

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2022年7月/第7期

准印证号: (粤B) L011030048

## 视点

06 算网融合时代IP网络演进趋势

08 云网融合，云原生加持服务化网络



## 专题: CLOUD IP

10 筑基5G数智经济——中兴通讯全场景智能云网解决方案CLOUD IP





第26卷/第07期  
总第406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07月25日



李强  
中兴通讯承载网产品副总经理

## CLOUD IP重装升级, 构筑云网坚实底座

进入互联网大数据时代,数据成为一种新型生产要素,与土地、劳动力、资本、技术等传统要素并列。静态的数据本身并不具有价值,只有参与到社会生产过程中流转起来,才能产生价值。云网基础设施是数据流转的重要载体,是保障数字经济成功制胜的关键。只有夯实云网底座,才能构建起数字经济上层建筑。

云网底座集数据采集、传输、存储、计算等全环节服务为一体,涉及新网络、新设施、新平台、新终端等重点领域能力建设;依托智能终端的泛在部署,构建数据采集的神经元系统;依托5G等新网络的全面覆盖,构建数据的高效传输网络;依托互联网数据中心和超算中心等算力设施,提升数据计算能力;依托人工智能平台、工业互联网平台、物联网平台等平台的开发应用,构建数据智能分析中枢。在这个体系之中,网络将数据、算力和AI有机联系起来,同时数据、算力和AI也不断强化着网络的能力。

中兴通讯基于网络发展趋势,结合公司多年来在数通产品、大数据及人工智能平台的持续耕耘和经验积累,提出CLOUD IP方案,并在2021—2022年对数通相关的云网一体、确定承载、意图注智等业务功能进行重装升级,实现简洁、敏捷、开放、融合、安全、智能的新型信息基础设施的资源供给,最终能够使传统上相对独立的云计算资源和网络设施融合,形成一体化供给、一体化运营、一体化服务的体系,并在当今消费型互联网向产业型互联网延伸拓展的过程中,推动网络服务能力从“尽力而为”向“准时、准确”演进,提供超低时延、有界时延、低抖动、极高可靠性、端到端高精度时间同步等多种能力,以满足数字家庭、垂直行业网络消费升级的要求。

中兴通讯身为数字经济筑路者,将持续迭代和重构云网技术方案,不断助力提升要素生产效率,释放经济发展新动能。

# 目次

中兴通讯技术（简讯）2022年第07期



## 筑基5G数智经济——

### 中兴通讯全场景智能云网解决方案CLOUD IP

如何推动数字经济和实体经济深度融合？云网融合是未来通信网络发展的转型方向。

基于对5G数智云网新需求的深刻理解，中兴通讯在2018年推出CLOUD IP解决方案，并持续迭代升级。

## 视点

### 06 算网融合时代IP网络演进趋势

陶文强

### 08 云网融合，云原生加持服务化网络

朱海东

## 专题：CLOUD IP

### 10 筑基5G数智经济——中兴通讯全场景智能云网解决方案CLOUD IP

韩云霞，袁博

### 14 边缘算力网络架构及实践

吉晓威

### 16 vBRAS资源池智能运维方案

王怀滨

### 19 5G承载分组小颗粒专线技术

张宝亚，宋兵

### 22 IP骨干网切片方案探究

朱小龙

### 26 基于IPv6的网络内生安全技术探析

段威，周继华

### 29 AI技术在网元节能中的应用

武利明，段威



## 成功故事

### 33 DITO携手中兴通讯开创菲律宾电信行业新速度

成伟，杨艳

### 36 中国联通携手中兴通讯完成算力网络服务调度PoC

验证

李玲

## 技术论坛

### 38 5G无线网络自智规划

朱永军，张宝术，薛傲

## 02 新闻资讯

## 用创新筑路数字经济：中兴通讯重磅推出系列新品

2022年6月20日，以“筑路数字经济，共赢云网生态”为主题的中兴通讯云网生态峰会在线上以及深圳、南京等线下会场成功举办。此次峰会，中兴通讯在面向合作伙伴分享公司战略规划、企业洞见的同时，从数字基座、数字产品、赋能产业数字化转型三大维度重磅推出系列新品。

面向数据存储与计算，中兴通讯推出全新架构的分布式磁阵产品KS20000。这是业内第一款可以完全替代各类盘阵的分布式存储产品，同时具备磁盘阵列和分布式存储的架构优势。它也是业内第一款具备海量扩展能力的Scale-out架构的盘阵，可以实现性能和容量的线性增长。

在有线网络领域，中兴通讯基于各行业数字化需要，推出ZXR10 9900X系列采用自主创新芯片的数据中心核心交换机。ZXR10 9900X系列核心交换机产品基于自主创新Tbit芯片，前后端设计安全可控，设备的可持续性大幅度提高，同时在整机容量、性能、能耗、运维效率等方面均有较大提升，

助力千行百业打造创“芯”、超宽、绿色、智能的数据中心网络，为数字经济铸就坚强动脉。

数据中心是数字经济的“底座”，也是能源网中的主要负荷之一。双碳政策下，中兴通讯推出新一代绿色数据中心——预制全模块数据中心。中兴通讯结合预制化、模块化理念推出预制全模块产品，解决数据中心建设周期长、投资大、运维成本高等痛点。遵循工程产品化原则，将IT机架模块化延伸到暖通、配电、管理、办公各专业模块化设计，实现园区级别的模块化，具有快速部署、节省成本和灵活扩展的特点。

面向金融行业，中兴通讯核心产品GoldenDB已实现国有大行核心业务分布式改造，攻克金融行业分布式改造的制高点。GoldenDB是唯一一拥有政策性银行、国有大行、股份制银行、城商行及大型金融机构核心业务改造实践的国产数据库；率先实现支撑十亿级用户及百亿级发卡量、多地多中心架构实现99.9999%系统高可靠、强

大的金融基因及丰富的金融实践积累助力业务平滑迁移。

在终端领域，中兴通讯推出业界首款笔记本型云电脑W600D。W600D云电脑具有极简便携、强劲性能、安全可靠、低碳环保等特点。打破算力边界，凭借“云”端资源弹性扩容、按需分配的原则，可灵活调整CPU、GPU、内存、磁盘规格，轻松满足研发编程、视频播放、3D图形渲染、线上游戏等应用需求。

面向产业数字化领域，中兴通讯沉淀出5G+数字星云双轮驱动的数字转型架构。在以5G为核心的精准云网底座之上，依托“数字星云”建设企业的数字平台，帮助企业实现数字资产的可积累、可流通、可复用，从而破解多样应用和统一治理之间的矛盾，让企业能兼顾数字生存与业务发展两方面的需求，达到业务有韧性、系统可生长、成本能降低的目标。

面向合作伙伴，中兴通讯推出“让交易更简单”的一站式数字服务平台ZTE iPartner。ZTE iPartner包含知识赋能、注册认证、项目交易、业绩激励、服务支持、社交通讯等版块功能，基本实现面向合作伙伴的线上交易。合作伙伴可通过平台更快了解中兴通讯，轻松完成商机报备，自助完成配置、询价和报价，获得海量投标支持，全程可视合作订单、实时了解业绩和激励等。ZTE iPartner帮助合作伙伴获得“更多、更容易、更公平”的线上交易体验，是企业数字化经营的有利探索，更是数字服务生态理念的体现。





## 中兴通讯助力土耳其移动 Turkcell部署全球首个商用 12THz超宽频谱波分系统

2022年6月，中兴通讯助力土耳其移动Turkcell在土耳其第四大城市布尔萨完成业界首个具备12THz超宽频谱演进能力的OTN网络部署。该项目将大幅提升土耳其移动在当地网络的带宽容量，实现用户业务快速接入，显著提升用户体验。

在该网络中，中兴通讯为土耳其移动提供基于1T背板带宽的强大OTN平台，大幅提升网络传输容量。同时，中兴通讯在该城域WDM网络中预置C+L波段耦合器，可支持土耳其移动快速、平滑地向多波段演进，相比标准80波C波段可提升两倍系统容量，充分满足其未来数据网络对带宽的需求。该项目的成功商用将加速土耳其移动未来5G网络发展进程。

## 中兴通讯荣获下一代光网络论坛“最佳数据中心连接设备商”奖

2022年6月22日，在西班牙巴塞罗那举办的第24届全球下一代光网络&数据中心互联论坛(NGON&DCI World)颁奖典礼上，中兴通讯荣获“最佳数据中心连接设备商”(Best Data Centre Connect Vendor)奖。

NGON&DCI论坛是全球光传输专业领域最重要的论坛之一，该奖项旨在表彰为数据中心连接做出突出贡献的供应商，由全球领先运营商代表、权威分析师及行业媒体等综合评定选出，具有极高的行业影响力。

随着5G垂直行业业务、边缘云技术和云数据中心网络的发展，实现多网间资源统一管控成为运营商的必然选择。中兴通讯基于交互式的OTN产品，支持超宽极简DCI解决方案，满足DCI网络海量业务传输容量需求。

截至目前，中兴通讯已为国内多家主流运营商及顶尖互联网内容提供商打造高品质DCI网络，为客户提供海量带宽资源，显著节省建网投资成本，加速数据中心建设，为中国超10亿用户提供更加丰富和便利的互联网服务。



## 中兴通讯发布业界首款笔记本型云电脑

6月20日，中兴通讯发布业界首款笔记本型云电脑W600D，其具有极简便携、强劲性能、安全可靠、低碳环保等特点，可满足企业办公、居家办公、移动办公、在线教育、等场景需求。

## 深圳联通携手中兴通讯完成 URLLC现网验证

2022年6月，深圳联通联合中兴通讯，基于5G现网率先完成高可靠低时延特性(URLLC)验证，大幅降低5G网络时延，打造垂直行业利器。

作为全国首个5G独立组网全覆盖的城市，深圳着力打造5G核心能力，加大应用推广力度，并基于此发起5G URLLC功能测试。深圳联通积极响应，联合中兴通讯顺利完成对福田、南山、宝安三区等多个站点的功能测试。

## 浙江移动携手中兴通讯完成国内首个“CDN+CMNET”算网协同方案试点

2022年6月，浙江移动携手中兴通讯完成国内首个“CDN+CMNET”算网协同方案现网试点，充分验证了“CDN+CMNET”方案在全局负载均衡调度、CMNET网络控制器与CDN调度系统对接、网络质量调度、视频内容分发及端到端播放等方面的可商用性。此次试点标志着“CDN+CMNET”算网协同方案取得重要阶段性成果。

## 中兴通讯2021年度可持续发展报告： 践行科技企业责任担当，为可持续发展注入数智动能

2022年6月，中兴通讯面向全球发布2021年度可持续发展报告，报告全面展现了2021年中兴通讯坚守“数字经济筑路者”的生态定位，在运营治理、合规经营、人才培养、创新赋能、开放透明、绿色发展、社区贡献等领域，积极贯彻可持续发展理念，为相关方和社会创造共享价值。

2021年，面对复杂的全球形势、新冠疫情、人口老龄化、生态环境恶化等压力，种种不确定性让可持续发展面临着更大的挑战。报告指出，为践行“数字经济筑路者”的战略定位，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，坚持“向下扎根”，在全球多地设立研发机构，保持在5G无线、核心网、承载、接入、芯片等核心领域的研发投入，其研发投入连续多年保持在营业收入10%以上。截至2021年12月31日，中兴通讯拥有全球专利申请量8.4万余件，历年全球累计授权专利约4.2万件。

报告指出，在合规经营方面，中兴通讯始终坚持诚信经营，将合规管控嵌入公司的各项业务流程，以建立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。

在内控及公司治理方面，通过数字化的手段，中兴通讯已经形成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，在保障公司经营的连续性、提升公司流转效率以及降低公司经营风险上，发挥着重要作用。

在人才方面，中兴通讯持续加强核心人才的吸引和激励，“蓝剑计划”持续为公司培养未来领袖。2021年，中兴通讯进一步加大校园招聘力度，面向全球优秀毕业生提供了超过6000个优质工作岗位，覆盖研发、营销、运营支撑及供应链等全类别岗位。

中兴通讯致力于向客户提供安全可信的产品和服务，保障通信网络设

备安全，以实现在此基础上的数字化变革。

2021年，中兴通讯完成了ISO 9001、TL 9000、QC 080000、ESD、ISO 45001、ISO 14001、ISO 22301等各管理体系的认证审核和监督审核，认证地点包含公司多个主要研发中心和制造基地，认证的产品范围覆盖公司62类主要产品类别。这一年，中兴通讯平均紧急故障恢复时长较2020年缩短29.5%，客户支持及备件服务远程运营覆盖65个国家，客户请求回访满意度99%以上。

面对低碳转型的“硬仗”，中兴通讯通过绿色企业运营、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”，助力运营商及行业客户实现绿色低碳、可持续发展。中兴通讯正携手合作伙伴持续广泛开展5G+创新绿色实践，已在全球实施超过60个示范工程。公司的总体目标是争取早于2030年实现碳达峰，早于2060年实现碳中和。

向前发展的同时，中兴通讯积极开展社会公益活动，坚持以受助者为中心，围绕受助者真实需求，在教育发展、医疗救助、弱势救助、乡村振兴和环境保护五大领域重点发力，并确保项目有效回应受助者需求，实现应有的社会效益。中兴通讯公益基金会全年捐赠1,317万元，开展公益活动220场，累计服务弱势群体1.2万人。



## 中兴通讯助力奥地利和记连续两次获得Ookla “最快5G移动网络”奖

2022年6月，互联网测试和分析领域的全球领导者Ookla，根据来自奥地利移动客户的65000多个应用程序速度测试，确定了奥地利最快的5G网络。Ookla宣布，奥地利和记网络以优异的



性能表现获得奥地利2021年第三季度—第四季度“最快5G移动网络”奖，这是继2021年第一季度—第二季度获得该奖后，连续第二次获此殊荣，也是奥地利和记网络第7次获得第三方测评最优佳绩。

近年来，虽然疫情肆虐，但是奥地利和记携手中兴通讯5G网络建设方面取得重要进展。2021年，奥地利和记的5G网络已初具规模，实现了全国所有州府的5G网络覆盖。中兴通讯通过智能网优系统NetMAX的部署，提升网络深层分析和优化能力；通过虚拟路测、VIP用户分析等功能帮助客户持续提升用户满意度；通过新功能的部署，持续提升网管性能，助力奥地利和记打造精品5G网络。



## 中兴通讯与IPMA菲律宾签署战略合作协议

2022年5月，国际项目管理协会菲律宾（简称IPMA菲律宾）与中兴通讯菲律宾P3项目部签署战略合作协议。标志着中兴通讯在海外首个IPMA企业会员诞生，正式成为IPMA国际和IPMA菲律宾双重会员。

IPMA作为促进国际项目管理的专业化发展的非营利性国际学术组织，其IPMP资质认证具有广泛的国际认可度和权威性，代表当今项目管理国际的最高水平。此次战略合作的达成，是中兴通讯具备企业成熟项目管理能力的进一步有力证明。

## 河北联通携手中兴通讯完成业界首个QCell极简架构商用

2022年6月，河北联通携手中兴通讯，在联通营业厅完成业界首个针对2C场景的3.5G室分QCell二级极简架构创新方案商用。相比传统有源数字室分的三级架构（BBU+PB+pRRU），中兴通讯QCell二级极简架构具有TCO降低6%~10%、部署仅需1小时两大优点。此次试点实测结果表明，部署后室内5G用户下行速率达到1.1Gbps，提升200%，上行用户体验速率超过300Mbps，增长近6倍。

## 天津移动携手中兴通讯完成NR 700MHz+2.6GHz CA端到端规模商用首发

5月，中国移动天津分公司携手中兴通讯完成了NR 700MHz+2.6GHz CA的规模商用首发。在天津市武清区近200个站点开通了NR 700MHz（30MHz）+2.6GHz（100MHz）CA功能，利用多频段间的协同，一方面发挥了NR大带宽的优势；另一方面通过高低频互补提升覆盖，助推了大上行业务发展。同时CA开通完全基于跨站部署场景，对于全网规模商用有重要参考意义。

## 海南电信携手中兴通讯和联发科技共推5G时频双聚合规模商用首发

2022年6月，中国电信海南分公司携手中兴通讯和联发科技（MediaTek）在海口市商用开通2.1GHz+3.5GHz时频双聚合功能，规模近一千小区，大幅提升5G用户上下行业务体验。本次规模商用体现了时频双聚合的灵活调度和协同能力，是中国电信持续深入推进5G 2.1GHz+3.5GHz双频战略的重要里程碑，为全网规模商用提供了重要参考依据。

# 算网融合时代 IP网络演进趋势



陶文强  
中兴通讯IP产品规划总工

**新**一代网络信息基础设施是数字化时代的“底座”和“基石”。随着算力时代来临，算力不断发展，推动数字经济持续高速增长，而数字经济的发展又进一步加重对算力的依赖，人类正在迈向万物感知、万物互联、万物智能的“算力时代”。算网融合时代，IP网络向着云网一体、确定性承载、网络智能自治的方向发展。

## 云网一体：实现云网边端的一体化服务

作为面向云和网的基础资源层，IP网络通过实施虚拟化/云化技术，实现简洁、敏捷、开放、融合、安全、智能的新型信息基础设施的资源供给，最终使得传统上相对独立的云计算资源和网络设施融合形成一体化供给、一体化运营、一体化服务的体系。

算力网络是云网融合技术的新发展方向：在网络中分布大量不同规模的计算、存储等资源，基于用户的SLA（Service-Level Agreement，服务等级协议）需求，综合考虑实时的网络、算力、存储等多维资源状况，通过网络灵活匹配与动态调度，将用户业务流量动态调度至最优资源节点，为用户提供算力资源一体化服务。

