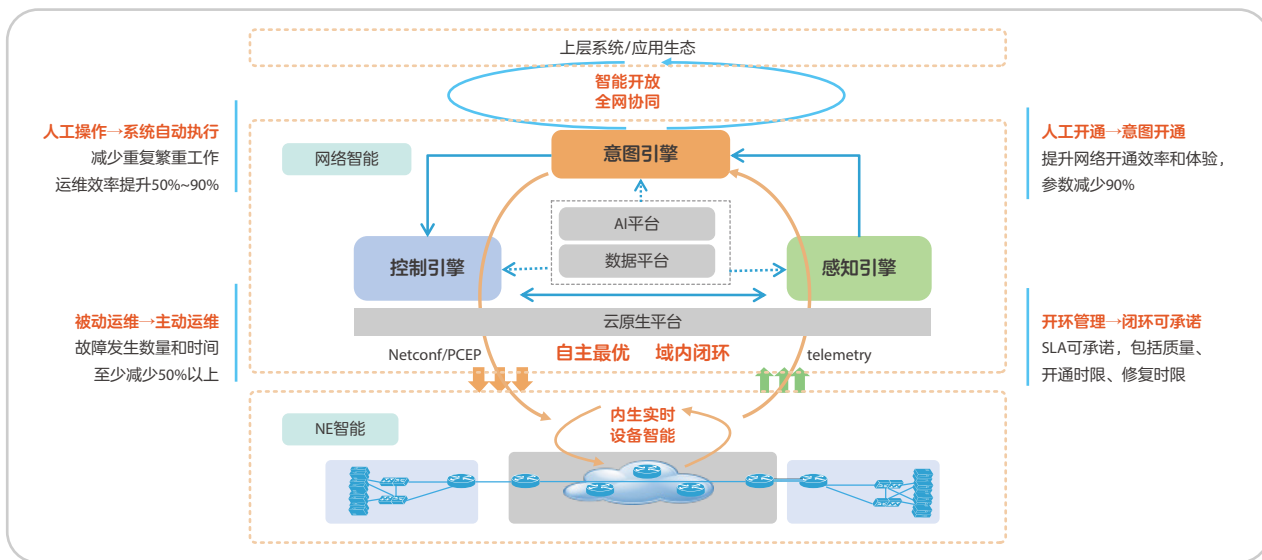
IP自智网络的目标是致力于帮助IP网络运营商简化IP业务部署，实现的重要标志是“Zero-X”和“Self-X”：

- Zero-X：最终用户获得“零等待、零接触、零故障”的服务体验；

- Self-X：经营者的网络具备“自服务、自发放、自保障”的能力。

IP自智网络架构概述

中兴通讯IP网络智能化体系如图1所示，自下而上，分别为网络层、管控系统、上层系统。IP网络层需要建设网元内生的智能化能力，即在设备内部提供网元的可感知、自配置、自恢复、自优化的内生实时智能化。中间层是管控系统，对于每一个管控域需要建设域内闭环的智能化体系。中兴通讯智能化管控系统ZENIC ONE提供云原生平台，采用感知引擎、控制引擎、意图引擎三大引擎，结合最新的AI技术平台、大数据技术平台，形成可持续学习的闭环系统。同时，管控系统ZENIC ONE为上层系统提供智能开放的API接口，支持跨



▲ 图1 中兴通讯IP网络智能化体系

域的全局协同和基于网络应用的生态闭环。

中兴通讯对于网络内生智能的理解是通过对IP网元动态数据实时监测分析,实现软、硬件资源最优匹配和精细运维,实现智能控制。同时,为上层系统提供精细的性能、状态、质量数据,提供灵活的可调度能力。

可感知

IP网络需要支持实时可感知的特性。网元能够实时监测自身软硬件以及承载业务的运行状态、工作负载、异常告警等,为本地闭环决策或网络级闭环决策提供数据支撑。

针对网元的可感知能力,中兴通讯主要作了三个方面的提升:

- 从网络检测的带外方式向带内检测升级,实现IP流的可视化和可度量。IP随流检测可以更加准确地测试IP网络的业务质量,并减少网络中的检测报文。IP随流检测有效提升了网络感知的准确度和效率。
- 网络感知粒度的不断精细化。感知粒度从30秒采集过渡到10秒采集粒度,然后再提升到1秒采集粒度。
- 网络感知智能化。在追求网络感知精度的同时,也需要考虑网络数据处理的效率问题。中兴通讯在精细化感知场景中,引入AI技术,实现感知粒度的自学习和自适应。这种技术能够大大压少网络采集的数据量,在整体提升效率的基础上也能保证感知到网络状态的微小变化。

自配置

针对IP网络的自动部署能力,中兴通讯从以下3个方面进行提升:

- 网元能力开放,支持NETCONF、PCEP、BGP SR Policy、BGP-FS等接口协议。
- 网元支持配置回滚,提升网元自动部署的容错能力。对于配置下发过程中的失败场景,能够自动回滚;对于已经生效的配置,也能

通过设置回滚点,进行配置回滚。

- 网元支持VPN和隧道组合配置,支持业务自动化部署和自动优化。

自恢复

IP网络自恢复,主要是故障智能诊断与恢复,中兴通讯作了如下提升:

- 关键部件冗余保护,毫秒级硬件故障切换。
- BFD链路故障快速检测。支持链路故障的快速检测,为业务的主备倒换提供50ms检测机制,网元能够快速进行业务倒换,自动恢复业务。
- TI-LFA FRR流量快速切换。网元能够进行快速流量切换,自动恢复业务流量。
- 支持配置业务的逃生路径。在端到端业务路径失效时,能够快速进行保护倒换,将端到端业务逃生到保护路径,快速恢复业务。

自优化

IP网络自优化从以人工配置为主的优化向智能化主动调优演进。中兴通讯作了如下提升:

- 设备功耗自动调整。支持按照学习的流量潮汐规则,自动调整端口和单板的使用数量,从而调测设备功耗。
- 风扇自动调速。可以根据网元单板和机架的温度监控,自主判断和决策。
- 组件负载动态休眠。在设备组件负载低时,系统自动进行判断和决策,将相关组件进行自动休眠,以达到节能目的。

IP自智网络关键技术

中兴通讯从长期的自智网络实践中,总结出IP自智网络的关键技术:意图网络、智能感知、数字孪生、数字地图、智能决策、AI和大模型。

意图网络

基于意图的网络是一种在掌握自身“全息状

态”的条件下，基于人类业务意图，借助人工智能技术进行搭建和操作的闭环网络架构。意图网络包括以下4个模块：

- 意图翻译和验证：系统从最终用户获取更高级别的业务策略，并将其转换为必要的网络配置，生成并通过仿真验证最终的设计和配置以保证正确性。
- 自动化配置：系统可以在现有网络基础设施上配置适当的网络变更，配置操作可以通过网络自动化或网络编排完成。
- 网络状态感知：系统对网络基础设施进行协议、传输透明的实时网络状态采集。
- 意图维持：系统持续验证原始业务意图得到实现，并且可以在所需意图无法满足时采取纠正措施。

意图网络技术覆盖意图的全生命周期的闭环，包括意图创建（业务开通）、意图维持（包括意图感知、分析、恢复和优化）。意图管理从意图创建开始，用户通过人机界面输入用户意图信息，经过意图解析、业务方案选择和仿真、业务下发和确认，使用户意图在网络上实际应用；然后进行意图维持。意图维持包括3层闭环。

- 秒级业务自愈：系统根据业务质量，自动触发业务对应层网络对象的倒换或重路由，实现秒级业务自愈；
- 分钟级业务恢复：系统在业务不能自愈时，进行业务质量的定位分析，选择对应的恢复策略，自动执行恢复命令，实现分钟级业务恢复；
- 中长期业务优化：系统根据业务质量的变化情况，进行质量和流量预测分析，并选择对应的优化策略，自动执行优化命令，实现中长期业务优化。

智能感知

网络感知的全面性、精确性是运营自动化、智能化的基础。自智网络不仅需要感知全面和高精度的网络信息，还需要感知外部环境、业务状

态和用户体验，以解决网络运营过程中“看不清、看不全、控不准”的问题。

中兴通讯智能感知技术通过对网络环境和流量进行实时监测和分析，实现对网络状态的智能感知。通过智能感知，网络可以及时发现和应对网络故障、攻击和异常情况，提高网络的安全性和可靠性。

数字孪生

网络数字孪生是以数字化方式创建物理网络实体的虚拟孪生体，且可与物理网络实体之间实时交互映射的网络系统，具有以下4个核心能力：

- 数据：构建统一的数据共享仓库作为数字孪生网络的单一事实源，高效存储物理网络的配置、拓扑、状态、日志、用户业务等历史和实时数据，为网络孪生体提供数据支撑。
- 模型：提供多种计算模型，例如流转发模型、光物理损耗模型。多种模型可灵活组合，仿真、分析和诊断各种网络行为。
- 映射：基于孪生数据，使用计算模型，将物理网络的状态映射到数字网络孪生体，例如网络流量分布及质量劣化情况。
- 交互：网络孪生体采集物理网络的实时信息，并将孪生体的配置变更同步到物理网络。
- 数字孪生由三类功能组成：网络可视化、镜像和预测、仿真。网络可视化提供拓扑透视和流量全息；网络镜像提供历史和当前的镜像数据，形成孪生数据，预测模块基于孪生数据预测未来；网络仿真在孪生数据基础上模拟网络操作，对网络的瓶颈进行仿真，输出仿真报告。

