中兴通讯技术 简讯

ZTE TECHNOLOGIES | 2019年6月/第6期
准印证号：（粤B）L011030048
内部资料
免费交流

VIP访谈

04 Izzi电信：潜心耕耘墨西哥宽带市场

视点

10 5G时代的光接入网演进

专题：Big Broadband

13 Big Broadband：极速、融合、优质体验的下一代接入网
16 三速率Combo PON，引领10G GPON建设潮流

封面人物 | Izzi电信首席执行官 Salvi Folch

扫码体验移动阅读

第23卷/第6期
总第369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：柏燕民　陈　坚　陈新宇　陈宇飞
　　崔　丽　崔良军　方　晖　衡云军
　　孟庆涛　叶　策

《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　韩　钢　黄新明　姜　文
　　刘　群　林晓东　王　全　胡俊劼

《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
编辑部电话：0755-26775211
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：深圳市彩美印刷有限公司
出版日期：2019年06月20日

方晖
中兴通讯固网及多媒体产品线总经理

Big Broadband，迎接极速、融合、优质体验的接入网新时代

历经10年的建设，全球FBB家庭用户数已突破10亿，光纤宽带在很多国家已作为信息基础设施上升为国家战略。随着5G时代的来临，AR/VR/4K/8K等大视频业务的普及和发展，以及光纤宽带从家庭向移动承载和政企行业等领域的拓展，接入网迈入新的发展阶段，运营商迫切需要构建极速、融合和优质体验的新一代接入网。

极速的带宽接入能力是接入网的核心价值。大视频业务作为宽带的重要填充，4K业务进一步普及以及VR/8K业务产业链和应用逐步成熟，推进了10G PON的规模建设，用户接入带宽升级至千兆。据咨询机构预测，2023年10G PON的占比将达到44%，Combo PON技术实现了GPON向10G PON的平滑演进和终端的按需升级，有效降低了运营商的投资成本。

融合将赋予接入网新活力，在5G时代持续拓展价值。通过WDM PON实现5G前传，复用现有FTTx网络的光纤资源，在满足5G业务低时延、大带宽等要求的同时极大节省运营商的主干光纤资源。通过OLT轻云方案加载轻量级的计算和存储资源，满足大视频等低时延敏感型业务的体验需求，助力运营商实现云应用的本地化部署和边缘数据业务的快速处理。

优质体验是提升客户价值的重要保证。全球运营商在积极拓展家庭互联和智慧家庭业务，进一步延伸用户网络价值，并通过端到端的业务质量保障和AI智能运维，准确识别质差用户和快速故障定位，实现网络的主动优化，提升用户体验，实现网络的提效增质。

中兴通讯基于光接入旗舰TITAN平台的Big Broadband方案，在极速连接、固移融合等方面引领行业发展方向，将助力运营商极大简化接入网基础设施，优化最终用户体验，共同迎接极速、融合和优质体验的接入网新时代！

CONTENTS 目次

中兴通讯技术（简讯）2019年/第6期

Izzi电信：潜心耕耘墨西哥宽带市场

Izzi电信首席执行官Salvi Folch近日接受《中兴通讯技术（简讯）》的采访时，介绍了该公司光纤宽带发展战略，尤其谈到墨西哥电信业的良好发展前景。

VIP访谈

04 Izzi电信：潜心耕耘墨西哥宽带市场 /刘杨

08 Mobitel：坚持以客户为中心 /刘杨

视点

10 5G时代的光接入网演进 /陈爱民

专题：Big Broadband

13 Big Broadband：极速、融合、优质体验的下一代接入网 /彭强

16 三速率Combo PON，引领10G GPON建设潮流 /吴颖

19 基于25G WDM-PON的5G前传方案 /覃业文

22 Light Cloud：打造融合接入机房，满足体验敏感型业务需求 /韩晓宇

25 OLT切片技术，实现接入网资源共享 /余平芝

28 接入网虚拟化解决方案 /朱增喜

31 智能运维铸就品质宽带优质体验 /邵忠

33 随心布放，随处可享——NetSphere家庭Wi-Fi智能组网方案 /朱良正

成功故事

38 徐工道路：工业PON构建工厂内网络新模式 /史杰，李强

解决方案

38 独创的NMVP方案助力中国移动NB-IoT网络外场大容量业务评估 /刘爽

40 ZTE MagicEye™：一站式轻量级VoLTE运维平台 /王秀娟，李朋

中兴通讯大视频统一EPG/UI方案荣获Video Exchange Asia创新大奖

近日，2019年Video Exchange Asia大奖在泰国曼谷揭晓，中兴通讯与中国电信江苏分公司联合申报的大视频统一EPG/UI方案荣获“最佳创新OTT平台/业务”大奖。

中国移动联合中兴通讯荣获“5G承载最佳技术创新奖”

2019年5月17日，正值第51个世界电信和信息社会日，在由工业与信息化部指导，中国通信学会主办的“5G承载技术与标准研讨会”上，中国移动研究院携手中兴通讯凭借5G超高精度同步网方案荣获2018年—2019年度“5G承载最佳技术创新奖”。此奖项用以表彰两家单位在5G承载超高精度同步网领域所做出的突出成绩。

中兴通讯TITAN荣获亚洲宽带论坛“最佳接入解决方案”大奖

5月7日，2019年亚洲宽带论坛（Broadband Forum Asia 2019）大奖评选结果在泰国曼谷揭晓，中兴通讯光接入旗舰平台TITAN荣获“最佳接入解决方案“大奖。作为Informa主办、有着广泛行业影响力的宽带论坛系列，亚洲宽带论坛大奖是当前亚太地区宽带领域最具权威性奖项之一。

中兴通讯助力北京移动顺利接通首个跨省5G多媒体电话

近日，国内首次跨省5G多媒体电话成功拨通。此次5G电话由中国移动宁夏公司拨往中国移动集团，穿越900余公里的画面传送高清流畅，音质通透稳定，通话取得圆满成功。

本次中移集团通话使用的5G网络由北京移动携手中兴通讯使用5G新型分布式室内覆盖系统Qcell搭建完成。通话使用终端为中兴AXON 10 Pro 5G手机，经现场速率测试，60MHz带宽5G信号下载平均速率达到812Mbps，上传平均速率达到55Mbps，几乎是4G网络速率的十倍。

中兴通讯发布面向DCI的交互式600G OTN新品

近日，在法国尼斯举办的2019年全球下一代光网络论坛（NGON & DCI World）上，中兴通讯向外界首次展示了业界单纤传输容量最大的DCI（数据中心互联）盒式OTN光传输设备——ZXONE 7000 C2C。该设备除了具备600G大容量、2U小体积等优势外，采用基于OpenConfig/NETCONF的开放式系统架构，能够打造开放性的DCI网络。

近年来，随着业务云化的加速，作为业务云化重要载体DC的规模也在急剧扩大。DCI网络面临着巨大的带宽增长与大容量调度压力，中兴通讯ZXONE 7000 C2C设备，其单纤传输容量高达80×600Gbps，为当前业内最大容量，可以有效缓解DCI带宽压力。同时，基于SDO技术实现单载波速率100Gbps~600Gbps连续可调，可根据网络流量的变化快速完成容量调整，达到传输距离与系统容量的最佳平衡。

中兴通讯在南京建首个网络安全实验室助力ICT行业安全保障

2019年5月17日，中兴通讯首个网络安全实验室在南京开幕，中兴通讯首席安全官钟宏出席了开幕仪式。中兴通讯计划在全球部署多个网络安全实验室，继南京之后，位于意大利和比利时的网络安全实验室也将于近期揭牌。

中兴通讯将关注客户和监管机构的安全需求，发挥网络安全实验室透明、合作、交流的平台作用，与行业领先安全专业机构继续开展安全测评、认证、培训和咨询合作。面对5G时代的安全挑战，中兴通讯将继续秉承“让沟通与信任无处不在”的公司愿景，在世界范围内提供可信的网络安全保障能力。

中兴通讯与缅甸Ooredoo签署谅解备忘录 助力缅甸向5G演进

近日，中兴通讯与缅甸Ooredoo公司签署了一份谅解备忘录（MOU），双方将就5G网络发展进行合作。此次合作是Ooredoo集团网络现代化计划的一部分，将确保缅甸为“向5G演进”做好准备。

这一伙伴关系将借助中兴通讯的技术优势，支持缅甸Ooredoo为缅甸人民提供世界级电信基础设施的努力。

中兴通讯与中国移动咪咕公司 签署战略合作协议

2019年5月16日，在海南移动主办的“视听未来　见所未见”4K超高清IPTV新品发布会暨战略合作签约仪式上，中国移动咪咕公司与中兴通讯正式签署战略合作协议，宣布双方将进一步强化在5G超高清联合研发、智能机顶盒、智能硬件、IPTV平台、海外市场拓展及企业服务等领域的合作。

目前，双方已经在面向5G的下一代IPTV平台和以超高清为基础的下一代沉浸式体验展开了深度合作，依托5G网络、边缘计算云平台（MEC）的vCDN和计算能力，解决大型活动的场内外多视角体验。

中兴通讯最高级别赞助IEEE标准盛会 推动B5G和6G标准发展

近日，通信领域2019年度盛会——IEEE国际通信大会在上海召开，中兴通讯作为最高级别赞助商参会，分享了人工智能与5G深度融合产生的行业聚变，畅想B5G、6G愿景与目标。

中兴通讯标准团队在深挖5G商用价值的同时，已经投入B5G及6G技术研究，系统研究6G网络架构、新频谱、新空口以及和人工智能、区块链等技术的结合，并在6G相关的前沿基础材料、器件等领域同样予以关注和布局。

5G行业合作动态

- 近日，由**浙江电信、浙江中控蓝卓**和中兴通讯三方联合打造的5G+MEC+supOS工业互联网平台正式上线并在桐庐红狮水泥率先落地。
- 近日，中兴通讯与**佳都科技**在广州签订战略合作协议，双方将共同打造轨道交通5G创新应用联合实验室，探索5G技术在轨道交通领域的创新应用。
- 近日，中兴通讯与**南京南瑞继保电气有限公司**在南京达成战略合作。双方围绕国家电网提出的“三型两网”的建设目标，在5G技术与坚强智能电网、泛在电力物联网、有线与无线专网、云计算等领域的融合进行深入合作，提供两网完善的解决方案、产品和服务。
- 5月17日，中兴通讯与**山西省体育局、山西广播电视台、山西移动**签署战略合作协议，四方计划共同努力加快5G基础设施建设、提升赛事直播品质、带动超高清产业和体育产业融合发展。
- 近日，中兴通讯与**天津科技大学**签署了《5G战略合作协议》，双方计划围绕5G技术在垂直行业的应用场景进行探索，通过实现校园5G网络的部署及覆盖，开展5G与AR/VR教学、智慧课堂等应用融合。
- 近日，中兴通讯与**山西云时代技术有限公司**签订战略合作框架协议，共同推动山西信息产业及智能制造等行业应用的发展。
- 近日，中兴通讯携手**浙江电信、宁波工业互联网研究院、浙江大学控制学院**四方联合展示了宁波、杭州两地5G远程驾驶业务。本次展示中，驾驶舱在杭州，而车在宁波。

Izzi电信：潜心耕耘墨西哥宽带市场

采编 刘杨

Salvi Folch
Izzi电信首席执行官

> Izzi拥有的最大优势是，我们可以提供三重播放（Triple Play）服务，以极具吸引力的价格为用户提供极具吸引力的服务，满足他们在付费电视、固定电话和宽带连接方面的所有需求。我们的付费电视产品包括许多在价格方面很有吸引力的频道，以及一些独家内容，这些都使我们处于竞争地位。

Izzi电信（以下简称“Izzi”）是一家提供电视、互联网和电话捆绑的三重播放服务运营商，隶属于墨西哥最大的媒体公司Grupo Televisa。Izzi首席执行官Salvi Folch近日接受《中兴通讯技术（简讯）》采访时，介绍了该公司光纤宽带发展战略，尤其谈到墨西哥电信业的良好发展前景。

“我们的优势在于服务包、价格和OTT。”

在付费电视行业，Izzi和其他运营商相比有何独到之处？

首先，Izzi是Grupo Televisa的一部分。Grupo Televisa一直是世界上最重要的西班牙语内容生产商。因此，我们集成了最初生产内容的公司和现在分发内容的公司。在Grupo Televisa集团，有两家公司负责分发内容。一个是拥有全国覆盖的DTH（卫星直播电视）平台的Sky，另一个是Izzi。

Izzi拥有的最大优势是，我们可以提供三重播放（Triple Play）服务，以极具吸引力的价格为用户提供极具吸引力的服务，满足他们在付费电视、固定电话和宽带连接方面的所有需求。我们的付费电视产品包括许多在价格方面很有吸引力的频道，以及一些独家内容，这些都使我们处于竞争地位。我们还为用户提供极具吸引力的服务。例如，我们有一个名为“izzi go”的应用程序，通过这个应用程序，用户可以在离家时观看内容。这还包括许多按需内容。所以我们的优势在于服务包、价格和OTT。我们正在使用新技术以实现新一代服务，如停止、倒退、前进和暂停播放。

OTT视频服务正在快速发展。Izzi如何顺应这一趋势？面临哪些挑战？

存在许多挑战。一些OTT公司发展得非常强大，他们正在成为全球品牌，如Netflix、Amazon和YouTube。他们有巨额预算进行内容生产。我们把OTT服务商看作是我们服务的补充。在墨西哥市场，付费电视服务相对便宜。我们的入门价格约为每月10美元。以10美元的价格，用户可以获得大约60个频道以及大量的按需内容。因此，相比其他付费电视服务费用高达100美元的市场，我们的付费电视服务更具吸引力。此外，如果用户想使用OTT平台，需要高质量的宽带连接、联网设备，并且需要为订阅付费。OTT在墨西哥市场的竞争日益激烈，但我们有能力将这些OTT服务集成到我们的服务中。我们的战略与世界上其他运营商的战略一样，就是为我们的用户提供相关内容。如果他们想订阅相关OTT平台，他们可以通过我们进行订阅。我们可以通过将所有内容整合到一个服务包中来提供增值服务。

“我们必须做好准备。”

Izzi一直致力于在墨西哥部署FTTH。这背后的驱动力是什么？您有什么计划来改善客户验？

电信产业对于任何国家都非常重要。在宽带渗透方面，墨西哥落后于世界上其他许多国家/地区。OECD（经合组

我认为，固定网络和移动网络将会融合，他们将在提供解决方案方面融合在一起——用户可以在任何地点任何设备上观看任何内容。这是非常令人鼓舞的，也让我们对未来充满期待。

织）成员国的统计数据显示，我们在宽带渗透率和速度方面排名倒数第二。因此墨西哥政府进行了电信改革并修改了宪法，试图促进电信业的竞争。在过去的13年中，从2006年收购有线电视公司并尝试发展业务开始，Grupo Televisa在部署基础架构上投入了100多亿美元。作为该计划的一部分，我们正在部署FTTH，以为我们的新老用户提供更好的体验、更快的速度以及更多的连接。

当前墨西哥人民对宽带速度的需求可能不如其他国家/地区高，因为如果家里没有很多设备，而且网速又低，或者他们并不用来播放视频，人们就不会产生对带宽的需求。但是对带宽的需求必然会逐渐增长，就像今天4K视频可能还未普及，但将来一定会普及。因此，我们必须做好准备，并且必须具有极强的竞争力。在FTTH部署中，我们向业界最佳实践学习，确定基础架构的类型，以及如何部署最好的网络。我们有一个覆盖全国的传统HFC（混合同轴光纤）网络，但是，对于新的投资和新的地区，我们不想回到该网络。

中兴通讯在项目中如何帮助您？您如何评估中兴通讯的团队和解决方案？

中兴通讯在很多方面都与我们类似，它不是业内最大的供应商，愿意在客户服务领域竞争，并积极为客户寻找解决方案。中兴通讯是我们蒙特雷项目的重要组成部分。我们双方有很好的沟通，共同寻找我们业务问题的解决方案。

