

中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2023年8月/第8期

准印证号：(粤B)L011030048

VIP访谈

06 印尼MyRepublic：
致力于提供高质量的互联网服务

视点

10 数据中心网络新阶段发展趋势分析

专题：数据中心网络

12 Cloud DCN 3.0构筑高性能智算网络，决胜算力时代

封面 | MyRepublic首席技术官
人物 | Hendra Gunawan

内部资料 免费交流



扫码体验移动阅读



第27卷/第08期
总第419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: 丁翔 黄新明 姜永湖 柯文
梁大鹏 刘爽 林晓东 马小松
施军 孙彪 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: 5000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: 2023年08月25日



李新双
中兴通讯承载网产品副总经理

新一代数据中心网络，开启 数字化转型之路

当下，新一轮科技革命方兴未艾，各行各业开启全面数字化。为推动数字经济的发展，国家先后出台了多项政策来指导和加速构建以算力和网络为核心的新型基础设施体系。2023年5月23日，国家互联网信息办公室发布《数字中国发展报告（2022年）》，2022年我国数字经济规模达到50.2万亿，占国内生产总值比重提升至41.5%，总量居世界第二。

在工业时代，电力是带动经济增长的关键要素，而在迈入数字时代的今天，算力正成为新的发展动力。作为算力的重要组成部分，数据中心网络贯穿数据存储、计算与应用的全流程，随着算力业务应用的快速增长，现有数据中心网络也面临更大的挑战，亟需构建新型数据中心网络来适应算力业务的快速发展要求。

近年来，随着ChatGPT、文心一言等AI大模型应用产品的发布，加速了算力网络的规模增长。中兴通讯把握算力网络发展的战略机遇，推出新一代数据中心网络解决方案CloudDCN 3.0，通过自主研发的400G高速低时延连接底座、创新的RoCE全融合无损以太网技术、AI智能加持的L3+网络自动驾驶网络服务方案，助力运营商和政企客户构建满足AI大模型业务应用的高性能、低时延、零丢包的数据中心网络解决方案。

展望未来，中兴通讯将持续投入算力网络的新型端网协同、下一代800G等关键领域的技术和产品创新，携手合作伙伴共同构建算力时代的新一代数据中心网络，为数字世界的发展提供技术支撑，助力国家数字经济的可持续发展。

目次

中兴通讯技术（简讯）2023年第08期



印尼MyRepublic： 致力于提供高质量的互联网服务

PT. Eka Mas Republik (EMR)，品牌名为MyRepublic，是印尼一家快速发展的互联网服务提供商。该公司以光纤网络为基础，为家庭和企业提供互联网服务。MyRepublic首席技术官Hendra Gunawan在最近的一次采访中谈到了公司快速发展的因素，以及它在未来发展中面临的挑战和机遇。

VIP访谈

06 印尼MyRepublic：致力于提供高质量的互联网服务
温左冉

视点

10 数据中心网络新阶段发展趋势分析
雷波

专题：数据中心网络

12 Cloud DCN 3.0构筑高性能智算网络，决胜算力时代
夏迎春，周昆

16 400GE Fabric组网方案助力数据中心网络创新
王宇

19 中兴通讯智能无损拥塞控制解决方案
段威，何力，高磊

22 数据加密技术助力数据中心网络安全
李连华

24 数据中心网络带内遥测技术
王瑞雪，秦凤伟，刘红巧

26 数据中心网络自智研究
刘胜

28 可编程交换芯片在数据中心的应用及价值
陈志伟

成功故事

31 中兴通讯助力中国移动网络云资源池建设，
打造面向5G业务的新型数据中心网络
韩云霞

34 中兴通讯助力天翼云贵州地市“一城一池”建设
秦芳

36 广州5G智慧地铁GSMA全球移动大奖背后的交付
实力
黄孜，侯璐

解决方案

38 站点工作平台iTech Site，助力工程项目交付数智化
杨俊

媒体转载

40 FTTR趋势已成，进入规模化发展通道
刘定洲

02 新闻资讯

中兴通讯亮相AI for Good全球峰会

7月6日—7日，AI for Good全球峰会于瑞士日内瓦成功举办。本次峰会聚焦人工智能的技术趋势及其引发的社会变革，探讨了如何利用人工智能推进人类可持续发展目标、通过人工智能的治理保障人工智能的可靠可信。

AI for Good峰会由联合国国际电信联盟发起，始办于2017年，旨在解决人工智能造福人类的挑战，加速AI技术成熟。

中兴通讯展台以“数智未来”为主题，智能工厂、裸眼3D智能平板、AI开源项目等展示吸引了众多与会者的关注。中国常驻日内瓦代表陈旭大使、国际电联秘书长Doreen Bogdan-Martin一行等先后来展参观。

中兴通讯无人机高空基站保障北京门头沟受灾乡镇应急通信

近日，北京门头沟部分山区乡镇受强降雨影响灾情严重，道路和网络中断。为支撑保障抢修救灾，迅速打通通信“生命线”，8月4日，响应工业和信息化部紧急调度，中兴通讯第一时间投入搭载三大运营商高空基站的无人机，在北京市通信管理局的协调和部署下，对王平镇、潭柘寺镇周

边区域进行应急通信保障。

为加快打通门头沟重点受灾乡镇的通信，工业和信息化部统筹组织参与本次保障任务的北京市通信管理局、江西省通信管理局和中兴通讯、三大运营商、中国卫通等单位密切配合、全网协同，连夜进行无人机设备和卫星链路的联调测试，并调派各单位专业人员现场操控维护，确保无人机安全顺利升空。目前，无人机根据有关要求在规定区域稳定飞行，可在近80平方千米的范围实现连续6个小时的5G信号覆盖，同时为约2400用户提供语音、短信和上网服务，有效满足当地防汛救灾指挥通信需求，支撑恢复公众通信基本能力。



GoldenDB助力山东移动CRM-BOSS核心系统成功商用

7月，由中国信息通信研究院与中国通信企业协会联合主办的2023“鼎新杯”数字化转型应用大赛入围名单公示，山东移动基于GoldenDB分布式数据库的CRM&BOSS核心系统自主创新实践成功入选。

该项目在6个月内完成首个地市核心系统快速上线，并在21天内完成后续地市核心系统的部署、测试、上线，成为中兴通讯与中国移动在数据库关键领域的又一合作范例。

中国移动联合中兴通讯完成5G-A智能超表面亚运应用验证

近日，中国移动研究院、浙江移动携手中兴通讯联合在杭州亚运会自行车场馆完成了5G-A智能超表面RIS的应用验证。

本次在杭州亚运自行车赛场内部署动态智能超表面后，无线网络覆盖和用户速率得到了显著提升，其中最大RSRP（参考信号接收功率）提升20dB，用户速率上下行速率分别提升数倍。同时，用户在场馆移动时，信号强度和速率均保持稳定。

中兴通讯、中国移动联合完成业界首个5G通感算一体车联网架构新技术验证

7月，中兴通讯、中国移动联合广汽集团和中兴智能汽车，在珠海外场完成了业界首个5G通感算一体车联网架构阶段性技术验证，通过5G基站边缘算力敏捷实现路边感知数据采集、车路协同计算和V2X预警信息精准推送，成功实现全Uu口针对“鬼探头”实时预警，实测端到端全业务流程时延小于70ms，其中空口环回时延仅15ms，充分体现了该架构的先进性和有效性。



中兴通讯第八次入选富时社会责任指数系列

中兴通讯第八次入选富时社会责任指数系列 (FTSE4Good Index Series)，获国际社会对公司在环境、社会和公司治理等方面努力的再次肯定。此前，中兴通讯H股和A股分别于2015年和2021年纳入富时社会责任指数系列。

富时社会责任指数系列由全球指数和数据提供商富时罗素创立，是一项在全球范围内得到广泛认可的社会责任投资指数，旨在衡量企业在环境、社会和公司治理 (ESG) 实践中是否拥有卓越的成就和良好的应对措施，并为负责任的投资者提供一系列基准和交易指数。

作为信息与通信产业的领军企业，中兴通讯将可持续发展理念融入公司治理与企业运营各个环节，持续提升公司社会责任绩效。

近年来，中兴通讯参与全球脱碳经济转型，在绿色发展领域发挥积极作用。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。今年五月，中兴通讯宣布加入“科学碳目标倡议” (SBTi)。根据倡议要求，中兴通讯将设定近期基于科学的减排目标和长期净零目标，在

5—10年内达成与1.5°C温升限制路径一致的温室气体减排目标，并最迟于2050年前达到净零排放，为全球经济绿色可持续发展做出积极贡献。

在社会贡献方面，中兴通讯坚持科技向善原则，积极贡献全球社区。

一方面，中兴通讯始终将技术自主创新作为企业发展的第一驱动力，主动拥抱变革，不断拓展数智技术的能力边界和交易边界，为可持续发展注入数智动能。另一方面，公司围绕教育发展、弱势救助、乡村振兴等领域工作，已开展教育、医疗、扶贫等157余个公益项目，受益10万余人。今年，在第55个世界电信和信息社会日期间，中兴通讯重申对国际电信联盟 (ITU) 发起的Partner2Connect数字联盟项目的承诺，致力于弥合数字鸿沟，为推动最不发达国家实现普遍连接和数字化转型贡献全球力量。

中兴通讯获评“2022年度杰出责任企业”

7月28日，在由南方周末主办的第十五届“中国企业社会责任年会”上，中兴通讯获评“2022年度杰出责任企业”荣誉。该奖项既是对中兴通讯一直以来积极践行社会责任的认可，也为推动更多企业履行社会责任提供了样本案例。

中兴通讯坚持“数字经济筑路者”的战略定位，在持续推进自身的数字化转型，打造高韧性组织，积极践行双碳绿色发展理念和企业社会责任。

湖南移动联合中兴通讯推出首座全光云上校园

7月，湖南移动携手中兴通讯在株洲铁航卫生学校打造全国首个“职业教育数字化转型示范基地”，开创了职业教育数字化转型的新模式。

在该示范项目中，湖南移动与中兴通讯共同打造集云平台、精品网络到终端的端到端完整解决方案。基于移动云的高性能算力结合中兴通讯驭风系列云笔电的云电脑方案，为2023年入学新生提供“学习型专用电脑”，开启全新的教育教学模式。

中兴通讯完成中国广电首家RedCap端到端测试

为推动RedCap技术商用，推动产业链更好地支持广电5G网络业务，7月，中兴通讯携手翱捷科技、紫光展锐等行业伙伴配合中国广电在700MHz和4.9GHz频段，首家完成了RedCap关键技术端到端联合测试。

此次联合测试基于广电700MHz和4.9GHz频段开展，由中兴通讯提供整套系统设备，并联合终端芯片提供商翱捷科技和紫光展锐构建RedCap端到端测试网络。

GoldenDB助力广发银行分布式银行核心系统成功投产

8月，广发银行股份有限公司（简称广发银行）对外宣布，其分布式银行核心系统成功投产上线。该系统是华南地区首个基于国产分布式数据库建设的大型银行新核心系统，随着项目成功投产，标志着广发银行核心业务系统实现自主掌控，有效支撑广发银行未来业务的快速发展。

广发银行分布式银行核心系统自2020年12月正式启动，基于其自研的分布式技术平台，重新构建了存款中心、贷款中心、客户中心、核算中心等9个业务中心和5个业务支撑子应用，建设了两地三中心容灾架构，打造了高可用、高并发、高效率的分布式系统。系统上线后，进一步提高了金融交易、业务数据的处理能力。

GlobalData报告发布

中兴通讯四款路由器提升至最高“Leader”评级

国际知名电信、软件和IT服务咨询公司GlobalData发布最新《IP边缘路由器竞争格局评估报告》及《中兴通讯IP边缘路由器产品评级报告》。报告显示，中兴通讯智能路由器ZXR10 M6000-SE、全业务路由器ZXR10 M6000-S、虚拟化路由器ZXR10 V6000以及多业务分组平台ZXCTN 9000-E系列产品整体评级提升至最高“Leader”级别；在“系统性能及架构”与“端口密度”这两个维度从“Very Strong”提升至最高“Leader”评级；在“管控能力”与“业务支持”这两个维度保持最高“Leader”评级。

ZXR10 M6000-SE系列是中兴通讯聚焦5G、大视频/VR/AR、智能物联网

和云计算时代需求推出的智能路由器。

ZXR10 M6000-S系列产品采用自主研发核心器件和自主知识产权ROSng路由操作系统，具备业界领先的SR/EVPN/Srv6/BIER等特性，支持IP网络架构向极简、智能方向演进。

ZXR10 V6000系列产品在传统路由器功能特性的基础上应用SDN&NFV技术，实现控制转发分离、软硬件解耦、容量弹性扩容、新业务快速灵活部署和配置运维集中控制。

ZXCTN 9000-E系列产品融合分组与传送技术的优势，采用业界最先进的分布式大容量无阻塞交换架构，支持SDN与5G承载，可提供电信级可靠性。

中兴通讯助力中国移动完成5G XR第一阶段外场测试 共迎沉浸式体验新时代

7月，中兴通讯、中国移动研究院和中国移动安徽公司，在安徽5G现网中对XR业务进行全面摸测。

本次外场测试为业界首次在5G现网中全面摸底测试XR业务，包含丰富的测试场景和热门的业务应用，一方面深入获取了面向XR业务的关键网络指标，完成了XR基本性能需求测试。此外在VR云游戏测试场景中，采用了中兴通讯XR Explore云渲染平台。

浙江电信携手中兴通讯完成Cluster DFS商用验证 助力亚运实战演练

7月，“韵味杭州”2023年全国女子手球冠军杯赛在浙江师范大学（萧山校区）体育馆迎来比赛日。

比赛期间，浙江电信携手中兴通讯完成Cluster DFS（基站簇级的动态帧结构）的商用验证，结果表明Cluster DFS提升亚运场馆内上行容量74%以上，充分保障亚运在线直播和视频监控等各种大上行业务的带宽需求，为亚运通信保障实战演练提供有力支持。

中兴通讯联合广州移动实现首个地铁大带宽解决方案商用部署

为进一步提升暑运期间地铁出行用户的体验，广州移动携手中兴通讯积极探索网络演进方案，结合2.6GHz频段大带宽频谱优势，开启5G 100M+60M组网，叠加SuperMIMO、分流协同、多频智选、载波聚合等综合创新手段，极大提升用户感知。

该方案已应用于广州地铁多条主干线路，全线5G网络实现千兆下载速率，用户峰值体验速率超1.8Gbps。



中兴通讯举办数智网络论坛

7月21日，由中国通信学会指导，中兴通讯和广东省通信学会共同主办的“2023数智网络论坛”在深圳市中兴通讯总部成功举办。

此次论坛以“极致服务、智引未来”为主题，围绕数智化时代下网络部署、运营、安全等领域的挑战及应对举措展开深入讨论，展望行业发展新趋势。

中兴通讯高级副总裁孙方平表示，面对通信网络呈现出的高复杂度、超大规模、高动态性等新形态，网络的数智化转型势在必行。中兴通讯致力于成为数字化网络部署和智能化网络运营的引领者，打造出iEPMS数字化交付平台、端到端的云智简产品工具体系以及面向L4级别的uSmart-Net2.0自智网络解决方案。

35mm高定光学 超越一英寸

努比亚Z50S Pro正式发布

7月20日，努比亚Z50S Pro正式发布。新机采用全新一代35mm定制镜头模组，重磅升级带来更大光圈和全新传感器，影像体验革命性跃升；搭载全球首批骁龙8 Gen2领先版，1.5K超视网膜级护眼直屏、轻快纯净的MyOS13系统；推动旗舰手机1TB大内存普及，打造直屏影像全能旗舰。

自行业首发35mm独家定制光学镜头后，努比亚持续打造更系统、更均衡、更全面的光学体系，从底层构建影像技术。努比亚Z50S Pro全新一代35mm高定光学系统，

让每一个器件都发挥出最大优势，超越一英寸。

新机35mm主摄通光孔径达到业界最大的5.21mm，进光量较上一代提升34%，光学虚化效果、夜景成像效果、抓拍速度进一步升级。全新传感器感光量提升56%，在同一拍摄距离用相同像素镜头，拍摄35mm焦距镜头相同构图的照片，努比亚Z50S Pro有更高的像素密度及清晰度，画质超越一英寸旗舰主摄。影像模组尺寸22.5×22×6.6mm，与业界主流一英寸大底主摄的模组尺寸相当。