数字地图

数字地图是基于数字孪生的网络可视化功能，能够提供拓扑、协议、业务的当前展示、历史回溯和预测。管控分析管理对象的当前、历史及预测的情况，根据客户选择的时间段，对管理对象的当前、历史及预测的状态输出分析报告。



智能决策技术能够根据智能感知的结果，自主进行网络资源调度和优化决策。通过智能决策，网络可以实现自动化的网络管理和优化，减少人工干预，提高网络的运行效率和性能。

数字地图的特点：

- 支持全网一张图全息展示，可与GIS结合做全网拓扑的缩放；
- 统一的资源建模和管理，提供万能搜索能力，支持搜索网络内的各种资源；
- “多层资源”网络模型，从物理层、光层、链路层、协议层、业务层、应用层组织和展示网络资源模型；可独立展示，也可以叠加展示；
- 多维数据，将网络场景的状态、流量、时延等数据叠加到网络资源对象，灵活组织叠加数据；
- 多重时刻，除了展示当前网络数据，还支持历史回溯、趋势预测的数据，实现网络历程的可视化；
- 多种状态，规划态、孪生态等不同状态的网络资源对象可以与网络应用功能结合，按需进行状态迁移；
- 应用交互，可作为网络应用功能（包括网络规建维优各场景）的交互入口，作为网络可视化的数字底座。

智能决策

智能决策技术能够根据智能感知的结果，自主进行网络资源调度和优化决策。通过智能决策，网络可以实现自动化的网络管理和优化，减少人工干预，提高网络的运行效率和性能。

智能决策技术的关键技术包括智能调度算法、资源优化策略、自动化决策系统等。智能决

策技术广泛应用于网络资源调度、负载均衡、容灾备份等场景，能够提高网络的资源利用率和运行效率，保障网络的稳定运行和业务连续性。

AI大模型

高阶自智的跃迁需要高阶技术的突破和引入，AI大模型被认为是实现自智网络L5的新引擎。基于AI大模型的智能学习技术能够通过机器学习和人工智能算法，对网络行为和性能进行学习和优化。通过AI大模型的智能学习，网络可以不断改进自身的运行机制，适应不断变化的网络环境和需求，提高网络的自适应性和智能化水平，从而提升自智网络等级到高阶自治。

业界对于AI大模型在自智网络的应用规划如下：

- 2023下半年—2024年：以自然语言交互式的运维场景开启试点，大模型应用形成范式；
- 2025年：大模型应用仍以运维辅助为主，实现基于大模型的网络作业生成；
- 2026以后：业务模式从X+AI逐步转换到AI+X自智架构，向自智网络L4+演进。

中兴通讯长期致力于网络智能化的探索，把握技术主流趋势，通过创新方案解决传统网络方案的各种挑战。中兴通讯通过践行自智网络理念，结合最新的技术方案，不断提升网络运维效率、资源利用率，助力IP网络智能升级和可持续发展。ZTE中兴

AI智能降耗探讨和实践



武利明
中兴通讯有线资深预研专家

5G时代网络在传输速率、传输时延、连接规模等关键性能指标上有了质的飞跃，从而可以支撑更加丰富的业务场景和应用，但也给运营商带来了CAPEX和OPEX不断攀升的挑战，对网络能效提出更高要求。国际电信联盟无线电通信组公布的IMT-2020愿景文件中，“网络能源效率”一词首次被纳入5G的KPI。中兴通讯承载产品通过引入AI人工智能，能够高效准确地采集数据产品和能效相关的不同维度的全部数据，通过算法的训练学习，精确拟合设备运行状态，识别流量变化，提升设备的节能效果，大幅减少电力消耗和能源浪费。

AI智能降耗研究

承载网设备功耗总体分为两大类，静态功耗和动态功耗。

静态功耗的主体是网元设备的各种硬件单元和芯片，静态功耗在设备开启上电后就一直存在，即使没有流量也有固定的功耗，不随负荷而变化，可以采用先进的低功耗芯片架构、高效的散热设计等降低静态功耗。

承载网设备的动态功耗与业务流量负荷强相关，在设备运行过程中，流量负荷越低，运行功耗越低。中兴通讯承载产品已实现基于AI的动态降耗技术，关键就是以流量为核心，通过AI人工智能技术，对已有流量历史数据进行训练和学习，识别不同设备的流量变化趋势和所处的业务场景，对负荷较低的网络设备关断相关冗余硬件单元，实现动态功耗的降低。

硬件关断动作就是关闭部分空闲的硬件资

源，从而达到降功耗的作用。对于网元设备，可以关闭线卡空闲的物理端口、Serdes总线、线卡以及交换板。目前在实际部署中主要是关闭交换板，交换板的数量和流量负荷具有线性关系，动态关断交换板具有明显的降功耗效果以及较高的安全性。

AI智能降耗的实现

中兴通讯已经在数据产品上部署了AI智能降耗功能，基于时间序列算法实现流量的长短期变化趋势预测以及流量场景分类，通过动态关断和休眠硬件器件实现智能降耗，整体节能效果相对于传统静态节能效果更优。

节能算法策略

AI智能降功耗通过关断空闲的硬件器件来实现降功耗的目的，因此在实际部署中，需要在降功耗的效果与硬件动作的安全性间取得平衡，主要有如下原则：

- 不同流量场景采用不同节能策略，具有一定的流量突变的容错空间；
- 全面的异常检测与识别机制，快速响应异常事件，及时退出节能，保证业务安全；
- 尽量减低硬件动作的频次，降低硬件频繁关断带来的故障风险。

AI智能降功耗的核心是流量预测，通过对网元设备长短期流量趋势的分析与预测，可以识别出各种流量场景，针对不同的流量场景的特性，判断是否满足节能准入条件。对于长期相对稳定、周期性特征比较明显的流量场景执行动态节

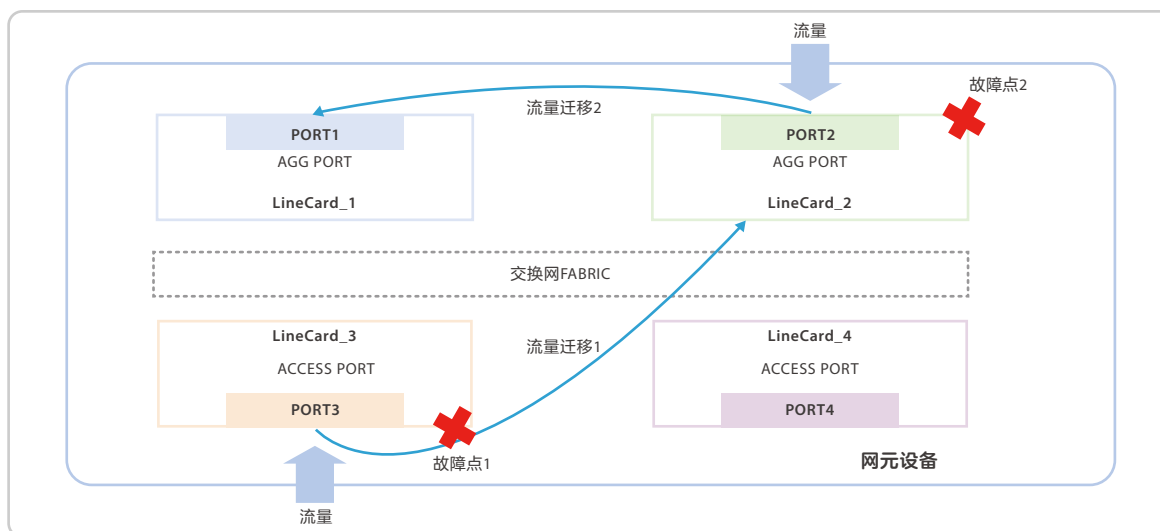


图1 网元内单板故障流量迁移

能，对于流量随机波动以及突发较大的流量场景，则相对保守，不执行节能策略。

为了提升AI算法的准确性，并对风险进行评估，实际部署中综合使用多种时序算法进行预测，通过调整不同算法的权重让预测趋势更加准确，以此应对流量场景的变化。

在实际部署中，对硬件的上下电动作进行监控，当检测线卡或者交换板异常上下电后，需要选择是否退出节能状态。

网元与网络级节能

网元级的流量预测无法感知网络整体流量变化趋势，当发生网络级的流量变化时，网元无法快速响应，因此AI智能降耗需要网络与网元协同实现流量趋势预测。当前已部署的方案通过网元设备、管控以及云端协同实现AI智能节能闭环系统。管控基于网络全局拓扑资源（包含设备间的拓扑连接关系、业务路径等）计算不同网元的保护预测带宽，并下发到网元实现网络级的流量预测；网元结合本地的流量预测结果进行融合，决策最终关闭的交换板数量。