您对Izzi与中兴通讯的未来合作有什么期望？

中兴通讯在全球有很多客户，有丰富的经验，有一个研发部门为我们所需的不同解决方案服务。中兴通讯在FTTH、新型机顶盒、WiFi家庭覆盖、公共区的热点覆盖、一些视频解决方案以及一些宽带解决方案（我们需要部署的OLT和ONT）方面有着丰富的经验。目前还我们不参与移动业务，但未来我们很可能会以某种方式参与移动业务，与世界一流的设备和技术供应商保持紧密联系非常重要。中兴通讯是全球领先者之一，我们将携手为两家公司的共赢而努力。

“Izzi的发展前景非常令人鼓舞。”

您认为Izzi未来最大的机会是什么？

墨西哥最大的机遇是宽带渗透。只有大约52%的墨西哥家庭拥有宽带连接，这是非常低的。我不知道这需要多长时间，但宽带连接将会像水或电一样广泛使用。宽带连接对于图书馆、医院、家庭等都至关重要。宽带是人们一切需求（金融服务、医疗保健和教育）的一部分。因此，它给经济发展带来的机会、好处和连锁效应至关重要。可以通过宽带来改善国内许多社区的生活质量。我认为，在墨西哥，要把握宽带的机遇，去投资、连接，以及以极具吸引力的价格提供服务。

纵观整个行业，我们的规模不大。我们在整个电信行业中的市场份额约为7%。但我们的增长潜力巨大。比如，

在宽带领域，目前我们在全国所有宽带连接中所占的市场份额为23%，但是在2006年，我们是从零开始的。每个季度，我们市场份额都在增长，但全国家庭宽带率也只有43%。因此，公司的发展前景非常令人鼓舞。正如我所指出的，对于Grupo Televisa而言，电信领域的增长非常重要。

您认为Izzi未来面临的最大挑战是什么？

在电信业，规模非常重要。因此，我们面临的一个主要挑战是与一些比我们大得多的公司进行竞争。我们需要以客户为中心，在财务方面谨慎保守，以确保我们有坚实的基础发展壮大。

您对未来的愿景是什么？

基于全球电信业发展带来的效率和生产率提升，电信需求将会增长。当实现万物互联时，人们的生活将会有哪些改变——从自动驾驶汽车到虚拟现实，以及更高效的网真通信，我们需要为满足这些需求做好准备。我认为，像中兴通讯这样在研发方面投入大量资金的公司，对世界的进步贡献很大，因为他们的解决方案不仅适用于一个国家，而是适用于每个国家。不同国家/地区对于某些技术的实施节奏不同，这取决于国家/地区的具体情况。

我认为，固定网络和移动网络将会融合，他们将在提供解决方案方面融合在一起——用户可以在任何地点任何设备上观看任何内容。这是非常令人鼓舞的，也让我们对未来充满期待。我们的愿景是成为墨西哥最好的电信公司，为墨西哥人民提供所需的所有解决方案。我们每天都要努力成为一家拥有更好的技术、更好的人员和更好的服务的更好的公司。ZTE中兴

VIP 访谈

Mobitel：坚持以客户为中心

采编 刘杨

Nalin Perera，Mobitel首席执行官

斯里兰卡的电信市场充满活力，竞争激烈。作为该国领先的移动网络运营商，Mobitel再次启动了大规模的网络扩张计划。Mobitel首席执行官Nalin Perera向我们讲述了该公司2018年的成就，以及他希望在2019年实现的目标。作为斯里兰卡移动行业的资深参与者，他也与我们分享了他的管理理念。

回顾2018年，您认为Mobitel取得了哪些成绩？

回顾Mobitel过去25年的商业运营，我们经历了很多技术的变更。从最初的AMPS，到TDMA，然后是GSM。从GSM开始，每当出现新的技术时，我们总是处于领先地位。

我们突破了成为强势品牌的门槛，并成为斯里兰卡最受欢迎的品牌之一。我们致力于发展4G（它是斯里兰卡移动通信的实际标准），在2018年部署了1000多个eNodeB，这在斯里兰卡是最快速的4G部署。我们还赢得了负有盛名的2018年度SLIM（Sri Lanka Institute of Marketing）服务品牌奖。我们在2018年创造了历史最高的收入和利润，网络净增额也最高。

斯里兰卡的电信格局是如何演变的？主要趋势是什么？

斯里兰卡有五家移动运营商。现在我们可以看到市场正在整合，我认为这是好现象。在过去几年中，斯里兰卡电信市场增长迅猛。随着Etisalat和Hutchison的合并，行业格局已经从五家运营商变为四家。我认为在技术和用户体验方面，所有运营商都面临着满足用户期待的巨大挑战。在主要运营商大力部署4G的背景下，业界正经历着全数字化转型。包括Mobitel在内，至少有两家运营商进行了5G技术测试。

Mobitel目前面临的最大挑战是什么？

我们面临的最大挑战之一是税收。在移动行业，频谱是生命线。在与频谱相关的技术方面还存在局限性。随着行业的技术进步，为了及时获得收益，我们应该在任何时间点拥有最合适的频谱组合。

另一个挑战是，宽带流量在总投资和努力中越来越占据主导。由于斯里兰卡的移动宽带定价最低，我们需要对移动宽带业务进行转型，以获得可持续的利润。

与语音时代不同，在移动宽带时代，我们不能依靠数据的商品化获得收入。作为一家移动公司，我们需要成为连接社会各个社区的增值平台，形成多条业务线作为MBB基础设施的补充。为此，我们需要引入一种创新文化，在这种文化中，我们提出许多主张，如果不成功，就直面问题。要做到这一点，这类产品和服务应以最低的时间和成本进行。在今天的背景下，建立这样的生态系统是成功的首要因素之一。

作为一名行业资深人士，您能否与我们分享一下您的管理理念？

我认为我们不可能控制所有的事情。在可控的范围内，我们坚信的一点是以客户为中心。当做出投资决策时，需要了解客户期望是什么。客户是整个生态系统中最重要的，因此管理理念应该围绕用户的期望和市场需求。

我相信要取得任何战略进展，都有一个机会之窗，因此我敦促大家以紧迫感和目的感采取行动，一系列的战略胜利将使您脱颖而出，走向成功和领导地位。

此外，我还敦促每个人把手头能力范围内的事情做到最好。这需要个人采取多种行动，例如学习新技能、寻求任务帮助，甚至改变环境（如果这不利于任务的完成）。

在哪些细分市场中，您可以看到短期和长期机会？

关键业务应用、监控分析和大数据、高端优质视频服务和实时游戏都是很有前途的市场领域。作为国家移动服务提供商，我们有责任通过移动技术提供帮助，并通过观念引领和实施国家级平台来推动政府的数字转型项目。因此，我们认为政府领域将是我们未来业务的中心。

Mobitel的5G战略是什么？您如何在当前网络部署和运营中做好准备？

对于像斯里兰卡这样规模和成本对任何行业都是一个挑战的经济体，5G的前景令人印象深刻，4G/LTE也能在网络中实现大量类似的关键增值。我相信，借助4G/5G等先进技术，移动运营商将成为许多其他行业增长的催化剂。因此，为了使新技术时代取得成功，合作伙伴关系是关键。我们应该与技术合作伙伴进行强有力的后向整合，并与我们的价值链合作伙伴和最终用户进行前向整合。

技术方面，借助5G网络切片和DevOps的概念，我们将能够高效地满足各个行业的特定需求。我们首先会利用4.5G/LTE Advanced网络，在关键业务类应用等领域部署类5G的服务。

您如何评估中兴通讯的解决方案和团队？

中兴通讯是国际市场上最大的电信设备供应商之一。我认为中兴通讯对进一步的高地有很高的渴望，也被认为是市场上的主要挑战者。

总体来说，对于中兴通讯提供的本地支持我们非常满意。中兴通讯不仅作为供应商提供设备，还与我们的团队合作并分享其全球经验。从这个意义上说，我们非常自豪和高兴中兴通讯成为我们的合作伙伴。中兴通讯是我们整个生态系统的一部分。

您对未来有什么期望？

我认为作为一个技术驱动型组织，Mobitel遇到的最大问题之一是技术的动态发展。因此，我们需要供应商的支持，以保持低成本和追求更好的技术。从这个意义上说，你们对产品制定的路线图对于我们的长期规划非常重要。

您在最后还有什么需要补充的吗？

2019年对于Mobitel来说是非常关键的一年，因为我们刚刚启动了一个非常大的扩容计划。我们90%的网络都将是4G/LTE。这是一个非常激动人心的计划，我们需要尽可能多的资源来尽快完成项目。 ZTE中兴

5G时代的光接入网演进

陈爱民
中兴通讯光接入规划总工

5G时代光接入网面临的挑战和机遇

作为整个社会数字化转型的最重要的信息通信基础设施，5G将实现万物互联，把人、机器、环境等更加紧密高效地联系起来并融为一体，便捷、极速、智能、可靠的无处不在的通信连接，将引发全社会生产模式、商业模式、生活方式的创新和演进。

相比4G，5G可以提供更强的业务，细分成三个电信业务场景，一是峰值速率可达10Gbps的增强型移动宽带（eMBB），二是连接数可达每平方公里100万的大连接物联网（mMTC），三是车联网等端到端时延1ms的低时延、高可靠通信（URLLC）。

我们看到5G的带宽提升、时延降低和对物联网的更强支持，对传统的光接入网也产生了巨大的挑战：首先，针对传统互联网业务，移动用户带宽提升至1~10Gbps，延迟降低至1~10ms，基本等同于固网光接入性能，传统光接入的带宽和时延优势在5G面前丧失，同时移动的便利性会加剧更多流量转移到5G无线网络；其次，针对物联网业务，相比光接入网采用物联网网关的方式，5G物联网覆盖范围广、业务发放便利、接口标准化，更易运维和降低成本。

另一方面，5G的发展给光接入网带来新机遇。首先，5G采用AAU和DU分离架构，而且由于高频导入使得5G AAU数量巨大，是4G时代的2倍以上，所以5G前传网络变得十分重要，光纤资源成为部署关键；当前已经建成的高密度覆盖的ODN网络，可以低成本按需便捷接入5G AAU，给WDM-PON等技术提供了广泛的应用前景。其次，5G采用高频信号，穿墙能力弱，而且在无线网络边缘也存在带宽下降和接入质量不稳定的问题，相比之下，光接入固网用户的带宽和服务质量与距离无关，是一个巨大的优势。

运营商可以考虑综合5G无线接入和光接入的优势，形成补充，依靠现网已经建成的庞大ODN光纤资源和稳定的大带宽接入，为用户提供稳定可靠的5G+FTTH双千兆接入。

光接入网演进趋势和技术热点

为了实现5G+FTTH双千兆接入，光接入网需要统一考虑有线和无线融合的演进，具体体现在规划建设、网络架构、技术路径等方面。

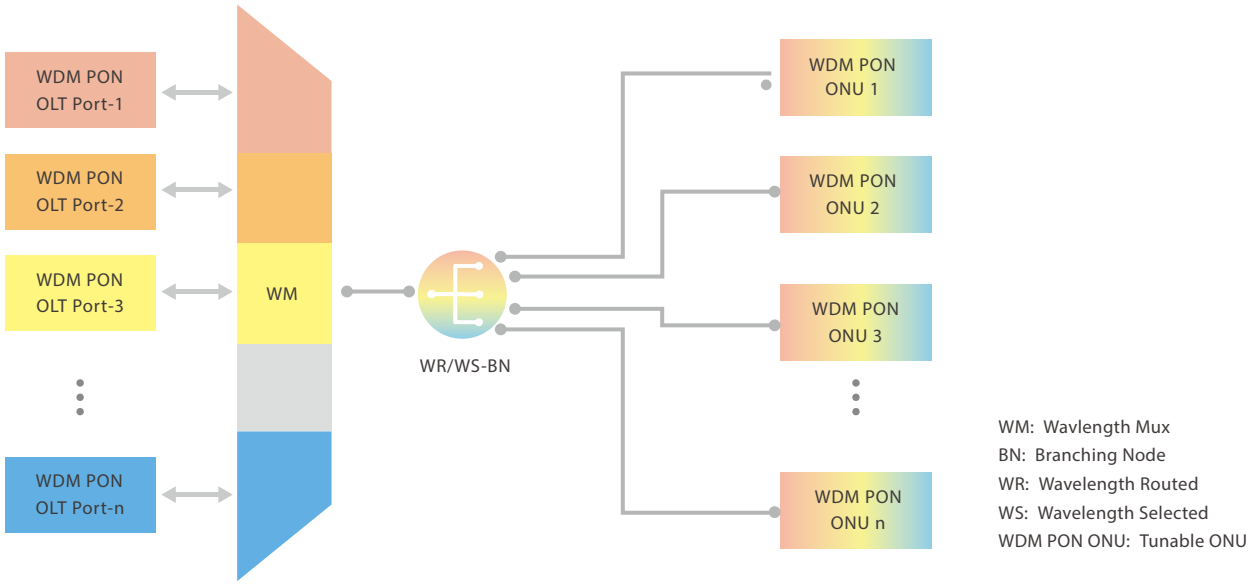

图1　WDM-PON技术架构

从规划建设角度看，在规划光纤网络覆盖和机房建设上，需要考虑当期业务覆盖和未来业务扩展。建立综合业务接入区是一个有效的方法，即根据固网家宽、无线基站、政企业务等各类业务接入需求，结合行政区域和自然区的划分、路网结构和客户分布，划分成各个独立的综合业务接入区，每个综合业务接入区包括一个密集覆盖的ODN网络和一个综合接入机房，综合接入机房统一部署固网OLT、无线BBU/DU、有线传输等设备，实现固移共站。

从网络架构看，综合接入机房是用户接入的POP门户，是实现业务识别和分流到云的重要节点。大容量的综合接入机房减小了机房数量，符合运营商网络简化的要求。通过建立综合接入机房，统一业务模型、机房规格、技术路线和组网方案，未来演进到SDN网络，并导入AI智能运维，将极大简化整个光接入网的建设运维，降低运营商成本。

技术路线上，为了满足用户4K/8K/VR/AR等新业务的极致体验要求，有线升级到10G PON技术，无线增加了5G接入，实现每用户1Gbps以上带宽。通过NFVI基础设施下沉接入机房和MEC技术，满足实时低时延业务需求，开展VR、车联网、远程控制等新业务。

围绕更加有效利用ODN光纤资源这个目标，基于点到多点架构的PON技术呈现出多个热点方向，包括面向5G前传的WDM-PON技术和更大带宽的50G PON技术。

WDM-PON是一个点到多点的技术架构（见图1），采用独立波长为每个用户提供刚性管道，速率最大到25Gbps，满足5G前传的需求。同时，WDM-PON与现有的ODN网络相匹配，节省主干光纤资源，适合密集城区的5G覆盖，是5G前传技术的重要选择之一。当前WDM-PON还存在成本高、工温条件可靠性不高等问题，需要通过产业链推动解决。

下一代PON采用50G PON技术，ITU-T已经在2018年立项。50G PON采用单波长技术，兼容XG（S）PON和GPON，通过低延迟DBA技术，大幅提升上行延迟性能，既能满足家宽业务带宽提升需求，也能用于政企和5G小基站回传等新领域，极大扩展了PON的应用范围，是运营商充分利用已有ODN网络的最佳技术演进路径。

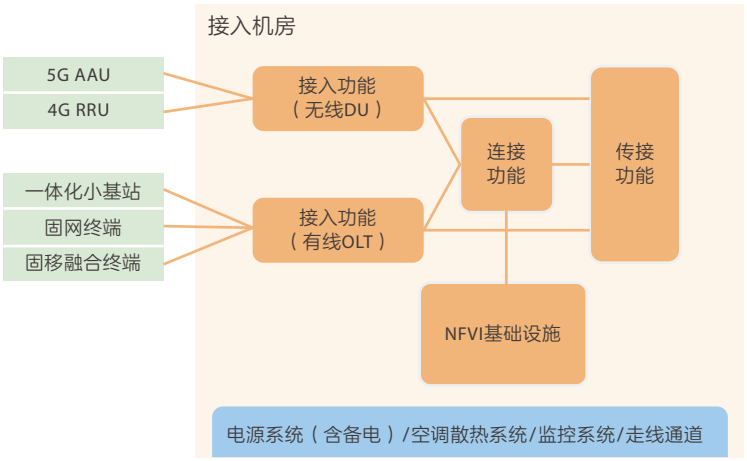

图2　5G时代的接入机房逻辑架构

5G时代光接入网建设的思考

5G时代光接入网建设的核心是把综合接入机房建设成为一个智能化的固移融合机房，满足极速、易维、灵活、智能、可靠的技术要求。参见图2，在保留原有电源系统（含备电）、空调散热系统、监控系统和走线通道的情况下，接入机房内部网络划分为四大功能模块。