河南移动携手中兴通讯联合打造SPN&PTN网络融合示范样板

7月，河南移动携手中兴通讯在濮阳进行SPN和PTN两网融合规模部署，在充分发挥现有PTN网络价值的基础上，优化网络结构，通过PTN核心汇聚设备退网、SPN下沉等方案降低网络运营成本，实现SPN和PTN网络的融合融通，增强SPN网络综合业务承载能力，同时也提升了网络性能，为实现数字经济时代“一网万业”提供坚实的网络基础。

中兴通讯全栈自研车规级5G模组与车用OS再获行业认可

在中国智能网联汽车创新成果大会（CICVIAC2023）上，“中兴通讯全栈自研车规级5G模组”及“车用操作系统”荣获创新成果奖，充分体现了中兴通讯在ICT领域的底层基础能力可成功赋能智能汽车行业，多维度攻克软+硬的难题，助力产业变革蓬勃发展。

中兴通讯助力贵州电信实现统一EPG上“云”

7月，中兴通讯独家中标贵州电信统一EPG（Eelectrical Program Guide，电子节目单/IPTV门户系统）上云项目，该项目将在电信集团对于IPTV平台全面上云的战略指导之下，基于天翼云部署统一EPG平台，并与现网已有的物理EPG平台互为灾备，共同构建成为架构升级的统一EPG系统，提升贵州电信在云化转型战役中的竞争力。

印尼MyRepublic:

致力于提供高质量的互联网服务

采编 温左冉



MyRepublic坚定不移地致力于提供一流的互联网服务和卓越的售后服务，因此赢得了印尼增长最快的互联网服务提供商之一的声誉。

MyRepublic首席技术官
Hendra Gunawan

PT. Eka Mas Republik (EMR)，品牌名为MyRepublic，是印尼一家快速发展的互联网服务提供商。该公司以光纤网络为基础，为家庭和企业提供互联网服务。MyRepublic首席技术官Hendra Gunawan在最近的一次采访中谈到了公司快速发展的因素，以及它在未来发展中面临的挑战和机遇。

印尼固定宽带市场的现状如何？

印

尼固定宽带市场竞争激烈，但仍保持健康的发展态势。该行业有众多老牌公司，给印尼消费者提供了丰富

多样的固定宽带互联网业务。随着虚拟会议、游戏、中小企业应用和在线购物等在线业务日益普遍，对带宽的需求日益增长。此外，印尼的高度数字化也推动了固定宽带市场的增长。MyRepublic发现，印尼人民渴望尝试新的互联网服务提供商，这使得这个市场对潜在参与者更具吸引力。尽管竞争激烈，但由于对数字服务的高需求和热情，该行业仍有充足的增长空间。

MyRepublic已成为印尼增长最快的互联网服务提供商之一。它与市场上的其他参与者有什么不同？为了以实惠的价格提供快捷的服务，MyRepublic采取了什么策略？

MyRepublic坚定不移地致力于提供一流的互联网服务和卓越的售后服务，因此赢得了印尼增长最快的互联网服务提供商之一的声誉。MyRepublic与众不同之处在于它强调产品的卓越特性，包括1:1对称上传和下载速度、无限制的数据服务和100%光纤连接。MyRepublic还为客

户建立了高效的通信系统，采用数字化流程，如自动派单和互动聊天机器人，从而创造了更高效的客户服务体验。除了提供优秀的产品和服务外，MyRepublic还积极适应市场趋势和需求，为客户提供量身定制的解决方案，来满足不同需求。这些举措使MyRepublic能够以低廉的价格提供高速互联网服务，而不会以降低服务质量为代价。由于优先关注互联网质量和售后服务，MyRepublic已成为那些寻求快速可靠互联网服务的客户的首选。

在快速发展的数字时代，MyRepublic必须应对哪些挑战和机遇才能保持成功？

为了在快速发展的数字时代保持成功，MyRepublic必须同时应对挑战和机遇。其中一个主要挑战是基础设施，因为MyRepublic必须继续扩大其基础设施，以向客户提供尽可能好的互联网服务。然而，MyRepublic认为这也是一个机会，并设定了目标，在今年年底前在印尼建设更多的基础设施，将覆盖扩大到50个城市。

跟上不断变化的技术格局是另一个挑战，但MyRepublic能紧跟形势，适应最新的市场趋势和需求。作为一个快速发展的国家，印尼人口的数字素养不断提升。特别是疫情过后，越来越多的



人依赖互联网进行日常活动，使得互联网成为每个人的基本需求。MyRepublic努力成为人们在日常活动中寻求帮助的首选解决方案。

对MyRepublic来说，基础设施是一项重大挑战，但它在业务流程中采取了一些举措，并获得2023年亚洲电信奖的“年度最佳基础设施倡议（印度尼西亚）”奖项。通过不断加强其流程和基础设施，MyRepublic可以克服挑战，抓住机遇，在不断发展的数字时代保持成功。

MyRepublic如何扩展基础设施和服务？

MyRepublic正在扩大其基础设施和服务，为客户提供最好的互联网服务。首先，MyRepublic在整个2022年的基础设施项目上取得了许多突破和创新，包括业务流程自动化、端到端集成数据

管理、扩容漏斗分析和市场分析，以及改善项目团队的福利。

MyRepublic专注于为居民区和中小企业提供覆盖。除了建设基础设施外，MyRepublic还在建立战略伙伴关系，并与值得信赖的合作伙伴合作，以进一步扩大其服务。MyRepublic认为，良好的基础设施提供良好的互联网服务，这将更好地维系客户。因此，它致力于不断改善其基础设施和服务。

MyRepublic已升级其核心网基础设施，足以支持预计的100万用户而不会出现拥塞。它还从10G和40G接口演进到100G接口，并将城际回程网从采用城域以太网转变为使用DWDM技术。

通过投资基础设施、制定举措和建立战略合作伙伴关系，MyRepublic可以为客户提供最佳的互联网服务，并继续扩大在印尼的覆盖范围。



MyRepublic希望利用哪些新技术来提供最佳用户体验？

MyRepublic一直在寻找新技术来增强客户体验。其中一项技术是自动检测，它使MyRepublic能够在问题变得严重之前检测到问题。有了这项技术，MyRepublic可以为客户提供积极主动的解决方案，增强他们的体验。此外，MyRepublic会及时告知客户故障，并提供解决方案，帮助客户快速有效地解决故障。

MyRepublic不断开发新产品，以满足给客户需求，例如提供1:1对称上传和下载速度、无限制的数据使用和100%光纤连接。

为了进一步提升用户体验，MyRepublic正在探索其他新技术，包括人工智能和机器学习。这些技术可以帮助MyRepublic分析客户行为和预测

他们的需求，从而为客户提供更好的服务，并保持在竞争中的领先地位。

2022年，MyRepublic和中兴通讯在光纤网络建设方面进行了合作。您如何看待中兴通讯在该项目中的表现，以及您对中兴通讯未来的期望？

MyRepublic高度重视与中兴通讯在光纤网络建设方面的合作伙伴关系。中兴通讯充分支持了MyRepublic成为印尼骄傲的愿景。2022年，MyRepublic成功将8个新城市加入其覆盖范围。今年，MyRepublic将继续扩大业务，覆盖更多城市。MyRepublic和中兴通讯正在合作开发DWDM等新技术，旨在增加现有光纤网络的带宽。此外，MyRepublic正在开发ROADM+ASON和大容量BNG，以进一步提高其服务质量。MyRepublic期待与中兴通讯建立紧密的合作伙伴关系，并在未来进行更多合作，在基础设施项目上建立更多突破。

您认为未来几年电信业将走向何方？

MyRepublic坚信，电信业将继续蓬勃发展。随着数字化转型推进以及社会数字化程度日益提高，对高速互联网的需求不断增长。这种不断增长的需求也导致了市场竞争的加剧。然而，MyRepublic有信心通过提供无限的互联网连接来满足客户和企业的需求。预计在未来几年，印尼政府将全力支持电信业向服务不足的地区扩张，为国家经济增长做出贡献。在技术方面，市场预计将见证FMC、5G技术和物联网的发展。

MyRepublic致力于提供高质量的互联网服务，重视基础设施的扩展，并有能力适应不断变化的市场趋势和需求。这使得它在未来几年的印尼电信业中能够占据于有利的位置，实现蓬勃发展。 ZTE中兴

数据中心网络新阶段 发展趋势分析



雷波

中国电信研究院网络技术研究所副所长

人类正在从动力时代迈向算力时代。算力成为数字经济发展最重要的基础设施，无论是高速发展的各类互联网业务，还是ChatGPT等AI类业务，都与海量的算力基础设施密不可分。从全球范围来看，各主要经济体的经济发展水平与算力资源多少成正相关性，未来可能出现“得算力者得天下”的情况。

算力资源主要集中在各类数据中心。海量的服务器通过数据中心网络（data center network, DCN）连接在一起，通过各类软件服务系统将算力整合在一起为用户提供多类型的服务。早期数据中心网络与园区网/局域网并没有太大的差异，后来随着连接服务器的数量与带宽急剧增加，云服务商等推动数据中心网络迅速发展，专门为数据中心应用场景而优化网络架构，以Spine-Leaf为代表的数据中心网络架构逐步成为主流方案。随着各类业务对算力需求的持续增加，数据中心网络又面临新的挑战，正处于一个新的发展阶段。

目前，数据中心网络无论是业务需求、网络范畴、协议体系、设备形态还是组网架构等多方面都面临新的挑战与新的发展机遇。

业务需求方面，数据中心网络正面临两方面

新需求。一是海量分布式连接对数据中心网络的高带宽需求。随着物联网、视联网等互联网业务的发展，一方面数据中心节点同时服务的用户数量激增，需要高效处理海量用户的并发接入；另一方面用户从原来的文本访问，到图片下载，再到视频传输，每个用户访问数据中心的带宽在不断增加，导致数据中心网络的南北向流量迅速增加。二是AI大模型训练与推理所需的海量算力对数据中心网络的高性能需求。大模型训练需在不同的GPU网卡之间传输大量参数、梯度信息，对传输效率有严格要求，目前测试来看，0.1%网络丢包会导致算力损失50%，且更大的带宽可以明显节省模型训练时间，这需要数据中心网络针对东西向流量要提供极致的网络性能。

网络范畴方面，数据中心网络正呈现向两端发展的趋势。一是向端侧延伸。比如数据中心网络近期的研究热点，如InfiniBand、RoCEv2等，都需要从信息源对流量进行控制，也就是需要服务器与网络设备（交换机、路由器等）在协议层面进行互通，通过全局的拥塞控制算法来避免出现流量短期突发、多打一的端口阻塞等情况出现，从而有效降低因资源抢占而造成的拥塞与丢包等。因此，在设计应对AI大模型训练等场景所



目前，数据中心网络无论是业务需求、网络范畴、协议体系、设备形态还是组网架构等多方面都面临新的挑战与新的发展机遇。

需的高性能数据中心网络时，就需要扩展网络范畴，将服务器侧的网络能力也纳入数据中心网络体系设计中，提供端到端的网络连接能力。二是向广域范畴延伸。随着单节点算力逐渐不能满足业务迅速发展的需求，将多个高性能算力节点通过网络整合成一个虚拟的高性能算力节点，正在成为业界的发展方向，因此数据中心网络将不限于在一个物理机房内，未来可结合高速光网络实现跨一定物理距离的联合组网方案。

协议体系方面，针对AI智能算法等业务的无丢包低延时需求，基于以太网技术体系的传统数据中心网络方案无法满足相关性能要求，因此现阶段大部分智能算力节点内部采用InfiniBand技术构建高性能网络。但InfiniBand技术建网成本偏高、开放性较弱，业界也在考虑用相对开放、低成本的RoCEv2等技术替代InfiniBand技术，并在网络架构、通信协议、管控机制等方面开展技术优化、创新和融合。

设备形态方面，随着服务器处理能力升级，且服务器网卡速率从10G、25G升级到40G以及100G，并且已经开始出现400G的网卡，数据中心网络的带宽需求在不断增加，业界主流厂商所提供的高密度数据中心交换机已经达到单机36口×400GE×16槽，单比特的成本下降明显。但是否叠加无损网络协议体系（如RoCEv2）等，各方尚未达成共识，未来可能出现两种技术路线。一是交换机分化成两种方案，一种是面向大通量的南北向流量，以性价比为主要发展目标的极简交换机体系，能够有效降低单比特设备成本；另

一种是面向高性能需求的東西向流量，以极致性能为发展目标，能够适配智能网卡，实现端到端的拥塞控制的高性能交换机体系。二是交换机同时具备高通量与极致性能，根据业务场景的需求不同，弹性选择不同的能力组件来提供多样化的选择。

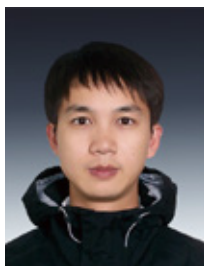
组网架构方面，传统Spine-Leaf架构受到多方面的挑战，比如基于全光方案的DCI-BOX方案，可以将光层传输设备直通服务器，为大型节点设备提供最高性能的网络连接，后续可以考虑引入空芯光纤等先进光纤传输技术，进一步降低传输时延。还有两种新型数据中心网络组网方案，值得进一步研究与发展。一是基于信元交换的分布式机框解耦（DDC）方案，将大机框设备进行分布式解耦成盒式设备，分别作为转发线卡和交换网板，并采用全新的信元级确定性流控，解决大包交换效率较低的问题，可以让数据中心网络的流量均衡更优，网络开销更少；二是以OSU（optical switch unit）为核心的可重构DC网络，如Google的可重构DC光网络（Jupiter），通过引入统一SDN控制器进行动态管理和实时运维，打破现有数据中心架构形态，从而满足高性能、高可靠、低时延、可扩展的需求。

总体而言，当前业界尚未对数据中心网络在新阶段的技术发展达成共识，多种技术路线正在并行发展。可预期随着业务需求的发展，尤其是对算力需求的激增，数据中心网络将出现新的发展势头，并成为未来一段时间内网络技术领域发展的重心。ZTE中兴

Cloud DCN 3.0构筑高性能智算网络， 决胜算力时代



夏迎春
中兴通讯交换机产品
总工程师



周昆
中兴通讯数据中心网络
架构师

算力已成为数字经济发展的主要引擎。随着数字经济的飞速发展，以及各种新业态、新数字需求的不断涌现，算力需求规模越来越大，算力呈现多层次、多样性发展趋势。近5年，算力总规模年均增速超过25%，并随着人工智能（AI）技术的发展，各种新型智能应用爆发，以AI为特征的智能算力发展速度远超通用算力。据IDC预测，未来5年，我国智能算力规模的年复合增长率将达50%以上，数据中心的算力时代已经到来。

未来80%的经济场景将是基于人工智能或应用人工智能，所消耗的算力由智算中心承载，而传统的以提供虚拟化资源服务以及通用算力的传统云计算数据中心已无法满足各行各业对于智能算力服务的需求。智算中心利用人工智能、大数据、云计算等技术来提高数据中心的处理能力和效率，是未来数据中心的演进方向。

智算中心网络的挑战和关键需求

智算中心网络的需求和演进受AI模型影响巨大，不同的模型对网络的需求和挑战不同。AI模型大致可分为决策/分析式AI和生成式AI。

决策/分析式AI模型训练参数规模小，所需

算力小，10台以下GPU服务器就能满足需求，这种模型的引入不会改变现有云计算网络的架构。

生成式AI的参数训练数量达到千亿以上，采用大规模GPU服务器集群。生成式AI也因此被称为AI大模型，智算中心网络的主要挑战来自于AI大模型。大模型训练网络具有以下流量特征和关键要求：

- 数据并行、模型并行

在AI大模型训练中，为了提高训练效率以及解决单卡无法加载大模型的问题，需要采用同时数据并行和模型并行。其中数据模型是把训练样本集拆成多个mini-batch，在多个AI节点上并行训练，节点之间需要梯度同步参数，通信模式以All-Reduce为主；模型并行是将模型切分为多个子模型，存放在多个AI节点，突破GPU显存容量限制，实现大模型，其中Tensor模型并行的通信模式All-Reduce为主，Pipeline以P2P为主。

