

中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2020年06月/第6期

准印证号: (粤B) L011030048

内部资料
免费交流

VIP访谈

04 MTN南非: 与用户共赢

视点

09 云网一体化趋势下的IP网络重构

专题: 高端路由器

12 十年磨一剑, 今朝露锋芒

——中兴通讯高端路由器崛起之路





第24卷/第06期

总第381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 陈坚 陈新宇 方晖
洪功存 衡云军 屠要峰 王强

《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 高洪 胡俊劼 黄新明
姜文 刘群 林晓东 沈琳
申山宏 王全 杨兆江

《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
编辑：杨扬
发行：王萍萍

编辑：《中兴通讯技术（简讯）》编辑部
出版、发行：中兴通讯技术杂志社
发行范围：国内业务相关单位
印数：10000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：东莞市上合旺盈印刷有限公司
出版日期：2020年06月25日



胡龙斌
中兴通讯IPN产品总监

5G时代，做创新的践行者

世界因创新而改变。

创新使得技术获得迅猛突破，从而创造了社会财富，成就了经济繁荣，改变了我们的生活方式。在5G时代，通信系统以一种前所未有的方式融入社会生产生活的方方面面，新的通信技术将在新的领域中解决新的问题。而最终决定技术能够存留并持续发展的，不仅是它先进与否，更重要的是它能否满足社会需求。

基于TCP/IP协议的IP网络从1974年诞生起即与现代通信系统共生发展，在过去20年中大约经历了三次重大的变革。首当其冲的是业务IP化，始于世纪之交的NGN网络的实践，带动了3G无线通信系统的IP化改造，为分组域业务的发展提供了物质基础。信息交流从符号化到图像化的过程，也是现代路由器产品形态发展成熟的过程。之后IP/MPLS技术的引入和发展则使得IP网络具备了资源管理能力、差异化业务支持能力、性能优化能力和构建大规模网络的扩展能力，使得信息社会走向了多媒体通信和4G时代。当下，5G时代业务上云、网络云化、万物互联，SDN/AI与IP网络的碰撞正在改变着我们的世界。

理会之后，唯有践行。从历次变革中走来的中兴通讯IP网络产品，以多年历练所得的自研软件操作系统和自研核心芯片为基础，在云网融合时代将SRv6、Slice+网络切片和BIER组播等SDN新技术发展与IP网络重构的需求相结合，打造5G云时代智慧IP网，为全球客户提供丰富、优质、高效、可靠的IP网络解决方案，实现网络和业务的可持续发展。

CONTENTS 目次

中兴通讯技术（简讯）2020年/第06期



十年磨一剑，今朝露锋芒

——中兴通讯高端路由器崛起之路

来自专业咨询机构的数据显示，2019年中兴通讯在国内运营商SPSR市场份额增速第一，稳居前二。

VIP访谈

04 MTN南非：与用户共赢 / 乐丽华

06 中兴通讯：牢固的合作伙伴关系是数字化转型的核心
/来源：Telecom Review Asia Pacific

视点

09 云网一体化趋势下的IP网络重构 / 陶文强

专题：高端路由器

12 十年磨一剑，今朝露锋芒——中兴通讯高端路由器崛起之路 / 李玲

15 面向5G云时代的智慧IP网络 / 陶文强

18 自主研发持续创新之自研芯片 / 吕勇

20 自主研发持续创新之ROSng操作系统 / 吴道揆



22 SRv6技术初探 / 冯军

25 软硬件统一管理的创新切片技术——Slice+
/ 崔艳云

28 BIER新型组播技术及其应用 / 朱小龙，张征

成功故事

31 让5G穿越历史，福建移动携手中兴通讯打造泉州
智慧古城 / 高冬冬

32 中国移动携手中兴通讯，加速5G网络云化部署
/ 黄霜霜

34 智能交付，中兴通讯助力中国移动高效打造5G
精品网络 / 蒋师

解决方案

36 增强5G核心网，赋能2B新商业 / 张帆，刘西亮

40 打造极致网络，中兴通讯全系列5G商用无线
产品全面升级 / 刘敏，杨丽莎

云南移动联合中兴通讯携手云南神火铝业共建首个“5G+MEC”智慧工厂

2020年5月，中国移动云南公司联合中兴通讯等厂家与云南神火铝业有限公司达成合作意向，将于6月在文山建设云南首个5G+MEC（边缘计算）智慧工厂，实现全国一流的绿色水电铝智能化工厂。

中国移动作为本次项目的总集成商，携手中兴通讯等合作伙伴与神火集团，共同完成MEC边缘云、智能化网络系统、视频监控系統、应急指挥管理系统、人脸消费系统、门禁系统、视频会议系统、园区内组网、数据中心机房等新型技术在智慧工厂的运营，通过5G网络实现泛在连接，移动边缘计算可以实现高可靠、低时延的工厂数据管理，将一个传统的工业企业打造成为新型5G智慧工厂。

中兴通讯助力浙江移动完成5G消息业务发布

2020年5月，中兴通讯助力浙江移动完成5G消息平台建设，并在杭州召开的5G+行动推进大会上完成5G消息业务发布。

5G消息是基于新一代信息服务国际标准打造的新型信息服务平台。它是短信业务的蜕变，是运营商的一种原生电信服务。相较于功能单一的传统短信，5G消息不仅拓宽了信息收发的广度，支持用户使用文本、音视频、卡片、位置等多媒体内容，更延展了交互体验的深度，用户在消息窗口就能完成服务搜索、发现、交互、支付等业务，构建一站式服务的信息窗口。

本次5G消息业务发布，标志着5G消息系统完成与Chatbot、现网设备的对接，并实现点对点发送图片、视频、

文件等富媒体消息，同时实现通过MaaP平台完成终端与新一代行业应用Chatbot间的通信，极大改善终端用户的多媒体业务体验，是中国移动基础消息业务升级的重要里程碑。

中兴通讯携手浩鲸科技、北京国都助力中国移动实现了基于GSMA UP2.4标准协议的5G消息业务发布，充分展现了中兴通讯在5G消息领域领先的技术优势。依托浩鲸、国都等业内成熟厂家自主研发的5G消息聚合开发平台及菊风native终端解决方案，中兴通讯完成了政府公共、电力、银行、教育、5G融媒、个人娱乐等六大行业5G消息对接。作为全球领先的消息服务提供商，中兴通讯与中国移动紧密合作，引导并推动了5G消息国际标准建立，牵头中国行业标准制定。

中国移动BRAS&vBRAS高端路由器集采结果公布 中兴通讯获最大份额

近日，中国移动公布2019—2020年高端路由器和高端交换机集中采购项目BRAS&vBRAS集中采购（标段四）结果，中兴通讯获70%份额。至此，中国移动史上最大规模的数通产品集采项目尘埃落定。在去年结束的高端路由器2T（标段二）和高端路由器400G（标段三）的集采中，中兴通讯分别获排名第一50%份额和排名第二30%份额。

中兴通讯和MediaTek完成VoNR通话

2020年5月，中兴通讯联合MediaTek在西安试验基地共同实现了700MHz商用产品新空口承载语音（5G VoNR）通话。本次700MHz频段上的通话基于3GPP Release 15规范，采用中兴通讯5G Common Core核心网、5G新空口基站以及搭载MediaTek 5G芯片天玑800的中兴5G手机。测试结果显示，700MHz端到端VoNR语音接入功能完善、通话效果良好，再次证明700M已经具备规模商用的产业基础。

中国联通与中兴通讯签署6G战略合作协议

2020年5月17日，中国联通与中兴通讯公司签署6G联合战略合作协议。

未来，双方将充分发挥各自在6G领域的创新优势，针对中国联通网络和业务情况，共同探讨6G目标愿景和技术趋势，开展6G系统潜在关键技术研究，开展技术创新及标准合作，实现战略协同发展。

中国联通与中兴通讯将立足于大规模商用网络的经验及技术积累，为推动全球6G网络的长期演进贡献力量。



中兴通讯和A1联合发布白俄罗斯首个5G SA网络

2020年5月21日,中兴通讯与白俄罗斯移动运营商A1在首都明斯克联合发布白俄罗斯首个5G SA测试网络,这是该国第一个以SA架构构建的可商用5G网络。5月25日,基于该5G测试网络,A1完成了白俄罗斯首个5G VoNR通话。

中兴通讯和A1白俄罗斯展示了3.5GHz频谱高速5G SA网络,能支持各种应用,例如千兆无光纤连接、Cloud XR、超高清直播、自动驾驶和远程手术。

“A1于2016年开始部署5G-ready网络,并与中兴通讯一起推出了全球首个虚拟移动核心网络。A1是白俄罗斯第一家实施NB-IoT、eSIM、VoLTE、VoWiFi等创新解决方案的公司。所有这些使我们为5G的未来发展奠定了坚实的基础。”A1技术问题副总经理Christian Laqué指出。

广州移动携手中兴通讯率先完成5G 1+X SSB新型立体覆盖方案验证

2020年5月,广州移动携手中兴通讯在广州珠江新城CBD区域率先完成5G 1+X SSB的新型立体覆盖方案外场验证。数据表明,方案可极大地优化高层楼宇的覆盖性能,垂直覆盖率提升30%以上。

近期,广州移动和中兴通讯选取了包括高层楼宇、室外路面以及连片组网等在内的多个场景,对1+X SSB的新型立体覆盖方案的性能进行了充分验证。结果显示,功率增强的水平宽波束“1”可达到与8波束基本相当的水平覆盖性能,灵活的“X”垂直波束配置将高楼覆盖率提升30%以上。相对水平8波束方案,1+X SSB方案在高负荷网络条件下,接入容量提升30%,业务容量提升5%,在低负荷网络条件下可将设备能耗降低10%。

中兴通讯5G产品成功获得ISO/IEC隐私保护国际标准认证

2020年5月,中兴通讯5G产品顺利通过英国标准协会(BSI)审核,成功获得ISO/IEC 27701:2019(隐私信息管理体系)国际标准认证。此次认证覆盖中兴通讯5G NR和UME的研发和维护服务,既是对5G产品在用户隐私安全管理和保护能力的充分认可,也是对数据保护合规体系建设水平的印证。

中兴通讯5G产品在产品设计、开发等全流程隐私保护方面,均获得了BSI的审核认可。

中兴通讯完成700M+4.9G载波聚合验证

2020年5月,中兴通讯在深圳率先完成了700MHz和4.9GHz频谱的5G载波聚合验证,进一步丰富了700MHz+4.9GHz双频组网解决方案,全面助力下一步全球700MHz频段5G商用建设。

本次演示基于中兴通讯商用5G无线基站和最新的5G核心网设备,采用中兴通讯最新的5G测试终端系统,实现了700MHz+4.9GHz双载波聚合展示,系统下行数据吞吐率达到1.68Gbps。本次700MHz+4.9GHz载波聚合演示将助力全球700MHz 5G商用。

广东移动、咪咕视讯联合中兴通讯完成业界首个基于5G MEC的8K VR业务试商用

2020年5月,广东移动和咪咕视讯携手中兴通讯等合作伙伴在广东移动现网基于5G MEC率先实现8K VR FoV直播和点播业务的试商用。

该项目通过在5G MEC平台部署vCDN,利用先进的FoV编码技术、视频转码和CDN智能分发等边缘服务能力,节省了70%以上带宽资源,极大地提升了VR业务体验,推动了5G视频业务的市场发展。

MTN南非：与用户共赢

采编 乐丽华

MTN南非是MTN集团的最大分支。近日，该运营商的首席执行官Godfrey Motsa与我们分享了MTN南非的运营理念以及其在数字化革命上的进展。

南非市场激烈竞争，是什么让MTN南非在市场上保持领先地位？

有许多因素。首先是我们的技术合作伙伴关系。比如，我们在技术领域排名第一，我们在最重要的区域拥有最好的网络，其中之一在西开普，由中兴通讯承建。因此，在电信领域，你首先需要做的是建立一个强大的网络。

当然，你还需要一个强大的分销体系，一个强大的品牌和有竞争力的产品。这些都很重要，但基础是网络。网络基于你部署的设备、你提供的服务和功能，以及帮助你端到端管理网络的合作伙伴。

数字消费正在急速增长，MTN南非是如何保持最佳网络质量的？

我们在走向数字化革命的道路上。数字化革命主要是由智能手机推动的。智能手机在南非的渗透率超过60%。从运营商的角度来看，我们在智能手机的普及方面投入了大量资金。但智能手机必须在一个强大的网络上运行，还需要多样化的应用。这需要合作伙伴的共同参与。总之，你需要确保部署强大的网络，用户要拥有智能手机，基于此，你为用户提供所有利用数字服务的机会。

我们的战略之一是推动数字服务的发展。我

们推出了“Ayoba”即时通信应用，并立志于把它做成“非洲的微信”。我们还在南非推出了名为“MoMo”的移动货币服务。视频、支付、音乐流媒体、游戏和生活方式类应用对于我们推动数字化革命非常重要。

但数据流量飞涨，我们必须持续投资于基础设施。就如你所说，如何平衡流量增长、数字服务的消耗，并保持最佳网络质量？在MTN，基本上是持续投资，并确保各方面的平衡。

激烈的市场竞争导致利润下降。您采取了哪些措施来保护您的投资？

我们投资的大头是Capex。我们网络的Capex为80~90亿兰特（编辑注：南非基本货币单位），Opex预计为40亿兰特。首先，当寻求节约和效率时，我们需要像中兴通讯这样的合作伙伴。我们感谢有中兴通讯这样的合作伙伴，它理解我们的痛点——我们为新兴市场用户提供服务，所以我们的ARPU值低于发达市场的ARPU值。当然，我们应该能够平衡投资、收益的关系。对于可持续发展来说，真正重要的是伙伴关系。

在5G时代，MTN希望进行何种探索？

未来属于5G。值得一提的是，MTN南非已经成功完成了5G技术的室内、室外和移动性测试。我们联合中兴通讯在开普敦为2019年非洲国际通信展（AfricaCom）进行了大规模的5G网络试用，受到了好评。在推动5G的过程中，我们正在与政府合作，确保我们获得适宜的频谱。我们也在与



Godfrey Motsa
MTN南非公司首席执行官

像中兴通讯这样的伙伴合作。中兴通讯端到端的能力给我们留下了深刻的印象——从无线到传输，到核心网，还有业务。我们对5G充满期待，我们必须抓住这次机会。

中兴通讯和MTN在5G领域的合作如何？

与中兴通讯的合作伙伴关系非常出色。正如我提到的，我们和中兴通讯在AfricaCom上有很成功的合作。我们希望进一步稳固这些成果。除应用外，5G手机也是非常重要的一环。我们对中兴通讯推出的5G终端的路线图和产品系列印象深