- 连接功能：指接入机房的内部网络，参考数据中心的Spine-Leaf架构，建立大带宽、可扩展、可靠的内部通信系统，满足无线DU/有线OLT/上联传输/接入机房NFVI基础设施之间复杂的业务通信和QoS保证；
- 接入网络：指无线DU和有线OLT，分别承担无线和有线的接入处理；
- NFVI基础设施(计算存储功能)：作为边缘数据中心EDC的一个远端模块，其上运行的业务NFV受5G核心网统一编排管理，保证低延迟实时业务快速处理，提高用户体验；
- 传输功能：提供网络侧接口，统一承载有线和无线流量；传输设备可以是OTN、IPRAN或SPN。

现实情况下，接入机房数量众多，其硬件条件和环境也存在较大差异，设备一次全部改造的资金投入大、工作量大，在具体实施时，应充分考虑以下三个原则分步实施和逐步演进。

- 开放性原则：接入机房网络中的接入功能、连接功能、NFVI基础设施（计算存储功能）和传输功能之间应支持对外开放接口；NFVI基础设备被接入机房中所有功能和用户共享。
- 可扩展性原则：接入机房的具体情况差异较大，例如机房面积、供电、散热等硬件条件；接入机房中接入功能、连接功能、NFVI基础设施（计算存储功能）和传输功能应根据实际业务需要进行裁剪，并支持按功能和容量平滑扩展。
- 灵活性原则：接入机房网络改造应支持基于现有接入机房架构平滑验证，在保障现有业务正常运行的前提下，按照机房条件灵活选择相关功能部署。

5G时代的光接入网依然有巨大价值。基于无处不在的ODN光纤资源，通过综合业务接入区建设，可实现有线无线接入业务和机房面积的匹配，实现机房和MEC等资源共享，并结合PON技术的不断演进以及SDN&NFV技术的导入，实现综合接入机房的智能化改造，简化业务部署和运维。

中兴通讯基于接入业务的深刻理解，推出了综合接入机房AO重构方案，同时在WDM-PON和50G PON技术上不断创新突破，是PON技术领域的第一梯队。中兴通讯将坚持极速、极简、极致的建网理念，保持与运营商深度合作，全面推进5G+FTTH双千兆的建设目标。ZTE中兴

彭强
中兴通讯固网产品规划总监

Big Broadband：极速、融合、优质体验的下一代接入网

固网宽带新未来

作为数字化社会转型的重要信息基础设施，光纤接入网在各国宽带战略的推动下发展迅速，中国宽带接入用户数在2018年底突破4亿，百兆接入已经普及。宽带普及极大改变了人们的生活和工作方式，也打开了人们对更多新业务的想象空间，以高清视频、极致用户体验、业务云化为特征的新一代互联网业务，促使人们对大带宽的需求与日俱增。目前，以千兆以上用户带宽、毫秒级时延、秒级业务开通等为主要特征的FBB（Fixed BroadBand，固网宽带），正驱动着光接入网进入一个崭新的发展阶段。

首先，FBB正在向公共基础设施化发展，随着带宽的极速提升、FBB业务的迅速普及、资费的逐渐下降，用户在使用FBB时逐渐“无感”化，但一旦缺失就会发现其必不可少，即FBB发展为类似水电煤的公共基础设施。

其次，正在到来的5G时代，FBB和MBB界限逐渐消失，业务趋向融合。无线和有线网络在核心网、业务、运维和承载层正在融合，接入层则呈资源共享和场景互补趋势。MBB可移动漫游，但接入速率一般且易干扰，边缘带宽下降和接入质量不稳定，同时基站用电成本较高据统计至少占运营商总运营成本的15%以上，未来5G基站的能耗问题将越发突出。FBB接入速率高且稳定，建设和运营成本较低，但无法跨域漫游。FBB&MBB的场景互补特性明显。FBB&MBB在用户业务体验、交互和内容等方面趋同，同时家庭用户产生的流量越来越多是由移动端业务贡献，两者的驱动力逐渐趋同，未来发展呈共生关系。5G环境下对网络建设和运营都提出更高的要求，减少建网成本、共享资源的FMC正在成为趋势。

最后，FBB的核心价值正从“带宽”转向“体验”。宽带的基础设施化，伴随客户对网络的感知逐渐减少，让原先FBB带宽收费为核心的商业模式正在失效。全球的ICP服务商，正在通过定向的体验套餐获得更多的收入尝试，通过体验优化获得增量的商业价值。

Big Broadband三大新特征

接入网迈入新的发展阶段，运营商迫切需要构建以极速、融合和优质体验为基本特征的新一代接入网Big Broadband。

极速带宽是FBB的基础能力

宽带持续提速是运营商必然的战略选择，不提速就无法开展带宽更高的业务，无法在激烈的竞争中获得先发优势。

从宽带技术的生命周期发展规律来看，固网宽带接入的每代技术生命周期基本在10年左右。当前已经进入千兆网络建设的时间窗，家庭千兆接入技术如10G-PON已进入商用导入期，运营商开始考虑打造泛宽带接入型网络。

产业链方面，当前多种千兆技术已经成熟，成本降到合理区间，满足规模商用部署要求。接入网局端机房可选XG(S)-PON/Combo PON/NG-PON2等技术，用户侧采用FTTH，也可以利旧铜线采用G.fast技术，家庭里部署千兆WiFi，打造一个端到端的千兆网络，适应4K/8K、VR/AR、在线互动视频和高清电视会议等大带宽新型业务需要。

网络建设层面，需要综合考虑成本和平滑演进能力。可以网络先行建设万兆局端网络，在OLT部署Combo PON，提供10G高带宽接入能力，且兼容现网GPON业务的平滑迁移；用户侧随着业务的发展逐渐迁移，按需逐步升级替换为千兆终端，既保障了宽带的竞争力又兼顾了成本投入。已经大规模部署的GPON网络考虑升级时，Combo PON是升级和新建千兆网络的最优选择，可以充分利旧原有的机框和线缆资源，不需要新建机框机架，全集成、省空间，GPON/10G PON两代ONU共存，终端ONU按需升级，实现投资收益最大化。

融合将赋予接入网新活力

新业务的发展对网络的需求越来越高，灵活性、开放性和易扩展成为未来网络必须具备的基本能力。当前网络正逐渐向多级数据中心架构的云化方向发展，接入网络也要适应云化趋势，提供边缘云基础设施能力，实现接入侧多样的虚拟化功能。此外，5G时代的到来使得业务和网络融合加速，用户主要关注业务的获得性和体验感，而非网络和接入方式，现有固定接入和移动承载网络融合将是网络的重要发展方向。

以SDN/NFV为代表的ICT融合近年来快速发展，CT的稳定性配合IT的灵活性将使得网络架构更加扁平和开放。未来网络将以DC为中心进行云化改造。接入网侧顺应网络变革趋势，应分阶段分步骤地实现虚拟化，接入设备上部署轻云刀片服务器作为边缘云基础设施，轻松灵活实现接入侧VNFs和边缘计算下沉，业务发放更靠近用户，减轻上层网络和数据中心压力。

随着5G进程加速，运营商开始考虑和规划网络建设。对于5G新建和热点区域，DU集中部署的C-RAN架构受到运营商青睐。但当前C-RAN前传架构的光纤直连方案消耗大量光纤资源，部署成本高，运营商需要一种高效可靠的解决方案。FBB具有丰富的树形结构光纤资源，固移网络覆盖区域具有天然一致性。采用WDM-PON承载5G宏站或5G室分前传，相比于传统移动网络光纤直连，可节省90%以上主干光纤，5G和FTTH/D场景共享光纤基础设施，可大大节省网络建设成本，提升网络利用效率。对于同时存在5G无

线和光纤宽带的小区，固移宽带业务可按需布放，通过提供家庭网络5G+FTTH智能网关，实现FBB与MBB场景互补，5G和FTTH互为备份可保证宽带始终在线，提升用户体验。

优质体验提升客户价值

随着宽带业务的不断丰富，用户对宽带网络的要求逐步从带宽向高质量业务体验转变。越来越多的运营商把用户体验提升到战略高度，并向体验经营时代跨越。Big Broadband以用户体验为核心，从家庭网络、接入网络、管理运维三个层面打造优质体验型网络，激活宽带网络活力。

家庭网络层，拓展全景WiFi家庭智能组网服务，实现家庭网络无缝覆盖，千兆宽带无死角体验服务。采用“1+N”的组网方式，即一台PON智能网关+N台无线路由器，实现家庭网络的有线扩展、WiFi覆盖，彻底解决家庭网络最后10米覆盖难题，为更多家庭业务的顺利开展打下基础。

接入网络层，利用智能化的工具，有效提升光纤网络资源数据的准确性，以及光纤链路的质量，从而保障用户体验的可靠性，夯实千兆宽带接入网络基石。

管理运维层，基于云平台的家庭网络智能分析管理工具，实现家庭网络拓扑和网络连接质量可视化，以及WiFi质量远程远端调优。以用户和业务为中心，引入人工智能（AI）和大数据分析，业务和网络联动运维。实现端到端的业务质量可视、可管；网络故障秒级定位，用户体验轻松保障；质差用户100%识别，主动优化用户业务体验；帮助运营商构筑围绕用户和业务的智能网络运维新模式。

综上所述，运营商通过建设极速的千兆网络，构建了宽带经营的基础，而通过IT/CT的“融合”、FMC的升级和业务聚合，让网络具备全场景和多业务的精细化运营能力，进一步盘活现有接入网络价值，FBB的演进也让用户关注重心转移到体验，使得运营商需要商业模式创新，提供“优质体验”，从而提升用户价值。“极速、融合、优质体验”将成为下一代Big Broadband接入网的三大新特征。ZTE中兴

吴颖
中兴通讯固网产品规划总监

三速率Combo PON，引领10G GPON建设潮流

在中国，百兆光纤宽带已经普及，千兆时代即将开启。2019年工信部启动宽带网络“双G双提，同网同速”行动，继续加快固定宽带千兆应用的推广。10G GPON技术可实现从“百兆”到“千兆”的跨越。10G GPON技术泛指XG-PON、XG-PON&GPON Combo、XGS-PON、XGS-PON&GPON Combo等技术，向10G GPON的演进需要考虑各类ONU的兼容问题。

为了解决XG-PON不兼容GPON ONU的问题，中兴通讯率先提出了一种Combo PON的创新技术，实现XG-PON&GPON Combo。目前，这种两速率Combo PON技术因其良好的兼容性和便捷性，深受运营商的欢迎，已经成为10G GPON建设的主流方案，并大规模商用。

现在XGS-PON技术也已成熟。XGS-PON能提供上下行对称的10G带宽，但XGS-PON OLT仅能兼容XGS-PON和XG-PON两种ONU，而现网中部署了大量的GPON ONU，网络向XGS-PON演进时必须解决现网GPON ONU的兼容问题。为了解决这个问题，中兴通讯提出了三速率Combo技术，即XGS-PON和GPON实现Combo，支持GPON向XGS-PON的平滑升级。

三速率Combo PON技术原理

XGS-PON&GPON的Combo PON方案是一种内置合波方案，支持XGS-PON/XG-PON/GPON三模共存，业界也称之为“三速率Combo PON”，被业内公认是GPON向XGS-PON平滑升级的最佳解决方案。

三速率Combo PON利用XGS-PON和GPON两种技术采用不同承载波长的原理，在一个光模块内将两种波长进行合波，实现GPON和XGS-PON光信号的独立发送和接收处理。三速率Combo PON光模块内置合波器，可以合分波XGS-PON和GPON所需的上下行4个波长，XGS-PON和XG-PON使用相同的波长，为1270nm的上行波长和1577nm的下行波长，GPON使用1310nm上行波长和1490nm的下行波长，三速率Combo PON光模块实现单纤四波长传输和处

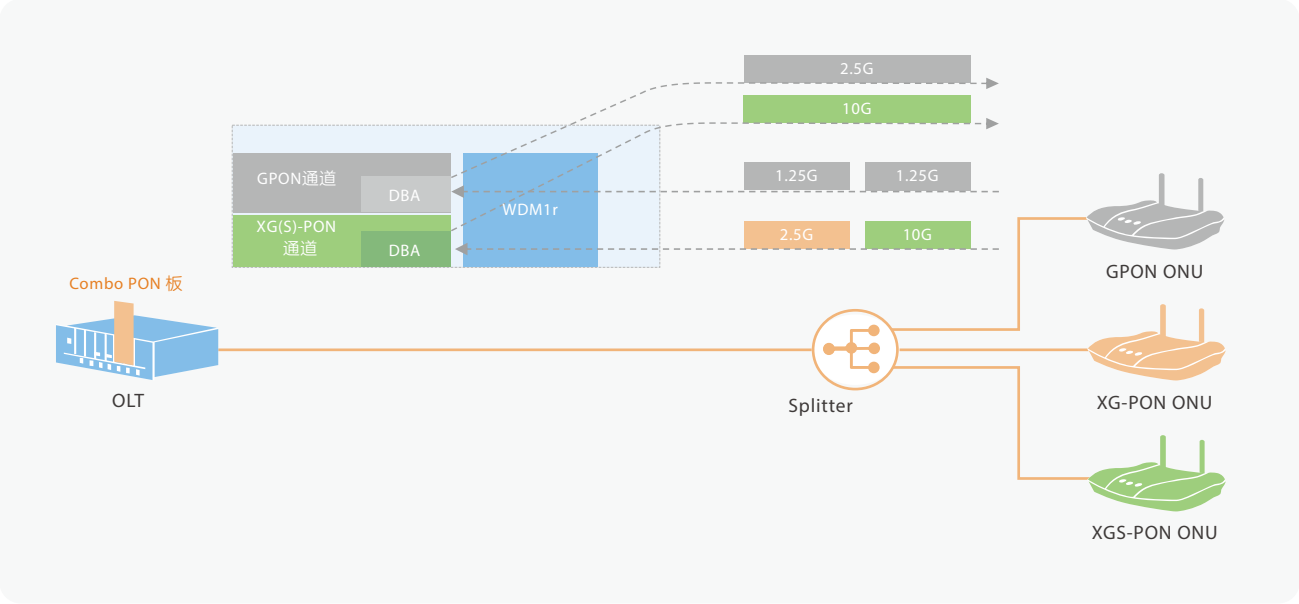

图1 三速率Combo PON技术原理

理（见图1）。

三速率Combo PON提供兼容GPON终端的能力，由于采用波分技术，其PON口提供的带宽为XGS-PON和GPON两通道的带宽之和。三速率Combo PON端口同时接入XG(S)-PON终端和GPON终端时，每PON端口提供的下行带宽为12.5Gbps（10Gbps+2.5Gbps），上行带宽为11.25Gbps（10Gbps+1.25Gbps）。

中兴通讯三速率Combo PON方案

中兴通讯三速率Combo PON单板采用8/16端口XGS-PON&GPON双通道硬件设计，一个Combo PON端口对应两个PON MAC（GPON MAC和XGS-PON MAC）和两个物理通道（WDM1r集成到光模块中）。在下行方向上，两路下行波在单独的PON MAC进行处理后，送到光模块处进行合波然后发送给不同ONU，其中，XGS-PON ONU接收XGS-PON的信号，XG-PON ONU接收XG-PON的信号，GPON ONU接收GPON的信号。在上行方向上，GPON和XGS-PON采用不同的波长，在光模块内部先进行滤波，然后在不同的MAC通道进行处理；XGS-PON和XG-PON采用相同的波长，需要在同一通道进行DBA调度。

Combo PON单板对8/16个端口进行端口编号，外观和物理接口一一对应，便于日常的设备管理维护和资源管理系统对接。网管数据配置时，需要增加一种新的单板类型，对GPON、XG-PON和XGS-PON ONU进行统一编号，自动识别ONU类型并适配通道。由于一个三速率Combo PON端口对应两个物理通道，维护管理方式的特点如下：