- 通信量大、大流同步突发多

不同于云计算环境中CPU大部分时间用于内部计算，在AI大模型训练中，GPU通信时间占比



达到50%以上，节点内的GPU通信带宽达到600Gbps级别，节点间通信带宽达到100Gbps级别。同时，大模型训练网络中的流数量少，单流带宽大，同步突发概率高。

- 内部高速总线、网络多轨同步

GPU服务器内，通过NVlink/NVSwitch/CXL等总线技术实现服务器内高速通信，通信速率达到几百Gbps；不同于云计算，GPU服务器间的通信关系明确，不通服务器间相同编号的GPU互相通信，此特点为大模型训练提供了多轨道流量聚合型网络架构的创新设计依据。

- 网络时延敏感

在AI大模型训练中，集合通信的网络时延性能和业务吞吐性能呈现正相关，决定训练加速比的上限。目前网络动态时延高出网络静态时延几个数量级，网络时延抖动对业务吞吐性能影响巨大，90%的长尾时延降低可以带来3倍以上的吞吐性能提升，动态时延是约束业务吞吐性能的主要矛盾。

- 网络故障敏感

对于千卡级的GPU训练集群，网络的可靠性直接影响整个GPU集群的计算稳定性。相比GPU故障只影响集群算力的千分之几，网络故障会影响数十个甚至更多GPU的连通性。维持网络的稳定可靠，是GPU训练集群在工程应用中的关键要求和挑战。

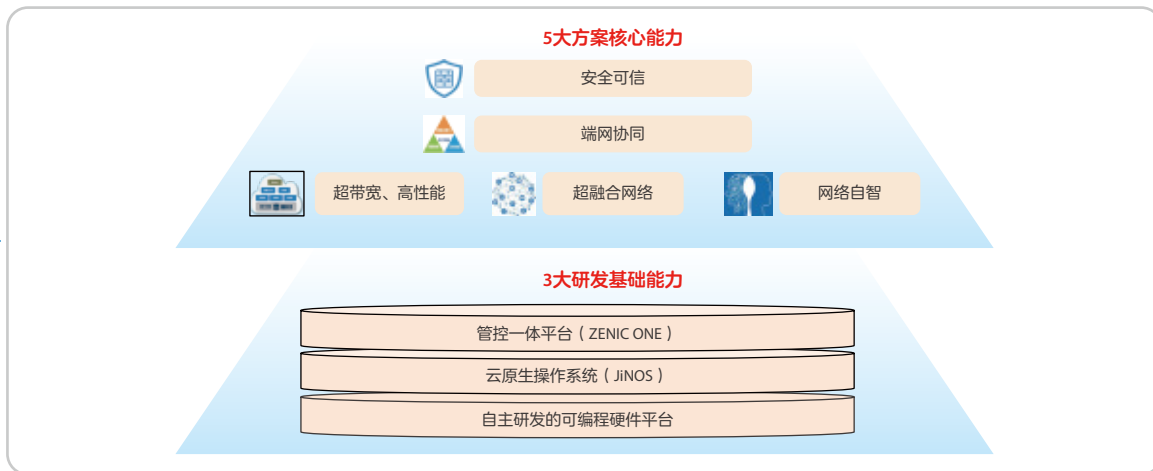
- 自动化要求高

大模型网络交付涉及的环节多、组件多且场景相关调优工作复杂，依赖多维度自动化能力建设，需要从基础网络环境构建到RDMA网络性能测试、NCCL参数库性能测试、模型性能测试、系统可靠性测试、业务应用交付、工程运营维护提供全生命周期的自动化技术和工具支撑。

中兴通讯数据中心网络解决方案 CloudDCN 3.0

中兴通讯基于20多年的数据通信技术积累和实践应用，基于内部的三大基础研发能力构建面向AIGC (artificial intelligence generated content)

图1 中兴通讯数据中心网络解决方案CloudDCN 3.0



市场的新型数据中心网络产品，推出拥有五大核心能力的算力时代数据中心网络解决方案CloudDCN 3.0，旨在打造高带宽、低时延、无阻塞的算力网络，助力新兴算力业务的快速发展（见图1）。

中兴通讯数据中心网络产品的三大研发基础能力：

- 自主研发的可编程硬件平台：中兴通讯具备完整的芯片自主研发设计能力，COT模式（customer own tools）使芯片设计做到安全可靠。目前数据中心网络产品的CPU、交换、转发三大核心芯片已全部自主研发。
- 云原生操作系统：新一代自主研发的网络设备操作系统JINOS在模块化、组件化、微服务的软件架构方面进行了全面升级改造，可以更好地适应云网融合和云数一体的发展需求。
- 管控一体平台：集网络管理、控制、分析、自智功能于一体的ZENIC ONE控制器，支持对数据中心网络的规划、建设、维护、优化的全生命周期管理。

基于以上三大研发基础能力，中兴通讯数据中心网络解决方案CloudDCN 3.0具有超高带宽、超融合网络、端网协同、网络自智、安全可靠五大核心能力。

超带宽、高性能

基于中兴通讯数据中心交换机产品，可为运

营商、政企行业客户构建面向AIGC业务应用的超带宽、高性能算力网络。

- 超带宽：针对计算（训练）、存储、业务（推理）可分别构建独立的高性能网络区域，并根据业务对网络带宽的要求来选用100G、400G Fabric组网方案，支持平滑演进至下一代800G Fabric；
- 大规模：根据客户业务应用场景的不同，可提供从千卡级300PFlos/POD中型规模到万卡级5EFlos/POD超大型规模不同规格的智算中心组网方案，提供100G和400G混合接入的异构组网能力；
- 高性能：通过新型动态负载分担算法将业务流量动态分担到最优网络链路上，最大程度保证成员链路间的负载均衡效率，避免负载不均的网络拥塞丢包导致计算效率的下降，提供低抖动的微秒级网络时延质量。

超融合网络

作为算力基础设施的重要组成部分，数据中心网络贯穿数据存储、计算与应用的全流程。中兴通讯的超融合网络解决方案为客户提供全以太化网络架构演进，可帮助客户打破原有网络的协议、产品与方案的使用限制，提升算力能效比，降低建设和管理成本。

- 传统数据中心内烟囱式的三张物理网络走向

统一，计算（训练）、存储、业务（推理）三网分别从IB、FC、以太过渡到统一的RoCE无损以太网方案，实现三网业务流量的融合承载；

- 根据计算、存储、业务对网络质量要求的不同，可灵活选择25GE、100GE、400GE不同形态的网络设备，最佳匹配客户的算力业务需求；
- 引入RoCE（RDMA over converged ethernet）无损以太网技术，通过PFC流控和ECN拥塞控制技术，让原有的以太网支持RDMA（remote direct memory access），满足算力网络的高吞吐、低时延、无丢包的网络质量要求。

端网协同

由于算力业务流量的随机性以及路径的多样性，网络拥塞的风险不可避免。传统的DCQCN拥塞控制策略以被动拥塞控制为主，且缺乏精细化的流量拥塞控制能力。中兴通讯端网协同拥塞控制方案可为客户提供高精度流控的网络性能：

- 借助IOAM（in-band operation administration and maintenance）性能测量任务，在网卡、交换机上采集和传递比ECN（explicit congestion notification）更精细的拥塞控制信息，提高调速的准确率，减少试探耗时；
- 通过Native IP的源端路径控制技术，端侧进行更精准的调控速率，实现满带宽、低时延、快收敛的网络质量目标，有效提升网络的传输效率。

网络自智

数据中心网络拓扑结构的发展，推动了计算、存储、网络的深度融合，这使得数据中心网络管理变得越来越复杂和重要。中兴通讯的网络自智方案旨在为客户构建自配置、自修复、自优化的网络，提供零接触、零等待、零故障业务网络使用体验。

- 通过管控一体的ZENIC ONE控制器，对数据中心网络提供从网络规划、工程建设、运营维护到网络优化四个阶段的全生命周期管理，为客户提供其极简网络设计部署、业务精准上线保障、故障智能修复与预测、网络自动优化调整；
- 通过交换机设备和控制器内置的AI智能引擎，可以提供智能ECN水线调优、网络日志自动采集、故障根因智能分析、典型故障自动愈合等L3+网络自动驾驶能力。

安全可靠

当前，产品和方案的安全可靠是关乎企业能否持续稳定提供业务服务的关键要素。中兴通讯通过BCM（business continuity management）战略打造安全供应链，保障战略产品商业可持续，从核心技术自主可控、自主产业链协同发展、战略物料安全储备、资源多样化布局多个维度确保可持续发展能力。

中兴通讯CloudDCN 3.0解决方案所配套网络交换机产品的CPU、转发芯片、交换芯片三大核心器件已实现100%自主研发，产品的功能、性能、能耗等方面已达到行业领先水平。

中兴通讯是国内工业级嵌入式实时操作系统领域的领军者，拥有20年路由操作系统研发/商用积累，针对算力时代的网络设备，推出了完全自主知识产权的微内核、多进程、模块化、分布式的网络操作系统，安全、稳定、可靠。

中兴通讯基于CloudDCN 3.0为客户打造高性能、超融合、端网协同、网络自智、安全可靠的智算中心网络解决方案，支撑客户AIGC等新兴算力业务的快速发展需求。当前，中兴通讯已发布千卡级GPU/单POD资源池业务规模的全盒式400G Fabric网络解决方案，2024年即将发布新一代400G Fabric产品，满足万卡级GPU超大规模组网需求，同时提前布局下一代800G Fabric，全力协助客户应对持续增长的业务发展诉求。 **ZTE中兴**

400GE Fabric组网方案

助力数据中心网络创新



王宇
中兴通讯交换机产品规划
经理

随着大数据、高速计算、AI和ChatGPT等业务的飞速发展，数据中心规模急剧增长。据IDC统计，全球数据总量2021年为84ZB（1ZB=1万亿GB），预测2026年达到153ZB。服务提供商以及各大企业亟需将IT架构升级，将现有数据中心内部交换系统从10GE、40GE提速到100GE、400GE互联，服务器接入从GE、10GE演进到25GE、100GE，以满足数据中心业务高吞吐的发展趋势。

数据中心Fabric互联面临带宽挑战

更快的以太网速度、虚拟数据中心构建、物

联网（IoT）以及混合/多云扩展，在合力加速数据中心网络资源的发展。云提供商数据中心对带宽需求的激增是采用400G交换矩阵的关键因素。

云数据中心在满足日益增长的工作负载和计算实例方面占据了主导地位，超大规模云提供商正在向50/100G网卡（NIC）迁移，以提高数据中心的整体效率，降低每千兆的功耗。此外，随着5G的蓬勃发展和基于视频的数据传输的快速增长，云数据中心势必需要升级容量才能交付这些快速增长的数据和带宽密集型应用。

在AI场景，随着GPU能力升级，RNIC（RDMA NIC）带宽也需要同步升级，GPU升级1~2代，接口带宽提升1.5~2倍。当前需要部署100GRNIC接入，全部发挥GPU性能，需要选择更高带宽的400GRNIC。最近版本的SmartNIC满足2个200G端口或1个400G端口。100GE Fabric网络需要升级至400GE Fabric，而且AI多种业务同时对网络提出了高吞吐、低延迟需求，400G数据网络是加快数据中心采用RoCE（RDMA over Converged Ethernet）技术的关键。

随着大型数据中心向更快速、更可扩展的基础设施过渡，大容量连接对于满足不断扩展的用户数量、设备和应用数量至关重要。

400GE互联技术趋势

随着100G Serdes、交换芯片、高速光模块技



术成熟，400GE互联产业环境已经成熟。交换芯片 Serdes已由56G升级至112G，机架设备线卡交换芯片转发带宽达到7.2Tbps，为机架设备提供高密度400GE端口芯片方案。盒式设备转发芯片带宽8Tbps，为100GE接入和400GE上行提供芯片方案。

400G QSFP-DD和QSFP-112光侧和电侧都已标准化，且400GE满足向前同时兼容100GE和40GE。可选择QSFP-DD LR4 10km光模块进行DC间或POD间互联。400GE端口功耗在14W左右，对比100GE端口带宽增长3倍，每吉比特功耗下降13%。随着100GE Serdes成本进一步降低，QSFP112在功耗和成本相对于QSFP-DD有优势，4通道的QSFP112将是DC内Spine-Leaf 400GE互联的主要部署选择。

400GE在DC应用包括POD、DCI及Fabric互联场景，由于224G serdes技术瓶颈，400GE会长期部署。

中兴通讯数据中心400GE Fabric组网方案

中兴通讯400GE Fabric组网方案为云数据中心、AI提供多种灵活组网方案，满足数据中心流量的持续增长，以及对大容量400G数据中心网络解决方案的高带宽需求。400GE Fabric解决方案包括云数据中心解决方案和单层机架组网方案（见图1），前者适用于数据中心通用解决方案，后者适用于AI算力的高速、低时延和无损的

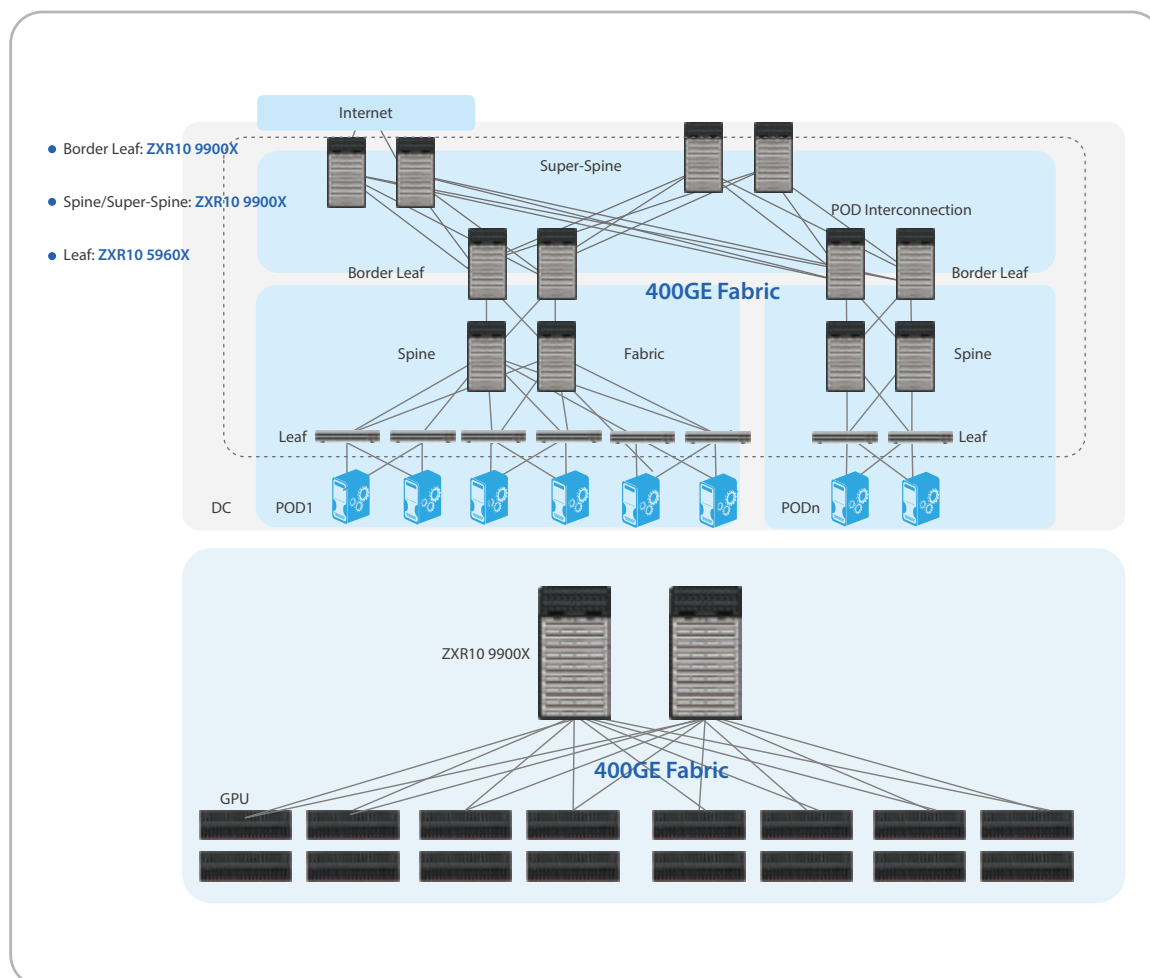


图1 中兴通讯数据中心400GE Fabric组网方案



中兴通讯400GE Fabric云数据中心组网方案为云数据中心内部和云数据中心之间提供全400GE互联方案。服务器网卡100GE接入，1U盒式接入设备提供48口100GE接入端口和8口400GE上行端口，多形态机架设备单槽提供36口400GE与接入设备互联，盒式设备和机架式设备为云计算场景提供更大规模的Spine-Leaf Fabric组网。