刻。我们相信双方将在5G领域建立坚固的伙伴关系，互助共赢。

MTN南非的可持续发展的长期目标和总体战略是什么？

我认为长期收益的关键是与用户共赢，尤其是我们这一行业。用户的需求一直在变化，技术也在快速发展，所以我们要紧跟用户需求和技术的发展，永不落后。为了在可持续的基础上实现这些目标，我们需要强有力的伙伴关系。我们需要和各行各业的人一起合作，共同为社会做出贡献。 ZTE中兴

中兴通讯： 牢固的合作伙伴关系是数字化转型的核心

来源：Telecom Review Asia Pacific



柏杨
中兴通讯副总裁

随着5G的快速部署在世界许多地区成为现实，移动运营商迫切需要最新的产品和解决方案，以将其业务带往更高层次。中兴通讯正在推进这一21世纪的数字浪潮，它不仅在100%基于软件的端到端移动网络基础设施解决方案方面处于领先，而且还打

破传统的电信方式，迎来新一代的持续创新和市场激增。

Telecom Review Asia Pacific杂志近日就5G发展话题采访了中兴通讯副总裁柏杨。柏杨先生负责中兴通讯东南亚、亚太及独联体区域市场的MKT及产品解决方案销售与经营。

中兴通讯在亚太区部署5G的方式有何独特之处？

中兴通讯是全球仅有的两家可以提供5G端到端方案和商用产品的设备商之一。在亚太区域，中兴通讯已协助韩国、中国运营商实现5G规模商用，并与马来西亚、缅甸、印度尼西亚、泰国等众多国家主流运营商进行了5G网络测试和新业务探索。通过这些实践，中兴通讯积累了丰富的经验，提出了成熟的5G快速建网方案。首先是在技术方案上“化繁为简”：包括以多模多频多架构和全制式最大容量BBU平台的全场景极简站点解决方案，一张核心网同时支持2G、3G、4G、5G以及固网接入的Common Core方案，和有效降低功耗、配置复杂度的Flexhaul承载网；第二是给网络“增智”：引入AI和MEC功能；第三是网络“分身”，将一张物理网络虚拟成多张虚拟网络，构建核心开放平台，缩短业务上线时间，降低运维成本；最后是把5G特色功能与海量垂直行业做乘法组合，引发5G商业模式的矩阵革命。

亚太地区是由社会经济不同的国家组成的，中兴通讯为满足这些不同的需求，推出了哪些解决方案？

首先，在亚太地区的许多国家，5G主流频段3.5GHz已被其他业务使用。针对无法获取3.5GHz的地区，中兴通讯推出了一系列定制化的5G AAU产品，可满足不同运营商在700MHz、2.6GHz等频段上的建网需求。

其次，亚太地区人口密集，网络容量需求呈爆发式增长。中兴通讯Massive MIMO产品已有多

年部署经验，被证明可以比4G网络小区上行吞吐量提升6倍以上，下行提升3倍以上，为用户带来极致体验。

此外，部分运营商还存在大量的4G扩容需求。中兴通讯的无线和核心网产品可同时支持2G、3G、4G、5G接入，并支持NSA/SA双模，动态频谱共享方案更是可以支持频谱在4G网络和5G网络灵活分配，可实现4G网络向5G的平滑演进，保护运营商投资。

为节省5G投资，运营商会尝试共建共享传输、站点等基础设施，或进一步谋求并购以降低市场竞争。中兴通讯的RAN Sharing方案已经在中国电信和中国联通得到了商用验证，可以在网络基础设施共享和网络合并过程中大幅降低CAPEX和OPEX。

最后，为提升盈利能力，大量传统运营商正在向全业务运营商转型。中兴通讯的5G Core和5G光接入产品TITAN可同时兼容无线宽带和固定宽带的接入，支持用户设备在网络层面无缝切换，实现固移融合。

在亚太地区推动数字化转型方面，您能预见哪些挑战？

运营商数字化转型不仅仅是提供数字化通信业务，更重要的是构建和融入新的数字生态圈，成为未来数字经济社会的使能者。在转型过程中，运营商不仅需要克服传统经营模式下的缺点，还需要迎接新的挑战，如生态圈重定位、运营组织变革、人才转型等。

为了更好地服务客户的数字化转型，运营商首先要解决网络敏捷能力不足的问题，资源调度需要更加灵活，网络更加容易扩展，这样才能



5G时代客户的需求呈现个性化、定制化和多态性等特点，运营商和设备商正努力探索行业规律和需求特点。预计未来运营商将建设开放而强大的中台，整合资源，向生态合作伙伴和市场提供相关能力。

支持多样化、个性化的业务创新。中兴通讯可提供基于主流技术的、具备通信级可靠性和高性能的SDN/NFV网络产品，帮助运营商的网络敏捷转型。

亚太区域的运营商处于不同的数字化转型阶段，部分运营商因自身运营的数字化转型尚未完成，应对社会的数字化转型有一定挑战。中兴通讯在自身的数字化转型方面有丰富的经验，可为大型运营商提供全国性的数据中台以及ICT PaaS、分布式数据库等基础软件，帮助运营商应对自身的数字化转型。

在业务拓展过程中，运营商需要不断积累经验，提高整合生态链的能力，这样才能为客户提供最好技术、最低成本、最优交付的解决方案。中兴通讯作为运营商长期的战略合作伙伴，基于自身的视频能力、AI能力、基础软件以及设备的开发等各方面的积累，愿与亚太运营商密切合作，一起为客户的数字化转型提供最佳方案。

为了将5G推向不同的市场，您与客户 的合作有多紧密？

5G在定义之初即融入了产业领域关键能力，在建设连接无处不在的通信基础上，叠加AI增强、进化感知、控制智能，全面提升信息的采集、传送、处理和应用水平，为企业和社会的运

营创新、产品服务创新、模式创新的不断优化循环夯实了基础。

5G时代客户的需求呈现个性化、定制化和多态性等特点，运营商和设备商正努力探索行业规律和需求特点。预计未来运营商将建设开放而强大的中台，整合资源，向生态合作伙伴和市场提供相关能力。

我们在泛亚太区域有许多5G合作伙伴，如印度尼西亚Smartfren、Telkom和Telkomsel，马来西亚Umobile和Digi，缅甸Ooredoo和Mytel，老挝Star Telecom，泰国True和AIS，印度Bharti Airtel和VIL，斯里兰卡Mobitel，乌兹别克Ucell等。在我们看来，中兴通讯的职责是验证新技术，并由此通过强有力的伙伴关系发展新业务。

截至目前，中兴通讯已与国内及海外70多家运营商进行了5G深度合作。借助自4G时代以来Massive MIMO技术的深厚积累和5G自研算法的不断创新，中兴通讯致力于持续优化5G商用网络性能，为用户构建优质网络，带来高速、低时延的互联网体验。

作为新5G应用的领先者和积极贡献者，中兴通讯一直在与全球运营商协作，优化5G垂直行业及其端到端5G SA解决方案。展望未来，中兴通讯将继续利用其端到端NSA和SA双模产品以及领先的Massive MIMO技术，帮助运营商构建具有极致用户体验和服务的最佳网络。 ZTE中兴

云网一体化趋势下的 IP网络重构



陶文强

中兴通讯IP产品规划总工程师

云计算经过十多年的发展，单纯的公有云或私有云已经不能满足企业需求，新业务的发展需要多种云环境并存，云计算将进入多云混合时代，公有云+边缘云成为5G和DICT时代各方新的拓展点。另一方面，运营商基础网络收入增长见顶，而DICT市场是基础网络市场的3倍，达1.3万亿元。中国企业上云率只有40%，还不到海外企业的一半，公有云IaaS服务在中国市场还处于增速快、空间大的窗口期，预计到2022年市场规模达2900亿元。对运营商而言，向云服务市场拓展是必然选择。

运营商云网一体化面临的挑战

进军云计算市场，帮个人/企业实现数字化，运营商基础设施首先要数字化。相比于云商，运营商网络的3个主要短板是智能化程度、业务部署时间和云网分离运营。运营商云服务起步晚，自研能力不足，解耦集成系统比云商垂直inhouse方式复杂，在业务深耕、端到端运营、生

态合作和需求洞察方面不如云商。但是，运营商掌握云网融合网络的全部3层资源，拥有多种连接入口（尤其是5G）、端到端SLA、属地化运维队伍，安全可信、融合集中的云能力和分布式的网络能力是运营商的天然优势。

当前，运营商网络的痛点在于云网业务分开发放，SLA无承诺，具体体现在：

- 系统对接定制化时间长，云网分开发放；
- 运营上缺乏精细化的SLA保障和度量手段，
- 无法满足政企、金融客户的要求；
- 缺乏主动运维监控手段。

要做到云网一体化，对网络有效赋能，充分发挥运营商网络的能力，需要做到网随云动、SLA可量化、故障可识别：

- 开放集成，网随云动，业务敏捷按需，分钟级下发；
- 实现可承诺SLA保障、可承诺带宽、时延保障；
- SLA精细化管理，SLA数据毫秒级采集，随流SLA测量和呈现，异常SLA主动识别；

- 智能运维，分钟级别故障智能定位定界，主动识别和优化网络异常。

四方面进行IP网络重构

云网一体，从技术上讲，是电信技术、互联网技术和IT技术的深度融合。三大技术具备不同的“基因”：电信技术特点是高可靠、高质量、标准化和规模化；互联网技术特点是低成本、分布式、迭代式和服务化；IT技术特点是分层开放、软硬件分离、虚拟化和云化。这三大技术的深度融合将推动IP网络从四个方面进行重构：

- 网络架构重构：目标是简洁、开放。通过网络解耦，转发、控制和业务应用分离，网络能力全面开放，实现网络可编程。
- 网络运营重构：目标是集约、自动化。通过策略和模型驱动的自动化运营，实现控制集中化、全局可调度，以及基于业务链的编排服务开通和配置自动化。
- 网络部署重构：目标是快捷、低成本。通过网络扁平化，实现资源可调度，部署快捷、可扩展。

- 网络服务重构：目标是弹性、按需。通过多方联合创新，实现网络服务互联网化，按需快速配置，变更。

通过以上四个方面的重构，网络最终实现：

- 创新增强：基于软件和细颗粒度网络能力进行自主创新。
- 效率提升：实现基于软件的自动化维护和管理，以及基于虚拟化/云化的灵活部署和扩展。
- 降成本：创新以太等技术降低Capex和Opex。

新IP网络目标架构设计

基于以上讨论的IP网络重构理念，逐步引入新技术来应对云网融合、5G和IoT等新业务新型需求。网络需要采用“自顶向下”的设计理念，推进控制面和转发面分离/解耦，通过集约化智慧运营实现资源的柔性调度与业务的灵活部署。具体设计架构如图1所示。

现有网络如果重构，应当遵循的演进策略为：以网络能力开放及增值业务能力增强等为导向。

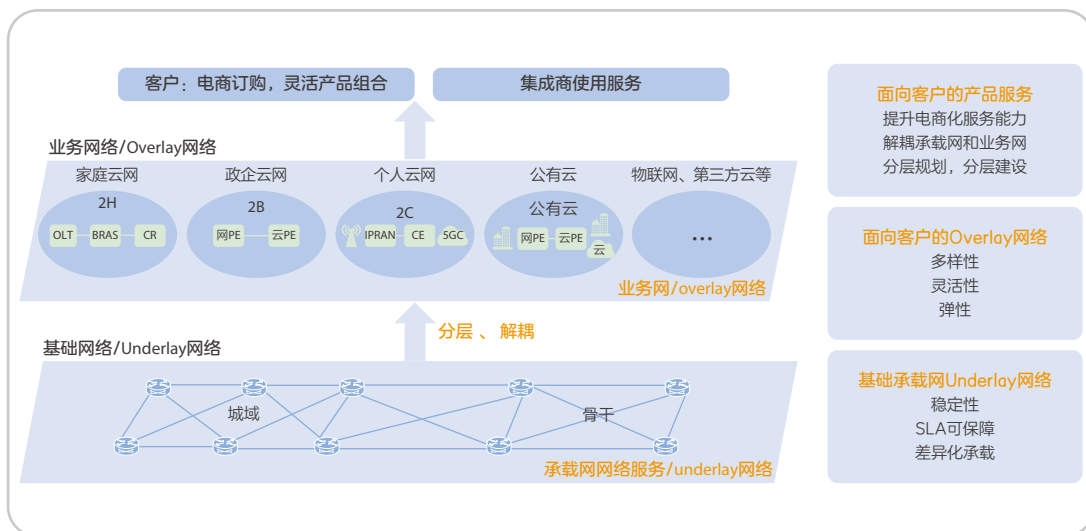


图1 新IP网络架构设计 ▶



现有网络如果重构，应当遵循的演进策略为：以网络能力开放及增值业务能力增强等为导向，推进网络升级；按场景引入新型技术，降本增效，提升效率；盘活数据资源，提升用户体验和网络运营管理水平。

向，推进网络升级；按场景引入新型技术，降本增效，提升效率；盘活数据资源，提升用户体验和网络运营管理水平。

在网络基础设施方面，引入大容量单机，构建无阻塞的转发网络，做到业网分离；引入SR/BIER等新型技术，实现融合统一承载；基于DC设置，构建业务集中处理POP（Points Of Presence）；按业务需求，引入虚拟化网元，提升业务处理能力；在网络控制层，引入网络操作系统，在逐步对控制器标准化及抽象化的基础上，形成统一的、可编程的、功能强大的控制器模型，规范各类控制器的南向和北向接口；在运营体系方面，整合各类平台能力，新一代运营系统的关键组件标准化、模型化；增强网络数据的收集分析和网络故障诊断能力，引入网络AI技术、NETCONF/YANG以及Telemetry技术，构建统一的数据模型。

构建安全可信的网络基础设施

无论网络如何改变，安全是永恒的话题。伴随着企业业务大规模上云，网络安全变得格外重要，所以自底向上构建一整套安全可信网络架构，提供基础设施到应用层的端到端安全服务成为了迫切需求。