国家明确提出“布局大数据中心国家枢纽节点，形成全国算力枢纽体系”的具体要求：

- 构建一体化算力服务体系和优化算力资源需求结构

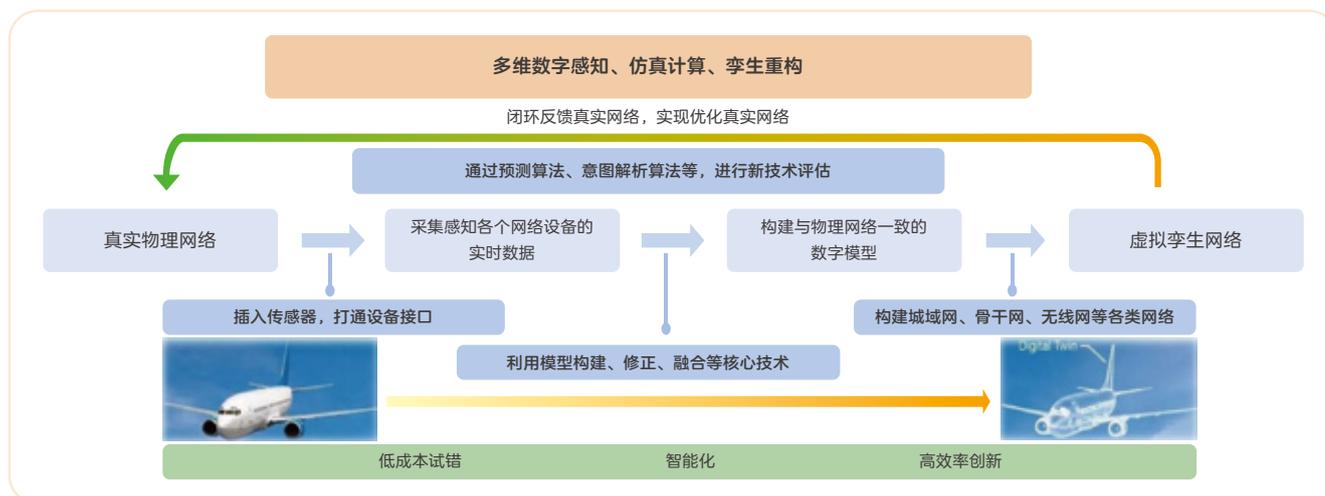
电商化：垂直行业客户进入到统一的云网业务入口，根据自身需要，菜单式订购，并可根据需求变化，实时变更。

- 云网端到端自动化：统一编排器拉通各级网络控制器和云管理平台，实现端到端业务自动开通和调整。
- 业务和资源可视化：实时感知业务SLA和云网资源使用情况，支持高效运营管理。
- 算力网络化：根据算力分布智能调度云网连接，动态匹配业务/客户算力需求。
- 确定性SLA：根据客户需求，提供确定性的SLA，包括网络可用性、带宽、时延等。

## 确定承载：支撑消费互联网向产业互联网拓展

互联网正在从消费型互联网向产业互联网延伸拓展，推动网络服务能力从“尽力而为”向“准时、准确”演进，要求网络提供超低时延、有界时延、低抖动、极高可靠性、端到端高精度的时间同步等多方面能力，以满足垂直行业高确定性的业务需求。

现阶段，TSN（Time-Sensitive Network，时间敏感网络）技术主要是解决一定区域内的网络确定性问题，如工厂车间内、工业园区内等，要实现跨城域网、广域网的确定性，实现端到端确定性承载，仍需要实现以下



▲图1 智能自治网络架构

几个关键技术：

- 确定性IP (Deterministic IP)：支持广域确定性，基于时隙+门控的确定性解决方案，保证三层上每一跳的严格时延边界上限，进而保证任意端到端。
- DetNet：打通多个TSN二层域，基于统计复用提供确定性时延和抖动；支持集中控制、显性路由、抖动消减、拥塞保护、多径路由等。
- SRv6：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。

## 智能自治：IP网络的开放性将通过“意图”的方式走向智能

网络智能自治是指融入AI、大数据、云计算、边缘计算、数字孪生等新技术的数字化、智能化网络和ICT基础设施，更好地支撑运营商战略转型、业务增长和运营效率提升，使能垂直行业数字化转型和消费者生活数字化。

IP网络在推动互联网应用发展中的一大优越性就是其开放性，基于IP网络的协议通信要求相对简单和便捷，基于IP开发的应用也因此丰富多样，这也是互联网日益繁荣的一个基础条件。

随着网络智能化的要求越来越高，IP网络的开放性也在面临新的挑战和要求。目前业界最为关注的一个方向是基于意图 (Intent) 的网络实现。所谓意图网络 (IBN, Intent-based Networking)，其核心就是简化业务应用对网络的“通信/表达”方式，即从应用或用户的角度出

发，所需要告诉网络的不再是要求它去做什么，而是告诉它要做到什么。比如，某个视频应用的承载，对于IP网络来说，不再要求被告知是“A地到B地，需要XX带宽，走中间那个节点”，而只是“A地到B地，保障视频质量在XX”。换句话说，过去用户和应用还需要关心网络的策略和执行，今后则只需要关注网络的质量和效果，至于如何实现这种“意图”则是网络自己的事情。智能自治网络架构如图1所示。

显而易见，实现IBN是一件富有挑战的事。比如，对于网络北向接口的显式表达式定义、对于自动化API的分层设计、对于存量网络基础设施的性能监测和呈现、对于策略执行相关的业务流程闭环等，都需要进行全面的考虑和设计，这其中很多能力是现行IP网络所不具备的。但这一极大简化应用要求和真正实现网络开放的探索，必然会促进业务和网络的进一步双向繁荣，给IP网络带来新的动力。有分析指出，基于IBN的简化，传统网络的CLI命令行配置将大幅度减少，而同时IBN应用案例将大幅增加。

综上所述，我们认为算网融合时代IP网络演进趋势的关键特征是云网一体、确定性承载、智能自治，关键的业务为根据算力分布智能调度云网连接，动态匹配业务/客户算力需求，匹配工业互联网的确定性承载，确保有界的时延和抖动，满足工业云化PLC的业务要求，智能自治网络通过引入AI智能降低对网络的专业性要求，将网络的复杂性进行封装，以业务提供的视角驱动网络服务。ZTE中兴

# 云网融合， 云原生加持服务化网络



朱海东  
中兴通讯IP数据产品总工

**云**网融合作为数字信息基础设施的核心特征，表现在云、网和数字化平台相互之间的能力需求和协同上。云网融合的关键就是打破云和网的边界，实现多个层面的一体化，在统一云网资源技术底座、供给方式和运营管理的基础上，实现云网能力的服务化。

云计算的广泛使用在不断改变云原生的定义。云原生是一种专门针对云上应用而设计的方法，用于构建和部署应用，以充分发挥云计算的优势。这些应用的特点是可以实现快速和频繁的构建、发布、部署，结合云计算的特点实现和底层硬件和操作系统解耦，可以方便地满足扩展性、可用性、可移植性等方面的要求，并提供更好的经济性。狭义的云原生主要是微服务+容器+持续交付+DevOps等技术，后来云原生计算基金会（Cloud Native Computing Foundation）对云原生技术进行重定义：云原生技术有利于各组织在公有云、私有云和混合云等新型动态环境中，构建和运行可弹性扩展的应用。云原生的代表技术包括容器、服务网格、微服务、不可变基础设施和声明式API。

云原生起始于云化的数据中心内部，这里的云原生网络主要实现容器之间以及和基础设施层之间的通信，

在此基础上发展而来的数据中心内部组网技术天然具备云原生特质。从网络技术视角看来，这种云原生网络的主要特征是在数据中心物理网络基础上，通过Overlay封装技术和SDN集中控制能力，实现了业务触发的L2/L3网络逻辑资源自动快速部署。

在网络即服务（NaaS, Network as a Service）架构下，数据中心内的云原生主要利用了NaaS连接服务的一部分，实现对网络资源的调用和部分管理。而网络的能力和并不止于此。随着多云和混合云模式的成熟和扩展，云化业务在地理空间上的分布式部署日益广泛，业务对网络服务能力的调用范围也从数据中心网络扩展至广域网络。为了满足大规模海量业务发展要求，NaaS的各项能力也要持续进行解构和抽象。

从整个信息系统视角看来，如图1，按照互联网的端到端原则和分层原则，上层业务调用下层网络能力是理所当然的，这是网络作为下层系统服务上层应用的天性。但在网络层本身，网络对外呈现和发布的服务是可以分为几个方面、若干能力的：NaaS连接服务包括资源动态调配、统一的SLA、E2E带宽保障、多接入管理等能力；NaaS平台服务则提供可编程网络、按需编排扩展能力；NaaS应用服务则可以将网络实时性能状态、维护操

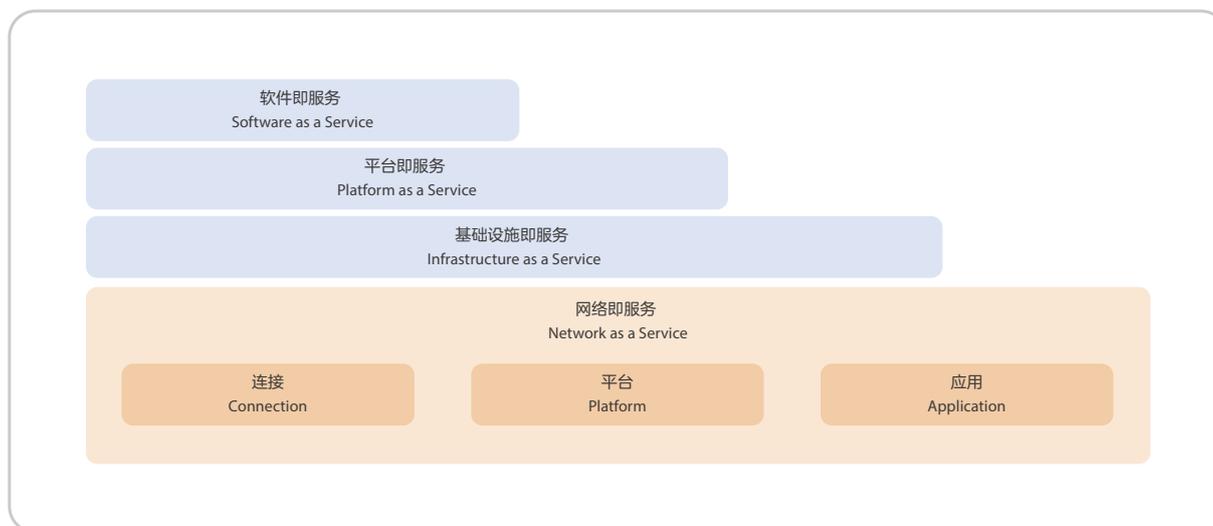


图1 XaaS体系架构

作能力和网络业务链能力开放给业务系统。

把这些能力进行服务化的发布，正是云原生架构中所谓“模块化”的核心精神，模块化的拆解也是构建服务化网络的基础。与软件能力的模块化和微服务类似，网络服务的模块化也是将网络不同能力抽象并封装，通过不同的功能模块的协作对外交付组合能力。但与之不同的是，软件的服务化本质上是实现能力在分布式环境中的重用，网络的能力受网元设备和通信互联媒质等物理资源限制，难以在本地通过水平扩展（scale out）的方式快速补充，而需要在整个网络域的范围中采用业务链的方式进行空间调度，实现的是能力在地理分布式环境中的空间调用，将可用网络能力的边界从单一的站点、机房、本地网扩展到整个互联网。

为了评估能力模块组合后的效果，需要网络具备可观测性。状态监测告诉我们系统的哪些部分是工作的；可观测性告诉我们哪里为什么不工作了。网络观测度量指标不仅用于故障处理过程，也是网络资源全局优化的重要输入。在IT领域通过日志（Logging）、指标（Metrics）和追踪（Tracing）的三大能力组合构建了应用层的观测体系。网络领域业务具备类似能力，如iOAM、TWAMP和Telemetry等已经在网络中开始部署，

特别是iOAM可以提供业务流级别的按需主动测量。但总体而言网络级的可观测性在具体能力的精细程度以及对采集到的数据关联分析处理方面还较原始和初级，特别是在由多个网络域构成的广域网环境中，多个技术域和管理域的协同，会使系统复杂性呈指数级增长。在广域网网络层面的“服务治理”能力是后续行业需要重点研究和提升的方向。

自动化、高可用、安全性等特性一直是网络能力的核心诉求。云原生的可测试性要求，对网络而言则需要点亮新的技能树。在软件领域CI/CD（持续集成和持续交付）可以通过开发域和生产域的划分提供过渡，而且共享物理资源的网络中，可能通过切片方式划分出类似开发域的子网，也可能采用数字孪生的方式进行模拟验证。

随着实践发展，技术不断进行重构，为软件产业带来巨大收益的云原生技术也将扩展其能力外延。无论云原生在技术形式上的表征如何，其内在本质的要求是提高云上资源利用率和应用交付效率，而这也正是云网融合的目标。毕竟在快速发展的网络业务面前，总有一部分网络资源是稀缺的，云网融合就是要对有限的、相对稀缺的资源进行合理配置，以使用最少的资源耗费，“生产”出最适用的“网络产品”，获取最佳的效益。ZTE中兴

# 筑基5G数智经济

## ——中兴通讯全场景智能云网解决方案CLOUD IP



**韩云霞**  
中兴通讯高端路由器产品  
规划经理

**经** 过过去10年的发展，4G个人移动市场已进入存量经营时代。根据Omdia最新数据，2018—2022年全球运营商总收入增幅仅为-1.4%~1.9%，其分析预测未来几年C端业务发展将持续低迷。5G时代，业务从C端走向B端，产业数字化转型已经成为全球共识。国家十四五规划建议加快数字化发展，推进数字产业化和产业数字化，推动数字经济和实体经济深度融合。

如何推动数字经济和实体经济深度融合？云网融合是未来通信网络发展的转型方向。

基于对5G数智云网新需求的深刻理解，中兴通讯在2018年推出CLOUD IP解决方案，并持续迭代升级。2020年，基于SRv6及其创新技术的CLOUD IP 3.0已完全商用；2022年，发布基于全新全套自研芯片、支持SRv6压缩技术/Inband-OAM/BIER IPv6的CLOUD IP 4.0；中兴通讯在算力网络、确定性技术、AI自智等技术领域持续深耕，2022年下半年计划推出全场景智能云网解决方案CLOUD IP 5.0。

### CLOUD IP解决方案架构

CLOUD IP方案聚焦云网融合，提出分层解耦

的智能云网架构，网络层、业务层、管控层各层独立规划，灵活调用（见图1）。

- 网络层聚焦超大带宽、确定性资源保障等基础网络能力，提供标准组件供业务层调用（CaaS）；
- 业务层聚焦网络的可编程、服务化能力，依据To C/To H/To B业务差异化需求，组建敏捷弹性的网络连接（NaaS）；
- 管控层关注用户体验，将其转化为网络语言，与业务层/网络层对接，最终实现可感可知、智能调节的自主进化服务网络（EaaS）。

### 中兴通讯智能云网五大基础底座能力

中兴通讯持续进阶，提升智能云网五大基础底座能力：Cloud，云/算力资源的灵活调度能力；Link，基于业务可定制的SRv6服务化网络连接能力；Open，自主进化，开放解耦的智能管控能力；Ultra，极致产品持续演进能力；Deterministic，确定性网络服务能力。



**袁博**  
中兴通讯承载网市场规划  
总工



### Cloud: 云/算力资源的灵活调度能力

2020年9月, 国家“东数西算”产业联盟成立, 2021年5月, 国家发展改革委员会、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合印发《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》, 提出“在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝, 以及贵州、内蒙古、甘肃、宁夏

等地市布局建设全国一体化算力网络国家枢纽节点, 发展数据中心集群, 引导数据中心集约化、规模化、绿色化发展。”可以看到, “东数西算”战略未来将利用西部丰富的资源储备, 大范围建设国家级数据中心, 并广泛服务于东部的海量数据计算需求。基于此, 未来的承载网络需要服务于算力, 实现跨域、跨资源池计算资源的灵

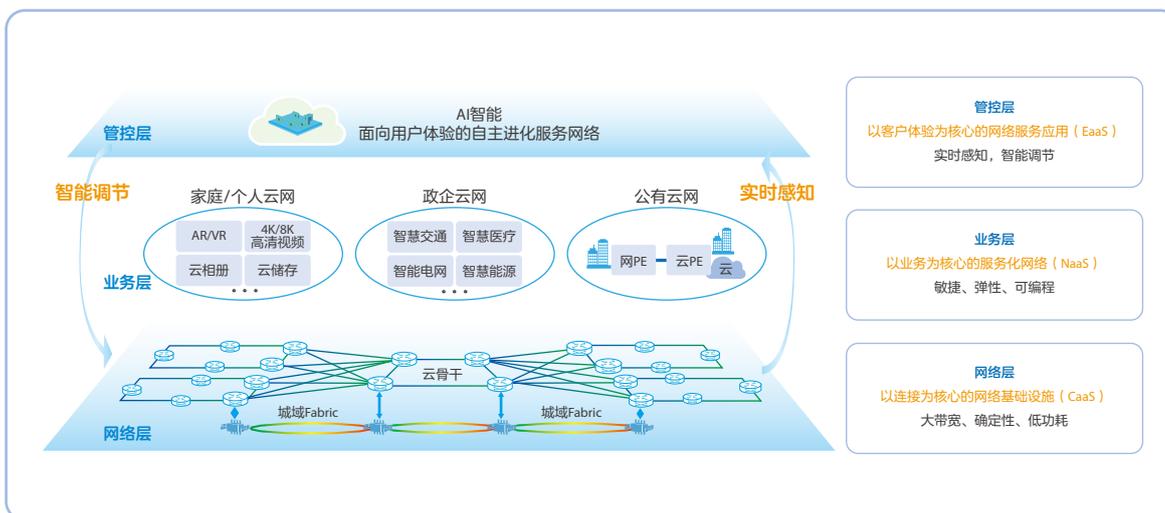


图1 中兴通讯CLOUD IP解决方案架构

活调用，满足业务多点、多方式入云，实现算力的灵活调度。

中兴通讯创新地提出算力敏感IP方案，通过算力敏感网关，网络可以感知和调度云、网、边、端的算力资源，对算力资源进行统一编排调度。

同时，中兴通讯业内独家提出了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，在算力敏感网关上对频繁刷新的算力路由做一个聚合，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：基于业务可定制的SRv6服务化网络连接能力