高要求。

中兴通讯400GE Fabric云数据中心组网方案为云数据中心内部和云数据中心之间提供全400GE互联方案。服务器网卡100GE接入，1U盒式接入设备提供48口100GE接入端口和8口400GE上行端口，多形态机架设备单槽提供36口400GE与接入设备互联，盒式设备和机架式设备为云计算场景提供更大规模的Spine-Leaf Fabric组网。接入设备还可选择48口25GE接入8口100GE上行TOR，满足25GE、100GE云计算不同业务类型的接入场景，机架设备同时提供36口100GE板卡，满足不同带宽业务混合组网，高带宽业务选择400GE Fabric，低带宽业务选择100GE Fabric。

中兴通讯400GE Fabric单层机架组网方案为AI业务提供更高带宽、更低时延以及无损承载。单层组网两台机架设备可提供1152个400GE端口，满足400G RNIC接入，同时为AI业务提供带宽无收敛的400GE Fabric网络，此外，400GE Fabric网络结合RoCEv2组网确保实现低延迟、智能拥塞管理和QoS灵活性。机架设备基于信元交换、VoQ和端到端调度架构确保机架设备跨板转发无拥塞、无抖动，单层机架组网对比多层Spine-Leaf组网架构具备以下优势：

- 确保AI业务可靠运行

多层组网设备间依赖HASH选路存在冲突，个别路径冲突+并行计算的同步效应，会使得预训练时间成倍增加；机架设备单层组网对比多层组网能够确保AI业务可靠运行。

- 确保高链路利用率

多层组网设备间的HASH选路可能引起链路带宽利用率不均衡；单层机架设备组网板卡间交换属于设备内部交换，线卡和交换网板卡间的交换能绝对负载均衡，能够确保高链路利用率。

- 提供无感知的故障恢复

多层组网设备间链路故障切换通常在毫秒级别，端到端切换时延依赖路由协议切换时延到百毫秒级别；单层机架设备交换网切换可为业务提供无感知的纳秒级故障恢复。

- 网络极简运维，业务灵敏感知

多层设备组网设备间互联端口需要无损网络进行整网配置，无损业务调整复杂，随着网络规模扩大严重影响网络灵敏度；单层组网设备间的端口均为机架设备内部端口，多台设备组网复杂的无损参数调优变得极简，利于网络运维并提升网络对业务感知保持高灵敏度。

中兴通讯400GE Fabric组网方案将助力数据中心网络创新，构筑“5G+云+AI”时代新基建。ZTE中兴

中兴通讯智能无损拥塞控制 解决方案

随着AI时代的到来，尤其是ChatGPT的成功应用引起的大模型研究热潮，行业对于数据中心网络低时延、零丢包、高吞吐的需求愈发强烈。然而现有的一些先进的流控技术常常由于过多的参数配置而存在实施壁垒，或是需要增加设备硬件功能而存在实际部署成本过大的问题，同时由于网络环境的复杂多变，一些静态的方案很难适应网络中频繁产生的微突发和incast流量。因此，一种AI ECN的解决方案被提出，该方案在显示拥塞通知ECN（explicit congestion notification）机制的基础

上，通过AI算法实时智能地调节ECN水线，及时响应网络状态的变化。

无损关键流控技术发展

无损流控技术的发展历程可以追溯到网络通信的早期阶段，随着网络的不断发展和应用需求的增加，无损流控技术也在逐步演进和完善。

- 传统拥塞控制：在早期网络通信中，传统的拥塞控制机制主要基于丢包和延迟等信号来判断网络拥塞，并通过减少发送速率来缓解拥



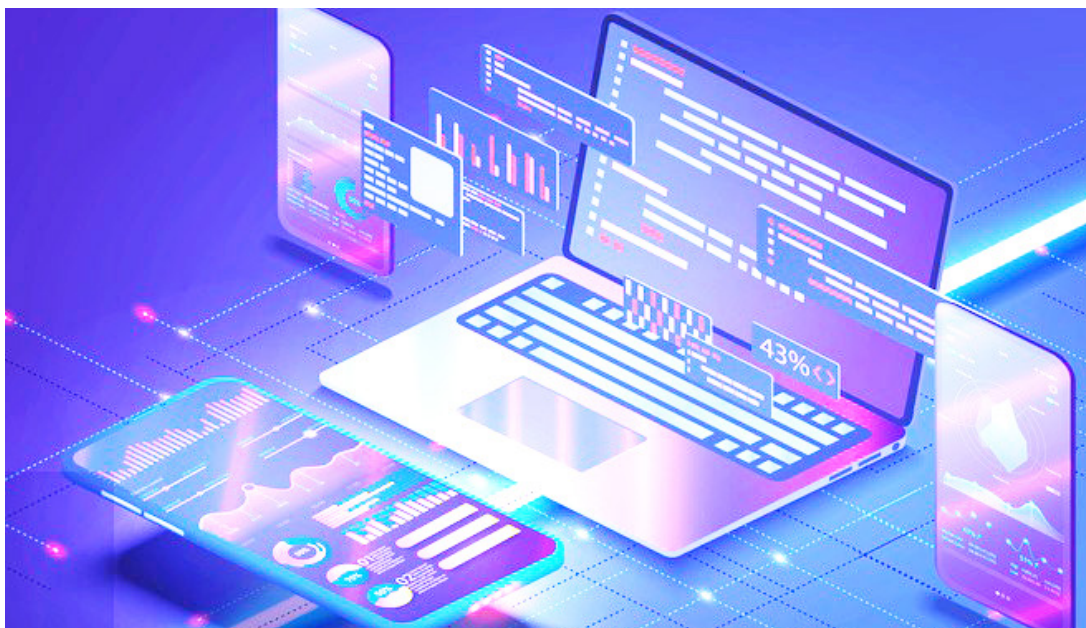
段威
中兴通讯IP产品资深研发
总工



何力
中兴通讯有线研究院数据研发中心智能领域总工



高磊
中兴通讯有线研究院数据研发中心智能领域研发专家



塞。这种机制对于高速、低延迟的网络环境来说表现不佳。

- 显式拥塞通知 (ECN)：为了改进传统拥塞控制机制，引入了显式拥塞通知 (ECN) 技术。ECN技术允许网络设备在遇到拥塞时向发送方发送拥塞通知，而无需丢弃数据包。发送方收到拥塞通知后可以根据情况调整发送速率，从而避免网络拥塞的发生。ECN技术的引入为无损流控技术奠定了基础。
- 优先级流量控制 (PFC)：优先级流量控制 (PFC) 是一种基于优先级的流控技术，旨在确保关键数据的传输优先级高于其他数据。PFC通过设置数据流的优先级，可以确保关键数据在网络拥塞时获得更高的带宽资源，从而提高关键任务的传输效率和可靠性。同时，当网络发生拥塞时，PFC允许单独暂停上游某一优先级的数据传输而不影响其他队列，当拥塞缓解后重启数据传输，以达到不丢包的目的。
- 基于队列管理的流控技术：随着网络流量的增加，队列管理成为重要的流控技术之一。通过合理管理传输队列，可以优化网络资源的利用，提高数据的传输效率。一些流控技术如DCQCN (data center quality congestion

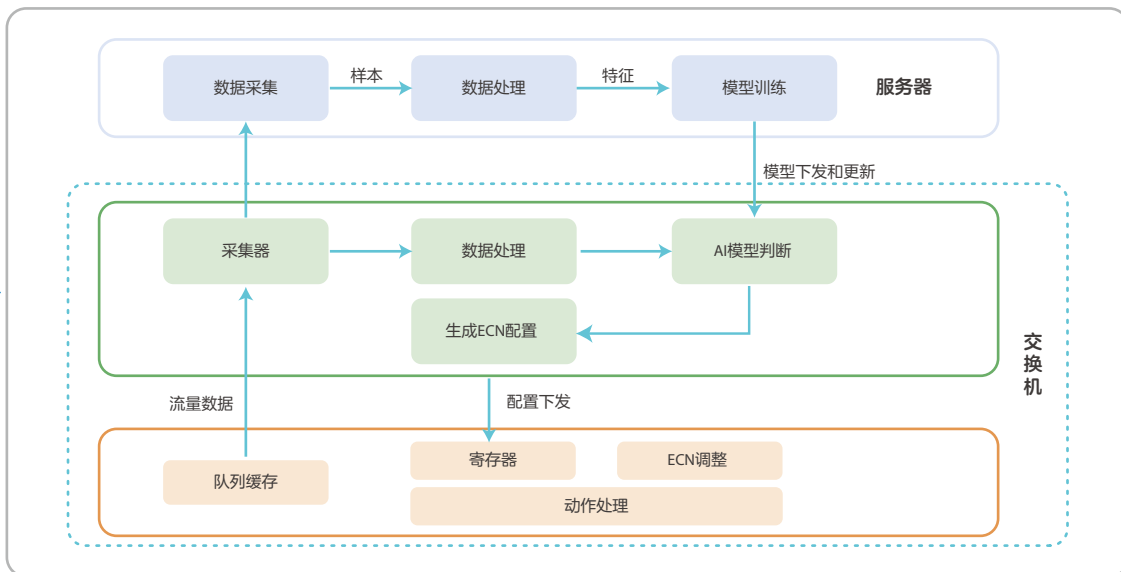
notification) 就采用了基于队列管理的方法，通过动态调整队列资源分配，实现对不同类型流量的控制和调度。

智能无损解决方案

为了避免大规模部署产生昂贵的代价，我们以PFC、ECN等机制作为基础功能，研究AI ECN的解决方案。通过对网络状态进行实时监控，预测网络流量变化，并且根据队列长度、传输速率、ECN标记情况等流量特征进行AI训练，利用AI模型学习实时流量状态下的最优决策参数，从而动态智能地调整ECN控制参数 (Kmin, Kmax, Pmax)，以达到在不丢包情况下网络状态最大吞吐、最小延时的传输目标。如图1所示，整个系统的训练和推理分离，通过不断迭代更新，反复调优模型性能，使模型能更好地适应环境的变化。

- 训练服务器：设备通过采集装置采集必要的样本数据并定期上传至服务器，服务器通过数据预处理和特征提取等手段将数据处理成模型可以识别的数据形态，模型利用经验数据充分训练后下发至智能代理Agent。最后，智能代理进行推理的同时，服务器继续收集现网流量数据进行进一步增量学习。

图1 AI ECN整体架构图





中兴通讯智能无损解决方案可在最小程度改变交换机现有功能基础上，赋予交换机智能决策能力。通过动态ECN功能，设备可以感知网络的拥塞情况，做出动态决策，缓解网络拥塞，打造零丢包、高吞吐、低时延的无损网络。

- 智能代理：代理采集实时数据并利用AI模型进行判断生成最优ECN配置，并下发至网络设备，网络设备根据结果调整ECN配置和其他动作处理。

- 分布式架构：智能代理分布式部署在各个网络节点，每个节点观察本地数据独立进行决策，所有节点共同形成一个多代理系统，各自负责自己所代理节点的拥塞情况，根据模型对ECN进行动态调优。

采用分布式而非集中式系统主要有如下几个原因：

- 避免设备间数据通信所带来的额外时延开销。网络流量突发的最佳响应周期需要达到毫秒甚至微秒级别，分布式系统的ECN决策过程全部在本地交换机完成，可以以最快速度响应突发，而无需经过设备通信后进行统一决策。当网络拥塞时，设备间的通信本身就可能存在较长时延，影响决策的及时性。
- 分布式设计仅采用本地网络状态并做出决策，每次推理需要进行的决策更少，与集中式设计相比，问题的参数空间要小得多。因此，学习过程的收敛速度很快，更容易得到一个可信的模型。

跨数据中心无损技术

数据中心间网络通常有几十千米的链路长度，固定往返时延往往是毫秒级别，这使得普通

PFC和ECN机制在这样的环境下会产生巨大的响应时延，从而导致对于拥塞的控制不够及时，无法应对网络流量的变化。特别是，如果采用普通浅缓存交换机，在PFC触发到生效产生的流量很可能撑爆缓存区空间造成丢包，同时从取消PFC到上游流量再次到达也会因缓存流量不足而造成吞吐损失。

采用以下几点策略来保证数据中心间流量高吞吐、无丢包的传输需求：

- 首先采用大缓存交换机代替普通浅缓存交换机。
- 改善PFC和ECN机制在长距离传输情况下带来的控制上的时延问题。结合本地缓存流量数据与历史信息，通过预测性的估计来预测未来网络流量的拥塞状态，从而对网络流量进行提前控制。
- 通过快速CNP机制从源端对流量快速进行降速，避免形成PFC风暴。
- 有针对性地区分数据中心内流量和数据中心间流量的控制逻辑，避免在流量共存期，吞吐敏感的数据中心间流量对时延敏感的数据中心内流量造成影响。

中兴通讯智能无损解决方案可在最小程度改变交换机现有功能基础上，赋予交换机智能决策能力。通过动态ECN功能，设备可以感知网络的拥塞情况，做出动态决策，缓解网络拥塞，打造零丢包、高吞吐、低时延的无损网络。 ZTE中兴

数据加密技术助力数据中心网络安全



李连华

中兴通讯交换机产品规划经理

Internet网络天然是不安全的，调研机构对2011年以来的639起上市公司做了网络安全事件分析，网络数据泄露的平均损失高达1.16亿美元。2021年中国出台《中华人民共和国数据安全法》，从立法角度保护数据安全，也标志着数据中心安全建设进入新篇章。

以太网数据一般以明文形式传输，我们在进行网络部署时出于成本和安全考虑会尽可能地将设备放在可控的物理范围内，但当网络布线穿越不受控制的公共区域时就存在被窃取的风险。目前已经有光纤侦听设备，利用电磁感应技术在不破环布线的情况下对光纤传输内容进行还原和窃听。

对于数据面传输安全风险，传统方式是通过IPsec等三层加密技术来解决，但这些技术不能实现线速转发，也不能加密二层帧头后的所有数据；若使用专门的加密机来进行数据面加密，则面临成本过高的问题。在这样的背景下，MACsec（media access control security）技术应运而生。

MACsec直连加密技术

MACsec是基于802.1AE和802.1X协议的局域网数据面安全技术，采用二层加密方式提供接口间链路直连数据面安全，通过保护以太网传输的数据帧为用户提供MAC层数据的发送和接收服务。

MKA（MACsec key agreement）协议负责MACsec安全通道的建立和管理，以及MACsec密钥的协商。MKA会话建立后会根据预共享密钥生成一个安全加密密钥并进行分发，用以数据报文加密，同时两端设备会通过交互MKA报文用以

会话保活。当收到对端下线请求或MKA会话超时后，为保证数据传输安全两端设备会立即清除相关会话。

MACsec报文加解密过程：

- 报文的发送端：根据协商密钥采用加密算法对原始报文的数据部分（除MAC头外）部分进行加密形成密文，并计算出校验值放置在报文尾部，组装成一个完整的MACsec加密报文后发送给对端。
- 报文的接收端：基于协商密钥和解密算法对密文反向计算得到明文。同时采用校验算法计算出校验值，与报文携带的原始校验值进行比较，如果一致表明报文没有被修改，进行下一步转发；如果不一致将依据配置的校验模式决定是否丢弃该报文。

MACsec使用的加密套件是用来加密、校验和解密被保护数据帧的算法，目前较为主流的加密套件为GCM-AES-128和GCM-AES-256。相较于传统加密算法，MACsec基于硬件实现，可以实现报文的线速转发；使MACsec的接口在接收报文后即解密为明文，设备可以平滑兼容已有业务部署。但MACsec基于接口间加密的属性限制了其应用场景，仅适用于接口间如园区二层传输或数据中心间DCI设备支持MACsec加密的接口互联场景，当需要跨三层设备部署或DCI设备不支持MACsec时则无能为力。