当前的网络基础设施主要包括BGP、DNS和PKI等系统，这些基础设施或其背后的可信模型是

中心化的，而中心化的信任模型存在着中心节点权限过大、单点失效等脆弱性，其自身无法成为牢固的安全可信基础，大大降低了网络的安全性、可靠性和平等性。如何用去中心化技术手段构建更为安全可信的网络基础设施，成为了研究的重点。由于去中心化技术天然就支持可信性验证，因此基于其上实现BGP、DNS和PKI等基础设施能力也就天然具备安全可信的能力，能够真正从根本上保证其安全，进而确保网络上层服务的安全。网络路由是关键的信息，去中心化的BGP安全机制首先从去中心化的IP地址和AS号的管理入手，提供不可篡改的资源所有权记录，进一步地，基于IP/ASN所有权发布的相关绑定信息和邻居信息可以实现BGP的基本能力，同时可以提供相应的验证信息，天然就支持BGP源验证、路径验证、路由泄漏检测等安全能力。这样就真正地“从基因”上赋予网络“端-网-云”牢固的安全可信属性和能力，为未来网络协议体系和网络服务提供了更为坚实的安全可信基础，可以说从根本上解决了目前面临的安全可信问题。

中兴通讯凭借强大的自研芯片能力、全自主研发的网络操作系统ROSng，以及管控合一的管控平台，推出精准网络解决方案，包括云化城域网解决方案、骨干网资源调度方案等，未来在网络内生安全架构和新技术研发上，中兴通讯将持续深入研究，推动IP网络架构朝更高效更安全的方向发展。 ZTE中兴



十年磨一剑，今朝露锋芒

——中兴通讯高端路由器崛起之路



李玲

中兴通讯高端路由器产品
规划经理

2019年1月，中国移动启动5GC资源池招标，中兴通讯高端路由器ZXR10 M6000-S一举获得电信云资源池一期工程31.16%份额，同年9月，中国移动高端路由器招标，中兴通讯高端路由器ZXR10 M6000-S以第一名成绩中标高端路由器2T档，获得50%市场份额。同年11月，中国电信城域网核心路由器集采结果发布，中兴通讯高端路由器ZXR10 T8000获单机和集群双标段第一。ZXR10 T8000产品400G集群在中国电信的首次突破，进一步提升了中兴通讯ZXR10 T8000核心路由器在中国电信IP网络的规模和地位。来自专业咨询机构的数据显示，2019年中兴通讯在国内运营商SPSR（Service Provider Switching and Routing）市场份额增速

第一，稳居前二。截止目前，中兴通讯以ZXR10 T8000/M6000/M6000-S为代表的高端路由器家族，全球发货20000+台，奠定了中兴通讯高端路由器全球市场地位。今朝的成绩来自于中兴通讯十年磨一剑，对高端路由器产品基础研究、规划、设计以及实现的不断投入。

苦练内功，实现弯道超车

中兴通讯早在2009年就推出ZXR10 T8000系列集群路由器第一代40G平台产品，在国内外运营商网络应用，自此进入了骨干网核心路由器市场。基于在高端路由器研发领域的积累，中兴通讯推出了“跨代式发展战略”和“平台战略”，

加大研发力度“苦练内功”。跨代式发展，即从100G跨过200G，看准时机，直接在最新一代产品中提高到400G，实现弯道超车。在中国电信2015年IP集采中，中兴通讯ZXR10 T8000核心路由器成功中标。这意味着ZXR10 T8000将首次在中国运营商的现网实现大规模部署，实现“破冰”。次年，ZXR10 T8000核心路由器在中国联通的IP城域网高端数据设备集采中进入城域网核心路由器CR-C标段前二。自此，中兴通讯ZXR10 T8000核心路由器在随后历年的中国电信及中国联通CR集采中稳居前二。10年以来，ZXR10 T8000核心路由器从地市到省会、从城域网到国家级云基地核心出口节点，稳健进阶，已规模应用于国内19个省份。

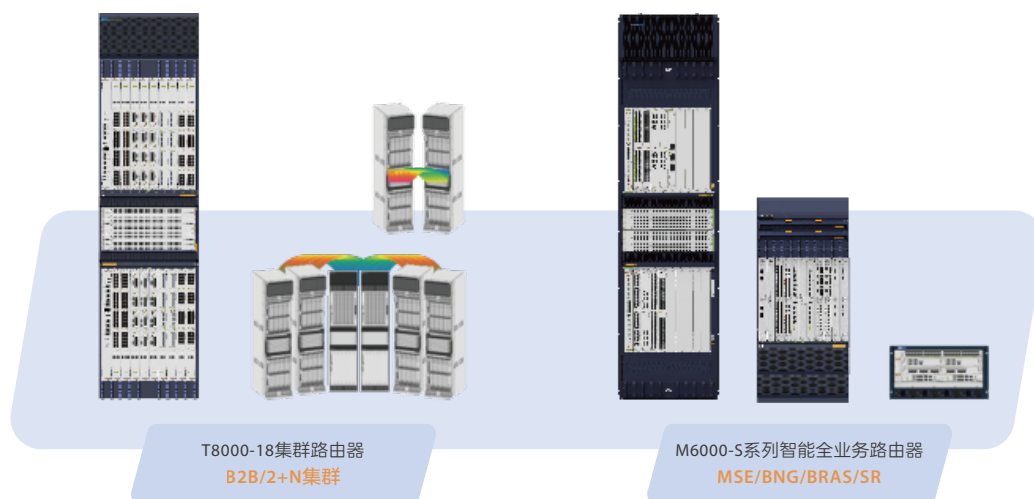
而“平台战略”则成就了中兴通讯高端路由器家族的另一款明星产品ZXR10 M6000-S高端路由器。“平台战略”即顺应网络的融合趋势，将以前多个平台的产品融合到一个平台，从而使网络更简单，效率更高，成本更低。中兴通讯MSE/BNG/SR产品ZXR10 M6000-S系列因为与ZXR10 T8000采用了同一个平台，在整体性能上表现突出，连续多年中标国内三大运营商路由器集采，

稳居国内运营商市场前二，覆盖全国除台湾以外所有省份。

创新价值场景，推动高端路由器技术进步

中兴通讯创新推出业界首个“转控分离，虚实共管”、支持控制面跨DC热备的vBRAS，首家完成中国移动集采测试，并在中国移动2019—2020年度vBRAS集采中排名第一。vBRAS相比传统BRAS可降低75%的宽带业务配置工作量，新业务上线时间从数月缩减为1周。现网的ZXR10 M6000-S高端路由器通过软件升级即可成为vBRAS-U，保护客户既有投资。

而随着5G时代超高清视频等新业务的快速发展，CDN逐步向边缘推进。中兴通讯高端路由器ZXR10 M6000-S集成CDN方案，凭借优异性能、高集成度、低成本部署等优势受到客户高度认可，一经推出，即在广东移动和浙江移动商用试点成功。5G时代不仅是一个“高速”时代，更是一个“个性”时代。中兴通讯BRAS集成CDN方案，能够真正做到需求定制化。



中兴通讯高端路由器
产品家族

高端路由器产品在市场和技术突飞猛进的背后，是中兴通讯在核心芯片、散热技术、操作系统等方面的持续投入和长远规划。

持续投入技术创新

高端路由器产品在市场和技术突飞猛进的背后，是中兴通讯在核心芯片、散热技术、操作系统等方面的持续投入和长远规划。

中兴通讯已实现核心芯片全自研，并规模商用。自研芯片确保了产品的长期可获得，服务的长期可持续，以及网络的长期可演进。同时实现产品和芯片最大程度的并行研发，加速产品迭代。

在高端路由器芯片领域，中兴通讯已推出1T NP芯片SSP2和8.8T SF交换芯片，并在高端路由器产品中规模商用。SSP2芯片采用NP架构，具有可编程、可扩展的特性，能够迅速实现新的标准、服务、应用，使得业务灵活性与高性能有机结合。设备仅通过软件升级即可提供各种新功能特性（如SRv6、BIER、Slicing等），无需更换设备或线卡，有效保护了运营商投资。中兴通讯自研SSP系列网络处理器芯片集NP、TM、SA、FlexE、HBM、NSE和高精度时钟模块于一体，高集成度芯片使得中兴通讯路由器设备每吉比特功耗比商用芯片低50%。

中兴通讯将于2020年推出新一代工艺的网络处理器芯片SSP3，性能比SSP2更上一个台阶，具备全双工2Tbps的包处理能力。未来，中兴通讯还将推出基于5nm工艺、包处理能力4Tbps+的网络处理器芯片，进一步提升芯片性能和功能，降低成本与功耗，从而增强高端路由器设备实力，

助力运营商持续提升网络承载能力，适应未来超宽IP网络演进趋势。

除了在芯片上的持续投入，中兴通讯自研操作系统ROSng具备近20年的技术沉淀和经验积累，所有代码自主研发，是业界为数不多具有完整网络协议功能、完全自有知识产权的网络操作系统。ROSng具有高可靠、高性能、开放性、可扩展的架构设计特点，其功能特性丰富，系统安全稳定，经过了市场长期严格的考验。中兴通讯将虚拟化技术引入ROSng，通过灵活的容器编排，使得ROSng网络操作系统更加灵活、简单、安全可靠、易于扩展，满足运营商未来网络长期演进的需求。

同时，中兴通讯坚持不懈投入技术预研，致力于行业中长期技术瓶颈突破，储备未来。例如采用光波导技术（出光芯片+光波导背板）突破PCB带宽提升瓶颈，采用40T出光芯片，使得每吉比特功耗降低30%。而随着高端路由器性能不断升级，传统风冷单槽位散热极限成为发展瓶颈之一，中兴通讯探索液冷技术，从单相水冷到单相液冷到两相液冷（采用液态向气态的相变实现高效散热），将散热能力提升2.5倍，同时降低80%噪音和30%能耗，从而满足高端路由器带宽不断演进的需求。

2020年已经到来，新的10年正在向我们走来。中兴通讯将以创新的技术和产品方案助力全球运营商打造面向5G和云时代的智慧IP网络。 ZTE中兴

面向5G云时代的智慧IP网络

随着5G和云时代的加速到来，新业务给运营商带来了全新的机会。未来10年网络流量将飞速增长，5G将会应用到千行百业，IP网络从原来以2C业务为主的公众网拓展到面向2B垂直行业的生产网，带来巨大的市场空间。根据中国工业和信息化部和专业咨询机构的预测，2020年，中国将会新增上云企业100万家，而到2025年，85%的企业业务都将由云服务提供。要支撑海量企业业务上云，就需要网络能够为业务提供大带宽、快速开通、快速故障定位和可承诺的SLA保障。

构建弹性、可编程、基于AI和自动化技术的网络架构

如何满足新业务对网络的挑战？中兴通讯认为首先要从网络架构上进行调整，设计一个具备弹性、可编程、基于AI和自动化技术的随愿网络的架构。中兴通讯提出面向5G云时代的IP网络三层架构（见图1）。

- 网络层：该层要求灵活的网络可编程、智能流量调优、SLA差异化保证。中兴通讯采用新的组网技术，如SR/SRv6/BIER，实现路径



陶文强

中兴通讯IP产品规划
总工程师

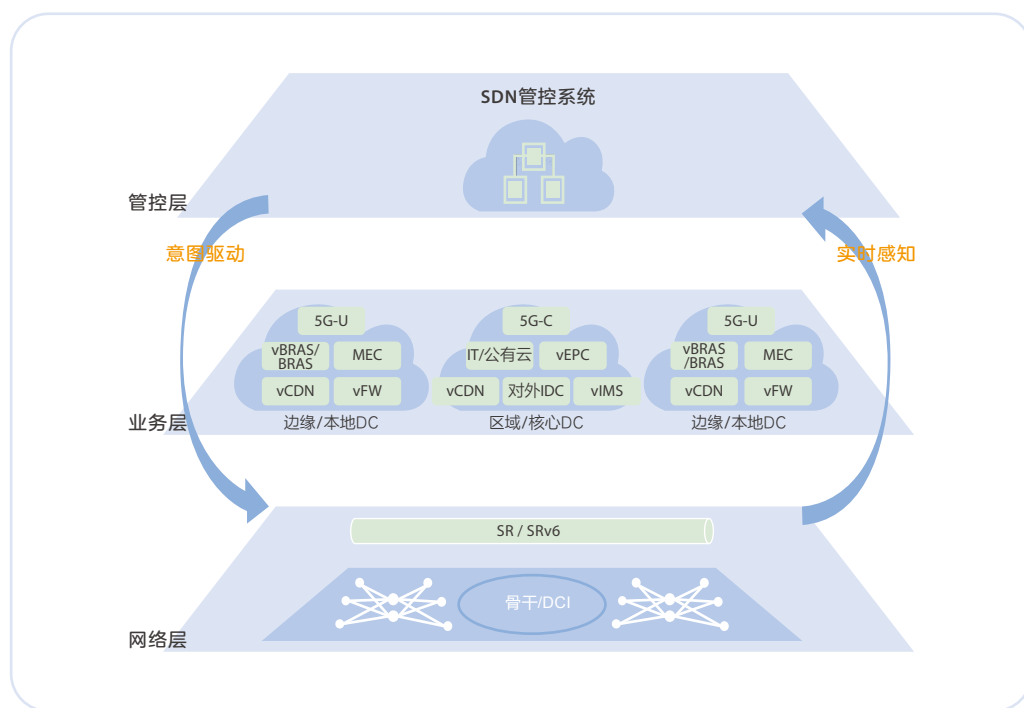


图1 中兴通讯面向5G云时代的IP网络架构

可编程、灵活业务链处理。通过智能流量调优避免重要业务拥塞，提升链路资源利用率。通过SR-TE/FlexE/TSN等技术，提供业务差异化网络切片能力。网络层具备切片能力，能根据业务特征，灵活进行软硬件切片，保障业务隔离和特定SLA属性。

- 业务层：该层要求业务敏捷发放、智能弹性伸缩。中兴通讯实现了业务按需灵活开通、带宽动态调整、业务敏捷创建及分钟级发放。同时做到了业务层弹性伸缩，具备按需扩缩容能力。
- 管控层：该层要求实现自动化编排、网络可视、实时感知。中兴通讯在管控层的自动化编排具备全场景、跨厂商、跨域编排能力，同时通过大数据采集及分析，实现网络深度可视能力及实时感知。通过AI的注入，实现故障智能定位、预测性运维。

高集成度和大容量核心芯片是构建超宽网络的基石

电信网络流量的不断增长增加了运营商的带宽成本，影响了运营商的投资收益比，提升网络容量的同时降低每比特的传输成本对运营商至关重要。在IP产品的核心引擎——芯片上，中兴通讯致力于自主研发网络处理器芯片（NP），在多个方面进行技术创新，提升NP的性能，打造IP产品强劲的核心引擎。

- 多处理器并行处理：增加处理器数量、单处理器多线程、更新工艺制程，芯片处理能力持续提升。
- 大容量内部存储：采用HBM+NSE内部集成，突破处理器查表和报文处理缓存访问带