面向未来丰富多样的5G To C/To B/To H 场景化需求，网络应向服务化方向演进。什么是服务化？一般认为是指产品或服务可以批量化生产定制。在通信网络中，我们认为服务化架构是将网络功能划分为可重用的若干个“服务”，“服务”之间采用轻量化接口通信，其目标是实现5G系统的高效化、软件化、开放化。

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。

网络可编程技术在基础网络和应用之间新增服务层，通过SRv6/G-SRv6等技术将网络能力，如拓扑、时延、TE、业务链等，封装成服务供上层业务调用。

网络可检测采用端到端的Inband OAM随流检测技术，快速检测网络故障，实现网络的可感可知、可视化的管理，从而实现网络的快速恢复。

基于SRv6的可编程接口是网络服务化的关键，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：自主进化，开放解耦的智能管控能力

未来网络设备、业务种类繁多，只依靠人力

难以进行网络规划、部署、维护和优化，迫切需要引入AI技术，使承载网络变得智能、敏捷、简单，最终达到网络自智的水平。

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。

同时，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：极致产品持续演进能力

4G阶段运营商实现了“从语音通信到数据流量”的运营转型，5G阶段运营商将从“流量经营”向“数字化生态建设”迈进。这期间，数据流量将快速增长，据Omdia预测，2021—2026年，全球移动网络平均数据流量将按照23%的年复合增长率增长。未来设备容量仍需持续提升，才能满足流量转发需求。

提升设备容量，业内有两大主要方向：一是提高单位体积的设备转发能力；二是扩大设备体积，增加更多转发单元。而受限于机房基础条件，超大体积的设备能耗根本无法支撑，同时其内部总线连接能力也有上限瓶颈。IP设备不可能无限扩展，依靠高集成是实现容量提升的唯一途径。

中兴通讯在以下两方面持续深耕，确保产品容量持续演进：

- 极致转发：中兴通讯提供从接入到核心，从网络处理到通用交换，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。
- 极致能效：中兴通讯在产品散热、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

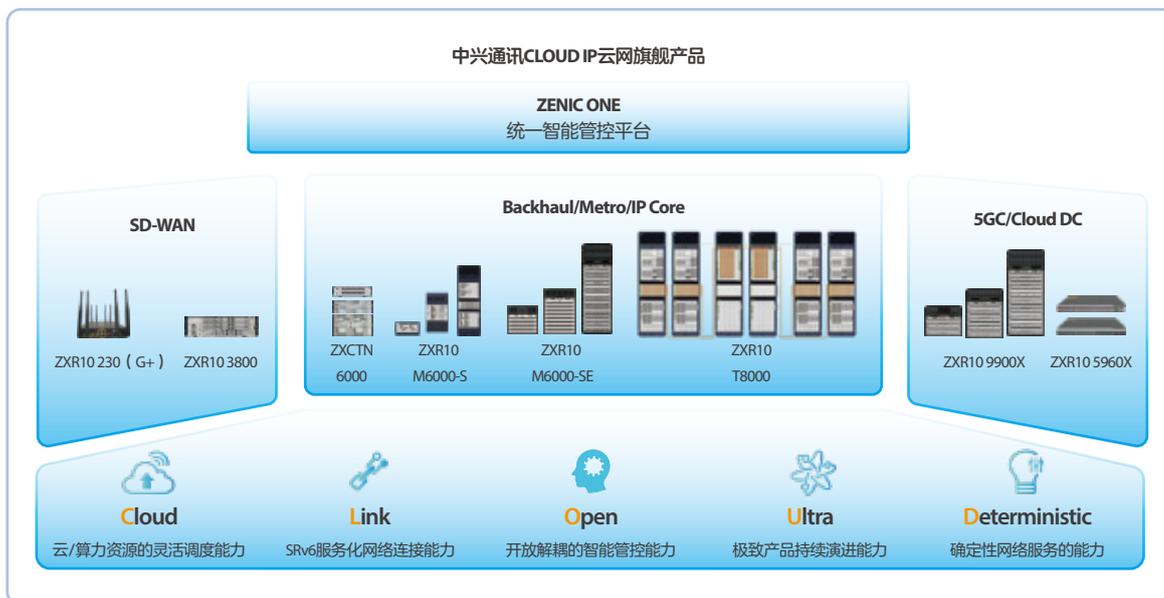


图2 中兴通讯CLOUD IP云网旗舰产品

热方面采用高效导热硅脂、系统风墙散热、高效液冷等技术，自研4合1芯片，相较于普通商用芯片，功耗实现大幅降低。

通过以上创新技术，中兴通讯IP产品在容量大幅提升的情况下，设备总功耗基本保持不变。

### Deterministic：面向千行百业的确定性网络服务能力

5G的To C/To H/To B各种业务，SLA需求千差万别，比如XR云游戏、远程教育、智能家居等业务，带宽需求高，但SLA需求灵活，而工业智能制造业务对带宽、时延和抖动都有严格的行业标准要求，这就需要运营商能够针对各行各业，提供确定可控的差异化专线服务。

中兴通讯确定性切片机制，可以针对不同需求的业务，提供差异化的专线管道：

- **普通专线：**多个VPN软切片共享固定的硬管资源，通过PQ队列调度等方式，为高优先级业务提供优享资源保障；
- **黄金专线：**硬切片与软切片相结合，VPN的灵活性和硬切片的可靠性充分发挥，可服务于SLA需求灵活的特定业务，如体育直播、远程医疗、智慧农业等；

- **钻石专线：**基于小颗粒技术，提供10M~10Gbps的低时延管道，单个业务可以独占带宽，提供99.999%的超高可靠性保障，专用于确定性要求极高的工业智能业务，如智慧港口、智能电网等。

确定性的小颗粒技术与VPN相结合，提供多种切片管道，为运营商差异化运营提供解决方案。

### CLOUD IP全场景云网产品

中兴通讯聚焦5G云网新技术，提供全场景的云网解决方案，包括IP CORE城域/骨干核心、SD-WAN网络、Cloud DC接入/核心，以及ZENIC ONE统一智能管控平台，已构建端到端的5G综合承载能力（见图2）。

中兴通讯全场景云网解决方案，实现算网资源的统一编排调度，基于SRv6实现网络服务化连接，具有开放解耦的智能管控能力，实现极致产品的持续演进，并面向千行百业提供确定性网络服务能力。中兴通讯全场景云网方案五大能力将持续演进，助力算网深度融合，为构筑云化PLC工业互联网奠定坚实的数字底座。ZTE中兴

# 边缘算力网络架构及实践



吉晓威  
中兴通讯IP产品规划系统工程师

随着5G、AI、IoT、工业互联网等新技术新业务的蓬勃发展，传统云计算的集中化云+端部署方式逐渐不能满足业务大带宽、多连接、低时延的要求：端侧算力有限，无法处理新业务场景下产生的大量数据，而全部传递到云侧处理则给带宽带来了极大的压力，时延也无法保障，影响新业务发展和用户体验。因此，运营商及OTT云商都将云往边缘下沉部署，边缘云和边缘网络业务丰富、部署灵活、用户体验直接，是探索算力网络新架构、试点算力网络新技术的理想实验田。

与中心云相比，边缘云的物理资源相对受限，边缘云弹性伸缩的空间较小，同时边缘网络连接海量端侧设备，流量突发性高，拥塞概率高。在边缘云网场景网络资源有限、算力资源有限的情况下，如何进行有效的调度是算力网络研究的主要课题之一。

## 中兴通讯边缘算力网络算网一体调度框架

结合业界技术成熟度情况，为达到资源利用率提升、资源利用率均衡等调度目标，中兴通讯提出边缘算力网络算网一体调度框架（见图1）。

算网一体调度框架在SDN化承载网络、分布式云和云管理平台基础上，引入算网调度器进行算力+网络的一体化调度。网络控制器及云管理平台收集网络资源动态信息及算力资源动态信息，并上报给算网调度器（图中步骤①②③④），算网调度器基于当前的网络资源情况和算力资源情况完成策略调度（图中步骤⑤），并将针对网络的调度策略和针对算力的调度策略分别下发给网络控制器和云管理平台（图中步骤⑥⑦），网络控制器将策略下发给网络设备执行（图中步骤⑧），云管理平台执行算力调

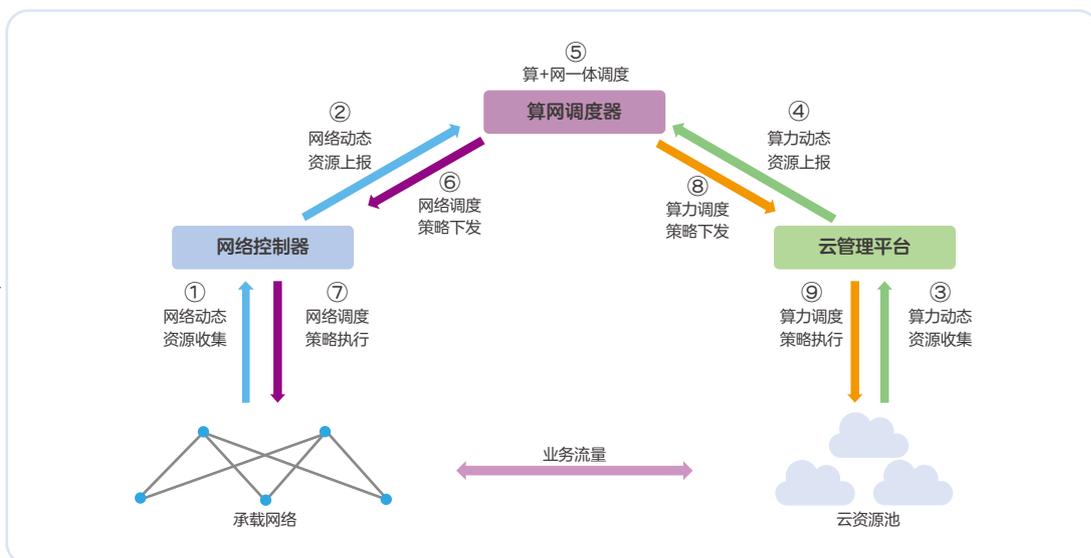


图1 边缘算力网络算网一体调度框架

度策略(图中步骤⑨),实现从信息收集、策略调度,到策略执行的闭环,达成资源利用率均衡、资源利用率提升等目标。

通过对算网一体调度建模,将“算+网”看做一组调度对象,在多组“算+网”之间,采用不同的调度策略,将下一轮调度周期内的业务负荷牵引到不同的“算+网”组:

- 资源优先原则:比较不同组间剩余的绝对资源数,哪边剩余多,则调度到哪组;
- 利用率均衡原则:比较不同组间的资源利用率,哪组资源利用率低,则调度到哪组;
- 网随算动(网络资源配比跟随算力资源配比)+利用率均衡原则:先在网络资源总和不变的前提下调整网络资源的配比,符合算力资源的配比,然后基于利用率均衡的原则进行调度。

## 算力网络创新实践

基于上述算网一体调度框架,中兴通讯联合运营商开展算力网络创新实践,目前已完成跨池动态调度系统原型实践和SRv6跨池SFC调度系统原型实践。

### 跨池动态调度系统原型实践

随着边缘云下沉以及AI技术的发展,在边缘云部署APP为用户提供就近的AI服务将是普遍场景,将需要消耗大量计算资源的AI训练继续保留在中心云,将对计算资源要求较少的AI推理下沉,满足用户业务对时延的要求。

跨池动态调度系统原型为该场景实现以下主要功能:

- “算+网”的统一调度:调度器基于资源池虚拟机负荷情况,结合网络选路能力,将用户业务流量牵引到最合适的边缘云节点;
- 服务迁移:由于边缘云物理资源有限,当出现业务峰值超出边缘云处理门限时,通过网络层的调度,将相应业务流牵引到其他边缘云节点进行处理;
- 就近服务:当业务回落,仍然由最近的边缘

云节点为用户提供服务;

- 用户体验一致:用户不需要感知服务器迁移,仅需填入同一个目的IP地址(标识一个服务),即可获得相同的服务;
- 业务粘性:对于已经存在的会话,保留在原路径(用户端-承载网-云资源池VM);新路径策略仅对新会话生效。

### SRv6跨池SFC调度系统原型实践

业务链(Service Function Chain)是指将多种服务(如防火墙、负载均衡、广域网加速等增值服务VAS)进行编排组合,并将用户业务报文按照业务链顺序进行处理,SRv6跨池SFC调度系统原型,以SRv6为技术基础实现业务链,并对SFC代理(Proxy)功能进行扩展,支持同一个业务功能(SF)的多实例共享一个SRv6 SID,支持针对同一个SF的跨池调度。该原型系统实现以下主要功能:

- “算+网”统一调度:调度器基于资源池增值服务虚机的负荷情况,结合网络选路能力,将用户业务流量牵引到业务链,对用户报文按序进行增值服务的处理;
- 跨池调度:由于边缘云物理资源有限,当一个资源池内的SF多个实例均达到处理门限时,算网调度器重新下发SRv6 Policy路径以及SFC代理参数,由另一个资源池的SF实例提供服务;
- 业务报文来回路径一致:用户业务的上行报文和下行报文的来回路径一致、经过的增值服务的同一个实例,保障业务不受损;
- 业务粘性:对于已经存在的会话,保留在原路径(用户端-承载网-增值服务实例),新路径策略仅对新会话生效。

基于边缘算力网络的新架构,以上述原型系统验证为基础,中兴通讯将继续和运营商紧密合作,发掘算力网络新场景,试点验证算力网络新技术,逐步实现构建“算+网”的新型信息基础设施的目标,提供一点接入、即取即用的社会化算力服务。[ZTE中兴](#)

# vBRAS资源池智能运维方案



王怀滨  
中兴通讯IP产品规划系统  
工程师

**当**前国内主流运营商既有的城域网和无线承载网两张网，存在网络利用率不均衡、新业务建设周期长、建设成本高等问题。为了解决这些问题，并考虑网络的长期演进，各大运营商展开了新一代城域网方面的研究和试点，现已逐步开始规模商用部署和业务承载。

新一代城域网vBRAS控制与转发分离架构的引入，实现了宽带接入业务ICT的融合。vBRAS-C需要部署在CT云内，通过虚拟化技术实现虚拟机自动部署、热迁移、动态弹缩等特性。vBRAS-U部署在城域网内，实现业务的高速转发。和传统的BRAS设备相比，vBRAS由原来BRAS单一网元演变成若干组件组成。原来一台功能高度聚合的电信运营商设备，演变成若干功能组合的ICT融合设备形态。这种架构上的改变带来了正反两面的影响：正面来看，可以使网络更加灵活、资源利用率提升、可靠性提升等；反面来看，也带来网元类型和数量增加、业务路径拉长等弊端。

和传统BRAS设备相比，vBRAS带来的最大变化是运维方式的改变。vBRAS场景下业务的故障定界和定位更加复杂。本文要讨论的就是vBRAS部署在资源池内实现什么样的智能运维方案？要解决哪些主要问题？我们总结了实际部署中的几个关键问题：资源池的统一纳管问题、资源池内不同网元之间的根因关联问题、故障定界/定位问题、业务质量感知和打分系统、自动运维和绿色节能等问题。

## 资源池的统一纳管问题

新一代城域网vBRAS的资源池涉及防火墙、

DCGW、EOR、TOR、服务器、VM、VNF等各种物理网元和虚拟网元。这些网元的统一纳管是资源池内管理的核心。电信运营商的一跳入云方案，需要有全局的拓扑和视图。拓扑需要呈现物理拓扑、业务拓扑、链路质量等重要指标。而现状是，资源池内目前没有统一的管理系统，统一的纳管需要通过运营商的统一采控平台去关联和呈现，这对运营商的管控系统提出了很高的要求。运营商的采控平台不但需要去适应变化，而且需要去适配不同厂商的设备和网元，导致对接复杂、对接周期长。

当前中兴通讯正在进行vBRAS资源池统一纳管方案的规划和开发，在资源池内通过厂商的管控系统实现统一纳管。中兴vBRAS资源池统一部署方案，实现在资源池内所有设备和网元的统一纳管，简化资源池内的维护，为快速故障定位和分析提供强有力的保障。如图1所示，方案通过中兴通讯的ZENIC ONE统一实现了资源池内NFVI和VNF网元的统一纳管。

## 资源池内根因关联问题

前面我们讲到了资源池的统一纳管，但仅做到这一步是不够的。当资源池内某物理网元故障后，通过故障繁殖，整个资源池内很多网元都可能发送告警等信息。面对大量的告警信息，通过人工方式很难快捷判断网络究竟发生了什么问题。因此，我们迫切希望这些告警能够自动关联和合并，直观、直接地呈现故障根因。