- 一个Combo PON端口含GPON和XGS-PON两个物理通道，性能统计和告警管理需在原MIB（管理信息库）基础上进行扩展；
- 原先对GPON、XG（S）-PON通道独立获取信息，现需同时获取2个物理通道的信息；
- 其他业务配置、运维管理相关的MIB均保持不变，配置到Combo PON口，Combo PON自动适应通道。

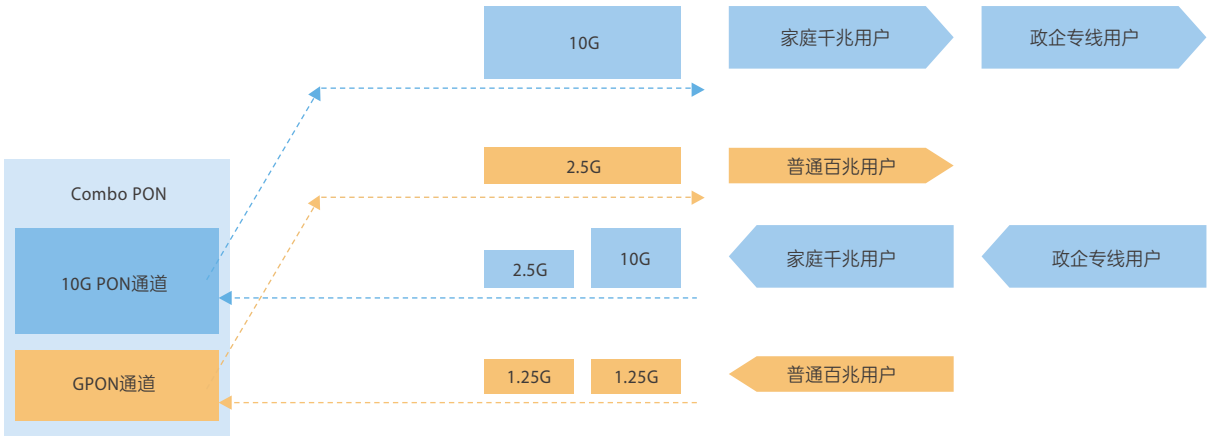

图2 三速率Combo PON应用场景

引领10G PON建设潮流

三速率Combo PON可以按需接入XGS-PON、XG-PON和GPON三种类型的ONU，灵活满足运营商不同客户的需求：XGS-PON可用于政企专线用户接入，XG-PON可用于家庭千兆用户接入，GPON则用于普通百兆用户接入。

相比外置合波器方案，三速率Combo PON的优点是比较明显的：

- 无需调整ODN，工程简便。采用外置合波器时，需要增加合波器设备，需要大规模调整ODN网络，工程上实施难度大，这也是XG-PON难以规模部署的主要原因之一。三速率Combo PON采用内置合波的方式，在兼容现网GPON时，不涉及调整ODN网络，方便快捷。
- 不引入新的插损，彻底解决光功率余量问题。采用外置合波器时会额外增加1~1.5db的插损，这对于很多光功率预算本来就紧张的现网无疑是雪上加霜，工程无法实施。三速率Combo PON不增加额外插损，在采用同一光模块等级情况下，引入Combo PON，ODN网络的光功率预算余量不会引起变化。
- 节省机房空间，简化运维。三速率Combo PON光模块集成了XG（S）-PON和GPON以及WDM1r等功能，不增加额外设备，不占用额外机房空间，简化了维护和管理。
- OSS易对接，开通流程无变化，割接上线块。三速率Combo PON采用波分模式，XG（S）-PON通道和GPON通道与其终端类型自动匹配，沿用已有的XG（S）-PON和GPON与OSS对接模式，业务开通流程保持不变，业务易开通，工程易割接。

三速率Combo PON方案已经受到Orange、Telefonica和中国移动等主流运营商的高度关注。中兴通讯在率先提出Combo PON方案并大规模商用实践的基础上，积极参与主流运营商的三速率Combo PON测试和商用实践，持续引领10G GPON建设潮流。ZTE中兴

覃业文
中兴通讯固网产品规划总监

基于25G WDM-PON的5G前传方案

随着5G部署进程加速，运营商开始考虑和规划5G承载网络的建设。相比4G，5G对承载网络在带宽、时延、同步、可靠性、灵活性等方面提出了更高的要求。5G前传网络作为承载网络的重要组成部分，不仅要满足上述要求，还需要面临数量成倍增加的5G基站部署所需的光纤资源铺设难题。

在5G新建或热点区域，由于C-RAN前传架构可以帮助运营商降低DU站址租赁费用、维护成本和功耗，受到了运营商的青睐。依据3GPP的规范定义和业界的发展方向，C-RAN前传架构下的技术要求如下。

- 数据接口和速率：标准化25Gbps eCPRI前传接口是主流技术选择；
- 时延：应具备低时延特性，前传时延单向不超过100μs；
- 同步：应支持同步信号传输，满足5G基本业务±1.5μs同步要求；
- 光功率预算：支持5G前传技术方案所对应的链路光功率预算要求；
- 管理：支持设备管理、业务配置和监测、故障诊断等管理功能；
- 其他：如单纤双向传输技术有利于节约前传网络的光纤用量，降低成本。

但当前的C-RAN前传架构的光纤直连方案会消耗大量的光纤资源，部署成本高，运营商迫切需要一种更经济高效的解决方案。

基于25G WDM-PON的5G前传技术

25G WDM-PON是WDM和TDM-PON技术的有机结合体，具有如下技术特性：

- 物理点到多点拓扑，采用合/分波器实现波长路由，节省光纤；
- 逻辑点到点拓扑，OLT和ONU通过独立波长通信，波长通道间相互隔离；
- 单波长可支持25Gbps速率，满足eCPRI信号承载要求；

- ONU采用无色可调技术，可实现波长灵活调配和路由，降低ONU的部署成本；
- AWG损耗大约为5.5dBm，光功率预算可满足10km部署要求，比传统的Splitter衰减更小。

在C-RAN前传架构下，25G WDM-PON前传技术相比光纤直连、无源波分以及有源波分等前传技术，具备更多优点：

- 技术匹配度高：25G WDM-PON技术可满足5G前传组网的接口、速率、时延等要求，该技术将在2019—2020年进行试商用，匹配5G商用部署节奏。
- 建设成本低：大量运营商的固网FTTH ODN已经建设完成并应用，利旧已有的FTTH ODN资源，实现5G前传和FTTH光纤、管道等资源共享，可大幅度节省主干光纤，降低光缆规划部署难度以及综合造价，具备较高的经济性。
- 部署快捷：FTTH ODN网络可灵活面对未来5G基站网格式建设方式，通过配纤光缆调配，快速提供前传链路；可通过SFP ONU，提供免上电快捷部署于AAU设备的能力。
- 运维简单：局端设备集中部署在接入机房可实现集中维护，提高运维效率。

基于TITAN平台的5G前传方案

为应对5G前传部署中新的需求和挑战，中兴通讯提出基于下一代光接入平台TITAN的5G前传解决方案。该方案利用优质丰富的宽带光纤网络资源，实现5G与FTTH的融合（FMC），满足高密小区5G+FTTH综合业务接入场景和5G室分承载场景的技术要求。

TITAN提供12口高密度25G WDM-PON线卡，每个PON口是一个拥有独立波长的独享通道，用于1个AAU eCPRI前传承载，实现对5G前传的支持；支持20个独享通道，可通过WDM合波器汇聚到一根主干光纤里传输，相比光纤直连方案可节省90%以上的主干光纤（见图1）。TITAN平台提供独创的“TDM-Like”低时延交换通道，无需5G AAU数据的缓冲、转发、路由、搜索等过程，基于核心自研芯片实现固定码块捷径转发，保障前传业务在OLT&ONU设备的处理时延低于7μs。在OLT和DU共机房部署时，系统转发时延

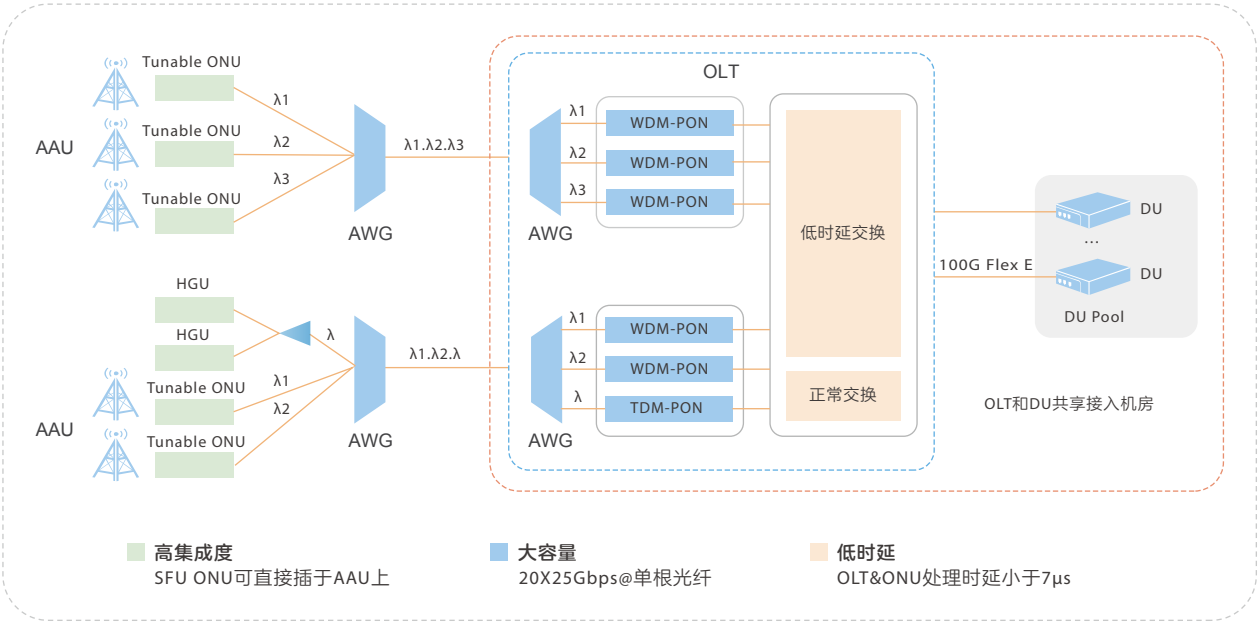

图1 5G前传的25G WDM-PON网络组网图

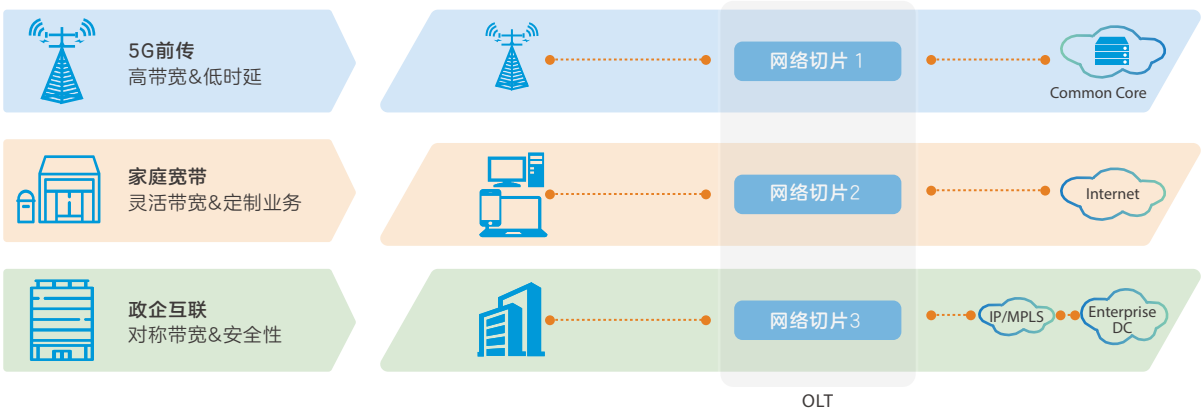

图2 OLT网络切片支持5G前传接入

小于57μs（含10km光纤50μs时延），比5G URLLC时延要求（100μs）低43%。

TITAN支持基于接入业务类型的网络切片（见图2），满足5G前传业务的网络分片要求。5G前传接入可具有独立OLT上联端口，OLT下行可按PON口/PON板2个等级按需切分，并支持基于ONU的切片，从而为5G前传接入提供分权分域管理和差异化QoS保障。

同时，中兴通讯创新性地提出了在PON OLT平台支持内置刀片，满足时延敏感型业务的解决方案，TITAN也是业界首个提供内置刀片服务器的PON OLT平台。内置的刀片服务器作为NFVI基础设施，运营商可自用或出租给第三方使用，同时为移动和固网业务提供边缘计算能力，缓存加速5G实时视频业务或为未来提供更多增值业务，增强用户QoE体验，并降低数据中心的压力。

基于TITAN平台的5G前传25G WDM-PON解决方案，具有以下亮点。

- 省光纤：共享FTTH ODN，可节省90%以上的主干光纤；
- 低时延：独创TDM-Like低时延交换通道，OLT&ONU设备处理时延低于7μs，满足5G URLLC业务要求；
- 易管理：为5G前传接入提供独立网络切片，实现分权分域管理和差异化QoS保障；
- 易扩展：首创OLT内置刀片支持多业务接入边缘计算，作为NFVI灵活部署固移业务，满足FMC部署，帮助运营商实现网络转型和运营转型。

产业链进展

中兴通讯是WDM-PON技术标准制定的核心成员和主要贡献者。2017年6月，中兴通讯担任ITU-T G.sup.5GP项目的白皮书编辑，积极推动PON技术实现5G前传技术标准；2017年12月承办了“FSAN和ITU-T SG15 Q2会议”，与业界共同探讨WDM-PON 5G前传方案；2018年2月，在ITU“面向5G应用的单纤双向点对点标准”组中担任联合编辑。同时，中兴通讯致力于25G WDM-PON光器件产业推进，长期与业界领先光模块制造商进行深度技术合作，共同推进产业链的成熟和发展。

中兴通讯与运营商密切合作，共同推进技术规范的制定和技术验证等工作。2018年12月，中兴通讯联合中国电信在苏州5G外场率先完成业界首个基于N×25G WDM-PON的5G前传现网验证，验证内容涵盖传输性能、波长自动调谐下发、长时间稳定性等多方面。N×25G WDM-PON设备连接支持标准eCPRI接口的5G DU和AAU设备，OLT和ONU业务时延可低至7μs，完美满足5G超低时延要求。验证结果表明，25G WDM-PON可稳定透明地承载5G前传业务，业务速率及转发时延与采用点到点光纤直连方式相当。

2019年，中兴通讯将持续与业界协同，推进产业合作，推动25G WDM-PON技术的进一步完善、成熟和商用。 ZTE中兴

韩晓宇
中兴通讯固网产品规划经理

Light Cloud：打造融合接入机房，满足体验敏感型业务需求

随着大视频、5G、SDN/NFV等新业务和新技术的出现，接入网面临前所未有的需求和挑战。5G时代数据流量爆发增长，需要更多网络带宽和资源，大视频业务成为宽带网络基本业务。大视频是一种典型的体验敏感型业务，对时延、丢包和抖动等有较高要求。为了减轻上层网络压力并满足体验敏感型业务的发放，将内容分发和计算处理功能下沉到接入网，可以保证业务体验质量，减少上行网络链路，降低传输成本。此外，在接入网引入NFVI（Network Function Virtualization Infrastructure），形成支撑边缘网络云和边缘业务云的基础设施，可有效实现接入网VNF(Virtualized Network Function)，提供网络虚拟化功能，减轻边缘数据中心压力。

边缘计算下沉到接入层和接入网NFV化，需要接入机房引入计算存储资源，增加额外设备，并对接入机房进行适当改造。这会导致机房空间紧张，改造的成本高、周期长、耗费人力。在NFV和边缘计算预期收益不确定的情况下，运营商缺少接入机房改造的动力。而采用接入设备内置刀片服务器的方式，可以在无需改造机房、无需增加额外空间的条件下按需引入计算存储能力和支撑接入网络NFV化，是一种更加可行的思路。