对于没有部署SDN管控的场景，在网元内实现内嵌的网络级流量预测功能，定义了如下两类带宽类型：

- 网元内保护带宽：考虑网元内部端口故障、

线卡故障等导致流量迁移，单板可能的最大带宽，图1展示了网元内单板故障时的流量迁移情况；

- 网元间保护带宽：考虑其他网元故障导致流量在网元间转移，单板可能的最大带宽。

算法基于的原则是，任意时刻对于一个网元，输入的流量总和等于输出的流量总和，计算所有线卡的长周期流量最大值，包括入向流量最大值以及出向流量最大值，计算线卡流量转移矩阵，即所有线卡两两之间的最大带宽（入向和出向比较），取所有线卡组合最大值作为线卡的保护预测带宽。

总体上这种算法预测值会偏大，线卡数量越少，这种算法预测得越准确。

中兴通讯IPRAN路由器已经进行了联通智能城域网试点测试，对于路由器7+1交换架构，在流量低负荷情况下，最多可以关闭6块冗余交换板，最大可以降耗23%左右。流量负荷波动比较大的情况下，节能整体效果在15%~20%区间；对于路由器3+1交换板架构，最多可关闭2块交换板，节能整体效果在10%~15%之间。

此外，AI智能降耗也已经基于SPN 67产品在中国移动得到了大规模的试点商用，整体节能效果15%左右，取得了良好的经济效益。ZTE中兴

IPv6+技术演进探讨



冯军
中兴通讯IPN创新技术规划总监



黄光平
中兴通讯有线分组网络标准总监

IPv6+是在IPv6基础上的一系列技术演进和创新，旨在在进一步提升IP网络的性能和功能，以更好地适应数字化转型的需求。推进IPv6规模部署和应用专家委员会曾将IPv6+演进定义为三个阶段。其外延虽随业务和技术发展有所调整，但其内涵依旧有效指导技术发展方向。此外，算网融合等场景和需求正在催生基于IPv6+的新型连接范式，“IPv6+”4.0雏形初现（见图1）。

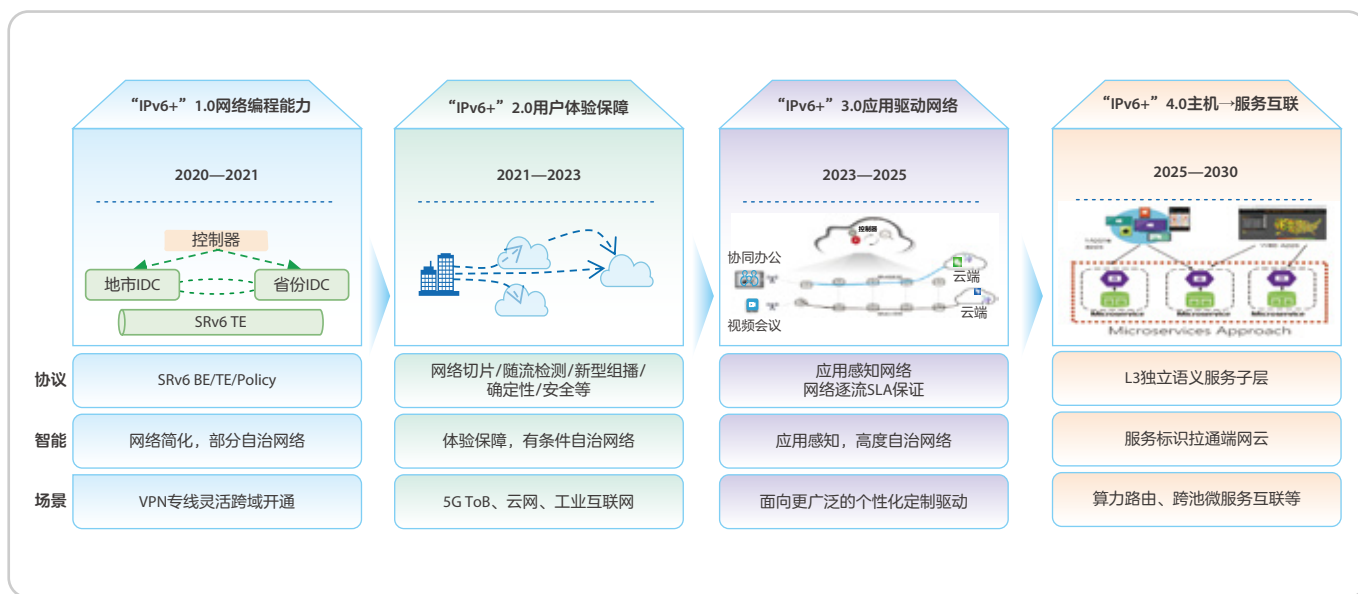
SRv6（segment routing over IPv6）可实现网络路径和功能编程，是IPv6+ 1.0阶段的核心，也是IPv6+的基础性技术；2.0阶段的切片、随流检测、BIER（bit index explicit replication）组播、确定性、安全等协议技术为网络引入各种高SLA和安全保障手段，提升用户体验，提供各种

新业务实验床；3.0阶段则进一步提升网络自治能力，智能化和感知技术加持，实现应用驱动型网络；4.0阶段应算网融合及云原生的新型产业场景需求，在IPv6网络层引入独立语义服务标识，构建逻辑服务连接子层，支撑IPv6基础网络由主机互联向服务互联的连接范式升维。

以下分析各阶段主要技术的演进。

SRv6技术

SRv6协议及相关配套技术如引流、policy group、负载均衡等成熟度高，已具备规模部署能力。但考虑到控制器商用水平差异以及实际业务需要，当前大规模部署SRv6 BE、SRv6 policy尚处于发展阶段。



▲ 图1 IPv6+部署演进阶段

以G-SRv6 (generalized SRv6) 为代表的SRv6 压缩技术是研究热点。小颗粒专线、SFC (service function chaining) 等技术涉及多个SID 标记, 增大芯片处理压力(尤其是对小型化设备而言), SRv6压缩技术可有效减少SRH深度, 降低设备要求。G-SRv6和uSID是两个主要的技术方向, 已共同推进为IETF标准草案, 两种技术也有融合和互取所长的趋势。

BIER新型组播技术

BIER解决传统组播协议(如PIM) 因路由相关性导致的扩展性问题, 可实现转发节点(BFR) 的组播路由无状态, 类似于组播技术的“SRv6”。国内MSR6 BE (G-BIER) 为代表的IPv6 BIER标准已相对稳定, 与IETF BIER工作组标准存在一定的差异, 但核心特征基本一致。当前正在研究的MSR6 TE, 则存在较大差异。

因直播等组播类业务已形成一套成熟的基于网络单播的解决方案, BIER的业务驱动力不是非常急迫。运营商有少量对IPTV业务的BIER改造试点, 尚未有大规模商用部署。但我们也注意到H.245、SIP等上层音视频应用已定义网络组播接口, 网红直播类业务快速增长, 智算业务催生新型组播通信需求等, 都成为网络组播发展的推动力量。BIER需研究与上层业务系统的联动, 加速推出完整解决方案, 抓住难得的发展机遇。

切片技术

切片将物理网络切分为多个逻辑网络, 实现一网多用, 满足不同行业用户对网络能力的不同需求(如时延、带宽、连接数等)。常见的IPv6+切片技术包括FA (flex-algo) 软切片、提供M级带宽的sliceID小颗粒技术, 以及G级带宽的FlexE技术。FA和FlexE的标准化程度较高, sliceID小颗粒标准国内已基本上取得一致, 但与CISCO等国际厂商在封装方式上存在差异。

sliceID小颗粒是IPv6+切片技术热点, 配有专属QoS队列资源, 空闲时又能实现灵活的带宽共享。小颗粒切片能提供低时延低抖动的确定性通道服务, 可作为城域范围的入云专线和互联专线, 在OTN小颗粒、MTN小颗粒硬管道切片外, 提供IPv6网络的小颗粒切片选择。目前国内运营商计划在IPv6新型城域网络中引入sliceID小颗粒切片技术, 与基于FlexE的网状切片形成层次化的切片部署方案。

随流检测技术

“IPv6+” 2.0阶段重点是为用户提供高SLA网络服务, 保障用户体验, 而随流检测正是从用户业务视角提供精准的网络性能(丢包率、时延抖动)检测。随流检测前期标准纷杂, 国内外不同运营商、不同厂家的不同网络具体实现方式不一。近期经业界合作, 国内IP承载网领域随流检测标准逐渐收敛, 除DOH (destination options header) 封装位置存在些许差异外, 其他已基本达成一致。

国内运营商已普遍计划在现有IPv6网络中引入随流检测技术, 作为网络性能统计及排障工具。在规模部署阶段, 运营商还会面临性能、时间同步网配套等实际问题, 需要逐步解决, 并在此基础上实现质差优化联动等创新, 使其成为自治网络的关键部件。

确定性技术

确定性技术提供有界时延、抖动、丢包率、带宽服务。5G网络, 以及有线网络的物理层(如SDH、OTN/MTN小颗粒)、链路层(如TSN)和IP层有各自的确定性技术。IPv6+当前主要的确定性IP技术, 有DIP (deterministic IP)、EDN (enhanced deterministic networking)、DetNet等不同研究方向, 还处在技术验证阶段, 标准还未成熟。目前国内厂家主要基于CSQF周期队列调度, 结合整形、抢占、多发选收等技术, 推出各自的确定性

IP解决方案。

受园区5G垂直网络建设驱动，近两年国内5G确定性研究比较热门。但在IP承载网领域，因缺乏实际的业务需求，同时网络端到端未形成确定性闭环，标准化程度低，国内运营商尚未实际部署确定性IP，主要是未来网络在进行技术和业务部署验证。当然，从确定性分级概念来讲，确定性带宽技术（如小颗粒）可视为确定性网络部署的初级阶段，应用于高质量云专线等业务场景。