CloudSec跨网络数据面加密技术

CloudSec对数据面报文进行三层加密以实现跨设备的数据面安全传输，本质上是使用“MACsec

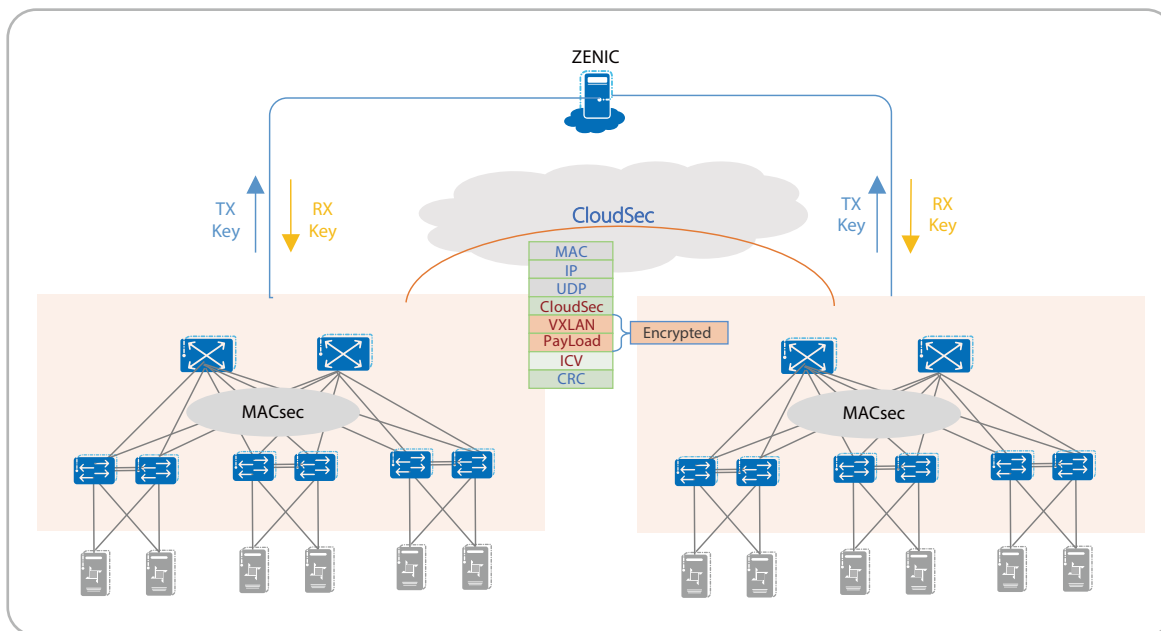


图1 CloudSec应用组网示意图

in UDP”的原理提供安全保护。CloudSec在加密数据外层封装不加密的UDP报头，从而实现在已有IP网络跨设备传输的目的。

CloudSec在设备间传输密钥时采用本地计算密钥通过BGP (MP-BGP) EVPN (ethernet VPN) 进行密钥加密后通告给对端的方式进行。本地设备基于预共享密钥计算生成数据加密密钥 (TX Key) 保存，同时通过EVPN分发给对端，对端收到密钥后记录为远端解密密钥 (RX Key) 用以收到数据报文后解密。考虑到密钥传输延时和对端响应时间，本地设备会基于会话保存密钥，在收到对端设备响应前仍使用更新前加密密钥进行数据加密。密钥保活通过BGP会话进行，当会话撤销或超时后相关密钥对删除。中兴通讯还支持通过控制器对设备间密钥进行分发，设备与控制器间建立会话，本地密钥更新时上报控制器，通过控制通告给对端设备，如图1所示。

CloudSec报文加解密过程：

- 报文的发送端：根据本地加密密钥 (TX Key) 采用加密算法对封装后VXLAN报文进行加密形成密文，封装标识CloudSec报文目的端口号的UDP报头，同时计算出校验值放置在报文尾部，组装成一个完整的CloudSec

加密报文后发送给对端。

- 报文的接收端：基于UDP目的端口识别到CloudSec报文后，根据报文源IP查询本地所收到的解密密钥 (RX Key)，利用解密密钥进行反向计算得到明文。同时采用校验算法计算出校验值后与报文携带的原始校验值进行比较，如果一致表明报文没有被修改，继续下一步转发；如果不一致将依据配置的校验模式决定是否丢弃该报文。

CloudSec使用的加密套件与MACsec相同，是GCM-AES-128和GCM-AES-256。

相较于MACsec，CloudSec技术能够更好地支持跨三层IP设备的数据面加密保护，具有更高的普适性，对无法自建物理链路的中小企业和现网已部署大量无法升级设备的运营用户更加友好。但CloudSec的实现与部署更加复杂，对于物理直连或新建网络来讲MACsec也有其特有的优势，二者相辅相成方能为数据中心网络提供更多灵活的选择，以实现安全无处不在的终极目标。

中兴通讯数据中心设备支持MACsec和CloudSec技术，提供全场景数据面安全解决方案，满足未来数据中心网络的安全通信需求。 ZTE中兴

数据中心网络带内遥测技术



王瑞雪

中国移动研究院数据中心研究室室经理



秦凤伟

中国移动研究院数据中心研究室项目经理



刘红巧

中国移动研究院数据中心研究室项目经理

数据中心网络是数据中心业务承载的基础设施，用来按需将计算系统和存储系统连接起来，以确保高水平的性能。随着数据中心逐渐引入SDN和NFV技术，实现了虚拟网络（overlay）与物理网络（underlay）解耦，具备虚拟网络自动化开通、业务快速发放等诸多优势。但随着数据中心网络规模不断扩大，网络越来越复杂，网络运维越来越困难。传统运维方案采用周期轮询、周期探测以及异常事件触发告警等方式，无法从复杂的异常及告警信息中快速精准定位故障及实现实时的网络流量可视化，导致数据中心网络存在故障难以发现、难以定位、难以解决等三难问题。

为解决上述问题，行业提出带内遥测技术。该技术是一种基于真实业务流的随流测量技术，可以提供真实业务流的逐跳SLA（丢包、时延、抖动等）测量能力，可快速感知网络性能相关故障，并进行精准定位、排障，是SDN时代及云计算时代的重要运维手段。

转发芯片、DPU等可编程芯片的兴起和发展，推进了带内遥测技术的落地实现。带内遥测技术的出现，使网络故障问题自动定位和主动运维成为可能。

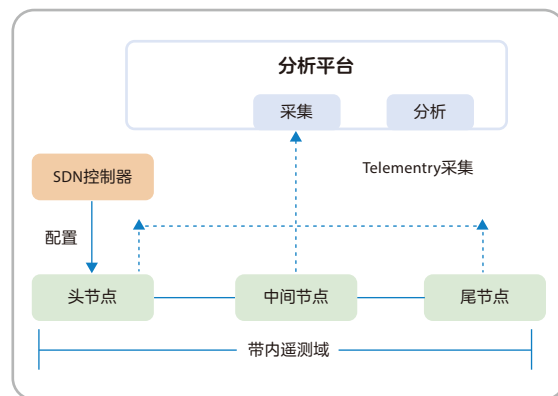
技术架构

在数据中心网络中，带内遥测技术部署架构包括分析平台、控制器以及使能带内遥测能力的转发设备，如图1所示。其中，分析平台能够收

集和分析遥测数据，以全路径形式呈现分析结果；控制器支持部署带内遥测功能，实现数据面的监测，配置检测信息确定哪些流量需要监测以及关注的遥测数据，并向网络转发设备下发相应的配置；带内遥测能力转发设备执行用户数据报文粒度的网络带内遥测数据的测量。其中，根据转发设备对报文的操作不同，转发设备节点可分为头节点、转发节点和尾节点三类。

检测原理

时延、丢包是数据中心网络的重要性能指标，带内遥测技术基于染色机制不仅支持丢包、时延的统计功能，而且支持业务流的路径可视化能力。此外，带内遥测技术实现直接在数据面收集并上报业务流包数、字节数、时间戳、沿路节点信息等网络状态，具有实时性及细粒度等网络特性。



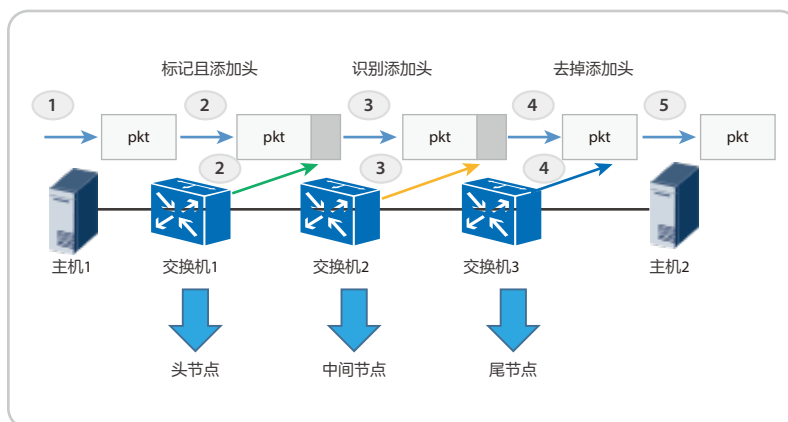
▲ 图1 带内遥测域架构示意图

带内遥测系统实现原理如图2所示，各节点具体检测流程如下：

- **头节点：**交换机1作为带内遥测的头节点，收到主机1发送的数据包后，基于控制器下发的配置信息，若匹配到配置中的某条业务检测流，则在交换机1上添加流检测标识及带内遥测头，其中带内遥测头中含有时延、丢包等标识位，代表所需的遥测数据信息，可以根据业务的需求对相应的标志位做标识，即周期性对检测业务流的所有数据报文（测量丢包）或某一数据报文（测量时延）的带内遥测头丢包或时延标识位染色。同时头节点也需根据带内遥测头向分析平台上报遥测数据。
- **中间节点：**交换机2作为带内遥测的中间节点，只需识别流标识并依据带内遥测头中的信息周期性向分析平台上报遥测数据。
- **尾节点：**交换机3作为带内遥测的尾节点，不仅需要识别流标识及依据带内遥测头中的信息周期性向分析平台上报遥测数据，更为重要的一点是需将带内遥测头剥离，恢复原始数据报文，最后交付给目的地主机2。
- **分析平台：**作为遥测信息的展示平台，需统计、分析并展示沿路节点上报的被检测业务流的遥测数据，包括时延、丢包等信息。此外，还可根据业务流经过设备的先后顺序绘制全路径信息，同时将业务流在相应设备上的丢包及时延等信息也在路径中绘制，实现业务流全路径可视化。

技术优劣分析

面向数据中心网络场景，带内遥测技术采用明信片模式，支持每节点上报遥测数据，避免头部过长带来有效载荷占比过低的情况。此外，带内遥测技术能够实时、精准地反映网络时延、丢包等性能指标，主动感知业务故障，真正做到“一键下发，全网使能”，真实还原业务流的转



▲ 图2 带内遥测业务流检测实现原理

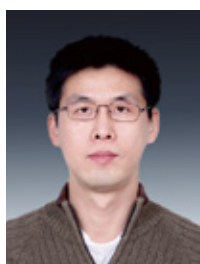
发路径。但频繁的遥测数据上报将会给数据中心网络带来带宽的损耗。

产业发展

带内遥测技术作为网络流量、性能、故障监控等网络运维的重要手段，极大地丰富了数据采集的多样性及网络运维的可靠性，实现实时的全网状态可视和流量可视，降低了人工干预，提高了网络自动运维能力，已逐渐成为数据中心网络运维的关注焦点。同时，业界普遍认为，数据平面的可编程性对实现带内遥测至关重要，这将对网络设备的开放性和可编程能力提出了更高的要求。目前，主流的新一代数据面芯片基本具备了带内遥测能力。

带内遥测能够面向数据中心网络不同类型的业务场景，提供较为新颖的网络管理及运维方案，实现业务流量的实时性、精准性、细粒度和多样性可视化网络运维及监控。此外，随着人工智能的快速发展，如何将带内遥测技术与人工智能有机结合将给数据中心网络运维带来新机遇，同时，如何利用带内遥测技术构建端网协同的拥塞控制算法，也将成为未来网络研究的热点问题。ZTE中兴

数据中心网络自智研究



刘胜
中兴通讯交换机产品规划
经理

伴 随AI、5G等新技术的不断发展，数据中心网络已成为数字经济基础设施的关键组成。网络管理也从静态配置扩展到动态调整，从单资源池管理到全域协同。网络规模不断扩大，网络的运维要求也随之而来。为了满足规模运营、故障快速定位以及网络性能优化等方面的需求，自智网络应运而生。

数据中心资源池自智运维架构如图1所示，资源池自智网络的五个核心组件是：意图管理模块、健康度监控模块、AI辅助分析模块、规划模块和数字孪生模块。这五个模块共同完成网络生命周期中规划、建设、维护、网优、运营不同阶

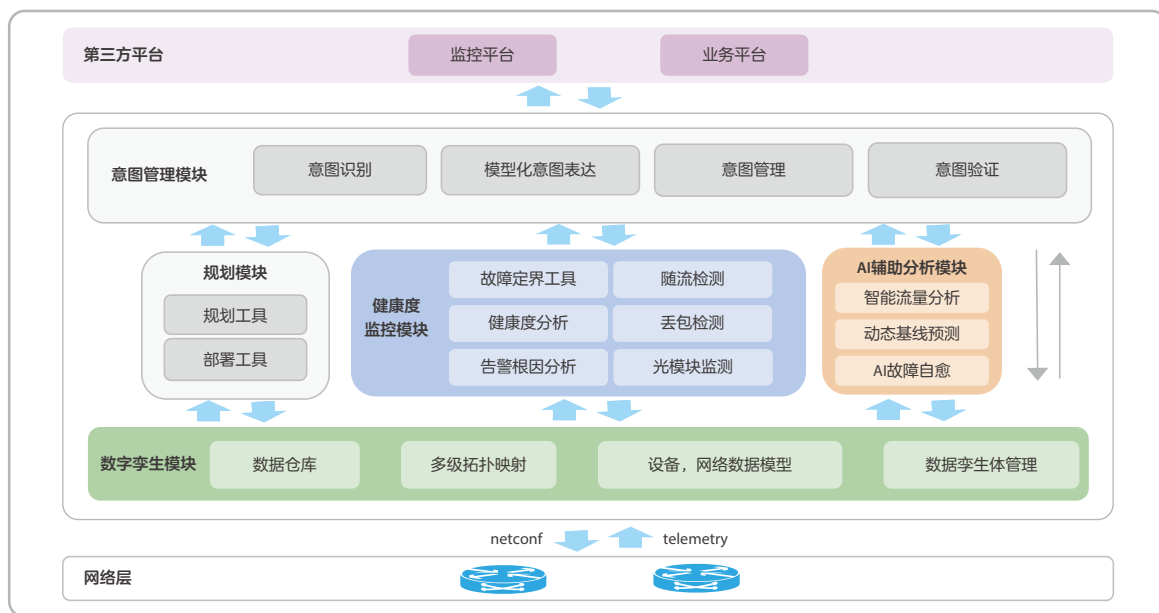
段不同场景的全流程闭环自动化。

数字孪生模块

数字孪生的主要特点是模型加数据。即利用大数据处理技术，对物理实体工作时产生的数据进行分析和处理，将其模型化、规范化。同时，数字孪生还可以完成仿真和预测，基于建立好的模型，将预制的的数据作为输入，得到相关结果完成仿真和预测。

数字孪生由镜像、仿真、预测三类功能组成：

- 网络镜像提供历史和当前的镜像数据，形成孪生数据；



▲ 图1 数据中心资源池自智运维架构

- 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；
- 预测模块基于孪生数据历史或预测未来，并输出结论供其他模块决策参考。

镜像网络是实际通信网络的镜像，是实际通信网络在数字空间的等价映射，为仿真、分析、预测提供任意时刻的数据。

数字孪生的关键技术包括：

- 框架支撑技术：包括建模技术（数字孪生网络管理实体建模）、协同技术（多模型协同/数字线程）；
- 镜像网络：包括数据复制、数据还原、时序数据库；
- 仿真：包括路由协议仿真技术、IP流推导技术、bottleNet structure graph技术、RouteNet/XNet技术、光器件仿真技术；
- 预测：包括知识图谱技术、图神经网络技术。