2019年2月世界移动大会期间，中兴通讯联合Intel发布Light Cloud解决方案。方案创新性地在电信接入设备上加载计算和存储能力，就近为用户提供服务，满足体验敏感型业务的部署和发放，并降低网络部署的成本。中兴通讯Light Cloud方案具备以下三个特性：

- 空间省，采用300mm深的内置刀片，可部署于OLT或BRAS等设备，充分利用现有接入机房资源，无需额外的空间占用和机房改造，简化网络建设；
- 功耗低，单块刀片服务器功耗小于200W，相比独立服务器低50%，节省OPEX；
- 性能强，刀片服务器采用最新16核SoC CPU，具备15T SSD存储和30Gbps内容处理能力，以及256Gbps的内存。

目前，中兴通讯下一代光接入旗舰平台TITAN已能够支持Light Cloud方案部署。TITAN采用业界首个基于高端路由

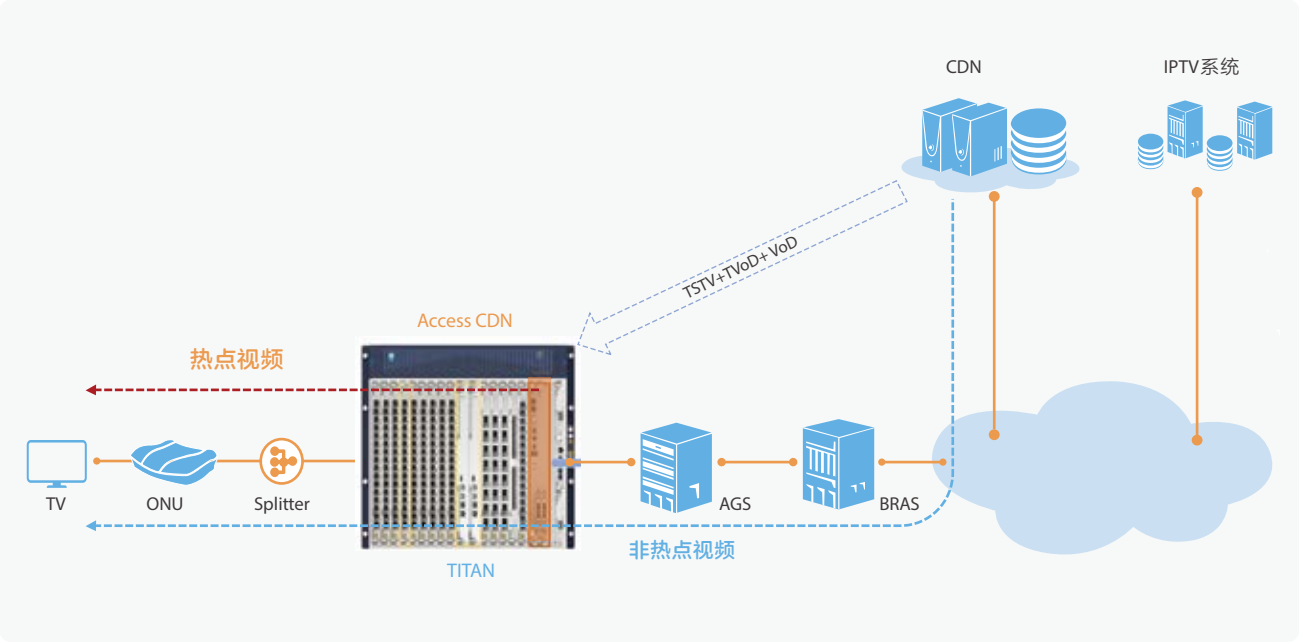

图1　Access CDN应用场景

器架构的全分布式平台，支持10G-PON到50G-PON的跨代PON技术接入，支持固移融合FMC。TITAN强大的性能为Light Cloud的应用提供了强有力的平台保障。

Light Cloud方案作为MEC（Multi-service Edge Computing），在固移融合应用场景下实现相关VNF，保证网络性能和业务流量传输QoS，减轻边缘数据中心压力，满足体验敏感型业务部署。Light Cloud方案可作为Access CDN，支持大流量、低时延的视频业务加速，提升用户体验；也可作为NFVI，实现如vSTB（virtual STB）、vCPE等家庭网络设备NFV化。Light Cloud方案采用通用型计算存储平台，既可以为运营商自用，也可作为开放的基础设施出租给第三方使用，为业务开展提供更多可能。

Access CDN：视频本地化分流，节省网络资源

视频已成为宽带网络的基础业务，占据80%的网络流量，视频流量的增长消耗了大量的骨干网络资源，给运营商网络带来了沉重的负担。分析统计表明，网络上大部分视频内容属于重复传播，尤其是热点内容可能在短时间内从视频源到用户之间形成大量重复传播流量。这些重复传播的视频内容，通常包括时移电视、电视回看和热点视频，存储在CDN（Content Delivery Network）网络的边缘节点中。如果CDN边缘节点位于距离用户较远的CR侧或BRAS侧，流量重复传播会消耗大量的OLT上联端口、OTN传输、BRAS以及CR端口资源。基于Light Cloud方案，CDN可下沉到接入机房OLT的内置刀片上，作为Access CDN，为用户提供视频业务（见图1）。Light Cloud方案的单个刀片可以存储高达15TB内容，处理30Gbps内容。计算表明，当CDN部署到CR侧，点播流量大于3Gbps时，采用CR-OLT两级CDN架构比采用CR一级CDN架构，综合建网成本更优；当CDN下沉到BRAS侧，点播流量大于6Gbps时，采用CR-BRAS-OLT三级CDN架构比采用CR-BRAS两级CDN架构，综合建网成本更优。

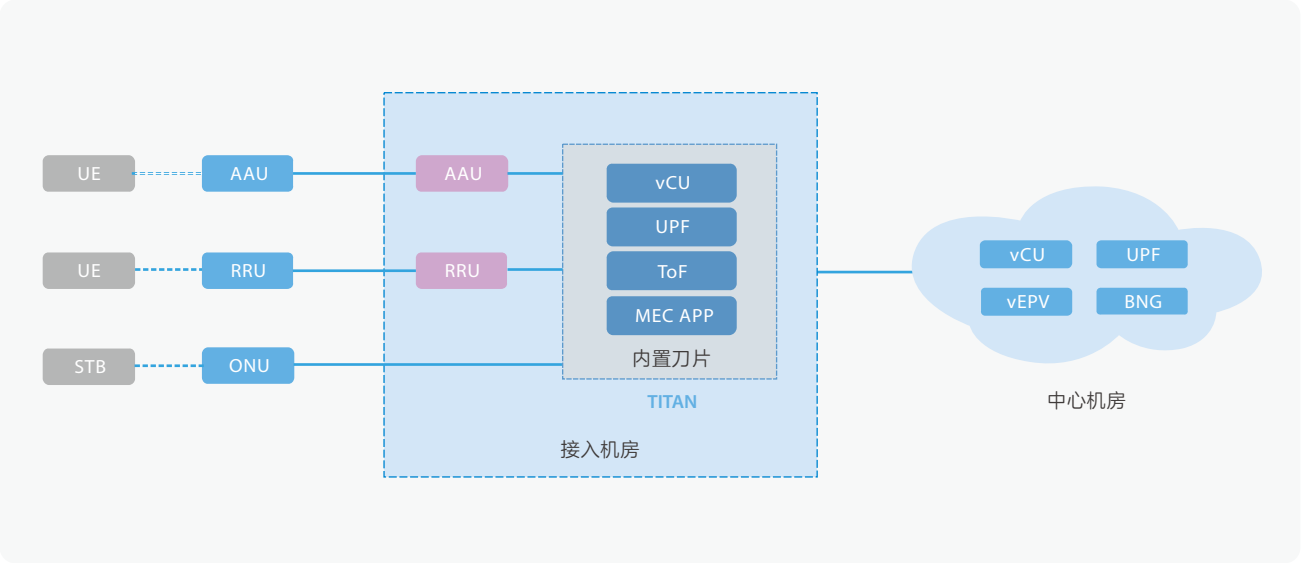

图2 MEC应用场景

vSTB：缩短业务TTM，延长现网STB生命周期，优化OPEX

用户日益苛刻的视频业务体验要求以及日益增多的附着于STB（机顶盒）的增值业务，对STB的软硬件能力提出了越来越高的要求。老旧STB因在网时间较长，已不能适应新业务的部署需求，需要更新替换。而在网时间较短的STB需要进行频繁软件升级来应对新业务部署要求，但因STB型号众多、硬件能力差异大，新业务测试验证以及在线升级周期长，导致新业务上线缓慢。针对运营商网络面临的挑战，中兴通讯提出vSTB解决方案，将现有STB部分功能解耦到云端实现，解耦后的pSTB（physical STB）完成编解码、UI呈现和简单按键操作响应，vSTB完成UI/APP应用处理、虚拟服务和动态资源分配。vSTB实现STB业务的快速部署和升级，业务部署只需在云端一次对接，无需适配现网不同厂家的STB；业务升级在云端完成，实时生效，无需等待现网STB升级，无需考虑新老STB版本兼容，大大延长现网STB的生命周期。将vSTB部署在OLT内置刀片上，在实现STB业务云化的同时，做到网络时延最低。

MEC：多业务边缘计算，优化业务体验

5G时代，VR/AR、车联网、自动驾驶、工业控制等体验敏感型业务部署对网络业务能力优化、内容下沉以及时延降低提出了较高的要求，业务提供向用户靠近成为一种趋势，在这种背景下MEC应运而生。同时，构建4G BBU（Bandwidth Based Unit）、5G DU（Distributed Unit）以及OLT等设备共享的综合接入机房，成为大部分主流运营商的选择。在综合接入机房中，需要具备满足MEC应用部署所需的NFVI。Light Cloud方案为综合接入机房建设NFVI提供了一种经济快捷的方式，MEC所涉及的VNF和APP都可以按需部署于Light Cloud，组成动态高效的边缘计算系统（见图2）。

中兴通讯Light Cloud方案创新实现了IT和CT在接入网的融合，简化网络建设和接入机房改造，既可以满足固网边缘计算的需求，还可以提供计算存储资源给附近的移动业务，拓展接入网的应用场景，为接入网赋予新能力。ZTE中兴

余平芝
中兴通讯固网产品规划总监

OLT切片技术，实现接入网资源共享

光纤宽带历经十年的高速发展，业务范围已从传统的家庭宽带接入逐步扩展到企业专线接入、移动基站承载等多个领域。在传统接入网建设中，不同运营商、不同业务部门通常分别建设网络并独立运营，极大增加了建设周期和成本。如何实现接入网基础设施共享以提升利用率和降本增效，成为光接入网建设的热门话题。采用现有的VLAN、VPN等传统业务隔离技术，在实际部署中存在资源不足、规划困难、容量提升相互影响等诸多问题，切片技术应运而生。

在电信网络中，切片是用来对物理网络进行逻辑划分，在一台物理设备上虚拟出多台逻辑设备，从而减少网络重复投资，实现业务汇聚、安全隔离和差异化服务的一种创新技术，又称为网络切片。在光接入网络中，网络切片技术和应用主要体现在OLT设备上，通过将一个物理OLT虚拟为多个切片OLT，实现接入机房、OLT、ODN等关键资源的共享，满足不同业务种类、不同客户的差异化服务和独立运维管理的需求，实现投资价值最大化。

OLT切片技术的应用场景

OLT切片的主要应用场景有多业务共享接入和多个运营商共享接入两种。

- 多业务共享接入

多种业务共享接入，指某运营商在某区域采用同一个OLT设备接入多种类型业务，如固定网络的家庭宽带、企业专线接入以及移动网络的4G/5G基站承载（见图1）。

运营商可以根据业务开展模式选择适宜的切片颗粒度，如按PON板、PON口、ONU或混合模式进行切片；也可以根据不同业务的管理运维需求，选择PON板/PON口颗粒度的切片模式，各业务部门OSS系统可独立进行管理，简化业务自动发放、管理运维等OSS新开发和对接流程。

- 多个运营商共享接入

多个运营商共享接入，指在某区域采用同一个OLT设备面向多个运营商提供接入服务（见图2）。其中，拥有OLT设备的运营商叫基础架构运营商，共享OLT设备开展业

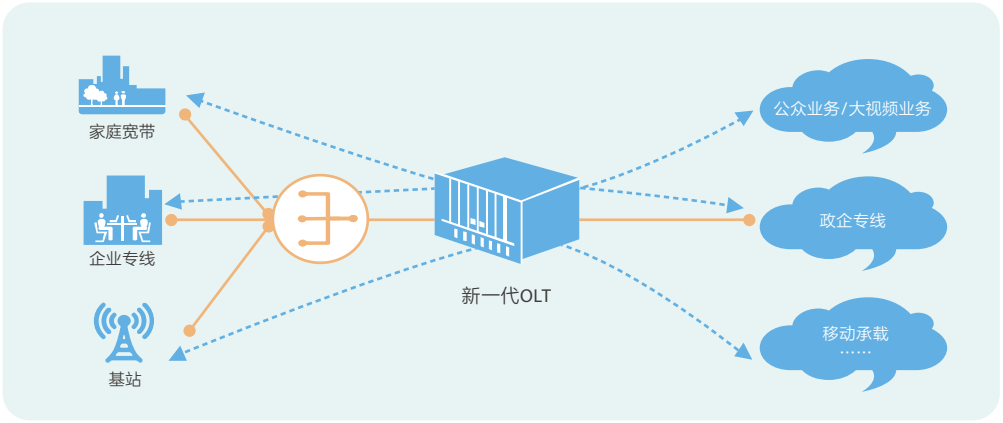

图1 多业务共享OLT接入

务的运营商叫虚拟网络运营商。基础架构运营商根据与各虚拟运营商的商业运营模式选择适宜的切片颗粒度，对物理OLT进行逻辑分拆，将指定的资源交付给虚拟运营商独立运营。

从简化管理和运维层面，基础运营商可采用PON板/PON口切片颗粒度进行切片，对接各虚拟运营商OSS系统实现业务自动发放和运维，共享OLT设备、接入机房或部分管道资源。

从最大化共享接入网基础资源层面，基础运营商可采用ONU级切片颗粒度进行切片，对接各虚拟运营商OSS系统实现业务独立发放和运维，除共享OLT设备、接入机房外，还可共享光纤管道、ODN光纤等更多关键资源。基础运营商实现投资价值最大化，用户也可自主选择心仪的运营商宽带接入和服务。

OLT切片技术的实现方案

引入切片技术，在物理OLT上可创建多个切片，资源可按需分配、重用及回收，各切片可独立部署业务和运维管理，切片间相互隔离，实现了接入网资源的共享。

- 资源按需分配&重用

OLT设备可被切分的资源主要包括物理和逻辑资源。物理资源包括上联口、PON板、PON口、P2P口、ONU等，逻辑资源包括VLAN、组播、MAC、ACL等硬件转发表项，

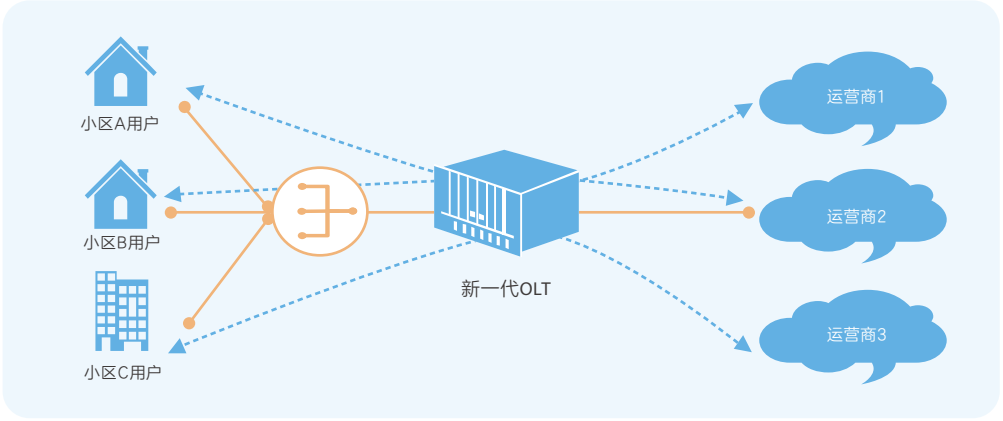

图2 多个运营商共享OLT接入

这些资源可按需分配并独享，避免切片间抢占。在业务开展初期，用户可根据业务规划分配与之匹配的资源，后期视业务发展情况进行扩展或释放资源。

切片间网络标识可重用，例如VLAN ID和用户IP地址，不同切片不会冲突，便于各业务部门独立规划，避免资源冲突。不同切片也可以采用相同的设备IP地址来管理设备。

- 独立&隔离的管理、控制和转发平面

物理OLT被切片后，各OLT切片有相应的上联和用户接口资源。为了切片之间业务完全隔离，各切片的管理面、控制面和转发面均相互独立，实际上是物理设备相关功能实体的实例化，不同实例之间水平隔离。各切片也独享操作系统抽象出来的CPU、进程、数据库、文件等软件资源。