有了资源池的统一纳管，就具备了事件集中分析的基础，也就具备了根因关联的基础。通过预先制定根因规则，我们可以在统一管控系统形

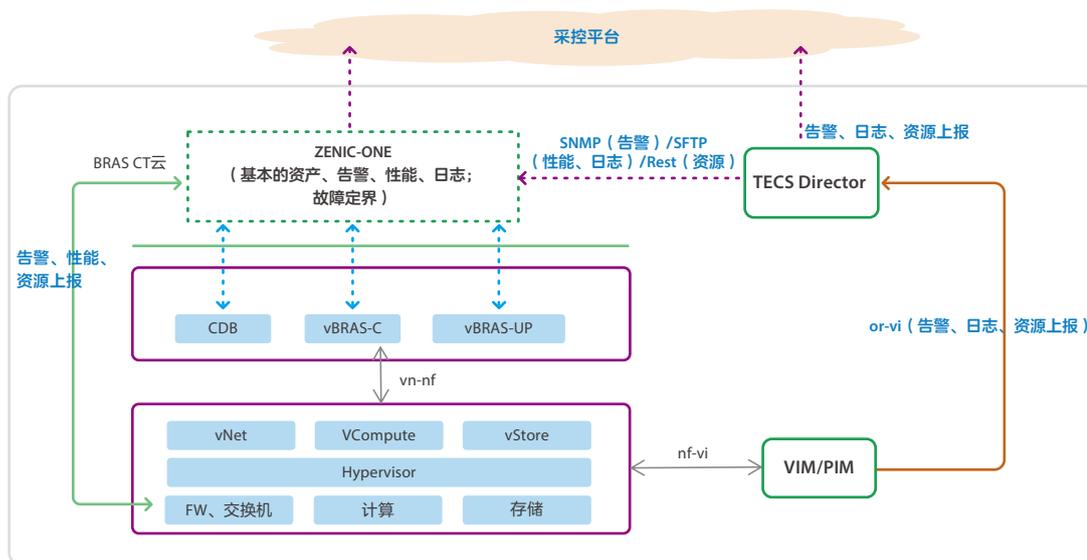


图1 vBRAS资源池统一纳管架构图

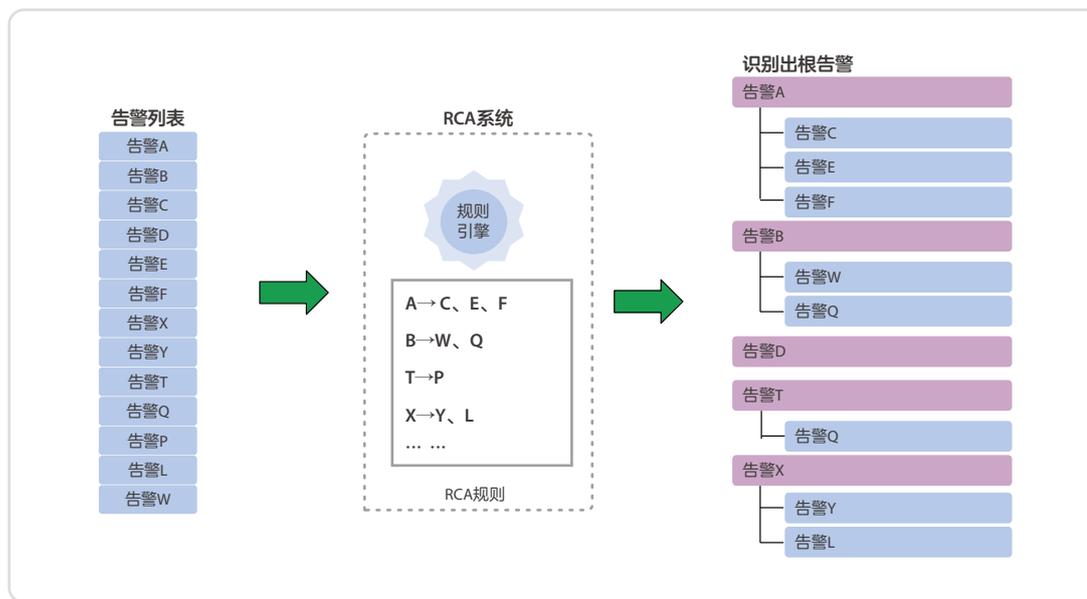


图2 vBRAS CT云资源池根因关联原理

成根因表，从而实现故障的快速定位。故障的自动快速定位是自动运维的基础能力之一，根因关联和运营商的生产系统对接，可以高效实现资源池内故障自动定位和问题解决。图2是vBRAS CT云资源池的告警根因关联图例。

## 新一代城域网内的故障定界、定位

新一代城域网vBRAS的不同组件包括部署在资源池内vBRAS的控制面和软转发面，以及部署

在城域网内的高性能硬件转发面。vBRAS的业务路径从城域网接入到新一代城域网，再接入到资源池内的vBRAS控制面、软转发面，或者接入到城域网内的vBRAS硬件转发资源池。vBRAS的控制信令路径、业务路径都非常长。当业务出现故障，为了找到故障网元，传统方式一般采用逐段ping、逐段debug、逐段日志分析的方式。这种方式定位繁琐、定位周期长、定位效率低。在当前5G业务高速发展的时代，自动驾驶、在线医疗、在线教育、远程会议等业务应用越来越广泛，

中兴通讯数通产品提供的易维工具，可实现系统日志和业务数据的实时高性能采集。通过高性能日志数据的对比分析，可以准确定位到具体的故障点，结合根因关联分析，可以实现高效、准确的故障定位。

对网络的可靠性、健壮性要求也越来越高。因此，在新一代城域网内一定需要引入更加高效、智能的故障定界和定位手段。

中兴通讯通过自研的控制器结合IOAM、TWAMP、Telemetry、SRv6 Policy等新技术，实现了城域网内不同层次设备间的故障定界：OLT-ALeaf-Spine-SLeaf-vBRAS-U；也实现了vBRAS控制面和转发面之间不同逻辑通道的故障定界：CUSP通道的故障定界、VxLAN通道的故障定界、Netconf通道的故障定界；还实现了vBRAS控制面之间的通道故障诊断和定界等。

故障定界后需要精确快速地进行设备内的故障定位。中兴通讯数通产品提供的易维工具，可实现系统日志和业务数据的实时高性能采集。通过高性能日志数据的对比分析，可以准确定位到具体的故障点，结合前面讲到的根因关联分析，可以实现高效、准确的故障定位。

### 新一代城域网内的业务质量感知和打分

在新一代城域网内，vBRAS系统可以部署业务自动感知系统，对网络、用户、业务进行打分，并且输出分析报告，从而实现vBRAS业务整体的健康度评价。业务的自动感知有探针方式和业务报文自动感知方式。采用探针方式的，如基于业务的IOAM染色机制，可以准确采集到某种业务的丢包、时延、抖动等关键指标，也可以实

现某段路径的分析，但是缺乏端到端标准，对于端到端的方案比较困难。

中兴通讯vBRAS产品能够提供独立的业务质量感知系统。通过业务质量感知系统，不需要端到端的探针，仅通过对业务自身报文的感知，就可以实现端到端业务的质量感知和业务质量定界。

IOAM和业务质量感知系统结合，可以实现端到端业务路径的分析和故障诊断。通过打分系统可以对用户网络和业务质量进行实时呈现，还可以实现和运营商生产及运维系统的快速对接。

### 自动运维和绿色节能

采用中兴通讯vBRAS方案，vBRAS的控制面组件和转发面可以分别根据策略形成资源池。业务在资源池内自动进行负荷分担和调度。同时，通过中兴通讯的控制系统，可以根据设备的资源利用率情况，动态调整用户的接入点，对空闲的设备和单板采用关电、睡眠等方式，实现动态的绿色节能。

中兴通讯vBRAS资源池智能运维方案，立足当下，放眼未来，为运营商网络的虚拟化、智能化演进添砖加瓦，为未来网络和新业务的发展提供平滑演进能力。ZTE中兴

# 5G承载分组小颗粒专线技术

**在**国内企业数字化转型大背景下，行业ToB应用成为5G产业链的热点。相对于传统政企专线，在业务云化的推动下，入云专线已成为运营商增加业务粘性的关键抓手。这些行业应用对5G承载网络提出的新需求，对传统分组承载技术带来了新挑战：5G初期的大颗粒切片技术已经难以满足业务多样化的需求，国内三大运营商开始关注兆级别小颗粒专线业务。

## 行业应用给传统分组承载技术带来挑战

行业应用通过5G网络的FlexE切片提供服务，ToB切片业务和ToC业务对网络的服务等级协议（Service-Level Agreement, SLA）需求存在较大差异。业界根据切片业务资源和服务增值功能需求，提出了尊享、专享和优享的分级服务模式：尊享业务要求网络提供独占转发物理带宽，并具备零丢包、抖动小、确定性时延的高可靠性能保证；专享业务要求独享LSP（Layered Service Provider, LSP），提供业务带宽、时延高质量转发；优享业务共享LSP，依靠QoS（Quality of Service, 服务质量）实现高优先级业务服务保障。其中，尊享业务面向ToB行业URLLC场景的需求，例如生产控制类的工业互联网、电力差动保护业务和VIP政企业务，不仅要求保证带宽，更提出了网络高可靠（零丢包）和低时延确定性的服务要求。在网络资源上，ToB业务提出了更严格的业务资源保证和安全隔离需求，需通过专用

网络资源保障重要生产类业务的高安全性。除了SLA要求外，入云业务也要求推动云和网的关系趋向于融合，业务中的流量和流向更加复杂，需要对未来业务进行创新，例如动态创建独享带宽专线就对专线的可编程能力和智能业务发放提出了较高的要求。

上述ToB的需求对分组承载技术提出很大的挑战。而FlexE切片最小颗粒度是5Gbps，不适合给单一客户做切片使用，运营商迫切需要寻找新的资源预留技术实现VPN/EVPN业务级别的切片服务。

为此，业界提出了不同的小颗粒专线技术方案：某国内运营商采用基于L1层的小颗粒技术，类似SDH机制，但实现成本较高；此外，基于分组HQoS（Hierarchical Quality of Service, 分层QoS）的应用及RFC7625，业界提出了IP分组小颗粒技术，该技术基于业务实现逐跳的资源预留能力，从而在网络为特定的VPN用户实现硬专线服务。

## 5G分组小颗粒专线技术原理

传统统计复用网络是尽力而为的转发，不同优先级业务可以互相抢占，高优先级业务受到低优先级业务包长等影响，而且网络侧最多只有8个队列对应8类业务，大大限制了QoS能力。通过在网络侧引入基于HQoS的带宽预留和小颗粒引流技术实现5G分组小颗粒专线，可满足5G业务质量要求。



张宝亚  
中兴通讯IP RAN规划总工



宋兵  
中兴通讯IP产品规划系统工程师

**带宽预留原理**

基于传统QoS能力不足，RFC7625提出了IP Harden-pipe的概念，其核心原理在于网络中的每条流量都通过HQoS进行限速管理（见图1）。

RFC7625（IP Hardened Pipes）转发面QoS技术，避免了传统分组转发业务中网络侧只能支持8个队列，无法充分利用设备大队列和多级QoS

能力的情况，实现了更加灵活的带宽保证。

IP Hardened Pipes通过逐跳HQoS保证，实现更好的SLA保证机制。其采用的是高优先级根队列限速加Shaper机制，避免和其他队列互相抢占调度资源，模拟兆级别的带宽独享的硬管道（见图2）。硬管道内部子队列进行正常QoS调度，极大提升差异化服务能力，保证确定性转发。

图1 IP Harden-pipe的基本原理

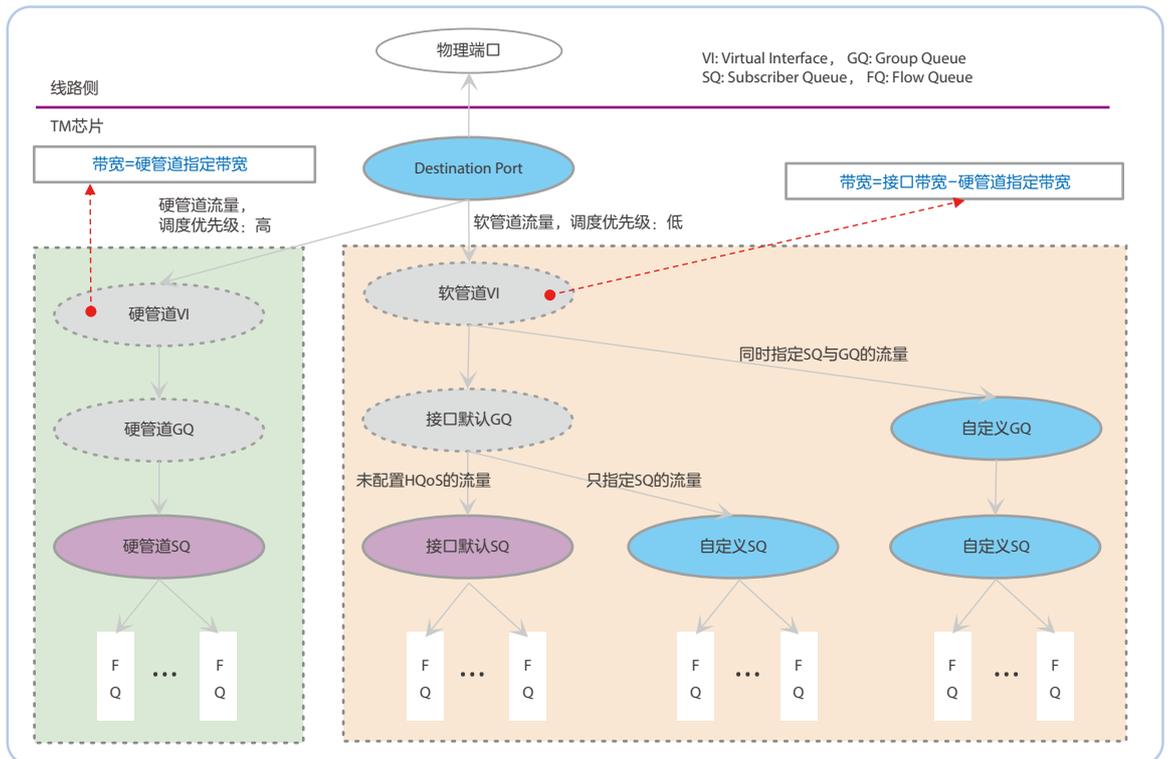
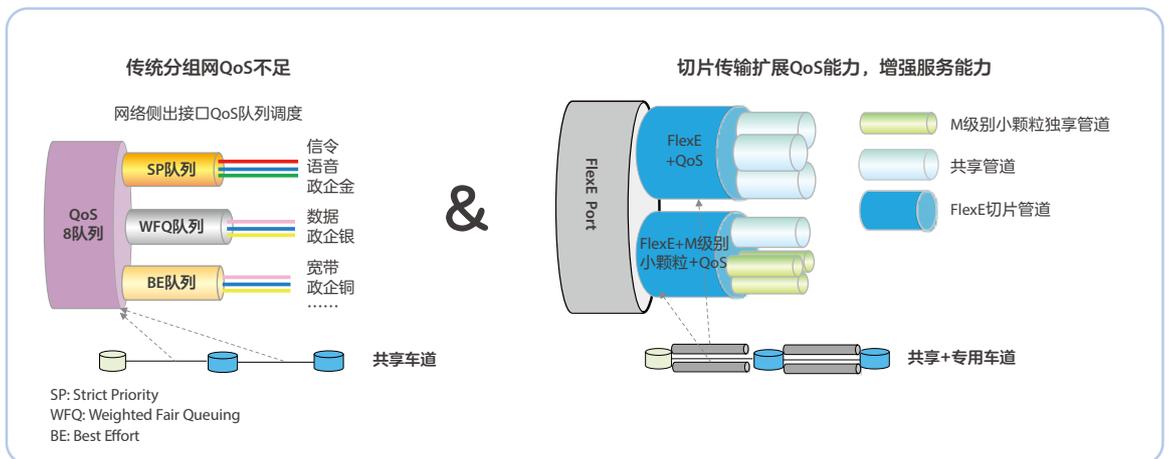


图2 IP分组小颗粒对业务提供QoS保障能力



RFC7625 (IP Hardened Pipes) 小颗粒切片技术, 物理层切片技术不仅可以实现链路的资源切片, 还可以实现端到端网络资源的切片, 进而提供端到端时延确定性。在转发层支持 MPLS-SR/SRv6 技术, 为 VPN 业务提供具有源路由的网络可编程能力, 提供通过 PCEP (Path Computation Element Communication Protocol, 路径计算单元通信协议) 的切片业务从基站到 UPF 选路的能力, 通过 SR-BE 提供 VPN 业务的泛在连接。

基于 QoS 可以实现灵活的带宽管理, 业务的颗粒最小为 1Mbps, 可以灵活提供匹配时延敏感业务颗粒的 Nx1Mbps 带宽, 并且每个小颗粒信道都有对应的物理时隙, 可以实现任意场景下的资源保障和严格物理隔离, 在小颗粒信道上支持当前的 L2/L3 VPN 服务。

### 小颗粒引流技术

虽然 IP Hardened Pipes 实现了带宽预留能力, 但在传统 MPLS/SR 转发节点不识别业务信息的情况下, 业务要走到预留的 QoS 队列需要通过一定技术来实现。为此, 业界提出了多种技术标准, 现达成业内共识的技术是状态无关 (即协议无关) 的小颗粒技术: 用户信息随业务流携带, 每条转发节点根据业务流信息进行 QoS 入队处理, 从而实现业务带宽保证。CISCO 最早提出了基于 SRv6 随流小颗粒技术草案。