宽瓶颈，确保NP性能可持续提升。

- 超高集成度：集成10GE/40GE/50GE/100GE/200GE/400GE MAC。业界首家芯片集成FlexE，芯片内部实现PCS层时隙交叉，芯片延时达到1μs，为5G承载提供强劲的硬切片能力。芯片集成高精度1588v2，可实现超高精度时间戳，单级精度达到业界领先的1ns，完全满足5G承载超高精度时钟要求。此外，芯片内部还集成大队列TM（Traffic Manager，流量控制器），提供差异化服务质量保障能力。

自研高性能NP作为核心引擎能够满足5G移动、家庭宽带、专线、云等全场景业务对网络带宽不断增长的迫切需求，助力运营商打造更加极致体验的超宽网络。

此外，针对IP设备高密、高速、高功耗趋势带来功耗和热密度快速增长，中兴通讯持续专注创新冷却技术研究和开发，创新性提出双相液冷技术。双相液冷技术具备40kW以上的整机散热能力，按现有芯片的功耗，能满足每槽位10T+超大型核心路由器散热需求，相比传统风冷技术，降低噪声80%以上，降低能耗30%以上，具备明显的节能降耗优势。

简化网络部署，开放网络

中兴通讯联合运营商积极探索5G新商业模式，推出创新网络业务，能够满足2C、2B以及不同接入方式下对网络SLA的差异化诉求。

中兴通讯以SR/SRv6作为网络主要承载协议，改变目前IP网络协议种类繁多、跨域配置复杂的困难，协议的简化使得自动化配置更加快速准确；实现SRv6智能选路，基于业务的时延需求，

中兴通讯实现业界首个集管理、控制、分析和AI智能功能于一体的网络自动化与智能化产品，实现网络全生命周期的自动化和智能化运维。

在网络中选取最优的时延路径，保障关键业务的低时延要求。

中兴通讯是新型组播协议BIER标准的领先者，具备深厚的技术积累，是BIER标准的主要贡献者，贡献了超过1/3的BIER标准。BIER技术完全解决了现有组播协议中间节点维护大量组播状态、组播路由收敛慢等固有缺陷，结合SDN技术，BIER组播实现组播业务（如OTT视频组播业务）随选随开，节省大量带宽，实现OTT在运营商网络上的自主可控组播，助力运营商开展高清视频应用。

严格SLA保障，满足5G的千行百业应用

传统网络中，所有的业务共享带宽资源，相互抢占，关键业务的带宽得不到保证。中兴通讯基于FlexE网络切片的硬隔离，实现不同业务之间带宽零抢占，为垂直行业等关键业务提供带宽100%保障。在FlexE的基础上，中兴通讯提出TSN+创新技术，推动垂直行业的数字化网络转型，满足垂直行业中时延敏感业务应用（如智能电网的差动保护业务、工业控制等）的三确定要求：确定性时延、确定性抖动、确定

性可靠传送。

AI智能管控分析一体化平台，实现随愿网络

中兴通讯实现业界首个集管理、控制、分析和AI智能功能于一体的网络自动化与智能化产品，实现网络全生命周期的自动化和智能化运维。在AI智能意图引擎的加持下，能够更快捷地支撑网络的规划设计和业务部署，加快新业务上线速度。

基于持续学习的AI智能故障注入与智能分析，能够实现告警故障快速感知、精准识别、分钟级故障定位，同时能够实时感知物理网络的健康状况，基于业务SLA选择最佳网络路径，保证业务体验，实现业务SLA可视、可控、可承诺。随着中兴通讯智能管控平台能力的不断提升，将推动网络逐步向随愿网络演进。

作为全球领先的智能IP网络提供商，面向5G和云时代，中兴通讯持续践行超宽、极简、智能的建网理念，不断创新，助力全球运营商打造更加智能的IP网络，拥抱未来，实现共赢。 ZTE中兴

自主研发持续创新之自研芯片



吕勇

中兴通讯有线NP芯片
项目经理

5G时代，通信技术发展日新月异，作为通信设备中最重要的部分，芯片被视为5G时代能否占得先机的核心要素。

业界具有通信系列芯片自研能力的厂商屈指可数，中兴通讯位列其中。

2008年中兴通讯启动数据通信领域芯片的自主研发工作，首先就瞄准大型数据通信设备的基石——交换网芯片。经过3年的努力，克服重重技术难关，中兴通讯在2011年成功推出第一代自研交换网芯片，并迅速在路由器、PTN、OTN等产品上成功应用。随后的几年，中兴通讯持续改进交换网技术，紧跟工艺革新的节奏，以3年一代的速度进行交换网芯片的更新换代，以最快的速度，和客户共享工艺红利。中兴通讯在芯片研发过程中充分发挥身为设备供应商对业务理解的优势，在交换网芯片中创新性地引入智能处理的理念，根据系统运行的状态，自动选择链路和优化流量分布，大幅提升系统的稳定性和可靠性。2018年中兴通讯推出交换容量9Tbps的第四代自研交换网芯片，达到业界一流水平。2020年，中兴通讯启动第五代自研交换网芯片的研发。

有了一流的自研交换网芯片，中兴通讯的数通产品就具备了最坚实的底盘。为实现数通产品能力的全面提升，中兴通讯又瞄准了有数通设备发动机之称的NP（网络处理器）芯片。NP芯片的技术复杂度极高，全球具备NP芯片开发能力的IC公司屈指可数。中兴通讯从零开始，经过3年的研发，在2015年推出首款自研NP芯片——SSP-1。SSP-1采用先进的RTC（Run To Completion）架

构，以全自主知识产权可编程的微处理器内核，加上先进的超高速crossbar内核互联技术，同时具有高性能和灵活可编程的特性，并设计超大指令空间，所有的转发流程均为可编程，通过微码+动态表项的组合，满足复杂场景下业务处理的要求，在不需要更换硬件的情况下，通过升级微码就可以平滑支持新业务，最大限度保护客户投资。

SSP系列自研NP芯片实现了超高的集成度，网络侧集成了丰富的接口和MAC（Media Access Control），支持直出光模块，有效降低设备PCB单板的面积，所有接口支持热插拔，可以单独对部分接口进行在线配置。SSP系列NP芯片在交换侧集成了中兴通讯自研交换网接口，交换加速比满足数通产品交换网N+1冗余。NP芯片内还集成了大容量的查找表，支持最长匹配、精确匹配、范围匹配等多种查找算法，可覆盖数通产品各种类型转发业务的要求，并支持表容量在不同业务间的动态调配。

首款自研NP芯片推出后，迅速在中兴通讯产品中得到应用，产品的应用又进一步促进芯片的进步。经过3年的积累，2019年初，中兴通讯又推出业界首款集成FlexE和TSN功能的NP芯片，实现MAC、FlexE、转发引擎、查找引擎、交换网接入和TM（Traffic Manager）六合一的超高集成度。在第2代NP研发之初，中兴通讯充分发挥设备商对网络技术和发展趋势精确把握的优势，准确预见到5G时代承载网大带宽、低时延、海量连接和网络切片的4大趋势，在芯片设计中充分体现。采用



中兴通讯自研芯片历程

当期最先进的Serdes技术，使芯片能够提供充足的接口带宽，集成802.3BR和CQF等TSN技术，独创FlexE时隙交叉转发，端口到端口的转发时延低至5 μ s。采用最先进的HBM存储技术，同时满足支持大容量业务需要的查找表和深度报文缓存需要的存储带宽和容量的需求；设计了灵活的存储管理单元，使HBM在表项和TM之间灵活分配，适应不同应用场景的不同要求。为了更好地保障业务的服务质量，在芯片中设计了多个TM，并支持队列资源在多个TM间的灵活分配。TM支持多种工作模式，可切换为交换TM、业务TM和超大队列TM，满足不同场景的应用要求。结合FlexE技术，可以实现对接口容量的灵活切片，切片的粒度可小至5Gbps。第2代自研NP的成功推出，使得中兴通讯数据通信产品的竞争力大幅提升。

在产品中成功的应用进一步推动中兴通讯自研芯片的信心，2017年和2020年，中兴通讯相继启动第三代和第四代自研NP的研发。持续的研发投入带来技术实力的稳步提升，中兴通讯第4代NP的规划已在接口容量上对齐业内一流水平，采用最先进的5nm工艺和112Gbps Serdes技术，在

转发引擎架构、查找算法、TM和交换网接入技术研究上均已取得突破性的进展，芯片集成度将得到进一步提升，进一步集成无损以太网和MACsec等功能，并针对SRv6、BIER、inband-OAM和Telemetry等热门技术对转发面的要求进行设计优化，进一步增强NP芯片对新兴业务的支持能力。

除了交换网芯片和NP芯片，中兴通讯还具备超大容量查找芯片的研发能力，已发布NSE系列自研查找芯片，和NP芯片配合，可以支持转发表项的片外扩展，进一步增加转发表和ACL表的容量。

从2011年第一款交换网芯片推出至今，中兴通讯在数据通信领域芯片研发已持续10年，已具备交换网芯片、查找芯片和NP芯片等数据通信设备需要的全系列芯片的研发能力。中兴通讯的数据通信产品，也实现了核心芯片全部自研化的切换，竞争力持续提升。产品和芯片已步入一代工艺、一代芯片、一代产品的良性循环。展望未来，中兴通讯将在数据通信芯片领域百尺竿头，更进一步。ZTE中兴

自主研发持续创新之ROSng操作系统



吴道捷

中兴通讯ROSng项目研发
总工

ROSng是中兴通讯新一代的网络操作系统。中兴通讯早期的网络操作系统（ROS），受软硬件条件限制，采用的是当时普遍的一体式软件架构。随着软件功能日益复杂，硬件多核技术的发展，一体式软件架构已经不能满足系统发展的要求，特别是近年来容器技术的成熟，促使我们进一步调整和优化软件架构。中兴通讯在ROS的基础上，开发了全新的下一代网络操作系统ROSng。ROSng以组件化为基石，是一个完全模块化，面向服务、分布式的网络操作系统。并且引入虚拟化技术，通过灵活的容器编排，使得ROSng网络操作系统更加灵活、简单、安全可靠、易于扩展。

组件化、面向服务

中兴通讯新一代网络操作系统ROSng基于自研的CGEL LINUX操作系统和分布式中间件Tulip，采用现代化的面向服务的体系架构，整个系统由

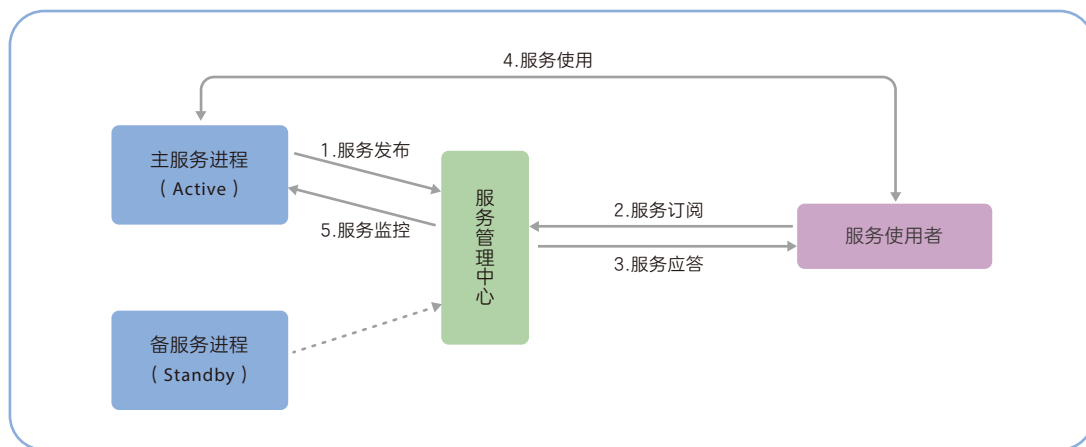
一组相互隔离又彼此协作的服务组成。这些服务以独立进程的形式存在，服务之间采用标准化的接口进行交互和通信，通过服务发布订阅实现服务的灵活部署（见图1）。基于这种设计方法，使得系统的各个组成部分更加模块化，具备更好的隔离性，同时具备更好的独立升级能力和灵活部署能力。

得益于组件化和面向服务的软件架构，ROSng实现了嵌入式设备、虚拟化设备和云端NFV的源代码统一。统一的源代码，不仅有利于节省研发人力，提升新功能的推出速度，同时也让相同的功能有更多的测试资源保障，提升了系统的稳定性。

智能与开放

随着技术的发展，网络功能日益复杂，企业需要提升网络设备的运维效率，降低运维成本。传统的人工运维操作逐渐被自动化和智能软件代

图1 服务的发布与监控 ▶



替，这对设备的开发提出了新的要求。最新版本的ROSng为此提供一套完整的解决方案，支撑企业的自动运维操作。

- 全领域的YANG结构化建模，支持所有业务基于模型的操作运维；
- 灵活的YANG模型转换技术，实现不同模型之间的无缝切换；
- 引入容器技术，支持第三方应用在设备上的部署；
- 开放基于YANG模型的可编程接口，提供多语言的自动控制能力；
- 基于GRPC (Google Remote Procedure Call) 的事件通知机制，实现设备状态的亚秒级实时监控。

极简网络部署

智能快速的调度能力是现在广域网的一个关键特性。传统网络中，采用MPLS及RSVP-TE等流量工程技术来满足这种能力，但传统的流量工程涉及LDP、RSVP、OSPF、ISIS、BGP等多种协议，配置复杂，运维困难。新型SR (Segment Routing) 协议，脱胎于MPLS，但摒弃了LDP、RSVP等标签协议，通过扩展IGP协议的标签分发能力，获得了良好的流量调度和路径优化能力。同时SR具备SDN天然结合的特性，极大简化了网络的部署，是极简网络的发展方向。

中兴通讯很早就投入到SR技术的研究中，积极参与分段路由和网络切片标准的制定，目前其ROSng操作系统已经具备成熟完整的SR技术栈，支持网络切片和EVPN等高级功能，满足运营商各种场景的应用需求。

高效网络遥测

基于AI、大数据的互联网应用推动了互联网数据中心产品、技术的快速升级，也引发了网络流量爆发式增长和端口流量的暴增。未来，极短时间的网络故障也会造成海量数据的丢失，引发

业务故障。业务对网络丢包将越来越敏感，容忍时间阈值越来越短。传统的SNMP周期上报的模式已经无法满足对网络监控的需求，我们需要一种新的手段解决网络“看不见”的问题。