应用感知技术

应用感知初表是借助业务报文携带应用和服务标识（包含用户及业务识别信息和质量参数）直接驱动承载网络提供适配服务，实现应用驱动网络的目标。但因上下游产业链整合、国际化标准推进困难，当前行业主要实体针对性推出了多种解决方案，包括APN、SAN以及ARN，行业标准上有待收敛。

当前用户业务服务质量主要由网络边缘设备创建端到端资源保障，网络中间节点不会再处理应用感知标识；业务识别消耗的计算资源也不会有效减少，现阶段实际意义有限。但应用感知标识灵活，框架宏大，可与热点应用紧密捆绑，满足客户创新需求，作为“IPv6+”3.0阶段的标志性技术，依旧吸引多家运营商进行局部试点。

安全技术

IPv6+背景下，安全性是一个关键的考虑因素，不仅关系到网络的稳定性和可靠性，还关系到用户数据的隐私和完整性。除了传统的加密、认证等手段，SAVA源地址验证作为主动防御技术代表成为当前IPv6+安全领域的研究热点，分别从接入网（access network）、区域内（intra-AS）和区域间（inter-AS）三个层面，构建主机IP地址、IP地址前缀和自治域三个粒度多重监控防御体系。不同的运营商、设备厂家、高校研究组织都推出了

各自解决方案，以期在此领域有所建树。

早期阶段，可以优先实现自治域内源地址伪造攻击的快速检测和风险可视化，精准定位攻击源；中期阶段，可以根据监测信息手动配置拦截策略，提前部署或触发部署拦截攻击流量的策略，实现网络的精准防控；后期阶段，实现自动化检测和智能拦截，实现源地址伪造攻击的检、析、控一体的主动防御体系。目前，各运营商都有初步的试点计划。

服务感知与互联技术

算网融合场景下，算力下沉、云原生等新型模式驱动业务跟算力资源和物理位置解耦，即同类业务多池异构算力部署，导致主机IP地址无法准确表征业务归属。同时，业务和网络之间缺乏高效简明的接口，网络无法满足精细化业务需求。因此，当前网络架构下基于主机IP地址连接和寻址的模式无法适应算网融合场景。IPv6+1.0/2.0/3.0聚焦IPv6连接能力和编排能力的增强，属于主机互联模式的增量创新。服务感知网络（SAN）架构在IP层引入独立语义的服务标识，在平滑兼容IPv6现网架构的基础上，使能IP网络主机互联向服务互联的连接模式升维。

IPv6+一阶段基础SRv6技术已成熟，二、三阶段的各项技术热点技术层面正逐步收敛，为保障高质量服务提供各项网络工具，四阶段引入以独立服务标识为中心的连接子层，使能IPv6由主机互联向服务互联升级演进，满足通算感一体化新型场景需求。如何组合这些工具，在人工智能技术加持下进一步优化网络管理和运维，实现网络的智能化升级，最终实现自治型网络，与5G、物联网、边缘智算等技术深度融合进行业务创新，是IPv6+继续深化发展的方向。

展望未来，IPv6+将继续发展和完善，为构建更加智能、高效和安全的网络基础设施，推动全球互联网治理的变革奠定基础。ZTE中兴

大容量核心路由器液冷关键技术

数 字化时代，运营商积极推动高密、高算力等多样性算力基础设施以及超大带宽算力网络基础设施的建设，支撑人工智能、元宇宙、图形渲染等计算密集型业务发展。算力节点的算力密度和网络节点的带宽密度持续提升，推动服务器和路由器功率密度的不断升高，传统风冷机房散热架构面临政策和技术双重挑战。

技术层面，核心路由器单机框整机功耗普遍在20kW~35kW，直接部署在传统电信机房，会成为局部热点，难以有效散热，导致设备工作异常，还可能扰乱冷热气流组织，影响其它相对较

低功耗设备的散热。

政策层面，2021年起，发改委、工信部等部门陆续发布新型基础设施绿色高质量发展相关的行动计划和实施方案，针对不同类型数据中心的PUE提出降低到1.3、1.25和1.2以下的要求，明确要求推动数据中心采用液冷、机柜模块化、余热回收利用等节能技术模式。

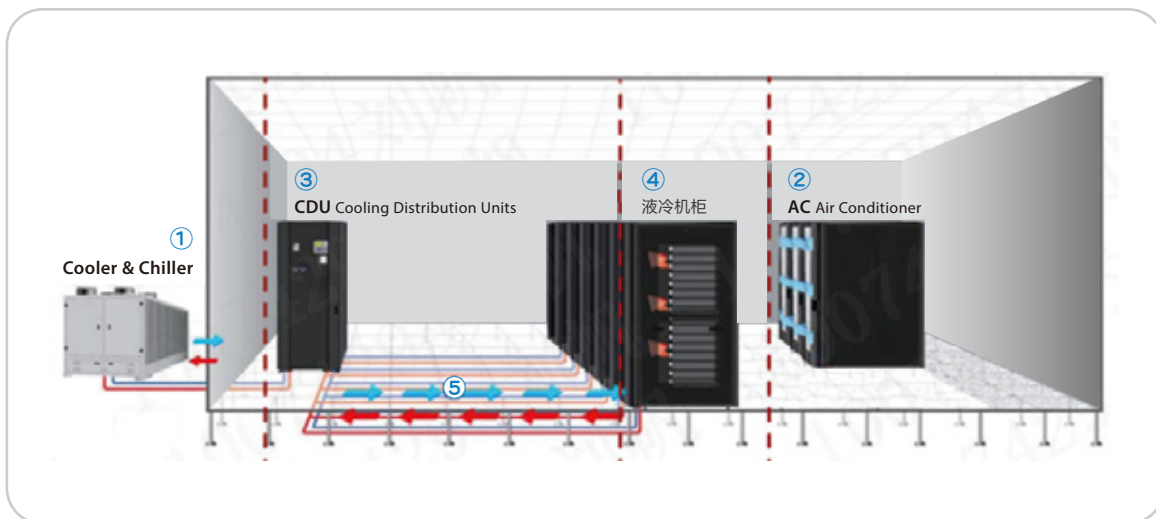
液冷技术通过较高比热容和换热能力的冷却液体替代传统空气散热，逐步成为一种新型制冷解决方案。液冷技术在数据中心IT设备领域已经有成熟规模的应用部署，并获得了良好的PUE收益。液冷技术在CT设备领域的应用，目前主要聚



朱小龙
中兴通讯IP产品规划
总工



图1 液冷系统组成架构



焦于大容量高功耗的高端路由器，国内主流的高端路由器厂家已有液冷路由器原型并联合运营商进行了现网试点。

液冷方案

液冷方案主要包括冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷技术。浸没式液冷和喷淋式液冷是直接式液冷技术，即通过发热器件与冷却介质直接接触进行热交换，受热升温的液体介质流动到其他低温部位再将热量散出。直接式液冷散热效率高，但存在硬件架构要求高、维护方案复杂、技术成熟度较低、散热能力较弱、工质对信号完整性影响等问题。

冷板式液冷是间接式液冷技术，即发热器件与冷却介质不直接接触，而是通过冷板装置间接进行热交换。冷板式液冷通常是高发热器件液冷+低发热器件风冷的组合系统方案，优点是可靠性、维护性、技术成熟度较高，对现有机房的改造工程小，机房适应性强。

大容量核心路由器一般采用模块化机框式设计，部署时与外部通常有数百根光纤互联，运行期间常见单板/光模块/光纤的安装和更换操作。显然，冷板式液冷更加适合大容量核心路由器的架构设计、部署和运维方式。

大容量核心路由器液冷架构

设备主机液冷系统方案选用风液混合的单相冷板液冷方式：板卡的高能耗芯片通过液冷实现散热，低能耗芯片依然通过风冷来实现散热。液冷部分热量通过外接CDU以及室外冷冻水主机（冷却塔）解决；风冷部分热量依靠机房空调解决。采用前插液冷解决方案，所有单板与分液器连接均采用高性能快速流体连接器，可在线维护；采用微通道冷板设计，结合单板芯片布局采用多冷板并联方案，降低系统流阻。

整个液冷系统主要包括四部分：液冷路由器机柜、液冷CDU、液冷室外冷却塔以及风冷机房空调（见图1）。

路由器机柜系统为热源产生体，设备运行时单板芯片产生热量，液冷板与芯片接触将热量传导到二次侧冷却液中，二次侧冷却液在二次侧管道循环流动将热量带到CDU；CDU内换热器将二次侧热量传递给一次侧冷却液，一次性冷却液在一次侧管道循环流动将热量传递到冷却塔，冷却塔将热量排出到外界环境中，从而完成液冷系统的热量排放。

液冷工质

冷板式液冷的工质分有水工质和无水工质（氟碳）两大类。有水工质具有导热性能好、成

本低、环保、数据中心液冷应用广泛等优点，但存在漏液导电导致单板短路烧坏的可靠性风险；无水工质（氟碳）最大的优点是不导电，漏液不会导致单板短路烧坏，主要应用于IT设备浸没式液冷，但存在成本高、环保风险等问题。