中兴通讯在 CISCO 草案基础上, 利用 IPv6 头中的 Flow Label 定义了 10bit 的分组小颗粒切片业务标识, 可以基于 SRv6 BE/SRv6 Policy 承载业务实现小颗粒承载。

### 分组小颗粒带宽预留与转发原理

对于制定的 VPN 业务, 小颗粒带宽预留可以基于命令或 PCEP 进行逐跳配置: 每个业务分配一个小颗粒标志 ID, 该 ID 基于全网或者控制器算路

算出的 SRv6-TE Policy 显式路径上的节点进行带宽预留配置。在业务 PE 节点转发时, 只要携带上小颗粒 ID, 则每条网元上都可以通过预留的带宽进行转发, 从而实现独立带宽保障。

### 分组小颗粒的标准情况

随流的分组小颗粒目前在 SRv6 和 SR-MPLS 领域都已经有人提案, 其基本目标都是在数据报文中携带 VPN 用户信息, 以便和 RFC7625 定义的队列带宽预留实现无状态绑定。

当前分组小颗粒的带宽预留是基于命令行、管控逐跳, 或全网配置, 配置工作量比较大。未来也会出现新的动态路由协议, 实现分组小颗粒的扩散, 允许小颗粒信息只在边缘业务节点配置, 简化配置工作量。同时, 可以结合 SDN 实现小颗粒的动态调优、动态带宽调整、动态服务等增值服务。

### 总结

综上所述, ToB 行业应用推动 5G 承载网的技术不断演进, 分组小颗粒硬切片技术能够适应运营商政企业务创新服务, 解决 5G 通信网络与垂直行业结合应用中的痛点问题。采用分组小颗粒技术, 可以为高价值 ToB 行业用户提供独享带宽。分组小颗粒采用 QoS 技术, 带宽可以灵活动态调整, 不中断业务。此外, 带宽颗粒度可以达到 1Mbps 级别, 用户的带宽可以从 M 级到 G 级灵活分配。

当前分组小颗粒技术已成为行业热点, 并已在运营商网络开始进行试点。该技术可以根据 ToB 行业的业务切片需求, 在一张物理承载网上提供尊享、专享和优享等差异化服务, 极大地提升了 5G 承载网的资源利用率和业务提供能力, 有助于实现 5G 赋能千行百业的产业升级目标。ZTE中兴

# IP骨干网切片方案探究



**朱小龙**  
中兴通讯承载网IP产品  
规划总工



网络切片伴随5G而生。5G网络切片是一种按需组网的方式，可以让运营商在统一的基础设施上分离出多个虚拟的端到端网络，每个网络切片从无线接入网到承载网再到核心网进行逻辑隔离，以适配各种类型的应用。5G网络切片不仅在网络架构和技术上满足了增强移动宽带（eMBB）、低时延高可靠（URLLC）、海量连接（mMTC）三类应用场景差异化的服务需求，更是在业务运营、商业模式、服务领域等方面为运营商提供了更多创新和拓展的机会。

5G网络端到端切片包括接入网AN、承载网BN、核心网CN三个领域子切片，其中承载网虽然多为采用IP技术的网络，但主要承载AN和CN

之间的业务。运营商IP网络还包括承载互联网宽带业务、政企大客户业务以及新型云网融合业务的城域、省干、骨干等各级IP网络。IP网络切片目前存在很多不同的技术方案，众说纷纭，尚未形成统一的方案。本文将先对IP网络切片方案做一个梳理，在此基础上探讨IP骨干网切片需求和实施方案。

## IP网络切片技术方案

IP网络切片技术方案，主要从技术实现层面考虑如何将一张物理网络切分为多个逻辑网络，具体可以分为两大类：拓扑切片和路径切片（见图1）。

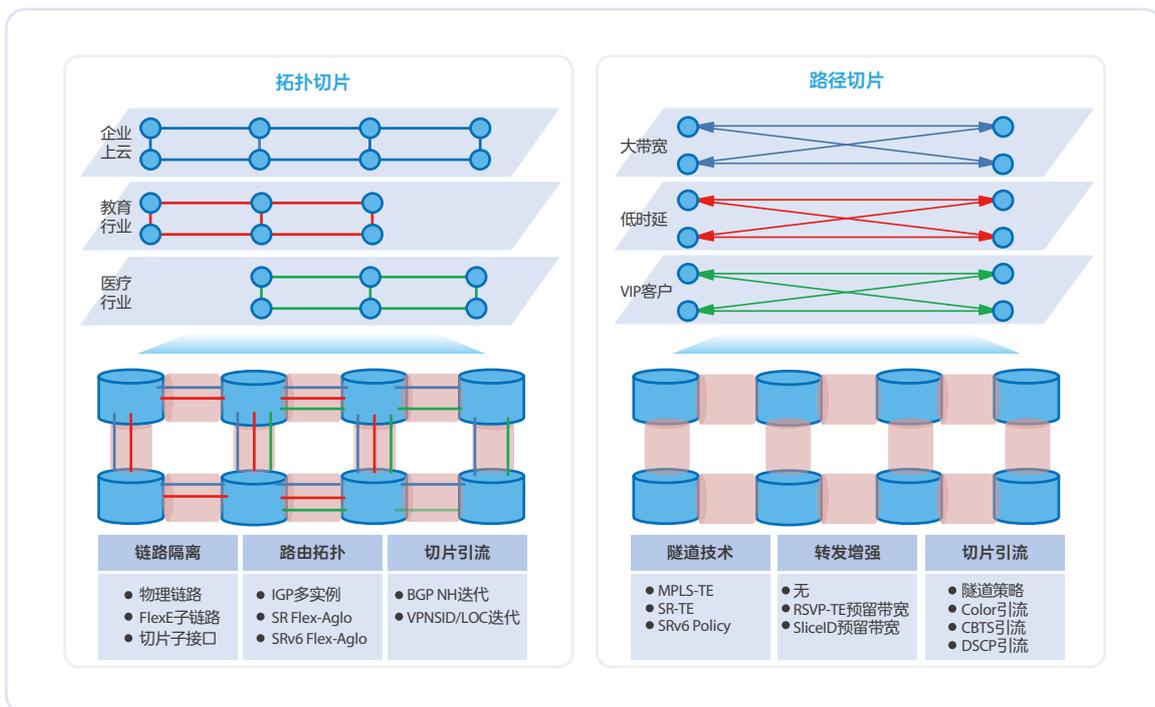


图1 IP网络切片技术方案



## 拓扑切片

拓扑切片，是指在指定节点和链路集合上运行控制面协议从而形成一个带宽有保障、功能相对完整的逻辑网络，实现技术主要涉及以下方面：

- 链路隔离：主要有物理链路、FlexE接口、切片子接口三种方案，各有优缺点。物理链路直接利用10GE、100GE接口技术，对接口无特殊要求，但切片粒度不灵活；FlexE接口可提供5Gbps粒度的链路，但IP网络存量接口多不具备FlexE能力；切片子接口可基于IP网络现有接口提供兆级粒度的链路，前提是现有接口单板具备一定QoS队列规模并通过软件实现支持切片子接口。
- 路由拓扑：主要有IGP多实例和Flex-Algo两类方案。IGP多实例为每个切片启用一个独立的IGP实例，每个切片有独立的路由拓扑以及完整可演进的功能特性，路由器控制面负载相对较重；Flex-Algo基于基础网络的IGP为每个切片创建一个Flex-Algo，通过FAID、算法定义、EAG约束条件以及链路EAG属性配置将相关节点和链路置于一个切

片拓扑内，所有切片都依赖于同一个IGP实例，路由器控制面负载相对较轻，但路由特性演进可能受到Flex-Aglo技术的约束。

- 切片引流：IPv4/MPLS/SR路由环境，为每个切片的每个节点分配独立的loopback地址并通过BGP路由策略将业务路由的BGP下一跳改为该IP地址；IPv6/SRv6路由环境，为每个切片的每个节点分配独立的Locator并在相应的业务实例中应用该Locator。
- 切片管控：由SDN控制器/编排器负责，主要提供切片相关的Flex-Algo参数配置、链路参数配置、IGP Flex-Algo拓扑信息采集和可视化，以及基于切片拓扑的路径计算等功能。

## 路径切片

路径切片，是在一组网络边缘节点之间建立满足特定SLA条件的隧道从而形成的逻辑网络，实现技术主要涉及以下方面：

- 隧道创建：主要有RSVP-TE、SR-TE/SR Policy以及SRv6 Policy技术。RSVP-TE技术控制面负载重、扩展性差，基本被摒弃；SR-TE/SR

Policy适用于IPv4/SR-MPLS网络, SRv6 Policy适用于IPv6/SRv6网络, SR-TE/SR Policy/SRv6 Policy仅在头节点实例化, 中间节点无状态, 扩展性高, 易于SDN集中控制。

- 资源预留：存在转发面不预留带宽资源和预留带宽资源两种方式, 前者要求控制器监测网络资源以及业务质量, 并根据情况对隧道路径重优化以满足SLA要求, 后者要求在隧道路径每一跳节点的接口绑定预留带宽资源的QoS队列来满足SLA要求, 并在报文转发时通过报文封装携带的标签、切片id等字段映射到相应的切片转发资源。
- 隧道引流：存在隧道策略、Color引流、CBTS、DSCP引流等方式, RSVP-TE隧道和SR-TE隧道可以采用隧道策略和CBTS方式, SR Policy和SRv6 Policy主要采样Color引流和DSCP引流方式。
- 切片管控：由SDN控制器/编排器负责, 主要提供切片相关的隧道配置、隧道路径计

算、边缘节点和隧道集成可视化等功能。

## IP网络切片业务方案

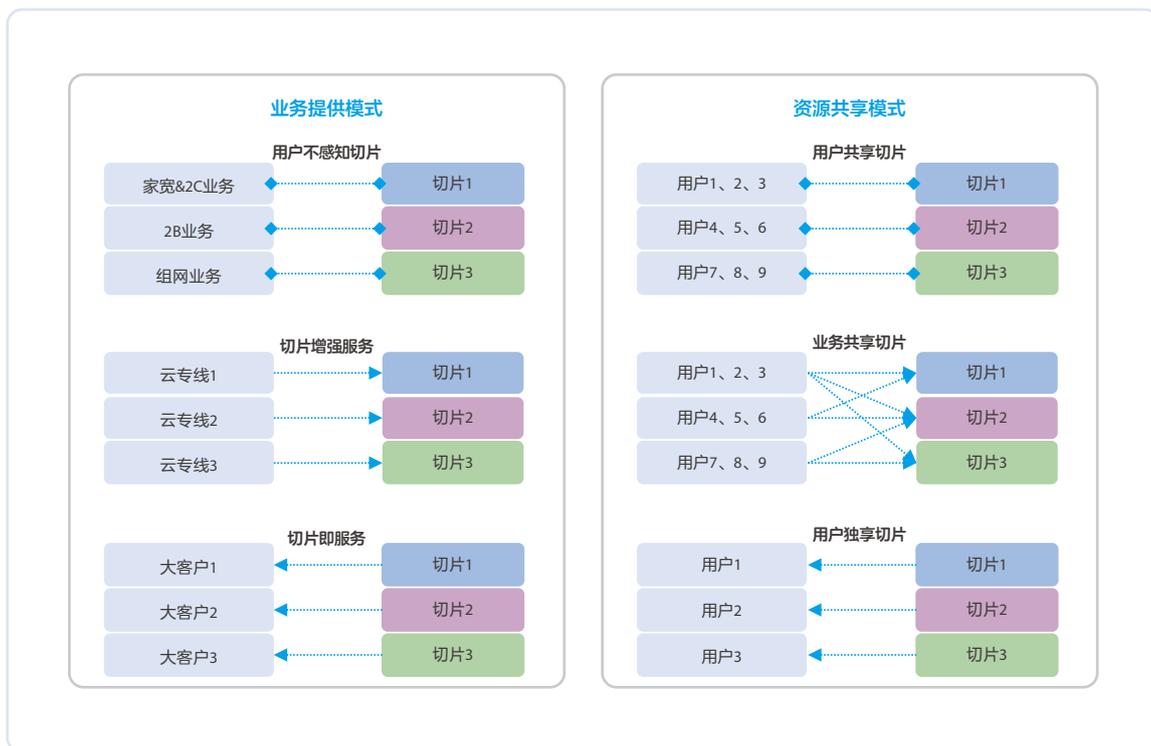
IP网络切片业务方案, 主要从业务运营角度考虑如何向客户提供切片服务, 具体考虑业务提供模式和资源共享模式两个方面(见图2)。

### 业务提供模式

IP网络切片的业务提供模式可分为以下三类:

- 用户业务不感知：用户订购网络服务时不知道网络切片的存在。网络切片完全是运营商内部按运营对象或业务类别对IP网络做的资源预分配, 用户业务与网络切片之间的映射关系相对固定。
- 切片增值服务：用户订购现有网络服务时可选购网络切片增值服务, 对时延、丢包率等SLA进行保障。
- 切片即服务：网络切片作为全新的独立业务

图2 IP网络业务业务方案



向用户提供，用户可以基于自己的网络切片开展业务并对网络切片的资源、业务、状态等进行管理。

## 资源共享模式

IP网络切片的资源共享模式可以分为以下三类：

- 用户共享切片：切片增值服务分多个类别对应不同的共享切片，订购了同类切片增值服务的所有用户流量在相应的共享切片内承载。
- 业务共享切片：切片增值服务分多个类别，对应不同的共享切片，用户可针对不同业务应用订购不同的切片增值服务；订购了同类切片增值服务的所有用户特定业务流量在相应的共享切片内承载。
- 用户独享切片：用户直接订购了一个网络切片，该网络切片不承载该用户之外的流量。

## IP骨干网切片方案分析

### 网络特征

国内运营商一般都构建了定位不同的两张IP骨干网，分别为公众业务骨干网和高价值业务骨干网，两者存在明显的特征差异。

- 承载业务：公众业务骨干网主要承载省际互联网流量，同时实现省内城域网、IDC之间的互联网流量疏导；高价值业务骨干网主要承载政企VPN业务、入云业务、云间互联业务以及运营商内部移动核心网、IT、网管等业务流量。
- 技术方案：公众业务骨干网主要采用IPv4/IPv6双栈路由实现互联网流量转发，目前已有运营商部署了SRv6可按需对骨干网集中流量调度；高价值业务骨干网正在由传统的MPLS L3VPN向SRv6 EVPN演进。
- 网络结构：公众业务骨干网边缘覆盖到省份，网络节点数量少，节点之间Mesh互联，

网络结构超级扁平；高价值业务骨干网边缘覆盖到地市，网络节点数量多，网络结构有明显的P和PE层次划分，省际P节点之间Mesh互联，省内PE到P的星型互联。

- 网络容量：公众业务骨干网容量大，节点之间采用多条100GE链路并行互联，支撑快速增长的互联网流量承载，网络整体负载较重，且存在局部拥塞；高价值业务骨干网容量较小，相对轻载。

### 切片需求和方案选择

随着高清视频、VR/AR应用、工业互联网、算力网络、垂直行业专网等新业务的出现，IP网络需要在带宽、时延、可靠性等方面对这些业务进行差异化服务提供和保障，而网络切片方案能较好地匹配这一需求。

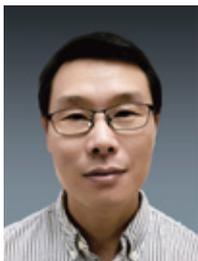
在公众业务骨干网上，可以采用SRv6 Policy路径切片方案预部署低时延保障切片和带宽保障切片，用户在需要低时延或带宽保障时选择相应的切片服务，用户接入网关对业务流量进行DSCP标记，流量进入骨干网时，采用DSCP引流的方式将业务流量映射到相应切片实现低时延或带宽保障。

在高价值骨干网上，切片方案有几种情况：一是采用控制面SRv6 Flex-Algo+转发面切片子接口的拓扑切片方案，向垂直行业用户提供切片专网业务；二是采用SRv6 Policy路径切片方案预部署低时延保障切片和带宽保障切片，为政企/云业务提供切片增强服务；三是采用带宽预留的SRv6 Policy路径切片为客户提供硬管道服务。

IP网络业务应用日新月异，网络切片技术也在不断发展演进。在这样背景下，运营商可以立足已有的成熟切片技术进行业务创新，一方面将网络架构和技术演进的阶段成果迅速转化为商业价值，一方面通过切片业务运营，推动切片技术方案和商业模式迭代发展，实现技术和价值创新。ZTE中兴

# 基于IPv6的网络内生安全

## 技术探析



段威  
中兴通讯IP产品资深研发  
总工

### IP网络中的灵魂三问：你是谁，你从哪里来，你到哪里去



2017年《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》发布以来，我国IPv6发展显著加速，IPv6

活跃用户数从2019年底的2.7亿增长到2020年底的4.6亿，2021年底增长到6.08亿，占我国全部网民数的60.11%。

IPv6的初衷是为了解决IPv4地址消耗殆尽的问题，但由于NAT技术的出现，地址耗尽的问题已经在很大程度上得到了缓解，因此，单纯从地址消耗的角度，从IPv4升级到IPv6的需求迫切度已经降低。

那么，IPv6技术大规模的推广的动力从何而来？这其中有很大一部分是网络安全的需求，不是因为IPv6带来了下一代网络，而是因为下一代网络的发展，需要能更好地利用IPv6的一些特性来提升网络的整体安全性。

我们知道，哲学家有一个著名的灵魂三问：网络，尤其是IP网络，也存在同样的灵魂三问：你是谁（设备的可信标识），你从哪里来（报文源地址的合法性），你到哪里去（目标可访问约束）。