管理面：各切片有独立的带内管理通道、管理IP、系统MAC，有各自的SNMP、CLI、FTP、NTP、NetConf协议实体，有独立的配置文件。

控制面：各切片有独立的IGMP、DHCP以及动态路由协议。

转发面：各切片有独立的L2&L3转发引擎，独立的VLAN和MAC表配置。

因设备管理面、控制面、转发面多实例化会造成计算和存储开销显著增加，OLT设备不仅需在平台架构上支持多实例化切片，还需要有大容量的内存和良好的CPU性能。因此，业界基本都在新一代OLT设备上提供切片功能。

相比在物理OLT上划分逻辑通道的传统业务隔离技术，如VLAN、VPN技术，采用切片实现了切片域之间转发通道和控制通道的完全隔离，一个切片域内发生的网络安全攻击和设备故障不会对其他切片域造成影响，如MAC洪泛攻击。从安全隔离等级来说，切片通过管理面、控制面、转发面的隔离达到了准物理隔离，是更高维度的安全隔离技术；在切片域内部，仍然可运用VLAN、VPN等传统技术手段进行链路级别的安全隔离。此外，ONU级切片共享PON口，PON口级切片共享PON板，安全隔离等级高低依次为PON板切片、按PON口切片、按ONU切片。

OLT切片技术的现网部署建议

实际部署OLT切片时，运营商需对切片OLT采用与原OLT一致的维护管理，对接OSS系统以实现切片的业务发放、告警处理和故障派单处理等。这些是现网应用的重点和难点，需结合现网情况统筹考虑，尽可能简化对原流程的影响，具体建议如下。

- 选择合适的切片OLT管理IP方式

切片OLT大都支持多IP或单IP方式管理。多IP方式管理对不同切片采用不同管理IP地址，EMS通过各自相应的IP地址来管理切片OLT。建议采用多IP方式管理，在资源管理系统中新增并维护切片的IP地址，可最大程度降低对OSS流程影响。

- 切片OLT资源提前规划和预部署

结合业务开展模式选择合适的切片颗粒度，规划好切片的物理和逻辑资源，并将切片的物理资源同步到OSS资源管理系统。如果现网需要端到端管理切片，则应该制定切片管理规范北向指令。

- 选择合适的告警驱动和性能采集方式

物理OLT可看到所有切片的告警，并可对告警进行操作；而切片仅可看到自己管辖范围内的告警，并对告警进行操作。物理OLT和切片OLT均可北向对接OSS系统，上报告警实现自动化运维，实际应用时需结合业务开展模式选择合适告警驱动故障派单。

物理OLT和切片OLT可基于上联物理端口或VLAN进行性能采集。从数据采集和分析复杂度考虑，建议基于物理端口进行性能采集、统计、分析，资源链路信息与以前一致。

2018年，中国电信开始首家现网试点OLT切片的多业务共享接入应用，以期共享接入家庭宽带、企业专线等业务。各试点省市联合OSS和OLT的供应商进行多方讨论，结合现网开展业务种类、开展模式以及试点对OSS改造难度等，最终选择了PON板/PON口颗粒度的切片模式进行试点，验证OLT切片功能并探索自动业务发放、运维流程。中兴通讯积极响应，全面参与浙江、江苏、湖南等多省市的现网10G-EPON、Combo PON切片应用试点。

中兴通讯新一代光接入旗舰平台TITAN具备完整的切片能力，支持按PON板/PON口/ONU颗粒度及混合模式进行切片，可为不同切片合理分配各种物理和逻辑资源，确保切片差异化的服务质量，满足家庭宽带、企业宽带以及移动承载等多业务接入需求。 ZTE中兴

朱增喜
中兴通讯固网产品规划经理

接入网虚拟化解决方案

随着4K/8K/AR/VR、移动互联网等新业务持续涌现，用户对网络的要求越来越高。同时，随着大规模的数据中心出现，设备和网络变得越来越复杂。复杂的网络、低下的效率、缓慢的新业务响应正使运营商的业务被IT/OTT（Over The Top）等提供商蚕食，从全球ICT企业排名来看，运营商的收入和利润逐年下降，经营压力也越来越大。

面对挑战，业界领先的运营商纷纷推出网络革新方案或网络演进架构，如Orange的NG-POP、AT&T的CORD、Vodafone的FANS、中国电信的CTNet2025、中国移动的NovoNet、中国联通的CUBE-Net等。虽然方案或架构不尽相同，但主流运营商都认为，SDN/NFV是未来网络发展演进的基础。

SDN/NFV技术概述

软件定义网络（Software Defined Network，SDN）是一种新型网络架构，是网络虚拟化的一种实现方式。SDN的核心技术理念是将网络的控制面与转发面分离：SDN控制器负责控制，实现整个网络内设备拓扑收集、路由计算、各网络设备的流表生成及下发、网络的管理与控制等功能；各网络转发设备负责执行，实现流量的转发及策略的执行，从而实现整个网络内流量的精准和灵活控制，为网络的健康运行及应用的快速创新提供良好的平台。作为网络的总控设备，SDN控制器可以对外开放网络能力，即通过规范化的北向接口为上层应用提供所需的网络资源及服务，实现网络能力的开放。

SDN是一种革新，它解决了传统网络的顽疾，可实现网络内部流量的实时管控、对新业务或业务变化的快速响应等。在SDN架构下，授权的网络运营商和企业可以通过自己编写的软件访问SDN控制器的开放接口，任意选择所需要的网络功能，使得他们在新业务的部署和发放上更具灵活性和敏捷性。

网络功能虚拟化（Network Function Virtualization，NFV）是使用通用IT软硬件以及虚拟化技术，用软件来实现原先由专业网络设备提供的网络功能，既可降低网络成本又可灵活扩展网络功能。NFV通过对专业通信设备的软硬件解耦及功能抽象，基于通用的计算、存储、网络设备使用软件来实现通信网络功能，从而使网络设备功能不再依赖于专用硬件，资源可以充分灵活共享，实现新业务的快速开发和部署，并基于实际业务需求进行自动部署、弹性伸缩、故障隔离和自愈等。

NFV使用标准IT虚拟化技术，使得许多网络设备类型能够融入到符合行业标准的大容量服务器、交换机和存储

设备中。在NFV方式下，新业务的上线、更新由传统的硬件建设和割接转变为软件加载过程，建设周期大大缩短。结合云计算的规模优势，可以实现多种业务共享资源和集中化管理，大幅提升管理和维护效率。

中兴通讯接入网虚拟化方案

中兴通讯在接入网SDN/NFV化有丰富的经验和成熟的方案，方案完全遵循BBF Cloud CO框架，如图1所示。

方案中从上到下依次是ZENIC ONE、AAS（Agile Access Suite）和OLT PNFs，分别对应BBF Cloud CO框架中的SDN管控层、网络功能抽象层和物理网络设备层。

ZENIC ONE既可以作为EMS也可以作为PNF/VNF SDN Controller，它完全支持FCAPS功能，可以充当EMS来配置和管理大量虚拟化或物理OLT，同时还可以充当PNF和VNF SDN管理器和控制器，分别负责PNF和VNF的FCAPS和流量控制管理功能。

AAS主要是承担Cloud CO中的BAA（Broadband Access Abstraction）层，对内屏蔽宽带接入的厂家/设备/技术差异，对外提供虚拟接入设备和统一业务管控接口。同时AAS还作为VNF仓库，包括可在接入网络中使用和实例化的VNF。

OLT PNFs，由物理设备提供的未虚拟化的网络功能。

中兴通讯建议接入网SDN/NFV化按需、分阶段、稳步演进。

第一阶段是接入网络的多业务切片：OLT通过切片技术可以将同一硬件平台拆分成若干相互独立的逻辑切片，通过VxLAN技术将不同切片的流量隔离、按需接入各自的承载/核心网。切片和VxLAN除了用于多租户或者家客政企隔离，更有助于实现用户在CO云化重构的部署完毕后从旧

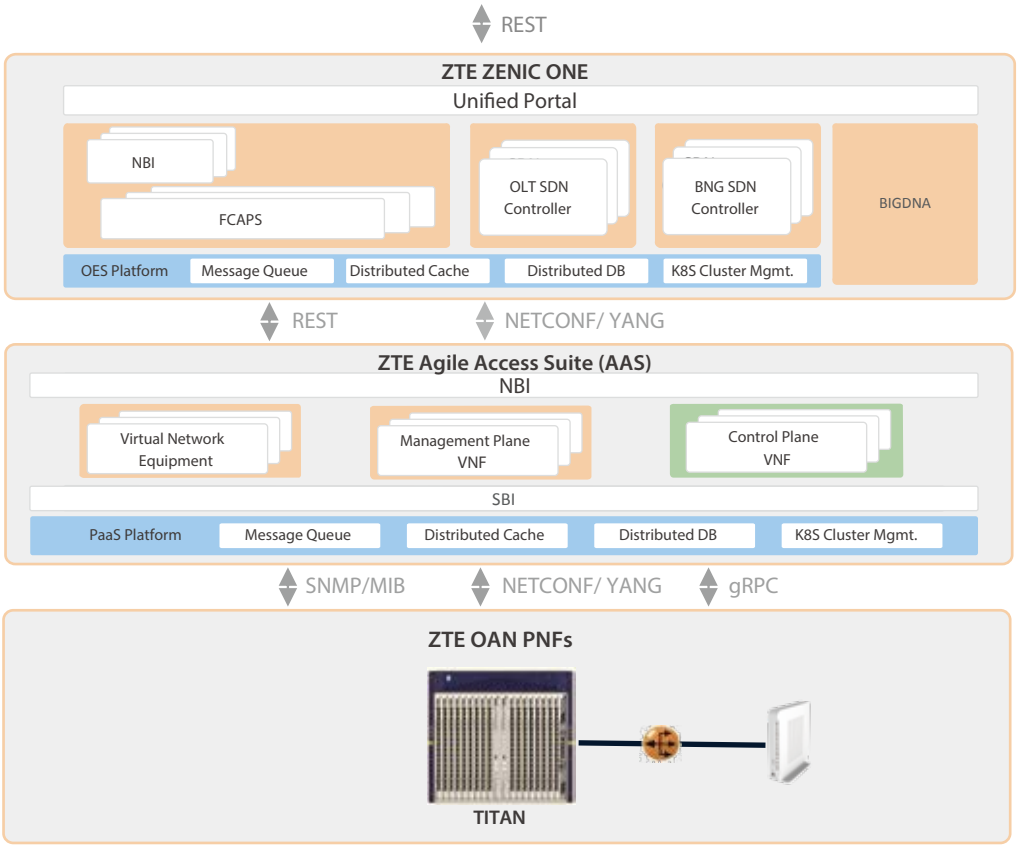

图1 中兴通讯接入网虚拟化框图

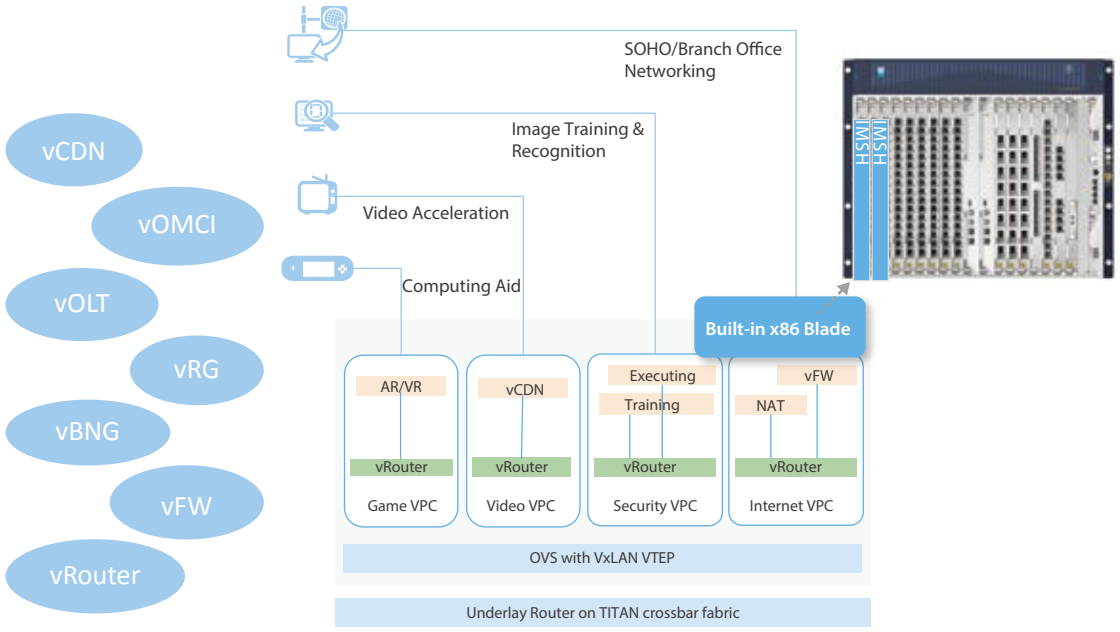

图2 TITAN内置刀片灵活实现接入网功能虚拟化

到新的平滑割接。

第二阶段是接入网络的SDN化：当CO重构完成而且SDN控制器（如ZENIC ONE控制器）部署就绪之后，OLT通过Netconf/YANG接口，作为一个SDN Agent接受云端SDN Controller的实时控制和管理，融入Cloud CO架构。

第三阶段是接入网络的NFV化：在运营商认为相关VNF产品成熟可用且有部署价值时，OLT作为一个PNF，配合在Cloud CO内按需部署的OLT相关VNF（如vOLT），并利用VxLAN技术建立相应的控制链和业务链。

TITAN是中兴通讯推出的面向网络重构的新一代光接入旗舰平台，拥有最领先的工业设计、最先进的架构和最全的应用场景覆盖。TITAN采用高端路由器架构，全分布可编程，实现GPON~50G PON跨代接入，支持接入/传送/路由/基础设施的融合，支持SDN/NFV和AO/CO重构，完全满足对接入网的虚拟化要求，可助力运营商快速敏捷地提供新业务，实现运营商的快速转型和提升竞争力。

中兴通讯首创在TITAN内置300mm深轻量级刀片服务器，并采用基于Intel突破性的数据中心处理器架构的Intel® Xeon® D处理器，无需改造接入机房即可打造低成本、低功耗、业务灵活组合的网络基础设施。TITAN可作为固网接入虚拟化网络功能（VNF）（图2所示），如vSTB（virtual Set-Top-Box）、vOMCI（virtual ONU Management and Control Interface）、vRG（virtual Residential Gateway）、BNG-U（Broadband Network Gateway User plane）、vFW（virtual Firewall）等。OLT内置刀片成为承载虚拟化网络功能的基础设施，在不增加业务流量的路径跳数的前提下，既保证了网络传输性能，又简化了QoS部署，大大简化了网络部署，使业务开通更加快速敏捷。

当接入网完全SDN/NFV化后，整个网络对外抽象虚拟为通信资源池，只需通过一些简单的软件操作，就能实现对整个网络的灵活控制和管理，大大加快了新业务引入的速度。网络运营商可以通过SDN控制器提供的对外访问接口敏捷部署相关网络功能，大大降低了网络的运营费用及出错率，敏捷灵活地部署新业务。ZTE中兴