Telemetry是一项从网络设备高速高频采集数据的新型技术。该技术有两个创新点，一是采用GRPC主动推送模式，避免了SNMP拉模式一来一回的Ping-Pong开销，另外采用YANG结构化标准建模的方式，提升了上报数据的标准化和可编程能力。

ROSng提供对Telemetry的支持能力，通过Telemetry的部署，为网络故障的定位、网规网优、网络质量分析提供大数据基础，通过与智能网管和SDN技术的结合，能有力支撑未来网络的智能运维。

完善的高可用性

ROSng网络操作系统用于电信级别的网络设备，电信级设备对高可用性非常关注。ROSng通过1+1冗余保护的方式，实现了NSR和ISSU等高可用特性，保证设备在软硬件故障或版本升级过程中，能持续不间断地提供服务。

ROSng通过高效的实时信息热备份，实现了协议状态在主备之间的强一致性，保证主备单板倒换过程中，协议不中断服务。并通过保持主备同步信息的前向兼容性，保证在升级过程中不中断服务。

ROSng具备近20年的技术沉淀和经验积累，所有代码自主研发，是国内为数不多具有完整网络协议功能和完全自有知识产权的网络操作系统。ROSng具有高可靠、高性能、开放性、可扩展的架构设计特点。目前ROSng网络操作系统已经在中兴通讯高、中、低端路由器，交换机，固网和移动接入等多个项目中成功应用。其功能特性丰富，系统安全稳定，经过了市场的长期严格考验，能够满足运营商未来网络长期演进的需求。ZTE中兴

SRv6 技术初探



冯军

中兴通讯BN产品线规划
总监

移

移动互联网及云业务的快速发展，对承载网络的基础网络能力提出了更高的要求，包括智能管控、快速服务构建、可信的差异化服务保障等。SDN+NFV是满足未来网络演进需求的基本架构，而SRv6则为其提供天然的转发面实现手段。

SRv6是什么

SR (Segment Routing) 是源路由技术的一种，SRv6即SR技术在IPv6网络平面的应用。SRv6技术在IPv6报文中新增SRH (Segment Routing Header) 报头，用于存储128bit IPv6地址格式的SRv6 SID (segment ID) 列表。

128位SRv6 SID主要由三部分组成，标识节点位置的LOC字段 (IPv6前缀格式，可路由)、标识服务和功能的FUNC字段 (本地识别) 以及存储相关参数的ARG字段 (见图1)。一个标准的SRv6 SID可以定义特定节点的路径信息及服务和功能信息。

由基本的SRv6定义，我们可以看到SRv6的

几个特征：SID可路由、通过SID可同时定义节点路径和功能服务信息。

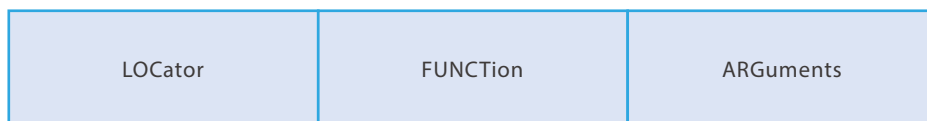
SID可路由

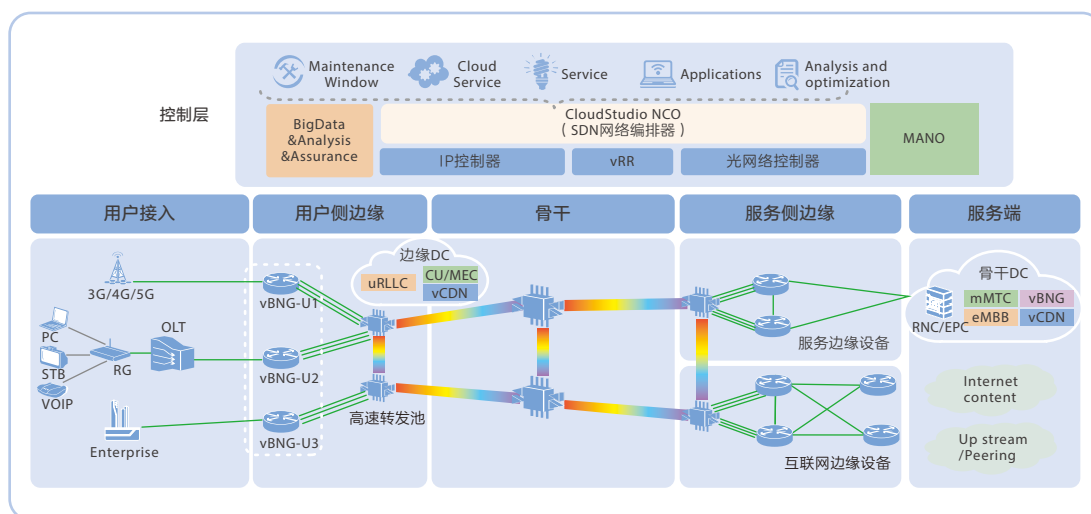
SID的LOC即为标准的IPv6地址前缀，在IPv6网络中可直接路由。

可路由特性对优化现有网络带来较多的便利：

- 在IPv6网络中实现离散型SRv6部署。非segment list的中间节点只要支持IPv6转发即可。作为对比，一般情况下，SR-MPLS需要中间节点普遍支持MPLS转发。举例来说，离散型部署特性在仅升级VPN PE节点情况下即可实现基于SRv6的VPN业务，而不必网络中所有节点进行SRv6升级。
 - SRv6在跨域LSP路径时，不需要复杂的路由扩散，转发面只要SID IPv6路由可达，简化跨域路径建立。
 - 简化了SR技术的网络转发面需求，不再需要专门的MPLS转发面支撑，有IPv6转发面基础即可。
- 当前的SRv6试点和部署主要是利用了SRv6的

图1 128位SRv6 SID ▶





◀ 图2 未来的SDN+Nfv架构

可路由属性，对现有网络业务进行继承和优化。

通过SID可同时定义节点路径和功能服务信息

SRv6更为核心的特性是融合了路径和业务编排能力，能够预先规划特定的路径以及路径中每一个节点的Function动作。在未来的SDN+Nfv架构中（见图2），SDN主要实现网络路径集中式规划，Nfv定义虚拟化网络功能，SRv6为两者的结合提供了完美的手段。在网络和业务编排器的支撑下，SRv6能够实现云网路径拉通及业务定义能力，为云网融合、端到端业务定义提供了极好的技术选择。

SRv6的应用现状

IPv6网络是SRv6试点应用的基本条件，2017年底国内开始的IPv6规模部署为SRv6应用提供了良好基础。过去一两年间，现网SRv6应用主要还是集中在网络侧，基于SRv6对VPN以及TE通道的

支持和优化能力，结合当下新型城域网、云网融合、云专线、切片等新型网络和业务试点，进行一些应用场景的拓展。更多的是现有业务的继承性支持和优化。

同时，我们也要看到，受上下游产业链、设备支持能力以及相应编排和控制系统的限制，SRv6的大规模网络拉通及云网拉通应用较少。SRv6核心的路径和业务联合编排特性，受到现有业务模式和相应支撑系统的限制，尚没有规模应用试点。此外，经典SRv6 128bit SID字长引起的相关问题，也成为SRv6规模部署的主要障碍。

综上所述，SRv6依旧处在应用的尝试阶段，大规模部署尚要相应条件的成熟。

SRv6经典转发面存在的问题及解决办法

如上介绍，128bit SRv6 SID带来了灵活性的同时，也存在字节过长引起的传输效率和栈深问题。尤其是栈深问题，对现有网络设备的硬件能

SRv6是网络发展的趋势，还处在高速发展的过程中。其核心优势的发挥需要编排控制系统的支撑以及上层业务系统的革新。当前可进行适当的现网业务应用优化尝试，促进相关技术成熟和配套系统的完善。

力提出了较高要求，阻碍了SRv6的大规模部署。

此问题的主流解决思路是优化SID字长，也是当前SRv6标准的研究焦点。优化方案有多种类型：压缩方式、mapping方式及融合方式。

中兴通讯在SRH压缩优化领域有深厚积累，已与中国移动联合推出完整的Unified方案。Unified方案创新性支持多种压缩方式的融合，具备跨越多类型SID压缩域的端到端路径编排能力。Unified还为传统SR-MPLS网络提供了SRv6的演进方案，并为传统SR-MPLS和SRv6的互联互通提供了新的技术选择。Unified目前已经完成系列标准族的布局，是SRH压缩优化的主流方案之一。

SRv6的标准现状

SRv6标准主要由IETF制定，涉及到的工作组较多，如Spring、6man、LSR、IDR、SFC等。

目前相关的标准状态如下：

- 基础协议：覆盖面比较全，单播、VPN协议

基本稳定；组播相关协议尚在稳定中；

- OAM：相关草案覆盖面比较全，是目前SRv6的工作重点之一；两个基本OAM标准相对稳定；
- 可靠性：TI-LFA等基础协议已相对稳定；其他保护方式也在快速推出；
- 转发面：SRH优化是目前的焦点；
- SFC：SRv6具备SFC解决方案能力，目前工作重心还在转发面，控制面开始跟进，提出了基本框架和方向，方向确立后，后续应该会有完善的标准配套；
- SDN：南北向相关草案覆盖面已比较全，PCEP、BGP-LS已被采纳为WG draft；管理面依旧可能成为标准化的障碍。

SRv6是网络发展的趋势，还处在高速发展的过程中。其核心优势的发挥需要编排控制系统的支撑以及上层业务系统的革新。当前可进行适当的现网业务应用优化尝试，促进相关技术成熟和配套系统的完善。ZTE中兴

软硬件统一管理的创新切片技术

——Slice+

5G时代的垂直行业应用对网络提出了差异化的承载需求，比如视频需要高带宽，而车联网需要低时延。运营商希望充分挖掘网络潜能，进一步开放网络能力，将不同的逻辑网络资源提供给不同的租户使用，并保持不同租户之间的隔离。传统的差异化服务QoS技术虽然能对不同业务进行区分，但无法满足行业用户特定的安全以及端到端服务策略需求，网络切片技术成为了目前运营商提供差异化服务的首选。这些年，业界推出了多种切片方案，在实际应用中遇到以下问题和挑战：

- 部署组网方面：不能充分满足实际场景需求。比如Flex-Algo仅仅是域内的局部SR-TE优化技术，缺乏对跨域的端到端切片粘连考虑。同一个客户的最短路径与TE两种流量，由于算法不同，需要引入两张FA平面，用户切片视图不清晰；而其他的切片方案，比如多拓扑切片方案，由于基于IGP多拓扑技术，需要维护多个数据库，每个切片维护独立的控制平面，实现成本高，升级困难。
- 控制管理方面：目前硬切片与软切片相互独立，无法统一控制管理。比如FlexE，其通



崔艳云

中兴通讯BN产品方案规划
经理

过独立的硬件资源保障带宽和时延要求，但是控制面并不感知FlexE通道，需要控制器和网管实现多层协同，部署困难；而SR-TE，虽然控制面实现了对切片的感知，但是底层硬件资源呈共享模式，难以做到严格的带宽时延保障。

基于对已有切片技术的研究和分析，中兴通讯推出创新的Slice+切片技术。

Slice+切片的基本实现原理

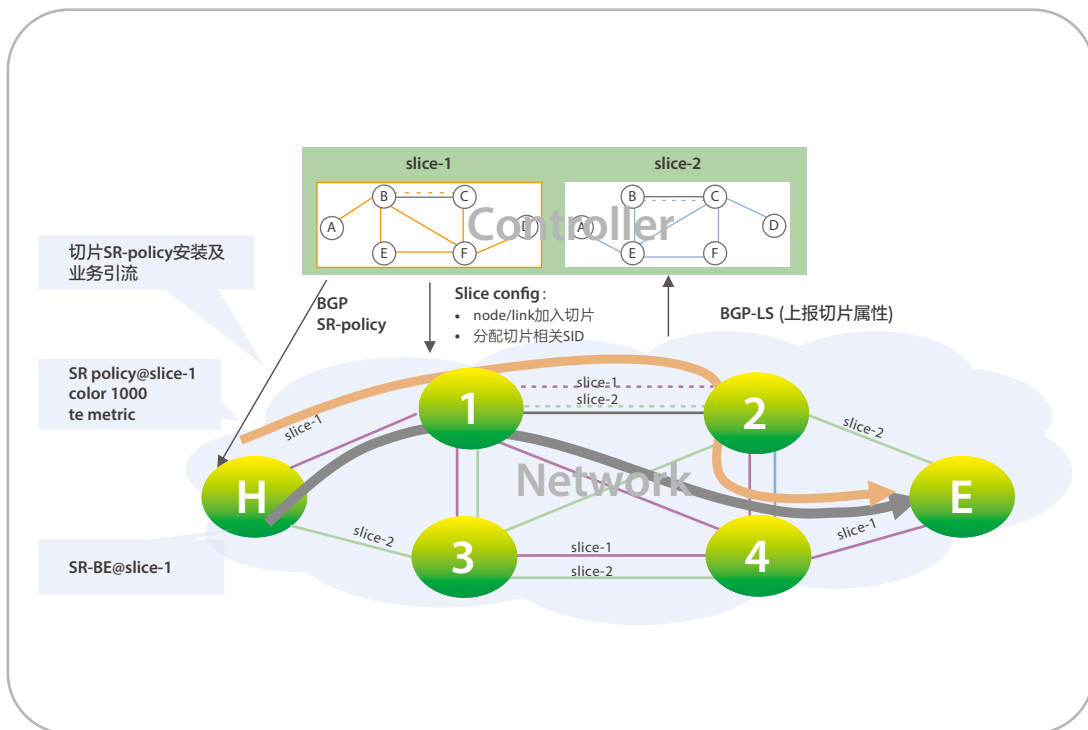
Slice+是一种创新的软硬件统一管理的切片方案。它创新性地实现了切片与底层硬件资源的灵活匹配，既可以实现基于分组复用的软切片，也可以实现基于物理刚性管道（如FlexE、OTN）的硬切片。通过对IGP以及BGP等协议的扩展，网

络中节点可以加入一个或者多个Slice-ID并进行信息泛洪，实现拓扑内信息通告，并基于确定的Slice-ID切片网络，节点进行相应SR-BE与SR-TE路径计算，实现特定SLA需求的业务（低时延、高带宽、最小成本等）在最优SR路径转发。同时，支持与控制器之间的协议扩展与信息交互，可通过控制器实现相关切片的拓扑呈现、配置管理、性能监控以及统计优化等功能。Slice+方案基本原理如图1所示。