AI辅助分析模块

AI辅助分析模块是在数字孪生的基础上，通过基于大数据训练的AI模型以及知识图谱的智能分析技术，完成网络参数调优以及故障的主动预防。首先，分析模块通过机器学习算法，快速发现网络中的异常特征，并将这些异常特征关联到具体的模型上。然后，借助仿真验证模型，不断构造实际网络/业务可能出现的各种问题，结合已有的故障处理方法和经验，不断迭代，实现网络中的故障快速定位。AI辅助分析模块建立了一整套故障发现、故障根因分析、故障影响推理、故障处理维护的统一框架。

健康度监控模块

健康度监控模块基于数字孪生底座，实时监控整网设备、链路、资源使用情况。通过大数据技术构建海量设备数据的采集与分析能力，实时感知设备KPI、状态以及表项变化，图形化呈现告

警信息及异常设备。网络发生故障时，可快速界定到故障设备，及时完成业务保护切换。对于关键器件（光模块）的主要参数进行趋势监控，当发现器件性能趋于劣化时，可提前预警，避免业务受损。

意图管理模块

意图管理模块对应的是用户的意图，或者可以理解为运维人员、架构师的意图。用户将自身诉求传达给系统，通过转译和验证，确认无误后执行。

意图管理模块由4个步骤形成闭环运作，即：意图表达/收集、转译，意图翻译结果检查，自动化执行、自动调优，网络状态感知上报，最终完成意图闭环。

SDN和意图网络都是“自顶向下”构建网络的系统设计思路，但从本质来看，SDN偏好技术型用户，而意图网络提出理念就是面向最终用户的，它更多瞄准的是用户意图或商业目标，强调网络运维和架构人员的意图。

网络规划模块

网络规划模块是在网络规划阶段，基于用户意图以及图形化的设计工具，完成网络规划建议、网络规划设计以及网络仿真验证等工作。同时，基于规划的功能，自动生成所有设备的配置文件。在后续的建设验收阶段，系统可以使用自动化部署工具完成网络设备的自动上线并完成实际拓扑和设计拓扑的对比，自动完成网络验收。

网络自动化将大幅提升运营商的效率并使能全新的数字化业务，同时通过使能新业务，改变社会与千行百业。目前，自智网络正处于从理念到实现的关键阶段，很多应用都处于初始阶段，呈点状发展。自智网络已不再是一个可选项，而是网络发展的必由之路。ZTE中兴

可编程交换芯片在数据中心 的应用及价值



陈志伟
中兴通讯承载网总工

云 计算、大数据、大规模AI的持续发展，对数据中心网络提出了很多新的技术需求，对应以太网数据中心交换机也需要在带宽不变的情况下，提供更多的新功能。但传统交换机的转发平面使用不可编程的ASIC芯片，转发逻辑完全固化到芯片中，芯片发布后无法修改芯片逻辑，任何涉及芯片硬件逻辑修改的新功能都无法支持。芯片迭代和产品迭代的时间一般是3年左右，这个周期无法满足网络快速迭代的需求。所以，新一代可编程交换芯片应运而生。

可编程交换芯片由通用的逻辑单元和流水线组成，能够通过编程实现各种自定义的数据包处理。利用可编程交换机芯片，用户能在不升级设备的情况下，通过更新软件就能提供新型网络服务，满足新业务快速部署需求。

可编程交换芯片架构

芯片可编程能力包括一系列的可编程特性。其中报文字段解析可编程，意味着芯片能够基于用户设定的字段特征灵活提取报文头的关键信息；转发表可编程，意味着用户可以自定义转发表项的组成，包括key值，可以指定不同转发表项的条目数量；转发行为可编程，意味着用户可

以自定义多种转发行为，包括正常转发、修改报文、丢弃、镜像等；业务流水可编程，意味着用户可以编排业务流程，确定不同转发表之间的顺序。

实现芯片的可编程能力有三种不同的架构：增强型可编程架构，在原有不可编程芯片的基础上，增加部分可编程能力，例如报文字段解析可编程和报文修改可编程，对传统交换芯片架构修改较小，实现简单，但可编程能力最弱；RTC可编程架构，采用多个微处理器和多个硬件协处理器来实现全部报文的接收、关键字段解析、表项查找、报文内容修改的能力，可编程能力最强，但性能和功耗偏大；基于Match-Actions的可编程架构，在标准流水线上采用多级可编程单元来实现，每级可编程单元都是基于可编程的key值、可编程的转发行为，这种架构很好地平衡了可编程能力和性能，是数据中心网络设备比较好的选择。

多场景应用和价值

增加可编程能力后，一方面，数据中心交换机在传统DCN内部网络中，能够提供更好的性能和功能，另一方面，也把交换机的能力扩展到数据中心一些新应用场景，包括多业务网关、超融合TOR等，为客户提供新的应用和新的价值。

DCN增强Telemetry和OAM

随着业务的发展，单DC超万台服务器，DCN网络规模也随之扩大，交换机超百台。在业务出现问题的时候，需要找到出问题的交换机和业务链路，传统方案构造特定的探测报文来做链路质量检测，spine-leaf架构决定了网络存在大量的ECMP (equal-cost multi-path) 路径，这会导致探测报文的转发路径和真实业务报文的转发路径不一样，从而无法找到问题设备和链路。

采用可编程芯片，可支持随流检测技术，通过可编程芯片，把检测信息直接封装在要检测的业务报文头部，转发节点及尾节点基于检测信息进行统计、计算，从而得到相关检测信息。

具体的路径探测方式如下（见图1）：

- 在入节点交换机采用TCP五元组、RDMA QP等信息区分流，为业务流分配Flow ID，通过可编程芯片，对特定报文头进行修改，包括flow id设置和染色等操作。
- 每个转发设备匹配flow ID，收集各个报文对

应的转发信息，基于Telemetry上送管控系统。上送信息包括报文特征、设备信息、接收和发送物理的端口等。与其它技术不同的是，需要收集的信息（option）是在各个设备上通过配置指定，并不携带在报文内部。

- 管控平台静态订阅相关信息并处理，给出统计结果。

采用可编程芯片的增强telemetry和OAM功能，可以更好地支持自动化运维，极大缩短云数据中心网络问题的定位、解决、隔离时间，更好地做到业务对网络故障的无感知和无影响。

多种云网关的加速

在数据中心网络里，云网关是各种云流量的中心枢纽。因为业务的复杂，存在多种不同的云网关，基于X86 NFV架构的云网关是大型互联网的主要方案。但随着业务规模的持续增长，基于DPDK (data plane development kit) 优化的X86架构在性能上有很大挑战，单服务器最大峰值100Gbps，对于大象流的处理可能超过了单核的

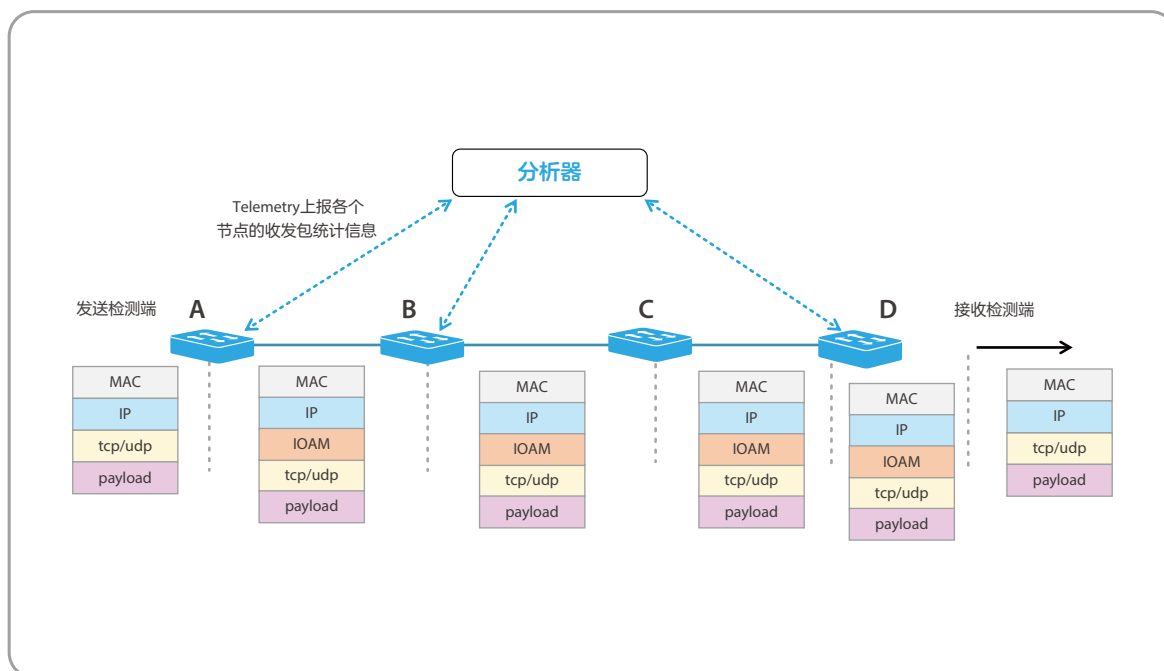
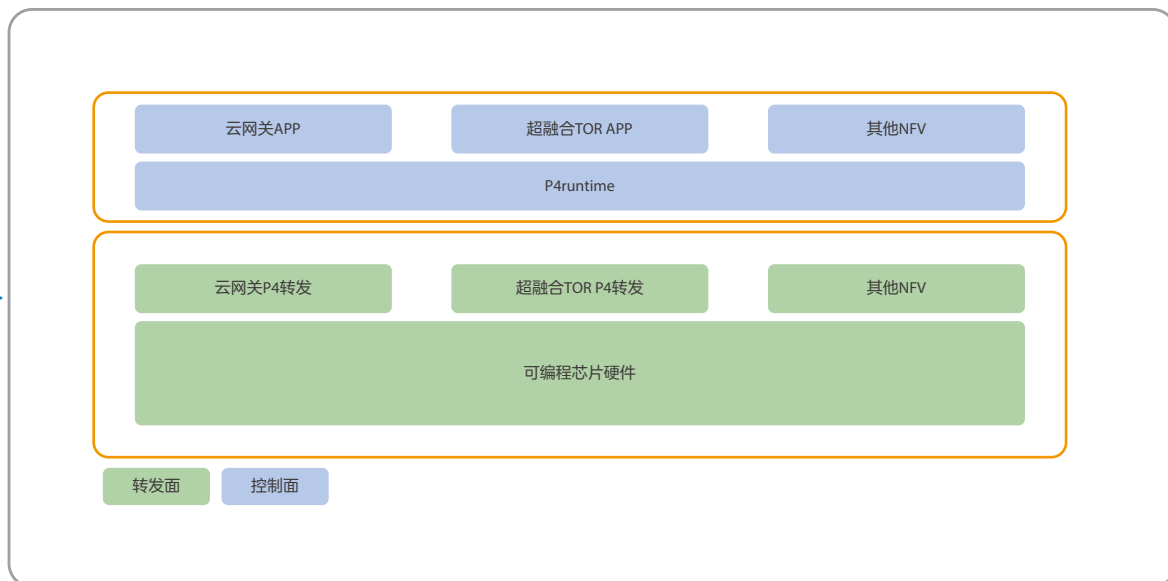


图1 用可编程芯片实现IOAM功能

数据中心的快速演进使得可编程芯片越来越有价值，基于Match-Actions架构的可编程很好地平衡了可编程性、成本、功耗，是DC内部比较好的选择，可以用于多种DCN场景，以及DC云网关的加速。

图2 用可编程芯片实现多种云网关功能



能力造成系统整体复杂性提高，X86架构本身对流的处理也存在很大的抖动，报文时延随X86的资源利用率和报文处理流程的变化有很大的变化，在Tbps级别的需求下，需要几十台甚至几百台X86集群来实现，这些X86集群的管理、控制面的同步都带来了额外的成本。

采用可编程芯片+P4编程的方案，可以针对每个云网关的功能定制P4转发代码，通过P4 runtime控制面下发对应表项，从而实现硬件加速的NFV功能（见图2）。

采用可编程芯片的多种云网关加速，可以用

一台设备取代20台X86设备，大大降低了云网关集群的设备成本和功耗，同时降低了集群的管理复杂度，提高了控制面的收敛速度，基于pipeline的可编程芯片保证了时延，提高了云用户的满意度。

数据中心的快速演进使得可编程芯片越来越有价值，基于Match-Actions架构的可编程很好地平衡了可编程性、成本、功耗，是DC内部比较好的选择，可以用于多种DCN场景，以及DC云网关的加速。[ZTE中兴](#)

中兴通讯助力中国移动 网络云资源池建设，打造 面向5G业务的新型数据中心网络

为 支撑业务快速发展，推进全网云化进程，中国移动启动网络云项目，开展基于NFV网络功能虚拟化技术的全云化核心网络建设；率先部署分布式存储，基于NFV+SDN总体架构实现资源虚拟化整合，提升5G网络的敏捷性和灵活性，加速5G新业务、新场景的应用。

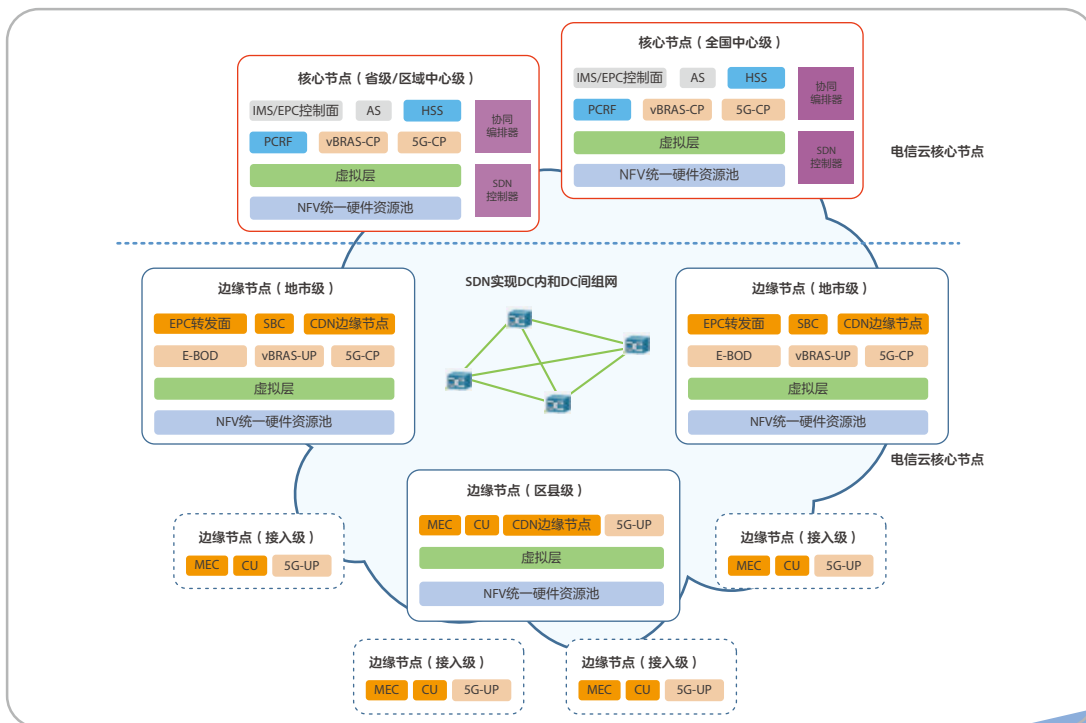
中国移动按照集中化思路建设网络云资源池，逐步打造8大核心区+X边缘节点的总体布

局，并实现全国性的网络云资源池互联共管。遵循“从控制到转发、从核心到边缘、从增量到存量”的网元虚拟化部署原则，中国移动以DC和统一硬件资源池为核心，构建“核心+边缘”架构的中国移动网络云基础架构（见图1），用以承载全国集中部署的人网、物网基础业务核心网元、用户数据、基础业务平台、增值业务平台、业务支撑平台等。

中国移动网络云资源池数据中心网络需要满



韩云霞
中兴通讯数通产品规划经理



◀ 图1 中国移动网络云基础架构

足业务部署的3个核心需求：

- 带宽持续提升，实现4G/5G业务融合发展，加速5G新业务、新场景应用；
- 资源池化演进，分散的资源进行虚拟化整合，支持任意时间、任意状态下的资源池自动化、智能化弹性扩缩容；
- 电信级高可靠性，满足99.999%核心网网元高可靠性部署要求。