邵忠
中兴通讯固网产品规划总监

智能运维铸就品质宽带优质体验

宽带接入网络带宽保持五年十倍增长，宽带将逐渐成为与水电燃气一样的基础设施。而随着4K/8K、VR/AR、在线游戏等业务的逐渐普及，用户对宽带接入网络的要求也从单一的高带宽，向高质量、超流畅、低时延等优质体验指标转变。而传统基于用户投诉驱动，依赖人工经验的宽带接入网络运维模式，无法高效保障宽带接入网络品质。宽带接入网络引入人工智能（AI）、大数据分析技术，基于云计算平台的超强采集和计算能力，能够从多个维度提升家宽品质，帮助运营商实现宽带服务品质和宽带业务质量的双提升，打造一流的家宽业务优质体验，激活宽带网络价值。

基于AI的弱光原因定位，光链路高效提质

ODN光纤网络是宽带接入网络的基石，ODN光纤链路质量问题会导致ONU弱光，直接影响宽带业务质量。保障海量ODN光纤链路质量是运营商提升宽带网络品质的首要任务。传统的ONU弱光整治需要人工逐个PON口排查，费时费力、效率低下。并且，不合理组网方式、分光比超限等弱光原因难以判断。

基于AI的主动弱光整治方案，高效、精准定位弱光原因，解决困扰运营商的弱光整治难题。首先弱光分析系统自动同步PON网管上的网元资源数据信息，自动采集全网光链路的全量数据信息，包括光功率、误码、测距等几十种光链路特征数据；其次系统对光链路数据进行特征识别、抽象和挖掘；最后基于AI聚类算法，结合特征库模型持续比对、训练，精准定位弱光原因；最后，系统自动输出全网质差链路可视化图表、弱光根因分析及处理意见，指导装维人员对ODN光链路进行优化。基于AI的主动弱光整治，现网验证的弱光原因定位准确率达到90%，提升了60%的弱光整治效率。

智能资源梳理，提升资源准确率

光纤接入网资源数据的不准确直接影响家宽用户的装机时长和维修时间，降低家宽的装维效率和用户满意度。传统的资源核查需要装维人员记录大量数据，手工制作表格后录入综合资源系统，难以审核，无法保证数据的准确性；另外没有考虑光交箱上行纤芯梳理，不能分析出分光器端口对应关系；资源核查费时费力，核查效果无法达到预期效果。

光纤接入网智能资源梳理方案，采用智能工具大幅简化现场资源核查操作，智能分析、自动录入和上传资源数据，保证资源梳理的准确性。现场装维人员只需使用

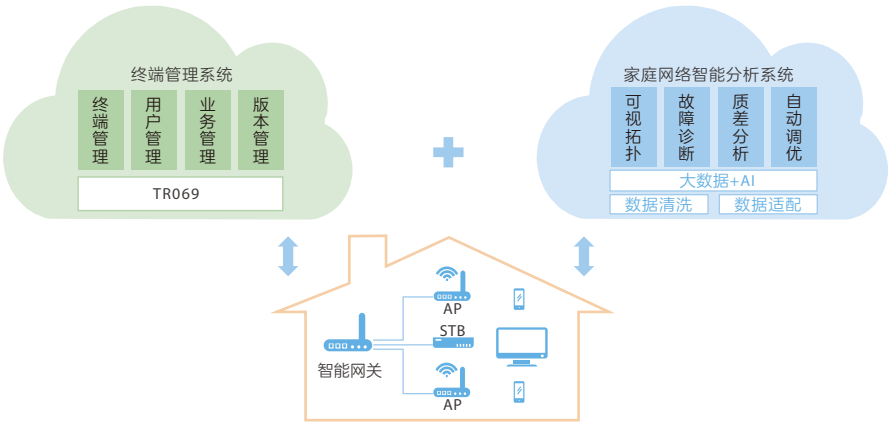

图1 家庭网络智能分析

EasyPDA智能终端设备进行资源扫描和光纤接入，资源梳理结果自动通过无线网络实时上传eServer系统，保证资源数据的真实可靠，现网验证的智能资源梳理准确率为100%，并提升30%的资源梳理效率，装维效率也有显著提升。

大数据识别质差用户，主动优化用户体验

传统基于网络设备指标的运维手段，无法直接、准确反映出家庭宽带用户的真实业务体验。良好的设备运行性能指标并不等于良好的用户体验，网络层面相关的数据与用户体验无法关联，缺乏智能的分析手段，无法面向用户体验网络运营。

基于用户体验的质差分析系统，采集宽带用户体验相关的海量数据，依托大数据分析平台，全面量化、真实准确呈现网页浏览、视频观看、文件上传下载、网络游戏等不同业务的用户体验状况。系统可以快速、准确定位出质差用户、质差节点、质差内容源等，帮助运维人员快速发现和主动优化影响用户业务质量的故障点。现网验证的质差节点、质差用户的识别准确率超过95%，并实现向基于业务指标的用户体验运维服务转型。

家庭网络质量可视化和云调优

随着运营商家庭智能组网业务的拓展，家庭宽带接入不再是单点设备，而是有线扩展、WiFi覆盖的一张网络。家庭网络运维面临故障投诉多、定位难等问题，WiFi信号干扰、WiFi覆盖不足等成为新的运维痛点。

家庭网络智能分析系统，如图1所示，以智能网关为管理核心，可视化呈现家庭网络拓扑，家庭网络设备层次连接关系一目了然。系统全面采集家庭网络链路质量数据，包括WiFi信道、信号强度、连接速率、流量、错帧、丢帧、重传数等几十种特征数据，采用专有的家庭网络质量综合指数评估模型，全面评估家庭网络综合健康度，以分值的方式直观展现家庭网络质量状况。基于大数据分析技术，可以分钟级识别出有家庭WiFi干扰、连接质量、覆盖等问题的质差家宽用户。基于AI进行模型训练和修正，自动学习并预测出家庭WiFi最优信道，在云端远程自动进行信道调优，最大程度保障用户体验。

人工智能（AI）、大数据分析等新技术在宽带网络运维中的深入应用，助力宽带网络运维由被动响应转变为主动优化，由面向设备指标的运维转变为面向用户体验的运维，由基于运维人员经验的运维转变为基于机器学习的知识运维。

中兴通讯和某运营商家庭宽带整体满意度提升合作创新实践中，通过运用系列化智能运维工具和用户整体满意度提升方法体系，帮助运营商减少了90%的装机时长，家宽用户“万投比”（注：每万用户投诉比）降低30%，故障现场派单率降低29%，实现家庭宽带从规模发展向品质超越转变。 ZTE中兴

朱良正
中兴通讯固网产品规划经理

随心布放，随处可享
——NetSphere家庭Wi-Fi智能组网方案

随着宽带网络的快速发展，家庭中的无线设备越来越多。据Intel和iGR等公司的统计数据表明，预计到2020年，平均每个家庭无线终端数量将达到50个，家庭内部通信通过Wi-Fi进行的连接约占86%。伴随大视频、在线游戏、云端存储、智能家庭等各种新兴业务涌现，用户迫切需要快速、稳定、无死角的家庭Wi-Fi覆盖。

传统的单点AP（Access Point，接入点）或AP+Extender（中继器）的组网模式不能满足目前的市场需求。单点AP部署通常存在多个弱覆盖区域甚至死角区域。单一地增加AP或者Extender数量虽然会改善Wi-Fi覆盖，但存在漫游体验差、用户配置复杂、管理能力薄弱等新问题，用户体验比较差。

有数据表明，家庭用户的投诉率60%来自Wi-Fi。家庭网络的Wi-Fi业务体验已经引起运营商的重视。家庭Wi-Fi的各种性能问题缺乏有效的工具进行定位和解决，导致了用户投诉的平均处理周期长、处理效率低、运维成本高，运营商迫切需要一个可视可管可运营的Wi-Fi家庭网络。

为了提升用户的宽带业务QoE（Quality of Experience）同时降低运营商OPEX（Operating Expense），中兴通讯精心打造了NetSphere家庭Wi-Fi智能组网方案。该方案提供智能家庭多AP（Multi-AP）设备的高质量Wi-Fi无缝覆盖。方案通过Mesh组网、智能漫游、频段切换、高效运维等领先技术，显著增强家庭网络质量，提升客户体验。

先进的EasyMesh组网架构

WFA（Wi-Fi Alliance）于2017年发布Multi-AP技术规范草案EasyMesh。该技术规范定义了多AP组网中多个AP间的控制协议，包括启动、配置、控制和管理，目的是在不同的供应商之间实现由多个AP组建Wi-Fi网络。NetSphere方案符合WFA组织定义的EasyMesh V1.0技术要求。

NetSphere方案采用星形或树形网络拓扑，AP设备之间采用有线回程或无线回程的连接方式，Station设备（即用户的手机、平板、电脑等无线终端）通过有线或无线方式连接到AP设备。当网络环境发生变化时，EasyMesh组网能使AP设备自动选择新的回程路径，大大提升了网络的健壮性和自愈合能力。

智能漫游（Smart Roaming）技术

NetSphere方案支持智能的漫游技术802.11 k/v/r，用户设备实现无感知的漫游，能快速切换到最佳的AP设备上。切换时间缩短到10~300ms，对比传统方案，减少了70%以

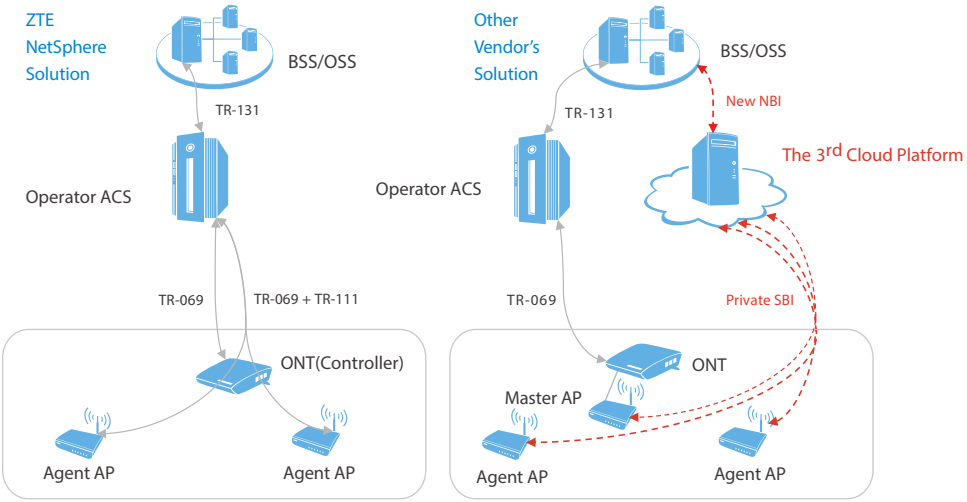

图1 NetSphere方案与其他厂家方案对比

上的漫游时间，极大提升业务体验。

- 802.11k：AP和Station设备通过802.11k，可以实现链路测量、邻居测量和射频测量；
- 802.11v：AP可以通过802.11v要求Station设备漫游到指定的AP（包括信道和BSSID）；Station设备也可以通过802.11v向AP请求漫游的目的AP。
- 802.11r：Station设备在重新关联同一家庭网络另一个AP时，无需重新协商临时密钥，直接利用原协商的临时密钥和目标AP重关联，从而缩短了关联时间，实现快速转换。

最优频段切换（Band Steering）技术

频段切换技术主要应用于目前的双频AP设备上，可以分为设备关联前切换和设备关联后切换两种场景，即Controller设备在Station关联前可以要求其连接到指定的某频段，或者在Station关联后因无线环境发生变化而要求其切换到负载较轻的新频段。

NetSphere方案包含最优频段切换机制，Controller设备根据目前的Station连接信号强度、2.4GHz和5GHz频段的负载情况以及针对各种干扰源的规避，自动分配各个Station设备连接到不同的频段上，达到最优的用户体验。

快速部署和易运维能力

相较于市场上的同类产品方案，中兴通讯的NetSphere方案在网络部署、用户体验和运维管理等多个方面都有较为明显的技术优势。

NetSphere方案可以将EasyMesh规范中定义的Controller角色灵活部署在ONT、HGW或AP设备上，现网部署的带Wi-Fi功能的网关型设备可通过软件升级支持此功能，再配合Agent AP类设备，实现快速且低成本的家庭全网Wi-Fi覆盖。同时，中兴通讯NetSphere方案全面兼容TR-069的管理模式，由现网的ACS平台进行管理，运维管理成本低。NetSphere方案与其他厂家方案的架构对比见图1。

中兴通讯NetSphere方案同时具备技术先进性高和投资成本低的特点，受到了全球各地运营商和宽带客户的高度认可。

目前，中兴通讯固网终端产品已广泛服务于全球100多个国家和地区，在全球10多个顶级运营商客户中规模商用。作为全球固网CPE市场的领先者，中兴通讯推出的NetSphere方案及产品，致力于帮助用户组建随心布放、随处可享的家庭Wi-Fi智能网络，为用户带来优质的Wi-Fi体验，构建美好的智能家庭数字生活。ZTE中兴

史杰
中兴通讯固网产品规划总监

李强
中兴通讯国内市场MKT策划经理

徐工道路：工业PON构建工厂内网络新模式

徐工集团是中国工程机械行业的大型企业集团，徐工道路是徐工集团五大事业部之一，产品广泛应用于公路、铁路、机场、桥梁、矿山、水电能源、电信工程等基础设施建设领域。围绕《中国制造2025》和《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，徐工道路将智能制造作为企业转型升级的主攻方向，通过“数字化智能化转型”实现生产设备互联互通、数字化工厂改造，配合推动徐工集团Xrea、汉云工业互联网平台建设，为集团公司全面实现精益生产和创新转型探索发展新模式。

聚焦：工厂内网络改造升级是智能制造网络化基础

徐工道路在实施数字化智能化过程中，面对的主要问题有：工厂内网络基础差，无线网络不完善且网速慢，不能快速把生产现场的信息传递到管理部门。数字智能化程度低，生产信息仍需手动录入，效率低。数控程度不足，目前现场的设备数控化普及率低，无法匹配数字化工厂的智能制造发展需要。

徐工道路把工厂内网络改造作为实现智能制造和精益生产的基础，主要包括：实现生产设备的联网，形成有效的数据采集和控制调度；实现生产现场的可视化监控和管理；完善车间的无线系统，支持智能物流和移动巡视。工厂内网络，以有线网络为主、无线网络为辅，实现数据流的统一采集和分发，以MES(制造执行系统)为核心，构建“中枢神经网络”，实现从生产设备边缘层到信息系统的贯通，全面实现企业数字智能化。

论证：工业PON新型工厂内网络建设模式优势突出

工厂内网络包括IT网络和OT（运营管理）网络，需要实现IT和OT完全融合，所有的设备都能连接到工厂内网络进行互通互联。工厂内网络需要满足扁平、低时延、大带宽、安全可靠、多业务融合等工业互联网要求。

传统建设方式的工厂内网络，主要是工业以太网组网方式，存在诸多问题，譬如，安全保护能力不足、工业总

线协议多互通性通差、数据传输丢包严重、安装布线复杂、带宽能力不足、性价比低等。

工业PON方式的工厂内网络，是新一代面向工厂数字智能化全新建设模式，将先进的无源光网络（PON）技术和工厂智能制造网络化相结合，提供全光纤、高带宽、高安全、多业务要求、低时延基于工业互联网架构的解决方案。

对比传统工业以太网，工业PON具备以下优点。

- 全光纤扁平网络：全程无源光纤有效解决车间强电磁对数据传送干扰，采用OLT和ONU二层扁平结构组网，网络结构更清晰、管理更方便、数据传递更快捷。
- 安全可靠性强：工业级手拉手的组网，提供从网络、设备到数据三重安全保障。工业级ONU设备工作温度范围可支持-40度~85度，抗强电磁干扰和抗强振动的能力强，在恶劣生产环境下也能正常工作。
- 运维更便捷：支持无线回传和PoE供电功能，实现车间有线和无线系统融合，支持零配置，实现设备的即插即用和故障快速定位。

基于企业数字智能化工厂内网络要求综合考虑，徐工道路深入分析传统工业以太网和工业PON改造模式优劣，经过车间现网应用验证比较，最终确定全厂内网采用工业PON改造，由中国电信承建，中兴通讯提供工业PON设备与技术，双方合作实施改造项目。