由于大容量核心路由器一般位于网络核心汇聚层次，业界早期都选择不导电的无水工质（氟碳）以满足设备极高可靠性要求，随着有水工质的漏液监测和隔离防护技术在液冷数据中心的成熟应用，应用广泛、成本低、环保的有水工质正在成为大容量核心路由器液冷商用部署的新选择。

CDU

CDU液冷源通过二次侧管路为液冷设备提供一定温度和流量的、循环流动的无水冷却工质，将设备产生的热量带回CDU并交换到一次侧传递到冷却塔，最终释放到室外大气中。

CDU提供如下功能：

- 智能温控：提供设定温度和流量的冷却液，具有流量&温度自动调节的智能温控机制；
- 备份冗余：泵1+1冗余设计，关键的温度/压力/流量传感器/过滤器均备份设计；
- 异常检测：无水工质漏液检测、过滤器杂质拦截与自动堵塞检测、高温&高压检测；
- 运营维护：具有自动补液功能；具备故障诊断&设备保护功能；具备掉电记忆功能。

分液器

分液器安装在液冷机柜内，连接二次侧管路和液冷板，起到流量分配作用，将系统的循环工质分配到各单板节点。分液器推荐选用不锈钢材质；内部流速不宜超过1.8m/s，以保证流量分配均匀性。

液冷板

液冷板与发热器件接触，将器件产生的热量传递到液冷板内部腔体中的冷却工质中，冷却工质在液冷板腔体中循环流动从而实现器件热量的

持续排出。液冷板宜采用全金属方案，即各个芯片冷板之间通过金属管路进行连接，金属管路与芯片冷板之间焊接成型，密封性高、冷却液泄漏风险低，可靠性更高。

流体连接器

流体连接器主要用于液冷板与分液器的连接，主要有两种方式：

- 直插流体连接器：连接功能可靠性高、可维护性高；直插方式另外需要液冷软管将液冷板与分液器进行互联。
- 盲插流体连接器：提升操作性、整机外观更简洁。

应用实践

路由器液冷是一项创新性的改革，它解决了路由器发展过程中芯片高热流密度散热瓶颈问题，提供了噪声更小、功耗更低新型冷却方式，应用前景光明。目前，中兴通讯液冷高端路由器产品已在国内运营商市场进行了试点，液冷散热在以下方面达到了预期效果：

- 冷却效果更好：液冷能更为直接地对高功耗芯片冷却，芯片温度与采用风冷的设备相比降低10°C~15°C。
- 降低设备噪音：液冷带走了大部分热量，能够减少系统内的风机数量及转速，从源头降低系统噪音。整机风机转速可降低30%，噪声水平降低6dB以上。
- 节约机房能耗：冷却液能高温（45°C+）运行，直接与冷水机组或室外环境换热，提高换热效率。

展望未来，在“双碳”目标的牵引下，液冷技术将日趋成熟，大容量核心路由器液冷商用部署指日可待。中兴通讯将秉承创新与迭代、携手客户共同推进“双碳战略”的持续发展目标，为节能减排做出更大贡献。ZTE中兴

服务感知网络技术和演进探讨



付华楷
中兴通讯有线资深预研专家



黄光平
中兴通讯有线分组网络标准总监

后 5G时代，云原生和分布式算力成为新形态，业务开始跟位置和资源解耦。同时，丰富的网络能力需要简明高效的开放接口，以支撑不断涌现的新型业务。针对这种新形态和新需求，业界需要从IP基础网络的视角，进行统一的架构设计，以整合算网架构和资源，节省部署成本，助力业务快速上线。

中兴通讯提出智能云网解决方案CLOUD IP，致力于构建新型信息基础设施，旨在无缝整合算力和网络资源，形成一体化供应、运营和服务。服务感知网络（service awareness network, SAN）作为CLOUD IP的核心组件，专注于云网和算网融合，其核心在于深入理解业务需求并提供精细化SLA保障。部署策略上，SAN强调对网络 and 算力资源的全局智能感知和调度，支持解耦和混合部署，为云网融合和算力网络的整体框架设计提供优异的解决方案。

服务感知网络系统架构和关键技术

在当前的IP分组网络环境中支持算力路由面临诸多关键挑战：

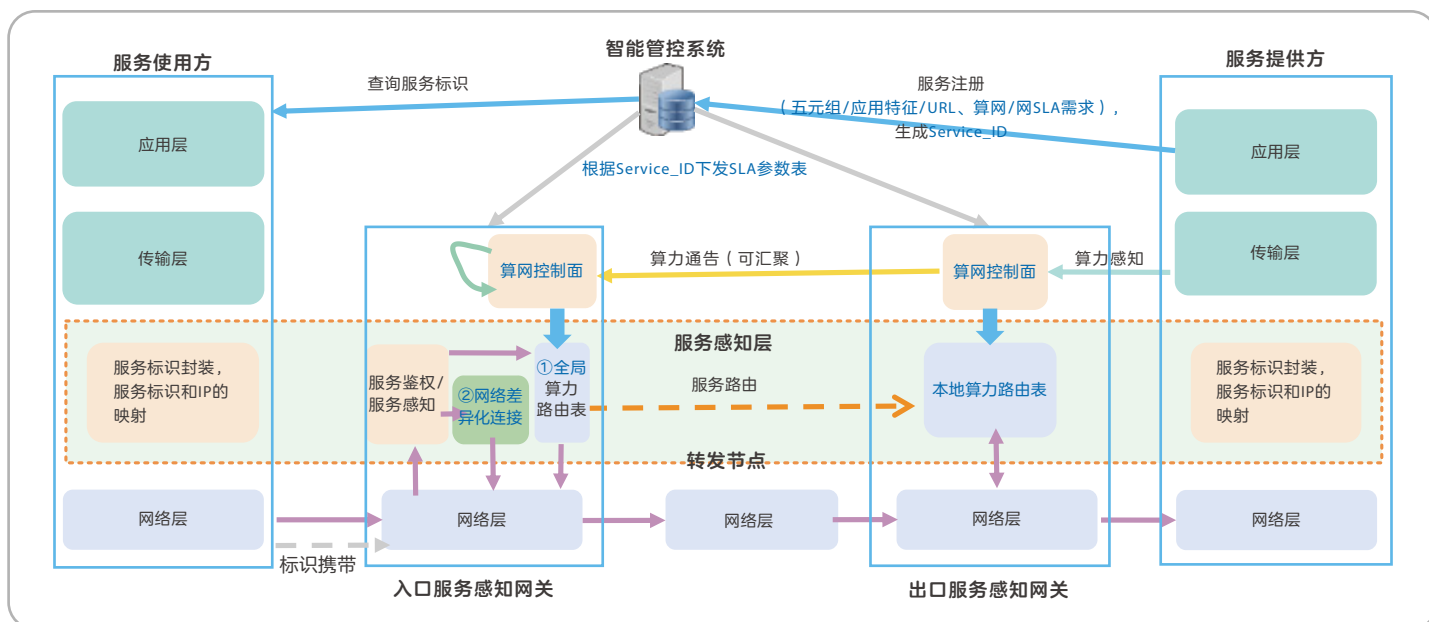
- 服务路由与IP路由差异：作为多实例寻址的新方法，服务路由与传统的IP主机和网段路由不同，它通过根据SLA需求动态调整节点选择和流量分配，利用服务标识连接不同资源实例，实现灵活的动态映射。
- 算力感知扩展的影响：为了接纳广泛的分布式算力，网络需要扩展接口和协议，但过多的算力细节可能对网络控制面的稳定性和转发性能产生负面影响。

- 算网一体化计算复杂性：引入多种优化因素增加了计算复杂性，这给现有网络性能带来了压力，亟需创新解决方案以解决这些问题。
- 算网SLA的一致性：由于网络和云侧的OAM机制分离，导致无法实现端到端的性能评估，阻碍了对算网调度效果的全面评估，从而影响预先设定的SLA目标的达成。

针对这些挑战，服务感知网络采用基于服务标识的算网一体架构（见图1），将服务标识引入算网融合与路由系统，构建了面向业务和计算的IP分组网络新接口。这个接口通过服务标识驱动，数据层面细化寻址与流量管理，控制层面关联动态分配的算力资源与业务SLA，形成了基于IP分组网络的服务感知子层（overlay）。

传统分组数据网作为底层连接，为服务子层提供连接保障。服务子层与基础架构的交互依赖于服务标识的控制面索引，以实现终端用户与服务提供商的端到端高效交互。为了兼容现有设备并处理数据传输，SAN在网络边界引入了服务感知网关。

SAN的关键技术创新体现在以下几个方面：采用了以服务标识为核心的算网融合架构，这一创新突破了传统方法的框架，为IP分组网络引入了新的服务导向理念和动态管理模式；与现有方案相比，SAN架构在服务感知、算力管理和SLA一致性上展现出显著优势，它能够更精确地满足多实例需求，同时保持网络控制面的稳定性及优化转发性能；通过新颖的路由计算技术，提高了计算效率，减小了对网络原有性能的冲击，而且在保持兼容性的同时，实现了更快的算网调度和SLA达成速度。这些创新特性，使SAN不仅填补