Slice+的关键创新点

Slice+方案业界首家实现基于FlexE的硬切片动态算路，控制面简化，易于维护，全面支持L2&L3接口类型，而且兼容现有切片方案，具有良好的网络互通能力。

图1 Slice+方案基本原理



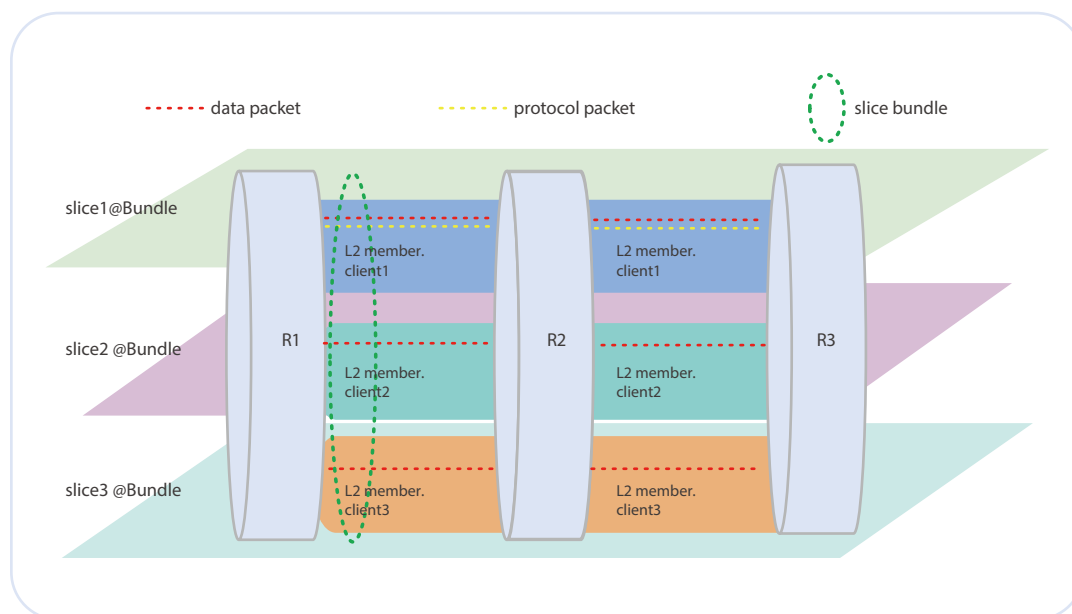


图2 Slice-Bundle实现方式

● 业界首家基于FlexE硬切片动态算路

Slice+方案中，可针对FlexE client配置ADJ-SID以及归属的Slice，并通过IGP泛洪以及BGP-LS通告，实现SDN控制器和头节点基于FlexE通道的SR-TE算路，实现确定切片的专属资源分配，弥补了传统硬切片控制层面无法感知，以及软切片对应硬件资源不能专享的缺陷。

● 更加简化的控制面，方案实现简单，易于维护

Slice+提供了一种更为创新的共享控制面协议方式。多个切片的client子端口可以形成一个Slice-Bundle，并基于整个捆绑组使能IGP并配置相关3层参数，进行多切片的控制面共享。协议报文仅需运行于某个有效切片成员中，实现了轻量级的切片支撑系统，避免了使用复杂的IGP多拓扑协议来维护多个拓扑（见图2）。

● 适用场景更加广泛，全面支持L2&L3接口类型

Slice-Bundle的应用可大大扩展切片的适用场景，其成员不再局限于传统的三层FlexE子端口，还可以是VLAN、PPP等二层子端口，做到了

对Any Link的支持。

● 完全兼容现有切片方案Flex-Algo，提供良好的网络互通能力

Slice+方案提供了良好的兼容性，Flex-Algo可作为Slice+的域内局部优化技术，换言之，Flex-Algo可视为Slice-ID 0中的特殊场景。当在Slice-ID 0内支持Flex-Algo时，节点按照FA标准对外通告，可灵活满足跨域多厂商组网场景以及域内的栈深优化需求。

5G时代到来，行业转型的步伐正在加快，提供符合用户需求的高质量服务将越来越重要，网络切片技术在未来运营商网络的运营中将成为必选功能。中兴通讯Slice+切片解决方案在满足“一网多用”“专网专用”的基本切片功能之外，实现了软硬件切片的统一管理，在组网场景适应性，易维护性以及控制管理方面都有一定的优势，网络切片部署流程更加完善。未来，中兴通讯将持续用最先进的产品和切片方案助力5G业务的快速、高质量部署。 ZTE中兴

BIER新型组播技术及其应用



朱小龙

中兴通讯承载网IPN产品
规划总工



张征

中兴通讯资深标准预研
工程师

超宽、极简、智能是运营商IP网络发展趋势。BIER新型组播技术基于IGP扩展协议泛洪信息，根据路由拓扑生成转发表，简化了组播协议；采用网业分离架构，中间节点不感知组播应用，提升了业务扩展性和网络稳定性，边缘节点感知组播应用，为组播智能化提供组播SDN能力。BIER技术使能运营商网络开放式组播业务承载能力，其规模应用可以极大地提升组播应用的承载效率，有效缓解运营商网络的带宽压力，降低网络扩容建设成本。

BIER概述

BIER (Bit Index Explicit Replication) 是一种基于位索引显式复制的新型组播技术。该技术不需要显式建立组播分发树，也不需要中间节点保存任何组播流状态。具有BIER能力的路由器称之为BFR，即位转发路由器 (Bit-Forwarding Router)，BFR组成的域称之为BIER域，组播流量进入和离开BIER域的BFR分别称之为BFIR和BFER。

BIER域内的BFR通过运行控制面协议交换BFR的标识、所在BIER子域以及BIER转发能力等信息，并基于这些信息计算生成BIFT，即位索引转发路由表 (Bit Index Forwarding Table)。BIFT表由转发位串掩码F-BM和BFR邻居组成，F-BM的每一位表示BIER域中唯一一个BFR，该信息由BFR的标识BFR-id定义。

当组播业务流量进入BIER域时，BFIR确定该组

播业务的BFER集合，然后将组播报文封装为BIER报文，BIER头中BitString字段的每一位表示一个BFER节点，通过对BitString中相应bit位置1指示该组播流量的BFER集合，BFR查找BIFT表对BIER报文进行BIER转发，当BIER报文达到BFER时，BFER解封装BIER头并对组播报文进行组播路由转发。

BIER是与IPv4、IPv6、MPLS等传送技术平行的独立转发技术。BIER头中除了标识组播业务BFER集合的BitString字段外，还包含DSCP、TTL、Entropy、OAM、Protocol等字段，可以提供QoS、环路避免、负荷分担、连通性检测、多业务承载等能力。直连BFR之间BIER报文可直接在以太链路层上传送，当部分节点不具备BIER能力时，非直连BFR之间通过MPLS/SR LSP或IP隧道传送BIER报文。

作为一种新型组播转发技术，BIER从架构上分为三层：

- 路由层，作为BIER的底层，主要功能是建立BIER域内节点之间的邻居关系以及节点之间的算路。在控制面，BFR可以基于IPv4或IPv6路由环境的OSPF、ISIS、BGP等路由协议确定BIER转发路径；在数据面，BFR可以采用MPLS、Ethernet、IPv6等方式对BIER报文进行封装/解封装并转发。
- BIER层，作为BIER的核心层，主要包括控制面生成BIFT转发表需要的相关协议扩展和数据面BIER报文封装/解封装以及BIER转发过程。
- 组播叠加层，作为BIER的业务上层，主要功

能是当组播报文到达BFIR时确定BFER集合，并完成该组播报文对应的BIER头的封装，以及当携带有BIER头的组播报文到达BFER时，解封封装BIER头并完成后续的组播报文转发。组播叠加层提供全局或VPN中IPv4、IPv6、L2等组播业务应用，控制面可以采用BGP、PIM、MLD等协议扩展，也可以SDN集中控制方式，关键是控制面要指示BFIR和BFER之间通过BIER隧道来承载组播业务流量。

BIER新型组播技术具备以下特征：

- 协议简化：BIER不需要独立的协议在BIER域建立显式组播分发树。BIER基于IGP、BGP等路由协议扩展交互控制面数据，无需RP规划。
- 流状态无关：BIER不需要BFR中间节点维持任何组播流状态。BIER在每个BFR上建立基于拓扑的BIFT表，BIFT表根据拓扑节点或链路变化进行路由计算和表项更新，不受组播业务源和接收者变化影响，具备良好的业务扩展性、网络稳定性以及收敛确定性。
- 网业分离：BIER架构分层，中间层的BIER作为独立传送技术，实现底层路由环境和上层组播业务之间解耦。BIER既可以灵活适配各种路由环境（IPv4或IPv6，OSPF、ISIS或BGP，

AS域内或AS域间），也可以灵活适配各种上层组播应用（IPv4、IPv6或L2，全局或VPN），上层组播应用和底层路由环境没有耦合关系。现有网络通过在路由层控制面协议增加BIER能力扩展，在组播叠加层控制面协议增加BIER隧道能力扩展，在数据面增加BIER封装/解封和BIER转发能力，就可以向BIER平滑演进。

BIER应用部署

BIER架构“网业分离”的先进设计理念、BIER传送技术对底层路由和上层业务的灵活适配能力，可以很好地帮助运营商IP网络平滑演进支持BIER，并利用BIER组播多业务承载能力、良好的业务扩展性和网络稳定性等特性，广泛提供IPTV、OTT视频、组播VPN等组播应用承载业务。图1是BIER组播实际应用部署的一个示例。

运营商IP网络部署BIER，需要考虑以下问题：

- BIER子域：一般情况下，只需要一个子域。在多AS域组网或网络节点规模庞大的情况下，需要权衡一个子域和划分多个子域在技术实现、管理维护方面的优劣势，进行适当

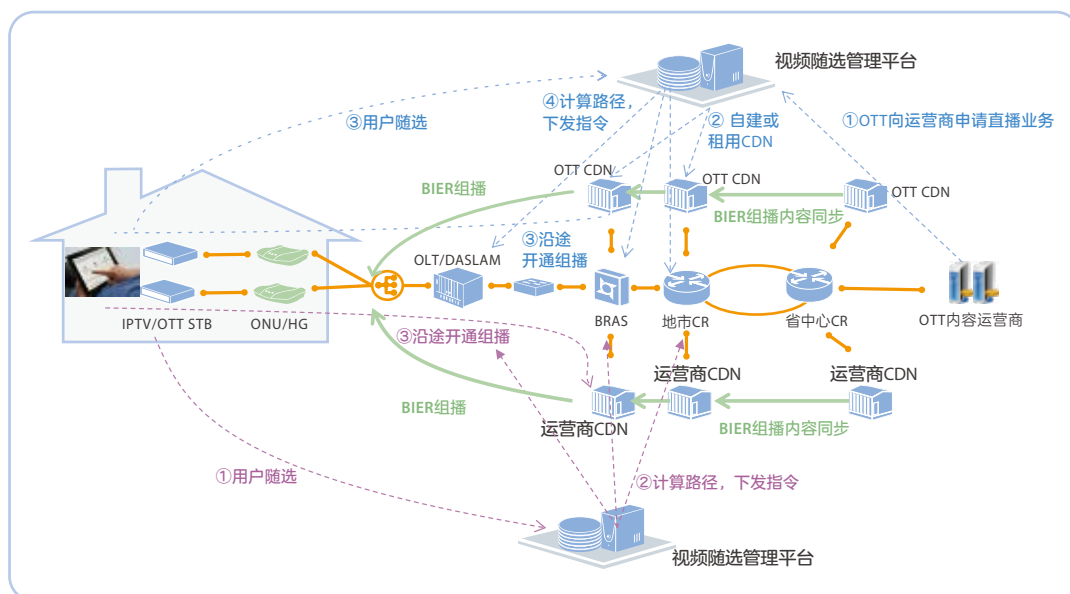


图1 BIER组播实际应用部署示例：OTT高清直播

的选择。当组播业务对BIER承载存在不同的路径约束需求时，需要划分多个子域以实现BIER差异化承载服务。

- BIER封装方式：IPv4路由环境建议采用MPLS封装方式，直连BFR之间BIER报文直接在以太链路层传送，非直连BFR之间BIER报文通过MPLS/SR LSP进行传送；IPv6路由环境建议采用非MPLS封装方式，直连BFR之间BIER报文直接在以太链路层传送，非直连BFR之间BIER报文通过BIERin6隧道进行传送。
- BitString长度（BSL）：需要综合考虑BIER子域中BFR的数量以及每个BFR的BSL能力，建议权衡组播报文BIER复制效率和BIFT表空间效率，为BIER子域的所有BFR设置一个相同的BSL。
- BFR-id：一个BIER子域内BFIR和BFER需要分配唯一的BFR-id，理论上BFR-id可以在1~65535之间任意设置。但实际部署，建议结合BSL、BFR数量、网络拓扑等因素进行合理规划，避免组播报文BIER复制低效和BIFT表空间浪费。
- Overlay控制面：建议采用MP-BGP作为Overlay控制面，MP-BGP对BIER的协议扩展标准成熟，可以灵活地支持IPVPN组播、EVPN组播以及全局组播，BGP会话可以采用RR反射器架构，部署简单、便于扩展。
- AS跨域：可采用Option A或Option C方式。采用Option A方式跨域，每个AS作为一个独立BIER子域，AS之间通过传统的PIM组播技术对接，ASBR需要处理Overlay组播业务。采用Option C方式跨域，多个AS在同一个BIER子域，AS之间通过BGP或静态路由方式生成跨域的BIFT转发表，ASBR透明传送Overlay组播业务。
- SDN控制：可以考虑将BIER网络和业务能力通过SDN控制器向业务运营和网络运维等系统开放，支撑组播业务快速创新、组播业务自动化/自助式部署、组播网络智能化运维

等应用。

BIER标准现状

2015年3月，IETF BIER工作组成立，负责BIER技术推进和标准制定工作。截止到2020年3月，BIER工作组已有5篇RFC、约20篇活跃的工作组草案和约20篇个人提案。

标准完整性方面，BIER体系已经比较完整，主要的标准和草案已经能够支撑BIER工作在IPv4、IPv6、MPLS、非MPLS、OSPF、ISIS等各种路由环境下，承载IPv4、IPv6、L2、全局、VPN等各种组播业务承载，并提供OAM、SDN等应用能力。

标准成熟度方面，基于MPLS封装的IGP控制面和数据面、基于以太网封装的IGP控制面和数据面、BIER承载全局和VPN组播业务的BGP控制面和数据面、BIER ping/trace等都已经非常成熟，基于IPv6隧道传送BIER报文的控制面和数据面是当前的热点内容，BIER跨AS相关的BGP控制面、BIER可靠性保护等机制还需要进一步完善。