之间采用三层组网，SDN控制器管理vSwitch、SDN GW，实现网络云内部Overlay网络自动配置，提供VNF内、VNF间、VNF访问外部网络需要的L2/L3网络、静态路由、BGP、BFD等服务自动化能力（见图3）。

持续创新，构建超宽、智能、可靠的数据中心网络

中兴通讯紧随行业发展需求，采用高速、智能、可靠的创新数据中心交换机产品，支持中国移动网络云资源池长期演进。

高速互联，400G~800G网络平滑演进

为了满足中国移动5G业务的快速发展需求，服务器侧的端口带宽需求不断提升，中兴通讯端到端交换机产品支持高密度10GE、40GE、100GE、400GE接口，满足网络云不同建设时期的业务流量需求，助力云内互联带宽从100G Fabric向400G Fabric平滑演进升级。同时，核心交换机采用全新零背板CLOS正交架构，产品硬件支持112G Serdes能力，未来可平滑升级至800G Fabric网络。

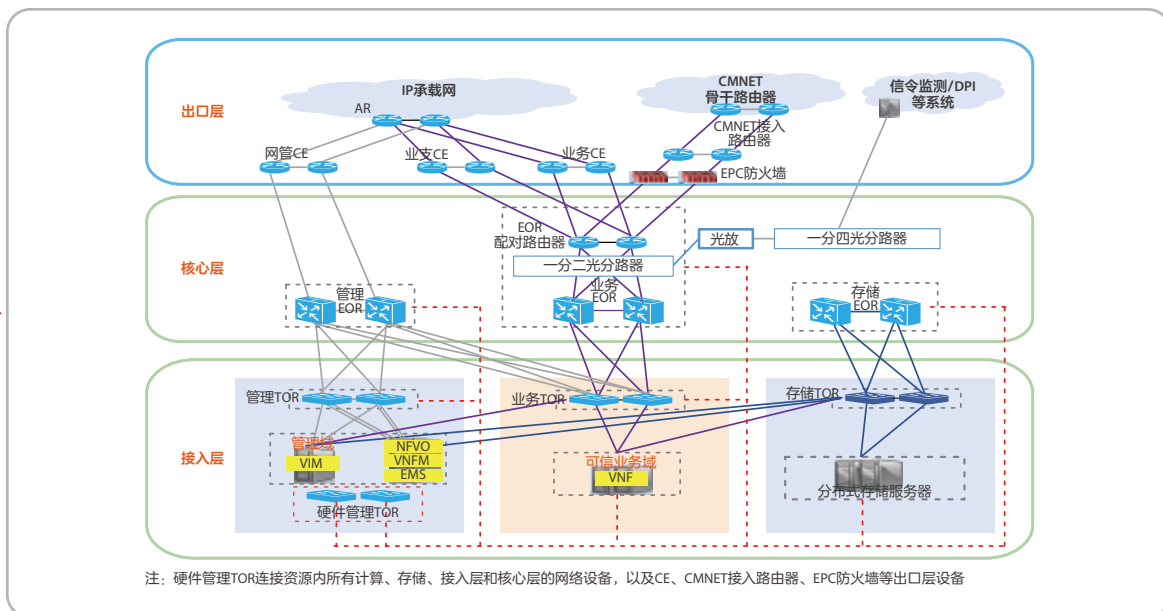
按需定制，分阶段支持网络云资源池建设

作为中国移动5G时代重要的战略伙伴之一，中兴通讯连续4年参与集中网络云资源池数据中心网络的建设，推出了分阶段的网络部署方案，支持中国移动5G业务快速发展。

一阶段采用增强型大二层网络结构，业务、存储、管理TOR之间采用增强二层组网，负责二层互通与隔离；管理、存储EOR之间部署网关，实现三层互通；部署EOR配对路由器作为业务网关，实现BGP及海量BFD会话检测，确保VNF可靠通信（见图2）。

二阶段采用混合Overlay自动编排，业务网络部署SDN控制器，SDN GW、业务EOR、业务TOR

图2 网络云资源池分阶段部署一阶段方案



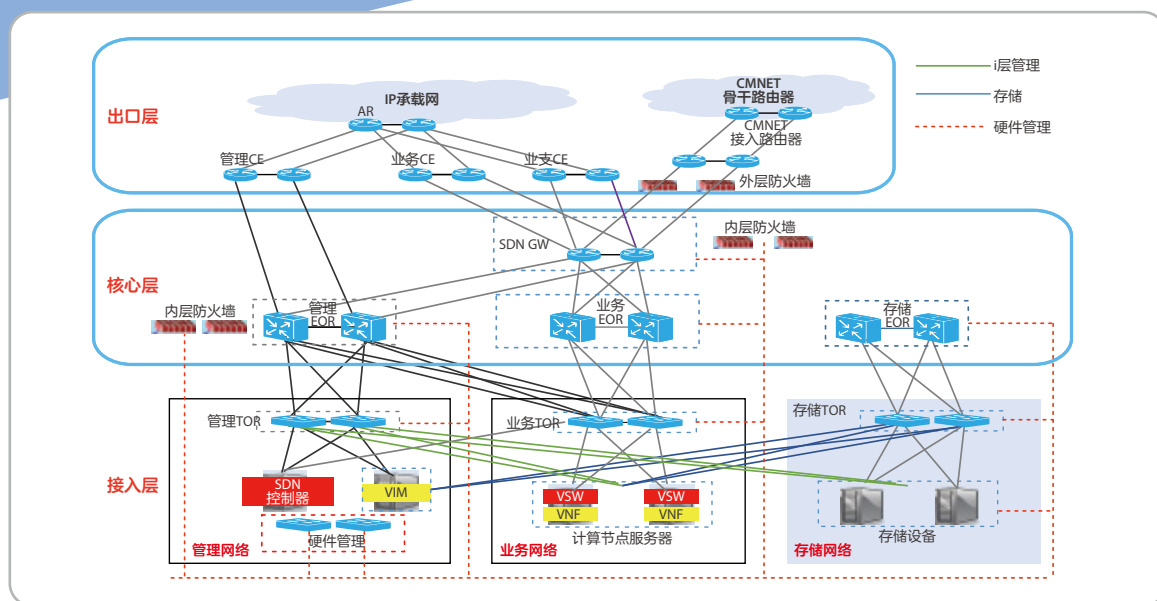


图3 网络云资源池分阶段部署二阶段方案

智慧灵活，简化超大规模复杂数据中心网络运维

中兴通讯全系列数据中心交换机支持智能化的数据中心网络运维方案，可以实现网络端到端自动化部署，物理设备即插即用零设置，多云业务分钟级自动开通；设备侧支持Telemetry/In-Band OAM等自动感知技术，从传统人工经验为主导的网络诊断，向全自动的AI诊断迈进，链路状态上报可达毫秒级，故障定位可达分钟级，为中国移动超大规模数据中心网络的复杂运维提供智能化方案；配合高性能网络智能控制器、虚拟化技术、智能化编排系统，可以实现从业务到网络的多层互视、故障路径还原、快速定界定位。中兴通讯为中国移动提供了资源可弹性伸缩、流量可全局调度、能力可全面开放的数据中心网络解决方案。

电信级可靠，确保系统高效安全运行

中兴通讯数据中心网络解决方案，软硬件各模块具有完全自主知识产权和软件著作权，可提供丰富的数据中心特性、电信级可靠性和可扩展性。其中，中兴通讯高端路由器产品，作为业务网关或SDN网关，可支持海量BFD/单臂BFD会话数，确保网络故障条件下的VNF无感知切换。同

时，基于创新的混合Overlay第二代SDN控制器技术，数据中心网络解决方案稳定性更高，部署更安全。

凝心聚力，助力中国移动5G快速发展

中国移动网络云项目中，基于业界领先的ZXR10 9900X和ZXR10 5960X系列交换机产品，云内网络带宽已实现100G Fabric互联，下一阶段将逐步向400G Fabric迁移。持续升级的带宽能力，助力中国移动5G用户数快速接近4G用户数，资源池网络可承载的数据流量翻倍式增长。

中兴通讯数据中心网络解决方案，依托业界前沿的SDN技术，配合Telemetry/In-Band OAM等自动感知技术，核心网虚拟化网元实现了快速灵活的部署；基于设备级，方案级等多重可靠性技术，确保了中国移动核心业务的安全性和稳定性，为中国移动5G快速发展打下坚实的网络基础。

未来，中国移动与中兴通讯将持续在网络云资源池建设方面深度合作，共同打造超宽、智能、可靠的新型电信网络架构，为5G新场景、新业务的发展，为中国移动持续保持业界领先的技术和市场地位提供强有力的网络支撑。ZTE中兴



中兴通讯助力天翼云贵州地市 “一城一池”建设



秦芳
中兴通讯交换机产品策划
经理

2022年初，“东数西算”工程正式全面启动，标志着国家首次将算力资源提升至基础设施的战略高度。中国电信作为建设数字中国、网络强国的国家队、主力军，把“建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性信息基础设施”作为职责使命，率先提出“网是基础、云为核心、网随云动、云网一体”的云网融合方向。为解决算力的高质量供给问题，实现算力普惠服务，中国电信天翼云正在加速全国算力资源布局，推进天翼云“一城一池”建设。

贵州是首个国家大数据综合实验区，是中国电信两个大规模数据中心之一，是中国电信云网融合资源布局中的中央核心节点，也是中国电信云市场的战略主阵地。贵州电信全面推进智能化、综合性数字信息基础设施建设，积极抢抓国

家一体化大数据中心和“东数西算”政策机遇，重点打造绿色数据中心、高效算力调度体系和云网安全防护系统，助推贵州数字经济高速发展。

贵州省地州市“一城一池”节点建设，旨在向全州政府、企业等多个领域提供基础设施、IT、云计算和信息安全等云服务。项目建设互联网和电子政务外网两个资源区，以具备双网网络接入能力，支撑州内外政务部门全域全业务上云，满足全州业务发展需求。

建设方案

以贵州某地州市节点为例，其“一城一池”项目包括互联网区和电子政务外网区两大网络区域。网络按业务数据可以分为管理、业务、存储三个平面，按网络结构层级可划分为接入层和核

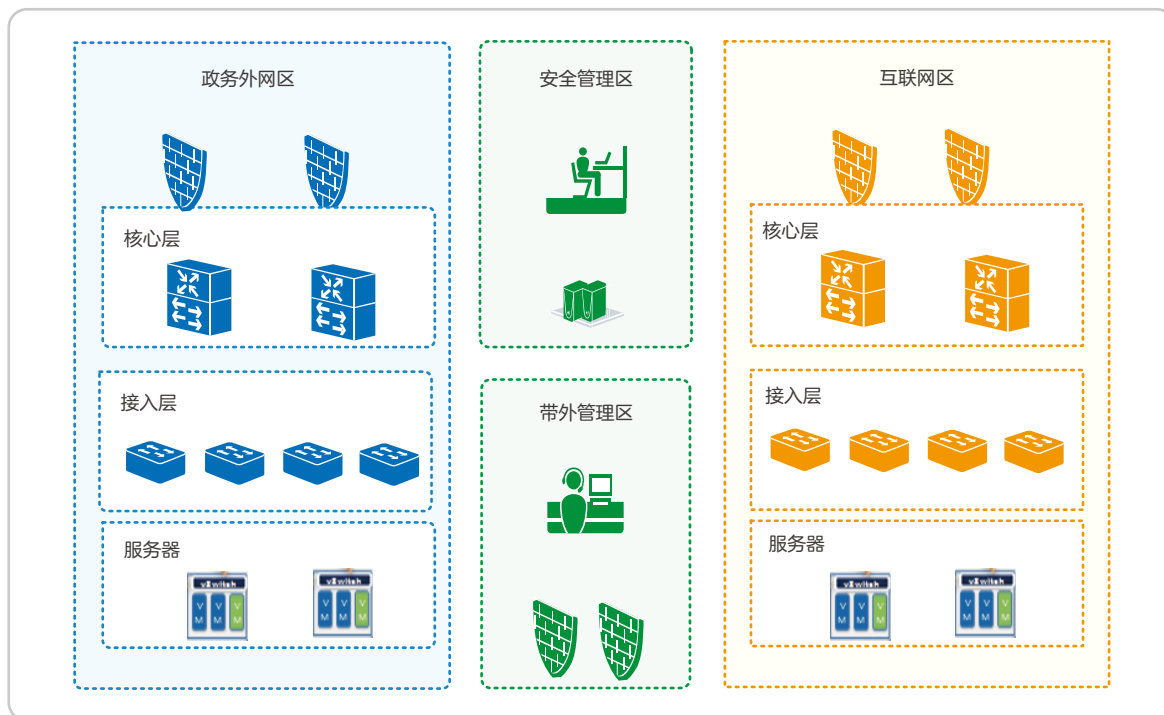


图1 “一城一池”贵州某地州市节点建设方案组网图

心层（见图1）。

中兴通讯ZXR10 5960X系列交换机主要部署在网络接入层，作为业务交换机下联服务器，上联核心交换机。ZXR10 5960X系列交换机为1U高盒式设备，采用业界先进的7nm自研芯片，核心器件自主可控，保证项目的产业链安全可靠。设备单台可支持48个25GE SFP28或10GE SFP+端口，25GE端口可降速到10GE；可支持6个或8个100GE QSFP28端口上行与核心交换机互联，100GE端口可以降速为40GE，满足项目多场景服务器接入及数据高速转发的需求。设备还支持EVPN、VXLAN、SDN netconf、大缓存及灵活可编程等丰富的数据中心特性，支持高可靠的MC-LAG特性和弹性可扩展的SDN特性，满足项目未来大规模高速融合业务的部署需求。

方案价值

项目采用中兴通讯数据中心盒式交换机作为接入交换机。通过10GE/25GE/40GE/100GE高密接口，实现了网络无阻塞、低时延转发。中兴通讯

数据中心交换机支持MC-LAG、ECMP、VRRP等多种网络链路可靠性保障技术，支持电源和风扇模块冗余，保障了网络的可靠性。二层网络采用MC-LAG去环，简化了网络逻辑，具备设备级业务保护能力。同时，交换机通过亚秒级Telemetry，实时监控网络状态，精准定位流量轨迹，通过Netflow实现流量管理、设备和网络配置管理等，帮助客户实现智能化运维管理。

中兴通讯助力电信贵州地市“一城一池”项目方案建设，高效故障管理和性能监控的能力降低了客户维护成本；网络兼具高标准化和可扩展性，帮助客户节省投资，最大程度地实现了基础网络价值。

中国电信天翼云贵州“一城一池”项目通过建设现代化的云计算数据中心，为企业和政府部门提供了高效、安全、可靠的云计算服务。作为中国电信重要的战略伙伴之一，中兴通讯已持续投入多个电信天翼云项目建设。未来，中兴通讯将继续推进与中国电信的深度合作，共同打造智能、可靠的数据中心网络，为5G新业务发展提供有力支撑。 ZTE中兴



广州5G智慧地铁

GSMA全球移动大奖背后的交付实力



黄致
中兴通讯交付项目经理



侯锐
中兴通讯全球服务品牌策划
经理

在 巴塞罗那2023世界移动通信大会（MWC 2023）上，广州地铁、中兴通讯和广州移动的合作项目“广州5G智慧地铁”荣获GSMA全球移动大奖“最佳移动互联经济创新奖”。作为5G在地铁行业的首次尝试，该项目打造5G技术在地铁领域的应用新场景，构建泛在互联、全息感知的安全、精准、协同、绿色地铁服务体系，研究面向地铁旅客服务及智能运维的5G示范应用。此次获奖表明该项目在提升行业生产效率、加速5G行业和社会转型而做出的卓越努力获得了业界认可，也为5G技术在其他生产领域发挥深远价值提供可借鉴的经验。

广州地铁为了实现5G赋能行业的战略性计划，于2020年启动18号线专网建设暨国家科技部示范工程项目。中兴通讯作为广州地铁的重要合作伙伴，是此项目的主要成员之一。中兴通讯携