▲ 图1 基于服务标识的服务感知网络架构

了空白，更在性能和效率上超越了行业标准，将为用户带来更加的优异的算力访问体验。

关键技术1：全局独立语义服务标识治理

服务标识在用户、业务、算力和网络系统中扮演接口角色，对资源提供者和运营商来说，它是算力能力的承诺接口。为确保服务标识闭环可控，算力运营方需管理其全生命周期，包括注册、发布、订阅、更新和终止，这些操作都在运营系统的统一治理流程中进行。在不同算力管理区域间，服务标识的互操作需要经过协商、映射，甚至标准化，这取决于具体的部署和运营模式。基础服务通常会寻求跨域的标准化，而大部分服务标识治理则局限于单一管理域，无需强制统一标准。

关键技术2：多量纲算力度量和层次化算力路由

为了实时感知网络对算力资源的需求，需要扩展接口和协议，同时整合新的路由表条目。不过，全面展示动态且多样化的算力资源可能会降低网络效率，这会增加路由表的负担，影响节点性能。SAN采用分层策略：仅边缘节点保留与云

服务实例相关的路由信息，减轻远程节点的处理压力。边缘节点负责维护动态路由表，快速变化的服务实例状态则维护在本地，通过两次路由转发避免对IP网络表项造成冲击。

关键技术3：基于SDN的算网TE计算架构

基于IP网络的算力路由从本质上是从一维升级到二维路由，理论上将导致乘数效应。SAN采用SDN的控制分离和可编程优势，通过扩展BGP协议，融入算力信息，并结合传统TE（traffic engineering）技术，实现基于IP网络的算力路由。

BGP扩展提供了算力感知能力，而TE计算与下发流程基于TE-DB和CA-DB，以满足定制化的算力SLA需求，计算出最优路径和实例。SAN-TE设计允许灵活部署，兼顾集中全局优化（跨越多个区域、连结算力与网络）与快速收敛的分布式计算。算网TE的约束分为体验（如延迟、抖动和丢包）、成本（资源消耗和能耗）和效率（如资源利用率、均衡性）三类。

关键技术4：基于服务标识的寻址和转发

SAN利用服务标识映射网络和算力需求，如时

图2 服务感知网络演进路线



延、带宽、抖动、丢包等关键性能，以及能耗和成本。服务感知网通过简化标识在报文中的传递，为业务应用提供了差异化的集成服务，减少资源消耗，减轻数据处理压力，节省网络资源。

SAN提供两种封装服务标识的方法：一是无主机变更的Anycast IP，支持算网一体化；二是IP扩展头，支持算网一体化或差异化连接服务。整体来说，SAN通过智能化管理和灵活的标识策略，优化了服务交付和资源利用。

关键技术5：算网OAM

传统电信级网络OAM技术与IT系统可观测性技术自成体系，无法兼容拉通。为实现算网融合中端到端的无缝监测，需要打通网络域和云域的端到端OAM能力。SAN引入了融合算网OAM方法，专注于监测和优化从算力网关到计算实例的性能，支持高效路由收敛和业务质量保障，具备高度实施性和扩展性。SAN构建了一个基于算网OAM的闭环系统，包括慢速控制面的数据采集与分析，生成业务转发策略，并通过规则驱动基础操作。快速OAM实时调整，形成动态负反馈，确保一致的算网服务质量。

服务感知网络演进和思考

服务感知网络的技术演进路线整体上可以分为两个阶段、四个步骤（见图2）：

- 提供智能连接服务：通过SAN服务标识映射网络需求，实现应用感知网络；充分利用SRv6技术优势，实现云网融合下的精细化连接服务管理和保障。
- 优化算网一体化服务：针对边缘计算等场景及低延迟需求，提供无侵入的端侧调度解决方案，实现实时算网一体部署。
- 深化算网一体化服务：基于算网一体调度技术，创新端侧协议栈设计，支持标识互联和端网协同传输，适应终端灵活迁移，扩展传统端到端的传输控制为端网协同，借助网络中融合的存算资源，显著提升数据传输效率和灵活性。
- 普及算网一体化服务：利用算力网络技术赋能东西向流量，建立在算力网络架构下的云内微服务集群部署，确保集群内及跨集群的算力服务可通过全网路由高效互联，支持业务功能链的动态路由编排和策略执行。

服务感知网络（SAN）作为CLOUD IP全场景智能云网解决方案的重要组成部分，不断进行技术创新。通过持续优化的关键技术和服务能力，SAN提升网络服务感知能力，促使IP网络从主机互联向服务互联演进，满足云网及算网融合各阶段的核心需求。SAN将支撑运营商实现云网战略，推动算网融合应用的发展，为数字经济构建新型基础设施。ZTE中兴

微服务化的vBRAS架构演进

关键技术探讨

随着中国电信城域网的规模建设，以转控分离为核心的vBRAS快速部署，并大规模进行业务承载。转控(C/U)分离的vBRAS架构有效解决了传统BRAS产品面临的困境与挑战。但基于虚机部署的vBRAS也暴露出其局限性：

- 虚机部署的vBRAS对虚拟化平台资源和性能要求高，不利于业务与基础设施的解耦，所以目前虚机部署的vBRAS业务大都运行在专有资源池之上。
- 虚机部署的vBRAS组件间业务处理是有状态的，导致组件负荷分担困难，很难实现按需动态部署和弹性伸缩。
- 虚机部署的业务组件独立升级困难。

微服务化vBRAS采用微服务化的软件与业务架构，以高性能分布式数据库为核心，组件无状态化，为vBRAS带来更加灵活、弹性、可靠的新形态。微服务化的vBRAS对平台硬件资源的要求降低，可以灵活部署在第三方平台之上，可以在不同平台之间灵活切换。微服务化灵活的独立组件升级，解决了传统设备、虚机方式组件升级困难、升级周期长的问题。

微服务化的vBRAS架构演进的关键技术包括业务系统微服务化、C/U接口标准化、CC异地容灾、UP面池备、组件无状态化、组件独立升级等。

业务系统微服务化

vBRAS微服务化目前还处于概念阶段。微服

务化vBRAS，按照云原生的理念，运行在基于微服务化的平台之上，提供组件灵活部署、业务按需动态构建等关键特征。vBRAS业务自身的微服务化改造主要包括组件的池组化、无状态化、去中心化等。

C/U接口标准化

目前vBRAS C/U之间的接口事实存在三套标准：WT487，由中国移动牵头，国内厂商主导，目前完成实验室的异厂家对接；TR459，国外厂商和国外运营商主导的标准，主打固移融合；厂商自定义的私有标准，目前规模承载业务的实际都是厂商私有标准。同时出现三套标准，不利于vBRAS业务的快速发展，从长远看还需要不断融合。

虚机架构的vBRAS部署要同时支持这三种接口，并且实现不同接口之间的按需选择是非常困难的。基于微服务化的方式，采用云原生的理念，接口组件化、微服务化，按照不同的场景动态选择不同的组件和微服务，将使接口切换变得容易。

vBRAS双CP面异地容灾

vBRAS的控制面类似于无线核心网部分。控制面对应无线核心网，转发面对应核心网的UPF。控制面按照地市或者省进行部署，单一控制面承载了远超传统BRAS设备的能力，所以控制面异地容灾就显得非常重要。vBRAS双CP异地容



陈迟馨
承载网产品规划系统工程师



王怀滨
承载网产品规划系统工程师

灾的核心需求是热备、可靠、快捷。vBRAS双CP异地容灾的关键问题是怎样实现vBRAS两个控制面间快速的用户同步和热备、怎样在不同的故障场景下实现业务的快速恢复。

vBRAS UP面池备

UP面池备是vBRAS的核心功能，是传统BRAS演进到C/U分离的vBRAS最初的驱动力。UP面池备可以支持1+1/1:1/N+1/N:1等备份机制。传统BRAS之间用户不均、业务不均的情况，在C/U分离vBRAS架构之下得到了解决。vBRAS UP面池备的核心技术包括：

- 用户在UP池内的负荷分担算法：基于MAC地址的负荷分担算法、基于VLAN负荷分担算法、基于用户数的负荷分担算法、综合多种关键因子的负荷分担算法；
- UP间池备切换技术：当发生UP故障后，vBRAS用户在UP池间备份切换，用户不需要重新拨号，1+1到N+1平滑升级，业务不中断。

组件无状态化

C/U分离的vBRAS接入性能已经得到了很大的提升，但还存在性能瓶颈。主要原因是核心组件是集中式的，比如主控、负荷分担组件都是主备模式集中部署，存在性能瓶颈。要提高系统的整体性能，需要打破集中化，核心组件需要去中心化。核心组件去中心化的关键技术是组件无状态改造，通过组件的无状态改造，核心组件由主备模式演进到池组化模式，从而突破性能上限。无状态改造的核心是组件以分布式数据库为基础，通过分布式数据库为各种应用提供高性能、高可靠、灵活扩展的能力。

组件的去中心化

为了充分利用系统资源，在有限资源情况下

为业务提供最大的性能、可靠性等，组件需要去中心化。这里的去中心化有几个方面的含义，包括组件的无状态池化、组件的随时随地部署。无状态化前面已描述。组件的随时随地部署打破了传统业务需要固定位置、固定形态的部署方式。随时随地是算力结合AI的一种选择：算力最优选择、组件智能开通、业务智能部署。