由于协议简化、流状态无关、网业分离等特征，BIER相对传统组播技术具有绝对的优势：良好的业务扩展性、网络稳定性、收敛确定性、平滑演进能力，使得BIER与SR（Segment Routing）技术一起成为运营商IP网络目标架构中的重要基石。

BIER标准体系已经比较完整，能够满足运营商多数场景的组播应用需求。BIER核心标准已经RFC发布，其它很多重要的工作组提案也非常成熟，各设备厂商均开始研发支持BIER特性的正式商用版本。运营商也开始组织设备厂家研讨BIER现网部署和业务承载方案，并制定实验室验证、现网试点、设备规范制定以及现网正式部署的计划，稳步推进BIER商用化进程。相信BIER规模部署、为运营商及其客户带来商业价值的时刻即将来临。 ZTE中兴

让5G穿越历史， 福建移动携手中兴通讯打造泉州智慧古城

2020年4月，福建移动联合中兴通讯共同在泉州申遗区域完成了5G精品网络全覆盖，下载体验速率拉网均达到1Gbps以上，性能体验在全国5G网络中遥遥领先。5G的加持使泉州这座历史文化古城焕发新生机，促进了“海丝文化”（海上丝绸之路文化）的保护与传承。

泉州，又称刺桐城，其历史悠久，是联合国认定的海上丝绸之路的唯一起点，泉州“申遗办”为此致力于“古泉州（刺桐）史迹”项目的申遗工作。鲤城区是刺桐古城的老城区，泉州申遗的核心景点开元寺正是坐落于鲤城区的西街，该申遗区域还包

含了承天寺、钟楼、东西塔等著名的历史景点。古老的西街蕴含着深厚的文化底蕴，孕育了独特的海丝文化，也为现代文明积累了宝贵财富。有了5G网络，不仅将人与人之间相联，也将这里的古迹万物和世界相连起来。

泉州移动非常重视申遗区域的5G网络覆盖，从项目初期就做了充分细致的5G网络规划，仅用半个月就完成了网络建设和优化，将鲤城区西街申遗的核心城区域打造成为全国网络质量领先的区域，这充分证明了泉州移动丰富的网络建设经验以及网络优化实力。经过多轮拉网测试，泉州申遗区域的商用网络下载速率也稳定在1Gbps以上，在中国移动5G先发城市中遥遥领先。

中兴通讯为本次泉州申遗区域的5G建设提供网络设备、方案与服务，除了为高性能的网络体验保驾护航外，中兴通讯去年在福州大学城还打造了全球首个NSA/SA商用网络，后续考虑将双模网络技术应用到泉州申遗区域，在支持5G SA终端的同时，兼容国际漫游用户。

未来，泉州移动将继续联合中兴通讯，通过5G技术以及5G+8K高清直播、云端课堂、智能监控等创新应用，为传承与保护“海丝文化”贡献力量，共同打造一个更好的5G智慧古城。 **ZTE中兴**



高冬冬

中兴通讯运营商产品方案
总监（无线）





中国移动携手中兴通讯， 加速5G网络云化部署



黄霜

中兴通讯IPN产品策划
主管

2019年，中国移动提出“4G改变生活，5G改变社会”，如今这一理念已深入人心。2020年是5G爆发性增长、大规模建设的一年，为支撑5G时代业务快速发展需求，推进业务向云化演进及商用落地，中国移动携手中兴通讯，在全国8个大区，包括廊坊、南京、金华、郑州、广州、成都、西安、哈尔滨等地，集中进行全球最大规模5G网络云部署。

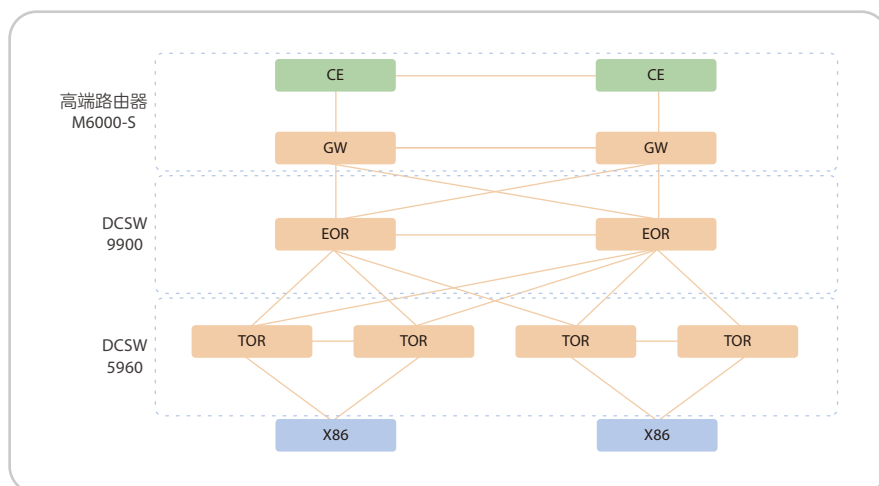
中国移动网络云作为一种新型电信网络架构，目标是构建一个资源可弹、流量可调、能力可开放的新型服务环境，满足未来5G业务稳定承载和多样化需求。中兴通讯紧密配合中国移动，深入研究和分析业务在部署、运维、发放等方面的切实痛点和迫切需求，凭借具有创新特点的5G NFVI网络解决方案和性能领先的数据设备，适配中国移动的云化改造，助力中国移动加快进入云

化时代。截止到2019年12月底，中国移动已完成网络云一期建设的大部分业务割接，网络云二期建设也于2020年2月开启。

中兴通讯5G NFVI网络解决方案提供智能化、电信级、开放式能力，支持计算、存储以及应用的高效交付，加速推进中国移动5G网络云建设进程。

全方位电信级增强，赋能5G网络云高可靠特性

中国移动网络云采用Spine-Leaf（EOR-TOR）组网（见图1），具备良好的横向扩展能力。其中，EOR和TOR设备分别采用中兴通讯ZXR10 9900和ZXR10 5960系列交换机，采用双机冗余结构，TOR通过MC-LAG方式部署，提升设备可靠性，降低网络拓扑复杂度。



◀ 图1 NFVI网络方案组网架构

DC GW采用中兴通讯高端路由器ZX10 M6000-S系列，提供百万路由和海量BFD会话，满足电信级网元大转发和高可靠通信业务要求；并采用双活部署，为网络提供99.999%高可靠性。同时，管理、业务、存储采用三网物理隔离方式，多级安全防御，提供5G NFVI高安全性，全面保障电信业务。

优异的产品性能和过硬的产品质量，为网络云方案带来了高可靠保障。

运维全智能，加速5G新业务上线

中国移动网络云根据服务器功能可划分为业务网络、管理网络和存储网络，其中业务网络通过引入SDN解决方案和VxLAN承载技术，实现多业务多用户隔离、网络服务快速开通和灵活变更的能力。而管理网和存储网业务需求较固定，网络配置量及变更频率低，可通过传统非SDN方式进行网络部署，通过传统IP/VLAN方式承载和隔离业务。

中兴通讯5G NFVI网络解决方案采用SDN/NFV技术建设中国移动网络云，通过SDN控制器，实现网络云内部业务网Overlay网络海量配置的全自动化部署，提供业务的快速开通和灵活变更能力，原本需要数周时间完成的业务上线，现只需数小时，极大缩短新业务上线周期，同时节约人

工配置成本，满足5G时代业务快速发展需求，加速中国移动5G新业务上线。

智能运维是保障网络稳定可靠、安全运行的关键，中兴通讯5G NFVI网络解决方案，结合端到端带内遥测、大数据分析和网络可视化手段，帮助运维人员轻松把握网络运行状态，实现端到端网络性能监控管理和分钟级故障定界定位，提升运维效率，降低OPEX。

开放式架构，满足中国移动多样化需求

中兴通讯5G NFVI网络解决方案采用全开放式架构，实现网络分层解耦，兼容第三方厂商设备，具备与业界主流云平台、防火墙集成的经验。网络云组网采用中兴通讯TECS云平台、DVS虚拟交换机、vDC控制器、M6000-S路由器、9900/5960交换机，及第三方防火墙、第三方KVM服务器，满足中国移动多样化需求。

目前中国移动网络云项目一期建设已经顺利完成，二期建设正在井然有序进行。未来具备智能化、电信级、开放式特性的中国移动5G网络云方案将让广大用户真正体验到5G带来的便捷与价值。作为中国移动在5G领域的重要合作伙伴，中兴通讯将为实现“5G改变社会”的美好愿景而不懈努力。 [ZTE中兴](#)

智能交付，

中兴通讯助力中国移动高效打造5G精品网络



蒋师

中兴通讯国内无线项目
总监

2019年，中国正式开启5G商用进程。作为全球网络规模最大、用户数最多的运营商，中国移动已在中国31省市完成超过5万个5G商用基站的建设，在50个城市正式提供5G商用服务，积极推进全球5G端到端产业成熟。中国幅员辽阔，地理环境复杂，且城镇人口密集，加之中国移动多网并存的现状，给5G建网带来巨大的难度。

作为中国移动战略合作伙伴、5G网络重要承建商，中兴通讯推出贯穿“规、建、维、优”全生命周期四个关键阶段的端到端整套智能交付方案，降低网络交付难度，提升网络交付效率，助力中国移动实施“极简”网络部署，提供“极致”用户体验。

精准规划，低成本构建高质量网络

如何在5G时代复杂组网条件下获得更高的投入产出比，是中国移动面临的重要课题。为此，中兴通讯推出4G/5G网络协同精准规划解决方案。

该方案借助精准扩容规划平台，基于4G Measurement Report (MR) 海量数据分析及AI智能预测，从覆盖、容量等7个维度综合识别价值区域、匹配站址与产品选型。已有广东、福建等8个省份项目采用精准扩容规划平台输出规划报告，并完成5G智能预规划，涉及核心城区、重要景区、商业楼宇等多种价值场景。在5G建网初期，这些价值场景迅速为中国移动赢得5G口碑优势，为后续业务与用户发展奠定良好基础。该方案的应用，使原本至少需要两人一个月完成的网规工作，实际只需一人一周完成，效率提升近80%，既精准又高效。

高效建网，极简部署

随着无线网络的更新换代与中国城镇化的突飞猛进，城市天面空间越发紧张，中国移动面临着越来越严重的新站址获取困难、建设成本升高等问题。为此，中兴通讯发布推广“UniSite融合站点”方案，其具有2G/3G/4G/5G一体化、宏微

热盲室分全场景覆盖、统一频谱利用等优势，以最大化站点效能。同时，中兴通讯推出“UniDeploy极简部署”，提供PnP开站、烧录开站、简配开站三种方式，以实现全场景极简站点高效部署。其中PnP方式可在基站完成硬件安装上电后，通过自发现功能，就可完成通信链路建立、配置文件及版本软件包获取，实现自动开站；该方式已在全国多个省份推广应用，前台人员效率提升50%。并且，中兴通讯采用WNG无线网络卫士（Wireless Network Guardian）进行站点开通后单站验收，确保“开通即精品”。WNG采用商用5G终端+云服务架构，从数据采集到定制化报表输出，实现了全流程自动化，“人+终端”即可完成单站验收测试。中国移动各省项目均已使用WNG进行单站验收测试，人力成本降低60%，效率提升55%。

智能运维，守护价值

中国移动多网并存的状态仍将持续，网络维护任务更为艰巨。中兴通讯为此部署RCA智能告警压减与根因定位方案（Root Cause Analytics），从垂直方向（小区-AAU-DU-CU/小区-RRU-BBU）和水平方向（站间/CU间/DU间）两个维度进行关联分析和定位，对外场数百万条历史告警数据进行AI训练，综合皮尔森系数、频繁项集、置信度等进行算法调优，最终压减无效告警，逼近故障根因。在广东、山东、福建等外场试点应用中，原先17条告警通过AI算法压减后减少为6条，压减率近65%，大大方便运维人员聚焦根告警，快速准确定位并解决故障，以更

低成本、更高效率守护好网络资源价值。

自动优化，敏捷赋能

5G宏站以Massive MIMO天馈为主，相比传统天馈具备更多的可软调参数，参数优化难度增大，中国移动因此需投入更多资源开展4G/5G协同优化使用户获得更优体验。中兴通讯开发天馈权值自优化功能（Automatic Antenna Pattern Control, AAPC），通过引入大数据与AI，实现数据采集、分析、参数优化自动化。AAPC在国内试点应用结果显示：针对单波束的RSRP平均能提升5dB左右，SINR提升2~3dB；多波束RSRP提升3~4dB，SINR提升1.5~2dB，并显著降低工程阶段优化成本。同时，中兴通讯已在多省部署5G网络SON功能，实现4G/5G邻区、X2/Xn及PCI自优化，有效减少现场参数反复优化频次，提升优化效率。

在5G建设元年，在中兴通讯全力支持下，中国移动致力于打造极致体验的5G标杆场景。其中各大景区、重要营业厅等移动“品牌窗口”区域，5G测速DL 1.2Gbps以上、UL 100Mbps以上；广州、大连等城市核心城区区域测速DL平均950Mbps以上、UL平均100Mbps以上；一般城区连片区域测速DL平均800Mbps以上。

为配合中国移动推进5G网络建设以及“5G+”计划实施，中兴通讯已从智能解决方案、人才培养储备等方面做好充足准备，相信通过双方携手合作定能创造资源共享、互利共赢、融合发展的5G新生态！

ZTE中兴

增强5G核心网，赋能2B新商业



张帆
中兴通讯5G核心网架构师



刘西亮
中兴通讯5G核心网架构师

5G新机遇，2B新市场

3月24日，工信部印发《关于推动5G加快发展的通知》，明确提出加快5G网络建设部署、丰富5G技术应用场景，推动5G和各行各业协同发展、构建5G应用生态系统。赛迪顾问预测，5G产业2020年将带动4840亿元直接产出，2025年、2030年将分别增长达3.3万亿元、6.3万亿元。预计到2025年，电信运营商网络投资1.1万亿元，垂直行业网络和设备投资0.47万亿元。

从这些信号不难看出，5G的建设目标不仅包含面向普通消费者的2C市场，还涵盖更为重要的、有着广阔持续增长空间的2B市场。2B市场带来的全新商业模式和消费模式，将为5G产业发展注入新的动力。

传统面向消费者的2C网络，主要目标是为消费者提供统一的一致性的高带宽业务体验，它从根本上解决了消费者共性的需求。由此带来的技术升级主要是围绕用户面的下沉、云化基础设施的建设、硬件服务器的CPU和网卡的升级换代等。但是商业模式并没有发生本质的变化。