传统上，IP网络的特点是尽力传输，效率优先，主要关心“你到哪里去”，根据目的地址查找路由表进行寻址转发，而对于“你是谁”“你

从哪里来”并不关注。在不考虑网络安全的情况下，这种方式能最大利用IP网络的转发能力。而在考虑到IP网络安全问题时，需要更多地关注“你是谁”和“你从哪里来”的问题。精准地确定“你是谁”和“你从哪里来”，是身份可信的基础。

### IP网络里的身份证、健康码和行程码

“身份可信”包括了应用层和网络层两个方面。应用层相对比较成熟，比如某些网站注册后，新人只有基本权限，回帖到一定积分后，才能获得发帖权限，发帖到一定数量，才能获得站内消息权限。但是IP网络中，网络层协议本身在身份可信方面做得还不够充分，可以从多个方向加强。

网络层的身份可信加强，可以分为两个方向，一个方向是不做身份地址分离，通过其他技术手段来提高IP地址的可信度，比如SIDR（Secure Inter Domain Routing安全域间路由）技术。SIDR中的ROV就像查身份证，会查证IP地址和AS的归属关系；BGPsec就像行程码，会记录一个路由信息的真实AS路径信息。目前ROV技术已经进行了规模部署，全球超过20%的路由信息可以通过ROV进行验证。BGPsec尚未实际部署，主要原因是BGPsec需要全路径支持（就像行程码如果只是部分城市生效，那么就不可信了），而BGPsec



IPv6后半部分，接口标识部分的使用，是网络内生安全的关键。该部分可以放置终端设备的可信身份标识，让网络层就能确定报文的真实来源。这种做法有很大的发挥空间，比如，在IPv6头中使用可验证的标签来进行反射型DDOS攻击的防御，就是可信身份标识结合加密算法的一种应用。

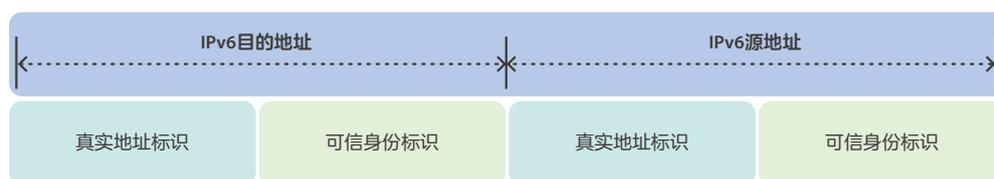


图1 IPv6地址规划

需要对路由器设备进行升级改造，实际部署难度过高。

网络层的身份可信加强，另一个方向是通过定义IPv6地址，实现身份地址分离来提高IP地址的可信程度。中兴通讯的内生安全定义“内生安全网络是以可信标识为锚点，以信任为基础，具有共识机制，具备内在自免疫可进化安全能力的网络安全体系”，这其中的可信标识，就是在IPv6地址中携带真实地址标识和可信身份标识，就体现了身份地址分离以提高IP地址可信程度的理念。IPv6相比于IPv4，头部长度从32位增加到了128位。IETF的RFC4291 IPv6寻址结构中，没有明确规定路由寻址要用多少位，但在实际使用中，128位如果都做寻址，在很多场景下会比较浪费。比如SRv6中，就是因为SRH头128位太浪费，推出了多种头压缩技术，如GSRV，每个SRH头可以用来标识4跳。当然，如果IPv6地址还是和IPv4一样，单纯只是用来寻址，即使只用前64位，也很浪费。因此，CCSA等标准组织正在研究如何更

好地对IPv6地址进行可信编址。就像手机号码11位，就能知道是哪个省、哪个市的电话一样，IPv6地址也可以通过预先规划，发挥更多的作用。比如把IPv6地址的前半段路由前缀+用户子网，做成真实地址标识（参见图1）。

IPv6后半部分，接口标识部分的使用，是网络内生安全的关键。该部分可以放置终端设备的可信身份标识，让网络层就能确定报文的真实来源。这种做法有很大的发挥空间，比如，在IPv6头中使用可验证的标签来进行反射型DDOS攻击的防御，就是可信身份标识结合加密算法的一种应用。

此外，目前业界也正在研究终端设备上自身可信标识的使用，使得有线终端可以和无线终端的IMIE号一样，有个唯一的标签，并能将相应标签和IPv6地址的可信身份标识进行映射。

还有一些研究是根据对设备自身安全水平的评估，比如是否是可信计算环境、是否具备可信启动、是否安装了必要的补丁，给可信身份标识

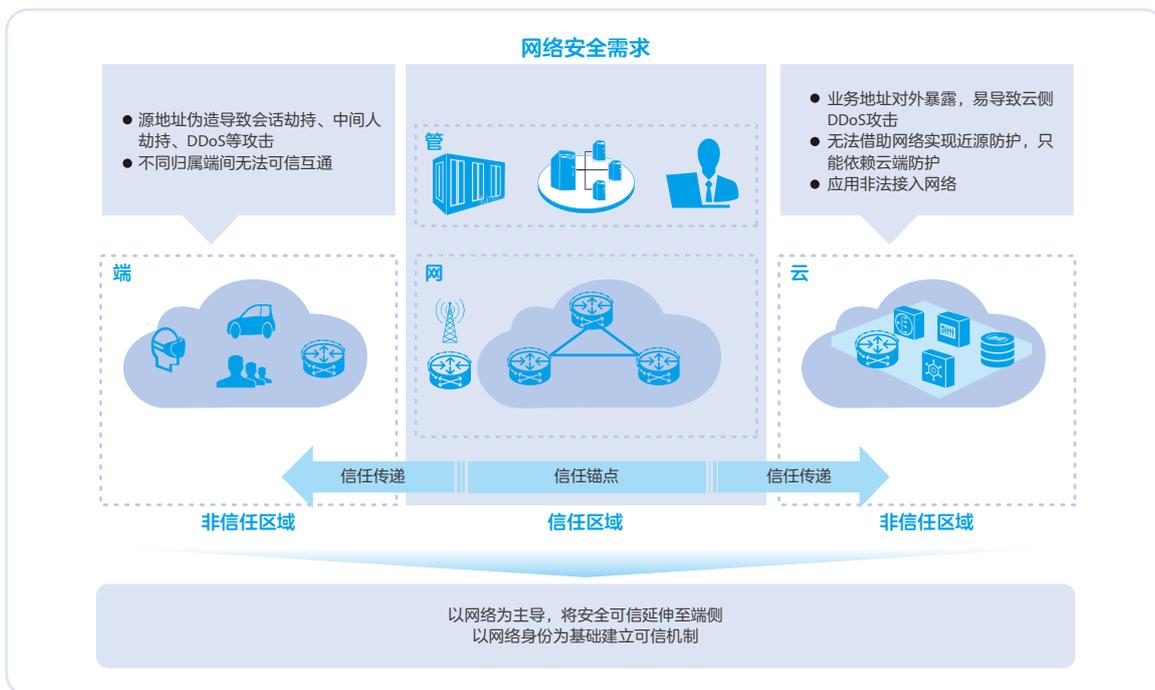


图2 支撑新型网络体系结构的内生安全防护模型和系统方案

再加上一个安全信任等级，就像给IPv6地址赋予了绿码、黄码和红码这样的健康码信息。在此基础上，IP网络中就可以利用可信身份标识开展更多的安全相关工作，更好地对IPv6网络的安全进行控制。

有线设备的可信身份标识可以由设备TEE（Trusted Execution Environment，可信执行环境）产生，也可以存储在可信计算环境中。在设备接入网络时，接入服务器对该身份进行验证，并根据身份来分配IPv6地址。这样，设备的IPv6的前半部分地址，是经过可信编址后形成的真实地址标识，可以用来做网络寻址，而后半部分地址，就是设备的可信身份标识。这样，有线设备就拥有了自己的网络身份证、健康码和行程码。

### 中兴通讯提出内生安全防护模型和方案

中兴通讯在网络5.0产业和技术创新联盟中，提出了“支撑新型网络体系结构的内生安全防护模型和系统方案”（见图2）。该方案基于IPv6的

新型网络，以网络身份为基础建立可信机制，并以网络为主导，将安全可信延伸到端侧。

在这套可信机制中，通过报文内嵌可信标识的方式，实现网络身份的可信管理，并通过身份可信管理、身份与位置可信关联、密钥管理、服务与发起端认证关联等，解决IP欺骗对网络安全构成巨大威胁、攻击难以检测、安全响应缓慢等原有难题，并最终通过身份可信（报文内嵌可信标识、身份真实性控制）、服务可控（服务可访问性检查和控制）和数据可靠（数据通道加密），解决数据网络是谁、从哪里来、到哪里去的三大终极问题。该方案获得2021年网络5.0峰会的创新科技成果发布奖项。

2022年，中兴通讯再接再厉，推出了支持基于IPv6可信标识认证接入的原型机设备，并继续在包括CCSA（中国通信标准化协会）、IETF（国际互联网工程任务组）等国内国际标准化组织中推动和参与基于IPv6的内生安全技术的标准化工作，为IP网络的可信安全保驾护航。ZTE中兴

# AI技术在网元节能中的应用

**碳**排放已成为ICT行业面临的严峻挑战。5G时代，海量接入以及大带宽的需求，更对网络能效提出更高要求，承载网设备也要在设计、建设以及运维方面做到能耗优化和绿色节能。目前承载设备主要通过静态方式实现节能，无法根据业务流量负载和外部环境的变化，实时调整设备能耗。通过在节能技术中引入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。

## 承载网AI智能节能总体思路

现有的承载网络（PTN/IPRAN等）设计总体原则是注重带宽与性能优化，没有充分考虑能效，能效利用上存在以下几个问题：

- 网络通过大量的冗余硬件来进行带宽保证和故障情况下的冗余保护，组网设计上大部分场景需要充分利用负荷分担，当流量较小时，会导致大量的端口带宽利用率较低；
- 网络按照峰值业务时段的服务质量设计，在夜晚或假日的低流量时段或在业务负载暂时变得非常低的某些区域中，设备无法充分利用；
- 网络设备存在不同的开通阶段，网络商用初期，用户规模较小，网络处于轻载或空载状态导致大量的无效功耗。

因此，IP网络设备节能的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实现动态功耗的降低。

通过AI可以识别出各种流量场景，如，当某场景白天、晚间流量很大，但夜间无流量，且周末相比工作日流量增大，模型可能将该场景识别为商场类；当某场景周末、节假日流量大且正常工作日流量较小，可判别为景区类等。

在具体实现上，根据AI模型训练学习的优化，可以实现更详细的业务场景划分，如地铁、高铁、高速公路、高校、医院等，不同类型的场景对应不同的节能策略。

但IP承载设备和基站设备不同，基站设备是整个网络设备的末端，针对特定的场景区分度比较好，相对来说能够通过流量得到明确的场景分类。而IP承载网设备，网元类型比较多，包括接入、汇聚、核心等，具有典型的流量汇聚特性，即使接入设备也是众多基站的汇聚点，因此从流量上，承载设备已经看不到基于地点特性的场景信息，但是可以根据流量的变化趋势划分抽象的场景信息。

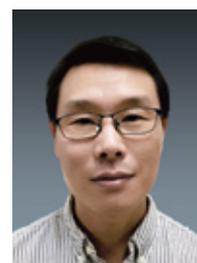
对于承载设备，流量变化趋势可以划分为如下四类场景：

- 场景一，流量长期变化趋势不均衡，部分时间段高负荷，部分时间段低负荷；
- 场景二，流量长期变化趋势处于较低负荷水平；
- 场景三，流量大部分时间处于空载状态；
- 场景四，流量长期变化趋势处于较高负荷水平。

总体上节能的效果是与业务负荷相关，一般



武利明  
中兴通讯IP产品资深系统工程师



段威  
中兴通讯IP产品资深研发总工

负荷越低，节能效果越明显，场景四在流量较高负荷的情况下进行任何节能动作都没有太大意义。因此AI智能节能重点是识别场景一、场景二和场景三，即识别流量中长期的变化趋势，确定流量低负载的时间段，动态执行节能动作。

### AI智能节能动作

承载网元产品设备功耗总体分为两大类，静态功耗和动态功耗。

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，静态功耗的主体是网元设备的各种硬件单元和芯片。

动态功耗则随着流量负荷增加而上升，因此AI智能节能主要是识别网元设备的流量变化趋势，在低流量负荷时间段执行节能动作。节能动作总体分为两类，硬件关断操作和路由迁移操作。

#### 网元硬件关断

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，有如下几种可硬件关断操作：

- 关闭线卡Serdes总线

对于分布式网元设备，所有线卡之间的流量转发均通过交换网进行。线卡通过Serdes总线连

接到交换网SF ( Switch Fabric ) 上，当线卡工作在低流量负荷时，可以关闭空闲Serdes达到降功耗的作用。

- 关闭交换板SF ( Switch Fabric )

对分布式网元设备，交换网通常都有较高的冗余度，因此基于网络整体流量趋势预测，当网元整体流量负荷比较低时，可以选择关闭空闲的交换板，实现动态降功耗的作用。

- 物理端口休眠

对于流量长期空载，仅偶尔有低负荷流量的情况下，可以将对应的物理端口休眠。端口休眠并不是彻底关闭物理端口，当有流量时会重新触发端口转发流量。

目前端口休眠技术主要以IEEE制定的802.3az标准为主。这一标准称之为节能以太网标准 ( EEE )，主要原理是在设备利用率低的时间段或闲置期断开电源连接，而在数据传输时期，恢复电源连接。

- 关闭线卡

当线卡长期流量负荷较低时，尤其是线卡在SG ( Smart Group ) 中存在冗余保护的场景下，可选择关闭线卡，实现动态降功耗的作用。

硬件关断总体视图如图1所示。

#### 网元流量重路由迁移

在目前运营商网络路由策略中，无论网络中是否有流量经过，或无论流量大小，所有的链路

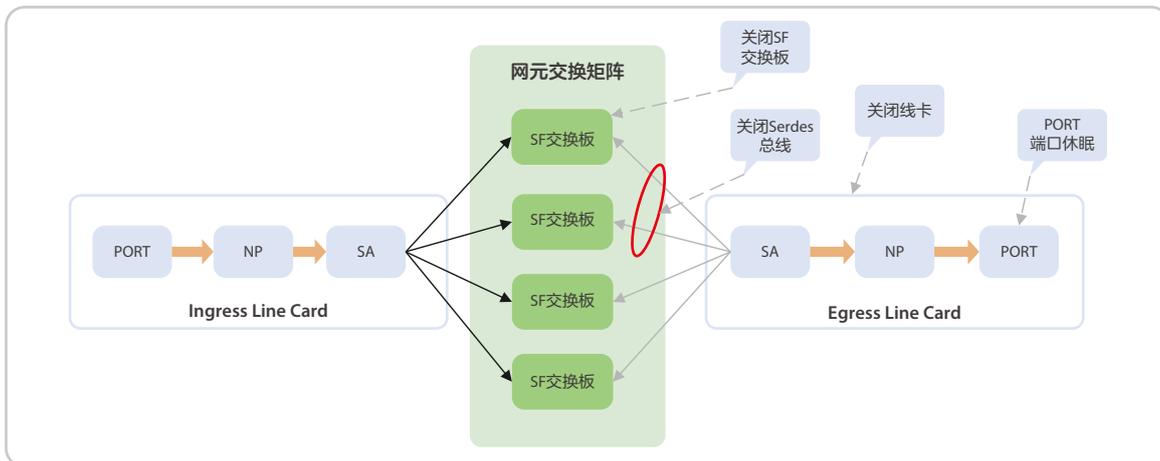
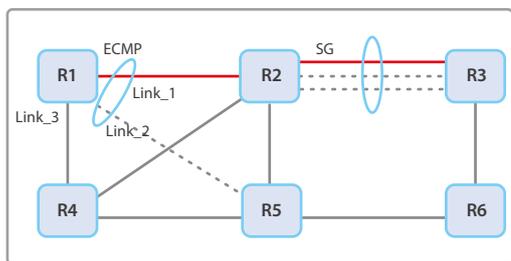
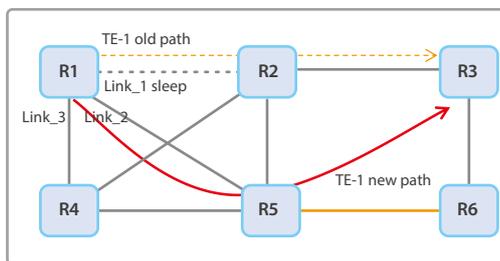