组件独立升级

传统BRAS不支持组件独立升级能力，新增功能或新增特性升级的方式主要有三种：大版本升级、补丁升级、组件升级。大版本升级过程复杂，升级周期长，升级风险高。现网用得最多的是补丁升级，包括冷补丁和热补丁两种方式。冷补丁升级，升级次数受限制，同大版本升级类似，升级周期长，升级风险高。热补丁升级相对来说比较灵活，但由于不同进程、模块之间的耦合性，补丁升级需要进行的关联测试非常复杂。组件独立升级解决了模块之间耦合的情况，降低了软件的复杂度，减少了开发和测试的难度。组件升级的核心是组件化、微服务化。

主备组件NSR

目前C/U分离的vBRAS部署组件还是主备模式的，组件升级或故障切换时需要进行主备切换，往往升级周期长，业务中断时间长。为了解决这个问题，在vBRAS上具有主备部署特点的组件需要支持NSR（non-stop routing），保证正常情况下组件状态一致，组件升级或切换时主备切换快速，从而保障业务不中断。

vBRAS微服务化是为了更好地满足vBRAS业务需求飞速发展以及固移融合需求而采用的业务架构。和传统的vBRAS架构相比，微服务化vBRAS提供更高的灵活性、可靠性，以及更高的性能。ZTE中兴

中兴通讯助力中国电信

升级城域服务，打造敏捷云网

2020年，中国电信提出“云改数转”战略，旨在构建融合、敏捷、简洁、云化、智能、安全的新型网络基础设施。vBRAS作为城域网边缘的关键设备，是实现这一战略目标的重要一环。它可以帮助运营商提供更加灵活、高效和可扩展的网络服务，以适应快速变化的网络环境和业务需求。

vBRAS支持快速灵活的新业务部署，能够更好地适应新业务的需求，如4K/8K视频、AR/VR等大带宽业务。vBRAS是虚拟化的宽带接入服务器，它将控制面（BRAS-CP）和转发面（BRAS-UP）进行分离和解耦，控制面集中部署，实现对多个BRAS-UP的统一管理，如图1所示。此外，控制面的云化提供了强大的计算资源，打破了传统BRAS设备上单CPU的资源限制，使得硬件转发池在同等条件下支持的用户会话数得到显著提升。中兴

通讯vBRAS产品单系统支持2000万并发会话，单控制面支持200个以上转发设备，完全满足未来网络长期发展的需求。vBRAS方案支持控制面的跨数据中心热备，所有控制面组件冗余备份，确保在单一DC发生故障时，业务能够无缝切换到备份DC，减少了业务中断时间，确保了业务的连续性和系统的高可靠性。

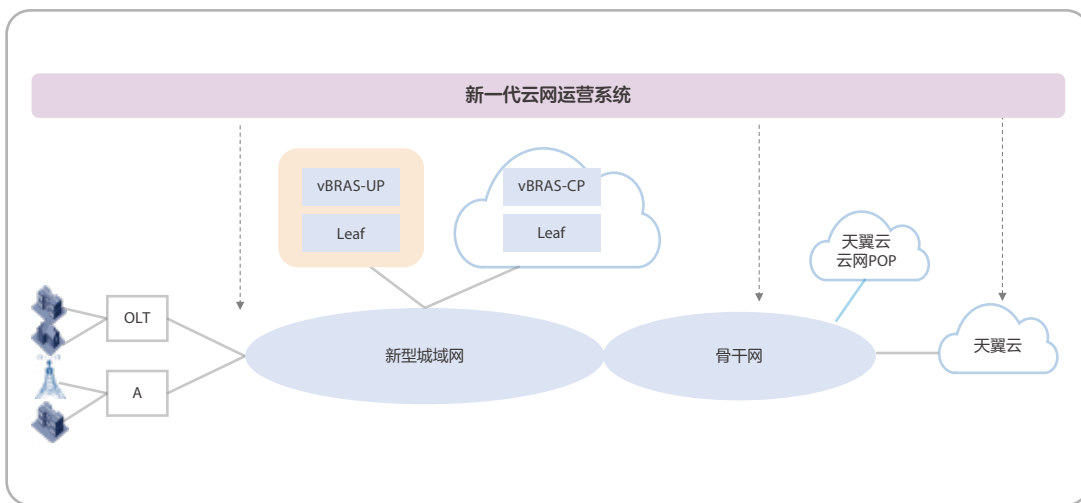
中兴通讯与中国电信合作，全程全产品参与新城建设，在13省24地市规模建设了vBRAS池化方案。截至2024年1月，中兴通讯已完成超1000万vBRAS用户割接。

携手上海电信实现全球首个单厂家vBRAS承载两百万用户

与上海电信合作，中兴通讯在城域云网建设



李琳
中兴通讯高端路由器产品
规划经理



▲图1 云网融合的新型城域网

中实现了全球首个单厂家vBRAS承载两百万家宽用户商用交付。与传统网络宽带接入方案相比，该方案的业务整体可靠性、设备利用率、公网IP地址资源等均实现大幅提升。此外，中兴通讯联合上海电信实践一系列创新方案，比如引入SRv6+EVPN新技术，借助SRv6一跳接入vBRAS转发资源池，省却了Leaf和vBRAS UP之间的UNI对接，实现了业务端到端规划和部署，有利于承载网络控制机制的简化和统一。vBRAS转发资源池内采用逻辑接口的接入方式，实现用户按需切片、逻辑隔离，提升了用户接入安全性，并简化了网络架构。同时基于数字星云云网生态平台，实现容量、性能在线弹性热扩展，助力上海电信1周内完成vBRAS-CP网元从CT云无损迁移至中兴通讯自建云，在网用户没有受到任何影响，在风险点不计其数的迁移过程中零故障零投诉。

携手广州电信完成全国最大规模vBRAS保护倒换现网验证

2024年1月，中兴通讯携手广州电信完成了全国最大规模的新型城域网vBRAS用户带载保护倒换现网验证。在高强度割接中，双方顺利完成vBRAS全场景业务保护倒换测试，各项测试结果均符合预期，可在所有场景下实现业务的无缝切换。同时，中兴通讯首次进行双CP（Control Plane，控制面）硬切换现网测试，通过下电主CP服务器，模拟服务器宕机实现CP自动切换。测试结果表明，单侧C面服务器故障不影响业务正常运行，可实现用户“零感知”切换。

携手江苏电信苏州新型城域网开通全国首个商用SRv6 vBRAS-vUP

2023年9月，中兴通讯携手江苏电信在苏州新型城域网率先完成基于SRv6 vBRAS-vUP系统的固网语音业务商用，是全国范围内首个vBRAS-vUP SRv6解决方案商用部署。该项目首次将SRv6边界从城域承载网络延伸到电信云内的算力资源和网络上，扩充了IPv6+的能力边界，提升云网深度融合程度，整合云、网、端、业等基础资源，提升网络服务化能力，构建敏捷、灵活、任意可达的算网服务。一方面，大大提升业务的冗余保护能力和弹性扩展能力，基于智能管控系统实现云网端到端SRv6部署和管理，有效解决多域云网带来的流量绕转问题，同时降低时延，提供差异化服务，在满足用户群体多样化泛在接入需求的同时提升用户体验和运维效率。另一方面，中国电信vBRAS-vUP和pUP在城域网的协调部署实现了虚实共管、虚实联动，大大提升了传统固网业务的灵活性、可靠性，以及网络的整体效率。

通过以上实践，中国电信的新型城域网方案vBRAS展现了其在提升网络服务化能力、构建敏捷、灵活、任意可达的算网服务方面的巨大潜力，不仅提高了网络的效率和可靠性，也为未来网络的虚拟化发展提供了坚实的基础。中兴通讯将继续与中国电信深化在城域网领域的创新合作，共同探索推进城域网业务创新，向网随云动、云网协同的目标迈进，推动科技创新和全业务转型升级，为数字经济高质量发展贡献力量。 ZTE中兴

中兴通讯： 加速智能计算生态繁荣

摘自2024年5月18日《通信产业网》 作者：崔亮亮

大模型的出现催生了对大算力的需求，端到端开放解耦智算方案是产业良性发展的关键。中兴通讯一直致力于成为端到端开放解耦智算方案提供商，加速AI技术的创新、研发、应用的商业化进程，努力与产业伙伴共同实现共赢的商业生态。近日，《通信产业报》全媒体采访中兴通讯副总裁陈新宇，探讨了中兴通讯如何应对挑战，助力大模型发展与应用的实践和经验。

《通信产业报》：中兴通讯在端到端开放解耦智算方案方面，做了哪些工作，取得了怎样的成果。

陈新宇：中兴通讯秉承开放解耦的理念，发挥中兴通讯软件、硬件和工程能力优势，携手合作伙伴构建多渠道供应链，通过硬件、软件和能力平台三个方面的创新，为用户提供端到端的开放解耦智算方案。

在硬件方面，中兴通讯采用基座灵活、适配多种CPU平台和GPU模组，实现了换芯、换卡、不换座。支持3种CPU平台，并与主流GPU完成了适配，为用户提供了多样化算力，用户可以根据成本、政策、供货、功耗等不同的需求和情况来灵活选择算力。

在软件方面，通过异构资源管理、训推作业调度和异构集合通信，实现了软硬解耦。向下屏

蔽了不同厂家芯片的差异，向上适配了主流AI框架，为模型运行提供了高性能、高可靠性、易迁移的环境。通过软硬协同深度优化，最大化资源效率。此外，不断研究算力卸载和在网计算技术，以提升算力利用率。