部署成熟先进的工业PON解决方案

基于徐工道路工厂内网络的数字智能化改造总体要求，中兴通讯采用最新的全光通信PON技术和工业智能制造需求相合，量身定制了业界先进的整体工业PON解决方案。建设内容包括四个部分：实现全厂五个车间的数控机床、机器人PLC及其他数控设备的有线网络连接；实现车间无线网络的数据回传和AP设备供电；实现车间设备的远程视频监控；实现生产现场设备的数据采集、传输、监控以及生产控制调度。工业PON解决方案组网如图1。

在徐工道路工业PON项目中，汇聚层采用了中兴通讯

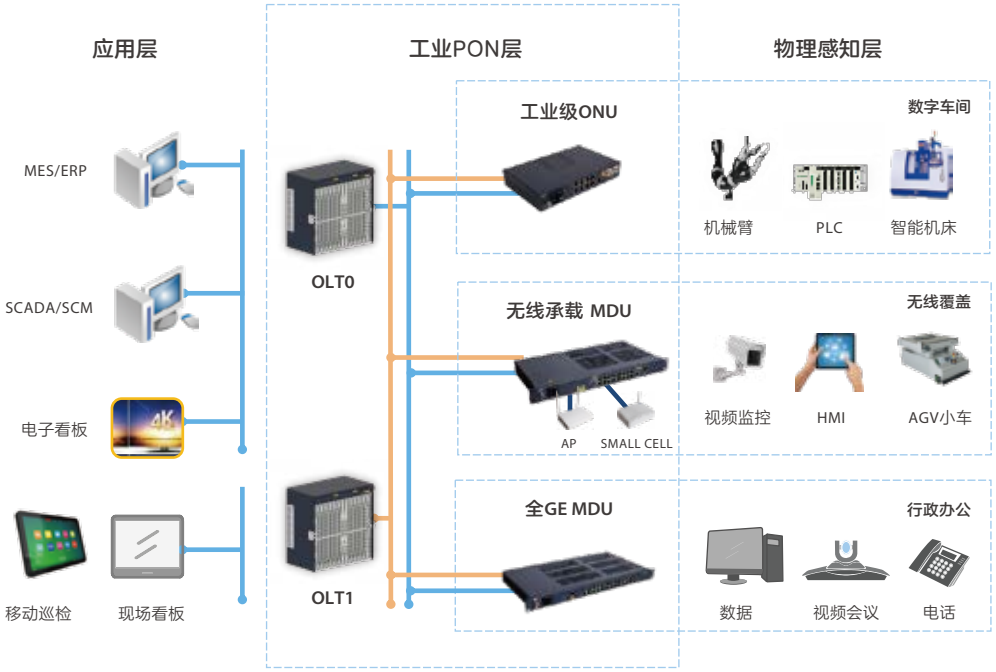

图1 徐工道路工业PON组网图

ZXA10 C300产品，2套OLT互为主备，接入层的生产线现场采用ZXA10 F809的ONU连接生产设备。两个OLT形成互为备份PON链路，采用不等分链型工业级手拉手组网方式，满足工厂内网络的可靠性要求。ZXA10 F809是工业级ONU，提供GE、RS232/RS485接口与生产设备连接，适应工厂各种恶劣环境要求。ZXA10 F822P是一款支持PoE的MDU设备，用于实现车间WLAN数据回传和PoE供电，满足WLAN网络规划的AP易部署要求。

迈入智能制造新时代

徐工道路工业PON自2017年装配车间试点验证取得良好效果后，2018年初全面推广到公司其他所有车间，2018年10月公司工业PON项目全面竣工投入运行，实现了数字智能化工厂内网络改造要求，工业PON的工厂内网络在数字智能化和精益生产中取得了良好效果。

- 数字化生产设备连接：完成车间各类数字设备联网工作，实现生产设备的数据采集、监测和MES系统实时对接，打通工厂IT和OT层网络，实现工业互联网基础网络建设。工业PON实施后管理层实时了解生产设备状态、对于车间和设备可视化管理，生产订单及时分配和调整生产工艺，生产效率提高20%，产品质量提高10%，综合生产成本下降5%。
- 完善数字车间无线网络：有效解决车间WLAN AP信号覆盖问题，无线信号覆盖无死角，保障智能物流设备、手挂终端无死角巡视，及时解决现场问题，设备故障率下降30%。
- 安全可靠性提高：针对公司一班工作制车间经常断电情况，工业PON ONU自主启动无须人工干预；解决长期以来以太网交换机无法自主启动难题，提高开机效果，大大减少了IT人员工作量。
- 安装运维方便：工业PON无源全光纤网络，光纤安装布放简单，节省大量机房、桥架资源，ONU即插即用，故障定位精度高，支持远程运维。

徐工道路工厂内网络通过工业PON的规模商用，实现了工厂内网络大带宽、低时延、全IP化的工业互网架构需求，达到到工厂数字智能化改造要求，工业PON网络与企业信息系统协调实现工业互联网和智能制造的基础数据采集和监测和生产控制工求，提高生产效率和产品质量，迈入智能制造新时代，探索出大型企业的工厂内网络建设新模式，树立了工厂内网络建设的行业新标杆，推进了工业PON在国内智能制造领域的商用进程。 ZTE中兴

刘爽
中兴通讯FDD产品方案经理

独创的NMVP方案
助力中国移动NB-IoT网络外场大容量业务评估

2018年底，中国移动采用中兴通讯独创的NMVP（NB-IoT超大连接多业务虚拟验证平台）在天津完成了NB-IoT基于典型业务模型的外场大容量测试。NB-IoT容量测试一直是业界难题，此次测试为中国移动现网NB-IoT物联网业务部署、大容量场景性能优化以及扩容等提供了重要参考。

5G来了，NB-IoT怎么办?

随着5G的到来，数据业务将迎来更快的速度、更低的时延，而物联网也被普遍认为是一个拥有巨大潜力的商业蓝海。但5G初期，由于技术标准等限制，产业链优先关注eMBB的商用，物联网业务仍将由近两年发展迅猛的NB-IoT等窄带物联网技术承载。

GSMA发布的报告《5G未来中的移动物联网》指出，以NB-IoT为代表的移动物联网（M-IoT）是未来5G物联网战略的组成部分。5G的革命性不仅仅在于它涵盖更多应用场景和更复杂的技术，还在于其有更强的包容性。因此5G的核心之一是能够支持、兼容多种接入技术，如卫星、WiFi、固网和3GPP其他技术，这也为NB-IoT成为5G组成部分创造了条件。

因此，为满足物联网低成本的需求，先以NB-IoT/eMTC促进产业链成熟、降低成本，探索成熟的商业模式及新的计价体系，再通过技术演进平滑过渡到5G mMTC是运营商的最佳选择。

运营商面临NB-IoT网络容量评估困境

NB-IoT最大的优势之一是海量连接，却为运营商实际网络部署带来了难题。

商用的物联网业务当前大部分是B2B的大规模并发业务。各种物联网业务的数据量、时延、发送次数等业务模型大相径庭，不同城市、不同地域其业务发展程度也千差万别。但业界缺乏可支持真实网络业务并发情况下的评估

工具和手段。

传统4G网络容量评估通常在实验室环境完成，无法支撑外场测试。要实现NB-IoT现网场景的大容量评估，需要大量的真实终端，除携带不便外，操作电脑、操作空间、电源、故障跟踪等诸多因素也都成为大容量测试的瓶颈。

中兴通讯独创的NMVP方案，破解业界难题

中兴通讯NB-IoT超大连接多业务虚拟验证平台（NMVP）创新地实现了低成本的基于多业务的网络容量评估，是目前业界唯一可支持外场容量评估的解决方案。

方案模拟大量终端接入及业务交互过程，不仅支持在实验室环境的测试，也支持外场大容量场景测试，为业界首创。方案可提供针对各种NB-IoT业务模型及混合业务模型的容量评估，指导网络部署及扩容；同时跟踪所有终端的信令流程，提高故障排查效率。

- 物联网业务部署前期，NMVP方案可模拟真实用户分布下的海量混合业务，从而提供网络扩容及业务模型建议，帮助运营商精准定位服务等级，解除运营商后顾之忧；
- 物联网业务部署中，NMVP方案支持远程网络镜像功能，可远程复现现网问题并给出专业的网络优化方案，有效针对目标业务实施更精准的网络部署，提高客户投资的有效性；
- 物联网业务部署后，NMVP方案提供基于网络负荷的自适应接入拥塞解决方案，可实现IoT网络容量提升及性能优化，帮助运营商高效实现网络优化及扩容，提升物联网用户体验。

NMVP方案不仅针对运营商网络提供服务，端到端产业链中各个环节都可以通过NMVP方案分析数据获得支持，如规范模组和终端厂家的行业标准，为运营管理平台提供更加真实可靠的管理数据。

助力中国移动完成NB-IoT外场大容量测试

智能抄表、智能烟感、智能停车、电动自行车等典型业务已在中国移动NB-IoT网络中获得广泛应用。为了评估NB-IoT现网大容量性能，中国移动创新提出了基于典型物联网业务模型的大容量测试方案及端到端性能优化方案，通过测试不同业务模型、用户分布、参数配置等对容量的影响，为网络部署和优化提供支撑和依据。

中兴通讯采用独创的NMVP方案顺利完成了本次测试。主要测试内容包括电表召测、水表读数上报、烟雾报警、停车信息上报等典型NB-IoT业务的极限容量、时延和接入成功率等性能，同时对NB-IoT无线网络拥塞控制方案的效果进行了验证。此次测试为中国移动现网NB-IoT物联网业务部署、大容量场景性能优化以及扩容等提供了重要参考。

近日，中兴通讯又联合中国移动在浙江嘉兴，采用NMVP方案对NB-IoT R14关键技术之一的多载波方案进行外场验证，为中国移动物联网容量进一步提升提前实现外场评估，并且在不影响现网的情况下实现新技术验证。

中兴通讯以其雄厚的研发实力和创新能力，正在为全球运营商提供全面的NB-IoT解决方案。中兴通讯致力于提供优质的解决方案和产品，助力全球运营商打造优质的、智能化管理的NB-IoT网络，加速物联网演进的步伐。 ZTE中兴

王秀娟
中兴通讯核心网产品规划经理

李朋
中兴通讯核心网产品服务规划总监

ZTE MagicEye™：一站式轻量级VoLTE运维平台

VoLTE是一个综合性端到端的网络，横跨无线、EPC、IMS、CS等多个领域，涉及众多网元和网络接口，网元交互错综复杂，业务实现难度大，其运维要求给运营商带来了巨大挑战。

在VoLTE端到端的新型运维要求下，在不大幅增加CAPEX和OPEX的前提下，如何保障VoLTE网络下的用户体验？如何保证网络在高负荷下平稳运行？如何实现VoLTE网络质量优化？这些都是运营商与设备商需要共同面对的问题。

为了应对VoLTE新型网络运维的挑战，中兴通讯打造了轻量级、一站式网络运维平台——ZTE MagicEye™，不仅可以满足运营商多种运维场景的需求，还可以为运营商的精细化运营提供有力支撑。

MagicEye平台提供了故障定界定位、网络健康检查、运维操作保障、KPI优化提升、语音质量分析和智能预测预警等轻量级实用工具包（见图1）。其通过对IMS网元产生的关键业务信息进行提取采集、关联处理和分析，从而实现了VoLTE网络状况可视化、故障处理引导化、业务记录可回溯等功能。

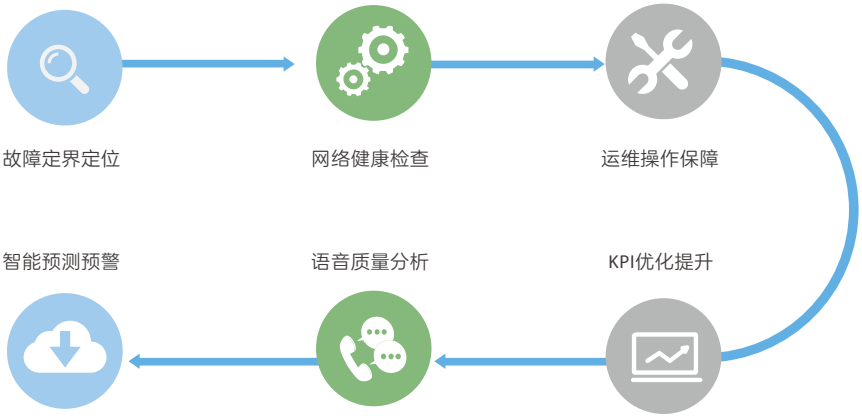

图1　中兴通讯一站式轻量级VoLTE运维平台

故障定界定位

MagicEye故障定位提供统一查询入口，覆盖与用户业务失败场景强相关的所有信息。当发生用户投诉时，MagicEye平台可进行回溯，精准查询投诉用户的历史失败业务记录。基于历史失败业务记录中的关键网络信息，实现失败场景在VoLTE网络中的定界、IMS域内的定位，从而准确、快速找到故障原因。

同时，MagicEye提供多种辅助查询策略，可查询失败业务强相关的多种信息，实现界面指导化、流程化、点击式的失败场景精准定位。

网络健康检查

随着用户数的增长，VoLTE网络经常处于高负荷状态运行，需要根据业务变化情况及时做出调整，以时刻保障网络高效平稳运行。

MagicEye网络健康检查可以自动采集网络节点的静态和动态信息，采用植入式专家会诊模式，深度感知整网健康状况。它通过一键深度把脉诊察网络健康状况，输出整网体检报告，对健康状况进行打分，并针对异常项提供专家建议，实现对网络健康的便捷深度检查。

运维操作保障

通信网络的每个操作都需要密切观察整网运行状况，对操作前后的各项信息进行比对，以保证操作的成功以及操作后能及时察知网络状态变化。MagicEye提供运维操作保障功能，实现了对操作前后的网络关键信息的智能比对等一系列功能，解放了运维操作人员，提高了运维操作效率。

KPI优化提升

运营商特别关注的客户满意度，主要体现在KQI（用户感知）和KPI（网络质量）上。KQI和KPI是衡量网络质量的关键标准。在VoLTE网络中，KQI和KPI尤其重要，如何保持KQI/KPI的稳定性，以及当KQI/KPI发生劣化时，如何快速进行分析优化，是运营商网络运维的焦点。

MagicEye提供一键式KPI优化分析功能，通过对VoLTE网络下注册和呼叫相关KPI进行深度挖掘，找出导致KPI劣化的根因，能够辅助运营商进行网络质量提升。

语音质量分析

MagicEye通过对网元关键媒体参数的测量结果进行采集，以实现对呼叫QoS和MOS指标的实时呈现。同时基于测量结果的切片、统计、分析和钻取，客户侧可以直观、多维度地获取到语音质量分析结果，真正实现了网络呼叫质量的可视化以及无源式统计分析。语音质量分析功能可以帮助客户针对性地对网络进行调优，为VoLTE语音质量的提升提供了分析利器。

智能预测预警

网络质量和网络容量的发展趋势也是运营商关注的焦点。基于对周期连续的网络容量的使用情况以及用户规模的增长趋势，MagicEye智能预测预警可以预测未来一段时间内的发展趋势。当网络质量发生突变或网络容量达到阈值时，能够及时推送预警信息，提醒运营商关注变化，及时做好风险预防和扩容准备。

ZTE MagicEye™提供丰富的功能大类与模块子集，可根据不同运维需求进行场景化、模块化的自由组合。在日常运维中，MagicEye不仅满足运维多样化的需求，还将日常运维流程自动化，大大提高了运维效率，减轻了运维工作量。同时，MagicEye还支持VIP用户关怀、终端能力分析、网络容量预判等功能，为运营商的精细化运营提供支撑。此外，ZTE MagicEye™在保证自身安全性的基础上，提供多重安全机制，保证所在网络的安全，同时通过业界认可的加密技术，配合多级权限控制策略，充分保护用户隐私，满足客户的安全合规要求。

中兴通讯IMS/VoLTE网络已在全球部署超过320个局点，为数以亿计的用户提供丰富的多媒体融合业务。随着全球VoLTE规模的不断扩大和5GC的逐步应用，作为运维利器的ZTE MagicEye™必将发挥更重要的作用。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在