2B网络，承担的使命是使能千行百业。2B业务需求的多样性、行业强定制和差异化决定了面向2B的网络不能简单复用2C的网络。2B业务创新主要聚焦在核心网，因此5G核心网需要根据2B行业特性进行优化和增强，打造新网络并赋能新商业。

2B新商业，推动5G核心网全面增强

图1是5G赋能2B新商业的四象限市场机会点

图1 2B新商业市场机会点分布及5G核心网增强





分析, 包含每类市场机会点对应的5G核心网增强技术。

综合来看, 5G核心网为匹配2B业务发展, 需要在三个方向进行增强演进: 功能重构、标准先行和边缘创新。

- 功能重构、开放解耦

主要体现在三个层面: CUPS增强、2B UPF功能重定义和N4接口的开放解耦。

面向2B的5G核心网在CUPS架构上继续升级和演进, 支持ETSUN (Enhancing Topology of SMF and UPF in 5G Networks), SMF和UPF在ETSUN里也引入了更多的层级和形态。

UPF作为核心网和2B行业最直接相关的网元, 架构需要适配和优化, 功能集需要重新定义和增强, 网元形态需要调整和扩展, 重构2B UPF。2B UPF区别于2C UPF就在于2B UPF定制更快速、能力更开放、部署更灵活, 为2B行业的发展需要而量身定做。

N4接口的开放解耦是面向2B行业应用亟需解决的问题。今年3月, 中国移动发布了OpenUPF白皮书暨N4解耦规范 (Phase 1), 旨在

为垂直行业应用开放接口、统一架构、促进全产业链的合作共赢。中兴通讯作为在业界率先推出2G/3G/4G/5G全融合核心网 (Common Core) 的设备商, 会继续深耕面向2B的UPF, 使能新商业升级。

- 标准先行、规模可期

在标准层面, R16协议引入了更多针对2B场景的标准, 比如5G LAN、TSN (Time Sensitive Networking) 、NPN (Non-Public Network) 、URLLC超高可靠性增强等, 为5G大规模融入2B应用在标准层面提前做了布局。

5G LAN、TSN和URLLC等增强规范的引入, 不仅极大降低了时延, 提升了可靠性, 还可以提供确定性时延的业务体验, 满足工业制造和电力等行业的时延敏感类业务的需求。通过LAN技术和5G技术的融合, 把无线网络局域网化, 极大提升工业互联网通信效率。

5G标准服务2B新商业, 5G更应该是一个赋能者, 而不是一个颠覆者。比如, 标准在考虑5G提供TSN能力的时候, 把整个5G系统作为一个桥接节点透明地接入到行业TSN网络, 不改变原

有TSN网络架构，这样可以快速促成5G和行业的融合。

随着R16 2B增强功能标准逐步完善，中兴通讯将持续迭代和演进，推出端到端解决方案和产品。

● 边缘创新、海纳百川

通常来说，技术的创新都是自顶向下的，可以看到，伴随着5G这两年的发展和部署，5G核心网的创新也逐步由中心转移到边缘。国际知名咨询机构Gartner最新发布了的《2020年十大战略性技术趋势》，其中就有赋能型边缘这一项。

5G和边缘相结合衍生出了5G MEC、异构计算、硬件加速、边缘开放等一系列的技术创新。这本质上也说明，面向2B的建设，需要跟着应用走，由2B应用驱动5G网络的创新升级。

边缘不仅需要具备传统CT的能力，还需要具备IT的能力，需要将大数据、机器学习、视频渲染等能力都融合进来。同时，边缘需要打通和网络切片系统以及BSS/OSS运营支撑系统的通道，实现边缘能力的统一订购、统一编排、统一运维。

中兴通讯率先在业界推出了创新的网络切片+

MEC的解决方案，打通端到端的5G边缘网络。

中兴通讯5G全融合核心网全面增强，助力2B商业变革

中兴通讯作为5G的践行者，积极参与国家的5G新基建，在面向2C的5G核心网基础上持续升级迭代，全面构建面向2B行业的增强5G核心网，如图2所示。

● 全系列全场景，满足2B多样化需求

中兴通讯采用全融合核心网（Common Core），同时满足2B和2C的灵活部署要求。实际部署时建议2B和2C分开建设，部分基础网元可以共享。全融合核心网提供从中心到边缘、从软件到硬件、从网元到基础设施的全系列全场景解决方案，满足2B多样性需求。

在软件层面，全融合核心网提供2B UPF多产品形态、IP和以太网接入的多会话类型、灵活的多路径分流策略，以及CT和IT融合的多开放能力，全面构建由应用驱动的2B软件架构。

在硬件层面，可以根据数据中心不同的要求

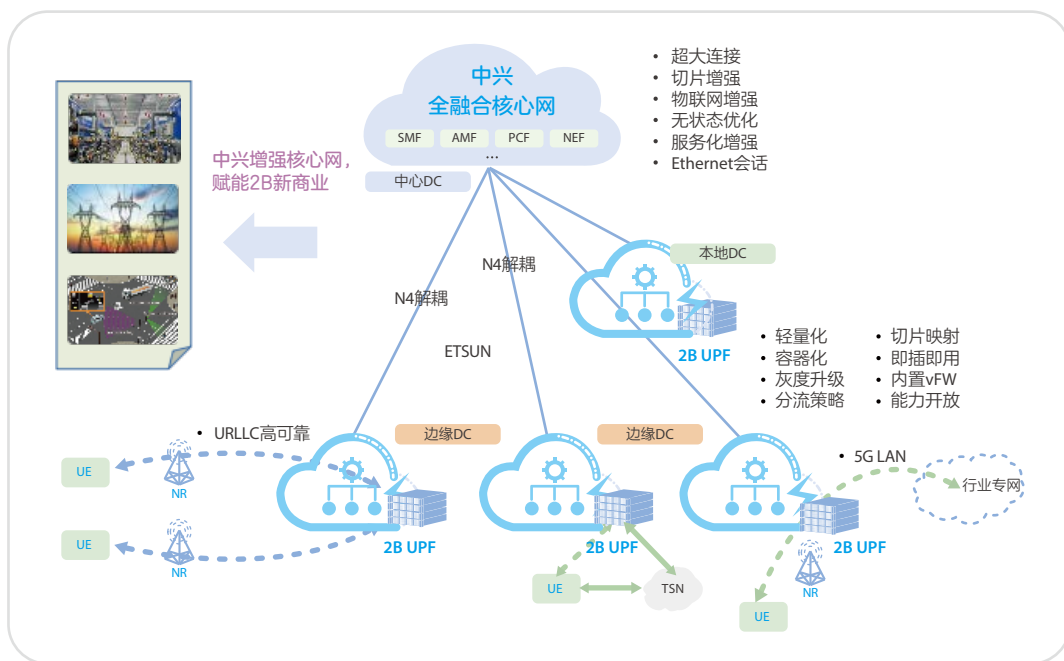


图2 中兴通讯5G全融合核心网2B增强解决方案

中兴通讯5G全融合核心网从设计之初就充分考虑了2B业务的网络特征以及商业模式的差异，能够同时满足2C和2B的网络建设需求。截至目前，中兴通讯在全球已获得46个5G商用合同，与全球70多家运营商展开5G深度合作。

部署相应的硬件。在中心DC，资源比较充足，对计算能力要求高，可以选择计算密集型的硬件。在地市和边缘，对转发面要求高，可以选择网络密集型节点，如E5430。如果对网络带宽和时延有极高的要求，还可以选配中兴通讯领先的基于FPGA的100G智能网卡，获得数倍于软件加速的转发性能。中兴通讯也在持续推出高集成度硬件平台，不断满足2B行业发展的需要。

- 简流程快迭代，满足2B定制化需求

2B UPF是5G核心网定制化最多的网络功能之一，考虑到N4接口消息和参数长期存在差异和变化，中兴通讯UPF在设计上通过把灵活动态的编解码机制和配置命令相结合，使得UPF能够灵活适配外部接口变动、小步快跑、快速迭代。

针对面向部分2B行业大连接的特点，中兴通讯持续改善无状态设计，优化上下文存储结构，支持超大数据连接。前台处理指令进一步精简，信令流程优化，满足2B海量连接和敏捷弹性的需求。

升级SBA到R16 eSBA，进一步整合优化微服务架构，构建高效微服务平台，提供微服务层级的灰度升级。基于微服务的灰度升级颗粒度小、升级时业务无影响、应用无感知，满足2B创新和定制化的业务发展。

- 轻量化一站式，满足2B边缘化需求

中兴通讯在边缘侧遵循“一点创新、多点复制”的快速创新理念，构建轻量化一站式的5G边缘网络。5G边缘网络能够实现即插即用、地址自动获取、链路动态建立，提供边缘侧的一站式业务体验。

中兴通讯全融合核心网提供虚机和容器的双核引擎。在边缘侧部署容器，一方面可以依靠容器的轻量化特性，使资源占用小，弹性快，更加适用于话务模型变化频繁的行业应用需求。另一方面，部署容器更加方便IT和CT在同一个平台上实现融合，构建可对外提供平台通用服务能力的开放PaaS平台。

边缘UPF支持内置vFW，自带抗攻击能力，在保证边缘网络安全可靠的同时，进一步降低运营商建网成本。

中兴通讯5G全融合核心网从设计之初就充分考虑了2B业务的网络特征以及商业模式的差异，能够同时满足2C和2B的网络建设需求。截至目前，中兴通讯在全球已获得46个5G商用合同，与全球70多家运营商展开5G深度合作。中兴通讯将持续增强5G核心网，在2B新赛道上引领技术创新，赋能2B新商业。 ZTE中兴

打造极致网络， 中兴通讯全系列5G商用无线产品全面升级



刘敏
中兴通讯5G RAN品牌总监

继发布行业唯一支持三模动态频谱共享解决方案，中兴通讯在5G领域持续发力，再次全面升级5G全系列商用产品家族。新推出的5G系列化产品，基于行业最领先的7nm自研芯片和NSA&SA双模架构，面向全场景全频段5G部署，精准满足宏覆盖、室内、热点街道、高铁隧道等不同需求，同时包含业内首个5G航线覆盖解决方案，助力运营商打造全覆盖、大容量、快部署、高性价比的5G极致网络。

系列超宽带平台，助力共享共建和灵活演进

在最受关注的5G宏覆盖场景中，延续2019年的超宽带理念，中兴通讯推出一款明星5G AAU产品。该款明星AAU产品兼具行业最宽带宽（400MHz）和最轻重量（22kg）两大亮点，是目前3.5GHz频段上最具竞争力的产品。其400MHz带宽可以很好地支持N78全频段上的共享共建或频谱整合的需求，为海外运营商的网络部署和未来演进预留灵活性。此外，22kg的超低重量满足欧洲国家23kg以下可单人安装的要求，极大提升5G站点施工的便利性，降低人力和时间需求，加快部署速度，节省成本。

除了明星产品，中兴通讯5G全系列产品家族

还包括具有320W最大输出功率的AAU，更好地满足共建共享部署场景；此外，同时支持2.6G+3.5GHz的双频点5G AAU，帮助运营商降低对天面的要求，平滑实现从4G到5G的过渡或对离散频点的更有效利用。

在面向5G室内覆盖的QCell方案中，除了多模多频大带宽，超大容量的4TR高规格产品，中兴通讯还推出了一款2通道的支持经济性部署的产品。该设备支持300MHz带宽，满足室内共享共建需求，并能进一步降低部署成本，促进5G快速引入。

值得一提的是，中兴通讯全系列产品均支持NSA/SA双模组网，站点建设一步到位，软件定义灵活部署，助力运营商平滑演进到5G目标网络。

极简站点再升级，最少模块实现5G和2G/3G/4G共同部署

在全制式站点方案中，中兴通讯将“最少模块支持全制式、最多频段、最大容量”的极简理念做到极致，推出极简站点的升级版本UniSite+。该方案天面采用A+P产品形态，一款设备将原有站点的天线一网打尽并新增5G AAU；其中有源部分可以灵活选择N78/N41/N79频段的64TR或32TR AAU，无源部分支持14端口和所有



杨丽莎
中兴通讯无线产品方案经理

通过部署UniSite+方案，运营商可以轻松实现“1+2=7”，使用1个天面、2个射频，即可支持7频全制式组网，是业内最简洁的站点方案，减少模块数量高达70%以上。

Sub3G频段；射频设备则采用2款三频UBR产品，1.8G+2.1G+2.6G三频组合为业界首创，700M+800M+900M三频组合容量最高、业界最小。通过部署UniSite+方案，运营商可以轻松实现“1+2=7”，使用1个天面、2个射频，即可支持7频全制式组网，是业内最简洁的站点方案，减少模块数量高达70%以上。

站点极简的同时，设备功耗也进一步降低。依托于新一代芯片及高效率功放技术的应用，可节省30%的设备功耗，绿色节能效果显著。

为满足5G引入后的传输需求，极简方案还包括最新微波设备，设备传输容量达到25Gbps，时延更低，可以配合运营商现网第三方的常规频段微波组成Multiband组，为客户提供最优的MPLS/SDN网络升级方案，保护运营商前期投资。

从天到地，亦静亦动，360度覆盖无死角

除了主流的宏覆盖和室内覆盖，中兴通讯同时提供以高铁、磁悬浮为代表的高速线性覆盖方案、隧道覆盖方案和航线覆盖方案，以及适用于

热点盲点和街道的多模多频高集成的杆站产品、高功率极轻极小的毫米波杆产品等，让运营商可以完美实现从天到地的高质量覆盖。以全球首个5G磁悬浮网络为例，中兴通讯联合中国电信克服多重技术难题，实现了用户在超高速下持续稳定的业务体验。除此，中兴通讯还在其他多条高铁、隧道上都有应用案例。

在航线覆盖方面，中兴通讯5G航线覆盖解决方案，相较于传统卫星通信方案，速率提升100倍以上，单基站覆盖半径高达300km，与地面网络共享频谱，节省运营商设备投资和频谱资源。5G航线方案预计年内将在中国启动商用。

截至目前，中兴通讯已与国内及海外70多家运营商进行了5G深度合作。借助自4G时代以来Massive MIMO技术的深厚积累和5G自研算法的不断创新，中兴通讯致力于持续优化5G商用性能，打造标杆精品网络，实现用户连续“千兆”体验；同时积极践行5G新业务，依托完整的端到端SA组网方案，在全球各地与多个运营商展开5G垂直行业实践。中兴通讯将以全面规模商用能力助力运营商打造极致体验、极致业务和极致未来的最优网络。 ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在