在平台方面，适配主流框架如PyTorch、TensorFlow，实现向后端平台的自动编译和优化，并提供从数据处理、模型开发、训练、优化、评估到部署等端到端的工程工具集，支持全生命周期的保障和管理。同时，提供迁移工具，支持应用全域无感迁移，降低用户迁移成本。

“百花齐放春满园”，中兴通讯认为开放的技术生态才能构建共赢的商业生态，端到端开放解耦智算方案是产业良性发展的关键。通过软硬解耦、训推解耦、模型解耦，推动各类能力组件化和共享赋能，加速AI技术的创新、研发、应用的商业化进程，构建开放的技术生态；通过产业内的芯片厂商、硬件厂商、模型开发商、应用开发商等形成优势互补，共同做大做强，共同实现智能计算生态的蓬勃发展。

《通信产业报》：大模型的出现催生了对大算力的需求，这给基础设施带来挑战，中兴通讯采取了哪些举措来应对？

陈新宇：当前，集群规模无法满足万亿以上

超大模型训练，突破国内大规模集群组网上限势在必行。从GPT3千亿模型到GPT4万亿模型，每年模型参数增长10倍，加上训练token的增长，训练总算力需要提升几十倍。但算力芯片的性能每代只能增长2~4倍，单个集群需要更多的GPU卡数才能满足万亿大模型训练需求。

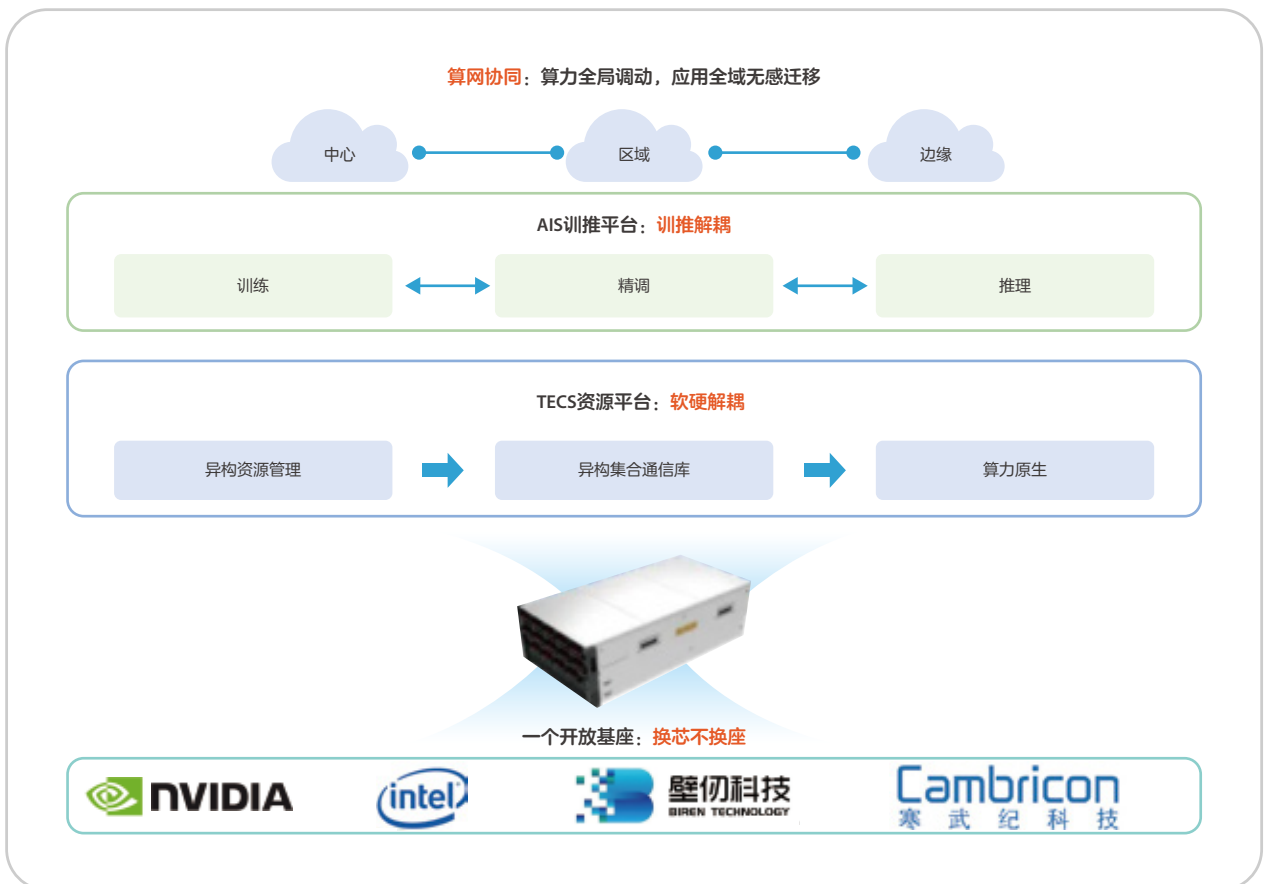
为了构筑更大规模的算力集群，中兴通讯从机内和机间两个维度，不断研究优化GPU卡间高速互联技术方案，满足万亿以上大模型训练需求。在机内，提出了开放的OLink互联协议，突破机内TP8限制，支持16张到128张GPU超级计算节点的大TP算力；在机间，通过集大容量交换芯片能力的不断演进，提供基于标准RoVEv2协议的交换机框盒互联方案，满足从千卡到万卡超大规模算力的灵活组网需求。

《通信产业报》：随着智算基建的完成和大模型训练的成熟，行业应用落地成为最大的挑战，中兴通讯有什么解决方案？如何推动AI应用商业闭环？

陈新宇：企业在AI技术应用方面存在短板，同时私有数据的保护限制了模型训练的有效性。此外，不同行业、不同企业的个性化需求也增加了应用落地的复杂性。

为解决这些问题，中兴通讯提出引入AiCube训推一体机的解决方案。在软硬件方面，提供多品类高算力硬件底座和易用的训推平台，内置主流大模型和AI应用。在服务方面，提供定制化服务和代训服务。

为推动行业应用落地，中兴通讯与行业伙伴



▲ 端到端开放解耦智算平台



在大模型及应用方面，中兴通讯采用“1+N+X”策略，基础大模型采用自研与生态合作并举，并在此基础上通过领域知识增量预训练“N”个领域大模型，包括研发大模型、工业大模型、通信大模型、政务大模型等，进而衍生出“X”种应用，构筑产业数智化转型新引擎。

陈新宇
中兴通讯副总裁

紧密合作，推出多种一体化解决方案。例如，针对工业质检领域，提供机器视觉一体机；针对医疗行业，推出智能导诊的智能问答一体机。用户不需要专业技术积累，不需要大规模投资，不需要专业机房，不需要专业团队，就可以构建自己的专属大模型，用AI提升生产力。智、算、用一体化部署可大幅降低AI推广门槛，加速行业市场规模化商用。

在AI应用商业化进程中，训推并举才能加速商业闭环。中国拥有众多且丰富的应用场景和私域数据，这是在全球AI竞争中最大的优势之一。在应用方面，中兴通讯利用自研或开源基础大模型，结合丰富的行业数据和知识工程，构建领域大模型，打造行业样板，实现从“0”到“1”的突破。基于领域大模型，结合不同场景，实现从“1”到“N”的应用拓展。

在市场方面，C端市场需求相对一致化，因此采用云端部署更为合适。而在B端市场，由于还在探索和孵化应用场景，同时受限于私域数据安全等考量，客户更希望采用私域部署形式。因此，中兴通讯提倡以终为始，打造中心云到专属云的全链路服务。中心云支持基于通用数据的大模型预训练和云端推理，而专属云则提供基于私域数据的本地精调和推理。这样的服务模式由运营商进行建设维护，企业进行租用，能更好地满足客户需求，加速大模型在不同场景的落地和应用。

《通信产业报》：大模型引领行业变革，中兴通讯在大模型及应用方面有哪些实践？

陈新宇：在大模型及应用方面，中兴通讯采用“1+N+X”策略，基础大模型采用自研与生态合作并举，并在此基础上通过领域知识增量预训练“N”个领域大模型，包括研发大模型、工业大模型、通信大模型、政务大模型等，进而衍生出“X”种应用，构筑产业数智化转型新引擎。

其中，在研发领域，研发代码大模型辅助公司开发人员编码效率提升30%；在生产制造领域，在公司南京滨江基地，通过工业大模型将订单排产时间缩短88%、工艺文件生成效率提升50%；在通信领域，在乌镇世界互联网大会上，基于通信大模型的重助手可一键生成重点事件保障方案，相比于传统保障流程，保障效率可提升80%。

业界首个基于大模型的“智御”反诈系统应用，针对百万级诈骗短信样本进行增量训练，可结合上下文语义关联信息，精准识别经过各种变异干扰的垃圾短信，拦截准确率提升至99%；在水利领域，基于水利大模型实现多轮对话、意图识别、知识问答等，助力水利知识平台建设，河道知识问答准确率达90%；在城市生命线安全工程领域，率先用大模型实现对燃气、积水、道路隐患等多种风险的视觉智能识别，自动生成应急处置预案，保障人民群众的生命财产安全。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在