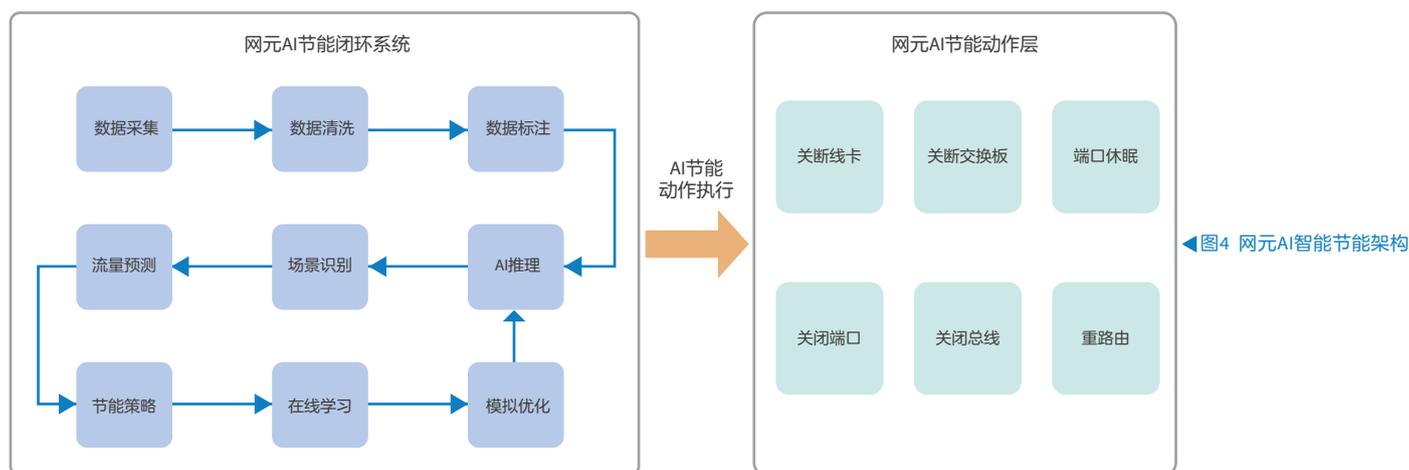
图1 网元硬件关断总体视图



▲ 图2 负荷分担流量重路由



▲ 图3 TE流量重路由



◀ 图4 网元AI智能节能架构

都处在工作状态，即使这些流量很低，通过一条链路就可以完成转发，但实际上与路由相连的所有链路都会处在工作状态。

总体上，在不影响网络性能的情况下关闭部分链路可以节省大量能耗。因此根据网络流量预测值，如果部分链路上的流量在一个较长时间段内是低流量状态，那么可以把这些链路上的流量归并到其他链路，使其空闲，进而休眠。

如图2所示场景，网络中存在SG ( Smart Group ) 或者ECMP ( Equal-Cost Multi-Path ) 负荷分担场景，当流量负荷较低时，将SG/ECMP中部分成员端口关闭或者线卡下电，流量在剩余端口上转发，当预测流量趋势上升时，提前将端口打开。

对于部署了隧道策略的业务场景，则可以采用基于节能策略的TE重优化技术，即通过AI预测流量，对于长期趋势为空载或者低负荷的端口，重优化端口上的TE tunnel，将其路径优化到部分

设备和链路上。

路径优化技术不应局限于单个设备，应该从网络整体的流量预测基础上进行分析，在安全的基础上使得尽量多的设备或者链路空闲休眠，达到更好的节能效果，如图3所示。

### AI智能节能总体架构

网元AI智能节能是网元设备的一种AI应用，从架构上是承载网整体AI智能架构的一部分，需要网元设备、管控以及云端协同实现AI智能节能闭环系统，管控和云端实现长期流量趋势的预测与分析，设备侧实现短期流量趋势的AI推理，如图4所示。

节能动作的执行需要充分进行节能风险评估，在节能开启状态下，需在每次动作前，对当前节能策略进行风险评估，根据风险判断节能动作的可执行性，紧急状态下发出告警，控制节能

退出。风险评估涉及到的信息有：设备流量异常冲高、设备异常信息、预测模型可用性、当前节能模式、保护预留流量空间。

### AI流量算法模型

AI智能节能算法模型主要是流量预测，有多种算法模型。

一种是基于序列特征的预测方法，包括Arima、Prophet等时间序列算法。这类算法基于时间序列本身的特点进行建模和预测，是线性模型，适合短期内而且平稳时间序列的预测。

另外一种回归预测方法，即采用AI等机器学习技术，包括RNN/LSTM神经网络等，基于历史负荷数据建立回归模型来达到预测未来负荷的目的，适合非平稳变化、复杂的非线性网络流量。

AI不同算法有各自适合的场景，因此更好的方法是同时使用不同的算法，从不同角度预测流量，综合不同预测结果制订更合理的节能策略。

从流量波形结构看，一般情况下，流量可以分解为三个主要成分：增长趋势、周期趋势以及节假日。针对智能节能，主要通过AI算法预测流量中的趋势部分和周期部分，找到流量低负荷的时间周期，从而进行相应的节能策略。

### 趋势流量预测

主要使用RNN（Recurrent Neural Networks，循环神经网络）/LSTM（Long Short-Term Memory，长短期记忆神经网络）进行长短期的流量趋势预测，RNN/LSTM模型同时考虑了当前和过去历史数据，通过回归计算能够得到趋势上升或者下降时的边界点。

传统的神经网络模型以及CNN卷积神经网络，是从输入层到隐含层再到输出层，层与层之间是全连接的，每层之间的节点是无连接的。

相对于CNN，RNN主要是用来处理序列数据，RNN中一个序列当前的输出与前面时刻的输出也有关（结合前面的状态、当前的记忆与当前的输入）。

RNN网络会对前面的信息进行记忆并应用于当前输出的计算中，而LSTM则是对RNN的进一步改进。RNN的信息只能传递给相邻的后继者，当输出与其相关的输入信息间隔很长的时候，RNN的参数训练就变得非常困难，而LSTM能够解决输入与输出的长期依赖问题。

### 周期流量预测

网络流量中，周期流量始终占有主要成分，比如每天白天和夜晚流量都呈现周期性能的波动，每个工作日和周末流量波动情况也不同。流量的周期性和网络所在地域、时间周期、人流活动特点、社会经济总量等强相关。

趋势流量预测以回归预测为主，主要是预测流量发生变化的边界点，而周期流量预测，应该以分类为主，可以基于不同时间段的流量情况标记为不同的场景。

周期性流量预测可以采用基于树的分类算法（决策树Decision Tree、随机森林bagging、boost等），不同算法分类的效果可以在原型开发阶段进行验证，关注分类的准确度和泛化预测性能。

对于基于树的分类算法属于监督学习，因此首先需要对数据样本进行场景分类，即数据标注，当完成模型的训练和学习后，对于新接入节能策略的网络设备可以根据模型分类确定的场景类型，采用合适的节能策略。

### 总结

通过AI算法预测网络流量的变化趋势，实现动态节能，能够取得最优的效能，而且也减轻网络运维的压力，使得运维流程自动化智能化。

同时也应看到，AI算法通过数据算法进行预测，执行关断硬件操作存在一定的风险，因此在架构和业务逻辑设计上，需要充分考虑异常，进行风险评估。在不安全状态下能够及时退出节能状态，避免在大流量突发的情况下造成流量损失。ZTE中兴

# DITO携手中兴通讯

## 开创菲律宾电信行业新速度

2021年12月，年度PMI（中国）项目管理大奖获奖名单揭晓，中兴通讯凭借在菲律宾DITO项目的出色表现获“杰出项目奖”。同时，中兴通讯工程服务PMO荣获“年度PMO大奖”。在新加坡举行的2021年W.Media亚太云和数据中心颁奖典礼上，中兴通讯DITO数据中心项目荣获W.Media超大型创新项目（自动化）大奖（见图1）。

行业认可的背后，是DITO与中兴通讯精诚合作，克服重重困难，从零开始建设有线、无线网络和数据中心，开创了菲律宾电信行业网络建设的新速度。

### 直面挑战，我们一直在

DITO在菲律宾语里意为“在这里”。这家被菲律宾大众寄予期望的运营商立志3年内完成4G移动服务和光纤宽带服务的全国覆盖，同时加快



▲图1 中兴通讯DITO数据中心项目获W.Media超大型创新项目（自动化）大奖

5G移动网络的部署，通过提供世界一流电信服务，提升菲律宾的电信基础设施水平。

根据规划，DITO将从零开始建设覆盖全国大部分地区的4G、5G移动通信网络。其中，无线站点工程需完成站点规划、站点建设、光缆建设、数据机房开通、海缆租赁、核心网建设等诸多工作。此外，从零起步，还涉及站点征地、路权获取和市电引入等通信基础设施工程。

作为一家新晋运营商，在这个拥有上千座海岛、几十座活火山的国家，要在短时间内建设一张覆盖全国大部分地区的高质量移动网络，面临重重困难。成功入选成为这个菲律宾通信史上规模最大的全Turnkey一站式交钥匙工程项目的网络和服务提供商的中兴通讯，与DITO站在了一起，面前是在有限的时间内建设一张全新的高质量网络的巨大挑战。

- 工程质量及进度高标准：项目年交付量是历史平均的2~3倍，工程质量达中国和菲律宾两国最高标准；
- 施工环境及工程界面极复杂：施工范围跨700多座城市、20多座岛屿；主要业务涵盖无线、有线、数据中心三大业务的20多个子业务；此外，还涉及近20家政府机构和1000多个社区申请施工许可以及70多家供电公司申请用电；业务流程及人力资源等零基础，项目人员、供应商和服务商合作伙伴，以及相关业务和流程等都要从零开始创建；
- 火山台风等自然灾害频发：项目执行期间遇到火山爆发、十多次5级以上地震、雨季洪



成伟  
中兴通讯项目管理经理



杨艳  
中兴通讯全球服务品牌经理



▲ 图2 中兴通讯提前达成里程碑目标

涝灾害、全球最强台风“天鹅”等共20多次台风，给项目的施工安全、进度及质量等带来极大的挑战；新冠疫情蔓延，当地是东南亚疫情最为严重的国家之一，对交通出行、物流运输、人员及施工安全等造成诸多影响。

### 开创菲律宾电信行业网络建设新速度

为了应对一系列挑战，在工程方案规划中，中兴通讯充分考虑了DITO网络的发展路径，根据DITO的商用城市规划，不断调整和优化各城市的站点开通计划，平衡网络商用计划和站点开通任务的优先级，在保证项目交付进度的情况下，最大程度地保障了商用网络的KPI性能，提升了用户体验。

在网络部署中，充分采用利用数字化、智能化云平台和工具。中兴通讯数字化项目交付平台iEPMS（Intelligent Engineering Management System），实现了端到端的全流程业务贯通。

DITO、中兴通讯以及外包合作伙伴三方可通过手机端或Web端两种方式对项目的计划、进度、文档和质量进行全维度管理，大幅提升了工程交付和项目管理的效率。此外，基于数字化网络部署的云交付模式提升了疫情下网络部署的效率。

在DITO的统一部署下，从2020年1月到2021年6月的3个半年里程碑计划中，中兴通讯均率先达成目标（见图2）。在项目启动后的第3个月完成测试站开通和联调，并成功打通了First Call。最终历时18个月，完成1700多个全Turnkey站点、超过5000km光缆和30多个IDC数据中心建设。DITO联合中兴通讯一起，开创了菲律宾电信行业网络建设的新速度。

### 迎难而上，中兴通讯AMB创新项目管理方法获肯定

基于在菲律宾项目交付过程中的多种山地海边交付场景、疫情灾害应对、客户个性化要求等经验，中兴通讯项目组提炼出一套适合海外大型全Turnkey工程项目的创新项目管理方法，简称AMB（Ability特战能力打造；Method管理方法创新；Business Continuity Management业务连续性管理）。其核心是快速集结内外部资源，打造一支优秀的项目团队，并通过数字化工具和管理方法创新，高效管理Turnkey项目的核心业务，同时结合疫情新常态，通过BCM机制和云交付创新模式进行业务连续性保障。AMB项目管理方法的本质是把握项目的“人、业务、风险”要素，

DITO首席技术官Rodolfo Santiago对中兴通讯的交付能力高度认可，在接受媒体采访时表示：“中兴通讯不仅在5G技术上非常优秀，而且在光网络建设上也很有经验。我们期待继续与中兴通讯合作，以实现DITO对政府的承诺。”

特战能力是关键，管理方法创新是核心，业务连续是基石。

以风险识别及管控为例，中兴通讯启动的BCM应急预案在疫情发展不同阶段及时评估影响并采取针对性应对措施，逐步总结了疫情常态化的工作方式，将人员防护、上站打卡、健康监测制度化，保障在灾难和疫情不利形势下的持续交付和安全生产。

项目的高质量交付超出客户预期，树立了中兴通讯交付品牌，被客户集团领导赞誉“中兴团队是一支交付铁军”。

### 打造优质网络，DITO永远“在这里”

2021年3月，DITO发布商用网络，推出差异化套餐，打造DITO品牌。网络商用4个月时，用户数已达几百万。随着商用站点和商用城市的不断增加，用户数将持续增长。

随着用户数的壮大，现有网络性能已无法满足流量高速增长的需求，中兴通讯精品网建设通过多维度方案帮助客户提升网络性能（见图3）。例如，部署智能网优平台NGI实现准确的网络品质可视化评估；采用智能WNG路测软件，一



▲图3 中兴通讯对DITO网络商用进行保障

款基于创新的APP+云架构的自动路测解决方案，实现快速高效的数据采集分析，根据评估测试部署关键功能提升用户感知，吸引更多用户选择DITO网络。

DITO首席技术官Rodolfo Santiago对中兴通讯的交付能力高度认可，在接受媒体采访时表示：“中兴通讯不仅在5G技术上非常优秀，而且在光网络建设上也很有经验。我们期待继续与中兴通讯合作，以实现DITO对政府的承诺。” ZTE中兴

# 中国联通携手中兴通讯 完成算力网络服务调度PoC验证



李玲

中兴通讯高端路由器产品  
规划经理

**算**力网络是当前数字经济和社会智能发展的新焦点，它通过引入新框架和新技术实现计算资源、存储资源、网络资源的一体化调度，以达到资源利用率最优、用户体验最优的效果。加快算力网络发展，打通信息“大动脉”已成为运营商发展的重要战略方向之一。

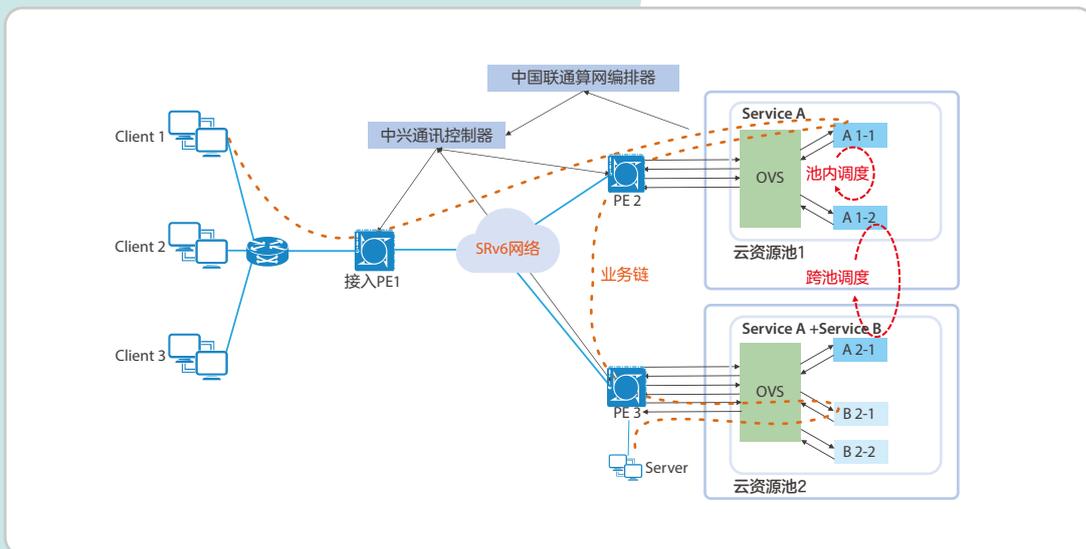
中兴通讯与中国联通在算力网络领域开展多维度合作，已于2021年底联合完成算力网络服务调度PoC验证。双方充分验证了多个边缘云与城域网进行视频流AI处理的场景，实现了多算力资源池与承载网的协同，表明中兴通讯与中国联通共同推进的基于CUBE-Net3.0网络的创新体系和

算网一体调度方案已取得显著进展。

## 算力网络服务调度PoC验证网络原型框架

本次PoC验证基于SDN+SRv6 Policy框架实现跨多资源池的增值业务灵活调整，完成算网融合调度。通过该验证，中兴通讯联合中国联通研究院未来网络研究部，采用中国联通自研算力网编排器，构建了算力网络服务调度原型系统（见图1）。系统整体包含中兴通讯网络控制器、中兴通讯算力网关设备、云资源池（部署增值服务）、算力网编排器，以及叠加在原型系统上的视频推流及视频AI分析服务。

图1 中国联通算力网络服务调度PoC验证网络原型框架



## 算网技术方案满足云网融合业务需求

本次验证涵盖SRv6服务功能链、算网一体编排、算力资源切换等主要技术方案，并通过业务链的控制与调度优化了视频推流及AI识别业务流程。在保证上层业务应用的同时，实现算力状态感知、算力服务单元切换、算力路由由计算等关键技术，充分满足云网融合时代所需的运营商承载网和多级算力资源协同服务的要求。

业务链技术可依据客户的意图，实现不同算力服务的链接，即让业务流按照指定的顺序依次经过指定的增值业务设备，使业务流量能获得一种或多种增值服务，最终为客户提供定制化服务。通过采用业务链技术，可使不同算力的服务链接成为现实，从而快速为客户提供新型业务。

通过算力网络服务调度PoC验证，实现了“算+网”的闭环自动化调度过程，验证算力的池内多VAS实例调度、跨池VAS实例调度、SFC代理(Proxy)、业务路径保持等用例。具体包括：

- 编排器从云资源池获取增值服务VAS的业务负荷信息，下发调度策略给网络控制器；
- 网络控制器进行“算+网”的调度，下发SRv6 Policy策略和SRv6 SFC策略给算力网关设备；
- 算力网关实现业务流引流、SFC Proxy、业务路径一致等功能。

经过和联通研究院的探索合作，原型系统于2021年12月完成了系统测试验证和演示。

此次验证以算力状态感知的网络增值服务调度为基础场景，依托中国联通研究院自研的算力网络服务编排系统，在多个资源池内部署虚拟化增值服务，叠加流媒体推流及AI推理业务，通过服务编排系统、网络控制器、云管理平台、算力