手广州地铁、广州移动以探索推进新一代通信与网络关键技术与地铁行业的深度融合为目标，致力于实现地铁系统的全面数字化转型。

创新设计

项目基于实际业务场景需求，重点攻克5G技术在地铁高速移动复杂场景下的关键技术问题。项目完成4G/5G融合接入、线路级业务分流、车站级智简分流、地铁业务切片、业务鉴权接入等多个新功能。采用5G网络切片资源保障、750Mbps上行速率增强、160km/h高速移动性能保障等5G新专网性能优化方案，部署多层云边协同系统架构，将人、车、运行环境、设备、指挥调度之间在线数据深度地进行交互与共享，实现5G智慧车站、5G车地通信、5G数字化隧道等多

广州5G智慧地铁项目作为5G专网在轨交行业的首次应用，对后续5G技术在其他生产领域的全面铺开、提升各行各业生产效率、加速社会数智化转型具有重要的借鉴意义和参考价值。

个场景化应用。

端到端价值交付

项目涉及到广州地铁18号线从冼村到番禺广场的所有站点，设备数量多，种类复杂，几乎涵盖通信行业所有领域，且所有无线设备的安装和调试需要在不影响地铁正常运行的情况下进行。

为确保工程按期交付，兑现对客户的承诺，中兴通讯项目组以客户为中心，在项目交付中的每一个环节中以真诚的态度、敬业的精神和专业的能力赢得客户信赖。整个项目交付中与广州地铁、广州移动建立了良好的沟通机制，共同应对各种挑战，端到端推动问题高效解决。

同时，针对交付瓶颈，因时制宜采取临时方案和最终方案并运作的模式，创新性运用责权利匹配的组织模式、因地制宜的创新方案、定制化系统工具等多个项目管理方法，实现高效交付，满足快速建网需求。

匠心建网

项目一个重点验证方向是地铁现网内各类设备改造为5G后的接入问题。项目组经过梳理，

确定对地铁安检门禁、站厅扶梯、站厅及隧道内摄像头、闸机等400余个设备实施改造后再接入5G专网，实现现网设备从有线接入到无线接入的改造。

同时，尝试以建立VXLAN隧道的方式进行接入，与第三方设备厂家进行多次联合测试及调试。最终，不仅成功满足广州移动提出的保证原设备IP地址不变的要求，还缩短了对网络进行后期梳理和维护的工作量，得到广州移动高度认可。

两年来，中兴通讯以持续技术创新和匠心网络服务，致力于帮助广州地铁实现自动化运营和维护、高效的调度和管理以及更高的乘客满意度，让广州市民和游客都能享受到5G带来的地铁内高速上网、快速过闸等更舒适、安全和愉悦的地铁出行体验。

广州5G智慧地铁项目作为5G专网在轨交行业的首次应用，对后续5G技术在其他生产领域的全面铺开、提升各行各业生产效率、加速社会数智化转型具有重要的借鉴意义和参考价值。未来，中兴通讯将与产业伙伴紧密合作，共同推动5G深入千行百业，探索更多5G创新应用场景，助力国家数字经济高质量发展。ZTE中兴

站点工作平台 iTech Site,

助力工程项目交付数智化



杨俊
中兴通讯全球服务技术交付
数字化规划经理

“我们希望准确了解站点开通时间，通过与站点作业队伍的绩效挂钩，严格控制断站时长。”某运营商项目管理人员提出要求。“这期工程站点数量大，制式多，各站点工作内容不尽相同，我们的队伍有时候会遗漏一些工作导致重复上站。”某施工队负责人指出问题。“这次开站很不顺利，有很多告警，是传输问题还是站点数据配置问题？能不能专家在线会诊下？”某站点作业人员问。有没有数字化工具能帮助解决这些问题？则是他们的共同心声。

中兴通讯 iTech Site 工具正是在这样的数字化转型需求下应运而生。iEPMS 是中兴通讯自主研发的数字化交付平台，而 iTech Site 是基于 iEPMS 开发的站点工作平台，为站点交付工作创建统一的数字化工作间 DWS (Digital Work Space)，助力交付工作规范有序、全程可视、高效智能。iTech Site 由 Web 端和 App 端组成，Web 端主要实

现数字化工作间的准备和管理，App 端则实现工作间的具体作业功能。

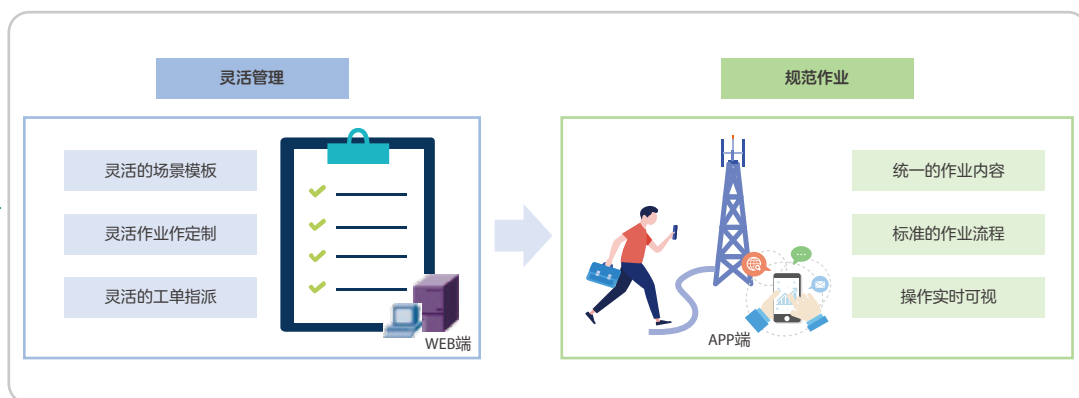
标准化作业方案

通过应用 iTech Site，运营商和项目管理团队可以为站点工作定制标准作业方案（见图 1），下发给站点作业团队执行，实现站点作业数字化、标准化、流程化。

运营商和项目管理团队可以针对不同的交付场景，创建定制化的作业工单模板；在模板内，可以定义作业所需的操作项、必填采集项、选填采集项等，从而实现灵活的定制化方案。

作业工单支持灵活指派，运营商和项目管理团队可以为不同的作业团队或个人下发工单任务。收到工单任务后，手机 App 上会有红点任务提醒，便于作业人员及时开始任务实施，且任务操作过程实时可视。工单内容包含了站点作业所

图1 标准作业方案，规范站点作业



需完成的各项工作及填报内容，为项目组提供了一套统一标准的站点作业Checklist，能有效规范和指导站点作业人员的工作实施，避免遗漏和重复上站。

此外，作业工单支持工单转发，方便站点作业人员根据实际情况安排其他人员完成工单内容。

数字化工作间

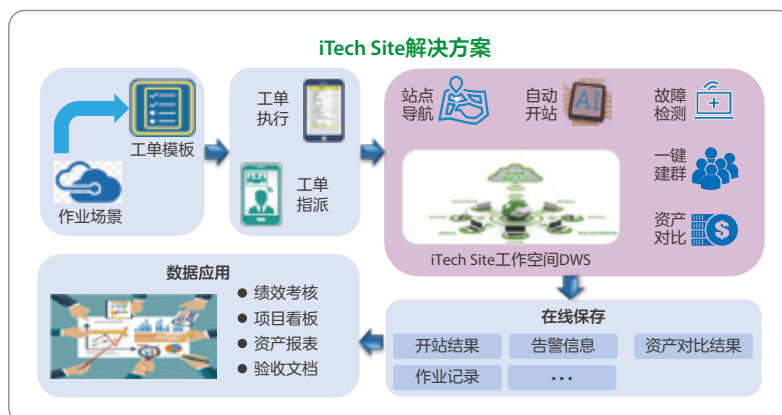
iTech Site数字化工作间DWS是站点作业人员开始工单任务的核心工作平台（见图2），具有丰富的智能化功能：

- 站点导航：可以将站点作业人员直接导航到任务站点。
- 自动开站：支持手机与开站工具对接，实现手机一键式自动完成站点开通和测试、结果自动上报回传，克服了传统电脑开站方式需要提前准备便携式电脑、开站数据文件等问题，使得开站工作变得省时、省力、省心。
- 故障检测：包括集成告警查看、功能测试、专家诊断等模块，站点作业人员可以在工作间直观查看站点告警、任务状态等信息；故障处理如果需要其他团队支持，一键建群功能帮助站点作业人员快速建立沟通群组，建群时可以邀请不同团队、不同岗位的人员，实现在线协同处理。
- 资产对比：支持站点资产变化自动比对。例如站点扩容时，可以一键式获取站点资产信息，自动生成资产变更表，克服传统手工统计方式工作量大、易出错等问题。

马来西亚Digi项目应用自动开站功能，开站时间由原来的平均40分钟缩短到约5分钟，大幅提升了站点工作效率。

丰富的功能扩展空间

iTech Site空间内的所有作业活动和数据采集



▲图2 iTech Site解决方案数字化站点作业空间

都会在线保存并回传至服务器。保存的结果为结构化数据，可用于第三方应用，实现更丰富的扩展功能。

- 通过采集站点作业时间、断站时长，为站点作业团队和人员的绩效考核提供数据依据。
- 通过采集站点进度、站点状态，生成每日/周项目交付状态报表和进展看板，助力项目组实现端到端项目管理。
- 通过采集站点资产信息，自动生成资产变更表，提高项目交付中的资产管理效率和实现数字化结算。
- 通过采集站点作业结果，为项目交付其他 workflow 提供输入数据，如 iTech Site 支持对接 iEPMS 文档模块，为自动生成验收报告提供数据基础。

iTech Site 的结构化数据和开放接口，为更丰富的功能扩展提供了可能。

数字化站点工作平台 iTech Site 目前已在中兴通讯全球项目规模应用，通过定制标准化作业方案、建立数字化站点作业空间、工作间作业记录和结果数据的进一步应用，实现项目规范有序、全程可视、高效智能的站点交付和管理。中兴通讯持续创新引领交付变革，致力于与合作伙伴携手助力运营商提升网络质量和用户感知，实现共赢。ZTE中兴

FTTR趋势已成， 进入规模化发展通道

摘编自2023年7月《C114通信网》 作者：刘定洲

FTTR（光纤到房间）是今年通信业最受关注的发展方向之一。可以看到，三大运营商的省分公司陆续启动FTTR终端集采，一省运营商一批次采购规模可达数十万套。经过2年多的技术沉淀和试点应用后，FTTR呈现出加速发展的趋势。

在FTTR用户层面，中国移动在近期宣布达到100万用户大关。上海世界移动通信大会期间（MWCS2023），中兴通讯副总裁董伟杰在接受C114等媒体采访时透露，另外两家运营商分别超过或接近这一用户数字，整体发展势头良好。从设备采购层面看，全国FTTR累计招标已超600万套，这是非常显著的增长。

分地区看，C114注意到三大运营商各自有重点发展区域，部分经济发达省份建设力度更大，用户规模增长更快，这可能与FTTR相对较高的安装成本有关。对于这一现象，董伟杰并不担心，认为随着FTTR价值的凸显、用户付费习惯的改变，以及终端和流量成本下降，FTTR将以更大力度铺开，成为未来的发展趋势。

FTTR快速发展原因解析

我国已经建成全球规模最大的光网络网络基础设施。工信部最新数据显示，截至5月底，固定互联网宽带接入用户总数达6.11亿户，其中百

兆宽带用户达5.74亿户，千兆宽带用户达1.21亿户。

高水平的宽带网络接入，是我国发展FTTR的良好土壤。董伟杰指出，近年来随着生活水平提升和网络业务创新，单纯的提升家庭带宽，难以满足用户体验的跨越式提升。运营商为强化用户粘性，探索了家庭组网模式，但在这个过程中，无线路由器和网关之间的设备管控、无线协同以及与传统宽带差异的增值业务等问题没有得到很好地解决。

FTTR是家庭组网更好的解决方案。首先，厂家成套设备具有较好的无线漫游效果，具备全面的设备管控能力；其次，提供了用户感兴趣、愿使用的新业务，为运营商提升ARPU值和增加业务收入奠定了基础；最后，FTTR将用户的关注点转移到业务体验和服务感知上，避免宽带速率低价竞争。

这使得运营商有很强的动力推动FTTR发展。同时从供应商层面看，经过这两年的发展，中兴通讯等头部设备厂家均已经完成两代产品的开发商用，跟随客户需求不断完善产品功能，提升产品性能。设备厂家还开发出一系列易装维的工具和软件，匹配了家庭光纤组网的不同场景，帮助运营商提升装维效率，解除了后顾之忧。

一是网络基础扎实、用户体验呼唤升级；二是摆脱低价竞争，推动营收增长；三是产品方案

完善，成本不断下降。三方面因素齐备，FTTR因而在今年上半年走出了“加速度”。“FTTR满足了用户对宽带体验升级的需求，也满足了运营商提升网络品质的要求。”董伟杰总结。

为FTTR规模应用扫清障碍

据C114了解，在运营商过去几年验证FTTR和试点FTTR部署的过程中，中兴通讯都是最重要的支持者之一。去年下半年以来，运营商开始规模部署FTTR，中兴通讯也赢得了较大份额，在多个运营商的省公司招标中位居头名。

董伟杰表示，中兴通讯自2020年FTTR概念提出以来一直重点投入。在产品层面，推出业内首款具备2.5GE接口的FTTR设备，近期实现了Wi-Fi 2000Mbps性能的突破，此外面板、挂墙、吸顶等多种形态的FTTR产品不断完善。

在解决方案层面，开发了面向运营商的FTTR运维管理SCP平台，实现了FTTR家庭网络的状态呈现、性能检测、故障诊断、运维统计报表等丰富功能；提供面向用户的APP和面向运维的APP，用户APP提供家长控制、Wi-Fi调优、网络测速等功能，运维APP提供一键放置和验收、热力图呈现等功能。

此外在布线施工上，中兴通讯设计了透明光纤短线槽、SC规格POF接口等封装实用的产品，大幅提升封装效率和质量。最后，中兴通讯积极配合运营商进行FTTR规范的制定、产品的测试和省份的试点，为运营商FTTR规模应用扫清了障碍。

值得注意的是，中兴通讯不仅面向运营商，也面向房地产开发商和行业客户，从多个产业维度推动FTTR落地商用。在这个过程中，中兴通讯也看到FTTR还存在的一些问题，尤其是标准问题。一方面是行业标准没有完全统一，带来的产品指标不一致；另一方面是地产建设标准和装修标准中，缺乏对FTTR的预装标准。这需要包括中兴通讯在内的整个产业链联手解决。

“当然，FTTR要大规模发展，还需要用户消费理念的改变。”董伟杰表示，FTTR是一个新生的技术，用户并不熟悉，相对较高的价格可能会影响用户的决策。这需要运营商培育用户使用习惯，打响FTTR高品质网络服务的名气；同时中兴通讯等设备厂家也要提供高品质乃至高颜值的终端产品，并通过规模经济和元器件降价，持续降低FTTR的部署成本。

看好FTTR走向普及

目前来看，三大运营商已经发展了数百万FTTR用户，据市场研究公司Omdia预测，到2023年底，我国FTTR用户数将超过700万。

这一速度不可谓不快，但相比超过6亿的宽带接入用户，仍然是一个小数字。在采访中，董伟杰对FTTR非常看好，认为在未来几年将逐渐形成与10G PON、G/EPON三足鼎立的家庭宽带发展趋势，并在部分省份率先出现。

原因在于，FTTR不单纯是一种宽带接入方案，其构建的家庭宽带网络会成为未来智慧家庭的数字底座，承担起连接运营商云业务和智慧家庭智能产品的作用。在宽带接入能力、业务使用体验、家庭网络管理，宽带业务应用等多个维度发展，FTTR将开拓智慧家庭新的价值空间。

与此同时，随着千兆网络走向普及，在技术驱动下更高速率的产品正在面世，例如中兴通讯接下来将会发布一款速率高达2000Mbps的产品。更高的接入速率，呼唤更完善的家庭环境覆盖，以及更具创新力的业务创新，“诱惑”用户升级家庭宽带，部署FTTR。

总而言之，运营商要为用户提供更好的服务，家庭用户也不是追求最便宜的服务，企业用户更是呼唤宽带网络助力业务创新。FTTR扮演了这样一个角色，有望在产业链的共力下，从今年开始走出高斜率发展势头，助推运营商智慧家庭业务打开新局面。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在