网关的协作，验证初始态、业务叠加、资源池内调度、跨资源池调度、业务回落等多个细分场景下的算力和网络的统一调度，实现算力网络原型业务流粘性、就近提供服务等目标。

中兴通讯与中国联通研究院共同定义实例化场景、选择增值服务类型、设计业务流程、选择叠加业务类型，完成端到端业务的完整演示和验收。本次算力网络服务调度PoC验证实现了采用集中式技术路线的原型，为业界进一步探索算力网络部署提供了有力依据，同时探索了算力网络可落地业务场景，为后续算力网络商用部署打下基础。

## 算网合作创新，赋能商业战略共赢

中兴通讯与中国联通积极探索算力网络的前沿技术和创新实践，持续挖掘算力网络的落地场景，实现算力网络方面的合作共赢。此次PoC验证是双方在算力网络创新体系方面的成功尝试，验证了算力网络对于多级算力协同服务时的良好特性，将有助于在5G专网、智慧家庭、政企专线等领域加强产品创新研发，提供服务差异化、运营集约化、流程线上化的算网一体服务新产品，从而进一步积极构筑“算网为基，数智为核，低碳集约”的算网一体化底座，依托跨区域、低时延、高质量的算力承载网络，实现国家、省、地市的多级算力协同，助力经济社会的数字化发展。

接下来双方还将全力推进相关标准不断成熟、示范应用落地，引领未来网络技术演进。中兴通讯与中国联通研究院将开展更为深入的协同创新，在CUBE-Net 3.0体系架构指引下，持续推进网络由基础联接向算网数智一体化演进，全力支持中国联通实现架构先进、安全可靠、服务卓越的算力网络新布局。ZTE中兴

# 5G无线网络自智规划



朱永军  
中兴通讯网规技术总工



张宝术  
中兴通讯网规技术总工



薛傲  
中兴通讯精准规划业务分析师

2018年迄今，国内5G无线网络的建设策略一直随着网络状态和运营商的投资策略而变化。建网初期的主要策略是从4G网络中选择价值区域和利旧宏站，升级建设5G网络，达到室外连续覆盖；在此基础上，引入多层权值，补充高层建筑物的室内覆盖，并提升分流比；当前阶段，正在逐步引入低频段和室分，拓展5G网络的覆盖广度和深度，完善室内覆盖。在上述过程中，5G网络的规划区域从初期的城区室外，向郊区、农村、海洋、高速高铁等区域扩展，规划场景细化为居民区、高校、工业园区等子场景，分析粒度从站点级逐步深入到场景级、栅格级、楼宇级和用户级。同时，ToB业务、用户感知等需求也需要新的规划策略和方案来应对。

为了支撑5G网络全生命周期的建设和经营，基于自智网络架构的5G无线网络规划平台应该具备如下特征：

- 支持覆盖、容量和速率等多种建网目标，并考虑投资回报率等商业价值；
- 随网络演进而升级解决方案策略，可以为本地网络定制场景化的策略模板；
- 具备以用户意图为主导的全流程自动化计算能力，并可以基于现网数据自动训练AI模型。

中兴通讯无线网络自智规划平台（Smart Hippo/VMAX-R），在5G网络建设实践中积累经验、持续演进，可以提供新建和存量网络的价值区域评估、弱覆盖区域评估、利旧站点筛选、宏微室分协同规划、权值规划、楼宇画像、双频网规划、竞对评估分析等服务。以用户意图为主导，平台基于4G/5G的MR和PM、工参、电子地

图等数据，自动计算规划方案，输出报告给用户；由用户离线定制场景化的策略模板，适应不同场景的差异化需求；在无线传播模型、话务预测等领域引入AI模型，提升智能化程度。当前，平台已经达到了自智网络的L3等级，正在接近L4等级。

本文以5G覆盖规划功能为切入点，介绍平台的关键技术、主要业务功能和落地案例。

## 自智规划平台关键技术

以面向用户、服务用户为基本目标，中兴通讯提出了以用户意图为主导的无线网络自智规划系统架构，以用户意图作为系统输入，并以意图为目标构建策略分析和方案决策的支撑功能模块。这里的用户意图，是指有明确商业目的的目标要求，包括网络建设的站点规模、覆盖率、用户感知指标等。同时，为了更全面准确地评估5G现网的覆盖水平，以及预测解决方案的实施效果，给用户最终决策提供可靠的依据，自智规划平台致力于提升无线网络覆盖评估和预测的准确度，并以此为出发点，向数字孪生平台演进。

## 系统架构

以用户意图为主导的自智规划系统架构如图1所示。

- 用户通过人机交互系统，以语音和文本下达指令，创建意图；
- 系统通过意图转译功能，将用户意图转译为完整的系统意图；
- 系统基于内置的场景策略和对现网的状态评

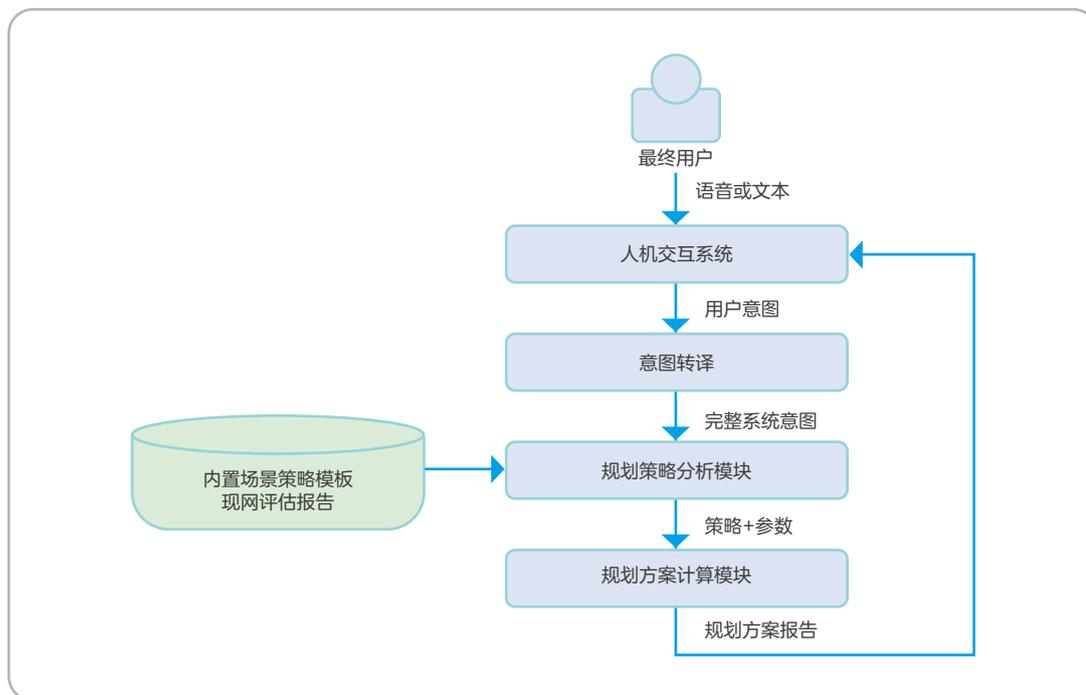


图1 无线网络自智规划系统架构

估，推荐规划策略和可实施的候选方案；

- 系统执行候选方案的计算，输出规划结果，包括站点、参数等列表和实施后的网络仿真预测图，返回给用户；
- 用户查阅所有候选方案的规划结果，决策确定最终方案。

中兴通讯无线自智规划平台以上述系统架构为目标，正在建设中。

### 精准覆盖评估和预测

对于现网覆盖评估和规划方案的覆盖预测，自智规划平台采用下面三种覆盖预测方式，以适应不同场景的需求：

- 4G利旧站点升级后的5G覆盖预测：采用4G MR偏移到5G的预测方式，即在4G MR数据的RSRP栅格分布图上，叠加4G/5G之间的差异点，包括发射信号功率、天线增益图、不同频段的传播损耗差值，得到预测的5G信号强度。
- 基于MR数据训练得到AI预测模型：根据现网

工程参数和MR数据，提取天线高度、地理环境、频段信息、站点类型等特征值，建立接收信号强度的AI预测模型。

- 采用射线跟踪模型，并基于小区并行计算模式，提升计算效率。

对于5G现网的覆盖评估，有可能存在5G MR数量不足，不能真实反映5G网络覆盖状态的情况，例如在建网初期5G用户数过少，或者网络设置的5G到4G的切换门限过高，导致小区边缘采集的5G MR弱覆盖样本比例过低。为了弥补这个缺陷，对于5G MR数量不足的栅格，采用上述多种预测方式补充完整5G网络的整体覆盖图。对于新建站的覆盖预测，根据站点环境、MR数量等，自适应选择最优的预测方式。

### 覆盖规划功能介绍

5G网络建设初期，无线网络规划的业务需求和平台对应的支撑能力，包括以下几点：

- 寻找价值区域，优先建设5G网络。平台提供两种方式：一个是基于4G站点的PM数据，

筛选热点站并聚合成区域；以及基于4G网络的流量、用户数等地理分布数据，筛选价值栅格并聚合成区域。

- 从4G宏站中筛选价值站点，优先利旧升级为5G站点。基于4G宏站的流量、用户数、UE能力话务（4G/5G终端数量和终端话务量）等维度进行评估排序，同时考虑拓扑结构，尽量规避过近过高等站点。
- 宏微室分协同的覆盖规划。将上一步中利旧升级的4G宏站进行5G覆盖预测，评估弱覆盖和空白覆盖区域；综合考虑问题区域分布、拓扑结构、场景属性、楼宇属性等维度，协同规划宏微室分站点，其中宏站利旧、宏站新建、室分利旧等解决方案的部署优先级由策略模板配置。

5G网络存量经营期间的业务需求和平台功能包括以下几点：

- 价值区域选择。平台根据栅格级的4G/5G MR上报条数、UE能力话务、4G流量、高倒流、自定义VIP区域等五个维度筛选出价值区域，与新建网络完全依赖4G数据不同，5G存量网络可以基于4G/5G数据进行综合评估。
- 价值利旧站点选择。根据4G小区级的PM数据流量、UE能力话务、5G倒流4G流量，对4G利旧站点进行评估筛选，与新建网络的不同点在于，增加了5G倒流流量维度。
- 竞对规划。结合4G网络测异运营商5G以及5G网络测异运营商异频5G的MR数据，评估竞对运营商的5G网络性能，并与本运营商比较，筛选出竞对落后和超出的区域。针对竞对落后的区域，进行站点增补，同时评估竞对结果，作为5G新建站点规划优先级的重要依据。
- 5G网络覆盖评估。
- 宏微室分协同的覆盖规划，同新建网流程。除上述主流程外，平台提供了下述专题功能：
- 5G权值规划。从3D电子地图读取小区覆盖范围内的建筑物形态，搜索匹配度最高的权值。
- 楼宇画像和室分规划。基于4G AGPS MR和楼

宇POI信息，对4G室分工参的位置进行审核和误差纠偏；基于建筑物形态、覆盖、5G流量、倒流流量、POI等维度，统计规划区域内所有楼宇的画像；基于“楼宇价值、覆盖水平、楼宇话务贡献”三个维度，筛选5G室分待建池。

- 700M&2.6G、2.1G&3.5G的双频网规划。平台提供两种策略供选择：一个是针对双频重叠覆盖区域，按照设置的频点优先级进行规划，另外一个单频独立的连续覆盖规划。
- 5G通道数规划。根据小区覆盖范围内的话务量、楼宇特征等维度，设计5G宏站通道数。

## 规划案例

中兴通讯无线网络自智规划平台，持续为国内5G网络建设服务，积累了丰富的项目实践经验，下面介绍其中两个案例。

### 存量网络的宏微室分规划案例

某5G存量网络中，5G宏站基本上已经形成了室外连续覆盖，要求对现网进行覆盖评估，并提供规划方案。平台在5G MR的基础上，以4G MR偏移到5G预测等方式，补充完整5G网络的空白覆盖区域，呈现全网的真实覆盖水平；以4G/5G的MR上报条数、4G PM流量和5G倒流流量三个维度筛选价值区域。

针对覆盖问题和价值的重叠区域，协同规划宏站、微站和室分，站址类别包括已规划站、本运营商利旧站点、异运营商利旧站点和新建站点。

图2左图为5G现网室外覆盖评估图，右图为站点规划后的室外覆盖预测图。因篇幅所限，图2未展示价值区域、室内覆盖评估，以及针对室内外整体覆盖的宏微室分协同规划结果。

### 室分纠偏和楼宇画像

某5G存量网络的楼宇画像和室分规划项目中，由于工参中记录的部分4G室分小区经纬度与

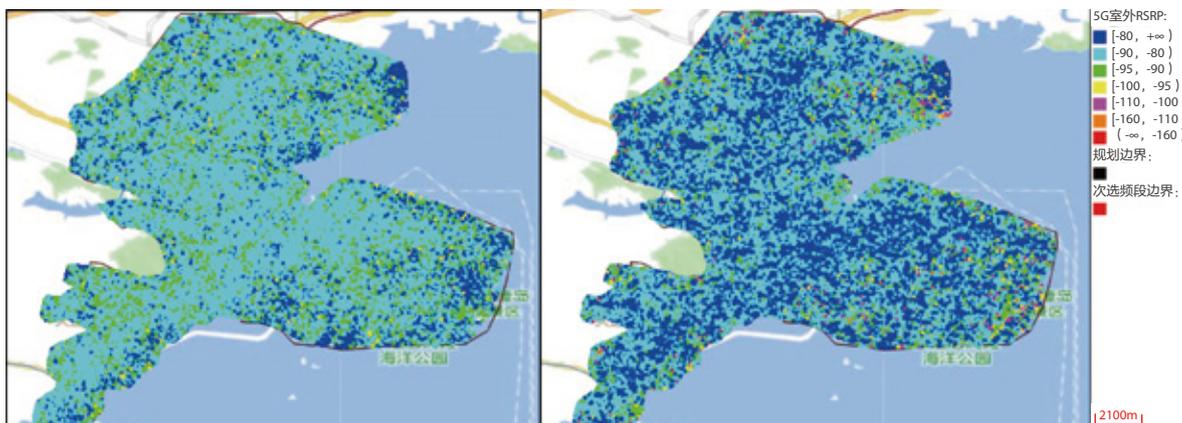


图2 5G现网室外覆盖评估和站点规划后的预测图

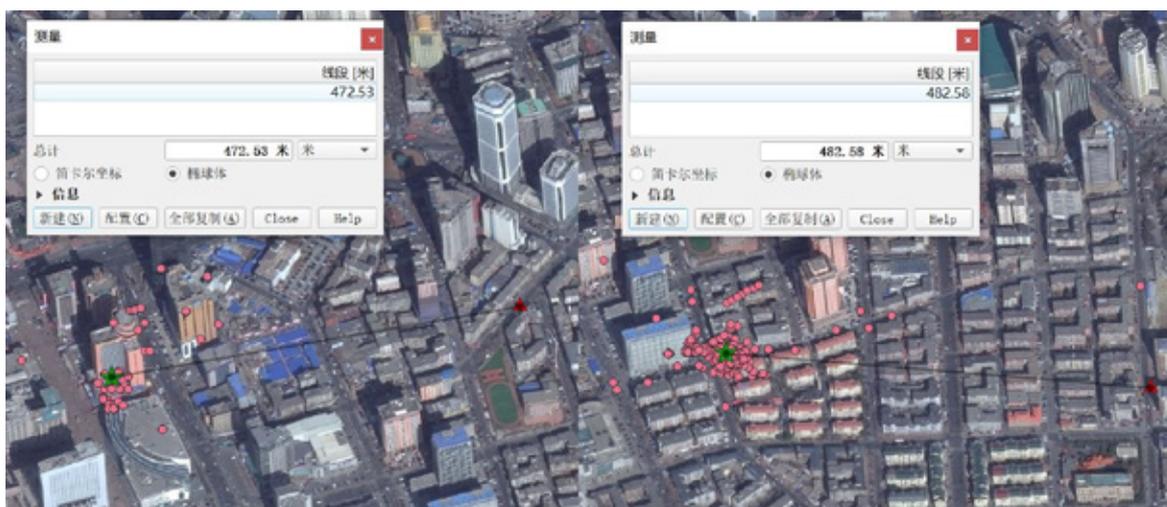


图3 室内位置纠偏案例

实际不符，平台首先基于4G AGPS MR数据和楼宇POI信息，对所有4G室分小区的工参经纬度进行审核和纠偏（见图3）。

图3中红色标注处是室分工参记录的位置，绿色标注处是经过纠偏后的室分位置，处于AGPS MR的聚集区域，纠偏前后的距离达到472m和482m。此案例中，经过纠偏后误差精度在50m的小区比例提升11%。

然后，对规划区域内的所有楼宇按以下属性统计楼宇画像：楼宇价值（建筑物POI信息、建筑物高度、建筑物占地面积、建筑面积）、覆盖水平（4G/5G MR、倒流数据）、楼宇话务评估（4G流量、UE话务能力、B域数据）、楼宇是否部署

4G室分等维度。

最后，根据项目需求制定评估策略，给出是否建设5G Qcell或DAS的建议，以及建设的优先级。

上述工作大幅提升了此项目中室分规划工作的准确度和效率。

当前，5G无线网络存量经营正在持续深入进行，新业务新需求对无线网络规划的方案设计和平台支撑能力都提出了更高的要求。中兴通讯无线网络自智规划平台，基于自智网络架构，持续提升意图交互、场景化策略、AI模型等功能，向自智L5等级演进，适应未来广泛的发展需求，为5G网络建设作出贡献。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在